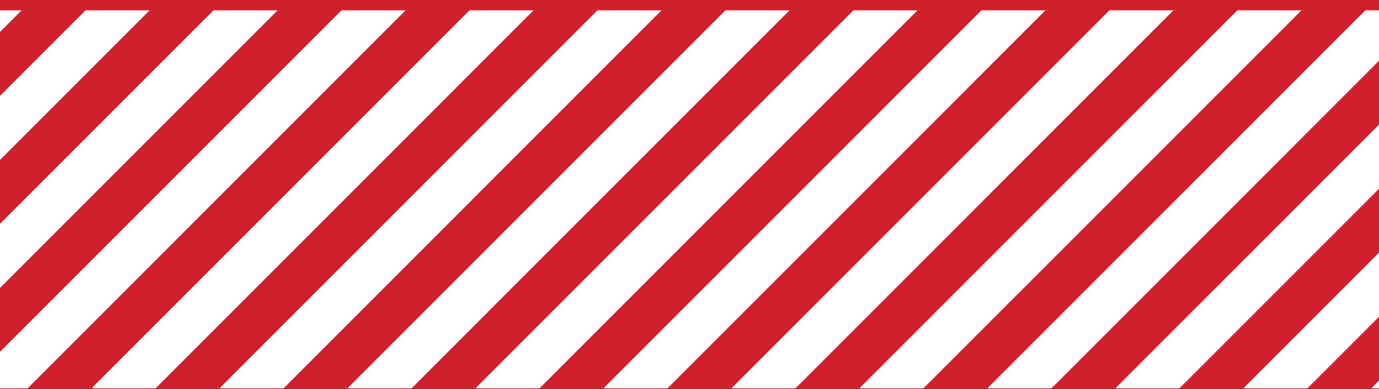


산업안전디자인 로드맵 개발 연구



산업안전디자인 로드맵 개발 연구

[주관기관]

kidp 한국디자인진흥원

[연구기관]

 **홍익대학교 공공디자인연구센터**
HONGIK UNIVERSITY Public Design Research Center

[Abstract]

본 연구는 산업현장 안전관리의 패러다임을 사후 처벌·규제 중심에서 공간·설비·정보를 사전에 안전하게 설계하는 'Design for Safety' 중심으로 전환하기 위해, 국가 표준모델과 단계별 추진 로드맵을 개발하는 것을 목적으로 한다. 산업재해의 원인은 근로자 개인의 부주의뿐 아니라 위험 인지가 어려운 공간 구조, 모호한 안전표지, 부적절하게 설계된 설비·통로 등 환경적 요인에서도 발생하며, 본 연구는 이러한 환경적 요인을 디자인으로 개선하는 방안을 도출하는 데 중점을 두었다.

연구는 다음과 같은 방식으로 진행하였다. 미국·영국·독일·일본의 안전 관련 제도와 문헌 66건을 검토하였고, 한국산업안전보건공단(KOSHA)의 사고사례 3,487건과 통계청(KOSIS)의 5개년(2020~2024년) 산업재해 통계 641,007건을 분석하였다. 여기에 ISO45001의 PDCA 모델, FEMA 재난관리모델, Haddon Matrix 등 국제적으로 통용되는 안전관리모델을 비교 분석에 활용하였으며, 산업안전·디자인 분야 전문가 9인을 대상으로 두 차례 델파이 조사를 거쳐 도출된 과제들의 타당성을 검증하였다.

분석 결과를 토대로 안전을 근로자·시스템·인프라 3요소의 상호작용으로 재정의하였다. 1931년 하인리히(Heinrich)의 사고 통계 이론에 따르면 사고는 개인 요인만으로 설명되지 않으며, 작업 절차와 관리체계, 공간·설비 환경이 함께 작용한 결과로 봐야 한다. 이를 근거로 사고 데이터를 추락·전도·낙하(G1)부터 비상·예외 상황 및 관리부재(G5)까지 5개 군집으로 재구조화하고, 각 군집에 대응하는 디자인 해법을 체계화하였다.

이어서 사고 전 위험을 차단하는 대비(Ready), 사고 발생 시 신속히 대응하는 대응(Response), 사고 이후 피해를 줄이고 정상화를 돕는 회복(Recovery)으로 구성된 3R 프레임워크를 수립하고, 현장에 적용 가능한 세부 디자인 방안 612개를 도출하였다. 이 중 전문가 검증을 통과한 핵심과제 30개를 단기 13개, 중기 10개, 장기 7개로 나누어 확정하였다. 또한, 연구 결과의 실무적 적용과 정책적 제도화를 지원하기 위한 분야별 핵심 과제와 구체적인 실행 방안들을 부록에 추가로 수록하였다.

본 연구는 산업재해의 원인을 개인의 부주의가 아닌 환경·시스템 설계의 문제로 다시 짚어보고, 규제 중심 안전관리에서 예방적 디자인 중심 안전관리로의 전환 가능성을 제시한다. 또한 여기서 제안한 표준모델과 로드맵은 대규모 사업장은 물론 안전 투자 여력이 부족한 소규모 사업장에도 적용할 수 있도록 구성되어, 한국형 산업안전디자인 표준화 및 인증체계 구축의 실질적 근거로 활용될 수 있다.

[목차_Contents]

제1장 이론적 배경 및 현황 고찰	1
가. 연구 프레임워크	1
나. 안전에 대한 정의	2
1) 공공디자인 측면에서의 정의	2
2) 산업안전보건 및 법적 측면에서의 정의	2
다. 안전과 보건에 대한 정의	3
1) 안전에 대한 정의	3
2) 보건에 대한 정의	3
라. 국내외 문헌, 제도 및 학술자료 분석 연구	4
1) 산업안전디자인 관련 유관자료 리스트	4
마. 국가별 산업재해 유형에 대한 분류 기준	6
1) 미국(USA)	6
2) 영국(UK)	6
3) 독일(Germany)	7
4) 일본(Japan)	7
5) 종합 분석	8
바. 국가별 산업안전 관련 지침 및 제도	9
1) 중국, 중화인민공화국 노동안전법 “中华人民共和国安全生产法”	9
2) 홍콩, 공장 및 산업 사업 조례 (Factories and Industrial Undertakings Ordinance)	10
3) 일본, 산업안전보건법(労働安全衛生法)	11
4) EU, OSH 프레임워크 지침(Directive 89/391/EEC)	12

5) 프랑스, National OSH Strategy(국가 산업안전보건 전략)	13
사. 국가별 산업안전 관련 체계 분석	14
1) 정책/제도/거버넌스 관점	14
2) 사업장 안전 관련 내용 및 조직 구조	15
3) 산업안전 관련 체계 소결	15
아. 산업안전의 문헌 고찰	16
1) 미국, Stand-Down 캠페인	16
2) 미국, 열질환 예방 캠페인	17
3) 미국, 근로자 안전을 개선하기 위한 공장 레이아웃 설계	18
4) 미국, 스마트 디자인을 통한 산업 시설 이용자 보호	19
5) 미국, Design for construction safety participant guides	20
6) 미국, 「Safe+Sound」 캠페인	21
7) 미국, 건설업 근로자 자살예방을 위한 현장 중심 전략	22
8) 미국, 작업장 특정 기획 감독(Site-Specific Targeting, SST)	23
9) 미국, 자율안전보건프로그램(VPP, Voluntary Protection Program)	24
10) 미국, 안전보건성취인정프로그램 (SHARP, Safety and Health Achievement Recognition Program)	25
11) 미국, Developing Internal Traffic Control Plans for Work Zones	26
12) 미국, ASSP - AMERICAN SOCIETY OF SAFETY PROFESSIONALS	27
13) 시애틀, TRAFFIC CONTROL MANUAL	28
14) EU, 2020-22: Healthy Workplaces Lighten the Load	29
15) EU, Strategic Framework on Health and Safety at Work 2021-2027	30
16) EU, 고령근로자(노령인구) 안전 및 건강관리 정책	31
17) EU, 원격근무 시 근골격계질환 예방 (Preventing musculoskeletal disorders when teleworking)	32
18) 영국, 산재예방정책 수립 및 안전문화 확산	33
19) 영국, 10개년 계획 2022-2032(HSE Strategy 2022-2032)	34

20) 영국, 기업의 자율예방시스템 및 목표설정형 규제	35
21) 영국, AI 기반의 작업현장 안전 디자인	36
22) 영국, 안전 관리 시스템(SMS)	37
23) 영국, A guide to workplaces transport safety	38
24) 영국, 노동자 참여 중심 캠페인	39
25) 독일, 공동산업안전보건전략 (GDA, Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie)	40
26) 독일, 위험성 평가 제도	41
27) 프랑스, INRS(Institut National de Recherche et de Sécurité)	42
28) 프랑스, Code du travail(산업 안전 보건법 / 법전 內)	43
29) 프랑스, National OSH Strategy(국가 산업안전보건 전략)	44
30) 이탈리아, BIM 3D 기술을 활용한 산업안전 설계 디자인 제도화	45
31) 이탈리아, 'Zero Deaths' 캠페인	46
32) 핀란드, Wellbeing at Work 정책 및 국가 프로그램	47
33) 뉴질랜드, Managing Work Site Traffic - Good Practice Guidelines	48
34) 뉴질랜드, Health and Safety by Design	49
35) 노르웨이, 근로감독 및 예방 서비스	50
36) 일본, 근로자의 정신건강 보호를 위한 법규 및 정책 시행	51
37) 일본, 제로재해(Zero-Accident)·KYT(위험예지훈련)	52
38) 일본, 건설업 고령근로자 산재예방 대응 방안	53
39) 일본, 제13차 노동재해방지계획(2018-2022)	54
40) 일본, 건설업 안전보건관리시스템(COHSMS, 코스모스)	55
41) 일본, JIS Z 9103:2018(안전색 및 안전표지 규격) 규정	56
42) 일본, 전국산업안전위생대회(全国産業安全衛生大会)	57
43) 일본, 공장 시스템에서의 사이버·피지컬 보안 대책 가이드라인	58
44) 캐나다, Guide to Workplace Safety for Construction Site	59

45) 대한민국, 행정안전부 산업현장 안전관리 점검 인공지능(AI) 기술 개발	60
46) 대한민국, 안전디자인 매뉴얼	61
47) 대한민국, ‘색(色)으로 산재를 잡자’ 캠페인	62
48) 대한민국, 재난안전산업 진흥 종합계획	63
49) 대한민국, 산업단지 혁신 종합대책 대응전략 수립	64
50) 호주, Safety in Design for Construction Projects: Laws, Tools, Practices	65
51) 호주, Guide for safe design of plant	66
52) 호주, 노동자 참여 중심 캠페인	67
53) 중국, 생산설비 안전·위생 설계 총칙(生产设备安全卫生设计总则)	68
54) 중국, 제14차 5개년(2021-2025) 안전·응급관리 추진 “十四五”国家应急体系规划	69
55) 대만, 직업(산업)안전위생법 및 정책 (職業安全衛生法, Occupational Safety and Health Act)	70
56) 홍콩, OSH 기본법제·제재강화 및 3축 추진전략 職業安全及健康條例(Cap 509)	71
57) 홍콩, Design for Safety Guidance Notes(CDM)」 & 사례집	72
58) 홍콩, 교통·동선 안전 설계(공사현장·시설)	73
59) 싱가포르, 일터 안전보건 실천 강령 (Workplace Safety and Health Code of Practice)	74
60) 국제노동기구(ILO), Guidelines For Health and Safety Management Systems 2001	76
61) 국제노동기구(ILO), 조선과 선박수리의 안전과 건강(ILO 실천지침)	77
62) 글로벌 화학산업 민간기업 협력체, Responsible Care® 캠페인	78
63) 미국, OSHA와 SCA의 Alliance 프로그램	79
64) 미국, VelocityEHS, AI 기반 EHS(환경·안전·보건) 통합 플랫폼	80
65) 호주, Industrial Safety: Ergonomic Guidelines for the Workplace	82
66) 프랑스, Collège d’expertise RPS 보고서	83
자. 산업안전 유관 정의와 관련 개념 고찰	84
1) 조직문화로서의 안전(안전문화)	84
2) 법적 개념으로서의 안전	84

3) 안전관리(Safety Management)	85
4) 설계를 통한 안전(Design for Safety)	85
5) 권리이자 의무로서의 안전	85
차. 안전디자인 및 유사개념 조사 및 분석을 통한 산업분야에서의	87
1) 유형적 분류 및 분석	87
2) 산업안전디자인의 분석 종합 정리: 전체 정의, 동향, 통합적인 방향성	93
카. 산업안전 유관 정의와 관련 개념 소결	95
1) 3대 구성요소	95
2) 산업안전 3대 요소별 디자인 접근 모델(Safety by Design)	95
3) 소결	96
제2장 국내 산업현장 분석	97
가. 산업사고 사례 분석	97
1) 산업사고 사례 분석기초 자료	97
2) 산업사고 사례 분석기초 자료 내용 분석	97
3) 산업사고 사례 분석	101
나. 산업 안전 현황 자료 분석	117
1) 산업재해 개요	119
2) 산업재해 현황 분석	123
다. 산업안전디자인 적용을 위한 산업안전 분류 체계	128
1) 국가 산업재해 통계 체계와의 정합성	128
2) 산업재해 분류 분석	129
3) 산업재해 분류 상세 분석	132
4) 소결	192
제3장 산업안전디자인 적용 기준 분석	193

가. 목적 및 범위	193
1) 목적	193
2) 핵심 관점	193
3) 분석 체계	193
나. 주요 분석 결과 요약	193
다. 기준도출 근거 및 분석 프레임	193
1) 전환 필요성	193
라. 사례유형(군집) 재해석 및 재구성 방향	194
마. 군집 재구성 기준	194
1) 산업별 발생 빈도	194
2) 텍스트 기반 핵심 키워드	194
3) 사고 발생 조건의 유사성	194
바. 25개 사고 유형 군집화 재구성	194
1) 군집화 목적과 접근 관점	194
2) 새로운 사고유형 그룹화 및 순번 체계 전환 제안	194
3) 소결	196
제4장 산업안전디자인 지표 개발	197
가. PDCA(ISO 45001) 안전보건경영 순환관리 모델	198
1) 개요	198
2) 세부내용	198
3) 프로세스 분석	198
4) 관리지표	199
5) 참고자료	199
나. FEMA(미국 연방재난관리청) 재난관리 사이클	200

1) 개요	200
2) 세부내용	200
3) 프로세스 분석	200
4) 관리지표	201
5) 참고자료	201
다. Haddon Matrix(공중보건·안전공학) 손상 예방 분석 도구	202
1) 개요	202
2) 세부내용	202
3) 관리지표	202
4) 관리지표	203
5) 참고자료	203
라. 소결	204
1) 프로세스별 특성 분석	204
2) 산업안전 디자인 체계	205
제5장 산업안전디자인 프레임워크	206
가. 산업안전디자인 지표 설정	206
1) 산업안전디자인 지표 설정의 배경	206
2) 사고 유형의 체계적 분류 및 군집화	206
3) 디자인 중심의 3단계 대응 체계	206
4) 기대효과	206
나. 산업안전디자인 사고 유형 분석	207
1) G1_추락·전도·낙하 위험 사고 유형	208
2) G2_끼임·감김·충돌 위험 사고 유형	210
3) G3_붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	212

4) G4_유해물질 노출 및 질병 사고 유형	213
5) G5_비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	215
다. 산업안전디자인 안전지표 핵심요소 및 적용기준	217
1) 기술 표준 및 제도적 정합성 확보	217
2) 인간공학적 디자인 및 현장 적용성 강화	217
라. 산업안전디자인 프레임워크 설명	218
1) 산업사고 그룹	218
2) 사고 유형	218
3) 세부 사고 유형	218
4) 목표	218
5) 디자인 역할	218
6) 아이템(예시)	218
마. 디자인 방안 및 전략	219
1) G1_추락·전도·낙하 위험 사고 유형	220
2) G2_끼임·감김·충돌 위험 사고 유형	234
3) G3_붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	246
4) G4_유해물질 노출 및 질병 사고 유형	255
5) G5_비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	269
제6장 산업안전디자인 표준 모델 가이드	278
가. 산업안전디자인 로드맵 우선 순위 선정 방법	278
1) 추진 필요성	278
2) 주요 목적	278
3) 우선순위 선정 전략	279
나. 로드맵 제시를 위한 세부내용 분석	280

1) KOSIS 산업재해 발생형태 5개년 순위별 빈도수(2020~2024년도)	280
2) 산업안전포털 내 업종별 사고사례 3,487건 데이터 분석	282
다. 로드맵 제시를 위한 우선 순위 선정	288
1) 우선 순위 선정 프로세스	288
2) 세부 우선순위 선정 기준 및 분류	288
라. 가이드라인 구성 체계(예시)	289
1) 가이드라인 주요 구성 요소	289
마. 산업안전디자인 제언	290
2) 소결	291
제7장 산업안전디자인 핵심과제 선정	292
가. 산업안전디자인 핵심과제 30선 선정 근거	292
1) 선정기준	292
2) 선정 제외 항목 처리 기준	293
3) 핵심과제 30선 항목별 선정 근거	293
4) 데이터 출처	296
나. 델파이 1차 조사	297
1) 델파이 분석 내용의 구성	297
2) 1차 델파이 설문조사 결과	299
3) 1차 델파이 설문조사 결과에 따른 내용 조정	311
다. 델파이 2차 조사	321
1) 델파이 분석 내용의 구성	321
2) 2차 델파이 설문조사 결과	323
3) 2차 델파이 설문조사 결과 우선순위 종합분석	329
4) 실행과제 항목 조정(단기)	330

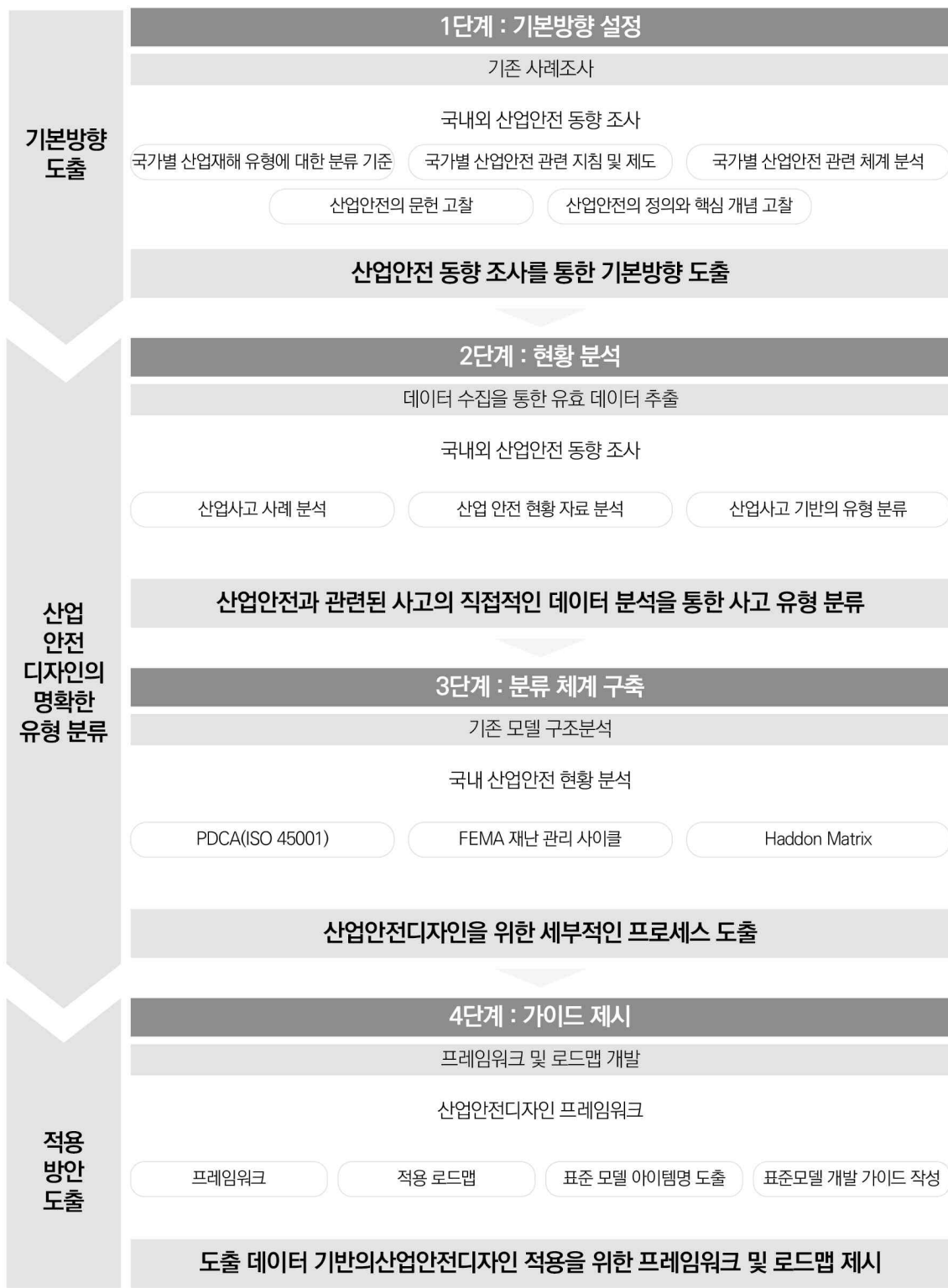
5) 실행과제 항목 조정(장기)	333
6) 최종 과제 우선순위	335
2) 소결	340

[부록] 산업안전디자인 개발 목표 및 전략과제 도출 341

가. 산업안전디자인 목표 수립	341
나. 산업안전디자인 기술 과제	343
1) 산업안전디자인 기술과제 중 우선순위 8개의 과제 선정	344
다. 산업안전디자인 3단계(대비·대응·회복) 디자인 정책 연구 과제 제안	345

제1장 이론적 배경 및 현황 고찰

가. 연구 프레임워크



나. 안전에 대한 정의

- 시민과 종사자의 생명 및 신체를 보호하기 위해 위험 요인을 체계적으로 관리하고, 심리적 안심과 물리적 편의를 보장하는 상태

1) 공공디자인 측면에서의 정의

- 시민이 불안감 없이 안심하고 이용할 수 있는 생활환경을 조성하고, 누구나 편리하게 접근·활용할 수 있도록 지원하는 영역으로, 이는 단순한 사고 예방을 넘어 공간 구조, 시설물 배치, 정보 전달 방식 등을 종합적으로 고려하는 것을 의미

① 심리적 안심과 생활환경 조성

- 안전하고 편리한 공공디자인은 시민이 불안감 없이 안심하고 이용할 수 있는 생활환경을 조성하고, 누구나 편리하게 접근·활용할 수 있도록 지원하는 것을 의미

② 사고 예방을 넘어선 종합적 고려

- 단순히 물리적인 사고를 예방하는 것에 그치지 않고, 공간 구조, 시설물 배치, 정보 전달 방식, 이용 편의 서비스를 종합적으로 설계하여 시민의 삶의 질을 높이는 영역

③ 공공디자인의 기본 원칙

- 모든 공공디자인은 공공의 이익과 안전을 최우선으로 고려해야 하며, 모든 사용자를 위한 편의성과 안전성을 확보하는 것을 기본 원칙으로 함

2) 산업안전보건 및 법적 측면에서의 정의

- 안전 및 보건에 관한 기준을 확립하고 책임의 소재를 명확히 하여 재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써, 노무 제공자의 안전 및 보건을 유지·증진하는 것을 목적으로 함

① 산업재해 예방

- 산업 안전은 산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확립하고 책임 소재를 명확히 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무 제공자의 안전을 유지·증진하는 것을 목적

(참조: 산업안전보건법 제 1조)

② 위험 요인의 관리

- 기계·기구 기타 설비에 의한 위험을 예방하기 위하여 필요한 조치를 하는 것

(참조: 산업안전보건법 제 38조)

③ 중대재해 방지

- 시민과 종사자의 생명과 신체를 보호하기 위해 공중이용시설, 대중교통수단, 제조물 등의 설계, 제조, 설치, 관리상의 결함을 원인으로 발생하는 재해를 방지하는 활동

(참조: 중대재해 처벌 등에 관한 법률 제 1조, 2조)

다. 안전과 보건에 대한 정의

1) 안전에 대한 정의

- 기계·기구, 설비 등 물리적 위험 요소로부터 발생할 수 있는 부상을 예방하기 위한 모든 조치와 상태
(참조: 산업안전보건법 제38조 안전조치)
- 안전분야에 대해 사업장 등의 위험요인을 도출하여 그 문제점과 개선대책 제시를 주 내용으로 하는 것(작업조건 및 작업방법에 대한 평가, 보호구 및 안전장비의 적정성 확인, 유해·위험요인에 대한 측정 및 분석 등이 포함)
(참조: 안전보건진단 업무 가이드라인)

2) 보건에 대한 정의

- 유해 가스, 증기, 분진, 소음, 진동 등 유해 인자로 인해 발생할 수 있는 질병이나 건강 장애를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성하여 건강을 유지·증진하는 것
(참조: 산업안전보건법 제39조 보건조치)
- 보건분야에 대해 사업장 등의 유해요인을 도출하여 그 문제점과 개선대책 제시를 주 내용으로 하는 것"을 의미(작업조건 및 작업방법 평가, 보건장비 및 작업환경 개선시설의 적정성 확인, 근로자 건강 보호를 위한 측정 및 분석 등이 포함)
(참조: 안전보건진단 업무 가이드라인)

라. 국내외 문헌, 제도 및 학술자료 분석 연구

- 산업안전디자인의 다양한 접근 방식(물리적 환경, 시스템, 정보, 문화, 기술)을 포괄하는 광범위한 사례들을 분석 주요 유형별 대표 사례들을 선정하여 그 정의, 유형, 전략, 내용, 효과 및 가치에 대해 분석
- ‘안전’ 단순히 사고가 없는 상태를 넘어, 조직과 개인의 가치, 태도, 신념, 행동양식 등이 종합적으로 결집된 상태를 의미 특히 산업 현장에서는 위험을 예방하고 통제하기 위한 물리적 제어, 시스템적 접근, 문화적 요소가 결합된 포괄적인 개념

1) 산업안전디자인 관련 유관자료 리스트

No.	내용
1	미국, 캠페인, Stand-Down 추락사망 감소 캠페인
2	미국, 열질환 예방 캠페인
3	미국, 근로자 안전을 개선하기 위한 공장 레이아웃 설계
4	미국, 스마트 디자인을 통한 산업 시설 이용자 보호
5	미국, Design for construction safety participant guides
6	미국, 캠페인, Safe+Sound
7	미국, 건설업 근로자 자살예방을 위한 현장 중심 전략
8	미국, 작업장 특정 기획 감독(Site-Specific Targeting, SST)
9	미국, 자율안전보건프로그램(VPP, Voluntary Protection7, 8]
10	미국 안전보건성취인정프로그램(SHARP)
11	미국, Developing Internal Traffic Control Plans for Work Zones(ITCP)
12	미국, 안전 전문가 협회(ASSP 지침)
13	미국 시애틀, TRAFFIC CONTROL MANUAL
14	EU, 2020-22: Healthy Workplaces Lighten the Load(MSD 예방 캠페인)
15	EU, Strategic Framework on Health and Safety at Work 2021-2027
16	EU, 고령근로자(노령인구) 안전 및 건강관리 정책
17	EU, 원격근무 시 근골격계질환 예방
18	영국, 산재예방정책 수립 및 안전문화 확산
19	영국, 10개년 계획 2022-2032(HSE Strategy 2022-2032)
20	영국, 기업의 자율예방시스템 및 목표설정형 규제
21	영국, AI 기반의 작업현장 안전 디자인(BearTOOLS)
22	영국, 안전 관리 시스템(SMS)
23	영국, A guide to workplaces transport safety
24	영국, 노동자 참여 중심 캠페인
25	독일, 공동산업안전보건전략(GDA, Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie)
26	독일, 위험성 평가 제도
27	프랑스, INRS(Institut National de Recherche et de Securite)(구체적 가이드라인)
28	프랑스, Code du travail(산업 안전 보건법 / 법전 內)
29	프랑스, National OSH Strategy(국가 산업안전보건 전략)
30	이탈리아, BIM 3D 기술을 활용한 산업안전 설계 디자인 제도화

No.	내용
31	이탈리아, 'Zero Deaths' 캠페인
32	핀란드, Wellbeing at Work 정책 및 국가 프로그램
33	뉴질랜드, Managing Work Site Traffic Good Practice Guidelines(TMP)
34	뉴질랜드, Health and Safety by Design
35	노르웨이, 근로감독 및 예방 서비스
36	일본, 근로자의 정신건강 보호를 위한 법규 및 정책 시행(스트레스 체크 제도)
37	일본, 제로재해·위험예지훈련(Zero-Accident)·KYT
38	일본, 건설업 고령근로자 산재예방 대응 방안
39	일본, 제13차 노동재해방지계획(2018-2022)
40	일본, 건설업 안전보건관리시스템 COHSMS(Compact COHSMS 포함)
41	일본, JIS Z 9103:2018(안전색 및 안전표지 규격) 규정
42	일본, 전국산업안전위생대회
43	일본, 공장 시스템에서의 사이버·피지컬 보안 대책 가이드라인
44	캐나다, Guide to Workplace Safety for Construction Site
45	한국, 행정안전부 산업현장 안전관리 점검 인공지능 기술 개발(AI)
46	한국, 서울특별시 안전디자인 매뉴얼
47	한국, 울산광역시 색으로 산재를 잡자 캠페인
48	한국, 대구광역시 재난안전산업 진흥 종합계획
49	한국, 산업단지 혁신 종합대책 대응전략 수립
50	호주, Safety in Design for Construction Projects: Laws, Tools, Practices
51	호주, Guide for safe design of plant
52	호주, 노동자 참여 중심 캠페인
53	중국, 생산설비 안전·위생 설계 총칙(GB 5083-2023)
54	중국, 제14차 5개년(2021~2025) 안전·응급관리 추진
55	대만, 직업(산업)안전위생법 및 정책(職業安全衛)
56	홍콩, OSH 기본법제·제재강화 및 3축 추진전략 職業安全及健康條例(Cap. 509)
57	홍콩, Design for Safety Guidance Notes(CDM) 및 사례집
58	홍콩, 교통·동선 안전 설계(공사현장·시설)
59	싱가포르, 일터 안전보건 실천 강령(Workplace Safety and Health Code of Practice)
60	국제노동기구(ILO), Guidelines For Health and Safety Management Systems
61	국제, 조선과 선박수리의 안전과 건강(ILO 실천지침)
62	글로벌 화학산업 민간기업 협력체, Responsible Care® 캠페인
63	OSHA와 SCA의 Alliance 프로그램
64	VelocityEHS, AI 기반 EHS(환경·안전·보건) 통합 플랫폼
65	Industrial Safety: Ergonomic Guidelines for the Workplace
66	College d'expertise RPS(2011) 보고서(심리사회적 위험, Risques Psychosociaux)

마. 국가별 산업재해 유형에 대한 분류 기준

1) 미국(USA)

① 주요 분류 기준

- 노동통계국(BLS) 주관 하에 전수조사와 표본조사를 병행하여 통계를 산출하며, 재해의 결과(휴업 여부, 직무 제한 등)에 따라 유형을 세분화

② 사망재해(Fatal Occupational Injuries)

(1) 조사 방식

- CFOI(Census of Fatal Occupational Injuries)를 통한 전수조사

(2) 포함 기준

- 열상, 감전, 추락, 산소결핍 등 하루나 한 교대 내에 발생 가능한 특정 사건(accident) 및 단기 노출로 인한 급성 중독, 자살, 살인 등

(3) 제외 기준

- 업무상 질병(Occupational illness)으로 인한 사망은 제외(잠복기로 인한 연관성 확인의 어려움 때문)하며, 사고성 질병으로 인한 사망만 포함

③ 업무상 상해 및 질병(Occupational Injuries and Illnesses)

(1) 조사 방식

- SOII(Survey of Occupational Injuries and Illness)를 통한 표본조사

(2) 분류 지표:

(가) DART(Days Away, Restricted, or Transferred)

- 근무 손실, 직무 제한 또는 이동이 발생한 건수

(나) DAFW(Days Away From Work)

- 하루 이상 업무를 하지 않은 경우

(다) DJTR(Days of Job Transfer or Restriction)

- 사고나 질병으로 인해 원래의 일상 업무를 수행하지 못하거나 전일 근무가 불가능하여 직무가 제한/이동된 경우

(라) TRC(Total Recordable Cases)

- 기록 가능한 전체 재해 건수

2) 영국(UK)

① 주요 분류 기준

- 보건안전청(HSE)과 국립통계국(ONS)의 자료를 활용하며, RIDDOR 규정에 따라 재해의 심각성과 휴업 기간을 기준으로 분류

② 사망재해(Fatality Injury)

- 사고(Accident)만 산출하며 질병은 제외되나, 급성 질병으로 인한 사망은 포함

③ 중대재해(Major Injury)

- 골절, 절단, 심폐소생술이 필요한 재해, 24시간 병원 요양을 해야 하는 질병 등을 포함

④ 휴업재해(Over-3 Day Injury)

- 사망이나 중대재해가 아니면서, 4일 이상 휴업하거나 일상 작업을 할 수 없는 재해(4일 미만의 사고나 질병은 통계 미포함)

3) 독일(Germany)

① 주요 분류 기준

- 산재보험조합(BG)이 예방과 보상을 통합 관리하며, 예방을 최우선으로 하여 폭넓은 인정 범위

② 사망재해(Fatality)

- (1) 기준: 재해 발생일로부터 30일 이내에 사망한 경우만 인정
- (2) 특징: 사고와 질병을 분리하여 산출하며, 질병 사망의 경우 약 70여 종류로 상세히 구분

③ 업무상 사고(Reportable Accidents)

- 4일 이상 업무를 할 수 없는 작업 중 사고 및 통근 시 사고 포괄

④ 업무상 질병(Occupational Diseases)

- (1) 인과관계 확증(Occupational causation confirmed)
 - 업무와의 연관성이 입증된 경우
- (2) 인과관계 미확증(Occupational causation not confirmed)
 - 인과관계가 확실히 입증되지 않았더라도 예방 목적상 통계에 포함하여 인정

4) 일본(Japan)

① 주요 분류 기준

- 노동안전위생법에 따른 보고를 기초로 하며, 휴업 일수와 재해 규모(피해자 수)를 기준으로 분류

② 사망자 수

- 사고와 질병을 통합하여 산출(분리하지 않음)

③ 사상자 수

- 근로자가 4일 이상 휴업하게 되는 경우의 사고와 질병자 수(4일 미만은 별도 공표 안 함)

④ 중대재해 발생 건수

- 한 번에 3명 이상이 발생한 사고

⑤ 재해 지표(강도에 따른 분류):

- (1) 천인율: 근로자 1,000명당 연평균 사고율
- (2) 도수율: 연간 업무상 사상자 수를 연 노동시간 수로 나눈 값(x 1,000,000)
- (3) 강도율: 노동손실일수를 연 노동시간 수로 나눈 값(x 1,000)

5) 종합 분석

국가	주요분류기준	재해유형	정의 및 분류 세부 기준
미국	재해의 결과 및 심각성 (사망, 작업 손실일, 직무 제한)	사망재해 (Fatal Occupational Injuries)	정의: 하루나 한 교대 내에 발생 가능한 특정 사건으로 인한 사망 포함: 사고성 질병으로 인한 사망자 제외: 업무상 질병으로 인한 사망(잠복기 등으로 연관성 확인 어려움)
		기록 대상 재해/질병 (TRC)	DART: 작업 손실일, 직무 이동, 또는 제한이 있는 경우 DAFW: 하루 이상 업무를 하지 않은 건수 DJTR: 작업 관련 사고나 질병으로 인해 직무의 일상적 기능 수행 또는 전일 근무가 제한/권고된 경우
영국	재해의 심각성 및 휴업 기간(RIDDOR 규정)	사망재해 (Fatality Injury)	분류: 사고만 산출하며, 질병은 제외 포함: 급성 질병 사망은 포함
		중대재해 (Major Injury)	정의: 골절, 절단, 심폐소생술 필요 재해, 24시간 병원 요양을 요하는 질병 등
		휴업재해 (Over-3 Day Injury)	정의: 4일 이상 휴업해야 하거나 일상 업무를 할 수 없도록 하는 재해
독일	산재보험조합(BG) 보고 기준에 따른 사고 및 질병 유형	업무상 사고(Reportable Accidents)	정의: 4일 이상 업무를 할 수 없도록 하는 작업 중 사고나 통근 시의 사고 등 업무로부터 기인하는 모든 사고 포괄 사망: 재해 발생일로부터 30일 이내에 사망한 경우만 인정(사고와 질병 분리 산출)
		업무상 질병(Occupational Diseases, OD)	분류: 인과관계가 입증되지 않은 건수까지도 포함하여 인정(예방 우선 원칙)
일본	법적 보고 기준에 따른 휴업 및 규모	사망자 수	분류: 사고와 질병을 통합하여 산출
		사상자 수	정의: 근로자가 4일 이상 휴업하게 되는 경우의 사고와 질병자 수
		중대재해 발생 건수	정의: 한 번에 3명 이상이 발생한 사고
		재해 지표(강도에 따른 분류)	천인율: 근로자 1,000명당 연평균 사고율 도수율: 재해 발생 빈도(연 노동 시간수 대비 사상자수) 강도율: 재해로 인한 노동 손실의 정도(연 노동 시간수 대비 노동 손실 일수)

바. 국가별 산업안전 관련 지침 및 제도

1) 중국, 중화인민공화국 노동안전법 “中华人民共和国安全生产法”

专栏1 “十四五”时期主要指标		
序号	指标内容	预期值
1	生产安全事故死亡人数	下降15%
2	重特大生产安全事故起数	下降20%
3	单位国内生产总值生产安全事故死亡率	下降33%
4	工矿商贸就业人员十万人生产安全事故死亡率	下降20%
5	营运车辆万车死亡率	下降10%
6	煤矿百万吨死亡率	下降10%
三、织密风险防控责任网络		
(一) 深化监管体制改革。		

中华人民共和国安全生产法		
2021-07-16 12:30	来源: 中国人大网	字体: 【大中小】 打印
中华人民共和国安全生产法		
(2002年6月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正 根据2014年8月31日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改<中华人民共和国安全生产法>的决定》第二次修正 根据2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改<中华人民共和国安全生产法>的决定》第三次修正)		
目 录		
第一章 总则		

① 시행 주체

- 전국인민대표대회, 국무원
- 국무원 각 부처(발전개혁위, 응급관리부, 공업정보화부, 생태환경부 등)와 지방정부의 분담 계획을 통해 결정

② 개요

- 2021-2025년 중국의 경제·사회 전반 발전 방향과 2035년까지의 장기 목표를 제시하는 기본 국가계획으로, “안전 발전”과 “총체적 국가안보관”을 핵심 원칙으로 명시
- 전 사회적 안전생산 책임체계 완비, 공공안전 위험요인 조사·예방통제 체계 구축, 기업 전원 안전생산 책임제 도입을 명시

③ 세부내용

- 중점 위험 분야별 분류: 행정적 분류(위험화학, 광산, 교통, 건설, 도시공공시설 등)로 산업안전을 “고위험 업종” 중심으로 구분

(1) 기능별 카테고리

- 안전생산 책임체계, 위험요인 조사·예방통제, 기업 전원 책임제와 같은 기능별로 구분

(2) 시스템적 분류

- 도시·산업단지 등 공간구성에 ‘공공안전 위험관리’, ‘스마트 안전시스템’, ‘데이터/기능 안전’ 등 디지털·통합 관리체계로 산업안전의 범위를 확장

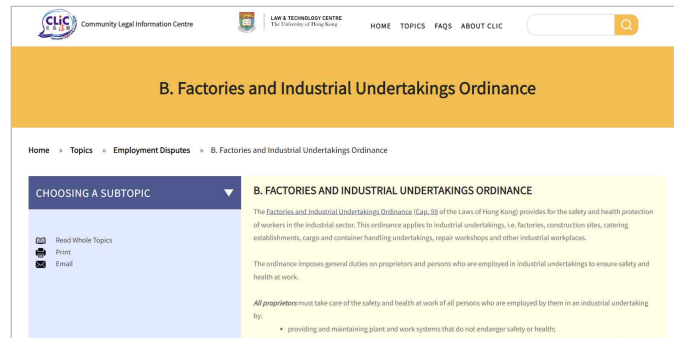
④ 시사점

- 장르별(화학, 건설, 광산 등) 산업안전과, 시스템·공간 기반의 통합 안전관리 유형이 병행됨

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.mem.gov.cn/fw/flfgbz/fg/202107/t20210716_416558.shtml
- https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgnr/202204/t20220412_411518.shtml
- http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-03/13/c_1127205564_16.htm

2) 홍콩, 공장 및 산업 사업 조례 (Factories and Industrial Undertakings Ordinance)



① 시행 주체

- 홍콩 입법회
- 소관·집행기관은 노동부(Labour Department), 검사·개선명령·기소 등을 수행

② 개요

- “산업 부문 노동자의 안전·보건 보호”를 목적으로, 사업주와 근로자의 일반 의무를 규정하고 특정 위험에 대한 하위 규정을 둘 수 있도록 한 기본법
- “industrial undertaking”에 해당하는 모든 사업장: 공장, 건설현장, 케이터링, 적하·컨테이너 하역, 수리공장 등 대부분의 산업 현장이 포함
- “proprietor”(산업 사업 조례상 사업주)와 “persons employed”(근로자) 모두가 법상 의무·책임이 있음

③ 세부내용

- 사업장 유형별 분류: 공장, 건설현장, 하역·컨테이너, 수리공장, 케이터링 등 다양한 산업장르에 대해 개별 사업장 유형을 우선 정의

(1) 안전 의무 내용별 분류

- 설비 및 작업시스템의 안전, 작업장 출입·퇴거 및 동선, 위험물질 취급·저장, 근로자 교육·지시·감독, 사업주·근로자 모두의 법적 의무

(2) 사업장 종류(업종)와 물리·운영상 안전의무(설비, 동선, 교육, 작업환경 등)를 기준으로 유형화

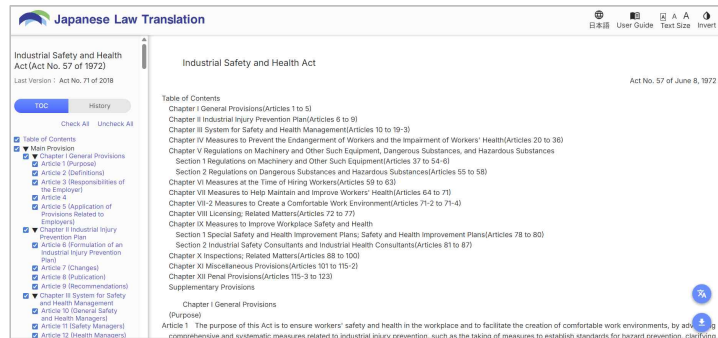
④ 시사점

- 사업장 종류(업종)와 물리·운영상 안전의무(설비, 동선, 교육, 작업환경 등)를 기준으로 유형화

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap59?xid=ID_1438403494847_003
- <https://www.clic.org.hk/en/topics/employmentDisputes/otherMajorEmploymentAndLabourLegislation/factoriesAndIndustrialUndertakingsOrdinance>

3) 일본, 산업안전보건법(労働安全衛生法)



① 시행 주체

- 후생노동성(MHLW)이 법·시행령·시행규칙·고시 제정 및 정책 총괄을 담당
- 노동국·노동기준감독서(Labour Standards Inspection Offices)가 현장 지도·감독·시정명령·형사처분 의견 송부를 수행

② 개요

- “근로자의 안전과 건강을 확보하고 쾌적한 작업환경의 형성을 도모”하는 것을 목적으로 하며, 사업주·노동자·안전보건관리체계의 의무를 규정
- 대부분의 산업·업종의 사업장에 적용되며, 건설·화학물질·기계설비·화재·폭발·인체공학 등 광범위한 위험 요인을 포괄

③ 세부내용

- 적용 업종·사업장별 분류: 전체 산업·업종(건설, 기계, 화학품, 기타 제조 등)으로 구분

(1) 위험·환경요인별 분류

- 물리환경(작업구조, 통로, 조명, 환기, 난간 등), 기계·설비(프레스, 로봇, 크레인 등 위험기계), 유해화학물질·물리적 위험(폭발, 화재, 협소공간 등)

(2) 정보·표지·관리체계 분류

- 경고표지, 금지표지, 피난안내 등 시각정보, 위험성 평가(RA), 라벨·SDS 관리, 교육·훈련, 작업장 자주관리, 위험평가 의무

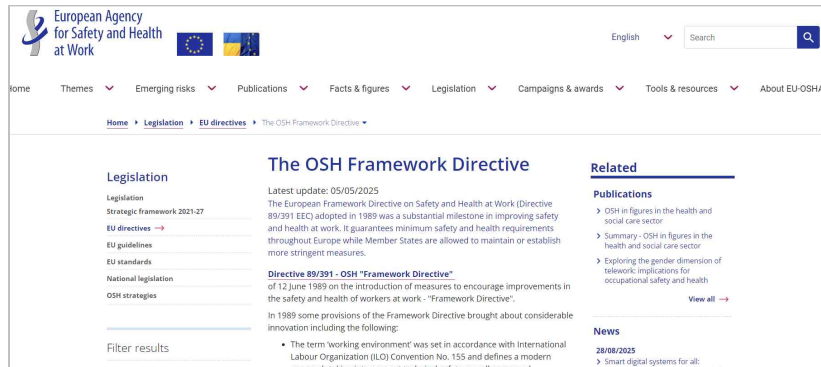
④ 시사점

- 업종/위험 종류별, 설비/환경/정보 분류, 관리체계(평가·교육·표지) 중심의 다중 축으로 산업안전을 유형화

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7557416/>
- <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3440/en>

4) EU, OSH 프레임워크 지침(Directive 89/391/EEC)



① 시행 주체

- EU 차원에서 유럽연합 이사회(Council)와 유럽의회가 지침을 공동으로 제정·개정
- 각 회원국 정부가 이 지침을 국내법(산업안전보건법 등)으로 전환(Transposition)하고 집행하며, EU-OSHA(유럽산업안전보건청)는 정보·연구·캠페인 등을 통해 이행을 지원하는 역할

② 개요

- EU 산업안전보건 체계의 “헌법급” 기본지침으로, 고령근로자를 포함한 모든 노동자의 안전·보건 보호 원칙을 정한 상위 법령
- 공공·민간 전 부문, 대부분의 경제활동에 적용되며, 이후 개별 위험·부문 지침(화학물질, PPE, VDU, 건설 등)의 상위 일반 규범으로 작동

③ 세부내용

- 위험예방·관리 단계별 분류: 위험예방(Prevention), 위험평가(Risk Assessment), 위험원 제거·통제, 작업설계(개인 맞춤 조정, 인체공학)

(1) 특정보호집단 분류

- 고령근로자, 장애인, 임산부 등 “민감 위험집단” 별 분류

(2) 관리책임 주체별 분류

- 사업주, 근로자 참여, 협의, 정보 제공, 교육·훈련 등의 관리자/근로자 역할별 구분

④ 시사점

- 예방·평가·설계(위험관리 단계), 보호집단별 맞춤, 관리주체·절차별로 산업안전 유형을 분류

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/older-workers>
- <https://osha.europa.eu/en/themes/osh-management-context-ageing-workforce>
- <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>

5) 프랑스, National OSH Strategy(국가 산업안전보건 전략)



① 시행 주체

- 프랑스 노동부(Ministère du Travail): 산업안전보건 정책의 기획·수립·관리 총괄
- 사회보장기구, 예방기관, 사회 파트너(노동자·사용자 대표): 정책 협력과 현장 집행 참여
- 국가노동환경위원회(Conseil d'orientation sur les conditions de travail, COCT):
산업안전보건 전략 및 노사 협력 지원
- 지역청, 노동감독관(Inspection du Travail): 법 집행·감독·이행 명령 발부 및 사후관리 역할

② 개요

- ‘Plan Santé au Travail(PST)’ 시리즈로 대표되며, EU OSH 전략과 연계된 국가 차원의 포괄적 산업안전보건 정책 프레임
- 심각·치명적 산업재해 예방을 최우선 과제로 설정하고, 예방문화 확산, 근로자 취약계층 보호, 사회 대화 강화, 정책 현대화, 디지털 기반 데이터 관리 등이 핵심 축

③ 세부내용

- 우선관리 위험별 분류: 화학물질, 발암성, 생물학적, 근골격, 심리사회적 위험 등 주요 관리대상(산업안전의 주요 유형)을 선정

(1) 근로자 다양성·취약집단 분류

- 고령근로자, 장애인, 여성 등 집단별로 산업안전 대책을 차별화

(2) 정책 실행단계/관리 방식 분류

- 예방문화 확산, 위험성 평가 및 관리, 사회적 대화(노사 협력), 데이터 기반 관리

④ 시사점

- 위험 종류, 근로자 다양성, 정책 단계별 실행(예방, 평가, 협력, 데이터 관리 등)으로 산업안전 유형 구분

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/national-osh-strategy-france?utm_source

사. 국가별 산업안전 관련 체계 분석

1) 정책/제도/거버넌스 관점

구분	미국(US)	영국(UK)	일본(JP)	독일(DE)
기본법	OSH Act 1970(산업안전보건법) Mine Act 환경·화학법 (EPA, Clean Air Act 등)	HSWA 1974 MHSWR 1999	労働基準法 + 労働安全衛生法(ISHA) + 労災保険法	ArbSchG (산업안전보건법) ASiG (안전전문가·산업의) SGB VII (법정 산재보험)
핵심 개념	General Duty Clause (인정된 위험에 대한 포괄 의무)	“so far as is reasonably practicable” (합리적 범위 내 보호 의무) Risk Assessment 중심	노동자의 안전·건강 쾌적한 작업환경 자주적 안전보건 활동	Gefährdungsbeurteilung (위험성 평가) STOP 원칙 공동 전략(GDA)
주요 규제 및 기관	OSHA (규제·집행, DOL 산하) MSHA/EPA 등	HSE(국가 규제) Local Authorities ORR/ONR/CAA	후생노동성(MHLW) 노동기준국 도도부현 노동국 노동기준감독국	BMAS(정책), BAuA(연구), 주 Arbeitsschutzbehörd e(노동감독청)
지원 보조기관	NIOSH(연구·권고) OSHRC(심판) CSB (독립 화학사고조사)	ACOP·Guidance, 전문기관 컨설팅	JNIOSH(연구) JISHA(협회)	BAuA(연구·기술규정) DGUV(산재보험·예방) GDA(공동전략)
유관 전략· 계획	NORA, 국가 OSH 전략, NIOSH 연구 결과에 기반한 중점과제	HSE 전략계획, GDA(유사 구조), HSWA 기반 장기정책	5개년 산업재해방지 계획 (제14차 등)	GDA (공동 독일 산업안전전략) BAuA “Safety and Health at Work” 연차 보고서 기반

[참고]

OSH: Occupational Safety and Health Act, 산업안전보건법 | OSHA: Occupational Safety and Health Administration, 미국 산업안전보건청 | MSHA: Mine Safety and Health Administration, 광산 안전 보건청 | EPA: Environmental Protection Agency(미국 환경보호) | NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health, 미국 국립 직업안전위생연구소 | OSHRC: Occupational Safety and Health Review Commission, 미국 직업안전보건심리위원회 | CSB: Chemical Safety Board, 미국 화학물질 안전 및 위험 위원회 | NORA: National Occupational Research Agenda, 국가 직업 연구 의제 | HSWA 1974: Health and Safety at Work etc. Act 1974, 근로자 건강 및 안전법 | MHSWR 1999: Management of Health and Safety at Work Regulations 1999, 직장 내 안전보건 관리 규정 | HSE: Health and Safety Executive, 보건 안전 집행기관 | ACOP: Approved Codes of Practice, 승인된 실무 규범 | GDA: Generic Design Assessment, 일반설계평가 | BMAS: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 연방노동사회부 | BAuA: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 연방산업안전보건청 | DGUV: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 독일 법정 산업재해 보험

2) 사업장 안전 관련 내용 및 조직 구조

항목	미국	영국	일본	독일
산업 리스크 평가	규정별 Hazard Assessment + General Duty Clause로 포괄 (OSHA 규정 별 요구)	MHSWR 1999에서 Risk Assessment를 명시	ISHA·산재방지계획에서 Risk Assessment 보급·권장 (제도화 + 행정지도)	ArbSchG §5·6에서 Gefährdungsbeurteilung를 법적 의무로 명문화
내부 안전보건 조직	규모·위험도에 따라 Safety Committee, Safety Manager, OSHA 요구사항	Safety reps, safety committee 제도(노조 중심), HSE guidance 기반	총괄안전위생관리자, 안전관리자, 위생관리자, 산업의, 안전·위생위원회(법에 상제 규정)	Fachkraft(안전전문가), Betriebsarzt(산업의), Sicherheitsbeauftragte(안전담당자), Arbeitsschutzausschuss(안전보건위원회)
노동자 참여	OSHA Whistleblower 보호, 노조·worker rep에 기반한 참여	Safety rep, H&S committee가 제도화, 노조 조직물에 영향 받음	위원회에 노동자 대표 참여 의무, 현장문화에 따라 강도 차이	Betriebsrat(노동자 대표) + 위원회 참여가 법적으로 보장
정신건강· PSR 관련	NIOSH 연구, 일부 가이드 수준 (법적 의무는 상대적으로 약함)	HSE의 Stress Management Standards 등 가이드 중심	과로사·우울 등 사회문제로 인한 스트레스 체크 제도, 과로사 방지법 등으로 결합	ArbSchG의 “정신적 스트레스”를 Gefährdungsbeurteilung에 포함하도록 명시, GDA 우선 과제

3) 산업안전 관련 체계 소결

① 미국

- 기능 분리형 OSH 거버넌스 - OSH Act를 축으로 OSHA(규제·집행), NIOSH(연구·권고), OSHRC(심판), CSB(사고조사), State Plan(주 자율체계)가 상호 견제·협력하며, General Duty Clause와 세부 기준을 결합한 포괄 규제 구조를 형성

② 영국

- 단일 규제기관 + 리스크 평가 중심 구조 - HSWA 1974와 MHSWR 1999를 기반으로 HSE가 국가 전략을 주도하고, Local Authorities·부문 규제기관이 집행을 분담하며, Risk Assessment와 ACOP·가이드를 통해 목표기반(goal-based) 산업안전 체계를 구축

③ 일본

- 국가 수직 감독 + 사업장 내부조직의 법정화 - 노동기준법과 산업안전보건법(ISHA)을 이중 축으로 후생노동성이 도도부현 노동국·노동기준감독부를 통해 강한 감독을 수행하고, 총괄안전위생관리자·산업의·위원회 등 사업장 내부 안전보건조직을 법으로 의무화하며, 5개년 산업재해방지계획을 통해 PDCA를 운영하는 구조

④ 독일

- 이원적(dual) 산업안전 체계와 공동전략(GDA) - ArbSchG·ASiG·SGB VII를 중심으로 연방·주 노동감독기관과 법정 산재보험(DGUV, Berufsgenossenschaften)이 예방·감독을 수행하고, GDA(공동 독일 산업안전전략)와 BAuA의 데이터 기반 분석을 통해 위험성 평가(Gefährdungsbeurteilung) 중심의 통합 거버넌스를 구축

아. 산업안전의 문헌 고찰

1) 미국, Stand-Down 캠페인



① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 건설업 추락사망 감소를 위한 전국 동시 캠페인
- 2025년은 5월 5-9일로 운영

③ 세부내용

- 작업중지(Stand-Down) 후 툴박스 토크, 추락보호체계 점검, 인증 배지 발급
- 포스터·체크리스트·교육자료(영/서) 제공, 웨비나 병행
- 2025년 주간 동안 각지에서 전문가 Q&A·행사 운영

④ 관련 제도 및 지침

- OSHA 「Stop Falls」 자료실·표준·가이드 연계

⑤ 시사점

- 테마형 집중 주간 + 풍부한 토크 모델

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.osha.gov/stop-falls-stand-down>

2) 미국, 열질환 예방 캠페인

Heat Illness Prevention



① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 실내·실외 고열 작업 보호를 위한 상시 캠페인과 국가중점집행 병행
- 교육·점검·홍보 통합

③ 세부내용

- 물·그늘·휴식 프로토콜과 증상 인지 교육, 경보체계 권고
- NEP에 따라 고위험 업종·지역의 계획점검 강화
- 근로자 권리 안내(신고·검사 요청·보복 금지) 자료 제공

④ 관련 제도 및 지침

- NEP 집행지침(CPL 03-00-024)
- 캠페인 포털(교육·포스터·언어별 자료)

⑤ 시사점

- 기후·폭염 리스크 상시화에 대응하는 규제+캠페인 결합형 모델

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.osha.gov/heat>

3) 미국, 근로자 안전을 개선하기 위한 공장 레이아웃 설계



① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 공장 내에서 빈번하게 발생하는 보행자-차량 충돌, 자재 이동 과정에서의 사고, 응급상황 시 지연 문제를 해결하기 위해 레이아웃 재설계 전략을 제시
- 설계 초기부터 안전을 고려하여 생산성 향상과 사고 예방을 동시에 달성하는 것을 목표로 함

③ 세부내용

- 보행자 통행로와 차량 이동로를 분리하는 동선 설계 가이드라인 마련
- 자재 및 장비 적치 구역을 정리하여 혼잡·낙하·충돌 위험 최소화
- 작업자 동선에 장애물이 없도록 설계하고, 시야 확보와 표지판을 체계적으로 배치
- 비상 상황 시 응급설비(소화기, 세안기 등) 접근성을 보장하는 동선 확보
- 레이아웃 변경 후에도 작업 흐름의 효율성과 안전성을 함께 검증하는 절차 운영

④ 시사점

- 레이아웃 설계는 단순한 배치가 아닌 안전 인프라의 핵심 요소이며, 사고 예방과 생산 효율성을 동시에 높이는 기반임

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://ehsleaders.org/2023/03/how-to-rethink-factory-layout-design-to-improve-worker-safety>

4) 미국, 스마트 디자인을 통한 산업 시설 이용자 보호



① 시행 주체

- 미국 사우스캐롤라니아 A M King Design-Build 팀

② 개요

- 산업 시설 내 안전을 강화하기 위해 스마트 디자인 접근 방식을 도입 단순 법규 준수를 넘어서 시설 구조·시스템 설계에 안전 요소를 내재화하여 점유자의 위험 최소화를 목표로 함

③ 세부내용

- 시설 내 응급 설비(세안기, 샤워기, 소화기 등) 를 모든 구역에서 쉽게 접근할 수 있도록 동선 설계
- 설비 가동과 건축 시스템을 연동시켜 비상 정지, 가스 감지, 화재 알람 등이 자동 제어되도록 설계
- 보행자 동선과 포크리프트, 트럭 등 차량 동선을 물리적으로 분리
- 응급대응 절차를 시각적 신호체계와 건축 설계에 반영해 즉각적 대응 가능
- 건축가, 설비 엔지니어, 안전관리자가 함께 참여하는 통합 설계 프로세스 운영

④ 시사점

- 시설 안전을 구조적으로 내재화하면 장기적으로 관리 비용을 절감할 수 있으며, 점유자와 작업자의 심리적 안전감 또한 높아짐

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://amkinggroup.com/smart-design-protects-industrial-facility-occupants>

6) 미국, 「Safe+Sound」 캠페인

Participate Today!



① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 미국 산업안전보건청(OSHA)은 모든 사업장을 대상으로 사업장 수준에서 경영진 리더십, 근로자 참여, 유해·위험요인 식별·개선 활동을 촉진하는 상업·산업 현장의 자율적 안전관리·문화 조성

③ 세부내용

- 경영진의 리더십, 근로자의 참여, 유해·위험요인 식별 및 개선활동을 중심으로, 소규모 사업장 포함 활용가능한 다양한 챌린지 프로그램과 이와 관련된 도구, 체크리스트 등을 온라인으로 보급
- OSHA를 포함한 7개 기관·단체가 「Safe + Sound」 캠페인을 주관하며, 230여 개의 기관·단체 및 100여 개의 기업이 파트너로 참여

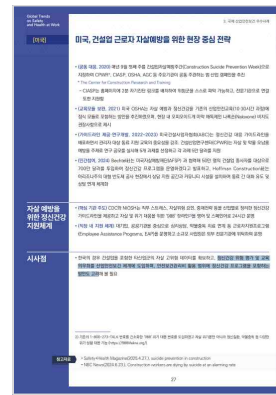
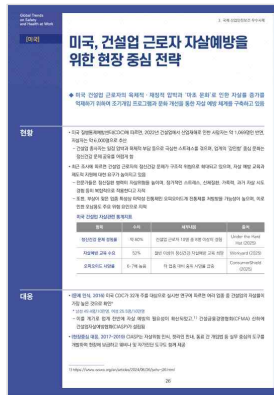
④ 시사점

- 모든 사업장이 사전 예방적 차원에서 산업안전 디자인을 환경+행동+문화의 통합적 실천 모델로 제시하여 쉽고 간단하게 실행할 수 있는 챌린지 형식의 프로그램과 자료를 제공

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 안전보건공단, 국제 산업안전보건 동향(2024.2)
- <https://www.osha.gov/safeandsoundweek/>

7) 미국, 건설업 근로자 자살예방을 위한 현장 중심 전략



① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청(OSHA), 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH), 건설연구훈련센터(CPWR) 공동 연구

② 개요

- 미국 건설업 근로자의 육체적·재정적 압박과 ‘마초 문화’로 인한 자살을 증가를 억제하기 위하여 조기개입 프로그램과 문화 개선을 통한 자살 예방 체계를 구축

③ 세부내용

- CIASP는 자살위험 인식, 핫라인 안내, 동료 간 개입법 등 실무 중심의 도구를 개발하여 현장에 보급하고 웨비나 및 자가진단 도구도 함께 제공
- 매년 9월 첫째 주를 건설업자살예방주간(Construction Suicide Prevention Week)으로
- 지정하여 주요기관이 공동 주관하는 산업 캠페인을 추진
- 상담 지원 공간과 커뮤니티 시설을 설치하여 동료 간 대화 유도 및 상담 연계 체계화
- 직무 스트레스, 자살위험 요인, 중재전략 등을 산업별로 정리한 정신건강 가이드라인을 제공하고 자살 및 위기 대응을 위해 24시간 운영

④ 시사점

- 정신건강 위험 평가 및 교육 의무화를 위해 산업안전보건 체계 도입 및 안전보건관리비 활용 범위에 정신건강 프로그램을 포함하는 방안 권장 및 확대 체계 마련

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 안전보건공단, 국제 산업안전보건 동향(2025)

8) 미국, 작업장 특정 기획 감독(Site-Specific Targeting, SST)

① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 근로자 수 20명 이상인 비건설업 작업장을 대상으로 하는 OSHA의 주요 현장별 감독 계획
- 사업주가 제출하는 산업재해 정보(Form 300A)를 활용하여, 재해율(DART 비율)이 높은 사업장을 우선적으로 감독

③ 세부내용

- 선정 기준: 주로 DART 비율(Days Away, Restricted or Transferred Rate, 근무일수 감소/제한/전근 발생률)이 높은 사업장이 대상이 됩니다 감독 목록의 정확성을 검증하기 위해 DART 비율이 낮은 사업장도 일부 포함
- 감독 범위: SST 감독은 특정 사안에 한정되지 않고, 사업장 전반의 안전 및 보건을 포괄적으로 점검

④ 관련 제도 및 지침

- 29 C.F.R. § 1904.41: 사업주가 OSHA Form 300A(업무상 재해 요약) 등 관련 정보를 의무적으로 제출하도록 규정한 조항
- CPL 02-01-062: SST 감독 계획의 구체적인 시행 지침으로, 2020년에 개정

⑤ 시사점

- 사업장이 제출한 데이터에 기반하여 고위험 사업장을 과학적으로 선별하고 집중적으로 감독하는 체계 이는 한정된 감독 자원을 효율적으로 활용하는 방안

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.osha.gov/sites/default/files/enforcement/directives/CPL-02-01-067.pdf>

9) 미국, 자율안전보건프로그램(VPP, Voluntary Protection Program)

① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 1982년부터 시행된 제도로, 안전보건 의식이 높은 사업장과 OSHA가 협력하여 자율적인 안전보건 체계를 구축하도록 지원하고 이를 인증하는 프로그램

③ 세부내용

- 참여 대상: 초기에는 대기업 위주였으나, 최근에는 중소기업 사업장의 참여가 증가('22년 기준 100인 미만 사업장 참여율 437%)
- 혜택: 동종업계 평균 재해율 미만 사업장이 신청할 수 있으며, 인증을 받으면 1년간 정기 감독을 면제
- 등급: 사업장의 안전보건 수준에 따라 STAR, MERIT, STAR DEMONSTRATION PROGRAM 등급으로 구분
- 파생 프로그램: 건설현장(VPP Construction)이나 소규모 사업장(VPP Challenge)의 참여를 쉽게 하기 위한 다양한 파생 프로그램을 운영

④ 관련 제도 및 지침

- OSHA의 4대 기업 자율예방체계 중 하나로 운영

⑤ 시사점

- 정부의 규제 중심 정책에서 벗어나, 기업의 자발적인 참여와 노력을 유도하여 산업안전 수준을 높이는 성공적인 협력 모델

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.osha.gov/vpp>

10) 미국, 안전보건성취인정프로그램

(SHARP, Safety and Health Achievement Recognition Program)

① 시행 주체

- 미국 산업안전보건청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 250인 미만의 중소기업 사업장을 대상으로, OSHA의 무료 컨설팅을 통해 유해위험요인을 개선하고 자율적인 안전보건경영시스템을 구축한 경우 이를 인정해주는 프로그램

③ 세부내용

- 참여 조건: 사업주가 OSHA에 직접 유해위험요인 조사를 요청하고, 지적된 사항을 개선
- 혜택: 인증을 받으면 1년간 정기 감독이 면제되며, 컨설팅 과정에서 발견된 위반사항에 대해 과태료를 부과하지 않음 SHARP Alliance 참여를 통해 정보를 공유하고 기업 이미지를 향상

④ 관련 제도 및 지침

- VPP와 마찬가지로 OSHA의 기업 자율예방체계

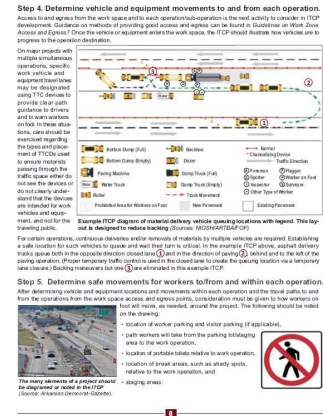
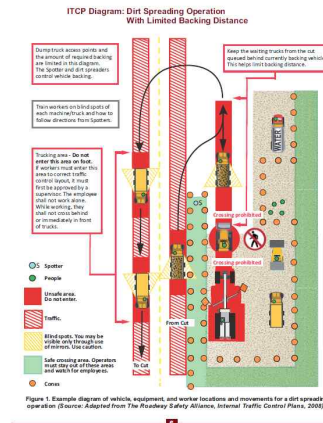
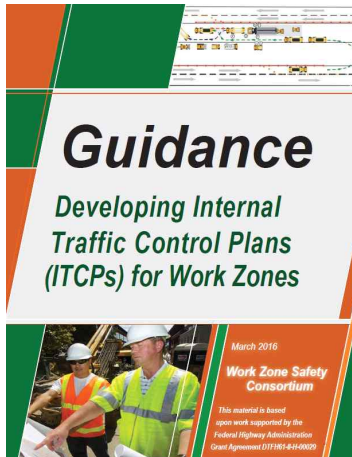
⑤ 시사점

- 중소기업에 특화된 지원으로, 규제와 처벌이 아닌 컨설팅과 인센티브를 통해 중소기업의 자율적인 안전보건 활동을 효과적으로 유도

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.osha.gov/sharp>

11) 미국, Developing Internal Traffic Control Plans for Work Zones



① 시행 주체

- 미국 연방고속도로청(Federal Highway Administration)

② 개요

- 도로 공사 현장에서 발생하는 보행자-차량 간 충돌 및 장비 작업 중 사고를 예방하기 위해 내부 교통통제계획(ITCP)을 제시 기존 공공 도로 교통 관리(TTCP)와 달리 작업 공간 내부의 장비·차량·작업자 동선을 분리하고, 위험요인을 체계적으로 관리하여 안전성과 생산성을 동시에 확보하는 것을 목표로 함

③ 세부내용

- 작업자 동선과 건설 장비 이동로를 명확히 구분하는 ITCP 다이어그램 작성
- 차량·장비의 사각지대(Blind Spot)와 충돌 위험 구역을 '출입 금지 구역'으로 지정
- 자재 하역·장비 적치 구역을 체계적으로 배치해 혼잡·낙하·충돌 위험 최소화
- 비상 상황 시 신속한 대피와 소화·응급설비 접근성을 확보하는 절차 포함
- 일일 안전 브리핑 및 지속적 커뮤니케이션을 통한 ITCP 모니터링·수정 체계 운영

④ 시사점

- ITCP는 단순한 안전 조치가 아니라 현장 안전관리의 핵심 전략으로, 사전 계획 단계부터 안전을 내재화함으로써 사고 예방과 효율적 공정 운영을 동시에 달성하는 기반임

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <http://www.workzonesafety.org>

12) 미국, ASSP - AMERICAN SOCIETY OF SAFETY PROFESSIONALS



① 시행 주체

- 미국 안전 전문가 협회(American Society of Safety Professionals)

② 개요

- 100년 이상 산업안전보건(OSH) 전문가들이 모여 직장 내 부상, 질병 및 사망 예방 지원을 위한 단체로 교육, 권익 옹호, 표준 개발 및 전문가 커뮤니티를 제공

③ 세부내용

- 화기류 범죄/무장 가해자 대비 표준 계획
- 밀폐 공간 표준 계획
- 건설 및 철거 작업 표준 계획
- 낙하 방지 낙상 방지 표준 계획
- 위 내용 등 산업 안전에 관련한 다양한 항목의 세부 지침 표준

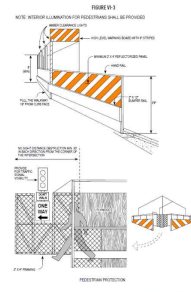
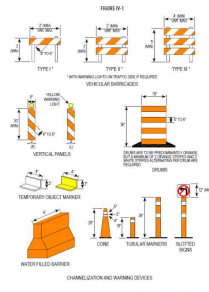
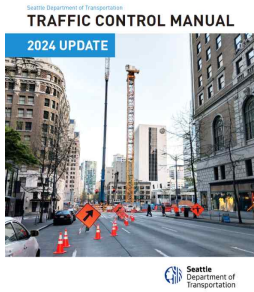
④ 시사점

- 산업안전보건의 진흥을 위해 다양한 지침을 개발했지만, 자료를 보기 위해서는 구매가 필요하고 구매 단계 자체가 진입장벽이라고 생각함
- 방대한 분야의 전문가들의 거버넌스 구축을 위해 협회 운영비용 마련은 불가피하다고 생각함
- 이에 산업안전과 같은 분야는 국가적인 지원으로 상대적인 진입장벽을 낮춰야한다고 생각함

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.assp.org/standards/standards-topics>

13) 시애틀, TRAFFIC CONTROL MANUAL



① 시행 주체

- 시애틀 교통국(SDOT)의 교통 운영 부서(Traffic Operations Division)

② 개요

- 시애틀 시 조례 Title 11에 명시된 "Traffic Control Manual for In-Street Work" 조항에 그 근거를 두고 있음
- 시애틀의 공공도로에서 작업을 수행하는 모든 사람에게 안전하고 효과적인 작업 구역을 제공하고 표지판 등의 교통 통제 장치의 설계·배치에 대한 표준기술 사용으로 도로 사용자의 혼란을 줄이고 교통 체계의 원활한 흐름을 보호하고자 함

③ 세부내용

- 교통 통제 계획(Traffic Control Plans, TCPs): 작업이 도로에 영향을 미칠 때 필요한 계획 수립 및 승인 절차 등 ‘현장 설계’ 관점과 후진절차, 적재·하역 구역에서 안전확보 등 ‘현장 활동’관점으로 분석
- 보행자 접근 및 보호: 보행자의 안전한 통행을 위한 조치 및 통로 확보
- 커브 공간 관리: 하역, 대중교통 및 특별 주차 공간의 관리 및 보호
- 긴급 대응 영향 최소화: 긴급 차량의 통행에 지장을 주지 않도록 작업 구역 관리
- 교통 흐름 최대화: 혼잡을 줄이고 교통 흐름을 원활하게 하기 위한 조치

④ 시사점

- 공공 도로에서 작업을 위한 사전 허가를 위한 행정 절차부터 작업 중의 교통 통제까지 통합적 표준 체계를 구축함
- 산업현장의 표준화된 교통안전 체계를 구축함으로써 도시 전역의 공공공간의 안전 문화를 일관성 있게 관리할 수 있음

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.seattle.gov/economic-development/key-industries/creative-economy/film/seattle-film-manual>

14) EU, 2020-22: Healthy Workplaces Lighten the Load



① 시행 주체

- 유럽 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)

② 개요

- 작업관련 MSD 예방 인식 제고 및 실무도구 보급

③ 세부내용

- 원인·위험평가·예방 행동계획 자료 모음
- 회원국 공동 홍보 및 행사, 다국어 자료 배포
- 종합 리서치 리뷰 보고서로 정책-실무 연결

④ 시사점

- 근골격계 리스크의 체계적 관리를 유럽 전역으로 확산

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/previous-campaigns/musculoskeletal-disorders-2020-22/campaign-summary>

15) EU, Strategic Framework on Health and Safety at Work 2021-2027



The implementation of these three objectives

① 시행 주체

- 유럽연합 집행위원회(European Commission)
- EU-OSHA(European Agency for Safety and Health at Work)

② 개요

- 급격한 디지털 전환, 녹색 전환, 인구 구조 변화, 신종 감염병 대응 등 변화하는 노동환경 속에서 근로자의 안전과 건강을 보호하기 위한 통합 전략 프레임워크를 제시
- 산업재해 예방과 직업병 감소를 넘어, 미래 위험 요인을 선제적으로 관리하고 회원국 간 정책 연계를 강화하여 작업장 안전·건강의 질적 향상과 지속가능성 확보 목표

③ 세부내용

- 변화 대응 전략: 디지털화, AI, 원격근무 등 신형 위험 요소에 대한 선제적 대응책 수립 및 관련 지침·법령 개정 추진
- 사고 예방 강화: “Vision Zero”를 목표로 산업재해 및 직업 관련 사망 제로화 지향, 유해 화학물질 및 위험 요인 관리 강화
- 보건 위기 대비성 확보: 감염병 팬데믹 등 비상상황 발생 시 작업장 대응력 확보 및 공중보건과 연계된 대응 체계 구축
- 사회적 대화 및 파트너십: 노동자·고용주·정부 간 협력 체계 구축과 지속적 대화 강조
- 감독 및 집행 강화: 각 회원국의 감독·점검 기관 역량 강화 및 법규 이행성 확보
- 교육·인식 제고: 직장 내 안전문화 확산을 위한 교육·캠페인 및 예방 프로그램 확대
- 자금 지원 및 정책 연계: EU 기금 및 국가 전략과의 연계를 통한 정책 실행력 확보

④ 시사점

- 단순한 법령 수준을 넘어, 산업안전 관리의 거버넌스 프레임워크를 재정립하고, 기술 변화와 사회 변화에 대응할 수 있는 미래지향적 전략을 제시함
- 특히 팬데믹 대응 및 정신건강 관리 등 새로운 위험 요소까지 포괄하며, “예방 중심의 안전 패러다임” 전환을 강조함

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0323&utm_source=chatgpt.com

16) EU, 고령근로자(노령인구) 안전 및 건강관리 정책

① 시행 주체

- 유럽산업안전보건청(EU-OSHA: European Agency for Safety and Health at Work)

② 개요

- 고령화에 대응한 일터 건강·안전(Occupational Safety & Health, OSH) 정책 및 지원 프로그램 운영
- 고령근로자의 고용 연장 및 직업생애 지속 지원, 연령다양성 기반의 안전관리 강조

③ 세부내용

- 고령근로자의 신체·인지적 변화(기능저하, 감각 저하 등)를 반영한 맞춤형 위험평가(Age-sensitive risk assessment) 의무화
- 개별 능력 및 건강 상태에 맞춘 작업 및 환경 조정(직무 디자인, 직무순환, 휴식, 교대근무 체계 개선, 인체공학적 설계 등)
- Work Ability Index(일-개인 자원 균형도), 온라인 위험평가(OiRA) 도구 제공
- 직무 복귀(Return to Work) 지원정책
- 직장 내 건강증진(Workplace Health Promotion, WHP): 건강습관, 영양, 운동, 금연, 수면 등 지원
- 나이 차이로 인한 차별 방지, 개인 역량/상태에 기초한 위험관리 지침 수립

④ 관련 제도 및 지침

- 연령별 특성 반영 위험평가 및 근로자 자원 조화 정책
- EU 회원국별 ‘복귀 지원’, ‘현장 건강증진’ 관련 제도·가이드라인
- 온라인 위험평가 도구(OiRA), Work Ability Index 활용 정책

⑤ 시사점

- 노동력 고령화에 대응한 작업환경 및 조직설계 중요성 부각
- 연령다양성 기반(차별 최소화), 유연한 근무 및 복귀지원 등 지속가능 노동시장 구축 모델
- 직업생애 전체를 아우르는 건강·안전 패러다임 제공

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://osha.europa.eu/en/themes/osh-management-context-ageing-workforce>

17) EU, 원격근무 시 근골격계질환 예방 (Preventing musculoskeletal disorders when teleworking)



Part A consists of a checklist (i.e. positive statements to be reached) that the teleworker can use to evaluate occupational risks at the home-based workplace.

Part A General working environment – for the TELEWORKER		
1 Workplace environment		
Statements (the situations to be reached)		
		Yes No
1.1	The space (room) is large enough to set up the workstation comfortably and ergonomically.	Yes No
1.2	The working space is properly cleaned and maintained.	Yes No
1.3	The air quality in the room is good (sufficient levels of ventilation, humidity, odor, drafts, fresh air, etc.).	Yes No
1.4	The temperature in the room is comfortable.	Yes No
1.5	The lighting (i.e. daylight, including additional artificial light if necessary) at the workplace is sufficient to perform tasks efficiently and accurately.	Yes No
1.6	The room has a window with an outside view.	Yes No
1.7	There are blinds at the window (light protection).	Yes No

① 시행 주제

- 유럽산업안전보건청(EU-OSHA: European Agency for Safety and Health at Work)

② 개요

- 코로나19 이후 확산된 재택·원격근무 환경에서 근골격계질환(MSDs, Musculoskeletal Disorders) 예방 및 건강 증진을 위한 정보 제공 및 캠페인
- 사무직/원격 업무자 대상 신체·심리적 건강 보호 강조

③ 세부내용

- 장기간 앉아서 근무, 사회적 고립, 업무-개인 삶 경계 모호화 등 원격근무의 건강위험점 안내
- 근골격계질환 발병 및 악화 위험성, 재택근무자·고용주 공통 대응 가이드
- 건강한 홈오피스 환경 구축법, 조정 가능 작업 공간(책상·의자 등 인체공학적 설계)
- 정기적 스트레칭, 짧은 휴식, 신체활동 유지 및 자가진단 등 활동적 습관 권장
- 고용주 지원책(안내자료, 점검리스트 제공, 소통 유지 등), 직장 내·외 커뮤니케이션

④ 관련 제도 및 지침

- 근골격계질환 예방을 위한 안전보건 가이드라인
- 작업공간 인체공학적 설계 표준 및 건강 휴식지침
- 유럽 연합 내 원격근무자 대상 건강 위생 정책 연계

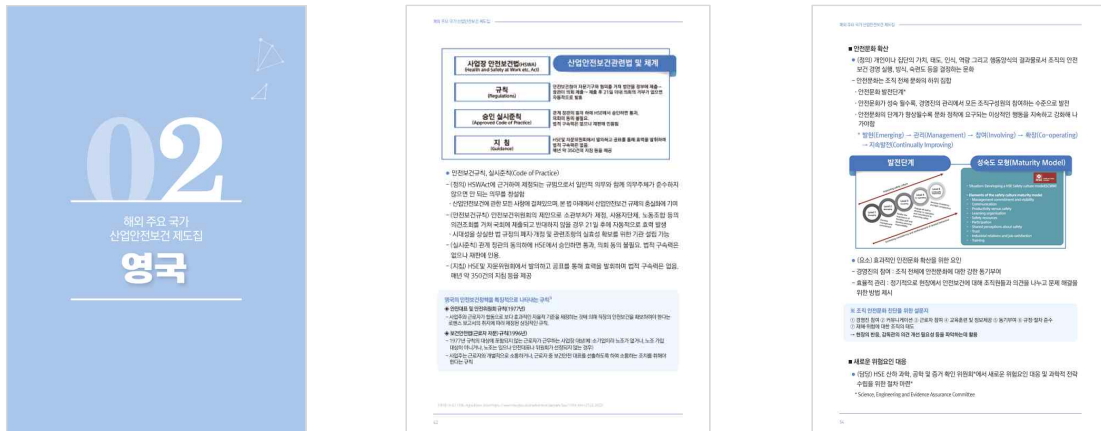
⑤ 시사점

- 포스트코로나, 디지털 환경 변화에 부합하는 신유형 건강위험에 대응
- 사무직·원격근무자 맞춤형 안전보건관리 모델 제시
- 자율적 실천 및 사업장-근로자 정보공유·소통 중시

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://osha.europa.eu/en/publications/preventing-musculoskeletal-disorders-when-teleworking>

18) 영국, 산재예방정책 수립 및 안전문화 확산



① 시행 주제

- 영국 노동연금부(Department for Work and Pensions)의 HSE(Health and Safety Executive)

② 개요

- 사업장 근로자들의 안전보건 및 복지와 작업활동 시 안전보건 위험으로부터의 근로자 보호를 위한 업무 수행

③ 세부내용

- 기업의 자율예방시스템: 규제보다 기업 스스로 근로자의 안전보건을 확보하기 위한 조치 및 위험요소 관리방법을 선택하도록 유도
- 사전 예방 중심 점검·감독: 자체 개발한 데이터 분석시스템을 사용하여 가장 위험성이 높으며, 위험 요소를 통제하지 못하는 사업장 위주로 현장 점검
- 안전문화 확산: 개인이나 집단의 가치, 태도, 인식, 역량 그리고 행동양식의 결과물로서 조직의 안전 보건 경영 실행, 방식, 숙련도 등을 결정하는 문화
- 안전보건 사업 계획: 중장기 계획 외에도 연간 사업 계획 수립

④ 관련 제도 및 지침

- 「사업장 안전보건법(HSWA)」

⑤ 시사점

- 법·제도 체계 정립을 통한 안전문화 확산과 지속가능한 산재예방 체계 구축

⑥ 참고 자료 및 사이트

- 안전보건공단, 해외 주요 국가 산업안전보건 제도집(2022)

19) 영국, 10개년 계획 2022-2032(HSE Strategy 2022-2032)

① 시행 주체

- 영국 산업안전보건청(HSE)

② 개요

- 변화하는 산업 환경과 HSE의 역할 확대에 대응하기 위해 수립된 장기 전략 기존의 신체적 재해뿐만 아니라 정신 건강, 환경 문제 등 새로운 위험 요인에 대한 대응을 포함

③ 세부내용

- 주요 목표: ① 정신적 산재와 스트레스 절감, ② 거주지, 근무지, 환경 안전성에 대한 국민 신뢰 향상, ③ 주요 사고 예방 및 탄소 순배출 제로(zero) 목표 산업 혁신 독려, ④ 가장 안전한 국가 기록 유지, ⑤ HSE 근로환경 개선 및 우수 직원 유치 등 5가지

④ 관련 제도 및 지침

- 2012-15년, 2016-20년 계획 등 이전의 중기 계획을 잇는 장기 전략이며, 매년 수립되는 연간 사업 계획을 통해 구체적인 실행 방안을 마련

⑤ 시사점

- 산업재해의 범위를 정신 건강과 환경 문제까지 확장하여 미래의 위험 요인에 선제적으로 대응하려는 전략적 방향성 또한, 상황 변화에 맞춰 3개년, 4개년, 10개년 등 유연하게 계획 수립 방식을 전환하는 특징

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.hse.gov.uk/aboutus/the-hse-strategy.htm>

20) 영국, 기업의 자율예방시스템 및 목표설정형 규제

① 시행 주체

- 영국 산업안전보건청(HSE)이 장려하고, 기업이 이행

② 개요

- 명령·통제형 규제에서 벗어나, 기업 스스로 근로자의 안전보건을 확보하고 위험요소 관리 방법을 선택하도록 유도하는 접근 방식

③ 세부내용

- 목표설정형(Goal-setting) 규제: 달성해야 할 '목표'는 규정하되, 그 목표를 달성하는 '방법'은 각 사업장의 특성에 맞게 자율적으로 결정하도록 함
- 합리적 실행 가능성 원칙: 위험성의 정도에 비해 제거에 필요한 비용이나 노력이 매우 클 경우, 사업주의 의무를 면제해주는 유연성을 부여

④ 관련 제도 및 지침

- 산업안전보건법(Health and Safety at Work etc Act 1974)의 기본 정신을 바탕으로 하며, 법적 구속력이 없는 실시준칙(Code of Practice)과 지침(Guidance)을 활용하여 유연한 규제가 가능하도록 함

⑤ 시사점

- 빠르게 변화하는 산업 환경과 기술 혁신에 유연하게 대응할 수 있는 규제 모델을 제시
- 노·사·정 3자의 자율적인 참여를 통해 현장 중심의 실질적인 안전보건 활동을 촉진

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.hse.gov.uk/>

21) 영국, AI 기반의 작업현장 안전 디자인



① 시행 주체

- 영국 BearTOOLS

② 개요

- AI 기반 시스템을 통해 작업장 안전을 새롭게 정의

③ 세부내용

- 동적 시각적 안전: 모든 상황에서 밝고, 눈에 잘 띄고, 안정적으로 유지되는 투사형 보도, 횡단보도 및 경고 기호 개발
- 자동화 강화 보호: 보행자 존재와 차량 움직임을 감지하고 필요한 경우에만 경고를 활성화하는 자동 표지판
- 비용 효율성: 재도장 및 교체 비용을 없애고 빠른 투자 수익률과 장기적 비용 절감 효과를 제공
- 운영 연속성: 페인트칠이나 스티커를 사용하는 방식과 비교했을 때 유지관리로 인한 가동 중단 시간이 전혀 없습니다
- 규정 준수 및 표준: 조직이 명확하고 일관된 안전 표시에 대한 HSE 요구 사항을 충족하도록 지원하는 현대적인 접근 방식을 제공
- 다양한 응용 분야: 물류 허브, 제조 공장, 냉동 보관, 자동차, 항공우주, 식품 및 음료, 골재 산업 등에서 검증
- 맞춤형 솔루션: 전문가 컨설팅과 현장 감사를 바탕으로 시설 요구 사항에 맞는 맞춤형 구현을 제공

④ 시사점

- AI 기반 산업 안전의 혁신적이고 실용적인 솔루션을 제공하고 새로운 기준을 제시

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.bearsafety.co.uk/about>

22) 영국, 안전 관리 시스템(SMS)

① 시행 주체

- 영국 산업안전보건청(HSE)

② 개요

- 영국의 산업안전법의 기초가 되는 Health and Safety at Work etc Act(HSWA 1974)가 그 기반이 됨
- SMS(Safety Management System)는 산업현장에서 정책, 절차, 책임, 모니터링, 교육 등 조직 내 안전관리 활동 시스템 체계를 구축함
- SMS의 기반이 되는 핵심 모델, 영국 보건안전청이 발간한 안전 관리 지침서인 HSG65: “Managing for Health and Safety은 조직이 산업안전을 체계적으로 관리할 수 있도록 프레임워크와 원칙을 제시하였으며, PDCA(Plan-Do-Check-Act) 기반 안전 관리 구조 제공

③ 세부내용

- 정책: 직의 안전 관리 목표와 의지를 명문화, 최고 경영진(Top Management)의 안전 책임 강조 등
- 조직 및 책임: 안전 책임·권한·역할 명확화, 안전 관리 체계 운영과 의사소통 구조 설정 등
- 계획과 위험 관리: 안전 목표 설정 및 자원 계획 수립, 산업별 특화 위험(건설, 항공, 해양 등) 반영

④ 관련 제도 및 지침

- 영국의 산업안전보건법-Health and Safety at Work etc Act 1974(HSWA 1974)

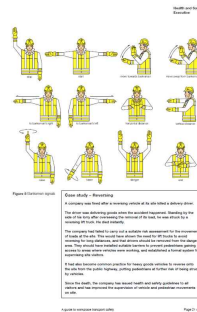
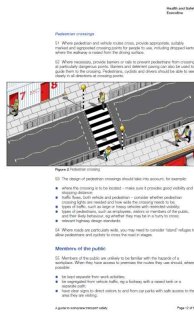
⑤ 시사점

- 조직 전체를 통합한 체계적 안전 관리를 기반으로, 위험 사전 예방과 PDCA 사이클에 따른 지속적 개선을 가능하게 한다는 점이며, 동시에 산업별 맞춤형 적용과 국제 표준 연계를 통해 법적 준수와 효율적 운영을 동시에 달성할 수 있음

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.caa.co.uk/safety-initiatives/working-with-industry/safety-managem>

23) 영국, A guide to workplaces transport safety



① 시행 주체

- 영국 연금·고용부 산하 Health and Safety Executive(HSE) 산업안전보건 관리·감독 기관

② 개요

- 사업장 내 차량 이동으로 인한 사고·재해를 예방하기 위해 설계·관리·교육·법규준수에 대해 포괄적으로 다루고 있는 산업안전 종합 지침서로, 「Health and Safety at Work etc Act 1974」 등 관련 법령을 준수하여 Safety Site(안전한 현장), Safe Vehicle(안전한 차량), Safe Driver(안전한 운전자)의 3개 항목에 대하여 사업주, 관리자, 근로자 모두가 지켜야 할 실무 지침을 제공함

③ 세부내용

- Safe Site(안전한 현장): 보행자/차량 동선 분리, 표지판, 일방통행로 도입, 주차구역 확보 등 ‘현장 설계’ 관점과 후진절차, 적재·하역 구역에서 안전확보 등 ‘현장 활동’관점으로 분석
- Safe Vehicle(안전한 차량): 작업에 맞는 차량 적합성, 정비 체계, 안전 장치 등
- Safe Driver(안전한 운전자): 교육 및 훈련, 운전자 보호, 피로 관리 등
- 위험성 평가, 법적 의무, 건강·안전 관리 체계 등 조직적 요소 명시

④ 시사점

- 사고 후 대응이 아닌, 사전 예방 중심의 안전 설계(Preventive Design)를 목적으로 하는 가이드로 사람-차량-공간의 상호작용을 고려함
- 산업현장의 교통안전에 대하여 단순한 운영 관리의 문제가 아니라 공간 배치 및 시설디자인과 직결됨으로 산업현장의 계획·설계 단계에서부터 디자인과 관리가 결합된 통합적 시스템을 구축함
- 산업현장 내 차량과 관련돈 보행자의 인지능력, 운전자의 반응시간, 피로도 등 “인간 중심 요인”을 적극적으로 반영함
- 사업주, 관리자, 근로자 모두에게 역할과 책임을 구체적으로 부여함으로써 참여적 운영모델의 구축으로 공공디자인 관점의 산업안전 지침서 설계

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.hse.gov.uk/index.htm>

24) 영국, 노동자 참여 중심 캠페인



① 시행 주체

- 영국 전역 자원센터(Hazards Campaign)

② 개요

- 모든 노동자는 안전하게 일할 권리가 있다는 슬로건 아래 산업재해, 직업병 등의 문제를 사회 의제로 부각시키기 위해 다양한 요소 활용

③ 세부내용

- 포스터, 배너, 집회 비주얼 등 시각적 요소를 활용하여 여론 형성
- 안전해야 함을 강조할 뿐만 아니라 산업재해 속 사망사건 등 기업의 안전무시로 인한 의제를 부각시키는 것을 목표로함

④ 시사점

- 안전을 시각적 언어로 확장한 사례
- 물리적 안전 시설이 아닌 그래픽, 색채, 심벌 등을 통해 사회적 경각심 조성
- 참여 및 공감 기반의 안전문화 형성

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.hazardscampaign.org.uk/about>

25) 독일, 공동산업안전보건전략

(GDA, Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie)

① 시행 주체

- 연방정부(연방노동사회부), 16개 주정부, 산재보험조합 등 3대 주체가 공동으로 수립하고 시행

② 개요

- 국가기관(정부)과 자치기구(산재보험조합)로 나뉜 독일의 이원적 산업안전보건체계의 중복과 비효율을 해소하고, 정책의 일관성과 효과성을 높이기 위해 2008년부터 5년 단위로 수립하는 국가 차원의 공동 전략

③ 세부내용

- 제3차 GDA(2019-2023) 목표:
 - ① 위험성 평가의 정착, ② 정신적 스트레스 대응을 위한 작업장 설계, ③ 발암물질의 안전한 취급 등 3가지 핵심 목표에 정책 역량을 집중
- 운영 방식: 국가산업안전보건회의(NAK)에서 핵심 전략을 개발하고, 공동의 작업 프로그램을 통해 사업장 감독 및 자문, 규제 개선, 정보 제공 등의 활동을 통일성 있게 추진

④ 관련 제도 및 지침

- 독일 노동보호법 제20조 및 제20조b에 법적 근거

⑤ 시사점

- 복잡한 행정체계를 가진 국가에서 관계 기관 간의 협력을 통해 정책의 시너지를 창출하는 효과적인 거버넌스 모델 '선택과 집중' 전략을 통해 한정된 자원으로 정책 효과를 극대화

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.gda-portal.de/DE/GDA>

26) 독일, 위험성 평가 제도

① 시행 주체

- 사업주가 의무적으로 실시

② 개요

- 1996년 노동보호법에 도입된 제도로, 사업주가 스스로 사업장의 모든 유해위험요인을 파악·평가하고, 그 결과에 따라 필요한 개선 조치를 마련하도록 하는 자율 예방의 핵심 제도

③ 세부내용

- 법적 의무: 노동보호법 제5조 및 제6조에 따라 모든 사업주는 위험성 평가를 실시하고 그 결과를 문서화할 의무
- 재량권 부여: 도입 초기 사용자단체의 반발을 고려하여, 평가 방법 등 구체적인 실행에 있어 사업주에게 폭넓은 재량을 부여하는 방식으로 법제화
- 제재: 위험성 평가를 실시하지 않으면 최대 50,000유로의 과태료가 부과될 수 있으며, 경우에 따라 형사기소도 가능

④ 관련 제도 및 지침

- 노동보호법 제5조(위험성 평가), 제6조(문서화)가 핵심 근거이며, GDA의 주요 목표로 설정되어 이행이 촉진

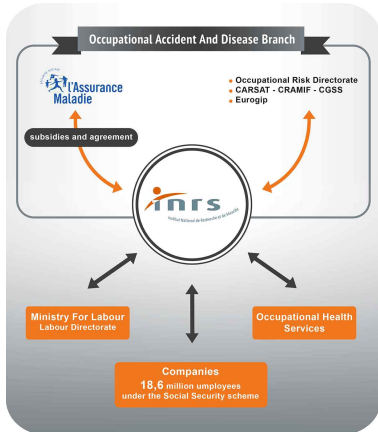
⑤ 시사점

- 정부의 직접적인 규제가 아닌, 사업주의 자율적인 책임과 활동을 통해 사업장 안전 수준을 높이는 선진적인 예방 체계 법적 의무화와 함께 GDA와 같은 국가 전략을 통해 제도의 현장 착근을 유도하는 점이 특징

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.dguv.de/en/prevention/topics-a-z/risk-assessment/index.jsp>

27) 프랑스, INRS(Institut National de Recherche et de Sécurité)



① 시행 주체

- 프랑스 INRS 산업안전보건연구원

② 개요

- 구체적 가이드라인(실용적 솔루션) 제시를 통한 산업 안전 위험 예방 문화의 확산 및 위험 대응 방안 제공

③ 세부내용

- 유럽(CEN), 국제(ISO, IEC)위원회의 기준과 프랑스 현실 간 조정 및 표준화 참여
- 작업장 설계 및 작업 환경 설계 초기 단계 레이아웃, 유지보수, 예방 가이드라인 제공
- 근로자 응급상황 및 작업 중 응급 구호자 대응 절차 및 행동 지침 제공
- 개인 보호장비(PPE) 사용 및 규격 법규, 장비 선택 및 사용, 유지관리법 제공
- 대피 및 안전 확보 절차 관련 모의 훈련 방안, 책임자 지정

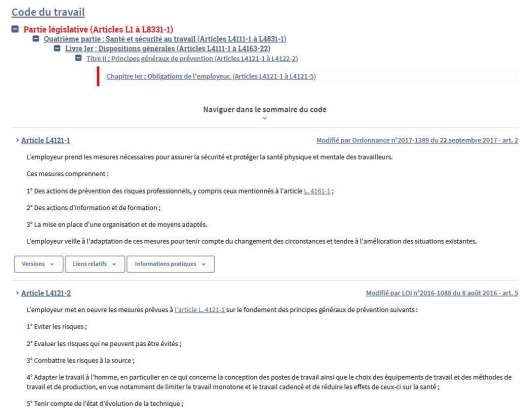
④ 시사점

- 대상별 구체적 가이드라인을 제공하여 실무에 도입할 수 있는 기준을 확립
- 다양한 주체의 참여를 촉진하여 구성원들이 함께 위험을 인지, 조치 및 점검을 할 수 있는 구조를 장려
- 노동법, 유럽 표준 지침 등의 기준과 연계성이 높아 법률의 체계적 준수를 위한 방향성을 제시함

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://en.inrs.fr/our-activities/assistance/standardisation>

28) 프랑스, Code du travail(산업 안전 보건법 / 법전 內)



① 시행 주체

- 프랑스 노동부(Ministère du Travail)

② 개요

- 고용주가 근로자 신체적·정신적 건강과 안전을 보호하기 위한 일반 예방 원칙 규정(L4121-1 ~ L4121-5)
- 근로자가 자신 또는 타인의 건강·생명에 ‘중대한·임박한’ 위험을 이유로 경고하거나 작업 중지를 요구할 권리 보장(L4131-1 ~ L4133-4)

③ 세부내용

- 위험 예방 조치 수립 및 정보, 교육 제공
- 적절한 조직과 자원 배치
- 위험 평가에 대한 문서화(DUERP)
- 작업장 설계 시 인간 중심 원칙을 포함
- 근로자가 위험 또는 보호장치 결함을 인지한 경우 즉시 고용주에게 알리고 작업장에서 철수 가능 권리 보장

④ 시사점

- 예방 중심의 법적 책임 규정이 있어 기업의 안전보건관리 실행 강제력 있음 위험평가 문서화 요구는 실무적 관리수준 향상 유도
- 근로자에게 자기 보호 수단 제공 위험 인지 시 신속 대응 가능하며, 기업 입장에서 잠재적 사고 감소 효과 권리 남용 우려도 있어 해석과 실행의 균형 중요

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000006903150>

29) 프랑스, National OSH Strategy(국가 산업안전보건 전략)



① 시행 주체

- 프랑스 노동부(Ministère du Travail)

② 개요

- 목적: 산업안전보건(Occupational Safety and Health, OSH) 향상을 위한 국가 전략
- 핵심목표: 근로자 사고 및 질병 예방, 위험 관리 체계 강화, 예방 문화 확산, 근로자 참여와 기업 책임 강조

③ 세부내용

- 위험 평가 및 관리: 직업별, 산업별 위험 분석 및 예방 조치 권고, 고위험 산업(건설, 화학, 금속) 우선 관리
- 교육·훈련 강화: 근로자 안전 교육 의무화, 관리자를 위한 OSH 리더십 및 책임 교육
- 규제 및 모니터링: 법적 요구 사항 준수 여부 점검, 사고·질병 통계 분석 및 정책 반영
- 연구·혁신: 새로운 위험요인 연구(예: 화학물질, 정신건강, 근골격계 질환), 예방 기술 및 관리 시스템 개발
- 근로자 참여: 안전위원회 운영, 위험 보고 체계 활성화, 현장 안전 개선 제안 참여 보장

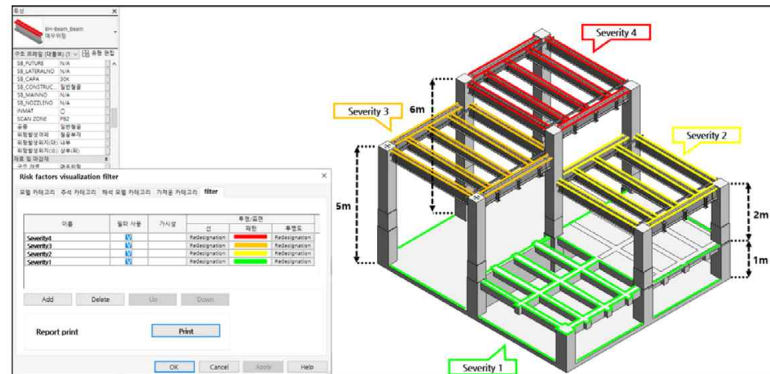
④ 시사점

- 국가 차원의 통합적 접근: 프랑스 전략은 법, 연구, 교육, 기업 책임, 근로자 참여를 통합한 종합적 OSH 관리
- 산업 안전 문화 확산 강조: 단순 규제 준수에 그치지 않고 예방 중심 문화를 확립
- 기업·근로자 참여 필수: 정책 성공을 위해 이해관계자 참여 및 협력 필요
- 데이터 기반 관리: 사고·질병 통계 활용, 고위험 산업 집중 관리
- 혁신과 지속적 개선: 새로운 위험요인 등장에 대응하여 정책·교육·기술 개선 필요

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/national-osh-strategy-france?utm_source

30) 이탈리아, BIM 3D 기술을 활용한 산업안전 설계 디자인 제도화



① 시행 주체

- 이탈리아 파도바 대학교(University of Padua)

② 개요

- 이탈리아는 2017년 12월 BIM법령 선포, 산업재해 예방을 위해 BIM(Building Information Modeling) 기술을 산업안전디자인 도구로 제도화 이를 통해 설계 단계부터 작업자의 안전요소를 시각화, 분석, 예측하고 위험구간, 비상통로, 장비배치를 설계에 반영토록 함

③ 세부내용

- 일정 금액 이상의 공공프로젝트는 BIM 기반 설계를 적용하여야 하며, 설계단계에서 산업안전요소를 모델에 포함하도록 의무화
- BIM 모델 내에 위험요소를 색상(적,황,녹)으로 표시하여 직관적 파악이 가능하도록 함
- 시공과정 시뮬레이션을 통해 시간대별 위험 변화 예측

④ 시사점

- 이탈리아는 BIM을 단순한 설계기술로 보는 것이 아닌 산업재해 예방을 제도화하여 규정함
- 지능형 디지털 모델을 통해 설계, 시공 및 관리에 대한 통합적인 접근 방식을 제공함으로써 건설 산의 안전을 추구함

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.mdpi.com/2075-5309/15/3/403?utm_source

31) 이탈리아, 'Zero Deaths' 캠페인



① 시행 주체

- 이탈리아 노동조합 UIL(Italian Labor Union)

② 개요

- 2023년 5월, 이탈리아 밀라노라 스칼라 광장(Piazza La Scala)에서 UIL노동조합이 주도
- 근로자의 작업 중 사망을 제로로 만들고 산업안전 의식을 높이며 정부와 기업에 안전 조치 강화를 촉구

③ 세부내용

- 172개의 모의 관을 광장에 전시하여, 2023년 한 해 동안 롬바르디아 지역에서 발생한 근로자 사망자 수를 상징적으로 표현하였으며 각 관은 단순한 숫자가 아닌, 실존했던 근로자들의 생명을 의미하며, 이를 통해 작업 중 사망에 대한 사회적 경각심을 일깨움
- 광장 중심에는 2018년부터 2023년까지의 근로자 사망자 수가 기록된 표지판을 설치하여 안전 의식과 사고 예방의 중요성을 강조

④ 관련 제도 및 지침

- 이탈리아 산업안전보건법, Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro(DLgs 81/2008)에 대한 내용을 캠페인 메시지와 직접 연계

⑤ 시사점

- 안전 제도 개선의 촉매로 캠페인을 통한 시각적체험적 메시지 전달로 안전관리를 단순 규제가 아닌 산업 문화의 확산으로 인식 변화

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://apnews.com/article/italy-coffin-protest-workplace-safety-deaths-unions>

32) 핀란드, Wellbeing at Work 정책 및 국가 프로그램



① 시행 주체

- 핀란드 사회보장부(Ministry of Social Affairs and Health, Finland)

② 개요

- 산업안전 및 작업복지(Wellbeing at Work)향상을 위한 국가적 정책 및 프로그램 운영
- 법제화, 정책 개발, 국제협력, 다양한 지원프로그램 동시 추진

③ 세부내용

- 근로자의 신체적·정신적·사회적 안전과 복원을 위한 법률(Occupational Safety and Health Act 등) 및 프로그램 실행
- Work2030 프로그램: 리더십, 미래 직업환경 대화, 혁신적 작업문화 확산
- Mental Health at Work Programme: 직장 정신건강 지원, 협력모델 및 Toolkit 보급, 심리적 리스크·병가 저감 목적
- Work Ability Programme: 고령 근로자 등 취약계층의 노동참여 지원, 장기적 노동력 유지
- 현장 위험평가 및 관리, 고용주·근로자 협업, 실천사례 발굴·확산
- 유럽안전보건청(EU-OSHA) 연계 정보·연구·케이스 공유

④ 관련 제도 및 지침

- Occupational Safety and Health Act, Occupational Healthcare Act 등 법률
- 각종 국가 가이드라인 및 사전예방, 리스크관리 표준

⑤ 시사점

- 법률/정책, 현장 프로그램, 거버넌스, 복지문화가 통합된 북유럽 대표 국가모델
- 정신적 복지, 고령자 지원 등 미래지향 트렌드 반영
- 정부-사업장-근로자 간 협력적 구조와 실효적 Toolkit 제공

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://stm.fi/en/wellbeing-at-work/data-and-research>
- <https://hyvatyo.ttl.fi/en/mental-health-toolkit>

33) 뉴질랜드, Managing Work Site Traffic - Good Practice Guidelines



However, historical work site layouts, lack of space, or other constraints, may mean it is not reasonably practicable to install overhead walkways. If it is not reasonably practicable to install overhead walkways to keep pedestrians separated from vehicles, you should consider the following control measures:

- Create exclusion zones (for example, forklift-only areas in loading bays) or pedestrian-only areas (in particular around breakrooms and facilities).
- Use barriers or guardrails to stop pedestrians entering vehicle areas.

For example:

- High impact traffic control barriers (see Figure 4).
- Lines painted on the ground and bollards (see Figure 5).
- Temporary physical barriers (see Figure 6).
- New separate entrances and exits for vehicles and pedestrians (see Figures 7, 8 and 9).

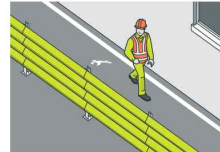


FIGURE 4: High impact barrier

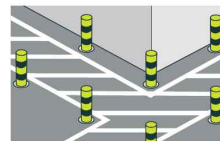


FIGURE 5: Walkway marked with lines and bollards

4.5 Safe work site - design

4.5.1 Install clear signage

For general work site signage:

- Signs should be well positioned, well lit, clean, and clear and easy to read for pedestrians and drivers.
- Keep signage simple and uncluttered. If more detail is required, include this in more detailed documents. See [Section 6: Work site induction and traffic management plans](#).
- Signs for drivers and pedestrians should be the same as those used on public roads, whenever a suitable sign exists. Otherwise, use industry accepted signs and colours (see Figure 13). For example:
 - red for danger or prohibited activities
 - yellow or amber for warnings or caution required
 - blue for mandatory requirements
 - green for emergency escapes, exits and facilities

For more information on safety signs for the occupational environment

guidance, see Standards New Zealand [www.standards.co.nz](#)

Examples of signs you should have at a work site include:

- work site traffic rules and all other key health and safety requirements for that work site (at all points of entry to the work site)
- signs to show exclusion and safety zones
- parking areas
- speed limits
- vehicle crossings
- hazards like blind corners, steep gradients, sharp turns, and where bottlenecks are in use
- signs stating if the work site is using left-hand or right-hand-to-directional traffic management



FIGURE 13: Examples of work site signage

① 시행 주체

- 뉴질랜드 보건안전청

② 개요

- 차량·중장비 운행이 수반되는 다양한 사업장에서 교통사고 위험을 예방하기 위한 종합 지침서 Health and Safety at Work Act 2015에 근거하여 사업주(PCBU)와 근로자가 함께 위험을 식별·관리하도록 규정하며, 정적·동적 작업장 모두 적용 가능하도록 설계됨

③ 세부내용

- 보행자와 차량을 분리하는 공간 설계: 전용 보행로, 물리적 차단벽, 전용 출입구 설치
- 차량 동선 설계: 일방통행 체계, 회전·후진 최소화, 위험구역 인접 경로 배제
- 현장 운영 안전조치: 속도제한(예: 야드 10km/h), 후진 감지 센서·카메라, 스팟터 배치
- 차량 관리: 정기점검, 안전벨트 사용, 고가시인성(Hi-Vis) 조끼 등 PPE 착용
- 교육·훈련: 운전자 자격 검증, 방문객·고객 안전관리, 작업장 교통관리계획(TMP) 수립 및 주기적 검토

④ 시사점

- 사업장 교통안전은 설계·운영·차량·사람의 네 가지 요소가 통합적으로 관리되어야 하며, 특히 보행자-차량 분리와 위험구역 차단을 핵심 전략으로 삼을 때 효과적임 법적 의무와 현장 맞춤형 실천 방안이 결합되어야 안전성과 생산성을 함께 담보할 수 있음

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://worksafe.govt.nz>

34) 뉴질랜드, Health and Safety by Design



3.1 Health and safety duties

PCBUs must ensure the health and safety of workers so far as is reasonably practicable.

3.1 What is HSWA?

The Health and Safety at Work Act 2015 (HSWA) is New Zealand's work health and safety law. It sets out the principles, duties and rights in relation to work health and safety. There are different groups of people that hold health and safety duties under HSWA, called 'duty holders'. They are:

- persons conducting a business or undertaking (PCBUs)
- officers
- workers
- other persons at workplaces

A person may have more than one duty (duty holders can have a PCBUs and a worker). How their duty person may have the same duty (ing different PCBUs) may have the same duty towards the same worker.

For more information on duty holders and their duties, see the Glossary of WorkSafe's special guide introduction to the Health and Safety at Work Act 2015.

3.2 Duties of all PCBUs

Primary duties

A PCBUs must ensure, so far as is reasonably practicable, the health and safety of workers and that other people are not at risk by work carried out as part of the conduct of the PCBUs. This is called the 'primary duty of care'. Figure 2 below illustrates the people who may be affected by a PCBUs work.



FIGURE 2: People who may be affected by a PCBUs work

3.3 Specific considerations when designing structures

Pre-design phase

Figure 8 illustrates what is involved in the pre-design phase, starting with identifying the purpose of the structure.



FIGURE 8: Pre-design phase

CONSULTATION

The client should prepare a project brief that includes the safety requirements and objectives for the project. This task involves shared understanding of safety expectations between the client and designer.

The client should give the designer all relevant information relating to the site that may affect health and safety.

Designers should ask their clients about the types of activities likely to be carried out in the structure, including the tasks of those who maintain, repair, service or clean the structure as part of its use.

RESEARCH

Information can be found from various sources to help with identifying, assessing and managing risks, including:

- HSWA and building laws, technical standards and WorkSafe or industry guidance
- Industry statistics regarding injuries and incidents
- Based on past or other reports from relevant regulatory authorities, unions and business associations, specialist professional bodies representing designers, and engineers' research and testing done on similar designs.

① 시행 주체

- 산업안전보건 감독 및 규제기관, 관련 전문가

② 개요

- 설계 전 과정에서 건강, 안전 리스크 관리
- 안전을 위한 설계는 특별한 것이 아니라 좋은 디자인(Good Design) 자체가 곧 안전한 설계임을 명시

③ 세부내용

- 안전은 설계단계에서 시작되며 디자이너, 시공자, 관리자 모두가 정보를 공유하여 안전을 유지하여야 한다고 명시(설계는 협력의 과정)
- 좋은디자인이 곧 안전한 디자인임을 명시 보기 좋은 형태 뿐 아니라 사용하는 사람의 건강과 안전까지 포함된 디자인임을 명시

④ 참고 자료 및 사이트

- https://www.worksafe.govt.nz/assets/dmsassets/3/3951WKS-4-hsbydesign-Health-and-Safety-by-Design-GPG.pdf?utm_source=

35) 노르웨이, 근로감독 및 예방 서비스

① 시행 주체

- 노르웨이 노동감독청(Norwegian Labour Inspection Authority, 노동사회통합부 산하 정부기관)
- 유럽산업안전보건청(EU-OSHA)의 연구 보고서를 기반

② 개요

- 노동감독청이 수행하는 전통적인 근로감독과 함께, 산업보건 서비스 및 지역안전담당자(RVO) 제도와 같은 다양한 예방 서비스를 통해 산업안전보건 규정 준수를 지원하는 노르웨이의 접근 방식

③ 세부내용

- 위험성 기반 감독 전략: 질병, 부상, 착취 위험이 가장 큰 사업장을 선별하여 감독하기 위해, 머신러닝 기반의 예측 지수를 개발하여 기업을 4가지 위험 그룹으로 분류하고 감독 대상을 선정
- 기관 간 범죄 예방 협력: 노동감독청, 노동복지청, 경찰, 국세청이 협력하여 업무 관련 범죄에 공동으로 대처
- 상담 서비스: 사업주, 근로자 등에게 근로환경법 및 산업안전보건 관련 정보와 지침을 전화, 채팅, 핫봇 등 다양한 채널로 제공
- 산업보건 서비스 제도: 기업의 체계적인 산업보건 업무를 지원하는 외부 예방 서비스로, 연간 약 1,600억 원의 순이익을 창출하는 것으로 추정
- 지역안전담당자(RVO) 제도: 자체 안전관리자를 선임하지 않은 사업장(특히 소규모)을 감시하고 지원하는 제도로, 다른 유럽 국가에서는 보기 드문 독특한 제도임

④ 관련 제도 및 지침

- 근로환경법(Working Environment Act, WEA)

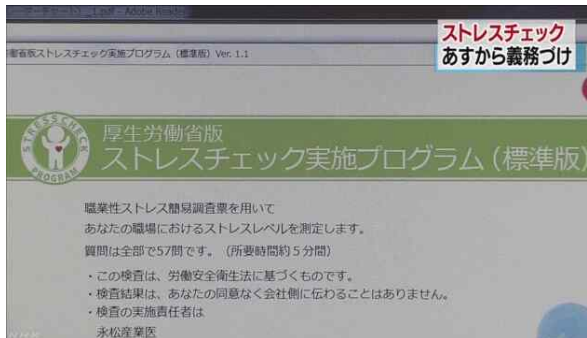
⑤ 시사점

- 노동감독청의 감독과 지원이라는 이중적 접근 방식이 다른 예방 서비스와 함께 노르웨이의 안전 문화 구축에 중요하게 기여
- 노르웨이의 지역안전담당자 제도는 중소기업의 안전보건 체계구축을 지원한다는 점에서 한국의 '공동안전관리자'와 유사하나, 법적 지위와 권한이 보장되는 차이점이 있어 심도 있는 비교 검토가 필요

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu/en/campaign-partners/arbeidstilsynetthe-norwegian-labour-inspection-authority>

36) 일본, 근로자의 정신건강 보호를 위한 법규 및 정책 시행



① 시행 주체

- 일본 후생노동성(Ministry of Health, Labour and Welfare)

② 개요

- 근로자 정신건강 문제 해결의 심각성을 인지하여, 후생노동성령으로 정하는 바에 따라 2015년 12월부터 '스트레스 체크 제도'를 전면 시행

③ 세부내용

- 사업주는 스스로 직장 스트레스 검사제도를 포함한 직장 내 정신건강 관리를 추진하며, 정신건강 증진 계획 및 스트레스 체크 제도의 시행 방법 등을 규정
- 정신건강 이상을 예방하기 위해 1차 예방, 조기 발견 및 적절한 조치를 위한 2차 예방, 그리고 악화된 근로자의 직장 복귀를 지원하는 3차 예방이 체계적으로 이루어져야하는 필요성 제시

④ 관련 제도 및 지침

- 「산업안전보건법」: 사업주가 근로자의 정신건강을 포함한 건강 보호 의무를 가짐
- 후생노동성 「근로자의 정신건강 유지·증진을 위한 지침」(2006 제정, 2015 개정): 사업주가 노력해야 할 원칙적 방법 제시
- 「스트레스 체크 제도」(2015년 12월 전면 시행): 근로자 50인 이상 사업장에 연 1회 이상 스트레스 검사 실시 의무 부여

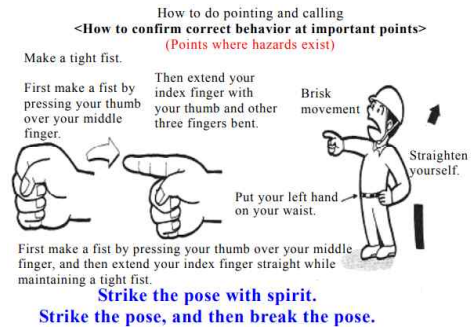
⑤ 시사점

- 일본은 스트레스 체크 제도를 통해 산업안전을 정신건강 차원까지 확대하고, 예방-발견-복귀 지원을 아우르는 통합적 안전디자인 패러다임을 구현

⑥ 참고 자료 및 사이트

- 한국노동연구원, 근로자들의 정신건강 증진을 통한 산업안전 개선방안 연구(2024)

37) 일본, 제로재해(Zero-Accident)·KYT(위험예지훈련)



① 시행 주체

- 일본 JISHA(Japan Industrial Safety and Health Association-일본산업안전보건협회)

② 개요

- ‘모든 재해는 예방 가능’ 철학하에 포인팅&콜링과 KYT(4라운드 위험예지)를 결합한 참여형 안전문화 캠페인

③ 세부내용

- 현장 그림 시나리오로 위험요인 식별→대책 수립→슬로건화→일일 TBM 연계
- 교육자료·매뉴얼(영문 포함) 배포, 사업장 전원 참여 방식 확산
- 1960년대 설립 이후 산업안전 프로그램을 체계적으로 보급

④ 관련 제도 및 지침

- 일본 「산업안전보건법」 아래 민간 주도 실천모형
- 사업장 안전보건관리체계와 연동

⑤ 시사점

- 저비용·행동기반 훈련으로 사고예방 습관화-해외 사업장에도 교육 모듈 이동이 용이

⑥ 참고 자료 및 사이트

- https://www.jisha.or.jp/english/zero_accident.html
- https://www.jisha.or.jp/Portals/0/resources/international/jicosh/english/zero-sai/download/zero_sai_kyt_kor.pdf

38) 일본, 건설업 고령근로자 산재예방 대응 방안



① 시행 주체

- 일본 후생노동성(Ministry of Health, Labour and Welfare)

② 개요

- 고령근로자 산업재해 비중이 증가함에 따라 고령근로자에 대한 대응실태를 점검하고, 이들에게 적합한 작업배치, 근무환경 개선, 맞춤형 자료를 활용한 교육 등 종합적인 예방대책을 추진

③ 세부내용

- 고령 근로자의 건강 및 체력 상황에 따른 대응: 작업 전 건강진단서, 취업신고서, 설문조사 등을 활용하며, 혈압·기저 질환·체력 저하 여부를 기준으로 맞춤형 작업 배치, 체력 측정을 통한 작업 적합성을 평가하고 휴식 공간 제공, 스트레칭 장소 마련, 휴게 시간 강화 등을 통해 체력 저하를 보완
- 안전보건교육: 고령 근로자의 이해를 돕기 위해 사진, 그림, 영상 등 시각 자료를 활용한 맞춤형 교육을 실시하고 현장 관리감독자 등을 대상으로 한 고령 근로자 대응 교육도 함께 진행

④ 시사점

- 고령 근로자 특성을 반영해 건강·체력 기반 맞춤 배치와 시각적 교육디자인을 결합, 산업안전을 세대별 특성 맞춤형 디자인 체계로 진화

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 안전보건공단, 국제 산업안전보건 동향(2025)

39) 일본, 제13차 노동재해방지계획(2018-2022)

① 시행 주체

- 일본 후생노동성(Ministry of Health, Labour and Welfare)

② 개요

- 1958년부터 5개년 단위로 수립되어 온 장기 계획으로, 제13차 계획은 사망재해 및 사고재해 감소를 위한 구체적인 수치 목표를 설정하고, 국민 전체의 안전 의식 고양을 주요 과제로 포함

③ 세부내용

- 전체 목표: 5년간 사망재해 15% 이상 감소, 사고재해(휴업 4일 이상) 5% 이상 감소
- 업종별 대책: 건설업, 제조업 등 고위험 업종에 대해서는 사망자 수 15% 이상 감소를, 육상화물운송업, 소매업 등 서비스업에 대해서는 사상자 천인율 5% 감소를 목표로 설정
- 주요 과제: 학교와 연계한 안전보건교육 실시 등 국민 전체의 안전·건강 의식 고양을 주요 과제로 선정

④ 관련 제도 및 지침

- 「노동재해방지단체등에 관한 법률」에 근거하여 수립되며, 노동정책심의회 안전위생분과회에 매년 평가 결과를 보고하여 정책의 수립-평가-개선 절차

⑤ 시사점

- 장기적이고 체계적인 계획을 통해 산업재해 감소 목표를 설정하고, 업종별 특성을 고려한 맞춤형 대책을 추진 또한 매년 성과를 평가하고 개선하는 환류 체계

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000197309.html>

40) 일본, 건설업 안전보건관리시스템(COHSMS, 코스모스)

① 시행 주체

- 건설업노동재해방지협회가 개발하고, 건설 기업이 도입·운영

② 개요

- 후생노동성 지침에 따라 건설업의 특성을 반영하여 개발된 자율적 안전보건경영시스템으로 중소규모 건설사를 위해 핵심 내용은 유지하되 운영 부담을 줄인 '콤팩트 코스모스(Compact COHSMS)'개발

③ 세부내용

- 인센티브: 코스모스 인증을 받은 사업장은 공공 발주공사 입찰 시 가점을 부여
- 콤팩트 코스모스: 50인 미만 중소 건설사를 대상으로, 본사와 현장의 역할을 명확히 하고 운용 방법을 간소화하여 시스템 도입의 문턱을 낮춤

④ 관련 제도 및 지침

- 후생노동성이 공표한 「노동안전보건관리시스템 지침」에 근거

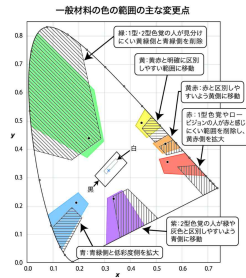
⑤ 시사점

- 대기업뿐만 아니라 중소기업의 현실을 고려한 맞춤형 시스템을 개발·보급함으로써 자율 예방 시스템의 저변을 넓히고 실효성을 높이는 전략

⑥ 참고 자료 및 사이트

- https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anzen/index.html

41) 일본, JIS Z 9103:2018(안전색 및 안전표지 규격) 규정



	赤	黄赤	黄	緑	青	赤紫
現行						
	7.5R 4/15	2.5YR 6/14	2.5Y 8/14	10G 4/10	2.5PB 3.5/10	2.5RP 4/12
改定案						
	8.75R 5/12	5YR 6.5/14	7.5Y 8/12	5G 5.5/10	2.5PB 4.5/10	10P 4/10
色相調整の方向性	1型色覚の人が黄と誤認しやすいため、黄みに寄せて色相を離した。	黄赤間に寄って黄赤の混色が低く、1型・2型色覚の人が黄に感じにくいため、黄赤に寄せて色相を離した。	黄赤間に寄って黄赤の混色が低く、1型・2型色覚の人が黄に感じにくいため、黄赤に寄せて色相を離した。	1型・2型色覚の人が黄赤と誤認しやすいため、黄赤に寄せて色相を離した。	黄赤間に寄って黄赤の混色が低く、1型・2型色覚の人が黄に感じにくいため、黄赤に寄せて色相を離した。	2型色覚の人が黄赤と誤認しやすいため、黄赤に寄せて色相を離した。

① 시행 주체

- 신 JIS 안전색 보급위원회/ 컬러 유니버설 디자인 기구(CUDO)랜드

② 개요

- 사람에게 해를 줄 수 있는 사고·재해 방지, 비상 시의 구조·대피 유도·방화 활동 등 신속 대응을 가능하게 하기 위해, 안전 표지·안전 마킹 등에서 사용되는 안전색을 시각적으로 명확히 전달하는 데 필요한 색도 좌표 범위 및 측정 방법을 규정
- 다양한 색각(색각 이상자) 및 고령자도 인지하기 쉬운 안전색 설계 기준을 제시하며, 일반 재료, 형광재료, 반사재료, 축광재료, 내조명식 표지, 신호등 등의 매체 별 응용을 포함

③ 세부내용

- 기존 안전색의 색도 좌표 범위와 참고 색을 전면적으로 재검토 및 색각 이상자를 포함한 다양한 사용자 그룹을 대상으로 색 구별 가능성과 혼동 여부를 실증 평가하여 새로운 색상 범위 설정
- 색 인지에 중요한 요소인 휘도의 상,하한을 명확히 규정하여 시각적 대비를 강화하고, LED 신호등, 경광등 등 광원색의 색도 좌표도 국제 기준과 실제 사용 환경에 맞춰 재정성
- 뮌셀 값 뿐 아니라 CMYK, RGB, 16 진수 등 다양한 매체별 색 지정값을 제시
- 산업, 디자인, 공공 부분에서 참여하는 개방적인 절차로 진행

④ 시사점

- 단순히 색을 정하는 것이 아니라, 매체별 특성과 사용자 다양성(색각 이상자, 고령자 등)까지 고려한 매우 정교한 기준을 제시하고 있다는 점이 강점
- JIS Z 9103:2018은 색도 좌표뿐 아니라 측정 조건, 광원 조건, 대비 기준까지 엄밀히 규정하므로, 실무 적용 시 색 오차나 재현 문제를 줄이기 위한 기준으로 참고 가능
- 특히 산업안전 디자인이나 제품 안전 표지 설계 시, 이 규격을 기반으로 디자인-제조-인쇄-표지판 등 일관성 있는 색 재현 체계를 구축하는 것이 중요
- 마지막으로, 이처럼 규격이 상세하고 엄밀하다는 것은, 디자인 전문가나 안전 담당자가 색채 선택 시 보다 과학적이고 정량적인 판단을 할 수 있는 근거

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <http://safetycolor.jp/shokai/>
- <https://kikakurui.com/z9/Z9103-2018-01.html>

42) 일본, 전국산업안전위생대회(全国産業安全衛生大会)

① 시행 주체

- 중앙노동재해방지협회(中央労働災害防止協会, JISHA)

② 개요

- 「全国産業安全衛生大会」는 일본 산업안전보건 분야에서 가장 규모가 크고 역사가 긴 전국 단위의 연례 컨퍼런스로, 1960년대부터 매년 개최
- 산업 현장의 안전·보건 수준 향상을 위해 정부, 기업, 연구기관, 노동단체 등이 함께 모여 정책·사례·기술·교육을 종합적으로 공유하는 장
- 2025년 기준 제84회 대회가 오사카·긴키 지역에서 개최되었으며, 약 10,000명 이상이 참가할 정도로 산업 전반의 대표 행사

③ 세부내용

- 행사 구성:
 - 종합 집회(개회식·기조강연·정부 축하·모범 사업장·인물 표창)
 - 안전·보건·리스크·화학물질·정신건강·DX·다양성 등 세부 분과회 약 200여 건 발표
 - 기업·기관의 현장 안전관리·혁신 사례 발표 중심
 - 緑十字展(그린크로스 전시회) 병행 개최 - 기술 교류 및 비즈니스 매칭의 장
 - 코로나 이후 온·오프라인 병행 운영 정례화, 전국 어디서나 접근 가능
- 참가자 규모 및 성격: 연간 10,000명 이상의 기업·기관 실무자들이 참여하며, 단순 학술대회라기보다 정책-산업-기술-교육-네트워킹이 결합된 실천형 대회의 성격
- 역사와 위상: 60여 년의 역사를 지닌 일본 산업안전보건계의 대표적인 전국 행사로, 매년 다른 지역(도시)에서 개최되어 산업안전 문화를 지역 단위로 확산하는 역할 수행

④ 시사점

- 일본은 전국 단위의 산업안전대회를 60년 이상 매년 개최하며, 정부-민간-학계가 함께 참여하는 체계적인 플랫폼
- 기업·산업 현장의 구체적인 실행사례와 노하우가 다수 공유되며, 정책 발표와 연구 결과 발표가 균형을 이룸
- 대회와 동시 개최되는 “緑十字展”은 보호구, 설비, 안전기술 등을 전시하여 산업안전의 산업 생태계와 기술 동향을 공유하는 장을 형성
- DX(디지털 전환), 다양성, 정신건강 등 산업안전을 사회·문화적 의제와 연결하는 세션이 활발
- 중앙정부 후원 + 민간 주최 + 다분야 협력이라는 구조가 안정적으로 정착되어 있어, 단발 이벤트가 아닌 국가적 산업안전 거버넌스의 연례 실천 무대로 기능

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://j-lppf2.jp/jisha-taikai2025/index.html>
- <https://www.jisha.or.jp/event/taikai/kako/2024.html>

43) 일본, 공장 시스템에서의 사이버·피지컬 보안 대책 가이드라인

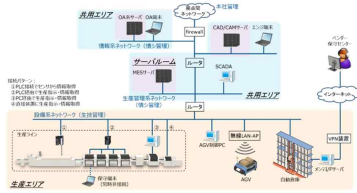
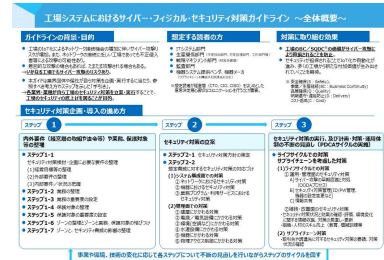


図 3-1 3 章の工場システム構成例(再掲)



① 시행 주체

- 경제산업성(経済産業省, METI)

② 개요

- 스마트 팩토리화가 확산되는 산업 현장에서는 사이버 보안, 물리적 보안, 작업자 안전이 서로 분리된 영역이 아니라 통합적으로 설계되어야 할 핵심 요소로 부상
- 경제산업성(METI)의 「공장 시스템 사이버·피지컬 보안 대책 가이드라인(부록 Ver11)」은 보안 대책 수립을 단순한 기술 대응에 그치지 않고, 설계 초기 단계에서 보호 대상 구획과 Zone 설정, 물리적 접근 통제를 포함한 공간적·운용적 안전 구조를 함께 설계할 것을 강조

③ 세부내용

- 보호 대상 및 Zone 설정: 공장 시스템 내 자산의 중요도 파악, 보호 대상 구분, Zone 설정(네트워크 + 물리적 구획)
- 물리적 접근 통제: 구역별 인증 절차, 출입 제한, 외부 반입 관리 등
- 공장-외부 경계 관리: 내부망과 외부망의 접점, 공급망 접속 지점에서의 보안 강화
- 계획·운용·교육 단계에서의 보안 내재화: 설계 초기 단계에서 정책 수립, 실행 계획, 교육·운용 체계 정비

④ 시사점

- 일본 가이드라인은 '디자인'이라는 표현을 쓰진 않지만, Zone 설정 및 물리적 접근 통제 개념을 통해 이미 공간을 전제로 한 보안 설계 체계를 제시
- 스마트팩토리 보안 가이드라인을 기술적·법적으로만 치중하지 하지 않고, 공간 구획·시각적 경계·사용자 동선 설계와 연계한 산업 안전 디자인 체계를 제시

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/wg1/factorysystems_guideline_appendix01_ver1.1.pdf

44) 캐나다, Guide to Workplace Safety for Construction Site



① 시행 주체

- 캐나다 지역 안전기관

② 개요

- 건설현장에서 가장 기본적이고 필수적인 안전 관리 항목을 담은 지침으로, 다양한 국가 현장에서도 적용 가능한 보편적 원칙을 제시

③ 세부내용

- 현장 출입 관리 및 외부인 접근 통제 절차 강화
- 자재 및 폐기물 구역을 안전하게 분리하고, 임시 구조물의 안정성 확보
- 응급 상황 대비 소방 장비·응급 키트·피난 경로 배치
- 날씨·지형 조건에 맞는 현장 환경 점검 기준 제시
- 작업자 교육을 병행하여 안전문화 확산

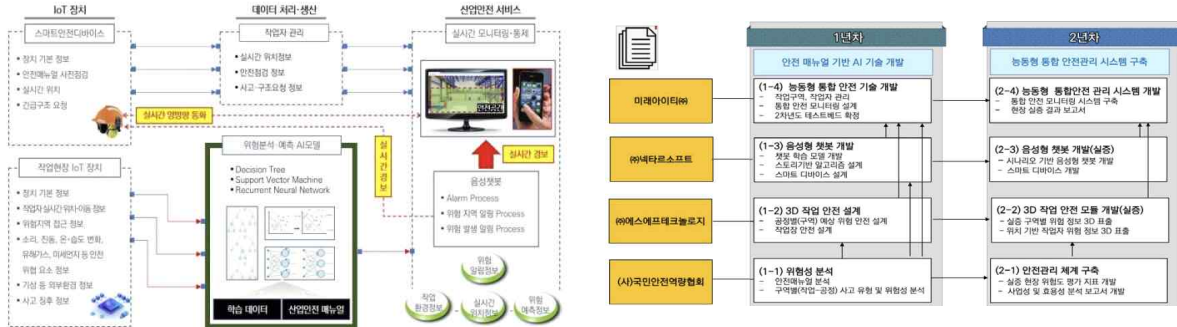
④ 시사점

- 기본적인 안전수칙 준수가 전체 안전수준을 결정짓는 핵심이며, 국가별로 차이는 있어도 현장 실무에 공통 적용이 가능

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://ctf.wa.gov.au/about-us/news/workplace-safety-in-construction>.

45) 대한민국, 행정안전부 산업현장 안전관리 점검 인공지능(AI) 기술 개발



① 시행 주체

- 행정안전부

② 개요

- 산업현장의 특성을 고려하여 업무 매뉴얼을 적용한 맞춤형 안전관리 인공지능(AI) 기술 개발
- 기존의 수작업 점검 한계를 극복하고, 실시간·지능형 안전 관리 체계를 구축하는 것이 목표

③ 세부내용

- 챗봇 기반 능동형 안전관리 알고리즘·인터페이스 개발
- 작업자 관심 공정기반 작업환경 위험 감지 알람 기술 개발
- 테스트베드 확보 및 실증 방안 수립

④ 시사점

- 인공지능 기술 챗봇 기술 작업현장 안전관리 대응매뉴얼의 융합을 통한 혁신적인 안전관리

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 산업현장 안전관리 점검 인공지능(AI) 기술 개발 최종보고서(2022)

46) 대한민국, 안전디자인 매뉴얼



① 시행 주체

- 서울시, 이음파트너스

② 개요

- 안전과 디자인의 영역이 전통적인 이분법적 관점에서 전주기적 관점으로 변화하고 있음에 따라 통합적 관점의 변화를 통해 근로자의 경험을 중심으로 제품·시설·공간을 대상으로 피해 최소화 또는 안전도를 높이는 디자인

③ 세부내용

- 안전색: 시인성 높은 색상 정의, 색각이상자 고려, 표준화된 안전색 지침
- 안전픽토그램: 직관적이고 일관된 디자인, 크기·위치·형태 기준 마련, 신규 개발·개선 권고
- 안전정보 디자인: 비상시에도 명확히 보이는 안내체계, 표지의 설치 위치·형태·내용 기준 제시
- 안전시설물: 난간, 발판, 방호망, 전기·화재 방지 등 현장 안전설비 표준화
- 비상대응: 압전·연기 상황에서도 보이는 발광표지, 피난경로 안내 강화

④ 관련 제도 및 지침

- 산업안전보건법 산업안전보건표지: 법률로 제정된 강제사항
- ISO 7010 / KS S ISO 7010 등: 국제/국가 표준으로 권고사항
- (사)산업안전보건협회 등에서 제작한 표지는 기존 표준에 존재하지 않는 표지 참고시 활용

⑤ 시사점

- 통합적 관점의 변화를 통해 사고예방, 생산성 향상 등 근로자의 경험을 중심으로 한 안전디자인 개념 변화

⑥ 참고 자료 및 사이트

- 서울 안전디자인 매뉴얼(2022)

47) 대한민국, ‘색(色)으로 산재를 잡자’ 캠페인



① 시행 주체

- SK이노베이션 울산Complex(울산CLX), 안전보건공단.(사)한국컬러유니버설디자인협회

② 개요

- 색채와 디자인을 활용한 안전문화를 구축
- 울산CLX는 2024년 9월부터 현장 구성원들의 의견을 취합하고, 전문가들의 현장 진단을 기반으로 적용가능한 맞춤형 디자인을 개발

③ 세부내용

- 동력공장의 이동통로, 대피로, 계단, 경계석 등에 안전디자인과 안전색채를 우선 적용하여 효과성 검증을 통해 SK 울산CLX 전체로 확대 예정
- 적용 후 “위험 요소가 한 번에 분별된다”, “안전장구를 자동적으로 착용하게 된다”, “어두운 느낌의 공장이 밝게 보여 좋다”는 등의 긍정적 의견 도출

④ 관련 제도 및 지침

- 미국국가표준협회(ANSI): ‘ANSI Z535 표준’ 참고
- 영국 건설연합(Build UK): 안전모 색상 차별화 실시 참고
- 산업안전색채: 금지(빨간색), 경고(노란색), 지시(파란색), 안내(녹색) 참고

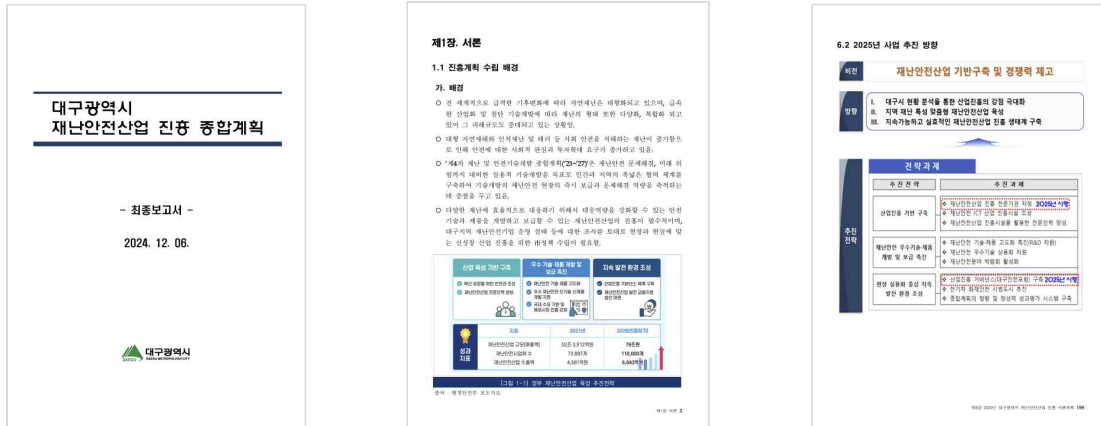
⑤ 시사점

- 비언어적 소통 수단인 ‘색’을 활용하여 명확한 경계와 구분을 제시해 작업 현장에서 체계 및 질서를 부여하는 역할을 할 뿐 아니라, 근로자들의 생명을 구하는 또 다른 방식으로 지속가능한 안전문화 구축

⑥ 참고 자료 및 사이트

- SK이노베이션 뉴스룸,
<https://skinnonews.com/?s=%EC%82%B0%EC%97%85%EB%8B%A8%EC%A7%80>

48) 대한민국, 재난안전산업 진흥 종합계획



① 시행 주체

- 대구광역시

② 개요

- 전 세계적으로 급격한 기후변화에 따라 자연재난은 대형화되고 있으며, 급속한 산업화 및 첨단 기술개발에 따라 재난의 형태 또한 다양화, 복합화 되고 있어 그 피해규모도 증대되고 있는 상황
- 대구지역 재난안전기업 운영 실태 등에 대한 조사를 토대로 현장과 현실에 맞는 신성장 산업 진흥을 위한 정책 수립이 필요

③ 세부내용

- 산업 기반 조성: 전문기업 육성, 시험·인증 지원센터 설립
- 기술 혁신: ICT·AI·빅데이터 기반 재난안전 기술 개발 지원
- 인력 양성: 특화 교육과정, 전문인력 배출 체계 구축
- 시장 확대: 국내외 판로 개척, 공공조달 연계, 해외 진출 지원
- 산업 클러스터화: 재난안전산업 집적지 조성, 연구개발·실증 거점 확대

④ 관련 제도 및 지침

- 「재난안전산업 진흥법」
- 「재난 및 안전관리 기본법」
- 「대구광역시 재난안전산업 진흥에 관한 조례」

⑤ 시사점

- ICT·AI·IoT 등 4차 산업혁명 기술과 안전산업의 융합

⑥ 참고 자료 및 사이트

- 대구광역시 재난안전산업 진흥 종합계획 최종보고서(2024)

49) 대한민국, 산업단지 혁신 종합대책 대응전략 수립

비전	여수 국가산업단지 3대 혁신 전환을 통한 “ 스마트그린산단으로 확산하는 역동적 산업단지 ”
목표	석유화학 중심의 화학산업 전환을 통한 탄소중립형친환경 고부가가치선도 국가산단으로 도약
추진전략	1. 산업단지 디지털 혁신을 통한 스마트 전환 촉진 2. 스마트 에너지 혁신을 통한 그린산단 확산 3. 안전 강화 전환을 위한 다각도의 교육 역량 통합
중점과제	디지털 스마트산단 전환 저탄소 공정혁신 전환 안전 역량 강화 미래형 산단 전환
세부내용	1. 스마트산단 제조혁신 기반 구축 1. 초임계 열분해 실증 사업 2. 수소산업 소재·부품 산업 지원센터 구축 3. 친환경 발전 산업화 지원센터 구축 1. 산단 근로자 안전 교육 통합 시스템 구축

① 시행 주체

- 전남테크노파크 화학산업센터, 송실대학교산학협력단

② 개요

- 산업단지를 디지털화, 무탄소화 ,에너지를 자립화하여 경쟁력 있고 환경친화적인 제조공간으로의 전환 추진
- 기존의 산업단지에서 스마트산단의 디지털 요소를 접목하고, 산업단지의 디지털·그린 요소를 강화·확대

③ 세부내용

- 여수·광양 중심 스마트 안전환경 관리 시범사업, 친환경 에너지 전환 모델 구축, 지역기업 역량 강화를 위한 지원 플랫폼 마련

④ 시사점

- 친환경·스마트·사람중심의 혁신공간으로 전환의 필요성을 제시하여 산업단지의 지속가능한 발전 도모

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 산업단지 혁신 종합대책 대응 전략 수립 최종보고서(2024)

50) 호주, Safety in Design for Construction Projects: Laws, Tools, Practices



Design Phase	Key SiD Steps	Tools & Practices
Pre-Design	Know the law, gather information	Site inspections, checklists
Concept Design	Start early, collaborate	SiD scopes, workshops
Schematic Design	Risk assessment, controls	HAZID, brainstorming
Detailed Design	Document and consult	Risk registers, CHAIR/HAZOP
Pre-Construction	Transfer knowledge, learn from feedback	Final SiD reports, annotated drawings

① 시행 주체

- 호주 건설 기술 기업(Mastt Industry)

② 개요

- 건설 사고의 다수가 설계 단계에서 고려되지 않은 위험요인에서 비롯된다는 점에 착안하여, 초기 설계부터 위험을 제거·관리하는 “Safety in Design” 전략을 제시
- 설계자뿐 아니라 발주자·시공사 등 모든 이해관계자가 프로젝트 전 과정에서 안전에 책임을 지도록 하는 것을 목표로 함

③ 세부내용

- 법적 책임 명확화: 각국 건설안전 규제(호주 WHS, EU Directive, 영국 CDM 등)에서 설계자 의무를 강조
- 위험 식별·평가: 프로젝트 초기에 위험요인을 목록화하고 우선순위에 따라 관리
- 위험지도 및 체크리스트 활용: 사고 가능 구역을 시각화하고 설계 단계별 점검 체계화
- 협업 프로세스 구축: 설계자·시공사·발주자 간 실시간 정보 공유로 사고 위험 최소화
- 교육 강화: 설계자 대상 안전 설계 교육을 통해 초기부터 예방 중심 접근 유도

④ 시사점

- 건설 안전은 시공이 아닌 설계 단계에서 시작되는 전략 과제임을 강조
- 초기 설계부터 위험을 줄이면 사고 예방, 비용 절감, 프로젝트 효율 향상을 동시에 달성 가능
- 협업과 시각화 도구 활용, BIM·VR 등의 기술 접목으로 국내 공간디자인 프로젝트에도 적용 가치가 높음

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.mastt.com/guide/safety-in-design?utm_source=chatgpt.com

52) 호주, 노동자 참여 중심 캠페인

① 시행 주체

- 호주 산업안전보건청 및 지역사회단체

② 개요

- 산업안전보건 수준을 국가차원에서 개선하기 위해 정부, 산업계, 조합 등 모든 이해당사자가 협력하는 통합적 거버넌스 체계 구축

③ 세부내용

- 연방-주-지방의 다층적 거버넌스 구조 운영
- 산업별 위험군별 세부 목표 설정
- 지속적 성과 평가 및 연례보고 체계(RNCNR)

④ 시사점

- 단순 관리가 아닌 설계 단계에서 안전 내재화를 위한 디자인형 산업안전 접근으로 제도에 포함시킴
- 관련 다양한 계층이 공동으로 정책을 시행하는 참여형 안전 거버넌스 구보 시행
- 예방 설계 구조 강조

⑤ 참고 자료 및 사이트

- 호주 산업안전보건 전략 2012-2022(산업안전보건공단)

53) 중국, 생산설비 안전·위생 설계 총칙(生产设备安全卫生设计总则) (GB 5083-2023)

标准状态	
发布于 2023-12-28 实施于 2025-01-01 废止	
代替了以下标准 GB 5083-1999 (全部代替) 生产设备安全卫生设计总则	当前标准 GB 5083-2023 现行 生产设备安全卫生设计总则
基础信息	
标准号	GB 5083-2023
发布日期	2023-12-28
实施日期	2025-01-01
全部代替标准	GB 5083-1999
标准类别	安全
中国标准分类号	C68
国际标准分类号	13.110
归口部门	应急管理部
技术委员会	全国安全生产标准化技术委员会

① 시행 주체

- 중국 국가표준(GB)응급관리부(450)에서 중앙 관리/전국안전생산표준화기술위원회(TC288)에서 의해 시행되는 체계

② 개요

- 모든 산업 생산설비에 적용되는 포괄적 ‘안전·위생 설계’ 상위규범
- 1999년판을 2023년에 전면 개정해 최신 위험기반 설계요건을 반영(2023-12-28 발행, 2025-01-01 실시)
- 국가 차원에서 사고 예방과 작업자 건강 보호, 기업의 지속가능 발전 보장 위함

③ 세부내용

- 전 산업 생산설비 설계에 ‘총괄·일반·특별’ 요구사항 규정(항공·선박·원자력 등 제외)
- 상위-하위 표준 체계: 총칙을 기반으로 시멘트·섬유·수력 등 업종별 설계규범(예: GB 50577-2010, GB 50477-2009 등)로 세분
- 안전 설계, 위생 설계, 관리적 실행으로 나뉘며, 각각 법규 준수·인체공학 고려·응급 시스템 구축, 위생 재질과 배수·환기 시스템 확보, 정기 점검 및 위험원 관리·교육 등 포함

④ 시사점

- 공정안전/인체공학/유해인자 관리가 설계단계에 내재화되어 ‘사전예방형’ 안전디자인 체계를 제도화

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=0DF3E470FE3382F0E06397BE0A0A7388&utm_source
- <https://baike.baidu.com/item/生产设备安全卫生设计总则/64089381>

54) 중국, 제14차 5개년(2021-2025) 안전·응급관리 추진 “十四五”国家应急体系规划



① 시행 주체

- 중국 응급관리부(MEM), 국무원

② 개요

- 중대사고 예방·응급역량 강화·중요 산업(위험화학·광산 등) 집중개선
- 핵심가치: '인민 우선, 생명 우선'
- 성과: 제13차 5개년 계획(16'~20') 대비 사망자수 28%대 감소(24' 공식 브리핑)

③ 세부내용

- 소방·구조 체계 개편(CFR 창설), 재난 대응 장비와 물자 비축 확대
- 산업단지·특수장비 등 중점영역 안전기준 정립, 위험화학품 안전생산 계획 발표('21)
- 예방 중심의 리스크 관리, 법치 기반 강화, 재난 대응의 디지털화·지능화 추진
- 중앙-지방 간 통합 지휘, 산업별·지역별 협력체계 강화 및 사회 전체가 참여하는 공동治理(거버넌스) 구조 구축

④ 시사점

- 국가계획-부문별 실행계획-표준(GB)로 이어지는 '정책-표준-집행' 수직정렬

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.mem.gov.cn/zl/202208/P020220823583813558584.pdf?utm_source
- <https://baike.baidu.com/item/国务院关于印发“十四五”国家应急体系规划的通知/60096726>
- https://www.mem.gov.cn/xw/xwfbh/2022n2y14rxwfbh/mtbd_4262/202202/t20220218_408161.shtml
- <https://www.mem.gov.cn/gk/ghjh/>

55) 대만, 직업(산업)안전위생법 및 정책

(職業安全衛生法, Occupational Safety and Health Act)



① 시행 주체

- 대만 노동부 직업(산업)안전위생부(職業安全衛生署, Occupational Safety and Health Administration, OSHA, 노동부 산하 행정부처)

② 개요

- 2014년 전면 시행
- 2025년 개정(안) 추진: 신흥 리스크 포괄(2025년 8월 28일자 행정원 개정안 승인)

③ 세부내용

- 주요 개정 방향: 직장 괴롭힘 방지 조항 신설, 원천 예방 강화 및 설계 수준 위험분석 의무 확대, 하도급/공사주체의 안전 책임 강화, 벌칙 상향 및 공개 처벌 내역 제도화
- 최근 동향: ESG·정신건강·폭력 예방 등 집중점검(예: 2025 춘절 특별점검)
- 법령 체계/영문 본문 공개, 화학물질 신물질 신고 등 타 법과의 연계 고지
- 관리전략: 홍보·상담·기술지원·지도점검을 병행(노동검사만이 아닌 종합 수단)

④ 시사점

- 단순한 안전 차원을 넘어, 근로자 건강과 기업 생산성을 함께 보장하는 핵심 전략으로 기능
- 행정 부처(OSHA)가 모든 기능(입법·집행·홍보·지원)이 통합되어 있어 일관성 있는 정책 추진 가능하며 제도화 속도 빠름

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.ey.gov.tw/Page/5B2FC62D288F4DB7/10f13547-0284-42cf-9bd4-93f16104f4b9?utm_source
- https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=N0060001&utm_source
- <https://www.osha.gov.tw/48110/48713/48743/nodelist>
- https://news.pts.org.tw/article/767997?utm_source

56) 홍콩, OSH 기본법제·제재강화 및 3축 추진전략 職業安全及健康條例(Cap 509)



① 시행 주체

- 홍콩 노동처(Labour Department)·직업안전건강평의회(OSHC)

② 개요

- OSH Regulation/Ordinance 기반의 검사·교육·홍보 3축 전략을 지속 운용
- 2023~2024년 안전관리 규정·실무서 개정 및 2024~2025년 벌칙 상향

③ 세부내용

- 법제화: Cap509/509A 법령으로 사업주 안전의무(설비·작업환경)를 법제화
- 사무실과 건설현장에서의 안전관리체계(SMS: Safety Management System) 규정 및 실무지침서(COP: Code of Practice)를 정부에서 직접 발행
- 제재강화: 20년 만의 벌칙 대폭 상향-10배 이상 인상(최대 HKD 10 million-한화 약 17억원/징역 2년까지, 억지력 제고 목적: 국제적 주목받음)
- 3축 전략: 법제화 + 제재 강화 + 홍보·교육(OSHC 준공공기구 상시 운영) 세트로 운영

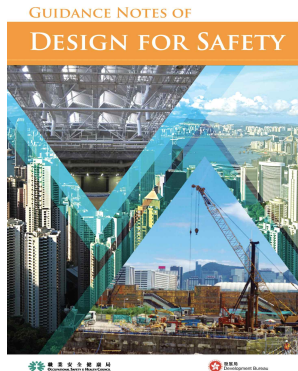
④ 시사점

- 제도(Cap509A)+COP+캠페인(OSHC)이 결합된 '집행·교육·홍보' 통합형 생태계

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.labour.gov.hk/eng/news/Amendment_Ordinance.htm
- https://www.globalcompliance.com/2023/05/06/https-insightplus-bakermckenzie-com-bm-employment-compensation-hong-kong-increased-penalties-for-breaching-occupational-safety-and-health-requirements_05022023/

57) 홍콩, Design for Safety Guidance Notes(CDM)」 & 사례집



① 시행 주체

- 홍콩 개발국(DEVB)·건설산업의회(CIC)

② 개요

- 설계·조달·시공 전 과정에서 '안전 고려 설계'를 의무역할로 부여(영국CDM 유사)
책임주체(발주자·설계자·시공자·유지관리자)의 역할 명시

③ 세부내용

- 건설 프로젝트 관리 지침서이자, 설계·시공·운영·유지보수 전 과정에서 안전 확보를 위한 종합 매뉴얼: 단순 규정 준수를 넘어 안전 중심의 설계 문화 확립위함
- 안전 설계를 위험관리(Systematic Risk Management, SRM)로 밀접 연계(조기 위험식별·제거/완화의 설계내재화, 단계별 위험성 평가·정보전달 절차, 실무 예시 제공, 이해관계자 간의 효과적 협력, 역할·책임 명확화 등)
- 안전관리와 연동: FIUO 안전관리규정·감사 체계와 접속

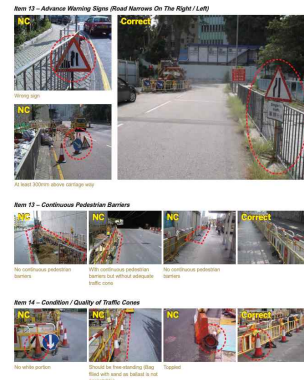
④ 시사점

- 작업 전개 이전 단계(기획·설계)에 위험을 '이동'시키는 DfS 모델로 사고원인(설계기인)을 구조적으로 제거
- 모든 안전 설계 관련 DfS 기준은 홍콩 DEVB CDM 개정판 2013 지침을 근거로 활용

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.devb.gov.hk/filemanager/en/content_29/Design_for_Safety_Guidance_Notes.pdf?utm_source

58) 홍콩, 교통·동선 안전 설계(공사현장·시설)



① 시행 주체

- 홍콩 건설업계/협회·정부 가이드

② 개요

- 현장 교통관리·동선분리·시야확보 등 '레이아웃 단계'에서 사고감소를 설계요건화(Design for Safety·Site Traffic 가이드와 연계)

③ 세부내용

- DfS Guidance Notes(DEVB) 에 포함된 구체 요소: 보행자·차량 동선 분리, 차량 후진 최소화 설계, 공사현장 내 위험구역 차단, 경고등·표지판 등 시각적 신호의 일관성 확보, 안전 레이아웃·교통관리계획 반영
- 안전관리시스템(SMS)·감사와 연동한 지속개선

④ 시사점

- 설계·운영·사람·차량 요소를 통합 관리하는 DfS가 산업안전디자인의 사실상 표준

⑤ 참고 자료 및 사이트

- https://www.devb.gov.hk/filemanager/en/content_29/Design_for_Safety_Guidance_Notes.pdf?utm_source
- https://www.housingauthority.gov.hk/mini-site/site-safety/common/resources/handbook/201603/PG_res-en.pdf?utm_source
- https://www.cic.hk/cic_data/pdf/about_cic/publications/eng/Safety%20Alert%200003-15%20Traffic%20Safety%20on%20Construction%20Sites-e.pdf?utm_source
- <https://www.osha.gov.tw/48110/48417/48423/53138/>

59) 싱가포르, 일터 안전보건 실천 강령 (Workplace Safety and Health Code of Practice)



① 시행 주체

- 싱가포르 인력부(Ministry of Manpower, MOM)

② 개요

- 2024년 6월부터 산업안전보건법 위반 기업에 대한 벌금 상한액을 인상하고, 특정 규모 이상의 건설현장에 영상감시시스템(VSS) 설치를 의무화하는 등 산업안전보건 규제를 강화
- 산재사망자 및 부상자 수가 감소했음에도 불구하고, 산재 발생에 대한 통제를 더욱 강력하게 추진하여 장기적이고 지속가능한 산재 감축 목적

③ 세부내용

- [벌금 상한액 인상]
 - 안전 규정 위반 시 벌금 상한액을 최대 2만 싱가포르 달러에서 5만 싱가포르 달러(한화 약 5천만원)로 인상
 - 위반사항의 중대성에 따라 벌금 상한액을 차등 적용
 - 최대 5만 달러: 사망 등 중대재해의 주원인이 되는 위반사항(예: 추락방지 구조물 미설치, 위험성 평가 미 실시)
 - 최대 2만 달러: 중대재해의 주원인은 아니나 심각한 피해를 유발하는 사항(예: 안전보건관리체계 기록 유지 미비)
 - 1만 달러 이하: 절차 및 행정적 성격의 위반사항(예: 사고발생 보고 미비)
 - 건설현장 영상감시시스템(VSS) 설치 의무화
- [기대효과]
 - 위험 상황 및 잠재적 유해·위험요인 파악, 근로자의 불안전 행동 억제, 교육자료 및 사고조사 활용
 - 고위험 작업(고소작업, 굴착, 양중 등) 및 고위험 장소(작업 진행 층, 중장비 사용 장소 등)를 감시 대상으로 제시

④ 관련 제도 및 지침

- 영상감시시스템에 대한 지침(WSH Guide on Video Surveillance Systems)
- Workplace Safety and Health Act(WSHA)(2006년 제정): 싱가포르 산업안전보건법의 기본법으로, 기업과 개인의 안전 및 보건에 대한 책임을 명시합니다
- Workplace Safety and Health Risk Management Regulations(2006년 제정): 사업장에서 발생하는 위험을 관리하고 통제하기 위한 구체적인 방안을 제시하는 규정입니다
- Workplace Safety and Health(WSH) 2018: 싱가포르 국가산업안전보건전략으로, 안전기준의 지속적인 개선을 목표로 합니다

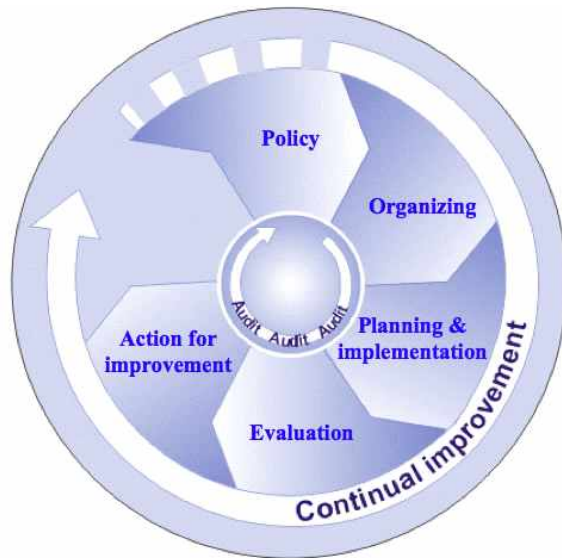
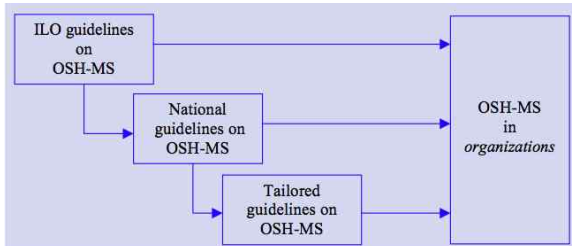
⑤ 시사점

- 업무상 사고사망자 및 부상자가 감소하는 상황에서도 선제적인 규제 강화를 통해 지속적인 산재 감축을 목표
- 건설현장의 고위험 작업·장소에서 영상감시시스템을 활용하여 유해·위험요인을 파악하고 개선하기 위한 법적·기술적 근거를 마련

⑥ 참고 자료 및 사이트

- WSH 2028(2018)
- <https://www.mom.gov.sg/legislation/workplace-safety-and-health>

60) 국제노동기구(ILO), Guidelines For Health and Safety Management Systems 2001



① 시행 주체

- 국제노동기구 ILO(International Labour Organization)

② 개요

- 급격한 변화의 시대에 뒤처지는 법률 제정 상황에 따라, 실질적으로 노동근로자들이 보호받을 수 있는 가이드라인을 만들고 ILO와 산하 3자 기구 및 기타 이해관계자들의 거버넌스 구축을 위한 산업 안전보건 관리 시스템 구축

③ 세부내용

- 직업 안전 및 건강 관리 시스템을 위한 국가적 프레임워크
- 조직의 산업안전보건 경영시스템
- 이해관계자 거버넌스 구축

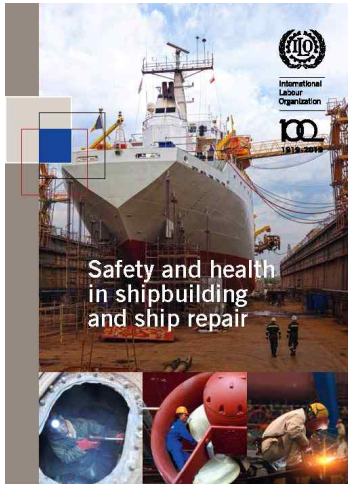
④ 시사점

- 법의 제정이 최우선되어야 하지만, 복잡한 절차와 제정되기까지 필요한 시간은 급격하게 성장하고 변화하는 현대 사회를 따라오기에는 한계점이 있음
- 이에 따라 법의 빈자리를 채우기 위해 국가적인 차원에서 거버넌스 구축을 위한 가이드라인, 관리 시스템 구축을 지향해야 함

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://elcosh.org/document/3629/d001184/ilo-guidelines-for-health-and-safety-management-systems-2001.html>

61) 국제노동기구(ILO), 조선과 선박수리의 안전과 건강(ILO 실천지침)



① 시행 주체

- 국제노동기구(ILO)(2018년 제네바 회의)
- 8개국 정부대표(브라질, 중국, 이탈리아, 일본, 한국, 나이지리아, 필리핀, 싱가포르), 사용자측과 노동자측 대표, 여러기구 및 NGO

② 개요

- 조선 및 선박수리 산업에서의 안전·보건을 위한 실천 지침(Code of Practice)을 제공
- 법적 구속력이 없다 그러나 정부, 사용자, 노동자 및 기타 이해관계자들에게 가이드라인으로 권장

③ 세부내용

- 18개 장으로 구성
 - 일반 규정, 이해관계자 의무, 산업안전보건(OSH) 경영시스템, 변경관리, 재해보고 및 기록, 안전보건 조직, 일반 예방조치, 작업계획, 주요 공정별 안전요건, 유해물질·물리적·인간공학·생물학적 위험요인, 공구·기계·설비 안전기준, 역량·교육훈련, 개인보호구(PPE), 특수 보호조치, 후생시설

④ 관련 제도 및 지침

- ILO 협약 및 권고(ILO Conventions and Recommendations)

⑤ 시사점

- 조선, 선박수리 산업에서 고위험 작업을 명확히 규정 및 예방 실천 지침+국제 안전기준 강화

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.ilo.org/resource/other/safety-and-health-shipbuilding-and-ship-repair-revised-edition>

62) 글로벌 화학산업 민간기업 협력체, Responsible Care® 캠페인

① 시행 주체

- 국제화학산업협회(ICCА) 및 각국 화학협회(미국 ACC, 유럽 Cefic, 한국 KRCC 등)
- 세계적 화학기업과 민간회원사(예: 롯데케미칼, Dow, BASF 등)로 이루어진 민간기업 집합 협력체

② 개요

- 민간 화학기업들이 자율적으로 결성해 추진하는 ‘근로자 안전·보건·환경·보안’ 및 산업책임 개선 캠페인
- 1985년 캐나다 최초 시작, 현재 전 세계 70여 개국 수천 개 기업·연합 참여
- 법적 의무를 넘어, 산업 자체적으로 목표설정·성과관리·지속적 개선을 통해 신뢰 및 산업 이미지를 제고

③ 세부내용

- CEO 등 경영진이 직접 서명·주도, 핵심 의사결정권자가 안전관리 책임
- 근로자 안전교육·훈련, 작업현장 위험평가·재해예방, 제품/물류/공정 안전, 공급망·협력사 관리까지 포함
- 사고, 산업재해, 환경오염 등 다양한 안전·환경·보건 지표를 기업별로 자체 기록·공개
- 참여 기업들은 이해관계자(지역사회, 고객, 협력사 등)와 소통, 신뢰구축 및 자율 개선 결과를 투명하게 설명
- 미국, 유럽, 한국 등 각국 협회가 로컬 Responsible Care 프로그램 실행 및 글로벌 성과검증 프레임워크 운영
- 산업 전체 안전문화(근로자 중심), 사회적 책임 경영(ESG, SDGs) 확산, 규제를 뛰어넘는 ‘자율관리’ 및 혁신 촉진

④ 관련 제도 및 지침

- 산업안전보건, 환경, 화학물질 관련 국내외 법률·지침의 필수 준수와 상향 자율관리
- SG, SDGs 등 국제 기준과의 연계
- 공급망까지 확대된 위험관리/책임구조, 외부 인증·평가 프로그램

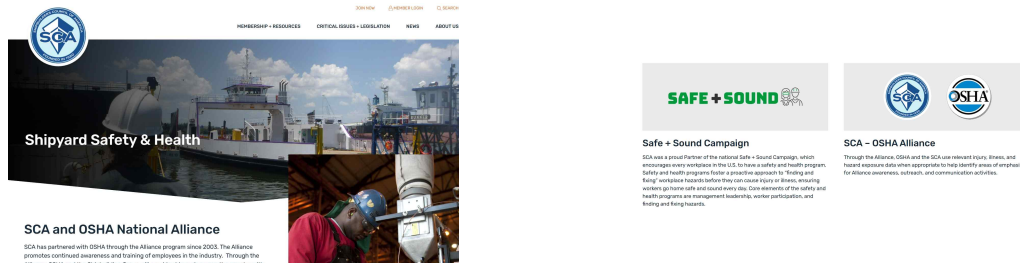
⑤ 시사점

- 정부·공공기관이 아닌 민간기업 중심 협력체가 산업 전반의 안전·환경 수준을 주도적으로 개선
- 법적 규제 한계를 넘는 자율관리 모델, 근로자 안전 및 사회적 책임 실현
- 다른 산업에서도 적용 가능한 ‘자율책임·지속개선’ 선도 성공사례

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://icca-chem.org/focus/responsible-care/>
- <https://www.americanchemistry.com/driving-safety-sustainability/responsible-care-driving-safety-sustainability/resources/responsible-care-overview>
- https://www.krcc.or.kr/eng/sub01/sub01_1.html

63) 미국, OSHA와 SCA의 Alliance 프로그램



① 시행 주제

- OSHA(미국 산업안전보건청, Occupational Safety and Health Administration) + Shipbuilders Council of America(SCA, 미국 조선업 협의회)

② 개요

- 2003년부터 OSHA와 SCA는 Alliance 프로그램을 통해 전국 조선소 고용주와 근로자를 대상으로 지속적인 인식 제고와 교육을 촉진
- 전기, 인체공학, 위험 예방과 비영어권 근로자 보호에 중점을 둠

③ 세부내용

- 규제·집행 인식 제고: 법률·기준, 권리·책임 공유 및 포럼·회의 참여
- 교육·훈련: OSHA 직원·조선소 근로자 대상 프로그램 개발과 위험 예방 교육 실시
- 홍보·커뮤니케이션: 예방 정보 제작·배포 및 OSHA·SCA 회의·세미나 참여
- 모범 사례 공유: 워크숍, 세미나, 강의 등을 통한 안전보건 우수 접근법 확산
- Safe + Sound 캠페인과 데이터 분석을 통한 선제적 위험 관리 강화

④ 관련 제도 및 지침

- OSHA Alliance Program

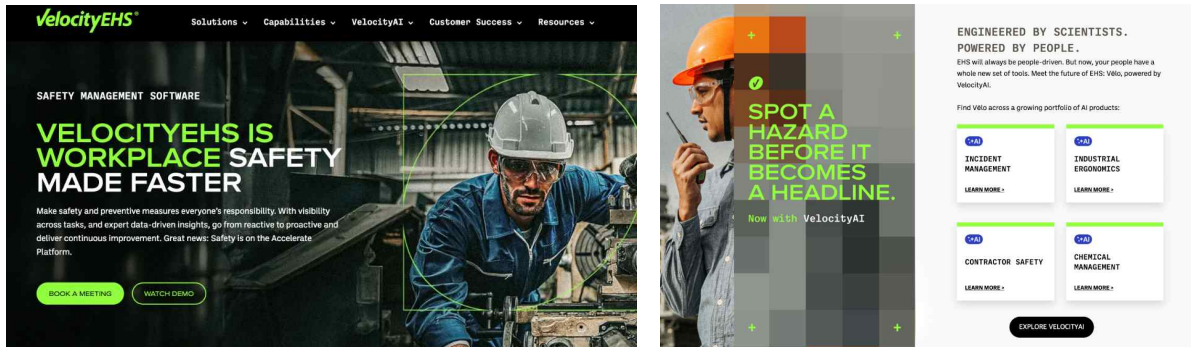
⑤ 시사점

- 정부기관(OSHA)과 협회(SCA)와의 연합을 통한 안전보건에 대한 규제, 교육 및 홍보 등의 방안 모색

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://shipbuildersusa.org/critical-issues-and-legislation/shipyard-safety-health/>
- https://www.osha.gov/alliances/sca/sca?utm_source=chatgpt.com
- https://www.osha.gov/alliances?utm_source=chatgpt.com

64) 미국, VelocityEHS, AI 기반 EHS(환경·안전·보건) 통합 플랫폼



① 시행 주체

- VelocityEHS(글로벌 환경·보건·안전(EHS)·지속가능경영 소프트웨어 전문기업, 본사: 미국 시카고)

② 개요

- 최신 AI 및 머신러닝 기술을 적용한 EHS(환경·안전·보건) 통합 소프트웨어 플랫폼(Accelerate® Platform) 및 서비스 제공
- 산업 현장/사업장/다국적기업 대상 규제 컴플라이언스, 리스크 관리, 안전문화 구축, 지속가능한 경영 지원
- Velo(베로): VelocityAI로 구동되는 AI 기반 스마트 안전 '어시스턴트' 기능 내장

③ 세부내용

- 안전(근골격계질환 예측, 사고·중대재해 예방, 실시간 위험 분석, PSIF 탐지 등), 화학물질 관리, 산업보건, 인체공학, 교육·훈련, 환경규제 대응, 지속가능성(ESG)까지 아우르는 다양한 모듈 제공
- VelocityAI: EHS 전문가와 AI PhD가 공동 개발, 예측분석·맞춤형 컨설팅·문서 자동화·사고패턴 탐지 등 적용
- 고객사는 AI 지원기반으로 신속한 의사결정, 안전이슈 선제적 예방, 데이터 기반 목표관리 및 성과측적 가능
- 글로벌 대기업(제조, 식음료, 제약, 석유화학, 유통, 헬스케어 등), 중소기업 등 다양한 산업군에 사용
- SaaS(클라우드 기반), 모바일 앱 제공, 다국어·글로벌 규제 대응
- EHS 분야(안전, 산업위생, 인체공학, 환경, AI 등) 세계 최고 수준 자격·전문가팀 보유

④ 관련 제도 및 지침

- 국제 안전/환경/보건 규정(ISO14001, OHSAS18001, ESG, OSHA 등) 및 각국 컴플라이언스 기준 연동
- 사고·사고예방 데이터 기반 의사결정 및 업무 자동화
- 인증·감사 및 리스크 매트릭스, 작업허가, 계약자 안전관리 솔루션 내장

⑤ 시사점

- AI·빅데이터 기반으로 산업안전·환경보건관리 혁신, 글로벌 최고 수준 기준을 SaaS로 손쉽게 활용
- 단순 관리 → 위험예방·성과지향적 패러다임 변화, 현장 실시간/예측적 안전관리 모델 선도
- ESG·컴플라이언스·성과관리(데이터 기반) 통합화와 전 세계 산업계 확장 중

⑥ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.ehs.com/>

65) 호주, Industrial Safety: Ergonomic Guidelines for the Workplace



① 시행 주체

- Safe Work Australia

② 개요

- 영연방, 주 및 준주, 근로자 및 고용주의 이익을 대변하는 국가 정책 기관
- 직장 보건 및 안전(WHS) 및 근로자 보상 제도 개선을 통해 더 건강하고 안전하며 생산적인 작업장 달성

③ 세부내용

- 매년 10월, 전국 안전 근무의 달 운영
- 1주차~4주차로 나누어 10월 내내 위험 평가 프로세스를 단계별로 진행 (1주차:위험 식별, 2주차:위험 평가, 3주차:위험 통제, 4주차:통제 검토)
- 모든 작업장에서 사용할 수 있는 토론과 활동을 안내하는 실용적인 리소스 제공 (포스터, 배경화면, 활동키트, 세이프티 리소스 허브 운영)

④ 시사점

- 모든 작업, 매일, WHS 위험을 사전에 관리하여 작업자를 보호할 수 있음
- 단순한 모범 사례가 아니라 WHS 법률에 따라 요구됨

⑤ 참고 자료 및 사이트

- <https://www.safeworkaustralia.gov.au/national-safe-work-month>

66) 프랑스, Collège d'expertise RPS 보고서 (심리사회적 위험, Risques Psychosociaux)

① 시행 주체

- 프랑스 노동부 요청으로 구성된 전문가 위원회

② 개요

- 목적: 직장 내 심리사회적 위험(RPS, Risques psychosociaux)의 과학적 정의와 측정 지표 마련
- 배경: 2000년대 후반 프랑스 내에서 직장 스트레스, 번아웃, 자살 사건 등 사회문제로 대두
- 의의: 프랑스 정부가 RPS를 공식적 정책 영역으로 규정하고, 예방·관리의 표준을 마련한 기초 연구

③ 세부내용

- Collège d'expertise RPS(2011) 기준 6대 요인
 - 1 과도한 직무요구
 - 2 자율성 부족
 - 3 사회적 지원 부족
 - 4 가치갈등
 - 5 고용 불안정
 - 6 괴롭힘, 차별
- 2020년대 추가 요인:
 - 디지털 노동 과부하, 원격근무 고립, 일 사생활 경계 모호, 비대면 커뮤니케이션 갈등

④ 관련 제도 및 지침

- Code du Travail(프랑스 노동법): 고용주의 정신 신체 건강 보호 의무
- DUERP: 위험평가 문서, RPS 항목 포함 권고
- INRS(프랑스 산업안전보건연구원), ANACT(근로환경개선청): 실무적 예방 도구·체크리스트 보급
- 연결차단권(Droit à la déconnexion): 디지털 노동시대 보호장치

⑤ 시사점

- 과학적 측정 기반 예방: 통계 조사기반 RPS 진단필요
- 산업안전디자인 통합: 물리적 안전과 심리사회적 안전 설계
- 팀 단위 회복력 강화: 집단적 회복력과 심리적 안전지대를 산업안전 매뉴얼에 반영, 원격근무·디지털 피로 대응 포함

⑥ 참고 자료 및 사이트

- Collège d'expertise sur le suivi des RPS au travail(2011),
- Rapport sur les risques psychosociaux
- INRS: <https://www.inrs.fr/>(2016, 2020) 예방 가이드, 진단도구
- Travail.gouv.fr(노동부): <https://travail-emploi.gouv.fr/>

자. 산업안전 유관 정의와 관련 개념 고찰

- 관련 선행 문헌 자료에 따르면 '안전'은 단순히 사고가 없는 상태를 넘어, 조직과 개인의 가치, 태도, 신념, 행동양식 등이 종합적으로 결집된 상태를 의미가 있음
- 특히 산업 현장에서는 위험을 예방하고 통제하기 위한 시스템적 접근과 문화적 요소가 결합된 포괄적인 개념으로 정의
 - '안전'은 단순히 위험이 없는 상태를 넘어, 조직 구성원 모두가 안전을 최우선 가치로 인식하고(의식), 이를 뒷받침하는 법과 제도(제도) 및 물리적 환경(인프라)이 갖추어진 상태라고 정의

1) 조직문화로서의 안전(안전문화)

① 개념

- 안전문화는 조직문화의 하위 개념으로, 1986년 체르노빌 원전 사고 이후 그 중요성이 부각 이는 조직 구성원들이 공유하는 안전에 대한 가치, 신념, 태도, 행동양식의 총체를 의미로 긍정적인 안전문화가 정착된 조직은 상호 신뢰 기반의 의사소통, 안전의 중요성에 대한 공유된 인식, 예방조치의 효과에 대한 확신 등의 특징

② 3대 구성요소

- 안전문화는 일반적으로 의식, 제도(규제), 인프라 세 가지 축으로 구성
- 의식: 안전제일의 가치관이 개인의 생활이나 조직 활동에 내재화된 상태 이는 안전을 최우선으로 고려하는 조직 구성원들의 믿음과 태도를 포함
- 제도(규제): 안전한 행동을 유도하고 인프라 구축을 이끄는 법, 제도, 절차, 관리 방식을 포함
- 인프라: 불안정한 상태를 제거한 시설물, 안전 장비, 도구 등 안전 활동을 가능하게 하는 물리적, 사회적 시스템을 의미

2) 법적 개념으로서의 안전

① 독일 산업안전보건법(Arbeitsschutzgesetz-ArbSchG)

- 독일의 법제에서는 안전(Sicherheit)을 '사고(Unfälle)로부터의 안전'으로, 보건(Gesundheitsschutz)을 '질병(Krankheit)으로부터의 보호'로 구분하여 정의 안전을 사고 예방의 관점에서 명확히 규정하고 있음

② 영국 산업안전보건법(Safety and Health at Work etc Act 1974)

- 안전은 사고 예방과 관련된 구체적 보호 조치를 의미하며, 보건은 작업장의 근로자들이 건강을 유지할 수 있도록 하는 예방적 관리 체계

③ 한국 산업안전보건법

- 산업안전보건법은 "산업안전·보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건을 유지·증진함"을 목적으로 함

- 안전을 재해 예방뿐만 아니라 쾌적한 작업환경 조성을 통한 근로자의 건강 증진까지 포함하는 넓은 개념

3) 안전관리(Safety Management)

① 위험성 평가 기반 접근

- 안전은 단순히 사고 발생 후 대응하는 것이 아니라, 사전에 위험 요소를 식별, 평가, 통제하는 체계적인 과정을 통해 달성
- 독일과 한국의 산업안전보건법제는 모두 사업주에게 위험성 평가(Gefährdungsbeurteilung, Hazard Assessment) 실시 의무를 부과
- 특히 독일의 '공동산업안전보건전략(GDA)'은 위험성 평가의 정착을 핵심 목표로 설정

4) 설계를 통한 안전(Design for Safety)

- 유럽의 안전 규제와 미국의 산업안전에 대한 학문적 연구[미국 국립직업안전위생연구소(NIOSH)-PtD(Prevention through Design, 설계를 통한 예방)]의 결합을 통해 도출
- 사고 예방을 위해 설계 단계부터 안전 요소를 내재화하는 접근 방식 이는 위험을 근본적으로 제거하거나 통제하는 가장 효과적인 방법으로, 시설 구조, 시스템, 작업 절차 설계 시 위험 요소를 체계적으로 관리

5) 권리이자 의무로서의 안전

① 정부, 사업주, 근로자의 책무

- 안전은 법적으로 보장되어야 할 권리이자 각 주체가 이행해야 할 의무 산업안전보건법은 정부, 사업주, 근로자 각자의 책무를 명시

② ILO의 기본 원칙

- 국제노동기구(ILO)는 2022년 "안전하고 건강한 작업환경"을 노동의 기본 원칙 및 권리(Fundamental Principles and Rights at Work)에 포함 안전이 모든 근로자에게 보장되어야 할 기본적인 인권이라는 국제적 합의

③ OSHA의 기본 원칙

- 미국의 산업안전보건청(OSHA)는 모든 작업장(민간 및 일부 공공 부문)에 대해 물리적·환경적 위험요소를 제거하거나 최소화하는 설계 기준 및 작업 절차, 훈련 방안을 권장하거나 규정하고 시설물 등 물리적 환경의 안전성 확보, 법적 기준 마련, 사용자 실태와 위험에 따른 맞춤형 기준 제시, 훈련·교육 통합 등이 포함

④ HSE의 기본 원칙

- 영국의 안전보건청(HSE)는 '작업, 장비, 작업공간을 사용자의 특성에 맞게 설계함으로써 인간 오류, 사고 및 건강 악화를 줄이는 것'으로 정의 설계 초기부터 인간공학(ergonomics) 원칙과

사용자 특성을 반영하여, 작업 접근 방식을 사용자의 신체적·정신적 특성에 맞추고, 실제 사용자(작업자, 유지보수자 등) 참여를 통해 실제 현장과의 적합성을 검증하는 것을 포함

⑤ 후생노동성의 기본 원칙

- 일본의 후생노동성은 근로자의 정신건강 보호를 위한 스트레스 체크 제도를 전면 시행하고, 예방-발견-복귀 지원을 아우르는 통합적 안전 디자인 패러다임을 구현하는 것

⑥ 중앙노동재해방지협회(JISHA)의 기본 원칙

- 일본의 중앙노동재해방지협회(JISHA)는 사고 예방 습관화를 유도하는 참여형 안전문화 캠페인으로 확장

차. 안전디자인 및 유사개념 조사 및 분석을 통한 산업분야에서의 안전디자인 트렌드 분석

1) 유형적 분류 및 분석

① 유형 1. 행동,의식 및 시각관리형

- 작업자의 행동과 주의를 유도하기 위해 색채, 픽토그램, 투사형 신호 등 시각적 장치를 활용하는 유형
- 직관적 인지와 무의식적 반응을 통해 사고를 예방하고, 반복적 행동의 습관화를 통한 평시의 안전성 확보

(1) Stand-Down 캠페인(추락방지 주간) [미국]

(2) Safe + Sound 캠페인 [미국]

(3) Zero-Accident 위험예지훈련 [일본]

(4) 안전색 픽토그램 통합 매뉴얼 [한국]

(5) 자율예방시스템 [영국]

(6) 건설현장 안전문화 가이드 [캐나다]

사례	정의	유형	전략	내용	효과 및 가치
일본 제로재해· 위험예지 훈련(KYT)	모든 재해는 예방 가능하다는 철학 하에, 포인팅 콜링 (Point and Calling)과 4라운드 (현상파악, 본질추구, 대책수립, 목표설정) 위험예지훈련을 결합한 참여형 안전문화 캠페인	행동유도 및 시각관리형 디자인	저비용의 행동 기반 훈련을 통해 사고 예방 습관을 형성하고 일상문화화	현장 그림 시나리오를 통해 위험요인을 식별하고 대책을 수립하며, 이를 일일 TBM(Toolbox Meeting)과 연계	저비용으로 사고 예방 습관화를 유도하며, 교육 모듈 이동이 용이하여 해외 사업장에도 확산 가능
한국 서울시 안전디자인 매뉴얼	근로자의 경험을 중심으로 제품, 시설, 공간을 디자인하여 피해를 최소화하거나 안전도를 높이는 통합적 관점의 변화를 반영한 지침	행동유도 및 시각관리형 디자인 / 물리적 시설 환경 디자인	직관적 인지와 무의식적 반응을 통해 사고를 예방하는 시각적 장치 활용	안전색 표준화 및 색각이상자 고려, 직관적이고 일관된 안전 픽토그램 디자인, 비상시 명확히 보이는 안내 체계 강화	사고 예방과 생산성 향상을 동시에 추구하며, 근로자의 경험을 중심으로 안전 디자인 개념을 변화시키는 시사점 제공
이탈리아 'Zero Deaths' 캠페인	근로자의 작업 중 사망을 제로로 만들고 안전 의식을 높이며 정부와 기업에 안전 조치 강화를 촉구하는 노동조합 주도의 캠페인	문화 및 행동 기반 디자인	시각적·체험적 메시지 전달을 통해 사회적 경각심을 조성하고 안전 제도 개선을 촉진	172개의 모의 관을 광장에 전시하여 롬바르디아 지역 사망자 수를 상징적으로 표현하고, 사망자 수 기록 표지판을 설치하여 예방의 중요성 강조	안전 관리를 단순 규제가 아닌 산업 문화의 확산으로 인식 변화시키고, 강력한 사회적 경각심을 조성

② 유형 2. Space Design & ITCP(Internal Traffic Control Plan)(공간 확보 및 동선분리 디자인)

- 보행자·차량·자재 이동 동선을 명확히 구분하고, “내부 동선계획(ITCP)”을 수립해 충돌·낙하·협착 사고를 예방하는 유형
- 물리적 차단시설과 운영 규칙을 결합하여 안전성 확보

(1) ITCP: 작업구역 내부에서 발생하는 차량-보행자 충돌, 협착, 시야 사각지대 사고를 줄이고자 만든 미국의 제도적 개념

(2) 스마트 디자인 통한 동선 분리 [미국]

(3) TMP 가이드라인 [뉴질랜드]

(4) 물류센터 동선분리 [독일]

사례	정의	유형	전략	내용	효과 및 가치
미국 공장 레이아웃 설계	보행자-차량 충돌, 자재 이동 사고, 응급상황 지연 문제를 해결하기 위해 레이아웃 재설계 전략을 제시	공간 확보 및 동선 분리 디자인 / 물리적 시설 환경 디자인	설계 초기부터 안전을 인프라의 핵심 요소로 고려하여 사고 예방과 생산 효율성을 동시에 높이는 기반 마련	보행자 통행로와 차량 이동로 분리 동선 설계, 자재 및 장비 적치 구역 정리, 시야 확보 및 표지판 체계적 배치, 응급설비 접근성 보장	레이아웃 설계가 단순 배치를 넘어 안전 인프라의 핵심 요소이며, 사고 예방과 생산 효율성을 동시에 높이는 기반이 됨
영국 작업장 교통 안전 가이드	사업장 내 차량 이동으로 인한 사고를 예방하기 위해 설계, 관리, 교육, 법규 준수에 대해 포괄적으로 다루는 지침	공간 확보 및 동선 분리 디자인	사람-차량-공간의 상호작용을 고려한 사전 예방 중심의 안전 설계(Preventive Design)	Safe Site(현장 설계), Safe Vehicle(차량 적합성), Safe Driver(운전자 교육)의 3가지 항목에 대한 실무 지침 제공 보행자/차량 동선 분리, 일방통행로 도입 등 현장 설계 관점 강조	교통 안전을 공간 배치 및 시설 디자인과 결합된 통합적 시스템으로 구축하며, 인간 중심 요인(운전자의 인지, 피로도)을 적극 반영

③ 유형 3. Design for Safety(설계 단계 안전성을 높이기 위한 디자인)

- 산업설비와 공간에 안전요소를 설계 단계부터 체계적으로 내재화하는 유형
- 위험의 제거·대체·공학적 통제를 설계 도면에 반영하고 유지보수 및 해체 과정까지 포함하는 전 생애주기형 안전관리 체계를 구현함 또한 기존에 형성된 산업공간에 대해서는 단계적 보완 설계안을 적용하여 안전성을 지속적으로 향상시키는 접근으로 확장

(1) Safe Design of Plant [호주]

(2) 위험성 평가 제도 [독일]

(3) 공동산업안전보건전략(GDA) [독일]

(4) 건설업 안전보건관리시스템 [일본]

(5) 제13차 노동재해방지계획(2018-22) [일본]

(6) 국제 가이드 산업 인체공학 지침

사례	정의	유형	전략	내용	효과 및 가치
미국 NIOSH (미국 국립산업안전 보건연구원) PtD (Prevention through Design) 프로그램	설계 단계에서부터 위험 요소를 제거하거나 최소화하는 개념으로, 건축·설비·공정 설계에 안전을 반영하는 전략	설계 단계적 안전성 향상 디자인(Design for Safety)	위험 요인 제거의 우선순위 결정 도구(Prevention Hierarchy)를 사용하여 단순 보호 중심에서 '설계로 예방'으로 패러다임 전환	설계자-발주자-시공사 간 협력 체계 구축, PtD 적용 평가 절차 및 인증 프로그램 운영	산업안전 디자인의 핵심 패러다임을 제공하며, 공공 건축 및 인프라 사업에도 적용 가능한 프레임워크를 제시
호주 설비 안전 설계 지침	기계 설비의 안전 설계를 의무화하여 제품의 전 생애주기(제조-해체) 동안 근로자와 사용자의 위험을 줄이는 체계	설계 단계적 안전성 향상 디자인(Design for Safety)	위험의 제거, 대체, 공학적 통제를 설계 도면에 반영하고 유지보수 및 해체 과정까지 포함하는 전 생애주기형 안전관리 체계 구현	설계 단계에서 위험 부위에 가드나 인터록 같은 방호 장치를 반영하며, 설계자가 안전 관련 정보 패키지를 제공하도록 규정	설계 단계에서 안전을 확보하면 장기적으로 유지보수 비용 절감과 작업자 안전 확보가 동시에 가능

④ 유형 4. Ergonomic Design

(작업환경 최적화를 통해 작업자의 스트레스도 저감, 안전성향상)

- 작업자의 신체적 한계와 환경적 조건을 고려하여 근골격계 부담·피로·열·소음 등 위험 요인을 사전에 차단하는 디자인 유형
- 인체공학적 작업대와 보조 장치, 적정 조도·온습도·환기 설계, 소음 관리 등을 통해 작업 스트레스와 재해 가능성을 줄이고, 장기적으로 안전성과 생산성을 함께 보장하는 근로환경을 조성

(1) Healthy Workplaces “Lighten the Load” | EU OSHA

(2) 고령근로자 산재예방 대응 | 일본

(3) 작업대·환경 최적화 인체공학 가이드 | 국제 가이드

(4) 근로자 맞춤 배치 및 교육디자인

사례	정의	유형	전략	내용	효과 및 가치
EU 근골격계 질환 예방 캠페인	작업 관련 근골격계 질환(MSD_Musculoskeletal Disorders) 예방 인식 제고 및 실무 도구를 보급하는 유럽 전역의 캠페인	인체공학적 디자인	인체공학적 설계를 통해 근로자의 신체적 부담을 줄이고 근골격계 질환 예방 및 생산성 향상을 목표로 함	작업대 높이 및 위치를 신체 조건에 맞추고, 조명, 환기, 소음 등 환경 요소를 최적화하며, 반복 작업 분산 및 보조 장치 도입	단순한 안전 차원을 넘어 근로자의 건강과 기업의 생산성을 함께 보장하는 핵심 전략으로 기능
일본 고령 근로자 산재예방 대응	고령 근로자의 산재 비중 증가에 대응하기 위해 체력 및 건강 기반 맞춤 배치와 근무 환경 개선, 맞춤형 교육을 추진	인체공학적 디자인 / 문화 및 행동 기반 디자인	고령 근로자의 특성을 반영하여 건강 및 체력 기반 맞춤 배치와 시각적 교육디자인을 결합	건강진단서 및 체력 측정 등을 활용하여 작업 적합성을 평가하고, 휴식 공간 제공, 스트레칭 장소 마련 등 체력 저하를 보완 시각 자료를 활용한 맞춤형 안전보건 교육 실시	산업 안전을 세대별 특성 맞춤형 디자인 체계로 진화시키며, 작업자의 신체적, 인지적 한계를 고려한 예방 대책을 마련

⑤ 유형. 5 Smart & Digital Safety(스마트 및 디지털 기술을 활용하여 안전성을 높이는 디자인)

- IoT 센서, AI, 디지털 트윈 기술을 활용해 실시간 위험 감지·예측·대응을 가능하게 하는 유형
- 데이터를 기반으로 한 스마트 모니터링과 시뮬레이션을 통해 사고 징후를 사전에 차단하고, 현장의 안전성을 혁신적으로 강화

(1) 재난안전산업 종합계획(스마트 안전환경 시범사업) [대구광역시]

(2) 산업단지 스마트 대응전략 [송실대 산학협력단]

(3) HSE(Health and Safety Executive) 10개년 전략 [영국]

(4) 노르웨이, 근로감독 및 예방서비스 [노르웨이]

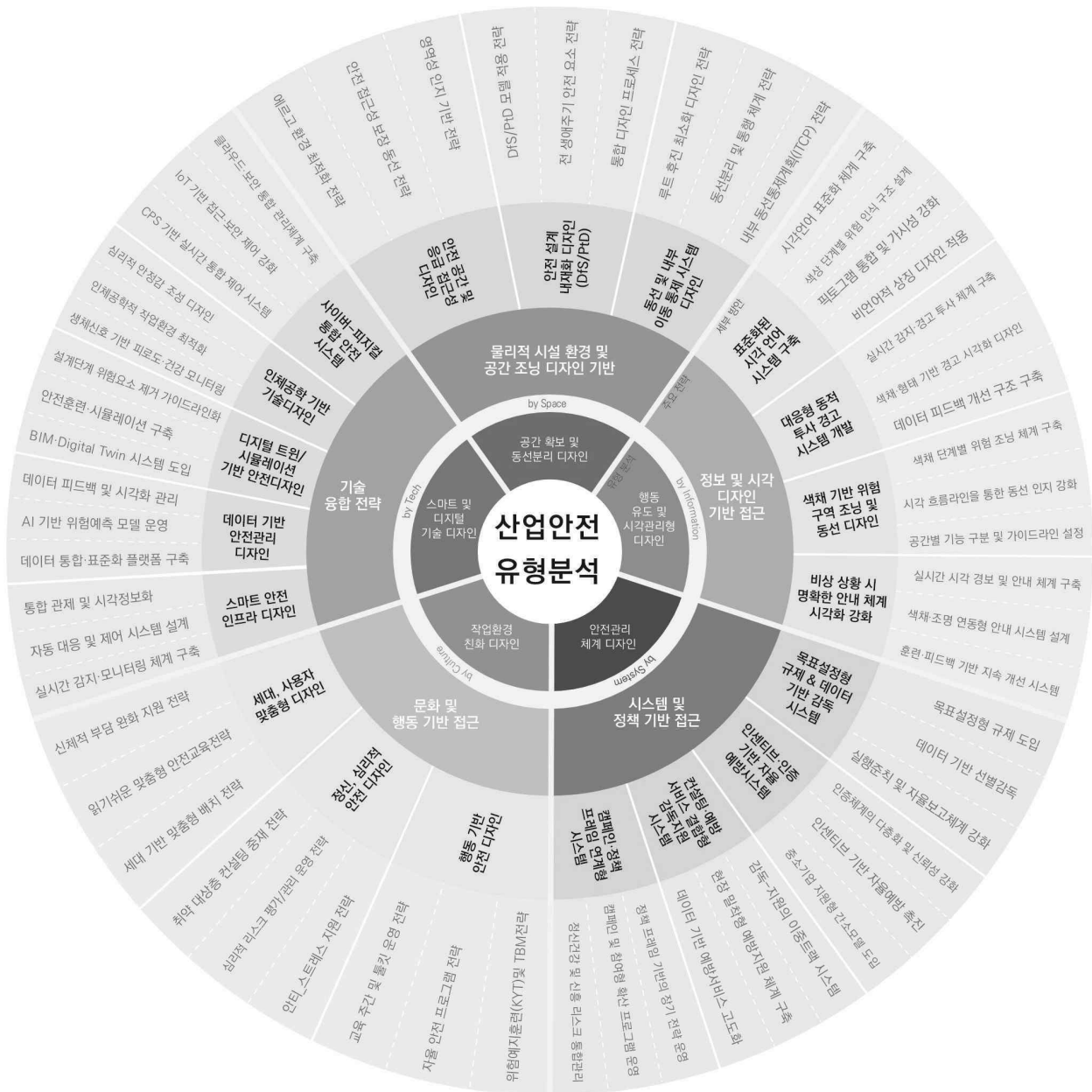
(5) 자율 안전보건 프로그램 [미국]

(6) 안전보건 성취 인정 프로그램 [미국]

(7) Site-Specific Targeting 감독 [미국]

사례	정의	유형	전략	내용	효과 및 가치
영국 AI 기반 작업현장 안전 디자인	AI 기반 시스템을 통해 작업장 안전을 새롭게 정의하고, HSE(Health and Safety Executive) 규정 준수를 지원하는 혁신적인 실용적 솔루션	스마트 및 디지털 안전 디자인	센서와 디지털 트윈 기술을 활용해 실시간 위험 감지, 예측, 대응을 가능하게 함	동적 시각적 안전(투사형 경고 기호), 보행자/차량 감지 후 경고를 활성화하는 자동 표지판(자동화 강화 보호)	AI 기반 산업 안전의 혁신적이고 실용적인 솔루션을 제공하며, 재도장 비용 절감 및 유지관리로 인한 가동 중단 시간(운영 연속성)을 없앴
미국 작업장 특정 기획 감독 (SST- Site-Specific Targeting)	근로자 수 20인 이상 비건설업 작업장을 대상으로, 사업주가 제출한 산업재해 정보(Form 300A)를 활용하여 재해율이 높은 사업장을 우선적으로 감독하는 계획	시스템 및 정책 기반 접근 / 스마트 및 디지털 안전 디자인	데이터에 기반하여 고위험 사업장을 과학적으로 선별하고 집중적으로 감독하는 체계	DART 비율(Days Away, Restricted or Transferred Rate) 등 재해율이 높은 사업장을 선정 기준으로 삼아 전반적인 안전 및 보건을 포괄적으로 점검	한정된 감독 자원을 효율적으로 활용하는 방안이며, 데이터 기반의 과학적 선별을 통해 예방 효과를 극대화

국내외 문헌 조사에 따른 디자인 아이템 전략 프레임워크



[사업아전의 다양한 유형 분석]

2) 산업안전디자인의 분석 종합 정리: 전체 정의, 동향, 통합적인 방향성

① 산업안전디자인 유관 선행문헌을 통한 주요 동향

- 국내외 사례들을 종합할 때, 산업안전 디자인은 다섯 가지 핵심 동향을 중심으로 발전

(1) 위험 범위의 확장과 통합적 안전 패러다임

- 정신건강 및 심리사회적 위험 포괄: 산업재해의 범위를 신체적 재해를 넘어 정신건강(스트레스, 자살 위험, 심리적 안정감)까지 확장 일본의 스트레스 체크 제도, 프랑스의 심리사회적 위험(RPS)에 대한 연구 및 관리, EU의 원격근무자 MSD 예방 시 심리적 건강 보호 강조 등
- 환경 및 지속가능성 연계: 미래 위험 요인으로 기후 변화(열질환 예방 캠페인)와 함께 환경 문제(탄소 순배출 제로 목표)를 포함하여, 안전이 지속가능한 발전(ESG)과 산업단지의 친환경 스마트 전환에 필수적인 요소로 통합되고 있음

(2) 사전 예방 중심의 설계 내재화(DfS/PtD)

- 설계 단계의 법적 책임 강화: 사고 원인의 다수가 시공이 아닌 설계 단계에서 고려되지 않은 위험요인에서 비롯된다는 점에 착안하여, 미국 NIOSH PtD 및 호주, 홍콩의 DfS 전략처럼 설계자에게 현장 안전에 직접적인 영향을 미치는 위험 관리 책임을 부여하고 있음
- 전 생애주기 관리: 설비나 시설 설계 시 위험 제거/대체/공학적 통제 방안을 반영하여 유지보수 및 해체 과정까지 안전 요소를 체계적으로 내재화

(3) 기술(AI/ICT) 융합 및 데이터 기반 관리

- 실시간 지능형 안전 관리: AI, 챗봇, 센서 기술을 활용하여 기존의 수작업 점검 한계를 극복하고 실시간 지능형 안전 관리 체계를 구축 영국 BearTOOLS의 동적 시각적 안전 및 한국 행정안전부의 AI 기술 개발 사례가 이에 해당
- 과학적 감독 자원 집중: 미국 SST와 노르웨이의 머신러닝 기반 위험 그룹 예측 시스템처럼, 사업장이 제출한 데이터를 기반으로 고위험 사업장을 선별하여 감독 및 예방 자원을 효율적으로 집중

(4) 기업 자율성 강화 및 맞춤형 시스템 제공

- 목표설정형 규제 모델: 영국 및 독일 등 유럽의 선진국들은 명령·통제형 규제에서 벗어나, 달성해야 할 목표는 규정하되 달성 방법은 기업이 자율적으로 선택하도록 하는 목표설정형 모델을 채택
- 중소기업 특화 지원: 중소기업의 현실을 고려하여 운영 부담을 줄인 간소화된 시스템(예: 일본 Compact COHSMS, 미국 SHARP의 무료 컨설팅)을 보급하여 안전 관리 격차를 해소하고 자율 예방 시스템의 저변을 확대

(5) 인간 중심 요인 반영 및 세대별 디자인

- 사용자 특성 반영: 작업 장비, 작업 공간을 사용자의 특성(신체적, 정신적)에 맞게 설계하여

인간 오류와 건강 악화를 저감(HSE 원칙)

- 다양한 사용자 고려: 일본 JIS Z 9103:2018 규격과 서울시 매뉴얼처럼, 색각 이상자와 고령자도 인지하기 쉬운 안전색 및 표지 기준을 제시하고, 고령 근로자의 건강·체력 기반 맞춤 배치를 통해 산업 안전을 세대별 특성 맞춤형 디자인 체계로 진화시키고 있음

② 산업안전디자인의 확장 방향성

- 산업안전 디자인은 단순히 사고가 없는 상태를 넘어, 위험을 예방하고 통제하기 위한 시스템적 접근과 문화적 요소가 결합된 포괄적인 개념인 '안전'을 구현하기 위한 모든 디자인 행위를 의미
- 이는 전통적인 이분법적 관점에서 벗어나 전주기적 관점으로 변화하여, 근로자의 경험을 중심으로 제품, 시설, 공간을 디자인함으로써 피해를 최소화하거나 안전도를 높이는 것을 목표로 함 핵심은 설계 단계부터 안전 요소를 내재화하는 접근 방식(Design for Safety, DfS)을 통해 위험을 근본적으로 제거하거나 통제하는 데 있음

카. 산업안전 유관 정의와 관련 개념 소결

1) 3대 구성요소

① 근로자(Human Factors)

- 안전제일의 가치관이 개인의 행태나 조직 활동에 내재화된 상태
- 근로자들의 근로 행태 포함

② 시스템/제도(System Factors)

- 안전한 행동을 유도하고 인프라 구축을 이끄는 법, 제도, 절차, 관리 방식을 포함

③ 인프라(Infra Factors)

- 불안정한 상태를 제거한 시설물, 안전 장비, 도구 등 안전 활동을 가능하게 하는 물리적, 공간적, 시설적 요소를 의미

2) 산업안전 3대 요소별 디자인 접근 모델(Safety by Design)

- H.W.Heinrich의 저서 『Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach』(1931)에 따르면, 산업재해의 발생 원인은 다음과 같은 비율로 나타남
 - 안전하지 않은 행위(Unsafe acts): 88%
 - 환경적 요인: 10%
 - 불가항력: 2%
- 시사점: 재해의 대다수(88%)가 인간의 행위에서 비롯되므로, 인적 요인을 관리하기 위한 다각도의 디자인적 접근이 필수적임
- 산업안전의 효율적 관리를 위해 인프라에서 시스템을 거쳐 근로자로 이어지는 단계적 디자인 전략이 필요함

구분	인프라 (Infra Factors)	시스템 (System Factors)	근로자 (Human Factors)
핵심 가치	Safety by Hardware Design	Safety by Software Design	Safety by Humanware Design
세부 요소	안전 공간, 매체, 시설, 도구, 정보 매체	안전 관리, 프로그램, 법, 제도, 운영, 방식	안전 가치, 행동, 의식, 행태, 문화
특징	물리적 환경의 안전성 확보	운영 체계 및 제도적 기틀 마련	작업자 중심의 행태 및 문화 정착

3) 소결

① 안전을 두 가지 관점에서 정의하고, 국내외 66건의 문헌·제도 자료로 분석 토대를 마련

- 공공디자인 관점에서는 안전을 "사고예방을 넘어선 심리적 안심과 생활환경 전반의 설계 문제"로, 산업안전보건법 관점에서는 "위험요인 관리와 쾌적한 작업환경 조성"(산안법 제1·38조, 중대재해처벌법)으로 정의. 안전(사고, 제38조)과 보건(질병, 제39조)은 법적으로 별도 축으로 구분됨

② 미·영·독·일 4개국의 재해 분류기준과 거버넌스 구조를 비교해 제도 설계의 패턴을 도출

- 4개국 모두 "휴업기간"을 핵심 분류축으로 삼되, 일본은 사고와 질병을 통합 집계하고 독일은 사망 인정기간을 30일 이내로 엄격히 적용하는 등 세부 기준에 차이. 거버넌스는 미국(기능분리형: OSHA·NIOSH·CSB), 영국(목표설정형: HSE 단일기관), 일본(수직감독형: 후생노동성-노동국-감독서), 독일(이원공동전략형: 국가기관+산재보험조합)으로 각기 다른 방식을 적용

③ 66건 해외 정책·캠페인 사례를 분석해 안전관리의 5가지 흐름을 확인

- ①신체적 사고에서 정신건강·기후변화까지 안전 범위 확장(일본 스트레스체크, 프랑스 RPS) ②사고 대응보다 설계단계 예방 강화(미국 PtD, 호주·홍콩 DfS) ③AI·데이터 기반 위험사업장 선별(영국 BearTOOLS, 노르웨이 머신러닝) ④기업 자율성+중소기업 맞춤지원(일본 Compact COHSMS, 미국 SHARP) ⑤사용자 특성 맞춤 디자인(일본 JIS Z9103, 서울시 매뉴얼)

④ 안전디자인 5대 유형과 안전문화 3요소라는 두 개의 분석틀을 확립

- 안전디자인을 행동·시각관리형/공간설계형/Design for Safety/인체공학형/스마트·디지털형 5가지로 유형화하고, 안전문화는 의식(가치관)·제도(법규)·인프라(시설) 3요소로 구성됨을 정리

⑤ 결론

- 안전문화 3요소가 "근로자·시스템·인프라" 3대 구성요소로 재정립되고, Heinrich(1931) 통계(불안전행위 88%·환경요인 10%·불가항력 2%)를 근거로 인프라→시스템→근로자 순으로 디자인을 단계적으로 적용해야 함

제2장 국내 산업현장 분석

가. 산업사고 사례 분석

- 국가통계포털(KOSIS)에서 제공하는 산업재해현황에서 분류한 발생형태별 25개의 사고 유형을 기반으로 산업안전포털(KOSHA)의 사고사례를 분석하여 사고의 유형에 대한 내용을 도출

1) 산업사고 사례 분석기초 자료

- (1) ILO(국제노동기구)의 제10차 ICLS
- (2) KOSHA GUIDE(A-G-8-2025)
- (3) 산업안전포털 사이트 내 사고사례

2) 산업사고 사례 분석기초 자료 내용 분석

① ILO(국제노동기구)의 제10차 ICLS

(1) 개요 및 배경

- 산업재해 통계의 국제적 비교성을 확보하기 위해 ILO는 1962년 제10차 국제노동통계조사관회의(ICLS)를 통해 ‘업무상 부상 통계에 관한 결의(Resolution concerning statistics of employment injuries)’를 채택
- 사고의 원인 규명과 예방 대책 수립을 위해 재해를 다각도에서 분석하는 4대 분류 축을 제시

(2) 분류 체계의 도출 원칙

- ILO는 사고를 단순한 ‘현상’이 아닌 ‘정보의 결합’으로 파악

구분	내용
인과관계의 명확화	사고가 발생한 경로(어떻게)와 사고를 유발한 물체(무엇이)를 분리하여 기록
예방 중심의 데이터화	상해의 결과(골절 등)뿐만 아니라, 사고 직전의 상황을 분류함으로써 유사 재해 재발 방지에 중점
표준화된 코드 체계	국가 간 통계 비교가 가능하도록 범용적인 용어와 체계를 설계

(3) 분류 체계의 도출 원칙

(가) 사고의 유형(Type of Accident)

- 사고가 발생한 물리적 방식(메커니즘)을 분류
- 주요 항목
 - 사람의 떨어짐/넘어짐, 물체의 떨어짐/맞음, 물체 사이의 끼임, 무리한 동작, 극한 온도 노출, 감전, 유해 물질 접촉 등

(나) 기인물(Agency)

- 사고와 가장 밀접한 관련이 있는 물체, 장치 혹은 환경적 요인
- 주요 항목
 - 기계류, 운송 및 이송 장치, 장비 및 도구, 가설 구조물, 작업 환경(지표면, 지하 등) 등

(다) 상해의 성질(Nature of Injury)

- 재해로 인한 의학적 결과를 분류
- 주요 항목
 - 골절, 탈구, 염좌, 절단, 타박상, 화상, 중독 등

(라) 상해 부위(Bodily Location)

- 상해를 입은 신체의 부위를 지정
- 주요 항목
 - 머리, 목, 몸통, 상지(팔, 손), 하지(다리, 발) 등

(4) 사고 유형(Type of Accident)의 분류

구분	내용
Falls of persons	중력에 의해 사람이 이동하는 사고
Struck by objects	움직이는 물체와 사람의 접촉
Confinement/Trapped	공간이나 기계 사이에 신체가 고립
Overexertion	신체 능력을 초과하는 물리적 힘 사용
Environmental Exposure	온도, 전기, 화학적 요인에 노출

(5) 시사점 및 결론

- ILO 제10차 ICLS의 산재 분류 체계는 ‘누가, 어디서, 무엇 때문에, 어떻게 다쳤는가’라는 4가지 질문에 답할 수 있도록 설계

② KOSHA GUIDE(A-G-8-2025)

(1) 개요 및 배경

- 본 지침은 산업현장에서 발생하는 재해의 발생 형태와 원인을 객관적이고 표준화된 기준으로 분류하기 위해 제정
- 단순한 사고 기록을 넘어, 재해의 근본 원인을 과학적으로 규명하고 이를 데이터화함으로써 동종 및 유사 재해를 예방

(2) 재해 발생의 논리적 구조 분석(Mechanism)

- 산업사고의 유형은 단순히 결과론적인 현상이 아니라, ‘에너지의 부적절한 전달’과 ‘사람-기인물 간의 상호작용’ 방식에 따라 도출

구분	내용
기인물(Agency)	사고의 직접적인 원인이 된 기계, 장치, 환경
발생 형태(Occurrence Form)	기인물과 피해자가 접촉하거나 에너지가 전달된 방식
인과관계	[기인물] → [접촉/전달 방식] → [재해 형태]의 흐름으로 정의

(3) 주요 산업재해 발생 형태별 분류

(가) 역학적 에너지 전달에 의한 재해

구분	내용
떨어짐	사람이 높은 곳에서 중력에 의해 낮은 곳으로 추락한 경우
넘어짐	사람이 평면상에서 미끄러지거나 걸려 넘어진 경우
끼임	기계의 회전체나 가동부 등 물리적인 틈새에 신체 부위가 고립된 경우
맞음	날아오는 물체나 떨어지는 물체(낙하물)에 사람이 타격당한 경우
부딪힘	사람이 정지해 있거나 움직이는 물체에 직접 가서 부딪힌 경우
깔림·뒤집힘	기대어 있던 물체가 무너지거나 차량계 건설기계 등이 전도되어 사람이 깔린 경우

(나) 화학·열·전기적 에너지에 의한 재해

구분	내용
폭발·발열	물질의 화학적·물리적 변화가 급격히 진행되어 열 폭음 폭발압이 동반된 경우
화재	가연물에 점화원이 가해져 비의도적으로 불이 일어난 경우
감전	인체에 전류가 흘러 조직의 손상이나 심실세동을 일으킨 경우
화학물질 누출/노출	유해·위험 물질에 흡입, 섭취, 피부 접촉 등으로 독성 반응이 나타난 경우

(다) 기타 작업 환경적 요인

구분	내용
이상온도 접촉	고온 또는 저온의 물체·환경에 노출되어 화상이나 동상을 입은 경우
무리한 동작	무거운 물체를 들거나 반복적인 동작으로 인해 근골격계에 무리가 간 경우 (신체반동 등)

(4) 재해 유형 분석의 단계(Process)

(가) 1단계: 사고 사실 확인 및 기초 자료 수집(Information Gathering)

- 가장 먼저 사고의 '현상'을 객관적으로 재구성
- 6하원칙 적용
 - 누가, 어디서, 언제, 무엇을 하다가, 어떤 사고를 왜 당했는가?
- 상해 부위 및 상태 확인
 - 골절, 자창, 화상 등 신체적 결과를 확인하여 에너지의 종류를 추정
- 증거 수집
 - CCTV, 현장 사진, 작업 계획서, 목격자 진술 등을 통해 사고 직전의 상황을 복기

(나) 2단계: 기인물(Agency)의 특정

- 재해를 유발한 근원이 되는 물질적 기초를 결정
- 정의
 - 피해자에게 직접적으로 에너지를 전달하거나 피해를 가한 기계, 장치, 구조물, 환경 등
- 결정 기준
 - 사고 당시 피해자가 다루고 있었거나, 직접적인 타격을 준 물체를 선택

(다) 3단계: 발생 형태(Occurrence Form)의 결정

- 기인물과 피해자가 어떤 방식으로 접촉했는지를 분석하여 유형을 도출
- 에너지 전달 방식 분석
 - 사고 발생 시 운동, 열, 화학, 전기, 방사선 등의 산업재해를 일으킬 수 있는 에너지가 어떻게 전달되었는가에 따라 분류

(라) 4단계: 직접 원인(Immediate Causes) 분석

- 재해 유형이 결정되면, 그 현상을 일으킨 직접적인 결함을 두 가지 측면에서 분석
- 불안정한 상태(Unsafe Condition)
 - 물적 결함(예: 안전난간 미설치, 기계 방호장치 작동 불량, 작업장 조명 부족)
- 불안정한 행동(Unsafe Act)
 - 인적 오류(예: 보호구 미착용, 기계 운전 중 점검, 규정 속도 위반)

(마) 5단계: 근본 원인(Root Cause) 심층 분석

- 직접 원인을 유발한 관리적·조직적 요인을 파악
- 관리 체계
 - 안전보건 교육의 부재, 위험성 평가 미실시, 작업 절차서(Standard Operating Procedure)의 부적절성
- 환경적 요인
 - 무리한 공기 단축, 인력 부족으로 인한 피로 누적 등

(바) 6단계: 분석 결과 확정 및 데이터 코딩(Final Coding)

- 분석된 내용을 바탕으로 KOSHA GUIDE(A-G-8-2025) 표준 코드 체계에 맞춰 분류를 확정

3) 산업사고 사례 분석

① 산업사고 분석 데이터 추출

(1) 산업안전포털 내 사고사례 분석

- 산업사고의 세부적인 내용의 분석을 위한 산업안전포털(KOSHA)에서 제공하는 재해사례 중 사고사례를 업종별 분류(제조업, 건설업, 조선업, 서비스업)의 세부 데이터 3,487개의 사례를 기반으로 분석
- 3,487개의 데이터는 2025년 12월 23일을 기준으로 산업안전포털 내 2004~2025년 사고사례 전체를 인터넷 크롤링을 통해 수집한 후, 사고사례 1건에 대표 사고유형 1개를 매칭하는 '사건 기반' 방식으로 업종별 분류를 진행하여 건설업(1,927개), 제조업(870개), 조선업(373개), 서비스업(317개) 순으로 도합 3,487개의 사고 유형별 빈도수를 추출

이 누리집은 대한민국 공식 전자정부 누리집입니다.

로그인

누리집 안내서도

화면크기 100%

language

산업안전포털

사업신청·조회 산재예방 정보 안전보건교육 KRAS(위험성평가) 고객센터 🔍 통합검색

산재예방 정보

법령/규정

가이드

안전보건 자료실

재해사례

• 재해사례집

• 사고사례

• 업무상 질병사례

산업재채원형(보상통계)

산업재채원형(조사통계)

연구보고서 및 연구자료

국외정보 소개

화학물질정보

🏠 홈 > 산재예방 정보 > 재해사례

사고사례

업종별

지역별

공공기관

중대산업사고

제조업

건설업

조선업

서비스업

검색

전체

검색

총 1,405건

No	제목	첨부	작성자	등록일	조회수
1,405	벌목 작업 중 맞음 사고 발생		관리자	2025-11-24	1,140
1,404	산업용 로봇과 설비 사이에 끼임		관리자	2025-11-24	1,109
1,403	탱크 컨테이너 세척 작업 중 중독		관리자	2025-11-20	859
1,402	설비에 코일 장착 작업 중 코일에 깔림		관리자	2025-11-20	413
1,401	윤기 충전 작업 중 화학물질에 노출		관리자	2025-10-28	1,726
1,400	정소차 제동이 되지 않아 벽에 충돌		관리자	2025-10-28	798
1,399	코일 운반 작업 중 코일 사이에 끼임		관리자	2025-10-28	697
1,398	CNC 선반 가공 작업 중 맞음		관리자	2025-10-12	1,559
1,397	파이프 제고 파막 작업 중 끼임		관리자	2025-10-12	1,284
1,396	선반 가공 작업 중 말뚝		관리자	2025-10-12	816

<<

<

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

>

>>

안전보건
자료실

미디어
현장배움

개발소개

댓글

고용노동부
근로복지공단
안전보건공단

(44429) 울산광역시 중구 중가로 400 성연동
로그인 등 시스템 이용 문의 (평일 09시~18시)
국번없이 1666-2216
안전보건공단 사업업무 문의 (평일 09시~18시)
고객민원센터 1644-4544 / 052-703-0500

개인정보처리방침 영상정보처리기기 운영 및 관리방침 이메일 주소 무단수집 거부 저작권 정책

© 2025 Ministry of Employment and Labor, Korea Occupational Safety and Health Agency All rights reserved.

원격지원 >

이 누리집은 고용노동부 산하기관 누리집입니다.

산업안전포털 사고사례 홈페이지(2025년 12월 23일 기준)

② 업종별 산업사고 데이터 분석

(1) 건설업 사고 유형 분석

(가) 사고 유형별 빈도 분석

순위	사고유형	사고건수(건)	비율(%)
1	떨어짐(추락)	918	47.64
2	무너짐(붕괴)	197	10.22
3	물체에 맞음(낙하물 등)	146	7.58
4	넘어짐(슬립·트립)	136	7.06
5	끼임(협착)	125	6.49
6	감전	106	5.50
7	부딪힘(충돌)	75	3.89
8	분류불능	51	2.65
9	절단·베임·찢림	37	1.92
10	깔림·뒤집힘(전도 포함)	37	1.92
11	빠짐·익사(개수부·수변)	30	1.56
12	폭발·발열	24	1.25
13	화재	14	0.73
14	기타	14	0.73
15	산소결핍	8	0.42
16	이상온도 물체 접촉	4	0.21
17	광산사고(지하사고)	3	0.16
18	사업장 외 교통사고	2	0.10
19~25	불균형·무리한 동작·화학물질 누출·접촉·사업장 내 교통사고·업무상질병·체육행사·폭력행위·동물상해 등	0	0.00

(나) 사고 유형별 발생 특성 분석

- 떨어짐(추락) - 전체 1,927건 중 918건(47.64%)으로 25개 사고유형 중 1위
 - 고소작업, 비계, 개구부, 작업발판 등 추락 위험요소가 구조적으로 상존함을 시사
- 무너짐(붕괴) - 전체 1,927건 중 197건(10.22%)으로 2위
 - 거푸집, 동바리, 토사 붕괴 등 구조적 안전 확보 미흡과 직접 연관
- 물체에 맞음(낙하물 등) - 전체 1,927건 중 146건(7.58%)으로 3위
 - 상부 작업물·자재·공구 낙하 등 상·하부 작업 분리 미흡 환경에서 반복 발생
- 넘어짐(슬립·트립) - 전체 1,927건 중 136건(7.06%)으로 4위
 - 이동 동선, 바닥 상태, 작업 공간 정리 미흡 등 작업환경 관리 부족과 관련
- 끼임(협착) - 전체 1,927건 중 125건(6.49%)으로 5위
 - 건설기계, 고소작업대, 구조물 사이 등에서 작업자-장비 간 협착 반복 발생 시사
- 기타 사고유형(각 1~6% 내외)
 - 감전(106건, 5.50%), 부딪힘·충돌(75건, 3.89%), 분류불능(51건, 2.65%), 절단·베임·찢림(37건, 1.92%), 깔림·뒤집힘(37건, 1.92%), 빠짐·익사(30건, 1.56%), 폭발·발열(24건, 1.25%) 등
 - 발생 빈도는 낮으나 중대재해로 이어질 가능성이 있어 관리 필요
- 사례 확인이 없거나 극히 미미한 유형
 - 불균형·무리한 동작, 화학물질 누출·접촉, 사업장 내 교통사고, 업무상 질병, 체육행사 사고, 폭력행위, 동물상해 등
 - 건설업 사례 분석에서 발생이 확인되지 않거나 매우 낮은 수준

(2) 제조업 사고 유형 분석

(가) 사고 유형별 빈도 분석

순위	사고유형	사고건수(건)	비율(%)
1	끼임(협착)	276	31.72
2	떨어짐(추락)	141	16.21
3	폭발·발열	86	9.89
4	넘어짐(슬립·트립)	68	7.82
5	감전	63	7.24
6	부딪힘(충돌)	51	5.86
7	물체에 맞음(낙하물 등)	44	5.06
8	화재	32	3.68
9	갈림·뒤집힘(전도 포함)	26	2.99
10	절단·베임·찢림	21	2.41
11	무너짐(붕괴)	17	1.95
12	이상온도 물체 접촉	14	1.61
13	산소결핍	14	1.61
14	분류불능	8	0.92
15	기타	4	0.46
16	빠짐·익사(개구부·수변)	3	0.34
17	광산사고(지하·저조도)	1	0.11
18	화학물질 누출·접촉	1	0.11
19~25	불균형·무리한 동작·사업장 내·외 교통사고·업무상질병·체육행사·폭력행위·동물상해 등	0	0.00

(나) 사고 유형별 발생 특성 분석

- 끼임(협착) - 전체 870건 중 276건(31.72%)으로 25개 사고유형 중 1위
 - 프레스, 컨베이어, 회전체 등 기계 설비 중심 작업환경에서 작업자-설비 간 협착 위험이 구조적으로 반복됨을 시사
- 떨어짐(추락) - 전체 870건 중 141건(16.21%)으로 2위
 - 고소작업대, 사다리, 개구부 등에서의 추락 위험이 제조업 현장에서도 상당한 비중을 차지함을 확인
- 폭발·발열 - 전체 870건 중 86건(9.89%)으로 3위
 - 고온 설비, 화학 공정, 가스·증기 취급 공정에서의 폭발·화상 위험이 주요 요인으로 작용
- 넘어짐(슬립·트립) - 전체 870건 중 68건(7.82%)으로 4위
 - 작업장 바닥 상태, 자재 적치, 이동 통로 관리 미흡 등 작업장 관리 요인과 관련된 사고가 일정 비율로 발생
- 감전 - 전체 870건 중 63건(7.24%)으로 5위
 - 전기 설비·배선 노출, 절연 미흡 등 전기 안전관리 취약점과 연관
- 기타 사고유형(각 1~6% 내외)
 - 부딪힘·충돌(51건, 5.86%), 물체에 맞음(44건, 5.06%), 화재(32건, 3.68%), 깔림·뒤집힘(26건, 2.99%), 절단·베임·찢림(21건, 2.41%), 무너짐(17건, 1.95%) 등
 - 발생 빈도는 낮으나 중대재해로 이어질 가능성이 있어 관리 필요
- 사례 확인이 없거나 극히 미미한 유형
 - 불균형·무리한 동작, 사업장 내·외 교통사고, 업무상 질병, 체육행사 사고, 폭력행위, 동물상해 등
 - 제조업 사고사례 분석에서 사건 단위 발생 빈도가 없거나 매우 낮은 수준

(3) 조선업 사고 유형 분석

(가) 사고 유형별 빈도 분석

순위	사고유형	사고건수(건)	비율(%)
1	떨어짐(추락)	100	26.81
2	끼임(협착)	77	20.64
3	부딪힘(충돌)	40	10.72
4	넘어짐(슬립·트립)	30	8.04
5	화재	18	4.83
6	폭발·발열	17	4.56
7	절단·베임·찢림	14	3.75
8	물체에 맞음(낙하물 등)	13	3.49
9	산소결핍	13	3.49
10	분류불능	12	3.22
11	깔림·뒤집힘(전도 포함)	8	2.14
12	빠짐·익사(개구부·수변)	8	2.14
13	무너짐(붕괴)	7	1.88
14	감전	6	1.61
15	기타	6	1.61
16	이상온도 물체 접촉	4	1.07
17~25	광산사고·불균형·무리한 동작·화학물질 누출·접촉·사업장 내·외 교통사고·업무상질병·체육행사·폭력행위·동물상해 등	0	0.00

(나) 사고 유형별 발생 특성 분석

- **떨어짐(추락)** - 전체 373건 중 100건(26.81%)으로 25개 사고유형 중 1위
 - 선체 내부, 블록 상부, 고소 작업 공간 등 조선업 특유의 입체적·대형 구조물 작업환경에서 추락 위험이 핵심 문제로 나타남
- **끼임(협착)** - 전체 373건 중 77건(20.64%)으로 2위
 - 대형 블록, 설비, 이동 장비 사이에서 협착 사고 비중이 높음을 확인
- **부딪힘(충돌)** - 전체 373건 중 40건(10.72%)으로 3위
- **넘어짐(슬립·트립)** - 전체 373건 중 30건(8.04%)으로 4위
 - 협소한 작업 공간, 복잡한 동선, 미끄러운 바닥 등 작업환경 요인이 사고 발생에 영향을 미침
- **화재** - 전체 373건 중 18건(4.83%), **폭발·발열** - 전체 373건 중 17건(4.56%)
 - 발생 비율은 낮으나 용접·용단·가스 작업이 많은 특성상 중대 사고로 이어질 위험성이 높은 유형으로 확인
- **산소결핍·분류불능·기타** - 전체 373건 중 18건(4.83%)
 - 산소결핍13건(3.49%), 분류불능12건(3.22%), 기타6건(1.61%)으로 확인되어, 밀폐구역 작업(탱크·이중저 등) 및 세부 원인 분류 체계 보완이 필요함을 시사
- **기타 사고유형(각 1~4% 내외 분포)**
 - 절단·베임·찢림, 낙하물, 깔림·뒤집힘, 익사 등
 - 조선업 작업 공정 전반에서 산발적으로 발생하는 것으로 나타남
- **사건 단위 발생 빈도 확인되지 않은 유형**
 - 광산사고, 불균형 및 무리한 동작, 업무상 질병 등
 - 조선업 사고사례 분석에서 발생 사례가 확인되지 않음

(4) 서비스업 사고 유형 분석

(가) 사고 유형별 빈도 분석

순위	사고유형	사고건수(건)	비율(%)
1	분류불능	209	65.93
2	넘어짐(슬립·트립)	64	20.19
3	부딪힘(충돌)	43	13.57
4	업무상질병(환경노출 기반)	1	0.32
14~25	기타 사고유형	0	0.0

(나) 사고 유형별 발생 특성 분석

- **분류불능** - 전체 317건 중 209건(65.93%)으로 1위(최고 비중)
 - 사고사례 텍스트에서 사고 원인·상황에 대한 구체적 기술이 부족하거나, 기존 25개 사고유형 분류체계로 명확히 귀속하기 어려운 사례가 다수 포함됨을 의미
- **넘어짐(슬립·트립)** - 전체 317건 중 64건(20.19%)으로 2위
 - 매장, 사무공간, 복도, 계단 등 일상적 이동 공간에서 발생하는 미끄러짐·전도가 주요 사고 유형으로 확인
- **부딪힘(충돌)** - 전체 317건 중 43건(13.57%)으로 3위
 - 문, 구조물, 집기 등과의 이동 중 충돌 사고가 서비스업 사고의 상당 부분을 차지
- **사건 단위 발생 빈도 확인되지 않은 고위험 유형**
 - 추락, 협착, 붕괴, 감전, 화재 등 서비스업 사고사례 분석에서 발생 사례가 확인되지 않음

(5) 종합분석

- 앞서 본 데이터 분석에서는 건설업, 제조업, 조선업, 서비스업을 대상으로 사건 사례유형 분석을 수행하여, 각 산업별 사고 발생 특성과 분포 양상 확인
- 해당 분석에서는 개별 산업 분석 결과를 종합하여, 산업 전반에 공통적으로 나타나는 사고 구조와 산업별로 차별화되는 위험 특성을 종합적으로 분석

(가) 산업 전반에 공통적으로 나타나는 사고유형 구조

- 떨어짐(추락), 넘어짐(슬립·트립), 끼임(협착), 부딪힘(충돌), 물체에 맞음(낙하물 등)과 같은 사고유형은 모든 산업에서 반복적으로 확인
- 산업 간 비율 차이는 있으나 사고 발생의 기본 구조는 유사한 양상으로 도출
- 산업의 종류와 무관하게 작업 환경 내에서 공간 구조, 이동 동선, 인체-설비 간 거리가 사고 발생에 결정적인 영향을 미치고 있음을 시사
- 사고는 특정 산업의 특수성보다는 작업 행위가 이루어지는 환경적·구조적 조건에 크게 좌우되는 경향

순위	사고유형	건설업	제조업	조선업	서비스업
1	떨어짐	0	0	0	-
2	넘어짐(슬립·트립)	0	0	0	0
3	부딪힘(충돌)	0	0	0	0
4	물체에 맞음(낙하물 등)	0	0	0	-
5	무너짐(붕괴)	0	0	0	-
6	끼임(협착)	0	0	0	-
7	절단·베임·찢림	0	0	0	-
8	감전	0	0	0	-
9	폭발·발열	0	0	0	-
10	화재	0	0	0	-
11	깔림·뒤집힘(전도)	0	0	0	-
12	이상온도 물체 접촉	0	0	0	-
13	빠짐·익사	0	0	0	-
14	광산·지하사고	0	0	-	-
15	불균형·무리한 동작	-	-	-	-
16	화학물질 누출·접촉	-	0	-	-
17	산소결핍	0	0	0	-
18	사업장 내 교통사고	-	-	-	-
19	사업장 외 교통사고	0	-	-	-
20	업무상 질병	-	-	-	0
21	체육행사 등 사고	-	-	-	-
22	폭력행위	-	-	-	-
23	동물상해	-	-	-	-
24	기타	0	0	0	-
25	분류불능	0	0	0	0

③ 사고유형별 대표 사고사례 분석

(1) 25개 사고유형 기준 대표 사례

번호	사고유형	대표 사고사례(5가지)
1	떨어짐	① 비계 작업 중 추락 ② 개구부 덮개 미설치로 추락 ③ 사다리 작업 중 균형 상실 추락 ④ 고소작업대 이동 중 추락 ⑤ 지붕 작업 중 미끄러져 추락
2	넘어짐(슬립·트립)	① 바닥 물기·기름으로 미끄러짐 ② 자재 적치물에 걸려 넘어짐 ③ 경사로 이동 중 전도 ④ 계단 오르내리다 실족 ⑤ 작업 중 후진하다 발 헛디딤
3	부딪힘(충돌)	① 이동 중 구조물과 충돌 ② 작업 중 후진 차량과 충돌 ③ 장비 회전 반경 내 충돌 ④ 협소 공간 이동 중 벽체 충돌 ⑤ 운반 중 적재물과 충돌
4	물체에 맞음(낙하물 등)	① 상부 작업 중 낙하 자재 맞음 ② 크레인 작업 중 비래물 타격 ③ 고정 불량 공구 낙하 ④ 적재물 붕괴로 타격 ⑤ 철재·부품 낙하로 부상
5	무너짐(붕괴)	① 거푸집 붕괴로 매몰 ② 동바리 해체 중 붕괴 ③ 토사 붕괴로 작업자 매몰 ④ 가설 구조물 붕괴 ⑤ 데크플레이트 붕괴
6	끼임(협착)	① 컨베이어 벨트 협착 ② 프레스 작동 중 손 끼임 ③ 장비 회전부 협착 ④ 중량물 이동 중 손 협착 ⑤ 자동설비 오작동으로 끼임
7	절단·베임·찔림	① 회전체 접촉으로 절단 ② 날물 공구 사용 중 베임 ③ 철재 모서리에 찔림 ④ 절단 작업 중 손 베임 ⑤ 칼·커터 사용 중 상해

번호	사고유형	대표 사고사례(5가지)
8	감전	① 전로 노출 상태에서 접촉 ② 임시 배선 작업 중 감전 ③ 전기 설비 점검 중 감전 ④ 습윤 환경에서 감전 ⑤ 차단 미 실시 상태 작업
9	폭발·발열	① 가스 누출로 폭발 ② 압력용기 과열 폭발 ③ 연료 증기 착화 ④ 설비 과열로 화상 ⑤ 화학 반응 발열 사고
10	화재	① 용접 불티로 화재 발생 ② 가연물 인접 작업 중 착화 ③ 전기 합선 화재 ④ 가스 작업 중 화재 ⑤ 적치물 화재 확산
11	깔림·뒤집힘(전도)	① 중량물 전도로 깔림 ② 지게차 전도 사고 ③ 장비 넘어짐으로 압착 ④ 적재물 전도 ⑤ 크레인 작업 중 전도
12	이상온도 물체 접촉	① 고온 설비 접촉 화상 ② 용융 금속 접촉 ③ 저온 물체 접촉 동상 ④ 스팀 배관 접촉 ⑤ 열처리 공정 중 화상
13	빠짐·익사	① 개구부로 추락 ② 맨홀 작업 중 빠짐 ③ 수변 작업 중 익사 ④ 탱크 내부 빠짐 ⑤ 수중 작업 중 사고
14	광산·지하사고	① 저조도 환경 이동 중 사고 ② 지하 공간 환기 불량 사고 ③ 협소 지하 통로 사고 ④ 지하 설비 점검 중 사고 ⑤ 지하 공간 붕괴
15	불균형·무리한 동작	해당 없음

번호	사고유형	대표 사고사례(5가지)
16	화학물질 누출·접촉	① 산·알칼리 피부 접촉 ② 화학물질 누출 노출 ③ 세정제 취급 중 접촉 ④ 화학약품 비산 노출 ⑤ 저장 용기 파손
17	산소결핍	① 밀폐공간 질식 ② 탱크 내부 산소결핍 ③ 맨홀 작업 중 질식 ④ 환기 불량 공간 작업 ⑤ 질소 치환 공간 사고
18	사업장 내 교통사고	① 지게차 충돌 ② 작업차량 후진 사고 ③ 협소 통로 차량 충돌 ④ 장비 이동 중 접촉 사고 ⑤ 운반차량 접촉
19	사업장 외 교통사고	해당 없음
20	업무상 질병	① 분진 장기 노출 질환 ② 소음 노출 난청 ③ 화학물질 만성 노출 ④ 반복 작업 근골격계 질환 ⑤ 유해환경 장기 노출
21	체육행사 등 사고	해당 없음
22	폭력행위	해당 없음
23	동물상해	해당 없음
24	기타	① 복합 원인 사고 ② 단일 유형 분류 곤란 사례 ③ 작업·환경 혼합 사고 ④ 관리 미흡 복합 사고 ⑤ 특이 사례
25	분류불능	① 사고 원인 기록 부족 ② 상황 정보 미확인 ③ 유형 특정 불가 사례 ④ 복합 상황 불명확 ⑤ 서술 부족 사례

(2) 사고유형 내용 분석

(가) 떨어짐(추락) 사고 유형 분석

- 발생 양상
 - 고소작업 환경·개구부·이동 중 작업에서 집중 발생
- 주요 사례
 - 비계, 사다리, 고소작업대, 지붕 작업 중 추락 반복
- 주요 원인
 - 이동·작업 병행 과정에서 안전난간, 덮개, 추락방지장치 미확보/미흡
- 특징/시사점
 - 개구부 추락처럼 시각적 인지가 어려운 공간 요소는 중대재해로 직결되는 경향

(나) 넘어짐(슬립·트립) 사고 유형 분석

- 발생 양상
 - 바닥 상태·이동 동선과 밀접하게 연관
- 주요 사례
 - 바닥 물기·기름·경사·적치물로 인한 미끄러짐/실족 다수
- 주요 원인
 - 이동이 잦은 환경에서 작업공간 정리·관리 수준이 사고에 직접 영향
- 특징/시사점
 - 서비스업 등 일상적 이동 중심 산업에서 주요 사고 유형
→ 공간 관리 + 시각적 안내 요소 중요

(다) 부딪힘(충돌) 사고 유형 분석

- 발생 양상
 - 작업자와 구조물·설비·이동장비 간 충돌로 요약
- 주요 환경
 - 협소한 공간, 복잡한 동선, 시야 확보 곤란 조건에서 발생 경향
- 주요 원인
 - 사람과 설비의 동선 분리 미흡(구조적 문제)

(라) 물체에 맞음(낙하물 등) 사고 유형 분석

- 발생 양상
 - 상부 작업과 하부 작업이 동시에 이루어지는 환경에서 집중 발생
- 주요 사례
 - 낙하 자재·공구·부품에 의해 타격 피해 반복
- 주요 시사점
 - 작업구역 분리 + 낙하방지 조치의 중요성
- 주요 발생 업종
 - 건설업·조선업에서 지속적으로 확인

(마) 무너짐(붕괴) 사고 유형

- 주요 사례
 - 거푸집, 동바리, 토사, 가설구조물 붕괴 등
- 주요 원인
 - 구조적 안정성 확보 실패와 직접 연관
- 특징/시사점
 - 발생 빈도는 낮더라도 1회 발생 시 다수 피해 가능 → 고위험 유형으로 분류

(바) 끼임(협착) 및 절단·베임 사고 유형

- 발생 양상
 - 기계설비·회전체·자동화 설비 접촉 과정에서 발생
- 주요 사례
 - 프레스, 컨베이어, 절단기 등 접근 순간 손/신체 일부 협착·절단 사례 다수
- 주요 시사점
 - 방호장치, 접근 제한, 인터페이스(작동·정지·차단) 설계 중요

(사) 감전·폭발·화재 사고 유형

- 감전
 - 전로 노출, 차단 미실시, 임시배선 등 전기안전 관리 미흡 상황에서 반복
- 폭발·발열/화재
 - 가스·압력설비·용접·용단 작업과 연계
- 특징/시사점
 - 빈도는 상대적으로 낮아도 발생 시 중대재해 가능성 높음

(아) 환경·노출 및 기타 사고 유형

- 주요 사례
 - 화학물질 누출·접촉, 산소결핍, 이상온도 접촉 등
- 공통 특징
 - 작업자가 위험을 인지하기 어려운 비가시적 위험 성격
- 발생 특성
 - 특정 작업환경에서 국지적으로 발생

(자) 발생 빈도 확인이 없거나 매우 제한적인 유형

- 업무상 질병, 체육행사 사고, 폭력행위, 동물상해 등
- 분석 대상 산업 사고사례에서 사건 단위 발생 빈도 미확인 또는 매우 제한적

(3) 산업별 사고유형 분포의 차이와 특성

- 산업별 사고유형의 상대적 비중을 비교하면, 작업 특성과 공정 구조에 따라 사고 분포가 뚜렷하게 구분
- 각 산업은 고유한 작업 환경과 위험 노출 방식이 다르며, 그 차이가 주요 사고유형의 순위와 비중으로 도출

(가) 건설업: “입체적 작업환경” 중심의 추락·붕괴 위험

- 주요 사고유형
 - 떨어짐(추락) 중심
- 발생 배경
 - 고소작업, 비계, 개구부, 구조물 상부 작업 등 높이·개구부가 상시 존재하는 작업 구조
- 특징
 - 무너짐(붕괴), 낙하물(물체에 맞음) 비중도 상대적으로 높아 구조적 안정성 확보가 핵심 과제로 나타남

(나) 제조업: “기계·설비 접촉” 중심의 협착·절단 위험

- 주요 사고유형
 - 끼임(협착), 절단·베임·찢림 상위
- 발생 배경
 - 프레스·컨베이어·절단기 등 설비 중심 공정에서 인체가 설비에 접근/개입하는 구간 존재
- 특징
 - 자동화 수준과 무관하게, 작업자 개입이 필요한 지점에서 사고가 집중 → 안전 설계의 지속 필요성을 시사

(다) 조선업: “대형 구조물 + 고열 작업”이 결합된 복합 위험

- 주요 사고유형
 - 추락 비중이 높음 + 화재/폭발·발열이 일정 비율 유지
- 발생 배경
 - 선체·블록 등 대형 구조물 작업(입체 작업)과 용접·용단·가스 작업의 동시·상시 수행
- 특징
 - ‘높이 위험’과 ‘고열/가스 위험’이 결합된 복합 위험 구조가 조선업의 핵심 특성

(라) 서비스업: “일상적 공간 이용” 중심의 넘어짐·충돌, 그리고 분류불능

- 주요 사고유형
 - 넘어짐(슬립·트립), 부딪힘(충돌)
- 발생 배경
 - 기계·설비보다 이동, 고객 응대, 공간 이용 과정에서 사고 발생
- 특징
 - 분류불능 비중이 큼 → 사고 원인/상황 기록이 간략·비정형이거나, 기존 25개 사고유형 분류체계로 명확히 귀속 어려운 사례가 많음을 의미

(4) 산업별 사고유형 분석을 통한 구조적 특성

- 사고는 특정 산업에 국한된 개별 요인보다 ‘작업자의 행위가 공간·설비·환경 조건과 만나는 접점’에서 반복적으로 발생하는 경향이 확인
- 사고를 개인의 부주의로 환원하기보다, 사고를 유발하는 환경·시스템의 구조적 문제로 해석하고 개선해야 함을 시사

(가) 작업 공간의 구조적 특성

- 높이, 개구부, 협소한 동선, 시야 제한, 바닥 상태 등 공간 조건이 위험을 형성

(나) 작업 행위의 반복성과 시간 압박

- 반복 작업, 속도 요구, 동시작업, 작업 전환 과정에서 실수가 구조적으로 유발

(다) 설비 및 환경 조건에 대한 인지 한계

- 비가시적 위험(가스, 열, 전기 등) 또는 순간 판단이 필요한 상황에서 인지 실패 발생

(5) 종합분석의 시사점

- 4개 산업의 사고유형은 겉으로는 서로 다르게 나타나지만, 사고 발생의 근본 구조는 공통적으로 공간·설비·구조·행태(심리)라는 위험요소를 중심으로 형성되어 있음을 확인

(가) 핵심 시사점

- 사고유형을 단순히 더 세분화해 관리하는 방식만으로는 한계가 있음
- 사고가 반복되는 공통 위험 패턴(위험 구조)을 중심으로 재분류 필요
- 패턴에 대응하는 설계·운영·관리 전략을 통합적으로 수립할 필요가 있음

나. 산업 안전 현황 자료 분석

- 본 분석에서는 산업안전디자인(Industrial Safety Design)의 효과적인 적용을 위한 기초 자료를 확보하고, 기존 산업재해 통계 자료를 디자인 관점에서 재해석 및 분류하는 체계를 수립하는 것을 목적으로 산업재해현황분석 자료를 활용하여 사고 발생의 유형, 원인물(기인물), 작업 내용 등을 다각도로 분석함으로써, 안전디자인 개입이 필요한 핵심 영역을 도출
- 산업 안전 현황 자료 분석은 하단 표에 있는 54개의 자료를 통하여 분석 진행
- 산업 안전 현황 자료는 고용노동부, KOSHA, 산업안전보건공단의 분석자료 및 데이터를 통하여 분석 실시

No.	내용
1	산업안전재해 현황 부가통계-고용노동부
2	산업재해통계 인포그래픽-통계로 보는 2022년 산업재해
3	2018년도 사고사망자현황-안전보건공단 산업안전보건연구원
4	2021년 산업재해 사고사망 현황 발표-산업안전보건정책과
5	2020년 산업재해 현황분석
6	2020년 산업재해현황
7	2021년 산업재해현황분석
8	2022 산업재해 현황분석
9	2022. 9월말 산업재해현황
10	2023. 3월말 산업재해현황
11	2023. 6월말 산업재해현황
12	2023. 9월말 산업재해현황
13	2023. 12월말 산업재해현황
14	2023년 산업재해 현황분석
15	2024. 3월말 산업재해현황
16	2024. 6월말 산업재해현황
17	2024. 9월말 산업재해현황
18	2024년 산업재해 사고사망 현황 인포그래픽
19	2024년 산업재해현황
20	2025. 1분기 산업재해현황

No.	내용
21	2025. 2분기(누적) 산업재해현황
22	24년 재해조사 대상 사망사고 발생 현황 잠정결과-중대산업재해감독과
23	고용노동부_2024년 산업재해현황
24	고용노동부_22년 산업재해발생건수 등 공표
25	고용노동부_2023년 산업재해 발생건수 등 공표
26	고용노동부_2024년 산업재해 발생건수 등 공표명단
27	안전보건공단 산업재해통계_2021년 산업재해현황 News Release
28	안전보건공단_2024년 산업재해 사고사망 현황 인포그래픽
29	안전보건공단_2024년 제7차 작업환경실태조사
30	안전보건공단_이용자용 통계정보보고서_작업환경실태조사_2019
31	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석규모별
32	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석발생형태별
33	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석성별
34	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석시간별
35	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석업종별
36	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석 요일별
37	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석 입사근속기간별
38	「산업재해현황」, 고용노동부_전체_재해_현황_및_분석 재해정도요양기간별
39	중소기업 안전보건 매뉴얼_가스충전_산업안전상생재단
40	중소기업 안전보건 매뉴얼_섬유제품_산업안전상생재단
41	중소기업 안전보건 매뉴얼_승강기_산업안전상생재단
42	중소기업 안전보건 매뉴얼_일반용 도료_산업안전상생재단
43	중소기업 안전보건 매뉴얼_철근콘크리트_산업안전상생재단
44	한국산업단지공단_2025년 인포그래픽으로 보는 전국산업단지(대상년도 2024년)
45	2022년도 산업재해현황 분석 및 대책, 안전처건설안전부
46	2023 산업재해 현황분석-고용노동부
47	2024년 재해조사 대상 사망사고 발생 현황 잠정결과-고용노동부
48	2025. 1분기_산업재해현황-고용노동부
49	2025년 재해조사 대상 사망사고 발생현황 잠정결과-고용노동부 중대산업재해감독과
50	이용자용 통계정보보고서_산업재해현황2020-고용노동부
51	한국산업안전보건공단_규모별 재해율_2024
52	한국산업안전보건공단_산업중분류별 사고재해자수_2024
53	한국산업안전보건공단_연령별 사고사망자수_2024
54	KOSIS 국가통계포털_사망재해 현황 및 분석_발생형태별_2020-2024

1) 산업재해 개요

- 산업재해 현황분석, 재해조사 대상 사망사고 부가통계, 한국산업안전보건공단의 작업환경실태조사, 중소기업중앙회·산업안전상생재단의 업종별 안전보건 매뉴얼 등을 종합해 최근 산업재해의 구조적 특징과 변화 추세를 정리

① 재해 통계의 주요 정의

- 산업안전디자인 관점에서 산업재해 통계를 분석하기 위해서는, 고용노동부 「산업재해현황」·「산업재해 통계」·「산업재해 현황분석」과 한국산업안전보건공단의 각종 조사(작업환경실태조사 등)에서 사용하는 기본 용어를 공통 언어로 정리하는 것이 필요
- 본 연구에서 반복적으로 활용되는 핵심 통계 용어를 중심으로 정의를 정리

(1) 재해 범위 관련 기본 용어

(가) 산업재해

- 「산업재해보상보험법」과 「산업안전보건법」에서 규정하는, 근로자가 업무 수행 또는 그에 따르는 행위로 인해 발생한 부상·질병·장해·사망을 통칭하는 개념
- 통계에서는 통상 업무상 사고 + 업무상 질병을 모두 포함하며, 두 범주를 합산한 수치를 “산업재해” 또는 “전체 재해”로 표현
- **업무상 사고**
 - 갑작스럽고 외부적인 요인(기계·설비, 작업환경, 동선, 낙하물 등)에 의해 발생한 우발적 사고로 인한 부상·사망을 의미
 - 재해를, 사망만인을 산정 시 사고재해자수, 사고사망자수로 분리 집계
- **업무상 질병**
 - 일정 기간 이상 유해요인(소음, 분진, 화학물질, 반복 부담작업, 온열·한랭, 방사선 등)에 지속·반복적으로 노출된 결과로 발생한 신체·정신적 질환을 의미
 - 진폐, 소음성 난청, 근골격계질환, 직업성 암, 뇌심혈관계질환 등이 대표적인 업무상 질병에 해당하며, 통계에서는 질병재해자수, 질병사망자수로 구분

(2) 재해 규모를 나타내는 인원 지표

(가) 재해자수

- 일정 기간(주로 1년) 동안 산업재해로 인정된 근로자 수를 말하며, 사고재해자수(업무상 사고로 인한 재해자)와 질병재해자수(업무상 질병으로 인한 재해자)를 합산한 값
- 고용노동부 연례 통계에서는 4일 이상 요양이 필요한 재해를 기준으로 집계하는 것이 일반적

(나) 사고재해자수 / 질병재해자수

- 사고재해자수: 폭발·추락·끼임·부딪힘 등 업무상 사고로 인한 부상자 및 사고사망자를 포함한 인원 수
- 질병재해자수: 근골격계질환, 뇌심혈관계질환, 진폐, 소음성 난청 등 업무상 질병으로 인정된 재해자 수
- 산업재해 구조 분석 시, 사고/질병 비율·증감 추세를 통해 안전관리의 초점(사고예방 vs 작업환경 개선)을 판단

(다) 사망자수 / 사고사망자수 / 질병사망자수

- 사망자수: 일정 기간 동안 산업재해로 사망한 전체 인원
- 사고사망자수: 업무상 사고 발생 후 일정 기간(통상 1년) 이내에 사고로 인한 결과로 사망한 인원
- 질병사망자수: 업무상 질병이 원인이 되어 사망한 인원으로, 질병 인정 후 장기 경과 후 사망한 경우도 포함

(3) 재해 위험 수준을 나타내는 비율 지표

(가) 재해율

- 산업재해 발생 위험을 상대적으로 비교하기 위해 사용하는 기본 지표
- 업종별·규모별 재해율 비교를 통해 어느 업종·규모에서 상대적으로 재해가 많이 발생하는지를 파악하는 데 사용

(나) 사망만인율

- 산업재해로 인한 사망사고의 치명도 수준을 나타내는 지표
- 재해율이 “사고 발생 빈도”를, 사망만인율이 “사고의 치명성”을 보여주는 지표

(4) 법·제도와 연계된 주요 통계 용어

(가) 중대재해

- 「산업안전보건법」 및 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」에서 규정하는 개념으로, 통상 다음 중 하나 이상에 해당하는 경우를 의미
 - 사망자가 1인 이상 발생한 재해
 - 동일한 사고로 6개월 이상 요양이 필요한 부상자 2인 이상이 발생한 재해
 - 동일한 유해요인으로 인한 직업성 질병자 3인 이상이 발생한 재해

(나) 재해조사 대상 사망사고

- 고용노동부가 매년 공표하는 통계에서 사용하는 용어로, 산업현장에서 발생한 사망사고 중 재해조사를 실시한 사건을 의미
- 일반 사망자 통계보다 사고의 경위·기인물·작업내용·사업장 특성 등이 상세하게 기록

② 산업안전디자인 적용을 위한 분류 체계의 핵심 분석 축

- 산업재해를 디자인 관점에서 체계적으로 분류하기 위해 기존의 통계 분류 기준인 재해 유형, 기인물, 작업 내용 등의 내용을 정합성을 맞춰 분석
- 재해 유형, 기인물, 작업 형태의 분석은 54개의 자료 조사 및 분석을 통하여 도출

(1) 재해 유형

- 재해 유형은 사고 발생의 형태를 나타내며, 직접적으로 예방 가능한 영역을 분석
- 디자인 요소는 재해 유형에 따라 디자인 작업을 할 수 있는 요소에 대한 예시

재해 유형	발생 경위 및 디자인 개입 관련성
떨어짐	높이가 있는 곳에서 사람이 떨어지는 재해 (디자인 요소 - 안전난간, 안전대 등)
넘어짐	사람이 미끄러지거나 넘어지는 재해 (디자인 요소 - 미끄럼 방지 표면, 정리정돈 시각정보)
깔림·뒤집힘	물체의 쓰러짐이나 뒤집힘 (디자인 요소 - 적재/운반 방식, 고정 장치 디자인)
끼임	기계설비에 끼이거나 감김 (디자인 요소 - 방호장치, 연동장치, 작업 절차 UI)
물체에 맞음	날아오거나 떨어진 물체에 맞음 (디자인 요소 - 방호벽, 안전모, 적재 디자인)
부딪힘	물체에 부딪힘 (디자인 요소 - 동선 분리, 경고 시스템 디자인)
무너짐	건축물이나 쌓여진 물체가 무너짐 (디자인 요소 - 구조적 안정성, 쌓기 방식 디자인)
불균형 및 무리한 동작	과도한 힘 또는 급격한 동작으로 상해를 입는 경우 (디자인 요소 - 작업대/도구의 인체공학적 디자인)
화재·폭발·파열	폭발압이 폭음 및 열과 같이 발생하거나, 용기 등이 물리적 압력에 의해 찢어지거나 터지는 경우(디자인 요소 - 안전밸브, 재질, 관리 시스템 디자인)
화학물질 누출·접촉	유해·위험한 물질에 접촉하거나 흡입 (디자인 요소 - 환기 시스템, 보호구, 취급 용기 디자인)

(2) 기인물

- 기인물은 재해를 발생시킨 물체 또는 환경 요소를 의미하며, 대상이 되는 물질이나 설비를 특정

기인물	내 용	디자인 대상
설비·기계	동력에 의해 작동되는 기계기구 및 특정한 공정에 사용된 장치(제조/가공, 건설, 운반/인양 설비 포함)	기계 안전 장치, 사용자 인터페이스, 유지보수 용이성 설계
건축물·구조물 및 표면	완료되었거나 시공중인 건축물 또는 구조물과 가설 구조물 등	작업 환경 및 통로의 구조적 안전성, 표면 마감재
교통수단	육상, 수상, 항공 등 운송수단	차량/장비의 시야 확보, 경고 장치, 운전석 인체공학적 설계
휴대용 및 인력용기계기구	동력 또는 인력에 의해 작동되는 휴대용 공구와 기계기구	공구의 안전장치, 인체공학적 그립 및 무게 설계
화학물질 및 화학제품	액체, 가스, 흙, 증기 및 고체 등 다양한 상태의 화학물질과 화학제품	저장 용기의 안전성, 누출 감지 및 차단 시스템, 물질 정보 표시(UI/UX)

(3) 작업 행태

- 작업 행태는 재해가 발생했을 때 근로자가 수행하고 있던 행위를 나타내며, 작업 절차나 도구 등을 대상으로 함

구분	내 용
물체의 가공, 취급 작업	가열, 성형, 절단, 연마, 혼합 등의 가공 또는 취급 작업
운반, 상·하역 및 운반기계, 차량 등의 운전작업	건설기계 또는 운송수단의 운전작업, 상하역 적재 작업 등
기계기구, 설비의 설치·해체 및 보전작업	기계기구, 설비를 현장에서 설치·해체하는 공사 성격의 작업
행정, 의료 등 서비스 작업	경비·건물관리, 판매, 의료, 검사 및 연구, 조리, 사무처리 작업 등
청소 및 부가적 작업	청소, 출퇴근, 휴식·식사, 체육행사 등의 작업

2) 산업재해 현황 분석

- 53개의 산업재해 통계 및 관련 분석 자료를 종합하여 산업재해 현황, 주요 위험 요인, 그리고 관련 정책 동향에 대한 기본 분석
- 전체 재해자 수는 증가 추세에 있으나 사망만인율은 2018년 이후 감소 추세를 보임

(1) 주요 재해 유형

- 전반적인 산업재해의 가장 주된 원인은 '넘어짐'이며, 사망사고의 경우 '떨어짐', '끼임', '부딪힘'이 고질적인 3대 원인으로 지목
- 2024년 잠정 결과에서는 '떨어짐' 사망이 감소했으나 '물체에 맞음', '끼임', '깔림·뒤집힘' 등으로 인한 사망이 증가하는 변화가 분석

(2) 고위험 업종 및 규모

- '건설업'과 '제조업'은 지속적으로 전체 사고사망자의 대다수를 차지하는 핵심 고위험 업종
- 50인 미만의 소규모 사업장에서 발생하는 사망사고 비중이 압도적으로 높아(사고사망자의 약 78% 차지), 업체 규모에 따라 산재예방 역량의 격차가 크다는 것이 분석

(3) 업무상 질병의 부상

- 전체 산업재해자 중 '업무상 질병'이 차지하는 비중이 상당하며, 특히 신체부담작업으로 인한 근골격계 질환이 지속적으로 증가
- 사망재해 측면에서는 '진폐증'과 '뇌·심혈관질환'이 업무상 사고사망에 비중을 크다는 것이 분석

(4) 안전보건 관리 실태

- '위험성평가' 제도에 대한 인지도는 617%에 달하지만, 인지 사업장 중 실제 실시율은 550%
- 작업환경측정, 특수건강진단 등 기본적인 안전보건 조치 이행률 또한 사업장 규모가 작을수록 현저히 낮아지는 경향이 분석

(5) 정책 및 법규 동향

- 50인 미만 사업장까지 확대 적용된 '중대재해처벌법'이 소규모 사업장의 사망사고 감소에 영향을 미친 것으로 잠정 분석

② 10년간 산업재해 발생 현황 총괄(2014~2023년)

(1) 연도별 추이

- 지난 10년간 사업장 수와 근로자 수는 꾸준히 증가했으며, 재해자 수 역시 2018년 이후 증가하는 추세를 보이고 있음 반면, 근로자 10,000명당 사망자 수를 나타내는 '사망만인율'은 2018년 정점 이후 점진적인 감소 추세
- 사망자 수는 업무상 질병 사망과 업무상 사고 사망이 포함되어 있는 수치

연도	사업장 수(개소)	근로자 수(명)	재해자 수(명)	사망자 수(명)	재해율(%)	사망만인율(‰)
2014년	2,187,391	17,062,308	90,909	1,850	053	108
2015년	2,367,186	17,968,931	90,129	1,810	050	101
2016년	2,457,225	18,431,716	90,656	1,777	049	096
2017년	2,507,364	18,560,142	89,848	1,957	048	105
2018년	2,654,107	19,073,438	102,305	2,142	054	112
2019년	2,680,874	18,725,160	109,242	2,020	058	108
2020년	2,719,308	18,974,513	108,379	2,062	057	109
2021년	2,876,635	19,378,565	122,713	2,080	063	107
2022년	2,976,026	20,173,615	130,348	2,223	065	110
2023년	2,945,136	20,637,107	136,796	2,016	066	098

출처: 2023 산업재해 현황분석

③ 산업재해 주요 요인 분석

사고 유형	사망자수(명)					
	2020	2021	2022	2023	2024	계
떨어짐	328	351	322	286	278	1,565
넘어짐	17	17	31	38	41	144
빠짐·익사	12	10	15	15	17	69
끼임·뒤집힘	64	54	53	64	54	289
광산·지하사고	-	-	-	-	-	-
소계						2,067
끼임	98	95	90	88	97	468
절단·베임·찢림	1	5	2	1	1	10
부딪힘	72	72	92	69	80	385
물체에 맞음	71	52	57	68	52	300
소계						1,163
무너짐	34	32	42	35	31	174
폭발·파열	26	26	27	22	22	123
화재	46	18	18	7	33	122
소계						419
감전	16	16	17	12	12	73
이상온도 물체접촉	2	1	2	9	3	17
불균형 및 무리한 동작	-	-	1	-	-	1
화학물질누출·접촉	9	7	18	7	8	49
산소결핍	11	4	2	3	4	24
업무상질병	1,180	1,252	1,349	1,204	1,271	6,256
소계						6,420
사업장 내 교통사고	6	5	2	-	2	15
사업장 외 교통사고	55	56	77	86	87	361
체육행사 등의 사고	-	-	-	-	-	-
폭력행위	-	-	-	-	-	-
동물상해	8	6	6	1	5	26
기타	-	-	-	-	-	-
분류불능	6	1	-	1	-	8
소계						410
총계						10,479

출처: KOSIS 사망재해 현황 및 분석 - 발생형태별 데이터

(1) 사고 유형별 사망재해 현황 : 전체 사망자의 과반수 이상이 업무상 질병에 집중되며, 물리적 사고는 특정 유형이 큰 비중을 차지함

(가) 업무상질병

- 2020~2024년 5개년 사망 6,256명으로 전체 사망(10,479명)의 59.7%를 차지, 5개년 중 2022년이 1,349명으로 최고치
- 연도별로는 1,180명(20년) → 1,252명(21년) → 1,349명(22년) → 1,204명(23년) → 1,271명(24년)으로, 뚜렷한 감소세 없이 매년 1,200명 안팎의 사망자가 지속 발생

(나) 떨어짐

- 2020~2024년 5개년 사망 1,565명으로 전체 사망의 14.9%를 차지하며, 물리적 사고로 인한 사망 원인 중 1위
- 다만, 연도별 사망자 수는 328명(20년) → 351명(21년) → 322명(22년) → 286명(23년) → 278명(24년)으로 최근 들어 점진적인 감소 추세를 보임

(다) 끼임

- 2020~2024년 5개년 사망 468명으로 전체 사망의 4.5%를 차지, 부딪힘(385명) 및 물체에 맞음(300명)과 함께 주요 산업재해 요인으로 작용
- 연도별 사망자 수는 98명(20년) → 95명(21년) → 90명(22년) → 88명(23년) → 97명(24년)으로 증감을 반복하며 매년 90명 내외로 꾸준히 발생

(라) 사업장 외 교통사고

- 2020~2024년 5개년 사망 361명으로 전체 사망의 3.4% 수준이나, 기타 사고 유형 중 가장 가파른 증가세를 기록
- 연도별 사망자 수는 55명(20년) → 56명(21년) → 77명(22년) → 86명(23년) → 87명(24년)으로 5년 새 약 58% 급증함

(2) 소결

- 최근 5년간의 사망재해 통계를 종합한 결과, 눈에 보이는 물리적 사고뿐만 아니라 ‘업무상 질병’이 전체 사망의 약 60%를 차지하고 있어 근로자 건강 보호를 위한 예방적 보건 관리 체계의 강화가 절실함
- 건설 및 제조 현장의 고질적 위험 요인인 ‘떨어짐’ 사고가 소폭 감소세인 점은 긍정적이거나 여전히 사고 사망 원인 1위를 기록하고 있으며, ‘끼임’ 사고 또한 근절되지 않고 정체되어 있어 현장 밀착형 안전 감독이 지속적으로 요구됨
- 특히 ‘사업장 외 교통사고’의 가파른 증가세는 배달, 물류 등 플랫폼 노동 및 이동 업무 증가라는 산업 구조의 변화를 반영하는 것으로, 전통적인 사업장 단위의 관리를 넘어선 새로운 형태의 산재 예방 인프라 구축이 시급함을 시사함

④ 사업장 규모별 현황: 사업장 규모는 산업재해 발생, 특히 사망사고 발생률과 관계가 있음

(1) 사망사고의 소규모 사업장 집중

- 50인 미만 사업장에서 발생하는 사고사망자 비중은 약 78%
- 2023년 기준 '5인 미만' 사업장에서만 486명의 사망자(24.1%)가 발생

(2) 사망만인을 격차

- 5인 미만 사업장의 사망만인율은 1.41‰로, 1,000인 이상 사업장(0.24‰)에 비해 약 6배 가까이 높음
- 소규모 사업장의 재정적 한계, 전문 인력 부재, 안전보건관리체계 구축 미흡 등 구조적 문제에서 기인

(3) 2024년 변화

- 중대재해처벌법 확대 적용의 영향으로 50인 미만 사업장의 사고사망자는 감소했으나, 50인 이상 사업장에서는 오히려 증가하는 추세

⑤ 재해 유형별 현황: 전체 산업재해는 '넘어짐'이 가장 빈번하지만, 사망으로 이어지는 중대재해는 특정 유형 집중

(1) 전체 재해 발생 순위(2021년 기준):

1. 넘어짐(19.52%)
2. 업무상질병(16.65%)
3. 떨어짐(12.04%)
4. 끼임(11.14%)

(2) 업무상사고 사망 발생 순위(2023년 재해조사 대상 기준):

1. 떨어짐(35.0%)
2. 끼임(10.9%)
3. 부딪힘(8.5%)
4. 물체에 맞음(8.2%)
5. 깔림·뒤집힘(7.0%)

⑥ 업무상 질병 현황 및 특징: 업무상 질병은 사고성 재해와 함께 산업재해의 중요한 축을 형성

- 2023년 업무상질병 재해자는 23,331명으로 전년(18,794명) 대비 24.14% 증가
- 산재보상 인정 범위 확대와 사회적 인식 변화에 따른 것으로 분석
- 업무상질병 사망자는 1,204명으로 전체 사망자의 약 60%를 차지

⑦ 주요 질병 유형

(1) 업무상질병은 유해인자와의 관련성이 뚜렷한 '직업병'과 업무 외적 요인이 복합적으로 작용하는 '작업관련성 질병'으로 구분

(가) 직업병

- 주요 질병: 진폐, 소음성 난청, 직업성 암 등
- 특징: 진폐는 2023년 한 해에만 463명의 사망자를 발생시킨 가장 치명적인 직업병으로 소음성 난청은 가장 많은 재해자(5,611명)를 기록

(나) 작업관련성 질병

- 주요 질병: 뇌·심혈관질환, 신체부담작업(근골격계 질환), 요통 등
특징: 신체부담작업으로 인한 질환자는 9,807명으로 가장 큰 비중을 차지하며 지속적인 증가 추세
- 뇌·심혈관질환은 364명의 사망자를 발생시켜 질병사망의 주요 원인

구분	2022년 요양자(명)	2023년 요양자(명)	증감률(%)	2023년 사망자(명)
총계	18,794	23,127	23.06%	1,204
직업병 소계	6,569	7,377	12.30%	798
진폐	1,328	1,467	10.47%	463
소음성 난청	4,217	5,611	33.06%	0
작업관련성 질병 소계	12,225	15,750	28.83%	406
뇌·심혈관질환	1,128	1,316	16.67%	364
신체부담작업	7,922	9,807	23.79%	0

출처: 2023 산업재해 현황분석

⑧ 산업안전보건 관리 분석 : 제조업을 대상으로 한 '2024년 제7차 작업환경 실태조사' 기반 분석

(1) 위험성평가

- 업장의 61.7%가 위험성평가에 대해 '알고 있다'고 응답했으나, 이들 중 실제로 평가를 '실시한 경험이 있는' 사업장은 55.0%에 불과

(2) 작업환경측정:

- 전체 제조업 사업장의 작업환경측정 실시율은 29.5%로 나타났음
- 300인 이상 사업장의 실시율은 96.6%, 1~4인 사업장은 12.6%

(3) 근골격계 부담작업 관리:

- 근골격계 부담작업을 보유한 사업장(27.9%) 중, 법적 의무인 유해요인조사를 실시하지 않은 사업장이 62.8%

(4) 안전보건 관리자 선임:

- 법적 선임 의무가 있는 50인 이상 사업장의 경우 선임률이 높았으나 사업장의 85.8%는 전문기관에 위탁하는 형태로, 자체적인 안전관리 역량 확보에는 한계가 있음

다. 산업안전디자인 적용을 위한 산업안전 분류 체계

1) 국가 산업재해 통계 체계와의 정합성

① 재해 지표·분류 항목의 일치

- 고용노동부의 『2024년 산업재해현황(홈페이지)』는 재해율·사망만인율, 재해자수·사망자수, 업종별·규모별·연령별·재해유형별 지표를 기본 축으로 제시
- 2024년 기준 재해자수는 142,771명이며, 재해율은 0.67%, 사망만인율은 0.98‰로 보고
- 사고재해자수(115,773명)·질병재해자수(26,998명) 역시 사고/질병, 업종, 규모, 연령, 재해유형으로 세분 분석
- 『2021 산업재해통계: 2020년 산업재해현황』에서는 2020년 사고사망자 882명 중 건설업 458명(51.9%), 제조업 201명(22.8%), 서비스업 122명(13.8%)으로, 업종별·발생형태별(떨어짐, 끼임, 깔림·뒤집힘, 물체에 맞음, 부딪힘 등) 분석 체계를 동일하게 사용

국가 통계자료 용어	산업안전 디자인 분류 용어
근로자 / 사망자 특성	Actor(근로 주체)
작업내용·공정	Activity(근로 행태)
산업 업종	Category(산업 업종)
발생 장소	Place(재해 장소)
발생 형태 및 기인물	Type(재해 유형)

- 산업안전 디자인의 실행을 위한 통계자료 용어를 기반으로 직관적으로 이해가 가능한 산업안전 디자인의 분류 용어를 국내외 문헌, 제도 및 학술자료 분석 연구를 기반으로 도출
- 본 연구의 분류 체계는 새로운 임의 축을 만든 것이 아니라, 이미 국가 통계에서 사용 중인 항목을 디자인 적용이 가능한 단위로 재배열한 것이므로, 통계 체계와 구조적으로 부합

② 최근 추세를 반영하는 업데이트 가능성

- 고용노동부의 2025년 2분기(누적) 산업재해현황 내용 중 2024년 전체 재해율은 전년 대비 0.01%p 증가(0.67%), 재해자수는 4.4% 증가하는 반면, 사망만인율은 0.98‰로 전년과 동일하여, ‘치명적인 재해는 다소 줄어드는 추세이나, 전체 재해 규모는 여전히 증가’하는 양상이 나타남
- 2025년 2분기(누적) 산업재해현황에서도 사망만인율 0.50‰, 재해율 0.31%로 재해율은 정체·소폭 감소, 질병재해 비중과 고령·소규모 사업장 사망 비중은 계속 높은 패턴이 반복
- 국가 통계자료 용어는 동일한 분류 축과 지표를 유지한 채 수치만 업데이트되고 있고, 산업안전 디자인 분류 용어(디자인 영역에서 직관적으로 이해할 수 있는 내용으로 구성) 역시 같은 축 위에서 작동하기 때문에 연도별 통계 갱신과 연동이 용이하다는 점에서 타당

2) 산업재해 분류 분석

- 국가 산업재해 통계(KOSIS, 고용노동부)의 기존 분류 항목을 안전디자인 적용 가능한 단위로 재배열한 분류 체계
- 총 5개 분류 축(Actor·Activity·Category·Place·Type)으로 구성, 각 축은 5개의 세부 유형을 포함
- 세부 유형 수는 산업 안전 현황 자료(53건)의 내용을 기반으로 관련이 높은 유형 분류 및 세부적인 사고의 1차 분석을 위한 기준으로 분류
- 각 항목에는 '1차 분석 및 근거'를 병기하여 디자인 개입 우선순위 선정의 근거로 활용
- 아래 표는 5개 분류 축별 세부 유형 수 및 분석 내용을 요약한 것으로, 이후 산업안전디자인 적용 기준 도출의 기초 자료로 활용

분류 축	영문 코드	세부 유형 수	주요 분석 내용	핵심 사고 항목
근로 주체	Actor	5개	고령·신규·여성·다문화·관리자 유형별 재해 특성	치명률, 사망재해 비중, 근골격계, 소통 취약, 관리 공백
근로 행태	Activity	5개	작업 유형에 따른 위험 분류	반복 부담·위험물 취급·운전·설치해체·서비스 작업
산업 업종	Category	5개	업종별 사고 비중 분석	건설·제조·운수·서비스·특수고위험 업종
재해 장소	Place	5개	물리적 공간별 재해 발생 패턴	공사지역·제조장소·저장운송·사무서비스·특수환경
재해 유형	Type	5개	발생 형태 및 기인물 분류	추락/깔림·끼임/절단·충돌/넘어짐·폭발화재/감전·질병
전체합계	25개			

① 재해 근로 주제별(근로자 및 근로 관리 주제)

- 산업안전디자인 적용을 위한 근로 주체의 유형에 따른 체계 분류

구분	세부 유형(5개)	1차 분석 및 근거
Actor	1. 고령 근로자 (만 55세 이상)	업무상 사고/질병 사망자의 최다 비중을 차지하며, 연령별 분석에서 가장 중요한 취약 집단으로 분류
	2. 신규/단기 근로자	6개월 미만 근속자의 사망자 수가 특정 업종에서 높음, 신규 투입자에 대한 집중 안전관리 필요성이 요구됨
	3. 여성 근로자	여성 근로자 재해 현황이 따로 다뤄지기도 함, 규모별, 연령별, 질병 종류별(특히 신체 부담 작업)로 세부 분석
	4. 다문화 근로자	산업재해 통계 자료는 외국인 근로자를 취약계층으로 인식 소통, 문화의 차이로 인한 취약위험
	5. 근로 관리자	관리감독자의 역할과 책임, 경영진의 안전 강조 및 지원 수준 등이 조직 문화 및 시스템적 통제 요소로 조사 실시

② 재해 근로 행태별(어떤 활동, 공정 중 위험이 발생하는가)

- 산업안전디자인 적용을 위한 근로 행동이나 공정에 따른 체계 분류

구분	세부 유형(5개)	1차 분석 및 근거
Activity	1. 반복 부담 작업	근골격계 질환의 주요 원인이며, 유해요인조사 대상이 되는 기계 조작, 반복 동작, 무리한 자세 등
	2. 위험물 취급/화학 공정 작업	화학물질 및 화학제품에 노출되는 작업, 유기화합물, 금속, 산 및 알칼리 등 유해인자를 취급하는 작업
	3. 상하역 및 운전 작업	운반 및 인양 설비/기계의 사용과 관련된 작업, 건설기계 또는 운송수단의 운전작업 및 상하역 적재 작업 등
	4. 설치·해체 작업 (정비·점검 포함)	기계기구, 설비의 설치·해체 및 보전작업 정비·보수·점검 작업 시 끼임사고 등 예방 수칙 필요
	5. 서비스 및 부가적 작업	다양한 정서적 서비스 및 연구, 조리, 사무처리 작업 등 주요 생산활동을 지원하는 부가적인 보조 근로 활동

③ 재해 산업 업종별(어느 산업 업종에서 위험한가)

- 산업안전디자인 적용을 위한 업종별 체계 분류

구분	세부 유형(5개)	1차 분석 및 근거
Category	1. 건설업	사고사망자 수에서 가장 많은 비중(39.7%)을 차지 건설공사금액별로도 질병 및 사망재해 현황이 분석
	2. 제조업(기계/금속/화학)	사고 및 질병 재해자/사망자 모두 건설업 다음으로 높은 비중 기계기구·금속·비금속광물제품 제조업, 화학물질 및 화학제품 제조업
	3. 운수업	육상 및 수상운수업 등에서 재해율이 높음 교통사고가 주요 재해 유형
	4. 서비스업	서비스업은 재해의 치명도는 낮으나, 재해자 수에서는 가장 큰 비중 서비스업 재해 유형은 시설 관리 및 이동 관련 재해
	5. 특수·고위험 산업	선박건조 및 수리업, 광업, 전기·가스·증기·수도사업 및 임업 등 재해 위험도가 매우 높거나 특수 상황이 반영

④ 재해 장소별(재해가 발생하는 물리적 공간)

- 산업안전디자인 적용을 위한 장소별 체계 분류

구분	세부 유형(5개)	1차 분석 및 근거
Place	1. 공사 지역/가설 장소	토목, 건축, 플랜트 공사지역·공정, 공사장소 가설 구조물이 기인물로 분류, 굴착구간에서의 추락 사고 등
	2. 제조/가공 장소	조립금속제품, 기계·장비 제조지역·공정 및 특정제품 제조지역·공정, 원재료를 생산하는 지역·공정 등
	3. 저장/운송 장소	저장·운송, 교통·보행지역, 사업장내 교통 사고가 재해 유형으로 분류
	4. 사무/서비스 장소	사무공간, 상가등
	5. 특수 환경 장소	밀폐공간(산소 결핍 위험 장소), 에너지공급, 지원 부속지역(전력 생산 지역, 정비소 등) 및 연구 및 개발사업 관련 공간

⑤ 재해 유형별(재해 발생 형태)

- 산업안전디자인 적용을 위한 재해 발생 형태 및 원인이 되는 기인물에 따른 체계 분류

구분	세부 유형(5개)	1차 분석 및 근거
Type	1. 추락/깔림	추락 은 사고사망자 최다 유형 무너짐(깔림)도 주요 재해 유형으로 분류
	2. 끼임/절단	끼임(협착)은 기계설비에 끼이거나 감기는 재해 손가락 끼임 부상 및 베임(그라인더, 전기톱) 부상 사례 등
	3. 충돌/넘어짐	부딪힘(충돌), 낙하 그리고 넘어짐(전도)등 중대재해 및 일반 재해의 주요 유형, 4대 악성사고
	4. 폭발·화재/감전	폭발·파열 및 화재, 감전 사고 열원건설 전기작업에서 우려되며, 4대 악성사고
	5. 질병	업무상 질병은 직업병(진폐, 난청 등)과 작업관련 질병(뇌심혈관, 신체 부담 작업)으로 구분 화학물질 누출·접촉 및 감염성 질환 등이 포함

3) 산업재해 분류 상세 분석

- 산업재해를 5개 분석 관점(① 근로 주체별 ② 근로 형태별 ③ 산업 업종별 ④ 재해 발생 장소별 ⑤ 재해 유형별)으로 교차 구분하고, 관점별 5개 항목씩 총 25개 세부 분류에 대해 각각 독립 분석 수행
- 각 세부 분석은 동일한 구조(주요 특징 및 현황 / 주요 사고 유형·발생 형태 / 주요 재해 장소·기인물 / 산업안전디자인 시사점)로 구성되어, 동일 관점 내 항목 간 비교는 물론 관점 간 교차 해석도 가능
- 각 분류 항목의 재해 통계 수치(발생 건수·비율·치명률 등), 사고 패턴, 주요 기인물·발생 장소 특성을 근거로, 산업안전디자인 개입이 시급한 고위험 영역과 취약 대상을 다각도로 식별
- 5개 관점을 교차 적용하여 동일한 사고가 '누구에게(주체) · 어떤 작업 중에(행태) · 어느 업종·장소에서 · 어떤 형태(유형)로' 발생하는지를 입체적으로 파악함으로써, 단일 관점 분석만으로는 드러나지 않는 위험요인의 중복·연계 구조 확인
- 관점별 분석 비중은 산업재해 통계상 발생 빈도·치명률이 높은 항목을 우선 선정하여 구성하였으며, 항목 간 비교를 통해 복수 관점에서 반복적으로 고위험으로 식별되는 영역을 핵심 개입 대상으로 도출
- 아래 표는 5개 관점·총 25개 세부 분류의 분석 개요(핵심 위험 유형, 주요 특성, 디자인 개입 포인트)를 한눈에 요약한 것이며, 이후 항목별 세부 분석 표 및 통계자료가 이어짐

	분류대상	참고 페이지	주요 재해 특성	핵심 위험 유형	디자인 개입 포인트
① 재해 근로 주체별	고령 근로자(만 55세 이상)	P. 135 ~ 136	치명률 최고-사망재해 최대 비중	떨어짐·깔림·무너짐	인지·신체 부하 저감 디자인
	신규/단기 근로자(6개월 미만)	P. 137 ~ 138	초기 투입 시점 사망 집중	끼임·부딪힘·넘어짐	직관적 위험 표지·행동 유도
	여성 근로자	P. 139 ~ 140	근골격계·업무상 질병 비중 높음	무리한 동작·업무상 질병	인체공학적 작업 환경 설계
	다문화 근로자	P. 141 ~ 142	소통 차이로 인한 인지 취약	다국어 정보 미전달 사고	공용 픽토그램·다국어 안전 표지
	근로 관리자	P. 143 ~ 144	관리 공백·감독 미흡 연계 사고	시스템·조직 관리 부재 사고	안전관리 시각화·점검 체크 시스템

② 재해 근로 행태별	분류대상	참고 페이지	주요 재해 특성	핵심 위험 유형	디자인 개입 포인트
	반복 부담 작업	P. 145 ~ 147	만성 누적성 손상	근골격계 질환(요통·어깨 /목 통증 등)	작업대·동선 인체공학 설계
	위험물 취급/화학공정 작업	P. 148 ~ 150	설비·배관 기인 사고 다발	누출·화재 /폭발·중독	구역 분리·차압 설계, 누출 감지
	상하역 및 운전 작업	P. 151 ~ 153	운반장비-보행 자 동선 혼재	깔림·뒤집힘·충 돌	동선 분리·속도관리· 적재기준 표준화
	설치·해체(정비 ·점검) 작업	P. 154 ~ 155	가설구조물 붕괴 위험	깔림·뒤집힘 (인양설비 불안정)	인양 안전장치·구조 안정성 설계
	서비스 및 부가적 작업	P. 156 ~ 158	정리정돈 미흡 기인	넘어짐 (보행환경)	수납·동선 디자인, 심리환경 개선

③ 재해 근로 업종별	분류대상	참고 페이지	주요 재해 특성	핵심 위험 유형	디자인 개입 포인트
	건설업	P. 159 ~ 160	안전수칙 미준수 형태 다수	떨어짐·깔림(고 소작업)	안전난간·고소 작업 방호설계
	제조업	P. 161 ~ 162	복합 위험요인 혼재	끼임(기계 접근), 화재/폭발·감전	방호장치·접근 통제 설계
	운수업	P. 163 ~ 164	하역 안전절차 미준수	동선 내 장비충돌	동선분리·고시 인성 강화
	서비스업	P. 165 ~ 166	신체 주요부위 손상 다발	넘어짐(바닥 미끄러짐)	바닥재·미끄럼 방지 설계
	특수/고위험 산업	P. 167 ~ 168	대형사고·고치 명률	감전·질식/중 독	절연·환기·LOT O 시스템 설계

④ 재해 근로 장소별	분류대상	참고 페이지	주요 재해 특성	핵심 위험 유형	디자인 개입 포인트
	공사 지역/가설 장소	P. 169 ~ 171	사고사망자의 40% 이상 집중	떨어짐·깔림·뒤 집힘	공용통로 분리·가설구조 안정화
	제조/가공 장소	P. 172 ~ 173	안전커버 미설치 기인	안전커버 미설치 기인	안전커버·작업 동선 설계
	저장/운송 장소	P. 174 ~ 176	차량-보행 동선 혼재	차량-보행 동선 혼재	펜스·바닥마킹· 고시인성 색채
	사무/서비스 장소	P. 177 ~ 179	다수 업종 공통 위험	다수 업종 공통 위험	보행로 분리·바닥환경 개선
	특수 환경 장소	P. 180 ~ 182	가연성 가스·분진 환경	가연성 가스·분진 환경	환기·가스감지· 방폭설계

⑤ 재해 근로 유형별	분류대상	참고 페이지	주요 재해 특성	핵심 위험 유형	디자인 개입 포인트
	추락/깔림	P. 183 ~ 184	사망사고 1위 기인물 '구조물·표면'	구조물·표면 불안정	구조 안정성·추락방 지 설계
	끼임/절단	P. 185 ~ 186	치명적 신체손상	협착·말려들림, 절단·압착	방호장치·인터 락 설계
	충돌/넘어짐	P. 187 ~ 188	서비스업 부상재해 다수	차량/장비 충돌, 미끄럼	동선분리·바닥 처리
	폭발/화재/감 전	P. 189 ~ 190	사고건수 적으나 치명률 최고	인화물질·정전 기·LOTO 미흡	점화원 격리·절연·감지 시스템
	질병	P. 191 ~ 192	잠복기 길어 예방 어려움	만성 유해인자 노출(소음성난 청·직업성암 등)	환기·인체공학· 경고시스템

① 재해 근로 주체별

(1) 고령 근로자(만 55세 이상) 산업재해 분류

(가) 주요 특징 및 현황

- 고령 근로자는 산업재해 발생 시 치명률이 압도적으로 높다는 점이 가장 큰 특징
- 재해는 주로 사고 사망과 업무상 질병 사망에 집중
- 고용 현황 조사: 작업환경 실태조사에서는 장년, 외국인, 여성, 장애인과 함께 고령 근로자(만 55세 이상)를 취약계층으로 명시하고 이들의 고용 현황(정규직/비정규직, 사무직/생산직)을 파악
- **최고 수준의 사망 재해 집중**
 - 업무상 사고 사망자와 업무상 질병 사망자 모두 60세 이상 연령층에 가장 높은 비중으로 발생하며, 안전 디자인 개입 시 치명도 감소에 초점을 맞춰야 할 필요성
- **질병 사망의 위험 가중**
 - 근로자의 건강 상태 및 누적된 작업 환경 노출로 인해 업무상 질병 사망이 고령층에서 매우 높음
- **취약계층으로 공식 분류**
 - 고령 근로자는 사업장 일반 현황 조사에서 취약계층으로 명시적으로 분류되어 관리

(나) 주요 재해 유형 분석

- 고령 근로자는 일반적인 사고 유형뿐만 아니라 만성적인 직업 관련 질병에 취약.
- 고령층의 사고는 전반적인 사고 유형에서 높은 치명도를 보이며, 특히 떨어짐, 깔림, 부딪힘 등 기본적인 안전 조치 부족으로 인한 사고에서 위험도가 높음
- **업무상 질병 유형**
 - 직업성 질병: 진폐증 사망자 통계는 세부 질병종류 및 연령별로 분석되며, 60세 이상이 299명으로 압도적인 비중을 차지. 이는 장기간의 유해 환경 노출이 고령층에 치명적으로 작용함을 나타냄
 - 작업 관련성 질병: 근골격계질환:근골격계질환 요양재해 현황은 연령별로 분석 항목에 포함. 이는 고령층이 신체 부담 작업이나 요통 등 작업 관련성 질환에 취약함을 보여주며, 뇌·심혈관 질환:뇌·심혈관 요양재해 현황 및 사망재해 현황 역시 연령 및 성별로 세부 분석

- 사고 유형 및 발생 형태

- 연령별 통계표의 항목 기준 업무상 사고 사망재해 현황은 발생형태

구분	내용
떨어짐(구 명칭: 추락)	높이가 있는 곳에서 사람이 떨어지는 재해
넘어짐(구 명칭: 전도)	사람이 미끄러지거나 넘어지는 재해
깔림·뒤집힘(구 명칭: 전도)	물체의 쓰러짐이나 뒤집힘
끼임(구 명칭: 협착)	기계설비에 끼이거나 감기는 재해

(다) 고령 근로자 관련 통계 자료(2023년 업무상 재해 현황 기준)

- 고령 근로자는 업무상 질병 사망재해에서 압도적인 비중을 차지하여, 안전 디자인 및 관리 체계가 사고 예방을 넘어 질병 예방 및 관리에 중점을 두어야 함

구분	총 사망자 수 (2023년 기준)	60세 이상 사망자 수	60세 이상 점유율
업무상질병 사망재해 총계	1,204명	679명	56.40%
진폐증 사망	463명	299명	64.58%

- 2023년 업무상 질병 사망재해 총 1,204명 중 50세 이상 연령층의 사망자 현황은 연령이 높아질수록 사망자 수가 급격히 증가하는 경향

연령 구분	사망자 수(명)	점유율(%)
50세 ~ 54세	145명	12.04%
55세 ~ 59세	149명	12.38%
60세 이상	679명	56.40%

(라) 산업안전디자인 시사점

- 고령 근로자는 사고 및 질병으로 인한 치명도가 가장 높은 행위 주체(Actor)
- 안전디자인은 인체공학적 배려와 위험 노출 시간 최소화를 목표
- 자주 노출되는 떨어짐 사고 예방을 위한 작업 발판 및 안전 난간 설계
- 신체 부담 작업 감소를 위한 작업 공정의 자동화 또는 보조 장비 디자인이 필요

(2) 신규/단기 근로자 산업재해 분류

(가) 주요 특징 및 현황

- 신규/단기 근로자는 해당 업무 및 환경에 대한 경험과 지식이 부족하고, 안전 수칙에 익숙하지 않은 취약 근로 주체에 포함.
- 주로 단순 작업이나 위험성이 높은 비정형 작업에 투입되는 경향이 있어 재해 위험도가 높음
- 재해 유형 현황 조사: 공식 통계는 신규/단기 근로자의 정의가 다양하여 명확한 사망자 수를 제공하지 않으나, '근속기간 1년 미만' 근로자 통계를 통해 위험도를 파악. 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 근속기간 1년 미만 사망자가 250명(41.8%)을 차지하는 압도적인 위험군에 포함

• 사망 재해의 압도적 집중

- 근속기간 1년 미만 사망자가 전체 사망사고의 41.8%를 차지하며, 특히 입직 후 6개월 이내에 사고가 집중되는 특성을 보임

• 기인물 분석

- 경험 부족으로 인해 기계 및 장비 조작 중 끼임/절단 사고와 작업 절차 미준수로 인한 떨어짐(추락) 사고에 취약

• 안전 관리 중요성

- 근로 환경 및 작업에 대한 초기 안전 교육과 작업 지시의 명확성 확보가 중대재해 예방의 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 신규/단기 근로자 재해는 작업 환경에 대한 미숙과 안전 교육의 형식적 진행이라는 인적/절차적 요인으로 인해 발생하며, 추락 및 끼임 등 치명적인 재해 유형에 취약

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 건설/제조업 집중: 근속기간 1년 미만 사망자의 대부분은 건설업과 제조업에 집중되어 발생

• 주요 재해 기인물

- 기계/설비 기인물: 주로 제조업에서 발생하며, 방호장치가 해제된 상태에서 기계 조작을 시도하다 발생하는 끼임 사고가 다수 발생
- 구조물 기인물: 주로 건설업에서 발생하며, 안전대 착용 위치 미숙이나 작업 발판 상태 미확인으로 인한 떨어짐(추락) 사고가 주된 유형

- **사고 유형별 발생 형태**

- 사고 유형은 기본 안전 수칙 미준수와 위험 요소 간과 형태로 나타남
- 주요 사망 형태: 떨어짐(추락) 및 끼임이 가장 높은 비중을 차지 이는 고위험 작업에 대한 이해 부족과 직결
- 비정형 작업 위험: 최초 입직 시 작업 지시가 명확하지 않거나, 위험성 평가가 공유되지 않은 상태에서 작업하다 발생하는 사고 형태가 다수 발생

(다) 신규/단기 근로자 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 보고서)

- 사망사고와 부상사고 모두에서 높은 비중을 차지하며, 특히 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 서비스업의 넘어짐 사고가 주요 재해 형태에 해당

구분	재해자수	비율
재해조사 대상 사망사고 중 근속기간 1년 미만	250명	41.8%(전체 598명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 신규/단기 근로자는 근속기간 1년 미만 사망자가 전체의 41.8%(250명)를 차지하는 가장 취약한 위험군
- 안전 디자인은 입직 초기 안전 교육의 효과를 극대화하고 작업 환경 내 위험 요소를 시각적으로 명확히 인지하게 하는 데 초점을 맞추는 것이 필요
- 작업 전 5분 안전교육 자료를 직관적인 그림/사진 중심으로 디자인하여 제공
- 위험 작업 구역에 대한 접근 차단 및 안전 절차 등을 고시인성 픽토그램으로 시각화하여 절차 준수를 물리적으로 유도하는 것이 중요

(3) 여성 근로자 산업재해 분류

(가) 주요 특징 및 현황

- 여성 근로자는 서비스업 및 보건복지업 등에서 높은 비중을 차지하며, 사망사고율은 남성에 비해 낮으나, 넘어짐 및 근골격계 질환 등 다발성 재해 위험이 높은 주체에 포함. 2023년 전체 재해자 120,556명 중 여성 근로자가 40,401명을 차지하여, 전체 재해자의 33.5%를 기록하는 주요 재해 주체에 포함
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 전체 재해자의 33.5%(40,401명)를 차지. 사망사고에서는 낮은 비중이나, 직업성 질병 중 근골격계 질환의 높은 비중을 차지하는 것으로 추정됨

• 다발성 부상 재해 집중

- 전체 재해자의 3분의 1 이상(33.5%)을 차지하며, 부상 재해자 수 기준 상위 유형인 넘어짐 사고와 근골격계 질환이 핵심 위험

• 위험 노출 요인

- 미끄러운 바닥 표면, 계단 등 보행 환경 관련 기인물과 부적절한 작업 자세를 유발하는 반복적인 작업 환경 관련 기인물에 주로 노출

• 작업 환경의 인체공학적 개선 요구

- 여성 근로자가 다수 종사하는 서비스업 환경의 특성상 미끄러운 바닥 표면 등 보행 환경 불안정성과 반복적인 업무 부담이 핵심 위험원으로 작용

(나) 주요 재해 유형 분석

- 여성 근로자 재해는 작업 환경의 불안정성과 반복적인 업무 부담으로 인한 넘어짐 및 질병이 핵심

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 서비스/제조업 집중: 재해는 서비스업(보건, 숙박) 및 제조업 내 단순 가공 업무에 집중 발생하며, 전체 재해자의 33.5%를 차지

• 주요 재해 기인물

- 넘어짐 기인물: 주로 젖은 바닥, 미끄러운 표면 등 보행 환경 불안정성 관련 사고가 발생. 이는 여성 근로자가 다수 종사하는 서비스업 환경 특성과 직결
- 질병 기인물: 반복적인 동작, 중량물 취급 등 근골격계 부담을 주는 작업 환경이 주된 요인이며, 직업성 질병 중 근골격계 질환에서 높은 비중을 차지하는 것으로 분석됨

- 사고 유형별 발생 형태

- 사고 유형은 보행 중 환경적 요인으로 인한 사고 형태와 누적된 육체적 부담 형태를 보임
- 주요 부상 형태: 넘어짐(미끄러짐) 사고가 가장 높은 비중을 차지하며, 근골격계 질환이 만성적 형태로 발생
- 사고 형태: 중량물 운반 중 허리 부상, 미끄러운 바닥에서의 낙상, 단순 반복 작업으로 인한 손목/어깨 질환 등

(다) 여성근로자 근로자 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 보고서, 직업성 질병 현황)

- 여성 근로자는 전체 재해자의 33.5%를 차지하며, 부상 및 질병 재해에서 높은 비중을 차지하는 다발성 재해 위험군에 해당

구분	재해자수	비율
전체 여성 재해자 수	40,401명	33.5%(전체 재해자 120,556명 중)
직업성 질병 중 근골격계 질환 비중	(최다 발생 유형)	여성 근로자에게 특히 높은 비중

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 여성 근로자는 전체 재해자의 약 33.5%(40,401명)를 차지
- 넘어짐 및 근골격계 질환에 취약. 안전 디자인은 보행 환경의 안전성을 확보
- 인체공학적 개선을 통해 반복 작업 부담을 줄이는 데 초점을 맞추는 것이 필요.
- 구체적으로, 젖은 구역에 미끄럼 방지 바닥재 및 고시인성 경고 표시를 적용
- 작업대 높이 및 의자를 여성 신체 특성에 맞게 조절 가능하도록 설계
- 중량물 취급 시 보조 장비 사용을 유도하는 시각적 디자인이 중요

(4) 다문화 근로자 산업재해 분류

(가) 주요 특징 및 현황

- 다문화 근로자(외국인 근로자)는 언어, 문화적 차이, 안전 교육 부족 등으로 인해 안전 사각지대에 놓이기 쉬운 취약 근로 주체에 포함. 이 유형은 2023년 기준 전체 사고사망자 812명 중 93명(11.4%)
- 이 발생하여, 전체 재해자 비중(8.8%) 대비 사망사고 비중이 높은 중대재해 위험군으로 공식 관리
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 외국인 근로자 사고사망자는 93명이 발생하여 전체 사망 유형 중 높은 비중을 차지. 전체 사망자의 11.4%를 차지하며, 특히 건설업과 제조업에 집중됨

• 사망 재해의 압도적 집중

- 전체 재해자 중 외국인 근로자가 차지하는 비중은 8.8%이나, 전체 사망자 중 비중은 11.4%로, 재해 발생 시 치명률이 국내 근로자보다 높은 구조적 불균형을 보임. 이는 치명적인 사고에 집중 노출됨을 시사

• 언어·문화 장벽에 의한 위험 인지력 저하

- 재해 발생의 주요 요인은 언어 장벽으로 인한 안전 수칙 및 작업 표준의 미숙지와 정형화되지 않은 비일상 작업에서의 절차 미준수와 직접적으로 연관

• 고위험 업종(건설/제조)에의 집중 배치

- 전체 사망자의 11.4%(93명)를 차지하는 이들은 주로 건설업과 제조업에 집중되어, 떨어짐(추락)과 끼임 등 치명률이 높은 사고 유형에 집중 노출되는 특성 확인

(나) 주요 재해 유형 분석

- 다문화 근로자 재해는 안전 의사소통 부재라는 인적 요인과 고위험 업종 집중 배치라는 구조적 요인이 결합되어 발생하며, 주로 추락 및 끼임 등 치명적인 재해 유형에 취약

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 업종 집중: 다문화 근로자 사망사고 93명 중 건설업(약 40~50% 추정)과 제조업(약 30~40% 추정)에서 집중 발생

• 주요 재해 기인물

- 기계/설비 기인물: 주로 제조업에서 발생하며, 방호장치가 해제된 기계 설비에 의해 끼임 사고가 발생. 안전 절차 미숙지 등 절차적 문제가 주된 원인
- 구조물 기인물: 주로 건설업에서 발생하며, 비계, 작업 발판, 개구부 등 구조물의 불안정성 또는 안전 시설물 미설치 상태에서 떨어짐 사고가 발생

- **사고 유형별 발생 형태**

- 다문화 근로자의 재해는 안전 수칙의 미흡한 이해로 인해 방호 장치 해제 상태에서의 작업이나 안전대 미착용 상태에서의 고소 작업 등 기본 안전 절차 미준수 형태로 나타남
- 사망률 높은 재해 유형: 사고사망자 93명에서 떨어짐(추락) 및 끼임이 가장 높은 비중을 차지
- 비정형 작업 위험: 정비·청소 등 비일상 작업 투입 시 안전 절차에 대한 이해 부족으로 인해 끼임 사고로 이어지는 형태가 다수 발생

(다) 다문화 근로자 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 보고서)

- 이 유형은 전체 사고사망자 비중 대비 사망사고 비중이 높아 중대재해 위험군에 해당되며, 산업안전 사각지대에 놓인 취약 근로 주체로 분류

구분	재해자수	비율
전체 재해자 중 외국인 재해자	10,612명	약 8.8%(전체 재해자 중)
전체 사망자 중 외국인 사망자	93명	11.4%(전체 사망자 812명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 다문화 근로자 사고는 2023년 전체 사망자의 11.4%(93명)를 차지
- 언어 및 문화적 장벽으로 인해 안전 절차 준수가 미흡한 취약 근로 주체에 집중
- 작업 안전 수칙 및 표준을 언어에 구애받지 않고 직관적으로 인지필요
- 위험 노출 환경에 대한 경계 인식을 높여 안전 절차 준수를 물리적으로 유도
- 핵심 안전 절차를 다국어/그림 문자 기반 시각화
- 위험 구역에 대한 표준화된 고시인성 경계 디자인을 적용하는 것이 중요

(5) 근로 관리자 산업재해 분류

(가) 주요 특징 및 현황

- 근로 관리자(감독자, 안전관리자 등)는 일반 근로자에 비해 사고 발생 위험은 낮으나, 사고 발생 시 위험성 평가 및 안전 관리 소홀 등 절차적 요인에 대한 책임이 큼.
관리자 직무만을 분리한 사망 통계는 제공되지 않으나, 재해조사 대상 사망사고 598명 중 관리·감독 업무 수행자의 사고 유형을 통해 위험도를 파악할 수 있음
- 재해 유형 현황 조사: 관리·감독 업무 수행자 사망사고는 비정형적 활동 중 발생하는 떨어짐(추락), 부딪힘, 깔림 사고에 노출. 이는 일반 작업자와 유사한 치명적인 유형에 노출됨을 시사

• 절차적 안전 관리 실패에 대한 책임 집중

- 관리자는 위험성 평가, 작업 허가, 안전 관리 등 안전 절차 전반을 감독하며, 사고 발생 시 이러한 절차적 실패에 대한 책임이 막중

• 직무 특성상 비정형 작업 노출 위험

- 순찰, 점검, 장비 수리 지시 등 비정형적 활동 중 발생하는 사고가 대부분이며, 특히 건설업 및 제조업에서 관리자의 사망사고가 집중되는 경향 확인

• 핵심 위험원의 집중 관리 중 사고

- 관리 감독자가 직접 접근하기 어려운 고소 작업대, 기계 설비의 위험점 등 통제 구역 내에서의 점검 중 사고가 주요 원인으로 발생

(나) 주요 재해 유형 분석

- 근로 관리자 재해는 안전 점검 및 감독이라는 직무 특성상 비일상적인 환경에 노출되면서 발생하는 사고가 핵심 위험

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 전 업종 포함: 관리자는 전 업종에 걸쳐 존재하나, 사망사고는 건설업(현장 관리) 및 제조업(설비 관리)에 집중

• 주요 재해 기인물

- 추락/깔림 기인물: 점검 목적으로 접근한 비계, 고소 작업대, 불안정한 구조물 등에서 발생하는 떨어짐 사고가 주요 유형. 현장 순찰 중 장비에 깔리는 사고도 발생
- 절차적 기인물: 관리자가 작업자에게 안전 해제를 지시하거나 위험 작업 허가를 내주는 과정에서 절차를 간과하여 발생하는 인적/절차적 사고

- **사고 유형별 발생 형태**

- 관리자의 사고 유형은 직접적인 작업 수행보다는 감독/점검 활동과 관련됨
- 주요 사망 형태: 떨어짐(추락) 및 깔림·뒤집힘 사고가 높은 비중을 차지. 이는 고소/장비 위험 구역에 대한 접근 시 안전 절차를 간과하여 발생
- 절차적 사고 형태: 위험성 평가 결과와 다른 작업 지시를 내리거나, 정비 시 운전정지 절차를 준수하지 않아 발생하는 사고에 대한 책임 형태

(다) 근로관리자 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 보고서, 산업안전 감독 자료)

- 관리자 직무만을 분리한 통계는 공식적으로 제공되지 않으나, 현장 관리·감독 업무 수행자의 사고 유형을 통해 위험성을 파악

구분	재해자수	비율
재해조사 대상 사망사고 중 관리·감독 업무 수행자	(별도 명수 미공개)	사망사고의 직접적 원인 제공자로 분류
관리·감독자 대상 사고 유형	떨어짐, 깔림, 부딪힘 등	비정형 작업 중 발생하는 유형에 집중

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 근로 관리자는 안전 점검 및 감독 중 발생하는 비정형적 사고에 노출
- 절차 준수 소홀에 대한 책임이 큼
- 현장 안전 절차의 준수를 물리적으로 강제하는 시스템 구축에 초점을 맞추는 것이 필요
- 위험성 평가 결과를 현장에 즉시 시각화하여 공유하는 시스템을 디자인
- 관리자가 위험 구역 접근 시 자동으로 안전 절차(예: LOTO)를 확인하게 하는 체크리스트 시각화 및 인터록 시스템 디자인을 적용하는 것이 중요

② 재해 근로 행태별

(1) 반복 부담 작업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 반복 부담 작업은 일정한 동작·자세를 장시간 반복하거나, 부적절한 자세로 중량물을 취급하는 등 근골격계에 지속적인 부담을 주는 작업. 대표적으로 제조업 생산라인(조립·포장), 섬유·봉제, 물류 분류, 서비스·청소·돌봄 노동 등이 포함.
- 작업 환경 실태 조사: 2024년 제7차 작업환경실태조사에 따르면, 근골격계 부담작업을 보유한 사업장은 89,862개소(전체 제조업 사업장의 27.9%)로 약 3곳 중 1곳꼴로 신체 부담작업을 운영. 이 중 유해요인조사를 실시한 사업장은 37.2%에 불과하며, 조사 후에는 97.4%에서 사후관리를 시행하지만, 미실시 사유의 80.2%가 '자기 사업장이 조사대상인지 몰랐기 때문'으로 응답

• 근골격계 질환의 핵심 위험 작업

- 반복·고정 자세, 무리한 상·하지 사용, 중량물 취급 등이 복합적으로 작용하여 어깨·허리·손목·무릎 등 근골격계 질환을 유발·악화시키는 주요 작업 유형으로, 업무상 질병 통계에서 가장 큰 비중을 차지하는 위험군으로 평가됨

• 여성·고령·비정규직·소규모 사업장에 집중

- 섬유·봉제, 포장·조립, 청소·돌봄 등 여성·고령 근로자 및 비정규직이 많이 종사하는 직무에 반복 부담 작업이 집중되며, 50인 미만 제조·서비스 사업장에서 구조적으로 높은 노출 양상을 보임

• 관리체계 인지 부족에 따른 사각지대

- 근골격계 부담작업에 대한 유해요인조사 실시율은 낮은 반면, 조사를 실시하면 대부분 사후관리가 이루어지는 점에서, '조사대상 여부를 모르는 상태'가 관리의 가장 큰 공백으로 작용하고 있어 제도 인지·교육 및 작업환경 디자인 도입이 시급한 영역으로 제시

(나) 주요 재해 유형 분석

- 반복 부담 작업은 단순한 일시 피로를 넘어, 근골격계 중심의 만성 직업병과 피로 누적으로 인한 넘어짐·부딪힘 등 사고 재해가 동시에 나타나는 작업 형태로, 산업재해 통계와 작업환경실태조사에서 별도의 관리가 요구되는 핵심 위험군으로 제시됨

• 업무상 질병 유형

- 근골격계질환: 근골격계질환 요양재해 현황은 연령·성별·작업형태별로 별도 분석 항목으로 다루어지며, 어깨·허리·손목·무릎 등 신체 부담 부위에 집중 발생 반복적인 들기·밀기·당기기, 고정자세 유지, 상지·하지의 과사용이 복합적으로 작용해 발생하며,

- 전체 업무상 질병 중 가장 큰 비중을 차지하는 대표 질병 유형으로 제시됨
- 작업 관련성 질병: 장시간 서서 또는 쪼그린 자세로 작업하는 과정에서 만성 요통, 어깨·목 통증, 무릎 관절염, 하지 정맥류 등 작업 관련성 질환이 증가하는 양상이 확인됨(작업환경실태조사와 산업재해 현황분석에서 ‘신체 부담 작업’ 또는 ‘근골격계 부담작업’ 항목과 연계하여 분석되며, 반복 부담 작업이 이러한 질병의 주된 배경요인으로 강조됨)
 - 기타 직업성 질병: 반복 동작과 고정자세로 인한 지속적인 피로·통증은 수면장애, 스트레스, 우울감 등 정신건강 문제와 연계되며, 장기적으로는 심혈관계 부담을 높여 뇌·심혈관계 질환 위험을 가중시키는 요인으로 지적됨

• 사고 유형 및 발생 형태

- 업무상사고 사망·부상 재해 현황은 발생형태별로 분석되며, 반복 부담 작업과 연계되어 나타나는 주요 사고 형태는 다음과 같음(발생형태 통계표의 항목 기준)
- 넘어짐(미끄러짐·실족): 반복 작업으로 인한 피로와 주의력 저하 상태에서 젖은 바닥, 단차, 정리되지 않은 자재·케이블 등에 의해 미끄러지거나 걸려 넘어지는 재해
- 부딪힘: 협소한 작업공간에서 반복 이동·회전 동작을 수행하는 중 작업자와 기계·설비·자재·동료가 충돌하는 형태의 재해로, 특히 생산라인·물류 분류 작업에서 자주 발생
- 끼임(협착): 기계·설비에 손을 반복적으로 넣었다 빼는 과정에서 롤러, 프레스, 컨베이어, 지그·고정구 등에 손·팔이 끼이거나 말려 들어가는 재해 작업속도에 쫓기거나 보호장치가 임의 해제된 상태에서 위험도가 상승
- 물체에 맞음: 반복적인 적재·정리·포장 작업 중 상부 적재물 낙하, 쌓아 둔 자재·박스의 붕괴로 인해 작업자가 물체에 맞는 재해로, 정리정돈 미흡·과적재·불안정 적치 구조와 밀접하게 연관됨

(다) 반복 부담 작업 관련 통계 자료(2024년 작업환경실태조사 기준)

- 반복 부담 작업은 제조·서비스업 전반에서 광범위하게 분포하며, 근골격계 부담작업 보유 사업장이 전체 제조업의 약 3곳 중 1곳 수준으로 도출
- 사고 예방을 넘어 신체 부담 요인에 대한 체계적 관리가 필요한 핵심 위험군으로 제시

구분	수치 (2024년 기준)	내 용
근골격계 부담작업 보유 사업장 수	89,862개소	전체 제조업 사업장의 27.9%가 근골격계 부담작업을 보유한 것으로 조사되어, 약 3곳 중 1곳꼴로 반복 부담 작업이 존재함
유해요인조사 실시율	37.2%	근골격계 부담작업을 보유한 사업장 중 37.2%만이 근골격계 유해요인조사를 실시하고 있어, 과반 이상은 공식적인 위험요인 평가가 이뤄지지 않은 상태로 남아 있음
조사 후 사후관리 시행비율	97.4%	유해요인조사를 실시한 사업장의 97.4%는 작업개선, 보호구 지급, 교육 등 사후관리 조치를 시행한 것으로 나타나, 조사만 진행되면 대부분 후속 관리가 이루어지는 구조임을 보여줌

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 안전한 작업 환경을 위해서는 작업자의 자세와 동선을 중심으로 레이아웃을 설계
- 자주 사용하는 부품일수록 몸 가까이, 허리 높이에 배치하도록 표준화
- 지그, 롤러, 컨베이어 등을 도입하여 반복 동작과 운반 거리를 최소화 계획
- 작업대나 바닥에 "손목 중립각" 같은 바른 자세를 유도하는 시각적 가이드라인을 표시
- 짧은 휴식 시간(마이크로 브레이크)에도 간단히 스트레칭할 수 있도록 손잡이나 그래픽이 비치된 휴식 및 회복 공간을 작업 공간 근처에 배치하여 신체적 부담을 즉각 완충할 수 있도록 설계

(2) 위험물 취급/화학 공정 작업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 위험물 취급·화학 공정 작업은 유해·위험 화학물질의 제조·혼합·충전·도장·세척·반응·저장·이송 과정에서 수행되는 모든 작업으로, 가스충전소, 도료·용제 제조, 표면처리·세척 공정, 섬유 후가공, 콘크리트·승강기 부품 생산 등에서 광범위하게 이루어지는 작업
- 작업 환경 실태 조사: 2024년 제7차 작업환경실태조사에 따르면, 조사대상 659종 화학물질 중 1종 이상을 사용하는 사업장은 전체의 62.3%에 달하며, 노출기준이 제정된 화학물질을 취급하는 사업장은 139,452개소로 가장 많은 비중을 차지. 유해작업환경 보유 비중을 보면 화학적 요인 작업 사업장이 23.1%, 화학작업 종사자는 약 62만 9천 명으로 파악되어, 소음·분진과 함께 3대 주요 유해요인으로 관리되는 작업 환경으로 분석됨
- **중대재해로 직결되는 고위험 작업**
 - 가연성 가스·증기, 인화성 용제·도료, 독성 화학물질을 취급하는 과정에서 폭발·화재·중독·질식 등 치명적인 사고로 직접 이어질 수 있는 작업으로, 한 번의 사고가 다수 사상과 대규모 피해로 확산될 수 있는 고위험군 작업으로 평가됨
- **특정 업종·공정에 집중되는 화학물질 노출**
 - 가스충전, 도장·세척·표면처리, 섬유 후가공, 콘크리트·승강기 부품 생산 등 일부 업종·공정에 화학물질 사용이 구조적으로 집중되어 있으며, 이들 공정에서 장기간 근무하는 근로자는 급성 중독뿐 아니라 만성 호흡기·피부질환, 직업성 암 등 장기 건강장해에 대한 누적 위험에 노출됨
- **관리체계·정보 부족에 따른 사각지대**
 - 사업장 규모·업종에 따라 화학물질 관리 수준과 정보 제공 수준의 편차가 크며, 하청·소규모 사업장에서는 물질안전보건자료(MSDS) 활용, 국소배기·환기설비, 누출·비상대응 체계 등이 충분히 구축되지 못한 사례가 많아, 제도 인지와 관리체계 미비가 사고·질병 위험을 증폭시키는 주요 요인으로 제시됨

(나) 주요 재해 유형 분석

- 위험물 취급·화학 공정 작업 재해는 가연성·독성 물질의 누출과 점화원, 밀폐·환기불량 환경이 결합되면서 폭발·화재·중독·질식 등 치명적인 형태로 나타나는 고위험 재해 유형에 해당하며, 한 번의 사고가 다수 사상과 대규모 피해로 이어질 수 있는 특성
- **재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석**
 - 제조/화학·도장 업종 집중: 위험물 취급·화학 공정 작업 재해는 가연성·독성 물질의 누출과 점화원, 밀폐·환기불량 환경이 결합되면서 폭발·화재·중독·질식 등 치명적인 형태로 나타나는 고위험 재해 유형에 해당하며, 한 번의 사고가 다수 사상과 대규모 피해로 이어질 수 있는 특성을 가짐

• **주요 재해 장소/기인물**

- 설비/배관 기인물: 혼합탱크, 반응기, 저장탱크, 배관·밸브, 충전·주입 설비, 가스 실린더 등에서 밸브 오작동, 노후·파손, 방폭·차단장치 미설치 및 임의 해제 상태에서 누출·폭발·화재·중독 재해 다수 발생
- 작업환경 기인물: 도장부스·세척조·밀폐·반밀폐 공간, 환기설비가 미흡한 저장실·충전실 등에서 증기·가스가 축적되어 질식·중독 위험이 높아지며, 플랜지·호스 연결부 등 누출 취약 지점이 핵심 기인 환경으로 작용

• **사고 유형별 발생 형태**

- 폭발·화재 재해: 연성 가스·증기, 도료·용제, 인화성 화학물질이 누출된 상태에서 스파크·정전기·고온면 등의 점화원과 접촉해 폭발·화재로 이어지는 형태로, 소규모 누출이 방치되다 대형사고로 확대되는 사례가 특징적
- 중독·질식 재해: 독성가스·증기가 국소배기 실패, 밀폐공간 작업 전 환기 미흡, 잘못된 질소·가스 치환 작업 등으로 축적되어 급성 중독·질식재해로 발생하며, 주변 근로자가 동시에 피해를 입는 경우가 많음
- 부식·화학적 화상 재해: 강산·강알칼리, 세정제, 경화제 등의 피부·안구 직접 접촉으로 화학 화상 및 안과질환이 발생하며, 누출 시 보호구 미착용·부적절한 세척 동선이 피해 정도를 가중
- 장기 건강장해 재해: 강유기용제·특정 화학물질에 장기간 노출되어 직업성 암, 만성 간·신장 질환, 만성 호흡기·피부질환 등 업무상 질병으로 이어지는 형태로, 단일 사고보다 누적 노출과 관리 부재가 핵심 위험요인으로 작용

(다) 위험물 취급·화학 공정 작업 관련 통계 자료(2024년 작업환경실태조사 기준)

- 위험물 취급·화학 공정 작업은 전체 사업장의 다수가 화학물질을 상시 사용하는 환경으로, 단일 사고 예방을 넘어 일상적인 노출 관리와 설비·공정 중심의 안전 디자인 강화에 중점을 두어야 하는 영역

구분	내용
화학물질 1종 이상 사용하는 사업장	전체 조사대상 사업장의 62.3%가 659종 조사대상 화학물질 중 1종 이상을 사용하고 있어, 사업장 대부분이 화학물질 위험에 직·간접적으로 노출된 구조
화학적 요인 유해작업환경 보유 사업장	유해작업환경 보유 사업장 중 화학적 요인 작업 사업장 비율 23.1%로, 소음·분진과 함께 3대 주요 유해요인으로 관리되는 작업 환경
화학작업 근로자	화학물질을 직접 취급하거나 화학 공정 인근에서 작업하는 근로자 규모로, 폭발·화재·중독·질식뿐 아니라 만성 호흡기·피부·장기 질환 위험 관리의 대상 인원

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 화학물질 취급 공간은 누출을 전제로 기능(저장, 반응, 폐기 등)에 따라 구역을 명확히 분리하고 차압까지 고려해 설계
- 배관이나 밸브 등에 표준 색채와 아이콘을 적용하고 누출 지점은 CCTV로 감시하는 등 시각적 위험 인지 디자인을 강화
- 비상시를 대비해 10초 내 세척 설비, 30초 내 대피 경로를 확보하는 동선 설계
- 환기, 공조, 방폭, 저장 설비 모두를 하나의 통합 시스템으로 묶어 설계

(3) 상하역 및 운전 작업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 상하역 및 운전 작업은 화물의 적재·하역, 운반·이송, 지게차·트럭·크레인 등 운반장비 운전을 포함하는 물류·운수·창고·제조 연계 작업으로, 사업장 안팎에서 차량·중량물과의 접촉 위험이 상시 존재하는 작업에 해당
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 유족급여 승인기준 사고사망자 812명 중, 떨어짐·끼임과 함께 '사업장 외 교통사고', '깔림·뒤집힘', '부딪힘', '물체에 맞음' 등 상하역·운전 작업과 밀접한 유형이 약 3분의 1 이상을 차지하는 것으로 분석됨. 특히 50인 미만 사업장에서 전체 사고사망자의 약 78%가 발생하고, 운수·창고·서비스업에서 상하역·운전 작업 비중이 높아 구조적으로 취약한 작업군으로 제시됨

• 치명적 사고 재해 집중

- 대형 차량·지게차·크레인, 중량 화물과 직접 접촉하는 과정에서 사고가 발생하면 깔림·뒤집힘, 교통사고, 충돌 등으로 이어져 사망 가능성이 높고, 한 번의 사고가 다수 인명피해로 확산될 위험이 큼

• 차량·중량물 접촉 위험 상시 노출

- 협소한 하역장, 복잡한 이동 동선, 후진·회전이 잦은 작업 특성으로 인해 보행자와 차량·지게차, 화물·팔레트·랙 간 충돌·깔림 위험에 지속적으로 노출되며, 야간·실내 작업 시 시야 제한까지 겹쳐 위험도가 증가

• 동선·속도·구획 중심의 작업 환경 개선 요구

- 보행·차량 동선 분리, 하역·상차·대기 구역의 명확한 구획, 감속 유도 바닥 패턴 및 표지, 적재·보관 시스템의 구조적 안정성 확보 등 공간·동선·속도 관리 중심의 인체공학적·환경설계적 개선이 핵심 과제로 요구됨

(나) 주요 재해 유형 분석

- 상하역 및 운전 작업 재해는 차량·중량물과의 접촉을 통해 깔림·뒤집힘, 부딪힘, 사업장 내·외 교통사고 등으로 이어지는 치명적인 사고 유형으로, 물류·운수·제조·건설 현장 전반에서 반복적으로 발생하는 특징을 가짐

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 운수/창고 및 제조·건설 연계 작업 집중 : 상하역 및 운전 관련 재해는 운수·창고, 택배·배송, 항만·터미널, 제조업 내 물류라인, 건설 현장의 골재·자재 운반 작업에서 집중적으로 발생하며, 사업장 규모가 작을수록(50인 미만) 사고사망 비중이 높게 나타나는 경향

• **주요 재해 장소/기인물**

- 상하역·운반 기인물: 승하차장, 램프·경사로, 하역장, 창고 내부 통로, 야드, 주차·대기 구역 등에서 화물 적재·하역 및 이동 과정 중 팔레트·컨테이너 전도, 적재물 붕괴, 화물 낙하로 인한 재해가 다수 발생
- 인양·운반 설비 기인물: 지게차·크레인·호이스트·트럭·컨테이너, 파렛트·랙·적재대 등이 핵심 기인물로, 작업환경실태조사에서 천장·갠트리 크레인(정격 2톤 이상) 보유대수가 215,532대로 가장 높게 나타나 중량물 인양 설비 사용이 널리 확산된 작업 환경임을 보여줌

• **사고 유형별 발생 형태**

- 깔림·뒤집힘으로 인한 재해: 하역 중 팔레트·컨테이너 전도, 적재물 붕괴, 차량·지게차 전복 등으로 작업자가 화물이나 장비 아래에 깔리거나 압착되는 사고로, 대개 치명적인 결과로 이어지는 중대재해 유형
- 부딪힘·물체에 맞음 재해: 후진·회전 중 차량·지게차와 보행자가 충돌하거나, 이동 중 화물이 떨어져 작업자에게 맞는 형태의 재해로, 시야 제한·동선 혼재·속도 관리 미흡이 주요 원인으로 작용
- 사업장 내·외 교통사고 재해: 공장 내부 이동통로, 야적장, 하역장 출입로, 인근 도로 주행 중 차량 간 충돌·추돌 사고로 발생하며, 상하역 및 운전 작업과 직접 연관된 교통 재해 유형으로 분류

(다) 상하역 및 운전 작업 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 기준)

- 공장 내·외 물류 이동과 연계된 떨어짐, 끼임, 교통사고, 부딪힘, 깔림·뒤집힘 등이 복합적으로 나타나는 작업으로, 기본적인 동선 분리·속도 관리·설비 안전검사만으로도 상당 부분 예방 가능한 사고 재해에 해당함

구분	2023년 수치	내용
전체 사고사망자	812명 (사고사망만인율 0.39%)	산업 전 분야에서 발생한 연간 사고사망자 규모로, 이 중 상당수가 상하역 및 운전 작업과 직·간접적으로 연관된 유형에 해당
상하역·운전 관련 주요 재해유형 비중	떨어짐 35%, 끼임 11%, 사업장 외 교통사고 11%, 부딪힘 8%, 물체에 맞음 8%, 깔림·뒤집힘 8%	상하역 및 운전 작업과 밀접한 재해유형이 전체 사고사망의 상당 비중을 차지하며, 차량·중량물·운반·인양 설비와의 접촉에서 다수 발생
안전검사 대상 기계·설비 보유 사업장	133,405개소(전체의 41.5%), 천장·갠트리 크레인 215,532대 보유	중량물 인양·운반 설비가 광범위하게 사용되고 있음을 보여주는 지표로, 상하역·운전 작업에서의 깔림·뒤집힘 및 끼임 재해 예방을 위한 설비 안전검사·유지관리의 중요성을 시사

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 물류 및 작업 공간의 안전을 위해 보행자와 차량의 동선을 물리적으로 분리
- 상하역장이나 창고 내에 전용 통로를 조성
- 횡단 구간은 육교나 방호 울타리를 설치
- 코너와 교차부에는 반사경이나 바닥 감속 패턴을 도입하여 차량 속도를 자연스럽게 낮추고 가시성을 확보하는 속도 관리 디자인이 필요
- 적재 시스템 역시 중요하며, 랙의 하중 기준을 명확히 하고 팔레트를 표준화하며 밴딩 장치를 도입해 붕괴 및 깔림 위험을 원천적으로 제거
- 표지판과 바닥 마킹 정보를 단순화하여 운전자에게 핵심 정보만 보이도록 시각적 부담을 줄이고, 균일한 조도를 유지하여 인지 오류를 최소화하는 설계가 중요

(4) 설치·해체 작업(정비·점검 포함) 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 설치·해체 작업(정비·점검 포함)은 건설·제조·설비업 전반에서 구조물·설비·비계·폼·거푸집·라인·기계장치 등을 설치·해체하거나, 유지보수·점검·수리하는 모든 작업을 의미하며, 고소·중량물 작업이 결합된 대표적인 고위험 작업에 해당
- 재해 유형 현황 조사: 2021년 사고사망현황에 따르면, 전체 사고사망 828명 중 떨어짐(추락) 재해가 351명(42.4%)으로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 건설업에서는 기계·장비에 의한 사망이 2020년 93명(20.3%)에서 2021년 108명(26.0%)으로 증가. 이는 비계·거푸집·동바리, 각종 설비·라인의 설치·해체·정비 과정에서 고소 작업과 기계·장비 취급 위험이 여전히 치명적인 사고로 이어지고 있음을 보여줌

• 최고 수준의 사망 재해 집중

- 떨어짐(추락)이 전체 사고사망 유형 중 가장 높은 비중을 차지하고, 건설업 기계·장비 관련 사망도 증가 추세를 보여, 설치·해체 및 정비·점검 작업이 사망사고의 핵심 위험 공정으로 작동하고 있음

• 가설 구조물·기계 설비로 기인물 집중

- 사망사고의 주요 기인물은 비계·거푸집·동바리 등 가설 구조물과 크레인·리프트·생산설비 등 기계·장비로, 불완전한 조립·해체, 작업발판 붕괴, 에너지 차단 미흡 등이 직접적인 추락·깔림·끼임 사고로 연결됨

• 취약 공정으로 공식적 관리 필요

- 설치·해체 공정은 설계·시공·해체 전 과정에서 위험성평가와 작업허가제, 시스템비계·표준 거푸집 등 안전 설계·표준화 정책의 우선 적용 대상으로 강조되며, 공정 계획 단계에서부터 산업안전디자인 기준을 반영해야 하는 대표적인 취약 공정으로 관리됨

(나) 주요 재해 유형 분석

- 설치·해체 작업(정비·점검 포함)에서 추락/깔림은 사망 재해의 가장 주된 형태로서, 특히 건설 현장의 비계·거푸집·동바리 설치·해체 및 운반·인양 작업과 밀접하게 연관되어 발생

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 건설업 집중: 떨어짐 사고는 건설업에서 압도적으로 발생. 2024년 건설업 사고사망자 328명 중 182명이 떨어짐으로 사망하였으며, 건설업 사고사망 유형 중 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석됨. 설치·해체·정비·점검 과정의 비계·거푸집·동바리·크레인 작업이 핵심 위험

• 주요 재해 장소/기인물

- 추락 기인물: 재해조사 대상 사망사고 589명 기준, 가장 많이 발생한 기인물은 '건축물·구조물 및 표면'으로 205명이 발생. 이는 비계·작업발판·지붕·슬래브·개구부 등 구조물·표면의 불안정성이 설치·해체 작업 중 추락 사고와 직접적으로 연결되어 있음을

보여주며, 전년 대비 35명 감소한 수치

- 구깔림·뒤집힘 기인물: ‘깔림·뒤집힘’ 사고는 ‘운반 및 인양 설비·기계’에서 121명이 발생 비계 자재·거푸집·중량 부재를 크레인·리프트·지게차 등으로 인양·운반하는 과정에서 설비의 불안정성이나 전도(넘어짐)에 의해 발생하는 위험을 나타냄

• 사고 유형별 발생 형태

- 떨어짐으로 인한 재해자 증가: 2024년 전체 사고사망자 827명 중 ‘떨어짐(추락)’ 사망자는 278명(33.6%)으로 사고사망 유형 중 가장 높은 비중을 차지. 사고 사망자 수는 전년 대비 8명 감소했으나, ‘떨어짐’으로 인한 사고 재해자 수는 14,655명(12.7%)으로 전년 대비 298명(+2.1%) 증가하여, 치명적 사망사고뿐 아니라 다수의 부상 재해가 동반되는 대표 유형으로 나타남
- 깔림·뒤집힘으로 인한 재해 지속: ‘깔림·뒤집힘’ 사고로 인한 사망자는 54명(6.5%)으로, 주로 운반 및 인양 설비·기계, 적재 자재 붕괴 등 중대 기인물과 연관. 비계·거푸집 자재 적재 불량, 동바리·가설 지지구조 붕괴, 인양 중 하중 이탈 등 설치·해체 과정에서의 구조적 불안정성과 작업 절차 미준수가 복합적으로 작용하여 발생하는 것으로 분석됨

(다) 추락/깔림 관련 통계 자료(2024년 산업재해현황 보고서)

- 사고사망 재해의 가장 큰 원인으로, 기본 안전 수칙 준수만으로도 예방할 수 있는 사망사고에 해당하며, 특히 비계·거푸집·동바리 등 설치·해체 작업과 밀접하게 연관됨.

구분	2024년 사망자 (명, %)	2024년 사고재해자(명, %)	전년 대비 증감(명)	증감률(%)
떨어짐(추락)	278명(33.6%)	14,655명(12.7%)	-8명(사망)	-2.8%(사망), +2.1%(재해)
깔림·뒤집힘	54명(6.5%)	3,309명(2.9%)	-10명(사망)	-15.6%(사망)

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 산업안전 설계를 위해서는 우선 가설 구조물의 표준화와 모듈화가 중요하며 비계나 거푸집을 '끼워 맞추기식' 시스템으로 설계하여 작업자의 자의적인 조립을 막고 안전한 설치 순서를 디자인 자체에 내장
- 고소 작업의 접근성 역시 개선되어야 하며, 사다리 사용을 지양하고 계단이나 타워형 비계, 고소작업대를 기본으로 사용하도록 설계 기준의 변경이 필요
- 정비 작업 시 사고를 막기 위해 에너지 차단 지점(밸브, 스위치 등)을 색상과 번호로 명확히 시각화하여 한눈에 식별할 수 있는 방안 강구
- 설비 배치 단계에서부터 '유지보수 친화 설계' 개념을 도입하여, 향후 점검이나 교체에 필요한 작업 공간과 접근 통로, 인양 지점을 미리 확보 필요

(5) 서비스 및 부가적 작업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 서비스 및 부가적 작업은 생산·공사와 직접적인 핵심 공정이 아닌, 그 공정을 지원하는 청소·정리정돈·검사·포장·사무·고객응대·관리 등의 작업을 포함. 주로 사무실, 매장·카운터, 복도·계단, 휴게실, 공용공간 등에서 이루어지며 여성·청년·단기근로자의 비중이 높음
- 재해 유형 현황 조사: 2024년 제7차 작업환경실태조사에 따르면 제조업 근로자 중 사무직은 31.0%, 생산직은 69.0%를 차지하며, 휴게시설을 보유한 사업장은 61.5%(20인 이상 사업장은 94.4%)로 조사됨. 2023년 전체 재해자 120,556명 중 여성 근로자는 40,401명(33.5%)으로, 이들 상당수가 서비스·사무/서비스 장소에서 근무하며 넘어짐 사고와 근골격계 질환이 주요 재해 유형으로 나타나는 것으로 분석됨

• 다발성 부상 재해 집중

- 서비스 및 부가적 작업 종사자는 전체 재해자의 3분의 1 수준을 차지하는 여성·사무·서비스 근로자와 중첩되며, 부상 재해자 수 기준 상위 유형인 넘어짐(미끄러짐·실족) 사고와 근골격계 질환이 핵심 위험으로 반복 발생하는 집단에 해당

• 위험 노출 요인

- 젖은 바닥·미끄러운 표면, 계단·단차, 정리되지 않은 박스·케이블 등 보행 환경 관련 기인물과, 장시간 서서 일하거나 반복적인 청소·포장·입출력 업무로 인한 부적절한 작업 자세·신체 부담 작업 환경에 동시에 노출되어 재해 위험이 높아짐

• 작업 환경의 인체공학적 개선 요구

- 서비스업·사무·부가적 작업이 이루어지는 공간의 특성상, 미끄럼 저감 바닥재, 단차·계단의 가시성 확보, 통로 폭·수납체계 개선, 작업대 높이·배치의 인체공학적 설계와 함께 충분한 휴게시설 확보가 필수적인 과제로 제시됨

(나) 주요 재해 유형 분석

- 서비스 및 부가적 작업 재해는 넘어짐과 근골격계 질환이 중심이 되는 다발성 부상 유형으로, 특히 여성·사무·서비스 근로자가 밀집한 업종에서 반복적으로 발생하는 특징을 보임

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 서비스/사무업 집중: 도소매·숙박·음식점·보건·사회복지·교육서비스·청소·시설관리 등 서비스업과 사무·지원 부서에서 재해가 집중 발생하며, 여성 근로자가 다수 종사하는 직종과 겹치는 경향을 보임

- **주요 재해 장소/기인물**

- 보행환경 기인물: 사무실, 상담·접객 공간, 복도·계단·출입구, 매장·주방, 청소·정리정돈 구역, 휴게실 등에서 젖은 바닥, 미끄러운 바닥 마감, 단차·계단, 비정리된 케이블·박스 등이 넘어짐 사고의 주요 기인물로 작용
- 작업환경 기인물: 카운터·작업대 높이 불균형, 장시간 서거나 쪼그려야 하는 작업공간, 협소한 통로와 비효율적 수납 구조가 부적절한 작업 자세와 반복적인 신체 부담을 유발하는 핵심 환경 요인으로 작용

- **사고 유형별 발생 형태**

- 넘어짐(미끄러짐·실족): 청소 중 젖은 바닥, 물기 제거 미흡, 통로 상의 박스·케이블·비품 방치 등으로 인해 전형적인 미끄러짐·실족 사고가 빈번히 발생하며, 여성·서비스 근로자의 대표적인 부상 재해로 나타남
- 반복 부담에 의한 근골격계 질환: 장시간 서서 근무, 서서/쪼그려 청소, 설거지·서빙·카운터 업무, 반복적인 포장·정리 작업 등에서 허리·무릎·발·어깨에 지속적인 부담이 누적되어 근골격계 질환으로 이어짐
- 부딪힘·충돌: 협소한 매장·복도·공용공간에서 사람과 사람, 카트·청소도구·문짝·가구 등이 서로 충돌하는 형태의 재해가 발생하며, 시야 제한과 동선 혼잡이 주된 원인으로 작용

(다) 서비스 및 부가적 작업 관련 통계 자료(2024년 작업환경실태조사 기준)

- 사무·서비스 공간에서 이루어지는 작업으로, 근로자 구성과 휴게시설 보유 현황이 넘어짐·근골격계 재해 예방을 위한 작업·휴식 공간 설계와 직결되는 지표에 해당함

구분	2024년 수치	비율(%)	비고
사무직 근로자 비중	사무직 31.0%, 생산직 69.0%	31.0	제조업 전체 근로자 중 약 3분의 1이 사무·지원·서비스 업무 종사로 재해 관리 필요성을 시사
휴게시설 보유 사업장 수	197,693개소	61.5	전체 조사 대상 사업장 중 휴게시설을 보유한 비율로, 휴식·회복 공간이 설치되지 않은 사업장이 약 40%
20인 이상 사업장 휴게시설 설치율	-	94.4	20인 이상 사업장의 대부분이 휴게시설을 설치하고 있으나, 소규모 사업장에서는 설치율이 상대적으로 낮음

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 서비스 공간은 무엇보다 보행 안전을 중심으로 설계가 필요
- 복도, 계단, 통로의 미끄럼 저항, 조도, 시야 확보, 단차 제거를 최우선으로 반영
- 카운터, 청소도구함, 휴게시설을 동선상에 효율적으로 배치하여 작업과 휴식의 리듬을 고려하고 불필요한 이동이나 허리 굽힘의 최소화 필요
- 정해진 위치에 물품을 보관할 수 있는 정리정돈이 쉬운 수납 디자인을 통해 통로의 장애물(넘어짐 요인)을 원천적으로 제거
- 서비스 업무 공간에 흡음재, 자연광, 녹색 요소를 도입하여 직원의 심리적 부담과 스트레스를 완화하는 디자인 적용 필요

③ 재해 산업 업종별 상세분석

(1) 건설업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 건설업은 고소 작업, 중량물 취급, 구조물 설치/해체 등 불안정한 작업 환경 특성으로 인해 사고사망자가 가장 많이 발생하는 최상위 위험군에 포함. 작업의 비정형성 및 하청 구조로 인한 안전 관리 미흡 문제가 상존하며, 정부는 건설업의 떨어짐(추락) 사고를 중점 관리하는 영역으로 규정
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 전체 사고사망자 812명 중 건설업 사고사망자는 356명을 기록하여 전체 사망자의 43.8% 비중 차지. 이는 전체 업종 중 가장 높은 사망 비중을 기록하는 구조 확인

• 추락(떨어짐) 사고의 압도적 집중

- 건설업 사망사고의 과반 이상을 차지하는 떨어짐(추락)은 건설업의 가장 큰 사망 원인이며, 이는 고소 작업이 많은 건설 환경의 특성과 직접적으로 연관

• 구조물 안전성 미흡과의 직결

- 사망사고의 주요 기인물은 건축물·구조물 및 표면(비계, 작업 발판, 개구부 등) 관련으로, 안전 난간 미설치, 개구부 미방호 등 구조적 안전 시설물 미흡과 직접적으로 연관

• 규모별 위험도 차이 존재

- 50억 미만 소규모 건설 현장에서 사망사고가 다수 발생하는 등 사업장 규모에 따른 위험도 차이가 존재하는 취약 업종으로 분류

(나) 주요 재해 유형 분석

- 건설업 재해는 사망 재해의 가장 주된 형태로서, 특히 고소 작업 및 구조물의 불안정성과 밀접하게 연관되어 발생 떨어짐(추락)과 깔림·뒤집힘이 핵심 위험

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 건설업 집중: 떨어짐 사고는 건설업에서 압도적으로 발생 2023년 건설업 사망사고 356명 중 과반 이상이 떨어짐(추락)으로 사망 이는 건설업 사고사망 유형 중 가장 많은 비중

• 주요 재해 장소/기인물

- 추락 기인물: 주요 기인물은 건축물·구조물 등 고소·개구부 작업 환경 포함 비계, 작업 발판, 개구부 등 구조물의 불안정성 및 안전 시설물 미흡이 주된 요인
- 깔림·뒤집힘 기인물: 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 깔림·뒤집힘 재해가 43명이 발생하였으며, 주로 운반 및 인양 설비·기계(크레인, 지게차 등) 관련 재해가

높은 비중을 차지

- **사고 유형별 발생 형태**

- 건설업의 사고는 주로 안전 난간 미설치 상태에서의 작업 또는 안전대 미착용 상태에서의 고소 작업 등 기본 안전 수칙 미준수 형태로 나타남
- 주요 사망 형태: 떨어짐 사고는 작업 발판 이탈, 안전 난간 미설치, 개구부 미방호 등 기본적인 안전 시설물 미흡으로 인해 발생
- 중장비 사고 형태: 깔림·뒤집힘 사고는 중장비의 불안정한 운행, 작업 반경 내 작업자 침범 등 장비 운용 관리 미흡으로 인해 발생하는 형태가 다수 관찰

(다) 건설업 관련 통계 자료(2024, 2023년 산업재해현황, 산업재해 현황 부가통계 기준)

- 이 유형은 사고사망 재해의 가장 큰 원인으로, 기본 안전 수칙 준수만으로도 예방할 수 있는 사망 사고에 해당

구분	재해자수	비율
전체 사망자 중 건설업 사망자	356명	43.8%(전체 사망자 812명 중)
전체 재해자 중 떨어짐(추락) 재해자	14,655명	12.7%(전체 재해자 중)
재해조사 대상 사망사고 중 깔림·뒤집힘	43명	7.2%(전체 598명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 건설업 사고는 2023년 전체 사망자의 43.8%(356명)를 차지
- 떨어짐(추락) 사고가 과반 이상을 차지하는 최상위 위험군
- 위험 노출 환경의 구조적 안전성을 확보
- 고소 작업 및 장비 운용 절차 준수를 물리적으로 강제하는 방안 마련 필요
- 난간, 발판, 개구부 등에 대한 구조적 방호 시스템 및 안전대 고정점의 표준화 디자인을 통해 추락 위험 요인을 원천 제거
- 중장비 작업 구역과 보행자 동선을 고시인성 마킹과 물리적 차단막을 활용하여 명확히 분리하는 디자인이 중요

(2) 제조업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 제조/가공 장소는 주로 제조업의 사업장 내부(공장, 작업장)를 의미하며, 다양한 기계 설비와 유해 위험 물질이 복합적으로 존재하는 고위험 환경에 포함. 이 장소는 2023년 기준 전체 사고사망자의 20.3%(165명)를 차지하는 위험 집중 장소로 공식 관리
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 제조업 사고사망자는 165명을 기록하였으며, 건설업 다음으로 높은 비중을 차지. 이 장소에서 발생하는 주요 사망사고 유형은 끼임으로 39명(23.6%)이 발생하여, 제조업 내 최대 발생 형태로 확인

• 소규모 사업장 위험도 집중

- 제조업 사망사고는 50인 미만 소규모 사업장에서 사고사망자가 증가하는 현상이 관찰되어, 사업장 규모에 따른 위험 집중 구조를 형성

• 복합적 위험원 상존

- 주요 기인물은 운반 및 인양 설비·기계와 관련된 끼임, 절단 등 기계적 위험뿐만 아니라, 화학물질 관련 폭발/화재 위험도 상존하는 복합적 위험 환경

• 공정 안전 관리의 중요성

- 제조 공정의 특성을 반영한 기계 안전 및 공정 관리가 중대재해 감축을 위한 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 제조/가공 장소에서의 재해는 기계적 위험과 공정 환경적 위험이 복합적으로 작용하여 발생하며, 끼임이 사망사고의 가장 큰 원인

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 제조업 집중: 사망사고 비중은 전체의 20.3%를 차지하며 주요 사망 위험 장소에 포함. 이 장소의 핵심 위험인 끼임은 사망사고의 23.6%(39명)를 차지

• 주요 재해 장소/기인물

- 기계 설비/공정 기인물: 협착 위험점과 더불어 화학물질 저장소, 고압 전류 설비 등 복합적인 위험 환경 포함 프레스, 사출성형기 등 고정형 기계가 주요 기인물
- 물류/운반 기인물: 지게차 등 운반 설비와 관련된 부딪힘, 깔림 사고도 작업 동선 혼재로 인해 빈번하게 발생

• 나 사고 유형별 발생 형태

- 제조/가공 장소의 사고는 주로 기계의 고장, 정비, 청소 등 비일상 작업 시 안전 절차 미준수 형태로 발생하며, 끼임과 절단이 주된 상해 형태

- 고위험 작업 형태: 운전 중인 기계에 접근하여 제품 불량 또는 이물질을 제거하려다 발생하는 끼임 사고 형태가 다수 발생
- 복합적 위험 형태: 화학물질 취급 중 발생하는 화재/폭발 위험과 전기 설비 관련 감전 위험이 상존하는 복합적 위험 형태 유지

(다) 제조업 관련 통계 자료(2023년 산업재해 현황 부가통계 기준)

- 이 유형은 제조업 사망사고의 20.3%를 차지하는 핵심 위험 장소이며, 특히 끼임 재해(23.6%)가 최다 사망 원인에 해당

구분	재해자수	비율
제조업 사망자	165명	20.3%(전체 사망자 812명 중)
제조업 내 끼임 사망자	39명	23.6%(제조업 사망자 165명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 제조/가공 장소는 2023년 전체 사망자의 20.3%(165명)가 발생한 고위험 장소이며, 특히 끼임 재해(23.6%)가 핵심 위험
- 공정 흐름의 위험 요소를 제거하고 인간 동선과 기계 동선을 물리적으로 분리 필요
- 위험 구역 자동 인식 시스템이나 공정 위험도를 반영한 작업장 레이아웃 디자인을 통해 위험원과의 접촉을 최소화
- 화학물질 저장소 등에 대한 GHS 경고 라벨 및 보호구 착용 요구사항을 고시인성/표준화 디자인으로 명시하여 복합적인 위험에 대한 인지도를 극대화하는 것이 중요

(3) 운수업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 운수업은 도로 교통 환경에서의 위험 노출, 상하역 작업, 장시간 운전 등 특성으로 인해 차량/물류 관련 사고와 과로/질병 위험이 높은 업종에 포함. 운수업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명(20.9%)을 기록하는 주요 위험군으로 분류
- 재해 유형 현황 조사: 운수업은 주로 화물 하역 및 운반 과정에서 재해가 발생하며, 부딪힘, 깔림·뒤집힘 등 물류 및 차량 관련 사고가 높은 비중 차지. 2023년 부딪힘 사망사고는 전체 79명이 발생하여 전년 대비 증가했으며, 운수업은 이 유형의 주요 발생 업종에 포함

- 차량/물류 관련 사고 집중

- 사고사망의 핵심 원인은 차량/장비 운행 중 충돌, 깔림·뒤집힘 등 물류 관련 사고로, 운반 및 인양 설비·기계 관련 위험에 집중되는 특성 확인

- 작업 동선 혼재 및 불안정성

- 주요 기인물은 지게차, 트럭 등 운반 장비이며, 차량/장비 운행 동선과 작업자 보행 동선이 혼재된 작업 환경이 위험을 높이는 핵심 요인

- 물류 환경 안전 관리의 중요성

- 도로상의 교통사고를 제외한 사업장 내 물류 동선 관리 및 상하역 작업 안전성 확보가 중대재해 감축의 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 운수업 재해는 차량/물류 관련 부딪힘 및 깔림·뒤집힘 사고가 주를 이루며, 화물 하역 및 운반 과정에서 위험이 집중 작업 동선 혼재와 화물 적재 불안정성이 핵심 위험

- 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 기타 업종 집중: 운수업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명을 기록하여 주요 위험군에 포함 부딪힘 사망사고 79명 중 상당수가 운수/물류 관련

- 주요 재해 장소/기인물

- 깔림·뒤집힘 기인물: 지게차, 트럭 등 운반 및 인양 설비·기계가 주요 기인물에 포함 화물 적재함에서의 작업 및 불안정한 화물 적재 상태가 주된 요인
- 부딪힘 기인물: 주로 차량/운반 장비와 작업자 간의 충돌 사고로 발생 차량/장비 운행 동선과 작업자 보행 동선이 혼재된 환경이 주요 원인

- 나 사고 유형별 발생 형태

- 운수업의 사고는 주로 작업 동선 내 장비 진입이나 화물 하역 시 안전 절차 미준수 형태로 나타남
- 주요 사망 형태: 지게차 등 운반 장비에 작업자가 부딪히거나 깔리는 형태가 높은 사망 비중을 차지 이는 차량 운행의 시야 확보 문제 및 경고 시스템 미흡과 관련
- 하역 작업 사고 형태: 화물차 적재함 등 고소 장소에서의 떨어짐(추락) 사고, 하역 중 불안정한 화물이 무너져 깔리는 형태도 다수 발생

(다) 운수업 관련 통계 자료(2023년 산업재해 현황 부가통계 기준)

- 차량/물류 관련 부딪힘 및 깔림·뒤집힘 사고가 주를 이루는 업종으로, 사업장 내 물류 동선 관리와 안전 절차 준수가 중요한 재해에 해당

구분	재해자수	비율
기타 업종 사망자(운수업 포함)	125명	20.9%(전체 598명 중)
재해조사 대상 사망사고 중 부딪힘	79명	13.2%(전체 598명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 운수업 사고는 차량/물류 관련 부딪힘 및 깔림·뒤집힘 사고가 주를 이루며, 화물 하역 및 운반 과정에서 위험이 집중
- 작업자와 차량/장비 간의 동선 충돌을 원천 차단하고, 운반물의 안정성을 시각적으로 확보 필요
- 차량/지게차 동선과 보행자 동선의 물리적 분리를 위한 안전 펜스 및 고시인성 마킹 디자인을 적용
- 지게차 등 운반 장비에 접근 경고 시스템을 디자인하여 위험 인지를 극대화하는 것이 중요

(4) 서비스업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 서비스업은 유통, 숙박, 음식, 보건 등 다양한 분야를 포괄하며, 사망사고 비중은 낮으나, 넘어짐, 근골격계 질환(반복 부담 작업) 등 부상 및 건강 관련 재해가 높은 비중을 차지하는 업종에 포함. 서비스업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명(20.9%)을 기록하는 주요 위험군으로 분류
- 재해 유형 현황 조사: 2024년 전체 재해자 중 넘어짐 재해는 약 10,000명 이상으로 상위 위험군에 속하며, 서비스업에서 집중 발생. 사망사고는 낮으나 부상 및 질병 재해자 수는 높은 비중 차지
- **보행 환경 및 작업 자세 위험 집중**
 - 재해 유형 중 넘어짐(미끄러짐)이 가장 높은 부상 비중을 차지하며, 바닥 표면, 계단, 통로 등 보행 환경의 불안정성과 직접적으로 연관
- **반복 작업에 의한 질병 위험 상존**
 - 주요 기인물은 지게차, 트럭 등 운반 장비이며, 차량/장비 운행 동선과 작업자 보행 동선이 혼재된 작업 환경이 위험을 높이는 핵심 요인
- **생활 밀착형 안전 관리의 중요성**
 - 작업장 환경 개선을 통한 미끄럼 방지 및 근로자의 작업 부담 완화가 중대재해 및 질병 예방의 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 서비스업 재해는 작업 환경의 불안정성으로 인한 넘어짐과 반복적인 업무 부담으로 인한 근골격계 질환이 주를 이루며, 보행 환경 관리가 핵심 위험
- **재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석**
 - 기타 업종 집중: 서비스업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명을 기록하여 주요 위험군에 포함 다만 서비스업 내 사망사고는 떨어짐, 부딪힘 등 특정 위험에 국한
- **주요 재해 장소/기인물**
 - 넘어짐 기인물: 젖은 바닥, 미끄러운 표면, 정리되지 않은 통로 등 환경적 요인 포함 특히 주방, 욕실 등 물 사용이 많은 구역에서 집중 발생
 - 질병 기인물: 반복적인 육체적 부담을 주는 작업 자세 및 중량물 취급 요인 포함 장시간 서서 일하는 작업 환경이 주요 원인

- **사고 유형별 발생 형태**

- 서비스업의 사고는 주로 바닥 미끄러짐으로 인한 넘어짐 사고 형태가 다수 발생하며, 이는 경추, 요추 등 신체 주요 부위 손상으로 이어짐
- 주요 부상 형태: 넘어짐(미끄러짐) 사고 재해자 수가 높은 비중을 차지하며, 고객 응대 과정에서의 감정 노동 및 반복 작업으로 인한 근골격계 질환이 직업병 형태로 다수 발생
- 사고 형태: 음식물이나 물기가 있는 바닥에서의 미끄러짐, 계단에서의 실족 등 보행 중 발생하는 사고 형태가 주를 이룸

(다) 서비스업 관련 통계 자료(2023년 산업재해 현황 부가통계, 산업재해 현황 기준)

- 사고사망 비중은 낮으나, 넘어짐 및 근골격계 질환 등 부상/질병 재해자 수가 높은 생활 밀착형 안전 사고에 해당

구분	재해자수	비율
기타 업종 사망자(서비스업 포함)	125명	20.9%(전체 598명 중)
전체 재해자 중 넘어짐 재해자	약 10,000명 이상	상위 위험군 포함

(라) 산업안전 디자인 시사점:

- 서비스업 사고는 넘어짐(미끄러짐) 및 근골격계 질환이 주된 재해 유형이며, 특히 작업 환경의 청결 및 바닥 안전성이 핵심 위험
- 바닥 환경의 안전성을 확보하고 작업자의 육체적 부담을 경감시키는 것이 필요
- 젖은 구역(주방, 화장실 등)에 대한 고시인성 경고 표시 및 미끄럼 방지 바닥재 디자인을 적용
- 장시간 서서 일하는 근로자를 위한 인체공학적 작업대 및 보조 기구 디자인을 통해 반복 부담 작업을 최소화하는 것이 중요

(5) 특수/고위험 산업 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 특수/고위험 산업은 화학 물질 취급, 에너지(전기·가스) 시설 관리 등 사고 발생 시 대형 재난으로 이어질 위험이 매우 큰 업종에 포함. 이 유형은 사고 건수는 적으나, 사망률 및 중대재해 위험도가 매우 높은 것이 특징. 주요 재해 유형은 폭발/화재, 감전, 중독/질식 등 에너지적/화학적 위험을 내포
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 폭발/화재(27명), 감전(26명) 등 치명적인 재해가 발생. 이는 특수 위험 산업에서 주로 발생하여 사망률이 높은 구조 확인
- 사고 건수 대비 치명률 극심
 - 사고 발생 건수 자체는 적으나, 폭발/화재 및 감전 사고는 발생 시 다수의 사상자를 발생시키는 대형 재해 위험을 내포하며 사망률이 매우 높음
- 공정 위험 시설물에 위험원 집중
 - 주요 기인물은 인화성/독성 물질 저장 탱크 및 배관, 고압 전류 설비, 밀폐 공간 등 공정 위험 시설물 관련
- 철저한 절차 및 시스템 관리 요구
 - 위험 시설물에 대한 공정 안전 관리(PSM) 체계 구축과 작업 전 안전 절차 준수, 비상 대응 시스템 작동이 중대재해 예방의 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 특수/고위험 산업 재해는 에너지적 및 화학적 위험이 복합적으로 작용하며, 폭발/화재, 감전, 질식/중독이 주요 사망사고 유형 안전 절차 미준수가 치명적 사고로 이어지는 핵심 요인
- 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석
 - 화학/에너지 산업 집중: 주로 화학물질 제조업, 전기가스업에서 발생. 2023년 폭발/화재 사망자는 27명, 감전 사망자는 26명이 발생하여 치명적인 비중 차지
- 주요 재해 장소/기인물
 - 에너지/화학 기인물: 고압 전류 설비, 인화성/독성 물질 저장 배관 등 위험 시설물이 주요 기인물에 포함 밀폐 공간(탱크, 맨홀 등)에서의 질식/중독 위험도 상존
 - 절차적 기인물: 작업 전 안전 절차(밀폐 공간 작업 허가, LOTO) 미준수가 핵심 요인에 포함
- 사고 유형별 발생 형태
 - 특수/고위험 산업의 사고는 화학 물질 누출이나 전기 설비 정비 중 통전 등 안전 절차 미준수로 인한 치명적인 형태가 다수 발생
 - 주요 사망 형태: 폭발/화재는 인화성 물질의 관리 소홀 및 정전기/스파크 등으로 인해

- 발생하며, 감전은 전기 설비의 LOTO 미흡 및 절연 파괴로 인해 발생
- 질식/중독 형태: 밀폐 공간 진입 시 산소 농도 측정 및 환기 절차 미준수로 인해 질식 사고가 발생하는 형태가 높은 치명률을 기록

(다) 특수/고위험 산업 관련 통계 자료(2023년 산업재해 현황 부가통계)

- 사고 건수 대비 사망률이 매우 높은 치명적인 재해에 해당하며, 공정 위험 시설물 및 에너지 관리 미흡이 주요 원인

구분	재해자수	비율
재해조사 대상 사망사고 중 폭발/화재	27명	4.5%(전체 598명 중)
재해조사 대상 사망사고 중 감전	26명	4.3%(전체 598명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 위험 시설물에 대한 통제와 비상 대응 시스템의 신속한 작동에 초점을 맞추는 것이 필요
- 위험 물질의 GHS 경고 라벨 및 보호구 착용 요구사항을 고시인성/표준화 디자인으로 명시하여 화학적 위험 인지도를 극대화
- 밀폐 공간 진입 전 안전 절차(측정, 환기) 및 LOTO(Lock-Out, Tag Out) 등의 안전 절차를 고시인성 픽토그램/순서도로 시각화하여 절차 준수를 물리적으로 유도하는 것이 중요

④ 재해 근로 장소별 상세분석

(1) 공사 지역/가설 장소 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 공사 지역/가설 장소는 건축·토목 현장에서 건축물·구조물이 완성되기 전 단계에서 형성되는 작업 공간을 의미하며, 비계, 작업 발판, 거푸집·동바리, 이동식 비계·발판, 가설 계단·통로, 가설 난간·덮개 등과 같이 임시로 설치·해체되는 구조물을 포함. 이 공간은 공정별로 형태와 동선이 계속 변하고, 고소 작업과 중량물 취급이 동시에 이루어지는 고위험 작업 환경으로 분류
 - 재해 현황 조사: 2023년 전체 사고사망자 812명 중 건설업 사고사망자는 356명으로, 전체의 43.8%를 차지하는 최상위 위험 업종에 해당. 건설업 사망사고의 과반 이상이 떨어짐(추락) 사고이며, 이는 대부분 비계·작업 발판·개구부·가설 난간 등 공사 지역/가설 구조물에서의 고소 작업 중 발생하는 것으로 확인
 - 또한 2024년 기준 전체 사고사망자 중 떨어짐(추락)은 278명(33.6%), 사고 재해자는 14,655명(12.7%)으로, 사망·부상 모두에서 최대 비중을 차지하는 재해 유형. 같은 해 깔림·뒤집힘 사고는 사망자 54명(6.5%), 재해자 3,309명(2.9%)으로, 주로 운반·인양설비 및 구조물 붕괴와 연관된 치명적인 유형으로 관리. 이들 사고는 공사 지역/가설 장소에서 집중적으로 발생하며, 기본적인 구조적 안전조치와 작업 절차의 준수 여부에 따라 사고 발생 여부가 크게 갈리는 특징 형성
- **고소·가설 구조물 중심의 최상위 사망 위험 장소**
 - 건설업은 전체 사고사망자의 43.8%를 차지하며, 이 중 과반 이상이 비계, 작업 발판, 개구부 등 고소·가설 구조물에서의 떨어짐(추락)으로 발생하며, 공사 지역/가설 장소는 떨어짐·깔림 사고가 중첩되는 공간으로, 추락 방호시설과 구조물 안정성, 중량물 지지·인양 설계가 핵심 안전 요인
- **소규모·단기 공사 및 하도급 구조에 취약**
 - 건설업 사망사고는 50억 미만 소규모 현장 및 다단계 하도급 구조에서 집중되는 경향이 있으며, 이들 현장은 안전관리 인력과 예산이 부족해 가설 구조물의 설계·시공·점검이 형식적으로 이루어지는 경우가 많으며, 신규·단기 근로자, 다문화 근로자 등 안전 교육·언어 환경이 취약한 근로자가 공사 지역에 집중 배치되면서 기본 안전 수칙 미준수 위험이 항상
- **공정 변화에 따라 위험이 지속적으로 '이동'하는 비정형 공간**
 - 공사 단계가 진행되면서 비계 위치, 개구부, 가설 계단·난간이 수시로 변경·해체되며, 위험 지점이 시간·공간적으로 계속 이동. 동일한 장소라도 오전·오후, 주·야간에 위험요인이 달라지므로, 고정된 시설물 설계만으로는 안전 확보가 어렵고, 가시성 높은 안내·경고 디자인과 동선 관리가 필수

(나) 주요 재해 유형 분석

- 공사 지역/가설 장소의 재해는 떨어짐(추락)과 깔림·뒤집힘이 핵심 위험 유형이며, 이 두 유형은 2024년 기준 전체 사고사망자의 40% 이상을 차지. 이는 건설업에서 집중적으로 발생하며, 가설 구조물의 불안정성과 중량물 취급·인양 작업이 복합적으로 작용

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 떨어짐(추락): 비계·작업 발판·개구부 중심
 - 추락 사고는 건설업에서 가장 많이 발생하며, 2023년 건설업 사망자 356명 중 과반 이상이 추락으로 사망
 - 주된 장소/기인물은 비계·작업 발판, 개구부·슬래브 가장자리, 가설 계단·통로, 천장·지붕 작업 구간이며, 난간·덮개 미설치, 발판 이탈·붕괴, 미끄럼 등으로 발생
- 깔림·뒤집힘: 운반·인양 설비·가설 구조물 붕괴
 - 2023년 깔림·뒤집힘 사망 43명(72%), 2024년 54명(65%)으로, 크레인·지게차·중장비, 거푸집·동바리·가설 담장 등과 밀접
 - 대표 장소/상황은 양중 구역의 하물 낙하·전도, 불안정한 자재 적치·가설 구조물 붕괴, 장비 운행 동선과 작업자 동선 미분리로 인한 깔림 사고
- 공사 지역/가설 장소의 복합 위험성
 - 하나의 공사 공간 안에서 추락과 깔림·뒤집힘 위험이 동시에 존재해, 한 번의 실수로 다수 사상자가 나는 중대재해로 이어질 가능성이 큼
 - 비계 상부 고소 작업과 그 아래 자재 적치·장비 통행이 겹치는 수직·수평 동선 꼬임 구조가 대표적인 위험 패턴
- 사고 유형별 발생 형태
 - 공사 지역/가설 장소에서의 사고 형태는 기본 안전 수칙 미준수와 구조물 안정성 미확보가 결합된 형태로 발생

• 떨어짐(추락) 사고 형태

- 방호 시설 미흡: 난간·발끝막이·덮개 미설치 또는 일부 구간 누락, 비계·발판 간 간격 과다 → 발 헛디딤·실족
- 안전대 미사용·부적절 고정: 안전대 미착용, 불안정한 부위(비계 가로대 등)에 안전줄 고정, 표준화된 앵커·생명줄 부재로 임의 사용
- 환경·작업 조건 미반영: 비·눈·결빙·야간에도 미끄럼·저조도 대책 없이 작업 강행, 공정 압박으로 속도·물량 우선 문화

• 깔림·뒤집힘 사고 형태

- 양중 계획·통제 부족: 하중·바람·회전반경 고려 없는 양중, 혹 아래 출입 통제 미흡, 신호수 부재·의사소통 오류로 하물 낙하·충돌
- 자재 적치·동바리 부실: 철근·블록·거푸집을 경사면·통로 인근에 임시 적치 → 전도, 기준 이하 동바리·거푸집 지지 → 타설 중 붕괴·다수 깔림

- 장비·작업자 동선 미분리: 장비 운행로와 보행로 물리적 분리·표시 부족, 차단·경계선 없이 공용 통로 사용 → 협소 공간에서 작업자 깔림 사고 발생

(다) 공사 지역/가설 장소 관련 통계 자료

- 공사 지역/가설 장소는 별도의 통계 항목으로 공표되지는 않지만, 건설업 및 떨어짐·깔림 재해 유형 통계를 통해 그 위험성을 간접적으로 파악

연도	구분	사고사망자수(명)	비율(%)	비고
2023	전체 산업	812	100.0	전체 사고사망자
	건설업	356	43.8	업종별 최상위 위험군

연도	재해유형	구분	인원(명)	비율(%)
2024	떨어짐(추락)	사고사망자	278	33.6
		사고 재해자	14,655	12.7
	깔림·뒤집힘	사고사망자	54	6.5
		사고 재해자	3,309	2.9

연도	재해유형	구분	인원(명)	비율(%)
2023	재해조사 대상 전체	598	100.0	중대 재해조사 대상 사고 전체
	깔림·뒤집힘 (재해조사 대상)	43	54	운반·인양 설비·기계 연관

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 공사 현장 안전을 위해 고소 작업 설비를 표준화·시각화, 장비와 작업자 동선을 펜스 등으로 명확히 분리
- 공정 변화에 따른 위험 정보는 가변형 안내 시스템으로 상시 공유,
- 픽토그램 중심의 다국어 소통과 사고 사례 아카이브를 통해 현장을 안전 학습 공간조성

(2) 제조/가공 장소 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 제조/가공 장소는 주로 제조업 사업장 내부(공장, 작업장)를 의미하며, 다양한 기계 설비와 유해·위험 물질이 복합적으로 존재하는 고위험 작업 환경. 프레스, 사출성형기, 각종 고정형 기계와 운반·인양 설비·기계, 화학물질 취급 설비 등이 한 공간에 밀집되어 있어, 기계적 위험과 화학적 위험이 동시에 상존하는 장소로 관리
- 재해 현황 조사: 제조/가공 장소가 포함된 제조업 사고사망자는 2023년 기준 165명이며, 이는 전체 사고사망자 812명 중 20.3%를 차지하는 위험 집중 장소로 공식 관리. 이 중 끼임 사고는 39명(23.6%)으로, 제조업 내에서 가장 많이 발생하는 사망사고 유형

• 소규모 사업장에 위험 집중

- 제조업 사망사고는 50인 미만 소규모 사업장에서 사고사망자가 증가하는 현상이 관찰되며, 사업장 규모에 따른 위험 집중 구조가 형성

• 복합적 위험원 상존

- 주요 기인물은 운반 및 인양 설비·기계와 관련된 끼임·절단 등 기계적 위험과, 화학물질 관련 폭발/화재 위험이 함께 존재하는 복합 위험 환경

• 공정 안전 관리의 중요성

- 제조 공정의 특성을 반영한 기계 안전 및 공정 관리가 중대재해 감축을 위한 핵심 방안으로 강조되며, 제조/가공 장소는 이러한 공정 기반 안전관리가 특히 중요한 장소

(나) 주요 재해 유형 분석

- 제조/가공 장소에서의 재해가 기계적 위험과 공정 환경적 위험이 복합적으로 작용하여 발생한다고 정리하고 있으며, 그중에서도 끼임/절단이 사망사고의 가장 큰 원인으로 제시

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 끼임/절단 - 제조업의 핵심 사망 유형
 - 2023년 전체 사고사망자 812명 중 끼임 사망자는 88명(10.8%)이며, 이 가운데 제조업 사고사망자 165명 중 39명(23.6%)이 끼임으로 사망해, 끼임은 제조업 사망 유형 중 가장 높은 비중을 차지하는 핵심 위험원으로 규정
- 운반 및 인양 설비·기계
 - 재해조사 대상 사망사고(598명 기준)에서 끼임 관련 주요 기인물은 운반 및 인양 설비 기계로, 회전체, 이송부, 롤러, 컨베이어 등 기계의 위험점(협착점)에서 발생하는 사고가 집중된 것으로 제시
- 프레스·사출성형기 등 고정형 기계
 - 프레스, 사출성형기 등 회전체·이송부를 가진 고정형 기계에서 방호장치 부재·해체와 결합해 끼임·절단 재해가 발생

- 공작 기계 및 수공구
 - 절단·베임 재해는 공작기계 및 수공구와 관련된 재해로, 안전 커버 미설치 및 작업 중 부주의가 주요 원인으로 제시
- 화학물질·전기 설비 등 공정 환경적 위험
 - 지게차 등 운반 설비와 관련된 부딪힘, 깔림 사고가 작업 동선 혼재로 인해 발생
 - 물류 동선과 작업자 동선이 명확히 분리되지 않은 레이아웃이 재해 발생과 연관
- 사고 유형별 발생 형태
 - 공사 지역/가설 장소에서의 사고 형태는 기본 안전 수칙 미준수와 구조물 안정성 미확보가 결합된 형태로 발생
 - 끼임/절단 사고 형태
 - 비밀상 작업(정비·청소·막힘 해소) 중 절차 미준수: 끼임 사망사고는 주로 기계의 정비·청소·막힘해소 등 비밀상 작업 중 운전정지 절차를 미준수하여 발생
 - 방호장치 해체·관리 소홀: 방호 덮개, 안전장치, 인터록 등을 해체하거나 우회한 상태에서 작업이 이루어져 기계 위험점(회전체, 이송부, 롤러, 컨베이어 등)과 근로자의 직접 접촉이 발생
 - 절단·베임·찢림의 반복적 부상 재해: ‘절단·베임·찢림’ 재해자는 2023년 기준 10,611명(전체 재해자의 92%)으로, 반복 작업 중 안전 수칙 및 보호구 미착용으로 인한 부상 형태가 반복
 - 복합적 위험 형태(화재·폭발·감전 등)
 - 화학물질 취급과 관련된 화재/폭발 위험과 전기 설비 관련 감전 위험이 동시에 존재하는 복합적 위험 형태가 유지되며, 이는 제조/가공 장소에서 공정 안전 관리의 중요성을 강조하는 근거로 제시
 - 운반 설비·물류 동선 관련 사고 형태
 - 운반 설비·기계(지게차, 인양설비 등)의 운행 동선과 작업자 보행 동선이 혼재된 환경에서 부딪힘, 깔림 사고가 발생

(다) 제조/가공 장소 관련 통계 자료

- 제조/가공 장소의 사고는 정비·청소 등 비밀상 작업에서의 운전정지 절차 미준수와 방호장치 해체로 인한 끼임·절단, 화학·전기 설비가 중첩된 화재·폭발·감전 위험, 운반 설비와 작업자 동선 혼재로 인한 부딪힘·깔림이 복합적으로 작용한 결과

구분	사고사망자수(명)	주요 기인물 및 특징
재해조사 대상 사망사고 전체	598	운반 및 인양 설비·기계, 회전체, 이송부, 롤러, 컨베이어 등 기계의 위험점이 주요 기인물

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 2023년 전체 사고사망자의 20.3%, 끼임 사망사고의 중심이 되는 핵심 위험 장소이며, 산업안전 디자인은 기계 위험점의 차단, 비밀상 작업 절차의 시각화, 동선 분리 레이아웃, GHS 기반 경고 체계를 축으로 설계 필요

(3) 저장/운송 장소 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 저장/운송 장소는 물류창고, 야적장, 상·하역장, 공장·상가 내부의 물류 통로 등 화물의 일시 저장과 차량·지게차를 통한 운반·하역 작업이 이루어지는 공간을 포괄. 이 공간에서는 화물의 적재·이동·하역 과정에서 근로자와 차량·운반장비가 동시에 활동하기 때문에, 다른 장소에 비해 차량·장비와의 부딪힘, 화물 및 운반 설비에 의한 깔림·뒤집힘 사고가 집중되는 것이 특징
- 재해 유형 현황 조사: 운수업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명(20.9%)을 차지하는 주요 위험군으로 분류되며, 이들 재해의 상당수가 화물 하역 및 운반 과정에서의 부딪힘·깔림·뒤집힘 등 물류·차량 관련 사고로 발생
- 차량·물류 관련 사고 집중
 - 저장/운송 장소에서의 사고사망 핵심 원인은 차량·지게차·운반 설비와의 충돌, 화물 및 운반 설비에 의한 깔림·뒤집힘으로, 재해조사 대상 사망사고 통계에서 부딪힘(79명, 13.2%)과 깔림·뒤집힘(43명, 72%)을 합산하면 전체 사망사고의 20.4%를 차지
- 작업 동선 혼재와 화물 불안정성
 - 주요 기인물은 지게차·트럭 등 운반 장비와, 파레트·랙·적재함에 쌓인 화물 차량/장비 운행 동선과 작업자 보행 동선이 한 공간에 뒤섞인 작업 환경, 그리고 불안정한 화물 적재 상태가 위험을 높이는 핵심 요인으로 분석
- 물류 환경 안전 관리의 핵심 장소
 - 운수업 분석에서는 도로상의 교통사고를 제외한 사업장 내부 물류 동선 관리와 상하역 작업의 안전성 확보가 중대재해 감축의 핵심 방안으로 강조 이는 업종과 무관하게, 저장/운송 기능을 가진 모든 사업장의 공간에 공통적으로 적용

(나) 주요 재해 유형 분석

- 저장/운송 장소의 재해는 차량·장비와의 충돌(부딪힘), 화물 및 운반 설비에 의한 깔림·뒤집힘, 상하역 과정에서의 떨어짐(추락), 이동 중 넘어짐이 복합적으로 나타나며, 특히 재해 유형별 분석에서 '부딪힘'과 '깔림·뒤집힘'은 운수/물류 작업과 직접적으로 연관된 사망사고의 핵심 유형으로 제시
- 가 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석
 - 운수/물류 작업 집중
 - 운수업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명 (20.9%)을 기록하며, 이 중 많은 비중이 화물 하역·운반 과정에서의 부딪힘, 깔림·뒤집힘 사고로 발생
 - 2023년 부딪힘 사망사고 79명 중 상당수가 운수/물류 관련 작업에서 발생한 것으로 분석되며, 이는 저장/운송 장소가 부딪힘 재해의 대표적인 발생 무대임을 의미

- 차량·운반장비(지게차·트럭 등)
 - 지게차, 트럭 등 운반 및 인양 설비·기계가 깔림·뒤집힘 기인물의 핵심으로 제시
 - 차량/장비 운행 동선과 작업자 보행 동선이 혼재된 환경에서 작업자와 장비의 충돌(부딪힘) 사고가 발생, 이는 저장/운송 장소의 구조·동선 설계와 직결된 위험요인
- 화물차 적재함·적재물
 - 화물차 적재함 등 고소 장소에서의 하역 작업 중 떨어짐(추락), 불안정하게 적재된 화물 더미가 무너져 작업자를 덮치는 깔림 사고가 다수 보고
- 바닥·통로 환경
 - 재해 유형별 분석에서 ‘넘어짐’ 재해는 젖은 바닥, 미끄러운 표면, 정리되지 않은 통로 등 작업장 바닥 환경의 불안정성과 직접적으로 연관되며, 이는 물류창고·하역장과 같이 물건과 장비가 빈번히 이동하는 저장/운송 장소의 공통 위험으로 해석

• 사고 유형별 발생 형태

- 공사 지역/가설 장소에서의 사고 형태는 기본 안전 수칙 미준수와 구조물 안정성 미확보가 결합된 형태로 발생
- 치명적인 장비 충돌·깔림 사고
 - 재해 유형별 통계에서 ‘충돌/넘어짐’ 유형을 보면, 주요 사망 형태는 지게차의 급선회·후진 시 시야 미확보로 인해 작업자가 장비에 부딪히거나 깔리는 형태로 제시되며, 이는 저장/운송 장소에서의 지게차 운전 특성과 강하게 연관
 - 운수업 분석에서도 지게차 등 운반 장비에 작업자가 부딪히거나 깔리는 사고가 높은 사망 비중을 차지하며, 차량 운행 시 시야 확보 문제와 경고 시스템 미흡이 주요 요인으로 지적
- 상하역 작업 중 추락·깔림 사고
 - 화물차 적재함 등 고소 장소에서 하역 작업을 수행할 때, 작업자가 적재함에서 떨어지는 추락 사고, 불안정한 화물이 무너져 작업자를 덮는 깔림·전도 사고가 반복적으로 발생하는 형태로 분석
- 보행 중 넘어짐 사고
 - 충돌/넘어짐 유형에서 넘어짐은 젖은 바닥, 미끄러운 표면, 정리되지 않은 통로 등 바닥 환경 관리 미흡에 의해 발생하며, 저장/운송 장소에서는 물류 작업 과정에서의 포장재 파편, 파레트, 유류·수분 등이 바닥에 남아 넘어짐 위험을 상시적으로 높이는 요인으로 작용

(다) 저장/운송 장소 관련 통계 자료

- ‘충돌/넘어짐’ 유형은 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 작업장 바닥 환경에 의한 넘어짐 사고를 주요 재해 형태로 제시하며, 이는 저장/운송 장소의 구조적·환경적 위험이 산업 전체 사망·부상 재해 통계에서 상당한 비중을 차지

구분	사고사망자수(명)	비율(%)
사망사고	598	100
기타 업종 사망자(운수업 포함)	125	20.9
부딪힘 사망자	79	13.2
깔림·뒤집힘 사망자	43	7.2

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 충돌이나 깔림 사고를 예방하기 위해, 펜스와 바닥 마킹으로 차량과 보행자 동선을 명확히 분리,
- 교차 지점 관리를 강화 또한, 지게차 등에는 고시인성 색채, 경고음, 후방 센서를 통합 적용해 장비의 시인성을 향상
- 상하역 작업의 안전을 위해 적재 시스템을 표준화하고 적재 한계를 명확히 표시
- 하역대에는 난간과 미끄럼 방지 바닥재를 설치 바닥에는 미끄럼 방지 재료를 사용하고 '통로 내 적치 금지'를 바닥 마킹으로 시각적으로 강제하여 넘어짐 재해 예방 필요

(4) 사무/서비스 장소 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 사무/서비스 장소는 유통·숙박·음식·보건 등 서비스업과 행정·지원 업무가 이루어지는 사무실, 카운터, 접수·상담 공간, 매장·주방·병원 등 실내 작업공간을 포괄. 치명적인 사망사고보다는 넘어짐·근골격계 질환과 같은 다발성 부상·질병 재해가 집중되는 생활밀착형 위험 장소
 - 재해 유형 현황 조사: 서비스업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명(20.9%)을 기록하는 주요 위험군으로 제시
 - 2024년 전체 재해자 중 넘어짐 재해는 약 10,000명 이상으로 상위 위험군에 속하며, 서비스업에서 집중 발생하는 것으로 분석
 - 여성 근로자는 전체 재해자 120,556명 중 40,401명(33.5%)으로, 넘어짐 사고와 근골격계 질환이 핵심 위험으로 지적되며, 이 중 상당수가 서비스업·사무/서비스 장소에 종사
- **사망사고 비중은 낮지만, 재해자 수는 매우 많은 공간**
 - 서비스업은 사망사고 비중은 건설·제조업에 비해 낮으나, 넘어짐·근골격계 질환(반복 부담 작업) 등 부상·건강 관련 재해가 높은 비중을 차지하는 업종으로 분석. 서비스업이 포함된 기타 업종은 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 125명(20.9%)을 기록하는 주요 위험군
 - **여성·서비스업 종사자에 재해 집중**
 - 2023년 전체 재해자 120,556명 중 여성 근로자는 40,401명으로 33.5%를 차지하며, 서비스업·보건복지업 등 사무/서비스 장소에 다수 종사하는 주체로 제시. 여성 근로자는 사망사고율은 낮지만, 넘어짐 및 근골격계 질환 등 다발성 부상·질병 재해 위험이 높은 집단으로 분석되어, 사무/서비스 장소의 위험 특성과 밀접하게 연결
 - **보행 환경과 작업 자세에 위험 집중**
 - 서비스업·여성 근로자·질병 재해의 공통 위험 요인을 미끄러운 바닥·계단·통로 등 보행 환경 불안정성과 반복적인 작업·부적절한 작업 자세로 제시. 따라서 사무/서비스 장소는 건설·제조처럼 “기계·고소작업”이 아니라, 바닥·계단·작업대·의자 등 일상적 물리 환경과 인체공학적 설계 수준이 재해 발생을 좌우하는 공간으로 규정 가능

(나) 주요 재해 유형 분석

- 사무/서비스 장소의 재해는 업무 공간 특성상 넘어짐(미끄러짐·실족), 반복적 작업에 따른 근골격계 질환, 사무기기·가구 등에 의한 부딪힘·충돌 재해가 복합적으로 나타나며, 특히 재해 유형별 분석에서 ‘넘어짐’과 ‘반복 부담성 질환’은 서비스업 및 여성·신규·단기 근로자 집단에서 공통적으로 확인되는 핵심 재해 유형으로 제시

- **재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석**

- 넘어짐(미끄러짐): 보행 환경 중심 재해
 - 발생 업종·장소: 서비스업(유통·숙박·음식·보건 등)과 여성 근로자가 다수 종사하는 환경에서 넘어짐 사고가 부상 재해의 최상위 유형으로 제시되며, 이는 사무실·카운터·병원·매장·주방·복도·계단 등 사무/서비스 장소 전반에서 공통으로 나타나는 위험
 - 주요 장소/기인물: 젖은 바닥(주방·화장실·입구), 미끄러운 재료, 청소 중 물기·세제 잔류 등 / 계단 모서리·단차가 눈에 잘 띄지 않거나, 통로에 박스·케이블·집기 등이 방치된 환경
- 근골격계 질환·반복 부담·부적절한 자세 중심 재해
 - 발생 업종·장소: 질병 유형 분석에서, 직업성 질병 21,114명 중 근골격계 질환이 60% 이상(추정)으로 압도적 비중을 차지하며, 서비스업(보건·사회복지 등)과 제조·건설 등 다양한 업종에서 나타나는 것으로 제시
 - 사무/서비스 장소에서는 장시간 서서 근무(카운터·접수·판매), 컴퓨터·문서 작업, 반복적인 손·팔·어깨 사용 등이 결합되어 허리·어깨·팔·손목 등의 근골격계 질환이 누적되는 구조를 형성
 - 주요 장소/기인물: 인체공학적이지 않은 작업대·카운터·책상·의자: 높이·깊이·각도가 신체 특성과 맞지 않아 어깨를 들거나 허리를 숙인 자세가 지속되는 구조
 - 반복적 작업 환경: 계산·입력·포장·정리 등 손·팔·어깨를 반복 사용하는 작업, 중량물 운반·정리 업무

- **사고 유형별 발생 형태**

- 사무/서비스 환경의 주요 재해는 미끄러운 바닥 등 보행 환경 요인으로 인한 ‘넘어짐’ 사고와, 비인체공학적 작업대나 반복 작업이 누적되어 발생하는 ‘근골격계 질환’으로 요약
- 넘어짐(미끄러짐) 사고 형태
 - 보행 중 환경 요인에 의한 사고: 사고 유형은 “보행 중 환경적 요인으로 인한 사고 형태”로 정리되며, 젖은 바닥·미끄러운 표면·정리되지 않은 통로 등에서 발을 헛디디거나 미끄러져 넘어지는 단순 넘어짐(미끄러짐) 사고가 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 제시
 - 대표 부상 사례: 주방·복도·입구 바닥의 물기 위에서 미끄러져 낙상, 계단 모서리나 단차를 인지하지 못해 실족하는 유형 등이 반복적으로 발생
- 근골격계 질환 발생 형태
 - 누적된 육체적 부담에 의한 만성 질환: 질병 재해는 사고와 달리 “장기간 반복 작업·부적절한 작업 자세·과도한 힘 사용”에 따라 건강손상이 누적되는 형태로 발생
 - 여성 근로자·질병 유형 분석에서는 요통, 어깨·팔꿈치·손목 통증 등 근골격계 질환이 핵심 형태로 제시
 - 대표 사례: 중량물 운반 중 허리 부상, 장시간 서서 근무로 인한 다리·허리 통증, 키에 맞지 않는 작업대에서의 반복 작업으로 어깨·목·손목 질환이 발생하는 패턴

(다) 사무/서비스 장소 관련 통계 자료

- ‘충돌/넘어짐’ 유형은 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 작업장 바닥 환경에 의한 넘어짐 사고를 주요 재해 형태로 제시하며, 이는 저장/운송 장소의 구조적·환경적 위험이 산업 전체 사망·부상 재해 통계에서 상당한 비중을 차지

구분	항목	사고사망자수(명)	비율(%)
서비스업·기타 업종 사망사고	재해조사 대상 사망사고 전체	598	100
	서비스업 포함 기타 업종 사망자	125	20.9

구분	항목	재해자수(명)	비율(%)
여성 근로자 재해	전체 재해자 수	120,556	100
	여성 근로자 재해자 수	40,401	33.5

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 넘어짐 재해를 막기 위해 미끄럼 방지 바닥재와 고시인성 경고 표시를 적용
- 근골격계 질환 예방을 위해 조절 가능한 책상과 의자, 피로 저감 매트 등 인체공학적 설계를 도입
- 중량물 운반과 반복 작업을 돕는 카트 등 보조 장비를 도입
- 고령자 등 다양한 이용자를 고려하여 경사로, 손잡이, 명확한 안내 사인 등 유니버설 디자인 요소를 적용해 누구나 위험 요소를 직관적으로 인지할 수 있도록 계획

(5) 특수 환경 장소 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- 특수 환경 장소는 밀폐·반밀폐 구조, 화학물질 취급, 고온·고압 설비 등 환경 자체가 고위험 요소로 작용하는 작업공간을 포함하며, 질식·중독·폭발·화학물질 노출과 같은 중대·치명적 사고가 집중되는 극단적 환경의 작업 장소
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 통계에 따르면, 재해조사 대상 사고사망자 598명 중 폭발/화재 사망자는 27명(4.5%), 감전 사망자는 26명(4.3%)
- 저빈도·고치명률 재해가 집중되는 장소
 - 질식·중독, 폭발·파열 등 특수 환경 재해는 건수는 많지 않지만, 한 번 발생하면 사망자가 다수 발생하는 “치명적 사고 유형”으로 분류. 같은 산업 내에서도 일반 넘어짐·끼임 사고에 비해 사망 비율이 매우 높고, 다수 인원이 동시에 사상되는 사례 반복 특징
- 특정 업종·공정에 집중되는 구조
 - 산업 업종별 분석에서 하수·폐수 처리, 폐기물 처리, 화학제품 제조·저장, 가스·연료 관련 사업장, 조선·해양·지하 건설 등 일부 업종에서 특수 환경 재해가 집중되는 패턴이 형성되며, 같은 업종 안에서도 정비·청소·청소·세척·탱크 내부 작업 등 비정상·보수 작업 단계에서 사고가 물리는 구조가 반복적으로 지적
- 환경 변화가 눈에 보이지 않는 위험
 - 산소 농도, 유해가스 농도, 온도·압력, 폭발성 분위기 형성 등은 작업자가 육안으로 인지하기 어렵고, 변화 속도가 빠른 환경 요인으로, 특수 환경 장소에서의 재해가 “사전 점검·측정·허가 절차가 없으면 한 번에 집단사고로 이어지는 유형”

(나) 주요 재해 유형 분석

- 특수 환경 장소의 주요 재해 유형은 질식·중독(산소결핍·유해가스), 폭발·파열·화재, 고온·고압·전기·방사선에 따른 재해로 요약되며, 공간 자체의 고위험 환경에서 직접적으로 발생하는 대표적 사고 유형
- 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석
 - 질식·중독·밀폐·반밀폐 공간, 하수·폐수·탱크 작업 중심
 - 발생 업종·장소: 하수·폐수 처리업, 폐기물 처리업, 화학제품·석유제품 제조 및 저장 시설, 조선·해양·지하 건설 등에서 맨홀·탱크·피트·지하실·배관 내부 작업 중 질식·중독 재해가 집중
 - 주요 장소/기인물: 산소결핍 공간은 질소나 기타 가스로 치환한 뒤 환기가 충분히 이루어지지 않은 경우, 하수·폐수 처리조처럼 유기물 분해 과정에서 산소가 빠르게 소모되는 환경, 또는 외부 공기 유입이 제한된 밀폐 탱크 내부에서 주로 발생 및 황화수소, 일산화탄소, 용제 증기 등 유해가스나 증기가 축적되는 작업장은 유해가스·증기 발생 공간으로 분류

- 폭발·파열- 가스·분진·화학물질 취급 공간
 - 발생 업종·장소: 화학제품 제조, 가스 저장·충전, 도장·세척 공정, 분진이 많이 발생하는 공정(분체 취급, 곡물·분말 취급 등)에서 폭발·파열 사고가 주로 보고
 - 주요 장소/기인물: 가연성 가스·증기가 존재하는 공간은 용제·유기용제 사용 작업장, 연료 가스 및 인화성 화학물질 저장·이송 설비 주변, 그리고 밸브·플랜지 누출 부위처럼 작은 누출로도 폭발성 혼합물이 형성될 수 있는 구역 및 분진 폭발 위험 공간은 분체 이송라인, 집진기, 밀폐 설비 내부에 쌓인 분진이 스파크·정전기·고온 표면과 만나 폭발로 이어질 수 있는 환경을 의미하며, 분진 관리와 점화원 통제가 핵심적인 안전요소로 강조
- 고온·고압·전기·방사선 등 특수 에너지 재해
 - 발생 업종·장소: 보일러·용해로·열처리 설비, 고압 가스·증기·유압 설비, 전기 설비 유지보수, 방사선·레이저 취급 작업 등에서 고온·고압·전기·방사선 관련 재해가 특수환경 재해로 분류
 - 주요 장소/기인물: 고온·용융 금속·고압 증기가 존재하는 공간은 용해로 주변, 보일러실, 스팀 배관·밸브, 고압 용기 등에서 주로 나타나며, 순간적인 누출이나 접촉만으로도 심각한 화상·파열 사고가 발생할 수 있는 고위험 환경 및 전기·방사선 설비 주변역시 분전반, 고전압 장비, 방사선 촬영·검사장치 등에서 감전·폭열·방사선 피폭과 같은 중대 재해가 발생, 발생 빈도는 많지 않지만, 한 번 발생하면 피해 강도가 매우 크고 회복이 어려운 장애로 이어지는 것이 특징

• 사고 유형별 발생 형태

- 사무/서비스 환경의 주요 재해는 미끄러운 바닥 등 보행 환경 요인으로 인한 '넘어짐' 사고와, 비인체공학적 작업대나 반복 작업이 누적되어 발생하는 '근골격계 질환'으로 요약
- 질식·중독 사고 형태
 - 무허가·무측정 밀폐공간 진입: 산소·유해가스 농도 측정 없이 맨홀·탱크·피트 등에 진입하거나, 측정 결과를 무시하고 작업을 강행하는 형태로 환기·공기 호흡기 착용·감시인 배치 등 기본 절차를 생략해, 초기 진입자와 구조자까지 연쇄 질식하는 패턴이 반복
 - 작업 중 공정변화·예기치 못한 가스 발생: 청소·세척·용제 사용, 고온 작업 중 발생하는 가스가 축적되거나, 공정 이상으로 유해가스가 누출되어 질식·중독에 이르는 경우
- 폭발·파열 사고 형태
 - 가연성 분위기 형성 + 점화원: 용제·가스 누출, 밀폐 설비 내 분진 축적 등으로 폭발성 분위기가 형성된 상태에서 용접·연마·스파크 발생 작업을 수행해 폭발이 일어나는 패턴.
 - 압력·온도 관리 실패 : 보일러·압력용기·가스 설비의 압력·온도·안전밸브 관리 실패로 과압·과열 상태가 지속되다가 파열·폭발로 이어지는 형태
- 고온·고압·전기·방사선 재해 형태
 - 정비·청소 등 비정상 상태 작업 중 사고: 설비를 완전히 정지·차단(에너지 차단)하지 않은 상태에서 정비·청소·점검을 수행하다가 고온·고압·전기에 노출되는 형태
 - 보호구 미착용·방호구조 미흡 : 고온·전기·방사선 작업임에도 방열복·보안면·절연 장비·차폐 시설이 불충분하거나, 작업 편의를 위해 생략하는 경우 피해 강도가 증가

(다) 3. 특수 환경 장소 관련 통계 자료

- ‘충돌/넘어짐’ 유형은 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 작업장 바닥 환경에 의한 넘어짐 사고를 주요 재해 형태로 제시하며, 이는 저장/운송 장소의 구조적·환경적 위험이 산업 전체 사망·부상 재해 통계에서 상당한 비중을 차지

재해유형(특수 환경)	2022		2023	
	사망자수(명)	비율(%)	사망자수(명)	비율(%)
산소결핍	1	0.16	0	0.00
폭발성 물질	2	0.32	0	0.00
인화성 물질	2	0.32	1	0.16
가연성 가스	1	0.16	0	0.00
유해물질	3	0.48	1	0.16

유해작업환경 유형	사업장 비율(%)	근로자 수(명)
소음	42.1	791,866
분진	31.7	541,150
화학적 요인	23.1	629,453
폭염(고온작업)	4.2	136,415
한파(혹한작업)	2.7	68,563

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 환경 감지, 출입 통제, 비상 대응을 하나의 통합 시스템으로 설계하는 것이 핵심
- 유해가스 농도 등을 색상으로 직관적으로 보여주는 고시인성 표시장치를 설치
- 출입구는 작업 허가 시스템과 연동된 게이트 및 시각적 관리판으로 구축 필요
- 비상 탈출 경로는 조명과 유도선으로 명확히 하고, 정비 시 밀폐 공간에 진입하지 않고도 작업할 수 있도록 설비를 설계
- 사고 사례 인포그래픽과 간단한 시각적 안전 가이드를 비치하여 보이지 않는 위험을 작업자가 상시 인지하도록 계획 필요

⑤ 재해 근로 유형별 상세분석

(1) 추락/깔림 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- '추락'은 공식 통계 용어로 '떨어짐'을 의미하며, '깔림'은 '깔림·뒤집힘'을 포함. 이 유형은 2024년 기준 전체 사고사망자 827명 중 278명(33.6%)이 발생한 사고사망 재해의 가장 큰 원인으로 정부는 '떨어짐' 사고를 기본 안전 수칙만 준수하여도 예방할 수 있는 사망사고로 규정
- 재해 유형 현황 조사: 2024년 산업재해현황에서는 추락(떨어짐) 발생이 278명이 발생하여 전체 사고사망 유형 중 가장 높은 비중을 차지하였으며, 사고 재해자 수는 14,655명(12.7%)으로, 전년 대비 298명 증가. 재해조사 대상 사망사고 589명 기준으로 볼 때, 깔림·뒤집힘은 46명(7.8%) 발생하여 전년 대비 3명(+7.0%) 증가
- **최고 수준의 사망 재해 집중**
 - 전체 사고사망자 중 가장 많은 비중(39.7%, 328명)을 차지하며, 특히 건설업 사고사망자의 대다수인 182명이 떨어짐에 의해 발생
- **기인물 집중**
 - 사망사고의 주요 기인물은 '건축물·구조물 및 표면'으로 205명 발생하여, 이는 높이가 있는 곳에서의 작업이나 불안정한 발판 등 추락 위험 환경과 직접적인 연관이 있음. 또한, '깔림·뒤집힘' 재해는 '운반 및 인양 설비·기계'와 연관되어 121명이 발생
- **취약 업종/장소로 공식 관리**
 - 떨어짐 사고와 같은 유해·위험 요인을 근로자와 관리자가 스스로 찾아내고 개선하는 일련의 과정인 위험성평가가 중대재해 감축을 위해 현장의 작동성을 높이는 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 추락/깔림은 사망 재해의 가장 주된 형태로서, 특히 건설 현장 및 운반 작업과 밀접하게 연관되어 발생. 고령 근로자는 일반적인 사고 유형뿐만 아니라 만성적인 직업 관련 질병에 취약
- **재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석**
 - 건설업 집중: 떨어짐 사고는 건설업에서 압도적으로 발생. 2024년 건설업 사고사망자 328명 중 182명이 떨어짐으로 사망. 이는 건설업 사고사망 유형 중 가장 많은 비중을 차지

- **주요 재해 장소/기인물**

- 추락 기인물: 재해조사 대상 사망사고(589명 기준)에서 가장 많이 발생한 기인물은 '건축물·구조물 및 표면'으로, 205명이 발생하여 추락 사고가 구조물과 표면의 불안정성과 밀접하게 관련되어 있음을 나타냄. 이는 전년 대비 35명 감소한 수치
- 깔림·뒤집힘 기인물: '깔림·뒤집힘' 사고는 '운반 및 인양 설비·기계'에서 121명이 발생하여, 건설 현장이나 물류/운반 작업 중 기계 설비의 불안정성이나 전도(넘어짐)로 인해 발생하는 위험을 나타냄

- **사고 유형별 발생 형태**

- 추락/깔림이 근로자에게 미치는 영향과 구체적인 사고 발생 형태를 분석
- 떨어짐으로 인한 재해자 증가: 사고 사망자 수는 감소(-8명)했으나, '떨어짐'으로 인한 사고 재해자 수는 14,655명으로 전년 대비 298명(+2.1% 증가). 이는 건설업에서 가장 흔한 사망 형태
- 깔림·뒤집힘으로 인한 재해자 증가: 54명(6.5%)의 사망자가 발생. 이는 주로 운반 및 인양 설비·기계와 같은 중대 기인물과 연관

(다) 추락/깔림 관련 통계 자료(2024년 산업재해현황 기준)

- 사고사망 재해의 가장 큰 원인으로, 기본 안전 수칙 준수만으로도 예방할 수 있는 사망 사고에 해당

구분	2024년 사고 사망자(명, %)	2024년 사고 재해자(명, %)	전년 대비 증감(명)	증감율(%)
떨어짐(추락)	278명(33.6%)	14,655명(12.7%)	-8명(사망)	-2.8%(사망), +2.1%(재해)
깔림·뒤집힘	54명(6.5%)	3,309명(2.9%)	-10명(사망)	-15.6%(사망)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 추락/깔림(떨어짐/깔림·뒤집힘) 사고는 2024년 사고사망자(278명, 33.6%) 중 가장 많은 비중을 차지하는 재해 유형
- 정부가 '기본 안전 수칙만 준수하여도 예방할 수 있는 사망사고'로 규정하고 중점 지도를 추진하는 영역
- 위험 노출 환경의 구조적 안전성을 확보하고, 안전 절차 준수를 물리적으로 강제하는 데 초점을 맞추는 것이 필요

(2) 끼임/절단 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- '끼임'은 협착·말려들림을, '절단'은 날카로운 기계나 공구에 신체가 절단되는 재해를 의미하는 유형에 포함. 이 유형은 2023년 기준 전체 사고사망자 812명 중 88명(10.8%)이 끼임으로 발생한 사고사망 재해의 두 번째로 큰 원인으로 정부는 제조업 중심의 기계 안전 관리를 강조
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 끼임으로 인한 사고사망은 88명이 발생하여 전체 사망 유형 중 높은 비중을 차지. 사고 재해자 수는 12,941명(11.2%)을 기록하여 전체 재해자 중 상위 위험군 포함. 절단·베임·찢림 재해자는 10,611명(9.2%)을 기록하여 기계 관련 부상 재해의 높은 비중
- **제조업 치명 사고율 최고**
 - 끼임 사고는 제조업 사고사망자의 23.6%(39명)가 발생하여, 제조업 내 사망 유형 중 가장 높은 비중을 차지하는 핵심 위험원
- **비일상 작업 및 절차 미준수와 직결**
 - 비일상 작업 및 절차 미준수와 직결: 사망사고의 주요 원인은 방호장치 해체와 정비·청소 등 비일상 작업 시 운전정지 절차 미준수 등 기계적 위험원의 관리 소홀과 직접적으로 연관
- **기계·설비 위험점에 집중**
 - 사망사고의 주요 기인물은 운반 및 인양 설비·기계, 프레스, 사출성형기 등 회전체, 이송부 등 기계의 위험점에 집중되는 특성 확인

(나) 주요 재해 유형 분석

- 끼임/절단은 사망 재해의 가장 주된 형태 중 하나로서, 특히 제조업의 기계 설비 및 운반 작업과 밀접하게 연관되어 발생 이 재해는 방호장치 해체 또는 비일상 작업 시 집중 발생
- **재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석**
 - 제조업 집중: 끼임 사고는 제조업에서 압도적으로 발생. 2023년 제조업 사고사망자 165명 중 39명이 끼임으로 사망. 이는 제조업 사고사망 유형 중 가장 많은 비중(23.6%)을 차지
- **주요 재해 장소/기인물**
 - 끼임 기인물: 재해조사 대상 사망사고(598명 기준)에서 주요 기인물은 운반 및 인양 설비·기계 관련으로, 회전체, 이송부, 롤러, 컨베이어 등 기계의 위험점(협착점)에서 발생. 이는 방호장치 부재 또는 해체와 밀접하게 관련
 - 절단·베임 기인물: 주로 공작 기계 및 수공구와 관련된 재해로, 안전 커버 미설치 및 작업 중 부주의로 인해 발생

- 사고 유형별 발생 형태

- 끼임/절단이 근로자에게 미치는 영향은 절단, 신체 일부 손상, 압착 등으로 치명적이며, 구체적인 사고 발생 형태를 분석
- 사망사고의 비일상 작업 형태: 끼임 사망사고는 주로 기계의 정비·청소·막힘해소 등 비일상 작업 중 운전정지 절차를 미준수하여 발생. 이는 치명적인 사고로 이어지는 주된 형태
- 부상 재해의 반복성: '절단·베임·찢림' 사고 재해자 수는 10,611명을 기록하여, 반복적인 작업 중 안전 수칙 및 보호구 미착용으로 인한 부상 형태로 나타남

(다) 끼임/절단 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 보고서)

- 사망사고와 부상사고 모두에서 높은 비중을 차지하며, 특히 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 서비스업의 넘어짐 사고가 주요 재해 형태에 해당

구분	재해자수	비율
전체 사망자 중 끼임 사망자	88명	10.8%(전체 사망자 812명 중)
제조업 사망자 중 끼임 비중	39명	23.6%(제조업 사망자 165명 중)
전체 재해자 중 절단·베임·찢림	10,611명	9.2%(전체 재해자 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 끼임/절단 사고는 2023년 전체 사망자의 10.8%(88명)를 차지하며, 제조업의 핵심 사망 원인(23.6%)으로 규정. 안전 디자인은 기계의 위험점과 작업자의 접촉을 원천적으로 차단하는 데 초점을 맞추는 것이 필요.
- 방호 덮개, 인터록, 라이트 커튼 등의 공학적 방호 디자인을 적용하여 위험원을 제거/차단
- 정비 시 운전정지 절차를 고시인성 픽토그램/순서도로 시각화하여 비일상 작업 시의 절차 준수를 물리적으로 유도하는 것이 중요

(3) 충돌/넘어짐 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- '충돌'은 차량/장비에 부딪히는 재해를, '넘어짐'은 미끄러지거나 걸려 넘어지는 재해를 포함하는 유형에 포함. 이 유형은 사망사고뿐만 아니라 전체 부상 재해자 수에서 매우 높은 비중을 차지하는 다발성 재해 유형으로 공식 관리
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 부딪힘 사망자는 79명(13.2%)을 기록. 이는 끼임(88명) 다음으로 높은 사망 원인이며, 운수/물류 작업과 직결

• 사망사고 및 부상사고 다발

- 깔림·뒤집힘 사망자 43명(7.2%)과 부딪힘 사망자 79명(13.2%)을 합산하면 전체 사망사고의 20.4%를 차지하며, 건설업 및 운수업의 핵심 사망 유형에 포함

• 위험 요인 분석

- 사망사고의 주요 기인물은 운반 및 인양 설비·기계(지게차, 크레인) 관련으로, 동선 관리 미흡이 주된 원인

• 발생 장소 및 업종의 다양성

- 서비스업에서는 넘어짐(미끄러짐)이 부상 재해의 최다 유형이며, 운수업 및 건설업에서는 차량/장비 관련 충돌 및 깔림 사고가 집중 발생

(나) 주요 재해 유형 분석

- 충돌/넘어짐 재해는 사망사고에서는 차량/장비와의 충돌이, 부상 사고에서는 작업장 환경 관리 미흡으로 인한 넘어짐이 핵심 위험

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 운수/서비스업 집중: 부딪힘은 운수업 및 건설업 등 장비 사용이 많은 업종에 집중 발생. 넘어짐은 서비스업 등 보행이 잦은 장소에서 다수 발생

• 주요 재해 장소/기인물

- 충돌 기인물: 주로 지게차, 트럭 등 운반 장비와 관련된 사고가 발생. 차량 운행 동선과 작업자 보행 동선의 혼재가 주된 요인
- 넘어짐 기인물: 젖은 바닥, 미끄러운 표면, 정리되지 않은 통로 등 작업장 바닥 환경의 불안정성이 주된 요인. 특히 주방, 화장실 등 물 사용이 많은 서비스업 장소에서 집중 발생

• 사고 유형별 발생 형태

- 사고 발생 형태는 치명적인 장비 충돌 형태와 다발적인 환경적 요인에 의한 넘어짐 형태로 구분

- 주요 사망 형태: 지게차의 급선회, 후진 시 시야 미확보 등으로 작업자가 장비에 부딪히거나 깔리는 형태가 높은 치명률을 기록
- 부상 다발 형태: 미끄럼 방지 처리 미흡한 바닥에서 근로자가 발을 헛디뎠 발생하는 단순 넘어짐 형태가 서비스업 부상 재해의 대다수 차지

(다) 충돌/넘어짐 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황 기준)

- 사망사고와 부상사고 모두에서 높은 비중을 차지하며, 특히 운수/물류 관련 부딪힘 사고와 서비스업의 넘어짐 사고가 주요 재해 형태에 해당

구분	재해자수	비율
재해조사 대상 사망사고 중 부딪힘	79명	13.2%(전체 598명 중)
재해조사 대상 사망사고 중 깔림·뒤집힘	43명	7.2%(전체 598명 중)
전체 재해자 중 넘어짐 재해자	약 10,000명 이상	상위 위험군 포함

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 충돌/넘어짐 사고는 2023년 재해조사 대상 사망사고의 20.4%를 차지하며, 운반 장비와 작업자의 동선 혼재 및 바닥 환경 불안정성이 핵심 위험
- 동선 충돌을 원천적으로 차단하고, 보행 환경의 안정성을 확보하는 데 초점을 맞추는 것이 필요
- 구체적으로, 지게차 등 장비 운행 구역과 보행자 동선을 물리적 차단 펜스 및 고시인성 마킹으로 명확히 분리하고, 미끄러지기 쉬운 바닥에는 미끄럼 방지 바닥재를 적용하여 보행 안전을 확보하는 디자인이 중요

(4) 폭발/화재/감전 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- '폭발/화재/감전'은 사고 건수 자체는 적으나, 특수/고위험 산업에서 발생 시 사망률이 매우 높고 대형 재난으로 이어질 위험이 큰 치명적인 재해 유형에 포함. 이 유형은 에너지적/화학적 위험을 내포하며, 사고 발생 시 다수의 사상자를 발생시키는 특성
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 재해조사 대상 사망사고 598명 중 폭발/화재 사망자는 27명(4.5%), 감전 사망자는 26명(4.3%)이 발생. 이 치명적인 사고 유형들이 전체 사망사고의 약 8.8%를 차지

• 치명적인 위험 사고

- 폭발/화재 및 감전 사고는 발생 건수 대비 사망률이 매우 높은 치명적인 위험군에 속하며, 사고 발생 시 대규모 피해로 이어지는 특수 위험을 내포

• 공정 위험 시설물에 집중

- 주요 기인물은 고압 전류 설비, 인화성/독성 물질 저장 배관, 밀폐 공간 등 공정 위험 시설물 관련

• 안전 관리 중요성

- 위험 시설물에 대한 공정 안전 관리(PSM) 체계 구축과 작업 전 안전 절차 준수, 비상 대응 시스템 작동이 중대재해 예방의 핵심 방안으로 강조

(나) 주요 재해 유형 분석

- 특수/고위험 산업 재해는 에너지적 및 화학적 위험이 복합적으로 작용하며, 폭발/화재, 감전, 질식/중독이 주요 사망사고 유형. 안전 절차 미준수가 치명적 사고로 이어지는 핵심 요인

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 화학/에너지 산업 집중: 주로 화학물질 제조업, 전기가스업에서 발생. 2023년 폭발/화재 사망자는 27명, 감전 사망자는 26명이 발생하여 치명적인 비중 차지

• 주요 재해 장소/기인물

- 에너지/화학 기인물: 고압 전류 설비, 인화성/독성 물질 저장 배관 등 위험 시설물이 주요 기인물에 포함. 밀폐 공간(탱크, 맨홀 등)에서의 질식/중독 위험도 상존
- 절차적 기인물: 작업 전 안전 절차(밀폐 공간 작업 허가, LOTO) 미준수가 핵심 요인에 포함

• 사고 유형별 발생 형태

- 특수/고위험 산업의 사고는 화학 물질 누출이나 전기 설비 정비 중 통전 등 안전 절차 미준수로 인한 치명적인 형태가 다수 발생

- 주요 사망 형태: 폭발/화재는 인화성 물질의 관리 소홀 및 정전기/스파크 등으로 인해 발생하며, 감전은 전기 설비의 LOTO(Lock Out, Tag Out) 미흡 및 절연 파괴로 인해 발생
- 부상 다발 형태: 밀폐 공간 진입 시 산소 농도 측정 및 환기 절차 미준수로 인해 질식 사고가 발생하는 형태가 높은 치명률을 기록

(다) 폭발/화재/감전 관련 통계 자료(2023년 산업재해현황, 산업재해 현황 부가통계 기준)

- 사고 건수 대비 사망률이 매우 높은 치명적인 재해에 해당하며, 공정 위험 시설물 및 에너지 관리 미흡이 주요 원인

구분	재해자수	비율
재해조사 대상 사망사고 중 폭발/화재	27명	4.5%(전체 598명 중)
재해조사 대상 사망사고 중 감전	26명	4.3%(전체 598명 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 폭발/화재/감전 사고는 치명률이 높은 에너지적/화학적 위험이 주를 이루며, 사고 발생 시 대규모 피해로 이어지는 특성.
- 위험 시설물에 대한 통제와 비상 대응 시스템의 신속한 작동에 초점을 맞추는 것이 필요.
- 위험 물질의 GHS(Globally Harmonized System)경고 라벨 및 보호구 착용 요구사항을 고시인성/표준화 디자인으로 명시하여 화학적 위험 인지도를 극대화
- 밀폐 공간 진입 전 안전 절차(측정, 환기) 및 LOTO(Lock Out, Tag Out) 등의 안전 절차를 고시인성 픽토그램/순서도로 시각화하여 절차 준수를 물리적으로 유도하는 것이 중요

(5) 질병 산업재해 분석

(가) 주요 특징 및 현황

- '질병'은 근로자가 업무에 기인하여 발생하는 직업성 질환을 포함하는 유형에 포함. 이는 사고성 재해와 달리 장기간에 걸쳐 건강에 손상을 주는 형태로 발생하며, 특히 근골격계 질환이 압도적인 비중을 차지
- 재해 유형 현황 조사: 2023년 전체 산업재해자 중 직업성 질병자는 21,114명을 기록하였으며, 이는 사고성 재해자 수에 버금가는 높은 수치로 공식 관리됨

• 질병 재해의 최대 유형

- 근골격계 질환이 직업성 질병의 압도적인 비중(60% 이상 추정)을 차지하며, 이는 반복적인 업무 부담과 부적절한 작업 자세에 직접적으로 기인

• 기인물 분석

- 주요 기인물은 반복적인 육체적 부담을 주는 작업 자세, 중량물 취급, 유해 물질(화학물질, 소음) 노출 등 작업 환경 및 방식과 직접적으로 연관

• 발생 업종의 광범위성

- 서비스업(보건 및 사회복지), 제조업, 건설업 등 다양한 업종에서 발생하며, 특히 반복 부담 작업과 유해인자 노출이 높은 사업장이 취약점으로 분류

(나) 주요 재해 유형 분석

- 질병 재해는 사고성 재해와 달리 반복적인 작업 부담이나 유해인자 노출로 인해 서서히 발생하는 특징이 있으며, 근골격계 질환이 핵심 위험

• 재해 유형별 발생 업종 및 장소/기인물 분석

- 서비스/제조업 집중: 근골격계 질환은 장시간 서서 일하는 서비스업 및 반복적인 공정 작업이 많은 제조업에서 주로 발생

• 주요 재해 장소/기인물

- 근골격계 기인물: 부적절한 작업 자세, 반복적인 동작, 과도한 힘 등이 주요 기인물. 인체공학적이지 않은 작업대나 도구 사용도 원인에 포함
- 유해인자 기인물: 화학물질, 소음, 분진, 이상 기온 등 유해 물질이나 환경적 요인이 직업성 질병의 주된 원인

• 사고 유형별 발생 형태

- 질병 재해는 특정 시점에 발생하는 것이 아닌, 장기간에 걸쳐 누적된 부담으로 인해 신체 기능이 저하되는 형태로 나타남
- 주요 질환 형태: 요통, 어깨/팔꿈치 통증 등 근골격계 질환이 직업성 질병의 압도적인 비중을 차지

- 만성적 위험 형태: 소음성 난청, 직업성 암 등 유해인자 노출로 인한 만성적 건강 손상 형태로 나타나며, 잠복기가 길어 인지 및 예방이 어려움

(다) 질병 관련 통계 자료(2023년 산업재현황 기준)

- 사고 건수 대비 사망률이 매우 높은 치명적인 재해에 해당하며, 공정 위험 시설물 및 에너지 관리 미흡이 주요 원인

구분	재해자수	비율
전체 직업성 질병 재해자	21,114명	-
직업성 질병 중 근골격계 질환 비중	(최다 발생 유형)	60% 이상(질병 전체 중)

(라) 산업안전 디자인 시사점

- 질병 재해는 반복 부담 작업과 유해 환경 노출에 의한 근골격계 질환 및 만성 손상이 주를 이루며, 근로자의 건강 유지와 작업 부담 경감에 초점을 맞추는 것이 필요.
- 인체공학적 설계를 통해 작업대 높이, 의자 등을 조절 가능하게 디자인하여 부적절한 자세를 방지하고, 유해인자 발생 구역에는 환기 시스템 및 경고 시그널을 강화하여 장기적인 건강 손상을 예방하는 디자인이 중요
- 추락·끼임·부딪힘 등 물리적 사고와 근골격계 질환 등 만성적 건강손상의 동시 발생 확인, 작업환경·동선·설비 설계 개선을 통한 예방 가능성 시사
- 본 분석 결과를 다음 장 '제3장 산업안전디자인 적용 기준'의 사고 유형 재구성 및 분류체계 수립 근거로 활용

4) 소결

① 국제 표준 분류체계를 적용해 국내 사고사례 3,487건을 업종별로 분석

- 건설업·조선업은 ‘떨어짐’(각 47.64%, 26.81%), 제조업은 ‘끼임’(29.43%), 서비스업은 ‘분류불능’(65.93%)이 가장 많이 발생하는 사고유형으로 확인됨

② 10년치 국가통계를 통해 사고 규모는 늘지만 치명도는 줄고, 작은 사업장에 위험이 집중되는 구조를 확인

- 2023년 재해자수 136,796명, 사망만인율 0.98‰(2018년 1.12 이후 감소세). 건설업 사망 43.8%(356명, 과반 이상이 떨어짐 사고), 제조업 20.3%(165명, 그중 끼임 39명·23.6%가 최다). 50인미만 사업장이 사고사망자의 78% 차지, 5인미만(1.41‰)과 1,000인이상(0.24‰)의 사망만인율 격차 약 6배

③ “자주 일어나는 사고”와 “사람이 많이 죽는 사고”가 다르다는 점을 확인

- 발생빈도 1위 ‘넘어짐’(19.52%)과 사망 1위 ‘떨어짐’(35.0%)이 불일치. 업무상질병 재해자 23,331명(전년대비 +24.14%), 질병 사망이 전체 사망의 약 60% 차지

④ 제도 이행 실태를 점검하고, 산업안전디자인에 맞는 5축 분류체계를 제안

- 위험성평가 인지율 61.7% 대비 실시율 55.0%로 인지와 실천 사이 격차 확인. 기존 통계항목을 Actor(근로주체)·Activity(작업내용)·Category(업종)·Place(장소)·Type(사고유형) 5축으로 재배열

⑤ 결론

- 산업재해는 “자주 일어나는 사고”와 “치명적인 사고”가 다르고, 작은 사업장일수록 안전관리 여력이 부족해 사고가 구조적으로 집중되어 있어, 이는 개인의 부주의 문제가 아니라 환경과 제도 설계의 문제임을 확인

제3장 산업안전디자인 적용 기준 분석

가. 목적 및 범위

1) 목적

- 사고사례 분석을 근거로, 산업 현장에서 산업안전디자인을 무엇(대상)·어디(장소)·어떤 원리(개입)로 우선 적용할지에 대한 적용 기준(Design Criteria)을 체계화

2) 핵심 관점

- 사고유형을 나열하는 방식이 아니라, 사고가 반복되는 공통 위험 패턴(위험 구조) 중심으로 기준을 도출하고, 설계-운영-관리를 통합한 기준으로 제시

3) 분석 체계

- (KOSIS)의 발생형태별 25개 사고유형을 기반으로, 산업안전포털(KOSHA) 사고사례를 결합 분석하여 유형별 내용을 도출
- 산업안전포털 내 업종별(제조업·건설업·조선업·서비스업) 사고사례 3,487건을 분석 데이터로 활용
- 산업안전과 관련된 기초자료 53건의 문서를 분석하여 세부적인 사고가 발생하는 이유에 대한 전반적인 프로세스의 내용 분석

나. 주요 분석 결과 요약

- 산업별로 사고 발생 비중과 상위 사고유형은 서로 다르게 도출
- 그러나 사고가 발생하는 구조적 맥락(발생 조건)과 위험의 성격(위험 메커니즘)에는 산업을 넘어서는 공통 패턴이 존재함을 확인
- 분석 결과, 사고는 단순 부주의보다 '공간적 인지 오류', '설비와의 부적절한 상호작용', '정보 전달의 누락' 등 디자인적 개입으로 예방 가능한 영역에서 반복

① 산업별 차이

- 주요 사고유형의 순위 및 비중은 산업 특성에 따라 상이

② 공통 특성

- 사고 발생은 특정 조건(공간·설비·구조·환경·관리)에서 반복되는 구조로 나타남

다. 기준도출 근거 및 분석 프레임

1) 전환 필요성

- 기존의 사고유형 병렬 분류(25개 유형 나열)는 중첩 위험·연쇄 위험을 설명하기 어렵고, 실제 적용 시 “체크리스트 반복”으로 수렴하는 한계

① 분류 항목의 과도한 세분화

- 산업 전반에 걸친 사고 구조를 종합적으로 파악하기 어려운 문제 발생
- 예방 전략 수립 시 핵심 개입 지점이 분산

② 사고유형 간 위험 요인 중첩의 반영 부족

- 사고유형 간 발생 조건과 위험 요인이 중첩되는 사례가 다수 존재
- 이를 병렬적으로만 분류할 경우 구조적 원인 파악에 한계가 발생

라. 사례유형(군집) 재해석 및 재구성 방향

- ‘어떤 사고유형인가’보다 ‘어떤 위험 구조에서 사고가 만들어지는가’에 초점을 맞춰, 안전디자인 개입 전략과 직접 연결될 수 있도록 유형 체계를 재정렬

재구성 방향	내용
공간적 특성 기반 위험	이동 경로 및 고소 작업 공간 중심
인체-설비 상호작용 기반 위험	기계 가동부 및 동선 교차점 중심
구조적 안정성 기반 위험	에너지 저장 및 구조적 취약 지점 중심
환경-물질 노출 기반 위험	감각적 인지가 불가능한 환경 요인 중심
비정형적·관리 사각기반 위험	인적 오류 및 비정형 사각지대 중심

마. 군집 재구성 기준

1) 산업별 발생 빈도

- 각 산업에서 반복적으로 나타나는 주요 유형 여부 확인 산업 간 비중 차이는 있으나 떨어짐(추락), 넘어짐(슬립·트립), 끼임(협착), 부딪힘(충돌) 등의 사고 발생 기본 구조가 모든 산업에서 공통적으로 반복 확인된다는 점을 군집화의 핵심 기준으로 설정

2) 텍스트 기반 핵심 키워드

- 사고사례 3,478건을 분석한 결과를 통해 반복 등장한 원인·상황·환경 키워드 도출 재해 유형 분석 단계에서 파악된 직접 원인(불안전한 상태 및 행동)과 근본 원인(작업 절차, 환경 요인)에 명시된 텍스트 결합을 분류 근거로 활용

3) 사고 발생 조건의 유사성

- 공간 조건, 작업 행위, 설비/환경 조건 등 발생 맥락의 공통성 및 재해 형태가 다르더라도 작업자의 행위가 유사한 항목들을 그룹화

바. 25개 사고 유형 군집화 재구성

1) 군집화 목적과 접근 관점

- 사고유형을 단순히 열거하는 기존 방식에서 벗어나, 사고가 발생하는 공간적·물리적·환경적 맥락을 중심으로 사고유형 간 관계성과 중첩 구조를 재해석

2) 새로운 사고유형 그룹화 및 순번 체계 전환 제안

- 기존의 병렬적 분류 방식 대신, 사고 발생 특성이 유사한 유형을 상위 군집 단위로 재설정
- 군집 내부에서 사고유형의 상대적 중요도 및 발생 순위를 재배열하는 새로운 사고유형 그룹화 및 순번 체계로의 전환 제안
- 사고유형 관리의 단위를 “개별 유형”에서 “위험 구조 기반 군집”으로 확장

① 사고 유형 군집화 세부내용

군집번호	군집명	군집정의	사고유형
G1	추락·전도·낙하 위험 사고 유형	작업자의 이동·위치 변화 및 공간 구조와 직접적으로 연관된 위험	떨어짐(추락)
			넘어짐(슬립·트립)
			빠짐·익사(개구부·수변)
			깔림·뒤집힘(전도 포함)
			광산·지하사고
G2	끼임·감김·충돌 위험 사고 유형	사람과 기계·설비·중량물 간 물리적 접촉으로 발생하는 위험	끼임(협착)
			절단·베임·찢림
			부딪힘(충돌)
			물체에 맞음(낙하물 등)
G3	붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	구조적 안정성 실패 또는 에너지 방출로 인한 중대 사고 위험	무너짐(붕괴)
			폭발·발열
			화재
G4	유해물질 노출 및 질병 사고 유형	작업환경 조건 또는 유해 물질 노출로 인한 신체 손상 위험	감전
			이상온도 물체 접촉
			화학물질 누출·접촉
			산소결핍
			업무상 질병
			불균형·무리한 동작
G5	비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	기존 분류체계로 구조화되기 어려운 상황·맥락 중심 사고	사업장 내 교통사고
			사업장 외 교통사고
			체육행사 등 사고
			폭력행위
			동물상해
			기타
			분류불능
총합계			25개

3) 소결

① "사고사례를 보고 어디에 디자인을 적용할지"를 정하기 위한 분석 틀을 마련

- 사고사례 3,487건과 기초자료 53건을 바탕으로 "무엇을·어디서·어떤 방식으로" 안전디자인을 우선 적용할지 정하는 기준(Design Criteria)을 수립. 사고유형을 나열하지 않고 반복되는 위험 패턴 중심으로 기준을 세우는 것이 핵심 관점

② 산업마다 사고 양상은 다르지만 사고가 일어나는 "구조"는 공통적임을 확인

- 산업별 사고비중·상위유형은 다르게 나타났으나, 사고는 단순 부주의가 아니라 공간 인지오류·설비와의 부적절한 상호작용·정보전달 누락 등 디자인으로 예방 가능한 지점에서 반복됨을 확인

③ 기존 25개 유형의 나열식 분류 한계를 진단하고, 위험구조 중심 전환 방향을 설정

- 과도한 세분화로 사고구조 전체파악이 어렵고 "체크리스트 반복"으로 귀결되는 한계를 진단. 공간이동/인체설비접촉/구조안정성/환경물질노출/비정형관리사각 5가지 재구성 방향과, 산업별빈도·핵심키워드·발생조건유사성 3가지 군집화 기준을 적용

④ 25개 사고유형을 G1~G5라는 5개의 군집으로 정리

- G1(추락·전도·낙하)·G2(끼임·감김·충돌)·G3(붕괴·화재·폭발)·G4(유해물질노출·질병)·G5(비상·예외·관리부재)로 25개 세부유형을 재배치

⑤ 결론

- 기존 25개 사고유형의 나열식 관리 대신 "위험이 만들어지는 구조"를 기준으로 G1~G5 군집체계를 확립해, 이후 장에서 쓰는 가장 핵심적인 분석 단위를 마련

제4장 산업안전디자인 지표 개발

- 산업현장의 위험요인을 사전에 식별·관리하기 위해 설계 단계에서 적용하는 평가·관리 기준 체계
- 사고 예방의 객관적 판단 근거 마련 및 현장 적용 가능한 실행 기준 확보
- 국내외 대표 안전관리 모델(PDCA, FEMA, Haddon Matrix) 3종의 구조 분석을 통한 공통 요소 추출 및 산업안전디자인 맥락에 맞춘 재구성
- 산업안전디자인 지표 수립을 위해 국내외 대표 안전관리 모델 3종의 프로세스 구조 분석
- 각 모델은 '배경 - 적용 목적 및 시점 - 관리 지표' 동일 구조로 정리하여 모델 간 비교 가능하도록 체계화
- 관리 지표는 단계별 주요 항목과 측정 목적을 함께 제시하며, 대비-대응-회복 3단계와의 연계성을 기준으로 선별
- 아래 표는 3개 모델의 구조적 특성과 단계 구성을 비교 요약한 것이며, 이후 각 모델별 세부 분석 표가 이어짐

모델	참고 페이지	기반 표준	적용 중심	단계 구성	관리 지표 수
PDCA	P. 199~200	ISO 45001	운영·거버넌스 예방 반복관리	Plan → Do → Check → Act(4단계)	17개
FEMA 재난관리 사이클	P. 201~202	미국 연방재난관리청	비상 대응·복구(대규 모 재난관리)	완화 → 준비 → 대응 → 복구(4단계)	12개
Haddon Matrix	P. 203~204	공중보건·손상 예방 모형	사고 시점 × 영향 요인 교차 분석	충돌 전/중/후(3시점) × 인간·매개체·환경(3요인)	9개(3×3)

가. PDCA(ISO 45001) 안전보건경영 순환관리 모델

1) 개요

- 계획(Plan), 실행(Do), 점검(Check), 개선(Act)의 4단계를 반복하여 프로세스나 시스템을 지속적으로 개선하는 순환적 관리 방법론
- 모든 품질 및 경영 시스템의 핵심 원리로, 체계적인 문제 해결 및 목표 달성을 위해 사용되며, ISO 45001을 포함한 여러 국제 표준의 기반으로 활용

2) 세부내용

- Plan(계획): 목표 설정, 현재 상황 분석, 문제점 파악, 목표 달성을 위한 구체적인 실행 계획 및 통제 방안 수립(예: 안전 목표 및 위험 평가 계획 수립)
- Do(실행): 수립된 계획을 실행하고, 이 과정에서 필요한 데이터 수집(예: 위험 통제 조치 이행 및 교육 실시)
- Check(점검): 실행 결과를 분석하고 목표 대비 성과, 계획 준수 여부 및 효과성 평가(예: 안전 감사, 성과 지표 측정 및 분석)
- Act(개선): 점검 결과에 따라 표준화 또는 개선 조치 시행 성공적인 부분은 표준화하여 시스템에 반영하고, 미비점은 다음 사이클의 'Plan' 단계에 반영하여 재시도(예: 통제 조치 개선 및 안전보건 매뉴얼 개정)

3) 프로세스 분석

구분	내용
배경	• 정부 주도형의 규제 방식만으로는 산업재해 감소에 한계가 드러나면서, 안전보건 문제를 경영의 범주 내에서 체계적으로 접근하여 해결하려는 새로운 패러다임의 요구에 따라 도입
적용 목적 및 시점	• 안전보건 경영 방침 및 위험성 평가를 통해 유해위험요인을 감소시키고 지속 가능한 활동을 운영할 때 적용되며, 조직의 안전보건 목표 달성 및 안전보건 성과를 지속적으로 개선하기 위해 사용 • 다른 경영시스템(ISO 9001, ISO 14001)과 호환 가능하도록 High Level Structure(HLS) 구조로 작성되어, 통합 관리 시스템을 구축할 때 용이

4) 관리지표

단계	주요 관리 지표	측정 목적
Plan (계획)	위험성 평가 완료율	개선 계획을 수립하기 전에 현장의 위험을 얼마나 철저히 식별했는지 측정
	안전 목표 설정 명확성 지수	목표가 SMART(Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) 원칙을 얼마나 충족하는지 평가
	자원 확보 적정성	계획된 디자인 개선 활동에 필요한 예산 및 인력 배정이 적절한지 평가
	디자인 검토(DfS) 이행률	설계 단계에서 안전성 검토(Design for Safety)가 사전에 얼마나 완료되었는지 측정
Do (실행)	계획 대비 실행 완료율	디자인 개선 프로젝트나 교육 훈련이 계획된 기한 내에 얼마나 완료되었는지 측정
	예산 집행률	계획된 안전 디자인 예산이 실제로 얼마나 사용되었는지 측정
	변경 관리 승인율	디자인 변경 실행 시, 관련 리스크 재평가 및 승인 절차를 얼마나 잘 따랐는지 측정
	안전 표준/절차 교육 이수율	새로운 디자인이나 절차에 대한 근로자의 숙련도가 얼마나 확보되었는지 측정
Check (점검)	안전 디자인 목표 달성률	'Plan' 단계에서 설정한 정량적/정성적 안전 디자인 목표를 얼마나 달성했는지 측정
	선행 지표 변화율	디자인 변경 후, 위험 인지 건수, 아차사고(Near-miss) 보고 건수 등 위험 노출 지표가 얼마나 감소했는지 측정
	후행 지표 변화율	디자인 변경 후, 해당 위험 요인과 관련된 실제 재해 발생률, 이직률 등이 얼마나 감소했는지 측정
	내부 감사/심사 부적합 건수	시스템 운영 및 디자인 적용에 있어 표준(ISO 45001 등)을 준수하지 못한 건수를 측정
	사용자 만족도/피드백 점수	새로 적용된 디자인이나 시스템에 대한 근로자의 수용도와 만족도를 측정
Act (개선)	시정 및 예방 조치 완료율	'Check' 단계에서 발견된 문제점(부적합, 사고 원인)에 대한 조치가 얼마나 완료되었는지 측정
	표준화/매뉴얼 개정 건수	성공적인 디자인 개선 사항이 공식 표준, 매뉴얼, 설계 기준 등에 얼마나 반영되었는지 측정
	다음 PDCA 사이클 목표 연계율	이번 사이클의 'Act' 결과가 다음 사이클의 'Plan' 단계에 얼마나 구체적으로 반영되었는지 측정

5) 참고자료

- <https://asana.com/ko/resources/pdca-cycle>
- https://www.researchgate.net/profile/Humiras-Purba/publication/343384691_Plan_do_check_action_PDCA_method_literature_review_and_research_issues/links/5f26d9eb92851cd302d46a47/Plan-do-check-action-PDCA-method-literature-review-and-research-issues.pdf
- <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>

나. FEMA(미국 연방재난관리청) 재난관리 사이클

1) 개요

- 재난 발생 전후를 아우르는 4가지 핵심 활동(완화-준비-대응-복구)을 순환적으로 통합하여 재난 피해를 최소화하고 회복력을 높이는 관리 체계
- 재난 관리의 전 주기를 다루며, 중대재해와 같은 대규모 사고에 대한 관리 시스템을 구축하는 데 유용

2) 세부내용

- 완화(Mitigation): 재난 발생 가능성을 줄이거나 피해를 영구적으로 줄이기 위한 장기적 조치(예: 안전 설계 강화, 방호벽 설치, 구조적 개선)
- 준비(Preparedness): 재난 발생 시 효과적으로 대응하기 위한 계획 및 훈련(예: 비상사태 대응 계획 수립, 훈련 및 교육, 자원 확보)
- 대응(Response): 재난 발생 직후 인명과 재산을 보호하기 위한 즉각적인 조치(예: 경보 발령, 대피, 인명 구조, 응급 복구)
- 복구(Recovery): 피해를 입은 지역사회가 정상 상태로 돌아가기 위한 장기적 활동(예: 시설 복구, 심리 지원, 경제 활동 재개)

3) 프로세스 분석

구분	내용
배경	• 군사장비의 유지·보수 및 야전에서의 심각한 고장 문제를 해결하기 위해 필요성이 인식되면서 개발
적용 목적 및 시점	• 고도로 복잡한 설비(예: 핵발전소)의 위험성을 정량적으로 분석하고 안전 관리를 실시할 때 사용 • 기계를 보호하거나 폭발 방지와 같은 기술적인 방법을 찾는 데 초점이 맞춰져 있음

4) 관리지표

단계	주요 관리 지표	측정 목적
Mitigation (완화)	공학적 통제 적용률 (선행 지표)	위험 통제 계층(ISO 45001) 중 제거, 대체, 공학적 통제 등 안전 디자인이 얼마나 우선적으로 반영되었는지 측정하여, 위험 노출을 근본적으로 줄이는 장기적 노력을 평가
	위험원 제거 프로젝트 완료율	사전에 식별된 고위험 요소에 대해 영구적인 위험 감소 조치(디자인 변경 포함)가 계획대로 완료된 비율을 측정
Preparedness (준비)	비상 대비 계획(ERP) 최신화율	재난 유형별, 시설별 대응 절차와 비상 연락망이 정기적으로 점검되고 최신 정보로 업데이트된 상태를 측정
	훈련 및 연습 참여율 및 평가 점수	전 직원의 정기적인 대피 및 대응 훈련 참여율을 측정하고, 훈련 후 미비점을 발견하기 위한 평가 점수(훈련 목표 달성도)를 측정
	비상 자원 및 장비 재고 확보율	비상 상황에 필요한 구조 장비, 개인 보호구, 응급 의료 물품 등의 재고가 적절히 확보되고 접근 가능하도록 관리되는지 측정
Response (대응)	경보 발령 및 대피 완료 시간	재난 상황 인지 시점부터 공식 경보 발령, 그리고 모든 근로자가 지정된 안전 장소로 대피 완료하는 데 걸린 시간을 측정
	사망 및 중상자 발생 수	재난 발생으로 인해 발생한 인명 피해의 규모를 측정하는 가장 중요한 후행 지표
	초기 피해 통제 성공률	초기 대응팀이 추가적인 피해 확산(예: 화재 확산, 2차 폭발)을 얼마나 신속하고 효과적으로 차단했는지 평가
Recovery (복구)	업무 재개 시간 (Time to Recovery)	재난 발생 후 주요 생산 시설 또는 핵심 업무 기능이 정상적인 수준으로 복구하는 데 걸린 시간을 측정
	재건 단계에서의 완화 조치 반영율	복구 과정에서 단순 원상 복구가 아닌, 새로운 위험을 반영한 개선된 완화 조치가 설계에 얼마나 반영되었는지 측정
	심리적 지원 프로그램 참여율	재난 경험 근로자들에게 제공된 심리 상담 및 지원 프로그램의 활용 정도를 측정

5) 참고자료

- https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_ors_national-mitigation-framework_042025.pdf
- <https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness/goal>

다. Haddon Matrix(공중보건·안전공학) 손상 예방 분석 도구

1) 개요

- 손상 발생을 시간 흐름(사고 전, 중, 후)과 영향 요인(인간, 매개체/장비, 물리적/사회적 환경)의 두 축으로 나누어 9가지 영역에서 예방 및 통제 전략을 체계적으로 분석하는 도구
- 교통사고 예방 분야에서 처음 사용되었으나, 현재는 모든 유형의 손상(사고, 재해) 예방에 가장 광범위하게 사용되는 분석 도구

2) 세부내용

① 시간적 단계(Time Phases)

단계	정의
Pre-event (사고 전)	재해를 유발할 수 있는 위험 요소가 존재하는 시점
Event (사고 시)	재해 에너지(충격, 열, 화학 물질 등)가 대상(사람, 장비)에게 전달되어 손상이 발생하는 시점
Post-Event (사고 후)	손상 발생 후, 회복 및 재할 단계

② 재해 요인(Factors)

단계	정의
Host/Person (인간)	피해를 입거나 재해에 관여하는 작업자, 피해자 등 인적 요소 (예: 지식, 기술, 태도, 피로도)
Vector/Agent (매개체)	직접적인 손상을 입히는 에너지 전달체나 도구 (예: 기계, 화학 물질, 차량, 도구, 구조물)
Environment (환경)	재해가 발생하는 주변 물리적, 사회적 환경 (예: 조명, 소음, 작업 공간, 관리 규정, 문화)

3) 관리지표

구분	내용
배경	• 교통사고 문제 통제를 위해 기존의 질병 통제 모형(공중 보건 모형)을 개선하고 상해 및 차량 충돌 사고 통제 분야에 응용한 개념 틀 • 사고 문제를 체계적으로 이해하고, 다양한 예방 대책을 통합적으로 식별하기 위해 개발
적용 목적 및 시점	• 노인 보행자 교통사고와 같이 사고의 근원이 복합적이고 통합적인 대책 마련이 필요할 때 적용되며 사고를 유발하는 요인(인간, 매개체/차량, 물리 환경, 사회 환경)과 시기적인 국면(충돌 전, 충돌 중, 충돌 후)을 결합하여 분석 • 디자인 단계에서부터 위험을 사전에 예방하거나(충돌 전), 피해를 최소화하는 조치를 마련할 때 적합한 프로세스

4) 관리지표

단계 / 재해요인별	Host/Person (인간)	Vector/Agent (매개체)	Environment (환경)
Pre-crash (충돌 전)	정보, 태도, 손상, 경찰 집행	도로 주행 적합성, 조명, 제동, 속도 관리	도로 설계 및 도로 배치, 속도 제한, 보행자 시설
Crash (충돌 시)	구속 장치 사용, 장애	탑승자 안전 장치, 기타 안전 장치, 충돌 방지 설계	충돌 방지용 도로변 구조물
Post-Crash (충돌 후)	응급처치 기술, 의료진 접근	접근 용이성, 화재 위험	구조 시설, 출혈

5) 참고자료

- https://en.wikipedia.org/wiki/Haddon_Matrix
- https://www.health.qld.gov.au/stayonyourfeet/injury_prevention/matrix
- <https://rn-journal.com/journal-of-nursing/haddons-matrix-and-falls-prevention>

라. 소결

1) 프로세스별 특성 분석

① PDCA(ISO45001)

- 사고 발생에 대한 예방을 우선으로 하는 특성
- 문제의 발생 시 해당문제에 대한 명확한 분석을 통해 향후 사고발생을 예방할 수 있는 다양한 방식을 적용
- 반복적인 프로세스 사용을 통한 사고를 예방할 수 있는 세부적인 항목들 제시

② FEMA 재난 관리 사이클

- 대규모의 재난을 방지에서부터 지원까지 모든 과정을 통합화하여 관리
- 예방을 포함하여 재난이 발생되었을 경우 즉각적인 대처방안, 재난 이후의 회복을 고려한 프로세스 등을 포괄한 개념
- 평가 항목을 통해 각 과정별 지표로 관리

③ Haddon Matrix

- 시간 흐름(사고 전/중/후)에 따른 사고의 내용을 분석
- 사고의 내용을 단순 시간의 흐름이 아닌 영향요인(인간, 매개체, 장비, 환경 등)으로 구분하여 세부적인 내용을 분석
- 예방과 통제를 위한 내용으로 구성되어 있으며, 각 프로세스별로 어떤 시점에 적용할지에 대한 내용이 우수

구분	PDCA	FEMA	Haddon Matrix
특성	운영·거버넌스 (관리/개선)	비상대응·복구 (회복)	디자인 과제 도출 (진단/분석)
세부 내용	사고 예방을 위한 세부적인 디자인의 적용 방식에 대한 내용	사고 발생 중과 후의 지원 및 개선방안에 대한 내용	사고 전·중·후 문제 정의에 대한 내용
▼			
적용 방안	사고예방 및 안전한 환경 구축을 위한 지표에 대한 내용으로 적용	사고가 발생했을 경우 대처방법 및 향후 지원에 대한 내용 적용	시간 흐름 및 영향요인의 정리를 통한 프로세스 순서 적용

2) 산업안전 디자인 체계

순환 체계 구축으로 지속적인 산업안전디자인 지표 설정				
구분		키워드	세부내용	특징
사고 전 (Pre-Event)	대비 (Ready)	가시화 (Visualization) / 행동 분석	현장 내 분석을 통해 시각적으로 인지하도록 유도 및 작업자의 실제 행동 패턴을 데이터화하여 최적의 디자인 도출	위험을 미리 알고 피할 수 있는 '예방적 환경' 구축
▼				
사고 시 (Event)	대응 (Response)	행동 유도 / 즉각적 피드백	복잡한 판단 없이 즉각적인 행동을 유도하고, 사고 발생 시 가장 빠른 안전한 대처로 피해 최소화	혼란 상황에서도 '실수를 줄이는' 실시간 대응 시스템
▼				
사고 후 (Post-Event)	회복 (Recovery)	데이터 피드백 / 표준화의 고도화	발생한 사고를 토대로 기존의 디자인 약점 보완 및 해당 사고의 빠른 복구 및 재발 방지를 위한 디자인 활동	과거의 경험을 자산화하는 '지속 가능한' 안전 시스템

제5장 산업안전디자인 프레임워크

가. 산업안전디자인 지표 설정

- 제4장 산업안전디자인 지표 개발을 기반으로 산업안전디자인의 군집 및 세부적인 항목의 도출을 위한 산업안전디자인 지표 설정

1) 산업안전디자인 지표 설정의 배경

- 산업현장의 사고는 복합적인 원인에 의해 발생하며, 이를 효과적으로 예방하기 위해서는 단순한 규제 중심의 접근을 넘어 디자인 중심의 통합적 지표 설정이 필요

2) 사고 유형의 체계적 분류 및 군집화

- 기존의 파편화된 사고 분류 방식에서 벗어나, 디자인적 개입이 용이하도록 공간적·물리적 맥락에 따라 사고 유형을 재구성함
 - KOSHA 표준 분류의 차용
 - 한국산업안전보건공단(KOSHA)의 표준 재해 형태 분류를 기초로 하여 분석의 객관성과 법적 신뢰성을 확보함
 - 맥락 중심의 군집화(Clustering)
 - 사고 유형을 단순 병렬적으로 나열하지 않고, 사고 발생 특성과 환경적 유사성에 따라 G1(추락·전도)부터 G5(비상·예외 상황)까지 상위 군집 단위로 재설정함
 - 방향성 구축
 - 이를 통해 각 군집별로 최적화된 시각 매체, 공간 구성, 물리적 장치 등 산업안전디자인의 명확한 적용 방향을 도출할 수 있음

3) 디자인 중심의 3단계 대응 체계

- 사고의 발생 전, 발생 시, 발생 후의 전 과정에서 디자인이 수행해야 할 핵심 역할을 정의함

4) 기대효과

- 본 프레임워크를 기반으로 설정된 지표는 법적 기준(Software)과 물리적 시설(Hardware), 그리고 근로자의 인지(Humanware)를 통합적으로 관리하는 기준점이 됨
- 이를 통해 산업현장의 안전 관리 수준을 '규제 준수' 단계에서 '자율적 예방 디자인' 단계로 격상시킬 수 있을 것으로 기대됨

나. 산업안전디자인 사고 유형 분석

- 산업안전디자인의 명확한 방향성 구축을 위한 국가통계포털(KOSIS)의 발생형태별 25개의 사고유형을 맥락 중심으로 군집화 구성
- 사고유형의 단순 병렬적 분류방식에서 공간적·물리적·환경적 맥락중심의 사고 발생 특성이 유사한 유형을 상위 군집 단위로 재설정
- 각 군집별 세부 사고 원인을 빈도순으로 나열하여 우선 순위 선정
- 사고를 바라보는 '관점의 상호보완성'과 '실행력'을 동시에 확보하기 위해 기존 산업안전공단에서 제공하는 KOSHA GUIDE의 사고에 대한 정의와 산업안전디자인에서의 정의를 병행표시

구분	KOSHA Guide	산업안전디자인
주요관점	기술적 안전 규격 및 법적 준수	사용자 경험 및 인지적 편의성
분석대상	설비 성능, 방호장치, 관리 공정	시각 정보, 작업 환경, 행동유도
목표	사고의 무과실 입증 및 표준화	사고의 근원적 차단 및 행동 변화
병행이유	신뢰성 확보 (법적/기술적 토대)	효과성 증대 (실제 현장 적용 및 수용성)

- 국가통계포털(KOSIS) 발생형태별 25개 사고 유형을 맥락 중심으로 G1~G5 군집화하여 분석
- 중분류에서 빈도수가 0인 항목 및 업무상 질병은 최종 중분류에서 제외
(25개 중 4개의 항목 제외로 21개로 정리)
- 세부사고 유형에서 빈도수가 0인 항목 제외
(210개 중 6개 항목 제외로 204개로 정리)
- 각 사고 유형은 KOSHA GUIDE 정의와 산업안전디자인 정의를 병행 표기하여 법적 기준과 현장 적용성을 동시에 확보
- 세부 사고 원인은 산업안전포털 사고사례 3,487건 분석을 통해 텍스트 빈도 도출 순위로 나열

그룹	군집 특성	중분류 수	세부 사고 유형 수	대비+대응+회복 총합
G1. 추락·전도·낙하	작업자의 이동·위치 변화 및 공간 구조와 직접 연관된 위험 - 떨어짐 / 넘어짐 / 빠짐익사 / 깔림뒤집힘 / 광산지하사고	5개	49개	147개
G2. 끼임·감김·충돌	사람과 기계·설비·중량물 간 물리적 접촉으로 발생하는 위험 - 끼임 / 절단베임찢림 / 부딪힘 / 물체에 맞음	4개	41개	123개
G3. 붕괴·화재·폭발	구조적 안정성 실패 또는 에너지 방출로 인한 중대 사고 위험 - 무너짐 / 폭발발열 / 화재	3개	31개	93개
G4. 유해물질 노출·질병	작업 환경 조건 또는 유해 물질 노출로 인한 신체 손상 위험 - 감전 / 이상온도 / 화학물질 / 산소결핍 / 무리한 동작	5개	50개	150개
G5. 비상·예외·관리 부재	기존 분류 체계로 구조화되기 어려운 상황·맥락 중심 사고 - 사업장 내외 교통사고 / 기타, 분류불능	3개	33개	99개
전체 합계	-	21개	204개	612개

1) G1_추락·전도·낙하 위험 사고 유형

- 작업자의 이동·위치 변화 및 공간 구조와 직접적으로 연관된 위험

사고 유형	내용		
① 떨어짐(추락)	정의	KOSHA GUIDE	사람이 인력(중력)에 의하여 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것
		산업안전 디자인	높이 차이가 있는 공간에서, 신체를 지지할 물리적 인프라(난간)나 시각적 경계가 없어 중력에 의해 추락하는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 비계·작업발판 관련 추락
			02. 지붕·상부 구조물 관련 추락
			03. 고소작업대·리프트 관련 추락
			04. 개구부(맨홀·피트·슬래브) 관련 추락
			05. 임시 통로·이동 중 추락
			06. 조선·대형 구조물 상부 추락
② 넘어짐(슬립·트립)	정의	KOSHA GUIDE	사람이 거의 평면 또는 경사면, 층계 등에서 구르거나 넘어지는 경우
		산업안전 디자인	보행로의 바닥 마찰력 부족(미끄러짐)이나 조명·시야 확보 실패(걸림)로 인해 중심을 잃고 전도되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 자재·물건·적치물에 걸림
			02. 전선·호스·케이블로 인한 걸림
			03. 경사로·비탈길에서의 넘어짐
			04. (단차·요철) 바닥 불균형으로 인한 실족
			05. 임시 통로·가설구조물에서의 넘어짐
			06. 바닥 물기·액체
			07. 이동·작업 행위 중 균형 상실
			08. 계단 관련 넘어짐
			09. (시야·조도)환경 조건으로 인한 넘어짐
			10. 기름·윤활유·화학물질
			11. 기타 넘어짐 상황
③ 빠짐·익사(개구부·수변)	정의	KOSHA GUIDE	수중에 빠지거나 익사한 경우
		산업안전 디자인	액체 저장 공간과 작업로 사이의 물리적 차단 시설(펜스)이 없거나, 탈출을 돕는 구조물이 부재하여 발생하는 고립사고
	세부사고 유형(순위)		01. 바닥 개구부(피트·슬래브)로 빠짐
			02. 맨홀·점검구로 빠짐
			03. 개구부·수공 주변 이동 중 빠짐
			04. 수변·수로·저류 공간에서의 익사
			05. 유지보수·점검 중 빠짐
			06. 보호·차단 미흡 상태에서 빠짐
			07. 탱크·저장조·수조 내부로 빠짐
			08. 작업 행위 중 인지 실패로 인한 빠짐
			09. 밀폐·수공간 작업 중 익사
			10. 기타 빠짐·익사 상황

④ 깔림·뒤집힘 (전도 포함)	정의	KOSHA GUIDE	기대어져 있거나 세워져 있는 물체 등이 쓰러져 깔린 경우 및 지게차 등의 건설기계 등이 운행 또는 작업 중 뒤집어진 경우
		산업안전 디자인	중장비 이동 중 노면 불안정을 제어하지 못하거나, 대피 공간이 확보되지 않아 장비 하부에 압착되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 차량·중장비 전도
			02. 중량물 전도에 의한 깔림
			03. 자재·적재물 붕괴로 인한 깔림
			04. 해체·철거 작업중 깔림
			05. 지반·바닥 불안정으로 인한 전도
			06. 장비 전락·넘어짐으로 인한 깔림
			07. 구조물·설비 일부 전도로 인한 깔림
			08. 작업 행위 중 전도 유발 깔림
			09. 적재함·플랫폼 전도로 인한 깔림
			10. 기타 깔림·전도 상황
⑤ 광산·지하사고	정의	KOSHA GUIDE	-
		산업안전 디자인	지하 공간 내 위치 식별 인프라 및 통신/시각 경보 시스템이 부재하여, 위험 발생 시 구조 요청이나 대피가 불가능한 고립 상태
	세부사고 유형(순위)		01. 지하 공간 구조 인지 실패로 인한 사고
			02. 협소·밀폐된 지하 공간 작업 중 사고
			03. 지하 설비·배관·전선 작업 중 사고
			04. 환기 불량·공기질 문제로 인한 사고
			05. 지하 공사·굴착 중 사고
			06. 침수·습윤 환경으로 인한 지하사고
			07. 이동·피난·비상 상황 중 지하사고
			08. 저조도·시야 확보 불량으로 인한 지하사고
			09. 작업 절차·관리 미흡으로 인한 지하 사고
			10. 기타 지하사고 상황

2) G2_끼임·감김·충돌 위험 사고 유형

- 사람과 기계·설비·중량물 간 물리적 접촉으로 발생하는 위험

사고 유형	내용		
① 끼임(협착)	정의	KOSHA GUIDE	두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로 직선 운동하는 물체 사이의 끼임, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 로울러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체·돌기부 등에 감긴 경우
		산업안전 디자인	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 컨베이어·이송설비 협착
			02. 프레스·압착 설비 협착
			03. 회전체·롤러·회전부 협착
			04. 자동화 설비·로봇 협착
			05. 장비·구조물 사이 협착
			06. 중량물 이동·취급 중 협착
			07. 차량·이동장비 협착
			08. 가동부·개폐부 협착
			09. 고소작업대·리프트 협착
			10. 작업 행위 중 예기치 않은 협착
			11. 기타 협착 상황
② 절단·베임·찢림	정의	KOSHA GUIDE	사람과 물체간의 직접적인 접촉에 의한 것으로서 칼 등 날카로운 물체의 취급 또는 톱·절단기 등의 회전날 부위에 접촉되어 신체가 절단되거나 베어진 경우
		산업안전 디자인	날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상
	세부사고 유형(순위)		01. 절단기·절삭기 사용 중 절단
			02. 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임
			03. 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임
			04. 날카로운 자재·부품에 의한 베임
			05. 자동화·기계 가공 중 절단·베임
			06. 해체·정리 작업 중 베임
			07. 찢림(뽀족한 물체 접촉)
			08. 보호구·방호 미흡 상태에서의 베임
			09. 작업 행위 중 예기치 않은 베임·절단
			10. 기타 절단·베임·찢림 상황

③ 부딪힘(충돌)	정의	KOSHA GUIDE	재해자 자산의 움직임·동작으로 인하여 기인물에 접촉 또는 부딪히거나, 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 움직임(규칙, 불규칙) 등에 의하여 부딪히거나, 접촉한 경우
		산업안전 디자인	사람과 차량의 동선 분리가 안 되었거나, 사각지대 감지 장치가 없어 서로를 인지하지 못하고 충돌하는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 이동 중 구조물·고정물에 부딪힘
			02. 차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)
			03. 차량·이동장비 간 충돌
			04. 장비 회전·작동 반경 내 충돌
			05. 방향 전환·후진 중 충돌
			06. 자재·적재물과의 충돌
			07. 시야·조도 부족으로 인한 충돌
			08. 문·가동 구조물에 의한 충돌
			09. 작업 행위 중 예기치 않은 충돌
			10. 기타 충돌 상황
④ 물체에 맞음 (낙하물 등)	정의	KOSHA GUIDE	구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하거나 또는 설비 등으로부터 물질이 분출되어 사람을 가해하는 경우
		산업안전 디자인	상부 적재물의 이탈 방지 설계 미흡이나, 양중기(크레인) 작업 반경 내 접근 통제 실패로 낙하물에 타격받는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격
			02. 공구·부품 낙하로 인한 타격
			03. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격
			04. 적재물 붕괴·전도로 인한 타격
			05. 비래물·파편에 의한 타격
			06. 구조물·설비 일부 이탈로 인한 타격
			07. 상·하부 동시 작업 중 타격
			08. 이동 중 낙하물·이탈물에 의한 타격
			09. 작업 행위 중 의도치 않은 물체 타격
			10. 기타 물체 타격 상황

3) G3_붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형

- 구조적 안정성 실패 또는 에너지 방출로 인한 중대 사고 위험

사고 유형		내용	
① 무너짐(붕괴)	정의	KOSHA GUIDE	토사, 적재물, 구조물, 건축물, 가설물 등이 전체적으로 허물어져 내리거나 또는 주요 부분이 꺾어져 무너지는 경우
		산업안전 디자인	구조물이나 적재물이 하중 한계를 초과하거나 지지력 보강이 되지 않아, 형태가 붕괴되며 작업자를 덮치는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 거푸집·동바리 붕괴 02. 토사·지반 붕괴 03. 가설 구조물 붕괴 04. 데크플레이트·바닥 구조 붕괴 05. 적재 구조 붕괴 06. 구조물 일부 붕괴·탈락 07. 해체·철거 작업 중 붕괴 08. 지하·밀폐 공간 구조 붕괴 09. 작업 중 예기치 않은 붕괴 10. 기타 붕괴 상황
② 폭발·발열	정의	KOSHA GUIDE	건축물, 용기내 또는 대기중에서 물질의 화학적, 물리적 변화가 급격히 진행되어 열, 폭발, 폭발압이 동반하여 발생하는 경우를 말하며, 파열은 배관, 용기 등이 물리적인 압력에 의하여 찢어지거나 터진 경우로서 폭발압이 동반되지 않은 경우
		산업안전 디자인	밀폐 용기나 설비의 압력 조절/냉각 장치 설계 미흡으로, 내부 팽창이나 화학 반응을 제어하지 못해 파열되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 가스 누출·축적 후 폭발 02. 용접·절단 작업중 가스 폭발 03. 압력용기·탱크 폭발 04. 화학물질 반응에 의한 폭발·급격 발열 05. 분진·가연성 분말 폭발 06. 연료·유증기 착화 폭발 07. 설비 과열로 인한 발열·분출 08. 전기적 원인에 의한 발열·폭발 09. 밀폐·협소 공간 내 폭발 10. 작업 절차·관리미흡으로 인한 폭발·발열
③ 화재	정의	KOSHA GUIDE	가연물에 점화원이 가해져 비의도적으로 불이 일어난 경우
		산업안전 디자인	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 용접·절단 작업 중 화재 02. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재 03. 전기적 원인에 의한 화재 04. 가스·연료 착화로 인한 화재 05. 설비 과열로 인한 화재 06. 화학물질 반응·발열로 인한 화재 07. 분진·가연성 분말에 의한 화재 08. 저장·적치 공간에서의 화재 09. 작업 종료 후 관리 미흡으로 인한 화재 10. 화재 확산·대응 미흡 상황 11. 기타 화재 상황

4) G4_유해물질 노출 및 질병 사고 유형

- 작업환경 조건 또는 유해 물질 노출로 인한 신체 손상 위험

사고 유형		내용	
① 감전	정의	KOSHA GUIDE	전기설비의 충전부 등에 신체의 일부가 직접 접촉하거나 유도전류의 통전으로 근육의 수축, 호흡곤란, 심실세동 등이발 생한 경우 또는 특별 고압 등에 접근함에 따라 발생한 섬락 접촉, 합선·혼촉 등으로 인하여 발생한 아크에 접촉된 경우
		산업안전 디자인	전선 및 충전부의 절연 마감이 파손되었거나, 접지/누전 차단 장치가 없어 신체가 전류 회로의 일부가 되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전 02. 전원 차단 미실시 상태에서의 감전 03. 접지 불량·누전으로 인한 감전 04. 습윤·침수 환경에서의 감전 05. 자동설비·제어반 작업 중 감전 06. 임시 전기 설비·전동 공구 사용 중 감전 07. 차량·중장비와 전선 접촉에 의한 감전 08. 고소·협소 공간에서의 감전 09. 보호구·안전장치 미흡 상태에서의 감전 10. 작업 행위 중 예기치 않은 감전
② 이상온도 물체 접촉	정의	KOSHA GUIDE	고·저온 환경 또는 물체에 노출·접촉된 경우
		산업안전 디자인	고열·극저온 설비 표면에 단열 조치나 접근 방지 울타리가 없어, 신체가 직접 닿거나 복사열에 노출되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상 02. 고온 배관·배출부 접촉에 의한 화상 03. 스팀·고온 유체 분출 접촉 04. 용융 금속·고온 물질 접촉 05. 고온·저온 상태 인지 실패로 인한 접촉 06. 보호구 미착용 상태에서의 접촉 07. 유지보수·점검 중 접촉 08. 이동·작업 중 우발적 접촉 09. 저온 설비·물체 접촉에 의한 동상 10. 기타 이상온도 접촉 상황
③ 화학물질 누출·접촉	정의	KOSHA GUIDE	유해·위험물질에 노출·접촉된 경우
		산업안전 디자인	유해 물질 배관의 밀폐 설계 실패나 누출 탐지 센서 부재로 인해, 독성 물질이 피부에 닿거나 체내로 유입되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 용기·배관 파손으로 인한 누출 02. 취급·이송 작업 중 누출 03. 혼합·반응 작업 중 누출·접촉 04. 비산·증기 노출 05. 세정·청소 작업 중 화학물질 접촉 06. 저장·보관 중 누출 07. 화학물질 오인·오취급 08. 설비 점검·유지보수 중 접촉 09. 보호구 미착용 상태에서의 접촉 10. 화학물질 누출 후 2차 사고 11. 기타 화학물질 누출·접촉 상황

④ 산소 결핍	정의	KOSHA GUIDE	유해물질과 관련 없이 산소가 부족한 상태·환경에 노출되었거나 이물질 등에 의하여 기도가 막혀 호흡기능이 불충분한 경우
		산업안전 디자인	밀폐 공간 내 환기 인프라 부족 및 산소 농도 모니터링 장비 부재로, 인지하지 못한 채 호흡이 곤란해지는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 밀폐공간 진입 후 산소결핍
			02. 환기 미흡 상태에서의 산소결핍
			03. 불활성 가스·질식성 가스에 의한 산소결핍
			04. 저장조·탱크·용기 내부 작업 중 산소결핍
			05. 지하·피트·저류 공간에서의 산소결핍
			06. 산소 농도 측정·경보 미흡
			07. 구조 요청·구조 과정 중 2차 산소 결핍
			08. 구조·설비로 인한 공기 차단
			09. 구조·관리 미흡 상태에서의 산소결핍
⑤ 불균형·무리한 동작	정의	KOSHA GUIDE	물체의 취급없이 일시적이고 급격한 행위·동작 등 신체동작(반응)에 의한 경우나, 물체의 취급과 관련하여 근육의 힘을 많이 사용하는 경우로서 밀기, 당기기, 지탱하기, 들어올리기, 돌리기, 잡기, 운반하기 등과 같은 행위·동작
		산업안전 디자인	작업 환경(높이, 거리)이 인간공학적으로 설계되지 않아, 신체에 과도한 부하를 주는 자세가 강제되는 현상
	세부사고 유형(순위)		01. 부자연스러운 작업 자세로 인한 사고
			02. 과도한 힘 사용으로 인한 사고
			03. 반복 동작·피로 누적으로 인한 사고
			04. 협소 공간에서의 무리한 동작
			05. 높은 곳·불안정한 위치에서 무리한 동작
			06. 자재·도구 취급 중 무리한 동작
			07. 작업 속도·조급함으로 인한 무리한 동작
			08. 보호구·복장 영향으로 인한 불균형
			09. 작업 환경요인과 결합된 불균형
			10. 기타 불균형·무리한 동작 상황

5) G5_비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형

- 기존 분류체계로 구조화되기 어려운 상황·맥락 중심 사고

사고 유형	내용		
① 사업장 내 교통사고	정의	KOSHA GUIDE	사업장내의 도로에서 발생된 교통사고
		산업안전 디자인	사업장 내 도로에서 보행자와 차량의 통행로 구분 및 속도 제한 시설이 없어 발생하는 충돌
	세부사고 유형(순위)		01. 지게차 주행 중 사고
			02. 작업차량 후진 중 사고
			03. 차량·보행자 동선 미분리로 인한 사고
			04. 교차로·회전 구간 사고
			05. 적재·하역작업 중 사고
			06. 제한속도·운전 부주의로 인한 사고
			07. 야간·저조도 환경에서의 사고
			08. 신호·표지·관리 미흡으로 인한 사고
			09. 장비·차량 결함으로 인한 사고
			10. 기상·환경 조건으로 인한 사고
② 사업장 외 교통사고	정의	KOSHA GUIDE	사업장외의 도로에서 발생된 교통사고와 해상·항공과 관련하여 발생된 교통사고
		산업안전 디자인	외부 이동 중 도로 위험 요소를 방어할 안전 운전 보조 시스템이나 예방적 관리 체계가 미흡하여 발생하는 사고
	세부사고 유형(순위)		01. 사업장 진·출입로에서의 사고
			02. 도로 횡단 중 사고
			03. 업무 중 외부 도로 주행 사고
			04. 주차장·노상 주차 구역 사고
			05. 이륜차·자전거 이용 중 사고
			06. 보행 중 환경 요인으로 인한 사고
			07. 교통 신호·표지 미흡으로 인한 사고
			08. 기상·환경 조건에 의한 사고
			09. 보행자 보호 미흡 사고
			10. 기타 사업장 외 교통사고 상황
③ 체육행사 등 사고	정의	KOSHA GUIDE	업무와 관련한 체육행사·워크숍, 회식 등에서 재해를 입은 경우
		산업안전 디자인	-
	세부사고 유형(순위)		내용 없음

④ 폭력행위	정의	KOSHA GUIDE	의도적인 또는 의도가 불분명한 위험행위(마약, 정신질환 등)로 자신 또는 타인에게 상해를 입힌 폭력·폭행을 말하며, 협박·언어·성폭력 등을 포함
		산업안전 디자인	-
	세부사고 원인(순위)		내용 없음
⑤ 동물상해	정의	KOSHA GUIDE	동물에 의해 근로자가 상해를 입은경우로 동물(개·소·말 등)에 물리거나 차이는 경우 등에 의해 상해를 입는 경우
		산업안전 디자인	-
	세부사고 유형(순위)		내용 없음
⑥ 기타, 분류불능	정의	KOSHA GUIDE	-
		산업안전 디자인	예측이 불가능한 복합적 요인이나 안전 관리 사각지대에서 발생하는 명확히 규정되지 않은 물리적 피해
	세부사고 유형(순위)		01. 추락 + 협착 복합 사고
			02. 감전 + 추락 복합 사고
			03. 낙하물 + 넘어짐/충돌 복합 사고
			04. 화학물질 누출 + 미끄러짐
			05. 폭발·발열 + 화재·질식
			06. 지하 공간 + 산소결핍 + 추락
			07. 기타 복합 사고
			08. 발생 원인 미기재 사례
			09. 작업 행위 정보 누락 사례
			10. 환경·공간 정보 누락 사례
			11. 설비·대상 정보 누락 사례
			12. 결과만 기록된 사례
			13. 다의적 서술로 분류 불가 사례

다. 산업안전디자인 안전지표 핵심요소 및 적용기준

- 산업안전디자인 체계(3R 대비-대응-회복)의 실효성 확보를 위해, 법적·제도적 기준과 인간공학적 실천 요소를 결합한 구체적 방안 필요
- 물리적 표준(Hard Infra)과 인지적/행동적 디자인(Soft Infra)을 아우르는 2대 핵심 전략 요소를 병행하여 사용

1) 기술 표준 및 제도적 정합성 확보

- 국내외 안전 표준 및 가이드라인을 기반으로 한 객관적 설계 기준 마련
- 자의적 해석을 배제하고 인증된 규격을 준수함으로써 디자인의 신뢰성 및 법적 효력 확보

① 국제 표준 및 가이드라인 연계

- ISO 45001(안전보건경영시스템), ISO 12100(기계류 안전) 등 글로벌 표준 규격 준수 및 KS 규격과의 상호 호환성 유지

② KOSHA GUIDE 기반의 현장 적용

- 공단 기술지침(KOSHA GUIDE) 중 기계(M), 보건(H), 전기(E) 등 분야별 안전 가이드라인을 디자인 요소로 치환하여 적용

③ 환경 설계를 통한 예방(CPTED) 원리 도입

- 범죄예방환경설계(CPTED)의 감시 및 접근통제 원리를 산업 현장에 변용, 위험 구역의 자연적 감시 및 동선 통제 강화

2) 인간공학적 디자인 및 현장 적용성 강화

- 작업자의 인지 특성과 신체적 한계를 고려한 디자인 솔루션 적용
- 단순한 위험 표시를 넘어, 행동 유도 및 직관적 인지가 가능한 실천적 디자인 요소 구축

① 인간공학적 설계(Ergonomic Design) 반영

- 작업자의 신체 부하 저감 및 근골격계 질환 예방을 위한 작업점 높이, 도구 형태, 레이아웃의 최적화

② 고시인성(High Visibility) 정보 체계 구축

- 조도, 색채, 대비를 활용한 고시인성 마킹(High Visibility Marking) 적용으로 위험 인지 속도 향상 및 사각지대 해소

③ 스마트 안전 및 보안 시스템(Cyber Physical Security) 융합

- 물리적 방호 장치와 디지털 센서/모니터링 기술의 결합을 통한 실시간 위험 감지 및 대응 체계 마련

④ 안전 문화(Safety Culture) 확산

- 강압적 통제가 아닌 디자인을 통한 자연스러운 안전 행동 습관화 유도 및 지속 가능한 안전 생태계 조성

라. 산업안전디자인 프레임워크 설명

1) 산업사고 그룹

- 사고의 유형별 그룹화로 사고 발생 특성이 유사한 유형별 상위 군집 단위로 구성

2) 사고 유형

- KOSHA 정의와 산업안전디자인의 정의를 병행하여 표기
- 산업재해의 분류와 일관성을 위해 KOSIS의 분류체계 준용

3) 세부 사고 유형

- 안전보건공단에서 제공하는 산업안전포털 내 3,487건의 세부사고 내용의 분석을 통해 사고 빈도에 따른 세부 유형 분류

4) 목표

- 각 사고 유형에 따른 사고 조감을 위한 목표 선정

5) 디자인 역할

- 산업안전디자인 지표에 따른 세부 사고 유형별 디자인 전략 계획

6) 아이템(예시)

- 핵심 디자인 전략에 따른 실제 구현이 가능한 디자인 아이템 예시

산업사고 그룹

사고의 유형별 그룹화로
사고 발생 특성이 유사한
유형별 상위 군집 단위로 구성

사고 유형

KOSHA정의와
산업안전디자인의 정의를
병행하여 표기

산업재해의 분류와
일관성을 위해
KOSIS의 분류체계 준용

G1		추락·전도·낙하 위험 사고 유형 ▶ 작업자의 이동·위치 변화 및 공간 구조와 직접적으로 연관된 위험			
① 떨어짐 (추락)		정리 KOSHA GUIDE 정리 산업안전디자인		사업장내의 도로에서 발생한 교통사고 사업장 내 도로에서 보행자와 차량의 동행로 구분 및 속도 제한 시설이 없어 발생하는 충돌	
사고 유형	세부 사고 유형	목표	디자인 역할	아이템(예시)	
① 떨어짐 (추락)	01 비계·작업발판 관련 추락 빈도 : 1,142 비율 : 21.13%	대비 추락 시 충격 완화 및 신속 구조	추락 발생 즉시 신체를 보호하고 위치를 알릴	추락 충격 완화 장치, 긴급 구조 알림 체계	
	대응 발판 밀착 및 안전 난간 강화	발판 사이의 틈을 없애고 견고한 울타리 구축	발판 사이의 틈을 없애고 견고한 울타리 구축	틈새 방호 안전 시설, 추락 방지 방호 울타리	
	회복 비계 구조 정밀 점검 및 보강	비계가 발생한 가설 구조물의 안전성 재확인	사고가 발생한 가설 구조물의 안전성 재확인	구조물 결속 확인 표지, 구조 안전 점검 현황판	
	02 지붕·상부 구조물 관련 추락 빈도 : 936 비율 : 17.32%	대비 지붕재 파손 시 추락 방지	약한 지붕재가 무너질 때 신체를 안전하게 지지	파손 위험 구역 식별 표지, 위험 경계 설정 설비	
	대응 하중 분산 및 이동 통로 확보	발으면 제지가 쉬운 지붕재 위에 이동 통로 마련	발으면 제지가 쉬운 지붕재 위에 이동 통로 마련	상부 이동 안전 동로, 하중 분산 안전 장치	
	회복 상부 구조물 보강 및 보수 정기 점검	사고가 발생한 지붕 구조의 강도 보강	사고가 발생한 지붕 구조의 강도 보강	시설 보강 완료 인증 표지, 상부 작업 안전 정보판	
	03 고소작업대·리프트 관련 추락 빈도 : 812 비율 : 15.02%	대비 비상 하강 및 추락 방지	장비 오작동 시 안전하게 지면으로 복귀	비상 하강 절차 안내 체계, 추락 방지 안전 장치	
	대응 작업 변경 통제 및 과적 방지	장비가 뒤집히거나 사람이 튕겨나가는 상황 예방	장비가 뒤집히거나 사람이 튕겨나가는 상황 예방	적정 하중 식별 표시, 작업자 이탈 방지 설비	
	회복 장비 결함분석 및 정비주기 관리	기계적 결함 여부를 확인하여 장비 신뢰도 회복	기계적 결함 여부를 확인하여 장비 신뢰도 회복	장비 정비 이력 관리면, 안전성 검증 완료 표지	
	04 개구부(오픈·피트·슬래브) 관련 추락 빈도 : 705 비율 : 13.04%	대비 추락 지점 시인성 및 접근 차단	둘러 있는 구역을 멀리서도 즉각 인지하게 함	개구부 경계 식별 표지, 접근 제한 경보 장치	
	대응 견고한 덮개 및 방망 설치	발이도 빠지지 않는 덮개와 추락 방지망 구축	발이도 빠지지 않는 덮개와 추락 방지망 구축	하중 지지 방호 설비, 추락 방지 안전망	
	회복 개구부영구 밀폐 및 안전 확인	적립 완료 후 덮개를 고정하거나 원전히 매움	적립 완료 후 덮개를 고정하거나 원전히 매움	밀폐 상태 확인 표지, 공간 안전 승인 현황판	

세부 사고 유형

안전보건공단에서 제공하는
산업안전포털 내 3,487건의 분석을 통해
사고 빈도에 따른 세부 유형 분류

목표

각 사고 유형에 따른
사고 조감을 위한 목표 선정

디자인역할

산업안전디자인 지표에 따른
세부 사고 유형별 디자인 전략 계획

아이템(예시)

핵심 디자인 전략에 따른
실제 구현이 가능한 디자인 아이템 예시

마. 디자인 방안 및 전략

- 중분류에서 빈도수가 0인 항목 및 업무상 질병은 최종 중분류에서 제외(25개 중 4개의 항목 제외로 21개로 정리)
- 세부사고 유형에서 빈도수가 0인 항목 제외(210개 중 6개 항목 제외로 204개로 정리)
- 산업재해 5개 대분류(G1~G5), 사고 유형별 대비(Ready) → 대응(Response) → 회복(Recovery) 3단계 산업안전디자인 방안 제시
- 그룹별로 각 코드를 지정하여 진행하였으며, 코드는 G1~G5를 대분류, 사고 유형을 중분류, 세부 사고 유형을 소분류로 하여 코드 넘버를 선정(예시:G1-①-01=비계·작업발판 관련 추락)

G1 추락·전도·낙하 위험(p.221~234)

- 대상 유형: 떨어짐 / 넘어짐 / 빠짐·익사 / 깔림·뒤집힘 / 광산·지하사고
- 핵심 전략: 물리적 차단 인프라 구축 / 시각적 경계 확보 / 위치 식별 및 경보 시스템 설치 등

G2 끼임·감김·충돌 위험(p.235~246)

- 대상 유형: 협착 / 절단·베임·찢림 / 부딪힘 / 물체에 맞음
- 핵심 전략: 방호 덮개 및 인터락 설치 / 동선 분리 / 접근 통제 및 낙하 방지 설계 등

G3 붕괴·화재·폭발 위험(p.247~255)

- 대상 유형: 무너짐 / 폭발·발열 / 화재
- 핵심 전략: 하중 한계 및 지지력 보강 / 압력·반응 제어 시스템 구축 점화원 격리 및 초기 감지·차단 등

G4 유해물질 노출 및 질병 위험(p.256~272)

- 대상 유형: 감전 / 이상온도 물체 접촉 / 화학물질 누출·접촉 / 산소결핍 불균형·무리한 동작
- 핵심 전략: 절연·단열 조치 및 차단 장치 설치 / 밀폐 설계 및 누출 탐지 환기 인프라 및 모니터링 / 인간공학적 작업 환경 설계 등
- 미수록 유형: 업무상 질병 → 보건의 영역으로 디자인 방안 미수록

G5 비상·예외 상황 및 관리 부재 사고(p.273~281)

- 대상 유형: 사업장 내 교통사고 / 사업장 외 교통사고 / 기타·분류불능
- 핵심 전략: 통행로 구분 및 속도 제한 시설 / 안전 운전 보조 시스템 구축 범용 대응 안전 체계 확보 등
- 미수록 유형: 동물 상해 / 체육 행사 등 사고 / 폭력 → 분석 대상 내 발생 사례 0건으로 디자인 방안 미수록

G1 ~ G5 사고 유형별 디자인 방안 도출 범위

그룹	중분류 수	세부 사고 유형 수	대비+대응+회복 총합
G1. 추락·전도·낙하	5개	49개	147개
G2. 끼임·감김·충돌	4개	41개	123개
G3. 붕괴·화재·폭발	3개	31개	93개
G4. 유해물질 노출·질병	5개	50개	150개
G5. 비상·예외·관리 부재	3개	33개	99개
전체 합계	21개	204개	612개

1) G1_추락·전도·낙하 위험 사고 유형

- 작업자의 이동·위치 변화 및 공간 구조와 직접적으로 연관된 위험

① 떨어짐(추락)

- KOSHA GUIDE: 사람이 인력(중력)에 의하여 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것
- 산업안전디자인: 높이 차이가 있는 공간에서, 신체를 지지할 물리적 인프라(난간)나 시각적 경계가 없어 중력에 의해 추락하는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 비계·작업발판 관련 추락 빈도 : 1,142 비율 : 21.13%	대비 추락 시 충격 완화 및 신속 구조	추락 발생 즉시 신체를 보호하고 위치를 알림	추락 충격 완화 장치, 긴급 구조 알림 체계
	대응 발판 밀착 및 안전 난간 강화	발판 사이의 틈을 없애고 견고한 울타리 구축	틈새 방호 안전 시설, 추락 방지 방호 울타리
	회복 비계 구조 정밀 점검 및 보강	사고가 발생한 가설 구조물의 안전성 재확인	구조물 결속 확인 표지, 구조 안전 점검 현황판
02. 지붕·상부 구조물 관련 추락 빈도 : 936 비율 : 17.32%	대비 지붕재 파손 시 추락 저지	약한 지붕재가 무너질 때 신체를 안전하게 지지	파손 위험 구역 식별 표지, 위험 경계 설정 설비
	대응 하중 분산 및 이동 통로 확보	밟으면 깨지기 쉬운 지붕재 위에 안전 통로 마련	상부 이동 안전 통로, 하중 분산 안전 장치
	회복 상부 구조물 보강 및 보수 정기 점검	사고가 발생한 지붕 구조의 강도 보강	시설 보강 완료 인증 표지, 상부 작업 안전 정보판
03. 고소작업대· 리프트 관련 추락 빈도 : 812 비율 : 15.02%	대비 비상 하강 및 추락 저지	장비 오작동 시 안전하게 지면으로 복귀	비상 하강 절차 안내 체계, 추락 저지 안전 장치
	대응 작업 반경 통제 및 과적 방지	장비가 뒤집히거나 사람이 튕겨나가는 상황 예방	적정 하중 식별 표지, 작업자 이탈 방지 설비
	회복 장비 결함 분석 및 정비 주기 관리	기계적 결함 여부를 확인하여 장비 신뢰도 회복	장비 정비 이력 관리판, 안전성 검증 완료 표지

04. 개구부 (맨홀·피트·슬래브) 관련 추락	대비	추락 지점 시인성 및 접근 차단	뚫려 있는 구멍을 멀리서도 즉각 인지 유도	개구부 경계 식별 표지, 접근 제한 경보 장치
	대응	견고한 덮개 및 방망 설치	밟아도 빠지지 않는 덮개, 추락 방지망 구축	하중 지지 방호 설비, 추락 방지 안전망
	회복	개구부 영구 밀폐 및 안전 확인	작업 완료 후 덮개를 고정하거나 완전히 메움	밀폐 상태 확인 표지, 공간 안전 승인 현황판
빈도 : 705 비율 : 13.04%				
05. 임시 통로·이동 중 추락	대비	통로 내 미끄럼 및 실족 주의	이동 중 균형을 잃지 않도록 시각 정보 제공	미끄럼 방지 마감 처리, 보행로 돌출부 식별 표지
	대응	안전 통로 확보 및 조명 보강	보행 경로를 밝게 하고 보행 방해물을 제거	보행자 전용 유도선, 조도 확보 조명 장치
	회복	통로 평탄화 및 보행 환경 개선	사고가 발생한 바닥의 단차나 구멍을 보수	바닥 평탄화 완료 표지, 통로 정비 이력 관리판
빈도 : 662 비율 : 12.25%				
06. 조선·대형 구조물 상부 추락	대비	복잡한 구조 내 위치 파악 및 구조	거대 구조물에서 사고 발생 시 신속 대응	구역 식별 번호판, 휴대용 비상 신호기
	대응	가설 발판 및 안전 통로 표준화	높고 좁은 구조물 위에서 안전한 이동 경로 제공	가설 통로 유도 표지, 수직 이동 방호 설비
	회복	구조물 내 위험 요소 재평가	작업 환경 변화에 따른 추락 위험지 재설정	구조물 안전 점검표, 재발 방지 대책 게시판
빈도 : 591 비율 : 10.93%				
07. 사다리 관련 추락	대비	미끄러짐 방지 및 전도 시 보호	사다리가 중심을 잃을 때 작업자 부상 최소화	미끄럼 방지 고정 장치, 전도 방지 지지 설비
	대응	안전 지지점 가시화 및 각도 준수	사다리 설치의 적정 각도와 고정 위치 안내	설치 각도 확인 표지, 상단 고정 안전 장치
	회복	노후 사다리 폐기 및 장비 정비	파손된 사다리의 재사용을 금지하고 관리	장비 폐기 식별 표지, 신규 도입 점검표
빈도 : 484 비율 : 8.95%				
08. 기타 작업 행위 중 추락	대비	돌발 상황 시 신속 신고 및 구호	예기치 못한 장소에서 추락 시 빠른 구조 지원	비상 신고함 위치 안내판, 비상 연락망 게시판
	대응	잠재적 추락 위험 지점 통합 관리	관리 사각지대의 추락 요소를 사전에 발굴	추락 위험 구역 지도, 추락 주의 종합 안내판
	회복	사고 분석 및 현장 안전 환류	사고 원인을 분석하여 현장 전체에 정보 공유	사고 사례 시각 안내판, 현장 정상화 승인 표지
빈도 : 73 비율 : 1.35%				

② 넘어짐(슬립·트립)

- KOSHA GUIDE: 사람이 거의 평면 또는 경사면, 층계 등에서 구르거나 넘어지는 경우
- 산업안전디자인: 보행로의 바닥 마찰력 부족(미끄러짐)이나 조명·시야 확보 실패(걸림)로 인해 중심을 잃고 전도되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 자재·물건· 적치물에 걸림 빈도 : 1,018 비율 : 15.55%	대비 통로 내 돌출부 시인성 강화	보행로에 튀어나온 자재를 즉각 식별	자재 끝단 식별 표지, 돌출물 주의 바닥 표시
	대응 자재 보관 구역 명확화 및 동선 분리	통로에 물건을 두지 않도록 공간을 구획	적치 전용 구역 표시선, 통로 확보 금지 표지
	회복 통로 환경 정비 및 적재 표준화	걸림 요소를 제거하고 정리 정돈 상태 유지	적치 상태 점검표, 자재 이력 관리판
02. 전선·호스· 케이블로 인한 걸림 빈도 : 892 비율 : 13.63%	대비 선로 노출 구간 경고 및 보호	발에 걸릴 수 있는 선로의 존재를 전파	배선 방호 덮개, 통과 구간 주의 표시
	대응 공중 배선 및 매립 유도	바닥에 선이 없도록 공중으로 띄우거나 정리	공중 배선 지지 설비, 매립형 배관 시스템
	회복 배선 정리 상태 점검 및 고정 보강	느슨해진 전선을 정리하여 걸림 요인 차단	배선 고정 확인 표지, 호스 권취 보관 장치
03. 경사로· 비탈길에서의 넘어짐 빈도 : 776 비율 : 11.85%	대비 경사면 미끄럼 방지 및 지지 지원	경사진 곳에서 중심을 잡도록 보조 시설 안내	경사로 안전 손잡이, 미끄럼 방지 마감재
	대응 경사 각도 가시화 및 안전 속도 유도	무리한 경사를 피하고 안전한 통행 유도	경사도 안내 표지판, 서행 유도 바닥 표시
	회복 경사면 노면 마찰력 재보완	닿아서 미끄러운 경사면을 재정비	노면 마찰력 점검표, 미끄럼 방지 보수 표시
04.(단차·요철) 바닥 불균형으로 인한 실족 빈도 : 691 비율 : 10.56%	대비 높이 차이 시각화 및 주의 환기	미세한 턱이나 구멍을 미리 인지하게 함	단차 경계 식별 표지, 요철 주의 형광 표시
	대응 단차 제거 및 경사면 완만화	걸려 넘어지지 않도록 바닥을 평탄하게 함	단차 해소 경사판, 바닥 평탄화 완료 표시
	회복 보도 평탄성 유지 및 정기 보수	파손된 보도블록이나 파인 곳을 즉시 수리	파손 신고 안내 표지, 노면 보수 인증판

05. 임시 통로 ·가설구조물에서의 넘어짐 빈도 : 644 비율 : 9.84%	대비 가설재 흔들림 주의 및 하중 고지	임시로 설치된 통로의 불안정성을 경고	가설 통로 주의 표지, 하중 제한 안내판
	대응 가설 통로 고정 및 보행폭 확보	보행 중 중심을 잃지 않는 충분한 폭 제공	통로 고정 장치, 측면 방호 울타리
	회복 가설 시설물 안정성 재검증	매일 작업 전 통로의 고정 상태를 확인	안전 승인 현황판, 연결 부위 점검 표지
06. 바닥 물기·액체 빈도 : 602 비율 : 9.20%	대비 미끄럼 위험 즉각 고지 및 격리	젖은 바닥을 인지하여 우회하도록 유도	이동식 미끄럼 주의 표지, 물기 감지 경고 장치
	대응 노면 마찰력 확보 및 배수 관리	물이 고이지 않게 하고 미끄럼 방지 처리	미끄럼 방지 바닥 마감, 배수 유도 설비
	회복 완전 건조 확인 및 안전 보증	물기 제거 후 정상 상태임을 시각적으로 증명	바닥 건조 확인 표지, 청소 상태 점검표
07.이동·작업 행위 중 균형 상실 빈도 : 558 비율 : 8.52%	대비 무리한 동작 억제 및 지지 유도	작업 중 중심 이탈 시 즉각 잡을 수 있는 지점 제공	안전 지지 손잡이, 중심 이탈 경계 표시
	대응 인체공학적 작업대 높이 및 공간	무리하게 몸을 뻗지 않아도 되는 환경 조성	적정 작업 높이 표시, 인체공학적 작업대 설비
	회복 작업 자세 교육 및 환경 개선	반복적인 균형 상실 지점의 원인을 분석	표준 작업 자세 안내도, 작업대 배치 현황판
08. 계단 관련 넘어짐 빈도 : 497 비율 : 7.59%	대비 계단 끝단 식별 및 시선 유도	헛디디지 않게 계단 한 칸의 경계를 강조	계단 끝단 미끄럼 방지재, 측면 시선 유도선
	대응 계단 구조 표준화 및 조명 강화	계단의 규격을 일정하게 하고 그림자 제거	계단 전용 조명 설비, 연속형 안전 손잡이
	회복 난간 및 발판 상태 정밀 점검	흔들리는 난간이나 마모된 발판을 보수	난간 고정 상태 점검표, 계단 보수 완료 표지

09.(시아·조도) 환경 조건으로 인한 넘어짐 빈도 : 421 비율 : 6.43%	대비 사각지대 및 어두운 곳 시각 보조	안 보이는 곳에서의 충돌이나 실족 예방	사각지대 광각 반사경, 야광 통로 유도선
	대응 적정 조도 유지 및 눈부심 방지	작업장 전체에 균일한 빛을 제공	자동 조도 조절 조명, 그림자 방지 확산형 조명
	회복 조명 시설 점검 및 조도 보강	사고 지점의 밝기를 측정하여 개선	조도 측정 결과 게시판, 조명 설비 점검표
10. 기름·윤활유· 화학물질 빈도 : 386 비율 : 5.90%	대비 유출 구역 접근 차단 및 확산 방지	기름으로 인한 극도의 미끄러움 경고	유출 구역 차단막, 유해 물질 흡착재 보관함
	대응 유출 방지 시설 및 세척 환경 조성	기름 유출이 바닥으로 번지지 않게 관리	기름 유출이 바닥으로 번지지 않게 관리
	회복 제독 완료 및 노면 복구	미끄러운 성분을 완전히 제거하여 안전 회복	오염 제거 확인 표지, 제독 완료 인증판
11. 기타 넘어짐 상황 빈도 : 61 비율 : 0.93%	대비 사고 위치 신속 전파 및 도움 요청	넘어짐으로 부상 시 빠른 구호를 도움	비상 호출 위치 안내판, 구역 식별 번호판
	대응 잠재적 넘어짐 위험 요소 통합 관리	사각지대의 장애물을 사전에 발굴하여 제거	넘어짐 위험 구역 지도, 정리 정돈 안내판
	회복 사고 분석 및 안전 문화 확산	넘어짐 사례를 공유하여 행동 변화 유도	사고 사례 시각 안내판, 안전 승인 확인 표지

③ 빠짐·익사(개구부·수변)

- KOSHA GUIDE: 수중에 빠지거나 익사한 경우
- 산업안전디자인: 액체 저장 공간과 작업로 사이의 물리적 차단 시설(펜스)이 없거나, 탈출을 돕는 구조물이 부재하여 발생하는 고립사고

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 바닥 개구부(피트·슬래브)로 빠짐 빈도 : 312 비율 : 15.23%	대비 추락 지점 시인성 및 접근 차단	추락 지점 시인성 및 접근 차단	개구부 경계 식별 표지, 접근 경고 신호 장치
	대응 견고한 덮개 및 방망 설치	밟아도 빠지지 않는 덮개와 추락 방지망 구축	하중 지지형 안전 덮개, 수평 추락 방지망
	회복 개구부 영구 밀폐 및 안전 확인	작업 완료 후 덮개를 고정하거나 완전히 메움	밀폐 상태 확인 표지, 구역 안전 승인 표지
02. 맨홀·점검구로 빠짐 빈도 : 286 비율 : 13.96%	대비 개방된 맨홀 시각 경고 및 방호	맨홀 뚜껑 개방 시 주변 작업자에게 위험 전파	맨홀 전용 방호 울타리, 개방 알림 표지
	대응 뚜껑 고정 및 추락 방지 시설	의도치 않은 개방을 막고 추락 방지 그물 설치	이중 잠금 장치, 내부 추락 방지망
	회복 맨홀 밀폐 상태 점검 및 잠금	맨홀 밀폐 상태 점검 및 잠금	체결 상태 확인 표지, 폐쇄 완료 인증 표지
03. 개구부·수공 주변 이동 중 빠짐 빈도 : 271 비율 : 13.23%	대비 보행로 내 위험 구간 주의 환기	이동 중 물가로 실족하지 않도록 시각 정보 제공	추락 주의 경계 표지, 광각 안전 반사경
	대응 안전 통로 확보 및 조명 보강	보행 경로를 밝게 하고 수변과 통로를 분리	보행자 전용 유도선, 수로 경계 조명 설비
	회복 통로 평탄화 및 안전 보도 정비	보행자 전용 유도선, 수로 경계 조명 설비	보도 보수 완료 표지, 시설 정비 이력판
04. 수변·수로·저류 공간에서의 익사 빈도 : 243 비율 : 11.87%	대비 익사 방지 장비 시각화 및 구조	물에 빠졌을 때 누구나 쉽게 구조 장비 활용	인명 구조 장비 위치 안내판, 비상 구조 요청 전광판
	대응 수변 경계 식별 및 추락 방지	물과의 경계를 명확히 하고 물리적 차단	수변 구역 안전 난간, 경계 유도 야광 표지
	회복 방호 시설 점검 및 위험지 보강	사고가 발생한 수변의 난간이나 노면 보수	안전 시설 점검 표지, 미끄럼 방지 마감 표지

05. 유지보수·점검 중 빠짐 빈도 : 218 비율 : 10.65%	대비 점검 중인 개구부 보호 및 알림	점검을 위해 열어둔 곳의 위험을 주변에 공유	점검 중 주의 안내판, 작업 구역 안전 도구함
	대응 점검 절차 시각화 및 안전 장구	정비 전 반드시 덮개나 난간 상태를 확인하도록 유도	점검 절차 시각 안내도, 이동식 안전 고리 체결대
	회복 점검 후 복구 상태 검증	정비 종료 후 덮개와 난간의 원상 복구 확인	원상 복구 확인 표지, 설비 밀폐 점검표
06. 보호·차단 미흡 상태에서 빠짐 빈도 : 197 비율 : 9.62%	대비 무단 진입 시 경고 및 통제	차단 시설이 없는 곳에 접근 시 강력한 신호	진입 감지 경고 장치, 임시 차단 설비
	대응 고정식 방호 울타리 표준화	사람이 들어갈 수 없는 물리적 장벽 구축	고정식 방호 울타리, 접근 금지 구역 표시
	회복 방호 시설 전수 점검 및 보강	미흡했던 차단 시설을 영구 시설로 교체	시설 보강 완료 인증 표지, 안전 등급 현황판
07. 탱크·저장조·수조 내부로 빠짐 빈도 : 184 비율 : 8.98%	대비 내부 위치 식별 및 구조 지원	탱크 내부로 빠졌을 때 신속한 구조 요청 지원	진입구 잠금 장치, 내부 고정식 안전 사다리
	대응 진입로 통제 및 안전 사다리 구축	허가되지 않은 진입을 막고 안전한 승강 지원	진입구 잠금 장치, 내부 고정식 안전 사다리
	회복 탱크 밀폐 확인 및 수위 관리	작업 종료 후 입구를 밀폐하고 정상 수위 표시	진입로 폐쇄 승인 표지, 수위 상태 표시계

08. 작업 행위 중 인지 실패로 인한 빠짐 빈도 : 166 비율 : 8.11%	대비 발발 위험 요소의 즉각 시각화	눈으로 확인하기 어려운 위험 지점의 주의 환기	바닥 위험 식별 표시, 실시간 위험 알람판
	대응 작업 환경 조도 및 시야 개선	작업 지점이 어둡거나 가려지지 않게 환경 조성	사각지대 보조 조명, 위험 구역 투사 조명
	회복 인지 오류 원인 분석 및 시설 보완	왜 위험을 몰랐는지 분석하여 디자인 개선	인지 주의 경고 표시, 현장 안전 지도
09. 밀폐 수공간 작업 중 익사 빈도 : 142 비율 : 6.93%	대비 수위 상승 알람 및 즉각 대피	급격한 수위 변화 시 작업자에게 경고 전달	수위 감지 비상 경고 장치, 대피 유도 발광 표시
	대응 유입 차단 및 비상 탈출구 확보	물의 유입을 물리적으로 차단하고 탈출 경로 확보	차단 밸브 잠금 표시, 비상 탈출 승강 설비
	회복 공간 건조 및 잔류 위험 제거	작업 후 공간의 안전 상태를 확인하고 기록	공간 정화 완료 표시, 환기 및 건조 점검표
10. 기타 빠짐·익사 상황 빈도 : 29 비율 : 1.42%	대비 사고 위치 신속 전파 및 도움 요청	빠짐 사고 발생 시 빠른 위치 파악과 구호 지원	비상 호출 위치 안내판, 구역 식별 번호판
	대응 잠재적 빠짐 위험 지점 통합 관리	관리 대상에서 누락된 수로 및 구덩이 발굴	현장 위험 종합 지도, 빠짐 주의 안내판
	회복 사고 분석 및 종합 재발 방지	사고 사례를 분석하여 현장 전체에 정보 환류	사고 사례 시각 안내판, 안전 승인 확인 표시

④ 깔림·뒤집힘(전도 포함)

- KOSHA GUIDE: 기대어져 있거나 세워져 있는 물체 등이 쓰러져 깔린 경우 및 지게차 등의 건설기계 등이 운행 또는 작업 중 뒤집어진 경우
- 산업안전디자인: 중장비 이동 중 노면 불안정을 제어하지 못하거나, 대피 공간이 확보되지 않아 장비 하부에 압착되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 차량·중장비 전도 빈도 : 524 비율 : 15.66%	대비 장비 전도 한계각 인지 및 경로 표준화	운전자가 지형의 위험성을 미리 인지하도록 유도	경사로 위험 경고 표시, 장비 주행로 경계 표시
	대응 아웃트리거 전개 및 지반 상태 확인	장비 설치 시 안전 조건을 물리적/시각적으로 강제	지지대 안착 지점 표시, 고시인성 수평 확인계
	회복 장비 복구 및 전도 지점 지반 보강	사고 지점의 지반 취약성을 기록하여 재발 방지	전도 사고 지점 기록 표시, 전도 방지 보조 장치 보관함
02. 중량물 전도에 의한 깔림 빈도 : 468 비율 : 13.98%	대비 무게 중심 인지 및 전도 위험 구역 설정	중량물의 전도 방향을 예측하여 보행 동선을 차단	전도 위험 반경 구획 표시, 무게중심 식별 표시
	대응 기울기 이상 징후 조기 인지	육안으로 식별하기 어려운 미세 기울기를 시각화	기울기 감지 경고 표시, 전도 경보 연동 센서
	회복 긴급 인양 및 구조 공간 확보	깔림 사고 시 신속한 잭업(Jack-up) 포인트 안내	긴급 인양 지점 표시, 비상 인양 도구 보관함
03. 자재·적재물 붕괴로 인한 깔림 빈도 : 417 비율 : 12.46%	대비 적재 한계 준수 및 결속 상태 가시화	무분별한 적재를 막고 결속 상태를 직관적으로 확인	적재 높이 한계선, 결속 장치 마모 식별표
	대응 적재물 유동 시 즉각 대피 유도	붕괴 전조(소음, 진동) 시 대피 방향을 시각적으로 지시	접근 금지 구역 표시, 비상 대피 유도선
	회복 적재 방식 재표준화 및 통로 복구	사고 원인이 된 적재 구조를 분석하고 안전 재배치	자재 전용 적치 구역 표시, 붕괴 방지 지지대 식별 표시
04. 해체·철거 작업중 깔림 빈도 : 392 비율 : 11.71%	대비 해체 순서 및 붕괴 위험 축 시각화	해체 시 먼저 무너질 구역을 미리 표시하여 대피로 확보	해체 순서 식별 번호, 붕괴 위험 반경 표시
	대응 구조물 변형 시 즉각 퇴거 신호 전파	해체 중 예기치 못한 붕괴에 대비한 탈출 지원	비상 탈출 방향 유도 표시, 작업자 위치 감지 조명
	회복 잔재물 처리 안전 동선 및 재진입 관리	해체 후 불안정한 잔재물에 의한 2차 사고 방지	잔재물 적치 구역 표시, 안전 점검 완료 표시

05. 지반·바닥 불안정으로 인한 전도 빈도 : 361 비율 : 10.79%	대비 지반 내하력 및 바닥 상태 시각화	걸음로 보기에 멀쩡한 바닥의 약함을 경고	연약 지반 구간 식별 표시, 매립 시설 위험 표시
	대응 지반 침하 및 균열 실시간 모니터링	작업 중 바닥 변형을 즉각적으로 인지	균열 진행 확인 표시, 침하 위험 구역 차단막
	회복 지반 보강 완료 확인 및 하중 제한 고지	보강된 바닥의 허용 하중을 명확히 게시	허용 하중 안내판, 배수 상태 확인 유도선
06. 장비 전락·넘어짐으로 인한 깔림 빈도 : 334 비율 : 9.98%	대비 단부·끝단 시인성 강화 및 추락 방지	장비가 길을 벗어나 전락하지 않도록 경계 가시화	단부 경계 식별 표시, 접근 제한 경고 표시
	대응 사각지대 해소 및 운전자 시야 보정	장비가 넘어지기 전 주변 장애물과의 간섭 인지	사각지대 광각 반사경, 위험 구간 발광 유도등
	회복 구조물 파손 점검 및 안전 통로 재설정	장비 무게로 인한 구조적 손상을 진단하고 공유	구조물 안전 진단 인증 라벨, 우회 통로 안내 표지
07. 구조물·설비 일부 전도로 인한 깔림 빈도 : 298 비율 : 8.90%	대비 설비 고정 상태 및 전도 방지 장치 표준화	노후되거나 불안정한 설비의 고정력을 육안 점검	앵커 체결 확인 라벨, 전도 방지 지지대
	대응 설비 이상 진동 및 기울기 경고	설비 이탈 시 주변 작업자에게 즉각 위험 전파	이격 감지 경고 표시, 비상 정지 위치 표시
	회복 설비 고정력 강화 및 재가동 승인	전도 원인이 된 부품을 개선하고 안전성 보증	설비 재고정 완료 표시, 정비 이력 관리 태그

08. 작업 행위 중 전도 유발 깔림 빈도 : 276 비율 : 8.25%	대비 무리한 인양/밀기 동작의 위험성 인지	인위적인 힘에 의한 전도 가능성을 사전 교육	전도 주의 경고 표시, 보행 금지 구역 표시
	대응 상호 감시 및 신호 체계 명확화	작업자 간의 소통 오류로 인한 전도 방지	신호수 전용 구역 표시, 표준 수신호 안내판
	회복 작업 절차 재수립 및 행동 교정	위험한 작업 습관을 교정하기 위한 피드백 제공	작업 절차 시각 안내도, 안전 작업 준수 현황판
09. 적재함·플랫폼 전도로 인한 깔림 빈도 : 241 비율 : 7.20%	대비 편심 하중 방지 및 무게 배분 시각화	한쪽으로 무게가 쏠리는 것을 방지하는 가이드 제공	중심 적재 유도 표시, 하중 분산 장치 위치 표시
	대응 플랫폼 수평 이탈 시 작업 중단 유도	수평이 깨질 경우 즉시 작업을 멈추게 하는 신호	수평 이탈 경고 조명, 상호 확인용 수평계
	회복 승강 설비 안전 점검 및 이력 관리	전도 사고가 발생한 플랫폼의 기계적 결함 분석	구동부 점검 완료 표시, 사고 사례 교육 안내판
10. 기타 깔림·전도 상황 빈도 : 38 비율 : 1.14%	대비 예외적 전도 상황 예방 및 현장 통합 안내	기상 악화(강풍 등)에 의한 전도 위험 상시 공유	전도 위험 설비 목록판, 비상 연락망 게시판
	대응 돌발 상황 발생 시 위치 식별 및 소통	사각지대에서 발생한 사고의 신속한 전파	구역 식별 번호판, 비상 상황 알림 조명
	회복 사고 분석 시각화 및 정서적 회복 지원	복합적인 원인을 분석하여 현장 전체에 환류	사고 분석 시각 안내판, 심리 상담 안내 표시

⑤ 광산·지하사고

- KOSHA GUIDE: 내용 없음
- 산업안전디자인: 지하 공간 내 위치 식별 인프라 및 통신/시각 경보 시스템이 부재하여, 위험 발생 시 구조 요청이나 대피가 불가능한 고립 상태

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 지하 공간 구조 인지 실패로 인한 사고 빈도 : 284 비율 : 15.25%	대비 붕괴 전조 현상 감지 및 경고	암반이나 흙막이의 변형 발생 시 즉각 대피	붕괴 감지 경보 장치, 긴급 대피 방송 설비
	대응 굴착 경계 및 지반 보강 상태 표시	굴착 단부의 추락 위험과 보강 지점을 명확화	단부 추락 방지 펜스, 지지대 고정 점검표
	회복 지반 안정화 확인 및 현장 정리	공사 후 지반이 안정한지 데이터를 통해 검증	지반 안정성 인증판, 원상 복구 기록지
02. 협소·밀폐된 지하 공간 작업 중 사고 빈도 : 261 비율 : 14.02%	대비 작업자 상태 확인 및 비상 신고	고립되거나 부상 시 외부와 즉각 소통 지원	작업자 위치 추적 장치, 비상 호출 버튼
	대응 가동 범위 가시화 및 진입 통제	좁은 곳에서의 무리한 동작과 무단 진입 방지	진입 전 점검 표시, 입구 차단 안전 가드
	회복 작업 후 인원 점검 및 공간 밀폐	모든 작업자 퇴거 확인 후 공간 상태 복구	출입 인원 현황판, 구역 폐쇄 인증 표시
03. 지하 설비·배관·전선 작업 중 사고 빈도 : 233 비율 : 12.52%	대비 정비 중인 설비 식별 및 차단	작업 중인 설비를 타인이 조작하지 않도록 경고	점검 중 잠금 장치, 비상 차단 밸브 표시
	대응 복잡한 배관·전선 경로 명확화	전선이나 배관 오조작으로 인한 사고 예방	물질별 배관 식별 표시, 전선 용도 식별 띠
	회복 설비 밀폐 복구 및 누설 점검	작업 후 연결 부위의 완전성을 시각적으로 확인	체결 확인 표시, 설비 복구 완료 표시
04. 환기 불량·공기질 문제로 인한 사고 빈도 : 216 비율 : 11.61%	대비 유해가스 발생 시 즉각 대피 유도	공기질 악화 시 작업자에게 시각·청각 경보 전달	가스 농도 위험 경광등, 호흡 보호구 보관함 표시
	대응 상시 환기 체계 가시화 및 감시	공기 흐름이 원활한지 육안으로 확인 가능하게 함	환기 흐름 확인 표시, 실시간 공기질 전광판
	회복 공간 정화 확인 및 공기질 정상화	제독 및 환기 완료 후 안전 상태를 데이터로 보증	공기질 안전 승인판, 환기 시스템 점검표

05. 지하 공사·굴착 중 사고 빈도 : 197 비율 : 10.58%	대비 현재 위치 및 대피 경로 즉각 파악	복잡한 지하 미로에서 신속한 탈출 지원	구역 식별 번호 표시, 대피 방향 유도 표시
	대응 지하 공간 지도화 및 식별 체계	공간의 구조를 진입 전 미리 시각적으로 학습	지하 공간 입체 지도, 주요 지점 식별 기동
	회복 길 찾기 정보 보완 및 구조 재설정	혼동을 준 지점의 안내 체계를 직관적으로 수정	방향 안내 표지판, 공간 명칭 정비 기록
06. 침수·습윤 환경으로 인한 지하사고 빈도 : 184 비율 : 9.88%	대비 수위 상승 알림 및 상부 대피	갑작스러운 침수 시 높은 지대로의 대피 안내	수위 감지 비상 사이렌, 수직 사다리 안내판
	대응 미끄럼 방지 및 노면 배수 관리	습한 지하 바닥에서 균형을 잃지 않게 함	습윤 구역 논슬립 바닥재, 배수구 영역 표시
	회복 배수 완료 확인 및 전기 시설 점검	물을 뺀 후 누전 위험 등을 확인하고 안전 선포	전기 설비 안전 점검 태그, 노면 건조 확인 표지
07. 이동·피난·비상 상황 중 지하사고 빈도 : 169 비율 : 9.08%	대비 생존을 위한 골든타임 장비 안내	사고 시 필요한 장비 위치를 신속히 파악	비상 구조함 위치 유도선, 구조용 산소통 보관함
	대응 비상 대피소 확보 및 경로 선포	사고 발생 시 머물 수 있는 안전 구역 지정	생존 구역 입구 표시, 비상 연락망 게시판
	회복 대피 시설 점검 및 대응 훈련 환류	사고 시 사용한 장비를 보충하고 매뉴얼 수정	구조 장비 보충 완료 라벨, 훈련 결과 공유판

08. 저조도·시아 확보 불량으로 인한 지하사고 빈도 : 153 비율 : 8.22%	대비	정전 시 즉각적인 시각 보조	갑작스러운 어둠 속에서도 방향을 잃지 않게 함	축광형 바닥 유도선, 비상 자동 점등 조명
	대응	균일 조도 확보 및 사각지대 제거	그림자를 최소화하여 지형지물을 명확히 인지	자동 조도 조절등, 사각지대 반사경
	회복	조명 시설 성능 유지 및 보강	사고 지점의 밝기를 재측정하여 조명 위치 보정	구역별 조도 기록표, 전등 교체 주기 라벨
09. 작업 절차·관리 미흡으로 인한 지하사고 빈도 : 141 비율 : 7.57%	대비	부적절한 행위 즉각 제어	관리 공백 시 발생한 위험 행위를 경고	무허가 진입 경보 장치, 관리자 부재 알림판
	대응	관리 사각지대 시각화 및 교육	작업 절차를 잊지 않도록 현장 곳곳에 배치	작업 표준 수칙 안내판, 안전 관리자 명패
	회복	관리 체계 재정립 및 기록 보완	누락된 관리 항목을 보완하여 현장에 적용	관리 이력 기록 장치, 안전 수칙 제안함
10. 기타 지하사고 상황 빈도 : 24 비율 : 1.29%	대비	사고 위치 신속 전파 및 도움 요청	예기치 못한 사고 시 구조대에게 위치 정보 전달	위치 식별 대형 번호판, 휴대용 비상 신호기
	대응	잠재적 지하 위험 요소 통합 관리	사각지대의 위험 요소를 사전에 발굴하여 제거	현장 지하 위험 지도, 안전 점검 안내판
	회복	사고 분석 및 종합 재발 방지	사고 사례를 분석하여 지하 안전 시스템 고도화	사고 사례 안내판, 현장 정상화 승인 표지

2) G2_끼임·감김·충돌 위험 사고 유형

- 사람과 기계·설비·중량물 간 물리적 접촉으로 발생하는 위험

① 끼임(협착)

- KOSHA GUIDE: 두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로 직선 운동하는 물체 사이의 끼임, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 로울러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체·돌기부 등에 감긴 경우
- 산업안전디자인: 기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 컨베이어·이송설비 협착 빈도 : 1,012 비율 : 20.32%	대비 끼임점 사전 식별 및 접근 차단, 작업자 접근 행동 억제	위험 구간 가시화, 안전 투입·회수 행동을 표준화	끼임 위험 구간 식별 표지, 구동부 방호 덮개 설비
	대응 골든타임 내 정지·격리, 막힘 제거 중 2차 협착 방지	“즉시 정지→격리→처치/신고”를 한 번에 인지·실행하게 안내	비상 정지 조작 장치, 역주행 방지 설비
	회복 재가동 안전성 확보 및 반복 협착 원인 환류	데이터를 표준모델에 반영하고 심리적 불안(재가동 공포)을 낮춤	재가동 승인 점검표, 정비 중 조작 금지 표지
02. 프레스·압착 설비 협착 빈도 : 864 비율 : 17.34%	대비 금형·가압부 접근 차단, 손 투입 행동 불가능하게 설계	“안전조건이 갖춰져야만 가동”하도록 행동 경로 유도	광전자식 방호 감지 장치, 양수 조작 안전 스위치
	대응 오작동/비정상 가압 시 즉시 정지, 금형 교체·청소 중 2차 협착 방지	긴급정지와 작업중지 판단을 “즉시” 내리게 하는 안내·상태표시 강화	급정지 연동 시스템, 슬라이드 낙하 방지 안전대
	회복 재가동 승인체계 구축, 금형·센서·인터록 이상 재발 차단	“재가동 기준”을 명확히 하여 임의 가동 억제	금형 체결 상태 확인 표지, 방호 장치 기능 점검표
03. 회전체·롤러·회전부 협착 빈도 : 793 비율 : 15.92%	대비 말림·협착 위험부 접근 차단, 의복/장갑/머리카락 등 위험요소 관리	“접근 자체를 줄이고”, 작업자 복장·행동 규칙을 직관적 인지 시각관리	회전부 전면 방호 덮개, 말림 방지 복장 안내판
	대응 말림 발생 시 즉시 정지, 잔류 위험으로 인한 2차 사고 방지	정지 이후에도 “완전 정지 확인”을 안내해 성급한 접근을 막음	접촉 감지 비상 정지대, 잔류 회전 경고등
	회복 가드 탈착/정비 관행 개선, 말림 유발 원인(복장·작업방식) 환류	표준작업 재정의(손 접근 최소화)와 교육을 통해 재발행동을 교정	회전부 마모 상태 점검표, 방호 덮개 체결 확인 표지

04. 자동화 설비·로봇 협착 빈도 : 681 비율 : 13.67%	대비 로봇 작동영역과 사람 동선 분리, 접근 시 자동 감속/정지	로봇 셀의 “보이지 않는 위험”을 공간적으로 가시화하고 행동을 제한	안전 방호 울타리, 출입문 연동 차단 장치
	대응 비정상 접근·오작동 시 즉시 정지, 셀 내부 구조·대피 안내	긴급상황에서 ‘정지-탈출-신고’ 동선을 빠르게 이해시키는 안내	구역별 비상 정지 버튼, 조작기 비상 스위치
	회복 정지 이벤트 원인 분석 후 안전존 재설정, 재가동 검증 체계화	데이터 기반으로 표준모델을 고도화하고 작업자 심리적 안정(재가동 신뢰) 확보	로봇 재가동 안전 점검표, 에러 조치 매뉴얼판
05. 장비·구조물 사이 협착 빈도 : 542 비율 : 10.88%	대비 이동·회전 장비와 벽/기둥/설비 사이 끼임 구간 사전 차단	사각·시야제한 구간을 가시화하고 안전거리 유지 행동을 유도	협착 위험 간격 식별 표시, 충돌 방지 완충 설비
	대응 근접·협착 징후 즉시 정지 및 대피, 2차 협착(구조 중 재가동) 방지	현장 즉시 판단(멈춤/후퇴/호출)을 돕는 신호체계 구축	근접 감지 경보 장치, 협착 방지용 비상 정지선
	회복 레이아웃·동선 개선 환류, 반복 발생 구간 제거	공간·운영 표준을 업데이트하여 구조적 위험을 줄임	설비 이격 거리 점검표, 협착 위험 구역 지도
06. 중량물 이동·취급 중 협착 빈도 : 468 비율 : 9.39%	대비 손가락·손 끼임 예방, 인양·이송 중 접근 통제	“손 대신 도구/그립” 사용을 기본 행동으로 만들고, 대기·유도 위치를 명확히 함	중량물 취급 작업 계획판, 유도 줄 보관함
	대응 하중 불안정/끼임 발생 시 즉시 하강·정지, 2차 낙하·협착 방지	작업자·유도원이 동일한 신호로 즉시 멈추게 만드는 커뮤니케이션 디자인	과부하 방지 경보 장치, 표준 수신호 안내판
	회복 인양계획·장비점검 환류, 반복 협착 원인 제거	계획서·점검서를 시각화하여 현장 준수율을 끌어올림	달기 기구 안전 점검표, 인양 도구 폐기 기준판
07. 차량·이동장비 협착 빈도 : 336 비율 : 6.74%	대비 보행자-차량 협착 예방, 동선 분리·속도 통제	보행자가 “차량 영역에 들어가지 않게” 환경 자체를 설계	보행자 차량 분리 방호 울타리, 교차로 일단정지 식별 표시
	대응 후진/회전 시 즉시 경고·정지, 협착 발생 시 신속 구조·신고	위험 순간 인지시간을 줄이고 즉각적 회피 행동을 유도	후방 접근 감지 경보 시스템, 차량 작동 중 경광등
	회복 교통체계 개선 환류(사각·혼재 제거), 재발 구간 구조적 개선	데이터 기반 교통 운영 표준화로 반복 위험을 줄임	사내 교통 안전 지도, 운행 경로 시야 확보 점검표

08. 가동부·개폐부 협착	대비	문·커버·힌지·슬라이딩 구간 손 끼임 예방, 작업 중 무심코 접촉 차단	“손이 들어갈 틈/방향” 자체를 줄이고 안전한 조작 습관을 유도	개폐부 끼임 주의 표지, 틈새 방호용 완충 장치
	대응	개폐 중 협착 징후 즉시 정지·역전, 2차 협착 방지	위험을 “즉시 알아차리고 멈추는” 인지·조작 체계 제공	장애물 감지 자동 개방 센서, 비상 수동 개방 장치
	회복	반복 끼임 구간 설계 개선, 유지관리·점검 체계화	유지관리 기준을 시각화하여 임시조치 /방치 관행을 줄임	개폐 안전 장치 점검표, 자동 감지 센서 점검 기록
빈도 : 287 비율 : 5.76%				
09. 고소작업대· 리프트 협착	대비	상승 중 상부 구조물과 플랫폼 사이 협착 예방, 조작 실수·시야제한 보완	상부 장애물·한계 높이를 직관적으로 인지시키고 안전 조작을 유도	상부 협착 방지 방호 프레임, 상승 구간 장애물 식별 표시
	대응	협착 위험 발생 시 즉시 정지·하강, 구조 접근·비상하강 안내	사고 순간 “정지→하강→구조”를 빠르게 실행하도록 안내	과상승 방지 제한 스위치, 플랫폼 비상 정지 장치
	회복	장비 점검/교육 환류, 동일 상황(천장/보) 재발 방지	사고·근접사고를 장비 운영 표준에 반영	작업대 안전 장치 작동 점검표, 비상 하강 절차 안내도
빈도 : 249 비율 : 5.00%				
10. 작업 행위 중 예기치 않은 협착	대비	청소·조정·해체·정리 등 비정형 행위 중 ‘예기치 않은 가동/이동’ 차단	“작업 전 안전상태 만들기(정지·격리)”를 습관화하는 절차 디자인	에너지원 차단 잠금 장치, 정비 중 조작 금지 표지판
	대응	비정상 가동/끼임 징후 즉시 작업중지, 주변 인력 동시 인지로 2차 사고 방지	비정형 상황에서 판단을 단순화하고 즉시 공유	오조작 방지 잠금 스위치, 작업 구역 접근 통제 울타리
	회복	비정형 작업 표준화(시나리오화), 재발요인(절차 생략) 환류	작업 프로세스와 교육을 강화해 ‘예기치 않음’을 줄임	비정형 작업 허가서, 정비 완료 후 안전 확인표
빈도 : 207 비율 : 4.16%				
11. 기타 협착 상황	대비	현장 특수설비/ 임시구조/ 예외 작업에서 협착 위험 사전 탐지 및 차단	“발견·표시·통제”를 빠르게 적용 가능한 범용 디자인 체계 제공	협착 위험 다목적 식별 표지, 가설 설비 방호 덮개
	대응	예외 상황에서도 즉시 정지·격리, 주변 인력에게 위험 공유	표준 신호/절차로 대응을 “통일”해 혼선을 줄임	휴대용 비상 경보기, 작업자 간 수신호 안내판
	회복	예외 사례를 표준모델로 편입, 신규 위험 재발 방지	학습·환류(데이터화)로 “기타”를 줄여가는 개선 설계	아차사고 발굴 기록판, 임시 작업장 안전 승인 표지
빈도 : 43 비율 : 0.86%				

② 절단·베임·찔림

- KOSHA GUIDE: 사람과 물체간의 직접적인 접촉에 의한 것으로서 칼 등 날카로운 물체의 취급 또는 톱·절단기 등의 회전날 부위에 접촉되어 신체가 절단되거나 베어진 경우
- 산업안전디자인: 날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 절단기·절삭기 사용 중 절단	대비 절단날·절삭부 접근을 사전에 차단, 구조적으로 위험영역 인입 상황 감소	위험영역 가시화+방호 설계로 안전한 투입·고정·거리유지 행동을 표준화	투입부 연동 방호 덮개, 안전 이격 거리 식별 표시
	대응 사고 즉시 정지·격리로 출혈 악화 정지→격리→구호/ 신고의 지연 최소화	긴급정지 체계와 단계형 대응 안내로 즉시 판단·실행을 유도	비상 정지 장치, 잠금 및 표시 장치
	회복 빈도 : 842 비율 : 22.48% 재가동 안전 확보 및 원인 환류로 재발 감소	기록·분석·표준 업데이트 체계로 재가동 기준을 명확화	재가동 승인 점검표, 절단 설비 정기 점검 기록
02. 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임	대비 회전날·디스크 접촉과 반동·튐을 예방, 작업 자세·고정·거리 확보를 표준화	회전부 위험을 지속 인지하게 하고, 가드/고정/자세 유도로 불안정 작업을 감소	회전부 방호 덮개, 가공물 고정 설비
	대응 베임 발생 시 즉시 정지·격리로 추가 접촉 방지 및 주변 공유	“손을 떼고 멈추기”가 즉시 실행되도록 정지 조작성과 절차 안내 강화	반동 방지 장치, 전원 차단 스위치
	회복 빈도 : 731 비율 : 19.52% 디스크/날 상태·가드 사용 습관 환류로 재발 감소	점검·교체·교육을 루틴화해 임시 사용·방치를 줄임	연마석 마모 점검표, 소모품 교체 주기표
03. 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임	대비 미끄러짐·과도한 힘·날 노출로 인한 손/손가락 베임 예방	안전한 절단 방향과 손 위치를 유도하고, 날 노출 시간을 최소화	자동 복귀형 안전 칼, 절단 방향 주의 표시
	대응 베임 발생 시 즉시 작업중지·처치·보고로 악화 방지	짧은 동선에서 “멈춤·처치·보고”를 실행하게 구성	응급 처치 키트 위치 표시, 날카로운 폐기물 수거함
	회복 빈도 : 624 비율 : 16.66% 반복 베임 원인 개선 및 안전 공구 사용 정착	공구 선택·교체·보관을 운영 표준으로 체계화	공구 상태 점검표, 보관함 정위치 표시

04. 날카로운 자재 부품에 의한 베임 빈도 : 512 비율 : 13.67%	대비 모서리·버(burr)·파손부 등 숨은 날카로운 사전 식별 및 접촉 차단	자재 자체 위험을 라벨링/물리 보호로 즉시 인지시키고 안전 취급을 유도	모서리 방호 캡, 날카로운 면 주의 라벨
	대응 사고 즉시 자재 격리 및 주변 작업 통제	위험 자재를 “즉시 식별·격리”하도록 현장 절차를 단순화	작업용 보호 장구 보관함, 위험 자재 격리 표시
	회복 라벨·캡 적용 상시화 및 입고·운반·적치 전 과정 재발 감소	자재 흐름 관리 규칙을 시각화해 누락을 최소화	자재 마감 상태 점검표, 잔재물 처리 확인표
05. 자동화·기계 가공 중 절단·베임 빈도 : 379 비율 : 10.12%	대비 셋업/막힘 제거/점검 시 내부 접근으로 인한 절단·베임 차단	인터록·안전존·모드 표시로 접근을 통제하고 안전 절차를 따르게 함	연동 차단 출입문, 내부 침입 감지 장치
	대응 비정상 동작 시 즉시 정지·격리, 내부 접근 중 2차 사고 방지	정지·LOTO·접근 순서를 강제/유도하는 안내 제공	구역별 비상 정지 버튼, 수동 조작 금지 표시
	회복 정지 이벤트 분석 기반 안전 설정 고도화 및 재발 감소	로그 기반 환류로 표준모델 업데이트 및 재가동 신뢰 확보	설비 이력 관리대장, 안전 장치 작동 점검표
06. 해체·정리 작업 중 베임 빈도 : 274 비율 : 7.31%	대비 파편·돌출·날카로운 단면 접촉 사전 식별 안전한 분해 순서를 확보	비정형 작업을 순서·도구·통제구역으로 구조화해 즉흥적 손작업을 감소	해체 순서 안내도, 작업 구역 통제선
	대응 사고 즉시 작업중지·통제 및 위험 잔재 격리	“중지·격리·정리·보고”를 즉시 실행하게 함	응급 처치 장비 표시, 위험 잔재 격리 표시
	회복 정리·폐기 공정 표준 강화로 반복 베임 감소	정리·폐기를 루틴화해 잔재 방지 관행 차단	마감 상태 점검표, 잔재물 분포 지도
07. 찢림(뺨쪽한 물체 접촉) 빈도 : 186 비율 : 4.96%	대비 돌출/뺨쪽물 접촉 사전 차단, 보행·취급 중 찢림 예방	캡/커버·수거·정리로 위험을 제거하고 즉시 인지되게 함	돌출부 방호 덮개, 날카로운 물체 수거함
	대응 찢림 발생 시 즉시 중지·격리 및 보고·조치 표준화	멈춤·격리·보고·조치를 같은 루틴으로 실행하게 안내	응급 처치 연락망, 원인물 격리 표시
	회복 반복 위험 구간(동선·적치·잔재) 개선 및 정리 체계 강화	돌출 제거·수거·점검을 정기 루틴으로 고정	정리 정돈 상태 점검표, 위험 구역 현황판

08. 보호구·방호 미흡 상태에서의 베임 빈도 : 164 비율 : 4.38%	대비 PPE 미착용/부적합 및 방호장치 미설치·해제 상태 사전 차단	작업 시작 조건으로 PPE·가드 확인을 강제/유도	보호구 착용 안내판, 미착용 시 가동 불가 표지
	대응 미흡 상태 발견 즉시 작업중지 후 안전조건 회복	누구나 중지할 수 있는 신호·절차를 명확화	작업 중지 명령 표지, 관리자 호출 알림판
	회복 누락 원인(비치/불편/규정 불명확) 개선 및 준수를 향상	착용·점검을 습관화/자동화하는 운영 디자인 구축	보호구 보관 위치 표지, 착용 준수 현황판
09. 작업 행위 중 예기치 않은 베임·절단 빈도 : 142 비율 : 3.79%	대비 놀람·동시작업·공구 방치 등으로 발생하는 예기치 않은 접촉을 감소	공구 위치·동선·순서를 정리해 순간 실수를 구조적으로 줄임	공구 정위치 식별 표지, 동시 작업 위험 구역 표지
	대응 사고 즉시 작업중지·격리 및 주변 통제	표준 중지 신호와 단계 안내로 혼선 최소화	작업 중지 신호기, 위험 공구 격리 표지
	회복 ‘예기치 않음’ 원인을 SOP로 편입해 재발 감소	근접사고까지 포함해 학습·환류 체계 구축	근접사고까지 포함해 학습·환류 체계 구축
10. 기타 절단·베임·찔림 상황 빈도 : 52 비율 : 1.39%	대비 예외 작업/특수 설비의 위험을 신속 발견·차단	범용 “발견·표시·통제” 키트로 즉시 대응 가능하게 함	다목적 위험 경고 표지, 임시 방호 설비
	대응 예외 상황에서도 정지·통제·보고를 표준화	대응 절차를 단순화해 누구나 동일하게 실행	비상 정지 위치 안내판, 상황 전파 알림판
	회복 ‘기타’ 사례의 표준 편입으로 유사 재발 감소	예외 사례를 데이터화해 다음 현장에 재사용	예외 사례 기록지, 표준 적용 현황판

③ 부딪힘(충돌)

- KOSHA GUIDE: 재해자 자산의 움직임·동작으로 인하여 기인물에 접촉 또는 부딪히거나, 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 움직임(규칙, 불규칙) 등에 의하여 부딪히거나, 접촉한 경우취급 또는 톱·절단기 등의 회전날 부위에 접촉되어 신체가 절단되거나 베어진 경우
- 산업안전디자인: 사람과 차량의 동선 분리가 안 되었거나, 사각지대 감지 장치가 없어 서로를 인지하지 못하고 충돌하는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 이동 중 구조물·고정물에 부딪힘 빈도 : 714 비율 : 22.19%	대비 고정물과의 충돌을 사전에 식별, 충돌 가능 구간을 물리적으로 완화·차단	위험구간 가시화로 속도·동선 습관 교정, “피해야 하는 면/안전 통과 폭”을 직관화	충격 흡수 방호 설비, 위험 구간 식별 표시
	대응 충돌 직전/직후 즉시 정지·우회·통제, 2차 충돌 방지	긴급정지 체계와 단계형 대응 안내로 즉시 판단·실행을 유도	시각적 경고 장치, 임시 통제 차단막
	회복 충돌 원인 분석 후 표준 동선·표식 개선, 재발 감소	근접사고 기록을 축적해 핫스팟 지도·표준을 업데이트, 현장 심리적 불안을 낮춤	충돌 위험 구역 지도, 사고 신고 절차 안내판
02. 차량·이동장비와의 충돌(보행자) 빈도 : 563 비율 : 17.50%	대비 보행자-차량 접점 분리, 횡단/교차부 충돌 위험 차단	사람·차량 권역을 색/형태로 분리해 “서로의 영역을 침범하지 않게” 행동을 자동 유도	보행자 차량 분리 표시, 물리적 방호 울타리
	대응 위험 근접 시 즉시 감속·정지, 주변 인력 경고로 골든타임 확보	경고로 “듣고/보고/느끼게” 다중 신호로 제공해 즉각 회피 행동을 유도	차량 접근 경고 장치, 보행자 주의 신호기
	회복 사고/근접사고 데이터 기반으로 교차부 설계·운영 표준 환류	재발 방지(동선 재설계·표준화)와 심리 안정(안전하다고 느끼는 환경) 동시 강화	교차로 안전 점검표, 통행 규칙 안내판
03. 차량·이동장비 간 충돌 빈도 : 488 비율 : 15.17%	대비 교차·합류·협소 구간의 장비 간 충돌 위험 식별 및 우선권/속도 표준화	운행 규칙을 시각 표준으로 만들어 “멈춤/양보/진입” 판단을 자동화	일방 통행 유도 표시, 우선 통행 안내 표시
	대응 충돌 임박 시 즉시 정지·후진 금지·대기 유도, 연쇄 충돌 방지	운전자에게 “지금 무엇을 해야 하는지” 단문·고가시성으로 즉시 안내	교차로 경고등, 대기 장소 표시
	회복 충돌 원인 분석 후 운행 표준 고도화	반복 위험을 규칙/표식/교육으로 환류해 “같은 지점에서 또 부딪히는” 패턴 제거	운행 경로 점검표, 근접 사고 기록판

04. 장비 회전·작동 반경 내 충돌 빈도 : 412 비율 : 12.80%%	대비 회전/작동 반경(스윙존) 사전 설정 및 출입 차단	“보이지 않는 위험 반경”을 바닥·표지로 실체화해 접근을 무의식적으로 줄임	회전 반경 식별 표시, 접근 금지 표시
	대응 접근 감지 시 즉시 정지·경고·통제, 2차 충돌 방지	장비·보행자 모두가 동시에 인지하도록 다중 경고 제공	접근 감지 경고 장치, 작업 통제 신호기
	회복 작업구역 설정·유도원 운영·표식 적합성 재검증 및 표준 환류	사고 지점 중심으로 “구역 설정 품질”을 점검하고 재발 방지 설계로 업데이트	구역 설정 점검표, 유도원 배치 기준판
05. 방향 전환·후진 중 충돌 빈도 : 356 비율 : 11.06%	대비 후진/회전이 발생하는 지점 최소화, 불가피 시 시야보조·대기구역 표준화	“후진 구간”을 명확히 표시해 보행자·장비 모두 사전 회피 행동 유도	후진 구간 바닥 표시, 사각지대 확인 반사경
	대응 후진 시작 시 주변 경고·통제, 근접 시 즉시 정지	“후진 중 접근금지”를 소리+빛+문구로 즉시 전달	후진 경고음 장치, 후진 시작 알림 표시
	회복 후진 발생 원인 개선, 재발 방지 운영표준 환류	후진 빈도·근접사고 데이터를 기반으로 레이아웃/운영을 지속 개선	후진 사고 기록표, 개선 우선순위판
06. 자재·적재물과의 충돌 빈도 : 289 비율 : 8.98%	대비 적치 높이·돌출·통로 침범 관리로 충돌 위험 차단	적치 기준을 “눈에 보이는 규칙”으로 만들어 현장 자율 준수 유도	적치 한계선 표시, 돌출부 완충 설비
	대응 적재물 전도/돌출 발견 시 즉시 통제·격리, 2차 충돌 방지	발견 즉시 “멈춤·차단·정리”로 이어지는 현장 대응을 안내	위험 식별 표시, 임시 차단 설비
	회복 적치 표준·물류 동선 개선 및 교육 환류	원인을 시스템으로 환류해 ‘상시 안전 적치’로 전환	적치 상태 점검표, 적치 표준 안내도
07. 시야·조도 부족으로 인한 충돌 빈도 : 221 비율 : 6.87%	대비 저조도·그림자·사각지대 구간을 식별하고 조명·반사·유도 표준으로 보완	“보이게 만드는 설계”로 위험 인지 실패를 줄임	고휘도 바닥 유도선, 야광 경고 표시
	대응 시야 불량 상황에서 즉시 감속·정지·우회, 연쇄 충돌 방지	즉시 행동(감속/정지)을 유도하는 신호를 강화	점멸 경고 조명, 임시 조명 안내판
	회복 조도/시야 개선조치 점검 및 유지관리 체계 환류	“조명 성능 저하→표식 퇴색→사고”의 반복을 끊는 유지관리 표준화	조도 측정 점검표, 표지 교체 주기판

08. 문·가동 구조물에 의한 충돌 빈도 : 143 비율 : 4.44%	대비 개폐부(문/게이트/서터) 작동 범위 충돌 위험 식별 및 속도·접근 차단	문 작동 방향/범위를 명확히 보여 “열림/닫힘 예측”을 가능하게 함	개폐 범위 바닥 표시, 시야 확보 투시창
	대응 작동 중 접근 시 즉시 경고·정지, 협착/충돌 2차 사고 방지	접근을 즉시 차단하고 주변에 “작동 중”을 공유하는 신호 제공	작업 중지 명령 표시, 관리자 호출 알림판
	회복 문/가동부 점검·정비 환류 및 표준 재정비	고장/오작동/과속 등 원인을 기록해 재발 방지 설계로 연결	개폐 장치 점검표, 고장 이력 관리표
09. 작업 행위 중 예기치 않은 충돌 빈도 : 118 비율 : 3.67%	대비 작업 자세/동작에서 발생하는 충돌 위험을 예측하고 안전 작업영역 설정	작업 반경·자세를 표준화해 “몸이 튀는 방향/부딪히는 대상”을 사전에 제거	작업 반경 표시, 충돌 방지 완충재
	대응 돌발 충돌 발생 즉시 작업 중지·주변 통제·응급 대응	당황 상황에서 “멈춤·정리·신고”로 이어지게 하는 단순 절차 제공	작업 중지 표시, 통제선 설치 도구
	회복 작업 표준(자세/공구/배치) 개선 및 교육 환류	사람 행동 기반 원인을 표준작업서·배치 규칙으로 환류하여 재발 방지	작업 표준서 게시판, 근접 사고 사례판
10. 기타 충돌 상황 빈도 : 41 비율 : 1.27%	대비 비정형/예외 작업에서의 충돌 위험을 빠르게 발견·표시·통제	현장 적용이 빠른 “범용 충돌 대응 키트”로 예외 상황에서도 표준 행동을 유지	다목적 위험 경고 표시, 임시 구역 식별 표시
	대응 예외 상황에서도 즉시 정지·격리·공유로 2차 사고 최소화	“상황 공유”를 표준 신호로 통일해 혼선 없이 대응	상황 공유 신호기, 긴급 연락 절차 안내
	회복 예외 사례를 데이터화해 표준모델로 편입	사례 추적→패턴화→표준 반영의 개선 루프 구축	특이 사항 기록부, 개선 대책 현황판

④ 물체에 맞음(낙하물 등)

- KOSHA GUIDE: 구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하거나 또는 설비 등으로부터 물질이 분출되어 사람을 가해하는 경우
- 산업안전디자인: 상부 적재물의 이탈 방지 설계 미흡이나, 양중기(크레인) 작업 반경 내 접근 통제 실패로 낙하물에 타격받는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격 빈도 : 931 비율 : 22.93%	대비 상부 자재 낙하 위험을 사전 식별, 하부 작업자 구역 물리적 분리/차단	낙하 위험구간 가시화로 접근 억제, 상·하부 작업 분리 규칙 현장 준수 유도	낙하 위험 구역 표시, 하부 출입 통제 설비
	대응 낙하 징후 발생 시 즉시 통제로 골든타임 확보 및 2차 타격 방지	“정지→대피→통제”를 한번에 실행하도록 즉시 신호/안내 제공	낙하 경고 신호기, 대피 장소 안내 표시
	회복 낙하 원인 분석 후 적치·운반·분리 표준 강화로 재발 감소	근접사고/낙하 이벤트를 기록·환류해 위험구간과 표준을 지속 고도화	낙하 원인 점검표, 위험 구역 개선판
02. 공구·부품 낙하로 인한 타격 빈도 : 812 비율 : 20.00%	대비 손공구·소형부품의 “떨어짐”을 구조적으로 차단	공구가 ‘떨어지지 않는 사용 방식’ 습관화, 휴대·거치·반납 UX를 설계	공구 낙하 방지 연결줄, 공구 거치대
	대응 공구 낙하 발생 시 즉시 하부 통제·부상자 응급 대응 및 추가 낙하 방지	사고 순간 “추가 낙하 차단(상부 정리)·하부 통제·응급” 순서를 단순화해 안내	하부 통제 차단막, 낙하 지점 식별 표시
	회복 공구 사용·거치·반납 프로세스 개선 및 반복 낙하 지점 제거	공구 낙하 데이터를 공구관리·작업표준·현장 레이아웃에 환류	공구 망실 점검표, 낙하 사고 지도
03. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격 빈도 : 694 비율 : 17.09%	대비 인양물 이탈·흔들림·과하중으로 인한 낙하 예방, 인양반경 내 인원 접근 차단	인양 반경을 ‘보이는 경계’로 만들고, 신호수·운전자·작업자 커뮤니케이션 표준화	인양 반경 바닥 표시, 정격 하중 안내 표시
	대응 흔들림/이탈 징후 즉시 정지·대피·구역통제, 2차 낙하 방지	“정지 명령”이 즉시 공유되도록 단일 신호 체계를 제공	작업 중지 신호기, 비상 대피 유도선
	회복 인양계획·장비점검·반경 설정 표준 재정비로 재발 감소	사고/근접사고를 인양 작업계획서와 현장 표시 규격에 환류	인양 작업 계획서, 장비 이력 관리표

04. 적재물 붕괴·전도로 인한 타격 빈도 : 583 비율 : 14.36%	대비 적치 기준을 표준화해 붕괴·전도를 선제 차단	“안전 적치 형태”를 시각 규칙으로 만들어 현장 자율 준수 유도	적치 한계선 표시, 결속 상태 확인 표시
	대응 붕괴/전도 징후 발견 즉시 접근 차단·정리·구조로 2차 타격 방지	발견 즉시 “멈춤·차단·정리”를 실행하게 하는 즉응 안내	붕괴 위험 경고대, 정리 정돈 절차도
	회복 적치 레이아웃·물류동선 개선 및 점검 체계 환류	붕괴 원인을 구조(랙/바닥/결속)와 행동(임시적치)로 나눠 표준에 반영	일일 적치 점검표, 개선 우선순위판
05. 비례물·파편에 의한 타격 빈도 : 402 비율 : 9.90%	대비 비례 발생 공정에서 파편 비산 차단, 보호구 착용 자동 유도	비산 방향/위험거리를 가시화, 작업자 시야·손 위치가 안전해지도록 설계	비산 방지 가림막, 비산 방향 주의 표시
	대응 비산 발생 시 즉시 작업 중지·주변 통제·부상자 응급 조치	눈/얼굴 부상 대응 절차를 단순화해 즉시 실행 가능하게 안내	응급 세척 설비 안내, 위험 공정 중지 표시
	회복 비산 원인(커버 미사용/공구 불량 /고정 미흡) 개선 및 공정 표준 환류	파편 발생 패턴을 장비/공구 유지관리와 작업표준에 연결	방호 덮개 점검표, 소모품 교체 주기표
06. 구조물·설비 일부 이탈로 인한 타격 빈도 : 289 비율 : 7.12%	대비 이탈 위험 부품 사전 점검·표시, 하부/인접 구역 접근 제한	“이탈 가능 부위”를 가시화해 점검 행동을 유도, 점검 결과가 현장 공유 설계	체결 상태 식별 표시, 낙하 위험 구역 표시
	대응 이탈 징후 발견 즉시 가동중지·격리·통제로 타격 및 2차 사고 방지	설비 정지/격리(LOTO 포함) 행동을 빠르게 실행하도록 안내	가동 불가 안내 표시, 부품 격리 구역 표시
	회복 이탈 원인(진동/부식/체결 불량) 기반 유지관리 표준 고도화	고장·정비 이력을 시각적으로 누적, 위험 설비 선제 관리	정비 이력 현황판, 부품 교체 주기표
07. 상·하부 동시 작업 중 타격 빈도 : 176 비율 : 4.33%	대비 낙하/타격 위험 분리·차단, 작업허가/순서 표준화	동시작업 금지/허용 조건을 한눈에 이해, 구역 분리와 순서 준수를 환경으로 유도	동시 작업 허가 표시, 하부 출입 차단 설비
	대응 동시작업 중 낙하 위험 발생 시 즉시 일괄 중지·대피·통제	상·하부 모두가 동시에 인지하도록 공용 경보/표준 폴 제공	공용 비상 경보 장치, 대피 방향 유도 표시
	회복 동시작업 운영 기준(허가/순서/차단) 재검증 및 교육 환류	데이터 기반으로 개선해 ‘동시작업 리스크’를 상시 관리	동시 작업 안전 점검표, 근접 사고 기록판

08. 이동 중 낙하물·이탈물에 의한 타격 빈도 : 139 비율 : 3.42%	대비 이동 경로 상 낙하/이탈 가능 구간 사전 식별, 통행자 보호 적용	이동 중에도 위험을 “먼저 보게” 만들어 속도·경로 선택을 안전하게 유도	낙하 위험 구역 지도, 통로 상부 방호 설비
	대응 낙하물 발생 시 즉시 통로 차단·우회 유도·응급 대응	혼잡 상황에서 통행 흐름을 빠르게 재배치(우회)하도록 안내	통행 차단 방호 울타리, 우회 통로 유도 표지
	회복 위험구간 구조 개선 (차폐/우회 상시화) 및 유지관리 환류	낙하 발생 구간을 상시 안전 통로로 전환하도록 표준 모델 업데이트	통로 안전 개선 기록판, 낙하물 방지망 점검표
09. 작업 행위 중 의도치 않은 물체 타격 빈도 : 104 비율 : 2.56%	대비 반동/튐/되돌림 등 ‘예측 어려운 타격’ 위험 작업표준, 작업공간 설계로 감소	작업 반경·손 위치·방향을 시각화해 “맞을 수 있는 선”을 사전에 제거	작업 반경 식별 표시, 반동 방지 고정 설비
	대응 타격 발생 시 즉시 작업중지 ·주변 통제·응급 처치	당황을 줄이고 “멈춤→응급→신고”를 빠르게 실행하게 안내	작업 중지 명령 표지, 임시 통제선 설치 도구
	회복 작업표준(자세/고정/공구) 개선 및 반복 위험 제거	행동 기반 원인을 SOP(그림 매뉴얼)로 환류해 재발 방지	행동 기반 원인을 SOP(그림 매뉴얼)로 환류해 재발 방지
10. 기타 물체 타격 상황 빈도 : 31 비율 : 0.76%	대비 비정형/예외 작업에서의 충돌 위험을 빠르게 발견·표시·통제	어떤 현장에도 즉시 적용 가능한 “범용 타격 위험 대응 키트” 제공	다목적 위험 경고 표지, 임시 위험 구역 표시
	대응 예외 상황에서도 즉시 정지·격리·공유로 2차 사고 최소화	“상황 공유”를 표준 신호로 통일해 혼선 없이 대응	상황 전파 신호기, 비상 연락 체계도
	회복 예외 사례를 데이터화해 표준모델로 편입	사례 추적→패턴화→표준 반영의 개선 루프 구축	특이 사례 기록지, 안전 개선 대책판

3) G3_붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형

- 구조적 안정성 실패 또는 에너지 방출로 인한 중대 사고 위험

① 무너짐(붕괴)

- KOSHA GUIDE: 토사, 적재물, 구조물, 건축물, 가설물 등이 전체적으로 허물어져 내리거나 또는 주요 부분이 떨어져 무너지는 경우
- 산업안전디자인: 구조물이나 적재물이 하중 한계를 초과하거나 지지력 보강이 되지 않아, 형태가 붕괴되며 작업자를 덮치는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 거푸집·동바리 붕괴 빈도 : 642 비율 : 19.95%	대비 하중·지지·체결 불량을 사전 식별, 붕괴 가능성을 물리적으로 차단	체결 상태·지지 상태 즉시 판독, 작업자가 타설·적재 행동 안전 기준 수행 유도	체결 상태 식별 표시, 수직 기울기 확인 장치, 허용 하중 안내판
	대응 징후 발생 시 즉시 작업중지·대피·구역 통제로 골든타임 확보	“즉시 정지→대피 →통제→신고”를 한 번에 실행하게 하는 단문·고가시성 안내	붕괴 위험 경보 장치, 대피 방향 유도 표시, 긴급 통제 설비, 비상 연락 체계도
	회복 붕괴 원인을 분석, 설치·점검·타설 표준을 환류	사고·근접사고 데이터를 점검체계/ 표준모델에 반영, 재개 작업에 대한 현장 불안 완화	재가동 승인 점검표, 점검 이력 관리표, 취약 구간 지도, 교육용 사례 안내판
02. 토사·지반 붕괴 빈도 : 598 비율 : 18.58%	대비 굴착·절개·사면 붕괴 위험 사전 판정 작업자 접근·체류 물리적 제한	사면/굴착부 위험 구역·높이·경사 기준으로 시각화해 “어디까지 안전한지” 직관적 인지	굴착 위험 경계 표시, 경사면 안전 기준판, 침수 위험 경고기, 흙막이 점검 표지
	대응 징후 시 즉시 굴착부 작업중지·대피·통제	현장에 즉시 행동 신호(정지/후퇴/집결)를 통일 제공	작업 중지 알림 표시, 구역 통제 경광등, 대피 집결지 안내판, 구조 요청 연락망
	회복 지반조건·배수·흙막이 적정성 재검토 후 굴착·배수·통제 표준 고도화	위험 징후 기록을 축적해 취약 구간을 상시 관리하도록 환류	일일 안전 점검표, 위험 구역 현황판, 보강 이력 관리판
03. 가설 구조물 붕괴 빈도 : 472 비율 : 14.67%	대비 가설 구조물 결속/지지/하중 기준 표준화하고 붕괴 차단	결속 상태를 “한눈 판독” 가능하게 하고, 적재·동시사용 행동을 안전 기준으로 유도	결속 상태 식별 표시, 구간별 허용 하중 표시, 설치 위치 표시, 점검 완료 표시
	대응 이상 시 즉시 사용중지·대피·접근차단	“사용 금지” 상태를 즉시 공유하는 시각 신호 제공	사용 금지 안내 표시, 출입 차단 설비, 우회 동선 유도 표시, 비상 연락 체계도
	회복 붕괴 원인을 환류해 가설 구조 표준·점검 체계 강화	반복 위험 구간을 데이터로 관리하고 재발 방지 설계로 연결	주간 점검표, 부재 교체 이력표, 개선 전후 현황판

04. 데크플레이트 ·바닥 구조 붕괴	대비	바닥 개구부·임시 지지·타설 하중 등 바닥 파손/붕괴 조건을 사전 통제	“났아도 되는 면/안 되는 면”을 명확히 구분해 이동·적재 행동을 안전하게 유도	개구부 덮개 잠금 장치, 바닥 허용 하중 표시, 처짐 확인 눈금 표시, 야간 식별 표시
	대응	균열·처짐·소리 등 징후 시 즉시 정지·대피·구역 통제	접근을 끊고 우회 동선을 즉시 제공	즉시 차단 설비, 우회 방향 유도판, 붕괴 위험 경광등
	회복	구조검토·보강 후 바닥 사용/적재/개구부 관리 표준 환류	점검·보강 이력 시각화로 재발 방지 및 작업자 신뢰 회복	보강 완료 표시, 재가동 전 점검표, 취약 구간 지도
빈도 : 416 비율 : 12.93%				
05. 적재 구조 붕괴	대비	랙·적치대·팔레트 적재에서 과적/불균형/결속 불량을 차단	적재 기준을 ‘보이는 규칙’으로 만들어 현장 자율 준수 유도	적재 기준을 ‘보이는 규칙’으로 만들어 현장 자율 준수 유도
	대응	징후 발견 즉시 접근차단·정리·통제	“멈춤-차단-정리” 즉응 행동 안내	위험 경고 표시, 구역 차단 설비, 정리 절차 안내도
	회복	적치 레이아웃·물류 동선 개선 및 점검 환류	반복 붕괴 지점을 핫스팟으로 관리해 상시 개선	적치 상태 점검표, 적치 표준 안내판, 개선 현황판
빈도 : 354 비율 : 11.00%				
06. 구조물 일부 붕괴·탈락	대비	부분 탈락 위험을 조기 발견, 하부 작업자 보호(차폐/회피) 적용	균열·부식·체결 불량 등 이상 징후를 가시화해 점검 행동 유도	균열 진행 확인 표시, 체결 상태 식별 표시, 낙하 위험 구역 표시, 하부 통행 차폐 설비
	대응	탈락 발생/징후 시 즉시 구역 격리·대피·구조	위험 공유 신호를 통일해 혼선 없이 통제	격리 차단 설비, 붕괴 위험 경고등, 우회 통로 안내판
	회복	부착/체결/점검 표준 강화 및 재발 감소	정비 이력과 취약부를 시각적으로 관리해 선제 유지보수	정비 이력 관리판, 부품 교체 주기표, 재가동 점검표
빈도 : 301 비율 : 9.36%				
07. 해체·철거 작업 중 붕괴	대비	철거 순서 오류/지지 제거로 인한 붕괴를 예방하고 작업반경 출입 차단	철거 순서·금지구간·관찰 위치를 명확히 해 현장 판단 실수를 줄임	철거 단계 안내판, 작업 반경 통제 구역 표시, 붕괴 예상 방향 표시
	대응	붕괴 징후 시 즉시 일괄 중지·대피·통제	정지 신호를 단일화(콜/표지)해 즉시 공유	비상 경보 사이렌, 통제선 설치 도구, 대피 집결지 안내판
	회복	철거 계획·통제 기준 고도화	사례 기반 학습·환류로 동일 패턴 재발 차단	철거 작업 점검표, 개선 사례 현황판
빈도 : 257 비율 : 7.98%				

08. 지하·밀폐 공간 구조 붕괴 빈도 : 141 비율 : 4.38%	대비 지하·보강·출입 통제로 붕괴 위험을 차단하고 탈출성을 확보	제한공간 위험을 출입 UX(허가-점검-구조) 표준화	출입 허가 현황판, 보강 상태 점검 표지, 비상 탈출로 안내판, 구조 장비 위치 표시
	대응 즉시 대피·구조요청·접근 통제로 추가 피해 방지	구조 동선과 역할을 즉시 알 수 있게 안내	긴급 통제 설비, 구조 요청 연락망, 대피 유도 표지
	회복 보강·통풍·출입관리 기준 재검증 및 표준 환류	점검 이력·작업 이력을 시각화해 재발 방지	점검 이력 관리판, 재가동 전 점검표
09. 작업 중 예기치 않은 붕괴 빈도 : 123 비율 : 3.82%	대비 비정형 위험 조기 발견	의심 징후를 빠르게 공유·신고하게 만드는 발견-표시-통제 UX 제공	위험 징후 확인표, 붕괴 주의 경고 표지, 임시 차단 설비, 위험 구역 지도
	대응 발생 시 즉시 정지·대피·통제·구조로 연쇄 피해 최소화	혼선 없이 대응하도록 표준 신호·절차 통일	비상 경보 장치, 대피 유도 표지, 긴급 통제 설비
	회복 예외 사례를 분석해 표준모델로 편입	사례 추적→패턴화→표준 반영의 개선 루프 구축	사고 사례 기록지, 개선 대책 데이터베이스
10. 기타 붕괴 상황 빈도 : 14 비율 : 0.43%	대비 특수·임시·예외 작업에서 붕괴 위험을 신속히 발견·표시·통제	현장 어디서든 즉시 적용 가능한 범용 붕괴 대응 키트 제공	다목적 붕괴 주의 표지, 임시 구역 식별 표시, 모듈형 차폐 설비
	대응 즉시 정지·격리·공유로 2차 사고 최소화	상황 공유 신호 통일로 대응 혼선 감소	상황 전파 신호기, 긴급 연락 체계도, 통제선 설치 도구
	회복 예외 사례를 데이터화해 표준에 반영	학습·환류로 새로운 붕괴 유형의 재발 방지	예외 사례 기록부, 표준 적용 현황판

② 폭발·발열

- KOSHA GUIDE: 건축물, 용기내 또는 대기중에서 물질의 화학적, 물리적 변화가 급격히 진행되어 열, 폭발, 폭발압이 동반하여 발생하는 경우를 말하며, 파열은 배관, 용기 등이 물리적인 압력에 의하여 찢어지거나 터진 경우로서 폭발압이 동반되지 않은 경우
- 산업안전디자인: 밀폐 용기나 설비의 압력 조절/냉각 장치 설계 미흡으로, 내부 팽창이나 화학 반응을 제어하지 못해 파열되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 가스 누출·축적 후 폭발 빈도 : 431 비율 : 20.07%	대비 누출·축적 구간을 조기 식별 점화원 접근 차단 폭발 조건 자체 예방	가스 존재/위험 구역/정상·이상 상태 직관적 표시 “즉시 회피·차단” 행동유도	가스 감지 상태 표시등, 환기 상태 표시기, 가스 위험 구역 표시
	대응 정지·차단·대피·구역통제로 골든타임 확보 및 2차 폭발 방지	“즉시 차단→대피→통제→신고”를 단문·고가시성 안내	긴급 차단 장치 표시, 대피 유도 표지, 접근 금지 표지판, 비상 경보 설비
	회복 설비·운영 표준을 환류하고 재발 감소	경보·근접사고 데이터를 시각화해 취약 설비/구간을 상시 관리	누출 감지 이력판, 감지기 교정 주기표, 취약 구간 지도
02. 용접·절단 작업중 가스 폭발 빈도 : 398 비율 : 18.53%	대비 화기작업가스 잔류·누출·점화원 결합 사전 차단	작업 전 “허가-측정-차단-차폐-감시” 절차를 현장 UI(보드/체크리스트)로 고정	화기 작업 허가판, 가스 측정 결과 표시, 화기 구역 경계 표시, 불꽃 비산 방지막
	대응 즉시 작업중지·가스차단·대피·초기 진압으로 확산 방지	누구나 즉시 “정지/차단”을 실행할 수 있도록 긴급 동선을 단순화	가스 차단 밸브 표시, 작업 중지 알림판, 대피 유도 표지, 초기 소화 장비 위치 표시
	회복 허가-측정·감시 체계 재점검 및 화기작업 표준 고도화	절차 누락/장비 결함/구역 설정 실패로 분해해 재발 방지 설계로 환류	화기 작업 점검표, 설비 점검 이력표, 재가동 승인 표지
03. 압력용기·탱크 폭발 빈도 : 312 비율 : 14.54%	대비 오조작을 사전 차단, 위험 반경 내 인원 노출 최소화	압력/온도 상태를 “정상-주의-위험”으로 즉시 판독시키고, 조작 실수를 줄이는 안내 제공	압력 상태 식별 표시, 방출구 방향 경고 표시, 점검 완료 표시, 위험 반경 구획 표시
	대응 즉시 정지·격리·대피·통제로 파열/2차 폭발 방지	“접근금지-대피-격리”를 즉시 공유하는 신호체계 구축	과압 경보 장치, 긴급 차단 밸브 표시, 대피 집결지 안내판, 긴급 통제 설비
	회복 원인(부식/마힘/과열/오조작) 분석 후 검사·정비·운전 표준 환류	설비 이력(점검/경보/정비)을 시각화해 취약 용기를 선제 관리	설비 이력 관리판, 부품 교체 주기표, 재가동 점검표

04. 화학물질 반응에 의한 폭발·급격 발열	대비	혼합·투입·보관 과정 부적합 반응 사전 차단	“끓아도 되는 면/안 되는 면”을 명확히 구분해 이동·적재 행동을 안전하게 유도	물질 호환성 안내판, 보관 구역 분리 표시, 투입 순서 안내도, 누출 방지 받침대
	대응	즉시 정지·격리·대피·초기 대응으로 확산 방지	당황 상황에서 “정지→격리→신고/초기 대응”을 바로 실행하게 안내	비상 대응 절차도, 구역 통제 설비, 비상 세척 설비 위치 표시, 흡착재 보관함
	회복	반응 원인 분석 후 취급·보관·교육 표준 강화	사건 데이터를 작업표준과 라벨 체계에 환류하여 동일 실수 재발 차단	사고 기록 관리지, 라벨 구역 정비표, 점검표 개정 이력
빈도 : 267 비율 : 12.43%				
05. 분진·가연성 분말 폭발	대비	분진 축적·점화원·밀폐 조건을 사전 제거	“쌓이면 위험”을 시각 임계선으로 보여주고, 청소·점검 행동을 루틴화	분진 축적 한계 표시, 청소 주기 관리판, 정전기 방지 접지 확인 표시
	대응	즉시 공정 정지·대피·구역 통제로 연쇄 폭발 방지	현장 전체에 정지/대피 신호를 빠르게 공유	공정 정지 절차도, 비상 경보 사이렌, 대피 유도 표지
	회복	축적 지점·공정 조건 분석 후 집진/청소/설비 표준 환류	핫스팟 기반 관리로 “항상 쌓이는 지점”을 구조적으로 제거	분진 위험 구역 지도, 필터 교체 주기표, 점검표 업데이트 현황
빈도 : 221 비율 : 10.30%				
06. 연료·유증기 착화 폭발	대비	증기 축적 방지(환기/밀폐)와 점화원 통제로 착화 조건 제거	저장·이송·주유 구간에서 “환기/접지/금지행동”을 자동 유도	환기 상태 표시, 접지 연결 확인 표시, 유증기 위험 구역 표시
	대응	누출·착화 시 즉시 차단·통제·대피로 확산 방지	통로·접근을 끊고 대피 흐름을 재배치	긴급 차단 밸브 표시, 통제선 설치 도구, 우회 유도 표시
	회복	저장·이송 표준 및 유지관리 강화로 재발 감소	누출/착화 데이터를 설비·운영 규정에 환류	누출 이력 관리판, 점검표, 교육 사례판
빈도 : 189 비율 : 8.80%				
07. 설비 과열로 인한 발열·분출	대비	과열 징후를 조기 감지하고 접촉·분출 노출을 차단	“뜨거움/압력/분출 방향”을 가시화해 접근 행동을 억제	온도 상태 표시기, 고온 표면 경고 표시, 단열 방호 덮개, 분출 방향 경고 표시
	대응	과열 경보 시 즉시 정지·격리·냉각·대피로 화재·폭발 확대 방지	즉시 행동(정지/격리)과 응급처치를 분리 안내해 혼선을 줄임	비상 정지 표시, 접근 통제 설비, 응급 처치 안내판
	회복	원인(냉각 불량/마찰/막힘) 분석 후 정비·감시 기준 강화	재발 방지를 위해 정비 주기·이상 징후를 현장에 지속 노출	온도 이상 기록판, 열화상 점검 기록표, 재가동 점검표
빈도 : 156 비율 : 7.27%				

08. 전기적 원인에 의한 발열·폭발 빈도 : 121 비율 : 5.64%	대비 과부하·접촉불량·아크 위험을 사전 차단	전기 패널·케이블 상태를 “안전/점검필요/위험”으로 즉시 판독시키고 오조작을 줄임	분전반 위험 표지, 안전 거리 바닥 표시, 케이블 손상 점검 표지, 잠금 및 표지 장치
	대응 연기/스파크/과열 시 즉시 전원차단·대피·통제	“전원차단 우선”을 명확히 안내하고 접근을 통제	차단기 위치 안내도, 통제선 설치 도구, 대피 유도 표지
	회복 결함 원인 분석 후 전기 설비 점검·교체·표준 강화	전기 이상 이력을 관리해 반복 지점을 선제 제거	점검 이력 관리판, 열화상 점검 기록표, 부품 교체 주기표
09. 밀폐·협소 공간 내 폭발 빈도 : 39 비율 : 1.82%	대비 가스 축적·점화원·구조 지연 사전 차단	“허가 없는 들어갈 수 없게” 출입 UX를 설계, 구조 계획을 현장에 상시 노출	밀폐 공간 출입 허가판, 가스 농도 표시기, 환기 장치 가동 표시, 구조 장비 위치 표시
	대응 즉시 대피·접근통제·구조요청으로 추가 인명피해 방지	“무리한 진입 금지(2차 피해 방지)”를 강하게 안내	접근 금지 차단막, 구조 요청 연락망, 대피 집결지 표지
	회복 출입허가·측정·환기 기준 재검증 및 표준 환류	점검 이력과 출입 기록을 시각화해 재발 방지	출입 기록 관리판, 점검표 업데이트 현황, 재가동 승인 표지
10. 작업 절차·관리미흡으로 인한 폭발·발열 빈도 : 13 비율 : 0.61 %	대비 “관리 실패”로 인한 폭발/발열을 예방	표준운영절차를 짧고 시각적인 현장 언어로 바꾸고, 체크·승인·기록을 자연스럽게 하게 만드는 구조 설계	공정 단계별 점검표, 역할 분담 현황판, 위험 작업 사전 안내판, 점검 완료 표지
	대응 절차 미준수로 이상 발생 시 즉시 정지·통제·공유로 피해 확산 방지	현장 의사결정(중지/대피/호출)을 빠르게 만드는 공용 안내 제공	정지 절차 안내판, 통제선 설치 도구, 비상 연락 체계도, 상황 공유판
	회복 사고를 학습 데이터로 전환해 절차·교육·점검 시스템을 강화	사례 추적→패턴화→표준 반영의 환류 루프 구축	사고 기록 관리지, 개선안 데이터베이스, 점검표 개정 이력

③ 화재

- KOSHA GUIDE: 가연물에 점화원이 가해져 비의도적으로 불이 일어난 경우
- 산업안전디자인: 가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 용접·절단 작업 중 화재 빈도 : 612 비율 : 21.38%	대비 점화원·비산 스파크·주변 가연물 통제 화재 조건 형성 자체를 차단	“허가-측정-차폐-감시- 정리” 절차를 현장 UI로 고정하여 누락을 줄이고 안전행동 유도	화기 작업 허가판, 화기 구역 경계 표시, 가연물 제거 확인표, 불꽃 비산 방지막
	대응 즉시 작업중지·초기진화·대피· 통제 확산 및 2차 폭발/연소 방지	“정지→초기진화→대피→ 신고”를 단문·고가시성으로 즉시 실행시키는 안내 제공	작업 중지 알림판, 소화기 사용 절차도, 대피 유도 표지, 연기 확산 차단막
	회복 원인 분석 후 화기작업 표준·점검 체계 환류로 재발 감소	사고/근접사고 기록을 허가 절차·현장 배치·표준모델 아이템 개선으로 연결	화기 작업 점검표, 소화 설비 점검 표지, 재가동 승인 표지
02. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재 빈도 : 544 비율 : 18.99%	대비 작업장 내 가연물 축적·방치·혼재를 차단하여 발화/확산 가능성을 최소화	가연물 “보관-분리-폐기-청소” 루틴을 시각 규칙으로 만들고 자율 준수를 유도	가연물 전용 보관함, 폐기물 분리 배출 표시, 적치 금지 구역 표시, 정리 정돈 상태 표지
	대응 즉시 초기진화·연소원 제거·구역통제로 확산 차단	“연소원 차단”과 “확산 경로 차단”을 동시에 실행하게 안내	통로 차단 설비, 소화기 위치 안내판, 가연물 이동 절차도, 연기 유입 차단 덮개
	회복 가연물 관리 실패 원인을 프로세스로 환류해 저장·적치 기준을 강화	축적 지점을 핫스팟으로 관리하고 관리책임(담당/시간)을 명확히 가시화	가연물 집중 관리 지도, 주간 점검표, 보관함 배치도
03. 전기적 원인에 의한 화재 빈도 : 489 비율 : 17.08%	대비 과부하·접촉불량·누전·아 크 위험 차단, 분전반 주변 발화·확산 조건 제거	전기 설비 상태를 “정상-점검-위험”으로 즉시 판독시키고 오조작/무단사용을 줄임	회로 식별 라벨, 안전 거리 바닥 표시, 케이블 손상 점검 표지, 과열 경보 표시기
	대응 즉시 전원차단·대피·통제로 2차 화재 확대 방지	“전원차단 우선”을 명확히 안내하고 접근을 통제	차단기 위치 안내도, 초기 소화 안내판, 통제선 설치 도구, 재접근 금지 표지
	회복 결함 원인 분석 후 점검·교체·운영 표준 강화	전기 이상 이력을 시각적으로 누적해 반복 설비를 선제 제거	점검 이력 관리판, 열화상 점검 기록표, 교체 주기표

04. 가스·연료 착화로 인한 화재 빈도 : 401 비율 : 14.00%	대비 누출·증기 축적 방지(환기/밀폐)와 점화원 통제로 착화 조건 제거	저장·이송·주유 구간에서 환기/접지/금지행동을 단순화해 준수 유도	환기 상태 표시, 배관 식별 라벨, 접지 확인 표시, 화기 금지 표시
	대응 즉시 차단·초기진화·통제·대피 로 확산 방지	접근을 끊고 대피 흐름을 재배치하는 즉시 안내 제공	긴급 차단 밸브 표시, 통제선 설치 도구, 우회 유도 표시
	회복 저장/이송 표준 및 유지관리 강화로 재발 감소	누출·착화 데이터를 설비·운영 규정에 환류	누출 이력 관리판, 점검표, 교육 사례판
05. 설비 과열로 인한 화재 빈도 : 318 비율 : 11.11%	대비 과열 징후를 조기 감지하고 고온부 주변 가연물·접촉 노출 차단	“뜨거움/위험거리/점검 필요”를 가시화해 접근 행동을 억제하고 예방정비를 루틴화	온도 상태 표시기, 고온 표면 경고 표시, 단열 방호 덮개, 적치 금지 구역 표시
	대응 과열·연기 발생 시 즉시 정지·격리 ·초기진화·대피로 확대 방지	정지/격리와 응급대응(화상 등)을 혼선 없이 분리 안내	비상 정지 표시, 접근 통제 설비, 초기 소화 절차도
	회복 원인 분석 후 정비·감시 기준 강화 및 재가동 표준 환류	이상 징후를 로그로 누적해 반복 설비를 선제 제거	온도 이상 기록판, 교체 주기표, 재가동 점검표
06. 화학물질 반응·발열로 인한 화재 빈도 : 241 비율 : 8.41%	대비 부적합 혼합·투입·보관으로 인한 발열/자연발화 조건을 사전 차단	“금지 조합/투입 순서/보관 분리”를 현장 시각 규칙으로 고정	물질 호환성 안내판, 보관 구역 분리 표시, 투입 순서 안내도, 누출 방지 받침대
	대응 발열/가스/연기 징후 시 즉시 정지·격리·대피·초기 대응	당황 상황에서 “정지→격리→신고/초기 대응”을 바로 실행하게 안내	응급 처치 절차도, 통제선 설치 도구, 흡착재 보관함, 대피 유도 표시
	회복 반응 원인 분석 후 취급·보관·교육 표준 강화	사건 데이터를 라벨 체계·작업표준에 환류해 동일 실수 재발 차단	기록 관리지, 라벨 구역 정비표, 점검표 업데이트
07. 분진·가연성 분말에 의한 화재 빈도 : 146 비율 : 5.10%	대비 분진 축적·비산·점화원을 제거해 발화 조건을 차단	“쌓이면 위험”을 임계선으로 보이게 하고 청소·점검 행동을 루틴화	분진 축적 한계 표시, 청소 주기 관리판, 집진 설비 상태 표시, 접지 확인 표시
	대응 비산·연소 징후 시 즉시 공정정지·대피·통제로 확산 방지	현장 전체에 정지/대피 신호를 빠르게 공유	공정 정지 절차도, 비상 경보 설비, 통제선 설치 도구
	회복 축적 지점·공정 조건 분석 후 집진/청소/설비 표준 환류	하스팻 기반 관리로 반복 축적 지점을 구조적으로 제거	분진 위험 구역 지도, 필터 교체 표시, 점검표 업데이트

08. 저장·적치 공간에서의 화재	대비	과적·혼재·통로 막힘을 개선해 발화·확산을 억제, 소방 접근성 확보	저장 규칙(구역/품목/높이/통로)을 시각 표준으로 만들어 상시 준수 유도	품목별 구역 표시, 적치 한계선 표시, 소방 통로 유지선, 비상구 안내 표시
	대응	화재 발생 시 통로 확보·초기진화·대피·구역 통제로 확산 방지	혼잡한 저장공간에서 대피/진압 동선을 즉시 확보하게 안내	우회 유도 표시, 통로 차단 설비, 소화 설비 위치 표시
	회복	저장 레이아웃·적치 기준·점검 체계 환류로 재발 감소	화재 위험 적치 패턴을 제거하고 점검 루틴을 강화	배치 개선안, 점검표 업데이트, 개선 전후 현황판
빈도 : 79 비율 : 2.76%				
09. 작업 종료 후 관리 미흡으로 인한 화재	대비	퇴근/교대 시 전원·화기·가연물·정리 상태를 확인 ‘무인 시간’ 발화 차단	종료 점검을 체크리스트가 아니라 “동선 기반 루틴(마지막으로 보는 곳)”으로 설계	작업 종료 점검표, 전원 차단 확인 표시, 폐기물 수거함 표시, 야간 순찰 점검표
	대응	무인 시간 발화 발견 시 신속 신고·초기진화·대피로 확산 방지	발견자(경비/당직)가 즉시 행동할 수 있는 단문 안내 제공	야간 대응 절차도, 비상 연락 체계도, 소화 설비 위치 표시
	회복	종료 점검 누락 원인을 분석해 점검 항목·책임·장치(인터락) 강화	누가/언제/무엇을” 점검했는지 시각화하여 재발 방지	점검 이력 관리판, 누락 항목 개선표
빈도 : 28 비율 : 0.98%				
10. 화재 확산·대응 미흡 상황	대비	초기 진압 실패/대피 혼선/소방 접근 장애 저감을 위해 비상대응 체계 사전 구축	비상 시나리오를 공간·표식·역할로 구조화해 “혼란을 줄이는 디자인” 구현	대피 동선 지도, 방화 구획 식별 표시, 집결지 인원 점검판, 소방차 진입로 표시
	대응	확산 상황에서 신속 대피·통제·구조 요청으로 인명피해 최소화	현장 의사결정(중지/대피/호출)을 빠르게 만드는 공용 안내 제공	정지 및 통제 절차도, 통제선 설치 도구, 대피 유도 표시, 상황 공유판
	회복	사고를 학습 데이터로 전환해 절차·교육·점검 시스템을 강화	군중 흐름(대피)과 정보 전달(지시)을 동시에 성립시키는 안내 제공	피난 유도등 점검표, 연기 차단 설비, 인원 점검표
빈도 : 6 비율 : 0.21%				
11. 기타 화재 상황	대비	특수·비정형 발화 상황을 신속히 발견·표시·통제	현장 어디서든 즉시 적용 가능한 범용 화재대응 키트(소화기·경보) 제공	범용 화재주의 표시, 임시 구역 식별 표시, 다목적 소화 설비함
	대응	즉시 작업중지·초기진화·대피·통제로 확산 및 2차 피해 최소화	상황 공유 신호 통일로 대응 혼선 감소	상황전파 신호기, 긴급연락 체계도, 비상 대피 유도 표시
	회복	예외 사례를 데이터화해 화재 표준 대응체계에 반영	학습·환류로 새로운 발화 유형의 재발 방지	예외 사례 기록부, 표준 적용 현황판
빈도 : 3 비율 : 0.1%				

4) G4_유해물질 노출 및 질병 사고 유형

- 작업환경 조건 또는 유해 물질 노출로 인한 신체 손상 위험

① 감전

- KOSHA GUIDE: 전기설비의 충전부 등에 신체의 일부가 직접 접촉하거나 유도전류의 통전으로 근육의 수축, 호흡곤란, 심실세동 등이발 생한 경우 또는 특별 고압 등에 접근함에 따라 발생한 섬락 접촉, 합선·혼촉 등으로 인하여 발생한 아크에 접촉된 경우
- 산업안전디자인: 전선 및 충전부의 절연 마감이 파손되었거나, 접지/누전 차단 장치가 없어 신체가 전류 회로의 일부가 되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전 빈도 : 621 비율 : 21.31%	대비 충전부 시인성 확보 및 물리적 차단	보이지 않는 전력을 시각화하여 위험 구간을 표준화	절연 상태 확인용 고대비 배선, 충전부 반사형 경고 그래픽
	대응 무의식적 접촉 행위 억제	실시간 상태 전파를 통해 즉각적인 행동 멈춤 유도	통전 상태 알림 발광 위험표식, 위험 영역 바닥 사선 구획
	회복 긴급 구조 안전성 및 골든타임 확보	사고 이후 원인 분석을 환류하고 심리적 불안을 완화	차단기 위치 야광 유도선, 절연 구조장비 위치 및 사용법 안내판
02. 전원 차단 미실시 상태에서의 감전 빈도 : 512 비율 : 17.57%	대비 오작동 방지 및 잠금 절차 시스템화	작업자가 "안전 조건이 갖춰져야만 작업" 하도록 행동 경로 유도	잠금 절차 전용 구획, 조작반 개폐 순서 번호 표식
	대응 임의 가동 중지 및 상태 정보 가시화	긴급 상황에서 "정지-차단-신고" 판단을 즉시 내리게 안내	가변형 점검 상태 표시판, 이중 잠금 장치
	회복 재가동 안전 승인 체계 구축	"재가동 기준"을 명확히 하여 임의 가동 억제	재가동 단계별 점검표, 정비 이력 기록판 및 관리 번호
03. 접지 불량·누전으로 인한 감전 빈도 : 438 비율 : 15.03%	대비 누전 위험 사전 감지 및 접지 신뢰성 확보	설비의 정상 상태를 직관적으로 인지하게 시각 관리	접지선 연결 상태 식별 표식, 누전 차단기 정기 점검 안내판
	대응 설비 외함 접촉 시 위험 즉시 인지	비정상 전류 유입 시 시각적/촉각적 거부 신호 전달	누전 감지 시 발현되는 그래픽, 설비 외함 촉각 주의 패드
	회복 불량 설비 격리 및 안전 점검 환류	사고/근접사고 데이터를 표준모델에 환류하여 재발 차단	사고 설비 고시인성 레드 태그, 점검 완료 인증 표식

04. 습윤·침수 환경에서의 감전 빈도 : 364 비율 : 12.49%	대비 전도성 환경 격리 및 절연 인지 강화	위험 환경(물+전기)을 공간적으로 가시화하여 행동 제한	방수 콘센트 위치 그림문자, 침수 위험 경계선
	대응 수분 침투 시 즉각적 퇴거/차단 유도	현장 즉시 판단을 돕는 신호 체계 구축	수분 감지 시 변색되는 경고 표식, 습윤 상태 고대비 바닥 그래픽
	회복 건조 상태 시각적 보증 및 재진입 승인	데이터 기반으로 재가동 신뢰 확보	건조 완료 확인 지표, 배수 시스템 점검 이력 카드
05. 자동설비·제어반 작업 중 감전 빈도 : 291 비율 : 9.98%	대비 내부 충전부 오인지 및 오조작 방지	복잡한 제어 시스템 내의 위험을 직관적 인지 시각 관리	단자별 전압 정보 색상 라벨, 전원 확인 유도 스티커
	대응 작업 중 상태 전파 및 접근 행동 억제	"즉시 정지→격리→처치"를 한 번에 안내	운전 상태 표시등, 작업 중 진입 차단용 고시인성 그물망
	회복 비상 대응 수단 가시화 및 재가동 검증	정지 이벤트 원인 분석 후 안전 재설정 체계화	비상 정지 위치 촉광 안내판, 설비 재가동 순서 안내 도식
06. 임시 전기 설비·전동 공구 사용 중 감전 빈도 : 243 비율 : 8.34%	대비 피복 손상 및 과열 위험 사전 차단	이동형 설비의 점검·회수 행동을 표준화	코드선 꼬임 방지 색상 마킹, 전동 공구 점검 통과 인증 표식
	대응 이상 징후 시 즉각 사용 중단 안내	즉시 멈추게 만드는 커뮤니케이션 디자인 적용	온도감응 변색 스티커, 플러그 뽑기 행동 유도 넛지 디자인
	회복 불량 공구 퇴출 및 관리 체계 표준화	계획서-점검서를 시각화하여 현장 준수를 제고	고장 기구 전용 수거함, 공구 정리 정돈 가이드 벽면
07. 차량·중장비와 전선 접촉에 의한 감전 빈도 : 201 비율 : 6.90%	대비 상부 전선 높이 시인성 및 경로 표준화	운전자 시야 밖 위험 구간 가시화로 행동 제한	장비 제한 높이 안내 펜스, 가공전선 하부 도색
	대응 전선 근접 시 접촉 방지 및 경고	작업자-유도원이 동일한 신호로 인지하게 디자인	봄대 끝단 고시인성 표식, 전선 근접 시 멈춤 안내
	회복 2차 사고 방지 및 긴급 연락 가이드	공간-운영 표준을 업데이트하여 구조적 위험을 줄임	전주 번호 대형 식별 표지, 비상 차단기 위치 유도

08. 고소·협소 공간에서의 감전 빈도 : 162 비율 :5.56%	대비 작업 반경 내 전로 인지 거리 확보	사각·시야 제한 구간을 가시화하고 안전거리 유도	고소 전선 근접 구역 바닥 도색, 전주 식별용 형광 표식
	대응 복합 위험 상황(추락+감전) 즉시 대처	현장 즉시 판단을 돕는 신호 체계 구축	이격 거리 준수 유도선, 추락·감전 복합 위험 경고판
	회복 비상 탈출 경로 안내 및 위치 정보 제공	구조자/작업자 동선을 빠르게 이해시키는 안내	사고 시 장비 이탈 경로 유도선, 위치 식별용 구역 번호 그래픽
09. 보호구· 안전장치 미흡 상태에서의 감전 빈도 : 58 비율 : 1.99%	대비 필수 보호구 착용 행동의 습관화 유도	안전 투입·회수 행동을 표준화하여 착용 억제 방지	절연 보호구 성능 등급별 색상 분류, 보호구 착용 전용 구역
	대응 작업 중 이탈 방지 및 상호 점검 활성화	동료 간 시각적 확인이 가능한 커뮤니케이션 디자인	반사형 엠블럼, 보호구 미착용 시 노출되는 경고 그래픽
	회복 노후/손상 보호구의 선제적 퇴출	성능이 저하된 보호구의 재사용을 원천적으로 차단	손상 보호구 전용 수거함, 정상 제품 인증 표식
10. 작업 행위 중 예기치 않은 감전 빈도 : 24 비율 : 0.82%	대비 돌발 에너지(정전기 등) 제거 유도	예외적인 전기 에너지 발생 가능성 사전 인지	정전기 제거 패드 유도 표식, 주변 금속물 형광 마킹
	대응 비상 상황 전파 및 시각적 대응 체계	사고 발생 즉각 전파 및 대피 유도	전 구간 통합 비상 정지 조명, 축광형 대피 유도 화살표
	회복 사고 분석 시각화 및 정서적 회복 지원	사고 사례를 분석하여 현장 전체에 안전 신뢰 회복	사고 교육용 도식화 보드, 심리 상담 연결 안내판

② 이상온도 물체 접촉

- KOSHA GUIDE: 고·저온 환경 또는 물체에 노출·접촉된 경우
- 산업안전디자인: 고열·극저온 설비 표면에 단열 조치나 접근 방지 울타리가 없어, 신체가 직접 닿거나 복사열에 노출되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상 빈도 : 514 비율 : 23.99%	대비 설비 표면 온도 상시 고지 및 격리	뜨거운 표면을 시각/촉각적으로 예고하여 접근 의지 억제	온도 감응 변색 표식, 표면 화상 주의 안내
	대응 고온 상태의 실시간 경고 전달	가동 중인 설비의 열기를 빛과 색으로 변환하여 경고	고온 구간 유도 조명, 열원 주변 바닥 위험 구획
	회복 화상 응급 처치 및 설비 냉각 안내	사고 직후 신속한 화기 제거 및 처치 경로 안내	화상 전용 응급처치함 위치 안내판, 설비 냉각 상태 확인용 시각 지표
02. 고온 배관·배출부 접촉에 의한 화상 빈도 : 437 비율 : 20.39%	대비 배관 온도 정보 및 접촉 방지 표준화	복잡한 배관 중 위험한 열원을 즉각 식별하게 유도	배관 온도 등급별 색상 식별 띠, 단열재 외측 접촉 금지 촉각 표식
	대응 돌출부 및 배출구 시인성 강화	이동 경로상에 노출된 고온 부위에 대한 주의 환기	고온 배출구 주변 반사형 마킹, 배관 굴곡부 충돌 및 화상 주의 표지
	회복 배관 누설 점검 및 단열 상태 보강	사고 원인이 된 단열 미흡 구간의 시각적 보수	단열재 파손 정기 점검표, 배관 수리 및 정비 이력 기록판
03. 스팀·고온 유체 분출 접촉 빈도 : 361 비율 : 16.84%	대비 분출 위험 구역 설정 및 방호 시각화	예기치 못한 분출 위험 범위를 설정하여 행동 제한	분출 위험 반경 바닥 도색, 압력 계기 위험 구간 표시
	대응 분출 징후 시 즉각 대피 유도	압력 상승 등 분출 전조 증상을 시각 신호로 전파	분출 예고 경보등, 비상 차단 밸브 위치 야광 안내판
	회복 유체 차단 확인 및 잔류 열기 제거	현장 재진입 전 안전 온도를 시각적으로 보증	밸브 차단 상태 확인용 표식, 실내 온도 정상화 확인 지표

04. 용융 금속·고온 물질 접촉 빈도 : 298 비율 : 13.90%	대비 이동 경로 격리 및 비산 위험 가시화	액체 상태의 고온 물질 이동 경로를 물리적으로 격리	용융물 이동로 전용 마킹, 비산 방지 가림막 색상 식별 표식
	대응 고온 물질 접근 시 강력한 시각 경고	물질의 유동성을 고려한 유동적 경계선 구축	접근 금지 바닥 투사 조명, 이동식 고시인성 안전 울타리
	회복 잔류 고온 물질 제거 및 바닥 냉각	응고 후에도 남은 열기에 의한 2차 화상 방지	잔류 열기 주의 경고판, 바닥 냉각 완료 확인 표식
05. 고온·저온 상태 인지 실패로 인한 접촉 빈도 : 219 비율 : 10.22%	대비 육안 확인 불가능한 열원의 시각화	상온 물체와 고온 물체의 시각적 차별화 부여	온도 감응형 경고 표식, 열원 주변 주의 구획
	대응 접촉 전 최종 경고 및 넛지 제공	손을 뺀는 동작에서 위험을 한 번 더 인지하게 유도	신체 접촉 한계선 마킹, 접촉 전 온도 체크 유도 표지
	회복 인지 오류 사례 분석 및 환경 보완	"왜 물랐는가?"에 대한 답을 디자인 개선에 환류	인지 오류 다발 지점 주의 표식, 온도 식별 교육용 시각 보드
06. 보호구 미착용 상태에서의 접촉 빈도 : 142 비율 : 6.63%	대비 필수 내열/내한 보호구 착용 행동 유도	작업 전 온도에 맞는 보호구 착용을 시스템적으로 체크	보호구 점검 유도 디자인, 보호구 성능 등급별 색상 표식
	대응 미착용 시 작업 구역 진입 억제	보호구 착용자만 진입할 수 있는 시각적 게이트 형성	보호구 착용 필수 구역 바닥 도색, 동료 간 보호구 상호 점검 표식
	회복 보호구 손상 점검 및 교체 표준화	열에 의한 보호구 기능 저하를 선제적으로 파악	보호구 열변형 확인용 표준 가이드, 노후 보호구 전용 수거함
07. 유지보수·점검 중 접촉 빈도 : 96 비율 : 4.48%	대비 잔열 제거 확인 및 조작 전 온도 체크	정비 전 반드시 온도를 확인해야 하는 지점을 표시	온도 측정 지점 안내, 잔열 제거 시간 안내판
	대응 정비 중인 설비의 온도 상태 실시간 공유	정비 작업자에게 설비의 열적 위험을 상시 전달	상황 전달용 부착판, 정비 구역 전용 안전 그물망
	회복 정비 완료 후 보온재 복구 확인	점검 후 노출된 고온 부위의 재밀폐 상태 검증	보온재 복구 완료 확인 표식, 정비 이력 및 온도 점검 기록판

08. 이동·작업 중 우발적 접촉 빈도 : 54 비율 : 2.52%	대비 동선 최적화 및 열원과의 거리 확보	통행로 주변의 모든 열원을 시각적 방어망으로 감쌈	열원 근접 통로 보호 덮개 마킹, 보행자 전용 통로 유도 표시
	대응 작업 반경 내 타인 진입 및 접촉 금지	작업 중인 인원과 열원의 위험 반경을 주변에 전파	작업 중 이동식 안내판, 작업 구역 경계 반사 표시
	회복 통로 환경 개선 및 돌출 열원 제거	우발적 접촉이 발생한 동선의 구조적 문제 해결	보행로 확장 안내판, 안전 통로 재설정 표시
09. 저온 설비·물체 접촉에 의한 동상 빈도 : 18 비율 : 0.84%	대비 극저온 상태 인지 및 동상 위험 고지	고온과 차별화된 저온 전용 색채(청색)로 위험 전달	극저온 설비 전용 색상 마킹, 동상 방지 보호구 착용 구역 안내판
	대응 액체 질소 등 누출 시 시각 경보	저온 유체 누출에 따른 산소 결핍 및 동상 위험 전파	저온 가스 누출 시 시각 경보 장치, 가스 확산 방향 유도 표시
	회복 동상 환자 가온 및 응급 처치 가이드	신체 온도 회복을 위한 적정 대응 수단 안내	동상 응급 처치 도식화 보드, 환자 체온 회복 구역 표시
10. 기타 이상온도 접촉 상황 빈도 : 4 비율 : 0.19 %	대비 계절적/환경적 온도 위험 정보 상시 공유	폭염/한파 등 현장 전체 환경 온도를 시각화	현장 온도 알림 전광판, 기온별 작업 수칙 게시판
	대응 돌발 온도 변화 상황 시 시각 알림	예상치 못한 온도 상승/하강 시 신속한 정보 전파	전 구간 통합 비상 알람 조명, 상호 확인 유도 디자인
	회복 현장 정상화 및 신체 회복 지원	작업자의 신체 컨디션 회복을 위한 공간 제공	냉난방 시설 완비 휴게 공간, 수분 보충 및 휴식 안내판

③ 화학물질 누출·접촉

- KOSHA GUIDE: 유해·위험물질에 노출·접촉된 경우
- 산업안전디자인: 유해 물질 배관의 밀폐 설계 실패나 누출 탐지 센서 부재로 인해, 독성 물질이 피부에 닿거나 체내로 유입되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 용기·배관 파손으로 인한 누출 빈도 : 612 비율 : 25.64%	대비 배관 내용물 및 흐름 방향 가시화	복잡한 배관망에서 위험 물질의 종류와 방향을 즉시 식별	화학물질 정상별 색상 식별 띠, 용기별 위험 등급 그림문자
	대응 누출 지점의 신속한 발견 및 차단	누출 발생 시 위험 범위를 시각적으로 선포하여 접근 차단	누출 시 색이 변하는 반응형 감지 표식, 비상 차단 밸브 야광 안내판
	회복 오염 구역 제독 및 잔류물 확인	제독 완료 여부를 데이터로 증명하여 재진입 안전 확보	제독 확인용 반응형 상태 지표, 오염 배관 정비 중 경고 표지
02. 취급·이송 작업 중 누출 빈도 : 524 비율 : 21.95%	대비 이송 경로의 규격화 및 전도 방지	작업자의 이동 동선을 고정하여 충돌 및 전도 가능성 최소화	이송 전용 경로 바닥 도색, 용기 고정용 안전 결속 장치
	대응 누출 확산 방지 및 긴급 대응 유도	액체 확산을 물리적으로 저지하고 대응 도구 위치 안내	누출 차단용 긴급 방재함, 물질 확산 방지용 경계 구획
	회복 오염된 이송 장비의 세척 및 관리	장비에 남은 유해 물질에 의한 2차 접촉 방지	장비 전용 세척 구역 가이드, 세척 및 정비 완료 인증 표지
03. 혼합·반응 작업중 누출·접촉 빈도 : 396 비율 : 16.59%	대비 혼합 금지 물질 오투입 방지	상극 물질(반응 위험) 간의 물리적 거리와 시각적 구별 제공	물질별 혼합 금지 색상 식별표, 투입구 오접속 방지용 색상 구분
	대응 이상 반응 시 즉각 대피 및 정보 공유	가스 발생이나 이상 발열 시 주변 작업자에게 실시간 경고	이상 반응 감지 시 시각 경보 조명, 물질별 응급 대응 표식
	회복 반응기 내부 정화 및 부산물 처리	화학적 안정화 상태를 시각화하여 다음 공정 연결 승인	반응 완료 상태 알림 지표, 부산물 전용 수거함 및 식별 라벨

04. 비산·증기 노출 빈도 : 301 비율 : 12.61%	대비 증기 확산 경로 예측 및 환기 표준화	보이지 않는 기체의 흐름을 예측하여 작업 위치 최적화	배기장치 작동 확인 체계, 증기 체류 위험 구역 사선 마킹
	대응 가스 누출 시 즉각적인 호흡기 보호	시야가 확보되지 않는 상황에서 대피 경로 시각화	야광형 대피 유도 화살표, 보호 장구 비치함 고시인성 안내판
	회복 대기질 안전 확인 및 정화 상태 고지	가스 농도가 안전 수준으로 내려갔음을 시각적으로 보증	가스 농도 측정 결과 전광판, 환기 시스템 점검 통과 표식
05. 세정·청소 작업중 화학물질 접촉 빈도 : 217 비율 : 9.09%	대비 세척제 유해성 인지 및 희석 가이드	무해해 보이는 청소용 화학물질의 위험성을 작업 전 경고	세척액 희석 비율 안내판, 세정 구역 진입 전 보호구 점검 지점
	대응 오접촉 시 즉각적인 세척 유도	신체 접촉 시 즉각 대응할 수 있는 골든타임 장비 안내	비상 세안기 및 샤워기 위치 유도선, 비상 밸브 발광 손잡이
	회복 잔류 세정제 제거 확인 및 환기	청소 후 남은 가스나 액체에 의한 작업자 노출 차단	환기 완료 확인 지표, 세정 완료 구역 확인 표식
06. 저장·보관 중 누출 빈도 : 162 비율 : 6.79%	대비 보관 구역의 물리적 격리 및 경계	저장 용기의 미세 누출을 조기에 발견할 수 있는 환경 조성	누출 식별용 고대비 바닥 반침대, 소분 용기 전용 보관 관리대
	대응 대량 누출 시 구역 폐쇄 및 전파	저장실 전체의 위험 상태를 외부에서 즉각 인지	보관실 입구 실시간 상태 표시등, 접근 금지 가변형 안전 시설
	회복 누출 용기 격리 및 저장고 제독	사고 용기의 안전한 폐기와 공간 복구 시퀀스 안내	폐기 용기 전용 구역, 제독 일지 기록 관리 시스템
07. 화학물질 오인·오취급 빈도 : 103 비율 : 4.31%	대비 물질 식별의 직관성 및 고유성 강화	물과 화학물질, 또는 서로 다른 물질을 혼동하지 않게 디자인	용기 뚜껑 색상 디자인, 용기 하단 오투입 방지 촉각 마킹
	대응 오취급 발생 시 즉각 경고 및 중단	잘못된 용기 선택 시 시각적/청각적 피드백 제공	물질 정보 확인용 정보 안내 지점, 오사용 주의 유도 표식
	회복 오용 사례 분석 및 라벨 시스템 보완	오인이 발생한 원인을 디자인적으로 수정하여 재발 방지	표준 안전 보건 자료 요약 게시판, 물질 명칭 대형 정보 표식

08. 설비 점검·유지보수 중 접촉 빈도 : 49 비율 : 2.05%	대비 잔류 물질 제거(Purge) 상태 확인	정비 전 배관 내 독성 물질이 완전히 비워졌는지 확인	잔류 압력 및 물질 확인 시각 게이지, 정비 구역 잠금 지점 표식
	대응 정비 중 돌발 누출 대비 방어선 구축	정비 부위 주변에 임시 방호막 및 경고 체계 마련	정비용 이동식 가림막, 휴대용 가스 검지기 거치대
	회복 설비 밀폐 복구 및 누설 테스트	정비 후 연결 부위의 완전한 밀폐 상태를 검증	연결 부위 체결 확인 표식, 누설 테스트 완료 인증 표지
09. 보호구 미착용 상태에서의 접촉 빈도 : 21 비율 : 0.88%	대비 물질별 전용 보호구 매칭 및 체크	취급 물질에 적합한 보호구를 잘못 선택하지 않도록 안내	물질별 보호구 일람표, 보호구 착용 자가 점검 거울
	대응 보호구 파손 시 즉각 인지 및 교체	작업 중 발생한 보호구 핀홀이나 찢어짐 인지 지원	화학물질 접촉 시 변색되는 보호구, 동료 간 보호구 상호 점검 표식
	회복 오염 보호구의 안전한 폐기 및 세척	보호구에 묻은 물질이 탈의 과정에서 접촉되지 않게 유도	보호구 탈의 순서 안내판, 사용 완료 보호구 밀폐 수거함
10. 화학물질 누출 후 2차 사고 빈도 : 10 비율 : 0.42%	대비 복합 위험(미끄러짐, 화재) 사전 대비	화학물질 누출이 가져올 연쇄 사고 가능성 고지	누출 시 미끄럼·화재 주의 복합 경고판, 방폭 구역 경계선
	대응 사고 확대 방지를 위한 구역 통제	2차 피해 예상 범위를 신속히 확정하여 인원 통제	확산 방향 안내 지표, 비상 대응 지침 안내판
	회복 연쇄 사고 원인 제거 및 시설 보강	누출로 파손된 주변 시설물의 안전성을 통합 점검	부식 부위 보수 확인 표식, 재발 방지 안전 지도
11. 기타 화학물질 누출·접촉 상황 빈도 : 2 비율 : 0.08%	대비 비정형 위험 상황 대응 인프라 구축	예측 불가능한 누출 사고에 대비한 범용 안전 장치	현장 비상 방송 시스템 가이드, 다목적 긴급 제독함
	대응 신속한 위치 정보 공유 및 구조 지원	사고 발생 지점을 외부 구조대가 즉시 찾을 수 있게 안내	구역별 대형 식별 번호, 작업자 위치 실시간 알림 시스템
	회복 사고 분석 및 종합 안전 신뢰 회복	불명확한 원인을 규명하고 현장 안전을 재보증	사고 원인 분석 게시판, 현장 정상화 알림 그래픽 표지

④ 산소결핍

- KOSHA GUIDE: 유해물질과 관련 없이 산소가 부족한 상태·환경에 노출되었거나 이물질 등에 의하여 기도가 막혀 호흡기능이 불충분한 경우
- 산업안전디자인: 밀폐 공간 내 환기 인프라 부족 및 산소 농도 모니터링 장비 부재로, 인지하지 못한 채 호흡이 곤란해지는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 밀폐공간 진입 후 산소결핍 빈도 : 431 비율 : 26.25%	대비 밀폐공간 경계 명확화 및 진입 차단	무의식적인 진입을 막고 작업 전 측정 필수성 강조	밀폐공간 입구 바닥 도색, 측정 전 진입 금지 차단용 경고판
	대응 공간 내 산소 농도 실시간 정보 제공	내부 작업자가 공기 질 상태를 상시 확인하도록 유도	산소 농도 실시간 전광판, 가스 농도 이상 시 시각 조명
	회복 밀폐공간 환경 정밀 분석 및 이력 관리	사고 발생 공간의 위험 요인을 기록하여 재진입 방지	안전 점검 완료 확인 표지, 작업 허가서 게시 전용 안내판
02. 환기 미흡 상태에서의 산소결핍 빈도 : 362 비율 : 22.05%	대비 상시 환기 체계 구축 및 가시화	공기 흐름이 원활한지 육안으로 확인 가능하게 함	송풍기 작동 확인용 흐름 지표, 환기구 위치 유도선 함
	대응 환기 장비 고지 및 비상 가동 유도	환기 중단 시 즉각 작업 중단 신호 전달	송풍기 고장 알림 경보 시스템, 환기 불량 구역 진입 금지 표식
	회복 환기 시설 보강 및 공기 질 개선	환기 효율을 극대화할 수 있는 구조적 보완	공기 순환용 관로 경로 표시, 환기 성능 점검 이력 카드
03. 불활성 가스·질식성 가스에 의한 산소결핍 빈도 : 298 비율 : 18.15%	대비 가스 유입 경로 차단 및 경고 강화	질식 가스 누출 가능성이 있는 지점을 사전에 고지	가스 배관 용도별 색상 식별 마킹, 가스 누출 위험 구역 경계선
	대응 가스 누출 시 즉각적인 대피 지원	보이지 않는 가스 확산 시 빠른 대피 경로 안내	야광형 대피 유도 화살표, 호흡용 보호구 전용 보관함
	회복 가스 제거(치환) 완료 확인 및 정화	유독 가스가 완전히 제거되었음을 시각적으로 보증	가스 제거 완료 확인 지표, 실내 공기 정화 상태 확인 표식
04. 저장조·탱크·용기 내부 작업 중 산소결핍 빈도 : 241 비율 : 14.67%	대비 탱크 내부 위험 요소 사전 식별	좁고 폐쇄된 내부 구조의 위험성을 진입 전 경고	탱크 입구 위험 그래픽, 내부 작업 표준 수칙 안내판
	대응 작업자 위치 파악 및 상태 모니터링	내부 작업자의 생존 여부를 외부 감독자가 실시간 확인	외부 감시용 상황 알람판, 작업자 위치 식별 표식
	회복 구조용 장비 비치 및 비상 탈출 지원	사고 시 작업자를 신속히 인양할 수 있는 환경 조성	구조용 삼각대 안착 지점 마킹, 비상 인양 로프 보관함

05. 지하·피트·저류 공간에서의 산소결핍 빈도 : 182 비율 : 11.08%	대비	지하 깊이 및 가스 체류 위험 고지	하부로 내려갈수록 높아지는 질식 위험성 경고	지하 입구 질식 위험 대형 그림문자, 맨홀 주변 안전 울타리
	대응	사각지대 위치 식별성 강화	구조자가 사고 지점을 즉시 찾을 수 있게 안내	구역별 대형 식별 번호, 지하 공간 내 위치 유도 마킹
	회복	지하 환기 설비 점검 및 보수	장기 체류 가스 제거 및 지하 환경 개선 기록	지하 환기 시설 작동 점검 표식, 환경 개선 전후 비교 안내판
06. 산소 농도 측정·경보 미흡 빈도 : 76 비율 : 4.63%	대비	측정 장비 비치 및 점검 습관화	작업 전 측정기 사용을 잊지 않도록 행동 유도	측정기 거치대 및 사용법 안내판, 측정기 점검 주기 표식
	대응	경보 신호의 명확성 및 전달력 강화	소음 환경에서도 경보를 즉시 인지하게 함	고휘도 시각 경보등, 전 구역 통합 비상 방송 시스템
	회복	측정 데이터 신뢰성 확보 및 시스템 보완	측정 데이터 자동 기록 및 분석 체계 구축	가스 농도 측정 기록판, 장비 고장 및 교체 안내 표지
07. 구조 요청·구조 과정 중 2차 산소 결핍 빈도 : 31 비율 : 1.89%	대비	구조자 보호 장비 구비 및 행동 지침	무방비한 구조 진입을 막기 위한 장비 비치	구조자 전용 보호구 보관함, 2차 질식 주의 구조 수칙판
	대응	구조 중인 구역의 위험 상태 경고	구조자가 위험 지역에 들어가지 않도록 실시간 안내	구조 구역 진입 통제용 차단봉, 비상 구조 신호 발신기
	회복	구조 장비 정비 및 대응 매뉴얼 고도화	구조 실패 사례 분석을 통한 장비 보완	구조 장비 점검 완료 표식, 비상 대응 시나리오 시각화 보드
08. 구조·설비로 인한 공기 차단 빈도 : 17 비율 : 1.04%	대비	공기 공급 통로 확보 및 폐쇄 방지	의도치 않게 공기 통로가 막히는 상황을 사전 방지	공기 유입구 물건 적치 금지 바닥 마킹, 환기 통로 폐쇄 주의 표식
	대응	공기 공급 차단 시 즉각 알림	신선한 공기 유입이 끊겼을 때 즉각 대피 신호 발신	공기 흐름 감지 및 경보 장치, 비상 공기통 위치 안내 표지
	회복	설비 구조 개선 및 환기량 증대	공기 흐름을 방해하는 설비 배치 수정	설비 재배치 완료 안전 지도, 공기 흐름 최적화 안내 가이드
09. 구조·관리 미흡 상태에서의 산소결핍 빈도 : 4 비율 : 0.24%	대비	이동 경로 격리 및 비산 위험 가시화	액체 상태의 고온 물질 이동 경로를 물리적으로 격리	정기 점검 주기 표식 안내판, 점검 누락 구역 경고 표식
	대응	고온 물질 접근 시 강력한 시각 경고	물질의 유동성을 고려한 유동적 경계선 구축	감시인 미배치 시 진입 금지 표지, 작업 허가 확인 시스템
	회복	잔류 고온 물질 제거 및 바닥 냉각	응고 후에도 남은 열기에 의한 2차 화상 방지	사고 사례 교육용 도식화 보드, 안전 수칙 준수 안내 벽면

⑤ 불균형·무리한 동작

- KOSHA GUIDE: 물체의 취급없이 일시적이고 급격한 행위·동작 등 신체동작(반응)에 의한 경우나, 물체의 취급과 관련하여 근육의 힘을 많이 사용하는 경우로서 밀기, 당기기, 지탱하기, 들어올리기, 돌리기, 잡기, 운반하기 등과 같은 행위·동작
- 산업안전디자인: 작업 환경(높이, 거리)이 인간공학적으로 설계되지 않아, 신체에 과도한 부하를 주는 자세가 강제되는 현상

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 부자연스러운 작업 자세로 인한 사고 빈도 : 486 비율 : 24.05%	대비 작업 높이 최적화 및 환경 구축	허리 굽힘과 팔 뻗음 최소화 배치	신체 조건별 적정 작업 높이 안내선, 인체공학작업 발판
	대응 실시간 자세 교정 유도	작업자가 스스로 자세를 인지하도록 지원	작업 자세 확인용 거울, 몸 비틀림 주의 바닥 그래픽
	회복 자세 불균형 해소 및 휴식 지원	특정 부위 쏠림 해소 공간 제공	신체 균형 회복 기구 구역, 통증 부위별 완화 운동 안내문
02. 과도한 힘 사용으로 인한 사고 빈도 : 421 비율 : 20.83%	대비 중량 인지 및 보조 도구 사용 유도	무게 한계를 시각화하여 인력 운반 억제	중량물 상단 무게 정보 대형 표기, 다인 운반 권장 도식화 안내판
	대응 올바른 힘점 및 동작 안내	신체 부하를 낮추는 힘의 방향 가이드	무릎 굽힘 유도 발바닥 표식, 운반 도구 손잡이 고대비 색상 대비
	회복 근육 긴장 완화 및 작업 조정	피로 누적 부위 인지 및 회복 지원	신체 이완 운동 방법 안내판, 작업 순환 일과표 게시판
03. 반복 동작·피로 누적으로 인한 사고 빈도 : 398 비율 : 19.69%	대비 작업 주기 시각화 및 휴식 강제	동작 사이에 휴식 시간을 디자인적 삽입	휴식 시간 알림 시각 장치, 공정별 근로 시간표
	대응 피로도 자가 진단 및 경보 전파	사고 전 행동 멈춤 유도	집중력 저하 주의 문구, 동료 상태 상호 확인용 표식
	회복 회복 공간 제공 및 업무 순환	고정 동작 탈피 및 신체 활용 다각화	신체 피로 회복실 안내판, 업무 순환 및 교대 기록판

04. 협소 공간에서의 무리한 동작 빈도 : 271 비율 : 13.41%	대비 가동 범위 확인 및 장애물 식별	부딪힐 수 있는 돌출부 사전 인지	돌출부 고획도 야광 표시, 진입 전 충돌 주의 안내판
	대응 최소 작업 반경 및 시야 지원	어두운 곳에서도 안전 동작 가능하게 함	저조도 구간 유도 조명, 위치 식별용 벽면 격자 표시
	회복 공간 구조 개선 및 접근성 보완	무리한 동작 유발 공간의 구조 개선	점검구 확장 안내 표지, 설비 재배치 안전 지도
05. 높은 곳· 불안정한 위치에서 무리한 동작 빈도 : 217 비율 : 10.74%	대비 지지점 가시화 및 안전 구역 설정	안전하게 닫거나 잡을 지점 명확화	사다리 끝단 디딤 금지 표식, 안전 고리 체결 지점 안내판
	대응 중심 이탈 방지 및 추락 경고	신체 중심이 안전 범위를 벗어날 때 경고	난간 외부로 신체 뺨음 금지 도색, 미끄럼 방지 보행면 처리
	회복 안전 시설 점검 및 위치 복구	구조적 결함 보완 및 결과 기록	작업대 수평 확인 지표, 보호 시설 보강 완료 표지
06. 자재·도구 취급 중 무리한 동작 빈도 : 141 비율 : 6.98%	대비 도구 사용 표준화 및 접근성 개선	무리한 사용 방식을 위한 형태 최적화	도구 전용 수납판, 수공구 손잡이 미끄럼 방지 처리
	대응 도구 오사용 방지 및 방향 안내	잘못된 사용으로 인한 무리한 동작 억제	용도 외 사용 금지 그림문자, 자재 취급 회전 반경 표시선
	회복 도구 점검 및 인체공학 도구 교체	노후 도구 퇴출 및 신체 보호 도구 도입	인체공학 도구 교체 주기 알림, 도구 정비 완료 인증 표지
07. 작업 속도·조급함으로 인한 무리한 동작 빈도 : 61 비율 : 3.02%	대비 적정 속도 유도 및 심리 안정	속도 경쟁 제거 및 여유 동선 설계	표준 작업 속도 안내판, 작업 여유 폭 표시 구획선
	대응 서두름에 의한 돌발 행동 인지	사고 위험 지점에서의 멈춤 유도	모퉁이 일단 멈춤 표식, 급회전 및 급가속 금지 그래픽
	회복 작업 흐름 설계 및 정서 안정	사고 원인 분석을 통한 공정 개선	병목 지점 개선 확인 표지, 심리 안정 유도 조명 시스템

08. 보호구·복장 영향으로 인한 불균형 빈도 : 21 비율 : 1.04%	대비 활동성 고려 보호구 표준화	동작 방해 방지를 위한 사이즈 관리	보호구 규격별 색상 구분 보관함, 복장 규정 안내 도식판
	대응 걸림 및 넘어짐 사고 경고	옷차림의 위험성을 시각적 전파	회전체 옷소매 말림 주의 표식, 복장 확인용 전신 거울
	회복 착용감 확인 및 성능 개선	불편함에 의한 미착용 방지 개선	보호구 불편 사항 제보판, 기능성 제품 교체 안내 지표
09. 작업 환경 요인과 결합된 불균형 빈도 : 4 비율 : 0.20%	대비 바닥 평탄화 및 불안정 제거	신체 균형을 깨는 환경 사전 정비	미끄럼 위험 구역 바닥 도색, 단차 구간 교체도 표시 마킹
	대응 환경 변화 따른 행동 수칙 고지	기상 변화 시 균형 유지 행동 유도	난간 손잡이 사용 유도 그래픽, 결빙 구간 방재 도구함 안내
	회복 노면 평탄화 및 인프라 보강	구조적 문제의 영구적 보수	노면 파손 보수 완료 표지, 조명 밝기 보강 확인 지표
10. 기타 불균형·무리한 동작 상황 빈도 : 1 비율 : 0.05 %	대비 비정형 작업 위험 사전 발굴	일상적이지 않은 돌발 동작 예방	오늘의 위험 지점 현황판, 예외 작업용 안전 수칙판
	대응 돌발 상황 위치 식별 및 소통	부상 시 신속 구호 요청 유도	비상 벨 위치 대형 표시, 작업자 상호 확인 표식
	회복 사고 분석 및 재발 방지 대책	원인 규명 및 현장 환류	사고 분석 사례 게시판, 현장 정상화 완료 표지

5) G5_비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형

- 기존 분류체계로 구조화되기 어려운 상황·맥락 중심 사고

① 사업장 내 교통사고

- KOSHA GUIDE: 사업장내의 도로에서 발생한 교통사고
- 산업안전디자인: 사업장 내 도로에서 보행자와 차량의 통행로 구분 및 속도 제한 시설이 없어 발생하는 충돌

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 지게차 주행 중 사고 빈도 : 612 비율 : 22.38%	대비 지게차 전용 통로 및 위험 반경 가시화	지게차와 보행자의 접촉 가능성을 물리적·시각적으로 차단	지게차 전용 주행로 바닥 구획, 회전 반경 위험 표시
	대응 지게차 접근 알림 및 시야 확보	지게차 접근 알림 및 시야 확보	장비 접근 알림 바닥 투사 조명, 사각지대 확인용 광각 반사경
	회복 주행로 상태 점검 및 안전 수칙 환류	사고 발생 지점의 환경 개선 및 안전 운행 데이터 기록	지게차 충돌 방지턱 보강, 주행 속도 기록 및 분석 게시판
02. 작업차량 후진 중 사고 빈도 : 487 비율 : 17.80%	대비 후방 사각지대 인지 및 접근 금지	후진 시 발생할 수 있는 충돌 위험을 사전에 경고	차량 후방 보행 금지 구역 마킹, 후진 알림 장치 점검표
	대응 후진 차량 위치 및 동선 가시화	차량 뒷면의 보행자가 위험을 즉각 인지하도록 유도	후방 접근 주의 반사형 표식, 후진 시 점멸하는 시각 경보등
	회복 후방 감지 시스템 보강 및 이력 관리	후진 사고 원인을 분석하여 보조 장치 개선	차량 감지 장치 점검 인증 표시, 후진 금지 구역 설정 및 안내판
03. 차량·보행자 동선 미분리로 인한 사고 빈도 : 438 비율 : 16.01%	대비 차량 및 보행 동선의 완전 분리 표준화	차량과 사람이 섞이지 않도록 경로를 명확히 구분	보행자 전용 통로 유도선, 차량-보행자 분리용 안전 시설
	대응 교차 지점의 주의 환기 및 정지 유도	동선이 겹치는 구간에서 상호 인지력 극대화	보행 통로 입구 일단 멈춤 표식, 횡단보도 구역 고대비 도색
	회복 동선 재설계 및 분리 시설 보강	사고가 빈번한 동선의 구조적 문제 해결	동선 중첩 구간 우회로 안내판, 차량 진입 억제용 고정 시설물

04. 교차로·회전 구간 사고 빈도 : 362 비율 : 13.23%	대비 교차로 시인성 확보 및 진입 경고	보이지 않는 방향에서의 차량 출현을 예고	교차로 중앙 대형 격자 구획, 회전 구간 서행 안내 바닥 표시
	대응 충돌 위험 지점의 실시간 정보 공유	교차 지점에 차량 접근 시 시각적 신호 제공	차량 진입 감지 바닥 알림등, 회전 구간 반사형 경계 표시
	회복 사각지대 제거 및 교통 체계 정비	회전 구간의 시야 방해물을 제거하고 반사경 보강	시야 확보용 지장물 제거 표시, 반사경 각도 고정 및 관리 지표
05. 적재·하역 작업 중 사고 빈도 : 271 비율 : 9.90%	대비 하역 구역 지정 및 접근 제한	작업 중인 차량 주변에 사람이 들어오지 못하게 함	하역 작업 전용 구역 경계선, 적재함 개폐 시 위험 반경 마킹
	대응 하역 중 하중 균형 및 전도 경고	무게 중심 이탈이나 무너짐 위험을 시각적으로 고지	하역구 수평 확인 지표, 적재물 고정 상태 확인용 반사 표식
	회복 하역장 환경 정비 및 적재 표준화	사고 원인이 된 적재 방식을 수정하고 하역장 보수	하역장 바닥 평탄화 보수 표시, 자재별 표준 적재 높이 안내판
06. 제한속도·운전 부주의로 인한 사고 빈도 : 231 비율 : 8.44%	대비 구간별 제한속도 명시 및 준수 유도	운전자가 속도를 체감하고 스스로 줄이게 함	구간별 제한속도 대형 바닥 표시, 감속 유도용 노면 표시
	대응 속도 위반 알림 및 주의 환기	과속 발생 시 즉각적인 시각적 피드백 제공	실시간 주행 속도 표시 전광판, 운전 주의 문구 게시판
	회복 운행 기록 분석 및 안전 교육 강화	부주의 운전 사례를 시각화하여 현장에 공유	안전 운행 실천 벽면, 과속 다발 지점 주의 표식
07. 야간·저조도 환경에서의 사고 빈도 : 176 비율 : 6.43%	대비 야간 시인성 확보 및 조명 표준화	어두운 환경에서도 차량과 사람을 쉽게 식별하게 함	주요 통로 야광 유도선, 차량 측면 및 후면 반사 표식
	대응 돌발 출현 대비 자가 발광 신호 제공	어두운 곳에서 움직이는 대상의 존재감 부각	작업자용 고휘도 반사 조끼, 저조도 구간 자동 점등 조명
	회복 조명 조도 점검 및 반사 성능 보강	야간 사고 지점의 조도를 분석하여 시설 보완	조명 시설 보강 지표, 반사판 청결 상태 점검표

08. 신호·표지·관리 미흡으로 인한 사고 빈도 : 103 비율 : 3.76%	대비 표준 안전 표지 설치 및 시인성 개선	혼동하기 쉬운 신호나 표지를 단순하고 명확하게 디자인	표준 규격 안전 표지판 일제 정비, 바닥형 보행 신호등
	대응 상황별 가변 신호 제공	작업 상황에 따라 유동적으로 교통 흐름 제어	가변형 방향 지시 안내판, 신호수 전용 위치 마킹
	회복 교통안전 시설물 통합 점검	미비했던 표지판이나 신호 체계를 전면 보수	현장 교통안전 지도, 시설물 파손 신고 시스템
09. 장비·차량 결함으로 인한 사고 빈도 : 45 비율 : 1.64%	대비 차량 정기 점검 및 안전 상태 확인	운행 전 차량의 기계적 결함을 확인하도록 유도	차량 일일 점검 항목 도식판, 타이어 및 제동 장치 마모 한계선 표시
	대응 결함 발생 시 즉각적인 운행 중단 알림	운행 중 이상 징후 발생 시 주변에 위험 전파	고장 차량 부착용 대형 경고 표지, 비상 정지 위치 유도선
	회복 정비 이력 관리 및 노후 차량 교체	결함 원인을 분석하여 정비 주기와 장비를 보완	차량별 정비 이력 관리 시스템, 부품 교체 완료 인증 표시
10. 기상·환경 조건으로 인한 사고 빈도 : 11 비율 : 0.40%	대비 계절적/환경적 온도 위험 정보 상시 공유	폭염/한파 등 현장 전체 환경 온도를 시각화	결빙 위험 구간 상시 안내판, 노면 수분 감지 시 변색되는 경고 표식
	대응 돌발 온도 변화 상황 시 시각 알림	예상치 못한 온도 상승/하강 시 신속한 정보 전파	안개 및 폭설 시 비상 유도등, 제설 장비 보관함 위치 안내
	회복 현장 정상화 및 신체 회복 지원	작업자의 신체 컨디션 회복을 위한 공간 제공	배수 시설 점검 라벨, 미끄럼 방지 포장 완료 확인 표지

② 사업장 외 교통사고

- KOSHA GUIDE: 사업장외의 도로에서 발생한 교통사고와 해상·항공과 관련하여 발생한 교통사고
- 산업안전디자인: 외부 이동 중 도로 위험 요소를 방어할 안전 운전 보조 시스템이나 예방적 관리 체계가 미흡하여 발생하는 사고

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 사업장 진·출입로에서의 사고 빈도 : 486 비율 : 24.49%	대비 진·출입 시야 확보 및 속도 저감	외부 도로와 접하는 구간의 충돌 위험을 사전에 억제	출입구 서행 안내 바닥 표식, 보행자 주의 알림 전광판
	대응 차량 출입 실시간 경고 전파	차량이 드나들 때 보행자가 즉각 인지하도록 유도	바닥 매립형 보행 신호등, 차량 출입 알림 경보등
	회복 진·출입로 구조 개선 및 관리	사고 발생 지점의 시야 방해 요소 제거 및 보수	진출입로 시야 확보용 반사경, 보행 통로 재도색 확인 표지
02. 도로 횡단 중 사고 빈도 : 438 비율 : 22.08%	대비 무단횡단 방지 및 횡단 시설 인지	정해진 구역으로만 건너도록 행동을 유도	횡단보도 방향 유도 화살표, 무단횡단 방지용 낮은 시설물
	대응 횡단 중 차량-보행자 상호 시인성 강화	건너는 중에도 차량이 보행자를 쉽게 보게 함	횡단보도 대기 구역 고대비 도색, 보행자 집중 조명 시스템
	회복 횡단 시설 보강 및 안전 동선 재설정	횡단 사고 빈번 지점의 시설물 전면 점검	횡단보도 위치 최적화 및 증설, 미끄럼 방지 포장 완료 표지
03. 업무 중 외부 도로 주행 사고 빈도 : 391 비율 : 19.72%	대비 안전 운행 수칙 내재화 및 점검	외부 도로 주행 전 사고 예방 환경 조성	차량용 안전 수칙 안내판, 주행 전 타이어 점검 가이드
	대응 돌발 상황 대응 및 시각 정보 제공	주행 중 위험 상황을 빠르게 판단하게 지원	차량 후면 안전거리 유지 반사 표식, 비상용 삼각대 보관함
	회복 운행 기록 분석 및 안전 지도 업데이트	외부 도로 위험 지점 정보를 전사적으로 공유	외부 도로 위험 구역 안내 지도, 주행 사고 분석 게시판

04. 주차장·노상 주차 구역 사고 빈도 : 247 비율 : 12.45%	대비	주차 구역 명확화 및 보행자 보호	주차 중 차량 간 접촉 및 보행자 충돌 방지	주차 구역 경계선 및 보행로 분리 표시, 주차장 내 속도 제한 표시
	대응	주차·출차 시 주변 위험 인지 지원	좁은 공간에서 움직이는 차량의 존재를 전파	주차장 기둥 모서리 반사 보호대, 사각지대 광각 반사경
	회복	주차 공간 재배치 및 시설 보수	사고 원인이 된 주차 구조와 바닥 상태 보완	차량 멈춤턱 위치 조정 및 정비, 주차장 조도 개선 완료 지표
05. 이륜차·자전거 이용 중 사고 빈도 : 196 비율 : 9.88%	대비	보호구 착용 및 전용 통로 유도	개인 이동수단 이용자의 신체 보호와 경로 분리	이륜차 전용 주차 및 대기 구역, 안전모 착용 확인용 거울
	대응	이륜차 존재감 부각 및 충돌 방지	차량 운전자가 이륜차를 쉽게 인지하게 도움	이륜차용 반사 표식 배부, 자전거 우선 도로 안내 표시
	회복	전용 보관소 정비 및 사고 사례 공유	이동수단 고장 여부 점검 및 안전 문화 확산	자전거 점검 및 공기 주입 시설, 이륜차 사고 예방 도식화 안내판
06. 보행 중 환경 요인으로 인한 사고 빈도 : 139 비율 : 7.01%	대비	노면 불안정 요소 제거 및 가시화	걸려 넘어지거나 미끄러질 수 있는 지점 정비	보도블록 단차 구간 고발색 표시, 맨홀 뚜껑 미끄럼 방지 처리
	대응	보행 집중도 향상 및 주의 환기	보행 중 스마트폰 사용 등 부주의 행동 억제	보도 대기선 시선 유도 표식, 발밑 주의 안내 그래픽
	회복	보행 환경 개선 및 장애물 제거	사고를 유발한 보행로의 구조적 문제 해결	노면 평탄화 보수 완료 표지, 보행로 장애물 제거 안내문
07. 교통 신호·표지 미흡으로 인한 사고 빈도 : 56 비율 : 2.82%	대비	교통 표지 시인성 및 위치 표준화	누구나 쉽게 이해할 수 있는 시각 정보 배치	표준 규격 교통 안내판 일제 정비, 바닥형 신호 체계 구축
	대응	상황별 가변 정보 제공	도로 상황 변화에 따른 적절한 행동 지시	가변형 방향 안내 지지대, 임시 작업 구역 교통 통제 시설물
	회복	교통 안전 시설물 종합 점검	미비했던 표지판 및 신호 체계 전면 보수	시설물 파손 신고 시스템, 교통 시설 개선 완료 기록판

08. 보행자 보호 미흡 사고 빈도 : 23 비율 : 1.16%	대비	보행자 우선 구역 선포 및 경계 구축	차량보다 보행자가 우선임을 시각적으로 강조	보행자 우선 도로 대형 바닥 도색, 차량 진입 억제용 고정 시설물
	대응	보행자 보호 구역 내 속도 감속	차량 운전자가 스스로 속도를 줄이도록 유도	과속 방지턱 고대비 도색, 보행자 보호 구역 알림 전광판
	회복	보행자 안전 시설 확충 및 점검	보행자 사고 지점의 보호 시설물 추가 설치	횡단보도 대기용 편의 시설, 보행 안전 보도 확장 기록
09. 기상·환경 조건에 의한 사고 빈도 : 8 비율 : 0.40%	대비	악천후 대비 노면 안전성 강화	비, 눈 시 미끄럼 및 시야 확보 불능 대비	상습 결빙 구간 안내판, 노면 수분 감지 시 변색되는 경고 표식
	대응	기상 악화 시 안전 행동 유도	안개, 폭설 등 시야 제한 시 대피 및 서행 유도	야간 및 안개 시 자가발광 유도등, 제설용 모래함 위치 안내
	회복	기상 피해 복구 및 방재 시설 보강	기상 요인으로 파손된 시설물의 신속한 보수	배수 시설 점검 라벨, 미끄럼 방지 포장 보강 지표

③ 기타·분류불능

- KOSHA GUIDE: 내용 없음
- 산업안전디자인: 예측 불가능한 복합적 요인이나 안전 관리 사각지대에서 발생하는, 명확히 규명되지 않은 물리적 피해

세부 사고 유형(순위)	목표	디자인 역할	아이템(예시)
01. 추락 + 협착 복합 사고 빈도 : 136 비율 : 32.54%	대비 복합 위험 구역 진입 통제	두 가지 위험이 공존하는 지점의 경계 강화	추락 및 끼임 복합 위험 경고판, 비상 정지 장치 위치 유도선
	대응 상부 작업 공간 고정 및 격리	추락 방지와 기계 끼임 위험을 동시 차단	추락 방지 난간 겸용 끼임 보호 가드, 작업대 수평고정 확인 표지
	회복 구조적 안전성 재점검	사고 후 설비와 난간의 결합 상태 보강	고정 부위 풀림 방지 표식, 시설물 강도 보강 완료 기록판
02. 감전 + 추락 복합 사고 빈도 : 112 비율 : 26.79%	대비 사고 시 전류 차단 및 보호	감전 시 신체가 튕겨 나가는 상황에 대비	전류 자동 차단 연동 안전줄, 작업 구역 하부 충격 흡수재
	대응 절연 성능 및 안전 장치 복구	전기 작업 중 추락으로 이어지는 사고 예방	절연 소재 작업 발판, 안전 고리 체결 지점 고휘도 표시
	회복 절연 성능 및 안전 장치 복구	장비의 절연 상태를 재점검하여 안전 보증	절연 저항 측정 완료 라벨, 안전대 부착 설비 정밀 점검표
03. 낙하물 + 넘어짐/충돌 복합 사고 빈도 : 92 비율 : 25.41%	대비 낙하 징후 시 안전 구역 대피	물체 투하 시 발을 헛디디지 않게 유도	대피 방향 안내 야광 화살표, 상부 및 하부 주의 복합 표지
	대응 통로 확보 및 낙하물 차단	위에서 떨어지는 물체와 바닥 장애물 관리	낙하물 방지망 및 통로 유도선, 바닥 물건 적치 금지 구획
	회복 낙하 구역 보강 및 통로 정비	사고 발생 지점의 방호 시설물 재배치	방호 선반 보강 완료 표식, 통로 평탄화 및 보수 기록판
04. 화학물질 누출 + 미끄러짐 빈도 : 87 비율 : 20.81%	대비 오염 구역 격리 및 시각 알림	미끄러운 오염 지점을 인지하여 우회 유도	누출 시 변색되는 경고 표식, 이동식 미끄럼 주의 안내판
	대응 액체 확산 방지 및 마찰 확보	화학물질로 바닥이 미끄러워지는 상황 차단	누출 확산 방지용 경계 마킹, 미끄럼 방지 기능성 바닥 처리
	회복 오염 제거 및 바닥 기능 복구	제독 완료 후 바닥의 마찰력을 정상화	바닥 제독 완료 확인 지표, 미끄럼 방지 성능 재인증 표지

05. 폭발·발열 + 화재·질식 빈도 : 74 비율 : 20.44%	대비 소화 및 탈출 경로 가시화	화재와 연기 속에서도 안전하게 대피 지원	소방 장비 위치 야광 안내판, 비상 대피 조명 시스템
	대응 이상 에너지 감지 및 환기 확보	온도 상승이 화재나 가스로 이어지지 않게 관리	온도 감응 변색 표식, 환기구 위치 및 공기 흐름 유도선
	회복 화기 제거 및 공기 질 정상화	사고 후 잔류 열기와 가스 제거 상태 확인	가스 농도 측정 결과 전광판, 화재 구역 복구 완료 녹색 표지
06. 지하 공간 + 산소결핍 + 추락 빈도 : 64 비율 : 15.31%	대비 내부 위치 및 농도 정보 전파	내부 위험 발생 시 외부로 즉각 신호 전달	작업자 위치 알림 신호 장치, 농도 이상 시 점멸하는 경고등
	대응 입구 통제 및 농도 측정 표준화	진입 전 공기 질과 발판 상태를 동시 점검	지하 입구 산소 농도 표시판, 수직 사다리 안전 등받이
	회복 지하 환기 및 추락 방지 시설 보강	사고 원인을 분석하여 시설물 영구 보수	지하 환기 시설 점검 라벨, 사다리 고정부 강화 완료 표지
07. 기타 복합 사고 빈도 : 63 비율 : 17.40%	대비 돌발 상황 발생 시 신속 소통	복합 사고 지점을 정확히 공유하여 대응 지원	구역별 대형 식별 번호 표시, 비상 연락망 통합 안내판
	대응 다중 위험 요인 통합 관리	현장 내 산재한 다양한 위험을 한눈에 파악	현장 종합 위험 지도, 구역별 필수 보호구 안내판
	회복 복합 위험 분석 및 예방 환류	사고 데이터를 분석하여 안전 시스템 업데이트	사고 원인 분석 게시판, 현장 정상화 안전 승인표
08. 발생 원인 미기재 사례 빈도 : 56 비율 : 15.47%	대비 상황 발생 직후 현장 보존	원인 규명을 위해 현장 상태를 시각적 보존	현장 보존용 안전 경계선, 사고 지점 구획
	대응 원인 기록 체계 표준화	기록 단계에서 원인을 누락하지 않게 설계	사고 원인 분류 선택 보드, 현장 사진 촬영 지점 표시
	회복 원인 분석 결과 현장 공유	누락된 원인을 규명하여 향후 예방책에 반영	분석 완료 사고 사례 게시판, 안전 기록 개선 제안함

09. 작업 행위 정보 누락 사례 빈도 : 43 비율 : 11.88%	대비	작업 중 상태 정보 실시간 공유	현재 진행 중인 행위를 주변에 명확히 알림	가변형 작업 상태 표시판, 신호수 전용 위치 마킹
	대응	작업 허가 및 절차 가시화	어떤 작업을 하는지 누구나 알 수 있게 표시	실시간 작업 내용 게시판, 작업자 직무 식별 게시판
	회복	작업 절차 데이터베이스화	행위 기록을 체계화하여 관리 사각지대 제거	작업 이력 기록 관리함, 공정별 안전 작업 지침서
10. 환경·공간 정보 누락 사례 빈도 : 28 비율 : 7.73%	대비	위치 정보 기반 대응 지원	사고 발생 장소의 정보를 즉각 호출 및 공유	위치 정보 제공용 정보 표시(QR), 구역 번호 포함 비상 벨
	대응	공간 정보의 격리 체계화	사고 지점을 공간적으로 명확히 정의	구역별 바닥 및 기둥 식별 번호 도색, 현장 배치도 안내판
	회복	공간 안전 지도 고도화	사고 빈번 구역을 지도로 시각화하여 공유	공간별 사고 발생 현황 지도, 구역별 안전 등급 표시판
11. 설비·대상 정보 누락 사례 빈도 : 14 비율 : 3.35%	대비	문제 설비의 즉각적 식별	이상 있는 기계를 즉시 구분하도록 유도	고장 설비 부착용 사용 금지 표시, 정비 중 알림 표식
	대응	설비별 고유 식별 체계 구축	사고 대상 기계나 도구 정보를 표준화	설비별 고유 번호판, 도구 사용 이력 관리용 식별 표지
	회복	설비 관리 이력 정비	사고 발생 설비의 정비 및 점검 기록 보완	설비 정비 완료 인증 라벨, 노후 기계 교체 주기 안내판
12. 결과만 기록된 사례 빈도 : 6 비율 : 1.66%	대비	증거 및 흔적 보호 지침 고지	결과 외의 단서를 확보할 수 있도록 안내	사고 흔적 보호 안내문, 현장 증거용 소품 보관함
	대응	사고 과정 기록 프로세스 강화	결과 이전 상황을 기록하도록 시스템 유도	사고 경위 기록 가이드 보드, 사고 전후 비교 사진 부착판
	회복	사고 경위 재구성 및 환류	결과뿐만 아니라 과정을 기록하여 재발 방지	사고 재구성 인포그래픽, 과정 중심 안전 교육 자료
13. 다의적 서술로 분류 불가 사례 빈도 : 5 비율 : 1.20%	대비	상황의 핵심 정보 시각 요약	복잡한 상황을 단순한 기호로 표현	사고 상황 요약용 자석 그래픽, 긴급 보고용 표준 카드
	대응	안전 용어 및 그림 문자 표준화	모호한 표현 대신 명확한 시각 언어 사용	표준 안전 용어 안내판, 사고 유형별 대표 정보 제공
	회복	분류 기준 명확화 및 교육	분류 불가 사례를 분석하여 용어 체계 정비	안전 용어 사전 게시판, 기록 방식 표준화 교육판

제6장 산업안전디자인 표준 모델 가이드

가. 산업안전디자인 로드맵 우선 순위 선정 방법

- 산업안전디자인 로드맵은 거시적 분석에서 미시적 분석으로, 최종적으로는 실행 가능한 로드맵 수립으로 이어지는 체계적인 단계 구성 필요

1) 추진 필요성

① 객관적 근거 기반의 예방 체계 부재

- 기존의 개별 사고 대응 방식에서 벗어나, 국가 승인 통계(KOSIS) 등 객관적 데이터를 활용하여 실효성 있는 예방 대책을 마련

② 반복되는 재해 유형의 고착화

- 산업 현장에서 특정 시점의 우연한 사고가 아닌, 5년 이상 반복적으로 발생하는 고착화된 재해 유형을 선별하여 근본적인 디자인 개입이 필요

③ 사고 발생 맥락의 심층적 이해 부족

- 단순히 '무엇'이 일어났는지가 아니라, 작업 당시의 환경, 행동 패턴, 설비 결함 등 사고의 구체적인 '맥락'을 파악해야 실질적인 개선이 가능

④ 자원 배분의 한계

- 모든 위험 요소를 동시에 해결하기 어렵기에, 빈도가 높고 시급한 분야에 디자인 행정력을 집중하는 '선택과 집중'의 전략적 판단 근거가 요구

2) 주요 목적

① 산업 전반의 공통 표준 모델 제시

- 특정 현장에 국한되지 않고 산업 전반에 공통적으로 적용 가능한 핵심 디자인 가이드라인을 체계화하여 실제 활용도를 향상

② 즉각적인 예방 효과 창출

- 디자인적 개선만으로도 즉각적인 사고 예방 효과를 볼 수 있는 핵심 아이템을 도출하여 현장 안전성을 강화

③ 통합적 안전 시스템 구축

- 개별 사고 대응을 넘어 유사한 사고들을 포괄적으로 예방할 수 있는 '대비-대응-회복' 관점의 통합 안전 디자인 프로세스를 구축

④ 실행 가능한 단계별 이행 로드맵 확정

- 위험도와 파급력을 종합 평가하여 단기, 중기, 장기별로 이행할 수 있는 최종 순위를 확정하고 체계적인 보급을 도모

3) 우선순위 선정 전략

① STEP 01. 거시적 빈도 분석(Macro-Analysis)

- KOSIS 산업재해 발생 형태의 5개년(2020~2024) 빈도를 분석하여 최우선 관리 대상을 설정

(1) 데이터의 객관성 확보

- 국가 승인 통계인 KOSIS 데이터를 활용하여 로드맵의 기초가 되는 최우선 관리 대상(High-Level Targets)을 객관적으로 설정

(2) 트렌드 파악

- 5년 치 데이터를 분석하여 반복적으로 발생하는 고착화된 재해 유형을 선별

(3) 자원 배분의 효율성

- 가장 빈번한 재해 유형에 디자인 행정력을 집중하여 예방 효율을 극대화하는 ‘선택과 집중’의 근거를 마련

② STEP 02 .미시적 사고 메커니즘 분석(Micro-Analysis)

- 산업안전보건공단에서 제시하는 세부 사고 사례(2004~2025년 총 3,487건을 정밀 분석)

(1) 사고의 ‘맥락’ 파악

- 구체적인 사례 분석을 통해 당시의 작업 환경, 행동 패턴, 설비 결함 등 세부 상황을 파악

(2) 디자인 개입 요소(Touchpoints) 발견

- 산업안전디자인 체계(대비-대응-회복)를 적용할 수 있는 구체적인 지점을 선정

(3) 실효성 있는 우선순위 재조정

- 디자인적 개선만으로도 즉각적인 예방 효과를 볼 수 있는 과제를 도출

③ STEP 03. 표준모델 아이템 통합 및 우선순위 확정(Action-Roadmap)

- KOSIS 빈도 분석과 세부 사고 사례(3,487건)의 빈도 분석을 통합하여 최종 순위를 확정

(1) 현장 적용성 강화

- 핵심 디자인 가이드라인(표준모델)으로 체계화하여 실제 현장에서의 활용도와 안전 환경을 개선

(2) 확산 가능한 시스템 구축

- 개별 사고 대응이 아닌 유사 사고를 포괄적으로 예방할 수 있는 통합적 안전 시스템 및 표준을 제시

(3) 단계별 이행 계획 수립

- 도출된 핵심 아이템의 치명도(시급성)와 파급력(확산성)을 종합 평가하여 단기·중기·장기별 로드맵을 확정

나. 로드맵 제시를 위한 세부내용 분석

1) KOSIS 산업재해 발생형태 5개년 순위별 빈도수(2020~2024년도)

- 국가 승인 통계인 KOSIS 데이터를 활용하여 2020년부터 2024년까지 최근 5년간의 산업재해 발생 형태를 거시적 관점에서 분석
- 주관적 판단을 배제한 객관적 지표를 바탕으로 예방 행정의 '선택과 집중'을 위한 근거 마련
- 산업 현장의 재해는 특정 시점의 우연한 사고가 아니라 구조적으로 반복되는 형태
- 누적 빈도가 높은 상위 재해 유형을 'High-Level Targets'로 설정하고, 해당 유형에 최적화된 예방 솔루션을 개발·보급함으로써 자원 배분의 효율성을 극대화
- 본 절의 분석은 2단계 구조로 진행 하였으며, 첫째 거시적 빈도 분석(KOSIS 5개년 통계, 전체 641,007건)으로 우선 관리 대상 선정, 둘째 미시적 사고 메커니즘 분석(산업안전포털 업종별 사고사례 3,487건)으로 세부 원인 및 디자인 개입 지점 도출
- 641,007건은 '어떤 사고 유형을 우선 다룰 것인가'를 정하는 거시 지표, 3,487건은 '해당 유형이 왜·어떻게 발생하는가'를 정밀 분석하는 미시 표본으로, 상호 보완적 관계이며 중복 집계 아님

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	계	순위
1. 떨어짐	14,406	14,775	14,387	14,357	14,655	72,580	3
2. 넘어짐	20,659	23,957	25,084	28,228	28,244	126,172	1
3. 부딪힘	7,503	8,219	9,283	10,218	11,220	46,443	6
4. 물체에 맞음	7,248	8,360	8,252	8,264	7,876	40,000	7
5. 무너짐	535	510	466	597	538	2,646	14
6. 끼임	12,894	13,668	13,368	13,173	12,941	66,044	4
7. 절단·베임·찢림	10,374	11,085	10,514	10,328	10,611	52,912	5
8. 감전	341	346	320	346	271	1,624	17
9. 폭발·파열	274	230	269	274	331	1,378	18
10. 화재	275	241	236	205	287	1,244	19
11. 깔림·뒤집힘	2,201	2,436	2,801	3,299	3,309	14,046	11
12. 이상온도 물체접촉	3,666	3,884	4,281	4,838	4,856	21,525	10
13. 빠짐·익사	14	12	15	16	20	77	23
14. 광산사고	0	0	0	0	0	0	25
15. 불균형 및 무리한 동작	4,343	5,651	7,187	7,368	8,073	32,622	9
16. 화학물질 누출·접촉	324	327	357	465	502	1,975	16
17. 산소결핍	14	7	7	13	7	48	24
18. 사업장 내 교통사고	55	69	55	77	115	371	20
19. 사업장 외 교통사고	5,478	6,814	7,896	7,943	8,200	36,331	8
20. 업무상질병	15,996	20,435	23,134	23,331	26,998	109,894	2
21. 체육행사 등의 사고	836	662	1,418	2,291	2,383	7,590	12
22. 폭력행위	435	465	483	558	733	2,674	13
23. 동물상해	435	496	474	535	549	2,489	15
24. 기타	40	23	27	36	19	145	22
25. 분류불능	33	41	34	36	33	177	21

- 산업안전보건공단 산업안전포털의 업종별 사고사례 3,487건을 G1~G5 그룹별로 분류하고, 세부 사고 원인을 빈도순으로 정리
- 중분류에서 빈도수가 0인 항목 및 업무상 질병은 보건영역으로 최종 중분류에서 제외 (25개 중 4개의 항목 제외로 21개로 정리)
- 세부사고 유형에서 빈도수가 0인 항목 제외 (210개 중 6개 항목 제외로 204개로 정리)
- 총 5개 그룹, 21개 중분류, 204개 세부 사고 유형 - 대비·대응·회복 3단계 방안 총 612개 도출
- 각 항목은 그룹 / 사고 유형 / 세부 사고 원인(빈도 순위) 3개 열로 구성되어 디자인 개입 우선순위 지점을 구체적으로 특정
- 아래 표는 G1~G5 그룹별 분석 결과 범위를 요약한 것이며, 이후 그룹별 세부 분석 표가 이어짐

그룹	중분류 수	세부 사고 유형 수	대비+대응+회복 총합	분석 대상 사고 유형
G1. 추락·전도·낙하	5개	49개	147개	‘떨어짐’, ‘넘어짐’ ‘빠짐익사’, ‘깔림뒤집힘’, ‘광산지하사고’
G2. 끼임·감김·충돌	4개	41개	123개	‘끼임’, ‘절단베임찢림’ ‘부딪힘’, ‘물체에 맞음’
G3. 붕괴·화재·폭발	3개	31개	93개	‘무너짐’, ‘폭발발열’, ‘화재’
G4. 유해물질 노출·질병	5개	50개	150개	‘감전’, ‘이상온도’, ‘화학물질’, ‘산소결핍’, ‘무리한 동작’
G5. 비상·예외·관리 부재	3개	33개	99개	‘사업장 내 교통사고’, ‘사업장 외 교통사고’, ‘기타, 분류불능’
전체 합계	21개	204개	612개	

- G1~G5: 사고 발생 특성이 유사한 유형을 묶은 5개 상위 군집 단위
- 중분류: 각 그룹 내 사고 양상에 따라 세분화한 단위
(총 25개 중 빈도수가 0인 3개 및 업무상 질병 항목 제외)
- 세부 사고 유형: 중분류를 다시 구체적 사고 발생 형태로 나눈 최소 분석 단위
(총 210개 중 빈도수가 0인 6개 항목 제외)
- 대비·대응·회복: 사고 발생 전(예방 설계)·중(즉각 대응)·후(피해 회복 및 재발 방지)
3단계 디자인 개입 체계

2) 산업안전포털 내 업종별 사고사례 3,487건 데이터 분석

- 안전보건공단에서 제공하는 사고 사례의 분석을 통해 사고의 맥락 파악
- 세부적인 사고의 원인에 따른 디자인 개입요소의 지점 선정

그룹	사고 유형	세부 사고 유형
G1 추락·전도·낙하 위험 사고 유형	① 떨어짐(추락)	01. 비계·작업발판 관련 추락
		02. 지붕·상부 구조물 관련 추락
		03. 고소작업대·리프트 관련 추락
		04. 개구부(맨홀·피트·슬래브) 관련 추락
		05. 임시 통로·이동 중 추락
		06. 조선·대형 구조물 상부 추락
		07. 사다리 관련 추락
		08. 기타 작업 행위 중 추락
	② 넘어짐 (슬립·트립)	01. 자재·물건·적치물에 걸림
		02. 전선·호스·케이블로 인한 걸림
		03. 경사로·비탈길에서의 넘어짐
		04. (단차·요철) 바닥 불균형으로 인한 실족
		05. 임시 통로·가설구조물에서의 넘어짐
		06. 바닥 물기·액체
		07. 이동·작업 행위 중 균형 상실
		08. 계단 관련 넘어짐
		09. (시야·조도)환경 조건으로 인한 넘어짐
		10. 기름·윤활유·화학물질
		11. 기타 넘어짐 상황
	③ 빠짐·익사 (개구부·수변)	01. 바닥 개구부(피트·슬래브)로 빠짐
		02. 맨홀·점검구로 빠짐
		03. 개구부·수공 주변 이동 중 빠짐
		04. 수변·수로·저류 공간에서의 익사
		05. 유지보수·점검 중 빠짐
		06. 보호·차단 미흡 상태에서 빠짐
		07. 탱크·저장조·수조 내부로 빠짐
		08. 작업 행위 중 인지 실패로 인한 빠짐
		09. 밀폐 수공간 작업 중 익사
		10. 기타 빠짐·익사 상황
	④ 깔림·뒤집힘 (전도 포함)	01. 차량·중장비 전도
		02. 중량물 전도에 의한 깔림
		03. 자재·적재물 붕괴로 인한 깔림
		04. 해체·철거 작업중 깔림
		05. 지반·바닥 불안정으로 인한 전도
		06. 장비 전락·넘어짐으로 인한 깔림
		07. 구조물·설비 일부 전도로 인한 깔림
		08. 작업 행위 중 전도 유발 깔림
		09. 적재함·플랫폼 전도로 인한 깔림
		10. 기타 깔림·전도 상황
	⑤ 광산·지하사고	01. 지하 공간 구조 인지 실패로 인한 사고
		02. 협소·밀폐된 지하 공간 작업 중 사고
		03. 지하 설비·배관·전선 작업 중 사고
		04. 환기 불량·공기질 문제로 인한 사고
		05. 지하 공사·굴착 중 사고
		06. 침수·습윤 환경으로 인한 지하사고
		07. 이동·피난·비상 상황 중 지하사고
		08. 저조도·시야 확보 불량으로 인한 지하사고
		09. 작업 절차·관리 미흡으로 인한 지하 사고
		10. 기타 지하사고 상황

그룹	사고 유형	세부 사고 유형
G2 끼임·감김·충돌 위험 사고 유형	① 끼임(협착)	01. 컨베이어·이송설비 협착
		02. 프레스·압착 설비 협착
		03. 회전체·롤러·회전부 협착
		04. 자동화 설비·로봇 협착
		05. 장비·구조물 사이 협착
		06. 중량물 이동·취급 중 협착
		07. 고소작업대·리프트 협착
		08. 차량·이동장비 협착
		09. 가동부·개폐부 협착
		10. 작업 행위 중 예기치 않은 협착
		11. 기타 협착 상황
	② 절단·베임·찢림	01. 절단기·절삭기 사용 중 절단
		02. 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임
		03. 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임
		04. 날카로운 자재·부품에 의한 베임
		05. 자동화·기계 가공 중 절단·베임
		06. 해체·정리 작업 중 베임
		07. 찢림(뺏족한 물체 접촉)
		08. 보호구·방호 미흡 상태에서의 베임
		09. 작업 행위 중 예기치 않은 베임·절단
		10. 기타 절단·베임·찢림 상황
	③ 부딪힘(충돌)	01. 이동 중 구조물·고정물에 부딪힘
		02. 차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)
		03. 차량·이동장비 간 충돌
		04. 장비 회전·작동 반경 내 충돌
		05. 방향 전환·후진 중 충돌
		06. 자재·적재물과의 충돌
		07. 시야·조도 부족으로 인한 충돌
		08. 문·가동 구조물에 의한 충돌
		09. 작업 행위 중 예기치 않은 충돌
		10. 기타 충돌 상황
	④ 물체에 맞음 (낙하물 등)	01. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격
		02. 공구·부품 낙하로 인한 타격
		03. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격
		04. 적재물 붕괴·전도로 인한 타격
		05. 비래물·파편에 의한 타격
		06. 구조물·설비 일부 이탈로 인한 타격
		07. 상·하부 동시 작업 중 타격
		08. 이동 중 낙하물·이탈물에 의한 타격
		09. 작업 행위 중 의도치 않은 물체 타격
		10. 기타 물체 타격 상황

그룹	사고 유형	세부 사고 유형
G3 붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	① 무너짐(붕괴)	01. 거푸집·동바리 붕괴
		02. 토사·지반 붕괴
		03. 가설 구조물 붕괴
		04. 데크플레이트·바닥 구조 붕괴
		05. 적재 구조 붕괴
		06. 구조물 일부 붕괴·탈락
		07. 해체·철거 작업 중 붕괴
		08. 지하·밀폐 공간 구조 붕괴
		09. 작업 중 예기치 않은 붕괴
		10. 기타 붕괴 상황
	② 폭발·발열	01. 가스 누출·축적 후 폭발
		02. 용접·절단 작업중 가스 폭발
		03. 압력용기·탱크 폭발
		04. 화학물질 반응에 의한 폭발·급격 발열
		05. 분진·가연성 분말 폭발
		06. 연료·유증기 착화 폭발
		07. 설비 과열로 인한 발열·분출
		08. 전기적 원인에 의한 발열·폭발
		09. 밀폐·협소 공간 내 폭발
		10. 작업 절차·관리미흡으로 인한 폭발·발열
	③ 화재	01. 용접·절단 작업 중 화재
		02. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재
		03. 전기적 원인에 의한 화재
		04. 가스·연료 착화로 인한 화재
		05. 설비 과열로 인한 화재
		06. 화학물질 반응·발열로 인한 화재
		07. 분진·가연성 분말에 의한 화재
		08. 저장·적치 공간에서의 화재
		09. 작업 종료 후 관리 미흡으로 인한 화재
		10. 화재 확산·대응 미흡 상황
		11. 기타 화재 상황

그룹	사고 유형	세부 사고 유형
G4 유해물질 노출 및 질병 사고 유형	① 감전	01. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전
		02. 전원 차단 미실시 상태에서의 감전
		03. 접지 불량·누전으로 인한 감전
		04. 습윤·침수 환경에서의 감전
		05. 자동설비·제어반 작업 중 감전
		06. 임시 전기 설비·전동 공구 사용 중 감전
		07. 차량·중장비와 전선 접촉에 의한 감전
		08. 고소·협소 공간에서의 감전
		09. 보호구·안전장치 미흡 상태에서의 감전
		10. 작업 행위 중 예기치 않은 감전
	② 이상온도 물체 접촉	01. 고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상
		02. 고온 배관·배출부 접촉에 의한 화상
		03. 스팀·고온 유체 분출 접촉
		04. 용융 금속·고온 물질 접촉
		05. 저온 설비·물체 접촉에 의한 동상
		06. 고온·저온 상태 인지 실패로 인한 접촉
		07. 보호구 미착용 상태에서의 접촉
		08. 이동·작업 중 우발적 접촉
		09. 유지보수·점검 중 접촉
		10. 기타 이상온도 접촉 상황
	③ 화학물질 누출·접촉	01. 용기·배관 파손으로 인한 누출
		02. 취급·이송 작업 중 누출
		03. 혼합·반응 작업 중 누출·접촉
		04. 비산·증기 노출
		05. 세정·청소 작업 중 화학물질 접촉
		06. 저장·보관 중 누출
		07. 화학물질 오인·오취급
		08. 설비 점검·유지보수 중 접촉
		09. 보호구 미착용 상태에서의 접촉
		10. 화학물질 누출 후 2차 사고
		11. 기타 화학물질 누출·접촉 상황

G4 유해물질 노출 및 질병 사고 유형	④ 산소 결핍	01. 밀폐공간 진입 후 산소결핍
		02. 환기 미흡 상태에서의 산소결핍
		03. 불활성 가스·질식성 가스에 의한 산소결핍
		04. 저장조·탱크·용기 내부 작업 중 산소결핍
		05. 지하·피트·저류 공간에서의 산소결핍
		06. 산소 농도 측정·경보 미흡
		07. 구조 요청·구조 과정 중 2차 산소 결핍
		08. 구조·설비로 인한 공기 차단
		09. 구조·관리 미흡 상태에서의 산소결핍
	⑤ 불균형·무리한 동작	01. 부자연스러운 작업 자세로 인한 사고
		02. 과도한 힘 사용으로 인한 사고
		03. 반복 동작·피로 누적으로 인한 사고
		04. 협소 공간에서의 무리한 동작
		05. 높은 곳·불안정한 위치에서 무리한 동작
		06. 자재·도구 취급 중 무리한 동작
		07. 작업 속도·조급함으로 인한 무리한 동작
		08. 보호구·복장 영향으로 인한 불균형
		09. 작업 환경요인과 결합된 불균형
		10. 기타 불균형·무리한 동작 상황

그룹	사고 유형	세부 사고 유형
G5 비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	① 사업장 내 교통사고	01. 지게차 주행 중 사고
		02. 작업차량 후진 중 사고
		03. 차량·보행자 동선 미분리로 인한 사고
		04. 교차로·회전 구간 사고
		05. 적재·하역작업 중 사고
		06. 제한속도·운전 부주의로 인한 사고
		07. 야간·저조도 환경에서의 사고
		08. 신호·표지·관리 미흡으로 인한 사고
		09. 장비·차량 결함으로 인한 사고
		10. 기상·환경 조건으로 인한 사고
	② 사업장 외 교통사고	01. 사업장 진·출입로에서의 사고
		02. 도로 횡단 중 사고
		03. 업무 중 외부 도로 주행 사고
		04. 주차장·노상 주차 구역 사고
		05. 이륜차·자전거 이용 중 사고
		06. 보행 중 환경 요인으로 인한 사고
		07. 교통 신호·표지 미흡으로 인한 사고
		08. 기상·환경 조건에 의한 사고
		09. 보행자 보호 미흡 사고
		10. 기타 사업장 외 교통사고 상황
	③ 체육행사 등 사고	내용 없음
	④ 폭력행위	내용 없음
	⑤ 동물상해	내용 없음
	⑥ 기타, 분류불능	01. 추락 + 협착 복합 사고
		02. 감전 + 추락 복합 사고
		03. 낙하물 + 넘어짐/충돌 복합 사고
		04. 화학물질 누출 + 미끄러짐
		05. 폭발·발열 + 화재·질식
		06. 지하 공간 + 산소결핍 + 추락
		07. 기타 복합 사고
		08. 발생 원인 미기재 사례
		09. 작업 행위 정보 누락 사례
		10. 환경·공간 정보 누락 사례
		11. 설비·대상 정보 누락 사례
		12. 결과만 기록된 사례
		13. 다의적 서술로 분류 불가 사례

다. 로드맵 제시를 위한 우선 순위 선정

1) 우선 순위 선정 프로세스

① 거시적 빈도 분석

- 국가 승인 통계인 KOSIS 산업재해 발생형태 5개년(2020~2024) 데이터를 활용 (전체 641,007건의 데이터를 분석하여 재해의 빈도수를 파악)
- 특정 시점의 우연한 사고가 아닌, 반복적으로 발생하는 고착화된 재해 유형을 선별
- 로드맵의 기초가 되는 최우선 관리 대상(High-Level Targets)을 객관적으로 설정

② 미시적 사고 메커니즘 분석

- 사고 당시의 작업 환경, 행동 패턴, 설비 결함 등 구체적인 '맥락'을 파악 (예시) '넘어짐'(거시 분석 1위, 126,172건)을 대상으로 바닥 미끄러짐·단차 걸림 등 발생 맥락을 분석하여 미끄럼방지 바닥재(대비)·위험구간 경고 신호(대응)·동선 재설계 가이드(회복) 등 디자인 개입 지점을 도출
- 디자인 개입 요소(Touchpoints)를 발견하여 대비-대응-회복 관점의 솔루션을 적용할 지점을 선정
- 디자인 개선만으로 즉각적인 예방 효과를 볼 수 있는 과제를 도출하여 실효성 있게 순위를 재조정

③ 표준모델 통합 및 우선순위 확정

- 앞선 단계의 분석 결과를 통합하여 최종적인 이행 계획을 수립
- 핵심 디자인 가이드라인(표준모델)을 구축하여 현장의 활용도를 높이고 안전한 환경을 제공

2) 세부 우선순위 선정 기준 및 분류

① 치명도(시급성)

- 사고 발생 빈도가 높거나 피해 정도가 심각하여 즉각적인 조치가 필요한 정도

② 파급력(확산성)

- 산업 전반에 공통적으로 적용 가능하며 표준화 효과가 큰 정도

① KOSIS 산업재해 발생형태 빈도분석의 우선순위 선정		세부 사고 유형(순위)									
G1 추락·전도·낙하 위험 사고 유형	넘어짐	② 산업안전보건공관에서 제공하는 세부사고사례 3,487건 분석을 통한 세부 사고 유형 선정									
		비계·작업판만 바닥 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐 계단 미끄러짐	지붕·상부 구조물 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	고소작업(대) 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	개구부(문을) 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	임시 동로 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	조선·대형 구조물 상부 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	사다리 안전 띠 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락	기타 작업 행위 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락 작업 중 추락		
G1 추락·전도·낙하 위험 사고 유형	G1 넘어짐 (슬람·트립)	③ 작업자의 이동·위험 변화 및 공간 구조와 직접적으로 연관된 위험									
G2 끼임·감금·충돌 위험 사고 유형	G2 넘어짐 (슬람·트립)	사람이 계획 밖인 또는 정해진, 통제 등에서 구분하거나 여자는 경우									
G3 붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	G3 넘어짐 (슬람·트립)	보행로의 바닥 바닥에 부속하고 그림자나 조형·사자 확보 설계(경로)로 인해 중심을 잃고 쓰러지는 발생									
G4 유해물질 노출 및 질병 사고 유형	G4 넘어짐 (슬람·트립)	목표									
G5 비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	G5 넘어짐 (슬람·트립)	디자인 역할									
		자재·물건·작업물에 걸림		대상		통로 내 돌출부 시인성 강화	보행로에 하마나 장애물 제거 작업하게 함		차량 안전 시설 표시, 통로를 주의 배역 표시		
		비율: 1:0.1 비율 - 15.56%		대책		지체 보관 구역 명확화 및 동선 분리	통로에 물건을 두지 않도록 공간을 구획함		작업 인원 구역 표시선, 통로 확보 금지 표시		
				대책		통로 환경 정비 및 적재 표준화	감람 요소를 제거하고 정리 정돈 상태 유지		작업 상태 점검표, 작업 구역 관리		
		③ 관련 사고의 산업안전디자인 프로세스의 디자인 요소들에 대한 우선 디자인 계획 수립 필요									
		비상·예외 상황, 통로 구조 안전 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									
		경로 안전 표시, 배역 표시									

라. 가이드라인 구성 체계(예시)

- 산업 현장의 안전을 확보하기 위한 '산업안전디자인 표준 모델 가이드'의 효율적인 정보 전달 체계와 이를 수립하기 위한 방안 분석

1) 가이드라인 주요 구성 요소

- 사용자가 사고 유형을 명확히 인지하고 실질적인 디자인 대안을 도출할 수 있도록 다음과 같이 구성

① 사고 현황 및 정의

(1) 그룹 및 사고 유형

- 공간 및 이동 기반 사고 등 대분류와 세부 사고 명칭을 제시
(예: G1_공간·이동 기반 사고 유형 - 떨어짐)

(2) 세부 유형의 정의

- 해당 사고가 발생하는 물리적 상황이나 환경적 정의를 기술

(3) 사고 사례

- 비슷한 유형의 실제 사고 사례를 시각화하여 관련 사고에 대한 이해도를 높이고 예방의 필요성을 강조

② 디자인 해결 방안

(1) 디자인 적용 방안

- 정의된 사고 유형에 적합한 구체적인 디자인 개입 방향을 제시

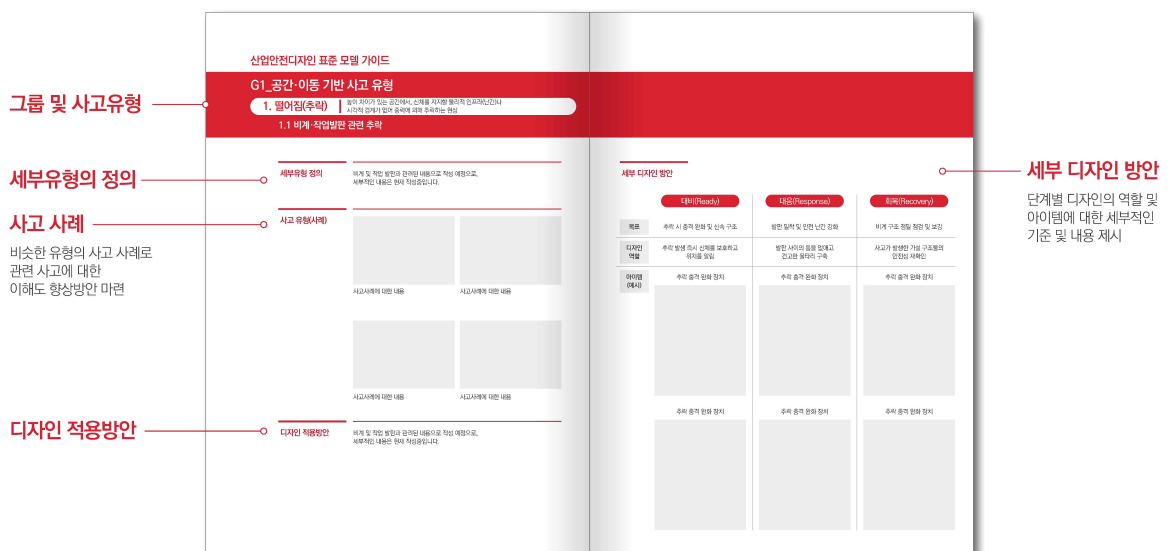
(2) 세부 디자인 방안(대비·대응·회복)

- 단계별 디자인의 역할과 아이템에 대한 세부적인 기준을 제시

(가) 대비(Ready): 사고 발생 전 징후를 감지하거나 위험을 방지하기 위한 구조적 예방

(나) 대응(Response): 사고 발생 시 신속한 조치와 피해 최소화를 위한 가이드

(다) 회복(Recovery): 사고 이후 재발 방지 및 안전한 환경 재구축을 위한 정밀 점검 및 보강



마. 산업안전디자인 제언

- 산업안전디자인의 역할을 단순 매체 보조 수단에서 벗어나 사고예방·사용자 인지·법제도 대응·사회적 책임을 아우르는 전략적 설계 주체로 확장하기 위한 진흥사업 방향 제언

① DESIGN의 전략적 다양화를 통한 개입

- 산업현장에서의 안전디자인이 '매체적 요소'에서 '주체적 요소'로 확장
- 사고예방 및 대응 / 사용자 중심 인지 / 법적·제도적 대응 / 사회적 책임 제고
- 산업안전 대비 디자인 / 산업안전 대응 디자인 / 산업안전 회복 디자인
- 안전 공간, 매체, 시설, 도구, 정보 매체 → 안전 관리, 프로그램, 법, 제도, 운영, 방식 → 안전 가치, 행동, 의식, 행태, 문화

Space	Information	Human Factor	System	Tech
물리적 시설 환경 및 공간 조닝 디자인 기반	정보 및 시각 디자인 기반 접근	문화 및 행동 기반 접근	시스템 및 정책 기반 접근	기술 융합 전략

(1) 산업안전 대비 디자인(예시)

- DX-Safe Color 기반 '위험구역 조닝·동선 시각정보 체계 디자인'
- 협착·시야 사각지대 대응 'ITCP(내부교통) 시스템 디자인'
- 분진·비산·축적 위험 인지를 위한 '임계선 인지 행동유도 디자인'
- DfS/PtD '설계단계 안전 내재화(전생애주기) 디자인 가이드'

(2) 산업안전 대응 디자인(예시)

- 복합사고 신속 공유 '사고 긴급보고 표준카드 디자인' 과제
- '유도 위치 표준화·공통 신호체계 커뮤니케이션 디자인'
- '정지→대피→통제→신고' 커뮤니케이션 디자인 패키지
- 상황 반응형 '색채·패턴·소리+투사형 경고 기호(DX) 통합 디자인'

(3) 산업안전 회복 디자인(예시)

- 사고 분류·기록 표준화 '안전 용어·그림문자 표준+용어 사전, DB구축' 과제
- 안전디자인 내재화 '기업용 매뉴얼·현장 교육 패키지 디자인'
- Zero-Accident 'Design Toolkit·TBM 연계 안전문화 디자인' 과제
- 근로자 회복탄력성 '멘탈케어·사회적/녹색 처방 안전 프로그램 디자인' 과제

② 부록 참고

- 산업안전디자인 개발 목표 및 핵심과제에 대한 내용 부록 참고

2) 소결

① "어떤 사고부터 디자인으로 손봐야 하는가"를 정하는 이유와 목표를 제시

- 객관적 근거 부재·재해 유형 고착화·맥락 이해 부족·자원 배분 한계를 추진 필요성으로, 산업 전반 공통 표준모델 제시와 단계별 이행 로드맵 확정을 목표로 설정

② 거시(국가통계)와 미시(사고사례) 분석을 결합한 3단계(STEP) 방법을 적용화

- KOSIS 5년치(2020~2024, 641,007건) 데이터로 우선순위 후보를 좁히고(1위 넘어짐 126,172건·2위 업무상질병 109,894건·3위 떨어짐 72,580건), 사고사례 3,487건으로 발생 맥락을 분석해 5장의 645개 디자인 방안과 결합

③ 우선순위 기준을 "치명도"와 "확산성" 두 가지로 단순화

- 시급성(치명도: 빈도가 높거나 피해가 심각한 정도)과 파급력(확산성: 여러 업종에 공통 적용 가능한 정도) 두 기준으로 디자인 행정력 집중 대상을 결정

④ 현장 적용 가이드라인의 형태를 두 단계로 구성

- 사고현황 및 정의(그룹·세부유형·사고사례)와 디자인 해결 방안(대비·대응·회복) 2단 구조로 가이드라인을 구성하고, Space·Information·Human Factor·System·Tech 5축을 통합한 제언(위험구역 시각화, 사고긴급보고 카드, 안전용어 DB 등)을 제시

⑤ 결론

- 어떤 사고를 먼저 다룰지는 국가통계(거시)와 실제 사고사례(미시)의 결합분석으로 객관화하고, "치명도"와 "확산성" 두 기준으로 우선순위를 매기는 표준화된 절차를 완성

제7장 산업안전디자인 핵심과제 선정

가. 산업안전디자인 핵심과제 30선 선정 근거

1) 선정기준

선정기준	정의	적용 방식	데이터 근거
기준 1 사고 발생 빈도	산업안전포털 사고사례 3,487건을 G1~G5 그룹별로 분류하고 세부유형별 발생 빈도 및 비율을 산출하여 상위 항목을 1차 추출	빈도·비율 수치 원문 그대로 인용(가공·조작 없음)이상	보고자료 「산업안전디자인 표준모델 로드맵 개발연구 보고자료」
기준 2 적용 범위	단일 업종에 국한되지 않고 건설·제조·물류 등 복수 업종에 공통 적용 가능한 유형을 우선 선정	복수 업종 공통 적용 가능 여부 및 소규모 사업장 포함 여부 확인	사고사례 업종 분포 「산업안전디자인 표준모델 로드맵 개발연구 보고자료」
기준 3 디자인 개입 실효성	해당 사고유형에 대해 현행 법령 의무 규정 또는 국제표준이 존재하는지 확인 법령 의무 규정이 존재하는 유형은 디자인 솔루션 적용 시 법적 정당성 확보 가능	산업안전보건기준에 관한 규칙 현행 조문 전수 확인 및 국제표준(ISO·KS) 연계 가능 여부 확인	산업안전보건기준 규칙 현행 중대재해법 ISO/KS

① 기준 1: 사고 발생 빈도

- 산업안전포털 사고사례 3,487건을 G1~G5 그룹별로 분류하고 세부유형별 발생 빈도 및 비율을 산출하여 상위 항목으로 1차 추출 진행

- (1) 분석 대상: 산업안전포털 사고사례 전수 3,487건
- (2) 분류 체계: G1(떨어짐·깔림·빠짐), G2(끼임·낙하·절단·부딪힘), G3(붕괴·화재·폭발), G4(감전·산소결핍), G5(사업장 내 교통)
- (3) 출처: 산업안전디자인 로드맵 개발연구 「산업안전디자인 표준모델 로드맵 개발연구 보고자료」 - 빈도 수치 원문 그대로 인용(가공·조작 없음)

② 기준 2: 적용 범위

- 단일 사업장 또는 단일 업종에 국한되지 않고, 건설·제조·물류 등 복수 업종에 공통 적용 가능한 유형을 우선하였으며, 적용 범위가 넓을수록 표준모델로서의 확장성이 높음

- (1) 복수 업종 공통 적용 가능 여부 확인
- (2) 소규모 사업장 포함 적용 가능 여부 확인

③ 기준 3: 디자인 개입 실효성

- 해당 사고유형에 대하여 현행 법령상 의무 규정이 존재하는지, 국제 표준과의 연계 가능한지를 확인하였으며, 법령 의무 규정이 존재하는 유형은 이미 국가가 해당 유형을 위험한다는 것으로 인정한 것으로 디자인 솔루션 적용시 법적 정당성 확보

(1) 산업안전보건기준에 관한 규칙(현행): 30선 전 항목 관련 조문 존재 확인 완료 (20241229(기준))

(2) 중대재해처벌법 제2조: 1위, 13위, 22순위 해당

(3) 국제표준: KS B ISO 10218-1/2(산업용 로봇), ISO 14726:2008(배관 식별 색상) 등 연계 가능

2) 선정 제외 항목 처리 기준

- 업무상 질병 관련 항목: 장기간에 걸쳐 발생하는 보건 영역으로 디자인을 통한 즉각적 개입이 어렵다고 판단하여 전체 제외
- 사고유형별 사망 통계 기반 가중치: 사고유형별 세부 사망자 수 데이터를 별도로 확보하지 못하여 본 선정 과정에서 사망 통계를 선정 기준으로 미적용

3) 핵심과제 30선 항목별 선정 근거

- 핵심과제 30선에 대한 전 항목의 선정 근거를 빈도 데이터, 적용 범위, 디자인 개입 실효성, 관련 법령 기준으로 정리
- 빈도 수치는 산업안전포털 사고사례 3,487건 분석 결과(보고자료 산업안전디자인 표준모델 로드맵 개발연구 보고자료) 원문 그대로 인용
- 관련 법령기준은 세부 사고 원인에 대한 법령 기준으로 객관적 항목 선정에 근거로 활용

순위	세부 사고 유형	그룹	세부 빈도	적용범위	디자인 실효성	관련 법령기준
1	비계·작업발판 관련 추락	G1 떨어짐	1,142건(21.13%) G1 세부 1위	건설·조선·제조 전 업종	법령 의무+ 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조(추락의 방지) / 제44조(안전대의 부착설비 등) 중대재해처벌법 제2조
2	컨베이어·이송설비 협착	G2 끼임(협착)	1,012건(20.32%) G2 끼임 세부 1위	제조업 전 분야	안전인증 제도 연계 가능	산업안전보건기준에 관한 규칙 제191조(이탈 등의 방지), 제192조(비상정지장치) / 산업안전보건법 제84조(안전인증)
3	지붕·상부 구조물 관련 추락	G1 떨어짐	936건(17.32%) G1 세부 2위	건설·제조 소규모 사업장	법령 의무+ 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조(추락의 방지), 제45조(지붕 위에서의 위험 방지)
4	상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격	G2 물체에 맞음	931건(22.93%) G2 낙하 세부 1위	건설·조선·플랜트 전 분야	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제14조(낙하물에 의한 위험의 방지), 제15조(투하설비등)
5	프레스·압착 설비 협착	G2 끼임(협착)	864건(17.34%) G2 끼임 세부 2위	제조업(중소기업 포함)	안전인증 대상 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제103조(프레스 등의 위험 방지) / 산업안전보건법 제84조(안전인증)

6	절단기·절삭기 사용 중 절단	G2 절단·베임	842건(22.48%) G2 절단 세부 1위	제조업 전 분야 범용 설비	즉각 효과 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지), 제100조(띠톱기계의 덮개 등)
7	공구·부품 낙하로 인한 타격	G2 물체에 맞음	812건(20.00%) G2 낙하 세부 2위	건설·조선 ·플랜트 전 분야	저비용 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제14조(낙하물에 의한 위험의 방지), 제15조(투하설비 등)
8	회전체·롤러·회전 부 협착	G2 끼임(협착)	793건(15.92%) G2 끼임 세부 3위	제조업 전반 회전설비	법령 의무+ 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지), 제88조(기계의 동력차단장치), 제123조(롤러기의 울 등 설치)
9	톱·그라인더·연마 기 사용 중 베임	G2 절단·베임	731건(19.52%) G2 절단 세부 2위	건설·제조·정비 전 업종	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제122조(연삭숫돌의 덮개 등)
10	차량·이동장 비와의 충돌 (보행자 기준)	G2 부딪힘(충돌)	1,277건(합산) [714건+563건] G2 부딪힘 세부 1·2위 합산	물류·제조·건설 전 분야	공간 디자인 효과 명확	산업안전보건기준에 관한 규칙 제171조(전도 등의 방지), 제172조(접촉의 방지), 제98조(제한속도의 지정 등)
11	인양·운반 작업 중 낙하물 타격	G2 물체에 맞음	694건(17.09%) G2 낙하 세부 3위	건설·조선 ·플랜트 전 분야	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제14조(낙하물에 의한 위험의 방지), 제132조(양중기), 제146조(크레인 작업 시의 조치)
12	자동화 설비·로봇 협착	G2 끼임(협착)	681건(13.67%) G2 끼임 세부 4위	제조업(자동화 설비)	국제표준 연계 가능	산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지) / KS B ISO 10218-1/2 (산업용 로봇 안전, 국내 준용)
13	거푸집·동바리 붕괴 방지	G3 무너짐(붕괴)	642건(19.95%) G3 붕괴 세부 1위	건설업 전체	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제332조(거푸집 동바리 재료), 제337조(작업발판 일체형 거푸집) / 중대재해처벌법 제2조
14	커터·칼 등 수공구 사용 중 베임	G2 절단·베임	624건(16.66%) G2 절단 세부 3위	전 산업 ·전 직종 확산성 최고	저비용 검증 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)
15	용접·절단 작업 중 화재	G3 화재	612건(21.38%) G3 화재 세부 1위	건설·제조·정비 전 업종	법령 의무+ 허가제 연계	산업안전보건기준에 관한 규칙 제241조(화재 위험이 있는 작업), 제242조(화재 위험 작업 시의 준수사항)

16	토사·지반 붕괴	G3 무너짐(붕괴)	598건(18.58%) G3 붕괴 세부 2위	건설업 필수 작업	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제338조(지반 등의 굴착 시 위험 방지), 제341조(붕괴 등에 의한 위험 방지)
17	적재 구조 붕괴	G2 물체에 맞음	583건(14.36%) G2 낙하 세부 4위	물류·제조·건설 전 분야	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제171조(전도 등의 방지) 제173조(화물 적재 시의 조치)
18	장비·구조물 사이 협착	G2 끼임(협착)	542건(10.88%) G2 끼임 세부 5위	제조·물류업 전반	레이아웃 개선 효과	산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지), 제89조(운전 시작 전 조치)
19	가연물 관리 미흡으로 인한 화재	G3 화재	544건(18.99%) G3 화재 세부 2위	전 산업 공통	5S 디자인 연계 가능	산업안전보건기준에 관한 규칙 제241조(화재 위험이 있는 작업)
20	날카로운 자재·부품에 의한 베임	G2 절단·베임	512건(13.67%) G2 절단 세부 4위	물류·제조·건설 전 분야	극저비용 솔루션	산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)
21	전기적 원인에 의한 화재	G3 화재	489건(17.08%) G3 화재 세부 3위	전 산업 전기설비 공통	시각 표시 디자인 효과	산업안전보건기준에 관한 규칙 제301조(전기 기계기구 등의 충전부 방호), 제302조(전기 기계·기구의 접지)
22	차량·중장비 전도	G1 깔림·뒤집힘	524건(15.66%) KOSIS G1 깔림 세부 1위	건설·제조·정비 전 업종	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제171조(전도 등의 방지), 제201조(차량계 건설기계의 이송)/ 중대재해처벌법 제2조
23	가설 구조물 붕괴	G3 무너짐(붕괴)	472건(14.67%) G3 붕괴 세부 3위	건설업 전반	표시·표지 디자인 효과	산업안전보건기준에 관한 규칙 제23조(가설통로의 구조), 제24조(사다리식 통로 등의 구조)
24	노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전	G4 감전	621건(21.31%) KOSIS G4 감전 세부 1위	건설·제조·정비 전 업종	LOTO 국제 표준 연계	산업안전보건기준에 관한 규칙 제92조(정비 등의 작업 시의 운전정지 등), 제301조(충전부 방호) ※ LOTO(잠금장치·표지판) 의무화 근거

25	가스 누출·축적 후 폭발	G3 폭발·발열	431건(20.07%) G3 폭발 세부 1위	화학·석유·가스 산업	법령 의무+ 스마트 연계	산업안전보건기준에 관한 규칙 제225조(폭발 위험이 있는 장소의 조치), 제232조(가스 폭발 위험장소)
26	데크플레이트·바닥 구조 붕괴	G3 무너짐(붕괴)	416건(12.93%) G3 붕괴 세부 4위	건설업(콘크리트 타설)	가시화 디자인 효과	산업안전보건기준에 관한 규칙 제332조(거푸집 등바리 재료), 제343조(콘크리트 타설 시의 조치)
27	장비 회전·작동 반경 내 충돌	G2 부딪힘(충돌)	412건(12.80%) G2 부딪힘 세부 4위	건설·항만·조선	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제201조(차량계 건설기계의 이송), 제203조(접촉의 방지), 제98조(제한속도의 지정 등)
28	가스·연료 착화로 인한 화재	G3 화재	401건(14.00%) G3 화재 세부 4위	화학·제조·가스 산업	국제표준 연계 가능	산업안전보건기준에 관한 규칙 제241조(화재 위험이 있는 작업) / ISO 14726:2008 (배관계통 식별 색상 국제표준)
29	밀폐공간 진입 후 산소결핍	G4 산소결핍	431건(26.25%) KOSIS G4 산소결핍 세부 1위	건설·제조·물류· 밀폐공간	법령 의무	산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조(밀폐공간 작업 프로그램 수립), 제620조(산소 및 유해가스 농도 측정), 제621조(환기 등)
30	사업장 내 교통사고	G5 사업장 내 교통	612건(22.38%) KOSIS G5 전체 2020→2024 약 2배 증가	물류·제조업 전 분야	공간 동선 디자인 효과	산업안전보건기준에 관한 규칙 제171조(전도 등의 방지) 제179조(전조등 등의 설치) 제180조(헤드가드) 제98조(제한속도의 지정 등)

4) 데이터 출처

자료명	수록내용	활용 방식
「산업안전디자인 표준모델 로드맵 개발연구 보고자료」 산업안전디자인 로드맵 개발연구 보고자료	산업안전포털 사고사례 3,487건 분석 G1~G5 그룹별 세부유형 빈도·비율표	30선 전 항목 빈도 수치 직접 인용 (원문 그대로, 가공·조작 없음)
산업안전보건기준에 관한 규칙(현행 2024.12.29 기준)	추락·낙하·협착·화재·감전·밀폐공간 등 세부 안전기준 및 의무 규정	30선 전 항목 관련 조문 현행 번호·명칭 전수 확인 완료
중대재해처벌법 (법률 제18426호, 2022.1.27 시행)	제2조(중대산업재해 정의) 사망자 1명 이상 시 사업주·경영책임자 처벌	1·13·22순위 법적 규제 근거
KS B ISO 10218-1/2 (산업용 로봇 안전)	산업용 로봇 안전 요구사항 ISO 국제표준 → 국내 KS 준용(산업표준화법)	12순위(자동화·로봇 협착) 디자인 개입 실효성 근거
ISO 14726:2008 (배관계통 식별 색상)	선박·해양구조물 배관계통 식별 색상 국제표준 → 육상 산업현장 적용 가능	28순위(가스·연료 착화 화재) 배관 색상 디자인 근거

나. 델파이 1차 조사

1) 델파이 분석 내용의 구성

① 델파이 조사 전문가 구성

이름	분야	경력
신**	공공기관	20년 이상
오**	안전, 서비스디자인	20년 이상
이**	산업안전	20년 이상
염**	디자인	20년 이상
임**	디자인	15년~20년
이**	디자인	20년 이상
정**	행정, 안전	5년~10년
이**	산업안전, UX디자인	20년 이상
이**	안전	10년~15년

② 분석의 검증

- 델파이 조사는 전문가 의견을 바탕으로 미래를 예측하는 방식이며, 해당 조사의 정확성을 검증하는 것은 필수적인 과정
- 정확성 검증은 델파이 조사를 통해 얻은 결과가 이론적 및 실무적으로 유의미하다는 타당성을 확신시켜주는 역할
- 일반적으로 델파이 조사에서는 평균, 표준편차, 사분범위, 내용 타당도 비율(CVR), 수렴도 및 합의도 등의 지표를 통해 타당성을 검증
- 본 설문은 타당도 검증은 핵심 지표인 내용 타당도 비율(CVR)을 중심으로 분석을 진행
- 이에 대한 보완적인 목적으로 수렴도, 합의도, 안정도 등의 지표를 함께 살펴볼 예정

검증척도	판정기준	판정결과
내용 타당도 비율(CVR)	$CVR \geq 0.474$	타당도 있음
수렴도	$\frac{IQR}{2} \leq 0.50$	타당도 있음
합의도	$1 - \frac{Q_3 - Q_1}{M_{dn}} \geq 0.75$	타당도 있음
안정도	$CV = \frac{S_X}{\bar{X}} \leq 0.50$	타당도 있음

③ 분석의 구성

(1) 1차 델파이 분석의 구성 및 질문 설계 의도

- 1차 델파이 조사는 전문가 구성 → 분석의 검증 → 선정기준 검토 → 작업유형 검토 → 주관식 의견 수렴의 순서로 구성
- 이는 산업안전디자인 핵심과제 항목을 단순 선호가 아니라 타당한 기준과 합의된 판단체계 위에서 도출하기 위한 과정
- 특히 1차 조사에서는 먼저 무엇을 기준으로 평가할 것인지를 확인한 뒤, 그 기준에 따라 30개 작업유형이 적절한지를 검토하도록 설계

(2) 선정기준에 대한 설문조사 의도

- 핵심과제 항목을 선정하기 전에, 먼저 어떤 기준으로 우선순위를 판단할 것인지에 대한 합의 필요
- 기준 합의 없이 바로 항목을 평가할 경우, 전문가마다 사고발생빈도, 치명도, 디자인 개입 실효성, 법·제도 연계성 등 판단 출발점이 달라질 수 있음
- 따라서 1차 조사에서는 먼저 선정기준 문항을 통해 평가의 공통 틀을 정리하고, 이후 작업유형 검토의 기준으로 활용하고자 함
- 이 과정에서 타당한 기준은 유지하고, 타당성이 낮은 기준은 삭제·통합·수정하는 근거를 확보하고자 함

(3) 작업유형에 대한 질문을 별도 구성 이유

- 선정기준이 타당하다고 해서 모든 작업유형이 곧바로 핵심과제 대상이 되는 것은 아니기 때문에 기준의 타당성 검토와 항목의 우선성 검토는 구분해서 볼 필요가 있음
- 그래서 30개 작업유형 각각에 대해 사고발생빈도, 치명도, 디자인개입가능성, 사회적파급효과, 작업자노출빈도를 기준으로 다시 검토하도록 설계
- 이를 통해 산업안전상 중요성은 높지만 디자인 단독 개입보다는 구조안전·시공관리·공학적 관리가 더 우선되는 항목을 구분하고, 실제로 산업안전디자인 표준모델의 직접 대상이 될 수 있는 항목을 선별하고자 함

(4) 주관식 질문 포함 이유

- 정량 응답만으로는 왜 그 기준이 중요한지, 왜 특정 항목에 이견이 발생하는지를 충분히 해석하기 어렵기 때문에 1차 조사에서는 가장 중요한 기준, 추가되어야 할 기준, 삭제하거나 수정해야 할 기준을 함께 질문
- 이를 통해 전문가들이 공통적으로 강조한 내용을 확인하고, 2차 조사 설계와 최종 기준 조정의 근거로 활용하고자 함

(5) 1차 분석의 최종 목적

- 1차 델파이 조사는 단순히 항목 순위를 정하기 위한 과정이 아니라 평가기준을 검증하고, 작업유형을 선별하며, 2차 조사에서 조정할 방향을 마련하는 탐색·정제 단계로 수행
- 1차 분석의 목적은 무엇을 우선 추진할 것인가를 바로 확정하는 것이 아니라, 무엇을 어떤 기준으로 우선 추진해야 하는가를 체계적으로 정리하는 데 있음

2) 1차 델파이 설문조사 결과

① 선정기준

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
사고발생빈도를 우선 추진 과제 선정의 기본 기준으로 사용하는 것은 적절하다	5.89	0.78	6	5	6	1.00	0.50	0.83	0.13	O
단일 업종이 아닌 복수 업종에 적용 가능한 항목을 우선 선정하는 방식은 적절하다	5.78	0.9718	6	5	6	0.7778	0.50	0.8333	0.1682	O
디자인 개입 실효성을 별도 기준으로 두는 것은 적절하다	6.67	0.5000	7	6	7	1.0000	0.50	0.8571	0.0750	O
관련 법령 및 국제표준 연계 가능성을 선정 기준에 포함하는 것은 적절하다	5.89	1.2693	6	5	7	0.5556	1.00	0.6667	0.2155	O
업무상 질병 항목을 본 30선에서 제외한 것은 적절하다	5.22	1.5635	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2994	O
“빈도보다 치명도(사망률)” 원칙에 따라 가중치를 두는 것은 적절하다	5.89	1.2693	6	5	7	0.5556	1.00	0.6667	0.2155	O
사망 가능성이 상대적으로 낮은 유형의 비중을 축소할 방식은 적절하다	5.00	0.8660	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.1732	X
현재 30개 항목은 산업안전디자인의 핵심과제 영역을 대체로 포괄하고 있다	5.67	1.1180	6	5	6	0.5556	0.50	0.8333	0.1973	O
현재 30개 항목의 명칭은 현장과 정책에서 이해하기 쉽게 구성되어 있다	6.22	0.6667	6	6	7	1.0000	0.50	0.8333	0.1071	O
현행 선정체계에는 “소규모 사업장 적용성”이 별도 기준으로 추가될 필요가 있다	5.22	1.9861	6	4	7	0.1111	1.50	0.5000	0.3803	X
현행 선정체계에는 “고령 근로자 및 취약 근로자 대응성”이 별도 기준으로 추가될 필요가 있다	5.89	1.2693	6	6	7	0.7778	0.50	0.8333	0.2155	O

- 총 11개 문항 중, 9개 문항이 타당한 것으로 나타남
- 평가에서 높은 수준을 보인 항목은 ‘디자인 개입 실효성’, ‘항목 명칭의 이해 용이성’, ‘유사 추진과제 기준 활용’임
- 위 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 합의도 측면에서 모두 높은 수치를 기록함
- 이를 통해 해당 문항들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석됨
- 반면, ‘사망 가능성이 상대적으로 낮은 유형의 비중 축소’와 ‘소규모 사업장 적용성을 별도 기준으로 추가’하는 2개 문항은 최종적으로 타당하지 않은 것으로 판단됨

② 주관식의견

(가) 현재 선정 기준 중 가장 중요한 기준 1가지를 선택하고 이유를 작성해주시요

전문가	내용
이**	치명도: 회복탄력성(Resilience) 측면에서 복구가 불가능한 경우이므로 돌이킬 수 없는 사건임
이**	4 실효성 → 결국 디자인이 개입되어 실제 효과를 보자는 것인 만큼 이 개입의 실효성이 가장 중요하다고 판단함
정**	2 치명도 / 사고 사망 발생 위험이 높은 고위험작업에 대한 표준모델 개발을 우선적으로 진행하는 것이 단기적으로 사업 효과성이 높을 것으로 판단됨
임**	4 디자인 개입 실효성 - 안전디자인의 목적이 사고 예방과 안전 행동 유도이므로, 중소사업장 관리 사각지대에서의 저비용·고효율 디자인 개입이 현실적 대안 실제 사고 감소와 행동 변화 검증 가능한 실효성 기준이 중요함
신**	1 한 사업장의 대부분의 근로자에게 일어날 수 있는 지표를 선정기준으로 하는 것이 타당함
염**	4 디자인 개입 실효성: 사고 인과관계가 복잡적이고 디자인 외적 요인이 많으므로, 사용자 중심 디자인 개입이 반드시 필요 법령·표준의 사후 반영 문제를 고려하여 선제적 디자인 중심 개입을 권장함
오**	치명도: 발생빈도가 낮더라도 사망·중대재해로 이어질 가능성이 높은 위험요소는 우선 관리해야 함 안전디자인은 시지각과 사용성 개선으로 안전행동을 유도하고 대형 사고 예방에 기여하므로, 치명도 높은 영역에 먼저 적용하는 것이 효과적임
이**	2 치명도 - 사망사고를 예방하는 것이 산업현장에서 노동자를 지키는 최우선과제
이**	4 디자인 개입 실효성 - 타 영역은 연구가 진행되고 있으나 디자인 효과성 연구는 전무하므로 효과가 클 것으로 예상됨

- 산업안전디자인 핵심과제 항목을 선정할 때 가장 중요하게 고려해야 할 핵심 기준은 ‘치명도’와 ‘디자인 개입 실효성’으로 나타남
- 사망사고 및 중대재해와 같이, 사고 발생 시 회복이 불가능하거나 피해 규모가 막대한 위험요소를 우선적으로 관리해야 한다는 점에서 중요한 기준으로 제시됨
- 특히 사고 발생 빈도가 낮더라도, 일단 발생하면 사망이나 중대재해로 이어질 가능성이 높은 위험요소는 산업현장에서 최우선으로 관리되어야 한다는 의견이 확인됨
- 산업안전디자인이 단순한 시각적인 환경 개선에 그쳐서는 안 된다는 점이 강조됨
- 작업자의 위험 인지, 정보 이해, 사용성 개선, 안전행동 유도 등을 통해 ‘실질적인 사고 예방 효과’를 가져와야 한다는 점에서 핵심 기준으로 제시됨
- 최종 선정기준은 도출된 핵심 기준인 ‘치명도’와 ‘디자인 개입 실효성’을 중심으로 구성하는 것이 타당함
- 이에 더해 사고 빈도, 현장 적용성, 보편성, 검증 가능성, 확산 가능성을 종합적으로 함께 고려하는 통합적 평가체계로 정리하는 것이 적절함

(나) 추가되어야 할 선정 기준이 있다면 적어주십시오

전문가	내용
이**	Cost(비용, 기간, 노력 등) 측면이 고려 될 수 있다면 추가 검토 필요
이**	"현장에서의 필요성"과 "사회적 이슈성"도 중요함 SPC사고, 대전안전공업사고 등 사회적으로 이슈가 되는 사고와 연결된 항목도 전략적으로 선택될 필요가 있음
정**	고령 근로자 및 취약 근로자 대응
임**	안전 인프라와 인식이 부족한 소규모 사업장 적용 가능성도 모델 평가 항목에 포함 필요 전국 산업현장 확산 가능한 구조 필요
신**	없음
염**	작업자 관점에서의 중요성, 사용자 경험요소 반영이 필요함
오**	디자인 개입 실효성: 시지각, 정보 전달력, 사용성 개선을 통해 현장 안전행동 유도 및 대형 사고 예방에 실질적으로 기여 가능 치명도 높은 영역일수록 개입 우선순위가 높다고 판단됨
이**	5 법령/표준연계성 - 법령의무규정과 연계하는 것이 현장에서 디자인을 도입할 수 있는 유인책
이**	없음

- 산업안전디자인 핵심과제 항목 선정 시 단순한 사고 통계나 치명도 중심의 기준만으로는 충분하지 않음
- 현장 적용 가능성, 사회적 이슈성, 작업자 경험, 취약 근로자 대응성, 법령 및 표준과의 연계성 등 다양한 요소가 함께 고려되어야 함
- 시지각 향상, 정보 전달력 강화, 사용성 개선을 통해 작업자의 안전행동을 유도하고 대형 사고를 예방할 수 있다는 점에서 핵심 기준으로 제시됨
- 해당 항목은 정량분석 결과 독립 기준으로서의 합의도는 낮게 나타남
- 그러나 전문가 의견에서는 산업안전 인프라가 부족한 소규모 현장으로 확산하기 위해 반드시 검토해야 할 중요한 요소로 제기됨
- 따라서 최종 선정기준에서는 이를 별도의 독립 기준으로 분리하기보다, '실행 가능성' 및 '확산 가능성'의 하위 요소로 반영하는 것이 적절함

(다) 삭제하거나 수정해야 할 선정 기준이 있다면 적어주십시오

전문가	내용
이**	없음
이**	사고발생빈도보다 치명도가 더 우선순위가 되는 것이 좋다는 의견
정**	없음
임**	온열질환 등 업무상 질병 사망 사건은 안전디자인으로 개선 가능한 부분이므로 포함 항목 검토 필요
신**	적용범위를 업종보다 설비(장비)나 특정장소 기준으로 하는 방안 검토 필요
엄**	다양한 사업장 적용범위는 현장 환경 차이로 우려됨 대형보다 중소사업장, 건설업보다 제조업 중심 적용 권장
오**	제조 현장과 건설 현장은 작업환경·위험요인이 상이하므로 동일 기준 통합보다 유형 분리 적용이 바람직함
이**	없음
이**	없음

- 산업안전디자인 핵심과제 항목 선정 및 적용범위 설정 시 치명도, 디자인 개입 가능성, 현장 유형별 차이를 세밀하게 반영할 필요가 있음
- 사고 발생 빈도보다는 사망 및 중대재해로 이어질 가능성이 높은 '치명도' 기준을 우선적으로 고려해야 함
- 온열질환 등 일부 업무상 질병은 안전디자인을 통해 예방 또는 개선 가능한 영역이므로, 전면 제외하기보다는 선택적 포함 여부를 검토할 필요가 있음
- 적용범위는 포괄적인 업종 단위보다 설비, 장비, 특정 장소 등 실제 위험이 발생하는 단위를 기준으로 재구성하는 방안이 제안됨
- 제조 현장과 건설 현장은 작업환경과 위험요인이 서로 상이하므로, 동일한 기준을 일괄 적용하기보다 현장 유형별로 분리된 안전디자인 적용체계를 마련하는 것이 바람직함
- 종합적으로 산업안전디자인 항목 선정체계는 치명도 중심의 위험 우선순위와 디자인 개입 가능성을 기반으로 구축되어야 함
- 이에 더해 중소사업장 및 제조업 현장에 우선적으로 적용할 수 있는 실효성 중심의 기준으로 보완될 필요가 있음

③ 세부 사고유형 우선추진 30선 분석

(가) 비계·작업발판 관련 추락(G1-①-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.33	2.1794	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.4086	X
작업자노출빈도	4.67	1.2247	4	4	5	-0.1111	0.50	0.7500	0.2624	X
디자인 개입 가능성	4.89	1.9003	5	4	6	0.1111	1.00	0.6000	0.3887	X
사회적파급효과	5.33	2.0616	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3865	X
사고발생빈도	5.44	1.9437	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3570	X

(나) 지붕·상부 구조물 관련 추락(G1-①-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.33	2.2913	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.4296	O
작업자노출빈도	4.78	1.3944	5	4	5	0.3333	0.50	0.8000	0.2919	X
디자인 개입 가능성	5.00	2.3979	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.4796	O
사회적파급효과	4.89	2.2048	5	4	7	0.3333	1.50	0.4000	0.4510	X
사고발생빈도	4.44	2.1279	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.4788	X

(다) 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-④-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.22	1.8559	6	5	7	0.3333	1.00	0.6000	0.3554	X
작업자노출빈도	4.78	1.4814	5	4	6	0.1111	1.00	0.6000	0.3101	X
디자인 개입 가능성	4.89	1.9003	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3887	X
사회적파급효과	4.89	1.9003	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3887	X
사고발생빈도	4.78	2.0480	4	4	7	-0.1111	1.50	0.2500	0.4287	X

(라) 공구·부품 낙하로 인한 타격(G2-④-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.89	1.8559	5	4	6	0.5556	1.00	0.5000	0.3793	O
작업자노출빈도	4.67	1.3944	5	4	5	0.3333	0.50	0.7500	0.2985	X
디자인 개입 가능성	5.00	2.3979	5	4	7	0.3333	1.50	0.4000	0.4796	X
사회적파급효과	4.44	2.1279	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.4789	X
사고발생빈도	4.67	1.9365	5	4	6	0.1111	1.00	0.6000	0.4150	X

(마) 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.78	1.6422	7	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2841	O
작업자노출빈도	5.22	1.6422	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3147	O
디자인 개입 가능성	5.44	1.3333	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.2451	O
사회적파급효과	5.44	1.4240	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.2616	O
사고발생빈도	5.56	1.4240	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.2561	O

(바) 적재물 붕괴·전도로 인한 타격(G2-④-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
작업자노출빈도	5.33	1.6583	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3112	X
디자인 개입 가능성	5.56	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2282	O
사회적파급효과	5.44	1.5635	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2874	O
사고발생빈도	5.56	1.5635	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2813	O

(사) 차량·중장비 전도(G1-④-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.67	1.6583	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2927	O
작업자노출빈도	5.33	1.4240	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2672	O
디자인 개입 가능성	5.33	1.9365	6	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3633	O
사회적파급효과	5.44	1.7408	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.3200	O
사고발생빈도	5.44	1.6583	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.3048	O

(아) 컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.67	1.5811	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2789	O
작업자노출빈도	5.33	1.5811	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.2967	X
디자인 개입 가능성	5.44	1.5811	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.2906	X
사회적파급효과	5.22	1.7159	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3288	X
사고발생빈도	5.44	1.9437	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3570	X

(자) 프레스·압착 설비 협착(G2-①-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	6.22	1.2025	7	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.1933	○
작업자노출빈도	5.67	1.2247	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2161	○
디자인 개입 가능성	6.00	1.3229	7	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2205	○
사회적파급효과	5.67	1.5000	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2646	○
사고발생빈도	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	○

(차) 절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-②-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	6.00	1.3229	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2205	○
작업자노출빈도	5.44	1.4240	5	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2616	○
디자인 개입 가능성	5.78	1.4814	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2562	○
사회적파급효과	5.44	1.6583	6	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3048	○
사고발생빈도	5.67	1.3229	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2334	○

(카) 회전체·롤러·회전부 협착(G2-①-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.78	1.3944	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2413	○
작업자노출빈도	5.33	1.3229	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2481	○
디자인 개입 가능성	5.56	1.3333	6	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2399	○
사회적파급효과	5.33	1.3229	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2481	○
사고발생빈도	5.44	1.5000	6	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.2757	○

(타) 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임(G2-②-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.56	1.5000	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2698	○
작업자노출빈도	5.33	1.3229	5	5	6	0.3333	0.50	0.8000	0.2481	X
디자인 개입 가능성	5.56	1.5000	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2698	○
사회적파급효과	5.22	1.4814	5	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.2840	○
사고발생빈도	5.22	1.6422	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3148	○

(파) 차량·이동장비와의 충돌(보행자기준)(G2-③-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	6.00	1.2025	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2004	O
작업자노출빈도	5.89	1.2693	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2155	O
디자인 개입 가능성	5.78	1.0911	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.1888	O
사회적파급효과	5.67	1.1180	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.1973	O
사고발생빈도	5.78	1.2025	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2081	O

(하) 자동화 설비·로봇 협착(G2-①-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
작업자노출빈도	5.89	1.2693	7	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
디자인 개입 가능성	5.67	1.3229	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2334	O
사회적파급효과	5.67	1.5000	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2646	O
사고발생빈도	5.78	1.3944	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2413	O

(거) 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임(G2-②-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.33	1.5000	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2813	O
작업자노출빈도	5.00	1.5811	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3162	X
디자인 개입 가능성	5.33	1.5811	6	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.2967	O
사회적파급효과	4.78	1.6422	5	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.3438	X
사고발생빈도	4.78	1.4814	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3101	O

(너) 장비·구조물 사이 협착(G2-①-05)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.44	1.5635	5	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2874	O
작업자노출빈도	5.11	1.6922	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3311	X
디자인 개입 가능성	5.22	1.7159	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3288	O
사회적파급효과	5.00	1.6583	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3317	O
사고발생빈도	5.00	1.5811	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3162	X

(더) 날카로운 자재·부품에 의한 베임(G2-②-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.89	1.4814	5	4	6	0.5556	1.00	0.6000	0.3028	O
작업자노출빈도	4.78	1.5635	4	4	6	0.3333	1.00	0.5000	0.3274	X
디자인 개입 가능성	5.00	1.7321	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3464	O
사회적파급효과	4.78	1.6422	5	4	6	0.5556	1.00	0.6000	0.3438	O
사고발생빈도	4.44	1.6583	4	3	6	0.1111	1.50	0.4000	0.3735	X

(러) 장비 회전·작동 반경 내 충돌(G2-③-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.33	1.5000	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2813	O
작업자노출빈도	5.00	1.7321	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3464	X
디자인 개입 가능성	5.33	1.5000	5	5	6	0.5556	0.50	0.8000	0.2813	O
사회적파급효과	5.00	1.6583	5	4	7	0.5556	1.50	0.5000	0.3317	O
사고발생빈도	4.67	1.5000	5	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.3213	O

(머) 거푸집·동바리 붕괴(G3-①-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.78	1.9365	5	3	6	0.1111	1.50	0.4000	0.4050	X
작업자노출빈도	4.56	1.5811	5	4	5	0.1111	0.50	0.7500	0.3469	X
디자인 개입 가능성	4.67	1.9365	5	3	6	0.1111	1.50	0.4000	0.4145	X
사회적파급효과	4.89	1.9003	5	3	7	0.1111	2.00	0.4000	0.3887	X
사고발생빈도	4.56	2.0480	4	3	7	-0.1111	2.00	0.3300	0.4493	X

(버) 용접·절단 작업 중 화재(G3-③-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.67	1.5000	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2646	O
작업자노출빈도	5.33	1.7321	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3249	X
디자인 개입 가능성	5.44	1.5635	5	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2874	O
사회적파급효과	5.89	1.2693	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2155	O
사고발생빈도	5.67	1.5000	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2646	O

(서) 토사·지반 붕괴(G3-①-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.89	4.11	2.2047	4	3	-0.1111	1.50	0.3300	0.5363	X
작업자노출빈도	4.78	4.11	2.1468	4	2	-0.3333	2.00	0.3300	0.5222	X
디자인 개입 가능성	5.00	4.00	2.3979	3	2	-0.5556	2.00	0.2500	0.5994	X
사회적파급효과	4.78	4.33	2.2047	4	3	-0.3333	1.50	0.3300	0.5093	X
사고발생빈도	4.44	3.78	2.2778	3	2	-0.5556	2.00	0.2000	0.6026	X

(어) 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-③-02)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
작업자노출빈도	6.00	1.2025	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2004	O
디자인 개입 가능성	5.89	1.6922	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2873	O
사회적파급효과	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
사고발생빈도	5.67	1.3229	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2334	O

(저) 전기적 원인에 의한 화재(G3-③-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.33	1.9437	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3647	X
작업자노출빈도	5.44	1.6583	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3048	X
디자인 개입 가능성	5.22	1.8559	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3554	X
사회적파급효과	5.33	1.9437	6	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3647	X
사고발생빈도	5.11	1.8559	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3632	X

(처) 가스 누출·축척 후 폭발(G3-②-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.89	1.2693	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2155	O
작업자노출빈도	5.67	1.5000	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2646	O
디자인 개입 가능성	5.89	1.5635	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2654	O
사회적파급효과	6.11	1.2693	7	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.2077	O
사고발생빈도	5.78	1.4814	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2562	O

(커) 데크플레이트·바닥 구조 붕괴(G3-①-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.56	1.5811	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3469	X
작업자노출빈도	4.44	1.5000	4	4	6	0.3333	1.00	0.5000	0.3378	X
디자인 개입 가능성	4.67	1.6583	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3552	X
사회적파급효과	4.56	1.5811	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3469	X
사고발생빈도	4.33	1.6583	4	3	6	0.3333	1.50	0.5000	0.3831	X

(티) 가설 구조물 붕괴(G3-①-03)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	4.56	1.6583	5	4	6	0.3333	1.00	0.6000	0.3638	X
작업자노출빈도	4.33	1.6583	4	3	6	0.3333	1.50	0.5000	0.3831	X
디자인 개입 가능성	4.44	1.6583	5	3	6	0.1111	1.50	0.5000	0.3733	X
사회적파급효과	4.44	1.5000	5	3	6	0.3333	1.50	0.5000	0.3378	X
사고발생빈도	4.33	1.9365	4	3	6	-0.1111	1.50	0.3300	0.4474	X

(퍼) 가스·연료 착화로 인한 화재(G3-③-04)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.67	1.0000	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.1764	O
작업자노출빈도	5.44	1.5000	6	4	6	0.5556	1.00	0.6700	0.2757	O
디자인 개입 가능성	5.44	1.9437	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3571	X
사회적파급효과	5.67	1.3229	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2334	O
사고발생빈도	5.33	1.9365	5	4	7	0.3333	1.50	0.5000	0.3632	X

(허) 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-①-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.78	1.4814	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2562	O
작업자노출빈도	5.56	1.0000	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.1798	O
디자인 개입 가능성	5.78	1.0911	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.1888	O
사회적파급효과	5.78	1.0911	6	5	7	0.7778	1.00	0.6700	0.1888	O
사고발생빈도	5.67	1.3229	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2334	O

(고) 밀폐공간 진입 후 산소결핍(G4-④-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.56	1.4240	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2561	○
작업자노출빈도	5.67	1.0000	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.1764	○
디자인 개입 가능성	5.67	1.3229	6	5	7	0.5556	1.00	0.6700	0.2334	○
사회적파급효과	5.67	1.4240	6	5	6	0.5556	0.50	0.8500	0.2513	○
사고발생빈도	5.67	1.4240	6	5	6	0.5556	0.50	0.8500	0.2513	○

(노) 지게차 주행 중 사고(G5-①-01)

평가기준	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
치명도	5.67	0.8660	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.1528	○
작업자노출빈도	5.78	1.0911	6	5	6	0.5556	0.50	0.8500	0.1888	○
디자인 개입 가능성	5.67	0.7071	6	5	6	0.7778	0.50	0.8800	0.1248	○
사회적파급효과	5.33	1.4240	5	5	6	0.7778	0.50	0.8000	0.2672	○
사고발생빈도	5.67	0.8660	6	5	6	0.7778	0.50	0.8500	0.1528	○

- 30개 작업유형 중 12개 항목이 사고발생빈도, 치명도, 디자인개입가능성, 사회적파급효과, 작업자노출빈도 등 5개 평가기준 모두에서 타당성을 확보함
- 특히 프레스·압착설비 협착방지, 보행자·차량 충돌 방지, 자동화 설비·로봇 협착방지, 가연물 관리 화재 방지, 가스 누출·폭발 방지, 감전 방지, 밀폐공간 산소결핍 방지, 사업장 내 교통안전 통합 등이 산업안전디자인 핵심과제 항목으로 적합하게 나타남
- 반면 비계·작업 발판 추락방지, 거푸집·동바리 붕괴 방지, 토사·지반 붕괴 방지, 데크플레이트·바닥 구조 붕괴 방지, 가설 구조물 붕괴 방지 등은 전반적인 타당성이 낮게 도출됨
- 이는 해당 항목들의 안전상 중요성이 낮아서가 아니라, 디자인 개입보다는 구조안전, 시공관리, 공학적 안전관리의 성격이 더 강한 항목으로 인식되었기 때문으로 해석됨
- 따라서 최종 핵심과제 항목은 5개 기준을 모두 충족하는 타당 항목을 중심으로 구성하는 것이 적절함
- 또한, 부분적으로 타당성이 확인된 항목의 경우에는 디자인 개입 가능성이 명확하게 드러날 수 있도록 항목 명칭과 적용 범위를 보완할 필요가 있음

3) 1차 델파이 설문조사 결과에 따른 내용 조정

- 1차 델파이 설문조사 결과를 바탕으로 산업안전디자인 핵심과제 항목 및 선정체계의 내용을 조정함
- 조정의 기본 방향은 전문가 합의가 높게 나타난 항목을 유지·강화하고, 합의도나 타당성이 부족한 항목은 삭제, 통합 또는 표현을 수정하는 것으로 설정함
- 핵심과제 항목 선정 시 단순히 사고의 잦은 발생 여부만을 기준으로 삼는 것은 지양해야 한다는 의견이 도출됨
- 이에 따라 사고 발생 시 사망 또는 중대재해로 이어질 가능성이 높은지를 핵심 기준으로 고려해야 함
- 또한, 디자인 개입을 통해 실질적인 사고 예방 효과를 내고 작업자의 안전행동 유도가 가능한지를 함께 종합적으로 반영해야 함

① 선정기준의 조정 방향

- 1차 델파이 분석 결과, 산업안전디자인 핵심과제 항목의 선정기준과 관련된 11개 문항 중 9개 문항이 타당한 것으로 나타남
- 특히 디자인 개입 실효성, 사고발생빈도, 복수 업종 적용 가능성, 현재 30개 항목의 명칭 이해 용이성, 고령 근로자 및 취약 근로자 대응성 등은 전문가 합의 수준이 비교적 높게 나타남
- 이에 따라 해당 기준들은 2차 설문조사 및 최종 항목 조정 과정에서 그대로 유지하는 것이 적절하다고 판단함
- 반면 사망 가능성이 상대적으로 낮은 유형의 비중을 축소하는 방식과 소규모 사업장 적용성을 별도 기준으로 추가하는 방식은 CVR(내용타당도비율)과 합의도가 낮아 타당성이 충분히 확보되지 못함
- 따라서 사망 가능성이 낮다는 이유만으로 특정 항목의 비중을 일괄적으로 축소하는 방식은 삭제
- 대신 사고발생빈도, 치명도, 작업자 노출빈도, 디자인 개입 가능성을 종합적으로 검토하는 방식으로 수정
- 또한 소규모 사업장 적용성은 별도의 독립 기준으로 설정하기보다, 현장 적용성 또는 확산 가능성의 하위 요소로 반영하는 것이 적절하다고 판단함

조정 후 선정기준	세부 의미
사고발생빈도	산업현장에서 해당 사고가 반복적으로 발생하는 정도
치명도	사고 발생 시 사망, 중상, 중대재해로 이어질 가능성
디자인개입가능성	시지각, 정보 전달, 사용성 개선을 통해 사고 예방과 안전행동 유도가 가능한 정도
작업자노출빈도	작업자가 해당 위험요인에 반복적으로 노출되는 정도
사회적파급효과	사고 발생 시 사회적 관심, 정책적 시급성, 공공적 영향이 큰 정도
현장 적용성	실제 사업장에 적용 가능한 정도, 비용·기간·유지관리 부담 포함
확산 가능성	복수 업종, 중소사업장, 다양한 작업환경으로 확장 가능한 정도
사용자 포용성	고령 근로자, 취약 근로자, 신규 근로자, 외국인 근로자 등이 쉽게 이해하고 사용할 수 있는 정도
제도 연계성	법령, 기준, 표준, 지원사업, 인증제도 등과 연계 가능한 정도

② 선정기준의 조정 방향

(1) 실행단계 분류 기준

- 단기는 디자인 개입만으로 즉시 현장에 적용 가능한 항목, 중기는 일부 타당하나 현장 여건에 따라 적용 방식이 달라지는 항목, 장기는 디자인보다 구조·공학적 조치가 먼저 이뤄져야 효과가 있는 항목으로 구분

실행단계	분류조건	타당성 기준	항목수
단기 실행과제	5개 기준 대부분 타당 + 즉시 현장 적용 가능	$CVR \geq 0.5556$, 합의도 ≥ 0.67 충족 기준 다수	7개
중기 보완과제	부분 타당 + 현장 조건에 따라 적용방식 상이	일부 기준 타당, 명칭·범위 보완 필요	13개
장기 검토과제	전반적 타당성 낮음 + 공학적 개입 선행 필요	CVR 음수 또는 합의도 0.5 미만 기준 다수	10개

(2) 단기 도출 근거(7개 항목)

- 단기 실행과제는 1차 델파이 조사에서 사고발생빈도·치명도·디자인개입가능성·사회적파급효과·작업자노출빈도 등 5개 평가기준 전반에 걸쳐 타당성이 높게 나타났으며, 디자인 개입을 통해 비교적 빠르게 현장에 적용할 수 있는 항목으로 구성
- 표준화된 시각 경고 체계, 색채 구분, 안전 표지 개선, 바닥 마킹 등 즉각 실현 가능한 디자인 수단을 통해 작업자의 위험 인지와 안전행동 유도가 가능한 유형에 해당

(가) 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)

- 사고발생빈도(평균 5.78, CVR 0.7778), 디자인개입가능성(평균 5.44, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.44, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.56, CVR 0.7778) 등 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 치명도(평균 5.22, CVR 0.5556)도 합의도 0.50으로 기준을 충족하여 전 기준 타당 판정
- 인양·운반 작업은 크레인·호이스트 동선 구분을 위한 바닥 마킹, 경보음·경광등 연동 신호 체계, 위험 구역 접근 차단 표지 등 디자인 수단이 직접 적용 가능
- 작업자 노출 빈도가 높고 낙하물로 인한 사망·중상 위험이 큼으로 조기 개입 효과가 클 것으로 판단

(나) 프레스·압착 설비 협착(G2-①-02)

- 사고발생빈도(평균 6.22, CVR 0.7778)가 30개 항목 중 최상위 수준을 기록하였으며, 치명도(평균 5.67, CVR 0.7778), 디자인개입가능성(평균 6.00, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.67, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.89, CVR 0.7778) 모두 타당성을 확보
- 5개 기준 전 항목의 CVR이 0.7778로 동일하게 높아 전문가 합의가 가장 명확하게 형성된 항목 중 하나
- 안전 인터록 표시, 위험 구역 색채 경고, 조작 순서 안내 표지, 비상 정지 버튼의 가시성 향상 등 시지각 중심의 디자인 개입이 즉시 가능
- 복수의 제조업 사업장에 범용 적용할 수 있어 확산 가능성이 높은 것으로 판단

(다) 절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-㉔-01)

- 사고발생빈도(평균 6.00, CVR 0.5556), 치명도(평균 5.44, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.78, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.44, CVR 0.5556), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.5556)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 제조·가공 현장에서 광범위하게 사용되는 설비로, 위험 구역 표시·보호장구 착용 안내·설비 조작 순서 다이어그램·비상 정지 장치 시인성 향상 등 다양한 디자인 개입이 가능
- 적용 가능한 디자인 수단이 다양하고 현장 보급이 용이하여 단기 실행과제로 분류

(라) 회전체·롤러·회전부 협착(G2-㉕-03)

- 사고발생빈도(평균 5.78, CVR 0.5556), 치명도(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 디자인개입가능성(평균 5.56, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 사회적파급효과(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 작업자노출빈도(평균 5.44, CVR 0.5556)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 합의도가 0.80으로 높게 나타나 전문가 간 의견 일치도가 우수한 것으로 확인
- 회전체 위험 구역의 색채 경고, 방호 덮개 부착 필요성 표시, 접근 차단 바닥 마킹 등이 즉시 적용 가능한 디자인 수단으로 제시

(마) 차량·이동장비와의 충돌(보행자기준)(G2-㉖-02)

- 사고발생빈도(평균 6.00, CVR 0.7778), 치명도(평균 5.89, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.78, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.67, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.78, CVR 0.7778)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 보행자 동선과 차량 통행로의 색채 분리, 교차점 경고 표시, 반사재 활용 야간 시인성 향상, 속도 제한 안내 표시 등이 대표적인 디자인 개입 수단
- 업종과 사업장 규모에 무관하게 적용 가능하여 확산 가능성이 매우 높은 것으로 판단

(바) 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-㉗-01)

- 사고발생빈도(평균 5.78, CVR 0.5556), 치명도(평균 5.56, CVR 0.7778, 합의도 0.85), 디자인개입가능성(평균 5.78, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.78, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.5556)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 특히 치명도에서 합의도 0.85는 전문가들이 감전 사고의 치명성을 명확히 인식하고 있음을 보여줌
- 전기 설비 위험 구역 경고 표시, 접지 여부 확인 시각화 안내, 절연 장비 착용 안내 시스템 등이 즉시 적용 가능한 디자인 수단

(사) 지게차 주행 중 사고(G5-㉘-01)

- 사고발생빈도(평균 5.67, CVR 0.7778, 합의도 0.85, 안정도 0.1528), 치명도(평균 5.78, CVR 0.5556, 합의도 0.85), 디자인개입가능성(평균 5.67, CVR 0.7778, 합의도 0.88, 안정도 0.1248), 사회적파급효과(평균 5.33, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.7778, 합의도 0.85)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 30개 항목 중 안정도(표준편차/평균)가 가장 낮아 전문가 간 의견 편차가 가장 작은 항목으로 확인
- 디자인개입가능성의 합의도가 0.88로 전 항목 중 최상위 수준을 기록하여, 디자인 수단 적용에 대한 전문가 공감대가 가장 명확하게 형성
- 사업장 내 차로 구획, 교통 신호 체계, 속도 제한 안내, 보행자 안전지대 설정 등 교통 안전 디자인의 통합 체계 구축이 가능한 항목으로, 건설·제조·물류 등 업종을 막론하고 폭넓게 적용 가능

(3) 중기 보완과제 도출 근거(13개 항목)

- 중기 보완과제는 위험성과 디자인 개입 필요성은 인정되나, 5개 평가기준 중 일부에서 타당성이 충분히 확보되지 않았거나, 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식이 달라질 수 있는 항목으로 구성
- 해당 항목들은 항목명 및 적용 범위를 구체화하거나, 현장 실증을 거친 후 디자인 수단을 확정하는 것이 적절

(가) 적재물 붕괴·전도로 인한 타격(G2-④-04)

- 사고발생빈도(평균 5.89, CVR 0.7778), 디자인개입가능성(평균 5.56, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.44, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.56, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50)에서 합의도가 낮아 전체 충족 요건을 갖추지 못함
- 적재 방식, 물품 종류, 창고 구조에 따라 치명도가 다양하게 나타나므로, 적재 안전 구역 표시 및 최대 적재 높이 안내 등 디자인 기준을 현장 유형별로 세분화하여 적용하는 방안이 필요

(나) 차량·중장비 전도(G1-④-01)

- 사고발생빈도(평균 5.67, CVR 0.5556), 치명도(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 디자인개입가능성(평균 5.33, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.44, CVR 0.5556), 작업자노출빈도(평균 5.44, CVR 0.5556)의 5개 기준 모두 CVR 기준을 충족
- 다만 디자인개입가능성의 합의도가 0.50으로 낮게 나타나 디자인 수단의 구체성에 대한 전문가 의견이 분산된 것으로 분석
- 건설 현장과 제조 현장의 작업 환경이 상이하므로, 중장비 작동 반경 표시·경사로 안전 구역 안내 등 디자인 기준의 유형별 분리 적용 방안 마련 선행 필요

(다) 자동화 설비·로봇 협착(G2-①-04)

- 사고발생빈도(평균 5.89, CVR 0.7778), 치명도(평균 5.89, CVR 0.7778), 디자인개입가능성(평균 5.67, CVR 0.7778), 사회적파급효과(평균 5.67, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.78, CVR 0.7778)의 5개 기준 모두 타당성을 충족하여 단기 과제에 준하는 수치를 보임
- 그러나 자동화 설비 및 로봇 기술은 현장 도입 단계에 따라 위험 유형과 디자인 접근법이 크게 달라지므로, 현장 실증 연구를 선행한 후 디자인 가이드라인을 수립하는 것이 적절
- 위험 구역 인식 표시 시스템, 비상 정지 버튼 가시성 개선, 협동 로봇과 인간의 동선 분리 표시 등이 주요 디자인 개입 과제로 검토됨

(라) 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임(G2-②-02)

- 사고발생빈도(평균 5.56, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.56, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.22, CVR 0.5556), 작업자노출빈도(평균 5.22, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.80)에서 CVR이 기준치에 미달
- 이는 톱·그라인더·연마기에 의한 사고가 사망보다는 절단·중상 등으로 귀결되는 경우가 많다는 전문가 인식이 반영된 것으로 분석
- 날카로운 부위에 대한 접근 경고, 보호구 착용 안내, 작동 순서 시각화 등이 주요 디자인 과제이며, 적용 범위와 기준의 구체화가 필요

(마) 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임(G2-㉔-03)

- 사고발생빈도(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 디자인개입가능성(평균 5.33, CVR 0.5556)은 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.00, CVR 0.3333)와 사회적파급효과(평균 4.78, CVR 0.5556, 합의도 0.67)에서 타당성이 충분히 확보되지 않음
- 커터 및 수공구에 의한 사고는 치명도가 상대적으로 낮은 반면 발생 빈도가 높은 특성을 보이므로, 사회적 이슈화 수준에 따른 우선순위 조정이 필요
- 안전한 보관 위치 안내, 사용 순서 매뉴얼 시각화, 올바른 사용법 안내 표지 등을 중기 과제로 추진할 필요가 있음

(바) 장비·구조물 사이 협착(G2-㉕-05)

- 사고발생빈도(평균 5.44, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.22, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.00, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.11, CVR 0.3333)와 작업자노출빈도(평균 5.00, CVR 0.3333)에서 타당성이 충분히 확보되지 않음
- 협착 발생 장소와 장비 유형이 다양하여 단일한 디자인 기준 적용이 어려우므로, 장비 작동 반경 표시·협소 구간 경고 표시·비상 대피 경로 안내 등 현장별 맞춤 기준 개발이 필요

(사) 날카로운 자재·부품에 의한 베임(G2-㉖-04)

- 사고발생빈도(평균 4.89, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.00, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 4.78, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 4.78, CVR 0.3333)와 작업자노출빈도(평균 4.44, CVR 0.1111)에서 타당성 기준에 미달
- 날카로운 자재·부품에 의한 사고는 치명도보다 부상 빈도가 높은 유형으로, 자재 보관 및 취급 구역 경고 표시·보호장갑 착용 안내·이동 동선 안내 등을 중기 과제로 추진

(아) 장비 회전·작동 반경 내 충돌(G2-㉗-04)

- 사고발생빈도(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 디자인개입가능성(평균 5.33, CVR 0.5556, 합의도 0.80), 사회적파급효과(평균 5.00, CVR 0.5556), 작업자노출빈도(평균 4.67, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.00, CVR 0.3333)에서 타당성 기준에 미달
- 장비 종류와 작업 환경에 따라 위험 수준이 달라지므로, 회전 반경 바닥 표시·경고음 연동 경광 시스템·접근 금지 구역 표시 등 장비 유형별 기준 개발이 병행되어야 함

(자) 용접·절단 작업 중 화재(G3-㉘-01)

- 사고발생빈도(평균 5.67, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.44, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.89, CVR 0.5556), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 5.33, CVR 0.3333)에서 타당성 기준에 미달
- 용접·절단 작업 중 발생하는 화재는 사망보다 재산 피해 및 중상으로 이어지는 경우가 많아 치명도에 대한 전문가 의견이 분산된 것으로 분석
- 가연물 격리 구역 표시, 소화 설비 위치 안내, 작업 전 점검 체크리스트 시각화 등이 주요 디자인 개입 수단

(차) 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-㉓-02)

- 사고발생빈도(평균 5.89, CVR 0.7778), 치명도(평균 6.00, CVR 0.7778), 디자인개입가능성(평균 5.89, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.89, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.7778)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 단기 과제에 준하는 높은 타당성을 보였음에도 중기 과제로 분류된 이유는, 가연물의 종류 및 저장 방식이 업종별로 상이하여 통일된 디자인 기준 적용에 어려움이 있고 현장별 맞춤 가이드라인 개발이 필요하기 때문임
- 가연물 보관 구역 경고 표지, 화기 금지 구역 시각화, 비상 대피 경로 안내 등이 주요 디자인 과제

(카) 가스 누출·축적 후 폭발(G3-㉔-01)

- 사고발생빈도(평균 5.89, CVR 0.7778), 치명도(평균 5.67, CVR 0.5556), 디자인개입가능성(평균 5.89, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 6.11, CVR 0.7778), 작업자노출빈도(평균 5.78, CVR 0.5556)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 특히 사회적파급효과에서 평균 6.11, CVR 0.7778을 기록하여 대형 가스 폭발 사고의 사회적 충격에 대한 전문가 공감대가 높은 것으로 나타남
- 가스 탐지 센서 연동 경보 시스템, 밸브 조작 안내 표지, 누출 발생 시 대피 경로 안내 등 기술적 연계 방안에 대한 추가 검토가 필요하므로 중기 과제로 분류

(타) 가스·연료 착화로 인한 화재(G3-㉕-04)

- 사고발생빈도(평균 5.67, CVR 0.7778, 합의도 0.85), 치명도(평균 5.44, CVR 0.5556)는 타당성을 충족
- 반면 디자인개입가능성(평균 5.44, CVR 0.3333)과 작업자노출빈도(평균 5.33, CVR 0.3333)에서 타당성 기준에 미달
- 가스·연료 착화에 대한 디자인 개입 가능성은 인정되나, 구체적 개입 수단에 대한 전문가 합의가 충분히 형성되지 않은 것으로 분석
- 착화 위험 구역 경고 표지, 점화 순서 안내, 소화 설비 위치 시각화 등을 검토하되, 가스 종류 및 설비 유형에 따른 맞춤 기준 개발이 필요

(파) 밀폐공간 진입 후 산소결핍(G4-㉖-01)

- 사고발생빈도(평균 5.56, CVR 0.5556), 치명도(평균 5.67, CVR 0.7778, 합의도 0.85), 디자인개입가능성(평균 5.67, CVR 0.5556), 사회적파급효과(평균 5.67, CVR 0.5556, 합의도 0.85), 작업자노출빈도(평균 5.67, CVR 0.5556, 합의도 0.85)의 5개 기준 모두 타당성을 충족
- 밀폐공간의 정의와 범위, 작업 전 측정 의무, 감시인 배치 등 법령적 요건이 복잡하게 얽혀 있어, 디자인 단독 개입보다는 법령 연계 안전 관리 체계와의 통합 방안이 먼저 마련되어야 함
- 출입 경고 표지, 산소 농도 측정 안내 시각화, 비상 대피 방향 표지 등이 주요 디자인 과제로 검토됨

(4) 장기 검토과제 도출 근거(10개 항목)

- 장기 검토과제는 산업안전상 중요성은 명확하지만, 1차 델파이 조사에서 디자인개입가능성을 포함한 다수 기준에서 타당성이 확보되지 않은 항목으로 구성
- 해당 항목들의 낮은 타당성은 안전상 중요하지 않다는 의미가 아니라, 구조안전·시공관리·설비점검·공학적 안전관리가 디자인 개입에 선행되어야 한다는 전문가적 판단을 반영

(가) 비계·작업발판 관련 추락(G1-①-03)

- 사고발생빈도(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 치명도(평균 4.67, CVR 0.1111), 디자인개입가능성(평균 4.89, CVR 0.1111, 합의도 0.60), 사회적파급효과(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 작업자노출빈도(평균 5.44, CVR 0.3333, 합의도 0.50)로 5개 기준 모두 타당성 미확보로 판정
- 특히 치명도에서 CVR이 음수(-0.1111)를 기록하여, 전문가들이 해당 기준을 적절하지 않은 것으로 평가한 응답 비율이 높았음을 확인
- 전문가들은 인양·운반 작업 중 낙하물 타격을 디자인보다 구조적 안전 기준 준수, 설치 감리, 점검 강화의 영역으로 인식하고 있는 것으로 분석

(나) 지붕·상부 구조물 관련 추락(G1-①-102)

- 사고발생빈도(평균 5.33, CVR 0.5556)와 디자인개입가능성(평균 5.00, CVR 0.5556)에서는 타당성을 충족
- 반면 치명도(평균 4.78, CVR 0.3333), 사회적파급효과(평균 4.89, CVR 0.3333, 합의도 0.40), 작업자노출빈도(평균 4.44, CVR 0.3333)에서 타당성 기준에 미달
- 특히 사회적파급효과의 합의도 0.40은 전문가 간 의견 분산이 심각함을 보여주며, 지붕 작업의 특수성·계절성·건물 유형별 상이한 위험 요소로 인해 단일 디자인 기준 적용이 어려운 것으로 분석

(다) 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-④-01)

- 5개 평가기준 모두에서 CVR 0.3333 이하 또는 음수를 기록하며 전 기준 타당성 미확보로 판정
- 작업자노출빈도(평균 4.78, CVR 0.1111, 합의도 0.25)는 합의도가 0.25로 30개 항목 중 최저 수준에 해당
- 작업 방식·자재 종류·작업 높이·기상 조건 등 다양한 변수에 의해 치명도가 결정되므로, 디자인 개입의 범위와 효과가 제한적이라는 전문가 판단이 반영된 결과로 분석

(라) 공구·부품 낙하로 인한 타격(G2-④-02)

- 사고발생빈도(평균 4.89, CVR 0.5556)에서만 타당성을 충족하고, 치명도(평균 4.67, CVR 0.3333), 디자인개입가능성(평균 5.00, CVR 0.3333), 사회적파급효과(평균 4.44, CVR 0.3333), 작업자노출빈도(평균 4.67, CVR 0.1111)에서 타당성 기준에 미달
- 공구 및 부품 낙하는 개별 작업자의 습관과 작업 방식에 크게 의존하므로, 디자인 개입만으로는 사고 예방 효과를 충분히 담보하기 어렵다는 전문가 인식이 반영된 것으로 분석

(마) 컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)

- 사고발생빈도(평균 5.67, CVR 0.5556)에서 타당성을 충족하였으나, 치명도(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 디자인개입가능성(평균 5.44, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 사회적파급효과(평균 5.22, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 작업자노출빈도(평균 5.44, CVR 0.3333, 합의도 0.50)에서 타당성이 확보되지 않음

- 다수 기준의 합의도가 0.50으로 동일하게 낮은 점은, 컨베이어 설비의 종류와 작동 방식이 다양하여 통일된 디자인 기준 적용에 대한 전문가 견해가 일치하지 않음을 보여줌

(바) 거푸집·동바리 붕괴(G3-①-01)

- 5개 평가기준 모두에서 CVR 0.1111 이하를 기록하며 전 기준 타당성 미확보로 판정
- 작업자노출빈도(평균 4.56, CVR -0.1111, 합의도 0.33, 안정도 0.4493)는 CVR 음수와 높은 안정도를 보여, 전문가 간 의견 편차가 매우 크고 타당성 합의가 전혀 형성되지 않았음을 확인
- 거푸집·동바리는 구조 계산·시공 감리·하중 관리 등 공학적 안전 관리가 핵심이며, 디자인 개입의 범위가 매우 제한적인 것으로 전문가들이 판단

(사) 토사·지반 붕괴(G3-①-02)

- 사고발생빈도(CVR -0.1111), 치명도(CVR -0.3333), 디자인개입가능성(CVR -0.5556), 사회적파급효과(CVR -0.3333), 작업자노출빈도(CVR -0.5556)의 5개 기준 모두에서 CVR이 음수를 기록
- 특히 디자인개입가능성과 작업자노출빈도의 CVR -0.5556은 30개 항목 중 최저 수준으로, 과반수 이상의 전문가가 해당 기준에 부적절함으로 응답하였음을 의미
- 토사·지반 붕괴는 지질 조사·흙막이 공법·지반 보강 등 토목·지반공학적인 접근이 필수적인 영역으로, 디자인 단독 개입으로는 사고 예방에 실질적 효과를 기대하기 어렵다는 전문가 합의가 명확

(아) 전기적 원인에 의한 화재(G3-③-03)

- 사고발생빈도(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 치명도(평균 5.44, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 디자인개입가능성(평균 5.22, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 사회적파급효과(평균 5.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 작업자노출빈도(평균 5.11, CVR 0.3333, 합의도 0.50)의 5개 기준 모두 합의도가 0.50으로 낮게 나타남
- 전기적 원인 화재는 설비 노후화·절연 불량·과부하 등 기술적 요인이 주된 원인이며, 정기 점검과 설비 교체가 디자인 개입보다 효과적이라는 전문가 판단이 반영된 것으로 분석

(자) 데크플레이트·바닥 구조 붕괴(G3-①-04)

- 사고발생빈도(평균 4.56, CVR 0.3333), 치명도(평균 4.44, CVR 0.3333, 합의도 0.50), 디자인개입가능성(평균 4.67, CVR 0.3333), 사회적파급효과(평균 4.56, CVR 0.3333), 작업자노출빈도(평균 4.33, CVR 0.3333, 합의도 0.50)의 5개 기준 모두 타당성 미확보로 판정
- 데크플레이트의 구조적 안전성은 설계 기준·자재 규격·시공 정밀도에 의해 결정되므로, 현장 적용 가능한 디자인 수단이 제한적이라는 전문가 판단이 반영된 결과

(차) 가설 구조물 붕괴(G3-①-03)

- 5개 평가기준 모두에서 CVR 0.3333 이하 또는 음수를 기록하며 전 기준 타당성 미확보로 판정
- 작업자노출빈도(평균 4.33, CVR -0.1111, 합의도 0.33)는 CVR 음수 및 낮은 합의도를 기록하여 전문가 간 타당성 합의가 거의 형성되지 않음
- 가설 구조물은 설치·해체 과정의 안전 관리·구조 계산·하중 검토 등 시공관리와 공학적 안전 점검이 핵심이며, 디자인 개입만으로는 붕괴 위험을 충분히 예방하기 어렵다는 전문가 합의가 형성

(5) 30개 세부 사고 유형 타당성 종합

(가) 세부 사고 유형별 평가기준 타당 여부 종합

세부 사고 유형	사고 빈도	치명도	디자인	파급 효과	노출 빈도	분류
인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)	○	○	○	○	○	단기
프레스·압착 설비 협착(G2-①-02)	○	○	○	○	○	단기
절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-②-01)	○	○	○	○	○	단기
회전체·롤러·회전부 협착(G2-①-03)	○	○	○	○	○	단기
차량·이동장비와의 충돌(보행자기준)(G2-③-02)	○	○	○	○	○	단기
노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-①-01)	○	○	○	○	○	단기
지게차 주행 중 사고(G5-①-01)	○	○	○	○	○	단기
적재물·붕괴 전도로 인한 타격(G2-④-04)	○	X	○	○	○	중기
차량·중장비 전도(G1-④-01)	○	○	○	○	○	중기
자동화 설비·로봇 협착(G2-①-04)	○	○	○	○	○	중기
톱·그라인더·연마기 사용 중 베임(G2-②-02)	○	X	○	○	○	중기
커터·칼 등 수공구 사용 중 베임(G2-②-03)	○	X	○	X	○	중기
장비·구조물 사이 협착(G2-①-05)	○	X	○	○	X	중기
날카로운 자재·부품에 의한 베임(G2-②-04)	○	X	○	○	X	중기
장비 회전·작동 반경 내 충돌(G2-③-04)	○	X	○	○	○	중기
용접·절단 작업 중 화재(G3-③-01)	○	X	○	○	○	중기
가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-③-02)	○	○	○	○	○	중기
가스 누출·축적 후 폭발(G3-②-01)	○	○	○	○	○	중기
가스·연료 착화로 인한 화재(G3-③-04)	○	○	X	○	X	중기
밀폐공간 진입 후 산소결핍(G4-④-01)	○	○	○	○	○	중기
비계·작업발판 관련 추락(G1-①-03)	X	X	X	X	X	장기
지붕·상부 구조물 관련 추락(G1-①-02)	○	X	○	X	X	장기
상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-④-01)	X	X	X	X	X	장기
공구·부품 낙하로 인한 타격(G2-④-02)	○	X	X	X	X	장기
컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)	○	X	X	X	X	장기
거푸집·동바리 붕괴(G3-①-01)	X	X	X	X	X	장기
토사·지반 붕괴(G3-①-02)	X	X	X	X	X	장기
전기적 원인에 의한 화재(G3-③-03)	X	X	X	X	X	장기
데크플레이트·바닥 구조 붕괴(G3-①-04)	X	X	X	X	X	장기
가설 구조물 붕괴(G3-①-03)	X	X	X	X	X	장기

(나) 단기·중기·장기 실행체계 분석

실행단계	분류 기준	세부 사고 유형
단기 (3년)	디자인 개입을 통해 비교적 빠르게 현장 적용이 가능한 항목	01. 지게차 주행 중 사고(G5-①-01)
		02. 차량·이동장비와의 충돌(보행자기준)(G2-③-02)
		03. 프레스·압착 설비 협착(G2-①-02)
		04. 절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-②-01)
		05. 회전체·롤러·회전부 협착(G2-①-03)
		06. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)
		07. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-①-01)
중기 (5년)	타당성이 일부 또는 전반적으로 확인되었으나, 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식이 달라질 수 있는 항목	08. 적재물·붕괴 전도로 인한 타격(G2-④-04)
		09. 차량·중장비 전도(G1-④-01)
		10. 자동화 설비·로봇 협착(G2-①-04)
		11. 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임(G2-②-02)
		12. 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임(G2-②-03)
		13. 장비·구조물 사이 협착(G2-①-05)
		14. 날카로운 자재·부품에 의한 베임(G2-②-04)
		15. 장비 회전·작동 반경 내 충돌(G2-③-04)
		16. 용접·절단 작업 중 화재(G3-③-01)
		17. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-③-02)
		18. 가스 누출·축적 후 폭발(G3-②-01)
		19. 가스·연료 착화로 인한 화재(G3-③-04)
장기 (5년)	산업안전디자인의 직접 개입보다는 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 중요한 항목	20. 밀폐공간 진입 후 산소결핍(G4-④-01)
		21. 비계·작업발판 관련 추락(G1-①-03)
		22. 지붕·상부 구조물 관련 추락(G1-①-02)
		23. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-④-01)
		24. 공구·부품 낙하로 인한 타격(G2-④-02)
		25. 컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)
		26. 거푸집·동바리 붕괴(G3-①-01)
		27. 토사·지반 붕괴(G3-①-02)
		28. 전기적 원인에 의한 화재(G3-③-03)
		29. 데크플레이트·바닥 구조 붕괴(G3-①-04)
		30. 가설 구조물 붕괴(G3-①-03)

다. 델파이 2차 조사

1) 델파이 분석 내용의 구성

① 델파이 조사 전문가 구성

- 2차 델파이 조사는 조사의 정확도를 높이고 결과의 일관성을 유지하기 위하여, 1차 조사에 참여했던 9명의 전문가 구성을 그대로 인용하여 진행

이름	분야	경력
신**	공공기관	20년 이상
오**	안전, 서비스디자인	20년 이상
이**	산업안전	20년 이상
염**	디자인	20년 이상
임**	디자인	15년~20년
이**	디자인	20년 이상
정**	행정, 안전	5년~10년
이**	산업안전, UX디자인	20년 이상
이**	안전	10년~15년

② 분석의 검증

- 동일한 검증 척도를 유지함으로써 도출된 결과가 이론적·실무적으로 유의미하다는 점을 확신
- 1차 조사와 동일하게 평균, 표준편차, 사분범위를 활용하여 데이터의 산포도를 파악
- 내용 타당도 비율(CVR)을 중심으로 분석하되, 이를 보완하기 위해 수렴도, 합의도, 안정도 등을 동일한 기준으로 검토하여 결과의 신뢰도를 극대화

검증척도	판정기준	판정결과
내용 타당도 비율(CVR)	$CVR \geq 0.474$	타당도 있음
수렴도	$\frac{IQR}{2} \leq 0.50$	타당도 있음
합의도	$1 - \frac{Q_3 - Q_1}{M_{dn}} \geq 0.75$	타당도 있음
안정도	$CV = \frac{S_X}{\bar{X}} \leq 0.50$	타당도 있음

③ 분석의 구성

(1) 2차 델파이 분석의 구성 및 질문 설계 의도

- 1차 조사에서 도출된 결과를 바탕으로, 각 항목의 중요도를 다시 새롭게 판단하기보다 현재 정리된 분류체계가 적절한지 재확인하고 최종 타당성을 확보하기 위한 구조로 설계

(2) 핵심과제 선정기준에 대한 설문조사 의도

- 2차 조사는 1차 조사 결과를 반영한 후속 단계이므로, 응답자가 동일한 해석 기준 위에서 판단할 수 있도록 선정기준의 조정 결과와 세부 의미를 먼저 제시 필요
- 이에 따라 설문에서는 사고발생빈도, 치명도, 디자인개입가능성, 작업자노출빈도, 사회적파급효과, 현장 적용성, 확산 가능성, 사용자 포용성, 제도 연계성의 의미를 먼저 정리하여 제시
- 이는 같은 용어라도 전문가마다 해석 차이가 발생할 수 있기 때문에, 질문의 판단 기준을 사전에 통일하기 위한 장치

(3) 핵심과제 적용 유형에 대한 설문조사 의도

- 2차 조사에서는 단순히 개별 항목만 평가하지 않고, 먼저 ‘단계 실행과제 / 중기 보완과제 / 장기 검토과제’라는 적용 유형 정의 자체가 적절한지를 묻는 문항을 포함
- 이는 특정 항목이 어느 분류에 속하는지를 판단하기 전에, 그 분류 틀 자체가 타당한지를 먼저 검토 필요
- 각 항목 배치의 전제가 되는 분류체계의 개념적 적절성을 확인하기 위한 목적에서 구성

(4) 30개 작업유형별 적용 유형 적절성에 대한 설문조사 의도

- 2차 설문에서 가장 핵심이 되는 부분은 30개 작업유형 각각이 현재 배치된 적용 유형에 적절하게 놓여 있는지를 검토
- 각 작업유형의 중요도를 새로 묻는 것이 아니라, 현재 분류된 자리가 맞는지를 판단하도록 구성
- 1차 조사 결과를 바탕으로 이미 마련된 분류안을 검증·보정하는 역할을 수행하며, 최종 로드맵의 실질적 우선순위를 정교화하기 위한 핵심 단계

(5) 유형별 구성의 적절성에 대한 설문조사 의도

- 개별 항목 평가만으로는 전체 묶음이 논리적으로 잘 구성되었는지 확인하기 어렵기 때문에, 2차 설문에서는 적용 유형별 묶음 전체의 적절성을 따로 평가하는 문항을 포함
- 즉시 적용형 7개 항목, 현장 보완형 13개 항목, 연계 검토형 10개 항목이 각각 그 성격에 맞게 구성되어 있는지를 검토

(6) 2차 델파이 조사의 전체 목적

- 1차 조사 결과를 반영해 조정된 선정기준과 항목 분류를 바탕으로, 현재의 분류체계가 적절한지, 각 항목의 적용 유형 배치가 타당한지, 향후 최종 조정은 어떤 방식으로 이루어져야 하는지를 점검
- 2차 조사는 탐색 단계라기보다, 1차 결과를 바탕으로 체계를 재확인하고 최종 로드맵으로 정리하는 수렴·정교화 단계로 이해하는 것이 적절

2) 2차 델파이 설문조사 결과

① 핵심과제 선정기준의 적절성

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
사고발생빈도 : 산업현장에서 해당 사고가 반복적으로 발생하는 정도	5.33	1.802	6	5	6	0.7778	0.5	0.8333	0.3380	O
치명도 : 사고 발생 시 사망, 중상, 중대재해로 이어질 가능성	6	2	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.3333	O
디자인개입가능성 : 시지각, 정보 전달, 사용성 개선을 통해 사고 예방과 안전행동 유도가 가능한 정도	6.78	0.440	7	7	7	1	0	1	0.0650	O
작업자노출빈도 : 작업자가 해당 위험요인에 반복적으로 노출되는 정도	5.56	1.878	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.3380	O
사회적파급효과 : 사고 발생 시 사회적 관심, 정책적 시급성, 공공적 영향이 큰 정도	6	0.866	6	5	7	1	1	0.6667	0.1443	O
현장 적용성 : 실제 사업장에 적용 가능한 정도, 비용·기간·유지관리 부담 포함	6.33	0.866	7	6	7	1	0.5	0.8571	0.1367	O
확산 가능성 : 복수 업종, 중소사업장, 다양한 작업환경으로 확장 가능한 정도	6.22	0.833	6	6	7	1	0.5	0.8333	0.1339	O
사용자 포용성 : 고령 근로자, 취약 근로자, 신규 근로자, 외국인 근로자 등이 쉽게 이해하고 사용할 수 있는 정도	6.22	0.833	6	6	7	1	0.5	0.8333	0.1339	O
제도 연계성 : 법령, 기준, 표준, 지원사업, 인증제도 등과 연계 가능한 정도	6	1.118	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.1863	O

- 선정기준과 관련된 총 9개 문항 중 9개 문항 모두 타당한 것으로 확인
- 평가에서 두드러진 항목은 ‘디자인 개입 가능성’, ‘사회적파급효과’, ‘현장적용성’
- 위 항목들은 평가 평균, CVR(내용타당도비율), 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 해당 기준들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

② 핵심과제 적용 유형의 정의에 대한 적절성 검토

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
단기 실행과제 : 디자인 개입을 통해 비교적 빠르게 현장 적용이 가능한 항목	6.44	1.013	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.1573	O
중기 보완과제 : 타당성이 일부 또는 전반적으로 확인되었으나, 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식이 달라질 수 있는 항목	6.11	0.781	6	6	7	1	0.5	0.8333	0.1279	O
장기 검토과제 : 산업안전디자인의 직접 개입보다는 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 중요한 항목	6.33	0.866	7	6	7	1	0.5	0.8571	0.1367	O

- 핵심과제 적용 유형의 정의에 대한 적절성을 검토한 결과, 관련된 총 3개 문항 중 3개 문항 모두 타당한 것으로 확인
- 특히 ‘중기 보완과제’ 및 ‘장기 검토과제’에 대한 평가가 두드러짐
- 해당 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 두 항목의 정의에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

③ 30개 작업유형별 적용 유형 적절성 검토

(1) 단기 실행과제

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
지게차 운행 중 사고	5.89	1.364	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.2317	O
차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)	6.67	1	7	7	7	0.7778	0	1	0.15	O
프레스·압착 설비 협착	6.44	0.882	7	6	7	1	0.5	0.8571	0.1368	O
절단기·절삭기 사용 중 절단	6.22	0.972	7	5	7	1	1	0.7143	0.1561	O
회전체·롤러·회전부 협착	6.56	0.726	7	6	7	1	0.5	0.8571	0.1108	O
인양·운반 작업 중 낙하물 타격	6.89	0.333	7	7	7	1	0	1	0.0483	O
노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전	6.89	0.333	7	7	7	1	0	1	0.0483	O

- 0개 세부 사고 유형별 적용 유형 적절성 검토 중, 단기와 관련된 총 7개 문항이 모두 타당한 것으로 확인
- 특히 ‘프레스 압착설비 협착방지’, ‘절단기 절삭기 안전’, ‘회전체 롤러 회전부 협착방식’에 대한 평가가 두드러짐
- 해당 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 전문가 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 위 항목들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

(2) 중기 보완과제

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
적재물 붕괴·전도로 인한 타격	5.55	1.333	5	5	7	0.7778	1	0.6	0.24	O
차량·중장비 전도	5.78	1.394	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.2413	O
자동화 설비·로봇 협착	6.44	1.014	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.1573	O
톱·그라인더·연마기 사용 중 베임	5.56	1.740	6	5	7	0.5556	1	0.6667	0.3132	O
커터·칼 등 수공구 사용 중 베임	5.44	1.667	6	5	7	0.5556	1	0.6667	0.3061	O
장비·구조물 사이 협착	5.78	1.787	7	5	7	0.5556	1	0.7142	0.3093	O
날카로운 자재·부품에 의한 베임	5.44	1.590	6	5	7	0.5556	1	0.6667	0.2920	O
장비 회전·작동 반경 내 충돌	5.67	1.323	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.2334	O
용접·절단 작업 중 화재	6.22	1.093	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.1754	O
가연물 관리 미흡으로 인한 화재	6.11	1.537	7	6	7	0.5556	0.5	0.8571	0.2514	O
가스 누출·축적 후 폭발	6.22	1.563	7	7	7	0.5556	0	1	0.2513	O
가스·연료 착화로 인한 화재	5.78	1.716	7	5	7	0.5556	1	0.7143	0.2970	O
밀폐공간 진입 후 산소결핍	6	1	6	6	7	0.7778	0.5	0.8333	0.1667	O

- 30개 작업 유형별 적용 유형 적절성 검토 중, 중기 보완과제와 관련된 총 13개 문항이 모두 타당한 것으로 확인
- 특히 ‘적재물 붕괴 전도 방지’, ‘자동화 설비 로봇’, ‘장비 회전 작동 반경 충돌 방지’ 등에 대한 평가가 두드러짐
- 해당 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 전문가 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 위 항목들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

(3) 장기 검토과제

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
비계·작업발판 관련 추락	5.33	1.323	5	5	6	0.5556	0.5	0.8	0.2480	O
지붕·상부 구조물 관련 추락	5.22	1.856	6	4	7	0.3333	1.5	0.5	0.3554	X
상부 작업 중 자재 낙하	5.56	1.667	6	5	7	0.5556	1	0.6667	0.3	O
공구·부품 낙하로 인한 타격	5.11	1.616	5	4	6	0.3333	1	0.6	0.3161	X
컨베이어·이송설비 협착	5.44	1.333	5	5	7	0.7778	1	0.6	0.2449	O
거푸집·동바리 붕괴	5.22	2.108	6	4	7	0.3333	1.5	0.5	0.4037	X
토사·지반 붕괴	5.44	2.068	6	6	7	0.5556	0.5	0.8333	0.3799	O
전기적 원인에 의한 화재	6.11	1.269	6	6	7	0.7778	0.5	0.8333	0.2077	O
데크플레이트·바닥 구조 붕괴	5.11	2.205	6	3	7	0.3333	2	0.3333	0.4314	X
가설 구조물 붕괴	5.33	2.062	6	5	7	0.5556	1	0.6667	0.3865	O

- 30개 작업 유형별 적용 유형 적절성 검토 중, 장기 검토과제와 관련된 10개 문항 중 6개 문항이 타당한 것으로 확인
- 특히 ‘컨베이어 이송설비 협착’, ‘전기적 원인 화재 방지’에 대한 평가가 두드러짐
- 반면 ‘지붕 상부 구조물 추락 방지’, ‘공구 부품 낙하 방지’, ‘거푸집 동바리 붕괴 방지’, ‘데크플레이트 바닥 구조 붕괴 방지’ 문항은 최종적으로 타당하지 않은 것으로 판단

④ 적용 유형별 구성의 적절성 검토

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
단기 실행과제에 포함된 7개 항목은 산업안전디자인을 통해 비교적 빠르게 현장 적용이 가능한 항목으로 구성되어 있다	6.44	1.013	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.1573	O
중기 보완과제에 포함된 13개 항목은 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식의 구체화가 필요한 항목으로 구성되어 있다	6.11	0.782	6	6	7	1	0.5	0.8333	0.1279	O
장기 검토과제에 포함된 10개 항목은 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 필요한 항목으로 구성되어 있다	6	1.225	6	6	7	0.7778	0.58	0.8333	0.2041	O
세 가지 적용 유형의 구분은 산업안전디자인 핵심과제 항목을 체계적으로 조정하는 데 적절하다	6.11	1.054	6	6	7	0.7778	0.5	0.8333	0.1725	O
현재의 30개 항목 분류는 향후 산업안전디자인 사업의 적용 우선순위를 설정하는 데 적절하다	5.89	0.928	6	5	7	1	1	0.6667	0.1576	O
현재의 30개 항목 분류는 산업안전디자인의 현장 적용 가능성을 판단하는 데 적절하다	5.89	0.928	6	5	7	1	1	0.6667	0.1576	O
현재의 30개 항목 분류는 산업안전디자인의 제도화 및 확산 가능성을 검토하는 데 적절하다	5.78	1.093	6	5	7	0.7778	1	0.6667	0.1892	O

- 적용 유형별 구성의 적절성 검토와 관련된 총 7개 문항 중 7개 문항이 모두 타당한 것으로 확인
- 특히 ‘중기 보완과제 항목’, ‘적용 우선순위 설정’, ‘현장 적용 가능성 판단’에 대한 평가가 두드러짐
- 해당 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 전문가 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 위 항목들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

⑤ 최종 확인 문항

문항	평균	표준 편차	중수위	사분위수		CVR	수렴도	합의도	안정도	타당 여부
				25%	75%					
1차 델파이 결과를 반영하여 조정된 30개 항목의 적용 유형 분류를 전반적으로 유지하는 것이 적절하다	6	1	6	6	7	0.7778	0.5	0.8333	0.1667	O
2차 조사에서는 현재 분류의 적절성을 중심으로 전문가 합의를 재확인하는 것이 적절하다	6.33	1.118	7	6	7	0.7778	0.5	0.8571	0.1765	O
향후 최종 항목 도출 시, 현재 분류에서 적절성이 낮게 평가된 항목만 조정하는 방식이 적절하다	6.22	0.833	6	6	7	1	0.5	0.8333	0.1339	O
향후 최종 항목 도출 시, 각 항목의 디자인 개입 가능성과 현장 적용성을 중심으로 최종 보완하는 것이 적절하다	6.78	0.441	7	7	7	1	0	1	0.0650	O

- 최종 확인 문항과 관련된 총 4개 문항 중 4개 문항이 모두 타당한 것으로 확인
- 특히 '적절성이 낮게 평가된 항목 조정 방식', '각 항목 별 디자인 개입 가능성 및 현장 적용성 중심 최종 보완의 적절성'에 대한 평가가 두드러짐
- 해당 항목들은 평가 평균 점수, CVR(내용타당도비율), 전문가 합의도 측면에서 모두 높은 수준을 기록
- 이를 통해 위 항목들에 대한 전문가들의 합의가 비교적 명확하게 형성된 것으로 해석

⑥ 기타의견

전문가	내용
이**	없음
이**	'디자인 개입'에 따른 핵심과제 선정이라는 핵심이 잘 진행되기 위해서는 '디자인 개입'을 어떤 식으로 할지, 그것을 통해 실제 어떻게 개선이 되고, 작업자의 행동을 바꿀 수 있는지 등 실질적인 효과를 어떻게 볼 수 있을지에 대해 충분한 검토가 우선될 필요가 있다 생각합니다.
정**	없음
신**	없음
오**	1. 단기 실행과제 내용 중 항목 간 중복성이 있습니다. 2. 현재 화재 방지에 대한 항목만 있으므로, 화재재난 발생 시 비상대피와 대응체계 추가가 필요합니다.
이**	없음
이**	내국인 중 고령자, 외국인을 위한 사고내용과 대체방안 수립도 필요 할 것으로 사료됨

임**	의미있는 연구해 주셔서 감사합니다. 전반적으로 단기, 중기, 장기의 항목이 타당하게 구성되어 있다고 판단됩니다. 더불어 짧은 소견이지만 아래와 같이 추가 의견 전해드리고 싶습니다. 다만 산업안전디자인 표준모델 로드맵이라는 연구 목적을 고려할 때, 디자인 개입을 물리적 환경 개선에 국한하지 않고 서비스디자인의 범주로 확장하여 해석할 필요가 있다고 생각합니다. 일부 중기, 장기 과제는 지난 제 경험에 비추어 볼 때, 디자인 개입 요소와 작업자의 의식 및 행동 의존 요소가 혼재되어 있어 단일 단계로 분류하기에 다소 모호한 지점이 있는 것으로 보입니다. 저는 그간 안전디자인 컨설팅시 현장에서의 안전문제와 예상 결과물에 대해 시각(정보 전달), 환경(공간 및 동선), 설비(장비 및 조작 요소), 관리(교육 및 운영)의 관점에서 통합적으로 접근하였습니다. 실제 컨설팅에서 실증 결과는 항상 단기 과제에만 집중했지만, 기업 관계자 및 작업자들에게 이러한 요소들을 설명하고 향후 지속 투자에 대해 설명했을 때 이해도가 높고, 장기적으로 접근하는 편이었습니다. 단기 과제는 물리적 환경 개선 중심으로 이해가 용이한 반면, 중기 및 장기 과제는 물리적 개선뿐 아니라 작업자의 인식과 행동 변화를 함께 고려한 적용 전략이 명시되면 생각합니다. 이에 따라 표준모델 개발 시 이러한 요소를 함께 반영할 수 있도록 유형 구분 및 설명이 보완된다면 현장 이해도와 적용성이 더욱 높아질 것으로 생각합니다. 다시 한번 좋은 연구해 주심에 감사드립니다.
엄**	우선 수고 많으셨습니다. 다수의 단기과제 및 중기보완과제의 경우 다양한 솔루션으로 접근이 가능한 부분이 있다고 사료됩니다. 다만 일부 과제의 경우 안전관리 및 기술적 연계가 필요하지 않을까 싶어 실제 기획 시 고민이 필요한 부분이라고 생각합니다. 또한 그 동안 안전서비스디자인이 기업 작업현장의 환경 및 시각물 중심의 솔루션으로서 일부 한계가 있었다면 조금 더 안전산업 제반 분야에 대한 과제를 도출하는 것도 의미가 있지 않을까 제안드립니다. 그리고 개인적으로는 장기검토과제 중 건설 관련 사항이 많은 것 같은데. 개인적으로 그 부분에 대한 고민이나 전문성이 부족하여 응답이 조심스럽습니다. 참조 및 양해 부탁드립니다. 다시 한번 수고 많으세요, 좋은 하루 되십시오!!!

- 전문가들은 전반적으로 디자인 개입의 실질적 효과 검증과 적용 범위 확대의 필요성을 강조
- 디자인 개입 방식과 이를 통한 실제 작업자의 행동 변화 및 개선 효과를 어떻게 측정할 수 있는지에 대한 충분한 검토가 우선
- 산업안전디자인 표준모델이 단순한 물리적 환경 개선에 국한되지 않고 서비스디자인 범주로 확장 필요
- 단기·중기·장기 과제 구분 시, 디자인 개입 요소와 작업자의 의식 및 행동 변화 요소를 함께 고려한 적용 전략 명시
- 안전서비스디자인이 개별 기업의 작업현장 환경 중심에서 벗어나 안전산업 생태계 전반으로 확대될 필요성 제기
- 장기 검토과제 중 건설 관련 사항에 대해서는 전문적인 지식 및 검토 보완 요구
- 단기 실행과제 항목 간 충분성 검토와 함께, 화재 및 재난 발생 시 비상대피 및 대응체계 항목의 추가 필요
- 내국인 고령 근로자뿐만 아니라, 외국인 근로자를 위한 사고 내용 및 대처 방안 수록도 포함

3) 2차 델파이 설문조사 결과 종합분석

① 과제 타당여부 분석

실행단계	분류 기준	세부 사고 유형	타당여부
단기 (3년)	디자인 개입을 통해 비교적 빠르게 현장 적용이 가능한 항목	01. 지게차 주행 중 사고(G5-①-01)	O
		02. 차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)(G2-③-02)	O
		03. 프레스·압착 설비 협착(G2-①-02)	O
		04. 절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-②-01)	O
		05. 회전체·롤러·회전부 협착(G2-①-03)	O
		06. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)	O
		07. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-①-01)	O
중기 (5년)	타당성이 일부 또는 전반적으로 확인되었으나, 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식이 달라질 수 있는 항목	08. 적재물 붕괴·전도로 인한 타격(G2-④-04)	O
		09. 차량·중장비 전도(G1-④-01)	O
		10. 자동화 설비·로봇 협착(G2-①-04)	O
		11. 톱·그라인더·연마기 사용 중 베임(G2-②-02)	O
		12. 커터·칼 등 수공구 사용 중 베임(G2-②-03)	O
		13. 장비·구조물 사이 협착(G2-①-05)	O
		14. 날카로운 자재·부품에 의한 베임(G2-②-04)	O
		15. 장비 회전·작동 반경 내 충돌(G2-③-04)	O
		16. 용접·절단 작업 중 화재(G3-③-01)	O
		17. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-③-02)	O
		18. 가스 누출·축적 후 폭발(G3-②-01)	O
장기 (5년)	산업안전디자인의 직접 개입보다는 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 중요한 항목	19. 가스·연료 착화로 인한 화재(G3-③-04)	O
		20. 밀폐공간 진입 후 산소결핍(G4-④-01)	O
		21. 비계·작업발판 관련 추락(G1-①-03)	O
		22. 지붕·상부 구조물 관련 추락(G1-①-02)	X
		23. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-4-01)	O
		24. 공구·부품 낙하로 인한 타격(G2-④-02)	X
		25. 컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)	O
		26. 거푸집·동바리 붕괴(G3-①-01)	X
		27. 토사·지반 붕괴(G3-①-02)	O
		28. 전기적 원인에 의한 화재(G3-③-03)	O
		29. 데크플레이트·바닥 구조 붕괴(G3-①-04)	X
		30. 가설 구조물 붕괴(G3-①-03)	O

- 핵심과제 30선 선정을 위한 2차 델파이 조사를 통해 다음 항목들의 적절성을 검토
- 검토 내용: 선정기준의 적절성, 적용 유형 정의의 적절성, 30개 작업유형별 적용 유형 적절성, 적용 유형 구성의 적절성, 최종 확인에 대한 적절성
- 대부분의 검토 항목에서 전문가들의 의견에 따라 높은 타당성이 확인
- 과제 우선순위 배정에 있어서도 ‘단기 실행과제’와 ‘중기 보완과제’는 타당성이 명확히 확보
- 반면, 장기 검토과제 중 총 4개 유형에 대한 타당성이 낮게 평가되어 최종 제거 요인으로 발굴
- 제거된 4개 유형: 지붕 상부 구조물 추락방지, 공구 부품 낙하 방지, 거푸집 동바리 붕괴 방지, 데크플레이트 바닥 구조 붕괴 방지
- 최종적으로 단기, 중기, 장기 과제로 구분된 총 26개의 과제 우선순위 리스트를 도출

4) 실행과제 항목 조정(단기)

① 산업재해 통계 기반 화재 위험성 재검토

- 델파이 2차 조사 완료 후 최신 국가 승인 통계를 재검토하는 과정에서, 화재·폭발 유형의 위험성이 기존 항목 분류 당시 반영된 수준을 상회함을 확인
- 고용노동부가 발표한 「2024년 재해조사 대상 사망사고 발생 현황」 잠정결과에 따르면, 2024년 누적 재해조사 대상 사고사망자는 589명으로 전년 598명 대비 15% 감소 전반적인 사망사고 감소 추세 속에서도 화재·폭발 유형은 예외적 양상을 보임 화재·폭발 사망자는 44명으로 전년 대비 14명, 467% 증가하여 주요 사고 유형 중 가장 높은 증가율을 기록
- 연구진은 이 같은 통계 변화가 본 연구의 로드맵 수립 시점 이후 공식 발표된 데이터임을 확인하고, 화재 관련 항목의 우선순위 재검토를 진행

② 화재 유형의 치명도 특성

- 2024년 재해조사 대상 사망사고 유형별 통계에서 화재·폭발은 전년 30명 대비 44명으로 14명, 467% 증가하여 주요 사고 유형 중 가장 높은 증가율을 기록
- 특히 주목할 점은 화재 사고의 구조적 치명성 전체 사망사고 건수가 전년 대비 53% 감소하는 추세 속에서도 화재·폭발만 역행하여 증가하였으며, 사망사고 건수는 31건(53%) 감소했음에도 전체 사망자 수 감소가 9명(15%)에 그친 핵심 원인이 화성 화재사고 단 1건에서 23명이 사망한 데 기인 이는 화재가 사고 1건당 사망자 수, 즉 치명도 측면에서 타 유형을 압도함을 보여주는 수치

구분	수치
2023년 화재·폭발 사망자	30명
2024년 화재·폭발 사망자	44명
증감	+14명(+467%)
단일 사고 최대 사망자	23명

③ 제조업 집중 발생 및 정책적 시급성

- 2024년 제조업 사망자는 175명으로 전년 대비 5명(29%) 증가하였으며, 특히 50인 이상 제조업 사업장에서 26명(351%) 증가하여 대형사고 위험이 심화되는 양상 이는 화성 아리셀 화재사고 등 제조업 내 화재 대형참사가 집중 발생한 데 따른 것으로, 화재가 제조업 사망사고 증가를 주도하는 핵심 유형임을 시사
- 이러한 통계 변화를 본 연구의 우선순위 선정기준인 치명도, 사회적 파급효과, 현장 적용성, 디자인 개입 가능성에 대입하여 재검토한 결과, 화재 관련 항목에 대한 단기 실행과제로의 조정이 타당하다는 판단

④ 화재 확산·대응 단계 항목의 단기 추가 근거

- 기존 로드맵은 발화 원인 중심의 항목 분류에 집중되어 있으나, 화성 아리셀 화재(20246, 사망 23명)에서 확인된 바와 같이 대형 화재 참사의 본질적 원인은 발화 자체가 아닌 확산 차단 실패와 대피 대응 미흡에 있음을 확인
- 화재 확산·대응 미흡 상황」은 화재 발생 이후 확산 경로 차단, 비상대피 유도, 초기진화 접근 동선 시각화 등 대응 단계의 디자인 개입이 핵심인 유형으로, 현재의 사회적 맥락과 통계적

시급성에 가장 직접적으로 부합하는 유형 「기타 화재 상황」은 단일 발화 원인으로 분류되지 않는 복합 요인 또는 현장 관리 사각지대에서 발생하는 화재 상황 전반을 포괄하는 유형으로, 특정 발화원 중심의 대응체계로는 예방이 불가능한 현장의 구조적 취약점을 포함 범용 화재 위험 식별 표시, 소화 설비 위치 시각화, 비상 탈출 동선 표준화 등 업종·공정에 관계없이 즉시 적용 가능한 디자인 방안 도출이 가능한 유형이므로 이 두 항목을 단기 실행과제에 신규 추가하는 것이 타당하다는 판단

⑤ 검토 결과 및 조정 방향

(1) 용접·절단 작업 화재 방지(기존 중기 → 단기 조정)CODE: G3-③-01

- 델파이 2차 결과 평균 6.22, CVR 0.7778, 합의도 0.8571로 중기 13개 항목 중 상위권. 용접 불티 비산 차단막, 작업구역 시각적 구획, 이동식 방호막 등 디자인 단독 개입이 즉시 가능한 유형

(2) 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(기존 중기 → 단기 조정)CODE: G3-③-02

- 2차 델파이 결과 평균 6.11, CVR 0.5556, 합의도 0.8571로 중기 13개 항목 중 4위 가연물 전용 보관함, 적치금지구역 표시, 정리정돈 상태 표시 등 5S 디자인 개입 범위가 명확하며, 기존 단기 과제인 용접·절단 작업 화재 방지와 연계한 발화원-가연물 통합 관리체계 구성이 가능한 유형 가연물 관리 미흡은 발화 자체보다 화재 확산의 연료를 제공하는 선행조건에 해당하므로, 발화 전 단계의 디자인 개입이 사고를 원천적으로 차단할 수 있다는 판단

(3) 가스·연료 착화로 인한 화재(기존 중기 → 단기 조정)CODE: G3-③-04

- 2차 델파이 결과 평균 5.78, CVR 0.5556, 합의도 0.7143으로 최소 타당성을 확보 환기상태 표시, 배관 식별 라벨, 접지 확인 표시, 화기금지 표시 등 디자인 개입 수단이 구체화되었으며, 기존 단기 과제인 가연물 관리 화재 방지와 연계한 발화원 차단 통합체계 구성이 가능한 유형 가스·연료 착화 화재는 누출 후 짧은 시간 내 발화로 이어지는 특성상, 사전 감지·차단 단계의 디자인 개입이 사고 예방의 실효성을 가장 크게 좌우한다는 판단

(4) 전기적 원인 화재 방지(기존 장기 → 단기 조정)CODE: G3-③-03

- 델파이 2차 결과 평균 6.11, CVR 0.7778, 합의도 0.8333으로 장기 과제 10개 항목 중 최고 점수 충전부 투명 방호판, 위험 구역 식별 표시, 배전반 시각 경고체계 등 디자인 개입 범위가 명확하며, 기존 단기 과제인 감전 방지와 연계한 전기 위험 통합 대응 체계 구성이 가능한 유형 전기화재는 발화 후 확산 속도가 빠르고 초기 식별이 어려운 특성상 사전 대비 단계의 디자인 개입 실효성이 높다는 판단

(5) 화재 확산·대응 미흡 상황(신규 단기 추가) CODE: G3-③-10

- 발화 이후 확산 경로 차단, 비상대피 유도, 초기진화 접근 동선 시각화 등 대응 단계의 디자인 개입이 핵심인 유형 화성 아리셀 사고에서 확인된 바와 같이 대형 화재 참사는 발화 자체보다 확산과 대피 실패가 사망자 수를 결정짓는 구조적 요인임을 고려할 때 단기 내 우선 대응이 필요한 유형

(6) 기타 화재 상황(신규 단기 추가)CODE: G3-㉓-11

- 단일 발화 원인으로 분류되지 않는 복합 요인 또는 현장 관리 사각지대에서 발생하는 화재 상황 전반을 포괄하는 유형 범용 화재 위험 식별 표시, 소화 설비 위치 시각화, 비상 탈출 동선 표준화 등 업종·공정에 관계없이 즉시 적용 가능한 디자인 방안 도출이 가능하며, 특정 발화원 분류 체계 외부의 현장 사각지대를 구조적으로 포괄하는 유형
- 단, 가연물 관리 화재·가스·연료 착화 화재·가스 누출·폭발 3개 항목은 현장별 공정 조건 차이가 크고 공학적 안전관리와의 연계가 필수적인 특성이 유지되므로 중기 분류를 그대로 유지

㉓ 참고 자료 및 사이트

- 고용노동부, 「2024년 산업재해 현황 부가통계 재해조사 대상 사망사고 발생 현황 잠정결과」
- 통계청 국가통계포털(KOSIS), 「산업재해 발생형태별 현황」, 2020~2024년
- 고용노동부·한국산업안전보건공단, 「산업재해 현황분석」

실행단계	분류 기준	세부 사고 유형	조정여부
단기 (3년)	디자인 개입을 통해 비교적 빠르게 현장 적용이 가능한 항목	01. 지게차 운행 중 사고(G5-㉑-01)	기존 유지
		02. 차량·이동장비와의충돌(보행자 기준)(G2-㉓-02)	기존 유지
		03. 프레스·압착 설비 협착(G2-㉑-02)	기존 유지
		04. 절단기·절삭기 사용 중 절단(G2-㉒-01)	기존 유지
		05. 회전체·롤러·회전부 협착(G2-㉑-03)	기존 유지
		06. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-㉔-03)	기존 유지
		07. 노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전(G4-㉑-01)	기존 유지
		08. 용접·절단 작업 중 화재(G3-㉓-01)	중기 > 단기 조정
		09. 가연물 관리 미흡으로 인한 화재(G3-㉓-02)	중기 > 단기 조정
		10. 가스·연료 착화로 인한 화재(G3-㉓-04)	중기 > 단기 조정
		11. 전기적 원인에 의한 화재(G3-㉓-03)	장기 > 단기 조정
		12. 화재 확산·대응 미흡 상황(G3-㉓-10)	신규 단기 추가
		13. 기타 화재 상황(G3-㉓-11)	신규 단기 추가

5) 실행과제 항목 조정(장기)

- 델파이 1·2차 조사 및 단기 실행과제 조정을 통해 단기(11개)·중기(11개)·장기(6개) 총 28개 항목이 확정되었으나, G4(유해물질 누출·질병) 군집은 214개 세부유형 중 62개(29%)로 5개 군집 중 가장 큰 비중을 차지함에도 현행 로드맵 내 반영 항목은 감전·밀 폐공간 산소결핍 2개에 그침
- 이에 G4 군집 내 이상온도 물체 접촉 방지, 화학물질 누출·접촉 방지를 장기 검토과제로 추가 선정하여 총 30개로 확정함
- 두 항목 모두 설비점검·공학적 안전관리가 디자인 개입에 선행되어야 한다는 장기 검토과제의 분류 기준에 부합하며, 기존 28개 항목과 중복되지 않음

① 이상온도 물체 접촉(고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상) CODE: G4-②-01

사고 발생 현황	제조업·건설업 전 분야에서 고온·저온 설비 접촉에 의한 화상 및 동상 재해가 지속적으로 반복 발생하고 있으며, 특히 금속·화학·식품 가공 공정에서 고온 설비 표면 접촉 사고 비율이 높게 나타남
장기 기준 부합	고온 설비·배관의 단열 조치 및 접근 차단 등 설비점검·공학적 안전관리가 선행되어야 효과를 발휘하며, 디자인은 경고 표지·위험 구역 색채 표시 등 보조적 수단으로 기능함 - 구조안전·설비점검과의 연계가 중요한 장기 검토과제 정의에 부합
제도 연계성	산업안전보건법 화학설비 및 그 부속설비 안전기준, KOSHA GUIDE 고온·저온 작업환경 관리지침과의 연계를 통한 제도화 가능성이 높음
디자인 개입 방향	고온 표면 경계 색채 표시, 접촉 위험 인지 사인 시스템, 접근 경고 표지 등 설비 개선과 연계한 시각적 안전 정보 전달

② 화학물질 누출·접촉(용기·배관 파손으로 인한 누출) CODE: G4-③-01

사고 발생 현황	화학물질 취급 사업장에서 배관 파손·이송 작업 중 누출로 인한 피부 접촉·흡입 재해가 지속 발생하고 있으며, 중대재해처벌법 시행 이후 화학물질 관련 중대재해 사례가 다수 보고되고 있음
장기 기준 부합	배관 밀폐 설계·누출 탐지 센서 등 공학적 설비 개선이 선행되어야 하며, 디자인은 위험 구역 표시·물질 정보 전달 등 보조 수단으로 기능함 - 구조안전·설비점검·공학적 안전관리와의 연계가 필수적인 장기 검토과제 정의에 부합
제도 연계성	화학물질관리법(화관법), 산업안전보건법 물질안전보건자료(MSDS) 제도, 중대재해처벌법과의 연계를 통한 제도화 및 확산 가능성이 높음
디자인 개입 방향	위험 구역 색채 구분, 누출 경로 시각화, 화학물질 정보 전달 사인 시스템, 비상 대피 동선 표시 등 설비 개선과 연계한 시각적 안전 정보 전달

- G4 군집 내 두 항목의 추가를 통해 5개 군집(G1~G5) 전반에 걸친 로드맵 항목 구성의 균형이 확보되었으며, 유해물질 노출·질병 영역에서의 산업안전디자인 개입 가능성이 구체화됨
- 두 항목은 현재 디자인 단독 개입보다 공학적 설비 개선과의 연계가 우선시되어야 하는 특성을 고려하여 장기 검토과제로 분류하였으며, 5차년도 이후 설비 개선 성숙도에 따라 디자인 개입 범위의 단계적 확대가 가능할 것으로 판단됨
- 이에 따라 최종 핵심과제 항목은 단기(11개)·중기(11개)·장기(8개) 총 30개로 확정하며, G1~G5 전 군집을 포괄하는 산업안전디자인 로드맵의 체계적 실행 기반이 마련됨

③ 참고 자료 및 사이트

- 고용노동부, 산업재해 현황분석(각 연도)
- 산업안전보건법 화학설비 및 그 부속설비 안전기준
- KOSHA GUIDE 고온·저온 작업환경 관리지침
- 화학물질관리법(화관법)
- 산업안전보건법 물질안전보건자료(MSDS) 제도
- 중대재해처벌법

실행단계	분류 기준	세부 과제 유형	조정여부
장기 (5년)	산업안전디자인의 직접 개입보다는 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 중요한 항목	24. 인양·운반 작업 중 낙하물 타격(G2-④-03)	기존 유지
		25. 상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격(G2-④-01)	기존 유지
		26. 컨베이어·이송설비 협착(G2-①-01)	기존 유지
		27. 토사·지반 붕괴(G3-①-02)	기존 유지
		28. 가설 구조물 붕괴(G3-①-03)	기존 유지
		29. 고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상(G4-②-01)	신규 장기 추가
		30. 용기·배관 파손으로 인한 누출(G4-③-01)	신규 장기 추가

6) 최종 핵심 과제순위

코드 넘버	과제명(단기)	
G2-③-02	차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준) 관련 안전디자인	
	G2-③ 산업안전 디자인 정의	사람과 차량의 동선 분리가 안 되었거나, 사각지대 감지 장치가 없어 서로를 인지하지 못하고 충돌하는 현상
G2-①-02	프레스·압착 설비 협착 관련 안전디자인	
	G2-① 산업안전 디자인 정의	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
G2-②-01	절단기·절삭기 사용 중 절단 관련 안전디자인	
	G2-② 산업안전 디자인 정의	날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상
G2-①-03	회전체·롤러·회전부 협착 관련 안전디자인	
	G2-① 산업안전 디자인 정의	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
G5-①-01	지게차 주행 중 사고 관련 안전디자인	
	G5-① 산업안전 디자인 정의	사업장 내 도로에서 보행자와 차량의 통행로 구분 및 속도 제한 시설이 없어 발생하는 충돌
G2-④-03	인양·운반 작업 중 낙하물 타격 관련 안전디자인	
	G2-④ 산업안전 디자인 정의	상부 적재물의 이탈 방지 설계 미흡이나, 양중기(크레인) 작업 반경 내 접근 통제 실패로 낙하물에 타격받는 현상
G4-①-01	노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전 관련 안전디자인	
	G4-① 산업안전 디자인 정의	전선 및 충전부의 절연 마감이 파손되었거나, 접지/누전 차단 장치가 없어 신체가 전류 회로의 일부가 되는 현상
G3-③-01	용접·절단 작업 중 화재 관련 안전디자인	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
G3-③-02	가연물 관리 미흡으로 인한 화재 관련 안전디자인	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
G3-③-04	가스·연료 착화로 인한 화재 관련 안전디자인	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
G3-③-03	전기적 원인으로 인한 화재 관련 안전디자인	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
G3-③-10	화재 확산·대응 미흡 상황 관련 안전디자인	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상
G3-③-11	기타 화재 상황	
	G3-③ 산업안전 디자인 정의	가연성 물질이 점화원과 격리되지 않거나, 초기 감지 및 차단 시스템의 부재로 연소가 급격히 확산되는 현상

코드 넘버	과제명(중기)	
G1-④-01	차량·중장비 전도 관련 안전디자인	
	대비	
	G1-④ 산업안전 디자인 정의	중장비 이동 중 노면 불안정을 제어하지 못하거나, 대피 공간이 확보되지 않아 장비 하부에 압착되는 현상
G2-④-04	적재물 붕괴·전도로 인한 타격 관련 안전디자인	
	대응	
	G2-④ 산업안전 디자인 정의	상부 적재물의 이탈 방지 설계 미흡이나, 양중기(크레인) 작업 반경 내 접근 통제 실패로 낙하물에 타격받는 현상
G2-①-04	자동화 설비·로봇 협착 관련 안전디자인	
	대비	
	G2-① 산업안전 디자인 정의	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
G2-②-02	톱·그라인더·연마기 사용 중 베임 관련 안전디자인	
	대응	
	G2-② 산업안전 디자인 정의	날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상
G2-②-03	커터·칼 등 수공구 사용 중 베임 관련 안전디자인	
	대비	
	G2-② 산업안전 디자인 정의	날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상
G2-①-05	장비·구조물 사이 협착 관련 안전디자인	
	대응	
	G2-① 산업안전 디자인 정의	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
G2-②-04	날카로운 자재·부품에 의한 베임 관련 안전디자인	
	대비	
	G2-② 산업안전 디자인 정의	날카로운 설비나 돌출부가 안전 커버없이 노출되어, 작업자 신체와 직접 접촉하여 발생하는 손상
G2-③-04	장비 회전·작동 반경 내 충돌 관련 안전디자인	
	대응	
	G2-③ 산업안전 디자인 정의	사람과 차량의 동선 분리가 안 되었거나, 사각지대 감지 장치가 없어 서로를 인지하지 못하고 충돌하는 현상
G3-②-01	가스 누출·축적 후 폭발 관련 안전디자인	
	대비	
	G3-② 산업안전 디자인 정의	밀폐 용기나 설비의 압력 조절/냉각 장치 설계 미흡으로, 내부 팽창이나 화학 반응을 제어하지 못해 파열되는 현상
G4-④-01	밀폐공간 진입 후 산소결핍 관련 안전디자인	
	대응	
	G4-④ 산업안전 디자인 정의	밀폐 공간 내 환기 인프라 부족 및 산소 농도 모니터링 장비 부재로, 인지하지 못한 채 호흡이 곤란해지는 현상

코드 넘버	과제명(장기)	
G1-①-03	비계·작업발판 관련 추락	
	G1-① 산업안전 디자인 정의	높이 차이가 있는 공간에서, 신체를 지지할 물리적 인프라(난간)나 시각적 경계가 없어 중력에 의해 추락하는 현상
G2-①-01	컨베이어·이송설비 협착 관련 안전디자인	
	G2-① 산업안전 디자인 정의	기계 구동부(회전체)의 방호 덮개나 신체 감지 시 멈추는 인터락(센서)이 설치되지 않아 신체가 물리적으로 구속되는 현상
G2-④-01	상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격 관련 안전디자인	
	G2-④ 산업안전 디자인 정의	상부 적재물의 이탈 방지 설계 미흡이나, 양중기(크레인) 작업 반경 내 접근 통제 실패로 낙하물에 타격받는 현상
G3-①-02	토사·지반 붕괴 관련 안전디자인	
	G3-① 산업안전 디자인 정의	구조물이나 적재물이 하중 한계를 초과하거나 지지력 보강이 되지 않아, 형태가 붕괴되며 작업자를 덮치는 현상
G3-①-03	가설 구조물 붕괴 관련 안전디자인	
	G3-① 산업안전 디자인 정의	구조물이나 적재물이 하중 한계를 초과하거나 지지력 보강이 되지 않아, 형태가 붕괴되며 작업자를 덮치는 현상
G4-②-01	고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상 관련 안전디자인	
	G4-② 산업안전 디자인 정의	고열·극저온 설비 표면에 단열 조치나 접근 방지 울타리가 없어, 신체가 직접 닿거나 복사열에 노출되는 현상
G4-③-01	용기·배관 파손으로 인한 누출 관련 안전디자인	
	G4-③ 산업안전 디자인 정의	유해 물질 배관의 밀폐 설계 실패나 누출 탐지 센서 부재로 인해, 독성 물질이 피부에 닿거나 체내로 유입되는 현상

① 핵심과제 30선 로드맵

- 단기 13개, 중기 10개, 장기 7개를 기준으로 칸을 구성하였으며, 한 칸은 1년 단위로 계산하고 과제 시작연도를 첫 칸으로 설정
- 각 칸의 배치 순서는 사고사례 3,487건의 빈도순으로 우선순위를 산정한 뒤, 해당 순위에 따라 과제 수를 칸 수에 비례하여 나누어 배치(예: 단기 과제 7개 → 1번째 칸 3개, 2번째 칸 2개, 3번째 칸 2개) 해당 방식은 단기·중기·장기에 동일하게 적용
- 화재 관련 과제는 발생 빈도 순위와 관계없이, 대형 산업사고의 주된 인명피해 원인이 화재라는 연구진의 판단에 따라 핵심과제로 선정하여 단기 1순위에 배치
- 장기 2~5년차에 해당하는 4개 칸은, 장기 2년차부터 5년차까지 시행되는 과제가 해당 연차 이후까지 계속 추진되어야 하는 과제이기 때문에 실행 기간을 연장하여 표시

		단기 (3년)			중기 (5년)			장기 (5년)		
		대비 대응 회복			타당성이 일부 또는 전반적으로 확인되었으나 현장 조건에 따라 디자인 적용 방식이 달라질 수 있는 항목			산업안전디자인의 직접 개입보다는 구조안전, 시공관리, 설비점검, 공학적 안전관리와의 연계가 중요한 항목		
G1	추락·전도·낙하 위험 사고 유형				차량·중장비 전도			비계·작업발판 관련 추락		
		차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)			적재물 붕괴·전도로 인한 타격			컨베이어·이송설비 협착		
G2	끼임·감김·충돌 위험 사고 유형	프레스·압착 설비 협착			자동화 설비·로봇 협착			상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격		
		절단기·절삭기 사용 중 절단			톱·그라인더·연마기 사용 중 베임					
		회전체·롤러·회전부 협착			커터·칼 등 수공구 사용 중 베임					
		인양·운반 작업 중 낙하물 타격			장비·구조물 사이 협착					
					날카로운 자재·부품에 의한 베임					
					장비 회전·작동 반경 내 충돌					
G3	붕괴·화재/폭발 위험 사고 유형	용접·절단 작업 화재						가스 누출·축적 후 폭발		
		가연물 관리 미흡으로 인한 화재						토사·지반 붕괴		
		가스·연료 착화로 인한 화재						가설 구조물 붕괴		
		전기적 원인으로 인한 화재								
		화재 확산·대응 미흡 상황								
		기타 화재 상황								
G4	유해물질 누출 및 질병 사고 유형	노출된 전로·활선 접촉에 의한 감전						밀폐공간 진입 후 산소결핍		
								고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상		
G5	비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	지게차 주행 중 사고						용기·배관 파손으로 인한 누출		

② 전제 과제 로드맵 분류

- 단기 49개, 중기 76개, 장기 79개(총 204개)를 기준으로 칸을 구성하였으며, 한 칸은 1년 단위로 계산하고 과제 시작연도를 첫 칸으로 설정
- 각 칸의 배치 순서는 사고사례 3,487건의 빈도순으로 우선순위를 산정한 뒤, 해당 순위에 따라 과제 수를 칸 수에 비례하여 내림차 순으로 나누어 배치(해당 방식은 단기·중기·장기에 동일하게 적용)
- 화재 관련 과제는 발생 빈도 순위와 관계없이, 대형 산업사고의 주된 인명피해 원인이 화재라는 연구진의 판단에 따라 핵심과제로 선정하여 단기 1순위에 배치
- 각 과제 배치는 시작연도를 체크한 배치도로 해당 칸부터 3년 ~ 5년동안 시행
- 각 과제는 모두 대비·대응·회복의 구조를 원칙으로 시행

빈도순 순위		단기 (3년)			중기 (5년)				장기 (5년)																						
핵심과제 30선																															
G1 추락·전도 ·낙하 위험 사고 유형	자재·물건· 적치물에 걸림	경사로·비탈길에서의 넘어짐	임시 통로· 가설구조물에서의 넘어짐	차량·중장비 전도	중량물 전도에 의한 깔림	해체·철거 작업중 깔림	바닥 개구부 (피트·슬래브)로 빠짐	작업 행위 중 전도 유발 깔림	비계·작업발판 관련 추락	유지보수·점검 중 빠짐	탱크·저장조 ·수조 내부로 빠짐	저조도·시아 확보 불량으로 인한 지하사고	기타 넘어짐 상황																		
	지붕·상부 구조물 관련 추락	개구부 (맨홀·피트·슬래브) 관련 추락	바닥 물기·액체			계단 관련 넘어짐	(시아·조도) 환경 조건으로 인한 넘어짐	기름·유탄유 ·화학물질		구조물·설비 일부 전도로 인한 깔림	개구부·수공 주변 이동 중 빠짐	적재함·플랫폼 전도로 인한 깔림	환기 불량·공기질 문제로 인한 사고	침수·습윤 환경으로 인한 지하사고	밀폐 수공간 작업 중 익사	기타 깔림·전도 상황															
	전선·호스·케이블로 인한 걸림	(단차·요철) 바닥 불균형으로 인한 실족	조선·대형 구조물 상부 추락	지반·바닥 불안정으로 인한 전도	맨홀·점검구로 빠짐			협소·밀폐된 지하 공간 작업 중 사고		보호·차단 미흡 상태에서 빠짐	이동·파난· 비상 상황 중 지하사고		작업 절차·관리미흡으로 인한 지하 사고	기타 빠짐·익사 상황																	
	고소작업대·리프트 관련 추락	임시 통로·이동 중 추락	이동·작업 행위 중 균형 상실	사다리 관련 추락	자재·적재물 붕괴로 인한 깔림	장비 전락·넘어짐으로 인한 깔림	지하 공사·굴착 중 사고	수변·수로·저류 공간에서의 익사		지하 공간 구조 인지 실패로 인한 사고	작업 행위 중 인지 실패로 인한 빠짐		기타 작업 행위 중 추락	기타 지하사고 상황																	
G2 끼임·감김 ·충돌 위험 사고 유형	차량·이동장비와의 충돌(보행자 기준)	절단기·절삭기 사용 중 절단	인양·운반 작업 중 낙하물 타격	적재물 붕괴· 전도로 인한 타격	자동화 설비 ·로봇 협착	커터·칼 등 수공구 사용 중 베임	날카로운 자재 ·부품에 의한 베임	가동부·개폐부 협착	컨베이어· 이송설비 협착	상부 작업 중 자재 낙하로 인한 타격	보호구·방호 미흡 상태에서의 베임	이동 중 낙하물· 이탈물에 의한 타격	기타 절단· 베임·찰림 상황																		
	프레스·압착 설비 협착	회전체·물러 ·회전부 협착	차량·이동장비 간 충돌											자동화·기계 가공 중 절단·베임	툼·그라인더· 연마기 사용 중 베임	장비·구조물 사이 협착	장비 회전 ·작동 반경 내 충돌	해체·정리 작업 중 베임	시야·조도 부족으로 인한 충돌	찰림 (뾰족한 물체 접촉)	문·가동 구조물에 의한 충돌	작업 행위 중 예기치 않은 충돌	기타 협착 상황								
				공구·부품 낙하로 인한 타격	이동 중 구조물 ·고정물에 부딪힘	비래물·파편에 의한 타격	방향 전환 ·후진 중 충돌	차량·이동장비 협착																자재·적재물과의 충돌	구조물·설비 일부 이탈로 인한 타격	고소작업대 ·리프트 협착	작업 행위 중 예기치 않은 협착	상·하부 동시 작업 중 타격	작업 행위 중 예기치 않은 베임·절단	작업 행위 중 의도치 않은 물체 타격	기타 물체 타격 상황
G3 붕괴·화재 /폭발 위험 사고 유형	용접·절단 작업 중 화재 가연물 관리 미흡으로 인한 화재 가스·연료 착화로 인한 화재 전기적 원인에 의한 화재 화재 확산· 대응 미흡 상황 기타 화재 상황	거무집·동바리 붕괴	데크플레이트 ·바닥 구조 붕괴	용접·절단 작업중 가스 폭발	설비 과열로 인한 화재	구조물 일부 붕괴·탈락	해체·철거 작업 중 붕괴	가스 누출· 축적 후 폭발	설비 과열로 인한 발열·분출	토사·지반 붕괴	가설 구조물 붕괴	전기적 원인에 의한 발열·폭발	작업 종료 후 관리 미흡으로 인한 화재																		
	적재 구조 붕괴			압력용기·탱크 폭발	화학물질 반응에 의한 폭발·급격 발열	화학물질 반응· 발열로 인한 화재	연료·유증기 착화 폭발	분진·가연성 분말 폭발				저장·적치 공간에서의 화재	작업 중 예기치 않은 붕괴	밀폐·협소 공간 내 폭발	작업 절차· 관리미흡으로 인한 폭발·발열																
G4 유해물질 노출 및 질병 사고 유형	취급·이송 작업 중 누출	접지 불량·누전으로 인한 감전	노출된 전로· 활선 접촉에 의한 감전	환기 미흡 상태에서의 산소결핍	불활성 가스·질식성 가스에 의한 산소결핍	저장조·탱크·용기 내부 작업 중 산소결핍	차량·중장비와 전선 접촉에 의한 감전	밀폐공간 진입 후 산소결핍	유지보수· 점검 중 접촉	이동·작업 중 우발적 접촉	보호구 미착용 상태에서의 접촉	고온 설비·기계 표면 접촉에 의한 화상	용기·배관 파손으로 인한 누출																		
	전원 차단 미실시 상태에서의 감전	고온 배관·배출부 접촉에 의한 화상	반복 동작·피로 누적으로 인한 사고	스팀·고온 유체 분출 접촉	자동설비·제어반 작업 중 감전	고온·저온 상태 인지 실패로 인한 접촉	지하·피트·저류 공간에서의 산소결핍	보호구 미착용 상태에서의 접촉	산소 농도 측정 ·경보 미흡	설비 점검· 유지보수 중 접촉	보호구·복장 영향으로 인한 불균형	화학물질 누출 후 2차 사고	작업 환경 요인과 결합된 불균형																		
	부자연스러운 작업 자세로 인한 사고	과도한 힘 사용으로 인한 사고	혼합·반응 작업중 누출·접촉	비산·증기 노출	협소 공간에서의 무리한 동작	세정·청소 작업중 화학물질 접촉	고소·협소 공간에서의 감전	자재·도구 취급 중 무리한 동작	작업 속도·조급함으로 인한 무리한 동작	구조 요청·구조 과정 중 2차 산소 결핍	저온 설비·물체 접촉에 의한 동상	기타 이상온도 접촉 상황	기타 화학물질 누출·접촉 상황																		
			습윤·침수 환경에서의 감전	용융 금속· 고온 물질 접촉	임시 전기설비· 전동공구 사용 중 감전	높은 곳·불안정한 위치에서 무리한 동작	저장·보관 중 누출	화학물질 오인·오취급	보호구·안전장치 미흡 상태에서의 감전	작업 행위 중 예기치 않은 감전	구조·설비로 인한 공기 차단	구조·관리 미흡 상태에서의 산소결핍	기타 불균형 ·무리한 동작 상황																		
G5 비상·예외 상황 및 관리 부재 사고 유형	작업차량 후진 중 사고	지게차 주행 중 사고	교차로· 회전 구간 사고	제한속도·운전 부주의로 인한 사고	야간·저조도 환경에서의 사고	발생 원인 미기재 사례	신호·표지·관리 미흡으로 인한 사고	감전 + 추락 복합 사고	교통 신호·표지 미흡으로 인한 사고	장비·차량 결함으로 인한 사고	지하 공간 + 산소결핍 + 추락	결과만 기록된 사례	기타 복합 사고																		
	사업장 진·출입로에서의 사고	도로 횡단 중 사고	적재·하역 작업 중 사고				이륜차·자전거 이용 중 사고	보행 중 환경 요인으로 인한 사고					작업 행위 정보 누락 사례	추락 + 협착 복합 사고	설비·대상 정보 누락 사례	다의적 서술로 분류 불가 사례															
	차량·보행자 동선 미분리로 인한 사고	업무 중 외부 도로 주행 사고	주차장·노상 주차 구역 사고														환경·공간 정보 누락 사례	낙하물 + 넘어짐/ 충돌 복합 사고	기타 사업장 외 교통사고 상황												

③ 과제 구성 예

- 과제는 세부 과제 유형에 따라 관련 안전디자인을 대비·대응·회복 단계로 구분하여 구성

구분	내용
세부 사고 유형	G5-①-01 지게차 주행 중 사고
▼	
과제명	지게차 주행 중 사고 관련 안전디자인
▼	
세부 과제명	지게차 주행 중 사고 대비 관련 안전디자인
	지게차 주행 중 사고 대응 관련 안전디자인
	지게차 주행 중 사고 후 회복 관련 안전디자인

2) 소결

① 사고사례 3,487건을 바탕으로 30개의 핵심과제를 1차로 선정

- 발생빈도·적용범위(복수업종 공통)·디자인개입 실효성(법령·국제표준 연계) 3가지 기준으로 선정
- 업무상질병은 즉시 디자인적 개입이 어려워 전체 제외, 사망가중치는 별도 적용하지 않음

② 전문가 9인에게 1차로 의견을 물어(델파이 1차) 단기·중기·장기로 분류

- 선정기준 11개 문항 중 9개가 타당하다는 동의를 얻었고, 30개 과제는 단기 7개·중기 13개·장기 10개(총 30개)로 1차 분류됨

③ 같은 전문가들에게 재차 의견을 물어(델파이 2차) 타당성 낮은 항목을 정리

- 단기 7개·중기 13개는 모두 타당성을 재확인했으나, 장기 10개 중 6개만 타당성이 확보되어 지붕·상부구조물추락·공구·부품낙하·거푸집·동바리붕괴·데크플레이트·바닥구조붕괴 4개가 정리되며 총 26개로 축소

④ 최신 통계를 반영해 화재 관련 항목과 G4 관련 항목을 추가 보강

- 2024년 화재·폭발 사망이 전년대비 46.7% 증가(화성 아리셀 화재 단일사고 23명 포함)한 것을 반영해 화재 관련 4개 항목(용접절단화재·가연물관리화재·가스연료착화화재·전기적원인화재)을 단기로 조정하고 화재확산대응미흡상황·기타화재상황 2개를 신규 단기로 추가. G4(유해물질노출·질병) 군집의 비중(214개 중 62개, 29%)을 반영해 이상온도물체접촉·화학물질누출접촉 2개를 신규 장기로 추가

⑤ 결론

- 사고 빈도 데이터, 델파이 1·2차 전문가 합의, 최신 화재 사망 통계까지 반영해 최종적으로 단기 13개, 중기 10개, 장기 7개, 총 30개의 핵심과제를 확정

[부록] 산업안전디자인 개발 목표 및 전략과제 도출

가. 산업안전디자인 목표 수립

- 본문이 실제 사고 데이터 분석과 전문가 검증을 거친 현장 중심의 ‘핵심과제 30선’을 담고 있다면, 이와는 별개로 본 부록에서는 디자인적 메커니즘을 보다 거시적으로 확장한 ‘중장기’ 산업안전디자인 인프라 개발(기술 확보·표준화·인증체계 구축) 전략을 독립적으로 다룸
- 산업현장 전반의 안전디자인 수준 향상을 위하여 대비(Ready), 대응(Response), 회복(Recovery) 전 주기에 걸친 통합적 산업안전디자인 기술 연구를 선행하고, 이를 기반으로 업종별 또는 사고 유형별 세부 기술 연구가 체계적으로 추진되어야 할 것임
- 업종별 세부 기술 개발에 앞서 Test-Bed 연구와 효과 검증을 위한 실증형 Pilot Project를 추진하여 향후 산업안전디자인 과제에서 응용 가능한 디자인의 실용적 기술 개발이 이루어져야 함
- 1단계에서는 총괄 및 핵심과제에 대한 기획과 중장기적 전략 수립 및 통합적 산업안전디자인 기술을 개발하고, 2단계에서는 업종별 대상을 중심으로 핵심 디자인 기술 적용 및 차별적 기술 요소를 개발함

구분	기간	목표
총괄목표	1차 년도 ~ 5차 년도	-한국형 산업안전디자인 통합 표준화 체계 확보 -산업현장의 대비·대응·회복 전 주기에 걸친 산업안전디자인 기술 개발 -사고 유형별 표준모델 및 산업안전디자인 인증 체계 구축
단계		단계별 세부 목표
1단계	1차 년도 ~ 3차 년도	-총괄 및 핵심과제에 대한 과제 상세 계획 수립 -국내 산업현장 사고 데이터 분석 및 사고 유형별 분류 체계 구축 -통합적 산업안전디자인 프레임워크 및 표준화 기술 개발 -개발 기술의 Pilot Test 및 Test-Bed를 통한 기술 검증
2단계	4차 년도 ~ 5차 년도	-업종별 맞춤형 Test-Bed 운영 및 현장 실증 연구 수행 -산업안전디자인 인증제 도입 및 문화 확산 과제 추진 -기술의 실효성 검증을 위한 업종별 차별화 기술 요소 개발

- 산업안전디자인 기술은 대비(Ready), 대응(Response), 회복(Recovery)의 3단계 프로세스를 기반으로 하여 기술의 시행 시기 및 주목적에 따라 기술과제를 도출함

- 대비(Ready) 디자인 기술에는 산업안전디자인의 개념을 정립·확산하기 위한 한국형 안전색채 및 형태 표준화 기술, 사고 데이터 기반 위험 구역 시각화 기술, 업종별 맞춤형 가이드라인 개발 기술, 행동 유도 디자인 모델 개발 기술 등 산업현장의 위험 요소를 사전에 식별·예방하는 기술을 포함함
- 대응(Response) 디자인 기술에는 산업현장에서 물리적으로 구현되는 작업자 보호·방호 장치, 긴급 차단·경보 시스템, 비상 대피 유도 시설물 등의 개발 기술이 포함되며, 사고 발생 시 즉각적인 행동 유도와 피해 최소화를 목적으로 함
- 회복(Recovery) 디자인 기술에는 사고 이후의 현장 복구 및 재발 방지를 위한 치유 공간 조성 기술, 산업안전디자인 인증 기준 개발 기술, 사후 관리 점검표 및 유지보수 안내서 개발 기술, 근로자 참여형 안전 문화 확산 시스템 운영 기술이 포함됨
- 산업안전디자인 기술의 실효성 확보를 위한 관련 법령 분석 및 제도화 구축 기술은 모든 기술의 현장 적용력 확보를 위해 선행되어야 할 시급 사항이므로 대비 디자인 기술에 포함

연구목표	연구내용	추진방향
한국형 산업안전 디자인 기술 개발	[대비(Ready) 디자인 기술 개발] -한국형 안전색채·형태 표준화 -사고 데이터 기반 위험 구역 시각화 -관련 법령 분석 및 제도화 -공용 안전 픽토그램 개발 -업종별 맞춤형 가이드라인 -행동 유도 디자인 모델 등	
	[대응(Response) 디자인 기술 개발] -작업자 보호·방호 장치 개발 -긴급 차단·경보 시스템 -비상 대피 유도 시설물 -직관적 잠금장치 -시각·청각 복합 경보 디자인 등	산업 전반에 대한 통합적 기술 확보 및 업종별 지역적 기술 대비·대응·회복 전 주기 디자인 기술 Test-Bed, Pilot Project를 통한 실용적 기술
	[회복(Recovery) 디자인 기술 개발] -치유 공간 조성 -산업안전디자인 인증 기준 개발 -사후 관리 점검표 및 유지보수 안내서 -근로자 참여형 안전 문화 확산 시스템 등	

나. 산업안전디자인 기술 과제

- 산업안전디자인 기술 동향 및 디자인 방법론의 분석을 통하여 안전디자인 기술이 산업현장의 안전 대비, 사고 대응, 사후 회복을 도모하는 수단임을 인식할 수 있으며, 각 목적을 위해 단계별 주요 기술과제를 도출
- 대비 10개, 대응 4개, 회복5개의 과제 도출
- 핵심과제는 기술 확보가 용이하며, 비용 대비 효과와 성공 가능성이 높고, KOSIS 산업재해 발생형태 5개년(2020~2024) 빈도 분석 및 산업안전보건공단 세부 사고 사례 3,478건의 분석 결과를 반영하여 우선적으로 집중 연구해야 할 과제

성격	주 목표	산업안전디자인 기술 과제
대비	표준화	산업현장 고위험 구역 식별을 위한 한국형 안전색채 및 형태 표준화 Guide Line
		다문화 근로자의 인지 능력 향상을 위한 공용 안전 그림표지(픽토그램) 개발
		작업 도구 및 위험 물질의 오사용 방지를 위한 시각적 분류 체계 표준화
	예방	사고 데이터의 AI 기반 위험 구역예측도 제작 및 시각화 구축
		업종별 작업 특성을 고려한 맞춤형 산업안전디자인 가이드라인 개발
		화재 및 폭발 위험 구역의 직관적 인지를 위한 특수 안전 표지 개발
	환경	유해 요인 분석에 따른 인체공학적 작업장 공간 배치 및 설계 내재화 매뉴얼
		지하 및 밀폐 공간의 조도 확보를 위한 안전 조명 환경 기준 매뉴얼
	제도화	산업안전디자인 기술의 실효성 확보를 위한 관련 법령 분석 및 제도화 구축
	문화	근로자 불안전 행동 예방을 위한 행동 심리학 기반의 행동 유도 디자인 모델 개발
대응	안전	보행자 및 차량 이동 경로의 충돌 방지를 위한 동선 체계 및 노면 표시 표준 기술
	소통	소음 작업장 내 위험 신호 전달을 위한 청각적 경고 디자인 설계 지침 가이드라인
	기반	산업안전디자인 도입 효과 분석을 위한 정량적 가치 평가 지표 개발
	교육	가상현실 기술을 활용한 위험 상황 체험형 안전 교육 프로그램 개발
	확산	소규모 사업장 안전 환경 개선을 위한 보급형 안전디자인 표준 매뉴얼 개발
	안전	기계 설비 오작동 방지 및 비상 제어를 위한 직관적 잠금장치 디자인
		저조도 환경 내 비상 대피 유도를 위한 축광형(야광) 안전 시설물 개발
		중장비 작업 반경 접근 통제 및 사각지대 해소를 위한 시각정보디자인 체계 개발
		미끄러짐 사고 방지를 위한 고내구성 바닥 포장재 및 마감 디자인
		유해 화학물질 누출 시 확산 방지를 위한 긴급 차단 설비 디자인
		고소음 환경 내 위급 상황 전파를 위한 시각·청각 복합 경보기 디자인
		가설 구조물 및 임시 시설물의 체결 상태 식별을 위한 안전 표식 디자인
		감전 사고 예방을 위한 충전부 투명 방호판 및 위험 식별 디자인
	보건	분진 발생원의 국소 배기 효율 향상을 위한 집진기 흡입구(덮개) 디자인
		반복 작업 피로도 저감을 위한 착용형 근력 보조 장비 디자인
		근골격계 질환 예방을 위한 인체공학적 가변형 작업대 표준 모델 개발
	방호	추락 사고 방지를 위한 현장 조립형 안전 난간 및 개구부 덮개 표준 모델 개발
		끼임 사고(협착) 방지를 위한 회전체 방호 덮개 및 연동 장치 디자인
		용접 작업 시 불티 비산 방지를 위한 이동식 안전 차단막 및 구획 디자인
	심리	고소 작업자의 심리적 안정감을 위한 추락 방호망 체결 구조 개선 디자인
회복	치유	산업재해 경험 근로자의 심리 안정을 위한 멘탈케어형 휴게 시설 공간 조성
	관리	산업현장 안전 수준의 객관적 측정을 위한 산업안전디자인 인증 기준 개발
	유지	안전 시설물의 성능 유지를 위한 사후 관리 점검표 및 유지보수 안내서 개발
	문화	자율적 안전 문화 정착을 위한 근로자 참여형 위험 요소 발굴 시스템 운영 기술
	환경	사고 발생 현장의 환경 개선 및 재발 방지를 위한 공간 환경 개선 지침 기술

1) 산업안전디자인 기술과제 중 우선순위 8개의 과제 선정

- 산업안전디자인의 산업현장 전반의 안전디자인 수준 향상을 위해 확산 및 활용 가능성이 높은 핵심과제 도출

① 산업현장 고위험 구역 식별을 위한 한국형 안전색채 및 형태 표준화

- 국내외 산업안전 색채 및 형태 표준에 대한 비교 분석과 한국형 기준 정립
- 고위험 구역의 시각적 식별력을 극대화하기 위한 DX-Safe Color 기반의 조닝·동선 시각정보 체계 개발
- 다문화 근로자를 포함한 다양한 사용자의 인지 특성을 고려한 공용 안전 그림표지(픽토그램) 개발

② 산업안전디자인 기술의 실효성 확보를 위한 관련 법령 분석 및 제도화 구축

- 산업안전보건법, 중대재해처벌법 등 기존 법령 내 디자인 관련 규정 현황 파악
- 해외 주요국(미국 OSHA, 영국 HSE, 호주 WHS 등)의 안전디자인 제도화 사례 분석
- 산업안전디자인 기술에 대한 규정을 포함하기에 적합한 모범 선정 및 조문 추가, 개선안 제시

③ 업종별 작업 특성을 고려한 맞춤형 산업안전디자인 가이드라인 개발

- 건설업, 제조업, 조선업, 서비스업 등 업종별 사고 유형 및 작업 환경 특성 분석
- 대비·대응·회복 3단계 프로세스에 기반한 업종별 디자인 가이드라인 체계 수립
- KOSHA GUIDE 기반의 현장 적용 지침과 연계한 실행 가능한 가이드라인 개발

④ 추락 사고 방지를 위한 표준 디자인 모델 개발 (조립형 안전 난간 및 개구부 덮개 등)

- 산업재해 최다 빈도 사고 유형인 추락(떨어짐) 사고의 발생 메커니즘 및 환경적 요인 분석
- 비계·작업발판·개구부 등 추락 위험 지점별 표준화된 방호 장치 프로토타입 개발
- 시각적 인지 기반 적용한 체결 상태 인지 디자인 기술 적용

⑤ 기계 설비 오작동 방지 및 비상 제어를 위한 시설 디자인

- 끼임(협착), 절단·베임·찢림 등 기계 설비 관련 사고 유형 분석
- 비상 정지 장치, 안전 스위치, 방호 덮개 등 직관적 조작이 가능한 잠금장치 디자인
- 작업자의 행동 유도성을 강화하는 설비 인터페이스 디자인 가이드라인

⑥ 저조도 환경 내 비상 대피 유도를 위한 축광형(야광) 안전 시설물 개발

- 지하·밀폐 공간 및 야간 작업 환경의 조도 조건 분석과 읽기쉬운 경로 디자인
- 축광형 안전 시설물의 재질, 휘도, 지속 시간 등 성능 기준 설정
- 고시인성(High Visibility) 정보 체계와 연계한 비상 대피 유도 시스템 개발

⑦ 산업현장 안전 수준 측정을 위한 산업안전디자인 인증 기준 개발

- PDCA(ISO 45001), FEMA 재난 관리 사이클, Haddon Matrix 등 기존 안전 관리 모델의 구조 분석
- 산업안전디자인 고유의 인증 평가 항목 및 정량적 지표 체계 개발
- LEED, SBD(Safety by Design) 등 기존 인증제도 사례 분석을 통한 인증 기준 마련

⑧ 안전 문화 정착을 위한 근로자 참여형 프로그램 개발

- 근로자의 불안전 행동 예방을 위한 행동 심리학 기반의 넛지(Nudge) 디자인 모델
- 참여형 캠페인, 공모전, 모바일 앱 등을 활용한 자율 안전 문화 확산 프로그램
- Zero-Accident Design Toolkit 및 TBM(Tool Box Meeting) 연계 안전문화 디자인 개발

다. 산업안전디자인 3단계(대비·대응·회복) 정책 연구 과제 제안

- 산업안전디자인 정책 과제에 대하여 대비·대응·회복의 3단계 프로세스에 따라 각 핵심과제의 단계별 수행 내용을 구체화
- ‘연구-개발-확산’은 각 핵심과제가 기초조사·기술개발·현장적용(연구·개발) 단계를 거쳐, Test-Bed 실증과 표준화·보급(확산) 단계로 이어지는 추진 흐름을 나타냄

< 정책 연구 과제 추진 단계(안) >

단 계	구분	연구		-	개발	-	확산
대 비	산업안전 디자인 표준화 및 가이드라인	국내외 현황 분석 및 한국형 표준/ 픽토그램 개발			사용자 평가 분석/업종별 맞춤형 지침 개발	현장 적용 및 실증 분석	운영 매뉴얼 제작 및 보급
	산업안전 디자인 데이터 시스템 및 기반 구축	시스템 및 기반 구축을 위한 데이터 및 법제 분석	산업안전 예측 알고리즘 개발 및 시각화 시스템 구현		인증체계 평가 항목 도출 및 지표 개발	산업안전디자인 인증제 제안	산업안전디자인 공인 인증제 도입
	산업안전 디자인 체험형 교육 및 예방 디자인	행동심리 분석을 통한 VR 교육자료 및 넷지 디자인 개발			사용자 평가 분석/ 현장 적용	실증 분석	운영 매뉴얼 제작 및 보급
대 응	산업공간 내 긴급 대응 및 경보	산업공간 내 비상 상황 분석	Pain Point 발견을 통한 긴급 차단/ 경보기 등 개발 및 식별 체계 구축			현장 적용 및 실증 분석	운영 매뉴얼 제작 및 보급
	산업안전 디자인을 통한 작업자 보호 및 방호	산업공간 내 근로자 신체 동작 분석	웨어러블/방호판/개구부/추락 방지 등 장치 개발 실시 현장 적용 및 분석				최종결과물 공유 서비스 실시
회 복	산업공간 내 치유공간 및 환경 개선	근로자 산업재해 트라우마 조사	치유 공간디자인 및 재발 방지 가이드라인 제작		현장 적용 및 분석	Test-Bed 운영 -스트레스 저감 분석	우수사례 확산
	유지 관리 및 인증	인증체계 평가 항목 도출 및 지표 개발			관리 매뉴얼/ 점검표 제작 현장 적용 및 분석	Test-Bed 운영 -신뢰도 검증	산업안전디자인 인증제 제안
	산업안전 디자인 문화 확산	산업안전에 대한 문화 수요 조사	참여형 캠페인, 공모전, 앱 등 개발		현장 적용 및 분석	Test-Bed 운영 -참여도 측정	산업안전 참여형 활동 진행/확산

연 구 명 **산업안전디자인 로드맵 개발 연구**
(산업안전디자인 표준 개발을 위한 기초 연구)

발행기관 한국디자인진흥원

발 행 일 2026. 2.

주관기관 **한국디자인진흥원**

혁신성장본부 서비스디자인실 윤성원 실장
혁신성장본부 서비스디자인실 안전디자인팀 박민영 팀장
혁신성장본부 서비스디자인실 안전디자인팀 송정연 선임연구원
혁신성장본부 서비스디자인실 안전디자인팀 정영진 주임연구원

연구기관 **홍익대학교 공공디자인연구센터**

홍익대학교 공공디자인연구센터 이현성 부센터장
홍익대학교 공공디자인연구센터 홍태의 책임연구원
홍익대학교 공공디자인연구센터 이주호 선임연구원
홍익대학교 공공디자인연구센터 양다혜 연구원

본 저작물의 저작권 및 판권은 한국디자인진흥원에 있습니다

비매품/무료



9 791174 860682
ISBN 979-11-7486-068-2



산업안전디자인 로드맵 개발 연구

Research on the Development of an Industrial Safety Design Roadmap

