연구보고서

사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토

이의주·신성우

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토”의 최종 보고서로 제출합니다.

2022년 11 월

연구진

연 구 기 관 : **부경대학교 산학협력단**

연구책임자 : 이의주 (교수, 부경대학교 시스템경영·안전공학부)

연 구 원 : 신성우 (교수, 부경대학교 시스템경영·안전공학부)

요 약 문

● 연 구 기 간 2022년 08월 21일 ~ 2022년 11월 30일
● 핵 심 단 어 고정식 사다리, 등받이울, 추락방지 시스템, 사다리 안전시스템
● 연구과제명 사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토

1. 연구배경 및 연구목표

현재 우리나라는 사다리식 통로에 대한 안전기준과 관련하여 명확한 기준으로는 7m 이상의 고정식 사다리에 등받이울을 설치하도록 하도록 하고 있다. 하지만 현행 기준에 의한 사다리식 통로에서 꾸준히 사고가 발생하고 있으며, 최근 해외에서도 고정식 사다리의 추락 방지를 위한 시스템 등에 대한 법규정의 개정이 이루어지고 있다. 본 연구는 등받이울 설치기준 등 사다리식 통로 안전기준의 국내외 관련 법령 및 제도를 분석하고 실제 운영 현황을 조사하여 현행 법규정의 적정성 검토를 수행하여 추락사고 등 산업재해 예방을 통한 사다리식 통로에서의 작업자 안전 확보를 목적으로 하였다.

2. 연구결과

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 법령 및 제도 분석

등받이울과 같은 사다리식 통로의 안전시스템 관련 법규정과 관련해서는 국내의 경우 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에 대해 조사하여 변화과정을 추적하여 시대의 요구를 확인하였다. 해외의 법제도는 미국, 영국, 일본을 대상으로 수행하여 등받이울 등 고정식 사다리 추락방지 시스템을 규정하는 대상, 범위, 방법 등을 자세하게 비교 검토하였다.

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 기술규격 분석

고정식 사다리의 안전성 확보를 위한 국가별 규격 기준의 특징과 차이점을 알아보기 위해 사다리식 통로 안전시스템의 법과 병행 사용되거나 독립적인 기술규격에 대해 조사하고 분석하였다. 국내의 경우 KS-ISO와 고정식 사다리의 제작에 관한 기술지침 (KOSHA GUIDE) 등을 포함한 관련 표준규격과 제도를 분석하였고, 외국의 경우 미국, 영국, 일본 등 개정된 제도와 함께 사용이 허락된 등받이울 이외의 추락방지시스템을 함께 분석하였다.

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 산업재해 발생현황 분석

모든 업종을 대상으로 최근 10년간 사고 사망재해를 분석한 결과, 사다리식 통로에서 등받이울의 설치여부에 따른 추락사망재해 영향은 사고 표본이 너무 작아 명확히 평가할 수 없었다. 또한 전체적인 고정식 사다리의 사망사고는 낮은 높이의 사다리에서 많이 발생하는데, 그 중에서도 개인보호구의 미착용과 작업규칙의 위반 등과 같이 작업자 스스로 안전규칙을 지키지 않아 발생하는 사고의 수가 많았다. 따라서 사다리식 통로에서의 사망사고 감소를 위해서는 작업자의 안전교육과 관리 강화가 필요함을 확인하였다.

○ 사다리식 통로 안전시스템의 적정 설치사례 파악

현장 실태조사를 통해 등받이울의 설치 시 국내 법제도 및 표준규격의 준수여부 확인하였고, 등받이울 이외의 추락방지조치 사례 등을 조사하였다. 조사된 사업장의 경우 사다리의 발판 간격과 폭 그리고 높이 기준에 따른 등받이울의 설치가 전체적으로 잘 준수되고 있었다. 설치된 등받이울의 지름이

70cm 정도가 일반적이었지만 사업장에 따라 90cm 이상인 곳도 있었고, 등받이울 설치시점이 지면으로부터 2.5m 이전에 시작되는 경우가 다수 발견되었다. 그리고 일부 고정식 사다리에서 사고가 발생한 사업장 등에서는 자체적으로 개인 추락방지 시스템을 갖추어 설치하여 사용하고 있었다.

○ 사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토 및 검토의견 제시

수행한 연구결과를 바탕으로 현재의 우리나라 고정식 사다리의 안전기준에 대해 두 가지 관점에서 적정성을 고찰하였다. 하나는 안전기준의 적용범위 관점에서 접근하여 사다리 높이, 법체계, 허용된 추락방지시스템의 종류에 따른 측면에서 검토하였다. 다른 하나의 관점은 사다리 안전시스템의 성능 측면에서 기술하였다. 성능에 따른 검토에서는 고정식 사다리 안전시스템으로서 등받이울 이외의 다른 추락방지시스템의 규격과 적용성도 함께 검토하여 향후 법령 및 제도의 변경 방향을 결정을 위한 기초적 자료를 제공하도록 하였다.

3. 연구 활용방안

본 연구결과를 이용하여 정책적으로는 사다리식 통로에 대해 현재 규정하고 있는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조의 적정성을 평가하고, 이로 인해 발생하는 산업재해를 보다 효과적으로 예방하기 위한 법령 및 제도를 제안할 수 있다. 또한, 기술적으로는 등받이울의 제작 및 설치 기준에 대해 안전성을 검토하고, 새로운 고정식 사다리 통로에 대한 추락방지 안전시스템을 소개할 수 있다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 부경대학교 교수 이의주
  - ☎ 051) 629-6471
  - E-mail : ejlee@pknu.ac.kr

- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 과장 이은진
  - ☎ 052) 703-0845
  - E-mail : eunjin1ee@kosha.or.kr

  산업안전보건연구원 산업안전연구실 연구위원 황종문
  - ☎ 052) 703-0842
  - E-mail : bm0722@kosha.or.kr

목 차

Ⅰ. 서론 1

1. 연구 배경 및 필요성 3

2. 연구목적 5

3. 연구내용 및 방법 6

Ⅱ. 고정식 사다리 관련 법제도 분석 9

1. 국내 법제도 11

2. 국외 법제도 14

1) 미국 15
2) 영국 23
3) 일본 29
4) 국가별 법제도에 대한 분석 시사점 31

목 차

Ⅲ. 고정식 사다리 관련 규격 분석 35

1. 개요 37

1) 규격의 의의 37
2) 분석 대상 규격 38

2. 국가별 규격분석 40

1) 미국 40
2) 영국 56
3) 일본 77
4) 한국 80
5) 국가별 규격 분석 시사점 94

Ⅳ. 고정식 사다리 관련 사망사고 재해조사 99

1. 사망사고 개요 101

2. 사망사고 분석 109

목 차

Ⅴ. 고정식 사다리 관련 현장 실태조사 ············· 113

Ⅵ. 사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토 ···· ·· 127

1. 법규정의 적용범위 관점 ······························ 129
   1) 추락방지 시스템 높이 기준 ······························ 129
   2) 법체계 기준 ······························ 130
   3) 사용 가능한 추락방지 시스템의 종류 기준 ······························ 131
2. 추락보호 성능 및 한계 관점 ······························ 132
   1) 고정식사다리 추락보호의 개념 ······························ 133
   2) 고정식사다리 추락보호체계 종류별 기능과 한계 ······························ 135

Ⅶ. 결론 ······························ 143

참고문헌 ······························ 149

Abstract ······························ 154

표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 최근 5년간 사다리관련 산업재해 통계 ··· 3
〈표 Ⅱ-1〉 등받이울 규정 관련「산업안전기준에관한규칙」신구조문대비표 ·· 12
〈표 Ⅱ-2〉 국외 고정식 사다리 안전기준 ··· 14
〈표 Ⅱ-3〉 국가별 사다리 관련 법제도 비교표 ··· 33
〈표 Ⅲ-1〉 국가별 분석 대상 규격 ··· 38
〈표 Ⅲ-2〉 고정식 사다리 추락 방지 체계 적용 기준 ··· 44
〈표 Ⅲ-3〉 Ladder Safety System 동적 성능 기준(ANSI Z359.16) ··· 54
〈표 Ⅲ-4〉 미국 규격과 영국 규격의 종류 ··· 56
〈표 Ⅲ-5〉 설치 높이에 따른 개별 사다리 최대 길이 조건 ··· 62
〈표 Ⅲ-6〉 추락방지수단 적용 기준의 변화 비교 ··· 64
〈표 Ⅲ-7〉 고정식 사다리 Fall Arrest System 형식 기준 비교 ··· 73
〈표 Ⅲ-8〉 Fall Arrest System 동적 성능 기준 (EN 353-1,2 공통) ··· 75
〈표 Ⅲ-9〉 국가별 표준규격 특징 비교표 ··· 96
〈표 Ⅳ-1〉 최근 10년간 고정식 사다리 사망사고재해 분석 ··· 109
〈표 Ⅵ-1〉 고정식 사다리 Fall Protection System 종류별 기능과 한계 · 140

그림목차

[그림 Ⅰ-1] 고정식사다리의 용어 ··· 4
[그림 Ⅲ-1] ANSI A14.3의 Side rails(Stiles)에 따른 고정식 사다리의 종류 ··· 41
[그림 Ⅲ-2] 용어의 정의 (ANSI A14.3) ··· 42
[그림 Ⅲ-3] 추락 안전 체계의 적용 ··· 43
[그림 Ⅲ-4] Cage 설치 기준 ··· 48
[그림 Ⅲ-5] Ladder Safety System 동적 성능 시험 조건(ANSI A14.3) 50
[그림 Ⅲ-6] Ladder Safety System 동적 성능 기준(ANSI A14.3) ··· 50
[그림 Ⅲ-7] ANSI Z359.16(2016)에 대한 설명 (Pure Safety Group 제공 자료) ··· 52
[그림 Ⅲ-8] 고정식 사다리 Carrier 규격 (ANSI Z359.16) ··· 53
[그림 Ⅲ-9] Ladder Safety System 동적 시험 구성(위: Flexible, 아래: Rigid) ··· 55
[그림 Ⅲ-10] 적용 대상 사다리 형식(BS EN ISO 14122-4) ··· 58
[그림 Ⅲ-11] Fall Protection의 정의와 장치의 종류 (BS EN ISO 14122-4) ··· 59
[그림 Ⅲ-12] Fall Protection 수단의 선택 기준 (BS EN ISO 14122-4) 61
[그림 Ⅲ-13] 고정식 사다리 관련 용어의 정의 (BS EN ISO 14122-4) ··· 63
[그림 Ⅲ-14] 사다리 설치 높이에 따른 추락방지수단 적용 기준 (BS EN ISO 14122-4) ··· 63
[그림 Ⅲ-15] 사다리 참(Platform) 설치 기준 (BS EN ISO 14122-4:2016)

그림목차

············ 65
[그림 Ⅲ-16] 등받이울(Safety Cage) 설치 기준 (BS EN ISO 14122-4) 66
[그림 Ⅲ-17] Fall Protection 적용 기준(BS 4211) ············ 70
[그림 Ⅲ-18] 등받이울 설치 기준 (BS 4211) ············ 71
[그림 Ⅲ-19] Fall Arrest Systems 규격 기준(BS 4211) ············ 72
[그림 Ⅲ-20] 고정식 사다리 Fall Arrest System: Rigid Anchor Line (EN 353-1) ············ 74
[그림 Ⅲ-21] 고정식 사다리 Fall Arrest System: Flexible Anchor Line (EN 353-2) ············ 74
[그림 Ⅲ-22] 고정식 사다리 Fall Arrest System 동적 성능 시험 방법 (EN 364) ············ 76
[그림 Ⅲ-23] JIS B 9713-4와 ISO 14122-4(2004)의 내용 비교 (적용 범위 및 Fall Protection 설치 조건) ············ 78
[그림 Ⅲ-24] KOSHA Guide G-3-2019의 목적과 적용범위 ············ 81
[그림 Ⅲ-25] KS B ISO 14122-4와 KOSHA Guide G-3-2019의 추락방지장치 비교 ············ 83
[그림 Ⅲ-26] KS G ISO 10333-4 ············ 84
[그림 Ⅲ-27] KS G ISO 10333-4의 적용 범위 ············ 85
[그림 Ⅲ-28] KS G ISO 10333-4에서 규정하는 고정식 사다리 추락 방지 시스템 종류 ············ 86
[그림 Ⅲ-29] 고정식 사다리 Personal Fall Arrest System구성도 (KS G ISO 10333-4) ············ 89
[그림 Ⅲ-30] Personal Fall Arrest System 동적 성능 기준 (KS G ISO 10333-4) ············ 90
[그림 Ⅲ-31] 고정식 Personal Fall Arrest System 동적 성능 시험 (KS G ISO 10333-4) ············ 91
[그림 Ⅵ-1] Fall Protection의 정의 ············ 134
[그림 Ⅵ-2] Safety Cage와 Fall Arrester의 정의 (ISO 14122-4 2016년 개정판) ············ 135
[그림 Ⅵ-3] Fall Arrest의 정의 (ANSI Z359.0) ············ 136
[그림 Ⅵ-4] Fall Protection 방식의 정의 (ANSI Z359.0) ············ 136
[그림 Ⅵ-5] 등받이울에 의한 Fall Arrest 상태의 예 (영국 HSE Research Report RR258 발췌) ············ 139
[그림 Ⅵ-6] BS 4211과 ISO 14122-4(2016)에서의 Fall Protection 수단 선택 규정 ············ 141

Ⅰ. 서 론

Ⅰ. 서론

1. 연구배경 및 필요성

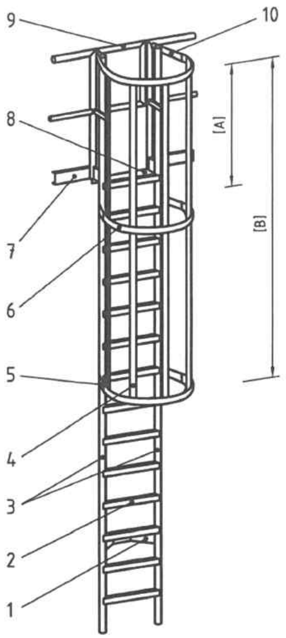
최근 5년간 고정식 사다리 관련 산업재해 통계에 의하면 사고재해자가 136명, 사고사망자가 7명 발생하였고 매년 약 30명의 사고재해자가 꾸준히 발생되고 있는 실정이다.

〈표 Ⅰ-1〉 최근 5년간 고정식사다리 관련 산업재해 통계

구분	합계	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
사고재해자	136	26	27	30	31	22
사고사망자	7	3	1	2	-	1

비록 고정식 사다리에서의 사고재해자 및 사고사망자 수는 작게 나타나지만 최근 일부 선진국에서는 고정식 사다리 추락방지를 위한 시스템 도입 등 법 개정이 이루어지고 있어 우리나라에서도 이러한 사회적 요구에 따라 고정식 사다리 안전기준의 적정 여부를 검토할 필요가 있다. 현재 우리나라에서는 일정 높이 이상의 고정식 사다리에서는 추락방지를 위한 안전시스템으로서 등받이울을 설치하도록 규정하고 있다. 등받이울은 고정식 사다리에 고정되는 원형 및 수직 강철 막대의 결합시설로서 건물 및 구조물에 영구적으로 설치되어 사다리를 통해 이동할 때 작업자의 경로를 둘러싸도록 배치된다. 이 등받이울은 외국에서도 여러 용어로 사용되는 데 “safety cage”, “basket” 또는 사다리와 함께 “caged ladder”, “hooped ladder” 등 여러 이름으로 명명된다. 본 연구에서 사용한 고정식 사다리에 관한 용어는 “KOSHA Guide (G-3-2019) 고정식 사다리의 제작에 관한 기술지침”과 동일하게 사

용하였고, 다음과 같다.



[식별부호] 1 고정브래킷, 2 디딤대, 3 사다리 버팀대, 4 등받이 울 수직 부재, 5 등받이 울 하단 고정대, 6 등받이 울 중간 고정대, 7 사다리 고정 바, 8 플랫폼 발판, 9 출입구, 10 등받이 울 상단 고정대, [A] 출구부분, [B] 등받이 울

[그림 Ⅰ-1] 고정식사다리의 용어

이 지침에서 사용하는 용어로서 "고정식 사다리는 철재, 콘크리트 구조물 등에 설치하여 상·하부 간 이동통로로 사용하는 사다리"로 정의하였고, "등받이울은 사다리에서 사람의 추락위험을 막을 수 있는 조립 구조체"로 정의되었다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조(사다리식 통로 등의 구조) 제1항

9. 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것. 다만, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고, 그 높이가 7미터 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5미터 되는 지점부터 등받이울을 설치할 것

국내의 등받이울에 관한 규정으로는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에서 사다리식 통로에 대한 산업재해 예방 조치를 규율하고 있고 제6호에서는 이동식사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하도록 규정하고 있으나 명확한 조치방법이 명시되어 있지 않으며, 제9호에서는 고정식 사다리식 통로의 구조기준이 명시되어 높이가 7m 이상인 경우에 등받이울을 설치하도록 하고 있다. 하지만 이러한 기준에 의해 설치된 고정식 사다리에서도 꾸준히 사고가 발생하고 있으며 최근 일부 선진국에서 고정식 사다리의 추락 방지를 위한 시스템 등에 대한 개정이 이루어져, 우리나라에서도 보다 향상된 작업자의 안전 확보를 위해 현행 사다리식 통로의 안전기준 검토가 요구되고 있다. 따라서, 등받이울 설치기준 등 사다리식 통로 안전기준의 적정 여부를 검토할 필요가 있고, 사다리식 통로를 설치한 사업장의 실태 조사를 통해 적정 설치 사례 및 기타 추락방지 조치사례를 검토할 필요가 있다. 그리고 검토 결과를 통해 향후 사다리식 통로로 인해 발생하는 산업재해를 효과적으로 예방하기 위하여 관련 법령 및 제도 변화를 위한 판단 근거 제공이 가능하다고 판단된다.

2. 연구목적

본 연구는 사다리식 통로의 구조 안전기준 및 등받이울 등의 안전시스템에 대해 국내외 관련 법령 및 제도를 분석하고 간접적으로 산업현장에의 적정성

을 검토하여 추락사고 등 산업재해 예방을 위한 등받이울의 기능에 대한 더 나은 이해를 제공하는 것을 목적으로 하였다. 따라서 이 결과는 고정식 사다리의 위험성 평가와 관련 법률, 지침 및 표준을 제정하는 데 참고할 수 있다.

3. 연구내용 및 방법

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 법령 및 제도 분석

등받이울과 같은 사다리식 통로의 안전시스템 관련 법규정과 관련해서는 국내의 경우 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에 대해 조사하며, 시대에 따라 어떻게 변화하였는지를 추적하여 사회의 반영과정을 확인한다. 또한 해외의 법제도는 미국, 영국, EU, 일본을 대상으로 한다.

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 기술규격 분석

사다리식 통로 안전시스템의 법과 병행 사용되거나 독립적인 기술규격에 대해 조사하고 분석한다. 국내의 경우 KS-ISO와 고정식 사다리의 제작에 관한 기술지침 (KOSHA GUIDE) 등을 포함한 관련 표준 기술규격을 분석하고, 외국의 경우 표준규격으로서 등받이울 이외의 추락방지시스템을 함께 분석한다.

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 산업재해 발생현황 분석

모든 업종을 대상으로 최근 10년간 사고 사망재해 분석하여, 사다리 높이 등 환경변수에 따른 사망사고 현황 파악하고 재해 원인 분석을 통한 등받이울 등의 안전시스템 설치에 따른 사고 영향성 평가를 수행한다. 분석과정에서 재해사고 건수가 적은 경우에는 통계적 처리보다는 각 케이스 스터디의 방법을 통해 사고원인 등을 추정한다.

○ 사다리식 통로 안전시스템의 적정 설치사례 파악

사다리식 통로 설치 사업장의 현장 실태조사를 통해 국내 법제도 및 표준규격의 준수여부 확인하여 등받이울의 설치현황과 등받이울 이외의 추락방지 조치 사례 등을 조사하고 안전시스템 관리자의 의견을 확인한다.

○ 사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토 및 검토의견 제시

수행한 연구결과를 바탕으로 국내외 법제도와 표준규격 또는 제도 등의 운용현황을 검토 및 비교하여 등받이울이 고정식 사다리식 통로에서 추락방지 역할을 제대로 수행하고 있는지 확인하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조 및 KOSHA GUIDE 등 사다리식 통로 관련 우리나라 관련 규정이 이를 충분히 반영하고 있는지 검토한다. 또한, 고정식 사다리 안전시스템으로서 등받이울 이외의 추락방지시스템의 적용성도 함께 검토하여 향후 법령 및 제도의 변경 방향을 결정을 위한 기초적 자료를 제공한다.

Ⅱ. 고정식 사다리 관련 법제도 분석

Ⅱ. 고정식 사다리 관련 법제도 분석

1. 국내 법제도

국내의 경우 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에서 사다리는 사다리식 통로로만 규정하고 있고, 고정식 사다리에 대해서는 제1항제9호에 등받이울 설치기준과 함께 규정하고 있다.

제24조(사다리식 통로 등의 구조) ① 사업주는 사다리식 통로 등을 설치하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 견고한 구조로 할 것
2. 심한 손상·부식 등이 없는 재료를 사용할 것
3. 발판의 간격은 일정하게 할 것
4. 발판과 벽과의 사이는 15센티미터 이상의 간격을 유지할 것
5. 폭은 30센티미터 이상으로 할 것
6. 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하기 위한 조치를 할 것
7. 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60센티미터 이상 올라가도록 할 것
8. 사다리식 통로의 길이가 10미터 이상인 경우에는 5미터 이내마다 계단참을 설치할 것
9. 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것. 다만, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고, 그 높이가 7미터 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5미터 되는 지점부터 등받이울을 설치할 것
10. 접이식 사다리 기둥은 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 조치할 것

② 잠함(潛函) 내 사다리식 통로와 건조·수리 중인 선박의 구명줄이 설치된 사다리식 통로(건조·수리작업을 위하여 임시로 설치한 사다리식 통로는 제외한다)에 대해서는 제1항제5호부터 제10호까지의 규정을 적용하지 아니한다.

이 내용이 포함되어 있는 국내 규정은 여러 개정이 이루어졌는데 그 변화를 통해 시대적 상황과 이유 추론을 통해 필요성과 효용성을 확인할 수 있으므로 순서에 따라 다음과 같이 정리하였다.

〈표 Ⅱ-1〉 등받이울 규정 관련「산업안전기준에관한규칙」신구조문대비표

산업안전기준에관한규칙 [노동부령 제113호, 1997. 1. 11., 일부개정]	산업안전기준에관한규칙 [노동부령 제197호, 2003. 8. 18., 일부개정]
제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다. 1. (생 략) 2. 계단의 간격은 동일하게 할 것 3. 답단과 벽과의 사이는 적당한 간격을 유지할 것 4. 사다리의 전위방지를 위한 조치를 할 것 5. 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60센티미터이상 올라가도록 할 것 6. 갱내 사다리식 통로의 길이가 10미터이상인 때에는 5미터이내마다 계단참을 설치할 것 7. 갱내 사다리식 통로의 구배는 80도이내로 할 것 ② (생 략) 6. ~ 8. (생 략)	제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다. 1. (현행과 같음) 2. 발판의 간격은 동일하게 할 것 3. 발판과 벽과의 사이는 적당한 간격을 유지할 것 4. 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하기 위한 조치를 할 것 5. 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60센티미터 이상 올라가도록 할 것 6. 사다리식 통로의 길이가 10미터 이상인 때에는 5미터 이내마다 계단참을 설치할 것 7. 사다리식 통로의 기울기는 80도 이내로 할 것(높이 2미터를 초과하는 지점부터 등받이울을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다) ② (현행과 같음) 6. ~ 8. (현행과 같음)

산업안전기준에 관한 규칙 [노동부령 제259호, 2006. 9. 25., 타법개정]	산업안전기준에 관한 규칙 [노동부령 제264호, 2006. 12. 30., 일부개정]
제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다. 1.·2. (생 략) 3. 발판과 벽과의 사이는 적당한 간격을 유지할 것 4. ~ 6. (생 략) 7. 사다리식 통로의 기울기는 80도 이내로 할 것(높이 2미터를 초과하는 지점부터 등받이울을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다) ②제1항제5호 내지 제7호의 규정은 잠함내등의 사다리식 통로에 대하여는 이를 적용하지 아니한다.	제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 1.·2. (현행과 같음) 3. 발판과 벽과의 사이는 15센티미터 이상의 간격을 유지할 것 4. ~ 6. (현행과 같음) 7. 사다리식 통로의 기울기는 80도 이내로 할 것(높이 2.5미터를 초과하는 지점부터 등받이울을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다) ②제1항제5호 내지 제7호의 규정은 잠함(潛函)내 사다리식 통로와 건조 · 수리 중인 선박의 구명줄이 설치된 사다리식 통로(건조 · 수리작업을 위하여 임시로 설치한 사다리식 통로를 제외한다)에 대하여는 이를 적용하지 아니한다.

산업안전기준에 관한 규칙 [노동부령 제264호, 2006. 12. 30., 일부개정]	산업안전기준에 관한 규칙 [노동부령 제293호, 2008. 1. 16., 일부개정]
제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 1. ~ 6. (생 략) 7. 사다리식 통로의 기울기는 80도 이내로 할 것(높이 2.5미터를 초과하는 지점부터 등받이울을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다) 〈신 설〉	제20조(사다리식 통로의 구조) ①사업주는 사다리식 통로를 설치하는 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 1. ~ 6. (현행과 같음) 7. 이동식 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것 8. 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고 높이 7미터 이상인 경우 바닥으로부터 높이가 2.5미터되는 지점부터 등받이울을 설치할 것

2003년 개정에서 사다리식 통로에 제시된 고정식 사다리 관련 내용은 기존의 사다리식 통로에서 갱내 사다리에 대한 것과 내용상 동일하지만 등받이울에 대한 부분이 추가되었다. 2011년에는 안전규칙과 보건규칙이 통합되면서, 제8조는 삭제되었고, 사다리식 통로의 고정식 사다리는 지금의 규정으로 변경되었다. 그러나, 통합에 따른 전면 개정에서 고정식 사다리에 대한 내용이 왜 바뀌었는지는 구체적으로 설명하지 않고 있다. 단, 전면 개정 사유 중에 변화된 현실의 반영이 있는데, 변화된 현실의 반영은 (1) 규정의 미비, (2) 국제기준에 부합을 사유로 하고 있으므로 (국제기준은 ANSI 기준을 준용한 것으로 사료됨. KOSHA-Guide가 ANSI 규정을 참고기준으로 하고 있음) 고정식 사다리에 대한 내용 변경은 “국제기준에 부합” 때문이라고 추론할 수 있다.

2. 국외 법제도

국외의 경우 다음의 표에 정리하였다.

〈표 Ⅱ-2〉 국외 고정식 사다리 안전기준

국가	관련 법제도
미국	Occupation Safety and Health Adminstration (OSHA) - Regulations : · CFR 1910.21 Scope and definition (cage 정의 변화) · CFR 1910.28 Fixed Ladder (신설: Walking and working surfaces, Fall protection, HSE Guideline과 유사) · CFR 1917.118 Fixed Ladder (For marine terminal-Terminal facility 관련 규정) · CFR 1926.1053 Ladder (For construction- with fixed ladders in scaffolding)
EU	EU-OSHA -EU Directives, EU Guidelines에는 관련 사항이 없음 -EU Standards : 다양한 형태의 고정식 사다리에 대한 표준규격(EN)이 있음
영국	Health and Safety Executive (HSE) - Regulation (규칙) : Workplace Regulations - Notice (고시) : Safety Notice (Bulletin No: CCID 1-2012, Hooped ladders and the use of personal fall-arrest systems) Ministry of Housing, Communities and Local Government - Regulation : The Building Regulations - Statutory Guidance (법적 지침) : Approved Documents K (Protection from falling, collision and impact)
일본	후생노동성 (厚生労働省) 법규(규칙) : 노동안전위생규칙(労働安全衛生規則) · 제9장 제1절 추락 등에 대한 위험 방지 (墜落 等による 危険の防止) · 제10장 제1절 통로 등 (通路 等) 총무성 (総務省) 법규(소방청 고시) : 피난기구 기준 (避難器具の基準)

1) 미국

미국에서는 고정식 사다리와 등받이울에 대한 규정을 United States'Code of Federal Regulations (CFR) 29 Parts에 명시하고 있다. 본 연구 조사와 관련된 CFR 내용을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 29 CFR 1910.21

Part Number Title:Occupational Safety and Health Standards

Subpart Title:Walking-Working Surfaces

Title: Scope and definitions.

· **Ladder** means a device with rungs, steps, or cleats used to gain access to a different elevation.
· **Fixed ladder** means a ladder with rails or individual rungs that is permanently attached to a structure, building, or equipment. Fixed ladders include individual-rung ladders, but not ship stairs, step bolts, or manhole steps.
· **Cage** means an enclosure mounted on the side rails of a fixed ladder or fastened to a structure behind the fixed ladder that is designed to surround the climbing space of the ladder. A cage also is called a "cage guard" or "basket guard."
· **Well** means a permanent, complete enclosure around a fixed ladder.
· **Ladder safety system** means a system designed to eliminate or reduce the possibility of falling from a ladder. A ladder safety system usually consists of a carrier, safety sleeve, lanyard, connectors, and body harness. Cages and wells are not ladder safety systems.
· **Personal fall arrest system** means a system used to arrest an employee in a fall from a walking-working surface. It consists of a body harness, anchorage, and connector. The means of connection may include a lanyard, deceleration device, lifeline, or a suitable combination of these.
· **Personal fall protection system** means a system (including all components) an employer uses to provide protection from falling or to safely arrest an employee's fall if one occurs. Examples of personal fall protection systems include personal fall arrest systems, positioning systems, and travel restraint systems.

개정된 이 부분에서는 용어의 정의를 내리고 있는데 흥미로운 부분은 등받이울(cage)과 사다리안전시스템(ladder safety system)에 대한 내용이다. 등받이울은 하나의 부가적인 시스템으로만 정의하였고, 사다리 안전시스템이 아니라고 명시하였다. 하지만 개정 이전의 내용에서는 등받이울을 “A cage is a guard that may be referred to as a cage or basket guard which is an enclosure that is fastened to the side rails of the fixed ladder or to the structure to encircle the climbing space of the ladder for the safety of the person who must climb the ladder.”라고 정의하고 사다리 사용자의 안전을 위한 구조물로 명시한 사실에 비추어 보면, 최근에 등받이울의 안전개념을 축소한 것으로 판단된다.

(2). 29 CFR 1910.28

이 규정 중 관심은 1910.28(b)(9)의 Fixed ladders (that extend more than 24 feet (7.3m) above a lower level)로서 다음과 같다.

Part Number Title:Occupational Safety and Health Standards
Subpart Title:Walking-Working Surfaces
Title: Duty to have fall protection and falling object protection.

1910.28(b)(9)(i) For fixed ladders that extend more than 24 feet (7.3 m) above a lower level, the employer must ensure: **Existing fixed ladders**. Each fixed ladder installed before November 19, 2018 is equipped with a personal fall arrest system, ladder safety system, cage, or well; **New fixed ladders**. Each fixed ladder installed on and after November 19, 2018, is equipped with a personal fall arrest system or a ladder safety system;

Replacement. When a fixed ladder, cage, or well, or any portion of a section thereof, is replaced, a personal fall arrest system or ladder safety system is installed in at least that section of the fixed ladder, cage, or well where the replacement is located; and **Final deadline**. On and after November 18, 2036, all fixed ladders are equipped with a personal fall arrest system or a ladder safety system.

1910.28(b)(9)(ii) When a one-section fixed ladder is equipped with a personal fall protection or a ladder safety system or a fixed ladder is equipped with a personal fall arrest or ladder safety system on more than one section, the employer must ensure: The personal fall arrest system or ladder safety system provides protection throughout the entire vertical distance of the ladder, including all ladder sections; and The ladder has rest platforms provided at maximum intervals of 150 feet (45.7 m).

1910.28(b)(9)(iii) The employer must ensure ladder sections having a cage or well: Are offset from adjacent sections; and Have landing platforms provided at maximum intervals of 50 feet (15.2 m).

1910.28(b)(9)(iv) The employer may use a cage or well in combination with a personal fall arrest system or ladder safety system provided that the cage or well does not interfere with the operation of the system.

새로운 29 CFR 1910.28의 추락 및 낙하물 방지의무 (Duty to fall protection and falling object protection) 조항에서는 2018년도부터 높이 7.3 m 이상의 고정식 사다리를 새로 설치하는 경우에는 등받이울 대신 개인 추락방지 시스템 또는 사다리 안전시스템을 설치하도록 개정하였다. 또한 기존에 안전시스템으로서 등받이울을 설치하였던 기존 사다리는 2036년까지

본 규정을 유예하였다. 여기에서 흥미로운 부분은 1910.28(b)(9)(iv) 조항으로서 사업자는 등받이울이 개인 추락 방지시스템과 간섭(interference)이 없는 경우에는 함께 사용해도 좋다고 하여 기존의 등받이울을 제거할 필요가 없음을 확인해 주었고, 덧붙여 등받이울의 명확한 기능에 대해 직접적 언급을 하지 않았다.

(3) 29 CFR 1926.1053

Part Number Title:Safety and Health Regulations for Construction
Subpart Title:Stairways and Ladders
Title: Ladders.

1926.1053(a)(18) Fixed ladders shall be provided with cages, wells, ladder safety devices, or self-retracting lifelines where the length of climb is less than 24 feet (7.3 m) but the top of the ladder is at a distance greater than 24 feet (7.3 m) above lower levels.

1926.1053(a)(19) Where the total length of a climb equals or exceeds 24 feet (7.3 m), fixed ladders shall be equipped with one of the following: Ladder safety devices; or Self-retracting lifelines, and rest platforms at intervals not to exceed 150 feet (45.7 m); or A cage or well, and multiple ladder sections, each ladder section not to exceed 50 feet (15.2 m) in length. Ladder sections shall be offset from adjacent sections, and landing platforms shall be provided at maximum intervals of 50 feet (15.2 m).

1926.1053(a)(20) Cages for fixed ladders shall conform to all of the following: Horizontal bands shall be fastened to the side rails of rail ladders, or directly to the structure, building, or equipment for individual-rung ladders; Vertical bars shall be on the inside of the horizontal bands and shall be fastened to them; Cages shall extend not less than 27 inches (68 cm), or more than 30 inches (76 cm) from the centerline of the step or rung (excluding the flare at the bottom of the cage), and shall not be less than 27 inches (68 cm) in width; The inside of the cage shall be clear of projections; Horizontal bands shall be spaced not more than 4 feet (1.2 m) on center vertically; Vertical bars shall be spaced at intervals not more than 9 1/2 inches (24 cm) on center horizontally; The bottom of the cage shall be at a level not less than 7 feet (2.1 m) nor more than 8 feet (2.4 m) above the point of access to the bottom of the ladder. The bottom of the cage shall be flared not less than 4 inches (10 cm) all around within the distance between the bottom horizontal band and the next higher band; The top of the cage shall be a minimum of 42 inches (1.1 m) above the top of the platform, or the point of access at the top of the ladder, with provision for access to the platform or other point of access.

CFR 1926.1053은 파트 넘버 설명에서 보듯이 건설분야 안전보건에 관한 규칙으로서 아래층에서 높이가 7.3m를 초과하는 고정식 사다리는 등받이울, well 또는 사다리 안전시스템을 설치해야한다고 규정되어 있다. 특히 CFR 1926.1053(a)(19)에는 “사다리 길이가 7.3m (24 ft) 이상인 고정식 사다리는 사다리 안전장치 또는 자체 수축식 생명선 및 45.7m를 초과하지 않는 간격의 휴식 플랫폼 또는 케이지 또는 공간 중 하나를 장착하여야 함”이라고 규정하고 있어, 등받이울을 다른 안전시스템과 동등하게 간주하도록 하였다.

(4) 29 CFR 1917.118

이 규정 중 관심은 1917.118(e)의 추락방지(Protection against falls)에 관한 사항으로서 다음과 같다.

Part Number Title:Marine Terminals
Subpart Title:Terminal Facilities
Title: Fixed ladders.

1917.118(e)(1) Fixed ladders more than 20 feet (6.1 m) in height shall be provided with a cage, well, or ladder safety device. 1917.118(e)(2) When a well or cage is used, ladders with length of climb exceeding 30 feet (9.14 m) shall comply with the following provisions: The ladder shall consist of multiple sections not exceeding 30 feet (9.14 m) each; Each section shall be horizontally offset from adjacent sections, except as specified in paragraph (e)(2)(iv) of this section, and A landing platform capable of supporting a load of 100 pounds per square foot (4.79 kPa) and fitted with guardrails complying with Sec. 1917.112(c) shall be provided at least every 30 feet (9.14 m), except as specified in paragraph (e)(2)(iv) of this section. For ladders installed after October 3, 1983, offset sections and landing platforms are not required if hinged platforms capable of supporting 100 pounds per square foot (4.79 kPa), and which are kept closed except when opened for passage, are within the cage or well at intervals not exceeding 30 feet (9.14 m).

1917.118(e)(5) Ladder cages or wells shall: Be of rigid construction that allows unobstructed use but prevents an employee from falling through or dislodging the cage or well by falling against it; Have smooth inner surfaces; Extend at least 36 inches (0.91m) above landings; and Extend to within 8 feet (2.44 m) above the ground or base, except that a maximum of 20 feet (6.1 m) is permitted where the cage or well would extend into traffic lanes. Ladders installed after (effective date of standard) on radio, microwave communications, electrical power and similar towers, poles and structures, including stacks and chimneys, shall meet the requirements of this paragraph (e).

CFR 1917.118은 터미널 시설에 관한 규정으로서 고정식 사다리에 대하여 높이가 6.1m를 초과하는 고정식 사다리는 등받이울, well 또는 사다리 안전장치와 함께 제공되어야 한다고 규정되어 있다. 기존의 다른 규정과 달리 등받이울이 설치에 대한 사다리의 높이기준이 조금 낮지만, 등받이울을 다른 안전시스템과 동등하게 간주한 것에는 공통사항이다. 그 외에 등받이울에 대한 대략적인 설치기준을 포함하고 있다.

(5) CFR 1910.29

Part Number Title:Occupational Safety and Health Standards
Subpart Title:Walking-Working Surfaces
Title: Fall protection systems and falling object protection - criteria and practices.

1910.29(g)
Cages, wells, and platforms used with fixed ladders. The employer must ensure:
Cages and wells installed on fixed ladders are designed, constructed, and maintained to permit easy access to, and egress from, the ladder that they enclose (see Figures D-14 and D-15 of this section);
Cages and wells are continuous throughout the length of the fixed ladder, except for access, egress, and other transfer points;
Cages and wells are designed, constructed, and maintained to contain employees in the event of a fall, and to direct them to a lower landing; and
Platforms used with fixed ladders provide a horizontal surface of at least 24 inches by 30 inches (61 cm by 76 cm).

Note to paragraph (g):
Section 1910.28 establishes the requirements that employers must follow on the use of cages and wells as a means of fall protection.

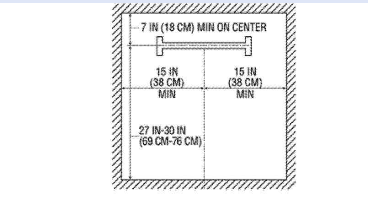


Figure D-14 -- Clearances for Fixed Ladders in Wells

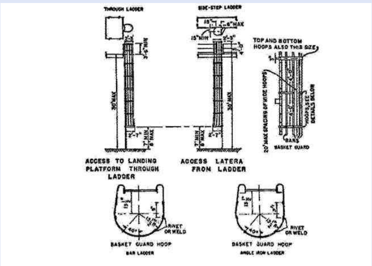


Figure D-15 -- Example of General Construction of Cages

CFR 1910.29는 일반적인 작업장(Walking-Working Surfaces)에 관한 규정으로서 CFR 1910.28에서 명시한 등받이울과 well의 대략적인 설치기준을 제시해주고 있다.

2) 영국

유럽의 경우 영국에는 고정식 사다리의 규정이 존재하지만 EU(유럽연합)의 경우에는 지침(directives)에는 관련 사항이 없고 다양한 형태의 고정식 사다리에 대해 표준규격만 존재한다. 영국의 경우 HSE에 고정식 사다리에 규칙, 안전관련 고시 그리고 사용 가이드라인이 규정되어 있고, Ministry of Housing, Communities and Local Government의 건축법에 추락 및 충돌 방지에 대해 지침을 가지고 있다. 따라서 본 장에서는 영국의 법제도에 대해서 조사 및 분석하였다.

(1) Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992

Regulation 13 Falls or falling objects 중 ACOP(Approved Code of Practice)와 Guidance에 고정식 사다리에 대해 규정하고 있다. 추락방지에 대한 규정 124를 보면 높이가 2.5m를 초과하는 수직각도 75도 이상의 고정 사다리는 가능한 경우 적절한 등받이울 또는 영구적으로 고정된 추락방지시스템을 장착해야 한다고 규정하였다. 등받이울은 사다리 바닥 위 2.5m 높이에서 시작해야 하는데, 만일 2.5m 미만의 높이에서도 2m 이상 떨어질 수 있는 경우에는 울타리의 상단과 일렬로 하나의 등받이울을 설치해야한다고 규정되어 있다. 또한 Guidance에는 짐 등을 실는 경우 사다리보다 계단이, 그리고 일반적으로 수직 사다리보다는 경사 사다리가 사용하기 쉽고 안전하다고 규정하였다. 그리고 사다리에 설치에 관한 규정은 별도로 규정하지 않고 BS(British Standards)를 참조하라고 안내되어 있다.

119 Fixed ladders should not be provided in circumstances where it would be practical to install a staircase (see paragraph 162 of this Code). Fixed ladders or other suitable means of access or egress should be provided in pits. tanks and similar structures into which workers need to descend. In this Code a ‘fixed ladder’ includes a steep stairway (a staircase which a person normally descends facing the treads or rungs).

120 Fixed ladders should be of sound construction, properly maintained and securely fixed, Rungs of a ladder should be horizontal. give adequate foothold and not depend solely upon nails, screws or similar fixings for their support.

121 Unless some other adequate handhold exists, the stiles of the ladder should extend at least 1100 mm above any landing served by the ladder or the highest rung used to step or stand on except that in the case of chimneys the stiles should not project into the gas stream.

122 Fixed ladders installed after 31 December 1992 with a vertical distance of more than 6 m should normally have a landing or other adequate resting place at every 6 m point. Each run should, where possible, be out of line with the last run, to reduce the distance a person might fall. Where it is not possible to provide such landings, for example on a chimney, the ladders should only be used by specially trained and proficient people.

123 Where a ladder passes through a floor, the opening should be as small as possible. The opening should be fenced as far as possible, and a gate should be provided where necessary to prevent falls.

124 Fixed ladders at an angle of less than 15 degrees to the vertical (a pitch of more than 75 degrees) which are more than 2.5 m high should where possible be fitted with suitable safety hoops or permanently fixed fall arrest systems. Hoops should be at intervals of not more than 900 mm measured along the stiles, and should commence at a height of 2.5 m above the base of the ladder. The top hoop should be in line with the top of the fencing on the platform served by the ladder. Where a ladder rises less than 2.5 m, but is elevated so that it is possible to fall a distance of more than 2 m, a single hoop should be provided in line with the top of the fencing. Where the top of a ladder passes through a fenced hole in a floor, a hoop need not be provided at that point.

125 Stairs are much safer than ladders, especially when loads are to be carried. A sloping ladder is generally easier and safer to use than a vertical ladder (see regulation 17 and paragraph 162 of the Code).

126 British Standards deal with ladders for permanent access 54-55.

(2) The Building Regulations

영국의 건축법에 해당하는 Building Regulation에 법적지침(Statutory Guidance)으로서 Approved Documents K (Protection from falling, collision and impact), section 1(K1) stairs and ladders에서 고정식 사다리에 대해서 규정하고 있다. 이 규정은 거주의 목적과 일반 오피스 목적으로 나누어 간단하게 규정하였고, 상세한 설치기준은 BS(British Standards)를 참조하게 되어있다.

Fixed ladders

In dwellings

1.31 Do not use retractable ladders as means of escape. Refer to Approved Document B: Volume 1 – Dwellinghouses, and Volume 2 – Buildings other than dwellinghouses.

1.32 You may use a fixed ladder – with fixed handrails on both sides – only for access in a loft conversion that contains one habitable room, and only when there is not enough space without alteration to the existing space for a stair that satisfies the guidance for dwellings in paragraphs 1.2–1.24.

For industrial buildings

1.33 Design and construct stairs, ladders and walkways, as appropriate, in accordance with **BS 5395-3** or **BS 4211**.

Access for maintenance

For buildings other than dwellings

1.42 Where the stairs or ladders will be used to access areas for maintenance they should comply with one of the following.

a. If access will be required a minimum of once per month: follow provisions such as those for private stairs in dwellings or for industrial stairs and ladders in **BS 5395-3**.

b. If access will be required less frequently than once a month: it may be appropriate, for example, to use portable ladders. The Construction (Design and Management) Regulations 2007 give provisions for safe use of temporary means of access.

(3) HSE Notice

고정식 사다리의 등받이울에 관해서는 2021년에 안전고시(Safety Notice: Bulletin No: CCID 1-2012, Hooped ladders and the use of personal fall-arrest systems)를 통해 발표하였다. 이 고시의 배경으로는 영국의 HSE의 지원을 통해 수행된 다음과 같은 2개의 연구보고서를 참조하여 결정하였다는 설명이 추가되었다.

Research reports (연구보고서) by Health and Safety Executive (HSE)
· RR258 (Preliminary investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, 2004) · RR657 (Investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, when used in conjunction with various fall-arrest systems, 2011)

두 보고서 중 RR258에서는 등받이울의 추락 방지효과를 조사하기 위해 문헌조사, 등받이울 제작자 설문조사, 기존 사고 조사 그리고 인체모형 추락실험을 수행하였다. 전체적으로 고정식 사다리의 등받이울이 완전한 추락 방지 기능을 제공한다고 볼 수 없다는 결론을 얻었다. 또한, RR657 보고서에서는 등받이울이 설치된 고정식 사다리 내부에 다양한 추락방지 시스템(FAS)을 설치하여 보다 더 효율적인 추락 방지효과를 조사하기 연구를 수행하였다. 이와 같이 복합적인 시스템의 연구 수행은 사다리에서 케이지를 제거하는 것은 어렵고 위험하며 비용이 많이 드는 것으로 예상되기 때문에 기 설치된 등받이울에 FAS를 설치하는 것이 더 간단하고 안전하며 비용이 적게 들거라고 예상되기 때문이다. 그 결과로서 일부 경우에는 등받이울이 FAS의 운영이나 부상 방지 효과를 저하시킬 위험이 있음을 확인하였다.

Department Name: Cross Cutting Intervention Division - Product Safety Unit
Bulletin No: CCID 1-2012
Issue Date: 10 July 2012 (revised 15 August 2012)

Target Audience: Any industry sector which uses hooped (aka caged) ladders.
Key Issues: The purpose of this safety notice is to remind dutyholders of the need to fully assess the risks from work at height involving fixed hooped ladders (also known as caged ladders).

Introduction The purpose of this safety notice is to alert dutyholders that hooped ladders (with or without a personal fall arrest system) may not be effective in safely arresting a fall without injury. As a result dutyholders are advised to review their risk assessments where these ladders are used. **HSE's position** HSE does not recommend the blanket removal of hoops from ladders (which would probably increase overall risk), or to prohibit the use of personal fall arrest systems within hooped ladders. While the report concludes that hoops alone do not provide positive fall arrest capability, they can provide other safety benefits such as getting on and off the ladder that the report does not explore. **Action required** Dutyholders should be aware that the hoops of a ladder alone may not be effective in safely arresting a fall without injury. Dutyholders are therefore advised to review their risk assessments and consider if additional fall protection is required or alternative means of access supplied. Where dutyholders choose to use fall arrest equipment inside a hooped ladder to arrest a fall they should be aware that hoops may interfere with the operation of some types of fall arrest equipment (for example inertia reel devices). Dutyholders should contact their manufacturer or supplier for advice on the performance of such equipment when used in a hooped ladder. Users of fall arrest equipment inside a caged ladder should also be aware of the possibility of injury from striking the cage following a fall. The use of climbing helmets to reduce the risk of injury may need to be considered.

먼저 이 고지의 목적에 대해서는 개인 추락방지 시스템의 유무와 상관없이 등받이울이 부상 없이 추락을 안전하게 저지하는 데 효과적이지 않을 수 있음

을 사업주 또는 관련의무자에게 알려주어 이러한 사다리에 대해 위험성 평가를 검토하는 것을 권장하는 것이었다.

여러 연구 등을 통해 HSE는 기존 설치된 등받이울에 대해서 사다리에서 완전히 제거하거나(전체 위험을 증가시킬 수 있음) 등받이울과 함께 다른 개인 추락방지 시스템의 사용을 금지하는 것을 권장하지는 않는다고 하였다. 또한, 등받이울만으로는 확실한 추락 방지 기능을 제공하지는 못하지만, 사다리에 오르고 내리는 데 있어서 다른 안전상의 이점을 제공할 수 있다고 모호하게 입장을 취하였다. 그리고 사업주 또는 관련의무자에게는 등받이울만으로는 부상 없이 추락을 안전하게 저지하는데 효과적이지 않을 수 있기 때문에 위험성 평가를 통해 추가적인 추락 방지시스템 또는 대체 수단을 고려하라고 제안하였다. 등받이울과 함께 사다리 내부의 추락 방지 장비를 사용하기로 선택한 경우에는 등받이울이 일부 유형의 추락 방지 장비의 작동을 방해할 수 있음을 인지하고 제조업체 또는 공급업체와 장비의 성능에 대한 협의하도록 하였다. 또한, 등받이울안에서 추락방지 장비를 사용하면 추락 후 등받이울에 부딪혀 부상을 입을 가능성이 있으니 부상 위험을 줄이기 위해 헬멧의 사용을 고려해야 할 수도 있음을 제시하였다.

3) 일본

일본의 경우 후생노동성의 노동안전위생규칙에 사다리 형태의 통로 위험방지에 대해 규정되어 있는데, 전체적인 구성은 국내의 산업안전보건기준에 관한 규칙과 유사하나, 사다리 등받이울 관련조항은 없음을 확인하였다. 또한 총무성(総務省)에는 피난기구로서의 사다리에 대한 기준이 제정되어 있지만, 이 기준은 산업활동과는 크게 관련없으므로 본 연구에서는 고려하지 않았다.

(1) 후생노동성 (厚生労働省) : 노동안전위생규칙(労働安全衛生規則)

제9장 추락, 비래 붕괴 등에 의한 위험 방지 (第九章 墜落、飛来崩壊等による危険の防止)

제1절 추락 등에 대한 위험 방지 (第一節 墜落等による危険の防止)

第五百十九条　事業者は、高さが二メートル以上の作業床の端、開口部等で墜落により労働者に危険を及ぼすおそれのある箇所には、囲い、手すり、覆おおい等（以下この条において「囲い等」という。）を設けなければならない。 **(높이가 2미터 이상의 작업상(床)의 끝, 개구부 등으로 추락에 의해 노동자에게 위험을 미칠 우려가 있는 개소에는, enclosure(囲い: 울타리), 난간, 덮개 등 (이하 울타리 등이라고 한다)을 설치해야 한다.)** ２　事業者は、前項の規定により、囲い等を設けることが著しく困難なとき又は作業の必要上臨時に囲い等を取りはずすときは、防網を張り、労働者に要求性能墜落制止用器具を使用させる等墜落による労働者の危険を防止するための措置を講じなければならない。 **(전항의 규정에도 불구하고, 울타리 등을 설치하는 것이 현저하게 곤란하거나 또는 작업의 필요상 임시로 울타리 등을 떼어낼 경우에는, 방망을 치고, 노동자에게 요구성능추락제지용 기구를 사용시키는 등 추락에 의한 노동자의 위험을 방지 하기 위한 조치를 취해야 한다)**

제519조에 의하면 높이 2m 이상의 위험장소에 대해서는 추락방치 조치를 하도록 규정하고 하고 있다. 이 조항은 작업공간을 대상으로 하고 있다고 판단되므로 통로로 사용되는 고정식 사다리에 대한 규정은 아니라고 할 수 있

다. 즉, 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조(추락의 방지), 제43조(개구부 등의 방호 조치), 제44조(안전대의 부착설비 등)와 같은 의미에서 적용되는 조항으로 볼 수 있다.

제10장 통로, 발판 등 (第十章　通路、足場等)
제1절 통로 등 (第一節　通路等)

(はしご道) 사다리식 통로 第五百五十六条　事業者は、はしご道については、次に定めるところに適合したものでなければ使用してはならない。(사다리 길에 대해서는, 다음에 정하는 바에 적합한 것이 아니면 사용해서는 안 된다) 一　丈夫な構造とすること。(튼튼한 구조로 할 것) 二　踏さんを等間隔に設けること。(답단은 등간격으로 할 것) 三　踏さんと壁との間に適当な間隔を保たせること。(답단과 벽 사이에 적절한 간격을 유지할 것) 四　はしごの転位防止のための措置を講ずること。(사다리의 전위 방지를 위한 조치를 할 것) 五　はしごの上端を床から六十センチメートル以上突出させること。(사다리의 상단을 바닥(床 - 걸침점을 의미함)에서 60cm 이상 돌출시킬 것) 六　坑内はしご道でその長さが十メートル以上のものは、五メートル以内ごとに踏だなを設けること。(갱내 사다리 길에서 그 길이가 10미터 이상인 것은 5미터 이내마다 踏だな(서서 멈추어 쉴 수 있는 장소를 의미한다고 판단됨)를 마련할 것) 七　坑内はしご道のこう配は、八十度以内とすること。(갱내 사다리 길의 이와 같은 배치는, 80도 이내로 할 것) 八　前項第五号から第七号までの規定は、潜函かん内等のはしご道については、適用しない。(전항 제5호부터 제7호까지의 규정은, 잠함 내 등의 사다리 길에 대해서는, 적용하지 않는다)

제556조에 의하면 사다리를 우리나라와 같이 사다리식 통로로 명칭을 사용하고 있고, 앞의 우리나라 산업안전보건규칙 제24조(사다리식 통로 등의 구조)와 비교하면 일부 조항에서 차이점이 있다. 특히 산업안전보건규칙 제24조 제1항 제9조의 "사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것. 다만, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고, 그 높이가 7미터 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5미터 되는 지점부터 등받이울을 설치할 것"과는 큰 차이가 있는데 노동안전위생규칙에서는 고정식 사다리의 등받이울에 관한 규정이 존재하지 않음을 확인할 수 있다.

4) 국가별 법제도에 대한 분석 시사점

국가별 법제도에 대한 분석 결과를 〈표 Ⅱ-3〉에 정리하였으며, 이에 대한 시사점은 다음과 같다.

- 미국(CFR 1910.21)의 개정된 용어 정의에서 등받이울을 하나의 부가적인 시스템으로만 정의하였고, 사다리 안전시스템이 아니라고 명시함. 이전에는 사다리 사용자의 안전을 위한 구조물로 명시한 사실에 비추어 보면 최근에 등받이울의 안전개념을 축소한 것으로 판단됨.
- 미국(CFR 1910.28)의 새로운 추락 및 낙하물 방지의무 조항에서는 2018년도부터 높이 7.3m 이상의 고정식 사다리를 새로 설치하는 경우에는 등받이울 대신 개인 추락방지 시스템 또는 사다리 안전시스템을 설치하도록 개정함. 또한 기존에 안전시스템으로서 등받이울을 설치하였던 기존 사다리는 2036년까지 본 규정을 유예함.
- 영국(Workplace Regulations)은 높이가 2.5m를 초과하는 수직각도 75도 이상의 고정 사다리는 가능한 경우 적절한 등받이울 또는 영구적으로 고정된 추락방지시스템을 장착해야 한다고 규정함.
- 영국은 안전고시(Bulletin No. CCID 1-2012)를 통해 개인 추락방지 시스템의 유무와 상관없이 등받이울이 부상 없이 추락을 안전하게 저지하는데 효과적이지 않을 수 있음을 알림.
- 미국 및 영국에서는 등받이울이 개인 추락방지시스템과 간섭(interference)이 없는 경우에는 함께 사용해도 좋다고 하여 기존의 등받이울을 제거할 필요가 없음을 확인함. 또한 간섭에 의한 등받이울과 추

락방지시스템 성능 저하에 대해서 사업주는 위험성 평가 등을 통해 확인 해야함을 명시.

- 일본(노동안전위생규칙)에서는 추락방지에 대한 조항에서 2m의 높이기준은 있지만 작업공간에 대해서 규정되어 있으며, 사다리식 통로에 대해서는 등받이울 등의 추락방지 시스템에 관하여 어떠한 규정도 존재하지 않음.
- 국내(산업안전보건기준에 관한 규칙)에서는 사다리는 사다리식 통로로 규정하고 있고, 고정식 사다리에 대해서는 등받이울 높이기준 및 시작위치에 대한 설치기준을 규정하고 있음. 하지만 등받이울의 목적 및 안전성에 대한 기술이 이루어지지 않았고, 기타 다른 추락방지시스템을 안전시스템으로 인정하지 않음.

〈표 Ⅱ-3〉 국가별 사다리 관련 법제도 비교표

구분		미국	영국	일본	한국
사다리 안전시스템 의무	높이	24피트 (약 7.3m) 이상	2.5m 초과	-	7m이상, 2.5m지점부터
	종류	추락방지시스템 설치	등받이울 또는 추락방지시스템 설치	-	등받이울 설치
	설치 규정 범위	CFR 1920.29를 통하여 등받이울의 설치기준 제시	지주(stile) 간격기준 제시 이외의 기타 설치기준은 BS 참조	-	×
	예외	건설분야, 터미널시설은 별도규정에 따름	건축물에 대해서는 별도 규정됨	-	×
등받이울 인정여부		△ (2018년 이전에 설치된 등받이울만 한시적 인정)	○	-	○
추락방지시스템 인정여부		○	○	-	×
등받이울+추락방지시스템 혼용가능여부		○ (간섭이 없는 경우)	○ (설치시 위험성평가를 통한 성능 확인)	-	-

Ⅲ. 고정식 사다리 관련 규격 분석

Ⅲ. 고정식 사다리 관련 규격 분석

1. 개요

1) 규격의 의의

일반적으로 표준규격(Standard)은 우리나라의 국가기술표준원과 같이 각 국가별 표준 제정 기관에서 제정된다. 각 국가별 표준 제정 기관에서 제정하는 표준규격은 ISO(International Standard Organization)와 같은 국제기구에서 제정한 규격을 그대로 인용하여 국가표준규격으로 규격화하는 경우도 있으나, 각 국가가 자체적으로 제정한 규격을 국가표준규격으로 규정하기도 한다. 즉, 특정한 사안에 대한 국제기구의 표준규격은 어떠한 국가에서는 국가표준규격으로 규격화되기도 하지만, 어떠한 국가에서는 규격화되지 않기도 한다. 표준규격의 제정과 적용에 대한 독특한 경우가 EU인데, EU 가입 국가는 EU 협약에 따라 EU의 표준제정기관인 CEN(European Committee for Standardization)에서 제정한 EN 규격이 있을 경우에는, 해당 규격에 대한 기존 국가표준규격을 폐지하고 해당 EN 규격을 국가표준규격으로 대체 규격화하도록 하고 있으며, 만약 합의된 EN 규격이 제정되어 있지 않은 경우에는 기존의 국가별 표준규격을 사용하도록 하고 있다.

국가표준규격은 원칙적으로는 반드시 지켜야 할 법적 강제성이 없는 임의규격이지만, 각 법령이나 고시 등에서 국가표준규격을 법적 기준으로 정하는 경우나 설계기준/시방서 등에서 이를 적용하도록 할 경우에는 법적 강제성이 있는 강제규격의 성격을 갖게 되며, 특히 안전성을 확보하기 위한 목적인 경우에는 일반적으로 이러한 경우가 많다. 따라서, 안전 관련 제도 분석 시에는 규격에 대한 분석도 함께 수행할 필요가 있다.

본 연구에서의 규격 분석은 고정식 사다리의 안전성 확보를 위한 국가별 규격 기준의 특징과 차이점을 알아보기 위한 것에 목적이 있다. 따라서, 본 연구에서 조사/분석할 규격은 특별한 언급이 없는 한 해당 국가의 안전 관련 법령, 고시, 설계기준, 시방서 등에서 법적 기준으로 지정하지 않았다고 가정하고 분석하였다.

2) 분석 대상 규격

고정식 사다리의 안전과 관련된 규격은 (1) 구조, 재료, 치수, 형태, 설치 기준 등을 제시하는 규격(이하 "구조 규격"이라 함)과 (2) 고정식 사다리에 적용되는 추락 방지 시스템(Fall Arrest System 또는 Ladder Safety System; 이하 "추락방지장치 규격"이라 함)에 대한 규격으로 크게 구분된다. 본 연구에서는 미국, 영국, 일본을 대상으로 각 국가별로 제정된 구조 규격과 추락방지장치 규격의 종류와 주요 기준 내용에 대해서 알아보았다. <표 Ⅲ-1>에는 우리나라를 포함한 각 국가별 분석 대상 규격을 나타낸다.

<표 Ⅲ-1> 국가별 분석 대상 규격

대상국가	구조 규격	추락방지장치 규격
미국	- ANSI A14.3 : American National Standard for Ladders-Fixed-Safety Requirements (2002, 2008, 2018)	- ANSI Z359.16 : Safety Requirements for Climbing Ladder Fall Arrest Systems
영국	- BS EN ISO 14122-4 Safety of machinery — Permanent means of access to machinery. Part 4: Fixed Ladders (2004, 2016) - BS 4211:2005+A1:2008 Specification for Permanently Fixed Ladders * 영국의 Building Regulation에서는 고정식 사다리의 설계/설치시에 BS4211을 따르도록 규정 * BS 4211은 ISO 14122-4 (2004)를 기반으로 하고 있음	- BS EN 353-1:1993, Personal protective equipment against falls from a height — Part 1: Guided type fall arresters including a rigid anchor line. - BS EN 353-2:1993, Personal protective equipment against falls from a height — Part 2: Guided type fall arresters including a flexible anchor line. - BS EN 363:1993, Personal protection equipment — Personal Fall Protection Systems * BS EN ISO 14122-4 (2004, 2016)에서는 고정식 사다리 Fall Arrester를 EN 353-1을 적용 * BS 4211에서는 EN 353-1 뿐만 아니라 EN 353-2도 적용 가능
일본	- JIS B 9713-4 기계류의 안전성: 기계류에의 상설 접근 수단 제4부 고정 사다리 (機械類の安全性−機械類への常設接近手段　第4部：固定はしご) * JIS B 9713-4는 ISO 14122-4(2004)에 해당	- JIS T 8165 추락제지용기구 (墜落制止用器具) * ISO 10333에 해당. 또한 Part 1,2,5만 규격화. Part 3,4는 제외
우리나라	KS B ISO 14122-4 기계 안전 - 기계설비에 대한 영구적 접근 수단 - 제4부: 고정식 사다리 (단, 현재 승인된 규격은 ISO 14122-4: 2004이며, 2016은 반영하지 않음) * KOSHA-Guide G-3-2019 고정식 사다리 제작에 관한 기술지침 (단, 국가표준규격에 해당하지 않음. 또한 ISO 14122-4:2004와 동일하지만, 적용 범위를 기계류에 한정하지 않음) * 건설분야 설계기준/시방서에서 고정식 사다리의 구조규격은 공사시방서를 따르도록 규정하고 있음.	- KS B ISO 14122-4에서는 EN 353-1을 적용하도록 하고 있으나, EN 353-1의 KS 규격화는 되어있지 않음. - ISO 10333 Series(Part 1,2,3,4,5)가 모두 KS 규격화 되어 있음. * 고정식 사다리에 설치하는 Fall Arrester에 대한 규격은 KS G ISO 10333-4 (개인용 추락 방지 시스템 제4부: 미끄럼 타입 추락 방지 장치와 연결된 수직 레일 및 수직 구명줄)로 규격화. * ISO 10333-4는 EN353-1 및 EN 353-2와 유사함.

2. 국가별 규격 분석

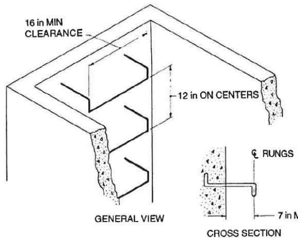
1) 미국

(1) 구조규격

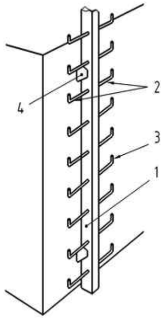
미국의 고정식 사다리에 대한 구조규격은 “ANSI A14.3 American Standard for Ladders -Fixed- Safety Requirements”가 유일하다. ANSI A14.3은 1956년에 처음 제정된 이래로, 총 5회(1974년, 1984년, 1992년, 2002년, 2008년)의 개정이 있었으며, 현재 사용되고 있는 판본은 ANSI A14.3-2018인데, 이는 2008년 개정판에 대한 Reaffirmation 판본으로 내용상으로는 2008년 개정판과 동일하다. 본 연구에서는 2008년 개정판을 기준으로 분석하였다.

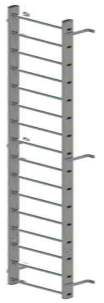
▪ ANSI A14.3이 적용되는 고정식 사다리의 종류

ANSI A14.3은 구조물에 영구적으로 고정하는 모든 종류의 사다리를 고정식 사다리로 정의하고 있다. 즉, 사다리의 수직부재(ANSI A14.3에서는 Side rails로 표현하며, 다른 규격에서는 Stiles 등으로 표현되기도 한다. 또한 우리나라에서는 사다리 지주 또는 주식으로 표현된다.)의 유무와 개수를 구분하지 않고, 승하강을 목적으로 구조물에 고정된 모든 사다리에 대해 적용한다. 따라서, [그림 Ⅲ-1] (a)와 같이 우물통(Well)이나 샤프트(Shaft) 형태의 수직구 내부에 side rail 없이 발판(Rungs; Step이나 Cleat로도 표현됨)만 있는 경우나 side rail이 한 개만 있는 경우(single side rail), side rail이 여러 개 있는 경우(multiple side rail)도 ANSI A14.3이 적용되는 고정식 사다리에 해당된다. 주의할 점은 side rail이 없는 고정식 사다리는 주로 우물통 형태의 수직구(맨홀이나 굴뚝 내부도 해당) 내부 벽면에 많이 설치되지만, 우물통 형태의 수직구가 아닌 콘크리트 벽면에 설치되는 경우도 있으며, 이러한 경우도 고정식 사다리에 해당된다.



(a) No side rail (rungs only; Well이나 Shaft에 주로 적용)





(b) Single side rail　　(C) Multiple (two or more) side rails

[그림 Ⅲ-1] ANSI A14.3의 Side rails(Stiles)에 따른 고정식 사다리의 종류

▪ 고정식 사다리의 추락 방지 체계 (Fall Prevention System)

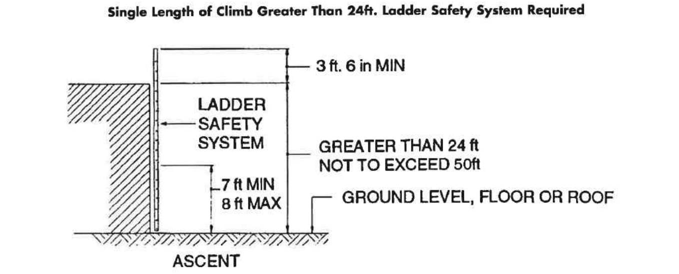
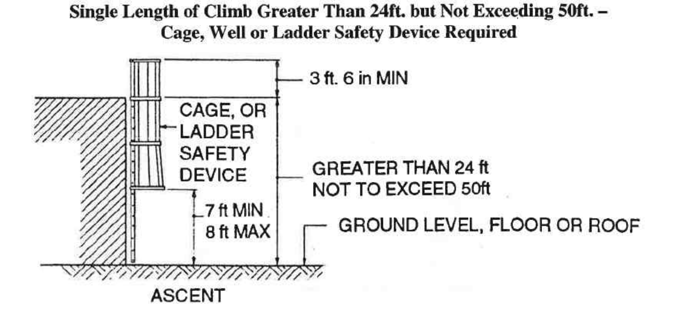
ANSI A14.3에서는 고정식 사다리의 추락 방지 체계를 능동형 추락 방지(Active Fall Prevention)와 수동형 추락 방지(Passive Fall Prevention)로 구분하고 있다. [그림 Ⅲ-2]에 나타낸 바와 같이, 능동형 추락 방지는 개인이 착용 또는 사용해야 하는 추락 방지 장치로 정의되며, Ladder Safety

Systems(영국 등 다른 국가 규격에서는 Fall Arrest Systems로 표현되기도 함)가 이에 해당한다. 수동형 추락 방지는 개인이 착용 또는 사용하지 않아도 추락을 방지할 수 있는 수단으로 정의되며, Cage(우리나라의 등받이울을 의미함)와 Well이 이에 해당된다. 즉, ANSI A14.3에서는 안전대와 같은 개인 착용형 추락 방지 시스템 뿐만 아니라 고정식 사다리에 설치하는 Cage(또는 well)를 추락 방지의 수단으로 간주하고 있다. 그러나, Cage의 적용에 대해서는 고정식 사다리의 길이(승강높이; Length of Climb으로 표현)와 바닥면으로부터의 설치높이(지상 또는 바닥면을 기준으로 고정식 사다리 최상단부까지의 높이를 의미)에 따라 다르게 적용하도록 규정하고 있는데, 특히, 2008년에 개정된 ANSI A14.3부터 Cage와 Ladder Safety System의 적용에 대한 기준이 크게 바뀌었다.

Active Fall Protection Systems. A means of providing fall protection that requires individuals to wear or use fall protection equipment and which requires fall protection training.	**Ladder safety system.** An assembly of components whose function is to arrest the fall of a user, including the carrier and its associated attachment elements (brackets, fasteners, etc.), safety sleeve, full body harness and connectors, wherein the carrier is permanently attached to the climbing face of the ladder or immediately adjacent to the structure.
Passive Fall Protection. A means of providing fall protection that does not require individuals to wear or use fall protection equipment.	**Cage.** A barrier, which may be referred to as a cage guard or basket guest, that is an enclosure mounted on the side rails of the fixed ladder or fastened to the structure to enclose the climbing space of the ladder in order to safeguard the employee climbing the ladder. **Well (shaft).** A walled enclosure around a fixed ladder that provides the person climbing the ladder with the same protection as a cage.

[그림 Ⅲ-2] 용어의 정의 (ANSI A14.3)

[그림 Ⅲ-3]에 나타낸 바와 같이, 과거(즉, 2008년 개정판 이전)에는 승강높이 또는 설치높이가 24ft 이상 최대 50ft 이내인 고정식 사다리의 추락 방지 수단으로 Cage 또는 Ladder Safety System을 선택 적용하도록 규정하였다. 그러나, 2008년 부터는 (1) 승강높이는 24ft 이내이나 설치높이가 24ft 이상인 고정식 사다리는 추락 방지 수단으로 Cage 또는 Ladder Safety System을 선택 적용할 수 있으나, (2) 설치 높이와 관계없이 승강높이가 24ft 이상 최대 50ft 이내인 고정식 사다리의 추락 방지 수단으로 Ladder Safety System을 반드시 적용하도록 규정이 변경되었다. 단, 주의할 점은 이 경우에 대해서 Cage의 설치를 명시적으로 금지하지는 않았기 때문에, Cage와 Ladder Safety System을 병용하는 것을 금지하고 있지는 않다는 점이다 (다음 절에 설명할 EN ISO 14122-4(2016)에서는 Cage와 Ladder Safety System의 병용이 금지됨).

구분	기준 내용
ANSI A14.3: 2008 (2018)	
ANSI A14.3: 2002	

[그림 Ⅲ-3] 추락 안전 체계의 적용

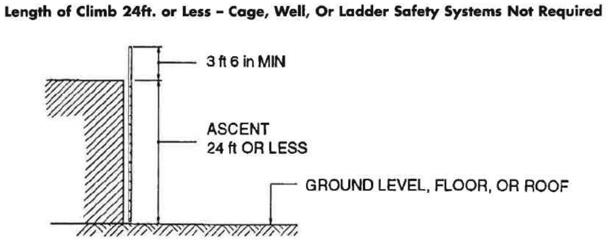
▪ 고정식 사다리 추락 방지 체계의 적용

2008년 개정된(현재 시행되고 있는 2018년 Reaffirmation판에서도 내용 변경없이 동일함) ANSI A14.3의 추락 방지 체계의 적용을 자세히 살펴보면 〈표 Ⅲ-2〉과 같으며, 〈표 Ⅲ-2〉의 각 Case를 [그림 Ⅲ-3]에 도식적으로 나타내었다.

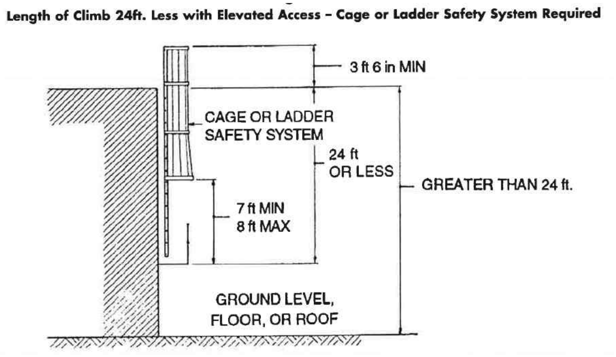
〈표 Ⅲ-2〉 고정식 사다리 추락 방지 체계 적용 기준

구분	추락 방지 체계	비고
Case 1 고정식 사다리 길이(승강높이)가 24ft 이하인 경우	Cage, Well 또는 Ladder Safety System을 적용하지 않음	
Case 2 고정식 사다리의 길이(승강높이)는 24ft 이하이나 지상이나 바닥면으로부터 고정식 사다리 최상단부까지의 설치 높이가 바닥면으로부터 24ft 초과인 경우	Cage 또는 Ladder Safety System을 적용 (선택)	- 고정식 사다리 하단부로부터 높이 7ft~8ft 위치에서부터 고정식 사다리 상단부 끝까지 Cage 또는 Ladder Safety System을 설치
Case 3 고정식 사다리의 길이(승강높이)가 24ft 이상 50ft 이하인 경우	Ladder Safety System을 반드시 적용 (필수)	- Cage 병용을 금지하지 않음. - 2008년에 개정되기 전에는 Cage or Ladder Safety System을 선택 적용하도록 하였음. - 2008년 개정되기 이전에 설치된 고정식 사다리 중 Ladder Safety System을 설치하지 않고 Cage만 설치한 경우, 2036년까지 Ladder Safety System을 설치하도록 OSHA CFR 법령을 개정 (단, 이미 설치된 Cage를 제거하지는 않아도 됨.)
Case 4 고정식 사다리로 승하강하는 총 높이가 24ft 이상인 경우	(Case 4-1 : Continuous) 총 높이 구간을 하나의 연속된 고정식 사다리로 잇는 경우 - 최대 150ft 마다 쉼 참(Rest Platform)을 두고, 반드시 Ladder Safety System을 적용	- Cage는 적용하지 않아도 됨.
	(Case 4-2 : Multiple Section) 총 높이 구간을 여러 개의 고정식 사다리로 구간 분리하여 잇는 경우 - (a) 길이(승강높이)가 최대 24ft 이내인 고정식 사다리로 Multiple Section을 구성하는 경우에는 각 사다리 Section에 Cage 또는 Ladder Safety System을 적용. (즉, Case 2를 적용) - (b) 길이(승강높이)가 24ft 이상 최대 50ft이내인 고정식 사다리로 Multiple Section을 구성하는 경우에는 각 사다리 Section에 반드시 Ladder Safety System을 적용 (즉, Case 3을 적용)	- 분리형인 경우 각 사다리 Section은 충분한 이격 거리(offset)를 두고 설치하여야 하며, Section과 Section 사이에는 반드시 Platform을 설치 - (b)의 경우 Cage의 병용을 금지하지 않음. - 2008년 개정되기 이전에는 (a),(b) 구분 없이 Cage or Ladder Safety System를 설치할 경우 최대 50ft 길이의 사다리로 각 Section을 구성할 수 있다고만 규정.

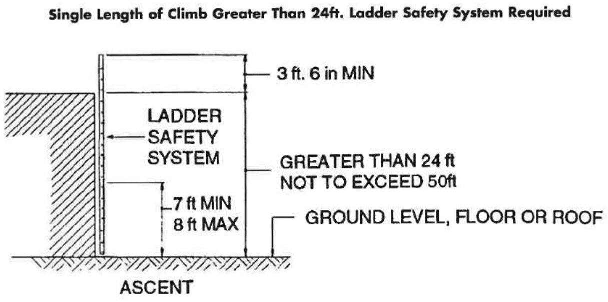
※$1(ft) = 0.3048(m)$ $24(ft) \cong 7.3(m)$ $50(ft) \cong 15.25(m)$ $150(ft) \cong 45.7(m)$



(a) Case 1 (추락방지체계를 적용하지 않아도 됨)

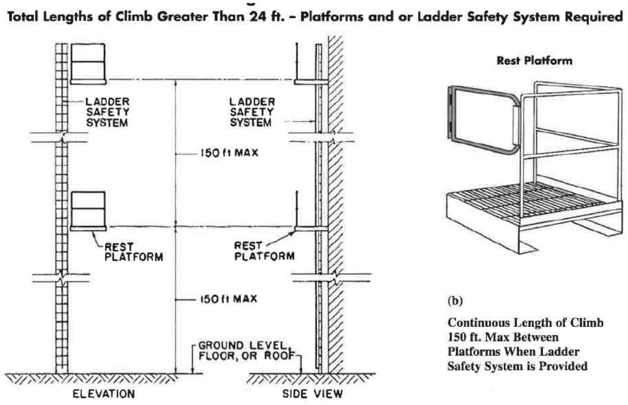


(b) Case 2 (Cage 또는 Ladder Safety System 적용)

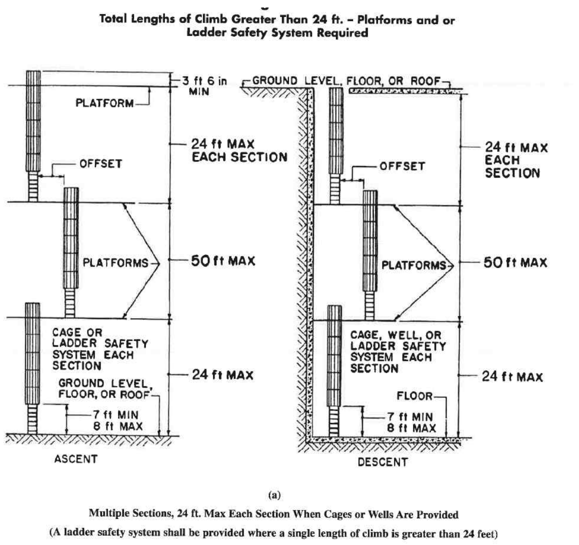


(c) Case 3 (Ladder Safety System 필수 적용)

[그림 Ⅲ-3] 추락 안전 체계의 적용 (계속)



(d) Case 4-1 (Ladder Safety System 필수 적용)

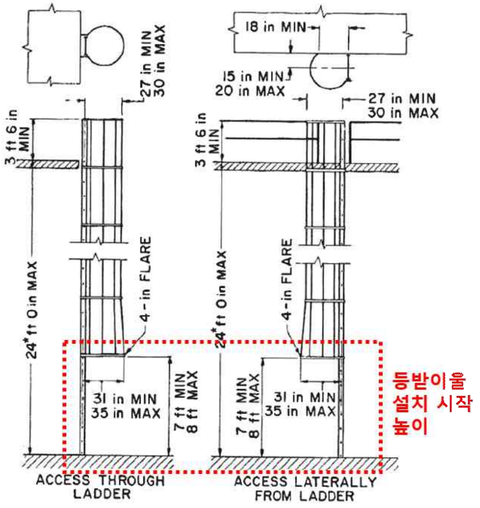


(e) Case 4-2 (각 구간의 사다리 승강높이에 따라 Cage and/or Ladder Safety System적용)

[그림 Ⅲ-3] 추락 안전 체계의 적용 (계속)

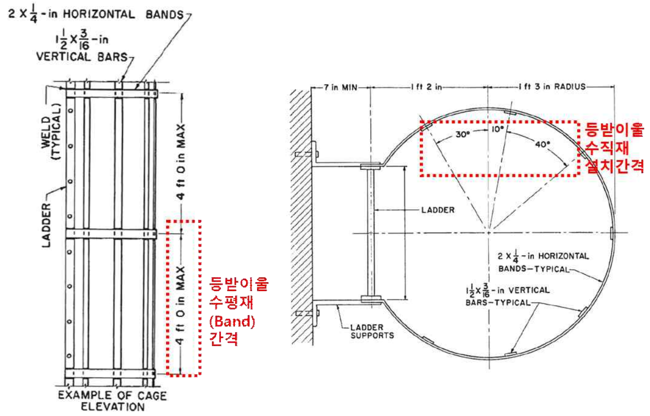
▪ 고정식 사다리 Cage(등받이울) 설치 기준

ANSI A14.3에서 Cage의 설치 기준은 [그림 Ⅲ-4]와 같다. Cage를 설치할 경우, 바닥면(또는 Access Platform)으로부터 높이 7~8ft (약, 2.1~2.4m) 위치에서 설치를 시작하도록 하고 있다. 또한 Cage 수직재와 수평재(Band; Hoop)를 일정한 간격으로 설치하도록 하고 있으며, 수평재는 최대 4ft 간격으로, 수직재는 수직재와 수직재의 사잇각이 30°~40°의 간격으로 설치하도록 하고 있다.



* 24' without a ladder safety system

[그림 Ⅲ-4] Cage 설치 기준

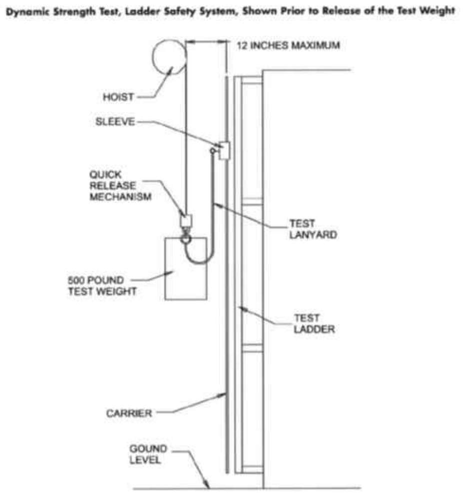


[그림 Ⅲ-4] Cage 설치 기준 (계속)

▪ Ladder Safety System 관련 사항

앞서 [그림 Ⅲ-2]에 나타낸 바와 같이, ANSI A14.3에서 Ladder Safety System은 "Carrier", "Safety Sleeve", "Full Body Harness", "Connectors"로 구성하는 것으로 규정하고 있다. Carrier와 Safety Sleeve는 고정식 사다리에 영구적으로 부착 설치하는 레일형 장치이며, Full Body Harness와 Connectors(Lanyard, Shackle 등)는 개인이 착용하고 이를 Carrier의 레일에 설치한 Safety Sleeve에 연결하여 사용하는 것으로써 고정식 사다리에 영구적으로 설치되는 요소에 해당하지는 않는다. 즉, Carrier와 Safety Sleeve는 고정식 사다리를 구성하는 요소에 해당하지만, Full Body Harness와 Connectors는 고정식 사다리의 구성 요소가 아닌 개인보호구(Personal Fall Protection Equipment)에 해당한다. ANSI A14.3의 Ladder Safety System과 관련한 조항에서는 개인보호구에 관해서는 구체적인 기준을 제시하지 않고 있으나, Carrier(+Safety Sleeve)의 종류와 Ladder Safety System의 동적 성능에 대해서는 규정하고 있다. ANSI

A14.3에서 고정식 사다리에 대해 적용하는 Carrier는 Rigid Carrier와 Flexible Carrier 2종류를 규정하고 있는데, 어느 경우든 [그림 Ⅲ-5]과 같은 시험조건에서, [그림 Ⅲ-6]과 같은 동적 성능(Dynamic Performance)을 만족하도록 규정하고 있다.



[그림 Ⅲ-5] Ladder Safety System 동적 성능 시험 조건(ANSI A14.3)

7.1.3 The ladder safety system shall be designed to absorb the impact of a solid object weighing at least 500 pounds in a free fall of 18 inches. When tested in accordance with 7.5.2 the ladder safety system shall arrest and suspend (post fall) the test weight without failure. The test weight must not strike the ground. Thi	- 500 lbs(약, 225kg)의 무게를 높이 18 in (약, 0.45m)의 높이에서 자유낙하하였을 때 발생하는 충격력을 흡수할 수 있어야 함. 또한, 시험추가 바닥면을 충격하지 않아야 함.
7.3.2 The ladder safety system shall be tested in accordance with 7.5.4. The maximum length of movement of the safety sleeve, in an accidental fall, shall not be more than 6 inches.	- 추락이 발생하였을 때, Safety Sleeve의 이동거리는 6 in 이내여야 함. (즉, 추락 발생 시 Sleeve는 이동거리 6 in 이내에서 Lock이 되도록 하여야 함)

[그림 Ⅲ-6] Ladder Safety System 동적 성능 기준(ANSI A14.3)

(2) 추락방지장치(Ladder Safety System) 규격

ANSI A14.3에서는 Ladder Safety System의 구성과 동적 성능에 대한 사항을 규정하고 있으나, Ladder Safety System의 각 요소 (Carrier, Full Body Harness, Lanyard, Connectors)별 규격과 성능 기준을 모두 제시하지는 않고 있다.

추락방지와 관련된 제반 사항에 대한 미국의 표준규격은 ANSI Z359 Series에 해당한다. ANSI Z359는 Fall Protection Code이며, Series 전체는 총 18개의 Part로 구성된다. ANSI Z359는 고정식 사다리에 대해서만 적용되는 표준규격은 아니며, 추락 방지와 관련된 용품/기구/부품 등에 대한 표준규격을 각 Part 별로 제시하고 있다.

ANSI Z359 Series 중에서 Part 16에 해당하는 "ANSI Z359.16: Safety Requirements for Climbing Ladder Fall Arrest Systems"는 고정식 사다리 Ladder Safety System에 대한 구체적인 규격과 성능 기준을 제시하고 있다. 단, 주의하여야 할 점은 ANSI A14.3에서 Ladder Safety Systems에 대해서 ANSI Z359를 준용하거나 적용한다는 규정은 제시되어 있지 않다는 점이다. 즉, 예를 들어 ANSI A14.3에서의 Ladder Safety Systems에 대한 동적 성능 평가 기준이 ANSI Z359.16에서의 동적 성능 평가 기준과는 시험 방법 및 측정 기준에서 차이가 있지만, ANSI A14.3에서는 ANSI A14.3과 ANSI Z359.16과의 관계에 대해서는 명시하지 않고 있어, 둘 중 어느 성능 기준을 우선하여야 하는지가 모호하다. 다만, [그림 Ⅲ-7]과 같이 ANSI Z359 Series에 대한 설명 자료 등에서는, 2016년 개정된 ANSI Z359.16(2016)은 OSHA CFR 1910의 고정식 사다리 Ladder Safety Systems에 대한 법령 개정 사항을 반영하고 있다고 설명하고 있으므로, Ladder Safety Systems 성능 기준은 ANSI A14.3 보다 ANSI Z359.16에 제시된 기준을 적용하는 것이 법적 기준 부합 측면에서는 합리적일 것으로 사료된다.

Z359.16-2016

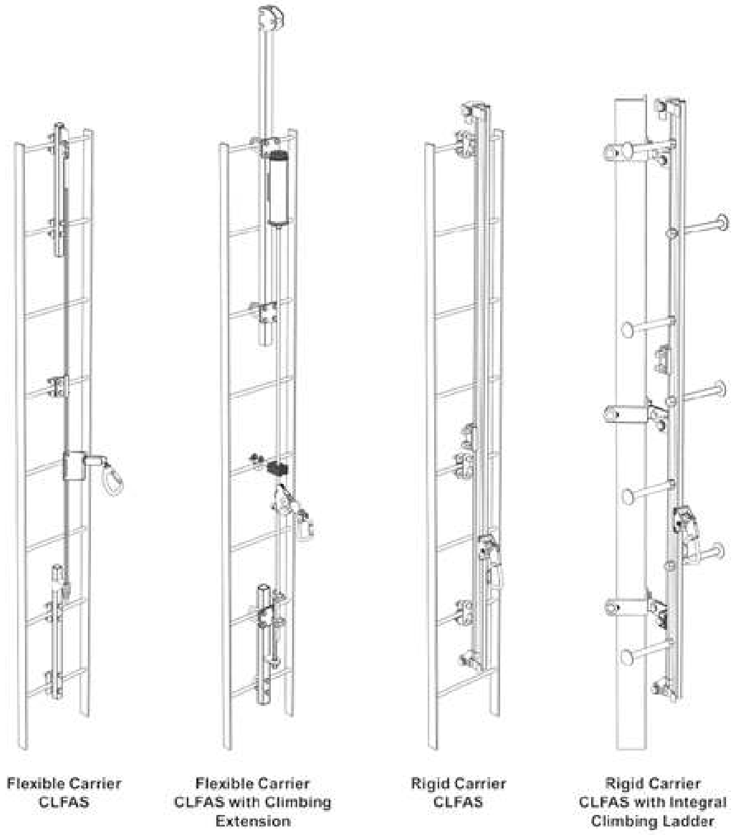
Safety Requirements for Climbing Ladder Fall Arrest Systems

Z359.16 governs the design, performance, and testing requirements of vertically oriented Climbing Ladder Fall Arrest Systems (CLFAS). This standard is poised to take on a greater degree of prominence as building owners become compliant with the 2017 update of the OSHA 1910 General Industry regulations, which mandates ladder safety systems on all fixed ladders over 24′ by 2036.

[그림 Ⅲ-7] ANSI Z359.16(2016)에 대한 설명 (Pure Safety Group 제공 자료)

▪ Carrier의 종류

앞서 ANSI A14.3에서는 고정식 사다리에 Ladder Fall System은 Rigid Carrier와 Flexible Carrier의 2종류를 제시하고 있는데, ANSI Z359.16에서는 Rigid Carrier와 Flexible Carrier를 [그림 Ⅲ-8]과 같이 4종류로 구분하고 있다. 주목할 점은, ANSI Z359.16에서 제시된 Carrier는 모두 고정식 사다리에 영구적으로 부착 설치되는 것으로 규정하고 있다는 점이다. 이는 다음 절에 설명할 EN 353 과는 차이가 있는데, EN 353에서는 사다리에 영구적으로 부착하지 않는 형태도 포함하고 있으나, ANSI Z359.16에서는 영구 부착형만을 규격에 포함시키고 사다리에 영구적으로 부착하지 않는 Fall Arrest System은 Ladder Safety System으로 인정하지 않고 있다.



[그림 Ⅲ-8] 고정식 사다리 Carrier 규격 (ANSI Z359.16)

▪ Ladder Safety System 성능 기준

ANSI Z359.16(2016)에서 규정하고 있는 Ladder Safety System의 동적 성능 기준은 〈표 Ⅲ-3〉과 같으며, 이를 평가하기 위한 시험 조건은 [그림 Ⅲ-9]와 같다. ANSI Z359.16에서는 시험추의 무게를 280 lbs로 규정하고 있

고(ANSI A14.3에서는 500lbs), [그림 Ⅲ-9]의 시험추 낙하 시험을 통해 충격력은 평균 6kN 최대 8kN으로 제한하고 있다(ANSI A14.3에서는 500lbs의 무게를 18 inch 높이에서 자유낙하하였을 때의 충격력으로 제한). 또한 시험추의 낙하시험에서 Sleeve의 이동거리는 최대 20 inch (ANSI A14.3에서는 6 inch), 시험추의 추락거리는 최대 1m 이내로 제한하고 있다(ANSI A14.3에서는 이에 대한 규정없음).

〈표 Ⅲ-3〉 Ladder Safety System 동적 성능 기준(ANSI Z359.16)

항목	기준
시험체 크기 및 무게	**4.1.3.1** The test weight for dynamic performance testing shall be of a rigid cylindrical construction in accordance with the example set forth in Figure 4. The diameter of the test weight shall not exceed 8 inches (203mm). The test weight shall weigh 282 +/- 2 pounds (128 +/- 0.9 kg).
충격력 제한	**3.1.3.2** When tested in accordance with 4.2.1, the average arrest force as determined by 4.2.1.2 shall not exceed 1,350 pounds (6kN) and the maximum arrest force shall not exceed 1,800 pounds (8kN).
Sleeve 이동 거리 및 추락제동거리 제한 등	**3.2.5.2 Locking Function.** When tested in accordance with 4.2.3, the carrier sleeve shall lock on the carrier and the maximum movement of the carrier sleeve along the carrier "L" shall not exceed 20 inches (508mm) or the total vertical displacement of the test weight including any extension of energy absorbing elements "H" shall not exceed 39 inches (1m). The test weight shall remain clear of the ground. Each carrier size, construction or material allowed for use with the carrier sleeve shall be evaluated.

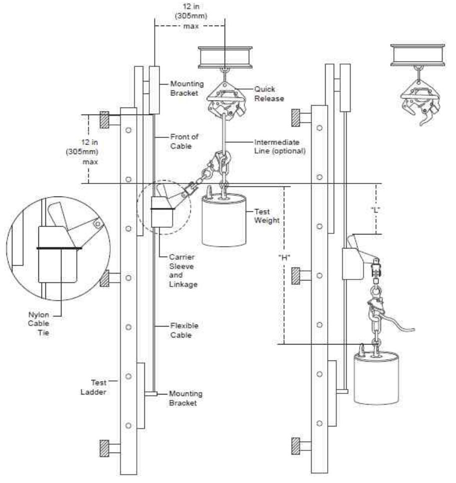


Figure 7a: Locking Function Test – Flexible Carrier

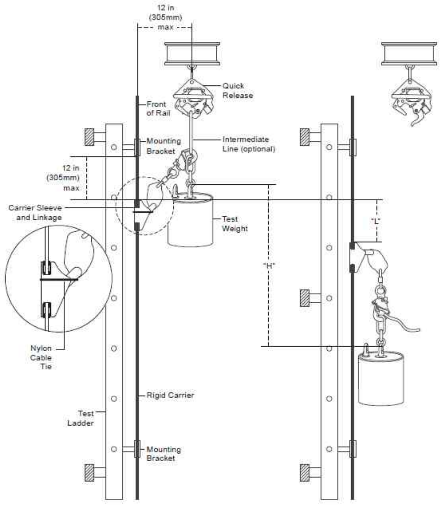


Figure 7b: Locking Function Test – Rigid Carrier

[그림 Ⅲ-9] Ladder Safety System 동적 시험 구성(위: Flexible, 아래: Rigid)

2) 영국

(1) 개요

영국의 고정식 사다리 구조규격과 미국의 고정식 사다리 구조규격의 가장 큰 차이점은, 미국은 고정식 사다리의 설치 장소가 기계류와 기계류가 아닌 경우를 구분하지 않고 통일된 구조규격을 적용하고 있는 반면에, 영국은 기계류와 기계류가 아닌 경우로 나누어 구조규격을 제정하였다는 점이다. 〈표 Ⅲ-4〉는 미국 표준규격과 비교한 영국 표준규격의 종류를 나타낸다. 기계류에 설치되는 고정식 사다리는 BS EN ISO 14122-4가 표준규격으로 제정되어 있으며, 비기계류 중에서 건축물, 시설물 등에 설치되는 고정식 사다리는 BS 4211이 표준규격으로 제정되어 있다.

〈표 Ⅲ-4〉 미국 규격과 영국 규격의 종류

국가	구조규격	적용 범위 (설치 장소)	적용 고정식 사다리 형식
미국	ANSI A14.3	설치 장소 제한 없음	형식 제한 없음
영국	BS EN ISO 14122-4	ISO 12100이 적용되는 기계류에 설치되는 고정식 사다리	No side rail (No stiles) 제외
	BS 4211	건축물, 시설물 등에 설치되는 고정식 사다리 (영국 건설관련법령인 Building Regulation에서는 건축물,시설물 등에 고정식 사다리를 설치할 경우 BS4211 규격을 적용하도록 규정)	No side rail (No stiles) 제외

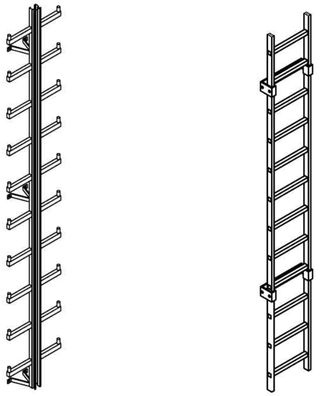
BS EN ISO 14122-4는 기계류에 설치되는 고정식 사다리에 ISO 표준규격인 ISO 14122-4를 EU 협약에 따라 영국 표준국(BSI)에서 내용 수정없이 규격화한 것이며, ISO 12100이 적용되는 기계류에 설치하는 고정식 사다리에 대해 적용하는 표준규격이다. BS 4211은 BS EN ISO 14122-4가 적용되지 않는(즉, ISO 12100이 적용되는 기계류가 아닌 경우) 건축물/구조물 등에 설치되는 고정식 사다리에 적용하기 위해 제정된 표준규격으로, ISO 14122-4(2004년판)에 기반하여 제정된 규격이다. 따라서, BS 4211은 Fall Arrest System에 대한 규정 등 극히 일부를 제외하고는 ISO 14122-4(2004)와 거의 동일하다.

BS EN ISO 14122-4는 2016년 개정판에서 Fall Prevention과 관련한 내용이 2004년판에 비해 크게 변화되었는데, 본 연구에서는 현재 시행되고 있는 2016년 개정판을 기준으로 분석하되, 2004년판과의 차이점과 동일점을 함께 분석하였다. 2004년판을 함께 분석하는 이유는 BS 4211 뿐만 아니라, 다음 장에 설명할 일본과 우리나라의 표준규격이 ISO 14122-4(2004)을 적용하고 있기 때문이다.

(2) 구조규격 1 (BS EN ISO 14122-4)

- 적용 사다리의 종류 및 추락 방지 체계

BS EN ISO 14122-4의 적용 대상 고정식 사다리는 [그림 Ⅲ-10] 같이, Stile(미국의 Side rail에 해당)이 하나 또는 2개 이상인 고정식 사다리를 대상으로 규정하고 있으며, 미국 ANSI A14.3과는 달리 Stile 없이 벽체에 디딤대(Rung)만 설치한 경우는 규격에서 제외하고 있다. 또한, 적용 대상 고정식 사다리의 종류에 대해서는 2004년과 2016년이 동일하다.



– Ladder with one stile – Ladder with two stiles

[그림 Ⅲ-10] 적용 대상 사다리 형식(BS EN ISO 14122-4)

추락방지체계(Fall Prevention)는 2004년과 2016년 모두에서 Safety Cage(등받이울)와 Guided type fall arrester on rigid anchorage line(ANSI A14.3의 Rigid Carrier에 해당)의 2종류로 구분하고 있다. 추락방지체계에 대해서 2004년판과 2016년 개정판의 가장 큰 차이점은, [그림 Ⅲ-11]에서 나타낸 바와 같이, 2016년 판에서는 fall protection의 개념을 추락 위험을 (1) 방지하기 위한 기술적 수단 또는 (2) 추락 위험을 최소화하기 위한 기술적 수단으로 정의(technical measure to prevent or to minimize the risk)함으로써, 방지 수단과 최소화 수단으로 추락방지체계 기능을 분리하였다는 점이다. 이에 따라 Safety Cage는 추락 위험 방지 수단이 아닌 추락 위험 최소화 수단으로 규정하고 있다.

(2016년 개정판)

3.7
fall protection
technical measure to prevent or to minimize the risk of people falling from ladders

3.7.1
safety cage
cage-shaped protective device, permanently fixed to the ladder, to minimize the risk of persons falling from ladders

Note 1 to entry: See Figure 14, Figure 15, Figure 20 a) and Figure B.1.

3.7.2
guided type fall arrester on rigid anchorage line
fall arrester
protective equipment permanently fixed to the ladder and used in combination with personal protective equipment

Note 1 to entry: See also definition in EN 353-1 and EN 363.

(2004년 판)

3.6
fall protection
technical measure to prevent or reduce the risk of people falling from fixed ladders

NOTE Commonly used fall protection devices are defined in 3.6.1 and 3.6.2.

3.6.1
safety cage
assembly which serves to limit the risk of people falling from the ladder (see Figure 2)

3.6.2
guided type fall arrester on a rigid anchorage line
fall arrester
protective equipment fixed to ladder used in combination with personal protective equipment that everyone has available before being allowed to use the ladder. (See also definition in EN 353-1 and EN 363)

In the following text the abbreviation "fall arrester" will also be used for this type of fall protection device.

[그림 Ⅲ-11] Fall Protection의 정의와 장치의 종류 (BS EN ISO 14122-4)

2004년판에서는 고정식 사다리 추락방지체계를 수단에 따른 기능으로 분리하지 않고, 위험을 방지하거나 감소하기 위한 기술적 수단으로 정의(technical measure to prevent or reduce the risk)하고 있으며, 이에 따라 Safety Cage도 추락 위험을 제한하는(즉, 어느 정도는 방지할 수 있는) 역할로 규정하고 있다. 즉, 2004년판에서는 Safety Cage의 추락 위

험 방지 기능을 어느 정도 인정하고 있으나, 2016년 개정판에서는 이러한 관점을 바꾸어 Safety Cage의 추락 위험 방지 기능을 인정하지 않고 Safety Cage는 추락 위험이 최소화되는 수단으로만 규정하고 있다. 또한, Fall Arrester도 미국 ANSI A14.3이 Rigid Carrier와 Flexible Carrier를 모두 적용하고 있는 반면에, BS EN ISO 14122-4에서는 guided type fall arrester on rigid anchor line (미국 ANSI A14.3의 Rigid carrier에 해당)만 인정하고 있다 (단, Fall arrester에 대한 정의에서 2004년판은 고정식 사다리에 부착(fixed to ladder)으로만 규정하고 있는 반면에 2016년판에서는 고정식 사다리에 영구적으로 부착(permanently fixed to the ladder)된다고 규정함으로써 탈착이 가능한 fall arrester를 배제하고 있다).

▪ 추락 방지 체계의 적용 (1) : 추락방지수단의 선택

추락방지체계에 대한 개념적 정의가 변화하면서, 추락방지체계의 적용에 대해서도 2004년판과 2016년 개정판이 달라졌다. [그림 Ⅲ-12]에서 나타낸 바와 같이 2004년에는 원칙적으로는 Cage를 적용하고 (shall be the required choice), Cage를 적용하기 어려운 예외적인 경우에 대하여 fall arrest system을 적용하도록 규정하였다. 그러나, 2016년 개정판에서는 Cage의 원칙 적용을 폐지하였으며(단, 우선적으로 고려하도록 함 – the preferred choice), 또한 Cage와 Fall Arrest System의 병용을 금지하였다 (combination of both safety cage and fall arrester, shall not be applied). 정리하자면, 2016년 판에는 추락 높이 3m 이상인 경우에는, Safety Cage 또는 Fall Arrester 둘 중에 하나는 반드시 적용하되, Cage의 원칙 적용은 폐기하고, 또한 둘 모두를 병용하는 것은 금지한 것이 2004년판과의 차이점이라고 할 수 있다.

(2016년 개정판)

4.2 Choice of a type fall protection device

4.2.1 Necessity of a fall protection device

In case of an overall falling height ≥3 000 mm, the ladder shall be fitted with a fall protection device.

4.2.2 Types of fall protection devices

The main alternatives for protection of the users of fixed ladders against falling from a height are the following:

a) **Safety cage**

The cage is a means which is always present and the actual level of safety is independent of the operator's actions, therefore it is the preferred choice.

b) **Guided type fall arrester on rigid anchorage line (fall arrester)**

A fall arrester is only effective if the user chooses to use it. If a harness with an incompatible sliding system is used with a guided type fall arrester, there will be a risk of falling.

A combination of both safety cage and fall arrester, shall not be applied.

(2004년 판)

4.3.1 Conditions requiring the installation of an fall protection device

The ladder shall be fitted with a fall protection device when:

a) height of the ladder flight is more than 3000 mm;

4.3.2 Choice of the type of fall protection device

Two main alternatives for protection of the users of fixed ladders against falls from a height are safety cages or fall arresters:

— The cage shall be the required choice, as it is a means which is always present and the actual safety function is independent of the operator's actions,

— Where it is not possible to use a cage, individual protective equipment shall be provided. The fall arrester is only effective if the user chooses to use it. If a harness with an incompatible sliding system is used with a guided type fall arrester, there will be a risk (requirements for information for use see Clause 6).

A fall arrester shall be designed only for low frequency and specialised access (e. g. maintenance).

NOTE An appropriate individual fall protection device is able to arrest a fall better than a cage.

[그림 Ⅲ-12] Fall Protection 수단의 선택 기준 (BS EN ISO 14122-4)

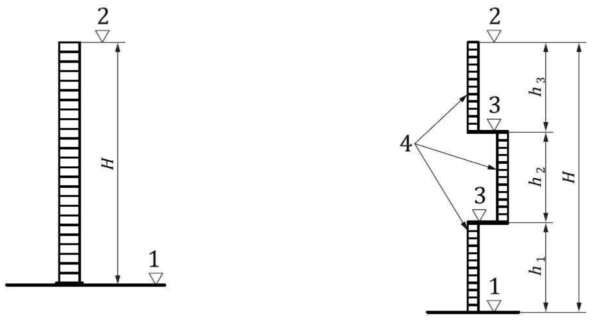
▪ 추락 방지 체계의 적용 (2) : 설치 높이에 따른 추락방지수단

추락방지체계에 대한 개념적 정의가 변화하면서, 추락방지체계의 적용에 대해서도 2004년판과 2016년 개정판이 달라졌다. <표 Ⅲ-5>는 설치 높이에 따른 고정식 사다리의 최대 길이(승강높이)조건을 나타낸다. 여기에서 총 높

이(H)와 분리 구간 높이(h), 단일형(single flights)과 분리형(staggered flights)의 정의는 [그림 Ⅲ-13]과 같다.

〈표 Ⅲ-5〉 설치 높이에 따른 개별 사다리 최대 길이 조건

	2004년	2016년
추락방지체계 적용 사다리 높이	3m 이상	3m 이상
전체 사다리의 총 높이(H)	단일 사다리(single flights)인 경우 최대 10m	단일 사다리인 경우 최대 10m
	10m를 초과할 경우 사다리 구간을 분리 [분리형 사다리 (staggered flights) 적용]	[신규규정] 10m를 초과할 경우 비분리 연속형 사다리 설치 가능 (단, 조건을 만족하여야 함)
분리형 사다리의 각 분리 구간 높이(h)	최대 6 m	[변경] 최대 10m (단, 높이에 따라 추락방지체계를 달리하도록 규정)



a) Single ladder flight b) Staggered ladder flights

Key

1 departure area
2 arrival area
H climbing height of ladder system (total height)
3 intermediate platform or intermediate landing
4 ladder flight
h height of ladder flight

[그림 Ⅲ-13] 고정식 사다리 관련 용어의 정의 (BS EN ISO 14122-4)

2004년판과 2016판의 이러한 변화에 따라, 추락방지체계의 적용 규정도 바뀌었다. [그림 Ⅲ-14]에서는 2016년 판에 규정된 추락방지체계의 적용 규정을 나타낸다. 〈표 Ⅲ-6〉에 이러한 규정에 따른 높이별, 분리여부별 추락방지체계의 적용을 2004년판과 비교하여 정리하였다.

4.3.2 Ladder systems >3 000 mm and ≤10 000 mm total height, *H*

These shall be designed as follows:

— staggered flights with a maximum height of the flight, *h*, of 6 000 mm, equipped with a safety cage;

— a single flight, equipped with a safety cage;

— a single flight, equipped with a guided type fall arrester on a rigid anchorage line (fall arrester).

4.3.3 Ladder systems >10 000 mm total height, *H*

They shall be designed as follows:

— staggered flights with a maximum height of the flight, *h*, of not more than 6 000 mm equipped either with a safety cage;

— staggered flights equipped with a fall arrester;

— a single flight be equipped with a fall arrester.

For non-trained users, only staggered flights equipped with a safety cage shall be provided.

Where it is not possible to use a cage, individual protective equipment shall be provided.

NOTE The fall arrester is intended to be used only by well-trained persons (see Clause 7).

[그림 Ⅲ-14] 사다리 설치 높이에 따른 추락방지수단 적용 기준 (BS EN ISO 14122-4)

그림과 표에서 알 수 있듯이, 2004년판에서는 단일 사다리는 높이 10m 까지만 설치 가능하고, 10m 이상을 설치해야 할 경우에는 반드시 분리하도록 하였으며, 또한 분리형의 경우에도 분리된 부분의 사다리 높이는 최대 6m 이내로 제한하였다. 그리고, 추락방지체계의 적용도 앞서 설명한 바와 같이 어느 경우든 Safety Cage를 원칙 적용으로 하고, 불가피한 경우에만 Fall Arrest System을 적용하도록 하였다. 그러나, 2016년 개정판에서는, 총 높이가 10m 이상인 경우에도 분리형 사다리의 적용

을 원칙으로 하지 않고, 비분리 연속형 사다리로 설치하는 것을 허용하였으며, 또한 사다리의 분리 여부 및 최대 높이에 따라 추락방지체계를 달리 적용할 수 있도록 하였다. 특히, 주목할 점은 2016년 개정판의 시행에 따라, 기존에 이미 사용하고 있는 (즉, BS EN ISO 14122-4:2004가 적용된) 고정식 사다리의 추락방지체계에는 변화가 없다는 점이다(즉, 개정판에 맞추어 추락방지체계를 새로이 변경할 필요가 없음). 즉, 〈표 Ⅲ-6〉에 제시된 신규규정에 해당하는 형태의 고정식 사다리는 2016년 이전까지는 허용되지 않은 형태였다(2016년 이전까지는 총 높이가 10m 이상인 경우는 반드시 분리형 사다리로 설치하도록 규정). 따라서, 2016년 개정판이 시행되더라도 2004년 판과의 정합성은 유지된다고 볼 수 있다.

〈표 Ⅲ-6〉 추락방지수단 적용 기준의 변화 비교

	2016년 개정판		2004년 판
총 높이(H)가 3m 이상 10m 이하인 경우	분리형 사다리의 각 구간별 사다리 높이(h)가 최대 6m 이하인 경우	Safety Cage 적용	Safety Cage 원칙 적용
	단일형 사다리인 경우	Safety Cage 또는 Fall Arrester를 선택 적용	Safety Cage 원칙 적용
총 높이(H)가 10m 초과인 경우	분리형 사다리의 각 구간별 사다리 높이(h)가 최대 6m 이하인 경우	Safety Cage 또는 Fall Arrester를 선택 적용	Safety Cage 원칙 적용
	(신규) 분리형 사다리의 각 구간별 사다리 높이(h)가 6m 이상 최대 10m 이하인 경우	Fall Arrester 적용	N/A (규정없음)
	(신규) 비분리 연속형 사다리인 경우	Fall Arrester 적용	N/A (규정없음)

한편, 2016년 개정판의 신규규정 도입에 따라, 총 높이 10m 이상인 고정식 사다리의 Platform 설치와 관련한 규정이 새로이 추가되었으며, 새로 추가된 Platform 설치 규정은 [그림 Ⅲ-15]와 같다.

4.4.2 Arrangement of platforms and landings for ladders with a total height, H >10 000 mm

4.4.2.1 General

Where it is intended that more than one person will use the ladder system at the same time, depending on the type of the fall protection device, intermediate platforms or rest platforms shall be provided (see 4.4.2.2 to 4.4.2.4).

4.4.2.2 Ladders equipped with a safety cage

Intermediate platforms or landings with a distance ≤6 000 mm shall be applied at the change of ladder systems with staggered flights (see Figure 3b).

4.4.2.3 Ladders equipped with a fall arrester and a total height, H, ≥24 000 mm

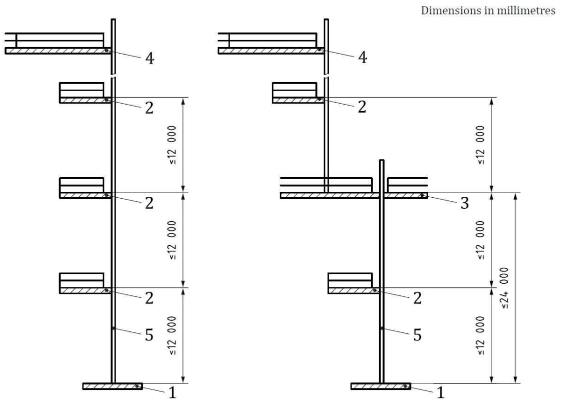
Ladders with single flights shall be equipped with rest platforms with distances ≤24 000 mm (see Figure 5). In between, an additional rest platform with distances ≤12 000 mm shall be fitted (see Figure 5). In case of insufficient space, moveable rest landings according to 5.6.4 may be fitted.

Ladders with staggered flights shall be equipped with intermediate platforms at intervals ≤24 000 mm (see Figure 19). In between, additional rest platforms at intervals ≤12 000 mm shall be provided (see Figure 5). In case of insufficient space, moveable rest landings according to 5.6.4 may be fitted.

4.4.2.4 Ladders equipped with a fall arrester and a total height, H, <24 000 mm

Rest platforms (see Figure 18) at intervals ≤12 000 mm shall be provided. When sufficient space cannot be made available, moveable rest landings according to 5.6.4 may be provided.

ISO 14122-4:2016(E)



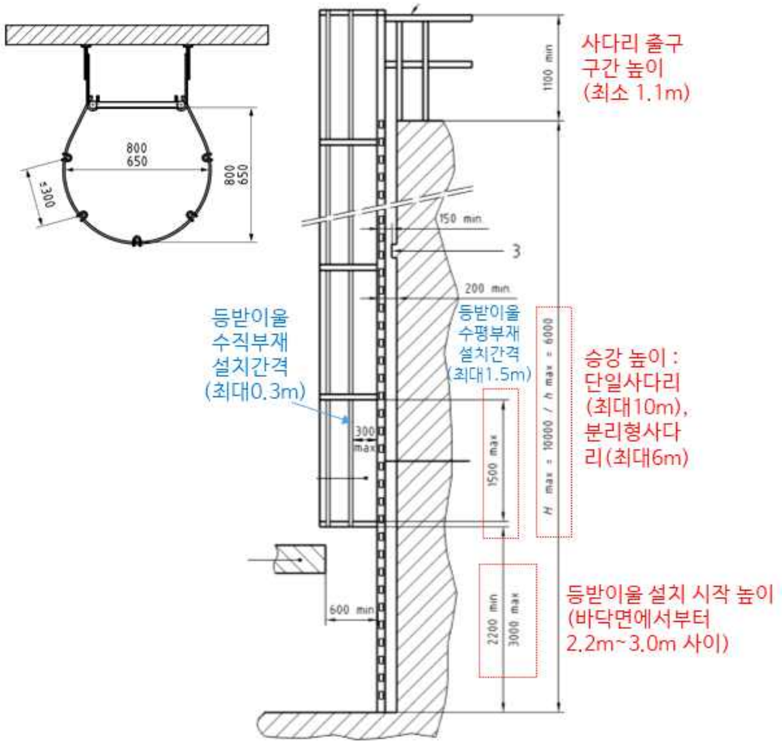
Key
1 departure area
2 rest platform
3 intermediate platform
4 arrival area
5 fixed ladder system (schematic drawing)

Figure 5 — Arrangements of platforms and landings on ladders equipped with a fall arrester

[그림 Ⅲ-15] 사다리 참(Platform) 설치 기준 (BS EN ISO 14122-4:2016)

▪ Safety Cage(등받이울) 설치 기준

등받이울을 추락방지체계로 적용할 경우에 등받이울의 설치 기준은 [그림 Ⅲ-16]과 같다. 또한, 등받이울의 설치 기준은 2004년판과 2016년 개정판이 동일하다.



[그림 Ⅲ-16] 등받이울(Safety Cage) 설치 기준 (BS EN ISO 14122-4)

▪ Fall Arrest System 기준

BS EN ISO 14122-4에서는 Fall Arrest System (미국의 Ladder Safety System에 해당)을 Guided type fall arrester on rigid anchor line을 적용하도록 하고 있으며, 또한 Fall Arrester에 대해서는 다음과 같이 EN 353-1에 적합하여야 한다고 규정하고 있다.

> **5.5.2 Fall arrester**
>
> **5.5.2.1 Requirements**
>
> The fall arrester shall comply with EN 353-1.
>
> When choosing a system, rigid anchor line made of rail should be preferred.

EN 353-1 (Personal protective equipment against falls from a height – Part 1 : Guided type fall arresters including a rigid anchor line)은 EU 표준으로 개인용 추락 방지 장치에 관한 EU 표준인 EN 353 Series의 Part 1에 해당한다. EN 353-1은 EU 협약에 따라 영국에서도 BS EN 353-1로 국가표준규격화하였다. EN 353-1에 대한 사항은 다음 “추락방지장치 규격” 절에서 상세히 설명하도록 하겠다.

(3) 구조규격 2 (BS 4211)

BS EN ISO 14122-4는 적용 범위를 기계류에 한정하고 있다. 따라서, 기계류가 아닌 (예를 들어, 건축물 등) 비기계류에 대해서는 이를 표준규격으로 적용하기 어렵다. 영국에서는 비기계류에 설치되는 고정식 사다리에 대한 표준규격이 제정되어 있으며, 특히 건축물, 공장, 굴뚝 등 높이가 높은 구조물이나 시설물에 설치되는 고정식 사다리에 대한 표준규격으로 “BS 4211 Specification for Permanently Fixed Ladders” 이 있다. BS 4211은 1994년에 최초로 제정되었으며, 2005년 전면 개정과 2008년 일부 보완 수정되어 현재에 이르고 있다.

BS 4211은 서문에서 밝히고 있는 바와 같이, ISO 14122-4의 일부 내용을 수정하여 제정한 표준규격이다. 이에 따라 BS 4211은 일부 내용을 제외하고 대부분 ISO 14122-4와 내용이 일치한다. 단, 주의하여야 할 점은, 현재 시행되고 있는 BS 4211:2005+A1:2008은 ISO 14122-4(2004)를 기준으로 하고 있으며, 2016년 개정판은 적용되지 않았다는 점이다. BS 4211은 ISO 14122-4(2004)를 반영하기 위해 2005년에 전면 개정되었는데, ISO 14122-4가 2016년 개정되었음에도 불구하고 이를 반영하지 않고 BS 4211:2005+A1:2008을 현재도 적용(active)하고 있다. 한편, 현재 시행되고 있는 BS 4211:2005+A1:2008은 2005년 판의 일부 내용을 보완한 판본으로 2005년 판과 내용면에서는 큰 차이가 없다. 따라서, BS 4211:2005+A1:2008은 일부 내용을 제외하고는 대부분 ISO 14122-4(2004)와 일치한다. 이에 따라 본 연구에서는 ISO 14122-4(2004)와 차이가 있는 부분에 대해서만 분석하였다.

마지막으로, 영국의 건설관련법령인 The Building Regulations(일종의 설계기준에 해당)에서는 건물 등 구조물에 고정식 사다리를 설치할 경우, BS 4211을 적용하도록 규정하고 있다. 따라서, BS 4211은 강제규격의 성격을 갖고 있다. 참고적으로 우리나라에서는 법적 효력이 있는 설계기준(예를 들어 건축구조기준 등)이나 표준시방서에서 고정식 사다리에 대한 규격을 따로 지정하지 않고 있으며, 공사시방서 등을 따른다고만 규정하고 있다.

▪ 규격 적용 범위 및 사다리 종류

BS 4211은 아래 그림에 나타낸 바와 같이, 굴뚝 등을 포함한 구조물에 적용한다고 규정하고 있으며, 사다리의 종류는 원칙적으로 2 stiles로 한다고 규정하고 있다 (단, 2 stiles로 하기 어려운 경우에 1 stile도 가능하지만, 영국에서는 권장되지 않는다고 규정).

1 Scope

This British Standard specifies requirements for ladders with single bar rungs intended to be fixed permanently to structures, including high structures such as chimneys, silos and bins, to provide means of access. Requirements for associated platforms and safety hoops are also given. A1) This standard also

5.1 General

Normally, fixed ladders shall be designed with two stiles. In exceptional circumstances (such as a continuous ladder with a varying angle of pitch or where there is insufficient space to provide two stiles), fixed ladders may be provided with only one stile.

NOTE The use of single stile ladders is not recommended in the UK. (See BS EN ISO 14122-4 for the requirements for single stile ladders for access to machinery.)

▪ 추락방지체계의 적용

그림 III-17에 나타낸 바와 같이, BS 4211에서는 ISO 14122-4와 달리 (1) 사다리의 높이가 2m 이상인 경우, (2) 사다리의 높이가 2m 이하라도 사다리에서 추락하였을 때 추락거리가 2m 이상이 될 위험이 있는 경우에는 Fall Protection을 하여야 한다고 규정하고 있다. 또한, 추락방지체계는 Safety Cage가 반드시 우선 적용되어야 한다고 규정하고 있다. 단, Cage를 적용하기 어려운 경우에는 개인 보호 장비를 제공하여야 하며, Fall Arrester는 사용 빈도가 적고 유지관리와 같이 특별한 목적으로 사다리를 이용하는 경우에만 사용하도록 규정하고 있다. 이를 제외하고 나머지 부분, 예를 들어 설치 높이 제한 등은 ISO 14122-4(2004)와 동일하다.

5.5 Fall protection

5.5.1 *General*

Fall protection shall be provided when:

a) the height of the ladder is more than two metres;

b) the height of the ladder is two metres or less, but there is a risk of falling a total distance of more than two metres. This can occur when there is an unprotected side to the access platform (or similar structure) at less than a three metre radius from the centreline of the ladder. (See Figure 6.)

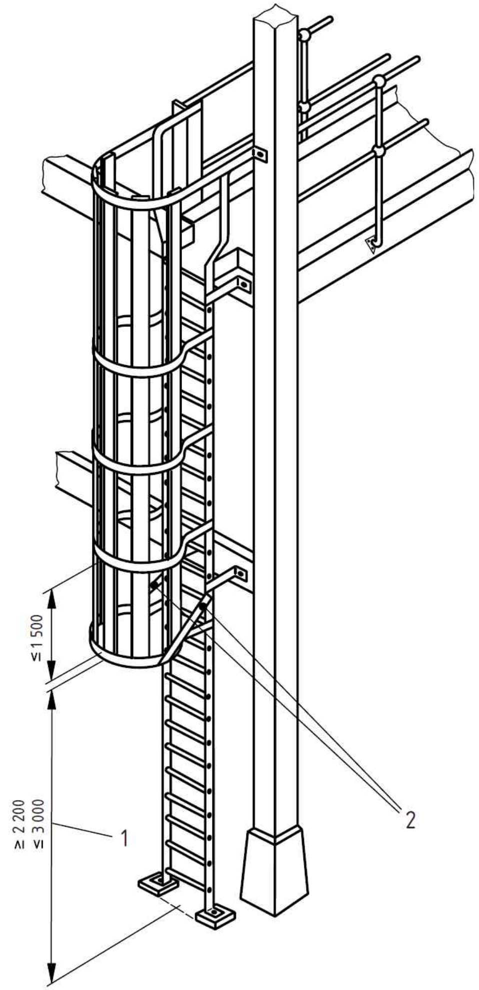
A passive protection system, for example, a safety cage (see Figure 7) shall be the preferred choice. Where it is not possible to use a cage, individual protective equipment shall be provided. A fall arrester shall be provided only where low frequency and specialized access (e.g. maintenance) is required.

NOTE A fall arrester is only effective if the user chooses to use it. If a harness with an incompatible sliding system is used with a guided type fall arrester, there will be a risk.

[그림 Ⅲ-17] Fall Protection 적용 기준(BS 4211)

▪ 등받이울 설치 기준

[그림 Ⅲ-18]에 나타낸 바와 같이 등받이울의 설치 기준은 ISO 14122-4(2004)와 동일하다. 주목할 점은 등받이울의 설치 시작 위치도 ISO 14122-3(2004)와 동일하다는(바닥면으로부터 2.2~3.0m 사이) 점인다. 즉, 앞서 설명한 바와 같이 BS 4211에서는 Fall Protection을 적용해야 하는 높이를 2.0m로 규정하고 추락방지체계는 원칙적으로 등받이울을 적용하도록 하고 있다. 그러나, 등받이울의 설치 시작점을 2.2~3.0m로 규정하였다는 것은 사실상 3.0m 이상의 높이가 추락방지체계의 적용 기준 높이가 되도록 만드는 것이며, 이는 2.0m 이상의 높이 기준과는 정합성에서 맞지 않다. 그러나, 아직까지 이 부분은 수정이 되지 않고, 그대로 적용되고 있다. 이를 제외하고 나머지 사항은 ISO 14122-4(2004)와 동일하다.



[그림 Ⅲ-18] 등받이울 설치 기준 (BS 4211)

- Fall Arrest System 기준

BS 4211이 ISO 14122-4와 가장 큰 차이점이 있는 부분은 Fall Arrest Systems에 있다. 그림 Ⅲ-19에 나타낸 바와 같이, BS 4211에서는 Fall Arrest Systems를 EN 353-1(BS로 규격화됨) 뿐만 아니라 EN 353-2(BS로 규격화됨)도 허용하고 있다. 즉, ISO 14122-4에서는 Fall Arrest System은 Rigid Anchor line인 EN 353-1 만을 적용하도록 하고 있는 반면에, BS 4211에서는 Rigid Anchor line 뿐만 아니라 Flexible Anchor line인 EN 353-2도 Fall Arrest System으로 인정된다. EN 353-2에 대한 상세한 사항은 다음 절에 자세히 설명하도록 하겠다.

5.5.3 *Fall arrest systems*

Where a fall arrest system is fitted, it shall be in accordance with BS EN 363:1993.

Where a guided type of fall arrester is fitted, it shall be in accordance with BS EN 353-1:1993 or BS EN 353-2:1993.

[그림 Ⅲ-19] Fall Arrest Systems 규격 기준(BS 4211)

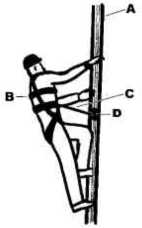
마지막으로, BS 4211은 앞서 설명한 부분을 제외하고 나머지는 ISO 14122-4(2004)와 동일하며, 따라서 앞서 설명한 부분을 제외한 나머지 상세 사항은 ISO 14122-4(2004)를 참조하면 된다.

(4) 추락방지시스템 규격 (EN 353-1, EN 353-2)

영국의 Fall Arrest System (미국의 Ladder Safety System에 해당)에 대한 표준규격은, BS EN ISO 14122-4에서는 EN 353-1(BS EN 353-1)을 적용하도록 하고 있고, BS 4211에서는 EN 353-1 뿐만 아니라 EN 353-2(BS EN 353-2)를 적용하도록 하고 있다. EN 353-1은 Guided type fall arrester system 중에서 Rigid Anchor line에 대한 규격이며, EN 353-2는 Flexible Anchor line에 대한 규격이다. 미국의 Rigid/Flexible Carriers와 EN 353에서 정의하는 Rigid/Flexible anchor line은 차이가 있다. 미국의 Rigid Carrier와 Flexible Carrier는 Carrier가 사다리에 영구 부착하는 형태이며, 이를 Rail로 한 것(Rigid Carrier)과 수직줄(Vertical Wire)로 한 것(Flexible Carrier)이다. 그러나, EN 353에서 Rigid와 Flexible의 차이점은, [그림 Ⅲ-20]과 같이 Rail이든 와이어줄이든 Carrier를 사다리에 영구 부착하는 형태는 모두 Rigid Anchor line(EN 353-1)으로 정의하며(즉, 각각 미국의 Rigid Carrier(Rail)와 Flexible Carrier(Wire)에 해당), [그림 Ⅲ-21]과 같이 수직줄을 사다리에 부착하지 않고 구조물 등에 부착하는 형태를 Flexible anchor line(EN 353-2)으로 정의한다(미국은 이를 Ladder Safety System으로 불인정). 미국과 영국의 이러한 차이점을 〈표 Ⅲ-7〉에 나타내었다.

〈표 Ⅲ-7〉 고정식 사다리 Fall Arrest System 형식 기준 비교

	Carrier가 사다리에 고정 부착		Carrier가 사다리에 비부착
	Vertical Rail	Vertical Wire	Vertical Wire
ANSI Z359.16	O (Rigid Carrier)	O (Flexible Carrier)	X (Ladder Safety System 아님)
EN 353-1 (Rigid Anchor)	O	O	X
EN 353-2 (Flexible Anchor)	X	X	O

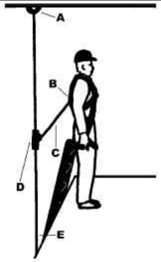


Example of a fall arrest system incorporating a guided type fall arrester including a rigid anchor line

3.1
guided type fall arrester including a rigid anchor line
sub-system consisting of a rigid anchor line, a self-locking guided type fall arrester which is attached to the rigid anchor line and a connector or a connector-terminated lanyard. An energy dissipating function may be installed between the fall arrester and the anchor line or an energy absorber may be incorporated in the lanyard or in the anchor line [EN 363]

3.3
rigid anchor line
connecting element specified for a sub-system with a guided type fall arrester. A rigid anchor line may be a rail or a wire rope and is intended for securing to a structure in such a way that lateral movements of the line are limited [EN 363]

[그림 Ⅲ-20] 고정식 사다리 Fall Arrest System: Rigid Anchor Line (EN 353-1)



Example of a fall arrest system incorporating a guided type fall arrester including a flexible anchor line

Guided type fall arresters (flexible anchor line)
Systems made up of a line intended to be fixed (either temporarily or permanently) to a structure at the top only, on which a travelling device is attached. The user connects to this travelling device when climbing or descending–in the case of a fall, the travelling device should grip the line and arrest the fall.

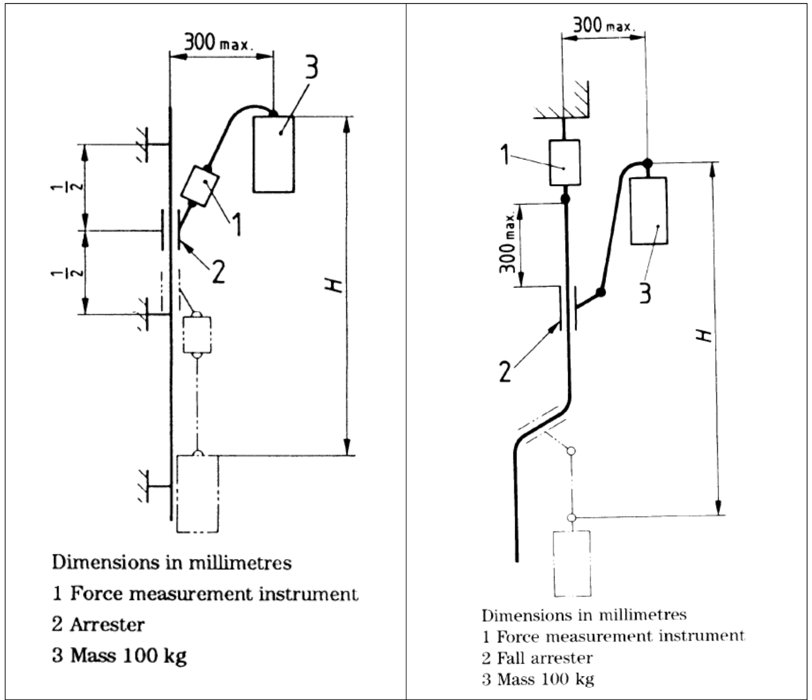
[그림 Ⅲ-21] 고정식 사다리 Fall Arrest System: Flexible Anchor Line (EN 353-2)

한편, Rigid와 Flexible에 관계없이 Fall Arrest System에 적용하는 Harness는 미국과 동일하게 Full Body Harness(전신착용형안전대)로 규정하고 있으며, Lanyard를 포함한 연결선은 Fall Arrest System의 동적 성능을 만족하는 연결선을 사용하도록 규정하고 있다.

EN 353-1과 EN 353-2에서 규정하고 있는 Fall Arrest System의 동적 성능(Dynamic Performance) 규정은 동일하며 (<표 Ⅲ-8> 참조), [그림 Ⅲ-22]와 같이 “EN 364 Personal protect equipment against falls from a height – Test methods”에 제시된 시험 방법에 따라 동적 성능을 평가하도록 하고 있다.

<표 Ⅲ-8> Fall Arrest System 동적 성능 기준 (EN 353-1,2 공통)

항목	기준
시험체 크기 및 무게	무게 100kg, 지름 200mm의 원기둥
충격력 제한	Braking Force 6 kN 이내
추락제동거리 (H)	1 m 이내



Rigid Anchor line (EN 353-1)	Flexible Anchor line (EN 353-2)

[그림 Ⅲ-22] 고정식 사다리 Fall Arrest System 동적 성능 시험 방법 (EN 364)

3) 일본

일본의 고정식 사다리에 대한 국가표준규격은 “JIS B 9713-4 機械類の安全性-機械類への常設接近手段-第4部 : 固定はしご (Safety of machinery - Permanent means of access to machinery-Part 4 : Fixed Ladders)”가 유일하다. JIS B 9713-4는 2004년에 제정되었으며, 2010년과 2015년에 일부 수정되었으나 기본적인 사항은 2004년 제정판으로부터 크게 변경되지 않아 현재 시행되고 있는 판본은 JIS B 9713-4:2004(2020년 갱신판)이다. JIS B 9713-4는 서문에서 밝히고 있듯이 ISO 14122-4(2004)를 원안으로 하고 있으며, 이를 일본 표준규격으로 규격화한 것이다. 우리나라와 마찬가지로 일본에서도 규격을 주기적으로 갱신/개정하도록 하고 있는데, JIS B 9713-4:2004의 2020년 갱신에서는 ISO 14122-4(2016)을 반영하지 않고 2004년판을 그대로 유지하였다. 따라서, 현재 시행되고 있는 JIS B 9713-4:2004(202년 갱신판)는 ISO 14122-4(2004)와 내용이 일치한다. 예를 들어, [그림 Ⅲ-23]은 JIS B 9713-4:2004와 ISO 14122-4의 적용범위(Scope)와 추락방지장치의 설치조건을 비교한 것이다. 그림에서 JIS B 9713-4:2004와 ISO 14122-4(2004)가 일치하고 있음을 알 수 있다. 따라서, JIS B 9713-4의 상세 사항은 ISO 14122-4(2004)를 참고하면 된다.

JIS B 9713-4:2004에서 한가지 주목할 점은, Fall arrest system에 대한 규정이다. 앞서 알아본 바와 같이 ISO 14122-4에서는 Fall arrest system에 대해서는 EN 353-1을 적용하도록 규정하고 있다. 이에 따라 영국의 경우 EN 353-1을 영국 표준규격화하여 BS EN 353-1을 제정하였다. 그러나, 일본의 경우 JIS B 9713-4:2004에서는 Fall arrest system을 EN 353-1을 적용하도록 규정하였으나, EN 353-1을 일본 표준으로 규격화하지는 않았다.

JIS B 9713-4	**1. 適用範囲** この規格は，昇降設備が必要なすべての機械類（据付形及び移動形）に対し適用する。 この規格は，機械の一部を構成する固定はしごに対し適用する。 また，この規格は，機械の昇降設備を設けることが主な機能である場合，機械が据え付けられる建物のその部分へ取り付けた固定はしごに対しても適用できる。 **備考1.** この規格は，適用範囲以外の接近手段に用いてもよい。このとき，関連する国内法規又はその他の規制がある場合は，それらが優先する。 この規格は，機械に常設されていないはしご，機械の何らかの操作（例えば，プレス機械の治工具交換など）のために取り外されたり，脇に移動されたり，旋回されたりするはしごにも適用する。 **4.3 墜落防護装置の設置条件** **4.3.1 墜落防護装置の設置が必要とされる条件** 次の場合に，はしごには墜落防護装置が取り付けられなければならない。 **a)** はしごの登りの高さが 3 000 mm を超える場合 **b)** はしごの高さが 3 000 mm 以下であるが，更に出発面の高さから墜落する危険がある場合。このケースは，はしご上部からの総落下距離が 3 000 mm を超える場合である。 **備考** はしごの中心からプラットフォーム（又は同様な構造物）上の防護されていない側の端までの距離が 3 000 mm 未満の場合，墜落の危険が存在すると考える。
ISO 14122-4 2004)	**1 Scope** This standard applies to all machinery (stationary and mobile) where fixed means of access are necessary. This standard applies to fixed ladders, which are a part of a machine. This standard may also be applied to fixed ladders to that part of the building where the machine is installed, providing the main function of that part of the building is to provide a means of access to the machine. NOTE This standard may be used also for means of access which are outside the scope of this standard. In those cases the possible relevant national or other regulations should be taken into account. This standard applies also to ladders which are not permanently fixed to the machine and which may be removed, moved to the side or pivoted (swivel-mounted) for some operations of the machine (e. g. changing tools in a large press). **4.3 Conditions for installation of an fall protection device** **4.3.1 Conditions requiring the installation of an fall protection device** The ladder shall be fitted with a fall protection device when: a) height of the ladder flight is more than 3000 mm; b) height of the ladder is 3000 mm or less, but at the departure area there is the risk of falling an additional distance. In this case, the total distance of fall from the upper level of the ladder could be more than 3000 mm. NOTE Risk of falling is considered to exist when the distance from the centre of the ladder to the unprotected side of a platform (or similar structure) is less than 3000 mm.

[그림 Ⅲ-23] JIS B 9713-4와 ISO 14122-4(2004)의 내용 비교 (적용 범위 및 Fall Protection 설치 조건)

한편, ISO 10333 Series는 Personal fall arrest systems에 관한

ISO 표준규격으로 전체 5개의 Part로 구성되며, 그중에서 Part 4(ISO 10333-4 Personal fall-arrest systems-Part 4: Vertical rails and vertical lifelines incorporating a sliding type fall arrester)가 EN 353-1과 EN 353-2에 대응하는 표준규격이다. 일본에서는 ISO 10333 Series 중 Part 1, 2, 5를 일본 표준으로 규격화하였으나, ISO 10333-4는 일본 표준으로 규격화하지 않았다. 따라서, JIS B 9713-4에서 요구하는 Fall arrest systems에 대한 규격은, 일본 표준으로 규격화되지는 않았으나 EN 353-1이 실질적인 표준규격이라고 볼 수 있다.

4) 한국

(1) 구조규격 (KS B ISO 14122-4)

우리나라의 고정식 사다리의 구조 규격으로서의 표준규격은 “KS B ISO 14122-4 (기계안전-기계 설비에 대한 접근 수단-제4부: 고정식 사다리)”가 유일하며, ISO 14122-4의 적용 대상이 아닌 경우에 대한(즉, 비기계류에 대한) 국가표준규격은 일본과 마찬가지로 제정되어 있지 않은 실정이다.

KS B ISO 14122-4는 ISO 14122-4를 우리나라의 국가표준으로 규격화한 것으로서, 그 내용은 앞서 일본의 JIS B 9713-4와 마찬가지로 ISO 14122-4와 동일하다. 현재 시행되고 있는 KS B ISO 14122-4(2004)는 ISO 14122-4(2004년판)에 해당하며, 지난 2020년에 실시된 정기 갱신 심사에서 KS B ISO 14122-4(2004)를 그대로 유지하는 것으로 심사 확인이 이루어졌다. 즉, ISO 14122-4는 2016년에 2004년판을 폐지하고 새로운 개정판(2016년판)이 시행되었으나, 현재 KS B ISO 14122-4는 일본의 JIS B 9713-4와 마찬가지로 2016년 개정판을 반영하지 않고 2004년판을 표준규격으로 유지하고 있다. 따라서, KS B ISO 14122-4의 상세 내용은 앞서 설명한 ISO 14122-4(2004)를 참조하면 된다.

(2) KOSHA Guide (KOSHA Guide G-3-2019)

KS B ISO 14122-4의 적용 범위는 기계류에 설치되는 고정식 사다리를 대상으로 하고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 우리나라에서는 비기계류에 설치되는 고정식 사다리에 대한 표준규격이 제정되어 있지는 않다.

국가표준규격은 아니나 비기계류에 설치되는 고정식 사다리에 대해 적용할 수 있는 유사 규격으로서 한국산업안전보건공단(KOSHA)에서 제정한 “KOSHA Guide G-3-2019 (고정식 사다리의 제작에 관한 기술 지침)”이 있다. KOSHA Guide G-3-2019는 다음 [그림 Ⅲ-24]에 나타낸 바와 같이, 고정식 사다리의 제작을 위한 기술적인 사항을 규정하고 있으며, 적용범위도 기계류/비기계류 구분없이 모든 고정식 사다리에 대해 적용하는 것으로 규정하고 있다.

1. 목적

이 지침은 고정식 사다리의 안전한 사용을 목적으로 고정식사다리의 제작을 위한 기술적인 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 고정식 사다리에 대하여 적용하며, 기계나 구조물에 영구적으로 고정되지 않은 사다리 및 기계동작을 위해 제거하거나 옆으로 움직이거나 또는 회전시킬 수 있는(회전고리로 부착) 사다리에도 적용이 가능하다.

[그림 Ⅲ-24] KOSHA Guide G-3-2019의 목적과 적용범위

KOSHA Guide G-3-2019는 KS B ISO 14122-4를 준용하고 있으며, KS B ISO 14122-4와 구조형식/치수 등의 사항은 대부분 동일하나, 추락방

지에 대해서는 KS B ISO 14122-4와는 다소 다르게 규정하고 있다. [그림 Ⅲ-25]에 나타낸 바와 같이, KOSHA Guide G-3-2019에서는 고정식 사다리의 오름 구간 높이(즉, 승강높이)가 3m 이상인 경우에 추락방지장치로 등받이울의 설치를 원칙으로 하고 있고, 등받이울을 사용할 수 없는 경우에는 안전벨트와 같은 개인보호구를 제공하도록 규정하고 있다. KS B ISO 14122-4에서는 3m 이상인 경우에 추락보호장치를 하도록 규정하고 있으며, 추락보호장치를 등받이울과 추락방지장치(Fall Arrest System)로 규정하고 등받이울을 우선 선택하도록 규정하고 있다. 가장 큰 차이점을 보이는 것은 추락방지장치인데, KS B ISO 14122-4에서는 EN 353-1의 요구조건을 만족하는 추락방지장치를 적용하도록 규정하고 있으나, KOSHA Guide G-3-2019에서는 안전벨트와 같은 개인보호구를 제공하여야 한다고만 규정하고, 이러한 개인보호구는 어떠해야 하는지를 규정하지 않고 있다.

국가표준규격이 임의 규격인 것과 마찬가지로 KOSHA Guide도 임의 지침이지만, 법령/설계기준/시방서 등에서 이를 적용하도록 규정하면 법적 효과가 부여된다. KOSHA Guide G-3-2019에서 개인보호구에 대한 구체적인 요구조건을 규정하고 있지 않은 것은 다음과 같은 문제점을 야기할 수 있다. 예를 들어, 만약 어떠한 국내 법령/설계기준/시방서 등에서 기계류에 설치되는 고정식 사다리에 대해 (또는 비기계류에 설치되는 고정식 사다리에 대해) 국가표준규격인 KS B ISO 14122-4 대신 KOSHA Guide G-3-2019를 적용하도록 규정하면, 추락방지장치(개인보호구)에 대해서는 EN 353-1을 적용하지 않고 다른 규격(고정식 사다리에 적합하지 않을 수도 있는)의 추락방지장치를 적용할 수도 있는 문제점이 있다. 따라서, 이러한 문제점을 해소하기 위해서는 KOSHA Guide에 고정식 사다리의 Fall Arrest System에 대한 구체적인 사항을 규정할 필요가 있다.

(KOSHA Guide G-3-2019)

7. 고정식 사다리의 추락방지장치

(1) 고정식 사다리의 오름 구간의 높이가 3000mm를 초과할 때는 추락방지장치인 등받이 울을 설치해야 한다. 등받이 울을 사용할 수 없는 경우에는 안전벨트와 같은 개인보호구가 제공되어야 한다.

(KS B ISO 14122-4)

4.3 추락 방지 장치 설치 조건

4.3.1 추락 방지 장치 설치를 요구하는 조건

다음 내용에서는 사다리에 추락 보호 장치를 장착해야 한다.

a) 사다리 오름 구간의 높이가 3 000 mm를 초과하는 경우

b) 사다리 높이가 3 000 mm 이하이지만 출발면 높이에서 추락할 위험이 있는 경우. 이 경우 사다리의 상부에서 총 추락 거리가 3 000 mm를 초과하는 경우도 있다.

비고 사다리의 중심에서 플랫폼(또는 유사 구조물) 위의 보호 장치가 설치되지 않은 쪽 단면까지의 거리가 3 000 mm 미만일 때 추락 위험이 존재하는 것으로 볼 수 있다.

4.3.2 추락 방지 장치 종류의 선택

고정식 사다리 사용자가 추락을 방지하는 두 가지의 선택은 등받이 울과 추락 방지가 있다.

– 등받이 울은 사다리에 항상 고정되어 있고 실제 안전성이 사용자의 행동에 의존하지 않는 설비가 있으며, 이 등받이 울을 제일로 선택해야 한다.
– 등받이 울을 사용할 수 없는 경우에는 개인용 보호 장비가 제공되어야 한다. 추락 방지 장치는 사용자가 그 사용을 선택할 때에만 유효하다. 가이드 형식 추락 방지 장치와 함께 부적합한 슬라이딩 장치가 있는 안전 벨트를 사용하는 경우에는 위험이 수반될 수 있다(사용 정보에 대한 요구사항은 **6.** 참조).

추락 방지 장치는 자주 사용하지 않는 특별한 경우에만 적용해야 한다(보기 유지 보수).

4.6 고정 가이드상의 유도형 추락 방지 장치

추락 방지 장치는 EN 353-1의 관련 요구사항을 만족해야 한다.

[그림 Ⅲ-25] KS B ISO 14122-4와 KOSHA Guide G-3-2019의 추락방지장치 비교

(3) Fall Arrest System 규격 (KS ISO 10333-4)

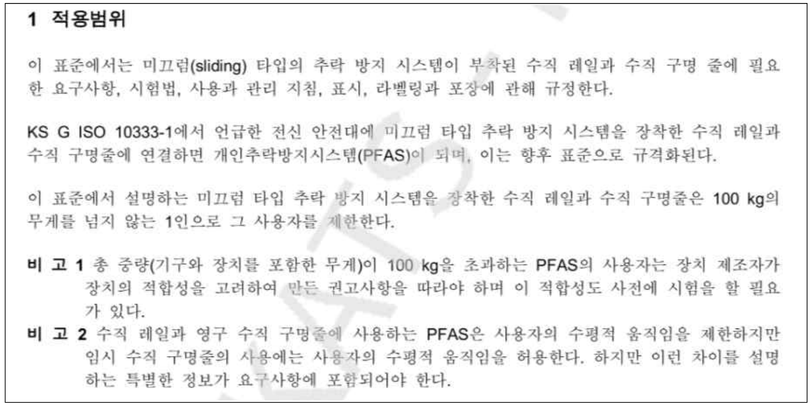
KS B ISO 14122-4의 추락방지체계(등받이울과 개인보호장비)에서 개인보호장비(Fall Arrest System)은, ISO 14122-4와 동일하게 EN 353-1의 요구조건을 만족하도록 규정하고 있다. 일본과 마찬가지로 우리나라에서도 EN 353-1은 KS 규격화되어 있지 않지만, KS B ISO 14122-4에서 EN 353-1의 요구조건을 만족하도록 규정하고 있기 때문에, EN 353-1은 사실상 국가표준규격에 준한다.

한편, 앞서 일본 규격에서 설명한 바와 같이 ISO 10333-4는 EN 353-1과 EN 353-2에 대응하는 ISO 표준규격이다. ISO 10333-4는 일본에서는 JIS 표준으로 규격화하고 있지 않은 반면에, 우리나라에서는 이를 KS 표준으로 규격화([그림 Ⅲ-26] 참조)하고 있다. 이는 고정식 사다리에 적용할 수 있는 추락방지장치에 대한 우리나라의 국가표준규격이 사실상 2개 존재한다는 의미가 된다. EN 353-1은 앞에서 이미 설명하였기 때문에, 여기에서는 ISO 10333-4에 대해서만 설명하도록 하겠다.

[그림 Ⅲ-26] KS G ISO 10333-4

KS G ISO 10333-4는 개인용 추락 방지 시스템(Personal fall protection systems)와 관련한 ISO 10333 Series 중 Part 4 (Vertical rails and vertical lifelines incorporating a sliding-type fall arrester)를 KS 표준 규격화한 것이다. 참고적으로 ISO 10333 Series 총 5개의 Part가 있으며, 우리나라에서는 5개 Part 모두를 KS 표준 규격화하였다.

ISO 10333-4는 EN 353-1에 제시된 Fall arrest system(사다리 부착형 Rigid anchor line)과 EN 353-2에 제시된 Fall arrest system (사다리 비부착형 flexible anchor line)을 모두 포함한 규격이다. [그림 Ⅲ-27]은 KS G ISO 10333-4의 적용 범위를 나타내며, [그림 Ⅲ-28]은 Fall arrest system의 종류를 나타낸다. 그림에 나타난 바와 같이, 수직 레일(Vertical Rail; VR)은 EN 353-1의 Rigid anchor line 중에서 Rail형에 해당하며, 영구 수직 구명줄(Vertical Life Line; VLL)은 EN 353-1의 Rigid anchor line 중에서 wire형에 해당하고, 임시 수직 구명줄은 EN 353-2의 flexible anchor line에 해당함을 알 수 있다. [그림 Ⅲ-29]는 각각의 경우에 대해 Full body harness(전신안전대) 등이 포함된 고정식 사다리 개인추락방지시스템(Personal Fall Arrest System; PFAS) 전체 구성도를 나타낸다.



1 적용범위

이 표준에서는 미끄럼(sliding) 타입의 추락 방지 시스템이 부착된 수직 레일과 수직 구명 줄에 필요한 요구사항, 시험법, 사용과 관리 지침, 표시, 라벨링과 포장에 관해 규정한다.

KS G ISO 10333-1에서 언급한 전신 안전대에 미끄럼 타입 추락 방지 시스템을 장착한 수직 레일과 수직 구명줄에 연결하면 개인추락방지시스템(PFAS)이 되며, 이는 향후 표준으로 규격화된다.

이 표준에서 설명하는 미끄럼 타입 추락 방지 시스템을 장착한 수직 레일과 수직 구명줄은 100 kg의 무게를 넘지 않는 1인으로 그 사용자를 제한한다.

비 고 1 총 중량(기구와 장치를 포함한 무게)이 100 kg을 초과하는 PFAS의 사용자는 장치 제조자가 장치의 적합성을 고려하여 만든 권고사항을 따라야 하며 이 적합성도 사전에 시험을 할 필요가 있다.

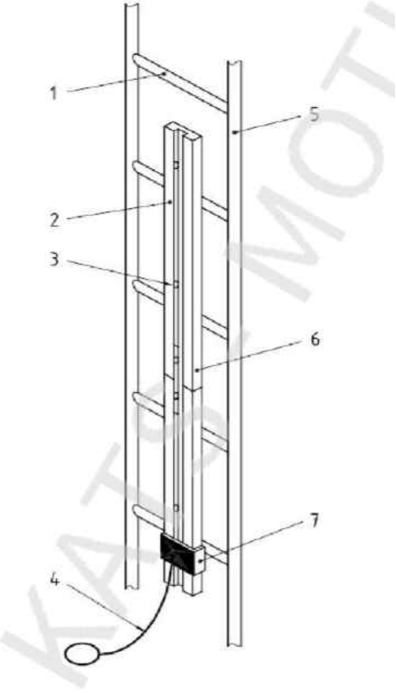
비 고 2 수직 레일과 영구 수직 구명줄에 사용하는 PFAS은 사용자의 수평적 움직임을 제한하지만 임시 수직 구명줄의 사용에는 사용자의 수평적 움직임을 허용한다. 하지만 이런 차이를 설명하는 특별한 정보가 요구사항에 포함되어야 한다.

[그림 Ⅲ-27] KS G ISO 10333-4의 적용 범위

3.1

수직 레일(vertical rail)

길이 안쪽에 여러 개의 브라켓(brackets)으로 영구적으로 고정된 사다리나 다른 구조물의 길이 방향을 따라 영구로 설치해 놓은 딱딱한 궤도를 말하며 미끄럼 타입 추락 방지 시스템을 장착할 수 있다.(그림 1 참조)



1. 사다리 단
2. 레일
3. 중간 고정점
4. 연결선
5. 영구로 설치된 사다리
6. 레일의 구간 연결부
7. 미끄럼 타입 추락 방지 시스템

[그림 Ⅲ-28] KS G ISO 10333-4에서 규정하는 고정식 사다리 추락 방지 시스템 종류

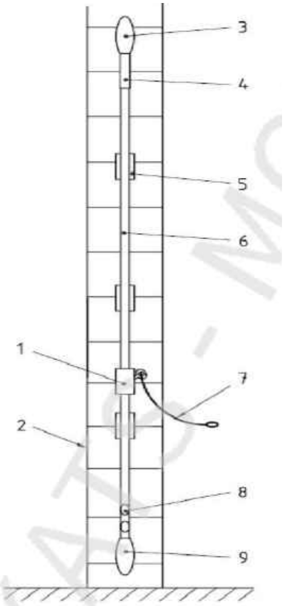
3.2.2

영구 수직 구명줄(permanant verticla lifeline)

확실한 고정점 역할을 하도록 맨 아래 끝을 최소한 어느 한 지점에서 영구로 고정시킨 인장된 줄.(그림 2. 참조)

비 고 1 영구 수직 구명줄의 아래쪽 끝을 고정 사다리나 다른 구조물의 한 곳에 영구로 고정해 놓은 것이며 미끄럼 타입 추락 방지 시스템을 장착할 수 있다.

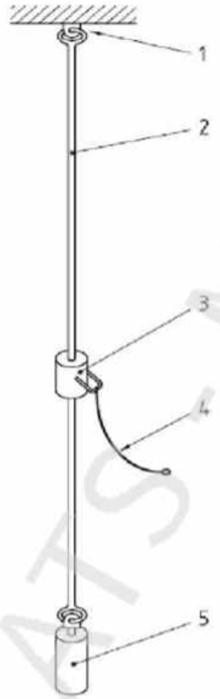
비 고 2 영구 수직 구명줄은 고정 사다리나 다른 구조물에 길이 방향을 따라 간격을 두고 추가적으로 설치할 수 있다.



1. 슬라이딩 형 추락 방지 시스템
2. 영구로 설치된 사다리
3. 상부 고정부
4. 수직 구명줄 에너지 흡수 장치
5. 중간 고정부
6. 구명줄
7. 연결줄
8. 장력 장치
9. 하부 고정부

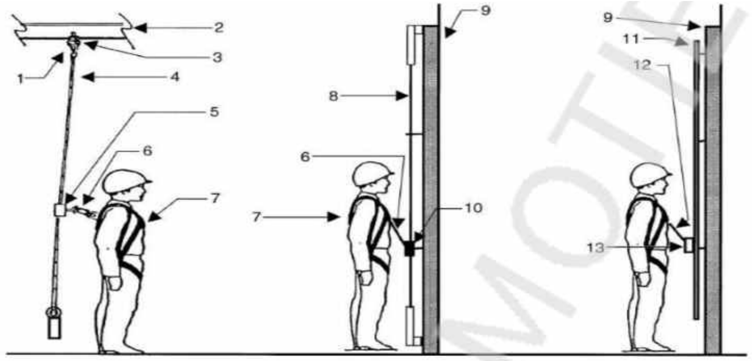
[그림 Ⅲ-28] KS G ISO 10333-4에서 규정하는 고정식 사다리 추락 방지 시스템 종류(계속)

3.2.3
임시 수직 구명줄(temporary vertical lifeline)
위쪽 끝을 천장의 고정점에 임시로 고정하여 매달아 놓은 밧줄로 미끄럼 타입 추락 방지 시스템을 장착할 수 있다.(그림 3. 참조)



1. 천장 고정점
2. 구명줄
3. 미끄럼 타입 추락 방지 시스템
4. 연결줄
5. 인장 하중

[그림 Ⅲ-28] KS G ISO 10333-4에서 규정하는 고정식 사다리 추락 방지 시스템 종류(계속)



a) 임시적 VLL 기반의 PFAS
b) 영구 VLL 기반의 PFAS
c) VR 기반의 PFAS

1. 연결기
2. 설치대
3. 고정 장치
4. 구명줄
5. 미끄럼 타입 추락 방지 시스템
6. 연결줄, 추락 시스템을 전신 안전벨트에 연결
7. 작업자가 입은 전신 안전벨트
8. 장력을 가한 구명줄
9. 영구로 설치된 사다리
10. 슬라이딩형 추락 시스템
11. 수직 레일
12. 연결줄, 추락 시스템을 전신 안전벨트에 연결
13. 슬라이딩형 추락 방지 장치

[그림 Ⅲ-29] 고정식 사다리 Personal Fall Arrest System구성도 (KS G ISO 10333-4)

KS G ISO 10333-4의 고정식 사다리 Fall arrest system의 동적 성능 기준은 [그림 Ⅲ-30]과 같다. 추락 방지력(Fall arrest system의 작동에 따라 인체에 가해질 수 있는 충격력을 의미함)은 EN 353-1, EN 353-2, ANSI Z359.16과 동일하게 최대 6kN 으로 제한하고 있다. 그러나, [그림 Ⅲ-31]에 나타낸 바와 같은 시험을 통해 허용되는 추락거리는 수직레일과 영구 수직 구

명줄의 경우 최대 1.5m 이내, 임시 수직 구명줄의 경우 최대 2.0m 이내로 규정하고 있는데, 이는 다른 규격과는 차이가 있다. 즉, EN 353-1, EN 353-2, 미국의 ANSI Z359.16은 종류에 관계없이 추락거리를 1m로 제한하고 있으나, ISO 10333-4는 수직레일형과 영구 수직 구명줄형은 1.5m로 완화된 기준을 적용하고 있으며, 임시 수직 구명줄은 이보다 더 완화된 2.0m를 기준으로 적용하고 있다. ISO 10333-4의 이러한 완화된 기준은 결과적으로 2~3m 정도의 높이에서 추락할 경우 Fall arrest system의 효과가 무용지물이 될 수도 있다는 것을 시사한다. 따라서 ISO 10333-4에 제시된 Fall arrest system이 효과를 발휘하기 위해서는 Fall arrest system의 하부 고정점이 3m 이상이 되어야 하며, 이는 Fall arrest system과 full body harness의 체결이 고정식 사다리에 사람이 탑승 후 3m 이상 승강한 지점에서 이루어져야 한다는 것을 시사한다(즉, 사다리에 승강하기 전에 지상에서 Full body harness를 Fall arrest system에 체결하지 못함).

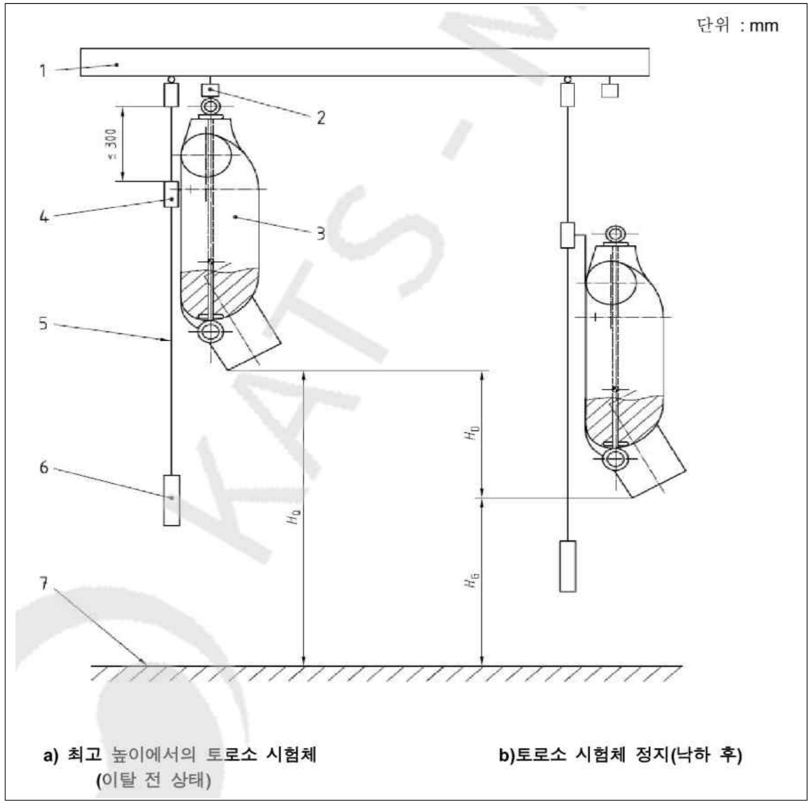
4.12 동적 성능

4.12.1 미끄럼 타입 추락 방지 시스템과 연결줄을 포함한 수직 레일이나 수직 구명줄은 동적 성능 시험의 목적을 위한 PFAS에 포함되어야 한다.

4.12.2
부속서 A에 따라 시험 시

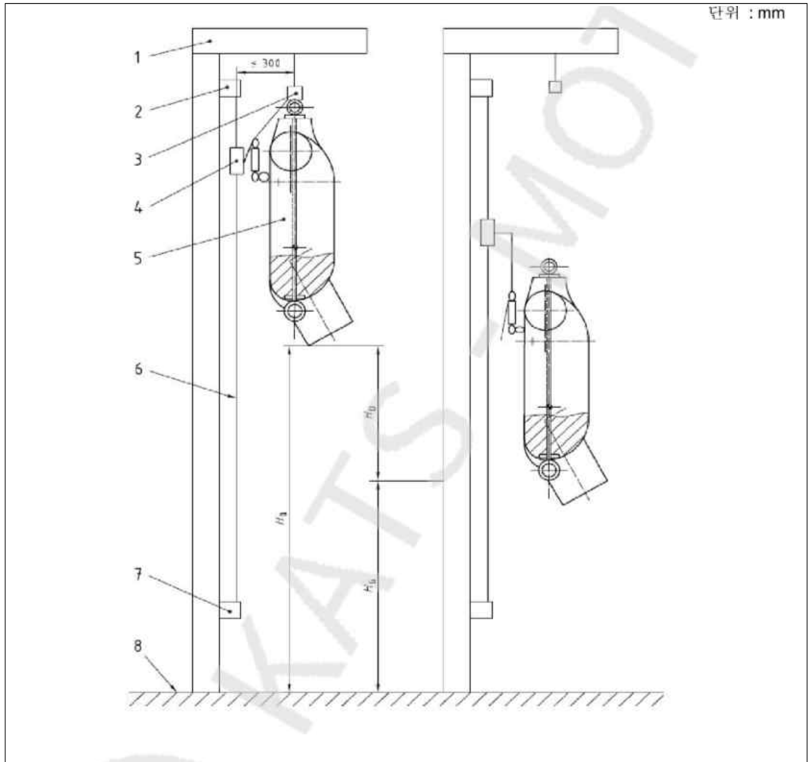
a) 수직 레일이나 수직 구명줄이 설치된 장치는 최대 6 kN의 추락 방지력을 가져야 한다.
b) 수직 레일이나 영구 수직 구명줄이 설치된 장치는 1.5 m를 넘지 않는 추락거리 H_D를 가져야 한다.
c) 임시 수직 구명줄이 설치된 장치는 2.0 m를 넘지 않는 추락거리 H_D를 가져야 한다.

[그림 Ⅲ-30] Personal Fall Arrest System 동적 성능 기준 (KS G ISO 10333-4)



(a) 임시 수직 구명줄 형식

[그림 Ⅲ-31] 고정식 Personal Fall Arrest System 동적 성능 시험 (KS G ISO 10333-4)

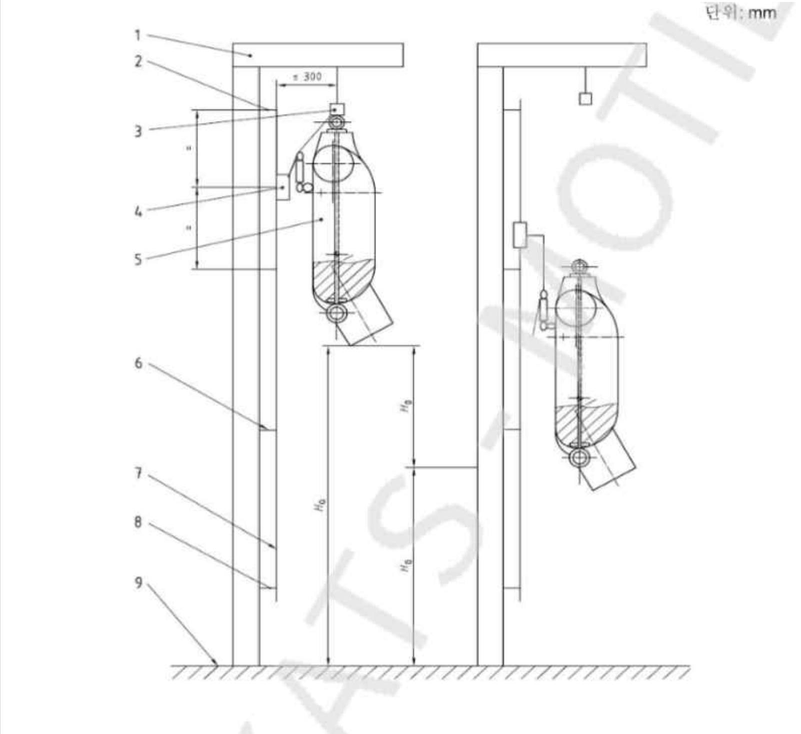


a) 토로소 시험체의 최고 높이(이탈 전 위치) **b) 토로소 시험체 정지(추락 후)**

1. 시험기
2. 영구 수직 구명줄의 상부 고정점
3. 신속 해제 장치
4. 미끄럼 타입 추락 방지 시스템
5. 토로소 시험체
6. 영구 수직 구명줄
7. 영구 수직 구명줄의 하부 고정점
8. 바 닥

(b) 영구 수직 구명줄 형식

[그림 Ⅲ-31] 고정식 Personal Fall Arrest System 동적 성능 시험 (KS G ISO 10333-4) - (계속)



a) 토로소 시험체의 최고 높이(일탈 전) **b) 토로소 시험체 정지(낙하 후)**

1. 시험기
2. 수직 레일의 상부 고정점
3. 신속 해제 장치
4. 미끄럼 타입 추락 방지 시스템
5. 토로소 시험체
6. 중간 고정점
7. 수직 레일
8. 수직 레일의 하부 고정점
9. 지면

(c) 수직 레일 형식

[그림 Ⅲ-31] 고정식 Personal Fall Arrest System 동적 성능 시험 (KS G ISO 10333-4) - (계속)

5) 국가별 규격 분석 시사점

국가별 표준규격에 대한 분석 결과를 〈표 Ⅲ-9〉에 정리하였으며, 이에 대한 시사점은 다음과 같다.

- 영국(EN ISO 14122-4)과 미국(ANSI A14.3)의 표준규격에서는 등받이울(Cage)의 기능에 대한 관점이 변화. (Fall Risk Prevention → Fall Risk Minimization)
- 영국/미국의 경우 승강 높이가 높을 경우 Cage보다 Personal Fall Arrest System (Ladder Safety System)을 사용하도록 변화. (단, 영국은 기계류 등 산업용에 대해서만 변화되었고, 건축물 등 일반용에 대해서는 아직 변화되지 않음.)
- Cage/Fall Arrest System의 병용 사용에 대해서는 영국과 미국의 표준규격간 차이가 존재. (영국 등 EU 국가의 표준규격에서는 금지. 미국 표준규격에서는 명시적으로 금지하지 않음)
- 추락방지체계의 적용이 필요한 사다리 설치 높이(사다리 길이가 아님)에 대해서는 영국(및 EU국가)과 미국이 다름. (영국의 경우 설치 높이가 바닥면으로부터 3m 이상인 경우, 미국의 경우 설치 높이가 바닥면으로 부터 24ft(약 7.3m) 이상인 경우)
- 일본은 ISO 14122-4(2004)를 적용한 표준규격만 있음. (비기계류에 적용하는 표준규격이 없음)
- 우리나라도 ISO 14122-4(2004)를 적용한 표준규격만 있음. (비기계류에 적용하는 표준규격이 없음)
- 영국은 BS EN ISO 14122-4가 기계류에 대한 표준규격이므로 비기계류에 대해 적용하지 못하는 문제점을 해소할 수 있도록, 건설기준과 관련된 법령인 Building Regulations에서 건축물 등의 고정식 사다리 설계/설치시 BS 4211을 적용하도록 법으로 규정. (미국의 ANSI A14.3은 적용 범위에 제한이 없음.)
- 우리나라는 비기계류에 적용하는 KS 표준규격이 없으며, 건설 설계기준/표준시방서 등에서는 고정식 사다리의 설치에 관해서는 공사시방서를 따르도록 하고 있음. 따라서, 비기계류에 대해 적용할 수 있는 국가표준규격을 제정하거나 또는 미국 ANSI와 같이 적용 범위에 제한이 없는 통합 표준규격을 제정하는 방안을 검토할 필요가 있으며, 또한 건설설계기준이나 표준시방서에서는 이를 적용하도록 하는 방안을 검토할 필요가 있음.
- 우리나라는 표준규격과 KOSHA-Guide는 ISO 14122-4(2004)를 적용하고 있으나, “산업안전보건기준에 관한 규칙”의 등받이울에 대한 사항은 미국 ANSI A14.3의 2008년 개정 이전 기준(높이가 24ft 이상인 경우 등받이울 또는 Ladder Safety System 적용)을 적용하고 있는 것으로 사료됨. “산업안전보건기준에 관한 규칙”을 현재 국가표준규격과 맞추는 방안에 대해 검토할 필요가 있음.
- “산업안전보건기준에 관한 규칙”에서 등받이울을 적용하기 어려운 경우나 설치 높이가 높은(단, 높이 기준 값은 검토 필요)경우에는 Fall Arrest System을 적용하도록 하는 규정을 신설하는 방안을 검토할 필요가 있음. (참고적으로 Canada New Brunswick 주의 주법령인 “General Regulation-Occupational Health and Safety Act N.B. Reg. 91-191 Part X Section 121” 에서는 높이 6m 이상의 고정식 사다리에 대해서는 등받이울을 설치하고, 등받이울을 설치하기 어려울 경우에는 Fall Arrest System을 제공하도록 규정하고 있음)
- Fall Arrest System 사용을 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 새롭게 규정할 경우, Fall Arrest System의 규격에 대한 사항도 함께 검토할 필요가 있음. (현행 KS G ISO 10333-4의 적합성 검토 포함)

〈표 Ⅲ-9〉 국가별 표준규격 특징 비교표

	미국	영국	일본	한국
구조규격	ANSI A 14.3	BS EN ISO 14122-4 :2016 BS 4211 (ISO 14122-4: 2004)	JIS B 9713-4 (ISO 14122-4:2004)	KS B ISO 14122-4 (ISO 14122-4:2004) *KOSHA-Guide G-3-2019 (단, 국가표준규격아님)
추락방지 시스템규격	ANSI Z 359.16	BS EN 353-1 (BS EN ISO 14122-4, BS 4211) BS EN 353-2 (BS 4211)	EN 353-1 (JIS B 9713-4)	- EN 353-1 (KS B ISO 14122-4) - KS G ISO 10333-4
적용범위	제한없음	- 기계류(BS EN ISO 14122-4:2016) - 건축물,시설물 등 비기계류 (BS-4211)	기계류 (JIS B 9713-4) *비기계류에 대한 규격 없음	기계류 (KS B ISO 14122-4) *비기계류에 대한 규격 없음 *KOSHA-Guide (비기계류 적용 가능)
사다리형식	제한없음	지주(Stile)없는 고정식 사다리 제외	지주(Stile)없는 고정식 사다리 제외	지주(Stile)없는 고정식 사다리 제외
분리형 사다리의 설치	Rest Platform(사다리참)을 규정에 맞추어 제공하는 경우 분리하지 않아도 됨. 분리형 사다리를 설치할 경우, 분리형 사다리의 각 구간은 승강높이가 최대 50 ft 이내인 사다리를 설치	(BS EN ISO 14122-4:2016) Rest Platform을 규정에 맞추어 제공하는 경우 분리하지 않아도 됨 (BS 4211) 사다리의 설치 높이가 단일 사다리 최대 승강높이인 10m를 초과하는 경우 반드시 규정에 따른 Platform이 제공된 분리형 사다리로 설치하고, 분리형 사다리의 각 구간은 최대승강높이 6m 이내인 사다리를 설치	사다리의 설치 높이가 단일 사다리 최대 승강높이인 10m를 초과하는 경우 반드시 규정에 따른 Platform이 제공된 분리형 사다리로 설치하고, 분리형 사다리의 각 구간은 최대승강높이 6m 이내인 사다리를 설치	사다리의 설치 높이가 단일 사다리 최대 승강높이인 10m를 초과하는 경우 반드시 규정에 따른 Platform이 제공된 분리형 사다리로 설치하고, 분리형 사다리의 각 구간은 최대승강높이 6m 이내인 사다리를 설치
사다리참 (Rest Platform) 설치 기준	(설치 위치) 분리형 사다리인 경우 분리 구간 마다 설치 (참의 크기) 너비(사다리 분리 간격) : 충분한 Offset을 둘 것 폭 : 규정없음 비분리연속형인 경우 최대 150ft 마다 사다리 측면에 간격을 두지 않고 Rest Platform을 설치. Rest Platform의 크기는 바닥면이 가로/세로 각각 30in 이상이어야 하고, 난간을 설치	(설치 위치) 분리형 사다리인 경우 분리 구간 마다 설치 (참의 크기) 너비(사다리 분리 간격) : 700 mm 이상 폭 : 500 mm 이상 (단, Overlap으로 분리된 경우에는 이를 적용하지 않음) 비분리 연속형인 경우 최대 12m 마다 사다리 측면에 간격을 두지 않고 Rest Platform을 설치. Rest Platform의 구조는 ISO 14122-3:2016을 적용	(설치 위치) 분리형 사다리인 경우 분리 구간 마다 설치 (참의 크기) 너비(사다리 분리 간격) : 700 mm 이상 폭 : 500 mm 이상 (단, Overlap으로 분리된 경우에는 이를 적용하지 않음)	(설치 위치) 분리형 사다리인 경우 분리 구간 마다 설치 (참의 크기) 너비(사다리 분리 간격) : 700 mm 이상 폭 : 500 mm 이상 (단, Overlap으로 분리된 경우에는 이를 적용하지 않음)

〈표 Ⅲ-9〉 국가별 표준규격 특징 비교표 (계속)

		미국	영국	일본	한국
추락방지 체계적용 (Cage)	원칙적용 여부	선택가능	선택가능 (BS EN ISO 14122-4:2016) 불가피한 경우를 제외하고 원칙적용(BS 4211)	불가피한 경우를 제외하고 원칙 적용	불가피한 경우를 제외하고 원칙 적용
	설치기준	사다리 승강높이 24ft 이내, 설치높이 24ft 이상인 사다리 기준바닥면으로부터 높이 7~8ft에서 설치 시작)	바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리 기준바닥면으로부터 2.2~3m에서 설치시작	바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리 기준바닥면으로부터 2.2~3m에서 설치시작	바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리 기준바닥면으로부터 2.2~3m에서 설치시작
추락방지 체계적용 (Fall Arrest Systems)	원칙적용 여부	2008년부터 원칙적용	2016년부터 원칙적용 (BS EN ISO 14122-4:2016) Cage 설치가 어려운 경우 적용 (BS 4211)	Cage 설치가 어려운 경우 적용	Cage 설치가 어려운 경우 적용 (단, KOSHA-Guide 에서는 Fall arrest system에 대한 규정 없음)
	설치기준	단일(연속형 포함) 사다리인 경우 승강높이가 24ft 이상인 경우 분리형 사다리인 경우 사다리의 승강높이가 24ft~50ft인 사다리 구간 (단, Cage와 병용 금지를 하지는 않았으므로 병용 가능)	- BS EN 14122-4:2016 바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리) 승강 높이가 10m 이상인 경우 (분리형사다리) 승강 높이가 6~10m 이내인 구간의 사다리 * 단, Cage와 병용 금지 - BS 4211 바닥면으로부터 설치 높이 2m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리	바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리	바닥면으로부터 설치 높이 3m 이상인 경우 설치 (단일사다리)승강 높이 최대 10m 이내인 사다리 (분리형사다리) 승강높이 최대 6m 이내인 구간의 사다리

〈표 Ⅲ-9〉 국가별 표준규격 특징 비교표 (계속)

	미국	영국	일본	한국
Fall Arrest System 규격	(Harness) Full Body Harness (Carrier) 사다리 영구 부착형 Rigid Carrier / Flexible Carrier	(Harness) Full Body Harness (Carrier) -BS EN ISO 14122-4) 사다리 영구 부착형 Rigid Anchor line (EN 353-1) - BS 4211 사다리 영구 부착형 Rigid Anchor line (EN 353-1) 사다리 비부착형 Flexible Anchor line (EN 353-2)	(Harness) Full Body Harness (Carrier) - JIS B 9713-4 사다리 영구 부착형 Rigid Anchor line (EN 353-1)	(Harness) Full Body Harness (Carrier) -KS B ISO 14122-4 사다리 영구 부착형 Rigid Anchor line (EN 353-1) -KS G ISO 10333-4 사다리 영구 부착형 Vertical Rail Vertical Life line 사다리 비부착형 Vertical Life line
Fall Arrest System 동적 성능 기준	(ANSI A14.3) 500 lb(약 227kg)의 무게를 18 in (약0.45m) 높이에서 떨어뜨렸을 때의 충격을 흡수하여야 함. 허용추락거리 : 추락이 발생하였을 때, 슬리브 이동거리는 6 in (약 0.16m) 이내여야 함 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함. (ANSI Z359.16) 약 128kg의 질량을 높이 약 30cm에서 떨어뜨렸을 때 정지 충격력이 평균 6kN, 최대 8kN 이내여야 함. 허용추락거리 : 시험체의 추락 시점 위치와 추락 종점 위치까지의 거리는 1m 이내여야 함. 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함.	(EN 353-1, EN 353-2 공통) 100kg의 질량을 높이 30cm에서 떨어뜨렸을 때 정지 충격력이 6kN 이내여야 함. 허용추락거리 : 시험체의 추락 시점 위치와 추락 종점 위치까지의 거리는 1m 이내여야 함. 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함.	(EN 353-1) 100kg의 질량을 높이 30cm에서 떨어뜨렸을 때 정지 충격력이 6kN 이내여야 함. 허용추락거리 : 시험체의 추락 시점 위치와 추락 종점 위치까지의 거리는 1m 이내여야 함. 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함.	(EN 353-1) 100kg의 질량을 높이 30cm에서 떨어뜨렸을 때 정지 충격력이 6kN 이내여야 함. 허용추락거리 : 시험체의 추락 시점 위치와 추락 종점 위치까지의 거리는 1m 이내여야 함. 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함. (KS G ISO 10333-4) 정지 충격력이 6kN 이내여야 함. 허용추락거리 : 시험체의 추락 시점 위치와 추락 종점 위치까지의 거리는 1.5m (영구부착형) / 2.0m (비부착형)이내여야 함 시험체가 바닥면을 충격하지 않아야 함.

Ⅳ. 고정식 사다리 관련 사망사고 재해조사

Ⅳ. 고정식 사다리 관련 사망사고 재해조사

1. 사망사고 개요

사다리식 통로 관련 국내 산업재해 발생현황에 대하여 모든 업종을 대상으로 최근 10년간 사고 사망재해를 파악하여 모두 14건의 사고를 확인하였고 14건의 사고에 대해 다음에 간단하게 사고의 개요를 요약하였다.

■ case 1

- 2021년 5월 8일(토) 8시 40분경 울산시 소재 OOO(주) 9도크 No.3 C.O.Tank 안에서 협력사 소속 재해자가 용접작업을 위해 높은 장소(약 16.2m 이상)의 이동경로를 지나다 (추정) 호선내 탱크 바닥으로 떨어져 사망한 사고로서 탱크 바닥의 추락지점 기준으로 상부 수직방향으로 떨어질 가능성이 가장 유력한 장소는 최상부 출입구(해치코밍) 아래에 설치된 고정식 수직사다리 구간이다.
- 재해발생 첫 번째 원인으로는 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에 대한 추락방지조치가 부족하였다. 수직사다리(플랫폼 바닥에서 오름구간 높이 약 3m 구조)가 탱크 바닥으로부터 약 16.2m의 높은 장소에 위치해 있어 플랫폼의 안전난간(상부난간대 높이 1.0m)이 수직사다리를 감싸고 있지만, 안전난간 위로 약 2m 개방된 공간에 대한 방호조치가 없어 떨어질 위험성이 상존한다. 두 번째 원인은 수직사다리 승강에 대한 관리감독 미흡으로 동료작업자 진술 등을 종합하여 평상시 작업을 추정한 결과 빈 보빈(약 100g)은 가벼워서 수직사다리 승강 시 한손으로 잡고 3점지지(두다리와 한손, 두손과 한다리 등)가 되지 않은 불안전한 상태로 이용할 수 있음에도 작업(이동)방법 등을 개선하지 않아 수직사다리 승강 시 손을 놓쳐 떨어진 것으로 추정하고 있다. 따

라서 수직사다리 상부(해치코밍)와 하부(플랫폼)에 수직사다리 승하강 시 몸 균형 상실로 인한 떨어짐 위험이 있음을 알리는 경고표지판 및 달줄(달포대) 사용과 3점지지를 유도하는 근로자 알림 조치 부족하다고 판단되었다.

■ case 2

- 2020년 8월 21일(금) 16시 10분경 경기도 안성시 소재 OO영농 돈축사에서 지면으로부터 약 3.2m 높이의 지붕 위에 설치된 에어컨 냉방기의 고장 수리 중 폐부속품을 가지고 고정식 사다리를 내려오다 추락하여(추정) 병원으로 후송 후 치료 중 08월 24일(월)에 사망한 재해이다.

- 재해발생에 대한 첫째 원인으로는 사다리식 통로에 안전성 미확보를 들 수 있다. 사업주는 작업장으로 통하는 장소 또는 작업장 내에 근로자가 사용할 안전한 통로를 설치하고 항상 사용할 수 있는 상태로 유지해야 하나 사다리식 통로 중간에 판넬이 설치되는 등 사다리식 통로에 안전성이 확보되지 않았다. 다른 사고원인으로는 개인보호구 미착용 및 관리, 감독 미실시를 들 수 있다. 사업주는 근로자가 상부 냉방기 컴프레샤 교체 작업 등 고소작업 시 추락할 위험이 있는 경우 안전모를 착용하고 작업하도록 관리, 감독하여야 하나, 안전모를 착용하지 않고 작업하는 등 관리, 감독을 미실시하였다.

■ case 3

- 2019년 10월 30일(수) 13시 10분경 부산광역시 소재 OOO(주)에서 시공하는 신축공사 현장에서 재해자(58세,남)가 103동 배면 중력식 옹벽의 외부비계의 수직사다리를 타고 내려오던 중 몸의 균형을 잃고 바닥면으로 떨어져 (H≒3.8m) 병원후송 치료 중 10월 31일(목)에 사망한 재해이다.

- 재해발생원인으로는 안전한 구조의 통로가 미확보된 것으로 조사되었다. 즉, 사업주는 통로를 설치할 경우 비계 내부로 안전하게 통행할 수 있도록 안전한 구조로 설치하여야 하나, 이를 미준수하였다. 당 현장의 통로는 3단 구간에 설치되어 있으나, 2단 구간에 설치되지 않아 비계 외부로 이동해야 되는 불안전한 구조로 설치되었다.

■ case 4

- 2018년 10월 30일(금) 10시 10분경 OOOO아파트(전남 영광군 소재) 지하 물탱크 내부에서 OOO 대표와 작업자 3명이 물탱크 물세척 작업 중, OOO 소속 재해자(71세)가 물탱크 내부 사다리식 통로에서 수중펌프 호스를 사다리에 고정시키는 작업을 하면서 떨어져 병원으로 이송·치료 중 2018년 12월 13일(목)에 사망한 재해이다. OOOO아파트는 15층 6동(531세대)으로 물탱크 높이는 약 4.5m이며, 떨어진 지점은 약 3.5m로 추정된다.

- 재해발생원인 중 기술적 요인으로는 물탱크 내부 사다리는 이동통로로만 사용하여야 함에도 사다리 위에서 펌프 호스를 고정하는 작업을 실시하였고, 관리적 요인으로는 근로자가 떨어질 위험이 있는 작업을 수행 시에는 안전모를 지급하고 착용하도록 하여야 하나 조치하지 않았다. 즉, 높이 또는 깊이 2m 이상의 떨어질 위험이 있는 장소에서 하는 작업을 수행할 경우 안전대를 지급하고 착용하도록 하여야 하나 약 3.5m 높이의 고소작업을 실시하는 작업임에도 안전대를 지급하지 않고 착용하지 않았다.

■ case 5

- 2018년 11월 5일(월) 16시 40분경 산청군 소재 하천에서 일용직인 재해자(만68세,남)가 동료직원의 칡넝쿨 제거작업을 돕기 위해 하천 제방에 설치된 고정식 사다리를 이용하여 제방 아래로 내려가던 중 사다리 고정부가 이탈되어 사다리와 함께 제방 아래(높이≒3.2m)로 떨어지면서 하천 바닥의 돌에 머리가 부딪쳐 두부손상으로 병원에서 치료 중 당일 17시 56분에 사망한 재해이다.

- 첫 번째 사고원인인 안전통로 설치 불량이다. 제방을 오르내릴 때 안전하

게 통행할 수 있도록 가설계단 또는 사다리식 통로 등을 기준에 적합하게 설치 후 사용하여야 하나 이를 준수하지 않았으며, 사고 사다리는 설치된 지 3년~4년이 지났고 부식이 발생하였으며 마을주민이 임의로 설치하다 보니 사다리식 통로 구조에도 부적합하였으나 사용 또는 출입을 금지하는 조치가 실시되지 않았다. 또한 작업에 적합한 개인보호구 미지급도 원인일 수 있다. 사다리를 이용하여 이동할 때 답단에서 미끄러져 떨어질 위험이 있으며, 유수지 장목 제거작업 시 돌 및 잡목 등에 발을 부딪치거나 걸려 넘어질 위험이 있고 벌목 및 조재작업 시 벌도목 등에 머리를 부딪힐 위험이 있어 이를 예방하기 위해 안전화 및 안전모 등을 착용하고 작업을 수행하도록 조치하여야 하나 이를 준수하지 않았다.

■ case 6

- 2017년 9월 1일(금) 11시 45분경 구미시 OOO(주) 구미1공장 금도금 1호기 전용 습식 스크러버(2호기) 최상부에서 재해자가 스크러버에서 배출되는 가스성분 분석을 측정을 마치고 수직사다리를 내려오던 중 등받이울이 끝나는 지점에 서서 오른손에 들고있던 포집펌프(3.65kg)를 동료 작업자에게 내려 주던 중 사다리에서 떨어지면서 상부에서 7.5m지점에 설치된 1층에 안전난간에 가슴과 복부가 1차 충돌되고 2차 2.5m 바닥으로 떨어져 장기파열 및 두부가 골절되어 출동한 119에 의해 OO병원으로 옮겼으나 치료 중 사망한 재해로 추정된다.
- 추락위험 장소에서 추락 방지조치가 미흡한 것이 재해발생원인으로 조사되었다. 사업주는 근로자가 추락하거나 넘어질 위험이 있는 장소 등에서 작업을 할때에 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 작업발판 또는 안전방망을 설치하거나 안전방망 등을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 하는데, 본 작업에서는 수직사다리를 사용 시 안전대 미착용이 주요 원인으로 판단되었다.

■ case 7

- 2017년 6월 14일(수) 13시 30분경 경남 거제시 소재의 OOO(주) 사내 협력사 소속 재해자가 C안벽 컨테이너선(19,630 TEU)의 4번홀드 7BAY 라싱브릿지 4번 통행로에서 경고표시 도색작업을 위해 페인트 통을 들고 수직사다리를 타고 올라가던 중 해치커버(높이 약 10m) 아래로 추락하여 사망한 사고로 사망일시는 2017년 6월 15일(목) 2시 30분경으로 추정된다.
- 불안전한 상태로 수직사다리 승강이 재해원인으로 재해자가 약 1.5kg의 페인트 통을 손에 쥐거나 팔뚝에 걸고 불안전한 상태로 승강하여 5단 개구부 덮개를 손으로 여는 과정에서 사다리에서 손을 놓쳐 추락하였다.

■ case 8

- 2016년 6월 29일(수) 9시 10분경 경남 김해시 소재 OOO(주) 내 신제관공장 해상크레인 테스트장에 설치되어 있는 해상크레인(85톤)용 Pedestal (받침대) 내부에서 재해자가 고정식 사다리식 통로를 사용하여 이동 중 4층 사다리(길이:2.8m)에서 추락한 후 3층 바닥에서 발견되어 병원치료 중 사망한 재해임
- 재해발생원인으로는 먼저 고정식 사다리식 통로 설치상태가 부적합하였는데 고정식 사다리식 통로의 기울기가 95.380°로서 90°를 초과하며, 사다리 상단이 걸쳐놓은 지점(천장) 아래로 15cm까지만 설치되어 있어 추락재해가 발생하기 쉬운 구조였다. 또한 고정식 사다리식 통로 미끄러짐 예방조치가 미흡하여 Pedestal 내부 고정식 사다리식 통로가 재해자 등 Pedestal 출입근로자에 의해 유압작동유로 오염되어 전체적으로 미끄러운 상태였다. 추가적으로는 고령근로자 작업관리가 부적절하였는데 고령근로자(만55세 이상)의 경우 사다리작업 등 고소작업 수행시 균형능력의 감소로 인해 떨어짐 재해 위험이 높아지는 특성이 있으나 임의로 고소작업을 단독 수행하도록 방치하였다.

■ case 9

- 2016년 4월 27일 오전 10시경 울산광역시 소재 OOO 선행도장 쉘터(Shelter)내에서 블록도장 작업을 하기 위해 도료 캔을 들고 수직사다리를 오르던 재해자가 사다리에서 약 5m 아래 바닥으로 떨어져 머리 등을 다쳐 뇌사상태에서 치료를 받던 중 사고 15일 후 2016년 5월10일 08시50분에 사망한 재해이다.

- 사고원인으로는 블록 위로 무거운 도료 캔 운반 시 달줄을 미사용하였는데 옆에 기 설치된 달줄을 사용하지 않고 피재자가 직접 캔을 들고 수직사다리를 올라가던 중 몸의 균형을 잃고 떨어졌다. 그리고 안전한 경사사다리 대신 위험성이 더 큰 수직사다리 설치하였고 설치 방법도 부적정하였다. 경사 75도 이하의 안전한 사다리 대신 위험성이 큰 경사 90도 수직사다리를 설치하여 추락위험성이 큰 상태로 작업하였고, 수직사다리 하단부를 발판사이 틈에 설치하므로서 지지력이 부족하여 체중에 의해 사다리가 아래로 빠져 몸 균형을 잃고 떨어진 것으로 추정되었다. 인적 원인으로는 작업지휘자의 현장관리가 미흡하였는데 작업지휘자가 피재자의 불안전한 행동(달줄을 사용하지 않고 도료 캔을 들고 올라가는 행동)을 관리하지 못하였고, 고소작업 시 달줄 필요성에 대한 교육이 부족하여 고소작업 시 달줄 관련 위험성평가를 누락하여 피재자가 달줄 미사용에 따른 위험성을 정확히 알지 못한 것으로 조사되었다.

■ case 10

- 2014년 11월 27일(목) 18시 44분경 울산광역시 소재 LNG 선박 OOOO호선내 4번 밸러스트 탱크 작업장에서 사내 협력업체 소속 피재자가 이동통로(walk way)의 진공청소 작업 후 우즈베키스탄 국적의 동료사원 청소작업을 지원하기 위해 2번 칼럼에 설치된 고정식 사다리와 종방향보강재(Longitudinal stiffener, 속칭 론지) 상부에 연결된 사다리식 통로를 통해 호선 바닥으로 이동하던 중 떨어져 발생한 사망재해이다.

- 사고원인으로는 작업장 내 적정 수준의 조도를 유지하지 않고 작업 실시하였는데 작업장에 조명시설 설치상태가 미흡하여 안전한 작업을 위한 적정 수준의 조도를 유지하지 못하였다. 또한 근로자 추락 등의 위험을 방지하기 위한 안전난간의 설치가 부적절하였는데 사고발생 작업장의 사다리식 통로는 우측에 안전난간대가 설치되어 있으나, 좌측은 미설치되는 등 사다리식 통로 설계 시 근로자의 안전이 미확보되었다.

■ case 11

- 2014년 4월 9일(수) 19시 20분경 경기도 화성시 소재 OOO(주) 지하 1층에서 정화조에서 흘러넘친 오수를 고무호수로 물청소를 한 후 지상으로 올라와 있다가 신발을 가지러 고정식 사다리를 타고 지하로 다시 내려가는 도중 재해자가 균형을 잃고 지하 2층 바닥으로 추락하여 사망한 재해이다.

- 재해발생원인으로는 고정식 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60cm 이상 올라와 있어야 하나 1층 출입구 밑에 설치되어 있어 근로자가 오르내리다가 추락할 위험이 있었다. 또한 고정식 사다리를 오르내리다가 추락의 위험이 있으나 안전모를 착용하지 않고 작업을 실시하였다.

■ case 12

- 2013년 6월 20일(목) 17시 50분경 울산광역시 소재 OOO(주)에서 근로자(남, 67세, 제관공)가 사무실 지붕에 설치된 아스팔트 쉉글을 보수하기 위해 수직사다리를 밟고 작업 중 지상바닥으로 추락(H=2.5m)하여 병원에서 요양 중 2013년 7월 18일(목) 사망한 재해이다.

- 사고는 사다리 상에서 부적절한 작업을 실시하여 발생한 것으로 조사되었는데, 적절하게 신체를 안정된 상태로 고정하기 곤란한 고정 사다리 상에서 손을 이용하여 신체의 움직임이 많은 아스팔트 쉉글 및 몰딩 철거작업을 수행

하는 과정에서 사다리를 쥐고 있던 손이 놓치면서 추락하였다.

■ case 13

- 2013년 8월 28일(수) 09시 15분경 서울시 소재 (주)OOO이 시공하는 OO빌딩 옥상 빌보드 제작, 설치 현장에서 (주)OO기업 소속 건설관련 기능 종사원 피재자(남, 59세)와 동료 작업자가 옥상에 광고판을 설치하기 위해 옥탑 벽면에 설치한 광고판 내부 고정사다리(횡행 가능)에 올라가 광고판 받침대를 고정하는 과정에서 사다리상의 피재자가 균형을 잃고 넘어지면서 약 23m아래 건물바깥의 인도로 떨어져 인근병원으로 후송하였으나, 즉시 사망한 재해로 추정되었다.
- 재해는 빌딩 옥탑 광고판 설치작업 중 사다리를 이용하여 작업 시 떨어짐 방지조치 등 안전조치 미실시가 원인으로 조사되었는데, 광고판에 부착되어 있는 작업용 사다리에서 광고판 벽체에 받침대(L-50x50x6)를 고정하는 작업을 하면서 광고판 하부에 안전방망 미설치 및 작업용 사다리에 별도의 안전대 부착설비 미설치 등 안전조치가 되어있지 않은 상태에서 피재자가 안전대를 걸지 않은 상태로 작업 또는 이동중 중심을 잃고 외부 지상 바닥(인도)으로 떨어졌다. (H≒23m)

■ case 14

- 2012년 2월 3일 16시 50분경 충남 예산군 소재 (주)OOO 소속 재해자가 음식물 폐기물 처리 공장 뒤쪽에서 암롤박스 레일 용접작업을 위해 암롤박스에 부착된 승강대를 이용하여 상부로 올라가던 중 약 2.35m 아래 바닥으로 떨어져 사망한 재해이다.
- 사고원인으로는 먼저 변형 및 찌그러진 암롤박스 승강로를 이용하였는데 재해자는 암롤박스 레일 용접작업을 위해 한손에 용접홀더를 들고, 변형 및 찌그러진 암롤박스 승강로를 이용하여 올라가다 몸무게 중심 이탈로 약 2.35m 아래 바닥으로 추락하여 사망하였다. 또한 추락위험이 있는 장소에 작업을 하는 근로자임에도 안전모를 착용하지 않고 암롤박스 상단을 올라가던 중 추락하여 머리를 보호하지 못하고 심한 부상을 입어 사망하였다.

2. 사망사고 분석

최근 10년간 사고 사망재해에 대해 모두 14건의 사고를 조사하였지만, 전체 재해 발생 건수가 작아 확률적 분석을 수행하기는 어려웠다. 따라서 각 케이스에 따라 사다리 높이 등 환경변수에 따른 사망사고 현황 파악과 재해 원인 분석을 통한 등받이울 등의 안전시스템 설치에 따른 사고 영향성 평가를 수행하여 결과를 〈표 Ⅳ-1〉에 나타내었다.

〈표 Ⅳ-1〉 최근 10년간 고정식 사다리 사망사고재해 분석

Case	사다리 높이 (m)	바닥 높이 (m)	등받이울 설치여부	개인보호구 착용여부	법 위반 여부	정상적인 이동중 사고발생 여부
1	3.0	16.2	×	○	×	○
2	3.2	-	×	×	○	×
3	3.8	-	×	○	○	○
4	3.5	4.5	×	×	×	×
5	3.2	-	×	×	○	×
6	7.5	-	○	○	×	×
7	2.8	10.0	×	○	×	×
8	2.8	-	×	○	◎	○
9	5.0	-	×	○	×	×
10	4.0	-	×	○	×	○
11	5.0	-	×	×	◎	○
12	2.5	-	×	×	×	×
13	5.5	23.0	×	○	○	×
14	2.35	-	×	×	×	○
총빈도			1	8	6	6

최근 10년간 고정식 사다리식 통로에서의 사망사고 통계를 정리하면 위의 표와 같다. 전체 14건의 재해에서 산업안전보건기준에 관한 규칙의 사다리 사용 목적에 맞게 정상적인 이동 중 발생한 재해는 6건에 불과하였다 (사다리에서 작업, 물건을 들고 비정상적으로 이동, 사다리 자체 결함 등을 제외한 건수임). 그리고, 등받이울이 설치된 사다리는 1건이었는데 다른 모든 사고에서는 사다리의 높이가 모두 7m 이하로서 법적인 설치기준 사다리에 포함되지 않았다. 하지만 건조되는 선박 내부 등과 같이 여러 개의 사다리통로 구간으로 이어져 있어 실제 바닥에서의 높이는 경우에 따라 매우 클 수 있어 추락하는 상황에 따라 2차 추락 등에 의해 피해가 큰 경우가 있었다. 또한, 조사된 사고에서 안전모와 같은 기본적인 개인보호구를 착용하지 않은 경우는 6건으로 조사되었다. 넓은 범위에서의 사다리 통로의 안전관련 법을 지키지 않은 경우는 8건으로 사다리식 통로 중간에 다른 물체 등에 의해 이동방해를 받는 경우와 같이 사용 중의 위반사항(○)이 확인되는 경우도 있고, 설치각도가 90도가 초과되거나 사다리 상단이 연장 설계되어 있지 않은 등 사다식 통로의 설계 및 설치가 적합하지 않은 경우(◎)도 존재하였다.

분석결과로부터 등받이울이 설치되어 있는 사다리에서 발생한 재해는 1건이었고, 다른 사망재해는 모두 7m 이하의 높이에서 등받이울이 설치되어 있지 않은 사다리에서 발생하였다. 사고의 수가 제한적이므로 등받이울의 설치 여부가 사다리식 통로의 추락사망재해에 어떠한 영향을 주었는지는 판단하기 어려워, 이 분석 결과만으로 등받이울의 효용성에 대해서는 언급할 수 없다. 하지만 전체적인 고정식 사다리의 사망사고의 대부분은 법적으로 안전조치 기준이 없는 7m 미만의 고정식 사다리에서 발생하였고, 이러한 사고는 등받이울 이외에 안전대나 기타 추락방지 시스템을 설치하는 경우 많은 경우 방지될 수 있다고 판단되었다. 물론 이 판단에는 주어진 안전설비를 작업자가 충분히 인지하고 실제 사용을 준수하고 추락방지 시스템 또한 적절하게 설계되어 설치된 경우를 가정하였다. 따라서 최근 10년간 고정식사다리에서 정상적으로 이동 중 발생한 재해는 6건에 불과하였으나 해당 재해를 분석하고 사고 예방 방안을 고려해 보았을 때 등받이울 외 추락방지조치에 대한 검토가 필요할 것으로 보인다. 또한, 재해분석결과 개인보호구의 미착용과 같이 작업자 스스로 안전규칙을 지키지 않아 발생하는 사고의 수가 많았다. 따라서 사다리식 통로에서의 사망사고 감소를 위해서는 작업자의 안전교육과 관리 강화가 매우 필요함을 확인하였다.

V. 고정식 사다리 관련 현장 실태 조사

Ⅴ. 고정식 사다리 관련 현장 실태조사

사다리식 통로 설치 사업장의 현장 실태조사를 수행하였다. 총 10개소를 대상 사업장으로 선정하였는데, 사다리식 통로 운용 특성을 고려하여 제조업 중심으로 규모별(50인 미만, 50~300인 미만, 300인 이상)로 구분하여 최소 3개소 이상을 포함시켰다. 사업장 현장에서 등받이울을 포함한 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에 따라 사다리식 통로 설치가 적합한지 조사하였고, 가능하면 담당 안전관리자와 관련 주제에 대해 인터뷰를 실시하여 리포트하였다.

조사된 사업장의 경우 전체적으로 산업안전보건기준에 관한 규칙에 적시하고 있는 사항을 잘 준수하고 있었다. 사다리의 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합하였고, 조사된 7m 이상인 고정식 사다리에는 모두 등받이울이 설치되어 있었고, 7m 이하 고정식 사다리에서도 다수 등받이울을 설치하고 있었다. 또한 설치된 등받이울의 지름이 70cm 정도가 일반적이었고, 사업장에 따라 90cm 이상인 곳도 있었다. 등받이울의 설치는 2.5m 이전에 시작되는 경우가 다수 발견되었다. 그리고 고정식 사다리에서 추락사고가 발생한 사업장 등에서는 자체적으로 개인 추락방지 시스템을 설치하여 사용하고 있었다.

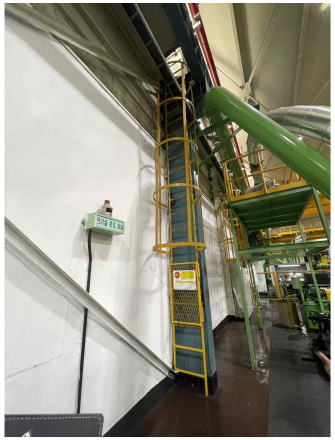
방문 사업장 1

- 사업장 규모 : 300인 이상
- 업종명 : 동 압연, 압출 및 연신제품 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 7m 미만의 고정식 사다리 대부분에 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치가 대부분 2.5m 이전에 시작되어 있음.

현장사진



안전관리자 의견

- 본 사업장의 고정식사다리 등받이울 설치 기준은 가급적이면 고정식 수직사다리 보다는 계단형 통로를 설치하려고 함. 고정식 사다리를 설치하는 경우 법적 의무기준인 높이 7m와 상관없이 바닥에서부터 2.5m가 넘어가는 시점부터 등받이울을 설치함.
- 등받이울 법적 의무기준인 높이 7m에 대해서는 기준이 너무 높은 것 같음. 실질적으로 사다리 높이 2m만 되도 높아서 기준을 더 강화할 필요가 있다고 생각함.
- 등받이울이 설치된 사다리에 추가로 추락방지조치를 하는 경우는 없고, 구조적으로 등받이울을 설치하기 어려운 구간에는 추락예방을 위한 수직구명줄·안전대 체결 등의 방법으로 통행함.
- 등받이울이 고정식사다리 추락을 예방하는데 효과는 없지만 부상의 정도를 줄여주는 효과가 있다고 생각함.
- 고정식사다리에 등받이울과 추락방지조치를 동시에 하는 경우에 대해서는 사용상 불편해서 그렇게 하지 않을 가능성이 높을 것 같음.

방문 사업장 2

- 사업장 규모 : 50인 미만
- 업종명 : 기타 기초무기화학물질 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 7m 미만의 고정식 사다리 대부분에 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치가 대부분 2.5m 이전에 시작되어 있음.
- 일부 벽면에 설치된 사다리의 경우 임시로 벽에 앙카를 박아서 고정 후 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지하기 위한 조치를 하여 사용.

현장사진

안전관리자 의견

- 고정식사다리에 등받이울 외 추락방지조치 필요성에 대해서는 추락방지조치가 있으면 좋을 것 같은데 작업자들이 착용하는 부분에 대해서는 의문임. 또한, 수직구명줄이나 기존의 좀줄 등이 아니라 편하게 오르내릴 수 있는 추락방지시스템이 필요함. 특히, 높이가 높은 경우 추락방지조치 없이 올라가기가 어려움.
- 사업장에 들어오는 차량에 탑재된 사다리에 대한 추락사고예방 조치가 요구됨.

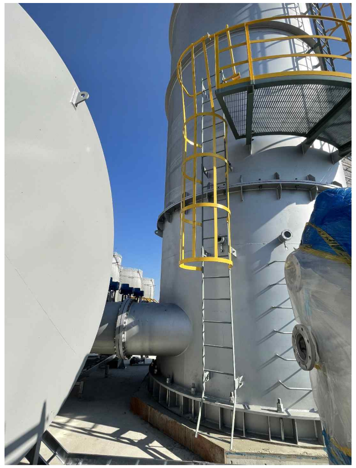
방문 사업장 3

- 사업장 규모 : 50인 미만
- 업종명 : 기타 기초무기화학물질 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 고정식 사다리가 모두 7m 미만이지만, 대부분에 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치가 대부분 2.5m 이전에 시작되어 있음.

현장사진



안전관리자 의견

- 본 사업장에 고정식 사다리를 설치하는 경우 법적 의무기준인 높이 7m와 상관없이 대부분 바닥에서부터 2.5m가 넘어가는 시점부터 등받이울을 설치함
- 등받이울 법적 의무기준인 높이 7m 기준은 너무 높은 것 같고, 더 낮은 높이 기준이 더 적절함. 실제 7m 미만이여도 올라가면 매우 높음.
- 고정식사다리 제작은 산업안전기준에 관한 규칙에 맞게 제작 의뢰함.
- 일반적으로 등받이울이 있더라도 근로자가 추락하는 것을 완전히 막아주지는 못할 것 같음.
- 고정식사다리에 등받이울과 추락방지조치를 동시에 하는 경우에 대해 안전대 걸이 등이 있으면 안전적인 측면에서는 좋을 것 같은데 작업면에서는 불편할 것 같고, 따라서 불편해서 안할 것 같음.

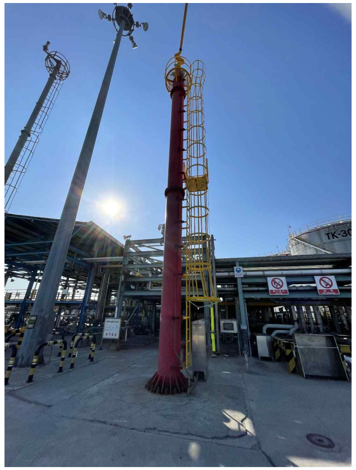
방문 사업장 4

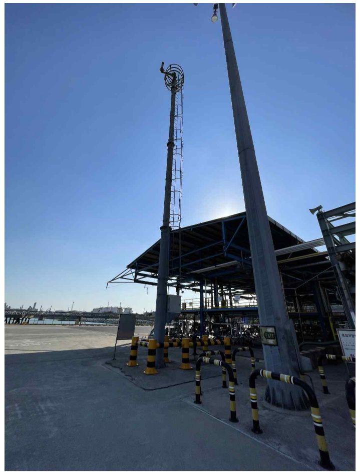
- 사업장 규모 : 50인 미만
- 업종명 : 위험 물품 보관업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 고정식 사다리가 모두 7m 미만과 이상이 모두 혼재되어 있고, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치는 7m 이상에서는 2.5m 이후에 그리고 7m 미만에는 2.5m 이전에 시작되어 있음.

현장사진





안전관리자 의견

- 고정식 사다리에 등받이울 법적 설치 의무기준인 7m는 상대적으로 높으므로 기준강화가 필요하며 추락방지 조치와 병행시 작업자의 불편이 예상됨.

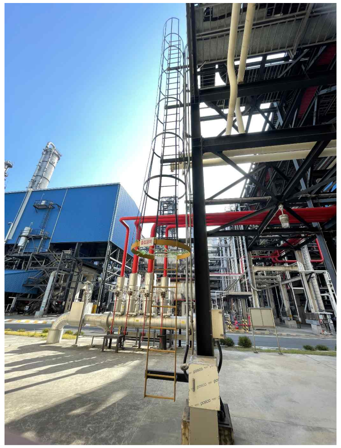
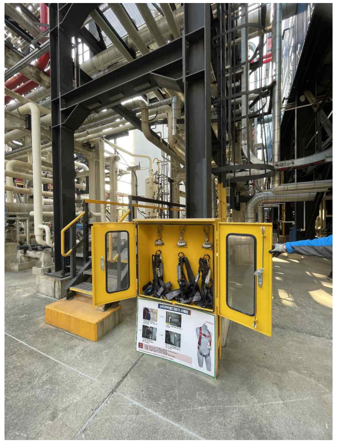
방문 사업장 5

- 사업장 규모 : 50인 이상 ~ 300인 미만
- 업종명 : 석유화학계 기초화학 물질 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이상었고, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치는 7m 이상에서는 2.5m 이전에 시작되어 있음.
- 등받이울의 지름이 모두 90cm 정도로 크게 제작되어 있음.
- 일부 사고가 발생된 또는 예상되는 사다리에는 개인추락방지 시스템이 부착되어 있음.

현장사진

안전관리자 의견

- 사다리 사용 빈도로서 A형사다리는 현장에서는 미사용하고 건물 내 경작업으로만 사용, 고정식사다리는 정비작업 등 필요시에만 사용하여 거의 잘 사용하지 않음. 가급적 사다리형 통로보다는 계단형 통로를 설치함.
- 법적으로 등받이울을 설치할 의무가 없는데도 위험에 대한 선제적 대응으로서 사다리 대부분에 등받이울을 설계하여 설치하고 있음.
- 고정식사다리에 등받이울 외 다른 추락방지조치로서는 약 9m의 높이 고정식사다리에 3M사의 추락방지시스템을 설치함. 산재사고가 났던 사다리에 등받이울 외 추락방지시스템을 추가로 설치하였음. 다만, 안전대 착용이 불편해 계단형 통로로 이동하고 있음.
- 고정식사다리는 바닥에서 첫 번째 답단의 높이가 높은 경우 탑승자 하강시 발을 헛디뎌 사고발생 위험이 높으므로 관련 법규정이 필요함.

방문 사업장 6

- 사업장 규모 : 50인 이상 ~ 300인 미만
- 업종명 : 합성수지 및 기타플라스틱물질 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이하였고, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치는 2.5m 이전에 시작되어 있음.

현장사진

안전관리자 의견

- 고정식사다리 등받이울 설치 높이 기준인 7m에 대해서는 7m 보다 낮은 높이 기준이여야 된다고 생각하고, 7m가 안되더라도 위험성을 고려하면 등받이울을 설치해야 함.
- 바닥에서 첫 번째 답단의 높이가 높을 경우 탑승자 하강시 발을 헛디뎌 사고발생의 위험이 높으므로 관련 법규정 필요.

방문 사업장 7

- 사업장 규모 : 50인 이상 ~ 300인 미만
- 업종명 : 기타 기초 유기화학 물질 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이상었고, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치는 7m 이상에서는 2.5m 이전에 시작되어 있는 경우가 있음.
- 등받이울의 지름이 모두 70cm 정도임.
- 일부 고정식 사다리에는 개인추락방지 시스템이 부착되어 있음.

현장사진

안전관리자 의견

- 현행 고정식사다리 등받이울 설치 높이 기준인 7m 기준에 대해서는 본 사업장에서는 3~4m 사다리라도 가급적 등받이울을 설치하고 있음. 따라서 7m 높이는 너무 높고, 높이 기준을 낮출 필요가 있음.

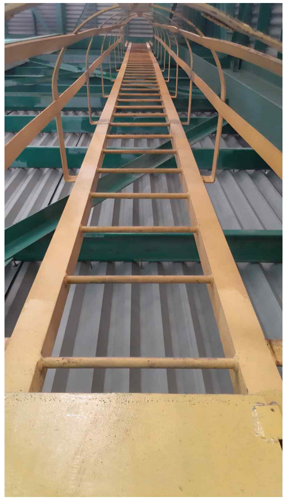
방문 사업장 8

- 사업장 규모 : 300인 이상
- 업종명 : 강선 건조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 조선업의 특성상 크레인 근처 등 100개 이상의 매우 많은 고정식 사다리가 설치되어 있음.
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이상인 경우, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 설치는 7m 이상에서는 2.5m 이전에 시작되어 있는 경우가 있음.
- 등받이울의 지름이 모두 70cm 정도임.

현장사진



안전관리자 의견

- 실제 크레인 운전수를 제외하고는 고정식 사다리를 이용하는 작업자는 거의 없음.
- 10m 이상의 오름구간에서는 참이 설치된 고정식 사다리 보다는 계단을 설치함.
- 일부 외부의 스피커 타워에는 등받이울이 설치되어 있지만, 점검을 제외하고는 사용하고 있지 않아 부식 등의 우려가 있어 관련기준에 관한 법규정 필요.

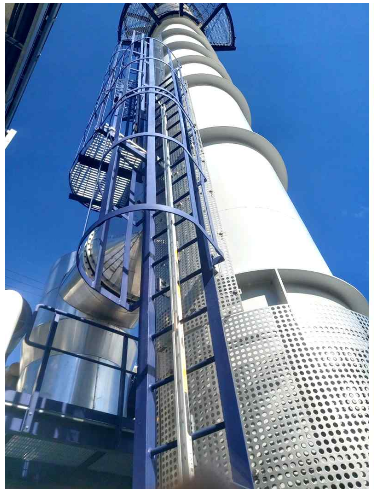
방문 사업장 9

- 사업장 규모 : 300인 이상
- 업종명 : 선박용 도료 제조

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 사다리 추락방지장치로 수직레일 설치됨 (시작점 지상 1.5m 부터 안전대 체결 가능)
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이상인 경우, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 지름이 70cm 정도임.
- 5m 마다 계단참 설치됨

현장사진



안전관리자 의견

- 상부 대기 측정을 위해 1회/월 고정식 사다리를 이용하고 있으며 주로 외부 대기측정업체가 사용.
- 대기 측정용 장비를(대기 측정용 호스) 이동시 2인 작업이 필수임.
- 점검을 제외하고는 사용하고 있지 않아 부식 등의 우려가 있음.

방문 사업장 10

- 사업장 규모 : 300인 이상
- 업종명 : 고무제품 제조업

고정식 사다리 설치 상태

- 발판 간격과 폭은 모두 기준에 적합함.
- 조사된 고정식 사다리는 모두 7m 이상인 경우, 모두 등받이울이 설치되어 있음.
- 등받이울의 지름이 70cm 정도임.
- 5m 마다 계단참 미설치됨

현장사진

안전관리자 의견

- 상부 청소, 점검을 제외하고 이용의 빈도가 거의 없음 (주로 외부 협력 업체 작업자가 사용).
- 작업전 고소작업허가서 발행과 근로자 개인보호구 착용에 대한 확인이 필수임
- 점검을 제외하고는 사용하고 있지 않아 부식 등의 우려가 있음.

이와 같이 조사된 사업장 10곳의 산업안전기준에 관한 규칙 제24조에 따른 사다리식 통로 설치 실태조사 결과를 종합하면 다음과 같다.

- 제1항제6호 관련 : 조사 사업장 대부분이 이동식 사다리를 이동 통로로 사용하는 경우는 극히 드문 경우였고, 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 예방하기 위한 조치방안에 대해 조사한 결과 대부분 로프 등을 이용하여 사다리를 견고하게 고정하여 사용하였고 일부의 경우 앙카를 고정하여 사용함을 확인하였다.
- 제1항제9호 관련 : 등받이울이 고정식 사다리 추락사고를 완전히 예방하는데 효과적이지 않다는 의견을 확인하였고, 등받이울 법적 설치 의무 높이를 낮추어 기준을 강화할 필요가 있다는 대다수의 의견을 확인하였다.
- 그 외 조항 : 사다리 발판 폭·간격, 발판과 벽 사이 간격, 기울기 등 모든 기준에 적합함을 확인하였다.
- 기타 : 지면에서 사다리 첫 번째 답단의 높이가 높은 경우 탑승자 하강시 발을 헛디뎌 사고발생 위험이 높으나 관련규정이 없어 법규정이 필요하다는 의견을 확인하였다.

Ⅵ. 사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토

Ⅵ. 사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토

앞 장에서 등받이울을 포함한 고정식 사다리의 추락방지를 위한 안전시스템에 대해서 국내외 법규정과 규격을 조사하여 안전기준을 검토하였다. 또한 실제 사용 중인 고정식 사다리의 안전 현황을 파악하기 위해 최근 10년간 사망사고 사례를 조사하여 분석하였고, 등받이울 등의 추락방지시스템이 설치되어 있는 사업장의 현장 실태조사를 수행하였다. 이 결과로부터 현재의 우리나라 고정식 사다리의 안전기준에 대하여 법규정의 적용범위 관점과 안전 성능 관점에서 적정성을 고찰하였다.

1. 법규정의 적용범위 관점

1) 추락방지 시스템 높이 기준

우리나라의 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조제1항제9호에서는 고정식 사다리식 통로에서 사다리 높이가 7m 이상인 경우에 추락방지 시스템으로서 등받이울을 설치하도록 규정되어 있다. 외국의 기준과 비교하여 이 높이 설정의 수준에 대해 고찰하고자 한다.

미국의 경우 우리나라와 유사한 Walking-Working Surfaces에서의 규정인 새로운 29 CFR 1910.28의 추락 및 낙하물 방지의무 조항에서는 2018년도부터 바닥(lower level) 위의 7.3m (24 ft) 이상의 높이를 연결하는 고정식 사다리를 새로 설치하는 경우에는 등받이울 대신 개인 추락방지 시스템 또는 사다리 안전시스템을 설치하도록 개정하였다. 또한, 건설분야 안전보건에 관

한 규칙인 CFR 1926.1053에서는 아래층에서 높이가 7.3m를 초과하는 고정식 사다리에서 등받이울, well 또는 사다리 안전시스템을 설치해야한다고 규정하고 있고, 터미널 시설에 관한 규정인 CFR 1917.118에서는 높이가 6.1 m (20 ft)를 초과하는 고정사다리에 대해 설치를 규정하고 있다. 영국에서는 Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992에 높이가 2.5m를 초과하는 수직각도 75도 이상의 고정 사다리는 가능한 경우 적절한 등받이울 또는 영구적으로 고정된 추락방지시스템을 장착해야 한다고 규정하였다. 또한 Building Regulation에서는 주거와 사무실로 사용하는 경우에는 BS(British Standards)에 따라 설치되도록 하였다. 일본의 노동안전위생규칙에서는 비록 제519조에 추락방지에 대한 조항에서 2m의 높이기준은 있지만 작업공간에 대해서 규정되어 있으며, 사다리식 통로에 대해서는 우리나라 산업안전보건규칙 제24조(사다리식 통로 등의 구조)와 유사한 제556조에 규정되어 있지만 등받이울 등의 추락방지 시스템에 관해서는 어떠한 규정도 존재하지 않는다.

따라서 일반적인 작업장에서 등받이울을 포함한 추락방지 시스템을 설치해야 하는 최소 사다리 높이로 판단하면 영국의 수준이 높게 설정되어있고, 우리나라는 미국과 유사하게 중간 수준이며 일본의 경우에는 높이에 대한 규정이 없으므로 가장 완화된 수준이라고 볼 수 있다. 또한 높이 기준 설정이 오름구간 높이로 되어있는 경우와 사다리 자체의 높이로 되어있는 경우가 혼재되어 있음을 확인하여야 한다. 기존 사고통계 분석 및 현장실태조사를 통해서는 등받이울과 같은 안전시스템의 설치 높이를 낮추는 것이 고정식 사다리의 안정성을 높일 수 있다는 결론을 얻었다.

2) 법체계 기준

이 고찰에서 이야기하는 법체계 기준이란 등받이울을 포함한 추락방지 시스템의 적용대상 범위와 그 상세한 규정 정도를 의미한다. 우리나라의 경우 산업안전보건규칙 제24조에서 일반작업장에 설치된 고정식 사다리에 대하여 안전시스템인 등받이울에 대한 설치의무 기준과 등받이울의 시작지점에 대한 규정만 존재하고 상세한 설치방법에 대하여 법으로 규정하지는 않고 있다. 미국의 경우 앞에서 살펴본 바와 같이 일반적인 작업장, 건설 현장, 그리고 마린터미널 등 추락방지스템이 필요한 장소에 따라 적합한 기준을 독립적으로 가지고 있다. 또한 설치기준으로서도 대략적인 기준이 각각의 법에 포함되어 있는데, 일반적인 작업장의 경우 CFR 1910.28에서 명시한 등받이울과 well의 설치기준을 CFR 1910.29에 제시하여 주고 있음을 확인할 수 있다. 영국에서는 작업장과 빌딩으로 나누어서 공간에 따른 추락방지 안전기준이 마련되어 있고, 등받이울이나 추락방지시스템의 상세한 설치 기준은 별도로 규정하지 않고 BS(British Standards)를 참조하라고 안내되어 있다. 일본의 경우에는 일반적인 작업장 이외에는 특별한 법규정이 없을 뿐 아니라 상세한 설치기준 등도 정해지지 않았다.

이와 같이 국내외 법체계의 적용대상과 규정의 상세함을 가지고 판단하였을때는 법의 적용대상이 넓어지면 상세함이 떨어지는 상황을 확인할 수 있다. 하지만 설치기준과 같은 자세한 법규정은 결국 실효성과 관계되어지므로 우리나라에서도 ISO나 KOSHA 가이드 등과 같이 표준규격 등을 법규정에 적극적으로 활용할 필요가 있다고 판단된다.

3) 사용 가능한 추락방지 시스템의 종류 기준

국내의 경우 고정식 사다리에서 추락방지를 위한 시스템으로서 등받이울만을 법에서 규정하고 있고 기타 개인 추락방지 시스템 등은 규정되어 있지 못한 상태이다. 미국의 경우에는 새로운 29 CFR 1910.28의 추락 및 낙하물 방지의무 조항에서는 2018년도부터 높이 7.3 m 이상의 고정식 사다리를 새로 설치하는 경우에는 등받이울 대신 개인 추락방지 시스템 또는 사다리 안전시스템을 설치하도록 개정하였다. 또한 기존에 안전시스템으로서 등받이울을 설치하였던 기존 사다리는 2036년까지 본 규정을 유예하였지만, 이 이후에도 등받이울이 개인 추락 방지시스템과 간섭이 없는 경우에는 함께 사용해도 좋

다고 하여 기존의 등받이울을 제거할 필요가 없음을 확인해 주었다. 따라서 궁극적으로는 등받이울을 완벽한 추락방지 시스템으로는 볼 수 없다고 판단하였다. 하지만 건설현장이나 터미널 등 별도의 장소에서는 등받이울을 안전시스템으로서 여전히 사용할 수 있다. 영국에서는 추락방지에 대한 규정 124에 적절한 등받이울 또는 영구적으로 고정된 추락방지시스템을 장착해야 한다고 규정하였으므로 법률적으로는 등받이울을 추락방지 시스템으로 인정하고 있다고 볼 수 있다. 일본의 노동안전위생규칙은 구조적으로 우리나라의 산업안전보건기준에 관한 규칙과 유사하여 추락의 방지와 사다리식 통로에 대하여 규정되어 있지만, 등받이울에 대해서는 명확한 규정이 존재하지 않는다. 따라서 조사된 해외 규정에 의하면 안전시스템으로서 등받이울에 대한 인식과 함께 다른 개인추락방지시스템의 사용 가능성을 규정하는 정도가 모두 상이하다고 할 수 있다.

이상과 같이 국내외 법규정에 의해 사용가능한 추락방지 안전시스템의 종류는 미국의 경우 기본적으로 추락방지시스템만을 특정하였고, 등받이울은 한시적으로 사용을 허가하였다. 또한 영국은 등받이울과 추락방지시스템 모두를 허용하였고, 우리나라는 등받이울만을 규정한 반면에 일본은 관련 규정이 없음을 확인할 수 있었다. 현재 추락방지를 위한 안전설비 또는 기구로서 여러가지 추락방지시스템이 개발되어 사용되고 있다. 따라서 기능적인 관점에서 기존의 등받이울에 대하여 추락방지 기능에 대한 안전설비로의 판단이 확실하지 않더라도 서로의 안전성능이 저하되지 않는 조건에서 다른 FAS(fall arrest system)을 이용할 수 있도록 법규정에 조항을 추가하여 국제 추세에 맞출 필요가 있다고 판단된다.

2. 추락보호 성능 및 한계 관점

추락방지 기능에 대하여 등받이울과 다른 추락방지시스템(FAS)와 비교하고 분석하여 서로 간의 장단점을 통해 각 시스템의 안전성을 고찰하였다. 연구

중 성능적 관점에서는 추락방지 보다는 추락보호라는 개념으로 접근하는 것이 보다 타당하다고 판단되었고, 따라서 이에 대한 설명과 비교검토 내용을 제시하였다. 안전시스템으로서의 선택은 관련 법률과 기준 그리고 사회적 상황과 서로 밀접히 연관되어 있으므로 본 연구에서는 각 시스템의 실질적인 안전성 판단 기준에 대한 정보를 제공하는 것으로 의의를 두었다.

1) 고정식 사다리 추락보호(Fall Protection)의 개념

추락보호(Fall Protection)는 우리가 일반적으로 말하는 추락방지(Fall Prevention)와는 다르다. 추락방지와 추락보호의 차이는 추락재해예방 이론과 밀접한 관련이 있다. 이론적으로 재해예방은 위험-사고-피해의 3가지를 포괄하고 있는 개념이다. 즉, 추락재해예방은 (1) 추락 위험 요인 자체를 제거하는 것(위험 방지), (2) 제거되지 못하였거나 잔존한 추락 위험 요소에 따른 추락 발생(즉, 추락사고)을 방지하는 것(사고 방지), (3) 추락이 발생(즉, 추락사고가 발생)하였을 경우(영어권에서는 falling으로 표현한다) 자유 낙하(free fall)하는 사람의 신체적 피해를 최소화하는 것(피해 방지 또는 경감), 이 세가지 중 어느 하나 또는 이 모두를 수행하는 것이 추락재해예방에 해당된다. 이러한 이론적 정의에 따라 추락재해예방 대책을 구분해보면, 안전난간(guardrail)/개구부덮개/작업발판 등은 사고 방지(즉, 추락방지; Fall Prevention) 대책에 해당하며, 추락방지망(safety net)이나 개인보호장비(안전대, 죔줄(lanyard) 등 연결장치 및 안전대부착설비 등을 포함한 하나의 시스템을 의미함; Personal Fall Protection System)는 피해 방지 또는 경감 대책(즉, 추락보호; Fall Protection)에 해당한다. 즉, 추락방지망이나 개인보호장비는 추락사고방지(즉, 추락 발생 자체를 억제하는)로서 주로 기능하는 것이 아니라, 발생한 추락사고로부터 사람의 신체에 피해(즉, 부상이나 사망 등)가 발생하는 것을 억제하는(즉, 피해 방지 또는 경감) 기능을 가진다. 따라서, 고정식 사다리에 대한 여러 표준규격에서 Fall arrest system(Ladder Safety System)과 Safety Cage를 Fall Protection으로 정의하고 있는 것

은, 추락에 따른 신체의 피해를 "보호(Protection)"하는 피해 방지(prevent) 또는 경감(reduce/minimize/mitigate) 대책에 해당한다. 즉, 이러한 대책은 추락사고의 발생 자체를 억제하는 기능(Fall Prevention; 추락방지)은 인정하지 않는(즉, 기능이 없거나 목표 기능이 아닌) 것을 전제로 하고 있다. [그림 Ⅵ-1]은 ISO 14122-4(2004년판, 2016년판)와 미국 연방규정인 CFR에서 정의하고 있는 Fall Protection의 개념을 나타낸다. Fall protection을 정의할 때 "prevent", "reduce/minimize/mitigate", "falling from"이라는 용어를 사용하고 있음을 알 수 있으며, 특히 모두 "falling from"을 사용하고 있는데 이는 Fall protection은 Falling(앞서 설명한 바와 같이 추락사고를 나타낸다)을 전제로 하고 있음을 알 수 있다. 즉, Fall protection을 위한 수단은 falling 상황에서, 신체에 피해가 발생할 위험을 방지(prevent)하거나 경감(reduce/minimize/mitigate)하는 대책으로 정의된다.

ISO 14122-4 (2004)	**3.6** **fall protection** technical measure to prevent or reduce the risk of people falling from fixed ladders
ISO 14122-4 (2016)	**3.7** **fall protection** technical measure to prevent or to minimize the risk of people falling from ladders
OSHA CFR 1910.21(b)	Fall protection means any equipment, device, or system that prevents an employee from falling from an elevation or mitigates the effect of such a fall.

[그림 Ⅵ-1] Fall Protection의 정의

주목할 점은, ISO 14122-4에서는 Fall protection에 대한 정의가 변화되었다는 점이다. 2004년판에서는 "technical measure to prevent or reduce"로 표현하고 있는 반면에, 2016년 개정판(현재 시행)에서는 "technical measure to prevent or to minimize"로 표현하고 있다. 즉, 2016년 개정판에서는 방지하기 위한(to prevent) 기술적 수단(technical measure)과 최소화하기 위한(to minimize) 기술적 수단으로 수단의 기능을 분리하여 정의하고 있지만, 2004년판에서는 방지 또는 경감하기 위한(to prevent of reduce) 기술적 수단으로 표현함으로써 수단을 '피해 방지를 위한 수단'과 '피해 경감(최소화)을 위한 수단'으로 분리하지 않고 있다. 이러한 변화는 ISO 14122-4에서의 Safety Cage에 대한 정의에서 보다 구체화된다.

2) 고정식 사다리 추락보호체계 종류별 기능과 한계

[그림 Ⅵ-2]는 ISO 14122-4(2016)에서 Fall Protection 수단으로서의 Safety Cage에 대한 용어 정의를 나타낸다. Safety Cage는 추락으로 인한 위험을 최소화하기 위해 사다리에 영구적으로 고정된 보호장치로 정의하고 있다. 즉, ISO 14122-4(2016)에서는 Fall Protection을 Prevent 수단과 Minimize 수단으로 분리하였는데, Safety Cage는 추락에 의한 신체 피해의 위험을 방지(Prevent)하는 수단이 아닌 최소화(Minimize)하는 수단으로 정의하고 있으며, Safety Cage는 추락 사고에 따른 신체 피해를 Fall arrester 처럼 완전하게 방지하지는 못한다는 것을 암묵적으로 인정하고 있다.

3.7.1
safety cage
cage-shaped protective device, permanently fixed to the ladder, to minimize the risk of persons falling from ladders

3.7.2
guided type fall arrester on rigid anchorage line
fall arrester
protective equipment permanently fixed to the ladder and used in combination with personal protective equipment

[그림 Ⅵ-2] Safety Cage와 Fall Arrester의 정의 (ISO 14122-4 2016년 개정판)

[그림 Ⅵ-3]은 ANSI Z359.0 (Z359 Committee Guidance Document for Definitions and Nomenclature Used in Z359 Fall Protection and Fall Restraint Standards)에서의 Fall arrest에 대한 정의를 나타낸다. 즉,

일반적으로 Fall arrest란 인체의 추락 상태(즉, 자유 낙하 상태)를 바닥면이나 지상에 충돌(ground impact)하기 전에 정지(stop)시키는 것을 의미한다.

2.57 Fall Arrest. The action or event of stopping a free fall or the instant where the downward free fall has been stopped.	***E2.57*** *For the purposes of these standards, fall arrest is the instant when a falling body is first stopped. Fall arrest coincides with the greatest forces and deflections of the fall arrest system.*

[그림 Ⅵ-3] Fall Arrest의 정의 (ANSI Z359.0)

Fall arrest 방식은 크게 Active 방식과 Passive 방식으로 나눌 수 있다. [그림 Ⅵ-4]는 ANSI Z359.0에서 Active Fall Protection System과 Passive Fall Protection System에 대한 정의를 나타낸다. 즉, Passive 방식은 사용자가 개인추락보호장비(안전대, 죔줄 등)를 착용 및 사용하지 않더라도 Fall arrest를 할 수 있는 방식이며(예를 들어, 추락방지망이 이에 해당한다), Active 방식은 개인추락보호장비의 올바른 사용 방법을 교육받은 사람이 이를 착용 및 사용하여야 Fall arrest를 할 수 있는 방식이다.

2.2 Active Fall Protection Systems. A fall protection system that requires authorized persons to wear or use fall protection equipment and that requires fall protection training.	***E2.2*** *Active fall protection systems include any fall restraint, fall arrest, travel restriction or administrative controls used to protect authorized persons at height.*
2.113 Passive Fall Protection System. Fall protection that does not require the wearing or use of personal fall protection equipment.	***E2.113*** *Examples of passive fall protection systems include safety nets, guardrail systems, or other means that protect an authorized person from a fall hazard.*

[그림 Ⅵ-4] Fall Protection 방식의 정의 (ANSI Z359.0)

표준규격에서 고정식 사다리에 적용하는 Fall Arrest System은 Active방식에 해당하며, 개인추락보호장비(전신안전대, 죔줄, 연결장치 등; Personal Fall Protection Equipment)와 이를 부착할 수 있는 설비(안전대부착설비; anchor)로써 고정식 사다리의 경우 수직레일 등의 Rigid anchor line(EN 353-1)으로 구성된다. 특히, 미국은 고정식 사다리에 적용하는 안전대부착설비로 사다리에 영구적으로 부착/고정된 수직구명줄(flexible carrier)이나 수직레일(rigid carrier)을 적용하도록 하고 있다. 이러한 고정식 사다리 Fall Arrest System은 [그림 Ⅵ-4]에 나타낸 바와 같이, 개인추락보호장치와 안전대부착설비를 조합 사용(use in combination with)해야 Fall Arrest가 가능하다. 즉, 고정식 사다리 Fall Arrest System이 기능을 발휘하기 위해서는 다음 3가지 조건을 반드시 만족하여야 한다.

첫째, 고정식 사다리에 안전대부착설비(수직 레일 등)가 설치되어 있어야 한다.

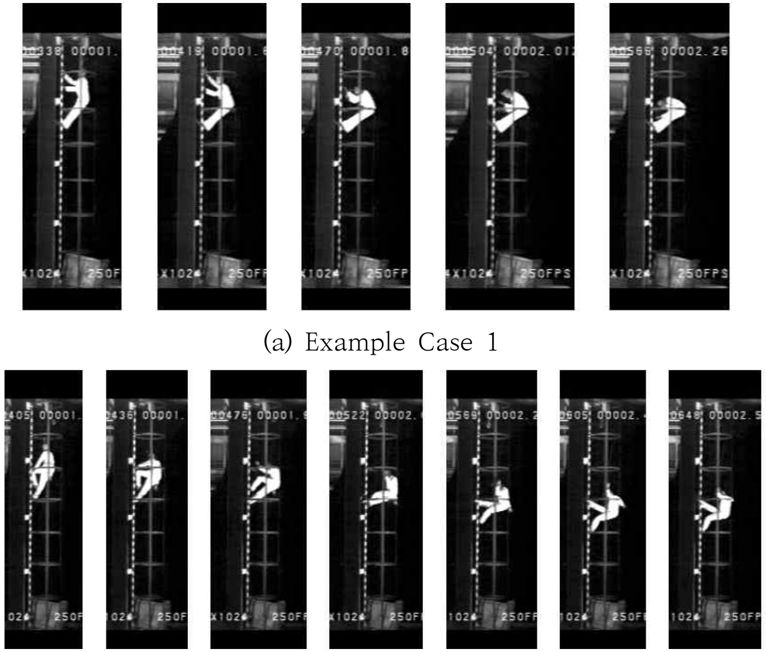
둘째, 적절한(proper) 개인추락보호장비를 착용하고 있어야 한다.

셋째, 고정식 사다리에 설치된 안전대부착설비에 개인추락보호장비가 체결되어 있어야 한다.

위의 3가지 조건 중 어느 하나(또는 모두)라도 만족하지 않을 경우, Fall Arrest System의 기능 발휘를 기대할 수 없으며(즉, 바닥면이나 지상에 충돌하기 전에 추락 상태를 정지하는 것), 따라서 아무런 보호를 받지 못한 추락과 동일한 결과가 나타난다. 그러나, 위의 3가지 조건을 만족할 경우에는 추락에 의한 피해 방지(prevent)에 충분한 Fall arrest를 기대할 수 있다. 문제는 위의 3가지 조건 중 어느 하나라도 만족하지 못하는 상황(예를 들어, 체결하는 것을 잊거나 올바르게 체결하지 않고 사다리를 승강하는 Human Error 상황, 적절한 개인추락보호장비가 구비 또는 사용자에게 지급되어 있지 않은 상황 등)이 현장에서 얼마든지 발생할 수 있다는 점이다. 이러한 경우에 고려해 볼 수 있는 대안으로는 개인추락보호장비 등이 필요하지 않은 Passive 방식이 있다.

Safety Cage(등받이울)는 Passive 방식에 해당한다. 즉, 개인추락보호장비가 필요하지 않으며, 한번 설치되면 사용자의 의지나 사용 여부와 관계없이 영구적으로 목표 기능을 달성할 수 있는 장점이 있다. 문제는 고정식 사다리

에서의 추락 발생 시에 등받이울의 Fall Arrest 기능 발휘(추락 상태를 정지)를 Active 방식인 Fall Arrest System만큼 확실하게 기대할 수 없다는 것에 있다(참고적으로 여러 표준규격에서 Cage에 대한 용어 정의 시에 Fall Arrest라는 표현을 사용하지 않는다). 즉, 등받이울은 추락이 발생하였을 때, 경우에 따라서는 추락 상태를 정지(Fall arrest)시킬 수 있지만(예를 들어 [그림 VI-5]와 같은 경우), 이러한 상황의 발생은 우연성(불확실성)이 매우 높다 [HSE RR 258, 2004]. 또한, 이러한 Fall arrest가 되기 전 자유 낙하 과정에서 신체의 일부가 등받이울이나 사다리에 부딪혀서 부상을 입거나 또는 등받이울에 Fall arrest되는 과정에서 부상을 입을 가능성도 있다 [HSE RR 258, 2004]. 그러나, 이러한 불확실한 Fall arrest 가능성과 부상의 가능성을 전제하더라도 사망사고와 같은 치명적 결과(Fatal Injury)의 관점에서 등받이울의 기능을 살펴보면, 등받이울이 없는 상태에 비해 있을 경우 비두부 우선형(Non-head first) 추락이 유도된다는 점이다(단, 항상 그렇지는 않다). 추락 형태 중에서 가장 위험한(즉, 치명적인) 추락 형태는 두부 우선형(Head First) 추락으로 알려져 있으며 [Goonetilleke 1980], 발 우선형(Feet First)과 같은 비두부 우선형이 두부 우선형 보다 생존 가능성이 높은 것으로 보고된 바 있다 [Buckman Jr. and Buckman, 1991, Liu et al. 2009]. 단, 비두부 우선형 추락이라도 추락 높이가 높은 경우 등에서는 두부 우선형 못지않게 생존 가능성이 낮아지며(미국 ANSI A14.3에서 높이 24ft 이상에서는 Ladder Safety System을 원칙 적용하도록 규정을 변경한 것은 이와 관련이 있는 것으로 사료된다), 또한 추락 높이가 상대적으로 낮더라도 비두부 우선형 추락이 반드시 생존을 보장하는 것은 아니다 [Rowenstein 1989; Goodacre et al. 1999]. 그리고 추락 사고는 사고 후 구조구급 상황 및 의료적 처치 상황에 따라서도 생존율이 달라질 수 있으며, 또한 사고 후 생존과 신체 회복은 다른 문제로서 만약 생존하더라도 장애 없는 완전한 회복에 이르지 못할 수도 있다 [Wang et al. 2022]. 그러나, 이를 전제하더라도 추락으로 인한 두부 손상은 보다 더 치명적인 결과를 초래할 수 있다는 관점에서만 바라보면, 등받이울이 없는 상태는 비두부 우선형 추락이 유도되지 않으나 등받이울이 있는 경우에는 이를 유도할 수 있다는 점은 분명한 장점으로 볼 수 있다(단, 주의할 점은 앞서 설명한 바와 같이 비두부 우선형 추락이라도 높이가 높은 곳에서 추락하는 경우 등 상황에 따라 두부 우선형 못지 않게 치명적인 결과가 나타날 수 있다).



(a) Example Case 1

(b) Example Case 2

[그림 VI-5] 등받이울에 의한 Fall Arrest 상태의 예 (영국 HSE Research Report RR258 발췌)

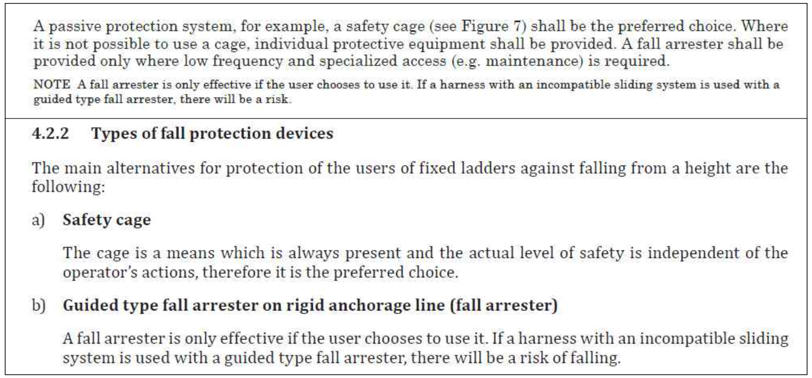
이론적으로 위험성(Risk)은 사고의 발생 가능성과 결과의 강도(Severity)로 결정된다. 즉, 위험성을 낮추기 위해서는 발생 가능성(발생 빈도) 또는 결과의

강도(피해의 크기)를 낮추어야 한다. 앞서 설명한 바와 같이 Fall Protection은 추락 사고의 발생을 전제로 한다. 즉, Risk 이론적으로는 Fall Protection System은 추락 사고의 발생 가능성을 낮추는 것이 아니라 추락 사고에 따른 피해의 크기를 낮추어 Risk를 줄이는 수단이다. 이러한 관점에서 Fall Arrest System은 피해를 방지(Prevent)함으로써 Fall Risk를 능동적/직접적으로 방지/저감하는 수단으로 해석할 수 있고, 등받이울은 피해를 능동적/직접적으로 방지/저감하지는 못하지만 피해의 최소화(minimize)를 유도하는 수동적 저감 수단으로 해석할 수 있다(ISO 14122-4(2016)에서는 Safety Cage에 대해 Reduce라는 직접적/적극적 표현 대신 Minimize라는 소극적 표현을 사용하고 있다).

〈표 Ⅵ-1〉 고정식 사다리 Fall Protection System 종류별 기능과 한계

구분	Fall Arrest System	Safety Cage	No Protection
추락의 발생을 억제	X	X	-
추락 상태를 정지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
신체 피해의 방지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
바닥/지상에의 충돌 방지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
기능의 상시 발휘 가능성 (사용자 불개입성)	X	O	-
안전대 등 개인보호장치의 착용 필요성	O	X	-
Human Error 등에 의한 기능의 무효화 가능성	O	X	-
추락 발생 높이에 따른 피해 방지 기능 저하 가능성	X	O	-
비두부 우선형(Non-head first) 추락 유도	해당사항없음 (추락상태가 정지)	O	-

지금까지 설명한 Fall Arrest System과 Safety Cage의 기능과 한계를 〈표 Ⅵ-1〉에 정리하였다. 표에서 알 수 있듯이, Fall Arrest System은 앞서 설명한 3가지 조건을 만족할 경우 가장 확실한 Fall Protection System에 해당한다. 그러나, 이러한 조건을 만족하지 못할 경우 사실상 아무런 보호조치가 되어 있지 않은 경우와 동일하며, 이 경우에는 Safety Cage가 아무런 보호조치가 되어 있지 않은 경우 보다 최소한의 Protection을 제공할 수 있음을 알 수 있다. 결론적으로 여러 표준규격에서 고정식 사다리 추락방지체계의 원칙 적용 기준에 Safety Cage를 제외하고 있는 추세에서도, Safety Cage를 고정식 사다리의 Fall Protection 수단에서 완전히 배제하지 않고 있는 것은, 현장에서의 이러한 상황(즉, Fall Arrest System이 무효화되는 경우나 Fall Arrest System을 적용하기 어려운 경우 등)을 상정하고 있기 때문으로 사료된다. 이러한 측면에서 바라볼 때, BS 4211과 ISO 14122-4(2016)의 추락방지체계의 적용에 대한 규정에서 [그림 Ⅵ-6]과 같은 설명을 제시하고 있다는 것은 주목할만하다.



A passive protection system, for example, a safety cage (see Figure 7) shall be the preferred choice. Where it is not possible to use a cage, individual protective equipment shall be provided. A fall arrester shall be provided only where low frequency and specialized access (e.g. maintenance) is required.

NOTE A fall arrester is only effective if the user chooses to use it. If a harness with an incompatible sliding system is used with a guided type fall arrester, there will be a risk.

4.2.2 Types of fall protection devices

The main alternatives for protection of the users of fixed ladders against falling from a height are the following:

a) **Safety cage**

The cage is a means which is always present and the actual level of safety is independent of the operator's actions, therefore it is the preferred choice.

b) **Guided type fall arrester on rigid anchorage line (fall arrester)**

A fall arrester is only effective if the user chooses to use it. If a harness with an incompatible sliding system is used with a guided type fall arrester, there will be a risk of falling.

[그림 Ⅵ-6] BS 4211과 ISO 14122-4(2016)에서의 Fall Protection 수단 선택 규정

Ⅶ. 결론

Ⅶ. 결론

현재 우리나라 작업에서는 고정식 사다리식 통로 기준이 명시되어 높이가 7m 이상인 경우에 등받이울을 설치하도록 하고 있다. 하지만 이러한 기준에 의해 설치된 고정식 사다리에서도 꾸준히 사고가 발생하고 있으며, 최근 일부 선진국에서 고정식사다리의 추락 방지를 위한 시스템 등에 대한 개정을 통해 작업자의 안전을 확보하고 있으므로 우리나라에서도 이러한 사회적 요구에 따라 사다리식 통로의 안전기준 검토가 요구되고 있다. 따라서, 등받이울 설치기준 등 사다리식 통로 안전기준의 적정 여부를 검토할 필요가 있고, 사다리식 통로를 설치한 사업장의 실태 조사를 통해 적정 설치사례 및 기타 추락 방지 조치사례를 검토할 필요가 있다.

본 연구는 사다리식 통로의 구조 안전기준 및 등받이울 등의 안전시스템에 대해 국내외 관련 법령 및 제도를 분석하고 간접적으로 산업현장에의 적정성을 검토하여 추락사고 등 산업재해 예방을 위한 등받이울의 기능에 대한 더 나은 이해를 제공하는 것을 목적으로 하였고, 수행한 연구 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

○ 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 법제도 분석

등받이울과 같은 사다리식 통로의 안전시스템 관련 법규정과 관련해서는 국내의 경우 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조에 대해 조사하여 변화과정을 추적하여 시대의 요구를 확인하였다. 해외의 법제도는 미국, 영국, 일본을 대상으로 수행하여 등받이울 등 고정식 사다리 안전 시스템을 규정하는 대상, 범위, 방법 등을 자세하게 비교 검토한 결과 국가별로 등받이울의 사다리 안전시스템으로의 인식, 설치 높이 기준, 기타 개인추락방지시스템의 허용 여

부 등 다른 점이 있음을 확인하였다. 이때, 우리나라는 미국/영국과 달리 사다리 안전시스템으로서 등받이울만 인정하고 있어 등받이울 외 추락방지시스템을 법규정에 추가시키는 방안을 검토해 볼 필요가 있음을 확인하였다.

○ **사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 표준규격 분석**

고정식 사다리의 안전성 확보를 위한 국가별 규격 기준의 특징과 차이점을 알아보기 위해 사다리식 통로 안전시스템의 법과 병행 사용되거나 독립적인 기술규격에 대해 조사하고 분석하였다. 국내의 경우 KS-ISO와 고정식 사다리의 제작에 관한 기술지침 (KOSHA GUIDE) 등을 포함한 관련 표준규격과 제도를 분석하였고, 외국의 경우 미국, 영국, 일본 등 개정된 제도와 함께 사용이 허락된 등받이울 이외의 추락방지시스템을 함께 분석하였다. 등받이울의 설치 대상, 법적인 강제성, 다른 FAS와의 병용성 등 국가별로 많은 차이점이 확인되었다. 이때, 미국/영국의 표준규격에서는 등받이울의 기능에 대한 관점이 추락위험의 방지에서 추락위험의 최소화로 변화하였고, 승강 높이가 높을 경우 등받이울보다 추락방지시스템을 사용하도록 변화하였다. 따라서, 우리나라도 등받이울을 적용하기 어려운 경우나 설치 높이가 높은(단, 높이 기준 값은 검토 필요)경우에는 추락방지시스템(Fall Arrest System)을 적용하도록 하는 규정 신설에 대한 검토 필요성을 확인하였다.

○ **사다리식 통로 안전시스템 관련 산업재해 발생현황 분석**

모든 업종을 대상으로 최근 10년간 사고 사망재해 분석한 결과, 사다리식 통로의 추락사망재해에 관해서는 등받이울의 설치여부가 어떤 영향을 주는지에 대한 결론을 내릴 수 없었다. 다만, 대부분의 재해가 안전대나 추락방지시스템을 설치했을 경우 예방이 가능했을 사고로 판단되었다. 또한 전체적인 고정식 사다리의 사망사고는 낮은 높이의 사다리에서 많이 발생하는데, 그 중에서도 개인보호구의 미착용과 작업규칙의 위반 등과 같이 작업자 스스로 안전규칙을 지키지 않아 발생하는 사고의 수가 많았다. 따라서 사다리식 통로에서의 사망사고 감소를 위해서는 등받이울 외 추락방지조치에 대한 도입 검토와 작업자의 안전교육과 관리 강화가 필요함을 확인하였다.

○ **사다리식 통로 안전시스템의 현장조사**

현장 실태조사를 통해 등받이울의 설치 시 국내 법제도 및 표준규격의 준수여부 확인하였고, 등받이울 이외의 추락방지조치 사례 등을 조사하였다. 조사된 사업장의 경우 사다리의 발판 간격과 폭 그리고 높이 기준에 따른 등받이울의 설치가 전체적으로 잘 준수되고 있었다. 설치된 등받이울의 지름은 70cm 정도가 일반적이었지만 사업장에 따라 90cm 이상인 곳도 있었고, 설치시점이 2.5m 이전에 시작되는 경우가 다수 발견되었다. 그리고 일부 고정식 사다리에서 추락사고가 발생한 사업장 등에서는 자체적으로 개인 추락방지 시스템을 갖추어 설치하여 사용하고 있었다.

○ **사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토**

수행한 연구결과를 바탕으로 현재의 우리나라 고정식 사다리의 안전기준에 대해 두 가지 관점에서 적정성을 고찰하였다. 하나는 안전기준의 적용범위 관점에서 접근하여 사다리 높이, 법체계, 허용된 추락방지시스템의 종류에 따른 측면에서 검토하였다. 다른 하나의 관점은 사다리 안전시스템의 성능 측면에서 기술하였다. 성능에 따른 검토에서는 고정식 사다리 안전시스템으로서 등받이울 이외의 다른 추락방지시스템의 규격과 적용성도 함께 검토하여 향후 법령 및 제도의 변경을 위한 기초적 자료를 제공하도록 하였다.

본 연구 결과를 통해 향후 사다리식 통로로 인해 발생하는 산업재해를 효과적으로 예방하기 위하여 관련 법령 및 제도 변화를 위한 판단근거 제공이 가능하다고 판단된다. 따라서 이 결과는 고정식 사다리의 위험성 평가와 관련

법률, 지침 및 표준을 제정하는 데 참고할 수 있다. 즉, 우리나라에서 사다리식 통로에 대해 현재 규정하고 있는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제24조의 적정성을 평가하고, 이로 인해 발생하는 산업재해를 보다 효과적으로 예방하기 위한 법령 및 제도를 제안할 수 있다. 또한, 기술적으로는 등받이울의 제작 및 설치 기준에 대해 안전성을 검토하고, 새로운 고정식 사다리 통로에 대한 추락방지 등의 안전시스템의 도입에 대한 고려를 가능하게 할 수 있다.

참고문헌

Canada New Brunswick Legislation, General Regulation-Occupational Health and Safety Act N.B. Reg. 91-191 Part X Section 121

ANSI A14.3:2002, American National Standard for Ladders-Fixed-Safety Requirements, 2002, American National Standard Institute(ANSI), USA

ANSI A14.3:2008, American National Standard for Ladders-Fixed-Safety Requirements, 2008, American National Standard Institute(ANSI), USA

ANSI A14.3:2018, American National Standard for Ladders-Fixed-Safety Requirements, 2018, American National Standard Institute(ANSI), USA

ANSI Z359.0:2018, Z359 Committee Guidance Document for Definitions and Nomenclature Used in Z359 Fall Protection and Fall Restraint Standards, 2018, American National Standard Institute(ANSI), USA

ANSI Z359.16:2016, Safety Requirements for Climbing Ladder Fall Arrest Systems, 2016, American National Standard Institute(ANSI), USA

Building Regulations (1991), Statutory Instrument 1991 No. 2768, The Stationery Office Ltd, London.

Building Regulations Approved Document K – Protection From

Falling, Collision and Impact (1998), The Stationery Office Ltd, London.

BS EN ISO 14122-4:2004, Safety of Machinery – Permanent means of access to machinery. Part 4: Fixed Ladders, 2004, British Standard Institute, UK

BS EN ISO 14122-4:2016, Safety of Machinery – Permanent means of access to machinery. Part 4: Fixed Ladders, 2016, British Standard Institute(BSI), UK

BS 4211:2005+A1:2008, Specification for Permanently fixed ladders, 2010, British Standard Institute(BSI), UK

Code of Federal Regulations, 29 CFR Part 1910.21 – Scopes and Definitions (2016), Occupational Safety and Health Administration, US Government Printing Office, Washington DC.

Code of Federal Regulations, 29 CFR Part 1910.28 – Duty to fall protection and falling object protection (2016), Occupational Safety and Health Administration, US Government Printing Office, Washington DC.

Code of Federal Regulations, 29 CFR Part 1926.1053 – Ladders (2014), Occupational Safety and Health Administration, US Government Printing Office, Washington DC.

Code of Federal Regulations, 29 CFR Part 1917.118 – Marine Terminals - Fixed Ladders (2000), Occupational Safety and Health Administration, Washington DC

Code of Federal Regulations, 29 CFR Part 1910.29 – Fall protection systems and falling object protection - criteria and practices. (1996), Occupational Safety and Health Administration, US Government Printing Office, Washington DC.

EN 353-1:1993, Personal protective equipment against falls from a height – Specification for guided type fall arresters on a rigid anchorage line, 1993, European Committee for Standardization(CEN)

EN 353-2:1993, Personal protective equipment against falls from a height – Specification for guided type fall arresters on a flexible anchorage line, 1993, European Committee for Standardization(CEN)

EN 363:1993, Personal protective equipment against falls from a height. Fall arrest systems, 1993, European Committee for Standardization(CEN)

EN 364:1992, Test methods for personal protective equipment against falls from a height., 1992, European Committee for Standardization(CEN)

Health and Safety Executive (2004), Preliminary investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, HSE RR258

Health and Safety Executive (2011), Investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, when used in conjunction with various fall-arrest systems, HSE RR657

Health and Safety Executive (2013) Workplace health, safety and welfare. Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992. Approved Code of Practice and guidance, Health and Safety Executive.

ISO 14122-4:2004, Safety of Machinery – Permanent means of access to machinery. Part 4: Fixed Ladders, 2004, International Standard Organization(ISO)

ISO 10333-4:2002, Personal fall-arrest systems - Part 4: Vertical rails and vertical lifelines incorporating a sliding-type fall arrester, 2022, International Standard Organization(ISO)

JIS B 9713-4:2004, 機械類の安全性－機械類への常設接近手段 第4部：固定はしご, 2020, 日本産業標準調査會(Japanese Industrial Standards Committee), Japan

JIS T 8165:2018, 墜落制止用器具, 2018, 日本産業標準調査會(Japanese Industrial Standards Committee), Japan

KS B ISO 14122-4:2004, 기계안전-기계설비에 대한 영구적 접근 수단-제4부:고정식 사다리, 2020, 산업표준심의회

KS G ISO 10333-4:2002, 개인용 추락 방지 시스템-제4부:미끄럼 타입 추락 방지 장치와 연결된 수직 레일 및 수직 구명줄, 2021, 산업표준심의회

KOSHA Guide G-3-2019, 고정식 사다리의 제작에 관한 기술 지침, 2019, 한국산업안전보건공단

노동안전위생규칙(労働安全衛生規則), 2022, 후생노동성(厚生労働省), Japan

A. Goonetilleke, “Injuries caused by falls from heights”, Medicine Science and the Law, Vol.20(4), pp.262-275, 1980

C. Liu, C. Wang, H. Shih, Y. Wen, J. J. Wu, C. Huang, H. Hsu, M. Huang, and M. Huang, “Prognostic factors for mortality following falls from height”, Injury, Vol.40, pp.595-597, 2009

P. Wang, C. Huang, I. Chen, E. P. Huang, W. Lien, and C. Huang, “Survival factors in patients of high fall – A 10 year level-I multi-trauma center study”, Injury, Vol.53, pp. 932-937, 2022

R. Buckman and P. Buckman, “Vertical Deceleration Trauma – Principles of Management”, Surgical Clinics of North America, Vol.71(2), pp.331-344, 1991

S. Goodacre, M. Than, E. Goyder, and A. Joseph, “Can the Distance Fallen Predict Serious Injury after a Fall from a Height?”, Journal of Trauma and Acute Care Surgery, Vol.46(6), pp.1055-1058, 1999

S. R. Lowenstein, M. Yaron, R. Carrero, D. Devereux, L. Jacobs, “Vertical Trauma: Injuries to Patients Who Fall and Land on Their Feet”, Annals of Emergency Medicine, Vol.18(2), pp. 161-165, 1989

황종문, 신성우 (2020) 이동식 사다리 추락 재해 예방을 위한 안전 제도의 문제점과 개선 과제, 한국안전학회지, 35(5), 86-94.

Abstract

Review of the Safety Structure for Ladder Pathways

Objectives : The only domestic legislative document, “Local Rule on Occupation Safety and Health Standard”, specifies caged ladders on fixed ladder and implies that the purpose of the safety cage is to protect workers from falling to the ground or other platform. However, accidents continue to occur in fixed ladders and recently, amendments to legislations on fall protection systems are being made abroad. The overall aim of this preliminary investigation was to update the current laws and regulations of fixed ladder in regard to how safety cage is used, what their intended purpose is, and to understand whether or not they could provide any form of fall-arresting capability.

Method : To address these questions, a literature search was undertaken, and a study of various references was made. This included legislation, official guidance, standards, research papers and miscellaneous publications from both national and international sources. This was supplemented by field survey of ten workplaces using fixed ladder and by case study recorded in the last 10 years statistic of fatal accidents on fixed ladders.

Results : A detailed comparative review of domestic and foreign legislations and standards were performed on safety systems of fixed ladder such as safety cage. There are several differences on the recognition of the safety cage as a fall protection system, installation height standard, and whether the other personal fall prevention system was used or not together. From the past fatal accidents and field survey, it was not possible to conclude on the effectiveness of the backrest for fall prevention. However, it was confirmed that the introduction of a safety system for fall prevention is required, and safety education and management reinforcement of workers using fixed ladders are required. In addition, based on the results of the research, the appropriateness of the current safety standards for fixed ladders in Korea was considered in terms of the application of regulations and functional aspects of safety ststem.

Key words : Fixed ladder, Safety cage, Fall arrest system, Ladder safety system

연구진

연 구 기 관 : **부경대학교**

연구책임자 : 이의주 (교수, 안전공학과)
연 구 원 : 신성우 (교수, 안전공학과)
연구상대역 : 이은진 (과장, 산업안전연구실)
황종문 (연구위원, 산업안전연구실)

연구기간

2022. 08. 21. ~ 2022. 11. 30.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토
(2022-산업안전보건연구원-861)

발 행 일 : 2022년 11월 30일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아
연구책임자 : 부경대학교 교수 이의주
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : 052-703-0845
팩 스 : 052-703-0334
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr
I S B N : 979-11-92782-57-7