

연구보고서

# 산업용 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 연구

김보준, 구본해, 신성우, 강유은

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원





# 제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “산업용 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 연구”의 최종 보고서로 제출합니다.

2024년 10월

## 연구진

연구기관 : 벤틱스액세스서비스

연구책임자 : 김보준 (대표, 벤틱스액세스서비스)

연구원 : 구본해 (대표, 세이프티액세스코리아)

연구원 : 신성우 (교수, 부경대학교)

연구원 : 강유은 (팀장, 벤틱스액세스서비스)



# 요약문

- 연구기간 2024년 05월 ~ 2024년 10월
- 핵심단어 로프접근기술, 안전기준, 장비, 관리체계, 교육
- 연구과제명 산업용 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 연구

## 1. 연구배경

로프접근기술은 효율성과 경제성 측면에서 긍정적인 평가를 받으며 다양한 산업 분야로 빠르게 확산되었다. 초기에는 로프접근기술 외에는 선택지가 없는 특정 작업에 한정적으로 사용되었으나, 기술의 보편화로 현재는 다양한 작업 환경에서 활용되고 있다. 그러나 이러한 확산 속에서도 안전사고가 발생하고 있으며, 이와 관련한 법적 안전기준이나 규정의 부재가 발견되었다.

법적 기준의 부재는 작업자들의 생명과 안전을 위협할 뿐만 아니라, 현장 안전 관리자들이 사고를 체계적으로 예방하고 통제할 수 있는 법적 도구가 부족함을 의미한다. 로프접근 작업은 높은 고소 작업 특성상 추락 사고의 위험이 크고, 비숙련 기술자나 부적절한 장비 사용도 주요한 위험요소로 작용할 수 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 로프접근기술의 안전성을 강화하고자 법적 안전기준 마련의 필요성을 제시하고, 실제 현장에서 적용 가능한 안전기준을 제안하고자 한다.

## 2. 주요 연구내용

본 연구는 국내 로프접근기술의 현황과 이로 인한 안전 문제를 파악하고,

이를 개선하기 위한 법적 안전기준 도입 방안을 제안하기 위해 다양한 자료를 수집하고 분석하는 방법을 채택하였다.

우선, 로프접근기술의 현황을 이해하고 이 기술이 다양한 산업 분야로 확산되면서 발생하는 안전 문제를 파악하기 위해 국내 로프접근기술 관련 보고서, 안전사고 통계 자료, 민간 교육 기관의 교육생 수 통계를 분석하였다. 이를 통해 로프접근기술자 수 증가와 다양한 산업 분야로의 확산 현황을 파악하였다.

추가로, 사고사례 분석을 통해 로프접근기술의 위험요소를 보다 구체적으로 도출하기 위해 설문 조사 및 인터뷰를 시행하였다. 로프접근기술 교육을 이수한 기술자들을 대상으로 설문 조사를 진행하여, 작업 현장에서 발생하는 주요 위험요소와 현장에서 적용되고 있는 안전 관리 실태를 파악하였다. 또한, 로프접근기술을 사용하는 발주처 및 현장 관리자를 대상으로 인터뷰를 통해 로프접근기술의 실제 사용 현황, 이점과 위험요소, 안전기준 마련의 필요성에 대해 다양한 의견을 수집하였다.

다음으로, 국내 법적 안전기준 마련을 위한 기초 자료로 활용하기 위해 국외 법령 및 해외 표준을 분석하였다. 일본, 캐나다 등 로프접근기술에 대한 법적 안전기준을 보유한 국가의 입법 사례와 국제적으로 사용되는 안전 표준을 검토하여, 국내 도입 시 적용할 수 있는 기준 항목과 각국의 특징을 비교 분석하였다. 이를 통해 각국의 기준을 바탕으로 국내에 적합한 로프접근기술 안전기준을 제안하고, 국내 안전기준 도입 방안에 대한 시사점을 도출하였다.

마지막으로, 연구에서 도출된 로프접근기술의 안전기준을 구체화하고, 이를 산업안전보건기준에 관한 규칙과 연계할 방안을 논의하였다. 연구 과정에서 제안된 교육, 장비, 관리 체계와 관련된 안전기준이 실제로 도입될 가능성을 높이기 위해 정부의 지원 제도와 유해위험 취업 제한 규칙 등의 제도적 지원 방안을 함께 검토하였다. 이를 통해 추가 비용 부담을 줄이고 작업자의 안전성을 강화하는 법적 근거를 마련할 필요성을 강조하였다.

### 3. 연구 활용방안

본 연구의 결과는 국내 로프접근기술의 안전 관리 체계를 강화하고 사고를 예방하기 위한 안전기준을 마련하는 데 가이드라인으로 활용될 수 있다. 정부 기관과 산업 안전 관련 부서에서는 본 연구에서 제안한 내용을 바탕으로 로프 접근기술에 대한 법적 안전기준을 마련할 수 있다. 이를 통해 작업 현장에서 법적으로 준수해야 할 기준을 명확히 하여 로프접근기술을 사용하는 산업 전반의 안전성을 높이는 기초 자료로 삼을 수 있다.

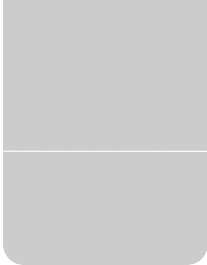
### 4. 연락처

- 연구책임자 : 벤틀스엑세스서비스 대표 김보준
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 차장 서용수
  - ☎ 052) 703. 0847
  - E-mail seoyo@kosha.or.kr



# 목 차

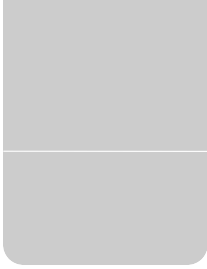
<b>I. 서 론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 배경 및 목적 .....	3
2. 연구의 내용 및 방법 .....	4
<b>II. 로프접근기술 소개</b> .....	<b>7</b>
1. 로프접근기술의 도입 배경 .....	9
2. 로프접근기술의 이해 .....	12
3. 로프접근기술의 이점 .....	58
4. 달비계 비교 .....	66
5. 소결 .....	74
<b>III. 로프접근기술 안전기준 마련의 필요성</b> .....	<b>77</b>
1. 국내 로프접근기술의 현황 .....	79



# 목 차

2. 사고사례 분석 .....	86
3. 소결 .....	110
<b>IV. 로프접근기술의 위험요소 .....</b>	<b>113</b>
1. 기술자 측면 .....	115
2. 사용자 측면 .....	131
3. 소결 .....	135
<b>V. 로프접근기술의 국외 법령 및 표준 .....</b>	<b>141</b>
1. 국가별 법령 분석 .....	143
2. 국가별 법령 요약 .....	148
3. 표준별 분석 .....	163
4. 표준별 요약 .....	168

5. 소결 .....	241
<b>VI. 로프접근기술 안전기준 도입 방안 .....</b>	<b>245</b>
1. 현행 안전보건규칙의 적용성 검토 .....	247
2. 로프접근기술에 필요한 안전기준 도입 방안 .....	251
3. 로프접근기술의 해외 입법 사례 및 시사점 .....	255
4. 소결 .....	262
<b>VII. 결 론 .....</b>	<b>263</b>
1. 로프접근기술의 장점 및 달비계와 비교 .....	265
2. 국내 로프접근기술의 현황 및 문제점 .....	266
3. 로프접근기술의 위험요소 분석 .....	266
4. 국외 법령 및 해외 표준 분석을 통한 국내 적용 방안 .....	267



# 목 차

5. 로프접근기술의 안전기준 도입 방안 .....	268
<b>참고문헌 .....</b>	<b>273</b>
<b>부록 : 설문조사지 .....</b>	<b>275</b>

# 표 목차

〈표 II-1〉 로프접근용 안전모	16
〈표 II-2〉 로프접근용 안전벨트	18
〈표 II-3〉 로프접근용 연결장치	19
〈표 II-4〉 로프접근용 하강기	21
〈표 II-5〉 로프접근용 등강기	22
〈표 II-6〉 로프접근용 백업장치	24
〈표 II-7〉 로프접근용 로프	26
〈표 II-8〉 로프접근용 추락저지 랜야드	27
〈표 II-9〉 로프접근용 위치 고정용 랜야드	28
〈표 II-10〉 로프접근용 카우스테일	29
〈표 II-11〉 로프접근용 앵커 장치	31
〈표 II-12〉 로프접근용 풋 루프	32
〈표 II-13〉 로프접근용 작업의자	33
〈표 II-14〉 로프접근용 도르래	33
〈표 II-15〉 동작에 따른 사용 목적	45
〈표 II-16〉 장소별 근무 시간	59
〈표 II-17〉 IRATA 협회사 현황	60
〈표 II-18〉 IRATA 재해율과 국내 재해율의 비교	62
〈표 II-19〉 달비계와 로프접근의 비교	71
〈표 V-1〉 조사한 국제 표준	168



# 표 목차

〈표 V-2〉 연결장비의 최소 고정강도 권고사항 .....	206
〈표 VI-1〉 작업의자형 달비계 규정의 로프접근기술 적용성 검토 .....	249
〈표 VI-2〉 로프접근기술 안전기준 도입 방안 .....	253
〈표 VI-3〉 로프고소작업 규정의 노동안전위생규칙 시행 취지 .....	257
〈표 VI-4〉 로프고소작업에 대한 노동안전위생규칙 규정 내용 .....	258
〈표 VI-5〉 로프고소작업에 대한 규정이 적용되는 로프고소작업의 범위 .....	259
〈표 VI-6〉 캐나다의 로프접근기술에 대한 법적 안전기준 .....	261

# 그림목차

[그림 Ⅱ-1] 용어의 정의(A) .....	13
[그림 Ⅱ-2] 용어의 정의(B) .....	14
[그림 Ⅱ-3] 레벨별 교육 내용 .....	37
[그림 Ⅱ-4] 로프접근 기술자의 자격 흐름도 .....	38
[그림 Ⅱ-5] IRATA 회원사의 로프접근 기술자 고용자 수 .....	58
[그림 Ⅱ-6] IRATA 회원사의 로프접근기술 교육 시간 .....	59
[그림 Ⅱ-7] IRATA 협회사 세계 사고 통계 (2018~2022) .....	60
[그림 Ⅱ-8] IRATA 회원사의 중대 재해 보고 현황 .....	61
[그림 Ⅱ-9] IRATA 회원사의 작업 영역별 사고 사례 보고 현황 .....	61
[그림 Ⅱ-10] IRATA 회원사의 작업자 등급별 사고 사례 보고 현황 .....	61
[그림 Ⅱ-11] IRATA 재해율과 영국, 유럽, 미국 재해율의 비교 .....	62
[그림 Ⅱ-12] 달비계 작업 모습 .....	66
[그림 Ⅱ-13] 로프접근 작업 모습 .....	67
[그림 Ⅱ-14] 수평 이동이 가능한 로프접근기술 .....	69
[그림 Ⅱ-15] 다양한 작업 환경에 적용 가능한 로프접근기술 .....	69
[그림 Ⅲ-1] 연도별 총 로프접근 기술자의 수 .....	80
[그림 Ⅲ-2] 연도별 Level 1 로프접근 기술자의 수 .....	81
[그림 Ⅲ-3] 로프접근 기술자의 산업군 분포도 .....	82
[그림 Ⅲ-4] 로프접근 기술자의 업종 분포도 .....	83
[그림 Ⅲ-5] 로프접근기술의 활성화 .....	85
[그림 Ⅲ-6] 사고 당시 승강기 및 랜야드 간섭도 .....	87

## 그림목차

[그림 Ⅲ-7] 재해자가 치수 작업을 했던 가이드 트랙 .....	88
[그림 Ⅲ-8] 랜아드가 파단된 양쪽 끝 모습 및 체결 고리 .....	88
[그림 Ⅲ-9] 청소용 고리에 자일 로프가 설치된 모습 .....	93
[그림 Ⅲ-10] 재해자가 착용한 안전 벨트 및 각종 장비 모습 .....	94
[그림 Ⅲ-11] 작업 진행 도식 측면 .....	98
[그림 Ⅲ-12] 재해자가 탑승한 달비계(좌) 및 로프(우) .....	98
[그림 Ⅲ-13] 잘못된 하강기 장착 방법 .....	100
[그림 Ⅲ-14] 재해자가 떨어진 위치 .....	103
[그림 Ⅲ-15] 옥상 작업 상황 .....	104
[그림 Ⅲ-16] 재해 발생 당시 상황 .....	105
[그림 Ⅲ-17] 재해자가 사용한 작업 로프 .....	106
[그림 Ⅲ-18] 하강기에 반대로 체결된 로프 .....	107
[그림 Ⅳ-1] 로프접근 자격증 보유 비율 .....	116
[그림 Ⅳ-2] 로프접근 기술자의 교육 이수 여부 및 교육 종류 .....	117
[그림 Ⅳ-3] 로프접근 기술자의 최초 교육 종류 .....	118
[그림 Ⅳ-4] 로프접근기술의 안전 교육 기준 마련 .....	119
[그림 Ⅳ-5] 로프접근 기술자의 인증 장비 사용 여부 .....	120
[그림 Ⅳ-6] 로프접근 장비의 선택 .....	121
[그림 Ⅳ-7] 로프접근 장비의 관리 .....	122
[그림 Ⅳ-8] 로프접근기술의 장비 기준 마련 .....	123
[그림 Ⅳ-9] 안전 관리 문서의 작성 여부 .....	124

[그림 N-10] 로프접근기술의 관리 체계 인지 .....	125
[그림 N-11] 로프접근기술의 팀 구성 .....	126
[그림 N-12] 로프접근기술의 관리 체계 기준 마련 .....	127
[그림 N-13] 로프접근기술의 안전기준마련을 통한 기대 효과 .....	128
[그림 N-14] 로프접근기술의 안전기준마련을 통한 부작용 .....	129
[그림 V-1] 권장되는 로프접근 기술자의 역량 요구 사항 .....	192
[그림 V-2] 권장되는 로프접근 작업장 관리를 위한 지식 .....	193
[그림 V-3] 앵커 슬링과 다른 종류의 랜야드 예시 .....	209
[그림 V-4] 로프접근 앵커 시스템의 일반적인 조건 .....	216
[그림 V-5] “15kN ≤ 각 앵커 강도” 지점에서의 Y행 예시 .....	217
[그림 V-6] “10kN ≤ 각 앵커 강도 < 15kN” 지점에서의 Y행 예시 .....	218
[그림 V-7] 끝매듭(Stopper Knot) 의 예시 .....	219
[그림 V-8] 파단된 앵커줄의 잠재적 위험성의 예 .....	220
[그림 V-9] 출입금지 구역의 유형 .....	223
[그림 V-10] 등강기 정적 성능 시험 방법 .....	233
[그림 V-11] 등강기 동적 성능 시험 방법 .....	234
[그림 V-12] 수동 조정 해제 시험 방법 .....	235
[그림 V-13] 동적 성능 시험, 구조 하중 .....	236
[그림 V-14] 카우스테일(Cow’s Tail) 검사 또는 랜야드 검사 .....	237
[그림 VI-1] 개인 추락방호용 Harness(좌)와 로프접근용 Harness(우) .....	248



# I. 서론





# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

2000년대 후반부터 국내 중공업을 중심으로 도입되기 시작한 로프접근 기술은 시간이 지나면서 그 활용 범위가 해양산업을 넘어 다양한 산업 분야로 빠르게 확장되었다. 초기에는 로프접근기술 이외에 다른 작업 방법이 없는 곳에 한정적으로 사용되었으나, 현재는 이러한 기술이 보편화되면서 다양한 작업에서도 빈번하게 사용되고 있다. 로프접근기술은 효율성과 경제성을 동시에 갖춘 작업 방식으로 평가받고 있지만, 그와 동시에 안전사고도 함께 발생되고 있는 실정이다.

이렇게 다양한 산업에서 사용되고 사고가 발생하고 있지만, 로프접근기술에 대한 법적 안전기준이나 규정이 미비한 상황이다. 이로 인해 로프접근 기술자들은 사고의 위험에 노출되어 있으며, 안전 관리자가 위험을 체계적으로 예방하거나 통제할 수 있는 법적 도구도 충분하지 않다. 이는 작업자들의 생명과 안전을 보호하는 데 있어 중대한 문제로 인식되고 있다.

로프접근기술은 고위험 작업 환경에서 유용한 기술로 자리 잡아가고 있지만, 그만큼 작업 도중 발생할 수 있는 위험요소들이 많다. 고소 작업에 따른 추락 사고뿐만 아니라 숙련되지 않은 기술자, 기술자의 부적절한 장비 사용 등은 로프접근기술이 가진 대표적인 위험요소이다. 이러한 위험을 효과적으로 관리하지 않으면 큰 사고로 이어질 수 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 로프접근기술의 안전성 강화를 위해 법적 안전 기준의 필요성을 제시하고, 더 나아가 현장에서 실제로 적용할 수 있는 안전 기준을 제안하는 것을 목적으로 하고 있다.

## 2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 로프접근기술과 달비계를 비교하여 차이점을 알아보고, 달비계 규정과 로프접근기술의 안전기준의 관계를 고려해보았다.

그리고 로프접근기술의 현황을 통해 안전기준 마련의 필요성을 분석하기 위해 다양한 자료를 수집하고 조사하였다. 먼저, 로프접근 기술자 및 교육생 수의 변화를 분석하여 기술 보급의 추세를 파악하였다. 그리고 로프접근기술을 적용하고 있는 산업 분야를 확인함으로써 이 기술의 보편화 및 확산되고 있는 현황을 확인하였다. 또한, 로프접근기술을 사용하면서 발생한 사고사례를 분석하였다. 이를 통해 로프접근기술이 가진 위험요소를 도출하고, 사고의 원인을 파악하여 이를 예방할 수 있는 안전기준의 필요성을 강조하였다.

로프접근기술의 안전기준 마련 시, 가장 영향이 있을 것으로 예상되는 로프 접근 기술자와 해당 기술을 도입하여 사용하는 사용자(사업주)를 대상으로 설문 조사 및 FGI(Focus Group Interview)를 실시하였다. 로프접근 기술자를 대상으로 한 설문 조사를 통해 작업 현장에서 마주하는 위험요소와 문제점을 확인하였으며, 사업주를 대상으로 한 FGI에서도 실제 사용자가 인식하는 위험요소를 확인하고 로프접근기술의 안전기준 및 기준 마련을 통한 기대 효과와 잠재적인 부작용은 무엇인지에 대해 살펴보았다. 이 설문 조사와 FGI의 결과를 바탕으로 안전기준 마련 시, 고려해봐야 할 내용도 확인하였다.

또한, 국외의 로프접근기술과 관련된 법령 분석을 통해 각 국가에서 채택한 안전기준의 구성과 각 국가의 안전기준을 비교·분석함으로써 공통점과 차이점을 확인하였고, 이러한 분석을 통해 국내 적용 시 고려해야 할 요소들을 도출하였다. 또한, 국외 표준을 분석하여 각 표준별 공통점 및 차이점을 확인하고 국내 안전기준 마련 시 참고할 수 있는 필수 요건을 확인하였다.

위 내용을 근거로 본 연구는 로프접근기술의 안전성을 강화하고, 법적 안전

기준의 필요성을 강조함으로써 국내 로프접근기술 현장에서 발생하는 사고를 줄이고, 기술자와 작업 환경 모두를 보호할 수 있는 안전기준을 제시하고자 한다.



## II. 로프접근기술 소개





## II. 로프접근기술 소개

### 1. 로프접근기술의 도입 배경

#### 1) 로프접근기술의 기원 및 사용

로프접근기술은 1980년대 후반 해양 석유 및 가스산업의 유지보수 문제를 해결하기 위해 동굴 탐험 등에서 사용되던 기술을 산업용으로 개발하여 사용되기 시작하였다.

로프접근은 낮은 사고 발생률을 유지하고, 고소 작업을 위한 짧은 준비 및 해체 시간, 환경적 영향 최소화와 더불어 주변 작업 현장의 방해를 최소화하는 장점이 있다. 그로 인해 현재에는 다양한 산업에서 로프접근기술을 활용하여 유지보수 및 검사 작업을 진행하고 있다.

세계의 여러 로프접근 협회로 인해 로프접근은 세계적 보편화되고 기술이 지속적으로 발전하였다. 세계적으로 활발하게 활동하는 협회는 영국의 IRATA와 미국의 SPRAT이 대표적이다.

#### (1) IRATA(Industrial Rope Access Trade Association, 산업 로프접근 전문가 협회, 영국)

IRATA는 1988년도 영국의 다양한 로프접근 업체들이 모여 설립된 이후 현재까지 세계적으로 활발하게 운영 중인 대표적인 산업 로프접근 협회이다. IRATA는 이후 세계적으로 인정받고 있으며, 현재는 세계 50여개 국가에서 750개(2024년 7월 기준)의 운영 회원사와 교육 회원사를 보유하고 있다. 회원사로부터 배출된 로프접근기술자는 약 130,000명이다.

대표적인 IRATA 협회의 활동은 아래와 같다.

- 로프접근 기술자를 고용하고 안전 체계를 갖추고 운영해야 하는 로프접근 회원사 제도(운영 회원사, 교육 회원사)를 운영한다. 협회의 소속된 인증 심사원들은 회원사에 주기적으로 방문하여 운영시스템 및 교육시스템을 올바르게 운영하고 있는지를 심사한다.
- 로프접근 기술자가 교육 및 자격증을 취득하도록 하고 있다. 자격증의 종류는 Level1, Level2, Level3로 3단계로 이루어지며 가장 높은 Level3 단계는 로프접근 책임자 및 관리자 역할이며, Level1 & Level2 자격을 갖춘 기술자를 관리하는 역할을 할 수 있다.
- 로프접근의 안전 및 관리 체계를 다루는 IRATA ICOP(International Code of Practice), Training Assessment & Certification Scheme, Work & Safety Analysis Reports 등 다양한 지침서와 절차, 통계 자료를 발행하고 관리한다.
- 다양한 기술, 안전 위원회와 전체 및 대륙별 정기 회의를 개최하여 안전 및 로프접근 시스템의 체계를 유지하도록 하고 있다. 로프접근 기술과 장비의 국가 법령 및 산업 표준 제정에 도움을 주고 있다.

(2) SPRAT(Society of Professional Rope Access Technicians, 전문 로프접근기술자 협회, 미국)

SPRAT는 90년대 중반에 북미에서 로프접근기술을 사용하는 회사 운영자의 증가에 따른 요구를 해결하기 위해 설립되었다. SPRAT는 로프접근의 기준을 유지하고, 안전한 작업 관행을 촉진하며, 로프접근 기술자의 인증을 관리하고 있다.

대표적인 SPRAT 협회의 활동은 아래와 같다.

- 로프접근 기술자의 교육(Level1~3)과 자격 인증에 대한 프로그램을 관리한다.

- 안전한 작업을 보장하기 위해 로프접근기술에 대한 안전을 위한 표준과 지침을 개발하고 있다.
- 회원사와 기술자에게 기술 지원과 자원을 제공한다. (인증 심사를 거치지 않은 37개국의 245개 회원사, 2024년 7월 기준)
- 로프접근기술의 발전을 위해 연구와 개발을 진행하고 있다.
- 북미를 중심으로 로프접근기술의 발전과 안전한 작업 환경을 조성하는데 중요한 역할을 하고 있다.

## 2) 로프접근기술의 국내 도입 배경

로프접근기술의 국내 도입은 2000년도 후반 조선업에서 해양플랜트 수주가 늘어남에 따라 로프접근기술에 익숙한 해외 선주사의 요청에 의해 고소 작업의 안전과 작업의 효율성을 높이기 위해 도입되었다. 반면, 국내 로프작업 기술을 대표하는 작업의자형 달비계의 경우, 등강 및 작업의 위치 변환의 어려움 때문에 해양플랜트의 복잡한 구조에 맞지 않았다.

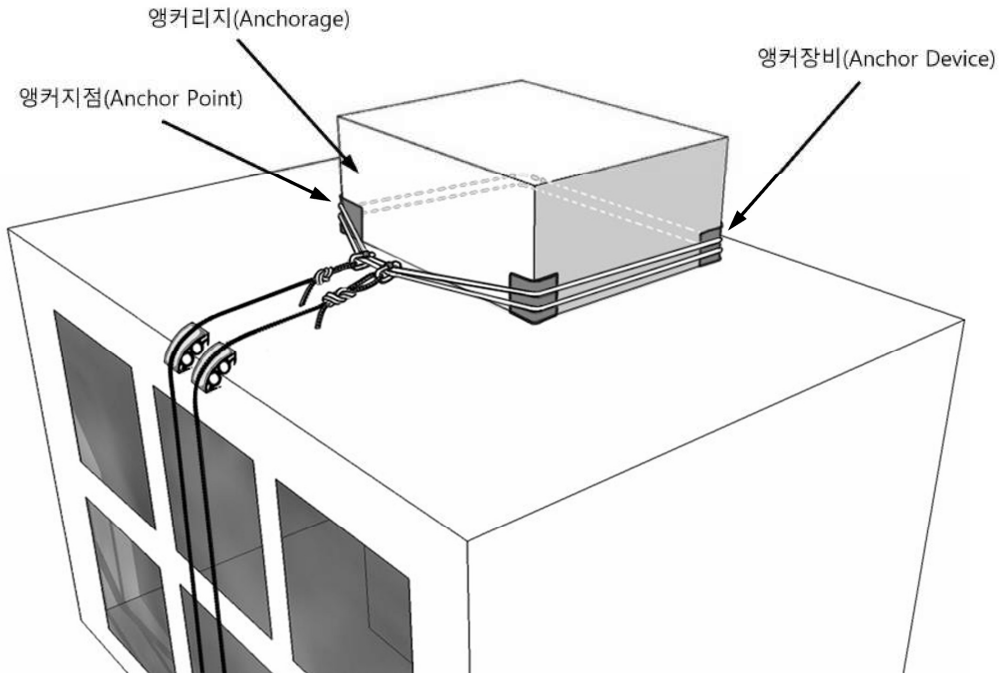
당시 산업용 로프접근기술은 IRATA 협회 회원사인 싱가포르 기업인 K社, S社를 통해 처음 국내에 도입되었다. 이후 조선업의 해양 플랜트 수주 증가에 따라 산업 로프접근 기술자의 수요는 급격하게 증가하였고, 2010년 K社는 국내 로프접근기술자 양성을 위해 산업 로프접근 교육 센터가 국내에 처음 설립하여 IRATA 로프접근 자격증 취득 교육을 공급하였다.

2018년 이후 조선업의 해양플랜트 수주 감소로 인해 조선소에서의 로프접근기술자의 수요가 감소되었지만, 다른 산업에 소개할 수 있는 계기가 되었다. 이후 석유/석유화학, 발전소, 풍력발전, 건설업, 옥외광고업 등으로 다양한 산업 분야로 적용 분야가 확장되었다.

## 2. 로프접근기술의 이해

### 1) 용어의 정의

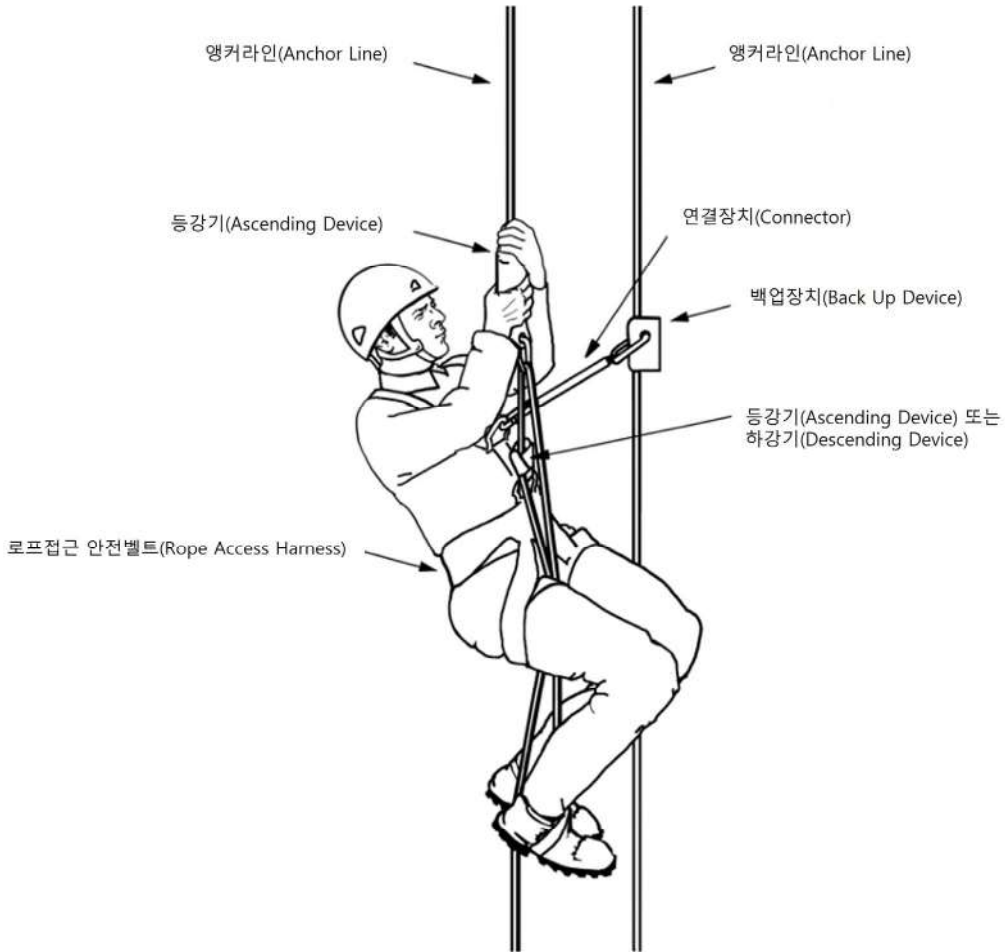
- 로프 접근(rope access): 사용자가 작업 현장으로 오르내리기 위해 작업 로프를 사용하여, 다른 장치와 결합하여 하강 또는 상승하고 작업 위치를 고정하는 방법으로, 추가로 안전 로프로 보호되어 두 라인이 모두 사용자의 하네스에 연결되고 신뢰할 수 있는 앵커리지에 별도로 고정되어 추락을 방지하거나 멈추도록 하는 것
- 앵커(Anchor): 일반 명사로서 장착된 앵커 장치 또는 비장착된 앵커 장치, 혹은 앵커 포인트를 포함한 구조 앵커를 설명하는 데 사용하고, 동사로서 장착된 앵커 장치 또는 구조 앵커에 연결하는 행위를 설명하는 데 사용
- 앵커리지(Anchorage): 앵커리지 포인트를 제공하는 구조물 또는 자연물
- 앵커라인 (Anchor Line): 신뢰할 수 있는 앵커에 연결되어 적절한 하네스를 착용한 사람이 다른 장치와 결합하여 지지, 제한 또는 기타 보호 수단을 제공하는 유연한 라인
- 앵커라인 장치(Anchor Line Device): 등강기, 하강기 및 백업 장치를 총칭
- 앵커장비 (Anchor Device): 하나 이상의 앵커 포인트 또는 이동식 앵커 포인트를 포함하는 요소의 조합으로 이루어진 개인 추락 보호 장비로, 구조물 또는 자연물에서 분리 가능함
- 앵커지점 (anchor point): 앵커 장치를 부착하기 위해 앵커리지에서 사용하는 특정 지점



[그림 II-1] 용어의 정의(A)

- 등강기 (ascending device): 주로 앵커 라인에서의 이동을 돕고 로프 접근기술자를 위치시키기 위해 사용되는 앵커 라인 장치로 적절한 직경의 앵커 라인에 부착되면 한 방향으로 하중을 받아 잠기고 반대 방향으로는 자유롭게 미끄러지는 장치
- 백업장치 (back up device): 안전 로프의 앵커 라인 장치로, 사용자의 위치 변경 시 함께 이동하거나 안전 로프의 길이를 조절할 수 있으며, 갑작스러운 하중이 발생할 때 안전 로프에 자동으로 잠기거나 서서히 이동만 허용하는 장치
- 연결장치(Connector): 구성 요소를 연결하는 데 사용되는 개방 가능한 장치로, 사용자가 앵커 포인트에 직접 또는 간접적으로 자신을 연결할 수 있게 해주는 장치

- 하강기(descending device): 적절한 유형 및 직경의 앵커 라인에 부착되면 사용자가 손을 떼고도 앵커 라인의 어느 지점에서든 제어된 하강과 정지를 할 수 있게 해주는 수동 작동, 마찰 유발 앵커 라인 장치



[그림 II-2] 용어의 정의(B)

- 디비에이션(deviation): 앵커 라인의 경로를 앵커 포인트에서 재지정하여 마모 및 기타 잠재적 손상의 원인을 피하거나 로프접근기술자에게 더 정확한 접근을 제공하는 것

- 디비에이션 앵커(deviation anchor): 앵커 라인의 방향을 변경하기 위해 주로 설치되는 앵커로, 앵커 라인의 최초 부착에 사용된 앵커 포인트(들)로부터 일정 거리(불특정)에 설치되는 앵커
- 리-앵커(re-anchor): 앵커 라인의 최초 부착에 사용된 앵커 포인트(들)로부터 일정 거리(불특정)에 설치되며, 앵커 라인이 추가로 부착되는 앵커로, 편차 앵커나 앵커 라인의 위치를 단순히 유지하기 위해 설치된 앵커가 아님
- 구조용 리깅(rigging for rescue): 구조자가 부상자의 위치로 하강하거나 상승할 필요 없이 작업 동료를 구조할 수 있도록 구조 시스템을 설정하는 것
- 안전 작업 방법 계획서(safety method statement): 작업자가 특정 작업(또는 본질적으로 동일할 작업 유형)을 수행할 때, 작업자 또는 영향을 받을 수 있는 다른 사람의 건강과 안전에 대한 위험을 최소화하기 위해 작업을 어떻게 수행해야 하는지를 설명하는 문서

## 2) 장비

로프접근기술에 사용되는 장비는 다양한 인증 기준과 규격을 준수하도록 하고 있다. 사용되는 장비의 명칭, 필요 안전 인증, 사용 방법에 대해 정리하였다.

아래에 장비별 적용 기준에 언급되는 EN, ISO, UIAA은 다음을 참고한다.

- EN(Europäische Norm)은 유럽에서 다양한 산업과 제품에 적용되는 규격을 의미한다.
- ISO(International Organization for Standardization)는 국제 표준화 기구로 전 세계적으로 통용되는 다양한 산업 분야의 표준을 개발 및 제정하는 국제적인 비영리 기구이다.

- UIAA(International Climbing and Mountaineering Federation)는 등산과 클라이밍 활동의 안전을 보장하기 위해 장비 및 절차에 대한 표준을 제정하는 국제기관이다.


### (1) 안전모(Helmet)

로프접근용으로 사용되는 안전모의 인증 기준은 유럽 일반 산업 안전모 기준인 EN 397 인증을 받은 제품을 사용해야 한다. 하지만 일반 산업 안전모 기준이 EN 397의 경우, 고소작업에 대한 성능 기준에 대해 명확하게 명시하지 않기 때문에 로프접근용으로 사용되기에 적합하지 않을 수 있다. 따라서 EN12492(등산용 헬멧) 표준을 함께 준수하는 안전모가 적합하다.

전기 작업에 사용되는 안전모의 경우, 전기 감전을 예방하는 기능이 부여된 제품을 사용해야 한다.

산업용 로프접근용으로 사용되는 헬멧의 가장 큰 차이점은 상하좌우 시야를 확보하기 위해 안전모의 챙이 없는 경우가 대부분이고, 이는 로프접근 작업에 사용되는 헬멧의 특징이기도 하다.

〈표 II-1〉 로프접근용 안전모

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 버텍스 안전모</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상하좌우 강도 시험</li> <li>• Y형 턱끈으로 충격 탈락 방지</li> <li>• 앞 챙이 없는 디자인</li> <li>• 전기 감전 저항 기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 397 (Industrial Safety Helmet)</li> <li>• EN12492 (Helmets for mountaineers)</li> </ul>

## (2) 로프접근용 하네스 (Harness, 안전벨트)

로프접근 작업에 사용되는 하네스는 주로 신체 중앙 부위에 부착 지점이 있어(무게중심 근처) 로프에 신체가 매달리게 될 때 안정적으로 위치를 유지하도록 한다. 이에 대한 적합한 표준은 EN813이다. 로프접근 활동 중 작업자가 리드 클라이밍이나 여러 형태의 추락 방지 작업을 수행해야 할 경우, 하네스의 가슴 부위에 부착지점을 가져야 한다. 이때 적합한 표준은 ISO 10333-1 또는 EN 361이다. 따라서 일반적으로 로프접근용 하네스에 적합한 인증 기준은 EN813 과 EN 361이다.

로프접근용 하네스의 특징은 공중에 매달린 상태가 되었을 때 신체의 여러 부위로 하중을 분산하도록 한다. 특히, 허리와 허벅지 부위에 하중이 많이 실리게 되며 이 하중을 적절하게 분배하기 위해 하네스의 웨빙(넓고 얇은 인조섬유 스트랩)에 패드가 붙여져 있다.


다른 로프접근용 하네스의 특징은 다양한 장비를 부착할 수 있는 D링이 가슴, 등, 배, 옆구리 부위에 있다는 점이다. 이때 주의해야 할 사항으로 각 D링별 사용되는 용도가 상이하므로 장비를 연결할 때 사용되는 기준에 맞게 사용하도록 해야 한다.

일반적으로 하단 앞 연결고리에는 하강/등강기, 앵커 랜야드가 부착된다.

추락시, 안전을 확보하도록 하는 백업장치의 경우 추락 이후 서있는 자세를 유지하기 위해 하네스 앞쪽의 가슴에 위치한 연결고리나 등에 부착된 연결고리에 부착하여 사용한다. (단, 백업 장치의 종류나 형태에 따라 부착 위치가 다를 수 있으므로 사용 지침서를 확인하여 사용해야 한다.)

안전벨트를 선택할 때 신체에 잘 맞지 않거나 불편한 경우 공중에서 기립성 쇼크(Suspension Intolerance) 등 위험이 있으므로 선택 시 주의하여 신체에 잘 맞는 하네스를 선택하는 것은 중요하다.

〈표 II-2〉 로프접근용 안전벨트

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 애스트로보드 안전벨트</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5개의 D링</li> <li>• 하중 분산을 위한 패드</li> <li>• 신체 사이즈 조절 버클</li> <li>• 신체 무게중심을 고려 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 361</li> <li>• EN 813</li> </ul>

### (3) 연결장치 (Connector)

로프접근시 연결 장치로 사용될 수 있는 장비는 나선 형태나 자동 잠금 장치가 있어야 한다. 강철로 만든 연결장비는 강철 케이블, 샤클, 아이볼트를 연결할 때 사용한다. 앵커에 연결하는 연결장비는 앵커와 하네스에 간섭되지 않고, 쉽게 탈착할 수 있는 크기와 디자인이어야 한다.

적절한 표준은 ISO 10333-5 또는 EN 362(커넥터)이며, 일부 경우 EN 12275(등산 장비, 커넥터) 표준을 준수하는 특정 클래스의 연결 장치도 EN 362 요구 사항을 충족하고 적합하다. 두 표준 모두 스크류링크 커넥터(Maillon Rapide)를 포함하며, 이는 자주 사용하지 않는 연결에 더 적합할 수 있다.

일부 하네스는 Cow's Tail이나 로프 조절 장치를 연결하기 위해 하네스의 웨빙에 직접 추가 부착 지점이 필요할 수 있다. 이 경우 다방향 하중을 견딜 수 있고 EN 12275 Class Q를 준수하는 스크류링크 커넥터를 사용해야 한다. 카라비너는 한 방향(기기 "척추" 또는 주요 축을 따라)으로만 하중을 견디도록 설계되었기 때문에 이 용도로는 적합하지 않다.

카라비너 형태와 관계없이 길이방향으로 하중이 실리도록 유지하는게 중요하다. 경우에 따라 길이방향이 아닌 방향으로 하중이 가해졌을 때 최대 70% 이상 하중이 감소할 수 있다. 대부분의 연결장비의 취약 부분은 잠김 부분이며 이곳에 하중이 가는 것을 최대한 피해야 한다.

〈표 II-3〉 로프접근용 연결장치

사진	특징	적용 기준
 <p>P사 옥산 스크류락</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2중 잠금 장치</li> <li>• 상하강도 38kN</li> <li>• 재질: 강철</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 362</li> </ul>
 <p>P사 델타 P11</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스크류링크 타입 잠금장치</li> <li>• 상하강도 45kN</li> <li>• 재질: 강철</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 362</li> <li>• EN 12275 Class Q</li> </ul>
 <p>P사 엠지오 오픈</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자동 2중 잠금장치</li> <li>• 상하강도 23kN</li> <li>• 재질: 알루미늄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 362</li> </ul>

#### (4) 하강기(Descender)

하강기는 작업 라인에 부착하고 하강을 제어하는 데 사용된다. 하강기는 작업 현장의 환경 조건(예: 진흙, 습기, 부식성 등)을 고려하여 선택해야 한다.

적절한 기능을 갖춘 하강기는 EN 12841-C 또는 EN 341(구조용 하강 장치) 표준을 준수할 수 있지만, 일부 장치는 로프접근 작업에 적합하지 않을 수 있다.

연결장치는 반드시 스크루게이트 카라비너와 같은 적절한 2중 잠금 연결 장치를 사용하여 부착해야 한다.

로프접근용 하강기의 주요 요구 기능은 다음과 같다:

- "데드 맨" 핸들(사용 중에만 작동)이 있어야 한다.
- 하강 속도를 작업자가 제어할 수 있어야 한다.
- 제동 시 과도한 충격 하중을 발생시키지 않아야 한다.
- 손을 떼었을 때 작업자가 멈추거나 천천히 자동으로 제어된 하강을 할 수 있어야 한다.
- 체결 시 로프 외피에 손상을 주지 않아야 한다.
- 사용자의 체중을 지탱하는 동안 어떠한 경우에도 우연히 분리될 수 없어야 한다.

여러 적절한 장치가 있으며, 가장 일반적으로 사용되는 장치는 Petzl "IDs" 이다. 다른 하강기에 비해 상승 및 인양 작업에 더 적합하며 인명 구조를 위한 장비에 포함될 수 있다. 다양한 종류의 하강기가 있으므로 작업자는 자신이 익숙하고 훈련된 하강기를 사용해야 한다.

〈표 II-4〉 로프접근용 하강기

사진	특징	적용 기준
 P社 IDs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잘못된 로프설치시 안전장치로 추락 예방</li> <li>• 안티 패닉 기능: 과한 핸들 당김 시 자동 하강 중지</li> <li>• Auto Lock 기능: 자동으로 핸들이 잠금모드로 이동</li> <li>• 직경10~11.5mm 로프사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841C</li> <li>• EN 341</li> </ul>
 P社 RIG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잘못된 로프설치시 안전장치 및 안티 패닉 기능 없음</li> <li>• 직경10~11.5mm 로프사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841C</li> <li>• EN 341</li> </ul>

(5) 등강기(Ascender)

등강기는 작업자가 작업로프를 이용하여 등강 할 때 부착하는 장치이다. 하강기 및 백업 장치와 마찬가지로 작업 현장의 환경 조건을 고려하여 선택해야 한다.

적절한 표준은 EN 12841-B 또는 EN 567(등산용 상승기)이다.

등강기는 라인에서 유연히 분리되지 않으며, 사용 시에는 라인에 대한 손상의 위험을 최소화하는 유형이어야 한다.

추락으로 인한 충격하중 하중은 장치나 로프에 손상을 초래할 수 있으므로 주의해서 사용해야 한다.

〈표 II-5〉 로프접근용 등강기

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 에센션</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 등강 후 위치 자동 고정</li> <li>• 사용편의 손잡이</li> <li>• 한손 개폐 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841B</li> <li>• EN 567</li> </ul>
 <p>P社 크롤</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 등강 후 위치 자동 고정</li> <li>• 안전벨트에 부착 가능</li> <li>• 한손 개폐 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841B</li> <li>• EN 567</li> </ul>

#### (6) 백업 장치(Back Up Device)

백업 장치는 로프접근 작업자를 안전 로프에 부착하기 위해 사용되며, 하강기와 마찬가지로 작업 현장의 환경 조건을 고려하여 선택해야 한다.

로프 접근에 적합한 백업 장치는 EN 353-2(유연한 라인용 모바일 추락 방지 장치) 표준을 준수할 수 있다. 그러나 작업자가 안전 라인에 쉽게 부착하고 제거할 수 없는 장치는 적합하지 않다. 더 적합한 표준은 EN 12841 Type A 이며, 이 장치는 작업자가 직접 조작하지 않더라도 수직이동 작업 시 작업자를 따라 상하로 이동한다. 백업 장치를 사용할 때 수행되는 작업 유형과 환경을 고려하여 선택해야 한다. EN 12841 Type A 표준 장치는 다음과 같은 경우에 적합하지 않을 수 있다.

- 작업자가 무능력해져서 하강기가 느린 속도로 하강하거나 손을 떼고 있을

때 천천히 하강하는 시나리오에서는 백업 장치가 작동하지 않을 수 있다. 이 경우 하강기의 자동 잠김 기능이 없는 장치를 사용할 때 적합하지 않다.

- 백업장치가 에어리스 코팅 작업과 같이 작동하지 않게 될 정도로 오염된 환경에서는 적합하지 않다.
- 작업자가 구조물의 강철, 예를 들어 대형 강철 구조물에서 작업 위치 확보와 추락 방지 기술로 전환할 때 로프를 따라 대각선 및 수평으로 이동하는 경우 적합하지 않다.

위와 같은 환경에서 로프에 체결하는 클램프 형태의 백업장치를 사용하는 것이 안전상 유리할 수 있지만, 클램프 형태의 백업장치는 패닉 상황에서 본체를 손으로 잡을 경우 기능이 작동에 방해될 수 있는 상황을 인지해야 한다.

현재 가장 일반적으로 사용되는 백업 장치는 Petzl "ASAP"이며(EN 567), 이 장치는 백업 장치로서 위에 언급된 기능을 제공하며 현장에서 백업으로 사용할 때 다음 사항을 고려해야 한다:

- 장치를 작업자의 가슴이나 어깨높이로 유지한다.
- 구조 시 효과성 - 장치는 2인 하중을 견뎌야 하는 상황일 경우 전용 충격 흡수 장치를 사용한다.
- 부상자가 부착된 경우, 1개의 하강기와 백업보다는 추가 하강기를 백업으로 사용할 수 있다.
- 2인 하중을 피하기 위해 안전한 위치에서 인양 시스템을 사용하는 인양 구조를 사전에 계획한다.
- 로프접근 작업을 위한 백업 장치 사용은 보통 IRATA Level 3 로프접근 관리자가 작업 시작 전 적합한 백업 장치를 평가 후 결정해야 한다.

〈표 II-6〉 로프접근용 백업장치

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 IDs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 등/하강 시 사용자 추적</li> <li>• 작업 시 위치 고정 가능</li> <li>• 사용자 실수 예방</li> <li>• 인명 구조용 백업장치로 사용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841A</li> <li>• EN 353-2</li> </ul>
 <p>S社 Duck R</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 시 위치 고정</li> <li>• 등/하강 시 수동 조작</li> <li>• 인명 구조용 백업장치로 사용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12841A</li> </ul>

### (7) 로프(Rope)

현재 작업 및 안전 로프로 사용하기에 적합한 로프는 주로 폴리아미드(나일론) 또는 폴리에스터로 만든 것이다.

적절한 표준은 EN 1891타입 A(저신장 로프)이며, 직경은 10.5mm에서 16mm 사이, 일반적으로 10.5mm와 11mm를 로프접근용으로 사용한다. 타입 B 로프(직경 9mm부터 10.5mm 미만)는 일반적으로 적합하지 않으며, 이는 보통 같은 강도를 가지지 않기 때문이고, 적절한 하강기를 사용하지 않으면 하강 속도가 너무 빠를 수 있다.

로프는 외피와 속심으로 구성된 케르만텔 구조여야 하며, 고강도 폴리

에틸렌으로 만들어질 수 있다. 고강도 폴리프로필렌과 아라미드는 예외적인 상황에서 적절한 하강기와 함께 사용할 수 있지만, 이러한 재질의 로프는 심각한 화학 오염과 높은 온도가 가능한 환경에서 유용할 수 있다. 그러나 폴리에틸렌과 폴리프로필렌은 나일론이나 폴리아미드보다 용융점이 훨씬 낮아 마찰열에 더 쉽게 영향을 받는다. 아라미드는 매우 높은 용융점을 가지지만 마모, 자외선, 반복적인 굽힘에 대한 저항이 약하다. 철심이 포함된 로프는 사용하는 로프접근 시스템의 다른 구성 요소가 충분한 충격 흡수를 보장하는 경우에만 적합하다.

저신장 로프는 일반적으로 150kg의 정적 하중이 가해졌을 때 길이의 최대 4.5%까지 신장된다. EN 892(등산용 동적 로프) 표준을 준수하는 동적 로프는 같은 테스트에서 길이의 최대 12%까지 신장되며, 동적 충격 하중이 가해지면 50%를 초과할 수 있다. 로프의 신장 특성이 너무 크면 특히 100M 이상의 높이에서 작업 시 출렁임 등으로 인해 작업에 어려움을 가져올 수 있다. 로프의 신장은 낮은 위치에서 작업 로프의 파단으로 인한 추락 발생시 충격으로 인한 안전밧줄의 신장을 고려해야 한다. 백업장치가 지면 근처에서는 효과적이지 않거나 무용지물이 될 수 있다. 이러한 이유로 작업 위치 설정에는 동적 로프를 사용해서는 안 된다. EN 892(등산용 동적 로프) 표준을 준수하는 동적 로프는 리드 클라이밍과 같이 상당한 동적 하중의 가능성이 있는 상황에서만 사용해야 한다. 이 경우 동적 로프를 사용해야 하며, 동적 로프는 직경에 따라 싱글, 하프, 트윈 세 가지 종류가 있다. 로프접근에서는 직경 11mm의 "싱글" 로프를 사용하는 것이 적합하다.

〈표 II-7〉 로프접근용 로프

사진	특징	적용 기준
 <p>B社 컨트랙트 로프</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직경: 10.5mm</li> <li>• 파단하중: 27kN</li> <li>• 표피 비율: 39%</li> <li>• 중량: 66g/m</li> <li>• 재질: 폴리아미드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 1891 Type A</li> </ul>
 <p>B社 인더스트리 로프</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직경: 11mm</li> <li>• 파단하중: 34kN</li> <li>• 표피 비율: 36%</li> <li>• 중량: 74g/m</li> <li>• 재질: 폴리아미드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 1891 Type A</li> </ul>

(8) 추락저지 랜야드(Fall Arrest Lanyard)

랜야드는 로프접근작업 시 작업 위치 고정 기술을 사용할 수 없을 때 추락저지 기술용으로 사용된다. 반드시 로프접근 하네스의 가슴 또는 등쪽 부착 지점에만 연결해야 한다.

적절한 준수 여부는 어셈블리의 구성 요소에 따라 다르지만, 일반적으로 커넥터(EN 362)와 적절한 강도의 로프를 포함해야 한다. 충격력을 6kN 미만으로 줄이는 충격 흡수 요소를 포함해야 하며, 이 구성 요소는 EN 354/355를 준수해야 한다.

〈표 II-8〉 로프접근용 추락저지 랜야드

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 업솔비카 Y MGO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체길이: 130cm</li> <li>• 사용하중: 50~130kg</li> <li>• 중량: 1.3kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 355</li> <li>• EN 362</li> </ul>

(9) 위치 고정용 랜야드 (Work Positioning Lanyard)

로프접근 기술을 진행하는 동안 좌우로 흔들리지 않거나 신체를 고정해야 할 때 위치 고정용 랜야드를 사용할 수 있다. 위치 고정용 랜야드는 일반적으로 단독으로 사용해서는 안되며 추락저지 장치와 같이 사용해야 한다.

위치 고정용 랜야드를 사용할 때는 가능한 길이를 짧게 유지하여 추락이나 미끄러짐으로부터 추락 거리가 최소화되도록 한다. 랜야드가 느슨할 경우 추락으로 인한 충격으로 인해 위치 고정용 랜야드가 손상될 수 있다. 로프접근용 위치 고정용 랜야드의 적합한 표준은 EN 358이다.

〈표 II-9〉 로프접근용 위치 고정용 랜야드

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 그릴론 Hook</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한손으로 로프 길이 조절</li> <li>• 로프 길이: 2m ~</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 358</li> <li>• EN 12841C</li> </ul>
 <p>P社 프로그래스 어드저스트</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한손으로 로프 길이 조절</li> <li>• 로프 길이: 1m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 358</li> </ul>

#### (10) 카우스테일(Cow's Tail)

카우스테일은 로프접근 기술자의 하네스를 다음과 같이 연결하는 데 사용될 수 있다.

- 커넥터와 백업 장치를 통해 안전 라인에 연결
- 커넥터와 핸들 상승기를 통해 작업 라인에 연결
- 보조 등반 시 앵커 슬링에 연결(참조 4.01)
- 패드 아이, 아이 볼트, 빔 클램프 및 트롤리에 연결
- 구조 강철과 같은 적절한 앵커에 직접 연결

카우스테일은 EN 892 "싱글" 동적 로프의 직경 11mm로 잘라서 사용해야 하며, 긴급 상황에서 가해질 수 있는 모든 동적 힘을 견딜 수 있어야 한다.

카우스테일은 적절한 매듭(예: "8자 매듭" 등)으로 작업자의 하네스에 직접 묶어야 한다. 매듭의 꼬리는 최소 10cm 이상이어야 하며, 사용 전에 팽팽하게 하여 풀리지 않도록 해야 한다. 특정 길이의 기계적으로 끝맺음 된(박음질등) 카우스테일도 사용할 수 있다. 기계적으로 끝맺음 된 카우스테일의 정적 하중에서 매듭을 지어 사용되는 카우스테일 보다 약 20% 더 강하지만, 안전 계수(일반적으로 10:1 이상)가 높기 때문에 이 추가 강도는 중요하지 않으며, 동적 하중 중에 가장 강도가 필요한 상황에서 적절하게 묶은 매듭이 에너지를 흡수하는 효과가 있기 때문에 더 나은 성능을 발휘할 수 있다.

카우스테일에 충격 흡수 기능을 추가할 수 있다. 카우스테일을 구성하는 기본적인 에너지 흡수 특성 외에도 EN 355(에너지 흡수 장치) 요구 사항을 충족해야 한다.

〈표 II-10〉 로프접근용 카우스테일

사진	특징	적용 기준
 <p>B社 아플로</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직경: 11mm</li> <li>• 파단하중: 34kN</li> <li>• 표피 비율: 36%</li> <li>• 중량: 74g/m</li> <li>• 재질: 폴리아미드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 892</li> </ul>

(11) 웨빙슬링(Webbing Sling)

앵커 슬링은 앵커 줄을 직접 연결할 앵커가 없을 때 사용한다. 인조섬유로 만든 앵커슬링은 박음질 된 부분이 있어야 하며 최소 정적강도 22kN을 가져야

한다. 와이어 로프로 만든 앵커 슬링은 최소고정 강도 15kN이어야 한다.

## (12) 앵커슬링(Anchor Sling)

앵커 슬링은 작업 및 안전 라인을 직접 부착할 수 있는 적절한 앵커가 없을 때 사용된다. 앵커 슬링은 섬유, 와이어 로프 또는 체인으로 만들어져야 한다.

섬유 슬링은 EN 566(등산용 슬링) 또는 EN 795 Type B(앵커 장치) 또는 이와 유사한 표준을 준수해야 하며, 묶는 것이 아니라 스티치로 마감되어야 하며 최소 파괴 하중이 22KN이어야 한다.







더 가혹한 환경에서는 마모, 날카로운 가장자리, 열 및 오염 문제가 있을 수 있으므로 섬유보다 눈이 있는 와이어 슬링/로프가 더 적합하다. 이들은 비가혹 환경에서도 사용할 수 있다. 적절한 표준은 EN 12385이며, 페룰로 기계적으로 마감해야 한다. 손으로 스플라이스하는 것은 허용되지 않는다.

## (13) 앵커장치(Anchor Device)

산업용 로프접근용으로 사용하는 앵커 장치의 종류는 사용환경이나 용도에 따라 다양하다. 적합한 장비 인증 표준은 EN795 A~E 시리즈이다.

빔 클램프와 빔 트롤리는 리프팅 빔으로 설계되고 표기 및 테스트된 빔 외의 다른 빔에서는 사용할 수 없다. 그렇지 않은 경우, 사용 전에 빔이 구조적으로 적합하고 트롤리에 적합한지 확인해야 한다.

〈표 II-11〉 로프접근용 앵커 장치

사진	특징	적용 기준
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수직, 수평 고정형 앵커</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 795 A1</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지붕 고정형 앵커</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 795 A2</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이동형 앵커</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN795 B</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명줄 앵커</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 795C</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레일 앵커</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 795D</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중량 앵커(마찰력 이용)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 795E</li> </ul>


#### (14) 풋 루프(Foot Tape)

풋루프는 일반적으로 웨빙으로 구성되어 있으며, 박음질로 연결하여 일련의 루프형 모양을 가진다. 로프접근을 수행하는 데 필수적이지만, 하중을 지지하지 않기 때문에 개인 보호 장비(PPE)가 아니다. 웨빙/로프 등 작업자가 묶는 적절한 재료로 만들 수 있다.

풋 루프의 사용 목적은 로프접근 시 등강이나 중량물을 운반해야 할 경우 힘의 전달을 위해 사용될 수 있다.

풋루프는 절대 앵커 슬링이나 서스펜션 시스템의 하중을 지지하기 위해 사용해서는 안 된다.

〈표 II-12〉 로프접근용 풋 루프

사진	특징	적용 기준
 <p data-bbox="321 1268 457 1300">P社 풋테이프</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어센션에 부착하여 사용</li> <li>• 버클을 이용하여 신체 사이즈에 맞게 조절</li> </ul>	


#### (15) 작업 의자(Work Seat)

작업 의자는 개인 보호 장비(PPE)가 아니며, 상승 및 하강 장비와 독립적으로 부착하거나 제조업체의 지침에 따라 부착해야 한다.

로프접근기술자가 로프에 장시간 매달려 있어야 할 때는 하네스에 추가적인 작업의자를 설치하는 것을 권장한다. 로프접근기술자의 건강과 안전을 위해 작업의자의 사용은 로프접근시 편안함을 줄 수 있다. 작업 의자는 파단의

위험성이 있으므로 하네스에 부착해야 하며 작업 줄은 하네스로 연결되어야 한다.


〈표 II-13〉 로프접근용 작업의자

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 포디엄</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하네스에 부착하여 내용</li> <li>• 장시간 작업 시 편안함 제공</li> </ul>	

(16) 도르래(Pulley)

도르래는 로프접근 기술에서 다양하게 사용된다. 도르래는 작업을 위한 중량물을 운반하거나 로프접근 작업자를 이동시키기 위해 사용될 수 있다. 도르래를 사용할 때는 앵커 하중을 증가 시킬 수 있으므로 작동 메커니즘을 잘 이해하고 사용해야 한다. 산업용 로프접근에서 사용되는 적합한 도르래의 사용 표준은 EN12278이다.

〈표 II-14〉 로프접근용 도르래

사진	특징	적용 기준
 <p>P社 레스큐</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한손으로 로프 길이 조절</li> <li>• 로프 길이: 2m ~</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 12278</li> <li>• UIAA 127</li> </ul>

### 3) 교육 및 자격

산업용 로프접근 기술은 작업자의 적격성을 유지하는 부분이 안전에 매우 중요하다. 작업 환경에 따라 사용되는 로프접근 기술이 달라지며, 사용하는 장비도 같이 달라질 수 있다. 다양한 기술과 장비의 사용 방법에 대해 인지하고 충분히 숙련된 상태에서 작업을 진행해야 한다.

아래에 명시한 교육 및 기술에 대한 기준은 IRATA (Industrial Rope Access Trade Association, 산업 로프접근 전문가 협회) 교육 평가 자격 기준을 참조하였다.

#### (1) 레벨별 기술자의 역할 및 역량 요구사항

로프접근 기술자 Level1은 Level 3 로프접근 안전 감독관의 감독하에 특정 범위의 로프접근 작업을 수행할 수 있는 로프접근기술자이다.

- 로프접근 절차, 작업 계획서 및 관련 위험성 평가를 이해하고 실행할 수 있다.
- 자신의 로프접근 장비에 대한 사용 전 점검을 할 수 있다.
- 상위 Level 기술자의 감독하에 상급 리깅 및 기타 작업을 보조할 수 있다.
- 하강 시 간단한 구조를 수행하고 구조 작업을 지원할 수 있다.

로프접근 기술자 Level2는 Level 3 로프접근 안전 감독관의 감독하에 더 복잡한 작업을 수행할 수 있는 경험이 풍부한 로프접근 기술자이다.

- Level 1에서 요구되는 로프접근 기술과 지식을 시연할 수 있다.
- 더 복잡한 리깅 작업을 수행할 수 있으며, 여기에는 리앵커, 디비에이션 및 텐션라인 기술이 포함된다.
- 다양한 상황에서 구조 작업을 수행할 수 있다.

- 로프접근 중량물 인양 시스템을 설치하고 조작할 수 있다.

로프접근 기술자 Level3는 로프접근 절차, 작업계획서 및 관련 위험성 평가를 이해하고 로프접근 팀이 적절하게 시행하는지를 감독할 책임이 있는 경험이 풍부한 로프접근 기술자이다.

- Level 1 및 2에서 요구되는 기술과 지식을 시연할 수 있다.
- 로프접근의 안전 작업 시스템의 요소와 원리를 이해한다.
- 관련 작업 기술과 법규에 정통하다.
- 고급 로프접근 리깅 및 구조 기술에 대한 광범위한 지식을 보유하고 있다.
- 적절하고 최신의 응급처치 자격증을 소지하고 있다.
- 로프접근 기술자 Level 3는 로프접근 안전 관리자가 될 수 있다.

## (2) 로프접근기술 교육의 내용 및 진행 과정

로프접근 기술자의 레벨별 역할을 수행하기 위한 적격성을 갖추기 위해 각 레벨에 맞는 필요한 이론적 지식 및 동작 기술 교육이 필요하다. 레벨별 요구되는 이론적 지식 및 기술 동작에 관한 내용은 [그림II-3] 레벨별 교육내용을 참고하고, 승급을 위한 조건이나 레벨 유지에 대한 자격 흐름도는 [그림II-4] 로프접근 기술자의 자격 흐름도를 참고한다.

Syllabus item	Level 1	Level 2	Level 3
<b>Planning and management</b>			
IRATA International system			
Legal framework			
Hazard identification and risk assessment			
Selection of access method			
Selection of personnel and competence			
Safety method statement			
Exclusion zones, permits to work etc.			
Planning for emergencies			
First aid and suspension intolerance			
<b>Equipment</b>			
Selection of equipment			
Care and maintenance of equipment			
Pre-use checking of equipment			
Detailed and interim inspections			
Assembly of equipment and buddy check			
<b>Rigging</b>			
General			
Anchor selection			
Knots and rope handling			
Basic anchor system			
Y hangs			
Hazard avoidance and rope protection			
Re-anchors			
Deviations			
Retrievable rigging			
Work restraint lines			
Vertical fall arrest systems			
Tensioned lines			
<b>Rigging for rescue and hauling</b>			
General			
Lowering systems			
Hauling systems			
Cross haul			
Complex rescue systems (team exercise)			

Key

	Demonstrate competence; understand and apply technique
	Show awareness of technique/use under direct supervision
	Awareness not required at this level

Figure 3 – Summary of the IRATA International Training syllabus (Page 1 of 2)

Syllabus item	Level 1	Level 2	Level 3
<b>Rope manoeuvres</b>			
General			
Back-up devices			
Descent			
Ascent			
Changeovers			
Descent using ascending devices			
Ascent using a descending device			
Single deviation			
Double deviation			
Rope-to-rope transfers			
Re-anchors*			
Passing mid-rope knots			
Edge obstructions at the top			
Use of work seats (comfort seats)			
Passing mid-rope protection			
<b>Climbing techniques</b>			
General			
Horizontal aid climbing			
Vertical aid climbing			
Climbing with fall arrest equipment			
<b>Rope rescues</b>			
General			
Rescue from descent mode			
Rescue from ascent mode			
Passing a deviation with a casualty**			
Rope-to-rope transfer with a casualty			
Passing a small re-anchor with a casualty			
Mid-transfer rescue			
Passing mid-rope knots with a casualty			
Use of tensioned ropes for rescue			
<b>Climbing rescues</b>			
Rescue from an aid climb			
Rescue from fall arrest equipment			
Rescue from an aid climb – short connection			

\*Level 1: small re-anchor (< 1.5 m); Level 2 and Level 3: wide re-anchor (> 1.5 m)

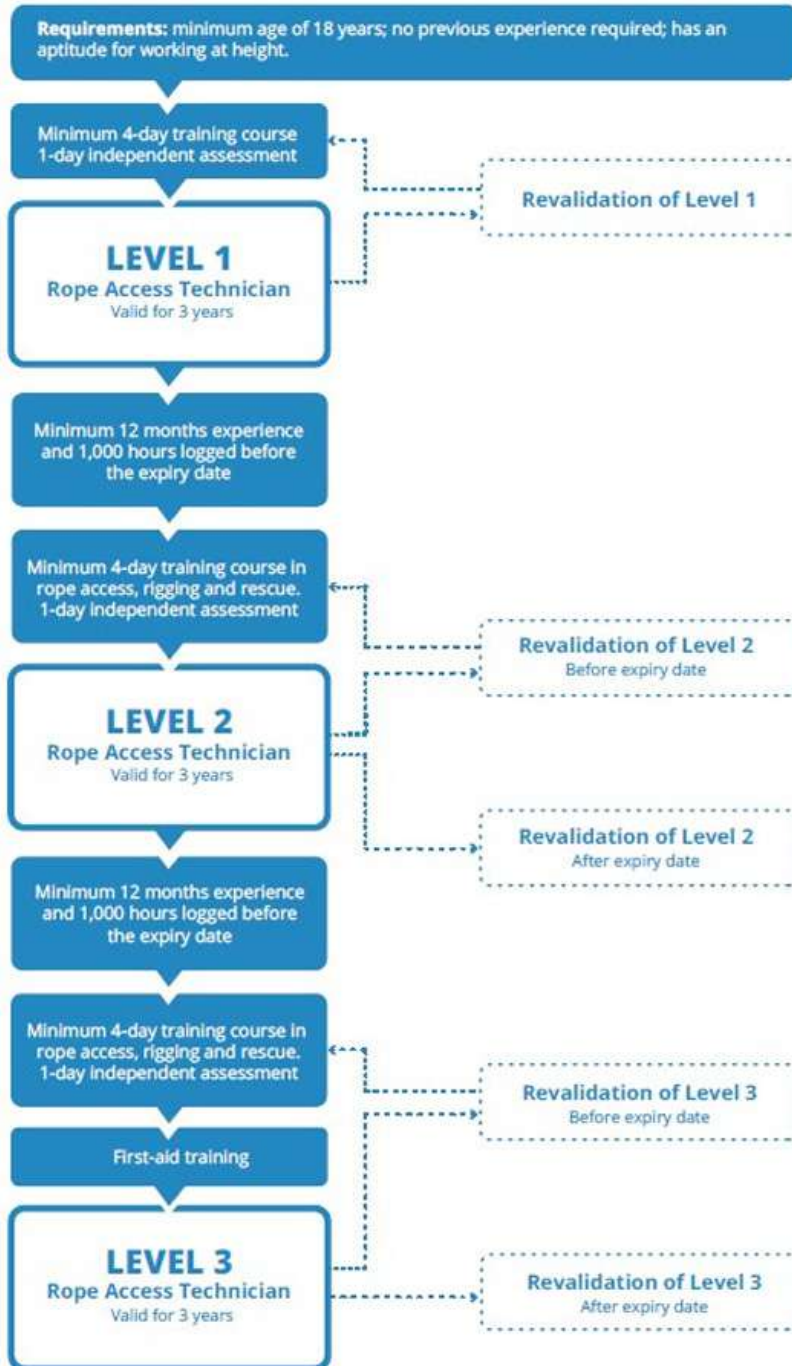
\*\*Level 2: single-anchor deviation; Level 3: double-anchor deviation

Key

	Demonstrate competence; understand and apply technique
	Show awareness of technique/use under direct supervision
	Awareness not required at this level

Figure 3 – Summary of the IRATA International Training syllabus (Page 2 of 2)

[그림 II-3] 레벨별 교육 내용



[그림 II-4] 로프접근 기술자의 자격 흐름도

Level3 자격을 가진 자가 교육을 진행할 수 있으며, 로프접근자격증을 가진 자를 보고자로 둘 수 있다. Level3 강사 1명은 교육생 6명을 최대로 교육할 수 있다. 로프접근기술 교육은 고위험에 노출되어 교육이 진행되므로, 위 강사와 교육생의 비율을 준수하여 교육이 진행되는 동안 Level3 강사가 교육생의 안전을 확인하고 개별적으로 각 기술 동작과 장비 사용 방법이 충분히 숙달되도록 해야 한다.

일반적으로 로프접근기술 교육 프로그램은 최소 4일 이상, 30시간 이상의 교육으로 구성되어야 한다. 이 시간은 교육 수준(Level1~3)에 따라 다르다. 일반적으로 교육생의 하위 레벨 요구 사항에 대한 재교육(예- Level3 교육생이 복습을 위해 Level2 교육을 받는 시간) 시간은 포함되지 않는다. 교육 프로그램은 교육생의 능력에 적합하도록 보장하고, 최소 요구 사항이 충분하지 않을 수 있음을 인지해야 한다. 자격증 발급을 위한 평가는 제공된 교육 날짜와 별도로 진행되며, 모든 교육 활동과 독립적으로 실시되어야 한다. 평가 시작 시점과 평가 기간 동안 교육생에게 추가 교육을 제공하지 않는다.

### (3) 로프접근기술 교육 센터의 요구 사항

로프접근기술을 교육하는 교육센터는 교육에 필요로 되는 시설물의 안전과 사용하는 로프접근용 장비에 대해 명확한 관리 체계와 요구사항을 충족해야 한다.

- 교육 장소에 대한 주기적 위험 식별 및 위험 평가를 완료하고 문서화해야 하며, 교육 과정 도입 시 교육생들에게 이를 설명해야 한다. 이 위험 평가가 적절한 간격으로 검토되도록 보장해야 한다.
- 교육센터는 로프접근 교육을 명확하게 명시한 보험에 가입되어야 한다. 보험은 시설물에 관한 내용과 안전 및 발생하는 사고를 포함해야 한다.
- 교육 중 적절한 응급처치와 비상 대처가 가능해야 한다.

- 이론 교육과 시험을 위한 적절한 시설과 장비가 관리되어야 하고 제공되어야 한다.
- 일반적인 복지 시설이 제공되어야 한다.
- 교육 구역은 적절한 조명이 있어야 한다.
- 교육 과정은 상충되는 활동과 과도한 소음 없이 진행되어야 한다.
- 최소 70kg의 구조 마네킹이 구조 훈련에 사용될 수 있도록 준비해야 한다. 수동 취급 예방 조치가 적용된다. 구조 마네킹은 교육생 구조자가 실시간 '부상자'를 다루는 경험을 할 수 있도록 해주며, 부상 위험이 없다.
- 최소 70kg의 중량(예: 특정 하중 리프팅 백 또는 철제 중량)이 인양 훈련에 사용될 수 있도록 준비해야 한다. 수동 취급 예방 조치가 적용된다.
- 적절한 구조 장비가 포함된 구조 계획이 제공되어야 한다. 이러한 계획은 트레이너 회원 회사의 작업 방법서/위험 평가에 포함되어야 한다. 일반적인 상황에 대한 구조 방법은 두 사람의 하중과 실시간 부상자의 사용을 고려하여 식별되어야 하며, 여기에는 두 사람의 하중을 위한 장비 및 기술이 포함된다.
- 교육 절차, 관리 절차는 현장에서 제공되어야 한다.
- 교육에서 가르치는 모든 교과목에 대해 적절한 양의 로프접근 장비가 준비되어야 한다.
- 로프접근 장비는 적절한 간격으로 유능한 사람이 점검해야 한다.
- 장비 점검 기록은 최신 상태를 유지해야 하며, 하중 등급, 수명 등도 포함되어야 한다.
- 적용 가능한 경우, 적합성 선언서를 보관해야 하며, 하청업체 장비에 대한 선언서도 포함된다.
- 로프접근 장비는 적절하고 안전하게 보관되어야 한다.

- 로프접근 및 리프팅 장비는 점검 기록과의 추적이 가능하도록 충분히 표시되어야 한다.
- 앵커는 최소 정적강도 요구 사항을 충족해야 한다.
- 앵커 장비는 검사/테스트 기록이 있어야 한다.
- 안전 표지판이 존재하고 교육 구역이 명확하게 구분되어야 한다.
- 사람을 지탱하는 교육 구조물(예: 철골 구조물 또는 플랫폼)은 하중 용량 및 하중 방향(예: 빔 또는 플랫폼당 인원수)을 나타내는 표지판을 표시해야 한다.
- 평평한 벽/표면을 따라 오르내릴 수 있는 구역을 제공해야 한다. 이 구역은 최소 6m의 작업 높이를 가져야 한다. '작업 높이'란 교육 중 접근 가능한 구역을 의미하며, 건물의 최대 높이를 의미하지 않는다.
- 공중에서 자유롭게 오르내릴 수 있는 구역이 있어야 한다. 이 구역의 작업 높이는 최소 6m, 권장 높이는 7m 이상이어야 한다.
- 리앵커, 디비에이션, 중간 로프 보호 및 로프 간 전환과 같은 장애물은 지면에서 최소 3.5m 이상 높이에 설치되어야 한다.
- 교육 구역 상단 근처에는 플랫폼이 필요하며, 앵커 포인트와 지면 사이에 90도 각도로 로프가 통과할 수 있도록 상단 가장자리 장애물(예: 난간 벽, 평평한 지붕 가장자리 또는 절벽 꼭대기)을 시뮬레이션할 수 있는 구역이 포함되어야 한다.
- 에이드클라이밍 교육을 위해 고정 및 이동 앵커장치에 부착된 작업 위치 고정 랜야드를 사용하여 매달린 상태에서 이동할 수 있는 구역이 필요하다. 이러한 연습에는 발고리 사용이 포함되며, 수평 5m, 수직 3m 이상의 거리에서 수행되어야 한다. 교육생이 장애물을 안전하게 통과하기 위해 이동 앵커를 탈착해야 하는 동작이 가능하도록 장애물(예: 철골 구조의 접합부/교차점)을 설치해야 한다.

- 최소 높이 5m의 구역이 필요하며, 여기서 추락 방지 랜야드를 사용하여 등반할 수 있다. 이는 모의 전봇대, 타워 또는 격자 프레임 같은 구조물을 사용해야 한다. 이 구조물은 추락 방지 등반 연습 중 교육생이 작업 위치에 지탱될 수 있도록 해야 한다.
- 작업 라인과 안전 라인은 각각 별도의 앵커를 가져야 한다. 그러나 작업 라인과 안전 라인 그리고 두 개 앵커를 같이 연결하여 상호 보완하도록 할 수 있다.
- 수평 및 대각선 텐션 라인을 설치할 수 있는 적절한 앵커가 있어야 한다.
- 팀 구조 활동을 위해 3차원 운동을 설치할 수 있는 적절한 앵커가 있어야 한다. 예를 들어, 팀 구조 활동은 교차 인양 및 텐션 라인을 이용하여 다양한 장애물을 통과하거나 회피하여 이동시키는 것을 포함할 수 있다. 팀 구조 활동은 중간에 멈추어 다른 구역으로 이동할 필요 없이 한 번에 완료할 수 있도록 계획되고 관리되어야 한다.

#### (4) 로프접근기술 교육 강사의 요구 사항

산업용 로프접근 교육을 진행하는 강사는 로프접근기술에 정확한 이해와 필요로 되는 로프접근기술의 안전 전문 지식을 숙지한 인원이 실시해야 한다. 충분한 교육 경험을 바탕으로 주어진 시간에 로프접근기술 교육을 받는 교육생들이 숙련되고 평가를 통과할 수 있도록 교육해야 한다.

교육 강사는 로프접근 교육 트레이너와 로프접근 강사로 등급이 분류되어 있다.

로프접근 교육 트레이너는 로프접근 강사 자격을 신청하기 전에 아래의 기준을 충족해야 한다

- 유효한 IRATA Level 3 자격증을 소지해야 한다.
- 적절하고 유효한 응급처치 자격증을 소지해야 한다.

- 모든 교과목 항목을 능숙하게 전달하는 것을 증명해야 한다.
- 교육 과정을 제공한 총 400시간 이상의 기록된 경험이 있어야 한다.
- 최소 30명의 교육생을 성공적으로 교육하고(즉, 평가에서 합격시키고), 각 레벨에서 최소 6명의 교육생을 교육해야 한다.
- 교육생의 평가 전체 합격률이 최소 60% 이상이어야 한다.
- 매년 최소 한 번의 강사/평가자 기술 워크숍에 참석해야 한다.

위 모든 내용을 충족하면 관련 내용이 기록된 로그북과 함께 강사 지원서를 제출 후 로프접근 온라인 강사 시험에 응시할 수 있다. 시험에 합격 시 강사 자격 및 강사 로그북이 제공되며, 지속적으로 강사 자격을 유지하기 위해 아래의 기준을 유지해야 한다.

- 강사 재검증을 위해 1년에 최소 6명의 성공적인 교육생을 교육해야 한다.
- 매년 최소 한 번의 강사/평가자 기술 워크숍에 참석해야 한다.
- 강사 로그북에 요구 사항에 대한 최신 기록을 유지해야 한다.

매년 요구 사항을 충족하지 못하면, 강사는 이 요구 사항을 충족할 때까지 자동으로 트레이너 수준으로 전환된다.

#### (5) 로프접근기술 자격증 발급을 위한 평가 요구 사항

산업용 로프접근 교육에서 평가자의 주요 역할을 각 교육생이 기준에 따라 안전한 방식으로 필요한 작업을 수행하는지 확인하는 것이다.

평가의 수행은 교육생, 교육생의 고용주, 교육을 제공하는 조직과 현재 독립적인 평가자에 의해서만 수행될 수 있다. 평가의 신뢰도를 유지하기 위해

평가자와 교육생의 비율을 1:8을 넘을 수 없다.

평가자는 평가 시작 전에 교육생에게 평가 채점 시스템을 설명해야 한다. 평가 중 세 번의 경미한 과실 저지르거나 한 번의 중요 과실을 저지르면 불합격이 되고, 평가자는 과실이 발생할 때 안전한 시점에 교육생에게 과실을 알리고 안전 문제를 설명해야 한다.

로프접근 자격증 발급을 위한 평가는 이론, 실기평가로 이루어진다. Level 3 이론 시험은 평가자가 감독해야 한다. 실기 시험시, 평가자는 교육생의 평가 결과를 결정하기 위해 안전성, 기술, 장비 사용, 소요 시간, 효율성 및 전반적인 능력을 고려해야 한다.




#### 4) 주요 기술 (동작)




로프접근기술은 작업 라인과 안전 라인이 독립적으로 설치되어있는 환경에서 로프접근 장비를 부착하여 작업 구역으로 안전하게 이동하기 위해 사용되는 기술이다. 더블프로텍션은 로프접근기술에서 주요하게 사용되는 단어로 앵커 지점, 작업 로프 및 안전 로프, 로프접근 장비로 구성되는 전체 시스템이 독립적으로 설치되어있어 하나의 시스템에 문제가 있을 경우, 다른 시스템으로 보완하게 되어있다.




현재, 산업용 로프접근기술에 사용되는 주요한 로프접근기술은 로프를 설치하는 기술인 리깅 기술, 로프를 이용한 이동 기술인 로프접근 동작, 로프 없이 주변 구조물 등을 이용한 클라이밍 이동 동작, 인명 구조 동작으로 구분하여 설명할 수 있다.




〈표 II-15〉 동작에 따른 사용 목적에서 로프접근기술에 사용되는 주요 이동 및 구조 동작을 조사하여 나열하였다. 모든 동작은 로프접근 자격 Level 1~3까지 사용되는 기술이며, 각 이동기술의 목적과 특징을 확인할 수 있다.


〈표 II-15〉 동작에 따른 사용 목적




동작 명칭	사진	사용 목적
등강		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근의 가장 기초적인 기술로 설치된 작업 및 안전 로프를 이용하여 수직으로 이동하기 위해 사용</li> </ul>
하강		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근의 등강 기술과 더불어 하강은 가장 기초적인 기술로 작업 및 안전밧줄을 이용하여 수직으로 하강하기 위해 사용</li> </ul>
체인지오버		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근시, 등강에서 하강 또는 하강에서 등강으로 전환하기 위해 사용</li> </ul>




동작 명칭	사진	사용 목적
매듭 통과		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 목적에 의해 로프 중간에 매듭이 있을 경우, 매듭을 안전하게 통과하는 기술</li> </ul>
디비에이션 통과		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경로를 변경하여 작업 구역으로 정확하게 이동해야 하거나 특별한 위험요인으로부터 안전하게 이동해야 할 경우에 사용</li> <li>• 환경에 따라 달리 사용되는 Single/Double 2가지의 디비에이션으로 분류</li> </ul>
리앵커 통과		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프가 설치된 앵커로부터 일정 거리를 떨어뜨려 설치된 추가 앵커를 통과해야 하는 기술</li> <li>• 리앵커가 설치되는 거리에 따라 Small/Large 2가지의 리앵커로 분류</li> </ul>



동작 명칭	사진	사용 목적
로프 간 이동		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2개의 다른 로프 세트(작업로프와 안전 로프)를 이용하여 수직/수평/대각으로 이동하기 위해 사용하는 이동기술</li> </ul>
상단 가장자리 또는 장애물 통과		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 옥상 또는 플랫폼 등 수직으로 로프가 설치되어 있을 경우, 안전하게 통과 하기 위해 사용되는 이동기술</li> </ul>
작업 의자 사용		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장시간 로프 작업 시 기술자의 피로도를 줄이기 위해 사용되는 작업 의자를 사용하는 방법</li> </ul>

동작 명칭	사진	사용 목적
<p>중간 로프보호대 통과</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프의 손상을 방지하기 위한 로프보호대가 설치된 곳을 안전하게 통과하는 기술</li> </ul>
<p>고정 앵커와 이동 앵커를 사용한 수평 에이드 클라이밍</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고정/이동형 앵커와 앵커 장치를 이용하여 수평으로 이동하는 기술</li> </ul>
<p>하강 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기본적인 인명구조 기술로 부상당한 로프접근기술자를 안전한 곳으로 운반하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>

동작 명칭	사진	사용 목적
<p>에이드 클라이밍 상황에서 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에이드 클라이밍 이동 중 발생한 부상자를 안전한 곳으로 운반하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>
<p>작은 리앵커 통과 구조 및 로프간 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>리앵커/로프간 이동 중 부상자가 발생시 안전한 곳으로 운반하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>
<p>디비에이션 통과 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>디비에이션 이동 중 발생한 부상자를 안전한 곳으로 운반하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>

동작 명칭	사진	사용 목적
<p>플랫폼에서 인양 및 하강/매달린 상태에서의 인양</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>로프접근시 중량물이나 부상자를 상부로 운반하기 위해 사용되는 인양 기술</li> </ul>
<p>Y-Hang 로프 설치</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>앵커 간의 거리나 작업 위치로 접근하기 위해 Y형으로 로프를 설치하는 리깅 기술</li> </ul>
<p>회수 로프 시스템 설치</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>설치된 로프를 하부에서 제거하기 위해 회수 가능한 로프 시스템을 설치해 사용하는 리깅 기술</li> </ul>

동작 명칭	사진	사용 목적
텐션로프 설치		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수평, 수직, 대각으로 인장된 로프를 설치하여 생명줄, 수평이동, 수직이동 등에 사용하기 위한 목적으로 설치되는 리깅 기술</li> </ul>
텐션로프를 활용한 구조		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인장된 로프를 이용하여 부상자를 구조하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>
짧은 연결상태에서의 구조		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부상자가 짧은 연결 장치를 사용하고 있는 상황에서 사용되는 구조 기술</li> </ul>

동작 명칭	사진	사용 목적
<p>하강 중 매듭 통과 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>부상자가 발생한 로프에 매듭이 있을 때 매듭을 통과하여 구조하는 기술</li> </ul>
<p>큰 리앵커 구조</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>로프간 이동하는 부상자를 구조하기 위해 사용되는 구조 기술</li> </ul>

## 5) 관리 체계

산업용 로프접근기술의 3가지 중요 안전 항목으로 로프접근 기술자의 적격성, 인증된 로프접근 장비의 사용과 관리, 로프접근 관리 시스템이 있다.

앞서, 로프접근 기술자의 적격성과 인증된 로프접근 장비에 대해 언급하였기 때문에 이번 내용에서는 로프접근 관리 시스템과 로프접근 장비의 관리 방법에 대해 알아본다.

산업용 로프접근기술의 안전성을 유지하기 위해 아래의 필수 사항을 확인해야 한다.

- 산업용 로프접근의 적절한 계획과 관리
- 훈련되고 능숙한 기술자의 활용과 작업팀의 구성
- 체계적이고 철저한 관리 감독 체계 수립
- 사용 로프접근 장비의 올바른 선택
- 로프접근 장비의 적절한 사용, 유지, 점검
- 작업 중 로프작업 현장 내에서 필요한 관리 요소
  - 작업 전 확인
  - 앵커 시스템 및 앵커줄의 보호
  - 작업 현장의 의사소통 및 비상 상황의 대비
  - 출입금지구역 설정 및 제3자(로프접근 팀 이외의 사람들)의 보호
  - 환경적 위험요인 인지
  - 작업의 마침

위 언급된 필수 사항에 대한 상세 내용은 아래와 같다.

### (1) 산업용 로프접근의 적절한 계획과 관리

로프접근 작업이 진행되는 현장의 경우, 상시 추락, 낙하물 발생 등 로프접근 기술자와 주변의 공사 인원은 고위험에 노출되어 진다. 따라서 로프접근 작업시에는 사고나 위험한 상황이 발생하지 않도록 최우선의 목표로 삼고 작업 계획을 수립하고 적절한 관리 체계를 유지해야 한다.

로프접근 작업에서 안전을 최대화하고, 위험을 최소화하기 위한 중요한 요소는 다음과 같다.

- 명확한 관리 구조를 통해 개인별 책임을 구분하여 작업자의 역할과 책임을 명확히 해야 한다. 또한, 예방 대책, 내부 감사, 재검토를 포함한 안전 관리 정책과 구체적인 지침을 마련해야 한다.
- 로프접근 기술자는 일반 책임 보험과 각 작업 환경에 맞는 보험을 필수적으로 가입해야 하며, 위험성 평가를 통해 사고 가능성을 줄이고 예방 조치를 마련해야 한다.
- 작업의 세부 계획은 안전 작업 계획서와 인명 구조 계획을 포함해야 하며, 한 현장에 여러 회사 기술자들이 협력할 경우 사전에 동의서를 작성해야 한다. 또한, 공공장소나 작업장에서 기술자의 안전을 보장하기 위해 로프접근 안전 관리자를 지정해야 한다.
- 숙련된 작업자의 선정과 기술 수준 및 경험에 대한 기록이 중요하다. 이를 통해 적합한 업무 배정이 이루어져야 하며, 적절한 의사소통 시스템을 통해 모든 직원에게 필요한 정보가 전달되어야 한다.
- 적절한 장비 선택과 장비 점검 기록을 체계적으로 유지하고, 위험 물질, 기계, 설비, 도구, 환경적 위험요소를 관리하는 지침을 마련하는 것이 필수적이다.

## (2) 훈련되고 능숙한 기술자의 활용과 작업팀의 구성

로프접근 작업팀은 최소 2명의 로프접근 기술자로 구성해야 한다. 작업 환경, 팀 숙련도, 구조 시나리오에 따라 더 많은 인원이 필요할 수 있다. 특히, 부상자를 신속하게 구조할 수 있는 능력을 갖춘 팀이어야 하며, 일반적인 구조 상황에서는 3명의 로프접근 작업자를 최소 팀 크기로 간주된다.

각 팀에는 Level 3 자격을 갖춘 로프접근 기술자가 반드시 포함되어야 하며, 이 인원은 안전 관리에 대한 숙련된 역할을 담당해야 한다. 작업 환경이 복잡

하거나 위험한 경우에는 추가적으로 Level 3 자격을 갖춘 안전 관리자를 고용할 필요가 있다. 작업장의 규모, 복잡성, 위험요소에 따라 작업 전 구조 계획이 모든 팀원에게 전달되고 이행될 수 있도록 충분한 인력과 자원이 준비되어야 한다.

특히, 제한적인 공간에서의 작업이나 중독, 질식과 같은 위험요소가 있는 환경에서는 팀원들의 교육, 능력, 경험, 숙련도, 팀 크기 등을 고려해 긴급 상황에 대비해야 한다. 또한, 수면 위에서 작업하는 경우에는 적절한 구조 장비를 갖추고 의사 위험을 방지할 수 있는 구조 체계를 마련해야 한다.

### (3) 체계적이고 철저한 관리 감독 체계 수립

로프접근 작업이 수행되는 동안 안전하게 작업을 계획하고 실행하는지에 대한 역할 및 책임자를 지정하고 현장에서 철저하게 관리 감독되도록 해야 한다. 대표적인 관리 감독역할을 수행하는 인원은 로프접근 관리자와 로프접근 안전관리자가 있다.

#### 가) 로프접근 관리자

로프접근 관리자는 로프접근 작업의 계획, 실행, 안전 시스템을 관리하고 재검토하는 책임이 있다. 이들은 작업 경험과 숙련도를 갖추고, 안전관리자와 원활하게 의사소통하며, 적절한 관리 시스템을 실행하고 평가할 수 있어야 한다. 또한, 기술자들의 적합성과 숙련도를 보장해야 하며, 고용주는 관리자의 자격과 규칙 준수 여부를 확인해야 한다. 필요 시, 경영진에게 보고하는 시스템을 구축해야 한다.

#### 나) 로프접근 안전관리자

로프접근 안전관리자는 최소 IRATA Level 3 자격을 취득한 인원으로 로프 접근 기술의 체계를 이해하고 작업의 사고방지를 위한 문서 시스템 및 안전 관리를 보장하는 감독자 역할을 한다. 또한, 로프접근 작업 중 발생 가능한

비상 상황 및 응급 구조 활동이 실행될 수 있도록 보장해야 한다.

#### (4) 사용 로프접근 장비의 올바른 선택

장비 선택과 구입은 관련 기술적 지식을 가진 인원의 승인을 받아야 한다. 로프 접근 시스템에 사용되는 장비는 용도에 적합하고, 서로 호환성이 있어야 하며, 발생 가능한 하중을 견딜 수 있어야 한다. 장비는 안전장치 기능을 갖춘 것이어야 한다.

#### (5) 로프접근 장비의 적절한 사용, 유지, 점검

로프접근 현장에서 사용되는 로프접근 장비는 매일 사용 전 점검을 진행해야 한다. 사용 전 점검 시 개인 검사와 작업 동료 간 상호 점검이 같이 이루어져야 한다. 사용 중인 로프접근 장비는 6개월이 넘지 않는 기간에 정기적으로 정밀 점검을 받아야 한다. 모든 점검 결과는 기록하여 장비 사용 및 유지에 활용해야 한다. 장비를 보관할 때는 직사광선 및 장비에 유해한 장소를 피해 보관하고 유지해야 하며, 이상이 있는 장비는 제조사나 자격 있는 인원이 점검해야 한다.

#### (6) 작업 중 로프작업 현장 내에서 필요한 관리 요소

##### 가) 작업 전 확인

매일 작업 시작 전 확인되어야 하는 사항으로 작업 허가서 및 작업 안전 문서의 이행 여부를 확인한다. 작업에 사용되는 장비의 사용 전 점검을 하여 장비의 이상 유무를 확인한다. 로프접근 안전 관리자는 설치된 앵커 장치와 로프를 점검하여 이상 유무를 확인한다.

##### 나) 앵커 시스템 및 앵커줄의 보호

최소 요구 하중 이상의 강도를 가지는 견고한 구조물이나 지형에 앵커 시스템을 설치해야 하며 설치된 로프의 손상을 발생시킬 수 있는 곳에는 앵커줄을

보호할 수 있는 조치(위험 회피, 대체, 모서리 보호, 로프 보호 등)를 취하고 문제 여부를 지속적으로 확인한다.

#### 다) 작업 현장의 의사소통 및 비상 상황의 대비

로프접근 기술자 사이 또는 타 작업 인원과의 명확한 의사소통이 가능한지를 확인한다. 필요시 상호간에 의사소통 방법에 대해 의논하고 유기적으로 의사소통이 이루어지도록 조치해야 한다. 작업 중 발생할 수 있는 비상사항과 부상 등 사고에 대비한 적절한 비상 상황 대책이 필요하다. 특히, 부상자에 대한 인명 구조 절차는 필수적으로 사전에 계획되어 준비되도록 해야 한다.

#### 라) 출입금지구역 설정 및 제3자 (로프접근 팀 이외의 사람들)의 보호

매일 작업 시작 전 앵커 상부 지역, 앵커 지역, 지상 등 필요로 되는 곳에 출입금지 구역을 설정한다. 필요시 추가 인력을 배정하여 다른 인원이 출입금지 구역으로 출입 되지 않도록 해야 한다.

#### 마) 환경적 위험요인 인지

작업을 수행하는 중 발생하는 날씨 영향에 대해 사전에 제한 사항을 확인한다. 또한 주변 지형, 교통, 타 작업의 영향 등 로프접근 작업에 영향을 줄 수 있는 사항을 미리 확인하여 안전 작업이 가능한지를 미리 검토해야 한다.

#### 바) 작업의 마침

매 작업을 마치기 전에 앵커줄, 작업 도구 등 관련된 장비는 낙하 등의 위험요소가 발생되지 않게 고박되거나 안전하게 보관되도록 해야 한다. 다음 작업 팀에게 작업을 인계해야 하는 경우에는 필요한 작업 지침과 규칙에 대한 정보를 언제든지 찾을 수 있도록 해야 한다.

### 3. 로프접근기술의 이점

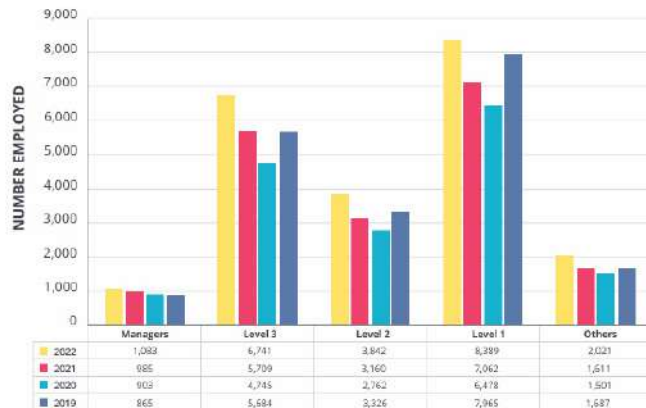
2절에서 언급한 내용을 토대로 로프접근기술을 적용하면 안전성과 효율성의 이점이 있다.

#### 1) 높은 안전성을 통한 사고 발생 감소 효과

로프접근기술에 대한 안전한 체계를 가지고 운영하는 IRATA에서 매년 발표하는 Work & Safety Analysis Report 2023 자료를 통하여 로프접근기술의 안전성을 확인해 볼 수 있다.

이 보고서는 IRATA 협회에 등록된 운영 및 교육 회원사와 이들 회원사에 소속된 로프접근 기술자들에게 2022년 발생한 사고를 기반으로 다각도로 안전 통계를 분석한 자료이다. 그 중에서 필요한 자료만을 확인하였다. 2023년도 자료는 2024년말에 확인이 가능하여, 이 자료가 가장 최신본이다.

보고서에서는 로프접근 기술자 수, 근무 장소 등의 사고 발생의 배경이 되는 기본 정보를 확인하고, 사고 발생 분석을 확인할 수 있었다.



[그림 II-5] IRATA 회원사의 로프접근 기술자 고용자 수

[그림II-5]을 보면 2022년 기준 약 600개의 회원사가 2만명 정도의 IRATA 로프접근 기술자를 고용 중이다. <표II-16>는 전 세계 약 2만명의 IRATA 로프접근 기술자들의 주요 근무 장소별 근무 시간 분석이다. [그림II-6]에서 한국은 Far East Asia에 속하며, 2022년 기준 약 1백만시간의 교육이 있었다.

<표 II-16> 장소별 근무 시간

단위 (분)	2019	2020	2021	2022
육상 고소작업	6,641	6,758	7,590	8,855
육상 비고소작업	6,310	5,522	5,504	6,637
해상 고소작업	4,510	3,087	3,651	4,295
해상 비고소작업	4,376	3,475	3,819	4,650
로프접근 훈련	735	569	651	1,062

	2022	2021	2020	2019
Australasia	42,054	30,627	46,133	40,095
Benelux	9,460	6,822	8,530	7,800
Brazil	214,658	145,496	103,169	119,711
D-A-CH	2,719	2,161	2,266	5,423
East Europe	54,867	48,100	40,065	58,536
Far East Asia	34,637	*	*	**
Mediterranean	36,671	30,193	25,598	19,984
MECASA	157,146	112,015	41,104	88,570
North America	75,636	62,730	48,156	78,107
North Sea Operators	65,682	7,626	9,437	10,456
Others	3,683	30,627	70,323	42,807
Scandinavia	4,448	3,316	3,976	4,315
South East Asia	81,315	49,726	77,706	94,404
Southern Africa	28,892	24,816	16,732	12,671
Sub Sahara	87,861	Previously included elsewhere		
United Kingdom	162,820	97,058	75,927	152,537
<b>TOTAL</b>	<b>1,062,549</b>	<b>651,313</b>	<b>569,122</b>	<b>735,416</b>

[그림 II-6] IRATA 회원사의 로프접근기술 교육 시간

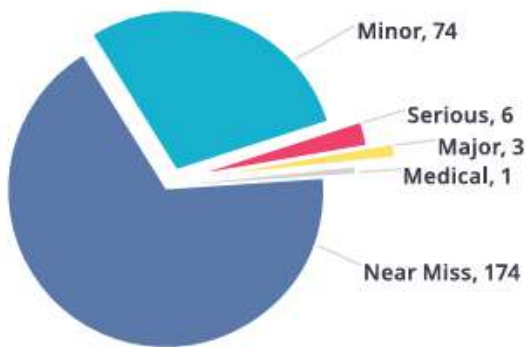
위의 표와 내용을 정리하면 다음과 같이 <표Ⅱ-17>로 정리된다.

**<표 Ⅱ-17> IRATA 협회사 현황**

구분	현황
협회사	604 사
고용 기술자수	22,075 명
연간 근무시간	25,501,640 시간
관련 인력수	12,750 명
총 훈련시간	1,062,549 시간

다음으로 사고 사례 분석에 대한 내용이다.

총 321건의 사고 보고서 중, 중복되거나 로프접근과 관련없는 내용을 빼면 258건의 로프접근과 관련된 사고가 있었다. 2018년부터 2022년까지 5년동안 총 4건의 사망사고와 32건의 중대 재해가 발생했다.



Of the 258 remaining reports, the majority were 'Near Miss' reports, as displayed on the pie chart of Fig 5 along with the other categories:

**[그림 Ⅱ-7] IRATA 협회사 세계 사고 통계 (2018~2022)**

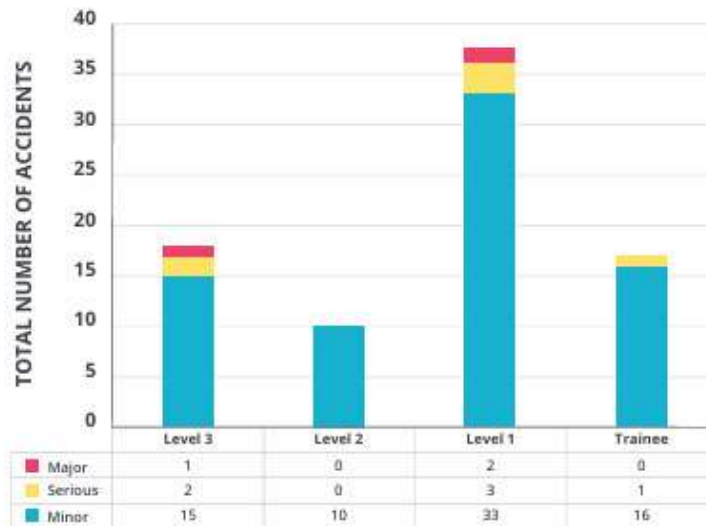
Fatalities And Serious Injuries	Fatal	Major	Serious*
2022	0	3	6
2021	3	4	8
2020	0	3	7
2019	1	2	7
2018	0	1	4

\* 'Over 7 Day Injuries'

[그림 II-8] IRATA 회원사의 중대 재해 보고 현황(명)

	Major	Serious Injuries	Minor Injuries	Near Miss	Medical/Illness
Onshore	3	3	33	147	0
Offshore	0	3	21	21	0
Training	0	0	20	6*	1

[그림 II-9] IRATA 회원사의 작업 영역별 사고 사례 보고 현황(명)



[그림 II-10] IRATA 회원사의 작업자 등급별 사고 사례 보고 현황(명)

육상 고소 작업이 가장 많이 수행되기 때문에 육상에서의 사고가 많이 일어났지만 대부분이 경미 사고이다. 그리고 IRATA Level 1에서 사고가 가장 많이 일어났지만 38건 이고, 7일 이상의 치료가 필요한 사고는 2건으로 확인된다.

IRATA회원사의 재해자 수와 우리나라 및 영국, 유럽연합, 미국의 재해자 수를 각각 십만인율로 변환하여 단순 비교해 보았다. 이 비교에서 IRATA 회원사로부터 보고된 재해는 로프접근 작업 중에 발생한 재해 뿐만 아니라 일반 작업도 포함되어 있고, 국가별 재해 인정 기준과 IRATA협회의 재해 인정 기준의 상이함은 고려되지 않았다.

〈표 II-18〉 IRATA 재해율과 국내 재해율의 비교 (십만인율)

구분	4일 이상 요양을 필요로 하는 재해 전체
국내 전산업 재해 십만인율	531
IRATA 재해 십만인율	120

\* 국내 재해율은 천인율을 십만인율로 변경하여 표기

〈표II-18〉은 2022년 우리나라의 산업 전체에서 4일이상 요양 재해자 수 (2022산업재해 현황분석\_안전보건공단 참고)를 십만인율로 변환한 결과와 IRATA 회원사로부터 보고된 4일 이상 요양 재해자 수를 십만인율 변환한 결과를 비교한 것이다. 한국은 10만명당 531명인 반면, IRATA 회원사의 로프접근 근로자 10만명당 120명이었다.

	UK HSE LFS (Nov 2022) (based on 7 Days off work)	EU Eurostat (2020) (based on 4 Days or more off work)	USA BLS (2021) (Incl illness and 1 or more Days off work)
All Industries	1,650	1,466	1,700
IRATA	72	120	224

[그림 II-11] IRATA 재해율과 영국, 유럽, 미국 재해율의 비교

[그림 II-11]에서는 영국 산업 전체의 7일 이상의 요양을 필요로 되는 재해 십만인율과 IRATA협회의 7일 이상 요양을 필요로 되는 재해 십만인율 비교한 경우, 영국의 근로자 10만명당 1,650명인 반면, IRATA 로프접근 근로자 10만명당 72명임을 확인할 수 있었다. 같은 방식으로 유럽은 4일 이상의 요양을 필요로 되는 재해 십만인율, 미국은 1일 이상 요양을 필요로 되는 질병 및 재해 십만인율을 IRATA 회원사의 4일 및 1일 이상의 요양이 필요로 되는 재해 십만인율과 각각 비교해 본 결과, IRATA 회원사의 재해 십만인율이 유럽연합 및 미국에 비해 낮은 것으로 확인되었다.

결과적으로 IRATA협회에서 관리하는 회원사의 재해자 수가 우리나라를 포함하여 비교한 모든 국가에 비해 작다는 것이 확인된다. 그리고 IRATA협회의 재해자 수에는 로프접근 작업뿐만 아니라 일반 작업까지 포함한 재해자 수인 점을 감안하면, 로프접근기술로 인한 재해자 수는 현저히 작다고 할 수 있다.

이렇게 로프접근 숙련도를 위한 교육 및 평가 프로그램, 인증된 장비의 사용, 표준화된 관리 체계를 시행하면 로프접근 기술은 안전한 것으로 볼 수 있다.

## 2) 작업의 효율성 향상을 통한 비용 절감 효과

### (1) 로프접근기술의 효율성

#### 가) 다양한 지형 및 시설의 효과적인 접근성

로프접근기술은 다양한 지형 및 작업 환경에서도 뛰어난 접근성을 제공한다. 복잡한 구조물이나 자연 지형에서도 쉽게 적용할 수 있어, 지리적 제약을 거의 받지 않는다. 예를 들어, 고층 건물, 굴뚝, 교량, 절벽과 같은 접근이 어려운 장소에서도 로프접근 시스템을 통해 작업자가 쉽게 도달할 수 있다. 또한, 좁은 공간이나 협소한 작업 환경에서도 로프접근을 통해 작업이 가능하며, 비계나 크레인처럼 대형 장비를 사용할 필요 없이 작업을 진행할 수 있다. 특히, 원거리나 고립된 작업 위치, 산악 지역, 해안 절벽과 같은 곳에서도 효과적으로 접근할

수 있는 것이 큰 장점이다.

#### 나) 유연성과 다목적 활용성

로프접근기술은 다양한 작업 환경에서 다양한 직종의 작업을 수행 가능하다. 작업의 내용에 따라 로프접근 기술자는 시설물의 유지보수, 청소, 검사, 도장, 용접, 설치/철거 등 다양한 작업을 쉽게 수행할 수 있다. 로프접근의 유연성 덕분에 다양한 산업 분야와 작업 조건에 맞게 작업 계획을 세울 수 있는 점이 장점이다.

#### 다) 작업의 신속성

로프접근 시스템은 설치와 철거가 간편하고 빠르다는 점에서 작업의 신속성을 보장한다. 별도의 대형 장비를 설치할 필요가 없기 때문에 작업을 빠르게 시작하고 완료할 수 있다. 특히, 반복적인 접근이 필요한 경우에도 로프접근 시스템을 통해 작업자는 신속하게 원하는 지점에 도달할 수 있으며, 시간이 중요한 프로젝트나 긴급한 작업에 매우 유리하다. 설치 시간이 적고, 빠른 대응이 가능한 로프접근기술은 작업 효율을 크게 높일 수 있다.

#### 라) 구조물 보호

로프접근기술은 작업 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있다. 비계나 증장비 처럼 구조물에 부담을 주지 않으며, 추가적인 장비 설치가 필요 없기 때문에 기존의 건축물이나 설비에 손상을 가하지 않는다. 이는 특히 역사적인 건축물, 민감한 산업 시설 또는 변형되기 쉬운 구조물에서 작업할 때 큰 이점이 된다. 로프접근기술은 구조물 자체를 보호하면서도 작업을 원활하게 진행할 수 있어, 유지보수나 수리 작업에서 안전하고 효율적인 방법으로 인정받고 있다.

## (2) 작업의 효율성을 통한 비용 절감 효과

### 가) 산업 장비 및 인프라 관련 비용 절감

로프접근기술은 크레인, 비계 등 대형 장비를 사용할 필요가 없으므로 장비 설치 및 해체 비용을 크게 줄일 수 있다. 장비가 간단하고 설치가 빠르며 철거도 신속하게 이루어지기 때문에, 전통적인 접근 방식에서 발생하는 대규모 장비 비용을 피할 수 있다. 또한, 로프접근기술은 장비 유지보수 및 임대 비용도 절감할 수 있다. 비계나 크레인과 같은 대형 장비는 유지 관리 및 임대 비용이 높지만, 로프접근 시스템은 상대적으로 관리가 간단하고 비용이 낮아 장기적으로 유지보수에 드는 비용을 절감할 수 있다.

### 나) 인건비 및 작업 효율성

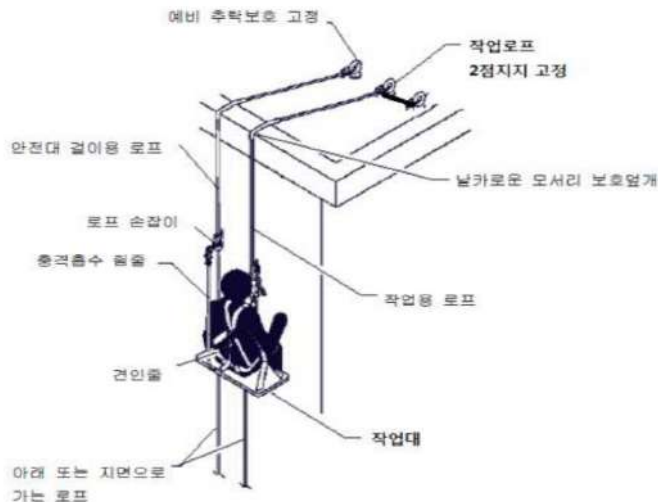
로프접근기술은 작업을 수행하는 데 필요한 인력이 적다. 비계를 설치하거나 대형 장비를 운영하는 인력이 추가로 필요하지 않기 때문에 인건비 절감이 가능하다. 작업의 규모에 따라 다르지만 많은 경우 소규모 팀으로도 효율적으로 작업을 진행할 수 있어 전체 인력 운영 비용이 감소한다. 또한, 로프접근 기술은 설치와 철거가 간편하여 작업 시간 단축에 기여한다. 작업 준비 시간이 짧아지면서 프로젝트의 전체 일정이 단축되고, 작업 기간이 짧아질수록 그에 따른 인건비와 기타 운영 비용도 줄어든다.

## 4. 달비계 비교

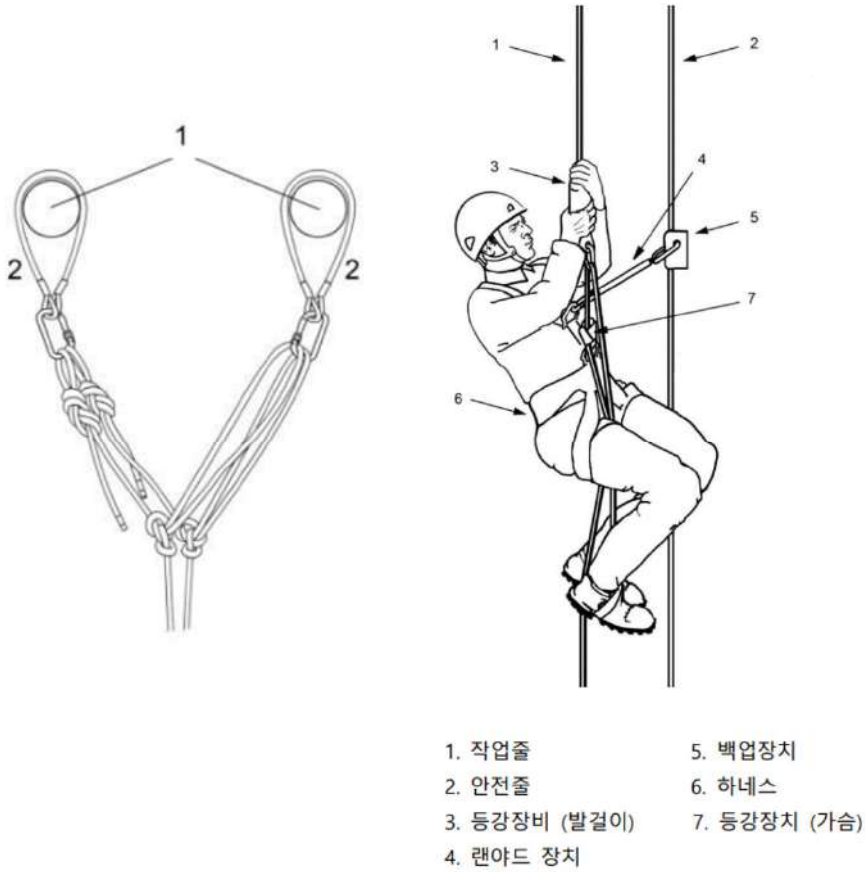
로프접근기술과 달비계는 로프를 이용하여 고소에서 작업이 가능한 방식이라는 점에서 공통점이 있다. 그러나 달비계는 비계의 한 종류로 상하 이동이 가능하고 사람이 탑승하여 작업할 수 있는 시설적인 부분이라면, 로프접근기술은 상하좌우로 이동하여 원하는 작업 구역에 사람이 접근하는 기술에 중점을 두는 기술적인 부분이라는 점에서 차이가 있다. 가장 뚜렷한 차이는 사용하는 장비와 가능한 이동 방향이다.

로프접근기술과 달비계는 각각 고유한 장점과 단점을 가지고 있으며 장비, 교육, 주요 기술, 관리 체계 측면에서 차이가 있다. 이 두 방식은 작업 환경과 요구 사항에 따라 선택되며, 각 기술이 가지는 특성과 효율성에 따라 작업의 안전성과 효과성에 차별화를 준다. 아래는 장비, 교육, 주요 기술, 관리 체계에 따른 두 접근 방식의 차이점을 조사한 내용이다.

로프접근기술과 달비계의 이해를 돕기 위해 [그림 II-12],[그림 II-13]을 참고한다.



[그림 II-12] 달비계 작업 모습



[그림 II-13] 로프접근 작업 모습

### 1) 장비

로프접근기술은 복잡한 로프접근 시스템과 다양한 안전 장비를 사용한다. 주로 두 개의 독립된 로프(작업 로프와 안전 로프)를 기본으로 하며, 하네스, 카라비너, 디센더, 어센더, 헬멧 등의 장비가 필요하다. 이중 안전 시스템을 통해 작업자가 한 줄에 문제가 생기더라도 다른 로프가 그 역할을 대체할 수 있어 안전이 보장된다. 이러한 장비는 정기적인 점검과 기록이 필수적이며, 장비의 손상 여부를 철저히 관리해야 한다.

달비계 작업 방식은 상대적으로 간단한 장비로 구성된다. 작업자는 의자 형태(작업대)의 장비에 앉아 작업하며, 주로 작업대와 작업용 로프를 연결하고 추락방지대와 구명줄을 연결하여 사용한다. 이 방식은 로프접근기술에 비해 안전 장비 구성이 간단하다. 장비 유지 관리는 복잡하지 않지만, 여전히 안전을 위해 정기적인 점검이 필요하다.

## 2) 교육

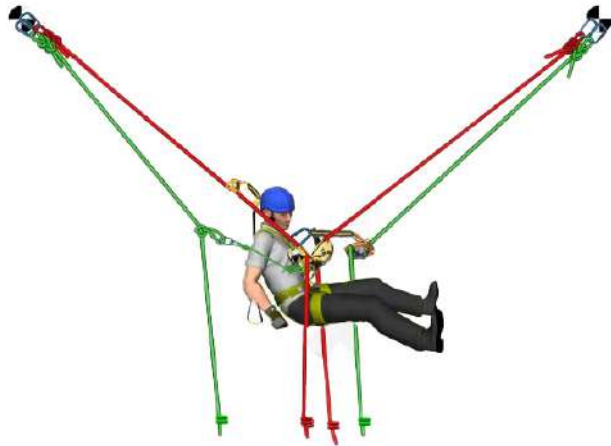
로프접근기술은 국제적으로 인정된 IRATA나 SPRAT와 같은 기준에 따라 체계적인 교육이 요구된다. 작업자는 레벨 1에서 레벨 3까지 단계별 교육을 통해 기술을 익히며, 로프 등반, 하강, 매듭법, 구조 기술 등 다양한 작업 기술을 배워야 한다. 교육 기간은 일반적으로 4~5일 정도이며, 각 레벨에 맞는 능력을 검증받아야 자격을 취득할 수 있다. 특히 구조 기술은 필수적인 교육 과정에 포함되며, 작업 안전을 최우선으로 다룬다.

달비계 작업 방식은 로프접근기술에 비해 교육 요구 사항이 적고 상대적으로 간단하다. 주로 작업대와 추락방지대를 연결하는 이중 보호 시스템을 사용하여 고정된 위치에서 작업을 수행하기 때문에, 짧은 교육 기간 내에 사용법과 기본 안전 규칙을 익히면 충분할 수 있다. 교육 과정에서는 일반적으로 작업대 사용법, 기본 매듭법, 하강 기술 등에 중점을 두며, 복잡한 구조 작업보다는 단순한 유지보수 작업에 적합한 기술이 교육된다.

## 3) 주요 기술

로프접근기술은 다양한 로프 기술을 요구하며, 이중 안전 시스템을 사용하여 작업자의 안전이 확보된다. 작업자는 수직(등강 및 하강) 및 수평 이동, 복잡한 구조물에서의 작업, 그리고 비상 구조 상황에서의 대응 능력을 포함한 다양한 기술을 익혀야 한다. 이는 고층 건물, 산업 시설, 교량, 해양 구조물 등에서

유연하게 작업할 수 있도록 해주며, 작업 환경에 맞춰 자유롭게 이동할 수 있는 장점이 있다. [그림 II-14]는 로프접근과 달비계의 동작 중 가장 뚜렷한 차이가 있는 수평 이동 모습이다. 하강만 가능한 달비계와 다르게 로프접근기술은 등강, 수평 이동이 가능하다. [그림 II-15]은 달비계로는 작업이 불가능한 작업 장소인 복잡한 구조물 또는 환경에서 로프접근기술을 활용하여 작업하는 모습이다.



[그림 II-14] 수평 이동이 가능한 로프접근기술



[그림 II-15] 다양한 작업 환경에 적용 가능한 로프접근기술

달비계 작업 방법은 주로 고정된 위치에서 작업을 수행하는 데 적합하다. 작업자는 작업대에 앉아 로프에 매달려 하강하면서 작업을 하며, 수직 이동이 주된 방식이다. 이동성은 제한적이지만, 유지보수나 청소와 같은 단순한 작업에는 적합하다. 이는 복잡한 로프접근기술보다는 단순한 하강 기술과 고정된 위치에서의 작업을 더 많이 요구한다.


#### 4) 관리 체계

로프접근기술은 국제적으로 인증된 표준을 따르는 체계적인 관리 체계를 갖추고 있다. IRATA와 같은 국제 기준에 따라 모든 작업자는 인증을 받아야 하며, 작업에 들어가기 전에 철저한 사전 계획과 위험성 평가가 이루어진다. 작업팀은 최소 두 명 이상의 작업자로 구성되어야 하며, 그중 한 명은 레벨 3 자격을 갖춘 관리자로서 전체 작업을 감독하고 안전을 책임져야 한다. 이 관리자는 작업자들의 기술 수준을 평가하고, 작업 계획에 따라 안전 절차가 제대로 이행되는지 확인해야 한다.

달비계 작업 방법은 로프접근기술에 비해 관리 체계가 덜 엄격하다. 보통 소규모 작업에서 사용되며, 작업자 인증이나 복잡한 관리 체계가 필수적이지 않다. 작업은 단일 작업자나 소규모 인원으로 이루어지는 경우가 많으며, 복잡한 계획보다는 단순한 작업 계획과 안전 확인 절차로 이루어진다. 이는 주로 단순한 유지보수나 청소 작업에 사용되기 때문에, 작업 환경이 복잡하지 않은 경우가 많다.

〈표 II-19〉 달비계와 로프접근의 비교

구분	달비계	로프접근
개인 사용 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>추락방지대, 안전벨트만 KCS인증</li> <li>달비계, 로프, 사클 등 안전인증 없음</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>추락방지대, 안전벨트 KCS인증</li> <li>하강기, 등강기, 로프 등 CE인증</li> </ul> 
앵커 장치 연결	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프를 바로 지지점에 연결</li> <li>PP로프의 매듭성으로 인해 적절하지 못한 매듭사용시 지지점으로 부터 풀림 가능성 있음</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프를 직접 지지점에 연결 하지 않으며, 다양한 인증된 앵커장치를 이용하여 구조물에 연결</li> </ul> 
사용 로프	<ul style="list-style-type: none"> <li>PP로프등 3연 꼬임로프 (16~18mm 직경)</li> <li>무게: 200m=30.8kg (18mm기준)</li> <li>작업 구역 상부에서 하부 까지 내려서 사용</li> <li>단점: 작업줄과 보조줄이 꼬임으로 인해 사용에 어려움이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low-stretch rope (10.5~11mm)</li> <li>무게: 200m=17kg, 85g/m (11mm 기준)</li> <li>작업구역 상부에서 하부까지 내려서 사용 하거나, 작업 구역에서 필요한 위치까지만 내려서 사용 가능</li> <li>장점: 꼬임이 내부에 있고 외피로 인해 로프간 꼬임이 적음</li> </ul>

구분	달비계	로프접근
로프 보호 조치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용 중 로프 보호 조치를 모서리 보호대나 로프보호대를 사용하여 로프 보호 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 날카로운 모서리를 회피하거나 통과하여 조치 가능</li> <li>• 필요시 모서리보호대나 로프보호대를 사용하여 로프 보호</li> </ul>
접근 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상부에서 하부로만 이동 가능 - 제한적 사용</li> <li>• 하강만 가능하므로 로프가 짧거나 장애 요소 발생시 조치가 어려움(매듭, 구조물 등)</li> <li>• 상부에서 모서리를 통과하여 달비계로 이동 및 앓는 과정에서 추락 위험이 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 등강, 하강, 수평 이동 가능 - 범용적 사용</li> <li>• 로프를 사용하여 이동 중 장애요소를 쉽게 통과 또는 조치 가능(매듭, 짧은 로프, 구조물 통과 등)</li> <li>• 상부에서 모서리를 통과하여 하강 시 지속적으로 2개의 확보지점 유지 후 이동 가능</li> <li>• 복잡한 시설물 및 건물의 접근 (예- 풍력발전기, 교량, 기타 복잡한 시설물 등)</li> </ul> 
비상 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사고 시 인명구조 불가능</li> <li>• 부상자가 의식을 잃을 경우 의도치 않은 하강이 진행될 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사고시 인명구조 즉시 적용 (모든 로프접근 상황)</li> <li>• 부상자가 의식을 잃을 경우 자동으로 하강이 멈춤</li> </ul>
팀 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1인 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2인 1팀으로 구성 (Leve3 최소1인 이상 권장)</li> </ul>
교육 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도제식 교육</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRATA 등 전문 교육 및 자격 취득</li> <li>• 최소 4일 교육 및 1일 독립 평가관 평가</li> <li>• Level 1~3 숙련도 등급 체계</li> </ul>

구분	달비계	로프접근
회사 인증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRATA 등 회원사 인증</li> <li>• 운영 회원사, 교육 회원사 제도 운영</li> <li>• 매년 내부 및 외부 심사를 통한 관리체계 운영</li> </ul>
업무 효율성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상/하로 길게 이어지는 현장 작업의 경우 로프접근과 이동으로 발생하는 효율성은 차이가 없으며 작업자의 업무 숙련도가 생산성에 영향을 미침</li> <li>• 좌/우로 이동이 많은 작업의 경우 한번에 모든 작업 구역에서 작업이 불가하며, 하강 후 다음 작업 구역으로 이동하여 작업해야 함</li> <li>• 부분적 작업 부위가 다수 있는 경우에는 매번 상하로 이동하면서 작업 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상/하로 길게 이어지는 현장 작업의 경우 달비계 방법과 이동으로 발생하는 효율성은 차이가 없으며 작업자의 업무 숙련도가 생산성에 영향을 미침</li> <li>• 좌/우로 이동이 많은 작업의 경우 수평 이동 기술을 이용하여 좌/우로 이동하면서 작업 진행</li> <li>• 부분적 작업 부위가 다수 있는 경우는 작업 위치까지 이동 후 다시 하부로 이동하지 않고 등강하여 바로 다음 작업 진행</li> </ul>

## 5. 소결

로프접근기술의 장점을 포함하여 로프접근기술을 정확히 이해하고 달비계와 비교해 보았다.

로프접근기술은 국내외에서 고소 작업의 한 방법으로 널리 사용되고 있으며, 그 장점이 다양한 산업에서 인정받고 있다. 그러나 로프접근기술은 단순히 로프와 장비만을 사용한다고 해서 안전하게 작업할 수 있는 기술은 아니다. 안전한 로프접근 작업을 위해서는 체계적인 안전 관리 체계, 숙련된 기술자, 적절한 장비 선택과 관리 시스템이 반드시 갖춰져야 한다. 이러한 조건들이 충족될 때 비로소 로프접근기술은 사고 발생을 줄이면서도 다양한 작업을 효과적으로 수행할 수 있는 높은 작업 효율성을 제공한다.

현재 국내에서 사용되는 달비계 기술과 로프접근기술은 명확한 차이점이 있다. 달비계는 주로 작업 방법이 단순하고 장비에 대한 관리 및 사용법도 상대적으로 간단하다. 이러한 이유로 달비계는 사용자의 숙련도 교육이 비교적 간단하게 이루어질 수 있다. 달비계는 비계의 일종으로, 고정된 구조물을 설치하여 작업자가 안전하게 작업할 수 있는 장치를 제공한다. 반면, 로프접근 기술은 작업자가 로프를 이용해 특정 작업 구역에 접근하는 방식으로, 기술이 더욱 다양하고 작업 형태 역시 복잡하다. 이러한 기술적 차이로 인해 로프접근 기술은 달비계보다 더 체계적이고 복잡한 안전 규정을 필요로 한다.

두 기술은 로프를 통해 작업을 수행한다는 점에서 비슷하게 보일 수 있지만, 그 본질은 완전히 다르다. 달비계는 주로 물리적인 장치와 설비에 의존하여 작업자가 아래로 이동하며 작업 구역에서 머무를 수 있게 하는 시설적인 부분에 중점을 둔다. 반면, 로프접근기술은 로프와 관련 장비를 사용하여 작업자가 고소 작업 구역에 접근하는 데 초점을 맞춘 기술이다. 따라서 두 작업 방식은 근본적으로 다른 목적과 운영 방식을 가지고 있으며, 그에 따라 필요한 안전

기준도 달라질 수밖에 없다.

사용자의 인식 개선도 중요한 요소이다. 로프접근기술과 달비계 간의 차이점이 명확히 인지되지 않을 경우, 사용자들이 기술을 오용하거나 잘못된 장비를 사용함으로써 사고가 발생할 위험이 크다. 실제로 이번 연구에서 조사된 사고 사례 중, 달비계 작업자가 로프접근 장비를 사용하다가 사고가 발생한 경우가 있다. 이 사례는 작업자가 로프접근기술과 달비계의 차이점을 충분히 인지하지 못한 채 장비를 사용한 결과이다. 만약 이들이 두 기술 간의 차이를 명확히 이해하고 있었다면, 교육을 받지 않은 상태에서 로프접근 장비를 사용하지 않았을 가능성이 크다. 이처럼 두 기술의 차이점을 명확히 이해하는 것이 사고 예방에 중요한 역할을 하며, 이를 기반으로 한 안전기준 마련이 필수적이다.

특히, 로프접근기술의 안전기준은 달비계의 안전기준과 별도의 안전기준이 필요하다. 이는 각 기술이 서로 다른 목적과 운영 방식을 가지고 있기 때문이다. 달비계는 물리적 구조물을 통한 안정성에 중점을 두는 반면, 로프접근기술은 작업자의 기술과 장비 사용 능력을 중시한다. 따라서 달비계의 안전기준이 로프접근기술의 특수성을 충분히 반영할 수 없으며, 두 기술을 동일한 기준으로 관리하는 것은 위험할 수 있다.

달비계와 로프접근기술의 구분된 안전기준을 마련하는 것은 매우 중요하다. 이러한 구분이 이루어질 때, 각각의 기술에 적합한 별도의 교육, 자격 요건, 관리 체계가 구축될 수 있으며, 이는 장기적으로 고소 작업에서 발생하는 사고를 예방하는 데 기여할 것이다. 또한, 작업자들이 해당 기술에 맞는 적절한 장비를 선택하고 관리할 수 있도록 도움을 줄 것이다. 로프접근기술의 경우 장비의 복잡성과 작업 상황에 따라 다양한 위험이 존재하므로, 보다 구체적이고 체계적인 안전기준이 필요하다.

결론적으로, 로프접근기술과 달비계는 그 목적과 운영 방식이 명확히 다른 기술로, 각 기술의 특성에 맞춘 별도의 안전기준이 마련되어야 한다. 특히 로프접근기술은 고도의 숙련도와 체계적인 관리가 요구되는 만큼, 이를 반영한

법적 안전기준이 필수적이다. 이러한 기준이 마련될 때, 작업자와 사용자는 각 기술의 차이를 명확히 인지하고 올바르게 사용할 수 있으며, 이를 통해 사고 발생을 효과적으로 줄일 수 있을 것이다.

### Ⅲ. 로프접근기술 안전기준 마련의 필요성





### Ⅲ. 로프접근기술 안전기준 마련의 필요성

#### 1. 국내 로프접근기술의 현황

##### 1) 국내 로프접근 기술자의 증가

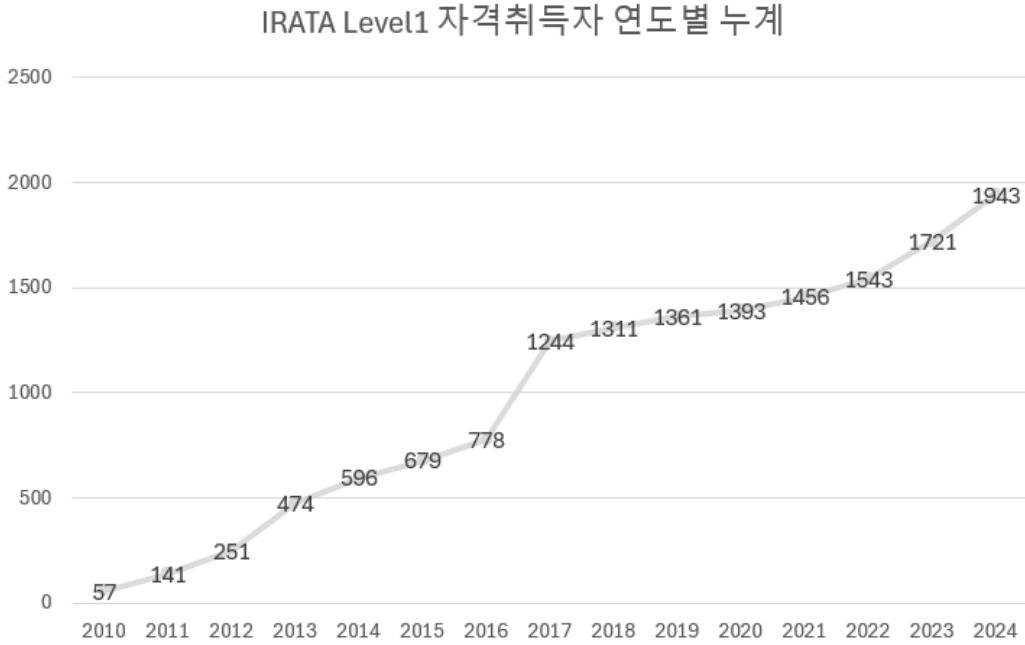
국내 산업용 로프접근기술은 IRATA 협회에서 인증한 교육 센터가 설립되면서 본격적으로 발전하기 시작했다. 국내에 로프접근기술을 교육하고 자격증을 발급하는 인증받은 교육 센터가 설립되면서 국내 인원들이 로프접근기술 자격증을 취득하게 되었고, 다양한 산업 현장에 로프접근기술이 도입되었다.

국내 첫 IRATA 인증협회에서 인증받은 교육 센터는 2010년 경남 거제시에 설립되었으며, 2024년 현재에는 전국에 총 4개의 IRATA 인증 교육 센터가 운영 중이며, 각 교육 센터에서 배출된 수료생 수는 차이가 있다.

아래는 각 교육 센터에서 배출된 IRATA 자격증 Level 1의 연도별 취득자 수를 누계한 표이다. IRATA 자격증은 숙련도에 따라 Level 1부터 Level 3까지 단계별로 나뉜다. 처음 자격증을 취득하면 Level 1을 받게 되며, Level 1 자격 취득자를 기준으로 연도별로 누계한 수를 연도별 총 로프접근 기술자 수로 보았다. 단, IRATA Level1 자격증을 해외에서 취득한 인원과 국내에서 IRATA 교육 센터를 일정 기간 운영하다가 폐업한 교육 센터의 교육생 수는 집계 어려움으로 이번 집계에서는 조사되지 않았다. IRATA 교육 센터를 기준으로 조사한 이유는 국내에서 IRATA가 아닌 미국의 SPRAT과 같은 다른 로프접근기술 협회 또는 기타 인증 기관에서 인증을 받은 교육 센터는 없기 때문이다.

2010년부터 2024년 10월 현재까지 국내에서 IRATA Level 1 자격을 취득했다고 확인되는 인원은 총 1,943명이다. 그리고 이번 조사를 통해 연도별

총 로프접근 기술자의 수를 확인해 볼 때, [그림Ⅲ-1]과 같이 지속적으로 그 수가 증가되고 있음을 확인할 수 있었다.



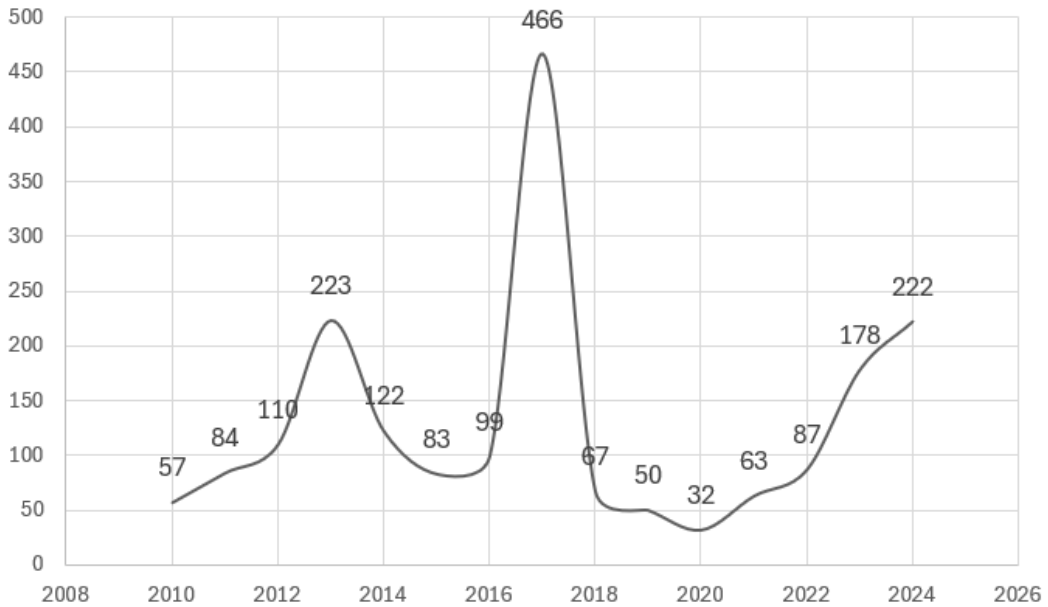
**[그림 Ⅲ-1] 연도별 총 로프접근 기술자의 수**

그리고 위에서 언급한 바와 같이, 집계하지 못한 인원이 있다. 폐업한 교육 센터에서 자격을 취득한 인원, 해외에서 자격을 취득한 인원, 인증되지 않은 교육 센터에서 교육을 받은 인원, 교육만 받고 자격을 취득하지 않은 인원, 교육 없이 현장에서 동료나 영상 매체를 통해 습득하여 기술을 활용하는 인원 까지 로프접근 기술자 조사 대상으로 포함한다면 로프접근 기술자 수가 더욱 증가하고 있음이 확인될 것이다.

## 2) 국내 로프접근기술의 보편화 (확산)

[그림Ⅲ-2]에서처럼 2010년 이후 IRATA Level 1 취득자는 지속적으로 발생하였다. 특히, 2017년도에는 조선업 호황으로 Level 1 로프접근 기술자가 466명으로 급격하게 증가하였으나, 이후 조선업의 불황으로 로프접근 기술자가 급격하게 늘지는 못하였음을 확인할 수 있다. 그럼에도 불구하고 주춤했던 Level 1 로프접근 자격증 취득자 수가 2021년부터 꾸준하게 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

연도별 IRATA Level1 자격취득자 수



[그림 Ⅲ-2] 연도별 Level 1 로프접근 기술자의 수

2장 로프접근기술 소개에서 국내 도입 배경에서 소개한 바와 같이, 초기 로프 접근기술의 도입은 조선업에서 시작하였다. 이로 인해 거제, 울산을 중심으로 대체로 조선업에만 국한되어 있던 초창기 국내 로프접근 기술자들이 조선업의 불황으로 타 지역의 타 산업 분야로 이동이 발생되었고, 이러한 이동은 로프

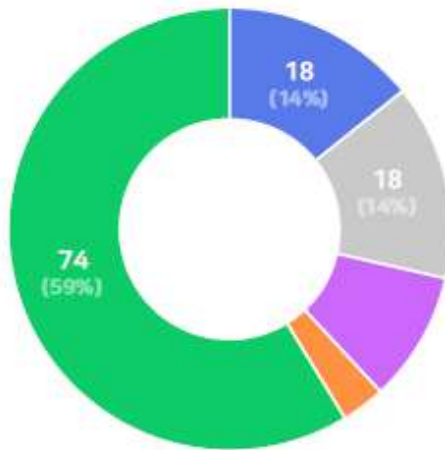
접근기술이 다양한 산업 분야와 다양한 작업에 자연스럽게 소개될 수 있는 계기가 되었을 것이다. 이에 대한 사실을 확인하기 위해 설문 조사를 통해 현재 로프접근 기술자가 분포되어있는 산업 분야와 작업 내용을 확인했다. 설문 조사 대상 및 인원 등은 4장에서 다른 설문과 함께 설명하겠다.

객관식

1. 로프접근기술을 활용하여 어떠한 산업군에서 주로 종사하십니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 건설업	74 (59%)
● 중공업	18 (14%)
● 기타	18 (14%)
● 신재생에너지(풍력)	12 (10%)
● 석유화학	4 (3%)

[그림 III-3] 로프접근 기술자의 산업군 분포도

이렇게 로프접근 기술자들이 어떠한 산업군에서 주로 작업하고 있는지를 확인해보았다. [그림Ⅲ-3]을 보면, 응답자 126명 중 가장 많은 산업군은 건설업 (59%)이었으며, 중공업 (14%), 신재생에너지-풍력 (12%), 석유화학 (4%), 기타 답변으로 옥외광고업, 공연장 설치, 교육 등 다양한 산업에 분포되어 있는 것으로 확인되었다. 이를 통해 중공업에서 건설업으로 많은 기술자들이 이동하였음을 확인할 수 있었다.

2. 로프접근기술을 활용하여 주로 어떠한 작업을 수행하십니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



[그림 Ⅲ-4] 로프접근 기술자의 업종 분포도

다음으로 로프접근 기술자들이 어떠한 작업을 수행하는지 확인해 보았다. [그림Ⅲ-4]을 보면, 응답자 126명 중, 가장 많은 업종은 도장-방수 도장 및 코킹 포함으로 56%를 차지하고 있었다. 다음으로 설치 및 해체-간판 포함 (15%), 청소 (8%), 검사(7%) 순으로 분포되어 있었다. 기타 답변으로 인명 구조, 교육, 구조물 설치 등 다양한 답변이 있었다.

이렇게 로프접근 기술자들이 주로 건설 현장에서 도장 및 방수(코킹)작업을 하고 있는 것으로 확인되었다. 물론, 조선업 현장에서 도장 또는 설치 및 해체를 하기도 하고, 석유/화학 공단에서 도장 또는 설치 및 해체 작업을 하고 있는 기술자도 있다. 이렇게 다양한 산업군에서 다양한 작업을 하고 있음이 확인된 것이다.

건설 현장이나 석유/화학 공단에서 도장 및 방수(코킹)작업은 달비계로 진행하던 작업이었는데, 로프접근 기술자들이 해당 작업을 수행하기 시작한 것으로 보아 달비계 작업 영역까지 확산되어 더욱 보편화되어질 것을 시사한다. 다양한 산업 분야에서 이 기술을 활용함으로써 수요가 증가되면 로프접근 기술자의 수는 앞으로도 계속적으로 증가할 가능성이 상당히 높다. 그리고 사용이 증가하는 만큼, 사고 발생률도 현재보다 증가할 확률이 높아질 것으로 예상된다.

3. 로프접근기술이 앞으로 활성화 될 것 같으십니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



[그림 Ⅲ-5] 로프접근기술의 활성화

로프접근기술이 다양한 산업 분야에서 다양한 작업에 사용되면서 로프접근 기술자도 계속해서 증가하고 있는 추세에서, 안전기준 마련의 필요성은 상당히 높다. 이 내용은 교육생의 증가와 설문 조사를 통해 현황을 파악하였지만, 추가적으로 로프접근기술의 활성화에 대한 예측을 설문 조사에 포함해서 알아보았다. 그 결과, 응답자 126명 중, 119명(94%)이 활성화될 것으로 예상하였다. 실제적으로도 로프접근기술은 많이 사용되고, 대부분 사람도 이 기술이 더욱 활성화될 것으로 예상한다.

## 2. 사고사례 분석

본 연구의 사고사례 분석에서는 국내에서 발생한 달비계 관련 사고를 제외하고, 2013년부터 로프접근 장비를 사용하는 작업 중에 발생한 재해를 분석하는 것에 중점을 두었다.

### 1) 승강기 이동에 의한 로프접근 기술자의 추락 재해

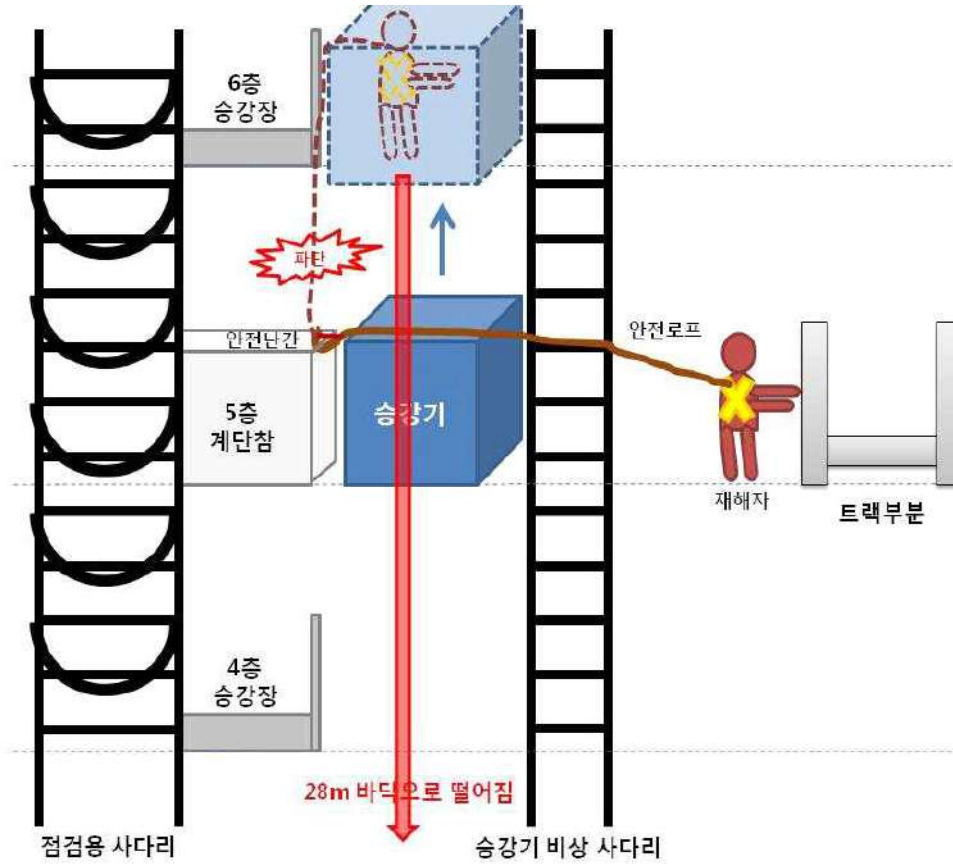
#### (1) 개요

2013년 10월 울산에 위치한 조선소 앞바다에서 시운전 중인 선박의 데릭(derrick)에 탑승한 협력업체 소속의 재해자 등 2명이 탑 드라이브 가이드 트랙(top drive guide track) 부분을 자로 치수를 재는 작업 중 데릭의 승강기가 상승하면서 재해자가 설치·체결하였던 안전 로프가 파단되어 28m 아래 데크(deck)바닥으로 떨어져 사망한 사고가 발생했다. (이후, 이 사고에서 안전 로프는 로프접근 용어로 랜야드라고 표기한다.)

사고 발생 당시, 치수 작업 진행 과정은 아래와 같았다.

- 사고 당일 10시경: 재해자 등 2명이 데릭의 5층 부근에 있는 가이드 트랙 부위의 치수 작업을 하기 위해 작업 장소로 이동하였다.
- 10시 20분경: 재해자 등 2명은 안전난간에 랜야드를 체결하고 계단참에서 수평거리 5m에 있는 가이드 트랙으로 H빔 구조물을 밟고 접근하였다.
- 이후 10시 38분까지: 재해자 등 2명은 가이드 트랙 부위를 자로 치수를 측정하였다.
- 10시 40분경: 상승하던 승강기가 안전난간에서 승강로를 가로질러 재해자까지 연결된 랜야드를 매달고 올라가다가 랜야드가 파단되고,

재해자는 바닥 아래로 28m가량 떨어진 사고이다.



[그림 Ⅲ-6] 사고 당시 승강기 및 랜야드 간섭도



[그림 Ⅲ-7] 재해자가 치수 작업을 했던 가이드 트랙



[그림 Ⅲ-8] 랜아드가 파단된 양쪽 끝 모습 및 체결 고리

(2) 재해 조사 의견서 내용

가) 조사 및 확인 내용

- 승강기의 변형 및 떨어짐 흔적: 승강기 상부의 안전난간은 사고 발생 시, 랜야드의 힘을 받아 변형되어있으며, 승강기의 바깥쪽 벽면에 재해자의 신체가 접촉된 흔적이 있었다. 승강기의 승강로 2층 부근 전선 가이드가 재해자의 떨어짐 충격으로 이탈되어 있었으며 승강로 2층부터 바닥까지 재해자의 혈흔이 발견되었다.
- 랜야드의 파단 흔적: 랜야드를 체결한 안전난간은 굽힌 흔적이 발견 되었으며, 안전난간에 고정된 랜야드가 파단된 채 발견되었다.

나) 재해 발생 원인

- 승강로 공간의 랜야드 설치: 철 구조물 위 출입 작업을 위해 작업발판, 안전방망 설치가 어려워 랜야드를 설치했어야 했는데 승강기가 운행되는 승강로 공간에 랜야드를 설치한 것이 재해 발생의 원인이다.
- 승강기 작동: 승강기 승강로 공간에 랜야드를 설치/사용할 경우, 기계를 사용을 중지해야하 사용되어 재해가 발생했다.

다) 재해 예방 대책

- 운행 중인 승강기 승강로 부근에 랜야드를 설치할 수밖에 없는 경우에는 승강기 운전을 정지하고, 기동 장치에 잠근 장치를 하거나 작업 중 표지를 설치하여야 한다.
- 또한, 승강기 승강로 부근에 랜야드를 설치한 상태에서는 갑작스러운 승강기 운행에 대비하여 작업 지휘자를 배치하여 감시토록 하여야 한다.

### (3) 사고 발생의 잠재 요인 및 근본 대책 재분석

이 사고의 잠재 요인에 대해 로프접근기술의 관점에서 누락되거나 개선이 필요로 되는 사항들을 재분석하였다.

#### 가) 사고 발생의 잠재 요인

- 랜야드의 부적절한 사용: 재해자가 사용했던 랜야드는 길이가 약 5m이며 같이 사용한 장비는 Petzl사의 그릴론으로 보여진다. 안전난간에서 데릭의 탑 드라이브 가이드 트랙까지의 거리는 상당하나 랜야드만을 연결하여 이동하는 것은 추락의 위험이 크다. 랜야드는 워크 포지셔닝(Work Positioning)용으로 만들어진 장비로, 로프접근기술 사용시 작업자의 위치를 고정하고 업무를 수월하게 하려고 사용되는 장비이다. 하지만 이 재해에서는 추락 방지용으로 추락시 작업자를 제동하기 위해 사용되어졌다. 이는 해당 재해처럼 승강기에 의해 랜야드가 파단되지 않았더라도 개인적인 실수(빔에서 걸려 넘어지거나 미끄러짐)에 의해 최대 5m가량 자유 낙하가 발생했을 때도 랜야드의 파단으로 인해 추가 사고가 발생할 수 있다. 그리고 추락시, 주변 구조물에 의해 큰 부상을 일으킬 수 있다. 따라서 랜야드를 사용할 때는 장비의 특성을 이해하고 충격이 발생되지 않는 범위에서 사용되도록 조치가 필요하다.
- 작업 계획의 부재: 로프접근기술이 안전하게 사용되기 위해서는 사전작업 계획의 수립은 필수적이다. 이번 재해의 사례를 보게 되면 과도하기 긴 랜야드 사용뿐만 아니라 승강기의 이동에 대한 위험을 전혀 대비하지 않은 것으로 확인된다. 데릭의 탑 드라이브 가이드 트랙의 치수 작업 시 상부 구조물에 수직형 작업 로프와 안전 로프를 설치하고 가이드 트랙을 따라 하부로 이동하면서 작업이 충분히 가능하다. 이렇게 작업을 할 경우, 승강기의 움직임으로부터 위험을 감수할 필요가 없어지며 작업 시 능률도 높았을 것으로 예상할 수 있다. 작업 계획의 수립 시, 발생할 수 있는

위험요소를 분석하여 위험을 회피하거나 더 낮은 위험으로 조절할 방법을 포함하여 계획해야 한다.

나) 근본 대책

이번 사고가 발생한 회사는 IRATA 멤버십을 보유한 회사로, 재해자는 IRATA협회에서 발행한 로프접근기술 자격증을 취득했을 것으로 예상된다. 하지만 로프접근 작업에서 단순히 자격증을 보유한 인원이 작업을 수행했다고 해서 반드시 안전이 보장된다고 할 수는 없다. 이는 자격만으로 모든 안전요소를 충족시킬 수 없기 때문이다. 로프접근 기술자의 자격 유무와는 별개로, 안전한 작업 환경을 보장하려면 몇 가지 중요한 관리 요소가 필요하다.

- 첫째, 작업자는 적절한 장비를 사용하고, 작업이 이루어질 환경에 대한 철저한 위험 평가를 바탕으로 작업 계획을 수립해야 한다. 이 계획은 작업 환경에 맞는 안전 장비의 사용과 설치, 그리고 작업 절차를 상세하게 포함해야 하며, 특히 위험한 상황을 대비한 구조 방안도 구체적으로 마련되어야 한다.
- 둘째, 작업이 계획대로 안전하게 진행되는지 관리·감독할 수 있는 기준이 반드시 있어야 한다. 이는 단순히 기술자가 자격을 보유했는지 확인하는 차원을 넘어서, 작업 계획이 실질적으로 안전하고 현실성 있게 수립되었는지, 그리고 계획에 따라 작업이 진행되고 있는지를 감독할 수 있는 관리 시스템이 필요함을 의미한다. 이 과정에서 현장 관리자의 역할은 매우 중요하며, 작업 전 과정에서 안전 관리가 지속적으로 이루어지도록 해야 한다.
- 결론적으로, 자격증을 보유한 인원이 작업한다고 안전이 보장되지는 않는다. 자격뿐만 아니라 철저한 작업 계획 수립, 위험요소에 대한 평가, 적절한 장비 사용, 그리고 체계적인 관리·감독을 포함한 법적 안전 관리 기준이 필요하다.

## 2) 하강기 풀림으로 인한 로프접근 기술자의 추락 재해

### (1) 개요

2016년 3월 서울 소재의 오피스 건물 신축공사 현장에서 조명기구 공급 업체의 소속 근로자가 오피스동 외부경관 조명 설치 작업을 위해 옥상에서 자일 로프에 RIG(자일에 설치하는 등산용 하강 장비)를 설치하고 하강하던 중 RIG가 자일 로프에서 이탈하여 높이 약 35m에서 지상 1층 바닥으로 떨어져 사망한 재해가 발생했다.

사고 발생 당시, 외부 경관 조명 설치 작업의 진행 과정은 아래와 같다.

- 사고 발생 전: 외부 경관 조명 작업은 2015년 10월경부터 곤돌라, 고소 작업차 등을 이용하여 건물 외벽 경관 LED 작업을 수행하였으며 2016년 2월 말 공사가 완료되었다. 그런데 설치된 경관 조명 중 오피스텔에서 7개소, 오피스에서 3개소 불량 발생되었으며, 이에 따라 LED 경관 조명 교체 작업을 다시 수행하게 되었다. 재작업 시에는 곤돌라, 고소 작업차를 사용할 수 없어 로프를 이용한 작업을 할 수 있는 로프팀이 2016년 3월 24일 작업에 투입되었다.
- 사고 당일 07시 30분경: 로프 작업팀 4명을 한팀으로 하여 현장에서 LED 경관 조명 교체 작업을 시작하였다.
- 14시 30분경: 하네스(전신용 안전벨트)를 착용한 재해자는 오피스(지상 9층) 옥상 파라펫의 청소용 고리 2개소에 설치된 자일 로프(직경 10mm)를 각각 카라비너와 RIG에 결속하고 자일에 매달려 내려가자마자 자일이 RIG에 결속되지 않는 것을 확인하고 옥상에 있는 작업자에게 도움을 요청하였으나 지상 1층 높이 약 35m 바닥으로 떨어진 재해이다.



[그림 Ⅲ-9] 청소용 고리에 자일 로프가 설치된 모습

## (2) 재해 조사 의견서 내용

### 가) 조사 및 확인 내용

- 청소용 고리 2개소에 직경 10mm의 100m 길이 로프 한 줄로 로프를 설치하였다. 2개소에 자일이 설치된 이유는 작업 범위가 좌우로 넓어 대각선으로 이동하면서 작업을 하기 위함이었다. 이는 더블프로텍션(작업 로프, 안전 로프로 이루어진 2중 안전 조치)으로 사용하기 위한 목적보다는 작업을 위한 이동의 목적으로 사용되었다.
- 안전 로프 및 추락 방지 장치의 미설치: 작업 로프와는 별도의 보조 로프에 추락 방지용 장비 (제품명 : 로립, 아삽 등)를 설치하여야 하나 보조 로프 및 추락 방지용 장비를 설치하지 않은 상태로 작업이 수행되었다.



[그림 Ⅲ-10] 재해자가 착용한 안전 벨트 및 각종 장비 모습

#### 나) 재해 발생 원인

- 구명줄(안전대 부착 설비) 미설치: 자일 로프를 달비계에 사용하는 경우, 별도의 구명줄을 설치하고 구명줄에 추락 방지용 장비를 걸고 작업하여야 하나 구명줄 및 추락 방지용 장비를 설치하지 않고 로프를 타다가 추락하였다.

#### 다) 재해 예방 대책

- 구명줄(안전대 부착 설비) 설치: 자일 로프를 달비계에 사용하는 경우, 별도의 구명줄을 설치하고 구명줄에 추락 방지용 장비를 걸고 작업하도록 한다.

### (3) 사고 발생의 잠재 요인 및 근본 대책 재분석

이 사고의 잠재 요인에 대해 로프접근기술의 관점에서 누락되거나 개선이 필요로 되는 사항들을 재분석하였다.

#### 가) 사고 발생의 잠재 요인

- 로프접근 리깅(Rigging)의 부적절성: 재해 조사 의견서에서 기입된 사진을 보면, 작업 로프 설치 시 사용된 매듭법은 오버핸드 매듭(Overhand Knot)으로, 이는 로프접근 작업에 권장되지 않는 매듭이다. 오버핸드 매듭이 잘 사용되지 않는 이유는 9자 매듭이나 8자 매듭처럼 로프접근에 권장되는 매듭에 비해 하중 감소율이 크고 작업 효율성이 낮기 때문이다. 예를 들어, 로프 강도를 100%로 봤을 때 오버핸드 매듭을 사용하면 약 58%에서 68%의 강도만 유지된다. (참고: Industrial Rope Access - Investigation into items of personal protective equipment - HSE) 또한, 오버핸드 매듭은 단순하지만, 나중에 풀기가 어렵다는 단점이 있다. 추각적인 개선이 필요한 부분은 재해의 직접적인 원인에서 확인할 수 있는 안전 로프 미설치이다. 재해자는 건물 상부의 파라펫 부위에 설치된 청소용 고리를 이용해 작업 로프를 두 곳에 설치했다. 이로 인해 백업 장치 설치가 어려웠거나, 백업 장치를 설치하지 않으려는 의도로 로프를 설치한 것으로 추정된다. 일반적으로 청소용 고리는 3~5m 간격으로 설치되기 때문에, 안전을 위해서는 고리 사이에 추가적인 로프를 설치하여 백업 장비를 설치하는 것이 필요하다.
- 안전 교육의 부재: 해당 사고에서는 적절한 로프접근 교육의 부재가 의심된다. 전문기관에서 진행되는 로프접근 교육에서는 로프 설치 시 사용되는 매듭 방법에 대해 상세하게 설명하고, 상부의 모서리를 통과할 때 하강기와 백업 장치를 반드시 설치하도록 교육한다. 이번 사고의 발생 경위를 볼 때, 재해자는 충분한 로프접근 교육을 받지 않은 상태에서

작업을 수행했을 가능성이 높다. 특히, 상부 모서리를 통과하며 신체가 로프에 매달리는 동작은 실수가 자주 발생할 수 있는 작업이다. 따라서 이러한 위험요소를 충분히 인지시키고, 안전하게 이동할 수 있도록 반복적인 교육이 필수적이다.

- 작업 계획 및 관리의 부재: 이번 사고사례에서도 작업 계획의 개선이 필요하다. 로프접근 시 작업 계획은 2개의 독립적인 지지점을 활용하여 작업 로프와 안전 로프가 모두 설치되도록 해야 한다. 또한, 로프접근 기술자의 업무 역량을 확인할 수 있는 조치가 필요하다. 특히, 현장에는 로프접근기술에 능숙한 관리자가 배정되어, 작업 계획 수립뿐만 아니라 작업이 안전하게 이행되고 있는지 여부를 확인하는 관리 역할도 필수적이다.

#### 나) 근본 대책

- 첫째, 이번 사고의 전반적인 내용을 검토한 결과, 유사한 재해의 발생을 방지하기 위해 로프접근 기술자에 대한 적절한 교육을 제공하는 안전 기준의 마련이 절실하다는 사실이 확인되었다. 로프접근 작업은 고위험 작업이기 때문에 기술자의 전문성과 안전 의식이 필수적이다. 따라서 안전기준은 작업에 필요한 기술과 안전 절차에 대한 철저한 교육을 포함해야 하며, 작업 중 예상되는 다양한 위험요소에 대한 대응 능력을 강화하는 훈련도 필요하다. 이 교육은 단순한 이론 강의를 넘어 실제 작업 환경을 모방한 실습을 통해 기술자의 실전 대응 능력을 향상시키는 방향으로 이루어져야 한다.
- 둘째, 사고를 예방하기 위해서는 작업 계획과 관리가 철저히 이루어질 수 있도록 관리 기준이 함께 마련되어야 한다. 로프접근 작업은 특히 높은 수준의 계획과 사전 준비가 요구되며, 이를 위해 작업 전에 위험요소를 철저히 평가하고, 그에 맞는 대책을 수립하는 것이 중요하다. 관리 기준은 작업 계획 수립 단계에서부터 시작해, 작업이 진행되는 동안에도

현장 관리자가 지속적으로 안전 상태를 모니터링하고, 작업 절차가 계획대로 이행되는지 확인하는 과정을 포함해야 한다. 이를 위해 현장에는 로프접근기술에 숙련된 관리자가 배치되어 작업 중 발생할 수 있는 예기치 못한 상황에도 즉각 대응할 수 있어야 한다.

결론적으로, 실습을 통해 숙련도를 상승시킬 수 있는 교육을 포함하고 안전한 작업을 위한 관리 체계를 규정하는 안전기준 마련은 단순히 사고를 예방하는 것을 넘어서, 로프접근 작업의 전반적인 안전 수준을 향상시키고, 작업자들이 보다 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 하는 기반이 될 것이다. 이를 통해 같은 유형의 사고가 반복되지 않도록 지속적인 교육과 관리 체계를 강화시킬 수 있는 법적 안전기준이 필요하다.

### 3) 하강기 로프의 잘못된 설치로 인한 로프접근 기술자의 추락 재해

#### (1) 개요

2021년 5월 경상북도 안동시 소재 병원 건물 외벽 창틀 코킹 공사 현장에서 로프공이 옥상(14층)에서 달비계에 탑승하여 작업하려는 순간, 하강기에 역방향으로 장착된 작업용 로프가 풀리면서 지상 4층 테라스 화단으로 추락하는 재해가 발생했다.

사고 발생 당시, 건물 코킹 작업의 진행 과정은 아래와 같다.

- 사고 발생 전: 건물 외벽 실리콘 코킹 작업은 2021년 5월 7일부터 시작하여 며칠의 악천후로 인한 작업 중단 후 2021년 5월 12일 재해일 까지 공정의 80%가 진행된 상태였다.
- 재해 발생 당일인 2021년 5월 12일: 재해자를 포함한 총 3명의 인원이 현장에서 작업을 수행하였으며, 재해자는 2개 구간의 실리콘 코킹 작업 완료 후, 3번째 구간 작업을 위해 옥상 난간에 지지 로프를 고정된 후,

달비계에 탑승하여 작업을 시작함과 동시에 하강기의 로프가 풀리면서 지상 4층 테라스 화단으로 추락 재해가 발생하였다.



[그림 III-11] 작업 진행 도식 측면



[그림 III-12] 재해자가 탑승한 달비계(좌) 및 로프(우)

## (2) 재해 조사 의견서 내용

### 가) 조사 및 확인 내용

- 달비계 및 작업용 로프의 상태: 재해 당시, 재해자가 탑승했던 달비계 작업대와 샤클은 손상된 흔적이 없었다. 재해 당시 사용했던 작업용 로프 확인 결과, 직경 약 11.5mm의 산업용 자일로 확인되며 손상 및 마모의 흔적은 발견되지 않았다.
- 하강기 체결상태: 재해 당시, 재해자의 작업 장비를 수거하는 과정에서 확인한 결과, 하강기를 반대로 연결한 상태로 확인하였다. 하강기에 로프를 반대 방향으로 장착 시, 하강기의 제동이 불가능하며 정상 작동하지 않게 된다. 그리하여 바닥으로 내려가 있는 로프의 무게에 의해 1분가량 버틴 후 추락하였다.
- 개인보호구: 하강기와 달비계 이외의 착용한 보호구는 없었다.
- 작업용 로프 설치: 작업용 로프는 옥상 철제 난간 1곳에 묶어 외줄로 설치하였으며, 별도의 안전대 걸이용 보조 로프는 설치되어있지 않았다.
- 추락 지점 및 높이: 해당 건물은 총 14층이며, 달비계에 탑승하여 작업 시작 후 1분 안에 하강기의 로프가 풀려 재해가 발생한 것으로 보아 13~14층 위치에서 추락한 것으로 확인된다. 그리고 옥상에서 4층 화단 까지 거리를 측정한 결과 약 39.9m로 확인되었다. 따라서 13층 위치에서 약 30m 추락한 것으로 추정된다.
- 관리자: 사장이 상부에서 자재를 조달하고 관리자 역할을 수행하였으나 재해자에서 기술을 전수받은 사람으로 관리감독자로서의 역량은 부족하다.
- 작업자: 재해자는 30년 경력의 기술자로 타 기술자와 비교해서 작업속도가 2배가량 빨랐다.



[그림 Ⅲ-13] 잘못된 하강기 장착 방법

나) 재해 발생 원인

- 수직 구멍줄 미설치 및 개인 보호구 미착용: 추락 위험을 방지하기 위해 별도의 안전대 걸이용 로프를 설치하여야 하나 설치하지 않았다.
- 작업 전 안전 점검 미실시: 작업대의 손상 여부, 로프의 부착상태 및 매단 장치의 흔들림 상태, 하강기의 안전한 체결상태 등을 점검하여야 하나 실시하지 않았다.

다) 재해 예방 대책

- 수직 구멍줄 미설치 및 개인 보호구 착용: 달비계 작업 시, 근로자의 추락 위험을 방지하기 위해 안전대 걸이용 로프를 설치하고, 안전대 및 안전모 등 개인 보호구를 착용하고 작업한다.

- 달비계 작업용 로프 설치 및 관리·감독 철저: 달비계 작업용 로프를 견고한 구조물에 견고하게 묶어서 매듭이 풀리지 않는 방법으로 설치한 상태에서 작업하고, 관리감독자가 작업용 로프의 고정 및 매듭 상태를 점검하고 안전대를 착용하고 작업을 수행하도록 관리/감독을 철저히 하여야 한다.

### (3) 사고 발생의 잠재 요인 및 근본 대책 재분석

이 사고의 잠재 요인에 대해 로프접근기술의 관점에서 누락되거나 개선이 필요로 되는 사항들을 재분석하였다.

#### 가) 사고 발생의 잠재 요인

- 장비에 대한 이해: 해당 사고에서 사용된 로프접근용 하강기는 Petzl사의 RIG이다. Petzl사의 RIG 모델은 로프를 거꾸로 체결할 경우 안티 에러 기능이 없어 추락으로 이어질 수 있는 위험이 있다. 본인에게 맞고 인증받은 적합한 로프접근용 장비를 선택하여 장비의 특징을 이해하여 안전하게 제대로 활용하는 것도 중요하다.
- 안전 교육의 부재: 이번 사고 역시 적절한 로프접근 교육의 부재가 근본적인 원인일 가능성이 크다. 로프접근 작업 시 상부 모서리를 통과할 때는 반드시 하강기와 백업 장치를 설치해야 하며, 이는 로프접근 교육에서 필수적으로 다뤄지는 내용이다. 그러나 사고 발생 경위를 볼 때, 재해자는 경력이 많고 작업에 대한 숙련도는 높을 수 있지만, 기본적인 안전 교육을 충분히 받지 않은 상태에서 작업을 수행했을 가능성이 크다. 특히, 상부 모서리를 통과하며 로프에 신체를 매는 동작은 작업 중 실수가 자주 발생할 수 있는 고위험 작업이다. 이러한 위험요소에 대한 충분한 인지와 대응 능력을 기르기 위해 반복적인 실습 교육이 필수적이며, 이를 통해 작업자가 안전하게 이동할 수 있는 기술을 숙달할 수 있도록 해야 한다.

- 작업 계획 및 관리의 부재: 이전 사고와 동일하게 이번 사고에서도 작업 계획과 관리의 부재로 인해 발생한 또 하나의 문제를 시사한다. 로프접근 작업 시에는 반드시 2개의 독립적인 지지점을 활용해 작업 로프와 안전 로프가 모두 설치되도록 작업 계획이 수립되어야 한다. 이와 함께, 로프 접근기술자의 업무 역량을 사전에 확인할 수 있는 적절한 절차도 마련되어야 한다. 특히, 현장에는 로프접근 기술에 숙련된 관리자가 배정되어야 하며, 이 관리자는 작업 계획이 실제로 안전하게 이행되고 있는지 지속적으로 확인하는 역할을 맡아야 한다. 이를 통해 작업 전 과정에서 안전이 철저히 관리될 수 있도록 하여 유사한 사고를 예방할 수 있다.

#### 나) 근본 대책

해당 재해는 재해자가 달비계에 로프접근용 하강기를 설치하여 사용하다 발생한 사례로, 두 가지 서로 다른 기술을 접목하여 사용한 특수한 사고로 볼 수 있다.

- 첫째, 로프접근 관점에서 이번 재해의 잠재적인 원인은 적절한 교육의 부재이다. 재해 조사 의견서에 따르면, 재해자는 사용하는 장비의 위험성을 충분히 인지하지 못했고, 필수적인 추락 방지 역할을 수행할 수 있는 백업 장치를 연결하지 않았다. 이는 재해자가 로프접근기술에 대해 충분한 교육을 받지 못했음을 보여 준다.
- 둘째, 작업자뿐만 아니라 관리자의 역량에 대한 기준이 필요함이 확인되었다.

이번 사고는 2021년에 발생한 비교적 최근의 사례로, 달비계를 사용하는 작업자가 로프접근 장비를 병행하여 사용할 때 발생할 수 있는 중요한 위험 요소를 명확히 보여준다. 앞으로 로프접근기술 장비의 사용이 증가함에 따라, 이와 유사한 재해가 발생할 가능성이 더욱 커질 것으로 예상된다. 이중 안전 시스템 및 장비의 이해를 위한 교육, 관리자와 작업자의 역할 및 역량 등의 인원에 대한 안전기준 마련이 시급하다.

#### 4) 하강기 로프의 잘못된 설치로 인한 로프접근 기술자의 추락 재해

##### (1) 개요

2024년 5월 부산 소재의 아파트에서 재해자가 아파트 옥상에서 외벽 경관 조명 설치 작업을 준비하던 중 아래 바닥으로 떨어진 재해가 발생하였다.

사고 발생 당시, 건물 경관 조명 작업의 진행 과정은 아래와 같다.

- 사고 발생 당일: 건설사에서 시공하는 아파트 균열보수 및 재도장공사 현장으로 재해발생일 기준 공정률은 약 98% 완료된 상태였으며, 재해 발생 위치는 아파트 103동으로 외벽의 미관 개선을 위한 LED를 설치하는 작업을 진행하는 중이었다.
- 사고 발생 당일 13시 50분경: 재해 발생 공정은 103동 우측 외벽 경관 조명 설치 작업이며, 재해자는 아크릴 커버 설치 작업을 위해 하네스를 준비하던 중 아래 바닥(59.6m)으로 떨어져 재해가 발생하였다. 동료 근로자에 따르면 옥상에 있던 재해자가 잠시 보이지 않아 찾아보던 중, 1층에서 119 소리가 들려 내려가 보니 재해자가 떨어진 것을 알았다고 한다.

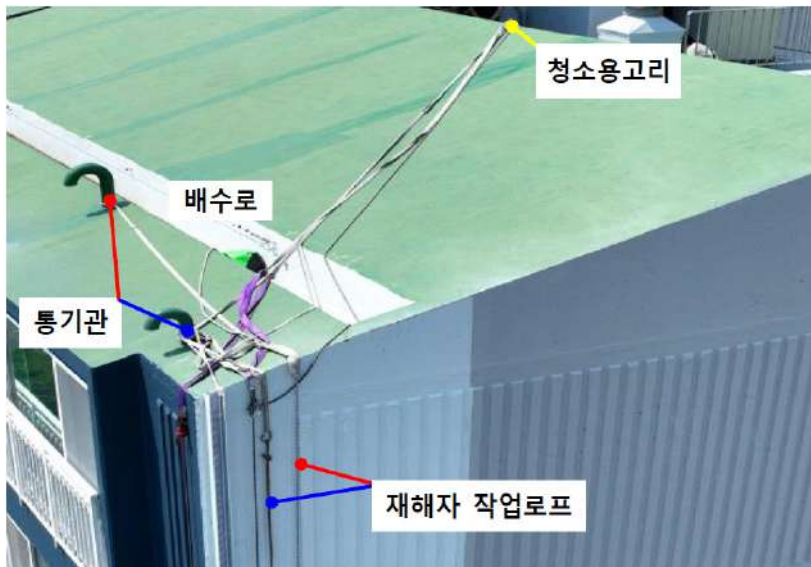


[그림 Ⅲ-14] 재해자가 떨어진 위치

## (2) 재해 조사 의견서 내용

### 가) 조사 및 확인 내용

- 옥상 구조: 옥상은 경사 지붕 구조로 경사는 약 16.7도이며, 아래쪽으로 폭 450mm의 배수로가 있다.
- 로프 설치: 작업용 로프는 4줄이 사용되었으며, 청소용 고리에 2줄, 통기관에 각 1줄이 고정되어 있었다. 옥상에는 별도의 구멍줄은 설치되지 않은 상태로 확인된다.
- 작업 방법: 경관 조명 설치 작업은 로프접근 시스템으로 전신 안전벨트(일명 하네스)와 접근 장비를 사용하여 고소 작업을 실시하였다. 로프접근 시스템은 레저, 산업, 구조 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 하네스에 매달려 다각도로 자유롭게 이동 가능한 로프접근기술이다.
- 하네스: 재해자가 착용한 하네스에는 하강기가 2개가 체결되어 있었으나, 보완 장비(추락방지대)는 따로 없었다.



[그림 Ⅲ-15] 옥상 작업 상황



[그림 Ⅲ-16] 재해 발생 당시 상황

- 하강기: 하네스에 연결된 하강기(Petzl사의 RIG)는 옥상 통기관에 고정된 각 로프에 체결되어 레버를 조절하며 하강하는 방식이다. 하강기는 회전 플레이트를 열어 로프의 상단과 하단을 교차하여 내부 하강기 캠에 감싸서 체결하는 방식이다. 로프가 정상적으로 체결될 경우에는 제동이 가능하나, 로프가 반대로 체결될 경우에는 제동력이 상실되어 정상작동되지 않아 추락하게 된다. 재해자는 로프 방향을 오인하여 하강기에 반대로 체결했을 가능성을 배제할 수 없으며, 로프 한 줄을 먼저 하강기에 체결하고 외벽에 탑승 후, 나머지 하강기와 로프를 체결하려고 했으나, 반대로 체결되어 로프를 제동하지 못하고 추락했을 가능성이 있다.
- 로프: 재해자가 사용한 작업 로프는 등산용 로프(일명 자일, 직경 11mm)로 내부 심줄(core)에 외피실을 덮어 짝 케른만텔 로프이다. 재해자가 사용한 작업 로프는 두 줄이며, 한 줄은 바닥면까지 여유가 있었고 나머지 한 줄은 바닥 면에서 약 170cm 띄워져 짧았다.(재해 발생 후 수거된 로프에는 손상 및 파단 흔적이 없었다.) 119에 따르면 구조 당시

하강기에는 로프가 체결되지 않은 상태였다고 하였고, 재해자가 착용했던 장갑은 로프를 잡아 손상된 것으로 추정되는 상태였다. 재해자는 옥상에서 로프를 하강기에 체결하던 중 추락하면서 로프를 잡았을 가능성이 있다. 또는 짧은 로프를 하강기에 체결 후 외벽에 탑승하여 정상작동 되지 않은 상태로 추락하며 로프를 제동하려고 잡았을 가능성이 있다. (추락 후, 짧은 로프는 하강기에서 완전히 이탈된 것으로 추정)



[그림 III-17] 재해자가 사용한 작업 로프

- 개인 보호구: 재해 발생 당시 재해자는 안전모를 착용한 상태였다. 재해 발생 당시, 구명줄은 없었으며 재해자는 안전대에 추락방지대를 착용하지 않았다.

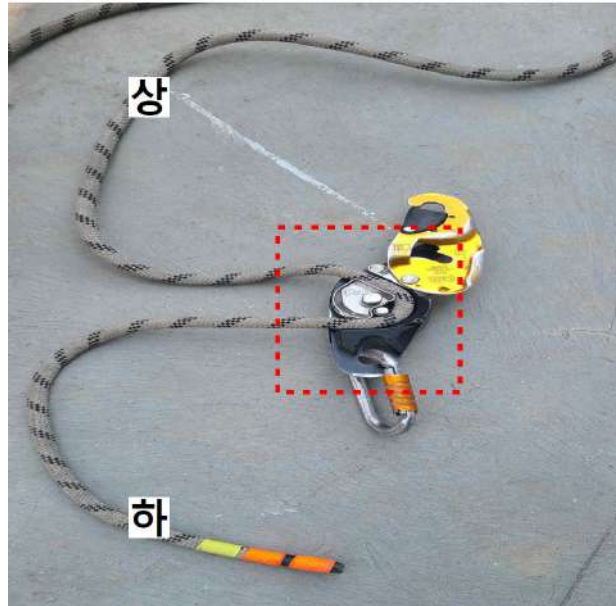
#### 나) 재해 발생 원인

현장조사 및 사업장 관계자 면담을 토대로 재해 발생 원인은 두 가지로 추정했다. 재해 발생 현장에 구명줄이 설치되지 않고 재해자는 추락방지대를 착용하지 않은 상태에서 경관 조명 설치 작업을 준비하는 중,

- 옥상 배수로 단부에서 로프를 잡아 하강기에 체결하던 중 몸의 중심을

있고 추락했을 것으로 추정된다.

- 또는, 짧은 로프 1줄을 하네스 하강기에 반대로 체결 후 외벽에 올라탄 순간 로프를 제동하지 못하고 추락했을 것으로 추정된다.



[그림 Ⅲ-18] 하강기에 반대로 체결된 로프

#### 다) 재해 예방 대책

- 추락 위험이 큰 옥상 또는 고소 작업 시, 구명줄을 설치하여 근로자가 이동/작업 시 안전대에 체결하도록 해야 한다.
- 추락 위험이 큰 옥상 또는 고소 작업 시, 안전대에 추락방지대를 적정하게 설치하여 안전대 부착 설비에 체결하고 작업하여야 한다.
- 하강기에 로프를 반대 방향으로 체결한 경우에도 제동이 되는 구조의 하강기를 사용하도록 권고한다.

### (3) 사고 발생의 잠재 요인 및 근본 대책 분석

이 사고의 잠재 요인에 대해 로프접근기술의 관점에서 누락되거나 개선이 필요로 되는 사항들을 재분석하였다.

#### 가) 사고 발생의 잠재 요인

- 로프 리깅의 부적절성: 이번 사고사례에서 확인된 로프 리깅 기술은 여러 개선이 필요한 것으로 드러났다. 우선, 로프가 설치되는 지점의 강도는 15kN 이상의 하중을 견딜 수 있는 견고한 지점이어야 한다. 그러나 이번 사고에서 지지점으로 사용된 구조물은 통기관이었으며, 해당 구조물이 적절한 하중을 지지할 수 있는지에 대한 추가적인 분석이 필요해 보인다. 또한, 통기관에서 슬링벨트가 연결되어 있었으나, 너무 길게 연결되어 모서리 밖으로 넘어간 상태였다는 점도 문제로 지적된다. 이는 재해자가 하강기를 설치하고 모서리 밖으로 몸을 내밀 때 불필요한 어려움을 초래했을 가능성이 크다. 이를 개선하기 위해서는 통기관 대신 더 견고한 지지점인 배수로에 있는 최소 2개 이상의 청소용 고리에 지지점을 연결하는 방식이 적절하다. 또한, 작업자가 모서리로 넘어가기 전에 고정점을 미리 확보할 수 있도록 고리를 추가하여, 재해자가 추락 위험에 노출되기 전에 안전 고리 등을 미리 체결할 수 있도록 로프를 설치하는 리깅 방식을 개선해야 한다.
- 모서리 및 로프의 보호 조치: 사고 발생 당시 로프가 설치된 상태를 보면, 모서리에서 슬링벨트나 로프를 보호하기 위한 보호 조치가 없었다는 점이 확인된다.
- 안전 교육의 부재: 재해 분석 결과에 따르면, 재해자는 로프접근기술에 대한 적절한 교육을 받지 않은 것으로 확인되었다. 특히, 로프접근 작업 중 모서리를 안전하게 통과하여 수직으로 내려가는 작업에서는 최소한의 안전 조치가 필수적이다. 이러한 기본 안전 요건에는 위험 구역으로

진입하기 전 안전 고리 체결, 백업 장치 설치, 하강기 설치, 모서리를 안전하게 통과하여 로프에 안착 및 안전 고리 체결 해체 등이 포함된다. 이러한 안전 절차는 충분한 교육을 통해 작업자가 숙달된 후에야 작업이 진행될 수 있도록 해야 하며, 이를 위해 안전기준을 마련하고 체계적인 교육이 이루어져야 한다.

- 작업 계획 및 관리의 부재: 로프 리깅 및 모서리 보호 조치, 안전 교육의 이행은 모두 작업을 시작하기 전에 미리 작업 계획 단계에서 충분히 예상되고 준비되어야 한다. 로프접근기술이 사용되는 현장에서의 안전 상태는 사전에 면밀히 검토되어야 하며, 그에 맞는 적절한 조치가 계획에 포함되어야 한다. 현장 준비 단계에서부터 위험요소를 평가하고, 필요한 안전 장비와 보호 조치를 사전에 준비하여 사고를 예방할 수 있는 관리 시스템이 필수적이다.

#### 나) 근본 대책

이번 재해 사례 또한, 재해자가 충분한 기술적 안전 교육을 받지 않은 상태에서 작업을 수행하다 발생한 사고이다. 또한, 작업 계획 및 관리 체계가 부족한 현장에서 사고가 일어난 대표적인 사례로 분석된다. 적절한 안전 교육과 작업 관리 체계가 마련되지 않는다면, 앞으로 로프접근기술이 더욱 보편화되는 과정에서 많은 로프접근 기술자들이 유사한 위험에 노출될 가능성이 크다. 이러한 상황은 작업자들의 안전을 위협할 수 있으며, 더 큰 사고로 이어질 수 있는 잠재적인 위험성을 내포하고 있다.

따라서, 법적 기준을 통해 안전 교육과 작업 관리 기준을 정립하는 것이 필요하다. 이를 통해 로프접근 작업의 모든 과정에서 기술자들이 충분히 준비되고 안전하게 작업할 수 있도록 하며, 작업 중 발생할 수 있는 위험을 최소화할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 중요하다. 로프접근기술이 점차 확산되고 있는 현 상황에서, 이러한 법적 안전기준의 마련은 필수적이다.

### 3. 소결

국내 로프접근기술의 현황을 분석한 결과, 연도별 로프접근 기술자 수는 지속적으로 증가하고 있으며, 조선업 불황 이후 많은 기술자들이 타 산업으로 이동하면서 로프접근기술이 다양한 산업 분야에서 사용되고 있음을 확인할 수 있었다.

초기 도입 시에는 주로 조선업에서 활용되었으나, 현재는 달비계를 사용했던 공사의 일부가 로프접근기술로 대체되고 있다. 조선업에서 대기업의 엄격한 안전 요구조건에 맞춰 교육받은 인력이 투입되었던 반면, 현재는 로프접근 기술에 대한 이해도가 부족한 기술자가 작업에 투입되는 경우가 많아지고 있으며, 교육을 받은 인력이라도 안전기준을 준수하지 않고 작업을 진행할 가능성이 커지고 있다.

로프접근기술이 다양한 산업에 도입되고 그 기술자 수가 증가함에 따라, 달비계를 대체하는 작업의 범위가 확대되고 있으나, 이로 인해 사고 발생 가능성도 증가하고 있다. 현재까지 로프접근기술을 사용하는 중 발생한 재해 건수는 적지만, 로프접근 장비를 이용한 사고가 달비계 사고로 통합 기록되거나 추락으로 통합 기록된 사고 중 로프접근기술과 관련된 사고의 집계 불가능한 점으로 고려해볼 때, 실제 사고 건수는 더 많을 수 있다. 이로 인해 로프접근 기술에 대한 법적 안전기준 마련의 필요성이 더욱 강조된다.

조사한 사고사례에 따르면, 4건 중 3건은 장비의 미숙한 사용과 부적절한 관리로 인해 발생하였으며, 로프접근기술에 대한 이해도가 부족한 달비계 작업자가 로프접근 장비를 사용하면서 사고가 발생하는 경우도 있었다. 이러한 사고사례는 적절한 교육(장비 사용법 및 기술 등을 포함)과 자격 요건, 관리 체계를 다루는 안전기준이 마련되지 않은 상태에서 발생한 문제점들을 명확히 보여준다.

현재 로프접근기술에 대한 법적 안전기준이 부재한 상황에서는 사고 발생 시 원인 분석과 대책 마련에 어려움이 있으며, 동일한 원인으로 유사한 사고가 반복될 가능성이 크다. 사고 발생 원인을 체계적으로 재검토할 수 있는 기준이 없기 때문에, 사고가 단편적으로 검토되고 있으며, 이는 유사 사고의 재발을 막지 못하는 주요 요인으로 작용하고 있다. 만약 적절한 장비 사용, 교육 및 자격 요건, 관리 체계 등을 포함한 법적 안전기준이 마련되고, 사고 조사 결과를 바탕으로 로프접근기술의 안전기준이 지속적으로 보완되었다면, 이러한 사고를 예방하는 데 크게 기여했을 것으로 판단된다.

결론적으로, 로프접근 기술자 수가 증가하고 다양한 산업에 기술이 보편화되는 현재 상황에서, 이와 관련된 안전기준의 부재는 큰 문제로 작용하고 있다. 특히, 고위험 작업에 속하는 고소 작업에 대한 안전기준이 없는 상황에서 로프접근 기술에 대한 이해가 부족한 인원이 장비를 사용하고, 관리가 제대로 이루어지지 않음으로 인해 유사한 원인의 사고가 반복되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 법적 안전기준 마련이 시급하며, 이를 통해 로프접근기술의 안전성을 높이고 사고 발생률을 효과적으로 줄일 수 있을 것이다.



## IV. 로프접근기술의 위험요소





## IV. 로프접근기술의 위험요소

### 1. 기술자 측면

3장 사고사례 분석에서 로프접근기술 사용 시, 사고를 발생시키는 원인에 대해 사고별로 분석해 보았다. 여러 가지 원인으로 사고가 발생했지만, 교육 미이수를 통한 장비에 대한 이해도 부족, 기본적인 안전 보호구 미착용으로 확인된 기술자의 안전 의식이 기술자 측면에서의 사고 원인으로 확인되었다.

설문 조사를 통해 이러한 로프접근기술의 위험요소가 해당 기술을 사용하고 있는 기술자들에게 여전히 노출되어 있는지 현황을 파악해보고, 위험요소에 대한 기준이 마련되면 안전성이 더욱 확보될 것이라고 생각하는지 여부를 확인해보았다. 그리고 안전기준이 마련되어 발생할 수 있는 기대 효과 및 부작용도 알아보았다.

설문은 로프접근기술 교육을 이수한 사람을 대상으로 2024년 10월 4일부터 2024년 10월 8일까지 진행되었고, 응답자는 126명이다.

#### 1) 교육

설문지 4번에서 7번까지의 질문으로 로프접근 기술자의 교육 이수는 자격증 보유율을 확인하고, 교육 관련 안전기준 마련 여부에 대해 조사했다.

[그림IV-1]을 분석해 보면, 주변에 로프접근 기술자들이 있지만 자격증을 보유하고 있는 인원은 50% 정도로 확인된다. 대체로 보유과 대체로 없음이 각각 42%, 41%이고, 절반은 보유하고 절반은 보유하지 않았다는 선택한 인원이 나머지로, 로프접근 기술자의 자격증 보유율을 50%로 보았다. 그러나 설문대상이 로프접근 교육을 이수한 사람인 점을 고려해보았을 때, 주변에

교육받은 기술자가 더 많을 확률이 높음에도 불구하고 50%로 나왔다는 것은 자격증을 보유한 실제 로프접근기술자는 50% 미만일 가능성도 크다.

4. 본인이 근무하는 직종에서 로프 접근 자격증을 소유한 비율은 어느 정도입니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



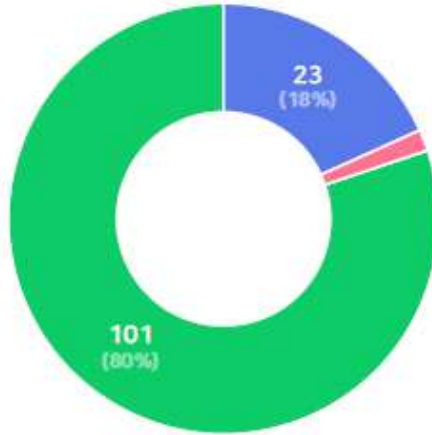
[그림 IV-1] 로프접근 자격증 보유 비율

[그림IV-2]에서 자격증이 없는 인원이 교육 이수 여부를 여부에서는 81%가 주변 지인이나 회사 선배로부터 장비 사용법을 배웠다고 응답했다. 이는 제대로 된 교육을 받지 않고, 현장에서 짧은 시간에 단편적인 것들만 배워서 작업을 수행하고 있다고 볼 수 있다.

5. 주변에 로프접근 자격증없이 근무하는 분들은 어떤 종류의 훈련을 받았습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 주변 지인이나, 회사 선배로부터 장비 사용법 배움 (훈련 받지 않은 경우 포함)	101 (80%)
● 4일 전후 정도 기관에서 훈련 받음 (자격증 과정은 아님)	23 (18%)
● 인터넷을 통해서 혼자서 배움	2 (2%)

[그림 IV-2] 로프접근 기술자의 교육 이수 여부 및 교육 종류

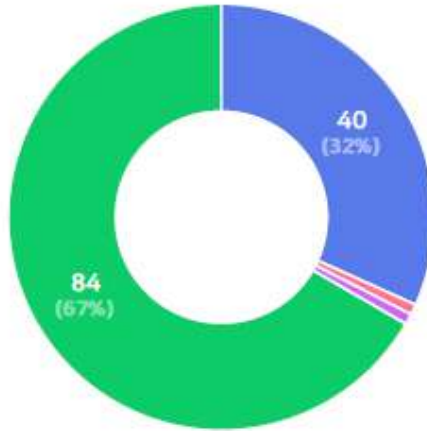
[그림IV-3]에서는 로프접근 교육을 이수하였거나 자격증이 있는 설문 대상에게 최초에는 어떤 교육을 받았는지 확인해보았다. 예상대로 67%는 처음부터 자격증 취득 과정의 교육을 받은 것으로 응답하였는데, 32%는 처음에는 교육을 받지 않거나 동료로부터 배웠다고 응답했다.

여기서 전문적인 교육의 필요성을 확인할 수 있다. 아직 국내에는 자격증을 요구하는 건설 현장이 많지 않고, 법적 기준으로 정해져 있지 않음에도 불구하고, 본인의 의사로 이수했다는 점에서 안전을 위해 제대로 된 교육이 필요한 기술이라는 것이다. 이것으로 로프접근기술은 단순히 장비를 이용하여 작업을 수행하는 것을 넘어서 숙련이 필요한 기술임이 확인된다.

6. 귀하는 로프접근 현장에서 처음 일할때 어떤 교육을 받았었습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 4일 이상의 교육 후 자격증 발급 과정 수료 84 (67%)

● 주변 지인이나, 회사 선배로부터 장비 사용법 배움 (훈련 받지 않은 경우 포함) 40 (32%)

● 인터넷을 통해서 혼자 배움 1 (1%)

● 4일 전후 정도 기관에서 훈련 받음 (자격증 과정은 아님) 1 (1%)

[그림 IV-3] 로프접근 기술자의 최초 교육 종류

위에서 교육 이수 현황에 관해 확인하였고, 마지막으로 교육 관련 기준 필요 여부를 확인하였다. [그림IV-4]와 같이 응답자 126명 중, 120명(95%)이 필요하다고 응답했다.

로프접근 교육을 받지 않은 인원이 작업을 수행하고 있다는 점에서 여전히 사고에 노출되어 있음이 확인되었지만, 교육을 이수한 기술자들은 교육의 중요성 및 안전기준의 필요성을 인지하고 있다. 해당 기술은 전반적인 이해가 없으면 위험할 수 있지만, 제대로 이해하고 수행한다면 3장에서 확인 바와 같이 안전성을 확보할 수 있는 기술이다.

7. 로프접근 교육 및 자격제도에 대한 기준이 우리나라에 있다면 로프접근기술자들이 안전하게 작업하여 사고발생률을 줄일 수 있다고 생각하십니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



[그림 IV-4] 로프접근기술의 안전 교육 기준 마련

## 2) 장비

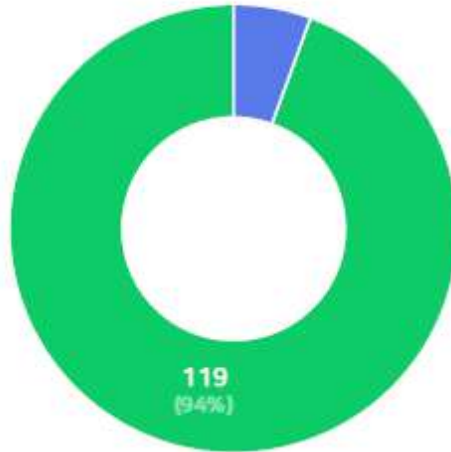
설문지 8번에서 11번까지의 질문으로 로프접근 기술자의 장비 선택 및 관리 현황을 확인하고, 장비 관련 안전기준 마련 여부에 대해 조사했다.

[그림IV-5]에서는 로프접근 기술자들의 인증 장비 사용 여부에 대해 확인했다. 설문 대상인 로프접근 교육을 이수한 인원의 94%는 인증받은 장비를 사용하고 있는 것으로 응답했다. 교육을 받은 인원은 장비에 대한 중요성을 인지하고 있으므로 로프접근 장비의 요구 사항에 맞는 제품을 사용하는 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 6%는 인증받지 않은 제품을 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 비슷한 모양의 제품을 사용하여 위험에 노출되어 있다는 것이다.

8. 귀하는 로프접근용 인증이 있는(EN, ANSI 등) 로프접근장비를 사용하고 있습니까?

답변 126 · 미답변 0

↕ 답변 많은 순



● 네	119 (94%)
● 아니오	7 (6%)

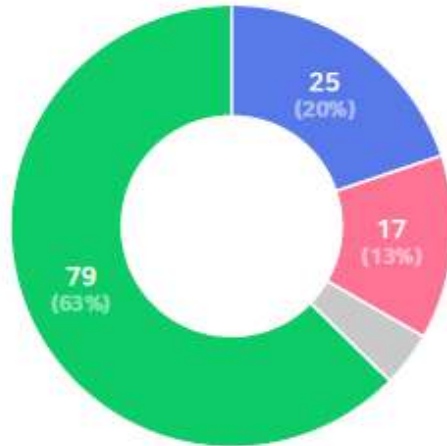
[그림 IV-5] 로프접근 기술자의 인증 장비 사용 여부

다음으로는 사용하고 있는 장비는 어떻게 선택해서 사용하고 있는지 확인해보았다. [그림IV-6]에서 인증 기준을 직접 확인하여 구매하여 사용하는 응답자는 13%, 장비의 인증 기준뿐만 아니라 장비별 제한 사항 및 허용 하중 등을 숙지하여 사용한다고 응답한 인원이 63%이다. 위에서 예상한 대로 교육을 통해 장비를 이해하고, 장비의 중요성을 인지하는 것이다. 그렇지만 20%는 지인의 추천으로 구매하여 사용하고 있다고 응답하였다.

## 9. 귀하가 사용하는 로프접근 장비는 어떻게 선택하고 사용하고 있습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 사용하는 장비의 인증기준 뿐만 아니라 장비별 제한사항 및 허용하중 등을 숙지하여 사용하고 있다. 79 (63%)

● 주변 지인으로 부터 추천 받아 구매 후 사용하고 있다. 25 (20%)

● 로프접근 장비의 인증기준을 직접 확인하여 구매 후 사용하고 있다. 17 (13%)

● 기타 5 (4%)

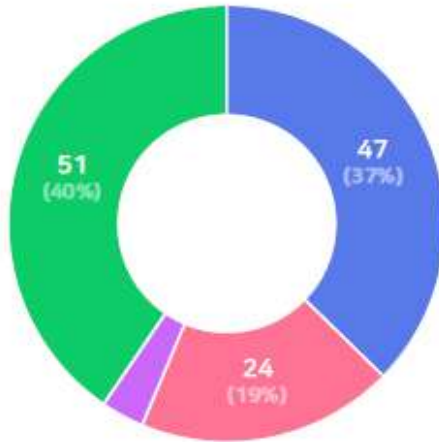
[그림 IV-6] 로프접근 장비의 선택

[그림IV-7]에서 장비 관리에 대한 현황을 확인했다. 대다수의 응답자가 사용 전 육안 검사를 하거나 정기 검사하여 사용한다고 각각 40%, 37%로 응답했다. 추가적으로 정기 검사 후, 검사 기록을 작성하여 올바르게 관리하는 인원도 19%였다.

10. 귀하는 로프접근장비를 어떻게 관리하고 있습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 사용전 육안 검사를 실시하고 문제없을 시 사용한다.	51 (40%)
● 정기적으로 장비를 검사하고 필요시 교체한다.	47 (37%)
● 정기적으로 장비를 검사하고 사용 및 검사기록을 작성하여 관리한다.	24 (19%)
● 특별한 관리없이 사용한다.	4 (3%)

[그림 IV-7] 로프접근 장비의 관리

인증받은 장비를 올바르게 선택하고 관리하고 있어, 장비의 중요성을 인지하고 있다고 확인된다. 해당 인원은 장비 사용에 있어서도 이해도가 높을 것으로 예상된다. 그러나 설문 대상자가 교육 미이수자였을 경우, 결과가 달랐을 것으로 예상된다.

이러한 점에서 교육의 중요성이 한 번 더 강조되지만, 장비에 대한 법적 안전 기준이 있다면 교육을 받고도 미인증 장비를 사용하고 특별한 관리 없이 사용하는 인원까지 장비를 올바르게 선택하고 관리하며 사용하게 될 것으로 예상된다.

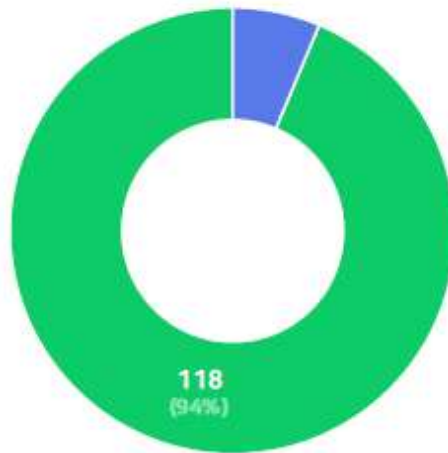
법적 기준이 없음에도 불구하고 교육을 통해 장비를 올바르게 이해하고 있는 응답자들은 장비에 대한 국내 안전기준이 필요한지 물어보았다. [그림 IV-8]과 같이 제대로 사용하고 있는 응답자임에도 응답자의 94%가 필요하다고 응답했다. 그만큼 안전을 위해 장비가 중요하다는 것을 말해주고 있다.

이렇게 중요한 장비의 기준이 교육 미이수 인원에게는 제대로 전달되지 않아 여전히 사고에 노출되어 있다. 사용법을 비롯한 더욱 상세한 장비의 안전기준이 마련되어 위험요소가 제거되면 더욱 안전하게 로프접근기술을 사용할 수 있다.

11. 로프접근장비에 대한 우리나라 기준(인증기준, 장비관리기준 등)이 있다면 작업시 안전할 수 있다고 생각합니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 네	118 (94%)
● 아니오	8 (6%)

[그림 IV-8] 로프접근기술의 장비 기준 마련

### 3) 관리 체계

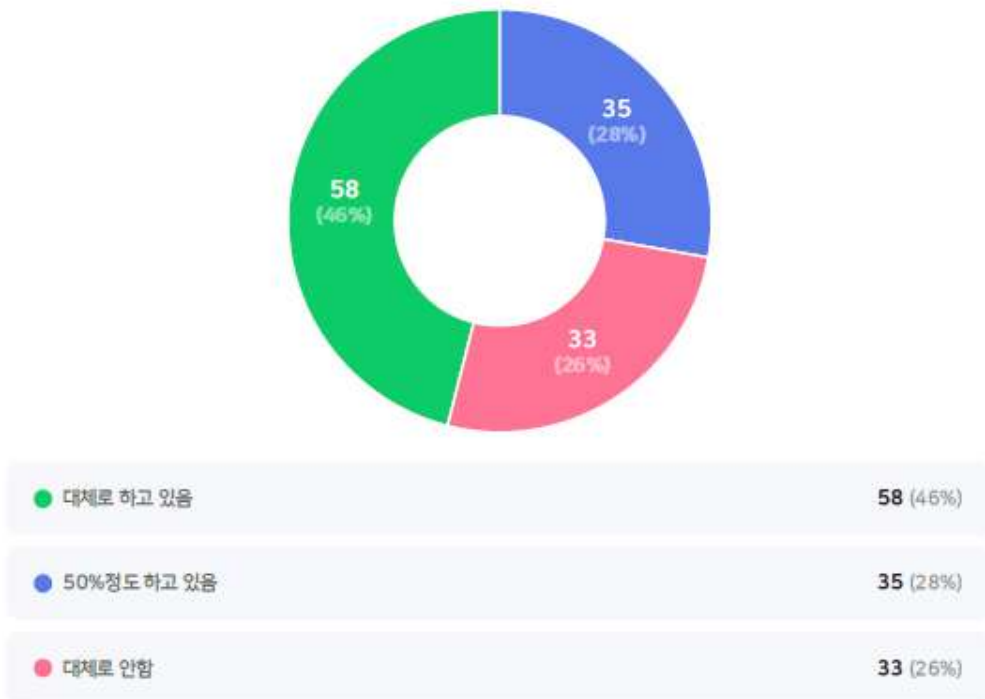
설문지 12번에서 15번까지의 질문으로 로프접근 현장의 관리 현황을 확인하고, 관리 체계와 관련된 안전기준 마련 여부에 대해 조사했다.

[그림 IV-9]에서는 위험성 평가와 같은 로프접근과 관련된 안전 관리 문서를 작성하고 작업을 수행하는지 여부에 대해 대체로 하고 있다는 46%, 절반 정도는 한다는 28%로 많은 기술자들이 안전 관리 문서를 작성하고 있음이 확인되었다. 여기서도 설문 대상이 교육 이수자임에도 불구하고 26%는 작성하지 않고 있음이 확인되었다.

12. 위험성 평가 및 안전작업계획서 등 로프접근과 관련된 안전관리 문서를 사전에 작성하고 작업을 수행하고 있습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



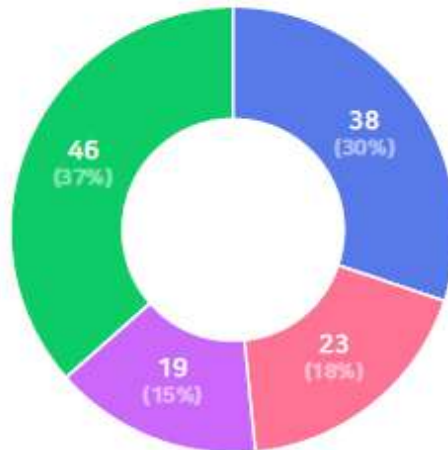
[그림 IV-9] 안전 관리 문서의 작성 여부

[그림IV-10]에서 발주처에서는 로프접근 작업과 관련하여 안전 관리 체계에 대한 이해도가 있는지를 확인해보니, 응답자 중 37%는 발주처는 로프접근 기술에 대해 잘 이해하지 못해서 전반적인 안전 관리는 로프접근 기술자가 하고 있다고 응답했다. 다음으로 30%는 잘 모르지만 달비계 기준으로 안전을 요구한다고 응답했다. 그리하여 총 67%는 로프접근을 이해를 못하고 있고, 기술자에게 요구하거나 달비계 기준으로 관리하고 있다고 확인된다.

13. 발주처에서는 로프접근 작업시 안전을 위한 관리체계에 대해 어떻게 인식하고 있다고 생각합니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 로프접근 기술에 대해 잘 이해하지 못하고 있으며, 전반적인 안전관리는 로프접근 기술자가 한다.	46 (37%)
● 로프접근 기준에 대해서는 잘 알지 못하나 달비계 기준으로 작업시 안전을 요구한다.	38 (30%)
● 로프접근에 대해 알고는 있으나 전반적인 안전 관리에 대해 이해도가 부족한 편이다.	23 (18%)
● 전반적인 로프접근 안전체계를 인식하고 있고, 로프접근 안전관리를 구체적으로 요구한다.	19 (15%)

[그림 IV-10] 로프접근기술의 관리 체계 인지

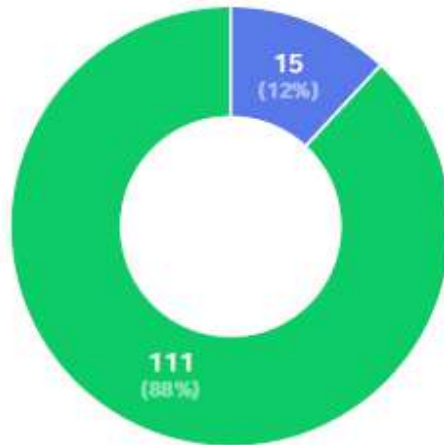
이와 같은 결과는 로프접근기술을 달비계와 비슷하게 생각하거나, 다르다는 것을 인지하지만 법적 안전기준이 없으므로 안전 관리 방법을 모르는 발주처가 대부분이라고 이해할 수 있다. 이는 잘못된 기준을 적용하여 관리함으로써 문제점이 발생할 수 있고, 작업자에게 직접 안전 관리를 맡김으로써 관리의 소홀함으로 문제가 발생할 수 있다.

로프접근 교육 이수자들이 작업을 수행할 때, 어떻게 팀을 구성하여 작업하는지를 확인해보았다. 결과는 [그림 IV-11]과 같이 응답자의 88%가 최소 2인1조로 일하고 있다고 나왔다. 응급 상황에 대비해 최소 2인1조를 유지해야 하고, 팀의 구성에 있어서 안전을 위해 고려해봐야 할 사항이 많지만 1인이 혼자 작업하는 인원도 여전히 12% 있는 것으로 확인되었다.

14. 로프접근기술 수행시, 팀의 구성은 최소 2인1조로 하고 있습니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 네	111 (88%)
● 아니오	15 (12%)

[그림 IV-11] 로프접근기술의 팀 구성

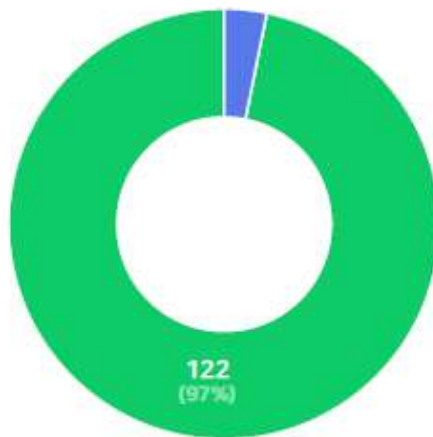
현재, 로프접근기술의 관리 체계는 로프접근 기술자만 알고 있고, 알고 있는 인원도 교육을 이수한 인원으로 국한된다. 교육을 제대로 받은 인원들이 올바르게 관리하는 것도 중요하지만, 관리자 또는 발주처는 어떠한 인원을 사용해야 하며 작업은 어떻게 안전하게 진행될 것인지 등을 법적 안전기준을 통해 확인되어야 한다. 발주처(사용자)가 로프접근 작업의 안전 관리를 제대로 이행하지 못하는 상황에서는 기술자들은 여전히 위험에 노출되어 있다고 볼 수 있다. 이 부분은 기술자뿐만 아니라 사용자의 역할도 큰 부분으로 법적 안전기준이 마련되어야 해결될 수 있는 부분이다.

[그림 IV-12]와 같이, 응답자의 97%도 관리 기준이 마련된다면 더욱 안전할 것이라고 응답했다.

15. 로프접근 안전을 위한 관리 기준 (위험성평가, 팀구성 등)이 있다면 로프접근기술을 수행시 안전할 수 있다고 생각합니까?

답변 126 · 미답변 0

↑↓ 답변 많은 순



● 예	122 (97%)
● 아니오	4 (3%)

[그림 IV-12] 로프접근기술의 관리 체계 기준 마련

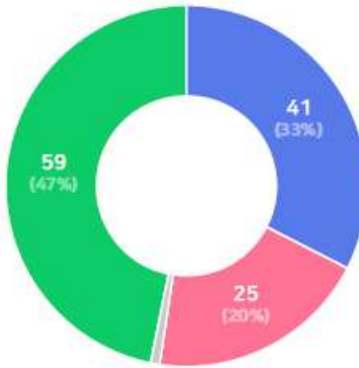
#### 4) 안전기준 마련으로 인한 기대 효과 및 부작용

설문지 16번과 17번은 로프접근 기술자들이 법적 안전기준이 마련된다면 어떠한 부분을 기대하고 걱정하는지에 대해 조사했다.

16. 로프접근기술에 대한 법적 안전 기준이 마련된다면, 기대할 수 있는 가장 큰 긍정적인 기대효과는 무엇입니까?

답변 126 · 미답변 0

↕ 답변 많은 순



● 로프접근 현장의 사고 발생 위험 감소	59 (47%)
● 로프접근 기술에 대한 통일된 관리 체계의 확립 (예-현장관리, 장비관리 체계 등)	41 (33%)
● 산업 현장에 로프접근 기술 도입의 어려움 해결	25 (20%)
● 기타	1 (1%)

[그림 IV-13] 로프접근기술의 안전기준마련을 통한 기대 효과

가장 큰 기대효과는 [그림IV-13]에서 확인되는 바와 같이, 사고 발생의 감소으로 47%가 응답했다. 현재, IRATA자격증 보유한 국내 인원에 대한 추락 사고는 발생하지 않았기 때문에 로프접근 기술자들은 해당 기술이 안전하다고 느끼면서도 고소에서 작업하기 때문에 추락에 대한 불안은 항상 있을 것이다. 안전한 시스템에 법적 안전기준으로 부족한 위험요소들이 보완된다면 더욱 안전한 시스템일 것이다.

두 번째로 관리 체계의 확립이 33%를 차지했다. 이는 통일되지 않은 기준으로 어려움이 있었던 경우 때문일 것이다. 작업자와 관리자(사용자)간의 동일한 기준이 있다면, 원활하고 신속한 의사소통으로 더욱 안전한 작업 현장이 될 것이다.

세 번째로 로프접근기술 도입의 어려움이 해결될 것이라고 20%가 응답했다. 고소 작업으로 로프 작업은 위험하다. 그렇지만 안전한 시스템과 안전 관리 기준이 확실히 있다면 사용자 입장에서라도 사용을 고려해볼 수 있다.

17. 로프접근기술에 대한 법적 안전 기준이 마련된다면, 발생하는 가장 큰 부작용은 어떤 것이 있다고 생각하십니까?

답변 126 · 미답변 0

↑ ↓ 답변 많은 순



[그림 IV-14] 로프접근기술의 안전기준마련을 통한 부작용

다음으로 기준 마련을 통한 부작용에 대해 새로운 법적 기준을 충족하기 위한 장비 구입 및 안전 교육 이수 등으로 인한 비용의 증가를 응답자의 33%가 선택했다.

그다음으로 법적 기준에 맞는 교육된 인원의 수급 문제가 25%, 행정적 서류 증가로 인한 부담이 22%, 기준 준수로 인한 작업 효율성 및 작업속도 저하가 19%를 차지했다.

기술자들이 생각하는 기대 효과를 위해 우려하는 부작용을 반영하여 안전 기준이 마련된다면, 교육, 장비, 관리 체계 부분에서 안전을 위한 필수적 요건들을 확인하고 기존의 시스템에서 잘못된 부분은 수정하면서 현실을 반영한 기준이 마련되어야 할 것이다.

## 2. 사용자 측면

3장 사고사례 분석에서 로프접근기술 사용 시, 안전 관리의 부재가 사용자 측면에서의 사고 발생의 원인이었다. 물론, 이는 사용자 측면과 아울러 기술자 측면에서의 원인이기도 하다.

FGI(Focus Group Interview)를 통해 로프접근기술의 현황, 장점 및 위험요소를 확인했다. 그리고 위험요소를 보완하는 법적 안전기준 마련이 어떠한 기대 효과와 부작용을 동반할지에 대해 알아보았다.

인터뷰는 로프접근기술을 도입하여 사용하고 있는 2개의 조선사 및 그의 협력사에서 관리직을 맡은 인원 6명을 대상으로 하였다.

### 1) 로프접근기술 사용 현황

초기부터 로프접근기술을 도입하였던 조선소에서는 도장 및 파워(사상, 그라인더), 청소, 고소부 배관의 용접, 리타이팅, 피팅 교체, 철의장품 수정 및 화기 작업 등에 다양하게 해당 기술을 활용하고 있었다.

그러나 로프접근기술은 족장(또는 발판)을 설치할 수 없거나 설치되지 않은 구역, 고소차가 진입할 수 없는 구간 등 족장, 고소차를 이용하는 일반적인 고소작업이 불가능한 곳에서 활용도가 우수하여, 이러한 영역에서 더욱 활용될 것으로 보고 있다.

### 2) 로프접근기술의 이점 및 위험요소

#### (1) 로프접근기술의 이점

로프접근기술을 활용하기 이전의 작업 방식과 불가능했던 작업을 로프접근

기술을 통해 현재에는 가능해진 경우를 물어보며 로프접근기술의 이점에 대해 어떻게 인지하는지 확인해보았다.

예전에는 족장이나 안전블록, 발판을 설치하여 작업하였고, 이러한 방법으로도 접근할 수 없는 부분에는 작업을 할 수 없었는데 로프접근기술로 작업이 가능해짐으로써 접근성에 대한 이점으로 품질을 지킬 수 있다고 언급하였다. 그리고 족장 설치와 비교하여 시간 절감을 통한 비용 절감 또한 큰 이점으로 언급하였다. 추가적으로 추락 억제 조치가 가능하여 작업자가 안전하게 안정적인 마음으로 고소 작업을 할 수 있다고 하였다.

이렇게 로프접근기술의 이점은 접근성, 비용 및 시간 절감, 안전성으로 요약할 수 있다.

## (2) 로프접근기술의 위험요소

### 가) 교육

교육과 관련하여 어떠한 부분이 위험요소라고 생각하느냐는 질문에 교육을 이수하지 않아 장비 사용법을 모르는 인원이 로프 작업을 하면 사고의 위험이 있을 것 같다고 대답했다. 이는 장비 사용법에 대한 교육의 부재 부분을 위험요소로 보고 있다고 이해된다. 그러면서 교육을 받지않은 인원이 로프를 타도 된다는 생각이 전체적으로 공유될까 봐 두렵다고 언급하였다.

### 나) 장비

로프접근 장비의 표준, 인증에 대한 언급을 하는 것으로 인증받지 않은 장비를 사용하는 것을 위험요소로 보고 있는 것으로 이해할 수 있었다.

### 다) 관리 체계

법적 안전기준이 없는 것이 위험요소로 현장에서 안전 관리 기준을 세우는

것의 어려움을 언급하였다. 비일상 작업으로 분류하여 해당 작업에 대한 작업 표준서를 작성 후, 안전과에 보고하여 현장 확인을 한 다음에 작업을 시행하기도 한다고 하였다.

또 다른 구체적인 내용으로는 로프접근 작업을 주변에 있는 다른 인원에게도 알리지 않고 일하는 것을 위험요소로 보기도 했다. 그리고 낙하물에 대한 위험, 매듭(리깅 상태)의 확인 등을 언급하였다.

### 3) 안전기준 마련으로 인한 기대 효과 및 부작용

로프접근기술의 다양한 이점이 있지만, 교육을 받지 않고 장비의 사용법을 모르는 인원이 수행할 경우에는 사고 발생률이 높다. 또한, 사용자 측면에서 로프접근기술의 법적 안전기준이 없으므로 교육받은 인원을 사용하고, 회사 자체적인 안전 관리 시스템에 적용하여 사용하고 있다. 대기업인 경우에는 기준이 없더라도 로프접근기술에 100% 맞는 관리 방법은 아니더라도 안전 관리에 노력하고 있다. 그러나 이러한 대기업의 사용자도 기술자와 동일한 부분을 위험요소로 인지하고 있고 법적 기준의 부재로 관리에 어려움을 겪고 있다.

그래서 이러한 위험요소를 보완할 수 있는 법적 안전기준이 마련된다면 어떠한 기대 효과와 부작용이 있을 것으로 예상되는지 다시 물었다.

안전기준이 마련되면 기준을 토대로 사업장 내의 안전기준 및 작업 절차서를 만들어 불필요한 의견 충돌없이 조건에 맞게 작업 지시가 가능하고, 안전 관리에 도움이 될 것이고, 타기업에서 도입할 것으로 예상된다고 주로 언급했다.

그러나 한편에서는 비일상 작업으로 분류되어 있는 로프접근 작업이 일상 작업으로 분류되어 서류 및 승인 절차의 간소화로 인해 해당 업무는 축소되어 사용 빈도는 조금 증가할 수 있겠으나, 사고가 발생하면 중대 재해로 이어지는 단점으로 인해 여전히 조심스러운 부분이 있다고 언급하기도 했다.

그리고 부작용으로는 작업에 대한 규제가 심해져서 작업 시간이 길어질 수 있음을 지적하였고, 필요 이상의 기준이 마련되면 사용자가 꺼려질 수 있음을 언급하였다. 또 다른 의견으로는 안전기준에 대한 위반 여부에만 집중하여 다른 위험요소가 간과될 수 있음을 언급했다.

위에 언급되었던 위험요소를 보완할 수 있는 법적 안전기준이 만들 때, 형식적이지 않고 현장에 실질적으로 도움이 되는 기준을 만들어야 함을 다시 한번 사용자 인터뷰를 통해 확인되었다. 부작용에서 언급되었던 부분은 공정별 위험성 평가 등을 통해 보완하고 제도적인 개선이 필요할 것으로 보인다.

### 3. 소결

로프접근기술은 다양한 산업에서 고소 작업을 수행하는 데 있어 많은 이점을 제공하는 기술로 자리 잡고 있다. 그러나 2장에서 언급한 바와 같이, 이러한 장점에도 불구하고 로프접근기술에는 분명한 위험요소가 존재한다. 이를 확인하기 위해, 본 연구에서는 로프접근 기술자와 사용자를 대상으로 설문 조사 및 인터뷰를 진행하였고, 이를 통해 로프접근기술의 현장 적용에서 나타나는 구체적인 위험요소들을 확인하였다.

로프접근기술 교육을 이수한 기술자들을 대상으로 한 설문 조사에서는, 기존에 사고사례 분석에서 도출된 위험요소들이 여전히 존재하고 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 상당수의 기술자가 적절한 교육을 받지 않은 상태에서 작업에 투입되고 있으며, 이는 로프접근 기술자들이 여전히 위험에 노출되어 있다는 것을 보여준다. 또한, 발주처나 현장 관리자들도 역시 로프접근기술에 대한 이해도가 부족하여, 현장 관리가 제대로 이루어지지 않고 있다는 문제점이 드러났다. 이러한 문제는 이전 사고사례와 일치하며, 로프접근 기술자들이 여전히 동일한 위험에 직면하고 있음을 확인할 수 있다.

기술자들은 안전기준이 마련된다면 사고 발생은 줄어들 것이라고 예상하면서도, 새로운 기준 도입에 따라 교육 비용 증가, 장비 구매 비용 증가, 안전 체계 강화로 인한 작업의 불편함을 우려하고 있었다. 그러나 이러한 부작용에도 불구하고, 장기적으로는 안전기준 마련이 필요하다는 의견이 지배적이었다.

로프접근기술을 사용하는 두 사업장에서 6명의 관리자와 인터뷰를 진행하였다. 이 인터뷰를 통해 로프접근기술의 사용 현황, 이점, 그리고 위험요소를 구체적으로 파악할 수 있었다. 과거에는 주로 족장이나 안전블록, 발판을 설치하여 작업하던 공정에서, 최근에는 로프접근기술을 도입하여 작업 효율성을 높이고 있었다. 관리자들은 로프접근기술을 사용함으로써 추락 억제 조치가

용이하고, 족장 설치와 비교해 시간 절감과 비용 절감의 효과가 있다고 언급하였다.

그러나 관리자가 지적한 위험요소 중 하나는 교육을 이수하지 않은 인원이 작업할 경우 발생하는 사고의 위험성이었다. 이와 더불어, 인증되지 않은 장비 사용 역시 현장에서의 안전에 위협이 될 수 있음을 확인하였다. 관리자들은 로프접근기술에 대한 법적 기준이 마련된다면, 사업장에서 안전기준 및 작업 절차서를 마련하여 효율적으로 작업을 수행할 수 있을 것으로 기대하였다. 반면, 규제가 강화됨에 따라 작업 시간이 길어질 수 있거나, 안전기준 위반 여부에만 지나치게 집중하게 되어 다른 위험요소가 간과될 수 있는 우려도 나타났다.

본 연구를 통해 도출된 로프접근기술의 주요 위험요소는 크게 교육, 장비, 관리 체계로 분류할 수 있다. 각 요소는 로프접근기술의 안전성에 직접 영향을 미치는 요인들로, 이를 체계적으로 보완하기 위한 안전기준 마련이 필요하다.

첫 번째로 교육 관련 위험요소이다. 교육은 로프접근기술의 안전성을 확보하는 데 있어서 핵심적인 요소이다. 로프접근 작업은 고도의 기술과 전문성이 요구되는 작업임에도 불구하고, 많은 기술자가 충분한 교육을 받지 않고 현장에 투입되는 경우가 많다. 설문 조사 결과에 따르면, 로프접근 기술자 중 다수가 로프접근기술에 대한 체계적인 교육을 받지 못한 채 작업을 수행하고 있었다. 이러한 문제는 사고의 발생 가능성을 높이며, 작업자의 생명과 안전을 위협할 수 있다.

특히, 로프접근기술은 작업자가 로프를 사용하여 고소 작업 구역에 접근하고 작업을 수행하는 방식이기 때문에, 작업자가 로프와 장비의 사용법을 충분히 숙지하고 있어야 한다. 이를 위해, 로프접근기술 교육은 이론적 지식뿐만 아니라 실습을 통해 장비 사용법을 충분히 연습하고, 위험 상황에서의 대처 능력을 강화하는 것이 필수적이다.

두 번째로는 장비 관련 위험요소이다. 로프접근기술에서 사용되는 장비는 작업자의 안전을 보장하는 중요한 도구이다. 그러나 인증받지 않은 장비의

사용이나, 장비의 올바른 사용법에 대한 이해 부족은 심각한 위험요소로 작용할 수 있다. 설문 조사와 인터뷰를 통해 확인된 바에 따르면, 일부 현장에서는 인증되지 않은 장비가 사용되고 있으며, 이러한 장비는 작업 중 고장이나 파손으로 인해 작업자의 안전을 위협할 수 있다.

또한, 장비의 설치와 사용이 제대로 이루어지지 않는 경우도 빈번하게 발생하고 있다. 이는 작업자의 숙련도 부족과 직결되며, 장비가 적절하게 설치되지 않은 상태에서 작업이 이루어질 경우, 사고의 위험은 많이 증가한다. 따라서 로프접근기술에서 사용되는 장비는 정기적인 점검과 인증 절차를 거쳐야 하며, 작업자는 장비의 올바른 사용법에 대해 충분히 숙지하고 있어야 한다.

세 번째로는 관리 체계와 관련된 위험요소이다. 로프접근기술을 사용하는 현장에서는 적절한 관리 체계가 필수적이다. 관리 체계는 작업의 안전성을 보장하는 중요한 요소로, 기술자들이 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 지원하는 역할을 한다. 그러나 설문 조사와 인터뷰에서 확인된 바에 따르면, 일부 현장에서는 관리자들이 로프접근기술에 대한 충분한 이해가 부족하여, 작업 전 확인해야 할 사항이나 작업 중 관리해야 할 요소들을 놓치는 경우가 있었다. 이는 작업자의 안전에 큰 위협이 될 수 있다.

로프접근기술의 특성상, 작업 전에는 장비의 상태를 철저히 점검하고 비상사고를 포함한 작업과 관련된 계획을 수립하며, 작업 중에는 작업 환경과 작업자의 상태를 지속적으로 모니터링하는 관리 체계가 필요하다. 관리자가 이러한 절차를 정확히 이해하지 못하면, 사고 발생 시 적절한 대응이 어려워질 수 있으며, 사소한 문제도 큰 사고로 이어질 수 있다.

로프접근기술의 안전성을 확보하기 위해서는 교육, 장비, 관리 체계에 대한 위험요소를 보완할 수 있는 체계적인 안전기준이 반드시 필요하다. 이러한 기준이 마련될 경우, 로프접근 기술자들은 체계적인 교육을 통해 충분한 기술을 습득하고, 인증된 장비를 사용하며, 적절한 관리 체계 하에서 작업을 수행할 수 있게 된다. 이를 통해 작업 현장에서 발생할 수 있는 사고를 예방할 수 있으며,

작업자의 안전을 보장할 수 있다.

또한, 안전기준이 마련되면 사업장 내에서 명확한 작업 절차를 통해 효율적인 작업 관리가 가능해지고, 작업 중 발생할 수 있는 불필요한 충돌을 줄일 수 있다. 관리자는 이러한 기준을 바탕으로 작업 현장을 관리하며, 작업자들은 안전한 환경에서 작업을 수행할 수 있게 된다.

로프접근 기술자와 사용자들은 안전기준 마련이 가져올 긍정적인 효과를 기대하면서도, 교육 비용 증가, 장비 구매 비용 증가, 작업 불편함 증가 등 몇 가지 부작용을 우려하고 있었다. 따라서 안전기준 마련 시에는 이러한 부작용을 최소화할 수 있는 방안도 함께 고려해야 한다. 예를 들어, 기술자들에게는 효율적인 교육 프로그램을 제공하고, 장비 구매 비용에 대한 정부의 지원이나 사업장의 협력 체계를 마련하는 등의 방법을 통해 추가 비용 부담을 줄일 수 있을 것이다.

또한, 안전기준을 마련함에 있어 다른 위험요소를 간과하지 않도록 관리 체계를 보완하는 것도 중요하다. 규제가 강화되면 일부 현장에서 규정 준수 여부에만 집중하게 되어, 실제 작업 중 발생할 수 있는 다양한 위험요소들이 간과될 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 종합적인 안전 관리 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

로프접근기술은 다양한 산업에서 그 장점을 인정받고 있으며, 점차 사용이 확대되고 있다. 그러나 그에 따른 위험요소도 분명 존재하며, 이를 관리하기 위한 체계적인 안전기준이 마련되어야 한다. 본 연구에서는 교육, 장비, 장비, 관리 체계와 관련된 위험요소를 분석하였으며, 이를 보완할 수 있는 안전기준 마련의 필요성을 강조하였다. 교육에서는 기술자들이 충분한 이론적 지식과 실습을 통해 로프접근기술을 안전하게 사용할 수 있도록 해야 하며, 장비는 인증받은 장비를 사용하고 정기적인 점검과 관리가 필수적이다. 또한, 관리 체계는 작업 전후로 철저한 점검과 모니터링이 이루어져야 한다.

로프접근기술의 위험요소는 다양한 형태로 존재하지만, 이를 체계적으로

관리하고 안전기준을 마련하면, 고소 작업에서 발생할 수 있는 사고를 예방하고 작업자의 안전을 보장할 수 있다.

결론적으로, 로프접근기술은 그 장점에도 불구하고 고위험 작업에 속하는 만큼, 체계적이고 명확한 안전기준 마련이 필수적이다. 특히, 교육, 장비, 관리 체계와 같은 핵심 요소들에 대한 철저한 관리와 보완이 이루어져야만 로프접근 기술이 안전하고 효율적으로 적용될 수 있다. 이를 통해 기술자와 사용자 모두가 신뢰할 수 있는 작업 환경이 조성될 것이며, 이는 궁극적으로 로프접근 기술의 발전의 안전성 강화에 기여할 것이다.



## V. 로프접근기술의 국외 법령 및 표준





## V. 로프접근기술의 국외 법령 및 표준

### 1. 국가별 법령 분석

#### 1) 국가별 법령의 특징

국가별 법령에서 어떠한 안전기준을 규정하고 있으며, 어떠한 기준을 강조하고 누락 되었는지에 대해 분석하였다.

##### (1) 영국

영국은 고소작업규정에서 개인 추락 방지 시스템의 한 종류로 로프접근기술을 다루고 있으며 위험성 평가를 통해 사용 가능 여부와 단일 로프 사용 가능 여부, 작업 의자의 사용을 확인한다. 교육, 앵커리지, 장비, 이중 안전 시스템 등이 내용을 포함하고, 해당 내용은 로프접근의 가장 큰 위험인 추락 방지에 집중된 것으로 보인다.

##### (2) 미국

미국 OSHA에는 로프접근과 관련된 조항 없으며, 1910.27 Scaffolds and rope descent systems에서 Rope Descent System(RDS)사용에 대한 요구 사항을 다루고 있다. 대신, 캘리포니아와 뉴욕에서 로프접근과 관련된 별도의 규정을 제시하고 있다.

- 캘리포니아주: 전반적인 기준 항목을 모두 포함하고 있지만, 항목별 내용은 간단하게 규정하고 있다. 주요 사항으로는 작성된 안전 관행 코드의 필요성, 직원 교육, 장비 검사 및 유지보수, 앵커리지 요구 사항, 개인 보호 장비의 사용 등이 있다.

- 뉴욕주: 별도의 상세한 규정없이 작업 현장에서 발생할 수 있는 위험을 최소화하고, 기술자의 전문성과 안전을 확보하기 위해 SPRAT과 IRATA라는 국제적으로 인정받는 로프접근기술 교육 기관의 인증 요구사항에 따라 인증받은 인원을 사용해야 한다고 규정하고 있는데, 이는 기술자의 적격성을 중요시한다고 볼 수 있다. 또한, 장비 부착의 제한은 작업 환경 내에서의 낙하물에 대한 우려 사항으로 확인된다.

### (3) 캐나다

캐나다는 산업안전보건규칙에서 로프접근에 대해 규정하고 있고, 앨버타 주에서는 이를 바탕으로 산업안전보건규정을 별도로 관리하고 있다. 다른 국가와 달리 고소작업규정이나 리깅, 추락방지의 하위 항목으로 다루는 것이 아니라 동등한 단계에서 구체적인 규정을 명시하고 있다. 영국의 IRATA, 미국의 SPRAT, 호주의 ARAA 등 국가별 로프접근 협회에서 제시한 매뉴얼을 언급하며 그 내용을 적극 반영하고 있다. 캐나다의 산업안전보건규칙(OHS)에서는 영구 앵커와 임시 앵커를 분류하여 설명하고 있고, 앨버타 주는 장비의 인증 확인, 안전 계획, 작업 기록 부분을 상세하게 규정하고 있는 것이 특징이다.

### (4) 일본

일본은 로프 고소 작업으로 명명하며 높은 곳에서 로프를 이용해 작업할 때 안전을 보장하기 위한 장비 사용과 검사, 이중 보호 시스템, 작업계획, 작업 전 검사, 관리자의 역할을 규정하고 있다.

### (5) 싱가포르

싱가포르는 추락을 대비하는 이중 안전 시스템, 장비의 검사, 앵커리지 설치의

전문성 및 관리, 책임자의 역할에 중점을 두고 규정하고 있다. 추락에 직접적인 원인이 될 수 있는 부분과 그것을 사전 예방인 검사와 관리에 집중한 것으로 보여진다.

## (6) 호주

호주는 산업용 로프접근 시스템을 Work Position System으로 분류하고 추락 방지 기구로 사용되지만, 시스템의 주요 목적은 작업 구역에 접근하는 것이지 추락 방지를 위한 백업을 제공하는 것이 아니라고 밝히고 있다. 자격 및 교육, 장비, 구조, 이중 보호 시스템, 관리자의 역할을 포함하고 있으며, 그 외 추가 지침은 Australian/New Zealand Standard (AS/NZS 4488)을 참고한다고 명시하고 있다. 미국의 캘리포니아주와 비슷하게 전반적으로 다양한 항목을 포함하고 있지만, 항목별 내용은 간단하게 규정하고 있다.

## 2) 국가별 법령의 비교

국가별로 교육, 추락 방지 시스템, 이중 안전 시스템, 장비, 인원, 구조 및 사고 예방, 기록에 대한 로프접근기술의 안전기준을 가지고 있지만, 강조하고 있는 기준에는 국가별로 차이가 있다. 어떠한 기준을 강조하는지 또는 누락되었는지를 국가별 법령의 특징에서 간단하게 분석하였고, 이번 분석에서는 기준 항목별로 어떠한 공통점 및 차이점이 있는지를 살펴보겠다.

미국 뉴욕주의 경우, 국가별 법령의 특징에서 언급한 바와 같이 미국의 SPRAT이나 영국의 IRATA에서 인증받은 전문적인 인원의 사용만을 기준으로 규정하고 있다. 기술자의 적격성에 대한 기준은 정확하게 알 수 있지만, 이 기준으로 국제 로프접근기술 표준의 포함 여부를 확실하게 판단할 수 없기 때문에 이번 분석에서는 뉴욕주는 제외한다.

### (1) 교육

기술자의 숙련도 및 로프접근기술의 이해를 위한 교육 관련 기준은 미국, 캐나다, 호주의 법령에서 명시하고 있다. 기술, 장비 등에 대한 교육을 포함하여 미국의 캘리포니아주에서는 교육자의 자격, 평가, 교육 기록의 보관 등에 대해 더욱 자세한 기준을 규정하고 있다.

### (2) 추락 방지 시스템

앵커 설치에 대한 추락 방지 시스템 관련 기준은 모든 국가에서 명시하고 있다. 영국의 경우, 백업 장치 및 하중, 추락 시 부상의 최소화에 대해 명시하고, 미국의 경우에는 자격을 갖춘 인원의 앵커리지 설치 및 하중에 대해 명시하고 있다. 캐나다의 산업안전보건규칙에서는 영구 앵커와 임시 앵커를 분리하여 최대 하중을 각각 22kN, 12kN으로 규정하고, 영구 앵커의 경우에는 검사 및 결과의 문서화가 기준으로 규정되어 있다. 반면, 캐나다의 앨버타주에서는 영구 앵커와 임시 앵커의 구분 없이 최대 하중을 요구하고 있다. 일본의 경우, 2개의 독립적인 앵커 설치로 이중 안전 시스템과 함께 규정하고 있다. 싱가포르의 경우에는 앵커의 설치 방법 및 검사 기준에 대해 가장 집중적이고 세부적으로 규정하고 있다. 호주의 경우, 설치 위치 및 고정 앵커의 점검, 백업 장치 기준과 더불어 보호되지 않은 난간으로부터 3m 이내에 있을 경우에는 앵커를 확보해야 한다는 기준이 타 국가와 별도로 규정되어 있다.

### (3) 이중 안전 시스템

이중 안전 시스템에 관한 기준 역시 모든 국가에서 명시하고 있다. 작업 라인과 안전 라인을 2개를 사용하는 것이 기본 기준이며, 단일 로프 사용의 조건이 있는 국가는 영국, 미국 및 캐나다이다. 2개의 라인 사용과 더불어, 모든 국가에서 하네스와 백업 장치의 부착에 대한 기준을 규정하고 있다. 단, 캐나다의

앨버타주에서는 장비가 작업 라인이나 안전 라인이 매달려서 안되고, 8kg가 넘는 장비는 적절한 고정 장치에 별도의 라인에 매달아야 한다고 장비 부착에 대한 기준이 규정되어 있다. 일본에서도 타 국가와 달리, 라인의 안전 길이 확보에 대한 기준이 있다.

#### (4) 장비

개인보호구의 착용 및 장비 관리 및 검사에 대한 기준은 영국을 제외한 국가에는 명시되어 있다. 추가적으로 안전모에 대한 기준이 있는 국가는 캐나다와 일본이며, 캐나다의 앨버타주에서는 장비별 인증 확인에 대한 기준이 명시되어 있다.

#### (5) 인원

미국의 캘리포니아주에는 최소 2인 1조의 팀의 구성에 대한 기준이 있고, 캐나다 및 일본에서는 작업자 및 관리자의 역할에 대한 기준이 있다. 호주에서는 적격성, 의사소통, 팀의 구성에 대한 기준을 명시하고 있다.

#### (6) 구조 및 사고 예방

구조 및 사고 예방과 관련된 기준은 싱가포르를 제외하고 모든 국가의 법령에서 명시하고 있다. 캐나다의 앨버타주는 안전 계획에 대해 수립, 구성 요소, 확인 및 전달 등 구체적인 기준을 규정하고 있다.

## 2. 국가별 법령 요약

### 1) 영국

#### (1) The Work at Height Regulations 2005

영국 고소작업규정 스케줄5 파트1에서는 모든 개인 추락 방지 시스템에 대한 요구 사항을 규정하고 파트3에서는 개인 추락 방지 시스템 중 로프접근 및 포지셔닝 기술에 대한 추가 요구사항을 규정하고 있다. 파트1에서 위험성 평가를 통해 작업을 안전하게 수행할 수 있고, 더욱 안전한 작업 장비의 사용이 현실적으로 불가능함을 입증한 경우에 개인 추락 방지 시스템을 사용할 수 있다고 규정하며, 파트1과 3의 내용은 다음과 같다.

#### 가) 추락 방지 시스템

- 시스템 설치: 앵커와 함께 사용하도록 설계된 개인 추락 방지 시스템은 적어도 하나의 앵커에 확실히 부착되어야 하며, 각 앵커와 부착 수단은 하중을 지탱할 수 있어야 한다.
- 시스템 적합성: 추락 방지 시스템은 작업과 관련된 목적에 적합하고 충분한 강도를 가져야 하며, 사용자의 신체에 맞는 장비를 올바르게 장착해야 한다.
- 이동 방지: 추락 방지 시스템은 사용자의 예기치 않은 이동이나 통지되지 않은 이동을 방지하도록 설계, 설치 및 사용되어야 한다.
- 추락 예방 및 완화: 추락 방지 시스템은 사용자가 떨어지거나 미끄러지지 않도록 충분한 조치를 취해야 하며, 추락할 경우 부상을 최소화할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 추가 장비: 위험성 평가에 따라 작업 시간과 인체공학적 제약이 있을

경우, 적절한 부속품과 함께 의자가 제공되어야 한다.

#### 나) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 단일 로프를 인정하는 경우를 제외하고 최소 두 개의 별도로 고정된 라인을 유지해야 하며, 하나는 작업 라인(접근, 탈출, 지지용), 다른 하나는 안전 라인으로 사용되어야 한다.
- 적절한 하네스 제공: 적절한 하네스가 제공되어야 하며, 작업자는 작업 라인과 안전 라인에 연결되어야 한다.
- 자체 잠금 시스템: 작업 라인은 등강 및 하강을 위한 안전한 수단을 갖추고, 작업자가 움직임을 제어할 수 없을 경우에 추락을 방지할 수 있는 자체 잠금 시스템을 갖추어야 한다.
- 이동식 추락 방지 시스템: 안전 라인은 작업자와 함께 이동하며, 연결된 이동식 추락 방지 시스템을 갖추어야 한다.
- 단일 로프 사용 조건: 두 개의 라인을 사용하는 것이 작업자에게 더 큰 위험을 초래할 경우, 적절한 조치를 취해 단일 로프 시스템을 사용할 수 있다.

#### 다) 구조

- 적절한 교육: 구조 절차를 포함한 예상 작업에 대해 적절한 교육을 받아야 한다.

## 2) 미국

미국은 OSHA에서 로프접근기술에 대해 다루지 않고 캘리포니아주와 뉴욕주에서 별도의 규정을 제시하고 있고 조사한 내용의 결과는 다음과 같다.

## (1) State of California Department of Industrial Relations (CA DIR)

캘리포니아 산업안전보건규칙 제3270.1 로프접근 장비의 사용에서는 로프 접근 장비의 사용, 관리 및 유지보수에 관한 안전 요구 사항을 설정하고 있으며 이 규정에서는 다른 접근 방법이 불가능하거나 더 큰 위험을 초래할 경우에만 로프접근 작업을 허용하고 있다. 주요 내용은 다음과 같다.

### 가) 교육

- 안전 실행 강령: 고용주는 로프접근 작업을 위한 안전 실행 강령을 작성하고, 이를 시행 및 유지하여야 한다. 안전 실행 강령에는 로프접근 및 고정 방법, 직원 선정 기준, 장비 선택 및 검사 기준, 로프접근 기술팀의 역할 및 책임, 의사소통 시스템, 직원 훈련 프로그램, 구조 및 비상 프로토콜, 위험 식별이 포함되어야 한다.
- 교육 및 평가: 구조 기술을 포함한 훈련을 통해 직원의 역량을 직접 시연으로 평가하며, 연간 재훈련이 필수적이다.
- 교육자의 자격: 로프접근, 장비 및 기술의 적절한 기본 사항을 효과적으로 가르칠 수 있는 자격과 경험을 가진 사람으로부터 교육을 받아야 한다.
- 교육 기록 보관: 교육에 대한 문서를 작성하여 보관하여야 한다.

### 나) 추락 방지 시스템

- 앵커리지 설치: 앵커리지는 자격을 갖춘 사람에 의해 예상 최대 동적 하중의 두 배를 안전하게 지지할 수 있도록 설치되어야 한다.

### 다) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 메인 라인이 주된 지지 수단일 경우, 안전 라인 또는 적절한 추락 방지 장치를 추가로 사용해야 한다. 단, 추가 추락 방지 시스템이 더 위험할 경우 한 줄만 사용할 수 있다.

## 라) 장비

- 개인 보호구 제공: 로프접근 작업을 수행하는 직원에게는 개인 보호구가 제공되어야 한다.
- 장비 관리 및 검사: 제조업체의 권장 사항에 따라 장비를 사용, 관리, 검사 및 유지 보수해야 하며, 매일 사용 전후로 자격 있는 사람이 장비를 검사해야 한다. 손상되거나 결함이 있는 장비는 즉시 제거해야 한다.

## 마) 인원

- 훈련된 인력 배치: 로프접근 장비 및 기술을 사용하는 동안에는 최소 2명의 훈련된 직원이 있어야 한다.

## 바) 구조 절차 및 사고 예방

- 구조 조치: 고용주는 장비 고장이나 추락 사고가 발생할 경우에 대비하여 직원을 신속하게 구조할 수 있는 조치를 마련해야 하며, 직원이 스스로 구조할 수 있도록 하여야 한다.
- 사전 브리핑: 작업 목표, 특정 위험, 비상 절차를 논의하는 사전 브리핑을 실시하여야 한다.
- 교통 통제 및 작업 구역 보호: 차량 교통을 통제하고, 로프접근 작업 중 허가받지 않은 사람이 작업 구역에 접근하는 것을 방지하기 위한 예방 조치(예: 바리케이드, 경고선)를 취해야 한다.

## (2) New York City Administrative Code

뉴욕시 행정 규정 제3316.9.3 산업용 로프접근에서 명시되며 엄격한 훈련과 평가를 통해 자격을 취득할 수 있는 SPRAT와 IRATA라는 로프접근기술에 대한 국제적으로 인정받는 인증 기관으로부터의 전문적인 인증받은 인원을

요구하고 있다. 또한, 작업 중 사용 가능한 도구를 부착 가능한 손 도구로 제한하고, 다른 장비는 별도로 이동하도록 규정하고 있다.

### 3) 캐나다

캐나다는 OHS에서 로프접근과 관련된 규칙을 자세하게 다루고 있고, 주별로 로프접근에 대해 협회 규정 또는 규칙으로 정해서 안전하게 작업할 수 있도록 하고 있다. 캐나다와 앨버타주의 규칙에 대해 조사한 내용은 다음과 같다.

#### (1) Occupational Health and Safety Regulation

캐나다는 추락 방지와 리깅, 호이스트, 비계와 별도로 로프접근에 관해 산업 안전보건 규칙 파트34에 각 장비별 표준을 포함하여 상세하게 규정하고 있다.

##### 가) 교육 및 인원

- 자격증 확인 및 문서화: 고용주는 로프접근 기술자가 IRATA, SPRAT 또는 캐나다 산악 및 동굴 보호 관련 기관 또는 협회에서 발행한 매뉴얼에 설명한 실습, 기술, 안전 규정을 포함한 교육을 이수하고, 해당 기관 또는 협회에서 발급한 유효한 자격증을 소지한 것에 관해 확인 및 문서화해야 하고 자격증을 작업장에 비치하고 검사 시에는 제시하여야 한다.
- 교육 규정 준수: 작업 시에는 교육에서 배운 안전 규정을 준수하여야 한다.

##### 나) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 작업 라인과 안전 라인으로 2개 라인을 사용하여야 한다.
- 단일 로프 사용 조건: 이중 로프를 사용하는 것이 단일 로프 사용보다 위험한 경우에는 단일 로프를 허용한다.
- 독립 앵커 사용: 2개 라인은 각각의 독립적인 앵커를 사용하여야 한다.

- 작업 라인 및 안전 라인의 연결: 작업 라인에는 하네스를 연결하고 안전 라인에는 추락 방지 기구를 연결하여야 한다.
- 흉부 연결고리 사용 제한: 하네스의 흉부 연결고리는 제조사의 허가 없이는 안전 라인에 연결하여서는 안된다.

#### 다) 기록

- 개인 기록 관리: 로프접근 기술을 수행한 것에 대해서는 개인 기록을 유지하고 그 기록에는 수행날짜, 작업 유형, 로프접근 기술 유형, 작업 장소(건물 또는 구조물) 유형, 작업 시간, 담당 관리자 또는 감독자의 서명을 포함하여 연대순으로 보관하여야 한다.

#### 라) 구조

- 구조 조치: 장비 오작동, 추락, 부상, 자기 구조 불능인 상태일 경우에는 로프접근 계획에 기술된 절차에 따라 구조하여야 한다.

#### 마) 장비

- 적합한 장비 구성품 사용: 장비를 사용하는 환경과 용도에 적합하고 호환되는 구성품을 사용하여야 한다.
- 안전모 착용: 최소 3개의 연결고리와 턱 스트랩이 있는 안전모를 반드시 착용하여야 한다.
- 장비 검사 : 제조업체가 요구하는 방식과 주기로 검사하고 장비 성능에 문제를 발생시킬 수 있는 환경이나 상태를 피하여야 한다. 작업 시작 전에도 장비의 결함 여부를 검사하여야 한다.
- 결함 장비 사용 제한: 결함이 있거나 제조업체의 수리 또는 폐기 조건에 해당되는 장비는 사용을 중지하고, 제조업체 또는 전문엔지니어가 검사하고 재인증할 때까지 작업에 투입되어서는 안된다.

## 바) 추락 방지 시스템

- 앵커리지 설치: 앵커리지에 가할 수 있는 모든 하중을 견딜 수 있는 신뢰되고 안전한 앵커리지를 사용하고, 모든 앵커는 신뢰할 수 있어야 한다.
- 영구 앵커: 영구 앵커는 하중이 적용될 수 있는 모든 방향에서 앵커에 연결된 각 작업자에 대해 최소 22.2kN의 최대 하중을 가져야 하고, 영구 앵커와 그 설치에 전문 기술자의 인증을 받아야 한다. 최소 연 1회 검사 및 테스트를 받고, 그 결과는 문서화하여야 한다.
- 임시 앵커: 임시 앵커는 하중이 적용될 수 있는 모든 방향에서 앵커에 연결된 각 사람에 대해 최소 12kN의 최대 하중을 가져야 한다.
- 충격 하중 제한: 추락 시 작업자에게 가해지는 최대 충격 하중은 6kN 이하로 제한한다.
- 부상의 최소화: 작업자가 아래쪽 표면이나 물체에 부딪히거나, 스윙하면서 표면이나 물체에 부딪혀 부상을 입을 수 있는 위험을 최소화하여야 한다.

## 사) 인원

- 작업자의 역할 숙지 확인: 고용주는 계획에 따른 작업자의 역할을 알고 있는지 확인하여야 한다.

## (2) Albert Occupational Health and Safety Code

앨버타 주도 캐나다 산업안전보건 규칙과 동일하게 리깅, 추락 방지, 달비계와 별도로 로프접근을 분류하여 규정을 두고 있다. IRATA, SPRAT, ARAA 중 하나의 규정을 준수하지만, 본 규정과 충돌하는 경우에는 본 규정이 우선되며 포함하는 내용은 다음과 같다.

## 가) 구조 및 사고 예방

- 작업 전 교육: 작업 위치 확보 및 추락 방지 시스템의 사용, 구조 절차에 관한 교육 후 작업을 시작하여야 한다.
- 안전 계획 수립: 작업장에 맞는 3미터 이상, 3미터 이하에서의 추락에 대한 안전 계획을 세워야 한다.
- 안전 계획의 구성 요소: 안전 계획에는 위험요소, 위험요소 통제 및 제거 방법, 로프접근 기술 사용계획, 로프접근 시스템 설치부터 해체까지 사용 절차, 작업자 이름 및 역할, 적합한 개인 보호구, 비상 대응 계획 등을 포함한다.
- 안전 계획 확인 및 전달: 안전 계획의 유무를 확인하고 작업자에게 알려주어야 한다.
- 위험성 평가: 작업 현장에 맞는 위험성 평가를 하여야 한다.
- 구조 조치: 장비 및 개인 보호구의 오작동, 추락, 부상, 발생한 경우에는 신속히 구조를 위한 절차가 있어야 한다.
- 구조 훈련: 작업자가 장비 및 개인 보호구를 사용하여 자체 구조를 수행할 수 있도록 훈련을 받았는지 확인하여야 한다.

## 나) 교육

- 장비 및 개인 보호구 교육: 장비 및 개인 보호구의 검사, 작동 및 제한에 관한 교육을 시행하여야 한다.

## 다) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 작업 라인과 안전 라인으로 2개의 라인을 사용하고 각 각은 다른 앵커리지를 사용한다.
- 하네스 연결: 하네스 하나의 부착지점에 작업 라인과 안전 라인이 모두

연결될 수 있다. 하네스의 제조사 사양에 따라 작업자가 안전 라인을 전신하네스의 훅끝이나 정면 부착 지점에 연결할 수 있다.

- 장비 매달림 제한: 작업 중에는 사용하는 장비가 작업 라인이나 안전 라인에 매달려서는 안된다.
- 장비의 고정: 8kg가 넘는 장비는 적절한 고정 장치에 별도의 라인에 매달려야 한다.

#### 라) 장비

- 적합한 구성품 사용: 장비를 사용하는 환경과 용도에 적합하고 호환되는 구성품을 사용하여야 한다.
- 장비 검사: 작업 시작 전에는 장비의 제조업체가 요구한대로 검사하고 제조업체가 지정한대로 재인증하여야 한다.
- 장비 보관: 장비 성능에 문제를 발생시킬 수 있는 환경이나 상태를 피하여야 한다.
- 결함 장비 사용 제한: 결함이 있거나 제조업체의 수리 또는 폐기 조건에 해당되는 장비는 사용을 중지하고, 제조업체 또는 전문엔지니어가 검사하고 재인증할 때까지 작업에 투입해서는 안 된다.
- 로프 직경 및 인증: 작업 라인과 안전 라인의 직경이 동일한지 확인하고, 2009년 7월 1일 이후에 제조되어 사용하는 로프접근용 로프는 인증 기준에 따라 인증되었는지 확인하여야 한다. 카우스테일이 다이내믹 로프로 만들어진 경우와 아닌 경우에는 로프의 인증 기준에 따라 인증되었는지 확인하여야 한다.
- 안전모 착용: 작업자의 머리에 부상이 예상되고 머리 측면에 충격이 가해질 가능성이 상당한 경우에 대비하여 적합한 안전모를 착용하여야 한다. 최소 3개의 연결고리와 턱 스트랩이 있는 안전모를 반드시 착용하고, 제조사의 사양에 따라 안전모를 고정하여야 한다.

- 전신 하네스: 인증된 전신 하네스를 사용해야 하며 2023년 3월 31일 이후에 제조된 경우 인증 기준에 따라 인증되었는지 확인하여야 한다.
- 연결장비: 2009년 7월 1일 이후에 제조되어 카라비너, D링, O링, 타원형 링 및 자동 잠금 연결장치로 구성되어 있는지 확인하여야 한다. 카라비너는 나사선 유형 또는 자동 잠금 및 자동 닫힘, 열리려면 최소 2번의 연속적인 동작이 필요한 것을 사용하여야 한다.
- 추락 방지 장치: 2009년 7월 1일 이후에 제조된 등강기, 하강기, 추락 방지 기구는 인증 기준에 따라 인증되었는지 확인하여야 한다.

#### 마) 기록

- 작업 일지: 작업자는 로프접근 작업의 기록이 포함된 개인 작업 일지를 보유하여야 한다.
- 기록 내용: 기록에는 작업 일자, 사용한 기술, 작업 유형, 작업 구조물의 유형, 작업 시간을 포함하여야 한다. 기록은 시간순으로 정리되어야 하며 로프접근 감독자 또는 현장 관리자가 확인하고 서명하여야 한다.
- 기록의 최신화: 기록은 최신 상태로 현장에서 담당자가 검사할 수 있도록 항상 준비되어야 한다.
- 교육 및 실무 시간 확인: 작업자가 로프접근 기술을 수행하는데 필요한 교육 및 실무 경험 시간이 포함되었는지 확인하여야 한다.

#### 바) 추락 방지 시스템

- 앵커 하중: 앵커는 하중이 적용될 수 있는 모든 방향에서 앵커에 연결된 각 작업자에 대해 최소 16kN의 최대 하중을 가져야 하지만 실행 불가능한 경우에는 로프 당김 방향으로 추락 시 발생하는 최대 충격 하중의 2배의 강도를 갖는 앵커를 사용하여야 한다.

## 4) 일본

### (1) 노동안전위생법

일본 노동안전위생법 제2부 안전기준에서 각 상황에 대한 위험 방지에 규정을 명시하고 있고, 로프접근의 규정은 9.3 로프 고소 작업에 있어서의 위험 방지에서 찾아볼 수 있다. 명시하고 있는 내용은 다음과 같다.

#### 가) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 작업 라인 이외에도 추락 방지 기구를 설치할 수 있는 안전 라인을 설치하여야 한다.
- 독립 앵커 사용: 작업 라인과 안전 라인은 견고한 앵커에 연결하고 각각 다른 앵커를 사용하여야 한다.
- 안전 길이 확보: 작업 라인과 안전 라인은 작업자가 안전하게 등하강할 수 있도록 충분한 길이로 하여야 한다.
- 장비 부착: 안전 라인에는 추락 방지 기구를 부착하고, 그 외 장비는 작업 라인에 부착하여야 한다.

#### 나) 사고 예방

- 안전 점검: 추락 및 낙하물 방지를 위해 작업 구역과 주변 환경, 작업 라인과 안전 라인이 메여있는 앵커의 위치 및 상태, 작업 구역과 앵커로의 접근 경로의 상태, 로프의 파단이 우려되는 곳의 상태와 위치를 작업 전에 확인해서 기록해 두어야 한다.
- 작업 계획: 안점 점검을 바탕으로 작업 계획을 세우고 작업자들에게 알려줘야 한다. 작업 계획에는 작업 방법 및 작업 순서, 투입 인원, 앵커의 위치, 작업 로프의 종류 및 강도, 작업 라인과 안전 라인의 길이, 로프의 파단이 우려되는 곳의 방지 조치, 추락 방지 조치, 낙하물 방지 조치, 응급처치 등이 있다.

## 라) 인원

- 관리자 역할: 관리자는 위의 작업 계획에 근거하여 작업 지휘하며, 앵커 및 이중 안전 시스템이 제대로 지켜지고 있는지 점검하여야 한다. 또한, 작업자의 추락 방지 기구 및 보호구 착용을 감시하여야 한다.

## 마) 장비

- 개인 보호구 사용 제한: 작업 라인 및 작업 라인에 부착되는 개인 보호구는 충분한 강도를 가진 것으로 손상, 마모, 변형, 부식이 없는 것을 사용하여야 한다.
- 안전모 착용: 낙하물에 대한 위험을 방지하기 위해서는 안전모를 착용하여야 한다.
- 결합 장비 사용 제한: 작업 전, 추락 방지 기구, 로프 및 안전모의 상태를 점검해서 문제가 있을 시에는 즉시 수리하거나 교체하여야 한다.

## 5) 싱가포르

## (1) Workplace Safety and Health (work at height) Regulation

싱가포르 산업안전보건 규칙(고소작업) 파트5에서 산업용 로프접근 시스템에서는 산업용 로프접근 시스템의 설계 및 검사 부분을 강조하여 명시하고 있다.

## 가) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 산업 로프접근 시스템은 하나는 작업 라인, 다른 하나는 안전 라인으로 사용되는 최소한 두 개의 독립된 앵커리지 라인을 포함해야 한다.
- 적절한 하네스 제공: 작업 라인과 안전 라인에 연결되는 적절한 하네스를

제공하여야 한다.

- 자체 잠금 시스템: 작업 라인은 안전한 상승 및 하강 수단을 갖추고, 사용자가 움직임을 제어하지 못할 경우, 추락을 방지할 수 있는 자체 잠금 시스템을 가져야 한다.

#### 나) 장비

- 장비 관리: 장비는 좋은 구조, 적절한 강도, 결함 없는 상태로 유지 관리되며 검사 유무를 확인할 수 있는 표식을 가져야 한다.

#### 다) 추락 방지 시스템

- 안전 사용: 시스템의 어느 부분도 안전한 사용을 저해할 수 있는 것과 접촉해서는 안된다.
- 앵커리지 설치: 모든 앵커리지와 앵커리지 라인은 전문 엔지니어의 설계 및 도면에 따라 설치되어야 한다. 전문 엔지니어는 자신의 설계가 안전하게 실행될 수 있도록 필요한 모든 설계 문서를 제공하고, 로프접근 시스템을 설치하는 사람은 설계에 맞게 합리적으로 실행 가능한 조치를 취하여야 한다. 산업 로프접근 시스템이 사용되기 전에, 전문 엔지니어가 인증한 설계와 도면이 현장에 비치되어 있어야 한다.
- 시스템 검사: 작업 현장에서 시스템을 사용하는 경우, 책임자는 시스템의 적절한 설치 및 사용을 확인하기 위해 유능한 검사를 수행할 사람을 임명하여야 한다. 검사 결과와 앵커리지 설계 문서는 최소 2년 동안 유지하고 검사관의 요청에 따라 검사에 필요한 모든 항목을 제공할 수 있어야 한다.

## 6) 호주

### (1) Managing the risk of falls at workplaces code of practice

호주는 추락위험관리 규정 5.1 산업용 로프접근 시스템에서 로프접근 시스템을 사용하기 전에 다른 접근 방법도 고려해야 하고, 로프접근 시스템을 안전하게 사용하기 위해 높은 수준의 기술이 필요하고 로프접근과 관련된 규정은 다음과 같이 명시하고 있다.

#### 가) 인원

- 적격성: 작업자와 관리자는 안전을 확실하게 하기 위해 높은 숙련도를 갖춘 사람이어야 한다.
- 의사소통: 관리자와 작업자는 소통할 수 있어야 한다.
- 인원 구성: 응급 상황에서 도움을 받을 수 있도록 혼자 작업하지 않아야 한다.

#### 나) 교육

- 교육 이수: 적격성을 기반으로 하는 교육 및 구조를 수행하는데 필요한 장비와 기술에 대한 교육을 이수하여야 한다.

#### 라) 장비

- 장비 관리: 적절한 사람이 주기적으로 검사하여야 한다.
- 개인 보호구 착용: 풀바디 하네스를 착용하고 필요에 따라 헬멧, 장갑, 청력 보호 장비, 고글 및 마스크와 같은 적절한 개인 보호 장비를 사용 하여야 한다.

마) 이중 안전 시스템

- 이중 라인 사용: 작업자마다 2개의 독립적인 앵커에 로프를 설치하여야 한다.

바) 추락 방지 시스템

- 설치 위치: 신속한 지원 또는 구조를 제공받을 수 있는 위치에만 설치되어야 한다.
- 앵커 점검: 고정된 앵커 지점은 로프를 설치하기 전에 적절한 사람에 의해 점검되어야 한다.
- 추락 방지: 작업자가 보호되지 않은 난간으로부터 3미터 이내에 있을 경우, 적절한 앵커를 확보하여야 한다.
- 백업 장치: 작업자를 보호하기 위해 추락 방지 기구를 사용하여야 한다.

다) 구조 및 사고 예방

- 구조 조치: 위험성 평가를 통해 얻은 정보를 이용하여 비상 및 구조 절차를 마련하고 작업자에게 적절하고 충분한 정보, 지시 및 교육을 제공하여 한다.
- 접근 제한: 작업 구역과 앵커 위치 아래의 모든 접근 지역에 바리케이트 및 표지판을 설치하여 접근을 막아야 한다.

### 3. 표준별 분석

#### 1) 표준별 특징

##### (1) ISO 22846

ISO 22846-1은 높은 곳에서 작업할 때 로프접근 방법을 사용하는 데 필요한 기본 원칙을 제공한다.

ISO 22846-2는 세 개의 부록을 포함하고 있으며, 높은 곳에서 작업할 때 로프접근 방법을 사용하는 데 대한 권장 사항과 지침을 제공하며, 1부에서 제시한 기본 원칙을 확장하여 설명하고 있다.

##### (2) IRATA ICOP

IRATA ICOP은 교육을 포함하여 IRATA 국제 로프접근 방법을 안전한 작업 시스템으로 제공하기 위한 권장 사항과 지침을 제공한다.

IRATA ICOP의 1부는 기본 원칙과 통제 방법을 설명하고, 2부는 1부를 확장하여 더 자세한 지침을 제공한다. 3부는 현재 17개의 정보 부록으로 구성되어 있다. 4부는 관련 법령(현재는 영국만 해당)에 대한 링크를 제공하고 있다.

ICOP은 주로 IRATA 국제 회원이 사용하는 것을 목적으로 하고, IRATA 국제 회원은 회원 자격의 조건으로 실천 강령의 원칙을 준수해야 한다. IRATA는 또한 공식적인 교육 및 인증 제도와 등급 구조를 가지고 있으며, 회원은 이 제도를 사용해야 할 의무가 있다.

### (3) ANSI Z459.1

ANSI Z459.1은 로프접근기술에 필요한 시스템 설계, 장비 제조 및 시험의 최소 요구 사항을 규정한다. 로프접근기술은 관리 체계, 기술자의 전문성, 적합한 장비를 포함해야 하며, 장비는 Z459.1 표준을 준수하도록 하고 있다. 모든 인원은 적절한 교육을 받아야 하며, 제품과 시스템은 표준 발행일로부터 12개월 이내에 이 표준을 준수해야 한다고 명시하고 있다.

ANSI Z459.1의 가장 큰 특징은 표준 내에 일부 로프접근 장비에 대한 시험 기준에 대해 명시하고 있다는 점이다.

### (4) KS ISO 22846

국내에는 한국표준에서 KS ISO 22846 - 로프접근 시스템 - 제 1부 작업 시스템의 기본원리에 대한 표준을 2010년 제정하였으며, 2021년에 최신판이 개정되었다. 이 표준은 로프접근 방법을 사용하는 고소 작업의 기본 원칙을 다루며, 고용주, 고용인, 자영업자와 로프접근 방법을 의뢰하는 사람들에게 참고용으로 작성되었다. 구조물이나 자연 지형에 로프를 연결하여 접근, 이탈, 지탱 및 추락 방지를 위해 로프를 사용하는 작업에 적용할 수 있다. 다만, 레저 활동, 수목 재배, 비상 탈출 시스템, 구조 작업 등에는 적용되지 않지만, 유사한 활동에서 원칙을 참고할 수 있도록 하고 있다. 이 표준은 ISO 22846-1을 번역하여 제정되었으며, ISO 22846-2의 세부적인 내용은 포함 하지 않는다. 이번 연구에서는 KS ISO22846-1 표준은 ISO 22846-1로 병합하여 요약 하였으므로 이점을 참고해야 한다.

## 2) 표준별 비교

각 표준에서 명시한 안전 관리 체계, 교육 및 평가, 사용 장비 및 관리 방법에 대해 공통점 및 차이점을 살펴보겠다.

### (1) 안전 관리 체계

산업용 로프접근기술의 국제 표준인 ISO 22846-1~2, IRATA ICOP, ANSI Z459.1은 모두 체계적인 안전 관리 체계의 필요성에 대해 자세하게 언급하고 있다.

공통 적으로 포함되는 안전 관리 체계의 핵심은 로프접근 작업 시, 최소 2인 1조의 팀으로 구성하고 항상 이중 안전 시스템을 적용해서 작업을 수행하도록 하고 있다. 또한, 로프접근기술을 안전하게 작업하기 위한 작업 계획에 대해 요구하고 있으며, 로프접근 시 필요로 되는 작업 계획은 위험성 평가, 안전 작업 계획서, 비상 상황 계획이 포함된다. 현장의 작업 관리자의 역할, 의사소통, 작업 시작 및 종료, 기록 유지 및 필요 문서에 대한 내용도 포함한다.

각 표준별 상이한 부분은 아래와 같다.

ISO 22846-1~2와 ANSI Z459.1의 경우, 작업 현장의 구분을 단순한 작업 현장과 복잡한 작업 현장으로 구분하고 있다. 단순한 작업 현장은 비교적 간단한 로프접근 작업 현장으로 앵커 라인이 지면과 단거나 플랫폼에 달고 주변 다른 작업으로부터 독립된 현장을 의미하며, 복잡한 작업 현장은 리앵커 등 복잡한 리깅 기술이 포함되며 작업이 복잡하여 추가적으로 고려해야 하는 사항이 많은 현장을 의미한다.

반면 IRATA ICOP의 경우, 로프접근의 복잡성에 따른 작업 현장의 구분은 따로 되어있지 않다. ICOP의 경우 안전 작업 계획서의 상세 필요 내용에 대해 아주 자세한 요구 사항을 다룬다. 작업자의 적격성 요구 사항, 로프접근 동작의 세부적인 내용, 작업 장비의 사용관리 등 기본적인 관리 체계에 대해 다른 두 표준보다는 대부분의 범위에서 상세하게 설명하고 있는 점을 확인할 수 있다.

## (2) 교육 및 평가

산업용 로프접근기술의 국제 표준인 ISO 22846-1~2, IRATA ICOP, ANSI Z459.1 교육 및 교육 평가 기준에 대해 모두 자세하게 필요성을 언급하고 있다. (단, ANSI Z459.1 표준의 경우 교육 및 자격 요구 사항을 ISO 22846 표준에 따라 실시하도록 명시되어 있다.)

로프접근 기술자의 적절한 역량은 관련 교육을 통해 지식, 기술, 경험이 필수적으로 필요하며, 교육은 명확한 기준에 맞춰 실시해야 한다. 교육의 평가는 독립적으로 평가가 되도록 요구하고 있다. 교육 이후 로프접근 경력을 문서화 하여 검증이 가능하도록 하며, 3년을 초과하지 않는 주기로 재교육을 실시하도록 하고 있다.

각 표준별 상이한 부분은 아래와 같다.

ISO 22846은 로프접근 기술자의 숙련도에 따라 기본 작업자, 중급 작업자, 고급 작업자로 구분하고 있으며, ANSI Z459.1도 ISO 22846의 기준을 따라 교육되도록 하고 있다.

반면, IRATA ICOP은 로프접근 기술자의 숙련도를 Level 1 ~ 3 까지로 구분하고 있고, 추가적인 업무의 분류에 따라 로프접근 교육 강사, 평가과, 심사원 등에 대해서도 구분하고 있다.

교육에 대한 이론 및 기술적 역량이 IRATA ICOP에서 더 세부적으로 되어있다. IRATA ICOP의 경우 요구되는 Level 별 기초 지식 및 역량 요구 사항을 장비 관리, 로프 설치, 로프접근 동작, 클라이밍 테크닉, 로프 구조 동작 등 더 세부적으로 다룬다. IRATA Level 3 자격 인원은 현장의 안전관리자 및 작업 감독관 역할을 수행할 수 있으며, 현장에 최소 1명이 배치되도록 하고 있다.

로프접근기술의 관리 주체인 로프접근 관리자 및 감독관의 세부 역량 요구 사항은 ISO22846-2 에 표로 정리해서 세부적인 필요 역량에 대해 명시하고

있으며, 로프접근 감독관은 팀별 최소 1명이 배치되도록 요구하고 있다.

### (3) 사용 장비 및 관리 방법

산업용 로프접근기술의 국제 표준인 ISO 22846-1~2, IRATA ICOP, ANSI Z459.1 모두 로프접근 기술자는 장비의 선택, 사전 점검, 관리, 보관, 유지보수, 결함 식별, 폐기 절차에 대한 지식을 요구한다. 기본적으로 세 표준 모두 장비의 제조업체의 지침에 따라 장비를 사용하고 관리, 보관하도록 요구한다. 사용 시, 문제점이 발생된 경우에는 제조사와 소통하도록 되어있다. 장비는 사용전 검사를 실시하고 주기적으로 상세 검사를 실시하여 안전하게 사용 가능함을 보장해야 한다.

각 표준별 상이한 부분은 아래와 같다.

ISO22846의 경우, 용도에 맞는 해당 국가의 적합한 표준을 준수하는 장비를 선택하도록 하고 있으며, IRATA ICOP은 EN 표준 및 ANSI 표준을 적용하도록 하고 있다. 반면, ANSI Z459.1의 경우에는 주요 장비에 대한 시험 검사 기준을 표준 내에 명시하고 있다. 장비의 상세 검사 주기는 ISO22846과 ICOP의 경우 6개월을 넘지 않도록 하고 있지만, ANSI Z459.1의 경우 1년에 한 번 이상 상세 검사를 하도록 요구한다.

IRATA ICOP은 장비 구매 시 적격한 인원에 의해 장비가 구매해야 한다고 명시하고 있다.

## 4. 표준별 요약

국내의 로프접근기술에 대한 표준은 아직 제정되지 않았기 때문에 해외의 표준을 참고하여 국제적으로 활용되고 있는 표준을 조사하고 분석하였다.

참고할 수 있는 대표적인 표준은 국제 표준화 기구(ISO)에서 제정한 ISO 22846 Part1 & Part2, 영국의 로프접근 협회인 IRATA의 International Code of Practice, 비교적 최근에 작성된 미국의 ANSI Z459.1 Safety Requirement for Rope Access System이다.

이번 연구에서 조사한 해외 표준은 아래의 표와 같다.

〈표 V-1〉 조사한 국제 표준

표준	발행기관 (국가)	개정연도
ISO 22846-1&2 Personal Equipment for Protection against falls - Rope Access System	ISO	ISO 22846-1 (2003년) ISO 22846-2 (2012년)
IRATA International code of practice for industrial rope access	IRATA (영국)	2014년
ANSI Z459.1 Safety Requirement for Rope Access System	ANSI (미국)	2021년

이 표준들은 기본적으로 산업용 로프접근 시스템의 기본 원칙, 작업 계획 및 관리, 작업자의 필요 역량, 사용 장비 등에 대한 세부적인 지침을 제공하고 있었다. 이번 산업용 로프접근기술의 해외 표준 분석을 통해 각 표준에서 기본적으로 다루고 있는 내용을 분석하고, 각 표준별 차이점에 대해 조사하였다 모든 표준은 영문으로 되어있어, 각 표준의 내용을 국문으로 번역하였으며,

번역 과정에서 일부 직역한 부분이 있다.

### 1) ISO 22846-1&2 Personal Equipment for Protection against falls - Rope Access System

ISO 22846-1&2 Personal Equipment for Protection against falls - Rope Access System은 이하 ISO 22846으로 표기한다. 세계표준화기구(ISO)에서 발행한 ISO 22846 표준은 Part 1과 Part 2로 나누어 각각 발행되었다. ISO 22846-Part1은 산업용 로프접근 시스템의 기본원리를 설명하고 있으며, ISO 22846-Part2는 산업용 로프접근 시스템의 기본 원칙, 작업 계획 및 관리, 작업자의 필요 역량, 인력의 책임, 관리·감독, 장비의 선택과 사용관리와 관련된 세부적인 권고사항을 포함하고 있다. 따라서 ISO 22846-1과 ISO 22846-2의 세부내용을 개별적으로 정리 요약하였다.

#### 〈ISO 22846-Part1〉

이 표준의 적용 범위는 높은 곳에서 작업 시 로프접근 방법을 사용하는 기본원리는 포함하고 있다. 로프접근 방법을 사용하는 고용주, 고용인 및 자영업자에게 참고되기 위해 제정되었다. 이 표준은 로프가 구조물 또는 자연 지형에 연결되었을 때 빌딩, 다른 구조물 또는 자연 지형에서 로프접근 방법을 사용할 때 적용한다. 로프접근 작업 시 접근, 이탈, 추락 방지를 위한 수단으로 사용할 수 있다.

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

1. 적용 범위
2. 용어와 정의
3. 원리

각 목차에 대한 세부내용을 요약하였다.

### (1) 적용 범위

이 표준은 높은 곳에서 로프접근 방법을 사용할 때의 기본원리를 다루고 있다. 고용주, 고용인, 작업자, 로프접근 방법을 원하는 사람 및 관련 협회를 위한 것이다. 로프가 구조물 또는 자연 지형에 매달리거나 연결된 상황에서 도구와 장비, 작업 절차를 포함한 로프접근 방법을 설명하고 있다.

이 표준은 점검, 구조물 검사, 인명 구조, 항공기, 선박, 수목 관리 등의 작업에서 로프를 사용하는 경우에 적용할 수 있다. 레저 활동, 구조 작업 훈련, 항공 구조 등의 특수한 상황에서는 적용되지 않는다. 유사 활동에 종사하는 사람들은 표준의 원리를 참고할 수 있다.

### (2) 용어와 정의

이 표준에서 정의된 용어와 정의는 에이드클라이밍, 앵커, 등강기, 백업 장비, 빌레이, 적격성, 하강기, 출입제한구역, 리드클라이밍, 줄(Line), 로프접근, 안전줄, 관리자, 가로이동, 작업줄, 동료 구조, 작업 위치확보, 작업의자와 같은 용어에 대한 내용을 설명한다.

### (3) 원리

#### 가) 작업 계획 및 관리

- 작업 계획은 작업 안전 시스템을 유지할 수 있도록 세워야 하며, 책임자가 모든 로프 활용 작업을 계획하고 관리해야 한다.
- 작업자는 로프접근 작업 전에 기술 사용의 적절성 및 위험요소를 평가해야 한다.

- 작업장은 관리 감독을 통해 작업 상황에 맞는 조치와 커뮤니케이션 체계를 갖춰야 하며, 관리자와 작업자는 위험 인지와 평가에 대한 책임을 져야 한다.
- 각 작업장에 구체적인 동료 구출/회복 절차가 있어야 하며, 작업자는 그 절차에 따라 신속히 대응할 수 있어야 한다.

#### 나) 장비 관리 및 사용

- 모든 장비는 용도와 목적에 맞게 사용해야 하며, 사용 전과 주기적으로 철저한 검사를 해야 한다.
- 장비의 유지, 보수 및 보관이 적절히 이루어져야 하며, 제조업자 또는 공급업자를 통해 장비를 추적할 수 있어야 한다.
- 장비의 사용기한 및 상태에 대해 인지하고 있어야 하며, 사전 검사를 통해 장비의 유효성을 확인해야 한다.

#### 다) 안전 보호 시스템 및 절차

- 작업자는 이중 보호 원리에 따라 최소한 하나 이상의 지지 대안 방안을 마련해야 하며, 안전줄과 작업 줄을 모두 연결해야 한다.
- 안전줄의 보안 장치는 로프접근 활동에서 발생할 수 있는 예기치 못한 힘을 견딜 수 있어야 하며, 추락 방지 장치는 높은 위치에서 작업 시 원활한 작동이 보장되어야 한다.
- 작업 줄의 끝에서 안전줄에 부주의하게 탈착하여 하강하는 것을 피하기 위한 조치를 마련해야 한다.
- 작업자가 지면에 충돌하거나 구조물과 충돌할 위험이 없도록 모든 조치를 해야 하며, 모든 가능한 추락에서 작업자가 받을 수 있는 충격력이 6 kN을 넘지 않아야 한다.

#### 라) 작업 환경 및 조건

- 작업자는 작업 환경에 맞는 복장과 장비를 갖추어야 하며, 실질적인 작업 가능 여부와 안전성을 항상 확인해야 한다.
- 작업자의 작업 환경과 상황에 맞는 안전 지침이 필요하며, 출입금지 구역 설정 등 작업 환경에 맞는 조치가 필요하다.
- 작업자가 작업 줄 및 안전줄을 항상 정확히 연결하여 안전을 보장해야 한다.

#### 마) 작업자 자격 및 교육

- 작업자는 모든 로프접근 작업을 수행하기 위해 필요한 훈련을 받아야 하며, 자격에 맞는 업무만 수행해야 한다.
- 작업은 최소 두 명 이상의 팀으로 구성되어야 하며, 한 명은 관리 감독에 대한 자격이 있어야 한다.
- 작업자는 직장동료 구출/회복 및 일반 작업 기술을 숙지해야 하며, 비상 상황에서 신속히 대응할 준비가 되어있어야 한다.
- 에이드 클라이밍 등 특수 작업을 수행할 때는 구조물에 두 개 이상의 연결장치를 부착하여 안전을 확보해야 한다.

#### 〈ISO 22846-Part2〉

ISO 22846-Part2는 로프접근 시스템의 안전한 적용을 위한 세부 기준을 제시하고 있다. 작업 계획, 작업자 역량, 장비 관리 및 작업 방법에 대한 지침을 포함하며, 작업의 안전성과 효과성을 보장하도록 하고 있으며, 로프접근은 작업자의 기술과 적절한 장비, 철저한 관리가 조화를 이루는 완전한 시스템으로, 이 중 하나라도 실패하면 전체 작업이 위험해질 수 있다. 이 표준은 작업자, 관리자, 규격 지정자 등 로프접근 시스템과 관련된 모든 사용자에게 적용되며,

시스템의 전반적인 평가와 관리가 중요하다. 이 보고서에는 간략하게 요약하여 어떤 내용이 있는지를 확인할 수 있도록 하였으므로 전체 내용으로 간주해서는 안 된다.

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

1. 범위
2. 용어 및 정의
3. 일반 사항
4. 관리
5. 인력
6. 장비
7. 작업 방법
8. 비상 상황
9. 복지

각 목차에 대한 세부내용을 요약하였다.

### (1) 범위

ISO 22846-Part2는 고소 작업에 대한 로프접근 방법의 사용에 관한 권장 사항과 지침을 제공한다. 이 표준은 ISO 22846-1의 기본 원칙을 확장하여 고용주, 직원, 자영업자, 로프접근 작업을 의뢰하는 사람들, 로프접근 협회가 사용할 수 있도록 만들어졌다. 로프접근 방법은 접근, 지원, 추락 방지의 주된 수단으로 인공 구조물 및 자연 지형을 포함한 모든 상황에 적용된다. 그러나 ISO 22846은 여가 활동, 나무 관리, 일반적인 스티플잭 작업, 응급 탈출 또는

로프 구조 기술을 사용하는 응급 서비스 작업이나 구조 교육에는 적용되지 않는다. 하지만 이러한 활동에 종사하는 사람들도 이 표준의 지침을 참고할 수 있다.

## (2) 용어 및 정의

이 표준에서 정의된 용어 및 정의는 에이드 클라이밍, 앵커, 앵커 라인, 앵커 포인트, 앵커 슬링, 등강기, 백업 장비, 적격인 인원, 연결 장치, 이중 보호, 동적 로프, 추락 저지 시스템, 추락 계수, 자유 낙하, 하네스, 위험관리의 계층구조, 켈르멘탈 로프, 랜야드, 리드 클라이밍, 제한된 자유 낙하, 저신장 로프, 안전 작업 계획서, 위치 제한, 로프접근, 로프접근 관리자, 로프접근 감독관, 안전 라인, 스크류 링크 연결장치, 감시원, 가로이동, 작업 위치확보, 작업라인 같은 용어에 대한 내용을 설명한다.

## (3) 일반 사항

로프접근 작업은 모든 측면이 상호 의존하는 완전하고 안전한 시스템으로 수행되어야 한다. 로프접근이 특정 작업에 적합한 접근 방법인지 결정한 후, 필요한 조치를 설정할 때 기본 원칙을 고려해야 한다. 항상 현장 감독을 포함한 효과적인 관리가 있어야 하며, 접근 방법의 난이도, 작업 환경, 작업 과제, 위치 등의 요소를 고려해야 한다. 이러한 고려는 접근 방법 및 구조 계획의 수정으로 이어질 수 있다.

작업 환경에 적합한 최소한의 기술 수준을 유지해야 하며, 관리, 감독, 작업자의 책임 수준에 따라 적용되는 기술 요건이 달라진다. 작업 환경의 복잡성과 위험 정도는 작업자의 기술 수준, 작업 현장의 관리 수준, 장비의 유형과 상태에 따라 결정된다.

로프접근 시스템이 올바르게 작동하기 위해서는 관리(관리 및 계획), 인력(작업자의 역량 및 팀 구성), 장비(선택, 사용, 검사 및 유지 관리), 작업 방법

(조직 및 실행)이 적절하게 다루어져야 한다. 이 항목들은 ISO 22846에서 각각의 조항으로 구체적으로 다루어져 있다.

#### (4) 관리

##### 가) 기본 원칙

- ISO 22846은 로프접근 작업의 계획과 실행에 필요한 기준을 제공하며, 이를 통해 작업 현장의 안전을 보장하고자 한다. 이 표준은 작업 환경에서 필요한 인력과 작업 방식을 결정하는 의사 결정 과정에 적용된다.
- 로프접근 감독관은 고도의 기술을 보유해야 하며, 작업 관리자는 로프접근 감독관과 동일 인물일 수 있다. 작업자는 명확하게 분류되어야 하며, 그에 따른 책임이 주어진다.

##### 나) 관리 시스템

- 로프접근 작업에서 관리 시스템은 작업자의 안전을 최대화하고 위험을 최소화하는 것이 핵심이다. 안전한 작업 환경을 만들기 위해 정책과 절차는 문서화되어야 하며, 이 시스템은 변화하는 작업 환경과 법적 요구 사항에 맞춰 지속적으로 업데이트되어야 한다. 예를 들어, 서스펜션 트라우마와 같은 사고를 예방하고 장비 변경 및 새로운 기술을 반영해야 한다. 안전한 작업 환경을 보장하는 요소들의 조합을 "안전한 작업 시스템 (Safe System of Work)"이라고 한다.

##### 다) 계획

- 로프접근 작업을 시작하기 전에 가장 적절한지 방식인지 검토해야 한다. 작업을 안전하게 완료하기 위한 계획에는 작업자의 안전, 장비 사용, 작업 시간 및 구조 가능성에 대한 분석이 포함된다. 또한, 위험요소 관리, 보험,

책임 구분, 직원 역량 평가 등도 계획에 포함되어야 하며, 이를 통해 작업의 안전성과 효율성을 보장할 수 있다.

#### 라) 위험 식별 및 평가

- 로프접근 작업이 적합하다고 확인되면, 고용주는 작업 절차를 검토하고 위험을 최소화하기 위한 방법을 결정해야 한다. 위험 평가는 문서화되어야 하며, 정기적으로 검토되고, 작업 중에도 지속적으로 점검되어야 한다. 위험을 식별하고 평가한 후, 이를 제거하거나 통제하는 방법을 도출해야 하며, 이를 통해 작업 현장에서의 사고 발생 가능성을 최소화해야 한다.

#### 마) 특정 위험요소

- 로프접근 작업에는 일반적인 위험 외에도 특정한 위험요소가 포함될 수 있다. 이러한 위험요소에는 다른 작업자의 존재, 도구 사용, 앵커 포인트의 안전성 등이 있다. 프로젝트 계획 시 날씨, 오염 물질, 전력선과 같은 지역적 위험요소도 반드시 고려해야 하며, 작업 환경에 따라 추가적인 통제 조치가 필요할 수 있다.

#### 바) 안전 작업 계획서

- 각 작업에 대해 고용주는 "안전 작업 계획서"를 준비해야 한다. 안전 작업 계획서에는 작업 중 발생할 수 있는 각종 위험요소와 이에 대한 안전 조치가 포함되어야 하며, 특히 위험한 도구를 사용할 때는 더욱 상세한 계획이 필요하다. 계획서는 필요시 업데이트되고, 다양한 작업에 대한 세부 사항을 제공해야 한다.

#### 사) 운영 절차

- 운영 절차는 작업자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 돕는 필수

요소이다. 안전 작업 계획서, 현장 교육, 추가 인력 요구 사항, 교대 간 인수인계, 작업 현장별 문서 작성, 휴식 및 응급 시설 준비 등의 절차가 포함된다.

- 작업 현장의 검사와 사고 대응 시스템, 교육받은 인력 및 적절한 장비 준비도 필수적이다.

#### 아) 작업 현장 분류

- 작업 현장은 단순한 작업 현장(Simple)과 복잡한 작업 현장(Complex)으로 분류된다. 단순한 작업 현장은 앵커 라인이 지면이나 플랫폼에 직접 연결되어 구조 작업이 용이한 경우를 말한다. 복잡한 작업 현장은 리앵커가 필요하거나 특수 구조 기술이 요구되는 경우, 또는 복잡한 환경에서 작업이 진행되는 경우를 포함한다. 작업 현장이 복잡한지 여부가 불분명할 경우, 복잡한 작업 현장으로 분류하는 것이 권장된다.

#### 자) 감독 및 작업자의 기술 수준

- 로프접근 작업은 적절한 감독이 필요하며, 감독관은 해당 작업을 수행할 능력을 갖추고 있어야 한다. 작업자는 복잡한 작업 현장에서 작업할 수 있으나, 충분한 훈련과 감독이 필요하다.
- 작업자의 기술 수준과 훈련 상태는 감독관이 평가해야 하며, 감독관의 승인이 없으면 작업을 진행할 수 없다.

#### 카) 도구 및 장비 사용

- 로프접근 작업에서 사용하는 도구와 장비는 작업 목적에 적합하고, 충분히 안전하게 사용될 수 있도록 고정되어야 한다.
- 도구가 예상대로 작동하지 않거나 사고 위험이 있을 경우 대책이 마련되어 있어야 하며, 도구 사용 중 작업자 간의 의사소통은 필수적이다.

- 무거운 장비는 별도의 선으로 고정하며, 위험한 도구에는 자동 차단 장치와 같은 추가적인 안전장치가 권장된다.

#### 타) 작업 관행

- 작업 시작 전, 작업 감독관은 안전 절차가 준비되어 있는지 확인해야 하며, 각 작업 영역에 적합한 구조 절차가 마련되어야 한다.
- 모든 작업자는 팀 활동으로 협력하며, 서로의 장비를 점검하는 것이 중요하다.
- 작업 현장에서는 백업 장치를 항상 사용하고, 사고 발생 시 신속히 대응할 수 있는 계획이 있어야 한다.

#### (파) 의사소통

- 효과적인 의사소통 시스템은 작업팀의 안전을 보장하는 중요한 요소이다. 감독관과 팀원들 간의 의사소통뿐 아니라 외부 응급 구조대나 현장 관리자와의 원활한 소통도 가능해야 하며, 모든 팀원이 쉽게 이해할 수 있는 시스템이 마련되어야 한다.

#### 하) 작업 시작 전 점검

- 매일 작업을 시작하기 전에, 팀은 위험요소를 검토하고 작업 계획서와 위험 평가서를 참고하여 장비를 점검해야 한다.
- 장비가 양호한 상태인지 점검하고, '버디 체크'를 통해 동료의 장비도 함께 확인하는 것이 좋다.

#### 거) 교대 종료 및 작업 종료

- 각 교대가 종료될 때는 접근 장비와 작업 도구를 안전하게 보관해야 하며,

작업 종료 후에는 현장을 정리하고 최종 검사를 해야 한다.

#### 너) 기록 유지 및 문서 가용성

- 모든 작업과 장비에 대한 기록은 체계적으로 관리되어야 하며, 관련 문서는 작업 현장에서 쉽게 참조할 수 있도록 비치해야 한다. 작업 계획서, 안전 작업 계획서, 위험 평가 기록 등을 포함한 문서들은 작업 현장에서 작업자들이 확인할 수 있어야 한다.

### (5) 인력

#### 가) 인력 선정

- 모든 고소 작업 인력은 로프접근 기술뿐만 아니라 추락 방지 원칙에 대한 지식을 갖추어야 하며, 해당 작업에 적합한 능력을 가져야 한다. 로프접근 팀의 구성은 수행할 작업의 특성을 고려하여 선정되어야 한다.
- 로프접근 작업자는 적절한 태도, 신체 능력, 훈련을 갖추고 있어야 하며, 고소작업에 적합한 신체 건강을 유지해야 한다. 또한 장비의 선택, 사용, 유지보수에 대한 충분한 기술과 경험을 갖추어야 한다.
- 작업자의 책임 수준은 기본, 중급, 고급으로 나뉜다. 기본 작업자는 엄격한 감독 하에서 작업하고, 중급 작업자는 더 고급 기술을 수행하며, 고급 작업자는 풍부한 경험과 구조 기술을 보유하고 있다.
- 로프접근 작업자는 다양한 추락 방지 방법, 로프접근 기술, 앵커 사용법 등 기본 지식을 갖추고 있어야 하며, 신체적 능력과 충분한 역량을 통해 작업을 안전하게 수행할 수 있어야 한다.
- 로프접근 작업 현장에서는 안전 감독과 작업 프로젝트의 감독이 필요하며, 감독관은 작업과 구조 작업을 모두 관리할 수 있는 역량을 갖추어야 한다. 또한, 작업 현장을 모니터링하고 팀을 이끌며, 필요한 경우 문서를 관리할

능력도 필요하다. 관리 인력은 관리하는 작업에 대한 경험과 로프접근 시스템을 운영할 능력을 기반으로 선정되어야 한다.

#### 나) 역량

- 로프접근 인력은 자신이 맡은 장비의 안전한 사용과 관리 역할을 충분히 수행할 수 있는 역량을 갖추어야 한다. 이들은 맡은 임무를 수행하기 위해 충분한 직업적 훈련, 지식, 실제 경험, 권한을 보유해야 한다.
- 작업 및 장비와 관련된 잠재적 위험을 이해하고, 기술적 결함이나 누락 사항을 탐지하여 그로 인한 건강 및 안전 문제를 인식하고, 이를 해결할 수 있는 조치를 취할 수 있어야 한다.

#### 다) 교육 및 평가

- 로프접근 인력의 역량은 교육, 지식, 기술, 경험을 통해 이루어진다. 교육은 해당 지역의 로프접근을 관리하는 기관이 정한 기준을 충족해야 하며, 교육 과정은 명확하게 정의되어야 한다. 모든 작업자는 정식 교육 프로그램에서 학습하고 독립적인 평가를 받아야 한다.
- 평가는 독립된 유능한 평가자에 의해 수행되어야 하며, 작업자의 경험은 문서화되어 검증 가능해야 한다. 이를 통해 고용주는 작업자의 경험을 쉽게 판단할 수 있다. 고용주는 직원의 능력 수준을 유지하기 위해 정기적인 재평가와 추가 교육을 제공해야 하며, 3년을 초과하지 않는 주기로 재교육과 평가를 실시해야 한다.
- 로프접근 작업을 지속적으로 하지 않은 작업자는 재교육이 필요하며, 이는 갱신 과정이나 전체 과정일 수 있다. 숙련된 작업자와 감독관은 리징 및 구조 절차와 작업 현장 관리에 중점을 둔 교육을 받아야 한다. 또한, 작업자는 최신 법규, 모범 사례, 기술 및 장비에 대한 지식을 지속적으로 유지해야 한다.

## 라) 경험

- 경험은 작업자의 역량에서 핵심적인 요소이다. 경험이 부족한 작업자는 작업을 시작하기 전에 장비를 검토받고, 역량을 검증받아야 한다. 이들은 계속해서 모니터링되어야 하며, 로프접근 감독관이 적절한 역량을 달성했다고 판단할 때까지 엄격한 감독하에 작업해야 한다.
- 자격을 새로 얻은 작업자는 처음에 로프접근 감독관의 직접적인 감독하에 작업을 시작하며, 이후 경험 있는 작업자의 감독 아래 점진적으로 작업할 수 있다.
- 작업자들은 서로의 리깅 및 안전 시스템을 모니터링하여 올바르게 장착되고 안전한지 확인하는 것이 권장된다.

## 라) 역량 수준

- 모든 로프접근 작업자는 자신이 사용하는 장비의 올바른 사용법과 한계를 이해하고 있어야 한다. 장비의 선택, 사전 점검, 관리, 보관, 청소, 유지 보수, 결함 식별, 폐기 절차에 대한 지식이 필요하다. 이 지식은 평가를 통해 확인되어야 한다.
- 로프접근 관리자는 작업팀의 요구를 이해하고, 적절한 로프접근 자격을 갖춰야 한다. 이들은 작업 현장에서 적절한 감독이 이루어지도록 해야 하며, 감독관에게 요구 사항을 전달하고, 통제 시스템을 구현 및 검토할 수 있어야 한다.
- 로프접근 감독관의 역할은 작업이 안전하게 수행되도록 관리하는 것이다. 작업의 복잡성에 따라 다른 수준의 감독 기술이 필요할 수 있으며, 특히 비상 상황이나 위험한 작업에서는 더 높은 수준의 기술이 요구된다. 감독관은 적절한 자격과 경험을 갖추고, 위험 식별 및 평가를 수행하며, 필요한 경우 동료 구출을 관리할 수 있어야 한다. 또한, 문서 작업, 의사소통, 리더십 능력도 갖춰야 하며, 작업 중 안전을 보장하기 위한

권한을 가지고 있어야 한다.

#### 마) 로프접근 팀의 크기

- 로프접근 작업의 위치와 특수성을 고려하여 모든 작업팀은 적절한 감독을 받고 자체적으로 작업을 수행할 수 있어야 한다. 각 작업 상황에 따라 로프접근 감독 수준, 작업팀 내 최소 및 최대 인원, 그리고 팀원의 기술 수준을 평가하고 확립해야 한다. 작업팀은 최소 두 명으로 구성되어야 하며, 그중 한 명은 로프접근 감독관이어야 한다.

### (6) 장비

#### 가) 일반 사항

- 모든 로프접근 장비는 의도된 목적에 적합해야 하며, 회사의 관리 시스템에서 정의된 기준에 따라 선택해야 한다. 장비 선택 시에는 작업 현장과 작업 과제의 구체적인 세부 사항을 반드시 고려해야 한다.

#### 나) 장비 사용 한계 및 호환성

- 구매자는 로프접근 시스템의 모든 구성 요소가 호환되며, 한 구성 요소가 다른 구성 요소의 안전성에 영향을 미치지 않도록 보장해야 한다. 장비는 반드시 제조업체의 사용자 지침에 따라 사용해야 하며, 선택된 장비는 가해지는 하중을 충분히 견딜 수 있어야 한다. 로프접근 시스템은 장비에 가해질 수 있는 잠재적인 하중을 최소화하도록 설계되어야 한다.
- 등반 및 횡단 작업 중 추락 가능성이 있을 수 있으므로 적절한 장비를 신중하게 선택해야 한다. 로프접근 장비의 어떤 항목도 사용 중에 앵커 라인에서 우발적으로 제거되거나 풀리거나 분리되지 않도록 주의해야 한다.

## 다) 표준 및 법적 요구 사항

- 장비는 의도된 용도에 적합한 표준을 준수하는 제품을 선택해야 한다. 만약 특정 표준이 적합한지 의문이 있을 경우, 장비 제조업체의 지침을 따라야 한다. 또한, 선택된 장비는 해당 국가의 법적 요구 사항을 충족해야 한다.

## 라) 로프접근 장비 선택을 위한 특정 기준

- 하네스(안전벨트): 로프접근 작업용 하네스는 작업 특성과 지역 규정에 따라 좌식 또는 전신 하네스를 사용할 수 있다. 하네스는 추락 방지를 위해 추가 장비와 함께 사용해야 하며, 작업자의 편안함을 위해 적절히 조정되어야 한다. 하네스를 선택할 때는 크기, 편안함, 지지력, 도구 부착 가능성, 화학물질 및 마모 저항성을 고려해야 한다.
- 로프 : 앵커 라인용 로프는 폴리아미드나 폴리에스터 재질이 적합하며, 마모에 강하고 손상에 저항해야 한다. 로프 선택 시 매듭성, 화학물질 저항성, 저온 성능, 장치와의 호환성을 고려해야 한다. 저신장 로프는 일반적으로 사용되지만, 동적 하중이 발생할 경우 동적 로프가 필요하다. 로프는 날카롭거나 뜨거운 표면에서 보호되어야 하며, 로프 보호대를 사용해 손상을 방지해야 한다.
- 안전모 : 안전모는 작업자는 수행 중인 작업에 적합한 것을 착용해야 하며, 등반이나 산업용 표준에 맞는 안전모가 적합하다. 안전모는 측면 충격 보호와 강력한 턱끈이 있어야 하며, 선택 시 위험 평가를 기반으로 적절한 보호 수준, 무게, 환기 기능, 부속품 장착 가능 여부, 시야 확보, 조절 기능, 통신 장비 장착 가능 여부를 고려해야 한다. 안전모의 턱끈은 Y형 스트랩으로 머리에서 벗겨지지 않도록 설계되어야 한다.
- 랜야드: 로프접근용 랜야드를 선택할 때는 다음 기준을 고려해야 한다. 에너지 흡수 특성, 적절한 커넥터 사용, 조절 가능한 길이, 하네스와의

연결 지점 적합성, 강철 등의 적합한 재료, 적절한 길이, 마모 지점 보호, 자외선 및 마모 저항성을 갖춰야 한다. 또한, 작업 환경에 적합한 재료, 충분한 강도와 안전 여유, 통합된 종단 또는 스웨이징 아이와 같은 종단 처리가 필요하다.

- 연결장치: 로프접근에 적합한 연결장치는 나사식 슬리브나 자동 잠금 메커니즘이 있어야 하며, 강철 커넥터는 강철 케이블과 사용할 수 있어야 한다. 연결장치는 앵커에서 자유롭게 회전할 수 있어야 한다. 선택 시 강도, 이중 작동 개방 메커니즘, 부식 저항성, 장갑 착용 시 사용 가능성, 롤아웃 방지 기능, 마모와 균열 저항성 등을 고려해야 한다.
- 하강 장치 : 하강 장치를 선택할 때는 다음을 고려해야 한다. 자동 잠금 기능(핸즈오프 모드), 열 발산 능력, 작업자의 체중, 하강 길이, 그리고 환경 적합성(습기, 진흙 등)이 중요하다. 또한, 로프 손상 최소화, 로프와의 호환성, 공황 상태에서 자동 잠금 기능이 있는 장치도 권장된다. 구조 시 이중 하중을 견디는 능력, 하강 중 실수로 분리되지 않는지, 장착이 쉬운지, 하강 속도 제어 능력도 고려해야 한다.
- 백업 장치 : 백업 장치를 선택할 때는 다음 기준을 고려해야 한다. 에너지 흡수 기능(최대 충격력 6kN), 사용자의 개입이 적은 자가 관리 능력, 추락 시 서서히 정지하는 능력, 추락을 짧게 유지하는 능력, 로프와의 호환성, 치명적인 손상을 방지하는 능력, 실수로 로프에서 분리되지 않는 기능, 작업 환경 적합성, 작업자의 체중 및 작업 방법에 맞는지, 추락 후 장치 해제 용이성, 특정 위치에 장치 배치 가능 여부, 그리고 장치 고장 시에도 안전 모드로 전환되는 기능이 중요하다.
- 등강기 : 등강기 선택 시 고려해야 할 기준은 다음과 같다. 로프에 연결할 수 있는 능력, 실수로 분리되지 않는 기능, 로프에서의 조정 용이성, 마모 저항성, 예측 가능한 하중에서 로프 손상 방지, 로프 유형 및 직경과의 호환성, 특정 사용에 대한 적합성(예: 가슴 장착), 슬링 및 장치 연결 능력,

극한 상황에서의 그립 능력(눈, 진흙 등)이 포함된다.

- 폴리(도르래) : 폴리는 다양한 로프접근 작업에 사용되며, 하중 등급을 가져야 한다. 백업 커넥터 또는 유사한 장치로 장착하는 것이 권장되며, 작업자는 일부 리깅 상황에서 앵커 하중이 두 배로 증가할 수 있음을 유의해야 한다.
- 기타 장비 : 기타 장비의 적합성이 불확실할 경우, 사용 전에 철저히 평가하거나 테스트해야 한다. 필요시 공급업체나 제조업체로부터 추가적인 조언을 구하는 것이 중요하다.
- 작업의자 : 작업자가 오래 매달려 있을 때는 하네스 외에 작업 의자를 사용하는 것이 좋다. 작업 의자는 보조적인 역할로 하네스가 주된 부착 수단으로 유지되도록 장착해야 한다.
- 추락 방지를 위한 개인 보호 장비의 선택 : 적절한 개인 보호 장비(PPE)는 작업자의 건강과 안전을 위해 모든 위험 상황에서 제공되어야 한다. 작업자는 작업 현장과 환경에 맞는 복장과 장비를 갖추어야 하며, 고용주는 날씨, 유해 물질, 날카로운 물체 등 환경적 위험에 맞는 장비를 제공해야 한다. 장비는 올바르게 착용되고, 다른 장비와 호환되며, 작업 중 움직임을 방해하지 않아야 한다. 또한, 느슨한 스트랩과 같은 부품은 피해야 한다.

#### 마) 장비 표시 및 추적성

- 모든 로프접근 장비는 제조업체가 부여한 고유 식별자로 표기되어, 제조부터 폐기까지 추적할 수 있어야 한다. 고유 식별자가 없는 경우, 장비의 무결성을 해치지 않는 방식으로 영구적으로 표기해야 한다. 특히, 화학물질이나 접착제를 사용해 표기하는 것을 피해야 한다. 금속 품목은 스탬핑으로 표기하지 않는 것이 원칙이다.
- 장비는 관련 법적 요구 사항에 따라 인증서와 연계되어 추적 가능해야

하며, 적절한 기록 관리가 필요하다.

#### 바) 장비 사용 기록

- 장비 사용 기록은 각 장비의 사용 이력을 추적하기 위해 유지해야 한다. 기록에는 고유 식별 표시, 서비스 시작 날짜, 사용 장소와 기간, 저장 위치, 비정상적인 사용 또는 조건, 수리나 수정 사항, 추락이나 큰 하중이 부과된 사례, 작업 동료 구출 여부, 화학물질이나 마모에 노출된 사례, 그리고 검사 날짜와 결과가 포함되어야 한다.

#### 사) 검사

- 장비 검사는 정기적인 절차로 이루어져야 하며, 검사 기록을 유지해야 한다. 모든 장비는 사용 전에 사용자가 점검해야 하며, 공식적인 절차를 통해 유능한 사람이 지속적인 검사를 수행하고 그 결과를 기록해야 한다. 제조업체가 제공한 정보와 ISO 22846 기준을 따라야 하며, 각 장비의 검사 및 유지 보수 기록을 유지해야 한다. 문제가 있는 장비는 즉시 분리 또는 폐기되어야 하며, 추락 등의 사건이 발생한 장비는 사용을 중단하고 임시 검사를 받아야 한다.
- 장비 검사는 사전 사용 점검, 상세한 공식 검사, 그리고 사건 발생 시의 임시 검사로 이루어진다. 사전 사용 점검은 매일 이루어져야 하며, 상세 검사는 6개월마다 숙련된 인력이 수행해야 한다. 중간 검사는 안전 위협이 발생한 경우에 추가로 실시된다.

#### 아) 관리 및 청소

- 장비의 청소 및 관리는 제조업체의 지침을 따라야 하며, 필요시 장비는 세척, 건조, 보관 준비를 해야 한다. 금속 장비는 세제를 사용한 뜨거운 물에 담가 세척할 수 있지만, 해수는 사용해서는 안 되며, 세척 후에는

찬물로 헹구고 직사광선을 피해 자연 건조시켜야 한다. 오염된 직물은 순한 세제로 세척한 후 철저히 헹구고 자연 건조해야 한다. 화학물질에 오염된 장비는 즉시 사용을 중단하고 제조업체의 조언을 받아야 하며, 소독이 필요한 경우 적절한 소독제를 사용해야 한다.

#### 자) 유지보수

- 장비의 유지보수는 제조업체의 지침을 따라야 하며, 숙련된 인력이나 필요시 제조업체 대리인 또는 전문 업체에 의해 수행되어야 한다.
- 장비는 사전 승인 없이 임의로 변경해서는 안 되며, 결함이 발견된 장비는 즉시 사용에서 제외하고 수리 또는 폐기해야 한다. 수리된 장비는 재사용 전 숙련된 인력의 검사를 받아야 한다.

#### 차) 보관

- 장비의 보관은 제조업체의 지침과 ISO 22846의 요구 사항을 엄격히 따라야 한다. 장비는 젖은 상태로 보관하지 말아야 하며, 제조업체의 추가적인 보관 지침을 고려해야 한다.

#### 카) 장비 폐기

- 장비는 제조업체가 지정한 수명 또는 노후화 날짜에 도달하면 사용에서 제외되어야 하며, 다시 사용하기 전에는 숙련된 인력의 확인을 받아야 한다. 수명에 상관없이 손상되거나 사용 가능성이 의심되는 장비는 즉시 사용을 중단해야 한다. 결함이 있는 장비는 검사를 통해 승인받기 전까지 격리되어야 하며, 수리가 불가능한 경우 폐기하거나 파괴해 실수로 사용되지 않도록 해야 한다.

#### 타) 기록

- 장비는 검사, 청소, 유지보수 기록을 유지해야 하며, 각 작업이 이루어질 때마다 기록이 업데이트되어야 한다.

### (7) 작업 방법

#### 가) 일반 사항

- 로프접근 작업은 주로 상하 이동과 로프에 매달린 상태에서의 작업을 포함하며, 작업 위치를 설정하는 기술로 간주된다. 이 기술과 장비는 때때로 수평 이동, 리드 클라이밍 등 다양한 작업에 사용될 수 있다.
- 접근 방식은 작업 위치 설정 시스템부터 추락저지 시스템까지 다양하며, 혼합된 시스템도 존재 할 수 있다.

#### 나) 안전

- 로프접근 시스템은 추락을 방지하도록 구성되고 사용해야 하며, 이중 보호를 갖춰야 한다. 작업자가 로프에 매달려 있을 때는 최소 두 개의 독립적인 앵커 라인이 필요하며, 하나는 작업 라인, 다른 하나는 안전 라인으로 사용된다.
- 추락이 발생할 경우에는 낙하 거리를 최소화하고, 장애물과의 충돌을 방지하며, 진자 효과와 충격력을 줄여야 한다. 충격력은 6kN을 초과하지 않도록 해야 하며, 로프와 장비의 파손을 방지하는 보호 장치를 제공해야 한다.
- 사고 시 작업자가 자가 구조를 할 수 있어야 하고, 팀은 항상 사고 대응 계획을 마련해야 하며, 팀원 간 의사소통과 구출 장비 준비가 중요하다. 모든 작업자는 로프를 빠르게 오르내릴 수 있는 장비를 휴대해야 한다. 사전 계획된 비접촉 구조가 바람직하며, 준비된 구조 시스템을 마련하는

것이 최선의 방법일 수 있다.

#### 다) 접근 시스템

- 접근 시스템은 작업자의 주요 지지 역할을 하며, 작업 라인, 하강 장치, 등강 장치로 구성된다. 이 장비들은 항상 작업자의 하네스에 연결되어 있어야 한다.

#### 라) 백업 시스템

- 백업 시스템은 접근 시스템에 문제가 있을 경우 추가적인 안전을 제공하며, 안전 라인과 백업 장치로 구성된다. 이 장비들은 항상 작업자의 하네스에 연결되어 있어야 한다.
- 로프접근 작업에서는 이중 보호 원칙이 적용되며, 로프접근용 앵커는 기존의 매달린 접근 장비의 앵커와 독립적으로 설계해야 한다.

#### 마) 로프접근에 사용되는 특정 기술

- 하강은 작업 라인에 부착된 하강 장치를 사용하여 수행하며, 등강은 적절한 등강 장치를 사용한다. 리앵커 통과, 매듭 통과, 로프 교체 시에는 항상 최소 두 개의 접촉 지점을 유지해야 한다. 디비에이션은 작업자가 앵커 지점 아래에 위치하지 않고도 작업 라인을 재배치할 수 있도록 한다.

#### 바) 리깅 및 로프 관리

- 리깅 및 로프 관리는 최소 자격을 갖춘 작업자가 수행할 수 있지만, 더 복잡한 작업은 높은 자격을 가진 작업자나 로프접근 감독자가 수행해야 한다.

### 사) 리깅 고려사항

- 작업 시작 : 고용주는 안전한 작업 장소를 제공해야 하며, 작업은 추락 방지 수단이 있는 안전한 지역에서 시작해야 한다.
- 접근 금지 구역 : 로프접근 감독자는 작업 영역 위아래에 접근 금지 구역을 설정해야 한다. 접근 금지 구역은 명확히 표시되고, 필요한 경우 물리적 장벽을 설치하며, 제3자의 안전을 보장하기 위해 강제 시행되어야 한다.
- 앵커 : 앵커는 이중 보호 원칙에 따라 최소 두 개를 사용해야 하며, 구조물의 강도에 상관없이 각 라인은 개별적으로 앵커링해야 한다. 앵커는 12kN(15kN 권장) 이상의 정적강도를 가져야 하며, 필요한 경우 추가 앵커를 설치해 구조 작업을 지원해야 한다.
- 매듭 : 작업자는 작업 중 사용하는 매듭을 충분히 숙련해야 하며, 매듭 선택 시 작업 하중, 라인의 강도 감소, 매듭 묶기와 풀기 용이성을 고려해야 한다.
- 로프 작업 시 일반적인 문제 : 로프는 날카로운 모서리나 마모된 가장자리로부터 보호해야 하며, 작업자는 실수로 로프 끝에서 떨어지지 않도록 안전 조치를 해야 한다. 또한, 안전 라인은 느슨함을 최소화하고 작업자 위쪽에 위치해야 한다.

## (8) 비상 상황

### 가) 구조 계획

- 부상자의 생존은 신속한 구조와 적절한 치료에 달려 있다. 작업 현장은 매일 작업 시작 전이나 작업 변경 시 비상 상황을 평가하고 구조 계획을 점검해야 한다.
- 로프접근 팀은 적절한 장비, 유능한 작업자, 명확한 리더십, 현수 부적응 및 의료 지원을 고려한 구조 계획을 세워야 한다.

## 나) 적격성 및 장비

- 작업자는 구조 기술에 숙련되어 있어야 하며, 필요한 구조 장비와 응급 처치 꾸러미는 항상 현장에 구비되어야 한다.
- 비상 상황이 발생할 경우, 작업자는 명확한 지침을 받아야 한다.

## 다) 서스펜션 트라우마

- 서스펜션 트라우마는 작업자가 수직으로 매달려 있을 때 발생할 수 있으며, 이로 인해 의식을 잃을 수 있다. 이 상태에 대한 최신 정보는 지속적으로 숙지해야 한다.

## (9) 복지

작업자는 휴식을 취할 수 있는 건조하고 적절한 시설이 제공되어야 하며, 추위나 더위로부터 보호받아야 한다. 또한, 신선한 물을 얻고, 추가 의복을 보관하며 세면할 수 있어야 하며, 적절한 화장실 시설도 제공받아야 한다. 휴식 시간을 설정할 때는 악천후나 노출된 작업 환경을 고려해야 한다. 특히 추위나 바람이 작업자의 작업 능력과 피로 수준에 영향을 미칠 수 있다.

## (10) 부록 A - 권장되는 로프접근 기술자의 역량 요구 사항

모든 등급의 로프접근 작업자는 추락 방지 원칙과 방법을 숙지하고 있어야 하며, 장비를 장착하고 사용하기 전 점검할 수 있어야 한다. 또한, 백업 시스템을 사용할 수 있고, 하강 및 상승 지점에 안전하게 접근하는 방법을 알아야 한다. 하강과 상승 방법을 익히고, 하강에서 상승으로 또는 그 반대로 전환하는 기술도 숙달해야 한다. 앵커 지점을 적절히 선택할 수 있어야 하며, 기본적인 리깅과 로프 관리 기술을 갖춰야 한다. 재-앵커링과 재-벨레이 설정 및 통과 방법을 알고, 간단한 하강 및 수직 구조 방법도 수행할 수 있어야 한다.

(11) 부록 B - 권장되는 로프접근 작업장 관리를 위한 지식

로프접근 작업장 관리를 위한 권장 최소 지식에는 다음 항목이 포함된다. 모든 작업자, 감독자 및 관리자는 적절한 장비를 선택하는 방법을 이해하고, 사용될 장비의 사양과 특성을 숙지해야 한다. 또한, 특정 작업과 관련된 위험 요소와 다양한 작업 상황에서 발생할 수 있는 위험요소를 파악해야 한다. 추락 방지 통제에의 계층적 원칙을 이해하고, 서스펜션 트라우마의 근본 원인, 증상 인식 및 필요한 조치에 대한 지식이 필요하다. 마지막으로, 추락 계수와 그 효과에 대해 알고 있어야 한다.

Table A.1 — Recommended competence/knowledge requirements for basic, intermediate and advanced operatives\*

	Basic	Intermediate	Advanced
<b>Secondary methods</b>			
Install a re-anchor (re-belay)	K	C	C
Use of pulleys (understand and construct simple systems of mechanical advantage)	K	C	C
Place and pass a deviation	C	C	C
Change from one set of ropes to another set of ropes	C	C	C
<b>Rescue</b>			
Rescue of casualty in ascent	K	C	C
Descent rescue via obstruction	K	C	C
Rescue remote casualty by lifting	K	C	C
Rescue with horizontal and vertical movement	K	K	C
Complex rescue participation	K	C	C
Team rescue management	N/A	K	C
<b>Extended techniques (see Annex C)</b>			
Aid climbing	K	C	C
Traversing	K	C	C
Lead climbing	N/A	K	C
Advanced rigging (traverses, etc.)	N/A	C	C
Tensioned ropes	N/A	C	C
<b>Key</b>			
N/A = Not applicable at this level.			
C = competent, i.e. the person has been assessed as being suitably trained or qualified with regard to knowledge and practical experience to enable the required task or tasks to be carried out properly.			
K = knowledge, i.e. the person has some experience and can work satisfactorily under the direction of a supervisor, but has not yet been assessed as being competent.			
NOTE The three-level system described in this table is one possible classification system. Jurisdictions can choose to have more levels or less, depending on their needs.			

[그림 V-1] 권장되는 로프접근 기술자의 역량 요구 사항

Table B.1 — Recommended minimum knowledge for management of rope access workplaces

Knowledge	Responsibility		
	Operative	Supervisor	Manager
Knowledge and detailed understanding of legal requirements	X	X	X
Avoidance of risk from falling objects	X	X	X
Control of hazards arising from use of tools	X	X	X
Maintenance of effective communication	X	X	X
Control of all objective hazards	X	X	X
Maintenance of adequate exclusion zones	X	X	X
Understanding of worksite rescue plan	X	X	X
Implementation of procedures for selection, inspection and care of equipment	X	X	X
Completion of worksite records	X	X	X
Implementation of procedures, method statements, work plans	X	X	X
Proper management of all access and work equipment on worksite	X	X	X
Possession of a first-aid qualification	X	X	X
Pre-use inspection	X	X	X
Proper care of personal equipment	X	X	X
Understanding of work task as defined	X	X	X
Carrying out of simple rigging	X	X	X
Monitoring of effectiveness of working methods on worksite	—	X	X
Ensuring personnel, supervision, work equipment are appropriate	—	X	X
Planning for any rescue for a particular work situation	—	X	X
Correct storage, care and maintenance (schedule)	—	X	X
Creation of method statement	—	X	X
Provision of first aid and employee welfare	—	X	X
Creation of procedures, method statements, work plans	—	X	X
Reviewing overall effectiveness of working methods	—	X	X
Completion of risk assessments on worksite	—	X	X
Pre-use, detailed and interim inspection	—	X	X
Management of rescue for specified sites	—	X	X
Supervision of rigging of ropes (anchor lines)	—	X	X
Ability to control access methods	—	X	X
Ability to control work tasks	—	X	X
Implementation of method statement set out by manager	—	X	X
Creation of procedures for selection, inspection and care of equipment	—	—	X
Creation and operation of access management system	—	—	X
Creation of generic and task-specific risk assessments	—	—	X
Maintenance of office records	—	—	X
Maintaining records of accident and incident data	—	—	X

[그림 V-2] 권장되는 로프접근 작업장 관리를 위한 지식

(12) 부록 C~E - 기타 참조해야 할 기술적인 부록

- 가) 부록 C - 추가기술
- 나) 부록 D - 앵커하중
- 다) 부록 E - 서스펜션 트라우마

이상 ISO 22846 Part1 & Part2의 내용을 분석 및 요약하였다. ISO 22846은 산업용 로프접근 작업의 안전을 보장하기 위해 제정된 국제 표준으로 주요 내용으로는 작업자는 항상 두 개의 로프를 사용해야 하며, 인증된 장비를 정기적으로 점검하고 유지 보수해야 하는 내용과 작업자는 충분한 교육과 경험을 갖춰야 하며, 응급 상황을 대비한 구조 장비와 계획이 준비되어 있어야 한다는 내용이 포함되어 있다. 또한, 작업 환경에 맞춰 적절한 휴식과 보호가 제공되어야 한다는 등의 산업용 로프접근 작업에 대한 전반적인 안전 관리 요소를 ISO 22846에서는 다루고 있다.

## 2) IRATA International code of practice for industrial rope access

IRATA International code of practice for industrial rope access는 이하 ICOP으로 표기한다. 대표적인 로프접근 기술자와 로프접근 기술을 활용한 서비스를 제공하는 회원사를 대표하는 국제 협회인 IRATA에서 발행한 IRATA ICOP은 로프접근 시스템과 안전 관리 방법에 대하여 매우 상세하게 설명하고 있다.

IRATA의 작업 관행 코드(COP)는 안전한 작업 시스템 구축을 위한 로프접근 방법에 대한 지침을 제공한다. Part 1에서는 기본 원칙과 제어 사항을, Part 2는 이를 확장한 자세한 지침을 제시한다. Part 3은 정보성 부록으로 관련 작업 관행을 포함하며, Part 4는 관련 법률에 대한 링크를, Part 5는 참고문헌을

제공한다. 이 각 파트는 서로 연관되어 있다.

〈Part1. 서문, 소개, 범위, 구성, 용어 및 정의, 원칙 및 통제〉

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

1. 범위
2. 구성
3. 용어 및 정의
4. 원칙 및 통제

각 목차에 대한 세부내용을 요약하였다.

#### (1) 범위

이 표준은 IRATA 국제 로프접근 방법을 소개하고, 안전한 작업 시스템과 권장 사항을 제공하여 추락 사고를 방지하는 데 목적이 있다. 이는 전 세계의 IRATA 회원, 로프접근 기술자, 안전 관리자, 로프접근 의뢰인들을 대상으로 하며, 건축, 해양 구조물, 절벽 등 다양한 산업 환경에서 활용될 수 있다.

#### (2) 구성

IRATA 국제 직업규약은 각 장과 항목들이 체계적으로 구성되어 있다. 예를 들어, 2장의 2.2는 계획과 관리를 다루고, 그림 2.3은 비계 매듭을 설명한다. 3장은 부록 형식으로 구성되며, 부록 A는 A.1, A.2와 같이 세부적으로 나뉜다. 각 조항은 네 자리 숫자로 구분되며, 예를 들어 2.5.3.2와 같은 형식이다. 3장에서는 세부 항목 대신 부록 제목만을 표시하여 1, 2장을 보완하도록 구성되어 있다.

### (3) 용어 및 정의

앵커, 앵커리지, 앵커리지 포인트, 앵커장비, 앵커 랜야드, 앵커 줄, 앵커 줄 장치, 앵커지점, 앵커슬링, 등강장치, 백업장치, 적합성 인증서, 숙련된 작업자, 연결장치, 하강기, 디비에이션, 디비에이션 앵커, 랜야드 장치, 다이내믹 로프, 에너지 흡수장치, 안전의 실패, 파단하중, 추락계수, 케른망틀 로프, 리프팅 장비, 저신장 로프, 최대 정격부하, 최소 정격부하, 보증하중, 리앵커, 구조용 리깅, 로프접근, 안전줄 관리자, 안전작업하중, 안전 줄, 안전 작업 방법 계획서, 스크류링크, 구조적 앵커, 매달려 있는 발판, 작업용 줄, 작업 허용 하중, 동료 구조, 작업 위치 확보, 작업 위치 제한 같은 용어에 대한 내용을 설명한다.

### (4) 원칙 및 통제

#### 가) 일반

- 작업 안전을 위해 적절한 계획, 훈련된 작업자, 철저한 감독, 신중한 장비 선택 및 유지 관리가 필수적이다. 또한, 비상 상황 대비와 제3자 보호가 필요하며 IRATA 로프접근 방법의 원칙은 작업 현장에 맞춰 적용된다.

#### 나) 원칙

- 계획: 로프접근 작업은 안전을 보장하기 위해 책임자가 계획하고 관리해야 한다. 작업을 시작하기 전에 로프접근 방법이 적절한지 사전 조사하고, 발생 가능한 위험요소를 파악한 후 위험성을 최소화하기 위한 위험성 평가를 실시해야 한다. 또한, 명확한 안전 작업 방법 계획서가 작성되어야 한다.
- 훈련과 숙련도: 로프접근 기술자는 안전한 작업을 위해 숙련된 기술, 건강한 신체, 장비 점검 능력을 갖추어야 한다.
- 관리 및 감독: 로프접근 작업장은 관리와 감독이 필요하며, 관리자는

작업자의 안전과 능숙한 작업을 보장해야 한다. IRATA Level 3 자격을 가진 안전 관리자가 위험 평가와 구조 계획을 책임진다.

- 선택, 관리, 장비의 유지보수 및 검사: 로프접근 장비는 전문가의 승인을 받아 안전하게 선택, 점검, 보관해야 하며, 작업자는 적절한 장비와 작업복을 착용해야 한다.
- 작업 방법: 로프접근 작업에서는 두 개의 앵커줄을 사용해 추락을 방지하며, 작업자는 항상 안전 장비를 제대로 착용해야 한다. 팀 간 의사소통을 유지하고, 추락 시 충격을 최소화해야 하며, 최소 두 명 이상의 작업자가 함께 작업해야 한다.
- 출입 제한 구역: 출입 제한 구역은 작업자 보호와 외부인의 접근을 막기 위해 설치되며, 위험요소가 있는 지역에 적용된다.
- 비상 상황 지침: 비상조치를 위해 작업장에서는 구조 장비와 계획을 준비해야 하며, 로프접근 기술자는 사고 발생 시 신속하게 구조를 수행할 수 있도록 각자의 역할을 잘 이해하고 있어야 한다.
- 확장된 기술들: 확장된 로프접근 기술은 다양한 작업에 사용되며, 위험 요소 분석과 위험성 평가를 거쳐 적절한 보호 장비를 선택한 후에만 사용해야 한다. 이러한 기술은 충분히 훈련된 숙련된 로프접근 기술자들만이 수행할 수 있다.

#### 다) 품질 및 안전 관리

- IRATA 인터내셔널 회원사는 로프접근 작업의 품질과 안전을 관리해야 하며, 정기적인 심사와 내부 점검을 통해 규정을 준수한다. 로프접근 기술자는 세 단계(Level 1, 2, 3)로 나뉘며, 작업 현장에는 항상 Level 3 안전 관리자가 있어야 한다. 모든 작업은 최소 2명의 기술자가 수행하며, 안전 관리자는 응급처치 자격을 갖춰야 한다. 회원사는 작업 시간과 사고 기록을 IRATA에 보고해야 하며, 사고 발생 시 회원사 간의 피드백

시스템을 통해 정보를 공유한다. IRATA는 고소작업 안전 기술의 발전을 위해 노력하고, 회원사는 최소 1회 이상 협회 회의에 참석해야 한다.

## 〈Part2. 세부 지침〉

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

1. 일반
2. 계획 및 관리
3. 로프접근 작업자의 선택
4. 숙련도
5. 훈련
6. 로프접근 관리자, 로프접근 안전 감독자 및 기타 감독/관리 항목
7. 장비의 선택
8. 마킹 및 트레이서빌리티
9. 기록
10. 장비의 검사, 관리 및 유지보수
11. 주요 로프접근 방법

각 목차에 대한 세부내용을 요약하였다.

### (1) 일반

고소작업은 사고 예방과 안전이 최우선이며, 각 작업의 위험요소를 고려해 적절한 로프접근 방법과 구조 계획을 세워야 한다. 팀 간의 협력과 환경에 맞는 기술 적용이 중요하며, 작업의 복잡성에 따라 계획, 관리, 장비 선택이 달라질 수 있다. 법적 요구 사항도 반드시 충족해야 한다.

## (2) 계획과 관리

### 가) 목적

- 로프접근 작업의 계획과 관리에서 가장 중요한 목적은 안전 작업 시스템을 확립하여, 작업자의 안전을 최대화하고 위험을 최소화하는 작업 환경을 조성하는 것이다.

### 나) 계획

- 로프접근 작업 전에는 문서화된 체계와 계획이 필요하다. 이를 통해 개인의 책임을 명확히 하고, 안전 관리 정책과 위험성 평가를 수행하며, 적절한 보험을 준비해야 한다. 작업자의 기술 수준을 기록하고, 안전한 작업 방법과 장비 점검 기록을 포함한 세부 계획을 마련해야 한다. 또한, 적절한 의사소통 시스템을 구축하고 위험요소를 관리하는 지침이 있어야 한다.

### 다) 사전작업분석

- 사전작업 분석은 로프접근 작업의 안전성과 적합성을 사전에 평가하는 과정이다. 작업 구역의 안전성, 장비 사용 용이성, 떨어지는 물건의 위험성, 극한 환경에서의 작업 영향, 신속한 구조 가능성 등을 확인한다.

### 라) 위험성 평가

- 로프접근 작업 전 위험성 평가는 필수적이며, 위험요소를 사전에 파악하고 이를 최소화하거나 제거하는 과정이다. 작업 시작 전에 위험요소를 분석하고, 필요시 위험을 줄이기 위한 조치를 취해야 한다.

### 마) 안전작업방법 계획서

- 작업 계획에는 안전 시스템을 포함한 작업 안전 방법 계획서가 필요하다.

이 계획서는 작업 지침과 구조 계획을 포함해야 하며, 위험한 작업일수록 더 구체적으로 작성해야 한다.

바) 작업 전 작업장에 있어야 할 지침서와 작업 인원

- 로프접근 팀은 안전한 작업을 위해 작업 관련 문서, 안전 방법 계획서, 비상 계획 등을 포함한 지침서를 갖춰야 하며, 로프접근 관리자와 최소 한 명의 Level 3 안전 관리자가 포함된 적절한 작업 인원이 필요하다. 필요에 따라 추가 보조 인원도 배치해야 한다.

사) 로프접근 작업 현장의 관리 및 감독

- 로프접근 작업 현장은 안전을 위해 관리와 감독이 필요하며, 로프접근 관리자는 작업 방법과 안전 시스템의 책임을 진다. 이 규약은 로프접근 안전 관리에 중점을 두고 있다.

(3) 로프접근 작업자의 선택

가) 일반

- 로프접근 작업의 안전을 위해서는 적절한 태도와 건강한 신체가 필요하며, 근로자는 평가 절차를 통해 적합성을 검증받아야 한다. 작업자는 책임감 있게 행동하고 알코올, 약물 의존증, 고혈압, 고소 공포증 등의 건강 문제를 피해야 한다. 훈련생과 고용주는 신체적 문제를 보장할 책임이 있으며, 근로자는 자신의 건강 상태를 보고해야 한다. 또한, 건강이 좋지 않은 경우 작업에서 제외될 수 있다.

나) 경험, 태도, 적성

- 모든 로프접근 작업자는 기본적인 추락 방지 지식을 갖추어야 하며,

작업자의 적합성은 숙련도와 경험을 통해 평가된다. 고용주는 안전한 도구 사용을 위해 경험과 기술을 고려해야 하며, 팀 구성원은 의욕과 안전 책임감을 기반으로 선정되어야 한다.

#### (4) 숙련도

- 로프접근 작업자는 안전하게 작업하기 위해 숙련된 기술과 경험을 가져야 하며, 책임감 있게 작업을 수행해야 한다.
- 잠재적 위험요소를 인식하고, 기술적 결함을 찾고 개선할 수 있어야 한다.
- 작업 한계와 장비 사용법을 이해하고, 장비 선택 및 유지 관리에 대한 지식도 필요하다.
- 관련 법규와 산업 표준에 대한 이해가 필수적이다.

#### (5) 훈련

##### 가) 일반

- 훈련은 외부 기관에 의해 관리되며, 명확한 기준에 따라 진행된다. 평가도 독립적인 평가관이 수행해야 한다.
- 로프접근 기술자의 경험은 문서화하여 보관해야 하며, 이는 적합성을 판단하고 미래 고용주에게 증명하는 데 사용된다.

##### 나) IRATA 인터내셔널 훈련과 자격제도

- IRATA 인터내셔널은 고소 작업자를 위한 훈련 및 평가 기준을 설정하고, 모든 멤버는 이를 준수해야 한다. 로프접근 기술자는 Level 1, 2, 3으로 구분되며, 각 단계는 특정 요구 사항이 있다. Level 1은 감독하에 기본 작업 수행, Level 2는 복잡한 작업, Level 3은 고급 기술과 관리 능력이 필요하다.

- 기술자는 기본 훈련 후 지속적인 평가와 정기적인 재심사를 통해 숙련도를 유지해야 하며, 오랜 기간 참여하지 않은 경우 재교육을 받아야 한다. 모든 경험은 개인 로그북에 문서화되어 관리된다.

#### 다) 추가 기능적 구성원

- 트레이너와 강사: 적절한 Level 3 기술자를 지명하여 교육을 진행하고, 경험이 많은 기술자는 강사 자격을 획득할 수 있다.
- 평가관: 훈련 과정을 독립적으로 평가하며, Level3 자격 취득 후 최소 6년의 경험이 요구된다. 연 1회 이상의 워크샵에 참석하고, 연 20명 이상의 교육생을 평가해야 한다.
- 심사원: 회원사의 심사를 수행하는 역할을 맡는다.

### (6) 로프접근 관리자, 로프접근 안전 감독관 및 기타 감독/관리 항목

#### 가) 로프접근 관리자

- 로프접근 관리자는 작업의 안전 시스템을 계획하고 실행할 책임이 있으며, 경험과 숙련도를 갖춰야 한다. 또한, 로프접근 안전 관리자와 효과적으로 의사소통할 수 있어야 하며, 적절한 관리 시스템을 구축하고 평가할 수 있어야 한다.
- 고용주는 관리자의 기술을 확인해야 하며, 작은 회사에서는 한 사람이 여러 역할을 맡을 수 있다.

#### 나) 로프접근 안전 감독관

- 로프접근 안전 감독관은 안전을 보장하고 사고를 예방하는 역할을 하며, Level 3 로프접근기술자만 이 역할을 수행할 수 있다. 이들은 작업 경험, 안전 요구 사항 소통, 팀 지휘, 위험 분석 및 문서 관리 능력을 갖춰야

하며, 작업 환경에 따라 관리 수준이 달라진다. 모든 기술자에게 작업 지침서를 이해시키고 확인하며, 명확한 보고 시스템이 필요하다.

#### 다) 기타 감독/관리 항목

- 고용주는 규율을 지키지 않는 직원의 행동을 기록하고 지속적으로 관리해야 하며, 로프접근 작업은 IRATA 인터내셔널의 훈련을 받은 인원만 수행할 수 있다. 고객 대리인이 고용된 경우 추가 점검이 필요하고, 안전 관리자는 장비의 적절한 고정을 확인하고 신규 작업자를 감독해야 한다. 또한, IRATA와의 연결 역할을 할 기술적으로 숙련된 인원을 지명해야 한다.

### (7) 장비의 선택

#### 가) 일반

- 로프접근 작업을 위해서는 적절한 장비 선택과 평가가 필수적이다. 모든 장비는 사용 전에 정밀 검사와 실험을 통해 적합성을 확인해야 하며, 제조사의 지침에 따라야 한다.
- 법적 요구 사항과 표준: 법적 요구 사항과 표준을 준수하는 장비를 선택해야 하며, 특히 하중 및 최소 정적 강도에 대한 검토가 필요하다.
- 작업 위치 제한 및 추락 방지: 작업 위치 제한과 추락 방지 장비를 사용해야 하며, 각 장비는 특정 용도로만 사용되어야 한다.
- 날씨와 장비 성능: 사용자는 장비의 성능이 날씨에 영향을 받을 수 있음을 인지해야 하며, 제조사로부터 관련 정보를 확인해야 한다.
- 장비에 대한 지식: 장비에 대한 충분한 지식이 필요하며, 제조사는 사용자가 이해할 수 있도록 정보를 제공해야 한다.

#### 나) 로프

- 재료: 로프는 주로 폴리아미드나 폴리에스터로 만들어져야 하며, 특정 상황에서는 고강도 폴리에틸렌이나 아라미드도 사용할 수 있다.
- 새 로프 관리: 새 로프는 사용 전에 길이 변화를 확인하고 물에 담가 풀어준 후 건조해야 한다.
- 와이어 로프: 스테인레스 강으로 제작된 와이어 로프는 특별한 요구 사항이 있을 때 사용하나 주의가 필요하다.
- 케른망틀 로프: 속심과 외피로 구성된 케른망틀 로프는 앵커 줄 장치와 견고하게 연결되어야 하며 먼지와 모래에 저항해야 한다.
- 동적 로프: 다이나믹 로프는 직경 11mm의 싱글 로프가 추천되며 동적 하중을 지탱한다.
- 선택 고려사항: 로프 선택 시 호환성, 화학 저항력, 매듭 묶기 용이성, 최소 고정 강도(15kN 이상) 및 환경적 요인을 고려해야 한다.
- 규격: 로프는 EN 1891, CI 1801, EN 892, UIAA-101 등 관련 규격을 따라야 한다.

#### 다) 하네스

- 기본 사용법: 로프접근 기술자는 체스트하네스와 시트 하네스를 착용하여 올바른 자세를 유지하고 추락사고에 대비한다.
- 하네스 종류: 시트 하네스와 그네식 안전벨트를 사용하며, 작업 환경에 따라 선택이 달라진다.
- 충격 완화: 하네스는 자유 낙하 시 충격을 완화하도록 설계되지만, 추가적인 안전장치가 필요할 수 있다.
- 인체공학적 디자인: 하네스의 연결고리는 하강/등강기와 백업장치에 연결되어 안전성을 높인다.

- 편안함: 사용 전에 착용감 테스트가 필요하며, 작업자가 편안한 자세를 유지할 수 있도록 해야 한다.
- 선택 기준: 잘 맞는지, 필요한 장비 연결 가능 여부, 자외선 및 화학 저항성
- 규격: 시트하네스: EN 813, 그네식 안전벨트: EN 361; ISO 10333-1; ANSI/ASSE Z359.1 (최대 충격하중 4kN)

#### 라) 연결장비

- 장비 선택 기준: 로프접근에 사용되는 연결장비는 안전기준을 충족해야 하며, 강철로 만들어진 장비는 앵커와 하네스를 연결하는 데 사용된다.
- 잠김 기능: 나선형 연결장비는 특정 용도에 적합하며, 외부 힘에 따라 강도가 결정된다. 비대칭형 연결장비는 하중을 제대로 받을 수 있도록 주의가 필요하다.
- 취약점: 연결장비의 잠김 부분이 취약하므로, 하중이 가해지지 않도록 관리해야 한다. 캡티브 아이와 같은 디자인은 안전성을 높일 수 있다.
- 최소 정적 강도: 연결장비의 최소 정적 강도는 규정되어 있으며, 표에 명시된 대로 사용해야 한다.
- 롤 아웃 현상: 연결장비에 부가된 의도치 않은 압력은 롤 아웃 현상을 초래할 수 있으므로, 사용자는 주의해야 한다.
- 장비 선택 시 고려사항: 내구성 (부식, 마모, 균열 저항), 다양한 환경에서의 성능, 사용의 용이성
- 장비 규격: 모든 종류: EN 362 / 자동 잠금 장비: ISO 10333-5; ANSI/ASSE Z359.12

〈표 V-2〉 연결장비의 최소 고정강도 권고사항

연결장비 종류	닫힌상태에서 잠기지않았을때 최대 축강도(kN)	닫힌상태에서 잠겼을 때 최대 축강도(kN)	닫혔을 때 최소 축강도(kN)
스크류 링크나 다용도 연결장비와 같이 최소 축하중이 해지는 장비를 제외한 모든 연결장비	15	20	7
다용도 연결장비	15	20	15
스크류링크 형태의 연결장비	해당없음	25	10

\*특정 형태의 연결장비는 자체 특이한 모양 때문에 최소 축강도를 측정할 수 없다.

#### 마) 하강장치

- 목적: 기술자의 하네스와 작업용 줄에 장착하여 하강을 조절한다. 연결 장비는 잠김 기능이 있어야 하며, 수동 또는 자동 장비를 사용할 수 있다.
- 오용 고려: 하강 장치 선택 시 오용과 그 결과를 고려하고 위험요소를 최소화하기 위해 분석이 필요하다.
- 구조 시 고려사항: 하강 장치는 최대 허용 하중을 초과할 때 성능과 안정성을 고려해야 한다.
- 요구 사항:
  - 기술자의 무게를 견디고 하강 길이에 적합해야 한다.
  - 두 사람의 무게를 견디며 하강 속도를 조절할 수 있어야 한다.
  - 다양한 환경에 적합하고 과도한 충격을 피해야 한다.
  - 통제 상실 시 자동으로 멈추고, 잘못된 부착을 방지해야 한다.
  - 손상이나 마찰 열을 빠르게 제거해야 하며, 여러 앵커 줄과 호환 가능해야 한다.

- 규격: EN 12841, Type C; ISO 22159 /구조용 하강기: EN 341

#### 바) 등강장치

- 목적: 기술자가 작업용 줄을 타고 오를 때 사용하는 장치이다.
- 유형: 두 가지 형태가 있으며, 하네스를 통해 연결된다.
- 안전 요구 사항:
  - 작업용 줄에서 탈착될 수 없으며 위험을 최소화해야 한다.
  - 동적 하중은 손상을 주므로 피해야 한다.
  - 환경 적합성: 다양한 환경 조건에서 사용 가능해야 한다.
- 선택 기준:
  - 작업용 줄과의 쉬운 부착, 사용의 편의성이다.
  - 효율적인 마찰력과 줄 마모 저항이다.
  - 예측 가능한 하중에서 앵커줄의 손상 최소화이다.
- 규격: EN 12841, Type B

#### 사) 백업장치

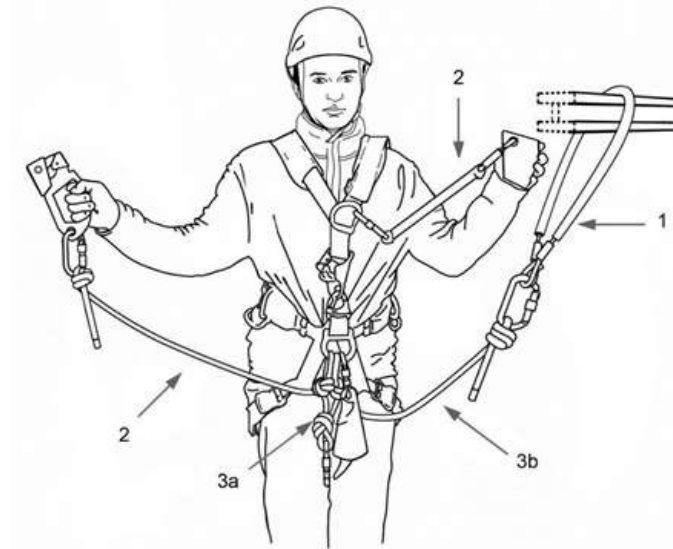
- 목적: 안전줄에 연결해 작업용 줄의 손상이나 사고를 대비해 충격 하중을 흡수한다.
- 시험 기준: 수직 자유 낙하 방식으로 시험받고, 모든 각도에서 제어 가능해야 하며, 최대 6kN의 충격을 보호해야 한다.
- 성능 요구 사항: 최소 2.5kN의 정적 하중을 견디고, 두 사람의 무게를 지탱할 수 있어야 하며, 안전줄에 손상을 주지 않고 임의로 해체되지 않아야 한다.
- 선택 기준: 허용 하중이 기술자의 무게에 적합하고, 다양한 환경에서 사용

가능해야 하며, 조작이 간편해야 한다.

- 규격: EN 12841, Type A

#### 아) 랜야드와 슬링

- 일반: 랜야드와 슬링은 다양한 형태로 제작되어 여러 용도로 사용된다.
- 랜야드: 특정 앵커 장치와 연결되며, 충격 흡수용으로 사용된다. 두 종류로는 "랜야드 장치"와 "앵커 랜야드"가 있다.
- 슬링: 구조 앵커에 연결하여 사용되며, 직물이나 체인으로 제작된다. 최소 강도는 15kN이다.
- 랜야드 장치 및 앵커 랜야드: 위급 상황에서 동적 하중을 견뎌야 하며, 매듭은 충격 흡수를 향상시킨다. 다이내믹 로프의 랜야드는 최소 15kN, 다른 랜야드는 최소 22kN의 정적 강도를 가져야 한다.
- 앵커 슬링: 앵커가 없을 때 앵커 줄에 연결하며, 최소 22kN의 정적 강도를 요구한다.
- 선택 기준: 적절한 강도, 충격 흡수성, 연결장치와의 호환성, 적당한 길이 및 마모 저항을 고려한다.
- 규격: EN 354; ISO 10333-2; ANSI/ASSE Z359.1; EN 892; UIAA-101

**Key**

- 1 앵커슬링
- 2 랜야드 장치
- 3a 짧은 앵커 랜야드
- 3b 긴 앵커 랜야드

[그림 V-3] 앵커 슬링과 다른 종류의 랜야드 예시

#### 자) 앵커

- 앵커는 작업줄과 안전줄을 구조물이나 자연적인 지점과 연결하여 사용된다. 앵커의 종류로는 아이볼트, 앵커 슬링, 레일 앵커 시스템, 지상 앵커 말뚝 등이 있으며, 모든 앵커는 안정성이 중요하다.
- 앵커 장치를 선택할 때는 작업 환경과 설치 가능성을 신중히 검토해야 하며, 숙련된 인원이 설치 및 점검 후 사용해야 한다. 앵커는 사용자의 무게를 견딜 수 있어야 하며, 항상 두 개의 앵커를 사용하여 더블 프로텍션을 고려해야 한다. 추가 앵커 지점은 최소 두 사람의 하중을 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다. 앵커 장비의 표준은 BS 7883 및 EN 795에 따른다.

#### 차) 앵커 줄 보호

- 앵커 줄은 날카로운 모서리나 고르지 못한 표면으로부터 보호해야 한다. 가능하면 위험한 표면에서 멀리 설치하고, 불가피한 경우에는 자연적 앵커 설치나 리빌레이 방법으로 보호한다.
- 보호 방법으로는 롤러, 모서리 패드, 인조섬유 보호대 등을 사용할 수 있다. 선택 시 작업 환경에 적합해야 하며, 로프의 구조와 직경에 따라 호환성이 있어야 한다. 설치 후 보호대가 벗어나지 않도록 고박하고, 로프접근 작업자가 쉽게 작업할 수 있도록 설치해야 한다. 현재 관련 표준은 없다.

#### 카) 작업용의자

- 로프접근 기술자가 오랜 시간 매달려 있어야 할 경우, 하네스에 추가 서포트를 설치하는 것이 권장된다. 작업용 의자는 편안함을 제공하고 서스펜션 증후군 위험을 줄인다. 의리는 반드시 하네스에 부착되어야 하며, 작업 줄은 하네스로 연결되어야 한다. 공식 표준은 없다.

#### 타) 헬멧

- 로프접근 기술자는 작업에 맞는 보호 헬멧을 착용해야 한다. 적합한 헬멧은 산업용과 산악용 표준을 모두 따르며, 일부 산업용 헬멧은 측면 충격에 대한 강도가 부족할 수 있다. 헬멧의 턱끈은 “Y”형 디자인으로 머리에서 벗겨지지 않도록 해야 한다.
- 헬멧 선택 시 고려사항은 안전을 보장하는 가벼운 무게, 조절 가능성, 다른 장비 부착 가능성, 충분한 시야 확보, 좋은 환기성이다. 적절한 표준은 산업용 EN 397, EN 14052와 산악용 EN 12492이다. EN 397 헬멧은 로프접근 기술자의 안전 요구조건을 충족하지 않을 수 있으므로 주의가 필요하다. 조개로 만든 폴리스티렌 헬멧은 산업에서 사용하기에 적합하지 않다.

#### 파) 도르래

- 도르래는 로프접근기술에서 다양한 용도로 사용되며, 적절한 하중 하에서 안전하게 사용해야 한다. 로프접근 기술자는 도르래가 앵커에 하중을 증가시킬 수 있음을 이해해야 한다. 도르래에 대한 표준은 EN 12278과 UIAA 127이 있다.

#### 하) 작업복과 보호 장비

- 로프접근 기술자는 작업 환경에 맞는 적절한 작업복과 보호 장비를 착용해야 한다. 사업주는 위험요소에 대한 보호복을 신중히 평가하고 제공해야 하며, 작업복은 몸에 잘 맞고 튼튼해야 한다. 필요에 따라 방수와 방풍 기능도 갖춰야 한다.
- 안전화는 충분한 보호와 착용감을 제공해야 하며, 특별한 작업에는 추가 보호용 안전화가 필요하다. 모든 장비는 사용자가 불편함을 느끼지 않도록 해야 하며, 작업 전에 착용 상태를 확인해야 한다.
- 안전 장갑, 눈 보호구, 호흡 보호구, 청력 보호구, 부력 장비, 자외선 차단제 등도 사용해야 하며, 이들 장비의 사용 지침은 현장 관리자에 의해 결정되어야 한다.

### (8) 마킹 및 트레이서빌리티

#### 가) 일반

- 로프접근 장비는 하중 관련 정보를 명확히 표시해야 한다. 장비의 모델, 형태, 클래스에 대한 분석이 가능하고, 자격 및 검사 기록이 쉽게 찾아볼 수 있어야 한다.
- 구성 요소는 변질 없이 격리되고 법적 요구 사항도 충족해야 한다.
- 제조사에 의한 표시가 없는 장비는 케이블타이 또는 꼬리표로 필요한

정보를 표시해야 하며, 부식을 방지해야 한다.

- 마킹과 트레이서빌리티의 세부 사항은 장비 유지와 관리에 도움이 되도록 기록되어야 하며, 이는 도급업체와 도급인에게도 해당된다.

#### 나) 장비별 관리

- 로프와 하네스: 다양한 방법으로 잘 지워지지 않도록 표시할 수 있으며, 각인은 피해야 한다.
- 헬멧: 허용되지 않은 접착제를 사용하지 말고, 화학약품으로부터의 손상에 주의해야 한다.

### (9) 기록

검사 기록과 유지 기록은 각 장비별로 추적 가능하게 유지해야 한다. 기록해야 할 최소 항목은 다음과 같다: 제조사명, 모델명 및 장비 종류, 구매일, 사용 시작일, 마모 및 손상일, 제조사의 시리얼 번호, 사용 방법 정보, 알려진 안전 작업 하중, 장비 확인 서류, 사용 가능 기간, 현재 장비 위치, 사용 기록, 다른 작업 동료의 장비 사용 후 반납, 점검 종류 및 날짜, 수리나 수정 관련 세부 사항이다. 이 정보는 장비 사용 중지 여부를 판단하는 기준이 된다. 장비 검사 결과는 다음 검사를 실시하기 전까지 보관해야 하며, 필요 인원이 쉽게 찾아볼 수 있도록 관리해야 한다. 국가 법령에 따라 장비 검사 결과 보관 기간이 결정된다.

### (10) 장비의 검사, 관리 및 유지보수

#### 가) 일반

- 제조사는 장비 점검 및 관리 정보를 제공해야 한다. 고용주는 장비의 유지 및 점검 지침을 마련하고, 숙련된 인원이 점검을 진행해야 한다. 필요시 전문 업체가 점검할 수 있다.

- 로프접근 장비의 검사 종류는 사용 전 점검, 정밀 점검, 중간 점검이 있으며, 결점 발견 시 즉시 사용을 중지해야 한다. 사용 전 점검은 매일 실시하고, 정밀 점검은 주기적으로 숙련된 인원이 수행해야 하며, 결과는 문서화해야 한다. 중간 점검은 험악한 환경에서 사용된 경우 추가로 실시해야 한다.
- 정밀 및 중간 점검 인원은 충분한 숙련도를 가져야 하며, 장비에 의심이 있을 경우 즉시 점검을 요청하거나 사용을 중지해야 한다. 장비가 충격 하중에 노출되면 즉시 사용을 중지해야 한다.

#### 나) 인조 섬유로 제작된 장비

- 인조 섬유로 제작된 장비는 로프, 웨빙, 하네스, 랜야드 등을 포함하며, 외부의 영향을 받아 손상이 발생할 수 있으므로 주의 깊게 사용하고 점검해야 한다. 이러한 장비는 주로 폴리아미드와 폴리에스터로 만들어지며, 각각의 재료는 고유한 특성과 한계를 가지고 있다.
- 자외선은 인조 섬유를 손상시킬 수 있으므로, UV 차단제가 포함된 제품을 선택하고, 장비를 화학물질이나 높은 온도에서 보호해야 한다. 인조 섬유는 시간이 지나면서 노화되고 마모되기 쉬우며, 외부 마모와 내부 마모 모두 주의 깊게 점검해야 한다. 장비가 부식된 표면에 닿거나 손상된 경우 즉시 사용을 중지하고 폐기해야 하며, 화학물질과의 접촉은 피해야 한다.
- 마지막으로, 인조섬유로 제작된 장비는 제조사의 승인을 받지 않은 염색은 피해야 하며, 50°C 이상의 온도에 노출되지 않도록 주의해야 한다.

#### 다) 금속 장비

- 금속 장비는 철, 합금 알루미늄, 티타늄 등으로 제작되며, 각 금속의 부식 저항 특성을 이해해야 한다. 합금 알루미늄 장비는 산화 피막으로 보호되지만, 습한 환경에서 쉽게 부식된다.

- 장비는 서로 접촉할 때 전기분해로 인한 부식을 피해야 하며, 정기적인 점검이 중요하다. 하네스와 연결장치는 마모와 균열을 확인해야 하고, 문제가 발견되면 즉시 사용을 중지해야 한다.
- 장비는 따뜻한 물로 세척할 수 있지만, 고압 스팀 세척기 사용은 피해야 하며 바닷물로 세척하지 않는다. 세척 후에는 깨끗한 물로 헹구고 자연 건조해야 하며, 화학제품 사용 시 제조사 정보를 확인해야 한다.

#### 라) 보호 헬멧

- 보호 헬멧은 균열, 변형, 마모 등을 점검해야 하며, 결점이 발견되면 사용을 중지해야 한다. 폴리카보네이트 헬멧에 스티커를 붙이기 전에 제조사의 안전 확답을 받아야 한다. 일부 스티커 접착제가 헬멧을 손상시킬 수 있기 때문이다.

#### 마) 장비 소독

- 장비 소독은 필요시 진행해야 하며, 질병 예방 효과와 장비에 미치는 영향을 고려해야 한다. 소독 전에는 제조사와 상담하는 것이 권장되며, 소독 후에는 깨끗한 물로 헹구고 직사광선을 피하여 건조해야 한다.

#### 바) 해양 환경에 노출된 장비

- 해양 환경에서 사용된 장비는 차가운 민물에 장기간 담가 두고, 직사광선을 피하여 따뜻한 실내에서 건조해야 한다.

#### 사) 보관

- 장비는 세척과 건조 후 서늘하고 그늘진 곳에 개별적으로 보관해야 한다. 보관 장소는 화학물질, 고온, 습기, 날카로운 물체 등으로부터 안전해야 하며, 젖은 상태로 보관해서는 안된다.

#### 아) 장비 사용의 중단

- 장비에 결점이 있거나 의심스러운 경우, 숙련된 점검자가 점검할 때까지 사용을 중지해야 한다. 사용 중 결점이 발생하면 즉시 중단하고 추가 점검이나 수리를 진행해야 하며, 수리가 불가능한 장비는 제거하고 관련 기록을 보관해야 한다.

#### 자) 장비 수명

- 장비의 수명은 특히 인조섬유 장비에서 결점 발생 시 평가하기 어려우므로 사용 기간을 설정하는 것이 중요하다. 제조사의 정보를 기반으로 장비 사용 기록을 보관하여 수명을 검토할 수 있다. 특정 장비는 폐기 기간이 설정되어 있으며, 이 기간 도래 또는 결점 발생 시 사용을 중지해야 한다. 그러나 숙련된 점검자가 재점검 후 사용 가능하다고 판단하면 재사용이 허용되며, 관련 정보는 즉시 기록해야 한다.

#### 차) 장비개조

- 장비에 영향을 미칠 수 있으므로, 공급자나 제조사의 확실한 승인 없이 장비를 개조해서는 안된다.

### (11) 주요 로프접근 방법

#### 가) 더블 프로텍션

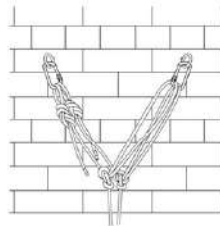
- 로프접근 시스템은 주 작업 시스템과 백업 시스템으로 구성된다. 작업줄은 기술자의 하네스에 항상 연결되어 하강 및 등강을 지원하며, 백업 시스템은 주 시스템의 파손 시 추가 고정을 제공한다. 이 시스템은 IRATA 인터내셔널에 의해 개발된 더블 프로텍션으로, 작업줄과 안전줄은 앵커줄로 통합되어 각각의 앵커 지점에 설치된다. 두 줄은 하중을 공유

하여 한 줄이 파단되더라도 다른 줄에 미치는 충격을 최소화한다. 앵커 지점은 숙련된 인원에 의해 확인되며, 안전한 설치가 필요하다.

- 더블 프로텍션 시스템은 기술자가 작업줄에 하강 장치를, 안전줄에 백업 장치를 연결하여 추락을 방지하는 데 중점을 둔다. 작업 중에는 백업 장치를 안전줄에, 하강 장치를 작업줄에 부착해야 하며, 두 시스템은 독립적으로 연결되어야 한다. 로프접근기술자는 항상 최소 2개의 확보지점을 유지하며, 이 시스템은 추가 관리와 감독을 통해 최적의 보호를 제공한다.



a) 2개의 앵커에 같은 하중이 걸리는 예



b) 아이볼트를 사용하여 더블프로텍션을 실행한 예



c) 앵커 슬링을 이용하여 더블프로텍션을 실행한 예

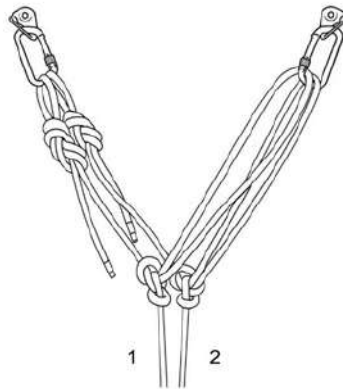
**Key**

- 1 강철 구조물
- 2 앵커 슬링

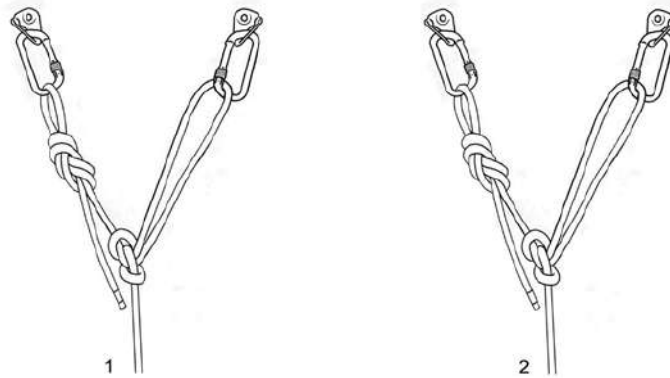
[그림 V-4] 로프접근 앵커 시스템의 일반적인 조건

## 나) 앵커 시스템

- 앵커 시스템은 로프접근에서 매우 중요한 역할을 하며 신뢰성이 필수적이다. 작업시 최소 2개의 독립적인 앵커를 확보해야 하며, 각각의 앵커는 충분한 하중을 견딜 수 있는 위치에 설치해야 한다. 앵커는 기술자가 작업 위치를 안정적으로 유지할 수 있도록 설계되어야 하며, 하중의 방향과 잠재적인 하중을 고려하여 설치해야 한다.
- 앵커의 최소 강도는 15kN 이상으로 설정되며, 사용자는 앵커를 적절하게 연결하고 유지해야 한다. 또한, 각 앵커는 로프접근기술자의 안전을 위해 적절히 고정되어야 하며, 앵커슬링과 같은 장비는 최소 강도를 갖추어야 한다. 앵커 설치 후에는 사용 시작일과 검사일 등의 정보를 명확히 기록해야 한다.
- 로프접근 기술자와 구조자들은 안전한 구조를 위해 추가적인 앵커 시스템을 설치해야 하며, 위험한 상황에서는 앵커를 안전하게 유지하기 위해 숙련된 인원이 점검 및 조절해야 한다.



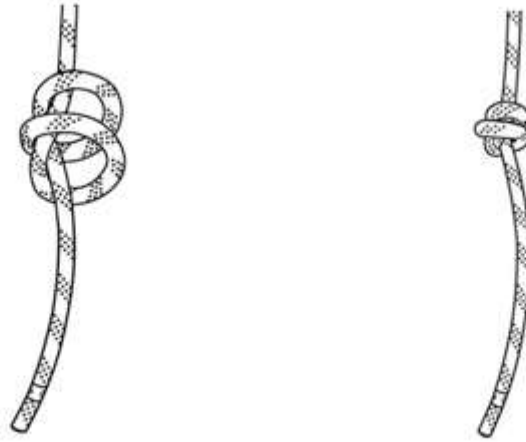
[그림 V-5] “15kN ≤ 각 앵커 강도” 지점에서의 Y행 예시



[그림 V-6] “10kN ≤ 각 앵커 강도 < 15kN” 지점에서의 Y형 예시

#### 다) 앵커줄 사용

- 앵커줄은 손상 위험이 있는 표면을 피하여 설치해야 하며, 로프접근 기술자는 안전 관리자의 확인 없이 등강이나 하강을 해서는 안 된다.
- 일반적으로 수직으로 하강하여 스윙으로 인한 마모를 최소화해야 하며, 긴 하강의 경우 추가 저항 요소인 디비에이션 앵커를 설치해야 한다.
- 앵커줄 끝의 움직임에도 주의를 기울여야 하며, 하강 시에는 로프 가방을 적절히 위치시켜 낙하 위험을 방지해야 한다.
- 앵커줄은 마모, 잘림, 녹 또는 화학물질에 의해 손상을 받을 수 있으므로 정기적인 점검이 필요하다. 앵커줄은 의도치 않게 하강하지 않도록 멈춤 매듭을 사용하고, 하강 전에 낙하 위험이 있는 물체를 제거해야 한다. 하강 중 앵커줄의 손상을 방지하기 위해 필요한 보호 장치와 방법을 마련해야 하며, 앵커줄 보호대를 적절히 선택하여 설치해야 한다.
- 앵커줄은 안전한 보관과 점검이 이루어져야 하며, 각종 위험요소에 대한 주의가 필요하다.



느슨하게 매듭지어진 경우

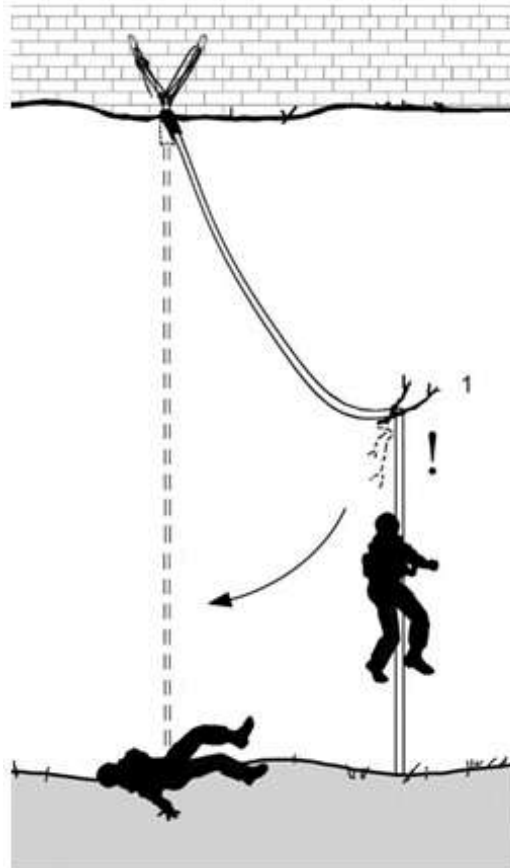
적절하게 매듭지어진 경우

[그림 V-7] 끝매듭(Stopper Knot) 의 예시

## 라) 추가 안전 조치

- 로프접근 시스템은 추락을 방지하기 위한 방법을 사용해야 하며, 장비의 파단이나 부적절한 사용으로 인한 추락이 발생할 수 있다는 점을 항상 인식해야 한다.
- 앵커줄의 느슨함을 최소화하여 추락 계수와 거리를 줄여야 한다. 또한 적절한 안전 추락 거리를 확보해야 하며, 에너지 흡수 장치의 늘어나는 길이와 안전줄의 신장을 고려하여 바닥에 닿거나 장애로부터 보호받아야 한다. 추락 후 스윙을 최소화하고, 최대 충격 하중은 6kN을 넘지 않도록 해야 한다.
- 앵커줄과 장비의 파단을 방지하기 위한 보호 시스템이 필요하다. 사고 발생 시 로프접근기술자는 구조 가능해야 하며, 필요할 경우 즉시 앵커줄을 설치해야 한다.
- 기술자는 사고 발생 시 동료 구출에 대한 지침을 바로 따라야 하며, 절대로 혼자 작업해서는 안 된다. 사고 대처 계획에는 의사소통 방법, 필요한

구조 장비, 구조 서비스 연락 방법, 그리고 모든 팀원들이 앵커줄을 이용하여 신속하게 이동할 수 있는 방법이 포함되어야 한다.



[그림 V-8] 파단된 앵커줄의 잠재적 위험성의 예

#### 마) 매듭의 사용

- 로프접근 기술에서 매듭은 섬유 앵커줄의 종결에 일반적으로 사용된다. 매듭은 앵커줄의 전체적인 강도를 줄이지만, 에너지를 흡수하는 이점이 있다. 여러 매듭 방법 중 비계 매듭은 에너지 흡수가 특히 우수하다.
- 기술자는 자주 사용되는 매듭을 적절하게 조절하고 묶을 수 있어야 하며,

어려운 환경에서도 능숙해야 한다. 매듭을 만들 때는 작업에 적합한 매듭을 선택하고, 매듭의 강도 감소와 편리성을 고려해야 한다. 매듭이 만들어질 때 모든 꼬리줄은 최소 100mm 이상 되어야 하며, 와이어 앵커줄에 직접 연결해서는 안 된다.

- 매듭의 종류에 따라 하중 감소가 다르며, 매듭의 깔끔함과 정확한 모양에 따라서도 강도가 영향을 받는다. 매듭을 정확하게 만드는 것을 드레싱이라고 하며, 하중 감소는 드레싱의 적절성에 따라 달라진다. 예를 들어, 8자 매듭은 23%에서 34%까지 하중이 감소할 수 있다.

#### 바) 작업팀

- 로프접근 작업팀은 로프접근 기술자들로 구성되며, 팀의 관리와 구조 가능성을 항상 염두에 두어야 한다. IRATA 인터내셔널은 최소 2명의 로프접근 기술자가 필요하다고 규정하고 있으나, 작업의 특성과 환경에 따라 더 많은 인원이 필요할 수 있다.
- 2인 팀은 서로를 신속하게 구조할 수 있어야 하며, 기본적으로 3명 이상의 기술자가 있는 팀이 바람직하다. 로프접근 팀의 한 구성원은 IRATA 인터내셔널의 Level 3 자격을 갖춘 기술자이어야 하며, 로프접근 안전 관리에 대한 경험이 필요하다. 작업 환경에 따라 Level 3 로프접근 안전 관리자를 추가로 고용해야 할 수 있다.
- 모든 팀원에게 구조 지침이 제대로 교육되어야 하며, 특별한 위험요소가 있는 경우에는 적절한 교육과 경험을 갖춘 인원이 필요하다.
- 수면 위에서 작업할 때는 구조 장비를 갖추고 있어야 하며, 익사 위험으로부터 누구나 구조될 수 있도록 해야 한다.

#### 사) 작업 전 확인 사항

- 작업 전 확인 사항으로는 먼저, 작업 허가서를 작성해야 한다. 이는 위험

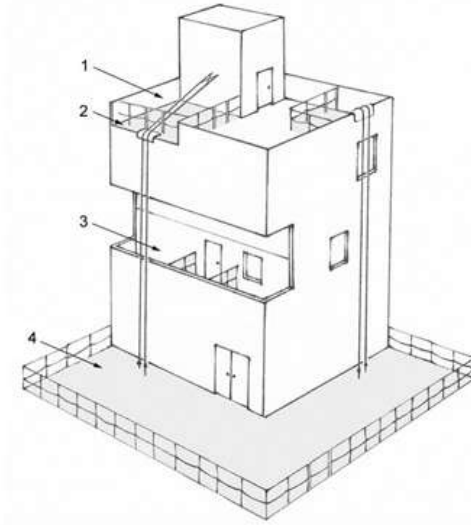
요소를 격리하는 효과적인 방법이므로, 작업 중 위험요소가 계속해서 격리되고 있는지 확인해야 한다. 매일 작업 시작 시, 작업 환경의 변화가 있을 경우에는 안전과 작업 효율성을 고려하여 위험성을 검토해야 하며, 이를 위한 브리핑에서 안전 작업 방법과 역할 분담에 대해 논의해야 한다.

- 특별한 주의사항도 확인해야 하며, 대기 구멍정, 무전기, 가스 농도 검사 등을 체크해야 한다. 로프접근 기술자들은 개인 장비인 하네스, 앵커줄, 랜야드 장치, 연결장비 등을 점검해야 하며, 이 과정은 로프접근 안전 관리자가 감독해야 한다. 상호 점검도 중요하여, 팀원 간에 장비의 적절한 착용과 연결상태를 확인해야 한다.
- 작업 시작 시에는 로프접근 안전 관리자가 모든 앵커와 앵커줄의 안전성을 확인해야 하며, 마모나 손상이 없는지 점검해야 한다. 마지막으로, 작업 시작 전에 다른 작업자에게도 위험 사항을 공지해야 할 필요가 있다.

#### 아) 출입제한구역

- 출입 제한 구역은 로프접근 작업이 이루어지는 지역으로, 아래에 있는 인원들을 낙하물로부터 보호하기 위해 설정해야 한다. 이러한 구역은 추락 방지뿐만 아니라 방사선, 전파, 고온, 화학적 오염으로부터도 보호하는 역할을 한다. 출입 제한 구역은 앵커 지역, 작업 구역, 지상 등에 설치해야 하며, 추가 인력이 필요할 경우 고용할 수 있다.
- 작업팀은 위험한 낙하물로부터 보호할 수 있는 자재와 도구를 제공해야 하며, 도구의 무게에 따라 독립된 줄로 고박해야 한다. 출입 제한 구역은 최소한 작업 지역과 동일한 크기로 설치되어야 하며, 위험 표시와 알림 장치를 통해 출입을 통제해야 한다. 공공장소에서 작업할 경우 법적 요구 사항을 준수해야 한다.
- 앵커 지역의 출입 제한은 적절한 차단선과 위험 표시로 이루어져야 하며, 로프접근 팀원만 접근할 수 있도록 관리해야 한다. 추락 가능 개구부가

있는 지역에서는 방지막이나 비계를 설치하여 낙하와 접근을 제한해야 한다. 하네스와 헬멧을 착용하지 않은 상태로 위험한 개구부에 접근하는 것은 허용되지 않는다.



**Key**

- 1 앵커 지역의 출입 제한 구역
- 2 노출된 모서리 위험요소 지역
- 3 중간 위치의 출입 제한 구역
- 4 지면의 출입 제한 구역

**[그림 V-9] 출입금지 구역의 유형**

자) 의사소통

- 로프접근 기술자와 다른 작업자들 간의 효과적인 의사소통 시스템이 필요하다. 특히 해상 작업의 경우 관리실과 통제 인원도 포함되어야 한다. 의사소통 체계는 작업 시작 전에 정립되고 준비되어야 하며, 모든 관련 인원에게 원활하게 이루어져야 한다.
- 작업장에서의 활동이 육안으로 확인되고 구두 의사전달이 원활하게 이루어질 수 있는 경우를 제외하고는 무전기 시스템이나 대체 의사소통

수단의 사용이 권장된다. 의사전달 시스템은 로프접근 기술자들과 작업팀 간에 직접적이고 지속적인 소통이 가능해야 하며, 소음, 신호 불량 등의 문제는 미리 점검해야 한다. 작업팀의 활동 영역이 작업 관리자에게 잘 보여지는 것이 바람직하다.

- 수화나 음성 신호는 오해를 일으킬 수 있으므로, 작업 시작 전에 특별한 신호를 서로 연습하여 이해해야 한다. 또한 로프접근 기술자를 다시 부르는 것이 어렵기 때문에 신호나 지시 실패 시 대처 방법을 미리 정해두어야 한다.

#### 차) 복지

- 로프접근 기술자는 세탁이 가능한 작업복과 깨끗한 물을 제공받아야 하며, 춥거나 더운 환경으로부터 보호받고 건조한 장소에서 휴식을 취할 수 있는 적절한 편의 시설이 필요하다. 또한, 화장실 시설도 반드시 갖춰져야 한다.
- 작업 기간과 휴식 시간을 계산할 때는 기후 조건과 작업의 난이도, 작업 환경에서의 노출을 고려해야 한다. 이는 작업 능률과 피로도에 영향을 미치기 때문이다. 고소 작업에서는 바람이 한기를 유발하거나 진동을 일으킬 수 있으며, 높은 온도에서는 열로 인한 의식 불명이나 졸도가 발생할 수 있다. 따라서 충분한 수분 섭취가 필수적이며, 위험성을 줄이기 위해 근무 시간을 단축해야 한다.
- 작업 장비의 성질도 휴식 기간과 작업 시간을 결정할 때 중요한 요소로, 안전과 관련하여 기술자에게 불편함과 피로를 줄 수 있다.

#### 카) 비상 상황 지침

- 비상 상황에서의 대처는 매우 중요하다. 안전 작업을 위해 최선을 다하더라도 사고는 언제든지 발생할 수 있으며, 인원의 생존 여부는 구조의 신속성과 후속 의료 행위에 크게 의존한다. 따라서 모든 작업 환경과

상황 변화에 따라 긴급 상황 계획을 철저히 평가하고 준비해야 한다.

- 로프접근 기술자는 신속하게 구조를 할 수 있도록 기본 기술을 숙달해야 하며, 구조 장비는 항상 즉각 사용 가능 상태로 준비되어 있어야 한다. 이 장비는 다양한 상황에서 구조를 수행할 수 있는 충분한 기능을 갖추고 있어야 하며, 특히 앵커에 부착된 작업줄과 안전줄을 사용하여 신속한 부상자 하강이나 구조가 가능해야 한다.
- 특정 지역(예: 핵발전소, 해상 플랫폼, 정유시설)에서는 비상 상황 발생 시 명확한 지침이 제공되어야 한다. 로프접근 팀은 구조 계획을 세우고, 구조 책임자와 필요한 장비, 숙련된 기술자를 지정하며, 구조 과정에서 발생할 수 있는 최대 하중에 대한 조사를 포함해야 한다. 서스펜션 증후군과 같은 상태에서의 대처 방안과 필요시 의료 지원 방법도 마련해야 한다. 또한, 작업 현장에는 항상 구급함과 응급처치가 가능한 인원을 비치해야 한다.

#### 타) 사건 및 사고 보고

- 사건 및 사고 보고는 사업의 건강 문제와 사고 관리를 위해 필수적이며, 일부 국가에서는 법적 요구 사항이다. 사업주는 해당 국가의 법적 요건을 확인해야 한다. 모든 사고 및 이차사고에 대한 정확한 기록은 재발 방지를 위해 필수적이며, 아차사고 보고도 권장된다.
- IRATA 인터내셔널의 안전 통계는 로프 작업 시간, 사고 및 아차사고에 대한 정보를 포함하여 수집하고, 필요시 즉시 제출해야 한다. 이러한 통계는 산업 안전 기록 및 로프접근 방법 연구에 활용되며, 지속적인 작업 방법 개선을 위해 사건 결과를 분석하고 연구하는 데 사용된다.

#### 파) 작업 마무리

- 작업을 마무리할 때, 앵커 줄, 도구 및 각종 구성 요소는 안전하게 고박

되거나 보관해야 한다. 이 과정에서 장비의 낙하로 인한 상해를 방지하기 위해 주의가 필요하다. 개인 장비는 로프접근기술자가 안전한 장소에 있을 때만 제거해야 하며, 다음 작업팀에게 인계할 때는 작업 지침과 규칙에 대한 정보를 적절하게 비치해야 한다.

#### 하) 작업의 마침

- 작업을 종료할 때는 작업 허가서를 반환하기 전에 마무리 점검을 실시하고, 작업 현장을 깨끗하게 정리해야 한다.

#### 거) 추가적인 기술

- 로프접근 기술은 매달린 줄에서의 등강과 하강 움직임을 바탕으로 하며, 작업 위치를 확보하는 기술도 중요하다. 기술과 장비는 상황에 따라 트레버스, 수평 이동, 선두 등반 등 다양한 목적에 사용될 수 있다. 이러한 시스템은 추락 저지 시스템과 위치확보 시스템을 포함하여 두 가지 시스템을 결합할 수도 있다. 추가적인 정보는 3장의 부록 I에서 확인할 수 있다. 또한 비계, 그물 설치와 같은 방법이나 하네스를 착용하지 않는 접근 방식과 추락 방지 방법도 사용될 수 있다.

### 〈Part3. 참고 부록〉

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

부록 A: 위험 평가

부록 B: 안전작업방법 계획서

부록 C: 직업규약 내 관련된 규격 목록

부록 D: 하네스 착용감 및 조절성 점검

부록 E: 여러 종류의 랜야드

부록 F: 로프접근 시 앵커 장치를 설치하거나 배치할 때의 안전 고려사항

부록 G: 서스펜션 트라우마

부록 H: 장비 검사 체크리스트

부록 I: 로프접근 장비의 상세 검사 후 기록해야 할 정보 목록

부록 J: 로프접근 장비 제조에 사용된 일부 인공 섬유의 화학적 및 기타 특성에 대한 저항성

부록 K: IRATA 국제 로프접근기술을 사용한 하강 및 상승의 일반적인 방법

부록 L: 다른 하네스 기반 고소 접근 방법

부록 M: 도구 및 기타 작업 장비의 사용

부록 N: 현장에서 보관해야 할 권장 정보 목록

부록 O: 환경 조건에 대한 로프접근기술자 보호

부록 P: 앵커 라인 보호를 위한 권장 조치

부록 Q: 추락 계수, 추락 거리 및 관련 위험

#### 〈Part4. 법률〉

세부내용을 요약하였다.

#### 〈Part5. 참고문헌 및 유용한 읽을거리〉

IRATA International ICOP의 핵심 내용인 Part1과 Part2의 전체 내용을 요약하였다. Part3 부록에서 제공하고 있는 다양한 세부적인 로프접근에 대한 정보가 있어 세부적으로 검토가 필요할 경우 참고할 수 있다. 현재 요약된 부분은 약 275Page로 구성된 전체의 내용을 파악하기 위해 짧게 요약하였으므로 이점을 참고하여 세부적인 내용이 필요할 경우 실제 표준을 참고해야 한다.

### 3) ANSI Z459.1 Safety Requirement for Rope Access System

ANSI Z459.1 Safety Requirement for Rope Access System은 이하 ANSI Z459.1로 표기한다. 미국에서 ANSI Z459.1 로프접근 시스템 안전 요건 표준은 2021년에 최초 발행되어 이번 연구에서 조사되는 표준 중에서는 가장 최근에 발행된 표준이다. 이 표준은 로프접근 작업시 사용되는 장비, 리깅기술 및 필요 교육에 대한 내용을 포함하고 있다.

ANSI Z459.1은 ANSI Z359위원회에서 관리하고 있으며, 고소작업을 위해 로프접근 방법을 사용하는 모든 사람, 기술자, 안전관리자, 로프접근 감독관, 구매 인원, 강사, 고객 및 규제 당국에서 사용되기 위해 작성되었다. 로프접근 프로그램의 요구 사항, 시스템 요구 사항, 구성 요소 및 개별 요소 요구 사항을 세부적으로 포함하고 있다.

이 표준의 주요 목차는 아래와 같다.

1. 범위, 목적, 적용, 예외 및 해석
2. 정의
3. 요구 사항
4. 자격테스트
5. 마킹 및 사용자 설명서
6. 장비의 검사, 유지 관리 및 보관
7. 리깅 및 교육
8. 참고문헌

각 목차에 대한 세부내용을 요약하였다.

## (1) 범위, 목적, 적용, 예외 및 해석

## 가) 범위

- 이 표준은 로프를 사용한 접근, 탈출, 지지 작업의 승인된 절차를 규정하며, 추락 방지를 위한 2차 보호 수단으로 사용된다. 두 개의 로프 시스템과 백업 시스템을 포함한 최소 장비 요구 사항을 명시하고 있다.
- 또한, 59kg에서 141kg 사이의 로프접근 기술자에게 필요한 장비 성능과 설계 기준을 다루며, 균형 잡힌 추락 보호를 위해 다른 관련 표준과 함께 사용되어야 한다.

## 나) 목적

- 이 표준은 로프접근 작업에 필요한 시스템 설계, 장비 제조 및 시험의 최소 요구사항을 규정한다. 로프접근 프로그램은 관리, 전문성, 적합한 장비를 포함해야 하며, 장비는 "Z459.1" 표준을 준수해야 한다. 모든 인원은 적절한 교육을 받아야 하며, 제품과 시스템은 표준 발행일로부터 12개월 이내에 이 표준을 준수해야 한다.

## 다) 예외사항

- 이 표준은 전신 안전벨트(Full Body Harness)에 통합되지 않은 신체 벨트(Body Belt)를 다루지 않으며, 로프접근 기술자가 기존의 추락 방지 장비를 사용할 경우 해당 표준을 준수해야 한다. 또한, 오락용 로프나 전문 응급 대응 인원의 방법에는 적용해서는 안된다.

## 라) 해석

- 이 표준에 대한 해석 요청은 서면으로 작성해 표준의 사무국에 제출해야 한다.

## (2) 정의

이 표준에서 정의된 용어와 정의는 접근구역, 보조 등반, 등강기, 카우스테일, 하강기, 추락선, 하드웨어, 위험 구역, 케르맨틀로프, 저신장 로프, 최소파단 강도, 자격을 갖춘 로프접근 인원, 리깅, 로프접근, 로프접근 앵커리지, 로프접근 앵커리지 커넥터, 로프접근 앵커리지 서브시스템, 로프접근 앵커리지 서브시스템 백업, 로프접근 앵커리지 서브시스템, 디비에이션, 로프접근 앵커리지 서브시스템 중간, 로프접근 앵커리지 서브시스템 하중분담, 로프접근 앵커리지 서브시스템 메인, 로프접근 백업장치, 로프접근 진척 시스템, 로프접근 프로그램 관리자, 로프접근 안전 백업 시스템, 로프접근 기술자, 허가된 로프접근 기술자, 유능한 로프접근 기술자, 시스템 안전 계수, 스크류 링크, 슬링, 정적로프, 스트랩, 로프접근 이중로프 시스템 용어에 대한 내용을 설명한다.

## (3) 요구 사항

### 가) 프로그램 요구 사항

- 모든 로프접근 작업은 유능한 로프접근기술자의 감독하에 이루어져야 하며, 자격을 갖춘 로프접근자가 작업 계획을 수립해야 한다. 작업 현장은 간단한 현장과 복잡한 현장으로 나뉘며, 각각의 현장에 맞는 기술자와 장비가 필요하다. 작업 중에는 자가 구조, 동료 구조, 전문 구조 계획이 포함되어야 하며, 로프접근 기술자는 항상 필요한 장비를 휴대하고, 양방향으로 이동할 수 있어야 한다.
- 로프접근 작업은 최소 두 명의 팀으로 이루어져야 하고, 현장 관리자는 작업 활동을 관리할 수 있는 유능한 기술자여야 한다. 모든 장비는 표준 요구 사항을 충족해야 하며, 기술자의 역량 검증은 ISO 22846-2 표준에 따라 이루어진다.

## 나) 시스템 요구 사항

- 로프접근 시스템은 접근, 탈출, 안전 백업을 보장해야 하며, 모든 단계에서 이중 보호 원칙이 적용된다. 진척 시스템과 백업 시스템이 항상 두 개의 연결 지점에 설치되어있어야 하며, 두 시스템은 동시에 하중을 받지 않아야 한다. 시스템의 모든 구성 요소는 제조업체 지침을 따르고 상호 호환되어야 한다.
- 진척 시스템은 주요 지지 역할을 하며, 하강 및 상승 장비로 구성된다. 백업 시스템은 추가적인 안전을 제공하고, 900파운드(4kN)의 체포력을 넘지 않도록 설계되어야 한다. 앵커리지는 최소 5,000파운드(2,268kg)의 하중을 견딜 수 있어야 하며, 유능한 기술자가 시스템 요구 사항을 충족했는지 확인해야 한다.

## 다) 구성 요소 및 요소 요구 사항

- 로프접근 시스템의 모든 요소와 구성 요소는 ANSI Z459.1 표준의 요구 사항을 충족해야 하며, 자격을 갖춘 인원이 이를 확인해야 한다.
- 로프는 최소 5,000파운드(22.2kN)의 파단 강도를 가져야 한다.
- 하강기와 등강기는 각각 ANSI/ASSP Z359 표준의 요구 사항을 충족해야 한다.
- 스크류 링크는 도구를 사용해 조여야 하며, 백업 장치는 사용자가 로프를 따라 상하로 쉽게 이동할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 모든 전신 하네스는 ANSI/ASSP Z359.11 표준을 충족하며, 진척 시스템과 백업 시스템에 연결할 수 있도록 설계되어야 한다. 로프접근에 사용되는 하네스는 착용자가 복부 부착지점에서 매달려 있을 때 편안한 자세를 유지할 수 있도록 설계되어야 하며, 장비를 보관할 수 있는 장비 고리가 필요하다. 하드웨어는 새 제품을 사용해야 하며, D-링과 같은 구성 요소는 ANSI/ASSP Z359.12 표준을 충족해야 한다. 커넥터는 백업 시스템에서 중요한 역할을 하며, 스냅후크와 카라비너는 동일한 표준을 준수해야

한다. 헬멧은 ANSI/ISEA Z89.1 표준을 충족해야 하며, 최소 3점 고정 시스템을 갖추어야 한다.

#### (4) 자격테스트

##### 가) 테스트 장비

- 모든 시험은 ANSI/ASSP Z359.7에 따라 수행되며, 시험 장비 및 구조물은 해당 표준의 규정을 따라야 한다. 정적 시험 장비는 균일한 속도로 하중을 측정해야 하며, 시험 샤클과 고정 장치 등 필요한 장비는 특정 규격을 준수해야 한다.
- 제조업체는 백업 장치, 에너지 흡수기, 카우스 테일 등의 시험을 위해 시료를 제공해야 하며, 등강기와 백업 장치 시험에 필요한 로프도 제공해야 한다. 카우스 테일의 길이는 24인치 ± 0.5인치로 요구되며, 시험에 필요한 모든 조합이 설명되어야 한다.

##### 나) 로프

- 로프접근 및 관련 시험에 사용되는 모든 로프는 생명 안전 로프 표준인 CI-1801에 따라 시험을 받고 그에 맞게 표시되어야 한다.

##### 다) 하강기

- 하강기는 진척 시스템의 일부로 사용되며, ANSI/ASSP Z359.9의 유형 3, 4, 5 또는 6에 명시된 요구 사항에 따라 시험을 받아야 한다.

##### 라) 등강기

- 등강기는 생명줄과 함께 다양한 시험을 통해 성능을 평가받아야 하며, 시험은 제조업체의 지침과 표준에 따라 수행된다. 생명줄은 CI-1800 표준을 준수해야 하며, 등강기는 의도하지 않은 하향 이동을 방지해야

한다. 시험은 기능 시험, 정적 성능 시험, 동적 성능 시험, 그리고 냉각 및 습윤 시험 등의 조건에서 이루어진다. 이 과정에서 등강기는 낙하 시 체포 능력을 유지하고, 조건 변화에 따른 성능 저하 없이 작동해야 한다.

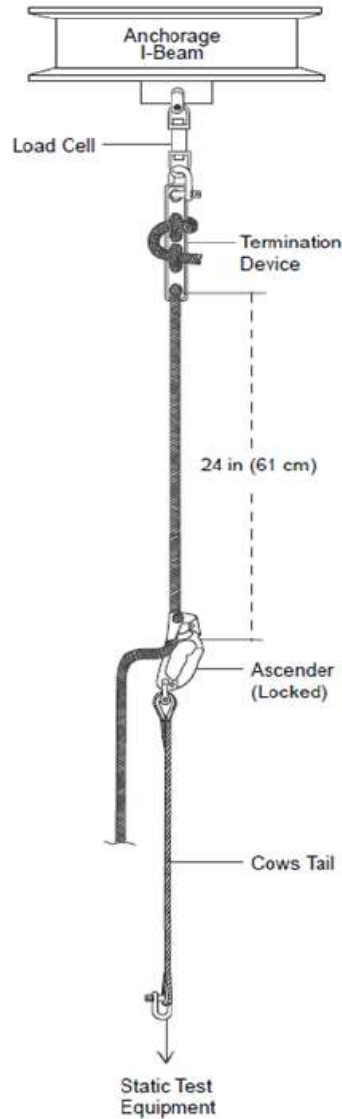


Figure 2A – Static Performance Test for Ascenders

[그림 V-10] 등강기 정적 성능 시험 방법

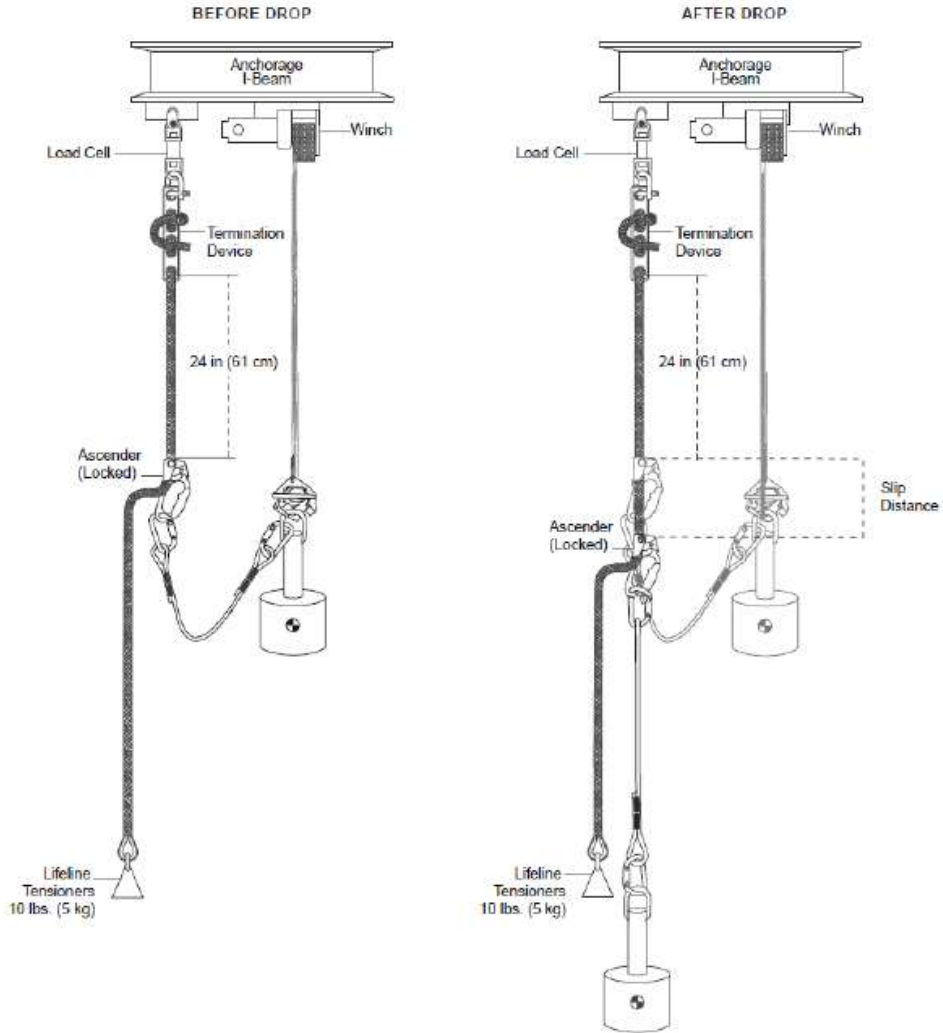


Figure 2B – Dynamic Test, Handled Ascender

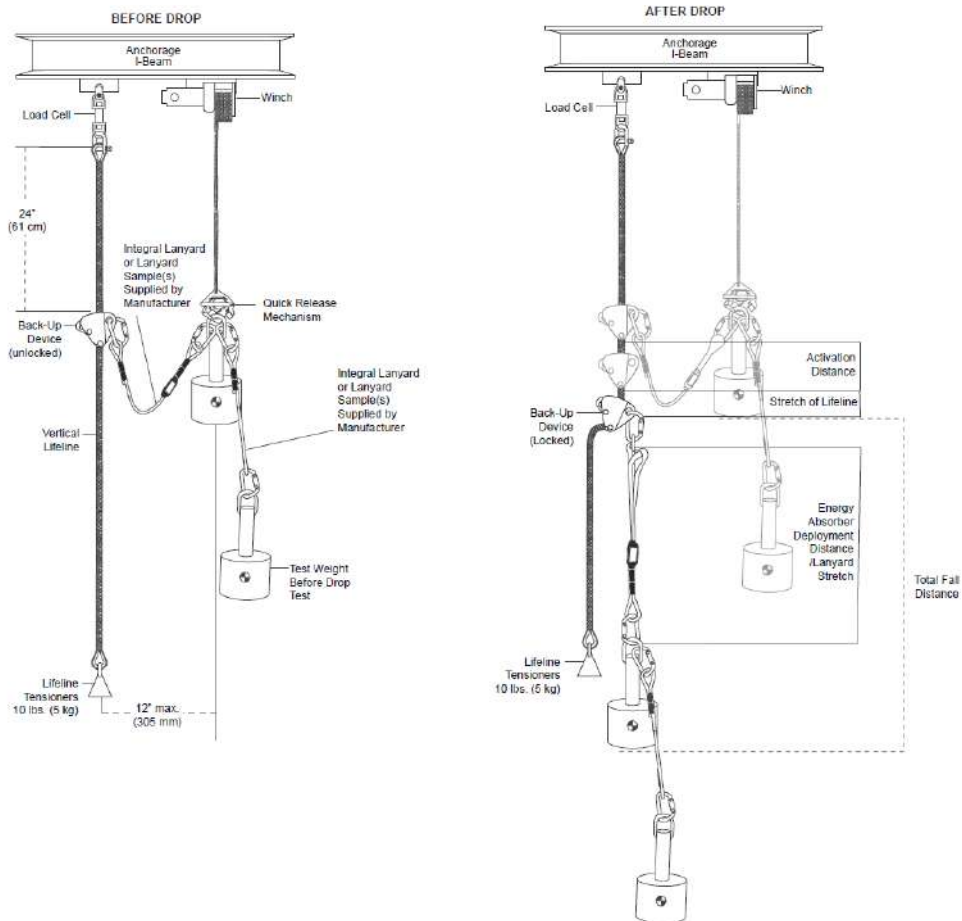
[그림 V-11] 등강기 동적 성능 시험 방법

마) 스크류 링크

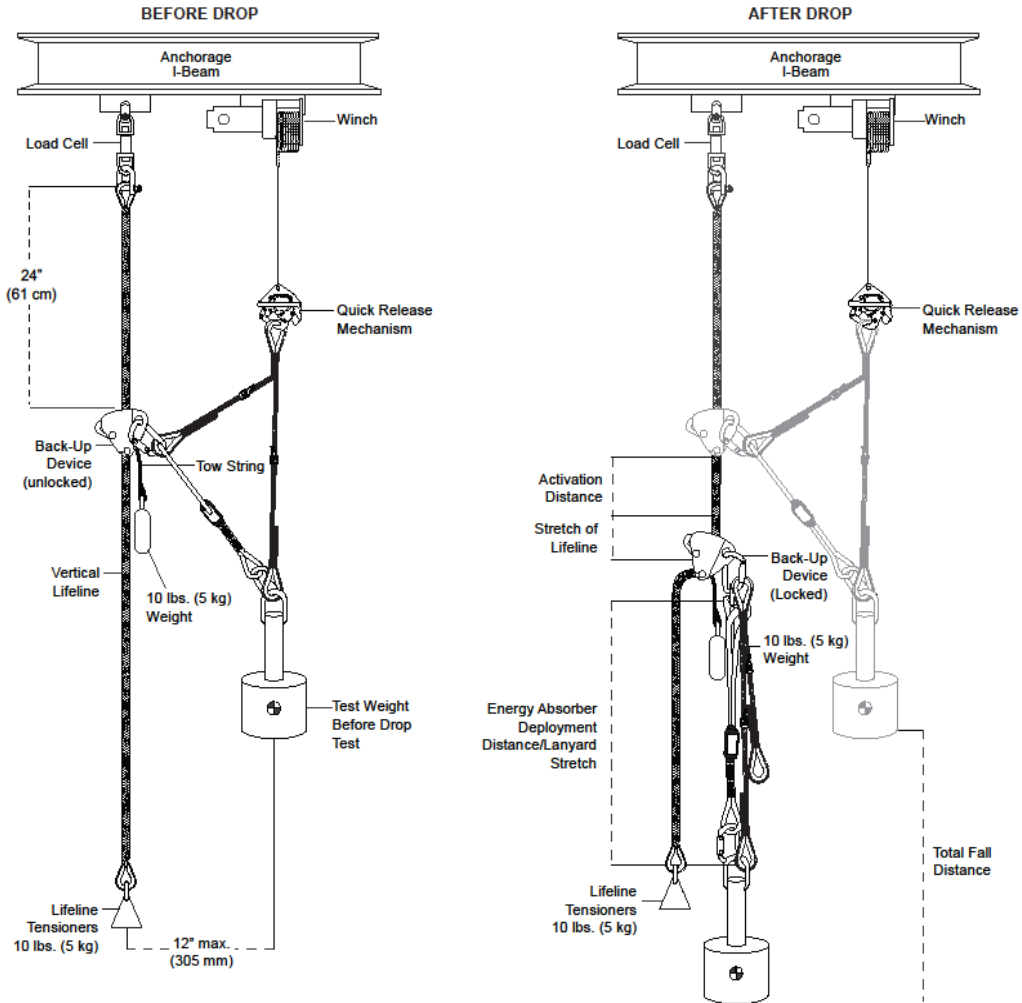
- 스크류 링크는 로프접근 시스템의 일부로 사용되며, CEN - EN 362/Q 표준에 따른 개인 추락 방지 장비의 커넥터로서 요구 사항을 충족해야 하며, 해당 기준에 따라 시험을 받아야 한다.

바) 백업 장치

- 백업 장치는 로프접근 작업에서 매우 중요한 역할을 하며, 다양한 시험을 통해 그 성능과 안정성이 평가된다. 수동 조정 기능 시험, 수동 조정 해제 시험, 동적 성능 시험, 구조 하중 시험, 그리고 크립 시험을 통해 백업 장치의 기능이 적절히 작동하는지 확인한다. 각 시험에서는 생명줄, 백업 장치, 연결 서브시스템이 제조업체의 지침에 따라 조립되고, 일정한 하중과 낙하 테스트를 통해 성능이 평가된다. 이 시험들은 백업 장치가 의도된 대로 잠금 및 체포 기능을 발휘하는지 확인하기 위함이다.



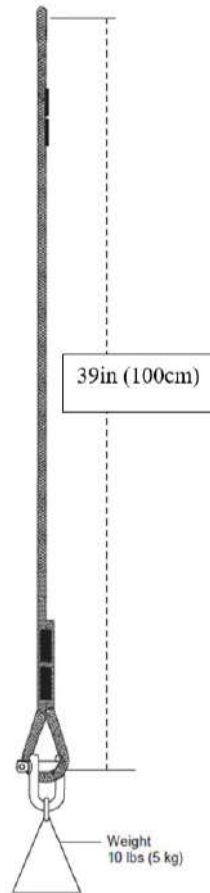
[그림 V-12] 수동 조정 해제 시험 방법



[그림 V-13] 동적 성능 시험, 구조 하중

사) 카우스테일 (로프접근 랜야드)

- 카우스테일은 길이 측정, 정적 강도, 동적 강도 시험을 통해 성능이 검증된다. 길이 측정 시험에서는 하중을 가해 길이를 확인하고, 정적 강도 시험에서는 5,000파운드(22.2kN)의 힘을 견디는지 평가한다. 동적 강도 시험에서는 310파운드(140kg)의 중량을 떨어뜨려 카우스 테일이 충격을 흡수하고 안전하게 작동하는지 확인한다.



[그림 V-14] 카우스테일(Cow's Tail) 검사 또는 랜야드 검사

아) 로프접근 하네스

- 로프접근 하네스는 ANSI/ASSP Z359.11에 따라 시험 되어야 한다.

자) 하드웨어

- 모든 하드웨어는 새 제품으로 조립된 상태에서 사용해야 하며, 하중 지지 구성 요소에 사용되는 버클, 조절기, D-링, O-링, 타원형 링은 ANSI/ASSP Z359.12 표준에 따라 시험되어야 한다.

차) 커넥터

- 로프접근 안전 백업 시스템에 사용되는 스냅훅과 카라비나는 ANSI/ASSP Z359.12 표준에 따라 시험되어야 한다.

카) 헬멧

- 로프접근에 사용되는 헬멧은 ANSI/ISEA Z89.1 표준에 따른 산업용 헤드 보호 장비의 요구 사항에 따라 시험되어야 한다.

(5) 마킹 및 사용자 설명서

가) 일반 마킹 요구 사항

- 마킹은 영어로 작성되어, 장비 수명 동안 읽을 수 있도록 유지되어야 하며, 필요한 경우 UL 969 표준을 준수해야 한다. 장비에는 부품 번호, 모델 명칭, 제조 연도, 제조업체 정보, 용량, 표준 번호, 경고 문구가 포함되어야 한다.

나) 특정 마킹 요구 사항

- 이 표준을 충족하는 모든 장비에는 "ANSI Z459.1" 표기가 있어야 한다. 로프, 하강기, 등강기, 스크류 링크, 백업 장치, 카우스 테일, 하네스 등 주요 장비는 각 제품의 특성(직경, 강도, 제조 연도 등)을 식별할 수 있도록 추가적인 마킹이 필요하다. 커넥터와 헬멧은 각각 ANSI Z459.1과 관련된 표준을 준수하는지 식별할 수 있도록 마킹되어야 한다.

다) 설명서(Instructions)

- 이 표준을 충족하는 장비는 제품 설명서에 최소한 다음 사항을 포함해야 한다: 특정 제품 정보, 사용 전 점검, 기능 및 사용 방법, 유지 관리 및 보관 방법, 경고, 제한 사항 및 호환성, 검사 기준, 수명 및 폐기 기준, 인증 정보, 재질 구성, 그리고 하네스의 경우 장비 고리의 강도.

## (6) 장비의 검사, 유지 관리 및 보관

## 가) 제조업체 지침준수

- 로프접근기술자는 장비의 검사, 유지 관리, 보관에 관한 모든 제조업체의 지침을 반드시 준수해야 한다. 조직은 이러한 지침을 보유하고, 모든 로프접근기술자가 쉽게 접근할 수 있도록 해야 한다.

## 나) 검사

- 장비는 매 사용 전 그리고 1년에 한 번 이상 유능한 로프접근기술자에 의해 검사되어야 한다. 고용주는 제조업체 지침을 준수하거나 이를 초과하는 검사 기준을 설정해야 하며, 장비 검사 문서는 조직이 보관해야 한다. 장비가 결함, 손상, 유지 관리 부족 등의 문제를 보이면 수리 또는 폐기해야 하며, 장비가 추락을 방지한 경우 즉시 사용에서 제거하고 제조업체 지침에 따라 처리해야 한다.

## 다) 유지 관리 및 보관

- 장비의 유지 관리 및 보관은 제조업체의 지침에 따라 이루어져야 하며, 사용 조건에서 발생할 수 있는 문제는 제조업체와 협의하여 해결해야 한다. 유지 관리가 필요한 장비는 완료될 때까지 사용되지 않아야 하며, 장비는 열, 빛, 습기, 기름, 화학물질 등 손상을 일으킬 수 있는 환경적 요소로부터 보호된 상태로 보관해야 한다.

## (7) 리깅 및 교육

## 가) 전제조건

- 로프접근 기술자는 다음 요구 사항을 충족해야 한다: ANSI/ASSP Z359.2에서 명시된 추락 방지 권한 인원의 요구 사항을 충족하고, 적절한 개인 보호

장비(PPE)를 사용할 수 있는 능력을 입증해야 한다. 또한, 헬멧, 하네스 및 기타 장비의 사이징, 착용, 조정, 점검 능력을 보여야 한다.

#### 나) 지식요구사항 - 단순 시스템

- 단순 로프접근 시스템을 사용하는 기술자는 ISO 22846-2에 따른 교육과 자격을 갖추고, 안전한 작업 수행을 위한 다양한 기술과 지식을 입증해야 한다. 여기에는 카라비너, 하강기, 등강기, 로프, 하네스 등의 구성 요소를 안전하게 사용하는 능력과, 장비 검사, 호환성 평가, 앵커 지점 확인, 하강 및 상승 시스템 사용 능력이 포함된다. 또한, 위험을 인식하고 완화하며, 자가 구조 및 사고 대처 능력, 의사소통 방법을 이해하고 이를 적용할 수 있어야 한다.

#### 다) 지식요구사항 - 복잡한 시스템

- 복잡한 로프접근 시스템을 사용하는 기술자는 단순 시스템의 모든 기술과 더불어 복잡한 시스템에 관련된 추가적인 기술을 입증하고 자격을 갖추어야 한다. 복잡한 시스템에서 기술자가 갖추어야 할 능력에는 부하 공유 앵커(Y-앵커) 사용, 디비에이션 리깅 및 통과, 짧고 긴 리빌레이 통과, 에이드 클라이밍, 기계적 이점 시스템 사용, 복잡한 구조 환경에서의 사전 계획 수립 등이 포함된다.

ANSI Z459.1은 로프접근 국제 표준인 ISO 22849의 교육 요구 사항과 로프접근 작업 시 작업 난이도에 따른 구분방법을 준용하여 작성 되어있다. ISO 22849와 IRATA ICOP 표준과 상이한 부분은 로프접근 장비 사용시 검사 기준에 관한 내용을 포함하고 있는 점이다.

## 5. 소결

로프접근기술은 전 세계적으로 다양한 산업에서 널리 활용되고 있으며, 이에 따라 각국은 해당 기술의 안전성을 확보하기 위한 법적 기준과 표준을 마련해왔다. 본 연구에서는 로프접근기술과 관련된 국외 법령 및 해외 표준을 분석하고, 이를 통해 도출된 공통점과 차이점을 바탕으로 국내 적용 방안을 모색하였다.

국외 법령을 분석한 결과, 교육, 추락 방지 시스템, 이중 안전 시스템, 장비, 인원, 구조 및 사고 예방, 기록과 같은 항목에 대한 명확한 기준이 마련되어 있었다. 이는 고위험 작업인 로프접근 작업에서 안전을 보장하기 위한 필수적인 요소들로, 국가별로 다소 차이는 있지만, 대부분 법령에서 유사한 기준을 설정하고 있었다.

각국의 법령은 교육을 매우 중요시하고 있다. 작업자는 로프접근기술을 수행하기 전에 체계적인 교육을 이수해야 하며, 교육 과정에서는 작업 기술뿐만 아니라 장비 사용법, 구조 절차, 응급 대처 능력 등 다양한 내용을 다루고 있다. 추락 방지 시스템에 대한 규정은 거의 모든 국가에서 철저히 적용되고 있으며, 이중 로프 시스템(작업 라인과 안전 라인)을 기본으로 사용하도록 규정하고 있다. 장비 관리 역시 매우 중요한 항목으로 다뤄지고 있으며, 장비의 성능 및 관리, 인증 여부에 대한 정기적인 검사가 필수적이다. 인원 구성 및 구조 절차에 관한 규정도 대부분의 국가에서 명시하고 있으며, 비상 상황에서의 신속한 구조를 위해 훈련된 인력과 장비가 반드시 현장에 있어야 한다.

국외 법령의 특징을 살펴보면, 각 항목의 중요성을 기반으로 세부적인 기준을 다루는 방식에 차이가 존재한다. 일부 국가는 교육과 장비 관리에 대한 규정을 더 구체적으로 명시한 반면, 다른 국가는 구조 절차와 사고 예방에 대한 규정을 더 중점적으로 다루고 있다. 이는 각국의 산업 환경 및 로프접근기술의 적용 범위에 따라 규정의 경중이 다르게 설정된 결과이다.

국의 법령 외에도, 해외 표준을 분석한 결과, 3가지 주요 표준에서 다루고 있는 안전 요구 사항은 전반적으로 유사하였다. 각 표준은 로프접근기술의 안전성을 확보하기 위해 작업자가 숙지해야 할 기술적 요건, 장비 관리, 구조 시스템 등을 명시하고 있다. 일부 표준에서는 국가별로 차이가 있지만, 이러한 차이는 경중의 차이일 뿐, 전체적인 안전 요구 사항은 유사한 방향성을 유지하고 있다.

국의 법령과 마찬가지로 해외 표준에서도 이중 안전 시스템, 추락 방지 시스템, 교육 및 훈련이 핵심 요소로 다루어지며, 이를 통해 로프접근 작업의 안전성을 보장하려는 공통된 목적을 가지고 있다.

국의 법령 및 해외 표준을 분석한 결과, 각국은 로프접근기술의 위험성을 충분히 인지하고 있으며, 이를 기반으로 체계적인 안전기준을 마련하고 있다. 반면, 국내에서는 여전히 로프접근기술에 대한 명확한 법적 기준이 부재한 상태이다. 이는 국내 산업 현장에서 로프접근기술을 사용하는 과정에서 발생할 수 있는 사고의 위험을 높이고, 작업자의 안전을 보장하기 어려운 환경을 초래한다.

국의 법령 및 표준에서 확인된 로프접근기술의 교육, 장비, 관리 체계 관련 기준들은 국내에서도 반드시 적용되어야 한다. 특히, 본 연구의 4장에서 파악된 위험요소인 교육의 부족, 장비의 불완전한 관리, 부적절한 관리 체계 등은 국외 법령 및 표준에서 구체적인 기준으로 명시된 항목들이다. 이러한 항목들이 국내 실정에 맞는 법적 기준으로 도입된다면, 로프접근기술의 안전성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다.

로프접근기술과 관련된 국내 법적 기준을 마련할 때는, 국외 사례를 참고하되, 국내의 산업 환경 및 실정에 맞는 방안을 강구하는 것이 중요하다. 국내에서는 다양한 산업에서 로프접근기술이 확산되고 있으며, 작업 환경이 매우 복잡하고 위험할 수 있는 현상이 많다. 따라서 로프접근기술에 대한 명확하고 구체적인 기준이 필요하다.

우선, 교육 측면에서는 로프접근기술을 수행하는 모든 작업자가 체계적인 교육을 이수하도록 해야 하며, 이 교육 과정에서는 이론적 지식뿐만 아니라 실습을 통한 장비 사용법을 철저히 다뤄야 한다. 또한, 교육 후 자격 인증 제도를 마련하여, 인증받지 않은 작업자가 현장에 투입되는 것을 방지해야 한다.

장비 관리 역시 매우 중요한 요소이다. 국외 표준에서 제시한 것처럼, 모든 장비는 정기적인 검사와 인증 절차를 거쳐야 하며, 특히 추락 방지 장비와 이중 로프 시스템의 안전성에 대한 엄격한 기준이 필요하다. 국내에서도 인증받은 장비만을 사용하도록 규정하고, 장비의 유효 기간을 설정하여 정기적인 교체와 점검을 의무화해야 한다.

관리 체계는 현장에서 작업자와 관리자 간의 명확한 역할 분담과 소통을 강화하는 방향으로 설정되어야 한다. 특히, 비상 상황에서의 구조 및 사고 예방 절차가 반드시 마련되는 체계를 구축해야 한다.

로프접근기술의 안전기준을 마련할 때는, 정부 지원 제도와 취업 제한 규칙, 장비 성능 인증 기준 등과 같은 관련 제도도 함께 고려해야 한다.

국외 법령 및 해외 표준에서 확인된 로프접근기술의 안전기준은, 국내에도 충분히 적용될 수 있는 기준들이다. 국내 실정에 맞는 법적 안전기준을 마련함으로써, 작업 현장에서 로프접근기술의 안전성을 보장할 수 있으며, 기술자와 사용자가 더욱 안전한 환경에서 작업을 수행할 수 있을 것이다. 교육, 장비, 관리 체계와 관련된 구체적인 기준을 마련하고, 이를 보완할 수 있는 관련 제도를 도입함으로써, 국내에서도 로프접근 기술의 안전성을 강화하고, 작업자의 생명과 안전을 보호할 수 있는 체계를 구축해야 할 것이다.



## VI. 로프접근기술 안전기준 도입 방안





## VI. 로프접근기술 안전기준 도입 방안

### 1. 현행 안전보건규칙의 적용성 검토

우리나라의 현행 산업안전보건기준에 관한 규칙(“안전보건규칙”) 제63조에서는 작업의자형 달비계에 대한 안전기준은 제시하고 있으나, 로프접근기술에 대한 안전기준은 제시하지 않고 있다. 앞서 살펴본 바와 같이, 로프접근기술은 작업자 지지(Support) 및 작업 위치로의 접근(Access)에 로프를 사용한다는 점에서, 작업의자형 달비계와 유사성이 높다. 이러한 유사성을 고려하여, 로프접근기술에 대한 안전기준을 새롭게 도입하는 대신 작업의자형 달비계에 대한 안전기준을 로프접근기술에 대한 안전기준으로 적용 가능한지를 우선 검토해 볼 필요가 있다.

〈표 VI-1〉에는 작업의자형 달비계에 대한 안전기준인 “안전보건규칙” 제63조 제2항 각 호의 내용에 대한 적용성 검토 결과를 정리하였다. 표에서 알 수 있듯이, 작업의자형 달비계에 대한 안전기준은 일부 보완 적용 가능한 사항도 있으나, 대부분의 사항은 로프접근기술에 대한 안전기준으로 적용하기 어려운 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 현행 안전보건규칙에 제시된 작업의자형 달비계에 대한 안전기준과는 별도로, 로프접근기술에 대한 안전기준을 새롭게 규정할 필요가 있음을 입증한다.

참고적으로 작업의자형 달비계는 해외에서는 Boatswain’s Chair, Bosun Chair, Rope Descent System 등으로 표현되며, Scaffold(비계)와 같이 고소작업에 사용하는 Work Equipment의 범주에는 포함되나 Scaffold의 범주에는 포함하지 않는다. 즉, 작업의자형 달비계는 Suspended Scaffold의 범위에 포함되지 않으며, 이에 따라 Scaffold를 설치하기 어려운 고소 작업에 대해 Scaffold 대신 적용할 수 있는 Work Equipment로 다룬다는 점을

유의할 필요가 있다. 마찬가지로 로프접근기술에 사용되는 로프접근시스템(Rope Access System)도 Scaffold를 사용하기 어려운 고소 작업에 적용할 수 있는 Work Equipment에 해당하며 Scaffold의 범위에는 포함되지 않는다. 일례로, 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 “제1편 제7장(비계)”에서 작업의자형 달비계를 다루고 있으나, 일본의 경우 노동안전위생규칙 “제2편 제10장 제3절(비계)”에서 이를 다루지 않고 “제2편 제9장 제3절(로프고소작업의 위험 방지)”에서 이를 다루고 있다.



[그림 VI-1] 개인 추락방호용 Harness(좌)와 로프접근용 Harness(우)

〈표 VI-1〉 작업의자형 달비계 규정의 로프접근기술 적용성 검토

작업의자형 달비계 규정 (안전보건규칙 제63조 ②항)	적용 가능 여부	비고
1. 달비계의 작업대는 나무 등 근로자의 하중을 견딜 수 있는 강도의 재료를 사용하여 견고한 구조로 제작할 것	X (적용불가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프접근기술은 작업대를 사용하지 않음</li> </ul>
2. 작업대의 4개 모서리에 로프를 매달아 작업대가 뒤집히거나 떨어지지 않도록 연결할 것	X (적용불가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프접근기술은 작업대를 사용하지 않음</li> </ul>
<p>3. 작업용 섬유로프는 콘크리트에 매립된 고리, 건축물의 콘크리트 또는 철재 구조물 등 2개 이상의 견고한 고정점에 풀리지 않도록 결속(結束)할 것</p> <p>4. 작업용 섬유로프와 구명줄은 다른 고정점에 결속되도록 할 것</p> <p>5. 작업하는 근로자의 하중을 견딜 수 있을 정도의 강도를 가진 작업용 섬유로프, 구명줄 및 고정점을 사용할 것</p>	X (적용불가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프접근기술에 사용하는 작업용 로프는 달비계에 사용하는 섬유로프와 재질 및 요구 성능이 다름 (로프접근 기술 전용 로프 필요).</li> <li>로프접근기술의 작업용로프의 고정점 결속 방식은 작업의자형 달비계와 차이가 있음.</li> <li>수직 하강만 가능한 작업의자형 달비계와는 달리 로프접근기술은 수직 승/하강 이동 뿐만 아니라 수평 이동도 가능하기 때문에 이동 작업 방법에 따라 고정점/로프/구명줄 설치 방법이 차이가 있음.</li> </ul>
6. 근로자가 작업용 섬유로프에 작업대를 연결하여 하강하는 방법으로 작업을 하는 경우 근로자의 조종 없이는 작업대가 하강하지 않도록 할 것	X (적용불가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로프접근기술은 작업대를 사용하지 않음</li> <li>수직 하강만 가능한 작업의자형 달비계와는 달리 로프접근기술은 수직 승/하강 이동 뿐만 아니라 수평 이동도 가능하기 때문에 이동 작업 방법에 따른 조작(조종) 금지 규정이 필요</li> </ul>

작업의자형 달비계 규정 (안전보건규칙 제63조 ②항)	적용 가능 여부	비고
7. 작업용 섬유로프 또는 구명줄이 결속된 고정점의 로프는 다른 사람이 풀지 못하게 하고 작업 중임을 알리는 경고표지를 부착할 것	○ (적용가능)	-
8. 작업용 섬유로프와 구명줄이 건물이나 구조물의 끝부분, 날카로운 물체 등에 의하여 절단되거나 마모(磨耗)될 우려가 있는 경우에는 로프에 이를 방지할 수 있는 보호 덮개를 씌우는 등의 조치를 할 것	○ (적용가능)	-
9. 달비계에 다음 각 목의 작업용 섬유로프 또는 안전대의 섬유벨트를 사용하지 않을 것 가. 꼬임이 끊어진 것 나. 심하게 손상되거나 부식된 것 다. 2개 이상의 작업용 섬유로프 또는 섬유벨트를 연결한 것 라. 작업높이보다 길이가 짧은 것	△ (적용 가능하나 로프접근에 맞는 추가 보완 필요)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근기술도 불량 로프의 사용금지 필요</li> <li>• 로프접근기술은 작업용 로프와 로프접근 전용 Harness(안전대) 간의 연결 장치 / 로프 제어 장치 등 여러 부속 장치의 불량에 대해서도 사용금지 조건이 필요</li> </ul>
10. 근로자의 추락 위험을 방지하기 위하여 다음 각 목의 조치를 할 것 가. 달비계에 구명줄을 설치할 것 나. 근로자에게 안전대를 착용하도록 하고 근로자가 착용한 안전줄을 달비계의 구명줄에 체결(締結)하도록 할 것	△ (적용 가능하나 로프접근에 맞는 추가 보완 필요)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근기술도 Fall Arrest를 위한 구명줄 설치 필요</li> <li>• 로프접근기술에 사용하는 안전대(Body Harness)는 일반적인 Personal Fall Arrest System에 사용하는 안전대와 형식과 기능이 다른 전용 안전대를 사용하므로 (그림 VI-1 참조), 로프접근 전용 Harness에 맞는 구명줄 체결 방식의 적용이 필요.</li> </ul>

## 2. 로프접근기술에 필요한 안전기준 도입 방안

작업의자형 달비계 규정을 로프접근기술에 적용하기 어려운 가장 큰 이유는, 앞서 2장에서 살펴본 바와 같이 로프접근기술에 사용하는 장비와 부속품이 작업의자형 달비계와는 다르다는 점에 기인하는 바가 크다(예를 들어, 사용하는 로프조차도 재질과 요구 성능이 작업의자형 달비계와 다르다). 그러나, 작업의자형 달비계와 로프접근기술 간의 이러한 장비와 부속품의 차이점만을 보완하는 안전기준만으로는 로프접근기술의 안전성 확보 및 산재 예방에 충분하지가 않은데, 이는 장비와 부속품의 차이가 장비의 사용 방법 및 고소 작업 방법 등 여러 측면에서의 차이를 낳기 때문이다. 일례로, 작업의자형 달비계는, 메인로프를 작업의자에(※안전보건규칙 제63조의 작업대를 의미한다. 작업의자형 달비계의 작업대는 Plank type의 안장이 주로 사용되나, 반드시 이러한 type일 필요는 없다) 연결/결속하는 반면에, 로프접근기술은 메인로프를 Body Wear인 Harness와 연결/결속하는데, 이러한 차이점은 작업 위치 확보를 Platform(작업대) Control을 통해 확보하는(작업의자형 달비계의 경우) 방법과 Body Control을 통해 확보하는(로프접근기술의 경우) 방법의 차이를 낳는다. 특히, 작업자의 안정한 작업 자세가 Platform Stability에 매개되는 작업의자형 달비계와는 달리, 외적인 매개물 없이 작업자의 Body Stability에만 의존한다는 점에서 작업 안정성 확보에 로프접근기술이 유리한 측면이 있다. 그러나 이는 동시에, 작업자 스스로가 적절한 Body Control을 통해 자신의 Body Stability를 확보하지 못한다면, 매우 위험한 결과를 야기할 수도 있다는 점을 시사한다. 앞서 4장에서 살펴본 해외 법규정에서는 대부분 로프 접근기술에 대한 교육/훈련을 법적 의무로 규정하고 있는데, 이는 작업자 스스로의 Body Control 능력의 함양 등 개인의 기술적 역량이 로프접근기술의 안전성 확보에 매우 결정적인 요소의 하나이기 때문이다. 따라서, 앞서 설명한 바와 같이 작업의자형 달비계와 로프접근기술 간의 장비/부속품의 차이점만을

보완하는 안전기준만으로는 로프접근기술의 안전성 확보 및 산재 예방에 충분하지가 않으며, 로프접근기술의 여러 위험요소를 모두 고려한 안전기준을 규정할 필요가 있다.

앞서 4장에서 분석한 바와 같이, 로프접근기술의 주요 위험요소는 크게 교육/훈련 측면, 장비 측면, 설치/사용 측면으로 나타났으며, 따라서 로프접근기술의 안전성 확보와 산재 예방을 위해 필요한 안전기준의 도입은 이러한 각 측면별 위험요소를 체계적으로 보완할 수 있는 내용으로 마련될 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 로프접근기술의 주요 위험요소에 대한 분석 결과(4장)와 해외 법령 및 표준에 대한 분석 결과(5장)를 토대로, 로프접근기술에 필요한 안전기준을 “장비 측면”, “설치/사용 측면”, “교육/훈련 측면” 각각에 대해 도출하였으며 이를 <표 VI-2>에 정리하였다. 한편, <표 VI-2>에 제안된 안전기준을 관련 산안 법령에서 세부적으로 규정하기 위해서는, 여러 측면에서 세심히 검토해야 할 사항이 있다. 예를 들어, 장비/부속품 안전인증을 규정하고자 할 경우, 안전인증 대상에 로프접근용 장비/부속품을 포함하도록 규정하기만 하면 되는 문제가 아니다. 즉, 로프접근용 장비/부속품 중에서 안전인증이 반드시 필요한 장비/부속품이 무엇인지를 먼저 밝힐 필요가 있으며, 또한 인증이 필요한 장비/부속품을 밝힌다고 하더라도 이에 대한 인증 시험을 국내에서 수행할 수 있는 기반이나 여건이 갖추어져 있지 않은 경우에는, 산안법 상 안전인증 대상에 이를 포함하더라도 규정의 실효성이 확보되지 않는다. 따라서, <표 IV-2>에 제안한 안전기준에 대한 실효성과 규범력을 확보하기 위해서는, 면밀한 검토를 토대로 각 세부 규정을 마련할 필요가 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 제안된 안전기준에 대한 세부 규정 마련 시 고려해야 할 사항이 무엇인지를 <표 IV-2>에 함께 제시하였다.

〈표 VI-2〉 로프접근기술 안전기준 도입 방안

로프접근기술 산재예방에 필요한 안전기준		제안된 안전기준의 관련 산안법령	산안법령 세부 규정 마련 시 고려사항
장비 안전성 확보를 위한 기준	장비/부품 성능 및 인증 기준	산업안전보건법 시행령 제74조(안전인증대상기계등) 또는 제77조(자율안전확인대상기계등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비/부속품의 국내 제조/유통 현황에 대한 검토</li> <li>• 안전인증 등 인증품의 사용이 필요한 장비/부속품의 종류에 대한 검토</li> <li>• 장비/부속품의 성능(또는 인증) 기준에 대한 국내 기준/규격(KS 등)의 적용 가능성 및 적절성에 대한 검토</li> <li>• 장비/부속품 인증에 대한 해외 규격의 적용 가능성 및 적절성에 대한 검토 등</li> </ul>
	불량 장비/부품 사용 금지 기준	산업안전보건기준에 관한 규칙 (신규 조항 도입)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용금지 규정이 필요한 장비/부품에 대한 검토</li> <li>• 규정 반영이 필요한 장비/부품별 불량 조건 사항에 대한 검토 등</li> </ul>
작업 (설치/사용) 안전성 확보를 위한 기준	사전조사 및 작업계획	산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조(사전 조사 및 작업 계획서의 작성 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요한 사전 조사 사항에 대한 검토</li> <li>• 필요한 작업 계획서 작성 사항에 대한 검토 등</li> </ul>
	작업지휘 및 감독	산업안전보건기준에 관한 규칙 제39조(작업 지휘자의 지정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 지휘자의 지휘/감독 사항에 대한 검토 등</li> </ul>
	설치 및 사용 안전기준	산업안전보건기준에 관한 규칙 신규 조항 도입)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고정점 확보 및 설치 기준, 장비/부품 연결 기준, 로프 풀림/절단 등에 대한 보호 기준 등 사용(작업) 상의 안전성 확보를 위해 필요한 안전기준 종류 및 구체적인 내용에 대한 검토</li> <li>• 작업 전 주요 점검/확인 사항에 대한 검토 등</li> </ul>

로프접근기술 산재예방에 필요한 안전기준		제안된 안전기준의 관련 산안법령	산안법령 세부 규정 마련 시 고려사항
작업 (설치/사용) 안전성 확보를 위한 기준	추락 위험 방지 기준	산업안전보건기준에 관한 규칙 신규 조항 도입)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로프접근 전용 안전대 착용 기준, 구명줄 설치 기준, 로프접근 전용 안전대와 구명줄의 연결 기준 등 추락 위험 방지를 위해 필요한 안전기준 종류 및 구체적 내용에 대한 검토 등</li> </ul>
교육/훈련 기준		“산업안전보건법 제140조(자격 등에 의한 취업 제한 등)에 따른 유해위험작업 취업제한에 관한 규칙 제7조(교육 내용 및 기간 등)” 또는 “산업안전보건법 시행규칙 제26조 (교육시간 및 교육내용 등)”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내/외 자격 기준의 현황 및 해외 자격 기준의 적용 타당성에 대한 검토</li> <li>• 국내 로프접근 교육/훈련 기관의 현황에 대한 검토</li> <li>• 교육/훈련 내용 및 기간 등 수료 기준에 대한 검토</li> <li>• 교육/훈련 기관 등록(지정) 기준에 대한 검토</li> <li>• 교육/훈련 실시 자격 기준에 대한 검토 등</li> </ul>

### 3. 로프접근기술의 해외 입법 사례 및 시사점

#### 1) 일본 입법 사례의 시사점

일본에서는 로프접근기술에 대한 안전기준을 지난 2015년에 노동안전위생 법령(노동안전위생규칙)에 입법하였다. <표 VI-3>에 나타나 있는 바와 같이, 작업발판의 설치가 곤란한 곳에서 로프 고소 작업이 많이 사용되고 있으며, 로프 고소 작업은 사망 재해 등 심각한 재해가 발생할 위험이 매우 높아 이에 대한 안전성 확보를 위해 규정을 마련하였음을 개정 취지로 제시하고 있으며, 특히 주목할 점은 로프 고소 작업에 종사하는 노동자에 대한 특별교육을 규정에 포함하고 있다고 설명하고 있다는 점이다. 한편, <표 VI-4>에는 노동안전위생 규칙에 제시된 로프 고소 작업에 대한 규정 사항을 나타낸다. 특별교육이 필요한 업무에 대한 규정인 제36조에 로프 고소 작업을 제시하고 있으며, 로프 고소 작업에 대한 안전기준은 “제2편 제9장(추락, 비래 붕괴 등에 의한 위험 방지) 제3절”에서 제시하고 있다. 일본 노동안전위생규칙의 특별교육은, 우리나라 산업안전보건법령에서 제시하고 있는 특별안전보건교육에 해당하나 그 내용에 있어서는 우리나라의 특별안전보건교육과 차이가 있다. 즉, 우리나라의 특별안전보건교육은 “이론(교과)교육”만을 규정하고 있으나, 일본의 특별교육은 “이론(교과)교육”과 “실기(실습)교육”을 모두 이수하도록 규정하고 있다. 즉, 교육의 내용적인 측면을 보면, 일본의 특별교육은 사실상 우리나라 산업안전보건법 제140조(자격 등에 의한 취업제한 등)의 규정에 따른 유해위험작업 취업제한에 관한 규칙 제7조에서 제시하고 있는 교육내용(이론+실기교육)과 동일하다.(우리나라 유해위험작업 취업제한에 관한 규칙 별표 6 참고). 앞서 설명한 바와 같이, 로프접근기술은 Body Control과 같은 개인의 역량이 안전성 확보에 있어 매우 중요하며, 이를 확보하기 위해서는 이론교육 뿐만 아니라 실기교육을 통한 훈련이 필요하다. 즉, 일본의 경우 로프접근기술의

이러한 특성을 반영하여 작업자에 대한 실기교육을 의무화한 것으로 이해할 수 있다. 따라서, 우리나라 산업안전보건법령에 로프접근기술의 교육/훈련에 대한 규정의 마련 시에는, 실기를 통한 훈련을 의무화할 수 있도록 “특별안전보건교육”보다는 “산업안전보건법 제140조에 따른 유해위험작업 취업제한에 관한 규칙”에 로프접근기술을 규정하는 것이 합리적일 것으로 사료된다.

한편, <표 VI-5>에는 노동안전위생규칙에 제시된 로프 고소 작업에 대한 규정이 적용되는 로프 고소 작업의 범위를 나타낸다. 일본의 로프 고소 작업은 비계(足場)를 설치하기 어려운 고소 작업 시에 적용하는 일명 “무비계공법”에 해당하며, 무비계공법에는 “로프접근기술” 뿐만 아니라 우리나라의 작업의자형 달비계에 해당하는 “그네안장 공법(ブランコ台 工法)”이 포함된다. 즉, 일본의 로프 고소 작업에 대한 노동안전위생규칙의 규정은 그네안장공법(작업의자형 달비계)에 대해서도 적용이 된다. 우리나라에서도 “작업의자형 달비계”에 대한 사고사망재해가 매우 높은 실정이나, 우리나라 산업안전보건법령에서는 “작업의자형 달비계”를 사용하는 작업에 대해서는 자격 조건이나 교육 이수(수료) 조건을 규정하지 않고 있다. 또한, 앞서 III장에서 살펴보았듯이, 작업의자형 달비계 사용자가 특별한 교육/훈련을 받지 않고 로프접근기술을 사용하고 있는 경우도 많은 것으로 추정되고 있다. 작업의자형 달비계의 이러한 위험한 현실을 고려하면, 로프접근기술에 대한 규정 도입시 작업의자형 달비계에 대한 안전기준의 개선도 함께 고려할 필요가 있는 것으로 사료된다. 그러나, 일본과 같이 로프접근기술과 작업의자형 달비계를 통합하여 로프고소 작업 안전기준으로 규정을 마련하는 것은, 앞서 설명한 바와 같이 로프접근과 작업의자형 달비계가 장비/부속품 뿐만 아니라 작업 방법에서도 근본적인 차이점이 있다는 점(※물론 공통 적용할 수 있는 요소도 있다. 예를 들어, 메인로프의 절단/폴립 위험에 대한 보호 조치나 메인로프 이외의 추락방호를 위한 구명줄의 설치 및 개인안전대의 착용 등)을 고려할 때 합리적이지 않으므로 보다 면밀한 검토를 통해 규정을 개선할 필요가 있다고 사료된다.

### 〈표 VI-3〉 로프고소작업 규정의 노동안전위생규칙 시행 취지

로프고소작업における危険の防止を図るための労働安全衛生規則の一部を改正する省令等の施行

基発0805第1号

平成27年8月5日

厚生労働省労働基準局長

#### 改正の趣旨

高さ2メートル以上の箇所で作業を行う場合には、墜落による労働者の危険を防止する措置として、作業床を設けることを義務付けている。一方、作業床の設置が困難なところではロープで労働者の身体を保持して行うロープ高所作業を用いざるを得ない場合もあり、これまで安全帯の使用等労働安全衛生関係法令等に基づく指導を行ってきたところである。しかしながら、ロープ高所作業にあっては、身体を保持するロープが外れる(ほどける)、安全帯を外す(接続せず)、ロープが切れる等によって、あるいは高所においてロープ高所作業のための準備作業中や移動中に墜落し死亡する災害が、特にビルの外装清掃やのり面保護工事において後を絶たない状況にある。このように、ロープ高所作業は、死亡災害等の重篤な災害につながりやすい非常にリスクの高い作業であることから、専門家による検討会(ブランコ作業における安全対策検討会)の提言を踏まえ、今般、労働安全衛生規則(以下「安衛則」という。)に新たにロープ高所作業における危険の防止規定を設け、安全対策の強化を図ることとされたものである。また、ロープ高所作業に従事する労働者については、特別教育の対象とするとともに、安全衛生特別教育規程の一部を改正し特別教育の内容を新たに規定したものである。

로프고소작업의 위험 방지를 위한 노동안전위생규칙의 일부를 개정하는 성령 등의 시행

후생노동성 통달0805제1호

2015년 8월 5일

후생노동성 노동기준국장

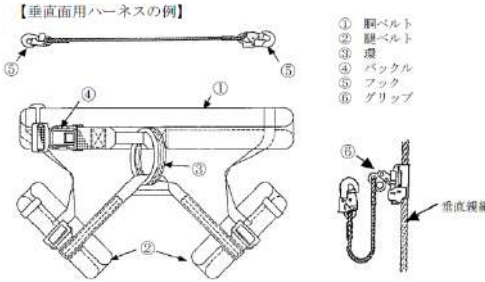
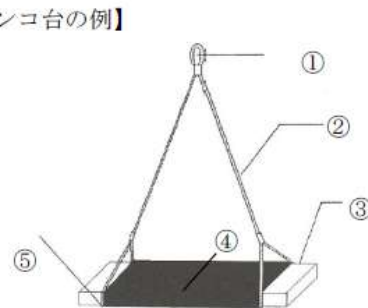
#### 개정 취지

높이 2미터 이상의 장소에서 작업을 하는 경우에는 추락에 의한 노동자의 위험을 방지하는 조치로서 작업발판을 설치하도록 의무화하고 있다. 한편, 작업발판의 설치가 곤란한 곳에서는 로프로 노동자의 신체를 유지하고 실시하는 로프고소작업을 이용하지 않을 수 없는 경우도 있어, 지금까지 안전대의 사용 등 노동 안전위생 관계 법령 등에 근거한 지도를 실시하여 왔다. 그렇지만, 로프고소작업에 있어서는, 신체를 유지하는 로프의 분리(풀림), 안전대의 분리(미체결), 로프의 끊어짐 등에 의해서, 또는 고소에서 로프고소작업을 위한 준비작업중이나 이동중에 추락해 사망하는 재해가, 특히 빌딩의 외장 청소나 법면공사에 있어서 끊이지 않는 상황에 있다. 이와 같이 로프고소작업은 사망재해 등의 심각한 재해로 이어지기 쉬운 매우 리스크가 높은 작업이므로 전문가에 의한 검토회의 제언을 토대로 금번 노동안전위생규칙에 새롭게 로프고소작업에서의 위험방지규정을 마련하여 안전대책 강화를 도모코자 하였다. 또, 로프고소작업에 종사하는 노동자에 대해서는 특별교육의 대상으로 하는 동시에, 안전위생 특별교육 규정의 일부를 개정해 특별교육의 내용을 새롭게 규정하였다.

〈표 VI-4〉 로프고소작업에 대한 노동안전위생규칙 규정 내용

<p><b>労働安全衛生規則 (노동안전위생규칙)</b></p> <p>第一編 通則 (제1편 총칙)</p> <p>第四章 安全衛生教育 (제4장 안전위생교육)</p> <p>第三十六条 (特別教育を必要とする業務) 法第五十九条第三項の厚生労働省令で定める危険又は有害な業務は、次のとおりとする。</p> <p>四十. 高さが二メートル以上の箇所であつて作業床を設けることが困難なところにおいて、昇降器具(労働者自らの操作により上昇し、又は下降するための器具であつて、作業箇所の上方にある支持物にロープを緊結してつり下げ、当該ロープに労働者の身体を保持するための器具(第五百三十九条の二及び第五百三十九条の三において「身体保持器具」という。)を取り付けたものをいう。)を用いて、労働者が当該昇降器具により身体を保持しつつ行う作業(以下「<b>ロープ高所作業</b>」という。)に係る業務</p> <p>제36조(특별교육<sup>(주)</sup>을 필요로 하는 업무) 법 제59조제3항의 후생노동성령으로 정하는 위험 또는 유해한 업무는 다음과 같다.</p> <p>40. 높이가 2미터 이상인 곳에서 작업발판을 설치하기가 곤란한 경우에 승강기구(노동자 스스로의 조작으로 상승하거나 하강하기 위한 기구로서, 작업 장소 위쪽에 있는 지지물에 로프를 잡아 매고 해당 로프에 노동자의 신체를 유지하기 위한 기구[제539조의2 및 제539조의3에서 '<b>신체유지기구</b>'라 한다.]를 부착한 것을 말한다.)을 사용하여 노동자가 해당 승강기구로 신체를 유지하면서 하는 작업(이하 '<b>로프 고소작업</b>'이라 한다.)에 관한 업무</p> <p>(주) 우리나라 산업안전보건법에서 규정하는 특별안전보건교육은 이론교육(교과교육)을 규정하고 있는 반면에, 일본 노동안전위생법에서 규정하는 특별교육은 업무에 따라 이론교육(교과교육)과 실기교육(실습교육)을 모두 이수하도록 규정하고 있음에 유의할 필요가 있으며, 로프고소작업은 이론과 실기교육을 모두 이수하도록 규정하고 있다.</p>
<p>第二編 安全基準 (제2편 안전기준)</p> <p>第九章 墜落、飛來崩壊等による危険の防止 (제9장 추락, 비래 붕괴 등에 의한 위험 방지)</p> <p><b>第三節 ロープ高所作業における危険の防止 (제3절 로프고소작업에 있어서의 위험 방지)</b></p> <p>第五百三十九条の二 (ライフラインの設置) - 제539조의2 (구명줄의 설치)</p> <p>第五百三十九条の三 (メインロープ等の強度等) - 제539조의3 (메인로프 등의 강도 등)</p> <p>第五百三十九条の四 (調査及び記録) - 제539조의4 (조사 및 기록)</p> <p>第五百三十九条の五 (作業計画) - 제539조의5 (작업계획)</p> <p>第五百三十九条の六 (作業指揮者) - 제539조의6 (작업지휘자)</p> <p>第五百三十九条の七 (要求性能墜落制止用器具の使用) - 제539조의7 (요구성능추락제지용기구 사용)</p> <p>第五百三十九条の八 (保護帽の着用) - 제539조의8 (보호모 착용)</p> <p>第五百三十九条の九 (作業開始前点検) - 제539조의9 (작업개시전 점검)</p>

〈표 VI-5〉 로프고소작업에 대한 규정이 적용되는 로프고소작업의 범위

로프고소작업 방법 구분 (無足場工法 : 무비계공법)	
ロープアクセス 工法 (垂直面ハーネス 工法, 傾斜面ハーネス 工法)	ブランコ台 工法
<p>로프액세스 공법 (수직면 Harness공법, 경사면 Harness공법) → 로프접근기술에 해당</p>	<p>그네안장 공법 → 우리나라의 작업의자형 달비계에 해당</p>
<p>신체유지기구 (수직면용 Harness의 예)</p>  <p>【垂直面用ハーネスの例】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 胸ベルト</li> <li>② 脚ベルト</li> <li>③ 環</li> <li>④ バックル</li> <li>⑤ フック</li> <li>⑥ グリップ</li> </ul> <p>垂直線綱</p>	<p>신체유지기구 (그네 안장의 예)</p>  <p>【ブランコ台の例】</p>

## 2) 캐나다 입법 사례의 시사점

앞서 일본의 사례에서 설명한 바와 같이, 로프접근과 작업의자형 달비계를 통합 규정하는 것은 이들 간의 근본적인 차이점을 고려할 때 합리적이지 않다. 영국/캐나다 등 영미의 여러 국가에서는 로프접근과 작업의자형 달비계를 엄격하게 구분하여 법규정을 제시하고 있는데, 이는 로프접근과 작업의자형 달비계의 이러한 근본적 차이점을 고려하고 있기 때문으로 사료된다.

캐나다의 경우 지난 2014년에 로프접근기술(Rope Access)에 대한 법적 안전기준을 Occupational Health and Safety(OHS) Regulation Part 34에 입법 시행하였다. <표 VI-6>은 OHS Regulation Part 34에 제시된 Rope Access에 대한 규정 사항을 나타낸다. Article 34.1에는 본 규정에 적용되는 용어의 정의를 제시하고 있는데, 여기에서 Rope Access는 Rope Access System을 이용하는 기술(technique)로 정의하고 있으며, 또한 Rope Access System은 작업의자형 달비계인 “Boatswain’s Chair(Bosun Chair)”을 포함하지 않는다는 것을 명시적으로 규정하고 있다. 한편, Article 34.3에서 34.16까지에는 로프접근기술에 대한 안전기준 규정을 제시하고 있는데, “훈련 및 자격”을 의무화하고 있을 뿐만 아니라 “작업계획의 수립 및 시행”, “기록 및 보존”, “점검 및 유지보수”와 같은 안전관리에 관한 기준도 “장비” 등과 같은 안전기술적 기준과 함께 규정하고 있음을 알 수 있다. 따라서, 작업의자형 달비계와의 통합 안전기준이 아닌 로프접근기술에 대한 단독 안전기준 규정을 우리나라 산업안전보건법령에 마련하고자 할 경우에는 캐나다의 입법 사례와 같은 내용으로 규정을 마련하는 방안을 검토해볼 필요가 있다고 사료된다.

## 〈표 VI-6〉 캐나다의 로프접근기술에 대한 법적 안전기준

OHS Regulation Part 34: Rope Access
<p>34.1 Definitions</p> <p><b>"rope access" means a technique</b> in which a rope access system is used to provide a person with access to and from a workplace, commonly including suspension at the workplace, in such a way that a fall is prevented or arrested;</p> <p><b>"rope access system" means a system consisting of</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) a sit harness or full body harness,</li> <li>(b) rope, lanyards and other connecting equipment,</li> <li>(c) anchors, and</li> <li>(d) other components such as ascenders, descenders, belay devices, backup devices and fall arresters,</li> </ul> <p>that usually employs 2 separately secured subsystems, one as a means of access and the other as a safety, secondary, belay or backup system, <b><u>but does not include a boatswain's chair<sup>(주)</sup>, also known as a bosun's chair, or a zipline;</u></b></p> <p>(주) 우리나라 산업안전보건법령에서의 작업의자형 달비계에 해당</p>
<p>34.3 Rope access plan (로프접근 작업계획)</p> <p>34.4 Training and certification (훈련 및 자격인정)</p> <p>34.5 Safe work practices (안전한 작업 실행)</p> <p>34.6 Two-rope system (이중 안전 시스템)</p> <p>34.7 Personal log (기록 및 보존)</p> <p>34.8 Rescue (응급 구조)</p> <p>34.9 Equipment (장비)</p> <p>34.10 Inspection and maintenance (점검 및 유지보수)</p> <p>34.11 Anchors and anchorages (고정점 및 고정설비)</p> <p>34.14 Safety headgear (안전모)</p> <p>34.15 Maximum arrest force, clearance (최대 추락 저지력, 추락 여유 거리)</p> <p>34.16 Removal from service (불량품의 사용금지)</p>

## 4. 소결

6장에서는 국내 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 필요성과 방향성을 제시하였다. 현재 산업안전보건법의 작업의자형 달비계 규정은 로프접근기술에 대해 충분한 적용이 어려운 점을 확인했으며, 이는 달비계와 로프접근기술 간의 구조적, 작업적 차이에서 기인한다. 따라서 로프접근기술에 맞는 별도의 안전기준을 마련해야 함을 시사한다.

해외 사례로는 일본과 캐나다의 입법을 살펴보았다. 일본은 로프접근기술의 고위험성을 인식하고, 실기 교육을 포함한 의무 교육 규정을 통해 기술자 스스로의 기술적 능력을 향상시키고, 규정된 교육 프로그램을 이수하도록 하여 기술자의 안전성을 높이고 있다. 일본은 특히 달비계와 로프접근기술을 고소 작업으로 묶어 관리하고 있다.

캐나다는 로프접근기술을 달비계와 구분하여 규정하고, 이중 로프 시스템, 작업 계획 수립, 장비 관리, 안전모 착용, 추락 저지력 기준 등을 세부적으로 규정해 로프접근기술의 안전성을 확보하고 있다. 이를 통해 캐나다의 사례는 국내 로프접근기술 안전기준 마련에 있어 참고할 수 있는 구체적인 기준과 관리체계를 제공한다.

따라서 국내에서도 로프접근기술만을 위한 독립적인 안전기준이 필요하며, 이를 통해 체계적이고 구체적인 법적 안전 기준을 마련하여 로프접근기술이 다양한 산업 현장에서 안전하게 활용될 수 있도록 해야 한다.

## VII. 결 론

.....



## Ⅶ. 결 론

본 연구는 국내 로프접근기술의 현황과 이를 적용하는 과정에서 발생하는 문제점들을 분석하고, 그에 대한 해결 방안을 모색하기 위해 로프접근기술과 관련된 다양한 자료를 검토하였다. 이를 통해 국내 로프접근기술이 확산되고 있는 상황에서 발생하는 위험요소와 법적 안전기준의 부재를 확인하였으며, 이를 해결하기 위해 필요한 체계적인 안전기준 마련의 필요성을 제안하였다. 또한, 국외 법령 및 해외 표준을 분석하여, 국내 로프접근기술에 적합한 안전 기준을 도입하는 방안을 모색하였다.

### 1. 로프접근기술의 장점 및 달비계와 비교

로프접근기술은 다양한 산업에서 고소 작업을 수행하는 데 있어 효율성과 비용 절감의 장점을 제공한다. 특히, 작업 접근성이 좋고, 설치 시간이 단축되며, 특정 작업 구역에 신속하게 접근할 수 있는 유연성이 장점으로 꼽힌다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고, 로프접근기술에는 분명한 위험요소가 존재한다. 로프와 장비만을 사용한다고 해서 안전이 보장되는 것은 아니며, 체계적인 안전 관리 시스템, 숙련된 기술자, 적절한 장비 선택과 관리 체계가 필수적이다.

달비계와 로프접근기술의 비교를 통해, 두 기술이 본질적으로 다르다는 점도 확인할 수 있었다. 달비계는 사람이 탑승하여 아래로 이동하는 비계의 한 종류로 시설 및 장치적인 부분이고, 그 단순성과 관리의 용이성이 특징이다. 반면, 로프 접근기술은 작업자가 로프와 관련 장비를 사용하여 고소 작업 구역에 접근하는 기술적인 부분으로, 더 복잡하고 고도의 기술적 요구 사항이 필요하다. 따라서, 로프접근기술은 달비계와는 다른 별도의 안전기준이 필요하며, 작업자 교육, 장비 관리, 작업 환경 관리에 이르기까지 보다 체계적이고 구체적인 규정이 필요하다.

## 2. 국내 로프접근기술의 현황 및 문제점

국내 로프접근기술의 활용 범위는 조선업을 넘어 다양한 산업으로 확대되고 있으며, 로프접근기술자 수도 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 기술자의 수가 증가하고, 기술이 다양한 분야에 적용되면서 안전 문제가 더욱 심각해지고 있다. 현재까지 로프접근기술을 사용하는 중 발생한 재해 건수는 적지만, 이는 달비계 사고와 통합 기록된 가능성이 있어 실제 사고 발생 수가 더 많을 수 있다. 그리고 조사된 로프접근기술을 사용하는 중 발생 재해의 원인이 비슷하다. 이는 로프접근기술의 위험성을 간과할 수 없음을 보여주며, 이를 해결하기 위한 법적 안전기준 마련의 필요성을 더욱 강조한다.

특히, 조선업에서 대기업의 엄격한 안전 요구 조건에 맞춰 교육받은 인력이 투입되었던 초기 상황과 달리, 현재는 로프접근기술에 대한 이해가 부족한 기술자가 다양한 현장에서 다양한 작업을 진행하는 경우가 많아지고 있으며, 이는 안전 문제를 더욱 심화시키고 있다. 또한, 로프접근기술을 도입하는 발주처 및 현장 관리자의 이해 부족으로 인해 안전 관리가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 이는 사고 발생 가능성을 높이는 요인으로 작용하고 있다. 그러므로 로프접근기술의 안전기준 마련은 필요하다.

## 3. 로프접근기술의 위험요소 분석

본 연구에서는 로프접근기술자와 사용자를 대상으로 한 설문 조사 및 인터뷰를 통해, 로프접근기술의 현장 적용에서 발생하는 구체적인 위험요소를 확인하였다. 이러한 위험요소는 크게 교육, 장비, 관리 체계로 나누어 분석할 수 있으며, 각 요소가 로프접근기술의 안전성에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 요인임을 확인하였다.

첫째, 교육과 관련된 위험요소로는, 적절한 교육의 부재가 가장 큰 문제로 지적되었다. 로프 접근 작업은 고도의 기술과 전문성이 요구되는 작업임에도 불구하고, 많은 기술자들이 충분한 교육을 받지 않은 상태에서 현장에 투입되고 있으며, 이는 사고 발생 가능성을 크게 높인다. 특히, 작업자가 로프와 장비의 사용법을 충분히 숙지하지 못한 상태에서 작업을 수행할 경우, 작업 중 발생하는 예기치 못한 상황에 대처하기 어려워 사고 위험이 증대된다.

둘째, 장비와 관련된 위험요소로는, 인증받지 않은 장비의 사용과 장비의 부적절한 관리가 문제가 될 수 있다. 로프접근기술에서 사용하는 장비는 작업자의 안전을 보장하는 중요한 요소이므로, 정기적인 점검과 관리가 필수적이다. 장비 관리가 제대로 이루어지지 않고, 인증받지 않은 장비를 사용하는 경우에는 작업 중 장비 고장이나 파손을 초래할 수 있으며, 이는 작업자의 생명과 직결될 수 있는 심각한 위험요소이다.

셋째, 관리 체계와 관련된 위험요소로는, 현장 관리자의 로프접근기술에 대한 이해 부족이 큰 문제로 지적되었다. 로프접근 작업 현장에서는 철저한 관리 체계가 필수적이며, 작업 전후로 장비 상태 점검과 작업 환경 모니터링이 지속적으로 이루어져야 한다. 그러나 일부 현장에서는 관리자들이 로프접근 기술에 대한 충분한 이해가 부족하여, 작업 전 확인해야 할 사항이나 작업 중 관리해야 할 요소들을 놓치는 경우가 있었다. 이는 작업자의 안전을 크게 위협하는 요소로 작용할 수 있다.

#### 4. 국외 법령 및 해외 표준 분석을 통한 국내 적용 방안

본 연구에서는 국외 법령과 해외 표준을 분석하여, 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 참고 자료로 활용하였다. 국외 법령 및 해외 표준에서는 교육, 추락 방지 시스템, 이중 안전 시스템, 장비 관리, 구조 및 사고 예방과 같은 항목에 대해 명확한 기준이 마련되어 있으며, 이를 통해 로프 접근 작업의

안전성을 보장하고 있다.

교육 측면에서는 작업자가 체계적인 교육을 반드시 이수하도록 규정하고 있으며, 교육 과정에서는 이론적 지식과 실습을 모두 포함한다. 또한, 추락 방지 시스템에서는 이중 로프 시스템을 기본으로 규정하여, 작업자의 안전을 최대한 보장하도록 하고 있다. 장비 관리 역시 중요한 항목으로 다뤄지고 있으며, 정기적인 장비 검사와 인증 절차를 통해 안전성을 확보하도록 하고 있다.

국외 법령 및 표준을 통해 도출된 안전 요구 사항은 국내에도 충분히 적용될 수 있는 기준들이며, 이를 국내 실정에 맞게 도입함으로써 로프접근기술의 안전성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 특히, 국내에서는 로프접근기술이 다양한 산업 분야로 확산되고 있는 만큼, 구체적이고 체계적인 법적 기준 마련이 시급하다. 이를 통해 작업자의 안전을 보장하고, 사고 발생을 예방할 수 있는 종합적인 안전 관리 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

## 5. 로프접근기술의 안전기준 도입 방안

로프접근기술은 고소에서 다양한 작업을 수행하기 위해 특수 장비와 기술을 사용하는 작업으로, 일반적으로 작업 위치로 이동하는 과정에서부터 고도의 숙련도가 요구된다. 이는 작업자가 기술 숙련도에 따라 중대한 위험에 노출될 가능성이 있어, 기술자의 안전 확보가 필수적이다. 이에 따라 로프접근 기술자의 전문성 확보와 안전성 강화를 위한 체계화된 교육 프로그램의 필요성이 강조된다.

해외의 사례에서는 로프접근 기술자를 체계적으로 교육하고, 독립적인 평가 체계를 통해 숙련도를 확인하고 자격증을 부여하는 방식으로 교육이 이루어진다. 예를 들어, 국제적으로 공인된 산업 로프 접근 협회(IRATA)의 경우, 교육과정이 단계별로 세분화되어 있어 기술자가 단계적으로 필요한 숙련도를 쌓을 수 있다. 이를 통해 작업자는 일정 수준의 교육을 이수한 후 자격 시험을 통해 공인된 자격증을 획득하며, 숙련도에 따른 자격 구분으로 기술자의 전문성을

증명하게 된다. 이러한 자격 체계는 기술자가 직무 중 겪을 수 있는 위험을 최소화하며, 안전하고 효율적인 작업 수행을 가능하게 한다.

반면, 국내에서는 아직 로프접근기술자의 교육 체계가 충분히 마련되어 있지 않다. 상당 수의 기술자들이 체계화된 교육 프로그램을 통해 자격을 취득하지 않고 업무에 투입되고 있으며, 이는 산업 안전성의 문제로 이어질 수 있다. 실제로, 교육 과정이 부족한 상황에서 숙련도가 낮은 작업자들이 작업에 투입될 경우, 작업 현장에서의 사고 발생률이 증가할 수 있다는 점이 우려된다. 따라서 로프접근 기술자들이 업무를 수행하기 전 반드시 필요한 교육 프로그램과 자격 체계의 정립이 요구된다.

이를 위해 국내에서도 로프접근 기술자의 자격 요건을 세분화하고, 각 단계에 맞는 교육 프로그램을 상세하게 구성할 필요가 있다. 이러한 교육 프로그램은 안전 규정 준수와 기본적인 기술 습득은 물론, 고난도 작업에 대한 고급 기술 습득까지 포함하여 로프접근 기술자가 다양한 작업 환경에서 안전하고 효과적으로 작업할 수 있도록 지원해야 한다. 이는 산업 전반의 의견을 수렴하여 국내 실정에 맞는 체계적인 교육 및 자격 부여 시스템의 도입이 필요하다.

로프접근기술은 고도의 숙련도와 더불어, 전문화된 장비 사용이 필수적이다. 이 장비는 작업자의 안전을 직접적으로 보장하며, 각 장비의 성능과 안전성을 검증하고 이를 유지 관리하는 것은 필수적인 과정이다. 그러나 국내에서는 아직 로프접근에 필요한 장비에 대한 공식적인 검사 및 인증 기준이 마련되지 않아 해외에서 인증된 장비를 그대로 도입하여 사용하는 경우가 대부분이다. 이는 국내 작업 환경과 사용 방식에 따른 특수한 요구 사항을 충분히 반영하지 못할 위험이 있으며, 안전기준에 대한 혼란을 초래할 수 있다.

해외에서는 EN(유럽), ANSI(미국), ISO(국제 표준화 기구) 등에서 로프접근 장비에 대한 구체적이고 엄격한 기준을 마련하고 있다. 예를 들어, EN 표준에서는 하네스, 로프, 카라비너 등의 장비를 사용 목적과 강도에 따라 분류하고, 정기적인 검사 및 인증을 통해 안전성을 확보하고 있다. 이러한 장비 기준은

각 작업자가 사용하는 장비가 위험요소를 최소화할 수 있도록 보장하며, 각 장비의 성능과 내구성을 사전에 확인할 수 있게 한다. 이를 통해 작업자들이 안전하고 신뢰할 수 있는 장비를 사용하도록 하여 작업 환경에서의 안전성을 강화한다.

반면, 국내에서는 이러한 장비 기준이 체계적으로 마련되어 있지 않다. 특히 로프접근 작업에 필요한 장비에 대한 식별, 관리, 검사 체계가 구체화되지 않아 로프접근 기술자들이 혼란을 겪고 있다. 장비의 사용 수명, 검사 주기, 관리 방법 등은 대부분 개인이 책임지고 있어, 자칫 안전성 문제가 발생할 수 있는 구조적 허점이 존재한다. 실제로 많은 기술자들이 해외 인증 장비를 사용하면서도, 정기적인 검사 및 유지 관리를 자체적으로 해야 하므로 안전 관리의 체계가 부족함을 실감하고 있다.

이에 따라 국내에서도 로프접근 장비의 필요 기준을 명확히 하고, 사용 및 관리 체계를 마련할 필요성이 크다. 예를 들어, 장비별 검사 주기 및 교체 주기를 명확히 규정하고, 정기적인 인증 체계를 도입하여 장비의 안전성을 보장하는 시스템이 요구된다. 또한, 각 장비의 고유 번호나 바코드를 통해 식별할 수 있는 체계를 마련하고, 이력을 추적할 수 있는 시스템을 도입함으로써 장비 관리의 효율성을 높일 수 있다. 이러한 연구와 기준 정립은 궁극적으로 국내 로프접근 작업자의 안전을 확보하고, 로프접근 기술의 안전성을 국제적인 수준으로 끌어올리는 데 중요한 역할을 할 것이다.

로프접근기술은 고위험 환경에서 작업자의 안전을 확보하기 위해 전문적인 장비와 기술을 필요로 하며, 이를 안전하게 활용하기 위해 사업주와 발주처의 체계적인 관리가 필수적이다. 해외 사례를 보면, 국제 산업 로프 접근 협회(IRATA)는 로프접근 기술자를 고용하는 사업주가 반드시 준수해야 할 안전 관리 체계를 구체적으로 정의하고 있다. IRATA는 사업주가 작업 계획 수립, 기술자의 적격성 검토, 장비 관리 등의 책임을 다하도록 명확한 가이드라인을 제공하여, 현장에서의 위험을 최소화하고 작업의 안전성을 보장한다.

반면, 국내에서는 이러한 안전 관리 체계가 아직 구체적으로 마련되지 않았다. 이에 따라 사업주나 발주처가 로프접근기술의 안전 관리 방안을 명확히 이해하지 못하는 경우가 발생하고 있으며, 이는 작업 현장에서 로프접근기술이 올바르게 적용되지 않아 잠재적인 안전 사고로 이어질 위험이 있다. 예를 들어, 발주처가 작업 현장에서 로프접근 기술자의 자격 요건을 충분히 검토하지 않거나 적절한 장비 관리 체계를 운영하지 않는 경우, 작업자의 안전이 위협받을 수 있다. 이러한 관리 체계 부재는 결국 사고 발생 시 사업주와 발주처 모두에게 책임 문제가 제기될 수 있는 법적 리스크로도 이어질 수 있다.

따라서 로프접근 기술자를 고용하는 사업주와 발주처가 현장에서 활용할 수 있는 안전 관리 체계가 절실히 요구된다. 안전 관리 체계에는 본 연구에서 제시한 로프접근 작업 계획 수립, 기술자 적격성 관리, 장비 관리 체계 등 필수적인 관리 요소를 포함해야 한다. 예를 들어, 작업 계획 수립 단계에서 현장 환경에 맞는 리스크 평가와 안전 조치를 명확히 규정하여, 작업 시작 전부터 잠재적 위험요소를 파악하고 관리할 수 있도록 해야 한다. 또한, 기술자의 적격성 관리 체계를 통해 기술자의 자격과 경험을 검토하여 적절한 기술자가 적절한 작업에 배치될 수 있도록 하는 방안도 필요하다. 마지막으로 장비 관리 체계에서는 정기적인 장비 점검과 교체 주기 등을 명시하여 장비의 안전성을 확보하고 유지할 수 있는 관리 방안을 마련해야 한다.

이러한 항목에 대한 구체적인 안전기준들이 어떠한 어떠한 방식으로 법적 기준으로 들어와야하는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다. 로프접근기술과 관련하여 산업안전보건기준에 관한 규칙 제6장 추락 또는 붕괴에 의한 위험 방지 - 1절 추락에 의한 위험 방지- 제42조 5항에 “사다리 사용 또는 비계 설치가 어려운 경우에는 로프접근기술을 사용한다.”를 제안하지만, 로프접근 기술의 안전기준을 마련할 때는 추가적으로 관련 제도와 연계성도 함께 고려해야하기 때문이다. 예를 들어, 정부의 지원 제도를 통해 기술자의 교육 비용을 일부 보조하거나, 장비 구입 비용을 지원함으로써 기술자들이 체계적인 교육을 이수하고, 안전한 장비를 사용할 수 있는 환경을 조성할 수 있다. 또한,

유해 위험 취업 제한 규칙을 통해 자격을 갖추지 못한 기술자가 현장에 투입되는 것을 방지하거나 특별 안전 보건 교육을 실시하여 주기적으로 작업 전에 교육을 이수하고 작업에 투입시키는 방안도 고려해볼 수 있다. 현재 로프접근 기술에 사용되고 있는 장비들이 국내안전 인증을 받을 수 있도록 장비 성능 인증 기준을 재검토하여 작업 현장에서 사용되는 모든 장비가 안전성을 확보할 수 있도록 해야 한다. 그러나 현재 로프접근 기술자들이 사용 중인 장비들이 해외 인증을 받은 제품이기 때문에 병행 사용하는 부분도 검토되어야 한다. 이렇듯 관련 제도의 실현 가능 여부를 확인하기 위해 추가적인 현황 실태 조사하여 심도 깊은 검토가 필요한 것으로 보인다.

## 참고문헌

The Work at Height Regulations 2005, SI 2005/735, Schedule 5, Part 3 (UK)

California Occupational Safety and Health Regulations (Cal/OSHA), Title 8, § 3270.1: Use of Rope Access Equipment

New York City Building Code (2022), Section 3316.9.3: Industrial Rope Access, Chapter 33: Safeguards During Construction or Demolition

Alberta Occupational Health and Safety Code (2009), Part 41: Work Requiring Rope Access, Government of Alberta, Canada

일본 노동안전위생규칙(労働安全衛生規則) 제2편 제9장 제3절 (쇼와 47년 노동성령 제32호)

Workplace Safety and Health (Work at Heights) Regulations 2013 (Singapore), Part IV: Industrial Rope Access System, Reg. 29

Australian Work Health and Safety Code of Practice: Managing the Risk of Falls at Workplaces 2015, Section 5: Work Positioning Systems

International Organization for Standardization (2019), ISO 22846: Personal equipment for protection against falls - Rope access systems, Parts 1-2, Geneva: ISO

IRATA (2014), International Code of Practice for Industrial Rope

Access, Edition 4, London: IRATA International

American National Standards Institute (2017), Z459.1: Safety Requirements for Rope Access Systems, American Society of Safety Professionals

IRATA (2023), Training, Assessment and Certification Scheme, Edition 7, London: IRATA International

IRATA (2023) Work & Safety Analysis

고용노동부령 제371호 산업안전보건기준에 관한 규칙(2022), 제63조



---

## Abstract

# A Study on Establishing Safety Standards for Industrial Rope Access System

### Objectives :

The objective of this study is to propose legal safety standards to enhance the safety of rope access system, which has rapidly expanded across various industrial sectors due to its efficiency and economic advantages. Initially limited to specific tasks where alternative methods were unavailable, rope access system has become widely used in diverse work environments. However, despite its growing application, safety-related accidents have occurred, revealing a lack of legal safety standards and regulations. The absence of these standards not only threatens the life and safety of workers but also leaves safety managers without the legal standard needed to systematically prevent and control potential accidents. Due to the high-risk nature of rope access work, unskilled workers or improper equipment usage can significantly increase these risks. In response to these concerns, this study aims to emphasize the need for legal safety standards specific to rope access technology and to propose practical, applicable safety standards for implementation in actual work environments.

## Method :

This study adopts a method of collecting and analyzing various data to understand the current state of rope access system in Korea, identify associated safety issues, and propose a legal framework for introducing safety standards to address these concerns.

First, to comprehend the current state of rope access system and the safety issues arising as it spreads across diverse industrial fields, the study analyzes domestic reports related to rope access system, statistics on safety incidents, and trainees count data from private training center. This analysis helps in identifying the increase in rope access technicians and the technology's expansion into various industries.

Additionally, to identify specific risk factors of rope access system through accident case analysis, a survey and interviews were conducted. A survey was administered to technicians who completed rope access training to identify the main risk factors at work sites and understand the current state of safety management practices. Furthermore, interviews were conducted with clients and on-site managers using rope access system to collect diverse opinions on its actual use, benefits, risk factors, and the necessity of establishing safety standards.

Next, to establish foundational data for the introduction of domestic legal safety standards, foreign laws and international standards were examined. Legislative cases from countries with legal safety standards for rope access system, such as Japan and Canada, along with

internationally used safety standards, were reviewed to identify applicable standard items and compare the unique aspects of each country's regulations. Through this comparative analysis, the study proposes suitable safety standards for rope access technology in Korea and derives implications for domestic implementation.

Finally, the study discusses how to detail the safety standards derived for rope access technology and how to integrate them with Korea's existing Occupational Safety and Health Standards. To increase the feasibility of introducing the proposed standards, which encompass education, equipment, and management systems, institutional support options were also considered, such as government support programs and hazardous employment restriction rules. This approach emphasizes the necessity of establishing a legal basis to reduce additional cost burdens and enhance worker safety.

### **Results :**

Rope access system, while beneficial across various industries, presents significant safety risks. This study investigated these risks by surveying and interviewing rope access technicians and site managers, revealing key hazards in training, equipment, and management.

**Training:** Many technicians begin work without adequate training, increasing the likelihood of accidents. Rope access requires technical knowledge and hands-on experience with ropes and equipment, but a lack of comprehensive training exposes technicians to substantial risks.

Equipment: The use of uncertified or improperly managed equipment also endangers safety. Frequent use of uncertified equipment and improper installation were identified, both linked to a technician's skill level and regular maintenance.

Management Systems: Effective management is crucial, some managers lack a full understanding of rope access safety yet. This gap can result in overlooked safety checks and inadequate monitoring, increasing accident risks.

The study concludes that structured safety standards addressing training, certified equipment, and management practices are essential. With proper standards, technicians could receive necessary training, certified equipment would reduce malfunctions, and managers could maintain safer environments through effective oversight. While concerns exist about increased costs, comprehensive standards would enhance safety and efficiency, benefiting both technicians and employers.

### **Conclusion :**

Rope access system has emerged as a critical solution for performing complex tasks at heights, but its application requires a rigorous approach to safety, skill, and management due to its inherent risks. This study concludes that a comprehensive safety standard framework is essential to address the current gaps in training, equipment regulation, and management systems within Korea's rope access industry.

Globally, frameworks such as those established by the Industrial Rope Access Trade Association (IRATA) demonstrate the effectiveness of multi-tiered, structured training and certification systems. These systems ensure that technicians acquire the necessary skills incrementally, undergo rigorous assessments, and earn certifications that verify their competency and professionalism. Without similar standards in Korea, untrained and unqualified personnel are frequently deployed, leading to increased safety risks on work sites. Establishing a Korean training and certification system tailored to rope access work would be instrumental in building a skilled, reliable workforce and reducing workplace accidents.

In addition to the need for training, certified and properly maintained equipment is vital to ensure the safety of rope access technicians. Standards set by EN, ANSI, and ISO provide robust guidelines for equipment specifications, classification, and periodic maintenance, all of which are crucial in minimizing risks related to equipment failure. Korea, however, lacks a unified regulatory approach to certify, inspect, and manage the lifecycle of rope access equipment. Creating a systematic standard for equipment certification and management would allow technicians to rely on high-quality, secure tools, aligning Korean practices with international safety standards.

Furthermore, effective safety management frameworks must extend beyond individual training and equipment to include organizational responsibilities. In countries where rope access safety is highly regulated, companies are required to implement detailed safety protocols, including risk assessments, competency checks, and robust

equipment maintenance schedules. The absence of such frameworks in Korea leaves rope access work susceptible to inconsistent safety practices and increases legal liability risks. Establishing a national safety management system that mandates clear protocols would empower employers and project managers to proactively safeguard technicians.

As Korea moves toward establishing these standards, integration with existing regulations and industry support is essential. Financial assistance programs for training and equipment acquisition would reduce the economic burden on companies and technicians, fostering compliance and promoting a culture of safety. Furthermore, making ongoing certification and safety training compulsory under national employment standards would ensure that only skilled technicians undertake high-risk rope access work, ultimately enhancing workplace safety and operational efficiency.

In conclusion, a systematic approach encompassing structured training, equipment certification, and safety management protocols will strengthen the foundation of Korea's rope access industry. These standards will not only align Korea with global safety practices but also ensure that rope access system can be applied widely and securely across industries, safeguarding the lives and productivity of workers.

**Key words :**

Rope Access System, Safety Standard, Safety Regulation, Management system, Equipment, Training,

## 부 록

### - 기술자 측면의 위험요소 파악을 위한 설문조사지

#### 산업용 로프접근기술의 안전 기준 마련을 위한 설문

2024.10.04. 오후 04:34 ~  
2024.10.08. 오전 12:00

\* 답변 필수

**\* 1. 로프접근기술을 활용하여 어떠한 산업군에서 주로 종사하십니까?**

- 건설업
- 중공업
- 석유화학
- 신재생에너지(풍력)
- 기타

**\* 2. 로프접근기술을 활용하여 주로 어떠한 작업을 수행하십니까?**

- 도장(방수도장 및 코팅포함)
- 검사
- 설치 및 해체(간판설치 포함)
- 청소
- 기타

\* 3. 로프접근기술이 앞으로 활성화 될 것 같으십니까?

예

아니오

\* 4. 본인이 근무하는 직종에서 로프 접근 자격증을 소유한 비율은 어느 정도입니까?

대체로 없음

50% 정도 보유

대체로 보유

\* 5. 주변에 로프접근 자격증없이 근무하는 분들은 어떤 종류의 훈련을 받았습니까?

주변 지인이나, 회사 선배로부터 장비 사용법 배움 (훈련 받지 않은 경우 포함)

인터넷을 통해서 혼자서 배움

4일 전후 정도 기관에서 훈련 받음 (자격증 과정은 아님)

\* 6. 귀하는 로프접근 현장에서 처음 일할때 어떤 교육을 받았었습니까?

주변 지인이나, 회사 선배로부터 장비 사용법 배움 (훈련 받지 않은 경우 포함)

인터넷을 통해서 혼자 배움

4일 전후 정도 기관에서 훈련 받음 (자격증 과정은 아님)

4일 이상의 교육 후 자격증 발급 과정 수료

\* 7. 로프접근 교육 및 자격제도에 대한 기준이 우리나라에 있다면 로프접근기술자들이 안전하게 작업하여 사고발생률을 줄일 수 있다고 생각하십니까?

네

아니오

\* 8. 귀하는 로프접근용 인증이 있는(EN, ANSI 등) 로프접근장비를 사용하고 있습니까?

네

아니오

\* 9. 귀하가 사용하는 로프접근 장비는 어떻게 선택하고 사용하고 있습니까?

주변 지인으로 부터 추천 받아 구매 후 사용하고 있다.

로프접근 장비의 인증 기준을 직접 확인하여 구매 후 사용하고 있다.

사용하는 장비의 인증기준 뿐만 아니라장비별 제한사항 및 허용하중 등을 숙지하여 사용하고 있다.

기타

\* 10. 귀하는 로프접근장비를 어떻게 관리하고 있습니까?

특별한 관리없이 사용한다.

사용전 육안 검사를 실시하고 문제없을 시 사용한다.

정기적으로 장비를 검사하고 필요시 교체한다.

정기적으로 장비를 검사하고 사용 및 검사기록을 작성하여 관리한다.

\* 11. 로프접근장비에 대한 우리나라 기준(인증기준, 장비관리기준 등)이 있다면 작업시 안전할 수 있다고 생각합니까?

네

아니오

\* 12. 위험성 평가 및 안전작업계획서 등 로프접근과 관련된 안전관리 문서를 사전에 작성하고 작업을 수행하고 있습니까?

대체로 안함

50%정도 하고 있음

대체로 하고 있음

\* 13. 발주처에서는 로프접근 작업시 안전을 위한 관리체계에 대해 어떻게 인식하고 있다고 생각합니까?

로프접근 기술에 대해 잘 이해하지 못하고 있으며, 전반적인 안전관리는 로프접근 기술자가 한다.

로프접근에 대해 알고는 있으나 전반적인 안전 관리에 대해 이해도가 부족한 편이다.

로프접근 기준에 대해서는 잘 알지 못하나 달비계 기준으로 작업시 안전을 요구한다.

전반적인 로프접근 안전체계를 인식하고 있고, 로프접근 안전관리를 구체적으로 요구한다.

\* 14. 로프접근기술 수행시, 팀의 구성은 최소 2인1조로 하고 있습니까?

네

아니오

\* 15. 로프접근 안전을 위한 관리 기준 (위험성평가, 팀구성 등)이 있다면 로프접근기술을 수행시 안전할 수 있다고 생각합니까?

예

아니오

\* 16. 로프접근기술에 대한 법적 안전 기준이 마련된다면, 기대할 수 있는 가장 큰 긍정적인 기대효과는 무엇 입니까?

로프접근 현장의 사고 발생 위험 감소

로프접근 기술에 대한 통일된 관리 체계의 확립 (예-현장관리, 장비관리 체계 등)

산업 현장에 로프접근 기술 도입의 어려움 해결

기타

\* 17. 로프접근기술에 대한 법적 안전 기준이 마련된다면, 발생하는 가장 큰 부작용은 어떤 것이 있다고 생각 하십니까?

새로운 법적 기준을 충족하기 위해 장비 구입, 안전교육 등 비용증가

기준 준수로 인해 작업 효율성이 떨어지고 작업 속도 저하 발생

법적 기준에 맞는 교육된 인원 수급 문제 발생

추가적인 행정 서류가 증가되어 로프접근 작업 시 행정적 부담 증가

기타

제출

## 연구진

연구기관 : 벤틱스액세스서비스

연구책임자 : 김보준 (대표, 벤틱스액세스서비스)

연구원 : 구본해 (대표, 세이프티액세스코리아)

연구원 : 신성우 (교수, 부경대학교)

연구원 : 강유은 (팀장, 벤틱스액세스서비스)

연구상대역 : 서용수 (차장, 산업안전연구실)

## 연구기간

2024. 05. 03. ~ 2024. 10. 31.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2024년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

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

산업안전보건연구원장

**산업용 로프접근기술의 안전기준 마련을 위한 연구**  
(2024-산업안전보건연구원-623)

발행일 : 2024년 10월 31일

발행인 : 산업안전보건연구원 원장 박승현

연구책임자 : 벤틀스엑세스서비스 대표 김보준

발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전화 : 052-703-0847

팩스 : 052-703-0334

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-94453-21-5

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체