

로프를 이용한 고소작업의 안전성 향상을 위한 정책, 교육 및 장비활용의 합리화에 대한 고찰

임광섭* · 홍성철**†

A Study on Rationalization of Policy, Education, and Equipment Use to Improve the Safety at Height Work Using Rope

Kwang sub Lim* · Sungchul Hong**†

†Corresponding Author

Sungchul Hong
Tel : +82-41-560-8527
E-mail : schong@hoseo.edu

Received : March 21, 2022
Revised : April 25, 2022
Accepted : May 20, 2022

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Abstract : The annual statistics on fall fatality consistently show the dangers of working at height. The "Occupational Safety and Health Act" specifies legal restrictions on work at height using a scaffold. However, there are different classes of work at height, and some rely only on ropes. This study proposes education, training, and institutionalization of the "rope access work system." In brief, it was concluded that accurate instruction on the knot method and the setting of some standards were important. For this, the use of an integrated work chair harness equipment was suggested.

Key Words : falling, hanging scaffolding, height work, rope access work

1. 서론

재해 예방을 위한 정부 관계부처의 지속적인 노력으로 인하여 전국의 산업재해는 감소하고 있는 추세에 있다¹⁾. 그러나 건물 외벽 도장작업이나 보수작업, 유리창 청소 등의 소규모 건설공사를 중심으로 발생하는 추락 사고는 매년 끊임없이 발생하고 있다. 이러한 고소작업으로부터 발생한 추락 사고는 대부분이 사망 사고로 이어지는 특징을 갖고 있다. 고소 작업에서 이루어지고 있는 국내의 작업방법은 주로 달비계를 이용한 로프 작업으로 이루어지고 있고, 이로부터 발생하는 사고의 형태는 로프 매듭의 풀림, 작업대 안착 중 추락, 고정점 파손 및 탈락, 로프의 끊어짐, 구멍로프 미착용, 하강 중 로프길이 짧음 등의²⁾ 이유로 나타나고 있으며 2010년부터 2019년까지 총 10년간의 달비계 사망사고는 Table 1과 같이 나타났다. 10년간 정부의 꾸준한 안전대책 강구에도 불구하고 달비계 작업 중 추락으로 인한 사망 사고는 줄어들지 않고 있는 것을 확

인할 수 있다.

2021년 고용노동부 달비계 추락 사망률 보도 자료에 의하면 2021년에도 12건의 사망 사고가 발생하는 등, 달비계 작업 사망사고가 끊임없이 발생하고있는 것을 확인할 수 있다^{3,4)}. 또한 달비계 사망 사고는 건물외벽 도장, 보수, 유리창 청소 등 영세업체의 소규모 건설공사에서 집중적으로 발생하는 것으로 나타났다³⁾. 고용노동부(산업안전공단)²⁾, 산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 연구보고서⁵⁾ 및 고소로프작업의 선행연구자료⁶⁾, 안전보건공단의 반복 사고 기획조사 결과⁷⁾를 검토하여 중대재해 발생 현황을 Table 2와 Table 3로 나타내었다.

Table 1. Status of occurrence of death of Boatswan's chair scaf in recent 10 years²⁾ (unit : person)

Year	Total	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
Number of deaths	134	12	13	13	17	9	17	16	12	12	13

*호서대학교 안전행정공학과 석사과정 (Department of Safety and Public Administration, Hoseo University)

**호서대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Hoseo University)

Table 2. Disaster Type Analysis(2011~2020 based on 110 person)⁷⁾

Division	Content	Number of deaths (person)	Occupancy (%)
The work servant	Construction site	92-	83.6
Work Place	Apartment	68	61.8
Construction type	External wall painting, repair	83	75.5
The work cavity	Painting work	66	60
Construction cost	300 million unders	68	69.4
Career	More than 10 years experience	94	85.9

Table 3. Type analysis by cause of disaster²⁾

Disaster Type Type	Number of deaths (person)	Occupancy (%)
Support rope looseness	69	51.5
Support rope break	30	22.4
Falling on the boarding board	12	9.0
Fixed point break	8	6.0
Falling on the working board	8	6.0
Falling on the moving	5	3.7
Shortness of support rope length	2	1.5
Total	134	100

재해 원인별 유형 분석에서는 Table 3에서 보는바와 같이 로프의 풀림, 로프 파단 등 로프와 관련된 문제가 전체 원인의 73.9%를 차지하고 있으며, 작업자의 작업 대 탑승 중 추락, 작업 중 작업대에서 추락, 이동 중 추락, 로프 길이 미확보 등의 작업자 불안전행동 등이 20.2%로 나타났다. 또한 Table 2의 재해발생 유형별 분석으로부터 아파트 외벽 등의 도장, 보수공사 등에서 실시되는 달비계 작업의 핵심은 로프 및 로프와 관련된 장비, 그리고 장비를 전문적으로 다룰 수 있는 작업자의 전문적 기술보유가 본 작업의 핵심 요소라고 판단하는 근거가 된다.

정진우⁶⁾의 연구에서는 현행 「산업안전보건기준에 관한 규칙」상의 달비계에 관한 규정과는 별도로 고소 로프작업의 특성에 맞는 별도의 규정이 마련되어야 한다고 주장하였다⁶⁾. 영국에서는 “2015 고소 작업안전 보건 규정(The Work at Height Regulations 2015)”의 “SCHEDULE 5 REQUIREMENTS FOR PERSONAL FALL PROTECTION SYSTEMS”에서 로프 접근작업을 규정하고 있으며, 영국 산업안전보건공단(IOSH)에서 “BS EN7985- Code of Practice for the Use of Rope Access Methods for Industrial Purposes”, “IRATA International Code of Practice (ICOP)”, “ISO 22846-1 -

Personal Equipment for Protection Against Falls - Rope Access Systems - Part 1: Fundamental Principles for a System of Work” 및 “ISO 22846-2 - Personal Equipment for Protection Against Falls - Rope Access Systems - Part 2: Code of Practice”. 등의 로프 작업기준을 제시하고 있다. 미국은 미연방 규정(Occupational Safety and Health Act Regulations) “29 CFR1910 27(b)”에서 로프 하강 시스템을 규정하고, “ANSI/Z459.1-2021 Safety Requirements For Rope Access System“, “ASTM E2505-07 Standard Practice for Industrial Rope Access” 등의 기준을 적용하고 있다. 이러한 기준들은 IRATA (Industrial Rope Access Trade Association)의 로프 접근 시스템을 근간으로 하여 제정된 것이다. 이와 같이 해외에서는 작업 발판을 설치할 수 없는 장소에서는 제도적으로 로프 접근 작업을 적용하고 있다. 이러한 국제적 추세와 달리 국내에서는 고소 작업에 있어 달비계 작업을 정의하고 규제화 하는 것에 그치고 있다. 국내에서 규정하는 달비계 작업 역시 결국에는 로프에 의지하여 이루어지는 업무로서 국외의 사례와 같이 로프접근 시스템의 근본적 검토가 필요하다. 따라서 본 연구는 국내의 IRATA (Industrial Rope Access Trade Association)에 대한 선행 분석, 달비계 및 고소로프작업에 대한 선행 연구를 다양한 관점으로 해석하고, 국내 달비계 작업 시 추락 사망 사고의 주요 원인별 상세 분석을 통해 달비계 작업의 장비와 불안전 행동에 대한 근원적인 문제점을 분석하였고, IRATA인터내셔널 훈련프로그램, 자격제도와 로프 접근 작업에 필수적으로 갖추어야 할 전문 장비에 대하여 고찰하였다. 그리고 빌딩외벽 작업 중 추락 원인별로 대응하는 로프 작업의 전문 장비와 국내 달비계 장비의 교육훈련에 대하여 비교 분석을 수행하였다. 이로부터 작업 발판을 설치할 수 없는 고소작업에서의 로프 접근 작업의 교육훈련, 자격제도의 제도화 방안 및 전문 장비 적용 현실화를 위한 방안을 제시하였다.

2. 재해발생 원인

2.1 로프 풀림에 의한 재해

지지로프 풀림에 의한 사망자 수가 전체의 51.5%를 차지하고 있다(Table 3). 정성춘⁵⁾의 보고에서는 이는 주로 지지로프 매듭의 풀림, 샤클 매듭의 풀림, 보조로프 매듭의 풀림에 의한 것으로 확인되었다.

KOSHA GUIDE C-33-2016에서, 8자 매듭, 보울 라인 매듭, 에반스 매듭 등의 권장 매듭법⁸⁾이 제시되고 있으나 현장에서는 대부분 작업 후 풀기 쉬운 매듭법을 사

용하고 있으며, 선임자로부터 구두로 전수받은 방법으로 작업하고 있다. 샤클 매듭 풀림의 원인으로 샤클핀은 하강시 제동력을 확보하는 중요한 역할을 하는데 샤클핀의 매듭이 풀리거나 샤클 볼트 핀의 문제 발생 시 작업 로프의 매듭 풀림과 같은 결과를 초래하는 것으로 나타났다⁹⁾.

매듭을 묶는 방법에 있어 이러한 사고를 방지하기 위해 IRATA와 같은 국제인증 교육훈련 프로그램에서는 작업에 적합한 로프의 선택, 연결 장비, 하강기, 등강기, 백업 장치 등의 전문 장비 사용법 및 다양한 매듭법에 관한 정확한 교육훈련을 실시하고 있다. 결국 로프에 대한 전문적인 교육과 훈련 없이 구전에 의한 도제식 전수 방법으로는 꾸준히 발생하는 사고를 방지하기에는 한계가 있는 것을 알 수 있다.

2.2 작업 중 로프의 단선(끊어짐)으로 인한 사고

로프 끊어짐은 Table 3에서와 같이 전체 유형의 22.4%를 차지하고 있으며 로프 끊어짐의 주요 원인으로는 로프와 물리적으로 접한 면에서 마찰로 인한 로프의 파단, 로프의 노후화에 따른 내구연한의 감소가 주요 원인으로 조사 되었다⁵⁾. 이는 로프의 종류에 따른 적절한 보관 방법과 점검, 물리적 접촉면에 대한 마찰 방지 및 로프 보호장비의 올바른 사용과 설치로 예방할 수 있다.

2.3 작업대 탑승 과정 및 작업 중 추락

작업대 탑승 중 안전대 미착용, 구명줄 미설치 등의 불안전 상태와 행동에 의한 추락 사고 유형이 전체의 15%를 차지하고 있다. 작업대 탑승 과정 중 추락사고의 원인을 살펴보면 작업자들이 작업상 불편하다는 이유로 「산업안전보건규칙」 제 63조 ②항 작업의자형 달비계 설치시 준수사항의 달비계에 구명줄 설치, 안전대 착용 및 안전줄을 달비계의 구명줄에 체결하도록 규정하고 있는 법적 규정을 생략하여 발생하는 사고로 파악되고 있다⁵⁾. 또한 법적인 사항과는 별개로 절차에 대한 정확한 교육과 훈련을 실시하지 않고 있으며, 있다 하더라도 인증된 전문적 사항에 대한 안내라고 볼 수 없는 것이 현실이다. 더욱이 달비계의 구조는 근본적으로 작업 의자와 안전대가 분리된 형태로서 근로자가 구명줄과 안전대를 착용하지 않을 경우 사고 발생의 원인이 되고 있다.

IRATA에서는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 chest harness와 seat harness를 연결하여 harness와 작업 의자가 일체형으로 구성되도록 하는 장비를 사용하여 근로자가 작업대에 탑승하는 과정 중이나 탑승하여 작업하는 중간

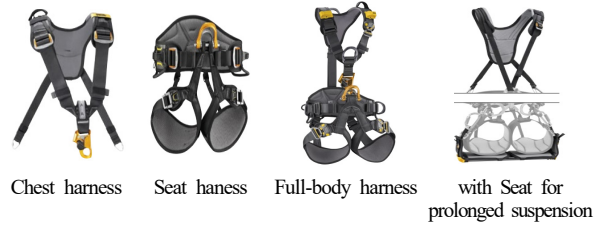


Fig. 1. Harness for Rope Access Work⁹⁾.

에 추락할 수 있는 경우를 근원적으로 제거하는 방식을 채택하고 있다.

따라서 고소작업에서의 작업대 탑승 과정이나 작업 중 추락사고를 예방하기 위하여 작업의자와 안전대 일체형 하네스 착용에 대한 제도화는 시급하게 이루어져야 한다.

2.4 고정 지지대 파손으로 인한 사고

고정 지지대 파손에 의한 사고도 재해 유형의 8%를 차지하고 있다. 고정지지점으로 사용되고 있는 형태를 살펴보면 주로 건물의 청소용 고리, 난간, 브라켓, 배관류, 옥상 조형물, 피리침의 구조물 등 다양한 주변 시설을 사용하고 있어 고정 지지체의 파손 등 예상치 못한 이탈에 의해 사고가 발생한 것으로 조사 되었다⁵⁾.

이는 로프 고정지지점 확보를 위한 기술적이고 전문적인 자격을 갖춘 전문가의 교육과 훈련을 통하여 고정 지지점으로 사용 가능한 것과, 사용해서는 안되는 것을 선정할 수 있는 역량의 확보가 필요함을 시사하고 있다. IRATA의 경우 고정점 선정, 사용 대한 방법과 고정점의 강도 등 안전한 사용의 방법을 규정하고 있다¹⁰⁾. 빌딩 외벽의 도장이나 유지보수 공사 등과 같이 작업 발판을 설치할 수 없는 고소작업에서는 기본적으로 달비계의 작업대에 하중을 의존하여 작업하는 것이 아니라 오로지 로프에만 하중이 지지되는 작업임을 고려하면 달비계 등의 적용이 어려운 고소작업에 있어서는 IRATA 등에서 제안하는 “로프 접근작업 시스템”을 적용하여 로프만을 이용한 작업의 안전성 확보가 필요할 것으로 판단된다.

이러한 방식은 작업자들이 작업을 위해 접근하기 어려운 상황에서도 안전하고 신속하게 활용할 수 있도록 하는 체계적 시스템이고, 적합한 작업 방식을 선택하기 어려운 경우에도 효율적으로 적용 가능한 체계를 포함한 것이 “로프 접근 작업 시스템”이라 할 수 있다.

로프접근 방법은 미국, 영국 등의 해외에서는 오래전부터 세계 표준화기구(ISO)의 로프 접근 작업의 기본적인 원칙(ISO22846-1)과 로프 접근 작업의 실행지침(ISO 22846-2)을 적용하여 다양한 고소작업에 적용하

고 있다. ISO22846-1과 ISO22846-2에서는 로프 접근작업의 훈련과 숙련도, 장비의 선택과 유지 관리 및 점검에 대하여 상세하게 규정하고, 더블프로텍션 시스템, 작업자의 하네스와 작업줄, 안전줄의 연결, 작업용 의자 사용시 작업자의 하네스에 작업줄과 안전줄의 연결 등의 작업 방법에 대하여 상세하게 규정하고 적용하고 있다¹⁰⁾. 그러나 국내에서는 산업안전보건규칙 제 63조에서 달비계와 작업 의자형 달비계 고소작업에 관하여 규정할 뿐이고, 로프 접근작업에 속하는 작업의자형 달비계 작업에 대한 장비 및 교육훈련, 자격 제도에 대한 규정은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 로프 접근 작업에 대하여 세계적으로 권위를 인정받고 있는 IRATA의 훈련 및 자격 제도, 사용 장비의 지침을 분석 하고, 우리나라 현실에 적합한 적용 방안을 수립 제안하고자 한다.

3. IRATA 고찰

3.1 IRATA 훈련과 자격제도¹⁰⁻¹⁴⁾

IRATA는 로프 접근작업에 대하여 세계적으로 그 권위를 인정받고 있는 협회로 1988년 영국에서 산업용 로프 접근 작업 협회로 설립되어, 현재는 세계적으로 613개사의 회원사가 운영되고 있으며, 국내에서 해양 플랜트 수주 공사시 외국 선주 발주사에서는 발판을 설치할 수 없는 고소작업에 대해서는 IRATA 자격을 소지한 유자격자만 로프 접근작업에 투입되도록 관리하고 있다¹⁵⁾.

IRATA의 훈련과 자격제도는 로프 접근 작업자의 경험, IRATA 훈련과정과 평가, 로프 접근작업의 자격 증명 제도를 통해 Level 1, 2, 3단계로 나눌 수 있다.

Level 1은 Level 3의 로프 접근 안전관리자의 감독하에 지정된 범위의 작업만 할 수 있는 기술자를 말하며, Level 2는 Level 3 로프 접근 안전관리자의 감독하에 Level 1에 추가하여 복잡한 리깅(rigging), 구조작업 등을 구사할 수 있는 경험이 풍부한 로프 접근 기술자이다. Level 3는 Level 1, 2에서 필요로 하는 기술과 지식을 보유하고, 법적 요소, 고급 리깅 기술, 구조기술, 응급처치 및 훈련, 평가, 자격증명제도에 능통한 로프 접근 기술 역량을 보유한 자이다. Level 3 기술자는 작업 현장에서 로프 접근 작업의 안전관리자가 될 수 있다. 또한 풍부한 현장 경험이 축적되면 로프 접근 작업 강사, 트레이너, 평가관, 심사관 등의 기능을 수행할 수 있도록 하고 있다. 단계별로 요구되는 조건을 갖추어야 하고, 일정 기간의 훈련과 평가를 거쳐야 하며, 작업의 특성상 엄격한 관리하에 일정시간의 작업 경험을

Table 4. Qualification rating and qualification¹⁰⁻¹⁵⁾

Division	Level 1	Level 2	Level 3
Basic essentials	18 years old, physical and mental work possible		
	-	After acquisition Level 1 pass min.12 month or 1000 hr experience	After acquisition Level 2 pass min.12 month or 1000 hr experience
Expiration date	3 Year	3 Year	3Year
Education period	Training 4 days, Evaluation 1 day		
Content of education	Rope access operation Procedure/ Equipment/ Emergency rescue (Supplementary)	Level 1 Technology Description of Knowledge Complex Rigging Anchoring Installing the Rope Emergency rescue	Level 1,2 Technical Description IRATA Security system, Organization Emergency rescue
Function	Under supervision Lever 3 Simple work	Under supervision Level 3 Installing the Rope & work, Emergency rescue	Rope access Safety Manager, Confirm Installing the Rope & Check Emergency rescue
Additional function			Trainer/instructor Evaluation Pavilion/Auditor

쌓아야만 상위 Level을 득할 수 있다¹⁰⁻¹⁴⁾. 각 단계별 자격 등급과 자격 요건은 Table 4와 같다. 해외 선진국의 경우에는 로프에 의지해야 하는 곳의 작업에 대해서는 위험성을 고려해 제도적으로 유자격자만이 작업을 할 수 있도록 규정하고 있다.

이러한 자격제도에 따라 운영되는 IRATA를 적용한 경우에는 Table 5에서와 같이 2017~2020년 동안 연평균 1건 정도의 사망사고를 나타냈으며, 2020년에는 한 건의 사망사고도 발생하지 않은 것으로 나타났다. Table 6에서 보는 바와 같이 IRATA의 엄격한 교육훈련을 통해 자격을 취득한 경험이 많은 작업자의 사망 사고는 발생하지 않았다. 국내의 경우 Table 2에서 보는 바와같이 10년 이상의 경력자의 사망 사고가 경력자별 사고의 85.9%를 차지하고 있는 것과는 대조적인 현상이다. 이러한 사실은 전문적인 교육 훈련의 중요성을 잘 말해 주고 있으며, 경력 외에 체계적인 교육제

Table 5. Disaster status of IRATA member¹⁶⁾

	(unit : person)			
year	20	19	18	17
No. Employment	16,389	19,527	16,626	15,477
Fatal	0	1	0	3
Major	3	2	1	1
Serious (over 7days)	7	7	4	9

Table 6. Injuries by grade⁶⁾

Grade	(unit : person)				
	Level 3	Level 2	Level 1	Trainee	Others
Fatal	0	0	0	0	0
Major	0	0	1	2	0
Serious (over 7days)	1	2	3	1	0

Table 7. Works that require qualification, license, experience or function, and their qualifications, licenses, experiences, or functions

The job name	Qualification, license, function or experience
Assembly and dismantling of scaffolding	According to national technical qualification act, licenc of scaffolding assistant craftsman and over
	Experience in the work for more than 3 months (Limited to work below the layer height 10 m)
	The followed development of worker's job skills development law relative fieldvocational competency development training challenge
	In this rule relevant Education Organization A person who completed education

도, 단순 도제식이 아닌 전문화된 교육의 중요성을 잘 나타내고 있다.

국내에서는 「산업안전보건법」 제29조 3항에 의거 유해하거나 위험한 작업시 특별교육(동법 시행규칙 26조)을 실시하도록 규정하고 있으며, 또한 비계 조립 및 해체 작업은 동법 제 140조(자격등에 의한 취업제한) ① 항에 의거, 작업에 필요한 자격·면허·경험 또는 기능을 가진 근로자가 작업을 할 수 있도록 규정하고 있다(Table 7).

달비계 작업 특성상 재해 발생시 대부분 사망으로 이어지는 위험작업임에도 불구하고 특별교육과 자격 등에 의한 취업제한 대상에서 누락되어 있다.

Table 6에서 보는 바와 같이 IRATA의 로프 매듭법, 고정점 확보방법, 로프의 관리방법 및 로프 보호방법 등의 전문적인 교육훈련을 통해, 자격을 획득한 작업자의 사망사고는 발생하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 현재 국내에서 실시하고 있는 작업 의자형 달비계의 경우 로프 매듭법, 고정점 확보 방법, 로프의 관리 방법 및 로프 보호방법을 「산업안전보건시행규칙」 26조에서 규정하고 있는 위험한 작업에 필요한 특별교육 항목으로 추가 하여 규정의 개정이 필요할 것으로 사료된다.

또한 ISO22846-1과 ISO22846-2를 근간으로 달비계를 포함한 로프 접근작업의 기준을 마련하여 교육 훈련을 받을 수 있는 체계를 구축하고, 「산업안전보건법」 제 140조(자격 등에 의한 취업제한)에 의거 고용노동부령인 「유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 제 3

조 에서 정하고 있는 “자격·면허·경험 또는 기능이 필요한 작업 및 해당 자격·면허·경험 또는 기능”의 항목에 달비계를 포함한 로프 작업을 반영하고, 자격·면허·경험 또는 기능의 요건으로 IRATA 자격 요건을 반영하는 것이 필요하다. 경사면이나 지붕 등과 같은 비교적 간단한 작업에서는 Level 1 수준을 취득하면 지속적으로 작업을 할 수 있도록 하고, 고층빌딩 외벽 작업등의 고위험 지역에서의 작업은 전술에서 살펴본 바와 같이 전문적인 교육훈련을 통한 자격제도의 중요성을 감안, IRATA 자격요건을 만족할 것을 제안한다.


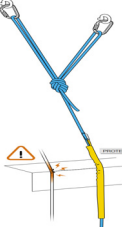

3.2 국내 달비계 작업 장비와 국외 로프 접근 작업 활용 장비의 비교

IRATA에 의한 로프 접근 작업 장비는 작업위치 제한 장치, 작업위치 확보 장치, 추락방지 장치 등으로 구성된다¹⁰⁾. 작업위치 제한 장치는 작업자가 추락 위험이 높은 위치로의 접근을 방지하기 위하여 개인 추락방지장치와 적절한 벨트나 하네스, 랜야드를 이용하여 작업자가 추락할 가능성이 있는 위험 지역으로 이동하는 것을 제한하는 시스템이다. 이러한 작업위치 제한 장비는 작업자가 작업의 편의성을 위해 무의식적으로 이동하여 추락하게 되는 상황을 방지하기 위한 것으로서 IRATA 기준에서는 엄격하게 관리, 규정하고 있으며, 국내 달비계 기준과 비교하면 반드시 도입이 필요한 부분이라고 할 수 있다. 전술한 바와 같이 국내 추락 재해의 유형 중 작업대 탑승 과정 또는 탑승 중 추락 사고가 이러한 작업위치의 이동에 의하여 발생하기 때문이다.

작업 위치 확보 시스템은 작업자의 위치를 확보하고 지지하는 장비로 추락방지 시스템의 백업을 포함해야 한다. 대표적인 장비로 시트 하네스에 체스트 하네스를 연결한 풀바디 하네스가 있다. 하강/등강기, 앵커 랜야드가 달린다. 하네스의 상단 앞 연결고리를 통해 앵커줄과 연결 백업장치를 구성한다. 이러한 구조는 작업의자와 작업자가 일체를 이루는 구조로 되어 있어 로프와 달비계, 그리고 달비계와 작업자의 연결점으로부터의 사고 발생확률을 낮추게 된다. 국내 달비계 작업에서 이러한 객체간의 분리구조, 즉 로프-달비계-작업자의 분리구조가 추락하는 근본 원인으로 작용하기 때문이다. Table 8에서 달비계 작업과 고소 로프 접근 장비를 비교하였다. 이러한 사고에 적극적으로 대응할 수 있도록 Full Body Harness 도입이 필요하다.

IRATA는 double protection system, 즉 추락방지시스템을 적용하여 로프 접근 작업자의 작업줄, 안전줄,

Table 8. Main equipment for rope access & boatswan's chair⁹⁾

Rope access			
			
Full Body Harness	Ascender/ Descender	Rope	Anchor
Domesti boatswan's chair			
			
Harness	Shackle & Seat	PP Rope	Anchor

추가적인 랜야드와 같은 앵커줄 장치를 이용하여 작업자의 추락을 방지할 수 있도록 하고 있다. 작업줄의 경우는 작업자의 하네스와 항상 연결되어 있어 하강과 등강을 할 수 있도록 했다. 백업 시스템은 백업 장비와 안전줄로 구성되고, 이는 작업자의 하네스와 항상 연결되어 있어 작업줄이 단선될 경우에도 작업자를 보호할 수 있는 구조이다. 또한 앵커와 앵커줄은 최소 2개의 독립적인 앵커를 확보하도록 하였다. 앵커줄을 설치할 때는 하중을 예측할 수 있는 방향과 예측된 잠재적인 하중을 고려하여 설치하여야 하고, 정확히 규정된 매듭법에 따라 연결한다^{10,14)}.

로프 폴림에 의한 사고, 고정지시대 파손 및 승강 중 사고가 달비계 추락 사고의 대부분을 차지하고 있음을 (Table 3) 고려하면 IRATA의 추락방지 시스템 장비의 도입, 앵커와 앵커줄 설치를 위한 전문적인 로프접근 작업의 교육과 훈련과, 그리고 이에 따른 자격 제도의 도입이 시급할 것으로 판단된다.

국내에서 고층 빌딩외벽 등의 도장 및 보수작업 등에 적용되는 달비계 작업은 오로지 로프에 의지해서 이루어지는 작업으로, 로프접근 작업에 적합한 장비의 도입과 제도화, 전문적인 교육 훈련을 통해 자격을 갖춘 작업자에 의해 작업이 이루어질 수 있도록 해야한다는 것을 확인하였다. 하지만 국내 작업 의자형 달비계에 대한 교육훈련 및 자격에 대한 내용이 구체화되어 있지 않고 제도적 정비도 미흡한 상황으로, 로프접근 작업에 속하는 달비계 작업에 대한 교육과 훈련, 자격에 내용의 제도화가 필요하며, 또한 달비계 및 작업

발판을 설치할 수 없는 장소의 작업에 필요한 로프 접근 장비의 도입과 제도적 개선을 통한 안정성 확보가 필요하다.

4. 결론

국내의 고소작업 사고사례의 형태를 분석하고, 국내 규정과 국외의 제도를 확인하여 추락사고 예방을 위한 제언을 아래와 같이 정리하였다.

국내 법에서 규정으로 다루고 있는 달비계 작업 역시도 로프와 달비계, 그리고 달비계와 작업자의 연결 구조에서 모든 하중은 로프에 의하여 지지되고 있으며, 이에 따라 근본적인 로프 접근에 대한 방식의 재정비가 필요했다. 국제적으로 인정 받고 있는 IRATA를 근간으로 하여 제정된 로프 접근작업의 기본적인 원칙 (ISO22846-1)과 로프 접근작업의 실행지침(ISO 22846-2)에 대한 규격을 바탕으로 고소작업에 대하여 달비계 뿐만 아니라 보다 개선된 달비계 사용, 또한 로프만을 이용한 로프 접근 작업의 규정화를 제안한다.

현재 시행되고 있는 「산업안전보건법에 따른 위험작업에 대한 특별교육 실시 및 자격 등 취업제한 규정에 의거 유자격자에 의한 작업이 수행될 수 있도록 특별교육 내용에 (1) 로프 매듭법, (2) 고정지지점 위치 선정 및 설치 방법, (3) 추락방지를 위한 구명줄 설치 방법에 대한 교육훈련의 내용을 반영하여 최소한의 안전을 확보할 수 있도록 하고, 취업제한 항목에 “로프 접근 시스템 규격”의 내용을 반영하고 이에 부합하는 가이드를 마련하여 제도적으로 시행하도록 한다. 작업의 위험도를 고려하여 지붕 등 정사면에서의 작업에 대한 훈련과 자격등급은 최소화하여 Level 1 취득으로 지속적으로 작업을 할 수 있게 하고, 고층빌딩 외벽, 철골 외벽 판넬 작업 등 수직벽면에서의 작업에 대한 프로그램은 전문적인 교육훈련을 통한 자격제도의 중요성을 고려하여 IRATA자격을 반영하여 제도화 한다.

발판을 설치할 수 없는 장소의 고소작업에 로프 접근 장비를 적용할 수 있는 법적 근거를 마련하고 의무화하여야 한다. 특히 고소작업에서의 작업자와 별도로 분리된 작업의자에 탑승 중 발생하는 사고는 사고사례 분석 및 IRATA 장비 분석 결과로부터 작업의자와 일체형 하네스를 사용할 수 있도록 제도적 보완을 하고, 정부의 크린사업제도 등을 통하여 장비 구입비의 일부를 지원할 수 있도록 한다면 보다 효과적으로 안전을 확보할 수 있을 것이다.

로프 접근 장비의 적용 가능 작업에는 선박, 해양플랜트 산업현장, 풍력발전의 유지보수, 고층빌딩 외벽

작업의 도장, 청소, 유지보수, 지붕 등 경사면에서의 작업, 소방대원의 구조활동 및 로프접근의 태동인 산악 등반, 인체의 정형외과적 물리치료 등 사회 다방면에서 활용되고 있는 장비이다. 따라서 이러한 장비의 제도화는 보다 다양한 장소에서의 안전을 확보 할 수 있을 것으로 기대되며, 산업 활성화의 동력이 될 수도 있을 것이다.

References

- 1) H. C. Lim, D. H. Lee and S. C. Jeong, “A Study on the Accident Reduction Method through Survey of Hanging Scaffolding Use in Building Construction”, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 20, No. 9, pp. 121-126, 2019.
- 2) “Prevent Falling Accidents of Hanging Scaffolding Working”, Refflet of Korea Occupational Safety & Health Agency, Seoul Metropolitan Headquarters Seoul, 2020. 07.14.
- 3) The Ministry of Employment and Newsrelease, 2021.10.5.
- 4) The Ministry of Employment and Newsrelease, 2021.4.15. ‘2020, Statistics of Industrial Accident Deaths’
- 5) S. C. Jeong “A Study for Improvement Safety of Hanging Scaffolding work”, Occupational Safety & Health Research Institute’s Report, 2018.
- 6) J. W. Jung, “A Study on the Prevention Plan of Fall Accident in High-level Rope Work - Focused on Exterior Wall Work”, Society of Labor Law Theory and Profession, Labor Law Forum, Vol. 34, pp. 293-313, 2021.
- 7) “The Result of Repeat Accidents Survey for Prevent Falling Accidents of Hanging Scaffolding Working”, Korea Occupational Safety & Health Agency, 2021.
- 8) KOSHA GUIDE C-33-2016-Guide of Safety work for Hanging Scaffolder
- 9) “2022 PROFESSIONAL CATALOG”, PETZL, <https://www.petzl.com/INT/en>
- 10) International Code of Practice (ICOP)- Korean TC-102 KOR, <https://irata.org/downloads/2057>
- 11) ISO 22846-1, ISO 22846-2
- 12) IRATA Training, Assessment and Certification Scheme for Personnel Engaged in Industrial Rope Access Methods. <https://irata.org/downloads/2059>
- 13) IRATA TC032 ENG ‘Procedures For IRATA Certification’, <https://irata.org/downloads/2064>
- 14) IRATA Rope Access Training Manual, <https://www.heightworks.com/product/heightworks-irata-training-manual-hard-copy/>
- 15) S. H. Bae, I. H. Ku and Y. T. Kwon, “Study on the IRATA Training,” Korea Institute of Navigation and Port Research Conference, pp. 387-388, 2011.
- 16) WORK & SAFETY ANALYSIS 2021, REPORTS, Irata International, England.