



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사학위논문

건설현장 비계 관련작업에서의
추락재해 예방에 관한 연구



안 전 공 학 과

이 재 혁

공학석사학위논문

건설현장 비계 관련작업에서의 추락재해 예방에 관한 연구

지도교수 : 신성우

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2020년 08 월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

안 전 공 학 과

이 재 혁

이재혁의 공학석사 학위논문을 인준함

2020 년 08 월 28 일

주 심 공학박사 권 오 헌



위 원 공학박사 신 성 우



위 원 공학박사 서 용 윤



목 차

제 1 장 연구개요	1
1.1 연구배경	1
1.2 연구목적	5
1.3 연구방법	6
제 2 장 이론적 배경	7
2.1 비계의 정의 및 특징	7
2.2 비계의 종류	10
2.3 비계 작업시 안전지침	12
2.4 재해원인분석기법(3E)	23
제 3 장 비계작업 산업재해현황	28
3.1 비계 공정 작업시 사망재해 발생현황	28
3.2 비계 추락재해사례 원인분석	32

3.3 비계 재해 관련 선행 연구 고찰	39
3.4 비계 작업시 위험요인 (3E)	43
제 4 장 연구결과	51
4.1 조사 개요	51
4.2 비계작업 관련 재해원인 통계 분석	52
4.3 연구결과 분석 및 토의	63
제 5 장 결론	68
참고문헌	71
부록	73

표 목 차

Table 1.1 the death toll from industrial accidents over the last 5 years	4
Table 1.2 collapse status due to scaffolding in the last 5 yearsn	4
Table 2.1 several types of scaffolding	11
Table 3.1 status of death accidents by scaffold type	28
Table 3.2 status of death accidents by type of occurrence	28
Table 3.3 status of death accidents by type of construction	29
Table 3.4 status of seath Accidents by construction size	29
Table 3.5 disaster statistics from above scaffolding operations	30
Table 3.6 scaffolding crash disaster cases from 2016 to 2019	38
Table 3.7 general characteristics of research subjects	45
Table 3.8 annual scaffold death toll	46
Table 3.9 interview overview	47
Table 4.1 basic information survey	53
Table 4.2 technical cause in the event of scaffold crash	57

Table 4.3 educated in the event of a scaffold crash cause	58
Table 4.4 managed in the event of a scaffold crash cause	61
Table 4.5 type of disaster in the event of a scaffold crash	67



그 림 목 차

Fig. 1.1 status of industrial accidents as of september 2019	3
Fig. 2.1 systems scaffolding installed on actual building exterior walls	8
Fig. 2.2 scaffold wall joint installation location	9
Fig. 2.3 structure of system scaffolding	16
Fig. 2.4 scaffolding installation work and completion status	19
Fig. 2.5 when installing the scaffolding, use base hardware	20
Fig. 2.6 the Domino theory of heinrich and bird	25
Fig. 2.7 3e of harvey	27
Fig. 3.1 comparison of statistics on scaffold deaths in japan and korea	31
Fig. 3.2 fall accident of scaffolding work at a new home construction site in gangdong-gu	37
Fig. 3.3 factors affecting operator fall	41
Fig. 3.4 risk of falling due to the absence of wall joints	42
Fig. 3.5 risk of falling due to the absence of scaffolding horizontals	42
Fig. 4.1 risk factors of falling construction scaffold	66

A Study on the Prevention of Crash Accidents in Scaffolding Work in Construction Sites

Jae Hyuk Lee

Department of Safety Engineering, Graduate School of Industry
Pukyong National University

Abstract

Temporary construction, which accounts for more than half of the causes of accidents at construction sites in Korea, is an indispensable part of construction work. However, accidents caused by temporary construction tend to lead to serious accidents due to high frequency and intensity of occurrence. Among them, scaffolding, which is widely used in construction sites, is an essential work platform in the construction industry, although there are various types of scaffolding and disasters such as falls and collapses constantly occur. Therefore, this study aims to identify the type and characteristics of the disaster to workers, safety managers and experts involved in scaffolding work related to falls with high accident rates during non-critical accidents. First, during the past five years of construction disaster status, the causes of disasters are identified by unit process during the installation, dismantling and operation of scaffolding with the 3E (Engineering, Education, and Enforcing) technique of Hibi, and survey and expert interviews are conducted to those involved in scaffolding work based on the analyzed causes of the disaster. Based on the results obtained later, the safety

management plan for technical, educational and managerial elements is proposed during scaffolding work.



제1장 연구개요

1.1 연구의 배경

현재 국내 건설 현장의 사고 원인 중 절반 이상을 차지하고 있는 가설공사는 건설공사에서 없어서는 안 되는 필수공정이다. 그러나 가설공사에 의한 사고는 발생 빈도 및 강도가 매우 높아 중대재해로 이어지기 쉽다. 그중에서도 건설현장에서 많이 사용되는 비계는 종류가 다양하며 떨어짐 및 붕괴 등 끊임없이 재해가 발생하지만 건설업에서는 필수적인 작업발판이다.

또한 국내의 건설현장에서는 비계를 공기 단축 및 공사비 절감 등의 이유로 소홀하게 다루어지고 있으며 현장 근로자의 경험에 의존하고 있는 것이 사실이다. 또한 산업안전보건법 시행규칙 제 42조 (추락의 방지)를 살펴보면, 건설현장에서 설치되고 있는 대부분의 일반 재래식 작업발판(이하, '강관비계'라고 한다)은 수직재간의 설치 간격과 수평재, 띠장 및 장선 등의 위치가 조립 작업자의 숙련도에만 의존하고 있으며, 임의로 조작되고 작업발판이 수평을 유지하지 못하거나 누락 또는 고정 이 제대로 되었는지 않는 등 추락방지 역할에 미흡하 다는 점이 있어, 고용노동부와 한국산업안전보건공단은 2014년부터 수직재, 수평 재와 작업발판의 조립, 체결 방법이 규격화된 시스템비계 사용을 적극 유도하기 위한 현장 지도와 재정적 지원을 해 오고 있다.

2019년 9월기준 산업재해 발생현황의 따르면 전체 산업재해 사망자 1582명 중 건설업이 336명(50.4%)으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 특히 5~49인 소규모 건설사업장에서 278명으로 많이 발생하는 것으로 나타났다.^[1]





FIG. 1.1 Status of industrial accidents as of September 2019^[1]

또한, 최근 5년간(2014~2018) 사망재해현황을 분석해 본 결과, 건설업에서 발생한 2,134명 중 비계작업 중 발생한 사망자가 488명으로 전체 대비 22.8%로 높은 비중을 차지하였으며, 특히 20억원 미만의 소규모 공사현장에서 전체 사망자의 약 63%(308명) 비중을 차지하였다. 발생형태별로 살펴보면 떨어짐이 417명, 불균형 동작이 21명, 깔림이 13명 등으로 나타났고 떨어짐이 약 86%로 가장 많이 발생하는 사망사고의 원인으로 나타났다.

Table 1.1 the death toll from industrial accidents over the last 5 years

연도	사고사 망자수	증감(전 년대비)	제조업	조선	화학	건설업	서비스 업	기타
2014년	992	-98	260	24	23	434	160	138
2015년	955	-37	251	25	33	437	149	118
2016년	969	14	232	25	33	499	127	111
2017년	964	-5	209	20	20	506	144	105
2018년	971	7	217	7	26	485	154	115

Table 1.2 Collapse status due to scaffolding in the last 5 years

구분	비계작업으로 인한 떨어짐
2014년	56명
2015년	53명
2016년	63명
2017년	55명
2018년	52명

1.2 연구목적

건설업 추락재해 중 비계작업의 의한 재해 비중이 상당수를 차지하고 있다. 재해 발생 원인의 대부분은 불안정한 행동으로 인해 발생 되고 있다. 또한, 대부분의 공종작업 진행을 위한 작업발판인 비계는 많은 추락위험 요소들이 존재하기 때문에 이를 효율적으로 관리 할 수 있는 시스템이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구는 비계재해 중 재해율이 높은 추락재해와 관련하여 비계작업관련 근로자 및 안전관리자, 전문가를 대상으로 재해의 유형 및 특성을 파악하고자 한다. 먼저 최근 5년간 건설재해현황에서 하이비의 3E(Engineering, Education, Enforcement)기법으로 비계 설치, 해체, 작업 중 단위공정별로 재해 원인을 파악하고, 분석된 재해 원인을 기반으로 비계작업과 관련된 대상자들에게 설문조사 및 전문가 인터뷰를 실시한다. 이후 도출된 결과를 바탕으로 비계작업 시 기술적, 교육적, 관리적 요소에 대한 안전관리방안을 제시하고자 한다.

1.3 연구방법

본 연구에서는 건설현장 가설공사의 비계작업은 다양한 작업을 위해 널리 사용되고 있으며 작업조건과 관리적, 기술적, 교육적 요인에 따라 여러 위험요인이 실제 건설현장에 내재되어 있다. 따라서 현장 내 안전한 비계작업을 위해 체계적이고 효율적인 안전관리 방안 및 대책이 시급하다. 그러므로 안전관리 기법 하이비의 3E를 활용하여 비계재해사례를 비계 설치, 해체, 작업 중 단위공정별로 분석한 뒤 이 내용을 바탕으로 설문조사 및 인터뷰를 실시하고 설문과 인터뷰 결과를 통해 비계 작업 안전관리방안을 제시하고자 한다.

첫째, 연구의 배경과 필요성, 비계 추락재해에 대한 고찰과 산업재의 개념 및 발생 원인을 분석한다.

둘째, 비계의 정의 및 특징 그리고 종류별 안전지침에 대해 분석한다.

셋째, 3E(Engineering, Education, Enforcement)기법을 접목시켜 관리자와 비계작업자의 안전의식도를 인터뷰 및 설문조사를 통해 측정하고 분석하였다.

넷째, 설문조사 결과를 바탕으로 현업의 종사자인 안전관리자, 전문가와 인터뷰를 통해 현실적인 비계 추락재해 Human error 예방대책 활동 개선 방안을 모색 하는 것이다.

제 2 장 이론적 배경

2.1 비계의 정의 및 특징

비계란 작업장소가 높아서 작업자가 손이 닿지 않는 높은 곳을 작업할 수 있도록 공사용 통로나 작업용 발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물을 말한다.

또한 비계는 부재의 설치·해체작업, 구조물작업, 조적작업, 미장작업, 도장작업, 불팅작업, 용접 또는 용단 작업 등을 할 때 노동자가 작업장소에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 가설작업대를 지지하는 구조물을 의미하며, 비계의 기능은 아래 항목 들을 만족하여 한다.^[2]

- 1) 높은 작업지점에서 작업이 가능하여야 한다.
- 2) 비계상부에서 이동과 자재운반이 가능하여야한다.
- 3) 비계 상부에서 작업 또는 이동시 작업자 안전이 보장되어야 한다.



FIG. 2.1 Systems scaffolding installed on actual building exterior walls^[2]

현대에는 시스템비계와 강관비계가 주로 건설현장에 많이 설치 되어 있으며, 시스템 비계와 강관비계의 특징은 아래와 같다.

- 1) 비계는 다양한 형태로 조립이 가능하며, 다양한 구조물의 형상과 상관없이 구조물의 형태를 따라서 설치가 가능하다.
- 2) 비계구조물 부재와 부재의 연결은 힌지로 간주한다. 따라서 비계 강도가 결정되는 단점이 있다.
- 3) 비계 구조물 부재가 구부러지거나 부식이 된 경우는 비계 강도에 영향을 주게

된다. 특히 구부러진 비계는 현장관리를 통해서 퇴출 되어야 품질확보가 이루어진다.

- 4) 비계구조물은 벽이음 설치수에 따라서 비계 강도가 크게 영향을 받는다. 구조 계산을 하는 목적도 벽이음 수량을 결하기 위함이다.

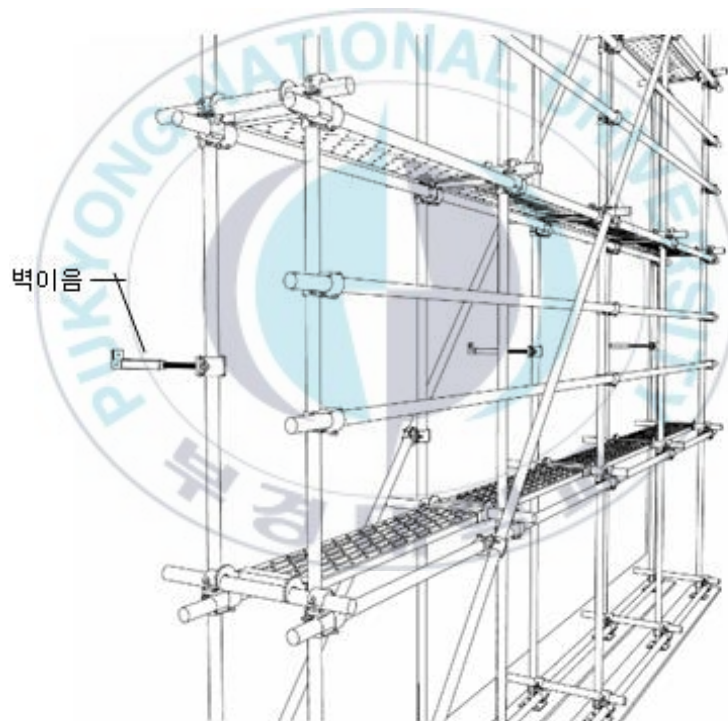


FIG. 2.2 Scaffold wall joint installation location

2.2 비계의 종류

비계의 종류로는 재료, 기능, 사용 목적에 따라 다양하고, 국가마다 다소 차이가 있으나, 일반적으로 강관비계, 강관틀비계, 시스템비계, 이동식비계, 말비계, 달비계, 달대비계 등으로 분류하고 있으며, 본 연구에서는 건설현장에서 주로 사용 중인 강관비계, 시스템비계, 이동식 비계를 중심으로 연구를 할 것이다.



Table 2.1 Several types of scaffolding

구분	내용
	강관비계 파이프와 부속철물을 이용하여 폭이나높이를 자유롭게 조절할 수 있으며, 조립 및 해체가 용이하고 재질이 아연도금으로서 내구성이 강하여 장기간 사용 가능하다.
	시스템비계 가설재가 규격화되어 있어 변위에 대한 안전성이 확보되어 있으며 발판폭과 통로배치 또한 용이하여 작업성이 좋다.
	이동식비계 조립식비계(BT비계)라고도 하며, 좌굴에 대한 저항성이 크고 조립과 해체가 간편하여 콘크리트의 거푸집 지보 공으로 또는 이동식 비계로서도 많이 사용되고 있다.
	말비계 두 개의 일정한 모양의 형태를 가진 사다리를 정상부에서 결합하고 다리를 벌린 모양으로 작업발판처럼 사용되는 것이다.
	달대비계 철골공사의 리벳치기, 볼트 작업시 이용되는 것으로, 이는 주 체인을 철골에 매달아서 임시 작업발판을 만든 비계이며 상하로 이동시킬 수 없는 단점이 있다.
	달비계 건축물의 옥상 혹은 임의의 장소 개구부에서 형강재를 내밀어 와이어 로프로 작업대를 달아 내린 것으로 윈치로 상하운동을 할 수 있다.

2.3 비계 작업시 안전지침^[2]

한국산업안전공단의 비계작업 안전실무안내서에 따르면 비계의 작업은 고소작업이 있는 건설현장에서 반드시 필요하나, 가설공사라는 이유로 설계도서 또는 안전기준에 의하여 작업하기 보다는 시공자가 현장에서 공사에 맞게 임의로 설치하거나, 작업의 편의를 위해 주요부재 누락 또는 안전시설을 생략하여 추락(떨어짐) 및 붕괴(무너짐) 등의 재해가 지속적으로 발생하고 있다.

특히, 비계의 설치높이가 31m 이상이 되는 경우 비계의 자중에 의해 좌굴(Buckling) 위험성이 높다. 그러나, 작업의 편의를 위해 구조검토 결과와 안전기준을 준수하지 않아 비계 전체가 무너지거나 넘어지는 사고가 발생하고 있다.

따라서, 비계작업은 공사의 성패를 결정하는 가장 중요한 작업으로 설계단계부터 철저하게 관리되어야 한다. 설계단계에서는 안전한 비계공법 선정 후 설계도서를 작성하고, 시공단계에서는 현장여건을 고려하여 시공계획서 작성 및 작업 전 안전교육을 실시하여야 하며, 설계 도서 및 시공계획서에 따라 안전하게 작업될 수 있도록 관리감독을 철저히 하여야 한다.

또한, 비계공법 선정 시 시공성, 경제성, 안전성을 모두 고려하여야 하며, 비계작업의 안전을 위해서는 작업발판, 가설계단, 벽이음, 가새(Bracing), 안전난간 선행설치, 안전대 착용 등 안전기준에 따라 작업하여야 하고, 선진국 수준의 비계작업을 위해 강관비계, 시스템비계 등 안전한 비계가 널리 보급 및 적용되어야 할 것이다.

향후 건설현장 비계 작업의 안전을 위해 비계의 경량화, 모듈화, 표준화 가 될 수 있도록 정부, 발주자, 설계자, 제작사 및 시공자 모두 연구·개발 및 실용화에 노력해야 할 것이다. 아래와 같이 비계작업의 위험요인으로 총 10가지가 있다.

- 1) 연결재가 적은 구조로 되기 쉽다.
- 2) 부재 결합이 간략하여 불완전 결합이 많다.
- 3) 구조물이라는 통상의 개념이 확고하지 않으며, 조립의 정도가 낮다.
- 4) 임시로 설치하는 가시설물로 작업의 편의를 위해 부재를 설치하지 않거나, 임의 해체하기 쉽다.
- 5) 부재는 과소 단면이거나 결합이 있는 재료를 사용하기 쉽다.
- 6) 작업의 편의를 위해 작업발판에 마감자재를 과적하기 쉬워 무너짐 위험이 있다.
- 7) 불안정한 구조로 작업할 경우 무너짐사고의 원인이 될 수 있다.
- 8) 작업발판, 안전난간대 등 안전시설 미설치 시 떨어짐 위험성이 높다.
- 9) 마감작업 등 타작업과 간섭으로 벽이음재를 임의 해체하여 무너짐 등 사고의 원인이 될 수 있다.

10) 작업발판 설치 이후 작업발판 위에서 안전난간대 설치 시 떨어짐 위험이 있다.

2.3.1 용어의 정의

(1) KOSHA GUIDE 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “비계”라 함은 공사용 통로나 작업발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물을 말한다.
- (나) “강관비계”라 함은 비계용 강관을 이음철물(강관조인트 등)이나 조임철물(클램프 등)을 이용하여 조립한 비계를 말한다.
- (다) “비계기둥”이라 함은 비계를 조립할 때 수직으로 세우는 부재를 말한다.
- (라) “띠장”이라 함은 비계기둥에 수평으로 설치하는 부재를 말한다.
- (마) “장선”이라 함은 쌍줄비계에서 띠장 사이에 수평으로 걸쳐 작업발판을 지지하는 가로재를 말한다.
- (바) “교차가새”라 함은 강관비계 조립시 비계기둥과 띠장을 일체화하고 비계의 도괴에 대한 저항력을 증대시키기 위해 비계 외면에 X형태로 설치하는 것을 말한다.
- (사) “벽이음재”라 함은 강관, 클램프, 앵커 및 벽 연결용 철물 등의 부재를 사용하여 비계와 구조체 사이를 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 대하여 안전하도록 설치하는 부재를 말한다.
- (아) “작업발판”이라 함은 비계 등에서 작업자의 통로 및 작업공간으로 사용 되는

발판으로 걸침고리가 용접 또는 리벳 등에 의하여 발판에 일체화되어 제작된 작업대와 걸침고리가 없는 통로용 작업발판 등이 있다.

(자) “비계용 강관”이라 함은 작업장에서 조립하여 설치하는 강관비계용 부재를 말한다.

(차) “강관 비계용 부재”라 함은 비계용 강관을 강관조인트와 클램프 등으로 조립하여 설치한 비계를 구성하는 부재를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 이 지침에 특별한 규정이 없으면 「산업안전보건법」(이하 “법”이라 한다), 같은 법 시행령(이하 “령”이라 한다), 같은 법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다), 방호장치 안전인증 고시 및 방호장치 자율안전기준 고시(이하 “안전인증고시”라 한다) 또는 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에서 정하는 기준 등에서 정하는 바에 따르며, 아래 사진은 시스템 비계 용어 사진이다.

2.3.2 비계 작업의 준비

(1) 작업계획, 작업내용 등을 충분히 검토하고 비계의 조립도에 따라 다음 사항을 확인하여야 한다.

(가) 비계조립 시 사용되는 강관비계용 부재

(나) 비계의 치수(높이, 길이, 폭)

(다) 구조물의 형태와 구조물과 비계 사이 간격

- (라) 작업발판, 안전난간, 가설통로 및 낙하물방지망, 수직보호망 등의 설치계획
 (마) 보강방법(출입구, 단부, 우각부 등)

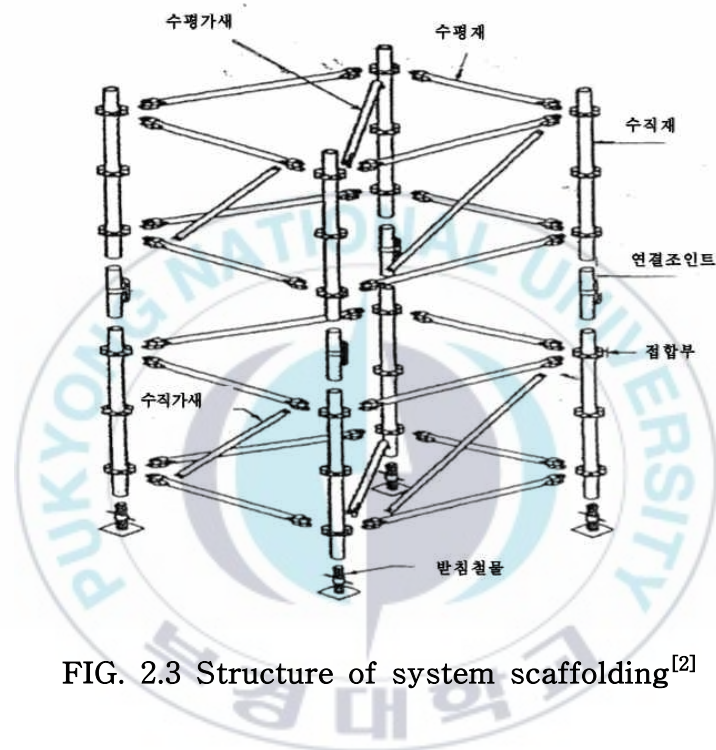


FIG. 2.3 Structure of system scaffolding^[2]

(2) 작업현장 및 주변의 상황 등 다음 사항을 확인하여야 한다.

(가) 부지내 공지의 상황(자재의 적치장소 등)

(나) 장애물의 유무

(다) 인접건축물과의 간섭여부

(라) 가공전로의 방호상황

(마) 주변도로의 상황(교통량 및 도로의 폭등)

(바) 가공선로의 방호상황

(사) 주변도로의 상황(교통량 및 도로의 폭등 각종 교통규제 포함)

(3) 재료의 반입방법, 반입시기 및 적치장소(임시보관소 포함) 등을 확인하여야 한다.

(4) 크레인 등의 운전자, 형틀공, 철근공, 도장공 등 관련 직종 기능공과 작업방법 등에 관하여 협의하여야 한다.

2.3.3 비계 작업의 관리^[3]

(1) 작업관리를 위하여 근로자는 다음사항을 고려하여 배치하여야 한다.

(가) 경험의 정도와 건강상태

(나) 숙련자와 미숙련자를 적절하게 편성(다) 고령자와 연소자 또는 고·저혈압, 약시, 난청 등 건강에 이상이 있는 자는 고소작업 및 위험작업에 투입금지 등

(2) 강관비계 조립 및 해체작업을 하는 근로자는 「유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙」 [별표1] 17번에 의한 자격·면허·기능 및 경험에 적합하여야 한다.

(3) 작업장소의 상황과 작업순서 등 가능한 그림 등을 사용하여 정확하게 지시하여야 한다.





FIG. 2.4 Scaffolding installation work and completion status^[2]

2.3.4 비계 설치작업^[2]

(1) 지반은 비계기둥이 침하하지 않도록 충분히 다짐하고, 깔판·깔목 등은 평탄하게 설치하여야 한다. 다만, 콘크리트, 강재 표면 및 단단한 아스팔트 등과 같은 지반은 깔판·깔목을 설치하지 않은 상태에서 받침 철물만을 사용하여 지지 할 수 있다.

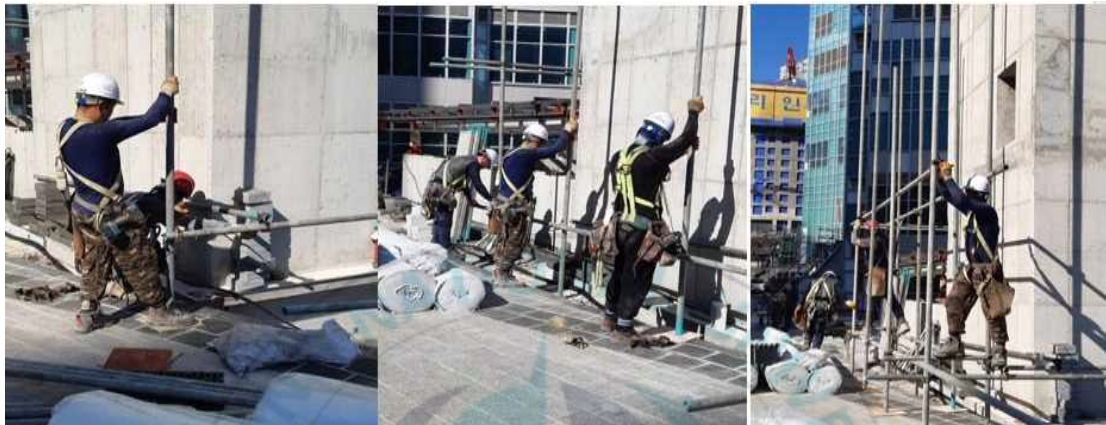


FIG. 2.5 When installing the scaffolding, use base hardware^[2]

2.3.5 점검보수

비, 눈, 그 밖의 기상상태의 악화로 작업을 중지시킨 후 또는 비계를 조립 해체하거나 변경한 후에 그 비계에서 작업을 하는 경우에는 해당 작업을 시작하기 전에 다음 사항을 점검하고, 이상을 발견하면 즉시 보수하여야 한다.

- (1) 발판재료의 손상여부 및 부착 또는 걸림상태
- (2) 비계의 연결부 또는 접속부의 풀림상태
- (3) 이음철물 및 조임철물의 손상 또는 부식상태
- (4) 손잡이의 탈락여부

- (5) 비계기둥의 침하·변형·변위 또는 흔들림 상태

2.3.6 해체

- (1) 비계 해체 작업계획서를 작성하고, 작업계획서 내용을 근로자에게 알려야 한다.
- (2) 해체 작업 전 비계에 결함이 발생했을 경우에는 정상적인 상태로 복구한 후에 해체하여야 한다. 특히 해체작업 전 벽이음재와 가새는 반드시 확인 하여야 한다.
- (3) 작업은 2명 이상의 공동작업을 원칙으로 수행하여야 한다.
- (4) 추락의 위험이 있는 곳에서는 반드시 안전대를 착용하고 작업하여야 한다.
- (5) 해체된 부재의 운반은 크레인 등의 장비사용을 원칙으로 하며, 인력으로 내리는 경우에는 던지는 작업방법은 금지하여야 한다.
- (6) 벽이음, 가새는 가능한 나중에 해체하며, 필요한 경우 임시가새, 버팀목을 설치하는 등 안전조치를 강구하여야 한다.
- (7) 비계의 설치 기간 및 하중 부과 등으로 잔류응력이 축적된 상태이므로 비계해체 전에 비계 벽이음재의 설치상태 점검 및 보강 후 각 단별(또는 층별)로 순차적으로 해체하여야 한다.

2.3.7 시스템 비계 설치작업^[3]

- (1) 시스템 비계 조립 전 구조, 강도, 기능 및 재료 등에 결함이 없는지 면밀히 검토하여야 하며 시공 상세도면에 따라 설치하여야 한다.
- (2) 지반은 시스템 비계 구조물이 침하하지 않도록 충분한 다짐을 하거나 콘크리트 등을 타설한 후 설치하여야 한다.
- (3) 경사진 지반의 경우에는 피벗형 받침철물 또는 췌기 등을 사용하여 수평을 유지하도록 지지하여야 한다.
- (4) 고압선에 근접하여 시스템 비계를 설치할 때에는 고압선을 이설하거나 고압선에 절연용 방호구를 장착하는 등 고압선과의 접촉을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
- (5) 수평재만 연장 설치해야 하는 경우에는 수평재가 캔틸레버(Cantilever)로 작용하지 않도록 가새재를 보강하여야 한다.

2.3.8 시스템 비계 해체작업

- (1) 해체작업 전에 시스템 비계에 결함이 발생했을 경우에는 정상적인 상태로 복구한 후에 해체하여야 한다. 특히 벽 연결재와 가새의 설치상태는 반드시 확

인하여야 한다.

- (2) 시스템 비계를 해체할 경우에는 가새 또는 벽 연결재를 한번에 제거하지 않도록 하고 안전시설이 설치되어 있는 비계에서는 필요시 보조장치를 한 후에 벽 연결재 등을 해체하여야 한다.
- (3) 해체된 부재와 연결재는 비계로부터 떨어뜨리지 말고 내려야 하며, 아직 분해되지 않은 비계 부분은 안정성이 유지되도록 작업하여야 한다.
- (4) 해체된 부재들은 검토된 적재하중 한도 이상으로 비계위에 적재해서는 안 되며 지정된 위치에 보관하여야 한다.

2.4 재해원인 분석기법

여러 추락사고와 마찬가지로 비계 추락 사고원인 분석 및 대책에 대해서 활발한 논의가 이루어지고 있다. 이러한 원인조사를 수행하는 안전공학적 기본적인 접근방법의 토대를 이루는 것 중 대표적으로 하인리히의 도미노 이론과 버드의 신도미노 이론이있고 원인분석기법으로는 현재 가장 많이 사용되고 있는 하이비의 3E가 있다.

이외에도 사업장의 유해,위험요인을 파악하고 해당 요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)와 중대성(강도)를 추정 및 결정하고 감소 대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정들이 위험성평가도 흔히 쓰이고 있다.

2.4.1 안전관리 이론^[4]

하인리히 (H. W. Heinrich, 1959)의 도미노이론에서 사고발생의 근원이 사회적인 풍토나 개인의 유전적 특성에 있다고 보았다. 또한 인전 및 물적 원인이 전체 재해 원인의 98%를 차지하기 때문에 사고의 대부분이 예방 가능 하므로 사후처리보다는 사전대책으로 위험을 제거하여 한다고 말했다.

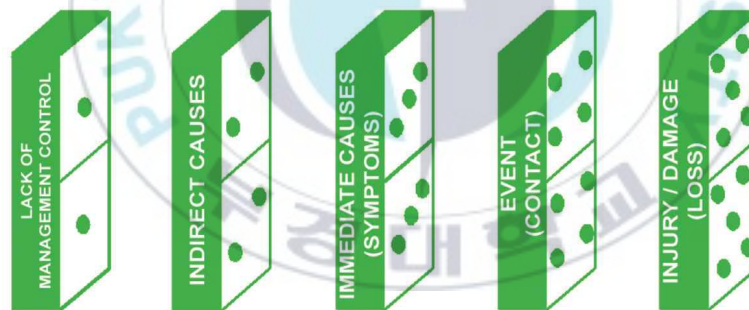
그러나 버드(F. E. Bird 1973)는 이 이론을 수정하여 근본원인이 되는 안전관리 활동을 강화해야 한다고 주장하였다. 즉, 건설재해의 직접적인 원인이 될 수 있는 건설업 자체의 특수성, 근로자의 불안정한 행위, 작업조건, 공법이나 작업순서 등은 관리의 불충분에서 비롯되며, 결국 관리상 결함이 다른 직접적인 원인에 선행하는 근본적인 사고발생의 원인이 되므로 관리상 결함을 제거하는 것이 직접적인 원인의 제거보다 더욱 근본적인 사고방지대책이라고 볼 수 있다는 것이다.

버드의 신도미노 이론에 따른 접근방법은 이후 미국사회에서 수많은 안전사고의 저감 추세를 만들어낸 주요 이론으로 인정받고 있다. 즉, 표면적인 안전대책을 주로 다룬 하인리히 모형에서 근본적인 안전대책을 다루는 선진국형 심층 재해예방 접근 방법으로 발전시킨 것으로 평가되고 있다.

버드(Bird)의 신 도미노 이론에서 기본 원인 분석 기법으로 활용되는 4M이 있다. 4M은 공정(작업)내에 잠재하고 있는 위험요인을 Machine(기계적), Media(물질, 환경적), Man(인적), Management(관리적) 등 4가지 분야로 위험성을 파악하여 위험을 제거하고 대책을 제시하는 인간공학적 접근 방법이다.



하인리히 도미노 모형



버드 신도미노 모형

FIG. 2.6 The Domino Theory of Heinrich and Bud^[4]

한편, 위험성 평가는 유해위험요인을 파악하고 해당 유해위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말한다. 정기평가와 수시평가가 있으며 먼저 사전준비를 시작으로 유해위험요인파악, 위험성 파악, 위험성 추정, 위험성 결정 그리고 위험성 감소대책 수립 실행으로 크게 5단계로 이루어져 있다.

하이비(Harvey)는 사고방지 대책으로서 3E(Engineering, Education, Enforcement)를 제안하였으며, 3E는 대표적으로 활용되는 재해원인분석으로 널리 알려져 있는 기법이다. 3E는 각각은 기술적 대책, 교육적 대책 및 관리적 대책을 의미한다. 안전 사고의 예방은 3E를 모두 활용함으로써 효율적인 안전관리가 가능하다. 이를 통해 사고방지대책은 아래 <fig2.1>와 같이 나눌 수 있으며 3E는 재해원인을 기술적, 교육적, 관리적으로 대책을 제시함으로써 4M과 달리 작업을 하는 작업자의 불안정한 행동뿐만 아니라 주변환경의 불안정한 상태까지 함께 고려하여 재해예방을 위해 좀 더 거시적 관점을 가지는 방법이다. 이에 본 연구에서는 비계 작업시 추락재해를 예방하기 위해 비계 설치 및 해체 작업 중 비계 구조물, 작업자의 안전의식, 관리자 등의 관리방법 중 어떤부분에서 조금 더 개선이되었으면 하는 부분이 있는지 파악하고자 하이비의 3E 기법을 활용 한다.^[4]

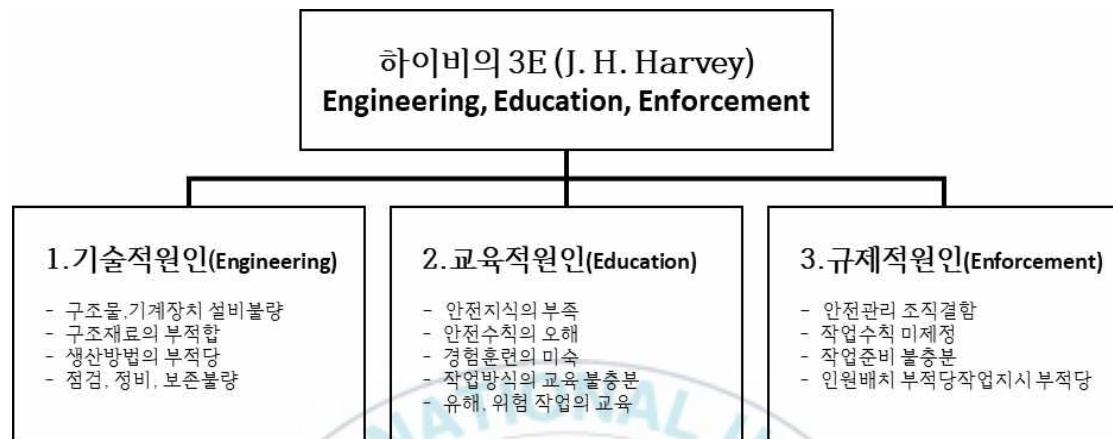


FIG. 2.7 3E of Harvey^[4]

제 3 장 비계작업 산업재해현황

3.1 비계 공정 작업시 사망재해 발생현황

이를 위해 많은 건설업 선행연구에서 비계작업 재해의 주된 원인을 분석하고 그에 맞는 대책을 제시하고 있다. 그 결과를 바탕으로 재해 예방 및 안전대책을 통해 비계작업 근로자의 사고는 점진적으로 감소의 길을 걷고 있지만, 현실적으로 건설업에서 비계작업을 하는 데 있어서 다양한 문제점들을 해소하기가 어려운 실정에 있으며, 아래 비계의 종류별, 발생형태별, 공사종류 및 규모별 비계로 인한 사망재해 발생현황을 알 수 있다.^[1] (한국산업안전보건공단 2019)

Table 3.1 Status of death accidents by scaffold type^[1]

(단위: 명)

총합계	강관비계	사다리*	달비계	이동식 비계	작업발판 일체형 비계**	말비계	시스템 비계	달대비 계	강관틀 비계	기타
488 (100%)	213 (34.7%)	97 (19.9%)	63 (12.9%)	45 (9.2%)	37 (7.6%)	17 (3.5%)	9 (1.8%)	3 (0.6%)	2 (0.4%)	2 (0.4%)

Table 3.2 Status of death accidents by type of occurrence^[1]

총합계	떨어짐	불균형 동작	깔림	감전	무너짐	맞음	부딪힘	끼임	넘어짐	기타
488 (100%)	417 (85.5%)	21 (2.7%)	13 (2.7%)	9 (1.8%)	8 (1.7%)	7 (1.4%)	6 (1.2%)	4 (0.8%)	1 (0.2%)	2 (0.4%)

Table 3.3 Status of death accidents by type of construction^[1]

총합계	주택	근생 빌딩	개,보수 리모델링	아파트 오피스텔	학교, 복지시설	건축 기타	플랜트 공장	토목	전기,통신 소방설비	기타
488 (100%)	108 (22.1%)	78 (16%)	75 (15.4%)	69 (14.1%)	46 (9.4%)	36 (7.4%)	31 (6.4%)	23 (4.7%)	20 (4.1%)	2

총합계	1억미만	1~3억	3~10억	10~20억	20~50억	50~120억	120~800억	800억 이상
488 (100%)	120	57	92	39	42	44	56	38

Table 3.4 Status of Death Accidents by Construction Size^[1]

998년부터 2016년까지 18년 동안 발생한 715명의 일본의 비계 사망자 작업내 용
 별 분석(건설업안전위생년감, 건설업노동재해방지협회)을 보면 9년 간의 국내 사망
 자 735명보다 적다. 또한 산업안전보건연구원에서 분석한 2014년 산업재해원인조사
 (업무상 사고) 보고서에 따르면 작업 내용 분석 결 과와 같고, 이를 그림과 같이 일

본과 단순 비교해보면 비계 조립·해체 과정 에서 사망자가 일본은 35.4%로 우리 보다 적다는 점에서 일본의 비계에 대한 선행형 안전난간 설치 방법을 검토해볼 필요는 있다. 최근들어 추락재해를 줄이기 위해 정부 정책이 시스템비계를 활성화하고 있지만, 시스템비계도 설치·해체 과정에서는 추락사고가 발생하고 있어 이를 개선하기 위한 선행형 안전난간의 도입이 필요하다.^[5]

구분	샘플링 조사 대상	연결 조립 설치 및 해체 작업	운반 상차 및 하차 작업	비계 위 작업 중					
				물체 가공 취급 작업	기계 기구 설비 설치 보전 작업	건설 관련 작업	채광 별목 작업 등	행정 의료등 서비스 작업	청소 및 부가적 작업
부상자	281 (%)	115 (40.9)	27 (9.6)	10 (3.6)	24 (8.5)	92 (32.7)	1 (0.4)	2 (0.7)	10 (3.6)
사망자	70 (%)	32 (45.7%)	7 (10.0)	0	0	25 (35.7)	0	1 (1.4)	1 (1.4)

Table 3.5 Disaster statistics from above scaffolding operations^[1]

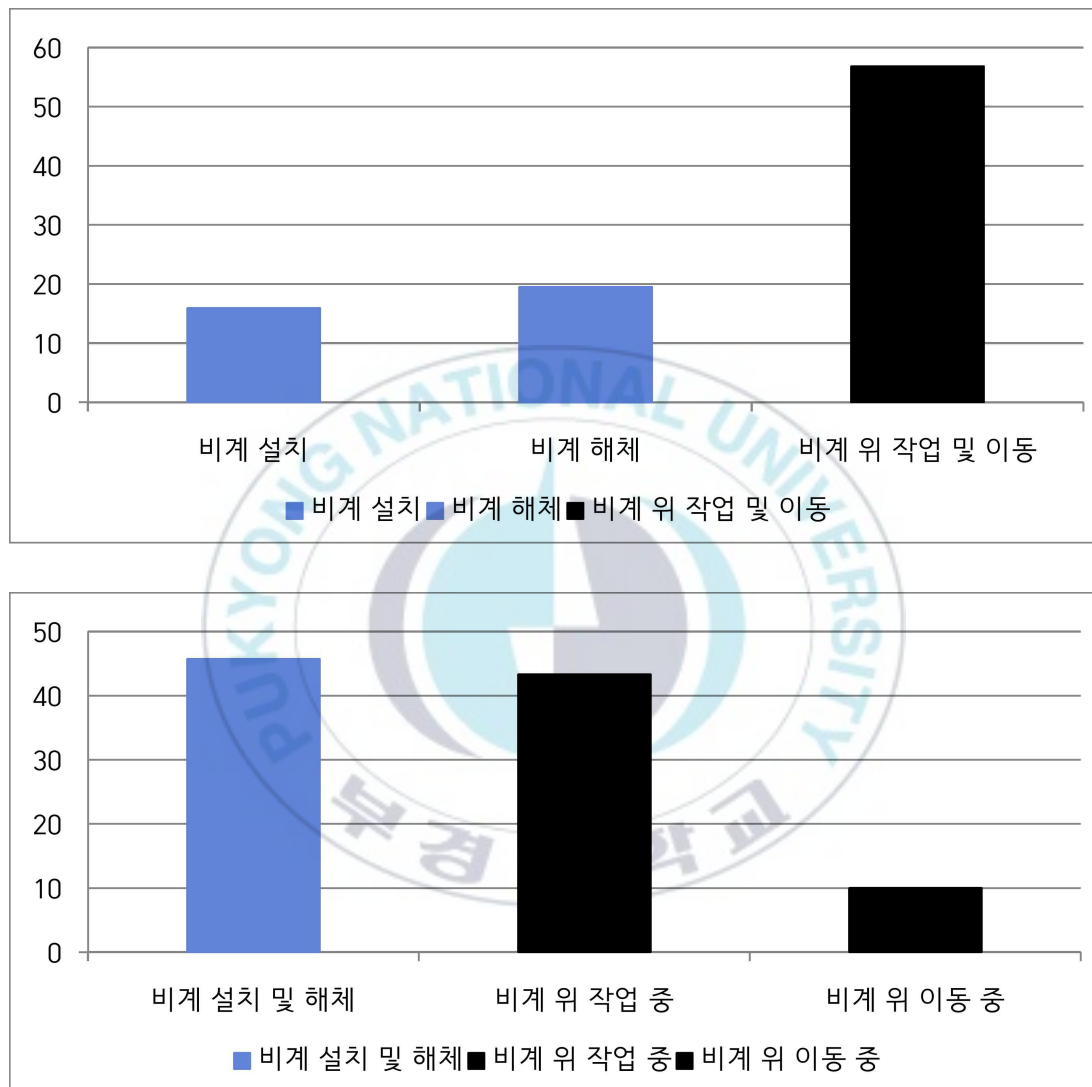


FIG. 3.1 Comparison of Statistics on scaffold Deaths in Japan and Korea[5]

3.2 비계 추락재해 사례 원인분석

3.2.1 추락재해의 개념^[18]

추락이란 사람이 주체가 되어 높은 장소에서 지면 또는 바닥면으로 중간단계의 접촉 없이 자유 낙하하는 것이고, 전락이란 계단이나 경사면에서 굴러 떨어지는 것을 말한다. 산업재해조사규정(노동부 예규 제56호)에서는 추락의 발생형태를 사람이 건축물, 비계, 기계, 사다리, 계단, 경사면 및 나무 등에서 떨어져 생기는 전락을 추락의 범주에 포함하여 분류하고 있다. 추락의 발생은 중력과 사물 위치의 고저차에 기인하고 역학적인 의미에서는 위치에너지와 밀접한 관계가 있다. 추락재해란 추락으로 인하여목숨을 잃거나 신체의 일부를 손상시키는 사고를 말하며 건설현장의 중대재해 중 절반 이상이 추락으로 인하여 발생되고 있다. 추락 재해에 있어서 상해의 정도는 추락 높이, 추락 장소, 충격 부위에 따라 다르다. 과거 추락 재해 조사 결과를 통한 추락재해의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 대체로 추락높이가 높을수록 상해가 크지만, 5m이상에서 추락하여 생존한 경우와 2m 정도에서 추락하여 사망한 경우도 있다. 추락장소가부드러운 경우에는 상해가 적은 편이나, 딱딱한 경우에는 상해가 크고 충격 부위가 다리인 경우는 상해가 적으나 머리인 경우에는 사망에 이르기가 쉽다. 또한 나이가 많을수록 추락시의 반사 신경이 떨어지기 때문에 고령자일수록 상해가 큰 편이고 나이가 어릴수록 상해가 적다.

추락재해는 전체 재해의 15%정도를 차지하고, 건설업에 있어서는 건설 재해자 중 35%를 차지하고 있어 건설재해 중 가장 많이 발생되는 재해 중 하나이다. 추락은

건설업에 가장 우선적으로 해결해야 할 과제로 많은 노력을 하고 있으나 노력만큼의 재해 감소 효과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 이런 추락재해를 일컬어 반복형 재해, 재래형 재해라고도 부르고 있다.

3.2.2 추락재해의 원인

추락재해를 일으키는 원인에는 물적 원인과 인적원인이 있다. 인적원인을 제외한 물적 원인으로 재해를 초래하는 근원이 되었던 기계 장치, 그 밖의 물건과 환경들을 기인물이라고 말하며 추락재해의 기인물별 원인은 아래와 같다.

(1) 개구부 주위에서의 추락 원인으로 일반적인 개구부에서 추락이 발생하게 되는 원인은 크게 5가지로 요약될 수 있다.

- (가) 바닥 개구부의 덮개를 설치하지 않거나 고정하지 않는다.
- (나) 방호울이나 작업난간이 설치되어 있지 않다.
- (다) 방호울이나 작업난간을 해체하고 작업한다.
- (라) 개구부 주위에서 안전대를 착용하지 않고 작업한다.
- (마) 구조물 단부에서 불안정한 자세로 작업하거나 작업방법이 옳지 않다.

(2) 강관(이동식, 틀)비계 등에서의 추락 원인

비계의 종류는 여러 가지가 있지만 현재 건설현장에서 많이 사용하고 있는 외부비계는 강관비계로 강관 비계에서의 추락 원인은 여러 가지가 있으나 특히 비계의 설

치상태가 불안전한 경우에는 비계의 붕괴·도괴를 동반하며 추락재해로 이어지게 되고 이런 경우 대형 재해로 발전하게 되므로 비계의 설치기준을 준수하는 것이 중요시 되는데 비계에서 추락재해가 발생하는 주요 원인은 아래와 같다.

- (가) 작업난간이 설치되어 있지 않다.
- (나) 작업난간을 해체하고 작업한다.
- (다) 비계의 설치상태가 불안전하다.
- (라) 작업발판을 설치하지 않고 작업한다.
- (마) 추락 방지용 방망을 설치하지 않고 작업한다.
- (바) 비계와 구조체 사이의 연결통로를 설치하지 않고 작업한다.
- (사) 비계에 매달려 이동한다.
- (아) 안전대를 착용하지 않고 작업한다.

또한 주로 내부 작업을 할 때 많이 사용하고 있는 이동식 비계와 틀비계에서의 추락원인은 아래와 같다.

- (가) 발판 주위에 작업난간이 설치되어 있지 않다.
- (나) 불안전한 장소에 설치하고 작업한다.
- (다) 승강설비 없이 오르내린다.
- (라) 이동용 틀비계의 제동장치가 없다.
- (마) 이동용 틀비계에 작업자가 탄 채 이동한다.
- (바) 안전대를 착용하지 않고 작업한다.

(3) 작업발판 위에서의 추락 원인

건설현장에서 작업발판으로부터 추락하게 되는 많은 경우에 있어서 발판으로 사용하여서는 안 되는 각재를 발판으로 사용하며 특히, 이런 각재에 웅이나 균열 등이 있는 경우 근로자가 작업하는 도중 각재가 부러지며 추락하거나 발판으로 사용하는 합판이 파괴되는 경우, 작업발판을 지지하고 있는 각재가 파손되는 경우 등 목재 작업발판을 사용하는 경우 많은 추락재해가 일어나고 있어 가능한 현장에서는 재료의 신뢰도가 낮은 목재 작업발판 사용을 피하는 것이 바람직하다. 그밖에 아래와 같은 원인에 의해 작업발판에서 추락재해가 발생하고 있다.

- (가) 작업발판을 고정하지 않고 작업한다.
- (나) 작업발판을 부분적으로만 설치하고 불안정한 상태에서 발판을 이동시킨다.
- (다) 작업발판의 폭이 좁다.
- (라) 발판 주위에 작업난간이 설치되어 있지 않다.
- (마) 안전대를 착용하지 않고 작업한다.
- (바) 작업발판 위에 자재를 과적한다.
- (사) 엘리베이터 등의 내부에 설치된 작업발판의 지지물이 하중을 견디지 못한다.

(4) 건설 기계·기구 및 장비에 의한 추락 원인

건설기계·기구에서의 추락재해 원인은 어떠한 건설기계·기구를 사용하느냐에 따라 그 위험요인과 재해원인이 다양하다. 기본적인 주요 원인으로는 아래와 같다.

- (가) 사용하는 건설기계 또는 장비의 재원과 특성을 파악하지 않고 작업한다.
- (나) 작업계획을 수립하지 않고 작업한다.
- (다) 기계 및 장비의 안전작업지침을 준수하지 않고 작업한다.
- (라) 현장에서 임의로 조립 제작한 장비를 사용한다.
- (마) 작업 전 건설기계 또는 장비의 이상 유무 점검을 실시하지 않는다.
- (바) 유도자 배치, 지반의 부동침하 방지 및 갓길의 붕괴 방지 조치 등 기계 또는 장비가 전도나 굴러 떨어지지 않도록 조치를 실시하지 않는다.

3.2.2 비계 추락재해 사례

아래표 (table. 3.6)와 같이 2016년부터 2019년도까지 실제 현장에서 가장 유사하게 반복되는 비계 추락사고 형태의 공통점은 첫째로 안전난간의 보호조치도 없는 상태에서 조립, 해체가 이루어진다는 점, 둘째는 교육·훈련을 이수한 전문 비계공도 아니고 대부분 고령인 석공, 미장 등을 하는 작업자들이 미숙련 상태에서 강관비계 등을 직접 설치도 하고 작업 도 중 또는 이동 중, 상하 자재 운반 중에 몸의 균형 등을 잃었을 때 반드시 필요한 안전난간이 없거나 제 기능의 결여로 추락하고 있다는 점이며 세 번째는 강관비계를 주로 사용하고 있는 소규모 현장들에서 특히, 유

사한 동종의 추락사고가 반복해서 발생하고 있다는 점, 넷째는 관리자들이 설치 전, 중, 후 안전하게 설치나해체작업을 하고 있는지 눈으로 확인하는 것을 소홀히 한다는 점이다. 2014년도부터 노동부에서 강조하고 있는 강관비계 대신 시스템비계로 사용 하는 것을 적극 유도 하는 것이 반드시 필요하지만 이마저도 아직까지는 완벽히 적용되지 않고 있는 실정이다. 본 연구에서 제안하는 기술적, 관리적, 교육적의 문제점이 무엇인지 도출하여 현장에 적용한다면, 추후 비계 설치 및 해체 작업시의 문제점들을 조금 더 집중적으로 관리 될 수 있을 것이라고 본다.

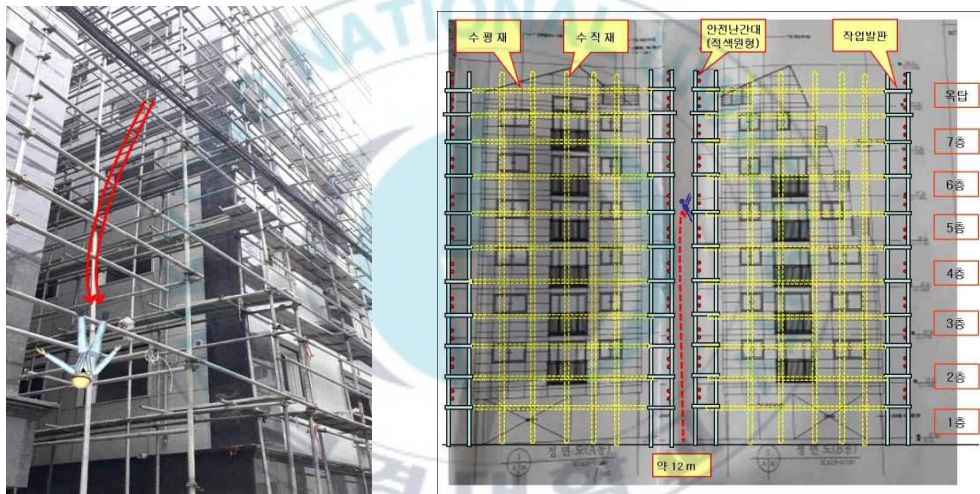


Fig. 3.2 Fall accident of scaffolding work at a new home
construction site in Gangdong-gu

2016.07. 오후	재해자 (남,55세,비계공)는 지하주차장 램프 출입구 석공사 작업용 시스템 비계 설치 중 작업발판 2단에서 4m아래로 추락사망
2017.02. 오후	재해자 (남,68세,중국인)가 상가건물 외부비계 조립 중 안전난간 없는 2층 발판에서 작업발판을 상부로 올리다 7m아래로 떨어져 사망
2017.02. 오후	현장에서 재해자 (남,47세)가 아파트 외부 시스템비계 해체 중 몸의 중심을 잃고 143m아래로 추락하여 사망
2017.04. 오전	빌딩 중축공사에서 재해자 (남,63세,석공)는 건물 외부 강관비계를 해체하던 중 중심을 잃고 3m 아래로 떨어져 사망
2017.04. 오후	재해자(남,56세)가 아파트 중앙계단 내부비계에서 외부비계 연결통로(작업발판) 설치 중 몸의 중심을 잃고 14.4m아래로 추락 사망
2017.05. 오후	재해자 (남,57세)가 공장 사무동 신축 공사에서 외부쌍 비계 조립작업 중 작업발판에서 지상높이 약12.5m 아래로 떨어져 사망
2017.06. 오후	다세대 주택공사에서 재해자 (남,76세)는 외부 강관비계 3단에서 비계 해체작업 중 몸의 중심을 잃고 5.4m아래로 떨어져 사망
2018.05. 오전	다가구주택 공사에서 외부 강관비계의 4단 작업발판 단부에 안전난간을 설치하던 재해자 (남,65세,석공)가 9.4m에서 떨어져 사망
2019.06. 오후	서울 강동구 주택신축현장에서 재해자 비계공인 재해자가 외부비계 해체작업을 위해 비계상부로 이동하던 중 12m아래로 추락하여 사망

table. 3.6 Scaffolding Crash Disaster Cases from 2016 to 2019

3.3 비계 재해 관련 선행 연구 고찰

남승의(2017)^[7]의 연구에서는 떨어짐 재해사례 120건을 조사하여 작업발판 미설치 47건, 안전대 미착용 31건, 추락 방지망 미설치 23건, 관리감독 부족 19건을 도출하였으며, 떨어짐 사고는 비계 설치, 해체 작업 시 떨어짐과 비계에서 작업 시 작업발판 미설치로 인해 떨어지는 것으로 분석하였다. 재정부족으로 인한 작업발판 생략, 안전대 및 추락 방지망 미설치, 작업자 안전의식 결여, 소홀업한 관리감독, 작업시 작업방법 및 규정 이해 부족, 무리한 시공 등을 원인으로 분석하였다.

유현동(2015)^[8]의 연구에서는 소규모 건설현장의 비계 및 작업발판을 중심으로 건설안전 분야 전문가 73명을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 사업주 안전의식, 근로자 안전의식, 안전투자 의식, 다단계하도급구조, 시공주체 불명확, 정부 제도상 안전규제, 공사관리주체 다양, 현장수 많음, 산재보상체계 모순 등을 원인으로 분석하였다.

안명찬(2016)^[9]에서는 안전난간 설치되어있지 않거나 해체 하고 작업, 설치상태 불안정하거나 작업발판 미설치, 추락 방지용 방망 미설치, 비계와 구조체 사이 연결통로 미설치, 비계에 매달려 이동, 안전대 미착용, 자재 과적, 작업 발판 폭이 좁음 등을 추락의 주요 원인으로 제시하였다.

민승남(2012)^[10]의 연구에서는 작업의 외적요인(안전난간 유무, 높이)과 작업자의 숙련도에 따른 자세안정성, 허리 근육긴장도, 심리적 불안정도를 평가하였다. 이를

위해서 허리 근육 활동량, 몸의 무게 중심이동, 심박수, 신체중심 유지에 대한 주관적 불편도를 측정했으며 이를 통해서 심리적, 신경계적 원인을 분석하고 이를 토대로 전도 가능 성 지표를 제시하였다. 분석결과, 안전난간이 없고, 높이 가 높을수록 자세 안정성이 낮아지고 허리근육 긴장도, 심 박수, 신체유지에 대한 주관적 불편도가 높아지는 것으로 나타났다

이기태(2006)^[11]는 건축공사(65%), 전기통신공사(17%), 토목공사(15%)순으로 발생한다고 하였다. 공사금액 대비 중대재해는 15억 원 당 1건이 발생하고 있으며 추락 재해가 전체 재해의 80%를 차지하고 있다 보고하였다. 건설현장에서는 다양한 요인으로 재해가 발생되고 비래(물체가 날아옴), 낙하(물체가 높은 데서 낮은 데로 떨어짐), 전도(물체가 옆으로 넘어짐), 추락(높은 곳에서 떨어짐)이 대표적이다.

Bunn et al.(2007)^[12]은 건설 현장에서의 비래, 전도, 추락은 빈번히 일어나고 그 중 사망으로 이어지는 비율이 가장 높은 형태는 추락이며 그 원인은 다양하다 하였다.

이규진(2001)^[13]은 추락 사고를 인적원인과 물적 원인으로 구분하였는데 인적원인은 보호구 미착용, 보호구 착용방법의 불량, 작업방법의 불량, 관리감독 소홀이고, 물적 원인은 안전시설 설치 불량 또는 미설치라고 하였다.

Bentley et al.(2006)^[14]은 높은 곳 에서의 추락 사고는 대부분 이동식 틀비계, 사다리, 지붕 위에서 작업할 때 미끄러지거나, 중심을 잃어서 발생한다고 하였다.

Chi et al.(2005)^[15]은 이동식 틀비계의 조립, 부적합한 재료의 사용, 작업난간 등과 같은 부재 미설치로 인해서 작업자가 상해를 입거나 사망한다고 하였다.

Whitaker et al.(2003)^[16]은 사고는 가설 작업대(특히 이동식틀비계) 사용으로 발생하고 전 세계적으로 건설 산업 사고가 큰 비중을 차지한다고 하였다.

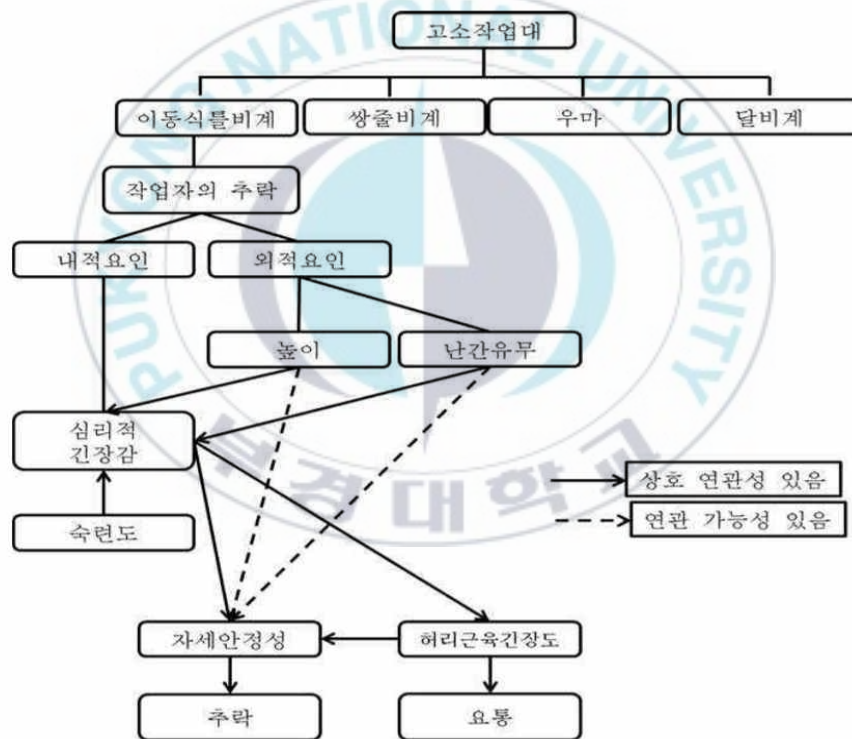


Fig. 3.3 Factors Affecting Operator Fall

기존 문헌들에서는 가설비계 설치 및 해체와 설치된 가설비계에서 다른 작업을 진행하면서 발생하는 떨어짐에 대해서 분석하였으며, 작업발판, 안전대, 방지망 등 가설 시설물 설치 부실, 관리감독 부족, 작업자 안전의식 결여, 작업자 작업 안정성 및 숙련도에 관한 직접적인 추락요인 과 안전에 대한 투자, 하도급구조, 시공주체, 안전관련 정 책·제도, 산재보상과 관련된 간접적인 추락요인에 관하여 언급되었다. 그러나 이런 요인 외에도 설치 될 자재의 안 전성·부식상태, 현장여건에 적합한 구조설계, 구조설계에 따라 제대로 시공되는지 여부 등에 관한 요인들도 작업자 추락에 영향을 미치는 요소로 고려될 필요가 있다.



Fig. 3.4 Risk of falling due to the absence of wall joints

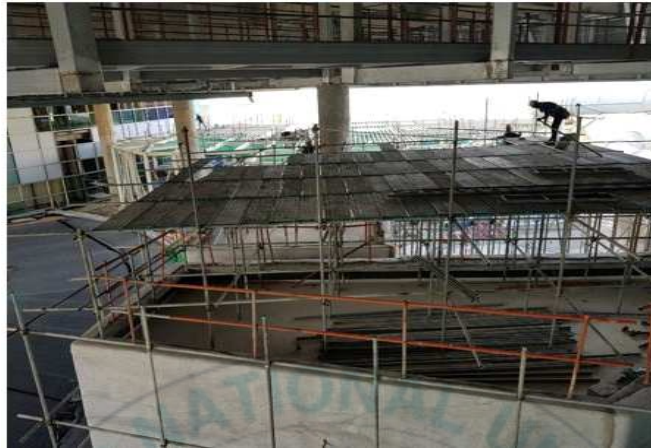


Fig. 3.5 Risk of falling due to the absence of scaffolding horizontals

3.4 비계 작업시 위험 요인(3E)

국내 건설업 산업재해 중 가장 많은 비중을 차지하는 비계 작업 시 발생하는 재해현황, 사례 및 선행연구를 살펴보았다. 이에 본 연구에서는 산업안전보건공단 KOSHA GUIDE를 바탕으로 조사에 앞서 하이비의 3E기법을 활용하여 비계 작업 시 발생 가능한 위험요인을 크게 기술적, 관리적, 교육적 원인으로 분류하고 연구에 활용하고자 한다. 아래는 비계 작업 시 발생하는 재해 현황, 사례 및 선행연구를 바탕으로 3E를 활용해 비계 작업 위험요인을 분류한 것이다.^[2]

3.4.1 기술적 요인

- 1) 연결재가 적은 구조로 되기 쉽다.

- 2) 부재 결합이 간략하여 불완전 결합이 많다.
- 3) 구조물이라는 통상의 개념이 확고하지 않으며, 조립의 정도가 낮다.
- 4) 작업발판, 안전난간대 등 안전시설 미설치 시 떨어짐 위험성이 높다.
- 5) 비계 기둥 하부 지내력 미확보로 지반이 침하되어 무너짐 위험이 있다.

3.4.2 관리적 요인

- 1) 부재는 과소 단면이거나 결합이 있는 재료를 사용하기 쉽다.
- 2) 불안정한 구조로 작업할 경우 무너짐사고의 원인이 될 수 있다.
- 3) 관리감독자가 통제 하지 않아 설치, 해체 작업시 타 작업자가 이동 할 수 있다.

3.3.3 교육적 요인

- 1) 임시로 설치하는 가시설물로 작업의 편의를 위해 부재를 설치하지 않거나, 임의 해체하기 쉽다.
- 2) 마감작업 등 타작업과 간섭으로 벽이음재를 임의 해체하여 무너짐 등 사고의 원인이 될 수 있다.
- 3) 작업의 편의를 위해 작업발판에 마감자재를 과적하기 쉬워 무너짐 위험이 있다.

3.4.3 설문지 문항 구성

위의 분석한 내용과 재해 사례 및 현황을 바탕으로 기술적 요인을 안전장치·설계

• 점검, 교육적 요인을 교육 • TBM • 수칙, 관리적 요인을 관리자, 근로자 중심으로 아래 설문지문항을 구성하였으며, 추가적으로 전문가 인터뷰를 통해 이를 조금 더 세분화 하였고, 추가적으로 비계 작업 시 가장 많이 발생하는 추락재해 유형을 설치, 해체 작업으로 분류 후 연구를 실시하여 각 유형별로 위험요인 및 정도를 파악하고자 한다.

구분	내용
기술적	● 내가 사용하는 각종 작업발판의 법전 기준은 안전한가? ● 비계 설치,해체 작업 시 작업순서와 안전대책을 성실히 이행 하였는가? ● 비계 수평재 등 작업의 간섭이 되어 임시로 제거 하였는가? ● 불안정한 작업환경 (지반, 가설재 인증 여부)에서 실시 하였는가? ● 기본적인 안전시설 (벽이음,사보강 등)은 설치가 되었는가?
교육적	● 나는 현장에서 실시하고 있는 안전교육에 충분히 참석하였는가? ● 특별교육 등은 비계 설치,해체 작업에 있어 도움이 되었는가? ● 작업 전 MOS TBM 등은 안전활동에 도움이 되었는가?
관리적	● 시공사, 협력사 관리자들은 안전활동에 적극적으로 참여하였는가? ● 시공사, 협력사 관리자들은 작업계획서 조립도를 충분히 이해하였는가? ● 위험성평가 및 현장안전수칙 등은 전파가 잘되고 있는가?

Table 3.7 Annual scaffold death toll

3.4.4 전문가 인터뷰

설문문항을 구성하기 위해서 사전에 산업안전보건공단에서 산업재해 분석자료를 통해 비계 추락재해 5년 (2014년~2018년) 통계표를 보며 P사현장소장, 안전팀장, 산업안전보건공단, 재해조사 컨설팅 전문가 총 4명과 인터뷰를 실시하였고, 작업자들의 설문문항을 구성하였다.



구분	비계작업으로 인한 떨어짐
2014년	56명
2015년	53명
2016년	63명
2017년	55명
2018년	52명

Table 3.8 Annual scaffold death toll

구분	내용
목적	비계 설치 작업시 추락재해 현 실태에 대한 문제점
기간	2020. 04. 30. ~ 2020. 05. 20 (3주간)
대상	○ P사 현장소장 (경력 25년) : 1명 ○ P사 안전팀장 (경력 19년) : 1명 ○ 산업안전보건공단 : 1명 ○ 재해조사 컨설팅 관계자 : 1명
주요 내용	줄어들지 않는 비계 추락재해에 대해 3E (기술적,관리적,교육적)의 문제점이 무엇인지

Table 3.9 Interview Overview

3.3.5 인터뷰 결과

구분	내용
P사 현장소장	○ 설치비용의 문제 ○ 시스템비계가 법제화 되어있지만 복합구조, 이형구간 등으로 인해 아직까지 강관비계 사용 ○ 안전고리 체결할 곳이 없어 설치 작업 보다는 해체 작업시 추락의 빈도가 높음
P사 안전팀장	○ 하부감시자, 관리감독자의 부재 ○ 안전보호구 착용 상태의 미흡 ○ 비계공의 숙련도 미흡 ○ 비계 설치작업 적정성 여부 확인을 안함
산업안전보건공단 관계자	○ 근로자와 관리자의 안전의식이 다른 나라의 비해 10년정도 부족함 ○ 추락을 예방 할 수 있는 수평재 (안전난간)를 근로자가 단부에 노출 되기 전에 설치 될 수 있는 공법이 필요함 ○ 건설업 특성상 비계공 또한 고령자가 많으므로 위험을 인지 할 수 있는 반응시험 같은 교육을 추가하면 추락재해를 줄이는데 도움이 됨
재해조사 컨설팅 전문가	○ 5년간 비계 추락에 관한 자료를 비교했을 때 변화가 없음 ○ 기술이나 교육에 관해서는 많이 좋아졌다고 할 수 있으나 관리적인 문제가 많이 부실하다고 판단 됨 ○ 추락으로 인해 재해조사를 나가보면 주로 50억미만 공사현장에서 가장추락사고가 많이 일어나고 관리자나 하부감시자 등을 찾아 볼 수 없었음

3.4.6 최종 설문문항 구성

구분	내용
기본정보	● 귀하의 연령은? ● 건설현장 경력은? ● 귀하가 근무하는 하루 근무시간은? ● 귀하의 현장직책은? ● 건설 현장에서 비계 작업 관련 사고 경험이나 목격하신 적이 있는지? ● 비계 추락사고 자해 유형은? ● 위에 지문 중 설치 작업 위험요인이라고 생각하는 것은? ● 해체 작업시 위험 요인은? ● 비계 위에서 타 작업시 위험요인은? ● 비계 설치 또는 해체, 기타 작업시 어떤 작업이 가장 위험도가 높은지?
기술적	● 내가 사용하는 각종 작업발판의 법전 기준은 안전한가? ● 비계 설치,해체 작업 시 작업순서와 안전대책을 성실히 이행 하였는가? ● 비계 수평재 등 작업의 간섭이 되어 임시로 제거 하였는가? ● 불안정한 작업환경 (지반, 가설재 인증 여부)에서 실시 하였는가? ● 기본적인 안전시설 (벽이음,사보강 등)은 설치가 되었는가? ● 비계가 흔들리거나 난간대(수평재) 부재시 작업을 실시 한적이있는가? ● 작업장 이동구간에는 정리정돈이 잘되어 있었는가? ● 작업시 통제 및 감시자배치가 적절했는가?
교육적	● 나는 현장에서 실시하고 있는 안전교육에 충분히 참석하였는가? ● 특별교육 등은 비계 설치,해체 작업에 있어 도움이 되었는가? ● 작업 전 MOS TBM 등은 안전활동에 도움이 되었는가? ● 현장에서 실시하는 안전교육은 비계 안전작업에 도움이 되었는가? ● 비계 작업에 따른 법적 이수교육 내용은 잘 숙지가 되었는가? ● 비계 작업 안전교육은 몇시간 이상 실시하는게 적당한가? ● 기초안전보건교육은 현장에서 도움이 되었는가? ● 채용시, 특별교육, 정기교육은 도움이 되었는가?

관리적	● 시공사 관리자들은 안전활동에 적극적으로 참여하였는가? ● 내가 소속된 협력사 직원들은 안전활동에 적극적으로 참여 하였는가? ● 시공사, 협력사 관리자들은 작업계획서 조립도를 충분히 이해하였는가? ● 우리현장 안전팀은 지도 및 조언을 잘하고 있는가? ● 우리 현장 소장은 비계 작업시 확인점검을 하는가? ● 안전통로 및 위험장소 안전표지판이 충분히 설치되어있는가? ● 위험성평가 및 현장안전수칙 등은 전파가 잘되고 있는가?
-----	---



제 4 장 연구결과

4.1 조사 개요

국내 대형 건설사 현장 중심으로 202년 4월부터 2주간 설문조사를 실시하였다. 이론적 배경과 재해사례를 통한 하이비의 3E 위험요인 분석을 근거로하여 비계 작업과 관련된 근로자에게 직접 설문지를 배포하였다. 설문 응답은 총 81명으로 모두 성실하게 응답하였고 총 81부를 대상으로 분석하였다.

4.1.1 조사내용

본 설문 내용은 이론적배경과 재해사례를 통한 하이비의 3E 위험요인 분석을 반영 하여 내용을 구성하였다. 기술적(Engineering), 교육적 (Education), 관리적 (Enforcement)으로 분류하였고, 비계작업자의 설문조사를 통해 추락재해의 원인, 현실적 안전대책 방안을 모색 할 수 있게 작성 하였다.

수집된 설문자료는 통계적 분석을 위해 빈도분석, 평균, 표준편차를 엑셀을 사용하여 분석을 실시하였고, 문항별로 분석한 방법은 다음과 같다.

첫째, 일반사항과 추락재해 재해 원인에 대하여는 빈도분석(데이터 값을 손쉽게 확인하기 위하여 실시하는 분석 기법)을 실시하였다.

둘째, 3E 기능 관련 문항은 비계 설치시, 해체시, 작업시 추락 위험 정도 및 빈도 분석을 위해 리커트 척도(개인, 대상, 관념, 현상 등에 대한 개인의 태도나 성향의 강도를 측정하는 척도)를 사용하였다. 이에 평균과 표준편차를 통해 분석하였다.

4.1.2 설문 문항 구성

이 연구의 설문문항을 제시하기 위하여, 전문가 인터뷰 및 제 2 장의 비계의 안전 지침, 제 3 장의 재해현황 및 3E (기술적,교육적,관리적) 분석 내용을 바탕으로 기본 정보 10문항, 기술적 8문항, 교육적 8문항, 관리적 7문항 총 33문항으로 구성하였다.

4.2 비계작업 관련 재해원인 통계 분석

4.2.1 기본정보

비계 관련 작업자의 기본 정보에 관하여 질문하였고 내용은 연령, 경력, 근무시간, 숙련정도(직책)과 사고 경험에 관하여 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

Table 4.1 Basic Information Survey

구분		N	%
연령	20대	9	0.11
	30대	14	0.17
	40대	15	0.19
	50대	27	0.33
	60대	16	0.20
경력	6개월 미만	4	0.05
	6개월 이상 ~ 2년 미만	8	0.10
	2년 이상 ~ 5년 미만	6	0.07
	5년 이상 ~ 10년 미만	25	0.30
	10년 이상	38	0.47
근무시간	4시간 이하	-	0
	4~8시간	34	0.42
	8~12시간	45	0.56
	12시간 이상	2	0.02
직책(숙련도)	반장/팀장	28	0.35
	숙련공	30	0.37
	보조공	17	0.21
	기타	6	0.07
직접적, 간접적 사고 경험	예	39	0.48
	아니오	42	0.52

비계 관련 작업자의 연령은 50대가 33%, 60대가 20% 즉 50세 이상의 고령자 합이 55%이상으로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 20대가 11% 가장 적게 있었다. 경력은 10년 이상이 47%로 가장 많았으며 5년이상 경력자가 77%로 본 연구의 신뢰성 확보에 있어 도움을 주었다. 근무시간은 4시간 이하는 0%로 없었으며 8~12시간 사이 일하는 근로자가 56%로 가장 많았다. 직책은 숙련공, 반장/팀장, 보조공, 기타 순으로 많았다. 또한 전체 응답자 중의 48%가 비계 관련 재해 경험이 있는 작업자가 약 절반에 미치는 것으로 나타났으며 비계 설치, 해체 작업에 관한 안전관리가 절실히 필요함을 알 수 있었다.



4.2.2 비계 추락 재해 발생 시 기술적 원인

비계 관련 작업자의 재해 발생시 기술적 원인에 대한 조사 결과는 아래 표와 같다.

1번 문제에서 비계 부재를 작업을 임시로 제거 한 적이 있는가라는 질문에 아니다가 26명(32.0%)로 나타났으며 다음으로 그렇다가 23명(28.3%)로 높게 나타난 것으로 기존 많은 선행연구에서도 비계 시설물의 설치상태 미흡으로 인해 문제점을 제시하였으나, 본 연구의 결과를 분석해본 결과 관리적 요인이 아직까지도 많이 부족한 것을 알 수 있었다.

2번 문제에서 작업발판 법적기준에 대한 질문에는 보통이다가 34명(41%)로 나타났으며 다음으로 그렇다가 31명(38.2%)로 높게 나타났다.

3번 문제에서 안전시설 유무에 따른 작업실시 여부에 대한 질문에서는 아니다가 32명(39.5%)으로 그렇다가 24명(29.6%)로 나타났으며, 아직까지 수평재(안전난간)이 없는 상황에서도 작업을 하고 있는 근로자가 많은 것으로 분석되었다.

4번 문제는 안전장치 (수평재,벽이음,사보강 등) 미설치시 관리자 작업지시로 인한 작업에 대한 질문으로 그렇다가 30명(37.0%)으로 다음으로 아니다가 27명(33.3%)로 높게 나타났다. 이는 관리자들의 안전인식에 있어 아직까지도 안전보다는 원가관리에 대한 관심이 더욱 높다고 볼 수 있다.

5번 문제는 불안정한 작업환경에서의 작업에 대한 질문으로 그렇다가 27명(33.3%)으로 다음으로 아니다가 26명(32.0%)로 높게 나타났다. 토사지반이 평탄화되지 못한 상태 이거나 단차가 진곳에 잭베이스와 수직재 맞물림 상태가 3/1초과가 될 때는 버림타설 등이 되지 않아 부재의 탈락으로 인한 좌굴위험이 있는 상황 속에서 작업이 진행되었다는 것을 알 수 있었다.

6번 문제는 작업장 정리정돈에 관한 질문으로 보통이다가 34명(41.9%)로 나타났으며 아니다가 22명(27.1%)로 높게 나타났다.

7번 문제는 작업구간 통제 및 감시자, 신호수 배치상태에 관한 질문으로 아니다가 33명(40.7%)로 높게 나타났으며 다음으로 보통이다가 23명(28.3%)로 높게 나타났다. 절반 이상의 작업환경에서 하부감시를 하고 있지만 이는 숙련공과 관리감독자의 기술적 지식과 업무지휘 능력이 부족한 보조공이나 일용직 근로자들만 적용되고 있는 것이 대부분이라 불안정한 상태나, 행동을 관리를 할 수 없는 것이 현실이다.

마지막 8번 문제는 작업자의 작업준수 및 안전대책 이행 실태에 관한 질문으로 그렇다가 40명(49.3%)로 보통이다가 23명(28.3%) 순으로 높게 나타났다. 약 2명중 1명꼴로 안전작업수칙을 잘 지키면서 작업을 하고 있지만, 아직까지는 많이 부족하다고 볼 수 있다.

Table 4.2 Technical cause in the event of scaffold crash

문항 번호	① 전혀 아니다	② 아니다	③ 보통이다	④ 그렇다	⑤ 매우 그렇다
1. 나는 작업 시 사용하는 비계 수평재 등이 간섭되어 임시로 제거하고 작업을 한 적 있 나요?	10	26	22	23	-
2. 내가 사용하는 각종 작업발판의 법적기준 은 안전하다고 생각하시나요?	1	9	34	31	6
3. 비계가 흔들리거나 난간대(수평재) 등 안 전시설이 없을 때 작업을 실시한 적이 있나 요?	7	32	18	24	-
4. 비계 상부 고소 작업시 작업장에 기본적인 안전장치(수평재,벽이음,사보강 등)가 설치 되 지 않은 상태에서 작업지시가 있어서 작업을 거부한 적이 있나요?	4	27	22	30	-
5. 불안정한 작업환경에서 비계설치 및 해체 작업을 실시한 적이 있나요?	8	26	17	27	3
6. 내가 비계 작업장으로 이동하는 구간에 정 리정돈이 잘 되어있어 있지 않았나요?	6	22	34	18	1
7. 비계 설치 또는 해체 작업 시 작업구간 통 제 미실시 및 감시자, 신호수가 미배치된 상 황 을 본적이 있나요?	4	33	23	17	4
8. 나는 비계 설치, 작업, 해체시 항상 작업순 서와 안전대책을 성실히 이행하며 작업을 하 고 있다고 생각 하나요?	2	7	23	40	9

4.2.3 비계 추락 재해 발생 시 교육적 원인

Table 4.3 Educated in the event of a scaffold crash Cause

문항 번호	① 전혀 아니다	② 아니다	③ 보통이다	④ 그렇다	⑤ 매우 그렇다
1. 나는 현장에서 실시하고 있는 안전교육에 성실히 참석하고 있나요?	-	-	9	41	31
2. 현장의 안전관리자가 실시하는 안전교육은 비계 작업 안전 활동에 도움이 된다고 생각 하시나요?	-	-	20	37	24
3. 비계 작업의 따른 법적 이수교육 내용들을 잘 숙지 하고 계신가요?	1	4	23	34	19
4. 비계 작업에 해당되는 안전교육이 법적으로 몇 시간 이상으로 실시되어야 하는지 정 확하게 알고 있으신가요?	-	12	26	30	13
5. 건설업 기초안전보건교육을 받았던 내용이 내 현장 업무에 도움이 되시나요?	1	7	17	41	15
6. 채용시, 특별, 정기교육 등 안전교육 시간 은 지루한 시간이라고 생각 하시나요?	10	22	23	16	10
7. 안전교육은 도움이 전혀 안되는 불필요한 시간이라고 생각하시나요?	14	29	23	11	4
8. 오전 또는 오후 작업 전 실시하는 조회는 안전 활동에 도움이 된다고 생각 하시나요?	3	6	23	39	10

비계 관련 작업자의 재해 발생시 교육적 원인에 대한 조사 결과는 아래 표와 같다.

1번 질문에서 나는 현장에서 실시하고 있는 안전교육에 성실히 참여하고 있냐요 라는 질문에 그렇다가 41명 (50.6%)으로 가장 많았고, 다음으로 매우 그렇다가 31명 (38.2%), 보통이다가 9명(1.1%)으로 높게 나타났으며, 기초안전보건교육, 채용 시 교육, 특별교육, 정기교육 등 활발이 진행되고 있고, 여기서 추가적으로 조금 더 VR 안전체험교육 같은 근로자들이 실질적인 체험을 통한다면 안전의식이 더 향상 될 수 있을 것이라 사료 된다.

2번 질문에서는 현장의 안전관리자가 실시하는 교육은 비계 작업 안전 활동에 도움이 된다고 생각하시나요라는 질문에 그렇다 37명 (45.7%), 매우 그렇다 24명 (29.6%), 보통 20명 (24.7%) 순으로 높게 나타났다.

3번 비계 작업의 따른 법적 이수교육 내용들은 잘 숙지 하고 계신가요라는 질문에는 그렇다 34명 (42.0%), 보통이다 23명 (28.3%), 매우그렇다 19명 (23.4%), 아니다 4명(4.9%), 전혀 아니다 1명 (1.2%)순으로 나타났다.

4번 비계 작업에 해당되는 안전교육이 법적으로 몇 시간 이상으로 실시어야 하는지 정확하게 알고 있으신가요 라는 질문에 그렇다 30명 (37%), 보통이다 26명 (32%), 매우그렇다 13명 (16%), 아니다 12명 (14.8%) 순으로 나타났다.

5번 건설업 기초안전보건교육을 받았던 내용이 내 현장에서 도움이 되시나요 라는 질문에는 그렇다 41명 (50.6%), 보통이다 17명 (20.9%), 매우그렇다 15명

(18.5%), 아니다 7명 (8.6%), 전혀아니다 1명 (1.2%) 순으로 나타난 것으로 절반은 현장에서 작업을 하는데 있어 도움을 받고 있지만 조금 더 현장에서 작업을 할 때 실질적인 안전활동을 할 수 있는 교육이 추가 된다면 적용 하는데 많은 도움을 받을 수 있을 것이라 사료된다.

6번 채용시, 특별교육, 정기교육 등 안전교육시간은 지루한 시간이라고 생각 하신가요 라는 질문에서는 보통이다 23명 (28.3%), 아니다 22명 (27.1%), 그렇다 16명 (19.7%), 매우그렇다와 전혀아니다가 각 10명 (12.3%) 순으로 나타났다. 산업안전보건법 시행규칙 제 26조 제1항에 기재된 근로자 안전보건교육은 현재 교육내용이 재해위험의 발생 정도와 빈도에 준하여 많이 세분화되고 교육방식이 주입식보다는 근로자들이 알기 쉽게 현장에서도 실시하고 있기에 예전보다는 인식이 많이 좋아졌다고 볼 수 있었다.

7번 안전교육은 도움이 전혀 안되는 불필요한 시간이라고 생각하나요라는 질문에 아니다 29명 (35.8%), 보통이다 23명 (28.3%), 전혀아니다 14명 (17.2%), 그렇다 11명 (13.5%), 매우그렇다 4명 (4.9%)순으로 나타났다.

8번 오전 또는 오후 작업 전 실시하는 조회는 안전 활동에 도움이 된다고 생각하시나요 라는 질문에 그렇다 39명 (48.1%), 보통이다 23명 (28.3%), 매우그렇다 10명 (12.3%), 아니다 6명 (7.4%), 전혀아니다 3명 (3.7%) 순으로 나타났다.

Table 4.4 Managed in the event of a scaffold crash Cause

문항 번호	① 전혀 아니다	② 아니다	③ 보통이다	④ 그렇다	⑤ 매우 그렇다
1. 우리 현장 시공사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘 하고 있다고 생각 하시나요?	-	-	13	47	21
2. 내가 소속된 협력사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘 하고 있다고 생각 하시나요?	-	1	18	39	19
3. 우리 현장 관리자는 비계 작업계획서의 조립도를 잘 이해하고 점검하고 있다고 생각 하시나요?	-	-	25	41	15
4. 우리현장의 안전팀은 재해예방을 위해 지도조언, 관리감독 등 안전 활동을 잘하고 있다고 생각 하시나요?	-	-	28	37	16
5. 우리 현장소장은 안전작업에 관심이 많으며 현장 안전점검을 하는 것을 본적이 있으신가요?	-	3	17	46	15
6. 우리 현장은 안전통로 및 위험장소에 대한 안전표지판이 충분히 설치되어 있다고 생각 하시나요?	-	7	26	33	15
7. 비계 작업 시 각종 현장안전수칙 및 위험성평가 관련 사항이 현장에 항상 게시 되고 주기적으로 최신화되고 있나요?	-	5	30	30	16

4.2.4 비계 추락 재해 발생 시 관리적 원인

1번 문제에서 우리현장 시공사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘 하고 있다라는 질문에 그렇다가 47명(58%), 매우 그렇다가 (25%)로 높게 나타났다.

2번 내가 소속된 협력사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘하고 있다라는 질문에 그렇다 39명 (48.1%), 매우그렇다 19명 (23.4%), 보통이다 18명 (22.2%) 아니다가 1명 (1.23%) 순으로 나타났다.

3번 우리 현장관리자는 비계 작업계획서의 조립도를 잘 이해하고 점검하고 있다고 생각하시나요 라는 질문에 그렇다가 41명 (50.6%), 보통이다 25명 (24.6%), 매우 그렇다가 15명 (18.5%)으로 높게 나타났다.

4번 우리현장의 안전팀은 재해예방을 위해 지도조언, 관리감독 등 안전활동을 잘 하고 있다고 생각하시나요 라는 질문에 그렇다가 41명 (50.6%), 보통이다 25명 (30.8%), 매우그렇다가 15명 (18.5%)으로 나타났다.

5번 우리 현장소장은 안전작업 활동에 관심이 많으며 현장 안전점검을 하는 것을 본적이 있으신가요 라는 질문에 그렇다가 46명 (56.7%), 보통이다가 17명 (20.9%), 매우그렇다가 15명 (18.5%), 아니다가 3명 (3.7%)으로 나타났고, 현장대리인이기도 한 현장소장은 조금 더 작업자들에게 안전의 중요성과 더 나아가 비계 작업 시 추락에 대한 문제점을 설명하고, MOS TBM 시 위험성평가 전과교육 등을 자주 실

시 한다면 비계 작업관리가 조금 더 효율적이라고 사료된다.

6번 우리 현장은 안전통로 및 위험장소에 대한 안전표지판이 충분히 설치되어 있다고 생각 하시나요 라는 질문에 그렇다가 33명 (40.7%), 보통이다 26명 (32%), 매우 그렇다 15명 (18.5%), 아니다 7명 (8.6%)순으로 나타났다.

7번 비계 작업 시 각종 현장안전수칙 및 위험성평가 관련 사항이 현장에 항상 게시 되고 주기적으로 최신화되고 있나요라는 질문에 그렇다와 보통이다가 각 30명 (30.7%), 매우그렇다 16명 (19.7%), 아니다가 5명 (6%) 순으로 나타났다.

4.3 연구결과 분석 및 토의

본 연구에서 비계 추락에 대한 통계자료와 설문조사를 통해 살펴본 결과 설치작업 (28%), 기타 작업 중 (14%) 보다 해체 작업 중 (49%)추락재해 사고가 가장 많이 일어난 것으로 볼 수 있었고, 하이비의 3E (기술적, 관리적, 교육적) 원인분석기법으로 분석해본결과 기술적, 교육적으로는 전반적으로 과거보다 많이 좋아진 것을 알 수 있었다. 그러나 관리적인 요인에 따른 설문결과를 보면시공사, 협력사 관리자들의 비계 작업시 안전관리에 대한 인식이 약 20%~30%정도는 부족하다고 볼 수 있다. 비계추락재해는 이러한 관리의 부재에서 비롯되었다고 볼 수 있으므로, 비계 추락재해를 예방 할 수 있는 가장 좋은 방법은 아래와 같이 관리적인 요인이라고 볼 수 있다.

첫째, 하비(Harvey)의 3E(규제, 교육, 기술) 측면에서 보더라도, 기술적, 규제적, 교육적만으로 해결할 수 없는 부분에 대해 안전한 기술과 비계 설치, 해체 작업 시 작업단계에 있어서 작업 전 부자재의 안전인증 확인, 비계공의 전체식 안전벨트 훼손상태 및 후크 결함 상태, 작업 중 하부 감시자 배치 상태와 고리체결 상태, 설치 해체 작업 준수 여부, 작업 후 실제로 관리자들이 비계 위를 탑승 하여 긴결하게 결속 되었는지 정확히 설치가 되었는지 확인점검을 하는 등 관리자가 비계 설치, 해체작업의 대해 관심을 가져야 한다.

둘째, 고령자들이 많은 설치작업현장에서 강관비계보다 시스템비계의 무게가 더 무거워 운반이 용이하지 않다. 대다수 가설비계 설치작업의 경우 타워크레인이나 운송 장비를 활용하지 않고 작업자들이 직접 자재가 설치되는 위치까지 자재를 가지고 운반하는 경우가 많다.

셋째, 강관비계의 경우 비계클램프를 벤딩기계로 조임을 하는 반면, 시스템 비계의 경우 체결장치를 콧고 긴결 시켜야 하는데 긴결의 정도가 어느 정도인지, 몇 번을 망치로 두드려야 하는지에 대한 기준이 없다. 이에 따라 긴결정도에 따라 체결부위의 안전성 및 생산성에 차이가 발생된다. 만약 체결부위를 약하게 긴결 하였을 경우 구조적 안전성이 저하되거나 체결부위가 분리될 수 있으며, 강하게 긴결하였을 경우 시스템비계의 체결부위 해체시 어려움이 있다. 그리고 소규모 건축물에서 강관비계로 설치되는 경우가 많기 때문에 아직 시스템비계 설치작업에 대한 작업 메뉴얼이나 시스템비계 설치작업을 많이 수행해본 작업자들의 숫자가 많지 않다. 이에 따라 시스템비계의 작업특성을 고려해서 건설 기준 등에서 설치작업에 대한 적

정기준 제시가 필요하며, 고령의 작업자들을 지원해줄 수 있는 장비 또는 자동화 로봇 개발이 필요하다.

넷째, 외부비계의 경우 비계설치가 끝나면 설치된 비계로 건물의 외부벽체 마감자재 시공이 되고 마감자재 시공의 완료가 끝나면, 비계가 해체된다. 이때 마감자재시공 중 마감자재가 가설비계의 작업발판에 400kg이상 과적될 경우가 있으며, 건물 외벽 마감자재 시공을 위해 건물과 외부비계 사이의 벽연결재를 해체하고 다시 연결하지 않는 경우가 많아 붕괴사고로 이어지는 경우가 많다. 뿐만 아니라 비계 고임목 또한 제대로 설치되지 않아 지반침하가 발생되거나 가새나 벽연결재 누락의 문제로 인해 중대한 추락재해를 초래된다. 이에 대한 개선방안으로는 최초 구조적 안전성이 확보된 시공상세도 면에 따라 적절히 설치되었는지 관리감독자가 철저히 확인점검을 하고, 가설자재 하중의 위험인지 및 작업자 모니터링 등 실시간 안전관리 시스템을 구축할 필요가 있다. 또한 비계를 대상으로 하중 측정 모듈, 지지부 변위 측정 모듈, 작업자 모니터링 모듈 등을 활용하여 하중과 지지부위의 변위를 실시간으로 측정하여 비계의 정격 하중 초과 및 지지부 변형에 대해 실시간으로 경고하고, 적외선 열화상 카메라로 작업자를 모니터링하는 안전관리 시스템을 (주)KLES(독일)에 의해 개발되어 활용되고 있다. 건설분야의 가설비계는 플랜트분야의 보일러 비계와는 공법, 적용대상, 환경 등에서 다소 차이점이 있으나, 하중, 변위, 작업자 모니터링 등에 대한 기술은 건설분야의 가설비계에서도 꼭 필요한 기술이다. 그러므로 건설분야의 비계에서도 해당 기술이 적용 가능하도록 연구와 노력이 필요하다.

다섯째, 비계의 조립 및 해체 시 추락 재해를 감소시키는 기술적인 문제로는 현재 까지 국내의 비계를 조립하는 시공 순서상 안전난간은 항상 마지막에 설치하고 가장 먼저 해체하는 부재이다. 그러므로 근로자의 불안정한 행동이 있어도 주위에 항상 안전 난간 등 방호장치가 갖추어져 있는 작업환경이 조성될 수 있는 비계 공법의 개발과 제공이다. 관리감독자들이 현장에 조금 더 비계 설치 및 해체, 기타 관련 작업에 관심을 가지고 불안정한 행동이나 상태를 개선하고 보완되어야 할 부분을 분석하고 다른 대책을 찾아 적용 된다면 추락 재해가 획기적으로 감소할 수 있으리라 기대된다.



Fig. 4.1 Risk factors of falling construction scaffold

Table 4.5 Type of disaster in the event of a scaffold crash

구분		N	%
주락 사고 재해유형	설치	21	0.26
	해체	40	0.49
	작업 중	12	0.14
	기타	8	0.09
설치 작업 시 위험요인	지반불량	4	0.04
	벽이음 설치 불가	27	0.33
	안전고리 체결 힘들	30	0.37
	작업숙련 부족	27	0.33
해체 작업 시 위험요인	작업순서를 지키지 않음	9	0.11
	누군가 발판 또는 수평재를 분리해 놓음	25	0.30
	해체자재를 밑으로 내리지 않아서 밟음	7	0.08
	벽이음을 한번에 제거함	40	0.49
작업 중 위험요인	안전난간 미설치	7	0.08
	주락망 미설치	18	0.22
	수평재를 밟고 작업	24	0.29
	안전고리 미체결	34	0.41
공중 작업의 상대적 위험도	설치	9	0.11
	해체	61	0.75
	작업 중	8	0.09
	기타	3	0.03

제 5 장 결론

건설산업은 우리나라에서 재해가 가장 많이 발생하며, 특히 추락에 대한 사고가 다른 산업에 비해 더 많이 발생한다. 그 이유는 현대에 들어 다양한 공법들이 발전하고 개발됨에 따라 건설구조물들이 대형화, 초고층화, 복잡화 등으로 고소작업을 동반해 위험요인들이 많아진 반면, 이로 인해 발생하는 재해에 대한 분석과 새로운 안전관리 예방대책이 많이 부족하기 때문이다. 과거부터 현재까지 건설시장에서 비계는 공사용 가설 작업발판으로써 없어서는 안되는 필수적인 시설물이다. 그러나 공기단축, 원가 절감, 작업 숙련도 부족, 관리자의 무관심, 개인보호구 미착용 및 안전고리 미체결 등 추락재해는 끊이지 않고 있어 노동부와, 국토부 등 많은 안전방안을 제시하고 있지만 쉽게 추락재해율이 줄어들지 않고 있는 실정이다. 미국과 일본 등 건설공사에 있어서 안전이 선행인 나라에서는 비계 설치 작업시 안전난간의 선설치 및 조금의 단부도 막아버리는 비계 설치 공법 등으로 인해 우리나라보다 추락재해율 만큼은 한걸음 앞서 줄어들고 있지만, 우리나라는 과거와 현재 여전히 줄어들지 않고 있어 연구의 필요성이 절실하다.

이에 본 연구에서는 건설현장에서 공정작업을 위해 사용되는 작업발판인 강관비계와 시스템비계의 추락재해에 관해 원인을 파악하고자 하였으며, 진행과정은 산업재해통계와 비계추락재해현황, 선행논문, 비계추락재해사례를 바탕으로 하이비의 3E(기술적, 교육적, 관리적) 원인분석기법을 통해 위험요인이 무엇인지를 파악하고공단 KOSHA GUIDE에 나와있는 비계작업시 주의사항을 토대로 최초 설문문항을 구성 이후 전문가 인터뷰를 통해 조금 더 세분화하여 설문지 문항을 구성하였고 이것

을 가지고 비계공들에게 설문지를 통해 비계 추락재해에 문제점을 살펴 보고자 하였다. 이에 대해 건설현장 비계추락재해 문제점을 찾아본 결과이다.

첫째, 하이비의 3E로 기술적, 교육적, 관리적인 부분으로 원인분석을 해본결과 시공사의 안전 활동 유무 (58%)가 과거와 같이 아직까지 절반에도 못미치는 것으로 보아 관리적인 문제가 조금 더 개선 되어야 할 필요성이 있다. 이는 아직까지도 공기단축과 원가절감으로 기업에서는 생명보다 이윤추구가 우선시 되는 경향이 있는 것 같아 이 두가지 문제점을 개선할 방안을 찾는다면 조금 더 관리자들이 안전에 관심을 가질 것 이라 생각 된다.

둘째 협력사 관리자들의 비계 설치, 해체 확인점검이(48.1%) 제대로 이루어지지 않아 타작업자가 임의로 해체해둔 수평재나 사보강재, 좌굴방지를 위한 벽이음 등이 제대로 설치 되어있는지 전혀 알 수가 없음을 알 수 있었다. 이 또한 관리적인 문제가 많은 것으로 보인다. 현재까지 추세를 보면 단종업체 또는 50억미만 소규모 현장에서는 개인보호구는 물론 작업자의 안전의식이 현저히 낮은 수준이라고 볼 수 있었다. 일례로 인터뷰를 통해 기술지도기관에서 인터뷰를 해본결과 안전인증을 받지도 않은 비계 자재, 작업여건상 간섭이 되는 수평재들은 대부분 해체된 상태에서 작업을 하여 추락재해율도 가장 높다고 한다. 이 또한 작업자들의 잘못이라기 보다는 관리자의 무관심이 가장 크다고 볼 수 있다.

셋째, 안전관리자의 지도, 조언 유무 (56.7%)도 관리감독자들보다는 약간 높은 것으로 보이나 안전관리자가 아직까지 건설현장에서는 작업계획서상 조립도 확인, 특

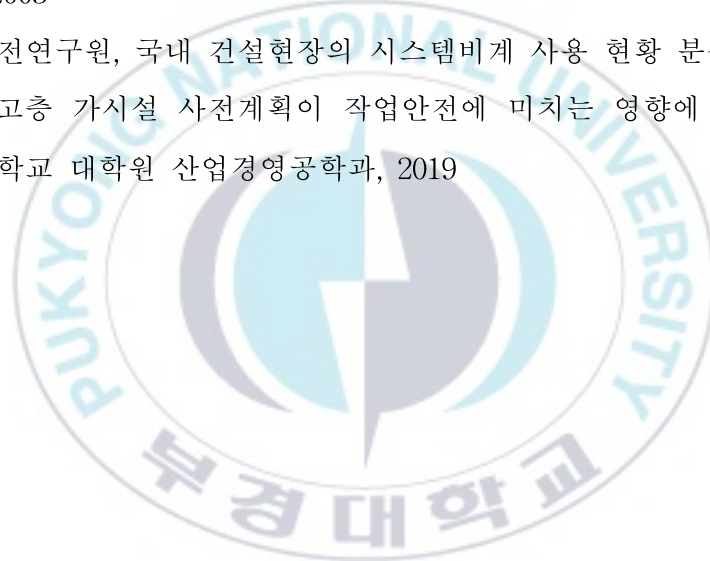
별교육 이외에도 관리감독자와 함께 설치되어 있는 비계를 사용 전에 눈으로 확인 점검을 하고 조치가 완료되기전까지는 사용하지 못하도록 제제하는 권한을 조금 더 부여할 필요성이 있다.

이는 즉, 기술과 교육적으로는 많이 나아지고 있으나 관리적인 부분이 많이 미흡해 보이는 것으로 사료 된다. 또한 사고 유형별 사망자를 분석한 통계 자료를 보면 추락으로 인한 재해가 항상 1위로서 고용노동부, 국토교통부 등 정부부처에서는 추락 재해 감소를 위해 다양 한 대책을 마련하고 있고, 대표적인 대책으로는 비계공법을 강판비계에서 시스템 비계로 전환하도록 정책을 정하고 현장의 사용 유도를 강화하고 있으며, 시스템 비계 설치 시 비용을 지원하는 등의 혜택도 제공하고 있다. 다만 이러한 정책은 제대로 설치된 비계구조물 위에서 근로자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 하자는 시각에서, 비계 구성요소의 누락이 상대적으로 적은 시스템 비계로의 전환을 제도 개선의 방향으로 설정한 것이다. 비계에서의 추락 재해는 설치와 해체의 과정에서도 발생하고 있어, 이러한 과정에서의 안전성 확보나 관리자들과의 안전의식도 중요하다. 그럼에도, 일선 현장에서는 설치나 해체 과정의 안전성 확보를 위해 근로자 교육을 실시하는 것 외에는 대안이 별로 없는 것도 현실이다. 그렇기에 우리는 작업자의 안전의식도 중요하지만 관리자들도 조금만 더 관심을 가지고 안전활동을 실시 한다면 추락재해가 줄어들 것 이라 판단되며, 추후 연구를 계속해볼 필요성이 있다.

참고문헌

1. 한국산업안전보건공단, 산업재해현황분석, 2019
2. 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE 강관비계 설치 및 안전 기술지침, 2018
3. 한국산업안전보건공단, KOSHA GUIDE 시스템 비계 안전 작업지침, 2011
4. 한국건축시공학회 논문집, 건설현장 안전관리 성공요인 분석을 통한 자율안전관리활동 개선에 관한 연구, 2018
5. 산업안전보건연구원, 추락재해예방을 위한 비계 안전난간 선행공법의 국내 건설현장 적용에 관한 연구, 2019
6. 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 건설비계작업의 추락위험요인 도출에 관한 연구, 2019
7. 남승의, 이찬식, 건설공사 비계로부터 떨어짐 재해 저감방안, 한국건설관리학회 학술발표대회, 2017
8. 유현동, 재해통계와 실증 분석을 통한 떨어짐 재해예방에 관한 연구, 박사학위논문, 명지대대학원 산업경영공학과, 2015
9. 안명찬, 소규모 건설현장 추락재해예방을 위한 위험성평가 분석, 석사학위논문, 명지대대학원 산업경영공학과, 2016
10. 민승남, 이동식 틀비계 고소작업 환경이 추락 위험성과 요통에 미치는 영향, 박사학위논문, 한양대학교 대학원 산업공학과, 2012
11. 이기태, 소규모 건설현장의 효율적인 기술지원 방안연구, 한국안전학회, 2006
12. Bunn S, Smith, M, Zohar, D, "Automatic control of a modified tractor tow work on steep side slopes". Journal of Terramechanics, 2007
13. 이규진, 건설공사 추락재해의 발생장소별 피해자별 분석, 한국안전학회, 2001

14. Bentley S D, Aanensen D, Mavroidi A, Saunders D, RabinowLsch E, Collins M, et al. "Genetic Analysis of the Capsular Locus", Pneumococcal Serotypes, USA, 2006
15. Chi D, J. Surry, Mac D, "Personality, stress and accident involvement the off shore oil and gas industry", Personality and Individual, 2005
16. Whitaker D, whishley, Mac D, "A fuzzy-based construction safety advisor (CSA)for construction in the United Arab Emirates", The Ohio State University, 2003
17. 한국재난안전연구원, 국내 건설현장의 시스템비계 사용 현황 분석, 2015
18. 조광희, 초고층 가시설 사전계획이 작업안전에 미치는 영향에 관한 실증적 연구, 명지대학교 대학원 산업경영공학과, 2019



<부록1> 설문지

건설현장 추락재해 실태 조사

해당 비계작업관련 설문지는 익명으로 실시되며 여기서 얻어진 모든 결과는 통계와 연구 목적 이외의 다른 용도로는 일체 사용되지 않을 것임을 약속 드립니다.

안녕하십니까?

저는 부경대학교 산업대학원에 재학 중인 이재혁 입니다.

현재 건설현장에서 사망재해 중 추락재해가 가장 빈번하게 발생하고 있고, 이 중 비계 설치, 해체, 비계 위에서 작업 중 추락재해가 가장 큰 비중을 차지 하고 있습니다. 이에 비계 작업시 추락재해 분석 및 예방 대책 연구를 수행 중 에 있습니다. 추락재해에 대한 실태파악과 현장 건설현장 제도개선에 많은 도 움이 될 수 있도록 솔직한 마음으로 설문조사에 응해주시면 감사 하겠습니다.

이 설문조사에 응해 주신 것에 대해 다시 한번 감사의 말씀 드립니다.

부경대학교 산업대학원 안전공학과

지도교수 : 신 성 우

연구자 : 이 재 혁

I. 비계 관련 작업자의 기본 정보에 관한 질문이며, 귀하가 생각 하시는 답에
O표시 바랍니다.

1. 귀하의 연령은?

- ① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

2. 건설현장 경력은?

- ① 6개월 미만 ② 6개월 이상 ~ 2년 미만 ③ 2년 이상 ~ 5년 미만
④ 5년 이상 ~ 10년 미만 ⑤ 10년 이상

3. 귀하가 근무하는 하루 근무시간은?

- ① 4시간 이하 ② 4 ~ 8시간 ③ 8 ~ 12시간 ④ 12시간 이상

4. 귀하의 현장 직책은?

- ① 반장/팀장 ② 숙련공 ③ 보조공 ④ 기타

5. 건설 현장에서 비계 작업 관련 사고 경험이나 목격하신 적이 있나요?

- ① 예 ② 아니요

6. 비계 추락 사고 재해유형은 무엇인가요?

- ① 설치 ② 해체 ③ 작업 중 ④ 기타 ()

7. 위에 질문 중 설치 작업 시 위험요인이라고 생각 하시는 것은 무엇 인가요?

- ① 지반 불량 ② 벽이음 설치 불가 ③ 안전고리 체결 힘들 ④ 작업숙련부족

배체 또는 위에서 각종 공중 작업 시 어떤 작업이 가장 위험하십니까?

② 해체 ③ 작업 중 ④ 기타 ()

재해 발생 시 기술적 원인

사용하는 비계 수평재 등이 간섭되어 임시로 제거되었습니다

① 그렇다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

9. 비계 위에서 철근,형틀 등 작업 시 위험요인은 무엇인가요?

10. 비계 설치,해체 또는 위에서 각종 공중 작업 시 어떤 작업이 가장 위험도가 높다고 생각 하시나요?

- ## II. 비계 작업 재해 발생 시 기술적 원인

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

4. 비계 상부 고소 작업시 작업장에 기본적인 안전장치(수평재,벽이음,사보강 등)가 설치 되지 않은 상태에서 작업지시가 있어서 작업을 거부한 적이 있나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

5. 불안전한 작업환경에서 비계설치 및 해체 작업을 실시한 적이 있나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

6. 내가 비계 작업장으로 이동하는 구간에 정리정돈이 잘 되어있어 있지 않았나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

7. 비계 설치 또는 해체 작업 시 작업구간 통제 미실시 및 감시자, 신호수가 미배치된 상황을 본적이 있나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

8. 나는 비계 설치, 작업, 해체시 항상 작업순서와 안전대책을 성실히 이행하며 작업을 하고 있다고 생각 하나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

Ⅲ. 비계 작업 재해 발생 시 교육적 원인

1. 나는 현장에서 실시하고 있는 안전교육에 성실히 참석하고 있나요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다
2. 현장의 안전관리자가 실시하는 안전교육은 비계 작업 안전 활동에 도움이 된다고 생각 하시나요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다
3. 비계 작업의 따른 법적 이수교육 내용들을 잘 숙지 하고 계신가요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다
4. 비계 작업에 해당되는 안전교육이 법적으로 몇 시간 이상으로 실시되어야 하는지 정확하게 알고 있으신가요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다
5. 건설업 기초안전보건교육을 받았던 내용이 내 현장 업무에 도움이 되시나요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다
6. 채용시, 특별, 정기교육 등 안전교육 시간은 지루한 시간이라고 생각 하시나요?
① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

7. 안전교육은 도움이 전혀 안되는 불필요한 시간이라고 생각하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

8. 오전 또는 오후 작업 전 실시하는 조회는 안전 활동에 도움이 된다고 생각 하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

IV. 비계 작업 재해 발생 시 관리적 원인

1. 우리 현장 시공사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘 하고 있다고 생각 하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

2. 내가 소속된 협력사 직원들은 안전에 관심이 많고 안전활동을 잘 하고 있다고 생각 하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

3. 우리 현장 관리자는 비계 작업계획서의 조립도를 잘 이해하고 점검하고 있다고 생각 하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

4. 우리현장의 안전팀은 재해예방을 위해 지도조언, 관리감독 등 안전 활동을 잘 하고 있다고 생각 하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

5. 우리 현장소장은 안전작업에 관심이 많으며 현장 안전점검을 하는 것을 본적이 있으신가요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

6. 우리 현장은 안전통로 및 위험장소에 대한 안전표지판이 충분히 설치되어 있다고 생각하시나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다

7. 비계 작업 시 각종 현장안전수칙 및 위험성평가 관련 사항이 현장에 항상 게시 되고 주기적으로 최신화되고 있나요?

① 전혀 아니다 ② 아니다 ③ 보통이다 ④ 그렇다 ⑤ 매우 그렇다