

건설현장 작업발판 및 가설통로의 안전기준 현황 및 개선점

장준영¹ · 안홍섭² · 오인환³ · 김태완*

¹인천대학교 대학원 건축학과 · ²군산대학교 건축공학과 · ³안전보건공단 산업안전보건연구원 · *인천대학교 도시건축학부

Current State and Improvement of Safety Regulations of Working Platform and Working Passage in Construction Sites

Jang, Jun Young¹, Ahn, Hongseob², Oh, Inhwan³, Kim, Tae Wan*

¹Department of Architectural Engineering, Graduate School, Incheon National University

²Department of Architectural Engineering, Kunsan National University

³Dept. of Occupational Safety Research, Occupational Safety & Health Research Institute

*College of Urban Architecture Engineering, Incheon National University

Abstract : The average number of deaths in the construction industry reaches 500 per year, and in particular, it is confirmed that the type of accidents and deaths caused by disasters such as work platforms has occupied more than 60% of the total. In this study, we presented a structured and combined solution for technology, management, education, and cost that can solve systematically, politically, and external environmental factors as well as direct influence factors. In addition, we examined the safety and safety standards of domestic and international safety, and discussed implications. First, direct impact factors, organizational impact factors, policy influence factors, and external environmental impact factors were examined and classified into technical, education, and institutional dimensions. Second, in relation to the installation of the work scaffold, the standards (OSHA 1926.452), UK (The Work at Height Regulations 2005 No.735, BS5975), Japan (Labor Safety and Sanitation Regulations) and Germany (DIN 4420_4, DIN EN12810). In the case of domestic safety standards, similar to the foreign safety standards, safety measures such as materials and specifications are applied. However, details related to the installation, assembly and structure of the work platform are somewhat different from those in the United States and the United Kingdom excluding Japan. Using the results of this study, it is possible to understand the cause of the accident of foot pedestrian accident more systematically and comprehensively, and safety managers and researchers are expected to help in the accident investigation.

Keywords : Working Platform, Working Passage, Safety Regulations, Accidents Prevention

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사에서 작업발판은 특정의 작업을 위해 작업자를 지지하는 시설을 말하며, 통로는 작업자의 이동을 위한 시설을 말한다. 이러한 작업발판과 안전통로는 공사의 수행을 위한 시설이자 안전과 생산성 확보를 위한 필수적인 시설임

에도 소홀히 다루어져 불안정한 구조물이 되기 쉬운 약점을 가지고 있다. 외국에서는 일찍이 가시설물의 약점과 중요성을 인식하여 필요한 안전기준을 마련하고 엄격한 관리체제를 운영하고 있다.

우리나라에서도 산업안전보건법 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 제2장(작업장)에서 작업발판과 안전난간의 구조 등을, 제3장(통로)에서 통로의 제반 기준과 함께 가설통로의 기준을 규정하고 있다. 건설작업에 사용되는 비계는 제7장에서 규정하고 있는데, 강관비계, 통나무비계, 강관틀비계, 달비계, 달대비계, 말비계, 이동식비계 7종으로 분류하고 있으며, 국내의 가설공사 표준 시방서에는 통나무비계, 강관

* Corresponding author: Kim, TaeWan, College of Urban Architecture Engineering, Incheon National University
E-mail: taewkim@inu.ac.kr
Received April 12, 2019 revised May 21, 2019
accepted June 21, 2019

비계, 강관틀비계, 이동식비계, 시스템비계, 기타 비계(달비계, 말비계, 브래킷비계)등 8종으로 분류하고 있다. 또한 안전보건공단에서 KOSHA GUIDE C-8(작업발판 설치 및 사용 안전지침), C-19(작업발판 일체형 거푸집 안전설계 지침), C-20(비계 안전설계 지침), C-28(이동식 비계 구조 기준 및 사용 안전지침), C-30(강관비계 설치 및 사용 안전지침)의 작업발판 안전기준을 제시하고 있다.

본 연구에서는 건설현장 작업발판 및 가설통로의 국내 안전기준과 관련한 관련 선행연구를 고찰하고 해외 관련 안전기준 및 제도와 비교함으로써 안전기준 현황을 점검하고 개선점을 도출하는 데에 목적이 있다. 또한, 떨어짐 사고사망 재해의 주된 기인물로서 작업발판과 안전통로의 완전한 설치, 활용 및 해체 과정에서의 추락 사고에 대한 위험을 근본적으로 제거하는 방안을 도출하기 위해서는 작업발판과 안전통로 자체의 완전성뿐만 아니라 기술, 교육, 규제에 대한 종합적 관점의 접근이 요구되므로 본 연구에서는 직접적, 조직적, 정책적, 환경적 차원의 사고 원인을 종합적으로 고찰하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 크게 문헌 분석과 해외 안전기준 및 제도 고찰로 이루어져 있으며 다음의 단계에 따라 진행되었다.

첫째, 작업발판·안전통로 관련 건설재해 감소와 관련한 선행연구를 파악하고, 그 특성을 분석하였다. 먼저 국내 작업발판에서 추락, 전도와 관련된 학회 논문 및 산업안전보건공단의 연구 보고서 25여 편을 수집하였다. 이후 영향연결망 이론에 의한 분류 방식에 따라 직접 영향요인, 조직적 영향요인, 정책 영향요인, 그리고 외부환경 영향요인 등으로 구분하여 고찰하였으며 기술, 교육, 제도 차원으로 분류하여 해결책을 고안하였다.

둘째, 작업발판 설치와 관련하여 미국(OSHA 1926.452), 영국(The Work at Height Regulations 2005 No.735, BS5975), 일본(노동안전위생규칙), 독일(DIN 4420_4, DIN EN12810) 기준에 대해 조사하였다. 또한, 영국의 비계작업 관리체계와 관련한 자격 기준을 조사하여 우리나라 적용과 관련한 시사점을 고찰하였다.

셋째, 위의 두 단계에 대한 내용을 토대로 떨어짐 사고사망재해를 방지하기 위한 작업발판과 안전통로 안전기준 관련 시사점을 도출하고 개선점을 제안하였다.

2. 선행연구 고찰

건설현장의 사망사고와 관련한 선행연구들을 살펴보면, 건설현장 사망사고 중 가장 높은 비중을 차지하는 추락 사고에 대한 연구들이 많이 진행된 것을 알 수 있었다(안홍섭 외, 2009; 안창덕, 2017).

특히, 떨어짐 사고의 2차 경감 및 방호 대책을 위한 많은

연구들이 수행되었다. 최순주(1992)는 개구부에 방호시설을 설치하여 추락 사고에 대한 발생 예방 및 방지할 수 있는 방안을 제시하였으며, 노민래(2002)는 추락 방지 시설물의 신기술을 개발하여, 추락 사고에 대한 예방 및 방지 시설물을 제안하였다. 김진현(2012)은 추락 및 낙하물로 인한 사고에 대한 예방을 위해 안전모 착용을 위한 규정, 안전모 기준 등을 제시하였다. 이와 같이 추락으로 인한 2차 경감을 위해 안전방망, 안전선반, 안전모, 안전기준 등의 연구가 수행되고 있는 것으로 나타났다. 송인용 외 6인(2007)은 추락 2.5m의 낮은 추락 재해특성을 분석하여 사다리를 사용해서는 안되는 이유와 장소를 명확히 구분하였다. 최돈홍 외 1인(2011)은 지붕작업 시 추락재해 실태조사 및 안전모델을 연구하였으며, 단부추락과 지붕파손 추락은 중소규모 현장에서 많이 일어나므로 추락방지 및 지붕파손에 대비한 안전시설 개선이 필요함을 제안하였다. 정성춘 외 2인(2014)은 건설현장 작업발판에서의 넘어짐에 의한 떨어짐을 연구하였으며 그 결과 전문 인력이 작업발판 설치, 해체를 진행해야 하는 근거를 마련하였다.

이러한 연구들은 작업발판 등에 대한 연구를 통해 추락, 전도 사고의 범위, 원인, 그리고 해결책과 관련된 유의미한 정보를 제공해주지만 기술, 교육, 제도 차원의 해결책이 섞여 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 해결책을 차원에 따라 구분하는 것은 매우 중요한데, 왜냐하면 기술 차원의 해결책이 많은 사고 원인 해결에 도움이 되지만, 조직적 영향요인 해소를 위해서는 교육 차원의 해결책이, 외부환경 영향요인 해소를 위해서는 제도 차원의 해결책이 동시에 적용되어야 하기 때문이다. 이러한 구분에 따른 기존 문헌 분류 작업은 현재 되어 있지 않은 것으로 고찰된다.

3. 작업발판, 안전통로 사고 감소를 위한 기술적, 교육적, 제도적 해결 방안

기존 연구를 영향연결망 이론에 의한 분류 방식에 따라 직접 영향요인, 조직적 영향요인, 정책 영향요인, 그리고 외부환경 영향요인 등으로 나누고, 그 해결책을 기술, 교육, 제도 차원으로 분류하여 재정리하였으며 그 결과는 다음과 같다.

3.1 직접 영향 요인 및 해결책

추락, 전도사고 기존 문헌에서 설명하고 있는 직접영향요인은 다음과 같다.

- 작업발판 폭,
- 작업발판 지지재 고정 상태,
- 최대적재 하중 인식,
- 추락재해 예방 미비,
- 수직승강용 통로 설치 미비,
- 개인보호구 등 안전장비 착용 상태 불량,
- 추락 방지 시설 미비,

- 안전방호 시설 미설치,
- 재료 및 구조적인 원인,
- 방호장치 의무안전 인증제품이 아닌 목재 발판 사용,
- 작업 범위 설정 문제,
- 신호방법 불량 및 신호 오인,
- 근로자 개인 안전의식 결여,
- 작업장에서의 추락재해 예방 교육 미흡,
- 강관비계 발판 미비,
- 작업장 준수사항 위반 등

이에 대한 해결을 위해 기존 문헌에서 제시하고 있는 해결책을 3E 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 기술적 해결책: 작업발판 폭은 안전을 고려한 최소 40cm 이상, 작업발판으로 사용되는 띠장의 상하 간격 150cm, 발판 틈 간격 3cm 이내, 최대적재하중 및 재료 등 표기, 표준안전난간설치, 철골계단 등 수직승강용 통로 설치 및 확보, 근로자 안전대 착용, 구명줄 및 안전블록 활용, 추락 방지를 위한 방망 조기 설치, 작업발판 및 안전난간 설치, 작업자 안전장비 착용 확인, 사다리 관련 안전기준 및 사다리 사용방법을 수치화 하여 제시, 강재/알루미늄/합금재 작업발판을 사용 등
- (2) 교육적 해결책: 작업 구역 내 관계자 외 출입금지토록 지도 교육, 작업발판 및 표준안전난간 설치 교육, 근로자의 안전의식 고취를 위한 교육 철저, 추락재해가 많은 이동식 사다리 대신 이동식 비계 등의 작업발판을 안전하게 설치, 작업장 정리정돈, 작업장의 안전한 상태 유지, 강관비계의 사용 방법에 대한 교육 필요
- (3) 제도적 해결책: 작업장 준수사항 엄수하도록 제도적 강화

3.2 조직적 영향 요인 및 해결책

추락, 전도 사고에 관한 기존 문헌에서 설명하고 있는 조직적 영향요인은 다음과 같다:

- 재료의 적합성 관리,
- 작업 전 계획 유무,
- 비계 설치 및 해체 과정,
- 건설현장에서 클램프 조임 강도를 관리하는 현장 부재,
- 부적합한 사다리 사용,
- 비계 자체의 조립 결함 및 미설치 상태 작업,
- 작업발판 미끄러짐 기준 및 손상 관리 기준 부재,
- 강관비계 발판이 있는 경우 미끄러짐, 헛디딤 발생,
- 작업장 추락재해 예방교육 미흡,
- 근로자 행동 관리 미흡,
- 근로자 실정에 맞는 교육 및 관리 부재,
- 장비점검 미흡 등

이에 대한 해결을 위해 기존 문헌에서 제시하고 있는 해

결책을 3E 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 기술적 해결책: 재료 반입 시 결점 조사 및 확인 검사, 현장작업 이전 단계의 검토 및 준비 철저, 틀비계 등 기성작업발판 사용, 양중 전 지상에서 부재 부착, 가이드레일 운반구 이탈 방지를 위해 전담운전자와 점검자 지정, 철골 공사 안전 작업방안 제시, 강관비계의 연결철물인 클램프의 조임 강도 규정 확인 및 관리 감독, 추락 유발 3대 위험작업에 대한 안전 모델과 안전작업지침 제시, 작업발판의 일체화 및 시스템화, 작업발판 관리 대장, 자재 및 공구 인증여부 확인, 강관비계의 사용상 위험성에 대한 기술점검 지원 및 교육 필요(클린사업 등 재정지원 사업을 통한 시스템비계 확대 가능성) 등
- (2) 교육적 해결책: 안전의식 제고를 통한 불안행동의 제거, 이론교육, 재해사례, 시청각, 현장체험중심의 교육 수행, 보호구 착용에 대한 관리감독 강화, 근로자의 올바른 작업 자세 지도, 1개월 미만 신규채용자와 고령 근로자를 중심으로 한 안전교육 및 작업배치, 전환 등 배려와 지속적인 관리, 작업자 분담 및 순서를 정하고 전원에게 주지, 작업담당자 작업 지휘, 기계, 공구 등 점검 및 불량품 제거 등
- (3) 제도적 해결책: 사다리 관련 안전기준의 제정(참고로, 앞서 소개된 참고문헌에서 나오는 사다리 관련 내용은 대부분 현장에서 작업발판 대용으로 사용하는 A형 사다리(이동식 사다리)를 의미함)

3.3 정책 영향 요인 및 해결책

추락, 전도 사고에 관한 기존 문헌에서 설명하고 있는 정책영향 요인은 다음과 같다:

- 추락재해예방 연구에서 작업장 실태 반영 미흡
- 국내 추락 및 사다리 관련 위험성 평가 미흡
- 불명확한 내용에 따른 법해석상의 오류
- 미인증 가설기자재 제조업체로 인한 안전관리 문제(생산, 임대 시)
- 안전수칙 위반 운반구의 구조변경
- 산업안전보건기준에 관한 규칙에 명시된 1.5m 띠장 간격으로는 서서하는 작업의 불편 등

이에 대한 해결을 위해 기존 문헌에서 제시하고 있는 해결책을 3E 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 기술적 해결책: 설치, 해체가 간편하고 높낮이 조절이 용이한 작업대 등의 안전장치 개발 필요, 위험성 평가 및 추락재해예방을 위한 계층적 접근(해외 사례 검토), 법해석상에 따른 검토 및 보완이 필요, 현장여건과 작업공종을 고려한 위험성평가를 통하여 안전대책을 수립하고 실행 및 사후관리 방안 필요
- (2) 교육적 해결책: 위험성 평가 실시 방법에 대한 교육 등

관련 교육 확대 실시

- (3) 제도적 해결책: 운반구 관련 점검 및 주의사항 제시, 추락 높이를 세분화하여 안전대책 수립, 강관비계의 상하 띠장 간격 1.5m 이내 규정을 1.8m 이내 규정으로 개정 등

3.4 외부환경 영향 요인 및 해결책

추락, 전도사고 관련 기존 문헌에서 설명하고 있는 외부 환경영향 요인은 다음과 같다:

- 소규모 건설현장의 법정 안전교육의 기회 부족 또는 실시 미흡,
- 사다리에 대한 안전기준 미흡,
- 높이 2m 이상 작업 장소 설치기준 모호,
- 작업발판 사이 틈 국내와 일본 3cm 이하로 설치 기준 모호
- 작업발판 표면관리 규정 미흡,
- 작업발판 안전한 사용에 대한 기준 미흡,
- 작업발판과 벽면 사이 공간에 안전난간 설치 기준 미흡,
- 작업발판 폭은 일반적으로 40cm 이상이나 사다리의 경우 30cm 등

이에 대한 해결을 위해 기존 문헌에서 제시하고 있는 해결책을 3E 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 기술적 해결책: 기술지원 중심의 사업을 안전교육 중심으로 전환, 정부의 재정지원을 통한 건설안전 교육 및 전문 강사 육성 병행 등
- (2) 교육적 해결책: 소규모 건설현장의 법정 안전교육 확대 실시
- (3) 제도적 해결책: 사다리 관련 안전기준의 제, 개정, 수직 방향 2m 이하 높이 마다 설치 구체화(일본 사례), 추락, 낙하, 부상의 위험이 있는 틈 발생금지 구체화(영국 사례), 작업발판 표면관리 규정에 대한 구체적 명시(미국, 영국 사례), 작업발판에 추가적 설비 설치금지, 작업발판 위에 사다리, 박스 등 사용금지(미국 사례), 작업발판과 벽면 사이 공간 또는 작업발판 끝에 안전난간 설치 기준 마련, 안전한 통로 확보 기준 구체화 등

4. 해외 안전기준 및 정책 동향

4.1 해외 안전기준 조사

작업발판 설치와 관련하여 미국(OSHA 1926.452), 영국(The Work at Height Regulations 2005 No.735, BS5975), 일본(노동안전위생규칙), 독일(DIN 4420_4, DIN EN12810) 기준에 대해 조사하였다. 작업발판 등에 대한 외국의 기준은 표현은 다르나 내용상으로 대부분 유사한 측면이 있으며, 본 연구에서는 국내의 안전기준과 비교하여 참고할 만한 내용을 중심으로 고찰하였다. 재료/규격, 설치/조립/해체, 안전조치 사항, 관련 근거 등으로 구분하여 차이점을 중심으로 비교하면 아래와 같다.

4.2 영국 안전기준

작업발판 등에 관한 영국기준은 고소작업기준(The Work at Height Regulations 2005 No.735)과 BS5975가 있으며, 여기서는 구체적 기준을 담은 BS5975를 중심으로 기술한다. BS5975는 영국 표준 건설산업의 임시 작업의 모든 측면에 대한 기준, 권고, 지침을 제공하며, 또한 설계, 구조, 시공, 사용 및 해체에 대한 지침을 포함하고 있다. BS5975의 1장에서는 일반적인 가설구조물 정의 및 약어, 표어 등을 제공하고 있으며, 2장에서는 임시 작업을 안전하게 관리 된 방식을 통해 작업을 수행하는 절차에 대한 권장 사항을 제공하고 있다. 마지막 장인 3장에서는 임시 가설물의 설계 및 구조 등에 대한 내용을 제공하며, 또한 관련 가설물의 일반 사항, 재료에 대한 내용을 제공하고 있다.

영국에서도 작업발판 등으로 이용되는 대형 가설구조물의 붕괴사고를 겪으면서 관련 기준을 보완해 왔으며, 그 결정체가 BS5975:2008이다. 이 기준에서는 가설작업에는 반드시 유자격 가설작업조정자(TWC; Temporary Work Coordinator)를 선임하여 가설구조물의 설계, 작업자의 자격, 작업의 허가 등 가설작업의 전 과정을 모든 단계에서 감독하도록 하고 있다. 우리나라도 안전보건조정자의 역할 중의 하나로 가설작업조정자 유자격자를 양성하여 유자격자로 하여금 가설작업의 전 과정을 체계적으로 관리하는 것이 궁극적인 해결책이 될 것이다.

4.3 독일 안전기준

독일기준(DIN 4420_4, DIN EN 12810)의 경우 방호비계는 2m 이상 고소작업 시 작업자 떨어짐 방호를 위한 작업용 작업 발판 구조(작업비계) 및 구조물 공사 중 슬래브 단부로부터 2m 이내로 떨어지는 작업자를 보호하고, 낙하물을 방호하기 위한 방호용 작업발판 구조(떨어짐 방호비계)의 비계이다. 또한, 작업하중 및 하중집중을 고려, 작업발판을 6등급으로 분류하였으며, 작업발판에 자재 등이 발판 일부에 집중할 경우를 포함, 안전성 평가 및 분류하고 있었다(1등급: 점검 작업 등 작업자 1인 하중, 2-3등급: 페인트 칠 공사, 석회 마감작업 등, 4-5등급: 조적, PC 공사 등, 6등급: 다량의 자재를 적치하는 조적, 석공사 등). 아울러 추락, 낙하 동하중을 고려하여 비계 등급별 추락방호 비계의 작업발판 단위 부재의 규격 및 지지 길이를 규정하고 있다.

4.4 미국 안전기준

미국기준(OSHA 1926.452)에서 바닥재는 미끄럼방지 처리를 하여야 한다. 최하위 레벨로부터 10피트 이상의 높이에 설치된 작업발판에는 발끝막이판을 설치하여야 한다. 일본 기준(노동안전위생규칙: 작업발판 및 가설통로 등에 규칙)에서 작업발판은 수직방향으로 2m 이하마다 설치하여야 한다. 작업발판은 2개 이상의 지지물에 고정하여 넘어지거나

탈락하지 않도록 한다. 추락의 위험이 있는 곳에는 안전간을 설치하며, 그렇지 않은 경우에는 안전방망이나 안전대를 사용하도록 한다.

일본과 미국의 경우 가설기자재 안전인증 관련 법적 근거 및 의무가 비교적 명확하며, 특히 일본의 경우 선별, 수리, 성능시험, 폐기 등 재사용 등록과 관련된 지침을 구비하고 있음을 알 수 있다. 국내 기준의 경우 재료 및 규격과 안전 조치 사항에 있어서는 국외기준과 유사한 내용이 적용하고 있으나, 작업발판의 설치 및 조립, 구조와 관련된 세부내용에서는 일본을 제외한 미국, 영국 등과 비교하여 다소 차이를 보이고 있다. 특히 국내 및 일본에서는 작업발판 사이의 발생 틈을 3cm 이하로 규정하고 있으나 미국에서는 그보다 작은 2.54cm 이하로 규정하고 있으며, 발판의 폭도 45.72cm 이상으로 규정하고 있다.

4.5 영국의 비계작업 관리체계 및 관련 자격

작업발판 등은 대부분 비계에 설치되므로 비계작업의 철저한 관리는 작업발판 등의 안전 확보에 필수적이다. 영국에서는 비계작업 자격자 경력관리 시스템(CISRS; The Construction Industry Scaffolders Record Scheme)을 1960년대부터 운영하여왔으며, 최근까지 영국에서만 6만 명 이상에게 이 기준에 의한 자격카드가 발급되었다(<http://cisrs.org.uk/>). 이 자격 기준은 비계견습생 자격, 비계공 자격, 고급비계작업 자격의 3단계로 구성되어 있다. 각 자격별 요건과 발급 과정 및 자격 취득 절차는 다음과 같다.

비계견습생 자격은 비계 작업을 할 수 있는 자격증으로 비계 설치에 관하여 하루 동안 훈련을 받은 후 테스트를 통해 비계견습생으로 인정되어 자격증을 발급받을 수 있다. 비계견습생 자격은 정식 비계공 자격을 발급받기 전에 우선적으로 취득하여야 할 자격으로서, 비계견습생은 공인 비계 설치자 없이는 작업할 수 없다. 비계공 자격(Scaffolder Card)은 비계견습생 자격 취득 후 최소 6개월의 실용적 경험이 있어야 취득이 가능하다. 그 후 공인센터에서 2주간의 1단계 교육을 마친 후 1단계 이수 인증서를 발급받고 2주간의 2단계 훈련을 받은 후 1, 2단계 시험을 통과하면 취득이 가능하다. 비계 도면 해석이 가능하며 기타 권한은 비계견습생과 같다. 고급비계작업 자격(Advanced Scaffolder Card)은 일반비계공 자격 소지자 중 12개월 이상의 실무를 경험하고 3단계 교육 및 평가를 완료한 자에게 발급된다. 또한 안전하고 올바른 순서로 비계를 설치, 변경, 해체하는 팀의 리더 자격이 주어진다. 고급비계작업자는 복잡한 설계도면의 해석이 가능하며, 기타 권한은 비계작업자와 동일하다.

〈Fig. 1〉은 비계관련 설치 자격을 획득하기 위한 과정으로서, 단계별 교육 및 실무 경험 과정을 설명하고 있다. 우리나라에서도 영국의 비계작업자 제도와 같이 가설공사 안전에 관한 권한과 책임을 명확하게 하고, 가설기자재를 취

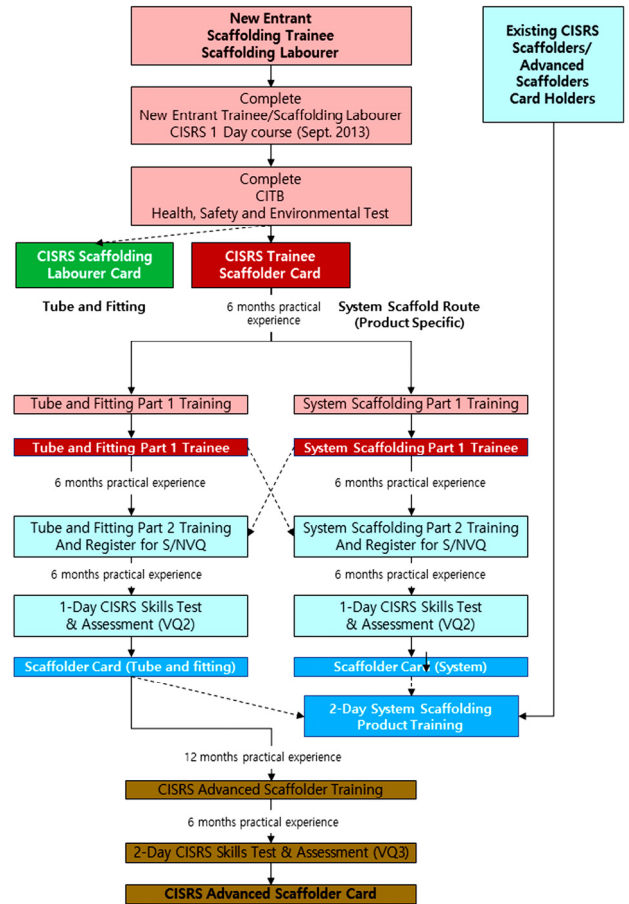


Fig. 1. Construction Industry Scaffolders Record Scheme (source: <http://cisrs.org.uk/>)

급히는 근로자에 대한 교육과정을 통하여 자격증을 발급하여 가설기자재 관련 종사자를 관리해야 비계작업의 안전을 확보할 수 있을 것이다. 즉, 철저한 비계작업 관리체제를 구축하여 작업자의 역량과 작업을 관리해야 비계와 작업발판 등에 기인한 사고사망재해의 근원적 예방이 가능할 것이다.

5. 작업발판과 안전통로 안전기준 관련 시사점

선행 연구 및 법규 및 제도 고찰, 해외 동향 조사를 통해 다음과 같은 시사점을 발견할 수 있었다.

- (1) 1991년부터 2017년까지의 국내·외 작업발판 관련 문헌을 수집·분석하였으며, 이를 통해 작업발판 관련 사고에서의 원인 및 해결책을 정리하였다. 건설현장의 사고사망과 관련한 선행연구들을 살펴보면, 건설현장 사고사망 중 가장 높은 비중을 차지하는 추락 사고에 대한 연구들이 많이 진행되었으며, 일부 연구에서 건설업 추락재해 원인 분석을 통해 위험 관리의 기초 및 교육 자료를 개발하고 보다 종합적인 대책 수립 모델의 활용을 제안하였다. 또한 중, 소규모에서의 작업발판 추락사고 감소를 위해 클린사업(시스템비계) 등을 제안하는 정책

을 제시하고 있다. 따라서 이 연구에서는 선행연구들에 대한 면밀한 분석과 건설현장의 특성 분석을 토대로 실질적으로 안전사고를 감소시킬 수 있는 보다 실효성 있는 해결방안이 필요한 것으로 파악되었다. 또한, 본 연구의 목표 달성을 위해 도출한 작업발판 및 안전통로 미설치 원인을 작업(직접원인), 조직, 정책 및 환경의 차원으로 분류하고, 원인별 해결책을 기술, 교육, 규제의 차원으로 재분류하였다.

- (2) 외국의 작업발판 규격 및 안전기준 조사를 통해 우리나라 작업발판 관련 기준의 개선점을 도출하였다. 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 피장 간격 1.5m 이하는 작업이 용이하도록 개선이 필요하며, 통로식사다리 및 지붕관련 안전기준도 내용과 구조적 측면에서 구체성을 지닐 수 있도록 보완이 필요하다. 국내 안전 기준의 경우 재료 및 규격 등 안전조치사항에 있어서는 국외 안전 기준과 유사한 내용이 적용하고 있으나 작업발판의 설치 및 조립, 구조와 관련된 세부내용에서는 일본을 제외한 미국, 영국 등과 비교하여 다소 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 또한 영국의 BS5975의 경우 가설구조물 공사의 전반적인 내용을 포함 하고 있으며, 가설 구조물 감독관, 조정관 선임, 설계, 구조, 재료 등의 내용을 자세히 다루고 있는 것으로 확인되었다. 또한 국내에서도 가설기자재를 취급하는 근로자에 대한 교육 과정을 운영하고 자격증을 발급하여 가설기자재 관련 종사자를 관리한다면 가설공사 안전에 관한 권한과 책임감을 명확하게 할 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 대부분의 선행연구나 사례는 부분적으로 다루어지고 있어 종합적인 대책으로는 미흡하며, 원인에 대한 직접적이고 1차원적인 해결책만을 제시하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 방식의 해결책은 직접적인 영향요인 뿐만 아니라 조직적, 정책적, 외부 환경적 요인이 결합되어 존재하는 현상의 일부만 해결함으로써 시스템적 문제인 추락 사고를 근원적으로 해결할 수 없다. 따라서 다차원의 문제를 실질적으로 해결하기 위해서는 기술, 관리, 교육, 비용에 걸친 구조적이고 결합된 솔루션이 필요하다.

6. 결론

건설산업의 사고사망재해의 유형 중 작업발판 등의 가설물에 기인한 떨어짐 재해가 60%이상의 비중을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구는 작업발판·안전통로 관련 건설재해 감소와 관련한 선행연구를 파악하고, 그 특성을 분석하였다. 이후 영향연결망 이론에 의한 분류 방식에 따라 직접 영향요인, 조직적 영향요인, 정책 영향요인, 그리고 외부환경 영향요인 등으로 구분하여 고찰하였으며 기술, 교육, 제도 차원으로 분류하여 해결책을 고안하였으며 내용은 다음과 같다.

1. 작업발판 및 안전통로 관련 선행연구 분석을 통해 작업발판 관련 사고에서의 원인 및 해결책으로는, 건설현장 사고사망 중 가장 높은 비중을 차지하는 추락 사고에 대한 연구들이 많이 진행되었으며, 일부 연구에서 건설업 추락 재해 원인 분석을 통해 위험 관리의 기초 및 교육 자료를 개발하고 보다 종합적인 대책 수립 모델의 활용을 제안하였다. 또한 중, 소규모에서의 작업발판 추락사고 감소를 위해 클린사업(시스템비계) 등을 제안하는 정책을 제시하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 작업발판 관련 선행연구들에 대한 면밀한 분석과 건설현장의 특성 분석을 토대로 실질적으로 안전사고를 감소시킬 수 있는 보다 실효성 있는 해결방안이 필요한 것으로 파악되었다.
2. 국내 안전 기준의 경우 재료 및 규격 등 안전조치사항에 있어서는 국외 안전 기준과 유사한 내용이 적용하고 있으나 작업발판의 설치 및 조립, 구조와 관련된 세부내용에서는 일본을 제외한 미국, 영국 등과 비교하여 다소 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 또한 영국의 BS5975의 경우 가설구조물 공사의 전반적인 내용을 포함 하고 있으며, 이는 가설 구조물 감독관, 조정관 선임, 설계, 구조, 재료 등이 내용을 자세히 다루고 있는 것으로 확인되었다. 영국의 비계 자격증은 총 3가지로 구성되어 있으며 각 자격증별 권한 및 책임이 다른 것을 파악하였다. 국내에서도 가설기자재를 취급하는 근로자에 대한 교육 과정을 운영하고 자격증을 발급하여 가설기자재 관련 종사자를 관리한다면 가설공사 안전에 관한 권한과 책임감을 명확하게 할 수 있을 것으로 판단된다.
3. 기존 연구를 영향연결망 이론에 의한 분류 방식에 따라 직접 영향요인, 조직적 영향요인, 정책 영향요인, 그리고 외부환경 영향요인 등으로 나누고, 그 해결책을 기술, 교육, 제도 차원으로 분류하여 재정리하였으며 그 결과는 다음과 같다.

먼저 기술적인 해결 대책으로는 작업발판과 안전통로는 공학적인 제반 요건을 충족하여야 할뿐만 아니라 작업자의 작업과 이동에도 불편함이 없어야한다. 기술적 측면에서 작업발판 등 기인 떨어짐 사고사망재해의 예방에 필요한 기술적 예방대책으로서 개선이 필요한 사항은 다음과 같다.

- 1) 비계의 설치기준 개선, 2) 이동식 비계의 통로 개선 및 보호구의 올바른 착용, 3) 사다리 사용 기준의 개선과 사용 억제, 4) 작업 상황에 적합한 작업발판의 보급.

다음으로는 교육적 예방 대책으로 작업발판이나 안전통로와 관련된 안전기준을 인식시키고 이러한 시설의 설치 및 관리가 적절하게 이행되기 위해서 교육은 불가결한 요소이며 필요한 사항은 다음과 같다.

- 1) 관리감독자의 법정직무교육의 강화, 2) 위험작업에 대한 특별안전교육의 법정직무교육화, 3) 사업주, 경영진교육, 안전보건관리책임자 교육의 오프라인 교육과 교육시간 강화.

마지막으로 제도적 측면으로는 정부차원의 감독과 전문기관이나 민간차원의 기술지도 있다. 기술지도를 규제적 수단에 포함시킨 이유는 본질적으로 안전전문가의 역할이 제3차 감시기능으로서 감독과 기술지도를 겸하기 때문이다.

1) 인허가 도서에 가시설도면의 의무화, 2) 기본 안전수칙의 효과적 활용, 3) 소규모현장 기술지도 체제 개선

위 3E는 작업발판, 안전통로 사고 감소를 위한 기술적, 교육적, 제도적 해결 방안을 제시하였으며, 이는 직접 영향요인 21개, 조직적 영향요인 12개, 정책적 영향요인 6개, 외부환경 영향요인 8개를 도출하였다. 이는 작업발판 등에 기인한 사고사망재해 직접원인의 배경에는 비용, 규제, 관리, 교육 기술적 측면의 문제점들이 간접으로 작용하고 있으므로, 작업발판과 안전통로의 안전성 확보를 위한 실효성 있는 대책을 위해서는 이들 요소들이 종합적으로 고려된 대책이 실시되어야 한다.

본 연구 결과는 직접적으로는 작업발판 등에 기인한 사고 사망재해의 감소에 활용될 수 있으며, '작업발판 등 기인 떨어짐 사고사망재해 인과지도 모형'은 안전사고 감소를 위한 여타 분야의 기술, 교육, 규제, 관리 및 자원조달의 통합적 재해예방 대책의 수립에 응용이 가능할 것으로 예상된다. 또한 안전관리자 및 연구자들이 추락사고 연구 시 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 산업안전보건연구원의 위탁연구 용역사업에 의한 것임.

References

Ahn, H. S., Kim, E. J., and Lee, K. J. (2009). "A Study on the Causes of Fall Accident and Effective Fall Prevention Measures." Occupational Safety & Health Research Institute.

British Standard. (2008). "BS 5975; Code of practice for temporary works procedures and the permissible stress design of falsework." British Standards Institution.

Choi, S. J. (1992). "A Study on the Prevention of Opening in Apartment Construction", Construction Safety Technology. 8(2), pp. 15-23.

CIRIA. Preventing catastrophic events in construction. Loughborough University 2011.

CISRS(2018). "The Construction Industry Scaffolders Record Scheme." <<http://cisrs.org.uk/>> (Sep. 20, 2018).

Choi, D. H., and Choi, J. W. (2011). "Survey on Fall Accident and Study on Safety Model in Roof Work." Occupational Safety & Health Research Institute.

Ordinance on Industrial Safety and Health. (2007). "Scaffolding standards." Japan Industrial Safety and Health Association.

Jung, S. C., Park, Y. K., and Kwon, J. H. (2014). "A Study on the Prevention of Fall by Falling on Work Plates in Construction Site, Occupational Safety & Health Research Institute."

Korea Occupational Safety Health Agency. (2011). "Guidelines for Safety Design of scaffolding." KOSHA GUIDE C-20-2011.

Korea Occupational Safety Health Agency. (2011). "Mobile "Scaffolding standards and instructions for use." KOSHA GUIDE C-28-2011.

Korea Occupational Safety and Health Corporation. (2011). "Safety Guidelines for Installation and Use of Steel Pipe System." KOSHA GUIDE C-30-2011.

Korea Occupational Safety Health Agency. (2011). "Safety Design Guidelines for Work Plate-Integrated Forms." KOSHA GUIDE C-19-2011. 2011.

Korea Occupational Safety Health Agency. (2011). "Safety Guidelines for Installing and Using Working Bulletins." KOSHA GUIDE C-8-2011. 2011.

Kim, J. H. (2012). "A Study on the Standard of Safety Warehouse as a Collapse Protective Unit." Occupational Safety & Health Research Institute.

Ministry of Land Transport and Maritime Affairs. (2016). "Standard Specification for Temporary Work."

Ministry of Employment and Labor. (2018). "Rules on Industrial Safety Standards (Articles on Operation Bulletins)." Department of Employment and Labor No. 206.

Noh, M. R., Lee, M. G., and Kim, J. H. (2002). "A Study on the Safety Standards of the Falling Prevention Facilities in Bridge Construction." Occupational Safety & Health Research Institute.

Song, I. Y., Chung, S. K., and Ryu, B. H. (2007). "A Study on the Analysis of Disaster Characteristics and the Development of Safety System in Fall 2.5." Occupational Safety & Health Research Institute.

요약 : 건설산업의 사고사망자수는 매년 평균 500여명에 이르고 있으며, 특히 사고사망재해의 유형 중 작업발판 등의 가시설물에 기인한 떨어짐 재해가 60%이상의 비중을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구에서는 사고의 직접적인 영향요인 뿐만 아니라 조직적, 정책적, 외부 환경적 요인들을 통합하여 실질적으로 해결 할 수 있는 기술, 관리, 교육, 비용에 걸친 구조적이고 결합된 솔루션을 제시하였다. 또한 국내, 외 안전발판 기준을 조사하여 시사점을 고찰하였다. 첫째, 직접 영향요인, 조직적 영향요인, 정책 영향요인, 그리고 외 부환경 영향요인 등으로 구분하여 고찰하였으며, 이는 기술, 교육, 제도 차원으로 분류하여 해결책을 고안하였다. 둘째, 작업발판 설치와 관련하여 미국(OSHA 1926.452), 영국(The Work at Height Regulations 2005 No.735, BS5975), 일본(노동안전위생규칙), 독일(DIN 4420_4, DIN EN12810) 기준에 대해 조사하였다. 국내 안전 기준의 경우 재료 및 규격 등 안전조치사항에 있어서는 국외 안전 기준과 유사한 내용이 적용하고 있으나 작업발판의 설치 및 조립, 구조와 관련된 세부내용에서는 일본을 제외한 미국, 영국 등과 비교하여 다소 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 이 연구 결과를 활용하면 작업발판 사고사망의 원인을 보다 체계적이고 종합적으로 이해할 수 있으며, 또한 안전관리자 및 연구자들이 추락사고 연구 시 도움이 될 것으로 기대된다.

키워드 : 작업발판, 가설통로, 안전 규정, 사고 예방
