



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](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

D사의 넘어짐 재해조사와 재발방지대책



부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

안 전 공 학 과

강 승 지

공 학 석 사 학 위 논 문

D사의 넘어짐 재해조사와 재발방지대책

지도교수 장 성 록

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2023년 2월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

안 전 공 학 과

강 승 지

강승지의 공학석사 학위논문을 인준함.

2023년 2월 17일



위 원 장 공학박사 신 성 우 (인)

위 원 공학박사 이 창 준 (인)

위 원 공학박사 장 성 록 (인)

목 차

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적	5
1.2.1 D사의 넘어짐 재해 발생 현황	5
1.2.2 D사의 재해 발생 형태	7
1.3 연구 방법	11
제 2 장 재해사례 분석	13
2.1 발생 월별 재해 분석	13
2.2 발생 요일별 재해 분석	15
2.3 발생 시간대별 재해 분석	16
2.4 재해자 연령대별 재해 분석	18
2.5 근속 기간별 재해 분석	21
2.6 발생 장소별 재해 분석	24
2.7 공종별 재해 분석	26
제 3 장 넘어짐 재해의 원인 분석	28

3.1 넘어짐 재해 직접 원인 분석	28
3.1.1 불안정한 행동 분석	30
3.1.2 불안정한 상태 분석	32
3.2 넘어짐 재해 간접 원인 분석	34
3.2.1 기술적 원인	35
3.2.2 교육적 원인	37
3.2.3 관리적 원인	39
제 4 장 넘어짐 재해 감소를 위한 관리 방안	41
4.1 설문조사	41
4.1.1 설문분석 결과	43
4.1.2 작업공간의 선정 및 관리 항목 분석 결과	44
4.1.3 체계적인 교육활동 항목 분석 결과	45
4.1.4 선제적 계획관리 항목 분석 결과	46
4.2 작업공간의 선정 및 관리	48
4.2.1 사전 안전시설 설치계획 수립	48
4.2.2 자재, 장비의 운영 가설계획을 사전에 수립	50
4.2.3 위험성 평가 검토	52
4.2.4 사전에 공정의 간섭에 대한 협의	55
4.2.5 작업계획서 관리	56

4.2.6 주간/야간 작업순서의 선정 및 관리	57
4.2.7 BIM을 활용한 설계 사전 검토	57
4.3 체계적인 교육활동	58
4.3.1 TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시	58
4.3.2 신규근로자 교육 실시	58
4.3.3 작업순서에 대한 교육 실시	58
4.3.4 법정 안전교육 실시	59
4.4 선제적 계획관리	60
4.4.1 작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)	60
4.4.2 근로자의 출력 관리 및 건강상태 확인	60
4.4.3 관리감독자 구역 담당제 실시	61
4.4.4 임의작업 방지를 위한 근로자 통제	61
4.4.5 사전에 공정 간섭 협의	62
 제 5 장 결론	 63
참고문헌	66
부 록	68
설문지	68

Tables

Table 1 건설의 재해유형별 발생현황	3
Table 2 D사의 넘어짐 재해 발생 현황	5
Table 3 D사의 재해 발생 유형	8
Table 4 D사의 월별 재해발생 및 분포 현황	14
Table 5 요일별 재해발생 현황	15
Table 6 시간대별 재해발생 현황	16
Table 7 연령대별 재해발생 현황	18
Table 8 근속 기간별 재해발생 현황	21
Table 9 발생장소별 재해발생 현황	24
Table 10 작업 공종별 재해발생 현황	26
Table 11 넘어짐 재해의 직접원인 분류	28
Table 12 재해의 원인이 된 불안전한 행동 유형	30
Table 13 불안전한 상태 사고 요인	33
Table 14 간접원인 분석결과	34
Table 15 기술적 사고 요인	35
Table 16 교육적 사고 요인	38
Table 17 관리적 사고 요인	39
Table 18 설문조사 항목	42
Table 19 설문 분석 결과	43

Table 20 작업공간의 선정 및 관리 항목 분석결과	44
Table 21 체계적인 관리활동 항목 분석결과	46
Table 22 선제적 계획관리 항목 분석결과	47



Figures

Fig. 1 넘어짐 재해 발생유형(외부)	10
Fig. 2 연구의 흐름도	12
Fig. 3 D사 OO현장 연령대별 분포 현황	19
Fig. 4 D사 OO현장 신규자 분포(1달 이내)	22
Fig. 5 넘어짐 유형별 시설물 개선 사례	49
Fig. 6 드론을 활용한 자재, 장비 운영 계획	50
Fig. 7 미끄럼 위험성에 따른 안전조치 제안(안전보건공단 2010)	54
Fig. 8 기술 및 안전 자료	55

Company D's fall disaster investigation and prevention measures

Seung ji Kang

Department of Safety Engineering, Graduate School of Industry

Pukyong National University

Abstract

Looking at the case of industrial accidents that occurred in the first half of 2021 (end of June) by the Ministry of Employment and Labor, the most common accident fatality was falling(210 people, 44.3%). Accident accident fall(12,134 people, 24.7%) occurred the most. In addition, a total of 1,072 injuries occurred between 2018 and the first half of 2021 (end of June) of company d to be studied. Analysis of falls by year: 151 falls(26.5%) in 2018, 79 falls(30.7%) in 2019, 61 falls (31.1%) in 2020, and 61 falls(31.1%) in 2021 In the first half of the year, there were 14 cases (40%) of falls, and the number of injured victims decreases every year, but the frequency of falls is increasing. Here, it can be seen that the fall accidents of elderly workers are more common with 28.8% of those in their 50s and 15.1% of those in their 60s. Falling is caused by various causes such as weather, working space, worker's health condition, unsafe behavior, and surrounding environment. Falling is a disaster caused by unsafe behavior of workers. It is to secure the safety of safety facilities from the planning stage, create a perfect safe environment in a timely manner, and reduce blind spots by participating in all construction performers. In addition, prior risk assessment procedures must be thoroughly implemented to continuously monitor, guide, and advise workers so that they do not engage in unsafe behavior. Therefore, it is necessary to eradicate industrial accident concealment of injury accidents so that the same injury accident does not repeat itself. In this study, direct cause(unsafe behavior, unsafe state), systemic cause (occupational cause, administrative

cause, organizational cause), basic preventive measure(educational prevention) Countermeasures, technical preventive measures, administrative preventive measures), and the purpose of finding the cause of a fall disaster and suggesting improvement measures to prevent recurrence.

Key Word: Falls, types of accidents, causes of accidents, preventive measures, unsafe behavior



제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

국내 건설현장의 중대재해 발생자 수는 전반적으로 감소하고 있으나, 건설현장의 특성상 근로자의 작업환경이 정형화될 수 없고 항상 다양한 종류의 위험에 노출되어 있는 것이 건설현장의 실정이다. 그리고 건설현장에서 발생하는 재해의 발생 건수는 타 산업과 비교해 보았을 때 여전히 많이 발생하고 있다.

건설현장의 재해를 감소시키기 위해 정부 및 건설사가 끊임없는 노력을 하여 왔지만, 재해의 발생 빈도는 여전히 감소하지 않고 있는 것을 Table 1과 같이 알 수 있다. Table 1은 최근 3년간 고용노동부에서 발표한 건설업의 산업재해를 분석한 자료이다. 최근 3년간 건설업에서 발생한 산업재해자의 총수는 275,110명으로 2018년 89,780명, 2019년 92,947명, 2020년 92,383명이 발생하였다. 특히 넘어짐으로 인해 발생한 재해자는 2018년 19,077명, 2019년 20,101명, 2020년 20,659명 발생하였으며, 최근 3년간 넘어짐으로 인해 발생한 재해자 수는 동년 추락재해로 인한 발생자 수보다 많은 것을 알 수 있다. 산업재해 분석 자료에서 보는 바와 같이 다양한 재해 중, 중대재해 발생 빈도가 가장 많은 떨어짐에 대한 선행 연구는 꾸준히 진행되어 왔으나, 경미한 재해로 이어지는 넘어짐에 대한 연

구는 부족한 것이 국내 실정이다.

넘어짐 재해 중 미끄럼에 의해 발생하는 재해자는 대략 전체 넘어짐 재해자중 약 50%를 차지하고 있어 넘어짐 재해의 대부분이 미끄럼 사고와 관련이 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 넘어짐 재해는 우리나라뿐만 아니라 해외의 다양한 국가에서, 산업안전뿐만 아니라 공공분야안전에서 포괄적으로 다루고 있다. 동일한 방식의 통계는 아니지만 외국에서도 넘어짐 재해에 대한 구체적인 다양한 통계자료를 제시하고 있다¹⁾.

영국의 경우 바닥에서 미끄럼, 헛디딤 및 넘어짐(Slip, Trip & Fall at same level; STF)으로 인한 재해는 작업장에서 발생하는 주요 부상의 약 1/3을 점유하고 있으며 3일 이상 요양을 요하는 부상의 1/5 이상을 차지하고 있어 적어도 연간 35,000명 이상 재해자가 발생하고 있다. 이는 매 3분마다 중대한 미끄럼 사고가 발생한다고 말할 수 있어 영국의 경우도 넘어짐 재해가 심각한 사회문제가 되고 있는 것으로 판단된다²⁾.

미국에서는 매년 백만 명 이상의 사람들이 미끄럼, 걸려 넘어짐 및 실족으로 인한 부상으로 고통을 받고 있으며 자동차 사고 다음으로 가장 많은 16,000명 이상이 넘어짐으로 사망하고 있다. 넘어짐은 산업현장에서 발생하는 부상 중 적어도 17% 이상을 차지하고 있고 공공장소에서 발생하는 부상 중에는 18% 이상 차지하고 있다. 그러나 미국의 경우 재해율은 근로자에 대한 보상을 기준으로 하고 있고 국립전자재해 정보시스템(NEISS)의 통계에서는 부상의 원인보다는 부상의 종류에 대해 분류하고

있기 때문에 넘어짐 재해는 통계에 나타난 것보다 훨씬 높을 것이다³⁾.

따라서 외국의 사례와 국내의 통계자료를 종합적으로 검토해 보면 넘어짐 재해가 전체재해(산업 및 공공부분 포함)의 약 20%를 차지하고 있고, 넘어짐 재해의 약 50%가 미끄럼으로 발생한다는 것을 확인할 수 있다. 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 안전보건규칙) 제3조(전도의 방지) 1항에 따르면 “사업주는 근로자가 작업장에서 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험이 없도록 작업장 바닥 등을 안전하고 청결한 상태로 유지하여야 한다.”라고 명시하고 있다. 그러나 안전한 상태를 명확히 할 수 없으며 구체적이지 못한 부분이 많다. 또한 어떠한 상태가 유지되고 있는 것인지, 어떻게 유지되고 있는지를 판단할 수 있는지가 명확하지 않다¹⁾.

Table 1. 건설의 재해유형별 발생 현황

[단위: 명]

구 분	총 계	떨어짐	넘어짐	부딪힘	물체에 맞음	끼임	절단 /베임 /찢림	무리한 동작	기타
2018년	89,780	15,558	19,077 (21.2 %)	7,315	7,237	13,196	9,905	3,834	13,658
2019년	92,947	15,103	20,101 (21.6 %)	7,828	7,358	13,007	10,734	4,548	14,268
2020년	92,383	14,406	20,659 (22.4 %)	7,503	7,248	12,894	10,374	4,343	14,956

주) 무너짐, 화재·폭발·파열은 집계에서 제외. 기타는 감전, 이상온도접촉, 화학물질 누출, 체육행사, 폭력행위 등임

본 연구에서는 전체 산업재해 중 국내 건설사인 ‘D사’에서 최근 3년 6개월간 발생한 재해사례를 대상으로 건설현장(건축)의 넘어짐 재해의 발생 원인을 규명하고 관련 자료를 검토하여^{1~17)} 개선 방안을 제시하고자 한다.



1.2 연구의 목적

1.2.1 D사의 넘어짐 재해 발생 현황

Table 2는 ‘D사’에서 최근 발생한 재해를 분석한 자료이다. 분석결과를 살펴보면 3년 6개월간 발생한 재해는 1,056건으로 2018년 568건, 2019년 257건, 2020년 196건, 2021년 상반기 35건이다. 넘어짐으로 인한 발생한 재해는 2018년 151건, 2019년 79건, 2020년 61건, 2021년 상반기 14건으로 2018년 이후 매년 재해는 감소하나 연도별 분포율은 증가하는 것을 알 수 있다.

Table 2. D사의 넘어짐 재해 발생 현황

연도	전체발생건수	넘어짐 발생 건수	연도별 분포율 (%)	비고
2018년	568	151	26.5	
2019년	257	79	30.7	
2020년	196	61	31.1	
2021년	35	14	40.0	상반기
합계	1,056	305	28.9	

이는 정부의 강화된 규제 및 현장의 안전관리 활동이 활성화됨으로 인한 결과로 보여진다. 본 연구에서는 국내의 건설사인 'D사'에서 최근 3년 6개월간 발생한 재해를 대상으로 연구를 진행하였다. Table 2에서 전체적인 재해 건수가 감소하는 요인을 살펴보면 현장의 관리방법이 많은 변화를 주고 있기 때문이라 사료된다.

변화된 관리방법으로 IT기술(드론, GPS 등)을 활용하여 가설계획 수립하고 자재배치, 장비 이동 동선을 확보한 후 작업 전 근로자 이동통로 확인하여 결빙, 눈, 물기, 돌출물 제거 등 바닥 환경을 개선한다. 또한 작업환경 개선을 위해 경사로, 가설계단 미끄럼방지(스토퍼) 조치 및 계단 단부 식별표시를 하고 작업 전후 스트레칭 실시한다. 특히 겨울철 방한용품 지급 및 입수보행 금지 교육을 수시로 실시한다. 이와 같이 근로자의 주요 동선에 대한 작업환경 개선 사항을 IT 기술을 활용하여 현장관리에 적용하였을 때 추락, 끼임, 협착 등 재해뿐만 아니라 넘어짐 재해자 수도 감소하는 것을 알 수 있다.

'D사'에서의 이러한 변화는 2018년부터 시작이 되었으며, 재해를 감소시키기 위한 적극적인 안전관리 활동의 결과이며 재해 예방을 위한 지속적인 관리를 한 결과로 보여진다. 그러나 Table 2와 같이 재해 건수는 감소하고 있지만 넘어짐 발생 빈도는 지속적인 증가세를 보인다. 이러한 이유는 현장 내의 근로자 동선에 대한 선제적인 안전대책이 부족하고 근로자의 안전교육이 형식적으로 진행되고 있는 것 또한 원인이라 할 것이다.

본 연구에서는 넘어짐 재해를 구체적으로 감소시킬 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 추락사고는 중대 재해로 이어진다고 인식되어 현장 내 안전시설물 또한 많이 설치되고 관리 또한 잘 되고 있으나, 일반적으로 경미한 사고로 이어지는 넘어짐 재해는 관리자, 근로자 등 조직의 모든 구성원이 심각한 수준으로 인식하지 못한 상태에서 현장관리를 하고 있어 충분히 예방할 수 있는 재해도 통제하지 못해 여전히 많이 발생하는 실정이다.

최근 근로자 동선에 대한 사전 계획 및 안전통로 확보 그리고 바닥환경의 개선 등 현장 내 근로자의 작업환경은 많이 개선되고 있다. 이를 유지하기 위한 지속적인 관리가 병행되어야만 재해를 감소시킬 수 있을 것이다. 건설 현장의 작업환경은 과거에 비해 많이 개선이 되었지만 넘어짐 재해는 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 구체적이고 효과적인 방안을 모색해서 지속적으로 개선해 나가야만 재해를 감소시킬 수 있을 것이라 사료된다.

1.2.2 D사의 재해 발생 형태

Table 3은 'D사'에서 2018년부터 2021년 상반기까지 발생한 재해를 분석한 자료이다. 전체 재해의 발생건 수는 1,056건으로 이 중 넘어짐으로 인하여 발생한 재해 건수가 305건으로 가장 많이 발생하였으며, 이는

전체 재해 중 28.8%를 분포하고 있어 가장 높은 분포를 보여준다.

Table 3. D사의 재해 발생유형

재해유형	발생건수	분포율(%)	비고
넘어짐	305	28.8	
부딪힘	134	12.7	
물체에 맞음	129	12.2	
끼임	100	9.5	
베임	93	8.8	
떨어짐	52	4.9	
기타	243	23.1	칼럼, 찢림 등
합계	1,056	100	

부딪힘으로 인한 재해 발생 건수는 134건으로 이는 전체 재해의 12.7%를 차지하고 있으며, 물체에 맞음으로 인하여 발생한 재해는 129건 발생하여 이는 전체 재해의 12.2%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

그 이외에도 끼임으로 인한 재해가 100건 발생하여 전체 재해 중 9.5%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 베임으로 인하여 발생한 재해 건수는 93건으로 전체 재해 중 8.8%를 분포하고 있으며, 떨어짐으로

인하여 발생한 재해 건수는 52건으로 전체 재해 중 4.9%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 그 이외에도 깔림, 찢림 등 기타의 형태로 발생한 재해 건수도 243건으로 전체 재해 중 23.1%를 분포하고 있다.

Fig. 1은 'D사'에서 발생한 넘어짐 재해 중 외부에서 발생한 유형을 보여 준다. 그 내용을 살펴보면 콘크리트의 타설 작업 중 근로자가 타설용 호스를 당기는 중 발생하거나, 자재를 정리하던 중 바닥 철근에 발이 걸려 넘어지거나, 현장 내에서 이동 중 설치작업이 완료된 배관에 발이 걸려 넘어지면서 발생하였다. 그 이외에도 자재를 운반하던 도중 압송관에 발이 걸려 넘어지며, 바닥, 설비, 배관, 슬라브 등이 파손됨으로 인하여 작업 발판 위에서도 근로자의 넘어짐 재해는 발생하였다. 상기에서 살펴보면 넘어짐 재해는 발생 장소의 특정한 구역이나 설비에서 발생하는 것이 아닌 건설현장 내 작업환경에 따라 불특정 다수에게 발생하고 있는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 국내 산업재해의 발생 현황 중 건설업에서 발생한 넘어짐 재해를 파악하고 국내 건설회사 'D사'의 최근 3년 6개월간 현장에서 실제로 발생한 넘어짐 사고 및 재해 사례를 대상으로 연구를 진행하여 건축 현장의 넘어짐 재해의 발생 원인을 규명하고, 이를 토대로 건설현장에서 현실성 있는 넘어짐 재해를 감소할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

타설용 호스 당기던 중 넘어짐



출처: MSA 사고사례 조사자료

자재 이동중 압송관에 걸려 넘어짐



자재 정리 중 바닥 철근에 발걸려 넘어짐



바닥 설비 배관 슬리브 파손으로 작업발판에서 넘어짐



기 설치된 배관에 발이 걸려 넘어짐

Fig. 1 넘어짐 재해 발생유형(외부)

1.3 연구방법

본 연구는 국내 건설사 중 ‘D사’의 건축현장을 대상으로 2018년부터 2021년 상반기까지 발생한 재해를 대상으로 분석한 후 넘어짐 재해의 발생 원인을 규명하고 이를 효과적으로 감소할 수 있는 방법을 찾고자 하였으며 Fig. 2와 같은 순서로 연구를 진행하였다.

이를 위하여 2018년부터 2021년 상반기 사이에 ‘D사’의 건축 현장에서 발생한 넘어짐으로 인한 사고 및 재해사례를 수집하였으며, 수집된 자료를 분석하여 넘어짐에 대한 발생 원인을 규명하고자 하였다. 발생 원인은 발생 월, 발생 요일, 발생시간, 연령, 근속기간 등의 재해의 발생시간과 관련한 내용, 그리고 사고장소, 작업내용, 기인물 등의 발생 장소와 관련된 내용으로 구분하여 분석하였다. 또한, 불안정한 행동, 불안정한 상태 등의 직접원인과 기술적 원인, 교육적 원인, 관리적 원인 등의 간접원인으로 구분하여 분석을 진행한 후 분석결과 도출된 항목을 전문가를 대상으로 항목의 적정성에 대한 검증을 위하여 설문조사를 실시한 후 분석을 진행하였다.

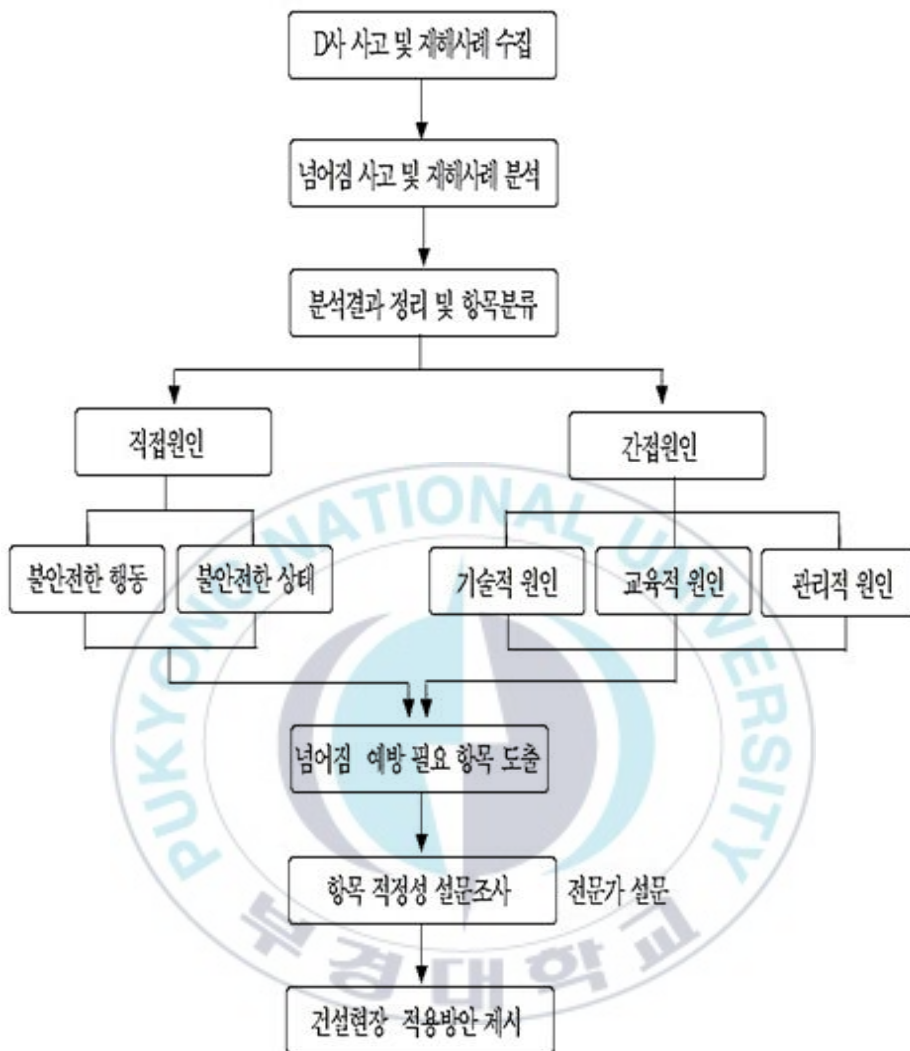


Fig. 2 연구의 흐름도

제 2 장 재해사례 분석

‘D사’에서 2018년부터 2021년 상반기까지 건축현장에서 발생한 재해(부상)중 넘어짐을 대상으로 분석을 진행하였으며, 본 자료는 ‘D’사에서 부상 재해 중 넘어짐 유형으로 분류되어 보고된 자료를 바탕으로 재해 사례를 월별, 요일별, 시간대별, 연령대별, 근속기간별, 발생장소별, 공종별로 분류하였으며 재해 원인과 대책에 대해 분석을 진행하였다.

2.1 발생 월별 재해 분석

Table 4는 넘어짐 재해를 월별로 분석한 결과이다. 월별로 발생한 재해의 현황을 살펴보면 넘어짐 재해가 가장 많이 발생한 월은 1월인 것을 알 수 있다.

1월에 발생한 재해는 42건으로 이는 전체 재해 중 13.8%를 분포하고 있으며, 3월에 발생한 재해는 36건으로 전체 재해의 11.8%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 2월에 발생한 재해 건수는 34건으로 이는 전체 재해의 11.1%를 분포하고 있으며,

Table 4. D사의 월별 재해 발생 및 분포 현황

발생현황	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
재해건수 (명)	42	34	36	24	22	29	22	14	14	19	23	26	305
분포율(%)	13.8	11.1	11.8	7.9	7.2	9.5	7.2	4.6	4.6	6.2	7.5	8.5	100

1월에서부터 3월까지 발생한 재해 건수는 전체 재해의 36.7%를 분포하고 있다. 6월에 발생한 재해는 29건 발생하여 전체 재해의 9.5%를 분포하고 있다. 그 이외에도 12월에 발생한 재해 건수가 26건으로 전체 재해의 8.5%를 분포하고 있다.

Table 4에서 보여주는 바와 같이 넘어짐 재해의 발생 시기를 보면 작업 장소의 기온이 너무 높거나 너무 낮은 경우에 사고 및 재해가 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 특히 동절기에 미끄러져 넘어지는 등의 재해가 집중적으로 발생하는 것을 보아도 계절과 관련 있는 것을 알 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 동절기에는 특히 근로자의 신체 활동상태가 둔화되지 않도록 집중 관리를 하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

2.2 발생 요일별 재해 분석

Table 5는 넘어짐 재해를 요일별로 분석한 결과다. 요일별로 발생한 현황을 살펴보면, 월요일이 60건으로 전체 재해의 19.7%를 분포하고 있으며 이는 가장 높은 분포를 보인다. 화요일은 58건 발생하여 전체 재해의 19%를 분포하고 있으며, 목요일이 52건 발생하여 전체 재해의 17%를 분포하고 있다. 그 이외에도 금요일이 45건 발생하여 전체 재해의 14.8%의 분포를 보이는 순서로 재해가 발생하였다. 일요일을 제외하고는 전반적으로 발생한 건수는 비슷한 경향을 보인다. 월요일이 가장 높은 분포를 보이는 이유는 휴일이 지나고 현장 복귀 후 나타나는 현상으로 현장 적응을 위한 신체적인 경직과 긴장감이 만들어낸 결과라고 판단된다.

Table 5. 요일별 재해발생 현황

요일	발생건수	분포율(%)	비고
월요일	60	19.7	
화요일	58	19.0	
수요일	44	14.4	
목요일	52	17.0	
금요일	45	14.8	
토요일	41	13.4	
일요일	5	1.6	
합계	305	100	

2.3 발생 시간대별 재해 분석

Table 6은 넘어짐 재해를 근무시간대별로 분석한 결과다. 9시부터 12시 사이에 112건 발생하여 전체 재해 중 36.7%를 분포하고 있으며 이는 가장 높은 분포를 보인다. 그리고 15시부터 18시에 82건 발생하여 전체 재해 중 26.9%를 분포하고 있고, 12시부터 15시에도 67건 발생하여 전체 재해 중 22%를 분포하고 있다. 06시부터 09시에는 33건 발생하여 전체 재해 중 10.8%의 분포를 보이고 있으며, 18시 이후 06시 사이에 발생한 재해가 11건으로 전체 재해 중 3.6%의 분포를 보이고 있다.

Table 6. 시간대별 재해발생 현황

시간대	발생건수	분포율(%)	비고
06~09	33	10.8	
09~12	112	36.7	
12~15	67	22.0	
15~18	82	26.9	
18~06	11	3.6	
합계	305	100	

이러한 현상은 건설공사의 특성상 야간작업이 적고 특별한 경우를 제외하고는 작업을 하지 않는 시간이기 때문이라 판단된다. 작업 시작 시점인 06시부터 09시 사이에 재해자가 낮은 분포를 보이는 이유는 작업시작 시간이 적고 작업 준비작업을 하는 시간이기 때문에 재해자가 적게 분포하는 것이라 사료된다. 건설현장의 특성상 작업시작 전 체조 등으로 신체를 이완시킨 후 현장에 배치되기 때문에 현장 투입 직후 작업 초기에는 발생수가 적는데 비해, 09시부터 12시 사이는 집중 근무시간으로 근로자의 작업 시간이 가장 많아 발생 수가 증가함을 알 수 있다. 재해가 일정 시간이 경과한 후의 작업 진행 과정에서 재해가 증가하는 경향을 보이다가 작업 종료 전에 또다시 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한, 작업을 시작한 직후와 작업을 종료하기 전에 발생한 재해자 수의 비율이 낮게 나타나는 것은 작업의 강도가 높지 않은 것으로 인해 나타나는 현상으로 판단된다.

2.4 재해자 연령대별 재해 분석

Table 7은 넘어짐 재해를 연령대별로 분석한 결과다. 분석 결과 50대가 115건으로 전체 재해의 37.7%를 분포하고 있으며 재해가 가장 많이 발생한 것을 알 수 있다.

Table 7. 연령대별 재해발생 현황

연령대	발생건수	분포율(%)	비고
20대	21	6.9	
30대	37	12.1	
40대	61	20.0	
50대	115	37.7	
60대	69	22.6	
70대	2	0.7	
합계	305	100	

그 다음 많이 발생한 연령대는 60대로 69건 발생하여 전체 재해 중 22.6%를 분포하고 있다. 40대는 61건 발생하여 전체 재해 중 20.0%를 차지하였으며, 30대가 37건 발생하여 전체 재해의 12.1%를 분포하는 것을

알 수 있다. 20대는 21건 발생하여 6.9%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. Fig. 3 연령대별 분포 현황에서도 60대 이상 50%, 51~60세 29% 분포하고 있음을 알 수 있다. 분포가 60대보다 적은 50대에서 가장 많이 발생

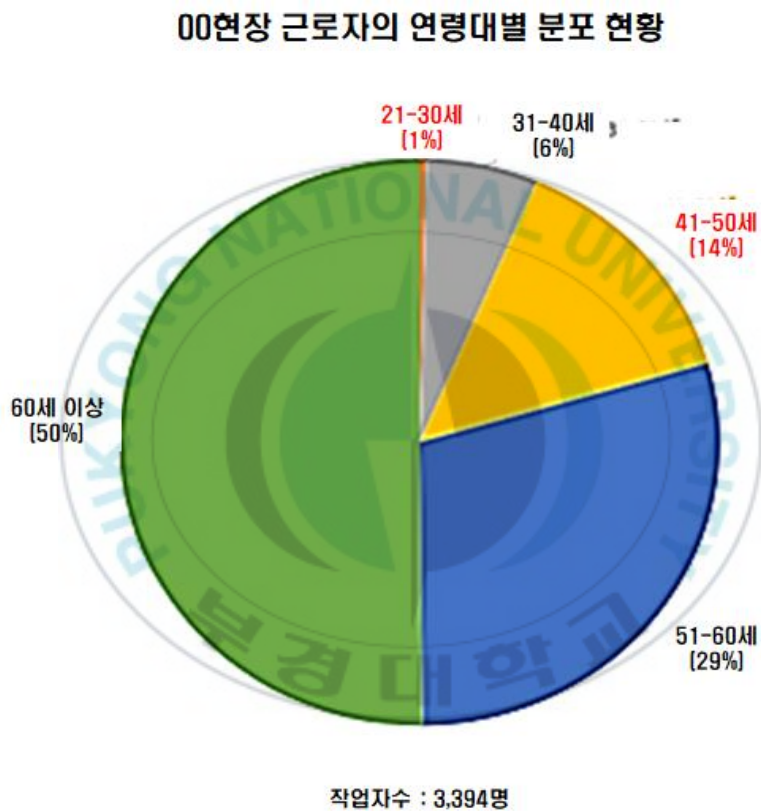


Fig. 3 D사 OO현장 연령대별 분포 현황

한 이유는 주요 공종에서 활동하는 근로자가 50대가 가장 많이 있기 때문이다. 최근 고령화 사회로 접어들면서 산업재해도 50대 이상의 중·고령자의 재해가 급격히 증가하고 있고 특히 넘어짐 재해가 중·고령자 층에서

많이 발생하고 있음을 알 수 있다. 40대 이상의 중·고령자를 대상으로 일반 보행과 계단에서의 보행 특성을 연구한 자료에 따르면 연령 증가와 넘어짐 재해에는 강한 상관관계가 있음이 나타났다. 40대 이상의 남성과 여성의 일반 보행 시 최소 발끝높이는 젊은 성인보다 낮으며 연령이 증가함에 따라 높이가 낮아지는 경향을 보인다. 또한 보행속도에 따른 발끝높이 변화의 차이가 줄어들어 빠른 보행에서는 중·고령자의 발끝높이가 상대적으로 낮아져 작은 요철에도 걸려 넘어질 수 있는 확률이 높아진다. 또한 계단의 경사도와 최소발끝높이의 연관성을 조사해본 결과 50대 이후에는 계단의 경사도에 적응하는 능력이 현저히 떨어져 계단에서 재해를 당할 확률이 높아진다. 특히 여성이 남성에 비해 계단에서 넘어질 위험성이 높은 것으로 나타났다. 40대 이하 성인에 비해 50대 성인의 보행 특성의 변화가 정확히 어떤 이유에서든 나이가 들수록 젊은 성인에 비해서 보행특성이 달라진다는 것은 넘어짐 재해가 50대 근로자에게 급격히 증가하는 원인으로 작용하게 된다⁶⁾. 건설 현장은 이미 근로자의 고령화가 진행되어 있기 때문에 현장 내에서 근로자의 사고 및 재해를 효과적으로 감소시키기 위해서는 신규근로자의 작업 배치 시 각 근로자의 작업능력에 따른 현장 배치를 하는 것이 필요하다고 판단된다.

2.5 근속 기간별 재해 분석

Table 8은 근속 기간별 넘어짐 재해의 발생 현황을 보여준다. 발생 현황을 살펴보면, 입사 이후 1개월 미만이 103건 발생으로 가장 많이 발생하였으며 이는 전체 재해자의 33.7%를 분포하는 것을 알 수 있다. 이는 신규근로자의 작업 숙련도와 현장에 처음 배치되었을 때 작업환경에 적응하는 문제와 직결된다. 이에 대한 관리를 집중한다면 넘어짐 재해를 감소시키는 효과적인 방법이 될 것이라 사료된다.

Table 8. 근속 기간별 재해발생 현황

구분	발생건수	분포율(%)	비고
1개월 미만	103	33.7	
1~2개월	29	9.5	
2~3개월	52	17.0	
3~6개월	63	20.7	
6~12개월	38	12.5	
12개월 이상	20	6.6	
합계	305	100	

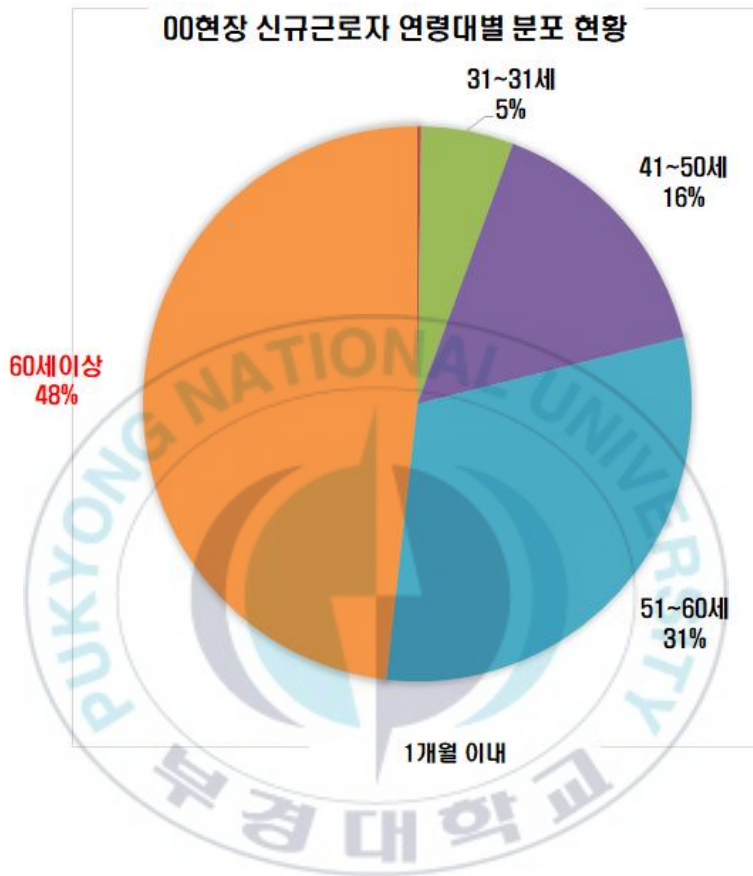


Fig. 4 D사 OO현장 신규근로자 연령대별 분포 현황

그 다음으로 많이 발생한 근속 기간은 입사한 지 3~6개월 된 경력자가 63건 발생하여 전체 재해의 20.7%를 분포하고 있으며, 입사 이후 2~3개월 된 경력을 가진 근로자도 전체 재해 중 52건 발생하여 전체 재해의 17.0%를 분포하는 것을 알 수 있다. 6~12개월의 경력을 가진 근로자도

38건 발생하여 전체 재해 중 12.5%를 분포하는 것을 알 수 있다.

1~2개월의 경력을 가진 근로자는 29건 발생하여 전체재해 중 9.5%를 분포하고 있으며, 12개월 이상인 근로자도 20건 발생하여 전체 재해의 6.6%를 점유하고 있다. 신규근로자의 연령대도 Fig. 4와 같이 60세 이상이 48% 분포하고 있으며, 51세~60세가 31%를 차지하고 있다. 이러한 현상은 건설현장에서 발생하는 재해를 감소시키기 위해서는 신규근로자에 대한 관리가 집중적으로 이루어져야 하는 이유이다. 신규근로자가 발생시키는 사고 및 재해를 효과적으로 감소시키기 위해서는 신규근로자가 발생시킨 사고 및 재해에 대하여 정형화되어 있는 분석 항목보다 더 심도 있고 실질적인 원인분석이 필요할 것이며. 이러한 사례분석을 통하여 도출된 원인에 대한 항목 관리 및 재발방지 대책이 수립되어야만 건설현장 내에서 발생하는 신규근로자의 사고 및 재해를 감소시킬 수 있을 것이라 사료된다.

2.6 발생 장소별 재해 분석

재해가 발생한 장소별로 분석한 결과는 Table 9와 같다. 넘어짐 재해를 발생 장소별로 분석한 결과 지상층에서 발생한 재해가 138건으로 가장 많이 발생하였고 이는 전체 재해의 45.2%를 차지한다. 발생된 장소별로 살펴보면 세대 내부와 계단실에서 가장 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 건축현장의 특성상 시공 중인 건물 내부에서 가장 많은 작업을 하게 되고 계단실로 근로자가 주로 이동하기 때문인 것으로 판단된다. 건물 외부에서 발생한 재해도 51건으로 전체 재해의 16.7%를 차지하고 있는데 이러한 현상은 근로자가 지상에서 작업하는 시간이 가장 많고 다른 작업 장소로 이동 시에도 지상을 통과하여 이동하기 때문인 것으로 판단된다.

Table 9. 발생장소별 재해발생 현황

재해발생장소	발생건수	분포율(%)	비고
지상층	138	45.2	
지하층	88	28.9	
건물외부	51	16.7	
부대시설	20	6.6	
현장 외부	8	2.6	
합계	305	100	

지하층에서 발생한 재해는 88건으로 이는 전체 재해 중 28.9%를 분포하고 있다. 지하층에서 발생한 재해 중 지하주차장에서 가장 많은 재해가 발생한 점을 고려해 본다면 지하층의 조명시설을 보강하여 조도를 확보하는 것이 재해를 감소시키는데 효과적인 방법이라 사료된다. 지하층 다음으로 부대시설에서 발생한 재해가 20건으로 이는 전체 재해 중 6.6%를 분포하고 있다.

건물 외부에서는 8건 발생하여 전체 재해 중 2.6%를 차지하고 있는데 재해가 가장 많이 발생한 주요장소는 가설도로에서 가장 많이 발생하였다. 현장 내 발생하는 넘어짐으로 인하여 발생하는 재해는 주로 옥외 작업장소에 방치된 자재, 돌출부 등 현장 내 위험 환경에 노출됨으로 인하여 발생하는데 이는 안전시설물을 적기에 설치하지 못하기 때문에 발생한다. 넘어짐으로부터 근로자의 재해를 감소하고 예방하기 위해서는 근로자의 작업 동선을 사전에 파악하고 정비하여 근로자가 작업장에 투입 전 작업 동선 확보 및 안전시설물 설치가 선행되어야 넘어짐으로 인하여 발생하는 사고 및 재해를 감소시킬 수 있으며 근로자 우선적으로 안전통로를 이용할 수 있게 교육을 병행하는 것도 무엇보다 중요하다고 사료된다.

2.7 공종별 재해 분석

넘어짐 재해를 공사 종류별로 분석해 보면 Table 10과 같이 골조공사 중 발생한 재해가 98건으로 이는 전체재해 중 32.1%를 분포로 가장 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

Table 10. 작업공종별 재해발생 현황

공종	발생건수	분포율(%)	비고
골조공사	98	32.1	
마감공사	67	22.0	습식, 수장 등
직영공사	59	16.3	
설비공사	24	7.9	
가설공사	20	6.6	
기타	37	15.1	
합계	305	100	

건축공사는 주요 공정이 골조공사이기 때문에 근로자의 투입 인원이 많으며 골조공사에서 취급하는 자재가 대부분 중량물이고 주로 고소 작업을 진행하기 때문이며, 자재의 정리정돈이 잘되지 않는 등의 특징이 있다. 또한, 현장 여건상 동시다발적으로 작업이 진행되어 작업 공종에 대한 관리 감독자의 관리가 잘 이루어지지 않고 있으며, 힘든 작업으로 인한 국내

근로자보다 외국인 근로자의 작업 투입이 지속되어 의사소통 및 근로자 통제가 되지 않아 작업 상황에 따른 근로자의 이동 동선 계획을 사전에 수립 및 관리를 하지 못하기 때문에 넘어짐으로 인하여 발생하는 사고 및 재해가 지속적으로 가장 많이 발생하고 있다. 마감공사 중 발생한 재해가 67건으로 전체 재해의 22.0%를 분포하고 있고 그 이외에도 직영공사를 할 경우에 발생한 재해도 59건 발생하여 전체 재해 중 19.3%를 분포하고 있으며, 설비공사 중 발생한 재해는 24건 발생하여 전체 재해 중 7.9%, 가설공사 시에 발생한 재해는 20건 발생하여 전체 재해 중 6.6%를 분포하고 있다.

공종별 재해 발생유형을 보면 골조공사는 거푸집 설치/해체작업, 철근의 배근 시 이동, 타설공의 철근 위 이동, 형틀 해체 시 근로자 이동 경우에도 넘어짐 재해는 많이 발생하였다. 또한 마감공사는 미장/수장/도배 작업 중 발판에서의 넘어짐 재해가 많이 발생하였으며, 직영공사는 자재정리 중 이동 간 바닥의 돌출물, 조도불량 등으로 재해가 발생함을 알 수 있다.

제 3 장 넘어짐 재해의 원인 분석

3.1 넘어짐 재해 직접 원인 분석

Table 11은 재해의 원인을 직접원인인 불안전한 행동 및 불안전한 상태로 분류하여 분석하였다. 전체 재해 305건 중 작업중 발생하는 근로자의 불안전한 행동이 사고 및 재해의 원인이 된 것은 169건으로 전체 재해의 55.4%를 분포하고 있으며, 위험이 내포된 작업장소 등 불안전한 상태가 사고 및 재해의 원인이 된 것은 136건으로 이는 전체 재해의 44.6%를 분포하고 있다.

Table 11. 넘어짐 재해의 직접원인 분류

구 분	발생건수	분포율(%)	비고
불안전한 행동	169	55.4	
불안전한 상태	136	44.6	
합계	305	100	

Table 11에서 보는 바와 같이 재해를 일으키는 직접적인 원인은 현장 내 근로자의 불안전한 행동에 기인하는 문제가 크다고 할 수 있다. 그러나 작업장소의 위험한 상태의 방치 또한 재해를 발생시키는 주요 원인인 것을 인식해야 할 것이다. 불안전한 행동에 의해서 넘어짐으로 인하여 발생하는 사고 및 재해가 가장 많이 발생하는 이유는 건설현장 내 외국인 근로자의 수가 증가함에 따라 안전교육 시 효과적인 교육이 어렵고 또한 현장 상황에 대한 의사소통이 잘되지 않고, 의사소통 과정에서 발생하는 여러 가지 문제점 또한 넘어짐으로 인하여 발생하는 사고 및 재해를 증가시키는 주요 원인이라 사료된다.



3.1.1 불안정한 행동 분석

Table 12는 재해의 원인이 된 불안정한 행동의 유형을 보여 준다. 불안정한 행동에 기인하여 발생한 재해의 원인을 살펴보면 주로 불안정한 작업속도와 불안정한 작업자세에서 작업을 하던 중 발생한 재해가 39건으로 가장 많이 발생하였으며 이는 전체 재해의 23.1%를 분포하고 있다.

Table 12. 재해의 원인이 된 불안정한 행동 유형

불안정한 행동	건수	비율(%)
불안정한 속도 및 자세에서의 작업	39	23.1
기타 불안정한 행동 등	36	21.3
작업방법 및 순서의 임의 선택 작업	35	20.7
미 지정된 통로 이동	23	13.6
전방 시야 미확보 상태 이동	13	7.7
위험 장소 접근(무단진입)	8	4.7
적정 개인 보호구 미착용	4	2.4
작업 발판 임의 사용(규정된 발판 이외 사용)	4	2.4
사다리를 작업용 기구로 사용	3	1.7
개인 보호구 착용의 미흡(불량 착용) 외	4	2.4
합계	169	100

작업방법과 작업순서를 무시하고 근로자가 임의로 작업을 선택하여 작업을 하던 중 발생한 재해는 35건으로 이는 전체 재해의 20.7%를 분포하고 있으며, 근로자가 지정되지 않은 통로로 이동 중에 발생한 재해도 23건으로 이는 전체 재해의 13.6%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 그리고 전방의 시야를 확보하지 않은 상태에서 작업장 내를 이동하던 중 발생한 재해는 13건 발생하여 이는 전체 재해의 7.7%를 분포하고 있다.

그 이외에도 위험한 장소에 무단으로 출입하여 발생한 재해도 8건 발생하였으며, 적절한 개인 보호구를 착용하지 않아 발생한 재해도 4건 발생하여 전체 재해의 2.4%를 분포하고 있다. 규정된 작업발판을 사용하지 않고 임의로 제작한 발판을 사용하다가 발생한 재해도 4건 발생하였으며, 사다리를 작업용 기구 대신 사용하여 발생한 재해도 3건 발생하였다. 근로자의 개인보호구를 착용하지 않거나 불량하게 착용하여 발생한 재해도 4건 발생하였다.

3.1.2 불안전한 상태 분석

Table 13 은 불안전한 상태에 의해 발생한 재해의 유형을 보여준다.

작업 통로 상에 장애물을 방치하거나 작업 종료 후에도 이를 제거하지 않는 등의 문제로 인하여 발생한 재해가 52건으로 전체 재해의 38.2%를 분포하고 있다. 작업장소의 정리정돈이 되지 않아 발생한 재해가 22건이 발생하여 이는 전체 재해의 16.2%를 분포하고 있으며, 작업통로를 적절하게 설치하지 않아 근로자가 보행 중 부상을 당하는 재해도 20건 발생하여 전체 재해의 14.7%를 분포하고 있다. 안전시설물의 유지관리가 제대로 되지 않아 발생한 재해와 기존에 설치되어 있는 작업통로가 적절하게 설치되지 않음으로 인하여 발생한 재해가 각 7건으로 이는 전체 재해의 5.1%를 분포하는 순으로 재해가 발생하였다.

그 이외에도 개인별로 작업에 투입될 경우에 발생한 재해도 6건 발생하여 전체 재해의 4.5%를 분포하고 있으며, 협소한 작업공간에서 실시하는 작업과 위험한 작업을 동시에 진행하는 경우에도 재해가 각 4건 발생하여 전체 재해의 각 2.9%를 점유하고 있다. 또한, 작업장소의 통로 단차를 제거하지 못해서 발생한 재해도 3건 발생하였으며, 안전시설물을 설치하지 않거나 적절하게 설치하지 않아서 발생한 재해와 사용 자재와 물건 자체의 불량으로 인하여 발생한 재해, 비계, 동바리 등의 가시설 설치상태가 적절하지 않아 발생한 재해도 각 2건 발생하여 전체 재해의 1.4%를 점유하고 있다.

Table 13. 불안전한 상태 사고 요인

불안전한 상태	건수	비율(%)
작업 통로 상 장애물 발생 및 제거 미흡 (돌출물)	52	38.2
작업 장소의 정리정돈 미흡	22	16.2
작업 통로 적정 설치 미흡 (사다리, 계단, 경사로 등)	20	14.7
기 설치된 작업 통로 부 적정	7	5.1
안전시설물 유지관리 미흡	7	5.1
개인 작업 투입(1인 작업 투입)	6	4.5
협소 공간, 위험작업 동시 작업 진행	4	2.9
작업장소의 조명확보 미흡	4	2.9
작업장소의 통로 단차 제거 미흡	3	2.2
안전시설물 설치 미 설치(적정 설치 불량)	2	1.4
사용 자재, 물건 자체의 불량	2	1.4
가시설 설치 상태의 부적정(비계, 동바리 등)	2	1.4
기상 악화 시 작업(강풍, 우천, 고온, 저온 등)	1	0.8
합계	132	96.8

넘어짐 재해 예방을 위해서는 근로자의 불안전한 행동을 통제하기 이전에 작업장의 정리정돈, 청소, 청결 등 불안전한 상태를 개선하는 기본적인 활동을 우선하여야 한다.

3.2 넘어짐 재해 간접 원인 분석

본 연구에서 표본으로 추출한 305건의 재해에 대하여 재해의 간접원인을 기술적 원인, 교육적 원인, 관리적 원인으로 구분하여 분석하였으며 그 결과는 Table 14와 같다. 기술적 원인에 의하여 발생한 재해가 157건으로 가장 많이 발생하였으며, 전체 재해의 51.5%를 차지한다.

Table 14. 간접원인 분석결과

구 분	발생건 수	분포율(%)	비고
기술적원인	157	51.5	
교육적원인	93	30.5	
관리적원인	55	18.0	
합계	305	100	

재해의 원인이 교육적 원인으로 93건 발생하여 전체 재해의 30.5%를 분포하고 있으며, 관리적 원인으로 발생한 재해는 55건으로 전체 재해의 18%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 분석결과 건설 현장은 가설공정이 많고 근로자의 이동이 많기 때문에 현장 내의 가설 시설물의 설치 및 이에 대한 지속적인 관리의 중요성을 알 수 있다.

3.2.1 기술적 원인

기술적 원인에 의한 재해는 Table 15와 같이 잘못된 작업방법으로 인하여 발생하거나 작업순서를 생략하거나 순서를 바꾸어서 작업을 하던 중 발생한 재해가 75건 47.8%로 가장 많이 발생함을 알 수 있다.

Table 15. 기술적 사고 요인

기술적 원인	건수	비율(%)	비고
작업방법 및 순서에러	75	47.8	
작업구간 사전검토 미흡	45	28.7	
타공정간섭사항 발생	10	6.4	
불량자재 입고	6	3.8	
신호체계 미흡	5	3.2	
선후 공정이 뒤바뀜	3	1.9	
물량, 공기위주의 작업지시	3	1.9	
작업방법의 변경 공유 미흡	3	1.9	
기계기구 점검 미흡	2	1.3	
hold point 미지정 및 미확인	2	1.3	
개인공동구 점검 미흡	2	1.3	
악천후시 무리한 작업지시	1	0.5	
합계	157	100	

작업구간에 대한 사전 검토가 충분하지 못함으로 인하여 발생한 재해가 45건으로 이는 전체재해의 28.7%를 분포하고 있으며, 다른 공정과 간섭사항이 있음으로 인하여 발생한 재해가 10건 발생하여 전체 재해 중 6.4%를 분포하고 있다. 그 이외에도 불량 자재로 입고됨으로 인하여 발생한 재해가 6건으로 이는 전체 재해 중 3.8%를 분포하고 있으며, 신호체계가 맞지 않아서 발생한 재해도 5건 발생하였다. 선후 공정이 뒤바뀜으로 인하여 발생한 재해와 물량, 공기위주의 작업지시 그리고 작업방법의 변경에 대한 정보를 공유하지 않아서 발생한 재해도 각 3건으로 이는 전체 재해의 각 1.9%를 분포하고 있으며, 기계기구 점검 미흡으로 인하여 발생한 재해, hold point를 지정하지 않았거나 확인을 하지 않아서 발생한 재해 그리고 개인공동구 점검을 제대로 하지 않아서 발생한 재해도 각 2건 발생하여 전체 재해의 1.3%를 분포하고 있다.

이러한 재해를 효과적으로 감소시키기 위해서는 건설현장 내의 작업 공정을 표준화시키고 작업방법 및 작업 순서를 준수하게 하는 것이 재해를 감소시키는데 가장 효과적일 것이며 그 이외에도 작업구간에 대한 사전검토를 면밀하게 하는 것 또한 재해를 감소시키는데 효과적일 것이라 사료된다.

3.2.2 교육적 원인

교육적 원인으로 인하여 발생한 재해의 주요 원인은 Table 16과 같이 TBM을 실시하지 않거나, 형식적으로 실시한 경우가 47건 발생하여 전체 재해 중 50.5%를 차지함을 알 수 있다. 이는 TBM 활동 시 위험요소를 발췌하여 근로자에게 전달하는 방법이 형식적이고 근로자의 참여도가 낮기 때문이다. 또한, 해당 근로자에 대한 안전교육이 실시되지 않음으로 인하여 발생한 재해는 16건 발생하였으며 이는 전체 재해 중 17.2%를 분포하고, 신규 채용 시 해당 근로자의 근골격계 질환 여부를 확인하지 않아서 발생한 재해가 11건으로 이는 전체 재해 중 11.8%를 분포하고 있다. 안전조치를 실시하지 않거나 형식적으로 실시함으로 인하여 재해가 발생한 경우가 4건 발생하였으며 이는 전체 재해 중 4.3%를 차지한다. 위험작업계획과 안전시공계획을 수립하지 않거나 공유하지 않음으로 인하여 발생한 재해도 4건으로 이는 전체 재해의 4.3%를 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 16. 교육적 사고 요인

교육적 원인	건수	비율(%)	비고
TBM 미실시, 형식적 실시	47	50.5	
해당 근로자 안전교육 미실시	16	17.2	
신규 채용시근골격계 질환 미확인	11	11.8	
안전조치미실시, 형식적 실시	4	4.3	
위험작업계획, 안전시공계획 미작성, 공유 미흡	4	4.3	
중점관리항목 이행 확인 미흡	3	3.2	
작업계획서 작성 및 검토 미흡	3	3.2	
작업계획서 이행여부 확인 미흡	2	2.2	
해당공정위험성평가미작성	1	1.1	
위험성평가 회의 미실시	1	1.1	
단시간, 소규모 작업허가서미작성	1	1.1%	
합계	93	100	

3.2.3 관리적 원인

관리적 원인으로 발생한 재해는 Table 17과 같이 임의로 작업을 방치함으로 인하여 발생한 재해가 20건 발생하여 전체 재해 중 36.4%로 가장 많이 발생함을 알 수 있다.

Table 17. 관리적 사고 요인

관리적 원인	건수	비율(%)	비고
임의 작업 방치(순회 순찰 미흡)	20	36.4	
작업 조원의 부적정(인원부족)	11	20.0	
위험 작업에 대한 관리감독 상주 미흡	10	18.2	
인원 배치의 부적정(기능도에 맞게 배치)	6	10.9	
작업 조원의 결원	3	5.5	
관리 감독자 부족(인원 및 역량)	2	3.6	
위험 작업에 신규자 투입(1달 이내)	1	1.8	
공기 만회를 위한 무리한 작업 진행	1	1.8	
작업 지시 불명확	1	1.8%	
합계	55	100	

작업조원의 부적정(인원부족)으로 인해 발생한 재해가 11건으로 이는 전체 재해의 20.0%를 분포하고 있으며, 위험작업에 대한 관리감독 상주 미흡으로 인한 재해가 10건 발생하여 전체재해의 18.2%를 분포하고 있다. 그 이외에도 인원 배치가 적합하지 않음으로 인하여 발생한 재해가 6건 발생하였으며 이는 전체 재해의 10.9%를 분포하고 있는데 이는 기능도가 적합하지 않은 근로자를 해당 공정에 배치한 경우이다. 작업 조원의 결원으로 인하여 발생한 재해도 3건 발생하였으며 이는 전체 재해의 5.5%를 분포하고 있는 순으로 재해가 발생한 것을 확인할 수 있다.

건설현장 내에 관리감독자가 부족하여 현장에서 실질적인 관리가 되지 않고, 현장에서 활동하는 안전감시단 또한 전문성이 떨어져 효율적인 안전관리가 되지 못하는 것이 건설현장의 넘어짐으로 인하여 발생하는 사고 및 재해가 감소하지 않는 원인이라 사료된다.

제 4 장 넘어짐 재해 감소를 위한 관리 방안

4.1 설문조사

본 연구에서 표본으로 추출한 305건의 재해에 대하여 재해요인별 분석, 직접원인 분석, 간접원인 분석을 하였다. 분석 항목은 'D'사의 재해발생 시 활용하는 분류 방식을 활용하였으며 이를 설문조사 항목으로 선정하였다.

조사 기간은 2022년 3월부터 2022년 5월까지 3개월에 걸쳐 실시하였으며 전문가 집단으로 건설 현장에 근무하는 안전관리자 46명, 관리감독자 14명, 감시단 10명, 진단기관 종사자 10명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 회수된 설문지는 65명이었으며 설문지의 회수율은 81.25%였다.

Table 18. 설문조사 항목

항목	세부항목	항목수	비고
1. 작업공간의 선정 및 관리 항목	1) BIM을 활용한 설계 사전 검토	7	
	2) 사전 안전시설 설치계획 수립		
	3) 작업순서의 선정 및 관리		
	4) 사전에 공정의 간섭에 대한 협의		
	5) 자재 운영 및 가설계획을 사전에 수립		
	6) 작업계획서를 사전에 검토		
	7) 위험성 평가 검토 철저		
2. 체계적인 교육활동	1) TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시	4	
	2) 신규채용자 교육 실시		
	3) 작업순서에 대한 교육실시		
	4) 법정 안전교육 실시		
3. 선제적 계획관리	1) 작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)	5	
	2) 근로자의 출력관리 및 건강상태 확인		
	3) 관리감독자 구역 담당제 실시		
	4) 임의작업 방지를 위한 근로자 통제		
	5) 사전에 공정간섭 협의		
	합계	16	

4.1.1 설문분석 결과

전문가 설문조사를 위하여 도출된 세 문항 총 16 문항으로 적합성에 대하여 설문조사를 실시하였으며 설문 분석 결과는 Table 19와 같다.

Table 19. 설문분석 결과

항목	세부항목	분석결과		비고
		적합	부적합	
1. 작업공간의 선정 및 관리 항목(7개 항목)	1) BIM을 활용한 설계 사전 검토	47	18	
	2) 사전 안전시설 설치계획 수립	65	0	
	3) 작업순서의 선정 및 관리	54	11	
	4) 사전에 공정의 간섭에 대한 협의	59	6	
	5) 자재 운영 및 가설계획을 사전에 수립	62	3	
	6) 작업계획서를 사전에 검토	54	11	
	7) 위험성 평가 검토 철저	61	4	
2. 체계적인 교육활동 (4개 항목)	1) TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시	62	3	
	2) 신규채용자 교육 실시	65	0	
	3) 작업순서에 대한 교육실시	46	19	
	4) 법정 안전교육 실시	42	23	
3. 선제적 계획관리 (5개 항목)	1) 작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)	48	17	
	2) 근로자의 출력관리 및 건강상태 확인	58	7	
	3) 관리감독자 구역 담당제 실시	58	7	
	4) 임의작업 방지를 위한 근로자 통제	62	3	
	5) 사전에 공정간섭 협의	55	10	
	평균	56	9	

4.1.2 작업공간의 선정 및 관리 항목 분석 결과

Table 20 설문분석 결과에서 보는 바와 같이 작업공간의 선정 및 관리 항목 7개 중 넘어짐 재해를 감소시키기 위하여 가장 적합한 항목이라고 답변한 항목은 사전 안전시설 설치계획 수립 항목이었다. 설문에 참여한 전체 답변자가 넘어짐 재해를 감소시키는데 적합한 항목이라고 답하였으며, 자재 운영 및 가설계획 사전 수립 항목은 전체 응답자 중 62명이 적합한 항목이라고 응답하여 전체 응답자 중 95.4%를 분포하고 있다.

Table 20. 작업공간의 선정 및 관리 항목 분석결과

대상항목	적합		부적합		비고
	응답자수 (명)	분포율 (%)	응답자수 (명)	분포율 (%)	
BIM을 활용한 설계 사전 검토	47	72.3	18	27.7	
사전 안전시설 설치계획 수립	65	100	0.0	0.0	
작업순서의 선정 및 관리	54	83.0	11	17.0	
사전에 공정의 간섭에 대한 협의	59	90.8	6	9.2	
자재 운영 및 가설계획을 사전에 수립	62	95.4	3	4.6	
작업계획서를 사전에 검토	54	83.0	11	17.0	
위험성 평가 검토 철저	61	93.8	4	6.2	

위험성 평가 검토 철저 항목은 61명이 넘어짐 재해를 감소시키는데 적합한 항목이라고 응답하였으며 이는 전체 응답자 중 93.8%를 분포하고 있다. 그 이외의 항목들도 넘어짐 재해를 감소시키는데 적합한 항목이라고 판단하였으나, BIM을 활용한 설계 사전 검토 항목은 전체 응답자 중 47명이 적합한 항목이라고 응답하여 설문 항목 중 가장 낮게 분포하고 있다. 이는 현실적으로 전체 건설현장에서 적용하기가 비용적인 측면에서 어려움이 있으며 사전 검토할 전문 인력이 부족함을 지적하였다.

4.1.3 체계적인 교육활동 항목 분석 결과

Table 21 설문분석 결과에서 보는 바와 같이 체계적인 관리활동 항목을 분석한 결과 각 항목 중 넘어짐 재해를 감소시키는데 가장 적합한 항목은 신규채용자 교육이다.

전체 응답자 65명 전체가 건설현장에서 넘어짐 재해를 감소시키기 위해서 신규 채용자 교육을 중요시 하였다. 또한 TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시 항목 또한 전체 응답자 중 62명이 넘어짐 재해를 감소시키는데 적합한 항목이라고 응답하여 전체 응답자 중 95.4%를 분포하고 있다. 작업순서에 대한 교육 항목은 46명이 적합한 항목이라고 응답하였으며, 이는 전체 응답자 중 70.8%를 분포하고 있다.

Table 21. 체계적인 관리활동 항목 분석결과

대상항목	적합		부적합		비고
	응답자 (명)	분포율 (%)	응답자 (명)	분포율 (%)	
TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시	62	95.4	3	4.6	
신규채용자 교육 실시	65	100	0	0.0	
작업순서에 대한 교육실시	46	70.8	19	29.2	
법정 안전교육 실시	42	64.6	23	35.4	

그 이외에도 근로자의 법정 안전교육 실시 항목에 대해 넘어짐 재해를 감소시키기 위해 적합한 항목이라고 답한 응답자는 42명으로 이는 전체 응답자 중 64.6%를 분포하고 있다.

4.1.4 선제적 계획관리 항목 분석 결과

Table 22 선제적 계획관리 항목 분석 결과에서 보는 바와 같이 선제적 계획관리 5개 항목에 대하여 분석한 결과, 임의 작업 방지를 위한 근로자 통제 항목이 62명이 적합한 항목이라고 응답하였으며 이는 전체 응답자의 95.4%를 분포하고 있다. 근로자의 출력관리 및 건강상태 확인 항목과 관리감독자 구역 담당제 실시 항목이 전체 응답자 중 각 58명이 건설현장에서 넘어짐 재해를 감소시키는데 필요한 항목이라고 답하였으며 이는 전체 응답자 중 각 89.2%를 분포하고 있다. 가장 적은 응답을 한 항목은 작업

여건을 사전에 조성(돌발작업 확인) 항목이다. 응답자 48명이 건설현장의 넘어짐 재해를 감소시키기 위해 필요한 항목이라고 응답하였으며, 이는 전체 응답자 중 73.8%를 분포하고 있다. 관리감독자 구역 담당제 실시 항목과 근로자의 출력관리 및 건강관리 항목이 각 58명이 적합한 항목이라고 답하여 전체 응답자 중 각 89.2%를 분포하고 있으며, 그 이외에도 넘어짐 재해를 감소시키기 위해 적합한 항목 중 사전에 공정 간섭 협의 항목도 55명이 적합한 항목이라고 응답하여 전체 응답자 중 84.6%의 분포를 보이고 있다.

Table 22. 선제적 계획관리 항목 분석결과

대상항목	적합		부적합		비고
	응답자수 (명)	분포율 (%)	응답자수 (명)	분포율 (%)	
작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)	48	73.8	17	26.2	
근로자의 출력관리 및 건강상태 확인	58	89.2	7	10.8	
관리감독자 구역 담당제 실시	58	89.2	7	10.8	
임의작업 방지를 위한 근로자 통제	62	95.4	3	4.6	
사전에 공정 간섭 협의	55	84.6	10	15.4	

4.2 작업공간의 선정 및 관리

4.2.1 사전 안전시설 설치계획 수립

넘어짐 재해의 발생원인, 위험요인, 안전수칙을 분석하여 공사 착공 전 안전시설물의 설치계획 등의 수립하고 설치시기 및 설치방법 등에 대하여 수립하고 공사 착수 후 넘어짐 발생 사례를 활용한 재발 방지 대책을 수립하여야 한다.

1) 발생원인으로는 바닥에서 미끄러져 넘어짐, 돌출물 등에 걸려 넘어짐, 계단에서 넘어짐, 상세정보 부족 넘어짐, 운송수단 설비에서 넘어짐, 기타 넘어짐 등이 있다.

2) 위험요인으로는 통로 및 작업장 내 미끄러운 바닥, 통로 및 작업장 내 원재료/도구 등 바닥방치, 통로 및 작업장 내 물기/이물질 등 바닥 방치, 근로자 통행 시 전방 미 주시, 통행로 조도 부족 등이 있다.

3) 안전수칙으로는 통로 및 작업장 바닥을 미끄럽지 않은 재질로 시공, 바닥에 방치된 원재료/도구 등은 수시로 정리정돈, 바닥 내 물기/이물질 등 수시 제거, 미끄럼 방지 기능이 있는 작업화 착용, 통행 시 전방주시, 통로 적정 조도 유지(75럭스 이상) 등이 있다.

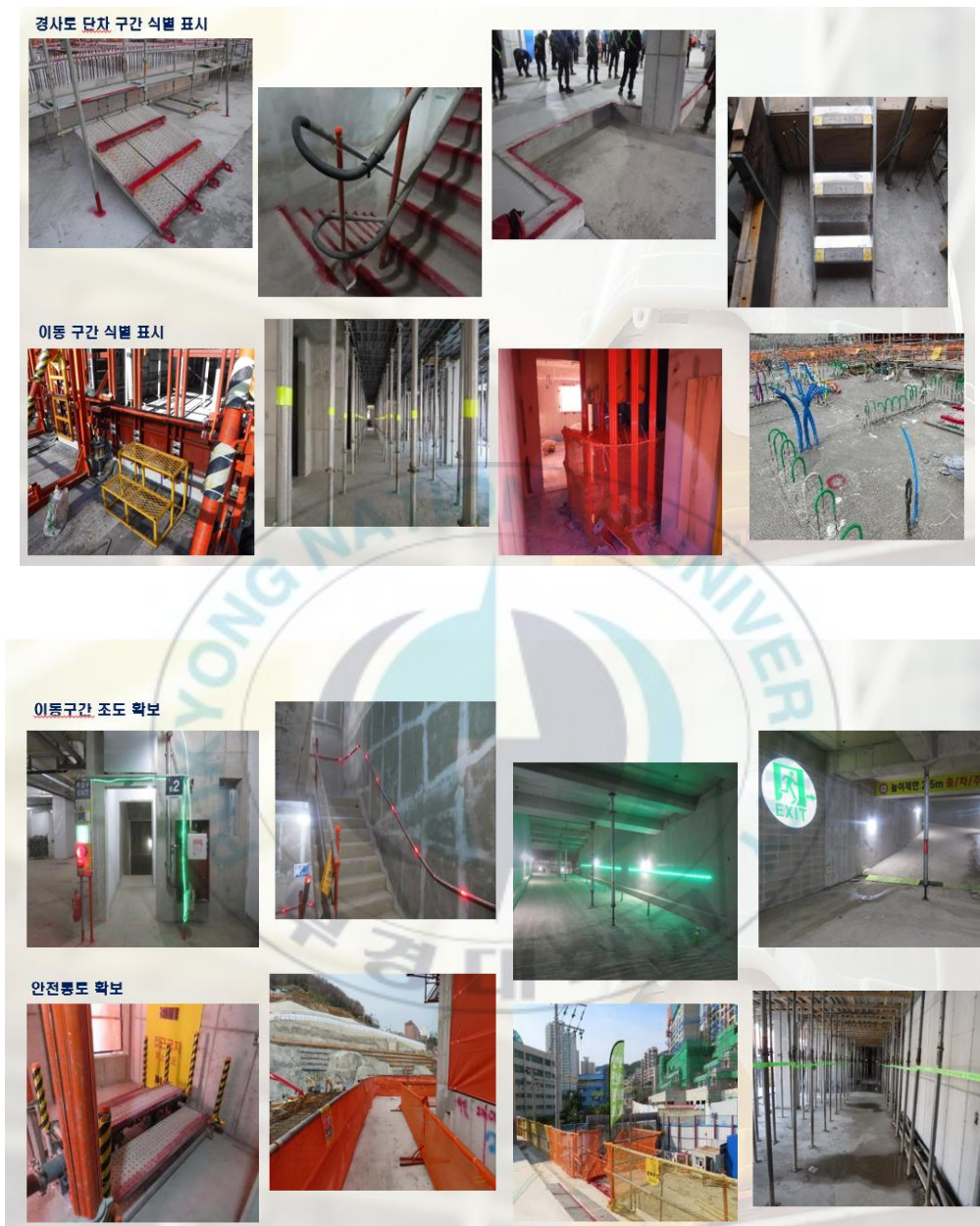


Fig. 5 넘어짐 유형별 시설물 개선 사례

4.2.2 자재, 장비의 운영 가설계획을 사전에 수립

자재, 장비의 운영 및 가설계획을 자재 반입 전, 장비 배치 전에 반드시 수립하여 자재, 장비 반입 시 발생할 수 있는 문제를 최소화시킬 수 있도록 자재, 장비 계획을 수립한다. 특히 근로자 안전통로 확보를 위한 자재



Fig. 6 드론을 활용한 자재, 장비 운영 계획

반입 계획 수립과 자재 보관 장소 선정, 자재 종류별 배치 계획, 사용 장비에 대한 구역 설정 등이 필요하다.

Fig4에서 보는 바와 같이 공사초기 드론을 활용하여 근로자의 동선을 분석하고 확보하는 것이 중요하다. 안전통로에 대한 바닥과 주변 환경을 개선하는 것이 중요하다할 수 있다.



4.2.3 위험성 평가 검토

위험성 평가는 사고의 미연 방지가 가장 중요한 포인트이며, 체계적으로 문서화하고 지속적으로 수정, 보완해 피드백 하는 것이 필요하다. 또한 각 작업별로 실시하는 위험성평가는 재해를 감소시키는데 상당히 효과적이기는 하나 위험성을 도출하는 단계에서 상당한 경험을 필요로 하게 된다. 획일화된 위험성 평가표의 평가 항목은 현장별로 부합되지 못하는 문제가 있기 때문이다.

넘어짐 재해 예방을 위해서는 우선 위험성 평가를 통해 미끄러짐 및 걸림의 위험성을 파악하고 그 결과에 따라 대책을 세운다. 미끄러짐 및 걸림 위험성 평가를 위한 5단계 접근 방식은 아래와 같다.

1단계. 작업장 주변에 미끄러짐 및 걸림 위험을 파악

- 평형하지 않은 바닥, 무질서하게 놓인 케이블, 바닥에 흘린 액체 때문에 미끄러운 바닥 등이 이에 속한다. 또한 야외 구역도 포함하여 작업장 주변의 위험을 파악한다.

2단계. 누가 어떻게 다칠 수 있는지 조사

- 누가 작업장에 들어오는지, 이들이 위험에 노출되어 있는지를 조사하고, 작업장 출입에 대한 통제가 이루어지고 있는지 파악한다.

또한 고연령층 및 장애를 가진 사람들이 특히 위험에 놓일 수 있다는 점에 주목한다.

3단계. 위험요인 파악

- 각각의 위험요인과 함께 위험에 대처할 수 있는 예방조치가 이미 실행되어 있는지 판단한다.

4단계. 기록

- 조사 내용을 기록한다.

5.단계. 평가 및 재검토

- 평가 내용을 일정한 주기에 따라 정기적으로 검토하고 만약 상당한 변화가 발생한다면, 기존의 예방 조치 및 관리 조치들이 위험 대처에 유효하고 적절한지 재검토한다.

위험성 평가에 따른 넘어짐 예방조치는 다음과 같다.

1) 작업 환경을 처음부터 올바른 상태로 유지한다. 이는 미끄러짐 및 걸림 위험에 대한 대처를 보다 용이하게 해준다.

2) 적절한 바닥 표면재를 고르고, 젖거나 오염될 위험이 높은 구역의 바닥이 미끄럽지 않도록 한다.

3) 조명이 충분한 수준을 유지하도록 하며, 보행 및 차량 루트를 적절히 계획하고 혼잡하게 되는 것을 방지한다.

4) 장애물 및 바닥에 놓인 물체들은 쉽게 눈에 띄지 않을 수 있으며, 걸림을 야기할 수 있다. 작업 구역을 깨끗이 유지하고 돌출물과 구멍, 경사로 등을 제거하도록 한다.

5) 바닥에 액체 오염물질이 수시로 발생할 경우 액체가 쉽게 배출될 수

있도록 바닥에 배수구를 설치하고 정기적으로 보수한다. 가능하다면 작업장 바닥을 청결하고 건조한 상태로 유지해야 한다.

6) 청소를 쉽게 하기 위해 모든 바닥, 작업장 통로에는 청소 방해가 될 만한 턱, 틈새, 구멍 등이 없어야 한다.

7) 안전화는 미끄러짐 및 걸림을 방지하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 바닥을 건조한 상태로 유지하기 어려운 곳에서 특히 그러하다⁷⁾.

미끄럼 위험성	미끄럼 저항 기준(BPN)	비고
매우 위험	24 이하	- 액체 오염물질 완전 제거 - 반드시 건조한 상태 유지 2개월에 1회 이상 미끄럼 측정
위험	25 이상 39 이하	- 매일 청소와 청소 후 건조 - 강우(강설)시 출입구 건조 조치 3개월에 1회 이상 미끄럼 측정
보통	40 이상 45 이하	- 경사도 2% 이하 유지 - 물 외의 오염물질 즉시 제거 6개월에 1회 이상 미끄럼 측정
안전	46 이상 64 이하	- 경사도 2% 초과일 경우 - 기름기보다 점성이 큰 오염물질 (70cp 이상) 즉시 제거 6개월에 1회 이상 미끄럼 측정
매우 안전	65 이상	- 음식물 찌꺼기, 마요네즈 등 점성이 매우 높은 물질 (125 cp 이상) 즉시 제거 6개월에 1회 이상 미끄럼 측정

Fig. 7 미끄럼 위험성에 따른 안전조치 제안(안전보건공단 2010)

4.2.4 사전에 공정의 간섭에 대한 협의

각 공정간 서로 간섭되지 않도록 공정 회의를 실시하여 각 작업구간 별로 간섭되지 않도록 정기적인 협의를 하는 것이 필요하다. 재해를 발생시키는 근로자의 상당수가 다른 공정과 같은 장소에서 작업을 하다가 발생된 재해에 피해를 입는다. 상·하 동시작업, 선·후행 공정 간섭 등 이러한

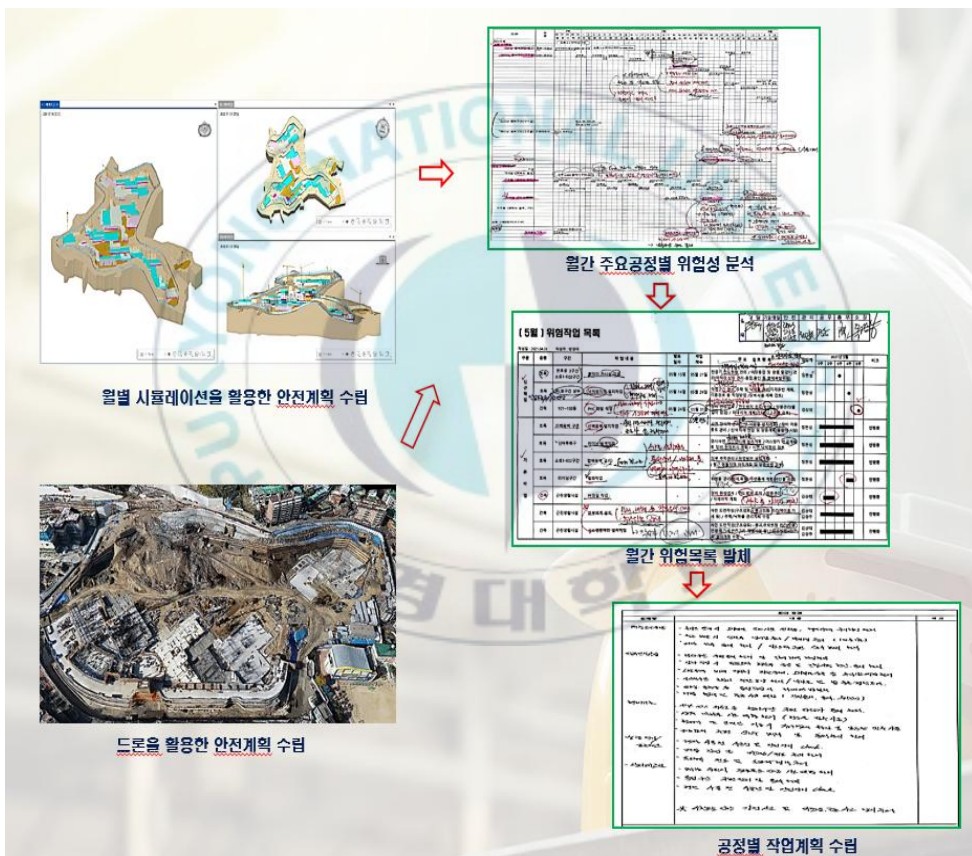


Fig. 8 기술 및 안전 자료

문제는 재해를 예방하는 문제 이외에도 공정을 관리하는데도 상당히 어려운 여건을 만들게 된다. 동일한 현장 내에서 여러 가지 다른 공정과 동시에 작업이 진행될 경우는 근로자가 위험에 노출될 수밖에 없다. 이러한 문제점들로 인해 동일한 장소에서 다른 작업을 하는 것은 가능한 피해야 한다.

4.2.5 작업계획서 관리

작업계획서는 산업안전보건규칙 38조를 보면, 사업주는 근로자 위험 방지를 위해 작업과 작업장 상태 등에 대한 사전조사를 토대로 작업계획서를 작성해야 하고, 작업 종류에 따라 작업 방법뿐 아니라 사전 점검 사항과 사고 시 해야 할 조치 등을 포함시켜야 한다.

또한, 작업계획서 내용을 해당 근로자에게 알려야 하나, 현장에서는 근로자에게 작업 전 작업계획서에 대한 설명을 하지 않고 서류에 서명만 하는 형식적인 절차만 이행하고 있다. 공사의 시공 과정이 작업계획서에 의해서 진행되기 때문에, 효과적인 공정 관리를 위한 일환이나 안전관리 측면에서도 작업계획서 수립 시 사전계획을 철저히 수립하고 근로자에게 설명하여 작업계획서에 고지된 계획에 의거 작업이 이루어지도록 관리감독자의 역할이 중요하다고 사료된다.

4.2.6 주간/야간 작업순서의 선정 및 관리

주간/야간 현장관리 방안을 수립하여 현장의 관리감독자 및 안전관리자 안전업무 공백 최소화하고 근로자의 작업 시간별 관리를 통한 안전관리 방안을 수립해야 한다.

4.2.7 BIM을 활용한 설계 사전 검토

넘어짐 재해를 예방하기 위해서는 설계 단계에서부터 안전시설물의 설치에 대한 적정성, 통로의 구획, 기타 넘어짐 재해를 감소시킬 수 있는 구체적이고, 체계적인 항목을 분류하고 이를 반영하기 위한 사전 검토가 면밀하게 설계 검토 시 선행되어 현장에 반영될 수 있도록 공사 초기 관리감독자 역할이 필요하며 이를 병행할 수 있도록 사업주의 개선 의지도 필요하다.

특히 설계자 및 관리감독자의 전문성을 부여하여 예산을 편성하여 공사관계자의 적극 참여를 유도하여야 한다고 사료된다.

4.3 체계적인 교육활동

4.3.1 TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시

TBM 시 현장 내의 위험요인을 효과적으로 도출하고 이를 제거할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 위험요인의 선정 시에는 가능한 많은 위험요인을 도출하여 위험의 순위를 정한 후 이를 순차적으로 제거하는 것이 효과적일 것이며 이를 위해서는 TBM 활동 시 현장에 가장 적합한 위험요인을 도출하는 것이 필요할 것이다.

4.3.2 신규근로자 교육 실시

신규근로자에 대한 교육을 실시할 경우에 기본적인 사항 이외에 해당 작업공정 위험 인자에 대한 인식능력 제고와 이를 대응하기 위한 구체적인 사항들을 교육에 포함하는 것이 재해를 감소시키는데 효과적일 것이다. 특히 신규근로자는 현장에 잘 적응할 수 있도록 하는 것이 교육의 효과를 향상시키는데 도움이 된다고 사료된다. 교육을 통한 안전관리를 활성화해야만 재해를 감소시킬 수 있을 것이다.

4.3.3 작업순서에 대한 교육실시

각 공정별 작업 시 정해진 작업순서에 따라 작업을 진행하는 것이 중요하다. 작업 순서를 근로자가 임의로 변경하여 작업을 하거나 작업을 생략

하는 등의 문제는 건설현장의 특성상 다른 작업과 연관되어 문제를 발생시킬 수 있기 때문에 해당 작업에 투입된 근로자는 작업순서를 사전에 숙지하고 이에 따라서 작업을 진행해야 한다.

4.3.4 법정 안전교육 실시

현장의 여건상 안전교육의 실시가 효과적으로 진행되지 못할 경우에는 재해를 증가시키는 문제 이외에도 직접적인 현장관리에도 문제가 발생할 수 있다. 근로자의 안전교육의 내용은 일반적인 교육 내용도 사고와 직접적인 관계가 있지만 특히 작업도중 작업공정이 변경되는 경우에도 이에 대한 교육의 실시가 잘되지 않는 것이 건설현장의 실정이다. 안전교육은 유해위험한 작업뿐만 아니라 현장 내의 일반적인 안전에 관한 사항도 중요하다고 사료된다.

4.4 선제적 계획관리

4.4.1 작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)

건설현장 내에서 발생하는 재해를 감소시키기 위해서는 관리적인 측면의 중요성이 크다. 계획된 작업공정의 진행과 별개로 갑자기 진행해야 하는 공정이 발생함으로써 전체적인 관리 메커니즘이 영향을 받을 수 있다. 이러한 경우에는 작업 시작을 하기 전에 이를 반영한 관리의 중요성이 중요하다 할 것이다. 그러지 못할 경우 변경된 공정으로 인하여 발생하는 문제점은 재해로 이어질 수 있다고 판단된다.

4.4.2 근로자의 출력 관리 및 건강상태 확인

근로자의 출력 및 건강상태에 대한 관리는 상당히 중요한 관리의 한 부분이다. 근로자가 신체적인 문제로 인하여 근무 중 발생할 수 있는 문제는 행동의 둔화 및 인지능력의 저하, 공동작업 시의 균형 문제 등 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 또한, 개인적인 질병을 현장 내 사고와 연계하여 문제점을 제기할 수 있으므로, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 작업을 배치하기 전에 근로자의 건강상태를 확인해야 한다.

4.4.3 관리감독자 구역 담당제 실시

작업 중 발생할 수 있는 위험요소를 사전에 제거하기 위해서는 작업구역별 담당 관리감독자의 활동이 중요하다. 근로자의 건강상태 및 해당 작업구역에 대한 안전점검, 보호구 착용상태 등 작업 간 관련된 전반적인 사항을 확인하는 것이 필요할 것이다. 그러나 관리감독자에게 너무 많은 직무를 부여할 경우 효과적인 관리를 하는데 역효과가 날 수 있기 때문에 체크리스트 등을 활용하여 관리하는 것이 필요하나, 이와 더불어 안전 감시단을 활용한 관리감독 역할도 필요하다고 사료된다.

4.4.4 임의작업 방지를 위한 근로자 통제

계획된 작업과 지시받은 작업 이외에 근로자가 임의로 진행하는 작업은 재해로 이어질 위험이 상당히 크다고 판단된다. 이는 정기적인 작업이 아닌 관계로 작업 도중 근로자가 임의 행동을 함으로써 발생하는 재해가 많이 발생하는 걸 알 수 있다. 근로자가 계획된 동선 이외에 임의로 작업 장소에서 이탈함으로 인하여 많은 재해가 발생한다. 이러한 재해를 감소시키기 위해 GPS 등을 활용한 스마트 기기 활용으로 현재 사각지대, 위험지역통제 등 근로자 동선 관리에 큰 효과를 보고 있다.

4.4.5 사전에 공정 간섭 협의

현장 내의 계획된 작업일지라도 작업 중 서로 겹치는 작업이 존재할 수 밖에 없다. 이는 건설공사 현장이 작업이 가변적이며 이동이 많은 관계로 공사 전에 이러한 문제점을 사전에 협의를 하여 제거하는 것이 필요할 것이라 사료된다.



제 5 장 결 론

본 연구는 건설현장에서 발생하는 산업재해 중 넘어짐 재해에 대하여 국한된 연구를 진행하였다. 고용노동부 및 한국산업안전보건공단의 재해 분석 자료와 건설사인 D사에서 발생한 재해사례를 표본으로 넘어짐 재해를 분석하였다. 또한 넘어짐 재해를 감소시킬 수 있는 효과적인 항목을 도출하고자 설문조사를 실시하였으며 이를 바탕으로 문제점을 도출하였다.

첫째, 사전 안전시설 설치계획 수립이 부족하다.

둘째, 신규 채용자 교육이 미흡하다.

셋째, 임의 작업 방지를 위한 근로자 통제가 되지 않고 있다.

위에서 도출된 문제점을 바탕으로 넘어짐 재해를 줄이기 위한 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 사전 안전시설 설치계획을 수립한다.

작업공간의 선정 및 관리항목을 보면, 회수된 설문조사 65명 중 100%가 필요하다고 선택한 사전 안전시설 설치계획 수립인 것으로 나타났다.

이는 외부는 드론을 활용하여 외부환경을 근로자가 작업에 투입되기 전 작업공간을 분석하고 안전통로를 확보하는 것이며, 내부는 근로자가 이동함에 있어 바닥 돌출물, 단차, 바닥상태 등 기인물을 사전에 제거하여 근로자가 안전하게 이동할 수 있는 작업 환경을 만드는 것이다.

둘째, 신규 채용자 교육을 철저히 하는 것이다.

체계적인 교육활동 중 설문 응답자 100%가 응답한 신규 채용자 교육을 실시하는 것이다. 현장의 여건을 신규 교육 시 실시간으로 알려주며 위험요소들과 안전문제에 대하여 교육을 진행하는 것이며 근로자들이 쉽게 현장을 이해할 수 있도록 하는 것이다. 또한 근로자의 연령이 고령화가 되고 있음을 통계에서도 알 수 있듯이 안전통로, 작업환경 조성 시 근로자의 신체 능력을 감안하여 시설물을 설치하는 것이 필요하다.

셋째, 임의 작업 방지를 위한 근로자 통제 강화이다.

선제적 관리항목 중 설문 응답자중 62명 95.4%가 응답한 임의 작업 방지를 위한 근로자 통제 강화이다. 작업환경 개선을 통한 근로자 이동 시 넘어짐을 예방하는 것이 근본적인 대책이나 일부 현장에서는 최근 GPS를 활용한 위치기반 장치로 근로자의 이동 동선을 분석하고 이를 통한 이동간 사고 발생 시 사고 발생 원인을 찾아내고 예방할 수 있는 데이터를 수집하고 작업 환경 개선 작업에 신뢰할 만한 통계 자료를 구축하고 구축한

자료를 현장에서 활용하고 있다. 또한 근로자의 임의 작업 시 넘어짐으로 발생한 경미한 사고를 조기 발견하여 중대 재해 사고를 예방에도 활용되고 있다. 근로자의 임의 작업은 근로자가 스스로 통제할 수 없으므로 관리감독자의 관리가 필요하며 근로자 임의 작업을 하지 않도록 작업계획 수립을 철저히 하여야 한다.

본 연구에서는 D사의 건축현장에서 발생한 재해 사례 중 가장 많이 발생하는 넘어짐 재해 사례를 분석하였으며, 보다 신빙성 있는 데이터 제공을 위해 D사의 재해 발생 시 분석하는 항목을 전문가 설문조사를 실시하여 현장에서 적용할 수 있는 방안을 연구하였다. 넘어짐 재해는 추락 재해와 같이 중대재해로 인식되지 않아 많은 관심을 받고 있지 않으나 건설현장의 고령화로 인해 넘어짐 재해는 많은 비율을 차지하는 만큼 넘어짐 재해를 줄여서 사소하지만 당연히 발생하는 재해가 아닌 계획된 안전관리를 통한 꼭 지켜야 하는 재해로 인식되고 건설현장 안전에 대한 의식을 고취시킬 수 있는 연구가 이루어지기를 바란다.

참 고 문 헌

- 1) 김정수. 넘어짐(전도) 재해예방 안전기준 개정 연구. 산업안전보건
연구원. 2012
- 2) The assessment of pedestrian slip risk, [www.hse.gov.uk /pubns /
web/slips01.pdf](http://www.hse.gov.uk/pubns/web/slips01.pdf)
- 3) T. B. Leamon and P. L. Murphy. Occupational slips and falls:
more than a trivial problem. Ergonomics 1995
- 4) D. P. Steven, and V. Keith. Slip-Resistance Measurement :
The Current state of the Art. ASSE 2001
- 5) 신운철, 류보혁, 송인용 등. 전도재해 정밀분석 및 예방기법 연구.
산업안전연구원. 2008.
- 6) safennet. 넘어짐 재해의 원인. safetynetwork.co.kr. 2020
- 7) Smart Safety. <https://blog.naver.com/koshamedia/120201943936>. 2013
- 8) 한국산업안전공단, “산업별·규모별 산재보험료(직접비용)와 산재예방
투자비용 비교”, 2006. .
- 9) 한국산업안전공단, “산업재해로 인한 경제적 손실비용의 체계적 분석
방안 연구”, 2007.
- 10) H. W. Heinrich, “Industrial Accident prevention”, New York : Mc

Graw-Hill, 1969.

- 11) Heinrich, H. W. D. Petersen and R. Nestor. "Industrial Accident Prevention". 5th ed, McGraw-Hill. 1980.
- 12) Fletcher J A, Douglas H M, "Total loss control with the industrial environment", A guide for managers and supervisors Associated Business Programmes, 1971.
- 13) HSE(Health & Safety Executive), "The Costs of Accidents at Work", 1993.
- 14) John V. Grimaldi, Rollin H. Simonds, "Safety Management" fifthed, IRWIN Homewood, IL, pp. 208~230, 1989.
- 15) Jeffery W. Vincoli, "Basic Guide to System Safety", Van Nostrand Reinhold, 1993.
- 16) J. Suokas V. Rouhiainen "Quality Management of Safety and Risk Analysis", ELSEVIER, 1992.
- 17) J. V. Grimaldi, R. H. Simonds, "Safety Management", IRWIN, 5th, Edition, 1989.

“넘어짐 재해를 감소시키기 위한 중요
항목 도출 및 체계화를 위한 연구”를
위한 설문조사

본 설문조사의 목적은 건설현장에서 발생하는 넘어짐 재해를 감소시키기 위해 가장 우선적인 항목을 파악하고 이를 체계화하기 위한 것으로, 이를 위해 전문가 여러분의 소중한 의견을 듣고자 합니다.

본 설문조사에 관해 작성하신 설문내용은 일체 비밀이 보장됨을 약속드립니다.

2022. 03.

부경대학교 산업대학원 안전공학과

I. 설문자의 인적사항

1. 이 름	
2. 나 이	만 세
3. 경 력	안전관리 : 년/ 월
4. 근 무 처	시공사() 전문기관() 기타():
5. 근무지역	

II. 설문지 작성법

본 설문지 기본 방법은 건설현장에서 넘어짐 재해를 효과적으로 감소시키기 위해서 선정한 항목입니다. 각 항목별 적합 여부를 기록하여 주십시오.

설 문 지

■ 넘어짐 재해를 감소시키기 위하여 필요한 항목을 정리한 자료입니다. 건설현장에서 발생하는 넘어짐 재해를 효과적으로 감소시키기 위해 적합한 항목이 무엇인지 파악하기 위함입니다. 각 항목별 적합 여부를 체크해 주십시오.

1. 작업공간의 선정 및 관리(기술적 대책)

대상 항목	적합	부적합
1) BIM을 활용한 설계 사전 검토		
2) 사전 안전시설 설치계획 수립		
3) 작업순서의 선정 및 관리		
4) 사전에 공정의 간섭에 대한 협의		
5) 자재 운영 및 가설계획을 사전에 수립		
6) 작업계획서를 사전에 검토		
7) 위험성 평가 검토 철저		

2. 체계적인 교육활동(교육적 대책)

대상 항목	적합	부적합
1) TBM 활동 중 위험요인에 대한 교육 실시		
2) 신규채용자 교육 실시		
3) 작업순서에 대한 교육실시		
4) 법정 안전교육 실시		

3. 선제적 계획관리(관리적 대책)

대상 항목	적합	부적합
1) 작업여건을 사전에 조성(돌발 작업 확인)		
2) 근로자의 출력 관리 및 건강상태 확인		
3) 관리감독자 구역 담당제 실시		
4) 임의작업 방지를 위한 근로자 통제		
5) 사전 공정간섭에 대한 협의		