



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](#)

工學碩士學位論文

중소형 건설사업장의 안전사고
위험인자 도출 연구
- 추락재해를 중심으로 -

A Study on the Derivation of Risk Factors for
Safety Accidents in Small and Medium
Construction Works
- Focus on Fall accidents -

蔚山大學校 大學院
建築學科
李知燁

중소형 건설사업장의 안전사고
위험인자 도출 연구
- 추락재해를 중심으로 -

A Study on the Derivation of Risk Factors for
Safety Accidents in Small and Medium
Construction Works
- Focus on Fall accidents -

指導教授 孫 基 榮

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함

2023 年 02 月

蔚 山 大 學 校 大 學 院
建 築 學 科
李 知 燁

李知燁의 工學碩士學位 論文을 認准함

審査委員 金起漢 (인)

審査委員 林明寬 (인)

審査委員 孫基榮 (인)

蔚山大學敎 大學原

2024年 2月

국문 요약

건설업 산업재해에 감소에 대한 끊임없는 노력에도 불구하고 효과는 미비한 실정이다. 특히 추락사고는 건설 산업재해의 약 50%를 차지할 만큼 반드시 개선이 필요한 부문이다.

또한, 산업안전보건공단에 따르면, 120억원 이상의 대형 건설 사업장에서 발생하는 사망사고는 약 30%이고 120억원 미만의 중소형 건설 사업장에서 발생하는 사망사고는 약 70%정도로 대형 건설 사업장에 비해 중소형 건설 사업장에서의 사망사고가 훨씬 큰 비중을 차지한다는 것으로 나타났다.

2020년 중대재해 처벌 법 제정 이후 기업들이 1호 처벌 대상이 되지 않기 위해 노력하면서 감소하는 추세를 보였지만, 1호 처벌이 이루어진 후 중대재해 발생률이 중대재해 처벌 법 제정 전보다 증가하는 추세를 보이고 있다. 중대재해 감소와 건설업 전체의 산업재해 감소를 위해서는 중소형 건설 사업장에 대한 관심이 필요하며, 그 중에서도 특히 추락재해에 대한 감소가 필수적이다.

하지만, 중소형 건설 사업장의 산업재해의 심각성을 인지하고 있음에도 불구하고 건설 사업장은 규모와 상관없이 같은 정책 및 제도로 관리되고 있다. 이를 해결하기 위해 중소형 건설 사업장에 대한 많은 연구가 이루어졌지만, 건설 사업장 규모를 분류하기 위한 연구보다 정책, 제도적 측면에 대한 연구가 대부분 이루어졌다. 규모에 따른 건설 사업장 정량화 연구 및 실질적인 산업재해 감소에 영향을 미치는 요인에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구의 목적은 건설업 산업재해 감소를 위해 중소형 건설 사업장의 안전사고 위험인자를 도출하는데 있다. 본 연구의 원활한 진행을 위해 안전사고 위험인자는 심도와 빈도가 가장 큰 추락재해로

한정하였으며, 한국산업안전보건공단의 10년간 추락사고에 대한 데이터를 수집하였다. 또한, 국토교통부와 통계청, 선행연구를 통해 산업재해 현황과 추락재해에 대한 개선방안 중소형 건설 사업장에 대한 국내외 연구 동향을 파악하였으며, 안전사고 요인 데이터를 수집하였고, 사고 당시 원인을 분석하기 위해 본 연구에서는 공정률, 근로자 수, 근로자의 국적, 공사규모, 재해일자 및 시간, 사고개요 등 사고 발생과 사고 발생에 따른 결과를 상세히 기록하여 데이터를 구성하였다.

우선, 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장의 차이를 입증하기 위해 종속변수인 진료일수를 t-test를 통해 비교 검정을 실시하였다. 분석 결과, 대립가설인 ‘건설 사업장 규모에 따라 추락사고로 인한 진료일수의 차이는 있을 것이다.’가 채택 되었으며, 정규성 검정을 통해 정규분포를 만족 하는 것을 증명하였다.

t-test를 통해 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장은 유의미한 차이가 있으며, 중소형 건설 사업장이 대형 건설 사업장 보다 사고발생시 진료일수가 더 많은 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구는 상기 수집한 데이터를 토대로 중소형 건설 사업장 추락재해에 영향을 미치는 요소를 도출하기 위해 다중회기분석을 수행하였다. 분석 결과, $Adj-R^2$ 값이 0.697로 약 70%의 높은 신뢰성을 가졌으며,

- (1) 월~금 사이에 작업시 추락재해에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다.
- (2) 8~12, 14~16시 작업시 추락재해에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다.
- (3) 작업자가 근속년수가 짧은 일반 작업자가 추락재해에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다.

분석 결과는 사고시간에 대한 영향이 가장 큰 것으로 나타났는데, 2021년 건설업 산업재해 총 29,943건 중에서 8~10시 전 6,267건,

10~12시 전 7,588건, 14~16시 전 6,723건으로 해당 시간 때에 차지하는 재해 비율이 약 68.7%로 큰 비중을 차지하고 있다. 선행연구와 같이, 해당 시간은 시야 확보가 용이하고 통상적으로 업무 가장 많이 이루어지는 시간으로 작업이 많은 만큼 재해도 많이 발생하는 것으로 확인된다. 또한, 18시 이후로 시야 확보가 어려운 경우 실내 작업이 많이 이루어지므로 안전사고 확률이 감소하는 것으로 나타났다. 사고 요일 또한 같은 맥락으로 작업이 적게 이루어지는 토요일과 일요일은 평일에 비해 비교적 재해 발생이 적은 것으로 나타났다. 직업 분류는 근속 기간이 짧은 일반 근로자일수록 작업에 미숙하여 재해가 더 많이 발생한 것으로 나타났다.

본 연구의 한계점은 몇 가지 요인인 공정률, 근로현장의 규모, 근로자의 국적, 근로자의 직업분류, 사고 당시의 요일, 사고 당시의 시간, 근로자의 고용형태에 대해서만 분석이 진행되었고 대규모 건설현장의 요인들과 비교를 통한 심층적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 건설사업장 규모에 따른 정책 개선 및 통계분석을 위한 기초자료와 중소형 건설 현장 정량화 연구의 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

<목 차>

국문요약	i
목 차	iv
표 목 차	vi
그림목차	vii
I. 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구목적 및 차별성	4
1.3 연구 방법 및 범위	5
II. 이론적 고찰	7
2.1 건설업 산업재해 현황 분석	7
2.1.1 건설업 산업재해 현황	7
2.1.2 건설업 산업재해 연구 동향 분석	7
2.1.3 건설업 산업재해 현황 분석	8
2.2 건설업 산업재해의 종류	11
2.3 건설업 추락재해 분석	13
2.4 선행연구 고찰	
2.4.1 중소형 건설사업장 안전사고 예방 및 개선방안 선행연구	17
2.4.2 추락재해 예방 및 개선방안 선행연구	17
III. 데이터 수집	19
3.1 데이터 수집 개요	19
3.2 데이터 수집 방법	20
3.3 데이터 구성	22
3.3.1 종속변수	22

3.3.2 독립변수	22
IV. 데이터 분석	27
4.1 개요	27
4.2 통계분석(T-test)	28
4.2.1 정규성 검정	28
4.2.2 통계분석	30
4.3 통계분석(Multiple Regression)	32
4.3.1 정규성 검정	32
4.3.2 통계분석	34
4.4 회귀모델 검증	37
4.5 활용방법	39
V. 결론	40
참고문헌	42
Abstract	44

<표 목차>

표 1.1	2022년 사고사망자 통계	2
표 2.1	중소형 건설사업장 산업재해 연구 동향	8
표 2.2	과거 공사 금액별 재해 발생현황	9
표 2.3	현재 공사 금액별 재해 발생현황	9
표 2.4	유형별 산업재해 발생 현황	12
표 2.5	추락재해 발생현황	13
표 2.6	건설업 금액별 추락 재해 발생현황	16
표 3.1	요인별 데이터 수집 항목 및 설명	26
표 4.1	종속변수의 정규성 검정 (대형 건설사업장)	29
표 4.2	종속변수의 정규성 검정 (중소형 건설사업장)	29
표 4.3	T-test 결과	30
표 4.4	Multiple Regression 정규성 검정(중소형 건설사업장)	32
표 4.5	Multiple Regression 정규성 검정(대형 건설사업장)	33
표 4.6	Multiple Regression 결과(대형 건설사업장)	34
표 4.7	Multiple Regression 결과(중소형 건설사업장)	35
표 4.8	actual value vs. predicted value	38

<그림 목차>

그림 1.1	업종별 산업재해 변화 추이	1
그림 1.2	2022년 사고 사망자 통계	2
그림 1.3	연구 수행 절차 및 방법	6
그림 2.1	과거 공사 금액별 재해 발생현황	10
그림 2.2	현재 공사 금액별 재해 발생현황	10
그림 2.3	건설업 산업재해 사례	11
그림 2.4	건설업 추락재해 발생현황(재해자 수)	14
그림 2.5	건설업 추락재해 발생현황(사망자 수)	14
그림 2.6	건설업 금액별 추락재해 발생현황	15
그림 2.7	사망사고 지도	18
그림 2.8	추락재해 코드	18
그림 3.1	요일별 산업재해 발생 현황	20
그림 3.2	시간별 산업재해 발생 현황	21
그림 3.3	독립변수	22
그림 3.4	산업안전보건공단 산업재해 통계	23
그림 3.5	통계청 한국표준 직업 분류	24
그림 3.6	중소형 건설사업장 데이터	24
그림 3.7	대형 건설사업장 데이터	25
그림 4.1	연구 흐름도	27
그림 4.2	SPSS 일표본 T검정	28
그림 4.3	히스토그램(대형 건설사업장)	29
그림 4.4	Q-Q도표(대형 건설사업장)	29
그림 4.5	히스토그램(중소형 건설사업장)	30
그림 4.6	Q-Q도표(중소형 건설사업장)	30
그림 4.7	히스토그램(중소형 건설사업장)	32
그림 4.8	P-P도표(중소형 건설사업장)	32
그림 4.9	히스토그램(대형 건설사업장)	33
그림 4.10	P-P도표(대형 건설사업장)	33
그림 4.11	actual value vs. predicted value	37

I. 서론

1.1 연구배경

최근 중대재해처벌법의 시행으로 근로자들의 안전에 대한 중요성이 더욱 부각되고 있다. 하지만 건설업 산업재해에 감소에 대한 끊임없는 노력에도 불구하고 산업재해 발생율은 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. < 그림1.1 >은 고용노동부의 2008년부터 2020년까지의 업종별 산업재해 추이를 고찰하여 재해비율을 나타낸 것이다. 특히, 2016년 이후부터는 건설업이 46%인 제조업을 넘어 46.8%로 산업재해율이 가장 높은 업종으로 분류되고 있다. 특히, 전체 산업재해 1/4 이상을 차지하는 건설재해로 인한 경제적·사회적 악영향은 다른 산업에 비해 심각한 수준이다. 또한, 고용노동부에 따르면 120억 미만의 중소형 건설 사업장에서 발생한 사망사고가 2019년에는 약69.4%가 발생하였고 2020년과 2021년은 각각 72.2%와 73.7%로 사망사고 발생률 역시 지속적으로 증가하는 추세로 나타나고 있다. 그 중 추락사고는 건설 부문 산업재해의 약 50%를 차지할 만큼 반드시 개선이 필요한 사항이다.

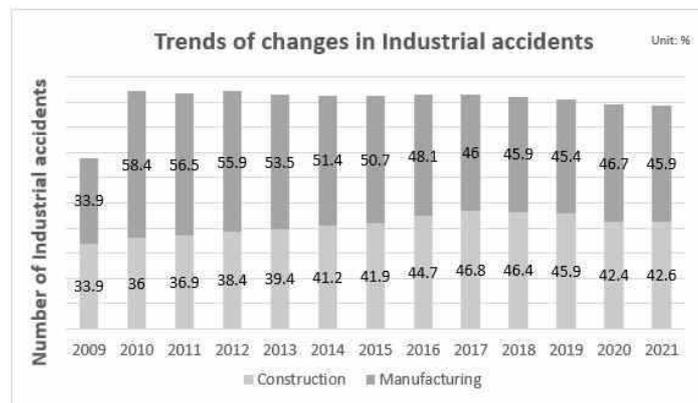


그림 1.1 업종별 산업재해 변화 추이

통계청에 따르면 < 표.1.1 >과 같이 2022년 사고사망자 비율이 50억 미만 소규모 현장에서 전체의 66.3%가 발생했다고 나타났다. < 그림1.2 >은 직관적인 비교를 위해 그림으로 나타낸 것이다.

표 1.1 2022년 사고사망자 통계

구분	계	1억원 미만	1~20억원	20~50억원	50~120억원	120~800억원	800억원 이상
사망사고 건수(건)	328	80 (24.4%)	101 (30.8%)	43 (13.1%)	28 (8.5%)	40 (12.2%)	36 (11%)
사망자수 (명)	341	81 (23.8%)	102 (29.9%)	43(12.6%)	28 (8.2%)	44 (12.9%)	43 (12.6%)

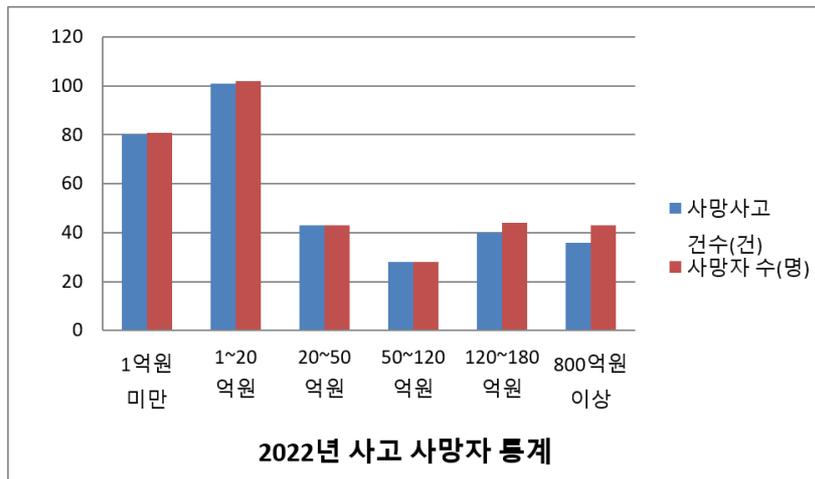


그림 1.2 2022년 사고사망자 통계

통계자료를 통해 대형 건설 사업장보다 중소규모 건설 사업장에서의 산업재해가 훨씬 많이 발생한다는 것을 알 수 있다. 한국산업진보공단에서 2022년도 안전 점검을 실시한 결과 사업비 50억원 미만의 중소규모 건설 사업장 866곳 중에서 516곳의 현장에서 위반 사항이 적발됐다. 또한, 2021년도 120억 미만 중소규모 건설 현장의 유형별 산업재해 빈도는 21,040건으로 5,565건인 대규모 건설 사업장에 비해 약 4배의 심각성을 나타내고 있다. 이중 추락재해는 8,225건으로 약 30%를 차지하고 있으며 떨어짐, 넘어짐, 협착, 기타 순으로 유형별 재해 중 가장 많은 사고 사례를 나타내고 있다.

이와 같이, 건설 사업장의 사고 사례가 지속적으로 증가하고 있는 추세에 따라, 건설 사업장의 산업재해 예방을 위한 개선방안에 관한 연구는 다양한 분야에서

진행되었으며, 건설 사업장 규모에 따른 지침 및 제도, 관리에 대한 연구는 많이 이루어졌다. 하지만 선행된 연구를 접목 시키기 위한 근본적인 사업장 규모에 따른 위험 정량화 연구는 거의 이루지고 있지 않아 새로운 제도를 도입하기에 어려움을 겪고 있다. 실질적으로 재해 감소를 위해 다루어져야 할 중소규모 건설 사업장에 대한 안전사건의 원인 분석과 관리에 대한 구체적인 개선방안에 관한 연구는 미흡한 수준이다.

전체 건설업 산업재해를 줄이기 위해서는 중소규모 건설 사업장의 재해율이 감소되어야 하며, 대규모 건설 사업장과는 차별화된 관리가 필요며, 건설사업장의 규모에 따라 차별적인 관리를 위해서는 우선 사업장 규모에 따른 위험 정량화 연구가 필요하며 그에 대한 기초연구가 필요하다. 하지만 중소규모 건설 사업장에서 발생하는 산업재해에 영향을 미치는 유의미한 요인들을 도출하여 개선방안을 제시하는 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 건설 사업장 정량화를 위해 중소형 건설사업장 위험인자를 분석하고 회귀모델을 만들어 안전사고의 정량화 기본연구를 진행하고자 한다. 본 연구의 결과는 향후 건설 사업장 규모에 따른 정량화를 위한 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

1.2 연구의 목적 및 차별성

본 연구 목표는 궁극적으로 중소형 건설사업장의 안전사고 위험 정량화를 위한 위험인자 도출하는데 있다. 이를 위해서 건설업 사망사고를 제외한 추락재해에 대한 10년간의 데이터를 수집하고, 통계분석(T-test)을 통해 종속변수인 규모에 따른 건설사업장 진료일수를 비교하여 통계적으로 유의미한지 분석하고 검증하여 다중회귀 분석을 통해 건설업 재해의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 추락재해와 재해 당시 요인들의 상관관계를 분석하여 가장 영향이 큰 요소를 추출한다.

홍성호·김태준(2013)은 소규모 건설현장 산업재해 예방을 위해 민간을 활용한 민간협력 프로그램을 도출하였고, 백신원 외 3명(2012)은 소규모 건설재해예방을 위해 추진할 사업을 제시하였다. 이처럼 중소규모 건설현장 산업재해 예방을 위해 수많은 노력과 연구에도 불구하고 중소규모 건설사업장의 산업재해는 증가하는 추세이다.

이기태(2005)는 소규모 건설현장의 정확한 실태 파악이 어렵고 법적, 제도적으로 관리가 곤란하여 안전관리에 많은 문제점을 내포하고 있다고 하였다. 이를 해결하기 위해 중소규모 건설사업의 실태 및 현황 파악이 우선시 되어야 하고 정량화연구가 선행되어야 하는데 중소형 건설사업장의 산업재해 연구 자료는 현저히 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 중소형 건설사업장 재해에 대한 해결방안이나 새로운 제도 제시가 아닌 규모별 건설사업장의 재해 현황을 분석하고 사업장 규모에 따라 재해 발생 시 부상 정도의 차이가 있는지 증명하고 안전사고 위험 정량화를 위한 재해에 가장 큰 영향을 끼치는 요소를 추출하는 것을 목표로한다.

1.3 연구 방법 및 범위

본 연구는 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장의 안전사고 위험의 정량적 분석과 건설사업장의 안전사고 위험 정량화를 위한 위험인자를 도출하고 회귀모델 개발을 위해 다음과 같이 연구가 진행될 예정이다.

(1) 규모별 건설사업장의 산업재해 현황분석 및 중소형 건설사업장의 산업재해 감소에 대한 이론적 연구 고찰을 실시하고 선행 연구를 분석한다.

(2) 건설업 산업재해의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 추락재해에 대한 Construction Fall Risk 데이터를 수집하고 정리한다.

(3) 수집된 데이터를 기반으로 중소규모 건설사업장과 대규모 건설사업장의 통계분석(T-test)을 통해 중소규모의 건설사업장과 대규모 건설사업장의 안전사고 위험의 차이를 통계적으로 증명한다.

(4) 또한, 공정률, 재해일자 및 시간, 사고개요 등 사고 발생당시 요인이 될 수 있는 요소를 사고 발생과 그에 따른 결과를 상세히 기록하고 회귀분석을 실시하여 회귀모델을 도출한다.

(5) 개발된 모델은 실측값과 예측값을 비교하여 타당성을 증명한다.

상기 내용의 연구 흐름을 <그림 1.3>과 같이 도식하였다.

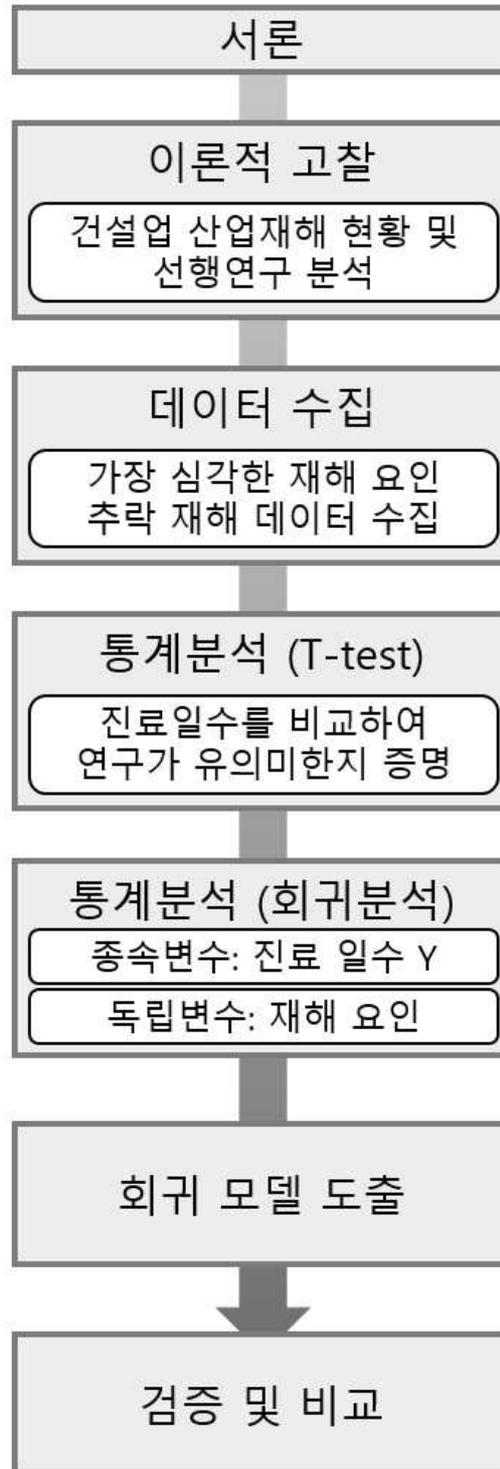


그림 1.3 연구 수행 절차 및 방법

II. 이론적 고찰

2.1 건설업 산업재해 현황 분석

2.1.1 건설업 산업재해 현황

2021년 국토교통부 통계 자료에 따르면 2017년부터 2019년까지 3년간 산업재해는 건설업 평균 약 46.4% 제조업 평균 약 45.8% 기타 약 7.8%로 전체 산업재해 중 건설업의 산업재해 발생률이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타난다. 또한, 산업안전보건공단의 2022년 산업재해 현황 분석에 따르면, 2021년 건설업 전체 산업재해 중 대규모 건설 사업장과 120억원 미만의 중소규모 건설 사업장을 비교해 보았을 때 120억원 미만의 건설 사업장에서 발생한 산업재해가 약 78.3%로 건설업 산업재해의 상당한 부분을 차지했다.

또한, 그림과 같이, 재해 유형 중 추락재해가 약 50%를 차지하고 있다. 1981년 산업안전보건법이 제정된 이래로 정부에서 건설업의 추락재해 예방을 위한 법 개정 및 정책 이행 등 지속적인 노력에도 불구하고, 건설업에서의 추락재해로 인한 사망자는 여전히 높은 비중을 차지한다. 따라서, 대규모 건설 사업장과 비교하여 중소형 건설 사업장의 추락재해를 대상으로 사고 발생 당시 위험요소인 공정률, 근로의 규모, 국적, 직업 분류, 사고 요일, 사고 시간, 고용형태에 대해 분석할 필요가 있다.

2.1.2 건설업 산업재해 연구 동향 분석

배규식 외 3인은 2011년 공사금액 20억 미만의 소규모 건설현장 근로자 비중은 건설업 전체 근로자(3,087,131명)중 29.9%인데 비해 전체 재해자(22,782명)중 재해 비중은 74.1% 그리고 전체 사망재해자(621명)중 사망비중은 52.7%를 차지하고 있으며, 같은 연도에 근로자 5~49인 소규모 건설사업장에서 건설업 전체 사망재해자(621명)의 38%(239명)가 발생했다고 당시 재해 현황을 조사하였다.

또, 백신원 외3인은 20억원 미만의 소규모 건설현장의 2011년 재해자수와 사망자수는 각각 건설업 전체의 74.2%와 52.7%를 차지하고 있고, 공사금액 3억원 미만의 영세규모 건설현장의 재해자수와 사망자수도 각각 건설업 전체의 43.3%와 31.6%를 차지하고 있다고 당시 현황을 조사하였다.

건설업 중소형 건설현장 재해 현황을 분석한 선행연구들이 수행된 시점은 10년이 지났으며 이후 건설사업장 전체에 관한 산업재해 연구는 계속 이루어져 왔지만,

<표2.1>와 같이 중소형 건설현장에 대해 별도로 진행된 연구는 제도적 요소, 기술·경영적 요소, 근로자 특성·현장 특성에 관한 연구가 주를 이루며, 중소형 건설현장에서 발생한 산업재해의 발생 당시 상황의 구체적인 분석에 관한 연구 및 위험요소 정량화에 관한 연구는 현저히 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 중소형 건설 현장에 관한 별도 연구의 활성화를 위해 t-test 및 다중회귀 분석을 통한 중소형 건설현장의 안전사고 위험 정량화를 위한 위험인자 도출을 하고자 한다.

표 2.1 중소형 건설사업장 산업재해 연구 동향

저자	리스크 요인		
	제도적 요소	기술·경영적 요소	근로자·현장 특성
이기태(2005)	●	●	●
백신원 외 3인(2012)	●	●	●
홍성호 외 1인(2013)	●	●	●
배규식 외 3인(2013)	●		●
김대영 외 3인(2017)	●	●	
원정훈 외 4인(2019)	●	●	

2.1.3 건설업 산업재해 현황 분석

과거 2009년부터 2013년까지의 과거 공사 금액별 재해 발생현황을 나타낸 < 표 2.2 >와 현재 2020, 2021년 공사 금액별 재해 발생현황을 나타낸 < 표2.3 >를 비교해 보았을 때 120억원 미만의 중소형 건설 사업장의 산업재해자 수는 여전히 80~90%대로 건설업 산업재해의 대부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. < 그림 2.1 >과 < 그림2.2 >은 직관적인 비교를 위해 그림으로 나타낸 것이다.

건설업 전체 산업재해의 감소를 위해서는 중소형 건설 사업장에서의 산업재해를 감소가 필수적이다.

표 2.2 과거 공사 금액별 재해 발생현황

구분	2009	2010	2011	2012	2013
3억원 미만	8,653	9,564	9,853	9,672	9,751
3 ~ 20억원	5,762	6,332	7,035	7,495	7,242
20 ~ 120억원	3,444	3,385	3,768	3,881	3,960
120억원 이상	2,210	1,793	1,693	1,806	2,164

표 2.3 현재 공사 금액별 재해 발생현황

구분	2020년	2021년
총계	24,617	26,888
3억원 미만	9,707	10,212
3 ~ 20억원	5,556	6,049
20 ~ 50억원	2,465	2,714
50억 ~ 120억원	1,913	2,065
120억 ~ 300억원	1,189	1,349
300억 ~ 500억원	589	710
500억 ~ 1,000억원	860	1,066
1,000억원 이상	2,093	2,440
분류불능	245	283

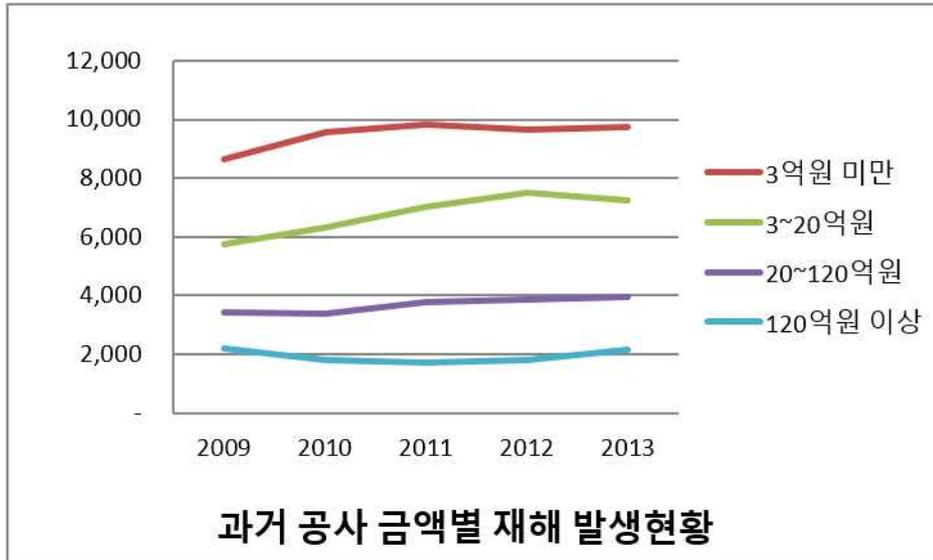


그림 2.1 과거 공사 금액별 재해 발생현황

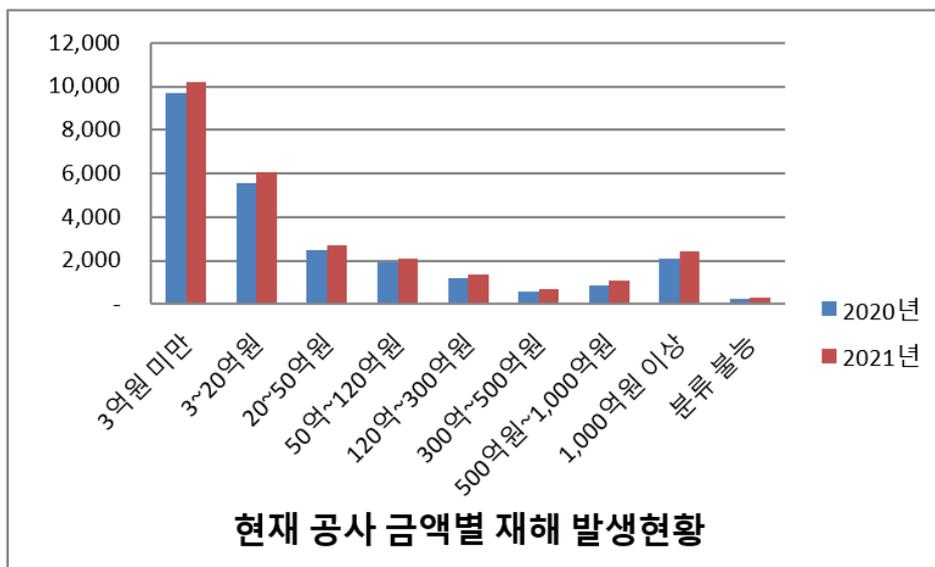


그림 2.2 현재 공사 금액별 재해 발생현황

2.2 건설업 산업재해 종류

2.2.1 건설업 산업재해 종류 분석

건설업 산업재해 사례 < 그림 2.3 >은 건설업에서 가장 재해가 많은 떨어짐, 넘어짐, 물체에 맞음, 절단·베임·찢림, 끼임, 부딪힘을 순서대로 나타낸 그림이다.



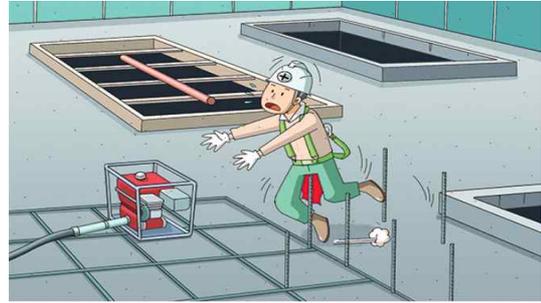
(a) 떨어짐



(b) 넘어짐



(c) 부딪힘



(d) 절단·베임·찢림



(e) 끼임



(f) 부딪힘

그림 2.3 건설업 산업재해 사례

표 2.4 유형별 산업재해 발생 현황

구분	2020년	2021년
총계	24,617	26,888
떨어짐	8,009	8,225
넘어짐	4,239	4,685
깔림·뒤집힘	743	811
부딪힘	2,078	2,304
물체에 맞음	2,909	3,533
무너짐	350	323
끼임	2,120	2,336
절단·베임·찢림	2,784	3,098
화재·폭발·과열	150	103
교통사고	127	131
무리한 동작	697	890
기타	411	449

< 표2.4 >을 보면 알 수 있듯이 2020년 건설업 전체 산업재해 중 떨어짐이 약 32.5% 2021년은 30.5%로 많은 사고 사례 중에서도 떨어짐이 약 1/3 정도로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 낙상사고는 생명과도 직결될 수 있는 큰 사고임에도 가장 많이 발생하고 있다.

건설업 산업재해 발생률을 감소시키기 위해서는 추락재해에 대한 개선이 가장 시급하다.

2.3 건설업 추락재해 분석

2.3.1 건설업 추락재해 분석

2014년부터 2018년까지의 추락재해 재해자수 및 추락 사망자수를 나타낸 표< 2.5 >와 도식화한 < 그림2.4 >과 < 그림2.5 >을 보면 건설업 추락재해는 33.1% ~ 33.6% 정도로 전체 재해의 1/3을 차지하며, 전체 사망자중 적게는 54.5% 많게는 59.8로 50%이상을 차지할 만큼 심각한 수준의 재해이다. 추락사고 예방 및 개선방안에 대한 수 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 생명과 직결되는 위험한 추락사고는 건설업에서 여전히 가장 많이 발생하고 있는 재해이다.

표 2.5 추락재해 발생 현황

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	합계
전체 재해자수(A)	23,669	25,132	26,570	25,649	27,686	128,706
추락 재해자수(B)	7,908	8,259	8,699	8,608	9,191	42,665
비중(B/A)	33.4	32.9	32.7	33.6	33.2	33.1
전체 사망자수(C)	434	437	499	506	485	2,361
추락 사망자수(D)	256	257	281	276	290	1,360
비중(D/C)	59.0	58.5	56.3	54.5	59.8	57.6

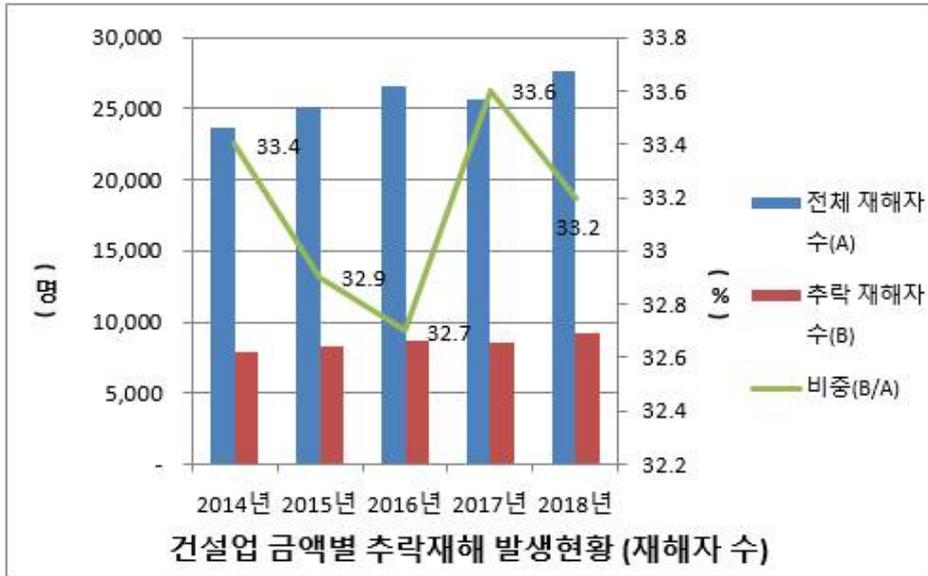


그림 2.4 건설업 추락재해 발생 현황 (재해자 수)



그림 2.5 건설업 추락재해 발생 현황 (사망자 수)

또한, 2020년과 2021년 금액별 추락재해 발생현황을 나타낸 < 표2.6 >와 도식화한 < 그림2.6 >을 보면 120억미만의 중소규모 건설사업장에서 2020년은 약 84.3% 2021년은 약 83.1%로 추락재해 역시 전체 산업재해와 동일하게 대규모 건설사업장보다 중소규모 건설사업장에서 추락재해가 더 많이 발생한다는 것을 알 수 있다.

따라서, 건설업 산업재해를 줄이기 위해서는 사업 규모로는 중소형 건설사업장에서 여러 재해 중에서는 특히, 추락재해에 대한 안전사고 위험 정량화 연구가 반드시 필요한 실정이다.

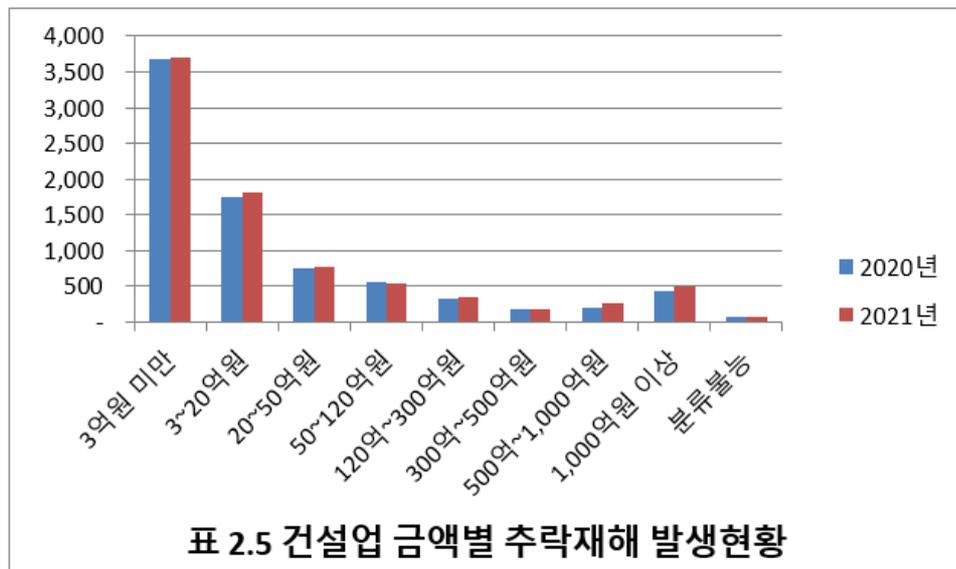


그림 2.6 건설업 금액별 추락재해 발생현황

표 2.6 건설업 금액별 추락재해 발생현황

구분	2020년	2021년
총계	8,009	8,225
3억원 미만	3,690	3,694
3 ~ 20억원	1,740	1,821
20 ~ 50억원	754	778
50억 ~ 120억원	569	544
120억 ~ 300억원	340	360
300억 ~ 500억원	182	172
500억 ~ 1,000억원	204	269
1,000억원 이상	446	505
분류불능	84	82

2.4 선행연구 고찰

2.4.1 중소형 건설사업장 안전사고 예방 및 개선방안 선행연구

원정훈 외 4인은 소규모 건설현장의 재해예방을 위한 기술지도 제도의 실효성을 확보하기 위해 기술지도 계약을 재해예방 전문지도기관과 발주자 사이의 계약으로 변경하여야 한다고 주장했다. 또, 홍성호·김태준은 소규모 건설현장은 관리·감독할 수 있는 정부의 행정력이 부족하기 때문에 민간의 인력과 전문성을 적극 활용할 필요가 있다고 했다.

중규모 건설현장의 재해예방 문제점으로는 중소규모 건설현장에 대해 정확한 실태 파악이 되어있지 않고 법적, 제도적으로 관리가 곤란하여 안전관리에 많은 문제점을 내포하고 있다고 하였다. 또한 신성수 외 3인은 소규모 건설현장의 재해 감소 없이는 전체 건설재해를 감소시킬 수 없으며 그 동안 주로 대형 현장 위주의 기술지원, 사업등으로 대형현장의 재해감소에 크게 기여했으며, 소규모 건설현장에 대한 산업안전보건법, 건설산업기본법, 건축법 등에 관한 법률 및 제도 개선이 필요하다고 했다. 즉, 본 연구를 통해 진행되는 중소형 건설사업장의 안전사고 위험 정량화를 위한 위험인자의 도출은 필수적이라고 할 수 있다.

2.4.2 추락재해 예방 및 개선방안 선행연구

건설업 사업장 규모에 따른 산업재해를 분석해 보았을때는 중소형 건설 사업장이 대부분을 차지 하고 재해 종류를 분석해보면 약1/3을 차지하는 추락재해가 가장 큰 비중을 차지한다. 추락재해에 대한 끊임없는 노력과 연구에도 불구하고 추락재해에 대한 유의미한 변화는 없다.

이지엽외 3인은 < 그림2.7 >, < 그림2.8 >과 같이 미국의 추락재해를 감소 성공사례를 통해 추락 높이에 대한 기준 정의, 능동형 추락방지 시스템 적용 등 추락사고 개선방안을 제시했다. 또한 정세균 외 4인은 추락재해예방은 일시적인 캠페인이나 기술지원 만으로는 한계가 있기 때문에 관련 법, 제도를 보완하고, 안전교육 시스템을 구축하여 안전의식을 제고하여야 한다고 했다.

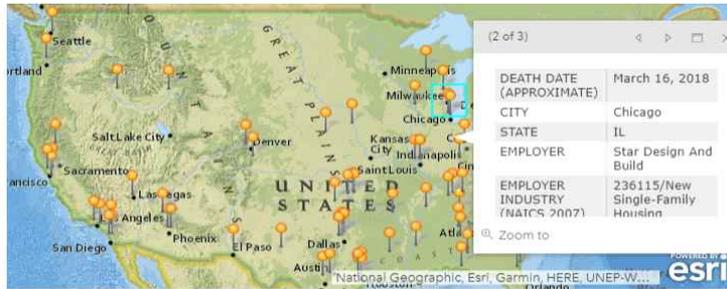


그림 2.7 사망사고지도

Diverse Workforce/Limited English Proficiency Coordinators

OSHA's Diverse Workforce/Limited English Proficiency (LEP) Coordinators assist a variety of groups, including small businesses, trade associations, union locals, and community and faith-based groups with outreach, education and training to Spanish-speaking and other diverse workers. The coordinators are available for seminars, workshops, and speaking events for diverse workers. They promote OSHA's cooperative programs and Spanish/other-than-English training materials and compliance assistance resources available on the OSHA Web site. There is one Diverse Workforce/LEP Coordinator in each of the ten OSHA Regions. OSHA's Compliance Assistance Specialists can also provide general information about OSHA standards and compliance assistance resources.

Region	City	Regional/Area Office Contact	Phone Number
I	Augusta, ME	Maryann Medeiros	(207) 682-9160
II	Tarrytown, NY	Diana Cortez	(914) 524-7510
III	Philadelphia, PA	Isabel DeOliveira	(215) 861-4931
IV	Atlanta, GA	Tom Bosley	(678) 237-0443
V	Chicago, IL	Darnell Crenshaw	(312) 886-6951
VI	Oklahoma City, OK	Jose Delucca	(405) 608-4160
VII	Kansas City, MO	Elizabeth Morales	(816) 283-0545
VIII	Englewood, CO	John Olacchia	(303) 843-4500
IX	Oakland, CA	Vacant	(510) 637-3800
X	Seattle, WA	Vacant	(206) 757-6679

그림 2.8 추락재해 코드

위 연구 외에도 추락재해에 대한 수 많은 연구가 있었지만 대부분의 연구는 직접적 요인인 시설물이나, 장비 그리고 제도개선 및 교육훈련 등을 제시하며 추락재해에 대한 큰 변화를 이끌어내지 못했다. 앞서 진행된 훌륭한 연구들을 접목시키고 개선하기 위해서는 추락재해의 80%이상 대부분을 차지하는 중소형 건설사업장에 대한 안전사고 위험 정량화 연구가 선행되어야 한다고 생각한다.

따라서, 본 연구의 다음 순서로는 중소형 건설사업장 추락재해에 대한 위험인자 도출을 위한 데이터 수집을 진행하고자 한다.

III. 데이터 수집

3.1 데이터 수집 개요

본 연구는 건설사고 중 가장 빈도와 심도가 큰 추락사고를 주요 재해요인으로 한국산업안전보건공단의 2010년부터 2019년까지 10년간 사고 부상자 중 사망사건을 제외한 떨어짐 산업재해 데이터를 수집한다.

산업안전보건법 제2조 제1호에 따르면 산업재해란, 노무를 제공하는 자가 업무와 관련되는 “건설물, 설비 등에 의하거나 작업 또는 업무로 인하여 발생하는 사망·부상·질병”을 의미하는데 중대산업 재해범위는 1. 사망자 1명 이상 발생, 2. 동일한 사고로 6개월 이상 치료를 요하는 부상자가 2명 이상 발생, 3. 동일한 사유로 인해 직업 특성 상 1년 이내 3명 이상의 질환자가 발생한 경우로 해당되어 중대재해 관련 처벌법에 의거하여 처벌을 받게 된다. 추락재해가 발생하는 경우 중대재해로 이어질 확률이 매우 높아 본 연구에서는 추락재해를 주요재해 요인으로 분석한다.

수집된 데이터는 통계분석(T-test)를 통해 해당 연구의 당위성을 증명하고, 안전사고 위험의 정량적 분석을 위해 사고 부상자의 진료일수를 Y로 한다.

Y는 종속변수로 두고 각각의 사고 당시 현장의 상황들을 독립변수로 지정하여 통계분석(Multiple-Regression)을 진행한다.

3.2 데이터 수집방법

데이터 구성은 2010년부터 2019년까지의 10년간 추락사고에 대한 부상자 치료 일수인 종속변수와 사고 당시 현장의 상황들인 독립변수로 이루어져있다.

독립변수는 사고 당시 건설현장의 공정률 공사규모, 재해일자 및 시간, 사고 개요등 사고 발생과 사고 발생에 따른 결과를 상세히 했다. < 그림3.1 >과 < 그림3.2 >는 데이터 구성 중 일부인 산업안전보건공단의 산업재해현황분석 내용 중 일부이다. 본 자료를 바탕으로 데이터를 수집하여 독립변수를 구성하였다.

(2) 요일별

(단위: 명)

구 분		총 계	광 업	제조업	건설업	전기·가스·수도업	운수·참고·통신업	기타
총 계	재해자수	27,913 (100.00%)	105 (0.38%)	4,258 (15.25%)	842 (3.02%)	9 (0.03%)	715 (2.56%)	21,984 (78.76%)
	사망자수	96 (100.00%)	9 (9.38%)	22 (22.92%)	8 (8.33%)	0 (0.00%)	3 (3.13%)	54 (56.25%)
일	재해자수	1,708	0	91	67	0	58	1,492
	사망자수	5	0	0	1	0	0	4
월	재해자수	4,733	11	782	144	2	119	3,675
	사망자수	16	2	5	2	0	0	7
화	재해자수	4,725	40	797	132	1	116	3,639
	사망자수	15	1	3	1	0	0	10
수	재해자수	4,602	19	767	122	1	105	3,588
	사망자수	20	3	6	0	0	1	10
목	재해자수	4,758	21	776	145	3	112	3,701
	사망자수	15	2	3	1	0	0	9
금	재해자수	4,736	12	739	123	2	114	3,746
	사망자수	15	1	3	1	0	1	9
토	재해자수	2,651	2	306	109	0	91	2,143
	사망자수	10	0	2	2	0	1	5

그림 3.1 요일별 산업재해 발생 현황

(3) 시간별

(단위: 명)

구 분		총 계	광 업	제조업	건설업	전기·가스·수도업	운수·창고·통신업	기타
총 계	재해자수	27,913 (100.00%)	105 (0.38%)	4,258 (15.25%)	842 (3.02%)	9 (0.03%)	715 (2.56%)	21,984 (78.76%)
	사망자수	96 (100.00%)	9 (9.38%)	22 (22.92%)	8 (8.33%)	0 (0.00%)	3 (3.13%)	54 (56.25%)
0~2시 전	재해자수	1,830	47	427	42	1	49	1,264
	사망자수	20	9	5	1	0	0	5
2~4시 전	재해자수	163	0	34	2	0	34	93
	사망자수	3	0	0	0	0	1	2
4~6시 전	재해자수	291	0	46	3	0	21	221
	사망자수	0	0	0	0	0	0	0
6~8시 전	재해자수	1,076	0	151	34	1	36	854
	사망자수	8	0	2	1	0	0	5
8~10시 전	재해자수	4,257	45	688	172	1	70	3,281
	사망자수	15	0	5	1	0	1	8
10~12시 전	재해자수	5,878	4	826	205	2	104	4,737
	사망자수	10	0	1	3	0	1	5

그림 3.2 시간별 산업재해 발생 현황

본 데이터들을 바탕으로 통계프로그램인 SPSS를 활용하여 중소기업 건설사업장과 대규모 건설사업장의 통계분석(T-test)를 통해 중소기업의 건설사업장과 대규모 건설사업장의 안전사고 위험의 차이를 통계적으로 증명한다. 그리고 통계분석(Multiple Regression)을 통해 중소형 건설사업장과 대규모 건설사업장의 안전사고와 유의미한 인자에 대해 증명해보고 고찰하는 것을 목적으로 한다.

3.3 데이터 구성

3.3.1 종속변수

사망자를 제외한 추락재해 부상자의 2010년부터 2019년까지의 진료일수를 중 소형 건설사업장과 대형 건설사업장으로 구분하여 각각 산업안전보건공단으로부터 수집하여 Y로 기록하였다. 진료일수는 부상 정도를 나타내는 기준의 척도로써 중 소형 건설사업장과 대형 건설사업장 사이의 재해정도를 나타내기에 적합하다고 판단하여 종속변수로 채택하였다.

종속변수Y인 추락사고에 대한 치료일수는 단위는 Days로 의료비 청구서에 투약일수를 포함하여 기재된 총 진료 일수를 나타낸다.

3.3.2 독립변수

본 연구의 목적인 중 소형 건설사업장의 안전사고 위험 정량화를 위한 위험인자 도출하기 위해서 독립변수는 < 그림3.3 >과 같이 1) 작업 진척률 1개, 2) 근로자 정보 4개, 3) 사고 시점 2개로 총 7개의 항목을 독립 변수로 설정하였다.

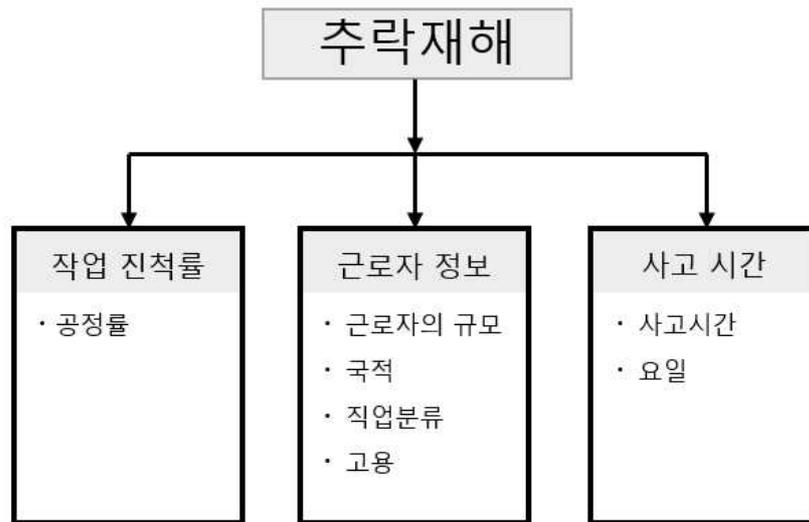


그림 3.3 독립변수

1-1) 작업 진척률인 공정률의 단위는 %로 사고가 발생한 당시의 공정률을 나타낸다.

2-1) 근로자 정보의 근로자의 규모의 단위는 Num이며, 해당 현장에 고용된 총

근로자 수를 나타낸다.

2-2) 국적의 단위는 Native이며 내국인인지 외국인인지 2가지로 분류하여 사고자의 국적을 나타낸다.

2-3) 작업분류의 단위는 Div이며 한국표준 직업분류에 따른 구분을 나타낸다. 총 5가지의 장치·기계 조작 및 조립 종사자, 전문가 및 관련 종사자, 기능원 및 관련 기능 종사자, 관리자, 단순노무 종사자로 구분된다.

2-4) 고용형태의 단위는 Worker이며 정규직인지 비정규직인지에 대한 고용형태를 나타낸다.

3-1) 사고 시점에서의 사고시간의 단위는 Day이며 월요일부터 일요일까지 중 사고 당시의 요일을 나타낸다.

3-2) 사고시간의 단위는 Time이며 사고 당시의 시간을 새벽, 아침, 오후, 저녁과 밤으로 구분하여 나타낸다.

< 그림3.4 >와 < 그림3.5 >처럼 종속변수와 독립 변수에 대한 정보는 각각 한국산업안전보건공단과 통계청에서 정보를 얻을 수 있었다.



그림 3.4 산업안전보건공단 산업재해 통계



그림 3.5 통계청 한국표준 직업 분류

수집된 데이터는 SPSS를 활용하여 통계분석을 각각 실행하기 위하여 < 그림 3.6 >과 < 그림3.7 >과 같이 SPSS 프로그램에 대입하였다.

No	cost_construction	Medical_Days	Progress_rate	Number_Employee	Nationality	Occupations	Day_week	Accident_Time	Employment
1	0	155	40.00	1	0	4	4	4	1
2	0	21	40.00	1	0	3	4	3	1
3	0	245	40.00	1	0	5	2	4	1
4	0	140	30.00	1	0	5	6	3	1
5	0	97	50.00	1	1	5	4	4	1
6	0	117	1.00	1	0	5	5	4	1
7	0	116	30.00	1	0	5	6	4	1
8	0	167	80.00	1	0	5	3	3	1
9	0	141	80.00	1	0	5	4	3	1
10	0	127	50.00	1	0	3	5	4	1
11	0	14	70.00	16	0	3	7	3	1
12	0	168	5.00	1	0	3	3	4	1
13	0	47	70.00	1	0	5	5	4	1
14	0	168	60.00	1	1	5	2	3	1
15	0	105	70.00	1	0	5	2	4	1
16	0	143	30.00	60	0	5	4	4	0
17	0	84	90.00	1	0	3	5	4	1
18	0	90	60.00	1	0	3	4	4	1
19	0	28	80.00	1	0	5	4	1	1
20	0	69	90.00	1	0	3	6	3	1
21	0	86	60.00	1	0	3	5	4	1
22	0	83	40.00	1	0	5	2	4	1
23	0	90	40.00	16	0	5	7	3	1
24	0	99	60.00	5	0	5	6	4	1
25	0	162	80.00	10	0	5	1	4	1
26	0	84	60.00	1	0	5	4	3	1
27	0	127	60.00	50	0	5	3	4	0
28	0	57	70.00	16	0	5	2	3	1
29	0	88	90.00	16	0	5	7	4	1
30	0	29	50.00	5	0	5	6	4	1
31	0	176	70.00	5	0	3	5	3	1
32	0	119	80.00	30	0	3	4	4	1
33	0	110	80.00	1	0	5	1	4	1
34	0	109	50.00	50	0	3	5	4	1
35	0	106	10.00	1	0	5	6	3	1
36	0	83	30.00	1	0	3	1	4	1
37	0	85	1.00	1	0	3	2	3	1
38	0	45	60.00	1	0	5	2	4	1
39	0	120	40.00	16	0	3	1	3	1
40	0	81	30.00	30	0	5	3	3	1
41	0	113	60.00	5	1	5	2	4	1
42	0	27	80.00	1	0	3	2	3	1
43	0	85	90.00	16	0	4	7	3	1
44	0	107	80.00	1	0	5	1	4	1
45	0	112	1.00	1	0	3	4	3	1
46	0	168	70.00	30	0	3	4	3	1
47	0	158	30.00	1	0	5	7	4	1
48	0	145	1.00	10	0	5	1	3	1
49	0	91	20.00	1	0	3	5	3	1
50	0	37	20.00	1	0	5	2	3	1
51	0	114	10.00	1	0	5	3	4	1

그림 3.6 중소형 건설사업장 데이터

No	cost_construction	Medical_Days	Progress_rate	Number_Employees	Nationality	Occupations	Day_week	Accident_Time	Employment
1	30	85	80.00	50	0	3	7	3	1
2	58	98	20.00	100	0	3	3	4	1
3	99	91	50.00	500	0	5	6	4	1
4	199	121	80.00	50	1	5	6	4	1
5	267	140	50.00	50	0	3	7	4	0
6	282	84	80.00	16	0	5	1	4	1
7	289	71	80.00	50	1	3	2	3	1
8	292	123	50.00	50	0	3	3	3	1
9	314	85	80.00	50	0	5	5	3	1
10	336	138	20.00	200	0	3	1	4	1
11	405	84	40.00	300	0	5	3	4	1
12	412	82	70.00	200	0	5	2	3	1
13	584	36	90.00	50	0	5	4	3	1
14	507	98	40.00	50	0	5	5	3	1
15	510	98	30.00	100	0	4	7	4	1
16	516	133	30.00	50	0	5	6	3	1
17	519	143	80.00	50	0	3	1	4	1
18	536	85	40.00	100	0	3	5	4	1
19	587	150	80.00	50	0	3	5	3	1
20	588	168	80.00	100	0	3	2	4	1
21	638	166	30.00	1000	0	3	4	4	1
22	717	127	70.00	100	0	5	6	4	1
23	726	47	50.00	100	1	3	5	4	1
24	761	97	30.00	100	0	5	7	3	1
25	795	110	90.00	50	0	3	5	3	1
26	812	90	40.00	50	0	5	7	4	1
27	854	99	90.00	50	0	5	4	4	1
28	913	70	30.00	50	0	3	1	3	1
29	951	127	80.00	300	0	5	2	3	1
30	1022	70	70.00	100	0	5	4	3	1
31	1029	55	70.00	500	0	3	5	4	1
32	1073	115	70.00	50	0	3	6	3	1
33	1082	168	80.00	30	0	3	7	3	1
34	1124	138	60.00	300	0	5	3	3	1
35	1190	142	80.00	50	0	5	4	4	0
36	1231	91	70.00	50	0	3	6	4	1
37	1235	90	90.00	500	0	5	7	3	1
38	1253	71	90.00	200	0	5	1	4	1
39	1293	70	80.00	30	0	3	7	4	1
40	1346	89	50.00	200	1	5	5	3	1
41	1410	47	80.00	50	0	5	6	3	1
42	1413	137	90.00	50	0	5	6	3	1
43	1461	147	80.00	5	1	5	5	4	1
44	1594	132	40.00	50	0	3	3	3	1
45	1522	115	80.00	200	0	5	5	4	1
46	1644	36	80.00	100	0	5	2	4	1
47	1698	86	90.00	200	0	5	1	3	1
48	1729	112	20.00	100	0	5	2	4	1
49	1799	149	90.00	300	0	5	1	4	1
50	1841	113	90.00	300	0	3	1	4	1
51	1974	106	90.00	200	1	3	1	3	1

그림 3.7 대형 건설사업장 데이터

< 표 3.1 >은 데이터 구성을 나타낸 것으로 종속변수인 진료일수의 단위는 Days로 의료비 청구서에 투약일수를 포함하여 기재된 총진료 일수를 나타낸다. 독립변수는 선행연구를 토대로 유의미한 요인으로 판단된 요인을 도출하여 사고 원인으로 1) 공정률, 2) 근로의 규모, 3) 국적, 4) 직업분류, 5) 사고 요일, 6) 사고시간, 7) 고용형태로 총 7가지로 분류하여 표와 같이 구성하였다. 우선 1) 공정률의 단위는 %로 사고가 발생했을 당시의 공정 진행률을 나타낸다. 2) 근로자의 규모는 당시 현장의 고용된 총근로자 수를 나타내며, 3) 국적의 단위는 Native로 해당 사고자의 국적을 나타낸다. 4) 직업분류의 단위는 Div로 한국표준 직업분류에 따른 구분을 나타낸다. 5) 사고 요일의 단위는 Day로 사고 당시 발생 요일을 나타내며, 6) 사고시간의 단위는 Time이며 사고 당시의 발생 시간을 나타낸다. 마지막으로 7) 고용형태의 단위는 Worker이고 정규직인지 비정규직인지의 고용 형태를 나타낸다.

표 3.1 요인별 데이터 수집 항목 및 설명

Variables	Indicator		Explanation	Unit
Dependent	Fall Accident	Days of treatment	The number of days, including the total number of medication days, listed in the medical billing statement	Days
Independent	Work Progress rate	Progress rate	Construction site process rate in case of accident	%
	Worker Information	Number of employee	Total number of employees employed at the construction site	Number
		Nationality	The nationality of the victim	0: Native (Korean) 1: Non-native
		Classification of Occupations	Application of Korean Standard Statistical Classification	1: Equipment, machine operationg and assembling worker 2: Professionals and related workers 3: Craft and related trades workers 4: Manager 5: Elementary workers
		Employment	Employment types	0: Regular workers 1: Irregular workers
	Time of Accident	Accident time	Time of accident occurrence	1: Dawn(0~6) 2: Evening and night(18~24) 3: Afternoon(13~18) 4: Morning(6~12)
		Day of week	Day of the week of accident	1: Monday 2: Tuesday 3: Sunday 4: Wednesday 5: Friday 6: Saturday 7: Thursday

IV. 데이터 분석

4.1 개요

본 연구에서는 SPSS를 활용하여 중소형 건설사업장 안전사고 위험 인자 도출을 위해 < 그림4.1 >과 같은 흐름도로 데이터 분석을 실시한다.

첫째, 산업안전보건공단을 통해 2010년부터 2019년까지의 건설업 산업재해 중 추락재해에 대한 데이터를 부상자의 진료일수, 사고 당시 건설현장의 공정률, 재해일자 및 시간, 근로자의 직위 및 국적 등을 사업장 규모별로 수집하여 정리한다.

둘째, 수집한 데이터중 진료일수를 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장으로 각각 통계분석(T-test)를 진행하여 사고발생시 진료일수를 비교하여 연구가 통계적으로 유의미한지 증명한다.

셋째, 수집된 데이터를 이용하여 중소형 건설사업장에 대한 통계분석(Multiple Regression)을 진행하여 유의미한 위험인자를 도출 및 회귀모델식을 개발한다.

넷째, 개발된 회귀 모델의 검증 및 실제 측정치와 비교한다.

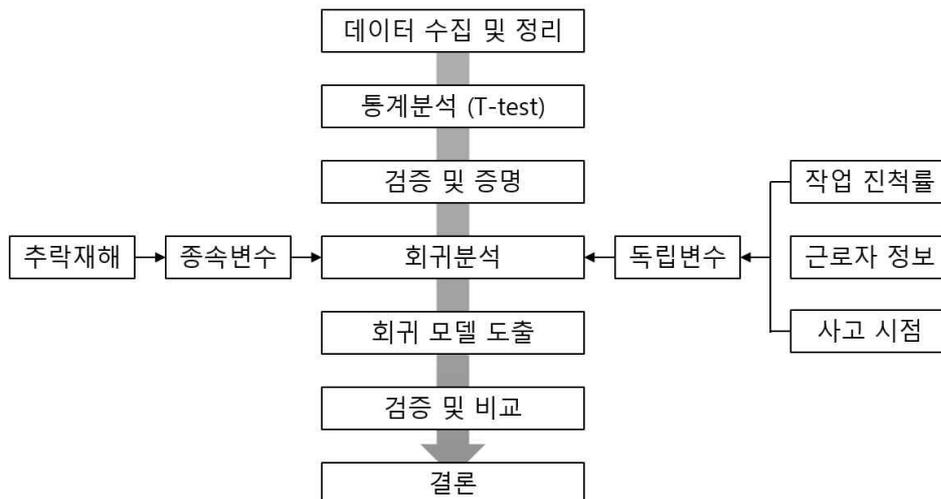


그림 4.1 연구 흐름도

4.2 통계분석(T-test)

4.2.1 정규성 검정

본 연구에본 연구의 다중회귀분석을 실시하기 전 종속변수가 정규분포를 따르는지에 대한 정규성 검정과 평균 비교를 통한 통계분석(T-test)을 진행하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

1) 대립가설: 건설 사업장 규모에 따라 추락사고로 인한 진료일수는 차이가 있을 것이다.

2) 귀무가설: 건설 사업장 규모에 따라 추락사고로 인한 진료 일수는 차이가 없을 것이다.

가설을 설정한 뒤 그림 < 그림4.2 >와 같이 SPSS 프로그램을 이용하여 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장 일표본 T검정을 통해 건설 사업장 규모에 따른 진료 일수가 통계적으로 유의미한지 비교검정을 실시했다.

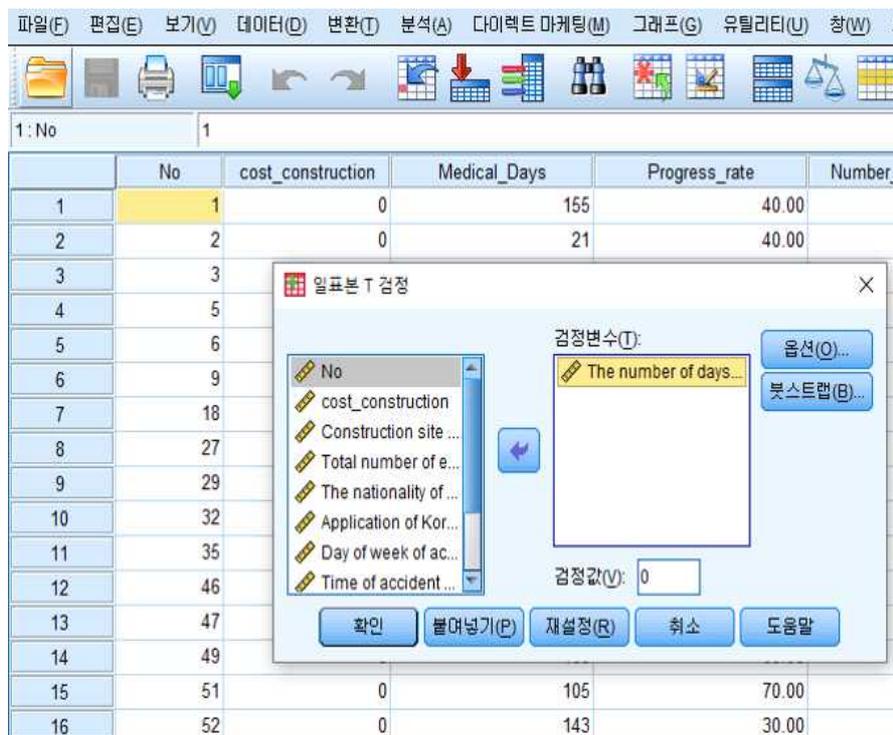


그림 4.2 SPSS 일표본 T검정

결과를 도출하기 전 < 표4.1 >과 같이 Kolmogorov-Smirnov와 Shapiro-Wilk를 통해 대형 건설사업장과 중소형 건설사업장 각각의 정규성 검정을 실시하였다.

표 4.1 종속변수의 정규성 검정 (대형 건설사업장)

구분	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	통계량	자유도	유의확률	통계량	자유도	유의확률
Medical_Days	.084	125	.032	.984	125	.132

대형 건설사업장의 정규성 검정 결과 신뢰구간을 95%로 가정하였을 때, Shapiro-Wilk의 유의확률 > 0.05 이므로 정규분포를 만족한다. 아래 < 그림4.3 >처럼 표준화 잔차의 히스토그램 및 < 그림4.4 >의 Q-Q도표는 이를 뒷받침하고 있다. 따라서 본 회귀모형의 대형 건설사업장의 종속변수는 정규성을 따른다.

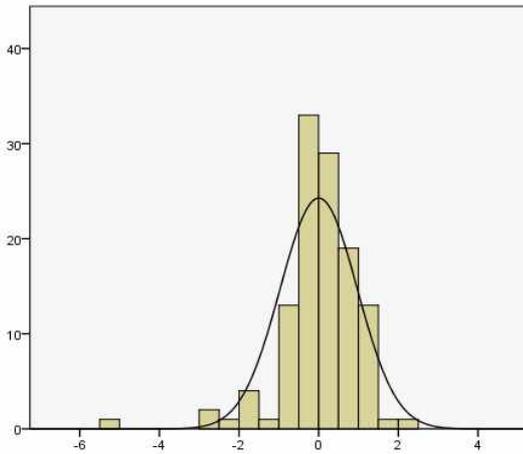


그림 4.3 히스토그램

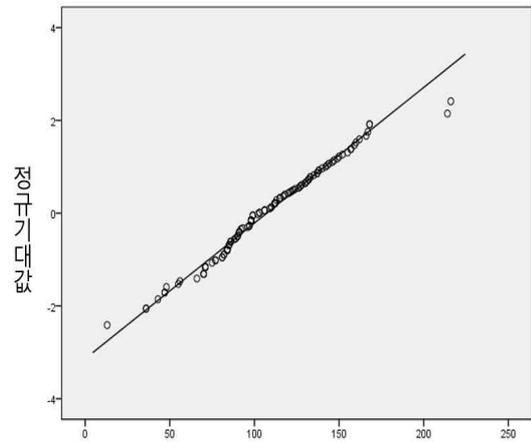


그림 4.4 Q-Q도표

대형 건설사업장의 정규성 검정과 같은 방법으로 진행된 중소형 건설사업장의 정규성 검정은 < 표4.2 >와 같이 나타났다.

표 4.2 종속변수의 정규성 검정 (중소형 건설사업장)

구분	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	통계량	자유도	유의확률	통계량	자유도	유의확률
Medical_Days	.073	1483	.044	0.969	1483	1.14

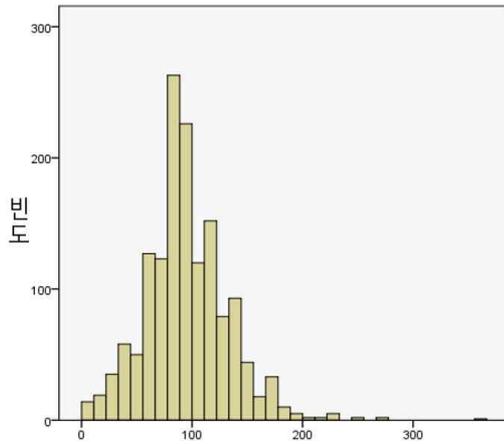


그림 4.5 히스토그램

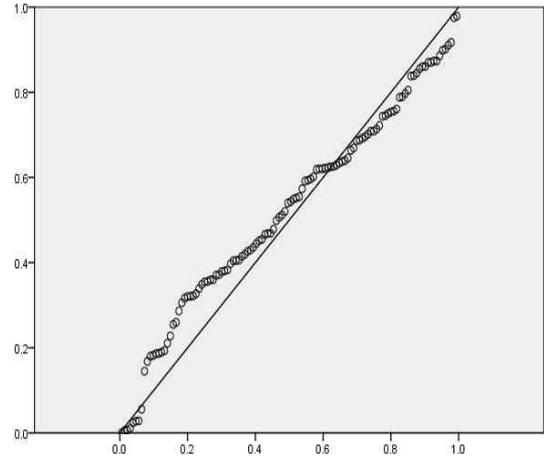


그림 4.6 Q-Q도표

대형 건설사업장과 마찬가지로 중소형 건설사업장 역시 Shapiro-Wilk의 유의 확률 > 0.05 로 < 그림4.5 > 히스토그램과 < 그림4.6 > Q-Q도표를 보았을 때 정규분포를 만족한다.

따라서, 대형 건설사업장과 중소형 건설사업장은 모두 정규성을 따르며 분석된 일표본 T검정에 대한 신뢰성을 알 수 있다.

4.2.2 통계분석

정규성이 검정된 데이터 값을 이용해 T-test 통계분석을 실시하였다. 분석결과인 < 표4.3 >를 보면 알 수 있듯이 추락재해에 대한 빈도가 대형 건설사업장에 비해 중소형 건설사업장에서 발생한 횟수가 훨씬 많다는 것을 알 수 있으며, 진료일수 평균인 Mean을 보면 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장이 각각 99.69일과 90.77일로 평균 진료일수를 비교했을 때 중소형 건설사업장에서 일어난 추락사고일수록 대형 건설사업장에서 일어난 추락재해에 비해 진료일수가 약 10일 정도 더 길다는 것을 알 수 있다.

표 4.3 T-test 결과

Site	N	Mean	Standard Deviation	t	p.
Small & Medium	1483	99.69	37.75	-3.919	0.000
Large	125	90.77	29.47		

본 T-test 결과는 통계량 $t=-3.919$, $p=0.000$ 으로 ‘건설 사업장 규모에 따라 추락사고로 인한 진료 일수는 차이가 없을 것이다.’인 귀무가설을 기각하고 대립가설인 ‘건설 사업장 규모에 따라 추락사고로 인한 진료 일수는 차이가 있다.’를 채택한다.

따라서, 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장은 통계적으로 유의미하며 중소형 건설사업장의 진료일수가 대형 건설사업장의 진료일수보다 더 많은 것으로 나타났다.

본 통계분석(T-test)을 통해 진료일수가 더 많은 중소형 건설사업장을 대상으로 재해요인에 대한 심층적인 연구가 필요하다고 판단되어 다중회귀분석을 통한 중소형 건설사업장의 유의미한 재해요인을 도출하고자한다.

4.3 통계분석(Multiple Regression)

4.3.1 정규성 검정

T-test를 통해 건설 사업장 규모에 따른 진료일수가 통계적으로 유의미하다는 것을 증명하였다. 그리고 본 연구의 궁극적인 목적인 중소형 건설 사업장의 유의미한 위험인자 도출을 위해 종속변수에 대한 각각의 독립변수들 즉, 여러 위험인자 요소들을 대입하여 SPSS 프로그램을 이용하여 다중회귀 분석을 실시하였다. 다중회귀분석 결과를 도출해내기 전 정규성 검정을 먼저 실시하였다. < 그림4.7 >과 < 그림4.8 >은 중소형 건설사업장에 대한 히스토그램과 정규 P-P도표이다. 히스토그램과 정규 P-P도표를 통해 정규분포를 따른다는 것을 알 수 있다.

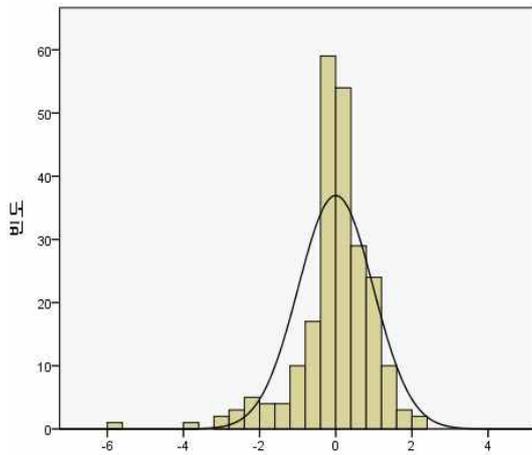


그림 4.7 히스토그램

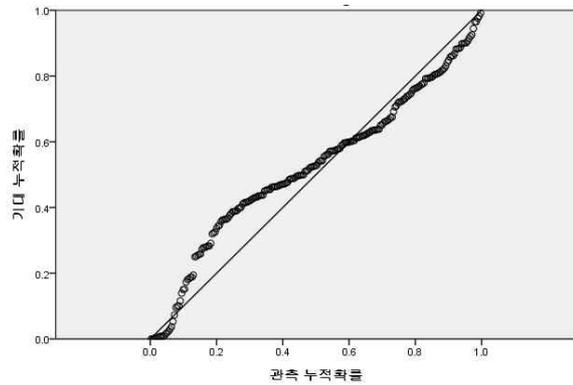


그림 4.8 P-P도표

또한, < 표.4.4 >인 중소형 건설사업장에 대한 분산분석을 통해 유의확률 .019로 유의수준 0.05미만므로 본 회귀식은 통계적으로 유의하다고 할 수 있다.

표 4.4 Multiple Regression 정규성 검정(중소형 건설사업장)

모형	제곱 합	자유도	평균제곱	F	유의확률
Medical_Days	23481.7	7	3354.53	2.191	.019

대형 건설사업장 역시 중소형 건설사업장과 같은 방법으로 다중회귀 분석을 실시하였으며, < 그림4.9 >과 < 그림4.10 >은 각각 대형 건설사업장에 대한 다중회귀 분석의 히스토그램과 P-P도표이다. 히스토그램과 P-P도표를 통해 정규분포를 따른다는 것을 알 수 있다.

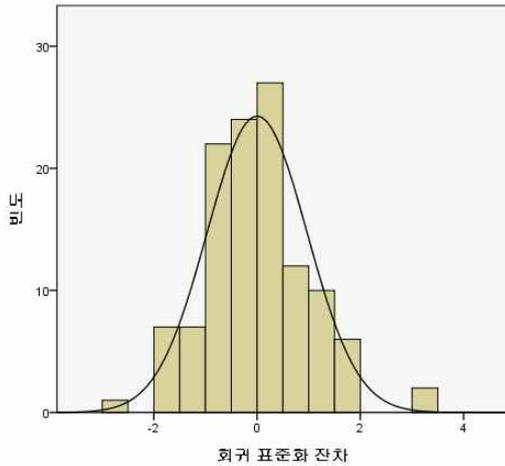


그림 4.9 히스토그램

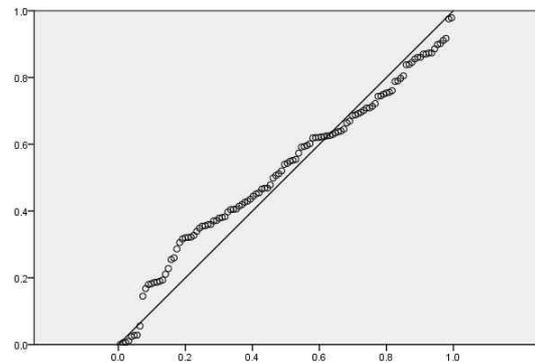


그림 4.10 P-P도표

또한, < 표4.5 >인 대형 건설사업장에 대한 분산분석을 통해 유의확률 .049로 유의수준 0.05미만으로 본 회귀식은 통계적으로 유의하다고 할 수 있다.

표 4.5 Multiple Regression 정규성 검정(대형 건설사업장)

모형	제곱 합	자유도	평균제곱	F	유의확률
Medical_Days	2227.7	6	371.28	1.748	.049

4.3.2 통계분석

중소형 건설사업장과 대형 건설사업장 각각 정규성 검정을 통해 회귀분석 결과값이 통계적으로 유의미 하다는 것을 증명했으며 먼저 대형 건설사업장에 대한 회귀모델 값은 < 표4.6 >와 같다.

표 4.6 선행연구 Multiple Regression 결과 (대형 건설사업장)

Variables	Coef.	Beta Coef.	p > z	VIF
Constant	4.938		.000	
Progress rate	.001	.069	.479	1.041
Number of employee	.000	.149	.134	1.069
Nationality	.061	.082	.393	1.008
Classification of Occupations	-.064	-.267	.006*	1.007
Day of week	.004	.033	.736	1.022
Accident time	.005	.011	.911	1.030
Employment	-.141	-.114	.245	1.049
F				1.748
Adj- R^2				0.644

회귀분석 결과 대형 건설사업장은 직업분류가 유의확률 < 0.05의 값으로 유의미한 인자로 추출되었고, Adj- R^2 값이 0.644로 약 65%의 신뢰성을 가진다.

대형 건설 사업장에서 직업 분류가 유의미한 위험 요인으로 도출된 것은 근속기간이 짧은 일반 근로자일수록 재해가 더 많이 발생하는데, 일반 근로자의 수가 많고 근속기간이 짧을수록 작업에 미숙해서 재해가 더 많이 발생한다고 보여진다.

< 표4.7 >는 대형 건설사업장에서 실시한 방법과 같이 중소형 건설사업장을 대상으로 위험 요인에 대한 분석을 실시한 값을 나타낸 것이다.

표 4.7 선행연구 Multiple Regression 결과 (중소형 건설사업장)

Variables	Coef.	Beta Coef.	p > z	VIF
Constant	4.349		.000	
Progress rate	.000	-.009	.739	1.026
Number of employee	.000	-.016	.571	1.031
Nationality	.023	.016	.577	1.026
Classification of Occupations	.020	.055	.050*	1.012
Day of week	.010	.056	.046*	1.003
Accident time	.037	.058	.040*	1.015
Employment	-.063	-.039	.166	1.004
F				2.191
Adj- R^2				0.697

통계분석 결과, 중소규모 건설현장의 영향요인의 경우, 사고 발생 당시 요일과 시간, 표준직업 분류가 3가지의 요인들이 유의확률 < 0.05의 값으로 유의미한 요인으로 도출되었다. 또한, Adj- R^2 값이 0.697로 약 70%의 높은 신뢰성을 가진다는 것을 확인할 수 있다. 도출된 회귀모델로 식(1)과 같이 수립되었으며 이를 통해 종속변수인 진료일수에 사고시간 사고 요일 직업분류 순으로 영향을 미친다는 것으로 분석되었다.

도출된 회귀모델로 다음과 같은 식을 구성할 수 있다.

$$Y_i = 4.349 + 0.02X_{i1} + 0.01X_{i2} + 0.037X_{i3} \quad (1)$$

여기서,

X_{i1} = 직업분류

X_{i2} = 사고 요일

X_{i3} = 사고 시간

분석결과 사고시간에 대한 영향이 가장 큰 것으로 나타났는데, 2021년 건설업 산업재해 총 29,943건 중에서 8~10시 전 6,267건, 10~12시 전 7,588건, 14~16시 전 6,723건으로 해당 시간대에 차지하는 재해 비율이 약 68.7%로 큰 비중을 차지하고 있다. 해당 시간은 점심시간 전후로 가장 작업이 많은 시간으로 작업이 많은 만큼 재해도 많이 발생하는 것으로 판단된다. 사고 요일 또한 같은 맥락으로 작업이 적게 이루어지는 토요일과 일요일은 평일에 비해 비교적 재해발생이 적은 것으로 나타났다. 직업 분류는 근속기간이 짧은 일반 근로자일수록 재해가 더 많이 발생하는데, 일반 근로자의 수가 많고 근속기간이 짧을수록 작업에 미숙해서 재해가 더 많이 발생한다고 판단된다.

최종적으로 개발된 회귀모형을 검증하기 위해 Figur.5과 같이 종속변수인 진료 일수에 대해 예측값과 실측값의 차이를 비교 및 검증을 수행하였다. 본 연구의 모델은 69.7%의 설명력을 가졌으며, 나머지 30.3%의 알려지지 않은 변수들이 존재하는 것으로 파악되므로 향후 이에 관한 후속연구가 필요하다.

4.4 회귀모델 검증

본 연구를 통해 69.7%의 설명력을 가진 회귀모델과 식을 개발할 수 있었다. 69.7%로 산정된 예측값은 < 그림4.11 >과 같이 차이가 있는 것으로 분석된다. 또한, 본 연구에서 < 표4.8 >과 같이 분석된 표본들에 대한 실측값과 예측값을 제시하였다. 오차가 있는 약 30%의 알려지지 않은 변수들에 대한 후속연구가 필요하다고 판단된다.

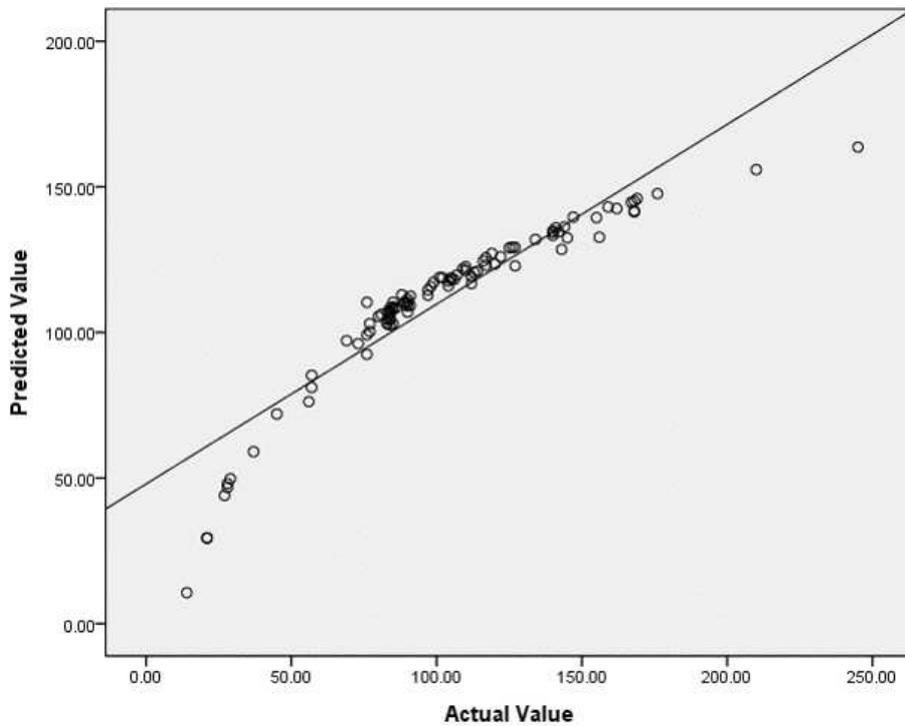


그림 4.11 actual value vs. predicted value

표 4.8 actual value vs. predicted value

(단위: %)

순번	실측값	예측값	순번	실측값	예측값	순번	실측값	예측값
1	155	139.4	35	106	117.4	69	140	134.7
2	21	10.8	36	83	88.7	70	84	82.4
3	245	163.7	37	85	101.2	71	126	130.7
4	140	134.3	38	45	30.3	72	102	105.5
5	97	112.8	39	120	131.1	73	90	92.2
6	117	123.1	40	81	82.1	74	77	74.8
7	116	124.4	41	113	114.0	75	84	90.6
8	167	144.7	42	27	22.4	76	76	77.1
9	141	140.5	43	85	100.8	77	142	142.1
10	127	101.1	44	107	105.5	78	125	125.2
11	14	6.3	45	112	120.4	79	104	120.8
12	168	129.9	46	168	157.6	80	117	120.9
13	28	30.5	47	98	101.4	81	89	100.9
14	168	171.8	48	145	150.6	82	76	81.9
15	105	122.4	49	91	110.8	83	210	162.3
16	143	118.6	50	37	29.8	84	84	88.6
17	84	77.9	51	114	120.2	85	101	109.4
18	90	91.6	52	122	123.7	86	80	88.5
19	28	22.3	53	83	90.4	87	104	110.7
20	91	122.2	54	83	95.5	88	85	92.2
21	86	94.4	55	77	75.8	89	140	128.5
22	83	90.7	56	110	114.3	90	69	80.1
23	90	88.4	57	25.6	40.3	91	90	101.5
24	99	81.2	58	56	72.4	92	89	92.2
25	162	180.3	59	76	83.2	93	156	150.7
26	84	100.1	60	144	144.9	94	84	99.8
27	127	122.4	61	169	161.1	95	147	145.8
28	57	60.4	62	134	136.6	96	57	72.8
29	88	99.9	63	159	150.7	97	85	100.6
30	29	44.8	64	84	90.2	98	103	111.6
31	176	144.7	65	105	111.4	99	75	80.8
32	119	120.9	66	97	100.6	100	133	120.7
33	110	121.1	67	112	117.9	X		
34	109	117.4	68	73	80.9			

4.5 활용방법

건설업 산업재해 감소에 대한 연구는 끊임없이 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 건설업 산업재해에 감소에 대한 실현은 여전히 속제로 남아있다. 산업재해 데이터를 분석해 보았을 때, 건설업은 120억원 미만의 중소형 건설사업장에서 70%이상 발생하는 것으로 나타났으며, 건설부문 산업재해 감소를 위해서는 이 부분을 개선하는 것이 시급하다.

중소형 건설 사업장에 대한 안전사고의 심각성을 인지하고 이에 대한 선행연구도 많이 진행되었다. 중소형 건설사업장에 대한 산업재해 개선 연구들은 대부분 제도, 기술 및 경영, 근로자 및 근로환경 특성에 초점을 맞추어 수행되어 왔다. 그러나 이러한 방법으로는 산업재해율을 낮추는 데에는 한계가 있으며, 사고 발생 당시 상황과 위험요소에 대한 연구는 현저히 부족한 실정이다.

이러한 문제점을 개선하고자 본 연구에서는 중소형 건설사업장을 대상으로 특히, 가장 발생 빈도가 높고 사망사고율이 가장 높은 추락재해를 대상으로 SPSS 프로그램을 이용하여 통계분석(T-test, Multiple Regression)을 실시하였으며, 중소형 건설사업장과 대형 건설사업장에 대한 진료일수에 대한 차이를 증명하고 위험인자 및 회귀식을 도출하였다.

본 연구의 결과인 중소형 건설사업장 위험 요인 도출은 건설업 산업재해 감소를 위한 새로운 연구 접근법을 제시한다는 것에 매우 큰 의미가 있다. 도출된 모델은 건설 사업장 규모에 따른 정책 개선 및 통계분석을 위한 기초자료와 중소형 건설 사업장 정량화 연구의 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

V. 결론

건설업 산업재해에 감소에 대한 끊임없는 노력에도 불구하고 산업재해 발생율은 지속적으로 증가하고 있다. 특히, 중소형 건설 사업장에서 발생하는 산업재해 비율은 70%에 달할 정도로 큰 비중을 차지하고 있다. 이를 인지하고 중소형 건설 사업장에 대한 재해율을 낮추기 위해 많은 연구가 이루어졌지만 제도적 요소, 기술·경영적 요소, 근로자 특성·현장 특성에 관한 연구가 주를 이루며, 중소형 건설 사업장에서 발생한 산업재해의 발생 당시 상황의 구체적인 분석에 관한 연구 및 위험요소 정량화에 관한 연구는 현저히 부족한 실정이다. 따라서, 중소형 건설 사업장에 관한 별도 연구의 활성화를 위해서는 중소형 건설 사업장의 안전사고 위험 요소 도출 및 정량화가 필요하다.

건설업 산업재해에서 가장 큰 재해 유형은 약 1/3의 비중을 차지하는 추락재해이다. 또한, 전체 사망자 중 50%이상을 차지하는 재해 발생 시 큰 사고로 이어지는 생명과 직결된 위험한 사고 유형이다. 추락재해 또한 중소형 건설 사업장에서 80%이상 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 중소형 건설 사업장의 안전사고 위험 정량화를 위해 추락재해에 대한 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장의 통계분석(t-test)을 통해 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장의 안전사고 위험의 차이를 통계적으로 증명하고, Multiple Regression을 통해 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장의 안전사고와 유의미한 인자에 대해 증명하고 고찰 하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 산업안전보건공단의 2010~2019년까지 10년간 사고 부상자 중 사망사고자를 제외한 추락 재해에 대한 데이터를 수집하였다. 건설사고 중 추락 재해가 가장 빈도가 크며 심도도 크므로, 주요 재해요인으로 분석을 하였다.

둘째, 수집된 데이터를 중소형 건설 사업장과 대형 건설 사업장으로 분류하여 재해 발생 시 규모에 따른 차이가 있는 지 증명하기 위해 t-test를 실시한 결과, $t = -3.919$, $p = 0.000$ 으로 나타났으며, p 값이 0.05보다 작기 때문에 중소형 건설 사업장과 대형 건설사업장은 통계적으로 유의미한 차이가 있으며 중소형 건설 사업장은 재해 발생 시 진료일수가 99.69일 대형 건설 사업장은 90.77일로 중소형 건설 사업장이 대형 건설 사업장에 비해 사고발생 시 진료일수가 더 많은 것으로 나타났다.

셋째, 추락재해 발생 시 유의미한 인자를 도출하기 위해 데이터를 구성하였다. 데이터는 사고 당시 건설현장의 공정률, 공사규모, 재해일자 및 시간, 사고개요 등 사고 발생과 사고 발생에 따른 결과를 상세히 기록하였다. 또한, 안전사고 위험의 정량적 분석을 위해 사고 부상자의 진료일수를 Y로 하였다.

넷째, 수집된 데이터를 이용하여 Multiple Regression을 실시하였다. 분석 결과, 대형 건설 사업장은 직업분류($p=.006$)가 유의미한 인자로 나타났으며, 중소형 건설 사업장은 사고시간($p=.040$), 사고 요일($p=.046$), 사고 요일($p=.046$), 직업분류($p=.049$)가 유의미한 인자로 나타났다.

본 연구를 통해 건설사업장 규모에 따라 사고에 영향을 주는 요인이 다르다는 것을 증명했고 중소형 건설 현장에서는 특히 사고시간이 가장 큰 요인으로 작용한다는 것을 알 수 있었다. 하지만 Adj- r^2 값이 0.697로 약 30%의 알려지지 않은 변수들에 관한 후속연구가 필요하다고 판단되며, 본 연구에서 추출한 유의미한 인자에 대해 심층적으로 연구가 필요하다고 판단된다.

본 연구의 한계점은 몇 가지 요인인 공정률, 근로현장의 규모, 근로자의 국적, 근로자의 직업분류, 사고 당시의 요일, 사고 당시의 시간, 근로자의 고용형태에 대해서만 분석이 진행되었고 대규모 건설현장의 요인들과 비교를 통한 심층적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 건설사업장 규모에 따른 정책 개선 및 통계분석을 위한 기초자료와 중소형 건설 현장 정량화 연구의 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 고용노동부(2009). “2009년 산업재해현황 분석.”
2. 고용노동부(2010). “2010년 산업재해현황 분석.”
3. 고용노동부(2011). “2011년 산업재해현황 분석.”
4. 고용노동부(2012). “2012년 산업재해현황 분석.”
5. 고용노동부(2013). “2013년 산업재해현황 분석.”
6. 고용노동부(2014). “2014년 산업재해현황 분석.”
7. 고용노동부(2015). “2015년 산업재해현황 분석.”
8. 고용노동부(2016). “2016년 산업재해현황 분석.”
9. 고용노동부(2017). “2017년 산업재해현황 분석.”
10. 고용노동부(2018). “2018년 산업재해현황 분석.”
11. 고용노동부(2019). “2019년 산업재해현황 분석.”
12. 고용노동부(2020). “2020년 산업재해현황 분석.”
13. 고용노동부(2021). “2021년 산업재해현황 분석.”
14. 백신원, 김한중, 최돈홍(2012). “소규모 건설현장의 중대재해 저감 방안 도출을 위한 연구.” 한국농공학회 논문집. 제 56권, 6호. pp.121-131
15. 박대성, 한경보(2004). “중소규모 건설현장 재해예방을 위한 기술지도제도의 활용화 방안.” 한국안전학회 2004년도 추계 학술발표회. pp.136-141..
16. 최혁락, 오태근(2023). “중소규모 건설현장을 고려한 특별안전보건교육의 개선방안에 대한 연구.” 국제문화기술진흥원. 제9권, 4호. pp.473-478
17. 김태옥, 김병석, 차순철, 장서일, 양홍석(2007). “중소규모 사업장용 안전보건 경영시스템 개발.” 한국산업안전공단 연구 보고서. pp.11-15.
18. 김대영, 허영기, 임형철, 김대영(2017). “중소규모 건설현장 상시 안전관리체제 구축을 위한 안전관리자 선임대상 조정에 관한 연구.” 한국산업안전공단 연구 보고서. pp.8-18.
19. 권종규(2009). “50인미만 사업장의 산업재해예방 활성화 방안에 대한 연구.”, 고려대학교 석사학위논문 p.41

20. 장윤라, 고성석(2018). “중·소규모 건설현장의 재해율 감소를 위한 위험성평가 방안.” 한국건설관리학회 논문집. 제 19권 5호, pp.90-100
21. 신성수, 배영복, 하행봉, 강경식(2014). “소규모 건설현장의 추락 재해분석 및 위험성 평가연구.-공사금액 20억 미만 소규모 건설현장을 중심으로-” 대한안전경영과학회 논문집. 제 16권 4호. pp.41-51
22. 백신원, 이원희, 김한중, 박종근(2012). “소규모 건설현장 재해감소 전략에 관한 연구.” 산업안전보건연구원 연구 보고서. pp.9-12
23. 배규식, 윤조덕, 안홍섭, 심규범(2013). “건설업 산업재해 현황분석 및 정책방향. -중소 건설사업장을 중심으로-” 한국노동연구원 제13-155호. pp.1-7
24. 장윤라, 고성석(2018). “중·소규모 건설현장의 재해율 감소를 위한 위험성평가 방안.” 한국건설관리학회 논문집 제19권, 5호. pp.90-100
25. 이지엽, 이재현, 손승현, 김지명, 손기영(2023). “중소형 건설현장의 추락재해 영향요인 분석 연구.” 한국건축시공학회 논문집 제23권, 6호 pp.820-830

Abstract

Despite continuous efforts to reduce industrial accidents in the construction industry, the effect is insufficient. In particular, fall accidents are an area that absolutely needs improvement as they account for approximately 50% of construction industry accidents.

In addition, according to the Korea Occupational Safety and Health Agency, about 30% of deaths occurred at large construction sites worth more than 12 billion won, and about 70% of deaths occurred at small and medium construction sites worth less than 12 billion won, indicating that deaths at small and medium construction sites account for a much larger proportion than large construction sites.

After the enactment of the Severe Accident Punishment Act in 2020, there was a downward trend as companies made efforts to avoid being the first to be punished. However, after the first punishment was implemented, the incidence of serious accidents is showing an increasing trend compared to before the enactment of the serious accident punishment law. In order to reduce serious disasters and reduce industrial accidents in the construction industry as a whole, it is necessary to pay attention to small and medium-sized construction sites, especially to reduce falling disasters.

However, despite the recognition of the seriousness of industrial accidents in small and medium-sized construction sites, construction sites are managed with the same policies and systems regardless of size. To solve this problem, many studies have been conducted on small and medium-sized construction sites, but most studies on policy and institutional aspects have been conducted rather than studies to classify the size of construction sites. Research on quantification of construction sites according to size and factors affecting actual industrial accident reduction is insufficient.

Therefore, the purpose of this study is to derive safety accident risk factors

for small and medium-sized construction sites to reduce industrial accidents in the construction industry. To ensure smooth progress of this study, safety accident risk factors were limited to fall accidents with the greatest severity and frequency, and data on fall accidents for 10 years from the Korea Occupational Safety and Health Agency were collected. In addition, through the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, the National Statistical Office and previous research, we identified domestic and international research trends on the status of industrial accidents and improvement measures for fall accidents at small and medium-sized construction sites, and collected data on safety accident factors. In order to analyze the cause at the time of the accident, this study composed data by recording in detail the accident occurrence and its consequences, including the progress rate, number of workers, nationality of workers, construction scale, date and time of accident, and accident outline.

First of all, in order to prove the difference between small and medium-sized construction sites and large construction sites, a comparative test was conducted on the dependent variable, the number of medical days, through t-test. As a result of the analysis, the alternative hypothesis, 'There will be a difference in the number of days of medical treatment due to fall accidents depending on the size of the construction workplace,' was adopted, and it was proven that normal distribution was satisfied through the normality test.

Through the t-test, there is a significant difference between small and medium-sized construction sites and large construction sites, and small and medium-sized construction sites have more medical treatment days in the event of an accident than large construction sites. Therefore, this study performed multiple regression analysis to derive factors affecting fall accidents in small and medium-sized construction workplaces based on the data collected above. As a result of the analysis, the Adj-value was 0.697,

which had a high reliability of about 70%,

(1) It was found that work between Monday and Friday had a significant impact on fall accidents.

(2) It was found that the impact on the crash disaster was large when working between 8 and 12 and 14 and 16 o'clock.

(3) It was found that general workers with a short number of years of service had a large impact on the crash disaster.

The analysis results showed that the accident time had the greatest impact. Of the total 29,943 industrial accidents in the construction industry in 2021, 6,267 cases occurred before 8 to 10 o'clock, 7,588 cases before 10 to 12 o'clock, and 6,723 cases occurred before 14 to 16 o'clock. The disaster rate accounts for a large proportion of approximately 68.7%. As in previous studies, the time is easy to secure a view and is usually the time when the most tasks are performed, and it is confirmed that many disasters occur as there is a lot of work. In addition, if it is difficult to secure a view after 18:00, the probability of safety accidents decreases due to a lot of indoor work. In the same vein, accident days also show that Saturdays and Sundays, when less work is done, have relatively fewer accidents compared to weekdays. As for the job classification, it was found that the shorter the length of service, the more accidents occurred due to inexperience in work.

The limitation of this study is that only a few factors were analyzed, and in-depth research is needed through comparison with factors at large-scale construction sites.

The results of this study are expected to be used as basic data for policy improvement and statistical analysis according to the size of the construction site and as basic data for small and medium-sized construction site quantification studies.

감사의 글

이 논문을 끝으로 정말 4학년 학부 연구생부터 시작한 석사과정을 마무리한다는 것이 실감이 납니다. 졸업 전 취업을 해서 논문 마무리가 늦어졌는데 어찌먼 마지막까지 미루었던 게 조금이라도 더 대학원생 신분으로 남아있고 싶었던 게 아닐까 생각이 듭니다. 저의 대학원 생활은 인생의 가장 아름다운 추억 중 한 페이지로 남을 것 같습니다. 이 아름다운 추억을 만들어주신 분들께 이 논문을 받치려 합니다.

먼저, 건설 불경기에 끝까지 취업 걱정 해주셨던 손기영 교수님. 교수님께는 말씀드린 적 없지만 저는 교수님이 아니셨으면 대학원에 대한 생각을 가져보지도 않았을 것 같습니다. 정말 존경하고 좋아하는 교수님 밑에서 학업을 이어나간다면 값진 경험을 할 수 있을 것이라 확신했습니다. 대학원 생활을 마치면서 저의 생각은 틀리지 않았다는 것을 알았고, 교수님 제자로 지낼 수 있었던 것이 정말 인생에 있어서 큰 축복이었던 것 같습니다. 항상 부족한 저였지만 늘 걱정하고 챙겨주셔서 정말 감사드립니다. 울산에서 지내는 동안 종종 연락하고 찾아 뵈겠습니다.

또, 4학년 때부터 3년간 대학원생활을 함께 했던 더만족 가족들, 힘들고 지칠 때 늘 같이 울어주고 기쁘고 행복할 때 늘 같이 웃어주던 학업과 아르바이트를 병행하면서 몸은 훨씬 힘들었지만, 마음의 안식처가 되어주던 곳. 너무 고마운 사람이 많지만 대표로 우리 진혁이형 술을 그렇게나 먹으면서 얘기를 그렇게나 많이 했는데 아직 할 말이 너무 많지만 그냥 항상 고마워요. 30년 40년 뒤에도 변치 말고 지금처럼 지냅시다. 더만족 가족들 다들 너무 즐거웠어요.

그리고 빼먹으면 웬지 속상해할 것 같은 내 후배 재현이, 너랑 함께한 대학원 생활 너무 즐거웠다. 처음에는 3학년 짜리가 와서 뭐 하지도 않고 왜 오지 그런 생각 했었는데 너 없는 대학원 생활 생각해보면 이만큼 재밌는 추억으로 남아있지도 않을 것 같다. 피곤하고 바쁠 때 말 없이 무심했던 적도 있는데 조금 더 신경 써 줄 걸 아쉬움도 남는다. 형 대학원 생활 즐겁게 함께 해줘서 너무 고맙다. 너도 이제 후배가 생겼는데, 분명 시행착오도 있을 거고 회의감이 드는 순간도 있을 거야 그럴땐 언제든 연락해. 술 한 잔 하면서 늘 그래왔듯 해결할 길 찾아보자. 준오랑 같이 서로 힘내서 대학원 잘 마무리하길 바란다.

끝으로 우리 가족들, 학창시절 나 공부 도와주고 과제 도와주고, 귀찮다고 짜

증내면서도 결국엔 도와주고, 마지막까지 취업할 때도 지원서 피드백 해준 나의 가장 친한 친구이자 버팀목인 우리 누나 너무 고맙다. 결혼 준비 잘 하고 미리 축하한다! 그리고, 학창시절 내내 뒷바라지 해주셨던 부모님, 직접 돈을 벌어보니 알게 되었어요. 얼마나 힘들게 누나와 저를 키우셨는 지. 바빠서 자주 찾아 뵙지는 못 했지만, 마지막 졸업할 때까지 항상 나아가는 길 믿고 응원해주셔서 바르게 자랄 수 있었던 것 같아요. 부모님 자식으로 태어난 게 저는 정말 자랑스럽습니다. 항상 사랑합니다.