



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](#)

공학석사 학위 논문

데이터 기반 건설 사망사고 예방을 위한
건설안전 플랫폼 구축 및 활용방안

Construction safety platform establishment and
utilization strategies for preventing fatal accidents
based on data analysis.

울산대학교 산업대학원
산업경영공학전공
홍 윤 희

데이터 기반 건설 사망사고 예방을 위한 건설안전 플랫폼 구축 및 활용방안

지도교수 이수동

이 논문을 공학석사 학위 논문으로 제출함

2024년 07월

울산대학교 산업대학원

산업경영공학

홍운희



홍윤희의 공학석사 학위 논문을 인준함

심사위원 이 수 동 

심사위원 정 기 효 

심사위원 최 영 근 

울산대학교 산업대학원

2024년 07월

[감사의 글]

2022년 하반기에 입학하여 2년 동안 직장파 학교 둘 다 최선을 다한 기간이 었습니다. 2023년 하반기에 갑작스럽게 이수동 교수님께 논문 지도교수님으로 부탁드렸고 갑작스런 제안에도 열심히 하겠다는 마음이 있다면 받아주셨습니다. 논문에 대해 아무런 준비 없이 시작을 한 저에게 연구실과 교수님 수업을 청강할 수 있도록 배려해 주시고 지도 해주셔서 너무나 감사드립니다.

지도교수인 이수동 교수님 밑에서 같이 논문을 쓰며 서로에게 할 수 있다는 응원과 독려를 해준 인정아 언니도 2년 동안 경주에서 부터 먼 길 오느라 고생 많았습니다. 항상 미래를 위해 열심히 노력하고 고민하는 언니를 응원하고 저도 이를 본받아 항상 열심히 하는 자세를 가지겠습니다.

서울에서 근무하며 학업에 대한 갈망을 해소하지 못해 울산대학교 산업대학원에 입학하여 울산에 근무하고 계신 너무나도 좋은 분들을 많이 만나 뵙게 되었습니다. 만남이 얼마 되지 않은 것 같은데 벌써 2년이 지나 이제는 졸업을 하게 되었습니다. 각자의 일과를 마치고 공부에 대한 열정이 대단하신 분들을 만나 저보다 먼저 많은 경험을 하신 분들의 경험도 들을 수 있고 좋은 이야기도 들려주셔서 되어 너무 감사합니다. 무작정 시작한 논문을 끝까지 완주 할 수 있어서 또 하나의 뿌듯함을 느끼고 많은 배움을 이루고 졸업을 하게 되었습니다. 학교에서 만나게 된 많은 분들과 졸업 이후에도 꾸준히 만나 뵙고 좋은 관계를 이어나가면 좋겠습니다.

마지막으로 일을 하면서 학교도 열심히 잘 다녀오라고 2년 동안 격려해주신 가족들과 옆에서 공부에 대해 열정을 가졌다면 열심히 하라고 응원해준 친구들과 주변 지인 분들도 너무 감사하다는 말을 전합니다.

국문 요약

데이터 기반 건설 사망사고 예방을 위한 건설안전 플랫폼 구축 및 활용방안

홍 운 희

울산대학교 산업대학원

산업경영공학전공

고용노동부 산업재해 현황 분석에 따르면 2012~2022년 동안 건설업에서 발생한 사고사망만인율은 1.96‰고 전체의 사고사망만인율 평균인 1.09‰보다 약 두 배 가까운 사고사망만인율이 발생했다. 건설업 사망자 수는 2012년부터 2022년에 이르기까지 건설업 평균 사망자 수는 꾸준히 높은 400명대로 발생하고 있으며 제조업의 사망자 수가 349명에서 184명으로 줄어드는 것에 비해 여전히 많은 사망자 수가 발생하고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 따라 정부에서는 2018년도에 교통사고, 산재, 자살 사망자를 2016년의 절반 이하로 줄이는 프로젝트인 ‘국민 생명 지키기 3대 프로젝트’를 시행함에 따라 ‘산업안전보건법’ 전부 개정, ‘중대재해처벌법’ 제정을 했고, 고용노동부에서는 ‘중대재해 감축 로드맵’을 통해 2026년까지 사고사망만인율을 OECD 평균 수준으로 감축하기 위한 전략을 수립했다. 이처럼 정부는 타 산업에 비해 건설업에서 발생하고 있는 사망사고를 줄이기 위해 시공 단계에서 사망사고를 줄이기 위한 다양한 방안과 제도적인 개선을 통해 노력하고 있지만 여전히 많은 사고가 발생하고 있다. 4차 산업혁명이 발달함에 따라 디지털 기술의 발전과 인터넷의 보급으로 인해 실제와 가상의 통합으로 사물들을 자동, 지능적으로 제어하는 가상 물리 시스템이 구축되고 있으며 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅 등 지능 디지털 기술 혁명이 일어나고 있다. 건설업에서도 데이터를 기반으로 디지털 전환이 이루어지고 있고, 이에 따라 데이터의 중요성이 높아져 기관별로 데이터 수집이 활발하게 이루어지고 있다. 건설업 사망사고 예방을 위한 건설안전 플랫폼 구축을 통해 데이터를 기반으로 사망사고와 관련된 데이터를 수집하고 분석을 통해 건설업 사망사고를 예방하고자 한다. 선행 연구를 통해 시공 단계에서의 예방은 이미 많은 규제가 있기 때문에 사망사고 줄이기 위해 효과적인 방법은 사전 정보 데이터를 통해 이를 분석하면 사전에 사고의 예측이 가능해 효과적으로 사망사

고를 예방할 수 있다. 사고의 예방을 위해서는 이전에 발생한 사고의 데이터 수집이 체계적으로 이루어져야 하고 수집된 데이터 분석을 통해 사고를 예방하기 위한 정보를 제공할 수 있었다. 건설업 사전 정보와 관련된 데이터를 수집하고 있는 기관은 크게 3곳으로 세움터, KISCON, KACEM이 있었다. 건설업에서 재해 발생 시 사고와 관련된 데이터 수집하고 있는 곳은 3곳으로 국토교통부에서 관리하는 CSI와 고용노동부에서 사고 데이터를 수집하고 있었고 중대재해 정보와 관련해서는 한국 산업안전보건공단이 고용노동부의 지원 요청을 받아 중대재해를 조사하고 있었다. 수집된 사전 정보와 사고 정보를 확인했을 때 기관별로 시스템이 연계되어 운영되고 있지 않기 때문에 데이터 간의 분절이 발생하고 있고, 실무자가 기재하고 있어 수집되는 데이터의 양은 많이 있으나 데이터의 중복성이 높다는 것을 알 수 있었다. 사고를 예방하기 위한 사고 데이터 분석은 CSI에서 나름의 데이터를 분석하고 있지만 분석된 데이터를 현장에서 적용하여 활용하기에는 아직 어려움이 많이 있다. 사전 정보와 사고 정보의 분석을 통한 활용 방안에는 첫째, 계약과 설계업체와 관련한 데이터를 바탕으로 이전에 발생한 공사 종류와 재해 발생 개요 간의 데이터 분석을 통해 설계도서에 따른 계약 시 각 공종에 따른 사고의 발생을 시각적으로 나타내 준다면 공사 계약을 할 때 주의해야 할 사항에 대해 정략적인 데이터를 바탕으로 정보 제공을 통해 계약 시 주의 사항 등을 제시할 수 있다. 둘째, 재해가 자주 일어난 업체의 확인 및 업체의 규모별에 따른 사고 발생에 관한 정보를 제공해 업체 선정 시 고려할 수 있도록 할 수 있으며, 재해 발생 데이터를 통해 사고 유발 주체자를 확인할 수 있는데 이를 통해 업체별 담당자 혹은 작업자를 바탕으로 안전교육이나 맞춤형 안전 관리 방안을 제시해 사고를 예방할 수 있다. 셋째, 대지의 규모에 따른 재해 발생을 사전에 정보제공을 통해 안전에 유의하도록 할 수 있다. 건물의 용도나 크기 및 종류에 따른 재해의 발생 데이터를 통해 발생할 수 있는 사고의 발생 가능성을 사전에 제공함으로써 설계 및 시공 시 위험 요소가 될 수 있는 요소 제거를 통해 사고를 예방할 수 있다. 수집된 사고 데이터를 통해 재해 데이터를 기반으로 건설 현장에 미치는 요인을 분석할 수 있다. 통합된 플랫폼은 국가적으로 관리를 통해 데이터를 확보해야 하며 이때 데이터 간의 중복이 발생하지 않도록 해야 한다. 국가적으로 수집된 데이터를 통한 분석은 추후 데이터 분석에 대한 신뢰성을 높일 수 있고 데이터의 추출과 분류를 동일한 상태에서 이루어질 수 있도록 하여 정량적으로 사고 예방을 위한 방안을 데이터적인 관점에서 제시할 수 있고 이를 통해 사용자로 하여 이해하기 쉬운 시각화 데이터로 나타내 사용자로 하여금 분석 결과를 이해하기 쉬운 방법을 사용해 건설안전 플랫폼을 구축해 결과적으로 사전에 사고를 예방하고 수집된 데이터의 활용 방안에 대한 분석 방법을 확인했다.

목 차

목 차	-----	I
표 목차	-----	III
그림 목차	-----	IV
1. 서론	-----	01
1.1 연구의 필요성	-----	01
1.2 연구의 목적	-----	05
1.3 연구의 범위	-----	06
2. 연구배경	-----	06
2.1 선행 연구 고찰	-----	07
2.1.1 건설업 사망사고 예방을 위한 비데이터 기반 선행연구	-----	07
2.1.2 건설업 사망사고 예방을 위한 데이터 기반 선행연구	-----	09
2.2 선행 연구 한계점	-----	11
2.2.1 비데이터 기반 선행연구 한계점	-----	11
2.2.2 데이터 기반 선행연구 한계점	-----	12
3. 연구방법	-----	13
3.1 사전정보 데이터 수집 요소	-----	14
3.1.1 세움터 데이터 수집 요소	-----	14
3.1.2 KISCON 데이터 수집 요소	-----	15
3.1.3 KACEM 데이터 수집 요소	-----	16

3.2 사고 정보 데이터 수집 요소 -----	17
3.2.1 국토교통부 사고 데이터 수집 요소 -----	17
3.2.2 안전보건공단 사고 데이터 수집 요소 -----	18
3.2.3 고용노동부 사고 데이터 수집 요소 -----	19
3.3 사망사고 예방을 위한 사전정보 및 사고데이터 활용방안 ----	23
3.3.1 사전정보 데이터 사이의 연관성 -----	23
3.3.2 사고 유형별 사고사망자 수 데이터 활용방안 예시 -----	24
3.3.3 사고 유형별 사고원인, 사고 유발 주체 데이터 활용방안 예시	25
4. 연구결과 -----	27
4.1 건설안전 플랫폼 구축 방안 -----	28
4.1.1 사전정보 데이터 수집, 연계 및 활용방안 -----	31
4.1.2 사고정보 데이터 수집 및 활용방안 -----	33
5. 결론 -----	35
참고문헌 -----	37
Abstract -----	40

표 목차

[표 1]	비데이터 관점을 기반으로 한 사전정보와 사고의 인과관계 -----	09
[표 2]	빅데이터 분석기법에 따른 사고분석 활용방안 -----	10
[표 3]	데이터 관점을 기반으로 한 사전정보와 사고의 인과관계 -----	11
[표 4]	기관별 데이터 수집 요소 -----	16
[표 5]	플랫폼을 통한 기관별 사전정보 데이터 수집 방안 -----	17
[표 6]	기관별 수집 사고 데이터 요소 -----	21
[표 7]	플랫폼을 통한 기관별 사고 데이터 수집 방안 -----	21
[표 8]	기관별 사고 접수 방법 -----	22
[표 9]	연도에 따른 사고유형별 사고사망자 -----	24
[표 10]	사고원인별 떨어짐 사망자수 -----	25
[표 11]	주요유형별 사고객체 사망자수 -----	26
[표 12]	사전정보 데이터와 사고정보 데이터의 수집 방안 -----	29
[표 13]	계약 관련 정보를 이용한 사고예방 -----	32
[표14]	협력 업체 관련 정보를 이용한 사고예방 -----	32
[표 15]	건물 및 대지 관련 정보를 이용한 사고예방 -----	33

그림 목차

[그림 1]	산업혁명의 발전과 4차 산업혁명 -----	01
[그림 2]	시대에 따른 빅데이터 활용 가치 수준 -----	02
[그림 3]	2012~2022년 건설업, 제조업 사고사망자 수 비교 -----	02
[그림 4]	2012~2022년 전체, 건설업 사고사망만인율 비교 -----	03
[그림 5]	건설업 데이터 축적 현황 -----	04
[그림 6]	제안 건설안전 플랫폼 체계도 -----	04
[그림 7]	착공신고 절차 체계도 -----	14
[그림 8]	세움터 정보 공유 체계도 -----	15
[그림 9]	KISCON 정보 공유 체계도 -----	15
[그림 10]	CSI 건설사고 신고 데이터 수집 요소 -----	18
[그림 11]	안전보건공단 데이터 공유 요소 -----	19
[그림 12]	고용노동부 제출 산업재해조사표 -----	20
[그림 13]	안전보건공단 중대재해 조사절차 체계도 -----	22
[그림 14]	기관별 사전정보 데이터 연관성 -----	23
[그림 15]	사고유형별 사고사망자 비중 -----	24
[그림 16]	스마트 안전 관제 기술 개념 -----	25
[그림 17]	사고객체 및 사고유형 예측 연구 프로세스 -----	26
[그림 18]	건설안전 플랫폼 구축 방안 제안 -----	30
[그림 19]	사전정보 데이터 수집 방안 제안 -----	31
[그림 20]	사고 데이터 수집 및 연계 제안 -----	34
[그림 21]	사고 사례 DB 구축방안 제안 -----	34

제 1장 서론

1.1 연구의 필요성

산업혁명이 발달함에 따라 2010년 이후를 4차 산업혁명이라 말하고 있다. 4차 산업혁명은 실제와 가상의 통합으로 사물들을 자동, 지능적으로 제어하는 가상 물리 시스템이 구축되는 것을 말하며 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 첨단 정보통신 기술이 경제, 사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 지능 디지털 기술 혁명을 말한다[1].

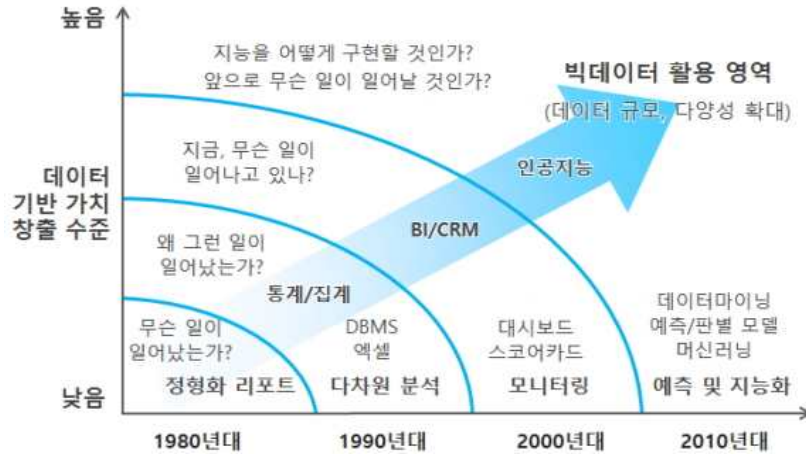


[그림 1] 산업혁명의 발전과 4차 산업혁명

(출처 : minjipark, 2분안에 보는 4차 산업혁명 완벽 정리!. 2017[1])

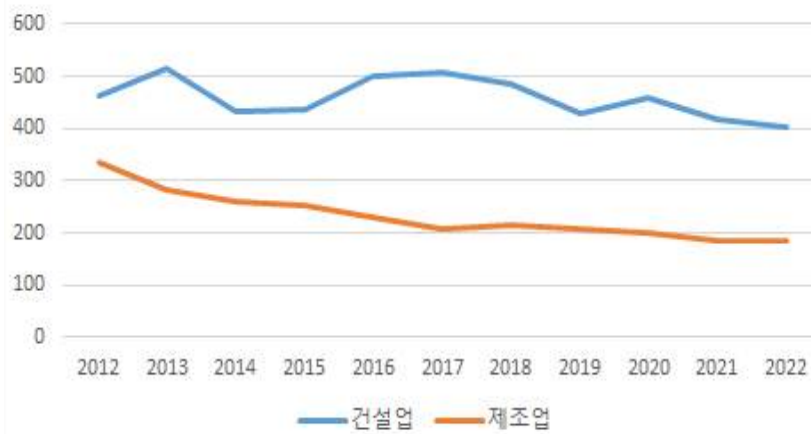
4차 산업혁명은 디지털 기술의 발전과 인터넷 보급의 증가로 인해 많은 양의 데이터가 발생하고 있는데 전 세계에서 하루에 발생하는 데이터는 2.5 엑사바이트[2]라는 방대한 양의 데이터가 발생하고 있다. 이렇게 발생한 대규모의 데이터를 처리하고 분석하는 기술의 필요성이 증가함에 따라 빅데이터 분석이 중요시되고 있다. 빅데이터의 특징으로는 데이터의 양(Volume), 데이터 생성 속도(Velocity), 형태의 다양성(Variety)과 가치(Value)나 복잡성(Complexity)을 가졌으며 데이터를 기반으로 한 분석 방법을 통해 과거에 불가능했던 일을 가능하게 만들고 있다[3]. 4차 산업혁명을 이끄는 인공지능의 3대 요소로 알고리즘, 컴퓨팅 파워, 데이터라고 할 수 있으며 인공지능의 핵심경쟁력은 빅데이터라고 했다[4]. 이처럼 데이터가 폭발적으로 증가하면서 빅데이터가 등장했지만, 방대한 양의 데이터 중에서 의미 있는 데이터는 소수에 불과하기 때문에 의미 있는 정보를 담고 있는 데이터를 찾아 잘 가공하고 활용한다면 새롭고 가치 있는 의미를 담은 정보로 제공할 수 있기 때문에 4차 산업의 대표 기술이라고 할 수 있다. 데이터를 잘 활용한다면 현재는 단순한 통계 및 집계를 하는 수준에서 벗어나 예측 및 판단이 가능한 지능화된 분석이 가능하다. 앞으로의 산업에서는 양질의 데이터를 누가 많이 확보하고 있는지에 따라 수집된

데이터의 품질이 높아지며 기업의 경쟁력을 판단할 수 있는 자료가 된다.



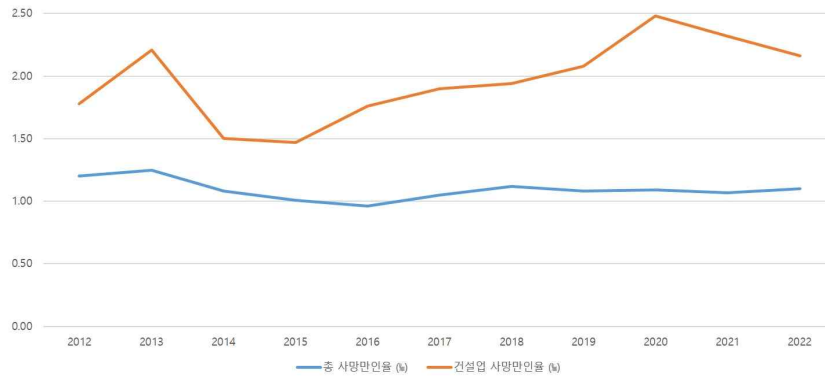
[그림 2] 시대에 따른 빅데이터 활용 가치 수준
(출처 : 이인규. 인공지능 핵심경쟁력 ‘빅데이터’, 2017. [4])

이에 따라 다양한 산업 분야에서도 데이터 전환이 이루어지고 있으며 건설업에서도 데이터를 중심으로 전환하기 위해 많은 시도를 현재 하고 있다. 그중 건설 현장 안전관리의 중요성이 높아지고 있다. 건설 현장 안전관리의 중요성이 높아지고 있는 이유는 최근 고용노동부의 타 산업과 비교한 사고사망자 조사에 따르면 제조업에서 발생한 사고사망자 수는 10년 전인 2012년에는 349명에서 2022년 184명으로 사고사망자 수가 줄어든 것을 알 수 있다. 하지만 건설업에서 발생한 사고사망자 수는 과거 10년 전인 2012년에는 461명이 발생했고 2022년에는 402명이 발생한 것을 알 수 있었다. 이처럼 건설업이 타 사업에 비해 사고사망자 수가 꾸준히 높은 400명대로 계속해서 발생하고 있다는 것을 알 수 있었다[5].



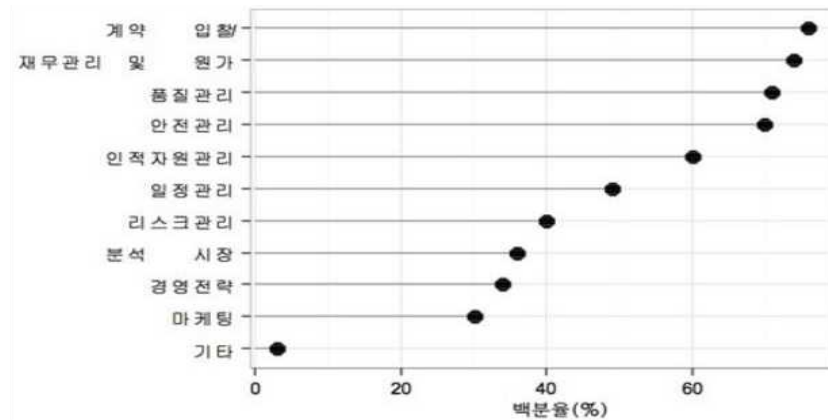
[그림 3] 2012~2022년 건설업, 제조업 사고사망자 수 비교
(출처 : KOSIS, 전체 재해 현황 및 분석-업종별(산업별 중분류)-사고사망자 수. 2012~2022. [5])

그리고 고용노동부의 전체와 건설업을 비교한 사고사망만인율을 산업재해 현황 분석에 따르면 2012년~2022년 11년 동안 발생한 전체 사고사망만인율은 평균 1.09‰이고 건설업의 사고사망만인율은 비율은 1.96‰이다[6]. 전체 사고사망만인율에 비해 건설업 사고사망만인율은 10년 동안 계속해서 약 두 배 가까이 높은 사고가 발생했다는 것을 알 수 있다. 이처럼 건설업은 타 산업에 비해 과거에서부터 현재에 이르기까지 사고의 발생이 끊이지 않고 있으며 그 비율 또한 전체 사고사망만인율보다 높다는 것을 알 수 있다.



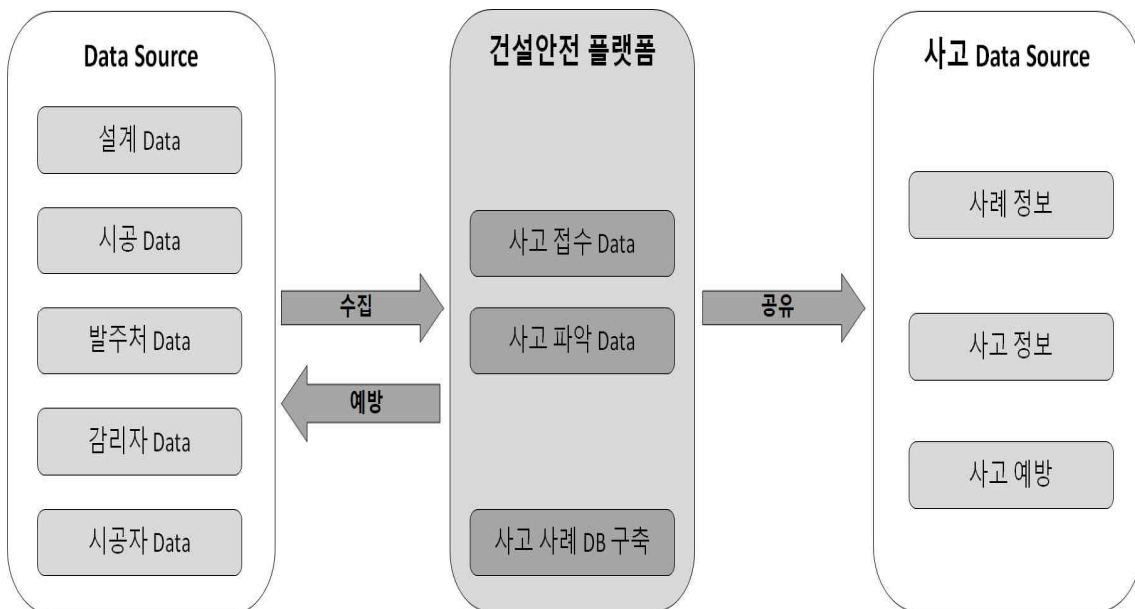
[그림 4] 2012~2022년 전체, 건설업 사고사망만인율 비교
 (출처 : KOSIS, 전체 재해 현황 및 분석-업종별(산업별 중분류)-사고사망만인율. 2012~2022. [6])

건설업에서 발생하는 사고사망자 수를 줄이기 위해 2018년도에 정부는 상황의 심각성을 인지하고 교통사고, 산재, 자살 사망자를 2016년의 절반 이하로 줄이는 프로젝트인 ‘국민 생명 지키기 3대 프로젝트’를 발표했고[7] 이후, “산업안전보건법 이하 산안법”을 전부개정(19.01)하고, “중대재해처벌법”을 제정(21.01)하는 등 전체 산업 중 특히, 건설업 사망사고를 줄이고자 노력하고 있지만 여전히 건설업에서의 사고사망만인율은 줄어들지 않고 계속해서 발생하고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 따라 고용노동부에서는 ‘중대재해 감축 로드맵을 통해 2026년까지 사망사고만인율을 OECD 평균 수준으로 감축하고자 했다[8]. 이를 위해서 크게 4가지 전략을 세웠는데, 위험성 평가를 중심으로 한 사전 예방 체계를 확립하고, 중대재해 취약 분야 집중적인 지원과 관리를 하고, 참여와 협력을 통한 안전의식 확산을 하고, 산업안전 거버넌스 재정비를 통해 누구나 안심하고 일할 수 있는 환경을 조성해 건설업 사고사망자 수 절감 목표를 이루고자 했다.



[그림 5] 건설업 데이터 축적 현황
 (출처 : 한국건설안전연구원, 건설기업의 데이터 활용도 진단과 빅데이터 시대 대응방향. 2014. [9])

하지만 이러한 정부의 노력에도 많은 재해가 현장에서 발생하고 있기 때문에 건설업에서 발생하고 있는 데이터를 확인해 보면 계약 및 입찰, 재무관리 및 원가관리, 품질관리, 안전관리, 인적자원관리, 일정 관리, 리스크관리, 분석시장, 경영전략, 마케팅, 기타 순으로 건설업에서 다양한 데이터를 축적[9]하고 있지만, 이렇게 발생한 데이터를 분석하거나 활용하는 수준은 낮았다. 이처럼 건설 안전 분야에서 발생하고 있는 데이터는 약 70%로 발생하기 때문에 안전 데이터를 기반으로 사망사고 예방을 위한 건설 안전 플랫폼을 구축한다면 사고사망자 수를 줄일 수 있다. 이를 위해 필요한 업무 효율을 높이기 위한 데이터가 무엇인지 파악하고 데이터를 수집한다면 데이터의 활용도가 높아져 사고를 미리 예방할 수 있을 것으로 생각한다.



[그림 6] 제안 건설안전 플랫폼 체계도

이를 위해서 건설업에서 발생하고 있는 데이터를 확인하고 이를 플랫폼을 통해 연계 및 데이터의 통합이 이루어질 수 있도록 하고, 사고 발생과 관련한 데이터를 수집하여 분석을 통해 데이터 기반으로 한 건설안전 플랫폼을 구축하여 결과적으로는 사망사고를 예방하고자 한다.

1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 정부가 발표한 ‘국민 생명 지키기 3대 프로젝트’와 고용노동부에서 발표한 ‘중대재해 감축 로드맵’의 추진에도 불구하고 건설 현장에서 끊이지 않고 발생하고 있는 사망사고를 줄이기 위해 건설업에서 발생하고 있는 다양한 데이터 중 안전과 관련된 데이터를 통해 사망사고 예방을 위한 플랫폼을 구축하고자 한다. 기존에도 건설업 사망사고를 줄이기 위해 다양한 방법의 연구나 정책이 추진되었다. 대부분의 연구는 사고 원인 분석과 위험 요인 분석과 관련한 연구가 많이 있었지만, 이러한 분석을 현장에서 직접적으로 사용하거나 이용하는 활용도는 낮았다. 이처럼 사고의 원인이나 위험 요인을 파악하는 것과 같이 사고를 분석해 재해 발생을 줄이는 것도 중요하지만 이를 실질적으로 현장에서 분석을 활용할 수 있도록 사용하기 쉽게 한다면 현장에서의 활용도를 높여 사고를 예방할 수 있을 것이다. 데이터를 통해 사망사고를 예방하기 위한 이유는 4차 산업혁명에 따른 인공지능의 중요성에 의해 빅데이터가 중요한 핵심 정보이기 때문에 건설업에서 발생하고 있는 다양한 데이터 중 안전과 연관된 데이터를 잘 가공하고 활용한다면 새롭고 가치 있는 정보로 재가공하여 정보를 전달할 수 있기 때문에 건설업에도 기존과 다른 새로운 안전관리 방안이 마련되어 사망사고를 예방하고자 한다. 통합된 관리 체계를 통해 데이터 수집을 체계적[10]으로 하여 수집된 데이터의 분석을 통해 사전에 수집된 데이터의 활용도를 높이고자 한다. 이를 위해 플랫폼에서는 안전과 관련된 데이터를 수집 및 정제하고 안전과 유효하지 않은 데이터를 필터링 및 샘플링하고 수집된 데이터의 중복과 시스템 간의 분절된 데이터는 없는지 확인할 수 있어야 한다. 사고의 발생 시 관련 기관들이 사고 발생 원인을 빠르게 파악할 수 있도록 정보의 공유가[11] 원활하게 이루어질 수 있는 통합된 플랫폼 구축을 통해 최종적으로 사전에 사고를 예방할 수 있을 것이며 발생한 사고 데이터를 바탕으로 사고 분석을 통해 추후 유사한 사고의 재발 방지를 할 수 있도록 각 현장에 알맞은 활용 방안을 제시해 최종적으로는 건설업 사망사고를 예방하고자 한다.

1.3 연구의 범위

본 연구의 범위는 타 산업에 비해 사고사망만인율이 높은 국내 건설 현장에서 발생하고 있는 건설업 사망사고 예방을 위해 사전에 예방 할 수 있는 건설안전 플랫폼을 구축하기 위해서 현재 건설업에서 수집되고 있는 사전 수집 데이터, 공사 관련 데이터, 공사 이후 유지관리 데이터의 관점에서 봤을 때 사전 정보라고 할 수 있는 건축물 착공과 관련한 데이터를 수집하고 있는 관계기관을 확인한다. 이때 건설업에서 수집되고 있는 여러 데이터 중 사전 정보와 관련한 데이터를 활용한다면 사전에 위험을 미리 예방할 수 있기 때문에 사전 정보 데이터에 해당하는 각 기관을 확인하고 기관별로 수집하고 있는 데이터를 나열해 본다. 사고를 예방하기 위해서는 기존에 발생한 사고 데이터의 수집도 중요하다고 할 수 있는데 사고 발생 시 사고 처리와 관련하여 수집되고 있는 관계기관을 확인하고 기관별로 수집되고 있는 데이터를 나열해 본다. 현재는 사전 정보라고 할 수 있는 데이터들이 기관별로 흩어져 각각 관리되고 있기 때문에 데이터의 분류체계가 기관별로 복잡하게 나뉘어져 있다. 이로 인해 데이터의 중복 수집이 발생하고 있고, 각 기관별로 시스템 상 데이터의 연결이 이루어지지 않아 방대한 양의 데이터가 중복적으로 생성되고 있다. 이처럼 단일 기관별로는 데이터 수집을 위한 체계는 대체로 잘 마련되어 있어 데이터 수집에 어려움이 없어 보이지만 기관별로 시스템상의 연계가 원활하지 않아 데이터의 수집이 반복적으로 일어나 업무의 효율도 떨어지기 때문에 통합된 플랫폼을 통해 데이터를 수집한다면 체계적으로 데이터를 수집할 수 있고 수집된 데이터를 기반으로 데이터 분석[12]을 한다면 데이터의 가치가 높아지고 수집된 데이터 예측이 정확해질 수 있고 이를 지능적으로 활용할 수 있기 때문에 건설업 사망사고를 예방할 수 있다고 판단된다.

제 2장 연구배경

선행 연구를 통해 건설업 사망사고를 예방하기 위해 사전 정보 데이터에 해당하는 데이터 중 어떤 데이터를 수집해야 사고의 발생을 사전에 예방할 수 있는지 확인하고자 한다. 건설업 사망사고를 비데이터적인 관점에서 분석한 연구와 데이터적인 관점에서 분석한 연구 크게 두 가지로 나누어 분석하고자 한다. 비데이터적인 관점에서는 사전 정보의 데이터의 중요성과 체계적으로 수집이 이루어져야 하는 데이터는 어떤 것이 있는지 확인하고 플랫폼에서 추구하고자 하는 방향을 설명하고자 한다. 건설업 사망사고를 데이터적인 관점에서는 어떤 데이터를 활용하여 분석, 연관성, 예방을 위해 사용하고 있는지 확인해 보고 플랫폼 구축을 위해 모델 개발을 하

는 방법과 데이터베이스 구축을 위한 데이터의 분류나 추출 방안을 통해 플랫폼 구축을 위한 데이터 활용 방안을 확인해 보고자 한다.

2.1 선행 연구 고찰

본 연구에서 건설업 사망사고 예방을 위해서는 사전에 사고를 예방할 수 있는 체계를 확립하는 것이 사고사망자 수 절감에 도움이 된다. 사전 정보가 중요한 이유를 확인하고자 한다. 이때 건설업 사전 정보라 하면 공사의 종류, 현장의 규모, 건물의 용도, 회사 규모 및 법과 관련된 제도가 사전 정보라고 할 수 있다. 이러한 정보를 통해 재해를 분석하기 위해 필요한 데이터를 확인해 본다. 사전 정보에 해당하는 데이터를 바탕으로 재해 원인에 따른 사고 인과관계를 정보가 어떤 영향을 미치고 있는지 사전 정보에 의해 사고 발생을 저감시킬 수 있는지 확인한다. 데이터를 기반으로 한 건설업 사망사고 절감을 위한 선행 연구를 통해 분석기법과 연관성 분석을 위해 사용된 데이터를 확인하고 플랫폼 구축을 위한 모델 개발 방법과 데이터베이스 구축을 위한 데이터 추출 및 분류 방안 방법을 통해 수집된 데이터를 통한 활용 방안까지 확인하고자 한다.

2.1.1 건설업 사망사고 예방을 위한 비데이터 기반 선행연구

건설업 사망사고 예방을 위해 비데이터적 기반 선행 연구에 따르면 사망사고를 예방하기 가장 효과적인 방법은 사전에 재해 요인을 파악하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다. 사망사고는 시공 단계에서 발생하고 있지만 사전에 재해요인을 파악하고 예방한다면 가장 효과적인 방법이라 할 수 있다. 사전 정보에 해당하는 건물의 용도, 건설 공종 등에 따라 재해가 많이 발생한 사전 정보를 우선적으로 해결한다면 사고를 예방할 수 있다고 했다[13]. 이때 말하는 사전단계는 설계단계에서부터 사전에 위험 요소를 찾아 이를 제거하는 것이 효과적이라고 했다. 시공단계에서는 사고를 예방하기 위해 많은 연구를 하고 있기 때문에 설계단계에 해당할 때 위험성 평가를 식별하여 위험 요소를 사전에 제거하거나 최소화시킨다면 사망사고를 예방할 수 있다고 했다[14]. 건설업 사망사고 중 가장 많이 발생하고 있는 것은 추락이다. 이때 추락재해로 인한 사망자를 다양한 정보를 통해서 사고의 인과관계를 확인해 봤다. 사전 정보에 해당할 수 있는 공사 종류, 규모에 따른 사고의 인과관계를 분석했고 기타 특성에 해당하는 사고 객체(기인물), 사망자 연령, 성별, 기인물, 작업 공종별로 재해 현황을 분석했다. 이러한 분석을 통해 사망사고 중 추락 재해와 관련된 요소를 분석할 수 있었고[15], 하지만 이처럼 수집된 데이터가 신뢰할 수 있는 데이터인지 판단할 수 있도록 신뢰성이 확보되어야 하고, 사고 정보가 정확한지 확인할 수 있어야 하고, 사고 데이터의 개방성을 확보해야 건설업에서 발생하고 있는 사고를 예방할 수 있다[16]. 현재 우리나라는 건설 안전관리 법적 근거는 건설기

술관리법과 산안법에 의해 관리되고 있는데 이로 인하여 안전 점검 및 안전 관련 업무를 위해서 중복규제 및 중복점검 등 비효율적인 안전 업무 처리로 인해 실무자의 업무가 많아지고 있고, 분리되어 관리되고 있는 안전관리 체계를 간소화시켜 인적 자원이나 물적 자원의 손실을 줄여 비효율성 문제를 개선하고, 현장의 규모에 적합한 재해 예방을 위한 교육이 이루어진다면 발생하고 있는 재해를 예방할 수 있다고 했다[17]. 이처럼 사전 단계에서 발생하고 있는 데이터를 수집하여 관리할 수 있는 방법의 검토가 이루어져야 할 것이며 이때 수집되는 데이터들은 사전정보에 해당하는 회사, 현장의 규모, 공사의 종류, 건물의 용도를 파악하여야 하며, 사고의 인과관계에 해당하는 사고 유형, 사고의 원인, 사고 객체가 확인되어야 하며, 기타 특성과 관련된 작업 공종, 공정률, 사망자 연령 등을 확인할 수 있어야 한다. 이때는 데이터의 중복이 발생하지 않도록 하여 근로자로 하여금 인적 물적 자원의 손실을 줄여 안전관리를 더 철저히 할 수 있도록 해야 하며 이러한 과정에서 필요한 정보가 자원으로써 업무의 공유를 통해 정보의 공유가 된다면 사고 이전에 발생 가능하거나 사고의 발생 시 사고 평가를 통해 위험 요인을 제거해[11] 최종적으로 건설업에서 발생하고 있는 사망사고를 예방할 수 있다. 대규모의 현장은 이러한 데이터의 수집이나 관리가 중요하다는 것을 판단하고 이를 위해 많은 노력을 하고 있지만 대부분 많은 현장은 중소규모의 현장들로 안전 관련해 기준에 대한 세부 내용을 제대로 이해하고 있지 않아 사고의 발생률도 높게 나타나고 있지만 개선이 미비한 실적이다[18]. 이를 위해서 각 기관별로 데이터 수집을 할 때 중복되거나 데이터 간의 연계를 통해 건설안전 업무를 보다 효율적으로 처리할 수 있도록 하여 모든 현장에서 업무처리가 원활하게 이루어질 수 있도록 한다면 건설업에서 발생하고 있는 사망사고를 예방할 수 있다.

건설업 사망사고 예방을 위해 사전정보가 사고의 인과관계에 영향을 미치는지에 관련하여 비데이터적 관점을 기반으로 한 선행연구를 통해 각 연구별 사전정보에 해당하는 각 데이터별로 사고의 인과관계나 기타 특성에 따른 관계를 통해 사고의 발생을 확인할 수 있었는데 이를 [표 1]을 통해 나타내었다.

[표 1] 비데이터 관점을 기반으로 한 사전정보와 사고의 인과관계

선행연구	사전 정보					사고 인과관계 정보			기타특성 관련 정보		
	공사 종류	현장 규모	건물 용도	회사 규모	제도	사고 유형	사고 원인	사고 객체	작업 공종	공정률	사망자 연령
비 데 이 터 기 반	Zhou et al (2015)			○			○				
	Park, DongUk (2020)	○	○	○		○	○	○	○	○	○
	Ko et al (2012)	○	○			○		○	○		
	Kim, Hyunsoo (2019)		○					○	○	○	○
	Park, Jaell (2017)		○			○		○			
	Lee, SangGuk (2017)					○					
	Yi, KyooJin (2009)		○		○			○			

2.1.2 건설업 사망사고 예방을 위한 데이터 기반 선행연구

건설업 사망사고 예방을 위해 데이터 기반 선행연구에 따르면 재해를 분석하기 위해서 다양한 관점으로 접근할 수 있는데 비데이터 기반의 선행연구와 동일하게 공사 현장의 사전 정보를 활용하여 이를 통해 공사 초기에 사고의 위험도를 예측하는 기계학습 모델을 개발하였다[19]. 사전정보에 해당하는 데이터를 통해 기계학습 모델을 활용하여 사전에 사고를 예방할 수 있음을 알 수 있었다. 사고를 예방하는 것도 중요하지만 사고가 발생한 이후 분석을 통해 사고를 예방하는 것도 아주 중요하다. 건설업에서 사고가 발생할 때는 하나의 단일 요인에 의해 발생하는 것이 아니라 다양한 요인이 복합적으로 이루어져 사고가 발생할 확률이 아주 높기 때문에 다 중요인에 대한 분석을 할 수 있는데 빈도분석과 연관규칙분석을 현장 규모에 따라 분석했고 이를 통해서 대처방안, 교육 개선, 정확한 사고 예측이 가능하다고 했다[10]. 이처럼 건설업에서는 방대한 양의 데이터들이 생성되고 있는데 안전과 관련하여 발생되고 있는 데이터 중 텍스트 데이터가 많이 수집되고 있는데 그중 재해보고 문서 분석을 통해 텍스트 데이터의 활용도가 높다는 것을 알 수 있었다. 비지도학습을 통해 현장 규모에 따른 재해와 위험 요인 간의 연관성을 효과적으로 분석할 수 있다는 것을 알 수 있었고, 지도학습을 통해 문서의 분류에 영향을 미치는 주요 원인과 키워드를 제시할 수 있어 각 현장에서 안전관리자와 관리감독자들이 원하는 분류에 따라 안전관리를 효과적으로 할 수 있다[20]. 재해사례 데이터를 바탕으로

웹 크롤링을 적용했고 사전에 사고를 예측하기 위해 6가지 다중 클래스 분류를 통해 지도학습 기법의 신뢰성을 검증하였으며 이와 같이 데이터를 기반으로 분석하고 신뢰성 검증을 통해 근본적인 예방을 할 수 있다고 했다[21]. 이와 같이 데이터 기반 선행연구에서 사용된 분석기법에 따른 활용 방안을 [표 2]에 보기 쉽게 나타내었다.

[표 2] 빅데이터 분석기법에 따른 사고분석 활용방안

선행연구	활용 기법	사용 분석기법	활용방안
Choi, SeungJu (2021)	머신러닝 분석기법	기계학습알고리즘 분석기법	사고 연관성 분석
Lee, Gangho (2020)	빅데이터 분석기법	연관규칙 분석기법	사고 다중요인 분석
Kang, Sungsik (2021)	머신러닝 분석기법	비지도 학습 - SOM기법	사고 연관성 분석
Cho, Mingeon (2021)	머신러닝 분석기법	지도학습 - 웹크롤링 분석	사전 재해 분석

안전과 관련된 데이터 기반으로 한 선행연구를 통해서 사전에 발생된 정보를 활용해 사고를 예방할 수 있고, 안전과 관련되어 수집되고 있는 텍스트 데이터를 통해 분석 및 연관성을 확인할 수 있었다. 이와 같이 수집된 데이터를 바라보는 관점에 따라 다양한 분석기법을 활용할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 이러한 데이터를 분석하기 위해서는 데이터를 체계적으로 수집 및 활용하기 위한 사고와 관련된 플랫폼이 형성되어야 한다. 이를 위해서는 데이터베이스를 구축하기 위해서 각 기관에 따라 다르게 형성되어 있는 분류체계를 하나로 통일시킬 수 있는 사전을 구축하여 데이터의 학습과 검증을 통해 키워드를 추출해 분류[22]할 수 있기 때문에 이와 같은 방법을 통해 각 관계기관별로 중복되어 수집되고 요소를 찾아내어 사용자로 하여금 안전 업무를 효율적으로 처리할 수 있도록 한다. 이를 통해 건설업에서 발생하고 있는 사고를 예방할 수 있고 결과적으로 사망사고를 절감할 수 있다고 할 수 있다.

건설업 사망사고 예방을 위해 데이터를 기반으로 한 선행연구가 사전정보인 공사 종류, 현장 규모, 건물용도, 회사 규모, 제도 등에 의해 사고의 인과관계 및 기타 특성과 어떤 연관이 있는지 [표 3]을 통해 나타내었다.

[표 3] 데이터 관점을 기반으로 한 사전정보와 사고의 인과관계

선행연구		사전 정보					사고 인과관계 정보			기타특성 관련 정보		
		공사 종류	현장 규모	건물 용도	회사 규모	제도	사고 유형	사고 원인	사고 객체	작업 공종	공정률	사망자 연령
데 이 터 기 반 안 전	Choi, SeungJu (2021)	○	○	○				○				
	Lee, Gangho (2020)		○					○		○		○
	Kang, Sungsik (2021)		○				○		○	○		○
	Cho, Mingeon (2021)	○	○				○	○	○	○	○	
	Shin Soojung (2022)					○	○	○	○	○		

전체 선행연구를 통해 비데이터적 기반 연구와 데이터 기반 연구의 공통점은 사전정보에 해당하는 공사 종류, 현장 규모, 건물용도, 회사 규모, 제도, 공사기간, 층수, 연면적 등과 관련된 데이터 수집이 되어야 한다. 이러한 데이터를 수집하기 위해서는 각 기관별로 데이터를 수집하고 있기 때문에 사고와 관련하여 데이터베이스 구축을 위한 각 기관별로 정의하고 있는 단어를 통합할 수 있는 사전을 마련해야 데이터의 신뢰성을 얻을 수 있다. 이러한 사전정보를 통해 사고의 인과관계를 파악하기 위해 데이터의 종류 및 군집 단위에 따라 분석에 더 효과적인 방식의 분석기법이 사용될 수 있다는 것을 알았다. 데이터의 수집 시에는 데이터의 신뢰성도 중요하지만 데이터 수집의 중복을 없애야 현장에서 안전을 담당하고 있는 실무자의 업무 효율을 높이고 안전관리에 더 많은 시간을 할애할 수 있도록 해 사고를 예방할 수 있도록 한다. 이렇게 발생한 데이터는 각 기관별로 서로 공유를 할 수 있어야 다양한 관계기관별로 사고 예방을 위한 대책이나 수정 방안을 알려줄 수 있기 때문에 통합된 건설안전 플랫폼에서 사고의 예방과 사고의 접수, 사고 분석을 통한 예방 활동을 통해 사망사고를 예방할 수 있다.

2.2 선행 연구 한계점

2.2.1 비데이터 기반 선행연구 한계점

안전과 관련된 비데이터 기반의 선행연구 한계점으로는 수집된 사전정보 데이터를 통해 발생한 사고와 관련하여 재해로 이어지는 분석을 통해 사고 발생 시 사고의 인과관계가 사전정보와 연계되어 있다는 것을 알 수 있었지만 사망재해와 관련된

요소 분석을 했기 때문에 요소가 단순했다. 이로 인해서 아차 사고와 같이 건설업에서 발생하고 있는 전반적인 사고에 대한 분석이 부족하다는 한계점이 있었다[15]. 대부분의 사고는 소규모의 건설 현장에서 발생하고 있고 이는 소규모 현장에서 안전 실무자가 현실적으로 금전적으로나 실무자를 구하기 어려운 환경에 있기 때문에 소규모 현장을 대상으로 효율적인 안전 관리 방안이 제시되어야 한다[14]. 재해사례를 분석한 결과 중소규모의 현장에서 사망자가 많이 발생하고 있기 때문에 기존의 건설 재해방지와 관련해서 제도적인 개선이 필요해 보인다[16]. 이와 같이 중소규모 현장에서의 발생하고 있는 사고를 줄이기 위해 많은 노력이 필요하다고 보인다. 안정성을 향상시키기 위해 현장에서는 법 기준을 위반하지 못하도록 지도점검과 관련된 체계를 보완하고 개선해야 한다[18]. 뿐만 아니라 중소규모 현장의 안전관리 계획이 제도적으로 수립되어야 하는 것이 필요하고 업무 연계를 발주처와 협력사 간에 실시한다면 정보의 공유를 통해 협업이 가능하기 때문에 이를 잘 활용할 수 있도록 해야 하며[11], 건설 안전 자율 의식을 강화하기 위해 교육과 중소규모 현장의 지원제도가 필요하다[17].

2.2.2 데이터 기반 선행연구 한계점

안전과 관련된 비데이터 기반의 선행연구 한계점으로는 수집되고 있는 데이터의 활용도가 낮아 수집된 데이터를 통해 정보의 활용성을 높여야 한다[21]. 선행된 기계 학습 모델의 성능은 데이터의 양과 질에 의해 많은 영향을 받기 때문에 정확하고 많은 양의 데이터가 필요했으나 연구 시 7년이라는 기간으로 한정된 데이터로 인해 부족한 데이터로 인해 모델에 반영이 되지 못했을 가능성이 있다. 때문에 더 많은 양의 데이터를 통해 개발된 예측 모델의 검증과 보완이 필요하다[19]. 이와 같이 신뢰성을 확보하기 위해서는 데이터의 수집이 가장 중요하며 데이터의 불균형으로 인한 데이터 수집 및 분할 단계를 해결할 수 있어야 하는 게 가장 중요하다[20]. 그리고 수집된 데이터를 통해 정확한 결과 값을 도출하기 위해서는 국가를 기반으로 하는 데이터베이스를 구축해야 신뢰할 수 있고 수집된 정보의 정확함을 통해 분석된 데이터 값을 재해예방 및 대책을 위한 실질적인 근거로 사용할 수 있을 것이다. 통합된 데이터베이스를 바탕으로 동일한 데이터 분류와 데이터 수집 체계를 구축한다면 데이터의 중복을 막을 수 있고 안전관리가 효과적으로 이루어질 수 있다.

전반적인 선행연구에 따르면 건설업에서 발생한 사망사고는 공사단계에서 사고가 발생하고 있고, 이를 개선하기 위해 공사단계에서 원인분석 및 예방을 했음에도 불구하고 사망사고가 끊이지 않고 발생하고 있다. 그렇기 때문에 공사단계 뿐만 아니라 다른 관점에서 문제를 해결한다면 더 효과적으로 사망사고를 예방할 수 있을 것이라 생각했다. 이를 위해 4차 산업혁명의 발전으로 인해 디지털 전환으로 건설업에서 발생하고 있는 자료의 데이터화에 초점을 맞춰 사고를 예방하고자 했다. 사망사고를 예방하기 위해서 비데이터적 관점과 데이터적 관점의 선행연구를 확인해 보았고 두 관점 모두 사망사고를 줄이기 위해서 사전정보에 해당하는 데이터의 수집

이 가장 선행되어야 한다는 것을 알 수 있었다. 그리고 수집되는 사전정보 데이터는 국가적 차원으로 관리해 흩어져 있는 데이터를 통합할 수 있는 데이터베이스를 구축해야 한다. 이는 추후 데이터 분석으로 인한 해석이나 실질적인 근거로 사용하기 위해서 데이터의 신뢰성과 정확성을 확보하기 위해 꼭 필요한 작업이다. 중소기업에서의 사고 발생이 가장 많이 발생하고 있는데 이를 위해 법이나 제도상으로 발생하고 있는 중복되고 있는 업무를 개선해 실무자로 하여금 안전관리에 더 많은 시간을 할애할 수 있도록 해야 한다. 플랫폼을 통해 발주자, 시공사, 전문업체, 관계기관과의 정보공유가 이루어져야 하는데 이는 발생한 사고데이터를 바탕으로 분석하고 위험을 인지하고 사전에 공사 현장에 관련 정보를 제공하면 위험을 인지할 수 있는 정보를 제공해 최종적으로는 건설업 사망사고를 사전에 예방을 하고 결과적으로는 사고사망자 수를 절감시킬 수 있다.

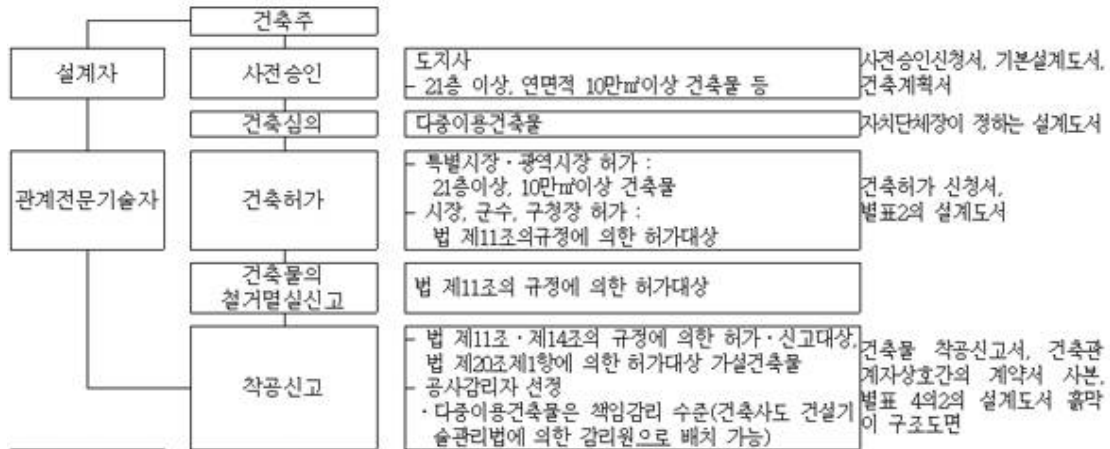
제 3장 연구방법

선행연구를 통하여 건설업 사망사고를 예방하기 위해서 사전정보에 해당하는 데이터를 수집하고 이를 통해 분석하면 가장 효과적인 방법이라는 것을 알 수 있었다.

본 연구를 위해 사전정보에 해당하는 데이터를 수집하기 위해서 건축물을 착공하기 위한 데이터를 수집하고 있는 관계기관을 알아본다. 이때 각 기관별로 사전에 수집되고 있는 데이터를 파악해 보고 사전정보와 관련한 데이터를 나열해 본다. 사고 재발을 방지하기 위해서 건설업에서 재해 발생 시 사고를 접수하는 기관을 확인하고 기관별로 데이터 수집하고 있는 현황을 확인해 본다. 이때 각 기관별로 중복되고 있는 데이터의 발생은 없는지 혹은 분절되어 있는 데이터는 없는지 확인해 보고 기관별로 시스템에 수집되고 있는 데이터 간의 연계는 원활하게 이루어지고 있는지 확인해 본다. 건설업에서 발생한 사망사고 중 국토교통부에서 관리하고 있는 건설공사 안전관리 종합정보망(CSI) 이하 CSI에 접수된 사고 중 최근 3년(2020~2022) 간 발생한 데이터를 바탕으로 발생한 사고 데이터를 기반으로 관련된 정보에 대해 분석함으로써 사고유형에 따른 예방 방안 도출과 사고 인과관계 분석[23]을 통해 데이터를 기반으로 수집된 데이터를 분석하고 이를 활용할 수 있는 방안에 대해 생각해 본다.

3.1 사전정보 데이터 수집 요소

건축물을 시공할 때는 건축물의 착공 단계, 시공 단계, 준공 단계로 나뉠 수 있는데 사전정보에 해당하는 착공 단계[24]에서는 관련 법령에 따라 발주자에 해당하는 건축주와 발주자로부터 위임을 받아 설계를 하고 이를 승인부터 허가까지 받는 설계자와 설계된 도서를 바탕으로 건축물을 시공하는 시공자가 있고 시공자는 각 공종에 따라 전문 업체와의 계약을 통해 시공이 이루어진다. 이처럼 착공 단계에서 관련된 이해관계자에 따라 사전정보에 해당하는 데이터는 기관별로 데이터를 수집 및 관리하고 있다. 사전정보 데이터가 수집되는 기관은 총 3곳으로 건축인허가를 담당하고 있는 건축 행정 시스템 세움터(세움터) 이하 세움터가 있고, 건설공사 대장을 관리하고 있는 건설산업지식정보시스템(KISCON)이하 KISCON이 있고, 용역 업체를 담당하고 있는 한국건설엔지니어링협회(KACEM)이하 KACEM가 있다. 각 기관별로 수집되고 있는 데이터를 알아보고 데이터 간의 분절은 없는지 확인한다.



[그림 7] 착공신고 절차 체계도

(출처 : 국토교통부. 정책정보, 건축법령 및 업무안내 [24])

3.1.1 세움터 데이터 수집 요소

세움터는 국토교통부 산하의 기관으로 건축업무, 주택업무, 건축물대장 업무, 정비사업, 건축 관련업자, 건축 정보집계 등 건축 행정 업무 전반의 전자화를 통해 인허가를 신청하고, 공무원은 건축 행정인 인허가, 착공, 분양, 준공(사용승인), 철거 등 업무 전반을 처리하는 기관이다[25]. 세움터에서는 건축법 제21조에 의해 착공신고를 해야 하기 위해 원활한 업무처리를 위해 관공서를 방문하지 않아도 행정업무를 볼 수 있도록 건축정보시스템(AIS)을 개발하여 2008년 6월 이후부터 사용하고 있다. 건축허가, 착공, 건축물대장 등과 같은 정보는 공공기관과 민간기관에서 활용될 수 있도록 정보의 공유를 통해 활용되고 있고, 축적된 데이터를 통해 정책 수립을 지원하며 국가적으로 수집하고 있는 데이터이기 때문에 데이터에 대한 신뢰도를 확보할 수 있다.



[그림 8] 세움터 정보 공유 체계도
(출처 : 세움터. 건축행정시스템 [25])

이때 수집되는 데이터는 건축주, 설계자, 대지조건, 용도, 구조, 용적률, 건축면적, 연면적, 지하층수, 지상층수, 최고 높이, 승용/비상용 승강기, 감리자, 시공자, 관계전문기술자, 현장배치건설기술자가 있으며 계약서, 설계도서, 감리계약서, 보험증서, 기술지도 계약서에 대한 정보를 수집하고 있다.

3.1.2 KISCON 데이터 수집 요소

KISCON은 국토교통부가 지방자치단체의 건설업 행정업무의 효율화를 위해 구축되었으며 건설업 등록, 양도 신고수리, 법인합병 신고 수리, 상속 신고 수리, 행정처분 공고 등을 처리하는 기관이다[26].



[그림 9] KISCON 정보 공유 체계도
(출처 : KISCON. 건설업행정정보 [26])

건설산업정보 통합관리체계를 마련하고자 국토교통부에서 추진하여 건설행정 정보화 기반으로 조성했으며 상호연계를 기반으로 정보의 공동활용체계를 구축하고자 했다. CIS, 건설공사정보시스템(CWS), 건설사업관리능력평가 및 공시시스템(PCM)을 구축했고 이후 연계시스템을 구축해 토석정보, 부실 벌점, 하도급관리시스템 간의 연계가 가능하도록 했다. 건설산업기본법 제22조 4항, 6항에 의해 건설공사대장 통보해야 하는데 이때 KISCON에서 수집되는 데이터는 공사명, 소재지, 공종, 공사지역, 발주처, 공사개요, 도급계약내용, 대금수령상황, 현장기술인, 하도급업체, 건설기계대여업체, 건설공사용 부품 제작 및 납품업체에 대한 정보를 수집하고 있다.

3.1.3 KACEM 데이터 수집 요소

KACEM은 국토교통부 산하 법정단체이며 건설기술 진흥법에 따라 위탁된 업무를 수행하고 있는데 설계, CM, 감리 실적관리, 건설엔지니어링 사업자 등록 현황관리, 건설사업관리 기술인 경력, 보유 증명서 발급 등 다양한 현황을 수행하는 기관이다 [27]. 이와 연계하여 실적정보를 관리하는 시스템인 CEMS와 연계를 통해 발주기간의 승인을 얻어 실적을 인정받고 있으며, 조달청인 나라장터 간의 시스템이 연계되어 있다. 건설기술진흥법 이하 건진법 제69조에 의해 KACEM에서는 사업자, 등록소재지, 시험실, 대표자, 전문 분야, 자본금, 장비, 기술 인력에 대한 정보를 수집하고 있다. 건축물 착공과 관련하여 사전에 수집되고 있는 사전정보 데이터는 관련 법안에 따라 발주자, 설계자, 시공자, 전문 업체별로 기관이 나뉘어 있다. 각 기관에서 데이터를 수집하고 및 관리하고 있으며 기관별로 수집되는 데이터가 다르다는 것을 [표 4]에 나타냈다.

[표 4] 기관별 데이터 수집 요소

기관	공사명	계약관련	설계업체	공사업체	협력업체	감리업체	대지관련	건물관련
세움터	○	○	○	○	×	○	○	○
KISCON	○	○	×	×	○	×	○	○
KACEM	○	○	×	×	×	○	×	×

[표 4]에 따르면 기관별 수집되는 데이터 중 중복되는 데이터로는 공사명과 계약관련 데이터이다. 나머지 데이터는 관리하는 관계기관에 따라 수집되는 데이터가 기관별로 나뉘어 관리되고 있기 때문에 사고의 발생 시 수집되는 데이터 간의 연결성이 떨어진다는 것을 알 수 있다. 하지만 각 기관별로 시스템을 연계하는 통합 플랫폼이 생긴다면 흩어진 정보를 통합 데이터를 관리할 수 있다고 할 수 있는데, 이를 [표 5]에 나타내었다. 이는 [표 4]에 나타난 수집 정보를 바탕으로 통합 플랫폼에서 데이터를 최적화되어 수집할 수 있는 제시 방안을 나타내었다.

[표 5] 플랫폼을 통한 기관별 사전정보 데이터 수집 방안

기관	공사명	계약관련	설계업체	공사업체	협력업체	감리업체	대지관련	건물관련
세움터	△	△	○	○	×	×	△	△
KISCON	△	△	×	×	○	×	△	△
KACEM	△	△	×	×	×	○	×	×
플랫폼	●	●	●	●	●	●	●	●

● : 데이터 사용, ○ : 수집되고 있는 데이터, △ : 중복된 데이터, × : 수집되지 않고 있는 데이터

가장 먼저 세움터에서는 공사와 관련된 전반적인 데이터들이 수집되는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 KISCON과 KACEM에서는 사전에 기입된 공사명, 계약명을 활용하여 데이터를 중복적으로 생성하지 않도록 하는 방안을 제시하거나 사전에 기입된 데이터를 바탕으로 연계 방안을 마련해야 한다. 공사업체와 관련하여 협력업체와의 계약을 체결하기 위해서는 선행되어 수집된 대지, 건물과 관련된 정보를 활용할 수 있는 체계를 마련해 업무의 효율화를 추구할 수 있다. 협력업체와는 별도로 감리업체는 분리되어 있는 집단으로써 공사의 안정성, 형평성을 고려해야 하고 세움터에 감리업체와 관련된 내용을 기입하지만 감리업체와 관련된 정확한 데이터의 수집이 이루어지고 있지 않기 때문에 KACEM에서 수집하고 있는 감리업체와 관련된 정보가 필요하다. 이를 통해 플랫폼에서 각 기관별로 데이터를 연계할 수 있는 방안이 필요하고 중복 데이터가 발생하고 있다는 것을 확인했다.

3.2 사고 정보 데이터 수집 요소

사고를 예방하기 위해서는 사전정보를 통해 사고를 미리 예방하는 것도 중요하고, 이전에 발생한 사고의 분석을 통해 사전에 사고를 예방할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이를 위해서 건설업에서 발생하고 있는 사고의 데이터는 총 3곳에서 사고를 확인할 수 있다. 국토교통부에서 관리하고 있는 CSI와 고용노동부에서 산업재해 발생 시 수집하고 있는 산업재해조사표와 한국산업안전보건공단 이하 안전보건공단에서 제공하고 있는 일일 건설안전관리 상황판이 있다. 각 기관에서 수집하고 있는 데이터를 확인해 보고 사고의 발생을 예방할 수 있는 방법을 확인해 보고 데이터 간의 중복성 및 분절성은 없는지 확인해 본다.

3.2.1 국토교통부 사고 데이터 수집 요소

국토교통부는 건진법 제62조와 제67조에 의해 사고를 신고하도록 하고 있기 때문에 CSI에서 건설공사 중 발생한 모든 건설사고를 신고[28]하도록 관리되고 있어 건

설업에서 사고가 발생했을 때 사고와 관련된 데이터를 수집하고 있다. 이때 수집되는 데이터로는 공사명, 사고 발생 일시 및 장소, 피해 상황, 사고 신고 사유, 사고 발생 경위, 공공 또는 민간 구분, 수신자, 시공자(하도급), 신고자에 관한 데이터를 수집하고 있다. 이때 사용되는 공사명은 KISCON에 등록된 공사명을 기입하고 있기 때문에 데이터의 공유가 원활하면 사고 발생 시 데이터의 수집이 원활하게 이루어질 수 있다고 할 수 있고, 수신자도 마찬가지로 발주청 및 인허가 기관과 관련한 데이터를 기입하여야 하는데 이 또한 데이터 수집 이후 데이터의 연계가 원활히 이루어져야 한다는 것을 알 수 있다.

사고 발생 시 기관별로 사고의 신고 기간도 각자 다르기 때문에 관리하는 인원이 나 중소기업의 현장에서는 사고의 발생 시 신고 기간을 잘 인지하지 못하는 경우도 있다. 국토교통부가 관리하고 있는 CSI의 사고 신고 대상은 건설공사 중 발생한 모든 건설사고를 신고해야 하며, 사고 범위는 사망 또는 3일 이상의 휴업이 필요한 부상의 인명피해이거나 1천만 원 이상의 재산 피해가 발생했을 때 신고해야 하며 최초사고 신고는 6시간 이내 건설공사 참여자가 신고하며 발주청 및 인허가 기관장의 자체 사고조사는 48시간 이내 보고해야 한다.

■ 최초사고신고

건설사고 발생신고를 작성 후, 통보하시면 발주청(또는 인허가기관), 건설사고조사위원회사무국, 국토교통부에 신고내용이 전달됩니다. 비로그인 상태에서 신고하신 경우 신고하신 소속의 계정으로 로그인 하시면 건설사고 목록에서 사고신고를 조회하실 수 있습니다.

■ 신고내용

1	공사명	<input type="text"/>	<input type="button" value="Q"/>
2	사고발생일시	2019-07-31 <input type="button" value="달"/> <input type="button" value="18:02"/> <input type="button" value="0"/>	
3	사고발생장소	<input type="text"/>	<input type="button" value="Q"/>
4	피해상황	사망자수(명) 내국인: <input type="button" value="선택"/> 외국인: <input type="button" value="선택"/> 부상자수(명) 내국인: <input type="button" value="선택"/> 외국인: <input type="button" value="선택"/>	
5	사고신고사유	<input type="checkbox"/> 사망 1명 이상 <input type="checkbox"/> 3일이상 휴업이 필요한 부상 <input type="checkbox"/> 1000만원 이상의 재산피해 기타	
6	사고발생경위	<input type="text"/>	

■ 수신자

구분	소속	성명
7	발주청 <input type="button" value="찾기"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="찾기"/>

■ 신고자

구분	소속	성명	연락처
8	시공사 <input type="button" value="한국시설안전공단"/> <input type="button" value="찾기"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text"/>

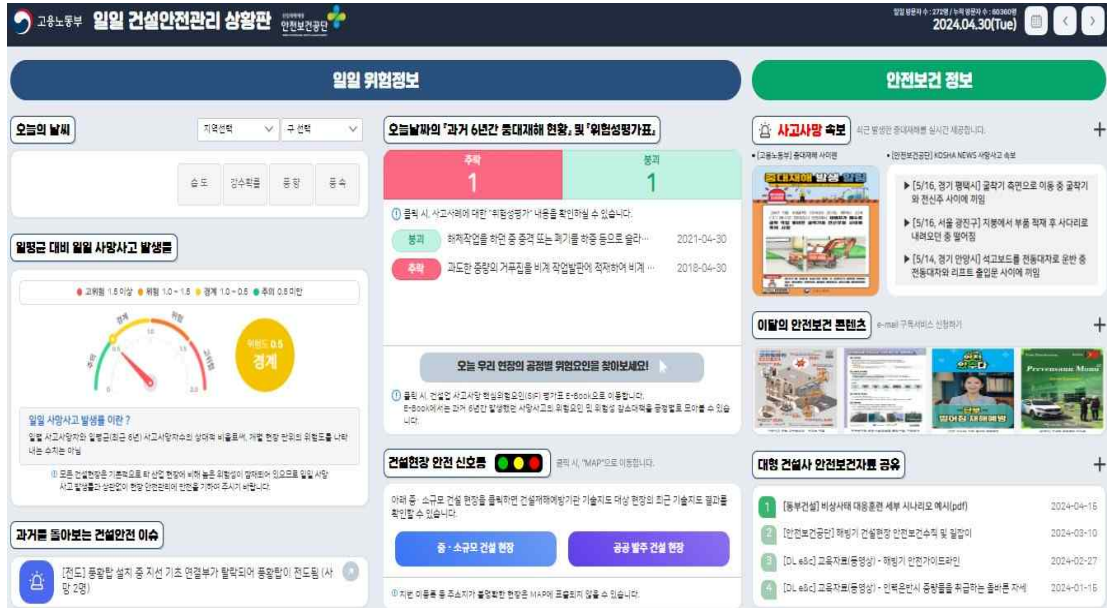
[그림 10] CSI 건설사고 신고 데이터 수집 요소

(출처 : 국토교통부. 건설공사 안전관리종합정보망 건설사고 신고 [28])

3.2.2 안전보건공단 사고 데이터 수집 요소

안전보건공단에서는 중대재해와 관련한 데이터를 수집하고 있다. 고용노동부로부터 조사지원의 요청과 발생보고를 받아 이를 통해 중대재해 통계를 분석하고 있다

는 것을 알 수 있다. 수집된 자료를 통해 일일 건설안전관리 상황판[29]에서 나타나고 있는 정보는 크게 두 가지로 일일 위험정보와 안전보건정보로 나뉜다. 일일 위험정보에는 오늘의 날씨, 일평균 대비 일일 사망 사고 발생률, 과거를 돌아보는 건설안전이슈, 과거 6년간 중대재해 현황 및 위험성평가표, 건설 현장 안전 신호등을 볼 수 있다. 안전보건정보에서는 사고 사망 속보와 이달의 안전보건 콘텐츠, 대형 건설사 안전보건자료 공유를 하고 있다.



[그림 11] 안전보건공단 데이터 공유 요소
(출처 : 한국산업안전보건공단. 일일 건설안전관리 상황판 [29])

3.2.3 고용노동부 사고 데이터 수집 요소

고용노동부에서는 산안법 제57조에 의해 사망 또는 3일 이상 휴업이 필요한 산재 발생 시 산업재해 조사표[30]와 관련한 데이터를 수집하고 있다. 사업장정보에 해당하는 산재관리번호, 사업자등록번호, 사업장명, 근로자수, 업종, 소재지, 발주자, 공사 현장명, 공정률, 공사 금액, 공사 종류가 있고, 재해정보에 해당하는 성명, 주민등록번호, 성별, 국적, 직업, 입사일, 고용 형태, 근무 형태, 상해종류, 상해부위, 휴업 예상일 수가 있고, 재해 발생 개요 및 원인에 해당하는 발생 일시, 발생 장소, 작업유형, 당시 상황, 발생 원인이 있고, 재발 방지계획과 관련된 데이터를 수집하고 있다.

고용노동부의 산업재해 조사표는 사업주가 사망 또는 3일 이상 휴업이 필요한 경우 신고를 해야 하며, 사망 시에는 지체 없이 신고를 해야 한다. 이후 산업재해가 발생한 날부터 1개월 이내에 지방고용노동관서에 산업재해 조사표를 신고할 수 있도록 제출해야 한다.

산업재해조사표

※ 뒤쪽의 작성방법을 읽고 작성하시기 바라며, []에는 해당하는 곳에 √ 표시를 합니다. (앞쪽)

I. 사업장 정보	①산재 관리번호 (사업개시번호)		사업자등록번호		
	②사업장명		③근로자 수		
	④업종		소재지	(-)	
	⑤재해자가 사내 수급인 소속인 경우(건설업 제외)	원도급인 사업장명		⑥재해자가 파견근로자 인 경우	파견사업주 사업장명
		사업장 산재관리번호 (사업개시번호)			사업장 산재관리번호 (사업개시번호)
건설업만 작성	발주자		[]민간 []국가·지방자치단체 []공공기관		
	⑦원수급 사업장명		공사현장 명		
	⑧원수급 사업장 산재 관리번호(사업개시번호)				
⑨공사종류		공정률	%	공사금액 백만원	

※ 아래 항목은 재해자별로 각각 작성하되, 같은 재해로 재해자가 여러 명이 발생한 경우에는 별지에 추가로 적습니다.

II. 재해 정보	성명		주민등록번호 (외국인등록번호)		성별	[]남 []여
	주소				휴대전화	- -
	국적	[]내국인 []외국인 [국적:]	⑩체류자격:	[]	⑪직업	
	입사일	년 월 일	⑫같은 종류업무 근속 기간		년 월	
	⑬고용형태	[]상용 []임시 []일용 []무급가족종사자 []자영업자 []그 밖의 사항 []				
	⑭근무형태	[]정상 []2교대 []3교대 []4교대 []시간제 []그 밖의 사항 []				
⑮상해종류 (질병명)	⑯상해부위 (질병부위)			⑰휴업예상 일수	휴업 []일	
				사망 여부	[] 사망	

III. 재해 발생 개요 및 원인	⑱ 발생일시	[]년 []월 []일 []요일 []시 []분
	⑲ 발생장소	
	재해관련 작업유형	
	재해발생 당시 상황	
원인	⑲재해발생원인	

IV. ⑳재발 방지 계획	
---------------	--

※ ⑳재발방지 계획 이행을 위한 안전보건교육 및 기술지도 등을 한국산업안전보건공단에서 무료로 제공하고 있으니 즉시 기술지원 서비스를 받으려는 경우 오른쪽에 √ 표시를 하시기 바랍니다.

※ 근로복지공단은 재해자의 개인정보를 활용하는 것에 동의하는 사람에 한하여 해당 재해자에게 산재보험급여의 신청방법을 안내하고 있으니 관련 안내를 받으려는 재해자는 오른쪽에 √ 표시를 하시기 바랍니다.

작성자 성명		작성일	년 월 일
작성자 전화번호		사업주	(서명 또는 인)
		근로자대표(재해자)	(서명 또는 인)

()지방고용노동청장(지청장) 귀하			
재해 분류자 기입란 (사업장에서는 적지 않습니다)	발생형태	□□□ 기인물	□□□□□
	작업지역·공정	□□□ 작업내용	□□□

[그림 12] 고용노동부 제출 산업재해조사표

(출처 : 산업안전보건법. 시행규칙 별지 제30호 산업재해조사표. 2021. [30])

건설업에서 사고의 발생 시 국토교통부가 관리하고 있는 CSI, 안전보건공단, 고용노동부에서 기관별로 사고의 데이터가 수집되거나 기관이 연계를 통해 사고와 관련된 데이터를 분석하고 원인을 파악하고 있다는 것을 알았다. 하지만 관련 법령에 따라 주관부처가 달라 사고 데이터를 수집하는 관점이 다르다는 것을 알 수 있었다.

국토교통부는 건설 현장 사고를 관점으로 사고 데이터를 수집하고 있고 고용노동부는 건설 현장에서 발생한 사고로 인해 근로자에게 발생한 문제를 관점으로 데이터를 수집하고 있다. 건설업에서 사고나 사망사고가 발생했을 때는 국토교통부와 고용노동부에 사고 발생과 관련한 데이터를 수집하고 있으며 안전보건공단은 고용노동부로부터 조사지원 요청을 받아 수집된 데이터를 통해 중대재해 통계를 분석하고 사례를 제작해 공표하고 있다. 각 기관은 원하는 정보를 추구하는 것에 있어 기관별로 약간의 관점 차이가 있었고 이를 [표 6]으로 정리했다.

[표 6] 기관별 수집 사고 데이터 요소

기관	사고명	사업장 정보	공사 종류	공정률	방호 조치 여부	재해 발생 개요, 원인	피해 상황	사고 신고 사유	조치 사항	재발 방지 대책
CSI	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
안전보건공단	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○
고용노동부	○	○	×	×	○	×	○	○	○	○

플랫폼에서 사고와 관련한 데이터를 통합하여 관리한다면 사고와 관련한 모든 정보를 수집할 수 있다. CSI는 방호조치 여부를 제외한 모든 사고와 관련된 데이터를 수집하고 있다. 안전보건공단은 고용노동부로부터 수집된 데이터를 통해 재해 발생을 분석하고 있기 때문에 고용노동부와 동일한 데이터를 수집하고 있는 것을 알 수 있었다. 중복되는 데이터가 많이 발생하고 있기 때문에 시스템 상 연계가 필요하며 이와 관련한 내용을 [표 7]에 나타내었다.

[표 7] 플랫폼을 통한 기관별 사고 데이터 수집 방안

기관	사고명	사업장 정보	공사 종류	공정률	방호 조치 여부	재해 발생 개요, 원인	피해 상황	사고 신고 사유	조치 사항	재발 방지 대책
CSI	△	△	○	○	×	△	△	△	△	△
안전보건공단	△	△	×	×	△	△	△	△	△	△
고용노동부	△	△	×	×	△	×	△	△	△	△
플랫폼	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

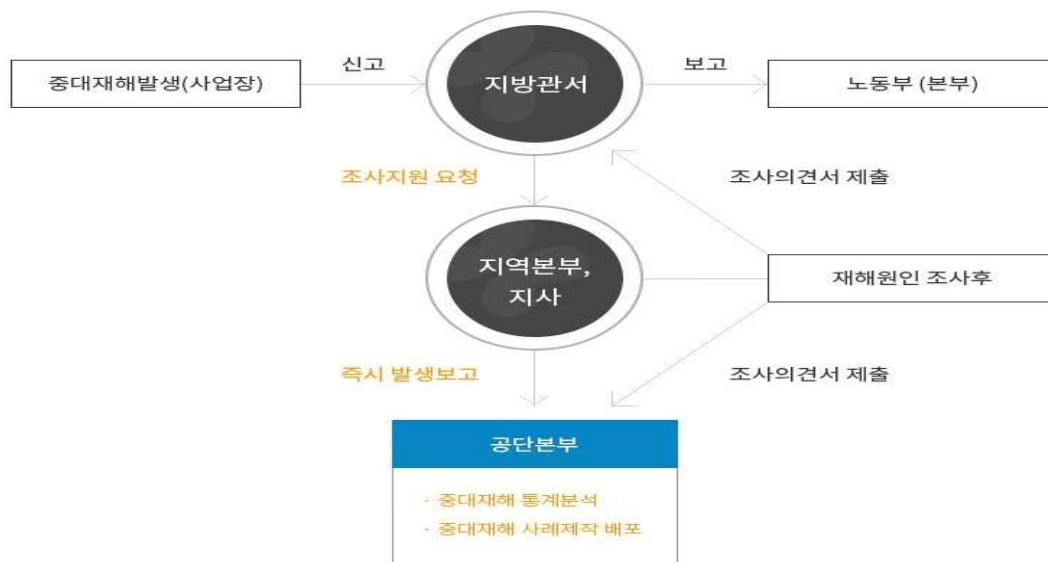
● : 데이터 사용, ○ : 수집되고 있는 데이터, △ : 중복된 데이터, × : 수집되지 않고 있는 데이터

기관별로 사고 접수자와 사고 신고 기간도 상이하다는 것을 알 수 있었다. 기관별로 상이한 이유는 국토교통부에서는 건설업에서 사고가 반복적으로 발생하고 있으나 처벌 위주의 조치가 이루어지고 있기 때문에 기록을 남기지 않거나 은폐하기에 바빴기 때문에 자료를 보관하고 유사 사고 재발 방지를 위해 2019년 7월부터 모든 사고를 신고하도록 운영되고 있다[31]. 고용노동부에서는 중대재해가 발생했을 시 지체 없이 바로 전화나 팩스로 보고[32]해야 하고 사고의 접수는 사업주가 하고 있다는 것을 알 수 있다. 기관에 따른 사고 접수자, 사고 범위 및 사고 신고 기간을 [표 8]로 정리했다.

[표 8] 기관별 사고 접수 방법

기관	사고 접수자	사고범위	사고신고 기간
CSI	건설공사 참여자	사망	6시간 이내
	발주청 및 인허가기관의장	3일 이상 휴업	48시간 이내
고용노동부	사업주	사망 (지체 없이 신고)	1개월 이내
		3일 이상 휴업	

안전보건공단은 중대재해가 발생한 사업장이 신고를 한 이후 고용노동부로부터 조사지원요청을 받아 재해 원인을 조사하고 다시 고용노동부로 조사의견서를 제출하고 있기 때문에 법적으로 사고접수 방법이나 기간이 정해져 있지 않다. 하지만 안전보건공단에서 표시하고 있는 사고사망 속보는 최근 3일 이내에 발생한 중대재해 사망 사고를 게시한 것으로 실시간 정보의 공유에는 해당하지 않다는 것을 알 수 있다.



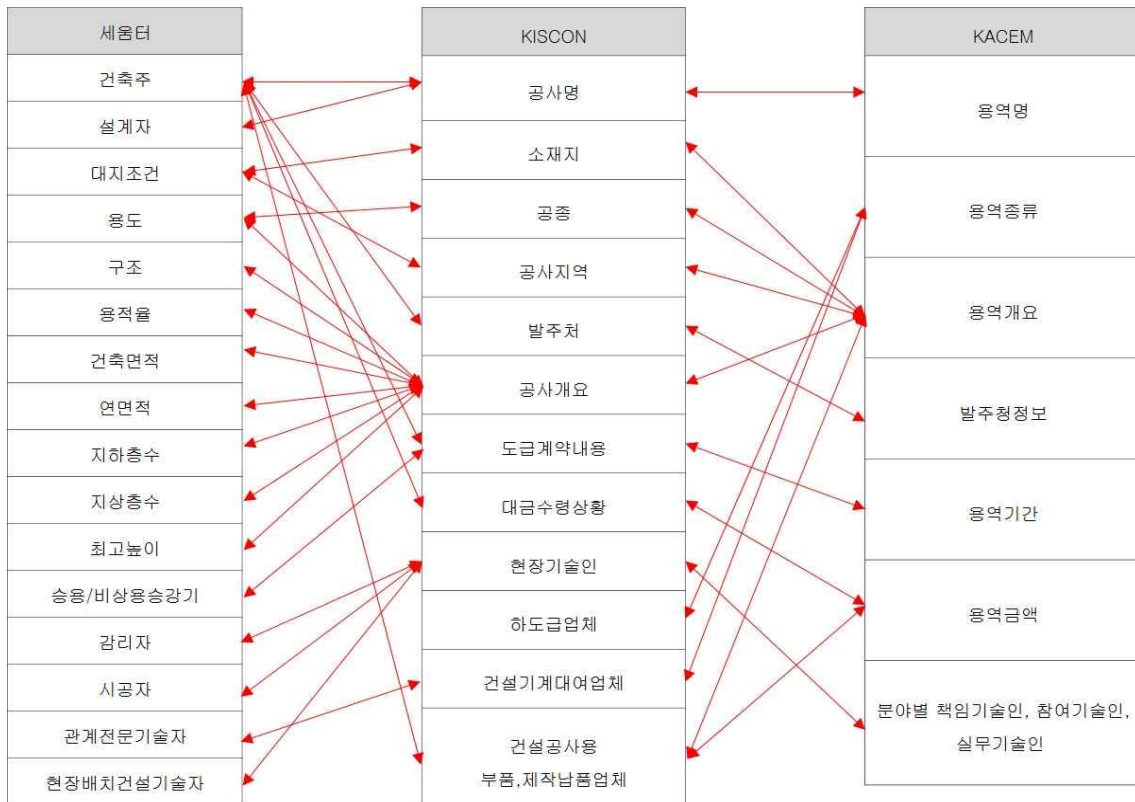
[그림 13] 안전보건공단 중대재해 조사절차 체계도
(출처 : 한국산업안전보건공단, 중대재해 조사절차 [33])

3.3 사망사고 예방을 위한 사전정보 및 사고데이터 활용방안

건설사고 예방을 위해 국토교통부에서는 2017년 CSI를 설립했고 사고와 관련한 데이터를 수집하기 위해 사용되고 있다. 하지만 현재까지는 데이터베이스를 구축하기 위해 단순한 통계분석 수준의 활용에 그치고 있다[34]. 수집된 데이터를 분석하는 활용도는 현장에서 사용하기 아직 어려운 실정에 있다. 그중 2020~2022년에 수집된 데이터를 바탕으로[35]로 사망사고의 인과관계를 분석한 보고서를 통해 사고유형에 따른 사고사망자 수의 비율이 높은 유형에 따라 사고 원인, 사고 객체, 주원인 유형, 사고 유발 주체에서 어떤 요소로 사고사망자 수가 많이 발생했는지 확인하고 이를 통해 사고가 발생할 때 다양한 원인으로 인해 발생하고 있다는 것을 확인하고 사고의 다중요인 분석이 가능한지 각 유형에 따른 활용 방안은 어떤 것이 있는지 확인해보고자 한다.

3.3.1 사전정보 데이터 사이의 연관성

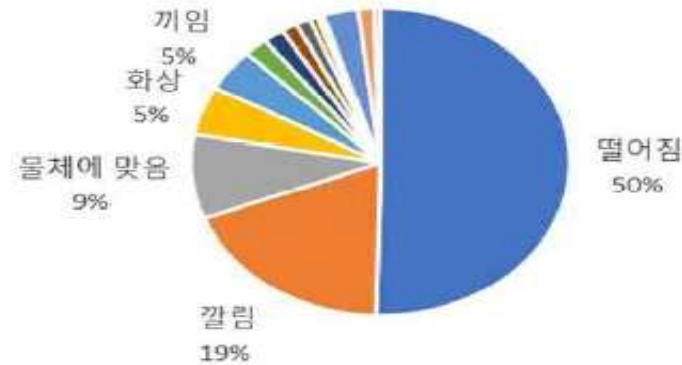
사전정보가 수집되고 있는 기관은 세움터, KISCON, KACEM에서 수집되고 있는 것을 확인했다. 각 기관별로 수집되고 있는 데이터 간의 연결되는 공통적인 요소가 있다는 것을 확인했다. 이를 통해 통합된 플랫폼에서 데이터의 연결키를 통해 이를 연계해서 분석할 수 있다. 그리고 이러한 데이터를 수집하기 위해 각 기관은 OPEN API를 이용해 통합적인 관리가 된다면 사전정보를 통해 사고의 예방뿐만 아니라 계약 및 입찰, 설계, 재무 및 원가 등 다양한 분석을 할 수 있을 것이다.



[그림 14] 기관별 사전정보 데이터 연관성

3.3.2 사고 유형별 사고사망자 수 데이터 활용방안 예시

CSI에 수집된 데이터를 바탕으로 사고사망자가 발생한 사고유형을 분석한 결과 떨어짐이 전체의 50%로 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 다음으로는 깔림이 전체 사고사망자의 19%를 차지하고 있으며, 물체에 맞음이 전체의 9%를 차지하고 있다는 것을 알 수 있다.



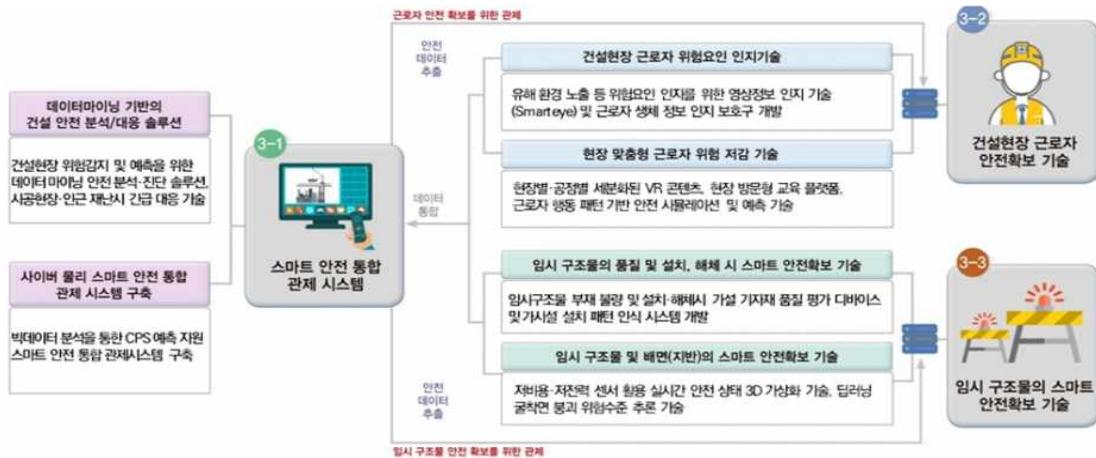
[그림 15] 사고유형별 사고사망자 비중
(출처 : 이지혜, CSI 자료를 활용한 국내 건설업 사망사고 심층분석, 2023 [35])

사고유형별 사고사망자 수를 연도별로 분석해 보면 [표 9]와 같고 데이터가 수집된 2020~2023년 동안 떨어짐으로 인한 사망자 수는 110명대 이상을 유지하고 있기 때문에 떨어짐의 사고유형에 관한 사고 절감 방안이 필요해 보인다.

[표 9] 연도에 따른 사고유형별 사고사망자

구분	2020		2021		2022	
	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)
떨어짐	110	44.0	147	54.2	115	52.8
깔림	35	14.0	56	20.7	47	21.6
물체에 맞음	20	8.0	25	9.2	21	9.6

수집된 사고유형별 사고사망자 수 데이터를 바탕으로 건설 현장 위험 상태 판단 데이터를 구축[36]하여 학습시킨다면 근로자 안전 대응 솔루션을 통해 현장에서 발생할 수 있는 위험 상황을 사전에 감지해 사고를 사전에 예방하고 사고의 원인을 영상분석이나 안전 및 안전용품에 센서 등을 부착해 사고 발생을 저감 시킬 수 있다고 판단된다.



[그림 16] 스마트 안전 관제 기술 개념

(출처 : 권현주. 국토부, 2025년까지 총 2000억원 투자... 스마트 건설 핵심기술 상용화. 2020[36])

3.3.3 사고 유형별 사고원인, 사고 유발 주체 데이터 활용방안 예시

사고 유형에 따른 사고사망자가 많이 발생한 떨어짐, 깔림, 물체에 맞음의 사고 유형에 따라 사고의 인과관계를 분석한 결과 떨어짐 사고로 인한 사고사망자의 21%는 작업자의 단순 과실에 의해 발생하고 있으며 다음으로는 부주의와 복장 및 개인 보호구의 부적절한 사용이 사고사망자가 많이 발생하고 있는 것을 알 수 있었고 이를 [표 10]에 나타내었다.

[표 10] 사고원인별 떨어짐 사망자수

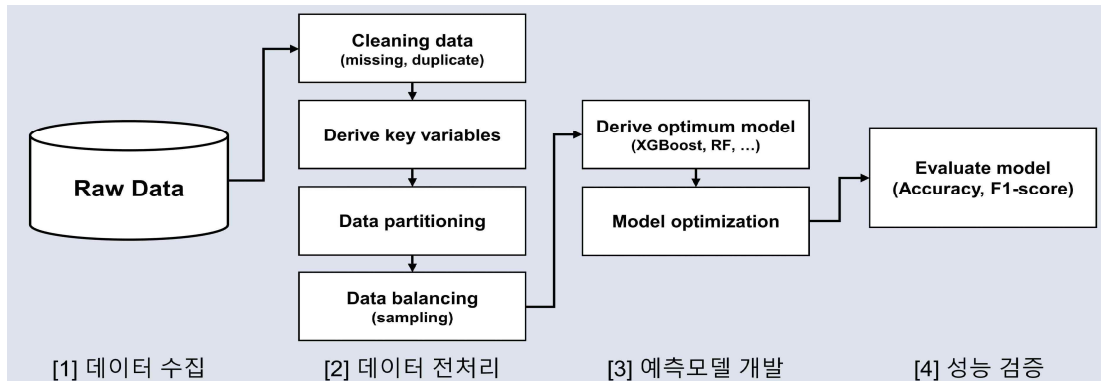
구분	떨어짐		깔림		물체에 맞음	
	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)
작업자의 단순과실	78	21.0	13	9.4	16	24.2
부주의	31	8.3	8	5.8	1	1.5
복장, 개인보호구의 부적절한 사용	30	8.1	0	0	0	0

사고 유형에 따른 사고사망자가 많이 발생한 떨어짐, 깔림, 물체에 맞음의 사고 유형에 따라 사고유발 주체를 분석하면 작업자가 82.6%로 대부분의 사고가 발생하고 있다는 것을 알 수 있었는데 이는 작업자의 부주의와 단순 과실로 인해 많은 사고가 발생하고 있다는 것을 알 수 있다. 이외에도 시공자와 감리자 순으로 사고를 유발하고 있으며 이를 [표 11]에 나타내었다.

[표 11] 주요유형별 사고객체 사망자수

구분	떨어짐		깔림		물체에 맞음	
	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)	사망자 수	비율(%)
작업자	306	82.3	93	67.4	52	78.8
시공사	93	25.0	62	44.9	22	33.3
감리자	28	7.5	18	13.0	1	1.5

사고 유형에 따른 사고원인과 사고 유발 주체를 확인했을 때 사고는 한 가지 원인에 의해 발생하는 것이 아니라 다양한 원인에 의해 사고가 발생하고 있다는 것을 알 수 있는데 이를 통해 연관규칙 기법을 적용한다면 사고의 다중요인 분석이 가능해 작업을 할 때 사고의 발생이 높은 여러 작업 요인이 동시에 이루어지는 작업을 하지 않도록 사전에 이를 방지할 수 있도록 해야 하며 정량적인 값을 근거로 현장에 근무하는 근로자에게 제시함으로써 사고의 발생을 줄일 수 있을 것이라 판단된다. 이렇게 다중요인으로 인해 발생할 수 있는 사고를 현장에서도 잘 활용할 수 있도록 단순하고 직관적으로 이해하기 쉽도록 데이터 수집과 분석에 관해 많은 노력이 필요해 보이며 작업자의 구분 따른 안전교육 방안이나 안전교육에 관한 개선도 필요해 보인다.



[그림 17] 사고객체 및 사고유형 예측 연구 프로세스

(출처 : 윤시후, 실제 건설사고사례 기반 사고객체 및 사고유형 예측, 2022[34])

이를 데이터 적인 관점에서 사고 예측을 위한 프로세스는 수집된 데이터를 데이터 전처리를 거쳐 사용자로 하여금 필요한 예측할 수 있는 모델의 구성[34]에 관한 실무자가 필요하고 활용할 수 있는 모델과 관련하여 설문과 질의응답을 통한 예측 모델 수집이 필요할 것으로 판단된다. 이를 통해 예측 모델이 선정된다면 성능을 검증할 수 있는 데이터를 추출하고 이를 통해 최적화 모델을 선정하여 사용자의 이용이 편리하게 시각화시켜 데이터를 나타내 준다면 사고를 예방할 수 있고 효과적인 안전관리를 할 수 있을 것이라 생각된다.

CSI에서 수집된 데이터를 바탕으로 한 연구결과는 아직까지는 단순한 통계분석을 활용해 건설업 사망사고의 정보를 분석했다. 이를 통해 사고사망자 수가 많이 발생

한 사고의 유형에는 떨어짐이 전체의 50%를 차지하고 있어 떨어짐과 관련한 안전 관리 방안이 마련되어야 할 것으로 판단되며 데이터적인 관점에서 위험 상태 판단 데이터를 구축해 학습시킨다면 위험 상황을 사전에 감지해 사고를 사전에 예방하고 사고 발생을 저감 시킬 수 있다고 판단된다. 분석된 사고사망자의 유형에 따라 사고원인, 사고 유발 주체에 따른 사망사고를 분석했다. 사고원인으로는 작업자의 단순 과실로 인한 사고가 많이 일어난다는 것을 알 수 있어 개별 작업자 안전교육이 강화되어야 한다고 판단할 수 있다. 사고 유발 주체는 대부분 작업자로 인해 발생하고 있는 것을 알 수 있었고 단순 과실이나 부주의로 발생하고 있기 때문에 안전한 작업환경을 조성하기 위한 방안이 마련되어야 건설업 사망사고 발생이 저감 될 수 있다고 할 수 있다.

제 4장 연구결과

건설업에서 사망사고를 파악하기 위해서 사전 정보 데이터가 중요하다는 것을 알았다. 사전에 수집되는 데이터를 통해 건축물 시공 단계 이전에 사고를 미리 예방할 수 있는 체계를 구축하고자 했다. 이를 위해 건설업 사전 정보를 수집하고 있는 기관은 세움터와 KISCON과 KACEM에서 수집하고 있다는 것을 알았다. 하지만 각 기관별 관리하고 있는 시스템 간에 중복되는 데이터가 발생하고 있으며, 기관별로 데이터 사이에 분절되어 있는 데이터가 발생하고 있다는 것을 확인했다.

건설업에서 사고가 발생했을 때 사고의 신고 기관이 건진법과 산안법에 따라 국토교통부와 고용노동부에서 관리하고 있었으며 고용노동부의 조사지원 요청을 받아 한국 산업안전관리공단에서도 재해 중 중대재해와 관련한 데이터를 수집하고 있다는 것을 알았다. 이때도 사전에 수집되고 있는 시스템과 마찬가지로 중복되는 데이터가 발생하고 있으며, 기관별로 시스템에서 수집되고 있는 데이터가 다르다는 것을 알 수 있었다.

중복되는 데이터로 인해 현장에서는 기관별로 요구하는 데이터를 기입하기 위해 반복된 작업을 하고 있어 현장에서는 많은 인력이 투입되고 소요되는 시간이 많아져 업무의 효율성이 떨어진다고 할 수 있다. 이 같은 사항은 중, 소규모의 건설현장에서 안전 관련 규정들이 제대로 준수되지 않고 있다[18]는 것을 통해 업무의 효율이 낮다고 할 수 있다. 업무의 효율을 높이기 위해 기관별 정보 공유를 통해 업무의 효율을 높이기 위한[37] 플랫폼이 구축되어야 한다.

데이터 수집이 중요하기 때문에 각 기관별로 시스템을 구축하고 데이터를 수집하기 위해 많은 연구과 시스템을 체계화하고 있지만 사전 예방을 위한 데이터 분석 방법은 아직 활용도가 낮다. 이는 기관별로 데이터 간의 분절이 일어나 데이터 불

균형이 발생하고 있다. 국가적으로 관리하는 데이터베이스를 구축해[10] 분류 기준이 동일한 데이터를 수집해야 분산된 데이터를 연결하고 분석[38] 할 수 있고, 데이터 불균형이 일어나지 않아 신뢰성이 높은 결과값을 도출할 수 있으며 이를 통해 재해 예방 및 대책을 위한 관리가 효과적으로 이루어질 수 있다고 했다. 이렇게 분절되는 데이터가 없다면 분석을 통해 프로젝트 상황을 실시간으로 파악하고 안전 문제를 초기에 발견해 조치할 수 있어 건설업 사망사고 예방이 효과적이라고 할 수 있다. 사전 정보 데이터를 통해 안전 관련 데이터로 분석하면 사고 발생의 원인을 식별하고 과거의 사고 데이터를 분석하여 안전사고를 사전에 예측하고 방지할 수 있고, 건설프로세스와 자원을 최적화해 효율성을 높일 수 있을 것이다.

사전에 사고를 예방하기 위해서는 스마트 안전 관제와 관련된 기술을 도입해 텍스트 데이터의 분석뿐만 아니라 영상분석, 센서의 부착 등을 통해 안전에 대한 인지 기술, 위험 저감 기술, 안전 확보 기술을 통해 사고를 예방할 수 있게 한다. 그리고 사고는 하나의 원인이 아닌 복합적인 원인에 의해 발생할 수 있다는 것을 알았다. 그렇기 때문에 사고의 다중요인 분석이 필요한 것을 확인했는데 이를 위해서는 연관규칙 분석기법을 사용한다면 사고와 관련된 요인을 정략적으로 나타낼 수 있으며 이를 통해 사용자로 하여 이해하기 쉬운 시각화 데이터로 나타낼 수 있다.

4.1 건설안전 플랫폼 구축 방안

건설안전 플랫폼을 구축하기 위해 데이터의 수집 및 연계 방안을 위해 중앙정부와 사전정보 데이터가 수집되어야 하는데 중앙정부와의 연계를 위해 국토교통부, 고용노동부의 법령정보 데이터가 수집되어야 하고, 기술용역 계약정보 데이터 수집을 위해 나라장터의 데이터가 수집 및 연계되어야 한다. 그다음으로 건물 착공과 관련된 사전 정보로 세움터로 건축인허가 정보를 수집하고, KISCON으로부터 건설공사 대장 데이터를 수집하고, KACEM로부터 용역 및 관련업체에 관한 데이터를 수집할 수 있도록 한다. 사전 정보를 바탕으로 건설안전 플랫폼에서는 사고 발생 시 건설공사 참여자와 사업자 간의 정보 공유를 통해 국토교통부, 고용노동부, 안전보건공단이 사고를 파악할 수 있도록 데이터 수집이 실시간으로 공유될 수 있어야 한다. 결과적으로 플랫폼에서 각 기관을 연계시켜 사전 정보 데이터와 사고 정보 데이터의 수집이 빠짐없이 수집될 수 있도록 구축시킬 수 있어야 한다. 이를 바탕으로 알기 쉽게 [표 12]에 사전정보와 사고정보 데이터 수집 방안을 나타내 보았다.

[표 12] 사전정보 데이터와 사고정보 데이터의 수집 방안

통합 플랫폼 데이터 수집									
사전 정보 데이터					사고 정보 데이터				
기관 데이터	공사명	세움터	KISCON	KACEM	CSI	안전보건공단	고용노동부	기관 데이터	사고명
●	공사명	△	△	△	△	△	△	●	사고명
●	계약관련	△	△	△	△	△	△	●	사업장 정보
●	설계업체	○	×	×	○	×	×	●	공사종류
●	공사업체	○	×	×	○	×	×	●	공정률
●	협력업체	×	○	×	×	△	△	●	방호조치 여부
●	감리업체	×	×	○	△	△	×	●	재해 발생 개요, 원인
●	대지관련	△	△	×	△	△	△	●	피해상황
●	건물관련	△	△	×	△	△	△	●	사고신고 사유
					△	△	△	●	조치사항
					△	△	△	●	재발방지 대책

● : 데이터 사용, ○ : 수집되고 있는 데이터, △ : 중복된 데이터, × : 수집되지 않고 있는 데이터

사전 정보와 사고정보에 해당하는 데이터 수집 요소를 확인해 보았다. 데이터 간의 분절된 데이터를 데이터 키를 통해 연계시킨다면 각자 수집되고 있는 데이터 간의 연계를 통하여 데이터 분석을 쉽게 할 수 있다고 판단된다. 첫째, 계약과 관련한 데이터를 바탕으로는 사전에 재해 발생을 판단하는 방법을 통해 사전에 사고를 예방할 수 있도록 현장에 위험 요인을 제시해 사전에 제거할 수 있도록 할 수 있다. 둘째, 협력업체와 감리업체와 공사업체의 데이터를 기반으로 사고 유발 주체를 분석할 수 있을 것이며 이를 통해 사고유발자에 따른 안전교육 방안이나 주체에 따른 교육 방식을 제시할 수 있을 것이다. 셋째, 건물과 관련한 데이터를 바탕으로 공사의 종류에 따른 데이터 분석을 통해 사전에 정보를 제공할 수 있다. 이처럼 사전정보에 해당하는 데이터를 바탕으로 사고의 발생을 줄이기 위해서는 수집된 데이터를 통해 이전에 발생한 사고의 사례를 기반으로 한 데이터베이스를 구축하여 데이터를 저장하고 분석을 통해 사고사례조사, 사고사례분석, 위험 요소 관리가 이루어져야 한다. 사고사례를 바탕으로 사고를 분석하고 위험 요소를 사전에 제거해 사고를 예방할 수 있다. 이러한 사고를 분석하기 위해서는 앞서 선행된 다양한 학습 방식을 사용해 발생 가능한 안전사고를 예측하고 재해 발생 유형에 영향을 주는 중요도와 같은 정보를 파악도 할 수 있다. 그중 연관규칙 분석 방법을 통해 사고유형별에 따른 사고원인, 사고유발주체 등 다변수 데이터 간의 다중요인에 따른 특징을 파악하고 군집화를 통해 사고의 연관성이 높고 낮음을 정량적으로 제시할 수 있는 근거가 된다.

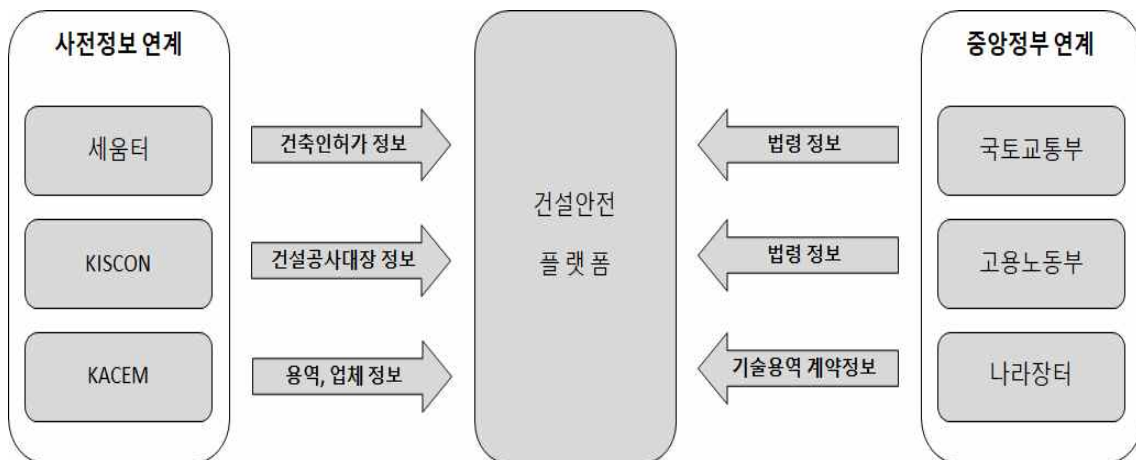
수집되고 분석된 정보를 통해 사용자인 국토교통부, 고용노동부, 안전보건공단, 발주청, 지자체, 유관기관 이해관계자, 시공사, 감리자, 협력업체가 사고 신고 정보, 사고 조사 정보, 사고사례정보, 위험 요소 정보, 재해예방방지 정보와 관련된 데이터의 수집이나 접근이 쉽도록 해 사용자로 하여금 원활한 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 이때 사고의 발생 및 유사도가 높고 낮음을 판단할 수 있도록 시각화를 통해 사용자로 하여금 사고의 패턴을 쉽게 관별할 수 있도록 정보를 제공해야 하며, 사용자가 사고 기반 데이터를 통해 현장에서 적용하기 편리하도록 한다. 이를 통해 사고의 원인분석 및 사고 예방을 위한 이용이 원활하게 이루어져야 플랫폼 구축이 되고 난 이후 많은 사용자로 하여금 다양한 정보를 제공할 수 있다. 이와 같이 사전에 수집된 사정 정보와 사고 발생 데이터를 기반으로 사고 인과관계 분석 통해 사전에 사고를 예방하는 것이 사고를 예방하기에 가장 높은 효과를 기대할 수 있기 때문에 수집된 데이터를 사용자로 하여금 현장에 알맞게 사전에 정보를 제공해 위험 요소 제거를 통해 건설업 사망사고를 예방할 수 있을 것이라 판단된다. 이와 관련한 건설안전 플랫폼 구축 방안을 [그림 18]을 통해 기획해 보았으며 중앙정부의 데이터와 사정정보 데이터의 연계성을 통해 데이터 중복을 지양하고 수집된 데이터와 사고접수와 관련된 데이터의 연관성 분석을 통해 사고사례 DB를 구축하고자 한다. 사고사례 DB에는 사고사례 조사, 사고사례분석과 위험 요소 관리를 통해 사전정보와의 분석을 통해 현장에 알맞은 위험 요소를 사용자에게 제공하고자 한다.



[그림 18] 건설안전 플랫폼 구축 방안 제안

4.1.1 사전정보 데이터 수집, 연계 및 활용방안

선행 연구를 통해 사고의 예방을 위해서는 시공 단계가 아니라 공사의 설계 단계부터 수집될 수 있는 공사 사전 정보 데이터를 바탕으로 사전에 위험 요소를 제거하거나 위험을 줄이기 위한 안전관리 방안이 더 효과적이라고 했다. 사전에 수집되고 있는 데이터의 연계를 위해서 세움터로부터는 건축인허가 정보와 관련된 데이터를 연계할 수 있도록 하고, KISCON으로부터는 건설공사대장과 관련한 데이터를 연계할 수 있도록 하며, KACEM으로부터 용역 및 관련업체와 관한 데이터가 연계될 수 있도록 해야 한다. 이렇게 기관별로 나뉘어 있는 데이터를 중앙정부가 중심이 되어 데이터 간의 연계를 통해 사전 정보 데이터를 빠짐없이 수집할 수 있다. 이를 위해서는 국토교통부와 고용노동부로부터 관련 법령정보가 연계될 수 있는 체계가 마련되어야 하고, 발주자가 나라장터를 통해 기술용역계약정보와 관련된 데이터를 수집해야 사전 정보 데이터 수집이 의미가 있으므로 건설 사전 정보에 해당하는 모든 기관에서 수집되고 있는 데이터가 연계되어 빠짐없이 수집될 수 있도록 해야 한다.



[그림 19] 사전정보 데이터 수집 방안 제안

통합된 플랫폼에서 이와 같이 사전정보 데이터를 바탕으로 사고 정보 데이터를 활용할 수 있도록 연계해서 다양한 분석을 할 수 있다. 계약과 설계업체와 관련한 데이터를 바탕으로 이전에 발생한 공사 종류와 재해 발생개요 간의 데이터 분석을 통해 설계도서에 따른 계약 시 각 공종에 따른 사고의 발생을 시각적으로 나타내 준다면 공사 계약을 할 때 주의해야 할 사항에 대해 정략적인 데이터를 바탕으로 정보 제공을 통해 계약 시 주의사항 등을 제시할 수 있다.

[표 13] 계약 관련 정보를 이용한 사고예방

통합 플랫폼																	
사전 정보 데이터								사고 정보 데이터									
공사명	계약 관련	설계 업체	공사 업체	협력 업체	감리 업체	대지 관련	건물 관련	사고명	사업장 정보	공사종류	공정률	방호 조치 여부	재해 발생 개요, 원인	피해 상황	사고 신고 사유	조치 사항	재발 방지 대책
	○	○							○	○			○				

업체와 관련된 정보인 공사업체, 협력업체, 감리업체의 사전정보 데이터를 바탕으로 재해가 많이 일어난 업체의 확인 및 업체의 규모별에 따른 사고 발생에 관한 정보를 제공해 업체 선정 시 고려할 수 있도록 할 수 있으며, 재해 발생 데이터를 통해 사고 유발 주체자를 확인할 수 있는데 이를 통해 각 업체별 담당자 혹은 작업자를 바탕으로 한 안전교육이나 맞춤 안전관리방안을 제시해 사고를 예방할 수 있을 것이다.

[표 14] 협력 업체 관련 정보를 이용한 사고예방

통합 플랫폼																	
사전 정보 데이터								사고 정보 데이터									
공사명	계약 관련	설계 업체	공사 업체	협력 업체	감리 업체	대지 관련	건물 관련	사고명	사업장 정보	공사종류	공정률	방호 조치 여부	재해 발생 개요, 원인	피해 상황	사고 신고 사유	조치 사항	재발 방지 대책
			○	○	○					○			○	○		○	○

대지와 건물 관련 사전정보 데이터를 기반으로 사고정보 데이터인 재해 발생 개요를 통해 대지의 규모에 따른 재해 발생을 사전에 정보제공을 통해 안전에 유의하도록 할 수 있다. 건물의 용도나 크기 및 종류에 따른 재해의 발생 데이터를 통해 발생할 수 있는 사고의 발생 가능성을 사전에 제공함으로써 설계 및 시공 시 위험 요소가 될 수 있는 요소 제거를 통해 사고를 예방할 수 있다.

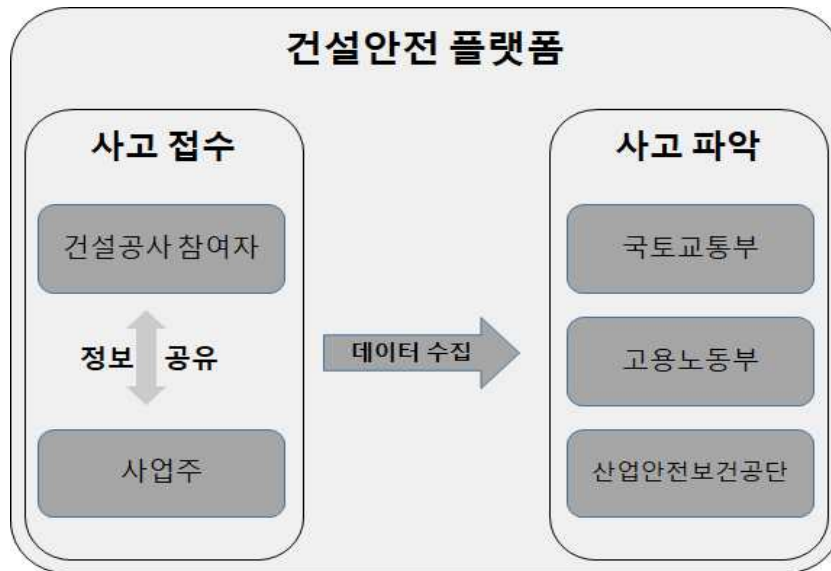
[표 15] 건물 및 대지 관련 정보를 이용한 사고예방

통합 플랫폼																	
사전 정보 데이터								사고 정보 데이터									
공사명	계약 관련	설계 업체	공사 업체	협력 업체	감리 업체	대지 관련	건물 관련	사고명	사업장 정보	공사종류	공정률	방호 조치 여부	재해 발생 개요, 원인	피해 상황	사고 신고 사유	조치 사항	재발 방지 대책
						○	○			○			○	○			

4.1.2 사고정보 데이터 수집 및 활용방안

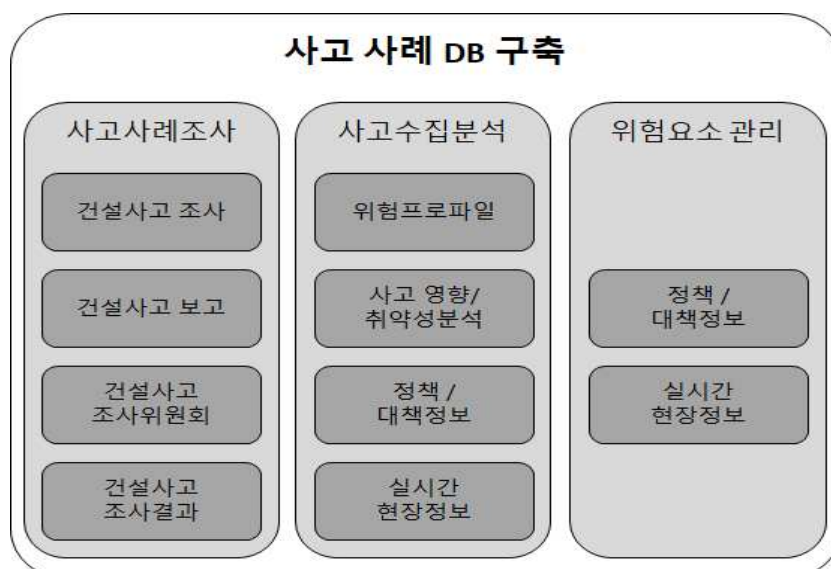
현재는 관계 법률에 따라 건설 현장에서 사고의 발생 시 건설공사 안전관리 종합 정보망에 건설사고신고와 고용노동부에 산업재해조사표를 제출하고 있고, 안전보건공단에서는 고용노동부의 조사지원을 통해 발생한 재해 중 중대재해와 관련된 사고의 데이터를 수집하고 중대재해를 분석하고 조사 의견서를 제출하고 있다. 사고 정보와 관련된 데이터 수집 시 중복되고 있는 데이터의 발생으로 업무의 효율성이 떨어지는데 사고 발생 시 건설공사 참여자가 사고정보를 기입하고 이를 사업주와 정보공유를 할 수 있는 연계 시스템이 구축되어야 한다. 이를 통해 건설안전플랫폼에 사고 발생과 관련된 데이터를 기입하면 국토교통부에서는 건설업에서 발생한 모든 사고를 파악할 수 있고, 사고의 크기 및 종류에 따라 발주청 또는 인허가 기관장이나 국토안전관리원, 안전보건공단에서 사고와 관련한 조사를 할 수 있게 해야 한다. 사고 관련 데이터를 고용노동부가 수집했을 때는 근로복지공단에 근로자 요양 신청과 관련한 데이터를 제공할 수 있게 한다. 안전보건공단에서 사고 관련 데이터를 수집했을 때는 사고대응 종합 상황실에서 정보를 전파하고 즉시 대응 체계를 유지할 수 있도록 제공한다. 이를 통해 현장에서 사고 발생 시 업무 처리의 간편화로 인해 재난 발생 시 발생을 토대로 재해 재발방지계획을 더 철저히 수립하고 안전사고의 발생을 줄이기 위한 업무에 더 많은 시간을 소요할 수 있다. 사고와 관련된 데이터를 건설공사 참여자가 접수를 하면 사업주와의 정보공유가 이루어져야 할 것으로 이렇게 수집된 데이터는 국토교통부, 고용노동부, 안전보건공단에서 사고를 파악할 수 있게 한다. 이때 국토교통부는 모든 사고와 관련해 사고의 절감을 위한 예방 및 교육을 할 수 있도록 사용자로 하여금 정보를 제공할 수 있어야 한다. 고용노동부도 사고를 확인하고 사고로 인하여 발생된 근로자의 재해 사실을 파악하여 사고가 발생한 특성을 파악해 산업재해 예방 정책 수립을 위한 기초 자료로 사용할 수 있어야 한다. 안전보건공단에서는 사고가 발생하면 사고와 질병을 예방하기 위해 적절한 수준으로 위험을 줄일 수 있는 위험관리 대책을 세워야 하는데, 사고가

발생했다는 것은 위험관리 대책을 세웠지만 위험관리 대책이 부적합하다는 것을 의미하기 때문에 사고를 파악하고 위험 요소를 줄이기 위한 방안이 제시되어야 한다.



[그림 20] 사고 데이터 수집 및 연계 제안

수집된 사고 데이터를 통해 재해 데이터를 기반으로 건설현장에 미치는 요인을 분석할 수 있다. 이를 위해서는 사고사례조사 및 분석이 이루어져야 한다. 이러한 분석을 통해 재발방지대책을 수립해 사고를 예방할 수 있다. 사고사례를 활용하여 건설 안전 교육을 위한 교육 자료로 활용할 수 있어 사고의 예방을 도모할 수 있다. 사고사례조사 및 분석 외에도 위험 요소에 관한 관리도 필요하다고 할 수 있는데 안전보건공단에서 위험관리 대책을 위해 위험 요소를 수집하여 관리해야 현장의 위험도를 예측하고 판단할 수 있다.



[그림 21] 사고 사례 DB 구축방안 제안

제 5장 결론

정부의 ‘국민 생명 지키기 3대 프로젝트’와 고용노동부의 ‘중대재해 감축 로드맵’의 추진에도 불구하고 건설 현장에서 끊이지 않고 발생하고 있는 사망사고를 4차 산업혁명에 따른 인공지능의 중요성에 의해 빅데이터가 중요한 핵심 정보이기 때문에 건설업에서 발생한 데이터를 활용해 사망사고 예방을 위한 건설안전 플랫폼을 구축하고자 했다. 건설 현장에서 사고사망자 수를 줄이기 위해 정책적으로 많은 관심을 가지고 사고를 줄이기 위해 안전관리에 많은 노력을 기울이고 있지만 꾸준히 높은 수치인 400명대의 사고사망자 수가 발생하고 있다는 것을 알 수 있었다. 안전관리를 잘하는 것도 중요하지만 선행연구에 따르면 사전에 사고를 예방하는 것이 사고를 줄일 수 있다는 것을 알 수 있었다.

선행연구를 바탕으로 사망사고를 예방하기 위해서 사전정보에 데이터를 바탕으로 사전에 사고를 예측하고, 발생한 사고 데이터 분석을 통해 위험 요인을 도출하고 연관성을 분석해 사전에 현장에 맞는 정보 제공을 통해 사망사고를 줄일 수 있을 것이라 판단했다. 사전정보 데이터에 해당하는 데이터를 수집하는 곳은 세움터로 건축인허가 정보를 수집하고, KISCON에서는 건설공사대장 데이터를 수집하고, KACEM에서 용역 및 관련 업체에 관한 데이터를 수집하고 있었다. 사고 발생 데이터는 CSI와 고용노동부에서 사고 데이터를 수집하고 있었고 중대재해 정보와 관련해서는 안전보건공단에서 고용노동부의 지원요청을 받아 중대재해를 조사하고 있었다. 기관에 따라 시스템이 통합적으로 운영되고 있지 않아 데이터의 중복 수집과 데이터 사이의 분절이 발생하고 있다는 것을 확인했다. 데이터 분석을 위해서 데이터의 신뢰도가 높아야하기 때문에 국가적 차원에서 사전정보와 사고정보의 데이터를 수집할 수 있는 통합 플랫폼이 개발되어야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

건설안전 플랫폼을 통해 사전정보를 수집하여 사전에 사고를 예방할 수 있게 할 수 있고, 사고 데이터를 통해 분석된 데이터를 바탕으로 이와 유사한 현장에 사전에 정보를 제공하여 사망사고를 줄일 수 있고, 현장에서 발생하는 데이터의 생성에도 반복 작업을 하지 않아도 되기 때문에 업무 효율성이 증가될 수 있다.

이때 사용하는 데이터 분석에는 다양한 분석 방법이 있지만 선행연구를 통해 사전에 사고를 예방하기 위해서는 스마트 안전 관제와 관련된 기술을 도입해 텍스트 데이터의 분석뿐만 아니라 영상분석, 센서의 부착 등을 통해 안전에 대한 인지 기술, 위험 저감 기술, 안전 확보 기술을 통해 사고를 예방할 수 있게 한다. 그리고 사고는 하나의 원인이 아닌 복합적인 원인에 의해 발생할 수 있다는 것을 알았다. 그렇기 때문에 사고의 다중요인 분석이 필요한 것을 확인했는데 이를 위해서는 연관규칙 분석기법을 사용한다면 사고와 관련된 요인을 정략적으로 나타낼 수 있으며 이를 통해 사용자로 하여 이해하기 쉬운 시각화 데이터로 나타내 사용자로 하여금 분석 결과를 이해하기 쉬운 방법을 사용해 플랫폼을 구축하고자 했다.

하지만 통합 플랫폼 형성을 위해서는 국가적 차원에서 관리하기 위해서는 관계기

관과 민간단체기관과의 데이터수집이 원활하게 이루어질 수 있는 방안이 모색되어야 하며, 제도적으로 인하여 사고의 담당 기관이 다르기 때문에 통합된 플랫폼에서 데이터를 기관이 확인할 수 있는 플랫폼이 될 수 있도록 하는 연계 방안에 대한 노력이 필요할 것이라 사료된다.

추후 연구방안은 통합 플랫폼에서 수집된 사고 데이터를 통하여 인과관계를 분석할 수 있는 다양한 분석기법 중 현재 건설업 안전 관리 실무자를 바탕으로 현장에 필요한 예측 모델에 관한 수요조사 및 필요한 예측 모델에 관한 자료를 조사하고 이를 바탕으로 필요한 예측 모델에 알맞은 분석기법을 사용하여 사고 요인 분석을 통해 사고를 예방할 수 있게 해야 한다. 사전정보 이외에 설계 정보에 관한 데이터 분석을 통해서 사전에 예방할 수 있는 데이터 수집 방안은 어떤 것이 있는지 확인한다면 설계단계에서의 위험성 평가 작성에 도움이 될 수 있을 것이다. 건설업은 타 산업과 달리 외부 환경에 노출되어서 작업이 진행되기 때문에 기후환경과 관련된 데이터와 연계를 통한 분석을 한다면 계절에 따른 사고의 예방 대책에 관한 정보도 사용자에게 제공할 수 있을 것이라 사료된다.

참고문헌

- [1] minjipark, 2017년12월29일, “2분안에 보는 4차 산업혁명 완벽 정리!”, <https://magazine.ontenta.co/2017/12/2%EB%B6%84%EC%95%88%EC%97%90-%EB%B3%B4%EB%8A%94-4%EC%B0%A8-%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85-%EC%99%84%EB%B2%BD-%EC%A0%95%EB%A6%AC/>
- [2] 엑사바이트, 고려대한국어대사전, 고려대학교민족문화연구원, 2009
- [3] 박성돈, 2022년9월4일, “빅데이터(Big Data) - 빅데이터, 정의, 특징, 활용 사례”, <https://modulabs.co.kr/blog/big-data/>
- [4] 이인규, “인공지능 핵심 경쟁력 ‘빅데이터’”, 일간투데이, <https://www.dtoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=247981>, 2017.04.10
- [5] KOSIS, 2012~2022, “전체 재해 현황 및 분석-업종별(산업별 중분류)-사고사망자 수”
- [6] KOSIS, 2012~2022, “전체 재해 현황 및 분석-업종별(산업별 중분류)-사고사망만인율”
- [7] 대한민국정책브리핑, 2018, “국민생명 지키기 3대 프로젝트”
- [8] 김지명, “중대재해 감축 로드맵 마련 2026년 까지 사고사망 OECD 평균으로 감축”, 안전신문, <https://www.safetynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=217484>, 2022.12.02
- [9] 한국건설산업연구원, 2014, “건설기업의 데이터 활용도 진단과 빅데이터 시대 대응방향”
- [10] 이강호, et al. 연관규칙 기반 소규모 건설현장 사망재해 다중요인 분석. 한국건설관리학회논문집, 2020, 21.4: 90-99.
- [11] 이상국. “중소규모 건설현장의 재해저감에 영향을 미치는 요인.” 국내석사학위논문 경기대학교 건설·산업대학원, 2017. 경기도
- [12] 김소희, et al. 건설안전사고 빅데이터 분석에 기반한 안전점검 체크리스트 도출. 대한토목학회 학술대회, 2022, 68-69.
- [13] ZHOU, Zhipeng; GOH, Yang Miang; LI, Qiming. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. Safety science, 2015, 72: 337-350.
- [14] 박동욱. “설계단계 시공안전성 검토를 위한 위험예측항목 도출에 관한 연구.” 국내석사학위논문 경희대학교, 2020. 서울
- [15] Ko et al.(2012). Analysis on the element behavior of motion patterns associated with accidental deaths.
- [16] 김현수, et al. 건설현장 작업발판 및 안전통로 관련 추락 및 전도재해 사고사례 분석. 한국건설안전학회 논문집, 2019, 2.1: 9-15.
- [17] 박재일. “건설 산업 재해 발생 감소를 위한 정부 정책 개선 방안.” 국내석사학위논문 연세대학교 공학대학원, 2017. 서울
- [18] 이규진. 중소규모 건설현장 재해원인 분석 및 제도적 개선방안. 한국건축시공학회지 (JKIBC), 2009, 9.3: 59-64.
- [19] 최승주; 김진현; 정기효. 건설현장의 공사사전정보를 활용한 사망재해 예측 모델 개발. 2021.
- [20] 강성식, et al. 텍스트 분석과 기계학습 접근법을 활용한 건설업 재해분석. 2021. PhD Thesis. 부경대학교.

- [21] 조민건, et al. 건설현장 정형·비정형데이터를 활용한 기계학습 기반의 건설재해 예측 모델 개발. 대한토목학회논문집, 2022, 42.1: 127-134.
- [22] 신수정, et al. 통합 건설 사고 데이터 구축을 위한 텍스트 마이닝 분석 방법. 대한토목학회 학술대회, 2022, 502-503.
- [23] 이지혜, 손태홍, “CSI 자료를 활용한 국내 건설업 사망사고 심층분석”, 한국건설산업연구원(2023)
- [24] 국토교통부, 정책정보, 건축법령 및 업무안내
- [25] 세움터, 건축행정시스템 소개
- [26] KISCON, 건설업행정정보
- [27] 한국건설엔지니어링협회(KACEM), 협회소개
- [28] 국토교통부, 건설공사 안전관리종합정보망 건설사고 신고
- [29] 고용노동부, 안전보건공단 일일 건설안전관리 상황판 https://kosha.or.kr/constplan/ECS_AA00100M01/sittnBoardMain.do
- [30] 산업안전보건법, 시행규칙 별지 제30호 산업재해조사표
- [31] 건설공사 안전관리 종합정보망, 건설사고 신고 범위
- [32] 고용노동부, 중대재해 발생 시 보고방법
- [33] 한국산업안전보건공단, 중대재해 조사절차
- [34] 윤시후; 장태연; 지식호. 실제 건설사고사례 기반 사고객체 및 사고유형 예측. 대한토목학회 학술대회, 2022, 33-34.
- [35] 이지혜; 손태홍, “CSI 자료를 활용한 국내 건설업 사망사고 심층분석”, 한국건설산업연구원(2023)
- [36] 권현주, “국토부, 2025년까지 총 2000억원 투자... 스마트 건설 핵심기술 상용화”, <https://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=15169>, 2020.01.20
- [37] 박재일. “건설 산업 재해 발생 감소를 위한 정부 정책 개선 방안.” 국내석사학위논문 연세대학교 공학대학원, 2017. 서울
- [38] 한국건설기술연구원, 2022, “국가 건설정보 빅데이터 운영 실태과악 및 데이터 활용 활성 방안 연구”
- [39] 김도수; 신윤석. 건설현장 추락재해의 발생 빈도에 따른 위험요인 연구. 한국건축시공학회지 (JKIBC), 2019, 19.2: 185-192.
- [40] 정재민; 정재욱. 중대재해 사례에 기반한 건설업의 작업 및 위험분류체계 통합 프레임 워크 개발. 한국건설관리학회논문집, 2020, 21.3: 11-19.
- [41] 강영식. 건설업에서 재해율과 업무상 사고 사망의 예측 및 평가. 산업경영시스템학회지, 2017, 40.1: 87-94.
- [42] 신재혁. “현장 근로자 참여형 건설 안전관리 방안에 관한 연구.” 국내석사학위논문 中央大學校 建設大學院, 2017. 서울
- [43] 김성은. “건설현장 떨어짐 사망사고 감소 방안에 관한 연구.” 국내석사학위논문 경기대학교 공학대학원, 2019. 경기도
- [44] ACCIDENTS, Construction Safety. 건설안전사고 사전 예측을 위한 인공지능망 기법 적용. J. Korean Soc. Hazard Mitig, 2017, 17.1: 7-14.
- [45] 조예림; 김연철; 신윤석. 의사결정나무기법을 이용한 건설재해 사전 예측모델 개발. 한국건축시공학회지 (JKIBC), 2017, 17.3: 295-303.

- [46] 문진. "빅데이터 분석기법을 활용한 건설현장 안전사고 분석 적용." 국내석사학위논문 서울시립대학교, 2019. 서울
- [47] 이윤기. "텍스트마이닝(Text Mining) 기법을 이용한 건설안전 사고발생 유형분석 및 대책 수립에 관한 연구." 국내석사학위논문 경상국립대학교 융합과학기술대학원, 2022. 경상남도
- [48] 조민건. 건설현장 빅데이터를 활용한 인공지능 기반 건설재해 예측 모델 개발: Development of artificial intelligence-based construction accident prediction model using construction site big data. 2022.
- [49] 유영진, et al. 건설현장의 사고원인에 따른 내·외부 리스크 핵심 요인 분석. 한국건축시공학회지 (JKIBC), 2016, 16.6: 519-527.

Abstract

Proposal for Establishing and Utilizing a Data Collection and Analysis Platform to Reduce Construction Fatalities

Hong Yun Hee

University of Ulsan

Graduate School of Industrial Engineering

According to the analysis of the status of industrial accidents by the Ministry of Employment and Labor, the mortality rate in the construction industry from 2012 to 2022 was 1.96 per ten thousand, which is nearly twice the average mortality rate of 1.09 per ten thousand across all industries. The number of deaths in the construction industry has consistently remained in the high 400s from 2012 to 2022. In contrast, the number of deaths in the manufacturing industry decreased from 349 to 184 during the same period, indicating that the construction industry continues to experience a significantly higher number of fatalities. As a result, in 2018, the government implemented the "Three Major Projects to Protect the People's Lives," aiming to reduce deaths from traffic accidents, industrial accidents, and suicides to less than half of the 2016 figures. This led to the complete revision of the "Occupational Safety and Health Act" and the enactment of the "Serious Accident Punishment Act." Furthermore, the Ministry of Employment and Labor established the "Roadmap to Reduce Serious Accidents" to bring the accident mortality rate down to the OECD average level by 2026. Despite these efforts and various measures and institutional improvements to reduce fatalities at the construction stage, many accidents continue to occur. With the advancement of the Fourth Industrial Revolution, the development of digital technology and the widespread use of the internet have led to the integration of the real and virtual worlds, establishing cyber-physical

systems that autonomously and intelligently control objects. This has sparked a revolution in intelligent digital technologies such as artificial intelligence, big data, the Internet of Things, and cloud computing. In the construction industry, digital transformation based on data is taking place, thereby increasing the importance of data, and each institution is actively collecting data. To prevent fatal accidents in the construction industry, a construction safety platform is being established to collect and analyze data related to fatal accidents, aiming to prevent such incidents based on this data. Previous studies have shown that, due to the numerous regulations already in place during the construction phase, an effective way to reduce fatal accidents is to analyze pre-construction data, which can help predict and thus prevent accidents more effectively. To prevent accidents, it is essential to systematically collect data on past incidents and use the analysis of this data to provide information that can help in accident prevention. There are three main institutions that collect data related to pre-construction information in the construction industry: the Building Administration System (Seumter), the Construction Industry Knowledge Information System (KISCON), and the Korea Construction Engineering Association (KACEM). There are three main institutions collecting data related to accidents in the construction industry. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport manages the Construction Safety Information System (CSI), while the Ministry of Employment and Labor collects accident data. Additionally, the Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA) investigates serious accidents upon request from the Ministry of Employment and Labor. When examining the pre-construction and accident data collected, it is evident that the systems of each institution are not interconnected, leading to fragmented data. Despite the large volume of data collected by practitioners, there is a high degree of redundancy. Although the Ministry of Land, Infrastructure and Transport analyzes some data through the Construction Safety Information System (CSI), there are still significant challenges in applying this analyzed data effectively on-site to prevent accidents. The utilization of analysis from pre-construction and accident data can be approached in several ways: By analyzing data related to previous types of construction and the circumstances of accidents based on data from contracting and design firms, visual representations of accident occurrences for each type of work can be provided during contract negotiations. This data-driven approach can highlight important considerations and precautions that should be taken into account during contract formation. Information on the frequency of accidents by company and the scale

of the company can be provided to inform the selection of contractors. Additionally, identifying the responsible parties through accident data allows for targeted safety training and customized safety management plans for specific personnel or workers within each company, thereby helping to prevent future accidents. Information on accident occurrences related to the scale of the construction site can be provided in advance to emphasize safety precautions. By offering data on accidents related to the purpose, size, and type of buildings, potential risks can be identified and mitigated during the design and construction phases, thus preventing accidents. Through the analysis of collected accident data, it is possible to examine factors impacting construction sites and use this data to enhance safety measures. An integrated platform should be managed nationally to ensure the collection of data without redundancy. The analysis of nationally collected data can enhance the reliability of subsequent data analyses. By standardizing the extraction and classification of data, quantitative measures for accident prevention can be proposed from a data-centric perspective. This approach can result in the creation of visualized data that is easy for users to understand, facilitating the comprehension of analysis results. Ultimately, this would lead to the development of a construction safety platform that helps prevent accidents in advance and confirms the methods of analyzing the utilization of collected data.