

스마트 건설안전 기술의 현장 적용 활성화를 위한 제도 개선 연구

정덕화¹ · 김세훈¹ · 임석빈^{1,*}

¹국토안전관리원, 안전성능연구소

A Study on Institutional Improvement to Activate Field Application of Smart Construction Safety Technology

Jeong, Deokhwa¹, Kim, Sehoon¹, Im, Seokbeen^{1,*}

¹Research Institute for Safety Performance, Korea Authority of Land & Infrastructure Safety

Abstract : Recently, as part of an effort to reduce the high accident rate in the construction industry, the smart construction safety technology is being introduced, and some institutional improvements are being made simultaneously. This study has been carried out to identify the effectiveness of such an improved institution and to draw additional opinions for improvement to spread the field application of smart safety technology. A survey was conducted for participants in the construction industry, and awareness of the improved institution and additional requirements for spreading smart safety technology in the construction site were investigated. As a result of the investigation, high interest in the field application of smart construction safety technology has been confirmed, and some issues such as safety management costs and duplication of on-site safety paperwork have been raised. The opinions derived through this study will be used as baseline data for future institutional improvements for the introduction and diffusion of smart construction safety technology in the construction site.

Keywords : Smart Construction Technology, Construction Safety, Surveying, Institutional Improvement

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

1.1.1 연구의 배경

정부는 사고를 2020년까지 절반으로 줄이기 위한 “국민생명 지키기 3대 프로젝트(2018년 1월)”을 추진해오며, 특히 사망자수가 전체 산업 사망자의 50%를 초과하고 있는 건설업 사고와 재해율을 줄이기 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 하지만, 안전보건공단의 통계자료(Fig. 1)에 따르면, 건설업 재해율은 전체 산업재해율에 비해 지속적으로 증가하는 추

세에 있으며, 사고에 의한 사망자도 2017년 506명, 2018년 485명, 2019년 428명, 2020년 517명 등으로 크게 감소하지 않고 있다. 이에 최근에는 처벌이 한층 강화된 “중대재해처벌법” 시행, “건설안전특별법” 발의 등 건설현장의 안전을 제고하기 위한 많은 변화를 시도 중에 있다. 이러한 변화가 그 동안 부족했던 안전에 많은 관심을 불러왔고, 이에 재해를 저감과 직결되기를 기대하지만, 건설현장은 타 산업에 비해 현장 다양성, 변동성 등 열악한 조건이기에 재해율 감소를 낙관하기는 어려운 실정이다. 또한 건설현장은 현장 인력 고령화로 안전문제가 심화되고 있으며, 부족한 노동력이 외국인 노동자들로 대체됨에 따라 현장 소통 부족에 의한 사고도 많이 발생하고 있는 상황이다. 따라서 기존의 건설안전 문제를 획기적으로 저감시키기 위한 많은 고민이 있었고, 그 일환으로 최근에 적용이 확대되고 있는 IoT 센서,

* Corresponding author: Im, Seokbeen, Research Institute for Safety Performance, KALIS, Jinju 52856, Korea
E-mail: sbeeni@kalis.or.kr
Received November 26, 2021
Revised December 1, 2021
Accepted December 7, 2021

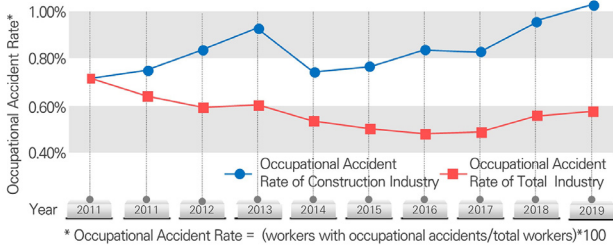


Fig. 1. Occupational Accident Rate of Construction Industry (KOSHA, 2020)

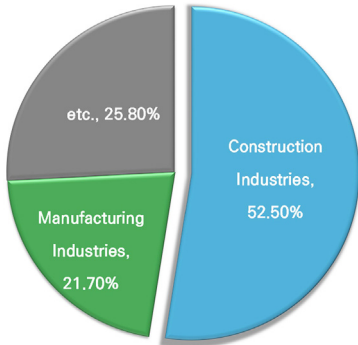


Fig. 2. Dead in Construction Industries

지능형 영상관제 등을 현장 안전관리에 접목하기 위한 시도가 대기업을 중심으로 시도되고 있다.

이러한 스마트 안전관리기술의 현장 확산을 위해 정부는 ‘건설현장 추락사고 방지 종합 대책(4.11)’에 따른 총공사비가 300억 이상인 공공 공사에 대해 스마트 안전관리에 필요한 비용을 설계에 반영하라고 명시하였고, 최근 스마트 건설안전기술의 도입·확산을 위해 건설공사 안전관리 업무수행 지침(‘21.06.29)에 무선설비 및 무선통신을 이용한 건설공사 현장의 안전관리체계 구축 운용비용을 안전관리비로 계상할 수 있도록 개정했다.

본 연구에서는 안전관리 업무수행 지침 개정 후 스마트 안전기술 현장 적용 실태를 파악하기 위해 건설업계 종사자를 대상으로 설문조사를 진행하였고, 이를 통해 스마트 안전기술의 도입·확산을 위해 필요한 제도적 추가 개선점을 도출하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

이 연구의 절차는 크게 4단계로 진행된다(Fig. 3).

첫째, 최근 개정된 스마트 건설안전 관련 법령을 조사한다. 둘째, 개정사항을 바탕으로 설문지를 작성하고 건설산업의 주요 참여자를 대상으로 설문 조사를 수행한다. 셋째, 수집된 데이터를 토대로 스마트 건설안전에 대한 건설산업 주요 참여자들의 인식 수준을 확인한 후 분석된 문제점을 분석한다. 넷째, 분석된 자료를 바탕으로 스마트 건설안전 기술의 현장 적용을 위한 개선점을 도출한다.

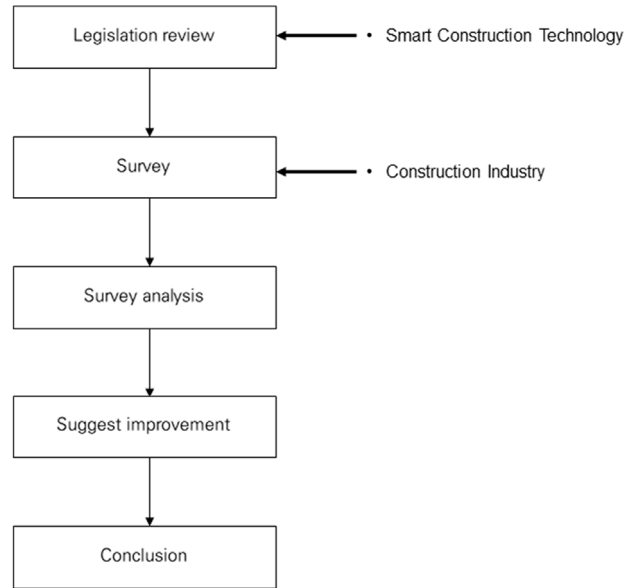


Fig. 3. Research method

2. 설문 조사

2.1 설문 조사 개요

국도교통부에서는 스마트 건설안전 기술 도입 및 확산을 위해 건설기술 진흥법에서 무선안전장비 설치 및 운영비용을 안전관리비로 계상이 가능하도록 시행했다(건설공사 안전관리 업무수행 지침, ‘21.06.29. 시행). 또한, 스마트 안전장비 및 안전관리시스템 구축 운영에 필요한 비용 등을 지원되는 사업을 시행(건설기술 진흥법 62조 3항, ‘21.09.17 시행)하고 있다.

무선안전장비 사용에 대한 대가를 안전관리비로 계상이 가능하도록 시행한지 3개월이 지난 시점(10월)에 무선안전장비 적용 실태를 파악하고 법령 개선사항 등을 조사하기 위해 건설산업에 종사하는 51명에게 N사 양식을 이용하여 설문조사를 시행했다. 설문대상자의 소속 및 총 근속연수, 담당업무는 (Fig. 4)와 같다. 응답자 분포를 살펴보면 대형사와 중견사에 근무한다고 응답한 비율이 약 66%, 10년 이상 근속했다고 응답한 비율이 약 70%, 안전관리를 경험해본 응답자가 약 41%이므로, 응답자들은 해당 설문조사에 적합한 대상이라고 사료된다.

설문 조사 항목으로는 건설현장 안전관리를 위해 스마트 안전장비 적용여부와 기술의 종류, 비용의 출처, 안전관리에 도움이 된 점을 조사했으며, 스마트 안전장비를 도입·확산하기 위해 안전관리계획서, 안전관리비, 안전데이터 활용/관리 측면에서 개선사항에 대해서 조사했다.

또한, 스마트 안전관리 보조/지원 시행령을 인지하고 있는지 일차적으로 조사했고, 지원사업에 참여할 의향을 알아보았으며, 지원사업을 확대하기 위한 제도적 방안에 대해 알아보았다.

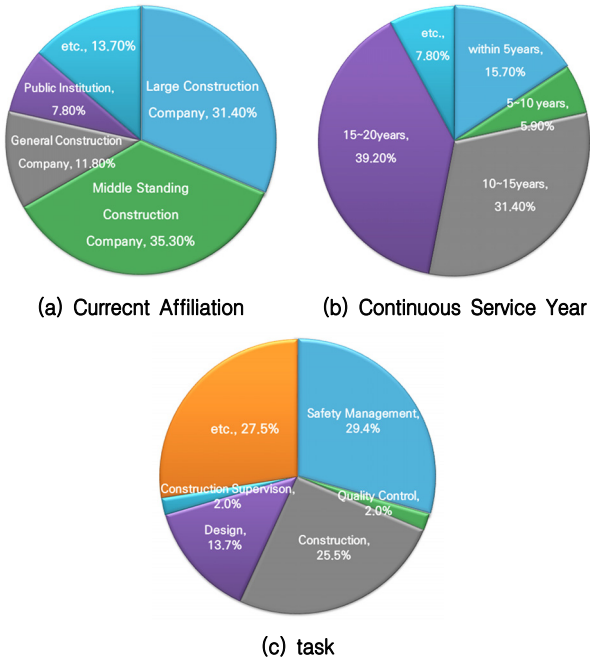


Fig. 4. Distribution of Respondant

Table 1. Type of Respondent's Career (Duplicate Selection)

Career	Number	Ratio (%)
Safety Management	21	41.2
Quality Control	9	17.6
Construction	33	64.7
Design	20	39.2
Construction Supervision	6	11.8
etc.	8	15.7

3. 설문 조사 결과

3.1 스마트 안전기술 도입 현황

스마트 안전기술을 도입했거나 도입을 계획하고 있다고 대답한 응답자는 51명 중 43명으로 약 84%로 많은 현장에서 스마트 안전기술을 도입 중인 것으로 나타났다. 적용했거나 적용예정인 스마트 안전기술은 스마트 관제시스템, 지능형 CCTV, 디지털트윈 등과 같은 기술에 많은 관심을 가지고 있는 것으로 나타났다. 기술력과 제도적 바탕이 된다면 건설현장에 빠르게 확산될 수 있을 것으로 사료된다.

현재 스마트 안전기술을 도입하고 유지관리하는 비용을 안전관리비로 부담하고 있다고 응답한 비율이 약 37%이며, 그 외에 산업안전보건관리비, R&D연구를 통한 T/B적용, 기업 자체 비용 등으로 부담하고 있다고 응답했다. 스마트 안전기술과 관련된 비용을 안전관리비로 계상하지 않는다고 응답한 비율이 약 63%로 최근 시행된 안전관리비 관련 법령이 현실적으로 적용이 미미한 것으로 나타났다. 이에 안전관리비와 관련된 실효성이 높은 제도적 개선이 필요한 것으로 사료된다.

Table 2. Type of Smart Construction Technology (Duplicate Selection)

Smart Construction Technology	Number	Ratio (%)
intelligence CCTV	25	49.0
Smart control system	28	54.9
Smart sensor	20	39.2
Wearable sensor	16	31.4
Location of labor	18	35.3
Management of labor attendant	24	47.1
Digital twin	25	49.0
Drone	23	45.1
Robot	2	3.9
etc.	2	3.9

Table 3. Appropriation of Smart Construction Technology

Appropriation	Number	Ratio (%)
Safety Management Expenses	15	29.4
Funds for Occupational Safety and Health Management	4	7.8
Safety Management Expenses + Funds for Occupational Safety and Health Management	4	7.8
R&D	3	5.9
Safety Expenses of Company	4	7.8
Non-Response	21	41.2
Total	51	100

스마트 안전기술을 도입하여 안전관리에 도움이 된 점으로는 안전 데이터 확보가 가장 높았으며, 안전 사고 감소, 작업자의 안전수준 향상, 현장 내 관리자의 안전활동 시간 감소 순으로 나타나며, 스마트 안전기술 도입의 효과가 미미하다 라고 응답한 응답자는 약 10%로 나타났다. 스마트 안전기술의 효과 중 안전 데이터 확보를 제외하면 그 비율이 40%미만이고 효과가 미미하다는 응답 비율이 약 10%인 것을 감안하면, 현장에서 높은 실효성있다고 느낄 수 있는 스마트 안전기술의 개발 및 도입이 필요할 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of Smart Construction Technology (Duplicate Selection)

Effects	Number	Ratio (%)
Improved safety level of labor	16	31.4
Reduction of safety accidents	18	35.3
Reduced safety activity time in construction	14	27.5
Reduction of safety management manpower	6	11.8
Safety data	25	51.0
Little effect	5	9.8
etc.	11	21.6

3.2 스마트 안전기술 도입·확산을 위한 제도적 개선점

건설현장에서 스마트 안전기술의 도입·확산을 위해 필요한 제도적 개선점을 ①안전관리계획서 관련 제도, ②안전관리비 계상기준, ③안전데이터 활용/관리 개선 3가지로 나누어 설문 조사하였다.

그 중 안전관리비 계상기준 개선이 가장 필요하다고 응답했으며, 안전데이터 활용/관리 개선, 안전관리계획서 관련 제도 개선 순으로 제도적 개선이 필요하다고 응답하였다.

Table 5. Institutional Improvement for Smart Construction Technology (Duplicate Selection)

Improvements	Number	Ratio (%)
Institutional improvement to Safety management plan	19	37.3
Institutional improvement to Safety Management Expenses	34	66.7
Institutional improvement to safety data	24	47.1

스마트 안전기술 도입·확산을 위한 안전관리계획서 관련 제도 개선점으로 <Table 6>과 같이 안전관리계획서와 유해위험방지계획서를 통합하여 서류 업무의 간소화 하는 것을 가장 많이 제시했다. 작성된 안전관리계획서가 서류로만 끝나는 것이 아니라 계획대로 실행되도록 제도적인 방침이 필요하다고 응답했다. 그리고, 스마트 안전기술의 확대를 위해 설계안전성평가 단계에서 스마트 안전기술을 적용하는 방안과 스마트 안전기술 담당자를 법적으로 지정하도록 제도가 있어야 한다는 의견도 있었다.

Table 6. Institutional Improvement about Safety Management Plan

Comments	빈도(명)
Simplify integration of the safety management plan and hazard prevention plan	24
Strengthening performance of the safety management plan	9
Manual of the safety management plan	2
Replacing the implementation of the safety management plan with smart safety technology	1
Establishment of legal system for designation of smart safety technology manager	1
Application of smart safety technology in the design safety evaluation stage	1
etc.	3
Non-Response	10
Total	51

스마트 안전기술 도입·확산을 위한 안전관리비 계상기준 개선점으로는 <Table 7>과 같이 안전관리비 계상금액 증액과 계상 범위 보완 및 확대가 필요하다고 응답했다. 그리고

스마트 안전기술 확대를 위해 발주처에서 스마트 안전기술에 대한 안전관리비를 직접 지급하는 방안을 제안했다.

스마트 안전기술에 관한 안전관리비 계상기준이 추가되었으나(건설공사 안전관리 업무수행 지침, '21. 6. 29 시행) 스마트 안전기술 계상항목 추가를 요청하는 응답자도 있어 법령이 변경된 것을 확인하지 못한 응답자들도 소수 있는 것을 알 수 있다.

Table 7. Institutional Improvement about Safety Management Expenses

Comments	Number
Increase in the amount of the safety management expenses	13
Complementing and expanding the scope of appropriation for safety management expenses	12
Payment of smart safety management fee	3
Addition of smart safety technology fee to the safety management expenses	4
etc.	6
Non-Response	13
Total	51

스마트 안전기술 도입·확산을 위한 안전데이터 관련 제도 개선점에 대한 응답 12건으로 미미하며, 개인정보 활용에 대한 문제점 개선 및 데이터 관리 매뉴얼, 데이터 확보, 관리 등에 대한 개선사항을 요청했다.

Table 8. Institutional Improvement about Safety Data

Comments	Number
Improvement of management privacy information	5
Provision of data management manual	1
Legal improvement for usage of Big data	3
Obtaining data of industrial accident report	2
Responsible for error in judgment of smart safety technology	1
Non-Response	39
Total	51

3.3 스마트 안전장비 보조/지원 사업 현황 및 개선점

국토부에서는 건설기술 진흥법 62조의 3(스마트 안전관리 보조·지원, '21.09.17시행) 시행하여 스마트 안전기술의 도입·확산을 하고자 노력하고 있지만, 현재 해당 지원사업을 알고 있는 응답자는 27명(약 53%)이며 신설된 조항이 안전기술 적용 확산에 충분한 도움이 될 것 같다고 응답한 사람은 29명(약 57%)으로 나타났다. 지원사업을 신청하고 싶은 의향을 묻는 질문에는 응답자 40명(약 78%)으로 높은 관심을 보였다.

신설된 조항에 대한 보완 의견으로는 일정 규모 이상의 현장에 스마트 안전장비 의무사용을 법제화해야 한다는 의견

Table 9. Responses of Smart Device Support/Assistant

Questions	Response	
	Yes	No
Did you recognize newly introduced institutions for applying and supporting smart safety technology in the field? 건설기술진흥법 62조의 3(스마트 안전관리 보조·지원)	27 (52.9%)	24 (47.1%)
Do you think the newly introduced institution is helpful for applying smart safety technology in the field?	29 (56.9%)	22 (43.1%)
Do you have any interest to apply the smart safety equipment support project?	40 (78.4%)	11 (21.6%)

이 있으며, 예산이 한정적인 것으로 보이는 문구(“예산의 범위에서”)로 인해 충분한 예산을 투입을 요청했다.

지원사업을 확산하기 위해서 사업에 지원하는 현장에 아래와 같은 혜택을 요청했다.

- 스마트 안전장비에 대한 충분한 교육 및 유지관리
- 입찰시 가산점 부여
- 안전수칙 우수 이행자의 포상 및 이력 관리 증빙
- 안전관리 점검에 가점 부여
- 안전관리 지적사항에 대한 패널티 경감
- 중대재해 발생 시 책임경감

3.4 그 밖에 건설현장 안전 수준 향상을 위한 개선점

설문의 마지막에 실시한 건설현장 안전수준 향상을 위한 개선점을 정리하면 아래와 같다. 발주처에서 적절한 공기를 제공하는 의견과 산업재해 발생 시 발주처의 안전책임 강화 등과 같이 발주처에서 안전에 대한 책임 강화가 필요할 것으로 보인다. 또한, 중대재해처벌법에 대한 관심과 안전기준 미준수 근로자에 대한 패널티 부과 등과 같이 산업재해 발생 시 책임소재에 대해서도 관심이 높은 것을 알 수 있다.

현장 기술자에게 적절한 휴식을 보장고 주 52시간 근로시간을 준수할 수 있도록 적절한 예산과 공기를 확보해야함.

- 과감한 안전 시설 및 활동에 투자할 수 있는 비용 인정과 현실적인 공기 검토 및 반영될 수 있도록 제도 개선
- 안전관리자 현장 조직과 별개로 발주처나 감리 소속으로 인정되어야함.
- 지능형 CCTV등을 사용하여 현장 안전 우수 관리현장으로 증빙할 수 있을 경우 중대재해처벌법이 경감될 수 있도록 제도적 개선 필요
- 안전교육을 통해 자발적인 참여가 이루어질 수 있도록 제도 개선 필요
- 안전기준 미준수 시 근로자에게도 패널티 부과
- 안전관리비 효율 대폭 향상
- 산업재해 발생 시 발주자의 책임 강화
- 안전비용 미사용에 대한 강력한 제재
- 외국인 근로자 언어장벽, 안전문화 교육에 대한 지원

- 근로자의 안전의식 고취방법 개선
- 자동차 보험과 같이 본인 과실을 적용하여 산재 보상 처리
- 소규모 현장 안전장비, 시스템 등을 대여하는 제도

3.5 스마트 안전기술에 대한 건설업계 기타 의견

건설업계 설문 조사에서 일부 의견으로 기준에 미달하는 스마트 안전 기술의 도입은 현장 직원과 근로자의 반감을 살 수 있어 우려하며, 실효성이 높은 기술 도입을 원하고 있었다. 따라서, 빠르게 현장에 적용되는 것이 중요하겠지만 현장에서 거부감이 없이 사용을 할 수 있도록 양방향 소통을 통해 최선을 도출하고 철저한 검증을 하여 단계적인 도입이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

건설기술진흥법에서 무선안전장비가 안전관리비로 계상이 가능하도록 시행된 후 무선안전장비 적용 실태를 파악하고 스마트 안전기술 도입·확산을 위한 제도 개선사항을 알아보기 위해 설문 조사를 실시했으며, 결과와 개선방안을 도출하면 다음과 같다.

- (1) 설문 조사 결과, 대부분의 응답자는 스마트 안전기술 도입을 고려하고 있었다. 스마트 안전기술 중 스마트 관제 시스템에 관심이 가장 많았으며, 그 이유로는 안전 데이터 확보에 효과가 있을 것이라고 응답했다. 하지만, 스마트 안전기술 적용과 관련하여 안전관리비로 계상한다는 응답이 약 37%로 저조했다. 이는 스마트 안전기술 적용과 관련된 홍보 부족과 스마트 기술을 활용하기에 안전관리비 비용 부족 등 스마트 안전기술 도입·확산을 위한 제도적인 추가 개선이 필요한 것으로 사료된다.
- (2) 스마트 안전기술 도입·확산을 위해 필요한 제도적 개선으로 안전관리비 계상금액 증액과 계상범위 보완, 확대를 요청하는 응답이 가장 많았다. 또한, 안전관리계획서와 유해위험방지계획서를 통합하여 서류작업이 간소화할 수 있는 제도 개선도 필요하다는 의견이 있었다.
- (3) 국토부에서 스마트 안전관리 보조지원 사업을 시행하고 있지만 사업을 인지하고 있는 응답자는 약 53%에 불과했다. 따라서 스마트 안전기술을 확산시키기 위해 충분한 사업비 투자와 안전관리 실효성을 홍보해야 한다.
- (4) 스마트 안전기술 도입·확산을 위한 제도적 개선 외에 건설현장 안전수준 향상을 위한 개선점으로 적절한 예산과 공기 준수, 안전사고에 대한 발주자 책임 강화, 안전기준 미준수 시 근로자 과실을 적용이 필요하다고 응답했다. 이 중 대부분은 김교홍의원이 대표발의한 건설안전특별법안(21.06.16. 제발의)에 포함된 내용으로 건설안전특별법안이 시행되어 정착된다면 건설현장의 안전 수준이 향상될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 진행한 설문은 건설업 종사자 중 스마트 안전기술에 관심이 많거나, 직간접적으로 경험한 사람들을 중심으로 설문이 회신됨에 따라 설문 숫자가 다소 부족한 측면이 있었다. 향후 스마트 기술의 적용 확대와 더불어 추가적인 설문조사를 통해 다양한 Needs 반영이 필요할 것으로 사료된다. 또한 국토안전관리원에서 시범적으로 진행하는 중소현장 스마트 안전장비 지원사업 적용 후에 이에 대한 추가 설문조사를 통해 재해율이 높은 중소현장의 스마트 안전 기술 적용을 위해 필요한 부분에 대한 추가 의견 반영이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 스마트건설기술개발사업의 연구비 지원(21SMIP-A158708-02)에 의해 수행되었습니다.

References

김동주. (2017). “건설시공안전 확보를 위한 기술 및 연구개발 방향” 처방에서 예방으로, 국토교통 R&D 안전 포럼.
 임석빈 (2021). “재해율 25% 이상 감소 목표, 스마트 안전 통합 관제센터 구축” 공학저널 6월호, pp. 90-91.
 임석빈, 박경수, 박찬식, 이도엽, 김형관, 박기창. (2020). “스마트 안전 통합 관제기술” 한국건설관리학회, 제21권 제4호, pp. 9-17.
 한국건설산업연구원. (2006). “건설 안전사고 근절을 위한 혁신적인 안전관리 개선 방안 연구.”
 한국건설산업연구원. (2021). “건설동향 브리핑-건설현장의 스마트 안전관리 동향”, 제821호, pp. 7-8.
 이광표, 최석인. (2019). “스마트 건설기술 활성화를 위한 법제화 방향” CEM Focus, 제20권 제5호, pp. 28-32.
 국토교통부. (2020). “스마트 안전장비 도입으로 건설현장의 안전성을 높이겠습니다 [보도자료, 20.3.20].”
 한국시설안전공단. (2018). “건설공사 안전관리 선진화 및 스마트체계 연구.”
 이종식. (2021). “건설현장의 안전문화 성숙도 평가에 관한 연구” 안전문화연구, 제12권, pp. 33-46.
 김동철, 안형환. (2021). “국내 건설현장 외국인 작업자의 안전

행동 요인분석” 표준인증안전학회지, 제11권 제3호, pp. 43-56.
 정태희, 이양우, 전승민. (2021). “국내 건설현장 외국인 작업자의 안전행동 요인분석” 표준인증안전학회지, 제11권 제3호, pp. 43-56.
 정태영. (2020). “4차 산업혁명시대, 스마트 안전관리 본격 개막” [Website], 안전저널, 2020, 7. 17 <https://www.anjunj.com/news/articleView.html?idxno=30248>
 Columbus, L. (2020). “10 ways AI is improving construction site security” [Website]. Forbes, (2020, Nov 25). <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2020/11/25/10-ways-ai-is-improving-construction-site-security/>
 “Casestudy : Reducing risk and improving safety”[Website]. (2020, Nov 23). <https://smartvid.io/customers>
 “Procore acquires construction artificial intelligence company, INDUS.AI” [Website]. (2021, May 6). <https://www.procore.com/press/procore-acquires-construction-artificial-intelligence-company-indusai>

요약 : 최근 건설업의 높은 재해율을 저감하기 위한 노력의 일환으로 스마트 안전관리 기술의 현장 도입이 시도되고 있으며, 이와 관련한 제도적인 개선이 일부 이뤄지고 있다. 본 연구에서는 이러한 개선된 제도의 효용성 파악 및 스마트 안전관리 기술의 현장 적용 확산을 위한 추가 개선점을 도출하기 위해 수행되었다. 건설업에 종사하는 참여자를 대상으로 설문조사를 수행하였고, 개선된 제도의 인지 및 건설현장에서 스마트 안전 기술을 확산하기 위해 필요한 항목을 조사하였다. 조사 결과 스마트 건설안전의 현장 적용에 대한 높은 관심을 확인할 수 있었고, 안전관리비의 및 현장 안전 서류업무 중복 문제 등을 제기하였다. 본 연구를 통해 도출된 의견은 향후 스마트 건설안전 기술의 도입·확산을 위한 제도적 개선의 기초자료로 활용될 것이다.

키워드 : 스마트 건설안전 기술, 건설안전, 설문조사, 제도개선