

건설정책리뷰 2022-05

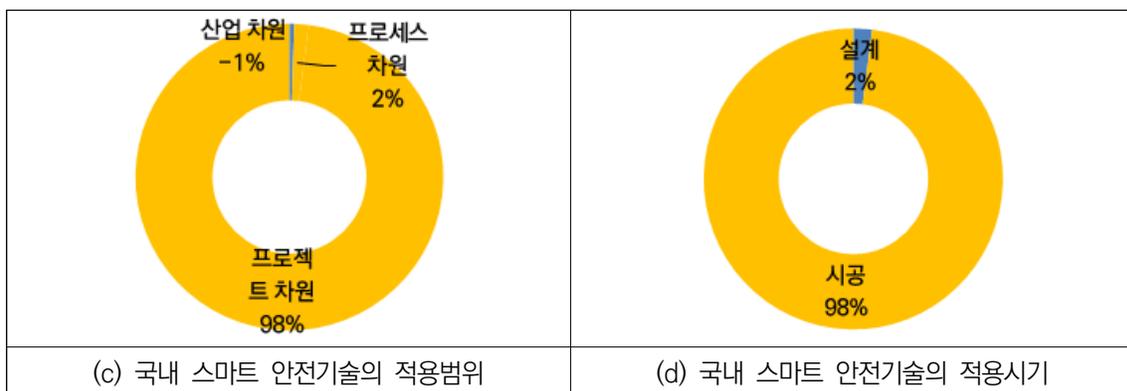
스마트 안전기술 동향 분석과 시사점

홍 성 호·조 재 용

2022.09

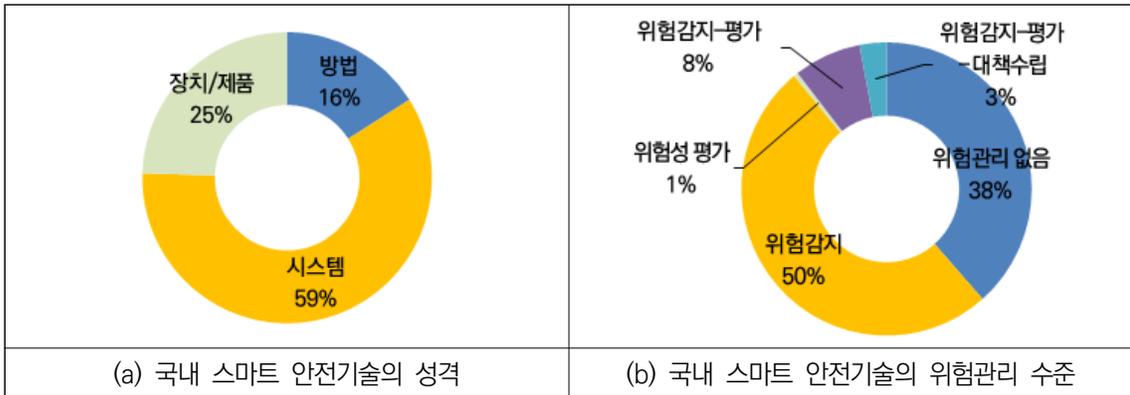
요 약

- 본 연구는 국내·외 연구 및 특허 동향 분석 등을 통해 스마트 안전기술 개발 및 적용현황과 한계점을 검토하고, 향후 건설현장 안전사고 저감을 위해 보완 및 개선해야 할 방향을 제시
 - 최근 건설현장 안전사고 저감을 위해 BIM, IoT 및 AI 등 첨단 기술 개발·활용이 활발하나, 기술 자체의 신뢰성이 낮고, 재해예방의 실효성이 적다는 문제점 제기
- 국내 스마트 안전기술은 프로젝트 차원(97%), 시공단계(98%)에 적용되는 기술이 대부분이므로, 해외와 달리 기술편중 현상이 심각한 상태
 - 해외도 프로젝트 차원과 시공단계에 적용되는 스마트 안전기술이 다수이나, 그 외 기술도 상당수(프로젝트 차원 이외 기술 34%, 시공단계 이외 기술 10%)



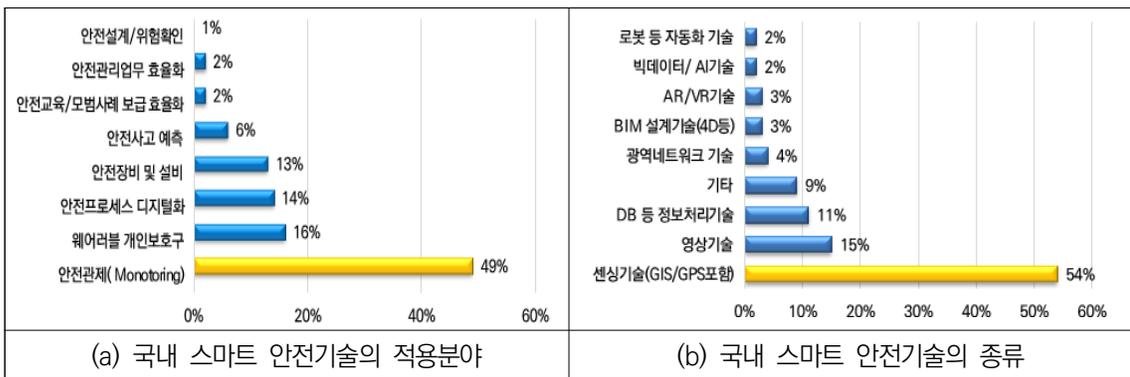
〈요약 그림 1〉 국내 스마트 안전기술 적용범위 및 시기

- 국내 스마트 안전기술은 시스템 관련 기술이 다수이며, 종합적 위험관리가 가능한 기술은 거의 없는 상황
 - 정보 시스템 등 시스템(안전관리방법이나 절차, 정보처리 하드웨어 등) 관련 특허는 전체의 59%인 반면, 건설안전 원천기술인 장치·제품 및 방법에 관한 특허는 전체의 41% 불과
 - 위험관리 개념이 접목되지 않거나 단순 위험감지 기술이 전체의 89%이나, 위험감지-위험성 평가(8%), 위험감지-평가-대책수립(3%) 등 위험관리 사이클이 반영된 기술은 소수에 불과



〈요약 그림 2〉 국내 스마트 안전기술의 성격 및 위험관리 수준

- 국내 스마트 안전기술은 근로자 위험행동 관찰 등 안전관제(49%)를 목적으로 하는 기술이 상당수이며, 안전관리업무 효율화(2%)와 안전설계·위험확인(1%) 분야 적용기술은 빈약
 - 해외도 안전관제(Monitoring)를 목적으로 스마트 안전기술이 많이 접목되고 있으나, 안전관리업무 효율화(32%)와 안전설계·위험확인(IT분야 59%) 분야에 적용되는 기술도 상당수
 - 국내는 스마트 안전기술을 주로 감시, 모니터링, 관제, 기록을 위한 시스템 또는 방법으로 이해하는 경향이 강한 편



〈요약 그림 3〉 국내 스마트 안전기술의 종류와 적용 분야

- 국내 스마트 안전기술은 피상적 안전기술 위주, 단순 대응형 위험관리 기술, 프로젝트 차원 및 시공단계 국한, 신뢰성 및 실효성 부족의 한계를 노출
 - (피상적 안전관리 기술 중심) 현재 작업방법, 절차 및 습관 하에서 불안정한 행동과 상태, 관리상 결함을 일부 보완하는 기술 위주로 개발·적용되고 있어 재해원인의 근본적 제거 불가능
 - (단순 대응형 위험관리 기술) 안전관제에 적용되는 기술이 대다수 위험관리 개념이 접목되지 않거나 단순 위험감지를 위한 기술에 불과하여 종합적 위험관리를 통한 재해예방 미흡
 - (프로젝트/시공단계 국한) DfS(안전설계) 및 BIM 기술 등 Pre-Construction 단계에서 적용하는 기술이 부족하여 건설사업 전주기를 대상으로 하는 Total Safety Management 저해

- (기술 자체의 신뢰성·실효성 미흡) 재해예방 효과 불확실, 안전관리업무의 중복성으로 인해 실무 적용성도 미흡하여 안전관리담당자의 불만이 매우 큰 상황

■ **향후 국내 스마트 안전기술은 근원적 안전관리 기술, 종합적 위험관리 기술, Total Safety Management 지원 기술, 신뢰성·실효성이 확보된 기술이 필요**

- (근원적 안전관리 기술) 건설현장 작업방법 및 절차뿐만 아니라 근로자 작업습관까지 변화시키는 근원적 안전기술로 진화
- (종합적 위험관리 기술) 위험감지-위험성 평가-위험성-대책 수립-환류(Feedback)로 이어지는 위험관리 전 사이클을 지원할 수 있는 기술로 변모
- (Total Safety Management 지원 기술) Pre-Construction 단계의 사전적 안전관리를 위해 BIM 기술을 활용한 Design for Safety 지원기술 개발 절실
 - Design for Safety 지원기술이란 기본·설계·시공안전보건대장의 작성, 전문성이 부족한 설계자의 안전설계 지원을 위한 의사결정모델 및 설계 자동화 기술 등을 의미
- (신뢰성 향상) 스마트 안전기술의 신뢰성은 데이터에 의해 좌우되므로, 건설사업 전주기 안전관리 결과의 디지털화를 위한 노력 필요
 - 특히, 산재조사 결과를 산재보상(Reactive)과 정책 수립을 위한 자료만이 아닌 산재예방(Proactive)과 산업이 필요로 하는 자료로 전환하기 위한 디지털 수집체계 구축 필요
- (실효성 증진) 안전관리업무 감소, 신규 전문인력 없이 사용·관리 가능하도록 편의성이 증진될 필요가 있으며, 사고 위험이 가장 높은 소규모 현장의 스마트 안전기술 적용을 위해 도입 및 운영비용을 낮추는 노력 필요

■ **스마트 안전기술은 기업 자율의 예방적 안전관리의 중요한 수단이므로 다음과 같은 토대 마련이 절실**

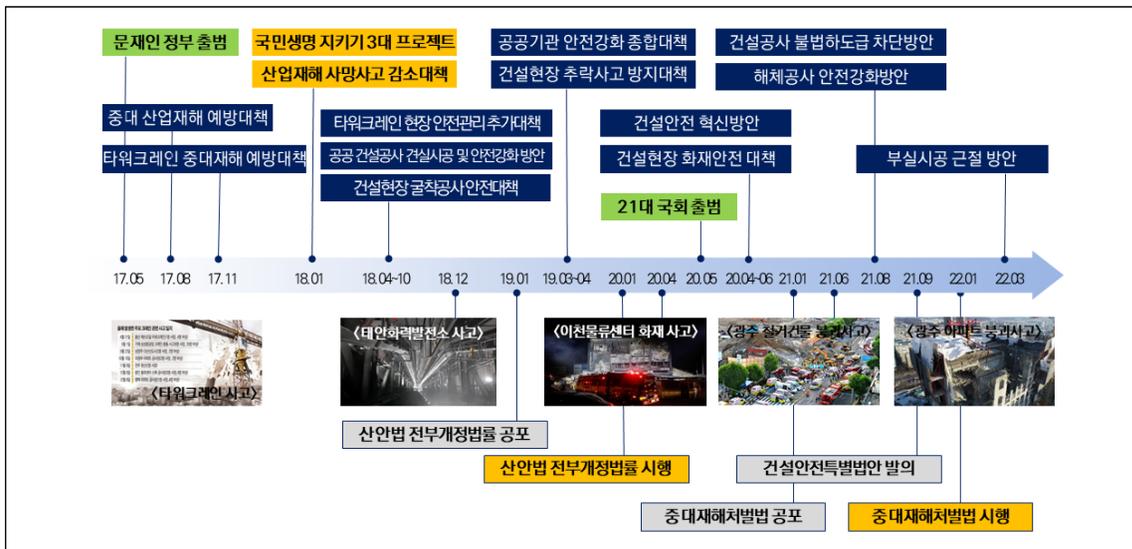
- 무분별한 연구개발 기획과 시행은 스마트 안전기술 관심도를 저하시키는 계기로 작용할 소지가 크므로 충실한 계획을 바탕으로 한 전략적 접근 필요
- 연구개발 단계에서 실무 적용성과 재해예방 효과를 확실히 검증하여 신뢰성·실효성 높은 스마트 안전기술 개발 노력 필요
- 스마트 안전기술 원천이며 기본인 안전관리업무 효율화, 안전장비·설비에 관한 기술개발 및 적용에도 관심과 투자가 필요
- 범 정부 차원에서 기업이 투자하기 힘든 기술, 공백기술에 대한 과감한 기술개발 투자와 함께 스마트 안전기술 Catalog, 기술기준, 대가기준, 성능평가시스템 마련을 적극 추진
 - Catalog란 스마트 안전기술이 적용된 제품·장비·설비·시스템 등의 종류, 사용 분야, 적용 효과, 최소 성능 등이 제시된 사양서를 의미

목 차

요 약	i
I. 서 론	1
II. 스마트 안전기술의 현재와 한계	3
1. 안전기술 중요성과 여건 변화	3
2. 해외의 스마트 안전기술 동향	5
3. 국내의 스마트 안전기술 동향	7
4. 국내의 스마트 안전기술 한계	14
III. 스마트 안전기술이 나아가야 할 방향	15
1. 스마트 안전기술의 향후 방향	15
2. 스마트 안전을 위한 기타 제언	18
IV. 결 론	20
참고문헌	21

1. 서론

- 최근 5년간 정부는 산재 예방을 위해 14번의 대책 발표, 「산업안전보건법」 전면개정, 「중대재해처벌법」 제정·시행 등 규제강화 위주 정책 추진(그림 1-1 참조)
 - 이외에도 기존보다 건설공사 참여주체의 안전책무를 확대하고 벌칙을 강화하는 「건설안전특별법」이 발의된 상태



〈그림 1-1〉 최근 5년간 산재 예방을 위한 정부 대책 및 입법 추진경과

자료: 최수영, 국내 건설사고 현황과 스마트 안전기술, 프롬테크 밋업데이(Meet-up Day) 세미나 발표자료, 2022. 4

- 지속적인 규제강화에도 불구하고 지난 10년간 건설산업의 사망자 수는 감소하고 있지 않으며, 재해율의 경우에는 오히려 증가하는 실정(표 1-1, 표 1-2 참조)¹⁾
 - 최근 5년(16~20년)간 전체 산업 평균 사망자 수는 이전 5년(11~15년) 평균 대비 12.5% 감소하였으나, 건설산업은 동 기간 각각 478명과 475명으로 변화가 없는 상황
 - 최근 5년(16~20년)간 전체 산업의 평균 재해율은 이전 5년(11~15년) 평균 대비 비슷한 수준이나, 오히려 건설산업은 동 기간 각각 0.80과 0.98로 22.6% 증가

1) 사망자 수는 산업재해의 강도, 재해율은 빈도를 나타내는 대표적인 지표로 일반적으로 활용되고 있음.

〈표 1-1〉 최근 10년간 전체 산업과 건설산업의 사망자 수 추이 비교

(단위: 명)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
전체산업	1,129	1,134	1,090	992	955	969	964	971	855	882
	5년 평균 1,060					5년 평균 928(이전 5년 대비 12.5% 감소)				
건설산업	540	461	516	434	437	499	506	485	428	458
	5년 평균 478					5년 평균 475				

자료: 고용노동부, 산업재해 현황분석, 각 년도

〈표 1-2〉 최근 10년간 전체 산업과 건설산업의 재해율(근로자 100명당 재해자 수) 추이 비교

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
전체산업	0.65	0.59	0.59	0.53	0.50	0.49	0.48	0.54	0.58	0.57
	5년 평균 0.57					5년 평균 0.53				
건설산업	0.74	0.84	0.92	0.73	0.75	0.84	0.84	0.94	1.09	1.17
	5년 평균 0.80					5년 평균 0.98(이전 5년 대비 22.6% 증가)				

자료: 고용노동부, 산업재해 현황분석, 각 년도

- 건설현장 안전사고 예방에 있어서 규제강화에 기반한 관리적·교육적 대책은 한계에 봉착하였으므로 그동안 간과된 기술적 대책에 중점을 둔 재해예방 패러다임으로 전환 필요
 - 산업안전 선구자인 하인리히는 기술적 대책(Engineering) 바탕 하에서 관리적 대책(Enforcement), 교육적 대책(Education)이 종합된 대책이 필요함을 강조²⁾³⁾
- 최근 건설현장 안전사고 저감을 위해 BIM, IoT 및 AI 등 스마트 안전기술 개발·활용이 활발히 이루어지고 있으나, 기술 자체 또는 적용상 문제점으로 인해 재해예방효과 미지수
 - 스마트 안전기술의 신뢰성, 실효성 미흡, 특정 기술 편중 심화, 실무 활용성 부족, 중복 업무로 인한 비효율성 등의 문제점 제기
- 본 연구는 국내·외 연구 및 특허 동향 등을 통해 스마트 안전기술⁴⁾ 개발 및 적용현황과 한계점을 검토하고, 향후 건설현장 안전사고 저감을 위해 보완 및 개선해야 할 방향을 제시

2) Herbert William Heinrich, 「산업재해 예방: 과학적 접근(Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach)」, McGraw-Hill, 1931

3) 관리적 대책(안전관리조직 구성, 규정·별치 마련 등), 교육적 대책(안전교육·훈련 실시 등), 기술적 대책(안전 설계, 안전한 공법 채택, 기계·설비 재배치 등)

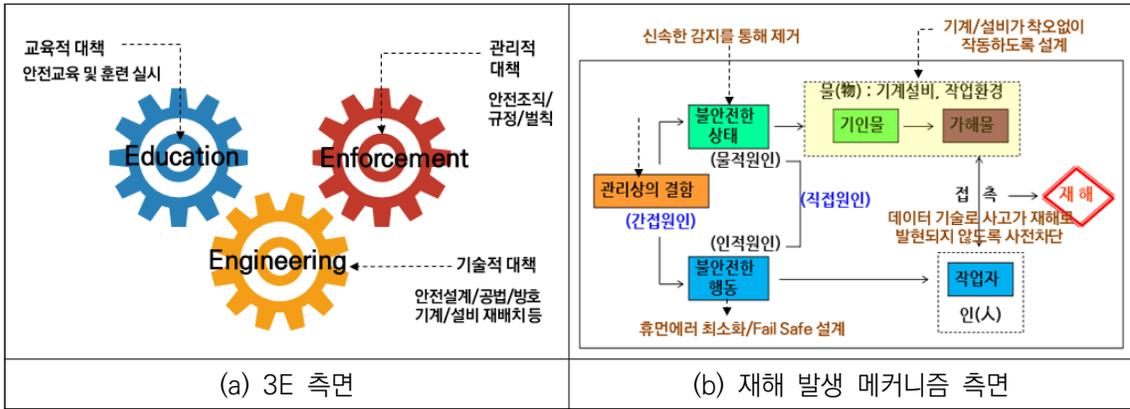
4) ‘스마트 안전기술’이란 전통적인 안전기술에 로봇틱스, AI, BIM, IoT 등의 첨단 디지털 기술을 적용함으로써 건설현장 근로자 안전을 향상시키기 위한 목적으로 개발된 공법, 장비, 시스템 등을 의미함. 예를 들어 ICT, 드론·로봇틱스 기반 기술, 근로자 위험요인에 대한 정보기술, 스마트 착용장비(Smart Wearable), 센서 등으로 취득한 정보를 통해 장비작업자·자재 등의 상태·위치 등을 분석하는 기술을 말함.

II. 스마트 안전기술의 현주소와 한계

1. 안전기술 중요성과 여건 변화

1) 안전기술(Engineering)의 기능과 의미

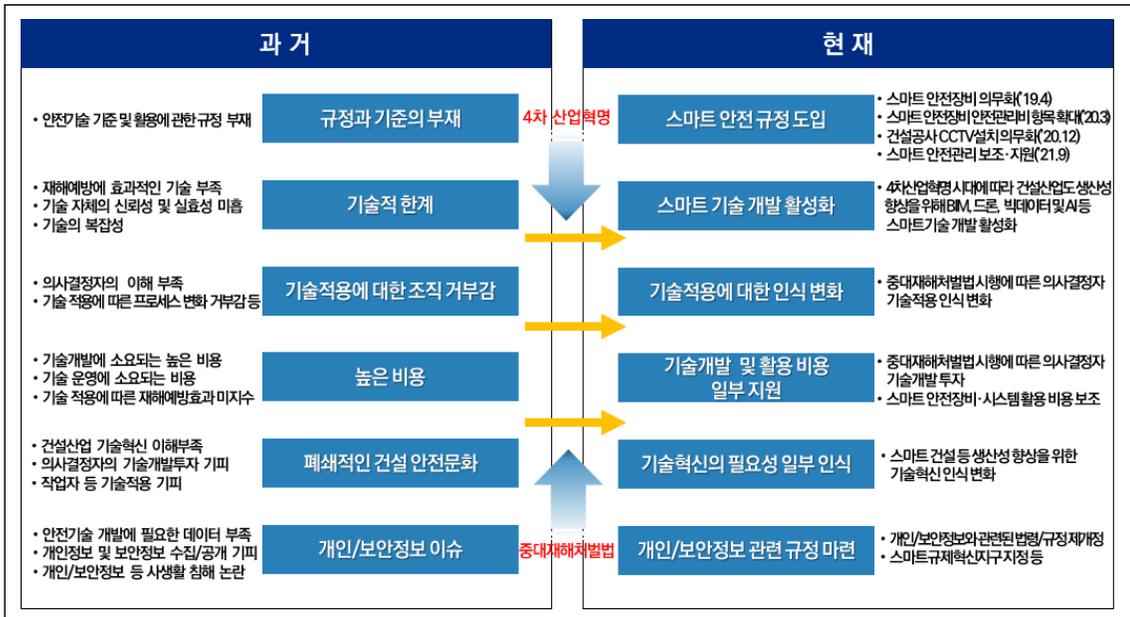
- <그림 2-1>의 (a)와 같이 재해예방을 위해서는 3E 관점의 종합적인 예방대책(안전수단) 강구가 필요하며, 이중 기술적 대책이 중심
 - 하인리히는 관리적 대책(Enforcement), 교육적 대책(Education), 기술적 대책(Engineering)이 필요하며, 기술적, 교육적, 관리적 대책 순서로 적용할 것을 강조
 - 충실한 기술이 있어야 교육효과가 커지고 합리적 규제로 이어질 수 있으므로, 기술적 대책은 종합적 안전대책의 기본이며 다른 대책의 효율성과 효과성을 증진하는 수단
- 국내 건설현장 안전관리 현황을 고려할 때, 건설재해 저감을 위해 취할 수 있는 예방대책(안전수단)도 기술적 대책밖에 남지 않는 상황
 - 교육적 대책은 근로자의 안전의식과 안전 문화와 관련되어 외생적(산업환경 등) 변수에 좌우되고, 그 효과가 점진적이며 장기적으로 발휘되므로 장기적 대응으로 해야 하는 대책
 - 규제에 기반한 관리적 대책은 최후의 대책(수단)이나, 국내의 경우에는 우선적 적용되는 대책으로 활용되는 경향이 있으며 그 효과도 이미 한계에 봉착
- <그림 2-1>의 (b)와 같이 기술적 대책은 재해 근본원인인 관리적 결함과 직접적 원인인 작업자의 불안전 행동 및 불안전 상태를 제거 가능
 - 예를 들어 IT 기술에 기반한 안전관리 정보화는 업무의 효율성을 증진시켜 재해의 근본 원인인 관리상 결함 제거 또는 최소화 가능
 - 방호장치/Fail Safe 설계는 휴먼에러(불안전 행동) 최소화, IoT 기술을 활용한 모니터링 시스템은 불안정한 상태의 조기 감지 가능



〈그림 2-1〉 3E와 재해 발생 메커니즘 측면에서의 기술(Engineering) 기능

2) 안전기술 개발 및 활용에 관한 여건 변화

- 기술적 대책은 재해예방 대책의 기초임에도 불구하고, 그동안 건설산업은 그 중요성을 간과하여 얼마 전까지 안전기술 개발 및 활용을 위한 여건이 갖춰지지 않은 상태
 - 주로 규제강화에 의한 관리적 대책과 건설근로자 기초안전보건교육 등 교육적 대책의 강구 및 이행에만 주력
 - 기술적 대책은 안전기술 기준과 활용에 관한 규정 부재, 기술적 한계 및 제약, 높은 도입 비용, 폐쇄적 문화, 신기술 적용에 관한 조직 내부의 거부감, 개인 및 보안정보 이슈 등으로 인해 적용을 기피



〈그림 2-2〉 건설산업에서의 안전기술 개발 및 활용 여건 변화

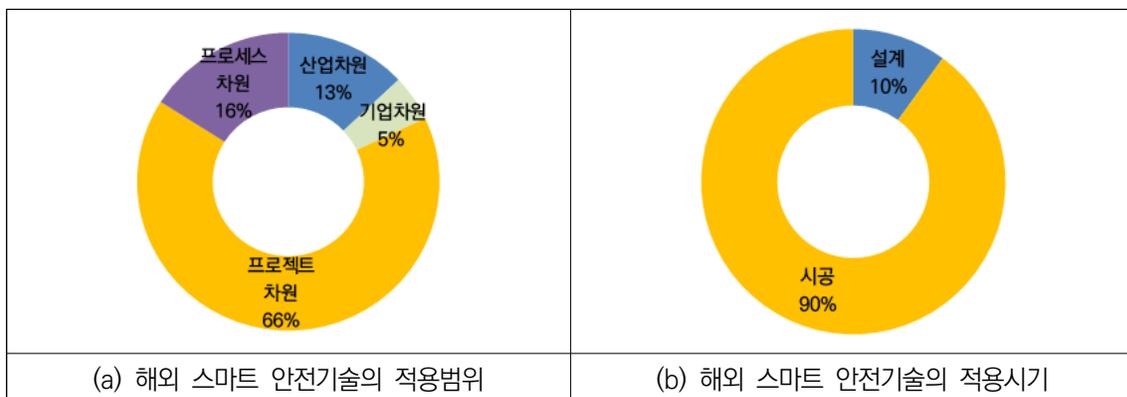
- 그러나 4차 산업혁명 시대 도래, 「중대재해처벌법」 제정·시행으로 인해 안전기술에 관한 관심과 투자가 증가하고 있으며, 개발 및 활용 여건도 과거에 비해 개선되고 있는 상황
 - 4차 산업혁명은 건설안전에도 적용 가능한 BIM, IoT 및 AI 등 스마트 건설기술 개발 촉발
 - 「중대재해처벌법」 제정·시행은 건설사, 공공기관 최고경영자가 안전기술의 중요성을 인식하는 계기로 작용
 - 정부도 스마트 안전장비 의무화('19.4), 스마트 안전장비 안전관리비 항목 확대('20.3) 등 관련 규정 도입을 통해 스마트 안전기술 활성화를 위한 토대 마련

2. 해외의 스마트 안전기술 동향

- 연구논문을 통해 살펴본 해외 스마트 안전기술 개발 및 적용현황을 설명하면 다음과 같음.
 - 120건의 스마트 안전기술 논문을 분석한 연구⁵⁾와 153건의 IT기술 중심으로 개발된 스마트 안전기술 논문을 분석한 연구⁶⁾를 대상

1) 적용범위 및 시기

- <그림 2-3>과 같이 해외 스마트 안전기술은 대부분 프로젝트 차원과 시공단계에 적용 가능한 기술이나, 그 이외 범위·시기에 적용 가능한 기술도 많다는 점에서 다양성을 지향



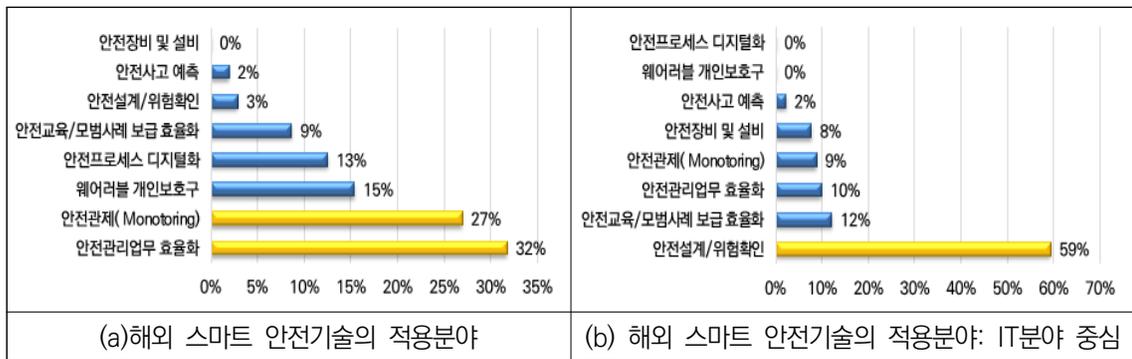
〈그림 2-3〉 해외 스마트 안전기술 적용범위와 시기

- 5) Zhipeng Zhou, Applying Advanced Technology to Improve Safety Management in the Construction Industry, CME, 2018
- 6) Matej Mihić, Review of previous applications of innovative information technologies in construction health and safety, Organization, Technology and Management in Construction, 2019

- 스마트 안전기술은 주로 프로젝트 차원(66%)에서 접목 가능한 기술이나, 산업차원(13%), 기업차원(5%), 프로세스 차원(16%)의 기술도 상당수
- 시공단계에 활용 가능한 기술(90%)이 다수이나, 설계단계에서 활용 가능한 기술도 10%를 차지(IT분야에 국한할 경우에는 설계단계 기술이 59%)

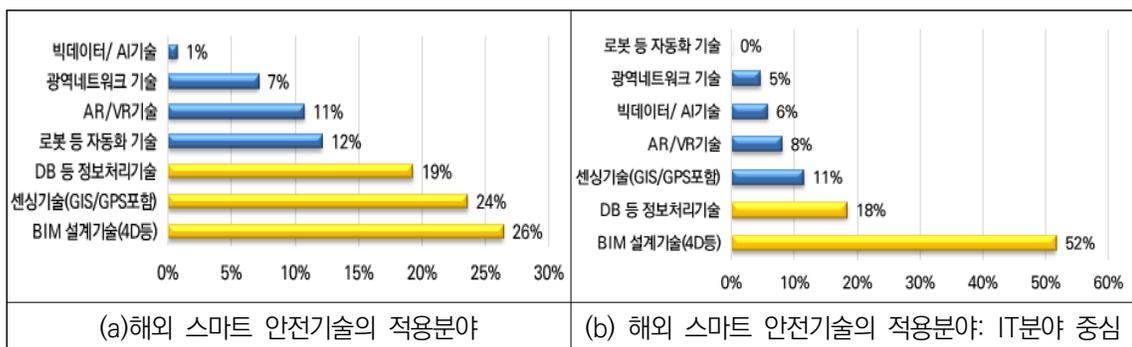
2) 적용분야 및 종류

- <그림 2-4>와 같이 해외 스마트 안전기술은 안전관리업무 효율화, 안전관제(Monitoring), 안전설계(Dfs)/위험확인 분야에 주로 적용되고 있으나 그 외의 목적에도 많이 활용
 - 안전관리업무 효율화(32%), 안전관제(27%)를 위한 목적으로 주로 개발되고 있으며, IT 기술의 경우에는 안전설계(Dfs)/위험확인(59%) 분야에 대부분 적용



<그림 2-4> 해외 스마트 안전기술의 적용 분야

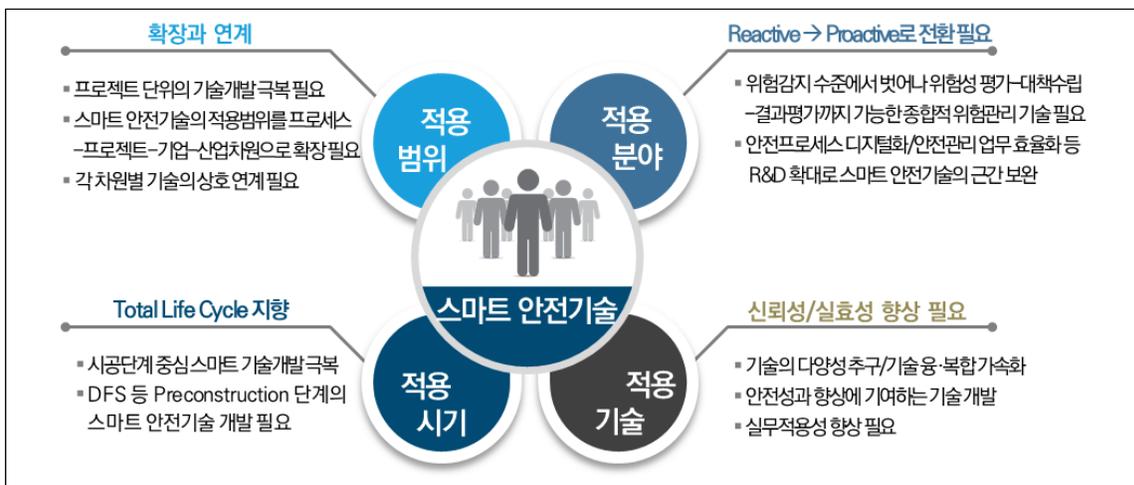
- <그림 2-5>와 같이 해외 스마트 안전기술은 BIM, 센싱 기술이 주류를 이루고 있으나, DB 및 정보처리기술 등 그 외의 기술도 골고루 활용
 - 4D 포함 BIM 설계기술(26%), GIS, GPS가 망라된 센싱기술(24%), DB 등 정보처리 기술(19%)이 많이 활용되고 있으며, IT 기술의 경우에는 BIM 설계기술이 절반 이상



<그림 2-5> 해외 스마트 안전기술의 종류

3) Research Gap을 줄이기 위한 권고사항

- 해외 연구는 스마트 안전기술을 통해 실효적으로 재해가 예방되기 위해서는 확장과 연계, Total Life Cycle, Proactive, 기술의 다양성 추구, 신뢰성·실효성 향상이 필요함을 지적
 - 스마트 안전기술 적용범위를 프로젝트로만 국한하지 말고 프로세스-프로젝트-기업-산업 차원으로 확장하고, 시공단계에서 벗어나 토탈 라이프 사이클을 지향
 - 위험성 감지-위험성 평가-대책수립-결과평가로 이어지는 종합적인 위험관리를 통해 사전적 재해예방이 가능한 기술개발 요구
 - 기술이 안전성과로 이어질 수 있도록 스마트 안전기술의 신뢰성과 실효성 향상 모색



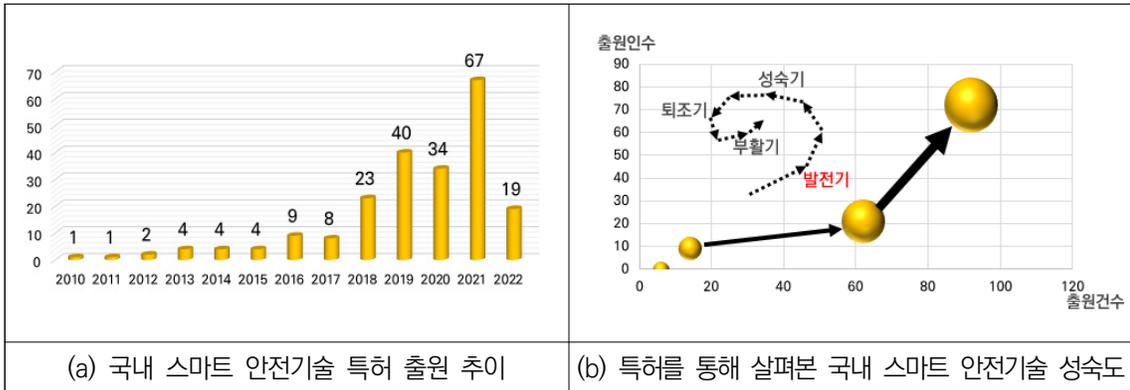
〈그림 2-6〉 해외 연구에서 제시한 스마트 안전기술의 Research Gap 해소방안

3. 국내의 스마트 안전기술 동향

- 2000년~2022년 5월까지 출원된 특허를 통해 국내 스마트 안전기술 개발 동향을 분석
 - 특허검색 사이트(KIPRIS)에서 '스마트 건설안전' 키워드 검색을 통해 추출된 1,101건의 특허 중 건설과 관련 없는 901건을 제외한 200건 특허의 공고 전문을 분석

1) 스마트 안전기술 특허 출원 현황

- 〈그림 2-7〉과 같이 스마트 안전기술 특허 출원은 '18년을 기점으로 증가하고 있으며, 출원건수와 출원인 수 변화를 고려한 기술성숙도⁷⁾는 '발전기'에 해당
- 7) 일반적으로 기술은 발전기, 성숙기, 쇠퇴기, 부활기(제2차 발전기)의 단계를 차례로 맞이함. 출원건수가 급증하기 전에 출원인이 증가하는 시기를 '발전기', 출원건수는 감소, 출원인수는 안정되어 있는 시기를 '성숙기',

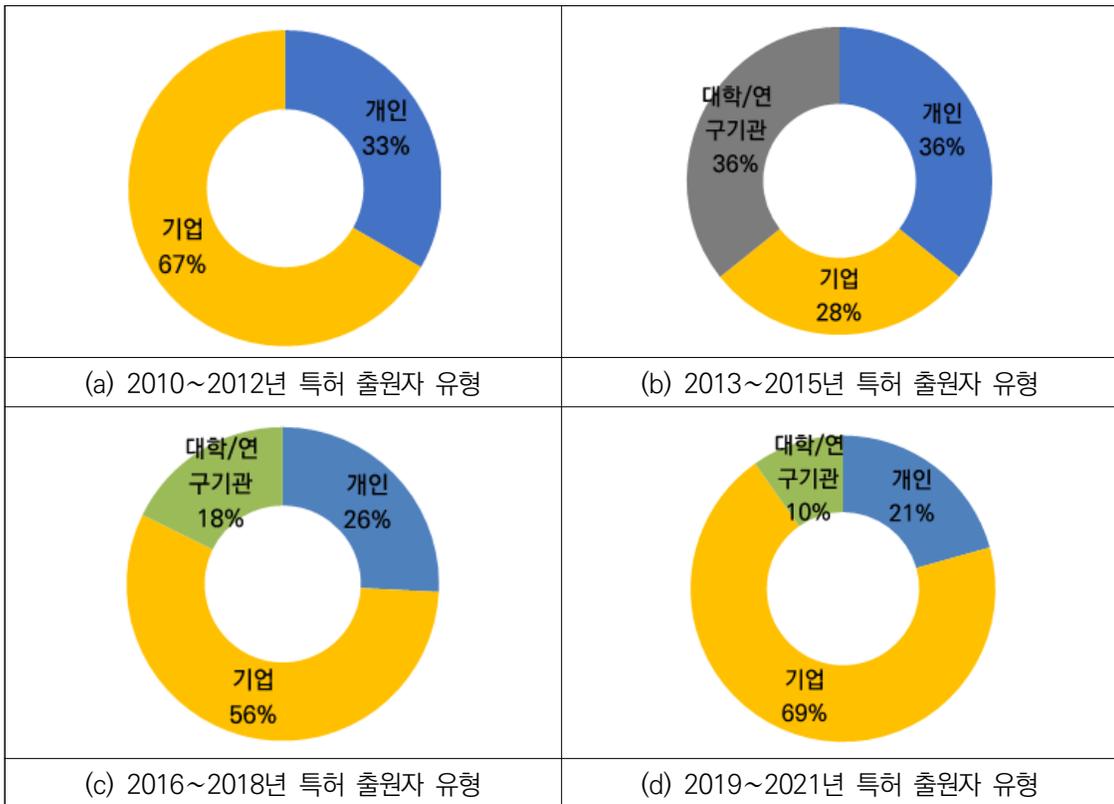


(a) 국내 스마트 안전기술 특허 출원 추이

(b) 특허를 통해 살펴본 국내 스마트 안전기술 성숙도

〈그림 2-7〉 국내 스마트 안전기술의 특허 출원 현황

- 〈그림 2-8〉과 같이 스마트 안전기술 특허 출원자 유형은 개인 또는 대학·연구기관에서 점차 기업의 비중이 커지고 있는 상태
 - 기업의 특허 출원이 많아진다는 의미는 건설현장 안전관리 실무에 적용 가능한 특허가 증가하고 있다고 해석 가능



(a) 2010~2012년 특허 출원자 유형

(b) 2013~2015년 특허 출원자 유형

(c) 2016~2018년 특허 출원자 유형

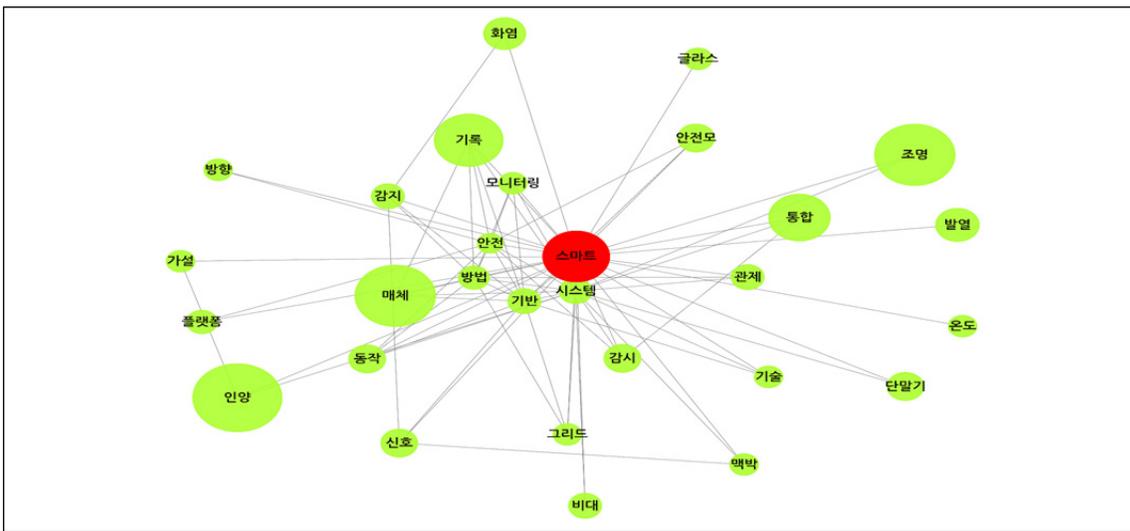
(d) 2019~2021년 특허 출원자 유형

〈그림 2-8〉 시기별 국내 스마트 안전기술 특허 출원자 유형 변화

출원건수와 출원인수가 대폭적으로 감소하는 시기를 '쇠퇴기', 쇠퇴기로부터 몇 년 경과 이후에 출원건수와 출원인수가 다시 증가하는 시기를 '부활기'(제2차 발전기)라 통칭.

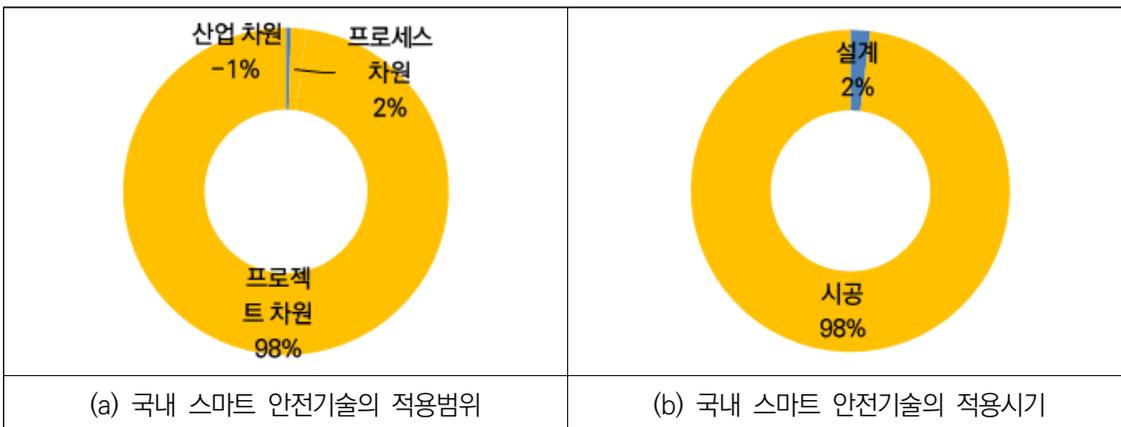
2) 국내 스마트 안전기술 특허의 특징과 내용

- <그림 2-9>와 같이 특허 키워드 네트워크 분석 결과에 따르면, 국내는 스마트 안전기술을 주로 감시, 모니터링, 관제, 기록을 위한 시스템 또는 방법으로 이해하는 경향이 강한 편
 - 200건 특허 공고 전문 내 상위 30위 키워드간 연관성을 분석하는 네트워크 분석 실시
 - 감시, 모니터링, 관제, 방법 또는 시스템의 키워드 중심으로 다른 키워드가 연계되는 반면, 다른 키워드간 연관성은 빈약



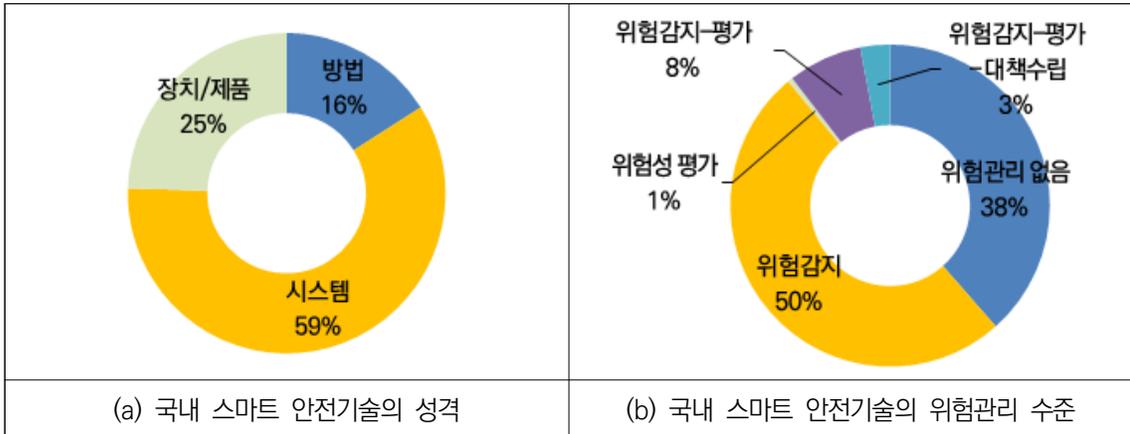
<그림 2-9> 국내 스마트 안전기술 특허의 키워드 네트워크 분석

- <그림 2-10>과 같이 해외와 달리 국내 스마트 안전기술은 프로젝트 차원(98%), 시공단계 (98%)에 적용되는 기술이 대부분이므로, 기술편중 현상이 심각한 상태
 - 해외도 프로젝트 차원과 시공단계에 적용되는 스마트 안전기술이 다수이나, 그 외의 기술도 상당수(프로젝트 차원 이외 기술 34%, 시공단계 이외 기술 10%)



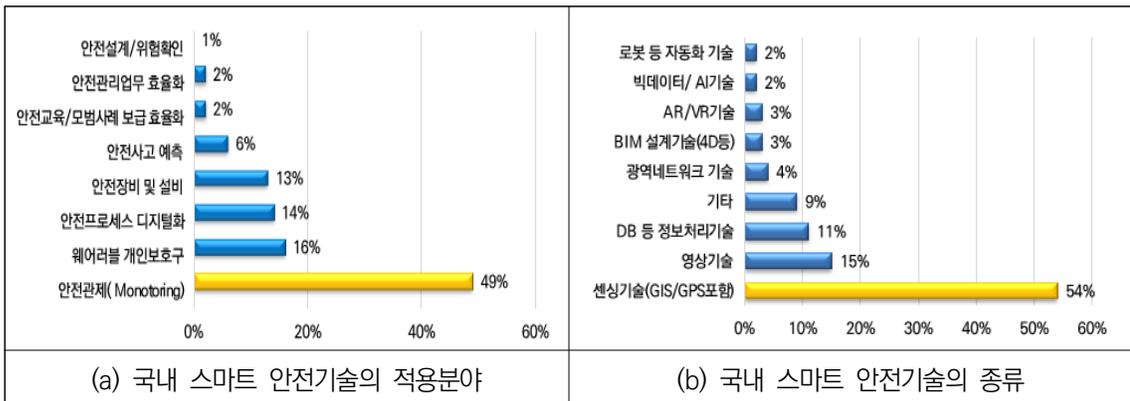
<그림 2-10> 국내 스마트 안전기술 적용범위와 시기

- <그림 2-11>과 같이 국내 스마트 안전기술은 시스템 관련 기술(안전관리방법이나 절차, 정보처리 하드웨어 등)이 다수이며, 종합적 위험관리가 가능한 기술은 거의 없는 상황
 - 시스템 관련 특허는 전체의 59%를 차지한 반면, 건설안전의 원천기술인 장치·제품에 관한 특허는 전체의 41% 불과
 - 위험관리 개념이 접목되지 않았거나 단순 위험감지에 불과한 기술이 전체의 88%를 차지하고 있으며, 위험감지-위험성 평가(8%), 위험감지-평가-대책수립(3%)에 불과



<그림 2-11> 국내 스마트 안전기술의 성격 및 위험관리 수준

- <그림 2-12>와 같이 국내 스마트 안전기술은 근로자 위험행동 관찰 등 안전관제(49%)를 목적으로 하는 기술이 상당수이며, 안전관리업무 효율화(2%)와 안전설계·위험확인(1%) 분야 적용기술은 빈약
 - 해외에서도 안전관제를 목적으로 스마트 안전기술이 많이 접목되고 있으나, 안전관리 업무 효율화(32%)와 안전설계·위험확인(IT분야 59%) 분야에 적용되는 기술도 상당수
 - 국내는 안전관리 기반이 되고 사전적 위험관리 가능한 기술에는 상대적으로 관심이 적은 편



<그림 2-12> 국내 스마트 안전기술의 종류와 적용 분야

〈표 2-1〉 적용분야별 국내 스마트 안전기술 특허 사례(계속)

안전관제(Monitoring)	
<p style="text-align: center;">〈IOE와 드론을 융합한 안전 모니터링 시스템〉</p> <p>본 발명은 IOE와 드론을 융합한 건설 안전 점검 모니터링 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 건설 안전 점검 모니터링 시스템은 식별 코드가 부여된 안전 보호구와, 드론 및 호스트 단말기를 포함한다. 드론은 자율 주행 또는 원격 제어에 의한 주행 중에 카메라 모듈을 이용하여 산업 현장, 건설 현장 등의 근로자와 현장에 대한 영상을 실시간 획득하고, 획득된 영상을 호스트 단말기로 실시간 전송한다. 호스트 단말기는 전송된 영상으로부터 근로자가 착용한 안전 보호구의 식별 코드와 얼굴 이미지를 인식 및 추출한다. 호스트 단말기는 추출된 식별 코드를 통해 근로자의 안전 보호구 착용 여부를 점검한다. 본 발명에 의하면, 다양한 산업 분야 및 안전 분야에서 IOE와 드론을 활용하여 현장의 안전을 관리함으로써, 근로자의 안전 증진, 안전한 현장 조성 및 산업 재해를 감소의 효과를 얻을 수 있다.</p>	
웨어러블 개인보호구	
<p style="text-align: center;">〈스마트 헬멧〉</p> <p>본 발명의 스마트 헬멧은, 외부와 무선 통신 가능한 헬멧으로서, 헬멧 본체; 상기 헬멧 본체에 마련되어 사용자의 심박패턴을 측정하는 심박측정부; 상기 헬멧 본체에 마련되며 상기 심박측정부를 통해 수집된 심박패턴 신호를 통해 사용자의 생체신호정보를 생성하는 생체신호 생성부; 및 상기 헬멧 본체에 마련되며 상기 생체신호 생성부에서 생성된 생체신호정보를 전달받아 외부기와 무선 송수신이 가능한 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 생체신호정보를 실시간으로 측정 후, 서버 또는 스마트 단말로 무선 송신하여 관리자가 실시간으로 착용자의 건강 상태를 모니터링할 수 있도록 함으로써, 작업자의 호흡 곤란 상태 여부, 음주 상태 여부, 심혈관 질환 여부 등을 모니터링할 수 있다.</p>	
안전프로세스 디지털화	
<p style="text-align: center;">〈건설현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 방법〉</p> <p>건설현장의 3차원 모델링 공간에서 위험도를 나타내는 장치는 프로그램이 저장된 메모리, 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는 작업 공중에 관한 정보, 작업 위치에 관한 정보 또는 작업 시점에 관한 정보를 포함하는 텍스트 형태의 제1데이터를 제1 네트워크에 입력하여 재해형태를 예측하고, 제1 데이터 및 상기 재해 형태를 제2 네트워크에 입력하여 종합 위험도 지수를 산출한다. 상기 3차원 모델링 공간에서 상기 종합 위험도 지수를 가시적으로 표시하고, 상기 3차원 모델링 공간은 상기 건설 현장 내의 객체 정보 및 상기 건설 현장에서 진행되는 공중 정보를 포함하는 상기 건설 현장의 데이터를 가상의 3차원 공간에 반영한다.</p>	
안전장비 및 설비	
<p style="text-align: center;">〈다목적 스마트 헬터〉</p> <p>다목적 스마트 헬터는 햇빛을 차단하는 차양막과 차양막을 지지하는 지지대와 휴대 전자기기 및 개인 이동수단의 충전이 가능하도록 전원을 공급하는 전원공급부와 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 와이파이존(WiFi Zone)을 형성하는 무선 공유기와 우천(雨天) 여부를 센싱하여 우천 시 침수 센싱신호를 출력하는 침수 센서와 침수 센서로부터 침수 센싱신호가 입력되면, 상기 전원공급부의 전원 공급을 자동으로 차단시키는 전원 차단기로 구성된다. 지지대는 상부에서 구부러지는 구조이고, 차양막은 지지대 중 구부러진 부분에 연결되는 원반 형태이다.</p>	

〈표 2-1〉 적용분야별 국내 스마트 안전기술 특허 사례

안전사고 예측	
<p>〈인공지능을 활용한 통합 스마트 안전 플랫폼〉</p> <p>인공지능을 활용한 통합 스마트 안전 플랫폼은 스마트 안전모 ID를 포함하는 제1 패킷을 브로드캐스트하는 제1 비콘 태그를 부착한 스마트 안전모와 이동형 스피커 ID를 포함하는 제2 패킷을 브로드캐스트하는 제2 비콘 태그를 부착한 이동형 스피커와 작업현장의 기설정된 위치마다 고정배치되어 인접한 스마트 안전모와 이동형 스피커로부터 상기 제1 및 제2 패킷들을 수신하는 비콘 AP로 구성된다. 상기 비콘 AP로부터 수신된 상기 제1 및 제2 패킷들을 분석하여 상기 비콘 AP와 인접한 스마트 안전모과 이동형 스피커를 특정하고, 특정된 스마트 안전모의 착용자에게 상기 비콘 AP가 위치한 작업현장에서의 수행작업을 설명하기 위해 제어신호를 생성하며, 상기 제어신호를 상기 비콘 AP에 전송하는 중앙제어장치를 포함한다. 또한 상기 이동형 스피커는 인접한 비콘 AP를 통해 상기 중앙제어장치로부터 수신된 제어신호에 응답하여 작업명령을 출력한다.</p>	
안전교육·모범사례 보급 효율화	
<p>〈몰입형 가상 현실 기반 중장비 훈련 장치〉</p> <p>도저, 로더와 같은 중장비 훈련생에게 실제와 유사한 물리적 훈련을 제공하기 위한 몰입형 가상 현실 기반 중장비 시뮬레이션 훈련 장치에 관한 것이다. 3D 영상 및 사운드 미디어, 립모션 기반 제스처 인식 제어 기능, 사용자에게 극사실적인 오감을 제공하는 햅틱 조작 장치를 시뮬레이터의 구성요소로 하여 교육 훈련, 자율 훈련, 국가 자격 실기 훈련 및 상황 훈련을 사용자 서비스로 제공함을 특징으로 한다. 본 발명은 상기된 발명의 목적을 달성하기 위하여 사용자에게 3D 영상으로 구성된 시각 콘텐츠 정보를 제공하기 위한 헤드 마운티드 디스플레이(HMD) 장치, 시뮬레이션 진행 상의 인터랙티브를 위해 사용자의 제스처를 인식하여 소통하는 립모션 기반 모션 센서 장치, 3D 사운드 스피커, 몰입형 VR을 실현하기 위해 극사실적인 오감을 제공하는 햅틱 효과를 구현한 사용자 조작장치, 멀티 콘텐츠 연동 클라이언트서버를 물리적 구성 요소로 한다. 또한 VR 기반 3D 실감 영상/사운드 콘텐츠, 립모션 기반 인터페이스, 실감형 햅틱 이펙터, 멀티 콘텐츠 연동 클라이언트를 콘텐츠 구성 요소로 한다.</p>	
안전관리업무 효율화	
<p>〈건설 현장에서 이동 경로 안내 방법 및 시스템〉</p> <p>건설현장에서의 안전사고를 줄일 수 있는 작업자의 이동 경로 안내 방법 및 시스템에 관한 것이다. 개시된 건설 현장에서의 이동 경로 안내 방법은 작업 현장에 대한 3차원 맵을 이용하여 담당 작업 별로 미리 설정된 출발지에서 목적지까지의 이동 경로를 생성하는 단계, 작업자의 현재 위치를 이용하여 이동 경로에 대한 상기 작업자의 이탈 정보를 생성하는 단계, 상기 작업자의 웨어러블 디바이스로 상기 이탈 정보를 피드백하는 단계로 구성된다. 상기 3차원 맵은 상기 작업 현장의 장애물 정보 또는 지형 정보를 포함한다.</p>	
안전설계/위험확인	
<p>〈BIM을 이용한 건물 안전 및 유지관리 법규 자동화 점검 방법〉</p> <p>점검자 단말기의 점검 수행 모듈이 상기 점검대상 통지서 상의 점검 항목의 객체 및 법률항목을 추출하고, 법률 데이터베이스 상에서 상기 법률항목에 해당하는 법률을 추출하고, 상기 추출된 법률에서 속성 및 수치값을 추출하는 단계와 상기 점검자 단말기의 점검 결과 확인 모듈이 상기 수신한 건물 정보 파일(IFC)에서 추출된 객체를 추출하고, 이에 해당하는 실제 속성 및 실제 수치값을 추출하여 비교함으로써, 점검 결과서를 생성하는 단계를 포함한다. 상기 건물 정보 파일(IFC)은 개방형 BIM에 의하여 생성된 정보를 포함한 것이며, 이로 인하여, 관리부처와 건물의 소유자와 점검자 사이에서 건물 안전 및 유지관리 법규검토가 자동화되어 이루어지는 BIM을 이용한 건물 안전 및 유지관리 법규 자동화 점검 방법이다.</p>	

○ <표 2-2>와 같이 국내 스마트 안전기술 종류와 적용 분야를 상호 비교한 결과, 특정 적용 분야의 특정 기술 활용이 편중된 것으로 파악

- 특정 기술 편중 현상은 해당 분야의 특성에 기인한 바도 있지만, 타의적 기술도입과 적용의 용이성(도입하기 쉬운 기술 위주로 적용)을 선호하는 경향 때문으로 이해
- 안전관제(Monitoring)를 통한 사고 예측까지 가능하기 위해서는 센싱 및 영상기술 뿐만 아니라 AI기술 접목도 필요하나, 아직까지 활발히 추진되지 못한 실정
- 안전 프로세스 디지털화는 다양한 기술이 접목되는 적용 분야로서 스마트 안전기술의 시작점임을 확인 가능

<표 2-2> 국내 스마트 안전기술 종류별·적용분야별 상호 관계 현황

구분	AI	AR/VR	BIM 설계기술	DB 등 정보기술	광역 네트워크	기타	자동화	센싱	영상
안전관제	1	-	-	-	1	-	3	66	25
사고예측	2	-	2	3	-	1	-	1	2
웨어러블 개인보호구	-	-	-	-	-	-	3	27	2
기타	-	-	-	1	1	-	-	2	-
안전프로세스 디지털화	-	1	2	18	2	1	3	3	-
안전교육/모범사례 보급 효율화	-	-	4	-	-	-	-	-	-
안전장치/장비	-	-	-	-	3	12	7	7	1

주: 상기 숫자는 적용분야별 사용된 기술의 빈도이며, 빗살무늬는 약한 사용빈도, 교차무늬는 강한 사용빈도를 나타낸 것임.

○ <그림 2-13>과 같이 대형 종합건설사를 제외하고 스마트 안전기술 활용도가 낮고, 향후 도입계획도 많지 않아 신뢰성·실효성 제고를 통한 저변 확대 필요

- 건설사 중 15.4%(대형 건설사)만이 활용하고 있으며, 향후 도입계획을 가진 건설사는 전체의 25.8%에 불과

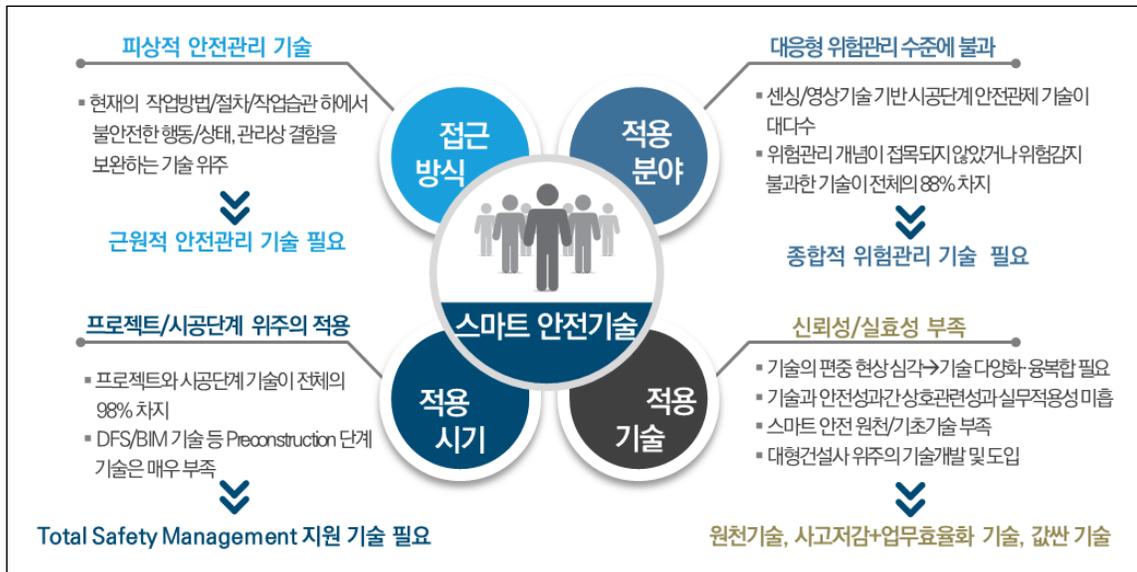
전체 건설기업		대형 종합건설기업	
현재 활용 수준 (15.4%)	현재 대부분 현장에서 활용하고 있지 않고,	현재 활용 수준 (31.1%)	현재 일정수준 현장에서 활용하고 있으며,
향후 5년 이내 도입 계획 (25.8%)	향후 5년 이내 도입할 계획도 없으나,	향후 5년 이내 도입 계획 (93.8%)	향후 5년 이내 대부분 현장에 도입할 계획이며,
향후 5년 이내 활성화 (45.3%)	향후 5년 이내 건설산업에서 일정수준 활성화 될 듯	향후 5년 이내 활성화 (81.3%)	향후 5년 이내 건설산업에서 활성화 될 듯

<그림 2-13> 스마트 안전기술의 활용수준 및 도입계획

자료: 최수영, 국내 건설사고 현황과 스마트 안전기술, 프롬테크 밋업데이(Meet-up Day) 세미나 발표자료, 2022. 4

4. 국내의 스마트 안전기술 한계

- <그림 2-14>와 같이 국내 스마트 안전기술은 피상적 안전기술 위주, 단순 대응형 위험관리 기술, 프로젝트 차원 및 시공단계 국한, 신뢰성 및 실효성 부족의 한계를 노출
 - (피상적 안전관리 기술 중심) 현재 작업방법, 절차 및 습관 하에서 불안정한 행동과 상태, 관리상 결함을 일부 보완하는 기술 위주로 개발 및 적용되고 있어 재해원인의 근본적 제거 불가능
 - (단순 대응형 위험관리 기술) 안전관제에 적용되는 기술이 대다수 위험관리 개념이 접목되지 않거나 단순 위험감지 기술에 불과하여 종합적 위험관리를 통한 재해예방 미흡
 - (프로젝트/시공단계 국한) DfS(안전설계) 및 BIM 기술 등 Pre-Construction 단계에서 적용하는 기술이 부족하여 건설사업 전주기를 대상으로 하는 Total Safety Management 저해
 - (기술 자체의 신뢰성·실효성 미흡) 재해예방 효과 불확실, 안전관리업무의 중복성으로 인해 실무 적용성도 미흡하여 안전관리담당자의 불만이 매우 큰 상황
- 국내 스마트 안전기술의 활성화를 위해서는 근원적 안전관리 기술, 종합적 위험관리 기술, Total Safety Management 지원 기술, 신뢰성·실효성이 확보된 기술이 필요
 - 신뢰성·실효성이 높은 기술은 원천기술에 기반하여 안전사고 저감과 안전관리업무의 효율화가 가능한 기술로서 저변확대를 위해 도입 및 운영비용이 낮은 기술을 의미



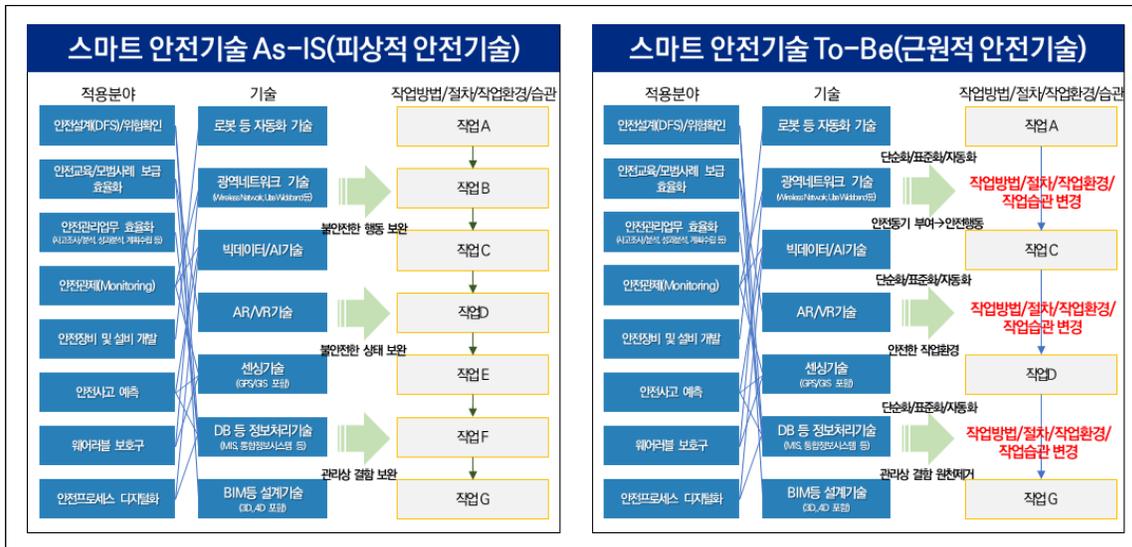
<그림 2-14> 국내 스마트 안전기술의 한계와 향후 방향

Ⅲ. 스마트 안전기술이 나아가야 할 방향

1. 스마트 안전기술의 향후 방향

1) 근원적 안전관리 기술

○ <그림 3-1>과 같이 스마트 안전기술은 피상적 안전기술에서 벗어나 건설현장 작업방법 및 절차뿐만 아니라 근로자의 작업습관까지 변화시키는 근원적 안전기술로 진화 필요



<그림 3-1> 근원적 안전관리 기술의 개념

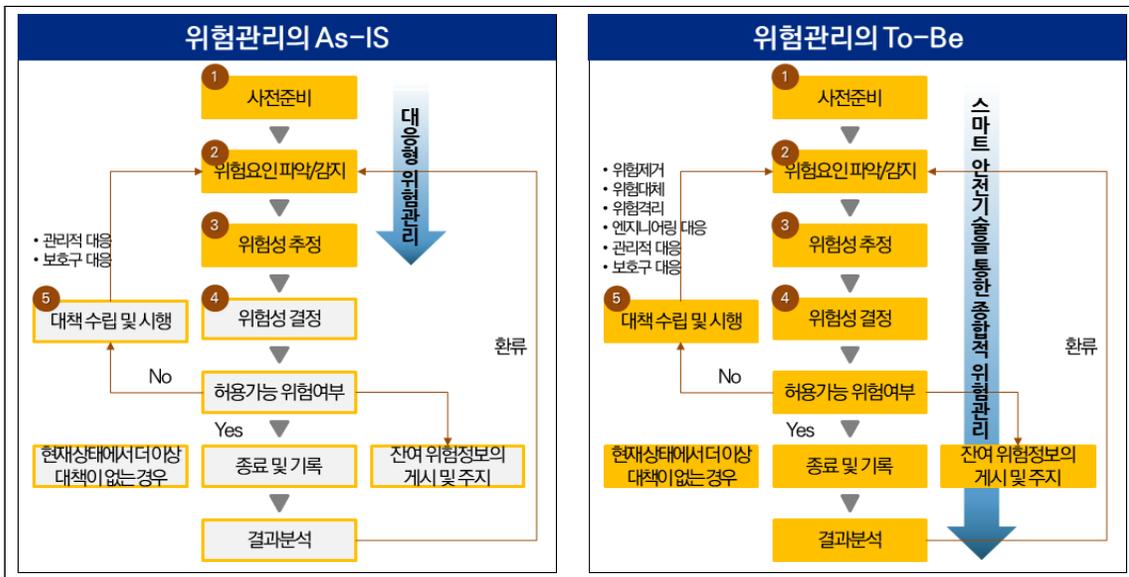
- 현재의 스마트 안전기술은 기존 작업행태 하에서 불안정한 행동과 상태, 관리상 결함을 일부 보완하는데 불과한 피상적 안전기술이므로 재해원인의 근본적 제거 불가능
- 향후에는 근로자의 불안정한 행동 근절과 현장 내 불안전 상태와 관리상 결함이 제거 되어 재해원인이 근본적으로 존재하지 않도록 하는 근원적 안전기술 필요
 - 안전지식이 없으면 태도 변화를 끌어낼 수 없고, 태도 변화 없이는 안전한 행동을 유도할 수 없으므로, 재해원인의 80%를 차지하는 불안정한 행동의 근절은 근로자 안전지식 습득, 태도 변화를 모색해야만 가능

- 작업방법·절차 단순화·표준화·자동화, 안전동기 부여, 작업자 편의성을 반영한 기계·장비 설치를 안전한 작업환경 조성, 안전관리업무 효율화를 통한 관리상 결함 제거 기술이 필요

2) 종합적 위험관리 기술

○ <그림 3-2>와 같이 향후 스마트 안전기술은 단순 위험감지 위주의 대응형 기술을 넘어서 종합적 위험관리를 할 수 있도록 변모 필요

- 현재의 스마트 안전기술은 센서 및 영상을 통한 단순 위험요인 파악 및 감지, 그리고 정보처리기술을 활용한 위험성 자동 평가의 일부 단계에 머물러 있음
- 앞으로 스마트 안전은 여러 첨단기술을 적용하여 위험감지-위험성 평가-위험성-대책 수립-환류(Feedback)로 이어지는 위험관리 전 사이클을 지원할 수 있는 기술이 필요

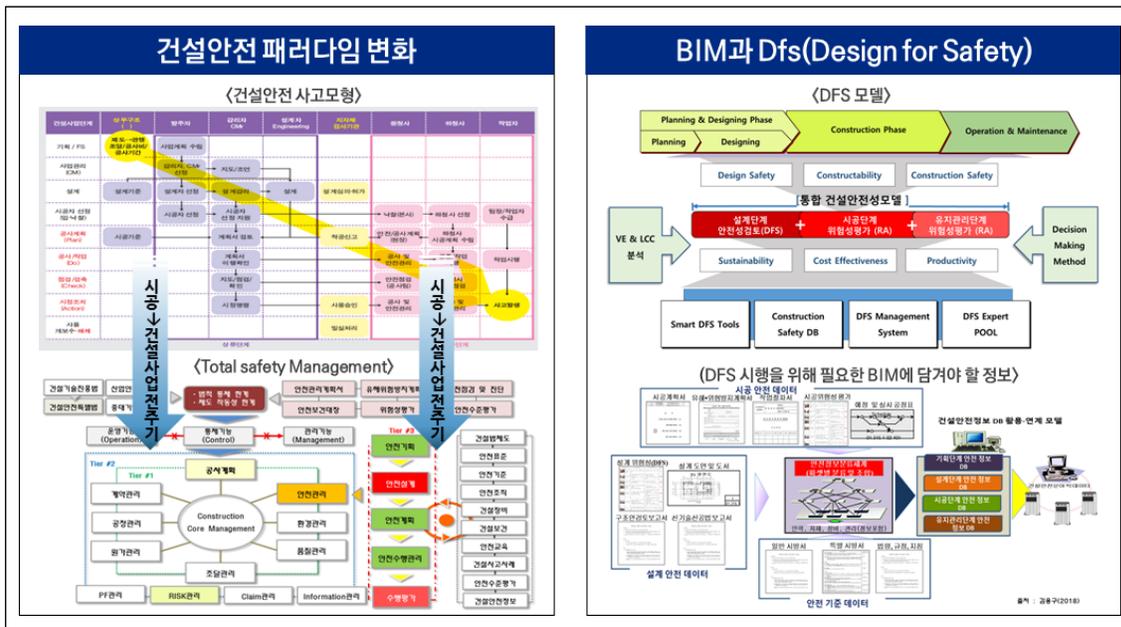


<그림 3-2> 종합적 위험관리 기술의 개념

3) Total Safety Management 지원 기술

○ <그림 3-3>과 같이 앞으로 안전 패러다임은 기획부터 시공까지의 건설 프로세스 전반과 건설사업 모든 주체가 참여하는 총체적 안전관리이므로, 이를 지원하는 기술 필요

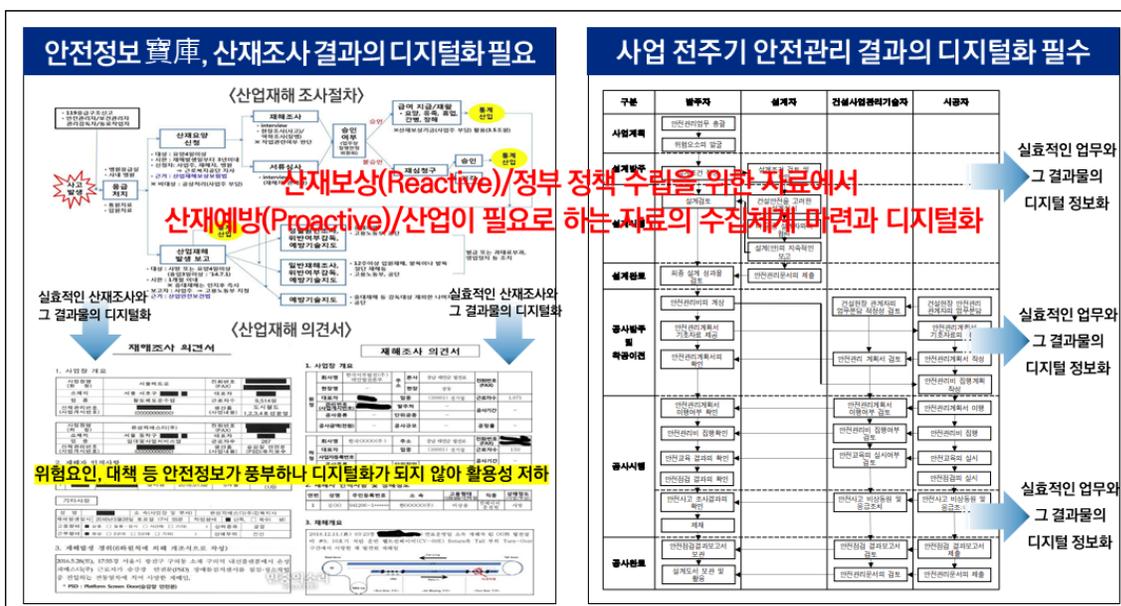
- 우선적으로 Pre-Construction 단계의 사전적 안전관리를 위해 BIM 기술을 활용한 Design for Safety를 지원하는 기술 개발이 절실
 - 안전정보분류체계 정립과 함께 BIM 기술을 활용한 설계 및 시공안전정보 탑재 기술과 Pre-Construction 단계 안전관리업무(기본·설계·시공안전보건대장 작성 등) 지원 기술
 - 전문성이 부족한 설계자의 안전설계 지원을 위한 의사결정모델 및 설계 자동화 기술 등



〈그림 3-3〉 Total Safety Management 지원 기술 개념

4) 신뢰성·실효성이 높은 기술

- 〈그림 3-4〉와 같이 스마트 안전기술의 신뢰성·실효성은 데이터에 의해 좌우되므로 건설 사업 전주기 안전관리 결과의 디지털화를 위한 노력 필요
 - 산재조사 결과에는 위험요인, 재발방지대책 등 건설현장 재해예방을 위한 안전정보가 풍부하나 디지털화가 되지 않아 활용성 저하

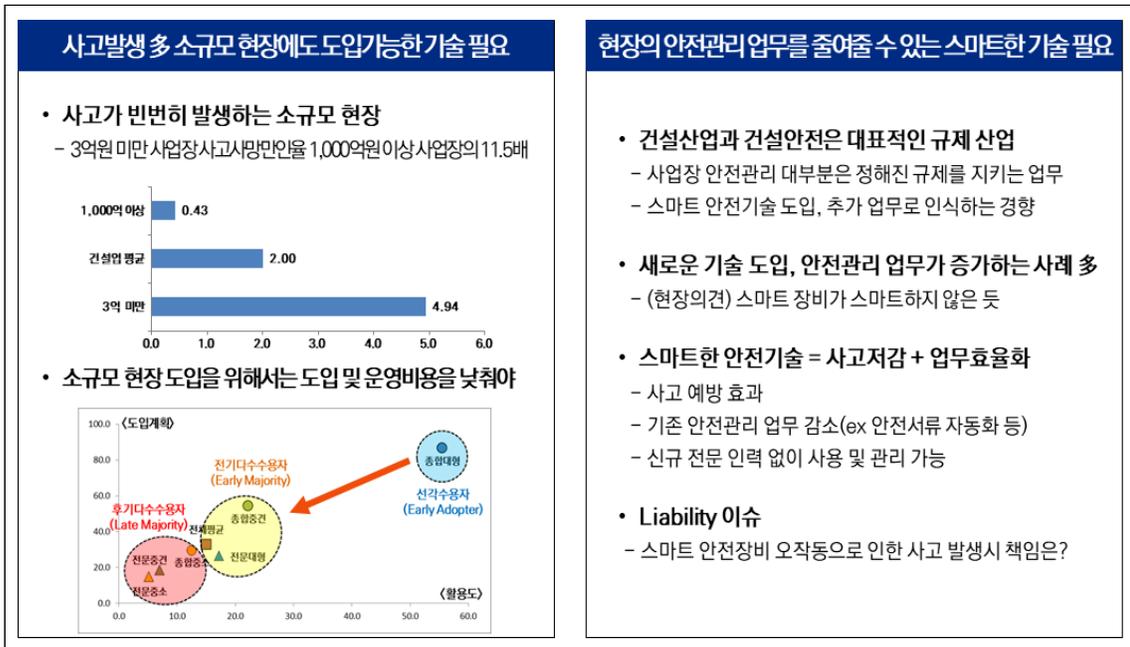


〈그림 3-4〉 안전 프로세스의 디지털화를 위한 노력

- 산재조사 결과를 산재보상(Reactive)과 정책 수립을 위한 자료만이 아닌 산재예방(Proactive)과 산업이 필요로 하는 자료로 전환하기 위한 디지털 수집체계 구축 필요

○ <그림 3-5>와 같이 스마트 안전기술은 사고저감과 업무 효율화가 모두 가능한 기술로 더욱 발전해 나가야 하고, 도입 및 운영비용을 낮추기 위한 노력 필요

- 사고위험이 가장 높은 소규모 건설현장에 스마트 안전기술이 적용되기 위해서는 낮은 도입 및 운영비용이 필수
- 스마트 안전기술은 사고예방 효과뿐만 아니라 기존 안전관리업무의 감소, 신규 전문 인력 없이 사용 및 관리 가능하도록 편의성이 증진될 필요



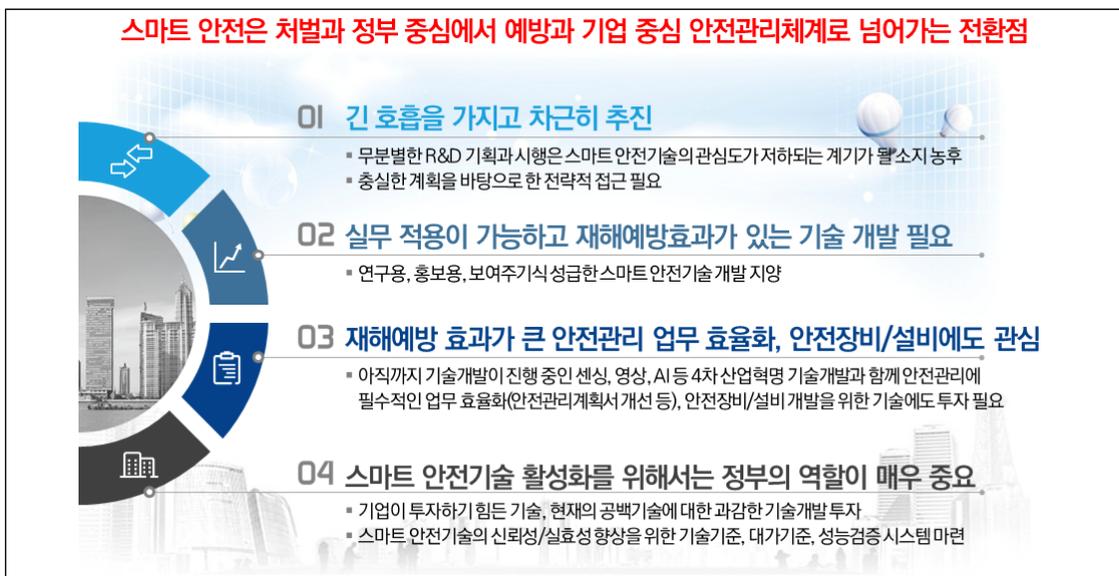
<그림 3-5> 스마트 안전기술의 신뢰성·실효성 향상을 위한 필요한 사항

자료: 최수영, 국내 건설사고 현황과 스마트 안전기술, 프롬테크 및업데이(Meet-up Day) 세미나 발표자료, 2022. 4

2. 스마트 안전을 위한 기타 제언

- 스마트 안전은 기업 자율의 예방적 안전관리의 중요한 수단이므로 충실한 계획을 바탕으로 차근차근 추진
 - 규제강화에 기반한 관리적·교육적 대책은 한계에 봉착하였으므로 기업이 자율적으로 기술적 대책에 중점을 둔 안전관리체계 구축 필요

- 무분별한 연구개발 기획과 시행은 스마트 안전기술 관심도를 저하시키는 계기로 작용할 소지가 크므로 충실한 계획을 바탕으로 한 전략적 접근 필요
- 연구개발 단계에서 실무 적용성과 재해예방 효과를 확실히 검증하여 신뢰성·실효성 높은 스마트 안전기술 개발을 위한 노력 필요
 - 아직까지 신뢰성·실효성이 확보되지 않은 센싱 및 영상기술 등의 첨단 기술에 관해 홍보를 위한 보여주기식의 성급한 현장 적용을 지양
- 스마트 안전기술 원천이며 기본이라 할 수 있는 안전관리업무 효율화, 안전장비/설비에 관한 첨단 기술 적용에도 관심을 갖고 투자하는 것이 필요
 - 스마트 안전기술 활성화의 전제조건은 건설사업 전주기의 디지털화이므로 이에 관한 관심과 투자가 함께 유해위험방지계획서·안전관리계획서 작성 등 건설현장 안전관리 실무자의 업무 부담을 최소화하거나 효율화하기 위한 기술도 필요
- 스마트 안전기술 활성화를 위해 공백기술 개발, 기술기준 등의 정립 등 정부의 적극적 역할과 지원이 필요
 - 범 정부 차원에서 기업이 투자하기 힘든 기술, 공백기술에 대한 과감한 기술개발 투자와 함께 스마트 안전기술 Catalog, 기술기준, 대가기준, 성능평가시스템 마련 필요
 - Catalog란 스마트 안전기술이 적용된 제품, 장비·설비·시스템 등의 종류, 사용 분야, 적용 효과, 최소 성능 등이 제시된 사양서를 의미



〈그림 3-6〉 스마트 안전 활성화를 위한 기타 제언

IV. 결 론

- 본 연구는 국내·외 연구 및 특허 동향 분석 등을 통해 스마트 안전기술 개발 및 적용현황과 한계점을 검토하고, 향후 건설현장 안전사고 저감을 위해 보완 및 개선해야 할 방향을 제시
 - 최근 건설현장 안전사고 저감을 위해 BIM, IoT 및 AI 등 첨단 기술 개발·활용이 활발하나, 기술 자체의 신뢰성이 낮고, 재해예방의 실효성이 적다는 문제점 제기
- 해외와 달리 국내 스마트 안전기술은 특정 차원·단계와 특정 목적·기술 편중이 심각하고, 건설현장 재해예방을 위한 첨단기술 융·복합 노력이 아직까지 미흡한 실정
 - 국내는 프로젝트 차원(98%), 시공단계(98%)에 적용되는 기술이 대부분이고, 안전관제(49%)를 목적으로 하는 기술이 상당수
 - 상대적으로 재해예방 원천기술인 안전관리업무 효율화(2%)와 사전 안전관리를 위한 안전설계·위험확인(0%) 적용기술은 빈약
 - 해외도 프로젝트 차원, 시공단계, 안전관제 적용기술이 다수이나, 그 외 차원과 단계, 그리고 적용 목적(안전관리업무 효율화, 안전설계·위험확인)을 가진 기술 상당수
- 국내 스마트 안전기술은 피상적 안전기술 위주, 단순 대응형 위험관리 기술, 프로젝트 차원 및 시공단계 국한, 신뢰성 및 실효성 부족의 한계를 노출
 - (피상적 안전관리 기술 중심) 현재 작업방법, 절차 및 습관 하에서 불안정한 행동과 상태, 관리상 결함을 일부 보완하는 기술 위주로 개발 및 적용되고 있어 재해원인의 근본적 제거 불가능
 - (단순 대응형 위험관리 기술) 안전관제에 적용되는 기술이 대다수 위험관리 개념이 접목되지 않거나 단순 위험감지 기술에 불과하여 종합적 위험관리를 통한 재해예방 미흡
 - (프로젝트/시공단계 국한) DfS(안전설계) 및 BIM 기술 등 Pre-Construction 단계에서 적용하는 기술이 부족하여 건설사업 전주기를 대상으로 하는 Total Safety Management 저해
 - (기술 자체의 신뢰성·실효성 미흡) 재해예방 효과 불확실, 안전관리업무의 중복성으로 인해 실무 적용성도 미흡하여 안전관리담당자의 불만이 매우 큰 상황

○ 향후 국내 스마트 안전기술은 근원적 안전관리 기술, 종합적 위험관리 기술, Total Safety Management 지원 기술, 신뢰성·실효성이 확보된 기술이 필요

- 건설현장 작업방법 및 절차뿐만 아니라 근로자 작업습관까지 변화시키는 근원적 안전 기술로 진화할 필요가 있으며, 위험감지-위험성 평가-위험성-대책 수립-환류로 이어지는 위험관리 전 사이클을 지원할 수 있는 기술로 변모 필요
- 기본·설계·시공안전보건대장 작성, 전문성이 부족한 설계자의 안전설계 지원을 위한 의사결정모델 및 설계 자동화 기술 등 Pre-Construction 단계의 사전적 안전관리를 위해 BIM 기술을 활용한 Design for Safety 지원기술 개발 절실
- 스마트 안전기술의 신뢰성·실효성은 데이터에 의해 좌우되므로 건설사업 전주기 안전 관리 결과의 디지털화를 위한 노력 필요
- 안전사고 저감과 업무 효율화가 모두 가능한 기술로 더욱 발전해 가기 위해서는 기존 안전관리업무 감소, 신규 전문인력 없이 사용·관리 가능하도록 편의성이 증진될 필요가 있으며, 사고 위험이 가장 높은 소규모 현장에도 스마트 안전기술을 적용하기 위해 도입 및 운영비용을 낮추는 노력 필요

○ 스마트 안전기술은 기업 자원의 예방적 안전관리의 중요한 수단이므로 다음과 같은 토대 마련이 절실

- 무분별한 연구개발 기획과 시행은 스마트 안전기술 관심도를 저하시키는 계기로 작용할 소지가 크므로 충실한 계획을 바탕으로 한 전략적 접근 필요
- 연구개발 단계에서 실무 적용성과 재해예방 효과를 확실히 검증하여 신뢰성·실효성 높은 스마트 안전기술 개발을 위한 노력 필요
- 스마트 안전기술 원천이며 기본인 안전관리업무 효율화, 안전장비·설비에 관한 기술 적용에도 관심을 갖고 투자
- 범 정부 차원에서 기업이 투자하기 힘든 기술, 공백기술에 대한 과감한 기술개발 투자와 함께 스마트 안전기술 Catalog, 기술기준, 대가기준, 성능평가시스템 마련 필요
 - Catalog란 스마트 안전기술이 적용된 제품, 장비·설비·시스템 등의 종류, 사용 분야, 적용 효과, 최소 성능 등이 제시된 사양서를 의미

- 홍성호, 선임 연구위원 (hsh3824@ricon.re.kr)
- 조재용, 책임 연구원 (adelid83@ricon.re.kr)

참고문헌

고용노동부, 산업재해 현황분석, 2011~2020년

최수영(2022), 국내 건설사고 현황과 스마트 안전기술, 프롭테크 밋업데이(Meet-up Day) 세미나 발표자료

특허검색 사이트(KIPRIS): <http://kpat.kipris.or.kr/kpat/searchLogina.do?next=MainSearch>

Herbert William Heinrich(1931), 산업재해 예방: 과학적 접근(Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach, McGraw-Hill

Matej Mihić(2019), Review of previous applications of innovative information technologies in construction health and safety, Organization, Technology and Management in Construction

Zhipeng Zhou(2018), Applying Advanced Technology to Improve Safety Management in the Construction Industry, CME

스마트 안전기술 동향 분석과 시사점

2022년 9월 인쇄

2022년 9월 발행

발행인 유 일 한

발행처 **대한건설정책연구원**

서울특별시 동작구 보라매로5길 15, 13층(신대방동, 전문건설회관)

TEL (02)3284-2600

FAX (02)3284-2620

홈페이지 www.ricon.re.kr

등 록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)

I S B N 979-11-5953-135-4

인쇄처 경성문화사(02-786-2999)

© 대한건설정책연구원 2022

