

## 설계 안전성검토 지원시스템 개발 방안

KICEM



**이군재** VE/LCC위원장, 한국건설안전학회 건설ICT위원장, 상명대학교 건설시스템공학과 조교수, m60dx@smu.ac.kr

### 1. 서론

2018년도 9월 안전보건공단 발표 산업재해 발생 현황에 따르면 전체 재해자의 26.7%가 건설업에서 발생했으며, 이 중에서 건설업에서의 사망자수는 398명(25.1%)으로 나타났다. 또한 5~49인 건설사업장(163명)에서 많이 발생한 것으로 나타나 소규모 사업장뿐만 아니라 법적 관리 대상외의 사업장에 대한 관리가 절실한 때라고 볼 수 있다.

안전사고의 발생은 불안전상태와 불안전행동에 대한 관리적 결함이 근본 원인이라는 것이 일반화된 개념이다. 사고는 예고가 없다. 아무리 준비를 철저히 한다고 해도 100% 무사고를 장담할 수 없다. 따라서 사고에 대비하여 철저하게 사고 예방 활동을 하는 것이 최선이며 이것이 건설 안전관리의 목적이다. 또한 효율적인 안전관리를 위해서 ICT 기술을 활용한 지원시스템의 활용은 필수적이다. 그러나 건설 사업장에서의 안전관리는 법적 교육 및 안전관리 활동에 의존하고 있는 것도 사실이다.

해마다 건설 사망자수가 지속적으로 증가하고 있는 현실은 제도적 대응은 물론, “스마트 안전관리 시스템”과 같은 새로운 기술을 활용한 안전기술·관리에 대한 집중적 투자가 절실하다.

2016년부터 시행되고 있는 “설계의 안전성 검토 제도(Design for Safety)”는 시공단계에서만 이루어지던 안전관리를 설계단계에서 미리 검토하고 평가하여 시공단계의 안전성을 설계단계에서부터 확보하기 위해 제도화 된 것으로 해외에서는 이미 효과를 보고 있는 제도이다. 그러나 시행된 지 2년이 넘도록 대가 기준조차 마련하지 못하고 있는 실정으로 설계 안전성 검토 서비스 시장은 단순 보고서 작성 수준에 머물고 있다. 몇몇 설계 안전성 검토 보고서를 확인한 결과, 설계전문가, 시공전문가, 안전전문가 등 많은 전문 인력들이 참여하여 안전성 검토 업무

를 수행하고 결과물로서 보고서가 작성이 되는 것이 아니라 기본적으로 제공되는 위험요소 프로파일의 일반화된 수준으로 작성된 것으로 파악되고 있다. 즉, 비용의 투자가 필요한 것이지만 대가기준조차 없는 현실에서 설계 안전성 검토를 위해 지불되는 비용은 매우 적어 법적 요건만 갖추는 요식행위로 전락할 위험성이 있다.

많은 전문 인력이 투입되어야할 설계 안전성 검토 및 보고서 작성 업무를 저비용으로 빠른 시간 내에 수행하기 위해서는 기반기술로서 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 등의 기술을 활용하는 것이 필수적이며 이를 기반으로 계획대비 실적 평가까지 가능한 환경을 만들어야 한다. 이를 위해서는 건설 프로젝트 전 단계에 걸쳐 건설안전정보를 지속적으로 취득, 분석, 제공해야 하며 정보의 특성상 공공정보로 국가적 차원에서 구축하고 제공되어야 효과적일 것이다. 건설안전정보시스템(www.cosmis.or.kr)이 이러한 역할을 하는 목적으로 구축되었지만 사고발생 신고 및 보고서, 안전교육자료, 안전관리계획서 검토 등의 일반적인 업무 시스템의 성격이 강하다. 제공하는 정보 역시 정보의 분류, 제공 정보의 질, 편의성 등이 만족할 만한 수준이 아니다.

따라서 본고에서는 건설안전정보를 취득, 구축하여 설계 안전성 검토 업무를 지원하는 체계 구축을 위한 프레임워크를 소개하고자 한다.

### 2. 지속가능한 건설안전의 정의

필자는 지속가능한 건설안전을 “시설물의 생애주기 동안 끊임없이 건설안전정보를 제공하고 데이터 취득 장치를 활용하여 실행을 모니터링/분석한 다음, 피드백/제어하여 건설재해를 예방하고 처리(관리)를 할 수 있는 상태”로 정의한다.

지속가능한 건설안전을 달성하기 위해서는 그림과 같이 계획대비 실적정보가 다시 피드백하여 해당 단계에서 활용할 수 있는 건설안전정보의 선순환이 필요하며 이를 기반으로 안전 상태를 유지할 수 있는 환경 혹은 체계가 필요하다. 이러한 환경 조성에 현재의 사물인터넷, 빅데이터, AI 등의 ICT 기술은 매우 유효하게 사용될 수 있다.

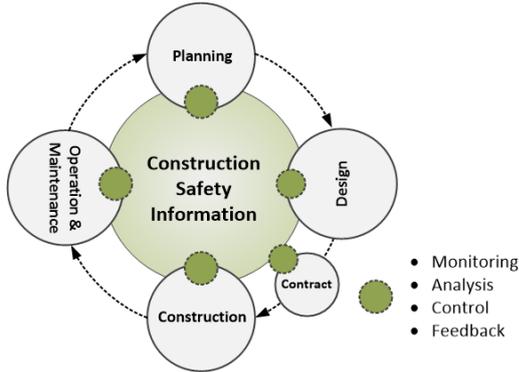


그림 1. Sustainable Construction Safety Concept

### 3. 건설안전정보

건설안전정보시스템은 사고사례 정보, 건설공사 위험요소 프로파일, 사고발생현황보고서 작성 등의 기능을 제공하고 있지만 제공하는 정량적 데이터가 아직은 부족하며 활용하기 위해서는 추가 비용이 발생한다. 따라서 사고정보, 위험요소 프로파일 등을 현재와 같은 일차원적인 방식으로 제공하는 것에서 벗어나 ICT 기술을 활용한 부문별로 특화된 정량적 정보를 제공하여 사전점검 체크리스트 PC 및 모바일 앱, 증가현실 기술에 활용할 수 있도록 한다면 시스템을 통하여 현장에서 쉽고 빠르게 접근하여 활용할 수 있어 활용성이 극대화될 것이라 생각한다.

건설안전정보를 구축하고 서비스하기 위해서 가장 먼저 고려해야 할 것은 정보의 분류이다.

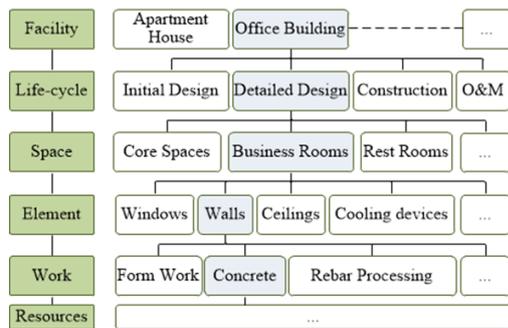


그림 2. Integrated Construction Safety Classification conceptual Model (Lee and Chung, Min, 2018)

현재와 같이 공중에 의한 단순 분류보다는 <그림 2>와 같이 공중, 공정, 원가 및 자원 등의 파셋에 의한 분류를 포함해야 향후 기존 시스템 및 타 시스템과의 연계에 유리하다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이 시설물-생애주기-공간-부위-공중-자원으로 구성되는 파셋에 의한 분류는 향후 안전관리계획, 시공계획, 원가계산서 등과 연계하기에 무리가 없을 것이며 정보모델로 확장하면 <그림 3>과 같은 정보모델을 작성할 수 있을 것이다.

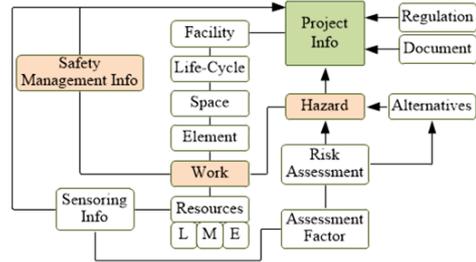


그림 3. Integrated Construction Safety Information conceptual Model (Lee and Chung, Min, 2018)

### 4. 지속가능한 건설안전 프레임워크

#### 4.1 설계 안전성 평가 모델

설계 안전성 검토 지원 시스템은 단순히 정보를 입력하고 보고서를 출력하는 시스템이 아닌 입력된 위험요소 정보에 대한 안전성 평가와 <그림 4>와 같은 알고리즘에 따른 평가를 통해 위험요소 저감대책 수립을 지원해야 한다.

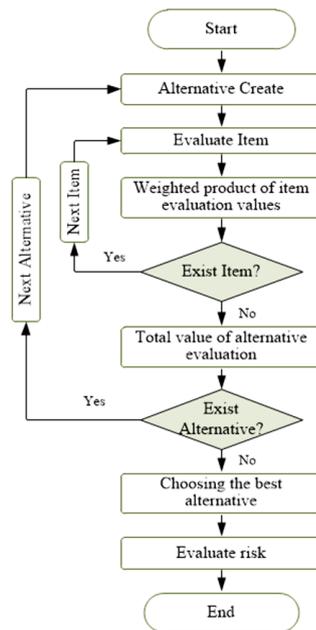


그림 4. Alternative Evaluation Algorithm(Lee and Chung, Mn, 2018)

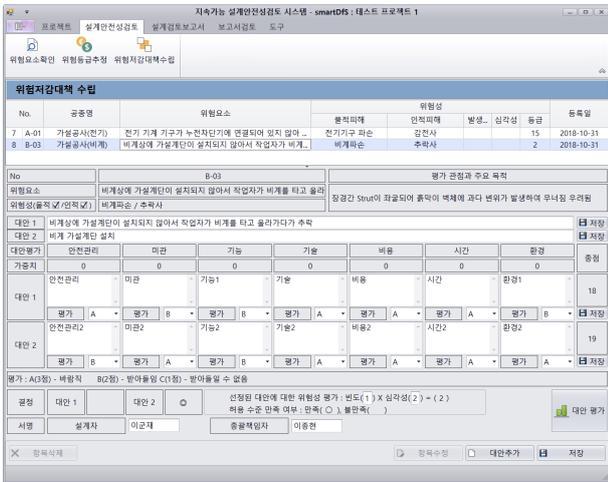


그림 5. SmartDIS Proto-type System

〈그림 4〉의 알고리즘을 기반으로 작성된 시스템의 예는 〈그림 5〉와 같다. 그림의 화면은 위험저감대책수립 화면으로 허용할 수 없는 위험요소에 대한 한 가지 이상의 대책을 제시하고 〈그림 4〉에서 제시한 알고리즘을 바탕으로 최선의 대책을 선택할 수 있는 기능을 탑재하고 있다. 시스템은 아직 프로토타입 단계로 개발이 계속적으로 진행되고 있다.

현재 설계 안전성 검토 매뉴얼에서 위험요소에 대한 저감 대책에 대하여 저감대책안을 두 가지 제시하고 그 중에 한 가지 안을 선택하는 예시를 들고 있으나 원론적으로는 많은 대책을 제시하고, 〈그림 4〉와 같은 알고리즘을 이용한 최적안을 선정하는 것이 바람직할 것이다. 따라서 개발 시스템에서는

다수의 안을 제시하고 알고리즘을 통한 최적안을 선정할 수 있는 기능을 포함한다.

## 4.2 지속가능한 건설안전 프레임워크

지속적으로 건설안전 환경을 확보하기 위해 건설 프로젝트 생애주기에 걸쳐 건설 안전성 확보를 위한 체계로서 〈그림 6〉과 같은 지속가능 건설 안전 프레임워크를 제시한다.

지속가능한 건설안전 프레임워크는 설계 안전성 검토를 거쳐 작성된 보고서가 시공단계로 공유되어 안전관리계획서에 반영되며 계획대비 실적을 평가하고 실시간으로 작업자 및 장비의 동선을 취득하고 분석하여 피드백하는 환경을 기반으로 한다.

〈그림 6〉에서와 같이 프레임워크는 사물인터넷 디바이스를 통해 작업자 및 장비의 동선 정보, 공정 정보, 자원 정보 등의 건설현장 정보들을 실시간으로 취득하고 저장 및 분석을 통하여 계획된 위험요소 저감대책과 연계시켜 작업자 및 장비에 PC, 모바일, 사물인터넷 디바이스 등을 이용하여 통지하고 인 지시킴으로써 계획된 작업 공정을 차질 없이 안전하게 수행할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 현장에서 발생된 정보들은 실적정보로 축적하여 타 프로젝트에 활용될 수 있도록 한다.

현재 건설현장에서 작업자 안전을 위해 사물인터넷을 이용한 시스템이 몇몇 중소기업을 통하여 스마트 건설안전관리 시스템으로 보급되고 있다. 이러한 시스템들에 설계 안전성 검토에 따른 위험요소 및 저감대책 정보, 실적정보를 연계한다면 더욱 안전한 건설 사업장의 안전을 확보할 수 있을 것이다.

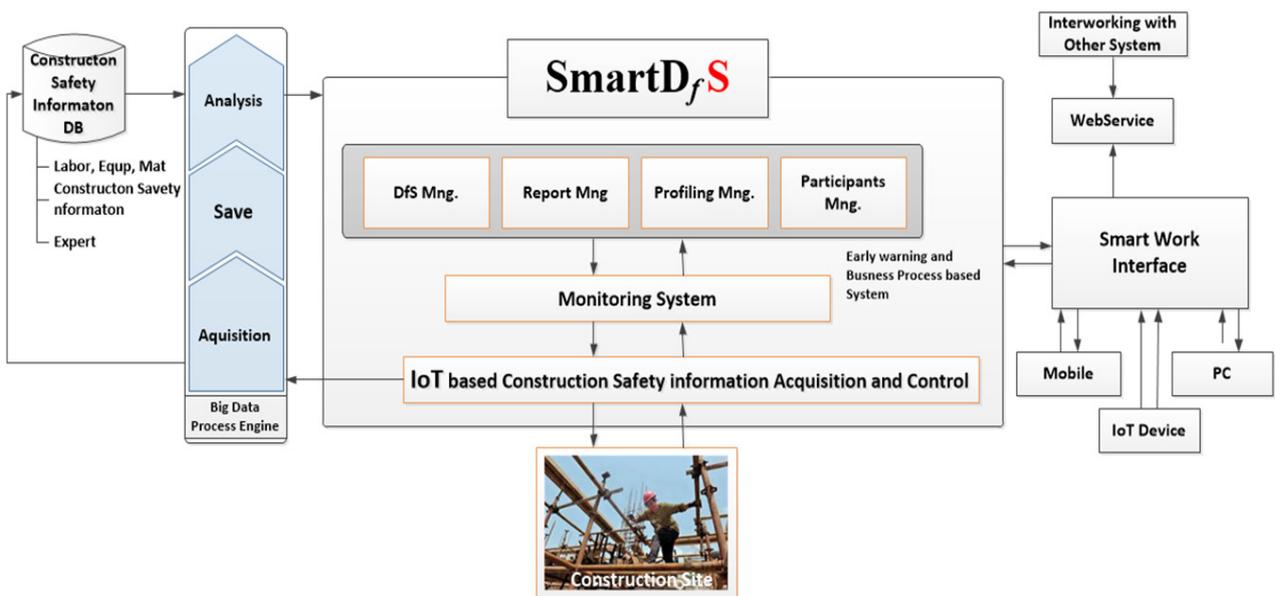


그림 6. Sustainable Construction Safety Conceptual Framework

## 5. 결론

현재 많은 산업분야에서 제4차 산업혁명시대로 SF에서나 있을 법한 기술들이 현실화되고 있다고 이야기 한다. 그러나 대다수의 분야에서 이러한 기술들은 기업의 이윤 향상을 목적으로 인력을 최소화하는 방향으로 흘러가고 있다. 인력의 투입이 최소화될 경우, 인적사고의 저감에 영향을 줄 수 있으리라 생각된다.

건설분야의 경우, 터미네이터 영화 시리즈에서 나오는 T-800이나 에일리언 시리즈에서 나오는 파워로더, 아바타의 착용형 로봇 등이 현실화되기 전까지는 많은 인력이 투입되어 프로젝트가 진행될 수밖에 없는 것이 현실이다. 물론 국내외 기업들에서 시공 자동화에 대한 많은 연구개발을 하고 있지만 현실화하는 데에는 여러 문제점들을 내포하고 있는 것이 사실이다.

본고에서 제시하는 프레임워크기반의 건설 안전 확보 노력은 향후 자동화될 미래 건설산업의 학습 데이터로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 체계를 일개의 중소기업 등 민간에서 주도하기는 사회·경제적으로 쉽지가 않다. 따라서 정부 혹은 공공기관 수준에서 기반 기술에 대한 연구·개발지원 및 서비스가 이루어져야 할 것이다.

또한 막대한 비용을 투자하여 사고에 대비하고 인적 사고를 저감시키는 것은 어느 정도 가능하지만 현실적으로는 경제적 측면에서 쉽지가 않다. 따라서 향후 현실적인 대응 전략으로 VE/LCC 평가기법을 도입하여 사업장 환경에 최적인 안을 도출하는 기법에 대한 후속 연구들이 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Design for Safety Review Task Manual, 2017. 5, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
2. 안홍섭, 고성석, 이찬식(1996), "건설현장의 안전관리개선방안에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 제12권 12호 (통권96호)
3. 홍성호, 손창백, 박찬식(2002), "대형건설회사 자체 안전평가모델 개발", 대한건축학회논문집, 제18권 11호(통권169호)
4. 이군재, 민영기, 정광호(2018), "건설 현장 안전 환경 개선을 위한 설계 안전성 검토 활용 방안", 한국생태환경건축학회논문집, 제18권 5호(통권93호)

5. 고용노동부(2018), "2018. 9월말 산업재해 발생현황", 고용노동부
6. 국토교통부(2017), "설계 안전성 검토 업무 매뉴얼", 국토교통부
7. 한국시설안전공단(2017), "설계안전성검토(Design for Safety) 적용 매뉴얼 개선방안 연구", 한국시설안전공단
8. 건설기술진흥법, [www.law.go.kr](http://www.law.go.kr)
9. 사업장 위험성평가에 관한 지침, [www.law.go.kr](http://www.law.go.kr)
10. 스마트 건설안전관리 시스템, [www.gsil.kr](http://www.gsil.kr), (주)지에스아이엘