

유해·위험방지계획서 현장 활용도 제고를 위한 BIM 적용 필요성에 관한 연구

이미현, 임형철*
창원대학교 건축공학과

A Study on the Application of BIM for the Improvement of the Effectiveness of the Safety Assessment Regulations

Mi-Hyeon Lee, Hyoung-Chul Lim*
Division of Architecture, Changwon National University

요약 산업안전보건법 제48조에 따른 유해·위험방지계획서 대상 현장의 재해예방을 위해 안전보건 지침이를 활용한 계획서 확인 모니터링 및 자율안전체계 확보를 위한 계획서 자체 확인 등 여러 대책 시행에도 불구하고 건설공사의 재해율을 살펴보면 연평균 100여 명의 사고사망자가 유해·위험방지계획서 대상현장에서 발생하고 있다. 물론 대상 현장이 다른 건설현장과 비교하여 위험요인이 다수 존재한다는 것을 고려한다 하더라도, 위와 같은 결과는 재해를 예방하고자 작성되고 활용되는 유해·위험방지계획서의 효과에 의문을 갖게 한다. 건설현장에서는 관리자가 근로자, 장비, 시설물에 대한 안전점검을 시행하지만, 시간적, 공간적으로 작업의 내용과 상황이 계속 변화하는 건설업의 특성상 지속적으로 즉각적인 안전관리가 어려운 실정이다. 설계 및 시공성 검토가 큰 영향을 미치고 있다는 사실을 인지하고, 설계 오류의 사전 발견 가능성을 높이고 효율성을 높이기 위하여 BIM(Building Information Modeling)을 활용하는 방안이 최근 많이 논의되고 있다. 이에 본 연구는 현재 건설업에서 실행하고 있는 유해·위험방지계획서 관련 연구 문헌 조사, 재해현황분석 및 설문조사를 통해 현장 활용도 저해요인을 도출하였으며, 이를 개선할 수 있는 BIM 기능과 저해요인과의 상관성을 파악함으로써 적용 필요성을 제시한다.

Abstract An annual average of more than 100 casualties occur on construction sites designated by the occupational safety and health law despite the safety assessment regulations from Korea Occupational Safety & Health Agency. Even if those sites involve more harmful or hazardous work than other sites, the result creates doubt regarding the effectiveness of the safety assessment regulations. The safety of construction sites is difficult to maintain continuously and instantly because of the variability in the construction industry despite inspecting workers, equipment, and facilities by managers. Many discussions on how to utilize BIM have been made to improve the productivity of construction projects, and BIM-based modeling and simulation would bring many benefits to safety. This study examined the hindrance factors of field utilization of the safety assessment regulations through a research literature survey, disaster situation analysis and questionnaire, and suggests the necessity of the application of BIM that enhances the effectiveness of safety assessment regulations by identifying the relationship between the hindrance factors and the function of BIM.

Keywords : Safety Assessment Regulations, Improvement, Effectiveness, Hindrance Factors, BIM, Requested Function

본 논문은 이미현의 석사 논문의 일부를 요약 참조하였음.

*Corresponding Author : Hyoung-Chul Lim(Changwon National Univ.)
email: hclim@changwon.ac.kr

Received January 2, 2020

Revised March 3, 2020

Accepted April 3, 2020

Published April 30, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설현장은 안전관리를 위해 법적 기준에 따라 유해·위험방지계획서를 의무적으로 제출하고 현장 활용하도록 하고 있으나, 형식적인 작성 및 비효율적 수행문제로 연평균 100여 명의 사고사망자가 유해·위험방지계획서 대상현장에서 발생하고 있다.

시간적·공간적으로 작업의 내용과 상황이 계속 변화하는 건설업의 특성상 착공 전 작성된 유해·위험방지계획서는 지속적이고 즉각적인 반영의 어려움이 있어 제고를 위한 다양한 연구가 필요하다.

설계 및 시공성 검토가 현장 성공 여부에 치명적인 영향을 미치고 있다는 사실을 인지하고, 설계오류의 사전 발견 가능성을 높이기 위하여 BIM을 활용하는 방안이 최근 많이 논의되고 있다[1]. 또한, 정보호환성, 인지용이성, 관리효율성 등 BIM의 다양한 기능들은 현장의 안전관리에도 기여할 것으로 판단된다.

본 연구는 현재 건설업에서 실행하고 있는 유해·위험방지계획서의 현장 활용도 제고함에 있어 BIM 적용 필요성을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 유해·위험방지계획서의 목적과 주요 내용, 국내외 관련 제도 현황을 파악한 후에 유해·위험방지계획서 및 BIM 활용 안전관리에 관한 선행연구를 고찰하고, 대상현장의 재해분석을 하는 등 실태조사 및 실무자

를 대상으로 설문조사를 하여 현장 활용도를 저해하는 요인을 도출하여 BIM 기능과의 상관성을 파악함으로써 적용 필요성을 제시한다.

본 연구의 수행절차는 다음과 같으며, 이를 Fig. 1에 도식화하였다.

- (1) 유해·위험방지계획서 및 BIM과 관련된 국내·외 문헌연구를 통하여 제도 현황 및 연구 동향에 관하여 분석한다.
- (2) 유해·위험방지계획서 대상현장의 재해 및 유형을 비교·분석하고 현장관계자를 대상으로 설문조사를 하여 현장 활용도 저해요인을 도출한다.
- (3) 실태조사 및 분석을 통하여 도출된 문제점을 바탕으로 BIM 적용 필요성을 제시한다.

2. 예비적 고찰

2.1 유해·위험방지계획서 제도 및 선행연구

2.1.1 유해·위험방지계획서 제도

유해·위험방지계획서는 건설업의 특성을 고려하여, 해당 현장의 다양한 위험요소를 파악하고, 공정에 따라서 변화할 수 있는 환경에 대응하는 안전계획을 수립하기 위하여 마련된 제도라 할 수 있다.

2.1.2 유해·위험방지계획서 선행연구

기존 연구는 사전안전성 평가 제도에 관한 논문이 많았지만, 현장 활용도에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 유해·위험방지계획서에 관한 선행연구를 분석하여 현장 활용도를 저해하는 제도적 문제점을 도출하고자 한다. 유해·위험방지계획서 관련 연구 현황은 다음과 같다.

오병한(2002)은 유해·위험방지계획서 대상현장의 재해를 분석하고 관련 실무자 대상으로 설문조사를 하여 문제점을 파악하고 효과적으로 작성하려는 개선방안을 제시하였다[2].

배찬우(2002)는 국내·외 관련 제도를 비교, 분석하여 사전안전성 평가 제도상의 문제점을 도출하고 개선안을 제안하였다[3].

이정우(2006)는 국내·외 관련 제도를 비교, 분석하고 관계자 설문조사를 통해 효율적인 안전성 평가의 적용방안을 제시하였다[4].

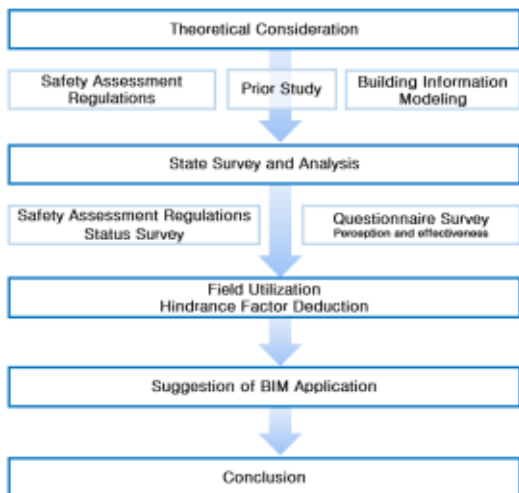


Fig. 1. Study Process

2.1.3 BIM 활용 안전관리에 관한 국내·외 연구

최근 건설업계에서 BIM의 도입이 급속하게 확대되고 있으며, 앞으로 조달청에서 발주하는 500억 원 이상의 턴키발주에는 적용을 의무화하도록 하여 이에 따른 소요는 더욱 증가할 전망이다. BIM 기술이 도입되면서 건설 시공 분야의 활용은 활발하지만, 안전관리 측면에서는 많이 미흡한 현실이다. 또한, 연구 분야에서도 BIM을 활용한 공정, 원가관리에 관한 연구는 많이 진행되었지만, 안전관리 측면에서의 연구는 많이 미흡한 실정이다.

BIM 적용 안전관리 관련 연구 현황은 다음과 같다.

Sulankivi(2013)은 BIM이 복잡한 다자간을 협업할 수 있게 한다고 하였으며, BIM은 건설현장의 잠재적 위험요소들을 파악하기에 편리한 시각화 도구로 활용되는 등 건설 안전관리 작업에 큰 도움을 줄 수 있다고 하였다[5].

Wang(2011)은 공사종류별 작업절차와 작업 중에 발생할 수 있는 위험요인, 그리고 이에 대한 안전규정이 분석된 작업위험분석(Job Hazard Analysis: JHA) 문서를 XML 형식으로 변환하여, 여러 목적으로 활용할 수 있게 하는 연구를 진행하였다[6].

Zhang(2013)은 BIM이 단순한 시각화 도구로서 뿐만 아니라 안전계획 자동화(Automated safety planning)를 위한 기초 플랫폼으로서도 활용될 수 있다고 하였다[7].

송동현(2012)은 마감 공사에서 발생하는 공간문제를 해결하기 위해 BIM 활용 효과를 분석하여 작업공간 확보 방안을 제시하였다[8].

김태훈(2013)은 BIM 활용 분야 사례를 분석하여 BIM을 활용한 현장적용 안전관리 프로세스를 제안하였다[9].

윤준혁(2013)은 추락사고 예방을 위해 BIM을 접목한 안전관리 시스템 구현방안을 제시하였다[10].

김경기(2016)는 가시설 구조물과 관련된 안전사고를 예방하기 위해 비계와 관련된 안전규정을 알고리즘으로 제작하여, BIM이 자동으로 규정을 검토하고 그에 들어맞는 비계를 3D 설계모델에 자동으로 설치하게 하는 연구를 진행하였다[11].

기존 연구들은 안전관리의 절차와 계획 수립 시 참고 자료로써 BIM설계요소 활용에 대한 논문은 많았으나 구체적인 현장 안전관리 기준의 실효성 향상에 대한 연구는 상대적으로 적음을 확인하였다.

2.1.4 소결

유해·위험방지계획 및 BIM 적용 안전관리에 관한 기존 연구를 분석한 결과, 유해·위험방지계획서와 같이 구체적인 안전관리 기준의 현장 활용도 제고를 위한 BIM 적용 연구는 미흡함을 확인하였다. 따라서 본 연구는 유해·위험방지계획서의 활용도 제고를 위한 BIM 적용 필요성을 제시함으로써 추후 구체적 방법론 및 시스템을 개발하는데 기초 연구가 될 수 있다고 판단된다.

2.2 BIM 안전관리 기술 동향

BIM은 Building Information Modeling의 약자로 초기 개념설계에서 유지 관리 단계에 이르기까지 건물의 전체 생애주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하며 각종 도서를 출력할 수 있는 통합도구라 할 수 있으며, 기하학적 형상정보와 속성정보를 연계하여 관리할 수 있는 환경을 제공한다.

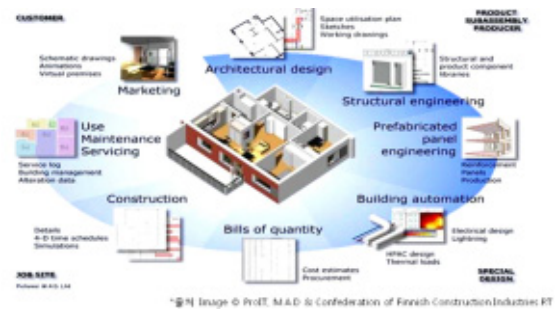


Fig. 2. Conceptual Diagram of BIM [12]

설계, 계획 및 유지 관리 등 건설 전 단계에서 BIM의 활용은 늘어나는 추세고, 현재 건설 산업에서 사용되는 표준 가운데 하나로 받아들여지고 있다.

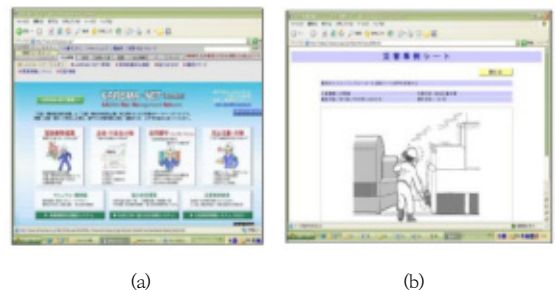


Fig. 3. Safety Management System of KAJIMA Corporation[13]
(a) Occupational Safety and Health Management System
(b) Injury Case Information System

또한, 건설 안전 계획을 위한 인력 투입을 최소화할 수 있게 한다. BIM을 이용함으로써 취할 수 있는 이러한 장점들 때문에, BIM 기반의 안전계획 자동화에 관한 연구들이 활발하게 이뤄지고 있으며, 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로 건설 재해 관리를 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 주로 건설 재해 예방을 위해 BIM, Lidar, 증강현실기술, 구글 글라스 등 최신 정보기술을 이용한 장비 및 소프트웨어 개발에 주력하고 있다.

3. 실태조사 및 분석

3.1 유해·위험방지계획서에 관한 실태조사 및 분석

3.1.1 유해·위험방지계획서 대상현장 재해현황 및 분석

본 장에서는 유해·위험방지계획서가 본래의 목적에 들어맞는 역할을 수행하는지에 대해 안전보건공단 자료를 토대로 대상현장의 중대재해를 분석하고자 한다. 또한, 유해·위험방지계획서를 실제 공사현장에서 작성하고 활용하는 실무자를 대상으로 설문조사를 하여 작성 및 활용의 실태를 파악하고 문제점을 도출하고자 한다.

Table 1은 안전보건공단으로부터 제공 받은 자료를 토대로 연도별 중대재해 발생 현황을 정리한 것이다.

Table 1. Construction Industry Serious Disaster State

Year	2013	2014	2015	2016	2017
Total	465	367	412	463	358
General Field	343	279	314	336	254
Object Field	122	88	98	127	104
Percentage	26.2	24	23.8	27.4	29.1

유해·위험방지계획서 대상현장 중대재해 건수는 지난 5년간 연평균 108건이며, 26% 이상 비율을 차지하고 있다. 건설업 사업장 수 대비 유해·위험방지계획서 확인 진행 사업장 수가 1% 미만인 현황과 비교해 볼 때, 대상현장의 중대재해 건수가 차지하는 비율이 상당히 높은 실정이다.

Fig. 4는 안전보건공단으로부터 제공 받은 자료를 근거로 작성되었으며, 공사 규모별 사망 재해의 대부분이 10억 미만의 소규모 건설현장과 50억 이상의 현장에서 발생하고 있음을 보여준다. 소규모 현장의 경우, 제도권 밖에서 운영되는 상황이기 때문에 이러한 결과가 나타나는 것으로 판단된다.

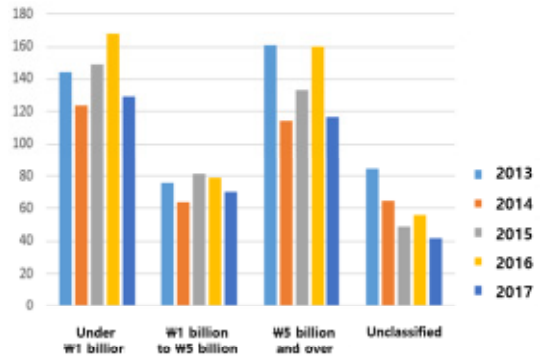


Fig. 4. Serious Disaster State by Construction Scale

3.1.2 저해요인 설문조사

앞서 유해·위험방지계획서에 관한 실태조사 및 분석 결과를 바탕으로 전체 50부의 설문지를 현장관리자, 안전관리자, 관리감독자, 기타 배부 하였으며, Table 2을 살펴보면 설문문의 대다수 응답자가 안전관리를 전공하고 현장에서 안전관리자로 근무하고 있어 현장의 안전관리 현황 파악의 신뢰성 및 객관성을 확보하였다.

Table 2. Position and Major of Respondents

Position	Site Manager	Safety Manager	Supervisor	The Others	Total
Respondents	10	29	5	6	50
Major	Architec-ture	Civil Enginee-ring	Safety Manage-ment	Health	The Others
Respondents	8	9	23	4	6

3.1.3 유해·위험방지계획서 실태조사 요인도출

유해·위험방지계획서 제도와 선행연구 분석 등 이론적 고찰 및 대상현장에 대한 실태조사 및 현장관계자 설문 조사를 통하여 유해·위험방지계획서의 현장 활용도를 저해하는 요인을 Fig. 5의 프로세스에 따라 도출하였으며, 그 결과는 Fig. 6과 같다.

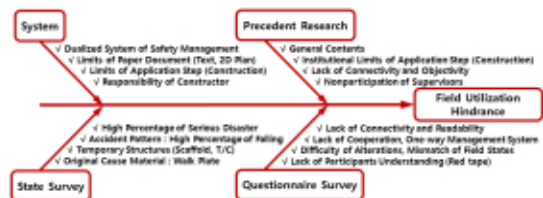


Fig. 5. Process of Field Utilization Hindrance Factors Deduction

따라서 이형화, 대형화되는 공사 특성을 반영한 수행 계획 수립 시 사전 위험성을 도출하고 그에 대한 대책을 검토·수립하고 수립된 대책에 대해 실질적으로 일을 하는 근로자에게 전달할 수 있도록 BIM을 적용하여 발전시키는 방향의 대안을 제시하고자 한다.

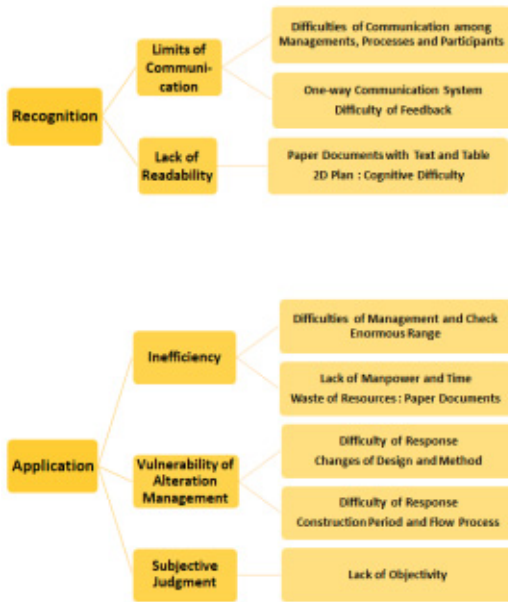


Fig. 6. Hindrance Factors Deduction of Field Utilization

3.2 유해·위험방지계획 현장 활용도 저해요인별 설문 분석 결과

3.2.1 유해·위험방지계획서 인지도분석

유해·위험방지계획서를 접하게 된 방법은 많은 수의 응답자들이 대상현장에 근무하게 되면서 알게 되었다고 응답하였다.

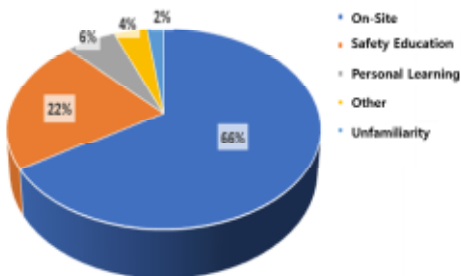


Fig. 7. Way of recognition of the Safety Assessment Regulations

위 Fig. 7 같이 현장근무를 통하여 접하게 된다면 경험이 축적된 경우에는 문제가 없겠지만 처음으로 대상현장에 근무할 경우, 유해·위험방지계획서에 대한 사전 인식이 없는 상태에서 접하게 된다. 따라서 대상현장에 안전관리 인원을 투입하기 전에 유해·위험방지계획서에 대한 사전교육이 필요하며, 이를 통하여 다른 관리 분야 등 관련 분야 및 관계자와 의사소통할 수 있는 가교 역할을 하는 능력을 갖출 수 있도록 지원하여야 함을 파악하였다.

3.2.2 유해·위험방지계획서 활용도 및 저해요인 분석

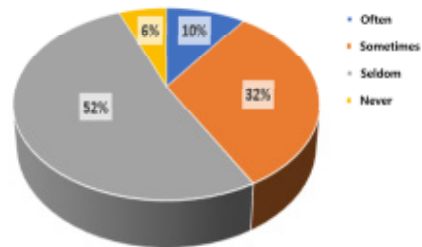


Fig. 8. Utilization of the Safety Assessment Regulations on a construction site

위의 Fig. 8과 같이 응답자 중 58%가 유해·위험방지계획서를 현장에서 활용하지 않는 것으로 나타났다. 이는 유해·위험방지계획서의 현장 활용도가 낮음을 명백히 보여주는 결과로서 현장 활용도 제고를 위한 방안 수립이 필요함을 알 수 있다.

Fig. 9의 유해·위험방지계획서의 현장 활용도가 낮은 이유에 대한 설문에는 공사 중 변경사항 (설계변경, 공법 변경 등)의 즉시 반영이 어렵기 때문이라는 응답이 가장 높았다. 건설업 특성상 공사 중 설계나 공법의 변경이 빈번하나 유해·위험방지계획서는 이를 반영하기에는 변경 관리가 어려운 고정적인 형태이고, 안전보건공단에 추가로 통보하고 확인받는 복잡한 절차를 거쳐야 하는 한계가 있기 때문이다.

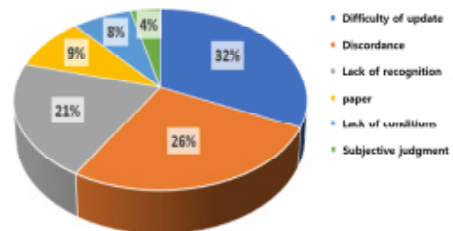


Fig. 9. Hindrance factors of using the Safety Assessment Regulations on a construction site

유해·위험방지계획서의 활용도가 낮은 이유에 대한 다른 원인은 실제 작업내용과 일치하지 않는 등 현장 상황 반영 미흡, 공사 참여자의 인식(형식적인 절차) 부족으로 유해·위험방지계획서가 실제 현장의 상황과 맞지 않고 현장소장 등 참여자들의 인식 부족으로 인하여 현장 활용도가 낮은 것으로 파악된다.

3.2.3 유해·위험방지계획서 BIM 적용 시 기대효과

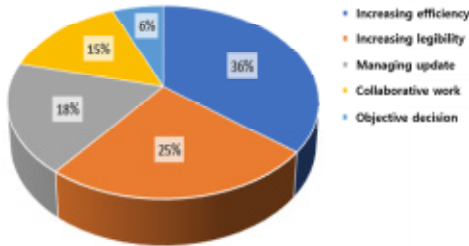


Fig. 10. Expected Effect of the Safety Assessment Regulations with using BIM

Fig. 10은 유해·위험방지계획서에 BIM 적용할 경우 기대되는 효과에 대한 설문 결과로 (중복응답 가능) 정보 활용 및 오류를 감소시키는 관리의 효율성에 대한 기대가 36%로 가장 높게 나타났다. 기존의 유해·위험방지계획서의 비효율적인 관리방식을 개선하는 것이 가장 중요함을 나타내는 결과로 판단된다.

이 밖에도 시각화를 활용한 가독성 증대, 주요 변경사항의 자동연동 등 변경에 대한 관리 용이성 순으로 나타났다. 이는 모두 효율적으로 현장의 안전관리를 할 수 있도록 BIM의 기능을 활용하고자 함을 파악할 수 있다.

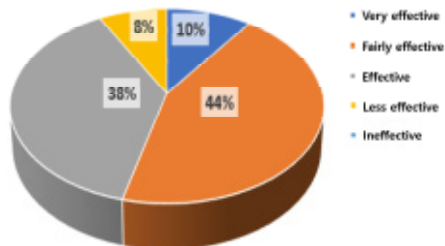


Fig. 11. Evaluation of effectiveness of the Safety Assessment Regulations with using BIM to prevent disaster

Fig. 11은 유해·위험방지계획서에 BIM 적용 시 재해 예방 효과에 대한 설문 결과이다.

응답자 중 54%가 유해·위험방지계획서에 BIM 적용 시 재해예방에 효과적이라고 하였다. 하지만 46%의 응답자는 재해예방 효과가 보통 또는 효과적이지 않다고 하였으며, 이는 BIM의 재해예방 효과를 저해하는 한계점이 있음을 시사한다.

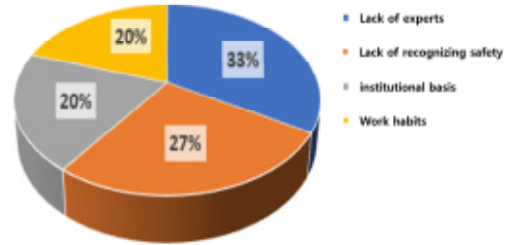


Fig. 12. Hindrance Factors of effectiveness of the Safety Assessment Regulations with using BIM to prevent disaster

Fig. 12는 유해·위험방지계획서에 BIM 적용 시 재해 예방 효과에 대해 부정적인 응답자를 대상으로 저해요인에 대한 설문한 결과로써 BIM 관련 전문가 부족, 안전에 대한 인식 부족, 제도적 기반 및 여건 부족, 작업 관행에 따른 저항 모두 고르게 도출되었다. 상대적으로 높게 나온 BIM 관련 전문가 및 현장관계자들의 안전에 대한 인식 부족을 개선하기 위해 전문가 육성 및 인식 개선을 위한 노력이 필요할 것이다. 또한, 제도적으로 BIM을 지원하는 기반을 갖추고, 기존의 작업 관행을 탈피하기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

3.3 유해·위험방지계획서 저해요인 개선을 위한 BIM 기능요소

유해·위험방지계획서 및 BIM에 대한 인식과 활용 현황을 파악하고 BIM 적용 시 기대되는 효과 및 문제점을 분석하기 위해서 현장관계자를 대상으로 설문조사를 시행하였고, 설문조사 결과 대다수 현장관계자가 유해·위험방지계획서를 실무에 활용하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 유해·위험방지계획서는 건설현장에서 안전의 계획을 수립하는 역할을 하고 있으나 실제로 현장에서 활용될 수 있는 개선방안이 필요한 것으로 판단된다. 앞서 분석 결과를 바탕으로 유해·위험방지계획서의 현장 활용도 제고시키고, 본래의 목적을 위한 소통과 효율화 도구로써 BIM을 적용할 수 있도록 아래 Fig. 13과 같이 유해·위험방지계획서 현장 활용도 저해요인과 BIM 기능 요소간의 상관성을 기술하였다.

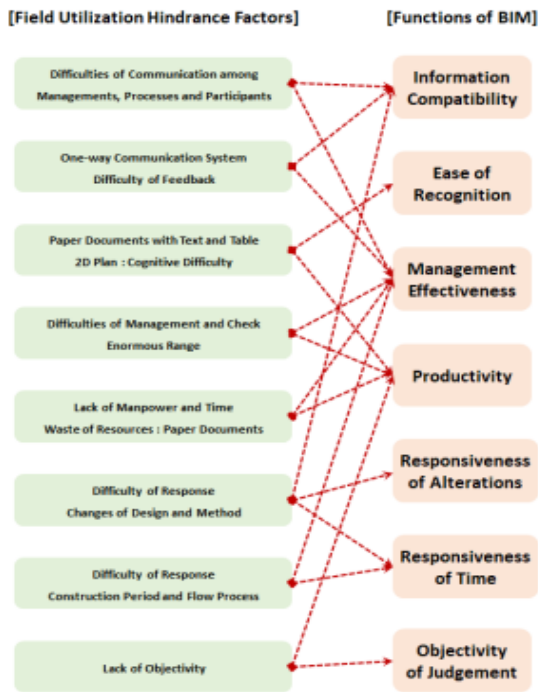


Fig. 13. BIM Requested Functions by Hindrance Factors of Field Utilization

BIM 기능 중 관리 효율성이 가장 많이 요구되며, 이는 시스템 기반의 설계 및 시공방법의 최적화를 통한 품질 향상이 가능하고 공정비교 및 공사 진행 상황 추적 편리성 등 BIM의 관리 효율성이 현장 활용도를 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

기존의 단절되고 일방향적인 소통방식을 벗어나 관리 분야 및 참여자 간 양방향 소통이 가능한 다자 사용 환경 플랫폼을 기반으로 하여 정보공유, 3D 도면을 활용한 위험인지, 활동상황 관리·검토, 변경사항 자동연동·대응, 사전 시뮬레이션이 가능하며 적시에 위험요인에 대해 적절한 안전조치를 할 수 있을 것이다. 이와 더불어 BIM을 활용한 양방향 전산구축 및 적시에 소통·활용할 수 있는 온라인 관리방식 도입, 기존의 시공사에 국한되었던 참여 주체를 관리감독자·발주자·감리자 등 관계자로 확대하여 유해·위험방지계획서의 현장 활용도를 제고하고 궁극적으로 건설업 산업재해 예방에 기여할 것으로 기대된다.

4. 결론

본 연구는 유해·위험방지계획서의 현장 활용도 제고를

위한 BIM 적용 필요성을 제시하였으며, 주요 내용과 결론은 다음과 같다.

첫째, 유해·위험방지계획서는 다른 관리 분야와의 연계성이 떨어지고 가독성이 취약하여 산업재해예방 효과가 낮으며 변경사항 반영이 어렵고 현장상황과 일치하지 않아 현장에서 활용도가 낮은 것으로 확인되었다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 하나의 대안으로 BIM 적용에 대해서는 효율성 및 가독성 향상에 대하여 긍정적이었으나, 이를 실행하기 위해 전문가 육성, 안전인식 개선, 제도적 기반 조성 및 작업관행 탈피가 필요하다는 한계점을 도출하였다.

둘째, 제도 및 선행연구, 실태 및 설문조사에 따른 종합적인 저해요인을 도출한 결과, 인식도 측면에서 소통의 한계, 가독성 취약이 있으며, 활용도 측면에서 비효율성, 변경관리 취약, 주관적 판단으로 나타났다. 이러한 도출된 저해요인과 선행연구를 통해 분류한 BIM 기능 사이의 상관성을 파악하여 각 기능들이 유해·위험방지계획서 활용도 제고에 도움이 될 수 있음을 확인하였다.

본 연구를 기초로 구체적인 방법론 및 시스템 개발을 한다면 유해·위험방지계획서의 활용도를 제고하고, 궁극적으로 건설현장의 재해예방에 도움이 될 것이라 판단된다.

References

- [1] Kim Tae Hun, Lee Dong Hak, Bae Seong In, Hong Youn Ki, Park Zoo Suk, "Proposal of field applied safety control process using BIM", *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, Vol.15, No.5, pp.243-250, Oct. 2013.
- [2] Oh Byung Han, *Study on the Effectual Making of the Safety Assessment For the Construction Works*, Master's thesis, Yonsei University, Seoul, Korea, pp.1-3, Jun. 2002.
- [3] Bae Chan Woo, *A Study on the Improvement of the Safety Assessment Regulations for Construction Works*, Master's thesis, Dong-A University, Busan, Korea, pp.1-2, Dec. 2002.
- [4] Lee Jung Woo, *A Study on Effective Application of the Preliminary Hazard Assessment in the Construction Works*, Master's thesis, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea, pp.1-2, Aug. 2006.
- [5] Sulankivi Kristiina, Zhang Sijie, Teizer Jochen, Eastman Charles, Kiviniemi Markku, Romo Ilkka, Granholm Lief, "Utilization of BIM-based Automated Safety Checking in Construction Planning", *World Building Congress 2013*, Brisbane (Australia), May. 2013

- [6] Han-Hsiang Wang, "Ontology-based representation and reasoning framework for supporting job hazard analysis", *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.25, Issue.6, pp.1-2, Nov. 2011.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000125](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000125)
- [7] Sijie Zhang, Jochen Teizera, Jin-Kook Lee, Charles M. Eastman, Manu Venugopal, Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules", *Automation in Construction*, Vol.29, pp.183-195 Jan. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.05.006>
- [8] Song Dong Hyun, *A Study on the Secure Method of Construction Workspace using Building Information Modeling*, Master's thesis, Dong-Eui University, Busan, Korea, pp.1-2, Feb. 2002.
- [9] Kim Tae Hun, Lee Dong Hak, Bae Seong In, Hong Youn Ki, Park Zoo Suk, "Proposal of field applied safety control process using BIM", *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, Vol.15, No.5, pp.243-250, Oct. 2013.
- [10] Yoon Joon Hyuk, *Study of established system of protecting falling hazardous by BIM for Construction Company*, Master's thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea, pp.1-3, Dec. 2012.
- [11] Kim Kyung ki, Cho Yong Kwon, Park Man Woo, "Building Information Modeling for Temporary Structure Planning and Safety Analysis", *KIBIM Magazine*, VOL.6, NO.2, pp.12-18, 2016.
- [12] Kim In Han, "The History and Concept of BIM", *Architecture (Architectural Institute of Korea)* Vol.54, No.1, pp16~21, Jan. 2010.
- [13] Kajima Corporation, KAJIMA CSR REPORT 2007, CSR Report, Kajima Corporation, Japan, pp.33, 2007.

임 형 철(Hyoung-Chul Lim)

[정회원]



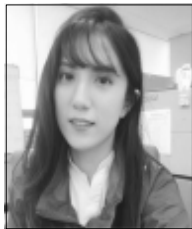
- 1993년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 연세대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학박사)
- 1995년 9월 ~ 2006년 2월 : 대림산업(주)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 창원대학교 건축공학과 교수

<관심분야>

건설안전관리, 건설경영, 건축시공

이 미 현(Mi-Hyeon Lee)

[준회원]



- 2014년 8월 : 창원대학교 건축공학과 (공학사)
- 2019년 2월 : 창원대학교 건축공학과 (공학석사)

<관심분야>

건설안전관리, 건축시공