

건설 안전관리 개념적 틀 및 정보이양 효율성 분석

김진휘¹ · 정영수^{2*}

¹명지대학교 건축대학 박사과정 · ²명지대학교 건축대학 교수

Safety Management Framework for Information Handover Effectiveness in the Construction Industry

Zhenhui JIN¹, Youngsoo JUNG^{2*}

¹PhD. Candidate, College of Architecture, Myongji University

²Professor, College of Architecture, Myongji University

Abstract : Safety management has been one of the most critical issues in the construction industry for a long time. Despite continuous efforts, it still shows a higher accident rate than other sectors. To reduce the accident rate, a lot of studies have been performed, mostly focused on contractors or construction phase. Although the initial stage of the construction project has the most significant impact on construction safety and decision-makers at the initial stage play an important role, the safety management system throughout the project entire life-cycle is still insufficient. In addition, although a great deal of information is generated in the construction project and the value is increasing, while it shows an inefficient aspect. This is believed to be due to insufficient information exchange and a lack of standards. In this context, this study aims to analyze the efficiency of information handover in construction safety. For this purpose, a safety management framework for systematically and efficiently managing and utilizing for construction safety information is referred to as 'safety business functions', 'project life-cycle', and 'industrial hierarchy'. The 'safety business functions' are classified into three levels. And then, in order to analyze the efficiency of safety information handover, 'importance of safety business function' and 'efficiency of safety information handover' were evaluated by interviewing with experts. This study can be used as reference data for implementing systematical and efficient safety management, and can also increase construction safety competency.

Keywords : Safety Management, Information Handover, Business Function, Project Life-Cycle, Industrial Hierarchy

1. 서론

안전관리는 건설산업에서 오랫동안 핵심과제로 대두되고 있으며, 이는 타 산업에 비해 재해율이 현저히 높기 때문이라 할 수 있다. 전 세계적으로 건설산업에 종사하는 근로자 수는 전 산업을 합산한 근로자수의 약 7%를 차지하는 반면, 치명적인 부상자수는 약 30~40%를 차지한다(Murie, 2007).

재해율을 감소하기 위해 건설산업에서 안전관리와 관련된 많은 연구들이 진행되었고, 대부분 건설사업 생애주기 단계 중에서 시공단계에 집중되었다(Zhou et al., 2015). 이

는 건설재해가 주로 건설현장에서 발생될 뿐만 아니라, 기존의 안전관리체계가 시공자 중심(Lim et al., 2008; Ki & Park, 2014; Shin et al., 2017)으로 운영되어왔기 때문이라 사료된다. 그러나 건설사업 생애주기에서 후행단계의 재해는 선행단계의 영향으로 인해 발생할 수 있으며(Suraji et al., 2006), 특히 사업초기단계에서 가장 높은 영향도를 나타낸다(Szymberski, 1997; Kim & Kang, 2003; Park et al., 2016). 따라서 발주자가 주도하고 모든 건설참여자들이 상호 협력하는 안전관리체계로의 전환이 필요하나(Ki & Park, 2014; Park et al., 2016, Shin et al., 2017; Shin, 2017), 아직까지 미흡한 실정이다. 이는 중요성에도 불구하고 지금까지 건설 안전관리가 넓은 의미에서 포괄적으로 정립되어있지 않은 것으로 사료되며, 나아가 건설사업 생애주기를 포괄한 연구는 매우 드물다.

건설산업은 특성상 생애주기 동안 다양한 건설참여자들이 존재하며, 각 단계마다 방대한 정보가 생성된다. 따라서

* **Corresponding author:** Youngsoo JUNG, College of Architecture, Myongji University, 116 Myongji-ro, Cheoin-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 17058, South Korea
E-mail: yjung97@mju.ac.kr
Received May 22, 2020 **revised** -
accepted June 12, 2020

정보들의 효율적인 수집 및 활용에 대한 중요성이 대두되고 있으나, 생애주기 단계를 거듭할수록 정보들의 가치가 증가하는 반면에 비효율적인 측면을 보이고 있다(Foster, 2011). 특히 시공자는 발주자에게 이양(Handover)할 모든 정보를 재생성하는 중복작업이 이루어질 수도 있다(Lee et al., 2012). 주요한 원인으로 참여자들 간의 부족한 정보 공유 및 전달과 미흡한 표준으로 인한 것으로 판단되며, 이는 또한 정보가치들의 손실을 야기할 수 있다(Foster, 2011).

표준화되고 자동화된 정보흐름은 관리 효율성과 정보 일관성 측면에서 매우 중요한 요소이다. 따라서 모든 필요정보를 공유함으로써 참여자들 간의 정보처리 효율을 향상시킬 수 있다. 이러한 맥락에서, 본 연구는 건설산업의 측면에서 안전관리 정보이양의 효율성을 분석하는 것을 목적으로 한다.

이러한 연구목적에 위하여, 본 연구에서는 우선적으로 광범위한 문헌조사를 통해 건설안전 정보를 체계적이고 효율적으로 관리 및 활용하기 위해 넓은 관점에서 범용적으로 활용 가능한 건설 안전관리 개념적 틀(Framework)을 ‘안전관리 업무기능’, ‘건설사업 생애주기’, 그리고 ‘산업위계’의 세 가지 차원에서 제안하였다. 다음으로 ‘안전관리 업무기능’을 세분화함으로써 Framework을 구체화 하였다. 마지막으로 안전관리 정보이양의 효율성을 분석하기 위한 방법론을 설정하고, 전문가 인터뷰를 통한 사례분석을 실시하여 제시된 현황분석 및 개선방안을 제시하였다.

2. 안전관리 Framework

2.1 선행연구 고찰

건설 안전관리의 Framework을 정의하기에 앞서 선행연구에 대한 고찰을 진행하였으며, 문헌들은 ‘Google scholar’, ‘Science direct’, ‘ASCE library’, ‘RISS’, ‘AURIC’ 등에서 ‘Construction safety’, ‘Safety management’, ‘Safety framework’, ‘Safety information’ 등을 키워드로 설정하여 검색하였다(Fig. 1).

문헌고찰을 통해 다양한 연구주제들을 도출할 수 있었고, 해당 연구들은 대부분 특정된 한 가지 주제를 중심으로 진행되었으며, 넓은 의미에서 건설 안전관리를 정의한 연구는 부족하다는 것을 알 수 있었다. 보다 포괄적으로 안전관리 Framework을 정의하기 위해, 본 연구에서는 산업, 기업, 프로젝트, 작업자의 산업위계관점 및 생애주기 등 다양한 시선에서 추가적인 문헌고찰을 진행하였으며, 최종적으로 ‘안전관리 업무기능’, ‘건설사업 생애주기’, 그리고 ‘산업위계’를 세 가지 핵심요소로 설정하였다.

설정한 세 가지 핵심요소를 바탕으로 선행연구들과의 차이점을 비교분석하였으며(Fig. 2), 해당 연구들은 4개의 범주로 구분할 수 있다. 첫 번째, 건설 안전관리 Framework (Teo et al., 2005; Kamar & Ahmad, 2016)을 제안하는 연구이다. 두 번째, 안전성과(Ng et al., 2005; Awolusi et al., 2016; Mohammadi et al., 2018), 안전문화(Molenaar et al., 2009), 안전투자(Hallowell, 2010), 안전점검(Zhang et al., 2012; Zhang et al., 2016), 안전교육(Pedro et al., 2015; Hong et al., 2016) 등 안전관리의 특정 주제에 연구범위

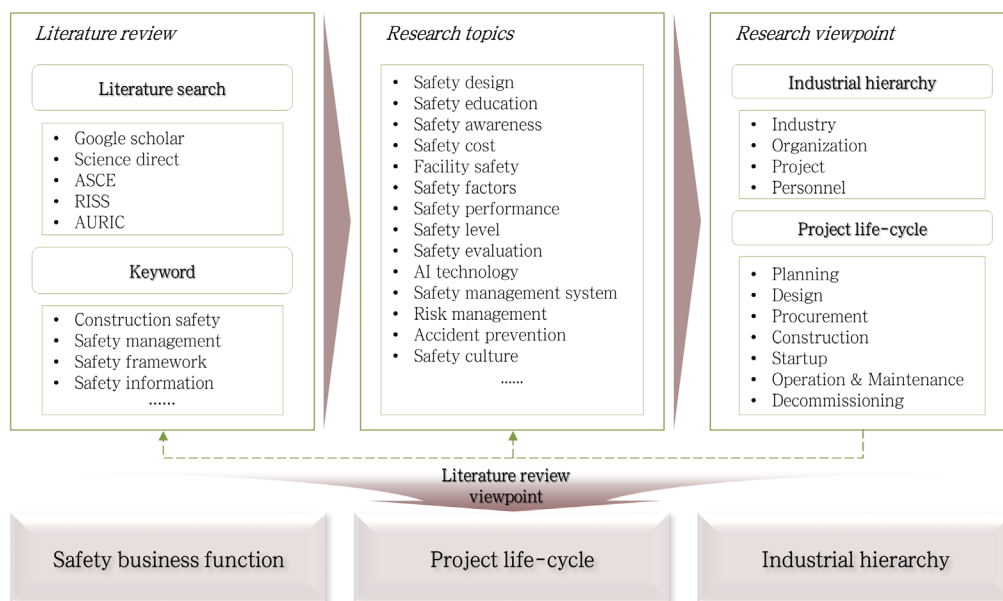


Fig. 1. Literature review process

를 한정하여 개념을 정의하는 연구이다. 세 번째, 건설 안전관리를 구성하는 요소 또는 영향 요소를 도출(Fang et al., 2004; Tam et al., 2004; Ismail et al., 2012; Zhang & Chen, 2015; Bavafa et al., 2018)하는 연구이다. 그리고 네 번째, 국제 표준(ISO, 2018)이다.

Category	Variable	Fang et al. (2004)	Tam et al. (2004)	Yeo et al. (2005)	Molenaar et al. (2009)	Hallowell (2010)	Zhang et al. (2012)	Ng et al. (2005)	Kamar & Ahmad (2016)	Ismail et al. (2012)	Zhang & Chen (2015)	Bavafa et al. (2018)	ISO 45001 (2018)	This study
Industrial hierarchy	Industry													●
	Company													●
	Project	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Worker													●
Safety business function	Safety culture	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1
	Safety process	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1
	Safety performance													
	Safety improvement													
	Safety Support	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1	○ L1
Project life-cycle	Planning													●
	Design													●
	Procurement													●
	Construction	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Start-up													●
	Operation & Maintenance													●
	Decommissioning													●

Fig. 2. Comparison with previous studies

안전관리 업무기능은 주요하게 안전문화, 안전프로세스, 안전성과, 안전개선, 그리고 안전지원 등 5개로 정의하였으며, 이는 관련된 모든 요소를 포함할 수 있을 만큼 포괄적인 의미에서 선정되었다. 이를 바탕으로 선행 연구들에서 정의한 요소들과 비교해 보았을 때, 해당 요소들은 본 연구에서 정의한 업무기능에 모두 포함할 수 있다는 것을 알 수 있다.

앞서 서술했듯이, 본 연구에서는 안전관리를 건설사업 생애주기를 포괄하는 관점으로 확대하고자 한다. 선행연구들에서 생애주기를 포괄하는 관점에서 진행된 연구는 매우 부족한 것으로 나타났으며, 대부분의 연구는 생애주기 단계 중 시공단계를 중심으로 진행되었다. 기획단계에서는 리스크 기반의 안전투자 Framework 구축을 통해 사업초기 기획단계에서 재해예방에 투입할 비용편익을 평가하는 연구(Hallowell, 2010)와 BIM과의 연계를 통해 규칙 기반의 안전점검 Framework을 구축하여 사업초기 기획단계에서 잠재적인 위험을 식별하고 그 예방방법을 자동적으로 제공하는 연구(Zhang et al., 2012)가 진행되었다. 기획단계, 설계단계, 그리고 시공단계를 포괄하는 관점에서 안전관리 Framework을 제안하는 선행연구가 수행되었으나, 이는 안전관리비 모델을 개발(Kamar & Ahmad, 2016)하기 위한 것으로서 본 연구의 목적과는 상이한 부분이 있다.

산업위계는 산업, 기업, 프로젝트, 작업자의 위계가 존재한다. 비교 연구들 중 산업차원에서는 건설 관련학과의 안전교과과정을 제안(Hong et al., 2016)하는 연구가 진행되었고, 기업 차원에서는 안전성과(Ng et al., 2005), 기업의 안전문화(Molenaar et al., 2009), 리스크 기반의 안전투자(Hallowell, 2010) 등의 Framework 마련 연구가 이루어졌

다. 산업, 기업, 및 작업자 차원에 비해 프로젝트 차원에서 보다 많은 연구들이 진행되었으며, 특히 건설 안전관리의 Framework (Teo et al., 2005; Kamar & Ahmad, 2016)과 구성 요소 또는 영향 요소를 도출 (Fang et al., 2004; Tam et al., 2004; Ismail et al., 2012; Zhang & Chen, 2015; Bavafa et al., 2018)하는 연구들은 대부분 프로젝트 차원에 한정하여 진행되었다. 안전관리 관련 국제 표준인 ISO 45001 (2018)은 산업, 기업, 프로젝트 차원을 모두 포괄하여 구축되었다.

본 연구는 안전관리 업무기능, 건설사업 생애주기, 산업위계 등 모든 차원을 고려한 포괄적인 관점에서 진행되었으며, 선행연구들과의 차이점을 확인할 수 있다.

2.2 안전관리 Framework 정의

본 연구의 핵심은 건설 안전관리의 Framework을 제안하는 것이다. Framework은 상관관계들의 체계적인 집합, 개념적인 구조 또는 시스템(Webster, 1986)으로 정의된다. 일반적으로 Framework은 이해를 돕기 위해 포괄적인 개념을 정의하고 공유함으로써 상호간의 의사소통을 향상시키고, 기술적이고 예측 가능한 모델로 통합하는 것을 목적으로 한다(Kirs et al., 1989; Naumann, 1986). 또한 Framework은 건설산업의 모든 안전에 관련된 요소를 포함할 수 있을 만큼 포괄적이고, 동시에 체계적인 관점에서 주요한 요소들을 도출하기 위해 충분히 간결해야 한다(Jung & Joo, 2011).

포괄적인 건설 안전관리 Framework을 정의하기 위해, 첫째, 건설사업 참여주체들이 의사소통과 협업과정에서 생성되는 모든 건설안전과 관련된 정보들을 효율적이고 체계적으로 관리하기 위한 안전관리 업무기능이 필요하다. 둘째, 시공자 중심의 안전관리가 중요한 문제점 중의 하나로 대두되면서, 이를 탈피하여 건설사업의 전 생애주기를 포괄하여야 한다. 셋째, 건설산업은 산업, 기업, 프로젝트, 그리고 작업자의 위계관점들을 포괄하나 일반적으로 프로젝트 위주의 안전관리 특성을 보이고 있다. 따라서 모든 산업위계를 포괄하는 안전관리로의 전환이 필요하다.

이러한 맥락에서, 본 연구에서는 ‘안전관리 업무기능(Safety business functions)’, ‘건설사업 생애주기(Project life-cycle)’, 그리고 ‘산업위계(Industrial hierarchy)’를 통합하였으며, 이들은 <Fig. 3>과 같이 세 개의 차원을 형성한다. 즉, 본 연구에서의 안전관리 Framework은 “안전문화, 안전프로세스, 안전성과, 안전개선, 그리고 안전지원 등 5개의 주요 업무기능을 건설사업의 전 생애주기를 포괄하여 산업, 기업, 프로젝트, 그리고 작업자 등 서로 다른 관점에서 체계적으로 수행하는 것”이라 할 수 있다.

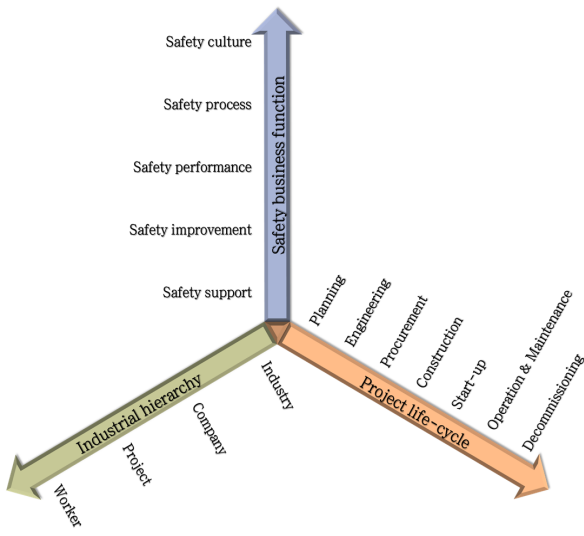


Fig. 3. Safety management framework

2.2.1 안전관리 주요 업무기능

〈Table 1〉에서 나타나듯이 안전관리 주요 업무기능으로, 안전문화, 안전프로세스, 안전성과, 안전개선, 그리고 안전지원을 선정하였다.

안전문화(Safety culture)는 건설산업에서 안전을 향상시키기 위한 가장 중요한 수단 및 요인 중의 하나(Antonsen, 2009; Mao & Guo, 2013; Fu et al., 2013; Hodges & Sanders, 2014; Garcés, 2014; Wang & Wu, 2015)이다. 대부분의 연구들에서 기업의 관점에서 안전문화를 정의하였으나, 본 연구는 포괄적인 관점에서 “사회공동체가 안전에 대해 공유하고 습득하는 모든 능력과 습관을 포함하는 복합적 총체”라고 하였다.

안전프로세스(Safety process)는 “건설사업의 안전관리 업무를 기술하고 이를 조직하여 완성하는 것”이고, 그 중에서 안전관리 업무는 관리자가 리더십을 제공하기 위한 정의 가능한 활동, 조치, 또는 프로세스를 통해 안전을 촉진하기 위해 수행하는 것(Dingsdag et al., 2006)이다.

성과는 사업의 목표를 향한 업무 또는 활동을 통한 부가 가치의 결과이고, 성과관리는 성과를 평가하여 성과정보를 도출하고 이를 관리하는 것이다. 안전관리는 건설사업관리의 중요한 관리업무중의 하나이며, 따라서 안전성과(Safety performance)는 매우 중요한 요소이다. 즉, 안전성과는 “건설사업 수행기간동안의 건설안전 활동에 대한 전반적인 수행결과와 건설사업의 결과물인 시설물의 안전운영에 대한 성과를 평가하는 것”이다.

안전개선(Safety improvement)은 기존의 정보들을 바탕으로 이를 분석하여 같은 위험 또는 실수를 예방하고 개선하기 위한 것으로, “안전성과에 대한 평가결과와 건설안전 관련 정보들을 동향 등의 분석을 통해 같은 실수를 반복하

지 않기 위한 방안을 수립하는 지속적이고 반복적인 개선활동”으로 정의된다.

안전지원(Safety support)은 “문화, 프로세스, 성과, 그리고 건설안전 개선에 필요한 규정, 자원 등을 지속적으로 결정하고 제공하는 것을 통해 효율적으로 건설안전을 향상시키는데 기여하는 것”을 의미한다.

Table 1. Main business functions of construction safety

This study	Previous study
Safety culture	<ul style="list-style-type: none"> Psychological; Organizational (Sawacha et al., 1999) Increase management involvement; Increase competency of supervision (Tam et al., 2002) Safety communication; Management-worker relationship; Safety cooperation; Safety meeting (Fang et al., 2004) People's role; Industrial relationship (Tam et al., 2004) Personnel (Teo et al., 2005) Committee (Cheng et al., 2012) Personal; Relationship (Ismail et al., 2012) Leadership and commitment (Mahmoudi et al., 2014) Safety culture (Zhang & Chen, 2015) Impact of characteristic (Zhou et al., 2015) Leadership and worker participation (ISO 45001)
Safety process	<ul style="list-style-type: none"> Procedural; Environmental; Historical; Technical (Sawacha et al., 1999) Safety risk management; Safety implementation; Safety inspection (BSI, 2000) Safety audit; Effective safety training; Establishment of safety policy; Eradication of hazards (Tam et al., 2002) Safety regulation enforcement; Safety education; Safety inspection (Fang et al., 2004) Organization and management; Technology (Tam et al., 2004) Process (Teo et al., 2005) Process; Information (Cheng et al., 2012) Management (Ismail et al., 2012) Evaluation and risk management; Planning (Mahmoudi et al., 2014) Regular safety program (Zhang & Chen, 2015) Safety management process (Zhou et al., 2015) Planning; Implementation; Management (Hong et al., 2016) Goal definition & action planning; Implementation of improvements; Decision making and planning of improvement (Awolusi et al., 2016) Planning; Operation (ISO 45001)
Safety performance	<ul style="list-style-type: none"> Implementation and monitoring (Mahmoudi et al., 2014) Monitoring and cooperation (Zhang & Chen, 2015) Evaluation of performance (ISO 45001)
Safety improvement	<ul style="list-style-type: none"> Auditing and reviewing (Mahmoudi et al., 2014) Accident/incident data (Zhou et al., 2015) Activity observation & data analysis (Awolusi et al., 2016) Improvement (ISO 45001)
Safety support	<ul style="list-style-type: none"> Economical (Sawacha et al., 1999) Safety policy (BSI, 2000) Safety promotion (Tam et al., 2002) Safety resources (Fang et al., 2004) Apparatus and equipment (Tam et al., 2004) Policy; Incentive (Teo et al., 2005) Resources; HRM/incentive (Ismail et al., 2012) Policy and strategic goals; Organization, resources, and documentation (Mahmoudi et al., 2014) Support (ISO 45001)

2.2.2 건설사업 생애주기

본 연구에서는 기존에 시공단계를 중심으로 관리되었던 건설 안전관리를 건설사업의 모든 생애주기를 포괄하는 관점으로 확대하고자 하였다. 즉, 건설사업 생애주기를 기획(Planning), 설계(Design), 구매조달(Procurement), 시공(Construction), 시운전(Start-up), 운영 및 유지(Operation & Maintenance), 그리고 철거(Decommissioning)의 7개 단계로 선정하였다.

2.2.3 산업위계

앞서 언급했듯이, 건설산업에서는 프로젝트 위주의 안전관리 특성을 보이고 있으나, 산업, 기업, 프로젝트, 그리고 작업자와 같은 서로 다른 관점의 차원이 존재한다. 본 연구는 안전관리 Framework을 포괄적으로 정의하는 데 있으며, 따라서 산업(Industry), 기업(Company), 프로젝트(Project), 그리고 작업자(Worker)를 산업위계로 선정하였다.

3. 안전관리 업무기능

Framework을 구체화하기 위하여, 본 연구에서는 문헌고찰을 통해 5가지 주요 업무기능들의 세부 업무기능들을 도

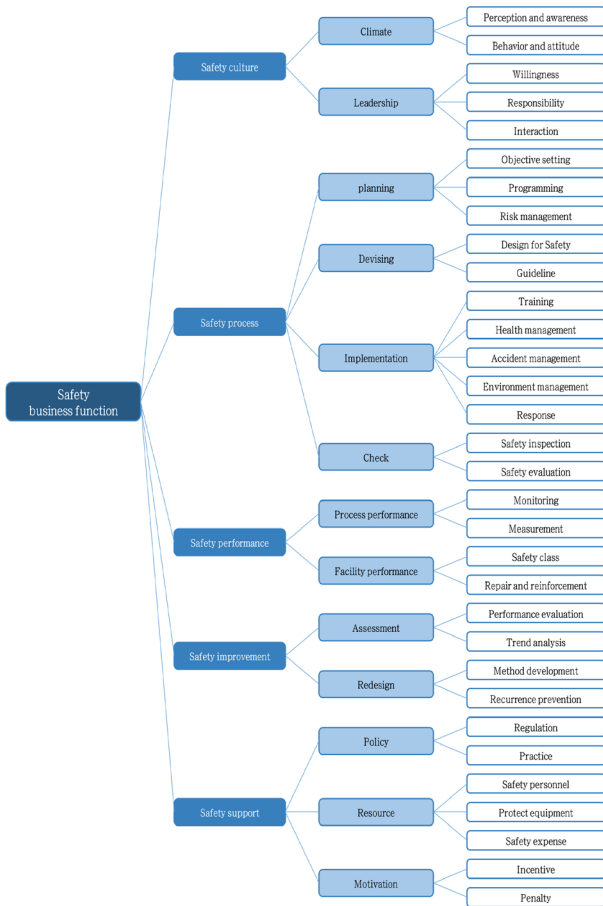


Fig. 4. Safety business functions

출하였고, 경력 10년 이상의 전문가 9인과 인터뷰를 통해 분류의 적절성을 검토하였다. 구체화된 업무기능은 계층적인 구조로 총 3개의 위계를 가진다. 최종적으로 안전관리 업무기능은 5개의 대분류, 13개의 중분류, 그리고 32개의 소분류로 구성되었다(Fig. 4). 도출된 업무기능은 안전관리 정보의 양의 효율성을 분석하기 위한 기준으로 사용된다.

3.1 안전문화

안전문화는 분위기(Climate)와 리더십(Leadership)으로 구성된다. 분위기는 인식 및 의식(Perception and awareness)과 행동 및 태도(Behavior and attitude)가 포함되고, 리더십은 의지(Willingness), 책임(Responsibility), 그리고 상호작용(Interaction)이 포함된다.

분위기는 안전에 대한 개개인의 인지를 설명하는 문화의 특정 형태의 하나(Choi & Kim, 2006)이고, 전반적인 안전문화를 나타내는 지표(Gadd & Collins, 2002)로 설명된다. 분위기는 크게 인식, 의식, 행동, 태도 등의 영향을 받는다. 이들 중에서도 행동은 가장 핵심적인 요소(Smith-Jackson et al., 2011)이다. 바람직하지 못한 행동과 태도, 부족한 인식과 의식은 건설재해가 발생하는 주요한 원인 중의 하나(Zou & Sunindijo, 2010)이다.

3.2 안전프로세스

안전프로세스는 기획(Planning), 고안(Devising), 구현(Implementation), 그리고 점검(Check)으로 구성된다. 기획에는 목표설정(Objective setting), 계획(Programming), 그리고 리스크 관리(Risk management)가 포함되고, 고안에는 설계 안전성 검토(Design for safety)와 수행지침(Guideline)이 포함된다, 구현에는 교육(Training), 보건관리(Health management), 재해관리(Accident management), 환경관리(Environment management), 그리고 대응(Response)이 포함되며, 점검에는 안전점검(Safety inspection)과 안전진단(Safety evaluation)이 포함된다.

기획은 가장 어려운 업무인 만큼 매우 중요하다. 위험이 없고 생산적인 작업환경을 조성하기 위한 안전관리 활동에 있어서 사업초기 안전관리 기획은 필수이자 기본이다(Waly & Thabet, 2003). 따라서 먼저 전반적인 목표를 설정하고, 해당 목표를 달성하기 위한 계획을 수립하여야 하며, 계획을 구현하기에 앞서 리스크 관리가 이루어져야 한다.

보다 안전하고 성공적인 사업에 있어서, 기존의 수많은 경험과 연구에 의해 만들어지는 매뉴얼과 같은 자료들이 큰 작용을 함으로써, 이러한 자료들을 고안하는 업무가 매우 중요하다. 본 연구에서 고안은 설계 안전성 검토와 수행지침으로 구성된다. 설계 안전성 검토는 설계자가 사업기간동

안 발생 가능한 위험요소를 분석하고 평가를 통해 설계 대안을 창출하여 안전성을 확보하는데 있다(Christensen & Manuele, 1999; Seo & Choo, 2018). 수행지침은 관리자가 사업목표에 따라 효과적이고 안전한 업무수행을 위해 제정되는 원칙이며, 참여자들이 이를 이해하고 준수해야 한다.

구현은 수립된 계획을 실행함으로써 이를 구체화하는 것이다. 교육은 참여자들의 행동, 태도 등을 바람직한 방향으로 개선하기 위한 것(Kim & Kim, 2009)으로써 매우 중요한 요소이다. 보건관리는 사람이 신체적, 정신적, 인지적으로 받는 영향 상태(ISO, 2018)를 적절하게 관리하여 건강을 유지, 증진하기 위한 것이며, 재해관리는 건설재해를 예방하기 위한 조치 또는 활동을 취하는 것이다. 분진, 소음, 진동에 의해 간접적으로 위험이 발생할 수 있으며, 환경관리 역시 매우 중요하다. 또한 예측하기 어려운 비상사태 발생시 이에 대한 대응방안을 마련하고 처리하는 것 또한 필수적이다.

건설안전에서 위험요인들의 식별과 이에 대한 안전관리 이행상태 등에 대한 점검이 이루어져야 한다. 새로운 또는 반복되는 위험을 식별하기 위해 안전점검 및 안전진단은 주기적으로 이루어져야 하며, 기술을 갖춘 전문가가 목적 및 수준을 고려하여 위험요인을 조사 및 점검하기 위해 실시된다.

3.3 안전성과

안전성과는 프로세스 성과(Process performance)와 시설물 안전성(Facility performance)으로 구성된다. 프로세스 성과에는 모니터링(Monitoring)과 측정(Measurement)이 포함되고, 시설물 안전성에는 안전등급(Safety class)과 보수보강(Repair and reinforcement)이 포함된다,

프로세스 성과는 사업이 프로세스에 따라 수행되고, 그에 따른 사업의 성공정도를 측정하는 것이고, 사업초기단계부터 결과물이 도출되는 과정동안의 모든 요건들을 모니터링하고 측정을 통해 성과를 평가하는 것이다. 평가는 생애주기 단계별로 진행되어야 하며, 모니터링과 성과측정은 사업 초기에 설정한 목표를 달성하기 위해 수시로 진행해야 한다. 모니터링을 통해 사업수행기간동안에 발생하는 모든 상황들을 지속적으로 관찰할 수 있고, 성과측정은 경영성과를 평가하고 인적자원을 관리하며 기업전략을 수립하기 위한 업무들을 수행하기 위한 도구(Yu et al., 2007)로서 사용된다.

시설물의 구축과 마찬가지로 효율적인 운영 및 유지관리 또한 매우 중요하다. 생애주기 중 운영 및 유지관리 단계가 지속되는 기간은 다른 단계의 약 15~25배 정도로 건설사업의 가장 긴 부분을 차지(Kathy & Richard, 2013)한다. 운영 및 유지관리 동안 시설물의 성능 및 기능의 유지 및 확보를 위해 평가를 실시하여 안전등급을 부여한다. 안전등급은 시설물의 안전성 정도를 대표하기는 어려우나, 현재 유일하게

체계적으로 관리되고 있는 데이터(Kang et al., 2016)라고 볼 수 있다. 또한 평가를 통해 발견된 각종 결함들에 대한 적극적인 보수보강 활동이 필수적으로 요구되며, 적절한 보수보강 조치는 시설물의 수명, 사용자의 안전, 그리고 경제적인 측면에서 긍정적인 효과를 나타낼 수 있다.

3.4 안전개선

안전개선은 평가분석(Assessment)과 개량(Redesign)으로 구성된다. 평가분석에는 성과분석(Performance evaluation)과 추이분석(Trend analysis)이 포함되고, 개량에는 방안수립(Method development)과 재발방지(Recurrence prevention)가 포함된다.

평가분석은 프로세스 성과 및 시설물 안전성의 평가결과와 건설안전과 관련된 각종 정보 및 데이터를 바탕으로 동향 등을 분석하여 개선의 기반을 마련하기 위한 것이다. 성과분석은 기존에 완료된 사업의 성과정보를 성공 또는 실패 원인, 위험요인 및 발생원인 등 여러 가지 측면에서 분석하여 건설안전을 개선하기 위해 수행된다. 성과분석 결과는 정보의 형태로 재구성하여 데이터베이스에 축적(Rozenfeld et al., 2010)되고, 이를 바탕으로 추이분석이 가능하다.

개량은 기존의 부족한 부분을 필요에 따라 강화하기 위한 행위이다. 평가분석 결과를 바탕으로, 건설안전의 전반적인 역량을 향상하기 위한 개선방안을 수립할 수 있으며, 건설안전에 부정적이 영향을 미치는 요소들에 있어서 문제점을 시정하고 재발을 예방하기 위한 조치를 취할 수 있다.

3.5 안전지원

안전지원은 정책(Policy), 자원(Resource)과 동기부여(Motivation)로 구성된다. 정책에는 규제(Regulation)와 관행(Practice)이 포함되고, 자원에는 관리인력(Safety personnel), 보호설비(Protect equipment)와 안전관리비(Safety expense)가 포함되며, 동기부여에는 장려(Incentive)와 벌이익(Penalty)이 포함된다,

정책은 설정된 목표로 나아갈 노선이나 취해야 할 방침으로 역할이 매우 크다. 규제는 건설 참여자들의 활동에 제한을 가하여 필수적으로 준수하도록 하기 위함이다. 이러한 규제는 국가차원의 법규, 제도, 조직차원의 내부규정, 프로젝트차원의 현장안전수칙 등이 될 수 있다. 관행은 건설안전을 목표로 구현 및 준수하는 정책, 전략, 절차 또는 활동이다(Vinodkumar & Bhasi, 2010). 오류 및 재작업을 방지하기 위한 지침 또는 전략에 의해 관행이 이루어지면 재해발생을 줄이는데 있어서 매우 효과적이다(Cheng et al., 2012).

자원은 인적, 물리적, 경제적인 자원을 의미한다. 필요에 따라 자원이 적절하게 제공되면 안전을 확보하고 유지할

수 있다(Guo & Yiu, 2015). 건설산업에서 관리 인력의 역할 (Sunindijo & Zou, 2013), 보호장비의 착용 및 설치는 건설 안전에 있어서 매우 중요한 부분이다. 안전관리비는 사업의 종류 및 규모에 따라 산정되는 건설안전과 관련된 모든 비용이며, 순수하게 건설안전과 관련된 목적으로 계상되어야 하고 그 외의 용도로는 사용이 불가하며, 산정기준은 법에 의해 명시되어 있다.

동기부여는 목표달성을 위한 행동을 제시하고 이를 지속적으로 행하는 과정이고(Luthans, 1981), 상벌제도가 가장 많이 사용된다. 상벌제도는 사업 또는 참여자들에게 동기를 부여하여 안전활동을 격려하기 위함이다(Haines et al., 2001). 상벌제도로 인해 재해발생에 대한 보고체계가 방해되지 않아야 하고, 불이익을 회피하기 위해 상황을 은폐하는 분위기가 조성되는 것을 방지해야 하며, 실수에서 배울 수 있는 환경이 조성되어야 한다(Samson & Daft, 2009).

4. 안전관리 정보이양 효율성 평가

안전관리 업무기능은 3개의 대분류, 13개의 중분류, 32개의 소분류로 구성된다. 본 연구에서는 건설산업의 안전관리 정보이양의 효율성을 평가하기 위해, 이러한 업무기능을 기준으로 각 업무기능별 필요로 하는 정보를 도형정보와 비도형 정보를 포괄하여 분석하고자 한다. 본 연구는 포괄적인 관점에서 진행되었으나 상세성을 함께 가지기 위해, 업무기능의 대분류는 평가 레벨의 수준(Level of Detail; LOD)이 너무 높고, 소분류는 평가 레벨의 수준이 너무 낮아 평가기준으로 활용하기에 부적합하다. 따라서 평가는 업무기능의 중분류에 해당하는 13개 항목을 기준으로 실시하였다. 각 생애주기 단계에서 업무기능별 이양정보를 고려하여 체계적인 관리가 이루어지면 효율성을 증가시킬 수 있다(Lee & Jung, 2018).

따라서 본 연구에서는 건설산업에서 안전관리 정보이양의 효율성을 평가하기 위한 방법론을 제안하였고, 전문가 인터뷰를 실시하여 이에 대한 사례연구를 진행하였다.

4.1 평가지표

본 연구는 건설산업에서 안전관리와 관련되어 생성된 정보들이 생애주기 동안에 이양되는 효율성을 평가하는데 있으며, ‘업무기능의 중요도’와 ‘정보이양의 효율성’의 두 가지 관점에서 평가를 진행하였다.

‘업무기능의 중요도’는 업무 수행에 있어서 우선시 고려해야 할 업무, 즉 해당 업무가 궁극적으로 건설산업의 재해율을 감소하기 위한 관점에서의 영향도를 나타낸다.

‘정보이양의 효율성’은 정보이양의 관점에서 안전관리 업

무기능별 ‘정보의 생성빈도’, ‘정보의 활용도’, 그리고 ‘정보의 구조화정도’를 평가하여 산출된다. 자료의 생성빈도는 해당 업무기능과 관련된 이양정보가 건설사업 생애주기 동안에 생성되는 빈도를 의미한다. 마찬가지로 관점에서 정보의 활용도는 이양정보들의 활용가치 정도를 의미하고, 정보의 구조화정도는 정보들이 이양될 때의 체계화 또는 표준화 된 정도를 의미한다.

4.2 평가방법론

업무기능의 중요도(I) (Fig. 5A)는 1~5점까지 표기하는 5점 척도를 사용하여 평가하였으며, 이를 정규화하여 다시 100점 척도로 환산한다. 여기서 100점은 중간 값인 동시에 평균값을 나타내며, 정규화 된 점수는 각 업무기능간의 상대적 중요도를 나타낼 수 있다(Jung & Gibson, 1999). 100점을 기준으로 결과 값이 100점보다 클수록 업무기능의 상대적 중요도가 높고, 100점보다 낮을수록 상대적 중요도가 낮다는 것을 의미한다.

정보이양의 효율성(E) (Fig. 5B)은 업무기능별 정보의 생성빈도(a), 정보의 활용도(b), 그리고 정보의 구조화정도(c)를 종합하여 평가된다. 업무기능의 중요도 평가와 마찬가지로, 정보의 생성빈도, 활용도, 구조화정도 역시 각각 5점 척도로 평가하고 다시 100점 척도로 정규화 한다. 또한 정보이양의 효율성에 있어서 상기 세 가지 평가항목의 상대적 가중치(w; Weight)를 평가하고, 그 합을 100%로 설정하여 평가한다. 최종적으로 정보이양의 효율성 점수는 각각의 평가항목과 그에 해당하는 가중치를 곱하고 서로 합산하여 산출되며, 식(1)과 같다.

$$E = a \times w_a + b \times w_b + c \times w_c \quad (1)$$

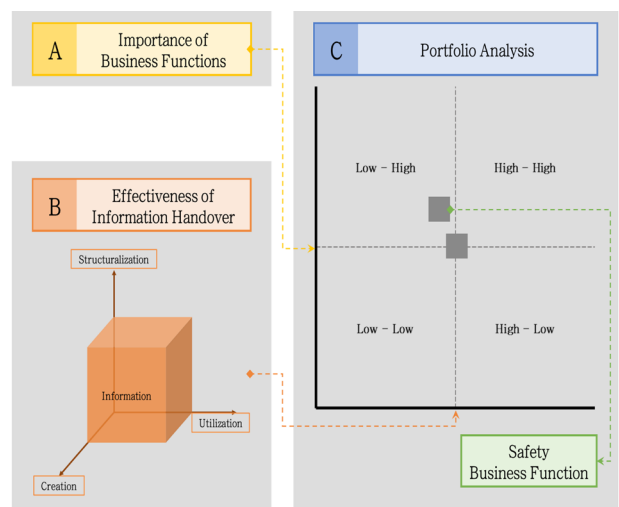


Fig. 5. Assessment methodology

〈Fig. 5C〉에서 볼 수 있듯이, Y축은 업무기능의 중요도를 나타내고 X축은 업무기능별 정보의 생성빈도, 활용도, 성숙도를 종합한 정보이양의 효율성을 나타낸다. 따라서 그래프와 같이 사분면(Quadrant)을 이용하여 시각화를 통해 종합 분석을 진행한다. 평가를 통해 점수화된 업무기능을 해당되는 사분면에 표기함으로써, 분석 및 의사결정에 대한 통찰력을 효과적으로 제공할 수 있다(Jung & Gibson, 1999).

5. 사례분석

본 장에서는 전문가 인터뷰를 통해 앞서 제안한 평가방법론을 바탕으로 평가를 실시하였다. 평가 결과는 통계적 의미를 부여하기에 인터뷰의 수가 제한적이기 때문에 사례분석의 의미로 해석하였다.

Table 2. Interview respondents

Career (Years)	Company characteristic	Respondent
12	Academia	1
15	Project management organization	1
18	Research organization	1

5.1 인터뷰 대상

본 연구는 전반적인 건설산업의 관점에서 진행되었으며, 따라서 인터뷰는 특정 분야의 전문가보다 넓은 시야에서 바라볼 수 있는 전문가를 대상으로 진행하였다. 그러나 전문가의 수가 제한적이므로, 본 연구에서는 발주자 조직, 연구기관, 그리고 학계의 서로 다른 분야에 종사하는 전문가를 대상으로 인터뷰를 실시하였고, 〈Table 2〉와 같이 12~18년 경력의 전문가를 선정하여 신뢰도와 정확성을 확보하고자 하였다.

5.2 결과 분석

5.2.1 업무기능의 중요도

〈Table 3〉의 (I)는 안전관리 업무기능의 중요도 점수를 나타낸다. 안전관리 업무기능의 중요도에서 정책(Policy: 119.2)이 가장 높은 점수를 나타냈고, 분위기(Climate: 108.3), 구현(Implementation: 108.3), 점검(Check: 108.3), 시설물 안전성(Facility performance: 108.3), 개량(Redesign: 108.3) 순으로 나타났다. 반대로 프로세스 성과(Process performance: 75.8)가 상대적으로 가장 낮은 중요도를 보이며, 다음으로 고안(Devising: 86.7), 동기부여(Motivation: 86.7) 순으로 나타났다.

종합적으로 분석해 보면, 안전문화(Safety culture), 안전개선(Safety improvement)이 건설안전에 미치는 영향이 매

Table 3. Assessment result

Variables		Weight				
Frequency of information creation (a)		0.20				
Degree of information utilization (b)		0.47				
Degree of information structuralization (c)		0.33				
Total		1.00				
Safety business function		Assessment result				
Level 1	Level 2	(I)	(a)	(b)	(c)	(E)
Safety culture	Climate	108.3	80.5	78.4	92.4	83.5
	Leadership	97.5	92.0	100.9	104.0	100.1
Safety process	Planning	97.5	97.8	100.9	104.0	101.3
	Devising	86.7	92.0	100.9	104.0	100.1
	Implementation	108.3	126.5	100.9	92.4	103.2
	Check	108.3	132.3	112.1	115.6	117.3
Safety performance	Process performance	75.8	80.5	89.7	109.8	94.5
	Facility performance	108.3	86.3	100.9	109.8	100.9
Safety improvement	Assessment	97.5	109.3	95.3	104.0	101.0
	Redesign	108.3	97.8	95.3	80.9	91.0
Safety support	Policy	119.2	103.5	123.3	92.4	109.1
	Resource	97.5	115.0	123.3	109.8	117.1
	Motivation	86.7	86.3	78.4	80.9	80.8
Total		1300	1300	1300	1300	1300

(I): Relative importance of safety business function

(E): Effectiveness of information handover = a x 0.20 + b x 0.47 + c x 0.33

우 높고, 이에 비해 안전성과(Safety performance)는 상대적으로 영향도가 가장 낮음을 나타낸다.

5.2.2 정보이양의 효율성

〈Table 3〉의 (E)는 안전관리 업무기능별 정보이양의 효율성 점수를 나타낸다. 정보이양의 효율성에서 점검(Check: 117.3)이 가장 높은 효율성을 보이고, 자원(Resource: 117.1), 정책(Policy: 109.1), 구현(Implementation: 103.2)의 순으로 나타났다. 반대로 동기부여(Motivation: 80.8)가 상대적으로 가장 낮은 효율성을 보이며, 다음으로 분위기(Climate: 83.5), 개량(Redesign: 91.0), 프로세스 성과(Process performance: 94.5) 순으로 나타났다.

종합적으로 분석해 보면, 정보이양 효율성의 측면에서 안전프로세스(Safety process)가 가장 높고, 안전문화(Safety culture)와 안전개선(Safety improvement)이 가장 낮음을 알 수 있다.

5.2.3 종합분석

평가결과를 바탕으로 〈Fig. 6〉과 같이 종합분석을 진행하였다. 우측 상단의 사분면(High-High)은 상대적으로 높은 업무기능의 중요도와 정보이양의 효율성을 나타내며, 여기에 해당하는 업무기능에는 구현, 점검, 시설물 안전성, 그

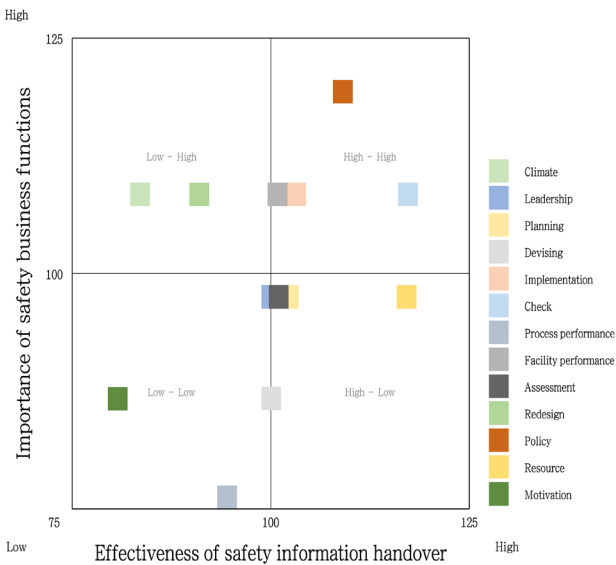


Fig. 6. Portfolio analysis (Case study)

리고 정책이 있다. 우측 하단의 사분면(High-Low)에 해당하는 업무기능에 리더십, 기획, 고안, 평가분석, 그리고 자원이 있으며, 여기에서는 상대적으로 낮은 업무기능의 중요도와 높은 정보이양의 효율성을 나타낸다. 좌측 상단의 사분면(Low-High)에 해당하는 업무기능에 분위기와 개량이 있으며, 여기에서는 상대적으로 높은 업무기능의 중요도와 낮은 정보이양의 효율성을 나타낸다. 마지막으로, 좌측 하단의 사분면(Low-Low)은 상대적으로 낮은 업무기능의 중요도와 낮은 정보이양의 효율성을 나타내며, 프로세스 성과와 동기 부여가 해당된다.

따라서 건설산업에서 안전관리 정보이양이 효율적으로 이루어지기 위해 우선적으로 높은 중요도를 가지는 반면에 정보이양에서 낮은 효율성을 보이는 분위기와 개량 업무에 대한 개선에 가장 많은 노력이 투입되어야 한다는 것을 알 수 있다. 구현과 시설물 안전성은 비록 높은 중요도와 효율성을 나타내는 사분면에 위치하여 있지만, 해당 사분면에서 보았을 때 상대적으로 낮은 효율성을 나타내고 있다. 따라서 그 다음 순위로 개선이 필요하다 판단된다. 리더십, 기획, 그리고 평가분석의 점수는 업무기능의 중요도 측면에서 중간 값(100점)보다 낮으나 매우 근접하고, 효율성 측면에서도 중간 값보다 높지만 매우 근접함을 알 수 있으며, 다음 순위로 개선이 필요하다.

본 연구는 산업위계와 건설사업의 생애주기를 포괄하는 통합적인 관점에서 안전관리 Framework 정의와 업무기능의 우선순위 및 정보이양의 효율성 평가를 통해 건설산업에서 안전관리가 나아가야 할 방향을 제시하는 것에 의의가 있다.

6. 결론

본 연구는 효율적인 안전정보이양을 위해 우선적으로 건설산업에서 범용 가능한 안전관리 Framework을 ‘안전관리 업무기능’, ‘건설사업 생애주기’, 그리고 ‘산업위계’의 세 가지 차원을 통합하는 의미에서 제안하였다. 안전관리 업무기능은 총 3단계의 계층구조로 구성되어 있고, 첫 번째 레벨은 5개 항목, 두 번째 레벨은 13개 항목, 그리고 세 번째 레벨은 32개의 항목이 포함된다.

다음으로, 안전정보이양의 효율성을 분석하기 위해, 업무기능 중에서 두 번째 레벨의 13개 항목을 평가기준으로 선정하였고, ‘업무기능의 중요도’와 정보의 생성빈도, 활용도, 그리고 구조화정도를 종합한 ‘정보이양의 효율성’을 평가지표로 전문가 면담조사를 통해 평가를 실시하였다. 평가한 결과, 안전문화 및 안전개선이 중요도 측면에서 높은 점수를 나타내는 반면, 정보이양의 효율성에서는 비효율적인 측면을 보이고 있다. 이는 건설안전의 역량을 강화하고 생애주기 단계를 통한 안전정보의 이양이 효율적으로 이루어지기 위해 안전관리 업무 중에서 안전문화와 안전개선에 대해 우선적인 개선이 필요하다는 것을 알 수 있다.

현재 건설산업에서 안전문화 등의 중요성은 크게 부각되고 있지만, 안전지원 및 안전프로세스의 체계화가 다소 미흡한 실정이다. 향후, 최고 의사결정자의 강력한 의지와 함께 시공 프로세스와 연계된 안전업무의 기획이 중요하고, 작업자에 대한 안전관리 업무에 대한 동기부여 확대가 필요하다.

본 연구에서 제시한 Framework은 실무에서 건설안전을 체계적으로 관리하고 전략적으로 활용할 수 있는 기반 마련에 공헌할 것이라고 생각된다. 또한 건설산업 차원에서 안전관리를 구현하는데 있어서 평가를 바탕으로 한 우선순위 선정을 통해 보다 체계적이고 효율적인 개선방향을 제시하기 위한 근거자료로 활용될 수 있다.

감사의 글

본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 ‘이공분야기초연구사업(NRF-2017R1E1A1A01075786)’의 일환으로 수행된 연구의 일부임.

또한 설문응답과 개선의견에 도움을 주신 한국건설산업연구원 유위성 박사, 명지대학교 강승희 교수, 레드코쿤 이규현 박사, 그리고 금호건설 최응주 부장 네 분께 감사를 표하는 바임.

References

- Antonsen, S. (2009). "Safety culture and the issue of power." *Safety Science*, 47(2), pp. 183-191.
- Awolusi, I.G., and Marks, E.D. (2016). "Safety activity analysis framework to evaluate safety performance in construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(3), pp. 1-12.
- Bavafa, A., Mahdiyar, A., and Marsono, A.K. (2018). "Identifying and assessing the critical factors for effective implementation of safety programs in construction project." *Safety Science*, 106, pp. 47-56.
- Cheng, E.W., Ryan, N., and Kelly, S. (2012). "Exploring the perceived influence of safety management practices on project performance in the construction industry." *Safety Science*, 50(2), pp. 363-369.
- Christensen, W.C., and Manuele, F.A. (1999). *Safety through design*, Chicago, IL, USA: NSC Press.
- Choi, S.I., and Kim, H. (2006). "A Study on the Safety Climate and Worker's Safe Work Behavior in Construction Site." *Journal of the Korean Society of Safety*, 21(5), pp. 60-71.
- Dingsdag, D.P., Biggs, H.C., Sheahan, V.L., and Cipolla, D.J. (2006). *A construction safety competency framework: Improving OH&S performance by creating and maintaining a safety culture*, Icon Net publishers, Australia.
- Fang, D.P., Xie, F., Huang, X.Y., and Li, H. (2004). "Factor analysis-based studies on construction workplace safety management in China." *International Journal of Project Management*, 22, pp. 43-49.
- Foster, B. (2011). "BIM for facility management: design for maintenance strategy." *Journal of Building Information Modeling*, Spring, pp. 18-19.
- Fu, G., He, D., and Zhang, S. (2013). "Further discussions on definition of safety culture and its assessment indicators." *China Safety Science Journal*, 23(4), pp. 140-145.
- Gadd, S., and Collins, A.M. (2002). "Safety culture: A review of the literature." *Health and Safety Laboratory*.
- Garcés, M.I. (2014). "Strategy, culture and safety." *Progress in Nuclear Energy*, 76, pp. 81-87.
- Haines III, V.Y., Merrheim, G., and Roy, M. (2001). "Understanding reactions to safety incentives." *Journal of Safety Research*, 32(1), pp. 17-30.
- Hallowell, M.R. (2010). "Risk-based framework for safety investment in construction organization." *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(8), pp. 592-599.
- Hodges, M.S., and Sanders, C.E. (2014). "Nuclear criticality accident safety, near misses and classification." *Progress in Nuclear Energy*, 76, pp. 88-99.
- Hong, J.R., Shon, S.D., and Lee, S.J. (2016). "A Study on Construction Safety Curriculum Development Based on National Competency Standard." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 32(3), pp. 47-56.
- International Organization for Standardization (ISO) (2018). ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems-Requirements with guidance for use.
- Ismail, Z., Doostdar, S., and Harun, Z. (2012). "Factors influencing the implementation of a safety management system for construction sites." *Safety Science*, 50, pp. 418-423.
- Jung, Y., and Gibson, G.E. (1999). "Planning for computer integrated construction." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 13(4), pp. 217-225.
- Jung, Y., and Joo, M. (2011). "Building information modelling (BIM) framework for practical implementation." *Automation in Construction*, 20(2), pp. 126-133.
- Kamar, I.F.M., and Ahmad, A.C. (2016). "A conceptual framework of safety and health in construction management." *In MATEC Web of Conferences*, 66, pp. 1-9.
- Kang, S.H., Choi, S.I., Kim, H.R., and Lee, J.S. (2016). "A Study on Performance Evaluation of Infrastructure Safety and Maintenance." *Korean journal of construction engineering and management*, 17(2), pp. 80-89.
- Ki, S.H., and Park, N.K. (2014). "Research on the Establishment of Contractor Centered Safety Management System to Reduce Construction Disaster." *Journal of the Korean Society of Disaster Information*, 10(4), pp. 503-510.
- Kim, S.J., and Kim, S.H. (2009). "Development of a Safety Education Guideline Book for Teachers of Elementary School Students." *Child Health Nursing Research*, 15(2), pp. 145-154.
- Kim, Y.S., and Kang, K.S. (2003). "A Study on the Setup Model of Safety Management Information System in the Construction Management." *Journal of Korea Safety Management & Science*, 5(3), pp. 45-56.
- Kirs, P.J., Sanders, G.L., Cerveny, R.P., and Robey, D. (1989). "An experimental validation of the Gorry and Scott Morton framework." *MIS Quarterly*, 13(2), pp. 183-197.
- Lee, I., and Jung, Y. (2018). "Evaluation of Handover Requirements of Construction Information for Efficient Facility Management." *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, 19(4), pp. 12-20.

- Lee, S.K., Yu, J.H., and An, H.K. (2012). "Improvement of Information Collection System in Design and Construction Phases for Efficient Facility Management." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 28(5), pp. 33-42.
- Lim, J.Y., Han, K.K., and Kim, S.K. (2008). "A Study of Client's Role for Safety Management at Construction Sites." *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 8(5), pp. 75-83.
- Luthans, F.(1981), *Organizational Behavior*, McGraw-Hill.
- Mao, H., and Guo, X. (2013). "A research on enterprise safety culture developing system and its multidimensional structure." *China Safety Science Journal*, 23(12), pp. 3-8.
- Mohammadi, A., Tavakolan, M., and Khosravi, Y. (2018). "Factors influencing safety performance on construction projects: A review." *Safety Science*, 109, pp. 382-397.
- Molennar, K.R., Park, J.I., and Washington, S. (2009). "Framework for measuring corporate safety culture and its impact on construction safety performance." *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(6), pp. 488-496.
- Murie, F. (2007). "Building safety - An international perspective." *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 13(1), pp. 5-11.
- Naumann, J.D. (1986). "The role of frameworks in MIS research." *Proceeding of the 1986 Decision Sciences Institute*, Honolulu, Hawaii, pp. 569-571.
- Ng, S.T., Cheng, K.P., and Skitmore, R.M. (2005). "A framework for evaluating the safety performance of construction contractors." *Building and Environment*, 40(10), pp. 1347-1355.
- Park, H.J., Ryu, J.L., Woo, S.H., and Choo, S.Y. (2016). "An Improvement of the Building Safety Inspection Survey Method using Laser Scanner and BIM-based Reverse Engineering." *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 32(12), pp. 79-90.
- Pedro, A., Le, Q.T., and Park, C.S. (2015). "Framework for integrating safety into construction methods education through interactive virtual reality." *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142(2), pp. 1-10.
- Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., and Baum, H. (2010). "Construction job safety analysis." *Safety Science*, 48(4), pp. 491-498.
- Samson, D., and Daft, R. (2009). *Management*, 3rd Asia Pacific Edition. Cengage Learning, South Melbourne.
- Seo, J.H., and Choo, S.Y. (2018). "Systematization of Evaluation Indicators for Integrated Safety Performance Verification of Buildings in the Early Design Stage." *Journal of the architectural institute of Korea Planning & design*, 34(3), pp. 53-60.
- Shin, D.H., Seong, J.H., Yook, I.S., Lee, M.G., and Oh, T.K. (2017). "A Study on the Development of Evaluation System on the Construction Project Manager's Safety Capability." *Journal of the Korean Society of Safety*, 32(4), pp. 40-45.
- Shin, S.W. (2017). "Development of Safety Management Assessment Model for Construction Clients : (1) Assessment Elements." *Journal of the Korean Society of Safety*, 32(1), pp. 82-89.
- Smith-Jackson, T., Artis, S., Hung, Y.H., Kim, H.N., Hughes, C., Kleiner, B., and Nolden, A. (2011). "Safety critical incidents among small construction contractors: A prospective case study." *Open Occupational Health & Safety Journal*, 3, pp. 39-47.
- Sunindijo, R.Y., and Zou, P.X. (2013). "Conceptualizing safety management in construction projects." *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(9), pp. 1144-1153.
- Suraji, A., Sulaiman, K., Mahyuddin, N., and Mohamed, O. (2006). "Rethinking construction safety: An introduction to total safety management." *Journal of Construction Research*, 7(1&2), pp. 49-63.
- Szymberski, R. T. (1997). "Construction project safety planning." *Tappi Journal*, 80(11), pp. 69-74.
- Tam, C.M., Zeng, S.X., and Deng, Z.M. (2004). "Identifying elements of poor construction safety management in China." *Safety Science*, 42, pp. 569-586.
- Teo, E.A.L., Ling, F.Y.Y., and Chong, A.F.W. (2005). "Framework for project managers to manage construction safety." *International Journal of Project Management*, 23(4), pp. 329-341.
- Vinodkumar, M.N., and Bhasi, M. (2010). "Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation." *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), pp. 2082-2093.
- Waly, A.F., and Thabet, W.Y. (2003). "A virtual construction environment for preconstruction planning." *Automation in Construction*, 12(2), pp. 139-154.
- Wang, B., and Wu, C. (2015). "Research on principles for developing safety culture." *Journal of Safety Science and Technology*, 11(12), pp. 26-32.
- Webster. (1986). "Webster's third new international dictionary." *Merriam-Webster Inc.*, Springfield, Massachusetts.
- Yu, I., Kim, K., Jung, Y., and Chin, S. (2007). "Comparable performance measurement system for construction companies." *Journal of Management in Engineering*, 23(3), pp. 131-139.
- Zhang, H., Chi, S., Yang, J., Nepal, M., and Moon, S. (2016). "Development of a safety inspection framework on

- construction sites using mobile computing.” *Journal of Management in Engineering*, 33(3), pp. 1-10.
- Zhang, S., Lee, J.K., Venugopal, M., Teizer, J., and Eastman, C.M. (2012). “A framework for automatic safety checking of building information models.” *In Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World*, pp. 574-581.
- Zhang, W., and Chen, X. (2015). “A construction safety management system from contractors’ perspectives.” *In ICCREM 2015*, pp. 134-143.
- Zhou, Z., Goh, Y., and Li, Q. (2015). “Overview and analysis of safety management studies in the construction industry.” *Safety Science*, 72(2015), pp. 337-350.
- Zou, P.X.W., and Sunindijo, R.Y. (2010). “Construction safety culture: A revised framework.” *In 15th annual symposium of Chinese Research Institute of Construction Management (CRIOCM)*, Johor Bahru, Malaysia, pp. 6-8.

요약: 건설산업에서 안전관리가 오랫동안 중요한 화제중의 하나로 대두되고 있으며 수많은 노력에도 불구하고 여전히 타 산업에 비해 높은 재해율을 보이고 있다. 이와 관련되어 많은 연구들이 진행되었으며, 대부분 시공자 또는 시공단계를 중심으로 진행되었다. 그러나 사업초기단계가 건설안전에 미치는 영향이 가장 높고 발주자 등 사업초기단계의 의사결정자들이 중요한 작용을 함에도 불구하고, 아직까지 건설사업 생애주기를 포괄하는 안전관리체계가 미흡한 실정이다. 게다가 건설사업에서 방대한 정보가 생성되지만, 이러한 정보들은 각 생애주기를 거듭할수록 정보들의 가치가 증가하는 반면에 비효율적인 측면을 보이고 있다. 이는 참여자들 간의 부족한 정보 공유 및 전달과 미흡한 표준으로 인한 것으로 판단되며, 이는 또한 정보가치들의 손실을 야기한다. 따라서 본 연구에서는 건설산업 측면에서 안전관리 정보이양의 효율성을 분석하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 우선적으로 건설안전 정보를 체계적이고 효율적으로 관리 및 활용하기 위한 안전관리 Framework을 ‘안전관리 업무기능’, ‘건설사업 생애주기’, ‘산업위계’를 포괄하여 제안하고, ‘안전관리 업무기능’을 계층적 구조로 5개의 대분류, 13개의 중분류, 32개의 소분류로 세분화함으로써 Framework을 구체화하였다. 다음으로, 안전정보이양의 효율성을 분석하기 위해 ‘업무기능의 중요도’와 ‘정보이양의 효율성’을 평가지표로 설정하고 전문가 인터뷰를 통해 평가를 실시하였다. 본 연구결과는 건설산업에서 안전관리를 보다 체계적이고 효율적으로 구현하는 기반을 마련하고 나아가 안전관리 역량을 강화하기 위한 기초자료로의 활용을 기대한다.

키워드: 안전관리, 정보이양, 업무기능, 생애주기, 산업위계
