

융·복합 안전공학의 필요성 및 방안에 관한 연구

김동춘^{1,*} · 이준성²

¹경희대학교 테크노경영 대학원 객원교수
²한국안전진흥협회, 가설안전구조 연구 대표

A Study on for the Needs and Plans for Convergence Safety Engineering

Kim Dongchun^{1,*}, Lee Junsung²

¹Graduate School of Technology Management, Kyung Hee University
²Korea Safety Promotion Association, Temporary Safety Structure Study

Abstract : In this study, we analyzed the status of safety management in industrial sites and fatal accident statistics to identify problems and suggest directions for increasing the utilization of convergence engineering. Current industrial site safety management is passive, formal, and unsystematic, and at the same time, the delivery of information on site safety management is very insufficient. In addition, domestic occupational safety and health education was not systematic and could not be considered effective as it was repeating past education forms. Recently, ICT technology has been introduced throughout the industry, and this study suggests several directions for the introduction of convergence safety engineering. Keke is the organization and operation of school curriculum in a convergent manner. In addition, we proposed a plan to apply VR content and experiential education so that safety management education can be conducted in a practical and realistic manner. Lastly, it was proposed to provide differentiated education by industry and type of work, taking into account the characteristics of various industrial sites. It is expected that the results of this study will be able to emphasize the need for convergence and integrated safety education for those involved in the field of domestic industrial safety management and education.

Keywords : Convergence safety engineering, Safety management, Construction management

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리가 살고 일하고 생활하는 공간의 변화의 흐름은 그 속도가 무척이나 빠르게 변화하고 있다. 과거 농경시대와 산업화 시대를 거쳐 현재는 IT 시대를 맞이하면서 모든 삶의 변화가 획기적으로 변화를 가져왔다. 하지만 이제 우리는 생활과 산업 등 모든 분야에서 융·복합 시대를 맞이하여야 할 것이다. 우리의 산업현장은 18세기 1차산업인 동력의

핵심 산업으로 수력과 증기기관과 기계식 생산설비로 개별적, 기계 안전만을 중시하던 시대에서 20세기 초까지 자동차산업을 핵심으로 노동 분업과 전기생산증대로 개별적 장치산업 안전에서 이후, 20세기 후반에 디지털산업을 핵심으로 전자 전기, IT을 기반으로 자동화 생산으로 기계와 인간의 안전의 중요성으로 많은 변화를 거치면서 오늘날을 맞이하고 이제는 우리는 4차 산업시대에 융·복합 산업을 핵심으로 사이버 물리 시스템과 속도, 범위, 파급효과로 국가 간 파괴적 기술로 재편되면서 산업안전 분야에서도 큰 변화를 맞이하고 있어 시스템적인 안전의 중요성이 부각되고 있다 (KOSHA, 2022). 이로써 산업현장의 사고발생은 과거에 단일 안전사고 발생에서 융·복합적인 대형 안전사고 발생에 대비하기 위해서 사람 중심에서 산업현장을 실시간 관리를 할 수 있는 Net-Work 중심의 빅 데이터를 활용한 융·복합

* Corresponding author: Han, Gunchuk, Department of Architectural Engineering, Korea University, Seoul 135-080, Korea
E-mail: kicem@kicem.or.kr
Received May 27, 2023
Revised November 3, 2023
Accepted December 5, 2023

적인 사고 발생에 철저히 대비해야 할 것이다.

또한, 산업현장의 안전에 대한 처벌과 법과 제도는 지속적으로 증폭되고 있고 산업현장의 변화는 복잡 다양하게 변화하면서 늘 우리 주변에서 맴돌고 있는 사고의 악마로 인한 산업현장의 중대 산업재해로 사망자의 절대지수는 지속적으로 증가하고 있어 산업현장들이 쾌적한 작업장 조성과 인명 존중에 따른 기업체의 가치 창출보다는 이윤 추구에 몰두하다 보니 안전에 대한 투자나 관리가 미미하고 또한 소홀하여 안전사고 발생이 증가되고 이로 인한 사고 후 보상 및 수습 비용이 증대됨으로 산업 업체의 경영난은 가속화되고 있다. 업체도 원가, 품질, 공정관리에만 몰두하지 말고 정량적으로 분석 가능한 안전관리를 부가가치 산업으로 인식하여 각 단위 공사별로 유해하고 위험한 잠재 요인을 제거함으로써 융·복합 사고 발생에 대비하여야 할 것이다. (KOSHA, 2022)

이 모든 환경변화에 대응하고 극복하기 위해서는 지금까지 업종 및 전공별로 구분되어 연구하고 개발한 학문적인 분야부터 융·복합적인 사고력과 학문을 연구 개발 보급함이 무엇보다도 시급하다. 그러므로 우리 모든 산업의 가장 근간이 되고 학문적으로 연구 개발 보급의 필요성이 점점 부각되고 있는 이 시점에서 대학 교육의 융·복합적인 학제 개대적인 개편이 필요하다고 본다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 아래와 같은 방법으로 연구를 수행하고자 한다.

- 1) 산업현장의 안전관리에 대한 현황 및 사망재해 통계를 분석하여 문제점을 도출하고 융·복합공학의 활용도를 높이는 방향을 제시한다.
- 2) 산업현장에서 안전관리 기술자료 활용성 증대를 위한 학문적인 교육의 필요성을 제시한다.
- 3) 산업재해 통계와 안전 기술자료를 작업 전에 재해예방을 위해 호환성 있게 활용 가능한 방향을 제시한다.

2. 우리나라의 안전관리 및 교육의 현상

2.1 안전관리의 정의

안전관리란 사업의 운영에 수반되는 재해의 사전 예방을 위한 경영자의 합리적, 조직적인 일련의 시책을 말한다 (KOSHA, 2022). 즉 안전이란 평안하여 유해하고 위험이 없는 상태에서 산업 활동을 수행하는 것으로 산업현장에서 작업 전에 유해 위험요인을 도출하여 그 요인을 사전에 최대한 제거함으로써 사고 발생을 억제하여 재해 발생 예방이 산업현장 작업 수행 과정에서 합리적이고 조직적인 관리로 불안정한 행동과 불안정한 상태를 제거하여 각종 유해 위험 상황으로부터 분리시키기 위한 일련의 관리 활동이라 정의할 수 있다.

2.2 산업현장 안전관리 현상

산업현장의 안전관리 근본 목적은 근로자의 인명과 재산을 보호하고 원가절감과 생산성 향상으로 국가경제 발전과 사회복지 증진에 공헌함을 그 목적이라 할 수 있으며 산업현장의 위축과 수지 악화 등으로 기업인의 안전 보전에 대한 인식부족 등으로 안전 보전에 대한 투자 기피로 안전보건관리가 소홀함으로 우리사회의 환경은 상당한 변화와 발전이 되고 있으나 산업현장에 있어서는 아직까지도 재래형 반복재해와 대형 산업사고가 지속적으로 발생되고 있고 근간에는 융·복합적인 대형사고 발생으로 인적 물적 피해가 지속적으로 증가되고 사회 문제화가 되고 있는 실정이다 (KOSHA, 2019).

2.2.1 소극적인 안전관리

각 산업현장에서는 자체적이든 법적 구속력에 의해서 안전, 보건 관리 계획을 수립하고 있으나 실질적으로 그 계획을 적절하게 활용되지 못하고 있는 실정이며, 또한 유해 위험 요인에 대한 사전에 안전성 평가(Safe Assessment)와 위험관리(Risk Management)에 융·복합적인 안전관리를 도외시키고 소극적인 현장관리와 안전, 보건에 대한 사업주의 투자 기피와 안전의식 결여 및 중간 관리자 등의 단편적인 안전 인식이 안전관리는 안전관리자만의 업무라는 인식과 또한 근로자들의 과거에 작업수행 방식의 타성에 젖어 내일 니일만 고집하고 있어 안전에 대한 전반적인 융·복합적인 의식 부족 등으로 동일 재해와 재래형 재해가 되풀이되고 있고 또한 대형사고가 발생되고 있다. (KOSHA, 2019).

2.2.2 형식적인 안전관리

현행 산업 현장에 있어서 총론에서는 작업 현장의 관리 중 안전관리를 최우선이라고 하지만 각론에서는 공정관리, 품질관리, 원가관리에 치중하고 있어 사고 발생에 따른 책임만 가중되고 안전관리 업무의 독립성과 권한이 결여되어 있다. 또한, 안전사고와 관리는 산업생산에 참여자 모두의 공동 참여와 협력이 중요함에도 안전관리는 안전인만 한다는 인식으로 인해 산업현장의 안전관리는 효율성이 저하되고 형식적인 안전관리가 되고 있다. (KOSHA, 2019).

2.2.3 비체계적인 안전관리

대규모의 산업현장의 경우는 그나마 안전, 보건 관리 및 안전에 대한 시스템이 어느 정도 체계적으로 이루어지고 있으나 거의 대부분의 산업현장의 경우는 안전관리 시스템이 체계적이고 조직적으로 이루어지지 못하고 있고, 또한 안전 관리에 대한 객관적인 자료와 정보는 복잡 다양하고 그 양은 많으나 이러한 많은 정보가 체계적으로 되어 있지 못하여 산업현장에서 활용 시 많은 어려움이 발생하고 있다 (KOSHA, 2019). 이로 인해 산업현장에서 유해하고 위험요

인에 대한 사전 안전성 평가가 확실히 되지 못하는 것은 실정이므로 동일재해, 반복재해, 재래형 재해, 융·복합적인 대형재해가 발생되고 있고 또한 융·복합적인 대형사고 발생 시 사고발생, 잠재요인인 간접적인 원인에 대한 책임성이 불명확하고 사전 사후에 명쾌한 사업 참여 공동의 사고 예방대책 수립이 결여되고 있다 (KOSHA, 2019).

2.2.4 원하도급 안전관리 체계 결여

현행 우리나라 산업현장의 원, 하도급 한계 시스템은 수평 관계보다는 수직 관계로 형성되어 있고 업종별로 그 체계시스템이 다양하나 업종별 특성과 업체별로 대기업에 관계되는 하도급 업체는 그 규모나 조직체계를 부분적으로 갖추고 있으나 중소기업의 업종과 업체에 관계되는 하도급 업체는 거의 대부분 규모가 영세하고 관리조직체계가 부족하고 하도급업체의 순환성 속도가 빠르거나 비효율적인 중층 구조로 형성되어 있다 (KOSHA, 2015).

산업현장 안전관리의 기초는 하도 업체에서 실질적으로 수행되어야만 재해예방의 효율성이 증대되나 상기 기술된 하도급업체의 제반 문제점으로 인해 현행 산업현장의 경우 거의 대부분이 원도급업체 중심으로 안전관리를 수행하고 있으며 산업현장 내 실질적으로 사고발생은 하도급업체 소속근로자들이 대부분 재해를 입고 있다 (KOSHA, 2015).

이러므로 산업현장의 효율적인 안전관리를 위해서는 기존 운영방식을 탈피하여 원, 하도급업체 간의 안전관리에 대한 명확한 역할 분담과 우리나라의 근원적인 학교 교육의 공학의 안전교육시스템의 지속적인 보완과 개선이 필요하다.

2.2.5 사고발생의 융복합 대형사고

최근에 국내에서 발생된 대형사고를 비교분석 평가를 해 보면은 산업의 대형화, 복잡화, 다양화되어가고 있는 환경의 변화에 따라 산업현장의 사고 발생도 무척이나 다양화되면서 대형 인적 물적 손실을 초래하면서 국가적으로나 사회적으로 그 영향의 충격이 무척이나 크다.

물류창고 신축현장에서 발생된 화재사고를 보면은 2008년도 40명의 사망자와 17명의 부상자가 발생된 사고가 2020년도에도 동일한 작업을 수행하다가 건설현장에서 화재가 발생되어 38명의 사망자와 10명의 부상자를 낸 사고를 보아도 각 공종별 작업자뿐만 아니라 관리자 조차도 재료의 물성과 위험성의 자체를 전혀 인지 못하여 발생된 사고였으며 또한 2017년도 거제도에서 크레인 충돌사고로 6명의 사망자와 25명의 부상자를 낸 사고며 특히 2017년도에 전국적으로 타워 크레인 설치 및 해체 중 대형사고가 많이 발생되었고 방파제 공사 작업을 진행하다가 12명의 사망사고를 낸 방파제 공사며 진접선 공사 중 폭발사고로 4명의 사망자와 10명의 부상자를 낸 산업현장의 각종 대형사고 등을 분석 평가해보면 내 작업은 나만의 일이고 작업이며 직접적으로 나의 작

Table 1. Component and problem of existing safety management

Division	Component	Problems
Technical data	Management items and methods	<ul style="list-style-type: none"> · Constructed focusing on industry-specific contents of a single industry. · Constructed mainly for measures taken after an accident occurs. · Insufficient risk assessment. · Safety management objects and methods are mixed. · Insufficient risk assessment · Safety management objects and methods are mixed. · Lack of data on special construction and construction methods. · Insufficient risk assessment standards for each item subject to management. · Lack of systematicity due to lack of safety specifications and safety work evaluation. · Limitations in technical data development due to the nature of the convergence industry.
Statistical data	Prevention, compensation and utilization aspects	<ul style="list-style-type: none"> · The form of accident occurrence statistics meets the compensation standards, but its usability in terms of prevention is insufficient. · In case of fatal disasters, measures according to the factors causing the accident are clearly recorded and preserved to some extent, but in general disasters, the factors causing the accident and countermeasures are unclear and the number is so large that it is difficult to utilize them.
Checklist	Checklist	<ul style="list-style-type: none"> · Disaster prevention measures for each unit of construction are partially listed.
IT technologies	Risk factors	<ul style="list-style-type: none"> · Applied in the form of a smart factory in some large manufacturing companies. · Partial use of drones in the large-scale construction industry. · Initial preparations for introducing IT technology in the manufacturing, construction, and shipbuilding industries. · Inadequate application to confined spaces and work areas where hazardous substances are generated.

업과 연계되고 위험성과 유해성이 얼마나 내포되어 있는지를 전혀 관심도 없고 전문 지식도 없는 상태이므로 이제는 산업현장의 다변화에 따른 융·복합적인 사고력과 관리방식의 전환이 필요하다. (KOSHA, 2019).

2.3 안전관리 정보 활용 문제점

안전관리란 “사업의 운영에 수반되는 재해의 사전 예방을 위한 경영자의 합리적, 조직적인 일련의 시책을 말한다. 현행 국내의 산업현장의 기술개발 보급과 생산방식의 변화는 날로 무척 그 변화의 속도는 대형화, 다양화, 복잡화되면서

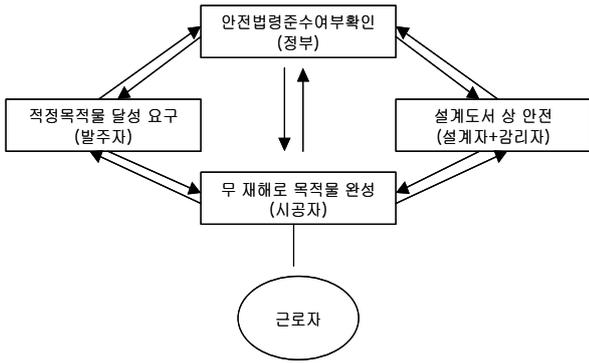


Fig. 1. Safety management relationship system between participating entities -construction industry example

사고 발생도 대형화되고 융·복합적으로 발생이 되면서 그 피해 규모도 무척이나 크다. 그러나 우리 산업현장에서는 최첨단 안전관리기법과 기술 및 다양한 안전관리 Tool 도입과 적용 및 활용이 미흡한 상태이다

우리 산업현장에서 안전관리를 위한 정보로 활용할 수 있는 자료로는 산업안전보건법에 기초를 두고 노동부와 한국 산업 안전공단이 발행하는 안전보건 정책에서부터 각 단위 작업별 재해예방 기법과 재해발생 형태별 예방대책 등의 기술자료와 이에 기초를 두고 재해예방 단체들이 발행하는 기술자료가 있다.

이들 자료는 그 내용과 종류는 다양하고 많지만 업종별로 안전에 대한 자료에 있어 선진국도 마찬가지지만 그 자료 개발에 업종별로 특성과 작업방식 등의 특성의 그 한계가 있음을 먼저 제기할 수 있다.

이들 모든 자료는 단위 업종별, 작업공종별의 일반적인 내용과 각 자료 간의 체계성과 위험성 평가에 대한 구체적이고 체계적인 시스템이 부족하고 그 내용이 중복되어 있으면서 호환성이 미흡하다. 또한, 개별 업종별로 안전관리에 대한 표준시방서, 표준 품셈 등이 아직 미흡한 상태이며 부분적으로 각 기업별 혹은 한국 산업안전보건공단에서 발간하는 자료의 체크리스트 등이 일부 있을 뿐이다. 또한, 동일 재해 예방을 위해서 활용하는 재해 통계도 산업재해 보상을 위한 근로복지공단의 재해통계는 미흡한 상태이며 통계 열람의 어려움으로 실질적으로 산업현장에서 재해 통계 정보는 한국 산업안전보건공단이 발행하는 중대재해 사례집 정도로 볼 수 있다. 이와 같은 기존의 안전관리에 대한 자료의 구성요소와 활용상 문제점을 정리하면 표 1과 같다 (KOSHA, 2015).

2.4 우리나라 안전공학교육의 현상

산업현장의 안전교육은 산재예방의 중요한 수단임에도 학교 교육은 전공별로 전공에만 과거처럼 머물러 있고 산업 현장에서는 여전히 형식적이거나 허위로 실시하고 있다는 지적이 이어지고 있고 특히, 최근 발생한 대형사고는 기본

적인 안전수칙 미준수뿐만 아니라 사고 발생요인이 다양하고 융·복합적 형태의 반복적으로 사고가 발생되고 있다. 따라서 산업재해의 상당수는 과거의 진입장벽을 허물고 융·복합적인 산업안전·보건교육을 통해 예방이 가능하다는 의견이 지배적이라고 할 수 있다.

2.4.1 학교 안전보건교육의 현상

우리나라의 안전교육은 초, 중, 고에서는 간단한 몇 시간의 기본적인 안전교육을 실시하고 있고 대학에서는 각 전공 학과별로 전공분야 강좌가 이루어지고 있으나 산업환경의 변화에 부응하지 못하는 전공 간의 장벽이 그대로 유지된 상태에서 교육이 진행되고 있어 학과 전공분야 이외에는 융·복합적인 사고력과 전문 지식 습득 및 안전관련 교과목에 대한 강제는 거의 이루어지지 못하는 것이 현실이다.

그나마 안전관련 학과에서는 다양한 전공수업강좌가 이루어지고 있으나 최첨단 안전관리 기법과 기술에 대한 강제는 미흡한 실정이며 이로써 졸업 후 산업현장에 투입되어도 자기 전공분야와 자기 업무 외에는 호환성이 이루어지지 못하고 큰 장벽이 가로막고 있는 게 현실인 것이다.

2.4.2 산업현장의 안전보건교육의 실상

우리 산업현장에서의 사고 발생은 지속적으로 작업과정에서 융·복합적인 형태에서 사고발생이 기인되고 있으나 대부분의 사업장이 이론 위주의 형식적인 과거의 교육형태의 반복교육을 실시하고 있어 현장 적용성이 떨어지고, 사고예방에 대한 근로자의 관심을 유도하기에 역부족이고 업무여건상 위험도 및 공정이 상이함에도 천편일률적인 교육으로 실시되어 실효성 있는 교육이 제대로 이행되지 않고 있는 실정이다.

또한, 교육효과가 뛰어난 융·복합적인 체험과 실습교육 확대가 필요하나 체험교육 인프라가 불충분하고 원청의 교육책임 강화, 교육대상 확대, 인터넷 교육시간 합리화 등을 통해 교육제도를 혁신하여 교육실효성을 강화가 필요함에도 유해하고 위험업종에 작업하는 협력업체 근로자 사망비율이 증가하고 있으나, 현행 규정상 교육에 관한 원도급자의 역할 기대에 한계에 있고 사업장의 의사 결정권한자인 최고경영자와 관리감독자의 안전보건교육의 역할 등이 미흡한 실정이다.

3. 산업 안전관리 정보의 체계화

3.1 안전관리 정보의 흐름

우리의 타 산업의 정보체계도 각 산업별 특성에 따라 참여자의 역할과 책임성의 주체의 명확성이 대두되고 있다. 건설 공사의 안전관리의 예를 들어 보면은 그 주체가 정부, 발주자, 설계자(감리자 포함), 시공자, 근로자로 이루어져 참여주체 상호간의 의사소통과 협의를 통하여 공사 목적물을

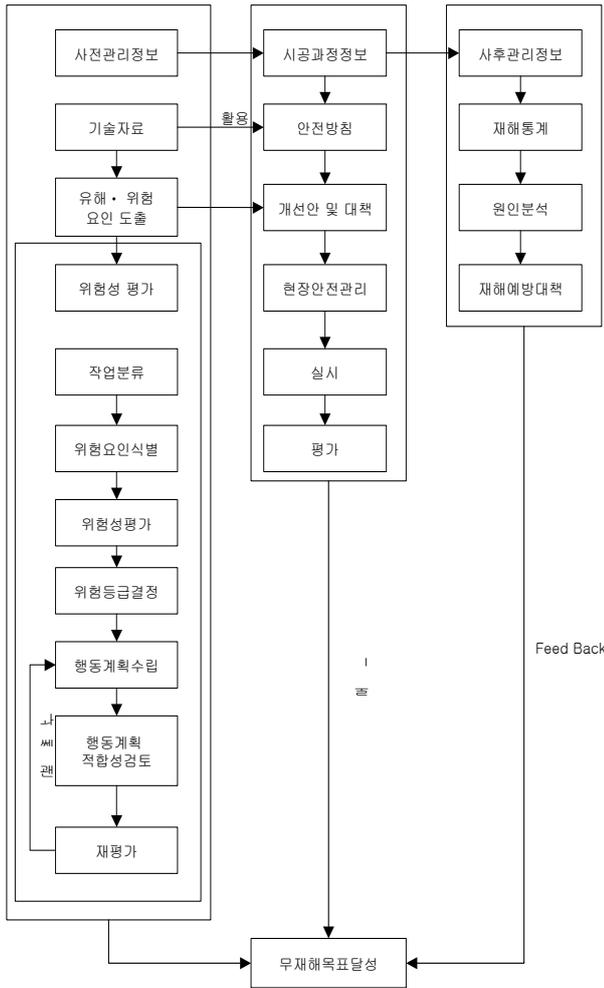


Fig. 2. Safety management information flow chart

완성해 가는데 있어 건설재해 예방을 위해서 각 주체간의 안전관련 법령과 안전수칙 준수와 현장 안전관리 및 이행에 있어 각 주체 간의 이해관계에 따른 인식과 관점에 따라 다르게 수행될 수 있다. 이러한 안전관리는 각 참여 주체의 관리 영역 또는 책임 범위에 따른 예를 건설업 중심으로 기술해 보면 다음과 같이 구분하여 설명할 수 있다.

첫째로, 정부는 합리적이고 효율적인 안전관련 법령 관리 및 이행 여부 확인에 따른 법 집행으로 관리 감독하고 환경 변화에 적극 대처 가능토록 안전관리 기법을 전파 보급할 책무가 있다.

둘째로, 발주자는 목적물 요구와 기호, 성격, 용도, 범위에 따른 제반 제한 조건을 충분히 충족 할 수 있게 총괄적으로 검토하여 무재해로 적정 목적물 완성에 요구되는 안전관리 기법과 정보를 제공할 책무가 있다.

셋째로, 설계자 및 감리자는 정부, 발주자의 요구와 더불어 후속 단계인 시공단계에서의 시공시 시공성에 따른 유해 위험요인을 사전에 도출하여 설계도면 및 시방서에 반영하여 적정성 검토를 토대로 설계도면과 시방서로 구현되는 설계도서의 건설 재해 예방을 구현한다.

넷째로, 시공자는 설계과정을 통하여 작성된 설계도면과 시방서를 근거로 발주자의 요구를 충족시키고 목적물을 완성하는 과정에서 가장 효율적이고 가장 경제적이며 적정 공사 기간 준수 및 품질 확보에 기초를 둔 안전관리 실현으로 무재해 현장을 확보하고 근로자는 시공사의 소속으로 안전관리 기준과 안전수칙 준수로 근로자 자신의 신체와 건강을 유지 보존하는데 있다.

이와 같이 산업의 안전관리는 각 참여 주체간의 이해관계와 인식의 차이는 있지만 서로간의 의사전달과 협의를 통하여 모두가 만족할 수 있는 산업재해 예방을 달성할 수 있다.

그림1은 참여 주체간의 안전관계와 의사전달 체계를 도식적으로 나타낸 것이다. 여기에서 안전을 확보하기 위해서는 정보의 흐름이 존재하게 된다. 안전관리 정보는 안전을 확보하기 위해 계획을 수립하는 과정에서 요구되는 사전 안전관리와 시공 과정에서 요구되는 안전관리, 사고발생 후 처리 및 동일 재해를 예방하기 위한 사후 관리로 나눌 수 있다. 반면, 안전관리 절차에 따른 안전관리 정보의 흐름을 나타내면 그림 2와 같다.

3.2 산업현장의 안전관리 정보의 전달

산업현장에서 재해예방은 사업의 준비 및 계획과 설계 단계에서 각 산업의 생산단계에 이르기까지 연속적이고 체계적인 안전관리 정보의 전달을 통하여 실현된다. 산업현장의 안전관리 정보 매개체는 각 산업별 재해 통계 및 기술 정보 자료와 생산관리에 의해서 실현 가능하다고 볼 수 있다.

1)

현행 산업재해 통계는 사망 재해와 일반 재해로 구분하며 업무상 사고와 업무상 질병을 합해서 통계로 지정되어 발표되고 이를 활용하고 있다. 산업현장에서 산업재해 통계를 안전관리에 활용하는 주목적은 과거에 발생된 재해 발생 근거를 바탕으로 유사사고, 동일한 재해를 예방코자 함이다. 그러나 산업현장에서 실질적으로 산업재해 통계를 활용하고 그 정보를 접하기는 많은 난맥상이 있다. 그래서 산업현장에서 재해 통계를 접하고 활용하는 것은 거의 대부분이 한국산업안전보건공단에서 매 분기별 발행하는 중대 재해 발생 사례 및 대책과 사고 발생 즉시 생산되는 중대 재해 속

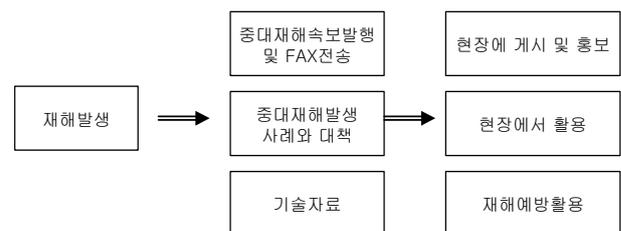


Fig. 3. Information delivery process following the occurrence of a major disaster

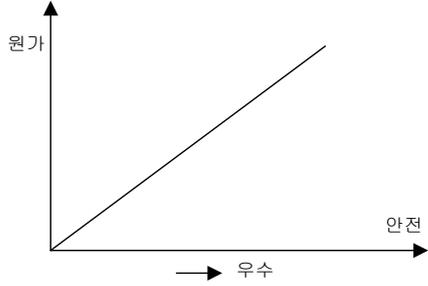


Fig. 4. Safety management and cost management

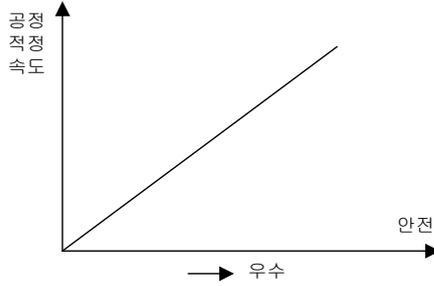


Fig. 5. Safety management and process management

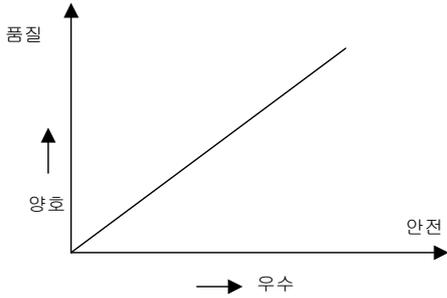


Fig. 6. Safety management and quality management

보 등이며 일반 재해에 대한 재해통계를 접하기는 아직까지는 어려움이 있으며 중대 재해 발생에 대한 통계 정보 전달 과정을 그림 3에 나타내었다.

산업재해 예방을 위한 기술 정보 자료는 1990년대부터 업종별, 공종별, 재해발생 형태별 등 수많은 기술자료와 one sheet manual, 각종 재해예방 세미나와 학술 논문 등 그 종류가 다양하고 또한 현재는 복잡하다고 할 수 있다. 그러므로 이러한 기술정보자료가 서로의 호환성과 체계성이 미흡하여 현장에서 검색과 활용 측면에서 어려움이 있어 많은 기술 정보 자료를 활용도가 떨어진다.

먼저 산업현장에서의 안전관리는 현장의 생산관리 즉 원가, 공정, 품질관리와의 밀접한 관계에서만 효율적인 산업현장의 안전관리가 가능하고 더 나아가 효과적인 재해예방이 가능하다. 안전관리와 원가관리의 연관성에 있어서는 안전에 대한 투자 기피로 안전 시설물 설치 소홀에 따른 불안정한 상태가 방치됨으로 사고 발생 시 생산 지연에 따른 직, 간접 손실 비용이 발생 되므로 이로써 안전 투자 비용 증대

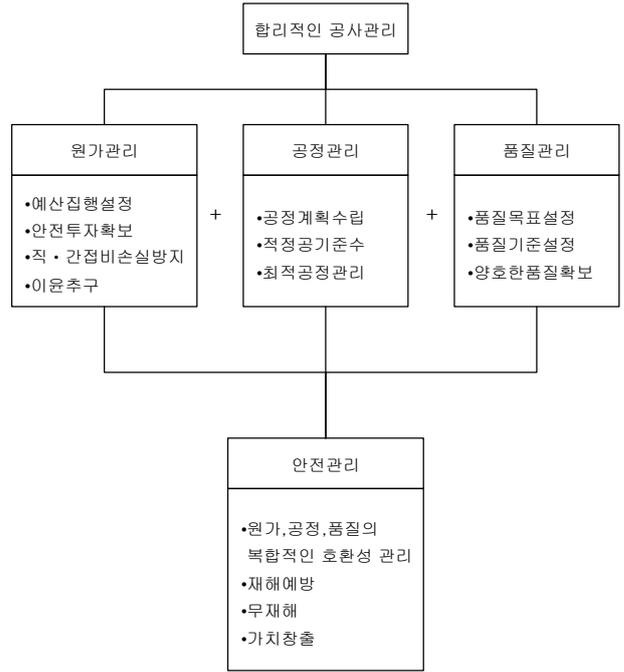


Fig. 7. Relevance of construction management in construction projects

와 원가 투자 증대는 상호비례 함으로 적정 안전관리 비용 투자가 필요하다. 안전관리와 공정관리의 연관성에 있어서는 안전시설이 양호하면 안전성 확보로 작업속도도 양호하나 현장에서 안전사고가 발생되면 법적 제재 등으로 공사가 중단됨과 근로자들의 심적인 동요 등으로 작업기간 지연이 초래됨으로 최적의 안전관리는 최적의 공정관리에서 비롯된다 할 수 있다. 안전관리와 품질관리의 연관성에 있어서는 안전시설이 양호하면 안전한 작업으로 품질이 양호하게 관리 될 수 있으며 양질의 품질은 인적, 물적, 피해 손실이 감소하고 안전한 목적물을 추구할 수 있다. 이로써 생산관리의 연관성을 안전관리와의 관계를 나타내었다.

3.3 재해예방 정보의 체계화

산업재해 예방을 위한 정보의 체계화는 제품 등을 생산 수행 전이나 수행 중 유해, 위험요인에 따라 과거에 발생한 사고 통계 등을 근거로 기술 정보 자료를 활용하여 최대한의 사고 발생을 방지함이라 할 수 있다. 재해예방 정보의 체계화를 그림 8에 나타내었다.

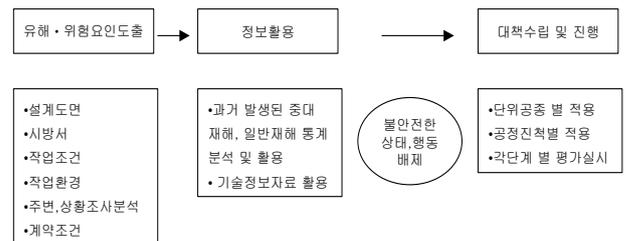


Fig. 8. Systematization of disaster prevention information

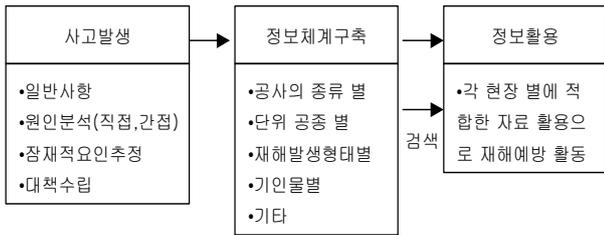


Fig. 9. Systematization of information on accident occurrence

3.4 사고 발생 정보의 체계화

사고 발생 정보의 근본 목적은 사고 발생에 따른 하나의 지표로서 재해 보상을 위하여 예방을 하기 위해 그 정보를 기록 유지하고 또한 공유하고 있는 것이다. 그런데 현재의 재해 통계는 보상을 위한 형식과 예방을 위한 형식의 차이가 있어 재해 예방 활용 시 많은 문제점을 내포하고 있으므로 여러 유형의 사고 발생 사례들을 현장의 안전관리의 효율적인 정보로 활용하기 위해서는 중대 재해와 일반 재해를 단계적이고 점진적으로 현재 산업 현장에서 합치되도록 각 산업별과 단위 공종별로 분류하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 이는 범정부적인 차원에서 전산 시스템이 체계 형

식을 신속히 구축함이 필요하며, 이로써 산업현장에서 발생하는 각종 사고 내용이 신속히 입력되고 피드백(Feed Back) 되어 사고 발생 정보를 모두 공유하여야만 효율적인 사고 발생통계 자료로서의 생명이 있을 것으로 생각된다. 사고 발생 정보의 체계화를 그림 9에 나타내었다.

3.5 재해예방 정보와 사고 발생 정보의 체계화

산업현장에서 풍재해 예방 정보는 관리목적과 시기에 따라 사고 발생정보와 연계시킴으로써 안전관리에 보다 효율적으로 활용될 수 있다. 재해 예방 정보와 사고 발생 정보의 연계는 안전관리의 단계에 따라 공종별로 쉽게 이루어질 수 있다.

즉 안전관리 항목과 사고발생 항목을 서로 연계시켜 연계된 정보를 토대로 호환성 있는 각 각 산업별로 작업과정에서 수집된 재해요인과 사고 발생 정보는 다른 산업현장 혹은 유사 산업현장에 활용될 수 있다. 즉 새로운 사고의 원인분석과 사고 예방대책이 수립되어 재해 통계에 수록되면 안전관리 과정에서 정보 연계를 통하여 사고 예방대책에 관한 정보를 얻음으로써 사고를 미연에 방지할 수 있는 적극적인 안전관리 활동을 해 나갈 수 있다. 재해예방 정보와 안전관리 정보의 연계상황을 그림 10에 나타내었다.

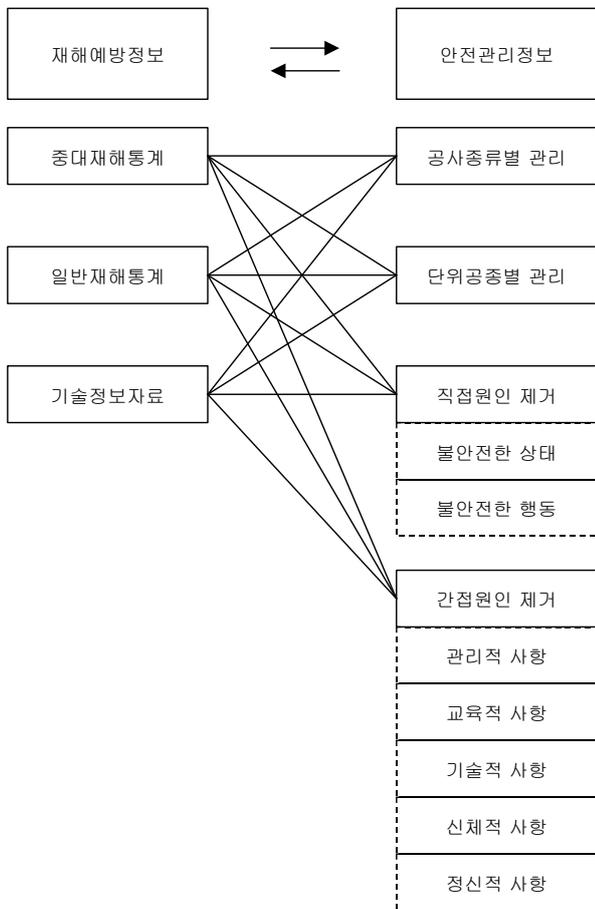


Fig. 10. Linkage of disaster prevention information and safety management information

4. IT 기술을 접목한 안전관리 기법 도입 및 교육 수행

4.1 안전관리 정보의 흐름

4차 산업혁명과 정보화 혁명 등으로 사람·사물·데이터 등 모든 것이 인터넷으로 연결되는 초연결사회(Hyper-connected Society)로 진입 중이며 우리의 각 산업에서도 재해예방을 위해서는 산업별 사업장별 특성과 환경에 적합한 정보산업 기술 접목과 활용이 필요하다. 이를 위해 아래와 같은 노력이 필요하다.

- 1) ICT 용·복합, 안전산업, 안전기술, ICT 용·복합 안전기술의 개념 및 유형을 개발 보급하고 전파해야 한다.
- 2) 산업재해예방 관련 ICT 용·복합 안전기술 개발 사례 및 현황, 특히 분석 등과 산업재해 분석 결과를 종합하여, 관련 ICT 용·복합 안전기술 보급이 필요
- 3) 사회혁신과 산업혁신을 유발하는 용·복합 산업은 ICT를 활용한 용·복합 안전기술을 신속하게 개발적용, 보급해야만 산업현장의 안전을 보장할 수 있을 것이므로 산업현장에서 복합적으로 적용 가능한 ICT 용·복합 안전기술 교육과 개발 및 안전에 활용될 수 있는 ICT 용·복합 기술 실용화를 위한 기초적인 교육이 필요하다.
- 5) 용·복합 안전교육을 위해서는 기존 국내외 ICT 용·복합 안전기술 개발사례 검토와 ICT 용·복합 기술 적용 산업 현장 적용 사례와 ICT 용·복합 안전기술 개발하여 적용 시

산업재해 예방의 효과분석 등을 검토하여 ICT 융·복합 안전교육의 실용화 적용이 필요하다.

6) 융·복합 안전기술을 접목하여, 안전을 도모할 수 있는 기술사례를 발굴하여 산학연 공동 연계 기술개발 보급 및 전파 활용이 범국가적인 차원에서 필요하다.

5. 결론

본 연구에서는 산업현장의 안전관리에 대한 현황 및 사망재해 통계를 분석하여 문제점을 도출하고 융복합공학의 활용도를 높이는 방향을 제시하였다. 현재의 산업현장 안전관리의 현황을 분석한 결과, 소극적, 형식적, 비체계적인 안전관리임과 동시에 안전관리에 관한 정보의 전달이 매우 미흡한 것으로 나타났다. 또한, 국내 안전보건교육에 관한 내용은 체계적이지 못하며 과거의 교육 형태를 반복하고 있어 실효성이 있다고 볼 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 융복합 안전공학의 도입을 위해 아래와 같은 몇 가지 방향을 제시하였다.

- 1) 학교 교과목 강좌를 융·복합적인 과목으로 편성 및 운영한다.
- 2) 전공과목별로 유해위험요인에 대한 산재예방조치 상황을 현실감 있게 재현한 VR 콘텐츠 교육을 실시하여 전공과 접목되는 다양한 간접교육을 실시한다.
- 3) 체험교육 등을 활성화를 위해 민간 체험교육장을 활용하여 체험교육을 가능한 많은 교과 시간을 할애하여 사회 진출 시 곧바로 산업현장에 쉽게 적응하고 접목 활용할 수 있도록 학교 교육을 초대할 활용도를 높이도록 한다.
- 4) 다양한 산업현장 특성을 고려한 공중별 차별화된 교육

을 실시하고 지도한다.

이처럼 4차 산업혁명으로 일컬어지는 기술과 산업의 변화가 가속화되고 있고 이러한 변화에 대응하여 미래세대를 준비시키고 혁신을 선도할 인재를 양성하기 위해서는 교육분야의 혁명적 변화가 요구된다. 본 연구의 결과는 국내 산업현장 안전관리 및 교육 분야의 관련자들에게 융복합 안전교육에 대한 필요성을 강조할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- KOSHA, (2022), "Survey on the implementation status of occupational safety and health education at domestic and overseas workplaces and measures to improve field operability", *Research report from KOSHA*, pp. 1-272.
- KOSHA, (2021), "Research on rational sanctions to prevent industrial accidents", *Research report from KOSHA*, pp. 1-244.
- KOSHA, (2021), "Research report on measures to improve education, etc. to prevent industrial accidents in small and medium-sized businesses", *Research report from KOSHA*, pp. 1-220.
- KOSHA, (2020), "Research on the adequacy and scope of application of regular safety and health education", *Research report from KOSHA*, pp. 1-210.
- KOSHA, (2019), "Finding ways to improve safety management work efficiency in the construction industry", *Research report from KOSHA*, pp. 1-382.
- KOSHA, (2015), "A study on establishing safety management obligations and strengthening responsibility of the orderer", *Research report from KOSHA*, pp. 1-254.

요약 : 본 연구에서는 산업현장의 안전관리에 대한 현황 및 사망재해 통계를 분석하여 문제점을 도출하고 융복합공학의 활용도를 높이는 방향을 제시하였다. 현재의 산업현장 안전관리는 소극적, 형식적, 비체계적임과 동시에 현장의 안전관리에 대한 정보 전달이 매우 미흡하였다. 이와 더불어 국내 산업안전 보건교육은 체계적이지 못하였으며 과거의 교육 형태를 반복하고 있어 실효성이 있다고 볼 수 없었다. 최근 ICT 기술이 산업 전반에 걸쳐 도입되고 있으며 이에 본 연구에서는 융복합 안전공학의 도입을 위한 몇 가지 방향을 제시하였다. 크게는 학교 교과 편성을 융·복합적으로 편성 및 운영하는 것이다. 또한, 안전관리 교육이 실질적이고 현실감 있는 형태로 진행될 수 있게 VR 콘텐츠 및 체험교육을 적용하는 방안을 제안하였다. 마지막으로 다양한 산업현장 특성을 고려한 산업별, 공중별로 차별화된 교육을 진행하는 것을 제안하였다. 본 연구의 결과는 국내 산업현장 안전관리 및 교육 분야의 관련자들에게 융복합 안전교육에 대한 필요성을 강조할 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 융복합 안전공학, 안전관리, 건설관리
