

현장조건과 사고사례를 반영한 건설사업 근로자의 정량화된 위험도 예측 프로세스 개발

Development of a Quantified Risk Prediction Process for Workers in Construction Projects Considering Site Conditions and Accident Cases

정 창 훈*
Jung, Changhoon

장 지 영*
Jang, Jiyoung

박 상 원*
Park, Sangwon

한 승 우**
Han, Seungwoo

Abstract

Recently, the importance of prevention has emerged for the management of construction safety accidents. Accordingly, this study collects and quantifies various risk factors at the construction site to represent them as direct risks and to create a predictive process for prevention in advance. These risk figures can be used as comprehensive safety figures to reflect current site conditions and past accident cases. The prevention of industrial accidents is managed in advance through the development of applications that quantify and predict the risks of individuals working at construction sites. The purpose of the project is to reduce industrial accidents in the construction industry by supporting safety management of site managers and workers.

키 워 드 : 건설현장, 작업근로자, 개인 위험도, 안전사고, 사고사례

Keywords : construction sites, construction labor, risks of individuals working, safety accident, accident cases

1. 서 론

지난 10년간 건설 산업 재해 감축을 위한 많은 연구가 있었음에도 재해자 수는 매년 점진적으로 증가하고 있다.(안전보건공단, 2018). 기존에 논의되어 왔던 연구들에서는 재해를 유발할 수 있는 여러 요소들의 복합적인 고려가 이루어지지 않았고, 다소 지엽적인 요소들에 국한되었기 때문에 실효성 있는 재해 예측의 한계성이 있었다. 뿐만 아니라 과거의 사고 사례들로부터 얻은 위험 유발 요소들이 정량화되지 않아 데이터베이스 구축에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 국토교통부 산하 건설안전정보시스템(Construction Safety Management Information System)에서 제시하는 건설 산업 재해를 유발할 수 있는 요인(1. 위험요소 : 위험발생 객체, 위험발생 위치, 작업 프로세스, 2. 위험성 : 사고결과, 발생빈도/심각성)들을 통합하여 각각의 개별조건들을 아울러서 고려할 수 있는 직접적인 위험도로 나타낼 것이다. 이를 토대로 정량화된 데이터베이스를 구축하여 건설 안전사고 예측 프로세스를 제안하고자 한다.

2. 건설 산업 재해 예측을 위한 연구 현황 및 고찰

건설 산업 재해 예측을 위해 진행되었던 기존의 연구에서는 정량적 위험도 모델로 나타냄으로써 사고 발생 가능성에 대한 예측이 이루어졌다. 건설공사의 정량적 위험도 산정 방법론(김현수 외, 2008)에서는 위험빈도와 위험강도를 통해 정량적인 위험도를 산정하였으나 이는 위험 유발 요소중 발생빈도와 강도로 나타낼 수 없는 정성적 데이터를 다루는데 한계가 있었다. 또한 사례기반추론을 활용한 건설현장 안전사고 조기 경보 모델(신윤석와 유위성, 2015)에서 제시한 과거의 사고사례와 현재의 사고사례의 유사도 비교를 통한 위험도는 각각의 위험 발생 유발 요소들 사이의 중요도를 고려하지 못하여 객관적인 위험도 제시의 어려움이 있다.

이에 건설안전정보시스템에서 제시하는 위험유발 요소들 간의 중요도를 나타내기 위해 별도의 가중치를 부여하고 정량적인 데이터로 나타내기 어려운 위험 요소들을 사례기반 추론을 활용하여 정량화할 것이다.

3. 건설현장 작업근로자별 위험도 산정

3.1 데이터 수집 및 분석

데이터 수집 단계에서는 선행연구조사를 통한 재해원인 요소를 수집하고 사고사례분석을 통해 산업재해에 영향을 주는 요소를 산정 하였다.

* 인하대학교 건축공학과

** 인하대학교 건축공학과 교수, 교신저자(shan@inha.ac.kr)

또한, 현장조건뿐만 아니라 국적, 나이, 성별, 근속연수 등의 개인조건도 요소로 산정하였다. 수집한 데이터들이 활용 가능한 통계자료가 있는지 검토한 후 정성적, 정량적 데이터로 분류하였다.

데이터 분석 단계에서는 수집한 데이터 중 정성 데이터의 유형을 분류하고, CBR 분석을 이용하여 정성 데이터의 유사도 값 추출로써 정량화하였다. 수집된 데이터로부터 추출한 재해발생에 영향을 끼치는 요소들을 활용하기 위해 데이터 정량화 과정이 필요하였고, 우리가 사용할 19개의 사고 발생 형태 데이터와 5개의 개인조건 데이터들 중 14개의 현장조건 정성 데이터의 정량화 과정이 필요하였다. 이를 위해 사례기반 추론 프로그램(이하 FreeCBR 1.1.4)을 이용하여 얻은 유사도를 활용하였다. 과거 재해 정보를 입력하여 DB화하여 현재사례를 입력 후 현재 사례와 가장 유사한 사례와의 유사도를 위험도의 척도로 적용한다. 각각의 유사도만으로는 개별 조건들의 유사도로부터 위험 정도를 구분하는데 한계가 있어 각 개인조건 및 사고 발생 형태별 우선으로 고려할 조건에 대해 가중치 평가를 실시하였다. 분류된 데이터들의 과거 사례 데이터의 저장 및 DB화한 후, 현재 사례의 데이터와 비교하여 유사도를 추출한다.

정량화된 데이터에 AHP 계층화 분석 기법을 통해 얻은 가중치를 부여하여 최종 위험도를 계산하였다. 개인조건은 이원비교행렬로부터 대안들의 상대적 중요도를 도출하고 일관성 비율을 측정 후 일관성 여부를 판단한다. 설문은 건축 현장 경력 10년 이상의 담당자를 중심으로 배포 및 회수하였다. 이중 일관성 지수가 0.1 미만인 설문지를 바탕으로 요소별 가중치를 분석하였다. 쌍대 비교한 값들은 기하 평균하여 사고 사례 데이터를 바탕으로 252건의 사례로 분석하였다.

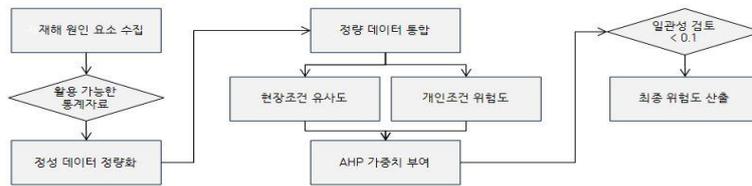


표 1. 데이터 수집 및 분석 프로세스

3.2 데이터 분석 결과

본 연구에서는 개인조건에 대한 위험도는 과거 사례와의 유사도와 가중치를 통해 합산하여 최종 위험도로서 산출하였다. 최종 위험도는 표준화 작업을 통해 최소 위험도 0%에서 최대 위험도 100%까지 나타내었으며 근로자의 개인조건, 현장에 대한 조건을 입력하면 최종 위험도를 산출함으로써 작업근로자의 위험도를 사전에 파악할 수 있다. 한가지 연구 예시로, 현장조건으로 [주중/기온 22.4/습도 45/공정율 30/공동주택/가을/사고시간 06:00~12:00/기타공종/안전교육 o/안전장비 ×/안전시설물×]을 입력하고 개인조건으로 [남성/42세/근속연수 16년]을 입력하면 현장 작업자의 위험도는 [[현장조건과 과거사례의 유사도 (78.2353%)×해당 조건의 발생형태별 가중치 (0.3885)×현장조건 가중치 (0.8333)+개인조건 위험도(성별(10.97)×가중치(0.0103)+나이(14.32)×가중치(0.0865)+근속연수(10.52)×가중치(0.0131)+건강×개인조건 가중치(0.1667)]의 과정을 거쳐 71.04%로 산출된다.

4. 결론

현장조건과 해당 작업근로자의 조건을 어플리케이션을 실행하여 입력해지면 유사도와 위험도가 합산되어 보여준다. 표준화된 최종 위험도를 통해 근로자가 얼마나 위험한 상황에 있는지 직관적으로 확인할 수 있고 발생할 수 있는 재해에 대해 미리 대처할 수 있다. 사고발생에 영향을 주는 다양한 요인을 고려함으로써 예측의 높은 정확도와 안전에 대한 지식 없이도 사용자에게 최소한의 안전관리를 지원함으로써 재해 발생을 줄이는 데에 기여한다.

건설현장 고유함의 특성상 과거의 사례를 통해 지금의 현장 위험도를 예측하는 것은 많은 어려움이 있을 수 있다. 그렇기에 보다 많은 변수와 해당 근로자의 정보를 고려하였으며, 본 연구는 252개의 데이터베이스만을 활용하였지만 추가적인 데이터 또는 각 기업의 데이터베이스를 활용하면 보다 정확한 결과값을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

1. 신윤석, 사례기반추론을 활용한 건설현장 안전사고 초기 경보 모델, 한국방재학회, pp.27~33, 2015
2. 이민우, 건설공사의 위험도 산정에 관한 연구, 대한건축학회, pp.105~112, 2000
3. 김현수, 건설공사의 정량적 위험도 산정 방법론, 서울대학교, 2008
4. 고성석, 정량화의사결정기법을 이용한 빌딩공사 공종별 위험지수 산정, 대한건축학회, pp.139~146, 2005
5. 이현수, 건설현장 위험영향요소 기반의 위험도 산정 방법론, 서울대학교, 2009
6. 하선근, 건설공사보험 사례를 활용한 건설현장 인명사고 정량화 모델 개발, 한국건축사공학회, pp.151~159, 2018