굴착기 투입 작업의 위험성 평가모델 개발

Development of a Risk Assesment Model for Excavator Work

강수민[1] · 나보현[1] · 양예진[1] · 한승우[2*]
Kang, Sumin[1] · Ra, Bohyun[1] · Yang, Yejin[1] · Han, Seungwoo[2*]

Abstract : Recently, the criteria for assessing industrial accidents have been replaced by the mortality rate. It was found that the number of deaths from excavation work was the highest among construction machinery. The risk assessment is being conducted, however the industrial accident mortality rate has not decreased. Accordingly, this study aims to provide the basic for the create of a risk assessment model specialized in construction work at excavator. It provides absolute value from the risk model which is capable of delivery the probability of a disaster. In addition, we provide a relative risk model that compares the risk through scores between detailed works. The relative risk model is combined by likelihood and severity; the likelihood indicates the frequency of accidents and the severity indicates seriousness of fatal accidents. A variable that reflects the conditions of the construction site was added to the risk assessment model based on past disaster cases. And using the concepts of probability and average, the risk assessment process was quantified and used as an objective indicator. Therefore, the model is expected to reduce disasters by raising the awareness of disasters.

키워드 : 굴착기, 위험성 평가, 사망 위험도, 재해 발생 확률
Keywords : excavator, risk assessment, mortality risk, probability of disaster occurrence

1. 서 론

1.1 연구의 목적

대한민국은 OECD(Organization for Economic Co-operation and Development) 국가 10만 명 당 산재치명률 통계에서 5위라는 높은 순위를 차지한다. 2022년 1월 중대재해처벌법이 시행되며 산업재해 예방의 필요성이 증가함에 따라 지속적으로 산업재해에 관한 관심이 끊이질 않고 있다[1]. 이때 산업재해 사망률 중 건설업이 최다 비율을 차지하며, 건설기계에서 굴착기의 사망자 수가 최다임을 발견하였다. 산업재해 예방을 위해 2010년대부터 위험성평가 제도가 시행되었고 재해율 감소에 효과를 여러 입증했지만 최근 5년간 산업재해사망률의 감소가 보이지 않았다. 산업안전보건법시행규칙에서 산업재해 산정기준이 환산재해율에서 사망만인율로 대체됨을 통해 사망재해에 대한 위험도가 필요하다고 판단된다. 또한, 기존 위험성 평가는 위험도 산정과정이 주관적이며 굴착기 세부작업 분류가 한정적이며 복합적인 위험요인 작용을 포함하기 어려워 객관적인 지표를 마련하기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서 과거 재해사례를 조사 및 분석을 통해 현장 특성을 반영하고 위험도 산정과정을 정량적으로 제시하여 굴착기 사고예방을 위한 위험대책 수립과 실제 현장 도입 방안을 마련하는 데 기초자료로 활용되고자 한다.

2. 연구 수행 방법

2.1 연구 범위와 방법론

본 연구는 건설현장에서 사용하는 굴착기를 대상으로 연구를 수행하였다. 과거 재해사례를 조사 및 분석하여 굴착기 세부작업을 분류하고 재해에 영향을 주는 요소를 파악했다. 위험도 평가는 절대, 상대로 세분화하고 위험도 산출과정을 정량화하기 위해 확률과 평균의 개념을 적용하였다. 절대 위험도는 재해발생확률을 통해 재해 발생 가능성을 사전에 예측할 수 있게 했다. 상대위험도는 재해의 발생빈도를 나타내는 지표인 가능성과 사망재해의 심각성을 기준으로 정한 중대성으로 나누었다. 가능성과 중대성에 속한 변수별로 중요도가 다르다고 판단하여 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 통해 가중치를 산정하여 변수끼리 가중평균를 한 후 산술평균하여 상대위험도 점수를 냈다. 최종적으로 상대위험도의 점수를 표준화하여 세부작업 간 위험도를 비교할 수 있도록 하였다.

1) 인하대학교 건축학부(건축공학과)
2) 인하대학교 건축학부(건축공학과) 교수, 공학박사, 교신저자(shan@inha.ac.kr)

2.2 연구의 수행

그림 1은 본 연구의 방법을 나타낸 전체적인 흐름도이다. 본 연구에서는 건설공사 안전관리 종합정보망에서 3년간의(2019년~2021년) 재해사례를 분석하여 굴착기 세부작업을 분류하고 재해에 영향을 주는 요소를 분석했다[2]. 이를 통해 각각 절대위험도, 상대위험도에 신뢰성 있는 변수를 선정하고 데이터를 집계하였다. 그 후, 데이터를 바탕으로 절대위험도의 변수에 따른 재해발생 확률을 계산했다. 상대위험도는 가능성, 중대성으로 나눠 각각의 변수에 맞는 재해발생률과 사망재해율을 계산했고 두 값에 가중치를 둔 다음 조합하여 그 점수를 표준화하여 상위 백분율로 나타냈다.

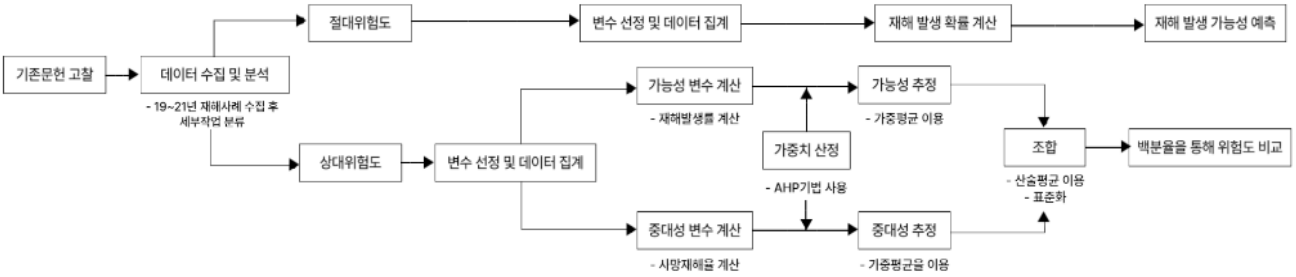

그림 1. 연구 수행 방법

3. 연구수행결과

본 연구는 작업 전 과거 재해의 데이터를 제공하고 재해가 발생할 확률을 제시하여 작업자가 사전에 절대적인 위험도를 직관적으로 체감할 수 있게 하는 절대위험도와 점수를 통해 굴착기를 이용한 작업 간의 위험도 비교가 가능한 상대위험도를 제시하였다. 최종적으로 절대위험도에서는 재해발생확률을 나타내며, 상대위험도에서는 위험도 점수를 통해 다른 위험도 점수와 비교되는 상위 백분율로 나타난다. 날씨가 맑은 날 작업자수가 19인 이하인 현장에서 굴착의 세부작업을 하는 경우를 본 모델에 적용하였을 시 표 1과 같이 절대위험도는 전체작업일수 940일 중 날씨가 맑은 날 굴착작업을 할 때 발생한 재해가 11건으로 재해발생률은 1.17%이다. 상대위험도는 표 2의 재해발생률과 사망률을 바탕으로 28.19점으로 표준화하면 상위 33.97%로 위험도가 평가된다.

표 1. 사례 적용 시 절대위험도 변수값

절대 위험도		
날씨	세부공정	재해 발생률
맑음	굴착	11/940 = 1.17%

표 2. 사례 적용 시 상대위험도 변수값

상대 위험도							
날씨	재해발생률	세부공정	재해발생률	작업자수	사망률	세부공정	사망률
맑음	51.22	굴착	34.15	19인이하	16.67	굴착	21.43

4. 결 론

본 연구는 기존 위험성 평가 모델의 문제점을 해결하기 위해 과거 재해사례 데이터를 기반으로 실제 건설현장 여건을 반영하는 변수를 추가하고 위험도 산정과정을 정량화하였다. 또한, 절대위험도와 상대위험도를 둘 다 사용함으로써 해당 세부작업의 위험도를 정확히 파악할 수 있고 사용자가 주간 공정계획을 보고 해당 작업의 위험도에 따라 안전대책을 미리 세워 주의를 요할 수 있도록 한다.

이 연구에서는 선정한 변수 이외 다른 변수들의 신뢰성을 판단할 수 없어 배제한 점, 표본의 개수가 적어 실제 현장에는 바로 사용할 수 없다는 한계가 있다. 향후 데이터를 추가하여 모델의 정확성을 향상시킨다면 실제 현장에서 작업할 때 안전대책 수립에 용이한 객관적 지표로 사용될 수 있는 위험성 평가 모델의 기초자료로 활용될 것이라 기대된다.

참고문헌

1. 정광량. 중대재해처벌법에 대비한 안전 리스크 매니지먼트. 대한건축학회지. 2021.
2. 유용신, 최재욱, 김태완, 이찬식. 건설 프로젝트의 재해영향 요인 기반 위험성 평가방법. 대한건축학회 논문집. 2019.
3. 이현수, 김현수, 박문서, 이광표, 이사범. 건설현장 위험영향요소 기반의 위험도 산정 방법론. 한국건설관리학회 논문집. 2009.
4. 고성석, 송혁, 이재용. 건축공사 공정별 위험도에 관한 연구. 대한건축학회논문집 구조계. 2004.