

시뮬레이션을 이용한 석면 해체공사의 최적화 공정계획 모델

A Model for Optimization Process of Asbestos Dismantling Work Using Simulation

조형준¹ · 노재윤² · 이호현¹ · 이수민² · 한승우^{3*}

Cho, Hyeong-Jun¹ · Noh, Jae-Yun² · Lee, Ho-Hyeon¹ · Lee, Su-Min² · Han, Seung-woo^{3*}

Abstract : In Korea, asbestos removal has been actively carried out nationwide since 2015 when asbestos was completely banned as a first-class carcinogen. Since scattering dust generated in the process of removing asbestos causes fatal diseases such as asbestos lung disease and lung cancer, concerns are growing over the safety of construction workers and building users undergoing dismantling. For this reason, regulations on asbestos sites have been strengthened and prior studies on safety and risk assessment have been conducted, but research on actual site data collection and process planning is insufficient even though safety is reduced due to delay in site construction period. Therefore, it is necessary to analyze the work and delay factors of the asbestos dismantling process and develop an optimized process plan model for workers. This study is an initial step to develop an optimized process plan model that considers the safety and productivity of asbestos dismantling work, and aims to help establish an optimized process plan for asbestos dismantling process using website clone simulation.

키워드 : 석면해체 작업, 생산성, 시뮬레이션, 웹사이클론

Keywords : asbestos dismantling, productivity, simulation, web-cyclone

1. 서론

석면은 내구성과 내열성이 우수한 자재로. 각종 슬레이트, 칸막이, 천장재 등의 건축재료로 활발히 사용되었으나, 1급 발암물질로 지정됨에 따라 2015년부터 국내 사용이 전면 금지되었다[1]. 이로 인해 석면 해체 및 제거공사 작업이 빈번히 진행되고 있으며, 해체작업 중 발생하는 비산 석면 등으로 인해 작업자의 안전에 대한 우려가 증가하여 작업의 관리 및 제도를 시행·강화하고 있는 실정이다[2]. 이에 따라 석면 해체 사고 사례 데이터를 통해 석면 해체의 공정을 분류하고 위험성을 분석하는 연구[3]와, 설문조사 결과를 통해 안전성 평가와 석면 관련 제도의 문제점을 분석하고 개선방안을 제안하는 연구[4]가 국내 석면 해체 관련 주요 연구로 진행되었다. 하지만 이는 안전성 및 위험성 평가 방법론 개발에 한정되어 있으며, 실제 현장 데이터 수집과 공정계획에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 총 근로자의 수가 6~8명 41.7%, 5인 이하 30.9%의 업체로 대부분 10인 미만인 석면 해체·제거 업체의 경우 공기 지연 등의 문제는 치명적인 손실이 될 가능성이 높으며[5], 작업의 지연으로 인해 석면 해체작업을 정해진 공기 안에 진행하게 될 경우 작업의 안전성이 저하된다. 이에 따라 석면 해체작업의 안전성 및 생산성을 향상하기 위해 작업 지연 요소를 고려한 실제 현장의 최적화 공정계획 수립이 필요하다.

본 연구는 석면 해체의 안전성과 생산성을 고려하여 빅데이터 기반 최적화 공정 모형을 도출하는 연구의 초기 단계로, 수집한 석면 해체 현장의 실제 데이터와 지연요인을 분석하여 Web-Cyclone 시뮬레이션 모델을 작성하였으며, 이를 통해 석면 해체공사의 최적화 공정계획 모델 작성 방법론 제안하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 그림 1과 같이 데이터 수집, 공정 프로세스 작성, 시뮬레이션 모델 작성, 결과 분석 과정으로 진행된다. 데이터 수집 단계에서는 법령 및 해체 제거작업 지침에 기재된 석면 해체 작업의 법률상 작업 프로세스를 참고하였으며, 현장 실무자 인터뷰를 통해 확보한 석면 해체 작업의 작업일보와 작업 계획서, 해체작업 영상을 통하여 지연요인과 세부공정에 대한 정보를 수집하였다. 이후 수집된 데이터를 통해 석면 해체의 공정 프로세스를 작성하였으며, 수집된 작업 지연 요인등의 원천 데이터를 시뮬레이션 입력값으로 정량화하였다. 시뮬레이션 모델 작성 단계에서는 Web-Cyclone을 통해 작업조 기반 각 세부 작업의 프로세스를 작성하여 실제 작업 현장과 작업 방식과 투입되는 작업조를 변화시킨 제안 모델(Suggestion Model)을 생성하였다. 결과분석 단계에서는 실제 현장 모델과 제안모델의 생산성 결과를 비교 분석하여 석면 해체공사에 영향을 미치는 공정 시나리오를 확인하였다.

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

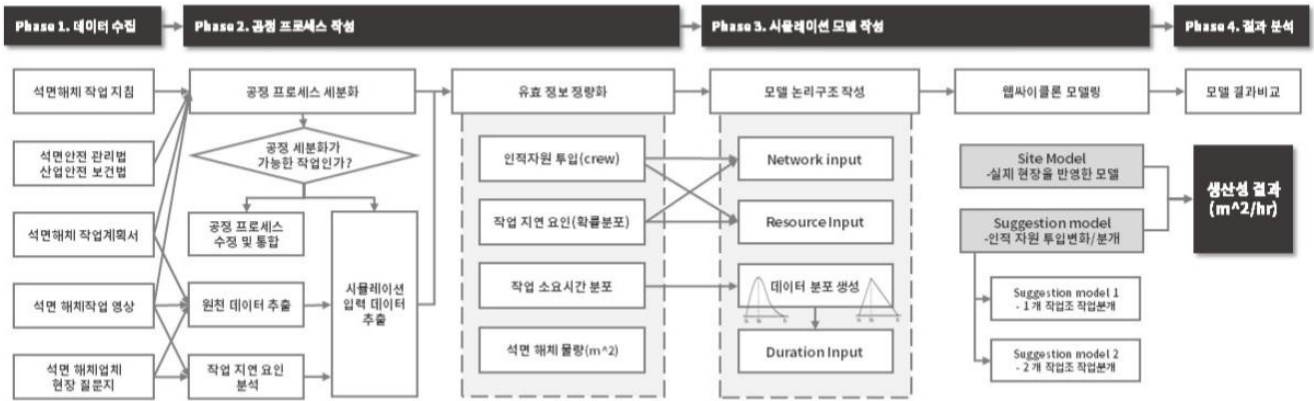


그림 1. 최적화 공정계획 모델 작성 프로세스

3. 연구 수행 결과

시뮬레이션 모델은 학교 건물의 교실 1개를 기준으로 보양작업이 끝난 이후의 석면 해체 작업 프로세스를 기준으로 작성하였으며 표 1과 같이 작업조 1개의 동시 작업으로 진행되는 실제 현장 모델(Site Model)과 제안모델(Suggestion Model) 1,2의 생산성 결과를 비교하였다. 실제 현장 모델과 같은 인원을 투입하지만 실제 현장과 달리 작업조의 역할을 분개한 제안모델 1과, 같은 방법으로 작업조의 역할을 분개하고 2개의 작업조를 투입한 제안모델 2 모두 실제 현장 모델보다 생산성이 향상되었으며, 제안모델 2의 경우 실제 현장의 4.1배의 생산성을 보인 것을 알 수 있다.

표 1. 모델 생산성 결과 비교

Model	Description	Productivity (m ² /hr)
Site Model	Actual work process, one crew input concurrent work	23.98
Suggestion Model 1	One crew input, Asbestos dismantling separately	29.96
Suggestion Model 2	Two crew input, Asbestos dismantling separately	98.46

4. 결론

본 연구는 현장 데이터를 통해 석면 해체 공사의 Web-cyclone 시뮬레이션 모델을 작성하는 공정계획 방법론을 제안하였으며, 작성한 제안모델을 통해 석면 해체 공사 시나리오에 따른 생산성 결과를 비교하였다. 이를 통해 석면 해체 공사의 원천 데이터를 수집하였을 뿐만 아니라, 현장 데이터 확보가 어려운 기타 소규모 공중의 데이터 정량화와 시뮬레이션 작성에 도움을 줄 것으로 기대된다. 하지만 본 연구는 석면 해체 공정의 특성상 안전상의 이유로 실제 영상 데이터 수집이 불가하기 때문에 실무자 인터뷰에 의존하여 데이터를 수집하였다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 현장 데이터를 추가 수집하고, 최적화 공정 계획을 위해 비용과 안전성을 함께 고려한 통합 모델을 도출하는 연구가 수행될 것이다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 지원(과제번호 2021R1A2C1007467)으로 수행된 연구이며, 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 환경부. 석면건축자재의 종류 및 특성. 2019. p. 1-16.
2. 손동희. 효율성과 무지, 그리고 환경피해 -석면 사용과 악성중피종 발생의 장기관계-. 2017. p. 287-317.
3. 오현수. 석면 슬레이트 해체작업의 공정분석 및 위험성평가에 관한 연구. 2014. p. 137-143.
4. 장재필. 석면해체제거작업 관련제도와 안전성평가에 대한 개선방안 연구. 2020.
5. 심상효. 석면해체·제거업체의 작업현장 실태조사. 한국실내환경학회지. 2010. p. 166-178.