

인공신경망 기반 석면 해체·제거작업 후 비산 석면 농도 예측 모델 개발

Development of an ANN based Model for Predicting Scattering Asbestos Concentration during Demolition Works

김도현¹ · 김민수¹ · 이재우¹ · 한승우^{2*}

Kim, Do-Hyun¹ · Kim, Min-Soo¹ · Lee, Jae-Woo¹ · Han, SeungWoo^{2*}

Abstract : There is an increasing demand for prediction of asbestos concentration which has a fatal effect on human body. While demolishing asbestos, the dust scatters and makes workers be exposed to danger. Up to this date, however, factors that particularly influences have not considered in predicting asbestos concentration. Most of the studies could not quantify the distribution of asbestos. Also, they did not use nominal data on buildings as important factors. Therefore, this study aims to build an asbestos concentration prediction model by quantifying distribution of asbestos and using nominal data of buildings based on Artificial Neural Network (ANN). This model can give significant contribution of improving the safety of workers and be useful for finding effective ways to demolish asbestos in planning.

키워드 : 건물해체, 석면 농도, 비산석면, 예측 모델, 인공 신경망

Keywords : building demolitions, asbestos concentration, scattering asbestos, prediction model, artificial neural network

1. 서론

석면은 섬유상으로 산출되는 규산염 광물로, 기계적 강도, 불연성, 단열성, 절연성, 보온성 등의 높은 성능으로 오랜 기간 건축자재의 원료로 사용되었다[1]. 하지만 악성중피종, 석면폐증, 폐암 등의 질병과의 연관성이 확인되며 국내에서 석면함유제품의 사용은 2015년 이후 전면 금지되었다[2]. 이후 석면 해체·제거작업이 증가함에 따라 작업자의 석면 관련 질병 발생 또한 증가하고 있어 작업 후 비산 석면 농도 예측을 통해 거주자 및 작업 근로자의 피해 예방이 필요하다[3,4].

국내에는 석면 해체·제거 시 발생하는 비산 석면의 농도를 예측하는 연구가 진행되었다[5]. 하지만 거리에 따른 선형적인 농도만을 예측할 뿐 해체·제거 작업장의 공간적 특성 혹은 명목형 데이터가 반영되지 않은 한계점이 있어 이를 반영할 수 있는 비산 석면 농도 예측 모델 개발이 필요하다. 본 연구는 인공신경망을 기반으로 공간적 특성과 명목형 데이터를 포함한 요인들을 고려하여 석면 해체·제거 작업 시 발생하는 비산 석면 농도를 예측하고자 한다.

2. 연구 수행 방법

석면 해체·제거작업 후 비산 석면의 농도를 예측하는 인공신경망 모델을 만들기 위해 다음 그림 1과 같이 연구를 진행하였으며, 데이터 수집 및 전처리, 인공신경망 모델 학습, 결과 분석 순으로 진행된다.

2013년부터 2022년까지 총 10년간 작성된 인천시 10개 구/군의 비산 석면 측정결과보고서를 수집하였다. 또한 해당 작업일자와 장소에 해당하는 기상정보와 토지대장, 석면지도를 수집하여 석면의 비산성에 영향을 줄 것으로 예상되는 11개의 독립변수를 채택하였다. 이후 추출한 데이터 중 공간정보를 포함한 데이터를 모델 학습에 사용 가능한 형태로 가공하기 위해 Pixel Count 기법을 사용하여 전처리 과정을 진행하였다. 이 과정에서 도면의 정보를 정량화하였고, 정량화된 정보의 유무에 따른 예측력 차이를 확인하였다. 수집한 보고서의 개수는 약 400개이며, 약 1500개의 데이터를 추출하였다. 최종적으로 인공신경망을 학습시켜 예측값을 도출하고, 모델의 성능 및 독립변수의 영향력을 검증하였다.

1) 인하대학교 건축학부(건축공학전공)

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

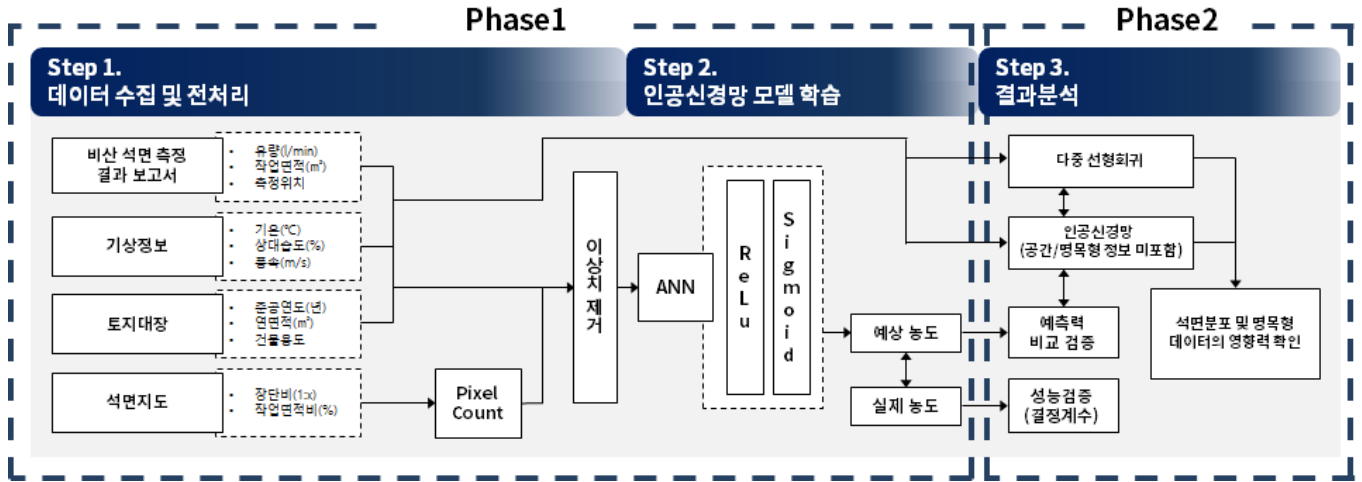


그림 1. 석면 해체·제거작업 후 비산 석면 농도 예측 모델 개발 체계도

3. 연구 수행 결과

본 연구에서 제시된 인공신경망 모델은 석면 자재의 분포와 명목형 데이터 등을 독립변수로 활용하여 석면의 해체·제거작업 후 농도를 예측한다. 이와 같은 공간적 데이터를 포함한 모델, 그리고 이를 포함하지 않은 모델을 각각 학습시키고 예측값을 도출하였다. 도출된 예측값과 실측값을 비교한 결과 결정계수 R²값이 차례대로 0.8042, 0.4592의 수치로 도출되는 것을 확인하였다. 따라서 석면 자재의 분포와 명목형 데이터가 석면 농도 예측에 미치는 중요성을 확인할 수 있었다

4. 결론

본 연구는 실제 측정 자료를 기반으로 석면 자재의 건물 내 분포와 명목형 데이터를 수치화한 데이터베이스를 구축하고 이를 바탕으로 인공신경망을 활용하여 석면 해체·제거작업 후의 농도를 예측하는 모델을 개발하였다. 해당 모델을 통해 기존 연구 결과의 한계점을 보완하여 해체·제거 작업장의 조건별 특성을 반영한 입체적인 예측 농도 도출이 가능하다. 신뢰성 높은 농도 예측을 통해 실무자가 공정계획을 수립하고 장비 및 인력의 배치를 결정하는 근거로 활용할 수 있으며, 기준치 이상의 농도가 예측될 시 선제적인 조치를 취해 작업자의 안전을 확보하고 질병의 발생을 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 추후 진행될 관련 연구에는 기존의 변수들뿐만이 아닌, 공간적, 명목형 변수 또한 고려돼야 한다는 것을 보여주었다. 그러나 본 연구는 해체·제거작업 후의 농도만을 종속변수로 반영하여, 해체·제거작업 중의 농도 예측은 불가하다. 또한, 일반적으로 인공신경망 학습에 사용하는 데이터 수에 비해 상대적으로 적은 데이터베이스를 활용하여 예측의 정확도가 떨어진다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 연구는 본 연구에서 제시한 모델을 기반으로 다양한 데이터를 추가시켜 모델의 범용성과 정확도를 향상시키는 방향으로 나아가야 할 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 김형렬. 생활환경 석면노출과 위해성. 환경독성보건학회. 환경독성보건학회 심포지엄 및 학술대회. 2009. 3-13 p.
2. 손동희, 전용일. 효율성과 무지, 그리고 환경피해 - 석면 사용과 악성중피종 발생의 장기관계. 한국자원경제학회. 자원-환경경제연구. 2017. 287-317 p.
3. 통계청. 『업무 상 질병 발생 현황-세부 질병 종류별: 2001-2020』. 2022
4. 김창규, et al. 석면 비산방지제의 성능평가 시험 연구. 대한환경공학회. 대한환경공학회지. 2018. 277-281 p.
5. 김도형, et al. 석면 해체시 발생하는 비산 석면 농도 예측식 도출. 한국건축시공학회. 학술발표대회 논문집. 2019. 6-7 p.