

# 석면 해체 작업의 위험성평가모델 비교 분석

## A Comparative Analysis of Risk Assessment Models for Asbestos Demolition

김동규<sup>1</sup> · 김민승<sup>1</sup> · 이수민<sup>1</sup> · 김유진<sup>1</sup> · 한승우<sup>2\*</sup>

Kim, Dong-Gyu<sup>1</sup> · Kim, Min-Seung<sup>1</sup> · Lee, Su-Min<sup>1</sup> · Kim, Yu-Jin<sup>1</sup> · Han, Seung-Woo<sup>2\*</sup>

**Abstract** : As the danger of exposure to the asbestos has been revealed, the importance of demolition asbestos in existing buildings has been raised. Extensive body of study has been conducted to evaluate the risk of demolition asbestos, but there were confined types of variables caused by not reflecting categorical information and limitations in collecting quantitative information. Thus, this study aims to derive a model that predicts the risk in workplace of demolition asbestos by collecting categorical and continuous variables. For this purpose, categorical and continuous variables were collected from asbestos demolition reports, and the risk assessment score was set as the dependent variable. In this study, the influence of each variable was identified using logistic regression, and the risk prediction model methodologies were compared through decision tree regression and artificial neural network. As a result, a conditional risk prediction model was derived to evaluate the risk of demolition asbestos, and this model is expected to be used to ensure the safety of asbestos demolition workers.

**키워드** : 석면해체작업, 위험성예측모델, 로지스틱회귀, 인공신경망, 의사결정나무회귀분석

**Keywords** : asbestos demolition, risk prediction model, logistic regression, artificial neural network, decision tree regression

### 1. 서론

석면은 비가역적이며 치명적인 질병인 후두암, 난소암, 췌장암 등의 확실한 발암인자이며, 간접적인 노출만으로도 건강장해를 일으키는 물질이다[1]. 하지만 오랜 기간 다양한 산업에서 활용되어왔기 때문에 기존 시설물과 제품에 의한 노출이 계속되고 있다[2]. 석면 노출을 예방하기 위한 건물 내 석면의 해체 및 제거 작업이 증가했으며, 안전성에 대한 우려와 석면 위험성을 평가하는 연구의 필요성이 대두되고 있다[3,4].

석면 해체 작업장의 비산 석면 농도를 예측하는 연구가 진행되었으나, 범주형 정보를 반영하지 못하는 등 다양한 변수 형태를 고려되지 못했다[5]. 또한 석면 해체 공정 안전성에 관련된 위험요인과 영향요소를 분석한 연구의 경우 정성적 정보의 정량화가 진행되지 않아 위험성에 대한 척도를 수치화하지 못했다[6]. 따라서 본 연구는 3가지 분석기법을 사용하여 석면 위험성 평가점수에 영향을 미치는 여러 변수의 상관관계를 확인하고, 모델의 예측정확도, 오차를 분석하여 석면 해체 작업장의 조건별 위험성 예측 모델을 개발했다(그림 1).

### 2. 연구 수행 방법

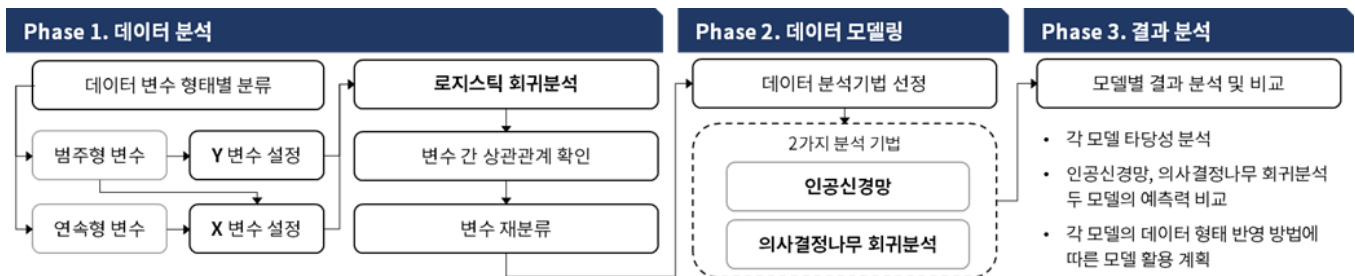


그림 1. 위험성 평가모델 개발 과정

석면 조사 보고서, 석면 지도 등의 자료를 바탕으로 작업 사례를 수집했으며, 위험성 평가점수와 같은 범주형 정보들과 노출농도와 같은 연속형 정보들을 적합성과 독립성 등을 기준으로 분류하여 분산을 갖는 종합적인 데이터를 취합했다.

1) 인하대학교 건축학부(건축공학전공)

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

그림 1의 과정대로 범주형 데이터를 종속변수로 설정하여 로지스틱 회귀분석을 진행했으며, 범주형 데이터는 더미 변수를 취해 그림 2와 같이 변수 간 상관관계와 영향도를 확인했다. 위험성 예측 모델을 도출하기 위해 인공신경망과 의사결정나무 회귀분석 방법을 사용했으며, 각 모델의 데이터 분석 특징과 예측력을 비교했다.

### 3. 연구 수행 결과

의사결정나무 회귀분석 및 인공신경망 모델은 학습 데이터와 검증 데이터를 각각 7:3 비율로 나누어 모델 검증과정을 거쳤으며, 정확도 점수(accuracy score)와 수정된 결정계수(adj-R<sup>2</sup>)를 사용하여 가장 예측력이 높은 경우를 표 1, 2와 같이 도출했다. 모델을 검증한 결과, 평균제곱오차(MSE)와 평균절대비오차율(MAPE) 모두 인공신경망 모델이 가장 작게 도출되었으며, 이는 인공신경망 모델의 성능이 가장 좋다는 것을 의미한다.

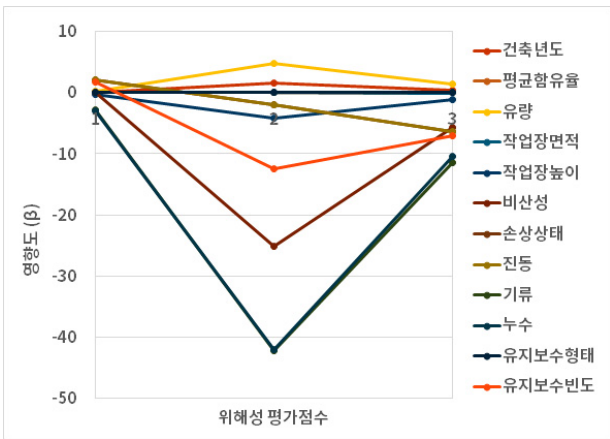


그림 2. 로지스틱 회귀분석 점수별 영향도

표 1. 의사결정나무 모델 적합성

index	Decision Tree Regression
accuracy	0.8614
MSE	0.1848
MAPE [%]	7.08

표 2. 인공신경망모델 모델 적합성

index	ANN	
	Bprop(15,15,15)	Rprop(14, 7, 28)
adj-R <sup>2</sup>	0.7070	0.9997
MSE	0.2987	0.0000
MAPE [%]	14.47	0.004

### 4. 결론

본 연구는 로지스틱 회귀분석을 통해 범주형 변수가 포함된 독립변수가 석면 위해성 평가점수에 미치는 영향력을 확인했으며, 의사결정나무 회귀분석과 인공신경망을 통해 확인한 독립변수로 석면 위해성 평가점수를 예측하는 모델을 도출했다. 인공신경망은 수정된 결정계수(adj-R<sup>2</sup>)값과 평균절대비오차율(MAPE)의 값이 높게 도출되었으나, 연속형 값으로 예측됨에 따라 위험성 척도로 활용하는 데에 한계가 있다. 의사결정나무 회귀분석은 분류과정을 통해 범주형인 종속변수의 특징을 반영하였으며 모델 예측력이 높게 도출되었다. 이를 통해, 범주형 변수와 연속형 변수를 모두 반영한 모델을 개발했으며, 이 모델을 통해 작업장의 조건에 따른 위험성을 수치화하여 석면 해체 작업자들의 안전성 평가지표로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

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

### 참고문헌

- 이현재 외. 조선수리업종 석면노출 근로자들의 흉부방사선상 석면관련 폐질환 소견의 발생양상. 생명과학학회. 생명과학회지. 2006. 제16권 1호. p. 58-63.
- 김형렬. 생활환경 석면노출과 위해성. 환경독성보건학회. 환경독성보건학회 심포지엄 및 학술대회. 2009. p. 3-13.
- 통계청. 『업무 상 질병 발생 현황-세부 질병 종류별; 2001-2020』. 2022.
- 명형남. 석면의 안전관리 및 지원에 관한 연구. 충남발전연구원. 2014. p. 10-12.
- 김도형 외. 석면 해체시 발생하는 비산 석면 농도 예측식 도출. 한국건축시공학회. 학술발표대회 논문집. 2019. p. 6-7.
- 이재우 외. 텍스트 마이닝 기법을 활용한 석면해체-제거작업 영향 요인 분석. 한국건축시공학회. 학술발표대회 논문집. 2022. p. 39-40.