

## 6. 표준화 코드를 활용한 직무노출추정(Job-Exposure Matrix) 시범구축

연구 기간	2024년 4월 ~ 2024년 10월
핵심 단어	표준코드, 노출조건 범주, 복합노출, JEM
Highlights	표준공정 77개 및 표준직업 82개 코드를 키워드 및 자연어 검색을 통해 쉽게 활용할 수 있도록 표준코드 검색기를 개발하였다. 표준코드 검색기와 노출조건 범주 코드를 활용하여 산업-직업-공정-노출조건 범주 기반의 JEM을 시범 구축하였고, 연결망 분석도구를 활용하여 복합노출 특성을 확인하였다.

### 1 연구배경

- 산업안전보건법에 의해 전국 약 7만개 이상 사업장을 대상으로 실시되고 있는 작업환경 측정 자료는 2002년부터 전산으로 입력되어 직업적 노출감시체계로서 활용가치가 매우 큼.
  - 그러나 주요 노출변수(산업, 직업, 공정)의 표준화에 대한 보완과 입력의 정확도, 측정 조건에 대한 파악이 어려운 점 등 자료의 한계로 인해 그 활용도가 제한적이었음.
- 이에 본 연구에서는 2021년부터 3년에 걸쳐 표준화 연구를 진행한 결과로 2023년에 표준공정 77개, 표준직업 82개의 코드를 개발하였고, 코드 활용자들의 정확한 검색을 돕기 위한 표준코드 검색기(SCF)도 개발하였음.
- 본 연구에서는 개발된 표준코드를 정확하게 기존 측정자료에 적용하여 직무노출매트릭스(Job-Exposure Matrix, JEM) 구축의 가능성을 검증하고자 하였고, 노출수준을 해석할 수 있는 노출조건 범주 코드를 새롭게 개발하고 적용 가능성을 평가하였음.
  - 특히 직업코드가 부여되어 있지 않은 측정 자료에 직업코드를 할당한 JEM 구축 가능성과 복합노출 특성 평가가 가능한 JEM을 시범 구축하였음.

### 2 주요연구내용

#### 연구결과

- 표준화 정보 및 코드검색기 고도화
  - 표준공정과 표준직업 코드의 정확한 검색 및 확인이 가능하도록 안전보건공단에서 발간한 ‘산업보건용어사전’의 표제어에 포함되어 있는 명사, 어근을 추출하여 총 5,459개의 산업보건 관련 용어를 추출하여 검색 DB에 추가하여 문장검색의 정확도를 높이고

자 하였음.

- 기존에 단어 중심의 일치여부를 통한 표준코드 문장 검색 프로그램과 별개로 자연어를 입력했을 때에도 검색이 잘 될 수 있는 AI를 활용한 문장의 유사성 검색도구(<https://kosha.pro/spc/>) 를 추가로 개발하였고, 기존의 검색도구([https://kscf.shinyapps.io/scf\\_app/](https://kscf.shinyapps.io/scf_app/))와 함께 웹을 통해 활용 가능하도록 통합 사이트(<https://kosha.pro>)를 개발하였음.

키워드 검색

SPC 및 SOC 유사성 검색

(ver.1, 20240623)

석재 연마

입력

표준 공정

순위	표준코드	공정	유사성	설명
1 순위	[SPC008]	연마	51.77%	물체의 거칠한 부분... <a href="#">더보기</a>
2 순위	[SPC054]	석공사	50.08%	석재를 사용하여 시... <a href="#">더보기</a>
3 순위	[SPC016]	표면처리	47.58%	제품 표면의 미화, ... <a href="#">더보기</a>
4 순위	[SPC050]	미장공사	46.32%	구조물 등에 모르타... <a href="#">더보기</a>
5 순위	[SPC014]	도금	46.02%	특정 물체의 표면에... <a href="#">더보기</a>

표준 직업분류 유사성

순위	표준코드	직종명	유사성	설명
1 순위	[SOC068]	석재 절단원	58.59%	채취된 석재를 선별... <a href="#">더보기</a>
2 순위	[SOC067]	채석원	50.11%	채석장에서 화강암... <a href="#">더보기</a>
3 순위	[SOC044]	건축 석공	48.81%	건축물의 미관과 건... <a href="#">더보기</a>
4 순위	[SOC047]	미장공	44.26%	건축구조물 내·외부... <a href="#">더보기</a>
5 순위	[SOC050]	바닥재 시공원	44.15%	건물의 바닥, 벽, 천... <a href="#">더보기</a>

자연어 검색

SPC 및 SOC 유사성 검색

(ver.1, 20240623)

돌을 갈아서 매끄럽게 해...

입력

표준 공정

순위	표준코드	공정	유사성	설명
1 순위	[SPC008]	연마	47.06%	물체의 거칠한 부분... <a href="#">더보기</a>
2 순위	[SPC054]	석공사	45.85%	석재를 사용하여 시... <a href="#">더보기</a>
3 순위	[SPC039]	토공사	44.54%	땅을 굴착하거나 토... <a href="#">더보기</a>
4 순위	[SPC005]	압연	40.70%	금속 소성 가공 방... <a href="#">더보기</a>
5 순위	[SPC053]	조적공사	40.26%	구조물의 벽체나 기... <a href="#">더보기</a>

표준 직업분류 유사성

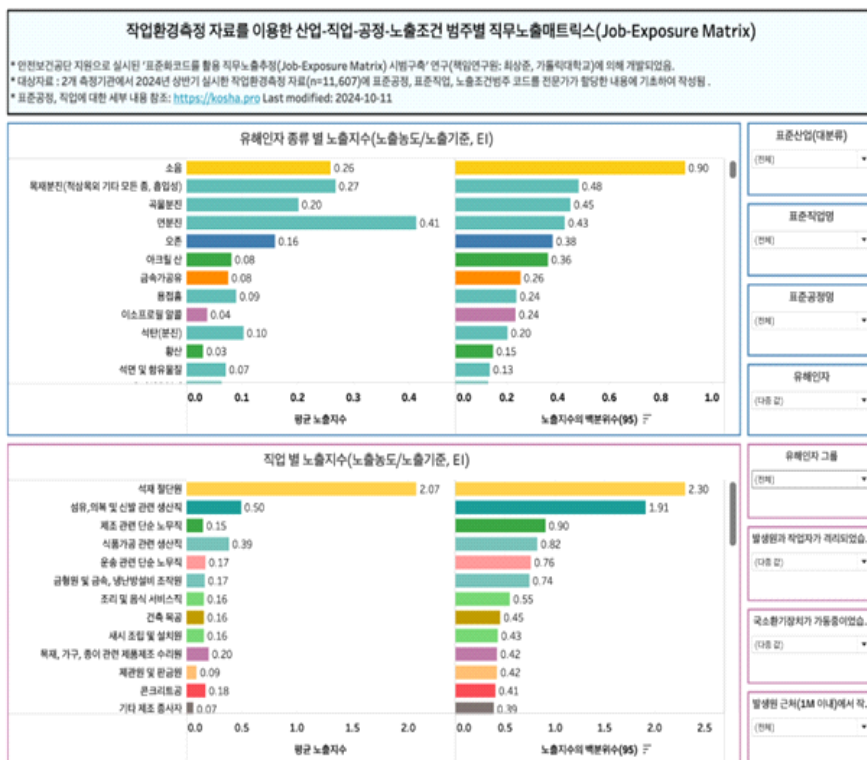
순위	표준코드	직종명	유사성	설명
1 순위	[SOC068]	석재 절단원	51.90%	채취된 석재를 선별... <a href="#">더보기</a>
2 순위	[SOC067]	채석원	47.17%	채석장에서 화강암... <a href="#">더보기</a>
3 순위	[SOC044]	건축 석공	46.82%	건축물의 미관과 건... <a href="#">더보기</a>
4 순위	[SOC043]	콘크리트공	41.14%	건축·토목 등의 콘... <a href="#">더보기</a>
5 순위	[SOC046]	조적공 및 석재부설원	40.62%	흙손과 같은 조적용... <a href="#">더보기</a>

### ○ 노출조건 범주 코드 개발

- 작업환경측정을 실시하는 산업위생전문가들이 활용 가능하도록 흡입노출평가 모델로 제안되었던 개념적 모델이론을 참고하여 노출량에 영향을 주는 기여도를 고려한 노출조건 범주(Exposure Condition Category, ECOC) 코드를 개발하였음.
- ECOC은 발생원과 작업자와의 격리 유무, 국소환기 가동여부, 발생원과 근거리(1 m 이내)에서 작업하는 빈도 등 세 가지 범주의 각 결정항목을 조합한 총 12가지의 노출조건 범주로 노출 특성을 비교할 수 있도록 하였음.

○ 산업-직업-공정-노출조건 범주를 활용한 JEM 시범구축

- 산업위생전문가 10명이 2024년 상반기에 직접 측정을 실시했던 결과 자료 11,781개를 수집하였고, 코드 검색기 2가지(문장 검색 프로그램, 자연어 유사성 검색 프로그램)를 활용하여 전문가들이 표준공정과 표준직업, 그리고 ECOC 코드를 직접 선택하여 할당하도록 하였음.
- 평가 결과, 총 대상 자료 중 표준공정은 98.4%, 표준직업은 99.9%, ECOC은 99.3%가 할당되어 대부분 전문가들에 의해 평가될 수 있음을 확인하였음.
  - 특히 평가된 노출조건 범주별로 노출수준을 비교한 결과, 발생원과 작업자가 격리되지 않고, 국소환기가 가동되지 않으며 발생원과의 근거리 작업빈도가 클수록 노출수준이 증가하는 경향을 잘 보여주었음.
- 전문가 평가결과에 기초하여 산업-직업-공정-노출조건 범주가 연계된 JEM을 태블릿 시각화 프로그램을 통해 사용자가 변수를 통제하며 결과를 확인할 수 있는 방법으로 구축하였음([https://public.tableau.com/views/WEMD\\_JEM2024/WEMDJEM2024](https://public.tableau.com/views/WEMD_JEM2024/WEMDJEM2024)).



- 특히 이번에는 동일한 측정자가 다수의 유해인자에 측정된 정보를 활용한 복합노출 특성을 확인 할 수 있는 내용을 JEM에 포함시켰고, 연결망 분석도구인 Gephi를 활용하여 복합노출 특성 분석이 가능함을 확인하였음.

### 시사점

- 표준공정, 직업 코드와 노출조건 범주 코드를 적극적으로 활용한 국가 노출감시체계 구축이 가능함.

## 3 연구활용방안

### 제언

- 향후 유해인자의 유해성 정도와 취급량 및 노출 가능 근로자 수 등을 고려하여 노출감시체계 구축이 필요한 유해인자를 우선적으로 선정하여 JEM을 구축하고 활용해 볼 수 있음.

### 활용방안

- 본 연구결과 산업위생전문가들이 실시한 측정자료에 대해 개발된 표준코드 검색기들을 활용하여 표준공정, 직업 코드를 정확히 입력할 수 있다고 판단되며, 이를 K2B 전산 입력 시스템에 적용할 경우 향후 표준코드 입력의 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 판단됨.
  - 특히 노출조건 범주(ECOC) 코드는 전문가들이 무리 없이 평가할 수 있음을 확인하였기에 측정보고서 양식을 수정하지 않더라도 측정결과 전산입력 프로그램에 적용한다면 향후 측정결과와 노출수준에 대한 해석과 역학연구에도 활용 가능함.
- 개발된 표준코드는 직업적 노출을 파악할 수 있는 다양한 국가 데이터에 적용되어 활용될 수 있을 것으로 기대함.

### 연락처

- 연구책임자: 가톨릭대학교 최상준 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 서희경
- 연락처: 052-703-0872
- e-mail: class22@kosha.or.kr