역학조사보고서

근로자 업무관련성 조사 결과의 정보화 시범 구축

서회경·이상길·이경은·김유진·최영화

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요 약 문

● 연 구 기 간 : 2023년 1월 ~ 2023년 12월
● 핵 심 단 어 : 역학조사, 정보화, 업무관련성 결과, 타이어 제조
● 연구과제명 : 근로자 업무관련성 조사 결과의 정보화 시범 구축

1. 조사배경

- 개별 근로자를 대상으로 실시하는 직업성 질환 역학조사는 직업관련 노출 유해인자의 노출평가를 통해 유해인자와 질병과의 상관관계를 조사하게 되며, 조사 결과에는 업종, 공정, 직종, 노출 유해인자와 노출수준 등의 정보가 포함되어 있어 직업적 노출 감시체계로 활용 가능한 유용한 자료원이 될 수 있다.
- 하지만 지난 1992년 이후 현재까지 공단 전산망에 구축되어 있는 역학조사의 정보관리 수준은 역학조사 접수 단계에서 파악된 매우 제한적인 내용에 머물고 있으며, 역학조사 결과 보고서는 파일 형태로 관리되고 있어 정보의 활용성이 낮은 실정이다.
- 이에 본 조사에서는 향후 역학조사 정보의 체계적 관리와 공유, 노출평가 자료의 활용을 위하여 역학조사 결과를 구조화하는데 필요한 정보를 선정하고, 입력 범위를 파악하기 위한 시범설계 방안을 모색하고자 하였다.

2. 주요 조사내용

○ 정보화 시범설계 조사대상 선정

- 현재 공단 전산망에 구축되어 있는 역학조사 정보관리 시스템에서 1992~2022년 역학조사가 완료된 건(2,432건) 중 업종 정보가 확인된 1,870건의 업종별 업무관련성 판정결과를 확인하였다.
- 그 결과, 업종별 역학조사 건수가 많으면서 역학조사 결과 업무관련성 인정 비율이 높은 업종을 고위험군으로 간주하고, 정보화 시범 구축의 용이성을 고려하여 비교적 공정 구분이 명확한 고무제품제조업을 조사 대상으로 선정하였다.
- 고무제품제조업의 대부분은 타이어 제조 사업장과 그 협력업체였으며, 업종 정보가 확인되지 않았던 392건을 검토하여 타이어 제조 사업장을 추가함으로써 총 60건의 타이어 제조 사업장의 역학조사 결과 파일을 정보화 시범 구축 대상 자료원으로 확보하였다.

○ 역학조사 결과 자료 구축

- 역학조사 정보관리 시스템에서 다운로드한 타이어 제조사업장의 역학조사 기본 정보에서 각 보고서의 구성항목과 내용을 검토하여 역학조사 결과의 단위정보 및 변수 목록을 1차 설정하여 추가하였다.
- 그 결과, <근로자 기본정보> 입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병기간, 발병나이, <근로자 직무력(고용전/고용후)> 근무시기, 근무기간, 부서명, 공정, 직무, 작업내용, 주요 취급물질, 근무형태, <비직업성 발암요인> 흡연력, 음주력 등, <노출평가> 측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기(측정시기), 유해인자, 시료수, 노출수준, 작업환경, 노출평가 근거, <업무관련성 결과> 판정사유를 자료로 구축하였다.
- 1차 구축한 데이터에 대해 작업환경 및 직업건강 전문가 자문회의를 통해 수렴된 의견을 반영하여 역학조사 결과의 단위 정보 및 변수를 2차 설정하여 구축하였다.
- 그 결과로는 <비직업성 발암요인>이었던 흡연력, 음주력을 <근로자

기본정보>에 포함하였고, <근로자 직무력>은 <근로자 직무력(고용전)>과 <근로자 직무력(고용후)>로 구분하여 <근로자 직무력(고용전)>의 경우, 근무시기, 근무기간, 이전 사업장명, 직무내용 및 비고로 변수를 설정하였다.

- 그리고 <노출평가>의 경우 <공기 중 노출평가>와 <벌크시료 노출정보>로 구분하였고, <공기 중 노출평가>에서는 측정시간(TWA, STEL), 작업환경측정자료 출처를 추가하였으며, <벌크시료 노출정보>는 기준시기, 제품명, 구성성분, CAS번호, 함량(%) 등을 변수로 설정하였다.
- 단, K2B에서 확인 가능한 작업환경측정결과의 경우 그 출처를 남겼으며, 향후 K2B와 연계될 수 있도록 시스템 개선이 필요하다.

○ 역학조사 결과 시범분석

- 역학조사 결과 보고서 60건의 데이터 구축 후 근로자 기본정보, 직무력, 노출평가에 대한 시범분석을 실시하였다.
- 입사 후 질병 발병까지의 기간의 경우, 대부분 입사 후 10년 이상이었고, 약 53%가 입사 후 10년~20년 동안 질병이 발생되었다.
- 근로자 직무력의 경우, 타이어 제조 사업장 고용전 직무력을 가지고 있는 경우는 20건이었고, 이 중 많게는 9개 사업장에서 근무한 이력이 확인되었고, 대부분 고용전 1~2개 사업장에서 근무한 것으로 파악되었다.
- 고용후 직무력은 타이어 제조공정 23개 공정이 확인되었고, 1명의 근로자가 여러 공정에서 근무한 이력을 합산하면 전체 92건으로, 이 중 가류가 20건으로 가장 많았고, 성형 14건, 정련 9건, 비드와 압출이 8건, 검사 7건 등의 순이었다.
- 공기 중 노출평가의 경우, 노출평가를 실시한 측정대상 공정은 25개 공정으로 전체 노출평가 건수는 1,366건이었는데, 이는 역학조

사 시 실시한 작업환경측정자료나 공단 K2B시스템에서 확인되지 않는 사업장의 과거 작업환경측정결과, 공단 안전진단 보고서, 기존 역학조사 보고서 발췌, 연구결과 문헌고찰 등의 정량적 노출평가가 실시된 공정을 대상으로 하였다

- 각 역학조사 보고서에서 중복 인용한 노출평가 자료도 중복해서 구축하였기 때문에 측정건수 또한 중복된 상태로, 성형 239건(17.5%), 가류 204건(14.9%), 몰드준비/수리 129건(9.4%), 타이어 트리밍/수리 119건(8.7%), 시멘트실 118건(8.6%), 비드 110건(8.1%), 정련 102건(7.5%) 등의 순으로 노출평가가 실시되었다.
- 공기 중 노출평가 대상 유해인자는 총 109종으로, 분진, 벤젠, 노말헥산, 톨루엔, 고무흄, 노말펜탄, 시클로헥산, 메틸시클로헥산, 크실렌, 헵탄 등의 물질에 대한 노출평가가 다수였다.
- 노출평가 시기가 대부분 1990년대부터 2000년대 중반으로 벤젠은 전공정에서 현재 노출기준(0.5 ppm)에 비해 매우 높은 수준의 측정농도를 보였고, 노말헥산은 성형 공정에서 최대 농도가 노출기준(50 ppm)을 훨씬 초과한 것으로 파악되었다.
- 역학조사 시 작업환경측정결과의 최대 노출수준을 인용하는 경우가 많은 만큼 노출수준의 상당수가 최댓값으로 표현되었고, 측정시간이 확인되지 않은 자료가 많았으므로 노출수준을 해석하는데 한계가 있었다.

3. 조사 활용방안

- 본 조사 결과에서 제안한 역학조사 결과의 정보화 구축을 위해 필요한 입력 변수와 범위를 설정함으로써 향후 역학조사 정보관리 시스템에서 결과 정보를 입력하는 데 활용할 수 있다.
- 향후 데이터 구축을 통하여 질환별 또는 공정/직종별 역학조사 결

과를 역학조사의 근거자료 및 과거 노출수준 추정에 활용할 수 있으며, 역학조사평가위원회의 판례로도 참고할 수 있을 것으로 기대한다.

4. 연락처

- 조사책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 서회경
  - ☎ 052) 703. 0872
  - E-mail class22@kosha.or.kr

목 차

Ⅰ. 서 론 ····· 3

1. 조사배경 및 필요성 ····· 3

2. 조사목적 및 목표 ····· 6

Ⅱ. 조사내용 및 방법 ····· 9

1. 조사체계 ····· 11

2. 조사방법 ····· 12

Ⅲ. 결과 ····· 15

1. 조사대상 선정 및 현황 분석 ····· 174

2. 역학조사 결과 자료 구축 및 변수 설정 ····· 25

3. 역학조사 결과 시범분석 ····· 58

연구제목(Kopub돋움체, 9pt) 상단의 바탕쪽 아이콘을 클릭하여 수정가능

Ⅳ. 결론 및 제언 ····· 70

1. 역학조사 결과의 변수 및 입력 범위 설정 ····· 72

2. 추후 역학조사 정보관리 시스템 개선 방안 ····· 76

참고문헌 ····· 78

표

<표 Ⅰ-1> 역학조사 정보관리 시스템 세부항목 ····· 5

<표 Ⅲ-1> 업종별 역학조사 건수 및 업무관련성 인정 비율 ····· 18
<표 Ⅲ-2> 타이어 제조 사업장의 질병 현황 ····· 21
<표 Ⅲ-3> 질병별 업무관련성 인정 비율 ····· 23
<표 Ⅲ-4> 성별 및 발병나이대 현황 ····· 24
<표 Ⅲ-5> 역학조사 결과 보고서 구성항목 및 내용 ····· 25
<표 Ⅲ-6> 역학조사 결과의 단위정보 및 변수 목록(1차) ····· 26
<표 Ⅲ-7> 역학조사 결과의 단위정보 및 변수 목록(2차) ····· 30
<표 Ⅲ-8> 역학조사 개요(예시) ····· 33
<표 Ⅲ-9> 사업장 정보(예시) ····· 34
<표 Ⅲ-10> 근로자 기본정보(예시) ····· 36
<표 Ⅲ-11> 고용후 직무력 입력형태(예시) ····· 37
<표 Ⅲ-12> 고용전 직무력 입력형태(예시) ····· 38
<표 Ⅲ-13> 공기 중 노출평가 입력형태(예시) ····· 40
<표 Ⅲ-14> 벌크시료 노출정보 입력형태(예시) ····· 45
<표 Ⅲ-15> 업무관련성 높음(25건)의 판정사유 ····· 49
<표 Ⅲ-16> 업무관련성 낮음(32건) 및 판정불가(3건)의 판정사유 52
<표 Ⅲ-17> 타이어 제조 공정의 표준공정(SPC) 적용 ····· 57
<표 Ⅲ-18> 입사 후 발병까지의 기간 ····· 58
<표 Ⅲ-19> 근로자 직무력(고용후)의 근무공정 현황 ····· 59

연구제목(Kopub돋움체, 9pt) 상단의 바탕쪽 아이콘을 클릭하여 수정가능

<표 Ⅲ-20> 공정별 노출평가 측정건수 ····· 60
<표 Ⅲ-21> 유해인자별 노출평가 측정건수 ····· 61
<표 Ⅲ-22> 분진, 벤젠, 노말헥산의 공정별 노출평가 ····· 62
<표 Ⅲ-23> 톨루엔, 고무흄의 공정별 노출평가 ····· 63
<표 Ⅲ-24> 가류 및 성형 공정의 유해인자별 노출수준 ····· 64
<표 Ⅲ-25> 취급 제품별 구성성분 ····· 65
<표 Ⅲ-26> 업무관련성 높음 사례의 병명, 입사시기, 질병확진년도, 공정, 유해인자 정보 ····· 67

<표 Ⅳ-1> 역학조사 결과의 필수정보 입력 변수 ····· 72
<표 Ⅳ-2> 근로자 직무력(고용전) 요약표 ····· 75
<표 Ⅳ-3> 근로자 직무력(고용후) 요약표 ····· 75

그림목

[그림 Ⅰ-1] 역학조사 정보관리 시스템 현황 ····· 4
[그림 Ⅰ-2] 역학조사 정보관리 시스템(결과 파일) ····· 6

[그림 Ⅱ-1] 조사체계 ····· 11

[그림 Ⅲ-1] 시기별 역학조사 실시현황 ····· 20
[그림 Ⅲ-2] 역학조사 일괄검색 화면 ····· 31
[그림 Ⅲ-3] 사업장 정보조회 화면 ····· 35

[그림 Ⅳ-1] 역학조사 정보관리 시스템 직종검색 ····· 76

Ⅰ. 서 론

Ⅰ. 서 론

1. 조사배경 및 필요성

안전보건공단은 직업성 질환의 진단 및 예방, 발생 원인의 규명을 위하여 역학조사를 수행하고 있다. 유해요인별 역학조사의 시작은 1992년부터 실시한 생물학적 모니터링이며, 1999년 산업안전보건법이 개정되면서 근로자의 질병과 유해요인과의 상관관계를 조사할 수 있는 역학조사 수행의 법적 근거가 마련되었다.

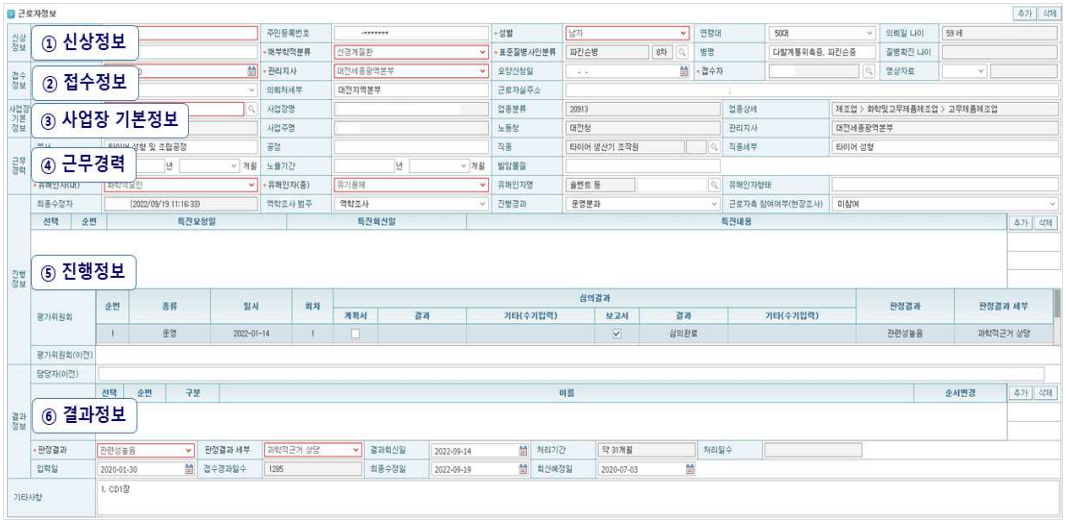
개별 근로자를 대상으로 실시하는 직업성 질환 역학조사는 직업관련 노출 유해인자의 노출평가를 통해 유해인자와 질병과의 상관관계를 조사하게 되며, 특히 직업성 암과 같이 노출 후 긴 잠복기를 갖는 만성질환의 경우 직무력에 따른 시기별 노출수준 파악과 과거 노출추정 등을 통해 업무관련성 조사가 이루어지게 된다.

역학조사 과정에서 취득되는 사업장 정보와 근로자의 직무별 작업내용, 취급 화학물질, 작업환경측정결과, 과거 노출평가 등의 조사 자료에는 업종, 공정, 직종, 노출 유해인자와 노출수준 등의 정보가 포함되어 있어 직업적 노출 감시체계로 활용 가능한 유용한 자료원이 될 수 있다.

하지만 지난 1992년 이후 현재까지 공단 전산망에 구축되어 있는 역학조사의 정보관리 수준은 역학조사 의뢰 단계에서 파악된 매우 제한적인 내용에 머물고 있으며, 역학조사 결과에 해당하는 보고서는 파일 형태로 시스템에 업로드 된 상태다. 하지만 이 보고서 파일조차 누락되거나 파일이 손상되어 열람할 수 없는 경우도 종종 확인되고 있다. 역학조사를 의뢰받은 후 접수 시 역학조사 정보관리 시스템에 담당자가 수작업으로 기

본적인 사업장 정보와 근로자 성별, 나이, 질병명, 자문의뢰서 또는 재해경위서에서 제시한 노출 유해인자 등의 내용을 입력하게 되며, 역학조사가 끝난 후에는 판정결과 입력과 보고서 업로드로 마무리하게 된다. 그렇기 때문에 근로자의 질병과 관련한 명확한 유해인자와 노출수준 등 노출평가 내용은 시스템에서 바로 파악할 수 없으며, 업로드 된 보고서 파일을 다운로드 해서 확인할 수밖에 없는 실정이다.

현재 공단 전산망의 역학조사 정보관리 시스템은 근로자 신상정보, 접수정보, 사업장 기본정보, 근무경력, 진행정보, 결과정보 및 기타사항으로 구성되어 있으며[그림 Ⅰ-1], 각 구성별 세부항목은 <표 Ⅰ-1>과 같다.



[그림 Ⅰ-1] 역학조사 정보관리 시스템 현황

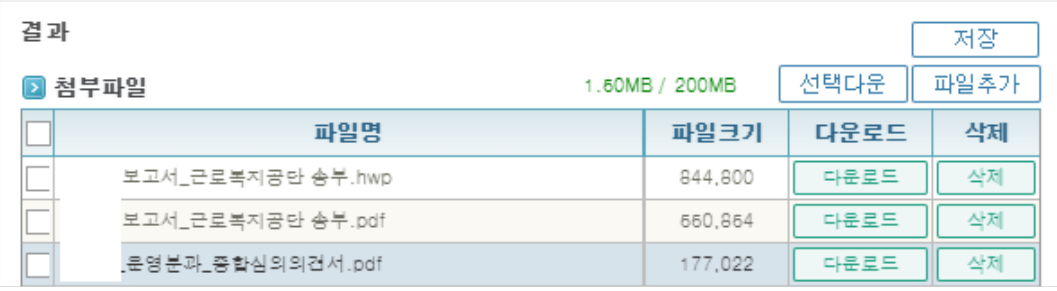
<표 Ⅰ-1> 역학조사 정보관리 시스템 세부항목

구분	세부항목
신상정보	근로자명, 주민등록번호, 성별, 연령대, 의뢰일 나이, 연락처, 병명, **질병확진 나이**
접수정보	의뢰일, 의뢰처, 접수자, 근로자주소
사업장 기본정보	사업장관리번호, 사업자등록번호, 사업장명, 업종분류 코드, 업종상세, 노동청, 관리지사
근무경력	**부서, 공정, 직종, 직종세부, 근무기간, 노출기간**, **발암물질, 유해인자**
진행정보	평가위원회 종류, 일자, 회차, 심의결과, 판정결과, 판정결과 세부
결과정보	담당자, 판정결과, 결과회신일, 처리기간

역학조사 정보관리 시스템의 세부항목으로 제시된 변수라 하더라도 실제 입력은 제한적이다. 질병확진 나이의 경우 거의 입력되지 않고 있는 변수이며, 부서, 공정, 직종, 근무기간, 노출기간, 발암물질의 경우 비워져 있거나 부정확한 상태로 입력되는 경우가 다수다. 유해인자의 경우 유해물질이 특정되지 않고 분진, 유기용제, 솔벤트 등 광범위한 범주의 물질로 제시되거나 아예 비워져 있는 경우가 많아 노출 유해인자를 명확히 파악하기 힘든 상태다. 대부분의 정보가 수기 입력되는 것과 달리 사업장 기본정보의 경우, 해당 사업장의 사업장관리번호/사업자등록번호, 사업장명 등을 조회하여 업종상세, 사업주명, 노동청, 관리지사 등의 정보가 자동으로 검색되어 입력되는 형태다.

역학조사 결과정보는 미결정, 관련성 높음/낮음, 판정불가(쟁점), 있음 등의 판정결과와 결과회신일을 입력하며, 판정사유 역시 역학조사 보고서 파일을 다운로드 받아 내용을 확인해야만 파악 가능하다[그림 Ⅰ-2]. 사실상 지금까지의 역학조사 정보관리 DB는 근로자명, 사업장명, 병명, 역학조사 처리기간, 담당자, 판정결과 등 역학조사 행정 처리에 필요한

최소한의 정보만을 담고 있는 수준이라 할 수 있다.



[그림 Ⅰ-2] 역학조사 정보관리 시스템(결과 파일)

그간 대내외적으로 역학조사 정보의 공유와 체계적 관리가 지속적으로 요구되어 왔으며, 내부적으로 역학조사 결과 반영을 위한 시스템 정비도 시도하였으나 실제 반영은 못하고 있는 상황이다. 현재도 새로운 역학조사 데이터들은 계속 쌓여가고 있어 정보의 DB화는 시급하며, 유의미한 정보를 어떠한 형태로 추출하고 활용할 것인지 고민할 시기라 판단된다. 이에 따라 지난 30년간 축적된 역학조사 정보를 토대로 업종/직종별 또는 사업장별 직업성 질환의 직무, 유해인자, 노출기간, 노출수준 등 노출평가 자료를 활용할 수 있도록 역학조사 정보의 구조화가 필요하다.

2. 조사목적 및 목표

본 조사의 목적은 근로자 질환에 대한 개별 역학조사를 기반으로 정보화 시범설계 대상 질병 발생 고위험군을 선정하고, 조사 대상 역학조사 결과 파일의 내용을 분석하여 공정, 직무, 노출 유해인자, 노출기간, 노출수준 등 자료 구축 대상 변수의 정의 및 변수별 입력대상 범위를 설정하여 데이터화 하고자 한다.

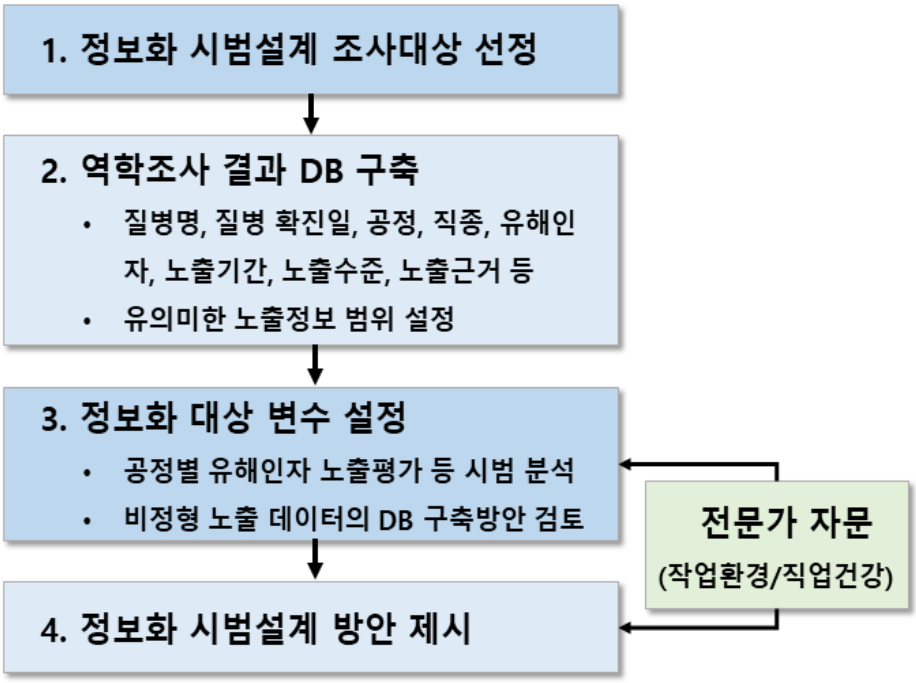
따라서 본 조사의 최종 목표는 역학조사의 근거자료 및 직업적 노출 감시체계에 활용할 수 있도록 비정형 노출평가 데이터의 정보화 구축을 위한 시범설계 방안을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 조사내용 및 방법

Ⅱ. 조사내용 및 방법

1. 조사체계

본 조사는 [그림 Ⅱ-1]과 같이 [1.]정보화 시범설계 조사대상을 선정하고, [2.]역학조사 결과를 입력하여 DB를 구축, [3.]구축된 DB의 분석을 통해 정보화 대상 변수를 설정하여 [4.]역학조사 정보화 시범설계 방안을 제시하고자 한다.



[그림 Ⅱ-1] 조사체계

2. 조사방법

1) 시범 구축 대상 고위험군 선정

공단 전산망의 역학조사 정보관리 시스템에서 1992년~2022년까지 회신 완료된 개별 역학조사를 대상으로 업종 정보와 판정결과 상의 업무관련성 여부 등을 분석하여 질환 발생 고위험군을 정의하였다. 시범설계 단계에서 정보화 구축 용이성 등을 고려하여 비교적 공정 특성이 명확하고 간결한 업종을 조사대상으로 선정하였다.

2) 자료 수집 및 데이터화

현재 역학조사 정보관리 시스템에서 제공하는 조사대상의 DB 현황을 파악하고, 개별 역학조사 보고서 파일을 확보하여 기본 정보를 탐색하였다. 우선 역학조사 DB와 결과 보고서의 내용 중 판정결과, 병명 등의 내용이 일치하지 않을 시 결과 보고서의 내용으로 수정하여 데이터화 시킬 자료의 기본 정보를 담았다.

역학조사 결과 보고서의 구성 항목을 기준으로 근로자 기본정보, 근로자 직무력, 공기 중 노출평가, 판정결과 등의 단위정보에 대한 세부 변수별로 내용을 입력하여 데이터화 하였다.

3) 전문가 자문회의 개최

정보화 시범 구축을 위해 필요한 변수 정보와 입력 범위 등을 설정하기 위하여 작업환경 및 직업건강 분야 전문가 자문회의를 개최하여 그 결과를 데이터셋 구축에 반영하였다.

4) 데이터 시범분석

역학조사 정보를 데이터화시킨 후 타이어 제조업종의 주요 공정별 유해인자의 노출수준 등 단위정보의 시범분석을 통하여 유의미한 변수를 탐색하는데 활용하고자 하였다.

Ⅲ. 결과

Ⅲ. 결과

1. 조사대상 선정 및 현황 분석

1) 역학조사 정보관리 DB현황 분석

현재 공단 전산망에 구축된 역학조사 정보관리 시스템에서 1992~2022년 역학조사가 완료된(회신 완료일 기준) 전체 건수는 2,432건으로, 역학조사 내용 확인이 불가한 판정결과 미결정 또는 반려 건을 제외하면 2,262건이었다. 2,262건을 업종별로 분류했을 때 업종 정보가 확인되지 않은 392건을 제외하면 최종 1,870건의 역학조사가 파악되었다.

업종 정보가 확인된 1,870건을 대상으로 산재업종분류(소) 기준으로 업종별 분포를 확인하여 가장 많은 수의 상위 10개 업종을 파악하고, 해당 업종별 업무관련성 판정결과를 확인하였다<표 Ⅲ-1>.

<표 Ⅲ-1> 업종별 역학조사 건수 및 업무관련성 인정 비율

상위 10개 업종	건수(%)	업무관련성 높음(있음)
건축건설공사	173건 (9.3%)	41.0%
기타건설공사	125건 (6.7%)	42.4%
전자관또는반도체소자제조업	113건 (6.0%)	13.3%
자동차제조업	110건 (5.9%)	41.8%
자동차부분품제조업	56건 (3.0%)	42.9%
고무제품제조업	55건 (2.9%)	43.6%
그 외 기타기술서비스업	52건 (2.8%)	48.1%
강선건조또는수리업	51건 (2.7%)	35.3%
각급사무소	44건 (2.4%)	47.7%
자동차 및 모터사이클 수리업	44건 (2.4%)	59.1%

확인된 업종은 전체 162개로, 역학조사 건수가 가장 많은 업종으로는 건축건설공사 173건, 기타건설공사 125건, 전자관또는반도체소자제조업 113건, 자동차제조업 110건, 자동차부분품제조업 56건, 고무제품제조업 55건, 그외기타기술서비스업 52건, 강선건조또는수리업 51건, 각급사무소와 자동차 및 모터사이클수리업 44건 등의 순이었다.

역학조사 결과의 판정결과는 관련성 낮음, 관련성 높음, 있음, 판정불가(쟁점)로 구분되고 있는데, 역학조사 실시 건수 대비 관련성 높음과 있음을 합산하여 업무관련성 인정 비율을 산출하였다. 역학조사 건수 상위 10개 업종에 대한 업무관련성 인정 비율은 자동차 및 모터사이클수리업이 59.1%로 가장 높았고, 그 외 기타기술서비스업 48.1%, 각급사무소 47.7%, 고무제품제조업 43.6%, 자동차부분품제조업 42.9%, 자동차제조업 41.8% 등의 순으로 확인되었다.

2) 조사대상 업종(산업) 선정

역학조사 결과의 정보화 시범 구축 대상을 선정하기 위하여 역학조사를 가장 많이 수행한 업종 중 업무관련성 인정 비율이 높은 업종을 직업성 질환 고위험군으로 간주하고, 시범 구축의 용이성을 고려하였을 때 비교적 공정 구분이 명확한 업종을 기준으로 검토하였다.

공정을 특정하기 어려운 건설업을 제외하고 역학조사 수행 빈도가 높았던 전자관또는반도체소자제조업, 자동차제조업, 자동차부분품제조업, 고무제품제조업 중 업무관련성 인정 비율이 가장 높았던 고무제품제조업을 고위험군으로 파악하였다.

또한 본 조사의 계획서 심의 의견 중 반도체, 타이어 제조업에 대한 정보화 구축 필요성이 제기된 바 있었던 점을 고려하여 고무제품제조업 중 정형화된 공정을 가지고 있는 타이어 제조 사업장을 정보화 시범설계 대상으로 최종 선정하게 되었다.

3) 타이어 제조 사업장 DB현황 분석

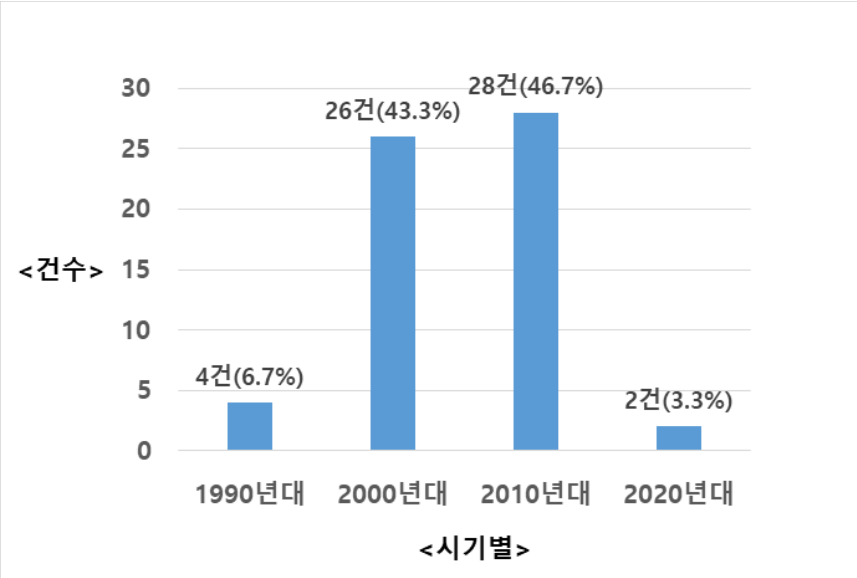
역학조사 정보관리 DB에서 확인된 고무제품제조업(55건) 전체를 대상으로 역학조사 결과 파일을 검토하였다. 고무제품제조업으로 오분류되었거나 작업환경평가 내용 확인이 불가능한 경우, 역학조사 결과 파일 자체가 없는 경우, 고무나 패킹, 신발 제조 사업장 등을 제외하면 33건의 타이어 제조 사업장(협력사 포함)이 확인되었다.

그리고 업종 정보가 확인되지 않았던 392건을 검토하여 역학조사 결과 파일이 존재하는 27건의 타이어 제조 사업장을 추가 확인함으로써 총 60건의 타이어 제조 사업장의 역학조사 결과를 확보할 수 있었다.

이를 대상으로 현재 구축된 역학조사 DB에서 확인 가능한 역학조사 수행 시기, 사업장 및 질병 현황, 업무관련성 판정결과 등에 대해 검토하였

다.

우선 타이어 제조 사업장의 역학조사 수행 시기를 의뢰일 기준으로 살펴보면 대부분 2000년대~2010년대 조사되었고[그림 Ⅲ-1], 단일 연도로는 2009년에 가장 많은 10건의 역학조사가 진행된 바 있었다. 이는 2006년~2007년 모 타이어 제조 사업장에서 심장질환, 폐암, 식도암 등 총 13명의 질병 사망사례가 발생한 것이 영향을 미쳤던 것으로 파악된다.



[그림 Ⅲ-1] 시기별 역학조사 실시현황

역학조사가 수행된 60건의 사업장 현황을 살펴보면, 8개의 타이어 제조 사업장이 확인되나, 역학조사 결과 보고서를 확인하면 국내 대규모 타이어 제조 사업장 2개사와 이들 협력업체가 전체 55건으로 대부분을 차지하고 있었고, 소규모 타이어 제조 사업장 2개사에서 나머지 5건이 진행되었다. 과거 대규모 타이어 제조사에서 진행했던 중고타이어 재생작업이 해당 부서 폐쇄로 소규모 타이어 제조사로 이전되면서 이전된 사업장

으로 신청된 역학조사의 경우에도 과거 대규모 사업장 소속으로 재분류하였다.

타이어 제조 사업장 역학조사의 질병별 현황은 <표 Ⅲ-2>와 같다. 암 질환과 암 이외 질환이 각각 30건으로, 암 질환 중 폐암 등의 호흡기계암이 11건(18.3%)으로 가장 많았고, 급성골수성백혈병, 비호지킨림프종 등 림프조혈기계암이 10건(16.7%), 기타암 5건, 소화기계암 4건 순이었다. 암 이외 질환에서는 파킨슨병 등 신경계질환이 7건(11.7%)으로 가장 많았고, 골수이형성증후군 등의 조혈계질환과 호흡기계질환인 천식이 각각 5건(10.1%), 뇌심현관질환 4건 등의 순으로 나타났다.

질병 현황 파악 시 역학조사 결과 보고서를 확인하여 해부학적 분류가 잘못되었거나 역학조사 대상 질병이 바뀐 경우 보고서의 질병명으로 수정하였다. 역학조사 접수 단계에서 입력된 질병명으로 DB에서 관리되고 있어 이러한 수정사항이 제대로 반영되지 못하고 있었다.

<표 Ⅲ-2> 타이어 제조 사업장의 질병 현황

병명			건수(%)	
암 질환	기타암	갑상선암	1	5 (8.3%)
		고악성 활막 육종암	1	
		뇌종양	1	
		방광암	1	
		하지의 악성신생물,신경섬유종증등	1	
	림프조혈 기계암	급성골수성백혈병	4	10 (16.7%)
		급성림프구성백혈병	1	
		다발성골수종	1	
		만성골수성백혈병	1	
		비호지킨림프종	3	
	소화 기계암	간내 담관암종	1	4 (6.7%)
		식도암	1	
		직장의 악성신생물	1	

		담관암	1	
	호흡 기계암	기관의 악성신생물	1	11 (18.3%)
		비인두암	1	
		폐암	8	
		폐암, 만성폐쇄성폐질환	1	
	소계		30 (50%)	
암 외 질환	기타 질환	만성 신장질환	1	3 (5.0%)
		일차성 부갑상선기능항진증	1	
		자살	1	
	뇌심혈관 질환	급성심장사	1	4 (6.7%)
		십이지장궤양, 역류성 식도염, 불안정성 협심증	1	
		협심증, 천식	1	
		협심증, 고혈압, 말초신경염	1	
	면역계질환	다까야수질환	1	1 (1.7%)
	비뇨생식계 질환	급성 신부전, 만성신장질환	1	2 (3.3%)
		말기신부전, 고혈압	1	
	소화기계질환 (암제외)	독성간질환, 폐렴 및 흉수	1	1 (1.7%)
	신경계 질환	근위축성측삭경화증	1	7 (11.7%)
		뇌질환	1	
		다발계통위축증, 파킨슨증	1	
		말초신경염	1	
		상세불명의 다발성신경병증	1	
		조기발병 알츠하이머병	1	
		파킨슨병	1	
	조혈계질환 (암제외)	골수이형성증후군	3	5 (8.3%)
		재생불량성빈혈	1	
		혈구포식 림프조직구증	1	
	피부질환	리일흑피증	1	1 (1.7%)
	호흡기계 질환(암제외)	천식	5	5 (8.3%)
	근골격계 질환	수근관증후군	1	1 (1.7%)
	소계		30 (50%)	

역학조사 결과에서 판정결과, 관련성 높음 25건, 관련성 낮음 32건, 판정불가(쟁점) 3건으로, 관련성 높음으로 완료된 25건의 질병별 현황은 <표 Ⅲ-3>과 같다. 골수이형성증후군 등 조혈계질환 역학조사 5건은 모두 업무관련성 높음으로 회신되었고, 급성골수성백혈병 등 림프조혈기계암의 경우 10건 중 7건이 업무관련성 높음으로 회신되어 타이어 제조사업장에서 혈액암이나 조혈계질환의 업무관련성 인정 비율이 높은 것으로 파악되었다. 이에 반해 단일 질병으로 가장 많은 역학조사가 수행되었던 폐암의 경우 9건 중 2건만 업무관련성이 높은 것으로 회신되었다.

<표 Ⅲ-3> 질병별 업무관련성 인정 비율

병명		관련성 높음(건수)	
기타암	방광암	1	1
림프조혈기계암	급성골수성백혈병	3	7
	급성림프구성백혈병	1	
	다발성골수종	1	
	비호지킨림프종	2	
비뇨생식계질환	급성 신부전, 만성신장질환	1	2
	말기신부전, 고혈압	1	
신경계질환	다발계통위축증, 파킨슨증	1	2
	말초신경염	1	
조혈계질환(암제외)	골수이형성증후군	3	5
	재생불량성빈혈	1	
	혈구포식 림프조직구증	1	
피부질환	리일흑피증	1	1
호흡기계암	기관의 악성신생물	1	3
	폐암	2	
호흡기계질환(암제외)	천식	3	3
근골격계질환	수근관증후군	1	1
합계		25	

타이어 제조 사업장 역학조사 대상 근로자의 성별 및 발병나이대는 <표 Ⅲ-4>와 같다. 역학조사의 대부분(56건, 93.3%)이 남성 근로자를 대상으로 실시되었고, 발병나이대는 50대가 25명(41.7%)으로 가장 많았으며, 40대 20명(33.3%), 60대 9명(15.0%), 30대 6명(10.0%)으로 확인되었다.

<표 Ⅲ-4> 성별 및 발병나이대 현황

발병나이대	성별	인원수	
30대	남자	6명	6명 (10.0%)
40대	남자	19명	20명 (33.3%)
	여자	1명	
50대	남자	23명	25명 (41.7%)
	여자	2명	
60대	남자	8명	9명 (15.0%)
	여자	1명	

2. 역학조사 결과 자료 구축 및 변수 설정

1) 역학조사 결과의 데이터화

(1) 역학조사 결과 1차 자료 구축

역학조사 정보관리 시스템에서 다운로드한 타이어 제조사업장의 역학조사 기본 정보와 함께 역학조사 결과 보고서 파일 60건을 검토하였다. 역학조사 보고서는 크게 조사개요, 문헌고찰, 근로자 직무력, 작업환경평가, 의학적 소견, 업무관련성평가, 업무관련성에 대한 조사팀의 의견, 역학조사평가위원회 심의결과 항목으로 구성되어 있으며, 보고서 작성 시 조금 상이할 수 있으나 대부분 포함하고 있는 내용은 다음과 같다.

<표 Ⅲ-5> 역학조사 결과 보고서 구성항목 및 내용

구성항목	내용
조사개요	의뢰 경과, 조사 일정, 조사팀
문헌고찰	질병 및 노출 유해인자에 대한 문헌고찰 주요 내용
근로자 직무력	근로자의 근무 전/후 직무력
작업환경평가	사업장 개요, 근로자 작업공정 및 직무, 화학물질 취급 현황, 과거 작업환경측정결과, 공학적 대책 및 보호구, 작업환경에 대한 노출평가
의학적 소견	질병경과, 개인력 및 질병력
업무관련성평가	질병과 위해요인의 역학적 근거 등에 따른 업무관련성 평가
업무관련성에 대한 조사팀의 의견	업무관련성 판단 근거에 따른 결론
역학조사평가위원회 심의결과	역학조사평가위원회의 판정사유 및 판정결과 등 주요 심의의견

역학조사 보고서의 구성항목 및 내용에 따라 입력할 단위정보를 크게 <근로자 기본정보>, <근로자 직무력(고용전/고용후)>, <노출평가>, <업무관련성 결과>로 나누어 각 변수들을 다음과 같이 1차 설정하여 자료를 구축하였다.

<표 Ⅲ-6> 역학조사 결과의 단위정보 및 변수 목록(1차)

단위정보	변수	
	기존	추가
근로자 기본정보	출생연도, 성별, 발병나이대	입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병기간, 발병나이
근로자 직무력 (고용전/고용후)	-	근무시기, 근무기간, 부서명, 공정, 직무, 작업내용, 주요 취급물질, 근무형태
비직업성 발암요인	-	흡연력, 음주력 등
노출평가	-	측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기(측정시기), 유해인자, 시료수, 노출수준(최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균, 측정치, 누적노출량, 시료채취(개인, 지역), 노출기준, 단위, 평가), 작업환경, 노출평가 근거
업무관련성 결과	판정결과	판정사유

<근로자 기본정보>에서는 기존 역학조사 정보관리 DB(출생연도, 성별, 발병나이대)에서 입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병기간, 발병나이를 추가하였다. 입사년도는 명확하게 파악 가능하였으나 퇴사년도는 확인이 되지 않는 경우가 많았으며, 이 경우 퇴사년도는 질병확진년도로 대체하였다. 사업장명이 여러 개인 경우(사업장명만 변경)라도 동일 공정에서 동일 작업을 수행하였다면 처음 사업장에 입사한 년도를 기준으로 입사년도를 입력하였다. 병명이 여러 개인 경우의 질병확진년

도는 최초 진단받은 병명을 기준으로 확진년도를 기재하였다.

<근로자 직무력>은 [고용전 직무력]과 [고용후 직무력]으로 나누어 내용을 정리하였다. [고용전 직무력]의 경우 근로자가 근무하였던 과거 사업장을 모두 기재하고 사업장별 근무시기, 근무기간, 작업내용을 입력하였다.

[고용후 직무력]은 근무시기, 근무기간, 부서명, 공정, 직무, 작업내용, 근무형태(주간/교대)로 구성하고, 공정이 여러 개인 경우 공정별로 행을 추가하여 내용을 입력하였고, 동일 공정이라 하더라도 직무상 유해인자 노출에서 확연히 차이가 나는 경우에도 직무별로 행을 추가하였다. 사업장명만 변경되어 동일 공정에서 동일 작업을 수행하였다면 공정을 기준으로 행을 추가하지 않고 내용을 입력하였다.

<비직업성 발암요인>에서는 근로자의 흡연력, 음주력 등의 내용을 별도 기재하였다.

<노출평가>의 경우 측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기(측정시기), 유해인자, 시료수, 노출수준, 작업환경, 노출평가 근거, 작업환경을 변수로 입력하였고, 노출수준은 보고서마다 다양한 형태로 표현되고 있어 최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균(산술평균인지 기하평균인지 알 수 없이 평균으로 기술된 경우), 측정치(단일농도 값으로 기술된 경우), 누적노출량으로 구분하였다.

<업무관련성 결과>는 기존에 제시된 판정결과와 함께 역학조사평가위원회 심의결과의 주요 내용을 판정사유로 추가 입력하였다.

(2) 전문가 자문회의를 통한 의견 수렴

실제 보고서 내용을 토대로 변수들을 입력하는 과정에서 내용의 범위나 표현 방식이 보고서마다 상이하고 복잡하며, 정보가 불명확한 부분도

있어 동일한 체계로 자료를 구축하는 데 많은 어려움이 있었다. 특히 근로자 고용전/고용후 직무력과 유해인자별 노출수준의 입력범위와 입력체계, 비직업성 발암요인 입력 필요성과 취급물질의 입력여부 등에 대한 검토가 필요하여 전문가(작업환경/직업건강) 자문회의를 개최하였다. 자문회의에서 제시된 주요 의견은 다음과 같다.

- 역학조사 정보화 구축 목적을 분명히 하여 꼭 필요한 정보를 담을 수 있도록 방향이 설정되어야 함
- 현재 역학조사 보고서 페이지 수가 과거에 비해 너무 많아 간소화할 필요가 있으며, 추후 직업환경연구원과 보고서 양식을 맞추는 것도 검토할 필요 있음
- 역학조사 결과 정보는 과거 노출을 확인할 수 있는 자료일 뿐만 아니라 역학조사평가위원회에서 유사 사례에 대한 판례로 활용될 수 있는 만큼 체계적 자료 구축이 필요함
- 기본적으로 조사된 모든 정량적인 노출 정보를 데이터화 하는 것을 원칙으로 하고, 정성적 자료는 노출 DB로 활용도가 떨어지므로 입력 필요성이 낮음
- 측정치에 대한 TWA, STEL 구분이 필요함
- 취급 화학물질 정보는 공기 중 노출정보 외 고형 시료 중 노출정보로서 중요한 의미를 지니므로 입력하는 것이 타당함
- K2B에서 확인 가능한 작업환경측정결과의 경우 중복되어 입력되므로 입력 간소화를 위해 출처(사업장명), 기간 등을 명시하여 K2B와 연계하여 조회 가능하게끔 시스템 반영이 필요함
- 역학조사 정보의 노출 DB를 완성함으로써 향후 산업, 직업, 물질 등에 따른 통계처리가 가능한 형태로 구축되어져야 함
- 근로자 직무력의 경우, 이전 사업장을 포함한 전체 근무력을 확인할

수 있도록 역학조사 보고서 양식을 표준화할 필요가 있으나, 근무력이 너무 많고 불확실성이 큰 경우 유해인자 노출에 영향을 미치는 이전 근무력만 입력하는 것도 필요함

- 판정사유의 경우 보고서 마지막 심의의견과 일치하는 것이 바람직함
- 현재는 수작업으로 직접 입력할 수밖에 없으나 향후 역학조사 정보의 필수 정보에 대해 자동입력 되는 체계 구축이 필요함
- 질환별 역학연구 문헌리뷰는 문서형태로 별도 관리하여 조사자마다 동일 질환에 대해 일관된 자료를 활용하고, 최신 리뷰를 통해 지속적으로 업데이트 할 수 있도록 함

(3) 역학조사 결과 2차 자료 구축

전문가 자문회의를 통해 수렴된 의견을 반영하여 다음의 단위정보와 변수들로 자료를 재구축하였다.

<표 Ⅲ-7> 역학조사 결과의 단위정보 및 변수 목록(2차)

단위정보			변수
식별번호	근로자 기본정보		입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병기간, 발병나이, **흡연력, 음주력**
	근로자 직무력	고용전	근무시기, 근무기간, 이전 사업장명, 직무내용 및 비고
		고용후	근무시기, 근무기간, 부서명, 공정, 직무, 작업내용, 근무형태
	노출평가	공기 중 노출평가	측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기(측정시기), 유해인자, 시료수, **측정시간(TWA, STEL)**, 노출수준(최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균, 측정치, 누적노출량, 시료채취(개인, 지역), 노출기준, 단위, 평가), 노출평가 근거, **작업환경측정자료 출처**, 비고
		벌크시료 노출정보	**기준시기, 제품명, 구성성분, CAS번호, 함량(%), 비고**
	업무관련성 결과		판정사유

우선 역학조사 개별 건에 대해 고유 식별번호를 key code로 설정하여 각 단위정보를 연계할 수 있도록 하였다.

기존 <비직업성 발암요인> 단위정보를 삭제하고 <근로자 기본정보>에서 흡연력과 음주력을 변수로 추가하였다.

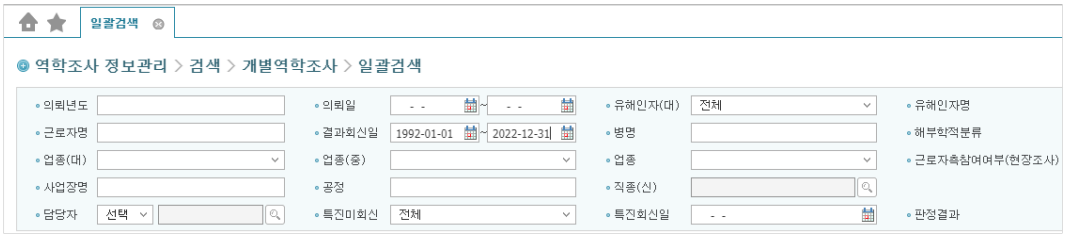
<노출평가>는 [공기 중 노출평가]와 [벌크시료 노출정보]로 나누어 내용을 입력하였다. [공기 중 노출평가]에서는 TWA, STEL을 구분할 수 있는 변수를 추가하고, K2B와 연계 가능한 작업환경측정결과의 경우 확인 가능한 작업환경측정자료의 출처(사업장명, 측정시기)를 명시하였다. [벌크시료 노출정보]는 기준시기, 제품명, 구성성분, CAS번호, 함량(%), 비고로 구성하여 내용을 입력하였다.

2) 역학조사 정보 DB 구축 결과

지금까지의 과정을 거쳐 구축한 역학조사 정보의 최종 데이터 형태는 엑셀 파일에서 ① 역학조사 개요, ② 사업장 정보, ③ 근로자 기본정보, ④-1 근로자 직무력(고용후), ④-2 근로자 직무력(고용전), ⑤-1 노출평가(공기 중 노출평가), ⑤-2 노출평가(벌크시료 노출정보), ⑥ 업무관련성 결과를 시트별로 구분하여 구축하였다.

① 역학조사 개요

기존 역학조사 정보관리 시스템에서 결과회신일 기준(1992~2022년)으로 일괄검색을 하게 되면, 회신일, 의뢰일, 의뢰처, 판정결과, 회사명, 해부학적 분류, 병명, 근로자명, 근로자수, 담당자, 업종분류, 주소, 성별, 나이대를 확인할 수 있는 DB를 엑셀 형태로 다운로드 할 수 있다.



[그림 Ⅲ-2] 역학조사 일괄검색 화면

다운로드한 내용을 역학조사 보고서 파일과 비교하면서 병명이나 판정결과 오류가 있는 경우 보고서 내용으로 수정하였다. 보고서에서 실제 판정결과 관련성 낮음이었으나 관련성 높음으로 잘못 입력된 경우가 1건 발견되었고, 병명의 경우 말초신경염으로 입력되었으나 보고서에서는 수근관증후군으로 업무관련성 평가를 실시한 사례도 확인되었다. 병명이

여러 가지인 경우 보고서 내용을 기준으로 병명을 일부 수정하기도 하였다. 역학조사 개요 형태는 다음과 같으며, 회사명, 근로자명, 담당자, 주소는 블라인드 처리하였고, 나머지 빈칸은 정보를 확인할 수 없는 상태였다. 주민번호(앞자리)도 함께 조회되었으나 해당 내용은 삭제한 상태로 작업하였다.

<표 Ⅲ-8> 역학조사 개요(예시)

식별번호	회신일	의뢰일	의뢰처	의뢰처 상세	관리 지사	전문심의위원회	판정결과	회사명	해부학적 분류	병명	수정병명	근로자명	근로자수	파일유무	담당자
1	2001-03-28	2001-01-08	복지공단	양산	울산지역본부		관련성낮음		호흡기계암	폐암	폐암		222	있음	
2	2008-06-26	2008-01-24	복지공단	대전지본	대전세종광역본부		관련성낮음		호흡기계암	폐암	폐암		86	있음	

식별번호	업종분류(대/중/소)	주소	상세주소	부서	직종	직종세부	유해인자(대)	유해인자(중)	유해인자명	유해인자형태	발암물질	노출기간	처리기간	성별	나이
1	고무제품 제조업			타이어 제조업		타이어공	화학적요인	분진	활석			0년 0개월	2개월	남자	50대
2	고무제품 제조업						화학적요인	기타화학물	PAH, 고무흄			0년 0개월	5개월	남자	50대

② 사업장 정보

역학조사 개요에서 사업장 정보에 해당하는 사업장명, 근로자수, 업종분류(대/중/소), 주소 등의 변수들을 사업장 정보로 별도 구축하였다.

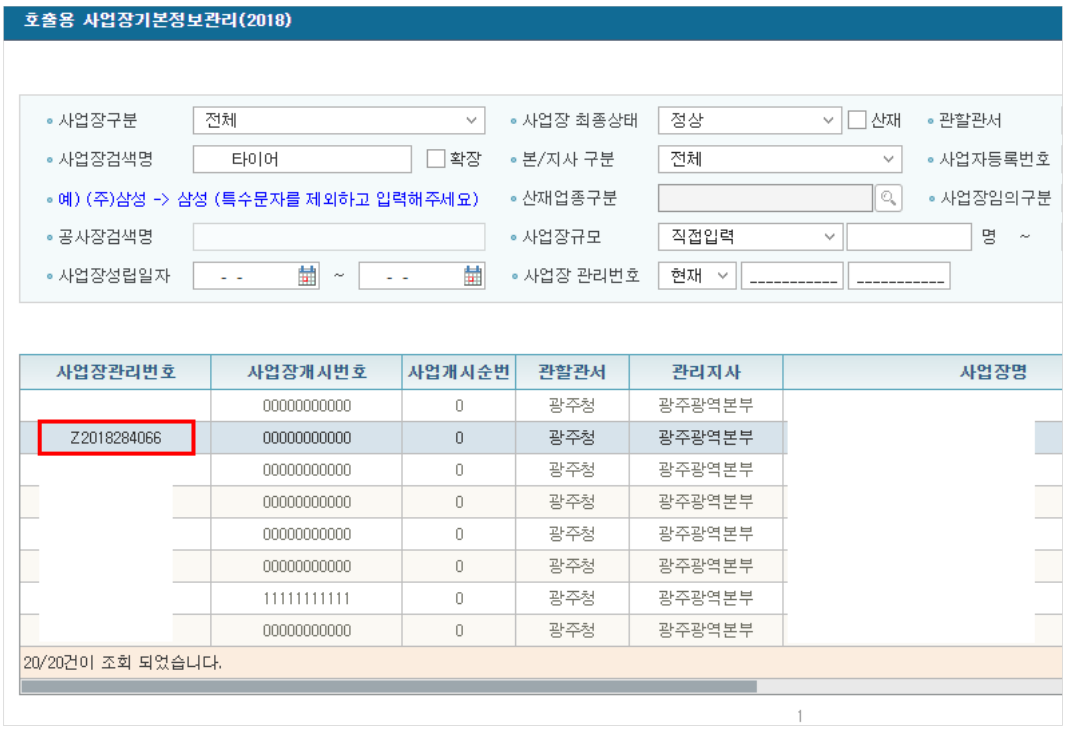
<표 Ⅲ-9> 사업장 정보(예시)

식별번호	사업장명	근로자수	업종분류(대/중/소)	주소	상세주소
1		222	고무제품제조업		
2		86	고무제품제조업		
3		105	고무제품제조업		
4		2420	고무제품제조업		
5		950	고무제품제조업		

사업장 정보에서 업종 정보가 확인되지 않은 27건을 살펴본 결과, 사업장관리번호를 임시 부여 번호로 조회 시 사업장 정보에서 업종 정보나 근로자수 등의 정보가 누락되게 된다는 사실을 파악하였다.

역학조사 접수 단계에서 사업장 정보는 역학조사 정보관리 시스템에서 조회하여 입력하게 되는데, 이때 사업장관리번호를 정확히 입력하여 조회하면 업종 정보와 상시근로자수, 대표자명, 주소 등의 사업장 정보가 조회되고 자동으로 입력된다. 하지만 사업장명으로 조회한 경우, [그림 Ⅲ-3]의 사업장 정보조회 화면에서 보는 형태의 사업장관리번호를 선택하게 되면 해당 사업장명과 대표자명, 주소는 확인 가능하나 업종 정보와 상시근로자수 등의 구체적인 사업장 정보는 누락된 상태로 입력된다. 이는 정상적인 사업장관리번호가 아닌 임시로 부여된 사업장관리번호를 선택했기 때문에 사업장의 제한적인 정보만 조회된 결과다. 이러한 이유로 전체 역학조사 DB에서 392건이 업종 정보가 누락된 상태인 것으로 파악되었다. 따라서 사업장 정보 중 중요한 변수인 업종 정보가 누락되지 않

도록 근로복지공단에서 역학조사 의뢰 시 제공하는 정확한 사업장관리번호를 이용하여 사업장 정보를 입력할 필요가 있겠다.



[그림 Ⅲ-3] 사업장 정보조회 화면

③ 근로자 기본정보

역학조사 개요에서 근로자 기본정보에 해당하는 근로자명, 해부학적 분류, 병명, 수정병명, 성별, 나이대의 변수들을 별도 구축하고, 출생연도, 입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병까지의 기간, 발병나이, 흡연력, 음주력을 추가로 입력하였다. 근로자 기본정보의 입력 형태는 <표 Ⅲ-10>과 같으며, 근로자명은 블라인드 처리하였다.

<표 Ⅲ-10> 근로자 기본정보(예시)

식별번호	근로자명	해부학적분류	병명	수정병명	성별	나이대	출생연도
1		호흡기계암	폐암	폐암	남자	50대	1946
2		호흡기계암	폐암	폐암	남자	50대	1955
3		림프조혈기계암	급성림프구성백혈병	급성림프구성백혈병	여자	50대	1957
4		신경계질환	다발계통위축증, 파킨슨증	다발계통위축증, 파킨슨증	남자	50대	1962
5		피부질환	리일흑피증	리일흑피증	여자	40대	1961

식별번호	입사년도	퇴사년도	질병확진년도	입사 후 발병까지의 기간	발병나이	흡연력	음주력
1	1986	2000	2000	14년	54	20년	-
2	1999	2006	2006	7년	51	30갑년	-
3	1996	2010	2010	14년	53	-	-
4	1986	2018	2018	32년	56	-	-
5	2006	2006	2006	1-3개월	45	-	-

④ 근로자 직무력

근로자 직무력은 기존 역학조사 개요에서 활용할 수 있는 정보가 거의 없었으며 ④-1 근로자 직무력(고용후), ④-2 근로자 직무력(고용전)으로 구분하여 내용을 입력하였다. ④-1 근로자 직무력(고용후)은 공정별 근무시기, 근무기간, 부서명, 공정, 직무, 작업내용, 근무형태로 입력하였는데 부서명은 확인되지 않는 경우가 많았다. ④-2 근로자 직무력(고용전)은 근무시기, 근무기간, 이전 사업장명, 직무내용 및 비고로 내용을 입력하였다. ④-1 근로자 직무력(고용후), ④-2 근로자 직무력(고용전)의 입력 형태는 <표 Ⅲ-11>, <표 Ⅲ-12>와 같다.

<표 Ⅲ-11> 고용후 직무력 입력형태(예시)

식별번호	사업장명	근무시기	근무기간	부서명	공정	직무	작업내용	근무형태
24		2000-2010	10년8개월	○○타이어 ○○공장 협력업체(○○, ○○)	운반	타이어 운반	그린타이어 운반 및 적재, 타이어 버핑(타이어 해체작업 시 솔벤트 취급)	교대 (4조3교대)
24		2011-2013	2년2개월	○○타이어 ○○공장 협력업체(○○○○)	검사	타이어 검사	완제품 타이어 검사, 트리밍 작업	교대 (4조3교대)
24		2013-2016	3년8개월	○○타이어 ○○공장 협력업체	권취	필름 권취	필름 권취	교대 (4조3교대)
28		1997-2011	13년11개월	-	정련	약품평량	약품평량 업무	교대 (4조3교대)
28		2011-2015	4년9개월	-	정련	반바리믹서기 운전	반바리믹서기 운전업무	교대 (4조3교대)
31		1994-1996	2년	-	가류	가류기 운전원	가류공정 설비 운전	교대 (4조3교대)
31		1996-1998	1년4개월	-	생산관리	생산관리	생산관리	교대 (4조3교대)
31		1998-1999	11개월	-	물류팀	물류팀	물류팀	교대 (4조3교대)
31		1999-2019	20년	-	성형	성형기 운전원	고무 반제품 재료 조립하여 성형기에서 반자동으로 타이어 성형	교대 (4조3교대)

<표 Ⅲ-12> 고용전 직무력 입력형태(예시)

식별번호	근무시기	근무기간	이전 사업장명	작업내용
27	1981-1987	5-6년		중간생산물 및 제품 성능, 질 시험업무 수행, 약품을 직접 다루지는 않으나, 약품이 섞여있는 중간생산물을 떠서 평가, 교대근무(2명씩 3교대)가 힘들어 퇴직
27	1987-1989	2년6개월		부산석유 파견근무, 직업 석유 영업, 주유 등의 업무 수행
27	1989-1989	수개월		낚싯대 및 배드민턴 라켓 제조, 생산
27	1990-1992	1-2년		서울 본사의 총무과에서 일하다 광주 금남로 소재의 영업소 소장으로 파견
27	1992-1992	수개월		보험영업
27	1992-1992	수개월		보험영업
27	1993-1997	4-5년		○○자동차 협력업체인 주물공장으로 5종 이상(승용차, 버스, 트럭) 엔진 생산, 탈사작업을 제외한 조형 및 클리닝 업무 수행, 기업 부도로 퇴직
27	1997-1998	수개월		약품을 물에 타서 폐지, 목제 용해시키는 작업, 기업 경영진 비리로 폐업되어 퇴직
27	1998-2000	1-2년		경비 파견 업체로 ○○문화회관에서 근무

⑤ 노출평가

노출평가는 ⑤-1 노출평가(공기 중 노출평가), ⑤-2 노출평가(벌크시료 노출정보)로 구분하여 자료를 구축하였다.

⑤-1 노출평가(공기 중 노출평가)는 측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기, 유해인자 시료수, 측정시간(TWA, STEL), 노출수준(최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균, 측정치, 누적노출량), 시료채취(개인, 지역), 노출평가 근거, 작업환경측정자료로 구분하여 내용을 입력하였다. 역학조사 시 직접 측정한 자료, 타 역학조사보고서 인용자료, 문헌고찰 자료, K2B에서 확인 불가능한 과거 사업장의 작업환경측정결과 등에 대한 정량적인 노출정보는 모두 입력하였고, K2B에서 확인 가능한 노출자료의 경우 입력 간소화를 위해 노출수준은 입력하지 않고 작업환경측정 자료 출처(사업장명, 측정시기)를 기재하였다.

⑤-2 노출평가(벌크시료 노출정보)는 벌크시료 정보의 기준시기, 제품명, 구성성분, CAS번호, 함량(%), 비고(특이사항)로 내용을 입력하였다. 타이어 제조 사업장의 특성 상 대부분의 벌크시료 정보가 과거 솔벤트로 사용했던 한솔의 벤젠 함량과 관련한 자료였다.

⑤-1 노출평가(공기 중 노출평가)와 ⑤-2 노출평가(벌크시료 노출정보)의 입력 형태는 <표 Ⅲ-13>, <표 Ⅲ-14>와 같다.

<표 Ⅲ-13> 공기 중 노출평가 입력형태(예시)

식별번호	측정대상공정	노출기간	노출평가시기	유해인자	시료수	측정시간	최소	최대	산술평균	기하평균	평균	측정치	누적노출량	시료채취	노출평가근거	작업환경측정자료
1	압출	15년	2001	활석분진	1	TWA						3.99		지역	사업장 조사	
1	압출	15년	2001	활석분진	1	TWA						8.56		지역	〃	
1	압출	15년	2001	결정형 유리규산	2	TWA						ND		개인	〃	
1	압출	15년	2001	결정형 유리규산	4	TWA						ND		지역	〃	
1	압출	15년	2000 (상)	활석분진		TWA	1.535	1.831		1.665					○○타이어 작업환경측정결과	
1	압출	15년	1999 (하)	활석분진		TWA	0.424	1.824		0.958					〃	
1	압출	15년	1999 (상)	활석분진		TWA	0.116	2.952		0.858					〃	
1	압출	15년	1998 (하)	활석분진		TWA	3.534	7.366		4.93					〃	
1	압출	15년	1998 (상)	활석분진		TWA	2.905	8.194		5.402					〃	
1	압출	15년	1997 (하)	활석분진		TWA	5.538	7.453		6.425					〃	
1	압출	15년	1997	활석분진		TWA	6.335	6.335		6.335					〃	

식별번호	측정대상공정	노출기간	노출평가시기	유해인자	시료수	측정시간	최소	최대	산술평균	기하평균	평균	측정치	누적노출량	시료채취	노출평가근거	작업환경측정자료
			(상)													
1	압출	15년	1996 (하)	활석분진		TWA	0.379	21.038		2.825					〃	
1	압출	15년	1996 (상)	활석분진		TWA	2.525	16.458		6.446					〃	
2	사상	7년	2007	Cyclopentane	3	TWA	ND	0.002		0.0006				개인	'07년 ○○타이어 역학조사보고서	
2	사상	7년	2007	Heptane isomer	3	TWA	ND	ND		0.0007				개인	〃	
2	사상	7년	2007	n-Hexane	3	TWA	ND	0.001		0.0005				개인	〃	
2	가류	7년	2007	Cyclopentane	9	TWA	ND	ND		0.0003				개인	〃	
2	가류	7년	2007	Heptane isomer	9	TWA	ND	0.008		0.0023				개인	〃	
2	가류	7년	2007	n-Hexane	9	TWA	ND	0.001		0.0004				개인	〃	
2	검사	7년	2004	혼합유기용제		TWA						0.004			`04년 공단 안전보건 진단보고서	
2	검사	7년	2004	n-Hexane		TWA						0.0066			〃	
2	검사	7년	2004	2-Methyl hexane		TWA						0.0697			〃	
2	검사	7년	2004	3-Methyl		TWA						0.0945			〃	

식별번호	측정대상공정	노출기간	노출평가시기	유해인자	시료수	측정시간	최소	최대	산술평균	기하평균	평균	측정치	누적노출량	시료채취	노출평가근거	작업환경측정자
				hexane												
2	검사	7년	2004	Heptane		TWA						0.081			〃	
2	검사	7년	2004	Methylcyclohexane		TWA						0.5466			〃	
2	검사	7년	2004	2-Methyl heptane		TWA						0.0133			〃	
2	검사	7년	2004	3-Methyl heptane		TWA						0.0201			〃	
2	검사	7년	2004	Octane		TWA						0.013			〃	
2	검사	7년	2004	혼합유기용제		TWA						0.001			〃	
2	검사	7년	2004	n-Hexane		TWA						0.0022			〃	
2	검사	7년	2004	2-Methyl hexane		TWA						0.0037			〃	
2	검사	7년	2004	3-Methyl hexane		TWA						0.0252			〃	
2	검사	7년	2004	Heptane		TWA						0.0201			〃	
2	검사	7년	2004	Methylcyclohexane		TWA						0.141			〃	
2	검사	7년	2004	2-Methyl heptane		TWA						0.0034			〃	

식별번호	측정대상공정	노출기간	노출평가시기	유해인자	시료수	측정시간	최소	최대	산술평균	기하평균	평균	측정치	누적노출량	시료채취	노출평가근거	작업환경측정자료
2	검사	7년	2004	3-Methyl heptane		TWA						0.0054			〃	
2	검사	7년	2004	Octane		TWA						0.0034			〃	
2	가류	7년	2003 (상)	분진		TWA		1.19							`07년 ○○타이어 역학조사보고서	
2	가류	7년	2003 (하)	분진		TWA		1.19							〃	
2	가류	7년	2004 (상)	분진		TWA		0.51							〃	
2	가류	7년	2004 (하)	분진		TWA		0.71							〃	
2	가류	7년	2005 (상)	분진		TWA		0.58							〃	
2	가류	7년	2005 (하)	분진		TWA		2.33							〃	
2	가류	7년	2006 (하)	분진		TWA		0.37							〃	
2	가류	7년	2007 (상)	분진		TWA		0.38							〃	
2	사상	7년	2003 (상)	분진		TWA		1.47							〃	
2	사상	7년	2003	분진		TWA		0.41							〃	

식별번호	측정대상공정	노출기간	노출평가시기	유해인자	시료수	측정시간	최소	최대	산술평균	기하평균	평균	측정치	누적노출량	시료채취	노출평가근거	작업환경측정자
			(하)													
2	사상	7년	2004 (상)	분진		TWA		0.42							〃	
2	사상	7년	2004 (하)	분진		TWA		3.54							〃	
2	사상	7년	2005 (상)	분진		TWA		1.98							〃	
2	사상	7년	2005 (하)	분진		TWA		0.68							〃	
2	사상	7년	2006 (하)	분진		TWA		0.66							〃	
2	사상	7년	2007 (상)	분진		TWA		1.58							〃	
2	가류	7년	2007	고무흄	14	TWA	0.212	1.686		0.366				개인	〃	
2	가류	7년	2007	고무흄	4	TWA	0.244	0.593		0.447				지역	〃	
2	버핑	7년	2007	고무흄	2	TWA	0.192	0.235		0.212				개인	〃	
2	검사	7년	2007	고무흄	3	TWA	0.136	0.216		0.161				개인	〃	

<표 Ⅲ-14> 벌크시료 노출정보 입력형태(예시)

식별번호	기준시기	제품명	구성성분	CAS번호	함량(%)	비고
2	2007	한솔(HV-250)	메틸시클로헥산	108-87-2	59.9	
2	2007	한솔(HV-250)	2-메틸헥산	591-76-4	14.1	
2	2007	한솔(HV-250)	3-메틸헥산	589-34-4	8.5	
2	2007	한솔(HV-250)	노말-헵탄	142-82-5	4.2	
2	2007	한솔(HV-250)	2-메틸펜탄	107-83-5	1.5	
2	2007	한솔(HV-250)	3-메틸펜탄	96-14-0	0.5	
2	2007	한솔(HV-250)	시클로헥산	110-82-7	0.7	
2	2007	한솔(HV-250)	노말헥산	110-54-3	0.1	
2	2007	한솔(HV-250)	펜탄	109-66-0	0.1이하	
2	2007	한솔(HV-250)	기타		0.1%미만이거나 노출기준이 제정되어 있지 않은 물질	
3	1996-1999	DN-400	벤젠		0.1-0.4	
3	1996	S-203	벤젠		0.53-0.59	
8	1998	S-203	벤젠		0.332	저장고
8	1998	S-203	톨루엔		1.20	저장고
8	1998	S-203	탄화수소류		98.468	저장고

식별번호	기준시기	제품명	구성성분	CAS번호	함량(%)	비고
8	1998	S-203	벤젠		0.347	성형부 개방용기통
8	1998	S-203	톨루엔		1.18	성형부 개방용기통
8	1998	S-203	탄화수소류		98.473	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	벤젠		0.188	저장고
8	1998	HJ-155	톨루엔		1.025	저장고
8	1998	HJ-155	에틸벤젠		0.574	저장고
8	1998	HJ-155	파라크실렌		0.149	저장고
8	1998	HJ-155	메타크실렌		0.400	저장고
8	1998	HJ-155	올소크실렌		0.227	저장고
8	1998	HJ-155	벤젠		0.180	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	톨루엔		1.035	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	에틸벤젠		0.581	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	파라크실렌		0.156	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	메타크실렌		0.406	성형부 개방용기통
8	1998	HJ-155	올소크실렌		0.232	성형부 개방용기통
8	1998	HD-330	벤젠		0.016	솔벤트(통)
8	1998	HD-330	톨루엔		ND	솔벤트(통)

식별번호	기준시기	제품명	구성성분	CAS번호	함량(%)	비고
8	1998	HD-330	탄화수소류		99.984	솔벤트(통)
8	1998	HD-330	벤젠		0.161	고무풀(솔벤트와 고무를 혼합한 것)
8	1998	HD-330	톨루엔		0.377	고무풀(솔벤트와 고무를 혼합한 것)
8	1998	HD-330	탄화수소류		99.462	고무풀(솔벤트와 고무를 혼합한 것)

⑥ 업무관련성 결과

업무관련성 결과는 판정결과에 따른 판정사유를 추가하였고, 역학조사 보고서의 역학조사평가위원회 심의결과 중 주요 내용을 사유로 입력하였다. 업무관련성 높음(25건)의 판정사유는 <표 Ⅲ-15>와 같으며, 타이어 제조 사업장에서의 직업력이 아닌 이전 사업장에서의 노출 또는 인근 사업장의 배출물질로 인한 환경성 노출이 인정된 사례를 확인할 수 있었다.

고용전 직무력에 의한 노출로 인해 업무관련성이 인정된 사례의 경우, 주물공장에서 결정형 유리규산 노출과 주유소에서 벤젠을 포함한 휘발성 유기화합물 노출이 기여인자로 판단되었다. 이 같은 경우 타이어 제조공정이 아닌 주물공장의 조형공정, 형해체공정 및 주유소의 정량적 노출정보를 ⑤-1 노출평가(공기 중 노출평가)에 입력하게 된다.

그리고 판정사유 중 정량적 노출정보를 기반으로 판단하지 않고, ⑤-2 노출평가(벌크시료 노출정보)를 근거로 벤젠이 함유된 솔벤트를 취급했던 시기를 고려하여 업무관련성이 인정된 사례도 확인할 수 있었다.

그 외 업무관련성 낮음(32건) 및 판정불가(3건)의 판정사유는 <표 Ⅲ-16>과 같다.

<표 Ⅲ-15> 업무관련성 높음(25건)의 판정사유

식별번호	판정결과	판정사유
3	관련성높음	1996-2001년까지 한솔을 이용하여 타이어 세척작업을 하였고, 당시 사용한 한솔에 벤젠이 포함되었던 것으로 확인되므로 업무관련성 높음
4	관련성높음	솔벤트 사용으로 인한 복합 유기용제 지속 노출, 특히 1997년 이전 고농도의 유기용제 노출
5	관련성높음	타이어 제조공정 및 후랩공정에서 노출되는 다양한 화학물질은 피부 자극성과 리일흑피증 발생시킬 수 있으며 피부증상의 발생, 경과, 호전이 작업관의 관련성을 보임
6	관련성높음	인근 작업장인 염료제조공장의 반응성 염료에 의한 환경노출로 인한 천식
8	관련성높음	1973-1986년까지 약 12년간 재생타이어 작업을 하면서 벤젠이 포함된 솔벤트를 사용하였고, 1996년 사업장 성형부 작업환경측정결과에서 벤젠이 1-2ppm 검출되어 고농도의 벤젠에 폭로되었을 가능성 있음
11	관련성높음	2004년부터 빈혈 관찰, 발병시점이 잠복기 10년 정도, 유기용제를 바꾼 1990년대 말, 2000년대 초반까지는 벤젠 노출을 추정할 수 있음
12	관련성높음	1993년부터 2000년대 초까지 벤젠 노출로 판단
16	관련성높음	근로자는 유해요인에 총 10년간 노출되어 질병 발생까지의 잠복기가 10년으로 기존에 알려진 업무관련성에 대한 역학적 양상에 합치한다고 판단하며, 비교적 젊은 나이에 발병하였음
17	관련성높음	성형공정에서 1997년 최고 3.3ppm의 벤젠 노출결과 확인 가능

식별번호	판정결과	판정사유
19	관련성높음	인쇄소 1년, 타이어 성형 2년7개월, 타이어 폐기작업 5개월 작업의 벤젠 누적 노출량은 4.9ppm*years이고, 발암물질 노출 후 백혈병의 발병시기 부합
20	관련성높음	입사 전후 12년간 복합적인 휘발성 탄화수소류에 고농도 노출되었고, 그 이후로도 노출되었을 가능성 있음
27	관련성높음	주물공장에서 5년간의 결정형 유리규산 누적노출량은 0.145mg/㎥(range 0.055-0.465mg/㎥)로 추정되었고, 2년6개월간 주유작업으로 높은 휘발성 유기화합물과 유기납에 노출된 것도 기여인자로 볼 수 있음
29	관련성높음	벤젠 누적노출량은 최대 14.81ppm*years로 추정하며, 과거 작업환경이 취약했다는 점, 수작업 업무가 많았으며 벤젠 취급 작업을 주로 수행했다는 점, 보호구 착용이 미흡했다는 점과 피부를 통한 벤젠의 노출량도 상당하였을 것으로 판단
30	관련성높음	벤젠의 누적노출량은 최대 8.5ppm*years로 추정하며, 과거 작업환경이 취약했다는 점, 수작업 업무가 많았으며 벤젠 취급 작업을 주로 수행했다는 점, 보호구 착용이 미흡했다는 점과 피부를 통한 벤젠의 노출량도 상당하였을 것으로 판단
31	관련성높음	1994년 9월 입사이후 가류기 운전원 2년, 성형기 운전원 20년 가량 근무하였고 벤젠의 누적노출량은 연간 최소 0에서 최대 14.59115ppm*years, 생산관리 27개월 고려하면 최대 22.9739ppm*years로 추정
33	관련성높음	약 6년간 근무한 신발제조 사업장의 선행조사결과를 고려할 때 환기시설은 열악하였고 고무 갑피 및 밑창을 찍어내는 프레스 공정에서 열에 의한 고무흄, 접착제 등에 함유된 화학물질에 지속 노출되었을 것으로 추정

식별번호	판정결과	판정사유
35	관련성높음	고무흄 및 스티렌에 저농도로 노출된 후 17년 정도 천식 증상이 시작되었고, 천식 증상이 작업 도중에 나타나 작업이 끝날 때쯤 심해지고 쉬면 호전되는 등 뚜렷한 작업 관련성을 보임
37	관련성높음	고무흄 및 스티렌에 저농도로 노출된 후 3년 정도 지나 본격적으로 통년성 비염 증상이 발생하였고, 4년 정도 지나 천식 증상이 발생하였으며 최대호기유속이 작업 관련성을 나타냄
40	관련성높음	가류 공정의 고무흄 및 버핑 공정의 흡입성 분진 등 각종 유해물질에 장기간 노출
41	관련성높음	약 20년간 성형공정에 근무하며 취급한 한솔에 포함된 벤젠에 노출되어 발생하였을 가능성 높음
42	관련성높음	노말헥산 등을 포함한 유기용제 노출
48	관련성높음	성형공정에서 검사공정으로 옮기면서 인간공학적 위험이 커졌을 것으로 판단
54	관련성높음	GIP운반원 및 가류공정 생산관리원으로 고무흄에 노출됨
55	관련성높음	고무흄과 복합 유기용제에 노출, 작업 중 원부재료에 벤젠 등 재생불량성 빈혈을 유발하는 화학물질에 상당 노출됨
60	관련성높음	회사 야유회에서 털진드기에 노출되어 쯔쯔가무시에 감염되어 상기 질병이 발병하였을 개연성이 크므로 업무관련성이 높음

<표 Ⅲ-16> 업무관련성 낮음(32건) 및 판정불가(3건)의 판정사유

식별번호	판정결과	판정사유
1	관련성낮음	15년간 압출부서에서 튜브 공기주입부 부착작업에서 활석분진이 허용농도 이상으로 노출되었으나 석면이 함유되어 있지 않았고, 폐암의 가장 흔한 원인인 흡연을 하였으므로 업무관련성 낮음
2	관련성낮음	폐암 등 고형암의 잠복기가 통상 10년 이상인데 근로자의 노출기간은 10년 이하이며, 고무흄, 고무분진, PAH 노출수준은 2007년 평가 시 낮았으므로 업무관련성 낮음
7	관련성낮음	임상적 소견은 폐암이었으나 이를 뒷받침해 줄 수 있는 소견이 확인되지 않았고 다른 방사선과 전문의는 결핵에 의한 결절종을 의심하고 있으며, 폐암을 일으킬 수 있는 발암요인도 뚜렷하지 않음
9	관련성낮음	PAH, 고무흄, 고무분진 노출 가능성 높지 않음
10	관련성낮음	탈크에 석면 비포함, 탈크 자체의 인간 발암성 불확실, PAHs 등 낮은 수준 폭로
13	판정불가(쟁점)	과거 고무흄, PAH 등에 노출되었을 가능성 높으나 폐암으로 추정되는 폐의 종괴는 진단이 명확하지 않음
14	판정불가(쟁점)	고무산업 종사자의 직장암과의 직업적 인과성은 불충분하여 판단불가
15	관련성낮음	고무흄, PAH, 유기용제에 노출되었으나 노출수준 낮음
18	관련성낮음	근로자는 23년간 고무산업에 종사하였으나 급성골수성백혈병과 관계있는 유기용제 등에 노출된 것이 확인되지 않음

식별번호	판정결과	판정사유
21	관련성낮음	의무기록 검토결과 당뇨병성 신증에 의한 만성신부전으로 당뇨병에 의해 발생하는 비직업성 질환이며, 당뇨병성 신증이외 만성적인 탄화수소의 복합노출에 의해 사구체신염이 발생하였거나 신독성 유기용제 노출에 의해 신장손상이 있었을 가능성은 낮음
22	관련성낮음	디클로로메탄이 정련공정 공무부서에서 사용되었으나, 밀/벤버리믹서 운전원이 사용하지 않은 것으로 추정
23	관련성낮음	활막육종의 알려진 원인 없고, 고형암 잠복기에 비해 기간 매우 짧음
24	관련성낮음	유기용제 노출은 근로자의 뇌병증을 일으킬 수준에 미치지 못하며 유기용제 노출로 인해 발생한 신경병증에 의한 임상 소견이라 보기 어려움
25	관련성낮음	솔벤트와 시멘트에 노출될 수 있는 업무는 2000년 이후에 하였고, 1999년 상반기 이후 금호타이어 광주공장의 벤젠 노출 가능성 낮음
26	관련성낮음	약 3년간 외관검사 및 출하검사는 하는 동안 벤젠의 노적노출량은 3ppm*years로 추정되어 낮은 수준이고, 비호지킨림프종 발병 수년 전 신청 질병의 위험인자로 알려진 쇼그렌증후군, 류마티스관절염을 앓았던 것을 확인됨
28	관련성낮음	근로자 과거 직업력 상 전리방사선 노출은 확인되지 않으며, 정련공정에서 노출되는 다양한 화학물질 중 부갑상선 기능 항진증과 관련 있는 것으로 알려진 물질은 보고된 바 없음
32	관련성낮음	타이어 공정의 위험요인으로 알려진 고무흄, PAHs, 솔벤트, 프탈레이트 등에 노출되었을 가능성 있으나 근위축성측상경화증의 원인과 위험요인이 명확히 밝혀지지 않은 상황에서 작업환경과 관련한 인과성을 증명할 객관적인 근거 없음

식별번호	판정결과	판정사유
34	관련성낮음	입사 후 22년이 지난 후 폐암과 급성 합병증(폐동맥 출혈)으로 사망한 근로자는 정련공정 현장에 간헐적으로 노출되었으나 폐암을 발생시킬 정도의 높은 수준에 못 미칠 것으로 추정되며 근로자의 흡연력(20갑년)은 폐암 발생의 위험요인 중 하나임
36	관련성낮음	천식을 유발할 수 있는 고무흄 및 스티렌에 저농도로 노출된 후 12년 정도 지나 천식이 발생하였지만, 꽃가루에 양성 반응을 보이면서 봄에 천식이 발생하고 증상 및 최대호기유속이 작업 관련성을 나타내지 않아 알레르기성 천식으로 판단함
38	관련성낮음	고무흄 및 고무분진에 고농도로 노출되는 한편 저농도의 스티렌에도 노출된 후 6년 정도 지나 천식이 발생하였지만, 6-7년 정도 계속 동일한 작업을 하였음에도 불구하고 작업과 관련하여 악화된 소견이 없임
39	관련성낮음	고열작업, 연장근무, 교대근무 상 급격한 신체부담을 초래할만한 사항은 확인할 수 없음
43	관련성낮음	25년간 타이어 생산을 위해 근무하면서 유기용제에 노출될 가능성은 있으나 직접적인 생산업무를 담당하지 않고 주로 생산관리자로 직무를 수행하였으므로 노출수준이 전반적으로 낮을 것으로 판단
44	관련성낮음	변이성 협심증은 작업과 관련하여 발생한 직업성 질환일 가능성이 낮으며, 퇴직 후 잔존하는 천식의 임상소견은 업무관련성이 낮음
45	관련성낮음	작업과 관련하여 발생한 직업성 질환일 가능성이 낮음
46	관련성낮음	고무분진, 고무흄, PAH와 기타 중금속 및 휘발성 유기화합물 등 노출 수준이 일부 허용기준 미만으로 평가되었고 고무제조공정 및 초미세분진과 악성 뇌종양 발암 위험이 밝혀진 바가 없으므로 노출 가능성이 낮음

식별번호	판정결과	판정사유
47	판정불가(쟁점)	자살 외에 의학적인 확진을 내릴 수 없음
49	관련성낮음	협심증은 위험인자로 알려진 기저요인이 없고, 고혈압은 근로자의 연령과 동시기에 발견된 당뇨와의 인과적 관련성이 높으며, 말초신경염은 진단시점보다 3년 선행하였던 근로자의 개인질병인 당뇨와 인과적인 관련성이 높기 때문에 작업 중 유해물질 노출에 의해 발생할 가능성은 낮음
50	관련성낮음	재직 중 작업환경에 노출된 상황은 진단 시점에서 11년을 선행하여 급성 및 아급성 위험요인으로 작용하였을 가능성이 낮음
51	관련성낮음	가류공정에서 노출가능한 고무분진, 흄과 GIP 용액, 방청유는 비인두강암의 병리와 인과적 관련성이 낮고 작업환경측정으로 알아본 포름알데히드 및 중금속 노출수준도 낮은 수준으로 평가되어 작업 중 유해물질 노출에 의해 발생한 가능성이 낮음
52	관련성낮음	유전성 영향이 강한 질환의 임상적 특성상 다섯 가지 상병의 병발에 업무관련성은 낮음
53	관련성낮음	식도암의 원인으로 확정된 화학물질은 없으며, 잠복기가 20년 이상 되는 식도암의 임상병리적 특성을 고려하여 업무로 인해서 발생되었다고 보기 어려움
56	관련성낮음	6-10년간 몰드수리 업무에서 파킨슨병과 관련된 중금속 및 유기용제 노출 가능성이 떨어지고 간헐적으로 수행한 용접과 몰드 청소 작업 역시 명백한 유해물질 노출이 파악되지 않았음
57	관련성낮음	담관암과 관련성이 있다고 알려진 B형 간염 보균자로 업무관련성 낮음

식별번호	판정결과	판정사유
58	관련성낮음	다까야수 동맥염의 직업적인 위험인자로 밝혀진 인자가 없어 업무관련성 낮음
59	관련성낮음	직업적인 분진 노출과의 관련성에 대한 역학적 증거 부족

3) 공정의 표준화 검토

근무자 직무력(고용후)에서 공정의 경우, 타이어 제조 주요 공정(정련, 압연, 압출, 비드, 재단, 성형, 가류, 사상, 검사 등)에 최대한 부합될 수 있도록 표준화하였다. 이를 최상준 등(2022)의 연구에서 제시한 70개 표준공정(SPC)의 핵심색인어 및 추가색인어에서 해당하는 공정명을 확인하였다. 이중 압연, 성형, 재단(절단). 사상(연마), 검사, 수리(정비), 세척 공정은 표준공정(SPC)과 일치하거나 부합하는 수준이었으나, 가류 공정의 경우 색인어에서 찾을 수 없는 것으로 나타났다. 정련, 압출, 비드 등의 표준공정(SPC)은 타 공정에 포괄되어 세부 공정의 특성을 반영하지 못하는 제한점이 있는 것으로 파악되었다.

<표 Ⅲ-17> 타이어 제조 공정의 표준공정(SPC) 적용

구분	표준공정(SPC)
정련	분리(SPC021)
압연	압연(SPC005)
압출	압연(SPC005), 성형(SPC009)
비드	성형(SPC009)
재단	절단(SPC006)
성형	성형(SPC009)
가류	×
사상	연마(SPC008)
검사	검사(SPC018)
수리	정비(SPC070)
세척	세척(SPC017)
스프레이	도장(SPC015), 표면처리(SPC016)

3. 역학조사 결과 시범분석

역학조사 결과 보고서 60건을 데이터화시킨 후 근로자 기본정보, 직무력, 노출평가 등과 관련한 내용을 파악하였다.

우선 입사 후 질병 발병까지의 기간을 살펴보면, 대부분이 입사 후 10년 이상이었는데 약 53%가 입사 후 10년~20년 동안 질병이 발생되었으며, 입사 후 20년~30년이 23.3%, 10년 미만이 16.7%, 30년 이상이 6.7%로 확인되었다. 1년 미만 1건은 피부질환이었고, 1년~5년은 육종암 1건과 협심증·천식 1건이었다.

<표 Ⅲ-18> 입사 후 발병까지의 기간

입사 후 발병까지의 기간		건수(%)	
<10년	1년 미만	1	10 (16.7%)
	1년 이상 5년 미만	2	
	5년 이상 10년 미만	7	
10년-20년	10년 이상 15년 미만	10	32 (53.3%)
	15년 이상 20년 미만	22	
20년-30년	20년 이상 25년 미만	10	14 (23.3%)
	25년 이상 30년 미만	4	
≥30	30년 이상	4	4 (6.7%)
계		**60 (100%)**	

근로자 직무력의 경우, 타이어 제조 사업장 고용전 직무력을 가지고 있는 경우는 20건으로 확인되었고, 이 중 많게는 9개 사업장에서 근무한 이력이 확인된 건도 있으며, 대부분 고용전 1~2개의 사업장에서 근무한 것으로 파악되었다. 인쇄소, 가죽가방 제조업, 제지 제조업, 신발 제조업, 주물공장, 방직공장, 주유소, 공사현장, 자동차 부품제조업, 조선소 도장작

업, 경비업무, 일반 사무직 등 다양한 직종이 확인되었다. 고용전 직무력의 근무기간은 대부분 5년 미만이었으며, 근무시기와 근무기간이 불분명한 자료도 다수 있었다.

근로자 직무력(고용후)의 경우, 근무공정은 총 23개 공정이 확인되었고, 타이어 제조 사업장의 경우 대체로 입사 이후 동일 공정에서 근무한 이력이 많았다. 1명의 근로자가 여러 공정에서 근무한 경우는 15건이었고, 적게는 2개, 많게는 6개 공정의 근무이력이 확인되었다. 각 공정별 근무이력을 합산하면 전체 92건으로, 이 중 가류가 20건으로 가장 많았고, 성형 14건, 정련 9건, 비드와 압출이 8건, 검사 7건 등의 순이었다.

<표 Ⅲ-19> 근로자 직무력(고용후)의 근무공정 현황

근무공정	건수	근무공정	건수
가류	20	소각	1
성형	14	재단	1
정련	9	접합	1
비드	8	타이어 수리	1
압출	8	후랩(Flap)	1
검사	7	설비기획	1
압연	4	자재	1
운반	3	생산기술	1
품질	3	물류	1
사상	2	연구	1
생산관리	2	개발	1
권취	1	계	92

공기 중 노출평가의 경우, 노출평가를 실시한 측정대상 공정은 25개 공정으로 전체 노출평가 건수는 1,366건이었다. 역학조사 시 실시한 작업환경측정자료나 사업장의 과거 작업환경측정결과, 공단 안전진단 보고서, 기존 역학조사 보고서 발췌, 연구결과 문헌고찰 등의 정량적 노출평가가 실시된 공정을 대상으로 하였고, 역학조사 보고서에서 중복 인용한 노출

평가 자료도 중복해서 입력하였기 때문에 측정건수가 중복된 상태다. 공정별 노출평가 측정건수는 성형 239건(17.5%), 가류 204건(14.9%), 몰드준비/수리 129건(9.4%), 타이어 트리밍/수리 119건(8.7%), 시멘트실 118건(8.6%), 비드 110건(8.1%), 정련 102건(7.5%) 등의 순이었다.

<표 Ⅲ-20> 공정별 노출평가 측정건수

측정공정	측정건수	측정공정	측정건수
성형	239	압연	11
가류	204	인쇄	11
몰드준비/수리	129	접합	11
타이어 트리밍/수리	119	소각장	8
시멘트실	118	신발제조 접착	7
비드	110	버핑	6
정련	102	설비보전	6
압출	86	주유소	5
품질검사	80	조형공정	2
사상	55	형해체공정	2
생산관리	21	드럼세척	1
압연, 압출	20	기타	1
재단	12	계	1,366

공기 중 노출평가 대상 유해인자는 총 109종으로, 측정건수가 8개 이상인 유해인자 현황은 <표 Ⅲ-21>과 같다. 분진, 벤젠, 노말헥산, 톨루엔, 고무흄, 노말펜탄, 시클로헥산, 메틸시클로헥산, 크실렌, 헵탄 등의 물질에 대한 노출평가가 다수였다. 공정과 마찬가지로 역학조사 보고서에서 중복 인용한 노출평가 자료도 중복해서 입력하였기 때문에 물질별 측정건수도 중복된 상태다.

<표 Ⅲ-21> 유해인자별 노출평가 측정건수

구분	유해인자	측정건수	구분	유해인자	측정건수
1	분진	178	17	흡입성분진	21
2	벤젠	173	18	헥산	19
3	노말헥산	84	19	메틸에틸케톤	18
4	톨루엔	70	20	아연	18
5	고무흄	66	21	호흡성분진	18
6	노말펜탄	54	22	아세톤	17
7	시클로헥산	47	23	시클로펜탄	17
8	메틸시클로헥산	46	24	옥탄	15
9	크실렌	44	25	크롬	15
10	헵탄	44	26	씨클로헥센	12
11	PAHs	39	27	활석분진	12
12	구리	23	28	2-메틸헥산	11
13	철	23	29	노말헵탄	11
14	망간	23	30	미세분진	9
15	니켈	21	31	스티렌	9
16	혼합유기용제	21	32	포름알데히드	8

유해인자 노출평가 건수가 많았던 분진, 벤젠, 노말헥산, 톨루엔, 고무흄에 대해 공정별 노출수준을 파악하였다(<표 Ⅲ-22>, <표 Ⅲ-23>). 노출수준은 최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균, 측정치, 누적노출량 등의 형태로 입력되었는데, 역학조사 시 사업장의 작업환경측정결과에서 최대 노출수준을 인용하는 경우가 많은 만큼 노출수준의 상당수가 최댓값으로 표현된 곳이 많았다. 최댓값으로만 표현된 농도는 그 값들의 최소, 최대, 평균을 다른 노출수준들과 함께 산출하였다. 그리고 측정시간이 확인되지 않아 TWA와 STEL 구분이 명확하지 않은 자료가 많았으므로 노출수준을 해석하는데 한계가 있었다.

<표 Ⅲ-22> 분진, 벤젠, 노말헥산의 공정별 노출평가

유해인자	공정	측정 건수	노출수준		
			평균	최소	최대
분진 (㎎/㎥)	가류	34	1.07	0.12	4.80
	몰드준비(수리)	20	0.61	0.05	3.82
	비드	2	0.18	0.04	0.32
	사상	40	1.09	0.22	3.54
	생산관리	8	1.35	0.74	1.98
	압출	13	6.73	1.19	16.32
	정련	25	1.77	0.41	3.55
	타이어 트리밍/수리	32	0.26	0.02	0.71
	품질검사	4	0.90	0.03	2.36
벤젠 (ppm)	가류	24	0.61	0.35	0.86
	드럼세척	1	0.35	0.35	0.35
	비드	23	0.83	0.05	3.68
	성형	35	2.58	0.00	6.96
	시멘트실	20	3.70	0.18	19.00
	신발제조 접착	1	2.54	2.54	2.54
	압연, 압출	20	0.72	0.38	1.80
	인쇄	5	2.02	0.02	5.46
	정련	14	0.71	0.01	1.52
	주유소	1	0.10	0.00	0.19
	품질검사	30	0.95	0.30	2.94
노말헥산 (ppm)	가류	3	0.00	0.00	0.00
	비드	7	9.40	0.00	38.30
	사상	3	0.00	0.00	0.00
	생산관리	1	0.00	불검출	0.00
	설비보전	1	0.00	0.00	0.00
	성형	37	15.97	0.01	126.77
	시멘트실	20	19.90	2.70	42.30
	신발제조 접착	1	26.51	0.00	53.11
	압연	1	0.00	불검출	0.00
	압출	3	0.01	0.01	0.02
	인쇄	1	1.06	0.06	18.73
	재단	1	0.00	불검출	0.01
	정련	1	0.00	불검출	0.00
	품질검사	4	0.00	0.00	0.01

노출평가 시기는 대부분 1990년대부터 2000년대 중반으로 벤젠의 경우 노출평가가 실시된 전공정에서 현재 노출기준(0.5 ppm)에 비해 매우 높은 수준의 측정농도를 보였다. 노말헥산의 경우 성형 공정에서 최대 농도가 노출기준(50 ppm)을 훨씬 초과한 것으로 파악되었다.

<표 Ⅲ-23> 톨루엔, 고무흄의 공정별 노출평가

유해인자	공정	측정건수	노출수준		
			평균	최소	최대
톨루엔 (ppm)	가류	3	0.03	0.03	0.04
	비드	7	3.67	0.43	14.80
	성형	35	3.74	0.20	19.00
	시멘트실	18	11.10	0.12	45.50
	신발제조 접착	1	89.86	33.66	146.06
	압출	1	2.87	불검출	5.73
	인쇄	1	15.96	0.03	317.35
	재단	1	불검출	불검출	불검출
	정련	2	0.04	0.04	0.05
	주유소	1	0.15	0.00	0.30
고무흄 (㎎/㎥)	가류	27	0.87	0.03	4.43
	버핑	4	0.24	0.24	0.24
	비드	4	0.22	0.13	0.39
	생산관리	4	0.33	0.31	0.33
	성형	3	0.04	0.04	0.04
	압연	2	0.03	0.03	0.03
	압출	8	0.66	0.13	2.55
	전체	1	0.09	0.02	0.49
	정련	9	3.67	0.08	22.91
	품질검사	4	0.16	0.14	0.22

톨루엔의 경우, 시멘트실에서 최댓값이 45.50 ppm으로 현재 노출기준

(50 ppm)에 준하는 수준이었고, 타이어 제조 사업장이 아닌 고용전 직무력 중 신발제조 사업장의 접착 공정과 인쇄소에서 매우 높은 수준의 톨루엔 농도가 확인되었다. 과거 고무흄의 노출수준은 가류, 압출, 정련 공정에서 영국의 노출기준(0.6 ㎎/㎥)을 초과하는 수준의 고농도 노출을 확인할 수 있었다.

공정별 노출평가 건수가 많았던 가류, 성형 공정의 유해인자별 노출수준은 <표 Ⅲ-24>와 같다.

<표 Ⅲ-24> 가류 및 성형 공정의 유해인자별 노출수준

공정	유해인자	측정건수	노출수준			
			평균	최소	최대	단위
가류	분진	34	1.07	0.12	4.80	㎎/㎥
	고무흄	27	0.87	0.03	4.43	㎎/㎥
	벤젠	24	0.61	0.35	0.86	ppm
	포름알데히드	6	0.01	0.00	0.03	ppm
	헵탄	5	0.07	0.04	0.17	ppm
	(PAHs)Naphthalene	4	0.00	0.00	0.00	㎎/㎥
	(PAHs)Phenanthrene	4	0.00	0.00	0.00	㎎/㎥
	(PAHs)Pyrene	4	0.00	0.00	0.00	㎎/㎥
	메틸시클로헥산	4	0.17	0.12	0.29	ppm
	스티렌	4	0.13	0.01	0.19	ppm
성형	노말헥산	37	15.97	0.01	126.77	ppm
	노말펜탄	35	19.32	2.01	36.25	ppm
	벤젠	35	2.58	0.00	6.96	ppm
	톨루엔	35	3.74	0.20	19.00	ppm
	크실렌	20	1.85	0.21	2.65	ppm
	시클로헥산	12	60.01	0.01	320.11	ppm
	아세톤	10	5.06	4.79	5.33	ppm
	메틸에틸케톤	8	2.17	1.67	2.67	ppm
	옥탄	8	5.94	0.73	11.15	ppm
	노말헵탄	5	64.77	0.00	80.97	ppm

노출평가 중 벌크시료의 노출정보의 경우, 타이어 제조 사업장의 특성상 과거 벤젠이 함유된 솔벤트를 취급했었던 만큼 대부분 솔벤트 제품의 구성성분에 대한 분석 자료였다.

<표 Ⅲ-25> 취급 제품별 구성성분

기준시기	제품명	구성성분	함량(%)
1998년	S-203	벤젠	0.36±0.17
		톨루엔	4.5±2.0
		에틸벤젠	2.4±1.1
		크실렌	2.7±1.3
		헥산	2.7±1.2
1998년	시멘트 접착제	벤젠	0.395
1998년	HJ-155	벤젠	0.188
		톨루엔	1.025
		에틸벤젠	0.574
		파라크실렌	0.149
		메타크실렌	0.400
		올소크실렌	0.227
		벤젠	0.180
		톨루엔	1.035
		에틸벤젠	0.581
		파라크실렌	0.156
		메타크실렌	0.406
		올소크실렌	0.232
1998년	HD-330	벤젠	0.016
		톨루엔	ND
		탄화수소류	99.984
		벤젠	0.161
		톨루엔	0.377
		탄화수소류	99.462
1996-1999년	DN-400	벤젠	0.1-0.4

기준시기	제품명	구성성분	함량(%)
2007년	HV-250	메틸시클로헥산	59.9
		2-메틸헥산	14.1
		3-메틸헥산	8.5
		노말-헵탄	4.2
		2-메틸펜탄	1.5
		3-메틸펜탄	0.5
		시클로헥산	0.7
		펜탄	0.1
		기타	0.1% 미만
2001년 이후	HV-250	메틸시클로헥산	55-60
		2-메틸헥산	10-13
		3-메틸헥산	18-20
		노말-헵탄	3-5
		기타	8-10
2012년	택솔-200 (시멘트)	지환족 탄화수소 용제	44-48
		히드로처리된 경나프타	44-48
		수지	1-3
		고무	3-5
		기타(영업비밀)	1-3
2012년	택솔-200	사이클로헥산	37.2
		사이클로펜탄	31.93
		헵탄	13.06
		헥산	7.26
		1-헥산	4.95
		펜탄	4.9
2012년	택솔-500	사이클로펜탄	38
		사이클로헥산	22.5
		헥산	9.2
		1-헥산	4.8

업무관련성 결과의 경우, 판정결과 업무관련성 높음으로 인정된 사례(25건)의 판정사유 이외 병명, 공정, 입사시기, 질병확진년도, 유해인자를 살펴보면 다음과 같다.

<표 Ⅲ-26> 업무관련성 높음 사례의 병명, 입사시기, 질병확진년도, 공정, 유해인자 정보

식별번호	병명	입사시기	질병확진년도	공정	유해인자
3	급성림프구성백혈병	1996	2010	운반	벤젠
4	다발계통위축증, 파킨슨증	1986	2018	성형	유기용제
5	리일흑피증	2006	2006	후랩(Flap)	피부 자극성 물질
6	천식	1979	1998	가류	환경성 노출(반응성 염료)
8	골수이형성증후군	1973	1986	성형	벤젠
11	골수이형성증후군	1993	2011	성형	벤젠
12	급성골수성백혈병	1993	2011	타이어 수리	벤젠
16	기관의 악성신생물	1995	2005	가류	분진, 고무흄, PAHs
17	다발성골수종	1987	2009	성형	벤젠
19	골수이형성증후군	1996	2012	성형	벤젠
20	급성 신부전, 만성신장질환	1988	2013	비드	휘발성 탄화수소류

식별 번호	병명	입사시기	질병확진 년도	공정	유해인자
27	말기신부전, 고혈압	2000	2017	가류	결정형 유리규산, 휘발성 유기화합물
29	비호지킨림프종	1994	2018	성형	벤젠
30	비호지킨림프종	1999	2018	가류	벤젠
31	급성골수성백혈병	1994	2018	가류	벤젠
33	방광암	2005	2014	접합	고무흄 및 접착제
35	천식	1980	2003	압출	고무흄 및 스티렌
37	천식	1998	2003	가류	고무흄 및 스티렌
40	폐암	1992	2007	가류	고무흄 및 흡입성 분진
41	급성골수성백혈병	1983	2003	성형	벤젠
42	말초신경염	1980	1999	정련	노말헥산 등 유기용제
48	수근관증후군	1992	2007	성형	인간공학적 위험
54	폐암	1993	2009	가류	고무흄
55	재생불량성빈혈	1995	2003	압출	벤젠
60	혈구포식 림프조직구증	2004	2015	가류	털진드기

Ⅳ. 결론 및 제언

Ⅳ. 결론 및 제언

1. 역학조사 결과의 변수 및 입력 범위 설정

현재 역학조사 정보관리 시스템에서 제공하는 기존 정보와 함께 역학조사 결과의 정보화 구축을 위해 필요한 정보에 대해 입력해야할 변수는 다음과 같이 요약할 수 있다.

<표 Ⅳ-1> 역학조사 결과의 필수정보 입력 변수

구분			변수
기존 정보	신상정보		근로자명, 주민등록번호, 성별, 연령대, 의뢰일 나이, 연락처, 병명
	접수정보		의뢰일, 의뢰처, 접수자, 근로자주소
	사업장 기본정보		사업장관리번호, 사업자등록번호, 사업장명, 업종분류코드, 업종상세, 노동청, 관리지사
	진행정보		평가위원회 종류, 일자, 회차, 심의결과, 판정결과, 판정결과 세부
	결과정보		담당자, 판정결과, 결과회신일, 처리기간
추가 입력	근로자 기본정보		**입사년도**, 퇴사년도, **질병확진년도**, **입사 후 발병기간**, **발병나이**, **흡연력**, **음주력**
	근로자 직무력	고용전	**근무시기**, **근무기간**, **이전 사업장명**, **직무내용 및 비고**
		고용후	**근무시기**, **근무기간**, **공정**, **직무**, **작업내용**, **근무형태**
	노출 평가	공기 중 노출평가	**측정대상 공정**, 노출기간, **노출평가 시기(측정시기)**, **유해인자**, 시료수, **측정시간(TWA, STEL)**, **노출수준(최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균, 측정치, 누적노출량)**, 시료채취(개인, 지역), **노출평가 근거**, **작업환경측정자료 출처**
		벌크시료 노출정보	**기준시기**, **제품명**, **구성성분**, CAS번호, **함량(%)**, 비고
	업무관련성 결과		**판정사유**

<근로자 기본정보>에서는 입사년도, 퇴사년도, 질병확진년도, 입사 후 발병기간, 발병나이, 흡연력, 음주력을 추가하였다. 퇴사년도가 확인되지 않는 경우 질병확진년도로 대체하였다. 사업장명이 여러 개인 경우(사업장명만 변경)라도 동일 공정에서 동일 작업을 수행하였다면 처음 사업장에 입사한 년도를 기준으로 입사년도를 입력하였다. 병명이 여러 개인 경우의 질병확진년도는 최초 진단받은 병명을 기준으로 확진년도를 기재하였다.

<근로자 직무력>은 [고용전 직무력]과 [고용후 직무력]으로 나누어 내용을 정리하였다. [고용전 직무력]의 경우 근로자가 근무하였던 과거 사업장을 모두 기재하고 사업장별 근무시기, 근무기간, 직무내용 및 비고를 입력하였다. [고용후 직무력]은 근무시기, 근무기간, 공정, 직무, 작업내용, 근무형태를 필수 입력 변수로 설정하고, 공정이 여러 개인 경우 공정별로 행을 추가하여 내용을 입력하였으며, 동일 공정이라 하더라도 직무상 유해인자 노출에서 확연히 차이가 있는 경우에도 직무별로 행을 추가하였다. 사업장명만 변경되어 동일 공정에서 동일 작업을 수행하였다면 공정을 기준으로 행을 추가하지 않고 내용을 입력하였다.

<노출평가>는 <공기 중 노출평가>와 <벌크시료 노출정보>로 구분하여 자료를 구축하였다. <공기 중 노출평가>의 경우 역학조사 시 직접 측정한 자료, 타 역학조사보고서 인용자료, 문헌고찰 자료, K2B에서 확인 불가능한 과거 사업장의 작업환경측정결과 등을 통한 정량적인 노출정보는 모두 입력하였다. 하지만 K2B에서 확인 가능한 작업환경측정결과의 경우 입력 간소화를 위해 자료의 출처(측정시기, 사업장명)를 기재하였고, 향후 K2B 시스템과의 연계가 필요하다. 측정대상 공정, 노출기간, 노출평가 시기(측정시기), 유해인자, 시료수, 측정시간(TWA, STELP, 노출수준(최소, 최대, 산술평균, 기하평균, 평균(산술평균인지 기하평균인지 알 수 없이 평균으로 기술된 경우), 측정치(단일농도 값으로 기술된 경우), 누적노출량), 시료채취(개인, 지역), 노출평가 근거, 작업환경측정

자료 출처를 필수 변수로 입력하였다. <벌크시료 노출정보>는 벌크시료 정보의 기준시기, 제품명, 구성성분, CAS번호, 함량(%), 비고(특이사항)로 내용을 입력하였다.

<업무관련성 결과>는 판정결과에서 역학조사평가위원회 심의결과의 주요 내용을 판정사유로 추가 입력하였다.

기존 역학조사 정보관리 시스템에서 접수단계와 심의 후 회신단계에서 각 담당자들이 기본적인 정보들을 입력하고 있으나, 역학조사 결과의 근로자 직무력, 노출평가 등의 주요 정보를 담을 수는 없는 실정이다. 현재 시스템에서 사업장관리번호 기반으로 취득 가능한 사업장 정보 외 역학조사의 모든 정보를 수작업으로 입력해야하기 때문이다. 그래서 역학조사 DB 구축을 위해 반드시 필요한 정보의 입력 변수와 변수별 입력 범위를 설정하고, 그 기준을 마련할 필요가 있었다. 가능한 많은 정보를 담는 것이 좋을 수 있겠으나 현실적인 제반사항을 고려하였을 때 입력의 간소화도 반드시 필요한 상황이다.

이번 조사대상으로 선정한 타이어 제조 사업장의 경우 공정 구분이 비교적 명확하고, 종사 근로자들이 한 사업장에 장기 근무하는 특성이 있어 근로자 직무력도 타업종에 비해 간결한 편이었다. 유해인자의 경우에도 과거 사업장에서 취급했던 솔벤트에 포함된 벤젠으로 인한 노출평가가 상당수를 차지하고 있어 노출정보 파악도 상대적으로 용이하였다고 판단된다.

하지만 그러함에도 역학조사 보고서마다 기술 형태가 매우 다양하고 내용이 복잡하며, 불명확한 정보도 많아 필수정보라 판단한 변수를 탐색하고 내용을 입력하는 것이 쉽지 않았다. 특히 최근 보고서들은 분량이 과거에 비해 상당히 늘어나서 검토해야 할 자료는 많으면서 오히려 필수정보를 파악하기에는 더 어려운 형태였다. 이는 근로자 질병과 인과관계

가 있는 유해인자에 대한 조사 외에도 근로자가 주장하는 유해인자나 역학조사평가위원회의 계획서 심의의견에 따라 추가되는 유해인자에 대한 조사도 함께 이루어지는 것도 영향을 미친 것으로 판단된다. 오히려 과거 10페이지 내외의 분량으로 작성된 보고서의 경우 핵심적인 내용 위주로 기술되어 있어 필수정보 파악이 훨씬 용이하였다. 역학조사의 조사범위나 내용이 다양한 경우는 어쩔 수 없으나 가급적 보고서에 불필요한 내용은 생략하고 내용을 간소화할 필요가 있다고 생각된다.

그리고 근로자 직무력의 경우, 필수정보를 명확하게 파악할 수 있도록 보고서에 요약표를 삽입하는 것도 필요하다. 근로자 직무력도 조사자마다 기술하는 방식이 상이한데 다음과 같은 형태로 직무력을 일관되게 작성한다면 정보화 구축에 도움이 될 뿐만 아니라 보고서 심의 때에도 내용을 바로 파악할 수 있는 이점이 있다.

<표 Ⅳ-2> 근로자 직무력(고용전) 요약표

사업장명	근무시기	근무기간	직무내용 및 비고
○○○	1980.1.1.-1984.12.31.	5년	제품 성능시험 업무 수행, 교대근무(3조3교대)
○○○	1985.1.1.-1987.6.30	2년6개월	세척작업, 솔벤트 취급

<표 Ⅳ-3> 근로자 직무력(고용후) 요약표

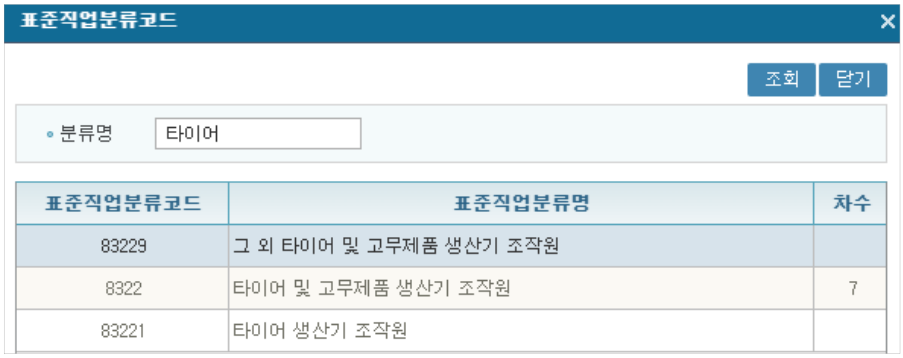
근무시기	근무기간	공정	직무	근무형태
1992.1.1.-1995.6.30	3년6개월	가류	출고관리원	교대 (4조3교대)
1995.7.1.-2000.12.31	5년6개월	가류	몰드 준비원	교대 (4조3교대)

2. 추후 역학조사 정보관리 시스템 개선 방안

공기 중 노출평가의 경우 K2B에서 확인 가능한 노출정보는 입력 간소화를 위해 역학조사 정보관리 시스템에서 연계 가능한 구조로 개선할 필요가 있겠다. 이 때문에 K2B에서 볼 수 있는 작업환경측정결과의 경우 해당 자료의 출처를 노출정보에 기재하는 것을 제안하였다. 또한 엑세스 파일 형태로 공단에서 보유 중인 2002~2008년 작업환경측정자료 또한 시스템에서 확인 가능한 형태로 추후 반영되어야 할 것이다.

그리고 역학조사 질환별로 다양한 문헌들을 고찰하게 되는데 동일 질환에 대해서도 조사자마다 인용하는 문헌이 다르기도 하고, 최신 문헌리뷰가 누락되기도 한다. 질환별로 반복 사용되고 있는 문헌에 대해 문서 형태로 역학조사 정보관리 시스템에 업로드하고, 그 목록을 관리함으로써 문헌리뷰를 쉽게 할 수 있고, 최신 리뷰를 지속적으로 업데이트 하는데 유용할 것으로 판단된다.

직종의 경우 현재 역학조사 정보관리 DB에서 제공하지 않고 있으나, 역학조사 정보관리 시스템에서 한국표준직업분류 코드로 입력은 가능한 형태다. 직무 내용을 토대로 향후 직종코드를 입력하면 역학조사 기본정보에서 확인 가능하도록 시스템 반영이 필요하다.



[그림 Ⅳ-1] 역학조사 정보관리 시스템 직종검색

그 외 사업장관리번호 조회 후 업종 정보를 포함한 사업장 기본정보가 자동 입력되는데, 이번 조사에서 업종 정보가 누락된 사업장의 경우 대부분 임시로 부여된 사업장관리번호가 입력되었기 때문인 것으로 파악되었다. 근로복지공단에서 제공한 의뢰서에 제시된 사업장관리번호로 조회하여 업종 정보 등의 사업장 정보가 누락되지 않도록 해야 할 것이며, 추후 근로복지공단과 시스템 연계를 통해서 관련 정보가 자동으로 제공될 수 있는 방안도 모색할 필요가 있다고 본다.

이번 조사에서 타이어 제조 사업장을 대상으로 역학조사 결과의 정보화를 위한 필수 입력 변수와 입력 범위를 검토하였다. 이 결과를 현재 역학조사 정보관리 시스템에 반영하기 위해서는 타업종에 대해서도 적용이 타당한지 고려되어야 하며, 특히 이직이 빈번하여 근무력이 다양한 업종이나 공정을 특정하기 힘든 업종 등에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

산업안전보건연구원. 산업안전보건연구원 30년사. 산업안전보건연구원. 2019.

최상준, 박동욱, 임대성, 고동희, 김환철, 박주현. 직무노출추정(Job-Exposure Matrix)을 위한 데이터 표준화(Ⅲ). 산업안전보건연구원. 2022.

Abstract

Establishment of a pilot informatization of employee work-relevance survey results

- Objectives: The purpose of this study is to select the information necessary to structure epidemiological investigation results and to explore a pilot design plan to identify the input range in order to systematically manage and share epidemiological investigation information and utilize exposure assessment data in the future.
- Methods: The epidemiological investigation information management system of the corporation's computer network analyzed industry information and work-relatedness in the judgment results for individual epidemiological investigations that were completed between 1992 and 2022 to define a group at high risk of disease occurrence. At the pilot design stage, considering the ease of constructing informatization, an industry with relatively clear and concise process characteristics was selected as the subject of investigation. In order to set the variable information and input range required for the informatization pilot construction, an advisory meeting of experts in the field of work environment and occupational health was held and the results were reflected in the construction of the dataset.
- Results: Industries with a large number of epidemiological investigations by industry and a high rate of work-related recognition as a result of the epidemiological investigation were considered

high-risk groups, and considering the ease of constructing an informatization pilot, the rubber product manufacturing industry with relatively clear process divisions was selected as the investigation target. Most of the rubber product manufacturing industry was tire manufacturing workplaces and their partners. By reviewing 392 cases where industry information was not confirmed and adding tire manufacturing workplaces, a total of 60 tire manufacturing establishments' epidemiological investigation results files were converted into data sources for pilot construction. The constituent items and contents of each report were reviewed from the basic epidemiological investigation information of tire manufacturing plants downloaded from the epidemiological investigation information management system, and the unit information and variable list of the epidemiological investigation results were initially set and added. As a result, <Employee basic information> year of employment, year of resignation, year of confirmed disease, period of illness after employment, age of onset, <Employee job history (before/after employment)> period of employment, period of employment, name of department, process, job , work details, major substances handled, work type, <non-occupational carcinogens> smoking history, drinking history, etc., <exposure assessment> measurement target process, exposure period, exposure evaluation period (measurement period), harmful factors, number of samples, exposure level , work environment, exposure assessment basis, and <work-related results> decision reasons were constructed as data. Regarding the data initially constructed, the unit information and variables of the epidemiological investigation results were secondly set and constructed by reflecting opinions collected through an advisory meeting of experts in the work environment and occupational health. As a result, smoking history and drinking history, which were <non-occupational carcinogens>, were

included in <Employee Basic Information>, and <Employee Work History> includes <Worker Work History (Before Employment)> and <Worker Work History (Post Employment). In the case of <employee job history (before employment)>, variables were set as work period, work period, name of previous workplace, job details, and remarks. And in the case of <Exposure Evaluation>, it was divided into <Air Exposure Evaluation> and <Bulk Sample Exposure Information>, and in <Air Exposure Evaluation>, measurement time (TWA, STEL) and work environment measurement data source were added, < Bulk sample exposure information> was set as variables such as reference period, product name, components, CAS number, and content (%). However, in the case of work environment measurement results that can be confirmed in K2B, the source has been left, and the system needs to be improved so that it can be linked to K2B in the future.

- Conclusion: By setting the input variables and ranges required to build informatization of the epidemiological investigation results suggested in the results of this survey, it can be used to input result information in the future epidemiological investigation information management system.
- Key words: epidemiological investigation, dataset, informatization, tire manufacturing plants

부 록

[부록 1] 타이어 제조 사업장의 벤젠 노출 특성

타이어 제조 사업장 역학조사 대부분이 대규모 사업장 2개사(A사, B사)에 집중되었고, 업무관련성 평가 결과 솔벤트 사용에 따른 벤젠 노출로 인한 직업성 질환으로 판단한 경우가 상당함에 따라, 타이어 제조 2개사의 벤젠 노출 특성을 파악할 필요가 있다고 판단하였다.

이에 따라 역학조사 보고서 내용을 발췌하여 사업장별 사용 솔벤트 이력과 공단 전산망에서 확인 불가능한 과거 1990년대 작업환경측정결과를 별도 정리하여 제시하였다.

(1) A사의 벤젠 노출 특성

A사의 경우 과거 벤젠이 함유된 S-203과 DN-400을 솔벤트로 사용하였고, 2001년 12월부터 무벤젠 솔벤트(HV-250)로 대체하여 사용하기 시작한 것으로 파악되었다. 현장에서는 이들 제품을 한솔로 통칭하여 부르는 경우가 많았으나, 시기별로 실제 사용한 제품과 벤젠 함량은 달랐다. S-203의 경우 1996년 벤젠 함량이 0.53~0.59%로 제시된 바 있으며, 1996~1999년 DN-400은 0.1~0.4%의 벤젠 함량이 확인되었다. 과거 역학조사 과정에서 DN-400과 HV-250 벌크시료를 분석한 결과 대체된 HV-250에서는 벤젠이 함유되지 않은 것으로 확인되었다.

<표 Ⅴ-1> A사 솔벤트 제품 및 구성성분

DN-400 (2001년 이전)	HV-250(2001년 이후)
벤젠 (함유량 0.3%) 노말헥산 (함유량 정보 없음)	2-메틸헥산 (함유량 10~13%) 3-메틸헥산 (함유량18~20%) n-헵탄 (함유량 3~5%) 메틸시클로헥산 (55~60%) 기타(영업비밀 8~10%)

이를 근거로 역학조사 결과 과거 솔벤트 취급 시기가 2001년 이전인 경우 벤젠의 정량적 추정 없이 정성적으로 벤젠의 고노출 가능성을 인정하고 있었다. 현재와 달리 과거에는 수작업 형태가 많았고, 작업장 환기가 불량하였으며, 보호구 착용이 미흡하거나 손이나 의복 등을 솔벤트로 씻어내는 등의 작업상황이 함께 고려되었다.

이러한 벤젠 노출수준은 A사의 1993~1996년 작업환경측정결과에서 확인할 수 있었다. 벤젠의 농도는 불검출~5.88 ppm(노출기준 0.5 ppm)으로 1994년 상반기 최댓값(5.88 ppm)이 노출기준의 10배를 넘는 수준이나 측정기관에서 측정결과의 신뢰성에 문제를 제기한 상태였다. 하지만 1995년 하반기와 1996년 상반기에도 벤젠의 측정값이 각각 3.73 ppm, 0.42 ppm으로 노출기준에 준하거나 훨씬 초과한 수준이었다.

<표 Ⅴ-2> A사 성형공정의 과거 작업환경측정결과(1993~1996년)

측정년도	측정장소	유기용제 종류	측정값	혼합지수
1993(상)	성형	톨루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄	0.378-1.821 0.599-2.645 2.772-27.522 3.996-33.246	0.072-0.651
1993(하)	성형	톨루엔 노말헥산	불검출-0.37 불검출-9.80	0-0.2515

측정년도	측정장소	유기용제 종류	측정값	혼합지수
		노말펜탄	불검출-31.099	
1994(상)*	성형	톨루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄 **벤젠**	불검출-7.9055 불검출-2.1933 0.4241-126.767 1.0384-32.2592 불검출-**5.8836**	0.0102-3.2785
1994(하)	성형	톨루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄 **벤젠** 아세톤	불검출-0.4059 불검출-흔적 불검출-1.1354 불검출-2.7526 불검출-**0.2927** 불검출-흔적	흔적-0.0571
1995(상)	1공장 성형 (150-160라인)	톨루엔 옥탄 노말헥산 노말펜탄 아세톤 MEK	불검출-0.1955 불검출-0.7253 불검출-1.2749 불검출-4.7516 불검출-5.3335 불검출-2.6697	0-0.0562
1995(상)	1공장 성형 (한솔사용라인)	톨루엔 옥탄 노말헥산 노말펜탄 아세톤 MEK	불검출-0.7514 불검출-11.1470 0.5555-6.4104 1.9319-17.1342 불검출-4.7923 불검출-1.6676	0.0192-0.2114
1995(하)	1공장 성형 (10-70라인)	톨루엔 노말헥산 노말펜탄	불검출-0.3351 불검출-0.6513 불검출-2.0146	0-0.0164
1995(하)	1공장 성형 (한솔사용라인)	톨루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄 노말헵탄 **벤젠**	불검출-18.9978 불검출-2.6497 불검출-6.4779 불검출-36.2516 불검출-80.9674 불검출-**3.7255**	0-0.8565
1996(상)	1공장 성형 (10-70라인)	틀루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄	불검출-흔적 불검출-흔적 불검출-0.6111 불검출-흔적	0-0.0130
1996(상)	1공장 성형 (한솔사용라인)	톨루엔 자일렌 노말헥산 노말펜탄 **벤젠**	불검출-0.9147 불검출-0.2102 흔적-8.6228 흔적-15.7283 불검출-**0.4198**	0-0.2468

* 측정기관에서는 해당 결과를 근로자의 부주의 혹은 고의적 행동이라고 기술하였음. 7명 중 3명에게서 벤젠 검출(나머지 2명의 벤젠 농도는 각각 0.3343, 0.3668ppm)

(2) B사의 벤젠 노출 특성

B사의 경우 1998년 2월부터 벤젠 함유 한솔(S-203)을 무벤젠 솔벤트로 교체한 것으로 파악되었으나, 1999년 2월 실시한 작업환경측정결과에서 벤젠이 0.30~0.79 ppm 수준으로 검출된 것으로 보아 1998년 전 현장에서 일제히 교체되지 않고 1999년 상반기까지 사용되었을 것으로 추정하고 있었다. 1998년 솔벤트 S-203의 벌크시료 분석 결과 주요 구성성분은 다음과 같다.

<표 Ⅴ-3> B사 솔벤트(S-203) 주요 구성성분(1998년)

제품명	구성성분	함량(%)
S-203	**Benzene**	**0.36±0.17**
	Toluene	4.5±2.0
	Ethyl benzene	2.4±1.1
	Xylene	2.7±1.3
	Hexane	2.7±1.2

B사의 과거 작업환경측정결과에서도 고농도의 벤젠 노출수준을 확인할 수 있었다. 특히 성형공정 뿐만 아니라 정련, 압연, 압출, 가류, 품질검사 등의 대부분의 공정에서 벤젠의 노출기준을 초과하고 있었다. 당시 벤젠 함유 솔벤트를 접착제, 설비 세척용 등의 용도로 거의 전공정에서 취급한 것으로 파악되었다.

<표 Ⅴ-4> B사 과거 작업환경측정결과(1993년, 1997년, 1998년)

측정위치		1993(상)	1993(하)	1997(하)	1998(하)
가류	PCR 도장	0.44	**0.84**	-	-
정련	교반실 1층	-	**1.52**	0.3946	0.3812
TBR 압연, 압출	TB thread	-	-	**1.799**	0.3792
PCR 압연, 압출	PC thread	-	-	0.522	0.4449
	지게차 정비소	-	-	-	0.4443
PCR 성형		-	-	**3.298**	-
PCR 재단, 비드		-	-	0.381	-
TBR 가류	TBR spray	-	-	**0.857**	0.4146
PCR 가류	PCR spray	-	-	**0.775**	0.3456
품질검사부	TB 수리장	-	-	-	0.3850
	PC 수리장	-	-	-	0.2980
	마킹	-	-	-	**0.7853**
	세척	-	-	-	0.3520
	검사	-	-	**2.940**	**0.5041**

<표 Ⅴ-5> B사 과거 작업환경측정결과(1995년, 1997년)

측정년도	측정위치	8시간 작업환산치	
		전회	금회
1995(상)	PCR spray	**1.28**	**1.02**
	PCR spray	**0.83**	**2.59**
	PCR spray	-	**2.25**
1997(하)	PCR 성형	-	**2.951**
		-	**3.29**
		-	**3.204**
	PCR 재단, 비드	-	0.281
	PCR 재단, 비드	-	0.381
	c-8호기	-	**0.5588**
	드럼세척	-	0.352

연구진

연 구 기 관 : **산업안전보건연구원**

연구책임자: 서회경 (연구위원, 직업건강연구실)
연 구 원: 이상길 (실장, 직업건강연구실)
연 구 원: 이경은 (선임연구위원, 직업건강연구실)
연 구 원: 김유진 (과장, 직업건강연구실)
연 구 원: 최영화 (과장, 직업건강연구실)

연구기간

2023. 01. 01. ~ 2023. 12. 31.

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을
알려드립니다.

산업안전보건연구원장

근로자 업무관련성 조사 결과의 정보화 시범 구축

(2023-산업안전보건연구원-000)

발 행 일 : 2023년 12월 31일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아
연구책임자 : 직업건간연구실 역학조사부 연구위원 서회경
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : 052-703-0872
팩 스 : 052-703-0335
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr
I S B N : 978-89-93948-00-00
공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체