

## 자동차 제조 사업장 근로자들의 석면 취급 이력 추정

최상준<sup>1,2\*</sup> · 김신범<sup>3</sup> · 최영은<sup>3</sup>

<sup>1</sup>대구가톨릭대학교 산업보건학과, <sup>2</sup>Center for Occupational and Environmental Health,  
University of California Irvine, <sup>3</sup>원진 노동환경건강연구소

### Estimation of the Asbestos Handling History of Workers in the Automobile Manufacturing Industry in Korea

Sangjun Choi<sup>1,2\*</sup> · Shinbum Kim<sup>3</sup> · Youngeun Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Occupational Health, Catholic Daegu University

<sup>2</sup>Center for Occupational and Environmental Health, University of California Irvine, CA, USA

<sup>3</sup>Wonjin Institute of Occupational and Environmental Health

#### ABSTRACT

**Objectives:** This study was conducted to evaluate asbestos handling history of workers at automobile manufacturing plants in Korea.

**Methods:** National regulations on asbestos and Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA) database on the information of asbestos containing products were reviewed. We investigated asbestos related materials from one automobile manufacturing plant. Material safety data sheets(MSDS) collected in 2010, work environment monitoring results reported from 2000 to 2013, trade union reports and asbestos survey reports were reviewed. We also interviewed workers with long career and did walk-through survey.

**Results:** The Ministry of Labor in Korea has permitted asbestos manufacturing since 1990. In 1997, the use of crocidolite and amosite asbestos were banned. In 2007, the Korean government announced a total ban on the manufacturing, importation and use of all kinds of asbestos, which took full effect in 2009. A total of 174 asbestos products information from KOSHA database was analyzed. Extruded cement panel for building, special brake for crane farm machinery, gasket, joint sheet and thermal insulator were produced until 2007. From automobile manufacturing plant survey, we confirmed that asbestos containing materials(ACM) such as gasket, heating induction materials have been used until 2011. Asbestos containing building materials(ACBM) such as bamlites, slate and ceiling tex were reported at 122 asbestos dismantling projects in 2014.

**Conclusion:** Although the use of all kinds of asbestos were banned from 2009, ACMs and ACBMs installed before 2009 were still found at automobile manufacturing plant until 2011 and 2014 respectively. In particular, asbestos slates should be managed because most of slates had not been removed until 2014.

**Key words:** asbestos, asbestos containing material, automobile manufacture

#### I 서 론

석면은 뛰어난 단열성, 내마모성, 인장력, 전기절연성 등의 성질과 함께 매우 경제적인 이유로 인해 자동차 제조와 관련하여 브레이크라이닝, 브레이크

패드, 클러치 라이닝, 클러치 페이싱 등 제동장치 부품으로 사용되어 왔다. 그러나 석면에 노출되면 석면폐(asbestosis)와 예후가 불량한 폐암(lung cancer), 악성중피종(mesothelioma) 등 불치의 질병이 유발된다(IARC, 2012).

\*Corresponding author: Sangjun Choi, Tel:053-850-3738, E-mail: junilane@gmail.com

Department of Occupational Health, Catholic Daegu University, 13-13, Hayang-ro, Gyeongsan-si, Gyeongbuk, 38430

Received: December 1, 2017, Revised: December 25, 2017, Accepted: December 26, 2017

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

특히 폐암과 악성 중피종 등은 석면 노출 후 암 발생까지의 잠복기가 20-30년 이상 되기 때문에 암 발생 후 석면에 직업적으로 노출되었는지를 파악하기 위해서는 피해자의 과거 석면 취급 혹은 노출 이력 파악이 필요하다. 그러나 대부분의 사업장에서 과거 석면 취급 관련 자료를 보존하고 있지 않거나, 보존하고 있더라도 공개하지 않는 경우가 많아 암 발생 근로자들의 과거 직업력 평가가 어려운 상황이다. 이러한 과거 직업력 평가의 어려움이 국내 직업성 암의 산재 승인율이 낮은 원인이 되고 있다.

Kim et al.(2010)의 연구 결과에 따르면 2000년 1월 1일부터 2009년 12월 31일까지 10년간 산업재해 승인여부가 완료된 1,933건의 전산자료를 대상으로 직업성 암 신청과 인정현황을 분석한 결과 총 인정 건수는 253건으로 13.1%에 불과하였다. 직업성암의 상명명과 해부학적 부위 확인이 가능하였던 1,921건에 대한 신청상명별 승인율을 보면, 소화기암이 가장 많은 898건(46.7%)의 신청건수를 보였으나 산재 승인율은 8.2%로 평균 이하였다. 중피종과 호흡기암이 각각 68.3%와 21.7%로 승인율이 가장 높았고, 근골격계암과 생식기계암은 직업성암으로 승인된 건이 없었다. 김수근 등은 직업성 암으로 인정되는 사례가 많지 않은 이유로 직업성 암에 대한 인식부족, 긴 잠복기, 부실한 과거 작업환경자료 등에 기인한다고 평가하였다.

이에 본 연구에서는 국내 석면 관련 제도와 법, 석면 제품 제조 현황 및 국내 자동차 제조 사업장을 대상으로 석면 제품 취급 자료를 추적 조사함으로써 국내 자동차 제조 산업에 종사하는 근로자들의 과거 석면 노출 가능 시기를 추정할 수 있는 이력을 구축하고자 하였다.

## II. 연구방법

자동차 제조 사업장의 석면 취급 이력 조사를 위해 크게 두 가지의 자료를 조사하였다. 첫째는 국내 자동차 산업 관련 석면 취급에 영향을 줄 수 있는 각종 제도 및 국가 데이터베이스 자료이고 두 번째 자료원은 국내 자동차 제조 사업장에서 가지고 있는 석면 취급 관련 자료였다. 조사 대상 사업장은 고용 규모 1,000인 이상이고, 승용차와 트럭, 버스 등 상용

차를 생산하는 국내 자동차 제조 사업장이었다.

첫째 자료 수집은 1) 산업안전보건법, 자동차관리법, 건축법에서 규정하고 있는 석면 규제 제도, 2) 2007년 국정감사에 보고된 석면허가업체 정보(1991년~2006년), 3) 한국산업안전보건공단에서 구축하고 있는 석면 함유 제품의 생산 이력(KOSHA, 2014)을 대상으로 실시되었다.

두 번째, 선정된 사업장을 대상으로 1) 2010년에 수집된 물질안전보건자료(material safety data sheet, MSDS), 2) 2000년부터 2013년까지 실시된 작업환경 측정자료, 3) 2011년 노동조합에서 외부 전문 연구기관에 의뢰하여 실시한 소조(forging) 공정과 주철주조(casting) 공정 내 석면함유물질(asbestos-containing material, ACM) 조사 자료, 4) 2014년 1월부터 7월까지 사업장 자체적으로 실시한 건축물 해체 및 개보수 공사 중 ACM 조사 자료를 수집하여 조사하였다.

또한 2014년 3월부터 9월까지 사업장 내에서 석면 취급 가능성이 가장 높은 소재 공장을 방문하여 근무이력이 길고 기술력이 높아 과거 공정에 대한 이해도가 높은 근로자들을 대상으로 한 인터뷰, 현장 walk-through survey를 통해 부서 내 보관하고 있는 과거 문서 검토 등을 추가로 실시하였다.

## III. 연구결과

### 1. 자동차 산업 관련 석면 규제 제도

우리나라의 석면에 대한 제조, 생산, 사용 등에 대한 금지 규제는 Table 1과 같이 1997년 산업안전보건법 시행령에 의해 청석면과 갈석면을 최초로 금지 대상으로 지정하였다. 그 후 1999년에 청석면과 갈석면을 1% 초과 함유한 제제(혼합물)에 대한 금지로 확대 되었다. 이후 각섬석 계열의 석면 종류 중 악티놀라이트, 안소필라이트, 트레몰라이트도 2003년부터 금지 대상으로 지정되었다.

국내에서 가장 많이 사용되고 있던 백석면은 2003년부터 특정 용도를 중심으로 금지 규정이 시행되었다. 그 첫 규제는 자동차 제동장치였다. 2003년부터 자동차관리법(법률 제6730호)에 의해 제동장치에 석면이 사용된 경우 신규 자동차 등록을 할 수 없도록 규제한 것이다.

2007년에는 석면 시멘트 제품과 자동차관리법상

**Table 1.** Regulation of prohibition and permission of asbestos in Korea

Enforcement date	Content	Regulation*
1990.07.14	Permission of asbestos manufacturing	Enforcement decree of ISHA (Presidential decree No. 13053)
1997.05.16	Prohibition of the use of crocidolite and amosite asbestos	Enforcement decree of ISHA (Presidential decree No. 15372)
1999.06.08	Prohibition of the use of preparation containing crocidolite and amosite over 1 percentage	Enforcement decree of ISHA (Presidential decree No. 16388)
2003.01.01	Rejection of new registration of a motor vehicle (except for construction machine) has used asbestos in its brake system	Motor Vehicle Management Act (Act No.6730)
2003.07.01	Permission of dismantling and removal of building containing asbestos over 1 percentage	Enforcement decree of ISHA (Presidential decree No. 18043)
2003.07.01	Prohibition of the use of actinolite, anthophyllite, and tremolite asbestos	Enforcement decree of ISHA (Presidential decree No. 18043)
2005.10.20	Notification to local government on the dismantling of building containing asbestos over 1 percentage	Enforcement regulations of the Building Act (Ordinance of the Ministry of Construction and Transportation No. 475)
2007.01.01	Prohibition of the use of cement containing asbestos over 1 percentage and asbestos friction material for motor vehicle	Notice of MoEL (No. 2006-25)
2008.01.01	Prohibition of the use of extruded cement panel containing asbestos over 1 percentage	Notice of MoEL (No. 2006-25)
2008.01.01	Prohibition of the use of products containing asbestos over 0.1 percentage except for gasket and friction material	Notice of MoEL (No. 2007-26)
2009.01.01	Prohibition of the use of gasket and friction materials containing asbestos over 1 percentage	Notice of MoEL (No. 2007-26)

\* ISHA: Industrial Safety and Health Act, MoEL: Ministry of Employment and Labor

자동차용 석면마찰제품의 사용이 금지되었고, 2008년에는 압출성형시멘트판 그리고 2009년부터 일부 대체품 개발시까지 유예를 둔 특수용도 제품을 제외하고 석면이 0.1% 초과하여 함유되어 있는 모든 제품을 금지하고 있다.

허가제도와 관련해서는 1990년부터 산업안전보건법에 의해 석면을 원료로 하는 제품의 제조 및 생산을 허가 대상으로 규정하였었다(Table 1). 2003년부터는 석면이 1% 초과 함유된 설비 및 건축물을 해체 또는 제거할 경우 허가를 받도록 규정하였고, 2005년부터는 건축법시행규칙을 개정하여 지방자치단체에 신고하는 ‘건축물철거, 멸실 신고서’에 석면 함유 유무를 기록하도록 규정하였다.

**2. 석면 허가업체 이력**

2007년 국정감사 자료에 의하면 1991년부터 2006년까지 총 허가 받은 업체는 81개였으며, 이 중 업종

을 알 수 있는 77개 업체 중 브레이크라이닝 제조 및 자동차 부품제조 관련 업종이 44%로 가장 많은 분포를 나타내었다(Table 2).

**Table 2.** Summary of asbestos containing products manufacturing industries permitted by the Ministry of Labor from 1991 to 2006

Industry	Number	Percentage, %
Manufacture of brake lining for vehicles	23	29.9
Manufacture of asbestos textile and gaskets	15	19.5
Manufacture of accessories for vehicles	11	14.3
Manufacture of chemicals, rubber and plastics	11	14.3
Manufacture of cements for construction	7	9.1
Manufacture of electrical insulators	4	5.2
Manufacture of metal products	6	7.8
Total	77	100

### 3. 석면 함유 제품의 생산 이력

한국산업안전보건공단에서 2014년 보고하고 있는 총 53개 제조사의 174개 제품에 대한 석면 함유 제품의 용도를 크게 건축용, 자동차 부품, 산업기계용으로 구분하여 Table 3에 요약하였다.

건축용 제품은 4개 제조사의 35개 제품으로 1958년부터 2007년까지 생산된 것으로 보고되었다. 가장 많은 제품수(14개)를 보고하고 있는 것은 2007년까지 생산된 바닥, 벽, 창틀에 사용되는 압출성형판이었고, 다음으로 2004년까지 생산된 슬레이트(11개)였다.

자동차 부품은 26개 제조사의 30개 제품에 대한 생산 이력이 보고되었고, 브레이크 라이닝 제품이 14개로 가장 많았고, 다음으로 특수 브레이크(9개), 브

레이크 패드(3개) 순이었다. 자동차 부품 종류별 생산년도를 비교하면, 버스와 트럭에 사용된 브레이크 라이닝(brake lining)은 2006년까지 생산되었고, 크레인과 농기계에 사용된 특수브레이크와 자동차용 정류자(commutator)는 2007년까지 생산되었다.

산업기계용 제품은 26개 제조사의 109개 제품으로 가장 많은 제품이력이 보고되었다. 제품 종류별로는 조인트 시트(16개), 특수 브레이크(14) 그리고 각종 석면 방직 제품(cloth, glove, packing, rope, tape and yarn) 11개 순이었다. 가스켓과 조인트 시트 제품은 2007년까지 생산되었고, 석면 방직 제품들은 2000년까지 생산된 것으로 보고되었다.

제품 내 최대 석면 함유량을 비교하면 산업기계용

**Table 3.** Characteristics of products containing asbestos based on the KOSHA database

Classification	No. of manufacturer	No. of products	Manufacturing start year	Manufacturing finish year	Maximum content of chrysotile, %	Major use
Construction	4	35	1958	2007	20	
Extruded cement panel	4	14	1970	2007	20	Floor or wall window or gate frame
Calcium silicate board	1	2	1970	2006	15	Ceiling material
Cement flat board	2	4	1965	2004	20	Ceiling or wall
Cement gypsum board	2	4	1978	2005	15	Ceiling material
Slate	2	11	1958	2004	20	Ceiling or wall
Parts of car	26	30	1965	2007	20	
Brake lining	14	14	1965	2006	20	Bus or truck
Brake pad	3	3	1975	2000	20	Automobile
Clutch lining or facing	1	2	1976	2006	20	Motorcycle
Commutator	2	2	1970	2007	20	Automobile
Special brake	7	9	1976	2007	20	Crane farm machinery
Parts of industrial equipment	26	109	1970	2007	99	
Asbestos cloth	11	11	1970	2000	99	Thermal insulator
Asbestos glove	11	11	1970	2000	99	Thermal insulator
Asbestos packing	11	11	1970	2000	99	Thermal insulator
Asbestos rope	11	11	1970	2000	99	Thermal insulator
Asbestos tape	11	11	1970	2000	99	Thermal insulator
Asbestos yarn	11	11	1970	2000	99	Asbestos rope, tape or cloth
Gasket	8	8	1970	2007	40	Seal for motor pump of chemicals, water or oil
Joint sheet	8	16	1970	2007	40	Seal for motor pump of chemicals, water or oil
Special brake	6	14	1976	2007	20	Industrial machinery
Thermal insulator	4	5	1970	2007	60	Thermal insulation
Total	53	174	1958	2007	99	

석면 방직 제품들이 가장 많은 99%의 석면을 함유하고 있고, 건축용 제품과 자동차 부품은 최대 20%의 석면을 함유한 것으로 보고되었다.

**4. 자동차 제조 사업장 보유 자료를 통해 확인된 석면사용 이력**

국내 자동차 제조 사업장 한 곳을 대상으로 사업장에서 보유하고 있는 MSDS 자료, 작업환경측정자료, 사업장 자체 공장 내 ACM 조사 자료, 건축물 내 ACM 조사 자료 및 현장 방문 조사를 통한 석면 관련 자료를 검토한 결과는 Table 4에 요약하였다.

**(1) MSDS 자료(2010)**

조사대상 사업장에서 보유하고 있는 화학물질에 대한 MSDS의 2010년 정리된 목록을 분석한 결과 석면을 함유한 제품은 한 건으로 LAB Chrysotile Inc.에서 제조한 백석면을 90~95% 함유한 제품(제품명 ‘백석면’)이며 모형(mock-up) 제작 부서에서 사용한 것으로 확인되었다. MSDS 작성년도가 2003년이었기 때문에 최소한 2003년에는 백석면 제품을 모형 제작 부서에서 사용하였다고 할 수 있다.

노동조합에서 외부 기관에 의뢰하여 1990년 조사한 안전보건 관련 보고서에 따르면 소재 공장에서 ‘용탕의 주입구 내화물은 석면에서 세라믹 섬유로 대체 중’이라는 언급과 ‘경합금주조 용해공장’에 석면지(asbestos sheets)가 사용되고 있다고 지적하면서 시급히 대체할 것’을 주장하는 내용이 있었다. MSDS

자료 중 소재공장의 석면 대체 용품으로 판단되는 세라믹 섬유 제품은 2008년부터 사용된 것으로 확인되었다.

**(2) 작업환경측정자료(2000~2013)**

사업장에서 2000년부터 2013년까지 실시한 작업환경측정 보고서 자료를 조사한 결과 석면에 대한 측정치는 한 건도 확인되지 않았다. 그러나 도장 공장의 노동조합 대의원 회의실에서 발견된 노동조합 제1년차 사업보고서(1988)의 ‘유해작업장 측정 및 환경측정’이라는 보고 내용 중 석면 4건이 측정되었고, 당시(1988년) 노출기준인 2개/ml를 초과한 건수는 없었다는 내용을 확인할 수 있었고, 구체적인 석면 시료가 채취된 부서(장소)나 공기중 농도는 확인할 수 없었다.

**(3) 공정 중 ACM 조사자료(2011)**

2011년 소재 단조(forging) 공정에서 폐암 환자가 발생하여 노동조합이 외부 연구소에 의뢰하여 소재 단조공정과 주철주조(casting) 공정을 중심으로 ACM 자료를 조사를 실시하였다. 총 21건의 석면함유 의심 물질을 채취하였고, 이 중 5건에서 백석면이 함유된 것으로 보고하였다. 확인된 석면제품은 단조공정 열처리에서 사용된 개스킷 3건과 장비 상부소재 잠입부의 예열기능을 하는 인덕션 히터 한 건, 그리고 주철주조 공정의 열처리로 입구에 사용된 개스킷 한 건이었다. 개스킷에는 백석면이 2-70%까지 함유되어

**Table 4.** Summary of asbestos regarding records collected from auto-mobile manufacturing company

Resource	Period	Content
Material Safety Data Sheet	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Product name: Chrysotile asbestos</li> <li>• Manufacturer: LAB Chrysotile Inc.</li> <li>• Ingredient: chrysotile(90-95%)</li> <li>• Using department: mock-up making</li> <li>• MSDS making year: 1993</li> </ul>
Work environment monitoring	2000-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No asbestos data</li> </ul>
Trade union report	1988	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Record on the measurement of airborne asbestos: 4 samples below occupational exposure limit of 2 f/ml</li> </ul>
Trade union report	1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbestos sheet has been used in the process of light alloy casting</li> </ul>
Asbestos survey of forging and casting process	2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Five samples of 21 presumed asbestos containing materials contained chrysotile: 4 gaskets(2-70%), 1 heating induction material(40-50%)</li> </ul>
Asbestos survey of building dismantling or remodeling	2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asbestos containing building materials were reported at 122 asbestos dismantling projects among 1,119 surveys; bamlites of building(43), asbestos gasket of heat exchanger(1), asbestos tape of plastic frame(1), slate(50), ceiling tex(27)</li> </ul>

있었고, 인덕션 히터에는 40-50%의 백석면이 함유된 것으로 확인되었다.

#### (4) 건축물 내 ACM 조사자료(2014)

2014년 1월부터 7월까지 공장 내 사무동과 공장동 건축물의 해체 및 개보수 공사 보고 자료를 조사한 결과 석면 제품 해체 공사 결과가 제시되어 있는데, 총 1,119건의 해체 공사 중 건물 내 밤라이트(bamlite) 해체 공사 건수가 43건, 열교환기 교체공사 중 석면 개스킷 해체 한 건, 플라스틱 금형공장에서 석면 테이프 한 건, 건물 지붕, 벽체 및 창문 가드레일 등에서 해체한 슬레이트 50건, 그리고 건물 천장 텍스 제거 공사 27건 등 총 122건의 석면제품 해체 공사 실적을 확인할 수 있었다.

전체 건축물 해체 및 개보수 공사 자료에는 조사된 석면 분포 면적(m<sup>2</sup>)과 해체 공사를 통해 제거된 면적이 제시되어 있는데, 이를 요약하면 Table 5와 같다. 2014년 7월에 확인된 총 석면함유 면적은 20,806 m<sup>2</sup>였고, 이 중 슬레이트가 94.4%인 19,649 m<sup>2</sup>의 면적을 차지하고 있었다. 이 중 천장텍스는 2014년 7월 시점으로 모두 제거 되었으나, 밤라이트는 71.6%, 슬레이트는 3.3%의 면적만이 제거된 것으로 확인되었다.

#### (5) 현장 작업자 인터뷰 및 부서별 보유 문서 확인

소재부에서 30년 이상 근무경력을 가지고 있는 작업자와의 인터뷰 결과 과거 주조 후 온도 차이가 생기면 제품 균열이 가기 때문에 석면포를 씌워서 냉각을 시켰고, 손으로 석면포를 만지고 사용했었다는 설명을 들을 수 있었다. 실제 소재 공정을 방문하여 현장 계시관을 확인한 결과 ‘후열’에 대한 작업표준서에 ‘용접완료 후 금형의 표면과 내부의 온도 균일화

를 이루어 과열 과냉, 오오스테나이트 조직에서 서냉하여 마르텐사이트의 용착금속 조직을 얻기 위함’이 후열의 목적이며, 이를 위한 방법에는 ‘예열온도(538℃)까지 2-3시간 가열유지한 후 석면(KAOWOOL)으로 덮어서 서냉한다.’라는 내용이 기술되어 있었다.

## IV. 고 찰

석면은 영국의 산업혁명 이후 증기기관에 단열재로 사용되었으며 상업적으로 생산된 것은 19세기 이후였고 대량으로 생산된 것은 1950년대 이후였다. 1978년의 세계적 총 생산량은 약 600만톤 이었고 주 생산지는 러시아, 캐나다, 남아프리카 등이었다(IARC, 2012). 핀란드 직업건강연구소(Finish Institute of Occupational Health)의 2001년 발표자료에 의하면 2000년을 기준으로 전 세계적인 석면 생산은 200만톤 이상이며, 주된 생산국은 러시아, 중국, 캐나다 등이며 생산된 거의 모든 석면들은 세계 각국으로 수출되고 있다고 보고하고 있다(Tossavainen, 2004). 그러나 향후 유럽 선진국들의 석면 금지 규제가 확산되면서 석면 소비는 주로 아시아 국가에서 이루어지게 되었고, 2003년에는 전 세계 석면 생산량의 50%가 아시아 국가들에서 소비된다고 보고되었다(Kazan-Allen, 2007).

우리나라는 1930년대 중반 전국에 걸쳐 석면광산이 개발되었고 이때 생산된 석면은 대부분 일본으로 수출되었다. 해방당시 전국의 석면광산은 총 28개에 이르며 대표적인 백석면 광산인 충남 홍성지방의 광천광산이 1984년 폐광될 때까지 우리나라에서 생산된 석면의 총 생산량은 145,000톤으로 추정하고 있으며 대부분 백석면이었다(Choi et al., 1998). 1984년 이후 광맥의 빈약과 인건비 상승으로 생산은 중단되

**Table 5.** Distribution of asbestos removal areas of one automobile manufacturing plant in 2014

Asbestos containing material	Number of dismantling projects	Total asbestos area, m <sup>2</sup>	Asbestos removal area, m <sup>2</sup> (%)
Bamlite	43	44	32 (71.6)
Gasket	1	NA	NA
Tape	1	NA	NA
Slate	50	19,649	645(3.3)
Ceiling tex	27	1,112	1,112(100)
Total	122	20,806	1,789(8.6)

NA: not applicable

고 국내의 석면은 전량 수입에 의존해 왔다. 국내 석면수입 추이를 보면 1976년~1990년까지 연간 약 63,000톤의 석면을 수입하였고 1992년 약 95,000톤으로 최고치를 기록한 이후 지속적으로 감소추세를 보이고 있으며 2004년에는 14,636톤이 수입되었다 (Park et al., 2008).

석면 관련 국가 규제 제도는 각 국가별, 특정 업종에서의 석면사용 시기를 파악하는데 중요한 요소이다. 국제석면금지사무국(International Ban Asbestos Secretariat, IBAS)의 보고에 따르면 1972년 덴마크가 단열 및 방음, 방수 목적으로 석면사용을 처음 금지시킨 후 1980년에는 석면 시멘트의 지붕처리를 제외한 모든 석면사용을 국가에서 금지시켰고, 이후 1982년 스웨덴, 1983년 아이슬란드, 1984년 노르웨이와 이스라엘 등이 석면사용 금지법을 발효시켰다(IBAS, 2017a). IBAS의 2017년 10월 23일자로 보고된 바에 따르면 우리나라를 포함한 총 61개국에 석면사용 금지법을 발효했다(IBAS, 2017b).

우리나라의 석면 관련 규제제도는 청석면과 갈석면에 대한 금지규정이 1997년 처음 시행되었으나, 백석면에 대한 규제는 2003년부터 시행되었다(Table 1). 최상준 등의 연구결과에 따르면 2006년 80개의 국내 사업장에서 채취한 1,285개 석면함유인심물질 중 520개가 1% 이상의 석면을 함유하고 있었고, 이 520개 중 98%의 시료가 백석면을 함유한 것으로 보고하고 있다(Choi et al., 2010). 따라서 국내에서 사용된 석면의 대부분이 백석면이라는 점을 고려할 때, 국내 석면규제는 2003년부터 주목할 필요가 있다.

특히 자동차 생산과 관련한 첫 규제는 자동차관리법 제9조(신규등록의 거부) ‘제5호에 대기환경보전법 제32조 및 소음·진동규제법 제33조의 규정에 의한 제작차 인증을 받지 아니한 자동차 또는 제동장치에 석면을 사용한 자동차를 등록하고자 할 때’라는 조항이 2003년 1월 1일부 시행을 위해 개정된 점이였다. 그러나 이 규제와 관련하여 석면사용 이력에 미치는 영향 측면에서 두 가지를 고려해야 한다.

첫째, 모든 자동차에 대해서 적용한 것이 아니었다는 점이다. 자동차관리법 시행령 제2조(적용이 제외되는 자동차)에서는 자동차관리법의 적용이 제외되는 자동차를 규정하고 있는데 건설기계관리법에 따른 건설기계, 농업기계화 촉진법에 따른 농업기계,

군수품관리법에 따른 차량, 궤도 또는 공중선에 의하여 운행되는 차량, 의료기기법에 따른 의료기기 등이 제외되어 있다. 건설기계관리법시행령 제2조 [별표 1]의 건설기계 범위에 따르면 건설기계란 볼도저, 굴삭기, 로더, 지게차, 덤프트럭, 기중기, 콘크리트믹서트럭 및 타워크레인 등 건설산업에서 사용되는 차량 및 기계들이 대부분 해당되며, 따라서 이런 차량에는 2003년 이후에도 신규 차량 제작 시 석면 제동장치를 사용할 수 있었다.

두 번째 고려할 점은 이 제도는 2003년부터 신규 자동차 등록 시 석면 제동장치를 사용된 차량의 등록을 거부하는 제도이지 2003년부터 자동차 제동장치에 석면사용이 금지된 규정이 아니라는 점이다. 따라서 2003년 이전에 생산되어 등록된 차량의 경우 제동장치의 수리 및 교체 시 석면제동장치를 사용할 수 있었다는 점이다. 자동차용 석면마찰제품에 대한 사용금지를 규정한 때는 2006년 고용노동부 고시(제2006-25호)인 ‘석면제품의 제조 수입 양도 제공 또는 사용 금지에 관한 고시’에 따라 2007년부터 적용되었다.

석면사용에 있어 영향을 주는 규제의 내용 중 금지(prohibition)와 함께 허가(permission) 제도를 검토할 필요가 있다. 국내 허가제도는 석면사용 자체에 대한 허가과 이미 사용된 석면제품의 해체 및 제거 허가를 요구하는 제도로 구분할 수 있다. 생산과 관련해서는 1990년부터 석면을 원료로 하는 제품의 제조 및 생산에 대해 고용노동부의 허가를 받도록 해왔다. 그러나 고용노동부는 석면 함유제품 제조 허가 업체 현황 자료를 상시 공개하고 있지는 않으며, 이에 본 연구에서는 2007년 국정감사 때 제출되었던 1991년부터 2006년까지 허가업체 현황 자료를 조사하였다. Table 2와 같이 허가 업체는 총 81개였고, 업종을 알 수 있는 77개 업체 중 브레이크라이닝 제조를 포함한 자동차 부품제조 업종이 44%로 가장 많은 것을 확인할 수 있었다. 이는 앞서 석면금지 제도에서 확인했듯이 2003년부터 신규 자동차 등록 시 석면제동장치 사용을 금지했으나, 자동차 제동장치에 석면사용을 금지한 조치는 2007년부터 적용되었기 때문에, 2006년까지 자동차 부품제조 업체의 석면사용 허가가 있었다고 할 수 있다.

또 다른 허가제도는 2003년부터 1% 초과 석면함유 건물 및 설비를 해체 및 제거할 경우 고용노동부

의 허가를 받도록 한 제도이다. 그러나 소규모의 건물주들은 고용노동부의 허가를 받지 않고 해체하는 경우가 많고 고용노동부가 감독을 통해 관리하는데도 한계가 있다는 문제점을 개선하기 위해 2005년부터 건축법 시행규칙 제24조(건축물 철거, 멸실의 신고) 규정을 개정하였다. 기존 규정에 따르면 건축물을 철거하고자 하는 자는 철거예정일 3일 전까지 별지 제25호 서식의 ‘건축물철거·멸실신고서’를 지방자치단체장에게 해체공사계획서와 함께 제출하도록 하고 있었다. 이후 이 신고서의 양식을 변경하여 해당 건물이 석면을 함유하고 있는지를 표기하여 신고하도록 하였고, 지방자치단체와 고용노동부의 업무협조를 통해 석면함유 건물의 해체 시 비산될 수 있는 석면에 의한 피해를 최소화 하자는 의도였다.

국내 석면함유 제품을 생산했던 업체들로부터 한국산업안전보건공단에서 ‘석면함유 제품 Data Sheet’라는 형태의 조사 양식을 만들어 정보를 수집하여 석면자료실 website에 게시하고 있다. 조사 양식에 포함된 정보들은 제품 ID, 국문자재명, 제품식별번호, KS 규격번호, 제조 회사명, 영문 자재명, 생산지역, 생산년도, 수입년도, 구성재료, 석면함유량(%), 제품명, 주요 사용처(장소), 용도이며, 이 정보들은 제조업체가 직접 제공한 정보이기 때문에 신뢰도가 높다고 할 수 있다. 본 연구에서 2014년에 보고되어 있는 53개 제조사 174개 제품에 대한 정보를 분석한 결과 건축용 석면제품의 경우 압출시멘트는 2007년, 자동차 부품 중 특수브레이크나 정류자는 2007년, 브레이크 라이닝과 클러치 라이닝 등은 2006년, 산업용 부품도 가스켓이나 조인트 시트, 단열재 등은 2007년까지 제조되어 온 것으로 확인되었다. 이는 자동차 관리법의 제동장치의 석면사용 금지 규정이 적용되었던 것이 2007년이라는 점을 고려할 때 이해될 수 있다.

이상 국내 석면 규제 제도와 제조업체의 생산현황 자료를 토대로 볼 때 자동차 부품 관련 석면제품은 2007년까지도 유통이 가능했다고 볼 수 있고, 건축물 및 산업용 석면제품의 모든 사용 금지는 2009년부터라고 할 수 있다. 그러나 이미 사용된 제품들이 제거되지 않는 한 여전히 석면 노출 가능성은 남아 있다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 국내 자동차 제조업체 한곳을 직접 방문하고, 사업장 내 과거 안전보건 관련 자료와 오래 근무한 근무자들과의 인터

뷰 등을 통해 실제 사업장 내 석면사용 이력을 조사하였다.

사업장 내 2010년 시점으로 보유하고 있는 MSDS 목록에서는 석면 관련 제품은 LAB Chrysotile Inc라는 회사에서 제조한 것으로 되어 있는 백석면 제품 한 건 밖에 없었다. 이 제조업체는 1986년에 세워진 캐나다의 석면제품 제조사로 확인되었다. 또한 MSDS 작성년도가 1993년으로 되어 있고 보관 시점이 2010년이었기 때문에 이 석면 제품이 모형 제작 부서에서 최소한 1993년부터 2010년까지 사용되었을 가능성이 있다.

MSDS 목록 중 석면 제품은 한 건이었으나, 석면과 유사한 용도로 사용되는 내화성 세라믹 섬유 제품이 소재부에서 사용되고 있음을 확인할 수 있었다. 내화성 세라믹 섬유는 알루미늄 실리케이트를 주성분으로 1,000 도가 넘는 고온의 단열재로 사용되는 합성 미네랄 섬유이며 석면 대체물질 중 하나이다. 내화성 세라믹 섬유는 현재 고용노동부 노출기준에서 화학물질 분류체계에 대한 국제조화시스템(GHS)에 따른 발암성 1B로 분류하고 있고, 주요 발생 암은 폐암으로 석면과 동일하게 발암성 물질로 취급 주의가 필요한 제품이다. MSDS에서 확인된 세라믹 섬유 제품은 ‘루미캐스트’와 ‘화이버 캐스트’라는 제품으로 일본 니치아스(주)에서 생산된 제품이었다. 니치아스(주)는 1896년에 만들어진 과거 일본 최대의 석면제품 생산업체였고, 1958년부터 일본에서 최초로 세라믹 섬유 제품을 생산한 업체이다. 또한 1990년에 노동조합이 외부 전문기관에 위탁하여 조사한 안전보건 관련 보고서에서도 소재 공장의 용탕 주입구 내 화물을 석면에서 세라믹 섬유로 대체 중이라는 내용이 있어, 소재 공장 쪽에는 석면 내화물을 1990년까지는 사용해 온 것으로 추정할 수 있다.

회사 노동조합이 가지고 있는 2000년부터 2013년까지의 작업환경측정 보고서 자료에서는 석면에 대한 측정 건수를 확인할 수 없었지만, 1988년 작성된 노동조합 사업보고서에는 석면이 4건 측정되었다는 자료를 확인할 수 있었다. 이는 보고서의 ‘유해작업장 측정 및 환경측정’이라는 제목으로 소음, 분진, 용접흄, 유해가스, 유기용제, 중금속, 고온, 석면으로 구분되어 총 3,067건이 측정되었고, 총 583건이 초과되어 19%의 초과율을 보였다는 내용이었다. 이는 당시



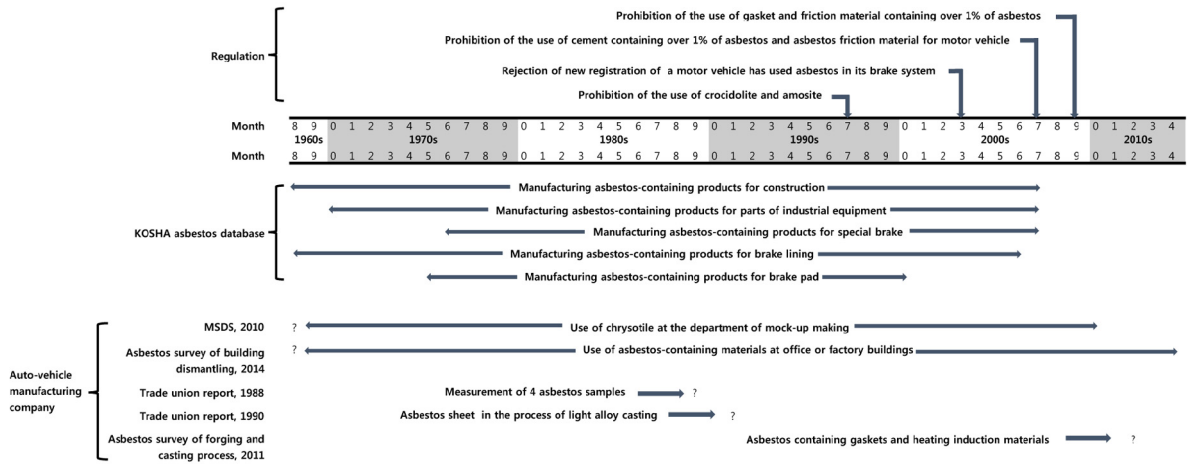


Figure 1. Summary of asbestos handling history in automobile manufacturing plant

노출기준을 초과한 유해인자에 대해 회사측과 관리 방안을 협의하기 위한 자료로 활용되었다고 하였으며, 따라서 석면의 경우 4건을 측정했고 기준초과 건수는 없었다는 정보만 확인할 수 있었다. 그러나 1988년 당시 백석면의 노출기준은 2개/ml였으며, 현재 노출기준인 0.1개/ml보다 20배 높은 기준이었기 때문에 당시에 노출기준을 초과하지 않았다고 해서 낮은 수준으로 노출되었다고 확신할 수는 없으며, 1988년까지 사업체 내부에서 석면에 노출되는 부서가 있었다는 것은 알 수 있다.

석면 사용 가능성이 높은 소재공장의 경우 2011년에 외부 기관에 의뢰하여 ‘발암물질 조사사업을 실시한 보고서를 확인할 수 있었는데, 열처리 공정의 개스킷과 예열기능을 하는 열 전도 부위에서 백석면이 최대 70%까지 함유된 것으로 확인되어 2011년까지도 석면 함유 제품이 소재공장에서 사용되었음을 확인할 수 있었다. 이는 석면사용 전면금지가 2009년부터였지만, 기존에 사용된 제품들이 제거되지 않고 2009년 이후에도 계속 사용되어 올 수 있음을 확인할 수 있는 자료였다.

공장 내 건축물 내에 사용된 석면제품의 확인은 2014년 건축물 개보수 공사 자료에서 확인 가능하였다. 건축물 내에 벽재로 많이 사용되는 밤라이트와 개스킷, 지붕 소재로 많이 사용되는 슬레이트, 천장 텍스 등에서 석면이 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 최소한 2014년까지도 공장 내 건축물에 석면소재가 사용되고 있었다고 확인할 수 있다.

특히 주목해야 할 것은 2014년 7월에 확인된 석면 함유 제품의 총 면적(20,806 m<sup>2</sup>) 중 8.6%만이 제거되었다는 점이며, 가장 많은 면적을 차지하는 슬레이트의 경우 19,649 m<sup>2</sup> 중 3.3%만이 제거되었다는 점이다. 이는 석면 처리된 건물이 시간이 흐르면서 노화되고 풍화되면서 석면이 공기 중으로 비산되어 거주자들이 노출 될 가능성이 있다는 점에서 관리가 필요하였다. Ganor 등은 천장 단열재로 석면이 처리된 건물이 1970년에 지어진 뒤 20년이 지난 뒤 손상된 천장을 통해 대중식당 내에 비산된 석면 농도가 최대 4 f/ml 라고 보고하였고(Ganor et al., 1992), 석면 시멘트로 지어진 건물의 경우 시간이 지남에 따라 풍화작용에 따른 시멘트가 손상된 건물을 살수 클리닝(water jet cleaning) 및 페인팅을 통한 보수 작업자들이 0.1-0.2 f/ml 수준의 석면에 노출될 수 있다고 보고되었다(Brown, 1987). 최근 이란의 건물 해체 작업 중 작업자들에게 측정된 공기 중 석면 노출 농도는 0.01-0.15 f/ml로 보고하고 있어(Kakooei & Normohammadi, 2014) 석면함유 건축물의 철거 때 비산 가능한 석면의 관리는 매우 중요하다고 할 수 있다.

이상의 조사 결과를 대상 사업장의 자동차 생산 이력과 비교하여 연대별 석면사용 이력을 요약하면 Figure 1과 같다.

## V. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 석면사용과 관련된 규

제 제도의 적용 시점과 내용, 석면 제품 제조 허가 업체 현황 및 한국산업안전보건공단에서 공개하고 있는 석면제품 제조 이력 자료들을 검토하여 석면 취급 이력을 파악하였다. 특히 자동차 제조업에 종사하는 근로자들의 석면 노출 이력을 평가하는데 도움을 주기 위해 국내 자동차 제조업체 한곳을 대상으로 실제 사업장 내에서 석면사용 이력을 알 수 있는 자료를 수집 분석하였다.

국가 차원에서 확인 가능한 자료와 사업체 내부의 자료를 통합하여 비교해 볼 때, 석면제품 승용차 부품(브레이크, 클러치 관련) 사용은 2000년까지, 버스, 트럭의 석면 부품 사용은 2007년까지, 소재금형기술부의 석면포 사용은 2010년, 사업장 내 석면 개스킷 및 석면테이프의 사용과 공장동과 사무동 내 석면 슬레이트와 텍스, 밤라이트 등은 2014년까지 사용되어왔으며, 완전히 제거되지 않았음을 확인할 수 있었다. 특히 건축물에 사용된 석면제품 중 슬레이트가 가장 넓은 석면사용 면적을 보였는데, 2014년 7월까지 전체 면적의 3.3%만이 제거된 상태여서 향후 슬레이트 노후화에 의한 공기 중 석면 비산 가능성에 대한 관리가 필요하였다. 본 연구 결과가 향후 국내 자동차 제조업 근로자들의 폐암 발생 시 석면 노출에 의한 업무관련성을 평가하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

## 감사의 글

이 연구는 2015년도 대구가톨릭대학교 교원해외연구년 연구지원금에 의한 것임.

## References

- Brown SK. Asbestos exposure during renovation and demolition of asbestos-cement clad building. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48(5):478-86
- Choi JK, Paek D, Paik NW. The production, the use, the number of workers and exposure level of asbestos in Korea. *Korean Ind Hyg Assoc J* 1998;8:242-253
- Choi S, Suk MH, Paik NW. Asbestos-containing materials and airborne asbestos levels in industrial buildings in Korea. *J UOEH* 2010;32(1):31-43
- Ganor E, Fischbein A, Brenner S, Froom P. Extreme airborne asbestos concentrations in a public building. *Br J Ind Med* 1992;49(7):486-8
- IBASa(International Ban Asbestos Secretariat). Chronology of asbestos bans and restrictions compiled by Laurie Kazan-Allen. Revised October 24, 2017. Available from: URL: [http://www.ibasecretariat.org/chron\\_ban\\_list.php](http://www.ibasecretariat.org/chron_ban_list.php)
- IBASb(International Ban Asbestos Secretariat). Current asbestos bans compiled by Laurie Kazan-Allen. Revised October 23, 2017. Available from [http://www.ibasecretariat.org/alpha\\_ban\\_list.php](http://www.ibasecretariat.org/alpha_ban_list.php).
- IARC(International Agency for Research on Cancer). IARC Monographs Volume 100C: arsenic, metals, fibres and dusts; a review of human carcinogens. 2012. Available from:URL: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C.pdf>
- Kakooei H, Normohammadi M. Asbestos exposure among construction workers during demolition of old houses in Tehran, Iran. *Ind Health* 2014;52(1):71-7
- Kazan-Allen L. Killing the future-asbestos use in Asia. London, England: International Ban Asbestos Secretariat; 2007. p 8
- Kim SG, Kwon YJ, Kim HR, Kim IA, Kim DI et al. Rationalization for approval criteria of occupational cancer. Seoul: Sungkyunkwan University Research & Business Foundation.; 2010. p.11-17
- KOSHA(Korea Occupational Safety and Health Agency). Management of asbestos handling work - asbestos containing materials and products database. Available from: URL:<http://www.kosha.or.kr/content.do?menuId=1472>
- Park D, Choi S, Ryu K, Park J, Paik N. Trends in occupational asbestos exposure and asbestos consumption over recent decades in Korea. *Int J Occup Environ Health* 2008;14:18-24
- Tossavainen A. Global use of asbestos and the incidence of mesothelioma. *Int J Occup Environ Health* 2004;10: 22-5