

## 석면 해체 및 제거 업체가 느끼는 관련 제도의 문제점 및 개선방안에 관한 연구

장재필<sup>1,2</sup> · 노영만<sup>3</sup> · 정기호<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>울산대학교 안전보건전문학과, <sup>2</sup>한국산업안전보건공단, <sup>3</sup>고려대학교, <sup>4</sup>울산대학교 산업경영공학부

## A Study on Perceived Problems of and Improvement Measures for Asbestos Abatement Companies in Support of Related Policies

Jaepil Chang<sup>1,2</sup> · Youngman Rho<sup>3</sup> · Kihyo Jung<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Safety and Health, University of Ulsan

<sup>2</sup>Korea Occupational Safety & Health Agency

<sup>3</sup>Korea University

<sup>4</sup>School of Industrial Engineering, University of Ulsan

### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this study is to identify the perceived problems of and suggest improvement measures for asbestos abatement companies in support of asbestos-related systems and policies.

**Methods:** For this study a questionnaire was prepared consisting of current work (two questions), the contribution and necessity of a risk assessment system for asbestos abatement (two questions), and problems with and improvement measures for systems and policies (nine questions). The questionnaires were sent to 2,170 asbestos abatement companies and were returned by 83 companies (return rate = 3.8%). We conducted frequency analysis, ANOVA, and a Chi-squared test at the 5% significance level.

**Results:** Asbestos abatement companies expressed difficulties with complying with wet work (43% of unenrolled managers), negative pressure enclosure (36% of all respondents), and installation and use of decontamination units (26% of all respondents) as stipulated in the relevant regulations. In addition, 43% of the respondents expressed concerns that the expertise of the company was not considered during bidding for asbestos abatement and hoped that an advantage (e.g., bid point) would be given to the upper grades for asbestos risk assessment (38%). Asbestos abatement companies generally rented and used negative pressure devices (including negative pressure recording devices) and suggested that periodic calibration (32%) is needed to ensure the performance of the rented equipment. Finally, the respondents asked for clear definitions for three situations specified in the Occupational Safety and Health Acts: (1) temporarily leaving the asbestos abatement workplace; (2) tasks with less airborne asbestos; and (3) physically breaking or cutting using a machine.

**Conclusions:** The problems and improvement measures identified in this study of asbestos abatement companies can be utilized as fundamental information for the improvement of the systems and policies for safe asbestos abatement.

**Key words:** Asbestos, asbestos risk assessment, asbestos abatement, asbestos abatement company

### I. 서 론

석면은 천연적으로 존재하는 광물로서 뛰어난 성질(예: 단열성, 내마모성, 인장력, 전기절연성)과 경제성으

로 인해 건축자재(예: 슬레이트, 천장재), 석면마찰재(예: 브레이크 라이닝, 클러치 판), 석면 방직제품 등에 널리 사용되었다(ILO, 1998). 우리나라는 1930년대 중반 전국에 걸쳐 석면광산이 개발되었고, 1945년 전국

\*Corresponding author: Kihyo Jung, Tel: 052-259-2709, E-mail: kjung@ulsan.ac.kr

93 Daehak-ro, Nam-gu, Ulsan

Received: January 22, 2020, Revised: February 10, 2020, Accepted: March 3, 2020

 Jaepil Chang <http://orcid.org/>

 Youngman Rho <http://orcid.org/>

 Kihyo Jung <http://orcid.org/0000-0003-3316-2762>

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.

의 석면광산은 총 28개에 이르렀다. 대표적 석면 광산인 광천광산은 1984년 폐광될 때까지 약 145,000 ton의 석면을 생산한 것으로 추정되고 있다(Choi et al., 1998). 우리나라는 갈석면과 청석면의 사용을 1997년에 금지하였고, 2016년에 백석면을 금지물질로 지정하면서 석면의 사용 및 양도가 완전히 금지되었다(MoEL, 1997; MoEL, 2016). 그러나 석면의 금지란 엄밀한 의미에서 새로운 석면의 사용이 금지된 것으로서 이미 우리 주변 건축물에 광범위(Jeong et al., 2018)하게 사용된 석면함유물질의 사용까지 금지된 것은 아니므로 이에 대한 관리가 숙제로 남았다(MoEL, 2009).

석면노출로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위해 고용노동부는 2009년부터 모든 석면의 제조·수입·사용 등을 금지시켰으며, 석면의 노출기준을 2 개/cc에서 0.1 개/cc로 강화하였고, 석면이 함유된 설비 또는 건축물을 해체·제거할 경우에는 관할 지방고용노동청의 사전허가를 받도록 관련법을 제·개정 하였다(MoEL, 2009). 석면해체 및 제거작업시의 석면노출로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위해서 고용노동부는 관련법의 제·개정 등 제도정비 뿐만 아니라, 석면해체 및 작업 기준을 마련하였다. 그 일환으로 ‘석면조사기관 및 석면해체·제거업자 종사인력의 교육에 관한 규정’ 고시를 제정(노동부 고시 제2009-31호)하여 최근에 이르기까지 개정(고용부 고시 제2020-15호)하고 있고(MoEL, 2015a, 2020), 건축물 또는 설비의 석면조사 및 석면농도측정을 관리하기 위해 ‘석면조사 및 정도관리규정’ 고시를 제정(노동부 고시 제2009-32호)하였는데(MoEL, 2009b), 동 고시는 최근 석면조사 및 안전성 평가 등에 관한 고시(고용부 고시 제2015-19호)로 개정된 상태이다(MoEL, 2015b). 개정된 법률에 따라 우리나라에서 석면이 함유된 설비 또는 건축물을 해체·제거하는 업체의 수는 급증하여 2019년 10월에는 전국적으로 3,576개에 달하고 있다.

그동안 국내에서 석면함유제품의 제조, 사용 등과 관련된 근로자의 석면노출실태에 관한 연구(Park & Paik, 1988; Paik & Lee, 1991; Choi et al., 1998; Park et al., 2009; Yi et al., 2013; Lee & Yi, 2016; Phee, 2016)와 석면 해체 및 제거 작업 종사근로자의 석면 노출실태 연구(Choi et al., 2002; Yoo et al., 2002; Kim et al., 2009)는 지속적으로 이루어져왔다. 이러한 연구를 통해 해당 종사자들의 석면노출이 어느

정도이고, 이들의 노출수준에 영향을 미치는 요인들이 무엇이며, 그리고 그 노출을 최소화하기 위한 방안들이 제시되었다(Jeong et al., 2018). 그러나 2009년 이후부터 적용된 석면관련 제도의 개선방안과 2015년도에 개정된 석면해체·제거작업의 안전성 평가에 대한 조사 결과는 지금까지 국내에서 발표된 적이 없다. 따라서 현행 석면관련 제도의 효과와 미흡한 부분에 대한 과학적인 연구가 필요한 실정이다.

본 연구의 목표는 석면해체·제거 업체를 대상으로 석면관련 제도의 문제점 및 개선방안을 파악하여 제도 개선에 활용하기 위한 것이다. 이를 위해, 본 연구는 석면해체·제거에 대한 문제점과 개선방안을 조사하기 위한 설문지를 개발하였으며, 석면해체·제거업체에 개발된 설문지를 배포하여 석면관련 제도에 대한 문제점 및 개선방안을 조사하였다. 본 연구는 조사된 설문 결과에 대한 통계 분석을 통해 석면해체·제거 현장에서 느끼는 제도개선 요구사항을 체계적으로 파악 및 분석하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 2019.1.29. 기준으로 고용노동부에 등록된 3,568개 석면해체·제거업체 중 2019.3.5. 이전 등록기간이 1년 이상인 2019.10.31.까지 석면해체·제거 완료 실적이 1건 이상인 업체 2,170개이다. 연구 대상인 2,170개 업체는 2019년도에 안전성평가 주기가 도래한 업체(2016년도 S등급, 2017년도 A, B, C등급, 2018년도 D등급), 완료 실적이 없어 안전성평가 등급이 없는 업체(2019.10.31.까지 해체·제거 실적이 있을 수 있는 업체) 등이다(Table 1). 연구대상의 지역별 분포는 서울 198개소(9.1%), 인천 80개소(3.7%), 경기 299개소(13.8%), 강원 164개소(7.6%), 대전 85개소(3.9%), 충남 97개소(4.5%), 충북 109개소(5.0%), 부산 139개소(6.4%), 대구 74개소(3.4%), 울산 34개소(1.6%), 경남 138개소(6.4%), 경북 133개소(6.1%), 광주 154개소(7.1%), 전남 156개소(7.2%), 전북 273개소(12.6%), 제주 37개소(1.7%)이다. 한편, 본 연구의 설문에 응답한 업체는 83개로 무기명 설문을 실시함에 따라 지역별 분포 및 안전성평가 등급은 알 수 없었다. 본 연구의 설문조사에 참여한 해체·제거업체는 모두 고용노동부에 등록된 업체였다.

**Table 1.** General characteristics of asbestos abatement contractors

Characteristics	Number of contractors
Area	
Seoul	198
Incheon	80
Gyeonggi	299
Gangwon	164
Daejeon	85
Chungnam	97
Chungbuk	109
Busan	139
Daegu	74
Ulsan	34
Gyeongnam	138
Gyeongbuk	133
Gwangju	154
Jeonnam	156
Jeonbuk	273
Jeju	37
Status of rating	
S	11
A	136
B	333
C	201
D	537
Unrated	952
Total	2,170

## 2. 설문 내용

본 연구의 설문은 현재업무(2문항), 석면 해체·제거 작업 안전성평가 기여도 및 필요성(2문항), 석면 해체·제거제도 문제점 및 개선방안(9문항)으로 구성되었다. 현재업무는 고용노동부에 등록된 자격을 가진 경우인지 아니면 비등록 현장 관리자인지로 구분하였고, 석면 해체·제거작업 안전성평가 기여도 및 필요성은 해체·제거작업 안전성평가 사업이 안전한 석면해체·제거 작업에 기여 하는지와 해체·제거작업 안전성평가 제도가 필요한지에 대하여 5점 척도(1점: 전혀 그렇지 않다, 2점: 대체로 그렇지 않다, 3점: 보통이다, 4점: 대체로 그렇다, 5점: 매우 그렇다)로 평가하도록 설문을 구성하였다. 석면 해체·제거제도 문제점 및 개선방안 설문은 모두 다중선택이 가능하도록 하였다. 석면해체·제거작업에 대한 설문 항목은 (1) 석면해체·제거작업 입찰방식의 문제점, (2) 석면해체·제거작업 선정방법의 문제점, (3) 석면제거팀 구성 시 발생하는 문제점, (4) 석면

제거팀 구성에 대한 개선방안, (5) 석면해체·제거 등록에 필요한 인력기준 개선방안, (6) 음압기 및 음압기록장치 지속관리 방안, (7) 감리제도 개선방안, (8) 석면에 관한 산업안전보건법 내용 중 일부 해석에 차이가 발생하는 문구의 해석에 관한 의견, (9) 석면해체·제거 규정 중 준수하기 어려운 항목으로 구성하였다.

## 3. 자료 분석

본 연구의 설문 결과 통계 분석은 SPSS(v18, SPSS, USA)를 활용하여 유의 수준 5%를 적용하여 이루어졌다. 먼저, 현재업무(담당업무, 업무경력)에 따라 설문 항목별 응답 빈도에 차이가 있는지를 Chi-squared 검정을 통해 분석하였다. 그리고 설문 업체의 안전성평가 기여도 및 필요성에 대한 인식을 긍정(4점 또는 5점), 중립(3점), 부정(1점 또는 2점)의 세 가지 유형으로 구분하고, 기여도 및 필요성 인식유형에 따른 설문 항목의 답변 빈도 차이를 Chi-squared 검정하였다. 마지막으로, 안전성평가 기여도와 필요성에 대한 인식 차이를 규명하기 위해 안전성평가 기여도를 독립변수(수준: 긍정, 중립, 부정)로 설정하고 안전성평가 필요성 응답 점수를 종속변수로 설정하여 일원분산분석을 수행하였다.

## III. 결 과

### 1. 설문 참여 현황 및 기본 특성

설문에 응답한 83개의 업체 중에서 76개 업체(91.6%)는 고용노동부에 등록된 관리자가 설문에 응답하였고, 나머지 7개 업체(8.4%)는 비등록 현장 책임자가 설문에 응답하였다(Table 2). 설문 응답자의 석면 해체와 관련된 업무 경력은 3년 미만이 17개 업체(20.5%), 3년 이상~5년 미만이 11개 업체(13.3%), 5년 이상이 55개 업체(66.3%)로 조사되었다.

**Table 2.** Basic characteristics of survey respondents

Classification		Number(%)
Enrollment in Ministry of Employment and Labor	Enrolled manager	76(91.6)
	Unenrolled manager	7(8.4)
Work experience (year)	< 3	17(20.5)
	3 ~ 5	11(13.3)
	≥ 5	55(66.3)

**Table 3.** Survey results on the wet method between enrolled and unenrolled workers

How difficult to do the wet method to prevent asbestos dust	Classification		<i>p-value</i>
	Enrolled manager(%)	Unenrolled manager(%)	
Easy	70(92.1)	4(57.1)	.025
Hard	6(7.9)	3(42.9)	
Total	76(100)	7(100)	

고용노동부 등록 관리자 여부에 따라 설문 응답에 차이가 있는가에 대해 검정을 수행한 결과, 유의한 차이가 있는 설문 항목은 Table 3에 나타난 1개 항목(비산방지를 위한 습식작업의 난이도,  $p = 0.025$ )으로 분석되었다. 고용노동부에 등록된 관리자(76명)는 6명(7.9%)이 습식작업에 대한 어려움이 있다고 응답한 반면, 비등록 현장 책임자(7명)는 3명(42.9%)이 습식작업에 대해 어려움이 있다고 응답하였다.

## 2. 석면해체·제거작업 안전성평가 제도

‘석면해체·제거작업 안전성평가 제도가 안전한 석면해체·제거작업 정착에 얼마나 기여하는가?’에 대해서

는 긍정적 업체 26개소(31.3%), 중립적 업체 26개소(31.3%), 부정적 업체 30개소(36.1%)로 나타났다(Table 4). 또한, ‘안전성평가 제도가 석면해체·제거작업을 평가하는데 필요한가?’에 대해서는 긍정적 업체 28개소(33.7%), 중립적 업체 29개소(34.9%), 부정적 업체 25개소(30.1%)로 조사되었다.

## 3. 석면해체·제거작업을 위한 입찰 및 팀 구성

입찰 및 업체 선정 방법의 문제점은 ‘입찰 평가 시 업체의 전문성 고려 부재’ 36개 업체(43.4%)와 ‘안전성평가 상위등급에 대한 입찰 인센티브 부족’ 29개 업체(34.9%)로 나타났다(Table 5). 한편, 석면 해체·제거

**Table 4.** Survey results on risk assessment system for asbestos\*

Survey questions	Classification		
	Positive	Neutral	Negative
Is the risk assessment system for asbestos contributed to asbestos abatement?	26	26	30
Is the risk assessment system for asbestos necessary to evaluate asbestos abatement companies?	28	29	25

\*One of the 83 companies didn't response to the questions.

**Table 5.** Survey results on the method of public bidding and formation of abatement team

Survey questions			Number of response
Issue	Method of public bidding	Any company can participate in bidding regardless of the performance, risk assessment grade, and law compliance.	36
		There are no advantages in public bidding or qualification examination for the companies with S or A grades in the asbestos risk assessment from KOSHA.	29
	Formation of an abatement team	Asbestos abatement in school occurs often during vacation, thus it is difficult to form an asbestos abatement team.	57
		Due to cost, a successful bidder wants to form with inexperienced workers.	39
Improvement idea	Method of public bidding	It is necessary to give priority on S or A grade companies in public bidding or qualification examination.	34
	Formation of an abatement team	It is necessary to electronically register the information about site manager and workers to check redundant registration.	26
		It is necessary to reinforce eligibility requirements for asbestos abatement workers (e.g., education and experience).	30

**Table 6.** Survey results on the requirement for the number of enrolled workers

Survey questions		Number of response
Manpower standard for enrolling the asbestos abatement company on Ministry of Employment and Labor	No change	49
	Increase the manpower standard to 3 as in other requirements	17
	Reinforce the manpower and qualification requirements	25
	Limit the number of asbestos abatement sites per year that one enrolled manager can do.	22
	Enforce regular training for enrolled managers as in other requirements.	13

작업에 선정된 업체의 문제점은 ‘학교석면해체·제거가 방학기간 중에 집중되어 팀 구성의 어려움’ (57개 업체, 68.7%), ‘선정된 업체가 저비용으로 팀을 구성하여 팀의 전문성 및 경험 부족’ (39개 업체, 47.0%)으로 조사되었다.

석면 해체·제거작업을 수행하고 있는 업체는 현행 입찰 방식의 한계점을 보완하는 방법으로 ‘석면 해체·제거작업 안전성평가 고등급(S등급, A등급) 업체에 가중치’를 주면 좋겠다는 의견을 제시(34개 업체, 37.8%)하였다. 또한, 석면 해체·제거작업을 수행할 팀의 전문성 제고를 위해 ‘석면 해체·제거 근로자의 자격요건 강화’(30개 업체, 33.3%)와 ‘석면 해체·제거 현장책임자와 근로자의 정보를 전산화하여 여러 작업에 중복하지 못하도록 방지’해야 한다는 의견을 제시(26개 업체, 28.9%)하였다.

석면해체·제거업체는 Table 6과 같이 현행 등록 인력기준이 적합하다고 응답하였다(49개 업체, 38.9%). 반면, 현행 등록 인력기준이 부적합하다는 응답자는 ‘안전한 석면제거를 위하여 인력뿐만 아니라 관련자격의 기준 강화’(25개 업체, 19.8%), ‘석면해체·제거 업체로 등록된 관리자의 수에 따라 연간 해체·제거 건수 제한’(22개 업체, 17.5%), ‘타지정기관(석면조사기관, 보건

관련교육기관, 작업환경측정기관)과 동일하게 인력기준(3명) 적용’(17개 업체, 13.5%), ‘타지정기관의 인력과 동일하게 석면해체·제거 관리자의 보수교육 실시’(13개 업체, 10.3%) 순으로 의견을 나타내었다.

#### 4. 음압기 및 음압기록장치

음압기 및 음압기록장치의 성능 보증을 위한 방법은 ‘주기적인 교정’(45개 업체, 32.1%), ‘장비를 임대할 경우 필히 교정을 받은 장비 임대’(35개 업체, 25.0%), ‘안전성평가지 장비의 교정기록 확인’(25개 업체, 17.9%)의 순으로 높게 조사되었다. 한편, 음압기 및 음압기록장치의 신뢰성 제고를 위해 ‘석면 해체·제거 신고 시 등록 장비와 임대 장비를 구분하는 것이 필요’하다고 35개 업체(25.0%)가 의견을 개진하였다.

#### 5. 석면감리제도

설문 참여자는 Table 8과 같이 ‘석면해체·제거 작업방법이 규정에 위반되었을 경우 감리인이 시정을 지시할 수 있는 권한 필요’(30개 업체, 22.9%)와 ‘석면농도기준이 초과하였을 경우 작업 중지 또는 시정보다는 원인을 파악하여 보완 또는 보수 후 작업지속’(57개 업체, 43.5%)이 중요하다고 응답하였다. 한편, ‘석면해체

**Table 7.** Survey results on negative pressure machine and recorder

Survey questions		Number of response
Performance assurance method for negative pressure and negative pressure recording device	It is necessary to do periodic calibration of negative pressure and negative pressure recording device.	45
	It is necessary to rent a calibrated equipment.	35
	When a company reports the asbestos abatement to Ministry of Employment and Labor, it is necessary to report whether equipment is rented or not.	35
	It is necessary to check the calibration record of the equipment during risk assessment.	25

**Table 8.** Survey results on Asbestos Project Monitor system

Articles		Number of response
Asbestos Project Monitor system	It is necessary to give proper authority to the Asbestos Project Monitor if any violation has been made.	30
	If the asbestos concentration is exceeded the limit, it is necessary to identify the cause, eliminate the cause, and keep working rather than just suspending the work.	57
	It is necessary to report the asbestos abatement plan after reviewing and signing by The Asbestos Project Monitor.	10
	It is necessary to have signature of the Asbestos Project Monitor at each stage of asbestos abatement.	10
	It is necessary to provide more detailed Asbestos Project Monitor completion report(e.g., work status and evidence by working day and time).	12
	It is necessary to provide a standard form to comply a stop(correct) order.	12

· 제거 작업에 대한 감리 강화(예: 석면 해체·제거 작업 단계별 감리 및 서명 확인)’는 10~12개 업체에서 필요하다고 응답하여 상대적으로 비율(7.6~9.2%)이 낮게 나타났다. 마지막으로, ‘작업중지 또는 시정사항이 발생하였을 경우 중지(시정)명령서를 작성할 수 있도록 양식 제시가 필요’하다고 12개 업체(9.2%)가 응답하였다.

#### 6. 산업안전보건기준에 관한 규칙의 해석

산업안전보건기준에 관한 규칙 제494조(위생설비의 설치) 제3항에서는 “사업주는 석면해체·제거작업을 하는 근로자가 작업 도중 일시적으로 작업장 밖으로 나가는 경우에는 고성능 필터가 장착된 진공청소기를 사용하는 방법 등으로 착용 한 개인보호구에 부착된 석면분진을 제거한 후 나가도록 하여야 한다.”라고 규정하고 있다. 여기서 “일시적”이라고 하는 문구에 대한 해석으로, ‘일시적이라는 문구는 화장실 등 급한 용무를 해결하기 위해 필요한 경우’(39개 업체, 30.2%)로 한정해야 한다는 응답과 ‘휴식시간 또는 점심시간까지 포함’(46개 업체, 35.7%)하여 확대 해석해야 한다는 응답이 유사한

비율로 나타났다. 한편, ‘석면분진이 발암물질인데 일시적으로 먼지를 제거하고 작업복을 착용한 채로 밖으로 나오는 것은 매우 위험하다’라고 22개 업체(17.1%)가 응답하였고, ‘일시적이라는 용어의 해석을 고시 또는 관련 지침에 정확하게 명시하는 것이 필요’하다고 22개 업체(17.1%)가 응답하였다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제495조(석면해체·제거작업시의 조치) 제2호 다목 “작업장소를 음압으로 유지할 것(석면함유 벽체·바닥타일·천장재를 물리적으로 깨거나 기계 등을 이용하여 절단하는 작업인 경우에만 해당한다.)”에 대해 ‘문구 그대로 물리적으로 깨거나 기계 등을 이용하여 절단하는 경우가 아닌 드라이버로 텍스의 나사못을 제거하는 경우에는 음압유지 불필요’(42개 업체, 36.8%)가 ‘음압유지 필요’(29개 업체, 25.4%)보다 유의하게 높게 분석되었다( $p = 0.076$ ; Table 10). 한편, ‘텍스의 나사못을 제거하는 작업 시 석면농도조사 등의 연구를 통하여 정확한 기준을 제시하는 것이 필요’하다고 23개 업체(20.2%)가 지적하였고, ‘음압을 -0.508 mmH<sub>2</sub>O보다 강하게 유지하는 것

**Table 9.** Survey results on industrial safety and health standard regulation no. 494

Articles		Number of response
Interpretation of the word "Temporary"	It means urgent situations such as toilet.	39
	If the asbestos dust attached to clothes can be removed, it may include the break and lunch break.	46
	Asbestos dust is a carcinogen, so it is very dangerous to temporarily remove dust and come out wearing work clothes.	22
	It is necessary to clearly define the scope of "Temporary" in the related guide or notification.	22

Table 10. Survey results on industrial safety and health standard regulation no. 495

Articles		Number of response
Interpretation of "keeping work place at negative pressure"	It is not necessary to keep negative pressure when removing a texture using a screwdriver because it does not use any machine or break a texture.	42
	It is necessary keep negative pressure when removing a texture using a screwdriver because asbestos dust can be blown.	29
	It is necessary to provide a reference by studies to judge when needs to maintain the negative pressure.	23
	The reference level of negative pressure(-0.508 mmH <sub>2</sub> O) is hard to keep. Thus, it is necessary to allow to maintain the level of negative pressure calculated for 4 time ventilations per hour rule in the OSHA 29CFR1926 Sec. 1926.1101.	20
Interpretation of "Drilling work"	Limit to a drilling work	23
	It is necessary to define the drilling size.	13
	It is necessary to define a work with less asbestos scattering.	33
	Since removing a couple of textures that were broken while loosening with a screwdriver can cause less asbestos scattering, the wet work is enough.	44

이 쉽지 않으므로 환기횟수 4회를 적용하여 필요한 음압대수를 산정하여 가동한다면 음압유지가 불필요'하다고 20개 업체(17.5%)가 응답하였다.

또한 같은 조 제2호 "석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업 중 천공(穿孔)작업 등 석면이 적게 흩날리는 작업을 하는 경우에는 나뭇(물이나 습윤제)를 사용하여 습식으로 작업의 조치로 한정한다."에 대한 해석으로, '천공을 하는 작업은 모두 이 조항에 해당'한다고 23개 업체(20.4%)가 응답하였고, '나사못을 풀어 깨진 텍스를 몇 장 제거하는 작업도 석면이 적게 흩날리는 작업이므로 이 조항에 해당'한다고 44개 업체(38.9%)가 응답하였다. 그러나 '석면이 적게 흩날리는 작업은 모호한 문구이므로 관련 고시 또는 지침에 용어 정의가 필요'하다고 33개 업체(29.2%)가 지적하였고, '어느 정도의 크기

로 천공하는 작업을 천공작업으로 보는지 정의가 필요하다'고 13개 업체(11.5%)가 응답하였다.

석면해체·제거 규정 중에서 '밀폐장소 음압유지'(56개 업체, 35.9%) 및 '위생설비 설치 및 사용'(41개 업체, 26.3%)이 상대적으로 준수하기 어려운 것으로 나타났다 (Table 11). 한편, '밀폐(보양)조치'(17개 업체, 10.9%), '석면잔재물 흩날림방지 및 잔재물처리'(17개 업체, 10.9%), '추락예방을 위한 안전조치'(12개 업체, 7.7%), '비산방지를 위한 습식작업'(9개 업체, 5.8%), 그리고 '개인보호구 지급 및 착용'(4개 업체, 2.6%) 순으로 규정 준수가 어려운 것으로 조사되었다.

7. 안정성평가 제도와 다른 설문 항목 간의 응답 연관성  
안정성평가 기여도를 독립변수(긍정, 중립, 부정)로

Table 11. Survey results on hard to keep the rules

Articles		Number of response
Items difficult to comply with asbestos abatement regulations	Seal	17
	Provide and wear Personal Protective Equipment	4
	Do wet work to prevent scattering	9
	Keep negative pressure in a closed place	56
	Install warning signs	0
	Install and use decontamination units	41
	Prevent asbestos residue scattering and manage residue	17
	Prevent falls	12

**Table 12.** Summary of survey results on contribution of risk assessment

Survey questions	Number	level of contribution			<i>p</i> -value
		positive	normal	negative	
It is unfair since there are no benefits on public bidding or qualification examination for the companies with S or A grade in asbestos risk assessment.	28	13	11	4	.009
It is necessary to give advantages in public bidding or qualification examination for the companies with S or A grades in the asbestos risk assessment.	33	12	15	6	.012
It is necessary to rent the calibrated equipments.	34	15	12	7	.009

두고 9개 설문 문항에 대한 Chi-Squared 검정 결과 (Table 12), 안전성평가 기여도에 대한 인식에 따라 유의한 차이가 있는 문항은 ‘안전보건공단 안전성평가에서 상위등급(S등급, A등급)을 받은 업체가 입찰시 또는 적격심사 시 혜택을 받을 수 있는 제도가 없음’으로 분석되었다( $p = 0.009$ ). 안전성평가 기여도에 긍정(13개 업체) 및 중립(11개 업체)으로 답변한 업체가 부정(4개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 안전성평가 상위등급을 받으면 등급에 따른 혜택을 받기를 희망하고 있는 것으로 파악되었다. 또한, ‘안전성평가에서 고등급(S등급, A등급)을 받은 업체에게 입찰 또는 적격심사 시 우선권을 부여하여야 함’ 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다( $p = 0.012$ ). 안전성평가 기여도에 긍정(12개 업체) 및 중립(15개 업체)으로 답변한 업체가 부정(6개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 상위등급을 받으면 입찰 또는 적격심사에 대한 혜택을 바라고 있는 것으로 파악되었다. 그리고 ‘음압기와 음압기록장치를 임대할 경우 필히 교정을 받은 장비를 임대’ 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다( $p = 0.009$ ). 안전성평가 기여도에 긍정(15개 업체) 및 중립(12개 업체)으로 답변한 업체가 부정(7개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 임대한 장비에 대해서도 필히 교정을 받는 것이 중요하다고 인식하는 것으로 파악되었다.

안전성평가 필요성을 독립변수(긍정, 중립, 부정)로 두고 각 문항에 대한 Chi-Squared 검정 결과(Table 13) 유의한 차이가 있는 문항은 ‘안전보건공단의 안전성평가에서 상위등급(S등급, A등급)을 받은 업체가 입찰시 또는 적격심사 시 혜택을 받을 수 있는 제도가 없음’으로 나타났다( $p = 0.014$ ). 안전성평가 필요성에 긍정(15개 업체) 및 중립(9개 업체)으로 답변한 업체가 부정(4개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 안전성평가 상위등급을 받으면 등급에 따른 혜택을 받기를 희망하

고 있었다. 또한, ‘석면해체·제거 작업의 각 단계별로 감리의 서명확인을 받도록 하는 것이 필요(이하, 서명확인) 항목과 ‘감리완료보고서를 좀 더 구체화하여 작업일, 시간대별로 작업상황과 증거 자료를 제시하는 것이 필요(이하, 자료제시) 항목에서 유의한 차이가 있었다(서명확인  $p = 0.034$ , 자료제시  $p = 0.020$ ). 안전성평가 필요성에 긍정(서명확인: 7개 업체, 자료제시: 7개 업체)으로 답변한 업체가 중립(서명확인: 1개 업체, 자료제시: 0개 업체) 및 부정(서명확인: 2개 업체, 자료제시: 4개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 감리의 역할 강화 및 감리완료보고서의 개선을 요구하는 것으로 파악되었다. 마지막으로, ‘드라이버로 텍스를 제거하는 경우, 나사못을 푸는 작업에서 석면먼지가 많이 날리므로 석면먼지가 밖으로 나가지 못하도록 음압유지 필요’ 항목에서 유의한 차이가 있었다( $p = 0.010$ ). 안전성평가 필요성에 긍정(16개 업체)으로 답변한 업체가 중립(6개 업체) 및 부정(7개 업체)적으로 답변한 업체에 비하여 텍스를 드라이버로 제거하는 경우에도 1급 발암성물질인 석면이 외부로 유출되지 않도록 음압을 유지하는 것이 필요하다고 생각하는 것으로 파악되었다.

기여도를 독립변수(긍정, 중립, 부정)로 하고 필요성을 5점 Likert 척도로 하여 기여도와 필요성에 대한 일원배치 분산분석을 실시하였고, Scheffe 검정을 실시한 결과는 Table 14와 같다. 석면안전성평가 사업이 안전한 석면해체·제거작업 정착에 긍정적이라는 의견을 보인 업체는 석면안전성평가 사업이 필요하다고 유의한( $p < 0.01$ ) 답변을 하였다. Scheffe 검정에 따르면 안전성평가 기여도에 긍정의 의견을 갖는 집단과 중립 및 부정의 의견을 갖는 집단으로 분류되었으며, 이는 석면안전성평가 사업에 긍정적인 입장을 보이는 업체는 석면안전성평가 사업이 석면해체·제거 업체에게 필요하다는 의견을 보이고 반면에 중립 및 부정의 의견을 갖는



**Table 13.** Summary of survey results on necessity of risk assessment

Survey questions	Number	level of contribution			p-value
		positive	normal	negative	
It is unfair since there are no benefits on public bidding or qualification examination for the companies with S or A grade in asbestos risk assessment.	28	15	9	4	.014
It is necessary to give advantages in public bidding or qualification examination for the companies with S or A grades in the asbestos risk assessment.	33	14	15	4	.012
It is necessary to have signature of the Asbestos Project Monitor at each stage of asbestos abatement.	10	7	1	2	.034
It is necessary to provide more detailed Asbestos Project Monitor completion report(e.g., work status and evidence by working day and time).	11	7	0	4	.020
If removing a texture with a screwdriver can cause asbestos contained materials, negative pressure is needed to maintain.	29	16	6	7	.010

**Table 14.** Summary of results between level of contribution and necessity of asbestos safety evaluation from KOSHA

Classification	N	Mean	SD	SE	Confidence interval(95%)		Min	Max	F	p-value	post-hoc (Scheffe)
					Lower	Upper					
Positive(A)	26	4.000	.748	.147	3.698	4.302	2.0	5.0	23.485	.000	A>B, C
Normal(B)	26	2.885	.516	.101	2.676	3.093	2.0	4.0			
Negative(C)	30	2.300	1.291	.236	1.818	2.782	1.0	5.0			
Total	82	3.024	1.165	.129	2.768	3.280	1.0	5.0			

경우 안전성평가가 필요하지 않다는 의견을 보이는 것으로 해석된다.

#### IV. 고 찰

고용노동부에 등록된 관리자는 소수(7.9%)가 습식작업에 어려움이 있다고 응답하였으나, 비등록 현장 책임자는 다수(42.9%)가 습식작업에 대해 어려움이 있다고 상반된 응답을 하였다. 비등록 현장 책임자는 작업현장에서 습식작업을 수행하는 현장책임자로서 습식작업에 대한 어려움을 나타낸 반면, 등록된 관리자는 습식작업을 현장에서 직접 실시하지 않고 주로 현장을 관리·감독하기 때문에 실무적 어려움을 적게 느끼는 것으로 추측된다.

석면해체·제거작업에 선정된 업체의 문제점은 학교 석면제거가 방학기간 중에 집중되어 팀 구성의 어려움(68.7%)과 선정된 업체가 저비용으로 팀을 구성하여 팀의 전문성 및 경험 부족(47.0%)으로 나타났다. 이러한 문제점의 발생은 학교 석면해체·제거작업이 방학에 집

중되어 해체·제거 팀을 구성하기 위한 인력을 구하기 어렵고, 그로 인해 팀을 구성하더라도 숙련도가 낮은 작업자로 팀이 구성되어 안전한 해체·제거작업이 이루어지지 못할 우려 때문인 것으로 사료된다. 이를 극복하기 위해 석면해체·제거작업자의 작업이력을 관리하고 외부위탁교육 등 전문교육제도를 도입하여 전문성 있는 작업자를 다수 배출하는 것이 필요하다고 판단된다.

석면해체·제거작업을 수행하고 있는 업체는 현행 입찰방식의 한계점을 보완하는 방법으로 안전성평가 고등급(S등급, A등급)에 가중치 부여(37.8%)를 원하고 있다. 본 연구의 설문조사 당시에는 안전성평가 등급이 입찰에 반영되지 않았으나, 2019년도 여름방학부터 교육청(지청)에서 학교 석면해체·제거작업 입찰에 적격성 심사 항목을 추가하여 안전성평가 등급을 반영하고 있다(예: S등급 +2, A등급 +1, B등급 0, C등급 -1, D등급 -2). 석면해체·제거작업 안전성평가 고등급 업체에 주어지는 가중치는 2019년도부터 학교 석면해체·제거작업 입찰에 한정하여 적용되고 있으나 정부 부처 간의 협조를 통해 학교뿐만 아니라 다른 현장에도 확대 적용

되는 것이 필요하다고 판단된다.

석면해체·제거업체는 해체·제거업자로 고용노동부에 등록할 당시에는 필수 장비(고성능필터가 장착된 음압기, 음압기록장치, 고성능필터가 장착된 진공청소기, 위생설비, 송기마스크 또는 전동식 호흡보호구, 습윤장치)를 최소 1대 이상씩 구매하고, 등록증을 받은 이후에 석면해체·제거작업을 할 때는 대부분 음압기 등을 추가로 임대하여 사용하고 있는 실정이다. 석면해체·제거업체가 주기적인 교정이 필요하다고 응답한 비율이 32.1%로 다소 높게 나타난 것은 임대한 장비의 신뢰성을 예측할 수 없어 임대장비의 성능을 보증하는 방법이 필요하다는 것으로 해석된다. 따라서 검교정 장비를 임대하는 경우 '교정대상 및 주기설정을 위한 지침(국가기술표준원 고시 제2015-499호)'에 따라 교정된 차압계 및 음압기록장치 사용을 유도하도록 안전성평가 항목에 관련내용을 신설하는 등 제도적 개선이 필요하다고 판단된다.

석면해체·제거작업은 규정상 개인보호구를 착용하고 작업하며 작업장 바깥으로 나갈 때에는 위생설비를 통과해야 하는 불편함이 있다. 그로 인해, '석면본진이 발암물질인데 일시적으로 먼지를 제거하고 작업복을 착용한 채로 밖으로 나오는 것은 매우 위험하다.'라는 설문 항목에 공감한 응답이 상대적으로 낮게(17.1%) 나타났다. 한편, 해체·제거업체는 일시적으로 먼지를 제거하고 작업복을 착용한 채로 바깥에 나가는 것은 위험하다고 인지하고 있지는 것으로 조사되었으나, '일시적이라는 용어의 해석을 고시 또는 관련 지침에서 정확하게 명시하는 것이 필요하다.'라는 설문 항목에 공감한 응답 비율이 상대적으로 낮게(17.1%) 나타나 용어의 정의를 명확하게 제도화하는 것에는 부담을 느끼고 있는 것으로 파악되었다.

산업안전보건법에 따라 석면해체·제거업체는 텍스를 해제할 경우 드라이버로 나사못을 제거한 후 한 장씩 인력으로 제거하며 동시에 음압을 유지하고 있다. 음압유지 불필요(36.8%)가 음압유지 필요(25.4%)보다 유의하게 높게 나타난 것은 해체·제거업체가 음압을 유지하고 작업하는 것이 번거롭거나 어렵다는 반증이라고 할 수 있겠다. 또한, 음압의 권고기준(KOSHA guide H-70-2019; KOSHA, 2019)이  $-0.508 \text{ mmH}_2\text{O}$  이하이지만 법적으로는 음압만 유지해도 됨에도 불구하고 음압유지 대신 1시간당 4회 이상 환기 적용(OSHA 연방 규정 29CFR1926 Sec. 1926.1101 Asbestos; OSHA,

2012)이 필요하다고 응답(17.5%)한 것은 석면해체·제거업체에서 음압유지의 어려움 또는 업무의 편의성이 기여한 것으로 볼 수 있다.

## V. 결 론

안전성평가 기여도 및 필요성에 긍정 및 중립으로 답변한 업체가 부정적으로 답변한 업체에 비하여 안전성평가 상위등급(S등급, A등급)을 받으면 입찰 또는 적격심사에 대한 혜택을 바라고 있는 것으로 파악되었다. 안전성평가의 기여도와 필요성에 긍정적인 업체는 안전성평가 등급이 상대적으로 낮은 업체들이 불안정한 방법으로 석면해체·제거작업을 못하도록 하고, 양질의 업체를 소비자들이 많이 찾는 환경을 조성하기 위해 현재보다 강력한 제도적 장치 마련을 요구하고 있는 것으로 해석된다. 또한, 안전성평가 기여도 및 필요성에 긍정 및 중립인 업체는 강력한 제도장치인 감리 강화를 상대적으로 선호하고 있으며, 드라이버로 텍스를 해제할 경우 음압유지에 대한 세부적인 작업내용에 대해서도 엄격한 기준준수를 선호하고 있는 것으로 나타났다.

안전성평가는 석면해체·제거업체에 등급을 부여하여 소비자로 하여금 양질의 해체·제거업체를 선택할 수 있는 기회를 제공하고, 궁극적으로 양질의 석면해체·제거업체를 시장에 활성화시키기 위한 제도적 장치이다. 안전성평가 사업이 안전한 석면해체·제거작업 정착에 기여했다는 응답을 보인 업체들은 대부분 안전성평가 사업이 필요하다고 한 반면, 기여하지 않거나 중립이라고 응답한 업체들은 필요성이 없다고 응답하였다. 이러한 경향성은 안전성평가 사업의 기여도 및 필요성에 중립 또는 부정적인 입장을 가진 업체들이 상대적으로 안전성평가 등급이 낮거나, 안전성평가를 받기 위한 서류 준비 및 작성에 어려움이 있기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 서류 작성방법의 정착 및 상위등급에 대한 혜택이 점차 확대된다면 안전성평가 사업은 양질의 석면해체·제거업체가 시장에서 경쟁력을 가지는데 역할을 할 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 2019년도에 산업안전보건연구원 직업환경연구실이 실시한 석면조사 및 석면해체·제거작업 제도 개선 방안 연구에서 조사된 자료를 활용하여 작성되었음.

## References

- Choi JK, Paek DM, Paik NM. The production, the use, the number of workers and exposure level of asbestos in Korea. Korean Ind Hyg Assoc J 1998;8(2):242-253
- Choi CG, Kim CN, Lim NG, Roh YM, Roh JH. Exposure level of releasing asbestos during building destruction work. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2002;12(3):195-201
- International Labor Organization(ILO). Encyclopaedia of occupational health and safety. 4<sup>th</sup> ed. vol II. Geneva, Internatioanl Labour Office, 1988. p.138-145
- Jeong JY, Kim EY. Assessment of asbestos exposure level of workers handling waste containing asbestos. Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, 2018: 28(2): 135-143. doi.org/10.15269/JKSOEH.2018.28.2.135
- Jiwoon Kwon. Evaluation of Quality Management of Domestic Asbestos Survey and Monitoring Service Providers. Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, 2019: 29(2): 217-225. doi.org/10.15269/JKSOEH.2019.29.2.217
- Kim JY, Lee SK, Lee JH, Lim MH, Kang SW, et al.. A study on the factors affecting asbestos exposure level from asbestos abatement in building demolition site. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2009;19(1):8-15
- Konghwa Jang, Kwonchul Ha. The Effect of Occupational Safety and Health Education on Occupational Accidents. Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, 2016: 26(1): 90-98. doi.org/10.15269/JKSOEH.2016.26.1.90
- Korea Occupational Safety and Health Administration (KOSHA), Guidelines for Asbestos Abatement Works (KOSHA guide H-70-2019), 2019.
- Lee NR, Yi GY. Exposure assessment to asbestos and diesel engine exhaust particulate matter in urban bus garage. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2016; 26(2):219-224. doi.org/10.15269/JKSOEH.2016.26.2.219
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Industrial Safety and Health Law. MoEL, 2009a
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notice 2009-32: Guideline on the Asbestos investigaon and quality control regulation. MoEL, 2009b
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notice 2015-40: Guideline on the education for workers in asbestos investigation institute and asbestos demolition company MoEL, 2015a
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notice 2020-15: Guideline on the education for workers in asbestos investigation institute and asbestos demolition company MoEL, 2020
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Notice 2015-19: Notice of asbestos survey and safety assessment MoEL, 2015b
- Occupational Safety and Health Administration(OSHA). Asbestos (29CFR1926 Sec. 1926.1101). 2012
- Park DU, Choi SJ, Yoon CS. Review on occupational exposure asbestos in Korea. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2009;19(3):307-320
- Park DY, Paik NW. Worker exposure to asbestos fibers in asbestos slate manufacturing and asbestos textile industry. Kor J Env Hlth Soc 1988;14(2):13-27
- Paik NW, Lee YH. Characterization of worker exposure to airborne asbestos in asbestos industry. Korean Ind Hyg Assoc J 1991;1(2):144-153
- Phee YG. Time trend in airborne asbestos concentrations among asbestos-containing material handling industries in Korea. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2016;26(4):454-465. doi.org/10.15269/JKSOEH.2016.26.4.454
- The Ministry of Employment and Labor(MoEL). Enforcement decree of the Occupational Safety and Health Act. No.15372. 1997
- The Ministry of Employment and Labor(MoEL). Occupational Safety and Health Act. No.9434. 2009
- The Ministry of Employment and Labor(MoEL). Enforcement decree of the Occupational Safety and Health Act. No.26985. 2016
- Yoo CY, Roh JH, Chung HK, Kim CY. Indoor air quality and control of asbestos during the renovation work of subway station in Seoul. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2002;12(3):178-186
- Yi GY, Shin YC, Yoon CS, Park DY. Airborne asbestos fiber concentration in korean asbestos-related industry from 1994 to 2006. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2013;23(2):123-136

## &lt;저자정보&gt;

장재필(박사과정, 차장), 노영만(연구교수), 정기효(학부장, 부교수)