

보건분야-연구자료
2011-연구원 -1358

석면건축물의 효율적인 유지·관리 방안 마련 연구



한국산업안전보건공단
산업안전보건연구원

요 약 문

1. 연구의 필요성 및 목적

석면 종합관리대책에 따라 고용노동부는 2010년 9월 30일 산업보건기준에 관한 규칙에 “제93조(유지·관리)”를 신설하였고, 산업안전기준에 관한 규칙과 통합되면서 2011년 7월 6일 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조(유지·관리)”를 공포 시행하였다. 신설된 내용에 따라 “사업주는 석면함유 건축물·설비의 천장재, 벽체 재료 및 보온재 등의 손상, 노후화 등으로 석면분진을 발생시켜 근로자가 그 분진에 노출될 우려가 있을 경우에는 해당 자재를 제거하거나 다른 자재로 대체하거나 안정화(安定化)하거나 씌우는 등 필요한 조치를 하여야 한다.”(고용노동부, 2011) 그러나 이에 대한 구체적인 기준이 없기 때문에 이 조항을 적용여부를 판단하고 그에 따라 조치를 하는 것이 모호하다. 본 연구의 목적은 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조”의 시행에 따라 석면 건축물·설비의 효율적인 석면관리가 이루어질 수 있도록 적용기준을 구체화하고 기준에 따른 관리방안을 제시하는 데 있다.

2. 연구내용 및 방법

각 부처별 석면건축물 실태조사의 결과를 조립하여 유지·관리가 필요한 석면건축물의 실태를 파악하였으며, 국내외의 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 관리 방법을 비교·고찰 하고 그 방법의 현장 적용 및 위험성과 석면 농도와의 관련성을 조사하였다. 그리고 위험성 평가 결과에

의한 적합한 유지·관리 방안을 제시하고, 국내외 평가 방법 및 현장 적용 결과 등의 연구결과를 조합하여 적절한 위험성 평가 방법과 유지·관리 방안을 매뉴얼로 제시하였다.

3. 연구결과

(1) 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태 파악

주거용에서의 석면사용 실태는 57.1%의 비율을 나타내었고 상업용은 43.9%, 공업용은 48.0%, 문교사회용은 79.5%의 비율을 나타내었으며, 모든 곳을 조합한 결과 68.8%의 비율을 나타내었다.

건축년도별로 비교해보면 주거용은 80년대가 64.7%로 가장 많았으며 70년대 62.5%, 90년대 57.1%, 2000년대 40% 순이었고, 상업용은 80년대가 60%로 가장 많았으며 90년대 44.4%, 70년대, 2000년대 30.8% 순이었다. 공업용은 90년대 67.9%로 가장 많았으며 80년대 50%, 70년대 34.8%, 2000년대 33.3%순이었고, 문교사회용은 70년대가 93.6%로 가장 많았으며 70년도 이전 92.7%, 80년도 88%, 90년도 87.8%, 2000년도 44.5%의 순이었다. 조합한 결과 70년도 이전이 92.7%로 가장 많았으며, 80년도 78.5%, 70년도 76.1%, 90년도 75.5%, 2000년도 40.3% 순이었다.

(2) 국내외 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 관리 방법 비교·고찰

석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 2009), 석면안전관리법(환경부, 시행 2012. 04. 29), 석면함유 공공건물의 적정 관리 매뉴얼(환경부, 2009), 건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009), 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부, 2008), 석면관리 매뉴얼(서울특별시, 2010) 등 현재 국내의 석면함유물질(ACMs)에 관

한 각 부처별 평가 관리 방법은 모두 ASTM E2356(EPA의 방법을 포함함)의 방법을 교정하여 제공하고 있다.

국외 평가 방법의 경우 국내에서 제공되고 있는 평가 방법의 기반이 되며, 특히 ASTM E2356은 EPA의 내용을 포함한 현재 상태와 잠재적 손상가능성에 따른 정성 및 정량적인 방법을 제공한다. HSE HSG227에서는 제품 형태, 손상 정도 등을 포함한 물질상태 평가 알고리즘과 주거자의 활동, 분진발생가능성, 인적 노출 등을 포함하는 우선순위 평가 알고리즘을 활용하는 방법을 제공하고 있다. ASTM E2356의 현재상태와 HSE HSG227의 물질상태, 그리고 잠재적 손상가능성과 우선순위 평가 알고리즘은 항목별로 차이는 있으나 같은 표현이며, ACMs를 평가하기 위한 대표적인 방법이라 할 수 있다.

(3) 평가 방법의 현장 적용 및 석면 농도와의 관련성

관련분야에 10년, 5년, 2년, 1년 미만 종사하고 있는 조사자 별로 HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법에 따라 ACMs를 각 항목별로 정성 및 정량화 시켰다. 그 결과 HSE의 평가항목인 손상정도(양호한 상태, 낮은 손상, 중간정도의 손상, 상당한 손상), 표면처리(석면을 함유한 혼성 물질, AIB 또는 캡슐화 되어 있음, 봉인되지 않은 AIB 또는 캡슐화 되어 있지 않음), 접근성(접근이 어려운 지역, 이따금 접근, 접근이 쉬움, 주기적으로 접근), 정비활동 형태(분진발생가능성이 거의 없음, 분진발생 가능성 낮음, 중간정도의 분진발생 가능성, 높은 분진발생 가능성)의 항목과 ASTM 및 EPA의 현재 상태(좋음, 보통, 나쁨), 활동성(높음, 중간, 낮음), 분진침착(높음, 중간, 낮음), 누수(높음, 중간, 낮음)의 항목에서 각 조사자별 크고 작은 차이가 발생하였다. 조사자의 능력이나 경험이 높을수록 결과값이 유의하게 높았으며, 이는 잠재적인 위험성을 예측하고 반영하는 능력에서

차이가 있기 때문으로 해석된다.

ASTM & EPA의 분류방법에 의한 공기중 농도에서는 손상정도에 따른 공기중 섬유 농도는 좋음과 보통의 관계에서 유의한 차이를 보이고($p=0.01$) 나머지 그룹간의 관계에서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 잠재적 손상가능성에 따른 공기중 섬유농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, HSE의 분류방법에 의한 공기중 농도에서도 물질평가와 우선순위평가에 의한 공기중 섬유농도 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

(4) 석면건축물 위험성평가 방법 제시, 유지·관리 기준 제시 및 유지·관리 매뉴얼 개발

기존의 평가방법을 보완한 위험성 평가방법과 산출된 위험도에 따른 조치방안을 제시하였다. 석면건축물의 유지·관리 가이드라인의 개요를 제시하였다. 또한 석면건축물 유지·관리 매뉴얼을 작성하여 부록으로 수록하였다.

4. 활용 및 기대효과

본 연구결과 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조”의 ‘노출될 우려가 있는 경우’와 ‘필요한 조치’에 대한 기준과 지침을 제시함으로써 효율적인 석면건축물의 유지·관리 지침서로 활용될 것이며, 향후 석면으로 인해 발생할 수 있는 건강영향을 감소시키는 계기가 될 것으로 기대한다.

5. 중심어

석면건축물, 석면함유물질, 유지·관리, 매뉴얼, 건강위험성평가

본 문 차 례

I. 서론	1
1. 배경 및 필요성	1
2. 연구목적	1
II. 연구내용 및 방법	2
1. 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태 파악	2
2. 국내외 석면건축물 관련 제도, 평가 및 관리방법 비교·고찰	2
3. 평가방법의 현장 적용 및 석면농도와의 관련성	3
4. 석면건축물 건강위험성 평가 및 관리	3
5. 석면건축물 유지·관리 기준 및 매뉴얼	4
5. 연구수행 체계	4
III. 연구결과 및 고찰	5
1. 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태파악	5
1-1. 건축물과 관련된 석면제품의 수출량과 수입량	8
(1) HS 6811	8
(2) HS 6812	12
(3) HS 6813	14
1-2. 각 부처별 연구결과를 활용한 석면건축물의 실태조사	17
(1) 각 부처별 석면건축물 실태조사	17
(2) 건축년도에 따른 각 용도별 석면건축물의 실태	30

2. 국내외 석면건축물 관련 제도, 위험성평가 및 관리방법 비교	33
2-1. 국내 석면건축물 관련 제도, 평가 및 관리방법	33
(1) 석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부)	34
(2) 석면안전관리법(환경부)	37
(3) 석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부)	48
(4) 건축물 석면관리 가이드라인(환경부)	56
(5) 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부)	57
(6) 석면관리 매뉴얼(서울특별시)	59
2-2. 국외 석면건축물 관련 제도, 평가 및 관리방법	61
(1) 미국 ASTM Standards E2356 & E1368	61
(2) 영국 석면함유 건축물 관리 체계	90
(3) 미국 EPA	105
(4) 일본	114
3. 평가 방법의 현장 적용 및 공기중 섬유 농도와의 관련성	123
3-1. HSE, ASTM, EPA에서 제공하는 틀을 활용한 현장적용	124
(1) 조사대상 및 결과	124
(2) 조사자 및 평가 항목별 점수와 등급 차이의 최소화	145
3-2. 공기중 섬유 농도 평가	146
(1) 조사대상 및 공기중 섬유 농도 자료	146
(2) ASTM 및 EPA 분류방법과 공기중 섬유 농도의 관련성	153
(3) HSE 분류방법과 공기중 섬유 농도의 관련성	154

4. 석면건축물 건강위험성 평가 및 유지·관리방안	156
4-1. 석면건축물 건강위험성 평가(health risk assessment) 방법	156
(1) 석면함유물질의 파악 및 분류	156
(2) 석면함유물질의 손상정도 평가	157
(3) 석면분진발생 및 노출 가능성 평가	160
(4) 최종 건강위험도 산출 및 조치·관리방안	162
4-2. 석면건축물 유지·관리대책	165
(1) 제거(Removal)	165
(2) 대체(Replacement)	168
(3) 밀폐(Enclosure)	171
(4) 고착화(Encapsulation)	172
(5) 보수(Repair)	173
(6) 유지(Maintenance)	173
4-3. 관리대책에 대한 비용 비교	174
5. 석면건축물 유지·관리 매뉴얼	175
IV. 결론	183
V. 참고문헌	186
VI. 영문요약문	188
VII. 부록	189

표 차 례

<표 1> 2010년도 각 지역의 용도별 건축물 현황(국토해양부, 2011)	6
<표 2> 년도별 건축물의 증감추이(국토해양부, 2011)	7
<표 3> 석면의 용도별 사용분야(한국환경·사회정책연구소, 2007)	8
<표 4> HS 6811의 수출입 총량(1995~2011)	9
<표 5> HS 681140의 하위 품목	10
<표 6> HS 681140의 수출입 총량(2007~2011)	10
<표 7> HS 6812의 수출입 총량(1995~2011)	12
<표 8> HS 681280의 하위 품목	13
<표 9> HS 681280의 수출입 총량(2007~2011)	14
<표 10> HS 6812의 수출입 총량(1995~2011)	15
<표 11> HS 681320의 하위 품목	16
<표 12> HS 681320의 수출입 총량(2007~2011)	16
<표 13> 건축연도와 용도에 따른 석면건축물의 실태(노동부)	20
<표 14> 건축연도와 용도에 따른 석면건축물의 실태 I (환경부)	22
<표 15> 건축연도와 용도에 따른 석면건축물의 실태 II (환경부)	23
<표 16> 건축연도와 용도에 따른 석면건축물의 실태(교육과학기술부)	28

<표 17> 건축연도와 용도에 따른 석면건축물의 실태(서울특별시)	29
<표 18> 각 부처별 석면건축물의 실태조사 결과	31
<표 19> 석면안전관리법 중 석면건축물 관리에 관한 규정	33
<표 20> 석면함유물질 평가 체크리스트	35
<표 21> 석면함유물질 관리대책	36
<표 22> 석면안전관리법 중 석면건축물 관리에 관한 규정	38
<표 23> 석면안전관리법 시행령 중 석면건축물 관리에 관한 규정	40
<표 24> 석면안전관리법 시행규칙 중 석면건축물 관리에 관한 규정	42
<표 25> 비산 영향인자(잠재적 노출 가능성)에 대한 평가 기준	51
<표 26> 석면함유 의심제품 훼손정도(현재상태 평가) 판단 기재	52
<표 27> 잠재적 노출 가능성 평가 방법 기재	53
<표 28> 훼손정도별 관리방안	58
<표 29> 등급별 관리방안	60
<표 30> 정성 및 정량 평가 프로토콜 요약	75
<표 31> 현재상태(current condition)의 정성 및 정량 평가	77
<표 32> 잠재적 손상 가능성(potential for disturbance)의 정성 및 정량 평가	78
<표 33> 현재상태(CC)와 잠재적 손상가능성(PFD)에 대한 평가	85
<표 34> 물질상태 평가 알고리즘	103
<표 35> 우선순위 평가 알고리즘	104
<표 36> Sawyer Index(EPA) - Asbestos Hazard Evaluation Algorithm	107
<표 37> 노동안전위생법·동시행령·동규칙의 개요	115
<표 38> 국내외 석면함유 건축물 관리제도, 매뉴얼의 비교	119
<표 39> 위험성 평가 방법의 현장 적용 대상	125
<표 40> 조사대상의 등급별 구분	146
<표 41> 공기중 섬유 농도 결과	147
<표 42> 건물별 전체 시료의 공기중 섬유 농도	151

<표 43> 건물 및 장소별 공기중 섬유 농도	152
<표 44> 손상정도별 공기중 섬유 농도	153
<표 45> 잠재적 손상가능성별 공기중 섬유 농도	154
<표 46> 물질평가별 공기중 섬유 농도	154
<표 47> 우선순위평가별 공기중 섬유 농도	155
<표 48> 현재상태(손상정도) 평가 기준 및 방법	157
<표 49> 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진발생 및 노출가능성 평가표	160
<표 50> 석면건축물 위험성 평가 결과, 위험등급에 따른 조치·관리방안	163
<표 51> 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 석면 해체·제거 조항	165
<표 52> 석면대체품 일람	170
<표 53> 대체된 무석면 제품들	170
<표 54> 관리방안에 대한 비용적 특성 비교	174

그림 차례

<그림 1> 연구수행 체계	4
<그림 2> 비산성 물질과 비비산성 물질의 구분	51
<그림 3> 심한훼손의 예	52
<그림 4> Relationship Between E2356 Surveys and Other Standards	62
<그림 5> 고품시료 분석 프로토콜	71
<그림 6> Positive Stop에 관한 플로우차트	72
<그림 7> Operations & Maintenance 우선	79
<그림 8> Abatement 우선	79
<그림 9> blank	80
<그림 10> 석면함유자재의 모습	83
<그림 11> Abatement와 O&M에 대한 평가	85
<그림 12-1> 현장조사용 데이터 양식(ASTM)	86
<그림 12-2> 현장조사용 데이터 양식(ASTM)	87
<그림 12-3> 현장조사용 데이터 양식(ASTM)	88
<그림 12-4> 현장조사용 데이터 양식(ASTM)	89
<그림 13> 석면 조사와 관리 계획에 관한 도해	91
<그림 14> 석면 관리의 주요 단계 요약	92
<그림 15> EPA의 유해도 등급에 따른 대응 방안	105

<그림 16> 양호한 상태	158
<그림 17> 보통인 상태	158
<그림 18> 나쁜 상태	159
<그림 19> 석면건축물 조치·방안 결정을 위한 위험도 매트릭스	162
<그림 20> 밀폐의 모습	171
<그림 21> 고착화의 모습	172
<그림 22> 보수외의 모습	173

I. 서론

1. 배경 및 필요성

최근 석면에 대한 문제가 심각한 것으로 인식되면서, 범정부차원의 석면 종합관리대책이 마련, 발표되었고, 그 중 일부가 시행 되고 있다. 석면 종합관리대책의 주요 내용은 첫 번째는 석면의 원천적 차단이며, 두 번째는 기존에 사용된 석면에 의한 노출을 예방하는 것이다. 기존의 석면은 주로 건축자재에 사용되었기 때문에, 석면 노출을 예방하기 위해서는 석면건축물의 관리기준을 마련하는 것이 시급하다.

석면 종합관리대책에 따라 고용노동부는 2010년 9월 30일 산업보건기준에 관한 규칙에 “제93조(유지·관리)”를 신설하였고, 산업안전기준에 관한 규칙과 통합되면서 2011년 7월 6일 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조(유지·관리)”를 공포 시행하였다. 신설된 내용에 따라 “사업주는 석면함유 건축물·설비의 천장재, 벽체 재료 및 보온재 등의 손상, 노후화 등으로 석면분진을 발생시켜 근로자가 그 분진에 노출될 우려가 있을 경우에는 해당 자재를 제거하거나 다른 자재로 대체하거나 안정화(安定化)하거나 씌우는 등 필요한 조치를 하여야 한다.”(고용노동부, 2011) 그러나 이에 대한 구체적인 기준이 없기 때문에 이 조항을 적용 여부를 판단하고 그에 따라 조치를 하는 것이 모호하다. 따라서 이 조항의 신설에 따른 석면함유 건축물의 효율적인 유지·관리를 위해 이 조항의 적용기준을 구체화하고 그에 따른 적절한 유지·관리 지침을 제공해주는 것이 필요하다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조”의 시행에 따라 석면건축물·설비의 효율적인 석면관리가 이루어질 수 있도록 적용기준을 구체화하고 기준에 따른 관리방안을 제시하는 데 있다.

II. 연구내용 및 방법

본 과제의 연구내용 및 방법은 다음과 같다.

1. 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태 파악

- (1) 각 지역의 용도별 건축물 현황 및 증감추이 파악(국토해양부, 2011)
- (2) 건축물에 사용되는 석면함유자재의 수출입통계 파악(통계청, 2011)
- (3) 연구결과를 활용한 각 석면건축물의 실태조사
 - 1) 고용노동부: 석면에 의한 건강장해예방연구Ⅱ(2006), 사업장 등의 석면 실태조사 및 석면지도 작성 연구(2008)
 - 2) 환경부: 공공건물의 석면함유물질 실태조사 I·Ⅱ(2008, 2009), 다중이용 시설의 석면함유물질 실태조사 I·Ⅱ(2008, 2009)
 - 3) 교육과학기술부: 학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델에 관한 연구(2007)
 - 4) 서울특별시: 건축물의 석면 실태조사 및 마스터플랜 수립(2009)
- (4) 건축년도와 건축물 용도별에 따른 국내의 석면건축물 실태 파악 및 현장 조사의 대상 결정

2. 국내외 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 관리 방법 비교·고찰

- (1) 국내의 관련 제도·동향 파악, 사례 조사
 - 1) 석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 2009)

- 2) 석면안전관리법(환경부, 시행 2012. 04. 29)
- 3) 석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부, 2009)
- 4) 건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009)
- 5) 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부, 2008)
- 6) 석면관리 매뉴얼(서울특별시, 2010)
- (2) 미국, 영국, 일본 등의 관련 제도·동향 파악, 사례 조사
 - 1) ASTM Standards E2356, E1368
 - 2) 영국 석면함유 건축물 관리 체계 - Control of Asbestos Regulations 2006, HSG264, HSE227
 - 3) EPA - EPA's Proposed Algorithm, EPA's AHERA, Purple Book, Green Book, Blue Book, Orange Book I, II
 - 4) 일본의 석면 및 석면건축물 관련 규제 동향
- (3) 국내외 석면함유 건축물 관리제도, 매뉴얼의 비교·고찰

3. 위험성 평가 방법의 현장 적용 및 위험성과 석면농도와의 관련성

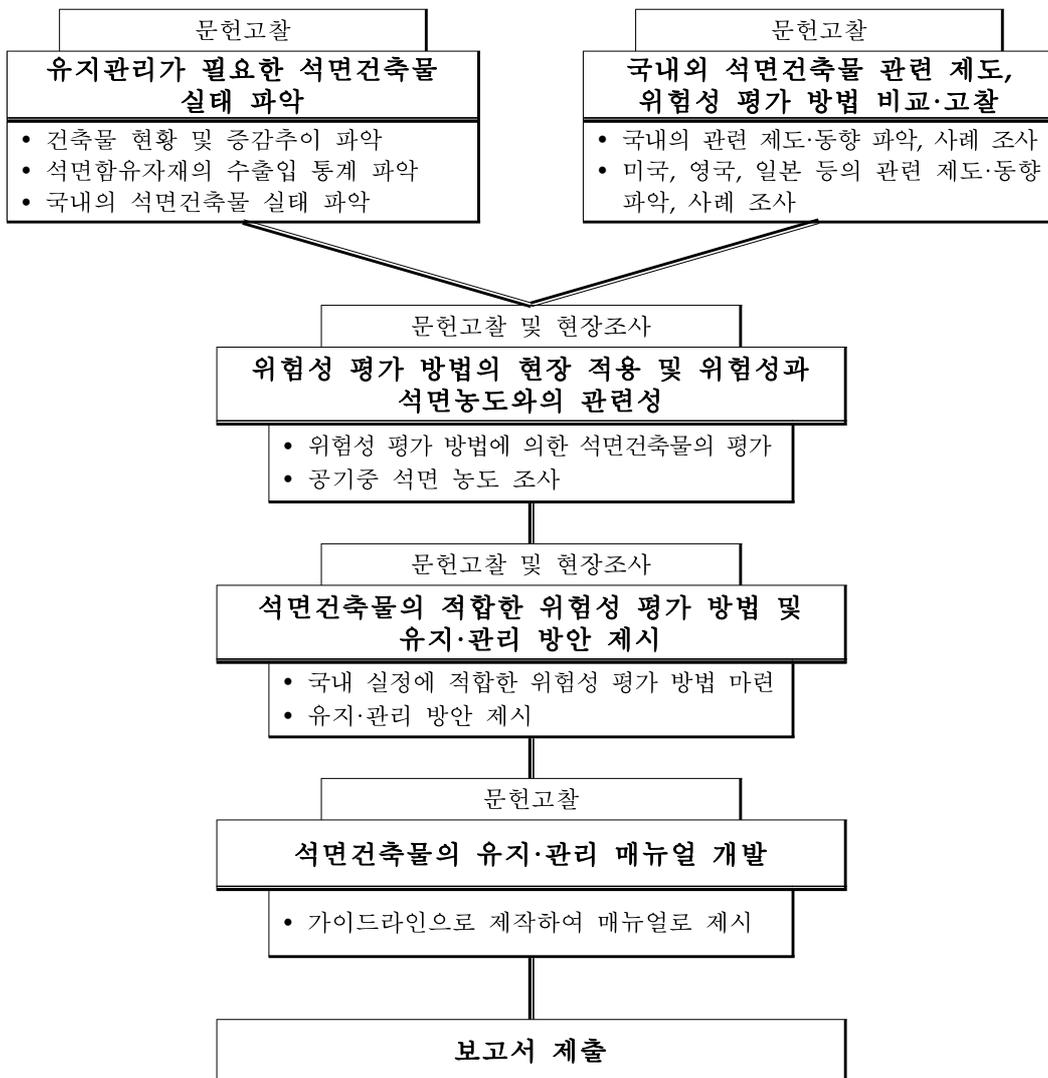
- (1) 기존 위험성 평가 방법에 의한 석면건축물의 평가
 - 1) HSE, ASTM 및 EPA의 방법을 이용하여 현장적용
- (2) 공기중 석면 농도 조사
 - 1) ASTM & EPA의 분류방법을 이용한 공기중 농도의 통계 분석
 - 2) HSE의 분류방법을 이용한 공기중 농도의 통계 분석

4. 석면건축물 건강위험성 평가 및 관리

- (1) 석면건축물의 건강위험성 평가(health risk assessment) 방법
- (2) 위험성 평가에 따른 유지·관리 방안(제거, 대체, 밀폐, 고착화, 보수, 유지 등) 마련 및 비용 비교

5. 석면건축물 유지·관리 기준 및 매뉴얼

6. 연구수행 체계



<그림 1> 연구수행 체계.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태 파악

건축법 제2조에서 정의하고 있는 “건축물”이란 토지에 정착(定着)하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 그 밖에 대통령령으로 정하는 것을 말한다. 이런 건축물은 시멘트, 철근, 벽돌, 석회, 목재, 바닥재, 단열재 등 여러 종류의 자재들로 구성이 되는데, 석면의 뛰어난 우수성(저항성, 장력, 절연, 단열, 방음 등)이 알려지면서 이러한 건축자재에 사용하게 된다. 석면이 함유된 건축물을 석면건축물이라 칭하고, 석면건축물에 대한 실태조사를 위해 먼저 전국의 건축물에 대한 구체적인 현황을 파악하였다. <표 1>은 2010년 전국의 건축물 현황 통계표이며, <표 2>는 년도별 건축물의 증감추이를 나타낸다.

국토해양부의 자료에 따르면 2010년 기준으로 주거용 건물이 전체 건축물의 절반 이상(67.2%)을 차지하고 있고, 상업용(16.9%), 공업용(3.8%), 문교사회용(2.6%), 기타(9.5%)의 순으로 건축물이 분포되어 있다. 건축물의 증감추이를 보면 전체 건축물의 수는 급격한 증가를 보이고 있고, 2005년도 후반 이후 주거용 건축물은 비율적으로 근소한 감소를 보이고 있으나 상업용, 공업용 및 문교사회용 건축물은 원만한 증가를 보여주고 있다. 이는 석면이 전면 금지되었던 2009년까지 대부분의 건축물에 석면이 사용되었다고 가정할 때 현재 석면건축물에 대한 실태는 심각할 수 있다고 유추할 수 있다.

<표 1> 2010년도 각 지역의 용도별 건축물 현황(국토해양부, 2011)

지역	계 Total	주거용 Dwellings	상업용 Commercial	공업용 Factory	문교·사회용 Educational Social	기타 Others
합계	6,676,518	4,485,849	1,129,302	250,416	173,917	637,034
Total	100.0%	67.2%	16.9%	3.8%	2.6%	9.5%
서울	656,931	494,604	140,987	3,224	14,418	3,698
부산	384,263	278,043	66,494	13,337	8,469	17,920
대구	252,832	178,321	49,462	11,686	5,856	7,507
인천	211,494	137,628	47,354	12,268	5,279	8,965
광주	138,220	100,207	28,906	2,887	3,336	2,884
대전	129,955	94,420	24,999	2,451	4,266	3,819
울산	126,268	75,139	26,395	12,324	3,612	8,798
경기	1,012,975	579,863	203,659	79,089	29,888	120,476
강원	366,761	247,618	61,091	5,496	11,833	40,723
충북	348,788	231,362	53,106	13,396	9,587	41,337
충남	498,011	322,216	72,767	18,318	13,641	71,069
전북	409,254	266,638	67,046	9,999	12,778	52,793
전남	593,863	418,769	78,573	14,975	14,244	67,302
경북	740,652	508,514	96,309	26,691	19,815	89,323
경남	660,422	471,196	94,268	23,398	13,690	57,870
제주	145,829	81,311	17,886	877	3,205	42,550

* 주거용: 단독주택, 공동주택

* 상업용: 근린생활시설, 판매시설, 운수시설, 업무시설, 숙박시설, 위험물 저장 및 처리시설, 자동차관련시설

* 공업용: 공장

* 문교사회용: 문화 및 집회시설, 종교시설, 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 묘지관련시설, 관광휴게시설

* 기타: 농수산용(동식물관련시설), 공공용(교정 및 군사시설, 방송통신시설, 발전시설), 창고시설, 분노 및 쓰레기처리시설

<표 2> 연도별 건축물의 증감추이(국토해양부, 2011)

년 도	계	주 거 용	상 업 용	공 업 용	문교·사회용	기 타
	Total	Dwellings	Commercial	Factory	Educational Social	Others
2005	6,369,782	4,309,578	1,013,325	193,145	146,562	707,172
	100.0%	67.7%	15.9%	3.0%	2.3%	11.1%
2006	6,290,263	4,239,383	1,022,591	201,488	150,882	675,919
	100.0%	67.4%	16.3%	3.2%	2.4%	10.7%
2007	6,460,489	4,364,730	1,010,972	215,591	163,355	705,841
	100.0%	67.6%	15.6%	3.3%	2.5%	10.9%
2008	6,556,713	4,452,403	1,089,202	235,306	164,455	615,347
	100.0%	67.9%	16.6%	3.6%	2.5%	9.4%
2009	6,618,131	4,478,862	1,108,389	242,593	168,779	619,508
	100.0%	67.7%	16.7%	3.7%	2.6%	9.4%
2010	6,676,518	4,485,849	1,129,302	250,416	173,917	637,034
	100.0%	67.2%	16.9%	3.8%	2.6%	9.5%

<표 3>에서 보듯이 수입된 석면은 대부분 건축자재인 슬레이트에 사용이 되는데, 차츰 건축내장재, 처정판, 석면판 등에 약 82%가 사용되었으며, 석면마찰재인 자동차와 기차 중장비용 브레이크 라이닝과 패드, 클러치페이싱 등에 약 11%, 석면포와 석면사, 석면패킹 등의 석면 방직에 약 5%, 기타 가스켓과 단열제품에 약 2%가 사용되었다(한국환경·사회정책연구소, 2007)

<표 3> 석면의 용도별 사용분야(한국환경·사회정책연구소, 2007)

건축자재	자동차부품	섬유제품	기타	Total
82%	11%	5%	2%	100%

이렇듯 석면건축물의 효율적인 유지·관리 방안 마련에 앞서 사용분야의 대부분을 차지했던 석면함유건축물에 대한 실태조사가 필요하고, 실태조사 이전에 석면의 국내 수출입 내역에 대해서 자세히 알아볼 필요가 있다. 여기서는 그 중 건축물에 관련된 석면함유제품의 수출입 총량에 대해서 살펴보았다.

1-1. 건축물과 관련된 석면제품의 수출량과 수입량

HS 코드 중 건축물에 사용되는 석면함유제품에 관한 물품을 선택하여 각각의 물품별로 수출중량, 수출금액, 수입중량, 수입금액, 무역수지를 정리하였다.

※ HS 코드: 국제통일상품분류체계(Harmonized Commodity Description and Coding System)에 따라 대외 무역거래 상품을 총괄적으로 분류한 품목분류 코드

※ 출처: 관세청 수출입 무역통계(1995~2011). 2011

- (1) HS 6811 - 석면 시멘트 제품·셀룰로오스파이버시멘트제품 또는 이와 유사한 것

<표 4> HS 6811의 수출입 총량(1995~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

년도	HS 코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
1995	6811	4,624	1,412	2,829	3,054	-1,642
1996	6811	3,366	1,449	3,079	3,378	-1,929
1997	6811	2,424	889	3,896	3,305	-2,416
1998	6811	3,844	1,863	1,964	2,207	-343
1999	6811	2,312	1,174	5,588	3,103	-1,929
2000	6811	1,371	480	8,247	4,224	-3,744
2001	6811	841	637	13,311	5,883	-5,246
2002	6811	892	544	17,021	6,922	-6,378
2003	6811	1,880	1,854	23,616	10,237	-8,383
2004	6811	2,311	2,002	28,309	10,281	-8,280
2005	6811	1,568	1,576	31,742	11,761	-10,185
2006	6811	1,744	1,777	29,243	9,085	-7,308
2007	6811	2,149	3,331	30,060	12,841	-9,510
2008	6811	2,363	3,632	32,644	12,623	-8,990
2009	6811	4,014	3,100	30,437	9,447	-6,347
2010	6811	8,262	4,846	31,048	10,197	-5,351
2011	6811	652	1,795	11,374	4,582	-2,788
총계	-	44,616	32,361	304,411	123,131	-90,770

1) HS 681140 - 석면 시멘트 제품·셀룰로오스파이버시멘트제품 또는 이와 유사한 것으로서 석면을 함유한 것

<표 5> HS 681140의 하위 품목

HS 코드	한글품명	영문품명
681140	석면을 함유한 것	Containing asbestos
68114010	파형의 쉬트	Corrugated sheets
6811401010	지붕·천장·벽 및 바닥재용	For roofs, ceilings, walls or floors
6811401090	기타	Other
68114020	기타 쉬트·패널·타일 및 이와 유사한 제품	Other sheets, panels, tiles and similar articles
6811402010	지붕·천장·벽 및 바닥재용	For roofs, ceilings, walls or floors
6811402090	기타	Other
6811403000	관 및 관의 연결구류	Tubes, pipes and tube or pipe fittings
68114090	기타 제품	Other articles
6811409010	지붕·천장·벽 및 바닥재용	For roofs, ceilings, walls or floors
6811409090	기타	Other

<표 6> HS 681140의 수출입 총량(2007~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

년도	HS 코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
2007	6811402010	287	1,226	1,618	602	624
2007	6811402090	73	154	5,409	2,134	-1,980
2007	6811409090	154	42	118	159	-116
2007	6811401010	6	14	386	138	-125
2007	6811401090	0	0	499	178	-178
2007	6811409010	0	0	372	448	-448
2008	6811402010	488	1,372	738	799	573

<표 6> HS 681140의 수출입 총량(2007~2011)(계속)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

년도	HS 코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
2008	6811402090	138	270	7	12	258
2008	6811401090	0	0	357	153	-153
2008	6811409090	0	0	80	86	-86
2008	6811403000	0	0	0	0	0
2009	6811409010	370	470	0	0	470
2009	6811402090	1,420	457	22	5	453
2009	6811402010	76	37	35	60	-23
2009	6811409090	0	1	0	2	-1
2009	6811401090	0	0	1	2	-2
2009	6811401010	0	0	144	23	-23
2010	6811402090	111	151	0	0	151
2010	6811402010	75	110	0	0	110
2010	6811409010	52	109	0	0	109
2010	6811401010	41	14	0	0	14
2010	6811409090	0	0	0	0	0
2010	6811403000	0	0	0	2	-2
2011	6811403000	61	894	0	0	894
2011	6811402090	35	42	0	0	42
2011	6811409090	0	1	0	0	1
2011	6811409010	0	0	0	0	0
총계	-	3,386	5,366	9,787	4,804	562

(2) HS 6812 - 가공한 석면섬유, 석면을 기제로 한 혼합물 또는 석면과 탄산 마그네슘을 기제로 한 혼합물, 이들 혼합물의 제품 또는 석면제품(석면의 사·직물·의류·모자·신발 또는 가스켓)(보강한 것인지의 여부를 불문하며, HS 6811 및 HS 6813의 물품을 제외함)

<표 7> HS 6812의 수출입 총량(1995~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

년도	HS 코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
1995	6812	4,106	5,960	2,240	11,045	-5,085
1996	6812	3,530	4,406	1,965	10,603	-6,197
1997	6812	3,187	3,646	2,270	8,329	-4,682
1998	6812	3,625	2,590	1,275	5,130	-2,540
1999	6812	4,012	2,740	1,934	6,772	-4,032
2000	6812	1,845	2,091	2,788	8,850	-6,759
2001	6812	1,259	2,111	2,281	7,046	-4,935
2002	6812	1,080	1,929	2,140	6,746	-4,818
2003	6812	1,037	1,771	3,067	7,356	-5,584
2004	6812	803	1,721	3,643	7,766	-6,044
2005	6812	653	1,762	3,755	8,870	-7,108
2006	6812	477	2,035	3,609	9,361	-7,326
2007	6812	186	994	2,755	7,539	-6,545
2008	6812	178	868	2,120	4,302	-3,434
2009	6812	44	791	995	1,979	-1,187
2010	6812	62	2,420	411	1,898	522
2011	6812	5	195	22	210	-14
총계	-	26,088	38,030	37,271	113,800	-75,770

- 1) HS 681280 - 가공한 석면섬유, 석면을 기제로 한 혼합물 또는 석면과 탄산마그네슘을 기제로 한 혼합물, 이들 혼합물의 제품 또는 석면제품(석면의 사·직물·의류·모자·신발 또는 가스켓)(보강한 것인지의 여부를 불문하며, HS 6811 및 HS 6813의 물품을 제외함)으로서 청석면을 함유한 것

<표 8> HS 681280의 하위 품목(의류, 신발 및 모자류에 관한 항목은 생략하였음)

HS 코드	한글품명	영문품명
681280	청석면을 함유한 것	Of crocidolite
6812802000	지·표지용의 판지 및 펠트	Paper, millboard and felt
6812803000	압축가공한 쉬트상 또는 롤상의 석면섬유 조인팅	Compressed asbestos fibre jointing in sheets or rolls
6812809000	기타	Other

<표 9> HS 681280의 수출입 총량(2007~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

년도	HS코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
2007	6812809000	1	40	24	83	-43
2007	6812803000	0	0	177	425	-425
2008	6812809000	3	105	9	170	-65
2008	6812803000	0	0	116	212	-212
2009	6812809000	3	120	1	49	71
2009	6812802000	0	0	0	2	-2
2009	6812803000	0	0	95	180	-180
2010	6812809000	2	85	1	48	37
2010	6812802000	0	1	0	1	0
2010	6812803000	0	0	29	51	-51
2011	6812809000	1	25	0	1	24
2011	6812803000	0	2	0	0	2
총계	-	9	390	457	1,437	-1,046

(3) HS 6813 - 마찰재료와 그 제품(쉬트·롤·스트립·세그먼트·디스크·와셔·패드)(장착되지 아니한 것으로서 브레이크용·클러치용 또는 이와 유사한 용도의 석면·기타 광물성 재료 또는 셀룰로오스를 기제로 한 것에 한하며, 직물 또는 기타 재료와의 결합여부를 불문함)

<표 10> HS 6813의 수출입 총량(1995~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

기간	HS코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
1995	6813	375	2,315	1,320	9,680	-7,365
1996	6813	187	751	1,693	13,733	-12,982
1997	6813	240	1,131	1,661	16,033	-14,903
1998	6813	365	1,351	1,009	12,468	-11,117
1999	6813	615	2,022	1,073	17,719	-15,697
2000	6813	945	4,980	1,373	22,327	-17,347
2001	6813	961	3,124	1,732	30,353	-27,229
2002	6813	1,414	5,614	2,332	56,707	-51,093
2003	6813	1,950	6,401	2,690	55,798	-49,397
2004	6813	2,582	9,383	3,894	62,890	-53,507
2005	6813	1,844	8,536	3,286	63,119	-54,583
2006	6813	2,286	12,731	2,183	62,660	-49,929
2007	6813	2,639	15,654	2,725	78,042	-62,388
2008	6813	3,347	19,107	2,721	76,939	-57,832
2009	6813	3,615	20,743	1,706	44,649	-23,906
2010	6813	4,517	26,604	2,182	46,456	-19,852
2011	6813	1,451	9,931	731	15,497	-5,566
총계	-	29,332	150,376	34,309	685,069	-534,692

1) HS 681320 - 마찰재료와 그 제품(쉬트·롤·스트립·세그먼트·디스크·와셔·패드)(장착되지 아니한 것으로서 브레이크용·클러치용 또는 이와 유사한

용도의 석면·기타 광물성 재료 또는 셀룰로오스를 기제로 한 것에 한하며, 직물 또는 기타 재료와의 결합여부를 불문함)으로서 석면을 함유한 것

<표 11> HS 681320의 하위 품목(자동차의 라이닝 및 패드 클러치에 관한 항목은 생략하였음)

HS 코드	한글품명	영문품명
681320	석면을 함유한 것	Containing asbestos
68132090	기타	Other
6813209090	기타	Other

<표 12> HS 681320의 수출입 총량(2007~2011)

단위: 천불(USD1,000), 톤(TON)

기간	HS코드	수출중량	수출금액	수입중량	수입금액	무역수지
2007	6813209090	0	3	2	5	-1
2008	6813209090	1	2	2	46	-44
2009	6813209090	0	0	0	4	-4
2010	6813209090	0	1	1	97	-96
2011	6813209090	0	0	0	0	0
총계	-	2,820	14,081	349	5,193	8,888

1-2. 각 부처별 연구결과를 활용한 현재 석면건축물의 실태조사

정부에서는 여러 관계부처들의 합동으로 석면관리 종합대책을 통해 건축물의 석면함유 실태조사를 수행하였다. 현재까지 수행된 실태조사로는 첫 번째, 고용노동부의 ‘석면에 의한 건강장해예방연구Ⅱ(2006)’, ‘사업장 등의 석면 실태조사 및 석면지도 작성 연구(2008)’, 두 번째, 환경부의 ‘공공건물의 석면함유물질 실태조사 I·Ⅱ(2008, 2009)’, ‘다중이용시설의 석면함유물질 실태조사 I·Ⅱ(2008, 2009)’, ‘농가건물의 석면함유물질 실태조사(2008)’, 세 번째, 교육과학기술부의 ‘학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델에 관한 연구(2007)’, 네 번째, 서울특별시의 ‘건축물의 석면 실태조사 및 마스터플랜 수립(2009)’ 및 기타 연구논문들이 있다. 각각의 연구별로 실태조사 결과를 요약하였고, 건축년도와 검출율이 유의한 상관관계가 있다는 연구결과에 따라(환경부, 2009) 각 부처별 모든 데이터를 조합하여 건축년도에 따른 각 용도별 석면건축물의 실태를 파악하였다.

(1) 각 부처별 석면건축물 실태조사

1) 고용노동부

가. 석면에 의한 건강장해예방연구Ⅱ(2006)

- 조사대상 사업장은 서울·인천(54.8%), 경기(13.1%), 강원·충청(10.7%), 경상(10.7%), 전라(10.7%)로 총 84개 사업장이었다.
- 채취 시료는 총 1,870개였으며, 건축재 종류별 분포는 천장재(C) 27%, 벽재(W) 16%, 보온단열재(T) 9%, 지붕재(R) 6%, 가스켓(G) 6%, 바닥재

(F) 4%, 방진재(V) 1%, 방음재(S) 0.3% 순이었다.

- 채취 시료의 시공년도별 분포는 1970년대 이전 제품 시료가 전체의 34%로 가장 많았으며, 1990년대 25%, 1980년대 18%, 1970년대 15%, 그리고 2000년대 8% 순이었다.
- 총 84개 사업장에서 채취한 1,870개 시료군 중 석면이 1% 이상 검출된 시료는 전체의 29%였으며, 검출율이 가장 높은 제품은 가스켓(G)과 방진재(V)가 각각 93.4%와 73% 였고, 건축구조물 자재 중에는 천장재(C) 46.2%, 지붕재(R) 41.7%, 단열재(T) 26.8%, 벽재(W) 25.6%, 방음재(S) 16.7%, 바닥재(F) 6.0%, 그리고 기타(M) 2.8% 순이었다.
- 시공년도별 석면 검출율은 1970년 이전에는 19.6%, 1970년대 34.1%, 1980년대 38.4%, 1990년대 32%, 2000년대 27.3%로 1970년 이전이 가장 낮고 1970년대~1990년대까지는 비슷한 검출율을 나타내며 2000년대에는 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 국내 석면 및 석면 제품의 내수량이 1980년대와 1990년대가 가장 높았으며, 다음으로 1970년대, 2000년대 순으로 낮아지고 있는 추이와 유사한 특징을 나타내고 있다. 따라서 시공년도가 2000년 이전일 경우엔 석면 함유 가능성이 높다고 보고 관리에 주의를 기울여야 한다.
- 검출된 석면 종류는 백석면이 총 검출시료 중 97.4%로 대부분을 차지하고 있고, 갈석면 6.1%, 트레몰라이트 1.5%, 악티노라이트 0.6%, 안소필라이트 0.4% 등이었으며 청석면은 검출되지 않았다.
- 석면 검출 시료 중 부서지기 쉬운 성질(friability)을 가진 파쇄성(friable) 시료는 41.4%이며, 제품 종류별로는 보온단열재(T) 82%, 천장재(C) 56%, 지붕재(R) 54%, 바닥재(F) 50%, 방진재(V) 38%, 기타(M) 25%, 벽재(W) 14%, 가스켓(G) 8% 순이었다.
- 석면 조사를 실시한 84개 사업장 중 76개 사업장의 건축물에서 석면이 검출되어 90%의 사업장 검출율을 나타내었다(건축년도와 용도별을 조합

한 실태조사 결과를 제시하지 않아 총 석면건축물의 실태조사에 데이터를 조합할 수 없었음).

나. 사업장 등의 석면 실태조사 및 석면지도 작성 연구(2008)

◎ 조사대상사업장과 채취시료의 분포특성

- 총 23개 업종 153개 사업장을 조사하였으며, 고용규모별로는 50인 이상 사업장이 37개소, 50인 미만 사업장이 113개소였다. 지역별로는 서울·인천·경기 지역이 100개소, 부산·울산·경남 지역은 53개소였다.
- 건축연대별 분포는 79년 이전 건축 사업장이 23개소, 1980년대 신축사업장이 31개소, 1990년대가 47개소, 2000년대가 52개소였다.
- 건축형태별로는 철골콘크리트가 86개소, 철골이 35개소, 철골철근콘크리트가 18개소, 기타가 14개소였다.
- 153개 사업장에서 채취한 석면함유의심물질 시료의 수는 474개 이었으며, 건축자재 종류별로는 천장재가 47.5%, 바닥재 30.4%, 벽재 9.5%, 기타 6.7%, 보온단열재 3.2%, 지붕재 1.5%, 가스켓 0.6%, 마찰재 0.4%의 순이었고 방음재는 없었다.

◎ 고품시료 분석결과

- 153개 대상사업장 중 77개 사업장의 건축물에서 석면이 검출되어 검출률은 50.3%였다. 석면의심물질 채취시료는 474개 중 158개에서 석면이 검출되어 검출률은 33.3%였다.
- 업종별 사업장의 석면검출률은 금속재료품제조업에서 가장 높았으며(80.0%), 화학제품제조업(78.6%), 전기기계제품제조업(71.4%), 창고업(66.7%) 등의 순이었고, 업종별 채취시료의 석면검출률은 금속재료품 제조업이 가장 높았으며(77.8%), 펄프, 지류제조업 및 제분 또는 인쇄물가공업(61.5%), 신문, 화폐발행, 출판업 및 경인쇄업(57.1%), 비금속 광물제

폼제조 및 금속제품제조업 또는 금속가공업(50.0%)의 순이었다.

- 건축연대별 석면검출사업장의 비율은 1979년 이전이 34.8%, 1980년대는 54.8%, 1990년대는 68.8%, 2000년대에는 36.5%였고, 건축연대별 채취시료의 석면검출율은 79년 이전이 30.1%, 1980년대에는 29.3%, 1990년대에는 47.4%, 그리고 2000년대에는 30.2%로 조사되어 연대별 석면검출율은 1990년대에서 가장 높았다.
- 건축자재별 석면검출율은 천정재 49.7%, 벽재 46.7%, 바닥재 5.9%, 기타 6.3%였다.
- 건축연대에 따른 석면종류별 검출실태는 백석면의 경우 1990년대까지는 연대에 따라 증가되는 경향을 나타내었으며, 1990년대 이후는 비슷한 수준을 유지하였다. 갈석면은 연대에 따라 감소되었으며 2000년대에는 검출되지 않아 백석면과 대조되었다(<표 13> 참고).

<표 13> 건축연도와 용도(사업장)에 따른 석면건축물의 실태

	70년대 이전		70년대		80년대		90년대		00년대		합계	
	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수
사업장	-	-	8	23	17	31	33	48	19	51	77	153

2) 환경부

가. 공공건물의 석면함유물질 실태조사 I·II(2008, 2009)

◎ 공공건물의 석면함유물질 실태조사 I (2008)

- 224개의 조사 건물 중 석면이 검출된 건물은 170개로 75.9%의 검출율을 보였다.

- 140개 건물 중 111개 건물에서 석면이 검출되어 79.3%의 석면 검출율을 보인 주민센터가 가장 높은 검출율을 보였으며, 24개 건물 중 16개 건물에서 석면이 검출된 도서관이 66.7%로 가장 낮은 석면 검출율을 보였다. 시청 및 구청, 문화예술시설, 체육시설의 경우, 각각 72.0%, 70.8%, 72.7%의 석면 검출율을 나타내었다.
- 건축연도별 석면검출 현황을 보면, 38개 건물 중 35개 건물에서 석면이 검출된 1970년대 건축물이 92.1%로 가장 높은 석면 검출율을 보였으며, 1980년대 건축물은 66개 건물 중 57개 건물에서 석면이 검출되어 86.4%의 석면 검출율을 보였다. 1990년대, 1970년대 이전, 2000년대 건축물의 경우 각각 85.4%, 84.6%, 44.1%의 석면 검출율을 나타내었다.
- 1,613개의 시료 중 525개의 시료에서 석면이 검출되어 32.5%의 석면 검출율을 보였으며, 884개 시료 중 335개 시료에서 석면이 검출된 주민센터가 37.9%로 가장 높은 석면 검출율을 보였다. 체육시설이 35.2%, 시청 및 구청이 26.6%, 도서관이 25.1%, 문화예술시설이 21.7%의 석면 검출율을 나타내었다.
- 지붕재와 가스켓에서 각각 87.5%, 69.7%의 높은 검출율을 보였고, 그 외 천장재 54.6%, 벽재 33.1%, 단열재 15.4%, 기타 12.5%, 뽀뽀재 0.8%의 석면 검출율을 보였다.
- 건축연도별 채취 시료수 분포는 1990년대 건물이 29%로 가장 많았으며, 1980년대 25%, 2000년대 23%, 1970년대 16%, 1970년대 이전 7% 순으로 나타났다.
- 건축연도별 석면검출 결과는 2000년대 건축물이 379개 시료 중 53개 시료에서 석면이 검출되어 가장 낮은 검출율(14.0%)을 보였다. 2000년대 이전 건축물의 경우, 254개 시료 중 119개 시료에서 석면이 검출된 1970년대 건축물이 46.9%로 가장 높은 검출율을 보였으며, 1980년 38.5%, 1970년대 이전 35.7%, 1990년대 33.9% 순으로 높은 검출율을 보였다.

<표 14> 건축연도와 용도(공공건물)에 따른 석면건축물의 실태 I

	70년대 이전		70년대		80년대		90년대		00년대		합계	
	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수
시청 구청	4	4	3	5	4	4	5	6	2	6	18	25
도서관	1	2	2	2	7	7	4	5	2	8	16	24
문화예 술시설	-	-	2	3	6	7	6	8	3	6	17	24
주민 센터	5	6	26	26	40	48	23	26	17	34	111	140
체육 시설	1	1	2	2	-	-	3	3	2	5	8	11
합계	11	13	35	38	57	66	41	48	26	59	170	224

◎ 공공건물의 석면함유물질 실태조사Ⅱ(2009)

- 200개의 조사 건물 중 석면이 검출된 건물은 165개로 82.5%의 검출율을 보였다(<표 14>).
- 시청 및 구청이 조사 대상인 22개 건물 중 20개 건물에서 석면이 검출되어 90.9%로 가장 높은 검출율을 보였으며, 10개 건물 중 7개 건물에서 석면이 검출된 체육시설이 70.0%로 가장 낮은 석면 검출율을 보였다. 주민센터, 도서관, 문화예술시설의 경우, 각각 84.9%, 76.2%, 71.4%의 석면 검출율을 보였다.
- 건축연도별 석면검출 현황을 보면, 35개 건물 중 33개 건물에서 석면이 검출된 1970년대 건축물이 94.3%로 가장 높은 석면 검출율을 보였다. 1990년대, 1980년대, 1970년대 이전 건축물의 경우, 각각 92.9%, 90.7%, 84.6%의 석면 검출율을 나타내었으며, 2000년대 건축물은 47.6%로 상대적으로 낮은 석면 검출율을 보였다.
- 2,000개의 시료 중 1,009개의 시료에서 석면이 검출되어 50.5%의 석면검출율을 보였으며, 1,215개 시료 중 672개 시료에서 석면이 검출된 주민센터

터가 55.3%로 가장 높은 석면 검출율을 보였다. 시청 및 구청이 51.7%, 체육시설이 50.5%, 도서관이 45.1%, 문화예술시설이 27.3%의 석면 검출율을 보였다.

- 천장재와 가스켓은 각각 68.6%, 52.6%의 높은 검출율을 나타내었고, 그 외 기타 재질(덕트 연결관, 지붕 슬레이트, 회반죽, 석고패드) 33.3%, 벽재 21.3%, 뽐칠재 6.8%, 단열재 3.0%, 바닥재 0.9%의 석면 검출율을 보였다.
- 2000년대 건축물은 413개 시료 중 75개 시료에서 석면이 검출되어 낮은 검출율(18.2%)을 보였다. 2000년대 이전 건축물의 경우, 556개 시료 중 365개 시료에서 석면이 검출된 1980년대 건축물이 65.6%로 가장 높은 검출율을 보였으며, 1970년대 58.4%, 1990년 54.4%, 1970년대 이전 49.6% 순으로 높은 검출율을 보였다.
- 1980년대 건축물 중 365개, 1990년대 건축물 중 301개, 1970년대 건축물 중 205개, 2000년대 건축물 중 72개, 1970년대 이전 건축물 중 63개 시료에서 백석면이 검출되었다. 갈석면은 1980년대 건축물 중 51개, 1990년대 건축물 중 17개, 1970년대 건축물 중 9개, 1970년대 이전 건축물 중 6개 시료에서 검출되었으며, 2000년대 건축물에서는 검출되지 않았다.

<표 15> 건축연도와 용도(공공건물)에 따른 석면건축물의 실태Ⅱ

	70년대 이전		70년대		80년대		90년대		00년대		합계	
	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수
시청 구청	5	6	6	6	6	7	3	3	-	-	20	22
도서관	0	1	2	2	2	2	9	10	3	6	16	21
문화 예술 시설	-	-	1	1	2	2	6	7	6	11	15	21
주민 센터	6	6	24	26	35	39	33	34	9	21	107	126
체육 시설	-	-	-	-	4	4	1	2	2	4	7	10
합계	11	13	33	35	49	54	52	56	20	42	165	200

나. 다중이용시설의 석면함유물질 실태조사 I·II(2008, 2009)

◎ 다중이용시설의 석면함유물질 실태조사 I (2008)

- 조사대상 112개 다중이용시설 중 47개 시설(41.9%)에서 석면함유물질을 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 채취된 1,641개의 고형시료 중 164개 (9.9%)에서 석면이 검출되었다.
- 고형시료의 종류별 검출률은 석면포가 100% 검출되었으며, 가스켓 41.5%, 천장재 30.8%, 덕트포 9.3%, 벽면재 6.1%의 순으로 석면이 검출되었다.
- 일본에서 주로 제거 대상인 표면 뽀칠재의 경우 1.2%에서 석면이 검출되었다.
- 석면의 종류는 백석면이 162(98.8%)개로써 대부분을 차지하였고, 트레몰라이트가 2(1.2%)개로 소수 확인되었다.
- 석면 검출여부 조사결과는 대규모점포(50%), 도서관(66.7%), 박물관 및 미술관(55.6%), 보육시설(53.8%), 노인전문의료시설(33.3%) 여객자동차 터미널(75.0%), 지하도상가(60%), 지하역사(20%), 의료기관(60%), 찜질방(80%)로 전체 50% 이상이 석면함유 건축자재를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.
- 고형시료 종류에 따른 석면 검출 건물현황은 석면이 함유된 천장재와 가스켓이 가장 많은 건물에서 석면이 검출되었고, 표면뽀칠재는 실내주차장 1곳의 2개 시료에서 석면이 검출되었다.
- 건축년도별에 따라 70년대 이전의 건물에서 50%, 70년대 건물에서 62.5%, 80년대 건물에서 57.1%, 90년대 건물에서 39.5%, 2000년 이후의 건물에서 30.6%의 검출율을 나타내었다.

- 건물 분포는 국공립 건물이 51.0%, 민간 기업이 34.9%로서 국공립 건물이 민간기업 건물에 비해 석면함유 건축자재 사용비율이 높은 것으로 나타났다(건축년도와 용도별을 조합한 실태조사 결과를 제시하지 않아 총 석면건축물의 실태조사에 데이터를 조합할 수 없었음).

◎ 다중이용시설의 석면함유물질 실태조사Ⅱ(2009)

- 조사대상 201개소의 2차년도 다중이용시설에 대하여 석면함유의심물질 사용실태조사를 수행한 결과 106개소(52.7 %)의 시설에서 석면함유자재를 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 채취한 고형시료 1,868개의 샘플 중 414개(22.2 %)의 시료에서 석면이 검출되었다.
- 표면 뽐칠재는 81개 시설에서 397개의 고형시료를 채취하여 분석한 결과, 모든 시료에서 석면이 검출되지 않았다. 보온 단열재의 경우 16개 시설에서 28개의 고형시료를 채취하여 분석한 결과, 1개 시설의 1개 시료에서만 석면이 검출되었다. 기타물질은 다중이용시설의 2차년도 조사에서 가장 많은 샘플이 채취하였으며, 천장재는 182개 시설 1,010개의 시료 중 87개 시설 312개(30.9%)의 시료에서 석면이 검출되었다.
- 바닥재는 109개 시설 280개의 시료 중 7개 시설 17개(6.1 %)의 시료에서 석면이 검출 되었으며, 밤라이트와 석고보드 등으로 되어있던 벽면재는 51개 시설 96개의 시료 중 22개 시설 42개(43.8 %)의 시료에서 석면이 검출되었다. 덕트포는 기계실이나 보일러 실 등은 현장의 상황에 따른 접근성의 한계로 2개 시설에서 3개의 시료만이 채취 되었고, 시료의 개수가 많지 않아 대표성을 갖기는 어렵지만, 모두 석면이 불검출 되었다.
- 가스켓의 경우 43개 시설 47개의 시료 중 33개 시설 36개(76.6 %)의 시료에서 석면이 검출되었으며, 가스켓의 석면 검출율은 1차년도 41개의 시료 중 17개(41.5 %)의 석면 검출율 보다 높은 것으로 나타났다. 기타에

포함되어 있는 시료는 지붕재 슬레이트(3개), 덕트 이음재(1개), 석면포(1개), 잔재물 밤라이트(1개), 창틀코킹재(1개)로서, 6개 시설 7개의 시료 중 5개 시설 6개(85.7%)의 시료에서 석면이 검출 되었다.

- 검출된 석면의 종류는 주로 백석면으로서 403개(95.7%) 시료에서 검출되었고, 갈석면은 403개의 시료 중 7개에서 백석면과 함께 검출되었다. 트레모라이트의 경우는 11개의 시료에서 검출되었으며, 검출량은 극미량으로 나타났고, 건축자재의 종류는 모두 바닥재였다.
- 조사된 시설의 석면함유자재의 사용 비율이 높았던 시설의 순서는 도서관(100%), 대규모 점포(75%), 의료기관(74.5%), 보육시설(70.6%), 지하도상가(62.5%), 지하역사(60%) 순으로 나타났다. 그 외에도 공항시설 중 여객터미널, 여객자동차 터미널 두 개의 시설군도 석면함유자재의 사용률이 50% 이상으로 석면함유 건축자재를 사용하고 있는 것으로 나타났다.
- 건축년도별로 1970년도 이전의 건물에서 100%, 1970년도 75%, 1980년도 83.7%, 1990년도 75.6%로 나타났으며, 2000년도 이후의 건축물의 경우 26.6%로 조사되었다(건축년도와 용도별을 조합한 실태조사 결과를 제시하지 않아 총 석면건축물의 실태조사에 데이터를 조합할 수 없었음).

다. 농가건물의 석면함유물질 사용 실태조사 연구(2008)

- 전체 시료채취 대상 860호의 시료를 분석한 결과 805호가 석면함유물질을 보유하고 있는 것으로 최종 확인되었다. 보유하고 있는 805호에서 확인된 석면함유물질의 총량은 1,412,071kg로 확인되었다.
- 채취된 시료 중에서 가장 많은 수량을 차지하는 석면함유 의심물질은 슬레이트인 것으로 조사결과 파악되었다. 슬레이트 시료는 전국 981호에서 조사된 총수량이 1,667개였으며, 이중 1,665개 시료 중에서 석면이 검출된 것으로 파악되었다. 1,665개의 석면이 함유된 시료 중에서 석면의 종류별

분석을 실시한 결과 모든 시료에서 백석면이 함유되어 있는 것으로 파악되었으며, 이 중 81개 시료에서 갈석면이 함유된 것으로 확인하였다.

- 권역별로 분류하여 보면, 수도권에서는 보유대상 가구 104호에 199,448 kg이 조사결과 확인되었고, 중부권은 석면을 보유한 129 가구에 285,576 kg의 석면함유물질이 확인되었으며, 남동권은 197호에서 317,834 kg의 석면함유물질을 보유하고 있는 것으로 파악되었으며, 영남권은 채취 보유가구 110호에 189,194 kg, 호남권은 265호에 420,019 kg의 석면함유물질을 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 아울러, 농가에서 발생할 가능성이 있는 석면함유물질의 가구당 보유량은 중부권에서 가장 높은 2,214 kg으로 확인되었으며, 전체 평균은 1,754 kg이었다.(건축년도별 석면 검출율 현황 데이터를 제시하지 않았음)

3) 교육과학기술부

가. 학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델에 관한 연구(2007)

- 표본학교 100개교에서 석면이 검출된 학교는 88개교로 88.0%의 검출율을 보였다(<표 16>).
- 석면 검출율 100%를 보인 지역은 서울, 대구, 광주, 인천, 강원, 충남, 경북, 제주 지역으로 8개 지역에서 대상학교 모두 석면이 검출되었다.
- 6개교 중에서 5개교가 석면이 검출되어 83.3%의 석면검출율을 보인 지역은 부산, 대전, 충북, 전북 등 4개 지역이었으며, 경기지역에서는 10개교 중에서 8개교가 석면이 검출되어 80%의 검출율을 보였다.
- 또한 전남, 울산, 경남지역에서는 대상학교 6개교 중에서 4개교가 석면이 검출되어 66.7%의 검출율을 나타냈다.
- 학급별로 그 결과를 보면 특수학교의 경우 10개교 모두에서 석면이 검출

되어 100%의 검출율을 보였으며, 중학교의 경우 96.8%, 고등학교 94.4%, 초등학교 92.0%의 검출율을 보였고 유치원의 경우 50.0%의 가장 낮은 검출율을 보였다.

- 고품시료에 대한 시료는 석면함유 의심물질을 위주로 천정텍스, 밤라이트 보드, 슬레이트, 천정재, 가스켓, 방음재 및 단열재, 회반죽, 벽재 및 바닥재, 뽀칠재, 마감재 및 접착재, 흡음재, 이외 제외된 자재에 대해 총 880개의 시료를 채취하였다.
- 그 결과 241개 시료에서 석면이 검출되어 27.4%의 석면검출율을 보였으며, 채취한 자재 중 지붕 슬레이트에서 100%의 석면 검출율을 보였고 가스켓과 천정텍스, 밤라이트에서도 각각 83.3%, 77.0%, 50.0%의 높은 석면 검출율을 보였다.
- 그 외 방음재 및 단열재에서 4.8%, 벽재에서 3.4%, 회반죽에서 2.7%의 석면 검출율을 보였다.
- 검출된 석면의 종류는 백석면과 갈석면으로 그 분포는 백석면이 1~80%, 갈석면이 1~10%를 함유하고 있었다.

<표 16> 건축연도와 용도(학교)에 따른 석면건축물의 실태

	70년대 이전		70년대		80년대		90년대		00년대		합계	
	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수
유치원	-	-	-	-	1	3	5	8	1	4	7	15
초등학교	5	5	4	5	5	5	8	9	1	1	23	25
중학교	8	8	3	3	11	11	8	9	1	1	31	32
고등학교	-	-	5	5	7	7	4	4	1	2	17	18
특수학교	2	2	-	-	4	4	2	2	2	2	10	10
합계	15	15	12	13	28	30	27	32	6	10	88	100

4) 서울특별시

가. 서울시 건축물의 석면실태조사 및 마스터플랜 수립(2009)

- 총 203개의 건축물을 조사하였으며 104개 건축물에서 석면이 함유된 건축자재가 건축물 내에 사용되었음을 확인하였다. 이는 전체 조사대상 203개 건축물 중 약 51.2 %를 차지하는 양이었다. 채취된 석면함유의심물질(Presumed Asbestos Containing Materials; PACM)총수는 1,162개로써 현장실태조사 대상 건물당 평균 5.7개의 샘플이 채취되었다. 이 중 최종적으로 석면함유여부가 확인된 샘플은(Asbestos Containing Material; ACM) 278개였다(<표 17>).

<표 17> 건축연도와 용도(서울시의 공공, 다중, 사업장 등)에 따른 석면건축물의 실태

	70년대 이전		70년대		80년대		90년대		00년대		합계	
	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수	검출수	조사수
공장	-	-	-	-	0	3	5	8	1	9	6	20
교육	-	-	7	7	9	11	6	8	4	10	26	36
문화	-	-	2	5	4	8	0	1	-	-	6	14
주택	-	-	0	4	1	2	1	2	2	4	4	12
숙박	-	-	1	1	1	1	7	12	0	3	9	17
시설	-	-	1	3	3	6	3	5	0	1	7	15
식품	-	-	1	1	2	3	2	2	1	7	6	13
위생	-	-	3	3	6	8	2	3	0	1	11	15
업무	-	-	-	-	1	2	1	1	-	-	2	3
시설	-	-	-	-	1	1	6	10	4	9	11	20
의료	-	-	-	-	6	7	2	9	1	3	9	19
시설	-	-	2	5	1	4	3	8	1	2	7	19
저층	-	-	17	29	35	56	38	69	14	49	104	203
공동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주택	-	-	-	-	6	7	2	9	1	3	9	19
차량	-	-	-	-	6	7	2	9	1	3	9	19
시설	-	-	2	5	1	4	3	8	1	2	7	19
판매	-	-	2	5	1	4	3	8	1	2	7	19
시설	-	-	2	5	1	4	3	8	1	2	7	19
합계	-	-	17	29	35	56	38	69	14	49	104	203

- 석면 검출이 가장 많았던 용도별 건축 유형은 저층공동주택, 교육문화시설, 그리고 종교시설 등의 순이었다. 반대로 공장시설과 숙박시설, 그리고 판매시설 등은 약 30% 내외의 수준에서 석면이 검출되고 있었다.
- 건축자재 유형별 석면 검출 비율은 천장텍스가 포함된 천장재(Celling)류에서 석면 검출 비율이 가장 높게 확인되었으며 TSI에서 5.1%, 뽀칠이 포함된 표면재(Surface)류에서의 석면 검출률이 2%로써 가장 낮았다.

(2) 건축년도에 따른 각 용도별 석면건축물의 실태

개발될 유지·관리 매뉴얼에서 여러 판단요소 중 중요한 부분을 차지할 손상의 정도를 좌우하는 것 중의 하나가 건축년도이다. 따라서 현장조사 대상 설정에 있어 첫째로 고려하여야 할 점은 건축년도이기에 각 부처별의 석면건축물 실태조사 데이터를 조합하여 <표 1>에서 제시하였던 건축법에서의 건축물 분류 기준인 주거용(단독주택, 공동주택), 상업용(근린생활시설, 판매시설, 운수시설, 업무시설, 숙박시설, 위험물 저장 및 처리시설, 자동차관련시설), 공업용(공장), 문교사회용(문화 및 집회시설, 종교시설, 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 묘지관련시설, 관광휴게시설), 기타(농수산용(동식물관련시설), 공공용(교정 및 군사시설, 방송통신시설, 발전시설), 창고시설, 분뇨 및 쓰레기처리시설))에 따른 건축년도별 석면건축물 실태조사 결과를 <표 15>에 나타내었다. 고용노동부의 ‘석면에 의한 건강장해예방연구Ⅱ(2006)’, 환경부의 ‘다중이용시설 석면함유물질 실태조사 I·Ⅱ(2008, 2009)’에서는 건축년도에 따른 조사수와 검출수의 데이터는 제시하였으나, 건축년도와 건축물의 용도별 현황에 따른 데이터는 제시되지 않았다. 따라서 건축법에서 분류한 건축물의 용도에 따른 건축년도별 실태 현황 데이터에 조합할 수 없었으며 또한, 환경부의 ‘농가건물 석면함유물질 사용 실태조사 연구(2008)’에서는 건축년도별로 제시하지 않았기에 총 데이터에 조합할 수 없었다.

<표 18> 석면건축물의 실태조사 결과(선행연구 결과 종합)

		70년대 이전			70년대			80년대			90년대			00년대			총합		
		검출주수	조사수	비율(%)	검출주수	조사수	비율(%)	검출주수	조사수	비율(%)	검출주수	조사수	비율(%)	검출주수	조사수	비율(%)	검출주수	조사수	비율(%)
주거용	단독주택	-	-	-	2	5	40.0	4	8	50.0	0	1	0.0	-	-	-	6	14	42.9
	공동주택	-	-	-	3	3	100	7	9	77.8	8	13	61.5	4	10	40.0	22	35	62.9
	종합	-	-	-	5	8	62.5	11	17	64.7	8	14	57.1	4	10	40.0	28	49	57.1
상업용	근린생활시설	-	-	-	1	1	100	1	1	100	7	12	58.3	0	3	0.0	9	17	52.9
	판매시설	-	-	-	2	5	40.0	1	4	25.0	3	8	37.5	1	2	50.0	7	19	36.8
	업무시설	-	-	-	1	3	33.3	3	6	50.0	3	5	60.0	0	1	0.0	7	15	46.7
	숙박시설	-	-	-	0	4	0.0	1	2	50.0	1	2	50.0	2	4	50.0	4	12	33.3
	자동차관리시설	-	-	-	-	-	-	6	7	85.7	2	9	22.2	1	3	33.3	9	19	47.4
	종합	-	-	-	4	13	30.8	12	20	60.0	16	36	44.4	4	13	30.8	36	82	43.9
공업용	사업장	-	-	-	8	23	34.8	17	34	50.0	38	56	67.9	20	60	33.3	83	173	48.0
	종합	-	-	-	8	23	34.8	17	34	50.0	38	56	67.9	20	60	33.3	83	173	48.0
문화·사회용	문화집회시설	21	22	95.5	67	74	93.2	102	118	86.4	82	92	89.1	41	88	46.6	315	394	79.9
	종교시설	-	-	-	-	-	-	1	2	50.0	1	1	100	-	-	-	2	3	66.7
	의료시설	-	-	-	1	1	100	2	3	66.7	2	2	100	1	7	14.3	6	13	46.2
	교육·연구시설	16	18	88.9	16	17	94.1	37	39	94.9	40	47	85.1	11	24	45.8	120	145	82.8
	운동시설	1	1	100	2	2	100	4	4	100	4	5	80.0	4	9	44.4	15	21	71.4
	종합	38	41	92.7	88	94	93.6	146	166	88.0	129	147	87.8	57	128	44.5	458	576	79.5
총합		38	41	92.7	105	138	76.1	186	237	78.5	191	253	75.5	85	211	40.3	605	880	68.8

주거용에서의 석면사용 실태는 49가구 중 28가구에서 검출이 되어 57.1%의 비율을 나타내었고, 상업용은 82군데 중 36군데에서 검출이 되어 43.9%, 공업용은 173군데 중 83군데에서 검출이 되어 48.0%, 문교사회용은 576군데 중 458군데에서 검출이 되어 79.5%의 비율을 나타내었으며, 모든 곳을 조합한 결과 880군데 중 605군데에서 검출이 되어 68.8%의 비율을 나타내었다.

건축년도별로 비교해보면 주거용은 80년대가 64.7%로 가장 많았으며 70년대 62.5%, 90년대 57.1%, 2000년대 40% 순이었고, 상업용은 80년대가 60%로 가장 많았으며 90년대 44.4%, 70년대, 2000년대 30.8% 순이었다. 공업용은 90년대 67.9%로 가장 많았으며 80년대 50%, 70년대 34.8%, 2000년대 33.3%순이었고, 문교사회용은 70년대가 93.6%로 가장 많았으며 70년도 이전 92.7%, 80년도 88%, 90년도 87.8%, 2000년도 44.5%의 순이었다. 조합한 결과 70년도 이전이 92.7%로 가장 많았으며, 80년도 78.5%, 70년도 76.1%, 90년도 75.5%, 2000년도 40.3% 순이었다.

2. 국내외 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 및 관리 방법 비교

2-1. 국내 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 및 관리 방법

국내에서는 법령이나 매뉴얼 또는 가이드라인을 통해 현재 석면건축물 관련 제도 및 위험성 평가에 관한 정보를 제공하고 있다. 각 부처별로 고용노동부의 ‘석면함유 건축물의 안전한 관리방법(2009)’, 환경부의 ‘석면안전관리법·동시행령·동시행규칙(시행 2012. 04. 29)’, ‘석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(2009)’, ‘건축물 석면관리 가이드라인(2009)’, 교육과학기술부의 ‘학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(2008)’, 그리고 서울특별시의 ‘석면관리 매뉴얼(2010)’이 있으며 <표 19>에 나타내었다. 각 제도 및 관리 방법별로 문헌조사를 실시하고 비교하였으며, 그 결과를 차례대로 서술하였다.

<표 19> 부처별 석면건축물 관련 제도 및 관리 방법

부처	석면건축물 관련 제도 및 관리 방법	발행 및 시행년도
고용노동부	석면함유 건축물의 안전한 관리방법	2009
	석면안전관리법(법령, 시행령, 시행규칙)	시행 2012. 04. 29
환경부	석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼	2009. 12
	건축물 석면관리 가이드라인	2009. 04
교육과학기술부	학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼	2008
서울특별시	석면관리 매뉴얼	2010

(1) 석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 2009)

- 보건분야 기술자료로 석면의 종류, 위험성, 노출가능성, 노출가능 재료·장소에 대해 알리고 석면함유건축물의 관리에 대한 방법을 제시하기 위해 제작·배포되었다.
- 주요 목적은 석면건축물 내부에 근로하는 근로자의 건강을 보호하기 위해서이며, 석면함유 의심물질 확인, 석면조사 및 석면함유물질의 상태 파악, 석면지도 작성, 석면함유물질의 상태에 따른 관리방법, 지속적인 관리방법 등을 제시하고 있다.
- 석면조사의 경우 산업안전보건법 제38조의2에 따른 석면조사대상외에는 허가된 기관 외에 자체적으로 조사가 가능한 것으로 제시되어 있다(가능한 노동부 장관이 허가한 지정 석면조사기관에 의하여 수행하도록 제시하고 있다).
- 석면조사는 석면함유 의심물질에 대하여 존재여부, 분석유무(함유/추정/비석면), 물질의 종류(분무재/보온재/기타물질), 비산가능성을 파악하도록 하였으며, 조사된 결과에 따라 관리대책을 시행할 것인지, 석면관리프로그램으로 관리할 것인지에 대해 결정하도록 제시하고 있다.
- 석면조사결과를 바탕으로 건축물 내 석면함유물질에 대한 위치 및 분포 등을 확인할 수 있는 석면지도를 작성하고, 석면함유물질의 상태·손상가능성을 평가하여(<표 20> 참고) 6개의 분류에 따른 관리대책을 수립·시행하도록 제시하고 있다(<표 21> 참고).
- 지속적인 관리를 위해 석면조사결과와 석면지도를 기록 및 보존하도록 하고, 석면관리자를 지정하도록 하였으며, 근로자에게 건축물 내 존재하는 석면함유물질의 정보 제공 등을 교육하도록 제시하고 있다. 또한, 파악된 장소에 대하여 작업관리 및 청소·주기적 관찰을 실시하도록 제시하고 있다.

<표 20> 석면함유물질 평가 체크리스트

석면함유 물질의 종류	현재 상태	잠재적 손상가능성	관리 대책
보온재	<ul style="list-style-type: none"> ● 심각한 손상 아래의 조건 중 한 개 이상에 해당되는 경우 - 파이프 또는 설비의 단열재의 표면 보호재가 1/10이상 없는 경우 - 파쇄 되거나 심각하게 손상, 구멍이 뚫린 경우가 파이프, 보일러, 탱크, 덕트 등에 1/10(국소부분은 25%) 손상되어 최종적으로 분진 등의 입자가 발생할 수 있는 경우 ● 심각한 손상 아래의 조건 중 한 개 이상에 해당되는 경우 - 파이프 또는 설비의 단열재의 표면 보호재가 1/10이상 없는 경우 - 파쇄 되거나 심각하게 손상, 구멍이 뚫린 경우가 파이프, 보일러, 탱크, 덕트 등에 1/10(국소부분은 25%) 손상되어 최종적으로 분진 등의 입자가 발생할 수 있는 경우 ● 양호 석면함유물질의 손상이 거의 없고 상태가 양호한 경우 		<p>#1</p> <p>#1</p> <p>#5 잠재적 심한손상</p> <p>#4 잠재적 손상</p> <p>#6 잠재적 손상 낮음</p>
분무재와 기타물질	<ul style="list-style-type: none"> ● 심각한 손상 아래의 조건 중 한 개 이상에 해당되는 경우 - 표면 물질인 경우 1/10이상이 손상된 경우 - 1/10 손상이 분포되어 있는 경우(국소적 파손이 25%이상인 경우) 또는 접착력이 떨어진 경우 - 물로 인한 손상 흔적, 기타 손상으로 의한 흔적이 1/10이상인 경우 ● 손상 아래의 조건 중 한 개 이상에 해당되는 경우 - 분진 등의 입자가 발생할 가능성이 크고, 전체 표면에서 부풀어 오른 현상, 부스러지는 현상, 물에 의한 손상, 공구에 의한 손상, 훼손, 공구에 의한 연마로 인하여 1/10이하가 손상된 경우 ● 양호 석면함유물질의 손상이 거의 없고 상태가 양호한 경우 		<p>#2</p> <p>#3</p> <p>#5</p> <p>#4</p> <p>#6</p>

<표 21> 석면함유물질 관리대책

관리대책분류	관리대책
#1	<p>공기 중으로 석면 입자를 방출시킬 가능성이 높으므로 손상된 부분은 보수를 통하여 석면 입자의 방출을 억제시킨 후 석면관리 프로그램에 의하여 지속적으로 관리 되어야 한다.</p> <p>손상 부위에 대한 보수가 어려운 경우나 보수 시에 석면입자가 일반 환경에 노출될 가능성이 높은 경우에는 해당 석면에 대한 제거가 이루어져야 한다.</p>
#2	<p>공기 중으로 석면 입자를 방출시킬 가능성이 높으므로 이러한 물질들은 제거되거나 석면을 함유하고 있지 않은 물질로 대체되어야 한다.</p> <p>고착화(Encapsulation) 또는 밀폐(Enclosure) 방법이 해당 석면의 특성 및 설치 위치에 있어 제약 사항이 없고 작업 중 석면입자를 발생하지 않는다고 판단되는 경우에 적용하여야 한다. 단, 고착화와 밀폐는 장기적으로 석면 함유 물질을 유지 관리하는 경우 바람직하지 않으며, 석면입자 발생에 대하여 즉각적으로 대응해야 될 경우에만 사용하여야 한다.</p>
#3	<p>공기 중으로 석면 입자를 방출시킬 가능성이 있으므로 손상된 부분은 필요시 보수가 이루어져야 한다.</p> <p>만약 어떠한 조치가 필요하지만 손상된 석면의 보수를 통한 대응이 어려운 경우에는 해당 석면은 제거되거나 비석면 물질로 대체되어야 하며 고착화 또는 밀폐도 고려할 수 있다.</p>
#4	<p>해당 석면이 손상을 받는 경우에는 공기 중으로 석면 입자를 방출시킬 수 있으므로 해당 석면에 대한 손상 가능성을 저감시킬 수 있는 조치를 취하고 석면 관리 프로그램에 의해서 지속적으로 유지 및 관리 되어야 한다.</p>
#5	<p>손상 가능성에 대한 조치를 취하지 않은 경우에는 공기 중으로 석면 입자를 방출시킬 가능성이 높게되므로 심한 손상을 유발시킬 수 있는 원인을평가하고 적절한 예방 조치를 취해야 한다.</p> <p>석면관리 프로그램에 의한 고착화, 밀폐, 제거 또는 비석면 물질로의 대체 등의 대응 방안과 연계하여 지속적으로 유지 및 관리하여야 한다.</p>
#6	<p>시설물의 정비, 설치, 건설, 기타 건물 개보수 등과 같은 행위에 의해서 석면입자 발생할 가능성이 있으므로 석면 관리 프로그램에 의해 지속적으로 관리되어야 한다.</p>

(2) 석면안전관리법(환경부, 시행 2012. 4. 29)

- 석면을 안전하게 관리함으로써 석면으로 인한 국민의 건강 피해를 예방하고 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.
- 범정부적인 석면관리 기본계획을 수립·시행하도록 규정하고 있으며, 국가의 책무, 관계 중앙행정기관, 지방자치단체의 의무사항을 규정하고 있으며, 석면합유제품 등의 관리, 자연발생석면의 관리, 석면해체 사업장의 주변환경 등의 관리, 전문인력의 육성 및 지원, 석면환경센터, 석면관리 종합정보망의 구축·운영 등 석면관리와 관련한 전반적인 사항들이 포함되어 있다.
- 이 법에 규정되지 아니한 사항에 대하여는 관계된 법령을 따르도록 되어 있으며, 석면 관리와 관련하여 다른 법률을 제정 또는 개정하는 경우에는 이 법에 부합하도록 규정하고 있다.
- 건축물 석면 관리와 관련하여 <표 22>, <표 23> 및 <표 24>와 같은 내용을 포함하고 있다.

<표 22> 석면안전관리법 중 석면건축물 관리에 관한 규정

<p>제21조(건축물석면조사) ① 대통령령으로 정하는 건축물의 소유자[「유아교육법」 제7조에 따른 유치원, 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교(이하 “학교등”이라 한다)의 경우에는 학교등의 건축물을 관리하는 자를 말하며, 이하 “건축물소유자”라 한다]는 「건축법」 제22조 제2항에 따른 사용승인서를 받은 날(「건축법」 제29조제1항에 따른 협의를 하는 건축물의 경우에는 같은 조 제3항 단서에 따라 통보한 날을 말한다)부터 1년 이내에 석면조사기관으로 하여금 석면조사(이하 “건축물석면조사”라 한다)를 하도록 한 후 그 결과를 기록·보존하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「건축법」 제65조에 따른 친환경건축물 인증을 받은 건축물로서 대통령령으로 정하는 바에 따라 석면건축자재가 사용되지 아니한 것으로 확인된 건축물 2. 「산업안전보건법」 제38조의2에 따라 석면조사를 받았거나 받고 있는 건축물 3. 건축물 또는 건축물에 사용된 자재에 석면을 함유하고 있지 않음이 명백한 경우 등 대통령령으로 정하는 사유에 해당하는 건축물 <p>② 건축물석면조사의 항목, 조사방법, 그 밖에 필요한 사항에 관하여는 「산업안전보건법」 제38조의2제1항 및 제2항을 준용한다.</p> <p>③ 건축물석면조사 결과의 기록 및 보존 등에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.</p> <p>제22조(건축물석면조사 결과에 따른 조치) ① 건축물소유자는 건축물석면조사 결과를 건축물석면조사가 끝난 후 1개월 이내에 특별자치도지사·시장·군수·구청장(학교등의 경우에는 교육감 또는 교육장을 말한다. 이하 이 장, 제39조, 제40조 및 제49조제5항에서 같다)에게 제출하여야 한다. 이 경우 대통령령으로 정하는 기준 이상의 석면건축자재가 사용된 건축물(이하 “석면건축물”이라 한다)에 대하여 그 건축물에 사용된 석면건축자재의 위치, 면적 및 상태 등을 표시한 건축물석면지도를 작성하여 함께 제출하여야 하고, 임차인·관리인 등 건축물 관계자 및 건축물의 양수인에게도 환경부령으로 정하는 바에 따라 알려 주어야 한다.</p> <p>② 석면건축물의 소유자는 석면으로 인하여 인체에 미칠 위해를 방지하기 위하여 대통령령으로 정하는 석면건축물 관리기준을 지켜야 한다. 다만, 근로자만이 상시적으로 종사하는 작업장 등 대통령령으로 정하는 장소에 대하여는 「산업안전보건법」에서 정하는 바에 따른다.</p> <p>③ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 석면의 비산 등으로 인체에 미칠 위해가 우려된다고 인정하면 석면건축물의 소유자에게 석면 해체·제거, 그 밖에 석면 비산방지에 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있다.</p> <p>④ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 제3항에 따른 명령을 받은 자가 그 명령을 이행하지 아니하면 해당 건축물의 사용중지를 명할 수 있다.</p> <p>⑤ 제3항 및 제4항에 따른 명령을 이행한 석면건축물의 소유자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 그 명령의 이행사항을 보고하여야 하고, 보고를 받은 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 관계 공무원으로 하여금 지체 없이 그 명령의 이행상태를 확인하게 하여야 한다.</p>
--

<표 22> 석면안전관리법 중 석면건축물 관리에 관한 규정(계속)

⑥ 제4항에 따른 사용중지 명령을 받은 석면건축물의 소유자가 해당 건축물을 다시 사용하려는 경우에는 제3항에 따른 명령의 이행에 필요한 이행계획을 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

⑦ 건축물석면조사 결과의 제출시기·제출방법과 건축물석면지도의 작성 기준·방법, 제6항에 따른 이행계획에 포함되어야 할 사항 및 승인 절차 등 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제23조(석면건축물안전관리인의 지정 등) ① 석면건축물의 소유자는 본인, 해당 건축물의 점유자 또는 관리자 중에서 1명 이상을 석면건축물 안전관리인(이하 “석면건축물안전관리인”이라 한다)으로 지정하여야 하고, 이를 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. 석면건축물안전관리인을 변경하는 경우에도 또한 같다.

② 석면건축물안전관리인은 석면건축물의 안전한 관리를 위하여 환경부령으로 정하는 준수 사항을 지켜야 한다.

③ 석면건축물안전관리인의 지정기준, 지정 및 변경 신고기한, 신고방법 등 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제24조(석면건축물안전관리인의 교육) ① 석면건축물안전관리인은 환경부령으로 정하는 바에 따라 환경부장관(학교등의 경우에는 교육과학기술부 장관을 말한다. 이하 이 조에서 같다)이 실시하는 석면안전관리교육을 받아야 한다. 다만, 「산업안전보건법」 제31조제1항에 따른 안전·보건에 관한 교육 등 대통령령으로 정하는 석면 안전관리에 관한 교육을 받은 경우에는 그러하지 아니하다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 교육에 드는 비용의 전부 또는 일부를 해당 석면건축물의 소유자로부터 징수할 수 있다.

③ 환경부장관은 제1항에 따른 교육을 대통령령으로 정하는 바에 따라 관계 전문기관에 위탁할 수 있다.

④ 제1항에 따른 석면안전관리교육의 시기, 횟수 및 시간과 제2항에 따른 교육 비용의 징수 등 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제25조(슬레이트 시설물 등에 대한 석면조사) ① 환경부장관, 관계 중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체의 장은 슬레이트가 사용된 시설물 등 대통령령으로 정하는 시설물에 대하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 석면의 사용 실태 및 인체에 미치는 위해성 등을 조사할 수 있다.

② 환경부장관, 관계 중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체의 장은 제1항에 따른 시설물에 사용된 석면의 해체·제거 및 처리 등에 드는 비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.

제26조(슬레이트 처리에 관한 특례) 제25조제1항에 따른 시설물에 사용된 슬레이트를 해체·제거·수집·운반·보관 또는 처리하려는 자는 「산업안전보건법」 제38조의2 및 제38조의3, 「폐기물관리법」 제13조에도 불구하고 대통령령으로 정하는 바에 따라 해체·제거·수집·운반·보관 또는 처리할 수 있다.

<표 23> 석면안전관리법 시행령 중 석면건축물 관리에 관한 규정

<p>제31조(석면건축물) 법 제22조제1항에서 “대통령령으로 정하는 기준”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건축물에 사용된 분무재 또는 내화피복재가 석면건축자재인 경우 2. 건축물에 사용된 석면건축자재 면적의 합이 50제곱미터 이상인 경우 <p>제32조(석면건축물 관리기준) ① 법 제22조제2항 본문에 의한 석면건축물 관리기준은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 석면건축물 소유자는 석면건축물안전관리인을 지휘·감독하여 석면건축물을 관리하여야 한다. 2. 석면건축자재의 상태는 6개월마다 평가하여, 그 결과에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다. 구체적인 평가 및 조치 방법은 환경부령으로 정한다. 3. 제2호에 따른 평가 및 조치내용은 석면건축물관리대장에 기록하여 보관하여야 한다. 석면건축물관리대장의 서식, 기재 내용은 환경부령으로 정한다. 4. 전기공사 등 건축물 유지·보수공사를 실시하는 경우에는 미리 공사 관계자에게 석면 지도를 제공하여야 하며, 공사 관계자가 석면건축자재를 훼손하여 석면을 비산시키지 않도록 감시·감독 등 필요한 조치를 취하여야 한다. <p>② 석면건축물이 석면건축자재 철거 등으로 제31조의 기준에 미달하게 된 때에는 석면건축물 소유자는 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 별지 제2호 서식에 따라 석면건축물 제외 승인신청을 할 수 있다.</p> <p>③ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 석면건축물 제외 승인신청을 접수한 날로부터 7일 이내에 별지 제3호 서식에 따라 승인 또는 불승인을 통보하여야 하며 필요한 경우에는 현장 확인을 할 수 있다.</p> <p>④ 석면건축물 소유자는 제3항에 따라 석면건축물 제외 승인을 통보받은 날로부터 법 제22조, 제23조 및 제24조에 따른 석면건축물 소유자로서의 의무가 면제된다.</p> <p>제33조(석면안전관리 교육의 면제) 석면건축물안전관리인으로 지정되기 1년 이내에 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 교육을 받은 경우에는 석면안전관리교육 중 신규교육을 면제한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「산업안전보건법」 제31조제1항에 따른 석면해체·제거작업 특별안전·보건교육 2. 「산업안전보건법」 제38조의2제5항에 따른 석면조사자과정 교육 3. 「산업안전보건법 시행령」 제30조의9에 따라 석면해체·제거업자로 등록하기 위한 인력기준이 되는 교육으로 고용노동부장관이 정하는 교육 <p>제34조(석면안전관리교육 위탁기관) ① 석면안전관리교육 위탁기관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기관으로서 별표2에 의한 전문인력, 시설, 장비를 갖추고 환경부장관의 지정을 받은 기관으로 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 국가 또는 지방자치단체 소속 교육기관 2. 법 제33조에 따른 석면환경센터 3. 그 밖에 환경보전 또는 석면안전관리 교육과 관련한 협회, 법인 또는 단체 <p>② 석면안전관리교육 위탁기관으로 지정 받으려는 자는 다음 각 호의 사항이 포함된 교육 계획서를 환경부장관에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 전문인력, 시설, 장비 현황 2. 교육시간 및 내용, 교육수수료, 교육내용별 강사현황

<표 23> 석면안전관리법 시행령 중 석면건축물 관리에 관한 규정(계속)

<p>③ 환경부장관이 석면안전관리교육 위탁기관을 지정한 경우에는 별지 제4호 서식의 위탁교육기관 지정서를 발급하고 수탁기관의 명칭·주소 및 대표자와 위탁업무의 내용을 고시하여야 한다.</p> <p>④ 환경부장관은 제3항에 따라 지정된 위탁기관이 다음 각 호의 어느 하나에 해당할 경우에는 지정을 취소할 수 있다. 다만, 제1호에 해당하는 경우에는 지정을 취소하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 지정을 받은 경우 2. 제1항에 따른 지정 요건에 미달하게 된 경우 3. 위탁기관 지정 이후 최근 1년간 교육 실적이 전혀 없는 경우 4. 정당한 사유 없이 특정인에 대한 교육을 거부한 경우 5. 기타 석면안전관리교육을 위탁하기 부적합하다고 판단되는 경우 <p>제35조(슬레이트 등의 조사) 법 제25조제1항에 따른 “대통령령으로 정하는 시설물”은 슬레이트가 지붕재, 벽체 등으로 사용된 시설물을 말한다.</p> <p>제36조(조사결과에 따른 조치) 환경부장관은 법 제25조제1항에 의한 조사결과 슬레이트 시설물 등에 의한 거주자 또는 지역주민의 건강영향이 우려되는 경우에는 석면의 해체·제거 및 처리 등에 대한 대책을 마련하여야 한다.</p> <p>제37조(슬레이트 처리에 관한 특례) ① 법 제26조에 의한 슬레이트의 해체·제거 및 폐슬레이트 수집·운반·보관 또는 처리(이하 “슬레이트 처리등”이라 한다) 방법 및 기준은 다음 각 호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 슬레이트는 「산업안전보건법」 제38조의2에 따른 석면조사 대상에서 제외한다. 2. 슬레이트 처리등의 과정에서 분진, 부스러기 등이 흩날리거나 누출되지 아니하도록 하여야 하며 보관과정에서는 침출수가 유출되지 아니하도록 할 것. 다만, 침출수가 생기는 경우에는 「폐기물관리법」 시행규칙 제8조에 따른 침출수의 처리기준을 준용한다. 3. 슬레이트는 적정하게 처리 또는 보관할 수 있는 장소 외의 장소로 운반하여서는 아니된다. <p>② 환경부장관이 인정하는 슬레이트의 친환경적 처리 또는 재활용기술이 있는 경우에는 환경부장관이 정하는 바에 따라 처리 또는 재활용할 수 있다.</p> <p>③ 슬레이트 처리등에 관한 구체적인 기준과 방법은 환경부령으로 정한다.</p> <p>④ 제3항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 특별자치도·시·군·구의 조례에서 정하는 바에 따라 슬레이트 처리등을 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 주거지역 및 녹지지역 내에 있는 장기간 독립된 주거생활을 할 수 있는 구조로 된 건축물과 이에 부속되는 건축물(이하 “주택”이라 한다)의 슬레이트 지붕 면적의 합이 50제곱미터 이하인 경우로서 소유주 스스로(비용을 지급하는 경우는 제외한다) 슬레이트를 해체·제거하는 경우 2. 「도서개발촉진법」 제2조에 따른 도서의 경우 3. 자연재해로 파손된 건축물에서 폐슬레이트가 발생하는 경우 4. 수집·운반 차량이 통행할 수 없는 산간 오지의 경우 5. 그 밖에 제1호부터 제4호까지 사유에 준하는 경우로서 특별자치도·시·군·구의 조례로 정하는 경우

<표 24> 석면안전관리법 시행규칙 중 석면건축물 관리에 관한 규정

<p>제4조(석면건축자재) 법 제2조제6호에 따른 석면건축자재란 다음 각 호의 건축자재 중에서 제2조에 따른 석면을 1퍼센트 이상 함유한 건축자재를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 단열재 2. 보온재 3. 분무재 4. 내화피복재 5. 개스킷(Gasket) 6. 패킹(Packing)재 7. 실링(Sealing)재 8. 그 밖에 환경부장관이 석면피해 예방을 위하여 관리가 필요하다고 인정하여 고시하는 건축자재
<p>제20조(석면위해성평가 및 건축물석면지도의 작성) ① 석면건축물 소유자는 건축물석면지도 작성 이전에 「산업안전보건법」 제38조의2제6항에 따른 석면조사기관으로 하여금 석면건축자재 위해성평가를 실시하게 하고 이를 건축물석면지도에 반영하여야 한다. 석면건축자재 위해성평가의 방법 및 기준은 별표3과 같다.</p> <p>② 법 제22조제1항에 따른 건축물석면지도의 작성방법은 별표4와 같다.</p>
<p>제21조(건축물석면조사 결과의 제출 등) ① 법 제22조에 따른 석면건축물(이하 “석면건축물”이라 한다)의 소유자는 석면조사 결과, 석면건축자재 위해성평가 결과 및 건축물석면지도(이하 “건축물석면조사결과등”이라 한다)를 별지 제6호 서식에 따라 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.</p> <p>② 건축물석면조사결과등은 법 제35조제1항에 따른 정보망을 통하여 제출할 수 있다.</p>
<p>제22조(건축물석면조사결과등 통보) ① 석면건축물의 소유자는 법 제23조에 따른 석면건축물안전관리인을 지정하는 즉시 건축물석면조사결과등을 교부하여야 한다.</p> <p>② 석면건축물의 소유자는 건축물을 양도 또는 임대하는 경우 양도 또는 임대 전까지(임대 당시까지 건축물석면조사가 완료되지 않은 경우에는 완료 후 1개월 이내에) 양수인 또는 임차인에게 건축물석면조사결과등을 교부하여야 한다.</p>
<p>제23조(석면건축물 관리기준) ① 영 제32조제1항제2호에서 “구체적인 평가 및 조치방법”이란 별표5와 같다.</p> <p>② 영 제32조제1항제3호에 따른 석면건축물관리대장은 별지 제7호 서식에 작성한다.</p>
<p>제24조(이행결과의 보고 및 승인) ① 법 제22조제3항 및 제4항에 따른 조치 또는 사용중지 명령(이하 “조치명령등”이라 한다)을 이행한 석면건축물의 소유자는 별지 제8호 서식에 따라 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 이행결과를 보고하여야 한다.</p> <p>② 법 제22조제4항에 따라 사용중지 명령을 받고 이를 다시 사용하려는 석면건축물소유자는 별지 제9호 서식의 이행계획승인신청서를 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.</p>

<표 24> 석면안전관리법 시행규칙 중 석면건축물 관리에 관한 규정(계속)

<p>③ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 이행계획승인신청서를 접수한 날로부터 7일 이내에 별지 제10호 서식에 따라 승인 또는 불승인을 통보하여야 하며 필요한 경우에는 현장 확인을 할 수 있다.</p> <p>제25조(석면건축물안전관리인의 지정 및 신고) ① 석면건축물의 소유자는 석면건축물안전관리인을 1명 이상 지정하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 석면건축물안전관리인으로 지정할 수 없다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 금치산자 또는 한정치산자 2. 이 법을 위반하여 징역 이상의 실형의 선고를 받고 그 집행이 종료(종료된 것으로 보는 경우를 포함한다)되거나 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 2년이 경과되지 아니한 자 <p>② 석면건축물 소유자는 제23조에 따라 석면지도 등을 제출할 때 별지 제11호 서식에 따라 석면건축물안전관리인 지정신고를 하여야 하며, 석면건축물안전관리인을 변경하는 경우에는 변경사유가 발생한 날로부터 10일 이내에 변경신고를 하여야 한다.</p> <p>제26조(석면건축물안전관리인 준수사항) 법 제23조제2항에 따른 석면건축물안전관리인은 석면건축물 소유자를 보조하여 법 제22조제2항에 따른 석면건축물관리기준에 따라 건축물을 관리하여야 한다.</p> <p>제27조(석면안전관리교육 시기 등) ① 법 제24조제4항에 따라 석면건축물안전관리인이 받아야 하는 교육은 다음 각 호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 신규교육 : 석면건축물안전관리인 신고 또는 변경신고를 한 날부터 1년 이내에 1회 2. 보수교육 : 신규교육을 받은 날을 기준으로 3년마다 1회 <p>② 제1항의 규정에 의한 교육시간은 각 6시간으로 한다.</p> <p>③ 법 제24조제2항에 따라 석면건축물 소유자로부터 징수하는 경비는 교육내용과 교육기간 등을 고려하여 환경부장관이 정한다.</p> <p>④ 석면안전관리교육 위탁기관은 출장교육, 정보통신매체를 이용한 원격교육 등 교육대상자의 편의를 위한 대책을 마련하여야 한다.</p> <p>제28조(슬레이트 시설물 등 사용실태 조사) 환경부장관은 법 제25조제1항에 따라 슬레이트 등 시설물에 대하여 다음 각 호의 사항을 조사할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사용실태 및 노후화 정도 2. 석면비산 가능성 및 위해성 3. 대기, 물, 토양 중 석면농도 현황 4. 거주자 또는 지역주민 건강영향 5. 그 밖에 환경부장관이 필요하다고 인정하는 사항 <p>제29조(슬레이트 처리 기준과 방법) 영 제37조제3항에 따른 슬레이트 처리등에 관한 구체적인 기준과 방법은 별표6과 같다.</p>
--

1) 석면건축자재 위해성 평가방법 및 기준(제20조제1항 관련 별표3)

① 석면건축자재의 위해성은 개별 석면건축자재별로 4개 항목으로 구분하여 평가하며, 항목별 점수의 합계가 해당 석면건축자재의 평가점수가 된다.

가. 물리적 평가

나. 진동, 기류, 누수에 의한 잠재적 손상 가능성 평가

다. 건축물 유지 보수 활동에 기인한 손상 가능성 평가

라. 인체 노출 가능성 평가

② 물리적 평가

현재 상태에서 석면의 비산정도를 예상하는 물리적 평가는 4 가지 항목 (비산성, 손상 상태, 석면 함유량 및 석면건축자재의 양)으로 세분하여 평가

가. 비산성

항목	판단 기준	점수
없음	손힘에 의해 전혀 부스러지지 않는다(예 : 바닥타일, 접착제, 아스팔트 함유 지붕재)	0
낮음	손힘에 의해 어렵게 부스러진다(예 : 천장재, 벽재, 지붕재)	1
중간	손힘에 의해 쉽게 떨어지거나 부스러진다(예 : 보온재, 단열재)	2
높음	손힘에 의해 쉽게 가루가 된다(예 : 분무재, 부식된 지붕재)	3

나. 손상 상태

항 목	판단 기준	점수
손상 없음	시각적으로 전혀 손상이 없는 상태	0
작은 손상	표면에 미미한 손상이 있거나 모서리에 약간의 균열이 있는 경우	1
부분 손상	손상부위의 면적이 전체적으로 10% 이하로 고르게 분포하거나, 25% 이하로 부분적으로 분포하는 경우	2
심한 손상	손상 부위가 전체 면적의 10% 이상 고르게 분포하거나 25% 이상 부분적으로 분포하는 경우	3

다. 석면 함유량

항 목	판단 기준	점수
1 ~ 9 %	석면조사기관의 분석 결과	1
10 ~ 39 %	석면조사기관의 분석 결과	2
40 % 이상	석면조사기관의 분석 결과	3

라. 석면건축자재의 양

항 목	판단 기준	점수
면적 1 m ² 이하 길이 1 m 이하	면적 및 길이 실측	0
면적 1 m ² ~ 10 m ² 길이 1 m ~ 10 m	면적 및 길이 실측	1
면적 10 m ² ~ 50 m ² 길이 10 m ~ 50 m	면적 및 길이 실측	2
면적 50m ² 이상 길이 50 m 이상	면적 및 길이 실측	3

③ 진동, 기류 및 누수에 의한 잠재적 손상 가능성 평가

건축물 또는 설비의 설치 위치 및 진동, 기류, 누수 등의 환경적인 영향으로 인하여 현 상태의 석면건축자재는 추가적인 손상을 입을 잠재성을 가지고 있음. 진동, 기류, 누수를 석면건축자재의 상태에 영향을 줄 수 있는

환경적인 요인으로 규정하고 개별 대상에 대한 평가를 수행

가. 진동에 의한 손상 가능성

항 목	판단 기준	점수
없음	아래의 상황이 없는 경우	0
중간	큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리는 소음이나 진동이 없는 경우 또는 간헐적으로 큰 소음이 발생하는 경우(예 : 공조 덕트 등에 진동이 있지만 해당 구역에 팬이 없는 경우 또는 음악실)	1
높음	큰 모터나 엔진이 있으며 방해적인 소음 또는 쉽게 진동을 느낄 수 있는 경우(예 : 공조실, 기계실 등)	2

나. 기류에 의한 손상 가능성

항 목	판단 기준(예)	점수
없음	아래의 상황이 없는 경우	0
중간	약한 공기 흐름을 감지할 수 있는 경우(환기구 등)	1
높음	빠른 공기 흐름을 감지할 수 있는 경우(엘리베이터 통로, 환기 및 급기 팬이 설치된 지역)	2

다. 누수에 의한 손상 가능성

항 목	판단 기준(예)	점수
없음	아래의 상황이 없는 경우	0
중간	누수에 의한 손상은 없지만 파이프 또는 배관이 해당 건축자재 상부에 설치된 경우	1
높음	누수에 의한 석면 함유 건축자재의 손상이 명확한 경우	2

④ 건축물 유지 보수에 따른 손상 가능성 평가

유지 보수 작업으로 인한 석면 입자의 공기 중 비산을 평가

가. 유지 보수 형태

항 목	판단 기준(예)	점수
없음	유지·보수시 석면건축자재를 접촉하지 않는 경우	0
낮은 교란	직접적으로 석면건축자재를 접촉하지 않지만 교란을 시킬 가능성이 있는 경우(예 : 석면 천장재에 설치된 전구를 교체하는 행위)	1
보통 교란	유지·보수를 위해 직접적으로 교란하는 경우(예 : 천장 위에 설치된 밸브 등을 점검하기 위해 석면 천장재 한두 장 정도를 들추는 행위)	2
높은 교란	유지·보수를 위해 석면건축자재를 반드시 제거해야 하는 경우(예 : 밸브 또는 전선 설치를 위해 석면 천장재 한두장 정도를 제거하는 행위)	3

나. 유지 보수 빈도

항 목	판단 기준	점수
없음	거의 없음	0
낮음	1년에 1번 미만	1
보통	한달에 한번 미만	2
높음	한달에 한번 이상	3

⑤ 인체 노출 가능성 평가

인체 노출 가능성 평가의 세부항목에는 거주자 수, 구역 사용 빈도, 평균 사용 시간의 세부항목을 두어 평가

가. 상주 인원 또는 거주자 수

항 목	판단 기준	점수
없음	거의 없음	0
보통	10 인 미만	1
높음	10 인 이상	2

나. 구역의 사용 빈도

항 목	판단 기준	점수
없음	부정기적	0
보통	매주 사용	1
높음	매일 사용	2

다. 구역의 평균 사용 시간

항 목	판단 기준	점수
없음	1시간 이내	0
보통	1시간 이상 4시간 이내	1
높음	4시간 이상	2

(3) 석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부, 2009)

- 공공건물의 석면함유 제품 사용실태 및 석면함유 자재의 위치·면적·훼손 정도·석면비산여부 등을 조사하여 적절한 관리방안 제시 및 필요한 조치

를 강구하고, 석면조사를 통해 파악된 각 건물별 석면정보를 토대로 석면 지도를 작성하여 건축물 및 시설 등의 개·보수 및 해체 시 석면으로 인한 피해가 발생하지 않도록 지속적으로 유지·관리하여 안전성 확보 및 불안감을 해소하고자 한다.

1) 조사절차 및 방법

가. 조사절차

① 1차적 방법(자재 사용이력 조사)

- 공공건물 내에 비치된 건축도면, 설비제작도면의 자재 사용이력 등을 통해 석면함유 제품 사용 여부 등 기본정보 확인

② 2차적 방법(육안조사)

- 「석면 함유제품 건축자재 특성 및 종류/한국산업안전공단의 분석자료」를 토대로 공공건물 내에서 사용하고 있는 자재들과 육안으로 비교하여 석면(함유 의심물질) 실태조사

※ 육안조사 실시 배경

- 공공건물의 사용재질은 거의 대동소이 하여, 모든 공공건물을 분석하는 것은 막대한 예산과 시간이 소요되는 등 비효율적 임
- 현재 공공건물 내에서 사용하고 있는 건축자재들의 석면함유 가능성에 대한 전반적인 육안조사를 실시하고 공공건물 석면(함유 의심물질)지도를 작성하여, 향후 개·보수 등 작업 시 석면관리 자료로 활용할 수 있음

③ 「공공건물 석면(함유 의심물질) 실태조사표」 작성

- 기본현황 기재 : 공공건물 일반현황 및 건축물 건축년도, 연면적, 건

축구조, 리모델링 내역 등

- 석면함유 의심물질의 사용분포를 파악하기 위하여 채질(텍스, 밤라이트 등)의 위치 및 면적 등을 서식에 의거 빠짐없이 기재

※ 유의사항 : 석면함유 의심물질의 표면을 누르거나 만져 부스러지지 않도록 하여 석면함유 의심물질에 노출을 방지한다.

④ 비산성 평가

a. Friable(F)

- 건조 상태에서 손힘만으로 쉽게 부스러지고, 가루가 되는 상태
- 비산되기 쉬운 석면의 상태

b. Non-Friable(NF)

- 건조 상태에서 손힘만으로 부스러지거나 가루가 되지 않는 상태
- 비산가능성이 낮은 석면의 상태

c. 판단방법

- 시료표면을 손가락으로 밀거나 눌러봄
- 시료를 양 손가락을 이용하여 쥐어봄

<표 25> 비산 영향인자(잠재적 노출가능성)에 대한 평가 기준

영향인자	높음(H)	중간(M)	낮음(L)
접근성	① 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1회/주 이상 접근하는 경우 ② 의심물질이 대중 공간(복도, 현관, 강당)과 재실자가 접근할 수 있는 위치에 있는 경우	① 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1회/주 에서 1회/월 접근하는 경우 ② 의심물질이 재실자가 접근할 수 있는 위치에 있는 경우	① 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1회/월 미만 접근하는 경우 ② 의심물질을 재실자가 볼 수 있으나 접근할 수 없는 경우
진동	① 큰 모터나 엔진이 있는 경우(팬이 있는 공간) ② 방해적인 소음 또는 쉽게 진동을 느낄 수 있는 경우(공항, 고속도로)	① 큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리지 않는 경우(덕트가 있으나 팬이 없는 경우) ② 때때로 큰 소음이 발생하는 경우	① 높음, 중간의 상황이 없는 경우
공기	① 공기의 흐름이 빠른 경우	① 공기 흐름의 움직임이 감지되는 경우	① 높음, 중간의 상황이 없는 경우



비산성 물질(천장 뽀칠재)



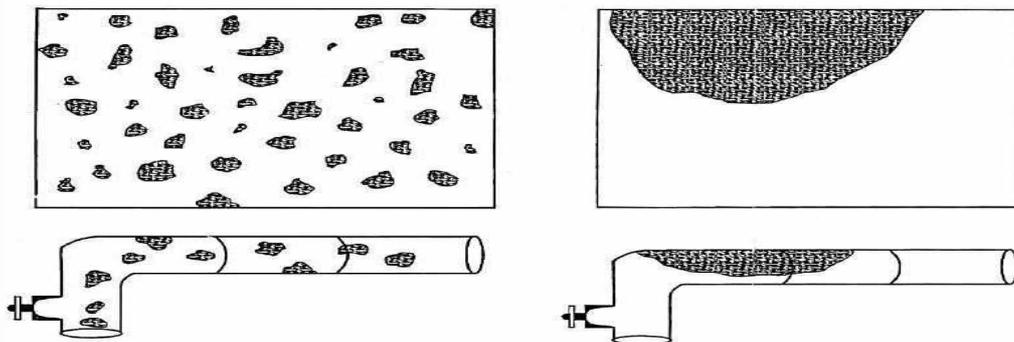
비 비산성 물질(바닥타일)

<그림 2> 비산성 물질과 비비산성 물질의 구분.

<표 26> 석면함유 의심제품 훼손정도(현재 상태평가) 판단 기재

훼손정도	구분	내용
3 심한 훼손 (Significant Damaged condition)	○ 위치별 훼손 부위가 10% 이상 전체적으로 고르게 분포	· 표면 물질, 단열재, 표면보호제가 1/10 이상이 훼손된 경우 · 1/10 이상 훼손이 분포되어 있는 경우 (국소 파손이 25% 이상인 경우) 또는 접착력이 떨어진 경우
	○ 위치별 훼손 부위가 25% 이상 부분적으로 위치	· 물로 인한 훼손 흔적, 기타 훼손으로 의한 흔적 1/10 이상 훼손 · 의심물질의 주변에 있는 가루, 분진, 조각 등의 누적은 확실한 증거로 이용
2 훼손 (Damaged condition)	○ 위치별 전체 훼손이 10% 미만	· 부풀어 오른 현상, 부스러지는 현상, 물에 의한 훼손, 공구에 의한 훼손, 훼손으로 인하여 1/10 미만이 훼손된 경우
	○ 위치별 부분 훼손이 25% 미만	· 의심물질의 주변에 있는 가루, 분진, 조각 등의 누적은 확실한 증거로 이용
1 양호 (Good condition)	○ 시각적으로 훼손이 없거나 아주 국소적인 경우	· 육안으로 보았을 때 훼손 및 악화되지 않은 경우

※ AHERA에 준한 대응법 참조



<그림 3> 심한훼손의 예.

<표 27> 잠재적 노출 가능성 평가 방법 기재

구분	높음(3)	중간(2)	낮음(1)
접근성 (근로자 접근 빈도)	근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 이상 접근하는 경우, 의심물질이 대중(복도, 현관, 강당 등) 공간과 재실자가 접근할 수 있는 곳에 위치하고 있는 경우	근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회에서 1개월에 1회 접근하는 경우, 의심물질이 재실자가 접근할 수 있는 위치에 있는 경우	의심물질을 재실자가 볼 수 있으나 접근할 수 없는 경우
진동 (실내 공조설비 및 기계 진동 등)	큰 모터나 엔진이 있는 경우(팬이 있는 공간), 방해적인 소음 또는 쉽게 진을 느낄 수 있는 경우	큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리지 않는 경우, 때때로 큰 소음이 발생하는 경우	위의 상황이 없는 경우
공기 (공기 흐름의 강약)	공기의 흐름이 빠른 경우	공기 흐름의 움직임이 감지되는 경우	위의 상황이 없는 경우

⑤ 실태조사 이전 석면 관리 내역이 있는 경우 공기 중 비산석면 측정, 시료채취 석면분석, 전문기관 보수 해체 내역, 조치사항 등 기재

⑥ 조사결과 및 관련 자료는 3년간 보존

2) 조사결과 처리

가. “즉각 조치 필요시설”에 대한 대책 강구

- 기관별 장은 현장실태 조사결과 석면비산이 우려되는 등 즉각적인 조치가 필요한 공공시설에 대해서는 조치계획 마련

나. 공공건물의 석면(함유의심)자재 자료화 및 유지·관리

- ① 공공건물 석면 조사자는 석면(함유의심물질)조사표 서식을 작성하고, 이를 토대로 석면지도를 작성
- ② 「공공건물 석면(함유의심물질) 지도」 작성하여 관리
- ③ 공공건물에서도 각종 시설물 개·보수 시 사전에 석면(함유의심물질)조사표 및 석면(함유의심물질)지도의 정보를 활용하여 필요한 예방조치를 강구하는 등 관리에 철저를 기하도록 함
- ④ 석면함유 의심물질에 대한 별도의 추가조사, 내용변동(개·보수, 해체, 제거) 등을 실시한 경우에도 관련 정보를 석면(함유의심물질)조사표의 자료 등을 지속적으로 업데이트하여 관리

다. 공공건물 내 석면(함유 의심물질)지도 작성

1) 석면지도 작성 과정

- ① 치수가 표시되어 있는 건축물의 평면도를 획득(평면도가 유용하지 않는 경우에는 직접 작성)
- ② 평면도상에 명시된 각 해당 구역의 이름을 확인하고 필요시 수정(사무실, 화장실, 복도 등 동일한 이름이 중복되는 경우에는 사무실 1, 사무실 2 등의 추가적인 기호를 주어 구분)
- ③ 사전 현장 조사 기간 중에 확인된 동일물질구역을 평면도에 표시
- ④ 석면 조사 계획에 명시되어 있는 고품시료 개수 선정 방법에 의거하여 석면 의심 물질의 형태 및 양에 따라 필요한 고품시료 개수를 결정

- ⑤ 채취되는 고품 시료에 대해서 일련의 시료 번호를 할당(채취 지점 및 해당 시료 번호를 평면도에 기입)
- ⑥ 채취된 고품 시료를 전문 석면 분석 기관에 의뢰하여 분석
- ⑦ 분석 결과에 근거하여 석면 함유 물질로 확인된 각각의 동일물질구역을 채우기 효과 또는 색 등을 달리하여 평면도에 표시
- ⑧ 시료 채취 지점 및 시료 번호는 석면 물질과 비석면 물질을 나타내는 기호 또는 색을 달리하여 평면도에 표시
- ⑨ 동일물질구역, 시료 채취 위치 및 시료 번호를 표시하기 위해 사용된 채우기 효과 또는 색, 기호 등에 대하여 범례를 두어 설명
- ⑩ 해당 건축물이 다수의 층을 갖는 경우에는 각각의 층에 대한 석면 지도를 작성
- ⑪ 천장 또는 지붕 등에 대해서도 개별적인 석면 지도를 작성

(4) 건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009)

- 건축물 소유자, 관리자 및 석면 해체·제거를 수행하는 자에게 건축물에 사용된 석면을 안전하게 관리하고 제거하기 위한 지침을 제공함으로써 석면으로부터 국민의 건강을 보호하고자 한다.
- 건축물의 사용·유지·보수 시 고려사항은 공공건물, 다중이용시설 등 불특정 다수인이 이용하는 건축물로서 석면함유 설비 또는 자재가 사용된 경우에 적용한다.
- 건축물을 소유자는 건축물 사용된 석면함유 설비 또는 자재를 조사하여 그 위치·분포·종류 및 면적 범위 등을 나타낸 석면지도를 작성하여야 한다.
- 석면지도를 작성하기 위한 석면함유 설비 또는 자재 조사방법은 다음과 같다.
 - 가. 건축도면, 설비제작도면 또는 자재 사용이력 등을 통해 석면 함유 여부를 확인하는 방법
 - 나. 건축자재 제조업체의 제작사양 및 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 석면함유를 확인하는 방법
 - 다. 석면슬레이트, 천장텍스, 단열재 등과 같이 외형 및 색깔 등을 이용하여 육안으로 확인이 가능한 방법
 - 라. 위와 같이 관련자료 또는 육안으로 확인이 안되는 경우 석면 분석이 가능한 기관에 분석을 의뢰하여 성분 및 함유량을 확인하는 방법
- 건축물을 소유자는 3년마다 석면지도의 정확성을 평가하고 필요시 추가 조사를 통해 보완하여야 한다.
- 건축물 소유자는 관리자 또는 임차인 등에게 작성된 석면지도를 공지하고 필요시 경고문 등을 표시하여야 한다.
- 건축물 소유자 또는 관리자는 모든 석면함유 설비 또는 자재 상태를 6개월마다 평가하여 비산 가능성이 크거나 훼손되었을 경우 표면고착화, 밀

폐, 수리 및 제거 등의 적절한 조치를 관련 규정에 따라 시급히 행하여야 한다.

- 건축물 소유자 또는 관리자는 전기공사 등 소규모 건축물 유지·보수 시 공사 관계자에게 석면지도를 제공하여야 하며, 공사 관계자는 석면함유 설비 또는 자재가 훼손되어 석면이 비산되지 않도록 하여야 한다.
- 석면지도 작성시 석면함유 여부에 대하여 육안으로 구분하는 방법을 허용하고 있으며, 비산 가능성과 훼손에 대한 위험성 평가에 대한 구체적인 방법을 제시하고 있지 않다.

(5) 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부, 2008)

- 2007년에 실시된 학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면 관리 표준모델 개발에 관한 연구(석면함유 의심자재의 고령시료 분석결과 88%가 석면을 함유) 등 선행된 연구·조사들에서 학교의 건축·시설물 등에 석면함유 제품이 사용된 것으로 나타나 석면조사와 관리, 위험상황 대처에 대한 기준을 제시함으로써 석면피해를 예방하고 불안감을 해소하기 위해 마련되었다.
- 석면이 함유된 것으로 밝혀진 건축자재의 학교내 사용여부 및 분포도, 위치, 훼손정도 등을 정기적으로 조사 후 위험시설은 개선조치를 실시, 노출 위험을 사전에 차단하고, 학교별 석면지도 및 DB 구축을 통해 학교에서의 안정적인 관리체계를 구축하고 국가석면관리 정책에 활용하고자 한다.
- 1차적으로 학교 관계자와의 면담, 학교 관련서류 확인 등을 통한 건축자재 사용 및 개·보수 이력 등 건축물 기초정보를 파악하고, 2차적으로 학교내 천장, 바닥, 칸막이, 벽면, 펌프·배관 등 각종 시설물에 한국산업안전공단 등 전문기관에서 발표된 『석면함유 제품』의 사용 여부, 사용면

적 및 위치, 훼손정도, 접근성 등을 육안으로 조사한다. 조사보고서는 3년간 보관하도록 하였다.

- 훼손 정도에 따라 위험등급을 3등급으로 구분하고(미국의 학교석면긴급 대응법의 구분법 중 일부 이용) 위험 등급에 따라 관리 방안을 제시하였으며, 위험도 1등급의 경우 교육감과 해당학교장과의 협의를 통해 신속한 조치장구하고, 건축물 개·보수, 해체, 제거 등을 추진시에는 관할 교육청에 7일 이내 보고한다.

<표 28> 훼손정도별 관리방안(학교석면실태조사 및 관리매뉴얼,교육과학기술부, 2008)

훼손 정도	관리 방안
1등급 (심한훼손)	<ul style="list-style-type: none"> - 해당 지역에 대한 출입을 금지, 폐쇄하거나 석면 함유물질 제거 - 가두기, 캡슐화 또는 보수의 대응방안 중 훼손된 석면에 의한 공기 중 비산을 억제할 수 있는 적절한 방법 선택 - 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우에는 석면 함유 물질에 대한 지속적인 유지 및 관리
2등급 (훼손)	<ul style="list-style-type: none"> - 석면 함유물질을 제거하거나 그 지역을 폐쇄, 그 물질에 대한 밀봉, 밀폐 또는 보수작업을 실시 - 석면 함유물질을 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우, 석면 함유물질에 대한 지속적인 유지 및 관리
3등급 (양호)	<ul style="list-style-type: none"> - 석면함유 물질에 대한 지속적인 유지 및 관리

- 유아교육법, 초·중등교육법, 고등교육법에 의한 유치원, 초·중등학교, 고등학교(특수학교 및 각종학교 포함)를 대상으로 함으로서 적용범위가 한정되어 있다.
- 2007년에 시행된 학교 석면실태 조사인력 육성 특별연수를 수료한 자, 석면 조사의 경험이 있는 교육청 직원 등 학교에서 운용 가능한 2인(시설담당 1명, 보건담당 1명)이 1조(시설담당 1명, 보건담당 1명)로 실시함으

로써 비전문가도 조사를 수행할 수 있게 하였다.

- 석면 함유 의심자재의 경우 예산과 시간의 소요를 예방하기 위해 적절한 분석이 없이 한국산업안전공단 등 전문기관에서 발표된 『석면함유 제품』을 활용하여 실태조사표를 작성하도록 하였다.

(6) 석면관리 매뉴얼(서울특별시, 2010)

- 석면에 대한 이해를 돕고, 석면관리와 관계된 건물주(소유 건축물에 대한 석면조사 및 지도작성, 석면비산방지 및 해체·제거 계획 수립, 건물의 증축·개축·대수선 및 철거전 석면조사), 석면조사 분석자, 석면 해체·제거 작업자 등 각 분야의 석면관리 방향을 제시하고자 한다.
- 석면의 위해성 등을 감안하여 건물소유주 및 건물관리자는 평소에 건물에 대한 석면조사를 실시하고 석면지도를 작성하는 등 석면에 대한 주기적인 조사 및 점검과 관리 상태에 따른 등급기준을 마련하여 체계적인 석면관리를 실시하도록 한다. 건축물 소유자는 관리자 또는 임차인 등에게 작성된 석면지도를 공지하고 필요시 경고문을 부착, 전기공사 등 소규모 건축물 유지·보수 시 공사 관계자에게 석면지도를 제공하여야 한다.
- 건축물의 소유자는 석면관리자를 지정하고 관리자를 통해 석면함유 설비 또는 자재 상태를 6개월마다 평가하여 비산 가능성이 크거나 훼손되었을 경우 표면 고착화, 밀폐, 수리 및 제거 등의 적절한 조치를 취하게 하고, 3년마다 석면지도의 정확성을 평가하고 필요시 추가조사를 통해 보완하도록 한다. 건축물 소유자 또는 관리자는 석면관리 및 석면비산 방지 방법 등에 대한 교육을 이수하도록 한다.
- 건축물 석면 상태에 따른 등급별 관리는 석면조사결과 발견된 석면의 분포상태에 따라 무석면, 양호, 부분훼손, 심한훼손으로 분류하여 관리하도록 하였으며, 등급별 관리 방안은 다음과 같다.

<표 29> 등급별 관리방안(석면관리 매뉴얼, 서울특별시)

등급	관리방안
무석면	지속적인 무석면 자재 사용
양호	계속 관찰하고 부식, 탈락 가능성 발생시 조치
부분훼손	석면 해체·제거 또는 고형화, 밀폐, 수리 등 조치
심한훼손	즉시 석면 해체·제거 조치

- 석면이 함유되었다고 의심되는 부분에 대해 육안으로 석면 함유 여부를 추정하는 방법을 허용하였다.
- 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼과 동일하게 미국의 학교석면긴급대응법의 구분법 중 일부를 이용하여 위험등급을 구분하는 방법을 제시하였지만 훼손 형태 구분(단열재, 표면 보호재, 부스러짐, 물로 인한 훼손 등)이 없이 훼손 면적만으로 위험등급을 구분하도록 하였다.

2-2. 국외 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 및 관리 방법

(1) ASTM Standards E2356 & E1368

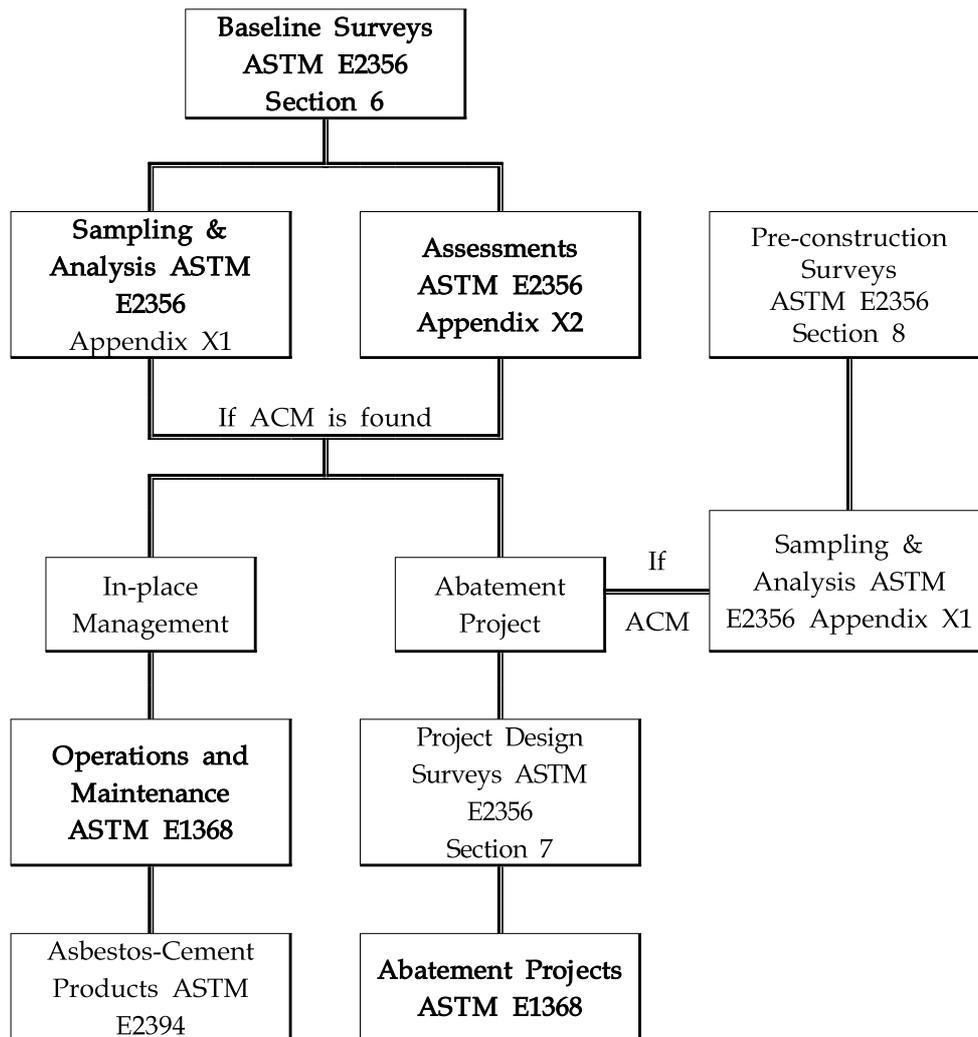
건물이나 시설에서 석면함유자재의 유무, 위치, 수량, 접근성 등을 확인하기 위한 종합적인 조사 방법이며, 이 방법을 통해 석면을 함유하는 건축물에 대한 제거, 고착화, 밀봉, 유지, 기타 등의 관리방법을 제시하는 것이 최종 목적이다. ASTM E2356에서 제시하고 있는 조사방법의 기본적인 절차는 <그림 4>와 같다.

ASTM E2356을 통해 바탕조사를 진행하고 채취 및 분석과 위험성 평가의 결과를 이용하여 ASTM E1368에서 제시하는 Abatement(removal, encapsulation, enclosure) 또는 Operations & Maintenance(glove bag, mini-enclosure)에 따라 적절한 조치를 한다. 핵심이 되는 ASTM E2356부터 정리하여 서술하였다.

(1) ASTM E2356; Standard Practice for Comprehensive Building Asbestos Surveys

가. 조사의 목적

- 이 표준은 건물 및 자재에 대하여 석면의 함유여부를 평가하고 그 양 등을 확인하는 종합적인 조사 방법이다.
- 석면건축물의 종합적인 조사 결과는 유지관리, 제거 등 여러 가지 방법으로 관리된다. 또한 유지관리 및 해체제거의 판단기준이 되는 정보도 제공한다.
- 이 표준은 각각 다음의 형식으로 평가된다.
 - 가) 목적에 부합할 수 있도록 조사 계획 수립



<그림 4> E2356 조사 기준과 다른 기준과의 관계.

- 나) 건물 및 자재의 사전조사 및 조치방법에 대한 정보 획득
 - 다) 자재에서 채취한 고형시료의 분석을 통한 물리적 조치방법 수행
 - 라) 고형시료의 분석을 통한 석면 형태 파악
 - 마) 석면함유자재의 현재 상태와 잠재적 손상 가능성에 대한 평가
 - 바) 채취 및 분석의 조사결과에 대하여 도표 및 그래프를 활용한 보고서 작성
- 건물 및 자재에 관한 종합적인 조사는 석면함유자재 위험성 및 관리방안에 대하여 충분한 정보를 제공한다.
- 위험성 - 석면은 발암성 물질로 알려져 있다. 석면의 흡입은 폐암, 석면폐증, 중피종 등을 일으킬 수 있기에 조사를 실시하기 전 적절한 보호장비를 착용한 후에 작업을 실시하여야 한다.

나. 바탕조사

- 1) 조사계획 수립 - 조사를 진행하기 전 조사 계획을 수립하는 것은 필수적이다. 이 조사 시스템에 관하여 적절한 전문성, 사업성 또는 지식을 가지고 있는 사람이 계획을 수립하여야 한다.
- 가) 조사의 목적 수립 - 바탕조사의 목적은 석면함유자재로 의심되는 물질을 증명하는 것이다. 석면함유자재의 관리는 장기간의 유지관리 활동을 포함하여 abatement 활동의 계획을 위한 석면의 위험성에 우선순위를 둔다.
 - 나) 조사를 수행할 사람의 결정 - 외부 컨설턴트에 의뢰를 하거나 또는 자체적으로 수행하는 경우 모두 조사자는 EPA로부터 승인을 받은 전문 자격을 갖춘 사람이 진행을 하여야 한다. 또는 조사자는 그에 합당한 자격증을 보유하고 있어야 할 것이다.
 - 다) 조사 대상의 범위 설정 - 조사자가 정확한 조사의 범위를 설정하여 기

특하고 보관하는 것은 필수적이다. 그러나 빌딩 전체 또는 부분적으로 조사의 제한이 발생한다면 대표할 수 있는 특정한 지역을 설정하여 대신하여야 한다. 만약 외부 컨설턴트에 의해 조사가 진행된다면 이런 조사의 범위 설정을 위하여 건물의 상황을 잘 알고 있는 내부 전문가중의 한사람이 참여할 수 있다.

라) 점검의 요건 - 건물 석면 조사의 일반적인 범위는 다음의 주제들을 따라야 한다.

- ① 어떤 자재가 채취 될 것인지(바닥재, 바닥수지, 천장재, 가스켓, 팩킹 등)
- ② 자재의 양, 조사 지역, 채취할 대상(천장, 볼트, 컴퓨터실, 지붕 등)의 접근 유무
- ③ 채취할 샘플의 수, 정도관리, 분석(포인트계수법, TEM)
- ④ 보고서, 보고서 양식

채취된 고형시료는 석면이 함유된 것인지 아닌지를 입증하여야 한다.

마) 분석의 요건 - 고형시료를 분석하기 위해서는 최소한 편광현미경(polarized light microscopy, PLM)이 필요하고, PLM으로 분석된 정량적인 결과의 입증을 위해서는 투과전자현미경(transmission electron microscopy, TEM)이 필요하다.

바) 조사보고서 - 조사보고서에는 점검과 보고서 작성일의 날짜, 조사자의 승인 일자 및 번호, 의심되는 자재의 위치, 양, 석면함유자재가 맞는지 아닌지의 여부, ACM의 상태 및 평가 그리고 ACM이 건물의 기능에 미치는 영향에 관한 정보가 포함되어야 하고 각각의 고형시료에 대한 완벽한 분석결과도 포함되어야 한다. 이러한 정보들에 대한 데이터는 적절한 표 또는 그래프의 형태로 이루어진다.

사) 일정 - 조사, 시료채취 등 종합적인 수행을 위한 현장 방문은 건물주와 협의하여 조정하여야 한다. 작업에 관한 계약상의 문제 또한 건물주와

협의하여야 할 것이다.

- ① 사전조사 - 석면함유자재로 의심되는 다양한 형태의 자재와 다양한 장소들을 조사하기 위한 예비조사를 하여야 한다. 예비조사를 통해 조사자들이 사전에 건물자재를 확인해 볼수 있으며, 조사를 수행하는데 따른 총 비용도 산출할 수 있다.
- ② 고품시료 채취 - 고품시료의 채취는 밤이나 주말을 활용하여 채취할 장소에 유동인구가 아무도 없을때 시행하여야 한다. 채취되는 자재에 대해서는 밀폐를 하여야하고, 그 현장에는 경계를 표시한 후 진행하여야 한다.

2) 조사 시 소요되는 비용 설정

가) 조사 인원 - 더 정확한 조사와 안전한 수행을 위해 조사 인원은 두명 또는 더 많은 인원으로 구성된 팀으로 진행이 되어야 한다. 그 팀에는 Principal/Technical Director 또는 Project Manager, 그리고 Survey Team Members 또는 거기에 상응하는 사람이 포함되어야 한다.

- ① Principal/Technical Director 는 조사를 진행하는데 있어 필요한 권한과 책임감을 가지고 있어야 하고, 대체 가능한 Project Manager 또한 많은 경험과 지식을 토대로 조사에 대한 책임감을 가지고 있어야 한다. 따라서 조사 인원 중 일반적으로 높은 청구율을 보인다.
- ② Survey Team Members 는 Project Manager를 도와 함께 수행하여야 하며, 상대적으로 그들보다 적은 경험이나 능력을 가지고 있기 때문에 낮은 청구율을 보인다.

나) 석면함유자재의 수량 및 물리적 성질 파악 - 조사의 적절한 비용을 산출하기 위하여 석면함유자재의 수량과 물리적 성질을 파악하여야 한다. 석면함유자재 파악의 오류로 인해 현장을 다시 방문해야 하는 경우가

발생할 수 있으므로 Project manager는 효율적인 비용을 위해 신중하게 파악하여야 한다.

- 다) 데이터 리뷰 및 해석 - 측정된 데이터에 대한 PLM 또는 TEM 분석과 결과에 대한 해석에 있어서는 충분한 시간을 제공하여야 한다.
- 라) 분석 비용 - 종합적인 조사를 위한 예산 책정에는 분석에 드는 비용을 포함하여야 한다. PLM 분석은 같은 샘플을 다른 공인된 기관에 보내 분석 결과 평가를 위한 정도관리를 시행하여야 한다.
 - ① PCM을 통한 공기중 시료 분석 - 개인시료 채취는 OSHA 29 CFR 1926.1101을 통해 시행한다.
 - ② TEM을 이용한 고형시료 분석 - PLM 분석을 통해 석면이 검출되지 않은 시료에 대해 TEM 분석을 시행한다.
- 마) 여비 및 경비 - 정부에서 정하는 일일 단위의 여비 및 경비를 적용하여 산출한다.
- 바) 기타 다양한 비용 - 사다리, 리프트, 비계 등의 비용을 적용하여 산출한다.
- 사) 부대 비용 - 채취한 샘플의 배송비, 인쇄비, 사진의 필름비 등을 적용하여 산출한다.

3) 정보의 수집과 검토

- 가) 건물 및 자재의 정보 - ACM 의심 물질이 존재하는 곳에 대한 도면, 유지·보수 및 공사의 기록, 비품 및 장비의 리스트 등을 검토하여야 한다.
- 나) 건물에 대한 이전의 석면 조사 기록을 검토하여야 한다. 이전의 조사에서 1% 이상의 석면이 검출된 자재가 있다면 다시 샘플을 채취하여 분석할 필요가 없다. 1% 이하의 석면함유자재가 존재하는 곳에 대해 조사

자의 판단에 따라 샘플 채취의 여부를 판단한다. 또한 이전의 조사에서 시료채취의 수 및 분석의 방법은 적절했는지 등에 대한 것들을 검토한다.

- 다) ACM에 대하여 abatement 또는 O&M의 기록이 있는지 검토하여야 한다. 하지만 건물주가 이전의 abatement로 인해 기록을 보여주는 것에 대해 회의적일 수가 있기 때문에 충분한 설명이 동반되어야 한다.

4) 현장 작업의 수행

가) 장비 및 자재의 동원 - 적절한 장비 및 개인보호장비 등을 준비해야 한다.

나) 기능적 공간의 조사 - ACM 의심물질과 ACM이 아닌 물질이 위치하는 곳을 알아내기 위한 목적으로 시행된다. 라벨 또는 청사진에 표시를 하면서 모든 기능적 공간을 조사한다.

다) ACM 의심물질의 증명 - 표면재, TSI 또는 기타 석면함유자재로 의심되는 물질들을 증명해 내는 것이 중요하다.

- ① 대부분의 빌딩 자재들은 석면이 함유되어 있는 ACM 의심물질로 구성되어 있다고 추정한다. 그러나 EPA 및 OSHA의 규정에서는 예를 들어 TSI 같은 경우 고품시료 채취 없이도 유리섬유, foam glass, 고무 또는 비석면함유자재로 구성되어 있다는 것을 오직 공인된 조사자만이 판단할 수 있도록 규정하고 있다. 조사자는 유리, 강철, 콘크리트, 자기, 목재와 같은 명백한 비석면함유자재를 제외하고 나머지 ACM 의심물질에 대하여 정확한 판단을 내려야 한다. 건물의 모든 자재에 있어 위치 및 석면함유여부를 증명하는 것은 종합적인 석면 조사에 있어 기초적이고 필수적이다. 또한 석면함유의 여부가 의심된다면 조사자는 시료를 채취하여 분석해야 할 것이다.

- ② 시료채취의 날짜 및 방식, 시료의 수, 시료채취의 장소, 그리고 시료를 채취한 조사자의 확인 등을 기록해야 한다. 또한 건물의 도면을 이용하여 각각의 고타시료가 채취된 장소 등이 기록된 석면 지도를 작성하여야 한다. 이것은 건물의 구조에 익숙하지 않은 사람들이 봤을 때에도 쉽게 알아볼 수 있도록 어렵지 않게 자세히 묘사되어야 한다.
- ③ 또한 석면의심물질을 기록할 때에는 회사나 공사현장의 내부에서 사용하는 두문자어를 사용해서는 안되며, 바닥재, 내열재, 파이프 단열재 등과 같이 전문용어에 익숙하지 않은 사람들이 봤을 때에도 쉽게 이해할 수 있도록 기록하여야 한다.

라) ACM 의심물질의 양 - 모든 ACM 의심물질은 고타시료 채취 절차와 법적 규정을 만족하기 위하여 수량화 하여야 한다.

- ① 파이프 단열재는 그 길이(피트 또는 미터)별로 각각 분류하여 수량화 하여야 한다.
- ② TSI, 표면재, 기타 물질 그리고 다양한 석면의심물질의 넓이를 수량화 하여야 한다.

마) 균질 지역과 채취 장소의 증명 - 모든 ACM 의심물질은 자재의 균질지역에 의해 증명되어야 한다. 균질지역은 같은 색깔, 질감, 설치된 날짜 및 같은 걸모습을 하고 있다.

- ① 채취 장소 - 균질지역 내 석면 의심물질이 존재하는 곳에 대하여 무작위로 채취가능한 장소를 정하여 실행한다.
- ② 바닥, 벽 그리고 천장과 같은 편평한 표면재는 격자 형태로 나누어서 번호를 부여한다. 편평한 표면재 중 탱크나 선박같은 큰 원통형의 자재는 무게나 둘레의 길이를 확인한다. 파이프 단열재나 내화성의 기둥 같은 일차원적인 자재가 존재하는 균질지역은 길이에 따라 번호를 부여하여 채취장소를 결정한다.

바) 고품시료의 채취

- ① 채취할 시료의 수 - 시료의 수는 법적 규정에서 제시하고 있는 최소한의 수를 만족하여야 한다. AHERA의 40 CFR PART 763, §763.86의 규정을 따르며, 표면재와 TSI의 경우 OSHA의 29 CFR 1926.1101, 1926.1101(k)를 따른다. 이러한 규정을 준수하는 것은 석면의 함유 여부를 증명하는 분석의 결과에 영향을 줄 수 있기 때문이다.
- ② 의심물질인 TSI가 각각 존재하는 균질지역은 최소한 3개 이상의 고품시료를 채취하여야 한다. 그중 하나의 샘플은 TSI의 길이 또는 면적이 6 ft(1.82 m), 6 ft²(0.557 m²) 이하로 대체되거나 보수한 내역이 존재하는 경우 채취한다.
- ③ HVAC 진동 완충장치, 가스켓 그리고 마찰재의 경우를 제외한 기타 다양한 자재들의 균질지역도 최소한 3개 이상의 고품시료를 채취하여야 한다.
- ④ 1000 ft²(93 m²)이하의 표면재에 대해서는 최소한 3개 이상의 고품시료를 채취하여야 하고, 1000 ~ 5000 ft² 사이의 표면재는 최소한 5개 이상의 고품시료, 5000 ft²이상의 표면재는 최소한 7개 이상의 고품시료를 채취하여야 한다.

사) 현장조사의 문서화 - 현장조사의 원활함을 위해 양식을 사용하여 정보를 수집하고 데이터 등을 문서화 하여야 한다. 이것은 자재별의 부분조사에 적합하며 의무사항은 아니다.

- ① 양식에는 표면재, TSI, 내열재, 바닥재, 기타 자재 등 자재의 종류, 위치, 크기, 성질(부서짐, 부서지지 않음), 색깔, 양, 현재 상태, 잠재적 손상 가능성 등에 관한 정보가 포함되어야 한다.
- ② 시료를 채취하지 않은 장소에 대해서는 시료 채취를 할 수 없는 이유에 관한 정보도 포함이 되어야 한다.

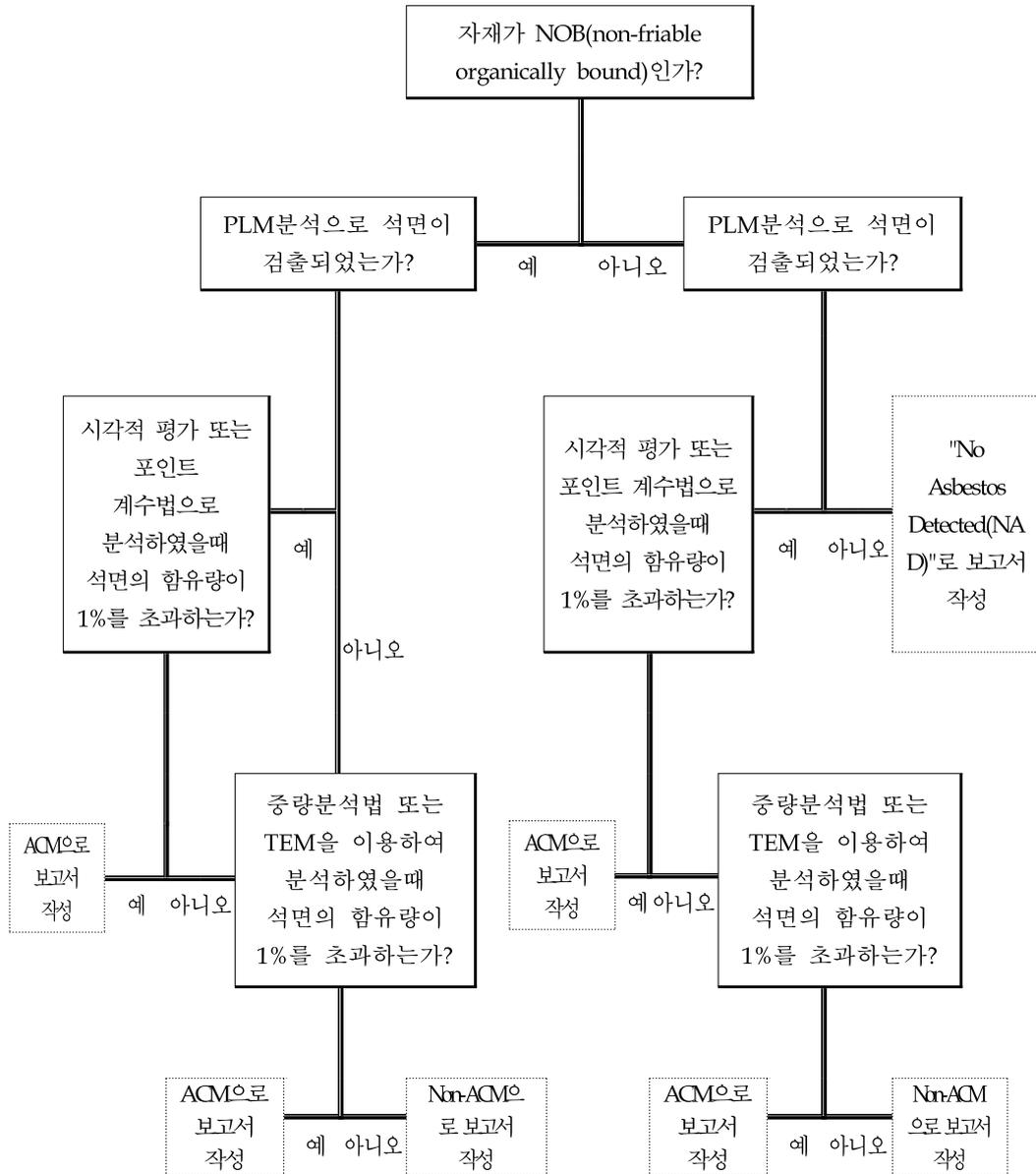
5) 고형시료 분석

가) 분석 방법 - 대부분의 자재들은 EPA/600/R-93/116에서 제시하는 방법을 사용하여 분석한다. 이 방법은 Polarized Light Microscopy(PLM)과 Transmission Electron Microscopy(TEM)을 동시에 사용하는 방법이다.

① Polarized Light Microscopy(PLM) - 분산염색에 의한 PLM 법은 섬유유 광학적 성질과 형태를 이용하여 석면의 종류를 평가하는 방법이다. PLM 시야 평가법은 어떤 시료에 석면함유 물질로 취급되는 1% 이상의 석면이 함유되어 있는지 평가하는데 사용된다. 또한 석면함유자재로 확신할 수 없는 의심물질에 관해 석면의 종류를 밝혀냄으로서 함유 여부를 결정할 수 있는 방법이다.

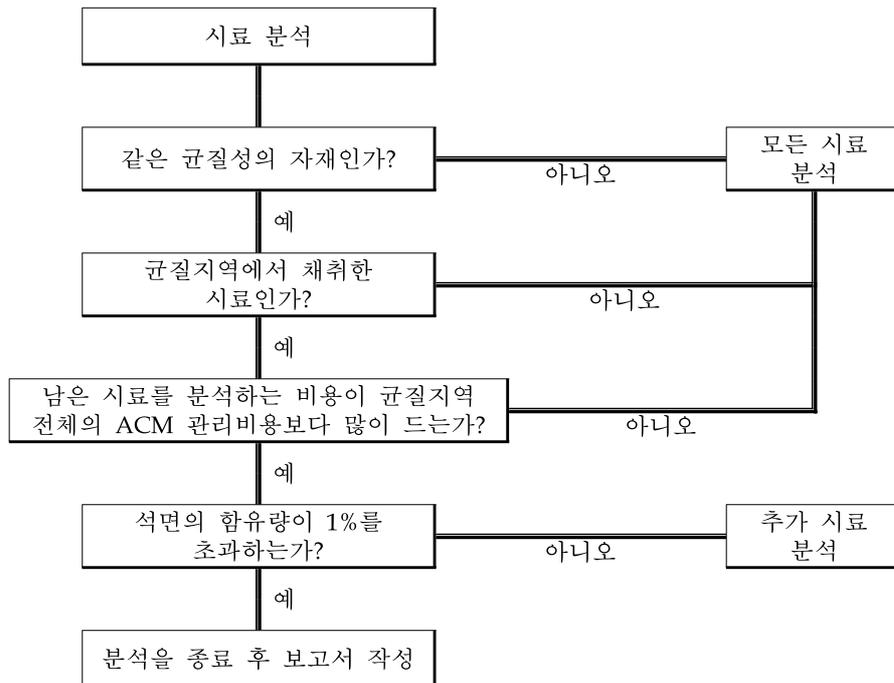
② Transmission Electron Microscopy(TEM) - TEM 법은 100배에서 관찰하는 PLM에서 검출되기에 너무 작고 가는 섬유를 고배율(최대 20,000배)에서 검출한다. 섬유의 형태는 X선에너지분산방법(Energy-Dispersive X-ray, EDXA)과 전자회절(Selected Area Electron Diffraction)을 이용하여 결정한다. 중량감소법(Gravimetric reduction)은 방해물질을 제거하는데 이용된다. 또한 Energy-Dispersive X-ray(EDXA)법을 이용하여 섬유의 종류를 밝혀낼 수 있다. 그 중 바닥재 분석에는 EPA/600/R-93/116에서 변화된 방법인 Chatfield method법이 적합하다.

나) 결과확인을 위한 프로토콜 - <그림 5>는 시료가 ACM인지 Non-ACM인지 결정짓는 절차를 나타낸다.



<그림 5> 고형시료 분석 프로토콜.

- 다) 결과보고서 - 분석의 결과는 NAD와 Trace로 분류된다. NAD는 PLM 분석과 TEM 그리고 EDXA 분석 결과를 통해 석면이 검출되지 않았음을 의미하며 Trace는 적어도 하나 이상의 시료에서 석면이 1%또는 그 이하가 검출된 것을 의미한다. 바닥재 같은 경우 각각의 서로 다른 물질들이 섞여서 각각의 층을 이루고 있다. 때문에 채취된 시료를 구성된 층별로 분류하여 각각 분석한 후 그 결과를 기록하여야 한다. 예외로 맨 위의 층에 도포되어 있는 페인트는 따로 분류하여 분석하지 않아도 된다. 이것은 EPA에서도 요구하는 사항이다.
- 라) Positive Stop - 균질지역으로부터 채취한 시료에서 1%이상의 석면이 검출되면 의심되는 동일 시료들 모두 석면이 검출된다고 볼 수 있기에 남아있는 시료의 분석을 중단할 수 있다. <그림 6>은 균질지역에서의 Positive Stop에 관한 절차를 나타낸다.



<그림 6> Positive Stop에 관한 플로우차트.

- ① 자재의 내재된 균질성 - 파이프 절연재, 바닥재, 천장재, 석면 시멘트 파이프, 덕트, 지붕재 및 외장용 자재 등은 각각 동일한 방법에 의해 제조되었다. 그러므로 하나의 시료에서 석면이 검출되면 나머지 시료들도 석면을 함유하고 있다고 예상할 수 있다. 반면에 내화재, 가공 천장 및 벽, 방음재, 경석고, 파이프 조인트 등과 같은 혼합재들은 그 내용물이 각각 다르기 때문에 같은 균질성의 자재가 아니면 모든 시료를 분석해야 한다.
- 6) ACM의 평가 - 석면의 함유 여부가 밝혀진 자재들에 대해 Abatement를 할 것인지, 또는 O&M을 할 것인지에 대한 평가를 시행하여야 한다. ACM에 대한 조치방법의 우선순위를 정하는데 있어 아주 효과적인 툴이다. 평가에 관한 자세한 내용은 다음 장에 서술하였다.
- 가) 정성적 평가는 AHERA의 카테고리에 기초하여 손상 없음, 손상, 심각한 손상, 잠재적 손상 가능성, 잠재적 심각한 손상 가능성 등을 바탕으로 좋음, 보통, 나쁨 등으로 분류시킨다. 이것을 바탕으로 위험도를 점수화 하여 abatement 또는 O&M의 우선순위를 정한다.
- 나) 정량적 평가는 자재의 현재 상태와 잠재적 손상 가능성을 기반으로 하여 순위화 한 후 abatement 또는 O&M의 우선순위를 정한다.
- 7) 보고서 준비 - 바탕조사의 보고서는 현장 조사와 분석 결과, 위험성 평가의 결과를 조합하여 작성한다. 건물주가 컬러로 된 보고서를 원하지 않는 한 흑백으로 작성하도록 하고 조사자는 현장조사를 위한 데이터 시트를 미리 복사하여 준비한 후 현장조사에서 얻는 데이터를 기록한다. <그림 12>에서 현장조사에 필요한 시트의 견본을 제시하고 있다. 최종 보고서가

완료되면 건물주에게 보고서를 제출하기 전 현장조사를 수행한 조사팀 멤버들에게 보고서를 검토해 보고, 또한 Project Manager나 Technical Director에게도 검토를 하게 한다.

다. Assessment Protocols

이 평가의 목적은 석면함유자재의 올바른 관리에 대한 정보를 제공하는데 있으며 상태를 악화시키는 요소들을 포함하여 자재의 현재 상태 및 잠재적인 손상 가능성에 대한 정보를 반영한다. 석면함유자재의 양이나 고형시료의 분석과는 달리 이 평가방법은 개인의 시각적 평가와 판단에 좌우 되지만, 정성적 혹은 정량적인 결과를 바탕으로 유효성 및 일관성을 유지한다.

석면함유자재의 현재 상태와 잠재적 손상가능성으로 구분되며 EPA AHERA 40 CFR Part 763의 물리적 평가방법에 기초하였다.

1) Qualitative Assessment & Quantitative Assessment

석면함유자재의 현재 상태와 잠재적 손상 가능성에 기초하여 평가하며, 전체적인 평가의 절차 및 내용은 <표 30>과 같다.

※ Disturbance - OSHA 29 CFR 1926.1101에 따르면 ‘ACM(asbestos-containing material)또는 PACM(presumption of asbestos-containing material)으로부터 잔재물이 발생하거나, 바스러지거나 또는 그것의 행렬에 방해가 되는 활동들’이라고 정의함

<표 30> 정성 및 정량 평가 프로토콜의 개요

조사자에 의한 관찰	손상이 존재하는 경우	손상이 존재하지 않는 경우
손상이 존재하는가?	손상의 내용을 설명하고 Current condition을 좋음(Good), 보통(Fair), 나쁨(Poor) 및 1(나쁨)~9(좋음)으로 분류	Current condition을 좋음(Good) 및 10(좋음)으로 분류
물리적 요인으로 인한 손상이 존재하는가?	물리적 요인의 원인 설명	
환경적 요인으로 인한 손상이 존재하는가?	진동, 공기흐름, 분진침착, 누수, 부식 등의 환경적 요인의 원인 설명	
향후 잠재적인 물리적 손상요인이 존재하는가?	접근성과 활동성을 바탕으로 손상 가능성 설명	
향후 잠재적인 환경적 손상요인이 존재하는가?	진동, 공기흐름, 분진침착, 누수, 부식 등을 바탕으로 손상 가능성 설명 잠재적 손상 가능성을 낮음(low), 중간(medium), 높음(high)으로 등급화	

① 현재 상태(current condition)

자재의 시각적 평가에 기초를 두며, 물리적 손상과 환경적 손상 요인에 기초하여 평가

가) 물리적 손상

손상 또는 잔재물을 관찰할 수 있는 건물 또는 시설에서 주거하거나 일하는 사람들에 의해 야기됨. 장비, 가구, 기계, 설치 및 제거 또는 부적절

한 유지관리에서 발생하는 충격을 포함함

나) 환경적 손상

- 진동 - 석면함유자재가 존재하는 장소의 내부 또는 가까운 곳의 기계적인 장비로부터 발생
- 공기흐름 - 덕트 또는 플레넘의 내부에서 발생. 공기의 부피 및 속도가 충분하다면 섬유를 제거할 수 있음
- 분진침착 - 천장이나 벽면의 표면에 충격을 가하거나 공기덕트로부터 분진입자를 내보낼때 발생
- 누수 - 지붕의 누수, 탱크 또는 파이프의 누수 등이 화재를 일으킬 수 있음
- 부식 - 액체 또는 기체가 화학적 반응을 일으키는 산업시설에서 발생

② 잠재적 손상 가능성(potential for disturbance)

향후 발생할 수 있는 위험성에 대해 물리적, 환경적 손상 가능성을 고려하여야 함

가) 물리적 손상 가능성

- 활동성 - 보행, 장비의 세팅 등 사람이 할 수 있는 모든 활동을 포함하여 건물 혹은 시설에서의 업무 또는 주거가 석면함유자재를 건드리는 범위의 정도를 반영
- 접근성 - 석면함유자재와의 거리, 외부 노출의 여부, 사용 빈도 등을 반영

나) 환경적 손상 가능성

- 진동 - 석면함유자재가 존재하는 장소의 내부 또는 가까운 곳의 기계적인 장비로부터 발생
- 공기흐름 - 덕트 또는 플레넘의 내부에서 발생. 공기의 부피 및 속도가 충분하다면 섬유를 제거할 수 있음
- 분진침착 - 천장이나 벽면의 표면에 충격을 가하거나 공기덕트로부터 분진입자를 내보낼때 발생
- 누수 - 지붕의 누수, 탱크 또는 파이프의 누수 등이 화재를 일으킬 수 있음
- 부식 - 액체 또는 기체가 화학적 반응을 일으키는 산업시설에서 발생

<표 31> 현재상태(current condition)의 정성 및 정량 평가

정성등급	정량등급	설명
좋음 (Good)	8, 9, 10	표면마감재: 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우 TSI(thermal system insulation): 커버의 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우 기타물질: 부스러기 및 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우
보통 (Fair)	4, 5, 6, 7	표면마감재: 손상정도가 관찰되기는 하나 많지 않은 경우 TSI(thermal system insulation): 커버의 찢리거나 찢기는 등의 손상정도가 관찰되기는 하나 많지 않은 경우 기타물질: 분진 및 부스러기들이 관찰되기는 하나 많지 않은 경우 손상부위: 전체 10% 이하, 부분 25% 이하
나쁨 (Poor)	1, 2, 3	표면마감재: 손상정도가 큰 경우 TSI(thermal system insulation): 커버의 찢리거나 찢기는 등의 손상정도가 큰 경우. 자체 손상이 있는 경우 기타물질: 분진 및 부스러기의 근본적인 노출이 많으며 손상정도가 큰 경우 손상부위: 전체 10% 이상, 부분 25% 이상

<표 32> 잠재적 손상 가능성(potential for disturbance)의 정성 및 정량 평가

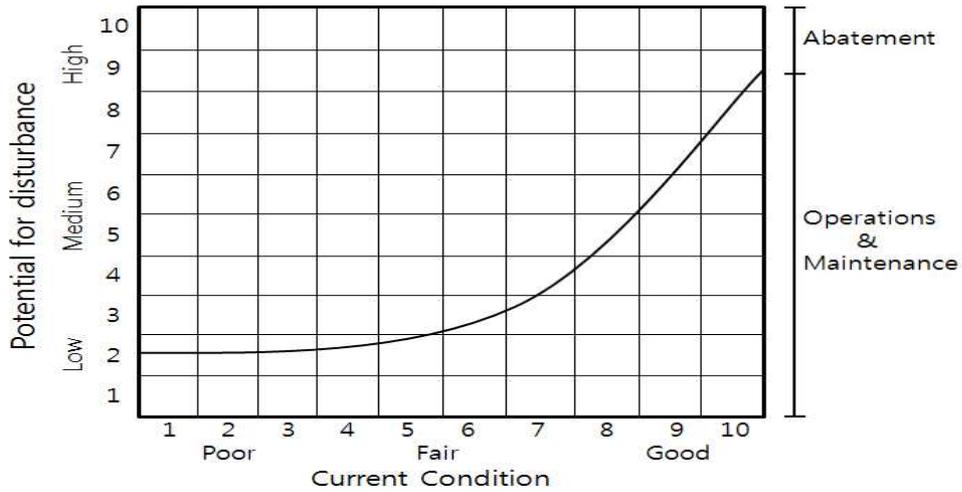
정성 등급	정량 등급	평가요인						
		물리적 손상 가능성			환경적 손상 가능성			
높음 (High)	8, 9, 10							
중간 (Medium)	4, 5, 6, 7	활동성 (activity)	접근성 (accessibility)	진동 (vibration)	공기흐름 (air movement)	분진침착 (dust erosion)	누수 (water damage)	부식 (corrosion)
낮음 (Low)	1, 2, 3							

- ③ Abatement(removal, encapsulation, enclosure) 또는 Operations & Maintenance (glove bag, mini-enclosure)의 우선순위 결정

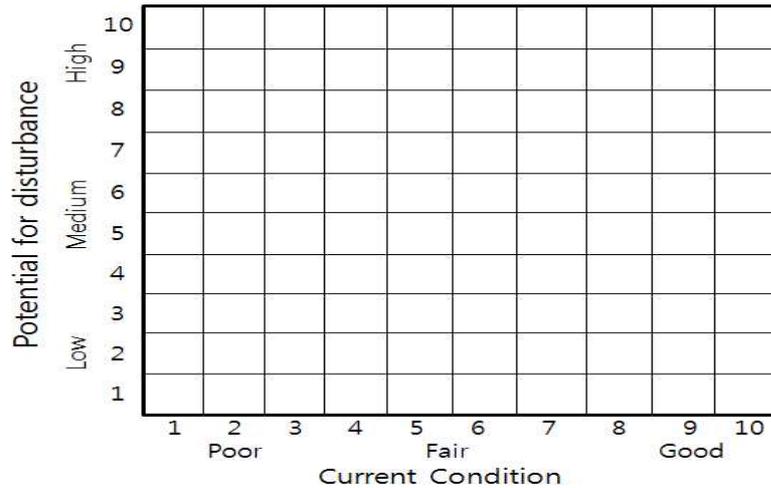
선의 모양 및 위치는 석면 관리 프로그램의 여러 요소들을 반영하는데, 가장 중요한 것은 abatement와 O&M에 관한 각각의 비용분석이다. 또한 석면 함유자재에 존재하는 석면에 대한 건물 사용자들의 인식과 석면 섬유의 비산을 관리하는 건물 관리자 및 외부 도급업자들의 능력, 게다가 석면함유자재가 존재하는 장소의 유지 및 보수에 대한 어려움 등을 포함하여야 한다. 이러한 정보에 대해 사전에 많은 조사가 필요할 것이며, 숙련된 전문가들의 경험과 판단을 기초로 그 건물의 사용자들과 그들의 사고방식을 고려하여 결정하여야 한다.



<그림 7> Operations & Maintenance 우선.



<그림 8> Abatement 우선.



<그림 9> blank.

(2) ASTM E1368; Standard Practice for Visual Inspection of Asbestos Abatement Projects

가. Abatement Projects

평가 틀에서 Abatement라고 나온 경우 해당되며, 모든 작업은 전문적인 훈련이나 경험 또는 자격을 갖춘 abatement 전문가와 계약을 통하여 실행되어야 한다. 제거에 관련된 기술은 계약서류에 자세히 묘사되어야 하며, 잔여물이나 자재 발생 시 작업자는 HEPA 필터가 장착된 진공청소기로 청소하고 완료 후 작업장의 공기중 노출농도를 모니터링 하여야 한다. 또한 석면은 발암성 물질로써 폐암, 석면폐증, 중피종 등을 유발할 수 있기에 적절한 호흡기 보호구 및 적절한 안전 장비를 구비한 후 작업이 진행되어야 한다.

(1) Removal(제거)

석면함유자재는 석면의 기질 때문에 비슷한 겉모습을 하고 있다. 제거대상

이 되는 정도를 쉽게 파악할 수 없기 때문에 약간의 잔재물을 채취하여 그 기질을 만져 보아야한다. 제거대상 잔여물이 공기중에 흩날리는지 확인하기 위해 손전등이나 빔을 사용하여 시각적으로 확인하여야 하고, 평가의 정도를 높이기 위해 조사자는 펌프와 필터를 이용하여 공기중 석면의 노출농도를 측정하여야 한다.

접근이 어려운 지역이나 천장, 지붕, 천장, 테두리 같은 잘 보이지 않는 지역, 그리고 엘보, 밸브, T관 등의 기계적인 시스템의 경우에는 더욱 특별한 주의를 기울여야 한다.

완료 후 점검을 통해 미처 발견하지 못한 새로운 자재나 잔여물이 발견된다면 재검사를 통한 재 제거를 시행하여야 한다.

이 모든 작업은 다른 작업과 구분되어야 하고, 외부로의 누출을 방지하기 위해 창문, 문, 환기 시설 등에 밀봉 작업을 한 후 시행하여야 한다.

(2) Encapsulation(고착화)

자재의 균일성을 확인하기 위해 0.3~0.6m 정도의 표면을 시각적으로 관찰한다. 그리고 피포될 양과 구멍난 부분이 있다면 그 부분의 깊이를 확인하고, 단단함과 탄성을 확인하기 위해 손으로 표면적을 쓸면서 점검을 한다. 손으로 힘을 가했을 때 쉽게 손상되거나 까진다면 고착화는 부적절하다.

고착화가 끝난 후 다 마르고 나면 일부의 샘플을 채취하여 검사를 해야 하며, 작업장의 공기중 노출농도를 평가하는 등 면밀히 조사해야 한다.

(3) Enclosure(밀봉)

Abatement라는 결과로 인해 조치를 취할 때 밀봉은 석면함유자재로부터 발생하는 손상이나 잔재물의 피해로부터 보호하기 위해 선호되는 영구적인 방법이다.

완료 된 후에는 근거리부터 접근하기 어려운 부분의 석면함유자재 그리고 조인트 및 이음매 부분까지 면밀히 점검하여야 하고, smoke tube를 이용하여

밀봉 마무리 부분의 누수 여부 까지도 확인해야 한다. 그리고 마지막으로 작업장의 공기중 노출농도를 평가하여야 한다.

나. Operations & Maintenance Projects

O&M에 관한 내용은 OSHA 29 CFR 1926.1101의 Class III에 대한 공학적 유지관리의 방법을 사용하였다. 전문적인 훈련이나 경험 또는 자격을 갖춘 사람이 작업을 진행하여야 하고, 작업장의 공기중 노출농도가 OSHA PEL인 1.0 f/cc(30분 이내 작업일 경우), 0.1 f/cc(30분을 초과할 경우)를 넘지 않도록 하여야 한다. 또한 석면은 발암성 물질로써 폐암, 석면폐증, 중피종 등을 유발할 수 있기에 적절한 호흡기 보호구 및 적절한 안전 장비를 구비한 후 작업이 진행되어야 한다.

(1) Glove bag

6 mm 정도 두께의 투명한 폴리에틸렌 또는 폴리플라스틱 소재로 만들어진 백이다. 이 방법을 적용하기 전 HEPA 필터가 부착된 진공청소기를 사용하여 습식으로 청소를 해야하고, 작업자는 글러브 백을 사용하기 전 충분한 경험 및 훈련을 해야 한다. 완료된 후에는 면밀히 점검하여야 하고, smoke tube를 이용하여 밀봉 마무리 부분의 누수 여부 까지도 확인해야 한다. 이것은 석면의 해체·제거 시에도 사용된다.

(2) mini-enclosures

석면함유자재의 손상된 곳을 부분 밀봉하는 것으로서 선호되는 방법이다. 완료된 후에는 근거리부터 접근하기 어려운 부분의 석면함유자재 그리고 조인트 및 이음매 부분까지 면밀히 점검하여야 하고, smoke tube를 이용하여 밀봉 마무리 부분의 누수 여부 까지도 확인해야 한다. 그리고 마지막으로 작업장의 공기중 노출농도를 평가하여야 한다. 석면의 해체·제거 시에도 사용된다.

(3) ASTM Standard의 적용 샘플



(a) Restroom Ceiling Plaster C1



(b) Textured Ceiling Finish in Plenum C4



(c) Closet Ceiling Plaster C2



(d) Hallway Ceiling Plaster C5



(g) Kitchen Floor Tile Mastic F1



(h) Office Tile under Carpet F2

<그림 10> 석면함유자재의 모습.



(e) Textured Ceiling Finish in Lobby C3



(f) Mechanical Room Pipe hanger P1



(i) Valve and Piper Insulation P2

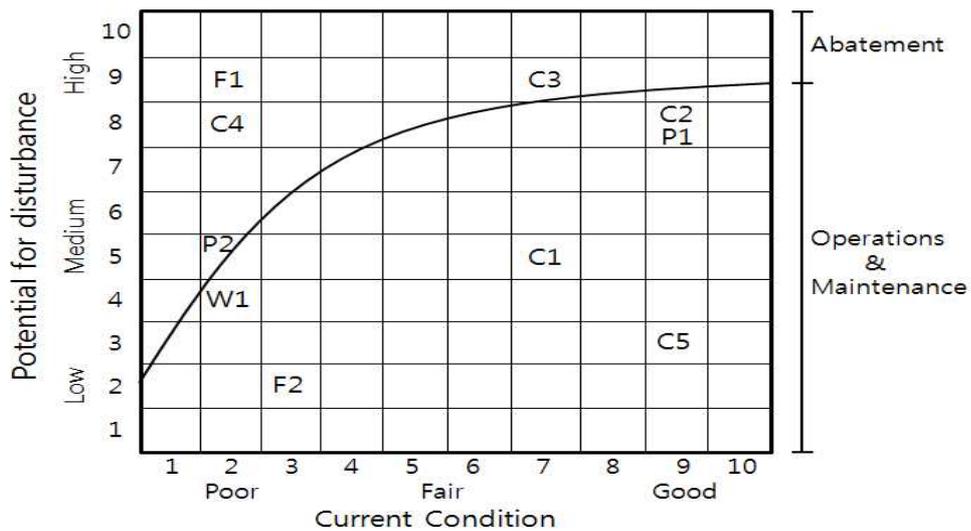


(j) Hallway Wallboard W1

<그림 10> 석면함유자재의 모습(계속).

<표 33> 현재상태(CC)와 잠재적 손상 가능성(PFD)에 대한 평가

ACM의 위치	ACM의 용도	평가			
		Code	CC	PFD	이유
부엌	바닥 타일의 방수제	F1	2	9	방수제의 노출; 빈번한 출입
사무실	천장 마감재	C4	2	8	분열; HVAC 관리 미흡
기계실	파이프 및 밸브 절연재	P2	2	5	누수; 밸브 작동 오류
복도	벽판 재료	W1	2	4	광범위한 손상; 드문 출입
사무실	바닥재	F2	3	2	방수제의 노출; 카펫 내부
로비	천장 마감재	C3	7	9	낮은 천장; 조명기구의 고장
화장실	천장 플라스터	C1	7	5	일반적인 손상; flush fixture
화장실 벽장	천장 플라스터	C2	9	8	작은 손상; 빈번한 출입
기계실	파이프 행거 절연재	P1	9	8	이상없음; 낮고 복잡함; 진동
복도	천장 플라스터	C5	9	3	양호; 간접 불빛



<그림 11> Abatement와 O&M에 대한 평가.

고형시료 채취

균질지역에 대한 설명:		채취 방법: 무작위 편의	
		채취 일자:	
균질지역 번호:		자재 종류: 표면재 TSI 기타 물질	
넓이(ft ² or m ²):	길이(ft or m):	자재 특징: 부서짐 부서지지 않음	
시료 번호	위치		

균질지역에 대한 설명:		채취 방법: 무작위 편의	
		채취 일자:	
균질지역 번호:		자재 종류: 표면재 TSI 기타 물질	
넓이(ft ² or m ²):	길이(ft or m):	자재 특징: 부서짐 부서지지 않음	
시료 번호	위치		

조사자 이름: _____ 서명: _____
 승인 기관: _____ 승인 번호: _____
 승인 일자: _____

<그림 12-2> 현장조사용 데이터 양식.

ACM의 정량적 평가

건물주			
건물 주소			
건물명			
지역 고유 번호		시공 년도	
균질지역에 대한 설명			
기능적 공간			
균질지역 내의 자재량	ft ² or m ²	ft or m	개
시료가 채취되었는가?	예 - 시료번호 부여	아니오 - ACM 의심물질	
분석결과	석면의 종류	석면의 함유량	석면 불검출
자재의 종류	표면재	TSI	기타 물질
자재의 특징	부서짐		부서지지 않음
현재상태의 정량 등급	1~10	이유	
잠재적 손상 가능성의 정량 등급	1~10	이유	
평균 사용 수	인원/시간	시간/일	일/년
주 사용자			
잠재적 손상 가능성을 줄이기 위한 예방책			
조사자 견해			
조사자 이름			
인증 번호		EPA 인증 번호	
조사자 서명		날짜	

<그림 12-3> 현장조사용 데이터 양식.

ACM의 정성적 평가

건물주						
건물 주소						
건물명						
지역 고유 번호				시공 년도		
균질지역에 대한 설명						
기능적 공간						
균질지역 내의 자재량	ft ² or m ²		ft or m		개	
시료가 채취되었는가?	예 - 시료번호 부여			아니오 - ACM 의심물질		
분석결과	석면의 종류		석면의 함유량		석면 불검출	
자재의 종류	표면재		TSI		기타 물질	
자재의 특징	부서짐			부서지지 않음		
현재상태의 정성 등급	좋음	보통	나쁨	이유		
잠재적 손상 가능성의 정량 등급	낮음	중간	높음	이유		
평균 사용 수	인원/시간		시간/일		일/년	
주 사용자						
잠재적 손상 가능성을 줄이기 위한 예방책						
조사자 견해						
조사자 이름						
인증 번호				EPA 인증 번호		
조사자 서명				날짜		

<그림 12-4> 현장조사용 데이터 양식.

(2) 영국 석면함유 건축물 관리 체계: Control of Asbestos Regulations 2006

영국의 석면 관리체계에서 가장 주요한 법은 Control of Asbestos Regulations 2006이다.

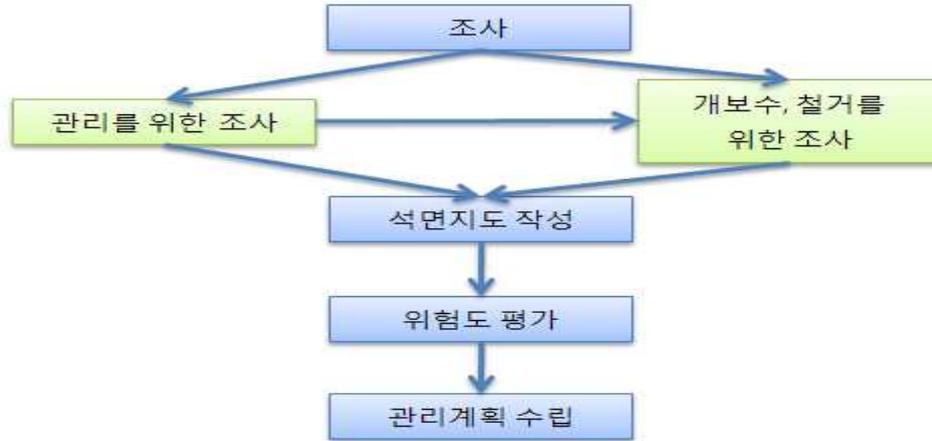
1) Control of Asbestos Regulations 2006

이 법은 2006년 11월 13일에 일부 시행 이후 2007년 4월 6일에 전면 시행되었다.

이 법은 이전에 시행된 석면의 금지, 작업장에서의 석면 관리, 석면 허가에 대한 세 개의 법령을 포괄하고 있는 법이다. 이 법에서는 모든 형태의 석면의 사용, 공급, 수입을 금지한다. 영국의 경우 1985년에 청석면과 갈석면의 사용·공급·수입이 금지되었고 백석면의 사용·공급·수입은 1999년에 금지되었다. 이 법에는 석면시멘트시트, 석면보드 또는 타일, 석면이 함유된 회반죽타일, 페인트 판넬의 금지까지 포함한다.

기존에 존재하는 석면 자재의 경우 이 법에서는 개인 가구를 제외한 모든 사람에게 의무를 부여하고 있으며, 건축물 석면 관리의 의무에서부터 석면에 노출될 위험이 있을 경우 석면 함유 자재의 제거, 노출평가, 작업자의 건강검진, 작업 후 정리와 폐기처리·저장·라벨링, 석면 자격까지 제시하고 있다.

석면 함유자재에 대한 관리는 관리를 위한 조사와 건축물을 개보수, 철거를 위한 조사로 구분되며 관리를 위한 조사에는 석면이 함유되었을 것으로 의심되는 자재에 대한 분석(분석을 실시하지 않을 경우 모든 자재를 석면 함유 의심 자재로 분류)과 형태, 위치, 현재 상태를 파악하도록 하며, 이 자재로 인해 위협할 수 있는 모든 사람들에게 정보를 제공하고 응급사항 발생 시 필요한 조치를 제공하도록 하고 있다.



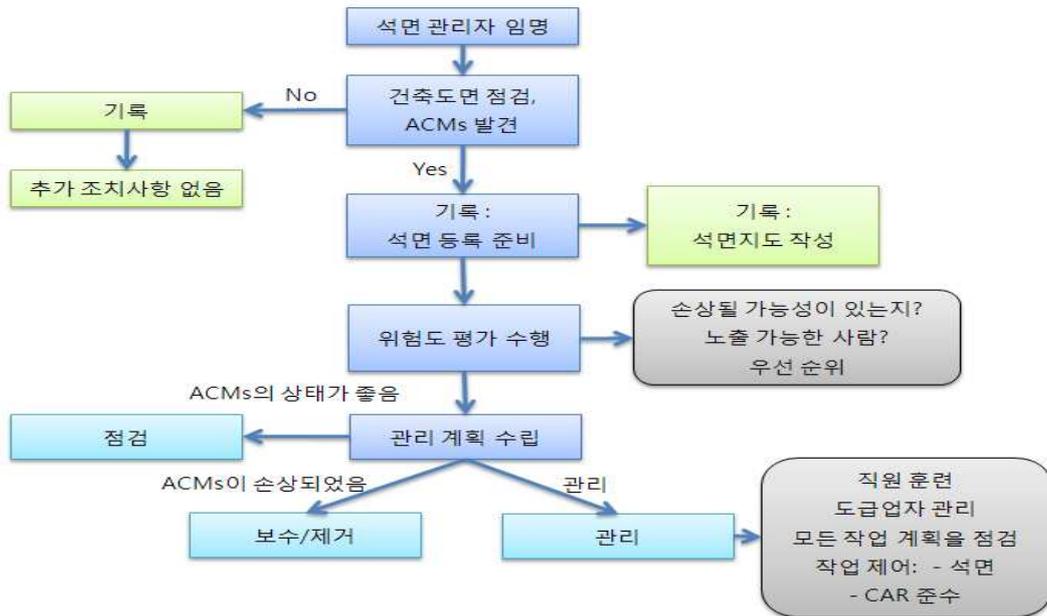
<그림 13> 석면 조사와 관리 계획에 관한 도해.

2) Asbestos: The survey guide(HSG264)

이 자료는 Methods for the Determination of Hazardous Substances(MDHS)를 확대, 교체하여 발표되었으며 석면함유자재(Asbestos-Containing Materials; ACMs)를 조사, 측정, 평가하는 것을 포함하고 있다. 이 문건의 목적은 CAR 2006에 의해 석면조사를 수행하는 조사자나 개인 가구를 제외한 석면관리의 의무가 있는 사람을 위하여 발표되었다. 이 문건은 석면 조사 계획 수립, 석면 조사 수행, 보고서 작성, 관리자의 조사보고서 이용에 대한 광범위한 정보를 제공한다.

3) A comprehensive guide to managing asbestos in premises(HSG227)

ACMs를 관리해야할 의무가 있는 사람들(건물주, 임대자, 근로자 등)에게 유용한 정보를 제공하기 위해 발표되었다.



<그림 14> 석면 관리의 주요 단계 요약.

가) 석면조사

여기서 석면조사는 건축도면 점검에서부터 관리 계획 수립까지의 단계를 말하며, 존재하는 석면함유물질에 대한 위치, 상태, 표면처리 등에 대한 정보를 제공, 기록하고 위험에 대한 관리 계획을 수립하기 위해 수행하는 것이다.

석면조사자는 내부 관계자나 제3자에 의해 수행하도록 제시하고 있으며 조사자의 경우 다음의 요건을 충족하여야 한다.

- 충분한 훈련, 자격, 지식과 경험을 소지한 자여야 한다.
- 작업 중 발생할 수 있는 위험에 대해 책임을 보증할 수 있는 충분한 지식을 가져야 한다.

- 독립적이고 공평하며 성실하여야 한다.
- 권고된 지침(예, HSG264)을 준수하여 조사를 수행하여야 하며, 관리 시스템에 대한 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.

석면조사의 경우 3가지 타입의 조사를 선택하여 진행할 수 있으며 3가지의 조사는 다음과 같다.

- 조사 유형 1(Type 1 surveys)은 표본 검사가 이루어지지 않는 추정 조사(presumptive survey)로 알려져 있다. 명확한 ACM 파악은 존재하지 않는다. 그 대신 석면을 함유하고 있다고 합리적으로 예측할 수 있는 제한 자재는 석면을 함유하고 있다고 전제하고 그 조건을 평가한다. 이 조사 유형에서는 예를 들어 유리, 금속 또는 목재(그 뒤에 석면이 가려져 있을 수도 있지만) 등 석면을 함유하고 있지 않다고 완벽히 확신하는 경우에만 해당 자재를 '추정 석면' 목록에서 배제할 수 있다. 조사를 실시하고 있는 경우 아직 ACM 위치를 정확히 파악하지 않은 상태이기 때문에 유형 1은 그다지 이롭지 않다고 결정할 수도 있다. 추가 비용을 들여 유형 2에 해당하는 조사를 실시해야 한다고 결정을 내릴 수도 있다.
- 조사 유형 2(Type 2 surveys)는 샘플링 조사로 알려져 있다. 추정 ACM 표본을 수거, 분석하여 석면 함유 유무 가정을 확인 또는 반박한다. 이번 역시 ACM의 조건을 평가해야 한다.
- 유형 3 실지 조사는 주요 개보수 또는 해체 작업 전에 실시한다. 이 실지 조사에는 모든 지대의 접근을 확보하는 공격적 검사가 포함될 수도 있다. 이 조사 유형은 건물 해체 전에 건물에서 ACM을 제거하기 위한 공사 입찰 토대로 쓰이고자 개발된 것이므로 이 조사에서는 석면의 상태를 평가하지 않는다(국내의 경우 산업안전보건법 제38조 2항에 따른 석면조사).

조사보고서의 경우 다음 항목이 담겨야 한다.

- 위치(접근성 포함)
- 수량
- 범위
- 상태
- 제품 유형
- 석면 유형(또는 가장 위험한 유형인 청석면(corcidolite)으로 가정함)
- 자재 평가

나) 위험성 평가(Risk assessment) 실시

조사(survey)를 실시했다면 파악한 ACM이나 추정 ACM 별로 위험 평가를 실시할 필요가 있다. 이 위험 평가는 ACM을 처리하는데 적합한 조치를 결정하고 먼저 처리할 사안을 결정하는데 도움이 된다. 위험 평가는 두 단계로 진행된다.

○ 물질 상태 평가(Material assessment)

- 물질 상태 평가 그리고 자재 교란 시 자재가 섬유를 방출할 가능성에 대한 평가이다. 자재 평가는 관리를 위한 우선순위를 매기는데 우수한 초기 길잡이가 된다. 하지만 자재 평가 결과 항상 구체 조치에 높은 우선순위가 부여되는 것은 아니다.
- 물질 평가의 주요 인자는 섬유를 방출 시킬 수 있는 가능성을 점수화 하는 것이다. 여기에 관련된 주요한 인자는 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면의 종류이다.
- 각각의 인자는 1에서 3의 점수를 가진다. 점수 1은 섬유 방출의 가능성이 낮은 것을 의미하며, 점수 2는 중간, 점수 3은 높음을 의미한다. 손상

정도와 표면처리 두 개 인자는 가능성이 매우 낮을 경우 점수를 0으로 부여할 수 있다. 4개 인자의 점수를 합하여 총점을 계산하며, 총점의 범위는 2에서 12까지 이다.

- 총점이 10점 이상이면 잠재적인 섬유 방출 가능성이 매우 높음을 의미하며, 7에서 9점은 중간정도의 가능성, 5에서 6점은 낮은 가능성, 4점 이하는 매우 낮은 가능성을 의미 한다. 비섬유물질은 점수를 부여하지 않는다.

○ 우선순위 평가(Priority assessment)

- 물질평가는 손상된 물질에서 공기 중으로 섬유를 방출할 위험을 감정하는 것이다. 물질평가에서 고위험으로 나온 자재에 대해 개선 활동을 위한 우선순위를 결정할 때에는 반드시 다음과 같은 요인들을 고려하여야 한다.

① 정비활동(maintenance activity)

첫 번째로 중요하게 고려해야 하는 요인은 해당 지역에서 이루어지는 정비활동의 수준이다. 정비작업은 배관공이나 전기기술자 같은 인원들이 수행하며, 이 들이 첫 번째로 보호되어야 하는 사람들이다. 정비활동은 계획된 정비활동과 비계획된 정비활동, 두 부류로 분류된다. 계획된 정비활동은 석면 노출을 제어하기가 쉽지만 비계획된 정비활동은 석면 노출 제어가 제한 적일 수 있다. 관리를 위한 우선 순위를 결정할 때 정비활동의 빈도를 파악하여야 한다.

② 주거자의 활동(occupant activity)

해당 지역의 주거자의 활동 또한 위험성 평가에서 중요한 요소이다. 조사단계에서 해당 지역에서 활동하는 빈도를 조사하여야 한다. 예를 들어 가끔 사용하는 창고나 다락방은 접근이나 석면분진을 발생시킬 수 활동(disturbance)의 빈도가 매우 낮다. 하지만 석면 절연 보드 판넬이 설치되었고 차량의 움직임이 잦은 도매점의 경우 위험도가 크다고 판단할 수 있다. 해당 지역에서 평균적으로 매일매일 이루어지는 활동을 조사하여야 하며, 이차적인 활동 또한 포함시켜야 한다.

③ 석면분진발생 활동·요인 가능성(likelihood of disturbance)

도달성과 취약성, 두 가지 요소를 고려하여야 한다. 예를 들어 건물 외부 처마 아래의 석면은 사다리나 비계가 없이는 접근하기가 어렵기 때문에 분진발생될 가능성이 거의 없다. 또 다른 예로, 병원 병실의 석면 천정 같은 경우 분진발생 가능성이 거의 없지만, 벽이나 판넬의 경우 손수레나 베드의 이동에 의한 분진발생 요인 또는 가능성이 좀 더 많다.

④ 잠재적인 인적 인원(human exposure potential)

잠재적 인적 노출의 경우 해당 지역의 주거자의 수, 해당 지역의 사용 빈도, 해당 지역에서의 거주 시간에 영향을 받는다. 예를 들어 학교 보일러실의 경우 주거자는 없지만 매일 몇 분씩은 방문할 수 있다. 하지만, 석면 절연 보드 판넬이 설치된 교실이라면 30명의 학생과 1명의 교사가 매일 6시간씩 노출되게 된다.

Material assessment score for each ACM

+

Priority assessment score for each ACM

=

Risk assessment score for each ACM

then

Rank the risk assessment scores

Material assessment는 아무 조사자나 수행할 수 있지만, Priority assessment는 해당 공간에서 작업을 수행하는 근로자 등 해당 공간에 대한 지식이 있는 사람이 필요하다. Material assessment와 Priority assessment를 종합하는 것이 risk assessment이며, 이 과정을 통해서 ACMs에 대한 순위를 정할 수 있다. 이 순위를 이용하여 필요한 조치(제거, 밀폐 등)를 결정할 수 있다.

다) 석면건축물 관리계획 수립

○ 지속적인 관리계획

ACM 별로 위험 평가를 실시하고 난 후 이를 이용하여 관리 계획을 세우게 된다. 위험 평가 프로세스에서 알고리즘을 사용한 경우 자재 별 점수를 이용하여 조치가 필요한 자재에 우선 순위를 매길 수 있다.

관리 계획은 명확하고 모호함이 없어야 한다. 관리 계획에는 계획의 목적, 실천할 항목, 실천 시점, 실천 방법이 상술되어 있어야 한다. 담당자들이 자기 역할을 이해하는 상태로 책임이 명확하게 구분되어야 한다. 프로그램이 제대로 작동하고 있는지 확인하는 차원에서 관리 계획을 정기 모니터링 및 연별 검토하는 장치 또한 포함되어야 한다. 관리 계획에 포함시켜야 할 정보 유형은 아래와 같다.

- ① 알려진 또는 추정 ACM의 위치 및 상태가 기록 되는 방식에 대한 상세 정보
- ② 알고리즘을 사용하는 경우 우선순위 평가 점수를 비롯한 우선순위 평가
- ③ 실행 우선순위 표
- ④ 판단 근거를 비롯하여 관리 선택항목에 대한 결정
- ⑤ 실행 시간표
- ⑥ 모니터링 일정
- ⑦ 직원 및 직원들의 책임
- ⑧ 직원과 계약사업자의 훈련 일정
- ⑨ 외부 계약업체용 절차를 비롯하여 새로운 절차 구현 계획
- ⑩ 일정표를 비롯하여 계획 심사 절차

ACMs의 상태에 따른 조치 사항은 다음과 같은 방법들을 선택할 수 있다.

◎ Labeling and colour-coding of ACMs

ACM이 남아 있을 경우, 색깔 코드를 하는 것이 좋다. 이것은 공장 환경에서만 작동할 수 있으며, 사무실이나 공공장소, 예로 소매점에서는 허용이 되지 않을 수 있다.

◎ Protection/enclosure of ACMs

ACMs 보호는 ACM이 실수로 흐트러지는 유형을 방지하기 위한 건설이나 물질적 장벽을 의미한다. 이것은 지게차가 움직일 때 생기는 사고를 방지하기 위해 벽의 석면패널 앞쪽에 절연기둥을 배치하는 것 등을 의미한다.

적당한 조건이라면 ACM을 둘러싸는 경우 좋은 옵션이지만, 여전히 손상에 취약할 수 있다. 이 옵션을 선택할 때, 미래에 대한 잠재적인 문제를 염두에

두어야 한다. 만일, 예로, ACM이 물로 인한 손상 또는 접근 가능성이 필요한 유지보수 또는 수리와 같은 것이 대상이 될 수 있고, 제거 옵션에 있어서 더 실용적이고 긴 시간동안 비용이 덜 들 수 있다.

울타리를 치는 것을 선택한 경우, 숨겨진 ACMs의 존재를 표시하는 것이 중요하다.

◎ Seal or encapsulate the ACM

도포제의 형태는 ACMs의 표면에 부착되어 내구성을 형성하는 것이다. high build elastomers, 시멘트 코팅 및 폴리비닐 아세테이트 (PVA)를 포함해 도포해야한다. 다른 유형의 도포제는 ACM 과 다른 상황에 맞게 사용할 수 있다. high build elastomers는 탄성뿐 아니라 특히 강화 막을 포함할 때 상당한 영항의 저항을 줄 수 있다. 이런 유형의 도포제일 경우, 영항이 없다면 최대 20년 동안 보호된다.

시멘트 코팅은 일반적으로 스프레이에 적용되며 대부분의 석면 적용프로그램과 호환된다. 시멘트 코팅은 딱딱한 마무리를 제공하나, 시간이 지나면 균열이 생길 수 있다. PVA는 석면의 밀폐에 사용되는 절연 보드 및 스프레이 또는 브러쉬에 적용될 수 있다. PVA는 잘 부서지는 ACM 스프레이나 절연 코팅에서 사용하기 적합하지 않다. PVA는 매우 얇은 코팅을 제공하므로 장기적으로 제공하는 것은 좋지 않다. 침투 도포제는 스프레이와 잘 부서지는 석면재료에 침투되며, 외부 밀폐가 제공될 뿐 아니라 보장된다. ACM의 기능에 내화성이 제공된다면 도포제의 내화성도 중요하게 고려될 것이다.

◎ Repair the ACM

손상된 부분이 소규모일 경우 수리가 가능하다. ACMs의 수리방법은 매우

다양하다. 옥양목(목면)으로 쌓여진 경우 적은 구역에 손상된 파이프나 보일러의 보온재를 비석면 석고로 가득 채울 수 있다. 손상된 분무 석면의 적은 부분은 도포제로 처리할 수 있으며, 필요한 경우, 유리섬유로 된 튼튼한 면포 또는 강화 옥양목을 사용한다.

손상된 석면 패널이나 타일은 탄성중합체 페인트와 유사한 유형의 밀폐제나 PVA 밀폐제를 분무할 수 있다. PVA는 아주 얇은 코팅을 제공하나 특히 상당한 손상이 있는 곳에는 장기 밀봉제로 적합하지 않을 수 있으며, 높은 성능의 탄성 코팅이 필요할 것이다. 밀폐된 ACM은, 손상되지 않은 동안, 노출된 표면의 훼손되는 것을 막기 위해 밀봉하여 처리할 수 있다.

석면 시멘트는 알칼리 방수성과 물의 투과성을 이용하여 밀봉해야한다. 페인트 덧칠 없이 제품의 한쪽에 방수페인트를 사용하는 경우, 그것은 ACMs의 이른 고장을 일으킬 수 있다.

◎ Remove the ACM

ACMs가 심각한 손상을 입은 경우나 건물이 철거될 경우 ACMs를 제거해야 한다. 이 작업은 보통 허가된 석면 제거 업자에 의해 이루어져야 한다.

2) 직원, 사업체 또는 기타 인물들에 대한 교육

직원들이 석면을 두려워하지 않고 작업 장소에서 석면이 어떻게 관리되고 있는지 알려주는, 개방적이고 공명하는 문화를 창출하는 것이 목표가 되어야 한다. 교육에 포함될 요소는 다음과 같다.

① 모든 실무진

석면과 관련된 모든 건강 위험을 다룰 때는 주의를 기울여 균형을 유지하도록 한다. 누구나 석면에 주의를 기울이되 두려워하지는 않도록

하고 싶을 것이다. 석면은 지극히 감정에 호소하는 대상이고 석면이 존재한다는 것을 아는 것만으로도 직원들이 같은 방에 있는 걸 두려워하게 만들기에 충분할 경우가 적지 않다. 그래서 석면이 발견된 이후 그 보수 조치를 두고서 좋지 못한 결정이 내려지는 경우가 적지 않았다. 실무진에게 다음 사항을 알려야 한다.

- 섬유를 건드려 마시는 공기 중에 석면 섬유가 방출되는 경우이나 석면에 노출될 수 있다.
- 양호한 상태에 있는 석면은 그대로 뒀야 한다.
- 석면 노출은 절대 피해야 하며 노출 수준, 노출 지속 시간, 빈도가 올라갈수록 위험도 높아진다.
- 우연한 1회 노출로 인한 건강 위험 증가는 무시할만한 수준이며 우려의 대상이 아니다.
- 석면 또는 석면이 포함되어 있을 수 있다고 보이는 손상 자재를 발견할 경우 취할 행동
- 정비 직원과 건축 직원에게 요구할 사항

② 정비 직원과 건축 직원

- '모든 실무진' 항목에서 열거된 사항들
- 석면 제품이란 무엇이며 어디서 석면 제품을 접하게 될 것인가
- 석면 함유 여부에 관계없이 먼저 해당 정보를 통보받지 않은 상태로 건물 자재로 작업하는 일이 절대 없다는 점
- 건물 자재를 건드려야 하는 경우 작업을 시작하기 전에 따라야 할 절차
- ACM을 다룰 경우 안전한 작업 방법
- ACM을 두고 할 수 있는/없는 작업

③ 특정 책임을 진 이들

- 관리 계획 일부를 담당하는 인력 또는 정비 또는 건축 작업 감독 및 통제 등 특정 책임을 진 인력 또는 검사 또는 조사(survey) 담당 인력 등에게 추가 교육을 실시하길 원할 수도 있다.

라) 기록·유지사항

다음 사항을 고려하여 관리 계획 구현 및 지속적 정비 일정을 잡는다.

- 실행 계획이 모든 보수 작업이 적절하게 실행되는지 보장하는지 감시함
- ACM이나 추정 ACM이 제 위치에 있는지 감시함
- ACM/추정 ACM 모니터링 빈도
- ACM 보수/제거 이후 석면 기록 갱신
- 정비 인력/사업체에 대한 지속적 의사소통/교육
- 전 직원에게 지속적으로 석면에 대한 인식 고취
- 구현 일정표 모니터링
- ACM 관련 사례와 사고 이후 습득한 교훈

석면건축물 관리 계획은 적어도 6개월마다 철저한 검토를 거쳐야 한다. 이때 구현 일정표에 따른 전체 진척상황 뿐 아니라 관리 프로세스와 그 효과도 모두 비판적인 안목으로 검토해야 한다. 다음 사항을 파악해야 한다.

- 안전 작업 절차 시스템에서 관리 계획을 참조하고 있는가
- 정비 인력, 기타 석면 근처에서 작업하는 인력 그리고 외부 사업체 인력에게 관리 계획을 어떻게 알릴 것인가
- 해당 사항이 있는 경우 입찰자 시방서에서 관리 계획을 참조하고 있는가
- 비상 대처 계획/우발사태 대처 절차에서 관리 계획을 참조하고 있는가
- 현지 비상 대책반에서 건물 내 석면 존재 여부를 파악하고 있는가

<표 34> 물질 상태 평가 알고리즘

변수	점수	예시
제품 형태 (또는 제품으로부터의 파편)	1	석면 강화 혼합물 (플라스틱, 레진, 매트릭스, 지붕 펠트, 비닐 바닥 타일, 반-경화 페인트 또는 장식용 마감재, 석면 시멘트 등)
	2	AIB, millboards, 저-강도 절연 보드, 석면 텍스타일, 가스켓, 밧줄 또는 직물 텍스타일, 석면 종이와 펠트
	3	보온재 (파이프, 보일러 피복재), 석면 뿔칠재, 치밀하지 못한 석면 직물, 석면 매트릭스와 패킹
손상 정도	0	양호한 상태: 육안으로 손상이 관찰되지 않음
	1	낮은 손상: 조금의 굽힌 자국, 표면의 표시, 가장자리가 부서진 보드, 타일 등
	2	중간정도의 손상: 중대한 파손 또는 몇몇 조그만 면적의 손상, 표면이 노출되어 석면 섬유가 드러남
	3	물질, 스프레이, 보온재의 상당한 손상 또는 갈라짐, 육안으로 파편이 발견됨
표면 처리	0	석면을 함유한 혼성 물질: 강화 플라스틱, 레진, 비닐타일
	1	단열재나 스프레이가 에워싸여져 있음, AIB (피면이 페인트로 칠해져 있거나 캡슐화 되어 있음) 석면 시멘트 등
	2	봉인되지 않은 AIB, 또는 캡슐화 되어 있지 않은 단열재, 스프레이
	3	봉인되지 않은 단열재, 스프레이
석면의 종류	1	백석면
	2	청석면을 제외한 갈석면
	3	청석면
합계		
	점수	석면 섬유 방출 잠재적 가능성
	10점 이상	높음
	7-9점	중간
	5-6점	낮음
	4이하	매우 낮음
비석면 물질은 석면 섬유 방출 잠재적 가능성을 주지 않음		

<표 35> 우선 순위 평가 알고리즘

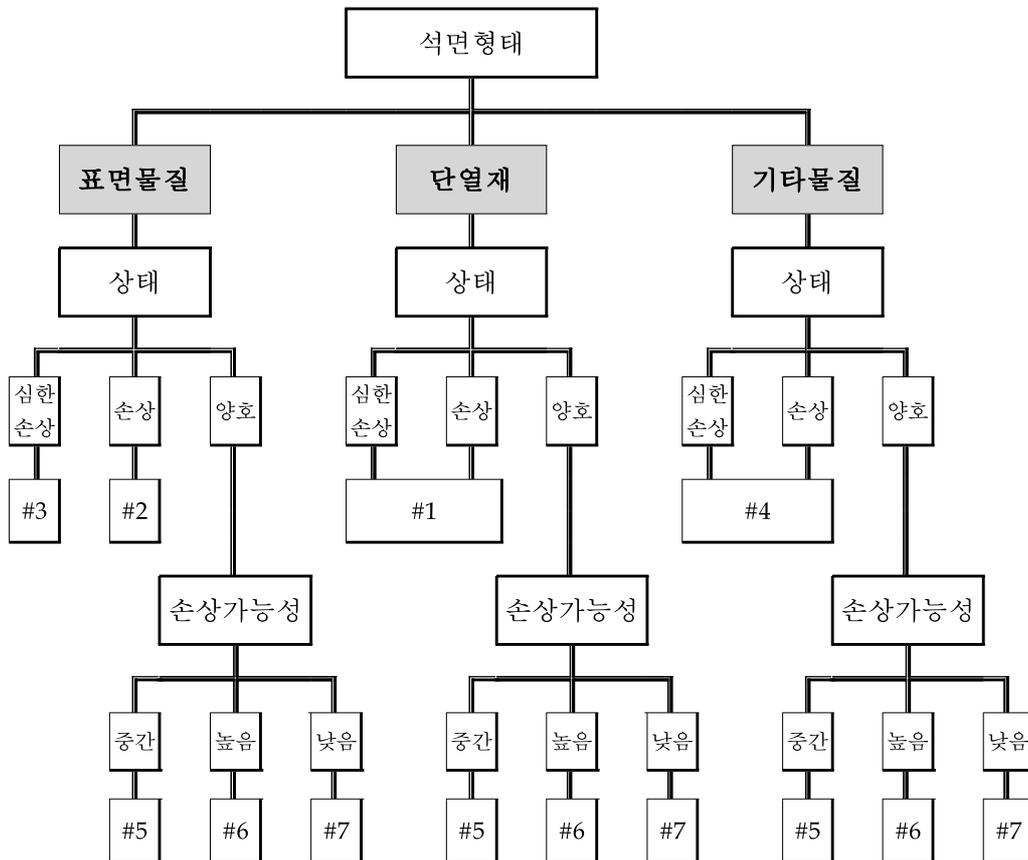
평가 요인	점수	예시
주거자의 활동		
지역에서 주된 활동 형태	0	분진발생 활동이 극히 드문 (예, 사용이 드문 저장실)
	1	분진발생 활동이 낮음 (예, 사무실 형태의 활동)
	2	주기적인 분진발생활동 (예, 공업용이나 탈것에 의한 활동이 ACMs에 접촉)
	3	분진발생활동도 높음(예, 계속적으로 사용하는 석면 단열 보드의 방화문)
이차 활동	"	상동
분진발생가능성		
위치	0	실외
	1	큰 방 또는 환기가 잘되는 지역
	2	100 m ² 이상의 방
	3	제한 구역
접근성	0	접근이 어려운 지역
	1	이따금 접근
	2	접근이 쉬움
	3	주기적으로 접근
넓이/양	0	소량 (예, 끈, 가스켓)
	1	≤10 m ² or ≤10 m pipe run.
	2	>10 m ² to ≤50 m ² or >10 m to ≤50 m pipe run
	3	>50 m ² or >50 m pipe run
잠재적 인적 노출		
거주자 수	0	없음
	1	1 to 3
	2	4 to 10
	3	>10
공간 사용 빈도	0	희귀함
	1	매월
	2	매주
	3	매일
공간의 평균 사용 시간	0	<1 시간
	1	>1 에서 <3 시간
	2	>3 에서 <6 시간
	3	>6 시간
정비 활동		
정비활동 형태	0	분진발생가능성이 거의 없음 (가능한 접촉하지 않음)
	1	분진발생가능성이 낮음 (예, 석면단열재보드 천장에서 천구 교환)
	2	중간정도의 분진발생활동(예, 배관에 접근하기 위해 1~2장의 석면단열재보드를 들어냄)
	3	높은 분진발생가능성(예, 배관의 교체나 케이블교환을 위해 몇장의 보드를 제거함)
정비활동 빈도	0	분진발생 가능한 정비가 거의 없음
	1	≤1/년
	2	>1/년
	3	>1/월

(3) 미국 EPA

1) U.S EPA 40 CFR PART 763

건물 내 석면함유물질의 조사, 평가, 조치, 기록관리 등에 대한 관리방안을 제시하고자 위함이며, ASTM 평가방법의 바탕이 되고 그 내용을 포함하고 있다. 평가방법 또한 ASTM의 방법과 동일하며, 위험도를 7개 범위로 나누어 조치사항을 제공한다(그림 15).

○ 유해도 등급에 따른 대응방안



<그림 15> EPA의 유해도 등급에 따른 대응 방안.

- ① #1 심한 손상상태 - 가능하면 그 지역의 출입을 금지하거나 폐쇄하고 석면함유물질을 제거한다.(혹은 석면이 함유된 물질의 비산이 발생하여 인간에게 영향을 미치지 않게 할 수 있다면, 그 지역을 완벽하게 폐쇄하거나 그 물질은 밀봉·밀폐한다). TSI의 경우 TSI를 안전하고 완벽하게 보수할 수 있다면 보수작업을 실시한다. 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우에는 석면함유물질에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ② #2 보통 손상 상태 / 심한 손상이 추가적으로 발생할 가능성이 있는 상태 - 가능하면 그 지역의 출입을 금지하거나 폐쇄한다. 석면함유물질을 제거하거나 그 지역을 폐쇄, 밀봉·밀폐 또는 보수작업을 실시한다. 모든 작업은 물질의 교란(손상된 상태이거나 심각한 손상 가능성이 있으므로 물리적 충격에 의해 손상되어 흩날릴 수 있음)으로 인한 심각한 석면 비산을 줄이기 위해 단계적으로 실시한다. 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우에는 석면함유물질에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ③ #3 보통 손상 상태 / 잠재적인 손상 가능성이 중간정도 상태 - 석면함유물질을 제거하거나 그 지역을 폐쇄, 그 물질에 대한 밀봉·밀폐 또는 보수작업을 실시한다. 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우에는 석면함유물질에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ④ #4 보통 손상 상태 / 잠재적인 손상 가능성이 낮은 상태 - 석면함유물질을 제거하거나 그 지역을 폐쇄, 밀봉·밀폐 또는 보수작업을 실시한다. 제거하지 않고 보수나 폐쇄, 밀봉·밀폐를 할 경우에는 석면함유물질에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ⑤ #5 양호한 상태 / 잠재적인 손상 가능성이 높은 상태 - 석면함유물질의 교란(심각한 손상 가능성이 있으므로 물리적 충격에 의해 손상되어 흩날릴 수 있음)을 줄이거나 제거하기 위한 절차를 수행한다. 모든 비산가능성의 석면함유물질과 보온재에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ⑥ #6 양호한 상태 / 잠재적인 손상 가능성이 중간정도 상태 - 모든 비산가능성의 석면함유물질과 보온재에 대한 지속적인 유지·관리가 필요하다.
- ⑦ #7 양호한 상태 / 잠재적인 손상 가능성이 낮은 상태 - 모든 비산가능성

의 석면함유물질에 대한 유지·관리가 필요하다. 다만 석면함유물질이 위의 6가지 카테고리의 상태로 변하지 않는다면 위와 같은 과정을 수행하지 않아도 된다.

2) U.S EPA's Proposed Algorithm

EPA의 석면함유물질의 유해성평가 알고리즘은 표 36과 같다.

<표 36> Sawyer Index(EPA) - Asbestos Hazard Evaluation Algorithm

노출요소	범위 또는 정도	점수
1. 현재상태 (손상정도)	없음	0
	보통: 작은 범위	2
	높음; 광범위함; 조각들이 벗겨져 있음	5
2. 누수	없음	0
	있으나 심각하지 않음	1
	보통에서 중대한 범위의 누수	2
3. 노출되는 표면적	노출되지 않음. 천장에 위치하거나 제거 등의 흔적이 없음	0
	10% 이하의 면적이 노출	1
	10% - 100%의 면적이 노출	4
4. 접근성	접근하지 않음	0
	낮음: 드물게 접근함	1
	보통에서 높음: 접근의 빈도가 잦음	4
5. 활동성과 이동성	없거나 낮음: 도서관 그리고 대부분의 교실 등	0
	보통: 약간의 교실이나 복도 등	1
	높음: 약간의 복도나 카페테리아, 모든 체육관 등	2
6. 공기압 또는 직접적인 공기 스팀	없음	0
	있음	1
7. 석면 함유율	극소량 - 1%	0
	1% - 50%	2
	50% - 100%	3
8. 부서짐	낮음; 부서지기 어려움, 그러나 손가락으로 손상을 입힐 수 있는 정도	1
	보통; 이탈하거나 으스러뜨리기가 꽤 쉬움	2
	높음; 슝털, 스피지, 얇게 벗겨지는 조각들	3

총합	조치사항	
0-12	조치를 연기하거나 고착화	총합 = (1-6까지의 합) X 7과 8의 점수
10-50	밀봉화	
40 이상	제거	

3) EPA's Guidance for controlling asbesdos-containing materials in buildings(Purple Book) & EPA's Managing Asbestos In Place; A Building Owner's Guide to Operations and Maintenance Programs for Asbestos-Containing Materials(Green Book)

※ 출처: 공공건물의 석면함유물질 사용 실태조사 I (환경부, 2009)

○ 석면 관리팀 구성 및 석면 관리자 선정

석면 관리팀은 건물 내의 석면함유물질에 대한 지속적이며 적절한 관리에 대한 의무 및 책임을 지게 되며 석면 관리 프로그램의 기능이 올바르게 수행되는 지에 대한 책임을 갖는다. 석면 관리팀의 운영 및 석면 관리 프로그램의 효과적인 운영을 위하여 석면 프로그램 관리자 및 해당 지원 인력을 지정한다. 지원 인력은 조사 보고서 관리 및 기록 보존 등을 담당하는 행정 인력 및 확인된 석면으로부터 탈락된 석면 부스러기에 대한 적절한 청소 및 석면함유물질의 보수 작업을 수행할 수 있는 석면 대응팀으로 구성될 수 있다. 석면 프로그램 관리자 및 지원 인력은 석면 관리에 필요한 전문 지식을 획득하기 위하여 석면 전문 교육기관에서 실시하는 해당 석면 교육 프로그램을 수료하고 정기적으로 보수 교육을 받아야 한다.

○ 교육

석면 관리 프로그램의 적절한 운영을 위해서는 석면 관리 및 대응을 담당하는 석면관리팀, 석면 프로그램 관리자, 석면 프로그램 관리자 지원 인력과 석면 함유물질과 접촉이 가능한 근무 직원, 청소 용역 업체의 직원 등에 대하여 다음과 같은 교육을 제공하여야 한다.

① 석면 조사자 교육

건물 내 석면에 대한 주기적인 재점검 및 기타 석면 조사를 수행하고자 하는 석면 관리팀원, 석면 프로그램 관리자, 석면 프로그램 관리자 지원 인력 등에게 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 조사자 교육을 제공하여야 한다. 석면 조사자 자격을 획득한 인원은 건물에서 확인된 석면함유물질에 대한 주기적인 점검, 석면 조사 수행, 고형 시료 채취, 석면함유물질의 상태 및 비산 가능성에 대한 평가 작업을 수행할 수 있으며, 필요시 조사 보고서를 작성할 수 있다.

② 석면 관리 계획자 교육

건물 내 석면 관리 계획을 운영하고 보완하며 타 건물에 대한 관리방안을 수립하고자하는 석면 관리팀원, 석면 프로그램 관리자, 석면 프로그램 관리자 지원 인력 등은 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 관리 계획자 교육을 수료하여야 한다. 석면 관리 계획자 자격을 획득한 인원은 석면 조사 보고서를 토대로, 확인된 석면함유물질의 유해도 등급을 선정한 후 적절한 대응방안 및 석면관리 프로그램을 작성할 수 있다. 또한, 석면 관리 프로그램이 정립된 이후에는 지속적인 보완과 운영의 역할을 수행하여야 한다.

③ 석면 해체·제거 감독자 교육

전문 석면 해체·제거 업체의 현장 작업을 평가하고 감독하고자 하는 석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력과 건물 내부 현장 작업팀의 팀장 업무를 수행하고자 하는 인원에게 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 해체·제거 감독자 교육을 제공하여야 한다.

④ 석면 유지/보수 작업자 교육 또는 석면 해체·제거 작업자 교육

건물에서 확인된 석면함유물질에서 탈락된 물질의 청소 및 석면함유물질의 보수 또는 소규모 제거 작업을 수행하고자 하는 내부 대응팀원은 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 유지/보수 작업자 교육 또는 석면 해체·제거 작업자 교육을 이수하여야 한다. 미국 직업 안전 위생 관리국에서는 석면 유지/보수 작업 업무를 수행하고자 하는 인원에 대해서는 2일 과정의 석면 유지/보수 작업자 교육을 요구하고 있다. 또한, 미국 환경보호청에서는 석면 해체·제거 작업을 수행하고자 하는 인원에 대해서는 4일 과정의 초기교육과 매년 8시간의 보수교육을 요구하고 있다.

⑤ 석면 인식 교육

건물 근무 직원, 시설물 유지 보수와 관련된 직원, 청소 용역 업무를 수행하고 있는 업체 직원에게 석면 인식 교육을 제공하여야 한다. 석면 인식교육은 석면에 대한 배경 정보, 건강에의 영향, 작업자 보호 프로그램, 건물 내 석면의 위치, 석면 물질에 대한 인식 방법, 석면 의심물질이 비산되었을 경우의 적절한 조치에 대한 교육 내용이 포함되어야 한다. 교육은 전문 석면 교육기관에 위탁 또는 건물 석면 관리팀에서 실시할 수 있다.

○ 작업자 보호

작업자 보호를 위한 조치에는 특수건강진단, 개인 보호구 지급, 개인 노출 평가 모니터링 등이 포함되며 건물 석면 대응팀 및 석면 해체·제거 작업 감독 업무 또는 석면 조사 업무를 수행하는 직원에 대한 해당 조치를 취해야 한다. 호흡 보호구가 작업자 안전을 위해 제공되는 경우에는 명문화된 호흡 보호구 프로그램을 작성, 운영하여야 한다.

① 특수건강진단 실시

건물 내부 석면 대응팀의 구성원 및 석면 관리팀에서 석면 조사 및 감독 업무를 수행하는 인원에 한하여 특수 건강진단을 실시한다. 특수 건강 진단은 해당 업무를 수행하기 전의 해당 인원에 대한 현재 건강 상태를 평가하기 위한 초기 건강진단을 실시하고 문서화하여야 한다. 해당 인원이 석면과 관련된 업무를 이직, 퇴직 등의 사유로 종료하는 경우에는 최종 건강 진단을 실시한다. 특수 건강진단 결과에 대한 기록은 석면 관리 프로그램 또는 개인기록 관리 시스템에서 규정하고 있는 절차에 의하여 보존하고 이직 또는 퇴직 후 30년까지 보관한다.

② 개인 보호구

청소 및 보수 작업을 수행하고자 하는 석면 대응팀원, 전문 석면 제거 업체의 작업 감독 업무 수행 또는 석면 조사 업무를 수행하는 석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력에 대해서는 노출되는 석면으로 부터 해당 인원을 보호할 수 있는 개인 보호구를 제공하여야 한다. 기본적인 개인 보호구는 아래와 같으며 업무의 형태에 따라 적절히 선정되고 필요시 추가적인 개인 보호구를 제공하여야 한다. - 호흡 보호구, 보호복, 신발 덮개, 안전화, 안전모, 보안경, 고효율 필터가 장착된 진공청소기, 고효율 필터가 장착된 음압기

③ 호흡기 보호 프로그램

호흡기 보호 프로그램 관리자를 임명하여 호흡 보호구를 착용하는 석면 관련 작업 및 기타 작업에 대한 호흡기 보호 관리 업무를 수행하도록 하여야 한다. 호흡기 보호 프로그램 관리 업무는 건물 안전 관리팀에서 수행하는 것을 추천한다. 호흡기 보호 프로그램 관리자는 적합한 호흡 보호구 선정 및 작업자로 하여금 올바른 사용 및 관리를 할 수 있는 교육을 제공하여야 한다. 또한, 새로운 호흡 보호구를 착용하는 경우 또는 매 1년에 한 번씩 정량적 또는 정성적

보호구 밀착도 검사를 수행하여야 하며 그 기록을 보존하여야 한다. 호흡 보호구 선정 방법, 보호구 필터 교체 주기, 교육 내용, 호흡 보호구 착용을 위한 폐활량 테스트 등을 포함하는 건강 평가, 밀착도 검사 방법 등에 대하여 명문화된 호흡기 보호 프로그램을 작성하여야 한다. 석면과 관련된 업무 수행을 위해 호흡 보호구를 착용하는 인원은 호흡기 보호 프로그램 관리자로부터 제공되는 지침 및 교육에 근거하여 호흡 보호구를 착용하고 관리하여야 할 의무가 있다.

④ 노출 모니터링

석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력은 내부 대응팀에 의한 청소, 보수 또는 소규모 제거 작업 중에 비산되는 석면에 대한 작업자 노출 평가 모니터링을 수행하고 그 기록을 보존하여야 한다. 또한, 측정된 결과는 해당 작업을 수행한 내부 대응 팀원에게 통보되어야 한다. 샘플링된 시료는 석면 전문 분석 기관에 의뢰하여 분석하도록 한다. 석면 관련 작업의 규모, 형태, 작업 기간에 따라 작업자 노출 모니터링 횟수 등에 차별을 둘 수 있다.

○ 주기적인 재조사

석면 조사자 교육을 수료한 석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력은 건물 내에서 확인된 석면함유물질에 대하여 매 6개월 마다 주기적으로 물질의 상태를 평가한다. 가능하면, 안전점검 또는 건물 환경 측정 등 기타 일정과 연계하여 동시에 실시할 수 있다. 주기적인 점검은 석면관리 프로그램에 있어서 핵심적인 항목이며 석면 관리팀은 이러한 점검 결과를 근거로 석면함유물질을 현장에서 관리할 수 있게 된다. 재조사 기간 동안 확인된 자료를 바탕으로 건물 석면 조사 보고서의 해당 내용을 새롭게 갱신하여야 한다. 석면 조사자는 재조사 활동 동안에 다음과 같은 업무를 수행하여야 한다.

- 석면 조사 보고서에서 확인되고 제거되지 않은 모든 석면에 대한 육안 검

사 실시

- 확인된 석면함유물질에 대한 추가 손상 발생 여부 등 평가
- 직접 석면 물질과 접촉하여 비산성에 변화가 있는지에 대한 결정
- 기존 석면 조사 보고서에서 확인하지 않은 석면 의심 물질 발견시, 그리고 필요시에는 고형 시료 채취
- 변경 사항에 대한 기록 보존

○ 기록 보존

석면 관리 프로그램의 적절한 운영을 위하여 근로자 및 시설 이용 시민의 석면 노출 최소화를 위한 모든 행동에 대하여 문서관리 시스템에 의해 해당 기록이 보존되어야 한다. 문서관리 시스템에 의해 관리 및 보존되어야 하는 항목은 다음과 같으며 보관할 문서의 항목, 보관 기간 등의 요구사항에 대한 지침이 세워지기 전까지는 모든 관련 기록을 보관하도록 한다.

- 석면 조사 결과 보고서
- 주기적인 재조사 결과
- 내부 대응팀에 의한 청소 및 보수 작업 보고서
- 전문 석면 제거 업체에 의한 석면 제거 작업 보고서
- 석면함유물질이 탈락되어 비산된 경우에 대한 기록 및 조치 사항
- 근로자 교육 실적
- 건강진단 결과
- 호흡기 보호 프로그램 자료
- 작업자 노출 모니터링 결과
- 석면 관련 공지 자료

(4) 일본

1) 정부차원의 석면규제 동향

일본의 석면관련 정책의 주관부서는 후생노동성으로 판단되며 관련홈페이지(<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/sekimen>)를 통하여 석면과 관련된 Q&A, 석면노출로 인한 산재에 관한 정보, 석면과 관련된 직업정보 등을 소개하고 있으며 후생노동성의 석면 관계법령, 고시, 통지 등은 (<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/sekimen/hourei/index.html>)에서 자세히 소개하고 있다.

석면관련된 법령으로는 1960년에 석면 제조 공장 등에서 일하는 노동자의 건강피해를 예방하기 위하여 제정된 “진폐법, 시행규칙”(후생노동성)이 가장 오랜 역사를 갖고 있다. 적정한 예방 및 건강관리 그 외 필요한 조치를 강구함으로써 노동자의 건강보호와 그 외 복지증진에 기여함을 목적으로 진폐법이 제정되었다.

일본의 석면관리법규 체계는 크게 2가지로 구분할수 있는데 노동자의 건강장해예방을 목적으로 하는 것과 일반 환경 보전 및 공해방지를 위한 목적의 규제가 존재한다.

첫번째 목적에 부합하는 법령은 “노동안전위생법, 시행령, 시행규칙”으로 노동재해방지에 관한 종합계획적인 대책을 추진하는 것에 의해 직장에서의 노동자의 안전과 건강을 확보하는 것과 동시에 쾌적한 작업환경의 형성을 촉진하는 것을 목적으로 하고 있다.

주로 석면해체 작업자의 건강장해를 예방하기 위한 “석면장해예방규칙”(후생노동성)도 존재한다. 이 규칙에서는 석면에 의한 노동자의 폐암, 중피종 등의 건강장해를 예방하기 위해 작업방법의 개선, 관계시설의 개선 등의 필요한 조치를 강구하여, 석면에 의한 노출정도를 최소한도로 하도록 힘쓰기로 되어있다. 아울러 이 규칙에는, 석면 등을 취급하는 업무 중에, 해체

등의 업무에 관한 조치를 중심으로 석면 및 석면함유제품을 제조 또는 취급할 때의 관리기준을 정하고 있다.

아울러 작업환경에 관해서는 “작업환경측정법, 동시행령, 시행규칙”(후생노동성)로 규정하고 있다. 이 법에서는 실내 작업장의 작업환경 측정에 관한 작업환경측정사의 자격 및 작업환경측정기관 등에 대하여 필요한 사항을 정하고 있다. 작업환경측정기준 제10조(특정화학물질 등의 측정), 작업환경평가기준 : 관리농도 석면 0.15 f/cc(Chrysotile) 등이다.

<표 37> 노동안전위생법·동시행령·동규칙의 개요

노동안전위생법	동시행령	동규칙
제조 등의 금지(제55조)	제조가 금지되어 있는 유해물 등(제16조) 제1항	
명칭 등의 표시(제57조) (명칭, 성분 및 함유량, 인체에 미치는 작용, 저장, 취급상의 주의 등)	명칭 등을 표시해야 하는 유해물(제18조) 2호의 2 석면 (갈석면과 청석면은 제외) 29호 함유하는 제제(製劑)와 그 외의 것으로 후생노동성령으로 정한 것	명칭 등을 표시해야 하는 유해물(제30조) 별표 제22호의 2 1중량%를 초과하여 석면을 함유하는 제제와 그 외의 것 * 참고(제31조 ~ 34조의 2)
문서의 교부 등(제57조의 2) (제57조의 내용, 물리적 및 화학적 성질, 응급 조치 등)	명칭 등을 통지해야 하는 유해물(제18조의 2) 별표9 40호 석면 (청석면은 제외)	명칭 등을 통지해야 하는 유해물(제34조 2의 2) 1중량%를 초과하여 석면을 함유하는 제제와 그 외의 것 * 참고(제34조 2의 3 ~ 제34조 2의 6)
건강관리수첩(제67조)	건강관리수첩을 교부하는 업무(제23조) 3호 분진작업에 관련한 업무 11호 1중량%를 초과하여 석면을 함유하는 제제를 제조하거나 또는 취급하는 업무	건강관리수첩(제53조, 제60조) * 교부요건 ■ 진폐법 제13조 제2항 등의 규정에 의하여 결정된 진폐관리구분이 관리2 또는 관리3일 것(제3호) ■ 양 폐에 석면에 의한 부정형음영 또는 석면에 의한 폐막비후가 있을 것(제11호)
계획의 제출 등(제88조)		계획을 제출해야 하는 기계 등(제88조, 제90조)[분사석면의 제거작업에 관한 계획 제출]

두 번째 목적에 부합하는 법령으로는 “대기오염방지법, 시행령, 시행규칙”(환경성)을 통해 국민건강과 생활환경 보전을 위한 법령이 있는데 “대기오염방지법”은 공장 및 사업장의 사업활동에 동반하여 발생하는 분진의 배출 등을 규제하여, 대기오염으로 인한 국민의 건강을 보호함과 함께 생활환경을 보전하는 것을 목적으로 한다.

“폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률, 시행령, 시행규칙”(환경성)은 폐기물을 적정하게 처리하여 생활환경을 청결하게 함으로써 생활환경의 보전 및 공중위생의 향상도모를 목적으로 하고 있으며 동 법에서는 산업폐기물을 일반산업폐기물과 특별관리산업폐기물로 구분한다. 「특별관리산업폐기물」에 해당하는 석면함유 폐기물은 건축물에서 제거된 뿔칠석면, 석면함유 보온재 등의 폐기물을 말하며 이를 “폐석면 등”으로 동 법·시행령·시행규칙에서 정하고 처리기준을 일반산업폐기물에 비하여 엄격하게 설정하고 있다. 또한 “폐석면 등 처리매뉴얼”에서는 석면함유 단열재, 내화피복제도 뿔칠석면 등과 동일하게 “폐석면 등”으로써 처리하도록 되어 있으며 슬레이트 등의 성형제품의 석면함유 폐기물은 일반산업폐기물에 해당되지만 “비비산성 석면 폐기물의 취급에 관한 기술지침”에 따라서 처리하는 것이 바람직하다 라고 정의하고 있다. 여기서 “폐석면 등”이라 함은 i) 석면 건재 제거사업으로 건축물에서 제거된 뿔칠석면과 제거사업에 사용된 도구 등 ii) “대기오염방지법”에서 정해진 특정분진 발생시설이 설치되어 있는 사업장의 분진시설에 포집된 석면과 사용한 도구 등의 폐기물을 의미한다.

아울러 국토교통성에서도 “건축기준법”과 “택지건물취급업법”, “건축리사이클법”, “주택품질확보의 촉진 등에 관한 법률”을 제정하여 석면을 관리하고 있다. 이중 “건축기준법”에서는 비산이 우려되는 석면함유 건재의 사용을 금지하기 위하여 다음과 같은 규제 등이 실시된다고 설명하고 있다. 뿔칠석면 및 석면함유 뿔칠암면에 대하여는 대규모 중·개축시에 제거, 봉입 혹은 주변막 설치를 의무화, 또한 석면섬유의 비산우려가 있는 경우, 비산방

지에 대한 권고·명령, 보고 청취·출입검사, 정기 보고제도에 의한 열람 등을 실시한다고 규정하고 있다.

역사적으로 살펴보면 1971년에 “특정화학물질 등 장해예방규칙”이 제정됨으로써 석면에 의한 노출현황이 크게 변화하게 되었다고 보고하고 있다. 1995년 청석면 및 갈석면 사용 등을 금지하였으며 이후 2004년 10월에 석면(청석면·갈석면은 금지물질이므로 제외)을 그 중량의 1%를 초과 함유하는 10종의 혼합제품에 대해 사용 등을 금지하였고 금지(제조·수입·양도·제공·사용)제품으로는 석면시멘트, 압출성형 시멘트판, 주택개량용 스투트, 섬유강화시멘트판, 요업계-사이딩, 클러치-페이싱, 클러치 라이닝, 브레이크 패드, 브레이크 라이닝, 접착제를 공포하였다. 이후 후생노동성에서는 2006년까지 대체화를 통하여 석면사용 등의 전면금지 계획을 공표하였다.

앞으로 석면제품이 사용된 건축물의 해체 등이 증가할 것으로 예상됨에 따라, 건축물의 해체작업에 있어서 석면건강장해예방대책에 만전을 기하기 위해 새로운 ‘석면장해예방규칙’을 제정하였다.

2006년 노동안전위생법 개정에 의해 석면과 석면을 그 중량의 0.1%를 넘어서 함유하는 모든 물질의 제조·수입·양도·제공·사용금지(가스켓, 패킹 예외) 및 규제대상물질의 범위 확대(분쇄시켰을 때에 비산할 경우는 고형화 또는 고체화라도 대상)가 실시되었다.

2) 민간단체 중심의 석면관련 동향

일본 석면협회(<http://www.jaasc.or.jp>)를 중심으로 석면관련 건강정보, 법규안내, 석면진단사 등 제도 소개 및 일반대중과의 석면관련 Risk Communication을 시행하고 있는 것으로 판단된다. 동 협회는 1948년 5월에 인가된 법인으로 석면 및 석면제품 등의 건전한 생산, 유통, 소비를 도모하고 안전위생 및 환경의 향상을 목표로 하는 단체임을 천명한다.

건축물의 해체 등에 관한 석면 비산 방지 대책 매뉴얼 (2007년판) (http://www.env.go.jp/air/asbestos/litter_ctrl/manual_td/index.html), 및 일본 석면협회의 석면에 관한 규정, 석면 장해 예방 규칙 적용 목록 등을 정보로 제공한다.

아직 국내에는 소개되거나 운영된 적이 없는 “석면진단사”는 석면이 사용되고 있는지의 여부 판단, 사용되고 있는 석면의 처리필요성 판단, 석면함유 제품 등의 처리공사에 관한 적정공사의 진단 등의 역할을 담당하는 자로서 석면함유제품을 취급하는 종사자들에게 교육도 가능하다고 한다.

<표 38> 국내외 석면함유 건축물 관리 제도, 매뉴얼의 비교

	석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 한국산업안전보건공단)	석면안전관리법 (환경부)	석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부)	건축물 석면관리 가이드라인(환경부)	학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부)	석면관리 매뉴얼(서울특별시)	ASTM (Comprehensive Building Asbestos Surveys)	HSE (A Comprehensive Guide to Managing Asbestos in Premises)	EPA (AHERA, Purple Book, Green Book 등)
책임자 및 적용범위	사업주	대통령으로 정하는 건축물의 소유자[「유아교육법」 제7조에 따른 유치원, 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교(이하 “학교등”이라 한다)의 경우에는 학교등의 건축물을 관리하는 자를 말하며, 이하 “건축물소유자”라 한다]	-	건축물 소유자	유치원과 초·중·고등학교(특수학교 및 각종 학교 포함) 교육감 또는 교육장 - 관내 학교에 대한 실태조사 학교장 - 정기점검, 교내 석면정보 관리, 석면관련 정보 변동시 관할교육청에 보고	건물 소유주	건물 소유주	건축물의 소유주, 부동산보유자, 사업주(개인 주택 제외)	건물주, 건물의 해체 및 보수작업을 하려는 자(소유주 혹은 사업자)
석면조사	석면조사대상-석면조사기관 그 외-자체 수행 가능(조사기관 애행 추천) 자체사양 확인(전문기관을 통한 시료분석 추천)	석면조사기관으로 하여금 실시 지방자치단체장(학교의 경우 교육감)석면조사결과 보고 임차인·관리인 등 건축물 관계자 및 건축물의 양수인에게 고지	조사자를 지정하지 않음 자체사용이력, 육안검사에 의존(시료분석을 실시하는 경우 분석기관에 의뢰)	조사자를 지정하지 않음 1차적으로 자체이력, 육안확인 을 통하여 실시 석면지도의 경우 관리자 또는 공사 관계자에게 공지	‘학교 석면실태조사인력(대한석면관리협회 주관 특별연수를 이수한자, 석면 조사의 경험이 있는 교육청 직원 등 2인 1조(시설담당 1명, 보건담당 1명)’을 활용 자체사용이력, 육안검사에 의존	자가 조사 가능(전문 기관 추천) 석면 함유 의심 자체 파악, 석면지도 작성 석면지도의 경우 관리자 또는 공사 관계자에게 공지	외부 컨설턴트에 의뢰하거나 또는 자체적으로 수행하는 경우 EPA로부터 승인을 받은 전문가가 진행	내부 관계자나 제3자에 의해 수행(충분한 훈련, 자격, 지식과 경험을 소지한 자.) 권고된 지침(예, HSG264)을 준수	석면 교육을 받은 내부관계자나 기술적 전문인력을 갖춘 외부 컨설턴트에 의뢰, 조사팀의 구성은 석면 담당자, 자문위원, EPA 지역 담당관으로 구성이 됨

	석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 한국산업안전보건공단)	석면안전관리법 (환경부)	석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부)	건축물 석면관리 가이드라인(환경부)	학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부)	석면관리 매뉴얼(서울특별시)	ASTM (Comprehensive Building Asbestos Surveys)	HSE (A Comprehensive Guide to Managing Asbestos in Premises)	EPA (AHERA, Purple Book, Green Book 등)
석면조사 의 항목	해당 건축물이나 설비에 석면이 함유되어 있는지 여부 건축물이나 설비에 함유된 석면의 종류 및 함유량 석면이 함유된 제품의 위치 및 면적	산업안전보건법 제38조의2에 따른 해당 건축물이나 설비에 석면이 함유되어 있는지 여부 건축물이나 설비에 함유된 석면의 종류 및 함유량 석면이 함유된 제품의 위치 및 면적	기본현황(건축년도, 연면적, 리모델링 내역 등) 석면함유 의심물질의 사용분포(재질, 위치, 면적)	석면함유 설비 또는 자재 위치·분포·종류 및 면적 범위	석면이 함유된 것으로 밝혀진 건축자재의 학교내 사용여부 및 분포도, 위치, 훼손정도 등 조사	석면함유 물질 목록	건물 자재의 정보, 이전의 석면조사 기록, ACM 의심물질의 양, 고형시료 위치, ACM의 넓이, 길이, 종류	조사 유형 1-추정 조사 (presumptive survey) 조사 유형 2-샘플링 조사 유형 3-개보수 또는 해체 작업 전에 실시	석면을 함유한 표면 뽀칠재, 단열재, 기타물질 등을 확인하는데 초점이 맞추어져 있음. 석면 함유물질의 색깔, 질감, 건축년도, 일반적인 외형에 따라 채취 및 분석
석면지도	상기의 조사를 통한 석면지도 작성	석면건축자재가 사용된 건축물의 경우 석면지도 작성	공공건물 석면(함유 의심물질) 지도 작성	상기의 조사를 통한 석면지도 작성	학교 석면(함유 의심물질) 지도(엑셀 파일)를 작성, 학교별로 첨부	상기의 조사를 통한 석면지도 작성	건물의 도면을 이용하여 각각의 고형시료가 채취된 장소 등이 기록된 석면지도를 작성, 건물의 구조에 익숙하지 않은 사람이 봤을 때에도 쉽게 알아볼 수 있도록 어렵지 않게 자세히 묘사	석면지도에 대한 명시는 없으며, 조사보고서에 석면자재의 위치, 수량, 범위, 상태, 제품유형, 석면종류, 자재상태를 담도록 함 석면지도도 좋은 방법으로 권고	상기의 조사를 통한 석면지도 작성, 또한 건축 자재 기록 조사를 통해 건물 내 석면함유물질 사용여부를 확인함

	석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 한국산업안전보건공단)	석면안전관리법 (환경부)	석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부)	건축물 석면관리 가이드라인(환경부)	학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부)	석면관리 매뉴얼(서울특별시)	ASTM (Comprehensive Building Asbestos Surveys)	HSE (A Comprehensive Guide to Managing Asbestos in Premises)	EPA (AHERA, Purple Book, Green Book 등)
위험방지	손상정도와 잠재적 손상 가능성을 종합하여 6개 단계의 조치 사항 제시 조치 사항에 따른 석면관리대책 수립·시행 권고	대통령령으로 정하는 석면건축물 관리기준 준수 (근로자만이 상시적으로 종사하는 작업장소 등은 「산업안전보건법」 준수) 지방자치단체장 판단에 위해가 우려될 경우 석면 해체·제거, 그 밖에 석면 비산방지에 필요한 조치 및 사용중지 명령 가능	AHERA에 준한 대응법 참조 기관별 장은 현장실태 조사결과와 석면비산이 우려되는 등 즉각적인 조치가 필요한 공공시설에 대해서는 조치계획 마련	특별한 기준이 없음 “비산 가능성이 크거나 훼손되었을 경우 표면 고착화, 밀폐, 수리 및 제거 등의 적정한 조치에 따라 시급히 행하여야 한다.”	AHERA의 구분법 준용, 훼손 정도 판단척도에 따라 훼손정도별 관리방안 제시 2등급 이상일 경우 개선·보완	AHERA에 준한 대응법 참조 등급별 관리 권고	현재상태와 잠재적 손상가능성에 대한 정량적 및 정성적 평가 툴을 사용하여 ACM에 관한 abatement 또는 O&M 제시	자체적인 평가 기준 제시 물질 상태와 우선순위 평가를 종합하여 위험성을 평가 위험성에 따라 우선순위를 설정하고 자재에 따른 조치 사항을 제시	물리적 평가, 손상 정도 평가, 노출 가능성 평가로 나누어 평가함. 물리적 평가 - friable, non-friable, 손상 정도 평가 - 심각한 손상, 보통손상,, 좋음, 노출 가능성 평가 - 높음, 보통, 낮음
석면건축물안전관리인의 지정	석면 관리자가 석면과 관련된 전문지식을 가지고 있지 않더라도 외부 전문가와 전문기관을 활용하여 건축물 내 석면 함유물질을 관리할 수 있음(총무과 직원, 시설관리 직원)	‘석면 건축물 안전관리인’ 1명 이상을 지정, 지방자치단체장에게 신고 석면건축물안전관리인은 환경부령에 의한 교육(학교 등의 경우 교육과학기술부장관) 이수	-	특별한 지정자 없음 “건축물 소유자 또는 관리자는 석면관리 및 석면비산 방지방법 등에 대한 교육을 받도록 권장한다.”	특별한 지정자 없음 학교 관리자 및 시설관리책임자가 실태, 작업, 보호구 등을 관리하도록 함	건축물 소유자는 석면 관리자 지정 석면관리 및 석면지산 방지 방법 등에 대한 교육 이수	Principal/Technical Director 또는 대체 가능한 Project Manager를 포함시킨다.	관리 계획 일부를 담당하는 인력 또는 정비 또는 건축 작업 감독 및 통제 등 특정 책임을 지닌 인력에게 관련된 교육과 책임을 지정	석면 프로그램 관리자 및 해당 지원 인력을 지정(행정 인력, 석면 대응팀 등), 지원인력은 석면 교육 프로그램 수료 및 정기적인 보수 교육 이수

	석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 한국산업안전보건공단)	석면안전관리법 (환경부)	석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼(환경부)	건축물 석면관리 가이드라인(환경부)	학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부)	석면관리 매뉴얼(서울특별시)	ASTM (Comprehensive Building Asbestos Surveys)	HSE (A Comprehensive Guide to Managing Asbestos in Premises)	EPA (AHERA, Purple Book, Green Book 등)
기록·유지 사항	석면결과와 지도 보존, 근로자에게 고지, 근로자 교육, 작업관리 및 주기적 관찰, 심각한 손상시 재조사 후 적절한 조치, 석면지도 업데이트	석면조사결과 석면건축물안전관리인은 환경부령으로 정하는 준수사항을 지킴	석면조사결과 및 관련 자료는 3년간 보존 별도의 추가조사, 내용변동(개·보수, 해체, 제거) 등을 실시한 경우 지속적으로 업데이트	3년마다 석면지도의 정확성 평가, 필요시 추가조사 6개월 마다 석면함유 설비 또는 자재상태를 평가	관할구역별로 학교석면 D/B 시스템 구축 학교별로 석면지도 3년간 보존(그 이상 보존 여부는 교육감이 판단) 해·보수·해체 또는 추가조사 등 변동 사항 D/B에 추가입력·관리	전문기관이 실시한 석면조사 결과는 30년 이상 보관 석면관리자는 석면자재의 상태 점검(6개월 주기) 석면지도의 경우 3년마다 정확성을 평가, 업데이트	조사의 결과에 대한 보고서 작성 후 건물주에게 전달, 보존에 관한 내용은 없음	6개월마다 관리 계획 검토 관련된 기록, 추진사항, 교육 등을 검토, 업데이트	문서관리 시스템에 의해 해당 기록(석면조사결과 보고서, 비산된 경우 대한 조치 사항, 근로자 교육, 건강진단결과, 작업자 노출 모니터링 결과 등) 보존, (작업자 노출 모니터링 및 건강진단의 경우 30년, 교육에 관한 사항은 1년 등)

3. 평가 방법의 현장 적용 및 공기중 섬유 농도와의 관련성

석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 2009)에서는 석면함유 물질의 종류에 따른 현재 상태 평가 방법과 그 평가 결과에 따른 관리대책을 제공하고, 건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009)은 석면의 해체·제거 위주로 훼손되었을 경우 고착화, 밀폐, 수리 및 제거 등의 적절한 조치를 제공하나 평가에 대한 구체적인 방법을 제시하지는 않는다. 석면함유 공공건물의 적정 관리 매뉴얼(환경부, 2009)에서는 비산 영향인자(접근성, 진동, 공기)와 훼손정도(현재 상태)에 따른 구분방법과 조치사항에 대한 정보를 제공하며, 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부, 2008)에서는 석면함유 제품의 사용 여부, 사용면적 및 위치, 훼손정도, 접근성 등을 육안으로 조사하여 등급별로 분류한 후 관리방안을 제시하고, 석면관리 매뉴얼(서울특별시, 2010) 또한 훼손정도(현재 상태)에 따른 관리방안을 제공한다. 현재 국내의 ACMs에 관한 각 부처별 평가 관리 방법은 모두 ASTM E2356(EPA의 방법을 포함함)의 방법을 교정하여 제공하고 있다.

국의 평가 방법의 경우 국내에서 제공되고 있는 평가 방법의 기반이 되며, 특히 ASTM E2356은 EPA의 내용을 포함한 현재 상태와 잠재적 손상가능성에 따른 정성 및 정량적인 방법을 제공한다. HSE HSG227에서는 제품 형태, 손상 정도 등을 포함한 물질상태 평가 알고리즘과 주거자의 활동, 분진발생가능성, 인적 노출 등을 포함하는 우선순위 평가 알고리즘을 활용하는 방법을 제공하고 있다. ASTM E2356의 현재상태와 HSE HSG227의 물질상태, 그리고 잠재적 손상 가능성과 우선순위 평가 알고리즘은 항목별로 차이는 있으나 같은 표현이며, ACMs를 평가하기 위한 대표적인 방법이라 할 수 있다.

석면건축물에 함유된 석면이 공기중으로 비산되는데 영향을 미치는 요소는

위의 HSE, ASTM 및 EPA 평가 항목들을 포함하여 건축년도, 비산성, 면적, 부피 등을 들 수 있다. 석면건축물의 적절한 유지·관리를 위해서는 위의 조건들을 고려한 위험성 평가 방법을 개발하여야 하고, 그것을 위해서는 실내의 공기중 농도를 측정하고 그 관련성을 평가하여야 한다. 따라서 HSE, ASTM 및 EPA에서 제공하는 평가 틀을 이용하여 현장 적용하고, 그 결과에 따라 실내공기중 석면 농도를 측정하고 그 결과를 비교하였다.

3-1. HSE, ASTM, EPA에서 제공하는 평가 틀을 활용한 현장 적용

(1) 조사대상 및 결과

HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 틀은 평가방법이 단순하고 각 요인에 대한 점수화가 가능하며, 관리자 및 조사자의 판단에 따른 능동적 대처가 가능하다. 그러나 조사자의 능력, 경험, 사고방식 등에 따른 주관적 견해가 반영될 수 있으며, 과대 또는 과소평가의 개연성이 존재한다. 따라서 각 방법별로 현장적용을 통하여 그 차이를 비교하여야 하며, 적용 후 조사자의 특징에 따라 차이 있는 요소를 확인하고 결과로 나오는 정성 및 정량적인 데이터에 대하여 비교 및 평가하여야 한다.

석면조사가 완료된 상업용 건물 4곳을 선정하고, 각 건물별로 ACMs가 존재하는 3개 실을 선정하여 평가하였다. ACMs의 종류는 상대적으로 많은 양을 차지하는 천정텍스, 벽체, 가스켓, TSI 위주로 조사하였으며, 그 대상은 <표 35>에 나타내었다. 또한, HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 틀을 이용하여 각각 평가하였으며, 그 결과를 <사례 1>~<사례 18>에 나타내었다.

<표 39> 위험성 평가 방법의 현장 적용 대상

현장 ID	실 NO	ACM 종류	석면종류	함유율	건축년도	용도
A	A-1	천정텍스	백석면	5%	1995	기계실
	A-1	TSI	비석면	-	1995	기계실
	A-2	천정텍스	백석면	8%	1995	사무실험실
	A-3	천정텍스	백석면	3%	1995	물탱크저장실
B	B-1	천정텍스	백석면	3%	1967	물품보관실
	B-2	천정텍스	백석면	10%	1967	실험실
	B-3	천정텍스	백석면	10%	1967	화장실
	B-3	벽체(타일)	백석면	12%	1967	화장실
C	C-1	천정텍스	백석면	10%	1993	사무실
	C-2	가스켓	백석면	40%	1993	기계실
	C-2	TSI	비석면	-	1993	기계실
	C-3	천정텍스	백석면	10%	1993	물품보관실
	C-3	벽체(시멘트보드)	백석면	7%	1993	물품보관실
D	D-1	천정텍스	백석면	15%	1967	사무실
	D-2	천정텍스	백석면	10%	1967	체력단련실
	D-3	천정텍스	백석면	10%	1967	회의실
E	E-1	천정텍스	비석면	-	2008	강의실
F	F-1	천정텍스	백석면	3%	1994	저장실

<사례 1> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : F-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1994		용도 : 저장실		석면함유율 : 3%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
A	7	16	23	2	3	2	1	2	1	2	2	2	3	3	0	3	0
B	7	16	23	2	2	2	1	2	1	2	2	3	3	0	3	0	
D	8	17	25	2	3	2	1	2	2	2	2	3	3	0	3	0	
E																	
F																	
G																	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
A	나쁨(Poor) / 2	높음(High) / 9	H	H	L	H	H	L	L								
B	나쁨(Poor) / 3	높음(High) / 8	H	M	M	M	M	M	H								
D	나쁨(Poor) / 2	중간(Medium) / 6	H	M	M	M	H	L	L								
E																	
F																	
G																	

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

이곳은 식료품을 보관하는 1층 창고로 매일 지게차로 수회 드나들면서 물건을 운반한다. 하루 사용시간은 1시간 미만이다. 천장재에 손상이 많이 되어 있었고, 누수의 흔적이 있는 곳도 발견되었다. 물건은 높게 적재되어 있었다. 천장재의 넓이는 100 m²이다. 바닥에는 많은 먼지, 부스러기가 관찰되었다.

가. HSE 방법에 의한 평가

o 물질평가(MA): 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면의 종류에 기초한 평가로 아래 표를 이용하여 각각의 평가 점수를 합산하여 제시한다. 4가지 제품의 형태는 2점, 표면처리 2점, 석면종류는 1점이고 손상정도는 조사자에 따라 약간의 차이가 있었다.

변수	점수	예시
제품 형태	1	석면 강화 혼합물 (플라스틱, 레진, 메트릭스, 지붕 펠트, 비닐 바닥 타일, 반-경화 페인트 또는 장식용 마감재, 석면 시멘트 등)
	2	AIB, millboards, 저-강도 절연 보드, 석면 텍스타일, 가스켓, 밧줄 또는 직물 텍스타일, 석면 종이와 펠트
	3	보온재 (파이프, 보일러 피복재), 석면 뿔칠재, 치밀하지 못한 석면 직물, 석면 매트릭스와 페킹
손상 정도	0	양호한 상태: 육안으로 손상이 관찰되지 않음
	1	낮은 손상: 조금의 굵힌 자국, 표면의 표시, 가장자리가 부서진 보드, 타일 등
	2	중간정도의 손상: 중대한 파손 또는 몇몇 조그만 면적의 손상, 표면이 노출되어 석면 섬유가 드러남
표면 처리	0	석면을 함유한 혼성 물질: 강화 플라스틱, 레진, 비닐타일
	1	단열재나 스프레이가 에워싸여져 있음, AIB (표면이 페인트로 칠해져 있거나 캡슐화 되어 있음) 석면 시멘트 등
	2	봉인되지 않은 AIB, 또는 캡슐화 되어 있지 않은 단열재, 스프레이
석면 종류	1	백석면
	2	청석면을 제외한 갈석면
	3	청석면

o 우선순위결정(PA): 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도를 정량 평가한 것으로 모두 합산하여 제시한다. 104 페이지 <표 35>를 이용하여 평가한다.

나. ASTM & EPA 방법에 의한 평가

o 현재상태(CC): 물질의 상태를 정량 및 정성 평가한 것으로 아래 표를 이용하여 평가한다. 현재상태는 분진 및 부스러기가 많이 관찰되고 손상정도가 크기 때문에 '나쁨'으로 판정되었고 세부등급을 결정한다,

정성등급	정량 등급	설 명
좋음	8, 9, 10	표면마감재: 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우 TSI(thermal system insulation): 커버의 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우 기타물질: 부스러기 및 손상정도가 관찰되지 않거나 미미한 경우
		표면마감재: 손상정도가 관찰되기는 하나 많지 않은 경우
보통	4, 5, 6, 7	TSI(thermal system insulation): 커버의 찢리거나 찢기는 등의 손상정도가 관찰되기는 하나 많지 않은 경우 기타물질: 분진 및 부스러기들이 관찰되기는 하나 많지 않은 경우
		손상부위: 전체 10% 이하, 부분 25% 이하 표면마감재: 손상정도가 큰 경우
나쁨	1, 2, 3	TSI(thermal system insulation): 커버의 찢리거나 찢기는 등의 손상정도가 큰 경우. 자체 손상이 있는 경우 기타물질: 분진 및 부스러기의 근본적인 노출이 많으며 손상정도가 큰 경우 손상부위: 전체 10% 이상, 부분 25% 이상

o 잠재적손상가능성(PFD) : 활동성, 접근성, 진동, 공기흐름, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 조사자의 판단에 따라 정량 및 정성 평가하는 것으로 78페이지의 <표 32>를 이용하여 평가한다. 각 평가요인에 대해 평가하고, 이들의 평가결과를 합산하여 잠재적 손상가능성을 세 수준(고, 중, 저)으로 평가하고 다음으로 세부등급을 결정한다.

<사례 2> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : A-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1995		용도 : 기계실		석면함유율 : 5%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)			석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)										
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재질 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	18	6	12	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	0	2	0
D	19	7	12	2	2	2	1	1	1	1	2	2	3	0	2	0	
E	20	6	14	2	2	1	1	2	1	1	2	2	3	0	3	0	
F	17	6	11	2	1	2	1	0	0	1	2	3	3	0	2	0	
G	15	8	7	2	3	2	1	1	1	0	1	1	2	0	0	1	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	H	M	L	M	L	M	L								
D	나쁨(Poor) / 3	높음(High) / 8	H	L	M	M	H	M	L								
E	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 7	M	L	M	H	M	H	L								
F	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 7	M	M	L	L	H	M	M								
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	M	M	M	L	H	L	L								

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 3> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가



HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재질 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	18	5	13	3	1	1	0	2	1	1	1	1	3	3	0	2	0
D	15	4	11	3	0	1	0	0	1	1	2	2	3	0	2	0	
E	15	4	11	3	0	1	0	0	1	1	2	2	3	0	2	0	
F	15	4	11	3	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	2	0	
G	13	5	8	3	1	1	0	0	0	1	2	1	2	0	1	1	

ASTM & EPA									
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가						
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 7	H	M	L	M	M	L	M
D	좋음(Good) / 8	높음(High) / 8	H	L	M	M	H	M	L
E	좋음(Good) / 9	중간(Medium) / 7	M	L	M	H	M	H	L
F	좋음(Good) / 9	중간(Medium) / 7	M	M	L	L	H	M	M
G	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	M	M	M	L	H	L	L

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 4> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가



HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	22	5	17	2	0	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	3	3
D	26	6	20	2	1	2	1	2	1	3	2	2	2	2	3	3	3
E	22	5	17	2	0	2	1	1	1	2	2	1	2	2	3	3	3
F	27	6	21	2	1	2	1	2	2	3	2	3	3	2	3	3	1
G	16	8	8	2	3	2	1	1	1	0	2	1	2	0	0	0	1

ASTM & EPA									
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가						
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식
B	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 5	H	M	M	M	L	L	L
D	보통(Fair) / 6	높음(High) / 8	H	H	M	H	M	L	L
E	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 4	H	M	M	H	L	L	L
F	좋음(Good) / 9	높음(High) / 8	H	M	H	H	L	L	L
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	H	H	H	H	L	L	L

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 5> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : A-3		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면												
건축년도 : 1995		용도 : 물탱크저장실		석면함유율 : 3%												
																
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽												
																
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	12	6	6	2	1	2	1	1	1	0	1	0	3	0	0	0
D	17	7	10	2	2	2	1	2	1	0	3	1	3	0	0	0
E	16	5	11	2	1	1	1	2	1	1	3	1	3	0	0	0
F	12	5	7	2	2	0	1	0	1	1	1	1	2	0	1	0
G	15	8	7	2	3	2	1	1	1	0	1	1	2	0	0	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 4														
D	보통(Fair) / 4	낮음(Low) / 3	L	L	L	L	H	M	M							
E	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 5	L	L	L	L	H	M	M							
F	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 6	M	M	H	L	H	L	M							
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	M	L	M	L	H	M	M							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 6> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : B-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면												
건축년도 : 1967		용도 : 물품보관실		석면함유율 : 3%												
																
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽												
																
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	17	6	11	2	1	2	1	1	1	0	1	3	3	0	2	0
D	24	8	16	2	3	2	1	2	1	2	3	3	3	0	2	0
E	22	6	16	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	0	3	0
F	20	6	14	2	2	1	1	1	1	2	3	1	3	0	3	0
G	18	6	12	2	2	1	1	1	1	2	1	1	3	0	3	0
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 4	M	L	L	M	L	L	L							
D	나쁨(Poor) / 3	중간(Medium) / 5	H	L	H	M	H	L	L							
E	나쁨(Poor) / 3	중간(Medium) / 4	M	L	L	H	M	L	M							
F	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 7	H	L	L	M	H	L	L							
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	H	L	L	H	H	L	L							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 7> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : B-2		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1967		용도 : 실험실		석면함유율 : 10%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	17	5	12	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	0	2	1
D	16	6	10	2	1	2	1	1	0	1	1	2	2	0	2	1	
E	14	4	10	2	0	1	1	1	1	0	1	3	2	0	1	1	
F	11	4	7	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	1	0	
G	11	4	7	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	1	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 4	M	L	L	M	L	M	L								
D	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	H	L	H	M	M	L	L								
E	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 4	M	L	M	L	M	L	M								
F	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	M	L	H	L	M	L	M								
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 6	M	L	M	L	H	L	L								

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 8> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : B-3		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면												
건축년도 : 1967		용도 : 화장실		석면함유율 : 10%												
																
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽												
																
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	16	5	11	2	0	2	1	1	1	1	1	2	2	0	3	0
D	14	6	8	2	1	2	1	0	0	1	1	2	1	0	3	0
E	13	4	9	2	0	1	1	0	0	1	1	2	2	0	3	0
F	15	4	11	2	0	1	1	1	1	1	1	2	2	0	3	0
G	11	4	7	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	L	M	L							
D	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 6	H	M	H	L	M	H	L							
E	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	H	L	M	L	L	L	M							
F	좋음(Good) / 9	중간(Medium) / 5	H	L	M	M	L	L	M							
G	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	H	M	H	M	M	L	M							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 9> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : B-3		ACM 종류 : 벽체(타일)		석면종류 : 백석면												
건축년도 : 1967		용도 : 화장실		석면함유율 : 12%												
																
벽체(부분)		동쪽벽		서쪽벽												
																
벽체(부분)		남쪽벽		북쪽벽												
석면함유자재에 대한 평가 사진		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	재실자 활동	위 치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	16	3	13	1	1	0	1	2	1	1	1	2	2	0	3	1
D	13	3	10	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	0	3	1
E	13	2	11	2	0	1	1	0	0	1	1	2	2	0	3	0
F	10	2	8	2	0	1	1	1	1	1	1	2	2	0	3	0
G	10	2	8	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	L	M	L							
D	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 6	H	M	H	L	M	H	L							
E	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 5	H	L	M	L	L	L	M							
F	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	H	L	M	M	L	L	M							
G	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 5	H	M	H	M	M	L	M							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 10> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : C-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1993		용도 : 사무실		석면함유율 : 10%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	재실자 활동	위 치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	23	7	16	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	3	3
D	24	7	17	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	3	3
E	24	7	17	2	2	2	1	1	1	1	2	2	3	1	3	3	
F	24	7	17	2	2	2	1	1	1	1	2	2	3	1	3	3	
G	22	8	14	2	3	2	1	1	1	0	2	1	2	1	3	3	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 7	H	L	M	M	L	M	L								
D	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 4	H	L	H	M	M	L	L								
E	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 4	H	L	M	M	M	M	L								
F	보통(Fair) / 6	중간(Medium) / 7	H	L	H	M	M	L	L								
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	H	L	M	M	M	L	L								

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 11> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가



HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	20	7	13	2	2	2	1	2	1	1	3	2	0	1	2	1
D	18	7	11	2	2	2	1	1	2	0	3	2	0	0	2	1
E	17	6	11	2	2	1	1	1	1	1	3	2	0	0	2	1
F	17	6	11	2	2	1	1	1	1	1	3	2	0	0	2	1
G	15	6	9	2	2	1	1	1	1	1	3	1	0	0	1	1

ASTM & EPA									
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가						
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식
B	보통(Fair) / 5	높음(High) / 9	H	H	M	M	L	M	M
D	나쁨(Poor) / 2	중간(Medium) / 4	H	H	L	M	H	L	M
E	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	M	H	L	L	L	H	M
F	보통(Fair) / 5	높음(High) / 8	M	L	L	L	H	M	H
G	보통(Fair) / 5	높음(High) / 7	M	M	L	L	H	M	H

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 12> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : C-2		ACM 종류 : TSI		석면종류 : 비석면												
건축년도 : 1993		용도 : 기계실		석면함유율 : -												
																
TSI(전체)		동쪽벽		서쪽벽												
																
TSI(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	18	4	14	3	0	1	0	2	1	1	3	2	3	0	2	0
D	15	4	11	3	0	1	0	0	1	0	3	2	2	0	2	1
E	15	4	11	3	0	1	0	0	1	0	3	2	2	0	2	1
F	16	4	12	3	0	1	0	1	1	0	3	2	2	0	2	1
G	13	5	8	3	1	1	0	0	0	0	3	1	2	0	1	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 6	H	M	L	M	L	L	M							
D	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 4	H	H	L	M	H	L	M							
E	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 5	M	H	L	L	L	H	M							
F	좋음(Good) / 8	높음(High) / 8	M	L	L	L	H	M	H							
G	좋음(Good) / 9	높음(High) / 7	M	M	L	L	H	M	H							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 13> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가



HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	19	7	12	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	0	3	1
D	21	7	14	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	0	3	1	
E	19	4	15	2	0	1	1	1	1	2	2	2	2	0	3	1	
F	20	5	15	1	1	2	1	1	1	2	2	3	2	0	3	1	
G	21	6	15	2	1	2	1	1	1	2	2	3	2	0	3	1	

ASTM & EPA									
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가						
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식
B	보통(Fair) / 6	높음(High) / 8	M	L	M	M	L	H	M
D	나쁨(Poor) / 3	중간(Medium) / 6	H	L	L	M	M	H	L
E	나쁨(Poor) / 3	낮음(Low) / 3	L	L	L	M	M	L	L
F	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 6	H	L	L	H	M	L	L
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	H	L	M	H	M	H	L

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 14> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : C-3		ACM 종류 : 벽체(시멘트보드)		석면종류 : 백석면												
건축년도 : 1993		용도 : 물품보관실		석면함유율 : 7%												
																
벽체(부분)		동쪽벽		서쪽벽												
																
벽체(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진														
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
B	14	3	11	1	0	1	1	1	0	1	1	2	2	0	3	1
D	16	2	14	1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	0	3	1
E	17	2	15	1	0	0	1	1	2	2	2	2	2	0	3	1
F	13	3	10	1	1	0	1	1	0	0	2	1	2	0	3	1
G	12	2	10	1	0	0	1	1	0	0	2	1	2	0	3	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
B	좋음(Good) / 9	낮음(Low) / 3	M	L	L	M	L	L	L							
D	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 6	H	L	L	M	M	H	L							
E	보통(Fair) / 7	낮음(Low) / 3	L	L	L	M	M	L	L							
F	좋음(Good) / 9	중간(Medium) / 6	H	L	L	H	M	L	L							
G	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	H	L	M	H	M	H	L							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 15> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : D-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1967		용도 : 사무실		석면함유율 : 15%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	19	4	15	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3
D	19	4	15	2	0	1	1	1	0	1	2	2	2	1	3	3	3
E	17	4	13	2	0	1	1	0	0	1	2	1	2	1	3	3	3
F	19	5	14	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	3
G																	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	좋음(Good) /9	중간(Medium) /4	M	L	M	M	L	L	L								
D	좋음(Good) /8	중간(Medium) /4	H	L	M	M	M	L	L								
E	좋음(Good) /8	중간(Medium) /7	L	L	M	M	L	L	L								
F	좋음(Good) /9	중간(Medium) /4	H	L	H	H	L	L	L								
G																	

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 16> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : D-2		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1967		용도 : 체력단련실		석면함유율 : 10%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재질 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	17	4	13	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	0	3	1
D	20	6	14	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	3	0	2	1
E	20	6	14	2	2	1	1	1	1	2	1	2	3	0	3	1	
F	16	5	11	2	1	1	1	0	0	2	1	2	3	0	2	1	
G																	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 7	M	L	M	M	L	L	M								
D	나쁨(Poor) / 3	중간(Medium) / 4	H	M	H	M	M	L	L								
E	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	M	L	M								
F	보통(Fair) / 5	중간(Medium) / 6	H	L	H	M	M	L	M								
G																	

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 17> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : D-3		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 백석면													
건축년도 : 1967		용도 : 회의실		석면함유율 : 10%													
																	
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽													
																	
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽													
		석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진															
HSE																	
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)									
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간	
B	14	4	10	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	1
D	15	5	10	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	0	1	1
E	14	4	10	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0	1	1
F	11	6	5	2	2	1	1	0	0	0	1	1	1	2	0	1	0
G																	
ASTM & EPA																	
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가														
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식								
B	좋음(Good) / 9	중간(Medium) / 4	M	L	M	M	L	L	L								
D	보통(Fair) / 7	낮음(Low) / 3	M	L	H	M	M	L	L								
E	좋음(Good) / 8	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	M	L	M								
F	보통(Fair) / 7	중간(Medium) / 5	M	L	H	L	M	L	M								
G																	

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Potential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

<사례 18> HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법을 활용한 현장평가

실 NO : E-1		ACM 종류 : 천정텍스		석면종류 : 비석면												
건축년도 : 2008		용도 : 강의실		석면함유율 : -												
																
천정텍스(전체)		동쪽벽		서쪽벽												
																
천정텍스(부분) 석면함유자재에 대한 평가 사진		남쪽벽		북쪽벽												
				석면함유자재가 존재하는 실(room)에 대한 평가 사진												
HSE																
조사자	MA	PA	합계	석면함유물질 평가(MA)				석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가(PA)								
				제품 형태	손상 정도	표면 처리	석면 종류	정비 형태	정비 빈도	주거 활동	위치	접근성	넓이	재실 자수	사용 빈도	사용 시간
A	20	8	12	2	3	0	3	2	1	0	2	3	2	0	1	1
B	18	7	11	2	3	2	0	1	1	1	1	3	2	0	1	1
D	21	10	11	2	3	2	3	2	1	0	1	3	2	0	1	1
E	23	11	12	2	4	2	3	2	2	0	3	1	2	0	1	1
F	16	11	5	2	3	3	3	0	1	0	1	1	2	0	0	0
G	17	10	7	2	3	2	3	1	1	0	1	1	2	0	0	1
ASTM & EPA																
조사자	CC(석면함유자재에 대한 평가)	PFD	석면함유자재가 존재하는 실에 대한 평가													
			접근성	진동	공기	활동성	분진침착	누수	부식							
A	나쁨(Poor) / 1	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	M	H	L							
B	보통(Fair) / 4	높음(High) / 8	M	L	M	M	L	H	M							
D	나쁨(Poor) / 1	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	M	M	L							
E	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 7	M	L	M	H	M	H	L							
F	보통(Fair) / 7	낮음(Low) / 3	M	L	M	L	L	L	L							
G	보통(Fair) / 4	중간(Medium) / 5	M	L	M	M	M	M	L							

MA: 물질평가(Material assessment) - 제품형태, 손상정도, 표면처리, 석면종류의 점수를 합산, 정량 평가
 PA: 우선순위평가(Priority assessment) - 주거활동, 위치, 접근성, 넓이, 거주자수, 사용빈도, 사용시간, 정비형태, 정비빈도의 점수를 합산, 정량 평가
 CC: 현재상태(Current condition) - 물질의 상태를 정성 및 정량 평가
 PFD: 잠재적손상가능성(Portential for disturbance) - 접근성, 진동, 공기, 활동성, 분진침착, 누수, 부식의 등급을 조합하여 정성 및 정량 평가

(2) 조사자 및 평가 항목별 점수와 등급 차이의 최소화

관련분야에 10년, 5년, 2년, 1년 미만 종사하고 있는 조사자 별로 HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법에 따라 ACMs를 각 항목별로 정성 및 정량화 시켰다. 그 결과 HSE의 평가항목인 손상정도(양호한 상태, 낮은 손상, 중간정도의 손상, 상당한 손상), 표면처리(석면을 함유한 혼성 물질, AIB 또는 캡슐화 되어 있음, 봉인되지 않은 AIB 또는 캡슐화 되어 있지 않음), 접근성(접근이 어려운 지역, 이따금 접근, 접근이 쉬움, 주기적으로 접근), 정비활동 형태(분진발생 가능성이 거의 없음, 분진발생가능성이 낮음, 중간정도의 분진발생가능성, 높은 분진발생가능성)의 항목과 ASTM 및 EPA의 현재 상태(좋음, 보통, 나쁨), 활동성(높음, 중간, 낮음), 분진침착(높음, 중간, 낮음), 누수(높음, 중간, 낮음)의 항목에서 각 조사자별 크고 작은 차이가 발생하였다. 조사자의 능력이 나 경험이 높을수록 결과값이 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 이는 잠재적인 위험성을 예측하고 반영하는 능력에서 차이가 있기 때문으로 해석된다.

위의 결과에 따라 표면처리, 접근성, 정비활동 형태 등의 항목에서는 조사자가 쉽게 이해할 수 있도록 자세한 설명을 추가하여야 하고 손상정도, 활동성, 분진침착, 누수의 경우 조사자 별로 차이가 발생하지 않도록 구체적인 기준의 마련이 필요하다. 사전에 충분한 교육 또한 필요하며, 사전조사를 거쳐 각 조사자별 개인차를 최대한 줄일 수 있는 평가 틀을 만드는 것이 중요하다.

3-2. 공기중 섬유 농도 평가

(1) 조사대상 및 공기중 섬유 농도 자료

석면조사가 완료된 상업용 건물을 선정하고 각 건물별로 HSE, ASTM 및 EPA의 방법에 따라 위험성 평가를 실시하였다. 평가된 결과를 조합하여 등급별 농도의 차이를 알아보기 위해 손상정도(현재상태 또는 물질평가)를 좋음(Good), 보통(Fair), 나쁨(Poor) 3단계, 잠재적 손상가능성(우선순위평가)을 높음(High), 중간(Medium), 낮음(Low) 3단계로 평가 요소를 이용한 평가 결과를 토대로 구분한 후 공기중 섬유 농도를 평가하였으며, 그 대상을 <표 40>에 나타내었다.

<표 40> 조사대상의 등급별 구분

	손상정도			잠재적 손상가능성		
	좋음	보통	나쁨	높음	중간	낮음
실(room) 수	3	5	4	3	6	3
시료 수	12	19	14	11	23	11
분포	27%	42%	31%	24%	51%	24%

석면함유자재가 존재하는 12개 실에 대하여 총 45개의 시료를 채취하였다. 손상정도별로 시료의 수는 좋음(Good) 27%, 보통(Fair) 42%, 나쁨(Poor) 31%였고, 잠재적 손상가능성별로는 높음(High) 24%, 중간(Medium) 51%, 낮음(Low) 24%로 조사되었으며, 공기중 섬유 농도 결과는 <표 41>, <표 42> 및 <표 43>에 나타내었다.

<표 41> 공기중 섬유 농도 결과

건물 ID	채취 장소	시료 NO	채취시간 (Time period)	공기채취량 (L)	석면농도 (f/cc)
A	기계실 (A-1)	A-1-1	11:00~17:16	1015	0.0043
		A-1-2	11:03~17:19	1015	0.0019
		A-1-3	11:05~17:21	1015	0.0017
		A-1-4	11:07~17:23	1015	0.0029
		소계(N=4)	M±SD		0.0027±0.0012
	사무실험실 (A-2)	A-2-1	11:15~17:31	1015	0.0024
		A-2-2	11:17~17:33	1015	0.0036
		A-2-3	11:20~17:36	1015	0.0031
		A-2-4	11:22~17:38	1015	0.0017
		소계(N=4)	M±SD		0.0027±0.0008
	물탱크저장실 (A-3)	A-3-1	11:30~17:44	1010	0.0046
		A-3-2	11:32~17:46	1010	0.0049
		A-3-3	11:35~17:49	1010	0.0034
		A-3-4	11:36~17:50	1010	0.0027
		소계(N=4)	M±SD		0.0039±0.0010
	야외 (A-4)	A-4-1	11:50~18:04	1010	0.0044
		A-4-2	11:52~18:06	1010	0.0029
		소계(N=2)	M±SD		0.0037±0.0011

<표 41> 공기중 섬유농도 결과(계속)

건물 ID	채취 장소	시료 NO	채취시간 (Time period)	공기채취량 (L)	석면농도 (f/cc)
B	저장실 (B-1)	B-1-1	10:30~16:50	1026	0.0017
		B-1-2	10:33~16:53	1026	0.0031
		B-1-3	10:33~16:53	1026	0.0029
		B-1-4	10:35~16:55	1026	0.0022
		소계(N=4)	M±SD		0.0025±0.0006
	실험실 (B-2)	B-2-1	10:45~17:03	1021	0.0031
		B-2-2	10:50~17:08	1021	0.0053
		B-2-3	10:50~17:08	1021	0.0041
		B-2-4	10:53~17:11	1021	0.0043
		소계(N=4)	M±SD		0.0042±0.0009
	화장실 (B-3)	B-3-1	11:02~17:18	1015	0.0034
		B-3-2	11:05~17:21	1015	0.0019
		B-3-3	11:05~17:21	1015	0.0012
		B-3-4	11:07~17:23	1015	0.0036
		소계(N=4)	M±SD		0.0025±0.0012
	야외 (B-4)	B-4-1	11:20~17:36	1015	0.0034
		B-4-2	11:23~17:39	1015	0.0031
		소계(N=2)	M±SD		0.0033±0.0002

<표 41> 공기중 섬유농도 결과(계속)

건물 ID	채취 장소	시료 NO	채취시간 (Time period)	공기채취량 (L)	석면농도 (f/cc)
C	사무실 (C-1)	C-1-1	10:30~16:59	1050	0.0051
		C-1-2	10:34~17:03	1050	0.0016
		C-1-3	10:36~17:07	1050	0.0037
		소계(N=3)	M±SD		0.0035±0.0018
	기계실 (C-2)	C-2-1	10:50~17:14	1037	0.0047
		C-2-2	10:50~17:14	1037	0.0024
		C-2-3	10:53~17:16	1034	0.0024
		소계(N=3)	M±SD		0.0032±0.0013
	저장실 (C-3)	C-3-1	11:05~17:25	1026	0.0050
		C-3-2	11:09~17:26	1018	0.0029
		C-3-3	11:12~17:29	1018	0.0034
		소계(N=3)	M±SD		0.0038±0.0011
	야외 (C-4)	C-4-1	11:30~17:46	1015	0.0010
		C-4-2	11:35~17:51	1015	0.0029
		소계(N=2)	M±SD		0.0020±0.0013

<표 41> 공기중 섬유농도 결과(계속)

건물 ID	채취 장소	시료 NO	채취시간 (Time period)	공기채취량 (L)	석면농도 (f/cc)
D	사무실 (D-1)	D-1-1	10:10~17:07	1126	0.0011
		D-1-2	10:16~17:08	1112	0.0011
		D-1-3	10:18~17:10	1112	0.0022
		D-1-4	10:20~17:12	1112	0.0013
		소계(N=4)	M±SD		0.0014±0.0005
	운동실 (D-2)	D-2-1	10:30~17:22	1112	0.0009
		D-2-2	10:31~17:23	1112	0.0009
		D-2-3	10:41~17:24	1088	0.0009
		D-2-4	10:43~17:26	1088	0.0023
		소계(N=4)	M±SD		0.0013±0.0007
	회의실 (D-3)	D-3-1	11:00~17:42	1085	0.0020
		D-3-2	11:04~17:46	1085	0.0018
		D-3-3	11:06~17:48	1085	0.0023
		D-3-4	11:08~17:50	1085	0.0011
		소계(N=4)	M±SD		0.0018±0.0005

<표 42> 건물별 전체 시료의 공기중 섬유 농도

건물 ID	시료수	섬유농도, f/cc		
		M±SD*	GM(GSD)**	Range
A	12	0.0031±0.0011	0.0029(1.2)	0.0017 - 0.0049
B	12	0.0031±0.0012	0.0028(1.2)	0.0012 - 0.0053
C	9	0.0035±0.0013	0.0032(1.2)	0.0016 - 0.0051
D	12	0.0015±0.0006	0.0014(1.2)	0.0009 - 0.0023
전체	45	0.0027±0.0013	0.0024(1.3)	0.0009 - 0.0053

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

총 12개실을 대상으로 측정된 45개 시료의 공기중 섬유 농도는 0.0009 ~ 0.0053 f/cc 수준이며, 산술평균은 0.0027 f/cc, 기하평균은 0.0024 f/cc로 측정 시료 모두 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’의 실내공기질권고기준(0.01 f/cc) 미만이었다.

<표 43> 건물 및 장소별 공기중 섬유 농도

건물 ID	장소	시료수	섬유농도, f/cc		
			M±SD*	GM(GSD)**	Range
A	기계실	4	0.0027±0.0012	0.0025(1.2)	0.0017- 0.0043
	사무실험실	4	0.0027±0.0008	0.0026(1.2)	0.0017 - 0.0036
	물탱크저장실	4	0.0039±0.0010	0.0038(1.1)	0.0027 - 0.0049
	야외	2	0.0037±0.0011	0.0036(1.1)	0.0029 - 0.0044
B	저장실	4	0.0025±0.0006	0.0024(1.1)	0.0017 - 0.0031
	실험실	4	0.0042±0.0009	0.0041(1.1)	0.0031 - 0.0053
	화장실	4	0.0025±0.0012	0.0023(1.3)	0.0012 - 0.0036
	야외	2	0.0033±0.0002	0.0031(1.0)	0.0031 - 0.0031
C	사무실	3	0.0035±0.0018	0.0031(1.3)	0.0016 - 0.0051
	기계실	3	0.0032±0.0013	0.0030(1.2)	0.0024 - 0.0047
	저장실	3	0.0038±0.0011	0.0037(1.1)	0.0029 - 0.0050
	야외	2	0.0020±0.0013	0.0017(1.4)	0.0010 - 0.0029
D	사무실	4	0.0014±0.0005	0.0014(1.2)	0.0011 - 0.0022
	운동실	4	0.0013±0.0007	0.0011(1.2)	0.0009 - 0.0023
	회의실	4	0.0018±0.0005	0.0017(1.1)	0.0011 - 0.0023
전체		45	0.0027±0.0013	0.0024(1.3)	0.0009 - 0.0053

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

(2) ASTM 및 EPA의 분류방법과 공기중 섬유 농도의 관련성

먼저 손상정도별에 따른 공기중 섬유 농도의 차이를 알아보기 위해 <표 44>에 그 결과를 나타내었다. 손상정도별로 좋음(Good), 보통(Fair), 나쁨(Poor)으로 구분한 후 각 그룹별 차이를 일원배치분산분석을 이용하여 검정한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(p=0.008), 사후검증 결과 좋음과 보통의 관계에서 유의한 차이를 보이고(p=0.01), 나머지 그룹간의 관계에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

<표 44> 손상정도별 공기중 섬유 농도

손상정도	시료수	섬유농도		
		M±SD*	GM(GSD)**	Range
좋음 (Good)	12	0.0020±0.0008	0.0018(1.2)	0.0011 - 0.0036
보통 (Fair)	19	0.0034±0.0013	0.0031(1.2)	0.0012 - 0.0053
나쁨 (Poor)	14	0.0026±0.0013	0.0022(1.3)	0.0009 - 0.0050

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

또한, 잠재적 손상가능성에 따른 공기중 석면 농도의 차이를 알아보기 위해 <표 45>에 그 결과를 나타내었다. 잠재적 손상가능성별로 높음(High), 중간(Medium), 낮음(Low)으로 구분한 후 각 그룹별 차이를 일원배치분산분석을 이용하여 검정하였으며, 그 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.452).

<표 45> 잠재적 손상가능성별 공기중 섬유 농도

손상 가능성	시료수	섬유농도		
		M±SD*	GM(GSD)**	Range
높음 (High)	11	0.0028±0.0010	0.0027(1.3)	0.0017 - 0.0047
중간 (Medium)	23	0.0023±0.0014	0.0022(1.3)	0.0009 - 0.0053
낮음 (Low)	11	0.0031±0.0013	0.0028(1.2)	0.0011 - 0.0050

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

3) HSE의 분류방법과 공기중 섬유 농도의 관련성

먼저 물질평가별에 따른 공기중 섬유 농도의 차이를 알아보기 위해 <표 46>에 그 결과를 나타내었다. 물질평가별로 높음(10점이상), 중간(7~9점), 낮음(5~6점), 매우낮음(4점 이하)으로 구분한 후 각 그룹별 차이를 일원배치분산분석을 이용하여 검정한 결과(단, 높음은 시료수가 없어 분석에 포함하지 않았음) 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.(p=0.533)

<표 46> 물질평가별 공기중 섬유 농도

물질평가	시료수	섬유농도		
		M±SD*	GM(GSD)**	Range
높음 (10점 이상)	-	-	-	-
중간 (7-9점)	10	0.0030±0.0012	0.0028(1.2)	0.0016 - 0.0051
낮음 (5-6점)	28	0.0026±0.0013	0.0022(1.3)	0.0009 - 0.0053
매우낮음 (4점 이하)	7	0.0031±0.0012	0.0028(1.2)	0.0012 - 0.0050

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

또한, 우선순위평가에 따른 공기중 석면 농도의 차이를 알아보기 위해 <표 47>에 그 결과를 나타내었다. 우선순위평가별로 높음(20점이상), 중간(15~19점), 낮음(10~14점), 매우낮음(9점이하)으로 구분한 후 각 그룹별 차이를 일원 배치분산분석을 이용하여 검정하였으며, 그 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.138).

<표 47> 우선순위평가별 공기중 섬유 농도

우선순위 평가	시료수	섬유농도		
		M±SD*	GM(GSD)**	Range
높음 (20점 이상)	-	-	-	-
중간 (15-19점)	11	0.0024±0.0013	0.0022(1.3)	0.0011 - 0.0051
낮음 (10-14점)	30	0.0027±0.0012	0.0024(1.3)	0.0009 - 0.0053
매우낮음 (9점 이하)	4	0.0039±0.0010	0.0038(1.1)	0.0027 - 0.0049

*M±SD: 산술평균±표준편차, **GM(GSD): 기하평균(기하표준편차), Range: 최소값, 최대값의 범위

4. 석면건축물 건강위험성 평가 및 유지·관리방안

4-1. 석면건축물 건강위험성 평가(health risk assessment) 방법

(1) 석면함유물질의 파악 및 분류

석면함유물질을 아래 3가지 종류로 분류한다. 석면조사를 하지 않은 경우 아래의 물질(석면함유의심 물질)을 석면이 함유되어 있는 것으로 간주한다.

- 표면분무재: 천장, 철골, 벽, 파이프 등의 표면에 뿌칠(분무) 또는 흡손질된 석면함유물질 또는 석면함유의심 물질(방화, 음향, 장식 등의 목적)
- 보온/단열재: 파이프, 보일러, 탱크, 덕트의 보온/단열, 응축을 방지하기 위해 사용된 석면함유물질 또는 석면함유의심 물질
- 기타 물질: 천장재(천장텍스, 천장타일), 바닥재(바닥타일, 아스타일), 내·외벽재(파티션/칸막이, 밤라이트, 나무라이트, 베이스패널), 지붕재(슬레이트), 석면시멘트파이프 및 보드 석면개스킷, 석면패킹, 석면사(석면로프), 석면테이프 등

※ 석면조사

- 건축물설계도, 시방서 등을 통해 석면함유자재의 사용 이력 파악함.
- 건축물내 자재 제조업체의 제품사양, 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 제품에 석면함유되어 있는지를 확인함.
- 석면함유가 의심되는 물질을 전문조사기관에 석면조사 또는 분석을 의뢰하여 석면 존재여부와 함량을 확인함.

(2) 석면함유물질의 손상 정도 평가

석면함유 물질 또는 석면함유의심 물질에 대한 현재 상태(손상정도)를 <표 48>을 이용하여 평가한다. 일부 예시를 <그림 16> ~ <그림 22>에 제시하였다.

<표 48> 현재 상태(손상 정도^A) 평가 기준 및 방법

현재 상태		설 명
나쁨	10	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재^B: 손상 정도가 큰 경우 ● 보온/단열재^C: 커버가 많이 찢리거나 찢기는 등 손상정도가 심한 경우. 보온재 자체에 손상이 있는 경우
	9	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질^D: 손상정도가 큰 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 많이 보이는 경우
	8	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 이상, 국소적인 손상은 25% 이상
보통	7	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되나 그 정도가 보통이고 광범위하지 않은 경우
	6	<ul style="list-style-type: none"> ● 보온/단열재: 커버가 찢리거나 찢기는 등 손상정도가 보통인 경우
	5	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질: 손상 정도가 보통인 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 보통으로 보이는 경우
	4	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 미만, 국소적인 손상은 25% 미만
좋음	3	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되지 않거나 그 정도가 매우 작은 경우 ● 보온/단열재: 커버에서 손상이 관찰되지 않거나 매우 작은 경우
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질: 손상 부위가 관찰되지 않는 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 보이지 않는 경우
	1	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 1% 미만인 경우

^A손상(damage) 여부 및 정도, 먼지 또는 부스러기 존재여부와 양 (Likelihood of disturbance, Evidence of previous disturbance).

^B표면분무재(뿌칠된 석면): 천장재, 철구조물 내화재로 주로 사용되었음.

^C보온/단열재: 보일러나 파이프에 보온 또는 단열을 위해 사용된 물질.

^D기타 물질: 석면천장재(건축물 내부 천장 마감재 등으로 사용), 석면시멘트 제품(주로 지붕이나 건물벽을 덮는 것, 내부 벽면재로 사용), 바닥재(바닥에 사용되는 비닐타일, 바닥재), 석면함유 개스킷(보일러 배관 등에 사용), 전기제품 절연재 등.

*ASTM E2356-10(ASTM, 2010)을 참고하였음.

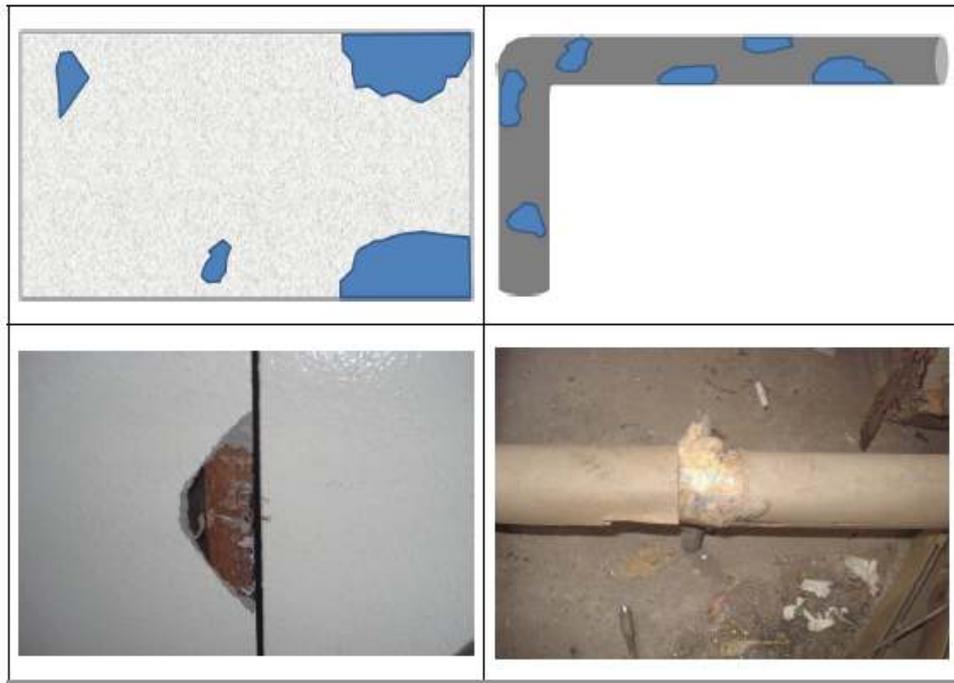
※ 현재 상태(손상 정도)에 대한 예시



<그림 16> 양호한 상태: 손상이 거의 없거나 없음. 먼지나 부스러기가 보이지 않음.
(사진 출처: 노동부 & 한국산업안전보건공단, 석면함유 건축물의 안전한 관리방법, 2009)



<그림 17> 보통인 상태: 손상정도가 보통임. 손상부위가 전체적으로 10% 미만이거나 국소적으로 25% 미만임. (사진 출처: 노동부 & 한국산업안전보건공단, 석면함유 건축물의 안전한 관리방법, 2009)



<그림 18> 나쁜 상태: 손상정도가 심함. 손상부위가 전체적으로 10% 이상이거나 국소적으로 25% 이상임. (사진 출처: 노동부 & 한국산업안전보건공단, 석면함유 건축물의 안전한 관리방법, 2009)

(3) 석면분진발생 및 노출 가능성 평가

석면분진발생 활동·요인(disturbance)에 의한 분진발생 및 노출 가능성에 대한 평가는 다음 <표 49>와 같이 산출한다. 석면분진 발생 및 노출 가능성에 대한 평가는 전문적인 지식과 경험을 갖춘 전문가가 실시하도록 한다. 전문지식이나 경험이 없다면 전문 컨설턴트의 도움을 받아 실시하거나 이 일을 컨설턴트에게 의뢰한다.

<표 49> 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진발생 및 노출가능성 평가표

낮음(Low)			중간(Medium)				높음(High)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
※ 아래의 13개 요인을 종합하여 평가									

***석면분진발생 활동·요인(Disturbance)**: 석면함유 자재를 손상시켜 석면 먼지나 부스러기를 발생시킬 수 있는 활동이나 작업, 또는 이러한 결과를 초래할 수 있는 환경요인의 존재 또는 그의 작용. 환경부에서는 이와 같은 뜻을 지닌 용어로 '교란'을 사용하고 있음.

● 섬유함유물질의 종류·형태 및 분포량

1. 섬유함유물질의 종류 및 형태	2. 석면함유자재 분포량 (면적 또는 길이)
3. 표면분무재 (천장, 철골, 벽, 파이프 등의 표면에 뿜칠(분무)된 물질 - 방화, 음향 또는 장식용)	3. >50m ² >50m(파이프)
2. 보온·단열재 (파이프, 보일러, 탱크, 덕트의 보온/단열, 응축을 방지하기 위해 사용된 물질), 천장재 (천장택스, 천장타일), 석면방직제품 (석면포, 석면패킹, 석면로프, 석면테이프 등)	2. 10-50m ² 10-50m(파이프)
1. 바닥재 (바닥타일, 아스타일), 내·외벽재 (파티션/칸막이, 밤라이트, 나무라이트, 베이스패널), 지붕재 (슬레이트), 석면시멘트파이프 및 보드, 석면개스킷	1. 1-10m ² 10-50m(파이프)
	0. <0.5m ² <0.5m(파이프) 가스켓 등

● 인적 및 물리적 요인에 의한 분진발생 가능성

활동성		5. 접근가능성(0-3점)
3. 재실자,장비,물건	4. 유지·보수 작업자	
<p>3: 높음(석면함유물질에 빈번한 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>2: 중간(석면함유물질에 간헐적인 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>1: 낮음(사무실에서 사무작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음(사용이 드문 창고, 저장실)</p>	<p>3: 높음(천공 등과 같이 석면함유자재에 큰 손상을 일으킬 수 있는 작업으로 인해 석면분진 발생 가능성이 높음)</p> <p>2: 중간(석면함유자재에 약간의 손상을 주는 작업. 천장재 떼어내는 작업, 못질 등)</p> <p>1: 낮음(석면함유자재에 약간의 접촉 또는 충격을 가하면서 하는 작업. 천장판 아래의 전구 교체 작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음</p>	<p>3: 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 이상 접근하는 경우. 석면함유 또는 의심물질이 공중공간(복도, 현관, 강당 등) 과 재실자가 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>2: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 미만 - 1개월 1회 (예: 8일 1회, 10일에 1회, 2주 1회, 3주에 1회, 1개월 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>1: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1 개월에 1회 미만 (예: 2개월 1회, 6개월에 1회, 1년에 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>0: 석면함유 또는 의심물질에 접근이 어렵거나 접근할 수 없는 경우</p>

● 환경적 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진 가능성

6. 진동	7. 기류	8. 분진침식	9. 누수 손상	10. 부식/풍화
<p>2: 큰 모터나 엔진이 있는 경우 (팬이 있는 공간), 방해적인 소음 또는 쉽게 진동을 느낄 수 있는 경우</p> <p>1: 큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리지 않는 경우, 때때로 큰 소음이 발생하는 경우</p> <p>0: 때때로 작은 소음이나 진동이 발생하거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 공기 흐름이 빠른 경우</p> <p>1: 공기 흐름이 보통인 경우</p> <p>0: 공기 흐름이 약간 감지되거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>

• 노출 가능성

11. 재실자수	12. 재실자의 공간 사용 빈도	13. 사용시간
3: >10	3: 매일 사용	3: 6 시간 이상
2: 6-10	2: 매주 사용	2: 3 - <6 시간
1: 1-5	1: 매월 사용	1: <3 시간
0: 없음	0: 아주 가끔 사용 또는 없음.	0: 없음

(4) 최종 건강위험도 산출 및 조치·관리방안

석면함유물질의 현재 손상 등급, 분진발생 및 노출가능성 등급을 각각 구한 후, 두 가지 등급을 아래 위험도매트릭스<그림 19>을 이용하여 건강위험도 (health risk)를 산출한다. 산출된 위험도에 따른 조치·관리방안은 <표 50>과 같다.

		석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성 등급 ^B		
		낮음 (1-3)	중간 (4-7)	높음 (8-10)
현재 손상 상태 등급 ^A	큼 (8-10)	중간 (MR)	높음 (HR)	매우 높음 (VHR)
	보통 (4-7)	낮음 (LR)	중간 (MR)	높음 (HR)
	작음 (1-3)	매우 낮음 (VLR)	낮음 (LR)	중간 (MR)

^A현재 손상 상태에 대한 평가 등급(괄호 안은 세부등급)

^B석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성에 대한 평가 등급(괄호 안은 세부등급)

<그림 19> 석면건축물 조치·관리방안 결정을 위한 위험도 매트릭스.

<표 50> 석면건축물 위험성 평가결과, 위험등급에 따른 조치·관리방안

위험등급	조치·관리방안
<p>매우 높음 (Very high risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 최대한 빠른 시일내 외부전문가*와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유물질이 있는 장소에 근로자 접근 통제, 근로자 보호구 착용후 접근 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure), 대체(substitution), 제거(removal)* 등 적절한 관리방안 결정 및 실시 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
<p>높음 (High risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 가능한 한 빠른 시일내 외부전문가와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 실시한 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure), 대체(substitution), 제거(removal) 등 적절한 조치 방안 결정 및 실시 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
<p>중간 (Medium risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 외부전문가와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 실시한 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure) 등 적절한 조치 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존

<표 50> 석면건축물 위험성 평가결과, 위험등급에 따른 조치·관리방안(계속)

위험등급	조치·관리방안
<p style="text-align: center;">낮음 (Low risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 청소 및 청결유지 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure) 등 적절한 조치(필요시) ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
<p style="text-align: center;">매우 낮음 (Very low risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 청소 및 청결유지 ● 석면함유물질의 현재 상태로 유지 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존

*

4-2. 석면건축물 유지·관리 대책

(1) 제거(Removal)

제거대상이 되는 정도를 쉽게 파악할 수 없기 때문에 약간의 잔재물을 채취하여 그 기질을 먼저 보아야한다. 제거대상 잔여물이 공기중에 흩날리는지 손전등이나 빔을 사용하여 시각적으로 확인하여야 하고, 접근이 어려운 지역이나 천장, 지붕, 천장, 테두리 같은 잘 보이지 않는 지역, 그리고 엘보, 밸브, T관 등의 기계적인 시스템의 경우에는 더욱 특별한 주의를 기울여야 한다.

- 1) 모든 작업은 산업안전보건법 제38조의3(석면 해체·제거 작업기준의 준수)에 따라 산업안전보건기준에 관한 규칙 제489조(석면 해체·제거작업 계획 수립), 제490조(경고표지의 설치), 제491조(개인보호구의 지급·착용), 제492조(출입의 금지), 제493조(흡연 등의 금지), 제494조(위생설비의 설치 등), 제495조(석면 해체·제거작업 시의 조치), 제496조(석면함유 잔재물 등의 처리), 제497조(잔재물의 흩날림 방지)를 준수하여 시행되어야 한다.(표 51)

<표 51> 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 석면 해체·제거 조항

<p>「산업안전보건기준에 관한 규칙」 [시행 2011. 7. 6] [고용노동부령 제30호, 2011. 7. 6, 전부개정]</p>
<p>제489조(석면 해체·제거작업 계획 수립) ① 사업주는 석면이 함유된 건축물이나 설비를 해체하거나 제거하는 작업(이하 "석면 해체·제거작업"이라 한다)을 할 경우에 석면으로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 사전에 다음 각 호의 사항이 포함된 석면 해체·제거작업 계획을 수립하고, 이에 따라 작업을 수행하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 석면 해체·제거작업의 절차와 방법 2. 석면 흩날림 방지 및 폐기방법

<표 51> 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 석면 해체·제거 조항(계속)

<p>3. 근로자 보호조치</p> <p>② 사업주는 제1항에 따른 석면 해체·제거작업 계획을 수립한 경우에 이를 해당 근로자에게 알려야 한다.</p> <p>제490조(경고표지의 설치) 사업주는 석면 해체·제거작업을 하는 장소에 별지 제2호서식에 따른 표지를 출입구에 게시하여야 한다. 다만, 작업이 이루어지는 장소가 실외이거나 출입구가 설치되어 있지 아니한 경우에는 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.</p> <p>제491조(개인보호구의 지급·착용) ① 사업주는 석면 해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 다음 각 호의 개인보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다. 다만, 제2호의 보호구는 근로자의 눈 부분이 노출될 경우에만 지급한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 방진마스크나 송기마스크 2. 고글(Goggles)형 보호안경 3. 신체를 감싸는 보호복과 보호신발 <p>② 근로자는 제1항에 따라 지급된 개인보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.</p> <p>제492조(출입의 금지) ① 사업주는 제489조제1항에 따른 석면 해체·제거작업 계획을 숙지하고 제491조제1항 각 호의 개인보호구를 착용한 사람 외에는 석면 해체·제거 작업장에 출입하게 해서는 아니 된다.</p> <p>② 근로자는 제1항에 따라 출입이 금지된 장소에 사업주의 허락 없이 출입해서는 아니 된다.</p> <p>제493조(흡연 등의 금지) ① 사업주는 석면 해체·제거 작업장에서 근로자가 담배를 피우거나 음식을 먹지 않도록 하고 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.</p> <p>② 근로자는 제1항에 따라 흡연 또는 음식물의 섭취가 금지된 장소에서 흡연 또는 음식물 섭취를 해서는 아니 된다.</p> <p>제494조(위생설비의 설치 등) ① 사업주는 석면 해체·제거 작업장과 연결되거나 인접한 장소에 탈의실·샤워실 및 작업복 갱의실 등의 위생설비를 설치하고 필요한 용품 및 용구를 갖추어 두어야 한다.</p> <p>② 사업주는 석면 해체·제거작업에 종사한 근로자에게 제491조제1항 각 호의 개인보호구를 작업복 갱의실에서 벗어 밀폐용기에 보관하도록 하여야 한다.</p> <p>③ 사업주는 제2항에 따라 보관 중인 개인보호구를 폐기하거나 세척하는 등 석면분진을 제거하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.</p> <p>제495조(석면 해체·제거작업 시의 조치) 사업주는 석면 해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 다음 각 호의 구분에 따른 조치를 하여야 한다.</p>
--

<표 51> 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 석면 해체·제거 조항(계속)

<p>1. 분무(噴霧)된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재(耐火被覆材)의 해체·제거작업</p> <p>가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐하고 해당 장소를 음압(陰壓)으로 유지할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)</p> <p>나. 작업 시 석면분진이 흩날리지 않도록 고성능 필터가 장착된 석면분진 포집장치를 가동하는 등 필요한 조치를 할 것(작업장이 실외인 경우에만 해당한다)</p> <p>다. 물이나 습윤제(濕潤劑)를 사용하여 습식(濕式)으로 작업할 것</p> <p>라. 탈의실, 샤워실 및 작업복 갱신실 등의 위생설비를 작업장과 연결하여 설치할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)</p> <p>2. 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업</p> <p>가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐할 것</p> <p>나. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것</p> <p>다. 작업장소를 음압으로 유지할 것(석면함유 벽체·바닥타일·천장재를 물리적으로 깨거나 기계 등을 이용하여 절단하는 작업인 경우에만 해당한다)</p> <p>3. 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업</p> <p>가. 해체된 지붕재는 직접 땅으로 떨어뜨리거나 던지지 말 것</p> <p>나. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것(습식작업 시 안전상 위험이 있는 경우는 제외한다)</p> <p>다. 난방이나 환기를 위한 통풍구가 지붕 근처에 있는 경우에는 이를 밀폐하고 환기설비의 가동을 중단할 것</p> <p>4. 석면이 함유된 그 밖의 자재의 해체·제거작업</p> <p>가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)</p> <p>나. 석면분진이 흩날리지 않도록 석면분진 포집장치를 가동하는 등 필요한 조치를 할 것(작업장이 실외인 경우에만 해당한다)</p> <p>다. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것</p> <p>제496조(석면함유 잔재물 등의 처리) 사업주는 석면 해체·제거작업에서 발생한 석면함유 잔재물 등을 비닐이나 그 밖에 이와 유사한 재질의 포대에 담아 밀봉한 후 별지 제3호서식에 따른 표지를 붙여 「폐기물관리법」에 따라 처리하여야 한다.</p> <p>제497조(잔재물의 흩날림 방지) ① 사업주는 석면 해체·제거작업에서 발생한 석면을 함유한 잔재물은 습식으로 청소하거나 고성능필터가 장착된 진공청소기를 사용하여 청소하는 등 석면분진이 흩날리지 않도록 하여야 한다.</p> <p>② 사업주는 제1항에 따라 청소하는 경우에 압축공기를 분사하는 방법으로 청소해서는 아니 된다.</p>
--

(2) 대체(Replacement)

석면 대체재가 존재하는 경우 그것을 이용하여 ACMs를 비석면 자재로 대체할 수 있다. 해체·제거와 같이 산업안전보건법 제38조의3에 의거하여 작업을 하여야 한다.

1) 석면대체재의 종류

① 유리면

- 유리면은 유리 원료를 1,400 °C 이상의 고온에서 용융하여 고속으로 회전시켜 3~10 μ m 굵기의 섬유상으로 제조 가공 처리한 비결정형의 인조 광물 무기질섬유로써 보온, 단열, 보냉, 흡음, 방음 등의 용도로 사용.
- 유리면 제품은 밀도에 따라 매트(24kg/m³)와 보드(32kg/m³)로 분류.
- 유리면(CAS No. 65997-17-3)제품을 분석한 결과, 모든 섬유는 잔가지가 없고 곧은 형태를 보이며, 평균직경은 2.6~5.6 μ m, 평균길이는 12.2~29.6 μ m 범위를 보임.

② 암면

- 암면은 현무암, 안산암 등의 규산암계 암석을 주 원료로 하고 용해로에서 1,500 °C 이상의 고온에서 용융하여 고속으로 회전시켜 3~10 μ m 굵기의 섬유상으로 제조 가공 처리한 비결정형의 인조광물 무기질섬유.
- 보온, 단열, 보냉, 흡음, 방음 등의 용도로 사용.
- 제품의 종류는 보드, 매트, 흡음천장판, 내화피복재 등.
- 보온재로 사용된 암면 제품의 섬유는 잔가지가 없고 곧은 형태이며, 섬유 평균직경은 1.8~3.4 μ m, 평균길이는 13.6~26.4 μ m 범위를 나타냄.
- 암면 충전재와 암면 피복재 제품을 분석한 결과, 섬유 평균직경은 0.8~2.2 μ m, 평균길이는 9.9~16.2 μ m 범위를 나타냄.

- 암면 천장재 제품을 분석한 결과, 섬유 평균직경은 0.9~2.04 μm , 평균길이는 4.3~15.2 μm 범위를 나타냄.

③ 기타 석면대체재

- 세라믹섬유는 실리카 알루미나를 용융하여 섬유화시킨 것으로 주로 산업용 가열로, 용해로, 열처리로 등에 초고온 내화단열재로 사용. 세라믹 섬유(CAS No. 142844-00-6)제품을 분석한 결과, 세라믹섬유의 평균직경은 2.9 μm , 평균길이는 20.3 μm 로 나타남.
- 석고보드는 소석회를 주원료로 물과 반응시켜 표면을 원지로 피복 성형하여 제조. 불연, 단열, 차음성이 뛰어나 다양한 형태의 건축내장재로 사용되고 있지만 섬유는 발견할 수 없음.
- 석고보드(CAS No. 10101-41-4), 펄라이트, 규산칼슘보온재(CAS No. 1344-95-2)를 분석한 결과, 모든 섬유는 길이, 직경의 비(aspect ratio)가 3:1 미만의 덩어리 형태를 보임.
- 펄라이트는 원광석을 분쇄하여 1,100 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 초고온에서 급속 가열, 팽창시켜 건축물 외벽의 뿔칠 피복재로 주로 사용되고 있지만 섬유상 형태는 보이지 않음.
- 규산칼슘보온재는 보일러, 배관류의 단열재로 사용하는데 분석결과 섬유상 물질은 없음.

<표 52> 석면대체품 일람

분류	재료	대체품
건축재료	스테트란 지붕용자재 시멘트보강재 등	비니론 섬유 합성섬유, 암면, 유리섬유, 세프로스섬유, 탄소섬유
	단열재	암면
마찰재	브레이크라이닝 브레이크데스크 드럼브레이크	아리민섬유, 탄소섬유, 유리섬유 세라믹섬유, 금속섬유, PAN계섬유 인산염섬유
조인트시트	카스켈	유리섬유, 아리민섬유, 세라믹섬유 탄소섬유, 인산염섬유, 흑연섬유, 금속섬유
방직품	내열포	금속섬유, 아리민섬유, 유리섬유, 세라믹섬유, 탄소섬유
	팩킹재	아리민섬유, 탄소섬유
기타	용광로관계 항공기관계 내연기관계 절연관계	세라믹섬유, 탄소섬유 세라믹섬유, 탄소섬유
	여과재	유리섬유, SiO ₂ 섬유, 암섬유, 세라믹 섬유, 흑연섬유
	녹방지도료	화학섬유
	석면종이	탄소섬유
	내열보호재	아리민섬유
	플라스틱보강재	인산염섬유

<표 53> 대체된 무석면 제품들

석면 제품	무석면 제품
슬레이트	아연도강판
밤라이트	CRC 보드, SGP 패널
아스텍스, 아미텍스, 아스칼	무석면 아스(아미)텍스, 미네랄울텍스(마이톤, 시스톤, 이지톤)
베이스, 에이스	무석면 베이스, 에이스
아스타일	현 생산중인 바닥 타일 전부 무석면 제품
석면스프레이	미네랄울계, 질석계, 석고계, 퍼라이트계

※ 출처: 석면관리총람(환경부, 2009)

(3) 밀폐(Enclosure)

ACMs부터 발생하는 손상이나 잔재물의 피해로부터 보호하기 위해 선호되는 영구적인 방법이다. ACMs를 전부 둘러싸는 전체밀폐(enclosure)와 손상된 부분만을 둘러싸는 부분밀폐(mini-enclosure) 방법이 있다. 일반적으로 폴리에틸렌 또는 폴리플라스틱 소재로 만들어진 백을 사용하고 작업전 HEPA 필터가 부착된 진공청소기를 사용하여 습식으로 청소를 하며, 작업자는 충분한 경험 및 훈련을 하여야 한다. 완료 된 후에는 근거리부터 접근하기 어려운 부분의 석면함유자재 그리고 조인트 및 이음매 부분까지 면밀히 점검하여야 하고, smoke tube를 이용하여 밀봉 마무리 부분의 누수 여부 까지도 확인해야 한다. 마지막으로 작업장의 공기중 노출농도를 평가하여야 한다.



<그림 20> 밀폐의 모습.

(4) 고착화(Encapsulation)

자재의 균일성을 확인하기 위해 0.3m~0.6m 정도의 표면을 시각적으로 관찰한다. 그리고 피포될 양과 구멍난 부분이 있다면 그 부분의 깊이를 확인 하고, 단단함과 탄성을 확인하기 위해 손으로 표면적을 쓸면서 점검을 한다. 손으로 힘을 가했을 때 쉽게 손상되거나 까진다면 고착화는 부적절하다.

도포제의 형태는 ACMs의 표면에 부착되어 내구성을 형성하는 것이다. high build elastomers, 시멘트 코팅 및 폴리비닐 아세테이트(PVA)를 포함해 도포해야 한다. high build elastomers는 탄성뿐 아니라 특히 강화막을 포함할 때 상당한 영항의 저항을 줄 수 있기에 이런 유형의 도포제일 경우, 영항이 없다면 최대 20년 동안 보호된다. 시멘트 코팅은 일반적으로 스프레이에 적용되며 대부분의 석면 적용프로그램과 호환된다. 시멘트 코팅은 딱딱한 마무리를 제공하나, 시간이 지나면 균열이 생길 수 있다. PVA는 매우 얇은 코팅을 제공하므로 장기적으로 제공하는 것은 좋지 않다. 고착화가 끝난 후 다 마르고 나면 일부의 샘플을 채취하여 검사를 해야 하며, 작업장의 공기중 노출농도를 평가하여야 한다.



<그림 21> 고착화의 모습.

(5) 보수(Repair)

손상된 부분이 소규모일 경우 수리가 가능하다. ACMs의 수리방법은 매우 다양하다. 옥양목(목면)으로 쌓여진 경우 적은 구역에 손상된 파이프나 보일러의 보온재를 비석면 석고로 가득 채울 수 있다. 손상된 분무 석면의 적은 부분은 도포제로 처리할 수 있으며, 필요한 경우, 유리섬유로 된 튼튼한 면포 또는 강화 옥양목을 사용한다.

손상된 석면 패널이나 타일은 탄성중합체 페인트와 유사한 유형의 밀폐제나 PVA 밀폐제를 분무할 수 있다. PVA는 아주 얇은 코팅을 제공하나 특히 상당한 손상이 있는 곳에는 장기 밀봉제로 적합하지 않을 수 있으며, 높은 성능의 탄성 코팅이 필요할 것이다. 마지막으로 작업장의 공기중 노출농도를 평가하여야 한다.



<그림 22> 보수의 모습.

(6) 유지(Maintenance)

특별한 조치는 취하지 않으며 되도록 접근하지 않도록 주의하고 청결을 유지하고 정기적으로 상태를 점검하여야 한다.

4-3. 관리대책에 대한 비용 비교

석면의 제거 공사에 관한 비용은 한국건설연구원(2009)과 한국산업안전보건연구원(2009)에서 진행한 연구를 바탕으로 고찰하였다. 먼저 내장재의 경우 적게는 25,686 원/m² ~ 55,232 원/m², 외장재는 7,812 원/m² ~ 23,448 원/m², 뽀칠재는 62,781 원/m²으로 나타났는데, 여기서 장비 및 소모품 그리고 인력을 감안하여 계산한 결과 내장재는 42,016 원/m², 외장재는 40,719 원/m², 뽀칠재는 85,835 원/m²으로 나타났다. 또한, 석면 해체·제거 공사 단가는 상황에 따라 대단히 다를 수 있는데, 건물의 형상, 천정 높이, 고정기기의 유무 등 시공조건에 따라 처리 비용의 큰 폭이 발생한다. 여기서 폐기물 처리비까지 감안한다면 더 높은 가격이 책정될 것이다.

반면에 앞에서 제시된 유지·관리 방안의 경우 아직 우리나라에서는 일반적으로 시행되는 기술이 아닌 관계로 시공가격이 형성되어 있지 않다. 다만 환경부(2008)의 연구에서 계량 및 덧씌우기가 평균 20 만원/3.3 m², 고착화가 50 ~ 100 만원으로 추정된 사례가 있으며, 석면폐기물의 발생도 제거에 비해 적거나 없고, 장비 또는 소모품에서의 비용 발생도 적기 때문에 훨씬 경제적이라고 할 수 있다.

앞서 진행된 위험성 평가를 통해 유지·관리 방안인 대체, 밀폐, 고착화, 보수, 유지 등으로도 충분하다고 판단되면 그 방법을 이용하는 것이 비용이나 효율면에서도 훨씬 효과적일 것으로 판단된다(<표 54> 참고).

<표 54> 관리방안에 대한 비용적 특성 비교

	제거	기타 유지·관리 방안
비용적 특성	현재 책정된 시공가격이 높음. 장비 및 소모품의 비용 발생, 작업 전후의 작업환경측정에 대한 비용 발생, 석면폐기물로 인한 추가비용의 발생 등으로 상대적으로 비용부담이 큼.	일반적으로 시행되는 기술이 아닌 관계로 시공가격이 형성되어 있지 않음. 사례조사 등을 통해 제거보다는 상대적으로 낮은 비용이 예상되며, 석면폐기물의 발생이 적거나 없기 때문에 비용이나 효율면에서 훨씬 경제적이라고 판단됨.

5. 석면건축물 유지·관리 매뉴얼

석면건축물의 유지·관리 기준이나 가이드라인에 필요한 주요 사항은 아래에 기술하였다. 석면건축물 유지·관리 매뉴얼은 부록으로 수록하였다.

- 적용 대상
- 건강보호 대상 범위
- 석면건축물 유지·관리 흐름도
- 건물석면관리인의 지정
- 석면조사 및 석면지도 작성
- 건물 석면함유물질의 현재상태(손상정도) 평가
 - 건물 석면함유물질의 현재 상태(손상정도) 평가
 - 건물 석면함유물질의 분진발생/노출 가능성 평가
 - 건강위험도 산출
- 공기중 석면 농도 측정 및 평가
- 건강위험성평가 및 공기중 석면 측정 결과에 따른 조치
- 석면건축물 유지·관리 프로그램(계획서) 작성 및 시행, 시행사항 검토 및 계획서 업데이트
- 안전한 작업방법
- 교육·훈련
- 기록보존

■ 적용 대상

1% 이상의 석면(백석면, 갈석면, 청석면, 악티노라이트, 안소필라이트, 트레몰라이트)이 함유된 물질 또는 제품(이하 석면함유 물질이라 함)이 있는 산업안전보건법의 적용을 받는 모든 사업장의 건축물

단, 석면조사가 이루어지 않는 경우 석면함유‘의심’ 물질 또는 제품이 있는 사업장 건축물

■ 건강보호 대상 범위

- 석면함유 건물 내에서 근무하는 사람
- 석면함유 건물 및 설비 유지·보수·정비 일을 하는 사람(건물관리자 또는 개보수자, 해당업체 및 외부업체 근로자) 등

■ 석면건축물 유지·관리 흐름도

- 단계 1 : 건물석면관리자 임명
- 단계 2 : 석면조사 및 석면지도 작성
 - ※ 이미 조사를 한 경우 기존 조사자료 검토·확인
 - ※ 석면조사를 실시하지 않을 경우 바로 3 단계로 감
- 단계 3 : 석면함유 물질 또는 석면함유의심 물질의 건물내 분포 현황 및 ‘현재 상태(손상정도)’ 평가
 - ※ 석면조사가 안된 경우, 석면함유의심물질에 석면이 함유되어 있는 것으로 간주하고 손상 검사/평가함.

- 단계 4 : 석면함유 물질 또는 석면함유의심 물질의 석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성 평가
 - ※ 공기중 석면 농도 측정
- 단계 5 : 3 단계에서 구한 손상 등급과 4 단계에서 구한 석면분진발생 활동·요인/노출가능성 등급에 의해 결정된 위험도에 해당하는 조치 방안에 따라 조치함.
- 단계 6 : 석면건축물 유지·관리 프로그램의 작성, 시행
- 단계 7 : 유지관리 프로그램에 따라 지속적으로 관리하고 주기적으로 프로그램을 검토하고 업데이트함.

■ 건물석면관리인의 선임

- 자격기준, 교육이수 및 역할

■ 석면 조사 및 석면지도 작성

석면함유물질 존재 여부 및 함량의 확인, 자재 이력 조사 및 고용노동부 지정 석면조사기관에 의한 석면 조사/분석, 석면지도 작성

1) 조사 시기

가. 최초 조사

건물에 석면함유가 의심되는 물질 또는 자재¹⁾가 있는 사업장은 석면 조사를 실시하도록 권고함. 석면조사를 실시하지 않은 경우 석면이 함유되어 있는 것으로 간주하고 관리하여야 함. 석면함유가 의심되는 자재가 있는 건물 부위, 공간에 대해 석면건축물 위험성평가²⁾를 실시³⁾ 하고 그 결과에 따른 적절한 조치를 취하여야 함.

¹⁾석면함유 의심 물질 또는 자재 소개

²⁾위험성평가는 전문지식과 경험이 있는 전문가(자격기준)에 의해 실시. 위험성평가 결과 위험수준이 중간이상 이면 석면조사 실시

³⁾기한

나. 수시 및 정기조사

- 수시조사: 건물 자재 변경, 개보수 후, 필요한 경우
- 정기조사

2) 석면조사자

산업안전보건법에 의한 고용노동부에 등록된 석면조사기관

3) 석면조사 방법 등 기타 필요한 사항

산업안전보건법 제 38조의 2, 석면조사 및 정도관리규정에 따름.

■ 석면건축물에 대한 건강위험성평가

1) 건물 석면함유물질의 현재상태(손상정도) 평가

가. 실시 시기 또는 주기

- 최초평가: 최초 실시. 기한.
- 정기평가: 최초 실시후 정기적으로 6개월마다 건물 변동사항 점검, 기존 물질의 손상 상태 재평가
- 수시평가: 개보수 작업 등 변경이 있는 경우 수시 실시

나. 조사자: 건물석면관리자 또는 외부전문가(건설턴트)

※ 자격기준, 교육

2) 건물 석면함유물질의 분진 발생/노출 가능성 평가, 건강위험도 산출

가. 실시시기: 최초, 정기 및 수시

나. 평가자 : 관련 분야 전문지식, 경력 및 자격을 가진 전문가

※ 자격기준, 교육

다. 위험성평가 방법

※ 위험성평가 결과 고위험, 중간위험인 경우 공기중 석면 농도 측정 실시

■ 공기중 석면 농도 측정 및 평가

- 1) 실시시기: 위험성등급결과 위험도 높은 곳(중간위험도 이상), 개보수중·개보수후, 제거·대체 등 관리대책 실행 후
- 2) 측정자: 산업안전보건법에 의한 노동부에 등록된 석면조사기관
- 3) 방법: 산업안전보건법, 석면조사 및 정도관리 규정에 따름.
- 4) 결과에 따른 조치: 대기기준/농도실태, 실내기준/농도실태와 비교, 실내기준 0.01 f/cc 초과시, 0.1 f/cc 초과시

■ 위험성평가 및 공기중 석면 측정 결과에 따른 조치

- 1) 위험성평가 결과(공기측정결과 포함)에 따른 조치방안 결정/시행
- 2) 관계자들간 협의

■ 석면건축물 유지·관리 프로그램(계획서) 작성 및 시행, 시행사항 검토 및 업데이트

- 1) 작성 및 업데이트 주기: ① 위험성평가 실시 후 프로그램 작성, ② 최초 작성후 6개월마다 검토 및 업데이트
※개보수 작업 등 변경사항이 있는 경우 수시로 업데이트
- 2) 프로그램 작성자 및 시행자
· 프로그램작성자: 관련 분야 전문지식, 경력 및 자격을 지닌 전문가 또는

전문가의 도움을 받아 건물석면관리자가 작성

- 프로그램 시행자: 건물석면관리자
- ※ 교육이수

3) 프로그램의 목적, 범위, 구성요소, 자료수집/조사 양식 등

※ 유지·관리 프로그램의 목적(EPA's Green Book, 1990) - 모든 건물 재
 실자, 거주자의 석면섬유 노출을 최소화하는 것임. 이 목표를 달성하기
 위해 유지관리 프로그램에 (1) ACM을 좋은 상태로 유지(maintain)하고,
 (2) 이미 방출된 석면섬유를 적절하게 청소하고, (3) 석면섬유의 추가적
 인 방출을 방지하고, (4) ACM의 상태를 감시(monitor)하는 작업이 포함
 되도록 한다.

- ※ 유지·관리 프로그램의 구성 요소(Elements)(EPA's Green Book, 1990)
- 통보(Notification)
 - 조사(Surveillance): 주기적인 조사
 - 제어(Controls)
 - 안전한 작업방법(Safe Work Practices)
 - 기록보존(Recordkeeping)
 - 근로자 보호(Worker Protection)
 - 교육훈련(Training)

■ 안전한 작업방법(Safe Work Practice)

산업안전보건법 석면 작업에 대한 규정, 기준

■ 교육·훈련

- 1) 교육 대상자 : 건물석면관리자 등

- 2) 교육대상자 및 분야별 교육내용(과목)/시간
 - * 교육대상자별(건물석면관리자 등)
 - * 분야별
 - 석면·유지 관리 계획서 작성·시행·검토·업데이트
 - 석면건축물 건강위험도평가 : 현재상태 평가, 분진발생/노출가능성 평가, 위험도 산출
 - * 교육내용(예)
 - 석면에 대한 기초 지식(종류, 석면함유의심 자재)
 - 석면건축물 관리 법적 근거 등
 - 석면건축물 위험성평가 및 그 조치 방안
 - 유지관리 계획서 작성 및 유지관리 방법
 - 작업관리(개보수 작업시 석면 노출방지)

■ 기록보존(Record keeping)

- 건물 유지관리 계획서 및 업데이트
- 석면건축물 위험성평가 및 조치 결과
- 석면조사 결과 및 석면지도, 공기중 석면농도
- 정기 유지·관리 실시 결과
- * 문서보존 기간은 산업안전보건법에 따름

IV. 결 론

이 연구는 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조”의 시행에 따라 석면건축물·설비의 효율적인 석면관리가 이루어질 수 있도록 적용기준을 구체화하고 석면건축물의 적절한 유지·관리가 이루어 질 수 있도록 기준에 따른 관리방안을 제시하는 데 있다. 이를 위해 본 연구에서는 각 부처별 석면건축물 실태조사의 결과를 조합하여 유지·관리가 필요한 석면건축물의 실태를 파악하였으며, 국내외의 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 관리 방법을 비교·고찰 하고 그 방법의 현장 적용 및 위험성과 석면 농도와의 관련성을 조사하였다. 그리고 위험성 평가 결과에 의한 적합한 유지·관리 방안을 제시하고, 국내외 평가 방법 및 현장 적용 결과 등의 연구결과를 조합하여 적절한 위험성 평가 방법과 유지·관리 방안을 매뉴얼로 제시하였다. 이 연구를 통해 도출된 주요 결과는 다음과 같다.

1. 유지·관리가 필요한 석면건축물 실태 파악

주거용에서의 석면사용 실태는 57.1%의 비율을 나타내었고 상업용은 43.9%, 공업용은 48.0%, 문교사회용은 79.5%의 비율을 나타내었으며, 모든 곳을 조합한 결과 68.8%의 비율을 나타내었다.

건축년도별로 비교해보면 주거용은 80년대가 64.7%로 가장 많았으며 70년대 62.5%, 90년대 57.1%, 2000년대 40% 순이었고, 상업용은 80년대가 60%로 가장 많았으며 90년대 44.4%, 70년대, 2000년대 30.8% 순이었다. 공업용은 90년대 67.9%로 가장 많았으며 80년대 50%, 70년대 34.8%, 2000년대 33.3%순이었고, 문교사회용은 70년대가 93.6%로 가장 많았으며 70년도 이전 92.7%, 80년도 88%, 90년도 87.8%, 2000년도 44.5%의 순이었다. 조합한 결과 70년도 이전이

92.7%로 가장 많았으며, 80년도 78.5%, 70년도 76.1%, 90년도 75.5%, 2000년도 40.3% 순이었다.

2. 국내외 석면건축물 관련 제도, 위험성 평가 관리 방법 비교·고찰

석면함유 건축물의 안전한 관리방법(고용노동부, 2009), 석면안전관리법(환경부, 시행 2012. 04. 29), 석면함유 공공건물의 적정 관리 매뉴얼(환경부, 2009), 건축물 석면관리 가이드라인(환경부, 2009), 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼(교육과학기술부, 2008), 석면관리 매뉴얼(서울특별시, 2010) 등 현재 국내의 ACMs에 관한 각 부처별 평가 관리 방법은 모두 ASTM E2356(EPA의 방법을 포함함)의 방법을 교정하여 제공하고 있다.

국의 평가 방법의 경우 국내에서 제공되고 있는 평가 방법의 기반이 되며, 특히 ASTM E2356은 EPA의 내용을 포함한 현재 상태와 잠재적 손상가능성에 따른 정성 및 정량적인 방법을 제공한다. HSE HSG227에서는 제품 형태, 손상 정도 등을 포함한 물질상태 평가 알고리즘과 주거자의 활동, 분진발생가능성 가능성, 인적 노출 등을 포함하는 우선순위 평가 알고리즘을 활용하는 방법을 제공하고 있다. ASTM E2356의 현재상태와 HSE HSG227의 물질상태, 그리고 잠재적 손상 가능성과 우선순위 평가 알고리즘은 항목별로 차이는 있으나 같은 표현이며, ACMs를 평가하기 위한 대표적인 방법이라 할 수 있다.

3. 평가 방법의 현장 적용 및 석면 농도와의 관련성

관련분야에 10년, 5년, 2년, 1년 미만 종사하고 있는 조사자 별로 HSE, ASTM 및 EPA의 위험성 평가 방법에 따라 ACMs를 각 항목별로 정성 및 정량화 시켰다. 그 결과 HSE의 평가항목인 손상정도(양호한 상태, 낮은 손상, 중간정도의 손상, 상당한 손상), 표면처리(석면을 함유한 혼성 물질, AIB 또는 캡슐화 되어 있음, 봉인되지 않은 AIB 또는 캡슐화 되어 있지 않음), 접근성(접

근이 어려운 지역, 이따금 접근, 접근이 쉬움, 주기적으로 접근), 정비활동 형태 (분진발생 가능성이 거의 없음, 분진발생가능성이 낮음, 중간정도의 분진발생가능성, 높은 분진발생가능성)의 항목과 ASTM 및 EPA의 현재 상태(좋음, 보통, 나쁨), 활동성(높음, 중간, 낮음), 분진침착(높음, 중간, 낮음), 누수(높음, 중간, 낮음)의 항목에서 각 조사자별 크고 작은 차이가 발생하였다. 조사자의 능력이 나 경험이 높을수록 결과값이 유의하게 높았으며, 이는 잠재적인 위험성을 예측하고 반영하는 능력에서 차이가 있기 때문으로 해석된다.

ASTM & EPA의 분류방법에 의한 공기중 농도에서는 손상정도에 따른 공기중 섬유 농도는 좋음과 보통의 관계에서 유의한 차이를 보이고($p=0.01$) 나머지 그룹간의 관계에서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 잠재적 손상가능성에 따른 공기중 섬유농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, HSE의 분류방법에 의한 공기중 농도에서도 물질평가와 우선순위평가에 의한 공기중 섬유농도 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 석면건축물 위험성 평가방법, 유지·관리 방안 제시 및 석면건축물의 유지·관리 매뉴얼 개발

기존의 평가방법을 보완한 위험성 평가방법과 산출된 위험도에 따른 조치방안을 제시하였다. 석면건축물의 유지·관리 가이드라인의 개요를 제시하였다. 또한 석면건축물 유지·관리 매뉴얼을 작성하여 부록으로 수록하였다.

5. 활용 및 기대효과

본 연구결과 “산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조”의 ‘노출될 우려가 있는 경우’와 ‘필요한 조치’에 대한 기준과 지침을 제시함으로써 효율적인 석면건축물의 유지·관리 지침서로 활용될 것이며, 향후 석면으로 인해 발생할 수 있는 건강영향을 감소시키는 계기가 될 것으로 기대한다.

V. 참고문헌

- 고용노동부. 산업안전보건기준에 관한 규칙. 2011.07.06
- 고용노동부, 한국산업안전보건공단. 석면함유 건축물·설비에 대한 관리제도 개선 안내. 2010
- 고용노동부, 한국산업안전보건공단. 건축물 소유주 및 해체·제거업자가 알아야 할 석면관리 제도. 2010
- 고용노동부, 한국산업안전보건공단. 석면함유 건축물의 안전한 관리방법. 보건 분야 기술자료 보건2009-00-0000. 2009.
- 고용노동부, 한국산업안전보건공단. 사업장 등의 석면 실태조사 및 석면지도 작성 연구. 2008
- 고용노동부, 한국산업안전보건공단. 석면에 의한 건강장해 예방 연구(Ⅱ). 2006
- 교육과학기술부. 학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델에 관한 연구. 2007
- 교육과학기술부. 학교석면 실태조사 및 관리 매뉴얼. 2008
- 관세청. 수출입 통계(1995~2011). 2011
- 국토해양부. 2010년 건축물현황 연간 통계. 2011
- 대한민국국회. 석면안전관리법. 2011
- 서울특별시. 서울시 건축물의 석면 실태조사 및 마스터플랜 수립. 2009
- 서울특별시. 석면관리 매뉴얼. 2010
- 환경부. 공공건물의 석면함유물질 사용 실태조사(Ⅰ). 2009
- 환경부. 공공건물의 석면함유물질 사용 실태조사(Ⅱ). 2009
- 환경부. 다중이용시설의 석면함유물질 사용 실태와 관리 지침 마련을 위한 실

- 태조사(I). 2008
- 환경부. 다중이용시설의 석면함유물질 사용 실태조사(II). 2009
- 환경부. 건축물 석면관리 가이드라인. 2009
- 환경부. 석면함유 공공건물의 적정관리 매뉴얼.
- 환경부. 농가건물의 석면함유물질 사용 실태조사 연구. 2008
- 한국환경사회정책연구소. 석면 사용현황과 처리실태에 따른 문제점 및 개선방안.
2007
- ASTM. Standard Practice for Comprehensive Building Asbestos Surveys.
DOI.10.1520/E2356-10, 2010
- ASTM. Standard Practice for Visual Inspection of Asbestos Abatement
Projects. DOI.10.1520/E1368-05E01, 2005
- EPA. Guidance for Controlling Asbestos-Containing Materials in Buildings.
1985
- HSE. Asbestos the Survey Guide, ISBN 978 0 7176 6385 9/HSG264, 2010
- HSE. A comprehensive guide to Managing Asbestos in premises, ISBN 978 0
7176 2381 5 /HSG227, 2002

VI. 영문요약문

Korean Ministry of Employment and Labor (MOEL) promulgated the Industrial Safety & Health Standard Regulations in 2011. Article 487 of the regulations is the “Maintenance & Management” of buildings that have asbestos containing materials (ACMs). In accordance with this article, business owners must provide their workers with necessary protective means when ACMs of their buildings are disturbed in order to reduce/minimize workers’ asbestos exposure. This report provides specific guidelines in applying Article 487 of the regulations and recommendations for protective measures against asbestos exposure. The first section of this study results details the data of buildings in South Korea that have ACMs and are subject to “Maintenance & Management” in accordance with Article 487. The second section compares the existing ACMs’ related policies, risk assessment tools, and risk management methods in South Korea and in other countries (U.S., U.K., and Japan). The third section presents the results of applying the existing risk assessment tools to the buildings with ACMs and comparing the resulting risk scores to the asbestos monitoring data. The fourth and fifth sections provide best risk assessment tools, risk management methods, guidelines and manual in applying Article 487 of the regulations.

Key words : Asbestos, asbestos containing materials (ACMs), Industrial Safety & Health Standard Regulations, risk assessment, risk management

VII. 부 록

석면함유 건축물 유지·관리 매뉴얼

목 차

I. 서론	203
1. 매뉴얼의 법적 근거 및 적용범위	203
2. 석면의 종류	204
3. 석면의 유해성	204
4. 석면 노출 위험군	204
II. 건축물내 석면이 함유된 자재와 장소	206
1. 석면분진 발생 가능성이 높은 자재와 장소	206
2. 석면 분진 발생 가능성이 낮은 자재와 장소	208
III. 석면 함유 건축물 유지·관리	211
1. 석면함유 건축물 유지·관리 흐름도	211
2. 건축물 석면조사와 석면지도의 작성	212
3. 석면함유물질 건강위험성 평가 및 결과에 따른 조치	215
4. 석면건축물 유지·관리 프로그램의 작성, 시행 및 유지	225
IV. 참고문헌	226
IV. 부록	227

I. 서론

1. 매뉴얼의 법적 근거, 적용범위

산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조에는 사업주는 건축물 및 설비의 석면 함유물질의 손상 등에 의해 석면분진이 발생되어 근로자가 그 분진에 노출될 우려가 있는 경우 필요한 조치를 하도록 규정하고 있다.

※ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제487조(유지·관리) : 사업주는 석면함유 건축물·설비의 천장재, 벽체 재료 및 보온재 등의 손상, 노후화 등으로 석면분진을 발생시켜 근로자가 그 분진에 노출될 우려가 있을 경우에는 해당 자재를 제거하거나 다른 자재로 대체하거나 안정화(安定化)하거나 씌우는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

석면 함량이 1%를 초과하는 자재 또는 물질(이하 석면함유물질이라 한다)이 있는 산업안전보건법의 적용을 받는 사업장의 건물에서 일하는 근로자와 이 건물이나 설비를 유지·보수·수리 등의 작업을 하는 근로자들을 석면 노출로부터 보호하는 것이 필요하다.

본 매뉴얼은 이 규정에 의한 석면 함유 건축물·설비의 유지·관리 가이드라인과 효율적인 석면 관리를 위한 기준과 기술적인 정보와 자료를 제공한다. 매뉴얼은 건물을 점유하여 사용하는 건물관리 책임이 있는 사업주(또는 소유주) 또는 건물관리자가 석면 건물을 유지·관리하는데 활용할 수 있도록 작성한 것이다.

2. 석면의 종류

석면의 사문석 계통의 백석면(chrysotile), 각섬석 계통의 청석면(crocidolite), 갈석면(amosite), 악티노라이트(actinolite), 안소필라이트(anthophyllite), 트레모라이트(tremolite) 등이 있으면 백석면, 청석면, 갈석면이 대표적 석면이다. 이중 백석면이 가장 널리 사용되어 왔다.

3. 석면의 유해성

공기중에 비산되어 호흡기를 통해 들어온 석면분진에 의한 유발되는 대표적인 질병은 중피종(mesothelioma), 폐암(lung cancer), 석면폐(asbestos)이다. 중피종은 대개 발병후 생존기간이 6개월 이내로 매우 치명적인 질병이다. 중피종과 폐암은 석면 노출량이 적은 경우에도 발생할 수 있고 석면폐는 비교적 다량의 석면분진에 노출된 경우 일어난다.

모든 종류의 석면이 발암물질이며 각섬석계의 청석면, 갈석면은 백석면에 비해 인체에 더 유해하다. 석면에 노출된 후 질병이 발생하기까지는 대개 15년 이상의 긴 잠복기가 있다.

석면에 의해 질병이 일어날 가능성 또는 건강 위험(health risk)은 석면노출량과 노출기간에 의해 좌우된다. 석면에 의한 위험은 석면 노출량이 많을수록 석면에의 노출기간이 길수록 증가한다.

4. 석면 노출 위험군

석면함유 건축물에서 석면에 노출될 위험이 가장 큰 사람은 석면함유 물질을 건드려 석면분진을 발생시키는 작업이나 활동을 하는 사람들로 건물·설비를

보수·수리·정비 일을 하는 사람들 그리고 해체·제거 일을 하는 사람들이 있다. 특히 석면함유자재를 천공하거나 톱질하거나 절단 등의 일을 하는 사람들은 더욱 큰 위험에 놓여있다.

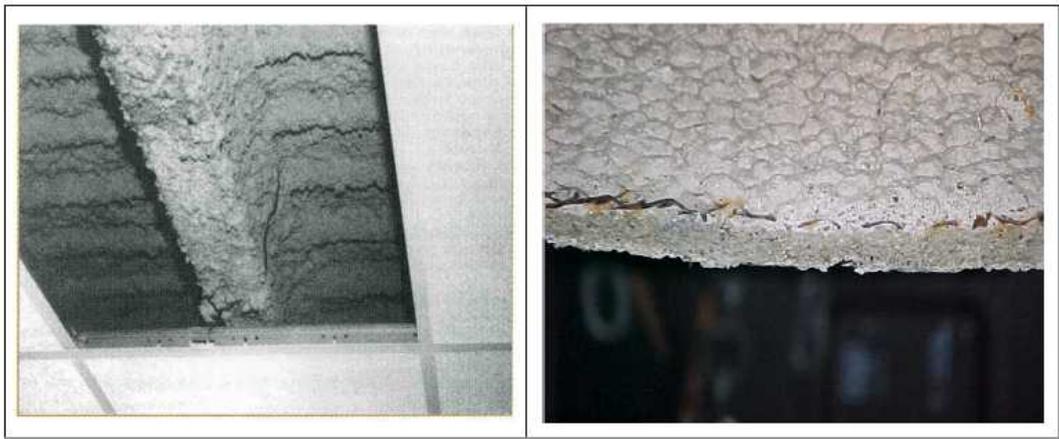
한편, 이러한 건물에서 상주하면서 사무작업 등의 일을 하는 사람, 방문자 또는 통행자들이 석면 노출 위험군이다.

II. 건축물내 석면이 함유된 자재와 장소

뽑칠된 석면, 파이프의 보온재, 천장재 등은 석면이 공기중으로 발생할 가능성이 비교적 높다. 석면시멘트 제품인 슬레이트, 벽면재 등은 석면이 시멘트와 강하게 결합되어 있어 석면이 비산될 가능성이 낮다. 대표적인 건축물의 석면 함유물질은 분진발생 가능성이 높은 것과 낮은 것을 분류하면 다음과 같다(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009).

1. 석면분진 발생 가능성이 높은 자재와 장소

- 석면 분무재(뽑칠된 석면): 천장재, 철구조물의 내와재로 주로 사용되었으므로 덕트, 천장공간의 방화선으로 사용



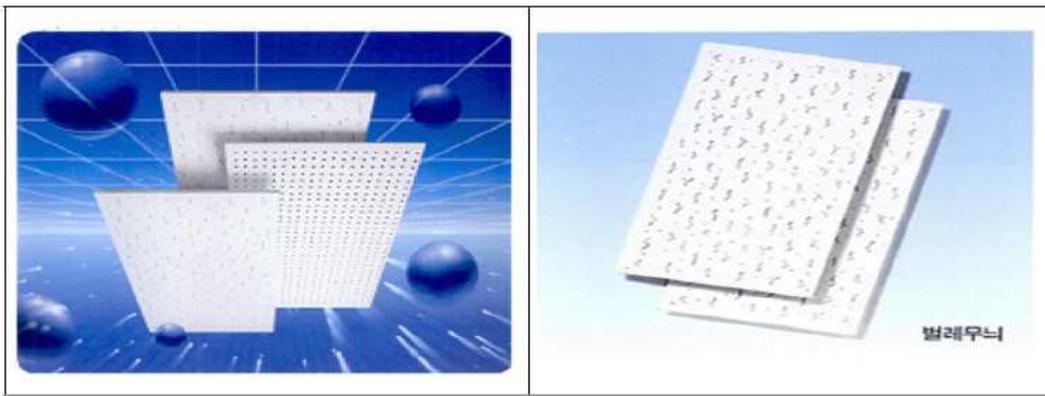
<철구조물과 천장에 뽑칠된 석면>

- 석면 보온·단열재: 보일러나 파이프에 보온·단열을 위해 사용



<파이프 보온재>

- 석면 천장재: 건축물 내부 천장마감재 등으로 사용



<석면 천장재>

- 석면 방직제품: 지붕 등 구조물의 단열, 방화재 등으로 사용



<석면방직제품과 석면테이프>

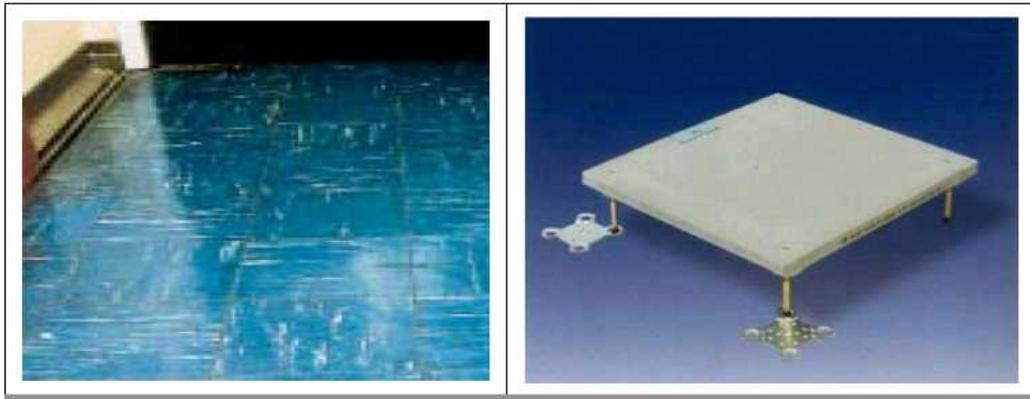
2. 석면 분진 발생 가능성이 낮은 자재와 장소

- 석면 시멘트 제품: 주로 지붕이나 건물벽을 덮는 것으로 많이 사용되었으며 내부 벽면재로도 사용



<석면시멘트 제품>

- 석면 함유 바닥재: 사무실 등의 바닥타일



<바닥타일과 바닥재>

- 석면 개스킷: 보일러 배관 등에 사용

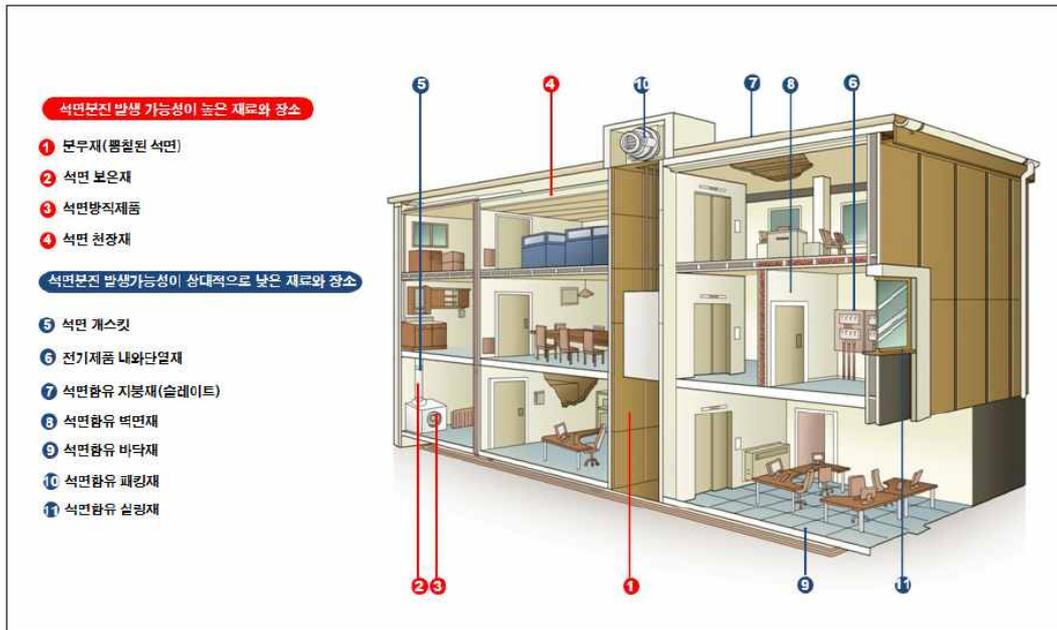


<석면개스킷>

- 전기제품 내화 단열재: 전선 피복 등



<석면함유 전기절연제품>

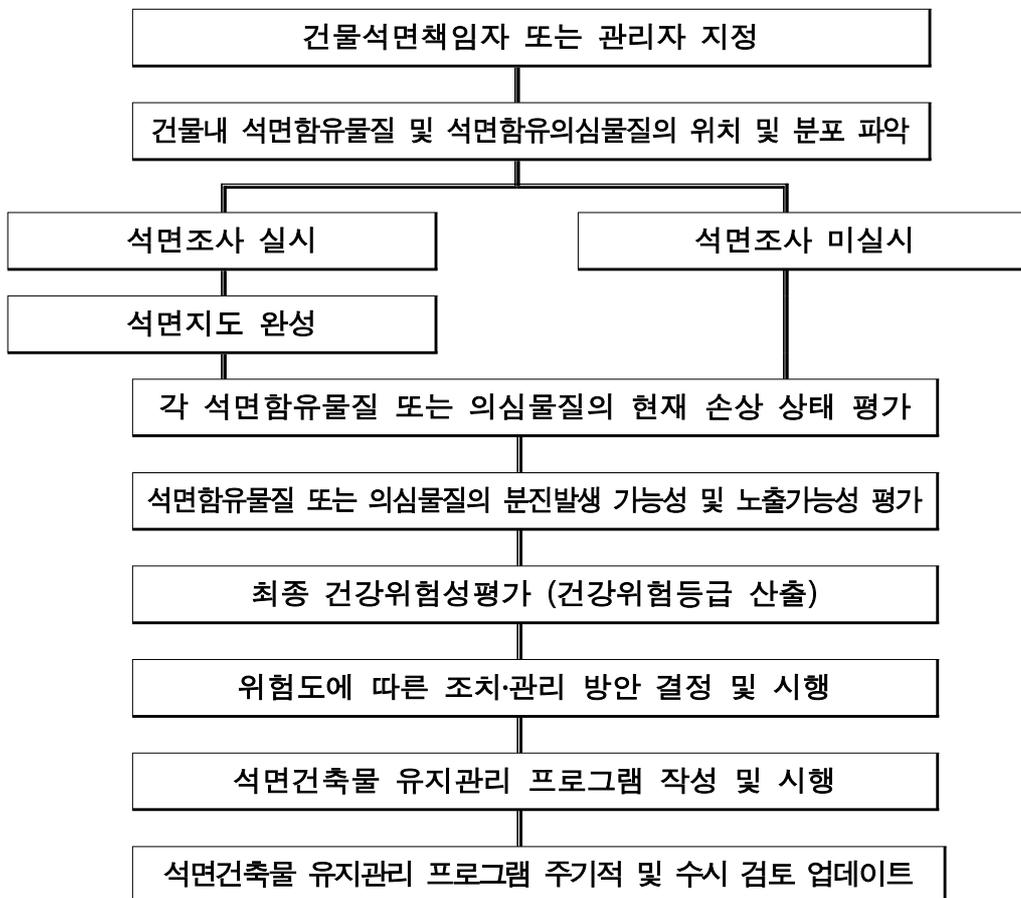


< 건물내 석면함유물질의 종류와 위치>

III. 석면 함유 건축물 유지·관리

1. 석면함유 건축물 유지·관리 흐름도

석면함유 건축물의 유지·관리 흐름도는 아래 그림과 같다.



<석면함유 건축물의 유지·관리 흐름도>

2. 건물내 석면함유물질의 파악, 석면 조사 및 석면지도 작성

1) 석면함유물질의 위치 및 분포 파악

석면함유물질을 아래 3가지 종류로 분류한다. 석면조사를 하지 않은 경우 아래의 물질(석면함유의심 물질)을 석면이 함유되어 있는 것으로 간주한다.

- **표면분무재:** 천장, 철골, 벽, 파이프 등의 표면에 뿜칠(분무) 또는 흙손질된 석면함유물질 또는 석면함유의심 물질(방화, 음향, 장식 등의 목적)
- **보온/단열재:** 파이프, 보일러, 탱크, 덕트의 보온/단열, 응축을 방지하기 위해 사용된 석면함유물질 또는 석면함유의심 물질
- **기타 물질:** 천장재(천정텍스, 천장타일), 바닥재(바닥타일, 아스타일), 내·외벽재(파티션/칸막이, 밤라이트, 나무라이트, 베이스패널), 지붕재(슬레이트), 석면시멘트파이프 및 보드 석면개스킷, 석면패킹, 석면사(석면로프), 석면테이프 등

2) 건축물 석면조사와 석면지도의 작성

가. 석면조사시 필요한 자료

석면조사를 위해 아래와 같은 자료들이 필요하다(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009).

- 건축물설계도 및 시방서: 방음, 단열재, 방화재, 방화문 등의 자료
- 건물내 배관도 : 배관설치계획도, 배관 차단/절연/단열, 배관 절연 부속품 등

- 건축물의 환기장치 또는 공조시스템(HVAC)와 관련 자료: 덕프, 파이프, 보일러단열재, 소각로, 절연재 등
- 기존의 석면조사보고서(석면조사 실시한 경우)
- 석면 해체·제거작업과 관련된 자료(실시한 경우)

나. 석면조사 내용

석면이 함유되었을 것으로 의심되는 자재 또는 물질의 대한 석면조사시 반드시 포함되어야 할 내용은 다음과 같다(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009).

- 건축물 또는 설비에 석면이 함유되어 있는지 여부
- 건축물이나 설비에 함유된 석면의 종류와 함유량
- 석면함유물질의 위치 및 면적

다. 석면함유 여부 판별 방법

석면 함유되어 있을 것으로 추정되는 자재의 석면함유 여부를 판별하는 방법은 다음과 같다(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009).

- 건축물설계도, 시방서 등을 통해 석면함유자재의 사용 이력 파악함
- 건축물내 자재 제조업체의 제품사양, 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 제품에 석면함유되어 있는지를 확인함.
- 석면함유가 의심되는 물질을 전문조사기관에 석면조사 또는 분석을 의뢰하여 석면 존재여부와 함량을 확인함.

일정규모 이상의 건축물이나 설비를 해체·제거하고자 할 때는 고용노동부장관이 허가한 지정석면조사기관에 의해 수행되어야 한다(산업안전보건법 제38조

의2). 건축물 해체·제거하는 경우가 아닌 건축물 유지·관리를 위한 경우, 석면이 함유되어 있을 것으로 추정되는 물질에 대한 조사는 전문지식과 능력을 가진 석면조사기관을 통하여 수행하는 것이 바람직하다. 고용노동부장관이 허가한 지정 석면조사기관의 명단은 노동부 홈페이지에서 확인할 수 있다. 석면조사 및 석면지도 작성에 관한 자세한 사항은 아래 참고문헌을 참고한다.

☞ 석면함유 건축물의 안전한 관리방법(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009)

3. 석면함유물질의 건강위험성 평가 및 조치

건물내 석면함유물질의 현재 상태(손상 정도)와 분진발생·노출가능성 평가한 후, 이 두 평가결과에 근거하여 최종 건강위험도를 산출한다. 다음으로 산출된 위험도에 해당하는 조치·관리방안을 취한다. 석면 건축물에 대한 위험성평가 양식은 부록으로 수록하였다.

1) 석면함유물질의 손상 정도 평가

석면함유 물질 또는 석면함유의심 물질에 대한 현재 상태(손상정도)를 다음 표 <현재 상태(손상 정도) 평가 기준 및 방법>을 이용하여 평가한다.

<현재 상태(손상 정도^A) 평가 기준 및 방법>

현재 상태		설 명
나쁨	10	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재^B: 손상 정도가 큰 경우 ● 보온/단열재^C: 커버가 많이 잘리거나 찢기는 등 손상정도가 심한 경우. 보온재 자체에 손상이 있는 경우
	9	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질^D: 손상정도가 큰 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 많이 보이는 경우
	8	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 이상, 국소적인 손상은 25% 이상
보통	7	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되나 그 정도가 보통이고 광범위하지 않은 경우
	6	<ul style="list-style-type: none"> ● 보온/단열재: 커버가 잘리거나 찢기는 등 손상정도가 보통인 경우
	5	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질: 손상 정도가 보통인 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 보통으로 보이는 경우
	4	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 미만, 국소적인 손상은 25% 미만
좋음	3	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되지 않거나 그 정도가 매우 작은 경우 ● 보온/단열재: 커버에서 손상이 관찰되지 않거나 매우 작은 경우
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질: 손상 부위가 관찰되지 않는 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 보이지 않는 경우
	1	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 1% 미만인 경우

^A손상(damage) 여부 및 정도, 먼지 또는 부스러기 존재여부와 양 (Likelihood of disturbance, Evidence of previous disturbance).

^B표면분무재(뿌칠된 석면): 천장재, 철구조물 내화재로 주로 사용되었음.

^C보온/단열재: 보일러나 파이프에 보온 또는 단열을 위해 사용된 물질.

^D기타 물질: 석면천장재(건축물 내부 천장 마감재 등으로 사용), 석면시멘트 제품(주로 지붕이나 건물벽을 덮는 것, 내부 벽면재로 사용), 바닥재(바닥에 사용되는 비닐타일, 바닥재), 석면 함유 개스킷(보일러 배관 등에 사용), 전기제품 절연재 등.

*ASTM E2356-10(ASTM, 2010)을 참고하였음.

석면함유물질의 손상 정도에 대한 평가 예는 다음과 같다(노동부 및 한국산업안전보건공단, 2009).

- **양호한 상태** : 손상이 거의 없거나 없음. 먼지나 부스러기가 보이지 않음.



<양호한 상태>

- **보통정도의 손상 상태**: 손상정도가 보통임. 손상부위가 전체적으로 10% 미만이거나 국소적으로 25% 미만임.



<보통인 상태>

- 나쁜 상태: 손상정도가 심함. 손상부위가 전체적으로 10% 이상이거나 국소적으로 25% 이상임.



<나쁜 상태>

2) 석면분진발생 및 노출 가능성 평가

석면분진발생 활동·요인(disturbance)에 의한 분진발생 및 노출 가능성에 대한 평가는 다음 <석면분진발생 활동·요인에 의한 분진발생 및 노출가능성 평가표>와 같이 구한다. 석면분진 발생 및 노출 가능성에 대한 평가는 전문적인 지식, 경험, 경력 및 능력을 갖춘 전문가가 실시하도록 한다. 전문성이 없다면 전문 컨설턴트에게 이 일을 의뢰한다.

<석면분진발생 활동·요인에 의한 분진발생 및 노출가능성 평가표>

낮음(Low)			중간(Medium)				높음(High)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
※ 아래의 13개 요인을 종합하여 평가									

*석면분진발생 활동·요인(Disturbance): 석면함유 자재를 손상시켜 석면 먼지나 부스러기를 발생시킬 수 있는 활동이나 작업, 또는 이러한 결과를 초래할 수 있는 환경요인의 존재 또는 그의 작용

● 섬유함유물질의 종류·형태 및 분포량

1. 섬유함유물질의 종류 및 형태	2. 석면함유자재 분포량 (면적 또는 길이)
<p>3. 표면분무재(천장, 철골, 벽, 파이프 등의 표면에 뿜칠(분무)된 물질 - 방화, 음향 또는 장식용)</p> <p>2. 보온·단열재(파이프, 보일러, 탱크, 덕트의 보온/단열, 응축을 방지하기 위해 사용된 물질), 천장재(천정텍스, 천장타일), 석면방직제품(석면포, 석면패킹, 석면로프, 석면테이프 등)</p> <p>1. 바닥재(바닥타일, 아스타일), 내·외벽재(파티션/칸막이, 밤라이트, 나무라이트, 베이스패널), 지붕재(슬레이트), 석면시멘트파이프 및 보드, 석면개스킷</p>	<p>3. >50m² >50m(파이프)</p> <p>2. 10-50m² 10-50m(파이프)</p> <p>1. 1-10m² 10-50m(파이프)</p> <p>0. <0.5m² <0.5m(파이프) 가스켓 등</p>

● 인적 및 물리적 요인에 의한 분진발생 가능성

활동성		5. 접근가능성(0-3점)
3. 재실자, 장비, 물건(0-3점)	4. 유지·보수 작업자(0-3점)	
<p>3: 높음(석면함유물질에 빈번한 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>2: 중간(석면함유물질에 간헐적인 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>1: 낮음(사무실에서 사무작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음(사용이 드문 창고, 저장실)</p>	<p>3: 높음(천공 등과 같이 석면함유자재에 큰 손상을 일으킬 수 있는 작업으로 인해 석면분진 발생 가능성이 높음)</p> <p>2: 중간(석면함유자재에 약간의 손상을 주는 작업. 천장재 떼어내는 작업, 못질 등)</p> <p>1: 낮음(석면함유자재에 약간의 접촉 또는 충격을 가하면서 하는 작업. 천장판 아래의 전구 교체 작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음</p>	<p>3: 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 이상 접근하는 경우. 석면함유 또는 의심물질이 공중공간(복도, 현관, 강당 등) 과 재실자가 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>2: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 미만 - 1개월 1회 (예: 8일 1회, 10일에 1회, 2주 1회, 3주에 1회, 1개월 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>1: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1 개월에 1회 미만 (예: 2개월 1회, 6개월에 1회, 1년에 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>0: 석면함유 또는 의심물질에 접근이 어렵거나 접근할 수 없는 경우</p>

● 환경적 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진 가능성

6. 진동	7. 기류	8. 분진침식	9. 누수 손상	10. 부식/풍화
<p>2: 큰 모터나 엔진이 있는 경우 (팬이 있는 공간), 방해적인 소음 또는 쉽게 진동을 느낄 수 있는 경우</p> <p>1: 큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리지 않는 경우, 때때로 큰 소음이 발생하는 경우</p> <p>0: 때때로 작은 소음이나 진동이 발생하거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 공기 흐름이 빠른 경우</p> <p>1: 공기 흐름이 보통인 경우</p> <p>0: 공기 흐름이 약간 감지되거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>

• 노출 가능성

11. 재실자수	12. 재실자의 공간 사용 빈도	13. 사용시간
3: >10	3: 매일 사용	3: 6 시간 이상
2: 6-10	2: 매주 사용	2: 3 - <6 시간
1: 1-5	1: 매월 사용	1: <3 시간
0: 없음	0: 아주 가끔 사용 또는 없음.	0: 없음

3) 최종 건강위험도 산출 및 조치·관리방안

석면함유물질의 현재 손상 등급, 분진발생 및 노출가능성 등급을 각각 구한 후, 두 가지 등급을 아래 위험도매트릭스를 이용하여 건강위험도(health risk)를 산출한다.

<석면건축물 조치 및 관리방안 결정을 위한 위험도 매트릭스>

		석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성 등급 ^B		
		낮음 (1-3)	중간 (4-7)	높음 (8-10)
현재 손상 상태 등급 ^A	큼 (8-10)	중간 (MR)	높음 (HR)	매우 높음 (VHR)
	보통 (4-7)	낮음 (LR)	중간 (MR)	높음 (HR)
	작음 (1-3)	매우 낮음 (VLR)	낮음 (LR)	중간 (MR)

^A현재 손상 상태에 대한 평가 등급(괄호 안은 세부등급)

^B석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성에 대한 평가 등급(괄호 안은 세부등급)

산출된 위험도에 따른 조치·관리방안은 다음 표와 같다. 석면관리방안으로 제거, 대체, 밀폐, 고착화 또는 안정화, 보수 등이 있다.

<석면건축물 위험성 평가결과, 위험등급에 따른 조치·관리방안>

위험등급	조치·관리방안
<p>매우 높음 (Very high risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 최대한 빠른 시일내 외부전문가*와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유물질이 있는 장소에 근로자 접근 통제, 근로자 보호구 착용후 접근 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair)¹, 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure), 대체(substitution), 제거(removal)² 등 적절한 관리방안 결정 및 실시 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
<p>높음 (High risk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 가능한 한 빠른 시일내 외부전문가와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 실시한 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure), 대체(substitution), 제거(removal) 등 적절한 조치 방안 결정 및 실시 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존

<석면건축물 위험성 평가결과, 위험등급에 따른 조치·관리방안>
(계속)

위험등급	조치·관리방안
중간 (Medium risk)	<ul style="list-style-type: none"> ● 외부전문가*와 상담 ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 석면함유의심물질에 대한 석면조사(분석) 실시(안한 경우) ● 외부전문가에 의한 정밀위험성평가(공기중 석면농도 측정 포함) 실시한 후 적절한 조치방안 결정 및 실시 ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure) 등 적절한 조치 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
낮음 (Low risk)	<ul style="list-style-type: none"> ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육 ● 청소 및 주기적 관찰³ ● 보수(repair), 고착화 또는 안정화(encapsulation), 밀폐(enclosure) 등 적절한 조치(필요시) ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존
매우 낮음 (Very low risk)	<ul style="list-style-type: none"> ● 석면함유물질 및 석면함유의심물질에 라벨 부착 ● 근로자, 건물 유지·보수작업 관계자에게 통보 ● 건물내 종사 근로자 교육⁴ ● 청소 및 청결유지 ● 석면함유물질의 현재 상태로 유지 ● 유지·관리 계획서 작성(계획서에는 주기적인 석면함유물질의 상태 점검에 관한 내용 포함)·시행, 검토·업데이트, 기록보존⁵

전문가: 전문적인 지식, 경험, 경력, 능력을 갖춘 전문가

¹석면함유물질이 존재하는 장소에서 보수 등의 작업을 하는 경우 다음과 같이 작업관리를 한다.

- 석면함유물질에 충격을 가하거나 구멍을 뚫는 등의 작업으로 인해 분진이 발생되지 않도록 주의해야 한다.

- 석면함유물질에 충격을 가하거나 손상시키면서 작업을 하는 경우 특급성능의 방진마스크, 불침투성 재질의 보호복, 보호장갑, 보호화(보호덧신) 등 개인보호구를 착용하여야 한다.
- 석면함유물질 손상으로 부스러기, 조각, 먼지 등이 발생한 경우 반드시 석면관리자에게 알리고 적절한 조치를 하여야 한다.

²석면함유물질을 제거하는 경우 전문 석면해체·제거업자를 통하여 작업을 하여야 하고, 유지 보수 작업중 분진이 다량 발생될 가능성이 있을 경우에도 전문 업체를 통해 작업을 실시하도록 한다.

³청소 및 주기적 관찰

- 석면함유 분진, 부스러기 등은 젖은 걸레나 형집 등으로 습식으로 청소하거나 고성능여과재(HAPA filter)가 장착된 진공청소기를 사용하여 청소한다.
- 건물내 석면함유물질을 주기적으로 살피고 주변에 부스러기나 먼지 등이 있으면 즉시 앞에서 언급한 방법으로 제거한다.
- 부스러기, 먼지등이 많아 청소시 석면분진에 많이 노출될 수 있을 경우 청소하는 사람은 특급성능의 방진마스크, 불침투성의 보호복, 보호장갑, 보호화(보호덧신) 등 개인보호구를 착용하여야 한다.

⁴근로자 교육: 석면함유물질이 있는 건물에서 있는 근로자에 대해 다음과 같은 교육을 한다.

- 석면의 유해성 : 석면의 일반적인 특성 및 유해성
- 석면함유물질의 종류: 석면이 함유되어 있을 수 있는 자재와 물질
- 건축물내 석면함유물질 및 의심물질에 대한 정보 제공: 건물내 존재하는 석면함유물질 및 의심물질의 정확한 위치와 주의사항을 알려준다.

⁵석면조사결과 기록보존 : 석면조사결과와 석면지도는 기록보존한다. 건축물내 석면함유물질에 대한 정보를 근로자들이 쉽게 알수 있도록 석면조사결과와 석면지도는 근로자들이 보기 쉬운 장소에 비치 또는 게시한다.

4 . 석면건축물 유지·관리 프로그램의 작성, 시행 및 유지

석면건축물 유지·관리 프로그램에 포함되어야 요소는 통보(notification), 조사(Surveillance), 관리(Controls), 작업방법(Work Practices), 기록보존(Record keeping), 근로자 보호(Worker Protection), 교육훈련(Training) 등이 있다.

IV. 참고문헌

1. 고용노동부. 산업안전보건기준에 관한 규칙. 2011.07.06
2. 노동부, 한국산업안전보건공단. 석면함유 건축물의 안전한 관리방법. 2009.
3. ASTM. Standard Practice for Comprehensive Building Asbestos Surveys. DOL10.1520/E2356-10, 2010
4. EPA, Managing Asbestos in Place : A Building Owner's Guide to Operations and Maintenance Program for Asbestos-Containing Material(1991)
5. EPA. How to Manage Asbestos in School Buildings. 1996
6. HSE. A Comprehensive Guide to Managing Asbestos in Premises, ISBN 978 0 7176 2381 5 /HSG227, 2002

<부 록>

석면함유 건축물 조사 양식

조사일 : _____년 _____월 _____일

조사자 : _____ (서명)

■ 일반 정보

사업장명 (건물명)		사업주 (건물주)	
담당자 (연락처)		시공년월일	. .
주소			
용도			
석면조사 실시여부	<input type="checkbox"/> 실시 (◦ 조사기관명: _____ ◦ 실시년월일: _____) <input type="checkbox"/> 미실시		
석면지도 존재여부	<input type="checkbox"/> 있음 (작성년월일: _____) <input type="checkbox"/> 없음		
개보수 여부	<input type="checkbox"/> 있음	일시(연월일)	내 용
		. .	
	<input type="checkbox"/> 없음	. .	
비 고			

■ 석면함유물질 평가

ID			조사장소명칭 / 위치		
용도					
위 치	<input type="checkbox"/> 천정 <input type="checkbox"/> 벽 <input type="checkbox"/> 바닥 <input type="checkbox"/> 배관 <input type="checkbox"/> 기타: _____	자재 분류	<input type="checkbox"/> 표면살포물질(천장, 벽면, 철구조물 등 의 표면에 뿜칠된 물질) <input type="checkbox"/> 파이프, 덕트, 보일러의 보온/단열을 위해 사용된 보온재 <input type="checkbox"/> 기타(_____)		
크기	◦ 면적: _____ m ² ◦ 길이: _____ m ◦ 부피: _____ m ³	석면함 유/의심	<input type="checkbox"/> 석면 함유 <input type="checkbox"/> 석면 함유 의심	자재 강도 (부스 러짐)	<input type="checkbox"/> 손의 힘으로 부스 러지거나 가루가 됨 (Friable) <input type="checkbox"/> 손의 힘으로 부스 러지거나 가루가 되 지 않음(Non-Friable)
사진 번호	사진번호				

◆ 현재 상태(손상 정도^A) 평가 기준 및 방법

현재 상태		설 명
나쁨	10	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재^B: 손상 정도가 큰 경우 ● 보온/단열재^C: 커버가 많이 찢리거나 찢기는 등 손상정도가 심한 경우. 보온재 자체에 손상이 있는 경우
	9	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질^D: 손상정도가 큰 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 많이 보이는 경우
	8	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 이상, 국소적인 손상은 25% 이상
보통	7	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되나 그 정도가 보통이고 광범위하지 않은 경우
	6	<ul style="list-style-type: none"> ● 보온/단열재: 커버가 찢리거나 찢기는 등 손상정도가 보통인 경우 ● 기타 물질: 손상 정도가 보통인 경우
	5	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 먼지나 부스러기가 보통으로 보이는 경우 ♣ 손상크기(면적): 전체적으로 분산되어 있는 손상은 10% 미만, 국소적인 손상은 25% 미만
	4	
좋음	3	<ul style="list-style-type: none"> ● 표면분무재: 손상이 관찰되지 않거나 그 정도가 매우 작은 경우 ● 보온/단열재: 커버에서 손상이 관찰되지 않거나 매우 작은 경우
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● 기타 물질: 손상 부위가 관찰되지 않는 경우 ♣ 먼지나 부스러기가 보이지 않는 경우
	1	<ul style="list-style-type: none"> ♣ 손상크기(면적): 1% 미만인 경우

^A손상(damage) 여부 및 정도, 먼지 또는 부스러기 존재여부와 양 (Likelihood of disturbance, Evidence of previous disturbance).

^B표면분무재(뿌칠된 석면): 천장재, 철구조물 내화재로 주로 사용되었음.

^C보온/단열재: 보일러나 파이프에 보온 또는 단열을 위해 사용된 물질.

^D기타 물질: 석면천장재(건축물 내부 천장 마감재 등으로 사용), 석면시멘트 제품(주로 지붕이나 건물벽을 덮는 것, 내부 벽면재로 사용), 바닥재(바닥에 사용되는 비닐타일, 바닥재), 석면 함유 개스킷(보일러 배관 등에 사용), 전기제품 절연재 등.

◆ 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진발생·노출가능성 : _____

낮음(Low)			중간(Medium)				높음(High)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
※ 아래의 13개 요인을 종합하여 평가									

***석면분진발생 활동·요인(Disturbance)**: 석면함유 자재를 손상시켜 석면 먼지나 부스러기를 발생시킬 수 있는 활동이나 작업, 또는 이러한 결과를 초래할 수 있는 환경요인의 존재 또는 그 의 작용

● 섬유함유물질의 종류·형태 및 분포량 : _____

1. 섬유함유물질의 종류 및 형태	2. 석면함유자재 분포량 (면적 또는 길이)
3. 표면분무재 (천장, 철골, 벽, 파이프 등의 표면에 뿜칠(분무)된 물질 - 방화, 음향 또는 장식용) 2. 보온·단열재 (파이프, 보일러, 탱크, 덕트의 보온/단열, 응축을 방지하기 위해 사용된 물질), 천장재 (천장택스, 천장타일), 석면방직제품 (석면포, 석면패킹, 석면로프, 석면테이프 등) 1. 바닥재 (바닥타일, 아스타일), 내·외벽재 (파티션/칸막이, 밤라이트, 나무라이트, 베이스패널), 지붕재 (슬레이트), 석면시멘트파이프 및 보드, 석면개스킷	3. >50m ² >50m(파이프) 2. 10-50m ² 10-50m(파이프) 1. 1-10m ² 10-50m(파이프) 0. <0.5m ² <0.5m(파이프) 가스켓 등

● 인적 및 물리적 요인에 의한 분진발생 가능성 : _____

활동성		5. 접근가능성(0-3점)
3. 재실자, 장비, 물건(0-3점)	4. 유지·보수 작업자(0-3점)	
<p>3: 높음(석면함유물질에 빈번한 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>2: 중간(석면함유물질에 간헐적인 접촉으로 인한 손상 가능)</p> <p>1: 낮음(사무실에서의 사무작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음(사용이 드문 창고, 저장실)</p>	<p>3: 높음(천공 등과 같이 석면함유자재에 큰 손상을 일으킬 수 있는 작업으로 인해 석면분진 발생 가능성이 높음)</p> <p>2: 중간(석면함유자재에 약간의 손상을 주는 작업. 천장재 떼어내는 작업, 못질 등)</p> <p>1: 낮음(석면함유자재에 약간의 접촉 또는 충격을 가하면서 하는 작업. 천장판 아래의 전구 교체 작업 등)</p> <p>0: 없거나 거의 없음</p>	<p>3: 근로자가 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 이상 접근하는 경우. 석면함유 또는 의심물질이 공중공간(복도, 현관, 강당 등) 과 재실자가 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>2: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1주일에 1회 미만 - 1개월 1회 (예: 8일 1회, 10일에 1회, 2주 1회, 3주에 1회, 1개월 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>1: 근로자가 석면함유 또는 의심물질이 분포하고 있는 공간에 1 개월에 1회 미만 (예: 2개월 1회, 6개월에 1회, 1년에 1회 등) 접근하는 경우, 의심물질이 접근할 수 있는 곳에 있는 경우</p> <p>0: 석면함유 또는 의심물질에 접근이 어렵거나 접근할 수 없는 경우</p>

● 환경적 석면분진발생 활동·요인에 의한 분진 가능성 : _____

6. 진동	7. 기류	8. 분진침식	9. 누수 손상	10. 부식/풍화
<p>2: 큰 모터나 엔진이 있는 경우 (팬이 있는 공간), 방해적인 소음 또는 쉽게 진동을 느낄 수 있는 경우</p> <p>1: 큰 모터나 엔진이 있지만 거슬리지 않는 경우, 때때로 큰 소음이 발생하는 경우</p> <p>0: 때때로 작은 소음이나 진동이 발생하거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 공기 흐름이 빠른 경우</p> <p>1: 공기 흐름이 보통인 경우</p> <p>0: 공기 흐름이 약간 감지되거나 위의 상황이 없는 경우</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>	<p>2: 높음</p> <p>1: 중간</p> <p>0: 낮거나 없음</p>

● 노출 가능성 : _____

11. 재실자수	12. 재실자의 공간 사용 빈도	13. 사용시간
3: >10	3: 매일 사용	3: 6 시간 이상
2: 6-10	2: 매주 사용	2: 3 - <6 시간
1: 1-5	1: 매월 사용	1: <3 시간
0: 없음	0: 아주 가끔 사용 또는 없음.	0: 없음

◆ 최종 위험도 : _____

		석면분진발생 활동·요인 및 노출 가능성 등급 ^B		
		낮음 (1-3)	중간 (4-7)	높음 (8-10)
현재 손상 상태 등급 ^A	큼 (8-10)	중간 (MR)	높음 (HR)	매우 높음 (VHR)
	보통 (4-7)	낮음 (LR)	중간 (MR)	높음 (HR)
	작음 (1-3)	매우 낮음 (VLR)	낮음 (LR)	중간 (MR)

<<연 구 진>>

연 구 기 관 : 인제대학교 보건안전공학과

연구책임자 : 신 용 철 (교수, 보건학박사, 인제대학교)

연 구 원 : 안 광 석 (School of Public Health, University of Michigan, USA)

박 주 형 (Division of Respiratory Disease Studies, NIOSH, USA)

홍 승 철 (인제대학교 보건안전공학과)

우 지 훈 (의학석사)

김 부 옥 (근로복지공단 직업성폐질환연구소)

이 승 철 (인제대학교 보건안전공학과)

서 은 진 (국제환경컨설턴트(주))

보조연구원 : 김 재 휘 (인제대학교 보건안전공학과)

감 유 리 (인제대학교 보건안전공학과)

이 예 진 (인제대학교 보건안전공학과)

연구상대역 : 이 광 용 (산업안전보건연구원 직업환경연구실)

자 문 위 원 : 백 남 원 (서울대학교 명예교수, 보건학박사, 국제환경컨설턴트(주))

<<연 구 기 간>>

2011. 03. 04 ~ 2011. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2011년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임.

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

산업안전보건연구원 원장

석면건축물의 효율적인 유지·관리 방안 마련 연구

(연구자료 연구원 2011-)

발 행 일 : 2011년 10월 초판발행

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 강성규

연구 책임자 : 인제대학교 보건안전공학과 신용철 교수

발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (403-741) 인천 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032) 5100-800

F A X : (032) 5180-864

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>
