

# 석면관리 총람

2009

환 경 부

## 발 간 사

「석면관리 총람」을 발간하게 되어 매우 기쁘게 생각합니다.

석면은 악성중피종, 폐암 등을 유발할 수 있는 발암물질로 제조, 수입, 사용, 폐기 등 전(全) 생애에 걸쳐 철저하고 안전한 관리가 필요로 하는 고위험 물질입니다.

그간 우리나라에서는 석면 사용 건축물의 불법해체, 폐석면의 안전 처리 미흡 등 석면관리에 대한 문제가 지속적으로 제기되어 왔지만, 일반 국민들뿐 아니라 일선의 업무 담당자에게도 이에 대한 체계적이고 종합적인 정보를 잘 전달하지 못한 측면이 있었습니다.


본 석면관리 총람에는 석면의 특성과 사용 현황을 비롯해 국내의 석면사용 역사, 관리 및 처리 절차, 조사·분석방법 등 석면관리에 대한 총론적인 내용을 담고,

선진 외국의 석면관리 법령과 제도, 최근의 석면 관리기술 등 동향을 살펴본 후, 마지막으로 석면 질환의 종류 및 예방, 조치방법 등을 기재하여 석면에 대한 종합적인 이해를 돕도록 구성하였습니다.

아무쪼록 이번 석면관리 총람의 발간이 석면에 대한 인식증진은 물론 우리나라의 석면관리 현황에 대한 이해와 함께 선진 외국의 석면문제 해결 경험과 노하우를 공유하는 좋은 기회가 되기를 바랍니다.

감사합니다.

환경부 환경보건정책관

오종극 

# 목 차

제1장 개요 .....	1
1.1 석면 개요 .....	1
1.2 석면의 특성 .....	5
1.3 주요 용도 및 제품 .....	10
1.4 석면원료의 수입 및 제조, 사용현황 .....	20
1.5 석면의 제조업체 현황 .....	26
1.6 건축물 석면함유 현황 .....	27
1.7 피해자 발생 추이 및 전망 .....	28
1.8 우리나라의 석면광산 현황 .....	34
1.9 가정용품의 석면함유 실태 .....	41
1.10 공공건물의 석면함유 실태 .....	42
1.11 다중이용시설의 석면함유 실태 .....	45
참고문헌 .....	47
제2장 국내의 석면 관리 .....	49
2.1 우리나라 석면의 역사 .....	49
2.2 수입, 제조, 사용 등 제한 .....	50
2.3 철거 및 멸실 신고 .....	56
2.4 석면 해체 제거 .....	58
2.5 석면 폐기물 처리 .....	77
2.6 산재보상절차 .....	81
2.7 건축물의 석면관리 .....	82
2.8 석면시료 채취 및 분석방법 .....	96
2.9 석면의 해제·제거 기술 .....	113
2.10 석면 대체 섬유의 종류 .....	132
참고문헌 .....	139
제3장 선진 외국의 석면관리 .....	141

3.1 관련 법령 및 제도 .....	141
3.2 석면 피해자 구제제도 .....	190
3.3 석면의 해제·제거 및 관리기술 .....	202
참고문헌 .....	239
제4장 석면 질환의 예방 .....	240
4.1 석면 질환의 종류 및 분류 .....	240
4.2 석면질환의 진단 및 치료 .....	259
4.3 석면질환 예방 및 조치 .....	272
참고문헌 .....	280
부록 .....	288
1. 석면관리종합대책 .....	289
2. 건축물 석면관리 가이드라인 .....	366
3. 자연발생석면 분포지역에 대한 개발사업 가이드라인 .....	378
4. 석면 노출시 자기관리 지침 .....	392
5. 석면의 위해도 의사소통 .....	398
6. FAQ .....	406
7. 관련기관 연락처 (정부, 자치단체) .....	438
8. 협회, 학회 현황 .....	438
9. 외국 관련기관, 홈페이지 .....	439
10. 석면분석기관 현황 .....	439
11. 지정폐기물 처리업체 현황 .....	441
12. 관련법령 .....	443
13. 국내 석면 관련 연구 보고서 목록 .....	444
14. 국내 석면 관련 연구 논문 목록 .....	445

## 표 차례

표 1. 석면 종류별 함유 물질 비율 .....	8
표 2. 석면 종류별 특징 .....	9
표 3. 석면함유 건축자재의 종류 .....	11
표 4. 석면 마찰재 및 조인트시트 .....	16
표 5. 석면 방직 제품 .....	18
표 6. 석면 기타 제품 .....	19
표 7. 우리나라의 석면 생산량 .....	20
표 8. 우리나라 석면 원료 수입량과 수출량 .....	22
표 9. 최근 석면원재료 수입량 .....	23
표 10. 연도별 석면 직업병 인정현황 .....	28
표 11. 한국의 연도별 악성중피종 발생수 .....	29
표 12. 악성중피종의 산재 인정자들의 직종분포 .....	29
표 13. 일본노재법에 의한 연도별 석면질환 발생현황 .....	31
표 14. 2006년도 노재법 및 구제법에 의한 석면질환 보상 지급건수 .....	32
표 15. 전국 석면광산 실태 .....	34
표 16. 지역별 석면 광산의 생산량 .....	36
표 17. 국내석면광산 현황(21개 광산) .....	37
표 18. 시설 및 건축연도별 석면검출 현황 .....	44
표 19. 우리나라의 석면규제 연혁 .....	51
표 20. 석면제품 제조·가공시설 배출허용기준 .....	53
표 21. 석면의 취급금지물질 .....	53
표 22. 건축물의 철거·멸실에 관한 부처별 법령 .....	56
표 23. 산업안전보건법 개정 전·후 비교 .....	61
표 24. 방진마스크의 성능기준 .....	70
표 25. 호흡보호구 규격 및 성능 기준 .....	71
표 26. 보호의 규격 및 성능기준 .....	75
표 27. 글로브백 규격 및 성능 기준 .....	76
표 28. 개인보호구 .....	76

표 29. 석면관리 업무 관계부처현황 .....	83
표 30. 부처별 석면기준 .....	84
표 31. 연도별 추진계획 .....	87
표 32. 석면분석의 정량 및 정성적 방법 .....	99
표 33. 국외 석면 분석 방법 .....	99
표 34. 주사전자현미경과 광학현미경의 대비 .....	106
표 35. 석면분석법의 종류, 원리 및 장단점 .....	112
표 36. 석면 해체, 제거작업 순서 .....	115
표 37. 대체된 무석면 제품들 .....	133
표 38. 대표적 섬유상 물질의 특징 .....	134
표 39. 대체 섬유의 종류 .....	135
표 40. 석면대체품 일람 .....	136
표 41. 석면 해체·제거에 대한 관련 법령 조사 및 비교 .....	142
표 42. 각 국의 석면관련 기준 .....	143
표 43. 석면제품의 제조와 사용을 금지한 국가 목록 .....	144
표 44. 미국의 석면 함유 물질 관리 .....	148
표 45. 석면 관련 자격종류 .....	153
표 46. 석면 관련 작업에 대한 등급 내용 .....	160
표 47. Supervisor의 작업 분류별 역할 및 자격 .....	162
표 48. 석면 작업 등급별 보호장비 착용법 .....	163
표 49. 일본의 석면 함유물질 관리개요 .....	166
표 50. 노동안전위생법 개요 .....	167
표 51. 노동안전위생법 · 석면장해예방규칙의 관계 .....	171
표 52. 진폐법 · 동시행규칙의 개요 .....	173
표 53. 대기오염 방지법 · 동시행령 · 동시행규칙의 개요 .....	174
표 54. 일본의 인력관리 제도 .....	176
표 55. 영국의 석면 함유물질 관리개요 .....	178
표 56. 영국의 인력관리제도 .....	184
표 57. 유럽 각국의 석면질환 산재인정 기준 .....	191
표 58. 3개 국가의 석면보상제도 비교 .....	198

표 59. 고형화 처리의 장·단점 .....	227
표 60. Penetrating과 Bridging Encapsulants .....	228
표 61. 흡연과 석면노출의 폐암사망 상승효과 .....	252
표 62. 석면노출과 중피종의 관계 .....	255
표 63. 석면관련 비종양성 질병의 2004년 진단 권고안 .....	259
표 64. 흉부 X선 사진의 진폐 병형 판정기준 .....	264
표 65. 흉부방사선사진 진폐 판독표 .....	265
표 66. 석면에 의한 질병 진단 후 관리방안에 대한 지침 .....	273
표 67. 국내 5개 지역의 직업성질환 감시체계의 주요 내용 비교 .....	274

## 그림 차례

그림 1. 캐나다 퀘벡의 석면 광산 .....	3
그림 2. 석면의 종류 .....	4
그림 3. 백석면 .....	5
그림 4. 갈석면 .....	6
그림 5. 청석면 .....	7
그림 6. 건축물 내 석면의 사용 .....	10
그림 7. 석면함유 건축자재의 종류와 특징 .....	13
그림 8. 석면을 이용한 자동차용 부품 .....	15
그림 9. 석면방직제품 .....	17
그림 10. 연도별 석면원료와 석면함유제품 수입량 .....	24
그림 11. 연도별 석면 허가 사업장 수 .....	26
그림 12. 석면의심물질 채취 시료의 제품 종류별 분포 .....	27
그림 13. 각국의 석면소비량과 연간 악성중피종 발생자수 .....	33
그림 14. 석면함유건축물 해체·제거절차 .....	58
그림 15. 미국의 호흡 보호구 선정 방법 .....	66
그림 16. 일본의 호흡 보호구 선정 방법 .....	68
그림 17. 보호의 구분 방법 .....	72
그림 18. 백 밀봉 스티커 부착 .....	77
그림 19. 작업복, 필터, 비닐폐기 .....	77
그림 20. 산업안전보건에 관한 규칙 [별표10의2] .....	79
그림 21. 건축물 철거·멸실 신고서 .....	90
그림 22. 시료채취 도구 .....	98
그림 23. 위상차현미경의 구조 .....	100
그림 24. 편광현미경 .....	103
그림 25. 석면중량비 분석방법 .....	107
그림 26. 투과전자현미경 .....	108
그림 27. 석면해체·제거 절차 흐름도 .....	114
그림 28. 근로자 교육 실시 .....	117



그림 29. 근로자교육 실시 .....	117
그림 30. 격리조치 .....	118
그림 31. 안전보건 표지판 .....	118
그림 32. 비닐시트를 이용한 밀폐 .....	118
그림 33. 이동통로 설치 .....	119
그림 34. 작업 전 습윤제 살포 .....	120
그림 35. 작업 중 습윤제 살포 .....	120
그림 36. 음압기 설치 .....	121
그림 37. 근로자 이동통로 음압유지 .....	122
그림 38. 드라이버를 이용하여 나사못 제거 .....	122
그림 39. 석면 함유 물질의 제거 .....	123
그림 40. 석면함유물질 포장 .....	123
그림 41. 석면함유물질 포장 .....	124
그림 42. 석면함유 물질 조각 수거 .....	125
그림 43. 작업장의 청소 .....	125
그림 44. 청소상태 확인 .....	126
그림 45. 공기질 측정 .....	126
그림 46. 비산방지제 살포 .....	127
그림 47. 위생시설의 설치 .....	127
그림 48. 오수 여과장치 .....	127
그림 49. 바닥비닐 설치 .....	129
그림 50. 습윤제 살포 .....	129
그림 51. 쌍줄비계, 발판, 계단설치 .....	130
그림 52. 수평비계설치(안전대걸이) .....	130
그림 53. 배관제 해제 제거 작업 .....	131
그림 54. 경고문 예시 .....	153
그림 55. 일본의 석면구제 절차 요약 .....	194
그림 56. 프랑스 석면구제제도의 주요 내용 .....	195
그림 57. 바닥 양생의 일예 .....	214
그림 58. 벽면 양생의 예 .....	215

그림 59. 그 외 양생의 일예 .....	216
그림 60. 위생설비의 대표적인 구성 .....	217
그림 61. 고품화제의 적용전 적용후 비교 .....	229
그림 62. EPA 석면 함유물질 중량 평가 흐름도 .....	230
그림 63. 용융 후에 남은 슬러그(잔재) .....	230
그림 64. 석면폐기물 슬러그의 재활용 흐름도 .....	231
그림 65. 석면의 용융처리 전 후 .....	231
그림 66. 무해화 처리 전·후 .....	233
그림 67. 용융온도에 따른 크리소타일계 석면 X선 회절 스펙트럼 변화 ·	234
그림 68. 무해화 처리 전·후 .....	235
그림 69. 발광 발열체 .....	236
그림 70. 석면 폐기물 SEM 사진 .....	237
그림 71. 중화처리 전·후 .....	238
그림 72. 단순홍부 X선 및 HRCT상의 홍막반 .....	241
그림 73. 벌집모양 낭종 동반 및 대엽의 막을 침범한 홍막비후 .....	243
그림 74. 단순홍부 X선상 원형종괴 및 CT상 comet tail을 동반한 .....	246
그림 75. 석면폐증의 초기 홍막하 곡선 음영의 CT소 .....	248
그림 76. 악성종괴종 .....	254

# 제1장 개요

## 1.1 석면 개요

### 1) 석면의 어원

- 석면(asbestos)은 그리스어의 A=not, sbestos=quenchable(멸하다)에서 유래한 것으로, ‘불멸의 끌 수 없는’이라는 의미임.
- 석면은 직경이 0.02~0.03  $\mu\text{m}$  정도로 유연성과 열에 대한 저항력이 매우 강하고 약산성을 띄고 있어 건설에서 자동차의 제조 및 가정용품 등에 이르기까지 다양한 분야에서 이용되며 3,000여 종류에 달하는 공업제품에 사용하였음.
- 최초로 인류가 석면을 사용한 흔적은 핀란드에서 발견되었으며 연대는 기원전 2,500년으로 추정됨. 역사 시대 이후의 기록을 통해 그리스, 이집트, 중국에서 석면섬유를 직조했던 사실을 알 수 있음.
- 기원전 4~5세기경에는 그리스 아테네의 신전이나 희랍초기의 미네르바 사원에서 등에 불에 타지 않는 석면심지를 사용하였으며, 로마사람들은 화상을 입지 않고 불속을 통과할 수 있는 기능 때문에 왕의 옷의 재료로 석면을 사용하였음.
- 산업혁명 전에는 고온에 견디는 섬유에 대한 수요가 높지 않았으나 20세기 이후 석면은 뛰어난 단열성, 내열성, 절연성 등의 물성과 값이 싼 경제성 때문에 건축 내외장재와 공업용 원료로 널리 사용하고 있음.
- 1965~1991년까지 소방법에 의해 공공건물에는 의무적으로 내벽에 석면을 살포하도록 법제화하였고 특히 군함, 전차를 비롯한 군수산업 등의 단열재와 방독면의 필터에 석면이 사용되면서 전쟁으로 석면의 수요량

이 대폭 증가하여 석면 산업에 호황을 가져옴.

- 세계의 석면 생산량은 1900년 이후 60년 동안 1000배 이상 증가하였고 석면이 오늘날과 같이 유해물질로 취급되지 않았기 때문에 그 사용량은 계속 증가하여 1966년에 세계 생산량이 2백 8십만 톤이었던 것이 5백 2십만 톤으로까지 증가. 주요 석면 생산국은 캐나다, 구소련, 아프리카 등이며 캐나다의 생산량이 전체 생산량의 80%를 차지함.
- 최근 석면이 폐에 흡인되면 폐암 등의 악성 질병을 유발하게 된다는 사실이 알려지고 석면의 유해성에 대한 인식이 높아지면서 석면 생산량이 감소하는 추세이며, 석면대체물질이 개발되어 사용됨.
  - 초기에 석면은 광물성 규산염이라는 이유로 건강에 큰 악영향을 주지 않는 물질로 여겨졌으며 미국 산업안전 보건청(OSHA)에서 석면 분진을 호흡기를 통해 체내에 축적되면 2~30년 뒤에 악성 중피종, 폐암 등을 유발하는 1급 발암물질로 분류함.
  - 또한 전 세계적으로 매년 석면으로 인한 사망자수가 수만 명 이상인 됨에 따라, 우리나라를 포함한 전 세계 각국은 친문학적 예산을 투입하여 석면 해체제거 작업을 진행하고 있음.

## 2) 석면의 생성과정



그림 2. 캐나다 퀘벡의 석면 광산

- 석면은 자연계에서 사문석 및 각섬석 광물에서 채취된 천연광물섬유로 백만 년 전 화산활동에 의해 만들어진 화성암의 일종인 사문암, 각섬석이 특수한 조건에서 뜨거운 물과 작용하여 결정이 섬유상으로 성장하는 과정을 거쳐 생성됨.
- 개별 섬유는 다수의 극히 작은 섬유형태의 결정으로 이루어져 있고 종방향으로 뚫어져 가는 섬유를 형성하고 있음.
- 석면은 주로 노천광산에서 채굴되며 사문석계의 채굴장에는 불순물로써 백석면이 혼입되어 있을 가능성이 존재함. 주요 광산은 캐나다, 소련, 남아프리카 등에 분포해 있고 국내의 석면광산은 대부분 폐광되었음.

### 3) 석면의 종류 및 분류

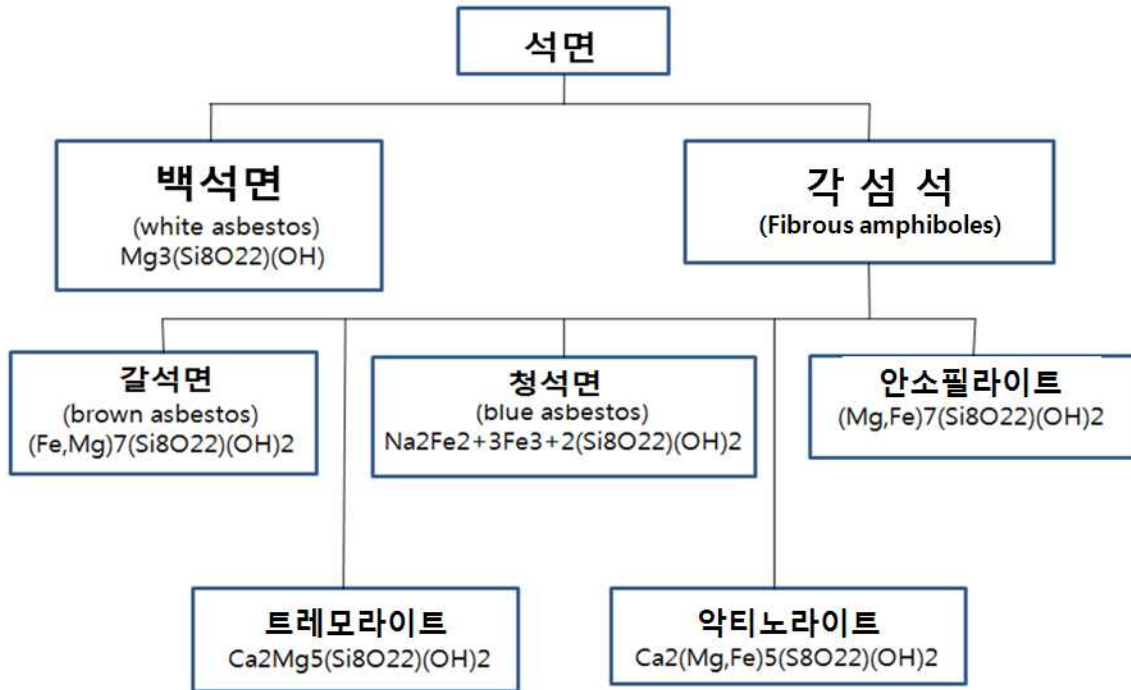


그림 3. 석면의 종류

- 석면은 크게 사문석계 석면과 각섬석계 석면으로 분류됨.
  - 사문석계 석면이 가장 널리 사용되며, 온석면이라고도 불리는 백석면 (Chrysotile)이 대표적임.
  - 각섬석계에는 청석면(Crocidolite), 다석면이라고도 불리는 갈석면 (Amosite), 안소필라이트(직섬석-Anthophyllite), 트레모라이트(투각섬석-Tremolite), 악티노라이트(양기석-Actinolite) 등이 포함.
- 사문석계 석면인 백석면은 세계 석면 소비량의 약 93% 이상을 차지하며 널리 사용되는 반면, 청석면, 갈석면, 안소필라이트, 트레모라이트, 악티노라이트 등이 포함되는 각섬석계 석면은 드물게 사용됨.

## 1.2 석면의 특성

### 1) 석면의 종류별 특징

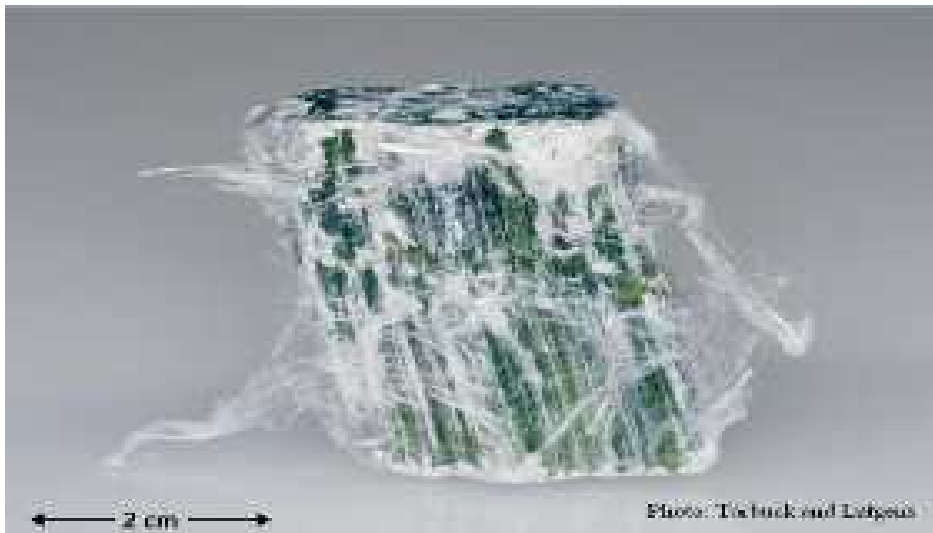


그림 4. 백석면

- 백석면은 세계 석면 사용량의 93% 이상을 차지하는 물질로 사문암 맥상에 존재하고, 현재까지 주요 생산지는 캐나다의 퀘벡지역과 러시아의 우랄지방 등으로 알려져 있음.
  
- 백석면의 특성은
  - 꼬인 물결 모양의 섬유 다발로 그 끝은 분산형태.
  - 가늘고 부드러워 잘 휘어지며 실리카와 마그네슘이 주성분.
  - 강도는  $500 \text{ kg/mm}^2$  이상으로 철강의 항장력보다 우수함.
  - 가열하면 무색에서 밝은 갈색의 빛깔을 띠고 있으나 다색성은 아님.
  - 중횡비는 전형적으로 10:1 이상이고 내화성, 불연성이며  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 탈수분해가 일어나  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  결정수를 잃고 강도와 보온성을 상실함.

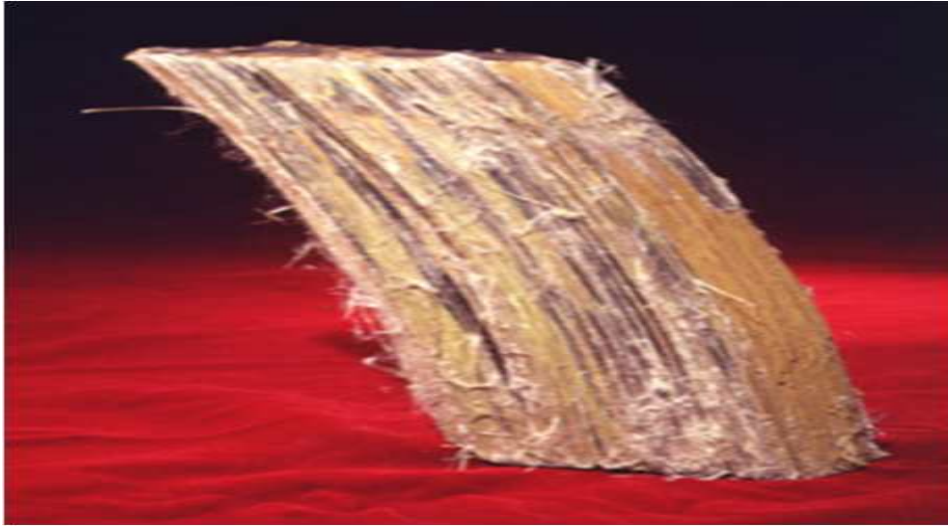


그림 5. 갈석면

- 갈석면은 내열성이 강한 바늘 모양의 끝은 섬유다발로써, 대부분 50~100 mm 정도의 굵기임.
  - 다발 끝은 빗자루 모양이고 가열하면 무색에서 갈색의 빛깔을 띠며 약한 다색성임.
  - 종횡비는 전형적으로 10:1 이상이고 취성 및 고내열성이며, 끓는점은 600~800 °C로 1000 °C에서 분해됨.
  - 과거 보온재로 많이 사용된 갈석면은 청석면 보다 강하고 탄력이 있어 휘어도 원상태로 복귀하는 성질이 있음.
  - 실리카와 산화철이 주성분이며 남아프리카 북동부 지역에서 생산됨.





그림 6. 청석면

- 청석면은 실리카와 산화철이 주성분이며, 철분 함유량이 많아 청색을 띠며 다색성인 광물로 석면 광물 중 강도가 가장 강하고 끈은 섬유 다발로 이루어져있으며, 긴 섬유는 만곡되고 다발 끝은 분산된 모양임.
  - 중횡비는 일반적으로 10:1 이하.
  - 끓는점은 1200 °C, 불연성이고 1200 °C에서 분해됨.
  - 내산성이 매우 강하여 주로 내산성 패킹재료로 많이 사용되고 있으며, 전기분해용 용막 재료도 사용되며 딱딱해서 잘 쓰이지 않으나, 분무하면 부피감이 있어 뿔칠용 석면으로도 사용됨.

표 1. 석면 종류별 함유 물질 비율(%)

구 분	백석면	청석면	갈석면
유리규산(SiO <sub>2</sub> )	40.75	52.00	49.70
알루미나(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.37	-	0.40
삼산화철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.44	16.05	0.03
산화철(FeO)	0.28	17.65	39.70
산화망간(MnO)	0.03	trce	0.22
산화마그네슘(MgO)	41.28	4.28	6.44
산화칼슘(CaO)	0.35	1.20	1.04
산화나트륨(Na <sub>2</sub> O)	0.07	6.21	0.09
산화칼륨(K <sub>2</sub> O)	0.04	0.06	0.63
수화물(H <sub>2</sub> O)+	12.86	2.43	1.83
수화물(H <sub>2</sub> O)-	0.78	0.26	0.09

○ 안소필라이트(직섬석-Anthophyllite)는 바늘 모양의 끝은 섬유로 섬유와 섬유다발로 이루어져 있으며, 절단된 파편이 존재함.

- 무색에서 밝은 갈색 빛깔을 띠고 종횡비는 일반적으로 10:1 이하로, 투각섬석과 양기석은 모두 바늘 모양의 끝고 흰 섬유로 절단된 파편 형태로 존재하는 것이 일반적임.
- 큰 섬유 다발 끝은 분산된 모양이고 투각섬석은 무색, 양기석은 녹색 이거나 약한 다색성임.
- 종횡비는 두 종류 모두 일반적으로 10:1 이하임.

표 2. 석면 종류별 특징

석면의 종류	화학식	굴절률(근사값)		복굴절률
백석면	$3\text{MgO}_2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.54	1.55	0.002~0.014
갈석면	$(\text{FeMg})\text{SiO}_3$	1.67	1.70	0.02~0.03
청석면	$\text{Na}_2\text{Fe}(\text{SiO}_3)_2\text{FeSiO}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$	1.71	1.70	0.014~0.016
안소필라이트 (직섬석)	$(\text{MgFe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	1.61	1.63	0.019~0.024
트레모라이트 (투각섬석)	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{HO})_2$	1.60~1.62	1.62~1.64	0.02~0.03
악티노라이트 (양기석)	$\text{CaO}_3(\text{MgFe})\text{O}_4\text{SiO}_2$	1.62~1.67	1.64~1.68	

### 1.3 주요 용도 및 제품

#### 1) 건축자재

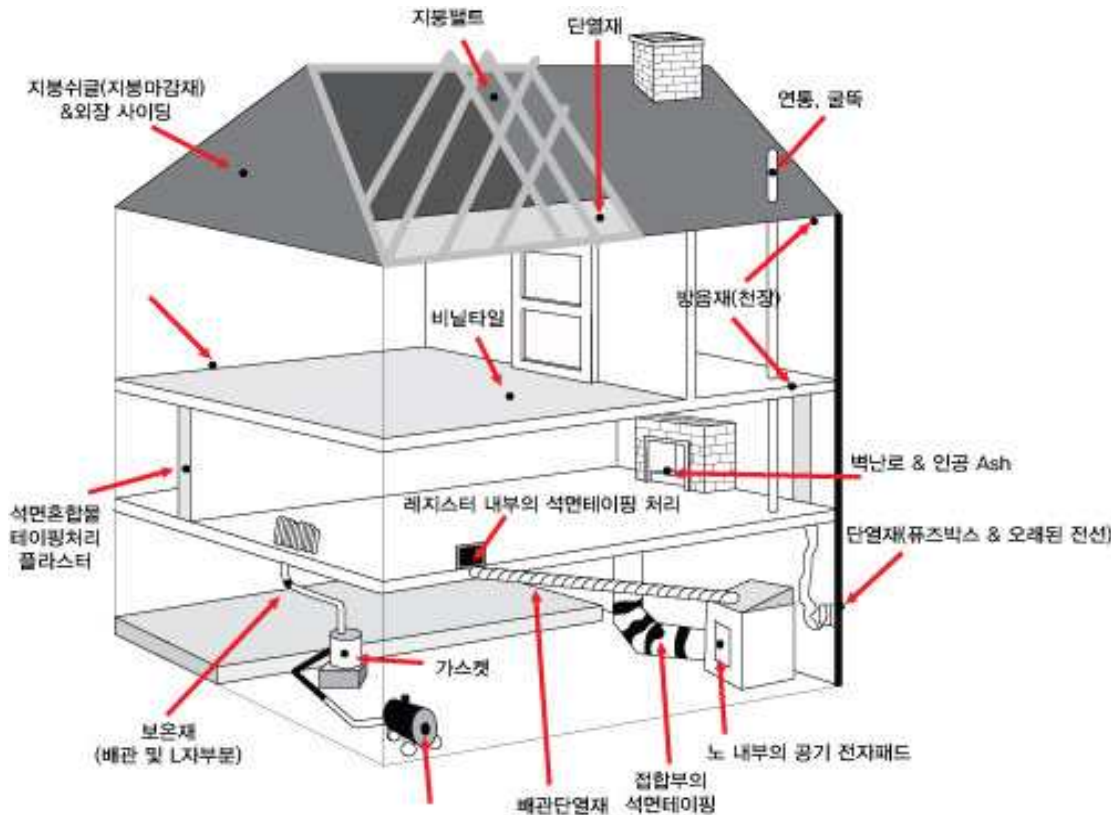


그림 7. 건축물 내 석면의 사용

- 수입되는 석면함유 제품의 80% 이상이 건축 자재의 원료로 사용함.
- 석면을 함유한 건축 자재는
  - 지붕재, 벽면재로 사용되거나, 마감재로써 장식, 음향조절, 방화용으로 벽과 천장에 분사하고 미장 바름이나 철골부재에 내화피복으로 사용.
  - 단열 및 보온재는 급수관, 증기관, 덕트, 보일러 및 온수탱크에 사용되고 기타 수장재로 비닐석면 바닥타일, 천장타일, 트랜사이트 또는 시멘트판, 벽판, 지붕용 골슬레이트 등으로 사용함.

표 3. 석면함유 건축자재의 종류

자재종류	사용석면	함유율	사용처
슬레이트	백석면	10 % 이상	지붕
천장텍스	갈석면 백석면	10 % 이내 15 % 이내	사무실 천장
밤라이트	백석면	10 % 이내	벽체, 천장
타일	백석면 안소필라이트 등	5 % 이내	사무실 바닥재
가스켓	백석면	20~30 % 이내	배관, 보일러실
패킹재	백석면 갈석면	90 % 이상 5 % 이내	덕트
분사재(뿔칠)	백석면, 갈석면 트레몰라이트, 청석면	10 %, 1 % 이내 5 %, 1 % 이내	지하철, 지하주차장, 철골피복재

- 주택, 공장, 축사, 창고 등 모든 건축물의 지붕 및 벽체에 사용되는 슬레이트는 1960~1970년대 농어촌의 지붕개량사업에 주로 사용되었고 2004년 11월 이후 생산이 중단된 상태임.
  - 골판 또는 평판형태의 제품으로 생산 당시에는 연한 회색을 띠나 장기간 사용된 경우 짙은 회색으로 변색되어 쉽게 부스러져 해체 및 제거 작업 시 주의가 필요함.
  - 현재 우리나라 농어촌 지붕으로 사용된 슬레이트들은 장기간의 자연 풍화 작용에 의해 부식되어 외부의 작은 압력에도 쉽게 부스러져 석면분진이 비산 될 우려가 많으며 석면 함유율은 8~14%로 주로 백석면과 갈석면이 포함되어 있음.
- 밤라이트는 일반건축물 내부의 사무실 및 화장실 칸막이 등의 내장공사의 마감재 및 조립식욕실(UBR)의 Back-up재로 사용되고 있음.
  - 시공 또는 사용과정에서 코팅이나 페인팅을 많이 하여 표면상으로 판

별이 곤란함.

- 석면함유율 10% 내외로 사무실 내 파티션이나 석고보드에는 백석면이 주로 포함(2002년 4월 이후 석면대체물질인 규회석, 해포석을 사용하여 생산하고 있음).

○ 텍스는 석고가 함유된 제품으로써 건물천장 마감재로 주로 사용되는데, 보통 표면이 백색으로 벌레무늬를 띠고, 장기간 사용 시 충격에 쉽게 부스러져 석면분진의 비산의 우려가 있으므로 관리나 제거시 주의를 요함.

- 2005년 4월 이후 석면대체물질(규회석, 해포석)을 사용하여 생산되고 있고 석면 함유율이 3~6%로 천정 방음타일이나 천정재에는 주로 백석면이 포함되어 있음.

- 텍스의 종류 중 하나인 아스칼은 일반빌딩 사무실, 공장, 상가, 학교, 병원 등의 천정, 녹음실, 음악실 등 흡음을 요하는 장소의 천정 및 벽체에 사용되며 주로 5~10%의 석면을 함유됨.

○ 그 밖의 석면함유 건축자재로는 뽀칠, 베이스, 아스칼, 아스타일 등이 있으며, 뽀칠 석면은 철골재 빔 지붕재로 널리 사용하였음.

- 주차장이나 체육관의 천장과 벽면에 사용되고 철골의 부식 및 내화방지를 위하여 사용하거나 기관실(보일러실)에 석고 및 불연 테이프와 함께 고품상태로 파이프라인과 보일러 보온재로 쓰임.

- 베이스, 에이스는 일반빌딩, 공장의 외벽, 내벽, 바닥, 계단, 도로변 차음벽, 주차빌딩, 아파트 문틀 및 창문 틀 등의 외장재로 사용되며 석면 함유율은 15~20%임.

- 아스타일은 석면 함유량 약 10%의 바닥마감재로 국내생산은 약 20년 전에 중단된 상태임.





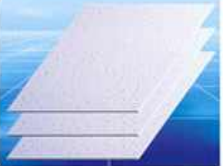







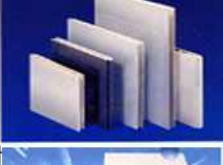





분류	성분(atomic %)	직경( $\mu\text{m}$ ) 길이( $\mu\text{m}$ )	제품사진	전자현미경 사진
석면지붕재 (스레트 1)	Mg $52.6 \pm 2.83$ Si $42.7 \pm 2.45$ Fe $4.7 \pm 1.00$	$0.04 \pm 0.01$ $7.5 \pm 2.34$		
석면지붕재 (스레트 2)	Mg $53.9 \pm 2.22$ Si $42.8 \pm 2.37$ Fe $3.37 \pm 1.22$	$0.05 \pm 0.02$ $11.7 \pm 6.45$		
석면 천장재 1	Mg $51.9 \pm 2.50$ Si $44.1 \pm 2.49$ Fe $4.0 \pm 0.82$	$0.04 \pm 0.01$ $8.0 \pm 3.56$		
석면칸막이 (밤라이트 1)	Mg $53.8 \pm 2.32$ Si $42.7 \pm 2.53$ Fe $3.5 \pm 0.54$	$0.04 \pm 0.01$ $7.9 \pm 2.61$		
석면칸막이 (밤라이트 2)	Mg $54.6 \pm 1.83$ Si $42.2 \pm 2.05$ Fe $3.2 \pm 0.79$	$0.04 \pm 0.02$ $9.9 \pm 5.45$		
석면칸막이 (나무라이트)	Mg $55.9 \pm 2.45$ Si $41.3 \pm 2.60$ Fe $2.8 \pm 0.87$	$0.03 \pm 0.01$ $9.7 \pm 2.69$		
석면벽재	Mg $53.0 \pm 2.11$ Si $44.3 \pm 2.01$ Fe $2.7 \pm 0.48$	$0.04 \pm 0.01$ $11.5 \pm 6.53$		
석면 천장재 2	Mg $53.0 \pm 1.88$ Si $41.7 \pm 1.72$ Fe $4.8 \pm 1.94$	$0.04 \pm 0.01$ $12.0 \pm 4.36$		
석면 천장재 3	Mg $55.2 \pm 2.52$ Si $41.4 \pm 2.37$ Fe $3.5 \pm 1.43$	$0.05 \pm 0.02$ $11.6 \pm 6.41$		

그림 8. 석면함유 건축자재의 종류와 특징

## 2) 자동차용 부품

- 석면은 내구성이 뛰어나 브레이크 등의 마찰재로 사용되고, 내화성이 강해 열을 사용하는 Joint sheet 및 Gasket으로 이용함.
- 석면을 함유한 마찰재의 사용기한은 평균 6개월에서 1년으로, 석면 함유율은 약 30~40%이며 석면 마찰재 제품에는 자동차의 클러치 페이싱, 일반승용차에 사용되는 브레이크패드와 대형차량 및 중기용에 사용하는 브레이크 라이닝 및 블록제품 등이 있음.
- 석면 마찰재 제품은 경운기용, 오토바이용, 산업용 기계, 자전거 등의 디스크밴드, 철도용의 브레이크 등에도 사용.
- 2007년 석면 제품 생산이 중단된 이후 현재는 사용되지 않고 있으나, 특수용도로 쓰이는 브레이크 라이닝 및 블록은 수입하여 사용 중임.
- 조인트시트 및 가스켓 제품은 석면을 라텍스 등 고무원료와 혼합하여 열가압 성형한 시트형 제품을 말하는데, 그 종류로는 자동차 엔진용 가스켓과 산업용 기계 가스켓이 있음.



석면 라이닝/패드 제품



석면가스켓 제품



그림 9. 석면을 이용한 자동차용 부품

표 4. 석면 마찰재 및 조인트시트

석면제품의 종류			사용 장치	사용 위치	석면 함유율 (%)
구분					
조인트 시트			열을 사용하는 위치	팩킹, 운송관, 기기의 가스켓	65 이상
마찰재	자동차용브 레이크제품	자동차용클러치	자동차	클러치	40~60
		자동차용 브레이크라이닝	자동차	브레이크	40~60
		디스크 패드	자동차	디스크 브레이크	20~40
	산업기계용	산업기계용 브레이크라이닝	각종산업기계	브레이크	유동적
		클러치브레이크	각종산업기계	클러치	유동적
	철도용		철도	브레이크	유동적

### 3) 석면 섬유 및 기타

- 과거에 석면은 방적이 가능한 물질로 석면실 또는 석면포 등의 제품류들이 대량으로 생산됨.
  - 석면방직 제품들은 조선, 제철, 자동차 등을 선두로 열에 관계하는 다양한 부문에 사용되었으며, 사용량은 적으나 제품의 석면함량이 높아 노출 위험성도 높음.  
(고온물질 취급용 장갑 및 방석, 누수방지 로프, 석면 접합시트, 눌림쇠 포장과 석면 직물, 방적사, 석면장갑, 등 여러 산업분야에 다양하게 사용되었으며 또한 전선이나 관의 피복, 방화 커튼, 방화막 등에 사용되고 보온재로써 석면 이불도 만들어짐)
- 이 밖에 석면은 각종 충전재, 필터, 석면 종이, 정류자, 산업용 단열재,

베어링용의 그리스에 섞거나 접착제나 도료 충전재, 술이나 맥주를 거를 때에 석면으로 만든 필터를 사용함.

- 또한 토스터, 전기오븐, 헤어드라이어 등의 단열재, 전열선의 보조재에도 석면이 사용되었으며, 석면종이는 전기절연지나 바닥재의 쿠션 타일의 후면재료 등으로 대량 사용됨.



그림 10. 석면방직제품

표 5. 석면 방직 제품

석면제품의 종류		사용장치	사용위치	석면 함유율 (%)	
구분					
방직품	석면사	열을 사용하는 부문	전선 및 관의 피복과 충전재	80~100	
	석면포	조선, 제철, 자동차	방화커튼, 방화막	80~100	
			석면피복류, 석면이불보온재, 팩킹류		
	기타	전해격막	소다공업	전해의 격막	80이상
		팩킹끈	제철, 화학공업	팩킹, 충전용실타재료, 보온재료	80이상
		리본, 불직포, 각종편끈, 팩킹	열을 사용하는 위치	방화용, 팩킹, 보온재료	80이상

표 6. 석면 기타 제품

석면제품의 종류			사용장치	사용위치	석면 함유율 (%)
구분					
석면종이, 석면판	석면판		선박, 가스, 철강, 자동차	가스켓, 단열재료	50이상
		전기절연용 석면시멘트판	건축, 전기	전기기기의 내열부	
		항공발전기용가 스켓시트	항공	발전기관의 위치	
	석면종이		화학공업	소용돌이형 가스켓	90이상
주철관라 이닝			기재, 토목	주철관	유동적
윤활용 그리스			기계	베어링용 그리스	
충전재					유동적

#### 1.4 석면원료의 수입 및 제조, 사용현황

- 국내에서 석면 원재료의 생산은 2차 대전 군수물자 조달을 위해 석면 수요가 급증하면서 시작되었고, 1930년 중반 전국에 걸쳐 석면 광산이 개발된 이후 1944년까지 4,815톤이 생산됨.
- 대표적인 석면광산은 백석면 광산인 충남 홍성지방의 광천 석면광산으로 1944년 백석면 4,815톤을 생산하여 백석면 생산의 90%를 차지하였으며, 우리나라에서 생산된 석면의 총 생산량은 145,533톤임.

표 7. 우리나라의 석면 생산량

(단위 : 톤)

연도	양	연도	양	연도	양	연도	양	연도	양
1941	4,815	1957	96	1967	2,388	1977	6,180	1987	2,518
1945	1,303	1958	22	1968	-	1978	13,161	1988	2,428
1946									
~	-	1959	88	1969	6,515	1979	14,804	1989	2,351
1949									
1950	46	1960	740	1970	1,513	1980	9,854	1990	1,534
1951	46	1961	341	1971	-	1981	13,614	1991	0
1952	46	1962	1,333	1972	-	1982	15,933	1992	0
1953	46	1963	2,037	1973	-	1983	12,506	1996	0
1954	46	1964	1,402	1974	-	1984	8,062	1994	0
1955	66	1965	1,710	1975	4,345	1985	4,703		
1956	54	1966	687	1976	4,762	1986	2,983		
총생산량							145,533		

(출처 : 관세청, 2006)

- 석면함유제품을 제조하기 위한 석면원재료의 수입량은 1976년 7만 4천톤(Tonne=T)에서 1980년 이후 증가하는 추세를 보였고, 1992년에는 95,476톤으로 최고치를 기록하였음.  
(석면의 위해성이 알려지고 석면으로 인한 피해사례가 늘어나면서 1995년 이후 2002년에 21,500톤, 2004년에 14,500톤, 2005년에 6,476톤으로 지속적으로 감소하는 추세임)
  
- 우리나라는 1976년에서 1990년 동안 캐나다, 중국, 짐바브웨 등에서 연평균 약 63,000톤의 석면원료를 수입, 1976년부터 2005년까지 수입된 석면원재료 총량은 1,222,981톤이며, 1976년부터 2005년까지 석면원재료 수출 총량은 447톤임.

표 8. 우리나라 석면 원료 수입량과 수출량

연도	수입량(톤)	수출량(톤)	연도	수입량(톤)	수출량(톤)
1976	74,206	16	1992	95,476	23
1977	70,225	75	1993	82,854	18
1978	48,898	10	1994	83,276	0
1979	58,610	8	1995	88,722	0
1980	36,787	30	1996	77,145	14.8
1981	53,787	40	1997	44,985	0.4
1982	44,038	12	1998	29,619	0.8
1983	60,896	0	1999	32,519	3.4
1984	59,693	0	2000	28,972	11.5
1985	57,143	17	2001	26,307	5.1
1986	68,017	0	2002	21,503	9.4
1987	77,598	41	2003	22,094	62.1
1988	87,470	0	2004	14,636	55.8
1989	77,475	0	2005	6,476	0
1990	74,549	0	2006	4,748	38
1991	88,753	157			
Total				1,227,729	485

(출처 : 관세청, 2006)

- 1998년 이전에는 백석면, 갈석면, 청석면 등을 구분하지 않고 수출입하여 각각의 양을 정확히 파악하기가 어려우며 백석면이 석면 원재료 수입량의 대부분을 차지하고 있으나, 그 양이 점차 감소하고 있는 추세임.
- 국내 유입된 모든 석면은 백석면이며 2001년 2만 6천 톤에서 2005년 1천 6백여 톤으로 5년 전의 수입량의 15.8%에 해당되는 양으로 급격히 감소하는 추세임.  
(특이한 점은 2004년에 비하여 2005년의 수입량이 급격히 감소한 것인데 그 원인은 산업안전보건법을 통한 지속적인 규제와 언론에서의 석



면의 문제점 보도로 인해 석면을 이용하여 석면함유 제품을 제조·사용  
 사업체에서 향후 석면의 금지화를 감안하여 자체적으로 수입량을 감소  
 시킨 것으로 판단됨)

표 9. 최근 석면원재료 수입량

(단위 :kg)

년도	계	백석면	갈석면	청석면	기타
2006년		4,747	-	-	1
2005년	1,661,843	1,661,843	-	-	-
2004년	14,636,133	114,636,130	-	-	3
2003년	22,093,864	22,041,190	-	-	52,674
2002년	21,503,337	21,454,337	-	17,500	31,500
2001년	26,306,885	26,279,205	-	-	27,680
2000년	28,971,998	28,884,898	-	-	87,100
1999년	32,519,435	32,226,010			293,425

(출처 : 관세청, 2006)

- 석면에 대한 규제가 심화되면서 석면 원료의 수입량은 크게 감소해왔으나 최근 석면함유제품의 수입량이 급격히 증가하는 경향을 보임.
- 1990년대 평균 8천 톤의 석면제품을 수입했던 것에 비해 2006년의 석면 제품 수입량은 약 6배(5만 2천 톤) 증가를 보임.  
(그림 11은 연도별 석면원료와 석면함유제품 수입량을 표시)



그림 11. 연도별 석면원료와 석면함유제품 수입량  
(출처 : 관세청, 2006)

- 석면시멘트제품, 브레이크라이닝 및 패드, 가스켓, 방직용 섬유제품 등의 석면함유제품이 국내로 수입되고 있으며, 모든 석면함유제품의 총 수입량은 증가 추세를 보이고 있음.
- 석면 시멘트군과 석면 마찰재군의 총 수입업체수는 2001년 1,458개소, 2002년 1,474개소, 2003년 1,573개소, 2004년 1,806개소, 2005년에는

20,56개소로 지속적으로 증가하는 추세를 보임.

- 석면함유제품 수입 총량 또한 2001년에 14,267톤, 2002년에 18,446톤, 2003년에 26,440톤, 2004년에 3,382톤, 2005년에 41,306톤으로 지속적으로 증가하였고, 석면제품 총 수입액 또한 2001년에 63,671,046 달러에서 2005년에 76,808,661 달러로 지속적으로 증가하는 경향이 보임.
- 2003년에서 2005년까지 총 석면함유제품 생산량은 28,062,437개임. 2003년에 830만 여개 정도의 석면함유제품이 생산되었고, 2004년에 석면함유제품 생산량이 최대치를 나타냈으며 그 양은 약 1,000만 여개임.
- 2004년 이후 생산량이 감소하여 2005년 석면함유제품 총 생산량은 900만 여개이고, 2005년을 기준으로 1사업장당 평균적으로 생산되는 석면함유제품은 1년에 약 37만개 정도이며 이를 한 달 물량으로 환산해 보면 한 달 평균 3만 여개로, 하루 평균 약 1천개의 물량을 생산.
- 석면함유 제품의 생산량을 무게로 표시하면, 2003년에서 2005년까지 3년간 생산된 석면함유제품은 총 350여만 톤으로 환산됨(석면 시멘트제품군이 가장 많은 부분을 차지).
- 수입된 석면은 1970년대에 약 96%가 건축자재인 슬레이트에 사용되었으나 1990년대에는 슬레이트 이외에도 보온단열재인 건축내장재, 천정판, 석면판 등 다양한 건축자재에 약 82%를 사용하였음.
- 석면마찰재 생산 사업장에서 자동차와 기차, 중장비용 브레이크라이닝과 패드, 클러치 페이싱 등에 약 8.5%가 사용하였음.
- 석면포와 석면사, 석면 패킹 등에 석면방직에는 약 5.5%가 사용되었으며, 기타 가스켓과 단열제품에 1.5%가 사용됨.

## 1.5 석면의 제조업체 현황

- 1991년부터 2006년까지 석면 제조·허가 사업장 수는 신규 허가 사업장 수 기준으로 총 81개 업체로 1997년도에 11개로 허가 사업장 수가 가장 많았고 2001년까지 지속적으로 감소하는 경향을 보임.
- 업종별로는 브레이크라이닝 제조업체가 23개(29.9%), 섬유 제품 및 가스켓 제조업체가 15개(19.5%), 자동차 부품 및 화학, 고무, 플라스틱 제품 제조업체가 각각 11개(14.3%)임.
- 지역별로는 경기지역이 21개(25.9%), 경남 12개(14.8%), 부산지역이 11개(13.6%)의 순으로 경기지역의 주업종은 브레이크 라이닝 제조업(21개 중 10개)이었고, 경남지역은 섬유제품 및 가스켓 제조업(12개 중 5개), 부산 지역은 브레이크 라이닝(5개), 섬유제품 및 가스켓 제조업이 5개임.

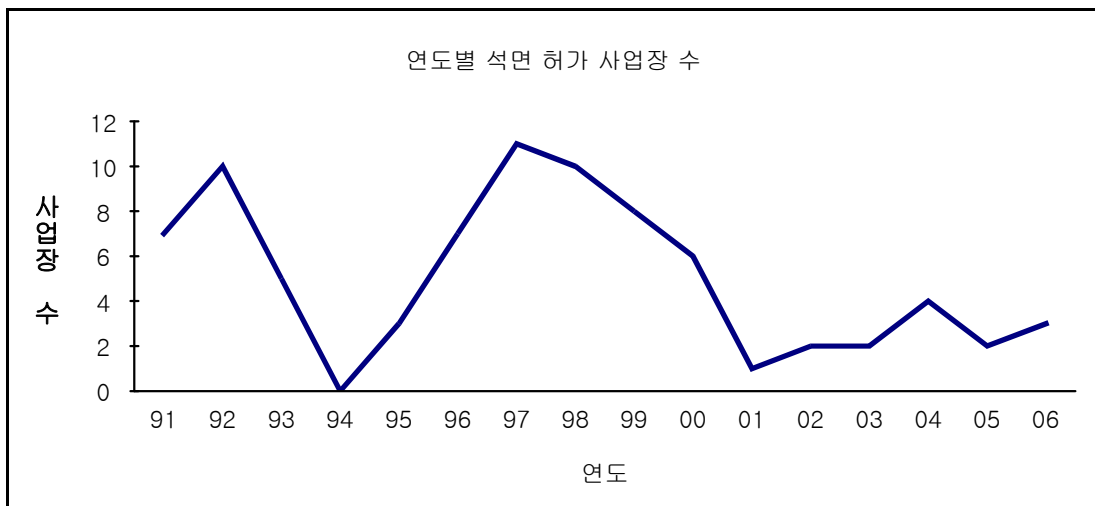


그림 12. 연도별 석면 허가 사업장 수

(출처 : 한국산업안전공단, 2007a)

- 2007년 석면 제조·사용 허가 사업장은 총 27개 업체로 자동차 부품 관련 업체가 13개(48.15%), 산업용 기계 관련 업체가 5개(18.52%), 건축 자재 관련 업체가 4개(14.81%), 기타가 5개(7.41%)임.

## 1.6 건축물 석면함유 현황

### 1) 건축재 종류별 석면함유 현황

- 사업장의 경우 총 84개 사업장에서 채취한 1,870개 시료의 석면제품 종류별 분포는 그림 12와 같음. 시료의 제품 종류는 채취된 장소와 용도를 기준으로 천장재(C), 바닥재(F), 가스켓(G), 지붕재(R), 방음재(S), 보온단열재(T), 방진재(V), 벽재(W), 그리고 기타(M) 등 8가지로 구분됨.
- 시료의 제품 종류별 총 분포는 기타(M)를 제외할 경우 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%의 순서를 보임.

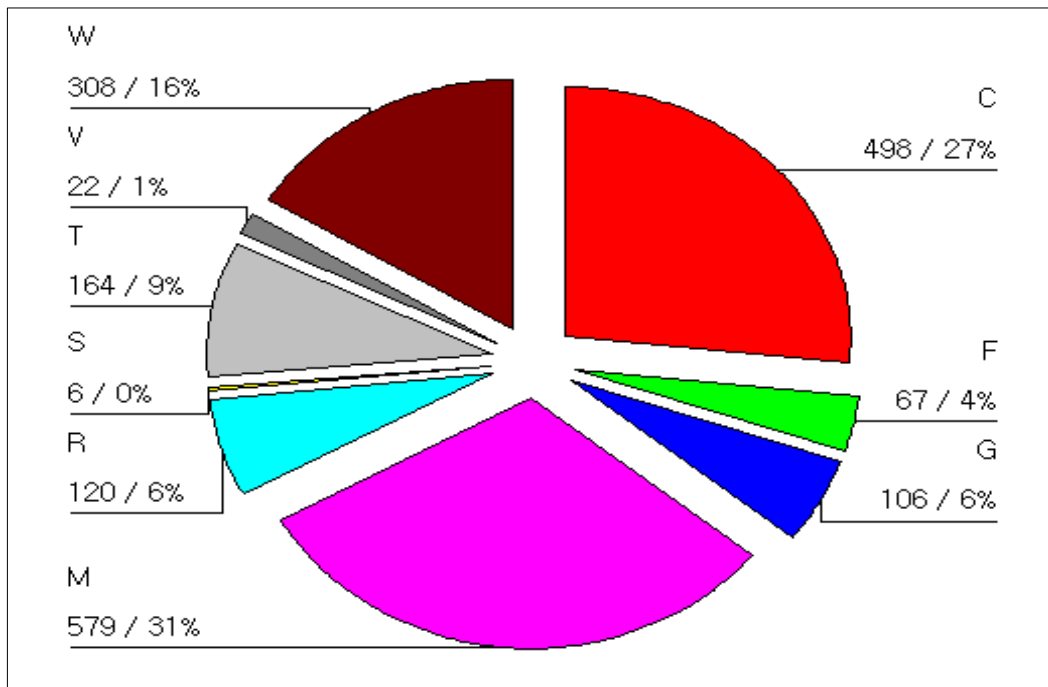


그림 13. 석면의심물질 채취 시료의 제품 종류별 분포

C:천장재, F:바닥재, G:가스켓, M:기타, R:지붕재, S:흡음재, T:보온단열재, V:방진재, W:벽재

## 2) 시공년도별 석면함유 현황

- 1970년대 이전 제품시료가 전체의 34%로 가장 많았으며, 1990년대 25%, 1980년대 18%, 1970년대 15%, 2000년대는 8%의 순서를 보임.

## 1.7 피해자 발생 추이 및 전망

### 1) 국내 석면피해 사례

- 국내 비직업성 석면피해 보상 사례는 2008년 까지는 없었으며, 산재인정 건수는 악성중피종, 폐암 및 석면폐증과 관련 연간 16명 이하로 나타남.

표 10. 연도별 석면 직업병 인정현황

년도	계	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
질병자 (명)	17 (26%)	-	-	-	2	1	1	1	12
사망자 (명)	48 (74%)	4	2	3	13	3	10	9	4
계 (명)	65 (100%)	4	2	3	15	4	11	10	16

- 우리나라의 악성중피종 유병율은 의료보험 외래진료 건수 중 실업원자를 기준으로 2007년까지 152명으로 보고됨.
- 산업재해보상 보험법으로 악성중피종 질환으로 인정을 받은 사람은 총 19명이며 1999년 이전은 5명, 2000~2007년까지는 14명임.

표 11. 한국의 연도별 악성중피종 발생수

연도	'95전	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
수동 감시체계	18	8	12	8	8	9	12	20	14	38	36	51	43
통계청 사망자료	6	24	23	24	16	21	24	27	34	36	45	57	
암등록 자료		44	58	44	44	55	44	50					
의료보험 외래진료	65	61	96	78	67	68	65	53	61	50	141	147	152
산재인정	5 (1993년 최초)					1	2	0	0	0	3	4	4

표 12. 악성중피종의 산재 인정자들의 직종분포

석면관련 산업분류	직종분류	건수
석면원료 가공업	석면섬유제품 제조업	3
	석면제품 제조업	1
	시멘트 제조업	1
	자동차부품 제조업	1
석면함유 제품 생산업	알루미늄창호 및 커튼월 제조업	1
석면취급업	철강업	2
	전기기계기구 제조업	1
	선박제조 및 수리업	4
	택시운송업	1
	건설업	2
	발전업	1
기타	종이제조업	1

## 2) 석면의 업무상 질병 현황

- 1993년 1월 1일~2007년 6월 30일까지 요양승인(요양급여 또는 유족급여)을 받은 석면관련 악성중피종 및 폐암질환 관련 사례 60건을 분석.
  - 1993~2007년 6월까지 60명이 석면에 의한 직업성 암으로 승인.
  - 중피종이 19명, 폐암이 41명이었으며, 진단일 기준으로 1993~1999년까지, 2000~2007년 6월까지 각각 10명(중피종 5명, 폐암 5명), 50명(중피종 14명, 폐암 36명)으로 2000년 이후 크게 증가하였음.
  - 성별로는 중피종은 남성이 16명, 여성이 3명, 폐암은 남성 39명, 여성이 2명으로 조사되었으며, 진단시 평균연령은 중피종은 53.7세이고, 폐암은 50.6세로 분석되었음.
  - 연령별로는 중피종은 50~59세가 10명이며, 다음으로 40~49세, 60~69세가 각각 4명이었으며, 30대가 1명으로 나타남.

## 3) 일본의 석면피해 사례

- 일본의 석면 사용량은 1970년도에 가장 많이 사용.
  - 따라서 석면질환 잠복기간을 고려한다면 발생환자는 2010년경에 최고점을 보일 것으로 추정됨.
  - 일본 노재법에 의한 폐암 및 악성중피종 산재 결정건수는 2004년에 186명, 2005년에 716명, 2006년에 1,784명으로 급격한 증가를 보임.



표 13. 일본노재법에 의한 연도별 석면질환 발생현황

석면질병		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
폐암	청구건수	-	-	-	-	-	34	39	61	703	876
	결정건수	-	-	-	-	-	24	41	61	278	1055
	지급결정건수	12	23	17	18	21	22	38	58	214	783
중피종	청구건수	-	-	-	-	-	61	77	149	1082	832
	결정건수	-	-	-	-	-	57	87	131	556	1140
	지급결정건수	10	19	25	37	34	56	85	128	502	1001
계	청구건수	-	-	-	-	-	95	116	210	1785	1708
	결정건수	-	-	-	-	-	81	128	192	834	2195
	지급결정건수	22	42	42	55	55	78	123	186	716	1784

○ 일본인 경우 노재법과 구재법을 병행하고 있음.

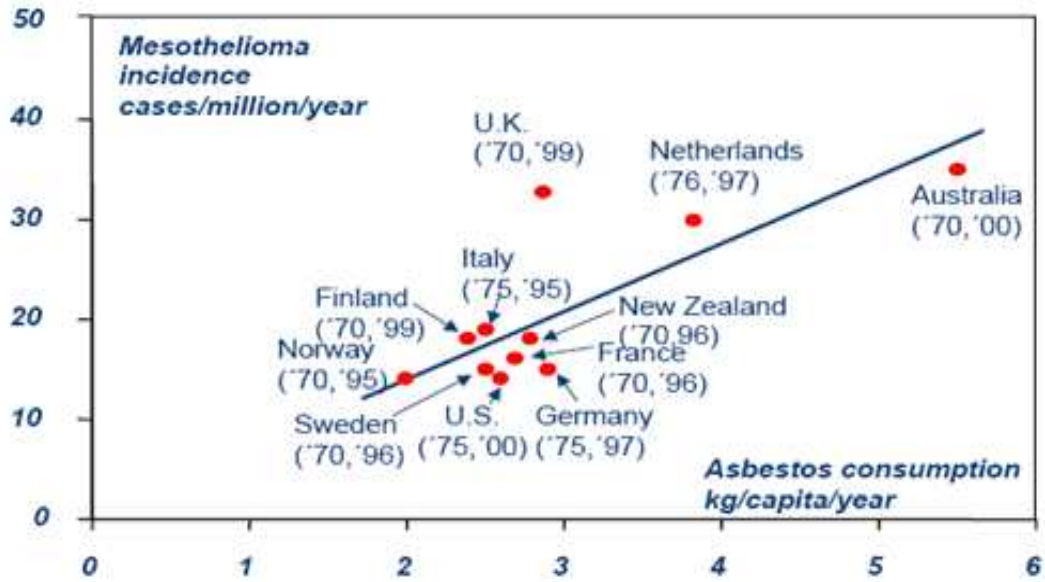
- 석면관련 직종별 1년간 지급건수는 노재법의 경우는 제조업과 건설업이 유사한 양상을 보임.
- 구재법의 지급건수는 제조업이 더 많았으며, 특히 폐암의 지급건수는 노재법의 경우는 악성중피종이 78%이며, 구재법의 악성중피종은 48%로 낮게 나타남.

표 14. 2006년도 노재법 및 구제법에 의한 석면질환 보상 지급건수

직 종	노재보험법		석면구제법 (2006.03.27~2007.03.30)	
	폐 암	중피종	폐 암	중피종
제조업	364	438	181	310
건설업	356	476	72	203
교통 운수업	5	6	0	1
화학물질 취급업	24	19	4	16
도·소매업	3	20	1	6
기타	31	42	13	33
합계	783	1001	271	569

#### 4) 세계 각국의 석면피해 사례

- 석면질환의 대표적 질병인 악성중피종의 경우 잠복기가 30~40년인 점을 고려한다면, 세계 각국의 최대 석면소비 시기와 악성중피종의 최대 예상 발생시기는 약 30년 정도의 차이가 발생하고 있음.
- 세계 각국의 인구 1백만당 23명 이상의 악성중피종 발생율을 보이는 국가로는 호주, 영국, 벨기에 및 네덜란드 등이 있으며 10명 이상의 발생율을 보이는 국가로는 이탈리아, 노르웨이, 뉴질랜드, 덴마크, 독일, 스웨덴, 프랑스 및 핀란드 등이 있음.
- 일본은 7명인 반면에 한국은 1~2명으로 보고됨.(Bianchi, 2007)



FIQH / Harri Vainio / 18.11.2005

그림 14. 각국의 석면소비량과 연간 악성중피종 발생자수 (백만명 당)

- Peto 등은 서유럽에서 악성중피종으로 사망하는 사람이 1998년에 5,000명에서 2018년에 9,000명으로 2배가 될 것으로 예측하였음.
- 또한 1945~1950년도에 출생한 사람은 150명당 1명이 악성중피종으로 사망한다고 예측하였음.(Peto, 1999)

## 1.8 우리나라의 석면광산 현황

- 우리나라는 1930년대 중반 전국에 걸쳐 석면광산이 개발되었고 2차 대전 중에 일본의 군수물자 조달을 위해서 석면 생산을 시작하였음(조선 광상조사요보. 1941-1945).
- 대표적인 석면광산은 충남 홍성지방의 광천 석면광산으로 1944년 백석면 4,815톤을 생산하여 우리나라 백석면의 90%를 차지함.
  - 근로자수가 약 1,100명에 이르고 지역주민이 약 2,000명 정도가 관련 업종에 종사하였음(한국의 지질과 광물자원. 1991).
  - 1984년 광천광산이 폐광될 때까지 우리나라에서 생산된 석면의 총 생산량은 145,000톤으로 대부분 백석면임.
  - 해방당시 우리나라의 석면광산은 총 28개이며, 충북 제천 7개, 충주 2개, 충남 서산 2개, 당진 1개, 광천 1개, 강원 김화 각 2개, 영월에 1개의 광산이 나타남.
  - 국내에는 최대 36개의 석면광산이 운영되었다는 기록이 있으나, 이 중 채광기록이 남아있는 광산은 21개임.

표 15. 전국 석면광산 실태

남북	권역	지역	광산명	확인년도
남한 36	충북 9	제천 7	남아석면광산	1941
			일출충북광산	1941
			수산광산	1941
			동아광산	1941
			덕수광산	1941
			육광산	1941
			선왕제천광산	1941
	충주 2	대화광산	1941	
		대화광산	1941	
	충남 17	당진	당진광산	1941
		서산 5	대로리광산	1941
			광도광산	1941

			대정광산	1981
			아진광산	1981
			대산광산	1981
		합천	대화광산	1941
		광천	백토광산	1941
		홍성 6	일봉광산	1970
			홍성석면광산	1970
			광천광산	1970, 1981
			경남광산	1970
			동양광산	1981
		월림광산	1981	
		청양	비봉광산	1981
	보령 2	대보석산광산	1981, 1988	
		중앙광산	1981, 1988	
	강원 6	김화 2	수태광산	1941
			두태광산	1941
		추양	조흥광산	1941
		영월 2	애국광산	1941
			이화광산	1988
	홍천	명진광산	1988	
경북	영풍	봉현광산	1981, 1988	
경기 3	가평 3	한국광산	1970	
		가평광산	1981	
		명진광산	1988	
북한 10	황해 7	장서	고가광산	1941
		서흥	선왕문덕광산	1941
		평산 2	선왕인산광산	1941
			유년상유광산	1941
		서흥	구포광산	1941
		신계	동아대정광산	1941
	평산 2	평린광산	1941	
	평남 2	순천 2	일출월난광산	1941
			신흥광산	1941
	평북 1	의주	의주산피광산	1941

(출처 : 조선광물지)

표 16. 지역별 석면 광산의 생산량

지역		광산명	양 (M/T)	지역		광산명	양 (M/T)
충북	제천	남아석면광산	9,385	강원	김화	수태광산	8,400
		일출충북광산	1,962			두태광산	33,000
		수산광산	932		추양	조흥광산	-
		동아광산	2,012		영월	애국광산	3,628
		덕수광산	168,473	장서	고가광산	1,478	
		옥광산	-		서흥	선왕문덕광산	-
	선왕제천광산	131,272	구포광산	6			
	충주	대화광산	-	황해	평산	선왕인산광산	-
대화광산		-	유년상유광산			478	
대화광산	-	평린광산	-				
충남	당진	당진광산	-	신계	동아대정광산	6,666	
	서산	대로리광산	9,161		평남	일출월난광산	24,000
		광도광산	887	순천		신흥광산	2,059
	합천	대화광산	52	의주		의주산피광산	-
	광천	백토광산	4,815				

(출처 : 조선광물지, 1941, 조선광상조사요보, 1941-45)

표 17. 국내석면광산 현황(21개 광산)

NO	광산명	등록광종	소재지	등록번호	광업지적	등록일	광구면적(ha)	생산량(톤) 최종생산년도	폐광(소멸)일	소멸사유	광업권자(최종)	비고
1	광천 석면	석면 사문석	충남홍천	16527	홍성 89, 90	1938.11.21	65	190,379(석면) 1971~1986	1996.9.17	의무불이행	신명균	
2	홍동 석면	석면	충남홍성 홍동	28342	홍성 48	1959.07.13	276	500(석면) 1974	1984.07.13	존속만료	김동민	
3	홍동 석면	석면	충남홍성 홍동	40563	홍성 17	1968.9.18	276	5,370(석면) 1972~1973	1980.8.23		홍건표	
4	충남 석면	석면 사문석	충남홍성 홍동	38050	홍성 46	1967.04.07	274	419(석면) 1973~1974	1991.9.30	의무불이행	이민철	
5	월림 석면	석면	충남홍성 홍동	39994	홍성 58	1967.12.30	276	2,756(석면) 1972~1974	1988.12.13		박명열	
6	대흥 석면	석면	충남홍성 홍동	39955	홍성 80	1967.12.30	276	150(석면) 1971	1985.12.6	의무불이행	신봉균	
7	보덕 석면	석면	충남보령 청소	45301	대천 74	1972.1.31	276	3(석면) 1977	1988.12.13	의무불이행	박명렬	
8	보령 석면	석면 활석 석면	충남보령 청소	28426 31340	대천 94 대천 84	1959.8.13 1961.5.14	277 61	315(석면) 1987	1984.8.13 1987.5.14	존속만료	조인봉	

NO	광산명	등록광종	소재지	등록번호	광업지적	등록일	광구면적 (ha)	생산량(톤) 최종생산년도	폐광(소멸)일	소멸사유	광업권자 (최종)	비고
9	보령 석면	석면 석탄	충남보령오천	40370 (구32609)	대천 114	1938.12.7	102	780(석면) 1971~1975	1977.3.4	폐업	이건상	32609→40370변경('68)
	중앙 석면	석면	충남보령 청소, 오천	50331	대천 114을	1977.5.30	3	22,255(석면) 1980~1992	1995.10.16	의무불이행	이건상	명칭변경 보령→중앙  동일광산
		석면 흑연		50332	대천 124	1977.5.30	276					
		석면 흑연		50333	대천 114갑	1977.5.30	78					
	신석 석면	석면	충남보령오천	51191	대천 115	1978.1.13	276		1995.10.16			
			69966	대천 114-2, 4	1998.12.10	138	5,118(석면) 2001~2006	휴업	휴업	이대길		
10	(보원 석면) '83 7.28 대보 통합 대보 석면	석면 활석	충남보령청소	27934	대천 115	1958.12.11	151	74,741(석면) 1971~1984	1992.12.1	의무불이행	대보석산(주)	동일광산
		석면		28499	대천 126	1959.9.11	277					
		석면		29906	대천 115	1960.12.15	98					
		석면	충남보령오천	39765	대천 114	1967.12.28	217					
		석면		41987	대천 104	1969.10.1	276					
		석면		44541	대천 116	1971.6.10	275					
		석면		44591	대천 93	1971.6.24	276					
		석면	충남보령 청소, 주포	49558	대천 105	1976.11.9	276					
		석면		49559	127	1976.11.9	276					
		석면		49560	137	1976.11.9	276					



N O	광산명	등록광종	소재지	등록번호	광업지적	등록일	광구면적 (ha)	생산량(톤) 최종생산년도	폐광(소멸) 일	소멸사유	광업권자 (최종)	비고
11	응봉 석면	석면 활석	충남예산응 봉	35995	대흥 142	1966.1.6	276	7,812(석면) 1974~1979	1980.9.12		풍농비료 공업(주)	
12	신덕 석면	석면	충남태안소 원	52227	모항 35	1978.8.23	275	813(석면) 1979~1986	1992.12.1	의무불이 행	정태영	
13	구봉 석면	석면	충남청양남 양	25682	청양-148	1955.11.2 1	277	600(석면) 1974	1980.11.24			
14	비봉 광산	석면 사문석	충남청양비 봉	51331	대흥 140	1978.2.2	191	2,700(석면) 1981	사문석가 행	사문석가 행	성우환경 산업(주)	'82~'08까 지사문석 채취
15	대흥	석면 활석 장석	경북울진	36251	울진 111	1966.3.2	274	170(석면) 1984	1991.3.2	존속만료	유기환	
16	봉현 광산	석면	경북영주봉 현	51655	단양 9	1978.4.27	155	513(석면) 1982. 7~10월	1992.12.1	의무불이 행	(주)극동석 면	
17	을어 광산	석면	전남보성	34276	복내 49	1964.12.2 8		5(석면) '69년 61(석면) '70년 14(석면) '73년	1989.12.28	존속만료	박철웅	
		석면	전남보성	34277	복내 39	1964.12.2 8			1989.12.28			
18	검백 석면 광산	석면	전남보성	41195	보성 52	1969.2.12		18(석면) '74년 17(석면) '75년	1991.9.30	의무불이 행	박철웅	
		석면	전남보성	41198	보성 42	1969.2.12			1991.9.30			
		석면	전남보성	41199	보성 51	1969.2.12			1991.9.30			
19	이화 석면	석면	강원영월영 월	57814	영춘 12	1983.6.24	274	746(석면) 1985. 3~12월	1994.6.15	의무불이 행	강유정, 방재선	'87~'93 휴광

NO	광산명	등록광종	소재지	등록번호	광업지적	등록일	광구면적 (ha)	생산량(톤) 최종생산년도	폐광(소멸)일	소멸사유	광업권자 (최종)	비고
20	가평 석면	석면 사문석	경기가평	27624	가평 140	1958.5.23	232	1,358(석면) 1980~1983	1983.11.2		(학)장로 신학원	
		석면	경기가평	12399	가평130, 140 용두리121, 131							
21	명진	석면 사문석(82 추가등록)	경기가평설 악	51106	용두리 121	1977.12.2 7	272	3,320(석면) 1979~1983	휴업		이재순 (윤영철)	'84~'01까 지사문석 채취 '02~'08 실적없 음
			(82강원홍 천서면까지 연장)	51107	가평 130	1977.12.2 7	272					

※ 등록광종이 석면이고, 석면 생산실적이 있는 광산만 나타낸 것임.

## 1.9 가정용품의 석면함유 실태

- 석면노출 위해성을 사전에 예방하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 가정에서 주로 사용하는 27개 제품군 444개의 가정용품을 대상으로 제품 내 석면함유실태 및 방출 가능성을 2007~2008년까지 조사.
- 1) 27개 제품군 444개 제품의 석면 함유 의심 부품을 조사한 결과 검출된 제품은 6종류 47개 제품(10.6%)으로 확인.
- 2) 냉장고(10개), 김치냉장고(16), 세탁기(3), 가스보일러(8), 자전거(3), 소형오토바이(7개) 제품에서 가스켓, 브레이크 라이닝, 보온재에서 석면 함유제품을 사용하였음.
- 3) 석면함유 실태조사 대상 제품 중 러닝머신, 세탁기, 소형 오토바이, 자전거 사용 시 공기 중 석면방출 가능성을 파악하기 위하여 TEM 분석을 실시한 결과, 모든 대상 제품에서 석면이 검출되지 않았으며, 사용 시 석면 방출 가능성은 낮은 것으로 판단됨.

## 1.10 공공건물의 석면함유 실태

### 1.10.1 공공건물 고품시료의 석면 조사 결과

- 공공건물의 석면함유물질 사용 실태 및 비산 가능성을 조사하고 석면함유 건축물의 안전한 관리방안을 제시하기 위하여 224개 공공건물을 대상으로 석면함유물질 사용 실태 및 비산 가능성을 조사하였음.
- 1) 조사 대상 224개 공공건물 중 170개 건물에서 석면이 검출되어 약 75%의 검출율을 보임.
- 2) 시설별 석면검출 건물 현황 조사 결과, 시청 및 구청이 72%, 도서관 66.7%, 문화예술시설 70.8%, 주민센터 79.3%, 체육시설 72.7%에서 석면이 검출되었음.
- 3) 1970년대 이전 건물은 84.6%, 1970년대 건물은 92.1%, 1980년대 건물은 86.4%, 1990년대 건물은 85.4%, 2000년대 건물은 44.1%에서 석면이 검출.
- 4) 조사 대상 224개 공공건물의 전체 채취 시료수는 1,613개이며, 525개 시료에서 석면이 검출되어 검출율 32.5%를 보임.
- 5) 시설별 석면검출 시료수 조사 결과, 시청 및 구청은 26.6%, 도서관은 25.1%, 문화예술시설은 21.7%, 주민센터는 37.9%, 체육시설은 35.2%의 석면 검출율을 보임.
- 6) 시료 재질별 석면검출 시료수 조사 결과, 뿔칠재 0.8%, 단열재 15.4%, 가스켓 69.7%, 벽재 33.1%, 지붕재 87.5%, 천장재 54.6%, 기타 12.5%의 석면 검출율을 보였으며, 마감재와 바닥재에서는 불검출.
- 7) 건축연도별 석면검출 시료수 조사 결과, 1970년대 이전 건물은 35.7%,

1970년대 건물은 46.9%, 1980년대 건물은 38.5%, 1990년대 건물은 33.9%, 2000년대 건물은 14.0%의 석면 검출율을 보였음. 검출된 석면은 100% 백석면이었으며 석면검출 시료 중 7.4%에서 갈석면이 함께 검출.

- 8) 석면검출 시료 중 비산성이 있는 것으로 판단되는 시료는 58개로 11.0%. 석면검출 시료 중 비산성이 있는 시료를 건축연도별로 평가한 결과, 1970년 건축물에서 21.8%로 가장 높게 나타남.
- 9) 623개 공기 중 시료의 평균 섬유(석면) 농도는 0.0014 개/cc로 실내공기질 관리기준 미만임. 전체 농도 범위는 0~0.0111 개/cc. 석면이 검출된 2개 시료를 포함한 일부 시료에 대해 TEM 분석을 실시한 결과, 불검출.
- 10) 석면함유 공공건물의 적정 관리를 위해 석면 상태평가, 비산 영향인자 평가, 관리 우선순위 선정 및 관리방안 수립, Risk Communication, 기록 보존, 주기적인 석면조사(상태평가) 순의 관리절차가 요구됨.
- 11) 석면함유물질의 비산성 여부 및 비산 영향인자(손상 여부, 잠재적 노출 가능성)를 각 등급지수로 수치화하여 관리 우선순위를 선정하고, 선정된 관리 우선순위 등급에 따라 제거, 밀폐, 고형화, 보수, 유지관리 등의 관리방안이 요구됨.
- 12) 건축물 석면 관리의 모든 과정을 문서관리 시스템에 의해 보존하며, 석면함유 건축물에 대한 관리절차를 항목별로 정립할 필요가 있음.
- 13) 건축연도 및 건축재 종류에 따른 우선순위 관리, 석면관련 분석방법의 검토 및 분석장비 확충, 모든 공공건물에 대한 석면조사 책임과 의무 부여, 석면조사비용 보조금 제도 육성 등의 석면함유 건축물 관리방안이 추가적으로 요구됨.

표 18. 시설 및 건축연도별 석면검출 현황

구분	1970년대 이전	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대	합계
시청 및 구청	4/4	3/5	4/4	5/6	2/6	18/25 (72.0%)
도서관	1/2	2/2	7/7	4/5	2/8	16/24 (66.7%)
문화예술시 설	-	2/3	6/7	6/8	3/6	17/24 (70.8%)
주민센터	5/6	26/26	40/48	23/26	17/34	111/140 (79.3%)
체육시설	1/1	2/2	-	3/3	2/5	8/11 (72.7%)
합계	11/13 (84.6%)	35/38 (92.1%)	57/66 (86.4%)	41/48 (85.4%)	26/59 (44.1%)	170/224 (75.9%)

## 1.11 다중이용시설의 석면함유 실태

### 1.11.1 다중이용시설 내 고형시료의 석면 조사 결과

- 1) 조사대상 112개 다중이용시설 중 47개 시설(41.9%)에서 석면함유물질을 사용하고 있으며, 채취된 1,641개의 고형시료를 대상으로 석면 검출 여부를 조사한 결과, 164개(9.9%)의 고형시료에서 석면이 검출.
- 2) 조사된 가스켓의 41.5%, 천장재의 30.8%, 덕트포의 9.3%, 벽면재의 6.1%에서 석면이 검출되었음.
- 3) 조사대상 고형시료에서 검출된 석면은 대부분 백석면(98.8%)이고, 트레몰라이트가 일부 확인되었음(1.2%).
- 4) 대규모점포, 도서관, 박물관 및 미술관, 보육시설, 여객자동차 터미널, 지하도상가, 의료기관, 찜질방중 50% 이상이 석면함유 건축자재를 사용하고 있는 것으로 조사됨.
- 5) 1970년 이전 건축된 건물의 50.0%가 석면 함유 건축자재를 사용하고 있는 것으로 나타났고, 2001년 이후에 건축된 건물은 30.6% 정도만이 석면 함유 건축자재를 사용하고 있는 것으로 나타남.

### 1.11.2 다중이용시설 내 공기 중 석면 조사 결과

- 1) 조사된 109개 다중이용시설의 공기 중 섬유상 먼지 농도는 평균 0.0048f-PCM/cc로 나타났으며, 보육시설의 공기 중 섬유상 먼지농도가 0.0089f-PCM/cc로 가장 높은 것으로 나타남.
- 2) 조사된 109개 다중이용시설의 10.1%인 11개 시설에서 공기 중 섬유상 먼지 농도가 0.01f-PCM/cc 이상 검출 되었으며, 투과전자현미경법을 이용해 정밀 분석한 결과, 2개 시설에서 백석면이 검출.

### 1.11.3 지하철 지하역사 내 공기 중 석면 조사 결과

- 1) 조사대상 지하역사 내 로비에서의 공기 중 평균 섬유상 먼지 농도는 0.0038f-PCM/cc으로 플랫폼(0.0033f-PCM/cc), 역사 외부(0.0030f-PCM/cc)에 비해 높은 경향을 보임.
- 2) 조사대상 17개 역사에서 공기 중 섬유상 먼지 농도가 0.01f-PCM/cc 이상 검출된 역사는 없는 것으로 나타남.



## 참고문헌

1. 교육과학기술부, 학교석면실태조사 및 관리 매뉴얼, 2008
2. 국립환경과학원, 공공건물의 석면함유물질 사용 실태조사, 2008
3. 대한석면관리협회, 석면 조사자 보수 교육, 2008
4. 대한석면관리협회, 석면조사, 2007a
5. 대한석면관리협회, 학교석면조사 및 관리교육, 2007b
6. 대한석면관리협회, 석면 해체 및 제거 공법교육 사업주·관리자 양성교육, 2008
7. 안중주, 침묵의 살인자 석면, 한울, 2008
8. 연합뉴스, <http://www.yonhapnews.co.kr>, 2007
9. 한국산업안전공단, 석면 함유제품의 사용금지 효과에 대한 연구, 2006a
10. 한국산업안전공단, 석면에 의한 건강장해예방 연구(Ⅱ), 2006b
11. 한국산업안전공단, 석면 취급근로자의 흉막 비후 조사를 통한 조기진단 및 향후 석면 직업병 발생량 예측, 2007a
12. 한국산업안전공단, 섬유함유제품 실태조사 및 DB구축 연구, 2007b
13. 한국산업안전공단, 사업장 등의 석면실태조사 및 석면지도 작성연구, 2008a
14. 한국산업안전공단, 석면업무매뉴얼, 2008b
15. 한국석면추방네트워크, 아시아에서의 석면제거와 석면산업의 국가간 이동에 관한 국제심포지엄, 2008
16. 대한석면관리협회, 석면 처리의 이론과 실무, 2007
17. 환경부, 석면 사용 건축물 관리를 위한 실태조사, 2006
18. Bianchi C., Bianchi T. (2007). Malignant Mesothelioma: Global Incidence and Relationship with Asbestos. *Industrial Health* 2007, 45, 379 - 87.
19. Corsini, E., Luster M. I., Mahler J. et al. (1994). A protective role for T lymphocytes in asbestos-induced pulmonary inflammation and collagen deposition. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 11, pp. 531-539.
20. Kamp, D.W., Dunn, M. M., Sbalchiero, J. S., et al. (1994). Contrasting effects

- of alveolar macrophages and neutrophils on asbestos-induced pulmonary epithelial cell injury. *Am J Physiol*, 266, pp. L84-91.
21. Kane, A.B. (2003). Asbestos bodies: clues to the mechanism of asbestos toxicity? *Hum Pathol*, 34, pp. 735-736.
  22. Peto J., Decarli, A., Vecchia, C., et al. (1999). The European Mesothelioma Epidemic" *British Journal of Cancer*. 79, pp. 666 - 672.
  23. Shukla, A., Gulumian, M., Hei, T.K., et al. (2003). Multiple roles of oxidants in the pathogenesis of asbestos-induced disease. *Free Rad Biol Med*, 34, pp. 1117-1129.
  24. Wagner, M. M, Edwards, R. E, Moncriff, C. B., et al. (1984). Mast cells and the inhalation of asbestos in rats. *Thorax*, 39, pp. 539-544.

## 제2장 국내의 석면 관리

### 2.1 우리나라 석면의 역사

- 일제시대부터 서울 용산의 아사노 슬레이트 공장을 시작하여 1944년 4,815톤을 생산한 이후 급속히 석면의 사용이 증가하였음.
- 제 2차 세계대전 중에 석면의 수요가 급증함에 따라 본격적인 생산을 시작하여 해방 직후 석면생산량은 급감하고 산업의 발달과 더불어 생산이 다시 증가하는 경향을 보였음.
- 해방 당시 우리나라의 석면광산은 총 28개임.
  - 충북 제천에 7개, 충주에 2개, 충남 서산에 2개, 당진에 1개, 합천에 1개, 광천에 1개, 강원 김화에 2개, 추양에 1개, 영월에 1개의 광산.
  - 1944년 광천에서 생산된 석면은 4,815톤으로 우리나라 전체 백석면 생산량의 90%를 차지함.
- 석면함유제품의 사용실태를 살펴보면
  - 1970년대는 약 96%가 건축자재인 슬레이트 원료로 사용.
  - 1990년대에는 슬레이트와 보온 단열재 등으로 약 82.3%가 사용.
  - 석면 마찰재 생산 사업장으로 자동차와 기차, 중장비용 브레이크 라이닝과 패드, 클러치 페이싱 등에 약 8.5%가 사용.
  - 석면포와 석면사, 석면 패킹 등의 석면 방직에는 약 5.5%가 사용.
  - 기타 가스켓과 단열제품에 1.5%사용(최정근 등, 1998).

## 2.2 수입, 제조, 사용 등의 제한

- 우리나라에 수입된 석면은 대부분 백석면 시멘트제품(석면시멘트, 압출성형시멘트판, 슬레이트, 천정재 등), 석면마찰재(브레이크라이닝, 브레이크패드, 클러치패드, 클러치라이닝 등)와 같은 제품제조에 활용.
- 청석면 및 갈석면은 1997년에 제조·수입·양도·제조 사용을 금지하였음.
- 악티노라이트석면, 안소필라이트석면, 트레모라이트석면은 2003년 7월에 산업안전보건법을 개정하여 추가로 금지하였음.
- 2006년 9월부터 석면이 함유된 중량의 비율이 1% 이하인 제품을 제외한 지붕, 천장, 벽 또는 바닥재용 석면시트 제품과 자동차용 석면마찰제품 등의 제조·수입·양도·제공 또는 사용을 금지.
- 2007년 1월부터는 석면의 제품 중량의 0.1%를 초과하지 않도록 하고, 석면 클러치 페이싱 등을 포함하는 석면 마찰제품 5종의 제조·수입·사용 등이 전면 금지됨.
- 환경부는 5개 유해물질에 대한 취급을 제한하거나 금지하는 내용을 담은 「취급제한·금지물질에 관한 규정」을 개정하여 2008년 1월부터 백석면을 1%이상 함유한 혼합물질 중 지붕, 천장, 벽 및 바닥재용 시멘트제품과 자동차용 석면마찰제품의 제조, 수입, 사용 등을 단계적으로 금지.

표 19. 우리나라의 석면규제 연혁

연 도	법 규	내 용
1990년 7월	산업안전보건법 시행령 개정	사용허가 대상 유해물질에 석면 추가
1991년 2월	대기환경보전법 시행규칙 제정	대기오염물질 특정대기유해물질에 석면 포함
1991년 9월	폐기물관리법 시행령 개정	특정 폐기물에 석면 추가
1997년 5월	산업안전보건법 시행령 개정	제조 등 금지 유해물질에 석면 (청·갈석면)추가
1998년 1월	지하 생활공간공기질관리법 시행규칙 제정	지하생활공간 공기오염물질에 석면 포함
1999년 6월	산업안전보건법 시행령 개정	제조 등 금지 유해물질에 석면 함유 (1%이상) 제재 추가
1999년 8월	폐기물관리법 시행령 개정	지정폐기물에서 슬레이트 제외
2003년 6월	산업안전보건법 시행령 개정	금지석면종류 확대 (악티노, 안소필, 트레모라이트)
2003년 7월	산업안전보건법 시행규칙 개정	석면함유 건축물 철거허가제도 시행
2005년 2월	건축법 시행규칙 개정	건축물 철거시 석면함유 여부를 시·군·구 관할노동청에 신고
2006년 2월	환경부 고시	5개물질을 금지물질로 지정
2006년 9월	산업안전보건법 시행령 개정	석면함유제품(지붕, 천장, 벽 또는 바닥 재용 석면시멘트제품과 자동차용 석면마찰제품)의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지
2007년 1월	산업안전보건법 시행령 시행	위 시행령 시행 단, 석면시멘트제품 중 압출성형 시멘트 판에 대해서는 2008년 1월 1일 시행
2007년 7월	산업안전보건법 시행령 개정	석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지 *석면의 중량이 제품 중량의 0.1% 초과 해선 안됨

		*2008년 1월 1일부터 시행 단, 석면개스킷제품 및 석면마찰제품에 대해서는 2009년 1월 1일 시행
2008년 1월	유해화학물질관리법의 제조·수입 또는 사용 등을 금지하거나 제한하는 화학물질에 관한 규정 개정	백석면 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물 석면시멘트제품(지붕·천장·벽 및 바닥재용) 및 석면마찰제품(자동차관리법 상의 자동차용)의 용도로 제조, 수입, 사용 등을 금지, 환경부고시 2007-152호
2008년 7월	폐기물관리법 시행령 개정	- 폐석면 지정폐기물 분류대상 확대 - 폐석면 수집·운반·보관·처리 방법 다양화 - 폐석면 매립을 위한 지정폐기물 매립시설 설치기준 신설
2009년 2월	산업안전보건법 개정	- 모든 석면의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지 - 석면해체·제거 업체의 등록제 도입 - 석면조사기관의 허가제 도입

## 1) 환경부

- 대기환경보전법시행규칙 제2조에서 석면을 대기오염물질로 분류.
- 제 4조에서는 석면을 특정 대기오염물질로 분류.
- 제 5조에서는 비금속광물제품 제조시설에 석면 및 암면제품 제조시설의 권취시설·압착시설·탈판시설·방사집면시설·절단시설이 포함되어 있으며 대기오염물질배출시설로 분류.
- 제 12조에서는 석면의 배출허용기준에 대해 고시하고 있음.  
(시방사시설, 집면시설 및 탈판시설은 30 mg/Sm<sup>3</sup> 이하, 그 밖의 배출시설은 70 mg/Sm<sup>3</sup> 이하로 유지)

표 20. 석면제품 제조·가공시설 배출허용기준

배출시설	배출허용기준
방사·집면·탈판시설	30 mg/Sm <sup>3</sup> 이하
기타시설	70 mg/Sm <sup>3</sup> 이하

표 21. 석면의 취급금지물질

고유번호	화학물질의명칭	제한내용
06-5-8	백석면 [Chrysotile; 12001-29-5]	동 물질 및 0.1% 이상 함유한 석면시멘트제품 및 석면마찰제품(「자동차관리법」상의 자동차용)은 제조, 수입, 사용 등을 금지

○ 『석면관리 종합대책』 수립·추진

- 환경부, 노동부, 국토부 등 13개 부처·청 합동으로 『석면관리 종합대책』을 수립하였음(2009.07).
- 5개 분야와 19개 세부 추진과제를 5개년 계획(2009~2012년)으로 확정·추진 중에 있음.

## 2) 노동부

- 산업안전보건법[2007.12.14 법률 제8694호] 제 37조(제조 등의 금지)에서는 대통령령이 정하는 물질로 제조·수입·양도·제공 또는 사용할 수 없도록 규정함(단, 시험·연구를 위한 경우로써 노동부령이 정하는 기준에 적합한 경우는 노동부장관의 승인을 얻어야함).
- 허가대상 유해물질에 대하여 산업안전보건법시행령 제30조(허가대상 유해물질)에 기술되어 있으며, 제38조 제1항 규정에 의하여 설비 또는 건축물에 함유된 석면(함유된 중량의 비율이 1% 이하인 것을 제외)은 해체·제거 허가를 받아야 한다고 규정함.
- 제 30조 제1항 각호의 1에 해당하거나 제2항에 해당하는 유해물질의 제조·사용 또는 해체·제거허가를 받고자 하는 자는 산업안전보건법시행령 제 38조 제 1항 규정에 따라 유해물질의 제조·사용 또는 해체·제거 허가 신청서를 노동부장관에게 제출해야함.
- 노동부는 「산업안전보건법」 제37조 및 동법시행령 제 29조 제1항 제10호의 규정에 의하여 석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용 금지에 관한 고시를 2007년 7월 2일 개정함.
  - 이 고시는 2008년 1월 1일부터 시행하였고, 석면함유 압출성형 시멘트 판도 2008년 6월까지만 양도·제공·사용할 수 있음.
  - 석면함유제품 중 석면 개스킷제품 및 석면마찰제품(자동차관리법상 자동차용은 제외)에 대한 금지는 2009년 1월 1일부터 시행되었음.
- 다음 제품은 대체품 개발 시까지 이를 적용하지 않는다고 명시됨.
  1. 잠수함 및 미사일용 석면개스킷제품
  2. 미사일용 석면단열제품
  3. 화학공업 설비용으로써 100 ℃ 이상 온도의 부식성유체를 취급하는



- 부분에 사용되는 입경 1,400 mm 이상의 석면조인트시트개스킷
4. 화학공업 설비용으로 사용되는 입경 2300 mm 이상의 석면조인트시트 가스켓(Gasket)

※ 2009년부터 금지된 석면제품

○ 석면조인트시트제품

- 석면가스켓, 석면짚재, 석면패킹, 석면시트 등이며, 가격이 저렴하여 제조 허가사업장과 영세 수입상을 통해 국내로 들여와 도소매업체 및 정비업체에서 소규모로 사용. 그러나 석면시트 등 기타 조인트시트는 현재 수입금지 되어 있음.

○ 석면마찰제품(자동차용 제외)

- 자동차용을 제외한 석면마찰제품은 군용, 궤도차량용, 산업용, 농기계용 석면브레이크, 클러치 등으로 현재 아라미드섬유, 케브라섬유 등을 이용한 대체품이 개발되어있는 실정임.  
(산업용 및 농기계용의 수요가 많지 않은 관계로 현재 국내에서 제조되는 물량이외에는 수입량은 적음)
- 석면마찰제품은 대기중으로 석면의 방출이 높으며, 성능분석결과 석면마찰재에 비하여 비석면마찰재(Semi-metallic, Low steel, Non steel)가 내마모성, 저소음, 좋은 필링 등이 우수한 것으로 분석되어 2009년 1월부터 금지됨.

### 2.3 철거 및 멸실 신고

- 2005년 9월 20일, 석면 함유 건축물 철거 때 사전 허가를 받아야 하나, 불법철거가 여전히 이루어져 노동부는 건축물 철거신고 시 석면 포함여부 신고를 의무화하는 등 석면사용에 대한 규제를 대폭 강화하였음.

표 22. 건축물의 철거·멸실에 관한 부처별 법령

관계 법령	소관 부처	주요 업무
- 산업안전보건법	- 노동부	- 석면함유 건축물의 철거등의 신고
- 건축법	- 국토해양부	- 건축물의 철거·멸실

- 건축법[2008.06.05 법률 제9103호] 제36조(건축물의 철거 등의 신고)에서 건축물의 소유자나 관리자는 철거를 하기 전에 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 신고토록 함.
- 건축물 철거 시 발생하는 폐석면은 폐기물관리상 지정폐기물로써 동법에 따라 처리되어야 함.  
(폐기물관리법 제2조(정의)에 따르면 “지정폐기물”이란 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질로써 대통령령으로 정하는 폐기물을 말하며 폐석면이 이에 해당함)
- 한편, 건축법시행령[2008.10.29 대통령령 제21098호] 제 24조 (건축물 철거·멸실의 신고) 법 제27조제1항 규정에 의하여 법 제8조 규정에 의한 허가대상건축물을 철거하고자 하는 자는 철거예정일 7일전까지 법 제27조 제 별지 제25호서식의 건축물철거·멸실신고서(전자문서로 된 신고서도 포함)를 시장·군수·구청장에게 제출해야 함.

- 또한 법 제8조의 규정에 의한 허가대상 건축물이 멸실된 경우는
  - 건축물 철거·멸실 신고서를 제출해야 하며,
  
  - 시장·군수·구청장은 제 1항에 따라 제출된 건축물 철거·멸실신고서를 검토하여 천장재·단열재·지붕재 등에 석면이 함유된 것으로 확인된 경우에는 지체 없이 「산업안전보건법」 제38조에 따른 권한을 동법 시행령 제 46조 제1항에 따라 위임받은 지방노동관서의 장 및 「폐기물관리법」 제 25조의2에 따른 권한을 동법 시행령 제41조에 따라 위임받은 시·도지사 또는 유역환경청장·지방환경청장에게 해당 사실을 통보해야함.
  
  - 또한 제 1항 및 제 2항에 따라 건축물철거·멸실 신고서를 제출받은 때에는 건축물의 철거·멸실 여부를 확인한 후 건축물대장에서 철거·멸실된 건축물의 내용을 말소하여야 할 것으로 규정함.

## 2.4 석면 해체 제거

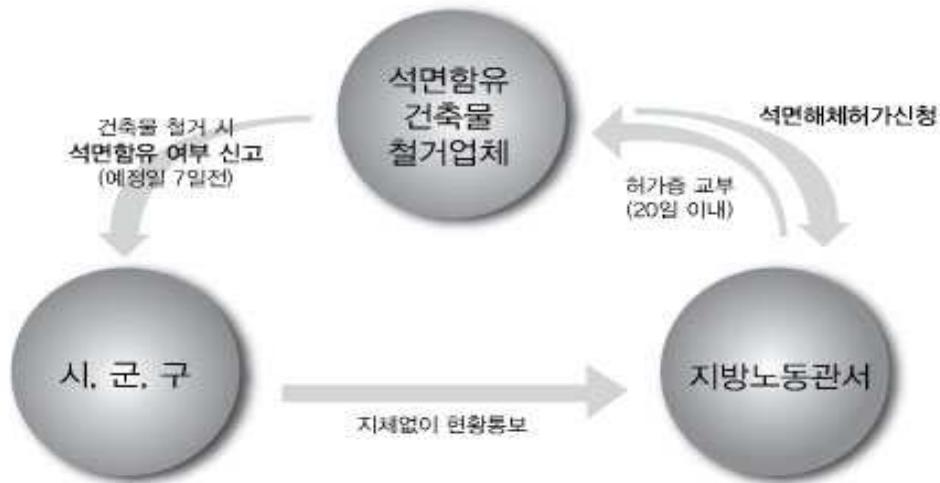


그림 15. 석면함유건축물 해체·제거절차

- 석면 해체·제거 작업관련 국내 법령으로는 산업안전보건법과 산업안전보건법시행규칙, 산업보건기준에 관한 규칙에 기술되어 있음.
- 산업보건기준에 관한 규칙[2008.9.18 노동부령 제308호] 제200조(정의)에 “허가대상유해물질”을 정의하고 있으며, 노동부장관의 허가를 받지 아니하고는 제조·사용 또는 해체·제거가 금지되는 물질로써 영 제30조의 규정에 의한 물질이라 규정.
  - “제조”라 함은 화학물질 또는 그 구성요소에 물리·화학적 작용을 가하여 허가대상 유해물질로 전환하는 과정을 말함.
  - “사용”이라 함은 새로운 제품 또는 물질을 만들기 위하여 허가대상 유해물질을 원재료로 이용하는 것임.
  - “해체·제거”란 석면함유 설비 또는 건축물의 파쇄, 개·보수 등으로 인하여 석면분진이 흩날릴 우려가 있고 작은 입자의 석면폐기물이 발생되는 작업이라고 기술됨.

- 산업안전보건법[2008.12.31 법률 제9319호] 제38조(제조 등의 허가)에 의하면 제37조 제1항에 해당하는 물질로써 대통령령이 정하는 물질을 제조·사용 또는 해체·제거하고자 하는 자, 허가받은 사람을 변경하고자 하는 자는 노동부령이 의하여 미리 노동부장관의 허가를 받아야 함.
  
- 한편, 산업안전보건법시행규칙[2008.9.18 노동부령 제308호] 제79조(허가의 신청 및 심사)에서는 법 제38조 제1항 및 영 제30조의2의 규정에 의한 석면이 함유된 설비 또는 건축물의 해체·제거허가를 받고자 하는 자는 별지 제16호의2서식의 석면해체·제거작업 허가신청서에 다음 서류를 첨부하여 관할 지방노동관서의 장에게 제출하여야 한다고 규정됨.
  - ① 석면해체·제거 작업계획서
  - ② 석면해체·제거 설비 및 보호구 등에 관한 서류
  - ③ 석면의 비산방지 및 폐기방법 등에 관한 서류
  
- 석면함유 물질의 사전조사에 대한 내용으로는 산업보건에 관한 규칙[2008.9.18 노동부령 제308호] 제236조 2(사전조사)에서 사업주가 설비 또는 건축물을 해체하거나 제거하는 경우에는 그 설비 또는 건축물의 석면함유 유무를 건축 시 사용한 자재의 이력 또는 성분 분석 등을 통하여 조사하여야 함.
  
- 제237조(석면해체·제거작업 계획수립)에 의거하여 사업주는 석면이 함유된 설비 또는 건축물을 해체하거나 제거하는 작업(이하 "석면해체·제거작업"이라 한다)을 행할 때에는 석면으로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 사전에 석면해체·제거작업 계획을 수립하고, 이에 따른 작업을 수행해야 함.

- 석면 해체·제거 작업 시 조치사항으로는 제239조(석면 해체·제거작업 시의 조치)에 의하여, 다음과 같은 작업을 시행해야 함.
  - 분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업을 행할 경우 물 또는 습윤제를 사용 습식 작업을하여야 함.
  - 작업장이 실내일 경우에는 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐하고 당해 장소를 음압으로 유지.
  - 탈의실, 샤워실 ,작업복 갱의실 등의 위생설비를 작업장과 연결하여 설치 유지하도록 함.
  - 한편, 작업장이 실외일 경우에는 작업 시 석면분진이 흩날리지 아니하도록 고성능 필터(HEPA Filter)가 장착된 석면분진 포집장치를 가동하는 등의 조치를 취해야 함.

2.4.1 산업안전보건법 개정안(2009년 2월 6일 개정, 8월 7일 시행)

- 2008년 8월 시행안 석면이 함유된 건축물 등의 철거 및 해체 작업에 따른 근로자의 건강장해를 예방하기 위해서 석면 해체·제거시의 안전보건조치를 정비하기 위함.

표 23. 산업안전보건법 개정 전·후 비교

내용	개정 전	개정 후
석면사전조사 의무 부과 여부	산업보건기준에 관한 규칙에 사전조사의무 규정	법에 일정규모이상인 경우 사전 석면조사의무 규정
조사기관 요건	규정 없음	노동부장관이 지정하도록 법에 규정(지정제)
석면해체·제거작업을 위한 행정절차	노동부장관에게 허가를 받도록 법에 규정(허가제)	노동부장관에게 신고하도록 법에 규정(신고제)
석면해체·제거 전문업체 사용여부	업체에 대한 제한 규정은 없으며 단지 석면 1%이상 함유 시 허가를 받고 작업하도록 법에 규정	조사 후 일정 기준 이상의 석면이 함유된 경우 해체·제거 전문업체가 작업 하도록 법에 규정
석면해체·제거업체 요건	규정 없음	노동부장관에게 등록하도록 법에 규정(등록제)
석면조사기관 신뢰성 평가	규정 없음	법으로 규정
석면해체·제거업체 신뢰성 평가	규정 없음	법으로 규정
석면해체·제거 작업기준 준수 여부	법으로 규정	법으로 규정
석면해체·제거작업 서류 보존의무 여부	규정 없음	법으로 규정
석면농도기준의 준수의무 여부	규정 없음	법으로 규정
석면농도측정자격 및 방법	규정 없음	법으로 규정

- 개정내용은
  - 건축물 철거·해체 전 석면함유를 조사토록 하는 제도를 도입  
(안 제38조의2)
  - 석면 해체·제거시 노동부령으로 정하는 기준을 준수(안 제38조의3)
  - 석면해체·제거업자를 통한 석면해체·제거(안 제38조의4)
  - 석면 해체·제거 작업후 공기중 석면농도 기준을 준수(안 제38조의5)  
토록 하려는 것임.

#### 1) 석면조사제도 도입

- 개정안은 대통령령으로 정하는 종류 및 규모의 건축물이나 설비를 철거·해체하고자 하는 자(이하 “건축물등 철거·해체자)는 철거·해체 전에 대통령령이 정하는 요건을 갖춘 조사기관(이하 “석면조사기관”이라 한다)을 통해 해당 건축물의 석면 함유여부, 함유량 등을 조사(이하 “석면조사”라 한다)하여야 함.
- 또한, 개정안에 따라 건축물 등 철거·해체자가 석면조사를 하지 않은 경우 석면조사의 완료까지 건축물 등의 철거·해체를 중지할 수 있게 하며 석면조사 관련 자료의 보존과 석면조사기관의 평가, 지도·교육, 지정취소와 업무정지에 관한 규정을 두고 있어, 석면조사 자료의 이용과 조사기관의 평가로 결과의 신뢰성을 확보하고, 지도·교육에 따른 조사기관의 전문성을 유지하여야 함.

#### 2) 석면해체·제거 기준 준수

- 개정안은 건축물 또는 설비에 함유된 석면을 해체·제거할 때 근로자 보호를 위하여 노동부령에 정한 작업 기준을 준수하도록 함.
- 이는 「산업보건기준에 관한 규칙(이하 “산업보건규칙”이라 한다)」 제



237~제241조에서 규정하고 있는 석면해체·제거계획수립, 개인보호구 지급·착용, 작업종류별 조치기준, 잔재물 흘날림방지 등을 노동부령으로 위임할 수 있도록 하는 규정임.

### 3) 석면해체·제거업자를 통한 석면해체·제거

- 기준 이상의 석면이 함유된 건축물 등의 해체·제거의 경우 등록된 석면해체·제거업자가 실시.
- 해당 건축물 등에 대한 석면조사기관과 동일한 석면해체·제거업자에게 이를 위탁하지 못하도록 규정.
- 석면해체·제거업자의 등록, 작업신고의 절차·방법, 평가 기준·방법 및 공표방법에 관한 사항은 각각 대통령령과 노동부령으로 정하고 있음.
- 석면해체·제거업자는 작업전에 이를 신고하고 작업관련 사항을 기재한 서류를 보관해야함.
- 해체·제거업에 종사하는 기관을 평가하고 그 결과를 공표할 수 있는 근거를 마련하려는 것임.

### 4) 작업후 공기 중 석면농도 기준 준수(제38조의5)

- 개정안은 석면해체·제거업자로 하여금 작업후 공기중 석면농도를 노동부령이 정하는 기준(이하 “석면농도기준”이라 한다) 이하가 되도록 하고, 석면농도 측정결과 등 증빙서류를 건축물 등 철거·해체자와 노동부장관에게 제출토록 함(석면농도기준을 초과한 경우 건축물 등 철거·해체자는 해당 건축물이나 설비를 해체·철거하지 못하도록 하려는 것임).

#### 2.4.2 행정형벌의 과태료 전환

- 개정안은 석면함유 건축물 등 해체·제거시 안전보건조치와 관련한 의무를 규정하면서 위반에 대한 벌칙규정을 새롭게 규정하였음.
  - 개정안 중 제38조4 제1항과 제38조의2 제3항을 위반하는 경우 행정형벌로 처벌할 수 있도록 규정하고 그 외 관련 규정 위반은 과태료를 부과할 수 있도록 규정함.
  - 제38조4 제1항 : 석면해체·제거업자를 통해서만 석면을 해체·제거 위반시: 5년 이하 징역 또는 5천만원 이하 벌금
  - 제38조의2 제3항 석면조사 미이행: 관련 작업 중지, 명령 위반: 3년 이하 징역 또는 2천만원 이하 벌금
- 현행법 제38조제3항, 즉 산업보건규칙을 위반하는 경우 제67조의2에 의해 3년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처하도록 하던 것을 개정안은 5천만원 이하의 과태료를 부과함.

### 2.4.3 석면작업 안전보호구

- 석면해체제거에 포함되는 장비는 음압기록장치, 석면집진기, 진공청소기, 방진복, 글로브백, 위생설비, 배출수 여과장치, 고형화제, 호흡기 보호구 등임.
  - 해체 제거 작업 시 음압 기준은 환기횟수가 아닌 실제 음압 측정값을 측정 한 후 결과 보고하고 작업장 내부 음압 기준은  $-0.5\text{mmAq}$ 로 가정하고 장비 기준을 선정함.
  - 석면집진기, 음압기록장치, 배출수 여과장치, 진공청소기, 글로브백, 위생설비 등은 성능 및 규격 기준을 마련하여 노동부 고시 또는 KOSHA Code로 제시하여 성능 및 규격의 표준화하기 위한 기반이 필요함.

#### 1) 외국의 보호구 기준

- 미국과 일본의 경우 석면 농도에 따른 호흡 보호구를 차별화하여 선정.

#### (1) 미국의 호흡보호구

- 미국 OSHA(산업안전보건청) 29 CFR 1910.311(g)(3)에 의거

공기 중 석면농도	착용해야 할 호흡보호구
1f/cc(10×PEL) 이하	- 일회용이 아닌 고효율 필터(HEPA)가 부착된 반면형 공기정화 호흡보호구
5f/cc(50×PEL) 이하	- 효율 필터가 부착된 전면형 공기정화 호흡보호구
10f/cc(100×PEL) 이하	- 고효율 필터가 부착된 모든 형태의 동력식 공기정화 호흡마스크 또는 연속적으로 작동하는 공기 공급식 호흡보호구[전동식마스크 or 송기식마스크]
100f/cc(1000×PEL) 이하이거나 미지의 농도인 경우	- 압력 디맨드형 전면형 공기 공급식 호흡보호구 [압력디맨드형 송기식마스크]
100f/cc(1000×PEL) 초과하거나 미지의 농도인 경우	- 부가적으로 양압을 유지시키는 자급식 호흡기구가 부착된 압력디맨드형 전면형 공기공급식 공기정화 호흡마스크[SCBA]

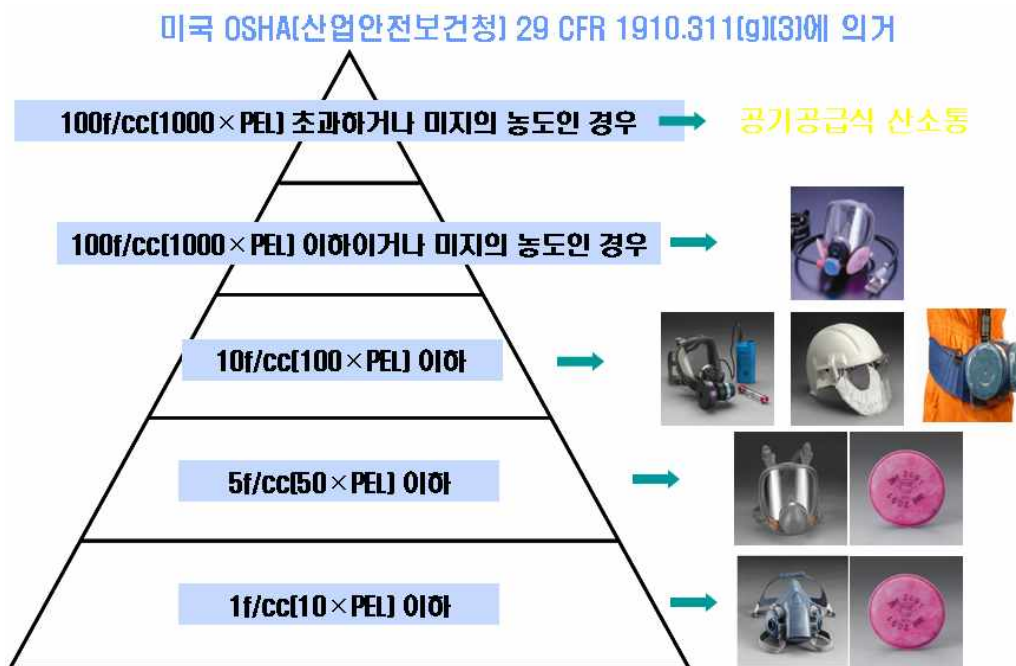


그림 16. 미국의 호흡 보호구 선정 방법

(2) 일본의 호흡보호구

■ Japan Construction Safety and Health Association (JCSHA)

	필요 대책	작업의 종류
Level 1	-현저하게 발생량이 많은 작업으로 작업장소의 격리나 고농도의 분진량에 적절한 방진 마스크, 보호의를 사용하는 등, 엄중한 폭로 방지 대책이 필요한 Level	-석면함유 분무재의 제거 작업
Level 2	-비중이 낮고, 분진이 발생하기 쉬운 제품의 제거 작업이며, Level 1에 비해 높은 폭로 방지 대책이 필요한 Level	-석면함유 보온재, 단열재, 내화 피복재 등의 제거작업
Level 3	-발생이 비교적 낮은 작업으로, 파쇄, 절단 등의 작업에 대해서 비산을 방지하기 위해, 습식 작업을 원칙으로 하며, 발생 Level에 맞는 방진 마스크를 필요로 하는 Level	-Level 1, 2 외 석면 함유 건재(형성판 등)의 제거 작업

■ 레벨 1

호흡용 보호구의 종류	공기중 석면농도
-전면형 압력디맨드형 복합식 에어라인 마스크	150 f/cm <sup>3</sup> 이상
-전면형 압력디맨드형 에어라인 마스크	15 f/cm <sup>3</sup> 초과~ 150 f/cm <sup>3</sup> 이하
-송기마스크, 전동식 호흡보호구 (포집 효율 99.9%이상)	7.5 f/cm <sup>3</sup> 초과~ 15 f/cm <sup>3</sup> 이하
-전면형 방진 마스크 RS3 또는 RL3	1.5 f/cm <sup>3</sup> 초과~ 7.5 f/cm <sup>3</sup> 이하

■ 레벨 2, 3

작업레벨		호흡보호구의 종류	공기 중 석면농도
Level 2		-전면형 방진 마스크 RS3 또는 RL3	1.5 f/cm <sup>3</sup> 초과~ 7.5 f/cm <sup>3</sup> 이하
	Level 3	-반면형 방진 마스크 RS3 또는 RL3	1.5 f/cm <sup>3</sup> 이하 (관리농도의10배)
	3	-반면형 방진 마스크 RS2 또는 RL2	0.15 f/cm <sup>3</sup> 이하 (관리농도)

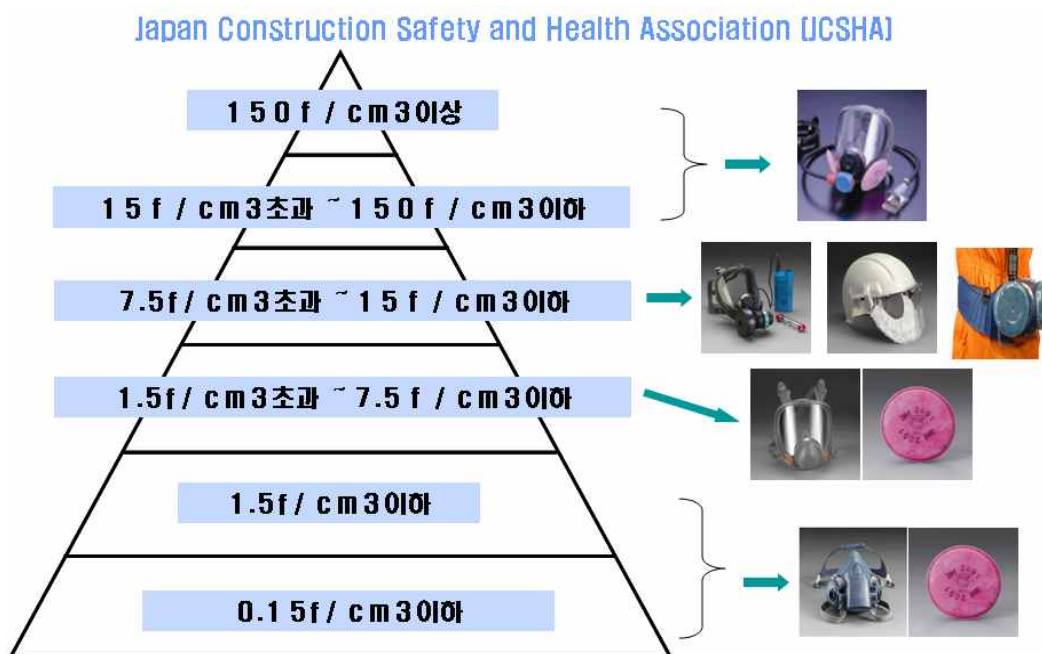


그림 17. 일본의 호흡 보호구 선정 방법

## 2) 보호구 기준

- 미국과 일본의 경우 석면 농도에 따른 호흡 보호구를 차별화하여 선정하고 있지만, 국내에서는 작업중 석면 농도를 측정하지 않기 때문에 작업장 내부 석면 농도에 따른 호흡 보호구를 선정하는데 어려움이 있으며 석면해체 제거 작업방법에 따라 호흡 보호구를 선정하는 것이 가장 타당함.
  
- 보건기준 제 239조에서 분류한 4가지 석면 석면해체 제거 작업에 따른 호흡 보호구 분류는 다음과 같음.
  - (1) 분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업  
: 특급 성능 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 송기마스크를 착용
  
  - (2) 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업  
: 특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 전면형 방진마스크를 착용
  
  - (3) 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업  
: 특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 전면형 방진마스크를 착용
  
  - (4) 석면이 함유된 그 밖의 자재의 해체·제거작업  
: 특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 반면형 방진마스크를 착용
  
- 호흡 보호구의 여과 성능을 특급 이상으로 규정하고 있는데 노동부고시 제2004-49호 2004. 10. 21 보호구 성능검정 규정 고시에 따르면 특급 이상인 경우에는 염화나트륨(NaCl) 및 파라핀 오일(Paraffin Oil) 제거 효율이 99.95 % 이상인 것으로 규정.

표 24. 방진마스크의 성능기준

항 목	기 준		
여과재의 분진 등 포집효율	종 류	등 급	염화나트륨(NaCl) 및 파라핀 오일(Paraffin Oil) 시험(%)
	분 리 식	특 급	99.95 이상
		1 급	94.0 이상
		2 급	80.0 이상
	안면부 여과식	특 급	99.0 이상
		1 급	94.0 이상
		2 급	80.0 이상



3) 호흡보호구 규격 및 성능

(1) 석면해체제거 작업에 사용될 호흡보호구에 대한 장비 규격 및 성능 기준과  
 검인증 기준에 대한 내용을 표 25에 정리함.

표 25. 호흡보호구 규격 및 성능 기준

작업구분	호흡보호구 성능 및 규격	검인증 기준 및 평가방법
1) 분무(분무)된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업	-특급 성능 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 송기 마스크를 착용	- 제4편 보호구 성능 검정 규정 고시 (노동부고시 제 2004-49호 2004. 10. 21)
2) 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업	-특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 전면형 방진 마스크를 착용	
3) 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업	-특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 전면형 방진 마스크를 착용	
4) 석면이 함유된 그 밖의 자재의 해체·제거작업	-특급 이상의 성능을 갖춘 정화 장치가 부착된 <u>반면형 방진</u> 마스크를 착용	

#### 4) 보호의

##### (1) 외국의 보호구 기준

미국과 일본의 경우 작업형태에 따라 보호의를 차별화하여 선정. 석면의 경우 분진 작업에 해당하기 때문에 Type 5에 해당.

구 분			
	<b>Type 1</b> 가스 차단 보호복 (Gas tight Suits) 주위 환경으로부터 완벽하게 차단된 보호복		<b>Type 4</b> 스프레이 차단복(Spray Tight Suits) 보호복에 고일 정도로 분사되는 응축된 액상 케미칼에 대하여 보호도를 제공하는 보호복
	<b>Type 2</b> 비기체 차단 보호복 (Non-Gas Tight Suits) 유해인자의 유입을 막기 위해 내부에 양압식 호흡 보호구를 같이 쓰지만, 완전히 밀폐되지 않는 보호복		<b>Type 5</b> 분진 차단복(Dry Particle Suits) 유해한 분진 입자로부터 보호도를 제공하는 보호복
	<b>Type 3</b> 액상 차단 보호복 (Liquid Tight Suits) 강하고 방향성을 가지고 분사되어지는 액상 케미칼에 대해 보호도를 제공하는 보호복		<b>Type 6</b> 제한적 스프레이 차단복 (Reduced Spray Suits) 방향성이 없는 액상 케미칼의 분무에 대한 보호도를 제공하는 보호복

그림 18. 보호의 구분 방법

##### (2) 보호의 기준

- 고품 미립자 차단 보호복에 대한 기준은 산업자원부 기술 표준원에서 제시. 고품 부유 미립자에 대해 전신을 보호하는 화학보호복(5형)의 요구 성능은 KS K ISO 13982-1 : 2007을 따름.

##### (가) 소재

- 5형 화학 보호복의 소재는 EN 14325의 규정에 따라 다음 특성을 시험하고 그 형태를 분류해야함.
  - 마모 저항성(4.4)
  - 굴곡 균열 저항성(4.5)
  - 인열 저항성(4.7)
  - 꿰뚫림 저항성(4.10)

(나) 심, 접합, 어셈블리

① 일반사항

- 심은 바늘자국 또는 기타 요소에 의한 고형 미립자의 침투를 최소화시키거나 또는 방지할 수 있어야 함. 의류의 요구 성능은 원자재의 성능과 다를 수 있으나 본래 용도에 적합하여야 함.
- 슈트 전체를 보증하는 시험이지만, 심, 접합, 어셈블리를 포함한 시험편에 대한 고형 부유 미립자의 침투성 시험은 요구하지 않음.
- 비고 요구사항은 장갑 또는 부츠를 포함한 의류 전체에 적용. 액세서리를 의류에 부착시키는 심, 접합 그리고 어셈블리는 이 규격의 적용 범위에 포함. 액세서리, 장갑, 부츠 또는 RP의 요구성능 기준은 기타 규격을 참조.

② 심 강도

- 심 강도는 EN 14325에 따라 측정하고 그 등급을 분류. 심 강도는 최소한 1 등급이어야 함.

(다) 고형 미립자 에어로졸의 누설량

- KS K ISO 13982-2에 규정된 시험방법에 따라, 보호 슈트의 고형 부유 미립자 누설량을 시험. KS K ISO 13982-2에 따라 슈트를 착용하여 작업에 임하기 전에 피시험자는 보통 속도로 시험 챔버 밖에서 다음의 연속 세 가지 동작을 3회 반복 실시함.

동작 1 : 무릎을 꿇고 양 팔을 전방으로 뻗으면서 바닥에서 45 cm 정도 위치하며, 양손과 무릎으로 3 m 정도 앞으로 기어가고 다시 뒤쪽으로 같은 거리를 기어감.

동작 2 : 양발을 어깨 폭만큼 벌리고, 양손은 몸에 붙인 자세로 서며, 양팔을 몸 앞으로 뻗어 바닥에 평행하게 될 때까지 들어서 가능한 먼 자세로 옆드려 뻗음.

동작 3 : 오른쪽 무릎을 꿇음. 왼쪽 무릎을 90° 구부리면서 왼발을 바닥에 놓음.  
왼쪽 팔을 자연스럽게 몸에 붙임. 왼쪽 팔을 머리 위로 최대한 올림.

각 동작이 끝났을 때, 각 보호 슈트의 원단, 심, 개폐 장치 또는 장갑 연결부, 부츠, 마스크의 파손 상태를 검사.

① 보호의 규격 및 성능

석면해체제거 작업에 사용될 보호의에 대한 규격 및 성능 기준과 검인증 기준에 대한 내용을 표 26에 정리.

표 26. 보호의 규격 및 성능기준

(EN 340 - Clothing Standards의 type 5이상의 성능)

장비 규격 및 성능		검인증 기준	평가 방법
방진복 재질	-마멸저항 (abrasion resistance)	성능 Level 1 10 cycles 이상	- EN 14325: 2004 for the following properties 조항에 따라 분류되고 시험됨.  - KS K ISO 13982-2, 고형 미립자 차단 보호복-제2부: 슈트 내 고형 미립자 에어로졸 누설량 측정방법
	-굴곡크래킹저항 (flex cracking resistance)	성능 Level 1 >1000 cycles 이상	
	-사다리꼴 찢기저항 (trapezoidal resistance)	성능 Level 1 10 N 이상	
	-뚫림저항 (puncture resistance)	성능 Level 1 5N 이상	
	-피부자극이 없는 재질		
방진복 봉합		성능 Level 1 30N 이상	-En 14325:2004,5.5. 조항에 따라 시험
-방진복 성능(고형입자 에어로졸 내부 누출)		가. 누설량값 (82/90) : 30%이하  나.총누설량/슈트값 (8/10): 15%이하	-ISO 13982-2에 설명되어진 시험방법에 따라 부유성 입자분진의 내부누출 시험 실시
-덧신 및 장갑		- 방진복과 동일	- 방진복의 재질과 봉합 기준에 따름

5) 글로브 백

글로브 백은 미국 OSHA 29CFR1926.1101에서 규정하고 있고 석면과 같은 물질이 침투되지 않은 60×60 inch 이하로 다음과 같이 규정함.

가) 장비 규격 기준

- 6mm 두께로 아래가 재봉선이 없어야 함.
- 변형된 제품 사용 금지.
- 내화성이 있어야 한다(NFPA 101).

나) 글로브 백 규격 및 성능

석면해체제거 작업에 사용될 글로브 백에 대한 장비 규격 및 성능 기준과 검인증 기준에 대한 내용을 표 27에 표시.

표 27. 글로브백 규격 및 성능 기준

장비 규격 및 성능	검인증 기준	평가 방법
(1) 6 mil 두께로 아래가 재봉선이 없어야 한다.  (2) 내화성이 있어야 한다(NFPA 101).	-미국 OSHA 29CFR1926.1101에서 규정 - 석면과 같은 물질이 침투되지 않은 60×60 inch 이하	- OSHA 29CFR1926.1101

표 28. 개인보호구

				
보호의	보호장갑	보호덧신	방독면	안전화

## 2.5 석면 폐기물 처리

- 폐기물관리법 시행령 일부개정령(2008년 1월 1일 시행)에서 폐석면 지정 폐기물 종류는 다음과 같음.
  - 1) 별표 1 제7호 가목을 다음과 같이 하고, 같은 호 다목 중 “비닐시트”포함(“바닥비닐시트” : 뿔칠로 사용된 석면의 해체·제거작업에 사용된 경우는 모든 비닐시트)
  - 2) 건조고형물의 함량을 기준으로 하여 석면이 1% 이상 함유된 제품·설비(뿔칠로 사용된 것은 포함) 등의 해체·제거 시 발생하는 것을 말함.
- 폐석면은 건조고형물 함량을 기준으로 하여 석면이 1% 이상 함유된 제품·설비(뿔칠로 사용된 것 포함) 등의 해체·제거 시 발생.
  - 슬레이트 등 고형화된 석면 제품 등의 연마·절단·가공 공정에서 발생된 부스러기 및 시설의 집진기에서 모아진 분진
  - 석면 제거작업에 사용된 바닥비닐시트(뿔칠로 사용된 석면의 해체·제거작업에 사용된 모든 비닐시트)·방진마스크·작업복 등도 정의.



그림 19. 백 밀봉 스티커 부착



그림 20. 작업복, 필터, 비닐폐기

- 폐기물관리법 제19조 제1항에 의거하여 폐석면을 100 kg이상 배출하는 배출자는 처리전 계획 확인을 받아야 함.
- 또한 배출자, 운반자, 처리자는 지정폐기물을 배출·운반, 처리 할 때 마다 폐기물 인계서를 작성하고, 처리자는 환경부장관에게 제출할 것을 폐기물관리법 제19조 제2항에 기술되어 있음.
  - 월 평균 100~200 kg미만 배출 시에는 간이 인계서를 작성하고, 200 kg 이상은 인계서를 작성.
  - 공장내 인계서 및 간이인계서 작성 대상 사업장은 지방 환경청에 제출해야 하며, 공장외 사업장, 공장 내 간이인계서 작성 대상 사업장은 지자체에 제출할 것을 규정함.
- 폐석면 중 작은 알갱이 상태의 것은 흩날리지 아니하도록 폴리에틸렌이나 그 밖에 비슷한 재질의 포대(흩날릴 우려가 있는 폐석면의 경우는 2중 포대)에 담아 수집·운반하고 적재함에는 덮개를 덮어야 함.
  - 적재함 양측에 가로 100 cm이상, 세로 50 cm 이상의 크기(흰색 바탕에 붉은색 글자)로 폐석면 운반차량을 표시하거나 표지를 부착해야 하며, 수집·운반차량의 차체는 노란색으로 도장할 것을 규정함.  
(다만, 폐기물 수집·운반증을 발급하는 기관장이 인정하거나 임시로 사용하는 운반차량의 경우 차량의 적재량에 따라 표지 크기를 조정.)





그림 21. 산업안전보건에 관한 규칙 [별표10의2]

※ “공급자 정보”에는 석면해체·제거 사업주의 성명, 주소, 전화번호를 기재함. 가로×세로(a×b) : 300 cm<sup>2</sup>(a×b)이상, 0.25b ≤ a ≤ 4b

- 흩날릴 우려가 있는 폐석면은 습도 조절 등의 조치 후 고밀도 내수성재질의 포대로 2중 포장하거나 견고한 용기에 밀봉하여 흩날리지 않게 보관을 하여야 함.
  - 배출자는 60일간 보관해야 하고, 처리업자의 경우 매립시에는 6개월, 기타 처리 방법시에는 30일 동안 보관할 것을 규정.
  
- 분진이나 부스러기 및 성인의 악력에 의해 부스러지는 것은 고온용융처리하거나 고형화 처리함. 지정폐기물을 시멘트로 고형화하는 경우는 시멘트의 양이 1 m<sup>3</sup>당 150 kg 이상이어야 함.

- 석면의 해체·제거작업에 사용된 바닥비닐시트(뿔칠로 사용된 석면의 해체·제거작업 시 사용된 비닐시트의 경우 모든 비닐시트, 방진마스크, 작업복 등은 고밀도 내수성재질의 포대에 2중으로 포장하여 지정폐기물 매립시설에 매립하거나 고온용융처리, 고형화 처리를 실시해야함.
  
- 매립시설 내 일정구역을 정하여 매립하고, 매립구역임을 알리는 표지판을 다음과 같이 설치할 것을 규정함.
  
- 매립시설 중 일부구역을 정하여 폐석면을 매립할 때에는 다른 폐기물과 혼합되지 아니하도록 제방 등 적절한 구조나 설비를 갖추어 폐기물관리법 시행규칙 별표 9에 나타냄.

## 2.6 산재보상절차

- 우리나라의 산업재해보상보험법의 석면인정 기준은 2008년 12월 말 현재 아래와 같음.
- 석면에 노출되는 업무에 종사한 경력이 있는 근로자에게 다음 각목의 1에 해당되는 증상 또는 소견이 나타나는 경우에는 이를 업무상질병으로 판단함. <개정 2003. 7. 1>

가. 석면폐증

나. 원발성 폐암 또는 악성중피종 중 다음의 1에 해당되는 경우임.

- (1) 석면폐증과 동반한 경우
- (2) 늑막비후·초자성비후·판상석회화·담액증·석면소체 또는 석면 섬유를 동반하거나 발견되는 경우
- (3) (1) 또는 (2)의 소견은 없지만 석면에 10년 이상 노출된 경우. 다만, 노출기간이 10년 미만인 경우에도 흡연력·석면노출력·노출 후 발병까지의 기간 등을 참작하여 석면으로 인한 질병으로 인정되는 경우를 포함.

### 2.1.4.2 석면으로 인한 업무상 질병 인정 절차

- 석면으로 인한 업무상 질병인정기준은 여타 직업성질병의 산재요양절차와 동일하며 다음과 같은 절차를 따름.
  - ① 먼저 병원에서 내과나 산업의학과에서 진료를 받아, 석면에 의한 질병 진단토록 함.
  - ② 근로복지공단 또는 산재지정 의요기관에 "요양신청서" 양식 3부를 교부받아 작성(모든 직업성 질병인정은 본인이 근무한 사업장을 관할하는 근로복지공단 해당 지사에 접수).

## 2.7 건축물의 석면관리

- 석면 함유 건축물 관리의 목적은 석면 함유 건물 내 거주자들의 석면 노출위험을 제거하거나 낮추는데 있음.
- 우리나라의 경우 1960년대 산업화 이후 대형건물이 신축되기 시작하여 최근에는 기존 건물의 재건축 및 리모델링 시기가 도래하여 건축물 해체작업 시 근로자의 석면 노출가능성이 고조됨.
- 서울시의 대부분 건축물에서 석면이 검출되고 있는 시점에서 오래된 집을 허물고 새 집을 증축하면 석면이 포함된 각종 건축자재를 자르고 구멍을 내고 하면서 다량의 석면에 노출될 개연성이 존재함.
- 또한, 농촌이나 도시 빈민지역 등에서 석면 슬레이트를 사용해 지붕을 잇거나 수리를 한 작업자도 석면에 노출되었을 가능성이 높음.
- 2007년 학교 건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델 개발에 관한 연구 실시한 결과 전국 유·초·중·고 특수학교의(100개교) 석면 함유 의심자재 고품시료 중 88%가 석면을 함유한 것으로 조사됨(공기 중 비산되는 석면은 불검출).
- 건축물 적정관리를 위해서 먼저 수행해야 할 사항은
  - 건축물 내 석면함유 여부를 확인해야함 .
  - 건축물의 조건에 대한 조사, 평가 결과를 통한 관리 방법(완전제거, 부분 보수, 보강 등) 등을 결정해야함.
  - 석면 노출 가능 그룹에 대한 공지와 교육 및 훈련, 모든 과정에 대한 문서화, 주기적인 갱신 등을 수립해야 함.

## 2.7.1 부처별 관리

표 29. 석면관리 업무 관계부처현황

구분	주요업무	관계법령	소관부처
수입제조 사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수입제조사용동의허가</li> <li>- 자동차등록규제</li> </ul> (석면사용제동장치 장착 자동차)  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유해성물질의 지정 및 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업안전보건법</li> <li>- 자동차관리법</li> <li>- 유해화학물질관리법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노동부</li> <li>- 국토해양부</li> <li>- 환경부</li> </ul>
건축물 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중이용시설 공기질 관리</li> <li>- 체육시설 안전, 위생기준</li> <li>- 학교의 환경위생관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법</li> <li>- 체육시설의 설치·이용에 관한 법률</li> <li>- 학교보건법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부</li> <li>- 문화체육관광부</li> <li>- 교육인적자원부</li> </ul>
건축물 철거	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건축물 해체, 철거</li> <li>- 석면함유 건축물의 해체, 제거 등의 허가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건축법</li> <li>- 산업안전보건법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국토해양부</li> <li>- 노동부</li> </ul>
폐석면 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물의 분류 및 처리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물관리법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부</li> </ul>

표 30. 부처별 석면기준

(단위 : f/cc)

관련부처	석면 기준	적용범위
환경부	0.01	실내공기 중
	1%(함량)	폐기물 중
노동부	0.1	작업장 내 공기 중
	0.1%(중량)	제조·수입·양도·제공·사용금지
	1%(함량)	해체·제거 대상
	0.01	석면해체제거후 최종공기질 사무실 실내공기 중
교육과학기술부	0.01	학교 내

## 1) 환경부

- 환경부는 2008년 3월 28일 제 5차 석면정책협의회를 개최하여 부처별 주요업무의 추진실적을 계획.
- 2008년 석면정책포럼을 계획하여 5~12월까지 총 4회의 석면정책포럼을 개최하였음.
- 석면관련 기초연구, 분석 인프라 구축 등을 전담할 ‘석면환경센터’를 환경부 국립환경과학원 내에 설치하였고, 석면함유 건축물 실태조사를 하여 다중·공공건물을 대상으로 석면함유 건축물 관리 프로그램을 개발.
- 『건축물 석면관리 가이드라인(09.04)』을 작성하여 건축물 사용 시, 철거 시 석면관리기준 방법 등을 제시하고 건설업체, 자치단체 등에 배포해 건축물 관리에 적극 활용토록 조치함.

## 2) 노동부

- 석면함유건축물에 대한 단계적인 실태조사를 하고 있으며, 건립시기·용도별 석면함유량, 선진국 사례 등을 감안하여 사업장의 석면에 대한 순차적 조사계획도 수립하여 시행중.
- 2008년에 150개 사업장을 대상으로 ‘사업장 건축물·시설의 석면함유실태조사’에 대한 연구를 실시한바 있음.
- 석면의 조사·분석에 필요한 인력·시설·장비를 갖춘 기관을 전문조사 분석기관으로 지정하는 지정제와 관련하여 산업안전보건법의 개정방안을 마련하였음(09.8.7. 시행).

## 3) 교육과학기술부

- 교육과학기술부에서는 학교보건법에 의해 석면을 관리함.
  - 학교보건법 제 4조는 학교의 환경위생 및 식품위생에 관한 법률로 학교의 장은 학교 안에서의 석면의 예방 및 처리 등 환경위생을 적절히 유지·관리를 실시해야 함.
  - 석면을 단열재로 사용한 학교는 석면이 유지기준 0.01 개/cc이하에 적합하도록 중점적으로 관리해야 함.
- 2008년 9월에 학교 석면관리를 위한 연차적인 추진계획 및 체계를 구축.
  - 전국 시·도 교육청 학교 석면 담당자 350명을 대상으로 “학교석면 정책 방향” 및 “학교석면 실태조사 및 관리매뉴얼”에 대한 설명회 개최.
  - 전국 초·중등학교 11,000개 학교의 실태조사 및 위험요인 개선을 위해 시도교육청에 1,970 백만원을 우선 지원.
  - 또한, 학생·교직원 및 학부모 등이 석면실태 및 피해예방법, 정부대책 등을 충분히 숙지하여 스스로 위험을 예방하고, 과도한 불안감을 갖지 않도록 교육·홍보자료를 개발하여 보급.



- 한편 2008년 10월 학교석면 실태조사 및 위험요인 개선방법과, 학교별 석면정보 D/B구축 및 석면지도 작성법, 학생 및 교직원에 대한 교육 및 홍보방법 등에 대한 매뉴얼을 개발하여 학교 및 교육청에 배부.
- 학교석면 조사자 교육을 이수한 교육청 보건·시설 담당직원이 매뉴얼에 기초하여 전반적인 학교별 석면사용 실태 및 위험성 등에 대하여 조사 중에 있으며, 2009년 12월까지 학교석면함유 의심제품 사용실태조사를 마칠 계획에 있음.
- 또한 계속적으로 학교 교실 내 공기중 비산석면을 측정하고, 학교보건법 시행 규칙에 의한 기준을 준수하도록 지도하며, 학교석면 피해예방을 위한 교육과 홍보를 추진함.

표 31. 연도별 추진계획

년도	2007년도	2008년도	2009년도	2010년도 이후
종합 대책	-관계부처합동 석 면관리대책 수립  -표본(약 100개교) 실태 조사 및 관 계자 연수	-세부대책수립  -매뉴얼 개발·보급  -학교석면실태 전면 조사 및 위험요인 개선(초·중교 등)	-학교석면 실태 조사 실시계속 (유치원)  -대상시설 위험 요인 개선 (관리/철거 등)	-대상시설 조치 ·관리시설 보완 ·비산시설 철거

(출처 : 환경부 2008b)

#### 4) 국방부

- 국방부는 2008년 1월 1일에 군부대 공사에서 석면 함유자재를 전면 사용 금지하였음.
  - 군시설물 내 석면함유물질의 관리방안과, 연도별 체계적인 석면관리의 중장기 대책을 수립함.
  - 기초조사를 통한 표본모형을 마련하여 석면함유실태조사를 할 계획.
  - 군시설물 내 석면함유물질 실태조사의 효율적 수행을 위해 관련부처(환경부, 교육과학기술부 등)에 협조해 줄 것을 요청함.

#### 5) 국토해양부

- 국토해양부의 자동차관리법, 철도차량 안전기준에 관한 규칙, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에도 석면과 관련된 법령이 있음.
  - 자동차관리법 제9조 신규 등록의 거부에 관련된 조항에는 시·도지사는 제8조에 따라 제동장치에 석면을 사용한 자동차를 등록하고자 할 때 신규 등록을 거부하여야 한다고 명시.
  - 철도차량 안전기준에 관한 규칙 제 67조에서는 제동마찰재는 석면 등 유해물질이 포함되지 않아야 한다고 규정.
  - 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에서는 제 20조에서 석면제 굴뚝으로써 건축물의 지붕속·반자위 및 가장 아랫바닥밑에 있는 굴뚝의 부분은 금속외의 불연 재료로 덮을 것.

- 2009년 5월 “건축법 시행규칙”을 일부 개정 입법예고
  - 건축물 철거 멸실신고 절차 개선(안 제 24조)

주요내용은 다음과 같음

- (1) 석면의 판별능력이 부족한 건축주가 석면함유 여부를 표기하도록 함에 따라 오류, 누락, 허위신고 등으로 제도정책 곤란이 발생
- (2) 허가대상건축물 또는 「산업안전보건법」 제38조의2에 따른 석면조사 결과대상 건축물을 철거하려는 자가 철거·멸실신고를 하면 허가권자는 석면이 함유된 것으로 확인된 경우 지방노동관서 등에 해당 사실을 통보하여야 함.

건축물철거·멸실신고서		허가(신고)번호 □□□□-□□□□-□□□□□□ ※ ①·②는 작성하지 않습니다.	
①신고번호	제 호	②건축물등록번호	
건축물	③위 치		
	④용 도	⑤구 조	
	⑥건축물수	⑦연 면 적	
	⑧세 대 수		
소유자	⑨성 명	⑩생년월일	
	⑪주 소		
공사 시공사	⑫성 명	(서명 또는 인)	⑬건설업면허번호
	⑭주 소		
철거 또는 멸실	⑮사 유		
	⑯철거일자	년 월 일부터 년 월 일까지	멸실일자 년 월 일
등기촉탁희망여부	<input type="checkbox"/> 희망함 <input type="checkbox"/> 희망하지 않음		
⑰석면함유 존치여부	천장재[아스칼텍스, 아미투스 등]( ), 바닥재[아스타일 등]( ), 지붕재[슬레이트 등]( ), 파이프보온재[석면포]( ), 천정단열재[석면포]( ), 기타( )		해당없음( )
⑱오수처리시설 철거여부	<input type="checkbox"/> 철거함 <input type="checkbox"/> 철거하지 않음		
⑲작 공 예 정 일	* 건축물철거신고와 함께 착공신고를 하는 경우에 한합니다.		
건축주		착공예정일	년 월 일
설 계 자	사무소 (등록번호:	성명 면허번호:	(서명 또는 인)
	회사 (면허·지정·등록번호 :	성명	(서명 또는 인)
공사감리자	사무소 (등록번호:	성명 면허번호:	(서명 또는 인)
관계전문 기술자	분야	자격증(자격번호)	주 소
	[ ]	서명 또는 인	
	[ ]	서명 또는 인	
	[ ]	서명 또는 인	
「건축법」 제36조 및 동법 시행규칙 제24조에 따라 위와 같이 신고합니다. 년 월 일 신고인 (서명 또는 인) 특별자치도지사·시장·군수·구청장 귀하			
구비서류 1. 「산업안전보건법」 제38조의2에 따른 석면조사결과 사본(해당사항이 있는 경우에 한합니다) 2. 건축물철거신고와 함께 착공신고를 하는 경우에는 다음 각 목의 서류를 첨부하여야 합니다. 가. 「건축법」 제15조에 따른 건축관계자 상호간의 계약서 사본(해당사항이 있는 경우에 한합니다) 나. 흙막이 구조도면(법 제14조제1항에 따라 신고를 받아야 하는 건축물로서 지하 2층 이상의 지하층을 설치하는 경우에 한합니다)			

210mm×297mm(보존용지(2종) 70g/m<sup>2</sup>)

그림 21. 건축물 철거·멸실 신고서

- 기획재정부에서는 무역법, 관세법을 통해 석면을 관리함.
  - 무역법 제 6조에서는 무역에 관한 법령 등의 협의조항이 있음.
  - 제 5조 무역에 관한 제한 등 특별 조치를 통해 인간의 생명·건강 및 안전, 동물과 식물의 생명 및 건강, 환경보전 또는 국내 자원보호를 위하여 필요할 경우 물품 등의 수출과 수입을 제한하거나 금지할 수 있다는 조항이 수록함.
  - 관세법 제84조에서는 품목 분류체계의 수정에 대한 내용과 제 226조 허가·승인 등의 증명 및 확인에서 세관장 확인물품 및 확인 방법을 지정고시 하도록 함.

## 2.7.2 자치단체의 관리

- 현재까지 국내 자치단체 차원에서의 석면 관리는 체계적으로 이루어지지 않았으나, 자치단체로써는 처음으로 부산시가 석면 종합대책을 수립하고 2008년 10월 '석면분석센터'를 개설하였음.
  - 과거·현재의 석면공장 주변지역은 물론 각종 재개발·재건축 현장, 일반 건축물 철거현장, 지하철과 지하상가 등 다중이용시설을 대상으로 토양이나 대기 중 석면 오염도를 조사하게 됨.
- 부산시는 석면중피종 질환센터(부산대학병원)와 함께 1969~1992년까지 석면방직공장이 있었던 연제구 연산동 일대 거주 주민들을 대상으로 건강영향조사 실시.
  - 이 석면방직공장은 국내에서 운영됐던 14개소 가운데 가장 큰 곳으로 주택가 인근에 위치해 석면피해에 대한 논란이 지속되고 있음.
  - 부산시는 석면공장 주변 거주민 악성중피종 발병률이 타 지역에 비해 최고 7~11배 높은 것으로 조사됨에 따라 시 차원에서 적극적으로 석면관리에 나서기로 함.

- 한편, 충청남도는 홍성에 석면피해 주민신고센터를 설치함  
(정부가 충남 홍성 등 석면광산이 있던 5개 마을 주민들에 대해 건강영향조사를 실시한 결과 집단 폐질환이 발생한 것으로 나타나, 정부 관련 부처 및 지방자치단체 합동으로 '석면광산 피해대책 마련을 위한 실무회의'를 갖고 주민들의 피해를 조사하기 위해 해당 지역에 '주민신고센터'를 설치하였음)
- 또한 정부는 석면피해 주민들을 치료하기 위해 홍성의료원에 '석면질환센터'를 설치하는 방안도 추진하기로 함. 이 밖에 피해주민들의 의견을 듣기 위한 주민공청정도 개최됨.

### 2.7.3 문제제기

- 우리나라는 건축물에 대한 석면사용 및 함유실태를 파악한 자료가 부족한 실정임.
  - 그러므로 향후 석면 해체·제거 건수와 소요전문 인력을 정확하게 예측하는 데 한계가 있음.  
(석면 취급사업장의 소멸이 많으나, 존속시 조사에 비협조적이고, 이·퇴직 근로자들의 사실관계 확인이 곤란)
- 2006년 서울지역 건축물 철거 멸실 신고 5,578건 중 석면함유 신고건수는 5건으로 매우 낮음.  
(건축물 철거 멸실 신고시 석면함유여부를 작성하지 않고 있으며, 석면 해체·제거 허가 및 작업기준 준수로 인한 공사지연, 비용증가로 대부분 단기간에 완료 주말 또는 야간을 이용하여 철거하는 등 불법해체·제거가 이루어지고 있음)

### 1) 학교 내 석면관리의 문제점

- 학교 내 구성원들이 전반적인 석면 유해성에 대한 인식이 부족한 실정이며 관리자 및 교육자의 관리방법에 대한 숙지가 부족하며, 학생을 대상으로 한 프로그램이 없고, 석면 관리에 대한 프로그램도 없는 실정임.

### 2) 조사기관의 문제점

- 현재 석면관련 조사기관은 경제적인 이유 때문에 공사업체에 예속되어 있으며, 해체·제거시 형식적인 조사만 이루어지고 있으며, 조사 요구자의 요구에 따라 조사 구역 및 시료채취가 제한. 또한, 전문 조사자도 보유하고 있지 않은 실정임.

### 3) 해체·제거 업체의 문제점

- 건축물 철거업체 약 2,000개에 비해 석면 해체·제거업체는 약 400여개이나 전문 교육을 이수한 자가 거의 없는 실정임.
  - 근로자 보호에 대한 인식과 전문업으로써의 인식도 부족하여 건축물 철거와 석면해체·제거 동시 발주로 인한 불법 작업이 발생되고 있음.
  - 또한 석면 해체·제거업에 대한 인허가 제도가 없고 관련 규정 미비로 인한 활동에 제약이 있음.

#### 4) 지하철 해체제거 작업의 문제점

- 전문업체 자격제도 부재로 해체·제거 및 보수작업을 실시하지 못하고 있으며, 업체 선정시 비전문업체들이 낙찰되어 낙찰받은 업체가 석면전문 업체에 저가 하도급을 주는 일이 발생.
- 석면해체공사에 대한 정부 감독관이 전문지식 부족과 감독인원수가 적은 점 등을 이유로 현장점검을 기피하고 있기 때문에 비전문가에 의한 감독이 이루어짐.
- 이는 정부나 지자체가 지하철 이용시민, 노동자에 대한 알권리, 안전 요구권, 건강권을 무시하고 있기 때문. 석면공사에 대한 모든 감독기능이 사업주나 업체의 비전문 감독자에 맡겨지고 있음.

#### 5) 폐석면 처리의 문제점

- 석면이 일반폐기물에서 지정폐기물로 변경됨으로써 사업장 매립단가가 2.5~3배 상승하고, 전체 발생량의 80% 이상을 차지할 것으로 예상되는 슬레이트, 텍스 등의 과도한 처리비 상승이 예상됨.
- 또한 수도권, 제주도는 폐석면 매립장이 없어 영·호남 등 타지역으로 운반·처리할 수밖에 없어서 운반비로 인한 추가 비용이 소요됨.  
(2009년 10월 폐석면 매립장은 전국 16개소임)



## 2.7.4 개선방안

### 1) 석면 해체·제거에 필요한 인프라구축

- 석면해체·제거 작업시 반드시 전문업체 등록제를 도입해야 함.
  - 등록제 도입으로 철거업체를 관리 및 육성하고 기준을 준수하도록 유도하여야 함.
- 석면조사·분석기관 지정제도 도입해야 함(현재 노동부에서 실시 中)
  - 인력·장비 요건 등을 갖춘 기관 지정 및 정도관리를 통한 질 관리가 필요할 것으로 판단됨.
  - 석면교육기관을 통해 전문가를 양성해야 함.
  - 작업환경측정기관 등의 분석·측정 희망기관이 장비 구입 시 용자지원 등의 보조를 검토해야함.

### 2) 전문 인력 양성

- 전문 인력 교육의 필요성과 관련 부처의 전문 인력 자격인정을 법적으로 규정하고 전문 인력 양성 교육 프로그램을 개발하고 운영하여야 함.

### 3) 폐석면 관리대책개선

- 제도 시행 전·후 파악된 문제점 개선을 위해서는 폐석면 지정폐기물 분류 및 처리방법 변경이 가장 중요함.
- 폐석면을 무작정 매립하는 것이 아니라 석면을 무해화 할 수 있는 방안과 즉 고온용융, 저온용융, 화학처리 등과 석면과 비석면을 분리하여 처리하는 방법을 개발하는 것이 필요함.

## 2.8 석면시료 채취 및 분석방법

### 2.8.1 시료의 채취

#### 1) 벌크시료 채취 장비

- 손전등, 전등, 사다리, 줄자, 유성펜, 칠판, 카메라
- 호흡보호구, 보호복, 보호용 안경, 장갑, 안전화, 방독면
- 시료채취 도구 : 칼, 커터, 천공기, 가위, 시료 용기, 물티슈, 석면쓰레기 용기, 분무기 등
- 바닥 깔개용 비닐, HEPA 진공 청소기
- 마감재료 : 스프레이 접착제, 닥트테이프, 은색테이프, 실리콘, 충전재 등
- 유성펜, 칠판, 카메라
- 동일물질 구역 조사 양식, 평면도

#### 2) 벌크시료 채취 절차

- 동일물질 구역(Homogeneous Area : HA) 선정
  - 색깔, 질감, 모양, 설치시기 등이 동일한 물질
  - 평면도 또는 HA 요약표에 표시 및 기록
- 시료 개수 결정(EPA기준)
  - 표면물질
  - 단열재
  - 기타 물질
- 시료채취 예정 위치 선정
  - 대상석면 의심물질을 대표하는 위치 또는 무작위 선정
  - 다수의 시료를 채취할 경우에는 고르게 분포되도록

- 채취지점 아래 비닐의 위치
  - 필요시 소형의 밀폐공간 설치 (천정속 조사의 경우)
  
- 시료보관용기에 시료번호, 위치, 시료 형태 등 기록
  
- 평면도에 시료의 위치를 표시하고 시료번호 기입
  
- 시료의 사진
  - 화이트 보드에 시료의 상세정보를 기입
  
- 개인보호구 착용
  - 최소한 반면형 보호구
  - 협소한 공간 및 천정속 등에서 작업하는 경우는 보호복 등을 착용
  
- 시료표면 습윤
  - 필요시 면도용 크림도 사용가능
  
- 도구를 이용하여 시료채취
  - 시료의 종류에 따라 도구선택
    - 보온재 : 천공기
    - 비닐타일 : 끌, 망치, 가위
    - 슬레이트 : 전동 드릴



그림 22. 시료채취 도구

- 시료를 보관용기에 넣고 밀봉
- 물티슈를 이용하여 시료채취에 사용한 도구의 오염제거
- 시료채취 지점 보수
  - 스프레이 접착제, 닥트 테이프, 은색 테이프, 실리콘, 충전재 등 사용
- 각 시료마다 상기 단계 반복
- 보호복, 오염제거에 사용한 물티슈 등은 석면쓰레기 용기에 보관후 석면 지정폐기물로 처리
- Chain of Custody 양식 작성
- 분석의뢰

## 2.8.2 석면의 분석방법

- 석면의 분석방법으로는 위상차현미경법(Phase Contrast Microscopy ; PCM), 편광현미경법(Polarized light microscopy ; PLM), 전자현미경법(Scanning Electron Microscopy/Transmission Electron Microscopy ; SEM/TEM-EDS), X-선 회절분석법(X-ray Diffraction ; XRD) 등.

표 32. 석면분석의 정량 및 정성적 방법

측정방법	정 량 적 방 법		정 성 적 방 법	
	계 수	함 량	석 면 종 류	석 면 유 무
위상차현미경법	○			
편광현미경법		○	○	○
X-선회절법		○	○	○
주사전자현미경법	○		○	○
투과전자현미경법	○	○	○	○

표 33. 국외 석면 분석 방법

측정방법	미국	영국	일본	네덜란드	핀란드
편광현미경법	◎	◎	□	◎	◎
위상차현미경법	◎	◎		◎	○
투과전자현미경법	◎	○	×	○	○
주사전자현미경법	-	○	○	○	○
X-선회절법	○	×	◎	×	×
IR	△	×	×	×	×

◎ : 주 분석 방법, ○ : 분석법 인정, □ : 자체 개발 분석 방법,  
△ : 개발 중, × : 미사용 분석 방법

## 1) 위상차 현미경법 (Phase Contrast Microscopy ; PCM)

### (1) 특징

- 작업환경중의 분석대상 물질을 여과지로 통과시켜 측정대상물질을 채취한 후 시료전처리를 하여 위상차 현미경을 이용하여 길이가  $5\mu\text{m}$ 보다 크고, 길이 대 직경비가 3:1을 초과하는 석면섬유를 직접 계수함.

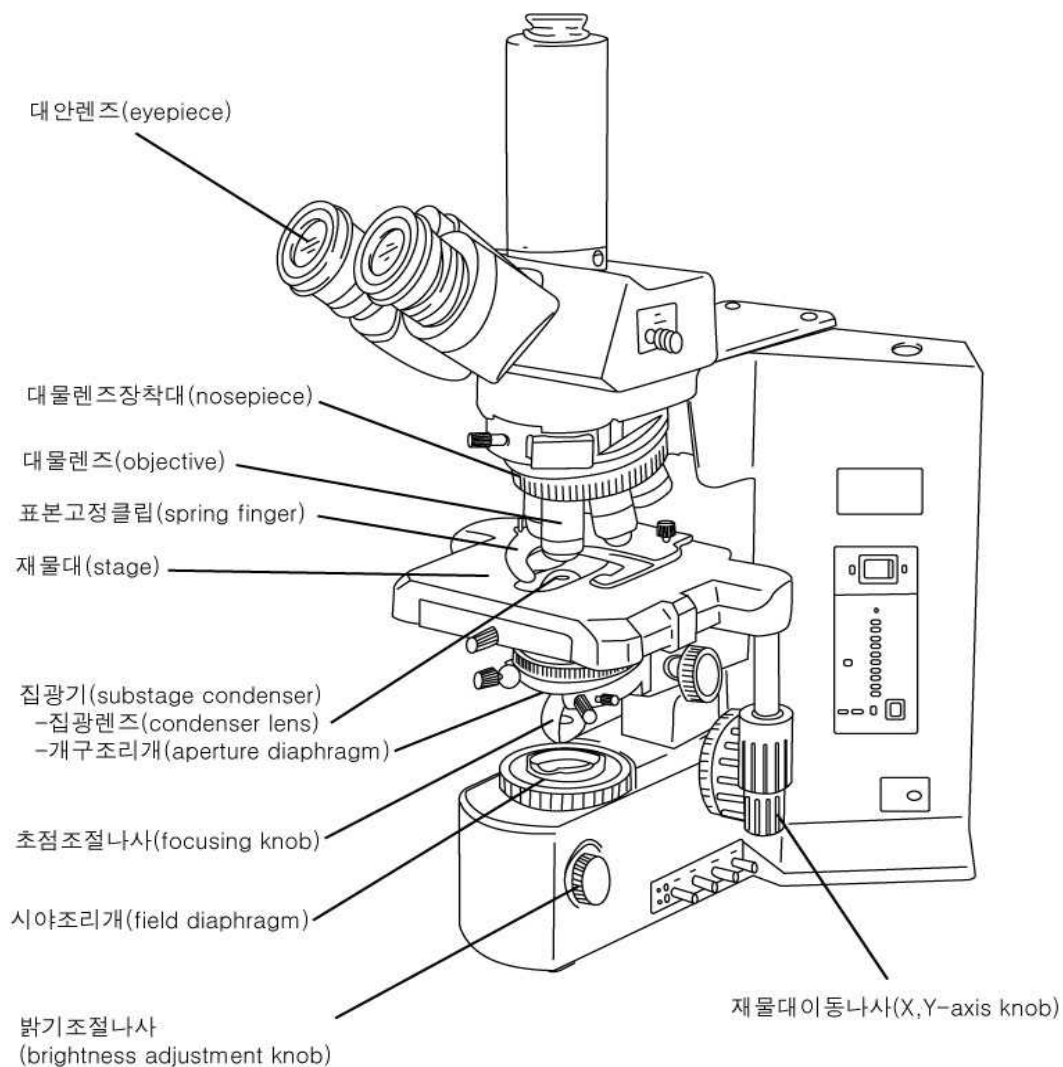


그림 23. 위상차 현미경의 구조

## (2) 시료전처리

- Hot Block에서 약 70 °C로 조절하여 아세톤 증기화가 가능하도록 함.
- 필터를 잘라 깨끗한 슬라이드 글라스에 올려놓음.
- 아세톤 증기가 여과지가 올려져 있는 슬라이드 글라스에 쪼이면 필터가 투명하게 변색됨.
- 마이크로 피펫을 이용하여 트리아세틴 3~3.5  $\mu\text{l}$ 를 떨어뜨림. 기포가 생기지 않도록 커버글라스를 비스듬하게 필터 위에 놓음.
- 현미경 분석 시 사용하도록 필터의 가장자리에 경계표시. 커버글라스는 라커나 매니큐어로 칠하여 밀봉함.

## (3) 분석과정

- 석면계수자가 삽입된 현미경의 대물대에 투명화 된 시료를 넣고 여과지 표면에 초점을 맞춤. HSE/NPL 테스트 슬라이드를 이용하여 현미경을 테스트. 400 또는 450 배율에서 계수함.
- 길이가 5  $\mu\text{m}$ 보다 크고 길이대 직경비가 3:1 이상인 섬유만 계수함. 섬유가 필드 안에 있으면 1개로 계수하고, 섬유의 한쪽 끝만 있으면 1/2개로 계수함. - 계수면적의 이동은 필터의 한 끝에서 수평으로 반대 끝까지 간 다음, 수직으로 약간 움직여 다시 수평으로 이동시킴.

#### (4) 석면섬유농도의 계산

포집한 시료의 석면면지농도는 다음의 식에 의하여 구함.

$$\text{섬유개수(개/mL)} = A \times (N_1 - N_2) / (a \times V \times n) \times (1/1000)$$

여기서,

- A : 유효포집면적[cm<sup>2</sup>]
- N<sub>1</sub> : 위상차현미경으로 측정한 총 섬유수[개]
- N<sub>2</sub> : 생물현미경으로 측정한 총 섬유수[개]
- a : 현미경으로 측정한 1시야의 면적[cm<sup>2</sup>]
- V : 표준상태로 환산한 채취 공기량[L]
- n : 계수한 시야의 총수[개]



## 2) 편광현미경법(Polarized Light Microscopy ; PLM)

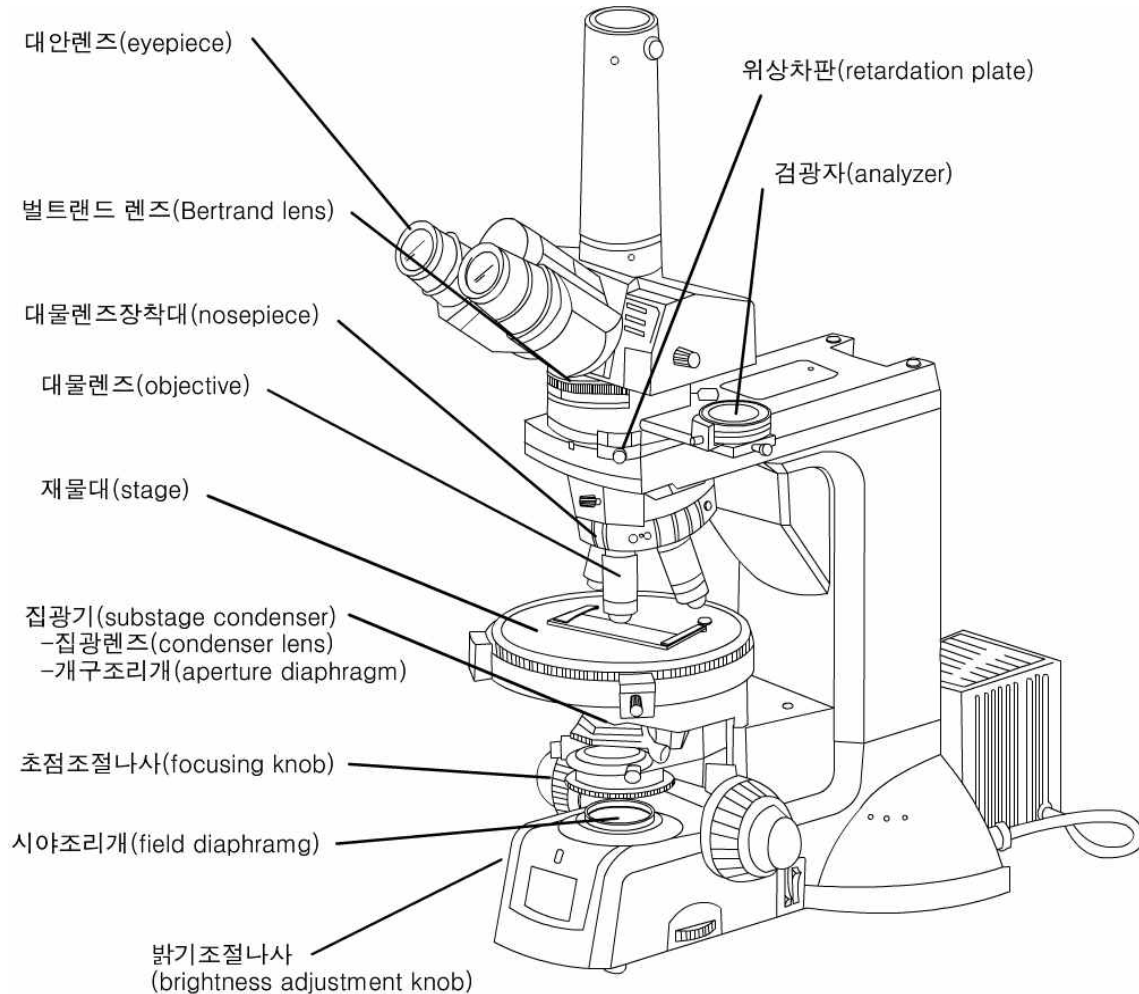


그림 24. 편광현미경

### (1) 특징

- 편광현미경으로 판단할 수 있는 석면의 정량범위는 1~100 %임.
- 고형 시료의 유기물과 무기물은 석면섬유와 뒤섞이거나 석면섬유를 감싸고 있어 석면고유의 광학적 특성(색상, 굴절률 등)을 방해하여, 석면 광물 조성을 확인하고 정량하는데 방해물질이 될 수 있음. 따라서 분석 실험 전처리 과정에서 시료 중 방해되는 유기물과 무기물을 필요시 회화, 염산, 용매 처리방법을 선택하여 간섭물질을 제거.

## (2) 시료 전처리

### (가) 건조

- 채취한 시료는 조제하기 전 가열등, 가열판, 건조기 등을 사용하여 온도를 60℃ 이하로 2시간 이상 건조.

### (나) 균질화

- 정량평가를 위해 시료의 입자크기를 425~500 μm 범위로 분쇄 함.

### (다) 굴절시약 처리

- 슬라이드 유리 위에 굴절시약 1~3 방울을 떨어뜨린 후, 시료의 일정량을 슬라이드 유리 위 굴절시약에 담그고 바늘, 핀셋 등으로 시료를 적절히 분리하여야함.
- 이동시켜 슬라이드 유리 위에 평평하게 배치. 그리고 굴절시약에 완전하게 담긴 시료가 있는 슬라이드 유리 위에 커버 유리로 덮고, 커버 유리를 핀셋이나 고무 등으로 살짝 눌러주어 공극을 제거함.

### (3) 정성평가

- 석면의 정성분석은 시험물질의 형태, 굴절률, 다색성, 색깔, 복굴절, 소광 특성, 신장율 부호, 분산색 등 섬유나 광물의 광학 특성을 분석하여 석면의 정성분석이 이루어짐.
- 섬유를 발견하면, 편광기를 조작하여 직교니콜상태로 하여 섬유의 특성이 등방성인지 이방성인지를 확인. 모든 섬유가 등방성이고 추가한 전처리 시료도 등방성이면 석면이 없는 것으로 판정. 섬유가 이방성이면 재물대를 회전시켜 소광각을 측정하여 기록.

### (가) 정량평가

- 시료를 정량하려는 석면 종류에 따라 1.550, 1.605, 1.680 등 적합한 굴절시약을 선택하여 처리하고 석면의 함량을 종류별로 평가.

### (나) 함유량 계산

시료에서 석면 함유량을 무게(wt) %로 계산하는 방법은 다음과 같음.

$$\text{시료 내 석면 wt \%} = \text{잔여물 내 석면 wt \%} \times \text{잔여물 wt \%} \div 100$$

여기서, A = 회화로부터 잔여물 wt % = 70 %

B = 염산으로부터 잔여물 wt % = 20 %

C = 염산으로부터 잔여물내 석면 wt % = 50 %

### 3) 주사전자현미경법(Scanning Electron Microscopy ; SEM)

#### (1) 특징

- 시편의 형상관찰 이외에 X-선 검출용의 반도체소자를 이용한 에너지 분산 엑스레이 미세분석기(EDXM)을 병용하여 석면 한 개 한 개의 원소 분석이 가능하며, 통상 1  $\mu\text{g}$  정도까지 검출할 수 있음.
- membrane filter(내경 0.8  $\mu\text{m}$ ) 또는 nuclepore filter가 이용되며 흡인유량은 광학현미경 때와 같으나 채기량은 좀 많아야 함(10~100 liter).

표 34. 주사전자현미경과 광학현미경의 대비

	주사전자현미경	광학현미경
광원	전자선(파장:0.06 Å ~ ∞)	광원(파장:2000~7500 Å)
매질	진공중	대기중
렌즈	전자렌즈(PROBE 축소)	광학렌즈(상 확대)
분해능	일반 SEM : 30 Å	가시영역 : 2000 Å
	FE SEM : 10 Å	지외영역 : 1000 Å
초점심도	30	약 0.1
배율	10배~30만배 (연속가변)	10배~2000배(렌즈교환)
상종류	이차 및 반사전자상(표준)	투과상, 반사상
Contrast	기하학적 형상	광의 흡수 및 반사
	물리화학적 성질	(색, 명암)
모니터	브라운관(CRT)	육안, 투영스크린, 모니터

- 주사전자현미경은 광학현미경과 비교하여 얻을 수 있는 화상의 초점 심도가 2배 이상 깊으며, 2배 이상의 높은 분해능(FE-SEM에서는 최대 0.6 nm)를 얻을 수 있음. 2차 전자 검출기와 반사전자 또는 X

선 검출기를 장착하여 동시에 여러 종류의 정보를 얻을 수 있음.

### (2) 시료 전처리

시료를 잘게 분쇄하여 전처리 등을 통해 유·무기물을 제거 한 후 순수 석면을 가지고 카본테이프에 붙인 다음 고진공에서 Gold coating 함.

### (3) 평가방법

전자현미경상에서 섬유유의 유무를 관찰한 후 섬유유의 형태, 길이, 결정구조를 파악하고 EDX로 구성성분을 분석하여 확인된 시료는 EPA/600/R-93/116 방법을 참조하여 석면 중량비를 산출하고 전자현미경상으로 확인된 시각적 분포를 고려하여 종합적으로 판정. 석면중량비 분석방법은 다음과 같음.

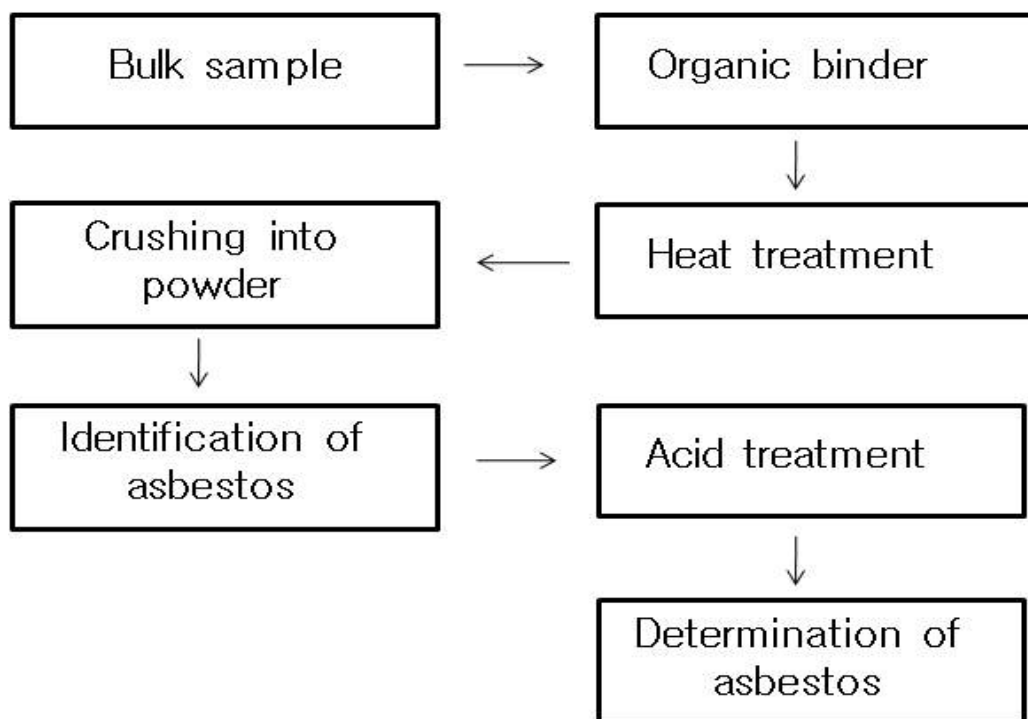


그림 25. 석면중량비 분석방법

#### 4) 투과전자현미경법(Transmission Electron Microscopy ;TEM)

##### (1) 특징

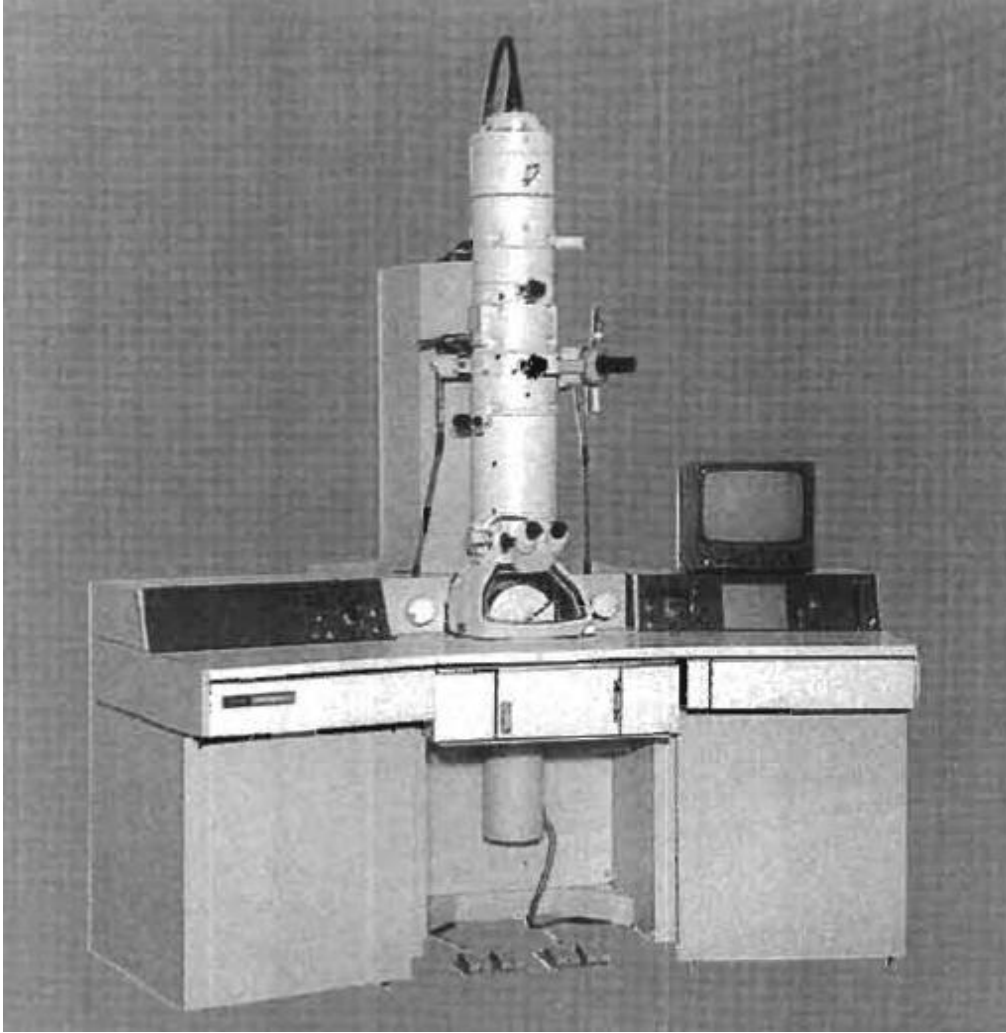


그림 26. 투과전자현미경

- 0.1  $\mu\text{m}$  정도의 아주 작은 석면 섬유까지 검출. Diffraction Pattern을 이용하여거나 X-ray Microanalysis 장치(Energy Dispersive Spectrometer, EDS 또는 Energy Wavelength Spectrometer, WDS)를 이용하여 확인.
- 석면은 고유의 결정과 방위각을 가지고 있으므로 Diffraction Pattern상에 나타난 결정과 방위각을 이용 석면/비석면 여부를 결정하거나 에너

지분산형 X선 분광기(EDS) 또는 WDS를 이용하여 정성 및 정량 분석.

- 확대율과 해상력이 뛰어나 광학현미경으로 관찰할 수 없는 세포 및 조직의 미세한 구조를 관찰할 수 있으며, 단백질과 같은 거대분자보다 더 작은 구조도 볼 수 있음.
- 분해능이 300kV- TEM에서도 0.18 nm 이하로 상당히 높기 때문에 물질의 분자, 원자수준의 미세구조를 관찰할 수 있고, 전자회절형상을 이용하여 물질의 결정구조를 분석할 수가 있음.
- 조사 전자선에 따라 시료 내 돌기된 부분의 특성 X선을 EDS (Energy Dispersive X-ray spectrometer-에너지 분산형 X선분광기)에서 나노 메타 영역의 원소분석, 전자 에너지손실 분광기 (EELS)로 시료를 투과한 전자선의 에너지 분석에서 원소 분석, 결합상태분석이 가능. 이와 같은 복합기능을 지닌 투과전자현미경은 분석전자현미경 (AEM)이라고도 불리며 폭넓게 이용되고 있음.

## (2) 분해능

- 분해능 (d)은 전자선의 파장( $\lambda$ ) 과 대물렌즈의 구면수차계수(Cs)로 결정.
  - $d=0.65 \times Cs^{1/4} \times \lambda^{3/4}$  (즉 파장이 짧을수록 높은 분해능을 얻음.)
  - 한편 파장과 가속전압 (V)의 관계는  $\lambda \approx A V^{-1/2}$  (A: 정수)으로 나타내며 가속전압을 높이면 파장은 짧아지고 높은 분해능을 얻음.

## 5) X-선 회절법(X-ray Diffraction ; XRD)

### (1) 특징

- X-선 회절기로 판단할 수 있는 석면의 정량범위는 0.1~100.0 중량백분율(wt %)임.
- 간섭물질로는 클로라이트(chlorite), 세피오라이트(sepiolite), 석고(gypsum), 섬유소(cellulose), 탄산염(carbonates), 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ ), 활석(talc) 등이 있으며, 이런 간섭물질은 회화, 염산, 용매 등의 처리방법을 선택하여 간섭물질을 제거.
- 안티고라이트(Antigorite), 리자다이트(lizardite)는 백석면(Chrysotile), 할로이사이트(halloysite), 카올리나이트(kaolinite)는 갈석면(amosite)과 동일한 X-선 회절피크를 가지고 있는 물질이므로 확인이 필요.

### (2) 시료의 전처리

- 채취한 시료에는 보통 셀룰로오스나 유기성 접착제와 같은 유기물과 탄산칼슘, 석고, 방해석, 마그네사이트 등과 같은 무기물 등이 혼합되어있는 시료는 분석할 때 방해물질로 작용하여 오차의 원인이 될 수 있음.
- 방해물질을 제거하기 위해 회화나 산 처리의 전처리를 한 다음 시험함.



### (3) 검정곡선 작성

- 0.01 mg 무게 단위까지 석면 종류별 시료를 0.1~5.0 mg 범위에서 서로 다른 농도 5개를 준비하여 유리 삼각플라스크에 넣음.  
(필요시 2-프로판올을 사용)
  - 바탕시료를 위해 빈 삼각플라스크를 준비하고 시료와 같은 과을 수행.
  - 표준시료는 입자크기의 영향이 크므로, 분말로 만들 경우 습식 체(sieve)가 필요할 수 있음.
  - 건조기에서 110 °C를 유지, 4시간 이상 건조하고 데시케이터에 저장.
  - 증류수로 세척하면 수용성 매질방해물이 제거될 수 있음(시료가 휘저어지지 않도록 최대한 주의를 기울임).
  - 각 측정 피크, Istd 에 대한 표준화된 세기를 측정 후 이에 대한 표준화 세기를 계산하여 검정곡선을 작성. 검정곡선은 선형이어야 하며,  $R2 = 0.99$  이상의 값을 가져야 함.

### (4) 함유량 계산

- 각 석면 표준액으로부터 표준여과지에 침착한 각 표준물질의 정확한 무게를 계산한 후 각 표준물질의 무게(W)를 기록. 무게(W)에 대한 검정곡선을 그려 검정곡선으로부터 기울기(m)를 구함.  
(절편(b)은 0에 가까워야 함).

표 35. 석면분석법의 종류, 원리 및 장단점

측정 방법	원 리	장 · 단 점	공정 시험법
위상차 현미경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴절을 또는 두께가 부분적으로 다른 무색투명한 물체의 각 부분의 투과광 사이에 생기는 위상차를 화상면에서 명암의 차로 바꾸어 구조를 보기 쉽도록 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다른 방법에 비해 간편하나 석면의 감별이 어려움</li> <li>- 대기 중 시료분석만 사용하고 bulk시료는 분석 불가능</li> </ul>	OSHA방법 NIOSH Method 7400
편광 현미경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛이 한쪽 방향으로 투과하는 편광을 이용하여 투과되는 유기 및 무기물질의 광학적 성질을 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고형시료 분석에 사용, 석면을 감별, 분석 할 수 있다. 저 농도(1%미만)에는 분석자의 경험에 따라 결과가 오차가 생길 수 있어 중량법과 병행</li> </ul>	EPA 600 /R-93 /116
X선 회절법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필라멘트로부터 발생하는 전자선을 극히 가늘게 시료의 표면에 종횡으로 주사시키면 시료의 표면으로부터 2차 전자나 X-선등이 발생한다. 이때 시료의 구조에 대응한 2차 전자를 검출기로 받아서 그 양적인 변화를 시계열의 전기신호로 변환하여 브라운관에 시료 표면의 구조와 위치를 명암으로 표기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각도를 자동으로 기록하는 장치를 이용하는 방법으로 값이 비싸고 조작이 복잡하다. 따라서 1차로 편광현미경분석을 하고 2차적으로 분석이 필요할 때 사용</li> </ul>	P & CAM309 NIOSH Method 9000

전자 현미경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석면포함 물질을 은막여과지에 놓고 X선을 조사하여 특이한 빛의 회절성을 이용하여 백석면과 은막여과지가 내는 회절되는 빛의 강도를 측정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공기 중 석면시료 측정 중 가장 정확한 방법으로 석면의 성분 분석(감별 분석)이 가능하며 위상차현미경으로 볼 수 없는 매우 가는 섬유도 관찰가능하나 값이 비싸고 분석시간이 많이 소요</li> </ul>	NIOSH Method 7402
-----------	--	---	-------------------------

## 2.9 석면의 해체·제거 기술

- 석면으로 인한 건강장애에서 근로자를 보호하기 위해서는 건축물 등을 철거·해체하기 전에 석면함유 여부 등을 전문조사기관을 통해 조사.
- 석면이 함유된 경우에는 전문 인력 및 기술을 갖춘 석면 전문 업체를 통해 석면을 해체·제거하도록 제도적 장치를 마련해야함.

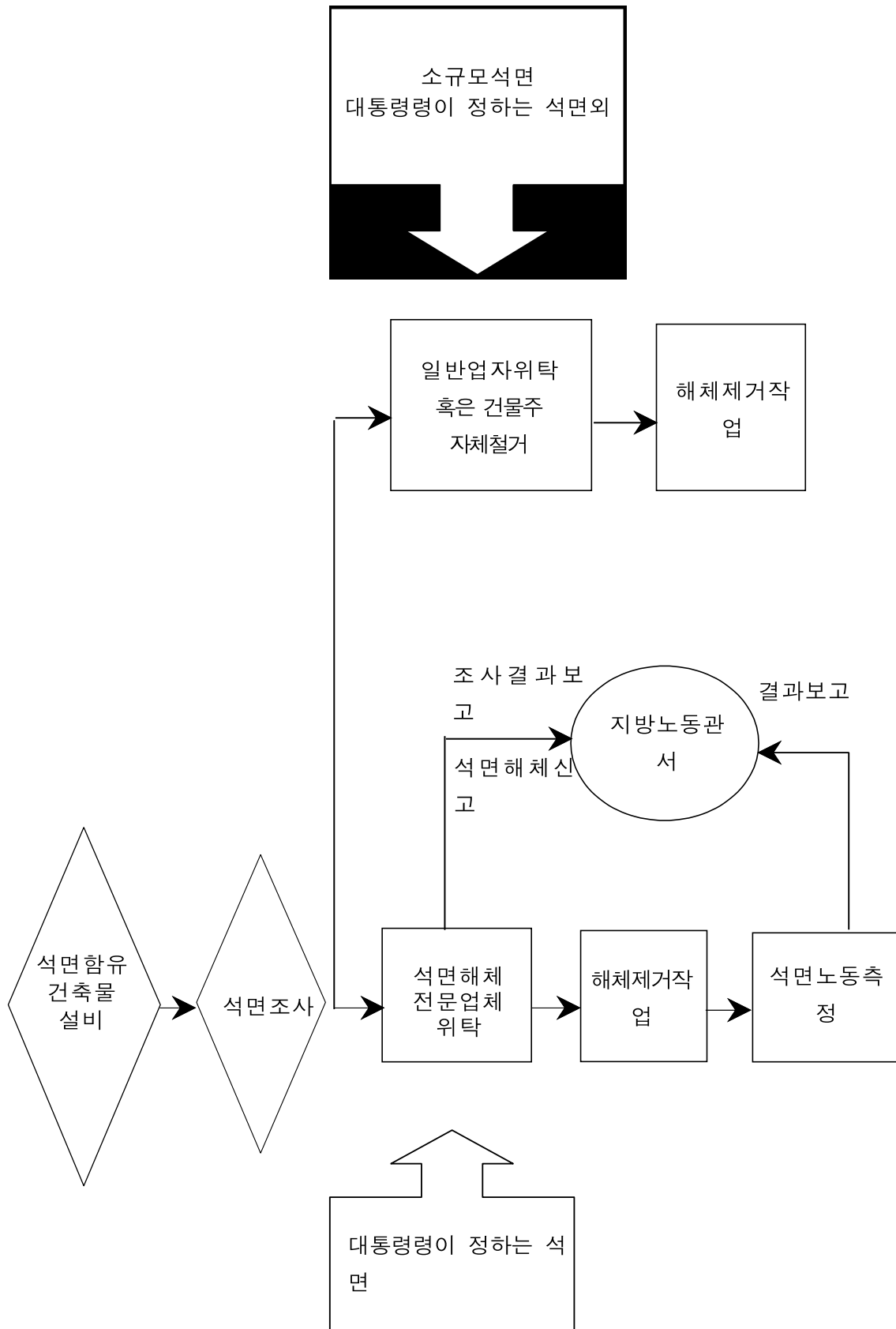
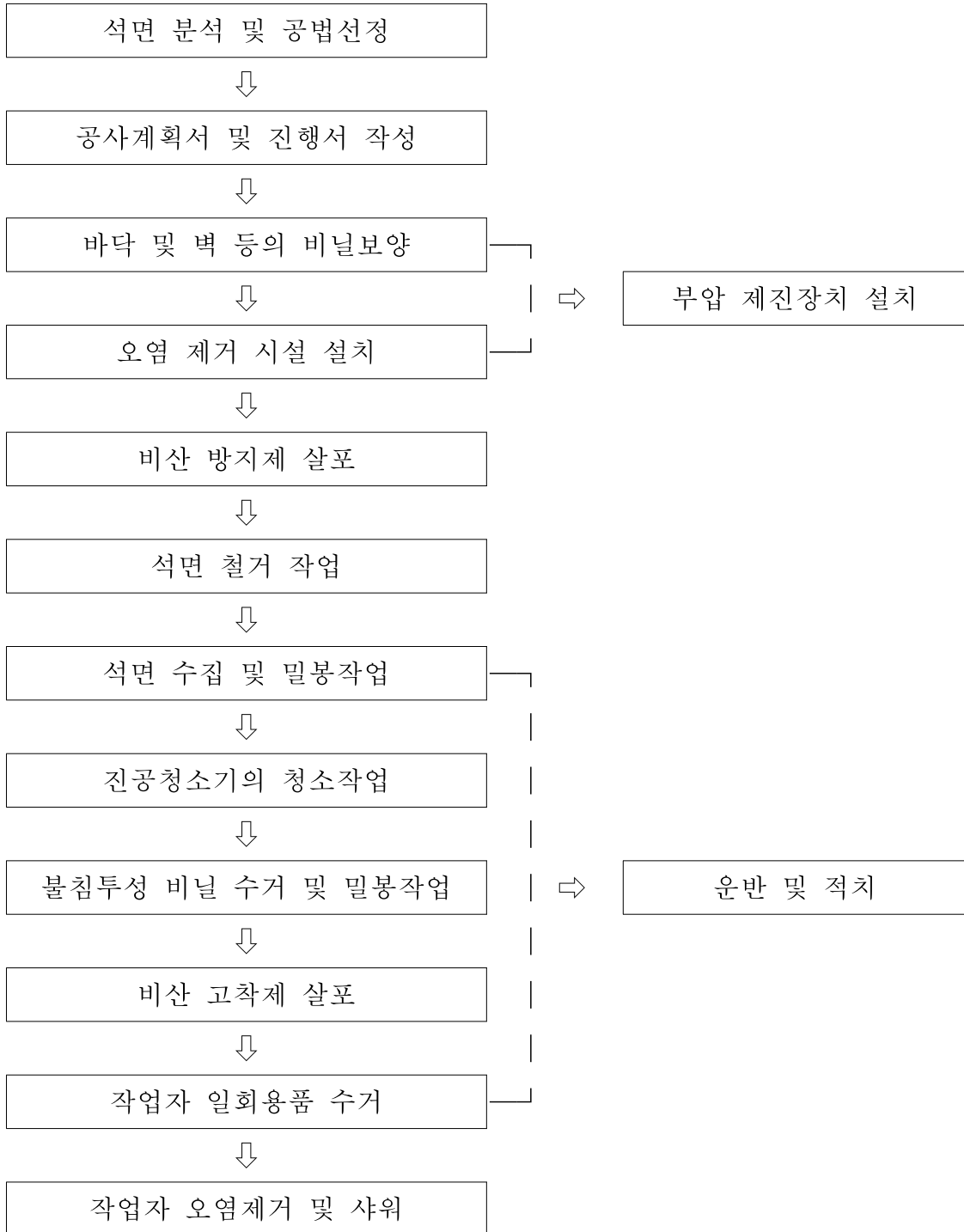


그림 27. 석면해체·제거 절차 흐름도

- 그림 27은 노동부 산업안전보건국에서 지정하는 석면해체·제거 절차의 흐름을 나타냄.
  - 석면함유 여부를 사전에 조사하고, 석면 함유 시 전문업체가 석면을 해체·제거하도록 함으로써 석면에 의해 발생하는 건강장해를 예방 할 수 있을 것으로 기대됨.
  
- 또한, 작업환경에서 발생하는 오염과 대기오염을 방지하기 위해서는 작업을 수행하는 모든 사람들은 표 36과 같이 작업을 수행해야 함.

표 36. 석면 해체, 제거작업 순서



## 2.9.1 해체제거작업순서

### 1) 근로자 교육 실시

- 석면 제거 작업시 안전 및 보건수칙을 지키지 않으면 근로자의 건강에 매우 위험하므로 석면의 위험성에 대하여 매일 주기적으로 교육하고 이해를 시켜야함.



그림 28. 근로자 교육 실시



그림 29. 근로자교육 실시

### 2) 사전조치

- 작업근로자에게 사용되는 물품 및 석면 물질안전보건자료(MSDS)교육 등 특수교육을 실시하여 위험을 방지.
- 개인 보호장비 착용법 및 착용의 필요성을 인지.
- 작업장 내 전원 및 수도시설을 사용할 수 있는지의 여부를 점검.
- 경고표지판 설치하여 작업장 내에 외부인의 출입을 금지.



그림 30. 격리조치



그림 31. 안전보건 표지판

### 3) 비닐시트를 이용한 밀폐

○ 바닥, 벽면은 비닐을 이용하여 밀폐함.

- 바닥비닐은 이중으로 설치하고 위로 치켜 올려 벽 비닐에 부착
- 문고리, 못 등 날카로운 구조물은 미리 제거를 하고 비닐시트를 설치  
(제거가 안 되는 부위는 테이프 등으로 보강을 하여 파손되지 않도록 조치를 취함)



그림 32. 비닐시트를 이용한 밀폐



#### 4) 작업자의 이동통로 설치

- 근로자의 이동통로를 설치하여 작업 중 발생할 수 있는 석면분진의 외부 노출을 최소화 하여야 함.



그림 33. 이동통로 설치

#### 5) 작업 전 습윤제 살포

- 작업개시 20분전에 바닥에 한 두 방울씩 습윤제가 떨어질 정도로 충분하게 살포. 도배지를 완전히 벗겨내지 않은 상태(석면물질의 파손을 억제하기 위하여)로 살포를 하기 때문에 추가로 보완조치가 필요함.



그림 34. 작업 전 습윤제 살포

#### 6) 작업 중 습윤제 살포

- 석면함유물질을 한 장씩 제거하면서 석면함유물질의 위에 습윤제를 살포하며, 석면함유물질 윗부분에 아무런 접착물질이 없을 경우에는 직접적인 살포가 가능함.



그림 35. 작업 중 습윤제 살포

## 7) 음압기 설치

- 제거작업을 시행하는 장소마다 음압기를 설치해야 함. 비닐후드를 이용하여 여과된 공기를 배출하고, 사용된 비닐후드를 폐기처분하여 후드의 재사용으로 인한 석면분진의 누출을 막음. 프리필터를 매일 교체해서 필터의 효율을 높이도록 함.

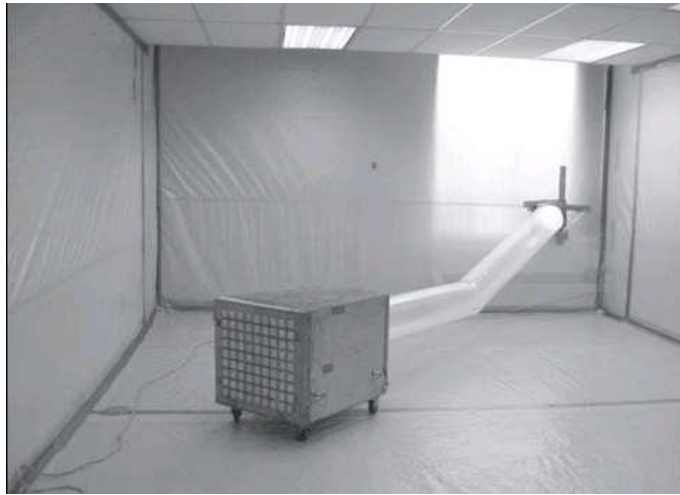


그림 36. 음압기 설치

## 8) 근로자 이동통로 음압유지

- 근로자의 이동통로 구간에도 음압기를 설치하여 작업장의 음압이 유지되도록 조치해야 함.



그림 37. 근로자 이동통로 음압유지

#### 9) 드라이버를 이용하여 나사못 제거

- 무리하게 전체 도배지를 제거할 경우 석면함유물질의 파손이 우려되기 때문에 석면함유물질 경계면만을 제거하며, 석면함유물질을 파쇄하지 않고 원형의 상태로 제거하기 위해 고정 핀 역할을 하는 못을 먼저 제거토록 하여야 함.



그림 38. 드라이버를 이용하여 나사못 제거

## 10) 석면 함유 물질의 제거

- 석면함유물질이 파손되지 않도록 주의하며 제거.



그림 39. 석면 함유 물질의 제거

## 11) 석면함유물질 포장

- 석면함유물질이 제거가 되면 바로 비닐시트를 이용하여 포장.

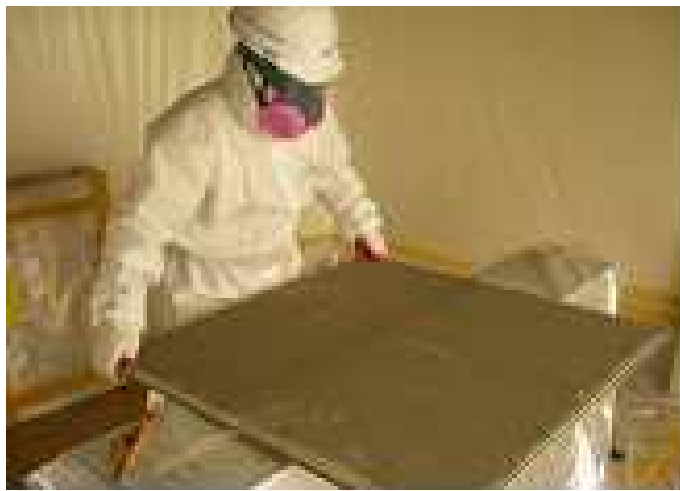


그림 40. 석면함유물질 포장

## 12) 석면함유물질 포장

- 20kg 미만의 중량이 되도록 분리하여 포장. 비닐시트를 2중으로 하여 포장. 테이프로 여러 번 고정하여 폐기물 이동 중 파손되지 않도록 주의.



그림 41. 석면함유물질 포장

## 13) 석면함유물질 조각 수거

- 석면함유물질이 제거 시 발생하는 부스러기 등 손으로 주울 수 있는 잔재물은 이중비닐봉투에 담음.



그림 42. 석면함유 물질 조각 수거

#### 14) 작업장의 청소

- 석면함유물질의 조각 등 부스러기의 수거가 끝나면 작업장의 바닥에 습윤제를 살포한 뒤 습식상태로 걸레를 이용하여 작업장을 청소해야함.



그림 43. 작업장의 청소

### 15) 청소상태 확인

- 작업장의 청소가 모두 끝나면 안전관리자 또는 감독자가 청소상태 확인.



그림 44. 청소상태 확인

### 16) 공기질 측정

- 작업장내의 석면농도를 측정할 수 있는 샘플러를 설치하고 위상차현미경분석을 통해 석면농도가 0.01 개/cc(노동부기준)이하가 될 경우 감독자가 작업완료 선언함.



그림 45. 공기질 측정



### 17) 비산방지제 살포

- 모든 청소작업이 끝난 후 석면이 제거된 면에 비산방지제를 살포.
- 비산방지제는 청소작업이 끝난 뒤에 살포해야 함.



그림 46. 비산방지제 살포

### 18) 위생시설의 설치

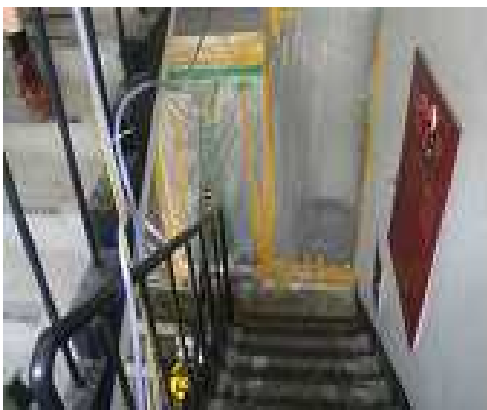


그림 47. 위생시설의 설치



그림 48. 오수 여과장치

- 석면제거작업장을 출입하는 모든 사람은 위생시설을 통해서 개인보호장비를 착용하고, 탈의 함.
- 위생시설은 3칸으로 구성하여 개인보호장비를 탈의 하는 곳, 샤워실, 개인보호장비를 착용하거나 개인의복을 입는 곳을 구별하여 사용.
- 샤워는 물 샤워를 하며 발생한 오수는 여과장치를 통해 여과를 한 후 배수 하도록 함.

## 2.9.2 제거공법

### 1) 천정재 제거공법

- 창문, 출입구를 비롯한 모든 출구 및 벽면에 비닐을 보양하여 작업장을 외부와 완전히 밀폐시킴.
- 작업장 내에는 국소배기장치(음압기)를 사용하여 음압을 유지시켜 작업장 내 석면분진이 외부에 누출되지 않도록 함.
- 전동드릴을 사용하여 작업할 시 석면함유 물질이 파쇄되지 않도록 제거하며, 제거와 동시에 이중비닐 포장하고, ‘석면함유물질’ 스티커를 부착하여 지정된 적재 장소에 적재토록 함.
- 석면이 제거된 면과 사용된 비닐 등에 비산방지제를 살포하여 석면분진의 비산을 억제하여야 함.
- HEPA 필터(HEPA Filter)가 장착된 진공청소기를 이용 작업간 발생한 석면부스러기 제거토록 함.



그림 49. 바닥비닐 설치



그림 50. 습윤제 살포

## 2) 지붕재 제거공법

- 비계구조물을 설치하고, 안전그물망 및 안전 걸이대를 설치하여 작업자의 낙하 및 추락에 대비함.
- 석면함유물질의 중량을 감안 2인 1조로 작업하며 공구를 이용하여 원형상태로 제거토록 함.
- 3 m이상의 높이에서 작업하게 될 경우에는 고소장비(크레인, 스카이, 리프트 등)를 이용하여 작업을 실시토록 함.



그림 51. 쌍줄비계, 발판, 계단설치



그림 52. 수평비계설치(안전대걸이)

## 3) 배관재 제거공법

- 창문, 출입구를 비롯한 모든 출구 및 벽면에 비닐을 보양하여 작업장을 밀폐시키며, 사용되는 실내 기계장치 등에도 비닐을 이용 포장하여 석면함유물질이 유출되지 않도록 함.
- 작업자는 전동식마스크를 착용하고 보호복, 보호장갑, 보호신발 등을 테이프로 감아 석면분진에 노출되지 않도록 함.

- 작업전 배관재 내부로 습윤제를 충분히 주입하여 석면분진의 비산을 방지함. 작업장내에는 국소배기장치(음압기)를 사용하여 음압을 유지시켜 작업장 내 석면분진이 외부에 누출되지 않도록 함.
- 글러브백(Glove bag)을 이용하여 배관재를 둘러싸고 있는 석면물질을 1 m단위로 제거하며 제거와 동시에 바로 포장을 실시함 .
- 제거된 면에는 비산방지제를 살포.



그림 53. 배관재 해체 제거 작업

## 2.10 석면 대체 섬유의 종류

### 2.10.1 대체품의 종류 및 식별방법

- 무석면 제품류는 석면 자체만을 대체 원료로 바꾸어 배합하여 제품을 만든 것으로, 외관만으로는 식별하기가 어려움(비석면 원료자체도 구별이 어려우며 제품으로 제조 되었을 시에는 식별이 더욱 곤란).

#### 1) 대표적인 석면 대체품의 종류와 구별방법

- (1) 건축자재 : 시멘트, 석고, 펄프, 미네랄울, 인조섬유(아라미드, 탄소섬유, PVA계 섬유등)등을 원료로 제조하므로, 외관이 기존제품과 거의 유사하여 구분하기 어려움. 의심 시에는 분석 요구됨.
- (2) 마찰재 : 석면 대체원료로 5~6가지의 원료(아라미드, 카본섬유, 해포석, 규회석등)를 배합 사용하고 있으며, 외형상으로는 구분이 어려우며 분석이 요구됨.
- (3) 가스켓제품 : 고무와 결합된 제품으로 석면을 다른 5~6 가지의 원료(아라미드섬유, 카본섬유, 해포석, 규회석등)로 교체한 것으로 외형상 구분이 어려우며 분석이 요구됨.
- (4) 방직제품 : 아라미드섬유(노란색), 카본 섬유(검은색), 유리섬유(은색), 세라믹 화이버(흰색)등 여러 섬유상의 제품이 있으며 외형상 구별이 용이하나, 의심 시에 분석 요구됨.

2) 석면대체품의 종류

표 37. 대체된 무석면 제품들

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

표 38. 대표적 섬유상 물질의 특징

섬유의 종류		섬유직경 ( $\mu\text{m}$ )	밀도 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	인장도 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	비강도 ( $10^6 \text{cm}$ )	인장 탄성율 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )
석면	크리소타일	0.02~20	2.6~2.9	56~320	11	7,000~14,000
	아모사이트	0.1~20	3.1~3.6	200~260	7	15,000~16,000
폐놀계		10~40	1.26~1.27	15~20	1.4	350~400
포스페이트섬유		1~5	2.86	260	9.1	12,000
아미라드섬유						
Normex			1.38	70	5.0	800
(Kevlar-49)		12	1.45	290	20	13,400
(Kevlar-29)		12	1.44	285	20	6,000
Technolar		12	1.39	310	22	7,500
탄소섬유						
(고감도T500)		7~15	1.74	320	20	24,000
(고탄성율M-40)		7~15	1.81	210	13.8	40,000
C유리섬유			2.49	250	10	7,000~7,700
E유리섬유		3~13	2.54	350	13.7	7,400
합성암연섬유		4				
아루미나실리케 이트섬유		2~3.5	2.6~3.1	175	6~6.5	
아루미나섬유						
(3M. AB-312)		11	2.50	170	6.8	15,200
스텐레스강섬유		5,200	7.8	210~215	2.7	19,000~25,000
탄소강섬유			7.8	35~280		19,500~21,000



표 39. 대체 섬유의 종류

무기합성계	유기합성섬유	천연광물계
세라믹섬유 광채면(slag wool) 암면 유리섬유 (장섬유:glass filament) 탄소섬유(PAN, 핏치계) 스틸섬유 흑연섬유 아루마다섬유	아라미드(Aramid) 아크릴섬유 아크릴산화섬유 페놀섬유 특수비니론섬유 팔프섬유 (포리에티렌합성펄프) 폴리염화비닐섬유 폴리벤조이미다솔섬유 불소수지섬유 인섬유	에리오나이트(Erionite) 세피오라이트(Sepiolote) 아타풀가이트(Atapulgate) 소노토라이트(Xonotolite) 울아스토나이트 (Wollastonite) 토버모라이트(Tobermolite) 그로라이트(Grolite)

표 40. 석면대체품 일람

분류	재료	대체품
1. 건축자료	스테트란 지붕용자재 시멘트보강재 등  단열재	비니론 섬유  합성섬유, 암면, 유리섬유, 세르로스섬유, 탄소섬유  암면
2. 마찰재	브레이크라이닝 브레이크데스크 드럼브레이크 기타	아리민섬유, 탄소섬유, 유리섬유 세라믹섬유, 금속섬유, PAN계섬유 인산염섬유
3. 조인트시트	카스켈	유리섬유, 아리민섬유, 세라믹섬유 탄소섬유, 인산염섬유-밀봉제 흑연섬유, 금속섬유
4. 방직품	내열포  팩킹재	금속섬유, 아리민섬유, 유리섬유 세라믹섬유, 탄소섬유 아리민섬유, 탄소섬유
5. 기타	용광로관계 항공기관계 내연기관계 절연관계  여과재 녹방지도료 석면종이 내열보호재 프라스틱 보강재	세라믹섬유, 탄소섬유 세라믹섬유, 탄소섬유  유리섬유, SiO <sub>2</sub> 섬유, 암섬유, 세라믹섬유 흑연섬유(열전연에 사용) 화학섬유 탄소섬유  아리민섬유 인산염섬유

#### (가) 유리면

- 유리면은 유리 원료를 1,400 °C 이상의 고온에서 용융하여 고속으로 회전시켜 3~10  $\mu\text{m}$  굵기의 섬유상으로 제조·가공 처리한 비결정형의 인조 광물 무기질섬유로써 보온, 단열, 보냉, 흡음, 방음 등의 용도로 사용.
- 유리면 제품은 밀도에 따라 매트( $24 \text{ kg/m}^3$ )와 보드( $32 \text{ kg/m}^3$ )로 분류
- 우리나라에서는 1978년에 처음 생산된 이래 점차 생산이 증가하여 2001년에는 5만톤 정도 생산하였음.
- 유리면(CAS No. 65997-17-3)제품을 분석한 결과, 모든 섬유는 잔가지가 없고 곧은 형태를 보이며, 평균직경은 2.6~5.6  $\mu\text{m}$ , 평균길이는 12.2~29.6  $\mu\text{m}$  범위를 보임.

#### (나) 암면

- 암면은 현무암, 안산암 등의 규산암계 암석을 주 원료로 하고 용해로에서 1,500 °C 이상의 고온에서 용융하여 고속으로 회전시켜 3~10  $\mu\text{m}$  굵기의 섬유상으로 제조·가공 처리한 비결정형의 인조광물 무기질섬유
- 보온, 단열, 보냉, 흡음, 방음 등의 용도로 사용
- 제품의 종류는 보드, 매트, 흡음천장판, 내화피복재 등
- 우리나라에서는 1973년에 처음 암면 제품이 생산된 이래 점차 생산이 증가하여 2001년에는 약 76,000톤 생산.
- 보온재로 사용된 암면 제품의 섬유는 잔가지가 없고 곧은 형태이며, 섬유 평균직경은 1.8~3.4  $\mu\text{m}$ , 평균길이는 13.6~26.4  $\mu\text{m}$  범위를 나타냄.
- 암면 충전재와 암면 피복재 제품을 분석한 결과, 섬유 평균직경은 0.8~2.2  $\mu\text{m}$ , 평균길이는 9.9~16.2  $\mu\text{m}$  범위를 나타냄.
- 암면 천장재 제품을 분석한 결과, 섬유 평균직경은 0.9~2.04  $\mu\text{m}$ , 평균길이는 4.3~15.2  $\mu\text{m}$  범위를 나타냄.

(다) 기타 석면대체재

- 세라믹섬유는 실리카 알루미나를 용융하여 섬유화시킨 것으로 주로 산업용 가열로, 용해로, 열처리로 등에 초고온 내화단열재로 사용.  
세라믹섬유(CAS No. 142844-00-6)제품을 분석한 결과, 세라믹섬유의 평균직경은  $2.9\ \mu\text{m}$ , 평균길이는  $20.3\ \mu\text{m}$ 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), 퍼라이트, 규산칼슘보온재(CAS No. 1344-95-2)를 분석한 결과, 모든 섬유는 길이, 직경의 비(aspect ratio)가 3:1 미만의 덩어리 형태를 보임.
- 퍼라이트는 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.

## 참고문헌

1. 교육과학기술부, 학교석면 실태조사 및 관리매뉴얼
2. 교육인적자원부, 학교건축물 석면사용 실태조사 및 석면관리 표준모델에 관한 연구, 2007
3. 국립환경과학원, 공공건물의 석면함유물질 사용실태조사, 2008
4. 국립환경과학원, 석면사용 건축물 관리를 위한 실태조사, 2006
5. 국회법률지식정보시스템, <http://likms.assembly.go.kr/law/>
6. 노동부, 산안법 개정안 설명자료, 2008
7. 노동부, 제조,수입,양도,제공 또는 사용 금지에 관한 고시, 2007
8. 대한석면관리협회, 석면심포지움 우리나라석면관리의 현재와 미래, 2007a
9. 대한석면관리협회, 학교석면 관리과정, 2007b
10. 석면함유물질의 제거공법 한국사례
11. 실내환경정보센터, <http://www.iaqinfo.org/>
12. 안종주, 침묵의 살인자 석면, 2008
13. 학교석면조사 및 관리교육, 2008
14. 한국근로복지공단, <http://www.kcomwel.or.kr/>
15. 한국산업안전공단, 대구.경북지역 석면해체.제거작업에서의 석면분진 노출실태와 석면분진으로 인한 직업병예방체계구축에 관한 연구, 2006a
16. 한국산업안전공단, 석면에 의한 건강장해예방(Ⅰ), 2006b
17. 한국산업안전공단, 석면에 의한 건강장해예방연구(Ⅱ), 2006c
18. 한국산업안전공단, 석면함유제품의 사용금지 효과에 대한 연구, 2006d
19. 한국산업안전공단, 석면함유제품의 사용금지효과에 대한 연구(Ⅱ), 2006e
20. 한국산업안전공단, 석면해체.제거 인프라 기준연구, 2008
21. 한국산업안전공단, 선진국의 지하철 석면철거 등 관리방법 조사 및 국내 적용방안 연구, 2007
22. 한국석면추방네트워크, 아시아에서의 석면제거와 석면산업의 국가간이동에 관한 국제심포지움, 2008
23. 대한석면관리협회, 석면처리의 이론과 실무 최악의 물질
24. 환경부 석면정책포럼 추진용역, 2008a

25. 환경부, 제 6차 석면정책협의회 회의자료, 2008b
26. 환경부, 제2차 석면정책포럼, 2008c
27. 환경부, 제조,수입,사용 금지 개정안, 2007
28. JIS A1481, 건축재 제품중의 석면 함유율 측정방법, 2006

## 제3장 선진 외국의 석면관리

### 3.1 관련 법령 및 제도

- 미국의 EPA는 1989년 모든 석면 제품의 제조·수입·처리·공급 및 판매를 전면 금지하는 명령을 제정하였음(석면사용의 금지로 얻는 이익이 경제계에 미치는 영향에 비하여 크지 못하다고 결론을 내리고 취소).
- 석면금지 및 단계적 금지규칙 제정(Asbestos Ban and Phaseout Rule, 40CFR 763 Subpart 1, Sec. 762.160-763.179, 1985)되어 석면이 함유된 제품은 지속적 금지제품 6종(Products still Banned)과 비금지 제품 16종(Products not Banned)을 구분하여 관리하고 있음.
- 미국산업안전보건청(OSHA)은 석면허용수준에 관한 기준을 정하고 있는데 하루 8시간 근로를 기준으로 0.1 개/cc의 석면섬유를 기준으로 함.  
(만일 근로자가 이 기준을 넘어 노출되는 경우에는 사용자는 공기조사, 근로자교육 및 의료상 관찰과 조치 등을 취해야 하며, 건물소유자도 위와 같은 규제를 받음)
- 일본은 석면 비산에 의한 대기오염을 방지하기 위하여 1989년 대기오염 방지법이 개정되었음.
- 석면 제품 제조공장에 대한 규제 및 부지 경계기준이 설정되었으며, 1991년 폐기물처리법 개정에 따라 폐석면 등이 특별관리 산업폐기물로 지정되었음.
- 1995년 한신·아와지 대지진으로 파괴된 빌딩의 해체 작업시 석면 비산 문제가 계기가 되어 1996년 대기오염방지법이 개정됨에 따라 뿜칠석면이 사용된 건축물의 해체 등의 작업에 대한 규제가 적용됨.

표 41. 석면 해체·제거에 대한 관련 법령 조사 및 비교

번호	국가	관련 법규
1	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 독성물질관리법(Toxic Substances Control Act: TSCA)</li> <li>· 석면위험 긴급대응법 (Asbestos Hazard Emergency Response Act : AHERA)</li> <li>· 연방대기법(Clean Air Act :CAA)</li> <li>· 물정화법(Clean Water Act: CWA)</li> <li>· 대기오염방지법(National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants Regulaion : NESHAP)</li> <li>· OSHA(Occupational Safety and Health Administration)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 29 CFR 1910.1001 General Industry standard</li> <li>- 29 CFR 1915.1001 Asbestos Shipyard Standard</li> <li>- 29 CFR 1910.134 Respiratory Protection Standard</li> <li>- 29 CFR 1910.145 Accident Protection Tags and Signs</li> </ul> </li> <li>· Asbestos School Hazard Abatement Reauthorization Act : ASHARA</li> </ul>
2	일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대기오염방지법</li> <li>· 노동안전위생법</li> <li>· 석면장해예방규칙</li> <li>· 작업환경측정법</li> <li>· 진폐법</li> <li>· 폐기물 처리 및 청소에 관한 법률</li> <li>· 건축기준법</li> </ul>
3	영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The Health and Safety at Work Act : HASW</li> <li>· The Management of Health and Safety at Work Regulations</li> <li>· The Construction (Design and Management) Regulations</li> <li>· Control of Asbestos at Work Regulations : CAWR</li> <li>· Asbestos Licensing Regulations : ASLIC</li> <li>· 석면(금지)법 (The Asbestos(Prohibitions) Regulation)</li> </ul>



표 42. 각 국의 석면관련 기준

(단위: f/cc)

국가		석면 기준				적용범위	분석방법	
		백석면	갈석면	청석면	기타			
미국	OSHA	0.1				작업장 내	PCM/TEM	
		1%(함량)				해체·제거 대상	PLM/TEM	
	ACGIH	0.1				작업장 내	PCM/TEM	
	캘리포니아	0.1%(함량)				해체·제거대상	PLM/TEM	
	AHERA	0.01				해체·제거 후 최종 공기질	학교:TEM 일반건물: PCM	
영국	5시간	0.3	0.2	0.2	0.2	작업장 내	PCM/TEM	
	10분	0.9	0.6	0.6	0.6			
호주		1.0	0.1	0.1	0.1	작업장 내	PCM/TEM	
스페인		0.6	0.3	0.3	0.3	작업장 내	PCM/TEM	
핀란드		0.1				작업장	최대 허용농도	PCM/TEM
		0.01					청정 지역	
		0				실내공기질		
일본	대기오염방 지법	0.01				석면취급 사업장 부지 경계	PCM/TEM	
	노동안전위 생법	0.15				작업장 내		
노르웨이		0.001				실내공기질	PCM/TEM	

- PCM : (Phase Contrast Microscopy ; 위상차현미경법)
- PLM (Polarized Light Microscopy ; 편광현미경법)
- TEM : (Transmission Electron Microscopy ; 투과전자현미경법)

석면금지에 대한 각국의 현황은 다음과 같음.

표 43. 석면제품의 제조와 사용을 금지한 국가 목록

번호	국가명	번호	국가명	번호	국가명
1	Argentina	15	Greece	29	Poland
2	Australia	16	Honduras	30	Portugal
3	Austria	17	Hungary	31	Saudi Arabia
4	Belgium	18	Iceland	32	Seychelles
5	Chile	19	Ireland	33	Slovakia
6	Croatia	20	Italy	34	Slowenia
7	Cyprus	21	Japan	35	South Africa
8	Czech Rep.	22	Kuwait	36	Spain
9	Denmark	23	Latvia	37	Sweden
10	Estonia	24	Lithuania	38	Switzerland
11	Finland	25	Luxembourg	39	UK
12	France	26	Malta	40	Uruguay
13	Gabon	27	Netherlands	-	
14	Germany	28	Norway	-	

- 1972년
  - 덴마크: 석면 분사재 및 단열재 사용금지
  - 영국: 청석면의 수입중지
- 1973년
  - 1970~1972년 미네소타주, 뉴욕주가 금지한 것을 바탕으로 미국이 석면분사재 금지
- 1973년
  - 스웨덴 청석면 유통, 사용금지

- 1975년
  - 일본 석면분사재 원칙사용금지(일부 예외 인정하여 1988년까지 함유율 5% 이하의 석면분사재가 사용된 사례 확인)
- 1983년
  - 구주공동체(EC)에서 청석면의 유통, 사용이 원칙금지 지침채택
  - 아이슬랜드가 모든 석면의 원칙금지를 도입한 최초국가가 됨
  - 1984년에 노르웨이도 금지
- 1985년
  - EC에서 모든 석면의 분사재 등 6개 품목의 사용을 금지
- 1986년
  - 청석면 분사재 사용을 금지하는 ILO 석면조약 채택
  - 덴마크, 스웨덴이 백석면 원칙금지 도입
- 1989년
  - 미국 EPA가 모든 석면의 단계적 금지를 추진, 석면 산업계가 반대, 1991년에 연방고등재판소에서 무효화 판결하였으나 현재 석면의 사용량은 급감
- 1991년
  - EC가 백석면의 이외의 것에 대해 전면금지 도입, 백석면의 금지 품목을 14개로 확대,
  - 1990~1994년, EU 가입 15 국가 중 7개국의 모든 석면 사용의 전면 금지 도입
- 1995년
  - 일본이 청석면, 갈석면 금지
- 1997년
  - 프랑스 모든 석면 사용금지, 캐나다가 이것을 “비관세무역장벽”이라고 하여 프랑스를 WTO에 제소, 국제 무역 분쟁이 됨
- 1999년
  - EU가 WTO판정에 관계없이 모든 석면의 사용금지를 결정, 영국도 모든 석면금지, 벨기에는 1998년 금지
- 2000년

- WTO분쟁해결 패널에서 프랑스, EU를 지지, 캐나다 상소
- 2001년
  - WTO상소기관이 프랑스,EU 지지, 석면 국제 무역분쟁 종결
  - 칠레, 아르헨티나가 모든 석면의 원칙금지
- 2003년
  - 호주 모든 석면 원칙금지
- 2004년
  - 일본 모든 석면 원칙금지(10개 품목 포함)
- 2005년
  - EU(25개국으로 확대)가 모든 석면금지 시행
  - 일본 석면분사재 전면금지, ILO석면조약비준
- 2006년 9월 1일 일본 안위법 개정
  - 중량 0.1 %이상 함유하는 석면함유제품의 제조, 수입, 양도, 제공, 사용 금지
  - 규제대상물질의 범위 확대
  - 석면제거 시에만 한정된 규제를 비산 방지작업, 보수작업 등도 포함
  - 석면제거작업과 건강진단의 기록을 40년 유지
- 2007년 1월 1일 한국
  - 건축용 석면시멘트제품" 및 "자동차용 석면마찰제품" 금지
- 2008년 1월 1일 한국
  - 1퍼센트를 초과하여 함유된 석면함유제품을 제조·수입·양도·제공 또는 사용
- 2009년 1월 1일 한국
  - 전면금지

### 3.1.1 미국

- 미국에서는 석면 등의 모든 유해물질은 독성물질 관리법(Toxic Substances Control Act: TSCA)에 의해 규제되고 있고, 특히 석면에 대해서는 Asbestos Hazard Emergency Response Act(AHERA)라는 별도의 규제 법률이 존재함.
- 석면은 연방대기법(Clean Air Act : CAA)과 물정화법(Clean Water Act: CWA)등에 의해서도 규제되고 있고, 환경청(Environmental Protection Agency, EPA)과 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)에서도 관리함.
- EPA는 AHERA와 National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants Regulation(NESHAP)등에 의해 건축물 내 석면을 관리함.
- OSHA는 29 CFR 1910.1001 General Industry standard, 29 CFR 1915.1001 Asbestos Shipyard Standard, 29 CFR 1910.134 Respiratory Protection Standard, 29 CFR 1910.145 Accident Protection Tags and Signs로 근로자의 석면 노출을 관리함.

표 44. 미국의 석면 함유 물질 관리

금 지	예 외	관련법규
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분무용</li> <li>- 도포용 석면함유물질</li> </ul>		Clean Air Act, 1973
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단열재</li> </ul>		Clean Air Act, 1975
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장식목적 석면사용 금지</li> </ul>		Clean Air Act, 1978
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석면골판지</li> <li>- 석면회전판</li> <li>- 일반 석면지</li> <li>- 석면공예품지</li> <li>- 두꺼운 석면 마루바닥지</li> <li>- 기타 새로운 용도의 석면 개발품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-석면과 시멘트가 결합되어 만들어진 골판</li> <li>-석면과 시멘트가 결합되어 만들어진 평판</li> <li>-석면직포, 파이프라인 도복장</li> <li>-지붕재 접착펠트</li> <li>-비닐수지와 결합된 바닥용타일</li> <li>-석면과 시멘트가 결합된 지붕재</li> <li>-산업용 석면판, 석면과 시멘트가 결합되어 만들어진 파이프</li> <li>-자동차용 크러치 페이싱</li> <li>-기계 마찰재</li> <li>-자동차용 앞바퀴 디스크 브레이크판 및 라이닝</li> <li>-대형자동차 브레이크용 블록</li> <li>-가스켓류, 지붕재 및 비지붕재 코팅용</li> </ul>	Asbestos Ban and Phase out Rule, 1985
<p>석면을 포함한 제품제조, 가공, 수입, 판매 1993까지 금지</p>		T o x i c Substance Control Act, 1989
<p>건축자재, 구조물, 파이프의 1%이상 석면함유물질의 스프레이 사용금지</p>		Clean Air Act, 1990

## 1) 연방대기법(CAA : Clean Air Act)

- 미국에서는 연방공기정화법에 따라 환경청은 1% 이상의 석면을 함유하는 석면함유물질 규제하고 있음.

## 2) 독성물질관리법(TSCA : Toxic Substances Control Act)

- 로켓 엔진과 배터리 격리판의 일부 사용을 제외하고는 거의 모든 석면 제품의 제조·수입·처리·공급 및 판매를 전면 금지하는 법령을 제정.
  - 석면사용의 금지로 인하여 얻는 이익이 경제계에 미치는 영향에 비하여 크지 못하다고 결론을 내리고 취소. 이에 따라 석면금지 및 단계적 금지규칙이 제정(Asbestos Ban and Phaseout Rule, 40CFR 763 Subpart 1, Sec. 762.160-763.179, 1985)되어 석면이 함유된 제품에 대하여 계속 금지제품 6종(Products still Banned)과 금지되지 않은 제품 16종(Products not Banned)을 구분하여 관리.
- 금지제품으로는
  - 석면골판지
  - 석면회전판
  - 일반 석면지
  - 석면공예품지
  - 두꺼운 석면 마루바닥지
  - 기타 새로운 용도의 석면 개발품 등.
- 금지되지 않은 제품으로는
  - 석면과 시멘트가 결합되어 만들어진 골판 및 평판
  - 석면직포, 파이프라인, 지붕재 접착펠트, 비닐수지와 결합된 바닥 타일
  - 석면과 시멘트가 결합된 지붕재, 산업용 석면판, 석면과 시멘트가 결

합되어 만들어진 파이프

- 자동변속장치 부품, 자동차용 크러치 페이싱, 기계 마찰재, 자동차용 앞바퀴 디스크 브레이크판 및 라이닝, 대형자동차 브레이크용 블록
- 가스켓류, 지붕재 및 비지붕재 코팅용 등.

### 3) EPA 관련법령

#### (1) 석면위험 긴급대응법(AHERA : 1986)

- 학교 건물 내에서의 석면물질의 조사와 제거, 보강공사 등 위험방지조치를 규제하는 규정을 제정.
- 공공 또는 상업용 빌딩에 있어서 석면에 의해 제기되는 건강에 대한 위험 정도를 조사할 의무를 부여(이 규정은 다양한 분야의 전문가들이 참여, 1987년 12월 14일 법적 효력을 가지게 되었고 TSCA 규정 40 CFR 753 subpart E763.80-763.99에 수록됨).

#### (가) 적용대상 및 석면 대책 기간

- 모든 국공립 초등학교와 중고등학교(K-12), 미군 부대의 파견 학교가 적용 대상임(1988년 10월 12일까지 모든 학교는 조사가 완료, 3년에 한번 건축물 석면 함유 여부를 재조사하며, 6개월 마다 건축물 자재 상태를 확인해야 함).



(나) 학교의 책임

- 모든 학교는 AHERA 규정을 따라야 하며, 학교에 예속되어 있는 모든 건축물에 대하여 비산가능성(friable)과 비비산가능성(non-friable) 석면함유 자재(ACBM)를 조사/확인해야함.
  - 이는 지속적인 관찰을 요하며 일정기간마다 재조사를 실시해야 함.
  - 또한 관리 계획을 수립하여 대응조치들을 결정하거나 실행하고 유지 및 보수프로그램들을 개발하거나 실행해야함.
  - 학교 시설에 석면이 사용 되었을 경우에는 석면 함유 여부를 학부모, 교직원 및 외부 관리자 등에게 공지해야함.

(다) 고형 시료

- 학교의 경우 석면 함유의심 물질은 반드시 조사하고 모든 석면 함유 자재는 반드시 검토해야 함.
  - 만약 석면 함유자재로 가정한다면, 석면 조사는 실시하지 않음.
  - 석면분석은 NIST에서 인가한 실험실에서 실시해야 하고, 분석 방법은 편광현미경법을 사용.

(라) 석면함유 건축재 관리

- 석면 대응조치(Response Action)는 표면 고착화(encapsulation), 밀폐(enclosure), 유지 및 관리, 수리(repair), 제거(removal)등을 고려해야 함.

(마) 유지관리 프로그램

- Friable ACBM 또는 추정 ACBM이 포함된 건축물은 O&M 프로그램을 계획 및 실행해야 하며, OSHA Construction Standard와 EPA의 작업자 보호규정을 따라야 함.
- O&M 프로그램은 6개월 마다 조사를 포함하고 있어야 하고, 추가 요구와 석면 섬유상의 방출에 대한 지시는 법규에 별도로 규정.

(바) 관리 계획의 검토 및 제출

- 1988년 10월까지 정부 기관은 학교 관리방안을 준비하여 제출, 계획은 지속적으로 수정.
  - 관리계획은 AHERA에서 요구하는 내용이 포함되어야 하며, 모든 학교는 1989년 7월 9일 관리 계획을 실행(1988년 10월 12일 이후 학교로써 사용되기 전 관리계획은 정부에 제출함).

(사) 기록 보관 및 책임

- 관리계획에 ACBM에 대한 예방적 대응 행위가 설명된 서류가 포함.
- 또한 공기질 측정, 훈련, 조사, 청소, O&M, 섬유상 물질방출 사고, 재조사 등은 관리 계획에 포함.

(아) 경고

- 건축물내 모든 대상은 ACBM 위치에 그림 54의 경고문으로 경고표시를 해야 함.

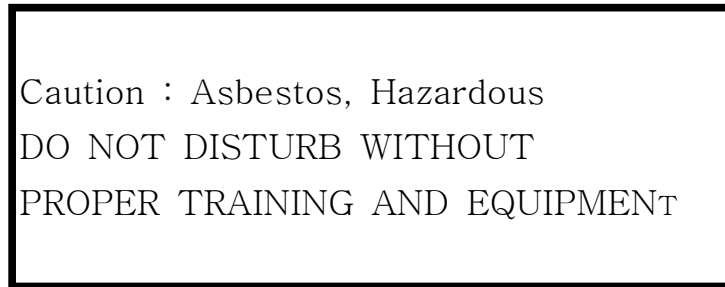


그림 54. 경고문 예시

(차) 예외 규정

- 인증된 조사자가 결정, 이전 조사에서 Friable ACBM으로 판정된 경우, non-friable ACBM으로 판정된 경우(현재 상태는 반드시 조사).
- AHERA 규정에 따라 조사를 실시해 ACBM이 없다고 보고되었거나, ACBM이 제거된 경우.
- 1998년 10월 12일 이후 지어진 학교 이거나 ACBM이 없다고 인정된 학교의 경우에는 예외 규정을 적용하여 조사 하지 않아도 됨.

(카) EPA의 석면 관련 자격 종류

표 45. 석면 관련 자격종류

분 류	정 의	자 격
Worker	건축물에서 비산가능성을 가지고 있는 석면함유물질을 규정에 따라 제거 행위를 하는 자	Certification
Inspector	건물 내에 석면 함유물질이 분포하고 있는 위치 및 상태를 파악하는 자	Certification
Management Planner	석면함유자재에 대한 관리계획을 수립하는 자	Certification
Contractor	석면함유물질을 수리, 해체, 제거업을 하는 자	Certification
Supervisor	Contractor의 해체, 제거 등의 작업을 감독하는 자	Certification
Project Monitor	건축물 소유주를 대표하여 제거업자의 작업을 관찰하고 이를 관련 법규에 따라 진행되는지 평가하는 자	Certification
Project Designer	건축물의 철거 계획을 수립하는 자	Certification
Analyst	석면 관련 시료를 분석하는 자	Certification
Industrial Hygienst	작업환경 측정 및 평가하는 자	Certification
Training Provider	전문 교육을 제공하는 자	Accreditation

(출처 : 한국산업안전공단, 2006)

(2) NESHAP(National Emission Standards for Hazardous Air Pollutant)

- 연방대기법(CAA) 112조항은 EPA로 하여금 공해물질 배출에 대한 기준을 제시할 것을 요구.
  - EPA는 공해물질 목록을 편찬
  - NESHAP 공해물질에 대한 국가기준을 공표
  - 석면에 관한 국가 표준(Asbestos NESHAP)(40CFR61, Subpart M)은 제분, 제조, 제작 등을 다루고 건물철거나 개보수, 폐기물 처리장과 휴면상태의 처리장, 석면 개조 절차를 포함.
  - EPA는 많은 양의 석면섬유가 방출될 경우 심각한 피해를 끼칠 수 있기 때문에 비산과 비비산을 결정.

(가) 비산 석면물질ACM(Friable Asbestos-Containing Materials)

- 비산 석면물질이란, 1%의 석면을 함유한 물질로 PLM 방법에 의해 결정되고, 건조했을 경우 손의 악력만으로 쉽게 부서지고 분쇄되는 물질임.

(나) 비 비산물질ACM(Non-friable ACM)

- 비비산물질이란 1%이상의 석면을 함유한 물질로 PLM 방법에 의해 결정(손의 악력만으로 쉽게 부서지거나 분쇄되지 않는 물질로 정의 됨 Category I과 Category II로 구분하여 관리).

(다) Category I (non-friable ACM)

- Category I의 비비산 ACM은 1%의 석면을 함유하고 PLM 방법에 의해 결정되는 물질로 Packing, Gasket, Resilient floor covering(탄력있는 바닥 마감재), Asphalt roofing product(아스팔트 지붕재)를 포함.

- Category I의 비비산 ACM은 불량한 상태일 경우 반드시 검사되어야 하고 Asbestos NESHAP의 대상여부의 판별을 위하여 철거하기 전 비산 여부 테스트 실시(만약 ACM이 비산된다면 NESHAP에 따라 취급).
- 오직 불량한 상태이거나 비산될 우려가 있는 경우에만 Packing, Gasket, Resilient covering(탄력있는 바닥 마감재) 혹은 Asphalt roofing product(아스팔트 지붕재)를 철거토록 함.
- Asbestos NESHAP에 따라 소각에 의한 철거를 할 경우 모든 시설의 ACM, Category I과 Category II의 비비산 ACM은 RACM으로 고려되어야 하고 소각되기 전 제거되어야 함.
- ACM, Category I과 Category II의 비비산 ACM이 절단, 파쇄, 분쇄, 연마 될 경우 RACM으로 간주하여 다음과 같은 절차를 따라야 함.
  - 절단, 파쇄, 분쇄, 연마작업 중에는 충분히 젖어 있어야 함.
  - 만약 적셔주는 작업이 장비나 시설에 손상을 주거나 안전에 문제를 발생 할 경우 61.145(c)(3)(i)의 요구를 따라야함.
  - 절단, 파쇄, 분쇄, 연마작업으로 생성된 물질들을 석면(취급이나 수집에 관한 조항 Section 61.150의 대상이 되는)과 같이 취급.

① Category II (non-friable ACM)

- Category II에 속하는 비비산 물질은 Category I를 제외한 ACM을 지칭.
  - 1%의 석면을 함유하고,
  - Appendix A, SubpartF, 40 CFR Part763, Section1, PLM의 방법에 의해 결정되는 물질로 건조했을 경우 손의 악력만으로 분쇄하거나 파괴 할 수 없는 물질을 말함.
  - 천둥번개와 같은 악천후나 높은 열, 습기에 오래 노출된 Category II 비비산 ACM은 weathered-비산이 될 수 있게 되는 단계가 됨.

(3) Asbestos School Hazard Abatement Reauthorization Act(ASHARA)  
-(40 CFR 763).

- ASHARA는 석면에 대한 EPA의 Model Accreditation Plan(MAP)을 개정 및 확정된 규정임.
  - 공공시설과 상업시설에서 석면관련 작업을 하는 사람에 대한 인가요구조건 제공과 교육과정에서 보건 및 안전 훈련 실습과정을 포함한 훈련 최소기간을 증가하기 위하여 수정.
  - 이 규정에 따르면 1992년 11월 28일 이후로 공공시설과 상업시설에서 석면 작업을 실시하는 사람은 MAP 규정에 따라 인가를 받아야 하며, 이를 어길 경우 하루 당 \$5,000의 벌금이 부과됨.
  - MAP 규정에 의하여 인가 받고자 하는 사람은 주(State) 규정에 따라 해당 교육과정을 이수해야 함.
  - 수정된 MAP에서는 근로자, 제거업자, 감리사에 대한 교육 및 훈련을 실시하고 있음.

(4) U.S. EPA Worker Protection Rule 40 CFR 763 Subpart G. 1987. 5

- 석면 관련 작업을 하거나 연방 OSHA 규정 또는 주 OSHA 규정에 적용되지 않는 근로자를 보호하기 위하여 EPA에서 OSHA 기준을 확대 적용하였음.
  - 이 규정은 OSHA의 요구조건과 같으며, 건강검진, 공기질 측정, 보고, 보호복, 작업방법 및 기록 보관 등이 포함되어 있음.

#### 4) 산업안전보건청 (OSHA)

##### (1) 29 CFR 1926.1101 - Asbestos Construction Standard

- 29 CFR 1926.1101은 1994년 8월 제정, 1995년, 1996년 1998년, 2005년 개정되었음.
  - 건설 산업기준은 건설 작업과 철거에 관련된 근로자를 보호하기 위한 규정.
  - 석면의 경우 제거, 표면 고착화, 교체, 수리, 유지, 설치, 청소, 운송, 폐기 등에서 근로자를 보호하기 위한 것임.
  - OSHA는 최근 석면 해체·제거 작업을 hazardous type에 대하여 4 단계로 구분하여 관리 기준 방안을 수립하였으며, 근로자 보호 조항은 노출 정도 측정보다 작업 종류에 따른 관리에 관심을 두고 있음.
- 미국은 근로자가 석면함유 물질을 해체 및 제거 시 미국연방법의 산업안전보건청 법률 적용을 받음(각 주마다 연방법에 명시되어 있는 석면함유 물질 해체 및 제거 법령, 해체 제거시의 지침서를 가지고 있음).
  - 미국의 건축 산업과 관련하여 연방법(29 CFR Part 1926.1101)에서 명시한 석면에 관한 작업에서 석면노출을 규제하기 위해 특별 법제화 법령을 요약.
- 노출 정도는 시간가중평균농도(TWA ; 8시간)는 0.1 개/cc이고, Excursion level(30분)은 1 개/cc임. Action level 0.1 개/cc는 삭제.
  - OSHA에서는 작업장의 근로감독관 감독을 강화
  - 근로자는 고용주에 의한 영향 없이 규정 준수 여부에 대하여 OSHA에 이를 보고할 수 있음(11-C protection).
  - 근로자 역시 자신의 안전과 보건을 위하여 법을 준수해야 하며, 사업



주는 규정을 위반한 경우에는 소환을 할 수가 있음.

○ 이 규정에 해당 하는 석면 해체 및 제거 작업은 다음과 같음(이 규정은 석면함유 아스팔트 루프 코팅, 시멘트와 매스틱(mastic)은 제외).

- ① 석면이 존재하는 건축 구조물을 허물거나 회수하는 작업
- ② 석면함유물질을 제거하거나 표면을 고정처리(encapsulating) 하는 작업
- ③ 석면함유 구조물 또는 물질을 건축, 변경, 수리, 보수, 수선하는 작업
- ④ 석면함유물질을 설치하는 작업
- ⑤ 석면유출 및 비상사태 시 청소하는 작업
- ⑥ 건축현장에서 석면 또는 석면함유 생산품들을 운송, 처리, 저장, 포장 및 정리 작업 등

○ 이 규정은 석면 관련 작업을 4등급(Class I, II, III, IV)으로 분류  
(각 등급마다 기술적인 작업 방법을 기술하여 근로자가 석면에 노출되지 않도록 하고 있음)

각 등급에 해당하는 작업은 표 46 참조.

표 46. 석면 관련 작업에 대한 등급 내용

분 류	내 용
Class I	- 1% 이상 석면을 함유한 단열재 및 표면재 제거작업. - 잠재적으로 가장 위해성이 높은 작업. 단열재 : 파이프, 보일러, 탱크, 덕트 또는 그 밖의 구조물 표면재 : 천정이나 벽의 장식용 회반죽(plaster, 플라스터), 텍킹(decking), 벽, 천정의 방음용 물질 그리고 방화 목적으로 건축물 구조물에 뿜질한 물질
Class II	- 단열재 및 표면재를 제외한 1%이상 석면함유물질 제거 작업 석면함유 바닥 및 천정 타일, 칸막이(장벽) 및 트랜사이트판을 제거할 경우
Class III	- 1%이상 석면 함유물질의 수리 및 유지 보수 작업
Class IV	- Class I, II, III 작업으로부터 생겨난 석면함유 폐기물 잔해물 등을 근로자가 처리 및 청결하게 하는 작업 먼지로 오염된 표면을 청소, 오염된 카펫의 진공청소 등이 이 등급에 해당

(출처 : 한국산업안전공단, 2006)

- 각 등급마다 작업 시 근로자들에게 요구되는 사항은 다르며, 작업 등급에 관계없이 사업주는 공기 중 석면 농도를 미국 산업안전보건청에서 허용하는 노출 기준에 따르기 위해 제어 방법 사용을 제시.

첫째. 고효율 필터 먼지 집진 장치(HEPA filter dust collection system)가 장착된 국소 배기장치의 사용.

둘째. 석면먼지가 발생하는 과정을 격리 및 밀폐

셋째. 통제지역은 환기를 하여야 하며 이러한 환기는 오염된 공기가 근로자의 호흡영역으로부터 HEPA 필터가 장착된 포집장치 및 기계 쪽

으로 이동.

넷째. 가능한 석면의 노출 수준을 적게 하기 위해 가능한 모든 공학적 대책 및 작업방법에 따른 대책을 강구해야 함.

○ 통제 지역이라 함은

- Class I, II, III 석면 작업을 하는 지역
- 석면 작업노출기준을 초과될 가능성이 있는 지역
- 작업으로 인해 폐기물 및 잔해물이 있는 지역  
(모든 관리 지역은 경고 표지 및 표시를 실시. 사업주는 해체·제거 사업장에서 노출 수준과 관계없이 근로자의 보호와 비산 방지를 위하여 공학적 대책 및 작업 방법을 수행)

○ 필수 공학적 대책은

- 모든 석면함유 또는 석면함유가 의심되는 잔해물 또는 먼지를 HEPA 필터가 장착된 진공청소기를 이용하여 처리.
- 압축공기가 밀폐된 환기 시스템에서 이용하는 경우를 제외하고 압축 공기를 이용한 석면 또는 석면함유 물질을 이용 폐기하는 것임.

○ 금지 사항은

- 노출수준에 관계없이 환기장치가 부착되지 않은 고속절삭용 디스크 톱을 사용, 고효율 필터에 의해 배출된 공기로 조성된 밀폐 구조.
- 압축공기가 밀폐된 환기 시스템에서 이용하는 경우를 제외하고, 압축 공기를 이용하며 석면 또는 석면함유 물질을 제거해서는 안 됨.
- 석면함유 먼지 및 잔해물을 마른 상태에서 빗자루질 하거나, 삽질 또는 기타 마른 상태에서의 청소 금지.
- 근로자들의 노출을 감소시키기 위한 수단으로 교대작업은 금지.

○ OSHA에서는 Competent Person 활용을 권장하고 있음.

(근로자의 안전과 건강을 보증하기 위해 교육을 받은 사람으로 석면관련 작업 시 석면의 위험성을 인지할 수 있으며, 또한 석면의 위해성을

감소시킬 수 있는 권한을 가진 사람을 의미. EPA asbestos MAP가 인증한 Supervisor 교육을 이수한 자가 Competent Person로 인정받음)

표 47. Supervisor의 작업 분류별 역할 및 자격

분 류	역 할
Class I	- 항상 현장에 있어야 하며, 각 작업교대 마다 조사 및 점검을 하여야 하고 감독자 교육을 받은 사람이 수행
Class II	- 항상 현장에 있어야 하며, 자주 조사 및 점검을 하여야 하고, 감독자 교육을 받은 사람이 수행.
Class III	- 항상 현장에 있어야 하며, 자주 조사 및 점검을 하여야 하고, 석면 작업 및 유지보수(Operating & Maintenance) 교육을 받은 사람이 수행.
Class IV	- Class III작업과 동일.

(출처 : 한국산업안전공단, 2006)

- OSHA에서는 석면 해체·제거 작업시 공기질 측정을 규정.
- 공기질 측정은
  - 지역 공기 측정(Area air monitoring)
  - 초기공기 측정(Initial air monitoring)
  - 주기적 공기측정(Periodic air monitoring)
  - 최종정화공기측정(Final Clean-up monitoring)
  - 초기음성노출평가(Negative Initial Exposure Assessment)로 구분.
- 공기질 측정은 작업 분류에 따라 다르게 적용할 수 있으며, 초기음성노출 평가의 경우는 산업위생전문가가 평가하여야 함.

- Class I과 II의 경우 산업위생전문가의 판단에 따라 초기음성노출평가를 해야 하며, 공기공급식 또는 양압상태의 호흡보호구를 사용하지 않을 경우는 작업환경을 매일 측정해야 하며, 작업 계획과 방법 변경 시 공기중 농도를 측정 실시해야 함.
- Class III과 IV는 I, II와 같이 산업위생 전문가에 의해 초기음성노출평가를 실시, 허용기준초과여부를 주기적으로 측정, 계획과 방법 변경 시 반드시 측정해야 함.
- 표 48은 작업분류에 따라 보호구, 보호복, 보호장비 등의 근로자 보호장구를 구분하고 있음.

표 48. 석면 작업 등급별 보호장비 착용법

등 급	보호장비 착용법
Class I	- 모든 제1급 작업에서는 호흡보호구 착용.
Class II	- 초기음성노출평가를 하지 않았거나 허용노출기준 이상인 경우. - 건식제거인 경우.(단, 지붕은 제외) - 비상 및 응급한 경우
Class III	- 초기음성노출평가를 하지 않았거나 허용노출기준 이상인 경우 - 단열재 및 표면재를 흘트리는 경우 - 건식제거인 경우(단, 지붕은 제외) - 비상 및 응급한 경우
Class IV	- 호흡보호구가 요구되는 통제지역 - 허용노출기준 이상인 경우 - 비상 및 응급한 경우

(출처 : 한국산업안전공단, 2006)

(2) 29 CFR 1915.1001 Asbestos Shipyard Standard

- 이 규정은 1994년 8월에 제정, 1998년에 개정.
  - 이 규정은 1915.1101과 같이 근로자 보호를 목적으로 하나 대상은 선박에서의 석면 작업과 관련된 것임.  
(주 관리 대상은 선박 수리 또는 해체 시 선박에 사용된 석면 자재로부터 근로자를 보호하기 위한 것임).

(3) 29 CFR 1910.1001 General Industry standard

- 이 규정은 1994년에 제정, 1998년 개정.
  - 이 규정은 광산, 공장과 제조업에 해당. 이 규정은 Construction Standard와 유사하나 석면에 대한 Class 분류는 포함하지 않음.

(4) 29 CFR 1910.134 Respiratory Protection Standard.

- 이 호흡보호구 규정은 석면 근로자의 적용뿐만 아니라, 호흡보호구를 사용하는 모든 사람에게 적용.
  - OSHA는 이 규정을 1998년 개정, 호흡보호구 기준을 강화.

### 3.1.2 일본

- 일본의 석면관련법 규제는 석면함유제품 제조 공장 등에서 일하는 노동자의 건강피해를 예방하기 위하여 1960년에 제정된 “진폐법”으로 시작.
- 1971년에 “특정 화학물질 등 장해예방규칙”이 제정됨으로써 석면에 의한 노출현황이 크게 변화.
- 석면의 발암성 대책으로 1975년 “특정화학물질 등 장해 예방규칙”이 개정. 추가적으로 건축물의 해체 등에 따른 노동자의 석면 노출 방지 조치를 강화하기 위하여 석면 예방규칙이 2005년에 제정.
- 2005년 6월 석면 원료나 건축자재를 제조하는 구보타 공장의 사원과 가족의 사망 사건 등이 보도, 공장주변의 주민이나 종업원의 가족에게 중피종이 발병하거나 사망.
- 또한 문방구내에 사용된 뿔칠석면으로 인하여 문방구 주인이 사망한 사건 등이 보도되면서 석면 문제가 사회 문제화로 크게 대두됨.
- 석면제품이 사용된 건축물의 해체 등이 증가할 것으로 예상됨에 따라, 건축물의 해체작업에 있어서 석면건강장해 예방대책에 만전을 기하기 위해 새로운 ‘석면장해예방규칙’을 제정.

표 49. 일본의 석면 함유물질 관리개요

금 지	예 외	관련법규
- 청석면, 갈석면 (금지대상물질 10종)		노동안전위생법 시행령, 1995
- 2008년까지 모든 석면의 사용 금지 계 획 공포		후생 노동성, 2005
- 2006년9월1일 모든 석면 사용 금지	0.1% 미만 함유	후생 노동성, 2006
금지대상물질 10종 : 석면시멘트, 압출성형 시멘트판, 주택개량용 스투트, 섬유강화 시멘트판, 요업계사이징, 클러치-페이싱, 클러치 라이닝, 브레이크 패드, 브레이크 라이닝, 접착제 등		

1) 노동안전위생법 · 동시행령 · 노동안전위생규칙(후생노동성)

- 노동안전위생법(이상 “안위법”)은, 노동자의 안전과 건강을 확보함과 함께 쾌적한 작업환경조성을 촉진하는 것을 목적으로 함.  
(특히, 석면에 관계되는 사항에는 제조 등의 금지, 명칭 등의 표시, 건강 관리수첩 등이 포함 되어있음)



표 50. 노동안전위생법 개요

노동안전위생법	동시행령	동규칙
- 제조 등의 금지(제55조)	- 제조가 금지되어 있는 유해물 등(제16조)제 1항	
- 명칭 등의 표시(제57조)(명칭, 성분 및 함유량, 인체에 미치는 작용, 저장, 취급상의 주의 등)	- 명칭 등을 표시해야 하는 유해물(제 18조) 2호의 2석면(갈석면과 청석면은 제외) - 29호 함유하는 제재와 그 외의 것으로 후생노동성령으로 정한 것.	- 명칭 등을 표시해야 하는 유해물(제30조) 별표 제22호의 2 중량 1%를 초과하여 석면을 함유하는 제재와 그 외의 것. * 참고(제31조~34조의 2)
- 문서의 교부 등(제57조의 2)(제 57조의 내용, 물리적 및 화학적 성질, 응급조치 등)	- 명칭 등을 통지해야 하는 유해물(제 18조의 2) 별표9 40호 석면(차석면, 청석면은 제외)	- 명칭 등을 통지해야 하는 유해물(제34조 2의 2) 1중량%를 초과하여 석면을 함유하는 제재와 그 외의 것. * 참고(제34조 2의3~제34조 2의 6)
- 건강관리수첩(제 67조)	- 건강관리수첩을 교부하는 업무(제23조) 3호 분진 작업에 관련한 업무 - 11호 중량 1%를 초과하여 석면을 함유하는 제재를 제조하거나 또는 취급하는 업무	- 건강관리수첩(제53조 제 60조) * 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(제 11호)
- 계획의 제출 등(제88조)		- 계획을 제출해야 하는 기계 등 (제88조, 제90조) [분사석면의 제거작업에 관한 계획 제출]

○ 노동안전위생법에 의한 적용 제외에 대하여 : 「명칭표시 등(제57조)」에 관련한 사항

- 석면의 함유량이 중량 1% 이하의 경우에는 안위칙 별표 제2의 2에 의하여 표시할 필요가 없음.
- 석면최종제품으로 절단·연마 등을 요하지 않는 것은 제57조의 적용을 받지 않음(1975년 기발 제 110호).
- 일반소비자의 생활용으로 이용되는 것은 표시의무에서 제외됨(안위법 제 57조 제 1항의 단서조항).

## 2) 석면장해예방규칙(후생노동성) 2005년 7월 1일 개정시행

○ 일본 후생노동성의 석면장해예방규칙(석면 규칙)은 1971년 특정화학물질 등 장해예방 규칙을 제정.

- 이 규정에는 석면 제품 제조 작업이 적용.
- 1975년 석면 5%(중량) 초과 제품의 제조·취급 작업이 규제 대상.
- 1995년 석면의 규제를 1%(중량)초과 함유 제품으로 강화.
- 특히 2005년 석면 장해 예방규칙에서는 제조·취급 작업보다 해체 작업이 많은 것을 고려, 석면 해체 작업에 대한 독립적 규칙을 제정.
- 2006년에 석면이 0.1%(중량)를 초과하는 제품에 대하여 규제(석면사용 금지에 따른 조치).
- 석면규칙 상에는 해체 등 작업을 구분하지 않지만 해체 시의 석면 분진의 공기중 노출 정도를 감안하여 그룹으로 구분하여 작업관리.
- 그리고 석면에 의한 노동자의 폐암, 중피종 등의 건강장해를 예방하기 위해 작업방법의 개선, 관계시설의 개선 등의 필요한 조치를 강구하여 석면에 의한 노출정도를 최소화 하도록 하였음.

○ 아래 규칙들은 석면장해예방규칙 중 건축물과 관련된 조항들임.

(1) 석면 사용 상황의 통지(8조)

- 건축물의 해체·개수 작업 발주자(건축물의 소유주 및 관리자 등)는 해당 작업자에게 해당 건축물에서의 석면사용 상황 등(설계도 등)을 통지해야 함.

(2) 건축물 해체 공사 등의 조건(9조)

- 건축물 해체·개수 작업을 의뢰 받은 사업자는 계약조건에 따라 필요한 조치를 충분히 취해야 함.
- 건축물 해체 등의 작업 주문자는 건축물 해체방법 또는 비용에 대하여 노동안전위생법과 법에 입각한 명령의 준수를 방해 받을 수 있는 조건을 붙이지 않도록 배려해야 함.

(3) 석면이 뿜칠된 건축물의 조치(10조)

- 사업자는 작업자가 작업하는 건축물의 벽, 기둥, 천장 등에 뿜칠되어 있는 석면 등이 손상되어 분진이 발생되거나, 비산된 분진을 덮어씌우려가 있을 경우는 석면의 제거, 보양 등의 조치를 취해야 함.

(4) 해체·개수 작업을 행하는 사업자에 관련된 조치

- 석면 사용의 사전조사(3조)
- 작업계획의 작성(4조)
- 해체 등의 작업의 신고(5조)
- 특별교육의 실시(27조)
- 석면 작업 주임자의 선임(19조, 20조)
- 격리·출입 금지 조치(6,7조)
- 해체된 전자재의 습윤화(13조)
- 보호구의 착용(14조)
- 보호구의 관리(46조) 등

주된 규정사항에 대한 노동안전위생법과의 관계는 표 51과 같다.

표 51. 노동안전위생법·석면장해예방규칙의 관계

안 위 법	석 면 칩	
- 작업책임자(제14조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작업책임자의 선임(제19조)</li> <li>· 작업책임자의 직무(제20조)</li> </ul>	
- 사업자가 강구해야 할 조치 등(제22조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사전조사(제3조)</li> <li>· 작업계획(제4조)</li> <li>· 분사된 석면 등의 제거에 관한 조치(제6조)</li> <li>· 석면 등이 사용된 보온재 등의 제거에 관한 조치(제7조)</li> <li>· 석면 등이 분사된 건축물 등의 업무에 관한 조치(제10조)</li> <li>· 분사의 금지(제11조)</li> <li>· 작업에 관한 설비 등(제12조)</li> <li>· 석면 등의 절단 등의 작업에 관한 조치(제13조, 제14조)</li> <li>· 출입금지 조치(제15조)</li> <li>· 국소배기장치 등의 요건, 이동 (제16조, 제17조)</li> <li>· 제진(除塵:먼지제거)(제18조)</li> <li>· 정기자진검사를 해야 하는 기계 등의 점검, 보수 (제24조~26조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 휴게설의 설치 (제28조)</li> <li>· 마루(제29조)</li> <li>· 청소의 실시(제30조)</li> <li>· 세탁설비의 설치 (제31조)</li> <li>· 용기 등(제32조)</li> <li>· 흡연, 식음 금지의 표시(제33조)</li> <li>· 작업장 게시 (제34 조)</li> <li>· 작업의 기록(제35조)</li> <li>· 호흡용보호구 (제44조~46조)</li> </ul>
- 정기자진검사(제45조)	- 정기자진검사를 해야 하는 기계 등(제21조~23조)	
- 안전위생교육(제59조)	- 특별 교육(제29조)	
- 작업환경측정(제65조)	- 작업환경측정, 평가 등(제36조~39조)	
- 건강진단(제66조)	- 건강진단의 실시, 기록, 보고 등(제40조~42조)	
- 보고 등(제 100조)	- 보고서의 제출(제5조)	

4) 작업환경측정법·동시행령·동시행규칙(후생노동성)

- 실내 작업장의 작업환경 측정에 관한 작업환경측정사의 자격 및 작업환경측정기관 등에 대하여 필요한 사항을 정하고 있음.

- 작업환경측정기준 제 10조(특정화학물질 등의 측정)

- 작업환경평가기준 : 관리농도 석면 0.15 개/cc(Chrysotile)

5) 진폐법·동시행규칙(후생노동성)

- 진폐법이 적용되는 석면작업장(진폐법 시행규칙 별표 제 24호)은 석면을 섞거나 합제, 방직, 방직, 분사, 신품, 내리고, 쌓고, 잇고, 절단, 연마, 손질, 포장하는 장소에서의 작업임.

표 52. 진폐법·동시행규칙의 개요

진 폐 법	동 시 행 규 칙
- 정의(제2조)	· 분진작업(제2조) · 별표(제24호)
- 진폐건강진단(제3조)	· 폐에 관한 임상검사(제4조) · 폐기능검사(제5조) · 결핵정밀검사(제6조) · 결핵 이외의 합병용에 관한 검사(제7조)
- x선 사진의 상 및 진폐 관리구분(제4조)	
- 진폐건강진단의 실시(제7조~11조)	· 건강진단의 면제(제9조) · 일부제외(제10조) · 정기 외 건강진단(제11조) · 이직시 건강진단(제12조)
- 진폐 관리구분의 결정(제12조~20조)	· 진폐 관리구분의 결정통지 등(제16조~19조)
- 건강관리를 위한 조치(제20의 2~23조)	· 작업의 전환(제26조~27조) · 전환수당의 면제(제29조)

6) 대기오염방지법·동시행령·동시행규칙의 개요(환경성)

- 1989년 12월 대기오염 방지법·동시행규칙을 개정함으로써 특정분진으로 석면이 규정되어, 석면 제품 제조/공장의 규제가 시행되었음.
- 1997년 1월에 대기 오염방지법·동시행규칙을 개정하여, 특정 건축재료(뿔질 석면)를 사용하는 특정 요건을 만족하는 건축물 해체·개조·보수하는 작업이 [특정 분진 배출 작업]으로 규정됨.

- 2006년 3월 대기오염방지법 시행령·동 시행규칙의 일부를 개정하여 규모의 철폐, 특정 건축 재료를 추가. 2006년 10월 대기오염 방지법, 시행령·동 시행규칙을 일부 개정하여 건축물 이외의 공작물이 규제 대상임.

표 53. 대기오염 방지법·동시행령·동시행규칙의 개요

대기오염 방지법	동시행령	동시행규칙
- 저의 「특정분진」 (제2조 제5항)	- 「특정분진」 석면특정분진배출작업	
- 특정건축재료 (제2조 제 8항)	- 「특정건축재료」 분사석면 (제3조의 3)	
- 특정분진배출작업 (제2조 제8항)	- 「특정분진배출작업」 특정내화건축 등에서, 일정요건의 분사석면을 해체, 개선, 보수하는 작업 (제3조의 4)	
- 특정분진발생시설 설치공장의 부지경계기준 (제18조의 5)		- 부지경계기준 10 f/L (제16조의 2)
- 특정분진발생시설의 설치 등의 제출 (제18조의 6)	- 특정분진발생시설 (제3조의 2)	- 특정분진발생시설 등의 제출 (제10조의 2)
- 특정분진배출 등 작업기준 (제18조의 14)		- 작업기준(제6조의 4) * 격리, 부압, HEPA집진, 배기장치, 습윤 등
- 특정분진배출 등 작업시설의 제출(제18조의 15) 작업14일 전까지 제출		- 특정분진배출 등 작업실시의 제출 (제10조의 4)
- 특정공사에 대한 주문자의 배려 (제18조의 19)		



8) 폐기물 처리 및 청소에 관한 법률·동시행령·동시행규칙(환경성)

- 폐기물처리법은 산업폐기물을 일반 산업폐기물과 특별관리 산업폐기물로 구분하여 명시하고 있음.
- 특별관리 산업폐기물에 해당하는 석면 함유 폐기물은 건축물에서 제거된 뿔칠석면, 석면함유 보온재 등의 폐기물을 말함.
- 이를 “폐석면 등”으로 폐기물처리법·시행령·시행규칙에서 정하고 처리 기준을 일반산업폐기물에 비하여 엄격하게 설정.
- 또한 “폐석면 등 처리메뉴얼”에서는 석면 함유 단열재, 내화피복제도 뿔칠석면 등과 동일하게 “폐석면 등”으로써 처리하도록 되어 있음.

\* “폐석면 등” 이라 함은

- I) 석면 건재 제거사업으로 건축물에서 제거된 뿔칠석면과 사용된 도구 등
- II) 대방법에서 정해진 특정분진 발생시설이 설치되어 있는 사업장의 분진시설에 포집된 석면과 사용한 도구 등의 폐기물

9) 건축기준법(국토교통성)

- 건축기준법의 개정(2006년 10월 이전)으로 비산이 우려되는 석면함유 건재의 사용을 금지하기 위하여 뿔칠석면 및 석면·함유 뿔칠암면에 대해서는 대규모 증·개축 시에 제거, 봉입 혹은 주변막 설치를 의무화함.
- 석면섬유의 비산우려가 있는 경우, 비산방지에 대한 권고·명령, 보고 청취·출입검사, 정기 보고제도에 의한 열람 등을 실시하도록 규제함.

10) 일본의 석면관련 자격제도

표 54. 일본의 인력관리 제도

분 류	정 의	자 격
근로자	- 건축물 또는 시설에서 비산가능성을 가지고 있는 ACBM 물질을 규정에 따라 제거 행위를 하는 자.	-
석면 진단사	- 건축물에서 석면 함유물질이 분포하고 있는 위치, 석면 종류, 손상여부 등을 파악하는 자.	Certification
분석사	- 건축물의 벌크 시료에 대한 PLM 분석하는 자.	Certification
작업주임자	- 제거업체에 소속되어 해체·제거 작업을 관리 하는 자.	Certification
교육제공자	- 석면 진단사와, 작업주임자, 분석사에게 석면과 역할에 대한 전문 교육을 제공하는 자.	Accreditation
Labor Inspector	- 근로감독관	

### 3.1.3 유럽

#### 1) 영국

##### (1) Health & Safety Executive(HSE)

###### ○ 영국의 석면 금지화 배경은

- 1968년 중피종에 의한 사망자가 153명이 발생.
- 1970년대는 연간 200명을 초과하는 등 석면에 의한 건강 장애가 증가.
- 이에 따라 석면에 의한 건강장애 방지하기 위하여 1976년 HSE의 상부기관인 HSC는 특별위원회(Slimpson 위원회)를 설치.
- 특별위원회는 1979년에 청석면, 뿔칠한 단열재 사용금지, 석면제거업자에 대한 인가제도 적용 등의 석면의 직업적 노출기준으로 1980년까지 백석면은 1 개/cm<sup>3</sup>, 갈석면은 0.5 개/cm<sup>3</sup>으로 규정하고 권고함.

표 55. 영국의 석면 함유물질 관리개요

금 지	예 외	관련법규
- 청석면, 갈석면 및 강기석면이 포함된 제품의 수입, 공급 및 사용금지		-Asbestos(Prohibitions)(Amendment)Regulations, 1985
- 백석면이 포함된 제품의 수입, 공급 및 사용금지		-Asbestos(Prohibitions)(Amendment)Regulations, 1992
- 각섬석계 석면(갈석면, 청석면등)의 수입, 공급, 사용금지	- 1986.1.1 이전 사용된 청석면과 갈석면이 포함된 제품 - 1993.1.1 이전 사용된 청석면과 갈석면을 제외한 기타 각섬석계석면이 포함된 제품	-Asbestos(Prohibitions)(Amendment)(Regulations, 2003
- 백석면 함유 생산품 사용금지	- 1993.1.1 이전에 사용된 제품 - 제품의 폐기와 관련된 활동	-Asbestos(Prohibitions)(Amendment)Regulations, 2003

(가) The Health and Safety at Work Act 1974 (HASW)

- 1974년 HASW는 모든 고용주에게 모든 근로자의 작업에서 보건, 안전, 복지를 가능한 수단을 이용하여 보장하는 것을 의무로 함.
- 고용주에게 5개 명확한 의무를 부과.
  - 작업의 장치와 설비의 유지와 제공
  - 물질 또는 제품의 수송, 저장, 취급 등에서 안전 이용 보장
  - 요구되는 지침, 훈련, 정보 등의 제공
  - 안전한 작업 공간 제공 보장
  - 근로자의 복지를 위한 충분한 시설 제공

(나) The Management of Health and Safety at Work Regulations 1992

- 작업장에서의 위해성 평가가 요구되며, 건축물의 모든 석면물질 역시 근로자의 안전 및 보건을 위하여 건축물의 석면 해체·제거 작업 전 위해성 평가를 실시해야 함.

(다) The Construction (Design and Management) Regulations 1994

- 의뢰인과 업자들에게 근로자의 보호를 위한 “Health and Safety Plan”을 요구하여야 함.
  - HSE에서는 석면 조사 및 분석을 수행하는 기관 및 개인에 대하여 인가와 수수료 제도를 운영.
  - HSE는 HSG 248에서 조사 범위 Type 1, 2, 3에 따라 조사 분석이 인증된 기관에서 시행하도록 강력히 요구.
  - 개인 수수료 제도로는 Asbestos Building Inspectors Certification Scheme(ABICS)와 National Individual Asbestos Certification Scheme(NIACS)이 있음.
  - 기관 인가는 ISO 17020과 17025 획득에 따라 조사기관과 분석기관 인가 제도를 운영.

(라) Control of Asbestos at Work Regulations 2002 (CAWR)

- CAWR는 고용주가 “Duty holder”는 규정4에 의하여 비거주자 건축물 내 존재하고 있는 석면 종류에 대하여 확인을 해야 하고, 실질적으로 노출을 최소화하기 위하여 노출 및 작업 단계를 평가해야함.
  - 평가는 규칙적으로 검토되어야 하며, 작업에 대한 중요한 변화가 있을

- 경우 수정되어야 함.
- 건축물과 구조물 등에서 석면 함유물질을 제거하기 전에 반드시 작업 계획이 수립되어야 함.
  - 작업이 끝날 때까지 계획을 지켜야 함.
  - 작업계획에서는 작업위치, 작업 현실, 작업기간, 작업방법, 보호장비, 비오염지역 장비 등에 대한 자료가 포함되어야 함.
  - 의뢰인은 HASW 하에 작업계획을 충분히 따르고 있다는 것과 현장 조건에서 직원과 일반인 보호에 계획이 적합하다는 것에 대하여 책임을 져야 함.
  - 그러나 석면 제거에 대한 실질적인 책임은 제거업자에게 부과.
  - Action level을 초과할 것으로 판단되면 작업 개시 28일전에 관계기관에 고지, 노출 대상 근로자에게 이러한 정보를 공지하여야 하며, 지침과 훈련을 제공해야 함.
- 제거업자에 의한 해체·제거가 진행될 때 호흡보호구 사용보다 관리대책(control measure)에 의해 최소 Level로 예방 또는 감소시켜야 함.
  - 관련 규정에 따라 호흡보호구의 경우 근로자에게 제공되어야 하며, 보호복을 착용 후 석면 폐기물로 처리. 관리대책의 경우 공인자격자(Competent person)에게 주기적으로 교정·유지 보수해야 함.
  - 또한 제거업자는 해체·제거 현장에서 석면 분진의 비산을 방지. 작업장소는 항상 청결하게 유지하고 지정구역과 호흡보호구 구역은 엄격하게 접근 통제. 이 구역 안에서는 음식물 섭취와 흡연이 금지.
  - 노출 근로자에 대한 작업장 공기질과 비산에 대한 측정은 매일 실시하며, 사업주의 경우 근로자에 대한 건강검진 기록을 40년간 보존.
  - 또한 작업장에서는 석면에 노출되는 근로자를 위하여 샤워 및 탈의 시설을 갖추고 있어야 하며, 개인의류와 호흡보호구 등을 보관할 수 있는

탈의실을 제공해야 함.

- Asbestos(licensing) regulations 1983은 석면 제거와 같은 가장 위험한 작업을 관리하기 위한 것으로, asbestos insulation, insulation coating, asbestos insulation board를 사용한 작업장에서 석면을 제거하기 위한 사람은 HSE로부터 허가를 획득해야 함.
  - 허가가 필요 없는 경우는 총 2시간 이하 작업이거나, 연속 7일 동안 1시간 이하로 노출되는 작업장에서는 허가가 필요 없음.
  - 또한 고용자 소유 관할구역 내에서 고용 근로자에 의한 작업의 경우도 허가가 필요 없음.
- 모든 석면 관련 작업은 CAWR 2002의 규정과 ACoP규정에 따라야 함.
  - ACoP는 평가, 대책, 개인 보고, 청소, 측정, 정보, 지침, 훈련 건강 기록, 건강 검진 등에 대한 자세한 내용을 지원.
- ACoP에서 가장 중요한 부분은 밀폐공간 안에서 분진 농도를 감소하기 위한 최선의 방법으로 “controlled-wetting” 방식의 적용과 노출 정도를 파악하기 위하여 작업 기간 동안 제거 근로자에 대한 노출 평가를 실시해야 함.
  - 밀폐공간에서 압력의 차이의 측정은 공기 배출 설비와 containment structure의 효과에 대한 평가의 유용성을 제시하며, 진공 청소설비는 6개월 마다 교정하도록 하고 있음. 시료 채취 실험실의 경우는 National Accreditation of Measurement and Sampling(NAMS)에서 인가하고 있음.

(마) 개인 자격제도 (Personnel Certification Scheme)

- 영국에서는 개인 자격제도를 운영(대표적인 제도는 ABICS와 NIACS). ABICS는 British Occupational Hygiene Society의 기관인 Faculty of Occupational Hygiene(FOH)에서 운영하는 제도.
  - 이 제도는 ISO 17024에 따라 계획되었고 UKAS로부터 인증 받은 계획이지만 BOHS로부터 독립적으로 운영.
  - 수료자는 건축물에서 석면 함유물질 파악, 상태 평가에 요구되는 자격과 지식을 보유한 것을 증명(ABICS 수료증 취득 과정은 지식, 능력, 경험 등에 관하여 인터뷰를 실시. 취득 후 3년 동안 조사 행위에 대하여 평가됨).
  
- NIACS는 관련 전문기관에 의해 공동으로 운영되는 제도.
  - 참여기관은 Asbestos Removal Institute of Chartered Surveyors(RICS)에 의해 설립되어진 계획으로, 최근 Construction Industry Training Board(CITB)에서 참여, ISO 17024에 의해 수립, UKAS에서 인증된 제도임.
  - NIACS Inspector 자격을 획득 조건은 Royal Society for the Promotion of Health(RSPH)에서 실시하는 Level 3(Certificated in Asbestos Inspection Procedures)의 과정이수 및 평가를 통과해야 함.
  - CITB에서 자격에 대한 평가 후 NIACS에서 등록하여 수료증 획득.



(바) 조사 및 분석 기관 인가

- ISO 또는 EN 기준에 만족하여 인증을 획득하는 경우 UKAS에서 조사 기관과 분석실로 인증하고 있음.
- 조사기관에 대한 인증 기준은 ISO17020(General criteria for the operation of various types of bodies performing inspection)과 EN 45004(General criteria for the operation of bodies performing inspection)임.
- ISO 17020은 European Committee for Standardization(CEN)과 European Committee for Electrochemical Standardization(CNELEC)의 EN 45004를 채택하며, 특정 조사 대상에 대한 조사기관의 자격을 국제 기준으로 인증하기 위한 제도임.
- UKAS는 EN 45004를 이용하여 석면조사기관으로 인증 받기 위하여 지침서 RG 8 : Accreditation of Bodies Surveying for Asbestos in Premises를 작성(이 지침에 EN 45004의 규정을 적용).
- EN 45004는 기관 인가로 개인은 적용되지 않음. 이 규정에서는 조사기관을 Type 1, 2, 3으로 구분.
- 조사 행위에 대한 기술적 책임자는 표 56에 대한 자격을 보유하고 있어야 함. 조사계획, 자원, 기술, 정도관리, 보고 부분에 대한 경험을 보유하고 있어야 하며, ACM의 상태를 파악할 수 있어야 함.

표 56. 영국의 인력관리제도

분 류		정 의	자 격
Worker		- 건축물에서 비산가능성을 가지고 있는 ACBM 물질을 규정에 따라 제거 행위를 하는 자.	-
Inspector	Type 1	- 석면 함유물질 분포를 추측조사 및 파악 하는 자	개인 Certification 기관 Accreditation
	Type 2	- 석면 함유물질의 시료채취, 확인, 평가하는 자	
	Type 3	- Type1과 2를 할 수 있는 자	
Contractor	Contractor	- 건축물에서 석면 함유 물질을 수리, 해체·제거를 상업적 목적으로 하고자 하는 자	License
	Supervisor	- Contractor의 해체·제거에 대한 작업을 감독하는 자	
	Scaffold	- 석면 해체·제거 시 필요한 설비를 설치하는 자 (ex : Enclose, scaffold)	
Analyst		- 작업환경 측정 및 완료(Clearance) 평가 자	개인 Certification 기관 Certification
Training Provider		- 위의 Inspector, Contractor, Analyst에게 석면과 역할에 대한 전문 교육을 제공하는 기관	Certification Accreditation

- 조사 기관의 설비, 장비, 조사 방법, 과정, 채취 시료의 관리, 보고서 등은 MDHS 100규정을 따르고 조사 기록은 6 년간 보관해야 함.
- 석면 전문 분석기관 인가는 ISO/IEC 17025를 획득해야 함.  
(이를 위하여 UKAS에서는 Lab 30: Application of ISO/IEC 17025 for Asbestos Sampling and Testing 지침서를 작성)
  - UKAS는 분석기관에 대한 시료채취와 분석분야로 구분

- 시료채취 분야는 공기시료와 벌크시료, 분석분야는 위상차현미경과 편광현미경 분석.
- 분석기관은 시료 채취와 분석 결과에 대한 책임자가 1인 이상 근무.
- 전문 교육은 BOHS에서 제공하는 P401-P405 과정을 이수한 사람.
- S301과정을 이수한 자로써 해당 분야에 경험이 충분한 자이어야 함. 현재 유럽연합(EU) 석면 관련 Directive는 공기 중 시료의 Fiber Counting Method를 수정중이며, 확정 전까지 MDHS 39/4에 따라 분석을 실시하고 있음.

#### (사) Asbestos Licensing Regulations 1983(ASLIC)

- Asbestos Licensing Regulations 1983은 석면 제거 작업을 하는 모든 회사에 대하여 허가의 획득을 강제화.
  - HSE에서 허가에 대한 전권을 위임 받은 Asbestos Licensing Unit(ALU)는 Asbestos Licensing Notification System(ANS)에 의해 작업 14일 전 해당관청에 작업 계획을 수립하여 신고하도록 함.
  - 작업계획에는 노출 대상 근로자의 교육, 누출 방지 대책 등 석면 노출 피해를 최소화하기 위한 내용을 포함.

#### (2) 석면(금지)법 (The Asbestos Prohibitions Regulation)

- 영국은 1985년 석면금지법에 따라 1986년 1월부터 청석면 및 갈석면, 함유 제품의 공급, 사용, 수입을 전면적으로 금지.
  - 한편, 업계에서는 1972년 이전에 청석면의 수입을 이미 중지하고, 1980년대 전반에 갈석면의 수입도 중지.
  - 1992년 석면금지법에 따라 청석면, 갈석면, 악티노라이트, 안소필라이트, 트레모라이트의 수입·공급·사용이 금지. 또한 5개 석면 및 백석

면을 함유한 제품의 사용을 금지하였지만 유예기간을 부과.

- 이법은 2003년 개정되어 2003년 8월 15일 법 효력을 시행하기 시작  
- 다음과 같은 내용을 포함하고 있음.

- 각섬석계 석면(갈석면, 청석면, 악티노라이트, 안소필라이트, 트레몰라이트)의 수입 및 공급 금지
- 각섬석계 석면 및 각섬석계 석면함유물질의 생산품의 사용금지

※예외

- 1986년 1월 1일 이전에 사용된 청석면과 갈석면이 포함된 제품
- 1993년 1월 1일 이전에 사용된 청석면과 갈석면을 제외한 기타 각섬석계 석면이 포함된 제품
- 석면(각섬석계 및 백석면 포함)의 스프레이(뿜칠) 금지
- 백석면 함유 생산품의 금지

※예외

- 1993년 1월 1일 이전에 사용된 제품
- 제품의 폐기와 관련된 활동

## 2) 핀란드

- 핀란드에서는 1977년 석면 작업과 석면 취급에 대한 규정 제정. 이 규정에서는 청석면 사용을 금지하기 위해 처음 제정하였음.  
(허용농도는 2 개/cm<sup>3</sup>임).

### (1) National Board of Occupational Safety and Health

- 1979년 제정된 National Board of Occupational Safety and Health는 석면함유물질, 석면 단열재 철거, 브레이크 등에 대하여 규정.

- 철거업체는 건축물의 석면 함유여부를 증명할 책임이 있고, 노출 농도는 0.5 개/cm<sup>3</sup>임.
- National Board of Occupational Safety and Health는 1990년 석면 철거 작업 시 작업방법과 격리, 환기, 보호구 등에 대하여 규정하여 석면을 안전하게 취급할 수 있도록 하였음.
- 1995년 핀란드는 유럽연합(EU)가입으로 Directive on the asbestos 재가 규정에 따라 일부 법을 개정.
  - 건축업자는 석면에 대한 분석과 확인에 대한 책임
  - 건축물 관련 모든 프로젝트는 석면 함유물질에 대한 책임 (위해성 평가와 작업환경측정 등을 실시하여, 이때 노출 농도는 0.3 개/cm<sup>3</sup>임)
- 2006년에는 허용 최고 농도는 0.1 개/cm<sup>3</sup>이고, 청정 지역에서의 농도 제한은 aggressive 조건에서 0.01 개/cm<sup>3</sup> 이하.
  - 또한 건축물 개보수에 대한 석면 위해성과 예방을 강조,
  - 건축업자는 석면을 제거하기 위하여 제거업자를 고용해야 하며 독립성을 보장하는 Supervisor를 두어야 함.
  - 또한 근로자에 대한 훈련, 건강 검진, 보호구 석면 해체·제거에 대한 자격을 증명. 제거업자는 작업 7일 전에 반드시 신고.
  - 작업장에서 환기나 보호벽을 철거하는 경우 시각적 평가와 공기측정 (0.01 개/cm<sup>3</sup>) 평가를 수행.
  - 핀란드의 경우 석면 함유물질을 해체·제거 한 후 3개월 주기마다 허용농도를 재측정 실시(허용농도는 0.1 개/cm<sup>3</sup>).

### 3) 유럽연합(EU)

(1) The protection of workers from the risks related to exposure to asbestos at work

- 유럽연합(EU) 의회는 2003년에 2003/18/EC 의회 지령을 발표.  
(83/47/EEC를 개정한 것으로 석면 작업에 노출될 가능성이 있는 근로자를 보호하기 위한 것임.)
  - 이 규정에는 고용주는 석면 제거 계획을 하기 전에 반드시 기록을 제시해야 하고, 해체·제거 시 노출 가능성이 있는 사람들에게 반드시 공지. 근로자를 보호하기 위하여 보호규정은 반드시 따라야 함.
  - 석면 해체·제거 전 사업주의 신고 내용은 다음과 같음.  
작업위치, 석면 종류 및 양, 제거 방법과 과정, 근로자 수, 시작 및 작업 기간 등의 내용이 포함.
  - Article 6은 근로자에 대한 석면 노출을 방지하기 위하여 석면 분진 발생을 최소화에 대하여 언급하고 있음.
  - Article 7은 석면 해체·제거 시 석면 노출을 평가하기 위한 작업환경 측정에 대하여 언급하고 있는데, 측정 전 근로자와 인터뷰를 실시해야 하며, 시료 채취는 반드시 자격을 갖춘 자가 하도록 되었으며, 분석은 PCM으로 하며 Fiber counting은 WHO(1997)규정에 따라 계수.
  - Article 8에서 고용주는 작업장 근로자가 0.1 개/cm<sup>3</sup>(TWA)미만으로 노출되도록 유지해야함.
  - Article 10에서는 농도를 넘은 경우 이에 대한 원인을 밝혀야 하며, 조치를 취해야 하고, 만약 조치를 강구 할 수 없는 경우 확실한 밀폐

와 적합한 개인용 보호구를 지급토록 함.

- Article 10a에서는 건축물 사전 조사를 진행시에 건축물 소유주에게 충분한 정보 제공 필요성을 강조하고 있음.
- Article 11에서는 고용주는 작업장 근로자에게 작업 상황에 따른 보호구의 지급을 설명하고 있음.
- Article 12에서는 석면 해체·제거 사업자의 경우 작업을 할 수 있는 능력을 증명해야 하며, 이에 대한 세부 규정은 유럽연합(EU) 회원국법에 따라 정해짐.
- Article 15에서는 근로자의 건강 보호를 위해 건강검진에 대하여 언급하고 있으며, 이에 대한 세부 규정은 역시 각 국의 규정에 따름.

## 3.2 석면 피해자 구제제도

### 3.2.1 직업성 질환

- 우리나라의 석면으로 인한 업무상 질병은 2003년 7월 산업재해보상보험법에 의거 ‘석면에 노출되는 업무에 종사한 경력이 있는 근로자에게 다음 각목의 1에 해당되는 증상 또는 소견이 나타나는 경우에는 이를 업무상질병으로 본다’고 명시.

가. 석면폐증

나. 원발성 폐암 또는 악성중피종 중 다음의 1에 해당되는 경우

- (1) 석면폐증과 동반한 경우
- (2) 늑막비후·초자성비후·판상석회화·담액중·석면소체 또는 석면섬유를 동반하거나 발견되는 경우
- (3) (1) 또는 (2)의 소견은 없지만 석면에 10년 이상 노출된 경우. 다만, 노출기간이 10년 미만인 경우에도 흡연력·석면노출력·노출 후 발병까지의 기간 등을 참작하여 석면으로 인한 질병으로 인정되는 경우를 포함.

- 일본인 경우 구제법이 실시되기 전까지는 한국과 유사하게 석면에 의한 산재 신청율은 매우 낮음.
  - 악성중피종인 경우 전체 발생자의 10% 미만만 산재신청.
  - 그러나 신청자의 94%는 인정을 받고 있음.
  - 구제법이 발표된 이후 악성중피종인 경우 79%가 구제.(2006년 4월 1일부터 2007년 3월 말까지 노재보험급부 신청건수는 1,708건, 인정건수는 2,195건)



- 유럽의 각국은 석면에 의한 직업병 인정기준을 마련.
  - 악성중피종인 경우 석면 관련성이 높아 제한은 없으나, 흉막질환이나 폐암인 경우 각 나라마다 다소 상이한 차이가 있음.
  - 벨기에 및 덴마크는 흉막반을 인정하고 있으나 기준이 매우 까다로워 연간 혜택 받은 경우는 10명 전후임.  
(흉막반의 발생율이 폐암과 비교하여 10배 이상인 점을 고려한다면 매우 적은 수치임)

표 57. 유럽 각국의 석면질환 산재인정 기준

국가	악성중피종		폐암		석면폐		흉막질환	
	노출 기간	잠복기	노출 기간	잠복기	노출 기간	잠복기	노출 기간	잠복기
프랑스	최소	40년	10년	40년	2년	35년	직력	40년
독일	최소	10년	25f/yr	10년	수년	10년	최소	-
벨기에	최소	-	25f/yr	10년	25년	10년	최소	-
스웨덴	최소	15년	15년 또는 10f/yr	15년	장기간	10년	최소	10년
스위스	최소	-	25f/yr	-	장기간	-	최소	-
덴마크	최소	-	25f/yr	-	25f/yr	-	적정	-
오스트리아	수주	-	25f/yr	-	장기간	10년	불인정	-
이탈리아	최소	-	-	-	장기간	-	적정	-
핀란드	-	10년	25f/yr	10년	1년:뿔칠 10년:건설	-	수개월	-

### 3.2.2 환경성 질환

#### 1) 환경성 노출과 질병발생과의 관련성

- 환경성노출은 크게 2가지로 분류.

첫째, 실내와 가정에서의 노출

둘째, 노출원 인근의 거주자

- 가정에서 석면노출은 석면이 포함된 절연체 등의 손상이나 자연탈락 및 석면취급 근로자들에서 물어오는 석면이 주 노출원임.
  - 후자인 경우 석면광산에서 비산되거나, 자동차 브레이크 라이닝, 건물의 자연탈락이 외부에 노출되어 이웃에 노출되는 실외 공기오염원을 말함.
- 환경성노출 평가는 농도가 낮고 노출 횟수나 기간을 평가하기 어려우며, 석면의 종류도 밝히기가 어려워, 결론적으로 매우 어렵다고 할 수 있음.
  - Eterline은 미국에서 발생하는 모든 악성중피종의 2/3는 비직업성에 기인한다고 보고(Eterline, 1983). 이러한 비직업성에는 석면노출원의 실내나 이웃에서 발생(Gardner and Saracci 1989; Hansen et al. 1998; Hillerdal 1999; Magnani et al. 2000, 2001).
  - 또한 자연적으로 발생하거나 유사석면에 의하여서도 발생할 수 있음 (Baris et al. 1987; Luce et al. 2000; Mirabelli and Cadum 2002; Pan et al. 2005; Paoletti et al. 2000; Sakellariou et al. 1996).
  - Bourdes 등의 메타분석 연구에 의하면 악성중피종의 비교위험도가 실내 가정에서는 평균 8.1(4.0~23.7), 이웃주민들에서는 평균 7.0(5.1~9.3)으로 보고. 백석면 노출 및 청석면 노출은 각각 비교위험도가 실내 가정에서 4.0 및 21, 이웃주민에서는 백석면 및 청석면 노출이 각각 1.5 및 8.7로

보고(Bourdes et al. 2000).

- 몇몇 연구에서는 실제 석면공장이나 광산에 의한 환경영향이 있음을 보고하였는데, Newhouse는 석면공장의 800 m 이내 거주하는 주민들인 경우 악성중피종의 발생위험이 높다고 보고됨(Newhouse and Thompson, 1993).
- 석면노출과 악성중피종의 정량적인 관계는 호주 Wittenoom지역의 청석면 광산과 인근 주민들의 3,000건의 악성중피종 발생과의 관계를 연구한 논문에서 밝혀졌는데 10 km 이격된 거리마다 6.3 % 정도의 악성중피종이 감소한다고 보고됨(Pan et al. 2005).

## 2) 환경성 노출의 보상제도

- 국가차원의 석면피해보상 제도를 실시하고 있는 국가는 일본, 프랑스, 네덜란드 및 벨기에 등.
  - 이러한 석면구제법의 운영은 일본과 같이 환경성 질환에 국한되어 보상하는 경우임.
  - 유럽에서와 같이 환경성 및 직업성 모두를 보상하는 형태로 운영.
- 일본은 유럽의 구제법과 달리 보상규모가 산재보상보다 적어서 근로자는 기존의 일본의 노재법(산재법)에 따라 보상을 받을 수 있음.
  - 간접피해자들은 2006년 2월 10일 제정된 석면에 의한 건강피해의 구제 관한 법률 및 시행령에 의거, 2004년 4월 1일 설립된 환경재생보건기구(석면관련 업무는 2006년부터)에 의하여 구제받고 있음.



그림 55. 일본의 석면구제 절차 요약

- 프랑스의 근로자인 경우 1998년 이전에는 지금의 우리나라와 같은 산재 보상을 실시하였으며, 2002년 2월 28일 이전인 경우 조기퇴직 석면근로자기금(FCAATA)에 신청. 2002년 2월 28일 이후에는 직업성 및 비직업성 석면피해까지도 직접 석면피해자 보상기금이 보상업무를 맡고 있음.
  - 석면피해자 보상기금(FIVA)의 75%는 산재기금에서, 25%는 주로부터 기금을 마련.
  - 석면피해자 보상기금의 보상규모는 질병의 종류 및 피해자의 연령에 따라 다양한 기준을 적용.

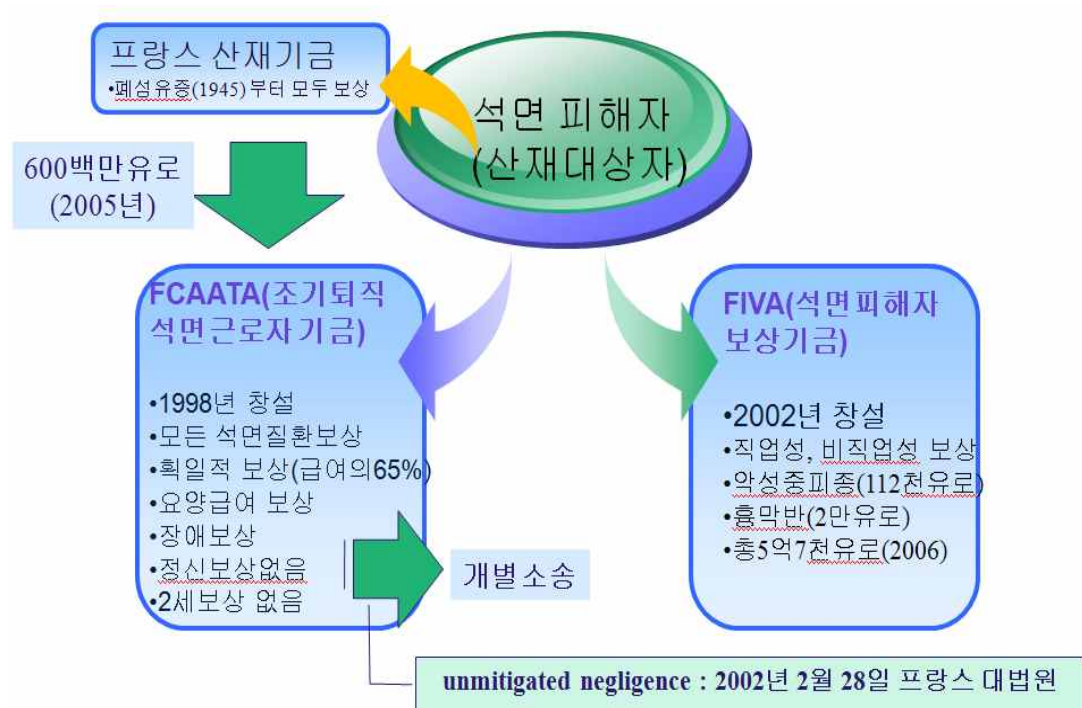


그림 56. 프랑스 석면구제제도의 주요 내용

- 네덜란드는 퇴직 후 30년이 지나지 않은 근로자는 2000년 1월 26일 부터 ISA(네덜란드 석면피해연구소)를 통하여 악성종피종에 한하여 완전 보상 중재를 받을 수 있음.
- IAS에 해당되지 않는 근로자(2000년) 및 배우자(2003년 7월 1일)들도 GAI(국립석면협회)의 TAS(직업성 악성종피종 피해구제제도)를 통하여 보상받을 수 있음.

- 환경노출이나 간접노출인 경우 2007년 12월 1일부터 TNS(비직업성 악성중피종 구제제도)를 통하여 부분보상 받을 수 있음.

- ISA는

첫째, 자문(Advice)기능으로 석면에 의한 악성중피종 환자에게 사회보장보험(the Social Insurance Administration : SVB)에서 1인당 17,050유로(2008년 기준), 16,655유로(2007년 기준)를 지급하라는 의견을 권고하며, SVB의 보상 유/무를 ISA가 조언.

둘째, Mediate 기능으로 악성중피종 근로자 및 아내에게 사업주 또는 사업장이 가입한 보험회사와 사이에 보상중계역할을 하며 책임이 있다고 판단되면 사업주나 보험회사는 2008년 기준 표준보상금액 55,163유로(54,133유로, 2007년)를 지급해야함(이를 손상보상이라고 함). ISA의 역할이 아주 제한적이기는 하지만 연간 300건의 악성중피종에 대한 피해보상은 매우 효율적으로 진행하고 있음.

- 벨기에는 2007년 4월 1일 산재기금 내에 보상절차의 간소화 및 대상자의 확대를 위하여 벨기에 석면보상기금(AFA)을 마련.

- 직업성 근로자는 FOD를 통하여 산재신청을 할 수 있으며, 이 과정에서 불승인된 근로자와 간접 피해자들은 벨기에 산재기금(AFA)에 보상신청을 할 수 있음.
- 2001년 1월 1일 이후 직업성 FOD 신청자는 자동적으로 AFA심의를 하도록 하였으며, 과거 FOD 기각자들이나 2001년 1월 1일 이후 피해자들은 AFA에 신청할 수 있음.
- AFA의 창설로 복잡한 석면 보상절차를 간소화하고 폭넓은 보상이 가능(그러나 민사소송을 통하여 보상하는 금액보다 훨씬 적은 보상이 이루어져 일부 근로자들에서는 받아들여지지 않는 사례가 발생).
- 벨기에 석면구제법인 석면기금의 특징은 산재기금 내에 설치(보상절

차의 간소화, 보상질병은 석면폐증, 악성중피종).

- 흉막질환인 경우 보상질병이긴 하나, 병소부위가 양측으로 매우 심한 경우에만 인정함으로 매우 제한적임.

○ 이들 4개국의 구제법을 비교

- 대상 질병, 구제 대상자, 구제기금의 조성규모 및 보상규모 등에서 네덜란드는 악성중피종만을 보상하는 기본형임.
- 일본은 특별법을 마련하여 악성중피종은 물론 폐암까지 보상하는 중간형으로 분류됨.
- 프랑스인 경우 완전보상을 목적으로 석면과 관련된 모든 질병에 대하여 간접피해까지 보상해주는 고급형으로 분류됨.
- 2007년 4월 석면피해구제 제도를 도입한 벨기에는 프랑스와 네덜란드의 혼합형임.

○ 구제보상제도의 기금은

- 유럽 3개국인 경우 산재기금을 바탕으로 재원을 조달하고 있음.
- 일본인 경우 전체 산재가입 대상 사업주로부터 각출하여 기금을 조성

표 58. 3개 국가의 석면보상제도 비교

구분	중간형(일본)	고급형(프랑스)	기본형(네덜란드)	혼합형(벨기에)
-구제법 (관리기관)	-석면에 의한 건강피해규제에 관한 법률; 2006	-사회보장기금법 의 고시: FIVA; 2003	-사회복지 및 고용부의 고시: IAS, GIA; 2000	-산업재해보상 기금내 AFA (석면기금); 2007
-대상 질병	-악성중피종, 폐암	-석면질환 모두	-악성중피종	-악성중피종 -석면폐증 -광범위 양측 흉막반
-대상자	-생존자, 사망자	-생존자, 사망자	-생존자	생존자, 사망자
-보상 심의	- 법률에 따라 보상	-기금운영위원회 , 평가표	-중재역할	-AFA의 평가표
-기금 조성	-사업주+지방단 체(11%), 국가 388엔(최초)	-산재기금지원금 +주지원금(13%)	-사회보장은행 (약50%) -사업주(보험)	-산재기금에서 전액
-보상 산정	-정액제 (위로성, 노재비대상자)	-금전+비금전손 실 (충분한 보상추구)	-단순 정액제 (부분 또는 완전보상 이원화)	-생존자: 연금형태 -사망자: 일시금(유족)
-악성 중피종	-100만원/월 (사망:3천만원)	-1억 7천만원	-완전보상 :8천6백만원 (부분: 2천6백만원)	-악성중피종: 230만원/매월



### 3.2.3 석면피해신고 센터

#### 1) 배경 및 필요성

- 충남 홍성·보령 등 석면광산 주변 피해의심자 발생을 계기로 지역주민들의 석면질환 여부에 대한 불안감 확산  
⇒ 지역주민, 자치단체 등은 ‘석면피해신고센터’를 설치하여 피해신고 접수 및 건강검진을 조속히 실시할 것을 촉구
- 피해 의심자에 대한 건강검진 등 주민 서비스 제공을 위한 거점으로써 「석면피해신고센터」 지정·운영이 필요  
⇒ 홍성·보령 등 석면광산피해 의심지역소재 의료기관을 대상으로 지정하고 향후 건강영향조사결과에 따라 타 지역 추가지정 검토

#### 2) 주요 기능

- 석면피해 신고접수·상담, 문진 및 건강검진 등 검진서비스 제공
- 석면질환자에 대한 거주력, 직업력 등 피해원인 추적관리
- 환경성질환자 구제 및 지원대책 마련을 위한 기초자료 확보

#### 3) 신고센터 지정현황

- 환경부 소속 7개 유역(지방)환경청을 ‘석면 피해 신고센터’로 지정
- 충청남도 홍성·보령지역에 위치한 홍성의료원 및 보령아산병원 등 2곳을 지정하고 있음.

구 분	검진장비			검진인력		비고
	X-Ray	C/T	실사결과	전문의	실사결과	
홍성의료원	6대	1대	우수	5명	양호	홍성주민 접근성 양호
보령아산병원	3대	1대	우수	5명	양호	진폐환자 진료기관

- ㉠ 석면피해신고 접수 및 석면노출여부 상담
- ㉡ 문진표 작성 및 건강검진 등 서비스 제공
- ㉢ 석면질환자의 거주력, 직업력 등 노출력 및 피해원인 추적관리
- ㉣ 향후 환경성질환자 구제 및 지원대책 마련

#### 4) 신고센터 운영계획

##### (1) 검진 대상

- 홍성·보령지역 등 석면광산 인근주민(1Km 이내)을 대상으로 하되, 이주 주민은 현황파악 후 추후 검진대상으로 검토
  - 홍성군, 보령시 등 지자체는 광산인근 1Km이내 주민현황을 파악, 검진 대상자 명단을 작성하고 석면피해신고센터에 통보
  - ※ 10년 이상 장기거주 후 이주한 주민은 현황파악 후 검진대상에 포함 되도록 예산당국 등과 협의할 계획

##### (2) 검진 절차

- 석면피해신고센터에서 건강검진을 실시하되, 광산근로자는 근로복지공단 산재절차를 안내
  - 주 민 : 피해신고 → 검진(신고센터) → 결과통보
  - 근로자 : 피해신고 → 검진(산재의료기관) → 산재신청(근로복지공단)
- ※ 다만, 근로자의 경우라도 본인이 원할 경우 피해신고센터에서 검진 가능

##### (3) 검진 범위

- 건강검진 항목 : 문진표 작성, 진찰, 흉부방사선촬영, CT촬영

- 1차검진 및 2차진단으로 구분 실시
  - (1차검진) 문진표 작성, 진찰 및 흉부방사선 촬영
  - (2차진단) 1차검진 자료를 통한 판독결과, 석면질환 의심자에 한하여 CT 촬영 후 석면질환여부 진단
- 예방의·산업의 등이 참여하는 판정심의회를 구성
  - 문진표 및 정밀검진(CT) 결과를 기초로 석면질환여부 판정

#### (4) 검진비 지원

- 국비, 지방비 매칭으로 검진비용 지원방안 검토
  - '09년도 예비비 소요분 신청 및 협의 중

#### 5) 향후 계획

##### (1) 석면피해신고센터(2곳) 지정 통보('09.1월 기통보)

- 홍성의료원 및 보령 아산병원

##### (2) 석면피해신고센터 운영지침 마련('09. 2월중)

- 문진, 주민접촉방안 및 검진방법의 표준화
- 석면피해 판정심의회 구성
  - 예방의학·산업의학 및 영상의학 전문의 등 10명 내외 인력 Pool 형성

- 건강피해 의심자 DB구축 등 관리방안

##### (3) 피해신고접수, 상담 및 건강검진 실시 : '09. 2월부터

### 3.3 석면의 해제·제거 및 관리기술

#### 3.3.1 유지관리 프로그램(O&M Program) 운영

- 공공건물 근무 직원 및 이용시민의 석면함유물질 노출을 방지하기 위해서 미국 EPA “Managing Asbestos in Place(Green Book)”과 “Guidance for Controlling Asbestos Containing Materials in Buildings(Purple Book)”에 근거한 유지관리 프로그램을 소개.

##### 1) 석면 관리팀 구성 및 석면 관리자 선정

- 석면 관리팀은 운영진의 지원 및 효과적인 석면 관리를 위하여 부사장 또는 시설 본부장을 위원장으로 하고 각 해당 부서 및 노동조합의 인원으로 구성, 외부 전문가에 의한 자문위원을 구성함.
- 석면 관리팀은 공공건물 내의 석면함유물질에 대한 지속적이며 적절한 관리에 대한 의무 및 책임을 가지며 석면 관리 프로그램의 기능이 올바르게 수행되는지에 대한 책임이 필요.
- 석면 관리팀은 매분기에 1회 정기적으로 모임을 갖고 석면 유지관리 프로그램의 적절성 및 석면 관련 현안에 대하여 논의.  
(가칭 “공공건물 석면 시민 감시 위원회”의 회의 일정과 연계하여 모임을 갖는 것을 추천함)
- 석면 관리팀의 운영 및 석면 관리 프로그램의 효과적인 운영을 위하여 석면 프로그램 관리자 및 해당 지원 인력을 지정.
  - 지원 인력에는 보고서 관리 및 기록보존 등을 담당하는 행정 인력
  - 확인된 석면으로 부터 탈락된 석면 부스러기에 대한 적절한 청소 및

석면함유물질의 보수 작업을 수행할 수 있는 공공건물 석면 대응팀으로 구성될 수 있음.

## 2) 교육

### (1) 석면 조사자 교육

- 공공건물 석면에 대한 주기적인 재점검 및 기타 공공건물에서의 석면 조사를 수행하고자 하는 석면 관리팀원, 석면 프로그램 관리자, 석면 프로그램 관리자 지원 인력 등은 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 조사자 교육을 이수하여야 함.
  - 미국 환경보호청의 경우에는 교육기간 3일의 최초 교육과 매년 4시간의 보수교육을 요구
- 석면조사자 자격을 획득한 인원은 공공건물에서 확인된 석면함유물질에 대한 주기적인 점검, 석면 조사 수행, 벌크 시료 채취, 석면함유물질의 상태 및 비산 가능성에 대한 평가 작업을 수행할 수 있으며, 필요 시 조사 보고서를 작성할 수 있음.

### (2) 석면 관리 계획자 교육

- 공공건물 석면 관리 계획을 운영하고 보완하며 타 공공건물에 대한 관리방안을 수립하고자하는 석면 관리팀원, 석면 프로그램 관리자, 석면 프로그램 관리자 지원 인력 등은 석면 전문 교육기관에서 제공하는 석면 관리 계획자 교육을 이수해야 함
  - 미국 환경보호청의 경우에는 석면조사자 교육을 이수한 인원내 한하여 2일 과정의 최초교육과 매년 4시간의 보수교육을 요구

- 석면 관리 계획자 자격을 획득한 인원은 석면 조사 보고서를 토대로, 확인된 석면함유물질의 유해도 등급을 선정한 후 적절한 대응방안 및 석면관리 프로그램을 작성할 수 있음.

### (3) 석면 해체·제거 감독자 교육

- 전문 석면 해체·제거 업체의 현장 작업을 평가하고 감독하고자 하는 석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력과 공공건물 내부 현장 작업팀의 팀장 업무를 수행하고자 하는 인원은 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 해체·제거 감독자 교육을 수료해야 함.
  - 미국 환경보호청의 경우 5일 과정의 최초 교육과 매년 8시간의 보수 교육을 요구하고 있음.

### (4) 석면 유지/보수 작업자 교육 또는 석면 해체·제거 작업자 교육

- 공공건물에서 확인된 석면함유물질에서 탈락된 물질의 청소 및 석면함유물질의 보수 또는 소규모 제거 작업을 수행하고자 하는 공공건물 내부 대응팀원은 전문 석면 교육기관에서 제공하는 석면 유지/보수 작업자 교육 또는 석면 해체·제거 작업자 교육을 수료해야 함.
  - 미국 직업 안전 위생 관리국에서는 석면 유지/보수 작업 업무를 수행하고자 하는 인원에 대해서는 2일 과정의 석면 유지/보수 작업자 교육을 요구하고 있음.
  - 미국 환경보호청에서는 석면 해체·제거 작업을 수행하고자 하는 인원에 대해서는 4일 과정의 초기교육과 매년 8시간의 보수교육을 요구.

### (5) 석면 인식 교육

- 공공건물 근무 직원, 공공건물 시설물 유지 보수와 관련된 직원, 청소 용역 업무 등을 수행하고 있는 업체 직원에 대하여 2시간으로 구성된 석면 인식 교육을 수행해야 함.
  - 석면 인식교육은 석면에 대한 배경 정보, 건강영향, 작업자 보호 프로그램, 건물 내 석면의 위치, 석면 물질에 대한 인식 방법, 석면 의심 물질이 비산될 경우 적절한 조치에 대한 교육 내용이 포함되어야 함.
  - 공공건물 신입 직원의 경우에는 신입직원 교육 또는 오리엔테이션 기간에 석면에 대한 인식 교육을 실시하는 것도 좋은 방법임.

### 3) 개·보수 계획 및 용역 준비 과정에 석면 확인 절차 추가

- 석면 관리팀은 공공건물과 관련된 모든 개·보수 및 용역 계약의 작업에 서 확인된 석면함유물질을 교란시킬 수 있는지에 대한 검토 작업을 수행할 수 있는 기준화된 결재 시스템 또는 부서간 협력 절차를 수립.
- 작업 범위를 명시한 개보수 계획서 또는 용역 시방서는 석면함유물질의 교란 여부를 점검하기 위하여 석면 프로그램 관리자에 의해서 검토되어야 하며 모든 작업은 석면 프로그램 관리자의 승인 없이는 진행되지 않도록 하여야 함.
- 석면 프로그램 관리자는 제안된 작업 구역 안에 위치한 석면함유물질이 개보수 등의 활동으로 인하여 교란이 되는지의 여부를 결정하고 필요 시 내부 대응팀 또는 전문 석면제거업체를 선정하여 적절히 제거.

#### 4) 주기적인 재조사

- 석면 조사자 교육을 수료한 석면 프로그램 관리자 또는 지원 인력은 공공건물 내에서 확인된 석면함유물질에 대하여 매 6개월 마다 주기적으로 물질의 상태를 평가해야 함.

#### 5) 기록 보존

- 공공건물 석면 관리 프로그램의 적절한 운영을 위하여 근로자 및 시설 이용 시민의 석면 노출 최소화를 위한 모든 행동에 대하여 문서관리 시스템에 의해 해당 기록이 보존되어야 함.
  - 공공건물 석면 조사 결과 보고서
  - 주기적인 재조사 결과
  - 내부 대응팀에 의한 청소 및 보수 작업 보고서
  - 전문 석면 제거 업체에 의한 석면 제거 작업 보고서
  - 근로자 교육 실적
  - 작업자 노출 모니터링 결과 등은 문서관리 시스템에 의해 관리 및 보존(보관할 문서의 항목, 보관 기간 등의 요구사항에 대한 지침이 세워지기 전까지 모든 관련 기록을 보관).



### 3.2.2 석면제거공법

- 본편에서는 일본의 석면제거 공법을 구체적으로 제시하고자 있지만 미국, 유럽 등 선진 외국에서 사용하는 석면제거 공법과 차이가 없음.

#### 1) 적용범위

기존 건축물에 시공된 석면함유 분사재(방음, 흡음, 방노, 내화 등을 목적으로 한 물건)를 석면분진의 비산방지를 충분히 고려하거나 혹은 관련 법령 등에 준거하여 안전하게 제거하는 공법을 말함.

기본방침은 다음과 같음.

- 가) 건축물 사용자의 건강에 대한 안전성을 확보.
- 나) 공법의 요구기능·성능을 만족.
- 다) 처리작업자를 작업 중 발생하는 석면분진의 노출에서 보호하여 2차 재해발생을 방지.
- 라) 석면분진에 의한 주변 환경오염을 방지.

#### (1) 적용제외 범위

다음과 같은 공사조건인 경우는 본 공법의 적용범위에서 제외. 단 충분한 대응책이 강구된 경우에는 적용 가능.

##### 가) 통전중인 고전압구역

고전압구역이라도 통전을 중지할 경우 혹은 통전되어 있는 경우라도 전문 업자에 의한 대전양생이 가능하여 작업의 안전이 확인되면 제거 공사를 실시할 수 있음.

##### 나) 제거 불가능한 부위가 있는 경우

기기·설비·배관·덕트류가 고정되어 있어 이동이 불가능하므로 부

분적으로 제거작업이 불가능한 부위가 있는 경우.

다) 해체공사·개수공사 등에 있어 석면함유 분사재와 외장재를 동시에 철거해야 하는 경우로 건축물의 구조상 격리양생이 불가능한 경우.

라) 옥외기기·설비의 경우.

옥외에 설치된 기기·설비에 석면함유 분사재 등이 시공되어 있어 구조상, 격리양생이 불가능한 경우.

- 특수조건하에서의 시공은 고객, 관련 전문 업자 등과 충분히 협의. 그 상황별로 별도로 시공사양을 정하여 기본방침에 따르며 특별히 건축물 사용자의 안전 확보와 주변 환경의 오염방지에 최선을 다해야 함.

## 2) 시공 체제 등

### (1) 시공자의 자격 및 조건

자격조건		요건
작업관리자	자격	① 특정 화학물질 등 작업 주임자
	조건	② 건설성 강습회 수강자 ③ 건재방 강습회 수강자 ④ 진폐 건강진단, 석면에 관한 특수건강진단에 소견이 없는 자 ⑤ 석면에 관한 지식·경험을 가진 자
작업자	조건	① 진폐 건강진단, 석면에 관한 특수건강진단에 소견이 없는 자 ② 석면에 관한 안전위생교육을 받은 자 ③ 관리수첩을 가진 자

## 3) 시공순서 및 내용

### (1) 시공조사

- 제거공사를 함에 있어 설계도서 등에 나타난 사항에 따라 현장을 확인하고 시공계획서를 작성하기 위한 여러 조건의 정보를 입수함.
- 설계도서 등과 실제로 다른 점이 있는 경우로 제거공사를 할 수 없는 경우에는 관계자와 협의하여 계획 혹은 공사내용의 변경을 검토.
- 또한 공사를 시행하는 대상 부위에 인접한 구역 등이 존재하는 경우에는 공기가 흐를 수 있는 관통부 등에 대해서도 확인해야함.

- 기타 ① 석면함유 분사재의 사용되는 소기성능·목적 및 제거후의 대응.  
 ② 석면함유 분사재 하지(바탕재)의 종류.  
 ③ 기기류·배관류·덕트등의 장애물 및 조명기구·화재경보기·연  
 탐 등  
 ④ 가설발판 · 양생 등에 관한 조건

- ⑤ 격리양생의 적절한 실시 여부
  - ⑥ 작업 스페이스 및 안전통로 등의 확보.
  - ⑦ 공사용 전력 · 용수 등의 확보.
  - ⑧ 기타 공사상 필요한 사항의 일반.
- 등에 대하여 확인한다.

(2) 제거공사계획

- 제거공사계획서 작성에 있어서 관계도서 및 시공조사내용을 파악하여 공사에 필요한 사항을 포함하여 안전성을 반영.

공사계획서에는 다음과 같은 내용을 포함.

가) 공사 개요

- 공사명칭, 공사장소의 범위, 공사기간, 공사내용, 현장주변안내도 등

나) 공사시공관리에 걸리는 조직도 등

- 작업관리자의 요건 · 역할, 작업자의 요건, 작업자명부, 건강진단결과의 사본, 자격증명서 사본, 건강진단서 사본, 긴급시의 연락표 등

다) 작업공정표

라) 제거작업요강

- 사용할 처리제 등의 명칭, 시큐어리티 존 및 부압제진장치 등의 배치 및 격리양생 등

마) 석면분진 농도측정계획

- 측정개소, 측정조건, 측정기관의 자격증 사본 등

바) 특별관리 산업폐기물처리계획

- 특별관리 산업 폐기물처리 계약서 사본, 특별관리 산업폐기물수집 운반업 및 최종 처리업자의 허가증 사본, 특별관리 산업폐기물 관리책임자 신청서 등

### (3) 사전준비

#### 가) 필요기기·자재 등의 준비·조달

제거공사계획에 따라 제거공사에 필요한 기기·자재 등을 준비·조달.

##### ① 위생설비 등

- i. 청정구역·에어 또는 워터 샤워 구역·격리구역(보호의상 등의 착탈 구역·준 오염구역)
- ii. 격리용 커텐(두께 0.15 mm이상의 플라스틱시트를 겹쳐 사용)
- iii. 세정설비(에어샤워, 고성능진공청소기 등)
- iv. 기 타

##### ② 보호의상·보호도구 등

- i. 보호복(1회용 전체덮개식), 신발커버 혹은 고무장화, 고무장갑
- ii. 호흡용 보호도구(제거작업용은 전동팬이 부착된 분진용 호흡보호도구 혹은 송기마스크, 양생작업용은 교체식 방진 마스크)
- iii. 통근의상 보관 로커, 호흡용 보호도구 보관상자 등
- iv. 두께 0.15 mm이상의 비닐봉투(보호의상 등의 폐기용)
- v. 기타

##### ③ 양생관계

- i. 플라스틱 시트(바닥용은 두께 0.15 mm이상 두 겹, 벽용은 두께 0.08 mm이상 한 겹)
- ii. 접착 테이프, 스프레이식 접착제 등
- iii. 발판

##### ④ 제거작업관계

- i. 분진비산억제제 및 분진비산방지제
- ii. 에어레스 스프레이 장치
- iii. 고성능진공청소기

- iv. 부압 · 제진장치
- v. 발판
- vi. 채플렛봉, 특수 스크래퍼, 주걱 혹은 기타 제거장치
- vii. 와이어 브러시, 디스크컵 브러시 등

⑤ 폐 석면 등 산업폐기처리 관계

- i. 강도 있는 불침투성 두 겹 봉투 혹은 밀폐용기
- ii. 취급주의사항이 기재된 「폐 석면 등」 표시레벨
- iii. 현장일시보관용 자재(주의사항표시판을 포함한다.)
- iv. 시멘트를 고화하는 경우에는 시멘트 등의 고화재 및 폐 석면을 고형화하기 위한 장치 등

\* 사용하는 HEPA필터는 기준입자 직경 0.3  $\mu\text{m}$ , 입자 포집율 99.97%이상의 것으로 함.

⑥ 기 타

- i. 조명기구
- ii. 표시 · 게시판(「관계자 이외 출입금지」 · 「석면제거 중」 · 「석면취급 주의사항」 · 「깍연 · 음식물금지」 · 「특화물 작업주임자 명」)
- iii. 스모크 테스터
- iv. 검압계 등

나) 기기 자재 등의 반입

제거공사에 필요한 기기 · 자재 등을 공사를 실시하는 현장에 반입.

다) 필요에 따라 비품류와 개설 설비 등을 이동 하거나 혹은 공조 설비, 화재경보 등이 작동되지 않도록 처치.

라) 사전 청소

고성능진공청소기 등을 사용하여 작업장 내 바닥 등을 청소.

#### (4) 제거장소의 양생작업

- 제거장소의 양생작업은 처음에는 바닥 양생을 다음에는 벽면 양생, 마지막으로 그 이외의 양생을 실시.
- 각각의 양생작업에 앞서 양생을 실시하는 장소의 청소를 고성능진공청소기 이용.
- 또한 제거장소에 있는 불필요한 것(책상 기타 집기비품, 조명기구 등)은 사전에 의뢰자에게 의뢰하여 양생작업에 들어가기 전에 반출.

##### 가) 바닥의 양생작업

- 바닥은 작업자가 걸거나 작업하게 되므로 바닥에 깔린 플라스틱 시트가 부서지지 않도록 플라스틱 시트를 이중으로 깔거나 이음새가 겹쳐지지 않도록 함.

##### 나) 벽면의 양생작업

- 벽면은 작업 중 접하는 일이 거의 없어 부서질 염려도 없으므로 플라스틱 시트 1장으로 충분하지만 붙인 플라스틱 시트가 벗겨지거나 떨어지지 않도록 접착 테잎 등으로 확실히 붙임.

##### 다) 그 이외의 양생작업

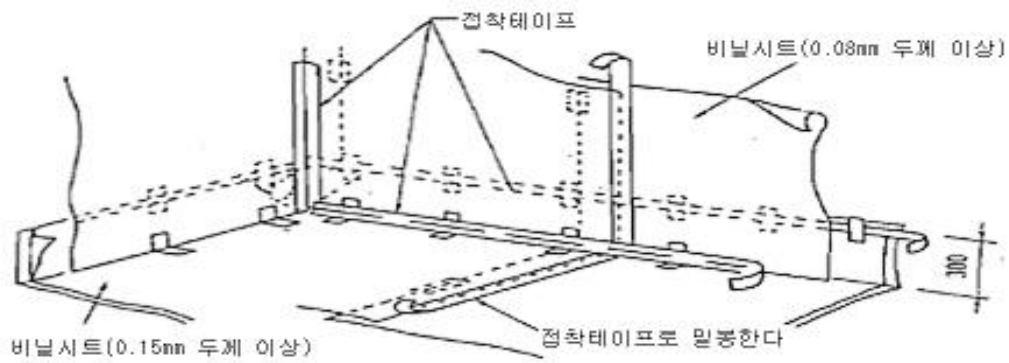
- 플라스틱 시트는 1장으로 충분하지만 붙인 플라스틱 시트가 벗겨지거나 떨어지지 않도록 접착 테잎 등으로 확실히 붙임.
- 또한 양생작업에서 석면함유 분사재에 접촉하여 흡입성 석면섬유가 비산될 가능성이 있으므로 다음 위생사항에 유의.

- ① 양생작업종사자는 방호 마스크를 착용.
- ② 가능하면 보호의상을 착용.
- ③ 양생에 따라 낙하된 석면함유 분사재는 고성능 진공청소기로 청소.

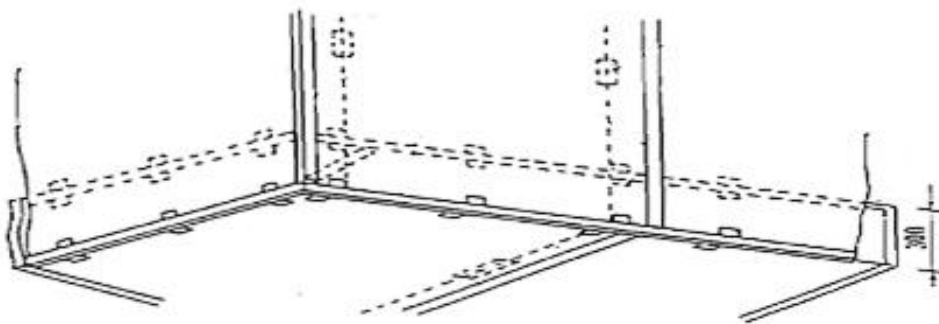
##### 라) 양생작업 시 유의사항

- ① 석면함유 분사재 제거장소와 그 이외 장소는 확실하게 격리.

- ② 공조 설비가 있는 경우에는 공조기가 가동되지 않는 장치를 하도록 의뢰주에게 말함.
- ③ 조명기구, 경보기 등은 사전에 철거하도록 의뢰주에게 말함.  
철거·반출에 있어 고성능진공청소기, 젖은 천 등을 사용하여 청소할 때에는 유의.
- ④ 제거장소 내의 전기는 사전에 활선을 잘라 둬.



(작업요령)



(완성도)

그림 57. 바닥 양생의 일예

- 바닥면은 두께 0.15 mm이상의 플라스틱 시트로 가장자리까지 덮고 벽에서 젖혀 30 cm접어 접착 테이프로 고정.
- 다른 벽면에도 같은 방식으로 고정하며 구석에 포켓이 생기도록 함. 그 포켓을 평평하게 하여 한쪽 벽면에 붙여 테이프로 고정.



- 포켓부분은 모두 평평하게 하여 분진이 쌓이지 않도록 벽에 고정. 바닥면의 양생은 두께 0.15 mm이상의 플라스틱 시트를 2겹 사용.

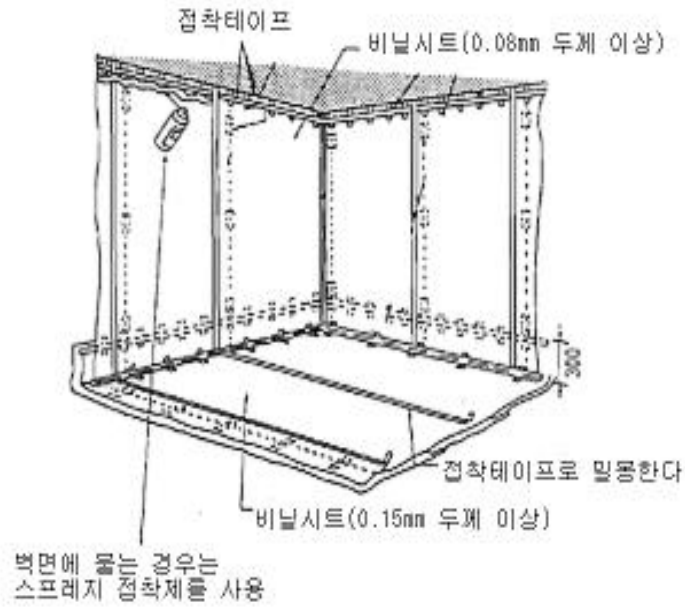


그림 58. 벽면 양생의 예

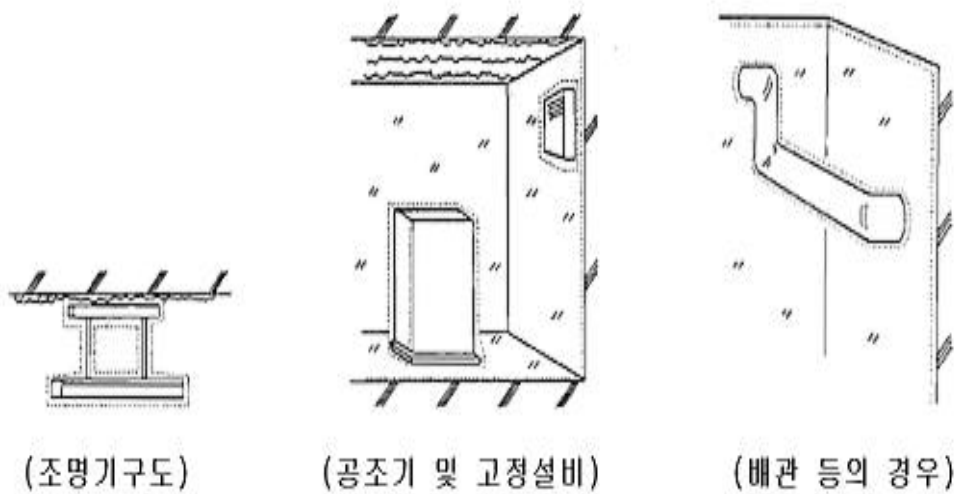


그림 59. 그 외 양생의 일예

(5) 발판 조립작업

- 높은 곳에서 석면함유 분사재 제거작업을 하는 경우 발판 설치가 필요하며 그 설치는 법령으로 정한 기준에 따라 조립.
- 발판을 설치할 경우 다음과 같은 점에 유의. 또한 제거장소에 따라 가설발판을 먼저 설치 한 후 양생작업을 하는 경우도 있음.

- ① 매단 발판, 달아 낸 발판, 혹은 높이 5 m이상의 발판은 발판작업주임자의 지시에 따름.
- ② 노동안전위생법에 따라 노동안전위생법규의 안전규정(제559조~제575조)을 준수.

(6) 위생설비의 조립작업

- 양생작업이 종료되면 위생설비의 조립작업을 실시.
- 위생설비는 청정구역, 에어샤워 구역, 격리구역(보호의상 등 착탈구역을 포함) 3구역으로 구성되는 것을 원칙으로 하며 대표적인 구성은 그림 60과 같음.

(단, 이와 같은 구획을 설치하는 것이 곤란한 경우는 작업자 보호를 충분히 고려하여 보호의상 등에 부착된 석면에 의한 이차오염을 방지하기 위한 조치를 취함. 또한 각 구역의 출입구 칸막이는 0.15 mm이상의 플라스틱 시트 가장자리 부분을 겹쳐서 사용)

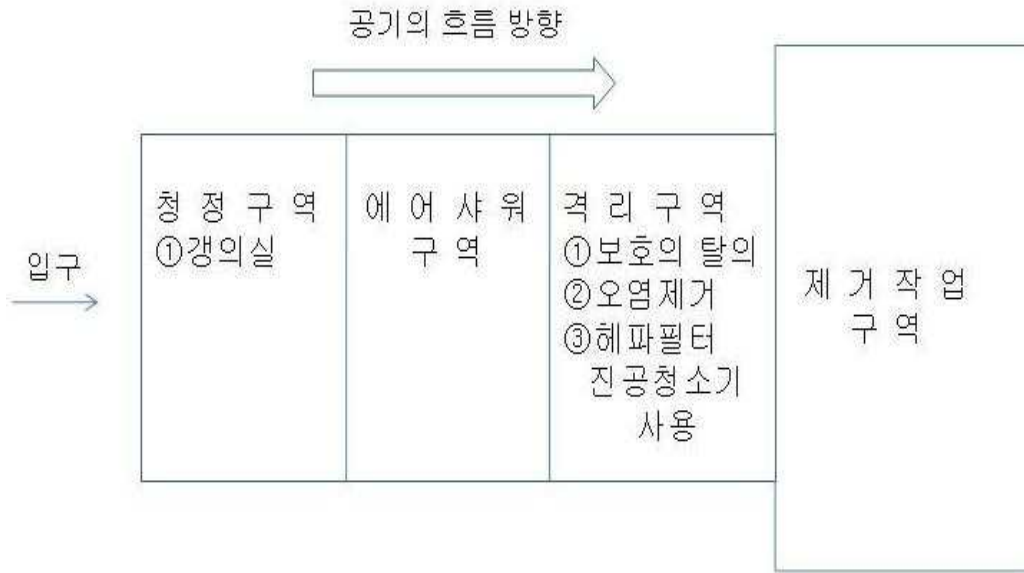


그림 60. 위생설비의 대표적인 구성

청정구역: 로커, 신품의 보호의상, 호흡용보호구, 「석면취급주의사항」 게시판, 「금연·음식물금지」 게시판, 「특화물 작업 주임자명」 표시판 등을 설치. 필요하다면 청정구역을 세안 등을 하는 세정구역 (필요하다면 워터 샤워링 설비를 설치)과 작업복, 통근복으로 갈아입는 탈의구역으로 구별.

에어샤워 구역: 석면으로 오염될 가능성이 있는 작업복 등을 세정하기 위한 설비를 설치.

격리 구역: 격리구역은 가능하면 보호의상 등의 착탈구역과 준 오염구역으로 구분. 보호의상 등의 착탈구역에는 보호의상 등을 보관하는 곳 및 비닐봉투를, 준 오염구역에는 고성능진공청소기를 설치.

(7) 부압·제진장치의 설치작업

- 제거작업 중에 비산하는 흡입성 석면섬유의 저감과 이것이 비 오염구역으로 유출되지 않도록 환기장치를 설치하여 제거장소를 부압하거나

혹은 대기오염을 방지하기 위하여 제진장치를 설치.

부압·제진장치에 관해서는 다음과 같음.

- ① 제거장소의 환기횟수가 1시간당 4회 이상의 능력이 있어야 함.
- ② HEPA필터를 병용.
- ③ 제진장치에 포집된 제진처리를 적절히 시행.
- ④ 제진장치 정비는 연 1회 이상 시행.
- ⑤ 제진장치의 성능·유지를 위한 점검을 적절히 시행.

(8) 분진비산억제제 분사기계 설치 작업

- 제거작업 중 비산하는 흡입성 석면섬유의 저감을 위하여 분진비산억제제를 살포하도록 방진비산억제제 분사기계를 설치.

- ① 에어레스 스프레이 장치
- ② 기타 석면분진을 비산시키지 않는 공법

(9) 기타 작업

- 앞서 언급한 작업종료 시까지 위생설비 존 입구에 「관계자 이외 출입금지」 및 「석면 제거 중」의 표시판을 설치.

(10) 제거작업장소로의 출입에 대하여

제거작업장소로의 출입 시 다음과 같은 점에 유의.

가) 처음으로 제거작업장소로 들어가는 경우

제거작업장소에 들어가는 경우에는 위생설비의 청정구역에서 통근복을 작업복으로 갈아있고 보호의상, 가방커버 혹은 고무장화, 고무장갑 및 전동팬이 부착된 분진용 호흡보호도구 혹은 송기마스크를 착용.

나) 제거작업장소에서 퇴출(휴식 시, 퇴출 시)하는 경우

- ① 제거작업장소에서 격리구역으로 들어가기 전에 보호의상, 호흡용 보호도구 등에 붙어있는 큰 부착물을 제거.
- ② 격리구역에서는 보호의상, 고무장화, 고무장갑 등에 부착된 석면을 고성능진공청소기로 제거(준 오염구역을 설치한 경우에는 이 구역에서), 이들을 벗어서 보관(이 구역에서 보호의상 등 착탈 구역을 설치한 경우).

단, 가방커버는 본 구역에 설치된 폐기용 비닐봉투에 넣을 것. 혹은 사용이 끝난 보호의상도 이와 같이 함. 또한 본 구역 내에서는 설치된 고성능진공청소기로 적절히 청소를 실시.

- ③ 에어샤워 구역에서 보호의상 등 착탈 시에는 석면에 오염될 가능성이 있는 작업복, 호흡용 보호도구를 세정.
- ④ 세정구역에서 호흡용 보호도구를 벗고 소정의 장소에 보관.

#### (11) 제거작업

제거작업은 다음과 같은 순서로 진행.

- ① 부압·제진장치는 적절한 관리 하에 청소완료시까지 운전.
- ② 작업장 밖에서 처리제를 그 조합사양에 따라 폴리바구니 등의 적당한 용기를 사용하여 조합.
- ③ 분진비산억제제를 분사기계로 기존의 석면함유 분사재 표면에 살포함으로 습윤화를 도모.
- ④ 채플렛봉, 와이어 브러시 등(바탕재 표면의 상태에 따라서 디스크 컵 브러시 등)으로 석면함유 분사재를 조심스럽게 긁어 떼어냄.
- ⑤ 눈으로 보아 가능한 남아 있는 것이 없도록 Check.
- ⑥ 분진비산억제제를 공중에 살포하여 발생분진의 침강을 촉진함.
- ⑦ 긁어 떼어낸 석면함유 분사재(폐 석면 등)는 후술하는 「폐 석면

등의 처리 및 반출작업 등」에 따라 처리.

- ⑧ 매일 작업종료 시에는 고성능진공청소기 등을 사용하여 바닥 등을 청소하여야 함.
- ⑨ 석면함유 분사재를 제거한 바탕재 면에 눈으로 확인할 수 없는 잔존 석면분진의 비산방지를 목적으로 분진비산 방지제를 살포함.

(12) 양생 시트면의 분진비산 방지처리

제거작업이 끝나고 작업장내 청소가 종료되면 양생시트에 부착된 석면분진의 재 비산을 방지하기 위하여 양생시트 전체에 골고루 분진비산 방지제 살포하여야 함.

(13) 벽면 등의 양생시트 철거작업

벽면 등의 양생시트 철거는 분진비산 방지제를 살포 한 후 살포된 분진비산 방지제가 침강되었다고 여겨지는 시점에서 시행.

그 순서는

- ① 양생시트를 벗겨낸다.
- ② 분진 부착면이 안쪽이 되도록 접어 비닐봉투에 밀봉 처리.

(14) 폐 석면 등의 처리 및 반출작업 등

가) 폐 석면의 처리반출작업

폐 석면을 처리할 경우에는 다음과 같은 점에 유의.

i) 밀봉 처리하는 경우

- ① 제거작업 장소에서 폐 석면에 분진비산 억제제를 살포하여 비닐봉투 혹은 밀폐용기 안에 넣어 밀폐.
- ② 비닐봉투인 경우 격리구역에서 새로 비닐봉투를 씌워 밀봉.
- ③ 「폐 석면 등」 및 취급 시 주의사항을 표시.
- ④ 2겹 짜 비닐봉투 혹은 밀폐용기 바깥쪽에 석면분진이 부착되지 않도록 유의하며 소정의 장소에 반출 집적함.

ii) 고화처리의 경우

- ① 압축강도는 1 N/mm<sup>2</sup>이상으로 함.
- ② 비닐봉투 혹은 밀폐용기 속에 넣음.
- ③ 표시 등은 앞서 서술한 것과 같음.

나) 폐 석면 등의 처분

폐 석면 및 석면함유 분사재 제거공사에서 배출된 양생시트 등은 「폐기물처리 및 청소에 관한 법률」에 따라 「폐 석면 등」에 적합하게 처분. 또한 시도별 조례 및 관련 통달 등을 준수.

(15) 발판의 해체 및 청소 후 장외로의 반출

발판, 가설재 등은 청소 후 해체하여 장외로 반출.

(16) 바닥 양생시트 철거

분진 부착면이 안쪽이 되도록 접어 비닐봉투에 밀봉 처리.

(17) 최종 청소작업

모든 작업이 종료되면 고성능진공청소기 등을 사용하여 바닥 등을 청소.

4) 분진농도측정과 관리

(1) 석면분진측정

가) 제거공사 중 인접부분의 석면분진농도측정

- 측정 장소는 탈의시설 주변이 1개소, 부압·제진장치 설치장소부근(시공 장소 내에 부압·제진장치설비를 설치하는 경우에는 배기구 부근으로 함.)이 1개소, 인접부분이 1점으로 계 3개소로 함.
- 측정점의 높이는 원칙적으로 150 cm.
- 시료채취량은 원칙적으로 600 ℓ 이상으로 하며 분석은 계수법으로 50시야를 계수 함.

나) 제거공사 종료 후 시공 장소의 석면분진농도측정

- 측정 장소는 시공 장소 안과 옥외 임의의 개소 1곳으로 하며, 시공 장소 내에서의 측정점수는 최저 2점으로 하며 시공 장소의 크기에 따라 적절히 결정하여야 함.
- 또한 측정위치는 시공 장소 내에서 균일하게 배치되도록 설정하며, 측정점의 높이는 원칙적으로 150 cm임.
- 시료채취량은 원칙적으로 600 ℓ 이상으로 하며 분석은 계수법으로 50 시야를 계수 함.

(2) 관리

보증치는 제거공사 중 인접부분에서 혹은 제거공사종료 후 시공 장소에서의 공기 1 ℓ 당 석면섬유 개수를 약 10개 이하로 함.

(3) 측정방법

위상차현미경에 의한 계수방법으로 다음 자료를 참고.

- 석면 모니터링 매뉴얼(환경청 대기보전국 대기규제과)
- 작업환경측정기준(작업환경 가이드북-1)
- 석면분진 측정요강(사단법인 일본석면협회)
- 실내 환경에서의 석면분진농도측정방법  
(사단법인 일본석면협회 · 재단법인 일본작업환경측정협회)

(4) 포집조건 · 계수조건 등

일본 석면협회 법에 따름.



항 목	단 위	건물실내 및 일반 대기 중
필터 종류		셀룰로즈 · 에스테르 백색 멤플렌 필터 *
필터 직경	mm	25
채진면의 직경	mm	22
필터 원 직경	μm	0.8
포집 높이	m	1.5
샘플링 유량	ℓ/분	5
샘플링 시간	분	120
포집 공기량	ℓ	600
정량한계	f/cc	0.0005
시야수		50
마운팅법		아세톤 · 트리아이세틴(triacetin)법
계수조건		길이5μm이상으로 길이와 폭의 비가 3:1이상 혹은 폭이 3μm미만의 것으로 시행.

\* : 필터는 『일본 밀리포아(millipore)』 제를 사용할 것.

계산식은 다음과 같다.

$$\text{석면농도(개/ℓ)} = \frac{\text{필터의 유효 채진 면적(mm}^2\text{)} \times \text{석면계수개수(개)}}{\text{계수시야면적(mm}^2\text{)} \times \text{계수시야 수} \times \text{포집공기량(ℓ)}}$$

#### 5) 시공관리

본 공법 시공 시에는 「제거작업 체크리스트」를 이용하여 항목별로 체크하여 시공관리.

#### 6) 안전대책 방법

##### (1) 인접부에 대한 안전대책과 관리

격리·양생을 실시하여 발생된 분진의 비산범위를 작업장 내로 한정함

과 동시에 부압·제진장치로 작업장 내부의 부압을 확보함으로써 인접부에 대한 안전을 확보. 격리·양생 및 부압상태는 스모크 테스트, 마노미터 등을 사용하여 확인, 관리.

(가) 사전확인 및 철저

특히 인접한 구획이 존재하는 경우에는 공기 유통이 존재할 우려가 있는 관통부의 유/무를 스모크 테스트, 휴대광원, 눈 등으로 신중하게 확인하도록 함.

(나) 사전확인으로 공기의 유통이 발생할 우려가 있는 관통부 등이 확인된 경우에는 공기의 유통이 있는 개소의 밀폐, 시프트·덕트 등의 특수 구조체에 대한 처리를 실시하여 사고발생을 미연에 방지하여 처리 작업을 시작함.

(다) 부압의 확보

부압·제진장치는 해파필터가 부착된 것으로 적절한 관리 하에 청소가 완료될 때까지 연속으로 운전.

가) 부압·제진장치의 성능확인

본래의 성능을 유지하기 위하여 적절한 운전상태가 되도록 스모크 테스트 등에 의한 기류의 확인, 마노미터 등에 의한 제진성능 확인 등을 하여 관리.

나) 환기횟수 및 부압의 확인

환기횟수는 1시간당 최저 4회.

또한 작업지역의 기적이 부압·제진장치의 성능으로 환기처리가 불가능한 경우에는 필요한 대수를 설치 가동시키거나 혹은 플라스틱 시트 등으로 지역 내 칸막이를 설치하여 적정 수치를 유지.

$$\cdot \text{필요 환기량}(\text{m}^3/\text{min}) = \frac{\text{공기체적}(\text{m}^3)}{(60\text{min} + 4\text{회})}$$

$$\cdot \text{필요대수} = \frac{\text{필요 환기량}(\text{m}^3/\text{min})}{1\text{대당 흡인능력}(\text{m}^3/\text{min})}$$

부압 확인은 차압계로 [4.9 Pa]를 기준.

(2) 작업자에 대한 안전대책과 관리

호흡용 보호도구 등의 착용으로 작업자에 대한 안전을 확보하며 작업 관리자에 의한 감시로 관리.

(3) 긴급시의 대응책

시공 시 발생할 사고로 상정할 수 있는 것은

- ① 사용기재의 고장
- ② 양생시트의 손상
- ③ 인신사고
- ④ 기존 설비물의 손상 등

(가) 사용기재의 고장

① 에어샤워의 고장

에어샤워가 가동되지 않는 경우에는 즉시 공사를 중단하고 적절한 조치를 취하고 회복을 기다림.

② 부압·제진장치의 고장

부압·제진장치가 고장난 경우에는 바로 작업을 중단하고 기기를 점검·개수함. 개수불능인 경우에는 신규장치로 바꿔 작업소 내부가 부압이 되어 있음을 확인한 후 공사를 재개함.

③ 에어레스 스프레이기의 고장

보수불능인 경우에는 교체.

④ 호흡용 보호도구의 고장

필터 교환 이외의 고장에 대해서는 바로 해당 작업원을 작업소 내에서 퇴거시켜 예비보호도구를 착용시켜 작업 실시.

(나) 양생 시트의 손상

사고·손상을 발견한 경우에는 바로 공사를 중지하고 부압·제진장치를 충분히 가동시키면서 손상개소의 보수를 실시. 보수 시 상황에 따라 다르지만 접착테이프·스프레이식 접착제 등으로 우선 손상개소에 대한 응급처치를 하고 그 후 다시 새로운 플라스틱 시트로 양생하여 내부의 부압상태가 확인된 후 공사를 재개.

(다) 인명사고

공사 중 인명사고가 발생된 경우에는 바로 당사자를 병원으로 운반하여 적절한 대책을 실시. 또한 작업 주임자는 지체 없이 사고발생통지를 담당부서에 조치한 후 노동재해신청 등의 정해진 처치를 강구함.

(라) 기존물의 손상

작업 중 사고로 손해가 발행할 가능성이 있는 물건이 건축물 내·작업소 내에 존재할 경우에는 건축물의 소유자, 시공주 측과 협의하여 사전에 공사보험 등을 드는 등 적절한 조치를 취함.

### 3.2.3 고형화처리

고형화(캡슐화, Encapsulation)란 석면함유물질을 고형화하여 향후 약 20년간 그 상태로 유지할 수 있는 공법을 말함.

표 59. 고형화 처리의 장·단점

<b>장점</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 석면 위험 경감에 있어 비교적 비용이 적게 소요되는 방법</li> <li>· 유지관리 프로그램의 질을 높이는 것</li> <li>· 제거와 동등한 효력으로 간주됨</li> <li>· 유지관리 프로그램을 보조하는 낮은 초기비용 소요</li> </ul>
<b>단점</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 궁극적으로 석면제거를 원하는 경우 비용증가 및 제거의 어려움</li> <li>· 손상되어 있는 석면에 적용 및 제거 시와 동일한 작업준비 필요</li> <li>· 석면형태 및 손상정도에 따른 적용의 한계</li> </ul>

표 60. Penetrating과 Bridging Encapsulants

<p><b>Penetrating Encapsulants</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시멘트성의 석면에 적용이 적당하지 않음</li> <li>· 보통 비산성, 섬유 모양의 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 2.54cm(1 inch) 이상 두께의 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 접착 상태가 좋지 않은 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 페인트가 칠해져 있는 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 심한 손상이 있는 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 물에 의해 심한 손상을 입은 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 내화용으로 사용된 석면에 적당하지 않음</li> </ul>
<p><b>Bridging Encapsulants</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 석면 함유 물질 위에 스프레이하여 적용</li> <li>· 보통 수용성</li> <li>· 석면위에 코팅을 입히는 것</li> <li>· 석면 위에 빈틈없이 표면을 제공하여 석면입자의 방출을 예방하는 목적</li> <li>· 시멘트성의 석면 위에 적용이 적당</li> <li>· 보통 비산성, 섬유모양의 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 접착 상태가 좋지 않은 석면에 적당하지 않음</li> <li>· 페인트 칠이 된 석면 위에 적용이 적당</li> <li>· 물에 의해 심한 손상을 입은 석면에 적당하지 않음</li> </ul>



적용 전



적용 후

그림 61. 고형화제의 적용전 적용후 비교

### 3.2.5 용융

#### 1) 용융처리기술

- 석면은 산업과 과학이 발전하면서 필수적인 부산물로 나타나 우리의 건강과 생명을 위협하지만 인간의 손에 의해 만들어진 것인 만큼 인간의 힘으로 처리가 가능함.
- 일본에서는 석면폐기물을 플라즈마 용융으로 무해화 하는 원리를 이용하여 처리하는 기술이 개발됨.

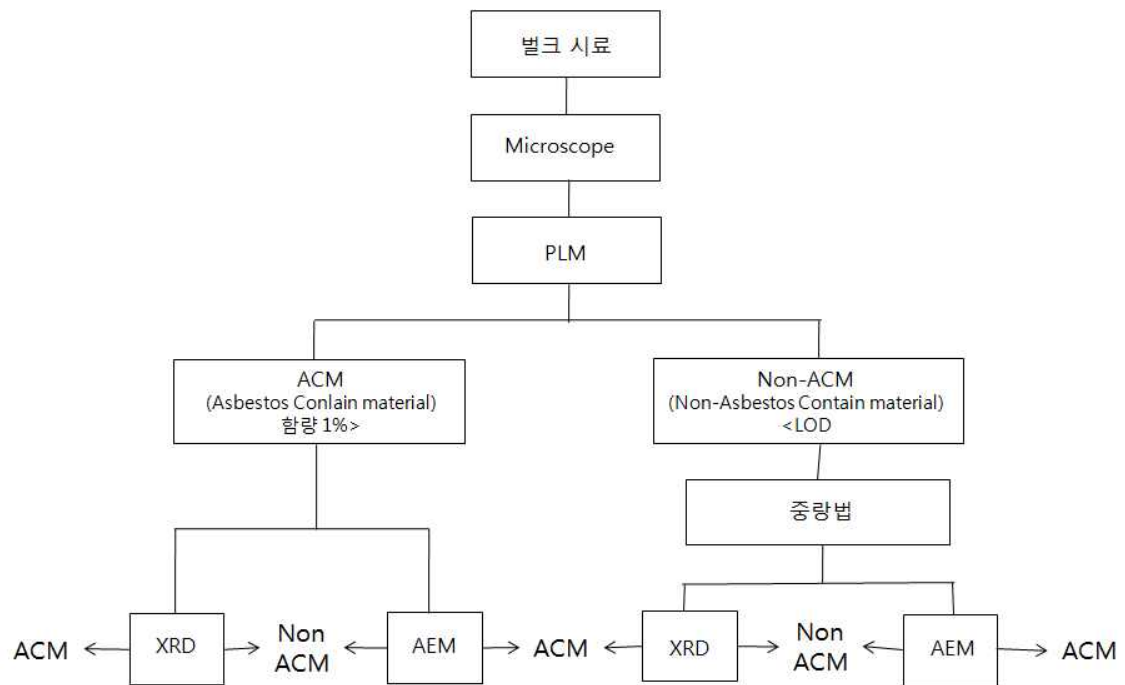


그림 62. EPA 석면 함유물질 중량 평가 흐름도

- 또한 이 실험에서 얻어진 슬러그는 분쇄한 돌과 혼합하여 도로 하층 노반재료로써 재이용할 수 있는 것도 확인하였음.

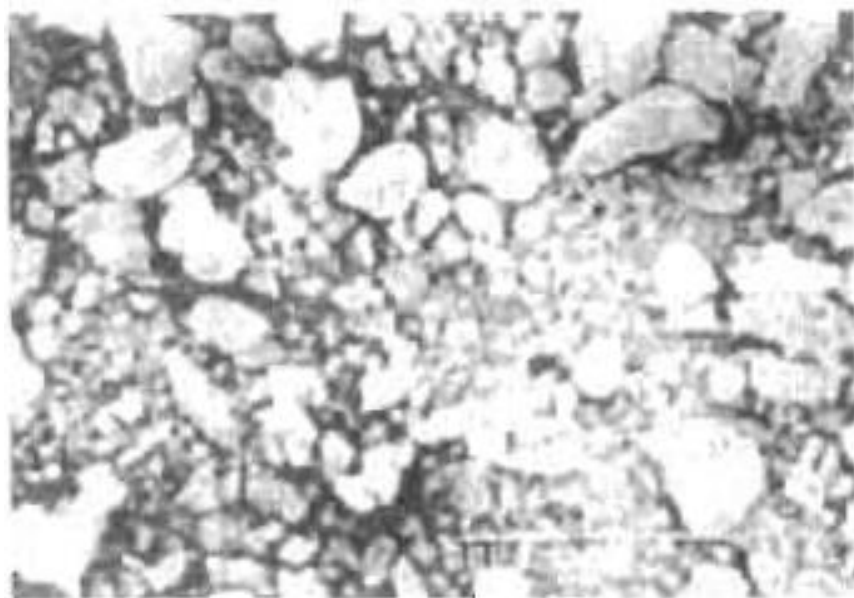


그림 63. 용융 후에 남은 슬러그(잔재)



- 이 방법은 시설비가 필요하지만 우리의 생활환경에서 처리가 불가능한 유해물질을 처리 가능하다는 점에서 대단히 바람직한 처리 방안임.



그림 64. 석면폐기물 슬러그의 재활용 흐름도

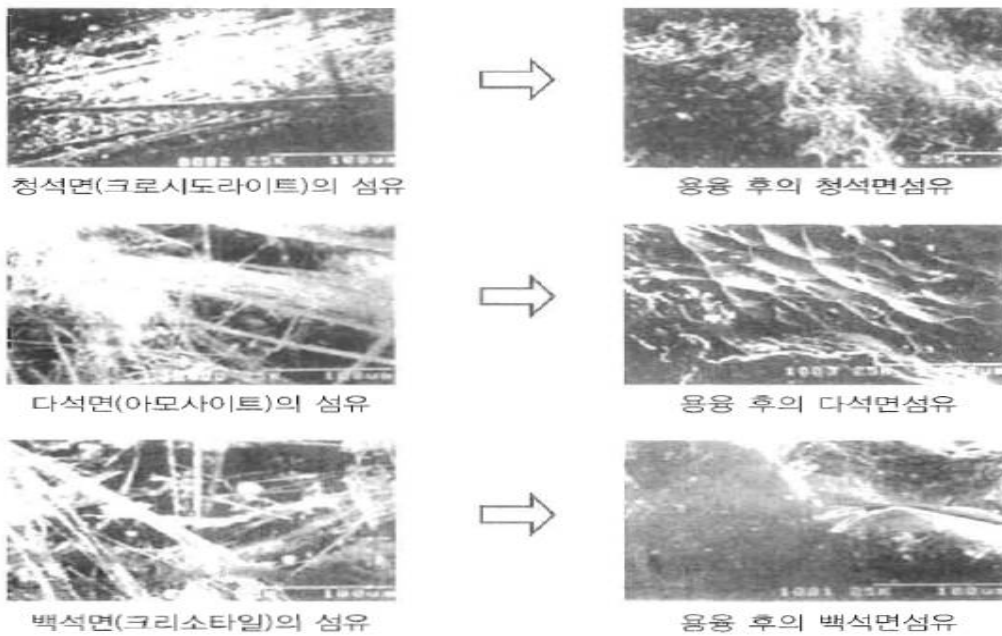


그림 65. 석면의 용융처리 전 후

- 또한 용융되어 남은 찌꺼기는 유용하게 재활용이 가능.
  - 이러한 용융처리의 원리를 구체적으로 살펴보면 유해화학물질인 백석면의 용점이(석면의 평균용점이 1540 °C) 가장 높지만 충분히 용해하면 유해성이 없게 되는 석면특성에 착안하여 용융방법의 검토를 개시한 결과, 가스를 방전시켜 물질에 열을 가하는 플라즈마 용융방식을 이용하면 6종류의 석면광물 중에 용점이 가장 높은 백석면 및 백석면 함유제품이 무해한 슬러그로 변환되는 것.
  - 이 방법을 이용하여 유해한 섬유구조를 소실시킴과 동시에 중금속 등도 용출하지 않는 화학적으로 안정한 슬러그를 얻어낼 수 있음.
  - 또한 얻어진 슬러그에 직경 5mm 이하의 분쇄된 돌 부스러기를 30% 정도 혼합시킨 하층 노반재가 일본 도로협회의 기준을 통과한 것을 감안한다면 모든 석면폐기물의 무해화에 대응할 수 있다고 판단됨.

## 2) 칼슘을 이용한 무해화 처리기술

- 석면의 무해화 처리의 신기술을 일본의 군마공업고등전문학교 고지마 야끼라 교수 등이 개발(2006년).
- 신기술은 석면을 불화칼슘이나 탄산칼슘 등의 칼슘화합물과 섞어서 600~700 °C 사이에 가열하고, 이때 섬유구조가 없어지며 무해한 입상으로 되며, 석면 중의 규소와 결합하기 쉬운 칼슘의 역할로 부서지지 않는다고 믿었던 석면이 간단히 부서짐.

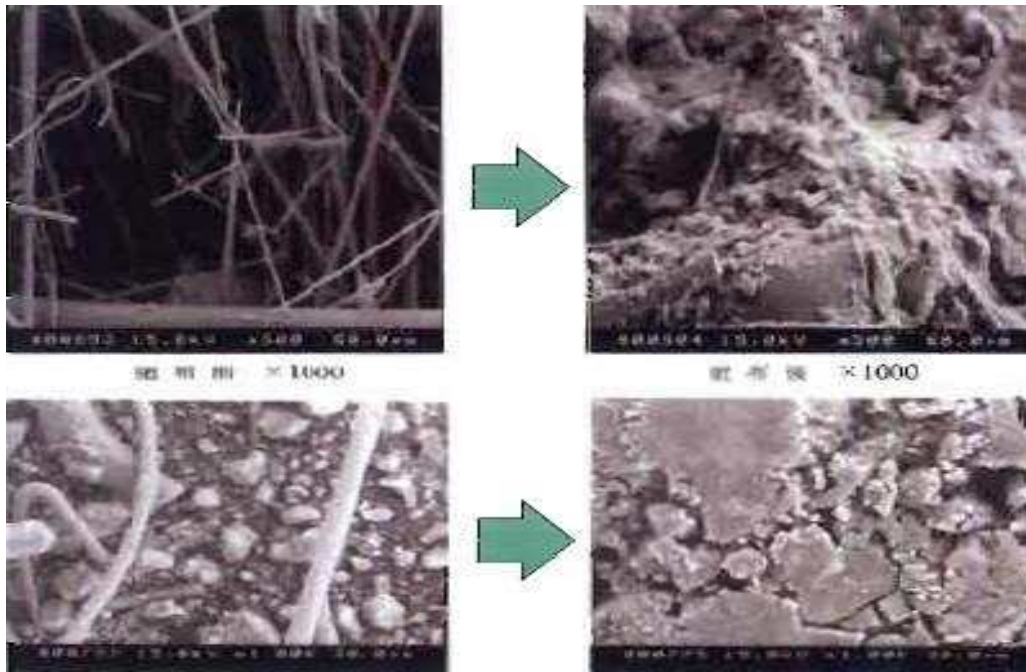


그림 66. 무해화 처리 전·후

- 지금까지의 무해화 처리기술은 특수한 용융로에서 1,500 °C의 고온으로 처리하여야 하고 1톤당 고액의 비용이 필요하였음.
- 이 기술이라면 일반의 전기로를 사용할 수 있어 저렴한 비용으로 처리가 가능하며, 폐석면과 함께 폐기되는 시멘트 중의 칼슘을 이용한다면 소금을 가하는 것으로 처리에 필요한 칼슘화합물을 얻을 수가 있어서 앞으로 기술발전이 기대됨.

### 3) 규산나트륨 첨가 폐석면 용융 저온화 기술

- 국내에서는 아크릴 수지 및 규산나트륨을 폐석면에 첨가하여 폐석면의 용융온도를 변화시키는 기술을 개발.
- 일반 용융처리의 경우에는 1,100 °C의 높은 온도까지에도 석면 함유가

관찰되고 있음. 이때 아크릴 수지를 첨가하여 처리를 하게 되면 온도 700 °C에서부터 침상의 미세 섬유가 감소하며, 용융온도 900 °C에서 섬유상의 단락현상이 급격하게 증가하고 전체적으로 관상의 형태가 존재함으로써 부분적으로 섬유상의 용융이 진행됨.

- 하지만, 규산나트륨을 첨가하여 처리를 하는 경우에는 낮은 온도인 용융 온도 500 °C에서 날카로운 침상의 석면 섬유가 감소하고, 700 °C 정도에서는 완전하게 미세섬유상이 제거됨으로써 효율적인 처리가 가능함.

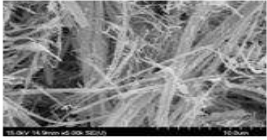
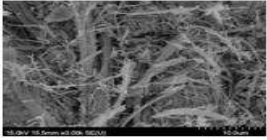
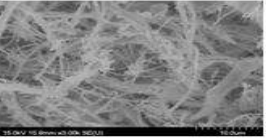
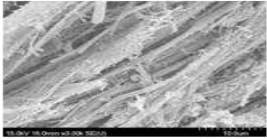
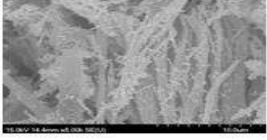
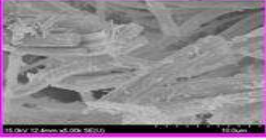
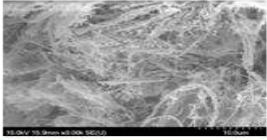
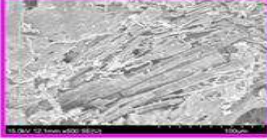
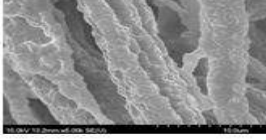
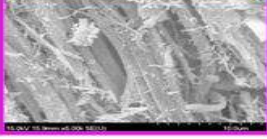
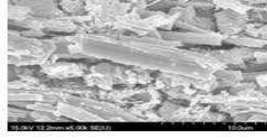
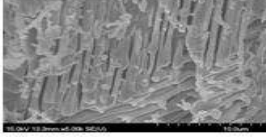
가열 온도	일반 폐석면	아크릴 수지 첨가	규산나트륨 첨가
500 °C			
700 °C			
900 °C			
1,100 °C			

그림 67. 용융온도에 따른 크리스탈일계 석면 X선 회절 스펙트럼 변화 (출처 : 환경부, 2008)

#### 4) 과열 증기에 의한 석면 무해화 처리기술

- 일본의 도다건설에서 일본 신에너지·산업기술 종합개발기구(NEDO)의 ‘석면 함유 건축 재료 안전 회수·처리 등 기술 개발 위탁 사업’의 지원으로 비교적 저온에서 과열 증기를 이용하여 효율적으로 석면을 무해화할 수 있는 기술을 개발.
  - 이 기술은 기존의 연소, 용융 방법과 다른 새로운 석면 폐기물 무해화 기술로 과열 증기 이용 열전달을 효율을 높여서 저온(900 °C)에서 1시간 이내의 단시간 내에 무해화 시킴.
  - 회수된 석면 함유 건축 재료를 파쇄하지 않은 채 원래의 상태 그대로 처리가 가능하다는 것이 이 기술의 특징.
  - 따라서 종래의 방식과는 달리 파쇄 과정을 거치지 않아 석면의 비산을 막을 수 있으므로 보다 안전하고, 과열 증기를 이용하므로 대량의 배기가스가 발생하지 않음.
  - 또한 대기압 또는 낮은 부압 하에서 처리 온도가 낮으므로 저비용으로 처리할 수 있고, 석면 함유 건축재로 처리물의 재자원화가 가능하여 효율적인 기술임.

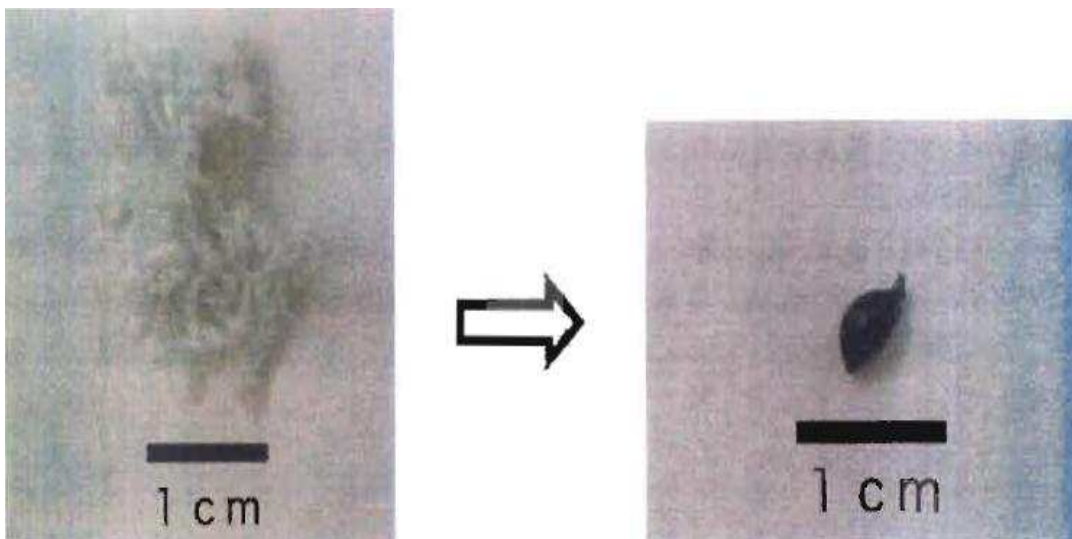


그림 68. 무해화 처리 전·후

## 5) 석면 폐기물의 무산소 진공 고온 열분해 기술

- 일본 Kyowa 코퍼레이션 사에서 개발하여 일본 내 폐기물 처리허가를 취득하여 실제 가동중인 기술로 무산소 진공 고온 열분해 방식의 코스모로보("COSMOROBO") 시스템을 적용한 석면폐기물의 용융처리 기술.
  - 용융처리를 위한 고온열을 안정하게 공급하는 방법으로 전기아크 가열을 적용하여 고온 열분해 장치 내를 감압
  - 무산소 분위기로 유지한 상태에서 국소적으로 설치되어 있는 구형의 발광 발열체(루미나스티)에 전압을 가하여 국소적으로 2,000 °C 이상의 고온을 내도록 한 발광 발열체에 석면을 통과시키면서 고온으로 대상 폐기물을 무해화 시킴.

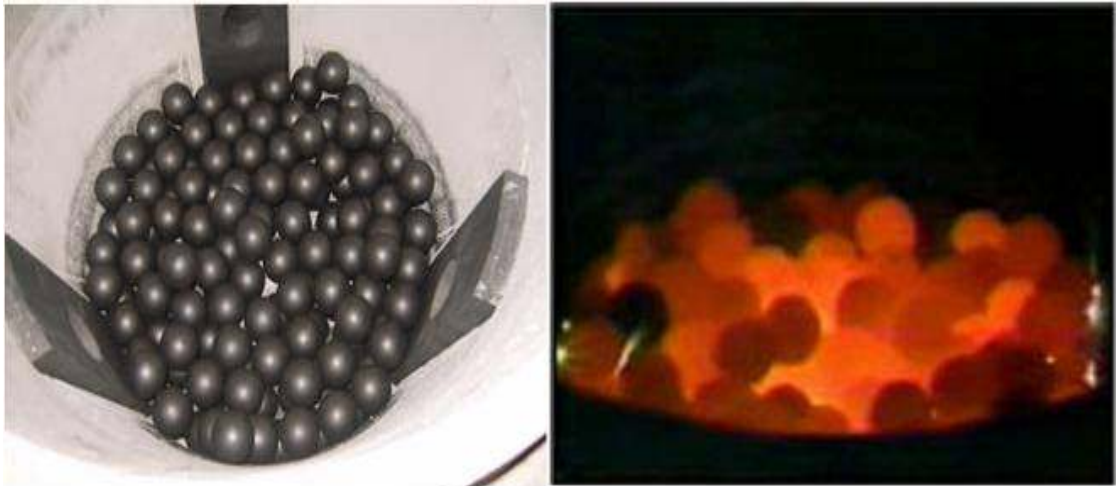


그림 69. 발광 발열체(루미나스티)

## 6) 화학적 처리 기술

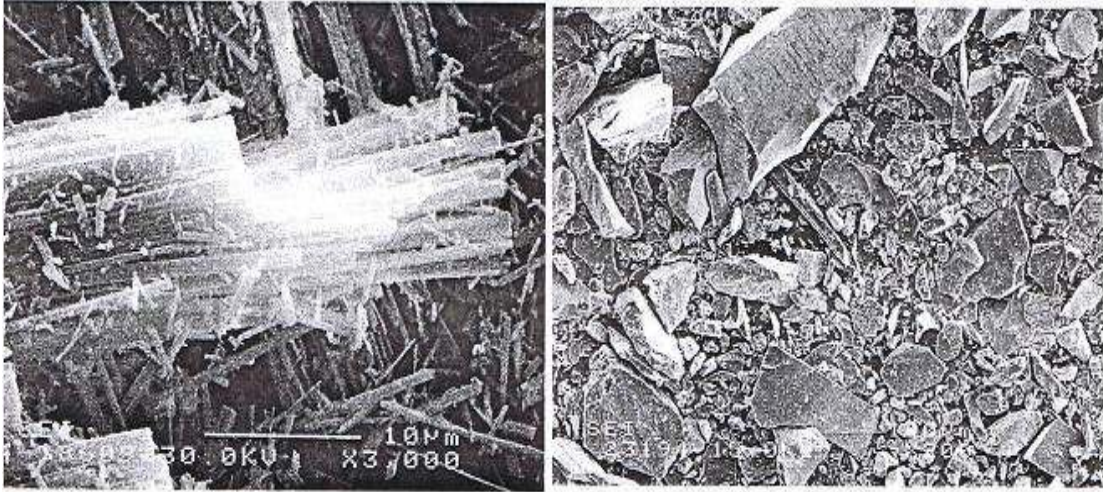


그림 70. 석면 폐기물 SEM 사진(처리전 :좌측. 처리후 :우측)

- 미국의 Brook-haven 국립연구소는 W.R Grace Co.와의 공동연구를 통해 기존의 내화성능을 유지하면서 건물의 기둥과 보에 사용된 석면을 간단히 제거할 수 있는 신기술을 개발하였다고 발표하였음.
  - 석면이 포함된 부위에 거품형태의 액체를 직접 스프레이하는 단순공정에 의해 석면이 제거됨.
  - 즉, 내화재료에 뿌려진 약품이 내부로 침투하여 석면 섬유를 화학적으로 용해시켜 건강에 해가 없는 광물질로 변환시키는 원리를 이용한 것으로, 석면을 물리적으로 철거하지 않고 화학적 제거를 실현시킨 최초의 기술임.
  
- 실험실 측정 및 내화재료로 석면이 사용된 기존 건물에 대한 실험결과에 의하면, 본 방법을 사용하였을 경우 석면의 잔류 함유량이 1% 이하로 나타났으며, 이 수치는 환경보호기구(EPA)에서 비석면 물질로 규정

한 석면함유량의 허용치에 해당.

- 또한, 본 연구개발 과정에서는 Brookhaven의 강력한 x-선 장치를 이용하여 0.1% 미만의 극히 미세한 석면 섬유소를 함유하고 있는 물질의 정량적 탐지를 가능하도록 뒷받침해준 새로운 이론적 근거가 개발.

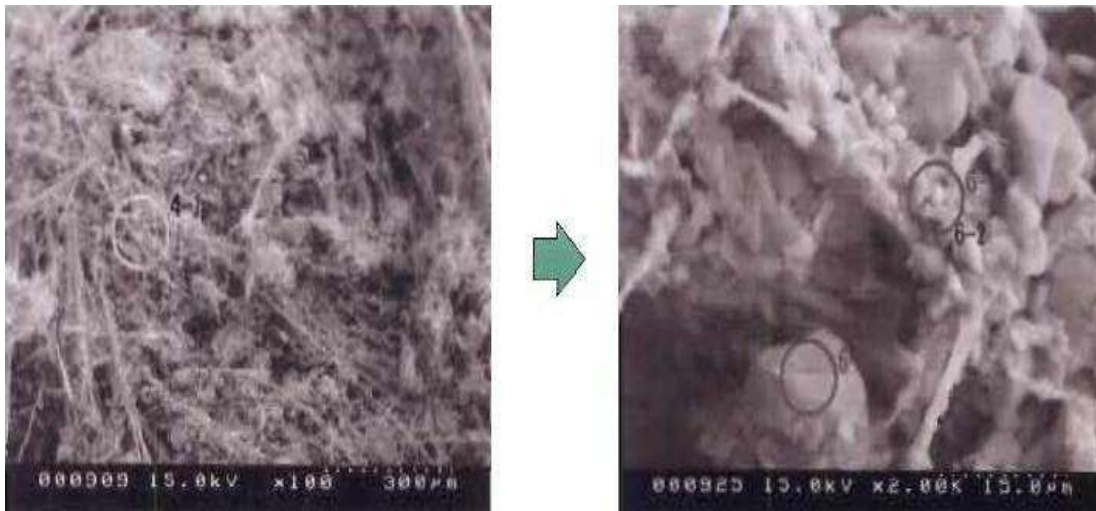


그림 71. 중화처리 전·후



## 참고문헌

1. 대한석면관리협회, 2008년 7회 석면 해체 및 제거 공법 교육, 사업주 ·
2. 관리자 양성교육, 2008
3. 대한석면관리협회, 학교석면조사 및 관리교육
4. 산업안전보건연구원, 석면함유제품의 사용금지 효과에 대한 연구보고서, 2006
5. 한국건강주택협회/대한석면관리협회, 2007 국제 클린 에어택 친환경 건축 자재 및 석면 세미나, 2007
6. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 석면에 의한 건강장해예방(II), 2006
7. 한국산업안전공단, 사업장 등의 석면실태 조사 및 석면지도 작성 연구
8. 한국산업안전공단, 석면에 의한 건강장해예방(I), 2006
9. 한국산업안전공단, 지하철 역사 근로자의 석면 노출에 대한 건강영향평가 연구결과 보고서, 2007
10. 대한석면관리협회, 석면처리의 이론과 실무, 2007
11. 환경부, 2008년 1차 석면정책포럼, 2008
12. 환경부, 2008년 2차 석면 정책포럼, 2008
13. 환경부, 석면사용 건축물 관리를 위한 실태조사, 2006

## 제4장 석면 질환의 예방

### 4.1 석면 질환의 종류 및 분류

#### 4.1.1 석면관련 흉막질환

- 석면에 노출된 개체에서 가장 흔한 임상소견을 보이는 부위는 흉막임.
  - 이는 석면폐증을 일으킬 수 있는 수준보다 낮은 노출량에서도 흉막의 변화가 일어나기 때문이며, 일반적인 경로는 직접적인 침투 (penetration)나 림프관을 통한 확산 등에 의함.
  - 흉막질환에서 석면소체가 없거나 석면섭유가 드물게 보이는 것은 과민반응설을 지지하는 소견임.
  - 석면은 장·벽측 흉막 모두에 영향을 주며 흉벽, 횡격막, 심낭 및 종격동 등을 침범함.

#### 1) 흉막반(Pleural plaques)

- 흉막반은 경계가 명확한 흉막비후 영역으로써 벽측 흉막을 주로 침범하며, 흉벽의 하부 1/2 영역의 후측방부에 가장 흔히 발생.
  - 대개 늑골에 평행하게 나타나고 경계가 불규칙적이며, 납작하거나 결절형을 보이므로 흉부 X선 소견상 오인될 수도 있음.
  - 흉막반은 횡격막 중심부의 전 영역은 물론 종격동 흉막과 심낭도 침범하며, 폐첨부 및 늑골횡격막각 영역에서는 잘 생기지 않음.
  - 석회화는 흉막반의 10% 미만에서만 발생하는 것으로 대개 초기노출로부터 20년 이상 지나야 방사선학적으로 나타나며, 그 자체가 암 위험도 및 장애의 증가를 가져오지는 않음.

## 석면노출에 의한 흉막병변

1. 양성 흉막병변
  - ① 양성 석면 흉막삼출증(Benign asbestos effusion)
  - ② 국소 흉막반(Circumscribed pleural plaques)
  - ③ 유리질반(Hyaline plaques)
  - ④ 석회질반(Calcified plaques)
  - ⑤ 미만성 흉막비후(Diffuse pleural thickening)
  - ⑥ 원형 무기폐(Rounded atelectasis)
  - ⑦ 석면 흉막염(Asbestos pleuritis)
2. 악성 흉막병변
  - ① 악성중피종(Malignant mesothelioma)
  - ② 상피성(Epithelial)
  - ③ 유육종(Sarcomatoid)
  - ④ 혼합성-이상성(Mixed-Biphasic)

- 흉막반은 폐실질의 석면폐증보다 낮은 농도의 석면노출에서 발생.
  - 잠복기는 통상 20년 이상이며, 첫 노출 후 15년 이내에는 방사선학적 으로 구별이 어려움.
  - 석면소체는 발견되지 않는 경우가 대부분이며, 중피종도 동반을 하지 않는 경우가 대부분임.

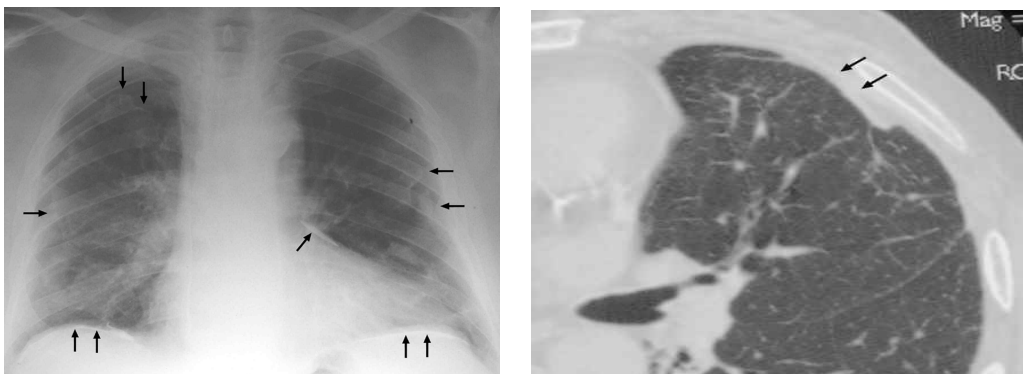


그림 72. 단순흉부 X선 및 HRCT상의 흉막반

- 장측흉막은 인접해 있는 폐실질의 병변과 연관이 있어 흉막반에서 뺀어 온 간질성의 모양반(hairy plaques)이나 더 심한 폐실질성 병변을 보임.

- 흉막반과 감별해야 할 질환으로는 지방조직, 늑골골절, 늑골과 동반된 음영, 전이와 같은 다른 흉막종괴 등이 있음.

## 2) 흉막삼출(pleural effusion)

- 흉막변화에는 삼출성 반응인 경우에는 보통 미만성으로 발생하며 벽측과 장측흉막 나아가 폐 실질까지 침범함.
  - 흉막삼출액은 지속적 또는 반복적 흉막염에 의하여 생기는 것으로 석면노출 이외의 요인으로도 올 수 있음.
  - 단순흉부엑스선 검사에서 쉽게 발견되며, 흉막천자를 통하여 확진됨.
- 양성 흉막삼출이 가장 초기의 흉막변화 소견으로 알려져 있으며, 이는 석면노출과 관련하여 1960년대 가장 먼저 기술되었던 소견임 (Eisenstadt, 1964).
  - 많은 경우는 무증상이라 정확한 유병률은 추정하기 어려우나, 에플러 (1982)은 1,000명당 노출 수준에 따라 0.2-9.2명까지로 보고됨.
  - 대부분 노출 10년 이내에 나타나지만, 훨씬 나중에도 나타날 수 있음.
  - 다양한 세포의 혈액삼출이 있지만, 석면소체는 없을 수도 있음.
  - 삼출은 수개월 뒤 흡수되지만, 지속되거나 재발될 수도 있음.
  - 흡수가 된 뒤 미만성 흉막비후가 주로 생김.
  - 삼출은 노출량과 관련이 있지만, 미량의 노출 후에도 생길 수 있고 직업과도 관련성이 있음.
- 일반적으로 나타나는 흉막삼출은 석면관련성은 비교적 없음. 석면 노출시 다른 원인에 의한 삼출을 배제할 수 없어 감별해야 할 질병으로는 폐 주변 삼출, 결핵, 악성 종양, 폐색전증, 췌장염, 결합 조직병 외상, 질소혈증 및 약물중독 등이 있음.

### 3) 미만성 흉막비후(diffuse pleural thickening)

- 미만성 흉막비후는 다른 원인에 의해서도 생길 수 있으나, 석면노출과는 연관성면에서는 낮음.
  - 미만성 흉막비후가 장측흉막의 비후와 섬유화로 생기며, 시간이 지남에 따라 벽측흉막과 융합이 되며, 폐실질의 벌집모양 낭종(honeycomb cyst)을 형성하고 대엽간막(major fissure)을 따라 반을 형성하기도 함.
  - 또한 조직학적으로, 흉막반과 흉막비후는 유사하지만, 흉막층의 융합은 더 심한 염증을 시사(Stephens 등, 1987).
  - 진행과정은 임파선의 염증과 섬유화로 생각되며 폐섬유의 직접 이동 가능성도 있음.

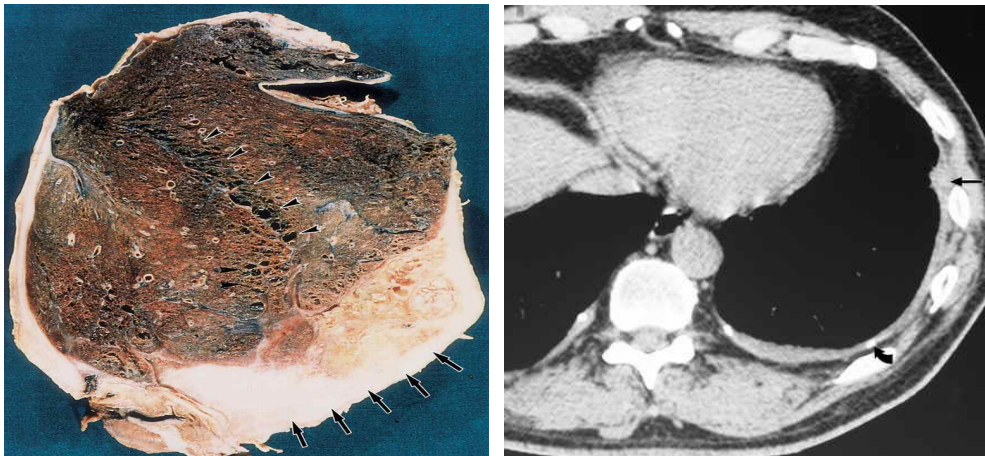


그림 73. 벌집모양 낭종 동반 및 대엽의 막을 침범한 흉막비후

- 맥클루드(McLoud, 1985) 등은 흉부사진상 미만성 흉막비후는 늑골횡격막각(CP angle)의 침범유무와 상관없이 흉벽의 1/4 이상을 차지하는 부드럽고 연속성이 있는 흉막음영 이상으로 정의.
- 린치(Lynch, 1989) 등은 CT 판정기준으로, 연속된 흉막비후가 폭이 5 cm 이상, 길이가 8 cm 이상, 두께가 3 mm 이상이라고 규정.

- 흉막반과 미만성 흉막비후는 감별이 어려울 때가 많음. 미만성 흉막비후는 모든 각에서 병적이고 불규칙한 경계를 가지고 장측흉막의 엽간열(interbular fissure)을 침범하나, 흉막반은 경계가 잘 보존되어 있고 융합하지 않는다면 4개의 늑간까지 넘어가지는 않으며, 일반적으로 벽측흉막(pleural parietal)에 국한된 경우가 많음(Mcloud 등, 1985).
- 미만성 흉막비후와 감별해야 할 질환으로는 기질화 삼출증(organizing effusion), 결핵 등의 만성감염, 결합조직병, 활석침착증, 흉막전이, 중피종 등이 있음.
- 흉막반의 정확한 유병률은 부검을 통하여 알 수 있으며 슈바르츠(Schwartz, 1991)가 16개의 연구에서 7,085명의 부검을 한 결과, 12.2%가 흉막반으로 진단됨.
- 40세 이상, 402명의 부검을 통한 체벽흉막의 빈도는 남자 26.9%, 여자 3.1%임(Sevenes 등, 1986). 여자의 낮은 유병률은 비직업성에 기인된 것으로 판단됨.
- 1971~1975년 사이에 미국의 석면노출자를 대상으로 흉부엑스선 상 흉막비후 소견은 남자가 2.3%, 여자가 0.2%임(Walter 등, 1987)
- 입원환자 1,212명을 대상으로 한 연구도 석면직력이 있는 사람들의 흉막비후는 2.3%로, 유병률은 1970년대와 1990년대가 유사하다고 보고됨(Miller 등, 1996).
- 미만성 흉막비후는 흉막질환자의 9~22%를 차지(Miller 등, 1993).
- 우리나라에서도 2007년 제1기 지하철 근로자 2,824명을 대상으로 한 연구에서 11.7%가 유소견을 보임(김동일 등 2007).

#### 4.1.2 폐실질의 병변 및 악성종양

##### 1) 원형무기폐(round atelectasis)

- 원형 무기폐의 병리기전은 명확하지 않지만, 흉막 표층에 염증반응과 섬유화로 인하여 흉막이 수축되어 폐로 접혀드는 형태가 무기폐라고 주장(Blesovsky, 1966).
  - 석면과 관련된 원형 무기폐를 석면 가성종괴(asbestos pseudotumor) 또는 블레소프스키(Blesovsky) 증후군이라 부름.
- 흉부사진 양상은 폐손상과는 무관하게 폐 가장자리에 둥근 종괴 및 흉막비후가 보임.
  - CT 소견상에서도 흉막과 연결된 둥글거나 타원형의 종괴를 보임.
  - 종양 쪽으로 향하는 기관혈관 조직인 "혜성 꼬리(comet tail)"과 인접한 흉막의 비후를 보임.
  - 일부는 폐용적 감소를 볼 수 있으며, 이런 소견은 폐암과 혼동될 수 있으므로, 폐암과의 감별이 반드시 필요함(Lynch 등, 1988).



그림 74. 단순흉부 X선상 원형종괴 및 CT상 comet tail을 동반

## 2) 석면폐증

- 석면폐증이라는 용어는 1927년 Cooke에 의하여 사용(Cooke, 1927). 또한 석면폐증의 엑스선 소견, 임상증상, 잠복기 및 석면소체 등에 대한 상세 내용은 1930년 메이요 클리닉에 의하여 보고됨(Mills, 1930).
- 석면폐증은 폐의 석면분진 침착에 의한 섬유화이며, 흉막의 섬유화와는 무관. 석면노출과 폐섬유화 정도는 양적 상관관계가 있는데, 노출-증상 사이의 잠복기는 약 15~30년(평균 20년 이상, 때로 40년 이상), 지속적인 심한 노출 시에는 3년 이내에도 생길 수 있음(Dee, 2000).
- 드물지만 1달 이내의 노출에서도 일어난다는 보고도 있음.
  - 폐의 섬유화는 폐조직의 신축성을 감소
  - 가스교환능력을 저하시켜 결국 혈액으로의 산소공급이 불충분
  - 폐활량을 감소시키는 제한성 폐질환 및 기도저항을 증가시킴.
- 석면폐증은 비가역적이며, 석면 노출이 중단된 후에도 악화되는 경우가 있는 것으로 조사됨.
  - 초기증상은 기침이나 경미한 객담이며, 진행되면 운동 시 호흡곤란 증상이 관찰되기도 함.
  - 폐기능의 변화는 제한성 형태로 폐활량의 감소를 보이며 일부에서는 폐쇄성 형태가 관찰.
  - 이학적 소견상 수포음(rale)과 곤봉지(clubbed fingers)가 특징적임.
  - 질병이 악화되면 흉부엑스선상 폐섬유화를 관찰할 수 있으며 폐생검사를 통해 확진함.
  - 석면폐증의 치료방법은 없으나 폐섬유화가 진행되는 것을 막기 위하여 석면노출을 즉시 피해야 함.
- 석면폐증은 폐하엽에 주로 발생하며 흉막을 따라 폐중엽이나 설엽(lingular lobe)으로 퍼짐. 악화된 경우에는 폐상엽에도 생길 수 있음. 흉



부 엑스선 사진상 불투명 유리 양상과 소결절, “털복숭이(shaggy)” 심장 영상, 병적인 횡격막 소견 등을 보이며, 벌집모양과 용적감소는 악화된 경우에는 보임.

- 벌집모양은 ILO 분류에 포함되어 있지 않지만, 추가 분류된 기호로 표기가 가능.
- 고해상도 단층촬영(HRCT)은 흉부사진보다 진단에 유용.
- Aberle 등(1988)은 HRCT를 통해 증상은 있지만 흉부사진상 석면폐가 보이지 않는 환자 중 80%에서 석면폐증을 확인.
- 임상증상과 흉부사진상 석면폐증의 증거가 없는 1/3의 환자에서 석면폐증을 확인.
- 또한 석면폐증 환자의 80%에서 흉부사진상 흉막질환이 보고, HRCT상에서는 거의 100%가 보고됨.

- 그러나 HRCT만으로 석면의 폐실질 병변을 정확하게 찾아낼 수 없음.
  - 감수(Gamsu, 1995) 등은 흉부사진 결과는 조직학적으로 확진된 21명 중 11명만 석면폐증을 의심하였고, 흉부사진상 정상이거나 정상에 가까운 14명중 10명이 조직학 검사결과 석면폐증으로 진단.
- 초기 석면폐증의 소견은 흉막하 곡선상 음영(subpleural curvilinear opacity)을 보이기도 하는데 이는 세기관지 주변 섬유화(peribronchiolar fibrosis)를 보임(Akira, 1991).
- 그림 75는 폐실질 내 밴드 모양 병변은 흉막에서 돌출되어 나온 것이며, 이는 기관혈관을 둘러싼 막(bronchovascular sheaths)이나 엽간 중격(interlobular septa)을 따라 섬유화가 생김.

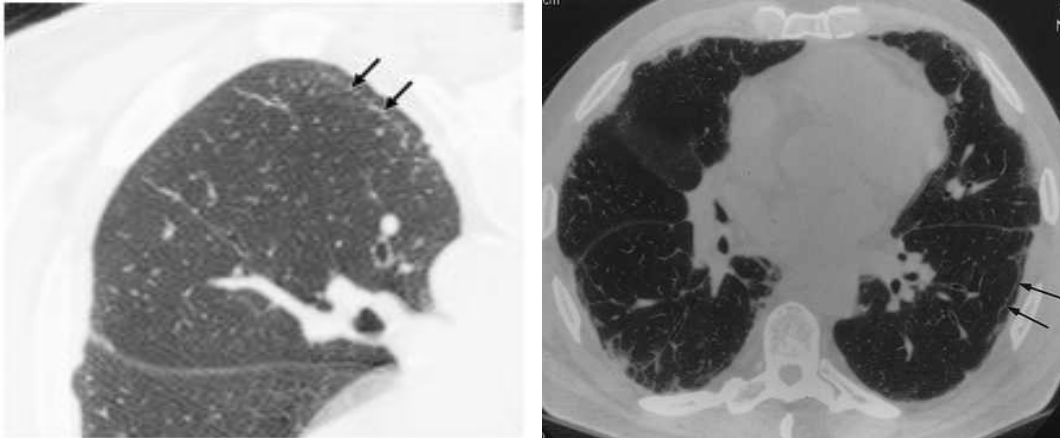


그림 75. 석면폐증의 초기 흉막하 곡선 음영의 CT

- 아키라(Akira, 1991)는 23명의 석면노출자를 대상으로 흉부 엑스선상 경미하거나 정상인 사람을 대상으로 1년 이상 간격으로 HRCT를 촬영한 결과 21명에서 폐실질 병변을 발견.
  - 주요 소견으로는
  - 엽내 및 엽간 중격 비후(thickened intralobular and interlobular lines)
  - 흉막하 곡선(subpleural curvilinear lines)
  - 흉막 기인성 불규칙 결절(pleural-based nodular irregularities)
  - 흉막하 점 또는 가지모양 병변 (subpleural isolate dots or branching structures)
  - 엽간극의 비후, 벌집모양 등.
  - 감수(Gamsu, 1995) 등은 간질내 선상 변화(interstitial line)가 84%, 폐실질내 밴드(parenchymal bands)가 76%, 이차 폐엽의 구조적 변화가 56%을 보임.
  
- 석면폐증의 병리학적 유병률은 많은 사람들을 대상으로 폐조직 검사를 해야 하므로 정확히 알기 어려움.
  - 통상 1만 명당 4명 정도로 알려져 있으며, 노출군에서의 유병률은 약 1~5%을 보임.

- 석면폐증의 진단을 위한 병리학적 특성은 조직절편에서 석면소체를 동반한 미만성 간질성 섬유화 및 통상성 간질성 폐렴(usual interstitial pneumonia, UIP)의 조합임. 그러나 이 둘은 필수요건일 뿐이며, 간질성 섬유화는 자체적으로 원인을 알 수 없는 경우가 대부분이므로 확진하기는 쉽지가 않음.
- 감별해야 할 질환은 다음 표와 같다. 특히 특발성 폐섬유화(idiopathic pulmonary fibrosis)와 울혈성 심부전(congestive heart failure)과의 감별이 중요(Levin 등, 2000).
- ILO 판독기준으로 1/0 및 1/1 이상 소견이면 흉부엑스선상에서 판독이 가능하나, 폐실질 소음영은 동일 필름에서도 판독자간 차이가 매우 심하며 이러한 차이는 국가 및 지역간 비노출 집단에서의 소음영 유병율의 차이를 낳는 일부 요소임(Ducatman, 1991).  
(같은 집단에 대하여 다수의 판독자가 판독한 경우에 최종 결과의 선정 기준도 합의 판정, 평균판정, 중위수판정 및 나쁜 쪽 판정의 여러 형태가 있음)
- 23명의 진폐 전문의가 105,029명의 미 해군병사를 대상으로 한 조사결과 석면폐증의 1/0 이상자는 1.71%였으나, 판독자에 따라 0.05~10.93%의 큰 차이를 보임(Ducatman 등, 1988).
- 과거 핀란드인 8,000명을 대상으로 1978~80년까지 흉부엑스선 진폐판독 결과, 남자는 13% 및 여자는 0.8%가 석면노출(소음영)로 분류.
- 7개 연구의 메타분석을 통한 석면 비노출 집단의 흉부X상 석면폐증(1/0 이상) 유병률은 5.3%(0.21~11.7%)(Meyer 등, 1997).
- 도시의 일반 입원환자 200명을 대상(평균 44.2세)으로 ILO 흉부엑스선 판독 실시 결과 36명(18%)이 1/0 이상의 소견을 보임(이상소견자의

11%는 소음영을 설명할 만한 요인을 찾지 못하였음).

- 석면폐증의 유병률이 5%, 민감도 90%, 특이도 93%이면 양성예측도 (ILO 1/0 또는 1/1)는 40%, 유병률이 3%이면 흉부엑스선 단독의 양성예측도는 28% 정도임.

### 3) 석면에 의한 폐암

- 폐암은 해부학적 기관지를 덮고 있는 폐세포의 악성종양이며, 초기 증상은 지속적인 기침이며 진찰 소견상 만성기관지염과 유사함.
- 흉부엑스선상 종괴의 음영이나 커진 임파선을 관찰할 수 있으며 조직검사를 통하여 확진할 수 있음.

- 석면이 폐암을 일으키는 기전에 대해서는 아직도 불명확
  - 많은 연구에서 제시되는 기전은 세포 내 유입된 석면섬유의 물리적 자극에 의해 발생.
  - 석면섬유를 둘러싼 염증성 국소부위 환경에서 DNA는 손상을 받아 원시암유전자(proto-oncogene) 발현을 촉진.
  - 세포증식을 조절하는 종양 억제유전자(tumor suppressor gene)의 활성을 억제함.
  - 이는 세포증식을 촉진시켜 발암과정을 유발.

(Iwagaki 등, 2003; Hofseth 등, 2003; Rihn 등, 2000; Xu 등, 2002).

- Appel 등(1988)은 DNA, RNA 및 염색사(chromatin)가 석면에 결합할 수 있으며, 이는 특히 백석면이 각섬석계 석면에 비해 그 표면 양전하로 인해 친화도가 더 높다고 하였음.

- 석면은 기관 상피세포에서 NF- $\kappa$ B DNA 결합력을 높이는데, 이 NF- $\kappa$ B는 싸이토카인, 성장인자, 원시암유전자의 중요한 전사인자(transcription

factor)로 작용(Janssen et al, 1995).

- 석면 노출로부터 폐암 발병까지의 잠복기는 15~40년이며, 노출량이 많은 경우 폐암 발생률이 높은 것으로 알려져 있음.
  - 기관지 악성종양도 석면노출자인 경우 발병가능성이 높으며 이 역시 흡연자에서 훨씬 높게 보임.
  - 폐암의 발생위험이 없는 석면노출한계는 아직까지 설정되지 못하고 있는 실정임.
  
- 폐암과 석면의 관련성에 대해서는 1930~1940년대에 심한 석면폐증이 폐암을 유발할 수 있다고 가능성이 보고된 바 있으나, 실제 1950년대에 와서야 증명(Doll, 1955). 호지슨(Hodgson, 2000)은 각섬석계 석면이 백석면보다 폐암유발 상대위험성이 10~50배 정도 더 높다고 보고됨.
  - 석면과 관련된 암은 폐의 어느 부위에서든 가능하며, 석면과 관련된 암의 특정한 조직형태나 위치는 아직 논란 중.
  - 석면과 관련된 폐암의 임상적 특성은 비석면으로 인한 폐암과 구별하기 어렵고, 예후 역시 비석면성 암과 비슷. 석면폐증이나 미만성 흉막 비후가 동반된다면 폐절제 시도가 부적절할 수도 있음.
  
- 폐암의 병리학적 소견에 따라 크게 비소세포폐암(편평상피세포암, 선암, 대세포폐암 포함)과 소세포폐암의 두 가지로 분류됨.
  - 척(Churg, 1985)은 석면노출자의 폐암 471명에 대한 연구에서 조직학적 형태가 편평상피암 43%, 소세포암 28%, 선암 19%, 대세포암 10%라고 보고.
  - 통상 폐암은 비소세포폐암(70~85%)과 소세포폐암(15~30%)으로 나눌 수 있으며, 이에 따라 둘 사이의 생물학적 성질, 치료 및 예후가 크게 달라짐.

- 직업성 폐암 연구에서 밝혀진 석면과 흡연의 작용은 상승작용을 보임. 즉, 석면과 흡연에 동시에 노출된 경우 폐암의 발생빈도는 그 상가적 비율(additive rate)에 비해 훨씬 높음.
  - 해먼드(Hammond, 1979) 등은 호흡기계 보호구 착용을 하지 않은 석면취급 근로자들에서 폐암 사망률이 5배 높고, 흡연자의 폐암 사망률이 11배 높음을 보임.
  - 비흡연 석면노출자가 대조군에 비하여 폐암 사망률이 5배 높은 것에 반해, 흡연 석면노출자의 폐암 사망률은 53배나 높게 나왔음.

표 61. 흡연과 석면노출의 폐암사망 상승효과

비교 그룹	석면 노출	흡연	10만명당 사망수	사망률
대조군	-	-	11.3	1.00
석면노출 근로자	+	-	58.4	5.17
대조군	-	+	122.6	10.85
석면노출 근로자	-	+	601.6	53.24

○ 이러한 석면과 흡연간의 상호작용에 관한 여러 기전이 제시.

첫째, 석면은 이물질처럼 작용하여 만성 염증을 초래하며, 이 때 세포 손상과 복구가 동반됨.

둘째, 흡연은 종양촉진자(tumor promoter)로 작용하여 세포의 손상복구 기능을 저해함으로써 암 발생을 촉진함.

셋째, 석면은 폐에서 폐포 대식세포를 유도하는데, 이는 다환성 탄화수소(polycyclic hydrocarbons)를 발암성 대사산물로 대사하는 기능을 함.

넷째, 석면섬유는 흡연의 따른 발암물질을 흡착, 농축시키고 배출을 지연함.

○ 여러 단계의 발암기전 모델은 암 진행에 앞서 발암위험을 줄여줄 수 있는 방법이 금연임을 강력히 지적. 이미 석면에 노출된 근로자들에게 폐암의 위험을 줄일 수 있는 중요한 방법은 바로 흡연을 중단하는 것임.

#### 4) 악성중피종

- 악성중피종은 중피(흉부나 복부의 외벽에 붙어 있는 막)에 발생하는 악성종양으로 석면과 관련성이 85% 이상인 석면노출의 대표적 질병임.

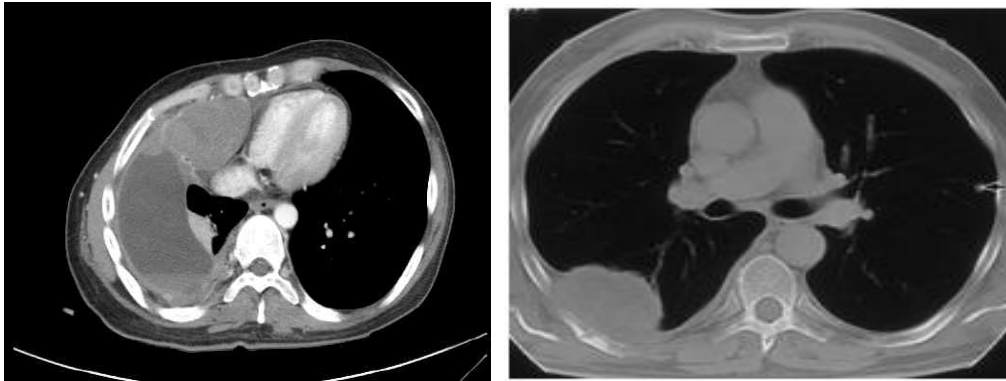


그림 76. 악성중피종 (컴퓨터단층 촬영)

- 악성중피종에 대해서는 1940년대 후반부터 1950년대 초에 몇 개의 환례 보고가 있음.  
(1960년대 석면과의 관련성에 관하여 알려지기 시작, Wagner 등(1960)은 석면에 노출된 33명의 악성중피종 환자를 최초로 보고)
- 악성중피종은 주로 흉막과 복막에 생기나, 심낭막이나 고환집막(tunica vaginalis)에도 생길 수 있음.
  - 악성중피종은 흉막에 가장 많이 생기는데, 이는 석면, 특히 청석면과 밀접한 관련이 있음.
  - 호지슨(Hodgson, 2000) 등은 코호트 연구에서 석면의 종류에 따른 악성중피종 위험도의 분석결과 백석면 : 갈석면 : 청석면 각각의 위험비가 1:100:500이라 보고.
  - 종양은 흉막층에서 생기며 종종 흉막삼출을 동반.
  - 종양 크기가 커지면서 흉막비후를 야기하여 흉벽을 수축, 폐 전체가 둘러싸임.



- 또한 단시간 내에 심낭, 반대측 흉막 및 복막으로 전이.
- 혈액에서처럼 임파선을 통해 폐, 간, 신장 및 부신으로 전이되기도 함.
- 주요 조직학적 소견으로는 상피성, 육종성과 혼합성 등이 있음. 악성 중피종 내에 골육종성 변성(osteosarcomatous degeneration)도 보고 (Raizon 등, 1996).

- 악성중피종의 잠복기는 35~40년으로 매우 길며, 석면노출 근로자들의 가족에서도 발생, 노출한계의 설정이 어려움. 악성중피종은 석면에 일시적 노출이나 간접 노출로도 생길 수 있음(Craighead 등, 1982).
- 악성중피종의 확진은 CT로도 한계가 있으며. 결절의 악성유무를 판정하기 위한 조직검사가 최선의 방법(Ng CS 등, 1999).
- 횡격막 전이를 파악하기 위해서 비축면(non-axial plane)이 더 좋으며, MRI의 정확도가 82%로 CT의 55%보다 우수(Heelan 등, 1999).
- 악성중피종은 매우 희귀한 질환으로 2000년 이후 유럽지역이 1백만명당 10명 이상이며, 우리나라는 약 1명 수준(Furuy Sugio, 2007).

표 62. 석면노출과 중피종의 관계

<p>1. 85%의 흉막 중피종이 석면 노출에 의한다.</p> <p>2. 석면노출이 악성중피종 발생에 미치는 요소들:</p> <p>가. 잠재기: 위험도가 잠재기에 따라 급격히 증가</p> <p>나. 용량-반응 관계</p> <p>다. 섬유 형태:각섬석계가 백석면보다 발암성 및 중피종 위험이 크다.</p> <p>라. 위치: 복막 중피종은 대개 각섬석계에 장기간 고용량 노출된 결과</p> <p>마. 조직학적 특성</p>
---

- 악성중피종은 예후가 매우 불량하며, 한 가지 치료법(수술, 화학요법, 방사선 치료)보다는 다중요법이 선호.
  - 광역동치료(photodynamic therapy), 싸이토카인, 유전자치료 등의 치료법도 소개(Jaklitsch 등, 2001).
  
- 우리나라의 악성중피종 발생현황에 대해서는 정순희 등(2006)이 전국 25개 병원 감시체계를 통해 조사한 바 있음.
  - 2000~2006년 기간동안 원발성 악성중피종 194례를 얻었으며 슬라이드 확보가 가능한 170례에 대한 정밀 역학조사를 실시.
  - 남자가 110명(65%) 및 여자가 60명(35%)이었으며, 직력을 확인할 수 있었던 83례 중 24례(29%)가 석면관련 직업임.
  - 한편 악성중피종의 발생원인으로 석면이 80% 이상 기여하는 점을 고려할 때 35%의 여성과 직접적인 석면노출 직력이 없는 사례가 50% 이상인 점은 다소 의문이 존재함.
  - 이 감시체계 결과에 의하면 악성중피종 사례가 1996년부터 2000년까지 57건, 2001년 11건, 2002년 18건, 2003년 11건, 2004년 29건, 2005년 16건으로 총 142건이 발생하였으며, 이러한 결과는 향후 우리나라에서 석면과 관련된 직업병자가 대폭 증가할 수 있음을 시사함.
  
- 미국의 경우 악성중피종 감시체계를 통해 100만 명당 13.89명의 발생률을 보고하였음.
  - 이를 연령 표준화 및 석면의 종류를 구분하지 않고 우리나라에 적용해보면 연간 500명 정도의 악성중피종 발생이 예상됨(정순희, 2006).
  - 또한 토사바이넨(Tossavainen, 2005)은 석면소비량과 중피종 발생을 비교한 연구에서, 석면 170톤 당 1명의 악성중피종이 발생한다고 보고하여 이를 우리나라에 적용해 보면 과거 연간 7~8만 톤의 사용량인 경우 연간 400~500명의 환자발생이 추정됨.
  - 그러나 현재의 악성중피종 발생 통계는 의료보험공단자료, 감시체계자

료를 모두 합쳐도 과소평가되었으며, 특히 악성중피종이 석면에 의하여 발생한다는 직업관련성을 감안한다면 산재보상자료를 통하여 산정한 석면에 의한 직업병 인정건수는 연간 10건 미만으로 극히 과소평가되고 있음.

○ 석면에 의한 악성중피종이 우리나라에서 공식적인 직업병으로 인정받은 것은 1993년임.

- 특히, 1990년대에 직업성 암으로 인정된 악성중피종은 심의 요청된 6건 모두 업무관련성을 인정받았고 직업병 심의에서 업무관련성이 인정된 직업성 폐암의 경우 14건 중 3건(21.4%)이 석면으로 인한 폐암이었음(강성규 등, 2001).
- 석면으로 인한 직업성 폐암의 경우 선박제조업의 용접공과 페인트제조업의 배합공, 철도궤도운수업의 영선반 근무 근로자임.
- 악성중피종의 경우 석면방직업의 연사공, 시멘트제조업의 생산감독, 선박제조업의 목수, 건설업의 배관공, 설비기계수리업의 안전관리자(임현술등, 2001), 철강업의 주철공 등 임.

### 4.1.3 기타 석면에 의한 질병

- 석면과 관련된 다른 질병이나 인체 영향들이 석면섭유에 노출된 사람들 사이에 보고. 최근 역학연구에 의하면, 석면노출이 비호흡기계의 악성종양의 발생도 증가시킨다고 보고되고 있음.
  - 석면에 노출된 사람들은 소화기계 암 즉, 후두, 식도, 위, 대장 및 직장, 신장 그리고 췌장 등의 악성종양 발생이 예측치보다 조금 높게 나타남.
  - 또한 석면에 노출된 사람들의 흉부엑스선상, 비정상적인 늑막판 및 늑막의 섬유상 비후 등을 관찰할 수 있음.
  - 그러나 폐암의 발생가능성과 관련이 있다는 통계 보고도 있음.
  - 늑막판은 석면에 노출된 자신 뿐 아니라 가족에게도 발생할 수 있음.
  - 늑막판은 석면광산, 석면을 사용하는 조선소 및 석면사용 공장의 인근 지역에 사는 주민들에게도 찾아 볼 수 있음.

## 4.2 석면질환의 진단 및 치료

### 4.2.1 석면관련 질병의 임상진료

- 2004년 미국 흉부의학회에서는 석면에 의한 비암성질환의 진단적 접근 근거로 4가지 조건을 제시.

표 63. 석면관련 비종양성 질병의 2004년 진단 권고안

미국 흉부의학회 2004년 권고안	
1) 구조적 변화의 근거 (다음 중 하나 이상에 의해)	① 영상학적 검사 ② 조직검사
2) 개연성 있는 인과관계의 근거 (다음 중 하나 이상에 의해)	① 충분한 잠복기(직업 또는 환경노출) ② 노출 표지자(흉막반, 석면소체)
3) 다른 진단의 배제	
4) 기능적 장애의 근거 (다음 중 하나 이상에 의해)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 증상 및 징후 (폐음 청진 등)</li> <li>• 환기능의 변화 (제한성, 폐쇄성 질환)</li> <li>• 가스 교환의 장애 (폐확산능의 저하)</li> <li>• 염증 (기관지폐포 세척 등을 통해)</li> <li>• 운동검사</li> </ul>

#### 1) 문진

- 석면관련 질병을 진단할 때에는 직업 및 환경, 가정 등에서 석면에 노출되었는지 여부가 반드시 확인되어야 함.
- 석면노출에 관한 질문에는 다음을 포함.
  - 직업, 과업, 근무(고용)정보

- 분진의 노출
  - 혼합, 절단, 도장, 뿜칠 또는 석면물질제거 작업
  - 석면분진이 발생하는 지역에서의 작업 유무
  - 개인 보호장구의 사용
  - 작업장의 환기
  - 석면의 건강 유해성 인지
  - 작업복의 환복 장소(집 또는 작업장)
  - 작업복의 세척 장소(집 또는 작업장)
  - 작업장에서의 샤워시설 사용유무
  - 군 경력-실질적으로 배를 타거나 건설 및 수리
  - 그 외 석면 노출과 관련된 직업 및 취미
- 석면노출에 의한 질병의 증상은 비특이적이고 노출시기로부터 대개 수십년이 지나 발현되기 때문임. 일단 다음의 증상이 확인되면 철저한 이학적 검사와 흉부 X선 검사, 폐기능 검사를 기본으로 실시함.
- 숨가쁨, 천명, 쉼 목소리
  - 지속적인 기침
  - Blood in the sputum (fluid) coughen up from the lungs
  - 흉부의 고통 또는 압박(Pain or tightening in the chest)
  - 침 삼킴의 어려움(Difficulty swallowing)
  - 얼굴이나 피부의 종창(Swelling)
  - 몸무게 감소
  - 피로 또는 빈혈

## 2) 이학적 검사

- 이학적 검사는 호흡기, 순환기, 소화기 등 일반적 사항을 포함하여 위 증상을 유발할 수 있는 다른 부위의 질환을 감별해야 함.
  - 기본적으로 혈압, 심박동수, 리듬 등을 측정, 흉곽에 대한 시진, 촉진, 타진, 청진 등을 통해 호흡기를 확인. Murphy 등(1984)은 석면폐증에서 전형적으로 흡기말 기저부 악설음(end-inspiratory basilar rales)이 청진되며 이는 기침 후에도 지속됨.
  - 또한 Selikoff(1980)는 석면폐증이 폐동맥 고혈압과 관련성이 있으므로, 폐동맥 부위의 제 2심음을 대동맥 부위와 비교하는 것도 중요함.

## 3) 영상의학적 검사

- 흉부 X선 검사는 현재 석면관련 질병을 확인하기 위해 가장 흔히 사용하는 도구이나 실제 폐의 석면섬유를 확인할 수는 없으며, 석면노출에 의한 폐질환의 조기징후를 확인하기 위한 목적으로 실시.
- CT 검사의 경우 석면에 의한 폐 이상을 확인함에 있어 X선 검사에 비해 효과적이며 최근에는 단면의 간격을 더 좁게 촬영하는 HRCT가 더 유용한 것으로 알려져 있음.
- 석면과 관련된 질병은 주로 폐와 흉막에 생기므로 흉부 엑스선은 석면 관련 질병의 진단에 객관적 방법으로 가장 널리 이용.
  - Kari 등(1998)은 핀란드에서 1990~1992년 조선 및 건축업종에 종사한 근로자 18,943명을 대상으로 ILO 진폐 판독기준에 의거한 흉부엑스선의 재판독 결과 약 22%에서 이상소견임을 보임.
- 석면에 의한 흉부 영상의학적 특징 중 가장 흔한 소견은 흉막의 이상소견

을 보임(Metintas 등, 2005).

- 흉막삼출은 전형적으로 다양한 세포의 혈액삼출이 있지만, 석면소체는 없을 수도 있음(Hillerdal, 1980).
- 석면과 관련된 암도 폐의 어느 부위에서나 생길 수 있음(Aberle 등, 1991; Lynch 등, 1989).
- CT가 흉부사진과 비교하여 미만성 흉막비후 진단에 민감도와 특이도가 더 높은 특성을 보임.
  - Al Jarad 등(1991)은 CT로는 연구대상자 모두에서 미만성 흉막비후를 진단했지만, 흉부사진으로는 70 %만 보였다고 기술.
  - 그러나 일반 CT에 비해 HRCT의 장점은 명확치 않음. Aberle 등(1988)은 단면의 간격 때문에 일반적인 CT에서 보이는 미만성 흉막비후를 HRCT에서 놓칠 수 있다고 하였음.
  - Friedeman (1988) 등은 흉부 엑스선상 흉막반으로 오인될 수 있는 흉막하 지방(subpleural fat)이 HRCT를 통해 감별진단이 가능함을 보여 주었으며, 흉막질환에 대해 97 %의 민감도와 100 %의 특이도를 보인다고 하였음.
  - 그러나 Aberle 등(1998)은 일반적인 CT로는 7명 모두에서 보인 흉막비후 소견이 HRCT에서는 3명만 보임.



## (1) ILO 분류

- ILO 진폐 분류는 분진흡입으로 인한 폐의 영상학적 변화를 체계적으로 기록하기 위해 고안. 이는 사진의 표준화를 통해 쉽게 재현할 수 있는 방법으로 영상학적 병변을 코드화하여 국가 간 비교를 쉽게 하였음.
- 흉부 엑스선사진 판독만으로 분류한 것으로써 다른 병리학적 소견이나 직력, 비정상적인 노출수준 및 보상과 관련된 측면 등은 고려하지 않은 상태에서 판독함(Shiple, 1992). 표준사진의 비교는 분류에서 중요하며 표준사진을 통해 관찰자간 오차를 줄일 수 있음(ILO, 1980).
- ILO판독 양식은 단지 흉부 엑스선사진에 유용하며 22장의 표준필름과 비교하여 판독해야 함.
- 비록 HRCT가 일반 흉부사진보다 석면과 관련된 질환의 조기발견에 더 우수하고 병리학적 소견과의 상관성도 좋지만, 정밀한 CT소견이라도 비특이적이고 경미한 이상이 많으며 직업과 관련된 변화를 찾기 어려움.
- 따라서 진폐증 진단에 있어서 영상의학적 진단도구는 현재까지는 흉부 엑스선사진이 주된 심사도구이며, CT는 흉부엑스선 유소견시 문제해결에 도움-흉막비후 확인, 중피종 분류, 폐암 발견, 조직검사 유무 결정을 주는 정도로 활용할 수 있음(Aberle, 1991).

표 64. 흉부 X선 사진의 진폐 병형 판정기준

병 형		엑스선 사진의 상(像)
의증	0/1	소원형 또는 소불규칙 음영의 밀도가 1형의 하한보다 낮은 경우로써 특히 진폐증의 이환을 의심케 하는 경우
1형	1/0 1/1 1/2	소원형 또는 소불규칙음영이 소수 있는 것
2형	2/1 2/2 2/3	소원형 또는 소불규칙음영이 다수 있는 것
3형	3/2 3/3 3/+	소원형 또는 소불규칙음영이 대단히 다수 있는 것
4형	ABC	대음영이 있다고 인정되는 것

표 65. 흉부방사선사진 진폐 판독표

### 흉부방사선사진 진폐 판독표

1. 사진의 질		<input type="checkbox"/> 우수	<input type="checkbox"/> 보통	<input type="checkbox"/> 다소 결함	<input type="checkbox"/> 판독 불가능
2. 비정상 소견		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
3. 폐실질 진폐 소견		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
3-1. 소음영		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
a. size and shape <span style="float: right;">□ / □</span>	b. zone	Rt	Lt	c. profusion <span style="float: right;">□ / □</span>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3-2. 대음영		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
a. A <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	b. zone	Rt	Lt
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 흉막소견		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
4-1. Diaphragm pleural thickening		<input type="checkbox"/> 유(zone: Rt□ Lt□)			<input type="checkbox"/> 무
4-2. C-P angle pleural thickening		<input type="checkbox"/> 유(zone: Rt□ Lt□)			<input type="checkbox"/> 무
4-3. Chest wall pleural thickening		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
a. circumscribed(plaque)		b. diffuse			
	Rt	Lt		Rt	Lt
in profile width	(a, b, c)	(a, b, c)	in profile width	(a, b, c)	(a, b, c)
extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)
face on extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	face on extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)
4-4. Calcification		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
			Rt	Lt	
a. Diaphragm calcification		extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	
b. Chest wall calcification		extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	
c. Other sites		extent	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	
5. Symbols		<input type="checkbox"/> 유 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> 무</span>			
(ax, bu, ca, cn, co, cp, cv, di, ef, em, es, fr, hi, ho, id, ih, kl, pi, px, rp, tbi, tba)					
6. 기타 진단명 또는 참고사항 (심플에 포함되기는 하지만 특히 언급이 필요한 부분)					
Pleural plaque Pleurisy Round atelectasis					

#### 4) 폐기능 검사

- 일반 폐활량검사(spirometry)는 중요한 진단적 정보를 제공. 미국 흉부학회(American Thoracic Society) 따르면 진폐증에서는 노력성 폐용적(Forced vital capacity, FVC)과 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in the first second, FEV1), FEV1/FVC, 중간부 노력성 호기유량(forced expiratory flow rate at mid-expiration, FEF25-75) 등의 정보가 반드시 얻어져야 함(Gardner, 1987).
- 더욱 완전하게 폐의 기능적 상태를 평가하기 위해서는 일산화탄소 폐확산능(DLCO)검사가 수행(폐의 가스교환 능력을 평가할 수 있음).
- 체적 변동기록계(body plethysmography)나 헬륨희석법을 통해 정적 폐용적을 측정하면 air trapping이 노력성 폐용적의 감소에 얼마나 기여하는지 평가할 수 있음.
- 일반적으로 석면관련 폐질환은 폐기능 검사상 제한성 장애형태를 초래(Lerman 등, 1988). FVC, 총폐용적(Total lung capacity, TLC), DLCO 등이 95% 신뢰구간의 하한치보다 낮을 경우 석면폐증에서 보이는 간질성 섬유화가 존재함을 시사.
- 흡연 상태에 기초한 예측치 또한 DLCO의 평가에 유용(Miller, 1986).
  - 폐 생리검사에서는 점차 폐활량계, DLCO, 정적 폐용적 등에 대한 95% 신뢰구간을 제시하고 있어 통계적으로 더욱 유효한 정보가 이용 가능할 것으로 보임.
  - 휴식 시 동맥혈 산소분압(PaO<sub>2</sub>)의 감소나 운동 시 PaO<sub>2</sub>의 하락은 비특이적이기는 하나 폐실질 섬유화에 의한 가스교환 장애를 의심해 볼 수 있음.
  - 적은 폐 용적상태에서 호기량(FEF25-75) 감소를 동반하는 호흡성 세기관지의 수축은 초기의 기능적 장애일 수 있음(Becklake 등, 1970).

- 호흡곤란의 중증도가 폐기능검사 결과에 따른 예측치를 능가하는 개체에서는 운동부하 심폐검사가 여러 수준의 운동요구량에 대한 개별 능력에 대해 유용한 정보를 제공.

#### 폐기능 검사의 활용

1. 진단 - FVC 및 DLCO의 정상 하한치보다 낮은 수준으로 감소시  
→ 석면폐증 진단을 지지하는 소견
2. 폐기능 장애의 평가보고
3. 시간경과에 따른 진행 또는 호전 유무를 결정하기 위한 감시
4. 악성질환에 대한 수술전 평가
5. 장애도 결정
6. 직무 평가 - 호흡보호구 사용의 인증 등
7. 증상 평가

#### 5) 조직학적 검사

- 폐조직 검사는 수술적으로 폐조직을 채취한 후 현미경을 통해 석면섬유를 확인하는 방법으로 석면관련 질병을 확인하는 데 있어 가장 신뢰성 높은 검사임.
- 기관지경 검사는 폐를 행귀낸 물질에서 석면섬유를 확인할 수 있는 검사로써 조직검사에 비해 덜 침습적임.
- 석면은 광물섬유의 형태로 흡입, 폐로 들어오면 이들 섬유의 일부는 철단백으로 둘러싸임(Churg, 1983). 현미경으로 보면 이 구조는 석면소체와 유사하며, 수초 모양이거나 분절을 이룬 노란 막으로 투명하게 둘러싸인 형태를 보임.

○ 그동안 석면소체와 비석면성 철소체(ferruginous body)의 특성과 의의에 대하여 여러 논쟁과 혼동이 존재.

- Thomson 등(1963)은 석면소체가 석면에 노출된 적이 없는 사람들의 부검결과에서도 상당량 발견.
- 서유럽 및 북미 지역의 연구에서는 적절한 검사방법이 도입된다면 인구의 대부분에서 석면소체가 검출될 수 있음을 시사(Churg A, 1982).
- Gross 등(1967)은 동물실험을 통해 미세한 섬유유리와 같은 비석면성 광물에 의해서도 석면소체와 비슷한 소체가 형성을 증명.

(“철단백으로 둘러싸인 광물섬유(ferruginous body)”)는 직업적으로 석면에 노출되지 않은 사람에서는 석면에 의해 형성되지 않는다고 결론을 내렸음. 그러나 이후 석면소체로 보이는 모든 구조물이 석면노출유무와 관계없이 석면을 함유하고 있어 이러한 결론은 잘못된 것으로 받아들여지고 있음. 대부분의 석면소체에 포함된 석면은 각섬석계 석면이나, 직업적으로 노출된 경우 백석면에 의한 석면소체도 발견)

○ 일반 인구집단에서의 폐에서는 석면소체뿐만 아니라(일반적으로 건조된 폐질량 1 g당 1,000개 미만), 막에 둘러싸여 있지 않은 수많은 석면섬유도 포함. 이들 인구집단에서 석면섬유의 총부담량은 석면소체의 10,000배 가량 되는데 대부분의 섬유는 백석면, 트레몰라이트석면, 안소필라이트석면 등의 분절조각들로 알려져 있음.

○ 다음은 우리나라 특수건강진단시 이용되는 근로자 건강진단 실무지침(2006년)에 열거된 객담 석면소체검사에 대한 사항임.

- 석면에 노출된 자의 객담 중에 특유한 형태의 석면소체가 광학현미경으로 관찰되는 수가 있다.
- 색은 황갈색이며 모양은 아령형, 곤봉형, 창형, 구슬형 등이 있고, 그 크기는 길이가 20~100  $\mu\text{m}$ , 폭은 3~5  $\mu\text{m}$ 이다.
- 객담을 원심분리에 의하여 침사시킨 후 cover glass로 덮어서 관찰할 수 있으며 peals reagent에 염색된다.
- 석면소체는 석면분진노출 후 짧은 경우는 4개월 만에도 관찰할 수 있으며, 또 길게는 석면노출을 중지한지 30년이 지나서도 관찰되는 수가 있다.
- 급성기관지염 등의 감염으로 객담량이 증가된 경우에 발견하기 쉽다.
- 드물게는 석면자체가 객담으로 배출되는 수도 있으며, 이런 경우에는 위상차현미경으로 발견할 수 있다.

#### 4.2.2 석면관련 질환의 치료

##### 1) 미만성 흉막비후

- 광범위한 흉막비후는 흉막유착(fibrothorax)을 일으키는 다른 원인들과 동일하게 치료해야 함. 일부의 경우 박리(decortication)가 유용할 수 있으나, 폐로부터 유착된 장측흉막을 떼는 것은 기술적으로 어렵기 때문에 수술적 요법은 제한적임.
- 또한 기저의 폐섬유화는 폐의 재확장(reexpansion)을 막아 성공적인 박리의 이점을 제한시키므로 수술 전 철저한 평가가 이루어져야 함. 수술의 효과는 최근에 발생한 미만성 흉막질환이 지속된 혹은 만성 흉막유착의 경우보다 좋음(Friedman, 2006).

## 2) 석면폐증

- 석면폐증은 본질적으로 석면에 의한 폐섬유화이며, 폐기능 검사상 제한성 폐질환을 유도하는 병리기전을 초래하고 폐실질의 일산화탄소 확산기능의 감소를 야기함.
- 부신피질 호르몬과 면역억제제는 그 증상 및 생존에 대한 역할이 미미함(Mossman and Churg, 2004). 적절한 예방접종과 더불어 감염성 합병증의 예방이 필수적이며, 주치의는 석면에 노출된 환자에게 흡연노출에 의해 위험도가 상승할 수 있음을 꼭 주지시키고 금연을 유도해야 함.

## 3) 기타 비악성질환

- 석면폐증이 아닌 비악성 질병상태로는 적혈구증가증, 폐성심, 폐동맥고혈압, 호흡부전, 부정맥 등이 있으며 일부 환자는 조절이 안되는 흉막통을 경험하기도 함. 폐렴은 석면관련 폐질환자 사망의 가장 흔한 원인으로 알려져 있음.
- 비록 석면폐증 환자에서 특발성 폐섬유화 및 폐동맥 고혈압 치료법을 개발한 연구는 없으나, 질병 과정이 적어도 염증반응의 일부로 진행되기 때문에 항염증 약물치료(스테로이드/비스테로이드 제제, 류코트리엔 차단제 등)를 통해 병리기전을 억제하는 것이 좋음.
- 경구 스테로이드 제제는 석면폐증 자체의 치료에 도움이 안 되는 것으로 알려져 있음. 심폐운동부하검사는 산소보충치료의 필요를 결정하는데 좋은 방법으로 사용되고 있음. 폐구균성 폐렴 및 독감 예방접종이 필수적이며, 감염시 진행을 막기 위해 적극적인 치료가 좋음(Harbut, 2007).



#### 4) 폐암

- 석면에 의한 폐암은 편평세포암, 선암, 소세포암, 대세포암 등 혼한 폐암의 형태가 모두 가능하며, 치료는 다른 원인에 의한 폐암과 동일함 (Lordi and Reichman, 1993).
- 병변의 위치, 병기, 연령, 일반적 건강상태 등을 고려하여 화학요법, 방사선치료, 수술 등을 시행. 그러나 치료효과는 제한적이어서 5년 생존율이 10% 이내이며, 단일성(solitary), 비소세포암이 수술적 제거에 반응이 좋아 5년 생존율이 30%임.

#### 5) 악성중피종

- 전체 환자의 진단 후 생존기간 중위값은 8~12개월이며, 2년 이상 생존한 경우는 10% 미만임(Rom, 1998).
- Extrapleural pneumonectomy(EPP)는 전형적으로 침범된 폐와 벽측흉막, 흉벽 일부, 심낭 일부, 횡격막 일부 등을 제거하고 재건하는 과격한 기술로써 일부 성공사례가 보고되고 있기는 하나(Chang and Sugarbaker, 2004), 일반적으로 양호한 예후를 기대하기 힘들.
- 방사선치료, 화학요법, 수술 등의 세 가지 치료가 시도되는데 장기간 생존율을 높인 경우는 찾아볼 수 없음. 최근 Weder 등(2004)은 수술 전 완전제거가 가능하다고 판단된 환자 19명에 대해 16명에서 EPP를 시행하고(주요 수술 합병증 6명 발생), 수술 후 화학요법(Gemcitabine과 Cisplatin)과 방사선치료(13명) 결과 생존기간 중위값은 23개월이었음.

## 4.3 석면질환 예방 및 조치

### 4.3.1 국내 석면관련 질환의 감시체계

#### 1) 악성중피종 감시체계

- 국내에서는 2000년부터 현재까지 대한병리학회 심폐병리연구회의 병리 전문의와 산업의학회가 함께 악성 중피종 감시체계를 구축하여 운영하다가 2005년부터 산업의학 전문의 연합으로 직업력 조사를 강화.

#### 2) 직업성폐암 감시체계

- 국내 8개 병원을 중심으로 운영하고 있으며 1년에 1만 5천건 가량 발생되고 있는 전체 폐암에 대해 전수 조사하고 있지는 못하며, 부산지역과 인천지역으로 전체 환자에 대한 접근이, 그리고 나머지 지역의 경우, 부분적으로 1~2개월 가량 감시체계를 운영하고 있음.

#### 3) 부산지역 직업성질환 감시체계

### 4.3.2 석면 질병이 발견된 근로자의 관리

표 66. 석면에 의한 질병 진단 후 관리방안에 대한 지침

1. 환자알림(Patient notification)
환자에게 직업과 관련된 질병 공지
법의 의해 요구된 적절한 권한으로 직업성 질환 신고
환자에게 보상에 대한 기능 공지
2. 질병 및 증상평가(Impairment assessment)
행위 기능 장애의 평가
ATS 기준에 따른 평가 장애는 미국의학협회(AMA) 가이드에 따라
3. 3차예방 대책(Tertiary prevention)
추가 과도한 노출 금지

- Laurie(2004)는 석면에 의한 질병진단 후 관리방안에 대한 지침에 대하여 다음과 같이 요약.
- ① 작업관련 질병으로써 규정에 의한 보상이 되는 질병이라는 것을 근로자에게 인지.
- ② 환자의 기능적 손상을 평가하고 손상률을 산정.
- ③ 3차 예방을 위하여 금연을 시키고, 더 이상의 노출을 금지하며, 다른 호흡기계 질환이 있다면 관리.
- ④ 향후 3~5년 동안 흉부엑스선 및 폐기능검사로 추적관리.
- ⑤ 다른 합병증의 발병에 관하여 개별 환자마다 특별 관리.

1) 고위험군에 대한 정밀검사

- 석면을 포함한 분진의 건강진단 시 비용-효과면 및 방사선노출의 위험성을 고려한다 하더라도 최근의 고성능 저용량 HRCT의 유용성은 높아 (Black, 2006; Muravov, 2005) 일정 근무 이상의 근무자인 경우 선별적으로 도입할 필요성이 있음.

표 67. 국내 5개 지역의 직업성질환 감시체계의 주요 내용 비교

구분		인천지역	대전지역	구미지역	여천지역	부산울산 경남지역
주요 인구집단 및 감시대상 질환	감시 대상 질환	직업성 근골격계질 환, 천식, 접촉성 피부염, 독성간염, 조혈계질환, 암	소음성 난청, 천식유사증상 , 피부염 유사증상, 기타 건강관련 사건	독성간염, 접촉성 피부염, 천식, 암, 수지진동증후 군증, 근골격계 질환	악성신생물, 천식, 직업성피부염, 무형성빈혈, 유산, 작업과 관련된 손상의 피부, 간장, 호흡기, 위장, 심장, 근골격계, 눈, 신경계질환	수지진동증후군, 직업성천식, 직업성피부질환, 근골격계질환(방 아쇠수지, 상지포착신경병 증), 직업성 암(폐암)
	주요 업종 (업체 수)	제조업체 6,072개 (993,000명)	유기용제 및 특화물취급 근로자가 있는 사업장 200개 (1,300여명)	전자 부품, 영상, 음향 및 통신장비제조 업 약 240개, 제사 및 방직업 114개(약90,0 00명)	석유화학제조업 35개 업체 (약 9,900명)	조선, 자동차, 석유화학 제조업체 7,500개 (약 600,000명)

수집된 자료 분석 및 배포	분석 주체	감시본부: 가천의대, 연대의대, 인하의대 참여 교수 진	감시센터:충 남의대, 을 지의대, 건 양의대	산업의학과 전문의 (감 시체계실무 담당자)	감시센터: 전남 대병원 산업의학과	감시체계 실무 담당자
	분석 주기	월별	3달에 1회	3달에 1회	6개월에 1회	3달에 1회
	결과 지표	월별 직업 성 질환발 생건수, 특 정 질환 의 발생 패턴, 경향	월별 보고 된 환자현 황, 예방적 조치에 대 한 조언, 해 당 질병 의 발생률	질 환 별 로 직업별, 보 고자별, 원 인자별, 성 별, 연령별, 업종별 발 생빈도	주요 유해물질 의 사용 및 노 출현황, 정기건 강진단결과, 주 요감시대상질환 이환현황, 감시 결과 요약	월별 직업성질 환 발생건수, 직업분류, 업종 분류
	배포 주기	3달 1회를 원칙	3달 1회를 원칙	3달 1회를 원칙	1년 1회를 원칙	3달 1회를 원칙
	배포 대상	정보제 공 자, 인터넷 을 통해 그 의 정보 수 요자에 게 배포	보건관리대 행 간호사, 위생사, 사 업장 보건 관리자	보건관리대 행 간호사, 의사, 사업 장 간호사, 사업장 보 건관리자	사업장 보건관 리자, 기타 사 용자, 근로자, 정부관서, 연구 기관등 필요로 하는 곳	지역내 산업보 건 관련기관
	배포 방법	인 터 넷 ( <a href="http://www.ohis.net">http://www.ohis.net</a> ) 소 식 지 로 배포	정기모임시 사 례 발표, 인 터 넷 ( <a href="http://www.kweis.org">http://www.kweis.org</a> ) 에 총괄 추 이 게시	보고서 우 편발송 및 직접 배포	사업장보건관리 자는 직접배포, 인 터 넷 ( <a href="http://www.cnuh.ac.kr/~oem">cnuh,chonnam.ac.kr/~oem</a> )에 서 볼 수 있음	인 터 넷 ( <a href="http://www.oemdoctor.org">http://www.oemdoctor.org</a> )

### 4.3.3 근로자 건강진단

- 석면취급 근로자들인 경우 산업안전보건법에 의거 정기건강진단을 받도록 명시하고 있음.

#### 1) 건강진단주기

##### (1) 기본 주기 및 대상자

석면에 노출되는 작업부서 전체 근로자에 대한 특수건강진단 주기는 1년에 1회 이상 실시하도록 함.

##### (2) 집단적 주기단축 조건

다음의 어느 하나에 해당하는 경우 석면에 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 기본주기를 다음 회에 한하여 1/2로 단축해야 함.

- (가) 당해 건강진단 직전의 작업환경 측정결과 석면 분진 농도가 노출기준 이상인 경우
- (나) 석면 분진에 의한 직업병유소견자가 발견된 경우
- (다) 건강진단 결과 석면에 대한 특수건강진단 실시주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

##### (3) 배치 전 건강진단 후 첫 번째 특수건강진단

1년 이내에 해당 근로자에 대하여 실시하되, 배치 전 건강진단 실시 후 1년 이내에 사업장의 특수건강진단이 실시될 예정이면 그것으로 대신할 수 있음.

## 2) 건강진단항목

개정된 산업안전보건법 시행규칙에 따라 2009년 1월 1일부터 허가대상물질 13종 가운데 한가지로 1차 검사와 2차 검사항목은 아래와 같음.

### (1) 1차 검사항목

(가) 직업력 및 노출력조사

(나) 과거병력 조사 : 주요 표적기관과 관련된 질병력조사

(다) 임상검사 및 진찰

① 호흡기계 : 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사

### (2) 2차 검사항목

(가) 임상검사 및 진찰

① 호흡기계(진폐, 폐암, 중피종) : 흉부방사선(측면), 결핵도말검사, 고식적 흉부 전산화단층촬영

## 3) 산업의학적 평가

### (1) 건강관리구분

(가) C1판정기준

① 흉부 방사선상 category 0/1 소견 또는 정상이면서, 폐활량이나 노력성폐활량이 예측치의 60~80% 또는 일초율이 60~70%를 보이고, (2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급여부, 청진소견(염발음), 흉부방사선(늑막비후, 판상석회화), 객담소견(석면소체, 석면섬유) 등을 고려할 때, 석면 분진 노출에 의한 것으로 추정되며 (3) D1에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우

(나) D1판정기준

- ① 흉부방사선상 진폐증 Category 1/0이상이거나, 또는 원발성 폐암 이나 중피종 등이 있거나, 또는 폐활량이나 노력성폐활량이 예측치의 60% 이하이면서 일초율이 60% 이하이고, (2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급여부, 청진소견(염발음), 흉부방사선(늑막비후, 관상석회화), 객담소견(석면소체, 석면섬유) 등을 고려할 때, 석면 분진 노출에 의한 것으로 추정되는 경우
- 진폐판정은 흉부사진에 의한 진폐증의 국제분류법(ILO-1980)의 안내서에서 권장된 촬영 방법과 판독방법에 준함
  - 원발성 폐암이 발생하였을 경우, 최초 분진노출로부터 통상10년 이상 경과되어야 함.
  - 중피종이 발생하였을 경우, 최초 분진노출로부터 통상 20~30년 경과하여야 함.

(2) 업무수행 적합 여부 평가

(가) 업무수행 적합 여부 평가 시 고려해야 될 건강상태

- 호흡기도에 급성질환이 있는 경우
- 석면폐증
- 폐성심, 만성 속발성 기관지확장증
- 기흉, 폐기종 등 만성 폐쇄성 폐질환
- 객담을 동반한 만성 속발성 기관지염
- 흉부방사선검사에 나타나는 석면폐증(1/0-1/1 이상), 석면으로 인한 뚜렷한 늑막의 변화 및 육아종성 변화
- 심부전증 또는 심부전을 일으키는 질환들

(3) 사후관리내용

배치전 건강진단에서는 업무수행 적합 여부 평가만을 실시함.



4) 수시건강진단을 위한 참고사항

- 근로자가 호흡곤란, 기침, 객담, 가슴통증, 심계항진 등의 증상 및 증후를 보여, 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청한 경우 건강진단기관의 의사는 자문에 응하여야 하며, 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 사업주에게 자문 결과서를 통보해야 함.

4.3.4 건강관리수첩

- 발암성물질 취급 근로자인 경우 긴 잠복기를 가진 암의 특성상 퇴직 후에도 업무기인성 질병이 발생할 수 있으므로 일정조건을 갖춘 근로자인 경우 퇴직 후 건강진단 등 사후관리를 받을 수 있으며 질병 발병시 취급물질의 근거로 제시할 수 있는 제도이며, 2008년 10월 현재 아래와 같이 변경된 발급기준을 적용하고자 개정의뢰 중임.

1) 기존

- 석면원재료를 취급하여 석면제품을 제조하는 근로자
- 3년 이상 근무자

2) 변경 예정

- 3개월 이상: 방직업무
- 1년 이상 : 석면함유제품제조업무, 석면함유제품 절단 등 가공업무, 설비 또는 건축물에 분무된 석면해체·제거·보수업무
- 10년 이상: 석면시멘트, 석면마찰제품, 석면단열제품, 석면개스킷제품 등 석면함유제품의 석면해체·제거·보수업무

## 참고문헌

- 강성규, 안연순, 정호근 (2001). “1990년대 한국의 직업성암”. 대한산업의학회지, 13, 351-9.
- 김동일, 김원술, 서병성, 박재성, 김정숙, 백도명, 임상혁 (2007). 지하철 역사 근로자의 석면노출에 대한 건강영향 평가. 한국산업안전공단.
- 임현술, 김동훈, 최정근, 강성규 (2001). “안전관리자의 석면물질 관리과정에서 발생한 악성중피종 1례”. 『동국의학』, 8, 148-56.
- 정순희, 김형렬, 고상백, 용석중, 최병순, 안연순 등 (2006) “감시체계를 통해 파악한 악성중피종의 역학적 특성”. 『대한산업의학회지』, 18, 46-52
- Aberle, D.R., Balmes, J.R. (1991). Computed tomography of asbestos-related pulmonary parenchymal and pleural diseases. Clin Chest Med, 12, pp. 115-131.
- Aberle, D.R., Gamsu G., Ray, C.S., Feuerstein, I.M. (1988). Asbestos-related pleural and parenchymal fibrosis: detection with high-resolution CT. Radiology, 166, pp. 729-734.
- Akira, M., Yokoyama, K., Yamamoto, S., et al. (1991). Early asbestosis: evaluation with high-resolution CT. Radiology, 178, pp. 409-416.
- Al, Jarad. N., Poulakis, N., Pearson, M. C., et al. (1991). Assessment of asbestos-induced pleural disease by computed tomography: correlation with chest radiograph and lung function. Respir Med, 85, pp. 203-208.
- Appel J. D., Fasy T. M., Kohtz D. S., et al. (1988). Asbestos fibers mediate transformation of monkey cells by exogenous plasmid DNA. Proc Natl Acad Sci USA, 85, pp. 7670-7674.
- Auerbach, O., Conston, A. S., Garfinkel, L., et al. (1980). Presence of asbestos bodies in organs other than the lung. Chest, 77, pp. 130-137.
- Becklake, M.R., Fournier-Massey, G., McDonald, J.C., et al. (1970). Lung function in relation to chest radiographic changes in Quebec asbestos workers. I. Methods, results and conclusions. Bull Physiol-Pathol Resp, 6, pp. 637-659.

- Bianchi C., Bianchi T. (2007). Malignant Mesothelioma: Global Incidence and Relationship with Asbestos. *Industrial Health* 2007, 45, 379 - 87.
- Blesovsky A. (1966). The folded lung. *Br J Dis Chest*, 60, pp. 19-22.
- Brody, A. R., Hill, L. H., Adkins, B., et al. (1981). Chrysotile asbestos inhalation in rats: deposition pattern and reaction of alveolar epithelium and pulmonary macrophages. *Am Rev Respir Dis*, 123, pp. 670-679.
- Chang, M. Y., Sugarbaker, D. J. (2004). Extrapleural pneumonectomy for diffuse malignant pleural mesothelioma: techniques and complications. *Thorac Surg Clin*, 14, pp. 523-530.
- Churg A. (1982). Fiber counting and analysis in the diagnosis of asbestos-related disease. *Hum Pathol*, 14, pp. 381-392.
- Churg, A. (1983). Current issues in the pathologic and mineralogic diagnosis of asbestos-induced disease. *Chest*, 84, pp. 275-280.
- Churg, A. (1985). Lung cancer cell type in asbestos exposure. *JAMA*, 253, pp. 2984-2985.
- Cooke W.E. (1927). Pulmonary asbestosis. *Br Med J*, 2, pp. 1024-1025.
- orsini, E., Luster M. I., Mahler J. et al. (1994). A protective role for T lymphocytes in asbestos-induced pulmonary inflammation and collagen deposition. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 11, pp. 531-539.
- Craighead J.E., Mossman, B.T. (1982). The pathogenesis of asbestos-related diseases. *N Engl J Med.*, 306, pp. 1446-1455.
- David, M., Epstein, W.T. (1984). Application of ILO classification to a population without industrial exposure: findings to be differentiated from pneumoconiosis. *American Journal of Roentgenology*, 142, pp. 53-58.
- Dee, P. Inhalational lung diseases. (2000). In: *Imaging of diseases of the chest*. 3rd ed. London, United Kingdom: Mosby, Harcourt, pp. 485.
- Doll R. (1955). Mortality from lung cancer in asbestos workers. *Br J Ind Med*, 12, pp. 81-86.
- Doll R., Peto J. (1985). *Asbestos: effects on health of exposure to asbestos* London, United Kingdom: Health and Safety Commission, Her

- Majesty's Stationery Office. 1985.
- Driscoll, K. E. (1993). In vitro evaluation of mineral cytotoxicity and inflammatory activity. In: Health effects of mineral dusts, Mineralogical Society of America, Washington D.C., pp. 489.
- Ducatman A.M., Yang W.N., Forman S.A. (1988). B-readers and asbestos medical surveillance. *J Occup Med*, pp. 644-647.
- Ducatman, A.M. (1991). Variability in interpretation of radiographs for asbestosis abnormalities: problems and solutions. *Ann NY Acad Sci*, 643, pp. 1088-1120.
- Ducatman, A. M., Yang, W. N., Forman, S. A. (1988). B-readers and asbestos medical surveillance. *J Occup Med*, pp. 644-647.
- Eisenstadt, H.B. (1964). Asbestos pleurisy. *Dis Chest*, , 46, pp. 78-81.
- Epler G.R., McLoud T.C., Gaensler E.A. (1982). Prevalence and incidence of benign asbestos pleural effusion in a working population. *JAMA*, 247, pp. 617-622.
- Friedman, A. ., Fiel, S. B., Fisher, M.S., et al. (1988). Asbestos-related pleural disease and asbestosis: a comparison of CT and chest radiography. *Am J Roentgenol*, 150, pp. 269-275.
- Friedman, G.K. (2006). Clinical diagnosis of asbestosis-related disease. In: Asbestos risk assessment, epidemiology, and health effects. Taylor & Francis Group, pp. 335.
- Gamsu, G., Salmon, C. J., Blanc, P.D. (1995). CT quantification of interstitial fibrosis in patients with asbestosis: a comparison of two methods. *Am J Roentgenol*, 164, pp. 63-68.
- Gardner, R.M., Hankinson, J.L., Clausen, J.L. (1987). Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Respir Dis*, 136, pp. 1285-1298.
- Gross, P., Cralley, L. J., deTreville, R. T. P. (1967). "Asbestos" bodies: their nonspecificity. *Am Ind Hyg Assoc J*, 28, pp. 541.
- Hammar, S.P. (2006). The Pathologic features of asbestos-induced disease. In: Asbestos risk assessment, epidemiology, and health effects. Taylor & Francis Group, pp. 154

- Hammond, E.C., Selikoff, I.J., Seidman, H. (1979). Asbestos exposure, cigarette smoking and death rates. *Ann NY Acad Sci*, 330, pp. 473-490.
- Harbut, M.R. (2007). Treatment of nonmalignant asbestos-related diseases. *Am J Ind Med*, 50, pp. 71-72.
- Heelan, R.T, Rusch, V.W., Begg, C.B., et al. (1999). Staging of malignant pleural mesothelioma: comparison of CT and MR imaging. *Am J Roentgenol*, 172, pp. 1039-1047.
- Heelan, R.T, Rusch, V. W., Begg, C.B., et al. (1999). Staging of malignant pleural mesothelioma: comparison of CT and MR imaging. *Am J Roentgenol*, 172, pp. 1039-1047.
- Hillerdal, G. (1980). The pathogenesis of pleural plaques and pulmonary asbestosis: possibilities and impossibilities. *Eur J Resp Dis*, 61, pp. 129-138.
- Hodgson, J.T., Darnton, A. (2000). The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. *Ann Occup Hyg*, 44, pp. 565-601.
- Hofseth, L.J., Saito, S., Hussain, S. P., et al. (2003). Nitric oxide-induced cellular stress and p53 activation in chronic inflammation. *Proc Natl Acad Sci USA*, 100, pp. 143-148.
- International Labour Office. (1980). Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis, 1980 ed. Geneva, Switzerland: International Labour Office.
- Iwagaki, A., Choe, N., Li, Y., et al. (2003). Asbestos inhalation induces tyrosine nitration associated with extracellular signal-regulated kinase 1/2 activation in the rat lung. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 28, pp. 51-60.
- Jaklitsch, M.T., Grondin, S. C., Sugarbaker, D. J. (2001). Treatment of malignant mesothelioma. *World J Surg*, 25, pp. 210-217.
- Janssen, Y.M., Barchowsky, A., Treadwell, M., et al. (1995). Asbestos induces nuclear factor kB (NF-kB) DNA binding activity and NF-kB-dependent gene expression in tracheal epithelial cells. *Proc Natl Acad Sci USA*, 92, pp. 8458-8462.

- Kamp, D.W., Dunn, M. M., Sbalchiero, J. S., et al. (1994). Contrasting effects of alveolar macrophages and neutrophils on asbestos-induced pulmonary epithelial cell injury. *Am J Physiol*, 266, pp. L84-91.
- Kane, A.B. (2003). Asbestos bodies: clues to the mechanism of asbestos toxicity? *Hum Pathol*, 34, pp. 735-736.
- Kari, K., Jouko-Pekka, R., Zitting, A., et al. (1998). Screening for asbestos-induced disease in Finland. *American J of Ind Med*, 30, pp. 241-251.
- Lerman, Y., Seidman, H., Gelb, S., et al. (1988). Spirometric abnormalities among asbestos insulation workers. *J Occup Med*, 30, pp. 228-233.
- Levin, S.M., Kann, P.E., Lax, M.B. (2000). Medical examination for asbestos-related disease. *Am J Ind Med*, 37, pp. 6-22.
- Lordi, G.M., Reichman, L.B. (1993). Pulmonary complications of asbestos exposure. *Am Fam Physician* ;48, pp. 1471-1477.
- Lynch, D.A., Gamsu, G., Aberle, D.R. (1989). Conventional and high-resolution tomography in the diagnosis of asbestos-related diseases. *Radiographics*, 9, pp. 523-551.
- Lynch, D.A., Gamsu, G., Ray, C.S., et al. (1988). Asbestos-related focal lung masses: manifestations on conventional and high-resolution CT scans. *Radiology*, 169, pp. 603-607.
- McLoud T.C., Woods B.O., Carrington C.B., et al. (1985). Diffuse pleural thickening in the asbestos-exposed population. *Am J Roentgenol*, 144, pp. 9-18.
- Metintas, M., Metintas, S., Hillerda,l G., et al. (2005). Nonmalignant pleural lesions due to environmental exposure to asbestos: a field-based cross-sectional study. *Eur Respir J*, 26, pp. 875-880.
- Meyer J.D., Islam S.S., Ducatman A.M., et al. (1997). Prevalence of small lung opacities in populations unexposed to dusts: a literature analysis. *Chest*, 111, pp. 404-410.
- Meyer, J.D., Islam, S. S., Ducatman, A.M., et al. (1997). Prevalence of small lung opacities in populations unexposed to dusts: a literature analysis. *Chest*, 111,

pp. 404-410.

- Miller, A. (1986). Reference values for pulmonary function tests. In: Pulmonary function tests in clinical and occupational lung disease. New-York: Grune & Stratton.
- Miller, A., Bhuptani, A., Sloane, M. F., et al. (1993). Cardiorespiratory responses to incremental exercise in patients with asbestos-related pleural thickening and normal or slightly abnormal lung function. *Chest*, 103, pp. 1045-1050.
- Miller, A., Miller, J.A. (1993). Diffuse pleural thickening superimposed on circumscribed pleural thickening related to asbestos exposure. *Am J Ind Med*, 23, pp. 859 - 871.
- Miller, B.H., Rosado-de-Christenson, M.L., Mason, A.C., et al. (1996). Malignant pleural mesothelioma: radiologic-pathologic correlation. *RadioGraphics*, 16:613-644.
- Mills R.G. (1930). Pulmonary asbestos-report of a case. *Minn Med*, pp. 495-499.
- Murphy, R.L., Gaensler E.A., Holford S. K., et al. (1984). Crackles in the early detection of asbestosis. *Am Rev Respir Dis*, 129, pp. 375-379.
- Ng C.S., Munden R.F., Libshitz H.I. (1999). Malignant pleural mesothelioma: the spectrum of manifestations on CT in 70 cases. *Clin Radiol*, 54, pp. 415-421.
- Peto J., Decarli, A., Vecchia, C., et al. (1999). The European Mesothelioma Epidemic" *British Journal of Cancer*. 79, pp. 666 - 672.
- Raizon A., Schwartz A., Hix W., et al. (1996). Calcification as a sign of sarcomatous degeneration of malignant pleural mesotheliomas: a new CT finding. *J Comput Assist Tomogr*, 20, pp. 42-44.
- Rihn, B., Coulais, C., Kauffer, E., et al. (2000). Inhaled crocidolite mutagenicity in lung DNA. *Environ Health Perspect*, 108, pp. 341-346.
- Rom, W. N. (1992). *Environmental and occupational medicine*, 2nd ed. Boston: Little, Brown and Company.
- Rom, W. N. (1998). *Environmental and occupational medicine*, 3rd ed. New-York:

Lippincott-Raven.

- Schwartz, D.A. (1991). New developments in asbestos-induced pleural disease. *Chest*, 99, pp. 191-198.
- Sevenes K.B., Borgersen A., Jaaversen, O., et al. (1986). Parietal pleural plaques: a comparison between autopsy and X-ray finding. *Eur J Respir Dis*, 69, pp. 10-15.
- Shipley, RT. (1992). The ILO Classification of the radiographs of the pneumoconioses. *Radiol Clin North Am*, 30, pp. 1135-1145.
- Shukla, A., Gulumian, M., Hei, T.K., et al. (2003). Multiple roles of oxidants in the pathogenesis of asbestos-induced disease. *Free Rad Biol Med*, 34, pp. 1117-1129.
- Sluis-Cremer, G. K., Hnizdo, E. (1989). Progression of irregular opacities in asbestos miners. *Br J Ind Med*, 46, pp. 846-852.
- Stanton, M. F., Layard, M., Tegeris, A., et al. (1981). Relation of particle dimension to carcinogenicity in amphibole asbestoses and other fibrous minerals. *J Natl Cancer Inst*, 67, pp. 965-975.
- Stephens, M., Gibbs, A. R., Pooley, F. D., et al. (1987). Asbestos induced diffuse pleural fibrosis: pathology and mineralogy. *Thorax*, 42, pp. 583-588.
- Suzuki, Y., Churg, J. (1969). Structure and development of asbestos body. *Am J Pathol*, 55, pp. 79-107.
- Thomson, J. G., Kaschula, R. O. C., MacDonald, R. R. (1963). Asbestos as a modern urban hazard. *S Afr J Med*, 37, pp. 77-81.
- Tossavainen, A. (2005). World asbestos epidemic. 6th International Scientific Conference.
- Treasure, T., Sedrakyan, A. (2004). Pleural mesothelioma: little evidence, still time to trials. *Lancet*, 364, pp. 1183-1185.
- Wagner, J. C., Sleggs, C. A., Marchand, P. (1960). Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure exposure in the northwestern cape province. *Br J Ind Med*, 17, pp. 260-271.
- Wagner, M. M, Edwards, R. E, Moncriff, C. B., et al. (1984). Mast cells and the



- inhalation of asbestos in rats. *Thorax*, 39, pp. 539–544.
- Walter, J., Ragan, N. B., Anderson, H. A. (1987). US prevalence of occupational pleural thickening: a look at x-rays from the First National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol*, 126, pp. 893 - 900.
- Weder, W., Kestenholz, P., Taverna, C., et al. (2004). Neoadjuvant chemotherapy followed by extrapleural pneumonectomy in malignant pleural mesothelioma. *J Clin Oncol*, 22, pp. 3451–3457.
- Xu,,A., Zhou H., Yu, D., et al. (2002). Mechanisms of the genotoxicity of crocidolite asbestos in mammalian cells: implication from mutation patterns induced by reactive oxygen species. *Environ Health Perspect*, 110, pp. 1003–1008.

# 부록

석면 위해로부터 국민건강 보호를 위한  
**석면관리 종합대책**

**2009. 7**

**관계부처 합동**

(기획재정부, 교육과학기술부, 국방부, 행정안전부,  
농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 환경부,  
노동부, 국토해양부, 관세청, 산림청,  
식품의약품안전청)

## 1. 수립배경 및 목적

- 정부는 석면의 위해로부터 국민건강을 보호하고자 관계부처 합동으로 「석면관리 종합대책(’07.7)」을 수립·추진해오고 있음
  - ※ 관계부처: 교육과학기술부, 국방부, 환경부, 노동부, 국토해양부
- 그러나, 대책 추진과정에서 석면광산 주변지역 주민 건강영향, 화장품 등 탈크 사용 제품에서의 석면검출 등 새로운 석면문제 대두
  - 생활전반에 광범위하게 사용된 석면에 대한 보다 근원적인 국가 차원의 안전관리 강구 등 시급한 대책 보완 필요성 제기

- ◆ 탈크 등 석면함유 기능물질 제조·수입·사용 차단 및 현장 확인 강화
- ◆ 폐석면 광산 및 자연발생석면에 대한 조사 및 안전관리 대책 마련 필요
- ◆ 건축물 철거·해체시 건축물내 석면 함유여부 사전조사 및 선(先) 석면제거 후(後) 건물 철거·해체 체계로의 보완 및 제도화 필요
- ◆ 건축물 철거, 해체 과정에서 근로자 안전뿐만 아니라 주변 환경으로의 비산 방지를 위한 철저한 관리 요구
- ◆ 주민건강 피해 예방 및 피해구제 대책 강구 등

- 이에 ’07년 수립·추진중인 종합대책을 보완, 범정부 차원의 「석면관리 종합대책」을 새롭게 수립하여 추진
  - 석면 위해로부터 국민건강 보호를 위한 종합적이고 체계적인 석면 관리 시스템 구축 및 현장관리 강화

## 2. 주요 추진경과

### □ 관계부처 합동 「석면관리 종합대책」 수립('07.7.3)

- 석면의 체계적 관리를 위한 중장기 추진계획 마련('07~'11년)

※ 2011년까지 건축물 석면함유 실태조사 및 기반 구축 등에 603억원 투자

### □ 추진상황 점검을 위해 「석면정책협의회」 운영('06.3~'09.6중 총 9회)

※ 환경부, 노동부, 국토부, 교과부, 국방부 등 관계부처 공무원 및 민간 전문가 등

### □ 「석면관리 종합대책」 보완대책 마련 추진('09.3~7)

- 석면관리 종합대책 보완방안 국가정책조정회의 보고('09.3.27)

- 「석면관리 포럼」 구성·운영('09.3~6)

- 건축물 및 자연발생 석면관리, 피해구제 방안 등 전문가 의견 수렴

- 관계부처별 대책수렴 및 석면정책협의회 회의 개최('09.4~6)

- 「석면관리 종합대책」 확정('09.7)

## 3. 대책의 성격 및 특징

### □ 대책의 성격 및 특징

- 『석면관리 종합대책』은 우리나라의 석면관리에 필요한 부처별·부문별 대책을 총괄(환경부)하는 범 정부 차원의 종합대책으로 석면 피해를 최소화하기 위한 관련 정책의 기본 방향을 설정

- 대책의 시간적 범위를 5년('09~'13년)으로 설정한 중·장기 계획으로 추진상황 평가 및 사회적 여건을 고려, 대책기간 만료 시 추가 연동계획 수립·추진

- 관계기관은 「석면관리 종합대책」에 따라 소관별 세부대책을 수립·시행하고 추진실적을 정기적으로 평가하여야 함
- 총괄부처(환경부)는 각 부처별 추진실적을 종합·평가하여 석면정책 협의회 및 관계부처 장관회의에 정기적(매년 1월)으로 보고

## II 그간의 석면관리 종합대책 추진현황 및 평가

### 1. 석면 이용현황

#### □ 일반현황

- 석면은 자연계에서 산출되는 섬유상 규산염 광물의 총칭
  - 구성성분에 따라 백석면, 갈석면, 청석면 등이 있고 세계적으로 연간 400만톤이 생산되고 있으며, 이중 백석면이 95%이상 차지
- 용도 : 시멘트(내화재), 직물(방화재), 가스켓(단열재), 브레이크 라이닝(마찰재) 등
  - ※ 국내 석면의 주 용도는 건축자재(82%), 자동차부품(11%), 섬유제품(5%), 기타(2%)
- 유해성 : 1급 발암물질로 석면폐증(석면에 의한 폐의 섬유화), 폐암 및 악성중피종(흉막이나 복막에 생기는 암) 등을 유발
  - ※ 석면의 일반적 크기는 1~5 $\mu$ m로 머리카락 크기의 1/5,000 정도, 주로 호흡에 의하여 인체에 노출될 경우 질환을 유발하며 10~40년의 잠복기를 거쳐 발병
  - ※ 세계적으로 1억2천5백만명이 석면에 노출되어 있으며 연간 9만명이 석면으로 인한 질병으로 사망(WHO)

## □ 선진국의 관리현황

### < 선진국의 석면규제 현황 >

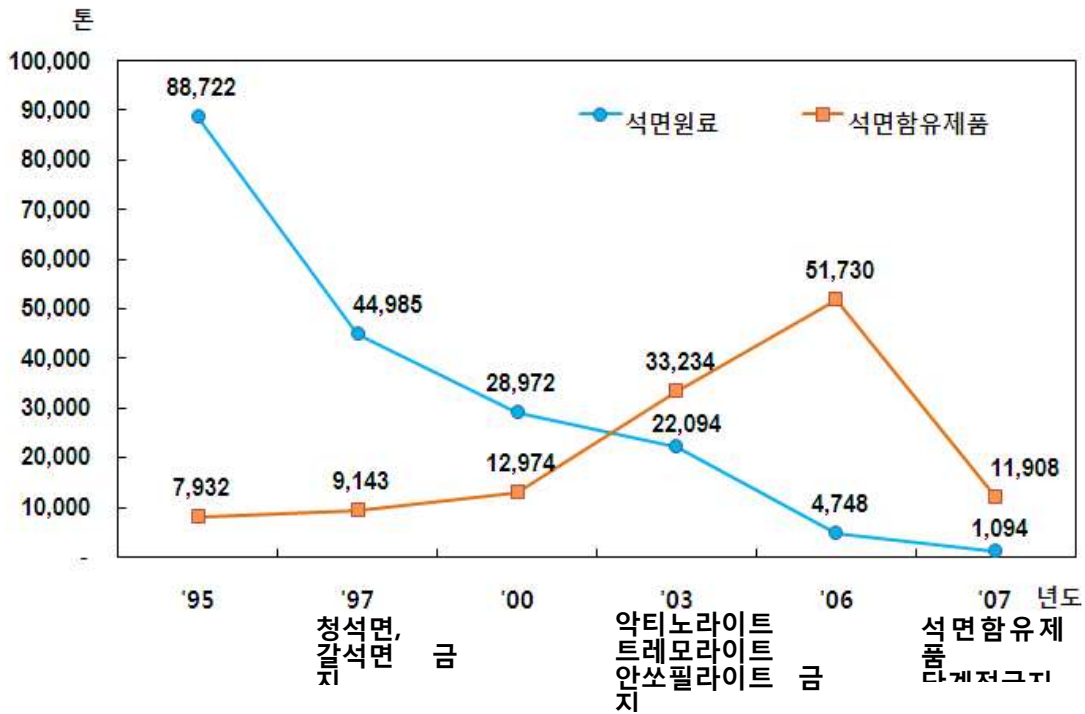
- EU : '99년 석면 및 석면이 첨가된 제품의 유통 및 사용금지(백석면의 경우 일부 대체재가 없는 경우에만 허용)
- 네덜란드 : 발암성을 이유로 청석면 사용금지('77), 제품에 고정된 석면섬유를 제외한 백석면 및 갈석면 사용금지('83)
- 미국 : EPA의 AHERA, NESHAP 그리고 OSHA의 석면 건축기준에서 학교, 공공건물, 상업용빌딩 등의 석면조사, 측정, 관리에 대하여 엄격한 기준 적용
- 일본 : '06.9.1부터 석면 및 석면을 중량 0.1% 이상을 함유한 제품의 제조·수입·양도·제공·사용 전면 금지.

## 2. 국내 석면관리 현황

### □ 석면 및 석면제품의 관리

- 「석면관리 종합대책('07.7)」에 따라 '09년부터 모든 석면 및 석면 함유 제품의 제조·수입 등의 금지로 석면사용 원천 차단
    - 다만, 금지된 석면 및 석면함유제품의 제조·수입·사용과정의 현장 확인 시스템 및 검증은 미흡
  - 탈크 등 각종 제품의 원료로 사용되는 광물질에 불순물로 함유되어 제품으로 전이되는 석면함유 가능물질 관리 미흡
    - 석면함유 가능물질의 파악 및 관리체계 구축 필요
- ※ (탈크 사용규제) - 식약청 : 화장품·의약품 등,  
- 환경부 : 공업용 제품의 원료  
- 지식경제부 : 일반 제품

### <석면 사용 현황>



※ 석면원재료 수입 : 8만9천톤('90년대 중반)→6천톤('05)→1천톤('07)

※ 석면 함유제품 : 8천톤 ('90년대 중반)→4만8천톤('05)→1만2천톤('07)

#### □ 석면함유 건축물 관리

○ 석면이 함유된 건축자재 등이 70년대부터 학교, 공공건물, 다중이용시설 등에 다량 사용

- 장기간 자체 노후화 등으로 공기 중으로 비산되어 건강상 위험을 미칠 가능성 상존
- 건축물 내 석면함유에 대한 구체적 정보 부재 및 체계적 조사도 미흡한 실정
- 또한, 새마을운동 사업 일환으로 건축되었던 석면슬레이트 농가 건물 및 소규모 영세공장에 대한 관리가 미흡, 자연붕괴, 풍화작용으로 인한 석면 피해 우려

○ 건축물 해체·철거시 선 석면제거 후 건물철거 시스템 미비로 철거



과정에서의 안전한 석면제거 한계

- 석면함유 건축물의 해체·제거시 체계적 관리(감리) 시스템이 미흡, 부적정 처리 우려
  - 철거자가 건축물의 철거시 석면함유 여부에 대한 확인의무가 있으나, 검증 시스템도 미흡

□ 폐석면 분류 및 처리

- 석면을 1%이상 함유한 제품이나 설비 등의 제거 시 발생하는 것은 비산여부와 무관하게 지정폐기물로 분류하여 엄격·관리('08.7)
- 석면 담당 부처별 협조체계 미흡으로 폐석면 적정 관리 한계
  - 석면 해체·제거 소관 부처(노동부)와 폐석면 감독기관(환경부, 지자체)과의 정보공유시스템 부재
- 폐석면 관리강화에 따른 처리비 상승으로 배출자 불만도 존재
  - 지정폐기물로 분류하여 지정폐기물 매립장에만 처리해야 하나, 지정매립장의 전국 분포도가 낮아('09.7 현재 8개소), 운반비 상승
  - 지정폐기물 발생량 예측을 통하여 관리방법 개선 등 폐석면을 효율적으로 처리하기 위한 다양한 방안 마련 필요

※ 석면 해체·제거허가 건수 변화 추세

연 도	'04	'05	'06	'07	'08
허가건수	8	115	749	1,933	11,114

## □ 석면의 건강피해 관리

### ○ 석면에 의한 직업 및 환경성 질환 급증 우려

- 과거 석면 사용량('70~'90년대 집중 사용)과 잠복기(10~40년)를 고려할 때 향후 석면에 의한 직업 및 환경성 질환 급증 우려

- ※ 일본은 석면에 의한 폐암 및 악성중피종 산재 인정 539건('99~'04)

- ※ 영국에서 중피종 사망자수는 1960년대 150명에서 2000년 1,600명으로 매년 증가

- 석면광산 및 석면함유 제품을 생산 공장주변의 주민들의 악성중피종, 석면폐증 등의 환경성질환 발생이 우려되나 이에 대한 조사 등도 미흡한 실정

### ○ 석면사용 공공시설 및 지하철 등 다중이용시설의 석면비산 우려

- 공공시설, 다중이용시설의 석면사용 실태조사 미흡 및 비산 가능성 우려로 인한 국민불안 증대

- ※ 국내 직업병 발생 현황

- '00년 이후 석면으로 인한 직업병 인정자 수는 총65명(폐암/39명, 악성중피종/18명, 석면폐 등/8명)으로 그 중 48명이 사망

## 3. 종합대책 추진현황

### □ '09.1월부터 석면 및 석면함유 제품의 제조·수입·사용 금지

- '석면함유 제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지에 관한 고시' 개정('07, 노동부)

### □ 건축물 석면함유 실태조사를 통해 현황 파악 및 기초자료 확보

조사 기관	석면 실태조사 대상	조사 기간
교육과학기술부	유·초·중·고 전체 학교	'08~'09
노동부	사업장 건물	'08
환경부	다중이용시설·공공건물·농가건물	'08~'09
국방부	군 건축물	'09

석면함유 건축물 관리 기반 구축

- 학교시설물 석면실태조사 및 DB 시스템 구축 완료('08, 교과부)
- 석면 해체·제거작업 절차 매뉴얼 개발·보급('08, 노동부)
- 석면 조사기관 지정제 및 석면 해체·제거 전문업체 등록제 도입 ('09.2, 산업안전보건법 개정, 노동부)
- 석면 해체·제거 작업장 등 주변 대기 중 석면농도 조사('08, 환경부)

석면폐기물 기준 강화

- 1%이상 석면이 함유된 경우 및 석면 제거작업에 사용된 작업복 등을 지정폐기물로 분류, 특별관리('07.12, 폐기물관리법 개정, 환경부)

석면관련 건강피해 현황·규모 파악을 위한 조사·연구 추진

- 직업성 중피종 감시체계 운영('08, 58건 보고) 및 석면취급 근로자 무료 건강검진 확대('08.9, 산업안전보건법 시행규칙 개정, 노동부)
- 석면 광산·공장 인근 주민 건강영향조사 실시('08~, 환경부)

## 4. 종합대책 추진평가문제점 및 한계

### ① 건축물 사용·철거·폐기 등 전과정에 걸친 석면관리체계 미흡

#### ◇ 건축물 사용 단계

- 건축물의 석면사용 비율(다중이용시설·공공건물 65%)이 높은 반면, 건축물의 석면 사용 확인 및 유지·관리 규정은 미흡
  - ※ 내부 인테리어 공사 등으로 인한 석면함유자재 훼손 문제 발생

#### ◇ 건축물 철거 단계

- 건축물 철거·멸실 단계에서 석면 확인 한계
  - ※ 건축법상 철거·멸실 신고 시 석면함유 여부 확인 및 검증 미흡
- 건축물 석면 해체·철거 시 주변 환경으로 석면 비산
  - ※ 석면 해체·제거 작업장 155곳 중 20%인 31곳 주변 대기 중 석면이 실내공기질 권고기준(0.01개/cc)을 초과하고 있으나, 대기 배출기준 부재
- 지도·감독 행정인력 부족으로 근로자 및 주민 보건관리 부실 우려
  - ※ '08년 노동부의 석면 해체·제거작업 허가는 11,114건('09년 20,000건 예상)이나, 이를 감독할 근로감독관은 300여명에 불과
- 석면 해체·제거 업체의 전문성 기준부재 및 공사 하청에 따른 부실작업 우려
  - ※ '08년 석면해체 참여업체는 1,200여개이나 대부분 비계구조물 철거와 병행

#### ◇ 폐석면 처리 단계

- 부처별 기능 분산으로 효과적인 폐석면 발생 추적·관리 한계
  - ※ 건축물 등록 관리(국토부), 석면 해체작업 관리(노동부), 폐석면 관리(환경부)
- 폐석면(지정폐기물) 처리비용 과다 소요
  - ※ 수도권은 지정폐기물 매립장이 없는 실정으로, 이로 인해 수집·운반비(1톤당 60~90만원) 과다 소요

- 노후화된 농어촌 건물 슬레이트 방치로 환경피해 우려
  - ※ 농어촌 주거건물 중 슬레이트 지붕재 비율 약 40% 추정('08, 환경부 실태조사)

## ② 석면 광산 및 자연발생석면(NOA)지역 피해예방 대책 부재

- 석면광산 현황 및 토양·지하수 오염 등 광해발생 정도 파악 미흡
  - ※ 석면 생산실적이 없는 112개 광구(73%)는 현재 광해발생 여부 조사 중
- 자연발생석면(NOA)지역 실태 파악 미흡
  - ※ NOA(Naturally Occurring Asbestos) : 지질적 특성에 따라 자연적으로 토양 내에 함유 될 수 있는 석면
- 자연발생석면(NOA)지역 개발로 인한 석면피해 확산 우려
  - 채석장 개발 등으로 인한 석면피해 확산 가능성

## ③ 석면관련 건강피해 조사 및 제도적 지원체계 미 구축

- 국내 석면관련 건강피해 규모 파악 미흡
  - 과거 7~80년대 석면공장 근로자 현황 등 관련 자료 확보 한계
  - 석면광산·공장 인근 주민 건강피해 실태 파악 미흡
  - 국가적인 악성종피종 감시체계 및 정확한 통계자료 부족
  - ※ 악성종피종 : 흉막 및 복막의 종피에 발생하는 종양(암)으로, 85%이상 이 석면에 기인하는 것으로 알려짐
- 환경성 노출로 인한 석면피해 구제의 어려움
  - 산업재해보험 적용 사업장 근로자를 제외한 환경성 노출에 따른 건강 피해자 구제제도 부재
  - ※ 석면 피해의 특수성(10~40년 잠복기로 인해 원인규명에 한계)을 감안, 일본과 프랑스 등은 국가 차원의 석면피해 구제제도 운영
- 석면관련 질환 판정·관리 시스템 미흡
  - 국내 석면질환을 판정할 수 있는 전문인력 부족(현재 10명 내외)

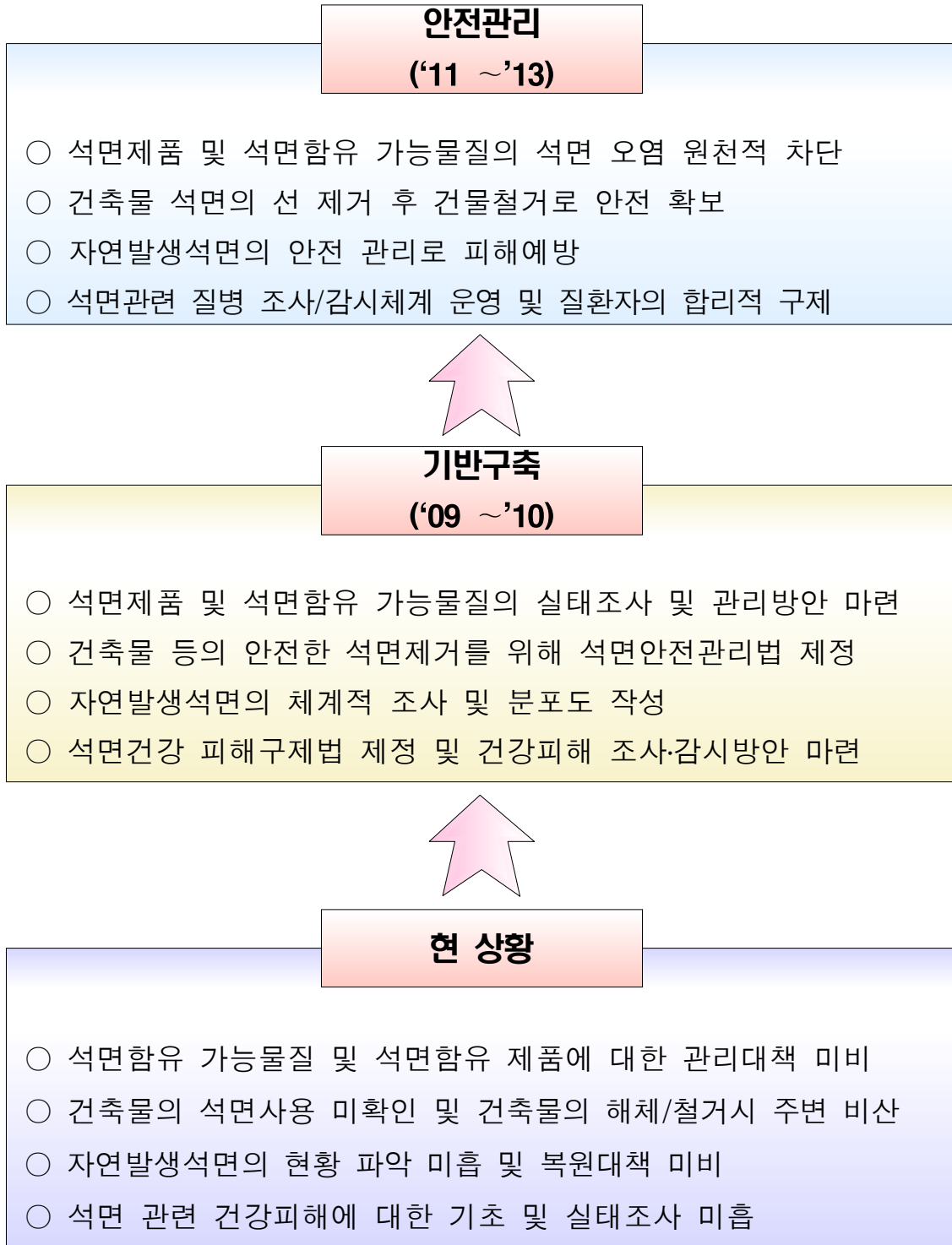
Ⅲ

종합대책의 비전과 기본방향

1. 비전 및 목표



## 2. 단계별 추진전략



## IV

## 분야별 중점 추진계획

### 1. 석면의 원천적 차단

#### 핵심 추진 사항

<p>석면관리법 제정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면 금지 및 석면함유 가능물질 용도 제한</li> <li>◆ 자연발생석면 조사 및 석면오염 노출 차단</li> <li>◆ 건축물 석면 유지·관리 및 석면 해체·제거 시 석면 배출기준 마련</li> <li>◆ 농가슬레이트 처리 지원 및 석면환경센터 설치</li> </ul>
<p>석면제품 수입·유통관리 강화</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 수입제품 통관·유통 검사 강화</li> <li>◆ 주요 생활용품 무석면제품 사용 의무화</li> </ul>
<p>석면함유 탈크 대책</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 탈크 석면기준 마련 및 수입·유통 검사 추진</li> <li>◆ 탈크 사용제품 계통도 작성 및 석면기준 마련</li> </ul>
<p>비의도적인 석면오염 차단</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면함유가능 천연광물질 실태조사</li> <li>◆ 산업용 원료물질 석면기준 마련 및 특정 용도제한</li> <li>◆ 석면함유가능 천연광물질 사용 제품 안전기준 마련</li> </ul>



## 1-1 「석면 안전관리법」 제정

### □ 현황 및 문제점

#### ○ 부처별 석면관리 현황

관계부처 \ 부문	제조·수입·생산	석면함유건축물	석면 해체·철거	폐석면 처리
환경부	◎	◎		◎
노동부	◎	◎	◎	
국토부		◎	◎	
교육과학기술부		◎		
국방부		◎		
지식경제부	◎			

- (환경부) 석면 및 석면함유 가능물질 제조·수입·생산 관리, 실내 공기질 및 폐석면 관리제도 운영, 환경성 노출 관리
- (노동부) 근로자 건강보호를 위해 석면 및 석면함유제품 관련 사업장 및 건축물 석면 해체·제거 작업장 관리
- (국토부) 건축물 철거·멸실 시 석면조사 등 건축물 등록·관리
- (교육과학기술부·국방부) 학교 및 군 건축물 석면 관리
- (지식경제부) 전기용품·공산품 석면 안전관리기준 설정·운영

#### ○ 부처별 부분적·다원화된 관리로 원천적 석면노출 차단 한계

- 사업장 위주의 의도적인 석면 제조·수입·사용 규제제도 운영으로 비의도적인 석면함유 가능물질 관리 한계
- 자연발생석면(NOA)지역 조사 및 동 지역에서의 토지 굴착과 같

은 특정 행위를 제한 할 수 있는 근거 미흡

- 사용중인 석면함유 건축물 적정 관리제도 부재
- 근로자 안전 위주의 건축물 석면 해체·제거 작업 관리로 환경 중 석면 비산 및 인근주민 노출 예방에 한계
- 석면 관리 전문기관·인력양성 미흡

#### □ (가칭) 「석면 안전관리법」 제정 추진('09~, 환경부)

#### ◆ (추진 원칙) 정부차원의 석면관리에 관한 통합법안 마련

##### ① 그간 법·제도가 미비했던 부분 보완·개선

- 비의도적인 석면함유 가능물질 및 자연발생석면지역 조사·관리, 건축물 석면지도 작성, 석면 해체·제거 시 석면비산 방지규정 등 신설

##### ② 국민 중심의 일원화된 통합 관리법제 마련

- 「산업안전보건법」, 「폐기물관리법」 등 부처별·개별법령별로 분산된 관리체계의 연계 강화

※ 타부처 소관 기존 법령 규정사항 의제 처리

##### ③ 석면 관리기반 확충

- 석면 관리 전문인력 양성 및 연구기관 설립 등 기반 확충
- 유관 부처간 유기적인 협력체계 구축

#### ◆ 법안 주요 내용

##### ○ 석면사용 금지 및 비의도적 석면함유 가능물질 관리

- 백석면 등 석면 금지
- 비의도적인 석면함유 가능물질 석면 검사 및 용도 제한
- 석면함유제품 및 생활용품 소비자 안전기준 규정

#### ○ 자연발생석면(NOA)지역 관리 및 석면오염 복원

- 자연발생석면(NOA)지역 조사 및 동 지역에서의 토석 채취·토지 굴착 등 석면비산 우려행위 시 예방조치 의무화
- 석면 오염 토양 관리 및 복원에 관한 규정

#### ○ 석면함유 건축물 조사 및 유지·관리

- 공공건물 및 일정규모 이상 건축물 석면지도 작성 의무화
- 석면함유자재 표시 및 정기적인 비산성 평가, 유지·관리 기준 마련

#### ○ 석면 해체·제거 작업 관리

- 석면 해체·제거 작업 주변 대기 중 석면 배출기준 설정 등 주변 환경으로의 비산방지기준 마련
- 석면 해체·제거 작업 감독·감리 강화를 위한 관리자 선임의무화 및 권한과 책임 규정

#### ○ 폐석면 처리 및 농가 슬레이트 철거 지원

- 폐석면 수집·운반·처리 기준 마련
- 농가 슬레이트 철거·처리 지원방안 강구 등

#### ○ 기타 석면관리에 관한 규정

- 석면관리 전문인력(조사자, 분석자, 감독자) 및 전문기관(조사기관, 분석기관 등) 육성·관리
- 석면환경센터 설치(국립환경과학원) 및 석면정책협의회 운영 등
- 「석면정보 통합 시스템」 구축·운영 규정

- 석면 교육 및 정보공개에 관한 규정

◆ 추진 일정

- 입안 및 관계기관 협의 : ~'09.10
- 규제심사 및 법제처 심사 : ~'09.12
- 국회제출 : ~'10.2

**1-2 석면함유제품 제조·수입·유통 관리 강화**

□ 현황 및 문제점

- 석면 및 석면함유제품 제조·수입·사용 등의 단계적 금지
  - 노동부 「석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지에 관한 고시」 개정

'07.1~ ( '06.9.13 고시)	'08.1~ ( '07.7.2 고시)	'09.1~ ( '07.7.2 고시)*
건축용 석면시멘트제품 자동차용 석면마찰제품	석면방직제품 석면전기·전자제품	석면 가스켓제품 산업용 석면마찰제품

※ '09.1월부터 모든 석면함유제품의 제조·수입·사용 금지 (단, 군수용 및 화학공업 설비용 석면가스킷 제품은 대체품 개발 시까지 유예)

- 사업장의 석면 제품 불법 제조·수입·사용 여부 점검(노동부)
  - ※ '08년 86개 사업장 점검결과 64개 사업장 위법사항 적발
- 수입 건축자재·석면마찰제품 통관단계 수입검사(관세청)

- 가정용 전기기기 등에 석면 사용 금지 추진(지식경제부)

※ 전기용품 안전기준 및 운용요령 개정 고시(6.9) 및 공산품에 대한 석면안전관리 기준 제정(6.30, 입안예고)

○ 석면함유제품의 수입·유통단계 관리 미흡

- 사업장 제조·사용 점검(노동부)이외에 수입·유통 제품의 석면함유 여부를 확인할 수 있는 체계 미흡

- 전기·전자제품, 자전거 등 생활용품의 석면함유제품 사용 관리 미흡

※ 생활용품 석면사용 실태조사 결과 세탁기, 냉장고, 자전거, 오토바이, 보일러 등 6개 제품군 47개 제품에서 석면 검출('08, 환경부)

□ 세부대책

○ 석면함유제품 수입·유통단계 검사 강화('09~)

- 세관장 확인대상 물품 고시 대상 추가(관세청)
- 통관 및 유통단계 석면함유여부 검사(지경부)
- 수입·유통업체 지도·단속 강화(지경부, 관세청)
- 사업장 석면사용 지도·점검 강화(노동부)

○ 생활용품 석면함유제품 사용 금지('09~'10, 지경부)

- 주요 생활용품 무석면제품 사용 의무화(지경부)

○ 석면함유제품 안전폐기지침 마련('09~'10, 환경부)

- 석면함유제품 및 생활용품 폐기·재활용 시 파쇄 금지 등 안전

폐기지침 마련

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
석면 함유 제품 관리	세관장 확인대상 물품 고시 추가·검사	-					
	유통제품 검사 추진	1,000 (200/년)					
생활용품 관리	주요 생활용품 무석면제품 사용 의무화	-					
안전 폐기 관리	안전폐기지침 마련	-					

**1-3 석면함유 활석(탈크) 관리**

□ 현황 및 문제점

○ 탈크 및 탈크 사용제품의 석면오염문제 제기

- 시중에 유통 중인 베이비파우더 일부제품(8개사 12품목)에서 석면 검출('09.4)
- 탈크를 원료로 하는 화장품, 의약품 및 각종 생활용품의 석면오염 및 동 제품 사용 소비자 석면 노출 우려
  - ※ 화장품·의약품 등에 광범위하게 사용되는 원료물질인 탈크는 지질학적 생성과정이 석면과 유사해 석면을 함유할 가능성 상존

□ 세부 대책

○ 의약품·화장품용 탈크 석면기준 마련 및 수입·유통관리 강화  
(‘09, 식약청)

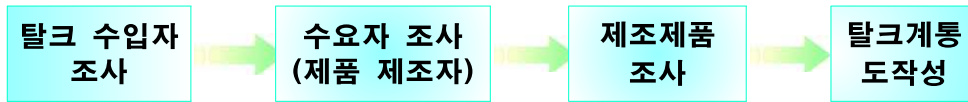
- 의약품, 한약(생약), 화장품 등에 사용되는 탈크 중 ‘석면 불검출’ 기준 마련(‘09)  
※ 「의약품, 한약(생약), 화장품, 의료기기 및 식품첨가물 기준규격 고시」 개정
- 수입 완제품 허가(신고)시 제조업체의 석면 불검출 탈크 사용여부 확인 실시(‘09)
- 탈크 함량이 높은 제품(파우더 등)은 유통단계 수거·검사 강화 (‘09~)

○ 공업용 탈크 석면기준 마련 및 수입·제조 관리 강화(‘09, 환경부)

- ‘석면이 1%이상 함유된 탈크’를 「취급금지물질」로 지정(‘09.5)  
※ 「취급제한·금지물질에 관한 고시」 개정(5.14)
- 공업용 탈크 수입·통관 시 석면함유 여부 검사 의무화(‘09)  
※ 「세관장확인물품 및 확인방법 지정 고시」 개정(관세청, 09.6.1)
- 불법유통 근절을 위해 국내 탈크 제조업체 수시 지도·단속(‘09~)
- 탈크 수입·제조업체 대상 탈크 중 석면관리 교육·홍보 추진(‘09~)

○ 탈크 사용 제품 석면 실태조사 및 관리기준 마련(‘09, 지경부)

- 탈크 사용 제품 석면실태조사 및 계통도 작성 추진(‘09.6)



※ 32개 품목 377개 제품 조사결과, 풍선, 전기난로 등 석면이 함유된 5개 품목 16개 제품에 대해 판매중지 권고 등의 조치('09.6)

- 탈크 사용 제품의 석면 기준 검토 및 안전기준 마련('09)

※ 「전기용품 안전기준 및 운용요령 개정고시('09.6.9)」 및 공산품의 석면안전기준 고시 개정 추진(6.30 입안예고)

### < 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
의약품 ·화장품용 탈크 관리	탈크 석면기준 마련 및 석면 불검출 탈크 사용 여부 확인	-					
	유통제품 검사 추진	300 (년간 0.75억원)					
산업원료용 탈크 관리	탈크 석면기준 및 통관 검사 의무화	-					
	통관·유통단계 검사	4,400 ('09추경 36억, 연간 2억원)					
	지도·단속 및 교육·홍보 강화	-					
탈크 사용 제품 관리	계통도 작성 및 소비자 안전기준 마련	-					



## 1-4

## 비의도적인 석면함유 가능물질의 석면오염 차단

### □ 현황 및 문제점

#### ○ 천연광물질 석면함유 가능

- 활석(탈크), 질석광산 등에서 미량이지만 석면 광맥 확인('09.6, 환경부 「석면공장·광산 주민 건강영향기초조사」 결과)
- 일본은 활석(탈크), 질석, 해포석, 수활석과 같은 천연광물 수입 시 석면함유 여부를 검사하도록 권고하고 있음

#### ○ 비의도적인 석면함유 가능물질의 석면관리제도 부재

- 다양한 산업에 사용되는 원료 및 함유제품의 석면기준 부재
- 제조·수입·유통단계 석면함유 검사 등 관리체계 미흡

### □ 세부 대책

#### ○ 석면함유 가능물질 실태조사('09~, 환경부)

- 국내에서 제조·수입되는 원료물질 및 주요 생산제품의 석면함유 여부 조사(환경부)

#### ○ 비의도적인 석면함유 가능물질 생산·사용 관리('11, 환경부)

- 제조·수입·판매 시 석면검사 의무화
- 산업용 원료물질에 석면함유기준 마련 및 소비자 석면노출이 우려되는 제품(분말형 제품) 등으로의 용도제한 추진

#### ○ 비의도적인 석면함유 가능물질 사용 제품 석면기준 마련 ('11,

지경부·식약청)

- 소비자 석면노출 우려제품의 석면기준 마련 및 제조·수입·유통 제품에 대한 석면 검사 강화(지경부, 식약청)

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
비의도적 석면함유 가능물질 관리	석면함유 가능물질 실태조사	100					
	산업 원료용 석면함유 가능물질 석면함유기준 마련 및 특정용도 제한	-					
	제품 안전기준 마련	-					

## 2. 건축물 전생애 석면 안전관리체계 구축

### 핵심 추진 사항

<p>석면함유 실태조사 및 관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 건축물 석면 실태조사 및 석면지도 작성 의무화</li> <li>◆ 건축물 석면관리 기준 및 무석면 건물 인증제 도입</li> <li>◆ 다중이용시설 석면 실내공기질 관리 강화</li> <li>◆ 건축물 석면정보 DB 구축 및 통합관리</li> </ul>
<p>건축물 해체·철거 안전관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 건축물 철거·멸실 신고시 석면조사 의무화</li> <li>◆ 선(先) 석면 제거, 후(後) 건물 철거(수리) 정착</li> <li>◆ 건축물 해체·제거 작업장 석면 배출 기준 마련 및 주변 대기 측정 의무화</li> <li>◆ 석면 해체·제거작업 감리제도 도입 등 현장관리 강화</li> <li>◆ 석면관련 전문인력 교육·자격제도 마련</li> </ul>
<p>폐석면 안전관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 폐석면 관리기관간 정보공유 시스템 구축</li> <li>◆ 친환경적인 폐석면 처리 및 처리시설 설치기준 마련</li> </ul>
<p>농어촌 슬레이트 지붕재 처리</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 사용 실태조사, 관리 및 처리 매뉴얼 보급</li> <li>◆ 안전한 제거·처리방안 강구</li> </ul>

## 2-1 건축물의 단계적인 석면함유 실태조사

### □ 현황

#### ○ 건축물 석면함유 실태조사를 통해 현황 파악 및 기초자료 확보

구 분	환경부	교육과학기술부	노동부	국방부
대상시설 (조사기간)	다중이용시설 공공건물 등 (‘08~‘09)	학교 및 유치원 (‘08~‘09)	사업장 (‘08)	군부대 시설 (‘09~‘10)
조사결과 (‘08년)	336개소(공공 224, 다중 112)중 65%에서 석면검출	100개 학교중 88% (비산석면은 미발견) 에서 석면검출	153개소(23개업 종)중 50%에서 석면검출	‘09년 추진

### □ 문제점

#### ○ 표준화된 건축물 석면조사 지침 부재

- 각 부처별로 석면함유 건축물 실태조사를 실시하고 있으나 표준화된 지침이 없어 DB화 등 체계적인 건축물 관리기반 구축에 한계

#### ○ 건축물 석면조사 의무화 및 단계적 확대 필요

- 예산확보 등의 문제로 국가주도의 지속적인 실태조사 추진은 한계  
< 시설별 건축물 현황(‘07) >

대상시설	계	다중이용시설	공공시설	교육시설	상업시설
건축물수	1,175,951	6,868	137,870	20,241	1,010,972

※ 다중이용시설·공공건물 실태조사 건수의 경우 전체의 0.5%에 불과(~‘08)

### □ 추진 계획

○ 주요 건축물 석면 실태조사 및 석면지도 작성('09~, 환경부 등)

- 석면조사방법 표준화 지침 마련('09~'10, 환경부, 노동부)
  - 관계 기관간 협의 및 석면조사방법 표준화 방안 연구 등을 통하여 건축물 석면조사방법 표준화 지침 마련
- 주요 석면함유 건축물 실태조사 확대 및 석면지도 작성 지속 추진

< 관계부처별 대상시설 실태조사 계획 >

구 분	환경부	교육과학기술부	국방부
조사 계획	-공공건물 200개소 -다중이용시설 200개소('09)	- 유치원, 초·중등학교 약 2만개소 전수조사('09)	-육·해·공군 70동 표본조사('09) -전수조사('10~)

○ 민간부분 건축물 석면지도 작성 지원·활성화('09~)

- 다중이용시설·공공건물을 대상으로 석면지도 작성 및 건축물 석면관리를 위한 자발적 협약 체결('09~, 환경부)

※ 환경부 : 지도작성 지원, 시설소유자 : 건축물 석면관리 가이드라인 준수

- 사업장 규모에 따른 단계별 석면지도 작성 유도('10~'12, 노동부)

※ '10년 300인 이상, '11년 50~299인, '12년 50인 미만  
영세사업장의 경우 석면지도 작성을 위한 재정지원 검토

○ 건축물 석면지도 작성 단계별 의무화 추진('11, 환경부)

- 건축물 석면관리 기반마련을 위해 일정규모 이상 건축물에 대하여 석면지도 작성 의무 부여

< 연도별 의무화 대상 시설군 확대계획 >

2011년	2012년	2013년 이후
- 모든 공공건물, 학교	- 다중이용시설 - 300인 이상 사업장	- 300인 미만 사업장 - 일정규모 이상 건축물

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건축물 석면함 유 실태 조사	공공건물, 다중이용시설, 학교, 군건축물 등의 실태 조사 및 석면지도 작성	1,122					
	건축물 석면지도 작성 단계별 의무화	-					

## 2-2

## 건축물 석면관리기준 마련

### □ 현황 및 문제점

#### ○ 건축물 사용단계 석면관리규정 미흡

- 건축물의 석면사용 비율(다중이용시설·공공건물 65%)은 높은 반면, 석면관리규정이 없어 내부공사 등으로 석면함유 자재 훼손
- 건축물 석면관리 가이드라인 제정·시행('09.4, 환경부)

#### ○ 실내공기질 중 석면기준 강화 필요

- 다중이용시설 등의 실내공기질 중 권고기준으로 운영중인 석면농도(0.01개/cc이하) 기준을 석면 위해성을 감안, 규제기준으로 강화할 필요

### □ 추진 계획

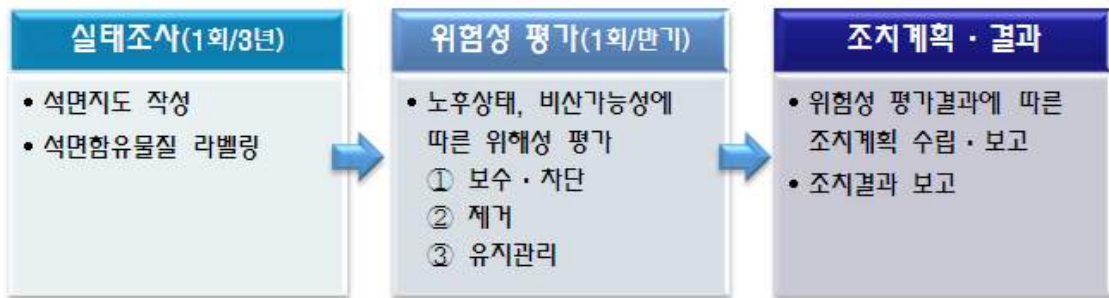
#### ○ 건축물 석면 관리기준 및 지침 개발('09~'10, 환경부)

- 석면지도 작성, 위해성(노후화, 비산성 등) 평가결과에 따른 조치계획 수립·보고절차 등 건축물 석면관리기준 마련
- 석면 조사, 석면지도, 주기적 건물관리, 유지·보수 등을 포함한 관리 지침 보급
- 석면조사결과에 따라 석면지도 작성 및 석면함유정보 공지의무제 도입
- 효율적 건축물 관리를 위해 석면함유물질의 상태와 비산가능성

## 을 고려한 위험성평가(Hazard Assessment)지침 마련

※ 건축물 석면관리기준 및 지침 마련을 위한 연구사업 추진('09~'10)

- 유지·보수, 해체·철거시의 석면노출 가능성 평가지침 마련



## ○ 무석면 건축물 인증제 도입('10~'11, 환경부)

- 건축물 소유자 및 관리자의 자발적 석면관리 유도를 위해 무석면 건축물 인증제도(Asbestos Free Building, AFB) 법제화

- 무석면 건축물 인증시 석면조사 의무 및 실내공기질 석면 자가측정 의무 면제, 홍보 지원 등 다양한 인센티브 제공

※ 인증기준 및 절차 개발 등을 위한 연구사업 추진('10) 및 법제화('11)

< 무석면 건축물 인증제 도입 대상(안) 건축물 현황('07) >

대상시설	계	주거용	상업용	공업용	교육·사회 용	기타
건축물수	6,460,489	4,364,730	1,010,972	215,591	163,355	705,841

## ○ 시설별 맞춤형 석면관리 매뉴얼 개발·보급('10, 환경부)

- 학교·다중이용시설·사업장 등 시설군별 특성과, 법적 의무화가 곤란한 소규모 상점 등 관리대상 특성에 맞는 석면관리 매뉴얼 개발·홍보를 통해 자율적인 관리기반 마련



- 개·보수 및 리모델링 관련업 등을 대상으로 건축물의 소규모 개·보수 시 석면 안전관리 홍보 강화

○ 다중이용시설의 실내공기질 석면관리 강화('11, 환경부)

- 지하역사 등 주요 시설 실내공기 중 석면농도에 대하여 주기적인 모니터링 실시
- 다중이용시설을 무석면 건축물 인증제와 연계하여 실내공기질 권고 기준을 유지기준으로 강화('11)
- ※ 다중이용시설 실내공기질관리법 개정('10~'11)

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건축물 석면관리	건축물 석면 관리 기준 및 지침 개발	-					
	맞춤형 매뉴얼 개발	50					
	무석면 건축물 인증제 도입	100					
다중이용시설 관리 강화	주요 다중이용시설 주기적 모니터링	400					
	실내공기질 기준 강화	50					

## 2-3

## 건축물 석면 정보 DB화 및 통합관리

### □ 추진 필요성

#### ○ 건축물 석면관리를 위한 기초정보 통합 관리·공유 필요

- 건축물에 대한 다양한 석면관련 정보를 통합관리하고 관련기관 공유체계 구축을 통해 건축물 석면관리 기반 확보

#### < 건축물 석면관련 주요 정보 생산현황 >

정보 종류	건축물 석면 실태조사	철거·멸실 신고내역	석면 해체·제거 신고내역	폐석면 처리
정보생산 및 보유기관	교과부/국방부 노동부/환경부	지자체 (건축부서)	노동부 (지방노동관서)	환경부 (지방환경관서)

#### ○ 건축물 석면정보 통합관리 시스템 주요 기능

- 부처별 석면함유 실태조사 결과의 통합 관리 및 관련시스템 (allbaro, 세움터 등) 연계를 통하여 건축물 석면정보 이력관리
- 석면 해체·제거, 건축물 철거·멸실 신고 등 행정관리정보 취합·제공을 통해 관계부처·지자체 석면관리 정책지원, 현장관리 기능 강화 및 민원행정 간소화
- 폐기물 발생량과 처리량 검증을 통한 폐석면 적정처리 유도
- GIS 및 web기반의 건축물 석면정보 제공을 통한 대국민 서비스 개선

### □ 세부 대책

#### ○ 건축물 석면정보 통합관리 시스템 구축('09~'13, 환경부)

- 건축물 석면정보 통합관리 중장기 방안 연구('09~'10)

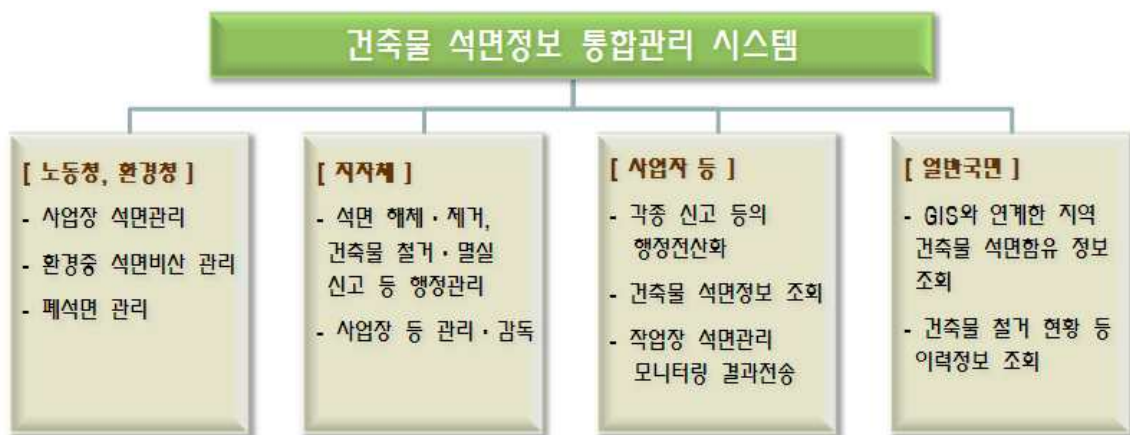
- 건축물 석면정보 통합관리 프로그램 개발('10)
- 각 부처·기관 생산정보 연계 및 시범운영('11~'12)
- 사업자 석면조사결과 입력 등 민원행정 지원 및 대국민 정보공개 서비스 추진('13)

○ 시스템 구축·운영에 필요한 제도적 기반 마련('10~'11)

- 건축물 석면 관련정보 생산·입력 등에 대한 체계 일원화 및 규정준수 의무 부여
- 건축물 석면 통합관리 시스템 운영상의 실효성 확보를 위하여 부처간 협력방안, 전산화 등에 대한 법령 개정 등 추진

○ 건축물 석면정보 통합관리 추진위원회 구성·운영('09~'10)

- (구성) 환경부(주관), 노동부, 교과부, 국방부, 국토부, 행안부, 국립환경과학원, 한국환경자원공사, 전문가 등(행정·기술 자문)
- (수행내용) 석면 조사·석면지도 작성방법 및 석면관리체계 표준화, 부처별 시스템 및 DB 통합·연계방안, 법·제도 정비방안, 교육·홍보 매뉴얼 개발 등



< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건축물 석면정보 통합관리 시스템 구축	건축물 석면정보 통합관리 중장기 방안 연구 및 제도적 기반 마련	100					
	건축물 석면정보 통합관리 프로그램 개발	300					
	각 부처·기관 생산정보 연계 및 시범운영	800					
	민원행정 지원 및 대국민 정보공개 서비스 추진	500					

## 2-4 건축물 철거·멸실단계 석면 확인 강화

### □ 현황 및 문제점

#### ○ 건축물 철거·멸실단계 석면 확인 한계

- 석면 함유 여부만을 명기토록 한 현행 건축물 철거·멸실 신고 제도 (건축법 시행규칙 24조)는 허위 신고를 막기에 한계
- 산업안전보건법은 건축물 철거·해체 시 석면조사를 의무화하고 있으나, 조사결과의 행정기관 제출 및 검증 절차 부재

※ 석면조사 대상 건축물 : 연면적 50㎡ 이상 건축물(주택은 200㎡ 이상)

### □ 세부 대책

- 건축물 철거·멸실 신고시 석면조사서 첨부 의무화 추진('09, 국토부)

- 건축물 철거·멸실 신고시 「산업안전보건법」에 따른 석면조사 결과를 제출토록 「건축법 시행규칙」 개정 추진

※ 건축법 시행규칙 제24조제1항 개정 입법예고('09.5)

#### ○ 철거·멸실 건축물 지도·점검 강화('09~, 국토부, 환경부)

- 지자체 공무원 전문성 제고를 위해 관련 지자체 업무지침 마련 추진 ('09, 국토부)
- 석면 조사·분석능력 향상을 위해 정기적인 교육 및 정도관리 지속 추진('09~, 환경부)

※ 전국 16개 시도 석면분석장비 보급 및 분석교육 실시('08)

## □ 현황 및 문제점

## ○ 건축물 석면 해체·제거 시 주변 환경으로 석면 비산

- 석면 해체·제거 작업장(155개소) 중 31곳(20%)에서 대기 중 석면 농도가 실내공기질 기준(0.01개/cc) 초과('08, 환경부)

## ○ 환경 중 석면비산 방지를 위한 관리기준 미흡

- 「대기환경보전법」의 비산먼지 발생사업(제조업 및 건설현장 중심) 대상에 건축물 석면 해체·제거작업 미 포함, 관리기준 부재
  - ※ 외국 사례 : 일본은 석면사용 공장 주변 부지경계 기준(0.01개/cc) 설정 및 미국은 석면 해체·제거장에 엄격한 no-visible 기준 적용
- 근로자 보호중심의 석면 해체·제거 작업 관리기준은 환경 중 석면 비산 방지를 위한 적극적인 규정 부재

## ○ 석면 비산방지용 음압기의 성능 평가 및 관리 강화 필요

- 음압기 미가동 및 부적절한 필터 사용 시 석면의 작업장 외부로 비산 우려
  - ※ 음압기 : 작업장을 음압으로 유지하고 HEPA필터(0.3 $\mu$ m, 제거율 99.97%)를 설치하여 내부 공기 중 석면을 제거하여 외부로 배출하여 석면 비산 방지하는 설비
  - ※ 환경부 조사결과 작업장 공기를 배출하는 음압기에서 석면 검출('08)

□ 세부 대책

○ 대기 중 석면농도 모니터링 실시('09~, 환경부)

- 석면 해체·제거 사업장 주변 대기 석면농도 조사를 통해 환경  
중으로 석면비산 실태 파악

○ 석면 해체·제거 작업장 석면 배출기준 마련('09~'11, 환경부)

- 석면 해체·제거 작업장 음압기 배출구 등의 석면기준(0.01개/㎥) 설정
- 석면 해체·제거 작업 중 주변 대기 측정 의무화
- 환경 중 비산 방지기준 마련 및 석면 해체·제거작업의 감리제도  
도입과 연계하여 현장 관리 강화('11~)

※ 건축물 석면관라 가이드라인을 제정하여 주변 대기 측정 대상(위생설비  
입구, 작업장 주변, 음압기 배출구, 폐기물 배출구)제시(0.9.4)

○ 석면 비산방지용 음압기 성능평가 및 관리제도 도입 검토('09~'12, 환경부, 노동부)

- 음압기 및 필터 성능이 인증된 음압기만을 현장에서 사용할 수 있도록 성능평가 및 인증제도 도입 방안 연구 추진('09~'10)

※ 석면 해체·제거 작업지침(Kosha-Code)중 음압기 성능기준 마련·시행('09.8)

- 음압기 적정 가동 및 필터사용에 관한 평가·인증제 도입 추진('10~'11)

- 음압기 평가설비 구축('10~'11) 및 인증제 실시('12)

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
대기 중 석면농도 모니터링		850 (년간 2억원)					
석면 해체·제거 작업장 비산관리	작업장 석면비산방지관리방안 연구	50					
	배출기준 및 작업장 관리기준 마련	-					
음압기 관리	음압기 관리기준 및 인증제 도입방안 연구	100					
	음압기 인증제 도입	-					
	음압기 검사 설비 구축	4,000 (4개소, 1,000)					



## □ 현황

## ○ 석면조사기관 지정제 및 해체·제거전문업 등록제 도입

- 건축물 철거 시 조사기관으로 하여금 석면 함유를 조사하고 해체·제거 전문업체를 통해 석면 해체·제거작업 실시토록 규정

※ 「산업안전보건법」 개정('09.2, 노동부)

## ○ 석면분석 전문인력 양성 추진

- 16개 시·도 석면분석 장비 보급 및 교육 실시('08~,환경부)
- 산업안전관리공단 석면분석교육과정 운영('07~,노동부)

## □ 문제점

## ○ 석면 조사·분석 및 해체·제거 전문인력 교육·자격제도 미흡

- 일부 분석교육과정을 운영 중이나 향후 사회적인 석면관리 전문인력 수요증가를 감안하여 보완필요

## ○ 석면 해체·제거 작업장에 대한 근로감독 한계

- 석면 해체·제거작업('08년 11,114건)에 비해 부족한 근로감독관(300여명)을 대체·보완할 수 있는 제3자 현장감독 체계 필요

※ 미국, 일본은 석면 해체·제거 작업장의 현장관리, 근로자 보호, 비산방지, 작업 완료 여부를 평가를 위한 감독자(Supervisor)제도 운영

## ○ 석면 해체·제거 공사에 대한 공사비 산정 기준 부재

- 적정공사 기간·비용 확보가 어려워 부실공사의 원인

○ 구조물과 함께 철거되거나 공사하청에 따른 부실작업 우려

- 석면 해체·제거공사에 대한 건설업 면허 부재로 「비계·구조물 해체 공사」와 함께 수행되면서 구조물과 함께 철거·훼손되거나 영세업체에 재하청 되는 사례 빈발

□ 세부 대책

○ 석면 관련 전문인력 교육·자격제도 마련('09~'11, 환경부, 노동부)

- 전문인력 교육·자격제도 도입방안 마련('09~'10)

· 노동부에서 추진하고 있는 석면 조사자 및 관리자(사업주) 교육 과정을 포함한 석면관련 통합 인력 개발 프로그램 도입

※ 석면관련 전문인력 : 관리자, 조사자(inspector), 분석자(analyst), 감독자(supervisor) 및 해체·제거 근로자(worker) 등

※ 미국 EPA AHERA MAP(Model Accreditation Plan)규정에서는 석면 관련 모든 자격(8개) 기준을 제시하고 있음(Worker, Building inspector, Management Planer, Contactor, Supervisor, Project designer or monitor)

- 관계부처와 전문가와 협의하여 전문인력 양성 교육프로그램 추진을 위한 교육기관 지정 및 자격제도 도입('10~'11)

○ 석면 관리업 제도화 및 관리방안 마련('09~, 환경부, 노동부)

- 석면조사기관 지정제, 해체·제거 전문업 등록제 시행('09~)

- 석면관리를 위한 조사기관, 분석기관, 해체·제거기관, 감리기관(자) 등 석면관리 인프라 확충(10~)

- 조사·분석 전문기관 육성을 위한 석면 분석 숙련도 시험 및 정도

관리 방안 마련·추진('09~)

○ 석면 해체·제거작업의 감리제도 도입('10, 국토부, 노동부, 환경부)

- 일정규모 이상 석면 해체·제거 현장 관리를 위한 감리제도로써 감독자(Supervisor) 선임을 의무화하고 권한·책임 등을 규정

- 건설기술관리법 등 관계법령 개정을 통해 석면감리 제도 정비

※ Supervisor 역할 : 근로자 보호 및 환경비산 방지를 위하여, 작업계획·진행 검토, 작업 중지 권한과 관리 부실에 대한 작업 완료 보고책임을 부여 받음

○ 석면 해체·제거 공사 적정단가 표준품셈 반영('09, 노동부, 국토부)

- 현재 시행중인 연구결과와 현장실사를 거쳐 건설공사 표준품셈 반영('09)

※ 석면의 분리선별 및 친환경적 처리기술 개발('06, 건설기술연구원)

○ 선(先)석면 제거, 후(後) 건물 해체·철거(수리) 제도화('09~, 국토부, 환경부, 노동부)

- 선(先) 석면 제거, 후(後) 건물 해체·철거 원칙 규정(석면안전관리법) 및 효과적 담보방안 마련

- 자발적 협약 등을 통해 선 석면 제거 후 건물 해체·철거관행 및 문화정착 유도 및 지원

**< 각 과제별 추진 일정 및 예산 >**

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건축물 관리 인프라 구축	석면관리 인프라 확충 방안 연구	100					
	교육기관·자격제도 도입	-					
	조사기관지정제, 해 체·제거전문업 등록제 시행 및 인프라 확충	-					
	석면 분석 숙련도 시험 및 정도관리	500 (년간 1억원)					
	감독자(Supervisor) 제도 의무화 및 관 리방안 마련	-					
석면 해 체·제거 부실 방지	표준품셈 반영	-					
	석면제거 원칙 마련 및 정착	-					

**2-7 폐석면 처리 정보공유 및 관리 시스템 구축**

□ 현황 및 문제점

○ 건축물 석면관리의 관계부처·기관간 역할 분담

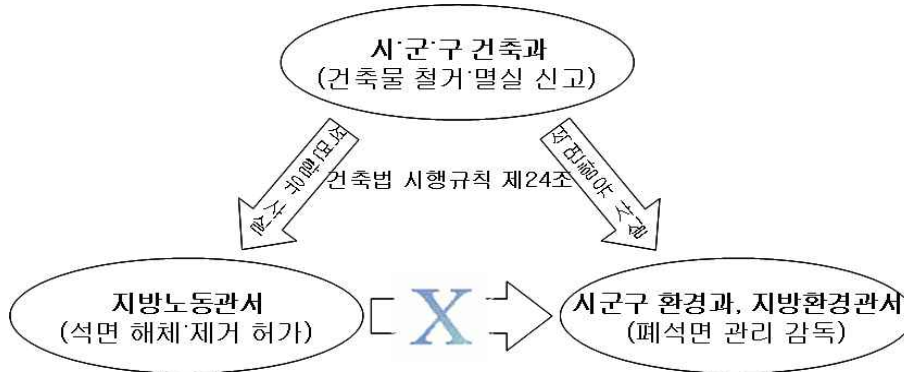
기관	시·군·구(건축과)	지방노동청	지방환경청	시·군·구(환경과)
주요 내용	건축물 철거·멸 실 신고	석면 해체·제거 허가	수집·운반, 보관, 처리 등 기준 준수 여부	
대상	허가대상 건축물	석면 1% 초과 함 유 건축물 및 설비	제조업 공장 배출 폐 석면의 적정 처리 여 부	제조업 공장이외 배출자 의 폐석면 적정 처리 여 부

※ '09.8.7 이후 석면 해체·제거는 허가제에서 신고제로 전환

○ 부처·기관간 정보 미 공유로 폐석면 적정관리 한계

- 석면 해체·제거 허가내역(노동부)이 폐석면 감독기관(지자체 환경과, 지방환경청)에 통보되지 않아 폐석면 발생원 관리 애로

< 관련기관별 수행체계 >



- 배출자가 지정폐기물 처리 확인을 받지 않는 한 배출현장을 알 수 없어 폐석면 적정 처리에 대한 현장 확인 불가
- ※ 또한, 석면 해체·제거 신고량과 지정폐기물 처리 계획량에 대한 교차 확인을 위하여도 지방노동관서의 협조가 필요

□ 세부 대책

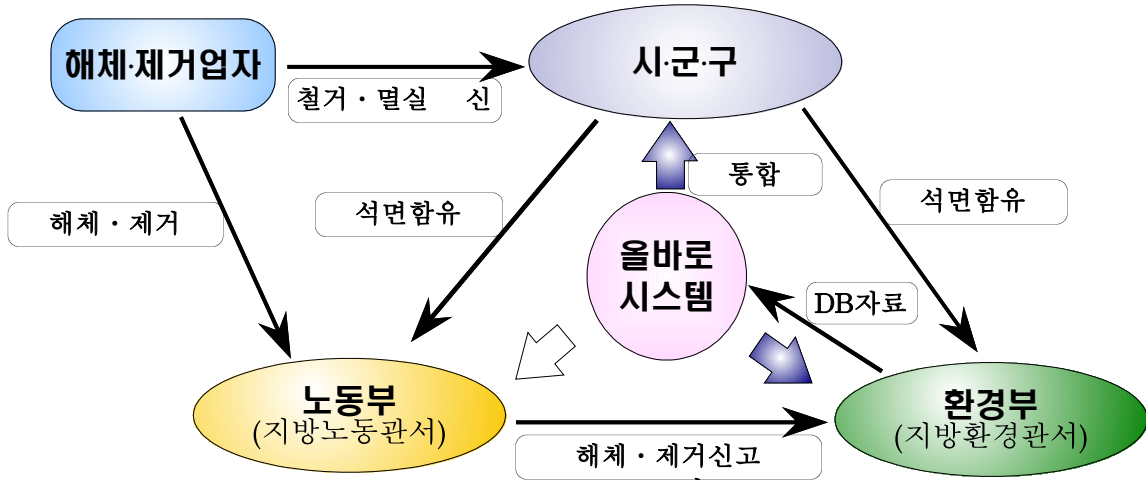
○ 노동부·환경부간 석면 해체·제거 DB 공유체계 구축('09)

- 노동부는 석면 해체·제거 신고 DB 중 주요 내용(건축주, 소재지, 폐석면 종류 및 면적, 해체기간 등)을 환경부로 통보
- ※ 노동부에서 기존의 석면 해체·제거 허가가 신고제로 전환되는 시점('09. 8.7)에 맞춰 활용하기 위하여 석면 해체·제거 신고 DB 구축 중

○ 환경부·노동부·지자체간 석면 해체·제거 자료 공유('09)

- 올바로 시스템(환경부) 내에서 폐석면 감독기관(기초·광역 지자체 및 지방환경청)으로 자동 전송, 폐석면 관리에 활용

※ 올바로(Albaro)시스템 : 산업폐기물의 배출에서 최종 처리까지 전 과정을 실시간으로 관리할 수 있는 정보관리시스템



※ '12년부터 '건축물 석면정보 통합관리' 시스템과 체계 일원화를 통하여 해체·제거 신고시 해당 정보를 감독기관에 자동 전송되도록 절차 간소화

□ 추진일정

- 석면 해체·제거신고 DB화 및 폐석면 관리에 필요한 자료 전송 체계 구축('09, 노동부)
- 노동부 전송 DB자료를 올바로 시스템에 탑재하여 폐석면 감독기관(기초·광역 지자체, 지방환경청)으로 재전송('09, 환경부)
- 환경부, 지자체에서 석면 해체·제거과정에서 발생하는 폐석면 수집·운반, 처리 정보 활용('10~)

< 과제별 추진 일정 및 예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
폐석면 관리 기관간 협조 체계 구축	석면 해체·제거 신고 DB구축 및 연계	-					
	폐석면 전 생애 정보 활용 방안 수립	-					

□ 현황 및 문제점

○ 폐석면의 주변 비산예방 등을 위한 매립관련 기준 보완 필요

- 발생량 대부분을 매립 처리 중으로 매립과정에서 부적정 처리시 폐석면이 주변 환경으로 비산될 우려가 있으나, 현행 매립관련 기준\*으로는 효과적 관리 한계

※ 다른 폐기물과 섞이지 않도록 해야 하며(처리기준), 제방 등의 시설을 설치토록(설치기준) 단순 규정화

○ 신뢰성 있는 폐석면 발생량 예측자료 부재

- 부처별로 석면 사용실태를 조사 중이나, 조사 지연 등으로 폐석면 발생량 예측 애로

※ 교과부(학교), 환경부(공공건물, 다중이용시설, 농가 등), 국방부(군부대), 노동부(사업장)

- 신뢰성 있는 발생량 예측 자료 생산에는 장시간이 소요될 것으로 예상되나, 관련 기관별 예측치가 상이하여 지정폐기물 매립장 적정 용량산정 한계

○ 폐석면의 처리기술 및 자원화에 대한 연구 필요

- 폐석면 처리기술 및 자원화에 대한 연구·개발 노력 미흡

○ 건축물 이외 폐석면 발생원에 대한 관리 미흡

- 건축물 이외 석면함유 제품의 폐석면 발생 실태조사 및 처리에 대한 사후관리 필요

□ 세부 대책

○ 친환경적인 폐석면 처리 및 제도 개선방안 마련('09~, 환경부)

- 석면 비산으로 인한 주변 환경오염 저감 등 효율적 매립방법 마련 및 비용절감 방안 강구

○ 폐기물 처리시설 설치기준 개선('10~'11, 환경부)

- 폐석면 수집·운반·보관·처리 등에 관한 구체적 기준 및 처리 시설의 설치기준 개선(폐기물관리법 시행규칙 개정)

○ 신뢰성 있는 폐석면 발생량 예측 조사('11~, 환경부)

- 각 부처별 석면실태 조사 결과('07~'10) 등을 참고하여 신뢰성 있는 발생량 예측 조사 및 연구
- 지정폐기물 매립장의 수요 예측을 통한 처리방법 변경 검토 등에 활용

○ 폐석면 처리기술 및 자원화 방안 연구('11~, 환경부)

- 폐석면 처리기술 및 자원화 방안 연구를 통해 친환경적인 폐석면 처리방안 강구

○ 건축물 이외 제품에서 발생하는 폐석면 실태조사 및 사후관리 강화('11~'12, 환경부)

- 폐자동차, 폐가전제품 등의 처리과정에서 발생하는 폐석면 실태 조사 및 안전한 작업기준 마련



**< 과제별 추진 일정 및 예산 >**

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
폐석면 처리 기준 개선	매립기준 개선방안 마련						
	폐기물관리법 시행규칙 개정	-					
	폐석면 발생량 예측 조사	300					
	폐석면 처리기술 및 자원화방안 연구	300					
	건축물 이외 제품 중의 폐석면 발생실태 조사 및 안전 작업기준 마련	100					

**2-9 농어촌 슬레이트 철거·처리 지원방안 강구**

현황 및 문제점

○ '60~'70년대 건축된 농어촌 슬레이트 노후화로 국민건강 위협

- 슬레이트(석면함량 10~15%) 지붕재의 부식·풍화 등에 의한 공기 중 석면비산 가능성 확인

※ 환경부 조사결과('08) 슬레이트 지붕재를 사용한 가옥의 물받이 퇴적물, 빗물, 토양에서 석면 검출

○ 폐석면 처리비용 상승으로 가계부담 증가

- 폐기물관리법령 개정('08.7 시행)으로 석면이 1% 이상 함유된 폐기물을 지정 폐기물로 분류, 처리비용이 2~3배 증가

※ 슬레이트 지붕재 처리비용(300~400만원/가구) : 해체·철거비(230만원/가구), 수집·운반비(60만원/가구), 매립비(50만원/가구)

## □ 세부 대책

### ○ 전국 농가 슬레이트 사용현황 조사('09~'10, 환경부)

- 전국 농가 슬레이트 실태조사를 통해 구체적인 슬레이트 지붕재 현황 및 처리 규모 등 산정

※ 국토해양부 '건축행정정보시스템' 자료 활용 및 미등록 건축물에 대한 추가 실태조사 실시

### ○ '슬레이트 관리 및 처리 매뉴얼' 개발·보급('10, 환경부)

- 석면비산 방지를 위한 관리방안, 안전한 폐석면 처리방법·기준 등을 명시한 매뉴얼 개발, 자치단체 등에 보급

### ○ 농어촌주택 슬레이트 지붕재 철거 및 처리 지원대책 강구 ('10~, 환경부, 농림수산식품부)

- 처리비용 절감 및 영세농어가 지원방안 강구

**< 과제 추진 일정 및 예산 >**

사업내용	소요예산 (백만원)	추진일정				
		'09	'10	'11	'12	~'20
전국 농가 슬레이트 분포 현황 조사	-					
슬레이트 관리 및 처리매뉴얼 개발·보급	-					
슬레이트 대책	-					

**참 고**

농가건물 석면슬레이트 조사결과('08, 환경부)

□ 권역별 지붕재 사용현황

구 분	조사호수	슬레이 트	합석	기와	슬라브	싱글	판넬
계	981	372	134	202	210	35	28
수도권	149	60	21	9	40	9	10
중부권	177	65	28	16	45	15	8
남동권	227	83	35	57	43	4	5
영남권	121	72	4	21	17	5	2
호남권	307	92	46	99	65	2	3

□ 지붕재의 건축연도별 분포현황

구 분	조사호수	'60년이하(%)	'70~'89(%)	'90~'00(%)	'01년이후(%)
계(호)	981	181(18.4)	379(38.6)	252(25.7)	169(17.2)
수도권	149	23	63	38	25
중부권	177	61	58	41	17
남동권	227	19	88	78	42
영남권	121	57	31	24	9
호남권	307	21	139	71	76

□ 석면함유자재 보유현황

구 분	자재총량(kg)	채취호수(호)	가구당 보유량(kg)
계	1,412,071	805	1,754
수도권	199,448	104	1,917
중부권	285,576	129	2,213
남동권	317,834	197	1,613
영남권	189,194	110	1,720
호남권	420,019	265	1,585

□ 비산경로별 시료분석 결과

비산 경로	석면 분석결과			
	지붕재	물받이	빗물	토양
지붕→물받이→공기	검출(109/109)	검출(114/117)	-	-
지붕→빗물→토양→공기	검출(32/32)	-	검출(1/1)	불검출
야적폐기물→토양→공기	검출(8/8)	-	-	불검출

### 3. 석면광산 및 자연발생석면 관리

#### 핵심 추진 사항

<p>환경영향조사</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면광산, 석면함유 가능물질 광산 환경영향조사 및 위해성평가</li> <li>◆ 자연발생석면지역 지질도 작성·활용</li> <li>◆ 자연발생석면지역 환경 중 석면노출 및 위해성평가</li> </ul>
<p>석면노출 최소화 대책추진</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 토양오염관리기준 등 석면노출 최소화 관리기준·가이드라인 마련(환경성 평가 강화 등)</li> <li>◆ 석면광산 광해방지사업 실시</li> <li>◆ 자연발생석면 노출우려지역 석면노출 최소화사업 실시</li> <li>◆ 자연 중 석면노출 저감을 위한 생활수칙 개발, 보급</li> </ul>

#### 3-1 석면 및 석면함유 가능물질 광산 조사 및 광해방지사업 추진

□ 현황 및 문제점

○ 석면광산 현황 및 석면피해 파악 미흡

- 국내 석면 광업권 등록 및 소멸광구는 총 153개(문헌)이나 석면

생산 실적, 광산위치 등에 대한 정확한 자료 부재

- 일부 자료가 있는 41개 광구(21개 석면광산)의 경우 환경 중 석면 함유 실태 조사 필요
- 기타 112개 광구는 광산위치, 생산실적 등이 없어 석면피해발생 여부 조사 필요
- 생산실적을 지자체에 신고하도록 되어 있으나 허위신고, 잠채, 지자체의 실적관리 부실 등으로 문헌이외의 석면광산 존재가능

○ 석면함유 가능물질 광산 현황 및 오염 조사 필요

- 활석·사문석·질석광산 등에서 미량의 석면광맥 확인('08, 환경부)
  - ※ 미국 캘리포니아주 엘도라도 사문석지역에서 석면확인(1998), 미국 몬타나주 리비 질석광산에서 석면확인(1999)
- 활석광산 등 자연발생석면이 함유될 가능성이 있는 광산 및 주변 환경 석면오염 조사 필요
  - ※ 국내 활석광산은 10개(가행 7, 휴지 1, 폐광 2)로 파악('09.4, 지경부)

○ 석면 및 석면함유 가능물질 광산 주변 관리 방안 부재

- 대기 중 석면 모니터링 방법, 위해성 평가 등 조사 방법 부재
- 토양오염관리기준 및 석면노출 최소화 가이드라인 등 관리 기준 부재

□ 세부 추진 계획

○ 전국 석면광산 및 석면함유 가능물질 광산 조사('09~,환경부, 지

## 경부)

- 전국 석면 광산의 위치, 채광량, 광업기간 등 개황조사(∼'09.8, 지경부)

※ 석면 생산실적이 있는 41개 광구(21개 광산) 현황은 기 파악('09.1, 지경부)

- 석면광산 주변 토양·지하수·대기 중 석면함유 정밀조사 및 위해성 평가를 통해 석면노출 최소화 방안 마련('09∼,환경부)

※ 조사계획 수립 및 「폐석면광산 토양·지하수 조사지침」 마련('09. 4, 환경부)

- 활석 등 석면함유 가능물질 광산 환경영향조사('10∼,환경부)

## ○ 석면광산 석면노출 최소화사업 추진('09∼,환경부, 지경부)

- 토양오염관리기준 등 석면노출 최소화 관리방안 마련('10, 환경부)
- 석면광산 석면노출 최소화를 위한 광해방지사업 추진('09∼,지경부)

· 광해방지사업을 위한 조사 및 설계('10∼,지경부)

· 폐석 유실방지, 갱구막이, 산림복구, 사면안정화 등 안전조치 및 광해방지사업 추진('09∼,지경부)

- 광해방지사업 완료지역 사후관리('10∼,지경부)

- 광해방지사업 완료지역 환경오염영향조사('10∼,환경부)

## ○ 석면함유 가행광산 관리('11∼,환경부, 지경부)

- 석면이 함유된 가행광산의 안전관리 가이드라인 마련·시행('11∼,지경부)

- 대기모니터링 등 석면노출 및 환경영향 점검('11~ ,환경부)

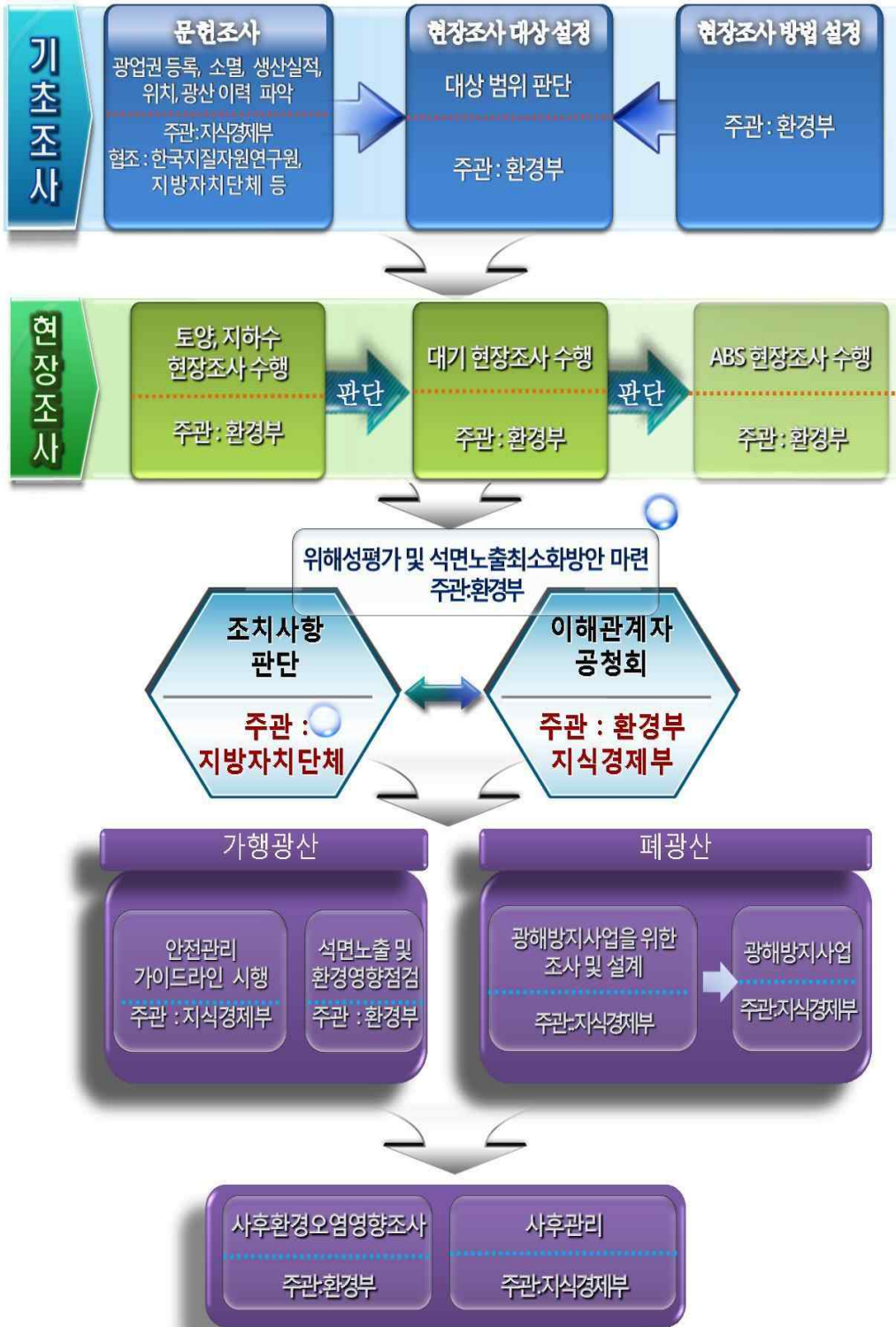
< 추진 일정 및 소요예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
환경영 향조사	석면광산 관리방안 연구	300					
	석면광산 정밀조사·위해성 평 가 등 석면노출 최소화방안 마련	18,000					
	석면함유 가능물질 광산 환 경영향조사	4,960					
석면노출 최소화 대책 추진	석면광산 광해방지사업을 위 한 조사 및 설계	25,000					
	석면광산 광해방지사업	75,000					
	광해방지사업 완료지역 사후 관리 등	1,500					
	광해방지사업 완료지역 주변 의 환경오염영향조사	1,900					



참 고

조사 체계도



## 3-2

## 자연발생석면(NOA)지역 조사 및 피해 예방체계 구축

### □ 현황 및 문제점

#### ○ 자연발생석면지역 조사 및 석면노출저감 대책 미흡

- 자연발생석면지역 분포 파악 및 환경 중 석면노출 가능성에 대한 조사·연구 미흡
- 자연발생석면 분포지역 주민의 석면노출 저감을 위한 토지이용 행위제한 등 노출저감대책 부재
- ※ 자연발생석면(NOA, Naturally Occurring Asbestos)이란 지질작용에 의해 자연적으로 석면이 생성되는 지대
- 환경성평가 대상 사업 규모가 아닐 경우, 토석채취 인·허가 과정에서 석면의 위해성이 우려되더라도 제한 한계

### □ 추진계획

#### ○ 자연발생석면 기초연구 및 조사·관리 기준마련('09~, 환경부)

- 토양·대기, ABS, 위해성 평가 등 자연발생석면(NOA)지역 조사 지침 마련('09~'10, 환경부)
- ※ ABS(활동근거노출평가, Activated Based Sampling) : 석면이 함유된 지역에서 이동, 경작 등 다양한 인간 활동과정 중에 공기시료를 채취, 분석함으로써 석면노출가능성을 평가하는 방법
- 토양오염관리기준 등 자연발생석면지역 관리기준 마련('11,환경부)
- ※ 자연발생석면지역 개발행위 가이드라인 마련('09.5, 환경부)

- 자연발생석면지역 각종 토지 이용·개발 행위 인·허가 시 지형·지질관련 **환경성 평가 강화방안 추진**(‘11~,환경부)
- 토석채취 인·허가, 시행 중 및 사업완료 후 등 석면관련 관리근거(산지관리법) 마련(‘11~,산림청)
- 운전, 환기습관 등 석면노출 저감을 위한 생활수칙 개발(‘10~,환경부)

○ 자연발생석면지역 지질도 작성(‘10~, 환경부)

- 자연발생석면지역 지질도 작성방법 마련(‘10,환경부)
- 전국단위 석면함유 지질 분포도 작성 추진(‘11~,환경부)



○ 자연발생석면지역 석면노출 최소화사업(‘10~, 환경부)

- 자연발생석면지역 환경 중 석면 모니터링 및 위해성 평가 추진(‘10~, 환경부)
- 토양복원 등의 석면노출 최소화사업 실시(‘13~, 환경부)

- 석면노출 최소화사업 완료 후, 지속적 점검 등 사후관리('13~환경부)

< 추진 일정 및 소요예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
환경영향 조사	자연발생석면지역 관리방안 연구	300					
	자연발생석면지역 조사지침마련	-					
	자연발생석면지역 지질도 작성	1,700					
	자연발생석면지역 환경 중 석면노출 및 위해성 평가	3,600					
피해 예방체계 구축	자연발생석면지역 석면노출 저감을 위한 생활수칙 개발·보급	120					
	자연발생석면지역 관리기준 마련	-					
	자연발생석면지역 석면노출 최소화사업	-					
	자연발생석면지역 석면노출 최소화사업지역 사후관리	-					

## 4. 석면 건강피해 관리 및 구제

### 핵심 추진 사항

<p>석면으로 인한 건강영향조사</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면피해 우려지역 건강영향 조사 확대 (광산, 공장지역 및 재개발 지역)</li> <li>◆ 폐질환 진단·감시체계 확충</li> </ul>
<p>석면질환자 건강관리 지원</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 건강관리수첩 발급제도 도입</li> </ul>
<p>석면피해 구제</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면피해 구제법 제정(질병범위, 구제대상 등)</li> <li>◆ 석면 질환 판정위원회 구성, 운영</li> <li>◆ 피해구제 재원조성</li> </ul>

### 4-1 석면으로 인한 건강영향조사

#### □ 추진배경

- 석면함유 탈크, 석면광산 주민들의 건강피해 가능성 언론보도 등으로 석면 건강피해에 대한 국민적 관심 및 불안증대
- '08년 광산 인근주민 건강영향조사 결과 215명(CT 95명) 중 석면 폐 55명, 흉막질환 87명 등 석면질환 의심자 발생

- 석면광산·공장 등 고위험지역(Hot Spot) 주민에 대한 건강영향 조사와 함께 석면질환자에 대한 진단·감시체계 확충 필요

□ 추진 계획

- 석면피해 우려지역 건강영향조사 확대('09~'10, 환경부)
  - (석면광산) 전국 21개 석면광산 인근주민 대상으로 건강영향 조사 및 유의지역·이주민 등에 대한 보완조사 추진
  - (석면공장) 공장 가동시기 및 기간, 생산량 등에 따라 조사우선 순위 선정 및 인근 주민에 대한 건강영향 조사 추진
  - (재개발지역 등) 재개발·재건축 등 대규모 철거 지역 주민에 대한 노출수준 평가 및 코호트 구축·관리

※ 재개발 지역 주민에 대한 건강영향조사 방법론 설정연구('09년)

< 연차별 건강영향 조사계획 >

구 분	'09년	'10년	'11년 이후
광산지역	21개 광산 (1km 이내)	21개 광산 (이주민 등 확대)	기타 광산 (석면함유 가능물질 광산)
공장지역	2개 공장	2개 공장	2~4개 공장

※ 2011년 이후 건강영향 조사는 피해구제법 제정과 연계

○ 석면폐질환 진단·감시체계 확충('09~, 환경부, 복지부)

- 석면광산·공장 인근주민 등 고위험군, 어린이 등 건강 취약계층에 대한 코호트 구축·관리('09년~, 환경부)

※ 코호트(cohort) : 석면광산 인근 거주주민 등 통계상 동일 인자(因子)를 공유하는 집단의 모임

- 석면 폐질환 평가를 위한 표준설문지, 촬영·판독(X-ray, CT) 프로토콜 등 '석면폐질환 판정지침서' 개발·보급('10, 환경부)

- 석면질환 조사기법, 조기발견 지표 등 개발('11, 환경부)

- 환경성 석면질환 추적관리 시스템, 기관별 통계자료 공유체계 구축 등 의료 네트워크 강화('11~'12, 환경부, 복지부)

※ 석면질환통계 보유기관 : 통계청(사망자), 국민건강보험공단(내원·입원환자), 국립암센터(암환자), 산업안전공단(산재, 감시체계)

- 생체 시료은행 구축 및 분석방법 개발('12년~, 환경부)

**< 추진 일정 및 소요예산 >**

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건강영향 조사 확대	건강영향 조사(광산, 공장)	713					
	건강영향 조사(기타 광산)	600					
진단·감시 체계 확충	고위험군 코호트 구축·관리	500					
	석면질환 판정지침서 개발	50					
	석면질환 조기 발견지표 개발	50					
	석면질환 통계 공유체계 구축	300					
	생체 시료은행 구축·관리	1,000					

**4-2 석면질환자 건강관리 지원**

**□ 배경 및 목적**

- 석면피해 신고접수('07.9~), 건강영향 조사('08~'09) 등을 추진 중이  
나 환경성 질환자에 대한 관리 및 지원수단은 미흡
- 건강조사 결과에 따른 정부 대책을 촉구하는 사회적 요구 증대

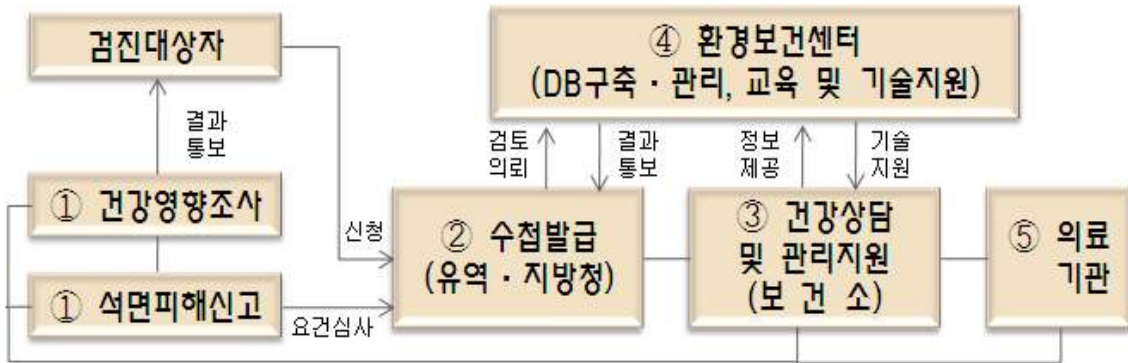
**□ 환경성 석면질환자 '건강관리수첩' 발급('11~, 환경부)**

- (발급대상) 건강영향 조사결과 환경성질환 확인자 또는 자발적  
석면피해신고자 중 일정 요건을 갖춘 자
- 거주력, 노출력, 석면질환 종류 등에 따라 발급요건 규정



- (주요내용 및 운영체계) 석면질환자 등록 및 건강관리 지원
  - (환경부) 시스템 구축·운영 및 건강관리수첩 발급
  - (환경보건센터) 석면질환자 DB구축·관리 및 기술지원,
  - (자치단체) 금연 등 생활습관 관리 및 상담, 정기검진, 폐질환 합병증 예방을 위한 예방접종, 관련정보 제공 등
  - ※ ‘건강관리 가이드라인’ 제작·배포(‘10, 보건복지가족부)
  - (의료기관) 석면질환자 진단, 치료 등 전문 의료서비스 제공

### 석면질환자 사후관리 체계도



### < 추진 일정 및 소요예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
건강관리 수첩 발급	관계법령 제·개정	-					
	수첩발급 및 제도운영	600					

## □ 현황 및 문제점

## ○ 환경성 노출로 인한 석면피해 구제제도 도입 필요

- 민사소송을 제외하고는 현행 법체계로는 산재보상 근로자를 제외한 석면 건강피해자에 대한 효과적인 구제에 한계

※ 일본, 프랑스 등은 환경성 석면노출 피해자에 대한 구제제도 운영 중이며 국회(환노위)에 석면피해구제에 관한 의원발의 법안 4개 상정·심의중

## □ 석면피해 구제에 필요한 정부대책(안) 마련('09, 환경부)

## ○ (구제 대상) 법 시행 이후 석면 질병에 걸린 자(또는 그 유족) 및 법 시행 이전 석면질병에 걸려 사망한 자의 유족(특별유족)

※ 다만, 산업재해보상보험법 적용대상 근로자 제외 및 타법에 따른 보상을 받은 경우 이 법에 따른 구제급여 감액·조정

## ○ (질병 범위) 악성중피종, 석면으로 인한 원발성 폐암 및 석면 폐 등 석면을 흡입함으로써 걸린다고 인정되는 질병

- 폐암은 석면과의 인과관계 증명 필요

## ○ (석면질환 판정위원회) 석면 및 환경분야 전문가, 산업의, 영상의 등으로 구성된 석면질환 판정위원회 구성·운영

## ○ (구제급여 종류) 요양급여(자부담 의료비 전액 또는 일부), 요양수당(월 정액지급), 장의비(정액 지급), 특별유족조위금 및 장의비(특별유족 정액 지급) 등

## ○ (재원 조성방안) 산업계·정부·지자체간 분담을 통한 재원 조성 추진

<b>참 고 1</b>	<b>석면피해 구제관련 제정법안 발의 현황</b>
--------------	-----------------------------

□ 국회 피해구제관련 제정법안 발의 현황

- 석면피해보상법안(1.15, 양승조의원 발의)
- 석면에 의한 건강피해의 관리 및 구제에 관한 법률안(2.16, 박준선의원 발의)
- 석면피해 보상 및 지원에 관한 특별법안(2.20, 권선택의원 발의)
- 석면피해의 보상과 예방에 관한 법률안(3.20, 김상희의원 발의)

< 석면피해구제 관련 국회제출법안 비교 >

구 분	양승조의원안	박준선의원안	권선택의원안	김상희의원안
구제 대상	직업성 노출 환경성 노출	노출경로 불문	직업성 노출 환경성 노출	직업성 노출 환경성 노출
대상 질병	중피종, 석면폐, 폐암, 홍막비후 등	악성중피종 등	악성중피종, 석면폐, 폐암 등	악성중피종, 석면폐, 폐암, 후두암, 홍막반 등
석면질환 판정방법	석면피해 대책위원회	석면피해 심의위원회	석면피해보상 심의위원회	석면피해 판정위원회
구제 범위	피해보상금, 의료비, 요양급여, 장제비, 유족조위금	요양급여, 요양수당, 장의비, 특별유족조위 금	손실보상급여, 요양급여, 장의비, 유족급여	위로금, 요양급여, 생활급여, 유족급여, 장의비
재원 마련	국가, 자치단체	석면피해구제기 금	석면피해보상기 금	석면피해보상기 금
구제사무 전담기구	지자체	석면피해구제 기구 설립	석면피해보상 기금공단	제3자 위탁

<b>참 고 2</b>	<b>일본의 피해구제법 운영 현황</b>
--------------	------------------------

□ 「석면피해구제법(2006.2월 제정)」 주요 내용

- (구제 대상) 지정질병에 걸린 자 또는 법시행 이전 지정 질병으로 사망한 자의 유족(특별유족) 중 산재보상 등에서 제외된 피해자
- (지정질병) 석면을 흡입함으로써 발생하는 질병으로, 악성종피종 및 석면으로 인한 원발성 폐암(전이에 의한 폐암 제외)

- 폐암은 노출력 등 석면과의 인과관계 입증 필요

- (구제급여 종류) 6종류의 급여체계 유지

구제 급여	지급액	비고
의료비	- 건강보험 등의 지급액을 제외한 자부담액	
요양 수당	- 월 103,870엔(약 135만원)	100엔당 1,300원 (현행 표준환율) 적용
장제비	- 199, 000엔(약 259만원)	
특별유족조의금	- 2,800,000엔(약 3,640백만원)	
특별유족장제비	- 199,000엔(약 259만원)	
구제금부조정금	- 2,800,000엔(지급된 의료비 및 요양수당의 합)	법 시행 후 2년 이내 사망한 자

- (재원 조성방안) 국가·지자체·산업계 분담을 통한 구제기금 조성

- 2006년까지 구제비용은 국가가 전액 부담(약 390억엔)하되, 2007년 이후는 징수사무비 1/2만 부담하며, 대부분(약 82%)은 산업계 부담

※ 산업계 부담금 : 산재보험 대상 전기업을 대상으로 일반부과금 부과하

되, 석면관련 책임이 높은 기업은 특별부담금 추가 부과

구 분	2006년	2007년
국 가	- 구제급부 지급, 구제사무비 및 기금 징수비 전액(390억엔) 부담	- 징수사무비 1/2에 해당하는 7.5억엔을 매년 부담(약 8%)
지자체	- 부담 없음	- 9.2억엔을 매년 부담(약 10%)
산업계	- 부담 없음	- 73.8억엔을 매년 부담(약 82%) * 일반부담금, 특별부담금

<b>참 고 3</b>	<b>일본의 석면피해구제기금 조성</b>
--------------	------------------------

구제기금 소요비용(예측) 및 분담체계

- 2005~06년엔 390억엔
- 2007~10년엔 연간 90억엔 소요 예상
- 국가, 지자체, 산업계가 분담하는 체제임

	2006년	2007년
국가	· 구제급부 지급비용, 구제사무비용 및 구제기금 징수비 전액 부담 · 390억엔	· 징수 사무비 1/2을 부담하게 되며, 그 금액은 7.5억엔/년
지자체	· 부담없음	· 약 10%에 해당하는 9.2억원을 매년 부담하게 됨
산업계	· 부담없음	· 약 82%에 해당하는 73.8억엔을 매년 부담하게 됨 · 일반거출금 : 전 산업계 · 특별거출금 : 특정 요건을 갖춘 업체

분담 취지

- 모든 사업주가 사업활동을 통해 석면사용에 의한 경제적 이득을 받고 있는 점을 감안, 보상 책임을 분담.

- 일반국민도 일상생활에서 석면사용의 혜택을 받고 있지만, 경제적 이득이 창출되지 않음에 따라 부담을 요구하는 것은 부적절
- 동 구제법 시행으로 각 지역주민의 석면피해를 신속히 구제할 수 있음에 따라 지방자치단체도 일부 부담

□ 산업계 분담방안

- (일반거출금) 산재보험 적용기업이 그 대상이며, 거출금 부과기준은 산재보험료와 같이 임금총액을 활용하고 있으며, 일반거출금율(현재 0.05/1000임)은 환경대신이 협의를 통해 정함

※ '04년 일본 산재보험 적용사업장 임금총액이 140,455,566백만엔으로 추정됨에 따라 일반거출금율은 약 0.05/1000으로 정해짐

- (특별 거출금)

- 부과대상 사업자

- ① 누계 석면 사용량(Y)이 1만톤 이상이며,
- ② 사업장 소재지의 중피종 사망률이 전국평균 이상이며,
- ③ 중피종 및 석면으로 인한 폐암에 대한 산재보험 인정건수(Z)가 10건 이상인 사업자

- 산정방법

- ① 사업주 부담 총액(73.8억원)을 「석면사용량분」(A)과 「지정질병 노재인정상황분」(B)로 안분

$$A=73.8 \times \frac{967}{967+860 \times 0.017} \qquad B=73.8 \times \frac{860 \times 0.017}{967+860 \times 0.017}$$

- ② 사업장별 석면 사용량(Y)과 노재인정건수(Z)에 따른 부과금 산정

$$\text{특별사업주의 거출금} = A \times \frac{Y(\text{만톤})}{967(\text{만톤})} + B \times \frac{Z(\text{건})}{860(\text{건})}$$

<b>참 고 4</b>	<b>국내 석면피해규모 및 구제비용 예측</b>
--------------	----------------------------

□ **국내외 석면피해 사례조사 및 분석**

- (국외사례) 100만명당 악성중피종 사망자수는 영국(32명) > 네덜란드(21명) > 프랑스(13명) > 미국(8명) > 일본(6명) 순으로 사용량에 비례
  - ※ 석면사용량 170톤당 악성중피종 1명 발생보고(Antti Tossavainen, '05)
- (국내사례) '06년까지 악성중피종 사망자수는 **337명** ('06년 기준 57명, 100만명 기준 1.2명 수준)으로 꾸준한 증가추세
  - ※ 악성중피종 질환자의 약 90%가 직업성질환으로 추정되나 산재 보상건수는 '07년까지 19건(5.6%)으로 미흡

**< 악성중피종 통계 >**

구 분 (악성중피종)	연 도(명)										비 고
	계	~'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	
등록환자수	-	367	68	65	53	61	50	-	147	152	건강보험심사평가원
사망자수	337	93	21	24	27	34	36	45	57	자료 없음	통 계 청
산재보상건수	19	5	1	2	-	-	-	3	4	4	근로복지공단

□ **국내 석면피해자 규모추정**

- 석면 총 사용량을 200만톤, 중피종 발생율을 1명/170톤으로 가정할 때 **11,764명(30년간 약 400명) 발생 추정**
- 폐암은 400명/년(중피종의 100%), 석면폐는 320명/년(중피종의 80%), 흉막질환은 4,000명/년(중피종의 1,000%) 발생
  - ※ 국내 악성중피종 발생율은 '10년이후 증가, '45년에 최고에 달할 것으로 전망

< 석면질환 발생자 예측 >

구 분	악성중피종	폐 암	석면폐	흉막질환
발생자수 (명/년)	400	120~400	320	4,000
산출근거	1명/170톤	중피종 x 0.3~1	중피종 x 0.8	중피종 x 10

※ 폐암은 프랑스의 경우, 악성중피종과 같은 규모로, 일본의 경우 중피종의 30% 발생(400명/년)

□ 소요재원 예측

- 일본 모델 적용(1인당 3천만원 보상) 할 때 **년간 160~240억 원씩 향후 30년간 4,800~7,200억원** 소요 예상
- 프랑스 모델 적용(중피종 환자 1인당 1억원 보상)할 때 **년간 1,305억씩 향후 30년간 3조9,150억원** 소요 예상

구 분	석면질환	발생수(명/년)	보상금액(억/년)	금액 산정기준
프랑스 기준	소 계	5,120	1,305억	-
	악성중피종	400	400억	1억/1명
	폐 암	400	400억	중피종의 100%
	석면폐	320	105억	중피종의 33%
	흉막질환	4,000	400억	중피종의 10%
일본 기준	소 계	520	156억~240억	-
	악성중피종	400	120억	3천만원/1인
	폐 암	120~400	36억~120억	3천만원/1인

□ 일본모델에 석면폐 추가시 소요재원 예측

- 석면폐 환자 1인당 1천만원 보상할 때 **년간 188~270억원씩 향후 30년간 5,640~8,100억원** 소요 예상



구 분	석면질환	발생수(명/년)	보상금액(억/년)	금액 산정기준
일본기준+석면폐	소 계	840~1,120	188억~272억	-
	악성중피종	400	120억	3천만원/1인
	폐 암	120~400	36억~120억	3천만원/1인
	석면폐	320	32억	1천만원/1인 (중피종의 33%)

<b>참 고 5</b>	<b>석면 폐질환 판정위원회</b>
--------------	---------------------

□ 주요기능

- 폐질환과 석면노출과의 인과관계에 따른 구제대상 여부 결정
  - 기능장애 판정, 구제범위 및 수준 결정

□ 국내외 사례

- (외국사례) 대부분 구제기구 내부에 판정위원회 구성

< 각국의 환경성 석면질환 판정위원회 >

국 가	구제기구	기금운영	판정위원회
일 본	ERCA(환경재생보전기구)	ERCA	중앙환경심의회(환경성)
프랑스	FIVA(석면피해자 보상기금)	FIVA	FIVA
네덜란드	GAI(국립석면협회)	SUV(사회보장은행)	NMP(중피종위원회)
벨기에	AFA(석면보상기금)	AFA	AFA

- (국내사례) 근로복지공단 내 ‘업무상질병판정위원회’ 구성

- 위원장 포함 50인 이내(6인이내 소위구성)
- 변호사, 대학교수, 의사·치과의사·한의사, 보상전문가 등 구성

□ 구성 및 운영방안

○ 구성

- 구제 전담기구 내 영상의학, 산업의학, 호흡기 내과 전문의로 구성된 **전문가 Pool** 구성 및 **소위원회** 구성(4~5인)
- 재심청구, 석면노출과 질병과의 인과관계가 불명확한 사안에 대한 검토를 담당할 **판정심의단** 별도구성

○ 운영

- 구제신청 → 구제결정(소위원회 또는 심의단) → 피해구제
- \* 구체적인 구제 여부는 ‘석면 폐질환판정 지침서’에 따라 사안별 결정

## 5. 석면 위해도 소통 (Risk Communication)

<b>핵심 추진 사항</b>	
<b>위해도 소통 활성화 연구</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 석면관련 국민의 위해성 인식조사 및 모니터링</li> <li>◆ 석면 리스크 커뮤니케이션 모델 개발</li> </ul>
<b>석면의 위해도 소통 강화</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 수요자별 대응요령 프로그램 개발 및 홍보</li> <li>◆ 석면 위해성에 대한 대국민 인식 확산 홍보</li> <li>◆ 석면관련 정보공개</li> <li>◆ 석면 Risk Communication 전문가 위원회 운영</li> <li>◆ 석면상담센터 운영 활성화</li> <li>◆ 석면관련 국제협력 강화</li> </ul>

## 5-1 석면 위해도 소통 강화

### □ 현황 및 문제점

- 석면의 위해성에 대한 일반국민-전문가와의 견해 차이가 커 불필요한 사회적 비용 발생
  - 수용체 중심의 석면에 대한 객관적·보편적인 위해성 정보 수집·전달체계 구축 미흡
  - 이해당사자들의 의견을 중재하고 조율할 역할 수행자 부재
  - 석면피해에 따른 위해성 평가 등 과학적 근거 자료를 바탕으로 한 정책결정 체계 구축 미흡

### □ 세부 대책

- 석면 RC(Risk Communication) 강화방안 마련('09~,환경부)
  - 석면 위해성 인식도 조사 및 중·장기 모니터링('10~,환경부)
  - 석면 리스크커뮤니케이션 모델 개발 및 적용('11~,환경부)
  - 수요자별 대응요령 프로그램 개발 및 홍보('09~,환경부)
    - 수요자별 수준에 맞는 콘텐츠 및 다양한 교육 프로그램 개발·활용(행위 주체별 행동지침 등)('09~,환경부)
  - 석면관련 정보 대국민 공개('10~,환경부)
    - 건축물 석면함유 정보, 지역별 석면 해체작업 상황 등 각종 석면 관련 정보공개
    - 석면 위해도 지수 개발, 해당 지역 주민에게 제공('09~,환경부)

※ 석면 위해도 지수 : 지역별 석면 위해정도를 지수화하여 해당 주민들에게 제공, 석면 위해도를 쉽게 인식하고 대응할 수 있도록 홍보 (지역별 석면 해체·제거 작업 상황 및 비산가능성 정도등을 지표화)

○ 석면 위해성에 대한 대국민 인식 확산 홍보('10~,행안부)

- 석면관리 종합대책이 원활이 추진될 수 있도록 「시장군수구청장 회의」 등의 행정협의 채널을 활용하여 적극 홍보
- 지방자치단체, 반상회 등을 통한 석면안전관리 설명·홍보

○ 석면 RC 전문가 위원회 구성·운영('10~,환경부)

- 환경, 석면, 위해성, Communication 전문가 등으로 구성
- 석면관련 일반국민들과의 소통 강화를 위해 교육·홍보 시 필요한 정보생산 및 자문 등 수행(중앙 및 지역단위 구성)

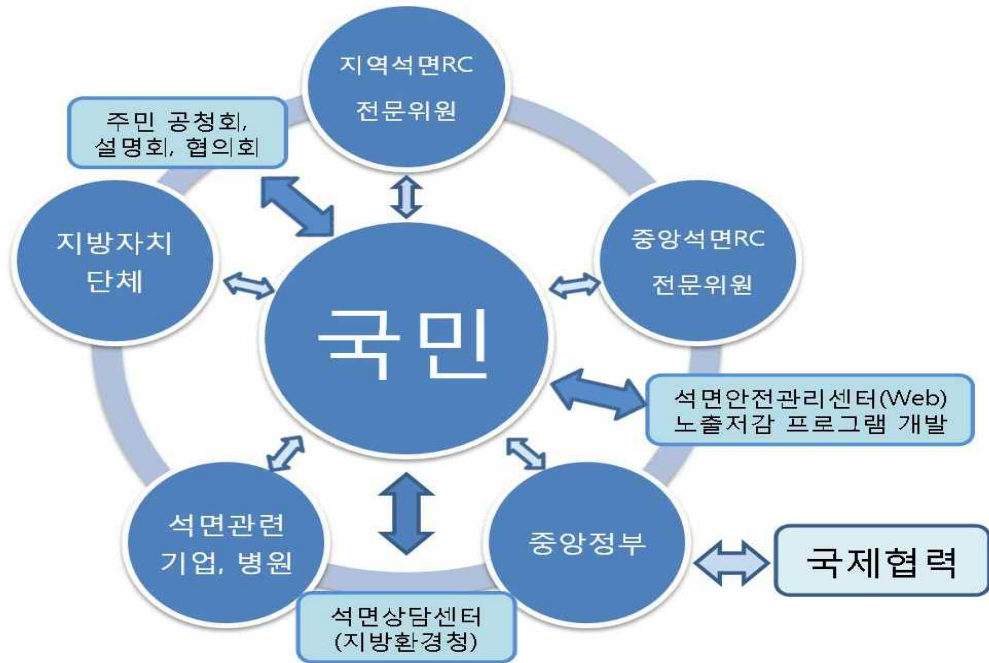
○ 석면상담센터(지방환경청)운영 활성화('10~, 환경부)

- 전담인력 정기교육, 전문가 연결체계 마련(전화, 메일 등) 등 상담 기능 강화
- 석면관련 콘텐츠 개발 및 접근성 강화 등 「석면안전관리센터」 홈페이지 기능 강화

○ 석면관련 국제협력강화('09~,환경부)

- 국내·외 전문가, 일반시민이 참여한 국제석면포럼 개최('09~, 환경부)

- 석면 산업의 개발도상국으로 이동과 수출·입 관련 국제석면문제 저감을 위한 국제적 논의 주도적 추진('10~,환경부)
- 국내 석면정책의 국외 홍보 등 추진('10~,환경부)



< 추진 일정 및 소요예산 >

사업내용		소요예산 (백만원)	추진일정				
			'09	'10	'11	'12	'13
위해도 활성화 연구	석면관련 국민의 위해성 인식 조사	400					
	석면 리스크 커뮤니케이션 모델 개발	300					
석면 위해도 소통강 화	수요자별 프로그램 개발 및 홍보	240					
	리스크 커뮤니케이션 위 원회 운영	90					
	「석면안전관리센터」 홈페 이지 기능 강화	80					
	국제협력강화 사업 추진	250					

V

투자계획 및 일정

분야별 추진과제 (총 소요예산 : 154,575백만원)		추진일정				
		'09	'10	'11	'12	'13
1. 석면의 원천적 차단 (5,800백만원)	석면안전관리법 제정					
	석면함유제품 제조·수입·유통 관리 강화					
	석면함유 활석(탈크) 관리					
	비의도적 석면함유 가능물질 석면오염 차단					
	주관부처 : 환경부, 지경부, 노동부, 관세청, 식약청					
2. 건축물 전생애 석면안전관리체계 구축 (11,222백만원)	석면함유 건축물 단계적 실태조사 및 석면지도 작성 단계별 의무화					
	건축물 석면관리기준 마련					
	건축물 석면 정보 DB화 및 통합관리					
	건축물 철거·멸실단계 석면 확인 강화					
	건축물 석면 해체·제거시 주변 환경으로 석면비산 방지					
	석면 해체·제거 안전관리 기반 확충 및 부실공사 방지					
	폐석면 처리 정보공유 및 관리 시스템 구축					
	폐석면 처리기준 개선					
주관부처 : 환경부, 교과부, 국방부, 노동부, 국토부						
3. 석면광산 및 자연발생석면 관리 (132,380백만원)	석면 및 석면함유 가능물질 광산 조사 및 광해방지사업 추진					
	자연발생석면지역 조사 및 피해 예방체계 구축					
	주관부처 : 환경부, 지경부, 산림청					
4. 석면 건강피해 관리 및 구제 (3,813백만원)	석면으로 인한 건강영향조사					
	석면질환자 건강관리 지원					
	석면 피해 구제방안 마련					
주관부처 : 환경부, 복지부						
5. 석면 위해도 소통 (1,360백만원)	석면 위해도 소통 강화					
	주관부처 : 환경부					

※ '10년 예산편성 및 '09~'13 국가재정운용계획 수립시 최종 확정

※ 부록 2

# 건축물 석면관리 가이드라인

2009. 4

환 경 부



## 1. 목 적

이 가이드라인은 건축물 소유자, 관리자 및 석면 해체·제거를 수행하는 자에게 건축물에 사용된 석면을 안전하게 관리하고 제거하기 위한 지침을 제공함으로써 석면으로부터 국민의 건강을 보호하고자 함을 목적으로 한다.

## 2. 용어의 정의

이 가이드라인에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

2.1 “석면함유 설비 또는 자재”란 석면 뿔칠, 보온재, 내화재, 천장재, 벽체, 바닥타일, 지붕재, 가스켓 등으로써 석면을 1%(함량 기준) 이상 함유하는 것을 말한다.

2.2 “석면 해체·제거작업”이란 석면함유 설비 또는 자재의 파쇄, 개·보수 등으로 인하여 석면분진이 흩날릴 우려가 있고 작은 입자의 석면폐기물이 발생하는 작업을 말한다.

2.3 “폐석면”이란 「폐기물관리법 시행령」 별표 1의 폐석면을 말한다.

2.4 이 가이드라인에서 별도로 정하지 않은 용어는 관계 법령 또는 규정이나 사회적 통념에 따른 정의를 준용한다.

## 3. 건축물의 사용·유지·보수 시 고려사항

3.1 건축물의 사용·유지·보수 시 고려사항은 공공건물, 다중이용시설 등 불특정 다수인이 이용하는 건축물로서 석면함유 설비 또는 자재가 사용된 경우에 적용한다.

3.2 석면지도의 작성

(1) 건축물을 소유자는 건축물 사용된 석면함유 설비 또는 자재를 조사하여 그 위치·분포·종류 및 면적 범위 등을 나타낸 석면지도를 작성하여야 한다.

(2) 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

(3) 건축물을 소유자는 3년마다 석면지도의 정확성을 평가하고 필요시 추가조사를 통해 보완하여야 한다.

3.3 건축물 소유자는 관리자 또는 임차인 등에게 작성된 석면지도를 공지하고 필요시 경고문 등을 표시하여야 한다.

3.4 건축물 소유자 또는 관리자는 모든 석면함유 설비 또는 자재 상태를 6개월마다 평가하여 비산 가능성이 크거나 훼손되었을 경우 표면 고착화, 밀폐, 수리 및 제거 등의 적절한 조치를 관련 규정에 따라 시급히 행하여야 한다.

3.5 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.

3.6 건축물 소유자 또는 관리자는 석면관리 및 석면비산 방지 방법에 대한 교육을 받도록 권장한다.

#### 4. 건축물 석면 해체·제거 작업 시 고려사항

4.1 건축물 석면 해체·제거 작업 시 고려사항은 석면함유 설비 또는 자재가 사용된 모든 건축물에 적용한다.

4.2 건축물의 석면 해체·제거 작업장 주변 공기 중 석면은 0.01개/cc를 초과해서는 안된다.

4.3 건축물의 석면 해체·제거 작업 시 석면 비산을 예방하기 위해 다음 사항을 권장한다.

(1) 석면함유 설비 또는 자재는 제거 전에 충분히 습윤화하여야 하고, 작업 중에도 습윤성이 지속적으로 유지되도록 하여야 한다.

(2) 석면 해체·제거 작업장은 불침투성 폴리에틸렌 시트 등을 이용하여 완전히 밀폐, 격리하여야 한다.

(3) 석면 해체·제거 작업장은 작업기간 동안 음압이 유지되어야 하며, 이를 위해 사용되는 음압기에는 고성능 HEPA필터가 장착되어야 한다.

※ HEPA필터란 0.3 $\mu$ m입자를 99.7% 제거할 수 있는 고효율 필터

(4) 음압기와 그에 장착되는 HEPA필터는 그 성능이 검증된 것이어

야 한다.

- (5) 석면 해체·제거 작업이 진행되는 동안에는 매일 주변 대기 중 석면 농도를 측정하여 작업장의 밀폐 및 석면 누출 여부를 확인하여야 한다.
- (6) 석면을 해체·제거한 후에 작업장은 고성능 HEPA필터가 장착된 진공 청소기를 이용하거나 습윤청소를 하여 석면분진을 완전히 제거하여야 한다.
- (7) 석면 해체·제거에 관한 기타사항은 노동부의 '석면 해체·제거 작업지침'에 따른다.

4.4 석면 해체·제거 작업과 청소가 끝난 후에는 작업장의 석면 농도를 측정하여 0.01개/cc 이하임을 확인하여야 한다.

## 5. 건축물 석면 해체·제거 작업장 관리에 관한 고려사항

5.1 건축물 소유자 등은 석면 및 석면 해체·제거 작업에 대한 전문지식과 경험이 있는 자를 석면 해체·제거 작업 관리·감독자(이하 "감독자"라 한다)로 지정하여야 한다.

5.2 감독자는 다음의 역할을 수행한다.

- (1) 석면 해체·제거 계획의 적정성을 평가한다.
- (2) 석면 해체·제거 현장의 작업환경기준 준수 여부를 감독하고, 필요시 석면비산 방지를 위해 작업을 중지하고 현장 개선을 지시할 수 있다
- (3) 석면 해체·제거 작업 계획의 준수 및 완료 여부 평가를 담당한다.

(4) 석면 폐기물 적정처리를 관리 감독한다.

5.3 감독자는 다음과 같은 문제발생 시 그 책임을 진다.

(1) 현장 감독 부실로 인한 주변 환경 오염문제 발생

(2) 석면함유 설비 또는 자재 미 제거 및 폐기물 처리 문제 발생

(3) 석면 해체·제거 작업 완료 후 석면오염 문제 발생

(4) 주변의 공기 중 석면 비산으로 인한 오염 사고 발생

## 6. 폐석면 처리에 관한 고려사항

6.1 석면 해체·제거 작업 시 발생한 폐석면 또는 석면에 오염된 모든 폐기물은 습윤화 한 후 「폐기물관리법」에 따라 적정하게 처리 하여야 하며, 재사용 하여서는 안된다.

6.2 음압기 및 청소기에 사용된 필터는 폐석면으로 분류·처리 되어야 하며 재사용할 수 없다.

6.3 발생한 폐석면 등은 폴리에틸렌 시트로 2중 포장한 후 적당한 용기에 보관하여야 한다.

6.4 폐석면 등을 운반·반출할 때에는 석면이 비산되지 않도록 습윤 작업을 실시하고 운반차 덮개 설치 등 필요한 조치를 강구하여야 한다.

## 부록 : 고품 및 공기 중 석면측정 및 분석 방법

< 부록 >

## 고형 및 공기 중 석면 조사·측정·분석 방법

### 1. 적용 범위

이 시험방법은 건축물 석면관리 및 석면 해체·제거 작업장에서의 고형 및 공기 중에 석면(섬유상분진 포함) 조사·분석하기 위한 시험방법이다.

### 2. 일반 사항

#### 2.1. 조사대상 오염물질

측정대상 오염물질은 다음과 같다.

- (1) 고형시료 중 석면
- (2) 공기 중 시료 중 석면

#### 2.2 조사대상 시설

조사 및 측정대상 시설은 건축물 석면관리 가이드라인 적용 시설과 같다.

### 3. 건축물의 석면함유물질 사용 조사(고형시료)

#### 3.1 고형시료 채취 조건

고형 시료 채취는 해당 시설에서 석면 함유 가능성이 있는 설비 또는 건축자재를 대상으로 하며, 건축물의 일반 환경 상태에서 실시하는 것을 원칙으로 한다.

### 3.2 시료추정지점의 선정

<표1. 폐기물공정시험법 대상 시설의 크기별 최소 시료 채취 수>

구분	대상	동일시료 채취 구역(m <sup>2</sup> )	최소 시료 수
- 건축물	천장, 벽, 바닥재의 경우	25 m <sup>2</sup>	1
		25 m <sup>2</sup> ~ 100 m <sup>2</sup>	3
		100 m <sup>2</sup> ~ 500m <sup>2</sup>	5
		500 m <sup>2</sup> 이상	7
- 시설물	단열재의 경우	2.0 m 혹은 1.0 m <sup>2</sup> 미만	1
		2.0 m 혹은 1.0 m <sup>2</sup> 이상	3
	기타 재료의 경우	1.0 m <sup>2</sup> 미만	1
		1.0 m <sup>2</sup> 이상	3

<표2. 뽀칠제 사용 건축물의 크기별 최소 시료 채취 수>

구분	동일시료 채취 구역(m <sup>2</sup> )	최소 시료 수	권장 시료 수
뽀칠제	25m <sup>2</sup> -100m <sup>2</sup>	3	9
	100m <sup>2</sup> -500m <sup>2</sup>	5	9
	500m <sup>2</sup> 이상	7	9

※ 기능구역(Functional Area) : 대상 시설의 조사 구역 중 사용 기능에 따라 구별된 구역을 의미하며, 기능구역별로 동일 설비 또는 자재를 사용한 경우 동일시료 채취구역으로 규정할 수 있음

※ 동일시료 채취 구역(Homogenous Area) : 색깔, 질감, 적용 시기, 일반적인 외형에 따라 동일한 설비 또는 건축자재를 사용한 것으로 규정하는 시료채취 구역을 의미

단, 건축자재의 적용 시기, 층간 위치 차이 등으로 인하여 동일시료채취구역으로 설정하기 어려운 경우 동일시료채취구역으로 간주하지 않을 수 있으며, 이 경우 개별 구역으로 구별하고 추가 시료를 채취하도록 한다.

### 3.3 시료 분석방법

고형 시료 중 석면 분석은 폐기물 공정시험기준에서 규정하고 있는 편광현미경(Polarized Light Microscopy)과 X선 회절분석기(X-ray Diffraction)를 이용하여 석면을 정성·정량 분석할 수 있으며, 투과전자현미경(TEM-EDS)을 이용하여 정성·정량 분석 할 수 도 있다.

※ 단, X선 회절분석의 경우 고형시료 중 섬유상 형태의 석면함유 여부를 편광현미경을 이용하여 분석하여야 한다.

## 4. 공기 중 석면 측정(석면 해체·제거 작업장)

### 4.1 시료 채취 조건

시료의 측정은 해당 시설에서 석면이 비산 가능한 지점인 작업장 주변, 음압기 뒤, 위생설비 입구 등의 일반환경 상태에서 실시하는 것을 원칙으로 한다.

### 4.2 시료 측정지점의 선정

석면 해체·제거 작업장의 시료 측정지점의 수와 위치는 대상 작업장의 작업 기간, 음압기 설치 대수, 위생설비 설치 대수, 폐기물 반출구 등 주변 상황에 따라 다음과 같이 선정한다.

- (1) 시료 측정지점은 측정대상 작업 기간동안 매일 석면 비산을 평가할 수 있고, 작업장에서 공기가 유입·유출되는 곳을 포함하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 측정대상 작업장의 시료 측정지점은 작업기간, 작업 형태에 따라 다르며, 규모에 따라 측정지점을 추가할 수 있다. 대상 작업장의 시료 측정지점의 수와 위치 기준은 아래 (3)과 같으며, 지점 선정 및 개수는 가이드라인의 “감독자”가 선정할 수 있다.



### (3) 석면 해체·제거 작업장

가. 석면 해체·제거 작업장 출입구로 사용되는 위생설비 출입구의 경우 1m 이내 지점을 선정하여 높이 0.8-1.2m위치에서 시료채취 하여야 한다.

나. 작업장에 설치된 음압기의 경우 작업기간 동안 운영되는 대표 음압기를 대상으로 작업기간 동안 공기 배출구에서 30cm 이내를 기준으로 시료를 채취한다. 단, 다른 구역의 작업공간에 대하여 음압기를 2대 이상의 음압기를 설치하는 경우는 대표 음압기를 2대 이상 선정하여 시료를 채취한다.

※ 측정 대상 음압기 선정은 “감독자”가 선정한다.

다. 건축물 내에서 일부 제한된 구역에서 석면함유 설비 또는 자재를 해체·제거하는 경우 비 작업 지역에서 대표지점을 선정하여 시료채취 해야 한다.

라. 건축물 주변 실외 측정의 경우 음압기 공기 배출구 뒤 1m 이상 1개 지점과 주변 지역에서 대표적인 지점을 1개 지점 이상을 선정하여 시료를 채취한다.

마. 폐기물 반출구의 경우 작업장에서 지속적인 폐기물 반출이 이루어지는 경우 반출구 출구의 1m 이내에서 1개 이상의 시료를 채취한다.

### (5) 석면 해체·제거 완료 후

석면 해체·제거작업 완료 후 재 입주할 수 있는 곳인 경우 가이드라인의 감독자는 현장 청소상태를 확인한 후, 인위적인 강한 공기 흐름을 발생시키는 상황에서 시료를 채취(중앙지점, 높이 0.8-1.2m) 하여야 한다.

<표 3. 석면 해체·제거 현장의 시료 채취 지점>

작업	지점		시료의 수/지점	시료측정위치
전	작업장		작업장 당 1곳	작업장 중앙 높이 0.8-1.2m
중	위생설비 입구		1개 이상	위생설비 입구 높이 0.8-1.2m, 거리 1m이내
	작업장 주변	실내	2개 이상	작업장 주변 지역 높이 0.8-1.2m
		실외	2개 이상	해당 건축물 외부 높이 0.8-1.2m
	음압기		대표 음압기 1대 이상	음압기 공기 배출구 0.3m이내
폐기물 반출구		1개 이상	0.8-1.2m, 폐기물 반출구에서 1m이내	
후	작업장		작업장 당 1곳	작업장 중앙 높이 0.8-1.2m

### 4.3 시료 채취 및 분석방법

#### (1) 시료채취 방법(시료채취 장치 및 기구)

직경 25~47mm, 평균 공극 지름 0.45~1.2  $\mu\text{m}$ 의 Mixed Cellulose Ester(MCE)를 사용하고, 시료채취는 고유량 펌프(high volume pump)를 이용하여 지상 0.8-1.2m 되는 위치에서 1,200L 이상 포집하고 정전기 방지 3 piece cassette holder 고정시켜 open-face로 채취한다.

※ 필요 시 공기 중 먼지 농도가 높은 경우 유량을 1,200L 보다 낮게 포집할 수 있으나, 이 경우 개수 시야를 수를 증가하여 분석 민감도 (Analytical sensitivity) 높여야 함

#### (2) 분석방법

채취된 공기 중 섬유상 먼지 농도를 산출하기 위해 실내공기질 공정시험기준 중 '석면(Asbestos)'의 주 시험방법인 위상차현미경

법에 준하여 분석하고, 농도가 0.01개(f)/cc 이상 검출된 시료에 대하여 투과전자현미경 분석을 실시하되, 분석방법은 미국 EPA의 AHERA, , ISO 10312, NIOSH 7402 분석방법에 따라 분석한다.

※ 위상차현미경 분석에서 0.01개(f)/cc를 초과하여 투과전자현미경을 분석한 경우 농도는 0.01개(s)/cc를 초과해서는 안 된다.

## 5. 시료의 분석 및 평가

5.1 권고기준인 0.01개/cc 초과 검출 시 석면 비산 가능성이 있으므로 채취 지점에 대한 비산 요인을 조사하여 필요한 대처를 취하고, 주변 지역의 오염여부를 평가하여야 한다.

5.2 위상차현미경 분석에서 권고기준인 0.01개/cc 초과 검출 시료를 투과전자현미경을 이용하여 '석면' 정성·정량 분석을 하지 않는 경우, 위상차현미경 분석 결과를 공기 중 '석면' 농도로 간주 한다.

※ 부록 3

---

**『자연발생석면 분포지역에 대한  
개발사업 가이드라인』**

---

2009. 4.

**환 경 부**

## 1. 목 적

이 가이드라인은 개발사업 인·허가 및 관리권자에게 자연발생석면 분포지역 내 개발사업 또는 행위허가에 대한 지침을 제공함으로써 개발에 따른 지역 주민의 석면피해 가능성을 최소화하는 것을 목적으로 한다.

석면은 섬유상 형태의 천연광물로 인체에 흡입시 장기간의 잠복기(10~40년)를 거쳐 악성종피종, 폐암 등을 유발할 수 있는 1급 발암물질임(WHO)

## 2. 용어의 정의

이 가이드라인에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- 2.1 “자연발생석면”이라 함은 자연적 발생에 의하여 토양, 대기, 지하수 등에 함유된 섬유상 광물 중에서 매체별 분석방법에 따라 석면으로 최종 확인된 물질을 의미한다.
- 2.2 “개발사업”이라 함은 건축물의 건축 또는 공작물의 설치, 토지의 형질변경, 토석채취 등 당해 사업의 시행으로 석면 비산이 우려 또는 예상되는 사업을 말한다.
- 2.3 “자연발생석면 분포현황 지도”라 함은 초염기성암, 석회암 경계면 등 석면발생 가능성이 큰 지질 및 암석의 분포현황을 도식화하여 표현한 것을 말한다.
- 2.4 “석면비산 방지계획서”라 함은 공사 및 운영 시 석면비산 방지를 위한 저감 또는 방지대책이 포함된 것으로 사업자가 작성, 인·허가권자에게 제출하는 일체의 서류를 말한다.
- 2.5 “석면분진 관리책임자”라 함은 사업장 내 석면비산 방지책임을 가진 사업주 또는 별도로 지정된 관리자를 말한다.
- 2.6 이 가이드라인에서 별도로 정하지 않은 용어는 관계 법령 또는 규정이나 사회적 통념에 따른 정의를 준용한다.

### 3. 적용범위 및 다른 규정과의 관계

3.1 이 가이드라인은 석면발생 가능성이 높은 초염기성암, 석회암 경계면, 석면광산 인접지역 등에서의 신규 개발사업 및 개발이 완료되어 운영 중인 사업장에 적용한다.

3.2 이 가이드라인 적용에 있어 관계 법령 및 고시 등 하위규정과 상충되는 경우에는 해당 법령 등을 가이드라인보다 우선하여 적용한다.

### 4. 신규 개발사업 신청에 따른 고려사항

#### 4.1 개발사업 인·허가시 고려사항

- (1) 시·도지사(시장·군수·구청장)는 기존 문헌자료, 지리정보시스템, 추가적인 조사·연구사업 등을 통하여 관할 구역 내 지질특성을 반영한 ‘자연발생석면 분포현황 지도’를 작성·비치하여야 한다.

< 참고 : 지질정보 제공사이트 >

웹사이트 명	주 소	운영기관
지질정보검색시스템	geoinfo.kigam.re.kr	한국지질자원연구원
국가광물자원지리정보망 (KORES)	www.kmrgis.net	한국광물자원공사

※ 자연발생석면 및 석면광산 분포현황 : ‘붙임1~2’ 참조

- (2) 자연발생석면 분포지역 내 개발사업 인·허가 시에는 사업 시행에 따른 석면비산 가능성을 우선 검토하고 사전에 사업자가 충분한 저감대책을 강구하도록 조치하여야 한다.
- (3) 자연발생석면 분포지역 내 개발사업은 아래의 기준에 따라 입지 및 사업시행의 적정성 여부를 판단하여야 한다.

< 주요 검토사항 및 판단기준 >

주요 검토사항	판단기준
지형·지질 특성	- 개발지역 내 자연발생석면 및 유사광물 분포현황 - 주변지역의 지질분포 및 토양분석 결과(조사자료 있을시)
석면비산 가능성 및 저감방안 검토	- 사업 특성에 따른 석면비산 가능성 및 발생정도 예측 - 사업자가 제시한 '석면비산 방지계획'의 적정성
주변지역 개황	- 석면광산 운영현황(채석기간, 채석량 등), 이격거리 - 주거지역, 학교 등 민감지역과의 이격거리 및 영향정도

(4) 토석채취, 터널굴착, 도로 및 철도개설 등 지형변화를 수반하거나 석면비산 우려가 높은 사업(이하 '중점검토 사업')의 인·허가 시에는 다음 사항을 추가적으로 검토한다.

- a. 사업시행에 따른 석면비산 영향정도 및 범위, 저감대책의 적정성에 대한 관계 전문가 및 환경관련 부서의 검토의견
- b. 현장점검(토양 및 공기중 시료채취 병행) 결과 및 유사종류 사업의 주거지역, 학교 등에 대한 영향여부 연구사례
- c. 인허가 불허(No Action), 입지변경 등을 포함, 석면비산 방지를 위한 사업내용(또는 규모) 변경, 토지이용계획 조정 등 대안검토

(5) 중점검토 사업의 경우, 사업자로 하여금 아래 사항이 포함된 '석면비산 방지계획서'를 작성·제출토록 요청할 것을 권고한다.

- a. 석면분진 관리책임자 지정현황(지정일시, 인적사항 등)
- b. 분진발생 작업의 종류·일시 및 공정별 저감조치
- c. 현장에서 예측되는 석면분진 발생원(토양)의 취급 및 처리계획, 토양 적치 및 외부 반출계획(폐기물 처리계획 포함)
- d. 석면비산 여부 모니터링 계획(측정주기, 지점, 분석방법 등)

(6) 시·도지사(시장·군수·구청장)는 자연발생석면 분포지역 내 개발사업 승인 시 석면비산 방지를 위하여 사업자에게 아래 사항을 인·허가 부대조건으로 할 것을 권고한다.

a. 석면비산 경계 표시판 설치, 토양반출(폐기물 처리포함) 시 사전신고

< 경계 표시판 예시 >

### 주 의

이 지역의 토양에는 발암물질인 석면이 함유되어 있을 가능성이 있으며, 분진이 많이 발생할 경우 관할 행정기관(행정기관명, Tel. 000-0000)에 신고바람

- b. 공사 시 석면 및 비산먼지 발생 저감공법의 시행(붙임3 참조)
- c. 사업부지 경계, 인근 주거지역 등에서의 주기적인 석면비산 여부 모니터링(대기 중 시료채취) 및 분석결과 보존(10년 이상)
- d. 석면분진 및 비산먼지의 과다배출, 집단민원 발생 또는 공익에 현저한 영향을 초래할 경우 사업중지 또는 사업취소

## 4.2 개발사업 시행시 조치사항

- (1) 시·도지사(시장·군수·구청장)는 사업허가 시 사업자로 하여금 사업명, 사업기간, 석면비산 방지계획 주요내용 등을 명시한 공사안내 표시판을 사업장 입구에 설치하고, 동 내용을 사업 영향권역 내 주민들에게 공지하도록 조치하여야 한다.
- (2) 시·도지사(시장·군수·구청장)는 공사 착공부터 준공까지 석면비산에 의하여 인근 주민들의 건강피해가 발생하지 않도록 주기적으로 현장점검을 실시하여야 하며 주요 점검사항은 아래와 같다.
  - a. 석면비산 방지조치 및 허가조건 이행여부



- b. 석면비산 모니터링 여부 및 분석결과 확인
- c. 토양적치 및 비산방지 덮개 등 방지사설 설치여부, 반출현황
- d. 비산먼지 저감조치 이행여부(대기환경보전법령 참조)

(3) 현장점검 결과 사업부지 경계 석면농도가 주변 대기수준과 비교해 월등히 높거나 공사로 인근 주거지역 등에 석면피해가 우려된다고 판단될 경우, 즉시 해당 사업자에게 조치기한을 명시하여 저감조치 시행을 지시(행정지도)하고 이행 여부를 수시로 확인하여야 한다.

(4) 석면분진 및 비산먼지 관리가 미흡한 사업자에 대하여는 「대기환경보전법」 제34조 및 「비산먼지 저감대책 추진에 관한 업무처리규정」(환경부 훈령 제500호, 2001.9.4)에 따라 행정처분 하여야 한다.

< 행정처분 기준 >

위 반 사 항	근거 법령	행정처분 기준 (규칙 제134조 별표36)		벌칙 또는 과태료	
		1차	2차	근거 조항	벌칙·과태료
(변경) 신고 미이행	제43조제1항	경고	사용중지	제94조제2항	과태료 (100만원 이하)
비산먼지 저감조치 미이행 (분체상물질 운송한자 제외)	제43조제1항	이행명령	사용중지	제92조제5호	벌금 (300만원 이하)
비산먼지 저감조치 미이행 (분체상물질 운송한자)	제43조제1항	이행명령	사용중지	제94조제7호	과태료 (200만원 이하)
비산먼지 저감조치 부적합	제43조제1항	개선명령	사용중지	-	-
조치이행 또는 개선명령 미이행	제43조제2항	사용중지	-	제92조제6호	벌금 (300만원 이하)
사용제한 등의 명령 위반	제43조제3항	-	-	제91조제3호	벌금 (500만원 이하 1년이하 징역)

## 5. 운영중인 사업장에 대한 고려사항

### 5.1 석면 및 비산먼지 저감조치 시행여부 확인

- (1) 운영 중인 사업장에 대해서는 신규 사업의 인·허가 조건 등을 준용하여 석면 및 비산먼지 발생 저감조치 시행여부를 수시로 점검(서류 및 현지점검)하고 점검기록을 유지·관리하여야 한다.
- (2) 현장점검은 인·허가 부서와 환경관련 부서의 합동점검을 원칙으로 하며 ‘중점점검 사업’의 경우는 현장 점검 시 토양 및 공기 중 시료채취를 병행할 것을 권장한다.
- (3) 토양 및 공기 중 시료채취·분석 방법은 다음과 같다.

#### < 시료채취 및 분석방법 >

구 분	시료채취 및 분석방법	비 고
공기시료 분석	- 다중이용시설 실내공기질 공정시험법(석면) - 대기오염 공정시험법(석면) ※ 채취 유량은 1,200L 이상	- 위상차현미경법 (투과전자현미경법)
토양시료 분석	- 토양·지하수 조사지침('09.4, 국립환경과학원) - 시료 채취는 토양오염공정시험법 준용	- 편광현미경법 (투과전자현미경법)

※ 투과전자현미경법은 주시험법으로 석면판독이 불가능할 경우 보조적으로 활용

- (4) 사업 운영 시 석면비산 가능성이 높은 토사 또는 토석 채취사업의 경우 아래의 강화된 비산먼지 관리기준을 함께 적용한다.

#### a. 공 통

- 분체상 물질의 야적, 신기 및 내리기, 수송 등의 과정에서 비산먼지를 발생하는 사업장은 이를 억제하기 시설설치 등 기준(이하 “일반기준”이라 한다.)을 준수하여야 함
- 다만, 일반기준을 준수하여도 주민의 건강·재산이나 동식물의 생육에 상당한 위해를 가져올 우려가 있는 경우에는 보다 엄격한 비산먼지 억제시설 설치 등의 기준(이하 “엄격한 기준”이라 한다.)을 준수하여야 함

b. 세부기준

㉓ 야적(분체상 물질을 야적하는 경우만 해당)

일반 기준	엄격한 기준
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 야적물질을 1일 이상 보관시 방진 덮개로 덮을 것</li> <li>○ 야적물질의 최고저장높이의 1/3 이상의 방진벽 및 최고저장높이의 1.25 배 이상의 방진망(막)을 설치할 것               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다만, 건설공사의 경우 공사장 경계에는 높이 1.8m 이상의 방진벽을 설치하고 부지경계선으로부터 50m 이내에 주거·상가 건물이 있는 곳은 3m 이상의 방진벽 설치할 것</li> </ul> </li> <li>○ 살수시설을 설치할 것               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다만, 고철 및 수용성물질 등의 경우에는 제외함</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 야적물질을 최대한 밀폐된 시설에 저장 또는 보관할 것</li> <li>○ 수송 및 작업차량 출입문을 설치할 것</li> <li>○ 보관·저장시설은 가능한 3면이 막히고 지붕이 있는 구조로 설치할 것</li> </ul>

㉔ 신기와 내리기(분체상 물질을 싣고 내리는 경우만 해당)

일반 기준	엄격한 기준
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작업 시 발생하는 비산먼지를 제거할 수 있는 이동식 집진시설 또는 분무식 집진시설을 설치할 것</li> <li>○ 싣거나 내리는 장소 주위에 고정식 또는 이동식 물뿌림시설(물뿌림반경 5m 이상, 수압 3kg/cm<sup>2</sup> 이상)을 설치·운영하여 작업하는 중 다시 흩날리지 않도록 할 것</li> <li>○ 풍속이 평균 초속 8m 이상일 경우 작업을 중지할 것</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최대한 밀폐된 저장 또는 보관시설 내에서만 분체상 물질을 싣거나 내릴 것</li> <li>○ 싣거나 내리는 장소 주위에 고정식 또는 이동식 물뿌림시설(물뿌림반경 7m 이상, 수압 5kg/cm<sup>2</sup> 이상)을 설치·운영할 것</li> </ul>

㉔ 수 송

일반 기준	엄격한 기준
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 덮개를 설치하여 적재물이 외부에서 보이지 아니하고 흠림이 없도록 할 것</li> <li>○ 적재물은 적재함 상단으로부터 수평 5cm 이하까지만 적재할 것</li> <li>○ 비포장 사설도로인 경우 도로로부터 반지름 500m 이내에 10가구 이상의 주거시설이 있을 때에는 해당 부락으로부터 반지름1km 이내의 경우 포장, 간이포장 또는 살수 등을 할 것</li> <li>○ 다음의 어느 하나에 해당하는 시설을 설치할 것               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 자동식 세륜시설</li> <li>2) 수조를 이용한 세륜시설                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수조의 넓이 : 수송차량의 1.2배 이상</li> <li>- 수조의 깊이 : 20센티미터 이상</li> <li>- 수조의 길이 : 차량이의 2배 이상</li> <li>- 수조수 순환을 위한 침전조 및 배관을 설치하거나 물을 연속적으로 흘려 보낼 수 있는 시설을 설치할 것</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 다음 규격의 측면 살수시설을 설치할 것               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 살수높이 : 바퀴부터 적재함 하단</li> <li>- 살수길이 : 차량길이의 1.5배 이상</li> <li>- 살수압 : 3kg/cm<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>○ 공사장안의 통행차량은 시속 20km 이하로 운행, 1일 1회 이상 살수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 적재물이 흘러 내리거나 흠날리지 아니하도록 덮개가 장치된 차량을 수송할 것</li> <li>○ 다음 규격의 세륜시설을 설치할 것               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 블로어나 브러쉬 등을 이용한 건식 세륜시설 설치를 제한하고 반드시 습식 세륜·세차시설을 설치할 것</li> </ul> </li> <li>○ 공사장 출입구에 환경전담요원을 고정 배치하여 출입 차량의 세륜·세차를 통제하고 공사장 밖으로 토사가 유출되지 아니하도록 관리할 것</li> <li>○ 공사장내 차량 통행도로는 다른 공사에 우선하여 포장하도록 할 것</li> </ul>

5.2 조치명령

- (1) 석면 및 비산먼지 저감시설이 미설치 또는 미흡하거나 사업 운영으로 인근 주민들의 건강에 악영향을 끼칠 우려가 있다고 판단될 경우에는 사업자에게 영업중지와 함께 구체적인 조치기한을

명시하여 이행을 촉구하여야 한다.

- (2) 사업자가 조치명령을 이행하지 아니하거나 조치명령 이행에도 불구하고 인근 주민들에게 심각한 건강영향이 우려될 경우에는 사업 취소 등 근원적인 석면피해 예방대책을 강구하여야 한다.

## 6. 사전환경성검토 및 환경영향평가 대상사업

- (1) 시·도지사(시장·군수·구청장)는 「환경정책기본법」, 「환경영향평가법」에 따른 사전환경성검토 및 환경영향평가 대상사업의 경우 사업자로 하여금 관계 규정에 따른 검토서 또는 평가서 작성 시 아래 사항이 포함될 수 있도록 조치하여야 한다.

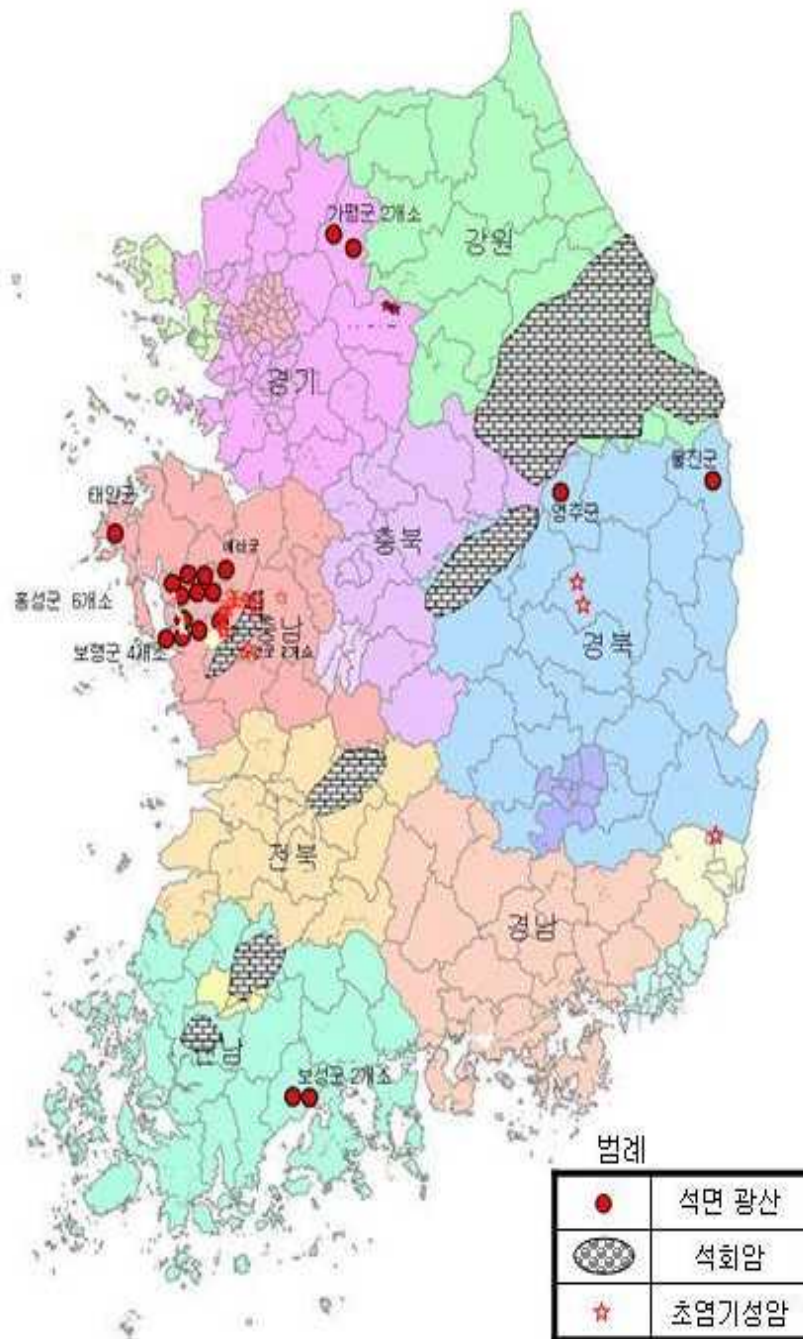
- a. 사업지역의 석면관련 지형·지질 특성 및 도면, 시료채취 결과(필요시), 석면비산 가능성 및 저감방안 등
- b. 주거지역, 학교 등 민감시설 분포현황 및 영향예측 자료
- c. 석면비산 방지계획서(중점 검토사업에 한한다)

- (2) 자연발생석면 분포지역 개발 사업에 대한 협의 완료시 자체적인 점검계획을 수립, 협의내용의 이행 여부를 정기적으로 점검하고 그 결과를 협의기관에 통보하여야 한다.

- (3) 협의의견 미준수 사업장에 대한 조치 및 행정처분 기준은 관계 법령이 정하는 바에 따른다.

< 붙임 1 >

자연발생석면 및 석면광산 분포현황(참고용)



< 붙임2 >

전국 석면광산 운영현황

NO	광산명	소재지	등록번호	등록일	광구면적 (ha)	생산량(톤) 최종생산년도	폐광(소멸)일	비고
1	광천석면	충남홍성광천	16527	1938.11.21	65	190,379('71~'86)	1996.9.17	
2	홍동석면	충남홍성홍동	28342	1959.07.13	276	500('74)	1984.07.13	
3	홍동석면	충남홍성홍동	40563	1968.9.18	276	5,370('72~'73)	1980.8.23	
4	충남석면	충남홍성홍동	38050	1967.04.07	274	419('73~'74)	1991.9.30	
5	월림석면	충남홍성홍동	39994	1967.12.30	276	2,756('72~'74)	1988.12.13	
6	대홍석면	충남홍성홍동	39955	1967.12.30	276	150('71)	1985.12.6	
7	보덕석면	충남보령청소	45301	1972.1.31	276	3('77)	1988.12.13	
8	보령석면	충남보령청소	28426 31340	1959.8.13 1961.5.14	277 61	315('87)	1984.8.13 1987.5.14	
9	보령석면 중양석면	충남보령오천 청소, 오천	40370 (구32609)	1938.12.7	102	780('71~'75)  22,255 ( '80~'92)	1977.3.4	32609→40370 변경('68)  명칭변경 보령→중양
			50331	1977.5.30	3		1995.10.16	
			50332	1977.5.30	276		1995.10.16	
			50333	1977.5.30	78		1995.10.16	
	51191	1978.1.13	276	1995.10.16				
신석석면	충남보령오천	69966	1998.12.10	138	5,118('01~'06)	휴업	동일광산	
10	보원석면 ↓ 대보석면 ( '83.7.28)	충남보령오천 청소	27934	1958.12.11	151	74,741('71~'84)	1992.12.1	동일광산
			28499	1959.9.11	277		1992.12.1	
			29906	1960.12.15	98		1985.12.16	
			39765	1967.12.28	217		1992.12.1	
			41987	1969.10.1	276		1992.12.1	
			44541	1971.6.10	275		1992.12.1	
			44591	1971.6.24	276		1992.12.1	
			49558	1976.11.9	276		1992.12.1	
			49559	1976.11.9	276		1992.12.1	
			49560	1976.11.9	276		1992.12.1	
11	응봉석면	충남예산응봉	35995	1966.1.6	276	7,812('74~'79)	1980.9.12	
12	신덕석면	충남태안소원	52227	1978.8.23	275	813('79~'86)	1992.12.1	
13	구봉석면	충남청양남양	25682	1955.11.21	277	600('74)	1980.11.24	
14	비봉광산	충남청양비봉	51331	1978.2.2	191	2,700('81)	사문석가행	'82~'08 (사문석)
15	대홍	경북울진	36251	1966.3.2	274	170('84)	1991.3.2	
16	봉현광산	경북영주봉현	51655	1978.4.27	155	513('82.7~'10)	1992.12.1	
17	울어광산	전남보성	34276	1964.12.28	미확인	5('69), 61('70) 14('73)	1989.12.28	
			34277	1964.12.28				
18	검백광산	전남보성	41195	1969.2.12	미확인	18('74) 17('75)	1991.9.30	
			41198					
			41199					
19	이화석면	강원영월영월	57814	1983.6.24	274	746('85.3~'12)	1994.6.15	'87~'93휴광
20	가평광산	경기가평	27624	1958.5.23	232	1,358('80~'83)	1983.11.2	
			12399					
21	명진	경기가평설악	51006	1977.12.27	272	3,320('79~'83)	휴업	'84~'01 (사문석)
			51107					

< 붙임3 >

비산먼지 및 석면발생 저감공법

사업별	공종별 저감방법	장비별 저감방법
1. 토공사	<p>가. 터파기시 먼지발생(되메우기)</p> <p>(1) 이동식 살수시설을 사용, 작업중 살수</p> <p>(2) 바람이 심하게 불 경우 작업중지</p> <p>(3) Open Cut 공법에서 Top Down공법 등 신공법 도입</p> <p>나. 차수벽(현장타설 콘크리트 흠막이벽)공사</p> <p>(1) 시멘트, 벤토나이트 등을 믹서에 배합시 방진막 설치</p> <p>(2) 빈 포장봉투 처리시 살수하여 수거</p> <p>(3) Open Cut 공법에서 Top Down공법 등 신공법 도입</p>	<p>가. 굴착장비(BACK HOE 등)</p> <p>(1) 살수설비이용 비산먼지 방지</p> <p>(2) 가설웬스 상부에 방진막 설치</p> <p>(3) 집진기가 장착된 장비를 사용하되 포집된 먼지가 재비산되지 않도록 살수처리</p> <p>나. 운전장비( DUMP TRUCK 등)</p> <p>(1) 적재물이 비산되지 않도록 덮개설치</p> <p>(2) 적재함 상단을 넘지 않도록 토사적재(적재함 상단으로 부너 5cm이하)</p> <p>(3) 세륜 및 세차설비를 설치하여 세륜 및 세차후 현장출발</p> <p>(4) 현장내 저속운행으로 먼지비산 저감</p> <p>(5) 통행도로포장 및 수시 살수</p>
2. 철근콘크리트 공사	<p>가. 거푸집공사시 먼지발생</p> <p>(1) 거푸집 해체후 즉시 부착콘크리트등 제거</p> <p>(2) 운반정리시 방진막을 덮음</p> <p>(3) 대형거푸집 제작(Metal Form공법 등) : 운반·정리의 감소로 먼지발생 억제</p> <p>나. 콘크리트 타설후</p> <p>(1) 타설부위 이외에 떨어진 콘크리트를 건조전 제거</p> <p>(2) 정밀시공(할석, Grinding 등 먼지발생요소 사전제거) : 형틀을 정확히 제작</p> <p>(3) 타설시 건물외벽에 가림판을 설치하여 콘크리트 비산방지</p>	<p>가. 레미콘 차량</p> <p>(1) 현장내 저속운행</p> <p>(2) 세륜 및 세차후 현장출발</p> <p>(3) 통행도로를 수시로 살수</p> <p>나. 자재운반차량</p> <p>(1) 적재함 청소(상차전, 상차후)</p> <p>(2) 이동식 덮개를 덮고 운행</p>



사업별	공종별 저감방법	장비별 저감방법
3. 마감공사	<p>가. 철골내화 피복시 피복재료 비산</p> <p>(1) 각층 방진막 설치후 작업(이중방진막 설치)</p> <p>(2) 재료 배합장소 방진막 설치</p> <p>나. 천장 견출공사시 먼지비산</p> <p>(1) 시멘트 배합장소 지정(각층 방진막 설치)</p> <p>(2) 작업후 작업장 청소 및 정리 정돈 실시</p> <p>(3) 시멘트 보관장소 지정</p> <p>(4) 모래등은 적정 함수율 유지토록 살수하여 적치하고, 방진덮개로 덮음</p> <p>다. 습식공사</p> <p>(1) 조적공사, 미장공사, 방수공사는 Ready Mixed Mortar 사용</p> <p>라. 건식공사</p> <p>(1) 석고보드, 단열재, 도장바탕 처리공사의 폐자재 및 파손재는 공사현장에서 즉시 적정 배출</p>	

## ※ 부록 4

### 4. 석면 노출시 자기관리 지침

#### 1). 석면의 이해

석면은 자연적으로 발생하는 광물로 섬유형태로 만들어지며, 매우 작아서 눈으로 볼 수 없다. 석면 섬유는 석면 함유물질의 사용, 해체, 유지/ 보수작업에 의해서 공기 중으로 방출되며, 만약 석면 섬유를 흡입한다면, 폐에 잔존해 있을 것이다. 이것은 석면에 노출되는 주요 경로이며, 어떤 경우에는 석면 섬유는 폐나 흉막에 질병을 일으키거나 사망에 이르게 한다.

#### 2). 조치사항

당신이 석면에 노출되었다면,

- 의사와 상담
- 금연실시
- 주기적인 독감과 폐렴 접종을 실시해야한다.

#### 3). 석면관련 질병

- 3-1. Lung cancer(폐암)
- 3-2. Mesothelioma(악성중피종)
- 3-3. Asbestosis(석면폐증)

#### 4). 석면 관련 질병의 관리

주치의는 석면관련 질병을 도울 수 있으며, 이러한 관리는 추가적인 합병증을 예방할 수 있다.

#### 5. 주의 사항

당신이 석면 관련 질병이 있다면, 자가 관리 요령과 기술은 삶을 더욱 편하게 할 것이다.

- 음식, 휴식, 운동은 당신의 편안한 호흡을 도울 것이다.
- 과일과 채소가 포함된 음식을 섭취해야한다. 이러한 음식 습관은 근육과 몸의 기능을 도울 것이다.
- 염분 섭취를 제한.

- 적어도 매일 6잔 이상의 물을 섭취.
- 매일 7~8시간 수면.
- 매일 자주 휴식을 취하고, 에너지를 보존하고 너무 과로 금지.
- 운동은 심장과 폐를 강하게 만들.

#### - 청결

:전염을 막는 것에 노력 실시.

- 손을 자주 씻는 것은 감기와 독감의 위험을 낮춤.
- 의료장비나 산소흡입 장비를 다루기 전에 손의 청결 유지.
- 호흡성 전염성이 높은 많은 사람이 모이는 장소를 피하라.

#### - 예방접종

- 독감과 폐렴 예방접종 실시
- 가족과 간병자도 독감과 예방접종 실시하여 당신의 건강을 유지.

#### - 일지 작성

- 호흡에 문제가 있을 때 일지 작성. 어떻게 자주 문제가 있는지, 아픈지, 문제를 일으키는지 작성하라. 일지는 호흡에 문제가 있을시 당신이 어떻게 인지하고 피할지 알려준다.

#### - 유해공기 회피

- 공기가 오염된 장소나, 내부에 있을시 공기정화장치는 실내공기질을 개선할 것이다.
- 유해공기를 피하라. 교통 매연, 스모그, 에어로졸 분무, 화학 증기가 이런 종류에 속한다.
- 추운 날씨에는 코로 숨을 쉬어라. 당신의 입과 코를 스카프로 감싸라.

#### - 객담동반 기침

- 사람들의 만성 폐질환은 그들의 폐가 이미 손상되었기 때문에 호흡성 감염의 위험이 매우 높다. 가장 중요한 예방 방법은 객담 동반 기침이다. 기침은 폐나 기도에서 습한 점액을 동반한다. 이것은 기도를 깨끗이 하는데 도움을 준다.
- 객담 없는 기침은 흡입유량을 감소시키기 때문에 호흡근육을 피로하게 한다. 만약 점액과 다른 이물질이 호흡 경로에 남아 있다면, 이것은 기도를 약

하게 할 것이다. 이것은 박테리아의 배출을 어렵게 할 것이며, 감염 위험을 증가시킬 것이다.

- 금연

- 흡연과 흡연가로부터 적당한 거리유지
- 만약 당신이 흡연가라면, 금연을 할 좋은 시기다. 흡연은 질병을 악화시킨다. 이것은 또한 폐암을 증가시킨다. 비록 당신이 오랫동안 흡연하거나 또는 이미 폐 질환이 있다면 금연은 당신의 건강을 증가 시킬 것이다. 당신의 심장에 부하가 가지 않으므로 혈관은 편안해지며, 혈류는 정상적으로 된다. 폐포는 건강해지며 숨쉬기도 편안해 질 것이다.

- 호흡기 치료

- 호흡기 치료는 당신의 주치의가 추천한다. 당신의 주치의는 초음파 가슴기를 사용하는 것이 폐를 깨끗이 한다고 한다.

- 호흡 기술

- 호흡기술은 당신의 호흡 비율과 호흡 경향을 도울 수 있다. 호흡을 쉽고 효과적이며, 당신의 폐에 충분한 공기가 들어가는 것을 느끼게 된다. 호흡기술과 적절한 자세는 호흡근육과 기침의 효용성을 증가 시킬 것이다.
- 운동은 숨쉬기를 도울 수 있다.

- 폐 회복

- 당신의 주치의한테 폐 회복에 대하여 이야기하라.
- 폐 회복 프로그램의 목적은:
  1. 숨쉬기를 편하게 하며
  2. 폐 기능을 증가 시키며
  3. 호흡 부족을 쉽게하며
  4. 에너지 사용 효율의 증가
  5. 영양 부족의 조절
  6. 운동행동과 생활 패턴의 향상
  7. 긍정적인 시각 복원
  8. 감정 단계의 증가
  9. 건강 비용의 감소
  10. 생존성 증가

- 만약 당신의 폐 회복에 관심이 있다면, 당신의 주치의가 도울 수 있을 것이다.

- 당신의 주치의는 건강 파트너

- 주치의 지침인 약, 산소 치료, 흉부 물리요법을 따르라.
- 감염 방지 주의
- 혼자서 관리하려고 노력하지마라.
- 주기적인 흉부 X레이는 석면노출 관련 암에 도움이 될 것이다.

- 만약 다음과 같은 징후가 발생하면 주치의와 상담하라.

1. 열
2. 혈떡거림, 기침 또는 호흡곤란
3. 점액의 변화
4. 코막힘, 재채기, 목구멍 통증
5. 피곤의 증가
6. 1주일 내 몸무게 증가 또는 6파운드 이상의 감소
7. 발목 또는 발의 붓기

석면발생 지역에서의 주의사항

- Libby 지역을 중심으로

		
<p>1. 질석이 보이는 지역에서는 지면을 휘저어 놓지 마라.</p>	<p>2. 물을 자주 뿌려라. 잔디는 먼지와 마른 흙을 감소시킨다.</p>	<p>잔디가 축축할 때 손질하고 건조할 때는 손질하지 마라.</p>
		
<p>흙이 건조할 때 땅파기나, 경작을 하지마라.</p>	<p>정원정비 공구를 밖에서 세척하라.</p>	<p>알려지지 않은 표토를 사거나 받지 마라. 만약 확신할 수 없다면 관련기관에 문의하라.</p>
		
<p>가능하다면 당신의 발과 신발을 밖에서 세척하라.</p>	<p>먼지 또는 더러운 물질을 안으로 들이지마라.</p>	<p>정원 작업, 외부에서 놀거나, 지저분한 것들을 만졌을 때 반드시 손을 씻어라.</p>

		
<p>애완동물을 깨끗이 유지 시켜라.</p>	<p>해파필터가 달린 진공 청소기를 사용하라.</p>	<p>해파필터 진공 청소기로 옷, 가구, 커튼 등의 먼지를 제거하라.</p>
		
<p>질석을 보았다면 관련 환경단체에 연락하라.</p>		

출처: Living with Asbestos-Related Illness, A Self-Care Guide  
[http://www.atsdr.cdc.gov/Asbestos/site-kit/docs/LivingwithAsbestosFINA\\_L5\\_4\\_07.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/Asbestos/site-kit/docs/LivingwithAsbestosFINA_L5_4_07.pdf)

## ※ 부록 5

### 5. 석면의 위해도 의사소통(Risk communication)

#### 1. 이론적 고찰

##### 1) 석면 노출에 따른 위해 의사소통에 대한 이론적 고찰

###### ① 위해에 대한 전통적인 시각과 위해 의사소통

###### ○ 위해에 대한 전통적인 시각과 위해 의사소통 고찰

- 위해 의사소통 목적 및 발전단계 확인
- 위해도 인식 및 의사소통에 대한 필요성 확인

###### ○ 위해 의사소통에 대한 접근과 전략에 대한 일반적인 원칙을 제시

- 서로 다른 집단의 위해도 인식(Risk Perception)을 통한 위해 의사소통 프로그램(Risk Communication program)의 효과 확인
- 위해에 대한 사회과학적 접근 방법

###### ○ 바람직한 위해 의사소통을 위한 기본요소

- 투명성 확보 : 정부나 전문가가 정보를 독점하려고 해서는 안되며, 의사결정 전체 과정에서 모든 지식과 관점을 대중에게 공개함
- 신뢰 유지 : 과학 관련 개념과 주장들을 올바르게 이해, 비판, 사용하는 것은 국민의 민주적 권리에 해당한다는 점에서 신뢰의 위기는 민주 사회의 토대 자체의 위기가 될 수 있음
- 국민 참여를 통한 불확실성의 해소 : 정보전달, 학습, 숙의, 토론 등을 모두 포함하는 높은 수준에서 의사소통을 유지함

###### ② 위해 의사소통의 국제기구 및 선진국 가이드라인 확인



- 국외 위해 의사소통(Risk Communication) 프로그램 조사함
  - OECD, EPA 등에서 개발·운용되고 있는 기존의 위해성 관리를 위한 리스크커뮤니케이션 기본 지침 비교·검토
  - OECD의 『OECD Guidance Document on Risk Communication for Chemical Risk Management』, 미국 EPA의 『Considering in Risk Communication: A Digest of Risk Communication as a Risk Management Tool』, 일본 환경성의 『화학물질에 대한 위해정보전달체계 매뉴얼(지자체)』 등
  - EPA의 경우 위해 의사소통(Risk Communication) 수단·기술개발을 통해 위해성 최소화 및 직접적으로 건강과 환경의 질을 향상시킴을 지역사회, 정부기관, 개개인이 인식하도록 도움을 주는 것에 초점
  - 국제적으로 화학물질, 식품, 신기술로 인한 신규오염물질 발생 등 다양한 문제의 환경 위해성에 대한 정책 결정과 일반인 홍보/교육을 위한 위해 인식도 조사와 의사소통 프로그램 포함

## 2) 위해 의사소통(Risk Communication)의 인식조사 평가 기법 제시

### ① 위해 인식도에 대한 사례분석 조사 및 평가

- 국내·외 위해 의사소통(Risk Communication) 성공사례와 문헌조사를 통한 국내 상황에 적합한 프로그램 분석
  - 의사소통 대상이 누구인가?
  - 사람들이 어떻게 느낄 것인가?
  - 바람직한 권위의 형태란 어떤 것인가?
  - 무엇이 행동을 이끌어내는가?
  - 상식을 어떻게 바꿀 것인가?

## 2. 선진국의 현황

### 2.1 선진국 기술 동향

#### 1) 미국(EPA : Risk Communication as a risk Management Tool)

##### o 위해 의사소통 구성요소 :

- 효과적인 위해 의사소통은 무엇을 전달할 것인가(메시지), 어떻게 전달할 것인지 (매체), 누구에게 전달할 것인지(청중)을 고려하여 실행

##### o 위해 의사소통의 기본원칙

- ① 파트너로서 대중을 받아들이고 참여시킨다.
- ② 신중하게 계획하고 성과를 평가한다.
- ③ 대중의 특정 관심사항에 귀를 기울인다.
- ④ 정직, 솔직하게 모든 사항을 공개한다.
- ⑤ 다른 신뢰할 수 있는 자료를 갖고 일을 한다.
- ⑥ 대중매체의 요구를 충족시킨다.
- ⑦ 이해심을 갖고 이야기한다.

##### o 위해 의사소통 고려사항

- 의사소통의 구성요소, 기본원칙, 수단과 기술, 계획의 수행으로 구성

##### o 위해 의사소통 실행

- 위해 의사소통 수행의 기본 개념 : 궁극적인 목표는 대중들에게 정보 제공(정신적 신뢰, 부정적 인식 등 고려한 교육 필요)
- 위해 예방에 대한 행동 : 법규와 규정 필요, 대중의 인식 증가와 감소 고려
- 위해에 대한 대중들의 참여 도구와 기술 : 자각, 지식, 의사-결정, 수행 도구

- 다양한 위해에 대한 교육 자료집
  - 자료 구상과 자료 해석 도구의 중요성
  - 시간과 관련된 RC
  - 환경 위험을 대중에게 알려주는 효과적인 방법
  - 어느 건강문제에 대해 어린이, 노인들에게 특별히 다른 묘사 필요
  
- Risk communication tool 적용사례

- 지표합기법

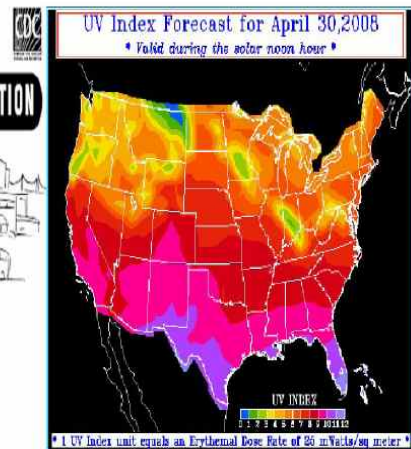
Air Quality Index (AQI)*		
AQI Number	Health Concern	Color Code
0 to 50	Good	Green
51 to 100	Moderate	Yellow
101 to 150	Unhealthy for sensitive groups	Orange
151 to 200	Unhealthy	Red
201 to 300	Very unhealthy	Purple

\*Although ozone reports are primarily made for metropolitan areas, ozone can be carried by the wind to rural areas, where it can cause health problems.

- 정보전달



- 지도 및 지역사진(UV/PM<sub>2.5</sub>등)



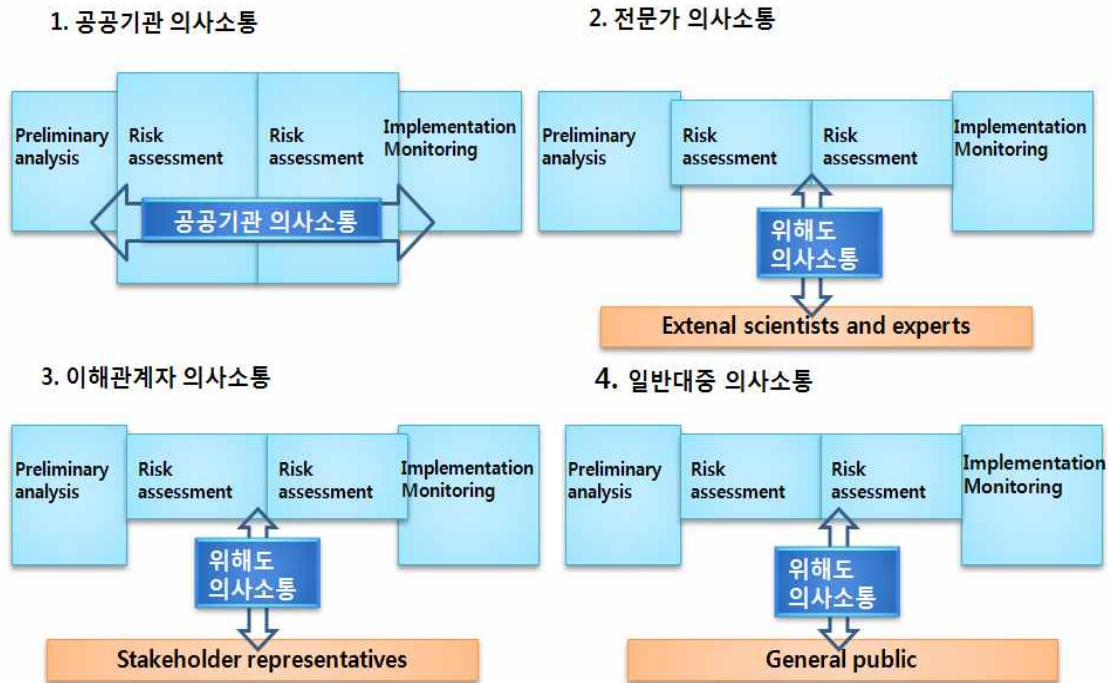
위해 의사소통 적용사례

2) 영국 : Communicating risk guidance

○ 위해 의사소통의 7가지 전략

- |  |              |
|--|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- team/network 구성</li> <li>- 달성하고자 하는 목적 결정</li> <li>- 이해관계자에 파악</li> <li>- 사용방법 논의 및 결정</li> </ul> | } Risk 평가 전  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이해관계자를 포함한 참여 유도</li> </ul>   | } Risk 평가 시작 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전략에 대한 모니터링 및 평가</li> <li>- 위해 의사소통 전략 유지</li> </ul>  | } Risk 검토/감시 |

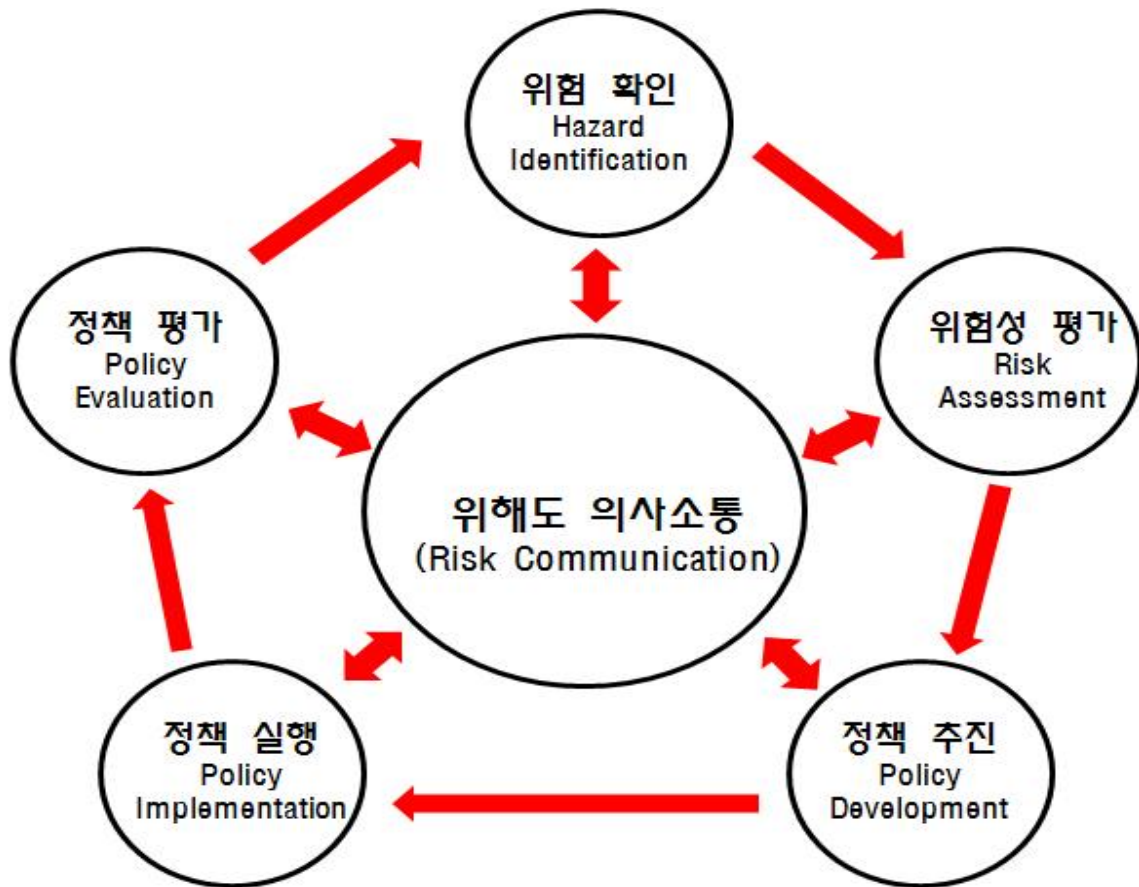
### 3) 독일 : Multi-stage risk communication process



독일의 위해 의사소통 연구동향

### 4) 일본 : 화학물질에 대한 위해정보 전달체계

- o 지자체가 위해 의사소통을 실시할 경우 지역에서의 환경위해성 관리자로서 입장과 폐기물 처분 등의 사업주체로서의 입장을 모두 갖게 됨
  - 관리자로서 역할
  - 사업주체로서의 역할
  - 지자체간의 역할 분담



위험관리 모형(Chorus and Bartram 1999)

국외 위해 의사소통 프로그램-1

	미국 (EPA)-1	미국 (EPA)-2	OECD	캐나다
의사소통 프로그램	A digest of Risk Communication as a risk management	Risk Communication in Action	Risk Communication for chemical risk management	Strategic Risk Communication ; Framework
	2003	2007	2002	보건부(Health Canada) -2006
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC의 구성요소</li> <li>- RC의 기본 원칙</li> <li>- RC의 수단과 기술</li> <li>- RC 계획의 수행 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC의 기본개념</li> <li>- 위해 예방에 대한 행동</li> <li>- 위해에 대한 대중들의 참여 도구와 기술 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC에 대한 개념과 착수단계</li> <li>- RC의 디자인과 수행단계</li> <li>- RC성과에 대한 평가단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC에 대한 정의</li> <li>- RC 도구 준비 가이드라인</li> <li>- RC에 틀을 통한 과정(7단계)등</li> </ul>
추진 정책 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경에 대한 각종 정보를 주민들에게 제공하는 수준에서 주민들의 의견을 청취</li> </ul> <p>Ex) 기술지원프로그램(Technical Assistance Group), 지역자문단 프로그램(Community Advisory group)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-주민이 직접 정책의 결정 과정에 참여 할 수 있도록 함</li> <li>- 교육을 통한 실제 risk에 대한 인식</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 평가의 초점을 내용, 과정, 성과인지를 명확하게 하여 평가를 통한 정책 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- risk management 과정 중 risk에 대한 교육을 위한 정책으로 RC 활용</li> </ul>
비고	RC 기본 지침 제공	RC 교육사례, 실제 적용사례를 통한 효율적인 방법등 포함	회원국을 대상으로 화학물질의 위해성관리를 위한 정책 결정과 효과적 이행	정보전달 방법에 초점을 둬

국외 위해 의사소통 프로그램-2

	영국	독일	일본
의사소통 프로그램	Communicating risk guidance UK Resilience-2007	Multi-stage Risk Communication process 독일연방보건부-2007	화학물질에 대한 위해정보 전달체계 매뉴얼(지자체) 환경성-2002
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC에 중요성</li> <li>- 정보 전달을 통한 risk 예방</li> <li>- RC에 중요성</li> <li>- RC 전략(7단계) 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실질적인 RC 를 위한 훈련프로그램 도입</li> <li>- RC 대립요소들</li> <li>- RC 모델적용</li> <li>- 향후 새로운 RC 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학물질 문제나 환경위해성</li> <li>- RC에 관한 기초지식</li> <li>- RC를 실시할 때의 지자체의 역할</li> <li>- 구체적인 RC의 추진 및 촉진을 위한 방안 등</li> </ul>
추진 정책 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RC와 관련하여 시행하는 시기, 방법 등을 고려</li> <li>- RC를 통한 risk예방과 지속적인 모니터링 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 대상별 RD의 효과적인 활용방법 적용</li> <li>- 향후 법령으로 RC 강화를 통한 일반 시민들의 risk에 대한 판단을 내릴 수 있도록 교육</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반 시민들에게 RC 관련 홈페이지, 교육자료 등을 통하여 홍보</li> <li>- 화학물질과 관련된 이해당사자들이 모여 화학물질과 위해성관리에 대해 토론할 수 있도록 함</li> </ul>
비고	RC를 통한 대중들의 risk 이해에 초점을 둠	CD training program	화학물질 조언자(Chemical adviser) 제도 도입

## ※ 부록 6

### 6. FAQ

#### 1) 법령관련

<b>질 문</b>	<p>저는 자동차광택 및 부분도장을 하면서 생계를 유지하는 사람입니다. 그런데 부분도중 경미한부분(15센티정도)을 석면도장(약50그램)을 하였습니다. 이것은 자동차관리법 상 위반이라고하여 고발조치되었는 바 본인이 국토해양부에 질의 하였는데 환경부소관업무라하여 질의하게 되었습니다. 자동차에 표면에 석면도장을 하는 공정은 다음과 같습니다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 자동차 표면의 찌그러진 부분에 약간의 석면을 이용해 들어간곳을 채웁니다.</li> <li>2. 일단의 건조과정을 거친후 페퍼등을 이용해 연마 및 갈아내는 작업을 합니다.</li> <li>3. 이후 기존의 차체와 동일한 색상의 페인트를 이용해 도장하므로 작업이 끝이 납니다.</li> </ol> <p>상기의 작업을 수행했다면 환경법에 저촉이 되는 여부의 질문입니다.</p>
<b>답 변</b>	<p>차량의 도장시설이 용적5m<sup>3</sup>이상 또는 동력 3마력이상에 해당될 경우에는 대기환경보전법 시행규칙 별표3에 규정하고 있는 대기오염물질 배출시설에 해당되므로 같은 법 제10조 규정에 의거 설치허가 또는 신고대상임을 알려드립니다.</p> <p>질의내용에 대한 유선통화내용과 같이 수작업에 의한 연마 할지라도 연마 후 도장시설 용적이 용적5 m<sup>3</sup>이상 일 경우에는 배출시설에 해당됨을 알려드립니다.</p>



<b>질 문</b>	<p>석면의 제조 금지에 대하여 환영합니다. 그러나 도로에서 날리는 석면의 가루는 생각해 보셨나요? 운전자가 자동차에서 브레이크 작동시 브레이크 패드 가루가 도로로 나와 바람에 날리고 있는 현실이지요, 그것이 우리아이들에게 치명적인 문제를 일으키고 있는데 대한민국 어느 누구도 이 무시무시한 문제를 모르고 있는게 현실입니다. 브레이크 패드는 석면을 완전히 빼면 특성이 안나온다는 문제를 제기하며 100% 안전하게 제조해야 하는데 그 의무를 무시하고 자동차 회사도 눈감아 주고 있는 상황입니다. 관계자분들의 진지한 고민 부탁드립니다.</p>
<b>답 변</b>	<p>브레이크, 클러치 등 석면마찰제품(「자동차관리법상의 자동차용」)에 대해서는 2007.1.1부터 석면사용이 금지되어 있으며, 또한, 자동차관리법 제 9조 5호에 따라 제동장치에 석면을 사용한 자동차는 신규등록이 거부되기 때문에 향후 자동차 브레이크, 클러치 등에는 석면이 사용될 수 없음을 알려드립니다.</p>

<b>질 문</b>	<p>부산지하철 서면역 승강장 환기덕트 개량공사에 따른 석면처리와 관련하여 아래와 같이 질의하오니 답변하여 주시기 바랍니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공사현황</li> </ul> <p>승강장의 급배기 덕트 가스켓을 시료 분석한 결과 백석면이 함유되어 있어 노동부에 신고 후 덕트 가스켓을 해체하지 않고, 덕트 가스켓 좌우 30 cm를 기계로 잘라서 철거하여 산업안전보건법에 맞게 보관하고 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 질의</li> </ul> <p>폐기물관리법 시행령 제6조1항3 ‘당해 폐기물을 적정하게 처리 또는 보관할 수 있는 장소외의 장소로 운반하지 아니할 것’에 의해 지하철공사에서는 폐기물처리 허가업체로 하여금 다중이용시설인 지하철 서면역이 아닌 도급업체 공장내에 석면해체 처리시설 및 보관장소를 만든 후 절단한 덕트를 석면처리 허가차량으로 옮겨 가스켓을 해체하고 석면을 법에 맞게 처리코자하는데 이럴 경우 법적으로 문제가 없는지를 질의합니다.</p>
<b>답 변</b>	<p>폐석면을 발생장소가 아닌 도급업체 공장으로 옮겨 그곳에서 석면을 해체한 후 일정기간 보관 후 폐기물처리업체에 위탁하는 행위는 폐기물관리법상 폐기물의 처리기준(시행령 제6조 제1항 제3호) 위반사항에 해당됩니다.</p>

질 문	가정집 철거시 2톤미만 폐기물 중 석면이 소량 발생했습니다. 소량인 경우 (50~70 kg)는 어떻게 처리해야 합니까? 신고없이 처리수집운반업체에 위탁 처리해야 하는지? 소량이다보니 쓰레기봉투에 넣고 처리는 가능합니까? 만약 쓰레기봉투에 넣고 잘못되면 위반사항인지, 처벌규정이 있는지 궁금합니다.
답 변	폐기물관리법 제2조에 따라 지정폐기물에 해당하는 폐슬레이트(폐석면) 등은 발생량에 관계없이 지정폐기물로 관리하여야 하며, 이를 위탁처리하고자 할 경우에는 지정폐기물(폐석면)처리업체에 위탁하여야 합니다. 또한 폐석면 발생량이 100킬로그램 이상일 경우에는 지정폐기물처리계획 확인증명을 받아야 합니다. 만약, 이를 쓰레기봉투에 넣어 몰래 처리한다면, 지정폐기물처리기준을 위반하여 처리하면 고발 등의 처분을 받게 됩니다.

질 문	Shell & tube Type heat exchanger의 Gasket으로 사용되는 Type중에 Double Jacket Gasket이 있으며, 구성은 Jacket(재질-Carbon Steel)과 Filler(재질-Asbestos)로 되어있습니다. 여기서 Filler재질로 쓰이는 석면이 환경법규에서 규제를 하므로 사용이 불가하다고 들었는데 실제로 규제법규가 있는지를 알고 싶습니다.
답 변	질문 내용과 관련하여 Shell & Tube Heat exchange의 Gasket 제품 재질에 대한 규제 조항이 환경부 소관 법규에는 없음을 알려드립니다.

<p><b>질 문</b></p>	<p>지방 자치 단체에서 발주한 도로공사 현장 내 가옥철거에 따른 석면폐기물 발생과 관련하여 적법 처리하고자 질의 드립니다. 석면 폐기물 관련공사는 해체와 처리로 나눌수 있는바 해체 처리를 분리 발주토록 되어있는지요? 지정폐기물로만 지정되어 있고, 분리 발주여부는 관련법령에 명시되어 있지 않아서 질문을 드립니다. 다른 지방자치단체나 국가기관에서 내역 반영시의 일반적으로 분리 발주하시는지, 아니면 시공사 내역에 포함하여 처리하는지 알고 싶습니다. 필히 분리발주해야 되는 경우 관련 법령을 명시하여 답변주시면 감사하겠습니다.</p>
<p><b>답 변</b></p>	<p>석면폐기물의 처리는 배출자(또는 발주자)가 직접처리하거나 위탁처리 할 수 있으며 위탁처리의 경우 해체·제거와 분리발주 하도록 하고 있습니다. 현재까지는 지방자치단체나 국가기관 등 관급의 경우 분리발주하고 있는 것이 대부분이며 최근의 법령개정 내용이므로 간혹 시공사 내역에 포함하여 처리하는 경우도 있으나 원칙적으로는 분리발주가 합법한 방법이라고 볼 수 있습니다. 관련법령은 폐기물관리법 제2장 폐기물의 배출과 처리 제17조(사업장 폐기물 배출자의 의무 등) ①항을 참고하시고 이 법에서 가리키는 사업장 폐기물 배출자라 함은 건물이나 구조물의 주인 또는 공사 발주자가 됩니다. 개정령 전에는 원도급자까지가 사업장 폐기물 배출자로 보았지만 현행법은 건물주 또는 발주자로 되어 있으므로 도로공사 같은 경우는 지방자치 단체장이나 국가기관(한국도로공사 등)이 사업장 폐기물 배출자가 되는 것으로 보아야 할 것이므로 참고하시기 바랍니다.</p>

<p><b>질 문</b></p>	<p>석면 철거하는데 면허가 필요한지? (자격이 있어야만 석면 철거가 가능합니까?)</p>
<p><b>답 변</b></p>	<p>현재로는 석면의 철거(해체·제거)공사시 면허는 별도로 있지 않습니다. 석면공사의 입찰자격 조건에 따라 전문건설업 비계·구조물 해체 등록업체로 한정하는 경우가 많고 때로는 석면해체·제거에 대한 시공능력인증을 요구하는 경우도 있습니다. (기술심사증명, ISO석면해체시공능력인증 등) 입찰이 아닌 하도급의 경우에는 별도의 하도급인가를 노동부로부터 받아야 하며 용역의 경우에는 해당이 없으나 2009년 7월부터 석면해체·제거 업체는 노동부에 등록인가 된 업체만이 참여할 수 있는 법령이 곧 공포될 예정이며 자격조건은 법령 공포시 매뉴얼이 공개될 것입니다. 등록업체 자격요건의 예측은 비계·구조물 해체 등록업체, 산업보건기준이 요구하는 적정방비의 보유현황, 소모품 및 안전장구의 적정성과 보유현황, 관리감독자 및 근로자의 특별안전보건교육 등의 교육수료 확인, 특수 검진 등의 요건이 있을 것입니다.</p>

<b>질 문</b>	<p>얼마전 노동부 사이트에서 노동민원 개선프로젝트 추진 내용을 읽어보았습니다만 2009년까지 지방노동관서 방문없이 모든민원 신청 기능을 추진중이라고 하던데요. 그 내용을 보니까 노동부 장관에게 등록을 한 석면해체·제거 업자가 작업전에 신고만 하면 석면해체제거 작업이 가능하도록 산업안전보건법 개정을 추진중이라고 하던데요. 혹시 신고제로 완화될 가능성이 있나요?</p>
<b>답 변</b>	<p>노동부에서 입법예고하고, 가계의 의견을 수렴하여 검토중인 것으로 신고제로 완화될 가능성은 있습니다.</p>

<b>질 문</b>	<p>건설공사에서 건설산업기본법에 의해 현장기술자를 상주 배치하며 현장기술자의 자격요건이 정해져 있는데 석면해체공사에서</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 현재 업등록제도 안되었고, 따라서 전문건설공사중 비계구조물 해체공사업에 따라 자격요건에 맞는 현장기술자를 배치하는데 이 현장기술자의 석면관리감독자 교육을 이수하지 않은자가 배치될 수 있는지?</li> <li>2. 만약 현장 공사 근로자 중에 특별안전교육을 이수하지 않은자가 석면해체시공에 참여할 경우 제제조치는 어떠한지?</li> <li>3. 비계해체구조물업에 소속 기술자로 올라가 있고, 특별안전교육만 받으면 현장기술배치 자격 요건이 되는지 궁금합니다.</li> </ol>
<b>답 변</b>	<p>현행 산업안전보건법 제14조에 의하여 관리감독자가 선임되어야 하고 동법 제32조(관리책임자 등에 대한 교육)에 따라 교육을 받아야 하며 동법시행령 제10조(관리감독자의 업무내용)와 관련하여 교육을 수료하지 않았을 때에 관리감독자 불선임 및 교육 미필은 각각 500만원이하의 과태료 처분을 받게 되며 상황에 따라 공사 중지가 병행될 수 있으므로 참고하시기 바랍니다. 유해·위험 작업에 종사하는 근로자가 특별안전교육을 이수하지 않았다가 적발되면 사업주 및 근로자 개인당 과태료가 부과되며 정도(작업인원수)에 따라 공사중지 후 교육이수 하여야 되는 경우가 있으므로 참고하시고 당해 작업에 소속기술자로서 특별안전교육을 이수했다면 관리감독자가 아닌, 현장기술배치 근로자로서의 자격요건은 무난한 것으로 사료됩니다.</p>

<b>질 문</b>	현재 석면 함유 건축물 해체·철거시 노동부 장관의 허가를 받도록 하고 있는데 이것이 잘 지켜지고 있는지?
<b>답 변</b>	석면 함유 건축물(석면 1% 이상)의 경우, 해체나 철거시 산업안전보건법상 노동부 장관의 허가를 받아야 합니다. 하지만, 건축물 철거·멸실 신고시, 석면 함유 여부를 신고서에 체크하는 수준이고 전문 분석기관이나 인증기관이 없어 건축주가 자의적으로 판단, 건축물을 해체하고 있는 실정입니다.

<b>질 문</b>	현행 폐기물관리법상 스테트 등 고형화되어 있어 비산될 우려가 없는 것은 지정 폐기물에 속하지 않는다는데, 맞는지?
<b>답 변</b>	네, 그렇습니다. 현행 법상으로 고형화되어 비산 우려가 없는 것은 지정폐기물이 아닌 일반 사업장 폐기물로 처리할 수 있습니다. 이에 석면 함유 건축물 철거시 발생하는 폐건축 자재의 경우, 석면 함유 여부에 대한 비산 여부 식별이 곤란하여 다른 폐기물과 혼합되어 배출될 수 있습니다.

<b>질 문</b>	폐석면이 발생하는 경우, 어떤 처리방법으로 처리해야 하는지?
<b>답 변</b>	현행 폐기물관리법상 폐석면은 고온용융 또는 고형화처리만 하도록 되어 있습니다.

<b>질 문</b>	현재 석면 원재료 및 석면 제품에 대한 국내 규제 현황은 어떤지?
<b>답 변</b>	<p>청석면, 갈석면 등 일부 원재료 물질은 환경부와 노동부에서 제조, 수입, 사용 등을 금지하고 있으며 백석면은 금년 중에 취급제한물질로 지정하여 특정용도로 사용을 제한할 예정입니다. 석면 제품에 대해서는 금년 1월 1일부터 석면 함유 시멘트 제품과 자동차용 브레이크 라이닝 등 마찰재의 제조, 사용, 수입 등을 금지하고 있습니다.</p> <p>※ 제품별 향후 금지예정 시기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- '08년부터 : 석면 함유 방직제품, 전기제품 등</li> <li>- '09년부터 : 모든 석면 함유 제품으로 확대(군수품 예외)</li> </ul> <p>※ 청석면, 갈석면은 '00. 1월부터 제조, 수입, 사용 등이 금지, 트레몰라이트, 악티노라이트, 안소필라이트는 '03. 7월부터 금지</p>

<b>질 문</b>	석면 관련 사업장에서 종사한 근로자에 대한 산업안전보건법상의 건강진단, 피해보상 등에 대해 자세히 알고 싶은데?
<b>답 변</b>	노동부의 산업안전보건법에 따르면, 석면 취급 근로자는 매년 1회 이상의 특수 건강진단을 실시해야 하며 석면 관련 업무에 3년 이상 종사한 이직·재직 근로자에 대해서는 건강관리수첩이 발급되어 매년 무료로 건강진단을 받을 수 있습니다. 피해 보상에 있어서도 석면 관련 직업병으로 인정되면 근로복지공단에서 치료비, 요양비 등을 지원하며 사망의 경우, 유족급여와 장의비 등이 지원됩니다.

<b>질 문</b>	현재 다중이용시설의 실내 공기 중 석면 기준이 권고기준으로 되어 있어 강제성이 없는데 이를 규제기준으로 강화할 계획은 없는지?
<b>답 변</b>	석면 관리 종합대책에 따라, 우선 외국의 규제현황, 규제 필요성 등을 종합적으로 검토하여 2010년부터 지하철, 학교 등 소위 민감시설의 공기 중 석면 기준을 현행 권고기준에서 규제기준으로 강화해 나갈 계획입니다.

<b>질 문</b>	현행 석면 함유 폐기물 관리체계 개선을 위해 폐기물관리법을 개정한다고 하는데, 주요 내용과 향후 계획은?
<b>답 변</b>	우선 석면 함유 폐기물 지정 기준을 기존 비산여부에서 석면 함량 기준(1% 이상)으로 바꿀 계획입니다. 또한, 처리방법에 있어서도 현행 고온용융 또는 고형화 처리 이외에 안전하게 이중포장한 후 매립하는 처리방법도 허용할 계획입니다. 이러한 내용을 포함하는 폐기물관리법 하위법령 개정안은 현재 법제처 심사 중이며 금년 10월 중 공포할 예정입니다.

<b>질 문</b>	현재 정부에서 제정하고 있는 환경보건법에 ‘건강영향조사 청원제도’가 있다고 들었는데, 어떤 내용인지?
<b>답 변</b>	<p>환경보건법이 제정되고 나면, 모든 국민은 석면 등 환경유해인자로 인하여 자신의 건강상 피해가 발생하거나 우려되는 경우, 환경부장관에게 건강영향조사의 실시를 청원할 수 있는 제도입니다.</p> <p>※ 관련 규정 : 환경보건법안 제14조 및 제16조</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부장관 및 지방자치단체의 장이 환경유해인자로 인한 건강 피해가 우려되는 지역주민에 대하여 원인규명 및 실태조사 등을 위한 역학조사를 실시할 수 있도록 규정(안 제14조)</li> <li>- 모든 국민은 환경유해인자로 인하여 자신의 건강상 피해가 발생하거나 우려되는 경우 환경부장관에게 건강영향조사의 실시를 청원할 수 있음(안 제16조)</li> </ul>

<b>질 문</b>	석면 공장에서 근무를 했던 사람인데, 석면 관련 질병이 발병한 경우, 피해보상을 받을 수 있는지?
<b>답 변</b>	근로자는 산업안전보건법, 산재보상보험법에 따라 석면 관련 질환으로 인정되는 경우, 치료비 등을 지원받을 수 있습니다. 자세한 사항은 노동부 소속, 지방노동청이나 근로복지공단 등으로 문의하시기 바랍니다

<b>질 문</b>	근로자가 아닌데, 석면으로 인해 악성 중피종 등이 발생했다면 현재 보상이 가능한지요?
<b>답 변</b>	우선 인과관계 규명이 선행되어야 하며, 원인을 제공한 업체가 있을 경우, 소송 등을 통해 피해 보상을 요청할 수 있습니다. 하지만, 원인이 없는 경우, 현재 국가 차원의 지원은 어려우나, 이러한 경우를 대비하여 법적 지원 근거를 마련하기 위해 환경보건법을 제정 중에 있습니다.

## 2) 석면개요 및 관련내용

<b>질 문</b>	쇠로 된 출입문이 오래되어 아래쪽이 녹슬어서 봤는데 문 안쪽에 솜뭉치같은 것을 넣어 놓았더라구요. 이게 석면일 가능성이 있을까요?
<b>답 변</b>	귀하의 질문내용에서 솜뭉치 같은 물질은 암면(ROCK WOOL)이나 유리섬유(GLASS WOOL)와 같은 대체물질로 사료되며, 석면은 그와 같은 방법으로 출입문 속 같은 곳에 사용한 사례가 없으므로 참고하시기 바랍니다.

<b>질 문</b>	전기매트에 석면이 사용됩니까? 에어컨 실외기에 배관에도 사용됩니까?
<b>답 변</b>	예전에는 생활주변의 약 3,000여개 이상 공산품에 석면을 사용했습니다. 예를들어 헤어드라이기, 전기오븐, 전기다리미 등에도 석면을 사용했습니다. 석면은 단열성 및 전열성이 우수하기 때문입니다. 전기매트의 석면사용유무는 조사된 자료가 없으며, 근래에 나온 제품이라면 석면을 사용하지 않았을 것입니다. 에어컨 실외기의 배관을 감싸는 테이프 종류에 석면테이프를 사용할 수도 있으나 근래에는 석면테이프를 사용하는 예는 없는 것 같습니다. 참고로 한국은 건축자재에 석면이 함유되어 있는 자재는 전면 사용금지가 되어있고, 마찰재(브레이크라이닝, 패드, 클러치디스크판 등)에는 일부가 금지되어 있으며 2009년 1월 1일부터 전면 사용금지가 될 것으로 보고 있습니다.

<b>질 문</b>	아스타일을 만져보면 표면이 딱딱하게 돌처럼 되어 있는 것과 플라스틱 수지로 되어 있는게 있는데 이 둘중 어느것이 석면이 이용된 것인가요? 그리고 아스타일 중에서 석면을 함유한 것과 아닌 것의 구분은 어떻게 하나요? 정사각형 타일의 크기나 무늬 광택 등으로 유무를 확인할 수 있나요?
<b>답 변</b>	아스타일 종류 중에서 플라스틱 수지 종류에는 중간충진재로 석면을 사용한 제품이 있고 일반 타일 중에도 석면을 함유하여 제조된 타일이 있습니다. 석면을 사용하지 않는 제품도 있으므로 분석검사를 해보아야 단정할 수 있으며, 육안으로의 식별은 분명하지 않고, 단정할 수 있도록 하고 있습니다.

<b>질 문</b>	석면과 암면은 차이가 있다고 하던데 그렇다면 암면은 인체에 무해한겁니까?
<b>답 변</b>	석면은 천연광물질이고 암면은 광물질을 녹여서 인공적으로 섬유형태로 만든 것으로 보편됩니다. 석면은 1급 발암물질로 명명되어 있으나 암면 또는 유리섬유는 잠재성 발암물질로 분류합니다. 잠재성 발암물질이란, 사용년도가 짧아서 앞으로 데이터를 더 보아야 발암물질 유·무를 결정할 수 있는 물질을 말합니다. 미국의 암 연구센터, 독극물 프로그램들에서는 ‘발암의심물질’, 독일에서는 ‘발암가능물질’로 보고 있으나 우리나라에서는 아직까지 규제내용이 없습니다. 암면을 절단·가공 등을 할 때에는 근로자에게 방진복과 방진마스크를 착용토록하고 있는 정도입니다. 선진국은 규제가 엄한 편이므로 참고하시기 바랍니다.



<b>질 문</b>	어느 정도 양의 석면(asbestos)을 흡입하면 발병하는 것인가요?
<b>답 변</b>	석면을 흡입한 양과 중피종이나 폐암 등의 발병과의 사이에는 상관관계가 인정되어 있지만, 단기간의 저농도 노출에 대한 발암의 위험성에 대해서는 불확실한 점이 많다고 합니다. 현시점에서는 어느 정도 이상의 석면(asbestos)을 흡입하면 중피종이 되는것인지 확실하지 않습니다.

<b>질 문</b>	학교에 있어서의 석면(asbestos) 대책에 대해서도 생각해 주세요.
<b>답 변</b>	학교시설에 있어서는 흡음(소리를 흡수) 등을 목적으로써 천장 등에 분사 석면(asbestos)이 사용되어 왔습니다. 1987년에 학교, 공영주택 등의 분사 석면(asbestos)이 사회문제가 되어, 같은 해 대응방책(대처방안)으로써 시급하게 검토하기 위해 공립학교시설 분사 석면(asbestos)의 사용 상황을 여러 층으로 파악할 목적으로써 조사를 실시했습니다. 그 결과에 입각해 1987년부터 석면(asbestos) 대책공사에 대해 공립학교 시설정비 비용 국고 보조 제도에 있어서 대규모 개조사업의 보조 대상 공사으로써, 설치자로부터 신청이 있으면 우선적으로 채택하고 있습니다. 또, 관계법령과 관계부처로부터의 통지, 기술지침 등을 도(都)도(道)부(府)현(縣) 교육위원회 등에 통지함과 동시에 이것을 엄수하고 적절한 공사가 실시되도록 지시하고 있습니다. 학교는 아이들이 안심하고 배움의 생활을 할 수 있는 장소인 것이 무엇보다도 중요합니다. 작년 사업소 등에서의 석면(asbestos) 피해가 사회 문제화되고 있는 것에 비추어, 아이들의 안전대책에 만전을 기하기 위해서는, 이번에 재차 학교시설 등에 놓여진 분사 석면(asbestos) 사용상황 등의 전국 실태조사를 실시하기로 했습니다.

<b>질 문</b>	석면'이란, 어떤 물질인지요?
<b>답 변</b>	석면은 자연상태에 존재하는 광물질로써 물리적인 특성이 우수하여 건축자재, 브레이크 라이닝 등 여러 용도에 사용됩니다.  ※ 석면의 종류에는 청석면, 갈석면, 백석면, 트레몰라이트, 악티노라이트, 안소필라이트 등이 있으며 인체위해성 크기는 청석면>갈석면>백석면 순임

<b>질 문</b>	육안으로 석면과 비석면의 구별이 가능한지?
<b>답 변</b>	<p>육안으로 석면과 비석면을 구별하는 것은 불가능합니다. 이러한 이유로 현미경(편광, 위상차, 전자현미경)을 이용해서 석면과 비석면 여부를 판별해 내고 있습니다.</p> <p>※ 편광 : 고상 시료, 위상차 : 공기 중 시료</p>

<b>질 문</b>	석면이 주로 사용되는 용도가 어디인지?
<b>답 변</b>	<p>석면은 바닥재, 천장재 등 건축자재와 브레이크 라이닝 등 다양한 용도로 사용되고 있으며, 국내에서는 전체 사용량의 약 82%가 건축자재 용도로 사용되는 것으로 알려져 있습니다.</p> <p>※ 국내 주 용도는 건축자재 82%, 자동차 부품(브레이크 라이닝 등) 11%, 섬유제품 5%, 기타 2%</p>

<b>질 문</b>	생활용품 중에도 석면이 사용되는지, 실태조사한 결과가 있는지?
<b>답 변</b>	<p>석면은 다리미, 냉장고 등 전기·전자 제품의 부속품 등으로 사용되기도 하였습니다. 현재 환경부에서는 국내에 유통되는 생활용품을 대상으로 석면 함유 여부와 비산 가능성 등을 조사 중에 있으며 조사가 완료되는 대로 조사결과를 발표할 계획입니다.</p> <p>※ 일본 환경성에서는 생활용품에 대한 석면 함유 실태를 조사하여 관련 정보를 홈페이지에 게재</p>

<b>질 문</b>	현재 국내에서 가동되고 있는 석면 공장은 몇 개나 되는지?
<b>답 변</b>	<p>노동부 자료에 따르면, 2007년 5월 기준으로 현재 국내에서 석면 관련 제품(가스켓 등)을 생산하고 있는 사업장은 17개소 인 것으로 조사되어 있습니다.</p> <p>※ 석면 제품을 제조하는 사업장은 산업안전보건법에 따라 노동부 장관의 허가를 받도록 하고 있음</p>

<b>질 문</b>	석면의 대체물질로는 어떤 것이 있는지?
<b>답 변</b>	<p>석면의 대체물질로는 대표적으로 케브라 섬유, 유리섬유(glass wool), 암면 등이 있으며, 석면의 위해성에 비해 대체물질의 위해성에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀진 것이 없습니다.</p> <p>※ 사업장에 대한 설문조사 결과, 대체 물질 사용시 석면을 사용할 때 보다, 최소 1.1배 ~ 최대 43배까지 가격 상승이 있는 것으로 조사됨</p>

<b>질 문</b>	폐석면 처리업 허가를 받은 업체는 국내에 몇 개 업체 정도 있는지?
<b>답 변</b>	'07. 6월 현재 국내에서 폐석면 처리업 허가를 받은 업체는 총 2개소 이며, 모두 고흥화 처리를 하는 업체입니다.

<b>질 문</b>	지난 7.3 정부차원의 '석면 관리 종합대책'이 마련된 것으로 알고 있는데, 주요 내용은 무엇인지?
<b>답 변</b>	<p>우선 2009년부터 군수품 등 일부 용도를 제외하고 모든 석면 함유 제품의 국내 제조, 수입, 사용 등을 금지할 계획입니다. 그리고 건축물에 대한 석면 함유 실태를 파악하기 위해 2009년까지 관계부처간 역할분담을 통해 실태조사를 실시하고 이후 석면 지도를 작성해서 운영할 계획입니다. 또한, 국내 석면 분석 및 조사 인프라를 확충하기 위해 석면 조사 및 분석자 육성, 분석 기관 지정 등을 추진할 계획입니다. 아울러, 폐석면에 대한 현행 법규정 개선, 석면 피해 관련 근로자에 대한 감시체계 구축 및 석면 질환자에 대한 국가차원의 지원을 위한 환경보건법 제정 등을 추진할 계획입니다.</p>

<b>질 문</b>	석면 함유 제품의 사용이 2009년부터 전면 금지된다고 하는데, 구체적으로 어떤 내용인지?
<b>답 변</b>	<p>현재는 금지 대상이 시멘트 제품과 자동차용 마찰제품으로 한정되어 있으나, 그 대상을 내년부터는 석면 방직제품과 전기제품으로 확대하고 2009년부터는 군수품 등 일부 용도를 제외하고는 모든 석면 함유 제품의 제조, 사용 등을 금지할 예정입니다</p>

<b>질 문</b>	국내 석면 분석 전문인력 및 조사자 등 관련 인프라가 부족한 상황인데, 이를 어떻게 확충해 나갈 계획인지?
<b>답 변</b>	석면 분석을 위한 전문인력 육성은 노동부와 환경부가 분석 교육 및 전문 프로그램 개발·운영을 통해 금년부터 추진해 나갈 계획입니다. 또한, 국립환경과학원에 전문 교육 프로그램을 신설하여 내년부터 시·도 보건환경연구원, 민간 분석 전문기관 등을 대상으로 교육을 실시해 나갈 계획입니다.

<b>질 문</b>	석면 피해와 관련하여 일본의 ‘구보타 쇼크’가 많이 언급되는데, 어떤 사건인가요?
<b>답 변</b>	2005년 6월 석면 원료를 사용하여 건축자재를 만드는 업체인 일본의 구보타(효고현 오자키)가 1978년부터 2004년까지 전·현 직원과 하청업체 직원 등 총 79명이 석면 관련 질병으로 이미 사망하고 18명이 치료를 받고 있으며 인근 주민 3명도 악성 중피종이 발생해 사회적 책임을 느끼고 위로금을 지급했다고 발표한 사건입니다.

<b>질 문</b>	우리나라에 일본의 ‘구보타 쇼크’와 같은 석면 피해 사건이 발생한 적이 있는지?
<b>답 변</b>	구보타 쇼크와 같은 석면 피해 사례는 아직까지 우리나라에는 없으나, 최근 ‘부산 지역의 석면 공장 인근에 거주했던 주민들의 석면 관련 질환 발병율이 높다’는 내용이 언론에 보도되면서 석면 피해에 대한 우려가 제기되고 있습니다.

<b>질 문</b>	지하철을 이용하는 사람인데, 지하철 석면 노출과 관련하여 과연 안전한 것인지?
<b>답 변</b>	주요 역사에 대해 공기 중 석면 농도를 매월 서울 메트로에서 측정하고 있으며 현재까지의 분석결과에 의하면 석면 농도가 기준 이내 이거나 검출되지 않았습니다. 다만, 시설 관리상의 부주의 또는 노후화로 인해 공기 중으로 비산할 가능성도 있습니다. 이에 지난 7월 ‘지하철역 공기질 개선 대책’을 관계부처 합동으로 수립한 바 있으며 석면 비산 우려가 큰 역사에 대해서는 단계적으로 석면 제거를 실시해 나갈 계획입니다.

<b>질 문</b>	옛날, 석면 공장 주변에 살고 있었던 적이 있는데, 괜찮은지?
<b>답 변</b>	중피종은 들이마신 석면의 양이 많을수록 발병의 위험성이 높다고 볼 수 있으며, 근로자 등 직접 석면 또는 석면 함유 제품을 취급한 사람은 다량으로 장기간에 걸쳐 석면에 노출되기 때문에 위험성이 큼니다. 현재는 과거 석면 공장 주민의 노출실태 등에 대한 자료가 없어 정확한 판단은 어렵습니다. 환경부에서는 내년부터 이에 대한 실태조사를 실시하여 관련 자료를 확보할 계획입니다.

<b>질 문</b>	최근 ‘부산지역의 석면 공장 인근에 거주했던 주민의 석면 피해’가 언론에 보도된 적이 있는데, 자세한 내용이 무엇인지?
<b>답 변</b>	부산대학교에서 부산지역의 석면 공장 주변에 거주한 주민들의 석면 관련 질환, 악성 중피종의 발병율을 조사한 결과, 석면에 노출되지 않은 경우와 비교하여 발병율이 7.8배나 높고 한 개 공장을 기준으로 발병율을 비교한 결과, 발병율이 11배나 높은 것으로 조사되었다고 발표하였습니다.

<b>질 문</b>	최근 부산 지역 석면 피해 보도와 관련하여 석면 공장 인근 주민에 대한 정부차원의 역학조사가 실시되어야 하는데, 환경부는 어떤 계획을 가지고 있는지?
<b>답 변</b>	환경부에서는 지난 7월 수립한 ‘석면 관리 종합대책’에 따라 내년부터 국내 석면 피해에 대한 실태조사(기초 및 정밀 실태조사)를 추진할 계획입니다. 현재 이와 관련한 예산을 확보하기 위해 노력 중이며, 사업의 체계적인 추진을 위해 금년 하반기 정부, 관계 전문가, 시민단체 등이 참여하여 사업계획 및 내용에 대한 의견을 수렴할 계획입니다.

<b>질 문</b>	국내 지하철의 석면 사용실태는 어떤지?
<b>답 변</b>	일부 조사결과에 따르면, 70~80년대 건설된 서울 1기 지하철(1~4호선)과 부산 1호선은 지하철 역사의 기능실과 설비에 석면을 사용한 것으로 확인되었습니다. 그리고 서울 2기 지하철과 광주·대전 지하철은 공사단계에서 석면 자재를 사용하지 않은 것으로 조사되었습니다. 아울러, 한국철도공사에서 관리하는 역사(분당선, 일산선 등)와 부산 3호선, 인천, 대구 지하철의 경우, 석면 자재 사용 여부가 아직 파악되지 않은 실정이며 앞으로 단계적인 실태조사를 실시할 계획입니다.

<b>질 문</b>	지하철 석면 문제와 관련하여 ‘석면 뿜칠’을 사용한 역사가 있다고 하는데, ‘석면 뿜칠’이란, 무엇인지?
<b>답 변</b>	쉽게 말씀드리면, 석면이 함유된 천장재 등 건축자재를 설치하는 것이 아니라, 석면 원료를 시멘트와 혼합하여 천장 등에 직접 분사하는 방법을 ‘석면 뿜칠’이라고 합니다.

<b>질 문</b>	최근 언론에서 지하철 2호선 방배역의 석면 검출 문제가 지속해서 보도되고 있는데 이에 대한 정부대책은?
<b>답 변</b>	방배역을 포함한 주요역사에 대해서는 서울 메트로에서 공기 중 석면 농도분석을 실시 중이며 현재는 그 농도가 기준치 이내 또는 불검출 수준이나, 지하철을 이용하는 시민들의 안전을 위해 내년부터 단계적으로 석면을 철거할 계획입니다. 또한, 서울 메트로에서는 전문가, 시민단체, 관계부처가 참여하는 시민감시 위원회를 발족하여 지하철 역사의 석면문제에 대한 의견수렴 및 대책 등을 논의해 나갈 계획입니다.

<b>질 문</b>	얼마 전 ‘지하철역 공기질 개선대책’이 정부차원에서 수립되었다고 하는데, 석면과 관련된 내용은 무엇인지?
<b>답 변</b>	우선 70~80년대에 건설된 지하철 역사에 대해서는 석면 함유여부를 전수조사하고 석면 지도를 작성할 계획입니다. 광주, 대전, 인천 지하철 등 80년대 이후에 건설된 지하철 역사에 대해서도 우선 표본조사를 실시하는 등 단계적인 실태조사를 실시한다는 계획입니다. 또한, 매일 지하철 역사 내 석면 농도를 조사하고 지하철 역사에서 단계적으로 석면을 철거할 계획입니다. 아울러, 10년 이상 장기 근로자에 대해서는 건강영향 조사를 실시하는 등 석면 질환 발병 여부를 모니터링하고 지하철 공사장 주변에 대해서는 석면 비산 방지를 위한 대책을 마련한다는 계획입니다.

### 3) 석면조사 분석 방법

<b>질 문</b>	금회 천장 텍스교체공사를 예정하고 있는데요. 공사 전 석면 검사를 시행하려고 합니다. 공사 물량은 2개 건물로 면적은 약 2,800 제곱미터 1동, 1500제곱미터 1동입니다. 시료를 몇 개 검사해야 되는지요?
<b>답 변</b>	천정텍스와 같은 종류의 물질은 기타 물질로 분류됩니다.(참고로 분류는 표면재, 단열재, 기타물질로 구분) 기타물질의 경우 시료갯수는 석면유무를 판단할 수 있는 개수 1개 이상입니다. 문의하신 내용으로 판단하건데 각각 건물동이 동일물질구역일 경우 각1개씩 검사를 하면 될 것 같습니다.(단 종류가 다른 천정텍스가 시공되어 있는 경우 각각의 샘플채취가 되어야 합니다.)

<b>질 문</b>	요즘 충청도에 석면대문에 문제시 되어서 수질이나 지하수의 석면도 분석이 가능한지 궁금합니다. 가능하다면 어디서 하는지 어떤 분석법을 사용하는지 궁금합니다.
<b>답 변</b>	국내에서는 수질에 대한 석면분석을 한 사례가 없는 것으로 알고 있습니다. 그러므로 국내에서는 수질석면분석을 실시할 수 있는 곳이 없는 것으로 사료되으나 관련학과와 연구소 등에 재차 확인해 볼 필요성은 있습니다. 수질에 대한 석면분석법은 공기질 석면분석방법과 유사한 방법으로, 공기질은 공기포집기를 통하여 맨프럴필터에 여과된 석면섬유수를 카운터링 하는 방법이고 수질분석법은 채집된 물을 맨프럴 필터에 통과시켜 맨프럴 필터를 건조한 후 공기질검사와 같은 방법을 사용한다고 알고 있으나 국내에서는 실시한 사례가 없는 것으로써 참고하시기 바랍니다.

<b>질 문</b>	지하철역 내 공기 중 석면 농도는 어떤 수준이며 비산 가능성은 없는지?
<b>답 변</b>	평상시 공기 중 석면 농도는 기준치(0.01개/cc) 이하로 낮게 검출되고 있으며 석면 함유 건축자재의 노후와 및 관리 소홀의 경우, 비산 가능성을 가지고 있습니다.

<b>질 문</b>	현재 다중이용시설이나 학교 등에서 실내 공기에 대한 석면 기준이 있는지?
<b>답 변</b>	실내공기질관리법, 학교보건법에 따라 다중이용시설과 학교 내 실내공기 중 석면 기준은 0.01개/cc로 정해져 있으며, 현재는 권고 기준으로 설정되어 있습니다.

<b>질 문</b>	현재 국내에서 석면 분석이 가능한 기관은 몇 개소 정도 있나?
<b>답 변</b>	국내에서 석면 분석이 가능한 기관은 국립환경과학원, 산업안전공단을 포함하여 총 12개 기관 정도가 있으며 대부분이 수도권에 위치하고 있습니다.

<b>질 문</b>	석면 피해와 관련하여 우려지역에 대한 역학조사는 언제부터 이뤄지는 것인지?
<b>답 변</b>	대책에 따라, 우선 내년에는 역학조사 대상 지역을 파악하고 연차별 조사계획 등을 마련하는 기초 실태조사를 실시하고 이후부터는 연차별 계획에 따라 정밀실태 조사를 실시할 계획입니다

<b>질 문</b>	서울 지하철 중에 석면 뿜칠을 사용한 역사가 몇 개나 되는지, 조사한 결과가 있는 지?
<b>답 변</b>	서울 메트로가 '06년 말에 지하철 1~4호선 25개 역사를 조사한 결과, 이중 17개 역사가 승강장 천정 등에 석면 뿜칠을 한 것으로 확인되었습니다. 이에 서울메트로에서는 17개 역사를 '석면특별관리역사'로 지정하고 매월 공기 중 석면 농도를 측정하고 있습니다.



#### 4) 해체 제거 공법

<b>질 문</b>	<p>제가 아는 지역에 건물들이 워낙 오래된 건물이 많이 있습니다. 궁금한 것은 철거시에 스테이트라고 하는 지붕에 사용하는 석면으로 지붕이 설치되어 있는 곳이 많더군요. 이것을 철거하여 밀폐시킨 후 특정한 곳으로 보내지는 것으로 알고 있습니다. 만약 제가 알고 있는게 정확하다면 얼마 전 주위의 공사장에서 본 철거장면은 전혀 다른 방법으로 철거하기에 이렇게 문의드립니다. 제가 목격한 것은 스테이트 지붕을 그냥 부숴버려서 땅바닥에 스퀘트 조각이 돌아다니더군요. 많은 양의 파손한 것은 아니지만 제가 보기엔 전체로 봤을 때 아주 일부이지만 5~6장 정도를 마구 조각으로 철거하였더군요. 만약 제가 본 내용이 맞다면 1장이든지 100장이든지 처리내용이 같은지도 궁금합니다.</p>
<b>답 변</b>	<p>건축물의 철거과정에서 발생된 석면이 함유된 슬레이트, 천장재 등이 고형화되어 있어 비산의 우려가 없는 경우에는 사업장 일반폐기물로, 석면함유 슬레이트, 천장재 등이 부스러져 비산될 우려가 있는 경우 지정폐기물로 분류하여 당해 폐기물의 수집·운반 및 처리방법에 따라 처리하여야 하며, 동폐기물을 건설폐기물수집운반 및 처리방법에 따라 처리하여서는 아니됩니다.</p>

<b>질 문</b>	<p>사무실 천장 뿔칠 석면제거를 하고 있습니다. 공법은 워터 방식으로 고압살수를 하여 뿔칠 석면을 시루떡 모양으로 띄어 내어 덩어리째 제거하고 있습니다. 고압살수를 통하여 분진이나 부스러기는 거의 소량 발생하고 있으며, 대부분은 고형화 덩어리째로 석면을 제거하고 있습니다. 이런 방식으로 제거된 석면폐기물에 대한 처리는 전체를 고형화 처리 해야만 하는지요? 부스러질 염려가 없는 덩어리는 이중비닐 포장하여 지정폐기물으로써 매립해서 안되는지요?</p>
<b>답 변</b>	<p>부스러질 염려가 없는 덩어리는 지정폐기물 매립시설에 매립할 수 있습니다.</p>

<b>질 문</b>	<p>석면을 철거하는데 우리나라에선 무슨 공법으로 철거를 합니까?</p>
<b>답 변</b>	<p>석면의 철거(해체·제거)공법은 크게 둘로 나누어집니다. 습식공법과 건식공법이 있으며 한국은 법령에 습식공법을 하도록 되어있습니다. 실내의 석면 철거와 옥외의 철거공법 모두 습식공법으로 특히 또는 외국의 기술도입, 자체개발공법 등 세부적인 내용은 여러 가지 방법이 있습니다.</p>

질 문	2009년부터 건축물 철거·멸실 신고시, 석면 조사 결과서 제출을 의무화 할 계획이라고 했는데, 구체적인 내용은?
답 변	현재는 건축물 철거·멸실 신고시, 신고서에 석면 함유 여부만을 단순히 표기한 후 건축물을 철거하고 있는 실정입니다. 2009년부터는 철거·멸실 신고시 전문기관이 발급한 성적서의 첨부를 의무화하여 성적서 제출 없이는 건축물을 철거할 수 없도록 하고, 건축 시점, 규모 등을 고려하여 단계적으로 적용할 계획입니다.

질 문	석면 해체·제거 전문업 등록제를 도입한다고 하는데, 주요 내용과 향후 계획은?
답 변	석면 함유 건축물을 해체하는 경우, 비산 방지 및 인체 노출 방지를 위한 안전관리가 중요합니다. 현재는 석면 함유 건축물 해체·제거업체에 대한 자격제한이 없으나, 앞으로 인력 및 장비 기준 등을 정하여 해체·제거 업무의 전문성을 제고할 계획입니다.

## 5) 건강상 영향

질 문	천정의 텍스타일(일반적으로 사무실 학교등에서 널리 쓰이는)관련 직업종사자의 석면피해에 대해 나오던데요, 얼마전 천정의 텍스타일에 시설물을 설치하면서 드릴로 뚫고 고정하는 과정에서 그 텍스타일의 “하얀가루”에 노출 된 적이 있습니다. 한 3~4회 정도 그렇게 노출이 되었었습니다. 석면이 “극히소량”으로도 인체에 치명적이고, 그 잠복기가 길며, 그 이전에는 뚜렷한 임상적 진단이 불가능하다는 걸로 알고 있는데, 석면관련 직업종사자같은 “지속적 환경에”노출된 이들말고도 저같이 몇 번의 노출로도 석면관련 질병의 위험성이 있는건지, 있다면 얼마나 되는지가 궁금합니다. 또 그전에 진단을 받거나 검진 방법은 없는지 궁금합니다.
답 변	선진국의 역학조사 자료에 의하면 귀하와 같은 경우 약 10% 정도의 발병 위험성이 있는 것으로써 석면의 종류, 흡입량, 체질 등에 따라 발병율이나 잠복기간이 다르다고 볼 수 있습니다. 지속적으로 석면에 오염되는 경우는 70~80%의 높은 발병율이 보고되고 있습니다. 석면으로 인한 질병의 진단은 발병전에는 어려운경우이나 석면에 오염되었는가에 대한 검진은 객담검사로, 석면소체의 발견 유·무로 판단할 수 있으며, 우리나라에서는 석면소체검사가 활성화 되어있지 않습니다. 산업의학과나 예방의학과가 있는 대학병원에 문의하여 보시기 바랍니다.

<b>질 문</b>	이전에 석면을 흡입했을 가능성이 있는 경우, 어디에서 검사를 받아야 좋을까요?
<b>답 변</b>	석면을 흡입했을 가능성이 있는 분 중에서 호흡곤란, 기침, 가슴통증 등의 증상이 있는 분, 그 외 특별히 걱정이 되시는 분은 가까운 노동 상담 병원 등의 전문의료기관에 상담해 주세요.

<b>질 문</b>	시골에 가면 대부분의 집들이 슬레이트지붕으로 되어있는데요 문제는 저희 집주변이 다 슬레이트집이거든요 어렸을때부터 살아왔는데 슬레이트에도 석면이 있다고 하니까 좀 불안하네요 문제가 되는게 뭔가요? 깨졌을때만 석면이 날리는건지 아님 멀쩡한 상태에서도 날리는건지 궁금해요.
<b>답 변</b>	슬레이트는 파손할 때 많은 석면이 비산하게 되지만 평상시에도 오랜 세월 동안 사용중에 접착력이 부식 등 열화현상으로 표면에서 석면이 비산하게 됩니다. 대도시와 시골에서 생활하시는 분들의 폐암발병율이 거의 같다는 의학계의 발표와 무관하지 않다고 사료되는 바 농·어촌 지역의 석면함유물질은 정책적으로 제거해야 하는 과제가 남아있으므로 참고하시기 바랍니다.

<b>질 문</b>	석면으로 만들어진 전기오븐 사용시 인체에 해가 미칠까요? 아니면 폐기처리될때가 문제인가요? 터키산으로 수입된 오븐인데 인체에 해가 된다면 정리하는게 낫지 않을까 싶어서 질문합니다.
<b>답 변</b>	석면물질을 부품 또는 내장재로 사용한 전기오븐은 폐기처리할 때, 분해·해체 등을 하지 않는다면 인체에 해가 되지는 않습니다. 석면은 대기비산시 호흡기로 유입될 때가 위험한 것으로 정리하고 있습니다. 소화기로 유입되는 석면에 대한 유·해 정의는 아직 정리하지 않고 있습니다. 앞으로 데이터를 관찰 후 판단한다는 내용이고, 전기오븐에 사용한 석면물질은 평상시 사용할 때에는 호흡기 및 소화기 유입의 위험성이 없으므로 참고하시기 바랍니다.

<b>질 문</b>	흡입한 석면(asbestos)은 제거 가능한가요?
<b>답 변</b>	일단 흡입한 석면(asbestos)의 일부는 이물질로써 가래 안에 섞여 체외로 배출되지만, 대량의 석면(asbestos)을 흡입한 경우나 큰 석면(asbestos)은 제거되지않고 폐 안에 축적된다고 말해지고 있습니다.

<b>질 문</b>	석면(asbestos)을 흡입했는지 어떠한지를 어떠한 검사로 알 수 있는가요?
<b>답 변</b>	흉부 X선 사진으로 석면(asbestos)을 흡입했을 가능성을 시사하는 소견을 볼 수 있는 경우도 있습니다만, 석면(asbestos)을 흡입한 분 모두가 흉부 X선 사진의 소견이 있다고는 할 수 없습니다. 걱정이 되시는 분은 가까운 노동 상담 병원 등의 전문의료 기관에 상담해 주세요.

<b>질 문</b>	석면(asbestos)으로 인해 발병하는 질환은 특유의 증상이 있는가요?
<b>답 변</b>	발병해서 어느 정도까지 더 진행하기까지는 무증상이 많다고 알려지고 있습니다.

<b>질 문</b>	나의 가족이 중피종으로 사망했습니다. 직장에서 석면(asbestos)을 취급했었다고는 생각되지 않습니다(취급했다고는 믿기 어렵다.). 석면(asbestos)과의 관계는 있는 것인가요?
<b>답 변</b>	직업력에서 석면 또는 석면관련 제품을 취급하는 사업소 등에서 종사하고 있던 가능성이 있다면, 도(都)도(道)부(府)현(縣) 노동기준 감독자에서 노동자 재해 상담을 접수 받고 있습니다. 석면은 1955년부터 수입이 급증, 지붕에 사용되는 슬레이트(slate)와 같은 건자재를 시작으로 브레이크 라이닝(break lining) 등 많은 제품에 사용 되었기 때문에 직장에서 모르는 사이에 석면(asbestos)을 흡입했었을 가능성이 있으므로, 조금이라도 의심이 되는 경우에는 도(都)도(道)부(府)현(縣) 노동국 또는 노동 기준 감독자에게 상담해 주세요.

<b>질 문</b>	중피종이나 폐암의 발병을 예방하려면 어떻게 하면 좋을까요?
<b>답 변</b>	과거 석면의 노출로 인한 중피종이나 폐암의 발병을 예방하는 것에 대해서는 현재 유효한 수단은 확실하지 않습니다만, 석면을 흡입한 분의 모두에게 중피종이 발병하는 것은 아닙니다. 흡입한 석면의 양, 기간, 종류에 따라 다릅니다.

<b>질 문</b>	옛날 석면공장 근처에 살았던 적이 있는데 괜찮은 건가요?
<b>답 변</b>	중피종은 흡입한 석면의 양이 많을수록 발병의 리스크(risk)가 높다고 생각되어지고 있어 노동자 등 직접 석면 또는 석면함유 제품을 취급하는 분은 대량으로 동시에 장기에 걸쳐 흡입하므로 더욱 더 리스크가 크다고 생각되고 있습니다. 1955년부터 1965년 사이에 석면공장 주변에 거주했던 주민에 대한 중피종 발병에 대해서는 그 실태가 확실하지는 않지만, 국가에서도 정보 수집 등을 실시해 일반주민의 리스크(risk)에 대해 검토하기로 하고 있습니다. 걱정스러운 분은 근처의 노동병원 등 전문 의료기관에 상담해 주세요.

<b>질 문</b>	가족 중에 석면 공장에 근무하는 사람이 있는데 가족의 건강진단은 어떻게 하는 것이 좋은지?
<b>답 변</b>	가족 중에 석면 작업 근로자가 있으신 경우, 석면에 의한 건강 장애가 염려되는 증상이 나타났을 경우에는 빨리 의사와 상담하시는 것이 좋습니다.

<b>질 문</b>	석면을 취급하는 직업에 종사하고 있었던 적이 있어 걱정스러운데 어디에 상담을 해야 할까요?
<b>답 변</b>	직업적인 석면 노출에 대해서는 노동부 소속 지방노동청으로 문의하시면 상담을 받으실 수 있습니다. 또한, 지금까지 건강에 지장이 없는 경우에도, 석면에 의한 건강장애는 잠복기가 수십 년으로 긴경우가 있습니다. 석면에 노출되는 작업에 종사하고 있었다면, 1년에 1회는 가슴부위 X레이 촬영 등에 의한 건강진단을 추천하고자 합니다.

<b>질 문</b>	석면 관련 질환에 대해 검사나 진단을 하고 싶은데 어디에 의뢰를 해야 하는지?
<b>답 변</b>	석면 관련 질환에 대한 검사나 진단은 전문병원에 의뢰할 수 있습니다. 대표적인 병원으로는 삼성서울병원, 가톨릭대학교 병원 등이 있습니다.

<b>질 문</b>	우리집은 석면의 위험성이 있습니까?
<b>답 변</b>	<p>건축물에 있어서는 내화피복재 등 분사 석면(asbestos), 지붕재, 벽재, 천장재, 석면(asbestos)을 포함한 시멘트(cement) 등을 판상(널판지 모양)에 굳힌 슬레이트 보드(slate board) 등이 사용되고 있을 가능성이 있습니다. 석면(asbestos)은 그 섬유가 공기 중에 부유한 상태가 되면 위험하다고 합니다(1988년, 환경청 및 후생성 통지). 즉 분사 석면이 사용되었을 경우, 열화(품질이나 성능이 나빠짐) 등에 의해 그 섬유가 비산할 우려가 있지만, 판상(널판지 모양)에 굳힌 슬레이트 보드(slate board)나 천장과 지붕 사이 벽의 내부에 있는 분사 석면(asbestos)에서는 실내에 섬유가 비산할 가능성은 적다고 사려됩니다.</p> <p>분사 석면(asbestos)은 단독주택에서는 통상 사용되고 있지 않지만, 맨션(mansion) 등에는 주차장 등에 사용되고 있을 가능성이 있습니다. 판매업자와 관리회사를 통해서 건축시에 공사업자와 건축사 등의 사용유무를 문의해 보는 등 대응이 필요합니다.</p>

<b>질 문</b>	보이는 곳에는 분사 석면(asbestos)을 사용하고 있지 않지만 보이지 않는 곳은 괜찮은 것인가요?
<b>답 변</b>	<p>석면(asbestos)은 그 섬유가 공기 중에 부유한 상태에 있으면 위험하다고 합니다(1988년, 환경청 및 후생성 통지). 즉 분사 석면이 사용되었을 경우, 열화(품질이나 성능이 나빠짐) 등에 의해 그 섬유가 비산할 우려가 있지만, 판상(널판지 모양)에 굳힌 슬레이트 보드(slate board)나 천장과 지붕 사이 벽의 내부에 있는 분사 석면(asbestos)에서는 실내에 섬유가 비산할 가능성은 적다고 사려됩니다.</p>

<b>질 문</b>	중피종이나 폐암을 예방하려면 어떻게 해야하나?
<b>답 변</b>	<p>과거의 석면 노출에 따른 중피종이나 폐암의 발병을 예방할 수 있는 특별한 수단이 있는 것은 아니며, 석면을 들이마시는 경우에도 중피종으로 발병하는 것은 아닙니다. 들이마신 석면의 양, 기간, 종류에 따라서 다릅니다.</p>

<b>질 문</b>	석면으로 인해 발병하는 질환에 특유의 증상이 있는지?
<b>답 변</b>	<p>발병 후, 어느 정도 진행될 때까지는 증상이 없다고 알려져 있습니다.</p>

질 문	석면을 취급하는작업에 종사했었던 적이 있습니다. 어디서 상담해야 좋을 까요?
답 변	<p>석면에 의한 건강 영향 등에 대해서 알고 싶은 경우는, 보건소, 각 도(都)도(道)부(府)현(縣) 산업보건추진 센터(center) 또는 노동자 재해 병원으로 상담해 주세요. (도(都)도(道)부(府)현(縣) 산업보건추진 센터 리스트 (center list): <a href="http://www.rofuku.go.jp/sanpo">http://www.rofuku.go.jp/sanpo</a>)</p> <p>또한, 일상생활에서, 다음과 같은 증상이 나타났을 때는, 상기의 창구에 상담하거나, 가까운 의사의 진찰을 받으세요.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 심하게 숨이 차는 경우</li> <li>- 기침이나 가래가 이전에 비해 증가한 경우나 가래의 색이 변한 경우</li> <li>- 가래에 혈액이 섞였을 경우</li> <li>- 얼굴색이 좋지 않고 주의가 되는 경우나 손톱 색이 보라색으로 보이는 경우</li> <li>- 얼굴이 푸석푸석한 경우, 손발이 붓는 경우나 체중이 갑자기 증가한 경우</li> <li>- 두근거림이 심한 경우</li> <li>- 감기에 걸려서, 좀처럼 낫지 않는 경우</li> <li>- 미열이 계속되는 경우</li> <li>- 고열이 나는 경우</li> <li>- 잠자리에 누우면 숨막히는 경우</li> <li>- 식욕이 없어졌을 경우나 갑자기 마른 경우</li> <li>- 시도 때도 없이 졸린 경우</li> </ul> <p>지금, 건강의 지장이 없더라도, 석면에 의한 건강장해는, 잠복기간이 수십 년으로 긴 경우가 있습니다.</p> <p>석면에 노출될만한 작업에 종사하고 있었다면, 1년에 1회는 흉부 X레이 (rontgen) 촬영 등에 의한 건강진단을 진찰받는 것을권장합니다.</p>

질 문	석면 종합대책에서 근로자의 석면 건강 피해 조사나 보상 등을 위한 내용은 없는 지?
답 변	<p>노동자의 석면 건강 피해 조사, 감시, 피해 보상 등의 업무는 산업안전보건법에 따라 노동부가 주관부처입니다. 이번 석면 종합대책에 따르면, 근로자에 대한 악성 중피종 감시체계 구축을 통해 석면에 의한 근로자의 건강 피해를 조사할 계획입니다. 아울러, '석면 건강 상담 창구'를 활성화하여 관련 상담 업무를 실시하고 석면 관련 업종에 종사한 이·퇴직 근로자가 무료 건강진단을 받을 수 있도록 건강관리 수첩제도에 대한 홍보를 강화한다는 계획입니다.</p>

<b>질 문</b>	석면으로 인해 발생하는 병은 무엇인지?
<b>답 변</b>	<p>석면에 노출되는 경우, 폐암, 악성 중피종, 석면폐증 등을 유발하는 것으로 알려져 있습니다.</p> <p>※ 석면폐증: 석면분진이 폐속에 들어올 경우, 폐조직이 만성 섬유 증식을 일으키는 진폐증의 일종</p> <p>※ 폐암 : 석면 분진이 폐장의 세포에 작용하여 세포가 이상 증식하는 악성 종양</p> <p>※ 악성중피종 : 흉막, 복막, 심막 등의 체강장막을 덮고 있는 중피조직에 발생하는 악성 종양</p>

#### 6) 건축물 석면관리

<b>질 문</b>	2009년부터 석면이 들어간 자재는 사용을 못한다는 내용을 들었는데 관련 법령이 있는지 알고 싶습니다. 현재 석면이 들어간 자재가 있는데 이 자재들은 전부 다 폐기를 해야 하는지, 있는 자재에 대해서는 사용을 해도 되는지 알고 싶습니다.
<b>답 변</b>	<p>석면이 함유된 자재중에서 건축자재는 2007년 1월 1일부터 수입·제조가 금지되었고 2007년 7월 1일부터 사용·유통·양도·제공이 전면 금지되었으며 압출성형시멘트 제품인 베이스판넬은 2007년 12월 31일까지 유통·사용이 허용되었으나 2008년 1월 1일부로 전면금지되었습니다. 건축자재 외의 석면함유 자재는 2009년 1월 1일부로 수입·제조·양도·제공·유통·사용이 전면금지되며 수입품은 석면함유량이 0.1%이상이면 전면금지됩니다. 미사일이나 잠수함과 같은 방위산업분야에는 일부 허용이 될것으로 봅니다. 현재 재고로 있는 자재는 모두 지정폐기물로 처리하여야 합니다. 관련법령은 현재 노동부의 고시에 있는 것으로 알고 있으나 앞으로 산업안전보건법에 명시될 것으로 사료되고 환경부의 법령도 마찬가지입니다.</p>



<b>질 문</b>	현재 국내에 석면을 함유 하고 있는 건축물이 얼마나 되는지?
<b>답 변</b>	2005년 기준으로 등록된 건축물 수만 6백만동 이상이며, 이 중 얼마나 석면 함유 건축물인지에 대한 전수조사는 아직 이루어지지 않았습니다. 다만, 한 연구결과에 따르면, 국내 사업장 건물의 약 90% 정도가 석면을 함유하고 있는 것으로 조사되었습니다.

<b>질 문</b>	종합대책에 따르면, 금년부터 석면 함유 건축물에 대한 실태조사를 한다고 하는데, 구체적인 계획은?
<b>답 변</b>	대상 건축물의 수가 많기 때문에 우선 2009년까지 각 부처별 역할분담을 통해 대상시설별로 시범 실태조사를 실시하고, 이를 바탕으로 대상시설별로 전수조사가 필요한지 여부를 판단하고 전수조사가 필요한 경우, 2010년부터는 부처별 자체 조사 계획에 따라 체계적인 실태조사를 추진할 계획입니다.  ※ 환경부(공공기관 및 농가 등 기타시설, 다중이용시설), 노동부(사업장), 국방부(군부대), 교육부(학교)

<b>질 문</b>	석면이 건축물의 어디에 함유되어 있는지 알려주는 이른바 ‘석면 지도’는 언제부터 작성이 되는 것인지?
<b>답 변</b>	우선 2009년까지는 석면 함유 건축물에 대한 시범실태조사 과정에서 ‘석면 지도’를 시범적으로 작성·운영해 보고, 2010년부터는 부처별로 관리 대상 건축물에 대한 실태조사와 함께 석면 지도를 작성·운영하도록 할 계획입니다.

<b>질 문</b>	일반 건물에도 석면 함유 건축자재가 많이 사용된 것으로 아는데, 안전한지?
<b>답 변</b>	석면이 함유된 건축물의 경우, 일반적인 상태에서는 석면 비산의 위험성이 적은 것으로 알려져 있습니다. 다만, 석면 함유 건축물을 해체하거나 철거하는 경우에는 비산으로 인한 노출 가능성이 크기 때문에 작업상 안전관리 및 주의가 필요합니다.

7) 단일단가 / 품셈

<b>질 문</b>	지정폐기물은 처리업체에서 체적(세제곱미터)단위로 처리를 하고 있는 것으로 알고 있습니다. 보통 지붕 슬레이트나 텍스는 면적(제곱미터)으로 나오는데 체적(세제곱미터)으로 어떻게 산출하나요?
<b>답 변</b>	<p>※ 슬레이트 (대골·소골 두께 6 mm동일)  <math>1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2 \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3</math>  <math>1\text{ m}^3 \div 0.006(\text{두께}6\text{ mm}) = 166.7</math> (약 167장)                  즉, 슬레이트 <math>1\text{ m}^2</math> 167장이 <math>1\text{ m}^3</math>임.                  ex) <math>50\text{ m}^2 = 1\text{ m}^3 \times 50/167 = 0.299</math>(약 0.3), 따라서 <math>50\text{ m}^2 = 0.3\text{ m}^3</math>임.</p> <p>※ 텍스 (두께 8 mm 기준, 두께 6 mm 텍스는 아래와 같은 산식으로 계산할 것)  <math>1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2 \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3</math>  <math>1\text{ m}^3 \div 0.008(\text{두께}8\text{ mm}) = 125</math>(텍스 <math>1\text{ m}^2</math>로 환산하여 125장)                  즉, 8T 300 × 600(아스칼텍스) → <math>0.18\text{ m}^2 \times 1\text{ m}^3 = 0.18\text{ m}^3</math>                  아스칼 텍스 1장이 <math>0.18\text{ m}^2</math>이므로, 아스칼텍스 5.6장 = <math>1\text{ m}^2</math>  <math>125\text{ m}^2(\text{텍스}) = 1\text{ m}^3 = 125\text{장} \times 5.6\text{장} = 700\text{장}</math>                  따라서 아스칼텍스 약 700장이 <math>1\text{ m}^3</math>임.                  ex) 텍스 (두께 8mm) <math>50\text{ m}^2</math>  <math>50\text{ m}^2 = 1\text{ m}^3 \times 50/125 = 0.4\text{ m}^3</math> 즉, 텍스(두께8 mm) <math>50\text{ m}^2 = 0.4\text{ m}^3</math>임.</p>

<b>질 문</b>	큐비클에 대한 일위대가 및 석면 중량 함유율을 알고 싶은데 어떻게 되는지 궁금합니다.
<b>답 변</b>	<p>큐비클에 대한 일위대는 별도로 작성된 것이 없고 옥내작업(텍스)에 준해서 산정할 수 밖에 없습니다. 큐피클은 나무라이트(밤라이트)와 동일하므로 석면함유율은 10%로 보고있으며, 단위중량은 두께 5 mm의 경우 <math>1\text{ m}^2</math>당 9.43 kg이고, 두께는 3 mm의 경우 <math>1\text{ m}^2</math>당 5.7 kg으로 되어 있습니다.</p>

<b>질 문</b>	건축물(사업소, 점포, 창고 등)에 분사 석면(asbestos)이 사용되고 있는 경우에는 어떻게 하면 좋은가요?
<b>답 변</b>	석면장해예방규칙에 있어 분사 석면(asbestos)이 열화(품질이나 성능이 나빠짐) 등에 의해 분진을 발산시켜 노동자가 그 분진에 노출될 우려가 있을 시는, 제거, 봉쇄, 둘러싸는 등의 조치를 강구하지 않으면 안 되도록 되어 있습니다. 석면 장해 예방규칙 등관계법령에 따른 적절한 대처를 해주세요.

<b>질 문</b>	국내에 수입되는 석면 원재료 및 석면 제품 규모는 어느 정도 되는지?
<b>답 변</b>	<p>석면 원재료 수입은 국내 규제로 인해 크게 감소하고 있으며 2005년 기준으로 6천톤 정도가 국내에 수입되었습니다. 반면, 수입되는 석면 함유 제품의 경우, 2005년 기준으로 4만 8천톤에 달하며 이는 90년대 중반에 비해 6배나 증가한 수치입니다.</p> <p>※ 석면 원재료 및 제품의 주요 수입 국가: 캐나다, 미국, 중국 등</p>

8) 기타

<p><b>질 문</b></p>	<p>수경 재배 후 암면은 &lt;사업장 생활 폐기물&gt;로 회신을 받은바 있으나 대부분의 지자체에서는 아직도 암면(岩綿 rock wool)를 발암물질인 석면(石綿 asbestos)으로 인식하여 수경재배 농가의 사용을 제한하고 수입품 유기배지를 권장하는 사례가 빈번합니다.</p> <p>1) 이를 시정하려면 환경부에서 수경재배 후 암면폐기물이&lt;사업장 생활폐기물&gt;이라는 것을 지자체에 인식시켜 주어야 합니다.</p> <p>2) 2008년 11월28일 제1차 탄원에 대한 귀청의 회신에서 주신 아래의 내용에 대하여는 지자체가 &lt;수경재배 후 암면폐기물&gt;의 성질과 상태 등을 알 수 있도록 자료를 첨부합니다.</p> <p>3) 종래의 기준과 방법으로 처리할 수 있는 것만 조례로 정할 수 있다면 , 국가의 발전은 기대할 수 없다고 사료됩니다. 환경부는 지자체가 조례로 정할 수 있는 것인지 안인지를 환경부에서 판단을 내려 주어야 할 것입니다.</p>
<p><b>답 변</b></p>	<p>○ 사업장생활계폐기물의 처리방법은 폐기물관리법 시행규칙 별표5에 명시하고 있는 사항으로써 지자체에서도 이를 숙지하고 있을 것입니다.</p> <p>- 시행규칙 별표5에 시·군·구의 조례로 정하는 바에 따라 처리할 수 있다고 규정하고 있으므로 이에 대한 결정권은 환경부가 아닌 지자체에 있다 할 것입니다.</p> <p>- 또한, 사업장생활계폐기물로서 생활폐기물과 성질과 상태가 비슷한 경우라 하더라도 해당 지자체의 처리시설이 이를 처리할 수 있는지 여부 등 해당 지자체의 여건에 따라 달라질 수 있으므로 해당 지자체에 직접 문의하시기 바랍니다.</p>

질 문	<p>수경 재배 후 농업용 암면 폐기물 처리 방법 수경 재배 후 농업용 암면 폐기물 처리 방법</p> <p>1) 지정 폐기물에 속하는가? 2) 시군 지자 체의 일반 쓰레기 매립장에 매립 가능한가요 ?</p> <p>암면( 岩綿 : rock wool , stone wool, mineral fiber)은 발암 물질로 알려져 있는 石綿(석면: asbestos)의 대체품으로 개발되어 산업용 보온 단열재 , 농업용 수경 재배용 배지 등으로 세계 각국에서 사용되고 있는 인체에 무해한 인조 광물로 인정되는 공산품입니다. 그러나 우리나라에서는 석면에 대한 무지(無知:아는 것이 없음)로 인하여 국가적으로 손해를 초래하고 있습니다. 지방 정부의 그 사용의 규제 ,폐기물 처리의 잘못된 적용 등의 인하여 수입 산 대체 유기 물품의 사용으로 국부의 손실을 초래하고 있습니다.</p> <p>암면은 규산, 석회 ,알루미늄, 이 주성분인 석회질 토양과 유사한 성분 조성의 광물 함유입니다. 국제적 암 (cancer )연구 기관의 연구 결과 이미 커피나 설탕보다도 안전한 물질로 판명하고 있으며 , 그 성분이 토양과 유사한 무기질 광물이므로 그 것의 사용 후 폐기물이 유기물과 달리 그 분해 시간이 소요되지 않습니다. 암면은 썩는 물질이 아닙니다. 그 자체가 토양입니다. 식물이 잘 자랄 수 있는 토양입니다. 또한 성분이 일반 토양과 잘 혼합될 수 있으므로 일반 쓰레기 매립장 에 매립(농업용 암면)하거나 소각장에 소각 처리(보온재 암면)할 수 있는 일반 폐기물이라 사료됩니다.</p> <p>그럼에도 불구하고 광물 함유라 하여 석면으로 취급되어 지정 폐기물 (특정 폐기물)로 둔갑하여 취급되는 사례가 많습니다.</p> <p>우리 지방 정부가 농가로부터 발생하는 폐기 농업용 암면을 일반 매립장에 처리할 수 있도록 함으로써 코이어(coir: 코코피트) 배지 같은 유기 배지의 수입이 억제되고 외화를 절약 할 수 있을 것 입니다. 암면을 사용하는 농가의 사용 후 폐기 암면을 용이한 처리 방법을 제시하여 주십시오.</p>
	<p>답 변</p> <p>귀하가 말씀하신 암면은 현행 폐기물관리법 상 지정폐기물에 해당하는 폐석면에 해당되지 않음을 알려드리며, 이 경우 지정폐기물매립장이 아닌 사업장일반폐기물 매립장에서 처리할 수 있습니다.</p>

질 문	<p>휴대폰 케이스 제조업체 위험물안전관리자 입니다.</p> <p>허가를 득한 위험물(옥내저장소)을 현장에서 일일취급량 지정수량 미만으로 사용하고 있습니다.</p> <p>위험물 취급후 나오는 폐유(허가를 득한 위험물을 혼합한 액)가 일정량 발생됩니다. 그 폐유를 지정폐기물 보관장소에서 보관하고 45일이내 처리하고 있습니다.</p> <p>허나, 관할소방서에서는 폐유를 위험물로 보아 위험물안전관리법에 규제를</p>
-----	---

	<p>받아야하는지 아닌지 아니면 폐기물관리법 시행령 [별표1] 4항, 5항에 의거, 처리해야하는지 고민스럽습니다. (허가품명 : 제1석유류 신나 / 제2석유류 페인트 =&gt; 혼합한 액)</p>
<p>답 변</p>	<p>폐기물 관리법 시행령 [별표1] 지정폐기물의 종류(제3조 관련)</p> <p>1. 특정시설에서 발생하는 폐기물</p> <p>가. 폐합성 고분자화합물</p> <p>1) 폐합성 수지(고체상태의 것은 제외한다)</p> <p>2) 폐합성 고무(고체상태의 것은 제외한다)</p> <p>나. 오니류(수분함량이 95퍼센트 미만이거나 고형물함량이 5퍼센트 이상인 것으로 한정한다)</p> <p>1) 폐수처리 오니(환경부령으로 정하는 물질을 함유한 것으로 환경부장관이 고시한 시설에서 발생하는 것으로 한정한다)</p> <p>2) 공정 오니(환경부령으로 정하는 물질을 함유한 것으로 환경부장관이 고시한 시설에서 발생하는 것으로 한정한다)</p> <p>다. 폐농약(농약의 제조·판매업소에서 발생하는 것으로 한정한다)</p> <p>2. 부식성 폐기물</p> <p>가. 폐산(액체상태의 폐기물로서 수소이온 농도지수가 2.0 이하인 것으로 한정한다)</p> <p>나. 폐알칼리(액체상태의 폐기물로서 수소이온 농도지수가 12.5 이상인 것으로 한정하며, 수산화칼륨 및 수산화나트륨을 포함한다)</p> <p>3. 유해물질함유 폐기물(환경부령으로 정하는 물질을 함유한 것으로 한정한다)</p> <p>가. 광재(鑛滓)[철광 원석의 사용으로 인한 고로(高爐)슬래그(slag)는 제외한다]</p> <p>나. 분진(대기오염 방지시설에서 포집된 것으로 한정하되, 소각시설에서 발생하는 것은 제외한다)</p> <p>다. 폐주물사 및 샌드블라스트 폐사(廢砂)</p> <p>라. 폐내화물(廢耐火物) 및 재벌구이 전에 유약을 바른 도자기 조각</p> <p>마. 소각재</p> <p>바. 안정화 또는 고형화 처리물</p> <p>사. 폐촉매</p> <p>아. 폐흡착제 및 폐흡수제[광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사(廢土砂)를 포함한다]</p> <p>4. 폐유기용제</p> <p>가. 할로젠족(환경부령으로 정하는 물질 또는 이를 함유한 물질로 한정한다)</p> <p>나. 그 밖의 폐유기용제(가목 외의 유기용제를 말한다)</p>

5. 폐페인트 및 폐래커(다음 각 목의 것을 포함한다)
    - 가. 페인트 및 래커와 유기용제가 혼합된 것으로서 페인트 및 래커 제조업, 용적 5세제곱미터 이상 또는 동력 3마력 이상의 도장(塗裝)시설, 폐기물을 재활용하는 시설에서 발생하는 것
    - 나. 페인트 보관용기에 남아 있는 페인트를 제거하기 위하여 유기용제와 혼합된 것
    - 다. 폐페인트 용기(용기 안에 남아 있는 페인트가 건조되어 있고, 그 잔존량이 용기 바닥에서 6밀리미터를 넘지 아니하는 것은 제외한다)
  6. 폐유(기름성분을 5퍼센트 이상 함유한 것을 포함하며, 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)함유 폐기물, 폐식용유, 폐흡착제 및 폐흡수제는 제외한다)
  7. 폐석면
    - 가. 건조고형물의 함량을 기준으로 하여 석면이 1퍼센트 이상 함유된 제품·설비(뿔칠로 사용된 것은 포함한다) 등의 해체·제거 시 발생하는 것
    - 나. 슬레이트 등 고형화된 석면 제품 등의 연마·절단·가공 공정에서 발생된 부스러기 및 연마·절단·가공 시설의 집진기에서 모아진 분진
    - 다. 석면의 제거작업에 사용된 바닥비닐시트(뿔칠로 사용된 석면의 해체·제거작업에 사용된 경우에는 모든 비닐시트)·방진마스크·작업복 등
  8. 폴리클로리네이티드비페닐 함유 폐기물
    - 가. 액체상태의 것(1리터당 2밀리그램 이상 함유한 것으로 한정한다)
    - 나. 액체상태 외의 것(용출액 1리터당 0.003밀리그램 이상 함유한 것으로 한정한다)
  9. 폐유독물(「유해화학물질관리법」 제2조제3호에 따른 유독물을 폐기하는 경우로 한정한다)
  10. 의료폐기물(환경부령으로 정하는 의료기관이나 시험·검사 기관 등에서 발생하는 것으로 한정한다)
  11. 그 밖에 주변환경을 오염시킬 수 있는 유해한 물질로써 환경부장관이 정하여 고시하는 물질 폐기물 중 인화점이 위험물안전관리법 시행령 별표 1에 정하는 범위에 속하는 것은 위험물에 해당합니다.
- 설문의 폐기물은 제4류에 속하는 위험물이며 인화점에 따라 제1석유류 또는 제2석유류에 해당할 것으로 판단됩니다. 인화점을 확인하여 해당 품명의 지정수량 이상 저장하는 경우에는 허가를 받은 장소에 저장하여야 합니다.

7. 관련기관 연락처 (정부, 자치단체)

관련기관	연락처	홈페이지
환경부	032-560-7114	<a href="http://www.me.go.kr">http://www.me.go.kr</a>
노동부	2100-6940~6	<a href="http://www.molab.go.kr">http://www.molab.go.kr</a>
국립환경과학원	1544-1350	<a href="http://www.nier.go.kr">http://www.nier.go.kr</a>
국토해양부	1599-0001	<a href="http://www.moct.go.kr">http://www.moct.go.kr</a>
교육과학기술부	02-6222-6060	<a href="http://www.mest.go.kr">http://www.mest.go.kr</a>
국방부	02-748-6891	<a href="http://www.mnd.go.kr">http://www.mnd.go.kr</a>
한국산업안전보건공단	032-510-0500	<a href="http://www.kosha.or.kr">http://www.kosha.or.kr</a>
한국환경자원공사	032-560-1588	<a href="http://www.envico.or.kr">http://www.envico.or.kr</a>
환경관리공단	032-560-2114	<a href="http://www.emc.or.kr">http://www.emc.or.kr</a>

8. 협회, 학회 현황

협회, 학회	연락처	페이지
대기환경학회	02-387-1400	<a href="http://www.kosae.or.kr">http://www.kosae.or.kr</a>
대한산업보건협회	02-586-2412	<a href="http://www.kiha21.or.kr">http://www.kiha21.or.kr</a>
대한석면관리협회	02-521-3570	<a href="http://www.asbestos.or.kr">http://www.asbestos.or.kr</a>
한국산업위생학회	031-8020-3208	<a href="http://www.ksoeh.org">http://www.ksoeh.org</a>



한국석면안전재단	02-714-1180	<a href="http://www.asbestoskorea.org">http://www.asbestoskorea.org</a>
한국석면환경협회	02-2678-1561	<a href="http://www.kaea.co.kr">http://www.kaea.co.kr</a>
한국실내환경학회	02-2294-1410	<a href="http://www.kosie.or.kr">http://www.kosie.or.kr</a>

## 9. 외국 관련기관, 홈페이지

기관	홈페이지
미국 산업안전보건원	<a href="http://www.osha.gov">http://www.osha.gov</a>
미국 환경보호청	<a href="http://www.epa.gov">http://www.epa.gov</a>
영국 안전보건청	<a href="http://www.hse.gov.uk">http://www.hse.gov.uk</a>
일본 국토교통성	<a href="http://www.mlit.go.jp">http://www.mlit.go.jp</a>
일본 환경노동성(후생노동성)	<a href="http://www.mhlw.go.jp">http://www.mhlw.go.jp</a>

## 10. 석면분석기관 현황

기관명	소재지	전화번호	분석분야
(사)대한산업보건협회	서울시 금천구	02)863-9322	공기중/고형
(의)진성 연세모두병원	경기도 성남시	031)781-9229	고형
(재)원진직업병관리재단 노동환경건강연구소	서울시 중랑구	02)490-2095	공기중/고형
(재)한국의류시험연구원	서울시 동대문구	02)3668-3090	공기중/고형
(주)경기산업보건연구원	경기도 화성시	031)355-7411	공기중
(주)석면환경컨설팅	광주시 서구	062)654-6567	공기중/고형
(주)에이렉환경컨설팅	서울시 용산구	02)795-3552	공기중/고형
(주)우리환경컨설팅	경기도 성남시	031)723-9161	공기중/고형
(주)이노엔비 엑스퍼트커뮤니티	경기도 부천시	032)351-3258	공기중/고형
(주)이엔에치테크	서울시 행당동	02)2220-4042	공기중/고형

(주)한국보건환경연구소	서울시 광진구	02)453-7315	공기중/고형
(주)한국환경시험연구소	충북 청원군	043)237-7824	공기중
가톨릭대학교 성모병원 산업의학센터	서울시 영등포구	02)3779-1413	공기중/고형
국제환경건설턴트	서울시 강남구	02)2040-7650	공기중/고형
대구한의대학교 부설 산업보건연구소	경북 경산시	053)819-1215	고형
서울대학교 보건대학원	서울시 종로구	02)740-8883	공기중/고형
서울메트로	서울시 서초구	02)6110-5696	공기중/고형
석면분석전문연구소	충북 충주시	043)843-0778	고형
아토스 석면 컨설팅	서울시 중구	02)552-0019	고형
에스지에스테스팅코리아주식회사	경기도 안양시	031)460-8006	공기중/고형
이티에스컨설팅 주식회사	서울시 강남구	02)533-4803	공기중/고형
한국화학시험연구원	경기도 김포시	031)999-3126	공기중/고형
한국환경 리서치&컨설팅	서울시 강서구	02)2643-8505	공기중/고형
한국환경보건안전과학연구소	서울시 성북구	02)912-2341	공기중/고형
한국환경자원공사		032-560-1588	공기중

※출처: 한국산업안전보건공단

## 11. 지정폐기물 처리업체 현황

<수집, 운반업체>

업체명	소재지	전화번호
(유)청해환경	전남 여수시 만흥동 1230-1	061-654-2673
(주)그린	전남 여수시 봉계동 496-1	061-691-4161
(주)그린포트	전남 여수시 수정동 350-44	061-666-4566
(주)대신환경	전남 여수시 소라면 봉두리 917-3	061-685-3696
(주)대우정유	광주시 광산구 하남동 505-8	062-954-4152
(주)동남환경	전남 여수시 월하동 1135	061-685-1524
(주)제일이엔씨	전남 여수시 소라면 덕양리 1031	061-686-5720
동부환경(유)	전남 여수시 미평동 635-2	061-652-7755
동아환경	전남 여수시 중흥동 32-1	061-683-1875
백진환경(자)	전남 순천시 대룡동 929-3	061-742-6701
성암산업(주)	전남 광양시 태인동 1657	061-798-8861
신정개발	전남 여수시 봉계동 415-3	061-682-5537
자연환경(유)	광주시 남구 송하동 251-3	062-674-2060
제주환경산업	제주특별자치도 화북2동 3339-1	064-702-3322
(주)가나환경	전남 광양시 성황동 184-1	061-791-5566
(주)경원에너지	순천시 황전면 선변리 815-4	061-782-5145
(주)대림환경상사	전남 순천시 해룡면 농주리 296-4	061-723-8941
(주)빛고을환경	광주 광산구 도천동 277-18	062-954-7600
(주)세윤	전남 순천시 서면 압곡리 572	061-755-1119
지구환경서비스	광주시 남구 송하동 251-3	062-675-1215
지구환경(주)	여수시 소라면 덕양리 569	061-686-8258

<폐석면 중간처리업체>

상 호	주 소	전화번호
(유)에스엔피	전북 전주시 덕진구 여의동 751-41	063)213-8572
석면환경(주)	경기도 시흥시 정왕동 2317-5	031)498-4933
인선이엔티(주)	전남 광양시 금호동 863-1	061)791-0190
(주)신앤우	충남 연기군 조치원읍 번암리 177-3	042)546-8881
(주)이솔루션	충북 진천군 문백면 도하리 6-1	043)537-6541

<폐석면 매립가능업체 현황>

업 체 명	소 재 지	전화번호
(주)미래산업개발	경상남도 고령군 다산면 송곡리 1791	054-956-7240
동양에코(주)	경상북도 포항시 남구 대송면 옥명리 200-1	054-278-1112
(주)유니콘	울산 남구 용잠동 529-27	052-229-0614
(주)코엔텍	울산광역시 남구 용잠동 산157	052-228-7344
한솔이엠이(주) 군산사업소	전라북도 군산시 소룡면 1585	063-467-2285
(주)원광인바이로텍	충청남도 당진군 송악면 고대리 336 아산국가산업단지내 고대지구내	041-357-5651
에코시스템(주)	창원 적현동 산14-6	055-264-5799
(주)이에스티	울산 울주군 온산읍 당월리 248	052-237-5364
(주)에이엠그린 구미지점	경상북도 구미시 산동면 백현리 산 192-10번지	054-714-3117
(주)대원인바이로텍	충청북도 제천시 왕암동 989	042-644-4040
한맥테코산업(주) 울촌사업소	전라남도 여수시 울촌면 조화리 울촌제1지방공단내 10블럭	061-683-1885

## 12. 관련법령

구분	주요업무	관계법령	소관부처
수입, 제조, 사용	수입, 제조, 사용등의 허가  자동차등록규제(석면사용제 동장치 장착 자동차)  유해성물질의 지정 및 관리	산업안전보건법 (법 제38조와 시행령 제30조) (2003.6.30) 자동차관리법 (법 제2장 제9조)  유해화학물질관리법 (법 제32조)	노동부  국토해양부  환경부
건축물 이용	다중이용시설 공기질 관리  체육시설 안전, 위생기준  학교의 환경위생관리	다중이용시설등의 실내공기질 관리법 (법 제6조 및 시행규 칙 제4조)  체육시설의 설치, 이용에 관한 법률 (법 제 24조)  학교보건법 (법 제 4조)	환경부  문화체육관광 부  교육인적자원 부
건축물 철거	건축물 해체, 철거  석면함유 건축물의 해체, 철 거 등의 허가	건축법 (법 제27조와 시행규 칙 제24조)  산업안전보건법 (법 제38조와 시행령 제30조) (2003.6.30)	국토해양부  노동부
폐석면 관리	폐기물의 분류 및 처리	폐기물관리법 (법 제2장 13조)	환경부

### 13. 국내 석면 관련 연구 보고서 목록

목록	연구기관	년도
공공건물의 석면함유물질 사용 실태조사	국립환경과학원	2008
대구·경북지역 석면해체·제거 작업에서의 석면 분진노출실태와 석면분진으로 인한 직업병 예방 체계 구축에 대한 연구	산업안전보건연구원	2007
석면 취급 근로자의 흉막 비후 조사를 통한 직업병 조기진단 및 향후 석면 직업병 발생량 예측	산업안전보건연구원	2007
석면 함유제품의 사용금지 효과에 대한 연구	산업안전보건연구원	2006
석면 해체·제거 인프라 기준 연구	산업안전보건연구원	2006
석면사용 건축물 관리를 위한 실태조사	환경부	2006
석면에 의한 건강장해예방 연구(Ⅰ)	산업안전보건연구원	2006
석면에 의한 건강장해예방 연구(Ⅱ)	산업안전보건연구원	2006
석면함유제품 실태조사 및 DB구축	산업안전보건연구원	2007
석면함유제품의 사용금지 효과에 대한 연구(Ⅱ)	산업안전보건연구원	2006
선진외국의 지하철 석면철거 등 관리방법 조사 및 국내 적용방안 연구	산업안전보건연구원	2007
지하철 역사 근로자의 석면노출에 대한 건강영향 평가	산업안전보건연구원	2008

14. 국내 석면 관련 연구 논문 목록

목록	저자	년도
ILO협약상 안전보건기준과 산업안전보건법의 비교연구-벤젠, 발암물질, 석면을 중심으로-	한국비교노동법학회 이상국	2004
건축물 해체 시 폐석면 관리 제도에 관한 분석적 연구	대한건축학회지회연합회 신용철 외 2인	2007
생활 속의 석면	한국재난관리표준학회	2008
석면 폐기물 관리제도 개선 현황 및 향후과제	환경관리연구소	2008
석면 해체·제거 작업지침	한국산업안전공단	2008
석면노출의 심각성과 소방 활동에 관한 연구	119매거진 김대완 외 7인	2008
석면방직공장 퇴직근로자 역학조사	한국산업안전공단 김건형	2008
석면의 규제와 대체 섬유	기술표준원 기술표준정보과 신은호	2008
석면의 법적 규제와 제조물 책임	한국재산법학회 김민동	한국재 산법학 회
수리조선 작업장에서의 공기중 석면 노출에 관한 연구	한국환경보건학회 심상효 외 4인	2008
우리나라 건축물내 석면사용 개관 및 석면 해체·제거작업 문제점	대한산업보건협회 김현욱	2008
우리나라 일부 석면 함유제품에 대한 실태조사	한국환경보건학회 노영만 외 5인	2008
일부 공공 및 학교시설에서의 석면 분포특성 조사	한국실내환경학회 노영만 외 6인	2007
저압 물세정 공법에 의한 석면함유 내화피복제 제거 작업장 주변의 공기 중 석면 농도	한국대기환경학회 김강윤 외 5인	2008
전문가시스템을 이용한 석면 및 비석	한국대기환경학회 최영아 외	2008

면의 분류 및 확인	2인	
직업병 역학조사: 택시 정비공의 석면 노출에 의한 악성중피종	산업안전보건연구원 김규상	2008
편광현미경법을 이용한 건물의 석면조사에 관한 연구	한국대기환경학회 김윤신 외 5인	2003
학교 교사의 실내공기 중 석면섬유의 계수 및 화학조성 분석	한국대기환경학회 박정호 외 4인	2008
한국의 석면 노출과 건강장해	산업안전보건 연구원 강성규	2008
환경복원과 유해물질, 9:석면폐기물의 적정처리기술 및 방향	환경관리연구소	2008