

석면해체·제거작업

기갑이 로



Content

① 석면해체 · 제거작업 계획 수립 및 주지	01
② 경고표지의 설치	03
③ 개인보호구의 지급 · 착용	05
④ 석면 해체 · 제거 장비	11
⑤ 위생 설비	19
⑥ 밀폐작업 전 준비사항	26
⑦ 작업장 밀폐	30
⑧ 음압 유지	35
⑨ 습식 작업	40
⑩ 석면함유 잔재물 등의 처리 및 흘날림 방지	43
⑪ 공기 중 석면농도 측정	50

[별첨 1] 석면해체 · 제거작업 관련 법령	55
[별첨 2] 석면해체 · 제거작업 지침(KOSHA Guide)	70
[별첨 3] 석면슬레이트 해체 · 제거 작업 표준매뉴얼	86

참고문헌	94
------------	----

고용노동부와 안전보건공단은 석면해체·제거작업에 의한 석면 노출을 최소화하기 위하여 ‘석면해체·제거작업 길잡이’를 작성하였다. 본 ‘석면해체·제거작업 길잡이’는 산업안전보건법 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 석면해체제거작업 기준(제489조부터 제497조까지)과, 안전보건공단에서 권고하는 석면해체·제거작업 지침(KOSHA GUIDE H-70-2012)의 내용을 바탕으로 좀 더 상세하게 작성되었으므로, 석면해체·제거작업 발주자, 석면해체·제거 현장 관리자(감리인) 및 작업근로자에게 안전한 석면해체·제거작업을 수행하는데 활용될 수 있을 것이다.

석면해체·제거작업 계획 수립 및 주지

사업주는 석면해체·제거작업을 실시하기 전에 산업안전보건법 제38조의2(석면조사)에 따른 일반석면조사 또는 기관석면조사 결과를 확인한 후 석면해체·제거작업 계획을 다음의 각 내용을 포함하여 수립하고, 이에 따라 작업을 수행한다.

석면해체·제거작업 계획에 포함될 내용

1. 공사개요 및 투입인력
2. 석면함유물질의 위치, 범위 및 면적 등
3. 석면해체·제거작업의 절차 및 방법
 - ▶ 해체·제거작업에 사용하는 도구, 장비, 설비 등 목록
 - ▶ 해체·제거 작업순서 및 작업방법 등
4. 석면 흩날림 방지 및 폐기방법
 - ▶ 해체·제거작업과정 중 발생된 석면함유 잔재물의 습식 또는 진공청소 등 석면분진 비산 방지방법 및 석면함유 잔재물 등 처리방법
5. 근로자 보호조치
 - ① 해체·제거작업자의 개인보호구 지급 및 착용계획, ② 위생설비 설치 계획
 - ③ 작업종료 후 작업복 및 호흡보호구 등 세척 방법,
 - ④ 추락, 감전 등 재해예방을 위한 조치계획, ⑤ 석면에 대한 특수건강진단
 - ⑥ 석면의 유해성, 흡연 등 금지 및 기타 석면해체·제거 작업관련 특별안전교육 등 교육계획
 - ⑦ 경고표지 설치 및 출입 통제조치 계획, ⑧ 비상연락체계 등

그리고, 석면해체·제거작업 근로자에게 수립된 계획에 대하여 교육 등을 통하여 주지시켜야 하며, 작업장에 대한 석면조사 방법, 종료일자, 석면조사 결과의 요지를 해당 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

또한, 석면해체·제거작업 근로자 외에 석면해체·제거작업으로 인해 영향을 받을 우려가 있는 근로자에게도 해체·제거작업 실시계획 및 준수사항 등을 알려야 한다.

석면해제·제거 작업장은 통제장소로 간주하여 석면해체·제거 관리자로부터 허가받은 사람만이 석면작업장소로 출입하도록 하고, 사업주는 석면해체·제거작업을 행하는 장소에 그림 2-1과 같은 경고표지를 출입구에 게시하여야 한다.

관계자 외 출입금지

석면 취급/해체 중

보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물 섭취 금지

- **전체크기** : 가로 70센티미터, 세로 50센티미터이상
- **글자크기** : “관계자 외 출입금지” 는 가로 8센티미터, 세로 10센티미터 이상,
그밖에 글자의 크기는 가로 6센티미터, 세로 6센티미터 이상
- **글자색깔** : 흰색 바탕에 흑색, “석면 취급/해체 중” 은 적색

[그림 2-1] 경고표지 양식

다만, 작업이 이루어지는 장소가 실외이거나 출입구가 설치되어 있지 아니한 경우에는 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

석면해체·제거 작업장 안내

작업장 위치:
 석면해체·제거업체명:
 석면해체·제거작업의 종류:
 작업기간: 0000년 00월 00일
 ~ 00월 00일(00일간)

※ 이 안내판은 「석면안전관리법」 제27조 및 같은 법 시행규칙 제37조에 따라 제작되었으며, 석면해체·제거작업의 세부 내용은 00특별자치도(시·군·구) 인터넷 홈페이지에서도 확인하실 수 있습니다.

석면해체·제거업체명(대표자명)

※ 작업장 위치 : 건물명과 함께 주소지를 번지까지 자세하게 기재
 ※ 석면해체·제거 작업의 종류 : 석면함유건축자재 종류 및 작업방법을 명시

규 격
300㎢(가로×세로) 이상 (0.25×세로)≤가로≤(4×세로)

[그림 2-2] 석면해체·제거 작업장 안내판
(석면안전관리법 시행규칙 제37조 관련)



[그림 2-3] 석면해체·제거 작업장 바리케이드
및 경고표지 설치 예

또한, 석면안전관리법 제27조 및 동법 시행규칙 제37조에 따라 주변에 석면해체·제거 작업장임을 공개하도록 되어 있고, 석면해체·제거 작업장에 접근이 가능한 인근 주민 및 통행자 등에게 석면해체·제거작업이 이루어지는 장소임을 상기시킬 수 있는 안내판 등을 그림 2-2의 양식을 참조하여 게시하여야 한다.

그리고 석면작업 장소 주위에 바리케이드, 울타리 또는 유사한 구조물을 이용한 경계선을 만들어 무단출입을 방지한다(그림 2-3).

사업주는 석면해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 작업조건에 적절한 특급 방진 마스크, 전동식 특급마스크 또는 송기마스크 등 호흡보호구, 고글형 보호안경, 신체를 감싸는 보호복 및 보호장갑, 보호신발 등의 개인보호구를 작업근로자 개인별로 충분히 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

그리고, 채용시 또는 특별안전보건교육 시간에 석면해체·제거작업 근로자에게 올바른 개인 보호구 착용방법, 안전작업방법 등 교육을 실시하여야 한다.

또한, 근로자는 사업주의 지시에 따라서 개인보호구를 반드시 착용하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제491조(개인보호구의 지급·착용)

- ① 사업주는 석면해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 다음 각 호의 개인보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다. 다만, 제2호의 보호구는 근로자의 눈 부분이 노출된 경우만 지급한다.
 1. 방진마스크(특급만 해당한다)나 송기마스크 또는 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 10의4제3호마목에 따른 전동식 호흡보호구. 다만, 제495제1호의 작업(분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업)에 종사하는 경우에는 송기마스크 또는 전동식 호흡보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다.
 2. 고글(Goggles)형 보호안경
 3. 신체를 감싸는 보호복, 보호장갑, 보호신발
- ② 근로자는 제1항에 따라 지급된 개인보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

[표 3-1] 개인보호구 지급 및 착용에 관한 작업기준

• 3.1. 호흡보호구

산업안전보건법 시행규칙 별표10의4 제3호 마목에 따른 전동식 호흡보호구는 다음과 같다.

- 전동식 방진마스크(전면형 특등급만 해당한다) 또는
- 전동식 후드 및 전동식 보안면(분진·미스트·흙에 대한 용도로 안면부 누설율이 0.05% 이하인 특등급에만 해당한다)



[그림 3-1] 전동식 후드 및 보안면 예

호흡보호구는 한국산업안전보건공단의 안전인증을 받은 제품을 사용하여야 한다.

그림 3-2는 석면해체·제거작업 시 착용되는 반면형 호흡보호구, 전면형 호흡보호구, 전동식 호흡보호구의 예를 보여주고 있다. 특히, 분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화 피복재의 해체·제거작업에서는 송기마스크 또는 전동식 호흡보호구를 반드시 착용하여야 한다.



[그림 3-2] 석면해체·제거작업에 사용되는 호흡보호구 예

3.2. 보호복

석면해체·제거작업에서 사용되는 보호복의 요구조건 및 착용시 준수사항은 다음과 같다.

- 보호복은 근로자의 전신을 덮을 수 있고 허리, 손목, 목이 조이는 구조로 머리덮개가 부착된 일회용 보호복을 사용하도록 한다.
- 석면섬유의 침투에 저항성이 있는 재료로 만들어져야 한다.
- 습식작업에 사용할 수 있는 소재이어야 한다.
- 지퍼 부분은 지퍼덮개가 있어 석면분진이 유입되지 않는 구조로 되어야 한다.
- 봉제처리 부분을 통하여 석면이 침투하지 못하도록 봉제처리 후 코팅 방식, 테이핑 처리 또는 동등 성능 이상의 처리방식을 적용하여야 한다.
- 보호복이 찢어진 경우 즉시 수리 및 교체하여야 한다.
- 석면해체·제거작업에 사용된 보호복은 석면지정폐기물로 처리한다.
- 마스크, 장갑, 덧신 등의 사이에 간격이 있을 경우에는 각각의 간격을 테이프로 밀봉하여준다.



[그림 3-3] 손목, 발목 부분 등 테이프 밀봉 예



[그림 3-4] 지퍼덮개(좌) 및 지퍼부분 테이핑 처리(우) 예

● 3.3. 보호장갑

석면해체 · 제거작업에서는 그림 3-5와 같은 불침투성의 일회용 보호 장갑을 사용하고, 사용 후 석면지정폐기물로 처리한다.



[그림 3-5] 석면해체 · 제거작업용 보호장갑 예

● 3.4. 보호신발

보호신발로서 안전화의 사용이 가능하나, 섬유형태의 끈이 있는 안전화를 사용할 경우 끈 부분에 석면이 흡착되어 오염될 수 있으므로 그림 3-6과 같은 오염방지를 위한 보호덧신을 착용하거나 안전장화 착용을 권장한다. 다만, 추락 등 안전상의 위험이 있는 경우에는 보호덧신 착용을 제외할 수 있다.



[그림 3-6] 보호덧신(좌) 및 안전장화(우) 예

3.5. 개인보호구 착용 교육

사업주는 석면해체·제거작업 근로자에게 호흡보호구 기밀검사(Fit-test)방법, 보호구의 이상 유무 검사방법, 사용방법, 유지관리방법, 오염물 세척 및 제거방법, 보호구의 사용제한 등에 관하여 교육을 실시하여야 한다.



[그림 3-7] 반면형 방진마스크 착용방법 예



[그림 3-8] 전면형 방진마스크 착용방법 예

석면해체·제거 작업자가 작업현장에 투입하기 직전에 적합한 호흡보호구 선택과 더불어 근로자 얼굴에 호흡보호구가 적절히 밀착되었는지 확인하기 위하여 밀착도 검사를 실시하여야 한다.

밀착도 검사 방법에는 음압 밀착도 검사와 양압 밀착도 검사방법이 있다. 음압 밀착도 검사방법은 흡입구를 손으로 막고 들어 마시는 숨으로 마스크 안을 음압으로 만드는 것이며, 양압 밀착도 검사는 배기구를 손으로 막고 내쉬는 숨으로 마스크 내부를 양압으로 만드는 것이다. 이때 마스크 안과 밖의 압력차이로 마스크 안면부와 얼굴이 잘 맞는지 확인한다.

음압 밀착도 검사 순서

- ① 양 손바닥으로 필터 흡입구를 각각 막는다.
- ② 천천히 숨을 들이 마신 후 약 10초 동안 그대로 유지한다.
- ③ 마스크가 안쪽으로 약간 조여들거나 공기가 안면부 안으로 들어오는 느낌이 없다면 밀착성이 좋은 상태라고 판단한다.
- ④ 만일 공기가 안으로 들어오면, 마스크가 얼굴에 적절히 밀착되도록 머리카락 등을 정리하거나, 마스크 위치를 조정하고, 마스크의 끈을 재확인 한다.
- ⑤ 다시 한번 음압 밀착도 검사를 실시한다.



양압 밀착도 검사 순서

- ① 마스크면체의 공기 배기구를 손바닥으로 막는다.
- ② 천천히 숨을 내쉬 후 약 10초 동안 그대로 유지한다.
- ③ 마스크 면체가 약간 볼록해 진 채로 지속된다면 안면부와 마스크 사이에 공기가 새지 않는다고 판단한다.
- ④ 만일 공기가 새면, 마스크가 얼굴에 적절히 밀착되도록 머리카락 등을 정리하거나, 마스크 위치를 조정하고, 마스크의 끈을 재확인 한다.
- ⑤ 다시 한번 양압 밀착도 검사를 실시한다.



4.1. 음압기

가. 음압기 개요

음압유지장치(음압기)는 밀폐된 작업장의 내부를 외부보다 음(-)압을 유지하게 하여 외부의 신선한 공기를 공급하고, 내부의 석면오염공기를 외부로 방출되지 않게 함과 동시에 고성능 필터(HEPA 필터)를 사용하여 내부 작업장의 공기 중에 존재하는 석면분진을 제거한 후 석면이 제거된 청정공기를 외부에 방출하는 장치이다.



[그림 4-1] 음압기 예

석면분진이 작업장 외부로 비산하지 못하도록 하기 위해서는 작업장과 외부의 압력차를 최소 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ (또는 $-0.02\text{inchH}_2\text{O}$)가 되도록 작업장 내부 음압 유지가 바람직하다. 작업장 내부 음압은 음압기의 용량(유량, 정압)과 작업장 주변 환경에 의해 결정되므로 관리자는 계획수립 단계에서부터 음압유지를 위해 필요 환기량을 계산하여 음압기 소요대수를 고려하여야 한다.

음압기는 작업량과 상관없이 상시 가동하고, 석면해체 · 제거작업이 끝나고 석면농도 측정결과가 기준($0.01\text{개}/\text{cm}^3$ 이하)을 충족할 때까지 계속 가동한다.

음압기는 밀폐된 작업장의 내부 또는 외부에 설치하는데 작업장소가 협소할 경우, 밀폐장소의 외부에 설치하나, 이럴 경우 흡입 덕트에 의하여 압력손실이 발생하므로, 가능하면 내부에 설치하는 것이 바람직하다. 그러나 내부에서 사용 시 음압기의 표면이 석면분진에 오염될 수 있으므로 흡입구와 배기구를 제외한 부분은 비닐시트로 밀폐를 권장한다.



[그림 4-2] 오염방지를 위한 음압기 밀폐

나. 음압기의 규격

석면해체 · 제거작업에서 사용되는 음압기의 적정 규격은 다음과 같다.

음압기의 규격

- 고성능 필터(HEPA 필터)를 장착하여야 함
- 전처리 필터와 중간 필터를 고성능 필터 앞쪽에 반드시 설치하여야 함
- 필터 차압게이지가 설치되어 있어야 함
- 음압기 내부를 밀폐하여 여과되지 않은 공기가 누설되지 않도록 하는 구조가 되어야 함 (그림 4-3)
- 송풍기는 필터 뒤쪽에 설치하여야 함
- 이동시 음압기 내 · 외부의 석면이 비산하지 않도록 조치를 하여야 함



[그림 4-3] 공기누설 방지를 위한 개스킷 설치 예

다. 음압기 필터

(1) 전처리 필터(Pre filter)

전처리 필터는 음압기의 성능 향상 및 고성능(HEPA) 필터의 수명을 연장시키기 위해 비교적 큰 입자를 미리 걸러주는 역할을 한다. 일반적으로 1회 사용 후 폐기시키고, 재사용은 하지 않도록 한다.

(2) 중간 필터(Medium filter)

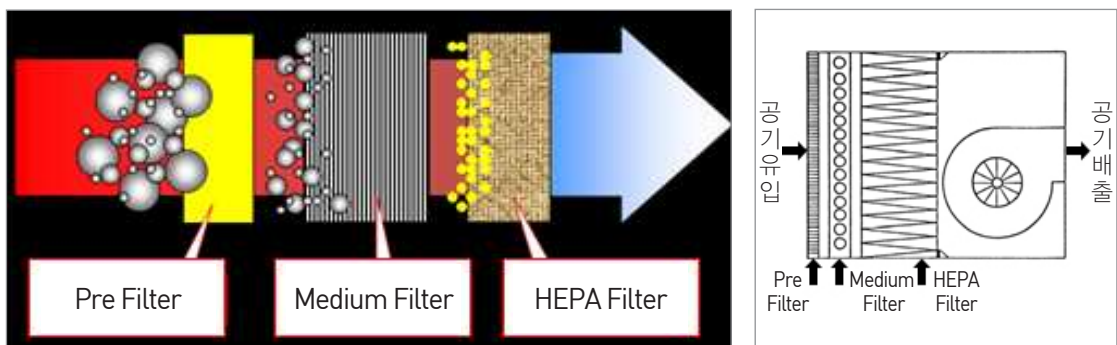
중간 필터 기능 역시 고성능(HEPA) 필터에 대한 분진 부하를 줄이기 위해 사용하며 0.3 μ m 입자에 대해 65%, 85%, 95%의 제진 성능이 있다.

(3) 고성능 필터(HEPA filter)

고성능 필터는 입경이 0.3 μ m 분진을 필터에 통과시켜 제거 효율이 99.97% 이상의 성능을 보유하고 있는 필터로, 석면 분진을 제거하는 음압기에서 가장 중요한 역할을 수행한다.



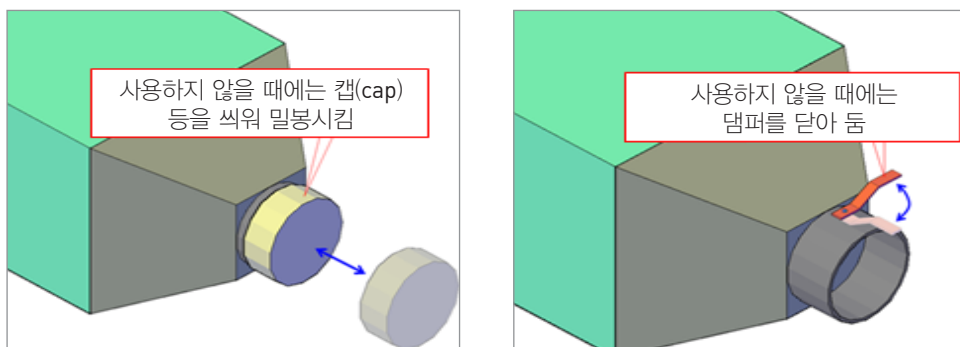
[그림 4-4] 음압기 필터
(고성능 필터 : 좌, 미디엄 필터 : 중앙, 전처리 필터 : 우)



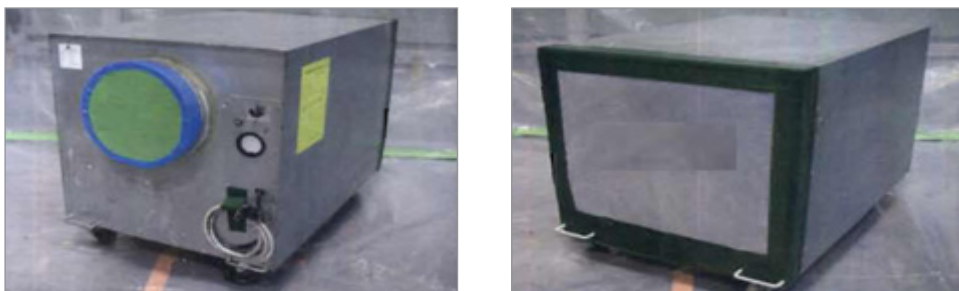
[그림 4-5] 음압기의 공기여과 원리와 내부구조

라. 이동시 비산방지 장치의 설치

음압기를 사용하지 않거나 장비 이동시에 석면 분진이 외부로 유출될 가능성이 있으므로 흡입구와 배기구를 밀봉하거나 전체를 비닐시트로 밀봉하여야 한다.



[그림 4-6] 음압기의 배기구 밀봉 방법 예



[그림 4-7] 음압기의 배기구(좌) 및 흡입구(우)의 밀봉 예



[그림 4-8] 이동 및 보관시 음압기 밀봉 예

마. 음압기 사용방법

적정 음압을 유지하기 위해서는 작업장 체적별로 일정 수준 이상의 배기 유량을 확보해야 한다. 공간이 넓어서 일정수준의 배기유량 확보가 어려운 경우는 석면해체 · 제거 작업공간을 분할 및 격리하여 적정 음압을 유지하면서 작업을 수행하도록 권고한다.

지속적으로 적정 배기유량을 확보하기 위해서는 주기적으로 필터를 교체해서 음압기의 차압이 증가하지 않도록 해야 한다. 필터 교체 주기는 필터 차압을 수시로 확인하여 결정하여야 한다. 또한, 음압기는 작업장의 출입문(위생설비와 연결된 부분)과 가장 멀리 떨어진 지점에 설치하여 작업장 내부에 공기가 정체하는 사각지대를 최소화해야 한다.

음압기는 가능한 작업공간 내부에 설치하는 것이 바람직하지만, 공간 부족 등의 이유로 덕트관을 연결하고 작업장 외부에 설치할 경우에는 사용 후 덕트관을 폐기한다.

바. 주기적인 필터 교체

음압기에 사용된 필터는 주기적으로 적절히 교환하여야 하며, 교환된 필터는 플라스틱 백에 이중 포장하여 지정폐기물로 처리한다. 또한 필터교환은 석면분진의 비산방지를 위해 밀폐 격리된 작업장에서 교환하여야 한다.

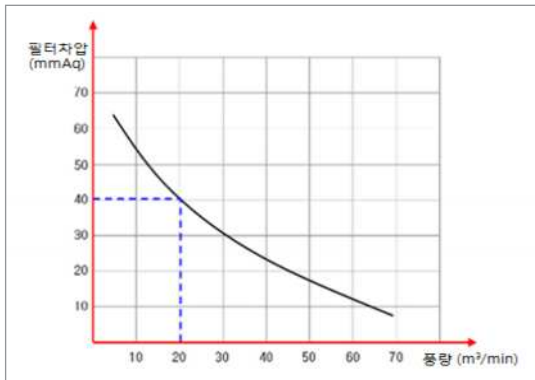
필터 교체시 다음과 같은 사항에 주의를 요한다.

- (1) 필터 교체는 석면해체·제거작업장(밀폐) 내부에서 하는 것이 바람직하다. 실외에서 필터를 교체할 경우 대부분 개인 보호구를 착용하지 않은 상태에서 수행하기 때문에 작업자가 석면 분진에 노출될 가능성이 있고, 필터에 포집되어 있던 석면 분진이 외부로 비산될 가능성도 있기 때문이다.
- (2) 석면을 제거하는 작업중에는 HEPA필터를 교환하지 않도록 하고, 작업을 멈춘 상태에서 예비 (Backup) 음압기를 가동시켜야 하며, 필터교체 시 발생하는 석면분진을 제거하기 위해 예비 음압기 흡입구에 근접시켜 필터를 교체하여야 한다.
- (3) 이때 HEPA필터를 교환하는 음압기는 안전을 위하여 가동을 중단하여야 한다.
- (4) 필터 교체 시 필터 여과지표면을 파손시키지 않도록 주의해야 한다. 필터 표면이 파손되면 누설에 의한 석면분진 유출 가능성이 있기 때문이다.
- (5) 필터 교체는 석면농도 측정 이전에 실시하여야 한다.

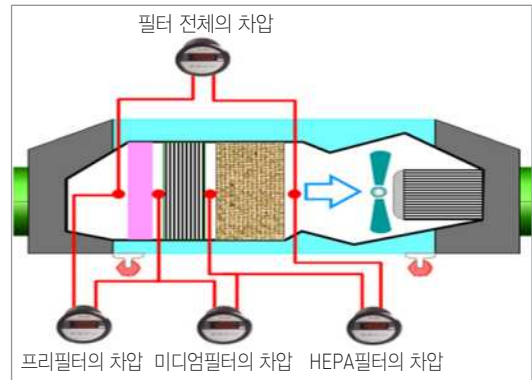
음압기 배기 유량은 필터 차압에 따라 크게 변하는데, 필터 차압이 증가할수록 배기 유량이 감소하게 된다. 이 때문에 음압기 설치 초기에는 충분한 배기 유량을 확보하여 음압이 형성되지만, 사용시간이 증가할수록 차압 증가에 따른 배기유량 감소로 작업장 내부 음압을 충분히 확보하지 못하게 되는 경우가 발생한다.

음압기 제조회사에서 제시한 필터 차압에 따른 배기유량 그래프를 확보한다면, 현재 가동 중인 음압기의 필터 차압과 배기유량의 관계를 쉽게 파악할 수가 있다. 그림 4-9의 그래프를 보면 음압기의 배기 유량을 20m³/min 으로 유지하기 위해서는 필터 차압이 40mmAq 이상을 초과하면 안 되는 것을 알 수 있다. 만약 30m³/min 의 배기 유량이 필요하다면 필터 차압이 30mmAq 에 도달하기 전에 필터를 교체해야 한다.

필터교체 시기를 확인하는 다른 방법으로는 작업 중에 음압측정기를 수시 모니터링 하여 적정 음압이 유지되고 있지 않을 경우, 작업장 체적의 변화가 없으며 작업자 출입에 의한 외부 공기 유입이 없는 등 외부 환경변화가 없는 상태라면 필터 교체를 하여야 한다.



[그림 4-9] 필터차압과 풍량과의 관계



[그림 4-10] 음압기 각 필터의 차압 측정 위치

4.2. 음압기록장치

석면해체·제거작업 시 발생하는 석면함유 분진이 외부로 비산되는 것을 방지하기 위해 작업장은 비닐시트를 이용하여 밀폐격리하고, 작업장과 외부의 압력차를 최소 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 가 되도록 유지하여야 하며, 석면해체·제거작업 시 음압을 측정후 그 기록을 보관하여야 한다.

작업공간 내부 음압은 음압기 배기유량 뿐만 아니라 개구면(작업자 출입, 비닐밀폐 틈 등) 변화, 실내외 온도차, 작업장 외부 기류 등에 의해 변하게 되고, 특히 음압 측정위치 주변으로 작업자가 걸어만 가도 음압 측정값은 변하게 된다. 이렇게 음압 변화가 심하게 발생하기 때문에 음압은 작업 시간 중 연속해서 측정하면서 수시 모니터링을 실시해야 하고, 음압 측정위치를 1개 지점 이상으로 하는 것을 권장한다.



[그림 4-11] 음압기록장치(음압측정기) 예

음압 측정 장비는 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 의 미세한 압력을 측정하는 장비이므로 측정결과의 신뢰성 확보를 위해서 주기적인 검교정이 필요하다.

석면해체 · 제거작업에서 사용되는 음압기록장치(음압측정기)의 적정 규격은 다음과 같다.

- 측정 감도는 0.01mmH₂O 이하일 것
- 1분 간격으로 측정된 자료를 24시간 연속하여 1개월 이상 저장 가능한 저장용량을 가질 것
- 1분 평균으로 측정된 음압이 0.508mmH₂O 이하 일 때 경보음이 작동하는 기능을 가질 것
- 측정 전 자체적으로 영점(Zero point)을 교정할 수 있는 기능을 갖출 것
- 결과물을 출력할 수 있는 기능을 가질 것

● 4.3. 진공청소기

석면해체 · 제거작업 중 또는 종료 후 작업장 바닥에 있는 석면함유 분진 및 부스러기 등 청소를 할 경우에는 석면 분진이 작업장 내에서 재 비산되지 않아야 하므로 반드시 고성능 HEPA 필터가 장착된 진공청소기를 이용하여야 한다.

HEPA 필터가 장착된 진공청소기는 과도하게 젖은 물질을 흡인하지 않도록 한다. 젖은 물질을 흡인하게 되면 HEPA 필터에 훼손을 주기 때문이다.

진공청소기는 사용 후 성능 유지를 위해 전처리 필터를 교체하는 것을 권장하며, 사용 중에 포집능력이 낮아지는 경우 필터(전처리, HEPA필터)를 교체하거나 막혀 있는 오염물을 제거하여 성능을 유지시켜야 한다. 또한, 이동시 진공청소기 내 · 외부의 석면이 비산하지 않도록 조치를 하여야 한다.



[그림 4-12] 고성능 필터가 장착된 진공청소기

석면해체 · 제거작업에서 사용되는 진공청소기의 적정 규격은 다음과 같다.

- 고성능필터를 장착해야 함
- 여과되지 않은 공기가 누설되지 않도록 하는 구조이어야 함
- 석면해체 · 제거작업 시 지속적으로 석면분진을 포집할 수 있는 충분한 모터성능을 가진 것이어야 함.

석면해체·제거 작업장과 연결되거나 인접한 장소에 탈의실, 샤워실 및 작업복 갱의실 등의 위생설비를 설치하고 필요한 용품 및 용구를 비치하여야 한다.

위생설비는 작업 장소에 직접 연결되는 구조가 가장 이상적이다. 그러나 지붕슬레이트 해체·제거작업과 같이 작업특성상 작업장소와 직접 연결하기가 현실적으로 어려운 경우에는 작업장소 인근에 위생설비를 설치할 수 있다.



[그림 5-1] 작업장과 연결되어 있는 위생설비



[그림 5-2] 지붕슬레이트 해체·제거작업 인근에 설치된 위생설비

다만, 위생설비를 격리하여 설치하는 경우 작업자는 작업장을 떠날 때 작업 장소 내에서 진공 청소기 등을 사용하여 호흡보호구, 보호복 및 사용 장비 등에 부착된 석면분진을 세척하여 이동 중 석면분진이 흩날리지 않도록 하여야 한다.



[그림 5-3] 작업장 이동 전 석면분진 세척모습

● 5.1. 위생설비의 설치순서 및 설치요건

위생설비의 설치는 이동식 형태 또는 작업 현장에서 직접 제작할 수 있으며, 설치순서는 탈의실 → 샤워실 → 작업복 갱의실 → 작업장 순으로 연결하여 설치한다.

위생설비는 석면해체 · 제거작업이 수행되는 밀폐된 지역에 직접 연결하여 시공하여야 하고, 위생설비 내의 각 구역에 있는 방은 공기차단막을 두어 각각 분리하여야 한다. 이러한 공기차단막의 설치 목적은 작업자를 해체 · 제거지역으로 쉽게 출입할 수 있도록 하되, 많은 양의 외부공기가 작업장 내부로 유입되어 작업장 내부의 음압이 파괴되는 것을 차단하고, 내부에서 발생하는 석면분진이 작업장 외부로 확산되지 않게 하는데 목적이 있다. 이러한 공기차단은 통상적으로 비닐시트를 이용하여 커튼의 형태로 만들어 진다.



[그림 5-4] 위생설비 설치 및 사용

또한, 위생설비에서 각 방에 여러 명이 동시에 사용하지 못하도록 관리가 필요하다. 이는 샤워실이나 탈의실에서 여러 명의 근로자들이 대기하고 있는 경우 공기차단이 적절히 되지 않아 작업장 외부로 내부의 공기가 확산될 위험이 있기 때문이다.

가. 탈의실이 갖추어야 할 요건

- (1) 사물함 등을 비치하여 개인보호구 보관
- (2) 호흡보호구의 착용이 적절한지 확인하기 위한 거울 준비
- (3) 오염되지 않은 의복을 보관할 수 있는 사물함
- (4) 탈의 보관함 설치로 사용하지 않은 것과 사용한 것을 분리하여 보관
- (5) 공기의 흐름은 탈의실에서 샤워실 및 작업복 갱의실로 기류가 이동

나. 샤워실이 갖추어야 할 요건

- (1) 비누, 샴푸와 냉·온수가 제공되는 샤워설비
- (2) 공기의 흐름은 샤워실에서 작업복 갱의실 쪽으로 기류가 이동
- (3) 배수되는 물은 전처리 필터 20마이크론 필터와 5마이크론 필터를 통해 정화

다. 작업복 갱의실이 갖추어야 할 요건

- (1) 석면해체·제거작업에 의해 오염된 보호복, 보호신발 등의 세척을 위한 고성능필터가 장착된 진공청소기
- (2) 오염된 보호복과 보호신발 등을 폐기하기 위한 폐기용 백
- (3) 석면폐기물을 담기위한 뚜껑이 있는 용기
- (4) 공기의 흐름은 작업복 갱의실에서 석면해체·제거 작업장 지역으로 기류가 이동

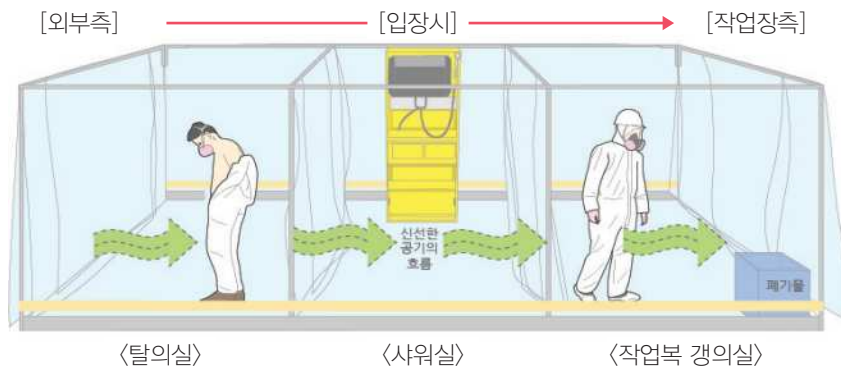


[그림 5-5] 냉온수기 및 배수여과장치 설치 예

● 5.2. 위생설비 사용방법

가. 작업 전 위생설비 출입순서

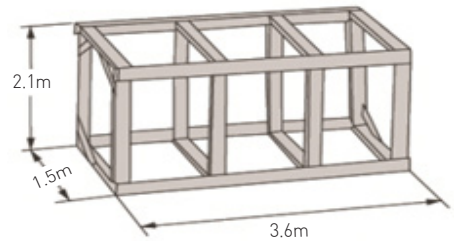
- (1) 탈의실에 들어간 작업자는 평상복 및 개인 소지품을 사물함에 보관
- (2) 오염되지 않은 깨끗한 1회용 보호복으로 갈아입음
- (3) 호흡보호구를 착용하고 밀착도 검사 수행
- (4) 샤워실을 통해 작업복 갱신실로 들어가되 샤워를 하지 않음
- (5) 작업복 갱신실에서 안전모, 보호신발, 보호장갑 등 착용(섬유재질의 끈이 달린 안전화를 착용한 경우 보호덧신 착용)
- (6) 손목과 발목 등 틈새를 테이프로 밀봉
- (7) 작업장소로 이동



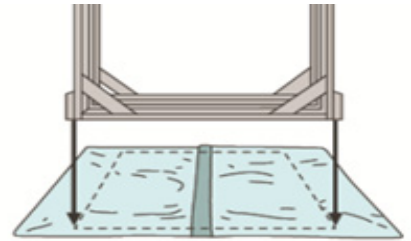
[그림 5-6] 작업 전 위생설비 사용방법

다음은 위생설비 설치 절차의 예시이다.

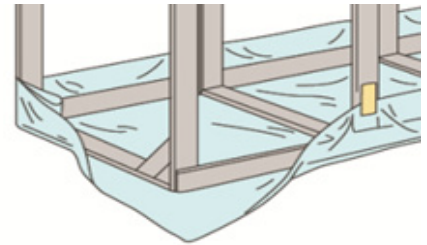
- ① 파이프 또는 각목을 이용하여 뼈대를 만든다.



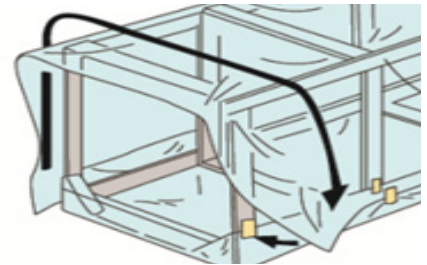
- ② 비닐 시트(두께 0.15mm 이상) 세겹을 바닥에 깔고 뼈대를 비닐시트 중앙에 놓는다.



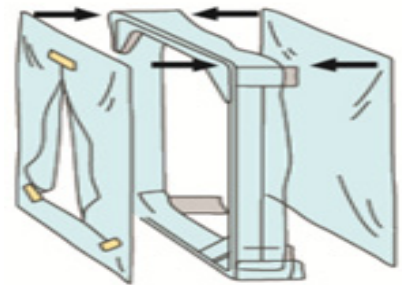
- ③ 비닐시트의 가장자리를 접어 뼈대의 위쪽으로 접어 붙인다. 이때 통로가 되는 가장자리의 바닥비닐은 뼈대의 내측으로 접어 붙여 통행에 방해가 되지 않도록 한다.



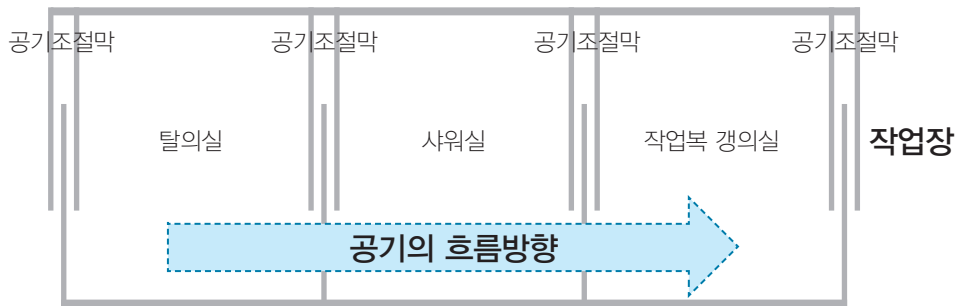
- ④ 비닐시트로 통로부분을 제외한 옆부분과 천장부분을 덮어서 덕트 테이프(4.8cm)로 고정하여 공기가 누출되지 않도록 한다.



- ⑤ 통로에 설치하는 공기조절막(Air Lock)은 탈의실, 샤워실, 작업복 갱신실의 각 구역 통로 및 출입구에 설치한다.
공기차단막의 설치는 각각 비닐시트 3매를 위생설비 통로 가로길이의 2/3 크기로 잘라서 지그재그형태(Z-Lock)로 하거나, T-Lock으로 비닐시트를 붙여 공기의 유입이 용이한 구조로 만든다.



- ⑥ 스모크 테스트를 통하여 공기의 흐름 방향 확인한다.



[그림 5-8] Z-LOCK의 설치 방법



[그림 5-9] Z-LOCK의 예



[그림 5-10] T-LOCK의 예

위생설비의 통로를 T-Lock으로 할 경우는 내부에 비닐시트 1장을 설치해 주는 것이 중요하다. 내부의 비닐시트는 상부 부분만 접착을 하여 통행이 용이하도록 하고, 예기치 않은 일로 인하여 급작스럽게 작업장 내부에서 위생설비로 공기가 유입되는 경우, 석면분진이 밖으로 유출되지 않도록 내부 비닐막을 필히 설치하여야 한다.

작업이 모두 종료된 후에는 위생설비 설치에 활용했던 비닐시트 등은 지정폐기물로 처리한다.

Part

06

밀폐작업 전 준비사항

석면해체 · 제거 작업장소는 통제하여야 할 장소로 간주하여 석면해체 · 제거 현장관리자로부터 허가받은 사람만이 출입하도록 하고, 작업장소 주위를 통제시키고 경고표지를 설치한다.

작업장소 주위에 바리케이드, 울타리 또는 유사한 구조물을 이용한 경계선을 만들고 점검한다.

계단과 승강기가 있는 건물인 경우 비닐시트(폴리에틸렌 시트)를 이용하여 밀폐시키고, 2층 이상의 건물 전체를 해체 · 제거하는 작업에서 승객용 승강기는 최저층에 있도록 하며 작업이 수행되는 동안에 작동을 멈추게 한다. 석면폐기물을 운송의 목적으로 승강기를 이용할 경우 승강기 내부를 비닐시트로 밀폐 조치하고, 허가 받은 사람이외에는 사용을 금지시키며, 작업 종료 후 내부 청소를 깨끗이 한다.

석면해체 · 제거 작업지역은 석면분진의 비산을 막기 위해 밀폐되어야 한다. 밀폐하기 전에 작업장 바닥 및 주변을 청소하는 등 다음과 같은 준비사항을 준수하여야 한다.

밀폐작업 전 준비사항

- 바닥 및 주변의 청소
- 환기시스템 중단 및 전기설비 차단
- 창문 등 개구부 밀폐
- 작업지역을 타 인접 장소와 격리
- 이동 가능한 시설물의 이동 및 고정물의 밀봉

● 6.1. 환기 시스템 중단 및 전기설비 차단

석면해체 · 제거작업 시 발생하는 석면분진이 작업구역 외부로의 확산을 방지하기 위하여 반드시 석면해체 · 제거작업지역의 환기시스템은 모두 중단하여야 한다.

또한, 석면해체 · 제거작업은 습윤 제거를 원칙으로 하고 있으므로, 전기감전의 위험을 예방하기 위해 작업지역의 전기설비를 차단하고 전원이 필요시에는 외부에서 누전차단기가 설치된 연장선 또는 임시배전반 등을 이용하여 전원을 공급하여야 한다.



[그림 6-1] 환기설비의 중단 및 전원 차단

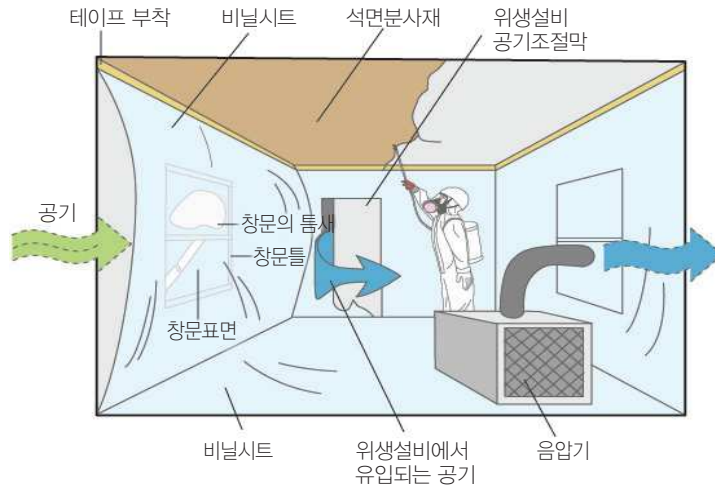
● 6.2. 환기구, 창문 등 개구부 밀폐

석면해체 · 제거작업 구역으로부터 비산된 석면입자가 외부 환경으로 비산되는 것을 방지하기 위하여 작업구역을 밀폐하기 전에 창문, 사용하지 않는 출입문, 환기 시스템 급배기구 등의 개구부에 대해 비닐시트(두께 0.15mm 이상)와 덕트 테이프를 이용하여 밀폐를 시킨다.



[그림 6-2] 환기구, 개구부 등의 밀폐

그림 6-3은 창문을 밀폐하지 않고 벽을 비닐시트로 밀폐한 결과 외부공기가 유입되어 비닐시트가 불룩하게 팽창되는 모습을 보여주고 있다. 이러한 모습은 현장에서도 흔히 볼 수 있는 사례로, 밀폐하기 위해 사용한 비닐시트가 훼손될 위험이 매우 높다.



[그림 6-3] 개구부 밀폐 부적절 사례

● 6.3. 작업지역을 타 인접 장소 등과 격리

석면해체·제거 작업구역은 타 인접 장소와 격리를 시켜야 하며 벽 등 구조물이 불충분한 경우에는 임시벽을 설치하여야 한다. 또한, 석면 해체·제거작업 구역이 너무 넓어 보유하고 있는 음압기로 적정 음압을 유지하기 힘든 경우에는 작업구역을 적정 규모로 임시벽 등을 설치·구분하여 작업을 진행하여야 한다.



[그림 6-4] 임시벽 설치 사례

● 6.4. 이동 가능한 시설물의 작업구역 외부로 이동

작업지역 내 이동이 가능한 물품 및 시설물은 작업지역 밖으로 이동시켜 석면 비산으로 인한 오염을 방지하여 작업 완료 후 오염정화 작업을 최소화시켜야 한다. 그러나 설비 및 공조시설 등 이동이 불가능하여 작업구역의 원래 위치에 있어야 하는 시설물 등은 비닐 시트 등의 불침투성 재질로 밀폐시켜 석면입자의 유입으로 인한 오염을 방지하여야 한다.



[그림 6-5] 이동가능한 물건 이동 사례



[그림 6-6] 이동 불가능한 물건 밀폐 사례

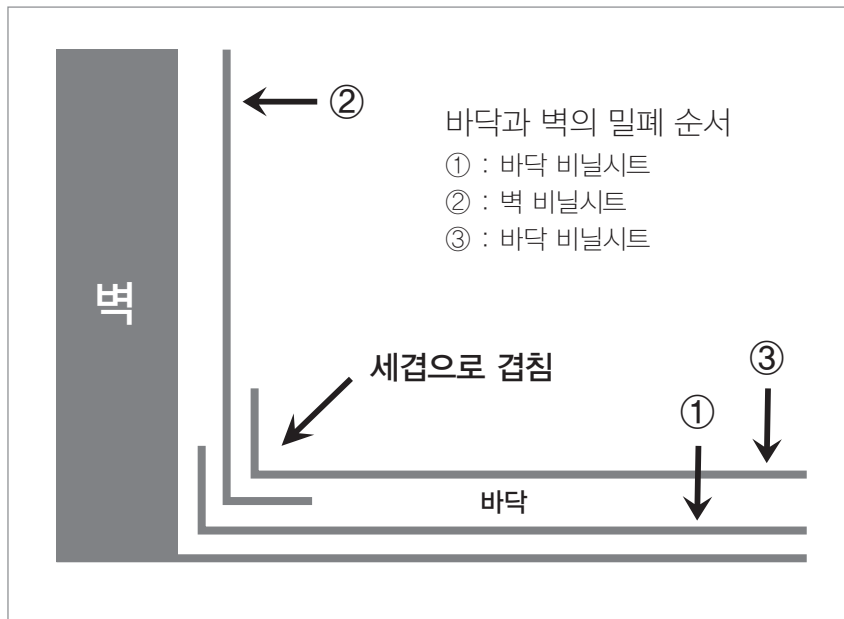
Part

07

작업장 밀폐

석면해체 · 제거작업 구역이 실내인 경우에는 작업 장소 내 음압밀폐를 하기 위하여 작업부위를 제외하고는 바닥, 벽 등을 불침투성 재료의 비닐 시트로 덮는다.

이때 바닥과 벽의 밀폐순서는 바닥을 먼저 밀폐하고, 그다음에 벽을 밀폐한 후, 다시 바닥을 밀폐하는 순서로 진행하여야 한다(그림 7-1 참조).



[그림 7-1] 비닐시트를 이용한 바닥과 벽의 밀폐순서

● 7.1. 비닐시트와 덕트 테이프의 조건

석면해체·제거 작업현장을 적절하게 밀폐하기 위해서 바닥은 0.15mm 이상, 벽면은 0.08mm 이상 (0.1mm 권장)의 두께인 폴리비닐시트를 사용하여야 한다. 비닐시트는 청결하고, 불투명한 재질을 권장한다.

비닐을 접착하기 위해 폭 4.8cm 이상의 덕트 테이프 사용을 권장하며, 비닐시트와 벽면에 접착력이 우수하여야 한다. 접착이 어려운 경우는 코르크, 나무 등을 이용하여 못으로 고정하거나, 접착스프레이로 비닐시트를 벽에 부착하는 방법이 사용 가능하다.



[그림 7-2] 덕트 테이프

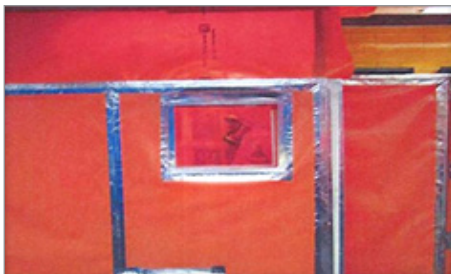
● 7.2. 감시창의 설치

현장관리자 또는 석면감리원이 석면해체·제거 작업장에 들어가지 않고 작업장 내부를 감독할 수 있도록 감시창 설치가 필요하다.

작업장 밖에서 작업장 내부를 볼 수 있는 감시창은 탄력성이 있고, 투명한 재질의 아크릴판 사용을 권장하며, 가로 600mm, 세로 400mm 이상으로 설치한다.

또한 작업장 내부를 들여다 볼 수 있도록 성인의 눈 높이에 설치를 하여야 하고, 덕트 테이프로 틈새가 없도록 감시창 주변을 밀폐하여야 한다.

감시창을 설치하기가 어려운 경우는 CCTV 설치 등을 통하여 작업장 내부의 상황을 확인할 수 있도록 하여야 한다.



[그림 7-3] 감시창 설치 사례

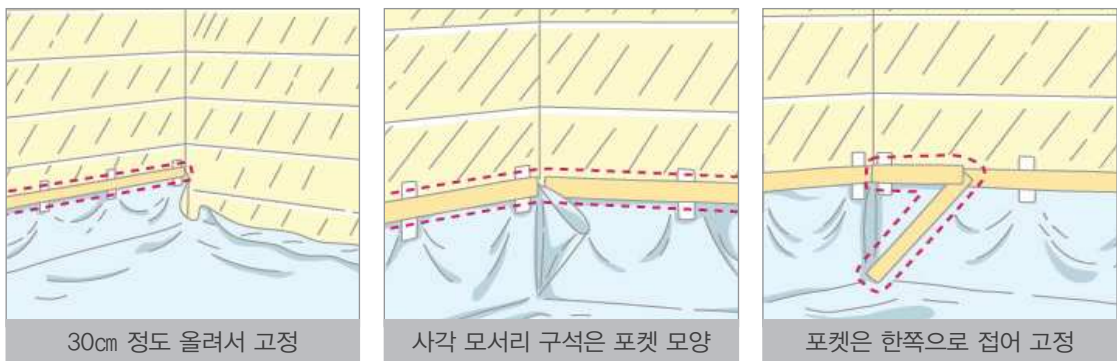


[그림 7-4] 석면해체 · 제거 작업장 밀폐

7.2. 작업장 바닥 밀폐

바닥면의 밀폐는 비닐시트의 두께가 0.15mm 이상을 것을 사용하여 2중으로 비닐을 깐다. 2중으로 비닐을 깔 경우, 움직이지 않도록 양면용 테이프나 접착제를 사용하여 고정한다.

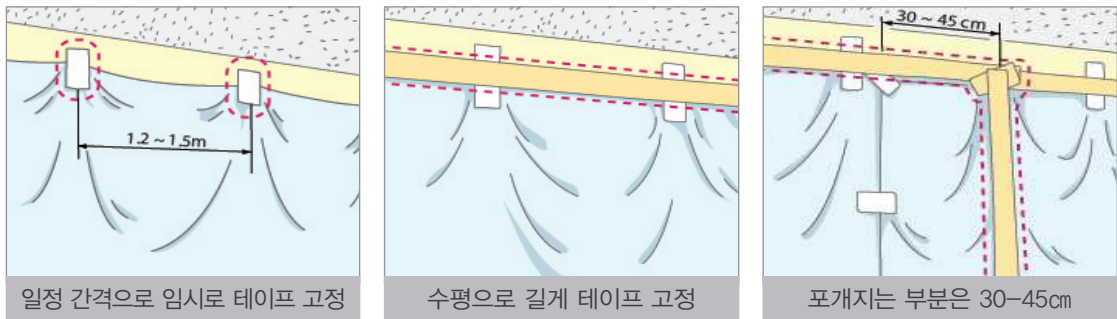
또한 비닐시트로 벽면 모서리까지 깔고 벽 위로 30cm 정도 올려서 접어 고정시킨다. 사각모서리 구석은 그림 7-5처럼 포켓 형태로 만든 후 평평하게 당겨 한쪽 면에 고정시키고 테이프를 부착한다. 포켓부분은 분진이 안으로 유입되지 않도록 테이프로 밀봉한다.



[그림 7-5] 바닥과 벽면의 이음새 부분 밀폐 방법

7.3. 작업장 벽 밀폐

벽면의 밀폐는 두께 0.08mm 이상(0.1mm 권장)의 비닐시트를 사용한다. 밀폐순서는 우선 비닐시트를 내려서 테이프로 바닥까지 붙여 고정한다. 콘크리트 재질의 벽면은 테이프가 고정되기 어려우므로 접착스프레이를 뿌려준 후 비닐시트를 붙여준다. 비닐시트를 테이프로 고정 시에는 그림 7-6과 같이 천정에서 약 5cm 떨어진 곳에서 1.2 ~ 1.5m 간격으로 테이프를 이용하여 임시적으로 고정시킨 후 비닐시트를 수평하게 하고, 임시적으로 붙인 테이프 위에 수평으로 길게 테이프로 고정한다. 벽면 시트의 이음매 부분은 30 ~ 45cm 수직으로 포개어지도록 조정하여 테이프로 고정한다.



[그림 7-6] 벽면의 밀폐방법

벽면 비닐시트의 접착은 테이프로 틈새 없이 붙이고, 필요에 따라서는 그림 7-7과 같이 고정물 (나무조각, 쥘대, 합판) 등으로 보강한다.



[그림 7-7] 벽면 밀폐시 나무조각 이용

이동형 비계, 고소작업차, 사다리 등 무거운 이동식 작업대의 사용 시 비닐이 훼손되지 않도록 주의한다.

● 7.4. 밀폐의 확인

비닐시트로 밀폐가 잘되었는지 확인하는 방법으로 발연관(smoke test tube)을 이용하여 비닐의 이음새 부분이나 접착부분 등에 공기가 새는 것을 확인하는 방법이 적용될 수 있다. 다른 밀폐 확인 방법으로는 청색이나 빨간색 등의 분필 가루를 비닐 아래 테이프 이음새 안쪽 부분에 뿌려준 후 테이프 이음새 부분에 약간의 물을 분무하여 누설여부를 확인하는 방법이 있다. 만약 누설되는 부분이 있을 경우에는 물이 침투하여 분필 색깔의 물이 보일 것이다. 이런 현상이 발생되면 즉시 누설된 부분의 비닐을 재정비하도록 한다.

또한 작업 전 · 후에는 음압기를 1시간 이상 작동을 시켜 음압이 유지되는 지를 필히 확인하여야 한다. 이러한 이유는 시간이 지나고, 음압이 지속적으로 유지됨에 따라 부착된 비닐시트가 느슨해지거나 떨어지는 것을 미리 확인하기 위해서이다.



[그림 7-8] 발연관을 이용한 밀폐 적정유무 확인방법

밀폐된 석면해체·제거작업장 내부의 음압을 유지하기 위해서는 작업계획 수립단계에서 작업장 공간(체적)에 따라 적정 배기유량 및 음압기 소요대수를 산정하여 작업장에 설치하여야 한다.

8.1. 음압기 소요대수 산정 방법

미국 환경보호청(EPA)에 따르면 작업장 내·외부의 압력차가 최소 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 를 유지하여야 작업시 발생하는 석면분진이 외부로 유출되지 않는 것으로 제시하고 있다.

$-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 의 음압 수준을 만족하기 위해서는 시간당 환기횟수(ACH : Air Change per Hour)를 4회 이상으로 하여 배기 유량을 산정하면 대략적으로 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 정도의 음압이 형성된다. 물론 이 경우는 비닐격벽과 출입문 등이 완전히 밀폐된 경우에 한해서 적용가능하다.

음압기 소요대수 산정시 주의사항

- 설계 도면이나 현장 예비조사를 통하여 천장재를 철거했을 때 눈에 보이지 않은 공간을 사전에 확인하여 체적에 포함
- 배기량은 작업 중 음압유지를 방해할 수 있는 작업자 출입, 음압기 효율, 밀폐의 기밀 등을 고려하여 여유율(20%이상) 부여
- 필요 배기량에 비해 음압기를 부족하게 보유하고 있는 경우 임시벽 등을 설치하여 체적을 줄이는 방안 검토

음압기 소요대수 산정 방법은 다음과 같다.

- | | |
|--|--|
| ① 작업장 공간(체적) 계산(m^3)
= 가로(m) × 세로(m) × 높이(m) | ② 시간당 환기량(m^3/hr)
= 4회/hr × 체적(m^3) |
| ③ 필요 배기량(m^3/min)
= [시간당 환기량 ÷ 60min/hr] × 여유율(1.2) | ④ 음압기 소요대수 산정
= 필요배기량 ÷ 음압기 용량 |

[예제] 가로 15m, 세로 15m, 높이 3m인 사무실의 천장에 설치된 석면함유 텍스를 철거하고자 한다. 필요한 배기량과 $40m^3/min$ 의 음압기 소요대수를 산정하라.
(단, 천장텍스에서 슬라브까지의 높이는 2m)

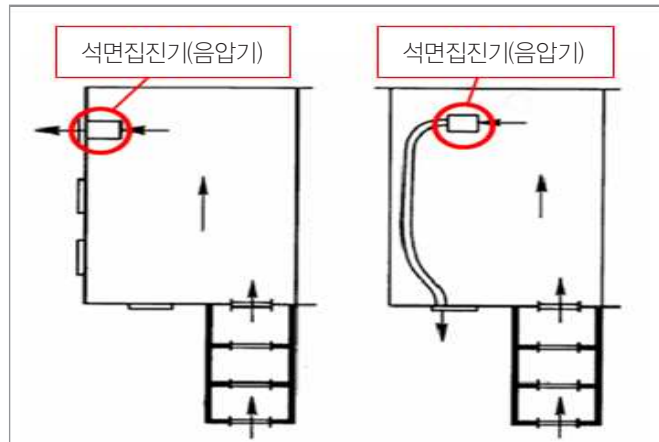
[풀이] ① 작업장 공간(체적) 계산 = $15m \times 15m \times 5m = 1,125m^3$
 ② 시간당 환기량 = $4회/hr \times 1,125m^3 = 4,500m^3/hr$
 ③ 필요 배기량 = $[4,500m^3/hr \div 60min/hr] \times 1.2 = 90m^3/min$
 ④ 음압기 소요대수 산정 = $90m^3/min \div 40m^3/min = 2.25$
 ∴ $40m^3/min$ 의 음압기 3대가 필요

● 8.2. 음압기 설치 위치

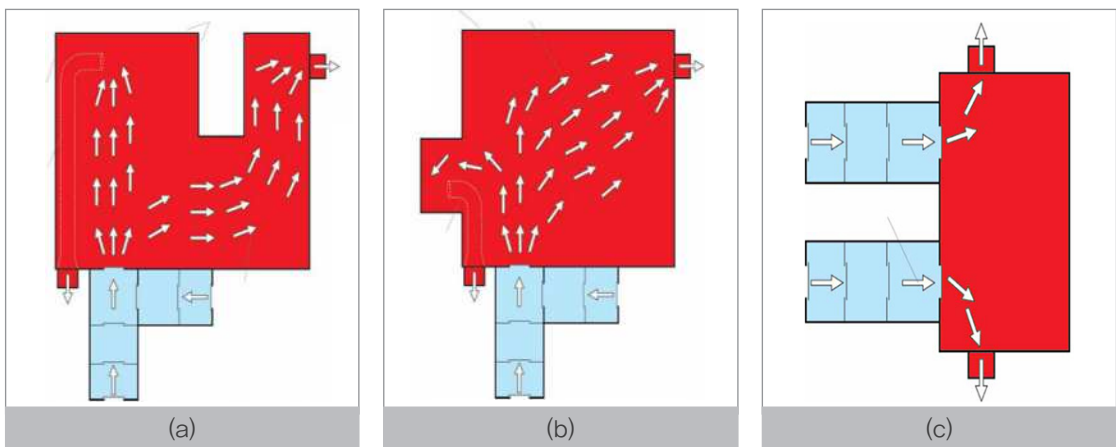
음압기 흡입구는 위생설비에서 가능한 먼 곳에 설치하여야 하며, 출입구 가까운 곳에 설치하게 되면 실내 · 외 압력 차이에 의해 출입구를 통하여 들어온 신선한 공기가 바로 음압기로 유입되기 때문에 환기 효과가 감소된다.

2대 이상의 음압기를 설치할 경우에는 한쪽으로 집중시키지 않고, 작업장 구석으로 공기의 흐름을 분산시켜 공기 정체구역을 최소화할 수 있도록 해야 한다.

작업장 내부에서 음압기의 흡입구 또는 배출구에 덕트(공기 운송관)를 연결하여 사용하는 경우 비닐재질의 덕트를 사용하고, 해체 작업 후 지정 폐기물로 폐기 처리해야 한다.



[그림 8-1] 밀폐작업장 내부 음압기 설치 예시



[그림 8-2] 음압기 설치위치에 따른 공기흐름 좋은 사례(a, b) 및 나쁜 사례(c)



[그림 8-3] 음압기 배출덕트로 비닐사용 예시

● 8.3. 음압유지의 확인

음압기를 설치한 후 석면해체·제거작업 전에 음압이 유지되는지 확인하여야 한다. 음압을 확인하는 방법은 다음과 같다.

- 음압밀폐시스템의 비닐 시트 등의 밀폐시트가 작업장 안쪽으로 팽창되는 것을 확인한다.
- 연기 발연관(smoke test tube)을 이용하여 연기흐름의 방향이 석면 해체·제거작업장과 연결된 출입구에서 음압기 흡입구로 이동하는 것을 확인한다.
- 음압측정기의 압력이 $-0.508\text{mmH}_2\text{O}$ 이상 유지하는지 확인한다.

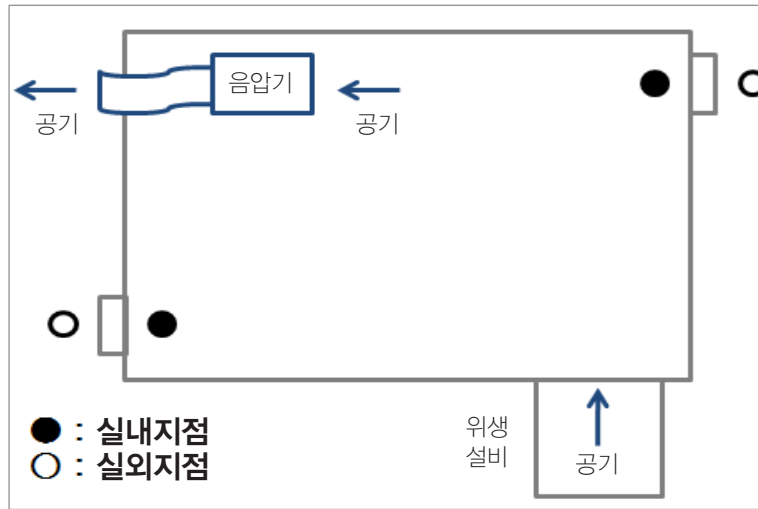
● 8.4. 음압의 측정

밀폐된 석면해체·제거작업장 내에서 음압측정 위치는 출입문에 영향을 받지 않고 음압기와 가장 먼 위치에서 측정하여야 한다. 이는 음압측정 시 작업자의 출입·이동에 의하여 영향을 받을 수 있으며, 음압기와 가까울수록 높게 측정될 수 있기 때문이다.

음압기는 작업시작부터 작업종료까지 운전되어야 하며 음압기록 장치도 음압기가 운전되는 동안에는 지속적으로 측정하여 기록을 보관하여야 한다. 여기에서 “작업종료”란 석면 함유물질을 모두 제거한 후 공기 중 석면농도를 측정하여 그 결과가 $0.01\text{개}/\text{cm}^3$ 이하로 확인된 때까지를 의미한다.

석면해체·제거작업장 내부에서 음압측정기의 사용방법은 다음과 같다.

- 음압측정기의 (+) 프로브는 해체 작업장 내부에 위치시키고 (-) 프로브는 해체 작업장 외부에 위치시켜 실내·외 차압을 측정하는 것을 원칙으로 하며, 작업시작부터 작업종료까지 측정하여 기록을 보관하여야 한다.
- 측정 위치는 그림 8-4와 같이 출입문과 음압기의 영향을 받지 않는 곳으로 압력 분포를 대표할 수 있다고 판단되는 지점에서 측정을 수행한다.
- 음압을 측정하기 전에는 반드시 음압 측정장비의 영점 보정을 하여야 한다. 영점 보정을 하는 장소는 일반 대기압(압력의 영향이 없는) 상태의 작업장 밖에서 보정하여야 한다.



[그림 8-4] 음압 측정지점의 설치 예시



※ 참고 : $-0.508\text{mmH}_2\text{O} = -5\text{Pa} = -0.02\text{inchH}_2\text{O}$

[그림 8-5] 음압 측정 적정 사례

Part

09

습식 작업

석면해체 · 제거작업에서 준수하여야 할 기본원칙은 눈에 보이는 (석면)분진의 비산이 없도록 (no visible emission) 작업하는 것이다. 이를 위해서 모든 석면함유물질의 해체 · 제거작업에는 물 또는 습윤제(계면활성제)를 이용하여 습식으로 작업하여야 한다.

석면해체 · 제거작업에서 사용되는 습윤제의 제조방법은 습윤약품의 구성성분에 따라 물과 혼합비율이 각각 다르므로, 제조사의 사용설명서를 참고하여 물과 약품의 적정 혼합비율을 고려하여 제조한다. EPA(미국환경보호청)에서 습윤제의 제조방법은 물 1L와 습윤약품(폴리옥시에틸렌 에스테르 50%, 폴리옥시에틸렌 에테르 50%) 0.008L의 비율로 혼합하여 사용하도록 권장하고 있다.

이러한 방법으로 제조된 습윤제는 석면함유물질 내부로 쉽게 스며들어 석면분진의 비산을 억제시키는 역할을 한다.

습윤화 작업 전에 먼저 작업장 내부의 밀폐조치를 실시한 후 음압을 유지하여야 한다. 습윤제 분무장치를 이용하여 시험적으로 석면함유물질 일부 표면에 분무시켜 침투상태 등을 확인한다.

습윤제가 석면함유물질의 내부 안쪽까지 충분히 침투하도록 하기 위하여 습윤약품 사용설명서에 따른 물과의 혼합비율과 기다림 시간을 엄수하여야 한다. 일반적으로 습윤이 충분히 될 수 있도록 습윤액을 분무하고 20~30분 이후에 작업을 실시하도록 한다. 단, 외부의 환경에 의해 습윤이 불충분 한 경우 작업 중 습윤성을 유지하도록 반복적으로 습윤액을 뿌린다.



[그림 9-1] 습식작업에 사용되는 에어리스 펌프(좌)와 정원용 분무기(우)



[그림 9-2] 습윤제 분무 예시

그러나 천장텍스의 경우, 텍스의 외부표면에 코팅이 되어 있는 경우 표면에 습윤제를 분사하여도 습윤이 잘되지 않는다. 이러한 경우는 천장텍스를 몇장 떼어낸 후 코팅이 되어있지 않는 뒷면에 습윤을 시키면, 먼지를 비산시키지 않고 용이하게 텍스를 떼어낼 수 있다(그림 9-3 참조).

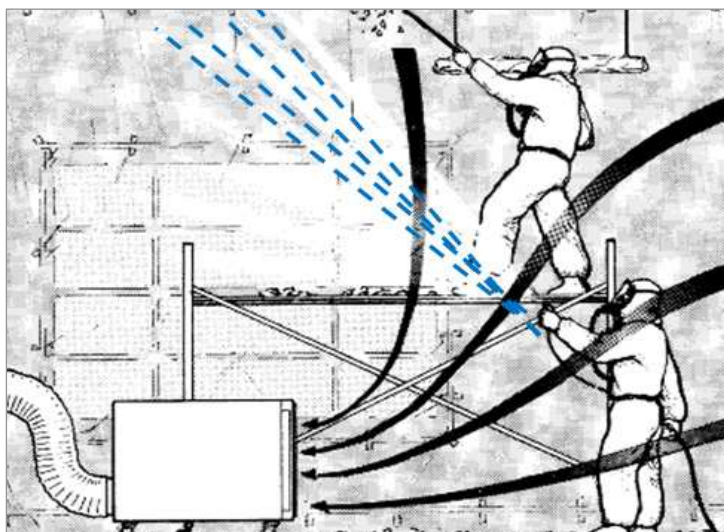
또한, 과도한 습윤제 분무 또는 고압분사기를 이용한 습윤제 분무로 인하여 석면함유물질이 갈라지거나 분해되지 않도록 주의가 필요하다. 에어리스 펌프를 이용한 분무시 적정 분무압력은 3.4 bar(50 psi)이하로 유지하도록 권고한다.



[그림 9-3] 코팅된 천장 텍스 뒷면의 습윤제 분무 예시

이러한 습식작업에 따른 감전재해를 예방하기 위하여 해체 · 제거작업구역 내부의 전원은 모두 차단하고, 작업에 필요한 전력은 누전차단기가 설치된 연장선 또는 임시배전반 등을 이용하여 외부에서 공급하여 사용한다.

또한, 지붕재 작업 또는 고압의 전기가 위치한 작업구역 내에서는 작업 근로자의 안전을 위해 습식에 의한 제거 작업을 수행하지 않을 수 있다. 이를 위해서는 석면해체 · 제거작업 계획서 상에 습식을 수행할 수 없는 이유를 명시하고 석면분진이 비산되지 않는 다른 방법을 적용하도록 한다.



[그림 9-4] 뿔칠재 제거시 습식작업 방법 예시

석면함유 잔재물 등의 처리 및 흄날림 방지

석면해체·제거작업에서 발생한 석면함유 잔재물이나 석면 부스러기 등은 불침투성 용기 또는 비닐포대(자루) 등에 넣어 밀봉한 후 그림 10-1의 석면함유 폐기물 표시를 한 후 폐기물관리법에 따라 처리하여야 한다.



※ “공급자 정보”에는 석면해체·제거 사업주의 성명, 주소, 전화번호를 적습니다.

• 규격

- － 전체 크기 : 300cm²(가로×세로) 이상
- － (0.25×세로) ≤ 가로 ≤ (4×세로)

[그림 10-1] 석면함유 폐기물 표시 양식



[그림 10-2] 석면함유 폐기물 표시 부착 예시

석면해체·제거작업 시 발생한 석면잔재물이나 석면 부스러기 등은 습식으로 청소하거나 고성능 필터가 장착된 진공청소기로 청소(압축공기를 분사하는 방법으로 청소하여서는 안 됨)하는 등 그림 10-3과 같이 석면분진이 흩날리지 않도록 하여야 한다.



[그림 10-3] 석면함유 잔재물의 청소 모습

석면해체·제거작업이 완료되면 사다리, 임시작업대 등 공구 및 장비는 젖은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 세척하여야 하며, 음압기는 세척작업 동안에도 계속 가동하여야 한다.

10.1. 석면함유 잔재물의 처리 및 유의사항

제거된 석면함유물질이 건조되기 전에 즉시 포장되어야 하며, 필요시 습윤 상태를 유지할 수 있도록 물 또는 습윤액으로 충분히 적신 후 포장되어야 한다. 즉, 석면함유물질을 제거함과 동시에 폐석면의 포장도 수행되어야 하며, 일시에 모든 석면함유물질을 제거한 후 포장작업을 진행하지 않도록 해야 한다.

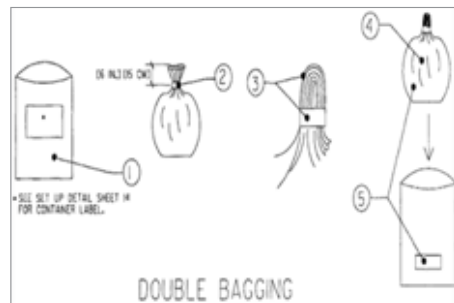
폐석면 포장을 위한 폐기처리용 용기의 충족 사항

- 분진 누출이 되지 않아야 함
- 폐기물의 외형 및 형태에 맞는 구조이어야 함
- 석면에 불침투성이어야 함
- 석면폐기물이 포함되어 있다는 표시를 하여야 함

이때 사용되는 폐기처리용 용기는 0.15mm 두께의 비닐 용기를 사용하거나, 비슷한 재질의 포대(불침투성 재질의 2겹)를 사용한다.

석면폐기물 포장용기 이중 밀봉방법

- ① 포장용기(비닐 백) 내의 잉여공기를 진공청소기를 이용하여 제거
- ② 백의 상부를 비틀어 접은 상태에서 테이프로 밀봉
- ③ 다른 포장용기에 담아서 테이프로 밀봉



[그림 10-4] 석면폐기물 포장용기 이중 밀봉방법



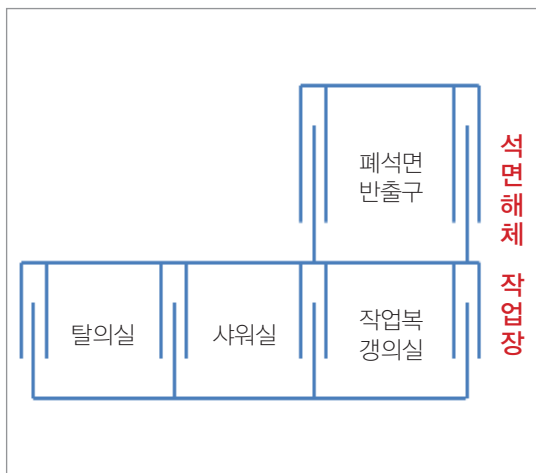
[그림 10-5] 석면폐기물 포장방법(천장텍스 : 좌, 밤라이트 : 우)

또한, 바닥시트 등 해체·제거작업 중 사용된 폐기용 소모용품(보호복 등), 교체된 음압기 및 폐수여과장치의 필터도 적절히 포장되어 폐기물관리법에 따라 폐기되어야 한다.

슬레이트, 천장타일과 같이 뾰족한 부분을 가진 폐기물을 포장할 경우 비닐 용기가 훼손되지 않도록 주의가 필요하다. 폐기물의 형태에 맞는 적당한 포장용기에 담아 비닐 용기로 이중 포장하는 방법이 바람직하다.

포장된 폐석면은 작업장소 밖으로 배출하기 이전에 용기표면에 붙은 석면분진을 최종적으로 제거하기 위해 젖은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 청소하여야 하고 전용 폐석면 반출구를 통해 반출한다.

폐기물 반출구는 위생설비의 작업복 갱의실 측면과 연결하거나 장비실과 연결하는 등 별도 장소를 설치하는 방법을 권장한다(그림 10-6, 10-7).



[그림 10-6] 석면폐기물 반출구 설치 도면 예시



[그림 10-7] 위생설비 측면에 설치한 석면폐기물 반출구 예시

작업종료 후 재사용할 장비 등은 석면분진이 부착되어 있을 수 있으므로 걸레로 닦거나 고성능 필터가 장착된 진공청소기로 세척하여야 한다. 다만, 세척이 불가능한 장비 등은 재사용 하지 않아야 한다.

폐기물 반출구로 배출된 석면폐기물을 폐기물 운송차량에 적재하기 전까지는 일정장소를 지정하여 보관하여야 하며, 관계자외의 사람이 접근할 수 없도록 시건 등 조치를 취하여야 한다.



[그림 10-8] 석면폐기물 별도 보관장소 설치 예시

석면폐기물의 보관창고에는 폐기물관리법 시행규칙 제14조 별표5에서 정하는 기준에 따라 보관 중인 폐기물의 종류, 보관가능 용량, 취급 시 주의사항 및 관리책임자 등을 적어 넣은 표지판 (그림 10-9)을 설치하여야 한다.

지정폐기물 보관표지	
① 폐기물의 종류:	② 보관가능용량: 톤
③ 관리책임자:	④ 보관기간: ~ (일간)
⑤ 취급 시 주의사항 ○보관 시: ○운반 시: ○처리 시:	
⑥ 운반(처리)예정장소:	

가) 보관창고에는 표지판을 사람이 쉽게 볼 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

나) 표지의 규격: 가로 60센티미터 이상×세로 40센티미터 이상(드럼 등 소형용기에 붙이는 경우에는 가로 15센티미터 이상×세로 10센티미터 이상)

다) 표지의 색깔: 노란색 바탕에 검은색 선 및 검은색 글자

[그림 10-9] 지정폐기물 보관표지 양식

10.2. 폐슬레이트 포장재 기준 및 포장방법

석면안전관리법 시행령 제37조 별표3에 의하면 “폐슬레이트 포장재 기준 및 포장방법”은 다음과 같다.

- (필름포장재) 폐슬레이트의 포장에 사용되는 필름포장재의 품질은 다음의 규격을 만족하여야 한다.
 - 재질은 폴리에틸렌(PE)으로 한다.
 - 폭은 3,000mm 이상이어야 한다.
 - 두께는 0.15mm 이상이어야 한다.
 - 인장강도는 2,400N/cm² 이상이어야 한다.
 - 신장률은 550% 이상이어야 한다.
 - 인열강도는 1,300N/cm 이상이어야 한다.
 - 겹모양은 이상 위치가 10개 미만이어야 한다.
- (마대) 폐슬레이트의 포장에 사용되는 마대의 품질기준은 다음 각 호와 같다.
 - 폐슬레이트 포장 시 폐슬레이트의 충격에 견딜 수 있는 재질과 규격이어야 한다.
 - 폴리프로필렌(PP) 외부면과 실로 연결한 이음새 부분은 폴리에틸렌(PE) 등으로 불투수성 처리하여야 한다.
 - 포장되는 폐슬레이트의 무게를 견딜 수 있어야 하며, 최소한 1톤 이상의 하중을 견디는 규격이어야 한다.
 - 이동을 위한 연결고리(줄) 및 석면의 비산 방지를 위한 덮개가 장착되어 있어야 한다.
- 공통 사항
 - 폐슬레이트 포장 후 상·하차 시 폐슬레이트가 유출되거나 포장재가 파손되지 않도록 주의하여야 한다.
 - 운반차량의 이동에 의한 폐슬레이트 및 포장재의 파손을 방지하기 위하여 포장 포대는 가능한 한 움직이지 않도록 하여야 한다.
 - 폐슬레이트는 필름포장재 또는 마대를 선택하여 포장할 수 있다.
- 필름 포장재
 - 2겹 이상으로 포장하고 가로·세로 네 방향에서 포장한 후 밀봉처리 하여야 한다.
 - 이동을 위해 하중을 견딜 수 있는 연결고리(줄)를 장착하여야 한다.
 - 이송 및 상·하차 시 연결고리(줄)와 포장재의 닿는 부위가 파손되지 않도록 조치하여야 한다.
- 마대는 폐슬레이트를 담은 후 석면이 비산되지 않도록 밀봉처리 하여야 한다.



[그림 10-10] 포장된 페슬레이트와 잔재물



[그림 10-11] 페슬레이트 상차 모습

페슬레이트 상차시 포장비닐 찢김 방지 방법

- 슬레이트 포장 시 오와 열을 맞추어 되도록이면 빈 공간 없이 차곡차곡 쌓으면 포장 비닐의 훼손을 예방할 수 있음
- 페슬레이트 면적에 맞는 넓은 파레트, 합판을 바닥에 깔고 상차
- 슬레이트 포장 시 두께 0.15mm 이상 비닐시트를 세겹에서 네겹 정도로 포장하면 결속된 로프로 상차하여도 슬레이트 폐기물이 노출되지 않음
- 크레인 등으로 상차시 보양 비닐시트 내부에 부직포(보온덮개)를 덧대어 포장하거나 외부에 부직포(보온덮개)를 한 두겹 감아주면 찢김을 방지 할 수 있음

Part

11

공기 중 석면농도 측정

실내작업장의 경우 석면함유 잔재물 처리 및 청소를 완료한 후 밀폐작업장내의 공기 중 석면 농도를 측정하여 석면농도기준($0.01\text{개}/\text{cm}^3$ 이하)을 준수하는지 확인하여야 한다.

또한, 작업장내 음압기는 석면농도기준 이하로 측정될 때까지 가동하여야 한다.

11.1. 석면농도 측정방법

석면농도를 측정하는 방법은 「석면조사 및 안전성평가 등에 관한 고시」에서 정하는 측정방법에 따라 석면해체·제거 작업이 모두 완료되고 작업장의 보양시설이 철거되지 아니한 밀폐된 상태에서 측정하여야 하고, 작업이 완료된 상태의 확인은 다음 사항을 따라야 한다.

- 작업계획서 상 작업대상인 석면이 함유된 물질의 종류와 위치를 확인하여 완전히 제거되었음을 확인할 것
- 작업장 바닥 등 표면에 제거대상 물질의 조각, 육안으로 보이는 부스러기와 표면에 퇴적된 먼지 등 잔재물(殘滓物)이 존재하지 않음을 확인할 것
- 작업장 바닥이 젖어 있거나 물이 고여 있지 않음을 확인할 것
- 폐기물은 밀폐공간 내에 존재하지 않고 모두 반출되었음을 확인할 것
- 밀폐막이 손상되지 않고 외부로부터 작업장이 차폐되어 있음을 확인 할 것
- 작업장 내 공기는 건조한 상태를 유지하고, 송풍기 등을 이용하여 석면이 제거된 표면, 먼지가 침전될 수 있는 작업장 표면, 시료채취 위치 주변 등 작업장 내 퇴적된 분진을 충분히 비산(飛散)시킨 후 즉시 시료를 채취한다.



[그림 11-1] 작업장 내 침전된 분진 비산용 송풍기

● 11.2. 시료채취기의 설치 및 지역시료 채취방법

- 시료채취 펌프를 이용하여 멤브레인 여과지(Mixed Cellulose Ester membrane filter)로 공기 중 입자상 물질을 여과 채취한다.
- 바닥으로부터 약 1~2m 높이 또는 석면이 제거된 위치와 비슷한 높이에서 실시한다.
- 공기는 1~16L/min의 유량으로 각 시료채취 매체 당 최소 1,200L 이상의 공기를 채취한다.



[그림 11-2] 석면농도 측정 모습

11.3. 시료채취 수

시료채취 수는 작업장별 각각 불침투성 차단재로 밀폐된 공간의 바닥 면적(이하 "밀폐면적"이라 한다)에 따라 다음의 수식으로 계산된 시료 수 이상을 채취해야 한다.

$$\begin{aligned} & \text{(계산식) 밀폐면적의 크기별 최소 시료채취 수} \\ & = \text{밀폐면적}(A, \text{m}^2)^{1/3} - 1 \text{ (소수점 이하 버림)} \end{aligned}$$

[계산 예]

밀폐면적(A)	최소 시료채취 수
50m ²	2
100m ²	3
200m ²	4
500m ²	6
1000m ²	9
5000m ²	16

11.4. 결과보고 및 후속조치

산업안전보건법 제38조의5(석면농도기준의 준수)에 따라 석면해체·제거작업이 완료된 후 해당 작업장의 공기 중 석면농도가 석면농도기준(0.01개/cm³) 이하가 될 때까지 석면해체·제거작업장의 잔재물 처리 및 청소를 실시하여야 한다.

만약, 석면농도기준을 초과한 경우 해당 작업장의 밀폐 비닐시트와 위생설비를 철거하거나 해체가 불가능하다. 초과한 경우에는 작업장내의 석면분진 및 잔재물을 재청소한 후 재측정을 하여 석면농도기준 이하로 유지하여야 한다.

석면농도기준 이하로 측정된 경우 그 결과를 해당 지방고용노동관서에 제출하여야 한다.



별첨 1

석면해체 · 제거작업 관련 법령

별첨 2

석면해체 · 제거작업 지침(KOSHA Guide)

별첨 3

석면슬레이트 석면해체 · 제거작업 표준매뉴얼

석면해체·제거작업 관련 법령

산업안전보건법, 시행령, 시행규칙

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
제38조의2(석면조사) ① 건축물이나 설비를 철거하거나 해체하려는 경우에 해당 건축물이나 설비의 소유주 또는 임차인 등(이하 "건축물이나 설비의 소유주등"이라 한다)은 다음 각 호의 사항을 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 조사(이하 "일반석면조사"라 한다)한 후 그 결과를 기록·보존하여야 한다. 1. 해당 건축물이나 설비에 석면이 함유되어 있는지 여부 2. 해당 건축물이나 설비 중 석면이 함유된 자재의 종류, 위치 및 면적 ② 제1항에 따른 건축물이나 설비 중 대통령령으로 정하는 규모 이상의 건축물이나 설비의 소유주등은 고용노동부장관이 지정하는 기관(이하 "석면조사기관"이라 한다)으로 하여금 제1항 각 호의 사항과 해당 건축물이나 설비에 함유된 석면의 종류 및 함유	제30조의3(기관석면조사 대상) ① 법 제38조의2제2항 본문에서 "대통령령으로 정하는 규모 이상의 건축물이나 설비"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물이나 설비를 말한다. 1. 건축물(제2호에 따른 주택은 제외한다. 이하 이 호에서 같다)의 연면적 합계가 50제곱미터 이상인면서, 그 건축물의 철거·해체하려는 부분의 면적 합계가 50제곱미터 이상인 경우 2. 주택(「건축법 시행령」 제2조제12호에 따른 부속건축물을 포함한다. 이하 이 조에서 같다)의 연면적 합계가 200제곱미터 이상인면서, 그 주택의 철거·해체하려는 부분의 면적 합계가 200제곱미터 이상인 경우 3. 설비의 철거·해체하려는 부분에 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자재(물질을 포함한다. 이하 같다)를 사용한 면	제80조의2(석면조사의 생략 등 확인 절차) ① 법 제38조의2제2항 단서에 따라 건축물이나 설비의 소유주등이 영 제30조의3제2항 각 호에 따른 석면조사의 생략 대상 건축물등에 대하여 확인을 받으려는 경우에는 그 사항에 대한 석면조사기관의 확인서를 첨부하여 별지 제17호의3서식의 석면조사의 생략 등 확인신청서에 석면이 함유되어 있지 않음 또는 석면이 1 퍼센트(무게 퍼센트) 초과하여 함유되어 있음을 표시하여 관할 지방고용노동관서의 장에게 제출하여야 한다. ② 법 제38조의2제3항에 따라 건축물이나 설비의 소유주등이 「석면안전관리법」에 따른 석면조사를 실시한 경우에는 별지 제17호의3서식의 석면조사의 생략 등 확인신청서에 「석면안전관리법」에 따른 석면조사를 하였음

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
량을 조사(이하 "기관석면조사"라 한다)하도록 한 후 그 결과를 기록·보존하여야 한다. 다만, 석면 함유 여부가 명백한 경우 등 대통령령으로 정하는 사유에 해당하여 고용노동부령으로 정하는 절차에 따라 확인을 받은 경우에는 기관석면조사를 생략할 수 있다. ③ 「석면안전관리법」 등 다른 법률에 따라 건축물이나 설비에 대한 석면조사를 실시한 경우에는 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 일반석면조사 또는 기관석면조사를 실시한 것으로 본다. ④ 고용노동부장관은 건축물이나 설비의 소유주등이 일반석면조사 또는 기관석면조사를 하지 아니하고 건축물이나 설비를 철거하거나 해체하는 경우에는 다음 각 호의 조치를 명할 수 있다. 1. 해당 건축물이나 설비의 소유주등에 대한 일반석면조사 또는 기관석면조사의 이행 명령 2. 해당 건축물이나 설비를 철거하거나 해체하는 자에 대하여 제1호에 따른 이행 명령의 결과를 보고받을 때까지의 작업 중지 명령 ⑤ 고용노동부장관은 기관석면조사의 정확성 및 신뢰성을 확보하기 위하여 석면조사기관의 석면조사 능력을 평가하고, 평가 결과에 따라 석면조사기관을 지도·교육할 수 있다. 이 경우 평	적의 합이 15제곱미터 이상 또는 그 부피의 합이 1세제곱미터 이상인 경우 가. 단열재 나. 보온재 다. 분무재 라. 내화피복재 마. 개스킷(Gasket) 바. 패킹(Packing)재 사. 실링(Sealing)재 아. 그 밖에 가목부터 사목까지의 자재와 유사한 용도로 사용되는 자재로서 고용노동부장관이 정하여 고시한 자재 4. 파이프 길이의 합이 80미터 이상인면서, 그 파이프의 철거·해체하려는 부분의 보온재로 사용된 길이의 합이 80미터 이상인 경우 ② 법 제38조의2제2항 단서에서 "석면함유 여부가 명백한 경우 등 대통령령으로 정하는 사유"란 다음 각 호와 같다. 1. 건축물이나 설비의 철거·해체 부분에 사용된 자재가 설계도서, 자재 이력 등 관련 자료를 통해 석면을 함유하고 있지 않음이 명백하다고 인정되는 경우 2. 건축물이나 설비의 철거·해체 부분에 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트) 초과하여 함유된 자재를 사용하였음이 명백하다고	을 표시하고 그 석면조사 결과서를 첨부하여 관할 지방고용노동관서의 장에게 제출하여야 한다. ③ 지방고용노동관서의 장은 제1항 및 제2항에 따른 신청서가 제출되면 이를 확인한 후 접수된 날부터 20일 이내에 그 결과를 해당 신청인에게 통지하여야 한다. ④ 지방고용노동관서의 장은 제3항에 따른 신청서의 내용을 확인하기 위하여 기술적인 사항에 대하여 공단에 검토를 요청할 수 있다. 제80조의4(석면조사방법 등) ① 법 제38조의2제6항에 따른 석면조사방법은 다음 각 호와 같다. 1. 건축도면, 설비제작도면 또는 사용자재의 이력 등을 통하여 석면 함유 여부에 대한 예비조사를 할 것 2. 건축물이나 설비의 해체·제거할 자재 등에 대하여 성질과 상태가 다른 부분들을 각각 구분할 것 3. 시료채취는 제2호에 따라 구분된 부분들 각각에 대하여 그 크기를 고려하여 채취 수를 달리하여 조사를 할 것 ② 제1항제2호에 따라 구분된 부분들 각각에서 크기를 고려하여 1개만 고형시료를 채취·분석하는 경우에는 그 1개의 결과를 기

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
가 및 지도·교육의 방법, 절차 등은 고용노동부장관이 정하여 고시한다. ⑥ 석면조사기관의 지정 요건 및 절차는 대통령령으로 정하고, 기관석면조사 방법과 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부령으로 정한다. ⑦ 석면조사기관에 관하여는 제15조의2를 준용한다. 이 경우 "안전관리대행기관"은 "석면조사기관"으로 본다.	인정되는 경우 ③ 삭제 <2012.1.26>	준으로 해당 부분의 석면 함유 여부를 판정하여야 하며, 2개 이상의 고형시료를 채취·분석하는 경우에는 석면함유율이 가장 높은 결과를 기준으로 해당 부분의 석면 함유 여부를 판정하여야 한다. ③ 제1항에 따른 조사방법 및 제2항에 따른 판정의 구체적인 사항, 크기별 시료채취 수, 석면조사 결과서 작성, 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다.
제38조의3(석면 해체·제거 작업기준의 준수) 석면이 함유된 건축물이나 설비를 철거하거나 해체하는 자는 고용노동부령으로 정하는 석면해체·제거의 작업기준을 준수하여야 한다.		
제38조의4(석면해체·제거업자를 통한 석면의 해체·제거) ① 기관석면조사 대상으로서 대통령령으로 정하는 함유량과 면적 이상의 석면이 함유되어 있는 경우 건축물이나 설비의 소유주 등은 고용노동부장관에게 등록한 자(이하 "석면해체·제거업자"라 한다)로 하여금 그 석면을 해체·제거하도록 하여야 한다. 다만, 건축물이나 설비의 소유주등이 인력·장비 등에서 석면해체·제거업자와 동등한 능력을 갖추고 있는 경우 등 대통령령으로 정하	제30조의7(석면해체·제거업자를 통한 석면해체·제거 대상) ① 법 제38조의4제1항 본문에서 "대통령령으로 정하는 함유량과 면적 이상의 석면이 함유되어 있는 경우"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다. 1. 철거·해체하려는 벽체재료, 바닥재, 천장재 및 지붕재 등의 자재에 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트)를 초과하여 함유되어 있고 그 자재의 면적의 합이 50제곱미터 이상인 경우 2. 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트)	제80조의7(석면해체·제거작업 신고 절차 등) ① 법 제38조의4제1항에 따른 석면해체·제거업자는 같은 조 제3항에 따라 석면해체·제거작업 시작 7일 전까지 석면해체·제거작업 장소의 소재지를 관할하는 지방고용노동관서의 장에게 별지 제17호의6서식의 석면해체·제거작업 신고서를 작성·제출하여야 한다. ② 제1항에 따라 제출한 석면해체·제거작업 신고서 내용이 변경된 경우에는 지체 없이 별지 제

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
는 사유에 해당할 경우에는 스스로 석면을 해체·제거할 수 있다. ② 제1항에 따른 석면해체·제거는 해당 건축물이나 설비에 대하여 기관석면조사를 실시한 기관이 하여서는 아니 된다. ③ 석면해체·제거업자(제1항 단서의 경우에는 건축물이나 설비의 소유주등을 말한다. 이하 제38조의5에서 같다)는 제1항에 따른 석면해체·제거작업을 하기 전에 고용노동부장관에게 신고하고, 제1항에 따른 석면해체·제거작업에 관한 서류를 보존하여야 한다. ④ 고용노동부장관은 석면해체·제거업자의 신뢰성을 유지하기 위하여 석면해체·제거작업의 안전성을 평가한 후 그 결과를 공표할 수 있다. ⑤ 제1항에 따른 등록 요건 및 절차는 대통령령으로 정하고, 제3항에 따른 신고 절차, 제4항에 따른 평가 기준·방법 및 공표 방법 등은 고용노동부령으로 정한다. ⑥ 석면해체·제거업자에 관하여는 제15조의2를 준용한다.	를 초과하여 함유된 분무재 또는 내화피복재를 사용한 경우 3. 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트)를 초과하여 함유된 제30조의3제1항제3호 각 목의 어느 하나(분무재 및 내화피복재는 제외한다)에 해당하는 자재의 면적의 합이 15제곱미터 이상 또는 그 부피의 합이 1세제곱미터 이상인 경우 4. 파이프에 사용된 보온재에서 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트)를 초과하여 함유되어 있고, 그 보온재 길이의 합이 80미터 이상인 경우 ② 법 제38조의4제1항 단서에서 "석면해체·제거업자와 동등한 능력을 갖추고 있는 경우 등 대통령령으로 정하는 사유에 해당할 경우"란 석면해체·제거작업을 스스로 하려는 자가 제30조의8에서 정한 등록에 필요한 인력, 시설 및 장비를 갖추고 이를 증명할 수 있는 서류를 포함하여 법 제38조의4제3항에 따른 신고를 한 경우를 말한다. 제30조의10(석면해체·제거업자의 등록 취소 등의 사유) 법 제38조의4제6항에 따라 준용되는 법 제15조의2제1항제5호에서 "대통령령으로 정하는 사유에 해당하는 경우"란 다음 각 호의 어느 하	17호의7서식의 석면해체·제거작업 변경신고서를 석면해체·제거작업 장소의 소재지를 관할하는 지방고용노동관서의 장에게 제출하여야 한다. ③ 지방고용노동관서의 장은 제1항에 따른 석면해체·제거작업 신고서 또는 제2항에 따른 변경 신고서를 받았을 때에 그 신고서 및 첨부서류의 내용이 적합한 것으로 확인된 경우에는 그 신고서를 받은 날부터 7일 이내에 별지 제17호의8서식의 석면해체·제거작업 신고(변경)증명서를 신청인에게 발급하여야 한다. ④ 지방고용노동관서의 장은 제3항에 따른 확인 결과 사실과 다르거나 첨부서류가 누락된 경우 등 필요하다고 인정하는 경우에는 해당 신고서의 보완을 명할 수 있다. ⑤ 고용노동부장관은 지방고용노동관서의 장이 제1항에 따른 석면해체·제거작업 신고서 또는 제2항에 따른 변경 신고서를 제출받은 때에는 그 내용을 해당 시장·군수·구청장에게 전자적 방법 등으로 제공할 수 있다. 제80조의8(석면해체·제거작업의 안전성 평가 등) ① 법 제38조의4제4항에 따른 석면해체·제거작업의 안전성의 평가기준은 다음 각 호와 같다. 1. 석면해체·제거작업 기준의

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
	나에 해당하는 경우를 말한다. 1. 법 제38조의3에 따라 고용노동부령으로 정하는 석면해체·제거의 작업기준을 준수하지 아니하여 벌금형의 선고 또는 금고 이상의 형의 선고를 받은 경우 2. 법 제38조의4제3항에 따른 서류를 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 작성한 경우 3. 법 제38조의4제3항에 따른 신고(변경신고는 제외한다) 또는 서류 보존 의무를 이행하지 아니한 경우 4. 관계 공무원의 지도·감독 업무를 거부·방해·기피한 경우	준수 여부 2. 장비의 성능 3. 보유인력의 교육이수, 능력개발, 전산화 정도 및 그 밖에 필요한 사항 ② 석면해체·제거작업의 안전성의 평가항목, 평가등급 등 평가방법 및 공표방법 등에 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다.
제38조의5(석면농도기준의 준수) ① 석면해체·제거업자는 제38조의4제1항에 따른 석면해체·제거작업이 완료된 후 해당 작업장의 공기 중 석면농도가 고용노동부령으로 정하는 기준(이하 "석면농도기준"이라 한다) 이하가 되도록 하고, 그 증명자료를 고용노동부장관에게 제출하여야 한다. ② 제1항에 따른 공기 중 석면농도를 측정할 수 있는 자의 자격 및 측정 방법에 관한 사항은 고용노동부령으로 정한다. ③ 석면해체·제거작업 완료 후 작업장의 공기 중 석면농도가 석면농도기준을 초과한 경우 건축	제30조의7(석면해체·제거업자를 통한 석면해체·제거 대상) ① 법 제38조의4제1항 본문에서 "대통령령으로 정하는 함유량과 면적 이상의 석면이 함유되어 있는 경우"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다. 1. 철거·해체하려는 벽체재료, 바닥재, 천장재 및 지붕재 등의 자재에 석면이 1퍼센트(무게 퍼센트)를 초과하여 함유되어 있고 그 자재의 면적의 합이 50제곱미터 이상인 경우	제80조의9(석면해체·제거작업 완료 후의 석면농도기준) 법 제38조의5제1항에서 "고용노동부령으로 정하는 기준"이란 1 세제곱센티미터당 0.01개를 말한다. 제80조의10(석면농도를 측정할 수 있는 자의 자격) 법 제38조의5제2항에 따른 "공기 중 석면농도를 측정할 수 있는 자"는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자격을 가진 사람으로 한다. 1. 법 제38조의2제2항에 따른 석면조사기관에 소속된 산업위생관리산업기사 또는 대기환경산업기사 이상의 자격을 가진 사람 2. 법 제42조제4항에 따른 지정

산업안전보건법	산업안전보건법 시행령	산업안전보건법 시행규칙
물이나 설비의 소유주등은 해당 건축물이나 설비를 철거하거나 해체하여서는 아니 된다.		측정기관에 소속된 산업위생관리산업기사 이상의 자격을 가진 사람 제80조의11(석면농도의 측정방법) ① 법 제38조의5제2항에 따른 석면농도의 측정방법은 다음 각 호와 같다. 1. 석면해체·제거작업장 내의 작업이 완료된 상태를 확인한 후 공기가 건조한 상태에서 측정할 것 2. 작업장 내에 침전된 분진을 비산(飛散)시킨 후 측정할 것 3. 시료채취기를 작업이 이루어진 장소에 고정하여 공기 중 입자상 물질을 채취하는 지역 시료채취방법으로 측정할 것 ② 제1항에 따른 측정방법의 구체적인 사항, 그 밖의 시료채취수, 분석방법 등에 관하여 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다. 제80조의12(석면농도측정 결과의 제출) 석면해체·제거업자는 법 제38조의5제1항에 따라 석면해체·제거작업이 완료된 후에는 별지 제17호의9서식의 석면농도측정 결과보고서에 해당 기관이 작성한 별지 제17호의10서식의 석면농도측정 결과표를 첨부하여 지체 없이 석면농도기준의 준수 여부에 대한 증명자료로 관할 지방고용노동관서의 장에게 제출(전자문서를 통한 제출을 포함한다)하여야 한다.

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙

제489조(석면해체·제거작업 계획 수립) ① 사업주는 석면해체·제거작업을 하기 전에 법 제38조의2에 따른 일반석면조사 또는 기관석면조사 결과를 확인한 후 다음 각 호의 사항이 포함된 석면해체·제거작업 계획을 수립하고, 이에 따라 작업을 수행하여야 한다.

1. 석면해체·제거작업의 절차와 방법
2. 석면 흩날림 방지 및 폐기방법
3. 근로자 보호조치

② 사업주는 제1항에 따른 석면해체·제거작업 계획을 수립한 경우에 이를 해당 근로자에게 알려야 하며, 작업장에 대한 석면조사 방법 및 종료일자, 석면조사 결과의 요지를 해당 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

제490조(경고표지의 설치) 사업주는 석면해체·제거작업을 하는 장소에 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 1의2 중 일람표 번호 502에 따른 표지를 출입구에 게시하여야 한다. 다만, 작업이 이루어지는 장소가 실외이거나 출입구가 설치되어 있지 아니한 경우에는 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

제491조(개인보호구의 지급·착용) ① 사업주는 석면해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 다음 각 호의 개인보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다. 다만, 제2호의 보호구는 근로자의 눈 부분이 노출될 경우에만 지급한다.

1. 방진마스크(특등급만 해당한다)나 송기마스크 또는 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 10의4 제3호마목에 따른 전동식 호흡보호구. 다만, 제495조제1호의 작업에 종사하는 경우에는 송기마스크 또는 전동식 호흡보호구를 지급하여 착용하도록 하여야 한다.
2. 고글(Goggles)형 보호안경
3. 신체를 감싸는 보호복, 보호장갑 및 보호신발

② 근로자는 제1항에 따라 지급된 개인보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

제492조(출입의 금지) ① 사업주는 제489조제1항에 따른 석면해체·제거작업 계획을 숙지하고 제491조제1항 각 호의 개인보호구를 착용한 사람 외에는 석면해체·제거작업을 하는 작업장(이하 "석면해체·제거작업장"이라 한다)에 출입하게 해서는 아니 된다.

② 근로자는 제1항에 따라 출입이 금지된 장소에 사업주의 허락 없이 출입해서는 아니 된다.

제493조(흡연 등의 금지) ① 사업주는 석면해체·제거작업장에서 근로자가 담배를 피우거나 음식물을 먹지 않도록 하고 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

② 근로자는 제1항에 따라 흡연 또는 음식물의 섭취가 금지된 장소에서 흡연 또는 음식물 섭취를 해서는 아니 된다.

제494조(위생설비의 설치 등) ① 사업주는 석면해체·제거작업장과 연결되거나 인접한 장소에 탈의실·샤워실 및 작업복 갱의실 등의 위생설비를 설치하고 필요한 용품 및 용구를 갖추어 두어야 한다.

② 사업주는 석면해체·제거작업에 종사한 근로자에게 제491조제1항 각 호의 개인보호구를 작업복 갱의실에서 벗어 밀폐용기에 보관하도록 하여야 한다.

③ 사업주는 석면해체·제거작업을 하는 근로자가 작업 도중 일시적으로 작업장 밖으로 나가는 경우에는 고성능 필터가 장착된 진공청소기를 사용하는 방법 등으로 제491조제2항에 따라 착용한 개인보호구에 부착된 석면분진을 제거한 후 나가도록 하여야 한다.

④ 사업주는 제2항에 따라 보관 중인 개인보호구를 폐기하거나 세척하는 등 석면분진을 제거하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

제495조(석면해체·제거작업 시의 조치) 사업주는 석면해체·제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우에 다음 각 호의 구분에 따른 조치를 하여야 한다. 다만, 사업주가 다른 조치를 한 경우로서 지방고용노동관서의 장이 다음 각 호의 조치와 같거나 그 이상의 효과를 가진다고 인정하는 경우에는 다음 각 호의 조치를 한 것으로 본다.

1. 분무(噴霧)된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재(耐火被覆材)의 해체·제거작업
가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐하고 해당 장소를 음압(陰壓)으로 유지할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)

나. 작업 시 석면분진이 흩날리지 않도록 고성능 필터가 장착된 석면분진 포집장치를 가동하는 등 필요한 조치를 할 것(작업장이 실외인 경우에만 해당한다)

다. 물이나 습윤제(濕潤劑)를 사용하여 습식(濕式)으로 작업할 것

라. 탈의실, 샤워실 및 작업복 갱의실 등의 위생설비를 작업장과 연결하여 설치할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)

2. 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업{천공(穿孔)작업 등 석면이 적게 흩날리는 작업을 하는 경우에는 나목의 조치로 한정한다}

가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐할 것

나. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것

다. 작업장소를 음압으로 유지할 것(석면함유 벽체·바닥타일·천장재를 물리적으로 깨거나 기계 등을 이용하여 절단하는 작업인 경우에만 해당한다)

3. 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업

가. 해체된 지붕재는 직접 땅으로 떨어뜨리거나 던지지 말 것

나. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것(습식작업 시 안전상 위험이 있는 경우는 제외한다)

다. 난방이나 환기를 위한 통풍구가 지붕 근처에 있는 경우에는 이를 밀폐하고 환기설비의 가동을 중단할 것

4. 석면이 함유된 그 밖의 자재의 해체·제거작업

가. 창문·벽·바닥 등은 비닐 등 불침투성 차단재로 밀폐할 것(작업장이 실내인 경우에만 해당한다)

나. 석면분진이 흩날리지 않도록 석면분진 포집장치를 가동하는 등 필요한 조치를 할 것(작업장이 실외인 경우에만 해당한다)

다. 물이나 습윤제를 사용하여 습식으로 작업할 것

제496조(석면함유 잔재물 등의 처리) 사업주는 석면해체·제거작업에서 발생한 석면함유 잔재물 등을 비닐이나 그 밖에 이와 유사한 재질의 포대에 담아 밀봉한 후 별지 제3호서식에 따른 표지를 붙여 「폐기물관리법」에 따라 처리하여야 한다.

제497조(잔재물의 흩날림 방지) ① 사업주는 석면해체·제거작업에서 발생된 석면을 함유한 잔재물은 습식으로 청소하거나 고성능필터가 장착된 진공청소기를 사용하여 청소하는 등 석면분진이 흩날리지 않도록 하여야 한다.

② 사업주는 제1항에 따라 청소하는 경우에 압축공기를 분사하는 방법으로 청소해서는 아니 된다.

제497조의2(석면해체·제거작업 기준의 적용 특례) 석면해체·제거작업 중 석면의 함유율이 1퍼센트 이하인 경우의 작업에 관해서는 제489조부터 제497조까지의 규정에 따른 기준을 적용하지 아니한다.

고용노동부 고시 제2012-9호

석면조사 및 안전성 평가 등에 관한 고시

제정 2009.8.7 노동부고시 제2009-32호

개정 2012.1.26 고용노동부고시 제2012-9호

제1장 총칙

제1조(목적) 이 고시는 「산업안전보건법」 제38조의2, 제38조의4 및 제38조의5, 같은 법 시행규칙 제80조의4, 제80조의8 및 제80조의11에 따른 건축물이나 설비의 기관석면조사 및 공기 중 석면농도 측정, 석면분석에 관한 정도관리, 석면해체·제거작업의 안전성 평가 등에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) ① 이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다.

1. “기관석면조사”란 「산업안전보건법」(이하 “법”이라 한다) 제38조의2제2항에 따른 건축물이나 설비의 석면함유 여부, 함유된 석면의 종류 및 함유량, 석면이 함유된 물질이나 자재의 종류, 위치 및 면적 또는 양 등을 판단하는 행위 전부를 말한다.
2. “균질부분(Homogeneous Area)”이란 제품 고유의 색상과 질감이 같고 같은 시기에 만들어진 같은 물질이나 자재로 구성된 부분을 말한다.
3. “분무재 또는 내화피복재”란 건축물이나 설비의 내외부에 내화, 흡음, 단열, 장식 및 그 밖의 용도를 위해 분무, 미장 등의 방법으로 표면에 바르거나 입혀진 물질이나 자재를 말한다.
4. “보온재”란 건축물이나 설비의 파이프, 덕트, 보일러, 탱크 등의 내외부에 보온 또는 단열을 목적으로 사용된 물질이나 자재를 말한다.
5. “그 밖의 물질”이란 건축물이나 설비의 내외부에 내화, 흡음, 단열, 장식 및 그 밖에 이와 유사한 용도로 사용된 제3호 및 제4호를 제외한 벽체재료, 바닥재, 천장재, 지붕재, 단열재, 개스킷, 패킹재, 실링재 등의 물질이나 자재를 말한다.
6. “지역시료 채취”란 시료채취기를 작업이 이루어진 장소에 고정하여 공기 중 입자상 물질을 채취하는 것을 말한다.

7. “고형시료 채취”란 석면조사를 목적으로 건축물 등에 사용된 물질이나 자재의 일부분을 채취하는 것을 말한다.
8. “정도관리”란 법 제38조의2제5항에 따라 기관석면조사에 대한 정확도와 정밀도를 확보하기 위해 석면조사기관의 석면조사·분석능력을 평가하고 그 결과에 따라 지도·교육 및 그 밖에 분석능력 향상을 위하여 행하는 모든 관리적 수단을 말한다.
9. “안전성 평가”란 법 제38조의4제4항에 따라 석면해체·제거업자(이하 “등록업체”라 한다)의 신뢰성 유지를 위하여 다음 각 목의 기준 등을 통하여 석면해체·제거작업의 안전성을 평가하는 것을 말한다.
 - 가. 석면해체·제거작업기준의 준수 여부
 - 나. 장비의 성능
 - 다. 보유인력의 교육이수, 능력개발, 전산화 정도 및 그 밖에 필요한 사항 등
- ② 그 밖에 이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 이 고시에 특별히 정한 경우를 제외하고는 법, 「산업안전보건법 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」(이하 “안전보건 규칙”이라 한다)에서 정하는 바에 따른다.

제3조(기관 및 등록업체 점검) ① 지방고용노동관서의 장은 법 제38조의2에 따른 관할지역 소재 지정 석면조사기관에 대하여 규칙 별표 10의3에 따른 인력, 시설 및 장비기준 등 지정요건과 업무실태를 지도·감독할 수 있다.

② 지방고용노동관서의 장은 관할지역 소재 등록 석면 해체·제거업자에 대하여 규칙 별표 10의 4에 따른 인력, 시설 및 장비기준 등 등록요건과 업무실태를 지도·감독할 수 있다.

제2장 기관석면조사

제4조(조사방법) 규칙 제80조의4제1항의 기관석면조사는 다음 각 호의 방법을 따라야 한다.

1. 분석을 제외한 석면조사는 규칙 별표10의3의 인력기준 중 가목과 나목의 사람이 실시할 수 있다.
2. 고형시료 채취 전에 육안검사와 공간의 기능, 설계도서, 사용자재의 외관과 사용 위치 등을 조사하고 각각의 균질부분으로 구분하여야 한다.
3. 설계도서, 자재이력, 물질의 외관 및 질감 등을 통해 석면함유 여부가 명백하지 않은 균질부분에 대해서는 석면함유 여부 판정을 위해 고형시료를 채취·분석하여야 한다.

4. 기관석면조사 이후 건축물이나 설비의 유지·보수 등으로 물질이나 자재의 변경이 있는 경우에는 해당 부분에 대하여 기관석면조사를 실시하여야 한다.

제5조(고형시료 채취 수 및 분석) ① 제3조 제2호에 따라 구분된 각각의 균질부분에 대하여 석면 함유 여부를 판정하는 경우에는 다음의 표 1에서 정한 기준에 따라 시료수를 채취하여야 한다.

〈표 1〉 균질부분의 종류 및 크기별 최소 시료채취 수

종류	크기*	최소 시료채취 수
분무재 또는 내화피복재	100m ² 미만	3
	100m ² 이상 ~ 500m ² 미만	5
	500m ² 이상	7
보온재	2m 미만 또는 1m ² 미만	1
	2m 이상 또는 1m ² 이상	3
그 밖의 물질	—	1

* 균질부분 각각에 대한 크기를 의미하는 것으로 균질부분의 종류별 합을 의미하는 것이 아님(동일 물질이라 하더라도 색상과 질감이 같고, 같은 시기에 만들어지지 않은 경우 별개의 균질부분으로 구분)

② 채취한 고형시료는 편광현미경법을 이용하여 시료 중 석면의 함유 여부, 검출된 석면의 종류 및 함유율을 분석하여야 하며, 세부 분석방법은 별표 1의 “편광현미경을 이용한 건축자재 등의 석면분석법”에 따른다.

③ 제2항에도 불구하고 균질부분에서 채취한 시료의 일부 분석결과 석면함유물질로 판정되면 나머지 시료는 분석하지 아니할 수 있다.

④ 연구나 실태조사 등으로 이미 석면 함유여부가 확인된 균질부분에 대하여는 시료채취나 분석을 하지 아니할 수 있다.

제6조(석면함유 여부 판정) 규칙 제80조의4제2항에 따라 하나의 균질부분에서 2개 이상의 고형 시료를 채취·분석한 경우 석면함유율이 가장 높은 결과를 기준으로 해당 균질부분의 석면함유 여부를 판정하여야 한다. 다만, 필요한 경우에는 균질부분을 재구분하고 석면조사를 재실시하여 석면조사 결과서에 반영할 수 있다.

제7조(석면함유물질의 성상 구분 및 평가) ① 제5조에 따른 판정결과 석면의 함유율이 1퍼센트를

초과한 균질부분(이하 “석면함유물질”이라 한다)의 성상(性狀)은 다음 각 호의 어느 하나로 구분하고 각각의 길이, 면적 또는 부피를 평가하여야 한다.

1. 분무재(뿜칠재)
 2. 내화피복재
 3. 천장재
 4. 지붕재
 5. 벽재(벽체의 마감재)
 6. 바닥재
 7. 보온재(파이프 보온재 포함)
 8. 단열재
 9. 개스킷(Gasket)
 10. 패킹(Packing)재
 11. 실링(Sealing)재
 - 12 제1호 내지 11호 외의 물질 또는 자재(자재의 성상(性狀) 또는 쉽게 알 수 있는 명칭을 구분하여 제시하여야 한다)
- ② 석면조사기관은 필요 시 석면함유물질의 현재 손상정도 및 향후 사람의 접근가능성을 고려한 석면의 비산(飛散)위험성을 평가하여 석면해체·제거 계획의 우선순위 판단 등 향후 건축물 등의 석면관리를 위한 정보를 제공할 수 있다.

제8조(석면조사 결과서 작성) ① 법 제38조의2제2항 및 시행규칙 제80조의4제3항에 따라 석면조사 결과서는 다음 각 호의 내용을 포함하여야 한다.

1. 조사대상 및 범위
2. 조사일시 및 조사자
3. 각 균질부분의 구분과 구분 근거
4. 고형시료 채취위치 및 시료 수
5. 고형시료별 분석결과 및 분석방법
6. 석면함유물질의 위치, 함유된 석면의 종류, 함유율(%), 함유물질의 양(길이, 면적 또는 부피), 성상(性狀)구분
※ 필요 시 지도 또는 도면 등 사용
7. 제6조제2항에 따른 석면의 비산(飛散)위험성 평가결과
8. 석면조사 결과서 작성일, 석면조사기관명과 직인

제3장 공기 중 석면농도 측정

제9조(측정방법) ① 규칙 제80조의11에 따른 공기 중 석면농도 측정(이하 “석면농도측정”이라 한다)은 실내 작업장을 대상으로 석면해체·제거 작업이 모두 완료되고 작업장의 보양시설이 철거되지 아니한 밀폐된 상태에서 측정하여야 한다.

② 규칙 제80조의11제1항 제1호에 따라 작업이 완료된 상태의 확인은 다음 각 호의 사항을 따라야 한다.

1. 작업계획서 상 작업대상인 석면이 함유된 물질의 종류와 위치를 확인하여 완전히 제거되었음을 확인할 것
2. 작업장 바닥 등 표면에 제거대상 물질의 조각, 육안으로 보이는 부스러기와 표면에 퇴적된 먼지 등 잔재물(殘滓物)이 존재하지 않음을 확인할 것
3. 작업장 바닥이 젖어 있거나 물이 고여 있지 않음을 확인할 것
4. 폐기물은 밀폐공간 내에 존재하지 않고 모두 반출되었음을 확인할 것
5. 밀폐막이 손상되지 않고 외부로부터 작업장이 차폐되어 있음을 확인 할 것

③ 규칙 제80조의11제1항 제2호에 따라 작업장 내 공기는 건조한 상태를 유지하고, 송풍기 등을 이용하여 석면이 제거된 표면, 먼지가 침전될 수 있는 작업장 표면, 시료채취 위치 주변 등 작업장 내 침전된 분진을 충분히 비산(飛散)시킨 후 즉시 시료를 채취한다.

④ 규칙 제80조의11제1항제3호에 따라 시료채취기의 설치 및 지역시료채취방법은 다음 각 호와 같다.

1. 시료채취 펌프를 이용하여 멤브레인 여과지(Mixed Cellulose Ester membrane filter)로 공기 중 입자상 물질을 여과 채취한다.
2. 바닥으로부터 약 1~2m 높이 또는 석면이 제거된 위치와 비슷한 높이에서 실시한다.
3. 공기는 1~16L/min의 유량으로 각 시료채취 매체 당 최소 1,200L 이상의 공기를 채취한다.

제10조(시료채취 수) 시료채취 수는 작업장별 각각 불침투성 차단재로 밀폐된 공간의 바닥 면적(이하 “밀폐면적”이라 한다)에 따라 다음의 수식으로 계산된 시료 수 이상을 채취해야 한다.

$$\begin{aligned} & \text{(계산식) 밀폐면적의 크기별 최소 시료채취 수} \\ & = \text{밀폐면적}(A, \text{m}^2)^{1/3} - 1 \text{ (소수점 이하 버림)} \end{aligned}$$

계산 예 :

밀폐면적(A)	최소 시료채취 수
50m ²	2
100m ²	3
200m ²	4
500m ²	6
1000m ²	9
5000m ²	16

제11조(분석) ① 법 제38조의5제2항에 따라 공기 중 석면농도의 분석은 위상차현미경으로 계수하는 방법으로 실시하며, 분석방법은 「작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시」에 따른다.

② 제1항에도 불구하고 필요 시 추가로 분석전자현미경을 이용하여 미국산업안전보건연구원(NIOSH) 공정시험법(NMAM7402), 영국보건안전청(HSE) 공정시험법(MDHS 87) 또는 이와 같은 수준이상의 분석법에 따라 섬유종류를 구분하여 석면농도기준 초과 여부를 평가할 수 있다.

③ 분석결과는 소수점 넷째자리에서 반올림하여 소수점 셋째자리까지 표기한다

제12조(석면농도측정결과표 작성) 법 제38조의5제2항에 따라 공기 중 석면농도를 측정한 때에는 규칙 별지 제17호의10서식의 석면농도측정결과표를 작성하여야 한다.

별첨

02

석면해체·제거작업 지침 (KOSHA Guide)

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 ‘안전보건규칙’ 이라 한다) 제2장, 제6절 (석면 제조·사용작업 및 해체·제거작업 및 유지·관리 등의 조치기준) 제477조 내지 제497조의 3의 규정에 의해 근로자의 건강장해를 예방하고 안전한 작업을 위하여 석면의 해체·제거작업 표준을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 석면함유 설비 및 건축물을 해체·제거하는 작업을 업으로 하는 사업주와 그 작업을 수행하는 근로자에게 적용한다.

3. 용어의 정의

3.1 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) “석면” 이라 함은 자연에서 생산되는 섬유상 형태를 갖고 있는 규산염 광물로서 백석면, 갈석면, 청석면, 안소필라이트석면, 트레모라이트석면, 악티노라이트석면 등 여섯 종의 광물을 말한다.
- (2) “석면함유물질” 이라 함은 석면이 중량기준 1 % 초과 함유된 물질을 말한다.
- (3) “석면함유 설비 및 건축물” 이라 함은 석면함유물질이 포함되어 있는 설비 및 건축물을 말한다.

- (4) “분무된 석면” 이라 함은 건축물 또는 시설의 내외부에 내화, 흡음, 단열, 장식 및 기타 용도를 위해 분무·미장 등의 방법으로 표면에 입혀진 석면을 말한다.
- (5) “보온재” 라 함은 건축물 또는 시설의 파이프, 덕트, 보일러, 탱크 등의 내외부에 보온·단열을 목적으로 사용된 물질을 말한다.
- (6) “내화피복재” 라 함은 높은 온도에서도 타지 않도록 하기 위하여 물질의 표면에 덮어씌우는 물질을 말한다
- (7) “석면해체·제거작업” 이라 함은 석면함유 설비 또는 건축물의 파쇄, 개·보수 등으로 인하여 석면분진이 흩날리거나 흩날릴 우려가 있고 작은 입자의 석면 폐기물이 발생 되거나 발생될 우려가 있는 작업을 말한다.
- (8) “고성능필터(High efficiency particulate air filter : HEPA filter)”라 함은 0.3 μm 의 입자를 99.97 % 포집할 수 있는 성능을 가진 필터를 말한다.
- (9) “음압기” 라 함은 고성능필터가 달린 팬을 이용하여 작업장 내부 공기를 일정 유량으로 배기하여 석면해체·제거작업 공간 내부를 음압으로 유지하도록 하는 장치를 말한다.
- (10) “음압기록장치” 라 함은 석면해체·제거작업 공간 내외부의 압력 차이를 측정·기록할 수 있는 장비를 말한다.
- (11) “사업주” 라 함은 석면이 함유되어 있는 설비나 건축물의 해체·제거를 업으로 하는 자를 말한다.
- (12) “글로브 백 작업(Glove bag operation)” 이라 함은 폴리에틸렌 등 불침투성 재료의 비닐시트를 사용하며 안쪽으로 손 모양의 글로브에 손을 넣어서 석면해체·제거작업을 수행하는 것을 말한다.

3.2 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 석면해체 · 제거작업의 범위

4.1 분무된 석면의 해체 · 제거작업

철 구조물의 내화재로 빔, 기둥, 트러스 및 연결부위에 분무된 것과 장식목적의 마감재 또는 천장의 방음단열재로 분무된 석면 등을 해체 · 제거하는 작업

4.2 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체 · 제거작업

공기조화설비의 파이프, 보일러 또는 산업현장의 용광로, 전기로 등의 설비에 보온 · 단열성 및 내화성을 주기 위해 석면이 함유된 보온재 및 내화피복재 등을 붙이거나 코팅된 것을 해체 · 제거하는 작업

4.3 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체 · 제거작업

내화 및 방음을 목적으로 벽체, 바닥타일, 천장재 등으로 사용된 석면이 함유된 각종 건축자재 등을 해체 · 제거하는 작업

4.4 석면이 함유된 지붕재의 해체 · 제거작업

지붕재로서 방수를 목적으로 아스팔트를 접착제로 하여 석면이 함유된 아스팔트 헬트 및 루핑 등의 방수시트를 적층한 것과 단열목적의 석면이 함유된 판넬, 슬레이트 등을 해체 · 제거하는 작업

4.5 석면이 함유된 가스켓 등 기타 석면함유물질의 해체 · 제거작업

보일러, 용광로 및 전기로 등의 문 또는 개방부위, 고압의 스팀 라인에 설치된 가스켓, 석면 링, 펌프 및 밸브의 팩킹재 등을 해체 · 제거하는 작업

5. 석면해체 · 제거작업 전 준비사항

5.1 석면해체 · 제거작업계획 수립

- (1) 석면해체 · 제거 작업계획에 포함될 내용
 - (가) 석면함유물질 사전조사내용

(나) 석면해체·제거작업 공사기간 및 투입인력

(다) 석면해체·제거작업의 절차 및 방법

사전조사결과 해체·제거할 석면함유물질별로 사용하는 도구 등 장비목록, 작업 순서 및 작업방법 등의 해체·제거방법

(라) 석면 비산방지 및 처리방법

① 해체·제거작업과정 중 밀폐, 격리, 음압유지 시스템, 습식작업, 진공청소 등의 석면 비산방지방법

② 해체·제거작업과정에서 발생한 석면함유물질, 잔재물 및 부스러기의 처리방법

(마) 근로자 보호조치

해체·제거작업자의 건강보호를 위한 호흡용보호구, 보호의, 보안경(반면형 방진 마스크의 경우) 등 개인보호구와 위생설비 등 보호조치내용

(바) 기타사항

지정폐기물처리, 석면의 물질안전보건자료, 근로자에 대한 석면의 유해성 등에 대한 교육계획 등을 포함

(2) 작업계획의 주지

(가) 사업주는 석면해체·제거작업계획을 수립한 때에는 당해 작업근로자에게 그 내용을 서면, 게시 또는 교육 등을 통하여 주지시켜야 한다.

(나) 사업주는 당해작업 근로자 외에 석면해체·제거작업으로 인해 영향을 받을 우려가 있는 동일 건물 내의 근로자 및 입주자에게 해체·제거작업 실시계획 등에 대해 주지시켜야 한다.

5.2 경고표지의 설치

(1) 사업주는 석면해체·제거작업을 행하는 장소에는 별지1의 경고표지를 출입구에 게시하여야한다

- (2) 다만, 작업이 이루어지는 장소가 실외이거나 출입구가 설치되어 있지 아니한 경우에는 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.
- (3) 또한, 석면해체 · 제거작업장에 접근이 가능한 인근 주민 및 통행자 등에게 석면해체 · 제거작업이 이루어지는 장소임을 상기시킬 수 있는 표지 등을 게시하여야 한다.

5.3 개인보호구의 지급 · 착용

- (1) 사업주는 석면해체 · 제거작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 작업조건에 적절한 특급 방진마스크, 전동식 특급마스크 또는 송기마스크 등 호흡용 보호구, 고글형 보호안경, 신체를 감싸는 보호의 및 보호장갑 등의 개인보호구를 작업 근로자 개인별로 지급하고 착용하도록 하여야 한다.
- (2) 사업주는 호흡용 보호구를 지급할 때에는 작업근로자에게 다음의 교육을 실시하여야 한다.
 - (가) 기밀검사(Fit-test)방법
 - (나) 보호구의 이상유무 검사방법
 - (다) 사용방법
 - (라) 유지관리방법
 - (마) 오염물 세척 및 제거방법
 - (바) 보호구의 사용제한
- (3) 사업주는 불침투성의 보호장갑, 보호의 및 보호장화를 지급하여야 한다.

5.4 석면해체 · 제거 장비 및 보호구

- (1) 음압기
 - (가) 고성능필터를 장착하여야 한다.
 - (나) 전처리 필터를 고성능필터 앞쪽에 반드시 설치하여야 한다.
 - (다) 필터 차압 게이지를 설치하여야 한다.

(라) 음압기 내부를 밀폐하여 여과되지 않은 공기가 누설되지 않도록 하는 구조가 되어야 한다.

(마) 송풍기는 필터 뒤쪽에 설치하여야 한다.

(바) 이동시 음압기 내·외부의 석면이 비산하지 않도록 비산 방지 장치 혹은 설비를 갖추어야 한다.

(2) 음압기록장치

(가) 측정 감도는 0.01 mmH₂O 이하일 것

(나) 1분 간격으로 측정된 자료를 24시간 연속하여 1개월 이상 저장 가능한 자료 저장 용량을 가질 것

(다) 1분 평균으로 측정된 음압이 0.508 mmH₂O이하 일 때 경보음이 작동하는 기능을 가질 것

(라) 측정 전 자체적으로 영점(Zero point)을 교정할 수 있는 기능을 갖출 것

(마) 결과물을 출력할 수 있는 기능을 가질 것

(3) 진공청소기

(가) 고성능필터를 장착해야 한다.

(나) 여과되지 않은 공기가 누설되지 않도록 하는 구조이어야 한다.

(다) 석면해체·제거작업 시 지속적으로 석면분진을 포집할 수 있는 충분한 모터성능을 가진 것이어야 한다.

(4) 호흡용 보호구

한국산업안전보건공단의 검정필 또는 안전인증제품이어야 한다.

(5) 보호의

(가) 보호의는 근로자의 전신을 덮을 수 있고, 허리, 손목, 목이 조이는 구조로 머리덮개가 부착된 일회용 보호의이어야 한다.

- (나) 습식작업에 사용할 수 있는 소재이어야 한다.
- (다) KS 표준규격의 고품 미립자 차단 보호복(KS K ISO 13982-1)의 요구 성능과 동등 이상의 성능을 가져야 한다.
- (라) 지퍼 부분은 지퍼덮개가 있어, 석면 분진이 유입되지 않는 구조로 되어야 한다.
- (마) 봉제처리 부분을 통하여 석면이 침투하지 못하도록 봉제처리 후 코팅 방식, 테이핑 처리 또는 동등 성능 이상의 처리방식을 적용하여야 한다.

5.5 위생설비의 설치

- (1) 사업주는 석면해체 · 제거 작업장소와 연결되거나 인접한 장소에 탈의실, 샤워실 및 작업복 갱의실 등의 위생설비를 설치하고 필요한 용품 및 용구를 비치하여야 한다.
- (2) 사업주가 실내의 석면 해체 · 제거작업장소에 위생설비를 설치하는 때에는 다음의 요건이 충족되어야 한다.
 - (가) 위생설비의 설치순서는 탈의실 → 샤워실 → 작업복 갱의실 → 작업장 순으로 연결하여 설치하여야 한다.
 - (나) 각 실의 연결 복도의 출입구는 분진의 확산방지를 위해 폴리에틸렌 재질의 커튼을 설치하는 것이 바람직하다.
 - (다) 샤워실은 온 · 냉수가 공급되어야 한다.
- (3) 작업전 출입순서
 - (가) 탈의실로 들어가 평상복을 벗고 보호의를 착용하고 호흡용 보호구를 검사 후 착용한다.
 - (나) 샤워룸을 통해 갱의실로 들어가되, 샤워룸에서 샤워를 하지 않는다
 - (다) 작업복 갱의실에서 안전모, 장화 및 다른 장비를 착용한다.
 - (라) 작업장소로 들어간다.
- (4) 작업 후 출입순서

- (가) 작업장소를 떠나기 전에 작업자는 눈에 보이는 석면분진 등을 물걸레 등으로 세척하거나 고성능 진공청소기로 제거한다.
 - (나) 작업복 갱의실로 들어가 호흡용 보호구를 착용한 상태로 일회용 보호의를 벗고 재사용할 도구 및 장비를 보관한다.
 - (다) 샤워실로 들어가 재사용할 보호장구와 호흡용 보호구를 착용한 상태로 샤워하고 호흡용 보호구를 세척한다. 그 후 호흡용 보호구를 벗고 샤워를 계속 한다.
 - (라) 샤워실을 나와 탈의실에서 평상복으로 갈아입은 후 나온다.
- (5) 기타 해체·제거작업, 옥외작업 또는 작업장소 입구와 연결하여 탈의실, 샤워실, 작업복 갱의실 등의 위생설비를 설치하기에 현실적으로 곤란한 경우에는 별도 장소에 위생설비를 설치할 수 있다.
- (가) 위생설비는 작업장소에 직접 연결되는 구조가 가장 이상적이다. 그러나 옥외작업에서 작업특성상 작업장소에 인접하여 설치하기가 현실적으로 어려운 경우에는 작업장소와 분리되어 있다 하더라도 적절한 장소에 위생설비를 설치할 수 있다.
- (나) 다만, 위생설비가 격리되어 설치된 경우 작업자는 작업장을 떠날 때 작업장소 내에서 진공청소기 등을 사용하여 작업복, 보호의 및 사용 장비 등에 부착된 석면분진을 세척하여 이동 중 석면분진이 흩날리지 않도록 하여야 한다.
- (6) 사업주는 석면해체·제거작업 근로자가 착용했던 보호구 등은 작업복 갱의실에서 벗어 밀폐용기에 넣어 보관토록 하고 오염을 제거하기 위한 세척 등 필요한 조치를 하여야 한다.

5.6 석면해체·제거작업 시 금지사항

- (1) 분진포집장치가 장착되지 않은 고속 절삭디스크 톱의 사용
- (2) 압축공기 사용
- (3) 석면함유물질의 분진 및 부스러기 등을 건식으로 빗자루 등을 이용하여 청소하는 작업

5.7 근로자가 지켜야 할 의무사항

- (1) 근로자는 지급된 개인보호구를 착용하고 작업수칙을 준수하여야 한다.
- (2) 근로자는 석면함유 설비 또는 건축물을 해체 · 제거하는 작업장에서 담배를 피우거나 음식을 먹어서는 안된다.

5.8 석면함유 잔재물의 처리

- (1) 사업주는 해체 · 제거된 석면은 가능한 한 빨리 비닐포장 등에 적절하게 밀봉한 후 폐기물 스티커 등을 이용하여 석면임을 표시하여 폐기물관리법 제18조에 따라 폐기하여야 한다.
- (2) 사업주는 석면해체 · 제거작업 시 발생한 석면잔재물이나 석면 부스러기 등은 불침투성 용기 또는 비닐포대 등에 넣어 밀봉한 후 폐기물 스티커 등을 이용하여 석면임을 표시하여 폐기물관리법 제18조에 따라 처리하여야 한다.

6. 석면해체 · 제거작업 수행 시 유의사항

6.1 공통 조치사항

- (1) 작업장소 내 창문 등 개구부는 밀폐하고 인근 작업장소와 격리조치 하여야 한다.
 - (가) 해체 · 제거작업지역의 환기시스템은 모두 중단하고 전기설비를 차단시킨 후 창문, 환기 덕트의 개방부위, 출입문 등 모든 개구부는 밀폐시켜야 한다.
 - (나) 작업지역은 타 인접 장소 등과 격리시키되 기존의 벽 등 구조물이 불충분할 경우에는 임시 벽을 설치하여야 한다.
 - (다) 작업지역 내 이동이 가능한 시설물은 작업지역 밖으로 이동시키고, 이동이 불가능한 시설물이 존재하는 경우 폴리에틸렌 시트 등의 불침투성 재질로 덮어야 한다.
 - (라) 벽과 바닥은 오염을 방지하기 위해 폴리에틸렌 등의 불침투성 재질로 덮고 갈라진 틈은 테이프 등을 붙여 틈새가 없도록 하여야 한다.
- (2) 작업장소는 고성능 필터가 장착된 음압밀폐 시스템구조로 하여야 한다.

(가) 실내 작업장소 내 음압밀폐를 하기 위하여 작업부위를 제외하고는 바닥, 벽 등을 불침투성 재료의 폴리에틸렌 시트로 덮는다. 바닥은 0.15 mm 이상, 벽면은 0.08 mm 이상의 두께로 이중으로 덮는 것을 권장한다.

(나) 작업장소와 외부와의 압력차가 $-0.508 \text{ mmH}_2\text{O}$ 를 유지하도록 하여야 한다.

① 음압측정은 작업자의 출입·이동에 의하여 영향을 받을 수 있으며, 음압기와 가까울수록 높게 측정된다.

② 음압측정위치는 출입문에 영향을 받지 않고 음압기와 가장 먼 위치에서 측정하여야 한다.

(다) 음압은 음압기록 장치를 사용하여 작업시작부터 작업종료까지 측정하여 기록을 보관하여야 한다.

(라) 음압장치에는 작업장소 내 발생한 석면분진이 외부로 배출되지 않도록 고성능 필터가 장착된 것을 사용하여야 한다.

(마) 시스템 내 공기흐름은 근로자의 호흡기 영역으로부터 고성능필터 또는 분진 포집 장치 방향을 유지하여야 한다.

(바) 작업개시 전에 음압밀폐시스템 내 누출부위가 있는지 검사를 하여야 한다.

(사) 음압유지를 확인하는 방법

① 음압밀폐시스템의 폴리에틸렌 시트 등의 밀폐시트가 작업장 안쪽으로 쏘그라 드는 것을 확인한다.

② 스모크 테스트 튜브(Smoke test tube) 등에 의한 연기흐름의 방향이 석면해체·제거작업장과 연결된 출입구 등 개구부에서 작업장 내부로 이동하는 것을 확인한다.

③ 음압기록계로 현재의 음압이 $-0.508 \text{ mmH}_2\text{O}$ 를 유지하는지 확인한다.

(아) 해체·제거작업은 음압기로부터 먼 곳에서 시작하여 가까운 곳으로 이동하며 진행한다.

- (3) 작업장소가 실외인 경우에는 작업 시 석면분진이 외기로 흩날리지 않도록 고성능 필터가 장착된 석면분진 포집장치를 가동하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.
- (4) 물 또는 습윤액을 사용하여 습식작업을 하여야 한다.
 - (가) 해체·제거대상 물질에 스프레이 등으로 습식화 한 후에 작업하여야 하고, 작업 중에도 계속해서 습윤 상태가 유지되도록 하여야 한다.
 - (나) 습식작업에 따른 감전재해를 예방하기 위하여 해체·제거작업에 사용되는 전기는 누전차단기가 설치된 연장선(이동식 코드릴)을 이용하여 외부에서 공급하여 사용한다.
- (5) 불침투성 재질의 폴리에틸렌시트 바닥재에 축적된 석면 부스러기 또는 분진의 재비산을 방지하기 위해 필요한 경우에는 작업장 바닥에 불침투성 습윤천(Drop cloths)을 깔아 작업을 실시하는 것을 권장한다.

6.2. 석면해체·제거 작업별 조치사항

- (1) 분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업
 - (가) 작업근로자에게 특급 성능 이상의 정화장치가 부착된 전면형 방진마스크, 전동식 특급 마스크 또는 송기마스크의 호흡용 보호구를 지급하고 착용시켜야 한다.
 - (나) 파이프에 도포된 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재를 해체·제거하는 작업의 경우 글로브 백 작업이 권장된다.
 - ① 음압밀폐시스템과 병행하여 석면분진의 노출을 최소화시키기 위하여 파이프에 도포된 단열재를 해체·제거하는 작업에 글로브 백 작업을 수행할 수 있다.
 - ② 글로브 백 작업은 다음 방법에 따라 수행한다.
 - ㉠ 제거하고자하는 파이프관의 단열재 주위를 글로브 백으로 파이프관의 하부로 부터 상부로 감싼 후 상부 및 백의 양 측면을 테이프 등을 사용하여 밀봉한다.
 - ㉡ 밀봉하기 전에 글로브 백 내에 해체·제거하기 위한 필요 도구 등을 넣어야 한다.

- ㉔ 글로브에 손을 넣어 해체·제거되는 단열재 등 석면함유물질을 먼저 물 또는 습윤액을 사용하여 습윤화 하고 늘어져 있는 글로브 백에 떨어뜨려 저장한다.
- ㉕ 필요하다면 글로브 백의 일정한 구멍을 통해 스프레이 노즐을 집어넣어 해체·제거되는 단열재를 수시로 습윤화 한다.
- ㉖ 해당 장소에서 해체·제거작업이 완료되면, 늘어져 있는 아래 부분을 비틀어서 테이프로 감싼다. 상단부분에 고성능 필터 장착 진공청소기의 흡입구를 넣어 상단부분의 내부에 있는 공기를 흡입하여 석면먼지를 제거한 후 젖은 걸레로 석면함유물질이 제거 된 부분을 청소하거나 고착제로 도포한다.
- ㉗ 늘어져 있는 글로브 백이 해체·제거된 석면함유물질로 가득 차면 글로브 백의 내부 표면을 물로 세척하고 파이프 관으로부터 분리하여 완전 밀폐한 후에 다른 글로브 백에 넣는다.
- ㉘ 글로브 백에 석면의 경고표지를 표시한 후 폐기 처리한다.

(2) 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천정재의 해체·제거작업

- (가) 석면이 함유된 비닐 및 아스팔트 바닥재나 바닥타일의 경우 고속 절삭 디스크 톱, 도끼, 망치 등을 사용하여 자르거나 깎아 내는 작업은 반드시 음압밀폐시스템을 설치하여야 한다.
- (나) 작업근로자에게 성능검정 특급 방진마스크 이상의 성능을 가진 호흡용 보호구를 지급하고 착용시켜야 한다.
 - ① 반면형 방진마스크를 착용한 경우에는 보안경(고글)을 근로자에게 지급하여 착용토록 하여야 한다.
 - ② 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업은 작업조건에 따라 고농도의 석면분진이 발생할 수 있으므로 송기마스크, 전동식 특급 마스크 또는 전면형 방진마스크의 지급과 착용이 권장된다.
- (다) 석면함유 벽체, 바닥타일, 천장재는 가능한 한 손상되지 않도록 제거하여야 한다.
- (라) 해체·제거작업은 가능한 한 절단용 동력도구 등을 이용하여 석면함유 물질을 직접

절단, 연마, 찢거나 깨는 등의 손상을 주지 않는 방법으로 제거하여야 한다.

(3) 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업

(가) 지붕재 해체·제거작업은 가능한 한 절단용 동력도구 등을 이용하여 지붕재를 직접 절단, 연마 또는 찢거나 하는 등의 손상을 주지 않는 방법으로 제거하여야 한다.

(나) 지붕재의 해체·제거작업 과정에서 발생될 수 있는 석면분진이 실내로 유입되어 오염되지 않도록 난방 또는 환기를 위한 모든 통풍구의 유입부위는 작업장소와 가능한 멀리 격리시키고 작업 중 환기설비의 가동을 중단하여야 한다.

(다) 작업근로자에게 성능검정 특급 방진마스크 이상의 성능을 가진 호흡용 보호구를 지급하고 착용시켜야 한다.

① 반면형 방진마스크를 착용한 경우에는 보안경(고글)을 근로자에게 지급하여 착용토록 하여야 한다.

② 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업은 작업조건에 따라 고농도의 석면분진이 발생할 수 있으므로 송기마스크, 전동식 특급마스크 또는 전면형 방진마스크의 지급과 착용이 권장된다.

(4) 석면이 함유된 가스켓 등 기타 석면함유물질의 해체·제거작업

(가) 해체·제거작업은 물 또는 습윤액을 이용한 습식작업으로 하여야 한다.

① 가스켓을 손상시켜 해체·제거하는 경우에는 반드시 습식작업을 하여야 하며 해체·제거작업 중에도 계속하여 습윤제가 첨가된 물을 분무하여야 한다.

② 특히 가스켓을 제거 후 잔류물을 긁어내는 작업은 반드시 습식상태에서 실시하여야 한다.

(나) 석면이 함유된 가스켓 등의 석면함유물질의 해체·제거작업은 가능한 한 절단용 동력도구 등을 이용하여 직접 절단, 연마 또는 찢거나 하는 등의 손상을 주지 않는 방법으로 제거하여야 한다.

(다) 작업근로자에게 성능검정 특급 방진마스크 이상의 성능을 가진 호흡용 보호구를

지급하고 착용시켜야 한다.

- ① 반면형 방진마스크를 착용한 경우에는 보안경(고글)을 근로자에게 지급하여 착용토록 하여야 한다.
- ② 석면이 함유된 가스켓 등 기타 석면함유물질의 해체·제거작업은 다른 석면해체·제거작업에 비하여 낮은 농도의 석면분진이 발생하므로 반면형 방진마스크를 지급·착용하여도 좋으나, 작업조건에 따라 고농도의 석면 분진이 발생될 수 있다면 송기마스크, 전동식 특급마스크 또는 전면형 방진마스크의 지급과 착용이 권장된다.

7. 석면의 제거·청소 및 처리 시 유의사항

- 7.1 석면이 함유된 물질은 가능하면 제거 전에 습윤액을 물에 첨가하여 물의 침투성을 증가시키고 흘러내리거나 마르는 것을 방지한다.
- 7.2 습윤이 충분히 될 수 있도록 습윤액을 사용 후 20~30분 이후에 작업을 실시하도록 한다. 단, 외부의 환경에 의해 습윤이 불충분 한 경우 작업 중 습윤성을 유지하도록 반복적으로 습윤액을 뿌린다.
- 7.3 석면폐기물은 건조되기 전에 자주 그리고 규칙적으로 고성능필터가 장착된 진공 청소기로 청소하거나 젖은 물걸레를 이용하여 습식으로 청소하여야 한다.
- 7.4 바닥시트, 폴리에틸렌시트 등 해체·제거작업 중 사용된 폐기용 소모용품은 습윤화 후 폐기용기에 넣고 보관하기 전에 습윤화 하거나 밀봉한 후 폐기물 관리법에 따라서 처리하여야 한다.
- 7.5 석면폐기물을 청소, 제거한 후에 작업지역은 가능하다면 물로 세척하거나 고성능필터가 달린 진공청소기로 청소하여야 한다.
- 7.6 습식작업 시 사용되는 전기 공구 및 장비는 감전방지를 위해 누전차단기가 장착된 것을 사용하여야 한다.
- 7.7 석면해체·제거작업이 완료되면 사다리, 임시작업대 등 공구 및 장비는 젖은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 세척하여야 하며, 음압밀폐시스템을 설치한

작업인 경우에는 세척작업동안에도 계속 가동하여야 한다. 또한 고성능 필터의 교체 등은 반드시 음압이 유지되는 밀폐된 작업장 내에서 하여야 한다.

7.8 석면해체 · 제거작업을 위해 밀폐, 격리 등에 사용된 불침투성 폴리에틸렌 시트 등의 재료는 습윤화 하여 폐기물관리법에 따라서 처리하며 재사용하여서는 안된다.

7.9 바닥시트는 습윤화 하여 접어서 폐기물 관리법에 따라서 처리하여야 한다.

7.10 작업종료 후 재사용할 구조물 등은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 세척하여야 한다. 다만, 딱딱한 재질이 아닌 구조물 등은 재사용 하여서는 안된다.

7.11 음압밀폐시스템은 완벽하게 오염이 제거되어야 하며 프리필터(Prefilter) 및 고성능 필터는 폐기물관리법에 따라서 처리하여 폐기하여야 한다.

7.12 재사용되지 않을 석면폐기물과 보호의는 폐기처리용 용기에 보관하여야 한다.

7.13 폐기처리용 용기는 다음의 사항이 충족되어야 한다.

- (1) 분진 누출이 되지 않아야 한다.
- (2) 폐기물의 외형 및 형태에 맞는 구조이어야 한다.
- (3) 석면이 침투되어서는 안된다.
- (4) 석면폐기물이 포함되어 있다는 적절한 표시를 하여야 한다.

7.14 폐기처리용 용기는 0.15 mm 두께의 폴리에틸렌 용기가 권장되고 작업장소 밖으로 배출하기 이전에 용기표면에 붙은 석면분진을 제거하기 위해 젖은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 청소하여야 한다.

7.15 0.15 mm 두께의 폴리에틸렌 용기를 밀봉하기 전에 용기 내 잔류공기를 제거하기 위해 고성능필터가 장착된 진공청소기를 사용하고 용기의 상부를 비틀어 접은 상태로 테이프 등으로 밀봉하여야 한다.

7.16 폐기처리용 용기 안에는 바닥, 벽, 천정타일과 같이 뒤틀린 부분을 가진 폐기물을 넣지 않도록 하다. 뒤틀린 부분을 가진 폐기물은 일정높이로 쌓아서 0.15 mm 두께의 폴리에틸렌 시트를 이중으로 폐기물의 각 더미를 포장한 후에 폐기물의 형태에 맞는 적당한 용기에 담아야 한다.

■〈별지1〉 석면취급/해체 작업장의 경고표지

〈산업안전보건기준에 관한 규칙 제490조 관련〉

관계자 외 출입금지

석면 취급/해체 중

보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물 섭취 금지

- 주) 1. 크기는 가로 70센티미터, 세로 50센티미터이상
2. “관계자와의 출입금지” 글자의 크기는 가로 8센티미터, 세로 10센티미터 이상
3. 그밖에 글자의 크기는 가로 6센티미터, 세로 6센티미터 이상
4. 글자는 흰색 바탕에 흑색, 다만 “석면 취급/해체 중” 글자는 적색

별첨

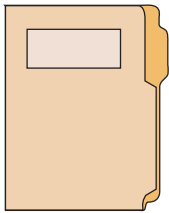
03

석면슬레이트 해체·제거 작업 표준매뉴얼

●●● 작업 전 준수사항 ●●●

1. 석면해체·제거작업계획 수립

: 작업계획서에 포함될 사항



- 1) 공사개요 및 투입인력
- 2) 석면함유물질의 위치, 범위 및 면적 등
- 3) 석면해체·제거작업의 절차 및 방법
 - 해체·제거작업에 사용하는 도구, 장비, 설비 등 목록
 - 해체·제거 작업순서 및 작업방법 등

4) 석면 흩날림 방지 및 폐기방법

- 해체·제거작업과정 중 발생된 석면함유 잔재물의 습식 또는 진공청소 등 석면분진 비산방지방법 및 석면함유 잔재물 등 처리방법

5) 근로자 보호조치

- ① 해체·제거작업자의 개인보호구 지급 및 착용계획, ② 위생설비 설치 계획
- ③ 작업종료 후 작업복 및 호흡용보호구 등 세척 방법, ④ 추락, 감전 등 재해예방을 위한 조치계획,
- ⑤ 작업자 석면에 대한 특수건강진단 실시 ⑥ 석면의 유해성, 흡연 등 금지 및 기타 석면해체·제거 작업관련 특별안전교육 등 교육계획 ⑦ 경고표지 설치 및 출입 통제조치 계획 ⑧ 비상연락체계 등

2. 석면해체·제거작업계획 주지

: 해당 작업근로자에게 교육 등을 통하여 작업계획을 알려야 합니다.

※ 석면해체·제거작업 근로자외에 석면해체·제거작업으로 인해 영향을 받을 우려가 있는 근로자에게도 해체·제거작업 실시계획 및 준수사항 등 알려야 합니다

3. 석면해체·제거작업 신고

· 석면해체·제거업자는 석면해체·제거작업 시작 7일 전까지
작업장소 소재지 관할 지방고용노동관서에 **【석면해체·제거작업
신고서】**를 작성하여 제출합니다



4. 경고표지의 설치



1) 석면해체·제거작업을 행하는 장소에 아래 경고표지를
출입구 또는 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야
합니다.

관계자 외 출입금지

석면 취급/해체 중

보호구/보호복 착용

흡연 및 음식물 섭취 금지

- 전체크기 : 가로 70센티미터, 세로 50센티미터이상
- 글자크기 : “관계자 외 출입금지”는 가로 8센티미터, 세로 10센티미터 이상, 그밖에 글자의 크기는 가로 6센티미터, 세로 6센티미터 이상
- 글자색깔 : 흰색 바탕에 흑색, “석면 취급/해체 중”은 적색

석면해체·제거 작업 중

[공사개요]

- 시공업체 : ○○건설
- 해체·제거업체 : ○○업체
- 신고일자 및 연락처 : '12.2.1
(○○지청 산재예방지도과 777-7777, ○○구청 주택과 888-8888)
- 공사기간 : '12.2.10 ~ '12.2.29

- ◆ 석면은 발암성 물질이므로 허가없이 현장출입을 금지합니다.
(허가를 받더라도 보호구를 반드시 착용)
- ◆ 근로자와 인근주민의 건강보호를 위해 산업안전 보건법에서 규정하고 있는 작업 기준을 준수하고 있습니다

2) 석면해체·제거작업장 주변에 인근 주민 및 통행자 등
에게 석면해체·제거작업이 이루어지는 장소임을
알 수 있도록 작업알림 표지 등을 게시하여야 합니다.

※ 시공업체명, 작업일정, 작업내용(석면해체·제거
작업 장소, 규모 등) 등을 표기

5. 위생설비의 설치 등



연결방향 : 입구 → 탈의실 → 샤워실 → 갱의실 → 해체 작업장

: 슬레이트 해체·제거 작업장소 또는 인접한 장소에 탈의실, 샤워실 및 작업복 갱의실 순으로 위생설비를 설치하고, 필요한 용품 및 용구를 비치합니다.

※ 단, 샤워실의 설치 및 사용이 어려운 장소의 경우 인근 장소에 샤워시설을 사용할 수 있도록 조치한 후, 샤워실을 생략한 위생설비를 작업장소에 설치 할 수 있음

6. 개인보호구의 지급·착용



1) 사업주는 전동식 방진마스크(특급) 또는 방진마스크(특급) 및 신체를 감싸는 불침투성 보호복(머리를 감싸는 보호의, 장갑 및 덧신)등의 **개인보호구**를 작업근로자 **개인별로 충분히 지급**하고, 반드시 착용하도록 지도합니다.

※ 석면 슬레이트 해체·제거작업에 한하여 반면형 방진마스크를 착용한 경우 고글형 보호안경의 착용의무 제외

2) 사업주는 근로자에게 올바른 개인보호구 **착용방법**, **유지관리방법** 등 교육을 실시합니다.

3) 근로자는 지급된 개인보호구를 **반드시 착용**하여야 합니다.

7. 금지사항 및 출입방법

- 1) 석면 해체·제거작업 계획을 숙지하고 개인보호구를 착용한 사람 외에는 석면 해체·제거 작업장소에 출입하게 하여서는 안됩니다.
- 2) 석면 해체·제거 작업장소에서는 근로자가 담배를 피우거나 음식물을 먹지 않도록 하고, 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시합니다.
- 3) 작업장소 입장
 - a. 탈의실에서 평상복을 벗고 보호구를 착용한 후, 호흡용 보호구(방진마스크 등)의 기밀검사(Fit-test)를 실시합니다.
 - b. 강의실로 이동하여(사워실은 통과) 안전모, 안전화 및 기타 장비를 착용한 후 작업장소로 들어갑니다.

●●● 작업 시 준수사항 ●●●

8. 슬레이트 해체·제거작업 시의 조치사항

: 첫번째, 작업장소 내 창문 등 개구부는 밀폐하고 인근 작업장소와 격리조치 하여야 합니다.



- a. 해체·제거작업지역의 환기시스템은 모두 중단하고 전기설비를 차단시킨 후
 - 창문, 환기덕트의 개방부위, 출입문 등 모든 개구부는 석면분진이 유입되지 않도록 밀폐시켜야 합니다.



- b. 작업지역 내 움직일 수 있는 시설물은 작업지역 밖으로 이동시키고, 움직일 수 없는 시설물이 존재하는 경우 폴리에틸렌 시트 등의 불침투성 재질로 덮어야 합니다.



- c. 작업장소 바닥은 석면에 의한 오염을 방지하기 위해 폴리에틸렌 시트 등의 불침투성 재질로 **보양**하여야 합니다.

: 두번째, 추락재해예방 등 안전조치를 취해야 합니다.



- a. 석면 슬레이트 해체·제거작업 높이가 2미터 이상인 경우 **비계를 조립하는 등의 방법으로 작업 발판을 설치해야 함**

– 작업발판 설치가 곤란한 경우 **안전방망**을 설치해야 함
(안전방망의 설치가 곤란한 경우 근로자에게 안전대를 착용토록 하고, 안전대 부착설비를 설치해야 함. 부착설비로 지지로프 등을 설치할 경우 추락 시 근로자를 충분히 지탱할 수 있는 강도를 가져야 함)

※ 보다 구체적인 기준은 산업안전보건기준에 관한 규칙 “제6장 추락 또는 붕괴에 의한 위험방지” 참조

- b. 지붕위 작업 시 발빠짐 등 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 **폭 30센티미터 이상의 발판을 설치**하거나 **안전방망**을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 합니다.

- c. 건축물(주택)의 붕괴방지 사전확인 및 조치, 하부 작업자 보호를 위한 낙하방지조치, 건설장비 사용에 대한 안전조치 등 기타 산업재해예방을 위한 조치사항은 산업안전보건기준에 관한 규칙을 준용합니다.

※ 비·눈·강풍 등 기상상태의 불안정으로 날씨가 몹시 나쁜 경우 해체작업을 중지시켜야 함

: 세번째, 석면분진이 흩날리지 않도록 물 또는 습윤제를 사용하여 습식작업을 하여야 합니다.



a. 해체·제거대상 석면슬레이트에 습윤제 분무 등 습식작업을 미리하여 작업 중에도 계속해서 습윤 상태가 유지되도록 합니다.

- 다만, 안전상의 위험이 있는 경우 습식작업을 하지 않을 수 있음



b. 습윤이 충분히 될 수 있도록 습윤액을 사용 후 20 ~ 30분 이후에 작업을 실시하도록 합니다.

- 단, 외부의 환경에 의해 습윤이 불충분한 경우 작업 중 습윤성을 유지하도록 반복적으로 습윤액을 뿌림

c. 습식 작업에 의한 감전재해를 예방하기 위하여 해체·제거작업을 위한 전기공구 및 장비는 누전 차단기가 장착된 제품을 이용하여야 합니다.

: 네번째, 해체·제거되는 석면슬레이트는 가능한 한 손상되지 않도록 제거하여야 합니다.

※ 직접 땅으로 떨어뜨리거나 던지는 행위 금지





: 다섯번째, 해체·제거된 건물 주변의 비닐 시트에 퇴적된 석면 잔재물은 건조되지 않도록 규칙적으로 고성능 필터가 장착된 진공 청소기로 청소하거나 젖은 물걸레를 이용하여 습식으로 청소를 합니다.

※ 압축공기 사용 및 건식으로 빗자루 청소 금지



: 여섯번째, 휴식, 식사 등 작업장소를 이동하는 경우

- 갱의실에서 고성능필터가 장착된 진공청소기를 이용하여 작업복, 사용장비 등에 부착된 석면분진을 충분히 제거합니다.
- 필터 및 보호의 등은 밀폐용기에 폐기하고, 재사용 가능한 장비는 습윤천 등으로 세척한 후 다음 작업 장소로 이동합니다.

●●● 작업 후 준수사항 ●●●

9. 작업종료 후 샤워 및 퇴장



- 1) 작업장소를 떠나기 전 고성능필터가 장착된 진공청소기를 이용하여 작업복, 사용장비 등에 부착된 석면분진을 제거합니다.

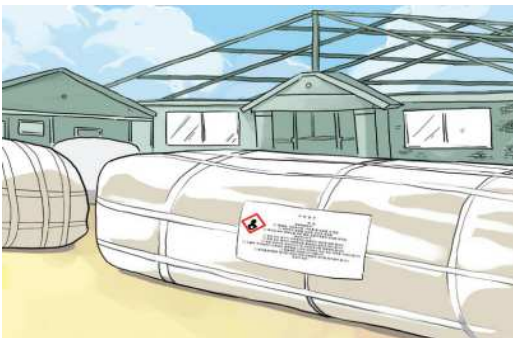
- 2) 갱의실로 들어간 필터 및 보호의 등은 밀폐용기에 폐기하고, 재사용 가능한 장비는 습윤천 등으로 세척한 후 샤워실로 이동하여 샤워를 합니다.

※ 호흡용 보호구를 착용한 상태에서 먼저 샤워 후, 보호구를 벗고 계속 샤워



- 3) 탈의실에서 평상복으로 갈아 입은 후 퇴장합니다.

10. 슬레이트 폐기 및 잔재물 등의 처리



a. 제거된 석면 슬레이트는 임시보관 장소로 운반하여 포장용 불침투성 재료의 폴리에틸렌 비닐시트를 바닥에 2겹으로 깐 후, 제거된 석면슬레이트 후면에 습윤제를 분무하여 건조되지 않도록 합니다.

b. 작업이 완료되면 사용한 공구 및 장비(사다리, 임시 작업대 등)는 젖은 걸레로 닦거나 고성능필터가 장착된 진공청소기로 청소합니다.

- 청소시 압축공기를 분사하거나, 건식 빗자루 청소 등으로 잔재물을 흩날려서는 안됩니다.

c. 석면폐기물은 **견고한 용기에 밀봉**하거나 **고밀도 내수 성재질의 포대로 2중 포장**하고,

- 바닥시트, 폴리에틸렌시트 등 해체·제거작업 중 사용된 폐기용 소모용품은 습윤화 후 불침투성 용기 또는 비닐포대 등에 넣고 밀봉한 후 아래의 표시 **스티커** 등을 부착하여 폐기물 관리법에 따라 처리하여야 합니다.

석 면 함 유

위험유해위험문구 :



- 암(폐암, 악성종양, 석면폐)을 일으킬 수 있음
- 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨
- 장기간 또는 반복노출 되면 폐와 호흡기계통에 손상을 일으킴

예방조치문구 :

- 취급 또는 폐기시 석면분진이 발생되지 않도록 해야 합니다.
- 취급 또는 폐기시 석면분진을 흡입하지 않도록 해야 합니다.
- 취급 근로자는 방진마스크 등 개인보호구를 착용해야 합니다.
- 노출이 우려되거나 건강상의 불편함을 느끼면 의학적인 조언 또는 주의를 구해야 합니다.
- 밀봉하여 저장하시기 바랍니다.
- 폐기물관리법에 명시된 내용에 따라 내용물의 용기를 폐기해야 합니다.

공급자 정보 :

| 참고 문헌

KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

- Andrew Obera, Asbestos Control: Survey, Removal, and Management-Second Edition, ASTM, USA, 2011
- ARCA, Recommended Guidelines for Personal Decontamination Procedures when Working with Asbestos, No 8, 2006
- ASTM, Standard Specification for Polyethylene Sheeting for Construction, Industrial and Agricultural Applications, ASTM, 2010
- ASTM, Asbestos Control: Surveys, Removal, and Management, ASTM International, 2010
- Dodge Woodson, Construction Hazardous Materials Guide, Asbestos Detection, Abatement, and Inspection Procedures. Elsevier, UK, 2012
- EPA/OSHA Asbestos Worker Contractor/Supervisor Manual, 2010
- HSE, Health and Safety Executive, Asbestos: The Licensed Contractor's Guide, London, England, 2006
- HSE, Health and Safety, The Control of Asbestos 2012 No 632, 2012
- USACE, Asbestos Hazard Control Activities, USA, 2012
- OSHA 29 CFR 1926.1001 Asbestos Standards in General Industry
- OSHA 29 CFR 1926.1101 Asbestos Standards in Construction
- 일본건설노동재해방지협회, 건축물의 해체등 공사에 있어서 석면분진의 노출방지 매뉴얼, 일본 건설노동재해방지협회, 2006
- 일본노동조사회, 석면사용건축물의 해체개수작업의 수준, 노동조사회, 2008
- 김정만 등, 석면, 동아기술, 2012
- 고용노동부고시, 기계·기구등의 안전인증규정, 제 2003-15호
- 고용노동부고시, 석면조사 및 안전성평가등에 관한 고시, 고용노동부 고시 제2012-9호
- 노민기, 석면작업 안전보건, 안전보건공단, 산업안전보건교육원, 2010
- 안전보건공단, 석면해체작업지침(KOSHA GUIDE H-70-2012), 한국산업안전보건공단, 2012
- 안전보건공단, 석면슬레이트 해체제거작업 표준매뉴얼, 한국산업안전보건공단, 2012

I MEMO

KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY



이 자료는 안전보건공단의 허락 없이 타기관에서 부분 또는 전부를
복사, 복제, 전제하는 것은 저작권법에 저촉됩니다.

석면해체·제거작업 **길잡이**

발행일 : 2013년 3월 초판발행

발행인 : 백 헌 기

발행처 : 안전보건공단 직업건강실
인천광역시 부평구 무네미로 478
Tel : 032) 5100-727

인쇄처 : (사)한국장애인문화인쇄협회
