

# 일본의 석면해체 관련 규정 및 폐석면 처리 정책

## Management system of the Waste Asbestos in Japan

글 | 송태협\* / 한국건설기술연구원 건축도시연구본부 선임연구원

(Song, Tae-Hyeob / Build & Urban Research Department, Korea Institute of Construction Technology, Daewha-dong, Ilsan-gu, Goyang-si, Kyeonggi-do, 411-712, Korea)

### 1. 서론

석면이라 함은 천연으로 존재하는 섬유상 규산염 광물이다. ILO(국제노동기구)의 정의에서는 “암석을 형성하는 광물의 사문석 및 각섬석 그룹에 속하는 섬유상의 무기 규산염” 즉, 백석면, 갈석면, 청석면, 안소필라이트, 트레몰라이트, 악티노라이트 등이다. 이 가운데 실용적으로 사용되어 왔던 것은 백석면, 갈석면, 청석면이다.

청석면 갈석면은 유해성이 높기 때문에 일본에서는 95년 4월에 법적으로 금지되었으며, 마찰재, 접착제와 같은 일부 석면제품에 대해서는 대체화가 가능해 졌기 때문에 2004년 10월부터 이에 대한 수입·제조·사용 등이 금지되었다.

현재는 일본의 경우도 우리나라와 동일하게 모든 계열의 석면 및 석면 건축자재의 수입이 완전하게 금지되었기 때문에 석면사용으로 인한 인체의 유해성 논란은 발생하지 않는다. 다만 과거에 사용하였던 석면폐기물의 관리, 해체, 최종 처리에 대한 문제가 사회적인 문제로 대두되고 있다.

특히, 우리나라에서는 2008년 7월 개정된 폐기물관리법에 의하여 중량 1% 이상을 함유한 석면 및 석면건축자재는 모두 지정폐기물로 분류하여 처리하도록 규정하고 있다. 일본의 경우도 우리나라와 동일하게 “폐기물 처리 및 청소에 관한 법률”에서 동일한 규정을 실시하고 있다.

지정폐기물에 의한 석면의 처리는 2007년 이전까지 모두 매립에 의한 처리만을 기준으로 하였으나 2007년 이후에는 매립과 용융처리 방식이 병행하여 처리를 실시하

고 있다. 특히, 용융처리 후 발생하는 슬래그류는 재활용을 전제로 용융처리를 실시함으로써 석면 폐기물의 재활용을 위한 기반을 구축하고 있다.

본 장에서는 위와 같은 일본의 폐석면 최종처리정책에 대한 내용을 분석하고자 한다.

### 2. 일본의 석면정책

일본에서 석면의 규제는 노동자의 건강 장해를 예방할 목적으로 한 것과 일반 환경의 보전 및 공해의 방지를 목적으로 한 것 등이 있다. 그리고 석면 건축자재의 해체와 관련하여서는 후생노동성의 석면 해체 관련 지침이 규정되어 있고 국토교통성에서 별도로 해체와 관련한 기술적 기준은 제시하지 않고 있다. 다만, 석면 해체공사를 실시할 경우에는 우리나라와 마찬가지로 건축법에서 해체 대상물에 대한 석면 함유여부를 조사하도록 규정하고 있으며, 특히, 뿜칠재에 의한 건축자재의 경우에는 별도의 신고를 실시하고 허가를 득한 후에 해체 시공을 하도록 규정하고 있다.

일본의 석면정책은 우리나라와 동일하게 국토교통성의 건축기준법에 의하여 해체·철거 단계에서 신고를 실시하도록 규정하고 있으며, 석면해체작업장의 관리는 후생노동성의 노동안전위생법등에서 관리하고, 최종적으로 발생하는 석면폐기물의 경우에는 환경성의 대기오염방지법 및 폐기물의 청소에 관한 법률 등에서 관리하고 있다.

노동안전위생법은 노동 장해 방지에 관한 종합 계획적인 대책을 추진함으로써 직장에서 노동자의 안전과 건강을 확보함은 물론 쾌적한 작업환경의 형성을 촉진하는 것

\* E-mail : thsong@kict.re.kr

<표 1> 안위법등 시행령·노동안전위생규칙(약칭 : 안위칙)의 개요

노동안전위생법	동 시행령	동 시행규칙
제조 등의 금지(제55조)	제조가 금지되어 있는 유해물 등 (제16조)제 1항 4호 아모사이트, 5호 크로사이드라이트, 9호 별표 제8의 2의 제품으로 석면함유율 1중량%를 초과하는 것	
명칭 등 표시(제57조) (명칭, 성분 및 함유량, 인체에 미치는 작용, 저장, 취급상의 주의 등)	명칭 등을 표시해야하는 유해물(제18조) 2호의 2 석면(아모사이트와 크로사이드라이트는 제외) 39호 함유하는 제제(製劑)와 그 외의 물질로 후생노동성령으로 정한 것	명칭 등을 표시해야하는 유해물(제30조) 별표 제2 2호의2(1중량%를 초과하는 석면을 함유하는 제제와 그 외의 물질) * 참고(제31조 ~ 제34조의 2)
문서의 교부 등(제57조의 2) (제57조의 내용, 물리적 및 화학적 성질, 응급조치 등)	명칭 등을 통지해야하는 유해물 (제18조의 2) 별표9 40호 석면(아모사이트와 크로사이드라이트는 제외)	명칭 등을 통지해야하는 유해물(제34조의 2의 2) 1중량%를 초과하는 석면을 함유하는 제제와 그 외의 물질 *참고(제34조의 2의 3 ~ 제34조의 2의 6)
건강관리 수첩	건강관리 수첩을 교부하는 업무(제23조) 3호 분진 작업에 관한 업무 11호 1중량%를 초과하는 석면을 함유하는 제제(製劑)를 제조하거나 또는 취급하는 업무	건강관리 수첩(제53 ~ 60조) *교부요건 ·진폐법(塵肺法) 제13조 제2항 등의 규정에 의해 결정된 진폐관리구분이 관리 2 또는 관리 3인 경우(제3호) ·양 폐야(肺野)에 석면에 의한 부정형 음영 또는 석면에 의한 흉막비후가 있는 경우(제11호)
계획의 신고 등(제88조)		계획을 신고해야하는 기계 등(제88조, 90조) *뿜칠 석면의 제거작업에 관련된 계획의 신고

을 목적으로 한다. 특히 석면에 관한 사항으로는 제조 등의 금지, 명칭 등의 표시, 건강관리 수첩 등이 있고, 그 개요는 표1과 같다. 특히 석면에 의한 피해를 최소화하기 위하여 석면장애 예방규칙을 제정하여 관리하고 있다. 석면 장애 예방 규칙(약칭 : 예방규칙)에는 석면에 의한 노동자의 폐암, 중피종(中皮腫) 등의 건강 장애를 예방하기 위해, 작업방법의 개선, 관련 시설의 개선 등 필요한 조치를 강구하여, 석면에 노출되는 정도를 최소한도로 하기 위해 노력할 것으로 되어 있다.

<표 2> 진폐법등 시행규칙의 개요

진폐법	동 시행규칙
정의(제2조)	분진작업(제2조), 별표(제24호)
진폐 건강진단(제3조)	흉부에 관한 임상검사(제4조), 폐기능검사(제5조), 결핵정밀검사(제6조), 결핵 이외의 합병에 관한 검사(제7조)
X선 사진의 상(像) 및 진폐관리구분(제4조)	
진폐 건강진단의 실시 (제7 ~ 11조)	건강진단의 면제(제9조), 일부 제외(제10조) 정기 외 건강진단(제11조), 이직시 건강진단(제12조)
진폐관리구분의 결정 (제12 ~ 20조)	진폐관리구분의 결정통지 등(제16 ~ 19조)
건강관리를 위한 조치 (제20의 2 ~ 32조)	작업의 전환(제26조, 27조), 전환 수당의 면제(제29조)

이 규칙에서는 해체 등의 업무에 관한 조치를 중심으로 석면 및 석면함유제품을 제조하거나 취급할 때의 관리기준을 정하고 있다.

또한 작업자의 정기적인 건강관리를 위하여 작업환경 측정법과 진폐법에서 관련 사항을 규정하고 있다. 분진을 흡입함으로써 폐에 발생하는 선유증식성(線維增殖性) 변화를 주로 일으키는 질병을 진폐라고 한다. 이 진폐에 대해 적절한 예방 및 건강관리나 기타 필요한 조치를 강구함으로써 노동자의 건강 유지와 기타 복지의 증진에 기여하는 것을 목적으로 하여 진폐법이 제정되었다.

환경성에서 관리하는 대기오염방지법(약칭 : 대방법)은 공장 및 사업장에서 사업 활동에 의해 발생하는 매연의 배출 등을 규제하여, 대기의 오염으로부터 국민의 건강을 보호함은 물론, 생활환경을 보전하는 것을 목적으로 하고 있으며 폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률(약칭 : 폐기물처리법)은 폐기물을 적정하게 처리하여 생활환경을 청결하게 함으로써 생활환경의 보전 및 공중위생의 향상을 도모하는 것을 목적으로 하고 있다. 폐기물처리법에서는 산업폐기물에 관해 통상의 산업폐기물과 특별관리 산업폐기물로 구분하고 있다. 특별관리 산업폐기물에 해당하는 석면함유 폐기물이란 건축물로부터 제거된 석면, 석면함유 보존재 등의 폐기물을 말한다. 이것을 「폐석면 등」이라고 구체적으로 폐기물처리법·시행령·시행규칙에서 정하고,

처리기준을 통상의 산업폐기물에 비해 엄격하게 설정하고 있다. 또한 「폐석면 등의 처리 매뉴얼(잠정)」에서는 석면함유 단열재, 내화피복재도 뿔칠 등과 마찬가지로 「폐석면 등」으로 처리하도록 되어 있다. 슬레이트 등의 성형품인 석면함유 폐기물은 통상의 산업폐기물에 해당하지만, 「비(非)비산성 아스베스토스 폐기물의 취급에 관한 기술지침」에 따라 처리하도록 규정하고 있다.

국토교통성의 건축기준법에 의하면, 비산의 우려가 있는 석면 함유 건축재의 사용을 금지하기 위해서 뿔칠 석면 및 석면함유 뿔칠 락울은 대규모 증개축 시에 제거하여 밀봉 또는 완전 포장을 실시하는 것이 의무화되었고, 석면 섬유 비산 우려가 있는 경우에는, 비상방지에 대한 권고·명령, 보고 청취·출입 조사, 정기보고 제도에 의해 열람 등을 실시하도록 규정하고 있다.

건축리사이클법의 특정건설자재로 지정된 석면제품은 현재는 없으며, 특정건설자재에 석면제품이 일부 섞이면 특정건설자재의 리사이클이 불가능해진다. 따라서 건축물 등의 해체 등에서 석면제품의 분별을 확실하게 실시하도록 하고 있다.

〈표 3〉 「폐석면 등」에 관련된 폐기물처리법동시행령·동시행규칙의 개요

폐기물처리법	동시행령	동시행규칙
정의 「특별관리 산업폐기물」(제2조 제5항)	폐석면 등(제2조의 2 제5항)	폐석면 등의 범위(제1조의 2 제6항)
「특별관리 산업폐기물 보관기준」(제12조의 12의 2 제2항)		
사업장 내의 관리 체제(제12조의 2 제4항) 특별관리 산업폐기물 관리책임자		
장부의 비치, 보고(제7조 제11항, 제12항)		장부의 비치, 보고(제8조의 18)(제14조 제6항)
위탁 처리(제12조의 2 제3항)	처리 위탁(제6조의 2 제1호, 제2호, 제6조의 5, 제6조의 6)	처리 위탁(제8조의 14)
산업폐기물 관리표(manifest)(제12조의 3)		산업폐기물 관리표의 교부(제8조의 20)

〈표 4〉 건축재료별 해체시공방법 요약

공법	긁어내기, 절단, 파쇄에 의한 소거						긁어내기, 절단, 파쇄에 의하지 않은 소거		밀봉	
	뿔칠재		단열재, 보온재, 내화피복재				단열재, 보온재, 내화피복재			
특정건축재료					지붕용 절판 뒷면	연돌용 단열재			뿔칠재, 단열재, 보온재, 내화피복재	기타석면 함유성형판
제거방법	작업장내 격리	글러브백 사용	사용장내 격리	글로브백 사용	단열재를 절판에 붙인 상태로 제거	단열재를 붙인 상태로 절단에 의한 제거	재료원형로 띠어냄	비석면부의 절단에 의한 제거		원칙적으로 손제거(?)
특정분진비배출등작업(신고)서	필요	필요	필요	필요	필요	필요	필요	통상적으로 불필요	통상적으로 필요	불필요
격리	시트	글로브백	시트	글로브백	바닥벽양생	필요에 따라	불필요	불필요	필요에 따라	불필요
전설설비	필요	불필요	필요	불필요	불필요	필요에 따라	불필요	불필요	필요에 따라	불필요
부압제진	필요	진공청소기에 의한 제진	필요	진공청소기에 의한 제진	불필요	절단시 부압으로 함	불필요	불필요	필요에 따라	불필요
습윤화	약액등을 사용	약액등을 사용	약액등을 사용	약액등을 사용	약액등을 사용	약액등을 사용	약액등을 사용	통상적으로 불필요	필요에 따라	필요
청소	필요	필요	필요	필요	필요	필요	필요	통상적으로 불필요	필요	필요

1. 석면함유건물에 접촉하지 않고 진동 등에 의한 석면의 비산의 우려가 없는 경우에는 대기오염방지법의 대상외.
  2. 열화정도에 따라 격리, 전설설비, 부압제진 등을 실시함.
- 참조, 환경성(건축물의 해체 등의 석면비산방지대책 매뉴얼)

### 3. 석면의 해체공정

일본의 경우, 미국과 동일하게 사전조사를 명문화하고 있으나 조사위원회의 구성, 분석에 대한 의무사항은 규정하고 있지 않다. 다만 석면 분석과 관련하여 JIS에서 X-ray 방법에 의한 분석을 표준화하고 있다.

또한 일본의 석면 해체와 관련하여서는 각각의 용도별 해체 방법을 규정하고 있다. 용도별 해체 과정은 다음과 같다. 단열재·보온재·내화피복재를 제거하는 경우는 특정건축재료(아스베스토)를 밀봉하여 처리하는 경우에 대하여는 건재사용현황이나 형태에 따라 다양한 방법이 실시되고 있다.

석면 건축자재에 대한 사전조사는 먼저 준공도서와 시공도면 등을 활용한 설계도서의 검토를 실시하고 석면 함유가 여부가 명확한 경우에는 각각의 해체절처에 따라 해체를 실시하도록 규정하고 있으며, 만일 석면의 함유가 불명확할 경우에는 현장에서 수거한 시료를 분석하여 함유 여부를 판단한 후 해체를 실시하도록 규정하고 있다.

또한 석면 건축자재가 매우 다양하므로 각각의 건축자재별 특성을 고려한 해체 기준을 설정하여 안정적인 석면 해체가 이루어지도록 하고 있다.

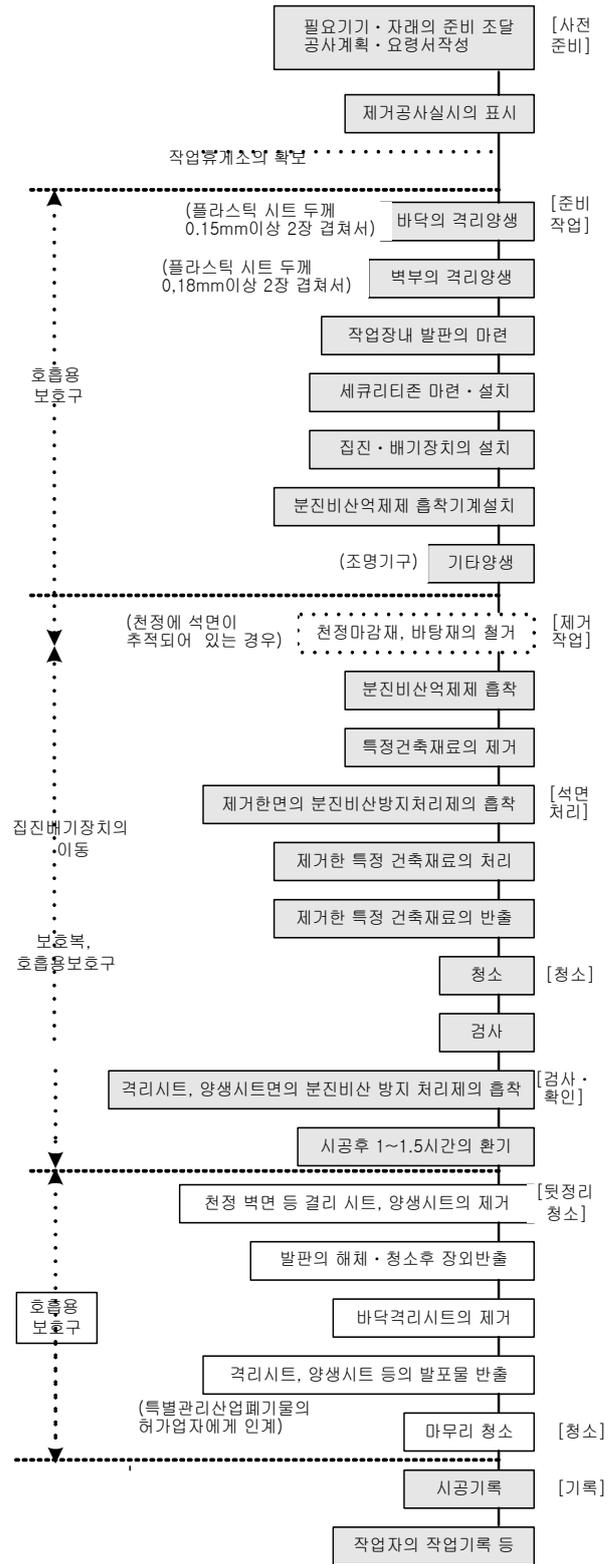
[그림 1]은 굽어내기, 절단 또는 파쇄에 의한 제거방법의 작업순서를 나타낸 것이다. 크게 사전준비, 준비작업, 제거, 석면처리, 청소, 검사확인, 최종정리, 기록 등의 순서로 이루어진다. 또한 일반해체와 달리 특수한 장비를 이용한 해체공사 순서로는 글로브 백을 이용하는 방법, 지붕절판을 내장단열재를 붙인 상태로 제거하는 방법, 독립 굴뚝의 내장단열재를 붙인 상태로 제거하는 방법 등이 있다.

2000년 이후 석면의 해체에 대한 기술의 관심이 급증함에 따라 기존의 일반적인 해체공정 이외에 신기술 등의 개발이 급격하게 진행되고 있다.

특히 석면건축자재의 종류별로 작업장 내 비산을 최소화하여 시공하는 방법 등이 개발되고 이를 위하여 각종 비산방지재의 개발이 이루어지고 있다. 이러한 비산 방지재는 기본적으로 석면 건축자재를 고형화 함으로써 미세입자의 분산을 억제하는 공법인데, 주로 실리케이트류의 혼화제가 활용되고 있다.

이와에 철골조에 부착되어 있는 뽀칠재의 경우 워터제트공법, 냉각공법 등이 적용되고 있으며, 이러한 기술은 현재 국내에서도 부분적으로 활용되고 있는 기술이다.

또한 석면 해체 작업장내 인력해체를 실시하지 않고 기계화 해체를 실행하는 기술이 부분적으로 적용되고 있는데 이는 현 법규에서 규정하고 있는 석면 건축자재의 작업장

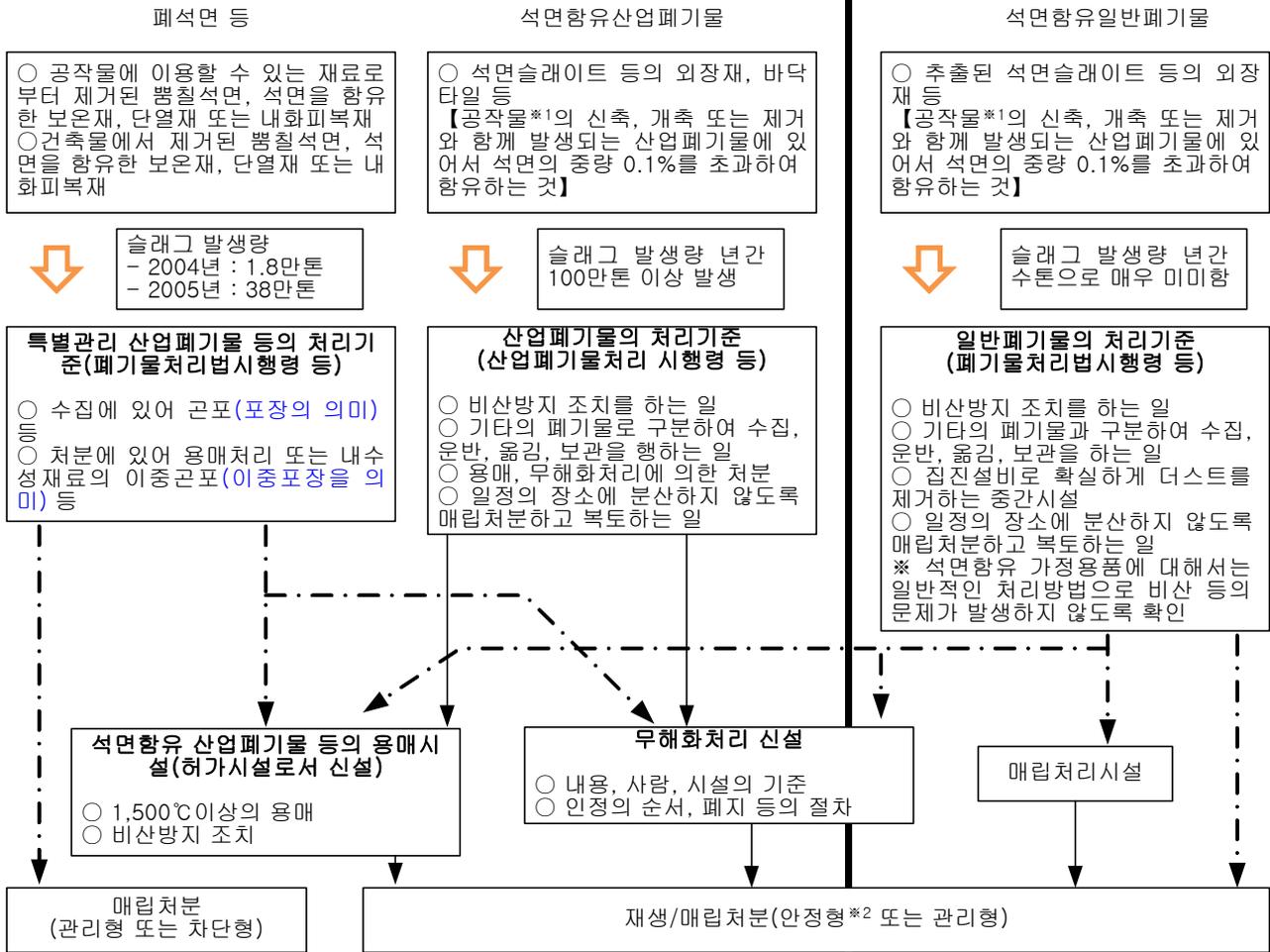


[그림 1] 일본의 석면해체 공정

내 파쇄를 금지하는 규정에 따라 뽀칠재를 대상으로 적용하는 공법 들이다. 즉, 유서 또는 무선 조정을 이용하여

<산업폐기물>

<일반폐기물>



※1: 석면함유 산업폐기물 또는 석면함유 일반폐기물로 불리우는 「공작물」 또는 「건축물」을 포함.  
 ※2: 평성 18년 환경성고시 제105호 (폐기물의처리 또는 청소에 관한 법률 시행령 제6조제1항제3호 1(6)에 있는 안정형 산업폐기물로서 환경대신이 지정한 산업폐기물)에서 정하는 산업폐기물에 적합한 것으로 안정형 최종처분장에서 처리가 가능.

[그림 2] 일본의 폐석면 처리 형태

카메라를 통한 원격조정 방법에 의한 뿜칠재의 제거를 실시하고, 제거된 폐석면은 부착된 집진 장치를 이용하여 바로 집진함으로써 현장내 석면의 비산을 최소화하는 방법이다.

4. 폐석면의 중간처리

일본에서 석면의 분류는 크게 산업폐기물과 일반폐기물에 속하는 폐석면으로 분류하고 있으며, 산업폐기물에는 비산성이 강한 뿜칠재등이 해당되는 폐석면과, 슬래이트, 패널류, 천장재 등 시멘트 등에 의하여 고형화하여 사용되어진 석면함유산업폐기물로 구분하며, 석면함유 일반폐기

물은 배관재등이 해당되나 연간 수톤 정도에 불과하여 일반적으로 관리의 관심대상에서 제외되어 있는 상태이다.

석면에 의한 유해성이 가장 강한 뿜칠재 석면의 폐석면은 용융처리와 매립처리를 병행하여 실시하고 있으며, 매립처리는 반드시 관리형 매립처리장에서 실시하여야 한다. 용융처리의 경우 반드시 배연, 대기, 슬래그에 포함된 석면의 농도 등을 관리하여야 하며, 생산된 슬래그는 매립장 사면, 바닷가 제방 등의 제조시 재활용 되고 있다.

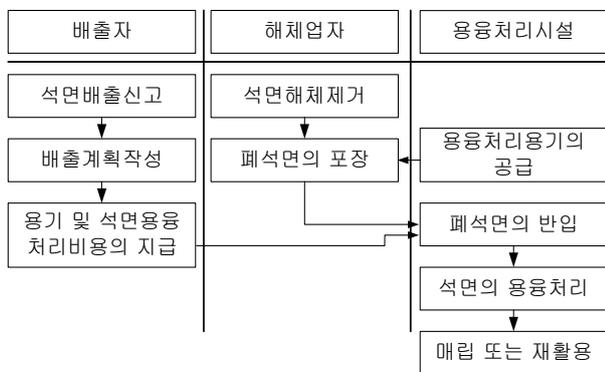
석면함유 산업폐기물의 경우에는 연간 4000천만톤 이상이 발생하는 것으로 조사되고 있으며, 용융과 매립을 동시에 실시할 수 있으나 용융의 경우 시멘트의 함량 등으로 인하여 처리에 어려움이 있어 일반적으로 매립 처리를 실시하는 것이 대부분이고 석면함유일반폐기물의 경우에

도 대부분 매립처리를 실시하고 있다.

일본의 폐석면 처리방법은 우리나라와 동일하게 두가지로 이중 비닐포장 후 고형화한 제품의 매립처분(뽀칠재, 판상형 건축자재 모두 해당)과 1500℃ 이상의 온도에서 용융처리 하는 방법으로 구분한다. 최근에는 1000℃ 이하에서 용융처리하는 기술 등이 개발되고 있으며 환경성에서는 이러한 무해화 처리 방법에 대한 기술 인증을 실시하고 있다. 그러나 현재까지 무해화 처리에 의한 인증을 받은 처리업체는 없다.

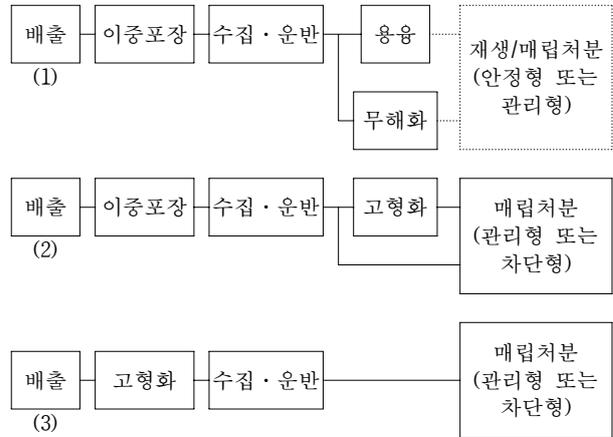
석면 용융처리 방법은 사용하는 연료의 구분에 따라 3가지로 분류한다. 중유사용 용융로로 열원을 중유로만 사용하는 용융로이며, 온도는 최대 1600℃까지 상승할 수 있다. 일본내 석면 처리 용융시설 중 가장 처리시설규모가 큰 곳으로 연간 2000톤의 뽀칠석면 폐기물을 용융처리하고 있다. 전기로 사용 용융로의 경우 기존의 전기로 공정의 로에 투입하여 용융을 실시하는 공정이며, 연간 1000톤 이상을 처리하고 있다. 코크스 사용 용융로(가스화 처리장치)의 경우 고형연료인 코크스를 열원으로 사용하는 용융로로서 연간 300톤 정도의 뽀칠 석면을 처리하고 있다.

상기 기술한 석면용융로는 석면 자체를 전용으로 소각 처리하는 시설이 아니고, 기존의 고온 용융로를 이용하여 사용하는 상태다. 현재 일본내 약 20여개 정도의 용융시설이 있으며, 2007년 기준 연간 3969톤의 뽀칠 석면을 용융처리하고 있다. 이는 전체 뽀칠폐석면 발생량의 약 8.82%에 해당하는 양이며, 나머지 91% 정도는 매립처리하고 있는 상태이다. 20여개의 석면용융처리시설중 정부로부터 폐석면 용융 최종처리장으로 인정 받은 곳은 10여 곳이고, 인정의 기준은 환경성에서 규정하고 있으며 평가의 기준은 배진(분진), 대기(공기), 폐기물(슬래그)의 석면함유 여부이다. 각각의 항목별로 기준이 설정되어 있다.



[그림 3] 폐석면 용융처리 발주형태

[그림 4]는 일본의 폐석면 처리 경로에 대한 것으로서 뽀칠재와 같이 비산성이 강한 석면의 처리 흐름에 해당한다.



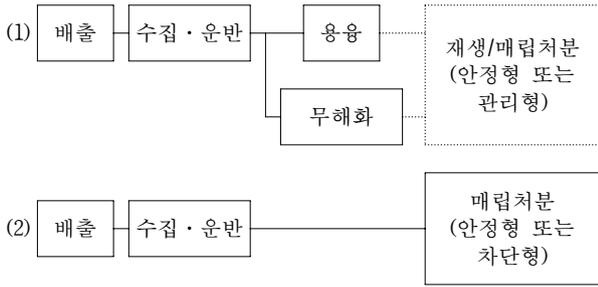
[그림 4] 폐석면의 처리경로

(1)의 케이스에서는 폐석면 등을 「용융 설비를 사용하여 용융하는 방법」 또는 「인정에 관한 무해화 처리 방법」에 의해 폐석면 등은 특별관리 산업폐기물이 아닌 통상의 산업폐기물로 된다. 용융 또는 무해화된 것은 이미 폐석면이 아닌 통상의 산업폐기물로서 처분 가능하다. 2006년 환경성 고시 제105호 (폐기물 처리법 시행령 제6조 제1항 제3호 (6)에 기재된 안정형 산업폐기물로서 환경부장관이 지정하는 산업폐기물)에서 규정한 산업폐기물에 적합한 것이면 안정형 최종 처분장에서의 처분이 가능하게 된다.

(2) 및 (3)의 케이스에서는 폐석면 등은 차단형 또는 관리형의 최종 처분장 중 일정장소에서 폐석면 등이 분산되지 않도록 실시하지 않으면 안 된다. 폐석면 등이 비산된다면 처리 기준 위반이 된다. 가능한 한 (1)의 방법에 의해 처분하는 것이 바람직하다.

또한 (1)의 방법으로 처분한 경우는 최종 처분장에서 다른 폐기물과 구분하여 매립할 필요가 없다.

[그림 5]는 석면함유 산업폐기물의 처리 경로의 예를 나타낸 것으로서 (1)의 케이스는 석면함유 산업폐기물을 「용융 설비를 사용하여 용융하는 방법」 또는 「인정에 관한 무해화 처리 방법」에 의한 것이다. 용융 또는 무해화된 것 중, 2006년 환경성 고시 제105호 (폐기물 처리법 시행령 제6조 제1항 제3호 (6)에 기재된 안정형 산업폐기물로서 환경부장관이 지정하는 산업폐기물)에서 규정한 산업폐기물에 적합한 것이면 안정형 최종 처분장에서의 처분이 가능하다.



[그림 5] 석면함유 산업폐기물의 처리 경로의 예

(2)의 케이스에서는 석면함유 산업폐기물은 최종 처분장 중 일정장소에서 분산되지 않도록 실시하지 않으면 안 된다. 석면함유 산업폐기물이 비산된다면 처리 기준 위반이 된다.

또한 (1)의 방법으로 처분한 경우는 최종 처분장에서 다른 폐기물과 구분하여 매립할 필요가 없다.

茨城県環境保全事業団은 이바라기현에서 운영하는 폐기물 매립 및 소각 처리장을 동시에 운영하고 있는 곳으로서 2005년도부터 사업을 시작하였으며, 현에서 100% 출장하여 재단법인형태로 운영하고 있다. 이곳은 공공재 성격이 강한 폐기물을 대상으로 소각 처리 후 매립을 실시하는 곳이다. 즉, 단순매립은 하지 않고 있으며, 일단 소각 처리 후 100% 매립을 실시하는 현장이다.

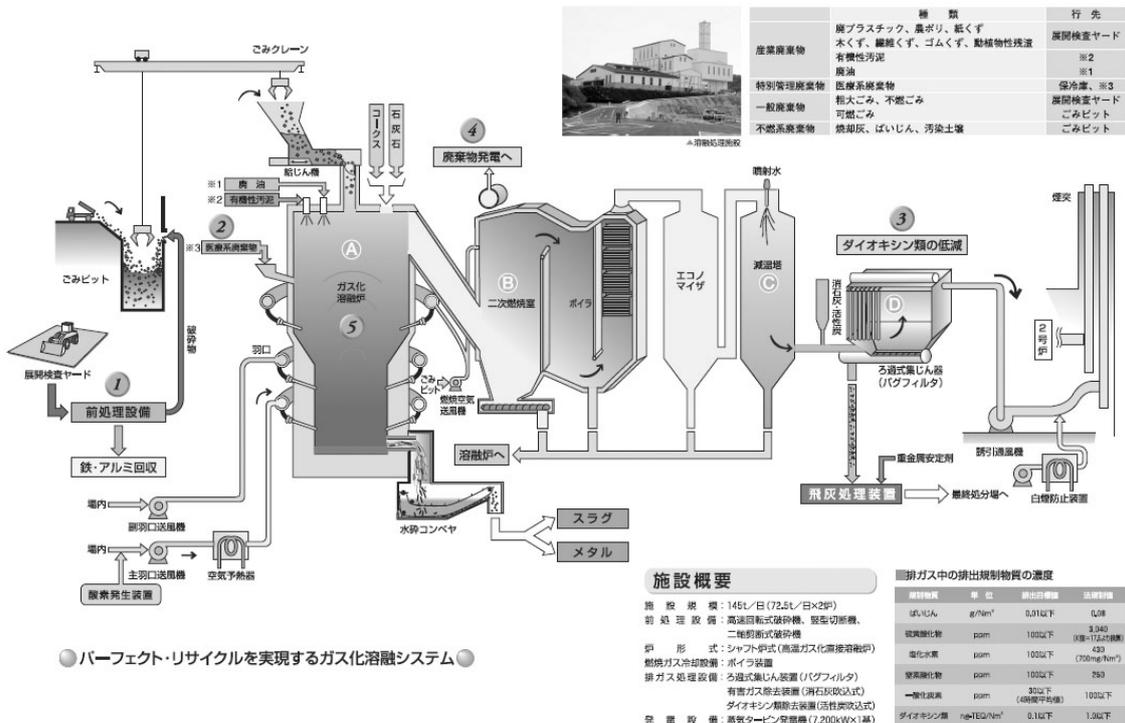
처리하는 폐기물의 종류는 가연성일반폐기물 및 산업폐

기물로서 오니, 폐합성수지, 폐금속류, 동식물성잔재 등이 있으며, 특별관리산업폐기물로서 감염성폐기물과 석면폐기물이 있다. 용융처리 공정중 감염성폐기물의 경우 별도의 공정을 이용하여 용융처리를 실시하고 있다.

석면은 이 처리장에서 용융처리하는 폐기물중 한가지 품목으로서, 전체 용융처리폐기물의 1~2% 정도를 차지하는 폐기물이다. 소각로는 용융온도를 1600℃ 이상으로 유지할 수 있으며, 소각로는 2개를 운용하고 있고, 주연료는 코크스를 사용하고 있으며 가스화를 통한 처리를 실시하고 있다.

석면의 용융은 감염성폐기물과 동일한 공정으로 처리된다. 일반산업폐기물과 다른 투입구를 통하여 투입되며, 총 3개소에서 석면에 대한 사후관리를 실시한다. 즉, 발생하는 슬래그에서의 석면 함유여부, 배가스에서의 석면 함유여부, 배분진에서의 석면함유여부를 측정한다.

폐석면의 반입은 특별 용기를 이용하여 반입을 실시한다. 즉, 배출자가 석면용융처리를 위한 협의를 요청해 오면 상기의 용기를 수용에 맞게 공급한다. 용기의 공급가격은 2,100엔/개로서 반드시 지정 용기만을 이용하여 반입을 실시하여야 하고 석면의 포장도 상기의 용기안에 이중 비닐포장으로하여 보관을 실시하여야 한다. 이러한 용용시스템은 감염성폐기물의 처리와 동일한 공정으로 이루어진다. 석면 처리용기의 용량은 약 45리터 정도이며 용기안



[그림 6] 고온용융로

의 중량은 25kg을 초과할 수 없다. 25kg을 초과하면 기계 장치에 의하여 자동적으로 공급장치가 멈추도록 규정되어 있다. 일반적으로 석면폐기물을 상기의 용기에 담으면 약 8리터 정도가 투입된다고 한다.

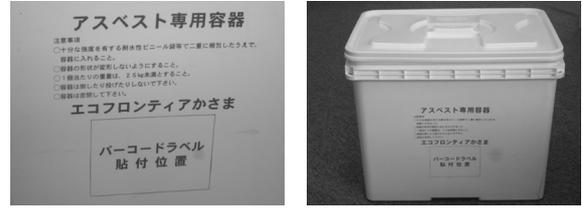
전용용기 가격을 제외한 용융처리비는 69400엔/톤이다. 따라서 톤당 용융 처리비를 계산하면 톤당 처리비용은 약 430여만원 정도이다.

<표 5> 용융처리비용의 산출

톤당 용융처리비	69,400엔
1톤의 폐석면 처리에 필요한 용기의 수량	125개 × 2,100엔 =26,250엔
합 계	331,900엔/톤

매립 처리비용이 약 60여만원/톤 정도인 것을 고려하면 용융처리하는 매립의 5-6배의 비용이 소요되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 조건 때문에 일반적으로 공극건축물 및

시설물의 해체에서 발생하는 석면 폐기물이 용융처리의 주요 대상이며, 민간 배출자의 경우에는 아직까지도 매립 처리를 실시하고 있다.



[그림 7] 폐석면 수거 전용 용기

[그림 7]은 수거된 폐석면을 용융로에 투입하는 것으로서 위에서 기술한 바와 같이 감염성폐기물의 투입과 동일하게 실시한다. 일반적인 생활계 폐기물의 경우에는 호퍼에서 직접 용융로에 투입을 실시하지만 감염성 폐기물과 석면 폐기물의 경우에는 별도의 자동 투입 장치를 이용하여 투입을 실시한다.

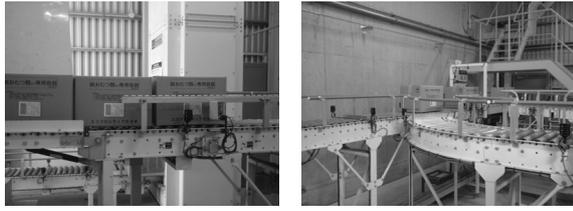
<표 6> 폐기물 처리 시설에 대한 석면의 샘플링·분석 방법의 개요

항 목	샘플링 방법	· 분석 방법
부지경계	· 환경청 고시 제93호 (1989년 12월 27일)을 준용	· 좌동 · 필요에 따라 전자현미경 사용
발전상황 조사	· 작업환경 측정 기준 노동성 고시 제46호 (1976년 4월22일) 및 작업환경 측정 가이드북 1 (후생노동성 안전위생부 환경개선실 편)을 준용	· 좌동 · 생물현미경을 병용 · 필요에 따라 전자현미경 사용
기 체 배출가스	연소가스 배출 · JIS Z 8808 (배기 가스 중의 먼지 농도의 측정 방법)을 준용 · 멤브란 필터의 전단에 인핀자 (무진수 포함)를 설치  · 샘플링 개념도 (일례)	· 분석 대상 시료 : 채취관, 인핀자 (무진수 포함), 연결관, 멤브란 필터 (채취관 등에 부착한 먼지를 무진수로 세정하여 인핀자 내의 무진수와 합침) · 환경청 고시 제93호 (1989년 12월 27일)를 준용 · 필요에 따라 전자현미경 사용
	파쇄가스	· JIS Z 8808 (배기 가스 중의 먼지 농도의 측정 방법)을 준용 (원형 여지법에 의한 포집으로 인핀자의 설치를 제외하고 연소 배기 가스와 동일)
고체 1)	· 1회당 수백 g을 복수회 채택하여 혼합하여 1 검체	· JIS A 1481 (건축 재료 제품 중 석면 함유율 측정 방법)을 준용 · 수분 분산, 용출 등의 전처리를 실시한 재료는 JIS A 3850 (공기 중의 섬유상 입자 측정 방법)을 준용 · 생물현미경을 병용 · 필요에 따라 전자현미경 사용
액체 2)	· 1회당 수백 mL를 복수회 채택하여 혼합하여 1 검체	· 생물현미경을 병용 · 필요에 따라 전자현미경 사용

1) 고체 : 조각재, 집진물 (집진재 포함), 슬래그, 파쇄 잔여물 등

2) 액체 : 조각재 냉각수, 슬래그 냉각수, 원수 등

<계수법 (위상차현미경+생물현미경)으로 직접 계수하여 어려운 시료 등을 분석하는 경우 (일례)



[그림 8] 고온용융로에 투입되는 용융폐기물



[그림 9] 고온용융로 및 관리

폐석면의 용융처리 과정에서 석면분진의 누출이 우려될 수 있으므로 배출되는 모든 공정에서 석면농도의 관리를 실시하고 있다. 첫 번째는 발생하는 슬래그의 석면 함유 여부를 벌크시료의 석면 함유 측정 방법에 따라 측정을 실시한다. XRD에 의하여 정기적으로 외부 시험기관에 의뢰하여 분석을 실시하여 자체적으로 편광현미경을 이용한 분산염색법에 의한 측정을 실시한다.

배가스의 경우 공기중으로 누출될 수 있는 석면의 관리를 위하여 측정하는 것으로 상시적으로 공기 시료를 채취하여 위상차 현미경을 이용한 초분석을 실시한다. 이 때의 관리 농도는 생활환경하에서의 기준인 0.01f/cc 를 적용하고 있다. 마지막으로 슬래그 용탕과정에서 발생하는 물에 함유된 석면의 농도관리를 실시하는데 이는 채취된 수분에서 필터를 이용한 입자상의 대상시료를 채취하고 공기중의 시료분석 방법과 동일한 시험방법과 기준을 적용하여 판단을 실시한다.

이상과 같은 3개 주요공정에서 상시적으로 석면 농도를 관리함으로써 안정적인 환경하에서 용융이 이루어지도록 관리하고 있다.



[그림 10] 슬래그의 재활용(지반보강용)

[그림 10]은 용융처리시설에서 관리하고 있는 매립장으로서 고온용융처리된 슬래그를 사면 또는 지반보강재로 사용하고 있다. 이외의 용도로는 해안용 방파제 구축의 일부 모래 대체용 등으로 활용하기도 하였다.

## 5. 결론

2008년 7월 국내 폐기물 관리법 개정에 따라 1% 이상의 오든 석면함유 폐기물은 지정폐기물로 규정되어 최종 처리를 실시하도록 규정되었다. 이에 따라 지정폐기물 매립장의 부족과, 최종 처리비의 상승으로 인하여 안정적인 석면해체에 위협 요인으로 작용하고 있다.

일본의 경우에도 석면의 해체와 관리에 국가적으로 많은 노력을 기울이고 있으며, 특히 폐석면의 최종 처분에 많은 신기술과 정책을 적용하고 있다.

현재 약 92% 정도를 매립처분하고 있으나 약 8% 정도를 용융처리를 실시함으로써 매립장 수명 연장은 물론 석면 폐기물을 재활용 하는 방안까지도 연구하고 있다.

특히 폐석면의 용융은 기존의 용융로를 이용함으로써 추가적인 설비를 투자하지 않고 처리를 실행함으로써 우리나라도 충분히 활용할 수 있는 여건과 기반은 조성되어 있다고 할 수 있다.

다만 기존의 설비를 활용하기 위해서는 일본과 같은 수거 시스템의 구축과 완벽한 환경관리, 그리고 사회적인 합의가 전제되어야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 1) 환경성 폐기물리사이클링 대책본부, “석면폐기물의 용융처리 및 무해화처리인증제도”, 2005
- 2) 환경성 폐기물리사이클링 대책본부, “석면함유폐기물의 무해화처리인증 신청절차”, 2007
- 3) NEDO(국가기술개발기구), “석면관련 기술개발 현황 자료”, 2007