

프랑스 Jussieu 대학의 석면해체 및 석면관리 정책

Policy for Asbestos Demolition and Management of Jussieu Univ. in France

글 | 송태협* / 한국건설기술연구원 건축구조재료연구실 선임연구원

(Song, Tae-Hyeob / Building Structure & Material Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Daewha-dong, Ilsan-gu, Goyang-si, Kyeonggi-do, 411-712, Korea)

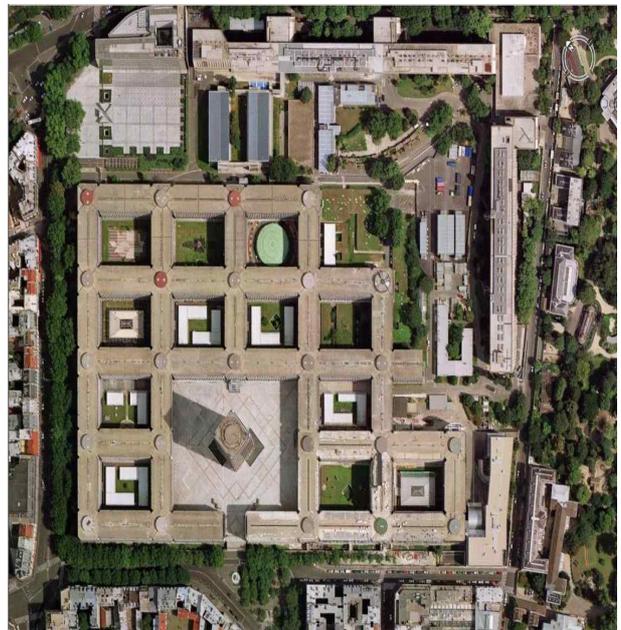
1. Jussieu 대학의 석면 해체 개요

프랑스 파리 시내에 위치한 Jussieu 대학은 과학학부로는 프랑스에서 가장 규모가 크고 명성이 있는 대학으로서 대학 건축물은 1968년에 완공되었으며 총 3만 명의 학생이 이곳에서 공부를 하고 있다.

프랑스에서 석면에 대한 문제는 1980년대 중반부터 계속적으로 제기되어 왔으며 1990년도 초반부터 석면해체 공사가 교육시설부터 점진적으로 진행되어 왔다. Jussieu 대학의 해체는 프랑스 석면 해체공사 중에서 가장규모가 큰 공사이며 이전까지 부분적으로 정립되었던 해체공사에 대한 공법을 정리하여 체계화한 공사이다.

Jussieu 대학의 해체 대상 건축물은 아래 [그림 1]에서와 같이 센느 강변에 위치하고 있는 본교 전체 건축물에 해당한다. 본 건축물의 건축 당시 프랑스의 많은 건축가들이 참여하여 건축을 하였으며 현재에도 재개발을 위한 협의체에서 건축가들의 활동이 활발한 상태이다.

해체공사는 이미 여러 차례 섹터를 나눠가면서 석면 해체 작업을 진행 중이고 가장 최근으로는 2005년 말까지 공사가 진행되었고, 또한 2007년 초에 다시 해체 공사를 진행할 계획이었으나 중앙부 고층 건물의 리노베이션의 진행이 늦어지면서 그 다음단계별 석면 해체 작업의 진행도 멈춘 상태이다. 즉, 중앙부 건물 리노베이션이 완료되고 여기에 강의동 및 연구실이 이전하여야 다음단계의 리노베이션을 진행하면서 석면 해체 작업을 진행할 수 있으나 공사일정의 지연으로 인하여 현재 석면 해체 작업은 중단된 상태이다.



[그림 1] Jussieu 대학 전경

[그림 2]에서 파란색 부분이 이미 석면 해체 작업을 마치고 새롭게 재개발되어 학생들을 수용하고 있는 곳이며, 보라색부분은 해체작업은 되었지만 아직 리노베이션은 되지 않은 곳이고, 녹색부분은 아직 해체작업이 이루어 지지 않는 건축물 이다.

Jussieu 대학과 같이 대규모 석면 해체공사는 프랑스에서도 대단위 공사에 속하게 때문에 이를 처리할 수 있는 업체는 프랑스 내에서도 4-5개 업체에 불과하며 직접적으로 2개 업체가 참여하여 작업을 실시하고 있는 상태이고, 프랑스 내에서 가장 모범적인 해체공사에 속하며, 이에 대한 견학과 방송을 실시하고 있다.

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



[그림 2] Jussieu 대학 단계별 석면 해체 계획도

[그림 1]에서와 같이 건축물은 총38개의 Bar(전체 건물이 연결되어 있어 일정 Sector을 1개의 바로 구분함)로 구분되어 있으며, 현재 21개 bar가 석면 해체가 완료되었고 17개 bar가 남아 있다.

2. Jussieu 대학 석면 해체 공정

1999년부터 진행된 Sector 1 부분의 석면 해체공사에 대한 자료를 참고로 하여 프랑스에서의 석면 해체 공정에 대한 부분을 설명한 것으로 이를 요약하면 다음과 같다.

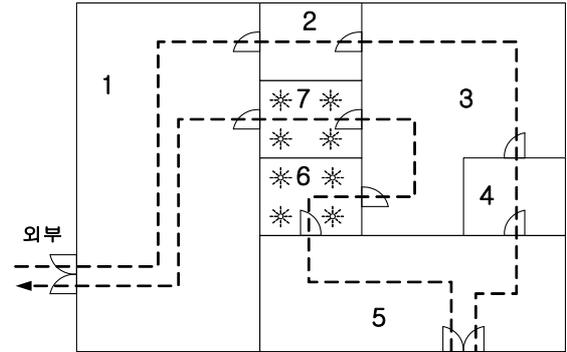
Jussieu 대학의 석면 해체는 공사 시작 전 6개월간 준비과정을 거쳐 해체 작업을 실시하였고, 이러한 준비 과정에서 해체업체 및 시공업체, 그리고 관련 보건당국, 대학의 노조 및 상급 노조 등과 함께 참여하여 준비를 실시하였다.

① 석면해체 작업자의 작업장 출입경로 및 보호장구의 착용

- 석면해체 작업을 위한 출입은 5단계의 Sector을 거쳐야 출입이 가능하며, 작업 종료 후 작업장을 나올 경우에는 4단계의 Sector을 거쳐야 한다.

각 Sector별로 안전 보호장구의 수령, 탈의실, 착용, 출입자 점검, 에어 샤워, 물 샤워 시설 등이 있으며, 개인별 보호 장구는 법에서 규정하는 장치 이외에 Jussieu 대학에서 별도로 석면에 대한 폭로를 예방하기 위한 대비를 실시하였고, 5개의 sector는 연결된 공간이 아닌 서로 독립적인 공간으로 구성되어 있다.

- 작업장을 출입하기 위해서는 보호장구를 수령하고 보호장구에 대한 성능의 이상 유무를 반드시 점검한 후 사용하여야 한다. 이때 보호장구의 점검은 사용자만 확인하는 것이 아니라 감독관이 동시에 점검한다.



1. 보호구 및 장비 수령실, 2. 1차 중간 연결공간, 3. 탈의실 및 보호구 착용, 4. 신분확인, 5. 최종 작업도구 착용실, 6. 에어샤워, 7. 워터샤워

[그림 3] 석면 해체현장 작업자의 출입경로



[그림 4] 보호장구의 수령 및 장비의 성능 확인 점검

- 작업현장에 출입하는 작업자 및 방문자는 보호 작업복을 착용하여야 하는데 이때에는 속옷까지 모두 갈아 입어야 한다.



[그림 5] 탈의실(평상복의 탈의 및 속옷 탈의)

- 작업복으로 갈아입고 2단계 sector로 이동하여 신분 확인을 하여야 하며, 작업자의 신분을 확인하여야 한다. 신분 확인은 사전에 석면 작업을 위한 교육을 이수한 자에 대한 확인과 함께 향후 추적관리를 위한 확인 차원에서 실시하는 것이다.



[그림 6] 감독관의 신분확인

- 작업복 및 보호구의 착용은 외부로부터 신체에 통할 수 있는 모든 경로를 차단하는 것이 중요하다. 따라서 보호복을 착용한 후 손목부분과 발목부분을 테이프 밀봉을 실시하고 마스크와 보호복의 틈사이도 테이프로 밀봉하여 마스크의 공기필터 이외에 석면 분진이 통할 수 있는 모든 부분을 차단한다.



[그림 7] 팔목 및 발목의 틈새 밀봉인

- 작업자는 보호복과 방진 마스크를 착용함에 따라 호

흡 및 기타 신체적인 여건 때문에 1회 작업 시 2시간 30분까지 작업을 실시하고 반드시 휴식을 취하여야 하며, 1일 2시간30분씩 3회 이상을 작업할 수 없도록 규정하고 있다.

- 만일 실내온도가 30℃ 이상일 경우에는 작업 계속 시간은 45분으로 급격하게 단축된다.



[그림 8] 방진마스크 밀봉 및 작업복 착용

② 작업장 내 석면 분진 비산 방지를 위한 설비

- 석면 해체공사과정에서 발생하는 분진의 효과적인 집진 및 외부 폭로를 방지하기 위하여 작업장 내에는 음압설비 및 집진기 등이 설치된다. [그림 9]에서와 같이 외부에서 지속적으로 공급될 수 있는 공기의 배출되는 관을 설치하며 배출되는 관의 끝단부에는 필터를 설치하여 실내 HEPA필터를 통하여 배출된 공기 중의 미세석면을 다시하번 필터링하는 단계를 거치도록 하여 최대한 깨끗한 공기가 외부로 배출되도록 한다.
- 내부의 먼지를 집진하는 집진기는 앞서 설명한바와 같이 HEPA 필터를 사용하도록 규정하고 있다. 이러한 규정은 프랑스뿐만 아니라 미국 및 일본, 국내에서도 규정되어 있는 사항이다.



[그림 9] 방진마스크 밀봉 및 작업복 착용 후 에어샤워시설 통과

- 내부와 외부의 음압레벨에 의하여 내부의 공기가 외부로 배출되지 않는 설비를 구축하여야 한다. 즉, 음압에 의한 공기 집중 장치를 설치하여야 한다. 석면 해체 현장의 기압은 15~20 psi를 유지하여야 한다. 만일 내부의 기압이 15psi 이하일 경우에는 경고장치가 작동한다. 즉, 자동적으로 항상 일정한 기압이 유지되도록 설계되었으나 기계적인 결함 또는 환경조건의 영향에 의하여 기압이 떨어질 경우 경고표시가 작동하여 작업자가 조치를 취하도록 하고 있다.





[그림 10] 음압설비 및 기압 자동 측정 장치

· 해체작업 공간 내에서 계속적인 작업 수행에 따라 필터에 의한 공기 흡입의 한계와 필터링의 효과에 대한 보완을 위하여 실외의 깨끗한 공기를 작업자에게 공급할 수 있는 설비를 구축하고 있다. 이러한 작업 공정은 Jussieu 대학에서 실시한 특별한 방법이다.



[그림 11] 실외공기 흡입설비 및 착용상태

③ 해체작업의 실시

· 첫 번째 해체작업 단계로서 석면건축자재와 관련 없는 천장재 및 내장재의 해체가 선행된다. 천장재 등의 해체를 위해서는 실내에 가설물을 설치하여 작업자가 작업을 원활하게 수행할 수 있도록 하며, 실내 작업공간의 여건에 따라 기계를 사용하기도 하나 대부분 수작업에 의한 해체작업이 이루어진다.



[그림 12] 천장재의 철거

· 철거된 천장재는 상부에 석면 건축자재가 도포되어 있기 때문에 1차적으로 물에 의한 세척을 실시하고 온풍 건조기에 의하여 2차 건조 및 세척을 실시한다. 1차 물에 의한 세척인 브러쉬를 이용하여 완전하게 석면 분진을 제거하여야 한다. 장기간 석면 분진이 쌓여있고 습기의 영향으로 인하여 천장재 뒷면의 석면 부스러기가 용이하게 이탈되지 않는 부분이 발생할 수 있기 때문에 경우에 따라서는 2회 이상의 세척을 실시하기도 한다.



[그림 13] 천장재의 세척 및 건조

- 세척하여 수집된 천장재 등의 제품은 일정한 양씩 취합하여 전체적으로 살수에 의한 세척을 다시 한번 실시하여 외부로 반출되며 반출된 건축자재는 일반 폐기물과 동일하게 처리된다.
- 천장재 등 석면 뿜칠재의 바깥쪽에 위치한 건축자재의 철거가 완료되면 내부의 뿜칠재의 철거 시작된다. 1차적으로 뿜칠재 표면에 물을 분사하여 뿜칠재가 잘 떨어질 수 있도록 하며 동시에 제거 시 분진이 발생하지 않도록 하기 위한 목적도 가지고 있다. 일본인 경우 뿜칠재의 비산 방지를 위하여 드라이아이스 공기압에 의한 급속 냉각 방식으로 분산을 방지하거나 증점제 겔화 등을 이용한 고형화 방법 등이 있으나 Jussieu 대학의 철거에서는 일반 물을 그대로 사용하였다고 한다.
- 수분에 흡수된 뿜칠재의 철거는 일반적으로 수작업으로 진행하였다. 기계식 장치의 경우 철골의 복잡한 형태 및 건축물의 다양한 구조로 인하여 적용하기 힘들며, 수작업이 가장 완벽한 철거를 보장한다는 것이 이 공사 현장 책임자의 의견이다.



[그림 14] 2차 세척 및 반출 처리



[그림 15] 해체대상 철골 뿜칠피복재



[그림 16] 뽕칠재에 수분의 분사 및 수작업에 의한 뽕칠재의 제거

- 제거된 석면 뽕칠재는 작업대를 이용하여 제작한 포집장치에 의하여 아래로 낙하된 후 비닐 백에 포장한다.
- 수집 장치가 없을 경우 제거된 석면 뽕칠재가 바닥에 그대로 떨어지기 때문에 바닥 석면 제거작업에 많은 인력과 시간이 소요될 수 있다. 따라서 제거된 석면을 바로 포집하고 포장하는 시스템을 적용하고 있다.
- 1997년부터 시행한 1단계 공사에서 1개의 bar에서 발생한 폐석면은 약150톤 정도 였다. 이는 물을 포함하고 있는 것으로 순수한 석면만을 가정할 경우에는 약 100톤의 석면이 발생한 것으로 산출하고 있다. 따라서 총 21개 바에서 약 2100톤의 석면이 발생한 것으로 최종 집계되고 있으며, 나머지 17개 바에서도 동일한 양이 발생할 것으로 예측하고 있다.



[그림 17] 폐석면 뽕칠재의 포집 및 포장

- 비닐백에 포장된 석면은 1차적으로 물에 의한 세척을 실시한 후 다시 비닐백으로 이중 포장을 실시한다. 이러한 이중 포장은 법적으로 의무화된 방법이며, 프랑스 이외에 석면의 사용을 규제하는 거의 모든 국가에서 사용하고 있는 방법이다.





[그림 18] 폐석면 뿔철제의 포집 및 포장

· 이 중 비닐백에 포장된 폐석면은 다시 한번 물에 의한 세척을 실시하여 외면에 묻어있을 가능성이 있는 석면을 완전히 제거하고 외부로 반출하여 이를 적층한다. 국내의 경우 폐기물 관리법에서 현장 보존가능기한을 90일로 규정하고 있으나 프랑스의 경우에는 특별한 보존기한은 정하여 있지 않다. 그러나 일반적으로 반출 가능한 컨테이너가 채워질 경우 즉시 반출하는 것을 원칙으로 하고 있다.



[그림 19] 이중비닐백의세척 및 외부 적층

· 이 중 포장되어 외부로 배출된 폐석면은 톤백 등에 포장되어 컨테이너에 적치하고 적치된 양이 모두 채워졌을 때 이를 최종 처분장으로 반출한다. 이때 석면폐기물 포장의 외관에는 석면 폐기물임을 인식할 수 있는 석면 마크가 인쇄되어 있어야 한다.



[그림 20] 폐석면의 컨테이너 보관 및 처리장 반출

④ 작업종료 및 작업장 철수

· 일정한 양의 석면해체 작업이 완료되면 작업자는 1차적으로 진공 청소기 등의 장치를 이용하여 보호복의 외관에 묻어 있는 석면 폐기물을 제거한다. 진공에 의한 제거가 완료되면 세척장으로 이동하여 보호복을 착용한 상태에서 샤워를 실시하여 물에 의한 세척을 실시한다.

· 보호복을 완전히 제거한 후 샤워장으로 이동하여 샤워를 실시한 후 최종적으로 작업장을 이탈 할 수 있다. 이러한 전과정은 CCTV 등을 통하여 전 과정이 모니터링 되도록 하고 있다. 이는 작업기록을 유지하고자 하는 차원에서 실시하는 것이다.



[그림 21] 공기압 및 물에 의한 이중 세척 과정



[그림 22] 물에 의한 최종 세척 및 작업장 모니터링

3. Jussieu 대학 석면해체 종합

석면 해체 및 세척과정에서 발생하는 세척수의 처리는 기본적으로 순환 사용을 원칙으로 하고 있다. 즉, 사용된 물은 일정한 정화장치를 이용하여 정수를 실시하고 이 물을 다시 세척에 사용하는 방식을 취하고 있었으며, 최종적으로 배출되는 물은 최소화하고 있는 것을 알 수 있었다.

석면해체에 소요된 비용은 전체 건축물 해체공사의 15%를 사용한 것으로 조사되고 있다. 석면 해체 공정은 전체 해체공정 작업량의 2%에도 미치지 못하지만 비용이 15% 소요된 것은 석면해체 비용이 그만큼 많은 부담을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 해체 비용에 대하여 정부의 특별한 보조금의 지급은 없었으며, 대학 자체 예산에서 조달한 것으로 되어 있다. 기본적으로 프랑스의 대학은 대부분 국립대학이기 때문에 정부의 예산으로 시설 공사를 실시하고 있으나 전체적으로 정하여진 예산에서 집행을 하여야 하기 때문에 석면 해체 비용이 대학 당국에 과도한 부담으로 작용한 것은 사실이라고 하였다.

프랑스 내에서 석면 처리 전문 업체는 많이 있으나 jussieu 대학과 같은 대규모 공사를 수행할 수 있는 업체는 5개 정도에 불과하며, 대학 철거작업에 투입된 회사는 2개 회사였다.

프랑스에서의 폐석면의 최종처리는 고온용융에 의한 방법과 매립에 의한 방법 2가지를 적용하고 있으나 고온 용융에 의한 방법은 비용이 고가이기 때문에 대부분 매립에 의한 방법을 적용하고 있다.



[그림 23] 고온 용융에 의한 폐석면의처리 상태

이러한 매립 방법은 허가된 지역에서만 매립이 가능하며 최근에는 프랑스 동쪽 폐소금 탄광에 매립하는 방법도 적용하고 있다. 용융소각장의 경우 유럽 내에서 유일하게 프랑스 파리 지역에 위치하고 있으나 가동율은 현저하게

낮은 것으로 알려지고 있으며, 자세한 정보는 Jussieu 대학에서도 파악하지 못하고 있는 상태였다.

상기에서와 같이 Jussieu 대학의 석면 해체는 전 세계적으로 석면 해체의 모범사례가 된 곳으로 유명하다. 특히, 해체현장에서 작업하는 근로자의 안전을 최우선으로 설정하고 이에 따라 기온에 따른 작업시간의 준수 및 발생하는 폐수의 처리에 많은 노력을 기울이고 있다. 최근 국내에서도 석면해체에 대한 많은 관심을 기울이고 있고, 정부 관련 부처에서 석면해체 매뉴얼을 개발하여 보급하는 등 석면 해체, 특히 근로자의 안전에 많은 노력을 기울이고 있다.

그러나 사회적 인식이 아직까지 부족하고, 석면 해체를 위한 비용의 산정 및 기반 여건의 부족으로 인하여 상기 Jussieu 대학과 같은 해체 사례를 찾기는 어려운 실정이다. 이러한 문제는 단지 석면 해체 업체 및 관련자의 문제로만 인식하기엔 무리가 있는 것이 사실이며, 이를 위한 기반조건, 인력 및 제도의 정비, 그리고 비용의 계상, 폐석면의 최종처리 등과 같은 문제가 해결되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 첨단도시연구개발사업의 연구비 지원(과제번호:06건설핵심B04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 송태협, 유럽과 일본의 석면 해체기술 및 관련 법령 조사, 한국건설기술연구원 해외출장복명서, 2007. 5
2. CSTB, Guide de renovation des sols recouverts de dalles et produits associes contenant de l'aminante, GUIDE TECHNIQUE, 2001.
3. CSTB, Flocages a base d'amiante, GUIDE TECHNIQUE, 2000.