

4 내화충전구조의 소개 및 적용방안

글 김정민 \ 기전팀 과장 \ 전화 02-3433-7407 \ E-mail stillmin@ssyenc.com

1. 머리말

산업의 발달로 현대건축은 효율적인 공간활용과 고부가가치 창출을 목적으로 대형화, 고층화 된 건물의 건설이 늘어나고 있다. 이런 건물들의 건축에서는 공공 소방력의 한계가 분명하며 자체적인 방재 System의 자립화가 중요한 요구 성능이 된다. 화재를 진압하는데 있어 스프링클러와 같이 기계적인 해결을 Active System이라 하며 방염, 방화구획, 내화구조 등 건축적 해결을 통한 방법을 Passive System이라 한다. 따라서 이름에서도 알 수 있듯 Active System에 비해 Passive System은 화재의 발생 및 진압에 있어 보다 근본적인 접근이라 할 수 있으며 재료를 통한 발화, 화재의 확산 및 전파를 억제하고 유독 가스나 연기, 열로부터 피난에 필요한 일정시간을 확보하여 인명피해를 막을 수 있다. 모든 건축물에는 전기 및 배관시설이 들어가고 이 시설을 연결하기 위한 관통부가 존재한다. 본 고에서는 이러한 화염확대의 통로가 될 수 있는 방화구획 관통부를 밀폐시키는 구조 즉, 내화충전구조에 대해 소개하고자 한다.



[그림 1] 해운대 골든 스위트 화재현장

2. 내화충전구조의 정의 및 국내현황

2-1. 내화충전구조의 정의

내화충전구조란 건축물에 화재가 발생했을 때, 화염이나 유독가스가 인접 실이나 층으로 급속히 퍼지는 것을 막아주기 위한 것으로 국토교통부고시 제2015-843호(2012년 9월 20일 고시) '내화구조의 인정 및 관리기준'의 제2조(정의)에 '내화충전구조'라 함은 방화구획의 수평·수직 설비관통부, 조인트 및 커튼월과 바닥 사이 등의 틈새를 통한 화재 확산방지를 위한 것으로서, 제2조에 의한 '세부운영지침'에서 정하는 절차와 방법, 기준에 따라 시험한 결과 성능이 확인된 재료 또는 시스템으로 정의되어 있다. '세부운영지침'에서는 내화충전구조를 각종 배관류, 전선관, 전선/통신케이블류(버스덕트 포함), 덕트류에 해당하는 충전구조시스템을 말하는 '설비관통부 충전시스템'과 벽, 바닥 등 개별 구조체 내부 또는 구조체간의 연결부에 선형적으로 발생하는 조인트 충전구조시스템을 말하는 '선형조인트 충전시스템'으로 구분하고 있으며, 선형조인트 충전시스템은 '일반 선형조인트 충전시스템'과 '커튼월 선형조인트 충전시스템'으로 구분하고 있다.

2-2. 국내현황

내화충전구조가 우리나라에 도입된 것은 언제일까? 우리나라에 내화충전구조의 개념은 2006년 최초 도입됐으나 세부 규정이 정립되지 않아 실제 건축물에는 거의 적용되지 않고 있다가 2010년 10월 1일 발생한 골든 스위트 화재를 계기로 관련 규정이 만들어졌고,

2012년 9월 20일 고시를 통해 그 이후 지어진 건물(사업승인)은 내화충전구조를 의무적으로 갖추고 있다. 더불어 소방시설 자체점검 사항 등에 관한 고시(소방방재청)에서 소방시설 종합정밀점검표 내에 방화구획 관통부 내화충전재 관리상태 항목이 신설되는 것으로 개정되는 등 사후관리 및 감독도 강화되었다. 하자판정 기준 조사 방법 및 보수비용 산출기준도 개정되어 내화충전구조를 시공하지 않은 경우 하자로 판정받게 되는 등 관련 규정들이 강화되면서 내화충전구조에 대한 대책을 적극적으로 수립하여 현장에 적용하고 있다.



[그림 2] 보온재 및 우레탄 사용(고시 전)



[그림 3] 내화충전구조 적용(고시 후)

3. 내화충전구조의 내화시험방법

3-1. 일반사항

내화충전구조의 내화시험방법은 세부운영지침 [부록]에 따르며, 이 내화시험방법은 산업표준화법에 따른 한국산업규격(KS F 2257-1)에 우선하여 적용하며, 이 내화시험방법에서 정하지 않은 사항은 한국산업규격에 따른다.

화재구획부재로서 내화충전구조는 구획부재에 요구되는 동등 이상의 내화성능을 가져야 하며, 이 때 지지구조는 <표 1>과 같다.

수직부재(벽 관통부) 및 수평부재(바닥 관통부)에 설치하는 내화충전구조의 등급은 <표 2>와 같으며, 내화충전구조의 등급에 따라 A 등급은 모든 구획부재에 사용 가능하고, B등급은 B등급 및 C등급 구획부재에 사용이 가능하고, C등급은 C등급 구획부재에만 사용이 가능하다.

표 1 지지구조 구성조건

내화성능 지지 구조 종류	1시간	1.5시간	2시간
스터드구조 경량부재	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 스티드벽체 중 1시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 스티드벽체 중 1/5시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 스티드벽체 중 2시간 이상 인정 내화구조
콘크리트패널 부재	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 콘크리트패널벽체 중 1시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 콘크리트패널벽체 중 1.5시간 이상 인정 내화구조	기준 제20조에 의거한 세부운영지침 [별표1]의 콘크리트패널벽체 중 2시간 이상 인정 내화구조
콘크리트부재	100mm 이하 두께 콘크리트 또는 경량기포콘크리트	150mm 이하 두께 콘크리트 또는 경량기포콘크리트	150mm 이하 두께 콘크리트 또는 경량기포콘크리트

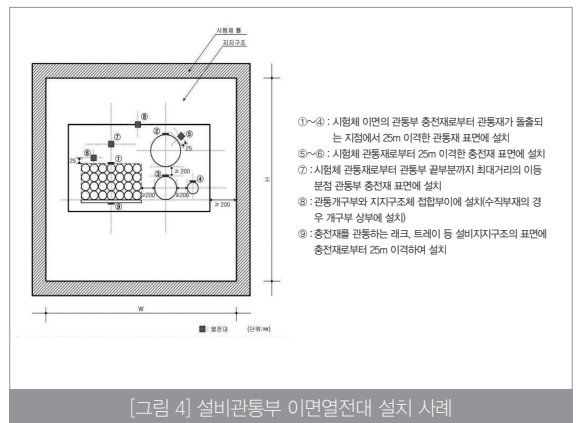
표 2 내화성능에 따른 충전구조의 등급 분류

내화성능 부재구분	1시간	1.5시간	2시간
스터드구조 경량부재 (건축용 철강재 보드류 벽체 포함)	A-1	A-1.5	A-2
콘크리트패널부재	B-1	B-1.5	B-2
콘크리트부재	C-1	C-1.5	C-2

3-2. 설비관통부 충전시스템 내화시험방법

내화충전구조 시험체 제작은 한국산업규격 KS F ISO 10295-1 및 시험신청내용에 따라 가능한 현장 시공조건과 동일하게 제작하여야 하며, 특히 설비관통부 충전시스템의 관통재가 파이프일 경우 밀도 100kg/m³ 이상의 미네랄을 또는 세라믹물로 파이프 양끝을 각각 100±10mm 깊이로 밀실하게 막아 배관 끝처리를 하도록 한다.

내화시험에 대한 평가 중 차열성은 <그림 4>와 같이 설치한 이면열전대의 측정온도가 초기온도보다 180K를 초과하지 않아야 하며, 차열성은 면 패드 적용 시 착화되지 않거나 10초 이상 지속되는 시험체 비가열면에서의 화염 발생이 없어야 한다.



[그림 4] 설비관통부 이면열전대 설치 사례



(a) 수직구조 (b) 수평구조

[그림 5] 설비관통부 내화시험 전경(이면)



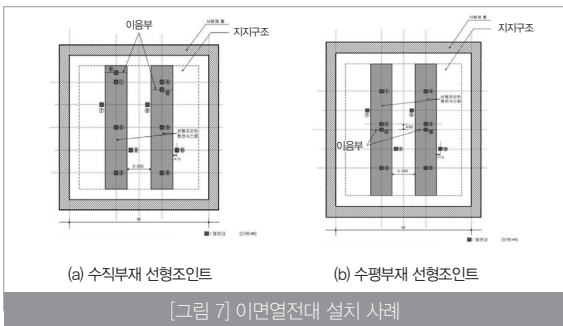
(a) 금속판 (b) PVC판

[그림 6] 설비관통부 내화시험 후 전경(가열면)

3-3. 선형조인트 충전시스템 내화시험방법

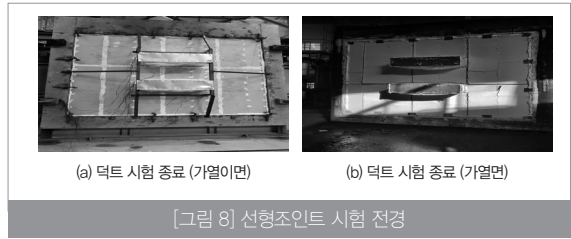
선형조인트 충전시스템의 단면은 균일하게 설계되어야 하고, 시험을 위해 선정된 구획부재 내에 수용할 수 있는 최대 길이이어야 한다. 조인트의 길이는 최소 900mm 이어야 한다. 가장자리 부분에서의 주위 영향을 배제하기 위해 선형조인트 충전시스템의 긴 끝과 구획부재의 가열되는 부분의 가장자리 사이의 거리는 200mm 이상 이어야 한다. 특히 지지구조는 실제로 사용되는 대표적인 구조로서 내화능력이 확보된 것이어야 한다. 커튼월 지지구조는 콘크리트 또는 경량기포콘크리트부재로서 바닥과 벽체의 접합부위를 구현할 수 있는 것이어야 하고, 벽체 부위는 바닥부재면으로부터 상하 200mm 이상 연장되도록 하여야 한다. 선형조인트 충전시스템에 이음부위가 발생하는 경우 시험구조 내에 1개소 이상의 이음부위를 두어야 하는데, 수직부재의 경우 가열로 최상부와 수직방향 중앙지점과의 중간지점 또는 그보다 윗부분에, 수평부재의 경우 가열로 길이방향 중앙지점에 이음부위를 둔다(그림 7 참조).

내화시험에 대한 평가는 이전과 같이 차열성은 이면열전대의 측정 온도가 초기온도보다 180K를 초과하지 않아야 하며, 차열성은 면패드 적용시 착화되지 않거나 10초 이상 지속되는 시험체 비가열면에서의 화염 발생이 없어야 한다.



(a) 수직부재 선형조인트 (b) 수평부재 선형조인트

[그림 7] 이면열전대 설치 사례



(a) 덩트 시험 종료 (가열이면) (b) 덩트 시험 종료 (가열면)

[그림 8] 선형조인트 시험 전경

4. 내화충전구조의 관리 기준

4-1. 내화충전구조의 인정 및 관리기준(제2015-843호) 제21조, 제22조

1) 제21조(시험방법 및 성능기준 등)

- ① 내화충전구조는 규칙 (별표 1) 내화구조의 성능기준 이상 견딜 수 있는 것으로서, 원장이 국토교통부장관의 승인을 득한 '내화충전구조 세부운영지침'에서 정하는 절차와 방법, 기준에 따라 시험한 결과 성능이 확보된 것이어야 한다.
- ② 제1항의 '세부운영지침'에 별도로 정하여 있지 않은 경우에는 원장이 정하는 기준에 따른다.

2) 제22조(시험성적서 확인 등)

- ① 충전구조용 재료의 제조업자는 제8조 제2항의 시험기관에 내화충전구조 성능확인을 위한 시험신청을 하여야 하며, 시험에 필요한 자료를 제공하여야 한다.
- ② 시험기관은 제조업자가 제시한 시험시료의 규격(치수, 재질, 주요부품 및 구성도면 등에 대해 확인하여 시험성적서에 명기하여야 한다. 다만, 내화충전구조의 재료가 보존재의 경우에는 제조업자가 제시한 시험시료의 규격 및 밀도를 확인하여 시험성적서에 명기하여야 한다.
- ③ 시험성적서의 유효기간은 3년으로 하되, 최초 발급된 시험성적서와 같은 구성 및 재질로서 연장되는 시험성적서의 유효기간은 5년으로 한다.
- ④ 시험체와 같은 구성 및 재질로서 크기가 작은 것일 경우에는 이미 발급된 성적서로 그 성능을 갈음할 수 있다.
- ⑤ 제조업자는 내화충전구조를 현장에 납품하는 경우 성능이 확인된 시험성적서를 당해 현장에 제출하여야 한다.

4-2. 내화충전구조 세부운영지침

1) 제8조(성능기준)

- ① 설비관통부 충전시스템의 성능요건은 T급으로 한다.

※ T급 : 차열성 및 차열성

2) 제9조(시험성적서)

- ① 시험성적서는 해당 내화충전구조의 각 개소별 시공이 완료된 시점을 기준으로하여 당해 유효한 성적서를 적용하는 것으로 한다.

3) 제10조(시험결과의 적용)

- ① 배관 등 관통재를 지지하기 위한 고정구를 포함하지 않고 성능을 확보한 경우에는 별도의 시험 없이 기존의 시험성적서로 갈음할 수 있으며, 고정구를 포함하여 성능을 확보한 경우에는 시험성적서에 명시된 고정구를 사용하여야 한다.
- ② 시험성적서에 명시된 관통부의 크기는 증가할 수 없으며, 시험결과와 적합한 충전시스템과 동일한 구성 및 재질이면서 아래의 경우는 기존의 시험성적서로 갈음할 수 있다.
 - 가. 관통부와 관통재 사이의 간격이 증가하는 경우에는 충전재 등 구성재료를 관통부위를 밀실하게 채우도록 한다.
 - 나. 관통부와 관통재 사이의 간격이 동일하거나 감소하는 경우에는 충전재 등 구성재료를 시험성적서에 명시된 양 이상으로 채우도록 한다.
- ③ 금속류 관통재를 사용하여 성능을 확보한 경우에는 유사 종류의 관통재에 대해 별도의 시험없이 기존의 시험성적서로 갈음할 수 있다. 단, 화재 시 용융되어 형상을 유지할 수 없는 관통재는 제외한다.
- ④ 플라스틱 재질의 배관 및 단순히 관통부 형성을 위한 슬리브는 성능을 확보한 두께보다 얇은 두께로 사용하고자 하는 경우에는 별도의 시험 없이 기존의 시험성적서로 갈음할 수 있다. 다만 관통부와 관통재 사이의 간격이 변화될 경우에는 상기의 2항에 해당되는지 여부를 확인하여야 한다.

4-3. 시험결과의 적용

1) 파이프 류 관통부의 크기 제한 등

시험체 설치 가능한 관통재의 크기 등을 고려하여 강판 재질의 파이프류에 대하여는 관통재의 최대 크기를 내경기준 $\varnothing 400$ 으로 하며, 그 이상의 관통재는 별도의 시험없이 사용 가능하다.

2) 덕트 류 관통부의 크기 제한 등

시험체 설치 가능한 관통재의 크기 등을 고려하여 덕트류 관통재의 최대 크기는 수평재의 경우 $1,000 \times 250$, 수직재의 경우 $1,000 \times 500$ 이며, 그 이상의 관통재는 별도의 시험없이 사용 가능하다.

5. 내화충전구조의 적용 방안

5-1. 관련법규(건축법 시행령 제46조)

1) 건축법 시행령 제46조(방화구획의 설치)

법 제49조 제2항에 따라 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 연면적이 1천 제곱미터를 넘는 것은 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 내화구조로 된 바닥·벽 및 제64조에 따른 갑종 방화문(국토해양부장관이 정하는 기준에 적합한 자동방화 셔터를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)으로 구획(이하 '방화구획'이라 한다)하여야 한다.

2) 건축법 시행령 제46조(2항 3호, 5호, 6호)

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 부분에는 제1항을 적용하지 아니하건 그 사용에 지장이 없는 범위에서 제1항을 완화하여 적용할 수 있다.

- ① 계단실부분·복도 또는 승강기의 승강로 부분(해당 승강기의 승강을 위한 승강로비 부분을 포함한다)으로서 그 건축물의 다른 부분과 방화구획으로 구획된 부분
- ② 복층형 공동주택의 세대별 층간 바닥 부분
- ③ 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 된 주차장

3) 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한규칙(제14조 1항)

영 제46조에 따라 건축물에 설치하는 방화구획은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다(개정 2010.4.7)

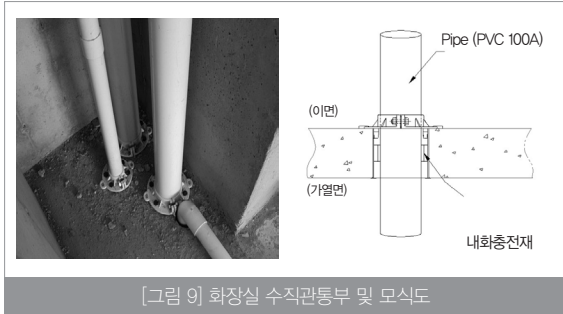
- ① 10층 이하의 층은 바닥면적 1천 제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 바닥면적 3천 제곱미터)이내마다 구획할 것
- ② 3층 이상의 층과 지하층은 층마다 구획할 것. 다만, 지하 1층에서 지상으로 직접 연결하는 경사로 부위는 제외한다.
- ③ 11층 이상의 층은 바닥면적 200제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 600제곱미터)이내마다 구획할 것. 다만 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감을 불연 재료로 한 경우에는 바닥면적 500제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 1천500제곱미터)이내마다 구획하여야 한다.

4) 내화충전구조 세부운영지침(제1조 2항)

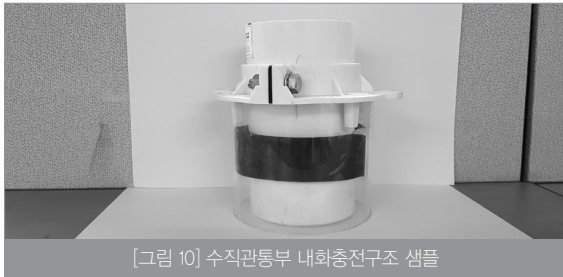
거실의 용도가 아닌 곳으로서 공동주택 발코니 부분을 수직 관통하는 우수관(배수관)은 기준 제2호 제7호의 내화충전구조 대상에 해당되지 않는 것으로 본다.

5-2. 적용안(예시)

- ① 화장실, 주방입상PD - 조적벽 한면이 0.5B로 되어있어 내화성능 기준에 미달(전층 수직적용)

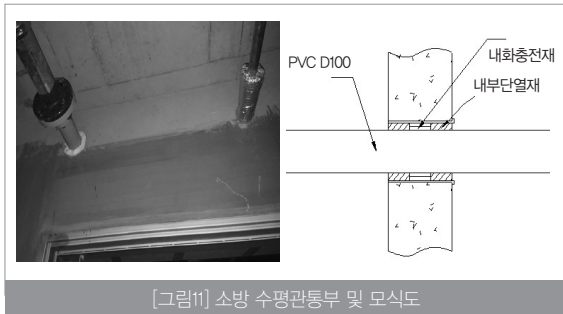


[그림 9] 화장실 수직관통부 및 모식도

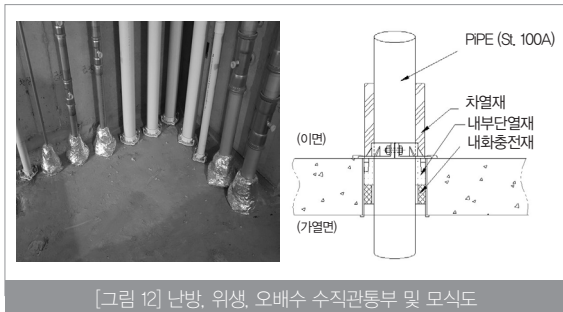


[그림 10] 수직관통부 내화충전구조 샘플

- ② 전실에서 세대로 관통되는 부위 - 전실 전체가 내화구조(전층 수평 적용)
- 승강장이 지상인 경우 : 1층만 적용(수직)
 - 승강장이 지하인 경우 : 승강장 인입 관통부위만 적용(수평)
 - 승강장을 통해 세대로 인입되는 경우 적용(수평)

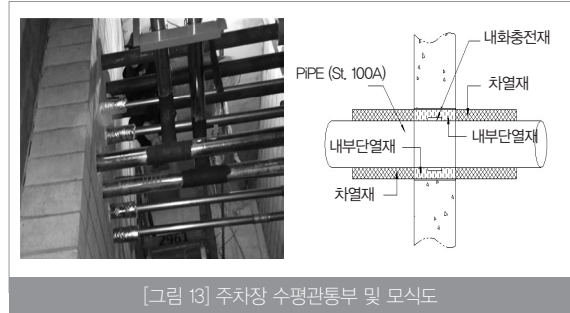


[그림 11] 소방 수평관통부 및 모식도

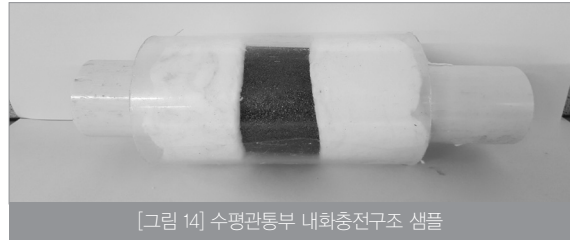


[그림 12] 난방, 위생, 오배수 수직관통부 및 모식도

- ③ 주차장에서 동 지하로, 동 지하에서 전실로 관통되는 부위(수평적용)



[그림 13] 주차장 수평관통부 및 모식도



[그림 14] 수평관통부 내화충전구조 샘플

5-3. 재료선정 및 시공시 유의사항

- ① 시험성적서나 인정서 유효기간(3년) 이내 적용
- ② 시험성적서나 인정서에 첨부된 인증시스템과 일치하도록 시공
- ③ 성능인증 내화충전구조는 종류가 다양(약 15개 업체)하므로 현장 여건에 맞는 자재 선정 시공

6. 맺음말

이상과 같이 내화충전구조에 대해 소개하고 관련 법규와 적용방안에 대해 간단히 설명하였다. 현재 국토교통부에서도 내화충전구조에 대해 많은 관심을 두고 모니터링을 해마다 실시하고 있으며, 앞으로 대형화, 고층화된 건축물의 건설이 늘어남에 따라 화재확산 방지를 위한 내화성능에 대해 더 많은 관련 법규와 적용방안이 만들어질 것이라 생각한다. 다만 이러한 내화충전구조에 대한 적용은 이제 첫걸음을 떼었다고 볼 수 있는 단계이니 만큼 앞으로 현장에 적용될 수 있는 새로운 내화충전구조는 더 많이 개발될 것이며, 지금보다 구체적인 내용을 담은 방향으로 법규의 개정 또한 이루어질 것으로 예상된다. 따라서 본 글이 내화충전구조에 대해 관심을 가지게 되는 계기가 되었으면 하는 바람이다. S

참고문헌

- ① 내화충전구조 세부운영지침, 2016.8.24
- ② KS F 2257-1:2014 건축부재의 내화시험방법-일반 요구사항
- ③ 건축법 시행령
- ④ 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙
- ⑤ 국토교통부고시 제 2015-843호(내화구조의 인정 및 관리기준)