

뿔칠내화피복재의 내구성 평가 및 유지관리

1. 개요

뿔칠내화피복은 외국에서 1920년부터 단열과 음향 처리의 목적으로 사용되기 시작하였으며, 1950년대 고층 건물의 경량 바닥 구조에 적용되면서 그 수요가 증가하기 시작하여 1960~1970년대에 초고층 건물의 증가에 따라 현재까지 가장 널리 적용되는 내화피복재료 및 공법으로 자리매김 하였다.

뿔칠내화피복재의 기본적인 재료구성은 주원료와 여기에 첨가제를 추가한 피복재에 시멘트를 혼합한 후 일정 비율의 물을 배합하는 것으로, 주원료로는 암면 등의 무기질 섬유와 석고, 질석 및 펄라이트 등이며, 이외에 팽창점토, 팽창혈암 및 세라믹 재료의 사용도 증가하고 있다.

2. 피복재 기본 재료

가. 무기질 섬유

뿔칠 내화피복재로 사용되는 무기질 섬유의 종류는 암면, 세라믹 섬유 등이 있으며, 여기에 시멘트와 물을 혼합하여 피복재를 구성한다.

무기질 섬유중 뿔칠 피복재로 널리 사용되는 것은 암면으로 바위 또는 슬래그에서 원료를 추출하여 1,370℃의 온도에서 섬유 비율 1.8~18kg/m로 생산되며, 산성도는 8~11, 수용성 이온 함유량은 100ppm 이하이다.

암면은 타 재료에 비하여 비중이 작고 내화성능이 우수하지만 시공시 초기 밀도가 80~120kg/m³, 부착강도가 0.05kgf/m² 정도로 낮아 다짐 등에 의한 마무리가 필요하며, 시공후 시간 경과에 따라 피복재의 박리 및 비산이 발생하는 단점이 있다.

나. 석 고

석고는 화학식이 CaSO₄ · 2H₂O로 천연석고와 화학석고로 구분된다. 현재 국내에서 뿔칠 피복재의 재료로 사용되는 경우는 거의 대부분 화학석고로 주로 비료공장 등에서 인산비료 제조공정시 부산물로 생산된다.

석고는 내부 중량의 20~30%를 결정수로 내포하고 있으며, 120~130℃의 온도에서 결정수를 방출하여 이수석고-(CaSO₄) · 2H₂O가 된다. 이와 같은 작용에 의하여 화재초기에 흡열량이 매우 커서 우수한 내화성능을 나타내지만, 고온에서는 표면층에 균열 등이 발생할 우려가 있어 이에 대한 고려가 필요하다.

다. 질 석

질석은 운모계의 광석을 1,000℃로 소성하여 유공질의 물질로 제조한 것으로 비중은 0.2~0.4, 입도는 10mm 이하, 용융온도는 1,300~1,400℃이며 흡수율은 90% 정도이다.

질석은 내부에 석고와 마찬가지로 결정수를 보유하여 온도가 400℃로 상승하면 결정수

가 방출되면서 부피가 6~10배 정도로 팽창하고 팽창된 질석은 비중이 작고 열전도율이 0.063kcal/mh^{°C}로 낮아 내화피복재로서 우수한 성능을 나타낸다.

라. 펄라이트

펄라이트는 화산석으로 된 진주암을 900~1,200^{°C}로 소성팽창시켜 내부에 미세공극을 갖도록 한 무기질 재료로서 비중은 0.04~0.2, 공극율은 90%, 입도는 10mm 이하이다.

펄라이트는 석고, 질석과 같이 내부에 2~6% 정도 결정수를 보유하여 온도가 700~1,000^{°C}로 상승할 경우 결정수의 기화에 의하여 부피가 20배 정도 팽창하고 팽창 후에는 열전도율이 0.04kcal/mh^{°C}인 단열층을 형성하여 내화피복재로서의 성능을 나타낸다.

마. 기 타

경량콘크리트의 골재로 사용되는 팽창점토 및 팽창혈암은 가열시 다공질의 단열층을 형성하여 내화피복재로서의 성능을 나타낸다.

근래에 사용이 증가하고 있는 세라믹계의 뿔칠재는 고온에서의 수산화알루미늄이나 탄산칼슘의 흡열반응을 이용한 재료로 시멘트와 혼합하여 사용하면 암면 등 기존의 뿔칠재에 비하여 강재에 대한 부착성이나 내수성이 우수하고 방청효과도 있어 내화성능 이외의 효과도 기대할 수 있다.

3. 뿔칠 공법

가. 습식 공법

습식 공법은 석고, 질석 및 플라스터 등을 주성분으로 하고 여기에 시멘트, 증점제 및 계면활성제 등이 첨가된 피복재에 물을 혼합한 후 이를 압송기로 피복 현장까지 압송하여 노즐에서 압축공기에 의하여 뿔칠하는 공법이다. 뿔칠시 재료의 손실이나 비산이 적고 반습식 공법에 비하여 수직압송능력이 높아 비교적 고층 건물의 작업시 작업능률이 우수한 장점이 있다.

나. 반습식 공법

반습식 공법은 주성분인 암면 등을 압송함과 동시에 별도의 경로를 통하여 물과 시멘트가 혼합된 시멘트 슬러리를 압송한 후 이들 재료를 뿔칠 현장의 노즐 선단부에서 합류시켜 뿔칠하는 방식으로 시멘트를 미리 습식화 하므로 시공시 시멘트의 비산이 거의 없고 시멘트 슬러리가 암면과 노즐 선단에서 혼합되므로 균일하고 안정된 뿔칠층을 형성할 수 있는 장점이 있다. [표 1]은 습식 및 반습식 공법간의 비교 사항을 정리한 것이다.

[표 1] 뽕칠 공법간 특징 비교

항 목	습 식	반습식
재료 배합비 (중량비)	암면, 석고, 질석 등 55~75% 시멘트 25~40% 기타 첨가제 등	암 면 60~75% 시멘트 25~40%
뽕칠 가능 높이	150m	200m
자재 양중	불필요	불필요
비중	0.5~0.7	0.3 이상
뽕칠후 마감	누름 작업 불필요	누름 작업 필요
시공중 분진	뽕칠 작업 중 분진은 없으나 원료 배합시 분진 발생	거의 없음
시공중 비산	거의 없음	암면 비산 발생
경화후 표면 비산	거의 없음	거의 없음
건조 시간	함수율 10%인 경우 약 1개월	12시간

4. 뽕칠내화피복재 내구성 관련 연구

가. 미 국

1898년 뉴욕 대화재 이후 고층건축물의 화재안전에 대한 틀이 잡히기 시작했으며, 기둥, 벽, 바닥, 그리고 다른 부재의 내화성능에 대한 접근이 이루어지기 시작하였다. 이후 많은 화재실험에 의한 ASTM E 119의 화재온도곡선이 포함되었으며, 기둥, 보, 벽체, 바닥 등의 부재가 화재의 전파를 막기 위하여 시험기준에 따른 화재온도곡선에 견디도록 할 필요가 있었다.

20세기 초반에 사용된 첫번째 내화재료는 조적이나 콘크리트와 같은 재료였으며, 이들 재료들을 사용하기에는 많은 인건비와 높은 밀도가 단점으로 지적되어 20세기 중반에 석고를 주재료 하는 메탈라스와 플라스틱시스템이 처음으로 등장하였다. 20세기 중반 이후에는 석고 또는 포틀랜드시멘트를 주재료로 다양한 섬유나 필러를 혼합한 내화뽕칠재료가 사용되기 시작하였다. 이는 기존의 내화재료보다 경제적이며 경량으로 그 사용이 증대되었다.

이러한 내화뽕칠재료에 대하여 1972년에 Williamson이 다음의 4가지 요구성능이 필요하다고 주장하였다.

- A. 실제 화재조건에서의 성능
- B. 구조물의 일반환경에서의 내구성과 보전
- C. 시공과정에서의 내구성과 보전
- D. 지진, 핵공격과 같은 특수조건에서의 보전 또는 화재 이후의 보수 용이성

이에 따라 1980년부터 뽕칠재의 부착강도, 두께, 밀도, 처짐, 부착력에 대한 충격효과, 압축강도 등에 대한 ASTM규격이 만들어져 내화뽕칠재의 품질평가가 이루어지고 사용이

보편화 되었다.

그러나 테러에 의한 월드트레이드센터의 붕괴 이후 그 조사보고서에서 사용된 뿔칠재의 탈락이 발견되면서 시험규격에 대한 전반적인 개정이 시작되었다.

과거 Williamson이 주장한 요구성능 중 내구성에 대한 보강이 필요하다는 판단아래 NIST와 UL이 철골부재에 적용하는 내화재료의 내구성 기준을 제정 중에 있으며, 여기에는 침식, 사용기간, 수분의 영향, 동결, 건조 사이클링, 습도, 충격, 공해환경, 염분, 자외선, 그리고 진동 등의 조건을 포함하고 있다. 또한 화재조건도 일반 온도상승조건과 급속 온도상승조건의 두가지로 구분하여 제시할 예정이다. 이는 건물에 대한 충격 및 폭발 등에 따른 조건을 고려한 것으로 매우 강화된 조건이 될 것으로 판단된다.

나. 유럽

유럽에서는 적은 공사비용 및 경량성에도 불구하고 과거 10년 동안 내화뿔칠재의 사용량이 감소하고 대신 내화도료재료의 사용량이 증대되는 것으로 보고되고 있으며, 따라서 내구성에 대한 고려도 내화도료에 한하여 제시하고 있다.

영국에서는 BS에서 내화뿔칠재료와 내화도료에 대한 규격을 제시하고 있다. 여기서 내화뿔칠은 그 대상을 철골이외에 콘크리트, 조적 등도 포함하고 있으며, 조건에 따라 메쉬 사용방법을 설명하고, 품질확인 시공시 두께 및 밀도 측정만을 규정하고 있다. 반면 내화도료는 내구성 항목이 따로 있어 폭로조건을 외부조건, 부분적 외부조건, 시공중 내부조건, 내부조건으로 구분하고 이에 대하여 고온, 수분, 동결융해, 이산화황, 습도, 내후성, 염분, 자연장기폭로 등의 조건하에서 내구성 시험을 실시하도록 규정하고 있다.

독일의 경우 DIBt(Deutsches Institut für Bautechnik)에서 내화도료의 사용에 대한 연구를 1996~97년에 진행한 바 있는데, 여기서 내화도료의 내구성 평가를 위하여 폭로조건을 옥외, 옥내, 단기 및 장기폭로조건 등으로 구분하고 시간대별 습도 및 온도싸이클의 반복, 자외선 및 습도, 온도 싸이클의 반복 시험을 실시한 후 내화시험을 실시한 바 있다.

다. 일본

일본에서는 1950년대부터 철골조의 내화성능 확보를 위하여 내화피복재료가 사용되어 뿔칠피복재, 도료 및 성형판 등을 이용한 건식공법 등의 다양한 시공법이 적용되고 있다. 이중 뿔칠내화피복재는 국내와는 달리 반습식을 많이 사용하고 있으며, 그 요구성능에 대하여 시공중의 문제로 비가 오는 경우, 바람이 불어 분진이 발생하는 경우, 고습도인 경우의 내습성, 실내 표면에 사용하는 경우의 내압축성, 내충격성, 표면경도, 마감재의 줄눈 적합성 등을 고려하며 먼저 뿔칠을 하는 경우는 내압축성, 내진동성, 내충격성을 평가하도록 요구하고 있다. 그러나 이러한 특성을 측정할 규격화된 시험방법은 없으며, 이에 따라 외국의 관련규정을 따르거나 일반적으로 알려져 있는 두께, 밀도 측정방법으로 품질을 평가하고 있다.

따라서 내화뿔칠재의 내구성에 대한 평가 방법은 규정되어 있지 않다. 내화뿔칠재와는 달리 내화도료의 경우는 독일의 내화도료 내구성 평가방법을 참고하여 옥내 및 옥외조건에 대한 내후성, 동결융해, 고습도폭로, 아황산가스폭로, 염수분무 등을 조합한 시험방법

을 제안하고 있다.

라. 국 내

국내에서는 철골조의 내화성능 확보 방법중 습식 공법에 의한 뿔칠내화피복재 사용이 현재 주를 이루고 있으며, 이외에 내화도료 및 내화성형판 등의 사용이 뒤를 잇고 있다.

국내에서는 뿔칠내화피복재의 성능을 평가하기 위한 방법으로 KS에서 두께, 밀도, 부착강도 등과 같은 기본적인 성능에 대한 시험을 규정하고 있으며, 내화뿔칠이나 도료에 대한 국내의 내구성 시험방법은 미국과 마찬가지로 현재 규정되어 있지 않다.

이상과 같이 내화뿔칠재의 내구성에 관한 연구나 시험방법은 미국의 경우를 제외하고는 내화도료에 한하여 제안되고 있으며, 이는 내화뿔칠재료가 환경조건의 영향을 많이 받는 옥외보다는 대부분 옥내에 사용되기 때문으로 판단된다. 미국의 경우도 일반 환경인자에 의한 내구성평가보다는 WTC건물 테러를 고려한 극한상황에서의 내구성을 평가하는 방법을 연구하고 있는 실정이다.

5. 뿔칠내화피복재 시험 규격

현재 내화뿔칠에 대한 시험규격은 미국에서 가장 다양한 품질규격을 제안하고 있으며, 국내의 경우 미국의 규격 중 일부를 채택하여 사용하고 있는 실정이다. 영국의 경우 내화뿔칠재의 재료 선정에서부터 시공, 품질검사 등의 일련의 시방규정방식을 채택하고 있다.

가. 국 내

(1) KS F 2901(구조부재에 시공하는 내화뿔칠재의 두께 및 밀도 시험방법)

(가) 적용범위

구조 부재에 시공하는 미네랄울계, 질석계, 시멘트계 및 퍼라이트계 등의 내화 뿔칠재의 두께 및 밀도 측정을 위한 시험 방법에 대하여 규정한다.

(나) 시험체

시험실 시험의 경우 400 × 400 mm, 두께 1.6 mm의 아연도금 또는 방청도장 강판에 내화뿔칠 시공을 한 후 온도 20 ± 5℃, 상대습도 60% 이하의 조건으로 72시간 이상 양생 후 현장의 경우 절취기를 이용하여 시험체를 제작하고, 건조기에 상대습도 60% 이하, 온도 43 ± 6℃로 건조한다.

(다) 시험방법

두께측정은 두께 측정용 게이지를 사용하며, 측정개소는 벽체와 데크의 경우 300 mm 정사각형의 구획 내에 4개, 보는 300 mm의 간격 구간 양단에서 각각 9개소, 장선 및 트러스는 각각 7개소, 기둥은 각각 12개소 측정 평균값을 계산한다.

밀도는 데크의 평평한 부분, 보 하부 플랜지 또는 웨브의 밑바닥 중 한 부분, 기둥의 웨브 또는 플랜지 외부면 중 한 부분에서 측정하며, 두께는 최소 12개소 이상 측정하여

그 평균값으로 한다.

계산은 다음 식에 의한다.

$$D = \frac{W}{l \times w \times t}$$

여기서, D : 밀도, kg/m^3

W : 건조된 재료의 질량, kg

l : 시험체의 길이, m

w : 시험체의 폭, m

t : 시험체의 평균 두께, m

(2) KS F 2902(구조부재에 시공하는 내화 뿔칠재의 부착강도 시험)

(가) 적용범위

구조 부재에 시공하는 미네랄울계, 질석계, 시멘트계 및 퍼라이트계 등의 내화 뿔칠재의 부착강도 시험에 대하여 규정한다.

(나) 시험체

실험실 시험체는 $300 \times 300 \text{ mm}$ 크기의 아연도금 강판에 $12 \sim 25 \text{ mm}$ 의 두께로 내화 뿔칠재를 시공한 후, 시험체를 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 의 실험실에 72시간 보관 후 건조기를 이용하여 온도 $43 \pm 6^\circ\text{C}$, 상대습도 60% 이하의 조건으로 시험체를 건조시킨다.

현장시험체는 현장에서 시공된 내화뿔칠재를 대상으로 하며, $300 \times 300 \text{ mm}$ 의 면적이 확보되지 않는 경우는 세로는 300 mm , 보폭 또는 데크 홈의 폭을 가로로 최소 100 mm 이상 확보한 후 대기조건 또는 제조자의 권고에 따라 충분한 기간동안 양생시킨다.

(다) 시험방법

지름이 $51 \sim 83 \text{ mm}$, 공칭 깊이 12 mm 인 금속 또는 단단한 플라스틱 접시에 접착제를 주입후 이를 내화 뿔칠재에 부착하고 충분히 경화시킨 후 저울을 갈고리에 걸고 시험체의 수직방향으로 약 $49 \text{ N}/\text{min}$ 의 하중을 일정하게 또는 단계적으로 가하여 시험체에 파괴가 일어나거나 끝점에 도달했을 때의 힘(N)을 기록하고 이를 다음 식에 대입하여 부착강도를 계산한다.

$$B = \frac{F}{A}$$

여기서, B : 부착강도(N/mm^2)

F : 기록된 힘의 수치(N)

A : 원통형 접시의 면적(mm^2)

(3) KS F 2904(구조부재의 처짐에 따른 내화 뿔칠재의 영향 시험 방법)

(가) 적용범위

미네랄울계, 석고계, 질석계, 시멘트계 및 퍼라이트계 등 내화 뿔칠재가 시공된 강재 데크에 처짐을 발생시켜 내화 뿔칠재의 손상 여부를 측정하는 방법을 규정한다.

(나) 시험체 및 시험방법

셀룰러 강재 데크 밑면에 내화 뿔칠재 시공 후 최소 4.4℃ 이상의 대기 온도 및 습도 조건에서 1주일 이상 양생한 후, 시험체 밑면에 내화뿔칠재가 위치하도록 지지구조 위에 설치하고 하중 작용시 발생한 변형을 기록한다.

처짐은 시험체 상부면 중앙에 수직하중을 재하하여 순경간에 대한 1/120 (25mm)의 처짐을 발생시킨다. 이때 시험체의 조건, 내화뿔칠재의 박락, 층분리여부, 두께 및 밀도 등을 측정한다.

(4) KS F 2905(구조부재에 가해진 충격에 따른 내화뿔칠재의 영향 시험 방법)

(가) 적용범위

강재 데크에 가해진 충격에 따른 미네랄울계, 질석계, 시멘트계 및 퍼라이트계 등 내화 뿔칠재의 영향을 측정하기 위한 시험방법에 대하여 규정한다.

(나) 시험체 및 시험방법

셀룰러 강재 데크와 압축강도 21 MPa, 두께 64 mm의 콘크리트 토핑으로 구성된 데크 밑면에 내화 뿔칠재를 시공하고, 최소 4.4℃ 이상의 대기 온도 및 습도 조건에서 1주일 이상 양생한 후, 27.2 kg의 질량을 가진 가축 주머니를 높이 1.2 m에서 낙하시켜 충격하중을 가하고 이때의 내화뿔칠재의 박락, 층분리 및 균열여부, 두께 및 밀도 등을 측정한다.

나. 미 국

(1) ASTM E605(Standard Test Method for Thickness and Density of Sprayed Fire-Resistive Material Applied to Structural Members, 1993)

- KS F 2901(구조부재에 시공하는 내화뿔칠재의 두께 및 밀도 시험방법)과 동일

(2) ASTM E736(Standard Test Method for Cohesion/Adhesion of Sprayed Fire-Resistive Materials Applied to Structural Members, 2000)

- KS F 2902(구조부재에 시공하는 내화 뿔칠재의 부착강도 시험방법)와 동일

(3) ASTM E759(Standard Test Method for Effect of Deflection on Sprayed Fire-Resistive Material Applied to Structural Members, 1992)

- KS F 2904(구조부재의 처짐에 따른 내화 뿔칠재의 영향 시험 방법)와 동일

(4) ASTM E760(Standard Test Method for Effect of Impact on Bonding of Sprayed Fire-Resistive Material Applied to Structural Members, 1992)

- KS F 2905(구조부재에 가해진 충격에 따른 내화뿔칠재의 영향 시험 방법)와 동일

(5) ASTM E 761(Standard Test Method for Compressive Strength of Sprayed Fire-Resistive Material Applied to Structural Members, 1992)

(가) 적용범위

구조부재에 직접 부착하는 섬유계, 시멘트계 뿜칠재료를 포함한 내화뿜칠재료의 압축강도 측정에 적용한다.

(나) 시험체

크기 175 × 600 mm, 1.5 mm 두께의 아연도금강판을 바탕체에 19 mm ± 3 mm의 두께로 뿜칠한 시험체를 제작하여 20 ± 10°C, 상대습도 60% 이하에서 72시간이상 양생하고, 43 ± 6°C, 상대습도 60% 이하의 조건에서 항량이 될 때까지 건조한다. 시험체는 폴리우레탄, 에폭시, 폴리에스테르 또는 유사재료로 적절하게 캐핑이 가능하다.

(다) 시험방법

시험체에 수직으로 0.7 kPa의 초기하중을 가하고 1.3 mm/min의 속도로 재하하여 초기 두께의 10%가 변형되거나 파괴되었을 때의 압축강도 중 작은 것을 압축강도로 한다. 하중재하를 위한 헤드는 반구형 베어링 블록을 사용하여 시험체에 고른 하중이 가해지도록 한다.

(6) ASTM E859(Standard Test Method for Air Erosion of Sprayed Fire-Resistive Material Applied to Structural Members, 1993)

(가) 적용범위

섬유질 및 시멘트계 내화뿜칠재 위로 흐르는 공기의 영향을 측정하기 위한 시험방법으로 실험실방법에만 적용이 가능하다.

(나) 시험체

내화뿜칠재를 지지할 수 있는 최소면적 0.37 m²이상의 바탕체에 두께 19 ± 3 mm의 내화뿜칠재를 뿜칠하고 24시간 동안 온도 20 ± 10°C, 상대습도 60% 이하에서 양생 및 건조시킨다.

(다) 시험방법

시험체의 두께 및 밀도를 측정하고, 1시간동안 50°C에서 채집필터를 건조하고, 중량을 잰 후 시험장치안에 설치한다. 시험체는 덕트의 내부면과 동일 평면이 되도록 덕트 개구부에 위치시키고 피토크를 시험체 상류 쪽에 설치하여 송풍기를 6 m/s의 속도로 작동시킨다. 1시간, 6시간, 24시간 경과시 마다 송풍기를 정지하고 채집필터를 제거하여 50°C로 건조 후 중량을 측정한다.

(7) ASTM E 937(Standard Test Method for Corrosion of Steel by Sprayed Fire-Resistive Material(SFRM) Applied to Structural Members, 1993)

(가) 적용범위

구조부재에 직접 부착하는 섬유계, 시멘트계 뿔칠재료를 포함한 내화뿔칠재료에 의해 발생하는 강재의 부식을 측정하는 방법으로 실험실에서만 가능하다.

(나) 시험체

200 × 200 mm의 노출강판, 방청도료 코팅 강판, 아연도금강판의 3종류별로 각각 4개의 시험체를 제작. 제작시 강판은 부식이 없어야 하며, 표면의 이물질은 깨끗이 제거한 뒤 상온에서 건조시킨다.

(다) 시험방법

강판의 무게를 각각 측정한 후 뿔칠면 이외의 면은 적절하게 코팅함. 뿔칠제 두께는 19 ± 3 mm로 하며, 20 ± 5℃, 상대습도 60% 이하에서 240시간 초기양생 후, 2개의 시험체의 무게를 측정한다. 나머지 2개의 시험체는 35 ± 1.7℃, 상대습도 95 ± 3%의 조건에서 추가로 고습윤조건에서 240시간 양생한 후 시험체의 무게를 측정한다.

질량손실량은 각각의 시험체의 중량손실율을 구한 뒤 2개의 평균값으로 한다.

$$L = \frac{l - b}{A}$$

여기서, L : 질량손실량(g/mm²)

l : 강판 무게

b : 뿔칠재 및 부식 제거후 무게

A : 시험체 면적

다. 영 국

(1) BS 8202-1(Coatings for fire protection of building elements- part 1 : Code of practice for the selection and installation of sprayed mineral coatings, 1995)

(가) 적용범위

건축물의 내화성능을 높이기 위하여 사용하는 무기계 뿔칠재의 선정 및 시공에 대한 것으로 다양한 밀도 및 마감에 따른 표면응용방법을 설명한다.

(나) 일반사항

암면과 질석을 기본재료로 결합제는 보통 포틀랜드 시멘트, 알루미늄시멘트, 석고에 필러로써 석회나 다른 골재를 사용하며, 재료 선택시 현장에 따라 적절한 재료를 선정하고 마감재가 필요한 경우 뿔칠재의 탈락을 고려하여 시공하며, 현장 시공시 발생하는 분진 등에 의한 작업자의 피해를 최소화하도록 고려할 것을 규정한다.

(다) 역학적 성능 유지

가공하지 않은 바탕재, 부식 또는 기름 등에 의하여 부착력 저하가 예상되는 바탕재, 마감이 남아있는 바탕재, 진동과 같은 환경인자에 의한 부착력 저하가 예상되는 바탕재에 뿔칠재를 적절하게 유지시키거나 뿔칠재내에 부착력을 유지하기 위하여 메쉬를 사용하는 방법을 규정한다.

(라) 내화성능 유지

철골기둥, 보, 합성바닥, 합성보, 콘크리트, 목재 및 조적조 등에 뿔칠하여 내화성능을 유지할 수 있음을 규정하며, 철골재에 적용시 뿔칠재가 부재에 부착 유지될 수 있는 능력과 내화시험시 한계온도를 넘지 않도록 가능한 뿔칠재의 두께를 고려하도록 규정한다.

(마) 시 공

뿔칠재의 저장, 시공장비 사용시 유의점, 시공 방법, 인접지역 처리, 양생중 보호 등에 대하여 설명되어 있으며, 현장 시공시 두께 측정방법 및 측정계이지, 측정회수, 밀도측정 방법에 대하여 설명하고 있다.

시험체의 밀도는 게이지를 이용하여 10지점 이상 평균두께를 측정한 뒤 0.1 m² 이하 면적의 한 변의 길이가 150 mm 이상인 직사각형의 템플레이트를 대고 뿔칠재를 절단하여 분리하고 50℃의 온도로 일정질량이 될 때까지 건조한 뒤 건조무게를 측정한 다음 식에 의해 계산한다.

$$\rho = \frac{m}{L \times W \times t} \times 10^9$$

여기서, D : 밀도, kg/mm³

m : 건조뿔칠의 질량(kg)

L : 시험체의 길이(mm)

W : 시험체의 나비(mm)

t : 시험체의 평균두께(mm)

참고문헌

1. 최동호, 서치호, 장기 경년변화에 따른 뿔칠내화피복재의 내화성능에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집 구조계, 20권, 10호, 2004
2. 이종찬, 이세현외, 석고 및 질석계 내화뿔칠재의 온·습도조건에 따른 내화성능, 대한건축학회 논문집 구조계, 22권, 8호, 2006
3. 鋼構造耐火設計基準案, (社)日本建築學會 耐火構造小委員會, 1987
4. 鋼構造耐火設計指針, (社)日本建築學會, 1996. 鐵骨造建築の耐久性設計ガイドブック, (社)日本鋼構造協會, 1998
5. 建築物·部材齊·材料の耐久設計手法·同勝解説, 日本建築學會, 2003.

작성 : 건축구조부 공학박사 최동호