

A-14

**경년 변화에 따른 내화도료의
내화성능에 관한 실험적 연구**

**An Experimental Study on the Fire Resistance Performance of Intumescent
Coating System with Time Elapse**

김대희* · 성시창** · 최동호*** · 박수영**** · 이세현***** · 이종찬*****

Kim, Dae Hoi* · Sung, Si Chang** · Choi, Dong Ho*** · Park, Soo Young****
Lee, Sea Hyun***** · Lee Jong Chan*****

Abstract

Applying fire resistive coating to steel members is one of the general methods to secure fire resistance performance of steel members. And intumescent coating system is currently one of methods giving fire resistance to steel members.

Intumescent coating system for fire resistance, however, has undesirable weaknesses that fire resistance performance of steel members is being deteriorated due to cracks and falling-offs of the coverings as time goes after completion of the coverings to the members.

This study is designed to understand changes in fire resistance performance of intumescent coating system through follow-up tests on temperature of unexposed surface for the domestic intumescent coating system.

key words : Intumescent coating system, Fire Resistance, Performance, Time elapse

1. 서 론

현재 국내에서는 철골건축물 적용되는 내화도료는 외부 환경 등에 따라 내구성이 변화되어 요구되는 내화 성능이 저하될 우려가 있어 이를 방지하기 위해서는 내화도료 시스템의 내구성을 확보하기 위한 적절한 시험·평가방법에 대한 연구가 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 국내 내화도료 시스템을 대상으로 2년 동안 폭로 시험 및 폭로후의 가열시험을 통한 내화성능을 파악하고 그 결과를 근거로 국내 실정에 적합한 내화도료의 내구성 목표수준 및 평가방법을 수립하고자 하며, 이를 위하여 시험체 제작 초기부터 제작후 18개월 경과시를 대상으로 내화도료 시스템에 대한 내화 시험을 실시하여 전체 연구에 대한 자료를 제시하고자 한다.

2. 실 험

2.1. 개 요

시험대상은 국내에서 내화구조로 인정된 내화도료 3개 제품과 상도도료 4개의 조합에 대하여 2년의 시험기간에 대하여 옥내·외 폭로를 실시하며, 제작초기·6개월·1년·18개월 의 경년 도달시 내화시험을 실시하였다.

* 정회원 · 방재시험연구원 · 방내화팀 · 연구원 · 공학박사 · dhkim@kfpa.or.kr
 ** 정회원 · 방재시험연구원 · 방내화팀 · 팀장
 *** 정회원 · 방재시험연구원 · 방내화팀 · 선임연구원 · 공학박사
 **** 정회원 · 방재시험연구원 · 방내화팀 · 연구원 · 박사과정
 ***** 정회원 · 한국건설기술연구원 · 수석연구원 · 공학박사
 ***** 정회원 · 한국건설기술연구원 · 객원연구원 · 공학박사

2.2. 실험체

실험체는 내화도료 및 상도도료를 미리 방청도료가 시공된 강판(St - 300 mm × 300 mm × 3.2 mm)에 각 도료의 제조 시방에 따라 표 1의 도막두께로 뿔칠하여 제작하였다.

표 1. 실험체 구성

내화도료		건조두께 (mm)	상도 도료	상도 두께 (mm)	
				옥내	옥외
무기도료	A	4.00	염화고무계, 알키드계, 아크릴계	0.05	0.10
	B	0.80	염화고무계, 알키드계	0.05	0.10
유기도료	C	0.85	에폭시/우레탄계	0.05/0.05	0.10
			염화고무계, 알키드계	0.05	-
			에폭시/우레탄계	0.05/0.05	-

2.3. 실험 방법

제작 초기부터 18개월까지 각 경년 도달시 KS F 2257-1의 표준가열온도곡선에 따라 무기도료 2시간, 유기도료 1시간 가열에 의한 강판의 이면상승온도를 측정하였다.

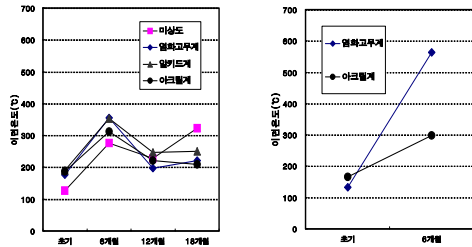
실험시 내화도료가 팽창하면서 보호층을 구성하여 강판의 이면온도상승이 억제되므로, 이면상승온도 수준에 의해 내화도료의 내화성능 파악이 가능한 것으로 판단하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1. 무기도료

그림 1은 제작 초기부터 18개월 경과시까지 옥내·외 폭로시킨 무기도료 실험체에 대한 이면상승온도 변화를 나타낸 것이다.

내화실험 결과 제작 초기에 비하여 18개월 경과시의 실험체의 이면상승온도가 옥내 폭로의 경우 상도 미시공 실험체는 196 ℃, 상도 시공 실험체는 평균 40 ℃ 상승하여 내화도료의 내화성능이 저하한 것으로 나타났으며, 알키드계 상도 시공 실험체의 이면온도가 제작 초기보다 60 ℃ 상승하여 염화고무계 및 아크릴계 상도 시공시 보다 15 ~ 30 ℃ 높은 이면온도상승을 나타냈다.



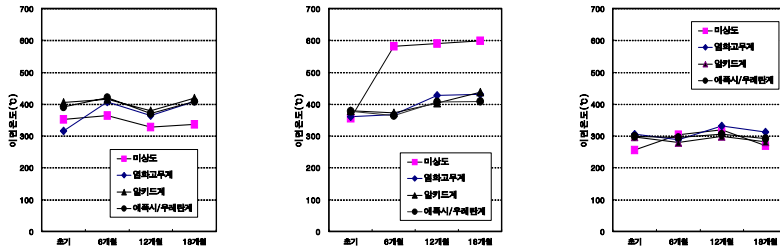
(a) 옥내 폭로 (b) 옥외 폭로

그림 1. 무기도료 이면상승온도 변화

실험체를 실외에서 폭로시킨경우는 계절별 온도 변화 및 비나 눈 등의 직접적인 영향으로 6개월 경과시 상도 미시공 및 알키드계 상도를 시공한 실험체의 도료막이 모두 탈락하였으며, 18개월 경과시에는 염화고무계 및 아크릴계 상도 실험체의 도료막도 탈락하여 실험체의 내구성이 상실되는 것으로 나타났다. 6개월 경과시의 염화고무계 및 아크릴계 시공 실험체에 대한 내화실험 결과는 제작 초기에 비하여 염화고무계 상도 시공의 경우 430℃, 아크릴계 상도 시공의 경우 130℃ 높은 이면상승온도를 나타내 옥내 폭로시 보다 내화성능의 저하가 큰 것으로 나타났다.

3.2. 유기도료

그림 2는 제작 초기부터 18개월 경과시까지 옥내·외 폭로시킨 유기도료 실험체에 대한 이면상승온도 변화를 나타낸 것이다.



(a) 유기도료 B (옥내 폭로) (b) 유기도료 B (옥외 폭로) (c) 유기도료 C (옥내 폭로)

그림 2. 유기도료 이면상승온도 변화

내화실험결과 옥내 폭로의 경우 제작 초기에 비하여 10~90℃ 이면상승온도가 증가하였으나 이중 유기도료 B에 열화고무계 상도 시공시의 93℃ 이면상승온도 증가를 제외하면, 평균 13℃의 이면상승온도가 증가한 것으로 나타났으며, 유기도료 C의 경우는 모든 실험체에서 유기도료 B에 비하여 4℃ 낮은 이면온도상승을 나타냈다.

유기도료 B의 옥외 폭로 실험체에서는 상도 미시공시 240℃, 상도 시공시 평균 50℃의 이면상승온도의 증가가 나타나 옥내 폭로시 보다 내화성능 저하가 큰 것으로 나타났다.

4. 결론

1. 무기도료 옥내 폭로에서는 이면상승온도가 상도 미시공시 196℃, 상도 시공시 40℃ 증가하여 제작초기에 비하여 내화성능이 저하하는 것으로 나타났으며, 이에 따라 무기도료를 옥내에 시공하는 경우는 상도의 시공 및 시공후 18개월 이내에 성능 변화에 대한 점검이 필요한 것으로 파악되었다.
2. 무기도료 옥외 폭로에서는 18개월 경과시 까지 모든 실험체의 도료막이 탈락하는 등 도료의 내구성이 상실되는 것으로 나타나 무기도료를 옥외에 시공하는 경우에는 내구성을 유지하기 위한 대책이 필요한 것으로 파악되었다.
3. 유기도료 옥내 폭로에서는 유기도료 B에 열화고무계 상도를 시공한 경우를 제외하면 내화도료 종류 및 상도 시공 여부에 관계없이 평균 13℃의 이면상승온도 증가가 나타나 무기도료에 비하여 내화성능의 변화가 크지 않은 것으로 나타났다.
4. 유기도료 옥외 폭로에서는 이면상승온도가 상도 미시공시 240℃, 상도 시공시 평균 50℃ 증가하여 무기도료의 옥내폭로와 유사한 정도로 내화성능이 저하하는 것으로 나타났으며, 이에 따라 유기도료를 옥외에 시공하는 경우는 상도 시공 및 시공후 18개월 이내에서의 성능 검토가 필요한 것으로 파악되었다.
5. 본 연구는 2년의 연구기간중 실험체 제작 초기부터 18개월 경과시까지 옥내·외 폭로시킨 내화도료 시스템을 대상으로 실험을 실시한 것으로 추후 2년 경과시에 대한 추가분석이 이루어질 예정이다.

감사의 글

본 논문은 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행중인 2005년도 건설기술기반구축사업(05기반구축A09-01)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고 문헌

1. 최동호, 서지호, “장기 경년변화에 따른 뿔칠내화피복재의 내화성능에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 논문

2008년도 춘계 학술논문발표회

- 문집 구조계, Vol.20, No.10, pp.143-150(2004)
2. 이종찬, 이세현외, “석고 및 질석계 내화뿔칠재의 온·습도조건에 따른 내화성능”, 대한건축학회 논문집 구조계, Vol.22, No.8, pp.109-116(2006)
 3. (社)日本鋼建造協會, “耐火塗料の實用化評に關價する調査研究”(1998)
 4. Y. Sakumoto, “Dueability evaluation of intumescent coating for steel frames”, Journal of materials in civil engineering, pp.23-27(2001)