

고강도 콘크리트 내화피복 특성연구

A study on the characteristic of fire protection covering for high strength concrete

송 영 찬* 이 세 현 김 우 재 양 완 희 박 동 철 백 병 훈
Song, Young Chan Lee, Sea Hyun Kim, Woo Jae Yang, Wan Hee Park, Dong Cheol Baik, Byung Hoon

ABSTRACT

In this study a board was made with good fireproof materials of which test was conducted according to the fireproof test for KS F 2257 construction members, and the temperature in coated steel which has a possibility to explode with concrete surface was measured.

It is not appropriate to use normal mortar or mortar covering mixed with P.P. fiber to take a measure to prevent the explosive splalling of high-strength concrete. To finalize an Al-Si (aluminosilicates) board requires over 30mm in thickness at the minimum for the required fire resistance performance and explosion prevention.

1. 서론

건축물의 고강도화에 따라 법정 내화구조로 인정되었던 콘크리트 부재가 화재시의 단면결손을 유발하는 폭발의 경향성이 커지고, 콘크리트부재 내부의 온도를 현저하게 증가시키며 심각한 구조적 손상을 유발할 수 있다는 문제점이 대두되고 있다.

콘크리트의 폭발을 제어할 수 있는 방안으로는 콘크리트 표면에 내화피복 및 내화도료 등을 사용하여 화재 시 부재의 온도상승을 억제하는 방법과 용융점이 낮은 유기섬유를 콘크리트 타설시 혼합하여 화재 시 수증기압을 낮추는 방법 등이 있다.

이에 본 연구는 고강도 콘크리트 폭발방지 대책으로서 내화성능이 우수한 재료를 이용하여 보드를 제작하고 KS F 2257 건축 부재의 내화 시험 방법에 따라 내화시험을 진행하고, 콘크리트 표면과 폭발 발생이 예상되는 철근피복에서의 온도를 피복깊이를 고려하여 측정하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구는 피복재에 의한 고강도 콘크리트 부재의 온도상승을 억제하는 차열성을 검토하기 위하여 그림1과 같이 ALC블럭을 이용하여 3000*3000mm 크기의 내화시험용 수직벽체와 시험체를 제작하고 각각의 시험체를 거치하였다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 Post Master

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

*** 정회원, 포스코건설 기술연구소 건축기술연구팀 과장

**** 정회원, (주)인트렘 기술연구소 차장

***** 정회원, (주)인트렘 기술연구소 소장

***** 정회원, 포스코건설 송도 the# 퍼스트월드현장 총괄소장

피복재료는 알루미늄 실리케이트계 무기물과 알칼리 실리케이트 경화제를 이용하여 Al-Si 무기 폴리머 구조를 형성하는 결합재에 단일 골재, 내화 골재 및 기능성첨가제를 첨가하여 구성되는 조성물로 두께를 달리 하여 400*400mm 크기로 가압성형 후 보드형태로 피복재를 제작하였으며, 이와 성능을 비교하기 위하여 일반모르타피복과 일반모르타에 폴리프로필렌 섬유 0.2%를 첨가하여 표 1과 같이 피복재를 제작하였다.

고강도 콘크리트 모체는 화재시 철근피복깊이에서의 온도제어를 고려하여 400*400*50mm 크기로 제작하였으며, 배합은 설계기준강도 60MPa의 레미콘 배합으로 직접 레미콘을 채취하여 현장 제작하였다.

시험체는 알루미늄 실리케이트계 무기물과 알칼리 실리케이트 경화제를 이용한 접착제를 제조하여 상기의 피복재를 콘크리트 모체에 부착하여 차열성능을 검토하였다.

표 1. 피복재료의 종류 및 두께

구분	두께	접착방법
일반모르타피복	40mm	바름
모르타+P.P.섬유	40mm	바름
Al-Si보드	25mm	내화접착제
	30mm	
	35mm	
	40mm	

표 2. 고강도 콘크리트 레미콘 배합

항목	공기량(%)	W/C (%)	중량배합(kg/m3)						
			결합재			W	S	G	AD
			C	F/A	S/C				
중량	2.5	28.5	261	58	261	165	723	904	6.38

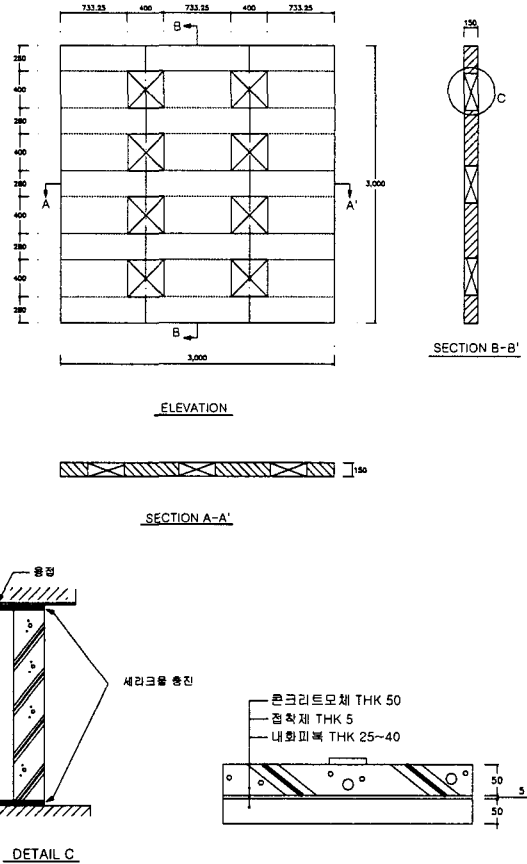


그림 1. 내화시험용 수직벽체 및 시험체 형상

2.2 실험방법

피복재에 의한 고강도 콘크리트 부재의 온도상승을 억제하는 차열성능을 검토하기 위하여 KS F 2257-1의 건축 부재의 내화 시험 방법에서 제시한 표준가열곡선에 의해 실시하였으며, 가열개시 3시간 후 구조체 표면에서의 폭발방지과 철근피복깊이 위치에서의 온도를 200℃ 이하로 억제하는 것을 목표로 하여 가열시간은 3시간으로 상정하였다. 열전대의 설치 위치는 구조체 표면과 철근피복깊이 위치에서의 온도를 모의하기 위하여 콘크리트 모체와 피복재의 경계면, 콘크리트 모체의 이면에 각각 부착하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 온도이력 및 손상유무

일반모르터피복의 경우 가열개시 3시간 후 구조체 표면 및 철근피복깊이 위치에서의 온도가 각각 515℃, 257℃로 측정되었으며, 구조체 표면에서의 폭발현상은 없었으나 시험종료 후 피복재 탈락 및 구조체 표면 일부가 손상되는 것으로 나타났다. 또한 가열개시 45분 후 시험체의 온도가 급격히 상승하였으며, 이는 고온에서의 시멘트 수화물이 분해하기 시작하여 그 성능을 상실하기 때문으로 사료된다.

한편, P.P.(폴리프로필렌)섬유를 0.2% 혼입한 모르터피복의 경우 가열개시 45분에 피복재의 박락으로 인하여 온도측정이 불가능하였으며 구조체 표면에 폭발현상이 발생하였다. 가열개시 45분 후 구조체 표면에서의 온도 및 3시간 후 철근피복깊이 위치에서의 온도는 각각 641℃, 556℃로 측정되었다.

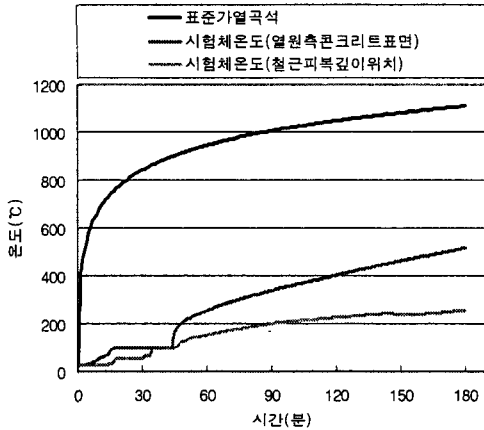


그림 2. 시험체 온도이력 (일반모르터 40mm)

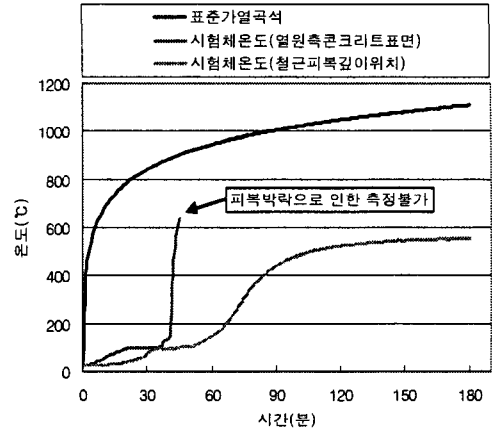


그림 3. 시험체 온도이력 (모르터+P.P.섬유 40mm)

구 분		온도(℃)		손상유무	
종 류	두께	구조체 표면	철근피복깊이위치*	피복재	구조체 표면
일반물탈피복	40mm	515	257	유	유
물탈+P.P.섬유	40mm	가열개시 45분 후 피복박락(641)	556	유	유
Al-Si보드 (알루미늄 실리케이트)	25mm	436	192	유	유
	30mm	387	171	유	무
	35mm	355	175	무	무
	40mm	296	132	무	무

* 철근피복깊이위치 : 구조체 표면으로부터 50mm

표 3. 피복재료의 종류 및 두께에 따른 온도이력(가열개시 3시간 후)

Al-Si보드의 경우 25mm에서 구조체 표면 및 철근피복깊이위치에서의 온도가 각각 436℃, 257℃로 측정되어 다소 높은 온도로 인하여 피복재에서의 미세균열발생과 구조체 표면 일부가 손상되는 것으로 나타났다. 한편, 30mm의 경우 피복재의 미세균열이 발생하였으나 구조체 표면은 건재하였으며 목표성능은 만족하는 것으로 나타났다. 35mm, 40mm의 경우 구조체 표면 및 철근피복깊이위치에서의 온도 모두 목표성능을 만족하였으며, 높은 열차단 효과로 인해 피복재 및 구조체 표면에서의 손상은 전혀 없는 것으로 나타났다.

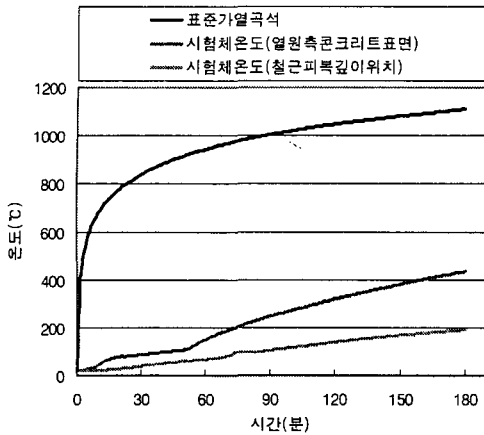


그림 4. 시험체 온도이력 (Al-Si보드 25mm)

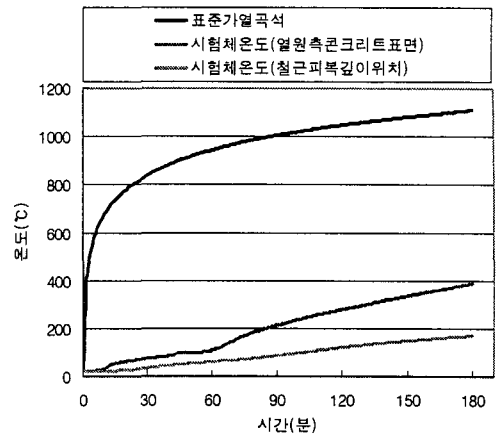


그림 5. 시험체 온도이력 (Al-Si보드 30mm)

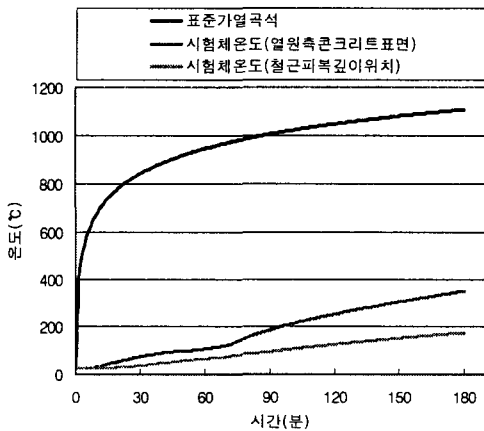


그림 6. 시험체 온도이력 (Al-Si보드 35mm)

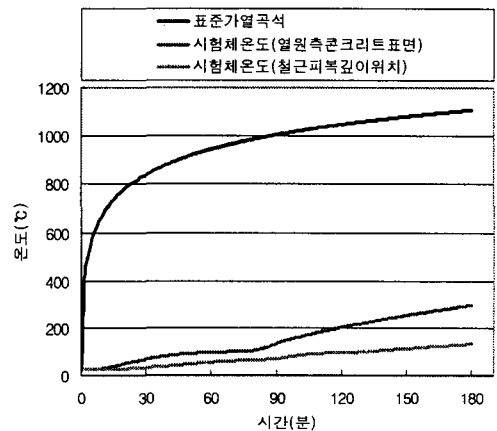


그림 7. 시험체 온도이력 (Al-Si보드 40mm)

4. 결론

일반모르터 또는 P.P.섬유혼입 모르터피복은 고강도 콘크리트의 폭발방지 대책으로는 적합하지 않으며 Al-Si(알루미늄 실리케이트 무기물)보드로 마감할 경우 소요 내화성능 및 폭발방지를 위하여 최소 30mm 이상의 두께를 확보하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 竹内博幸, 森達哉, 河野政典, 起橋孝徳, 被覆材料による高强度コンクリートの爆裂防止対策の研究, コンクリート工學年次論文集, Vol.28, No.1, 2006
2. 소양섭, 고성능 콘크리트의 내화성능, 콘크리트학회지 제14권 2호, 2002. 3
3. NISTIR 5934, Fire Performance of High-Strength Concrete : A Report of the State-of-the-Art, NIST, Dec., 1996