

혼화재의 종류에 따른 고강도 콘크리트의 폭렬특성에 관한 실험적 연구

An experimental Study on explosion property of high-strength concrete according to the kinds of admixtures

민 세 홍* 권 기 석** 류 동 우***

Min, Se-Hong Kwon, Ki-Seok Ryu, Dong-Woo

Abstract

The construction of modern society, the use of high-strength concrete structures is becoming frequent. Admixture has been reported as a factor causing the explosion occurred. This study was experimental research on high strength concrete according to the kinds of admixture. Admixture of four different mix, fire resistance test results are outstanding when using blast furnace slag aggregate. When using silica fume spalling phenomena were most violent.

키 워 드 : 고강도 콘크리트, 내화시험, 폭렬, 혼화재

Keywords : high-strength concrete, fire protection test, spalling, admixture

1. 서 론

현대사회의 건축 구조물들은 초고층화, 대형화 등의 특징을 가짐에 따라 고강도 콘크리트의 사용이 빈번해지고 있다. 이러한 고강도 콘크리트는 W/B, 골재, 공기량, 혼화재 등 여러 요인이 고려되어야 하며 주로 사용되는 혼화재료로는 실리카 흙, 고로슬래그 미분말, 플라이 애쉬 등이 이용되고 있다. 이러한 혼화재는 콘크리트의 품질향상 및 경제성 등의 이유로 사용하고 있으며, 일부 혼화재는 콘크리트의 조직을 치밀하게 만들어 화재 발생시 폭렬발생을 유발시키는 요인으로 보고되고 있다.^[1]

한편, 최근 국내 고강도 콘크리트 내화에 대한 연구동향은 섬유혼입 또는 내화피복 공법을 통한 폭렬방지방안에 대한 연구가 주로 이루어지고 있으나, 본 연구에서는 별도의 내화공법을 고려하지 아니하고 고강도 콘크리트의 내화특성에 미치는 혼화재료의 영향을 연구하는데 그 목적이 있다.

2. 시험체 제조

본 시험에서 사용한 혼화재료는 플라이애쉬, 고로슬래그, 실리카흙 등을 다량 치환한 8 000psi급의 고강도 콘크리트를 대상으로 하였으며, 시험체 규격 및 내화시험은 ASTM E119에 따라 시험을 진행하였다. 시험체의 크기는 3.05×3.05×0.3m 로 제작하였으며, 콘크리트 배합표 및 압축강도 측정결과는 표 1과 같다.

3. 내화시험 및 결과

3.1 시험 개요

대형수직가열로 내화시험은 3.05×3.05m의 시험체를 장착한 후 일면 가열하여 이면온도를 측정하는 시험으로, 이면온도 측정위치는 비가열면의 총 9개소(시험체 중앙부 1개소, 시험체를 4분할한 면중심 4개소, 인접 분할면 중심간 중앙점 4개소)에 온도센서를 설치하고 ASTM E119에 제시되어 있는 표준시간-가열곡선에 의해 3시간 가열시험을 실시하여 연속적으로 이면온도를 측정하였다.

* 대진대학교 건축공학과 석사과정

** 대진대학교 건축공학과 석사과정

*** 대진대학교 건축공학과 교수, 교신저자(dwryu@daejin.ac.kr)

표 1. 콘크리트 배합표

배합명	치환율 (%)			비고
	BS	FA	SF	
SF5	0	0	5	○ W/C = 0.34 ○ 단위수량 = 155kg/m ³
F25	0	25	0	
S50	50	0	0	
S65SF5	65	0	5	

3.2 내화시험 결과

ASTM E119에서는 표준시간-가열곡선에 의해 3시간 가열시, 이면온도가 초기온도보다 평균 121℃(250°F), 최고 181℃(325°F) 이상 상승하지 않도록 규정하고 있다. 이에 대한 대형수직가열로 내화시험 결과는 표 2와 같다.

그림1에 나타난 바와 같이 S50을 제외한 모든 시험체에서 가열면 전면에 걸쳐 폭발현상이 일어났다. 육안관찰 결과 고로슬래그 미분말을 치환한 시험체의 경우, 실리카흄이나 플라이애쉬만을 치환한 시험체보다 폭발현상이 크게 감소하였고, 이면온도 또한 상대적으로 낮게 나타났다. 반면 실리카흄을 치환한 전 배합에서는 많은 양의 폭발현상이 나타났다. 이는 실리카흄의 미세공극 충전효과에 의한 공극감소와 이로 인한 수분이동억제가 원인인 것으로 판단된다.

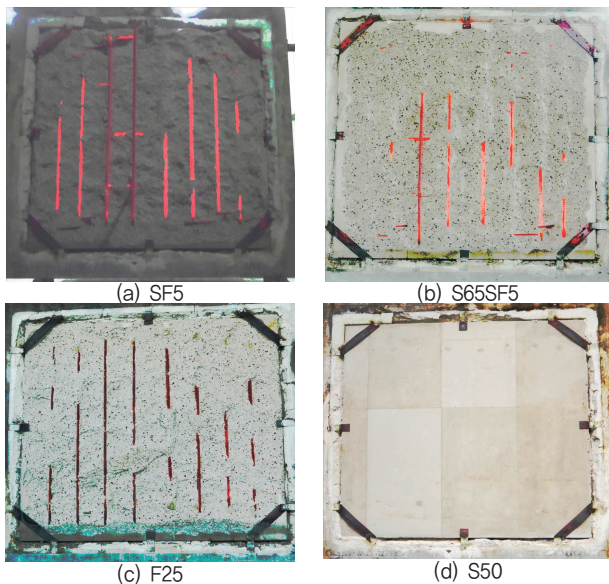


그림 1. 각 배합별 폭발성상

표 2. 3시간 가열 후 이면온도

배합명	평균온도 (°C)	최고온도 (°C)
SF5	56	67
S65SF5	42	46
F25	53	64
S50	33	38

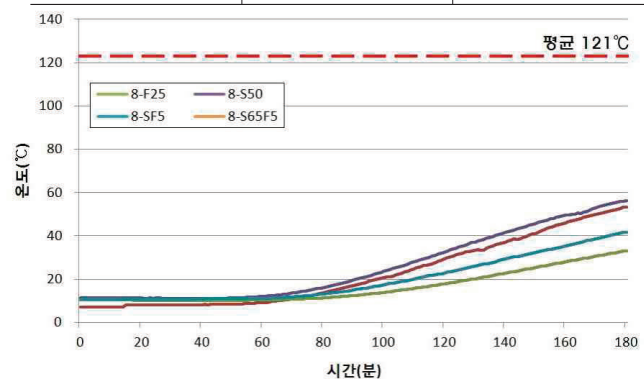


그림 2. 각 시험체의 시간에 따른 평균이면온도

4. 결 론

ASTM E119에 따른 벽부재 내화시험 결과, 고로슬래그 미분말을 치환한 시험체가 실리카흄이나 플라이애쉬를 치환한 시험체보다 화재저항성이 증가하였다. 특히 S50 시험체의 경우 3시간 내화시험 종료 후 폭발현상이 전혀 관찰되지 않았으며 이에 대한 원인분석을 추후 진행할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 2012년 지식경제부의 수출형 원전의 사용환경을 고려한 고성능 콘크리트 적용기술 개발(과제번호: R1108041)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 한천구 외 3명, 고강도 콘크리트의 폭발방지에 미치는 혼화재 및 PP 섬유영향, 대한건축학회 논문집 제25권 제11호(통권253호) 2009.11
2. H.Y. Wang, The effects of elevated temperature on cement paste containing GGBFS, Cement and Concrete Composites, Vol.30, pp.992~999, 2008