

양생방법 및 PP 섬유 혼입률 변화에 따른 고강도 콘크리트의 내화특성

Fire Resistance of High Strength Concrete Depending on Curing Method and Polypropylene fiber

손 호 정* 배 장 춘** 김 원 기** 한민철*** 양 성 환**** 한 천 구*****
Son, Ho Jung Pei, Chang Chun Kim, Won Ki Han, Min Cheol Yang, Seong Hwan Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This study analyzed fire resistance characteristics of high strength concrete according to changes in curing method and PP fiber content, and the results are as follows. First in case of standard curing, spalling was prevented at PP fiber content of 0.05 % or higher. Autoclave and steam curing showed prevention of spalling at content of 0.1 % or higher. For residual compressive strength, measurement of strength for plain was impossible due to spalling phenomenon. A satisfactory trend was shown with increase in PP fiber content with the strength of about 30 MPa.

요 약

본 연구는 양생방법 및 PP섬유 혼입률 변화에 따른 고강도 콘크리트의 내화특성에 대하여 분석하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저, 폭발성상으로 표준양생의 경우는 PP섬유 혼입률 0.05 %이상에서 폭발이 방지되는 것으로 나타났고, 오토클레이브 및 증기양생의 경우는 혼입률 0.1 %이상에서 폭발이 방지 되는 것으로 나타났다. 잔존압축강도 특성으로는 Plain의 경우 폭발현상으로 인하여 측정이 불가하였고 PP섬유 혼입률 증가에 따라서는 30 MPa 전후의 잔존압축강도를 나타내었다.

1. 서 론

최근 건설공사 현장에서는 공기단축, 시공의 합리화, 안정적인 품질확보 등의 차원에서 Precast Concrete의 사용이 증대되는 실정이다. 이러한 Precast Concrete는 주로 증기양생 또는 오토클레이브 양생에 의해 제작된 고강도 콘크리트로서 화재 시에는 폭발에 취약할 것으로 추측된다.

따라서 본 연구에서는 고강도 Precast Concrete의 폭발방지를 목적으로, 양생방법 및 폴리프로필렌(이하 PP)섬유의 혼입률 변화에 따른 콘크리트의 폭발성상 및 잔존압축강도 등을 분석 함으로써, 고강도 콘크리트의 내화안전성에 기여하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

실험방법으로는 굳지않은 콘크리트 및 경화콘크리트의 실험은 모두 KS에 준하여 실시하였다. 사용 재료로서 시멘트, 골재 및 혼화재료는 국내산을 사용하였는데 단, 실리카폼(밀도: 2.21 g/cm³, 분말도:

* 정회원, 청주대학교, 건축공학과, 석사과정
** 정회원, 청주대학교, 건축공학과, 박사과정
*** 정회원, 청주대학교, 건축공학과, 조교수, 공학박사
**** 정회원, 인천전문대학, 건축과, 교수, 공학박사
***** 정회원, 청주대학교, 건축공학과, 교수, 공학박사

200 000 cm²/g)은 노르웨이산 PP섬유(직경: 0.04 mm 밀도: 0.91 g/cm³)는 국내산 S사의 제품을 사용하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 폭렬 성상

표 2는 양생 방법 및 PP섬유 혼입률 변화에 따른 폭렬성상을 나타낸 것이다. 전반적으로 섬유를 혼입하지 않은 Plain의 경우 심한 폭렬이 발생하였고, PP섬유 혼입량이 증가에 따라서 표준양생의 경우 혼입률 0.05 % 이상에서 폭렬이 방지되는 것으로 나타났고, 오토클레이브 및 증기양생의 경우는 PP섬유 혼입률 0.1 %이상에서 폭렬이 방지되는 것으로 나타났다. 이는 고온가열시 PP섬유가 녹아 생긴 공극으로 내부의 수증기압이 원활히 외부로 배출됨에 기인한 것으로 분석된다. 한편, 양생방법에 따른 폭렬성상은 표준양생의 경우가 섬유 혼입률 0.05 %에서 폭렬이 방지되어 가장 좋은 결과를 나타내었고, 오토클레이브 양생의 경우 증기양생의 비하여 조금더 심한 폭렬현상을 나타내었는데, 이는 그림1의 압축강도에서 알수있는 바와 같이 내부조직의 치밀도에 기인한 것으로 사료된다.

3.2 잔존강도

그림 1은 내화시험 전후의 PP섬유 혼입률 및 양생방법 변화에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저 내화시험 전 압축강도는 모두 80 MPa 이상으로 고강도 범위를 나타내었다. 내화시험 후 압축강도는 섬유를 혼입하지 않은 Plain의 경우 심한 폭렬 발생으로 인해 압축강도 측정이 불가하였고, PP섬유 혼입을 증가에 따라서 공히 30 MPa 전후의 잔존압축강도 경향을 보였으며, PP섬유 혼입률 0.15 %의 경우가 가장 높은 잔존압축강도 값을 나타내었는데, 이는 PP섬유 혼입에 의한 콘크리트 내부의 미세균열 억제에 기인한 것으로 분석된다.

4. 결론

- 1) 폭렬성상으로 섬유를 혼입하지 않은 Plain의 경우는 심한 폭렬이 발생하였고, PP섬유 혼입량이 증가에 따라서 표준양생의 경우는 혼입률 0.05 %이상에서 폭렬이 방지되는 것으로 나타났고, 오토클레이브 및 증기 양생경우는 혼입률 0.1 %이상에서 폭렬이 방지되는 것으로 나타났다.
- 2) 내화시험 전후 압축강도 특성으로 먼저 내화시험 전 압축강도는 모두 80 MPa 이상인 고강도 범위를 나타내었고, 내화시험 후 압축강도는 섬유를 혼입하지 않은 Plain의 경우는 심한 폭렬 발생으로 인해 압축강도 측정이 불가하였으며, PP섬유 혼입을 증가에 따라서는 30 MPa 전후의 잔존압축강도를 나타내었다.

표 1. 실험계획

배합사항	실험요인	실험수준	
	W/B (%)	1	25
슬립프 플로우 (mm)	1	700±100	
공기량(%)	1	3.0±1.0	
PP섬유 혼입률 (Vol.%)	3	0.05, 0.10, 0.15	
실험사항	양생방법	3	· 표준양생 · 오토클레이브 · 증기양생
	구지않은 콘크리트	2	· 슬립프플로우 · 공기량
	경화 콘크리트	1	· 압축강도(28일)
	내화실험	3	· 폭렬유무 · 폭렬등급 · 잔존압축강도

표 2. 양생 방법 및 PP섬유 혼입률 변화에 따른 폭렬성상

구분	0			0.05			0.1			0.15		
표준양생												
	4등급	4등급	4등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급
오토클레이브												
	3등급	4등급	4등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급
증기양생												
	1등급	3등급	4등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급	1등급

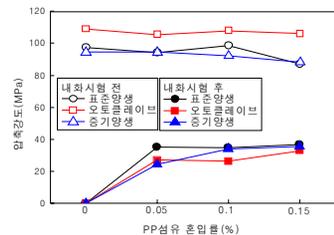


그림 1. PP섬유 혼입률 및 양생방법 변화에 따른 잔존압축강도