

복합섬유를 혼입한 초고강도 콘크리트의 폭렬 특성 평가

Evaluation on Spalling Properties of Ultra High Strength Concrete with Combined Fiber

손 명 학* 김 규 용*** 민 충 식* 이 태 규** 구 경 모** 윤 용 상*

Son, Myung-Hak Kim, Gyu-Yong Min Choong-Siek Lee, Tae-Gyu Koo, Kyung-Mo Youn, Yong-Sang

Abstract

This study is aimed to draw a optimum combined fiber mix condition to improve spalling resistance and flowability of ultra high-strength concrete. As a result, W/B 12.5% concrete specimens were prevented spalling with PE0.05+ PP0.1, PE0.05+NY0.1 and W/B 12.5% concrete specimens were prevented spalling with all of combined organic fiber mix condition. But There is no significant influence of steel fiber under 5% volume ratios to prevent spalling. In the scope of this study, we suggest that condition of optimum volume ratio PE0.05+NY0.1 is to improve spalling resistance, flowability and residual compressive strength.

키워드 : 복합섬유, 유동성, 초고강도콘크리트, 폭렬방지, 잔존강도

Keywords : combined fiber, flowability, ultra high-strength concrete, prevent spalling, residual compressive strength

1. 서 론

최근 섬유혼입 콘크리트의 시공성 확보와 섬유의 혼입률을 낮추어 효율적인 폭렬방지¹⁾를 목적으로 서로 다른 종류의 섬유를 복합 혼입한 고강도 콘크리트의 폭렬 특성에 관한 연구가 대두되고 있다.

본 연구는 초고강도 콘크리트의 폭렬방지에 관한 연구의 일환으로, W/B 12.5, 14.5%의 초고강도 콘크리트를 활용하여 응용점을 바탕으로 단계별 섬유 기화에 의한 콘크리트의 폭렬 특성을 평가하여 복합섬유를 혼입한 초고강도 콘크리트의 효율적인 내화 성능을 확보하고자 실시하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 콘크리트 배합

본 연구는 초고강도 콘크리트의 복합섬유혼입에 따른 폭렬특성을 평가하기 위한 것으로 표 1에 나타난 바와 같이 W/B는 12.5, 14.5%로 설정하였으며 섬유의 용융점을 바탕으로 하여 PE, PP, Nylon의 단섬유를 두 가지 이상 복합 혼입하였다. 또한 강섬유의 혼입률을 조절하여 인장력 보강이 초고강도 콘크리트의 폭렬방지

에 미치는 영향을 평가하고자 실시하였다. 시험체 형상은 100mm×100mm×200mm로 설정하였으며 본 연구에 사용된 콘크리트 배합은 표 2에 나타난 바와 같다.

표 1. 실험 계획

W/B (%)	시험체 기호	섬유 혼입률 (섬유종류, 용융점 -vol.%)	가열방식	평가항목
12.5	Plain	-	ISO-834 표준가열곡선 50분 가열	·Slump-Flow ·폭렬특성 ·잔존압축강도
	PE0.05 +PP0.1	PE 100 0.05 PP 165 0.1		
	PE0.05 +NY0.1	PE 100 0.05 Nylon 225 0.1		
	PE0.05 +PP0.075 +NY0.075	PE 100 0.05 PP 165 0.075 Nylon 225 0.075		
	PE0.02 +PP0.03 +NY0.05	PE 100 0.02 PP 165 0.03 Nylon 225 0.05		
	PE0.075 +STF0.3	PE 100 0.075 강섬유 1535 0.3		
	PE0.075 +STF0.5	PE 100 0.075 강섬유 1535 0.5		

표 2. 콘크리트 배합

W/B (%)	Slump Flow (mm)	S/a (%)	Air (%)	W (kg/m³)	Unit Weighty (kg/m³)					
					C	BFS	SF	Gy ¹⁾	S	G
12.5	750 ± 100	35.0	2±1	150	660	240	240	60	789	386
14.5					652	207	124	52	448	848

1) Gy : 무수석고

2.2 실험 방법

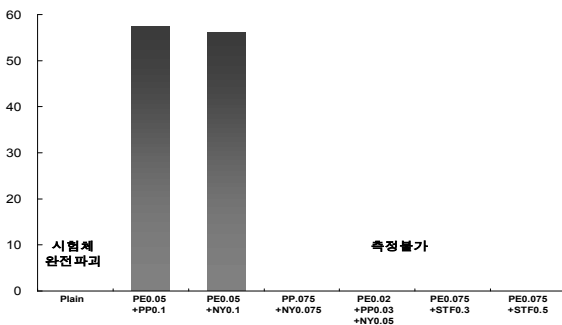
폭렬 특성 평가를 위한 시험체 가열은 비재하 상태에서

* 충남대학교 건축공학과, 석사과정
** 충남대학교 건축공학과, 박사과정
*** 충남대학교 건축공학과, 부교수, 공학박사, 교신저자 (gyuyongkim@cnu.ac.kr)

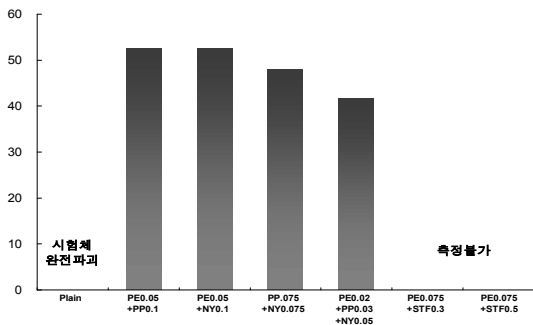
ISO-834 표준가열곡선에 준하여 50분 가열을 실시하였고 상온에서 24시간동안 시험체 냉각을 실시한 후 잔존압축강도를 측정하였다.

표 3. W/B 12.5, 14.5% 콘크리트의 폭렬 특성 평가 결과

시험체 기호	Plain	PE0.05+PP0.1	PE0.05+NY0.1	PP0.075+NY0.075	PE0.02+PP0.03+NY0.05	PE0.075+STF0.3	PE0.075+STF0.5
폭렬 성상	W/B 12.5 완전 파괴						
	W/B 14.5 완전 파괴						



(a) W/B 12.5%



(b) W/B 14.5%

그림 1. W/B 12.5, 14.5% 콘크리트의 잔존압축강도

3. 실험결과 및 고찰

3.1 W/B 및 섬유 혼입조건에 따른 폭렬 특성

섬유 혼입 조건에 따른 Slump-Flow 측정 결과는 W/B 12.5, 14.5% 콘크리트 모두 PE0.05+NY0.1 시험체가 동일 SP제 혼입량에서 Slump-Flow가 가장 높게 나타났으며 전체적으로 목표 Slump-Flow를 만족하였다.

표 3은 W/B 12.5, 14.5% 콘크리트의 폭렬 특성 평가 결과를 나타낸 것으로서 W/B 12.5% 콘크리트 시험체의 경우, PE0.05+PP0.1, PE0.05+NY0.1 시험체가 폭렬이 방지되었으

나, PP섬유 및 NY섬유를 0.1vol% 미만으로 혼입한 시험체 및 강섬유를 혼입한 시험체는 폭렬이 발생하였고 W/B 14.5% 콘크리트 시험체는 유기섬유를 복합적으로 혼입한 시험체 모두 폭렬이 방지되었으며 PE0.02+PP0.03+NY0.05 시험체의 경우 용융점 차이에 따른 단계적 섬유 기화에 의해 유기섬유 혼입률 0.1vol%에서도 폭렬이 방지되었다.

또한, W/B 14.5% 콘크리트 시험체에서도 강섬유를 혼입한 시험체는 폭렬이 발생하여 관통 균열이 발생하였으며 초고강도 콘크리트의 영역에 있어 콘크리트의 인장력 보강 보다는 유기섬유의 기화에 의한 내부 공극의 확보를 하는 것이 폭렬을 방지하는데 더 큰 효과가 있을 것으로 판단된다.

3.3 W/B 및 섬유 혼입조건에 따른 잔존압축강도

그림 1은 W/B 12.5, 14.5% 콘크리트의 가열 후 잔존압축강도를 나타낸 것으로 W/B 12.5% 시험체의 잔존압축강도는 56~57MPa의 범위로 나타났으며, W/B 14.5% 시험체의 잔존압축강도의 범위는 41~53MPa로 나타났다. W/B 14.5% 콘크리트 시험체에서 복합 유기섬유 혼입률 0.1vol%에서도 폭렬이 방지되었으나 복합 유기섬유 0.15vol%를 혼입한 시험체에 비해 잔존압축강도가 약 20% 낮게 나타나 내력저하에 대한 보강이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

복합섬유를 혼입한 초고강도 콘크리트의 폭렬 특성 평가를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 고강도 콘크리트의 영역에 있어 콘크리트의 인장력 보강 보다는 유기섬유의 기화에 의한 내부 공극의 확보를 하는 것이 폭렬을 방지하는데 더 큰 효과가 있을 것으로 판단된다.
- 2) 시공성, 폭렬방지성능, 잔존내력을 고려한 최적의 복합섬유 혼입조건은 본 연구의 범위에서 PE0.05vol%+NY 0.1vol%로 제안한다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 지원(No.2010-0014723) 및 국토해양부 첨단도시개발사업의 지원(09첨단도시A01)에 의해 수행되었고 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음. 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 나철성, 신관수, 김영선, 권영진, 김규용, 김무한, 섬유종류 및 혼입량에 따른 고성능콘크리트의 폭열저감에 관한 실험적 연구, 한국화재소방학회 추계학술논문발표회 논문, pp.81~85, 2005