

아라미드 섬유 개질이 모르타르의 내충격 성능에 미치는 영향 검토

A Study on the Impact Resistance of Concrete by Reinforcement Condition of Aramid Fiber

김 태 수* 김 규 용** 전 영 석* 남 정 수*** 신 경 수*** 전 중 규****

Kim, Tae-Soo Kim, Gyu-Yong Jeon, Young-Seok Nam, Jeong-Soo Shin, Kyoung-Su Jeon, Joong-Kyu

Abstract

The research is for building safety by using fiber reinforced concrete against impact load. The aim of this study is to evaluation of Impact Resistance of mortar by Reinforcement Condition of Aramid Fiber(fiber length, fiber surface treatment, fiber contents, hybrid reinforcement with steel fiber). Thus, the results indicate that it can improve mix condition and impact resistance by fiber surface treatment.

키 워 드 : 아라미드섬유, 섬유길이, 섬유표면유제처리, 내충격성능

Keywords : aramid fiber, fiber length, fiber surface treatment, impact resistance performance

1. 서 론

최근 충격이나 폭발에 대한 구조물의 안전성을 확보하기 위한 연구의 일환으로 콘크리트에 섬유를 혼입하여 인성을 증진시킨 섬유보강 콘크리트에 관한 연구가 진행되고 있다.¹⁾ 본 연구에서는 고속비상체의 충격에 대해 Aramid섬유의 길이, 섬유표면 유제처리, 혼입률, 강섬유와의 복합성 등의 섬유혼입조건이 모르타르의 내충격 성능에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1은 아라미드섬유의 개질이 모르타르의 내충격 성능에 미치는 영향을 평가하기 위한 실험계획으로 비교군으로 Plain 시험체와 PE 시험체, 실험군으로 Aramid섬유의 길이, 표면유제처리, 혼입률, 강섬유와 복합성 요인에 따른 시험체를 제작하였다. 실험에 사용된 모르타르의 배합과 사용재료의 물리적 성질을 각각 표 2, 표 3에 나타내었다.

평가항목으로 모르타르 재료역학적특성으로 압축, 인장, 휨성능을 설정하였고, 내충격성능평가는 가스압력식 내충격 시험장치를 사용하여 직경 ϕ 5mm(0.52g)의 강구비상체를 약 350m/s로 충돌시켜 내충격 성능을 평가하였다.

표 1. 실험계획

섬유종류	섬유길이 (mm)	표면유제처리 (%)	섬유혼입률 (vol.%)	평가항목
Plain	-	-	-	· 역학적특성 - 압축강도
PE	12.0	-	1.0	
Aramid	6.0	0.7	1.5	- 인장성능
	6.0	1.2	2.0	- 휨성능
	12.0	0.7	2.0	- 내충격성능
Aramid + STF	6.0	1.2	1.0 + 0.5	- 파괴등급
	35.0	-		- 파괴깊이
	12.0	0.7		- 파괴면적
	35.0	-		

표 2. 모르타르의 배합

W/C (wt.)	W/B (wt.)	Table Flow (mm)	Unit Weighty (kg/m ³)			
			W	C	S	FA
0.47	0.40	150±20	452	960	395	169

표 3. 사용재료의 물리적 성질

사용 재료	물리적 성질
시멘트	1종 보통포틀랜드시멘트(OPC), 밀도 3.15g/cm ³ 분말도 3,200cm ² /g
플라이애시	밀도 2.2g/cm ³ , 분말도 3,000cm ² /g
잔골재	7호규사, 밀도 2.64g/cm ³ , 흡수율 0.38%
Aramid	밀도 1.44g/cm ³ , 직경 11 μ m, 섬유길이 6 12mm, 표면유제처리량 0.7 1.2%, 인장강도 2,920MPa
PE	밀도 0.95g/cm ³ , 직경 12 μ m, 섬유길이 12mm, 인장강도 2,700MPa
STF	밀도 7.85g/cm ³ , 직경 500 μ m, 섬유길이 35mm, 인장강도 1,140MPa

* 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

** 충남대학교 대학원 건축공학과, 교수, 공학박사, 교신저자 (gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정

**** 코오롱건설 기술연구소, 차장

표 4. 모르타르의 재료역학적 특성 (재령 28일)

섬유종류	섬유혼입 (%)	압축강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	인장변형 (%)	휨강도 (MPa)	휨처짐 (mm)
Plain		55.00	0.49	0.002	2.37	0.05
PE	1.0	45.03	4.74	0.281	22.31	3.31
	1.5	42.85	5.06	2.800	25.96	3.10
	2.0	37.51	5.19	3.122	25.36	4.14
A_L6_S071)	1.0	40.04	3.01	0.038	7.48	0.16
	1.5	44.67	3.92	0.030	10.83	0.24
A_L6_S12	1.0	37.40	2.94	0.051	10.17	0.29
	1.5	37.44	3.96	0.073	13.32	0.51
A_L12_S07	1.0	39.06	3.43	0.028	5.98	0.18
	1.5	43.61	4.17	0.034	12.63	0.30
Aramid + STF	1.5	47.81	2.86	0.023	8.12	0.59
	1.5	43.10	3.27	0.025	9.35	0.93

1) A_L6_S07 : Aramid_섬유길이 6mm_표면유제처리 0.7%

3. 실험결과 및 고찰

3.1 재료역학적 특성

표 4는 섬유보강 모르타르의 재료 역학적 특성을 나타낸 것으로 압축강도는 무보강보다 섬유보강 모르타르가 상대적으로 낮았으나 목표 40±5MPa 범위를 만족하였다. 인장 및 휨성능은 섬유의 가교작용으로 무보강보다 섬유보강 모르타르가 우수하게 나타났다 그 중 PE 시험체가 섬유의 보강효과가 가장 좋은 것으로 나타났다.

3.2 내충격 성능

표 5은 충격시험 결과를 나타낸 것으로 본 연구에서 설정한 실험범위에서는 무보강의 경우 취성적으로 파괴가 되었지만, 섬유보강콘크리트는 충격에 대한 성능이 무보강보다 우수함을 확인할 수 있었다.

그림 1는 인장강도와 시험체 두께가 배면파괴 손실율에 미치는 영향을 나타낸 것으로 모르타르의 인장강도 증가에 따라 배면파괴 손실율이 저감했고, PE시험체의 경우 우수한 인장변형에 의해서 다른 시험체보다 배면파괴가 억제되었다. 또한 아라미드섬유의 표면유제처리량 1.2%, 섬유길이 12 mm, 섬유혼입율 2.0%의 시험체에서 배면파괴가 억제되는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

아라미드섬유의 개질이 모르타르의 내충격 성능에 미치는 영향을 검토한 결과, 섬유보강 모르타르의 내충격성능은 인장강도와 인장변형과 밀접한 관계가 있었고, 본 연구범위에서, Aramid섬유의 표면유제처리에 의해서 비빔과 섬유의 분산이 개선되었고 내충격성능 향상에 영향을 미쳤다고 판단된다.

표 5. 충격시험체에 의한 시험체의 외관형상

(충격에너지 31.24J, 시험체 두께 : 15mm)

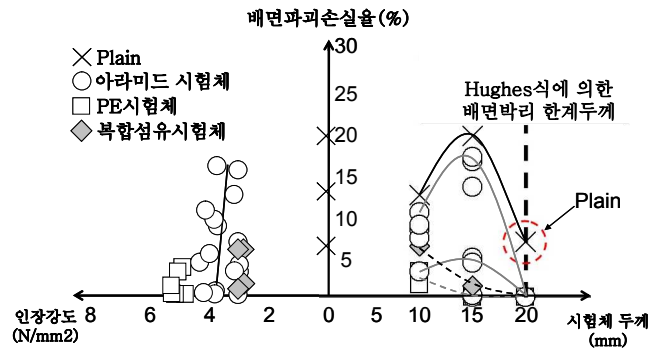
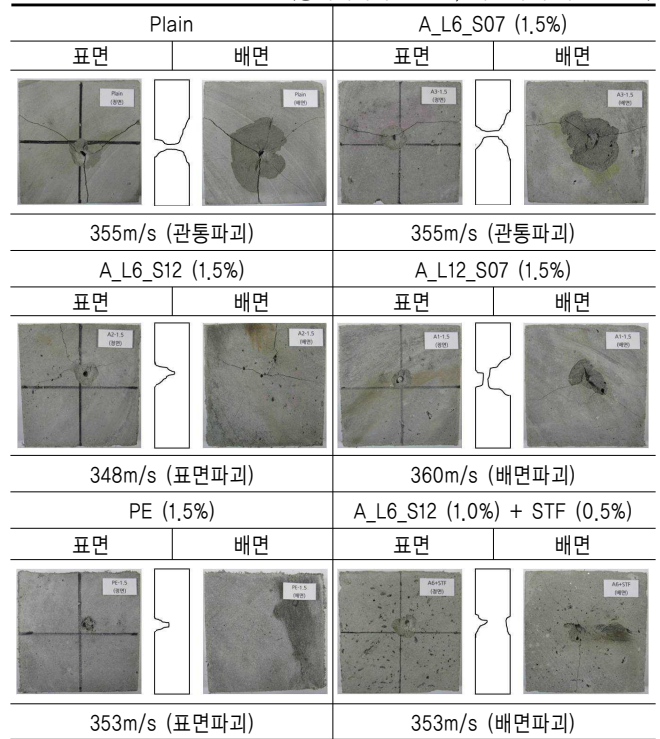


그림 1. 인장강도와 시험체 두께의 영향

감사의 글

이 논문은 2010년도 한국에너지기술평가원 원전기술혁신사업 (2010161010004K)의 지원에 의해 수행되었으며, 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 金圭庸, 南正樹, 宮内 博之, 金武漢, 田邊 靖博, 山田 昌義, 鄭鎔, 朴鍾豪 : 高速飛翔体の衝突による繊維補強モルタルの耐衝撃性能評価, 日本建築学会大会術講演梗概集 [A-1], pp.489~490, 2009