유·무기 섬유 길이조합변화에 따른 섬유 보강 모르타르의 유동성 분석

Analysis of the Flowability for Organic·Inorganic Fiber with the Variation of Length

박 용 준* 강 병 회* 이 홍 규* 조 만 기** 한 민 철*** 한 천 구****
Park, Yong-Jun Kang, Byung-Hoi Lee, Hong-Kyu Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, flowability of the mortar added with length change and combination of steel and inorganic fiber has been tested to evaluate the performance of fiber-reinforced mortar. The following results could be made as the conclusion. Early age flow of the mortar has been decreased when fibers added. Slump also decreased with the adding of fibers. For the air content, comparing with Plain, all the specimens with fibers showed higher air content than Plain. Addition of every kinds fibers showed the similar EIS test results.

키 워 드 : 섬유 길이조합, 섬유보강 모르타르, 유동성
Keywords : Combination of fiber length, Fiber reinforced mortar, Flowability

1. 서 론

우리나라는 남북한이 대치되어 있는 상황으로 국가방위시설에 대한 중요도가 높아지고 있다.[1] 특히, 국가방위 구조물에 폭격을 받을 경우 충격으로 인해 내부의 주요장비 및 인명 피해에 대한 문제점이 발생하게 된다.[2] 이에, 기존 연구에서는 섬유를 사용하여 구조물의 내충격 및 방폭성능을 향상시키기 위한 연구 및 검토가 다각적으로 이루어지고 있으나, 섬유 보강 콘크리트의 경우 섬유 사용에 따른 섬유 뭉침현상 및 유동성 저하에 의해 시공성능 및 품질 확보가 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 건축물에 방호성능 향상을 위해 섬유를 활용한 보강 시멘트 복합재료에 시공성능 향상을 목적으로 모르타르 상태에서 강섬유와 유기섬유 길이 변화에 따른 유동성능을 분석하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, W/C 35 %의 1수준에 대하여 시멘트(이하, OPC), 플라이애쉬(이하, FA), 실리카흄(이하, SF)을 각각 7 : 2 : 1의 결합재 비율로 계획 하였으며, Plain 배합에 대하여 목표 플로는 150±50 mm, 목표 공기량은 2.0±1.0 % 의 범위를 만족하도록 배합 설계 하였다. 또한, 실험변수로는 섬유를 무혼입 (이하, Plain)한 배합과 강섬유의 장섬유 (이하, SL), 단섬유 (이하, SS)와 유기섬유의 장섬유(이하, PL), 단섬유 (이하, PS)를 혼합한 1종, 2종으로 총 7수준으로 계획하였고 실험사항으로 굳지 않은 모르타르에서 플로, 슬럼프, 공기량, EIS를 측정하는 것으로 계획 하였다.

표 1. 실험계획

실험요인			실험수준		
배합사항	W/C(%)	1	35		
	결합재 치환율		OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1		
	목표 플로우(mm)		150±50		
	목표공기량 (%)		2.0±1.0		
	섬유 혼입율 (%)	7	섬유 무혼입		·PLAIN
			강섬유	1종	·SL[1]
					·SS[2]
				2종	·SL + SS
			유기섬유	1종	·PS[3]
					·PL[4]
				2종	·PS + PL
실험사항	굳지 않은 모르타르	4	·플로 ·슬럼프		·공기량 ·EIS

1)강섬유 (장섬유 : 직경-0.53 mm, 길이-35 mm)
2)강섬유 (단섬유 : 직경-0.12mm, 길이-13 mm)
3)유기섬유 (단섬유 : 직경-23 ㎛, 길이-12 mm)
4)유기섬유 (장섬유 : 직경-0.47 mm, 길이-30 mm)

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 섬유종류에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 Plain에 비해 단일 섬유 및 섬유조합에 따라 감소하는 경향을 나타내었고,

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
** 청주대학교 건축공학과 박사과정
*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(cghan@chongju.ac.kr)

특히 SS와 PS가 가장 낮은 28 % 감소율을 나타냈다. 또한, 장섬유에 비해 단섬유들이 크게 감소하는 경향으로 나타났는데, 이는 단위체적당 혼입되는 섬유의 양이 증가하며, 섬유길이에 의해 섬유의 혼입에 따라 부착력과 점착력이 증가하기 때문인 것으로 판단된다.

그림 2는 섬유종류에 따른 슬럼프를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 Plain에 비해 감소하는 경향으로 나타났다. 특히, 유기섬유의 PS가 가장 낮은 75 %의 감소율을 나타낸 반면에, SS의 경우 9 %의 감소율을 나타내었으나 둘의 플로 차이는 없는 것으로 나타났다.

그림 3은 섬유종류에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 Plain에 비해 증가하는 경향으로 나타났으며, 특히, 유기섬유의 장섬유인 PL의 경우 72 %의 공기 증가율을 나타냈다. 이는 섬유 혼입에 의해 미세공극이 증가하여 공기량이 증가된 것으로 사료된다.

그림 4는 섬유종류에 따른 EIS를 나타낸 그래프이다. EIS는 고성능 콘크리트의 재료분리를 평가하기 위한 척도로서, 슬럼프 플로를 슬럼프로 나눈 값이 2.5 이상이면 재료분리로 평가하고 있으나, 본 측정치의 경우 모두 4이상을 상회함에도 불구하고 높은 부착력 및 큰 점성으로 인하여 재료분리가 나타나지 않았다.

4. 결 론

본 연구에서는 섬유 혼입 모르타르의 유동특성을 분석하고자 강섬유와 유기섬유 및 길이에 변화를 주어 실험을 진행 하였는데 그결과를 요약하면 다음과 같다.

섬유 혼입에 따른 초기 플로값은 Plain에 비해 모든 섬유가 감소하는 경향을 나타냈으며, 또한 슬럼프 경우에도 감소하였다. 또한 공기량에 경우 Plain에 비해 모든 섬유가 증가하는 경향을 나타냈으며, EIS의 경우 모든 섬유가 4이상의 값을 상회하였다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업(방호 · 방폭용 고성능섬유보강 시멘트 복합재료 및 성능 평가 기술 개발)(13건설연구02)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 조홍범, 섬유보강 콘크리트의 방폭성능평가, 콘크리트학회지, 제25권 제4호
2. 이인철, 섬유보강 콘크리트 방호벽의 방호성능 향상 검토, 한국건축시공학회지, 제13권 제5호

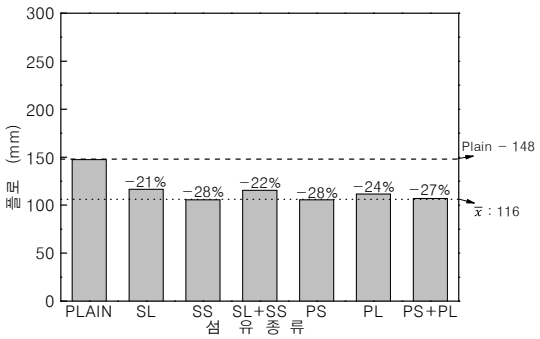

그림 1. 섬유종류에 따른 플로

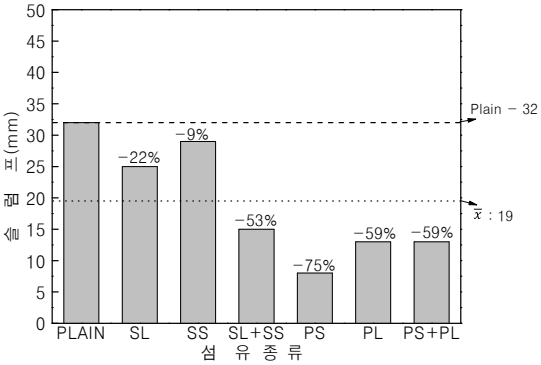

그림 2. 섬유종류에 따른 슬럼프

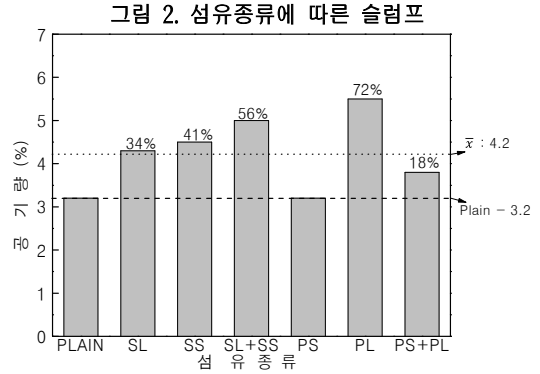

그림 3. 섬유종류에 따른 공기량

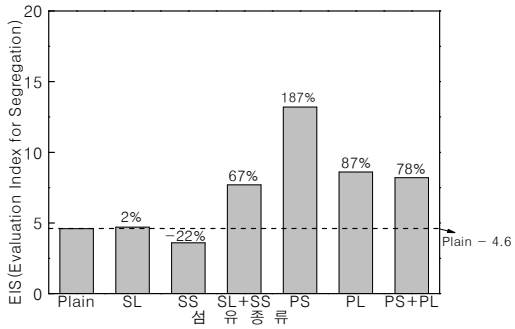

그림 4. 섬유종류에 따른 EIS