

빈배합 모르타르의 공학적 특성에 미치는 플라이애시 품질의 영향

Effects of Quality of Fly Ash on the Engineering Properties of Poor Mix Mortar

문 병 룡* 송 원 루* 백 철* 송 흥 호** 한 민 철*** 한 천 구****

Moon, Byeong-Yong Song, Yuan-Ru Baek, Cheol Song, Heung-Ho Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently in Korea, some studies on concrete that mass quantity of additives are substituted in order to respond to the government's Low Carbon Green Growth Policy are being conducted. As on of additives, FA as an industrial by-product is used in a large quantity. However, In some of the domestic FA refineries, since some quantity of concrete without passing through the refining process is released for sales for the reasons of the shortening of production time and the cost reduction, etc., it exerts a bad influence on the quality of concrete. Therefore, in this study, there was implemented an experiment on the effects of using an extreme quality of FA which is available for distributing domestically on the engineering characteristics of lean mortar. As a result, it was found that the quality of FA exerts its effect on the compression strength bigger than the flow property or the air volume.

키 워 드 : 플라이애시, 공학적 특성, 빈배합 모르타르
 Keywords : fly ash, engineering properties, poor mix mortar

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 우리나라에서는 정부의 저탄소 녹색성장 정책에 부응하기 위해 혼화재 다량 치환 콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 혼화재로는 산업부산물인 플라이애시(이하 FA)도 다량 사용하고 있는데, 국내 일부 FA 정제 공장에서는 생산시간의 단축과 원가 절감 등의 이유로 정제과정을 생략하고 제품으로 출하해 콘크리트 및 건축물의 품질에 악영향을 미치는 것으로 보고된바 있다.

그러므로 본 연구에서는 국내에서 유통가능한 극단적인 품질의 FA를 사용하여 특히 빈배합 모르타르의 공학적 특성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 실험적으로 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표1과 같다. 먼저, 모르타르 배합 비는 1 : 5, W/B는 80%로 배합설계 하였다. 목표공기량은 4.5 ± 1.5 %, 결합재는 OPC 100%를 Plain으로, OPC : FA = 7 : 3 으로 계획 하였다. 실험 변수로서 FA는 시판품인 정분과 정제과정을 거치지 않은 원료, 정제 과정 중 버려지게 되는 Reject, 각 시료를 혼합한 2 종류를 포함해 총 5수준을 실험계획 하였다.

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준
배합사항	모르타르 배합비 (W/B)	1 · 1 : 5 (80%)
	결합재 조성비	2 · OPC : FA = 10 : 0 ¹⁾ · OPC : FA = 7 : 3
	목표 공기량 (%)	1 · 4.5 ± 1.5
재료요인	FA 종류	5 · 정분 (Refine → Rf) · 정분 + 원분 (Refins+Raw → Rfa) · 원분 (Raw → Ra) · 원분 + Reject (Raw+Reject → Raj) · Reject (Reject → Rj)
실험사항	굳지 않은 모르타르	2 · 플로 · 공기량
	경화 모르타르	2 · 압축강도 (3, 7, 28 일) · 휨강도 (3, 28 일)

1) Plain

2.2 사용재료 및 실험 방법

본 실험에 사용한 재료는 국내에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 2~4와 같다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(mby4177@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

실험 방법은 KS 규격의 표준적인 방법에 의거하여 실험을 진행하였다.

표 2. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	압축강도(MPa)		
			3일	7일	28일
3.15	3 390	0.05	24.8	39.3	56.9

표 3. 골재의 물리적 성질

종류	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	입형판정 실적율 (%)	0.08mm 통과율 (%)	조립율 (FM)
석산 잔골재	2.66	0.5	56.9	0.30	6.89

표 4. 플라이 애시의 물리적 성질

구분	밀도(g/cm ³)	분말도(cm ² /g)	강열감량(%)
정분	2.20	3 810	3.3 %
정분+원분	2.19	3 730	5.5 %
원분	2.18	3 650	7.6 %
원분+Re	2.22	3 325	6.3 %
Reject	2.25	3 000	5.0 %

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 FA 종류 변화에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 모든 배합에서 비슷한 플로치를 나타내었고, 그중 Rf 와 Rj 사용배합이 가장 높은 플로 값을 나타내었다. Ra같은 경우는 정제하지 않은 원료이기 때문에 활성탄 및 기타 미분말이 섞여 있어 플로우가 낮게 나타난 것으로 분석된다. 또한, 특이한 점으로 Rj 사용 배합에서 가장 낮은 유동성을 예상 하였으나 역으로 플로치가 OPC보다 높았는데, 이는 굵은 입자의 Rj가 OPC와 연속입도를 이루어 유동성이 증가된 것으로 사료된다.

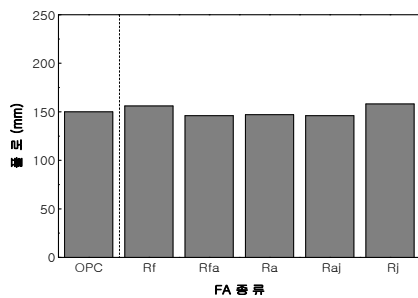


그림 1. FA 종류 변화에 따른 슬럼프 플로

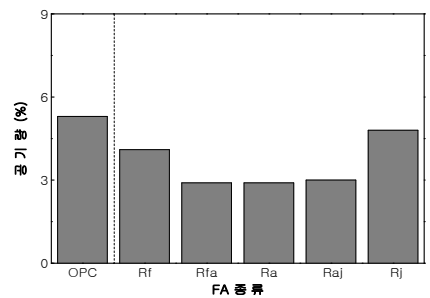


그림 2. FA 종류 변화에 따른 공기량

그림 2는 FA 종류 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 먼저 OPC를 포함해 Rf, Rj 사용 배합만 목표 공기량에 만족하였다. 단, Ra 사용 배합들은 FA에 포함된 미연소 탄분에 의한 AE제의 흡착작용에 기인하여 이와 같은 결과가 도출된 것으로 사료된다. 또한 Rj의 경우 Rf 사용 배합에 비해 공기량이 약 15% 증가 하였는데, 이는 Rj 내부에 포함된 공기포의 영향에 기인한 것으로 분석된다.¹⁾

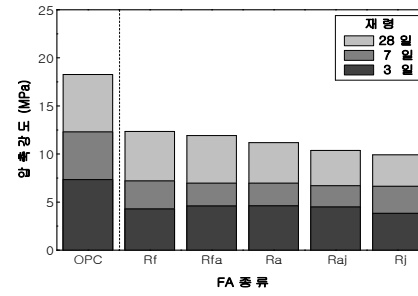


그림 3. FA 종류 변화에 따른 재령별 압축강도

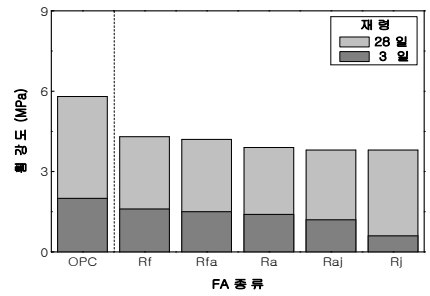


그림 4. FA 종류 변화에 따른 재령별 휨강도

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 FA 종류변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 OPC를 제외한 나머지 배합 중 Rf 사용 배합이 가장 높은 강도를 나타내었는데, 이는 양질의 FA 사용시 포졸란 반응에 기인하여 모르타르의 강도가 증진된 것으로 판단된다. 또한 Rj 같은 경우는 콘크리트 내부 공극이 증가됨에 따라 강도가 저하된 것으로 사료된다.

그림 4는 FA 종류변화에 따른 재령별 휨강도를 나타낸 것으로, 정제 여부에 따라 압축강도와 동일한 경향을 보이는 것으로 분석된다.

4. 결 론

정제된 FA 사용은 그렇지 않은 Ra 보다 플로 및 공기량이 증가하는 경향을 나타내었다. 단, Rj의 경우 내부 공극의 영향으로 예상과 다르게 콘크리트의 플로 및 공기량이 증가하였다. 또한 압축강도와 휨강도의 경우 Rf, Ra, Rj 순으로 정제된 FA 일수록 크게 나타났다. 따라서 FA의 품질은 플로나 공기량 보다 압축강도에 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 결국, 정제된 FA의 사용은 콘크리트의 공학적 특성에 긍정적인 기여가 될 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 백철우외3명, 리젝트애쉬를 사용한 콘크리트 특성, 한국콘크리트학회 봄 학술발표대회 논문집, pp.481~484, 2006.5