

# 플라이애시 품질 변화가 고강도 모르타르의 공학적 특성에 미치는 영향

## Effects of Quality Change of Fly Ash on Engineering Properties of High-strength Mortar

문 병 통\*      송 원 루\*      박 용 준\*\*      송 흥 호\*\*\*      한 민 철\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*\*

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

### Abstract

Recently over the world, many studies on the methods for using some binding materials which replace cement, such as FA, etc., for reducing CO<sub>2</sub>. However, it has sometimes been reported that some cement products without passing through the refining process at some of FA refineries in Korea are released for sales for some reasons of shortening the production time and the cost reduction, etc., so it exerts a bad effect on the quality of many construction structures. Therefore, in this study, it was intended to conduct an experimental review on the effects of using an extreme quality of FA which is distributable domestically on the engineering characteristics of high-strength mortar. As a result, it was judged that it is beneficial for the engineering characteristics of concrete, such as, flow property, air volume and strength, etc, to use some refined FA.

키 워 드 : 플라이애시, 공학적 특성, 고강도 모르타르  
Keywords : fly ash, engineering properties, high-strength mortar

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

최근 전 세계적으로는 CO<sub>2</sub> 저감을 위해 플라이애시(이하 FA)등을 시멘트 대체 결합재로 사용하는 방안이 대해 연구하고 있다. 그런데 국내 일부 FA 정제 공장에서는 생산시간의 단축과 원가 절감 등의 이유로 정제과정을 생략하고 제품으로 출하해 구조물의 품질에 악영향을 미친 예도 보고된바 있다.

그러므로 본 연구에서는 국내에서 유통가능한 극단적인 품질의 FA를 사용하여 고강도 모르타르의 공학적 특성에 미치는 영향에 대하여 실험적으로 고찰하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표1과 같다. 먼저, 모르타르 배합 비는 1 : 1, W/B는 40%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 원분, 정제 과정 중 버려지는 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 : 1 (40%)
	결합재 조성비	2 · OPC : FA = 10 : 0 <sup>1)</sup> · 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

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(mby4177@naver.com)  
\*\* 청주대학교 건축공학과 공학석사  
\*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

## 2.2 사용재료 및 실험 방법

본 실험에 사용한 재료는 국내에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표 2~4와 같다. 실험 방법은 KS 규격의 표준적인 방법에 의거하여 실험을 진행하였다.

표 2. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	분말도 (cm <sup>2</sup> /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 <sup>3</sup> )	흡수율 (%)	입형판정 실적율 (%)	0.08mm통과율 (%)	조립율 (FM)
석산 잔골재	2.66	0.5	56.9	0.30	6.89

표 4. 플라이 애시의 물리적 성질

구분	밀도(g/cm <sup>3</sup> )	분말도(cm <sup>2</sup> /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 Ra 사용배합을 제외한 나머지 배합에서 비슷한 플로치를 나타내었고, Ra의 경우 가장 낮은 플로값을 나타내었다. 이는 정제하지 않은 원료이기 때문에 활성탄 및 기타 미분말이 섞여 있어 낮게 나타난 것으로 분석된다. 또한, 특이한 점으로 Rj 사용 배합에서 가장 낮은 유동성을 예상하였으나 역으로 플로치가 OPC보다 높았는데, 이는 굵은 입자의 Rj가 OPC와 연속입도를 이루어 유동성이 증가된 것으로 사료된다.

그림 2는 FA 종류 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 먼저 OPC를 포함해 Rf, Rj 사용 배합만 목표 공기량에 만족하였다. 단, Ra는 FA에 포함된 미연소 탄분에 의한 AE제의 흡착작용으로 연형 공기량 감소로 인해 이와 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다. 또한 Rj의 경우는 Rf 사용 배합에 비해 공기량이 약 24% 증가 하였는데, 이는 Rj 내부에 포함된 공기포의 영향에 기인한 것으로 판단된다.<sup>1)</sup>

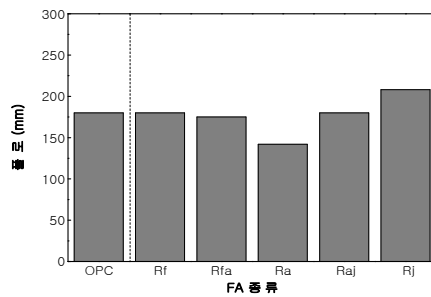


그림 1. FA 종류 변화에 따른 슬럼프 플로

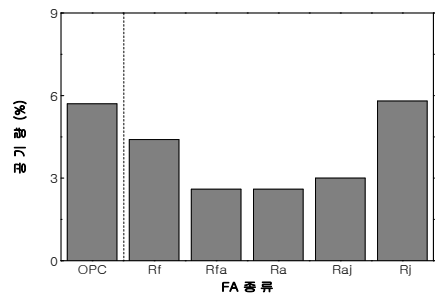


그림 2. FA 종류 변화에 따른 공기량

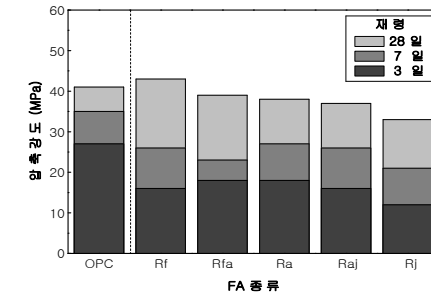


그림 3. FA 종류 변화에 따른 재령별 압축강도

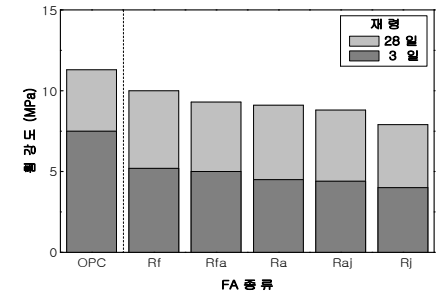


그림 4. FA 종류 변화에 따른 재령별 휨강도

### 3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 FA 종류변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 Rf 사용 배합이 가장 높은 강도를 나타내었는데, 이는 양질의 FA 사용시 포졸란 반응으로 인한 모르타르의 강도 증진효과에 기인한 것으로 판단된다.

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

## 4. 결 론

본 연구에서는 FA의 극단적인 품질변화에 따른 고강도 모르타르의 공학적 특성에 미치는 영향에 대해 실험을 하였다. 결론적으로 정제된 FA 사용은 콘크리트의 유동성, 공기량, 강도 등 공학적 특성에 유리하고, 또한 콘크리트의 경제적인 배합에도 긍정적인 기여가 될 것으로 판단되었다.

## 참 고 문 헌

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