

# 고강도 시멘트 모르타르에서 FA 및 BS의 적정조합비율 결정

## Deciding the Appropriate Combination Ratio for FA and BS in High-Intensity Cement Mortar

김민상\*      문병룡\*      조만기\*\*      박성배\*\*      한민철\*\*\*      한천구\*\*\*\*

Kim, Min-Sang   Moon, Byeong-Yong   Jo, Man-Ki   Park, Sung-Bae   Han, Min-Cheol   Han, Cheon-Goo

### Abstract

This study analyzes the engineering characteristics of mortar according to admixture replacement ratios in cement mortar in a high-intensity ternary system, and changes in FA and BS combination ratios, in order to deduce the optimal combination ratio of FA and BS. Results showed that due to the characteristics of unhardened mortar, flow rate increased with the increase in admixture replacement and FA combination ratios, whereas air quantity decreased and setting time was delayed. Due to the characteristics of light mortar, compression strength decreased at early material ages as the overall combination ratio of FA increased. The FA : BS combination ratio was 2 : 3 on day 28 of material age, proving the best and potentially optimal combination ratio.

키 워 드 : 시멘트 모르타르, 플라이애시, 고로슬래그 미분말  
Keywords : cement mortar, fly ash, blast furnace slag

### 1. 서 론

최근 건설 산업에서는 지구온난화 등 환경문제로 이산화탄소 배출량을 저감하기 위해 시멘트를 대체하여 산업부산물인 플라이애시(이하 FA) 및 고로슬래그 미분말(이하 BS)등 혼화재를 다량 치환하여 사용하고 있다.

그런데, 이러한 혼화재를 적정조합비율을 준수하여 고강도 영역에 사용한다면 유동성 향상, 수화열 저감, 장기강도 증진 및 이산화탄소 배출량 감소 등의 다양한 효과가 있을 것으로 추측되나, 그렇지 못한 경우도 존재할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 고강도 영역 시멘트 모르타르에서 혼화재 치환율과 FA와 BS간 조합비율을 변화시켜 이에 따른 모르타르의 공학적 특성을 분석하여 FA와 BS의 최적조합비율을 도출하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저 실험요인으로 모르타르 배합비 (B : S)는 1 : 1에 W/B는 목표 플로인 180 ± 10mm를 만족하는 25% 1수준으로 계획하였다. 혼화재 치환율(FA+BS)은 0, 25, 45%의 3수준으로 하였으며, 혼화재 조합율(FA : BS)은 0 : 100부터 100 : 0까지 6수준으로 총 13배치를 실험계획 하였다. 실험사항으로는 굳지않은 모르타르에서 플로, 공기량 및 응결시간과 경화 모르타르에서 재령별 압축강도를 측정하는 것으로 계획하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준		
배합사항	B : S	1	• 1 : 1	
	W/B (%)		• 25	
	목표 플로(mm)		• 180 ± 10	
	혼화재 치환율(%) <sup>1)</sup>	3	• 0 <sup>2)</sup> , 25, 45	
	조합율(%)		FA	BS
0			100	
20			80	
40			60	
60		40		
80		20		
실험사항	굳지않은 모르타르	3	• 플로 • 공기량 • 응결시간	
	경화 모르타르		• 압축강도(3, 7, 28일)	

1) (FA+BS)/OPC×100

2) Plain

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(pado6995@naver.com)

\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 플로값을 나타낸 그래프이다. 먼저 혼화재 치환율 25%의 경우에는 플로치의 변화가 미미한 것으로 나타났으나, 혼화재 치환율 45%의 경우에는 전반적으로 FA의 혼합비율이 증가할수록 플로치가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가함에 따라 FA의 볼베어링 작용에 기인한 것으로 판단된다.

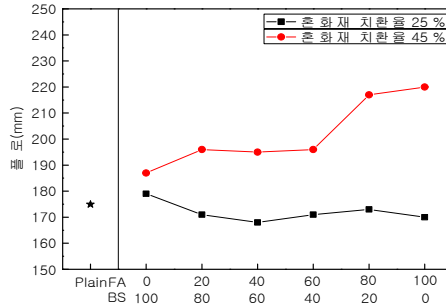


그림 1. FA 및 BS의 혼합비율에 따른 플로

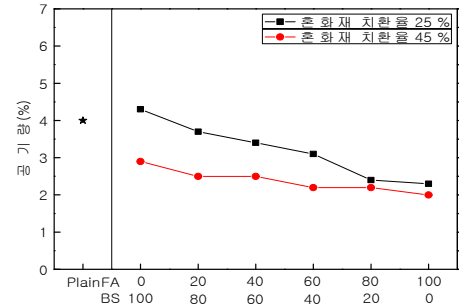


그림 2. FA 및 BS의 혼합비율에 따른 공기량

그림 2는 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 혼화재 치환율 25%에서는 FA의 혼합비율이 증가할수록 공기량이 크게 감소하는 것으로 나타났으나, 45%에서는 25%보다 적게 감소하는 것으로 나타났다. 이는 FA중의 미연탄소분에 의한 AE의 흡착작용에 기인한 것으로 판단된다.<sup>1)</sup>

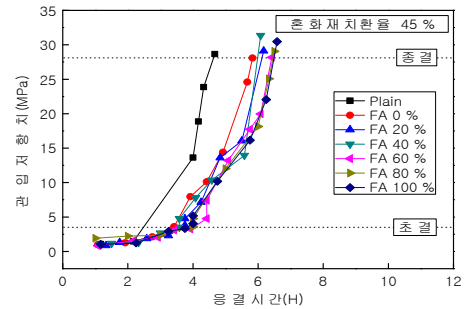
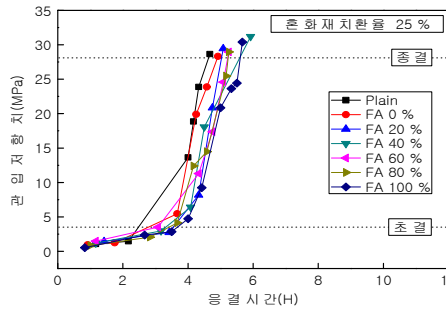


그림 3. 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 관입저항치

그림 3은 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 관입저항치로 응결시간을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 응결시간이 지연되는 것으로 나타났다.

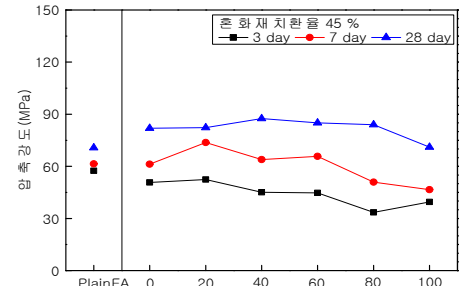
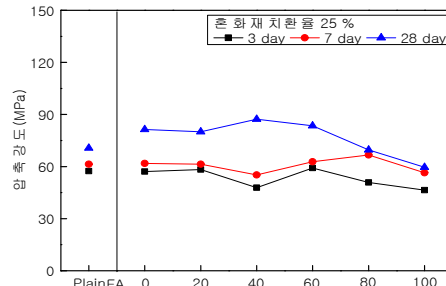


그림 4. 혼화재 치환율 및 재령별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 압축강도

그림 4는 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 FA의 혼합비율이 증가할수록 초기재령에서는 압축강도가 감소하는 것으로 나타났으나, 재령 28일에서는 혼화재 치환율에 따라서는 OPC 100%인 Plain보다 큰 값이 존재하는 것으로 나타났는데, 특히 FA : BS의 조합비율이 40 : 60, 즉 2 : 3에서 가장 우수한 압축강도를 나타내었다.

### 4. 결 론

- 1) 굳지않은 모르타르의 특성으로 플로치는 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 FA의 볼베어링 작용에 의해 증가하는 것으로 나타났다. 공기량의 경우에는 FA의 혼합비율이 증가할수록 FA중의 미연탄소분에 의해 감소하는 경향, 응결시간의 경우는 혼화재 치환율이 증가할수록 지연되는 것으로 나타났다.
- 2) 경화 모르타르의 특성으로 압축강도는 전반적으로 초기강도는 혼화재 치환율이 증가할수록 특히, FA의 혼합비율이 증가할수록 Plain보다 감소하는 것으로 나타났으나, 재령 28일인 경우는 혼화재 치환율 25%보다 45%에서 특히 FA : BS의 조합비율이 2 : 3일 때 가장 우수한 강도 값으로 나타나 최적치가 되는 것으로 밝혀졌다.

### 참 고 문 헌

1. 한민철, 혼화재 종류가 콘크리트의 공학적 특성 및 건조수축에 미치는 영향, 한국건축사공학회지 제9권 제5호, pp.121~127, 2009.10