

보통포틀랜드 시멘트와 초미립자 시멘트의 혼화재료 혼입시 특성

The Specification of OPC and Micro Cement using the Admixture

김득모,* 이화영* 박원춘** 문경주,*** 소승영**** 소양섭****

Kim, deuck mo Lee, wha young Park, Won Chun Mun, Kyung Ju Soh, Seung Young, Soh, Yang Seob

ABSTRACT

The existing concrete using ordinary portland cement has difficult in earth strength. so our study proceeded in using the micro cement. the result of experiment is follow that strength of micro cement was hard better than ordinary portland cement in early strength but flow of ordinary portland cement was better than micro cement. when OPC and MC mixed by fly-ash, flow degree is increased because of ball baring. fly-ash type wicked in early strength but flyash type hard than 28days strength of OPC. flow of GBFS is decreased, early strength is increased. when fly-ash mixed in MC, it was wicked strength.

요 약

보통 포틀랜드 시멘트(Ordinary Portland Cement 이하 OPC)에 혼화재료를 사용하는 기존의 콘크리트는 초기 고강도를 발현하는데에 많은 어려움을 지니고 있다. 이에 본 연구에서는 그 방안으로 초미립자 시멘트(Micro Cement 이하 MC)의 사용에 대해 연구하고자 실험을 진행하였다. 실험 결과 MC는 OPC보다 플로우에서 취약함을 보였으나 초기강도에서 우수한 강도특성을 보였고 28일 강도에서도 OPC를 상회하는 것을 알 수 있었다. GBFS(granulated Blast Furnace Slag이하 GBFS라 함)의 경우 플로우는 감소하며, 초기강도는 증가하는 것으로 나타났다. MC의 경우 플라이애시 혼입시 강도발현에 있어 도움이 되지 않는 것으로 나타났다.

* 정회원, 전북대학교 건축도시공학부 박사과정
** 정회원, 지오콘메타리얼(주) 상무이사
*** 정회원, (주)한일 부설연구소 소장, 공학박사
**** 정회원, 전북대학교 건축도시공학부 교수, 공학박사, 공업기술연구센터

1. 서 론

건설업의 근간을 이루는 콘크리트 분야에 있어서 콘크리트 품질의 향상을 위해 효과적인 품질관리, 공사의 특성에 맞는 적정재료 선정 및 타설 방법 등 여러 가지의 방안이 고려되고 있다. 그 중 최근 초고층 복합건물이 일반화됨에 따라 공사단가를 줄이기 위한 노력이 증대되고 그 방안으로 초기 강도 발현을 통한 공기 단축에 대한 연구가 진행 되고 있다. 이에 대한 연구들로 OPC에 대하여 각종 혼화재의 혼입과 양생방법등의 변화를 통하여 조기강도를 확보하려는 노력을 하고 있다. 그러나 일반적인 상온양생하의 OPC콘크리트의 경우 혼화재료를 사용시 초기강도의 확보가 어렵거나 많은 예산을 들여 초기강도를 확보하게 된다. MC의 경우 블레인 6000cm²/g 이상의 값을 가지고 있어 우수한 초기반응성을 통한 초기강도의 확보가 용이하다. 하지만 현재 MC에 대한 연구가 미비한 실정이고 아직은 많은 관심을 받지 못하고 있다. 본 연구에서는 OPC와 MC의 특성을 규명하고, 고로슬래그, 플라이애시 등의 혼화재를 사용하여 강도특성을 살펴보고자 한다.

2. 실험 방법 및 사용재료

2.1 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 3300cm²/g의 OPC와 8000cm²/g의 MC를 사용하였고, 혼화재료로 플라이애시는 7000cm²/g, 고로슬래그(이하 GBFS라 함)는 8000cm²/g의 것을 사용하였다.

2.2 실험 방법

표1 실험배합표

TYPE	CEMENT	FA	GBFS	SAND	W/C
TYPE of CEMENT	100	-			
OPC MC					
TYPE of FLY-ASH OF 1~7 (OPC+flyash) MF 1~7 (MC+flyash)	90	10	-	245	48
	80	20			
	70	30			
	60	40			
	50	50			
	40	60			
	30	70			
TYPE of GBFS OG 1~7 (OPC+GBFS) MG 1~7 (MC+GBFS)	90	-	10		
	80		20		
	70		30		
	60		40		
	50		50		
	40		60		
	30		70		

본 실험은 OPC와 MC에 플라이애시와 GBFS를 0~70%를 각각 치환하여 제작한 시멘트 모르타르의 강도특성을 살펴보고자 하였다. 각 배합은 표 1과 같으며 압축강도를 측정하기 위하여 5×5×5cm의 공시체에 타설하여 24시간 후 탈형하였으며 습윤 양생을 실시하였다. 시멘트의 압축강도는 3day, 7day, 28day로 측정하여 초기강도 및 장기강도 변화를 측정하였다. 또한 각 재령별로 파괴된 시험체의 파편을 채취하여 SEM분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 초미립자 시멘트 모르타르의 압축강도 특성

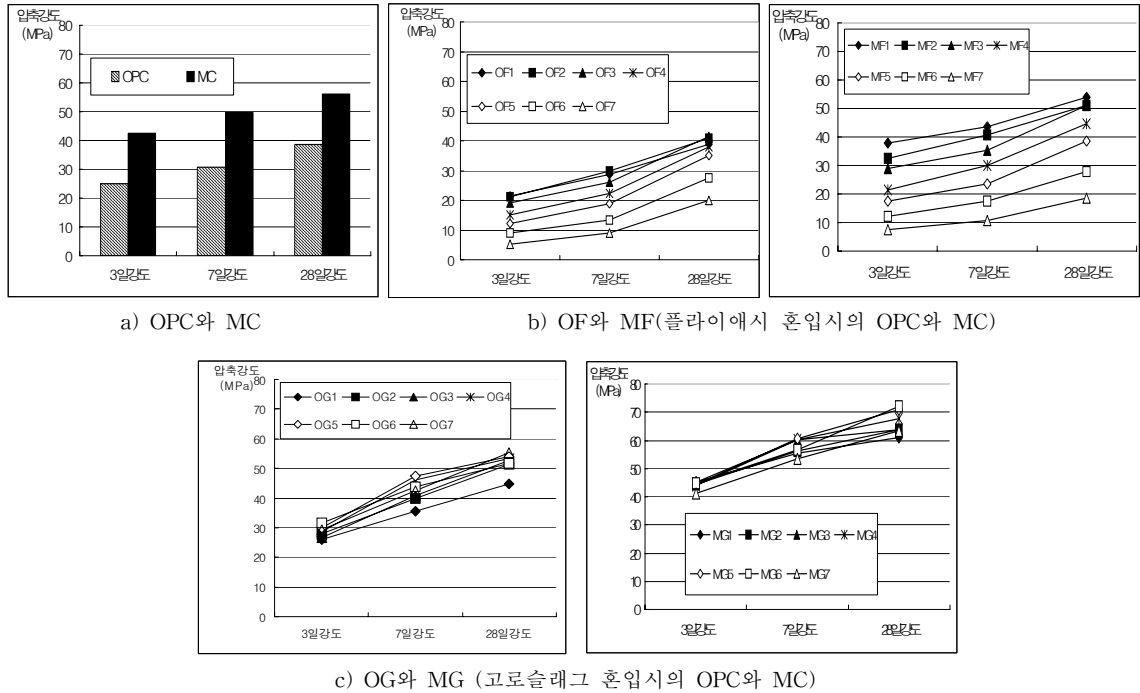
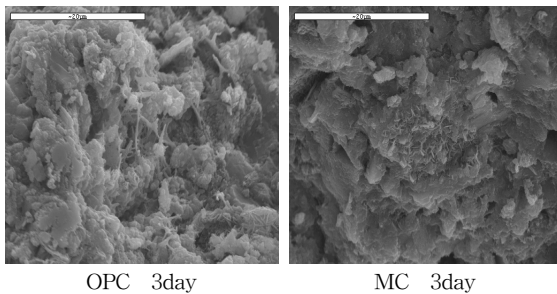


그림 1 플라이애시 및 GBFS 치환율에 따른 모르타르의 압축강도

그림 1은 플라이애시 및 GBFS 치환율에 따른 모르타르의 압축강도 값을 보여주고 있다. 그림 1-a는 OPC와 MC의 압축강도를 비교한 것이다. 이미 MC의 초기강도에서 OPC의 장기강도를 초과하는 것을 볼 수 있다. 그림 1-b는 OPC와 MC에 플라이애시를 치환했을 때의 압축강도를 보여준다. OF와 MF 모두 치환율이 커질수록 초기강도는 감소했다. OF의 경우 장기강도에서 치환율 30%까지는 기존 OPC를 초과하며 꾸준히 증가했고 40%에서는 OPC 유사하게 나타났으며, 그 이상의 치환율에서는 감소하는 경향을 보였다. MF의 경우 장기강도에서는 30%까지는 기존 MC의 장기강도에 근접하였으나 그 이상의 치환율에서는 감소하는 경향을 볼 수 있다. 그림 1-c는 OPC와 MC에 GBFS를 치환했을 때의 압축강도를 보여준다. OG와 MG 모두 기존의 OPC와 MC보다 초기강도 및 장기강도에서 더 높은 값을 보이고 있다. OG의 경우 초기강도에서는 GBFS의 치환율이 50%까지는 강도가 꾸준히 증가하는 경향을 볼 수 있고 장기강도에서는 GBFS의 치환율이 커질수록 꾸준히 증가함을 볼 수 있다. 3day에서는 치환율 60%, 7day에서는 치환율 50%에서 가장 높은 값을 보였으며, 장기강도에서는 치환율 70%에서 가



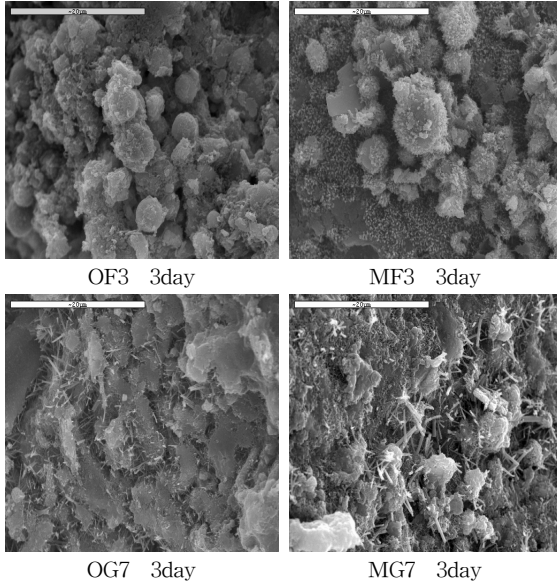


그림 2 SEM($\times 3000$)

MC의 경우 시간이 경과한 후 발생하는 토버몰라이트겔의 생성을 관찰할 수 있었다. 또한 플라이애시를 혼입한 경우에서도 마찬가지로 플라이애시입자 주위로 수화물이 생성된 것을 보면 MC타입의 경우에도 플라이애시 혼입시 수화물발달이 활발한 것을 알 수 있었다. 고로슬래그 혼입시에도 유사한 경향을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 볼 때 MC의 수화물의 생성속도와 반응속도가 OPC에 비해 현저히 빠른 것으로 보인다.

4. 결론

- 1) 주 바인더인 MC와 OPC에 혼화재료 치환 시 플라이애시의 경우에는 강도가 현저히 저하되는 것으로 나타났다. 그러나 장기강도의 경우 40%까지는 플라이애시 치환은 강도에 유리할 것으로 보인다 .
- 2) GBFS의 경우 60~70%혼입에서 강도 증진에 큰 도움이 되는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고문헌

1. 안양진, 폐인산석고를 혼입한 증기양생용 고강도 콘크리트 혼화재료로서의 적용성평가, 전북대 학위논문, 2004
2. 김득모, 박원준, 문경주, 권우택, 소승영, 소양섭, 초미립자 시멘트의 초기강도 특성, 전북대 학위논문, 2006
3. 김무한, 김규용, 조봉식, 나철성, 김영덕, 고로슬래그미분말을 대량 활용한 콘크리트의 공학적 특성 및 내구특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집 구조계 제23권 제3호(통권 221호)pp61~68 . 2007년 3월

장 높은 값을 보이고 있다. 하지만 MC의 초기 및 장기강도를 초과하지는 못하였다. MG의 경우 초기강도에서는 치환율 70%를 제외하면 모두 높은 값을 보이고 있고, 장기강도에서는 GBFS의 치환율이 커질수록 60%까지는 꾸준히 증가하다가 70%에서 감소했다. 3day에서는 치환율 10%, 7day에서는 50%에서 가장 높은 값을 보였지만 장기강도에서는 60%에서 가장 높은 값을 보였다.

3.2 SEM 분석

좌측의 그림 2는 경화체의 SEM사진이다. OPC와 MC를 3day의 동일 재령 하에서 살펴본 결과 수화물의 생성시간이 다른 것을 알 수 있다. 일반적으로 에트링가이트는 시간이 지남에 따라 황화물의 소비가 끝남에 따라 토버몰라이트겔로 변화되는데 OPC의 경우 에트링가이트를 생성하고 있음을 관찰할 수 있었으며