

초속경시멘트를 혼입한 모르타르의 기초물성평가

Fundamental Properties of Mortar Using Rapid-Setting Cement

김 성 수^{*} 정 호 섭^{**} 박 광 필^{***} 고 준 호^{****} 전 찬 기^{*****} 전 중 규^{*****}

Kim, Seong Soo Jung, Ho Seop Park, KwangPil Koh, Joon Ho Jeon, Chan Ki Jeon, Joong Kyu

ABSTRACT

The growth in concrete structure repair has prompted major efforts to develop high early strength concrete. So, we were examined fundamental properties of cement mortar using the ordinary portland cement with rapid-setting cement. The experiments were carried out to investigate the characteristics of rapid-setting cement according to the blended ratio. The containing ratio of rapid-setting cement were changed five steps(20, 30, 50, 70, 100%) and then the flow value, setting time, compressive and bond strength test of cement mortar with RSC were investigated in this study.

1. 서론

콘크리트 구조물의 대형화, 고층화 및 다양화는 콘크리트에 고유동, 고강도 및 고내구성 등과 같은 고성능화와 초유동성, 초저발열, 초조강 및 초속경, 초경량 시멘트 콘크리트 등과 같은 초기능성을 요구하게 되었고, 최근에 이러한 추세에 부응하는 시멘트, 모르타르 및 콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 토목 및 건축 구조물 공사에 있어 전체 공기단축을 위한 노력이 재료 및 시공적인 측면에서 개선시키기 위한 노력이 가중되고 있다. 특히 동절기 콘크리트 공사를 진행시에는 양생기간이 오래 걸리고 이에 따른 보온양생을 위한 에너지 비용이 증가하고, 공사기간이 늘어나는 단점이 있기 때문에 초속경시멘트 및 콘크리트에 대한 관심이 고조되고 있다.

본 연구에서는 초기능성 시멘트 중 하나인 긴급 보수·보강용 모르타르 및 콘크리트용으로 사용되고 있는 초속경시멘트에 대한 기초적 물성에 대하여 비교실험을 실시하였다. 초속경시멘트의 혼입률을 5 단계로 변화시켜 제조한 모르타르 플로우 값과 응결시간을 측정하였으며, 압축강도 및 부착강도를 각 재령별로 측정하여 그 특성을 비교, 평가하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료

(1) 시멘트 : 1종 보통 포틀랜드시멘트(OPC)와 초속경시멘트(RSC : Rapid Setting Cement)를 사용

* 정회원, 대전대학교 토목공학과 교수

** 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

*** 정회원, 대전대학교 토목공학과 대학원

**** 정회원, 시립인천전문대학 토목과 교수

***** 정회원, 한양대학교 산업과학연구소 선임연구원

하였으며, 화학성분 및 물리적 성질은 표 1에 나타내었다.

표 1 시멘트의 화학성분 및 물리적 성질

종 류	화학 성분 (%)							물리적 성질	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Ig.loss	비중	비표면적 (m ² /kg)
OPC	21.0	60	2.8	62.1	3.4	2.0	1.7	3.15	320
RSC	10.2	16.7	1.3	50.8	1.4	15.5	1.6	-	470

(2) 골재 : 비중이 2.61인 규사를 사용하였으며, 물리적 성질은 표 2와 같다.

(3) 화학혼화제 : 소요의 작업성을 확보하기 위하여 유동화제를 시멘트 중량의 0.5% 사용하였으며, 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 2 골재의 물리적 성질

규격	크기 (mm)	비중	흡수율 (%)	유기불순물
6호	≤0.67	2.61	0.91	없음

표 3 화학혼화제의 물성

주성분	형태	pH	비중	염소이온 함량(%)	사용량
멜라민	백색분말	10±1	0.7	0.01이하	C×0.2~3.0%

2.2 실험방법

(1) 응결실험 : 모르타르의 응결특성을 알아보기 위하여 KS L 5108 “비이커 침에 의한 수경성 시멘트의 응결 시간 시험 방법”에 의하여 응결시간을 측정하였다.

(2) 플로우실험 : 모르타르를 제조한 후 유동성을 측정하기 위하여 KS L 5111 “시멘트 시험용 플로 테이블”에 의하여 플로우 실험을 하였다.

(3) 압축강도실험 : 모르타르를 50×50×50mm의 규격으로 제작하여 3, 6시간, 1, 3, 7, 28일에 KS L 5105 “수경성 시멘트 모르타르의 압축 강도 시험 방법”에 의하여 압축강도를 측정하였다.

(4) 부착강도실험 : 압축강도가 50MPa이상인 콘크리트로 600×600×100mm인 시험용 밀판을 제작하여 모르타르를 5mm두께로 도포하여 KS F 4715 “얇은 나무리용 벽 바름재”에 의하여 부착강도를 재령 7, 14, 21 및 28일에 측정하였다.

2.3 모르타르 배합

물-시멘트비를 48.5%로 고정하고 시멘트와 규사를 1:2.45의 비율로 하였으며, RSC를 OPC 중량에 대하여 혼입률을 각각 0, 20, 30, 50, 70, 100% 혼입하여 모르타르를 제작하였다.

3. 실험결과

3.1 모르타르의 유동성 및 응결경화특성

초속경시멘트는 2~3시간으로 보통시멘트의 재령 3일에 상당하는 강도를 얻을 수 있으며, 이러한 긴급 보수용 모르타르 및 콘크리트용으로 사용되고 있는 초속경시멘트의 혼입률에 따른 가사시간을 평가하기 위하여 유동성과 응결시험을 통하여 비교·평가 하였다. 그림 1은 초속경시멘트를 사용하여 제조한 모르타르의 플로우 값을 나타낸 것으로서 혼입률을 0, 20, 30, 50, 70 및 100%로 변화시켜 측정

한 결과 초속경시멘트를 사용하지 않은 OPC만을 사용한 모르타르의 플로우 값은 136%로 나타났으며 RSC를 사용한 모르타르의 경우 각각 142~192%로서 OPC보다 유동성이 우수한 것으로 나타났다.

한편 그림 2는 RSC를 사용한 모르타르의 혼입률별 응결시간을 비카침 방법에 준하여 측정하여 정리한 것이다. 이 그림에서 OPC를 사용한 경우 초결 210분 및 종결 330분 정도의 값을 나타내었으며 RSC의 경우 초결 종료 후에 곧바로 종결이 나타났으며 각각 혼입률별로 약간의 차이는 있었으나 응결시간은 대부분 20분 미만의 값을 나타내었다. 이는 초속경시멘트의 사용으로 인하여 시멘트 경화체 중 에트린자이트의 다량생산으로 수화반응이 활발해진 탓으로 생각된다.

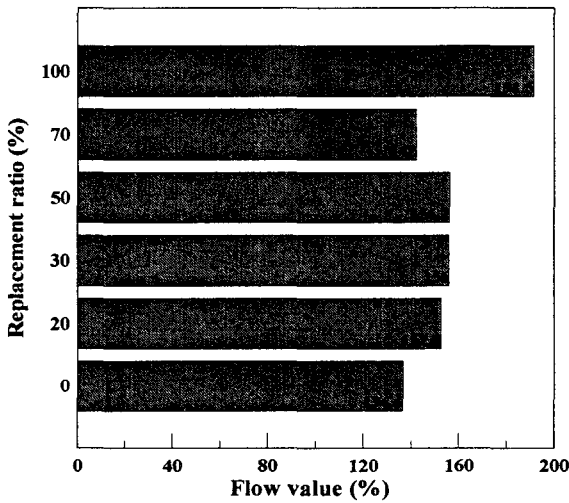


그림 1 시멘트 모르타르의 플로우 값

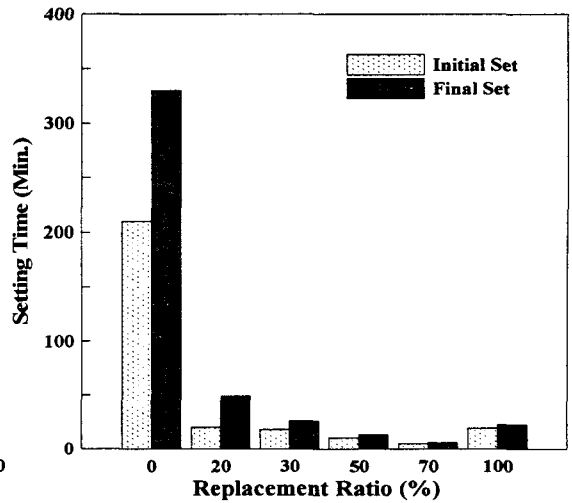


그림 2 시멘트 모르타르의 응결시간

3.2 압축 및 부착강도특성

이번에는 초속경시멘트를 사용한 모르타르의 강도발현특성을 고찰하기 위하여 재령에 따른 압축강도의 변화를 OPC에 대하여 비교 분석을 실시하였다.

그림 3은 RSC의 혼입률 20, 30, 50, 70 및 100%로 하여 각각 제조한 모르타르 공시체의 재령별 압축강도를 측정하여 정리한 것이다. RSC의 혼입률 100%인 모르타르의 경우 재령 3시간만에 OPC만을 사용한 모르타르의 3일강도에 해당하는 강도를 발현하고 있으므로 도로보수와 같이 긴급을 요하는 공사에 적절한 재료라고 판단된다. 그리고 혼입률에 관계없이 재령 3일 이후에 OPC만을 사용한 모르타르의 압축강도보다 우수한 강도발현을 보여주고 있다. 특히 재령 1일까지의 강도발현 정도의 차이가 크게 나타났으나 재령이 증가할수록 강도발현 증가폭은 크게 줄어드는 것을 볼 수 있다. 초기재령에서의 강도증진은 초속경시멘트 모르타르의 재료특성상 시멘트 경화체가 초기에 이미 강도발현을 보인 후이기 때문에 상대적으로 강도증진의 변화폭은 크게 나타나지 않은 것으로 생각된다.

콘크리트 구조물에서 보수공법의 일반적인 하자원인으로는 습윤 또는 수중환경에서의 보호막 부착성 저하의 원인이 일반적이다. 습윤 및 수중 환경에서의 부착성 확보는 모체 콘크리트의 바탕체의 조건과 양생조건, 온도조건 및 현장조건에 따라 부착특성이 다르다. 본 연구에서는 초속경시멘트의 종류별 및 혼입률별 상대평가를 위하여 위의 모든 조건을 일정하게 하여 각각 제조한 모르타르에 대한 부착강도 측정을 실시하여 비교 평가하였다.

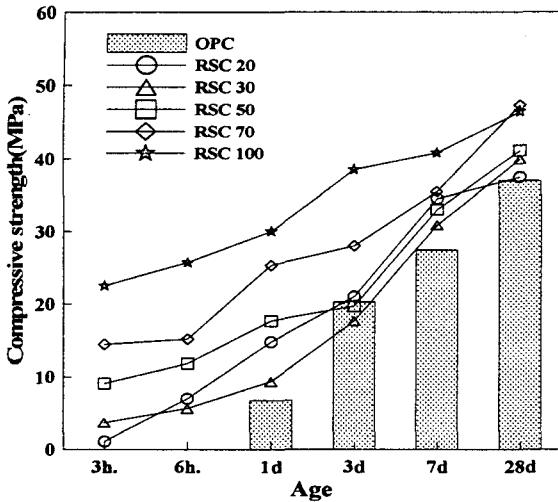


그림 3 시멘트 모르타르의 압축강도

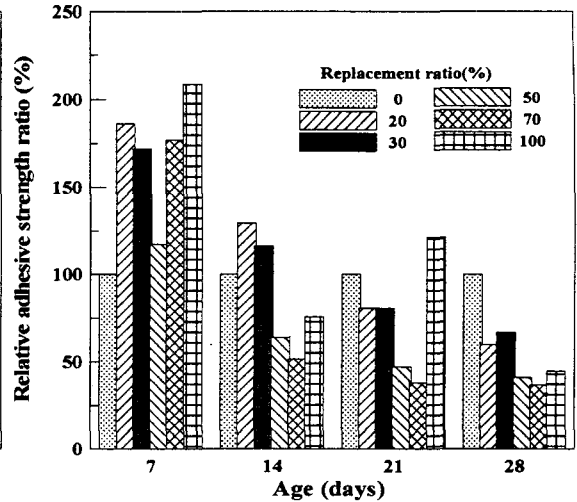


그림 4 시멘트 모르타르의 부착강도비

보통포틀랜드시멘트만을 사용한 모르타르의 각 재령별 부착강도를 측정된 값을 100으로 하고 각각 혼입률별 부착강도결과를 측정하여 부착강도비로서 정리한 것이 그림 4이다. 재령 7일에서 초속경시멘트를 사용한 모든 배합에서 OPC보다 약 200~400% 정도로 우수한 부착성능을 보여주고 있으나 재령 28일에서는 부착성능이 다소 둔화된 것을 알 수 있으며 아울러 혼입률이 높을수록 부착성능은 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

속경성시멘트를 사용한 모르타르의 기초적인 물성을 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 혼입률에 관계없이 초속경시멘트를 사용한 모르타르가 보통포틀랜드시멘트만을 사용한 모르타르보다 유동성이 우수하였으며 혼입률별로 약간의 차이는 있었으나 응결시간은 시멘트 경화체 중 에트리자이트의 다량생산으로 수화반응이 활발해진 탓으로 대부분 20분 미만의 값을 나타내었다.
- (2) 초속경시멘트를 100% 사용한 모르타르의 경우 재령 3시간 만에 보통포틀랜드시멘트만을 사용한 모르타르의 3일 강도에 해당하는 강도를 발현하고 재령 1일까지의 강도발현 정도의 차이가 크게 나타났으나 재령이 증가할수록 강도발현 증가폭은 크게 줄어드는 것을 볼 수 있다.
- (3) 부착강도 특성을 고찰한 결과 혼입이 높을수록 부착성능은 떨어지며 재령 7일에서 초속경시멘트를 사용한 모든 배합에서 OPC보다 약 200~400% 정도로 우수한 부착성능을 보여주었다.

참고문헌

- (1) 장복기, 정창주, 이종호, 임용무(1998), "시멘트 材料化學", 전남대학교 출판부
- (2) 김선원, 윤경구, 정원경(2005), "초속경라텍스개질콘크리트를 이용한 공용중 교량바닥판 콘크리트 보수 및 재포장 공법(VES-LMC공법)", 대한토목학회지 Vol.53 No.2, 2005년 2월.