

마그네시아 인산염 시멘트를 이용한 초속경 보수 모르타르의 접착특성

The Bond Characteristics of Ultra Rapid Hardening Mortar for Repair using Magnesia-Phosphate Cement

이 선 호* 권 희 성* 백 민 수** 안 무 영*** 이 영 도**** 정 상 진*****
Lee, Sun-Ho Kwon, Hee-Sung Paik, Min-Su Ahn, Moo-Young Lee, Young-Do Jung, Sang-Jin

Abstract

Ultra Super Early Strength Cement is a material that satisfies these requirements. early hydration heat however, is significant over regular concrete, thus discretion is advised for thermal cracks in accordance with heat generation when constructing a large-scale structures.

In addition, the negative point that it is difficult to achieve required strength in a short period of time following rubbing process while retaining workability, the cement is being used conditionally for engineering material and Ultra Super Early Strength Cement for maintenance material for construction doesn't exist.

Magnesia Phosphate Cement, which is currently under studies in overseas uses no extra admixture and has strong points of Ultra Super Early Strength as well as favorable construction-ability and adhesive stability to the prototype concrete. These factors stem recognition that it could be used as maintenance material for construction of diverse applicability. In order to provide necessary data to increase practicality of the magnesia phosphate cement for Ultra Super Early Strength Mortar, the study carried out simulate experiment on member of framework to review field applicability.

요 약

마그네시아 인산염 시멘트를 사용한 보수용 모르타르의 접착강도 특성을 검토하기 위하여 모의 부재 시험체를 이용한 실험을 실시하였다. 접착강도 실험 결과 칩핑 처리를 한 시험체가 표면 처리를 한 시험체 보다 우수한 강도발현을 하였으며, 건식처리가 습식처리보다 우수한 강도발현을 하는 것으로 나타났다. 칩핑 건식 시험체의 경우 온도에 관계없이 재령 28일의 접착강도는 3.0MPa 이상의 높은 강도를 발현을 하는 것으로 나타나 일반 모르타르의 접착강도와 비교 시 매우 높은 접착성능으로써 우수한 접착성능이 요구되는 보수재료로서의 활용을 기대할 수 있을 것으로 판단 된다.

*정회원, 단국대학교 건축공학과 석사과정
**정회원, 단국대학교 건축공학과 겸임교수
***정회원, (사) 한국건설안전기술협회
****정회원, 경동대학교 건축토목공학부 교수
*****정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

1. 서론

최근 들어 외국에서 연구 및 판매 되고 있는 마그네시아 인산염 시멘트는 초속경성 및 양호한 시공성, 모체 콘크리트와 부착 안정성 등의 장점을 가지고 있어 다양한 활용성을 지닌 보수재료로 인식되고 있다. 그러나 국내의 경우 마그네시아 인산염 시멘트에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 필자는 마그네시아와 제1인산암모늄을 이용하여 콘크리트 구조물의 보수를 위한 초속경 모르타르의 개발을 위한 선행연구를 통하여 마그네시아 인산염 시멘트 모르타르에 대한 배합을 제안하였다.

본 연구에서는 현장 적용성에 대한 검토를 위한 모의 부재 실험을 실시 후 고찰을 통하여 마그네시아 인산염 시멘트의 보수용 초속경 모르타르로 활용성을 높이는데 필요한 자료를 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

2 실험재료 및 계획

2.1 실험계획

초속경시멘트를 사용한 초속경 보수 모르타르의 현장 적용성 실험을 위하여 선행 연구 결과 마그네시아 인산염 시멘트 모르타르 제작 시 가장 적합할 것으로 판단된 W/C45%, C:S=1:2, MAP/MgO비 70%에 지연제 C.A 3%, 플라이애시 4%를 치환 배합을 본 연구의 배합으로 설정하였다. 모르타르의 배합은 표1.과 같다. 모의 부재 시험체의 제작을 위한 모체 콘크리트의 경우 슬럼프 180mm의 설계기준강도 24MPa의 콘크리트를 사용하였다. 배합은 표 2.와 같다.

표 1. 보수용 초속경 모르타르 배합

구분	W/B (%)	W (kg/m ³)	결합재(kg/m ³)			S	지연제(%)
			SMC	MAP	FA		
SMC45M70FA4	45	280	351	246	25	1243	C.A(3%)

표 2. 모체 콘크리트 배합

Gmax (mm)	Fck MPa	W/C (%)	S/a (%)	중량배합(kg/m ³)					
				W	C	FA	S	G	SP
25	24	47.7	49.7	160	340	46	997	868	1.93

2.2 사용 재료

본 실험에 사용된 재료의 물리적 성질 및 화학적 성질은 표 3.과 같다.

표 3. 사용재료

구분	품질
SMC(소결 MgO)	기공율 : 0.51, 분말도(cm ³ /g) : 2,603, 밀도 : 3.50g/cm ³
MAP(제1인산암모늄)	순도 : 98 % 이상, 밀도 : 1.803, pH : 4.5~5.0, 형태 : 백색결정
C.A(무수 구연산)	건조 손실 : 0.5 %이하, 중금속 : 10ppm 이하, 형태 : 백색결정분말
FA(플라이애시)	보령산, 밀도 : 2.20g/cm ³ , 강열감량 : 4%, SiO ₂ : 45.4%

3. 실험결과 및 분석

3.1 양생환경에 따른 강도 특성

양생환경에 따른 강도발현 특성을 검토하기 위하여 대기 표준양생(20℃)에서의 발현강도를 타 양생환경의 발현강도와 비교한 것을 그림 1.에 나타내었다.

대기 저온양생의 경우 재령 28일에서 86.6~99.5%의 강도발현을 하는 것으로 나타났다. 그러나 재령 3hr의 강도는 99.5%로써 표준양생강도와 거의 동등한 것으로 나타났다. 이는 초속경 시멘트의 경우 초기 수화 시 높은 발열로 인하여 저온의 영향을 거의 받지 않은 것으로 판단된다. 대기 고온양생은 104.2~115.2%의 강도 발현을 하는 것으로 나타났다. 3hr의 초기강도는 115.2% 였으나, 재령 28일 강도는 104.2%로 표준양생에서의 강도와 유사한 것으로 나타났다. 고온양생과 표준양생의 상호 강도발현 특성은 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우와 거의 같은 경향을 나타내고 있다. 표준수중양생의 경우 70.7~79.4%로써 모든 양생 환경 중 가장 낮은 강도 발현을 하였다. 이는 마그네시아 인산염 시멘트의 수화반응이 액상반응에 있어서 산 염기 반응으로 반응생성물이 약간 수가용성인 점과 생성된 수화결정물이 포틀랜드 시멘트와 비교하여 큰 모세관공극을 가지고 있어 물의 침입이 용이하며 이에 따라 결정 성장이 지연되었기 때문으로 판단된다. 알칼리 환경에서는 73.6~91.3%의 강도발현을 하는 것으로 나타났다. 마그네시아 인산염 시멘트는 경화 후 pH가 10~12로써 콘크리트와 유사한 강알칼리성을 가지고 있음에도 알칼리 환경에서 강도가 저하한 것은 알칼리에 의한 영향이 아니라 전술한 수분의 침투가 용이하여 수산화칼슘 수용액의 수분 침투에 의한 것으로 판단된다. 휨강도는 압축강도 발현과 유사한 경향을 나타내고 있다. 대기 고온양생 시험체의 강도발현이 가장 우수하였으며 표준수중양생 시험체가 낮은 강도 발현을 나타내었다. 대부분의 시험체가 압축강도의 1/5~1/6정도의 값으로 일반 시멘트 재료와 유사한 것으로 나타났다.

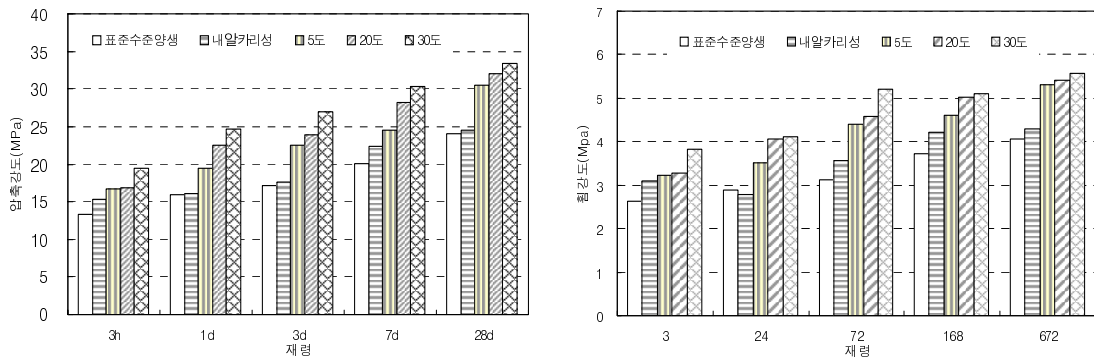


그림 1. 양생환경 변화 시험체의 강도

3.2 보수방법에 따른 접착강도 특성

보수방법에 따른 접착강도 실험 결과를 그림 2에 나타내었다. 20℃에서 보수 한 시험체의 재령 3일 접착강도의 경우 표면습식 시험체가 1.15MPa로 가장 낮게 나타났으며 칩핑건식 시험체가 1.70MPa로 가장 높게 나타났다. 재령 28일에서는 표면습식 시험체가 2.19MPa로 나타났으며, 칩핑건식 시험체는 3.60MPa로 나타났다. 5℃에서 보수 한 시험체의 재령 3일에서의 접착강도는 0.53~1.74MPa로 나타났으며, 재령 28의 접착강도는 1.04~3.40MPa로 나타났다. 칩핑처리를 한 시험체가 표면처리를 한 시험체 보다 우수한 강도발현을 하였으며, 건식처리가 습식처리보다 우수한 강도발현을 하는 것으로 나타났다. 바닥면 처리

와 건습의 상황에 따른 부착강도의 대소는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우와 거의 유사한 경향을 나타내고 있다. 칩핑건식 시험체의 경우 온도에 관계없이 재령 28일의 접착강도는 3.0MPa이상의 높은 강도를 발현하는 것으로 나타났다. 이는 일반 모르타르의 경우 재령 28일의 접착강도가 1.0~2.0MPa로써 압축강도의 약 1/20의 접착강도를 발현하는 것과 비교할 때 매우 높은 접착성능으로써 우수한 접착성능이 요구되는 보수재료로서의 활용을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

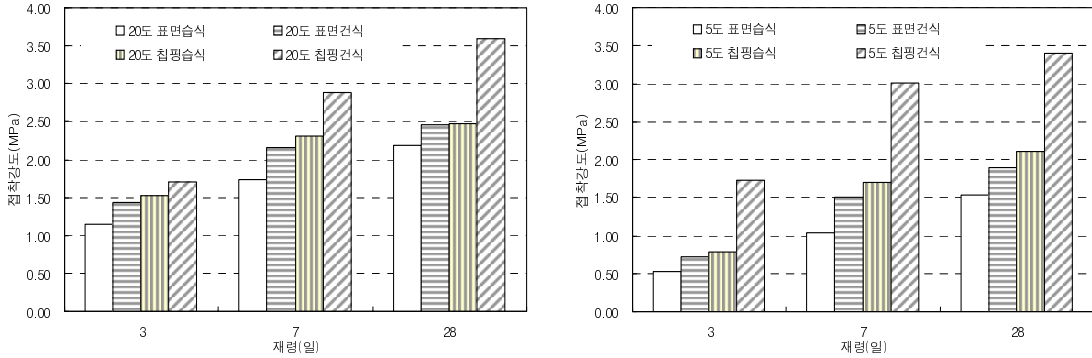


그림 2 보수방법에 따른 접착강도

4. 결론

본 연구는 초속경 마그네시아 인산염 시멘트를 사용한 보수 모르타르에 대한 수화 특성 분석 현장 적용성에 관한 연구로서 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 양생환경에 따른 압축강도 실험 결과 가장 높은 강도발현을 하는 환경은 대기 고온양생이었으며, 가장 강도 발현이 낮은 환경은 표준 수중양생이라는 것을 알 수 있었다.
- 2) 표준 수중양생의 강도 발현이 낮은 것은 마그네시아 인산염 시멘트가 보통시멘트와 비교하여 큰 모세관공극을 가지고 있어 물의 침입이 용이하며 이에 따라 결정 성장이 지연되었기 때문으로 판단된다.
- 3) 보수방법에 따른 접착강도 실험 결과 가장 우수한 건식법은 칩핑 건식법으로 나타났으며, 높은 접착성능으로 보수재료로서의 활용을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자의 일부는 「2단계 BK21 사업」의 지원비를 받았음.

참고 문헌

1. David A. Hall, "Effect of Water Content on the Structure and Mechanical Properties of Magnesia-Phosphate Cement Mortar", Journal of American Ceramic Society-Hall et al, June 1998
2. B. El-Jazairi, 'The properties of hardened MPC mortar and concrete relevant to the requirements of rapid of concrete pavement, Concrete Repair9, pp25-31, 1987
3. 정상진 외, "마그네시아 인산염 시멘트를 사용한 초속경 보수 모르타르의 기초적 특성분석에 관한 연구", 대한건축학회 논문집(구조계), v.23 n.8(2007-08)