

천연무기광물계 구체방수재를 사용한 모르타르의 수밀성과 내구성비교

Comparison of watertightness and durability of mortar with waterproof admixture for concrete

김재영* 신진용** 채은진*** 서정권****
Kim, Jae-Young Shin, Jin-Yong Chae, Eun-Jin Suh, Jeong-Kwon

ABSTRACT

In this study, comparison of setting time, compressive strength, watertightness and durability of between reference mortar with mortar using waterproof admixtures based on natural inorganic minerals. Test results shows that waterproof admixtures does not change setting time of mortar, but strongly improve compressive strength, permeability, absorption and durability of mortar. Especially early strength of mortar increased about 40% of reference.

1. 서론

최근 국내에서는 건설기술의 발전과, 한정된 국토자원의 효율적인 이용을 위하여 지상구조물의 초고층화와 함께 지하공간을 활용한 구조물이 크게 증가하고 있다. 특히 지하구조물의 경우 물과의 접촉이 빈번하기 때문에 누수 및 누수에 의한 구조물의 열화 등에 취약하기 때문에 일반 구조물 보다 우수한 방수성(수밀성)을 확보하여야 한다. 지금까지 국내에서는 시공초기에 구조물의 수밀성과 내구성을 높이기 위한 방법보다 시공 후 방수재료를 재시공하는 방법을 주로 사용하였으며, 이러한 시공 후 방수공법은 콘크리트와의 이질성 및 복잡한 사후관리로 인하여 많은 문제점을 가지고 있다.

구체방수재는 콘크리트에 직접사용하여 콘크리트 자체의 수밀성을 향상시킴으로써 방수공정을 단순화하며, 콘크리트와 방수층과의 이질성으로 인하여 발생하는 문제점을 개선할 수 있는 방수재료이다. 현재 국내에는 다양한 제품의 구체방수재가 시판되어 사용되어지고 있으며, 본 연구에서는 D社에서 개발한 천연무기광물을 주성분으로하는 분말형 구체방수재가 모르타르의 일반적인 성능, 수밀성 및 내구성에 미치는 영향에 대하여 검토하고자 하였다.

2. 실험개요 및 방법

2.1 사용재료

- * 정회원, (주)대한아이엠 기술연구소 연구실장
- ** 정회원, 한국화학연구원 신화학연구단 선임연구원, 공학박사
- *** 정회원, 한국화학연구원 신화학연구단, 석사과정
- **** 정회원, 한국화학연구원 신화학연구단, 책임연구원

본 연구에 사용한 시멘트는 국내 S사에서 생산한 1종 보통 포틀랜드 시멘트(이하 OPC로 표기)를 사용하였으며, 모래는 주문진산 표준사를 사용하였다. 분말 구체방수재는 국내 D사에서 생산한 천연무기광물계 분말 구체방수재를 사용하였으며 화학조성 및 물성은 표 1과 같다.

표 1 천연무기광물계 분말 구체방수재의 화학조성 및 물성

비 고	화학성분(%)									비표면적 (cm ² /g)	진비중	가비중
	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	SO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	LOI			
천연무기광물계 분말 구체방수재	42.35	22.98	4.89	14.27	4.41	2.31	1.27	0.68	6.55	12,078	2.49	0.64

화학조성상에서도 알 수 있듯이, 천연무기광물계 분말 구체방수재의 주요성분은 SiO₂, CaO, Al₂O₃, SO₃이며 기타 성분으로 소량의 알칼리(Na₂O, K₂O)를 포함하고 있다.

2.2 실험방법

2.2.1 투수실험 및 흡수실험

투수실험은 KS F 4926 “콘크리트 혼입용 방수제”의 시험방법에 준하여 재령 28일이 경과한 모르타르 시험체(φ150mm×30mm)에 대하여 실시하였다. 1kgf/cm²의 수압을 1시간 동안 가한 다음 시험체의 무게 변화량으로부터 투수비를 측정하였으며, 공시체의 1/2이 물에 잠긴 상태에서 24시간 방치한 다음 무게 변화량으로부터 흡수비를 측정하였다. 투수비 및 흡수비는 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{투수비 또는 흡수비(\%)} = \frac{\text{방수재를 혼입한 시험체의 투수량(흡수량)}}{\text{방수재를 혼입하지 않은 시험체의 투수량(흡수량)}}$$

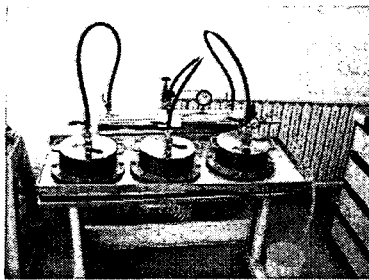


사진 1 투수시험 과정

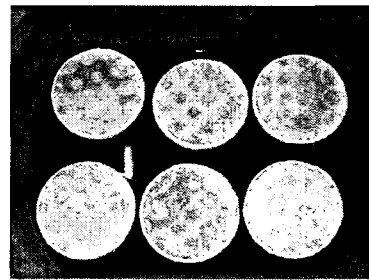


사진 2 흡수시험 과정

2.2.2 압축강도 및 응결측정

모르타르 압축강도 시험은 KS L 5105 “수경성 시멘트의 모르타르의 압축강도 시험방법”에 따라 재령 1일, 3일, 7일, 28일의 압축강도를 기준시편(OPC)과 분말 구체방수재를 혼입한 시험체에 대하여 측정하였다. 응결시간 측정은 모르타르 시편에 대하여 KS F 2436 “관입 저항침에 의한 콘크리트 응결 시간 시험방법”에 준하여 실시하였다.

2.2.3 내구성

내구성 시험은 압축강도 측정용 모르타르 공시체를 제작한 후 3일이 경과한 다음 담수, 염화칼슘 5% 수용액, 인공해수에서 일정 기간 양생한 다음 압축강도를 측정하였다. 내구성 평가는 담수에서 양

생된 시편에 대한 압축강도비를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 응결시간 및 압축강도

그림 1, 2는 기준시편과 분말 구체방수제를 혼입한 모르타르의 응결시간 및 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 모르타르의 응결시간은 초결 및 종결이 약 10~20분 정도의 차이를 보일뿐 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 그림 2에서 보는 바와 같이 모르타르의 압축강도는 분말 구체 방수제를 혼입한 시편의 압축강도가 재령 1일에서부터 기준시편보다 우수하게 나타나고 있으며, 재령 28일에서도 역시 높은 압축강도 값을 나타내고 있다.

구체 방수제가 재령초기에는 다량의 에트린자이트를 생성하여 초기강도를 증진시키며, 장기 재령에서는 구체방수제에 포함된 포졸란 물질이 CSH상의 생성을 증진함으로써 압축강도 증진에 기여하는 것으로 판단된다.

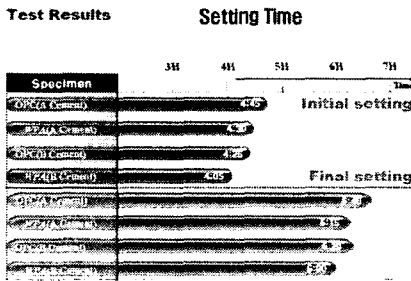


그림 1 모르타르 응결시간 시험결과

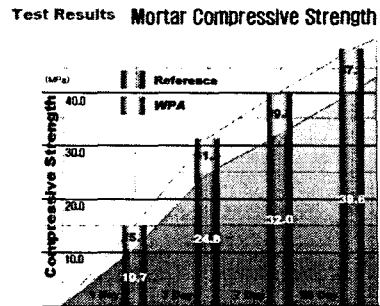


그림 2 모르타르 압축강도 시험결과

3.2 투수비 및 흡수비

그림 3은 기준시편과 분말 구체방수제 및 일반 혼합재를 사용한 모르타르 시편의 투수비 및 흡수비를 나타낸 것이다. 그림에서 나타난 바와 같이 분말 구체 방수제의 사용량이 증가함에 따라 모르타르의 수밀성이 크게 향상되는 것으로 나타났다. 분말 구체방수제에 의한 모르타르의 수밀성 향상은 그림 5에서와 같이 다량의 에트린자이트, 쏘머사이트 함께 포졸란 물질이 효과적으로 모르타르 경화체의 내부구조를 치밀하게 형성시켜주기 때문으로 판단된다. 또한 구체방수제에 포함된 실리카폼이 가지는 마이크로필러효과(micro filler effect) 역시 모르타르의 수밀성을 향상시키는데 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

3.3 내구성

그림 4는 기준시편과 분말 구체방수제를 혼입한 모르타르 시편의 내구성을 평가한 실험결과이다. 28일간 담수, 염화칼슘 5% 수용액, 인공해수에서 양생한 다음 압축강도를 측정한 결과 그림에서 보는 바와 같이 분말 구체방수제를 혼입한 시편의 내구성이 상대적으로 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 살펴본 바와 같이 분말 구체방수제를 혼입한 모르타르 시편의 수밀성이 우수하기 때문에 열화를 일으킬 수 있는 물질이 외부로부터 침투하는 것이 억제되며, 포졸란 반응으로 내구성에 영향이

큰 수산화칼슘의 증가 및 거대결정 생성이 억제되기 때문에 판단된다.

Test Results Permeability, Absorption Test

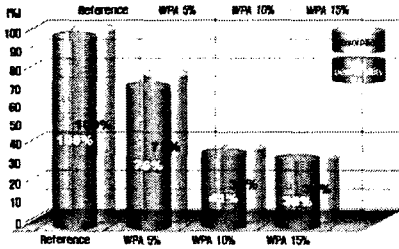


그림 3 모르타르 수밀성 시험결과

Test Results Mortar Durability Test

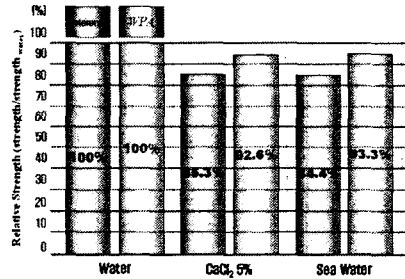


그림 4 모르타르 내구성 시험결과

Change of the Micro Structures by WPA

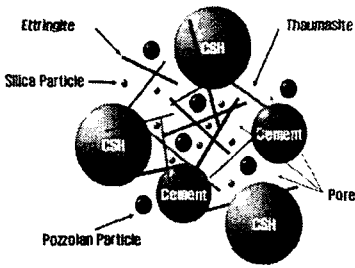


그림 5 모르타르 내부구조의 개선효과

Micro Filler Effect

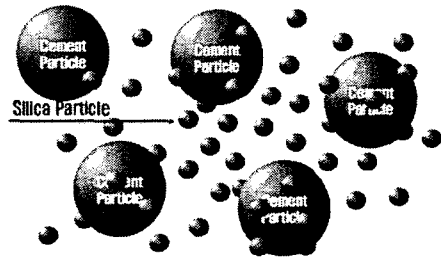


그림 6 마이크로필러 효과

4. 결론

천연무기광물계 분말형 구체방수재를 첨가한 시멘트 모르타르는 OPC만을 사용한 모르타르와 비교하여 응결시간에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 구체방수재를 혼입한 모르타르는 기준모르타르(OPC)와 비교하여 투수비 및 흡수비가 1/2 수준으로 수밀성이 매우 우수한 것으로 확인되었다. 또한 모르타르의 압축강도 및 내구성 역시 구체방수재를 혼입한 모르타르가 일반 모르타르보다 우수한 것으로 실험결과 확인되었다. 특히 재령 1일, 3일의 초기강도발현에 있어서 구체방수재를 혼입한 모르타르가 일반 모르타르 보다 매우 우수한 성능을 나타내는 것으로 나타났다. 구체방수재의 이와 같은 장점은 재령 초기부터 침상의 에트린자이트 및 쏘머사이트를 대량 생성시키고, 실리카폼과 천연무기광물의 우수한 포졸란 반응성으로 인하여 장기재령에서 경화체가 매우 치밀한 내부 구조를 형성하기 때문이다.

참고문헌

1. 김성배, 박선규, 송하원, 변근주, 김재영, 무기계 천연광물을 사용한 모르타르의 투수계수 특성, 콘크리트 학회 2005년 봄 학술발표회
2. Fly Ash in Concrete, V.M. Malhotra, A.A. Ramezani-pour, CANMET, 1994
3. 안광육, 이재용, 공사현장의 품질관리를 위한 방수공사의 하자분석, 대한건축학회논문집 구조계 21권 2호(통권 196호) 2005. 2