

무기질 혼화제 및 금속비누의 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타의 방수 특성에 관한 연구

A Study on the Waterproof Properties of Cement Mortar with the Addition Rate of the Inorganic Admixture and Zinc Stearate

최 훈* 강 의 영* 한 민 철** 류 현 기*** 한 천 구****
Choi, Hoon Jiang, Yi Long Han, Min Cheol Ryu, Hyun Ki Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This study is intended to develop the self waterproof agents for high performance concrete by analyzing the properties of fresh and hardened mortar with various addition ratios of the inorganic admixture and zinc stearate. As the results of the test, the flow and air content increase with the addition of expansive additives. When the replacement rate of silica fume increases, the flow decreases for the increased viscosity. And the flow and air content decrease with the addition of zinc stearate. At hardened state, the compressive strength, tensile strength and flexural strength decrease with the addition of expansive additives and zinc stearate. With the increase of silica fume's replacement, they show a little decrease at early age and then increase gradually. Also, absorption and permeability show a steep decrease when zinc stearate is added, and a slack decrease with the replacement of silica fume.

1. 서 론

콘크리트 구조물에 있어 물의 침입(흡수 또는 투수)을 구조체가 막도록 하는 것은 구조물의 수명 연장 및 경제적으로도 큰 이익을 가져올 수 있다.

이와 같은 물의 침입을 막기 위한 방수 공법으로는 여러 가지 종류 및 공법을 들 수 있으나, 최근에는 구조체 자체의 흡수성 및 투수성을 현저하게 감소시킨 구체방수공법의 개발에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 추세이다.

그러므로 본 연구에서는 모르타 배합비 1:3, 물결합제비(W/B) 50%인 범위에서 팽창제, 실리카흄 및 금속비누의 치환율을 변화시켜 이에 따른 시멘트 모르타의 체반 특성과 구체방수 특성을 비교함으로써 장차 구체방수재 개발에 한 참고자료로 활용하고자 한다.

*정회원, 청주대 건축공학과, 석사과정

**정회원, 청주대 건축공학과, 박사과정

***정회원, 충주산업대 건축공학과 교수, 공학박사

****정회원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 배합 사항으로 모르터 배합비는 1:3에, W/B 50%인 1개 수준에 대하여 팽창재 혼입율 0, 5, 10% 및 실리카흙 혼입율 0, 5, 10%, 금속비누 혼입율 0, 2.5, 5%로 각각 3개 수준씩 변화시켜 총 27배치를 실험계획한다.

실험사항으로는 굳지 않은 모르터에서 플로우치, 공기량, 단위용적중량을 측정하고, 경화모르터에서 압축, 인장 및 휨강도를 계획된 재령에서 측정하며, 흡수 및 투수시험은 21일 재령에서 측정한다.

2.2 사용재료

본 연구에 사용한 시멘트는 국내산 A사의 1종 보통포틀랜드시멘트로 물리적 성질은 표 2와 같다. 잔골재는 충북 청원군 부강면산 강모래를 사용하였는데, 그 물리적 성질 및 입도곡선은 표 3 및 그림 1과 같다.

혼화재료로서 팽창재는 국내 J실업산의 CSA계 팽창재를 사용하였는데, 그 화학적 성질은 표 4와 같다.

또한 실리카흙은 노르웨이산울, 금속비누는 국내 S사의 제품을 사용하였으며, 각 재료의 물리적 및 화학적 성질은 표 5, 6과 같다. 물은 청주시 상수도를 사용한다.

표 1. 실험계획

실험요인		수준		
배합 사항	배합비	1	1 : 3	
	W/B(%)	1	50	
	혼 화 재	팽창재 혼입율(%)	3	0, 5, 10
		실리카흙 혼입율(%)	3	0, 5, 10
		Zinc Stearate 혼입율(%)	3	0, 2.5, 5
	실험 사항	굳지 않은 모르터	3	모르터 플로우 공기량 단위용적중량
경화 모르터		6	압축강도(7, 28일) 인장강도(28일) 휨강도(7, 28일) 흡수시험(21일) 투수시험(21일)	

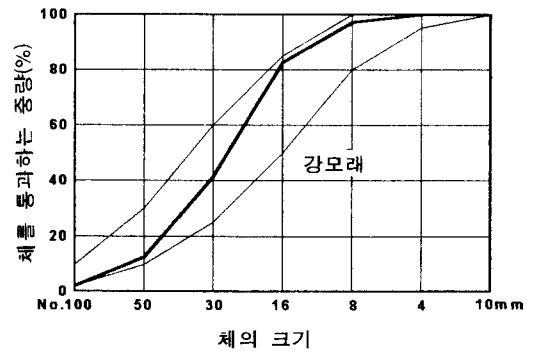


그림 1. 골재의 입도곡선

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm^2/g)	안정도 (%)	용결시간(분)		압축강도(kg/cm^2)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3415	0.06	236	340	244	303	389

표 3. 잔골재의 물리적 성질

골재 종류	비중	조립율 (F.M)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m^3)	입형판정실적율 (%)	No. 200체 통과율 (%)
강모래	2.59	2.64	1.46	1598	61.0	2.06

표 4. 팽창재의 화학적 성질(%)

CaO	Al ₂ O ₃	SO ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	F ₂ O	SiO ₂	lg.loss	Total	f-CaO
46.54	14.92	32.27	0.17	0.78	0.14	4.01	1.05	99.88	15.90

표 5. 실리카흙의 물리적 성질 및 화학성분

비 중	밀 도(kg/m ³)	주 성 분(%)							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	Ig.loss
2.2	300	90.16	0.77	1.72	0.32	1.25	1.03	0.36	2.29

표 6. Zinc Stearate의 물리적 성질 및 화학성분

비 중	외 관	Zn 함유량(%)	수 분(%)	유 리 산(%)	용 점(℃)	325 mesh 통과량(%)
0.2	백색 미분말	11.0±0.5	0.5 이하	0.5 이하	116~125	99 이상

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로, 먼저 모르터의 혼합은 강제식 팬믹서를 이용하여 그림 2의 순서에 따라 실시한다.

굳지 않은 모르터의 실험으로 플로우 시험은 KS L 5105, 공기량 및 단위용적중량 시험은 KS F 2421 및 KS F 2409의 규정에 의거 실시한다.

휨 및 압축강도 시험용 공시체의 제작은 ASTM C 348의 규정에 의거 4×4×16cm의 몰드를 이용하여 제작하고, 인장강도 시험용 공시체는 KS L 5104의 규정에 의거 제작한다. 강도 시험으로 휨강도는 ASTM C 348, 압축강도는 KS F 2413, 인장강도 시험은 KS L 5104의 규정에 따라 실시한다.

흡수 및 투수시험은 KS F 2451, 건조수축에 의한 길이변화 시험은 KS F 2424 규정의 다이알 게이지 방법으로 측정한다.

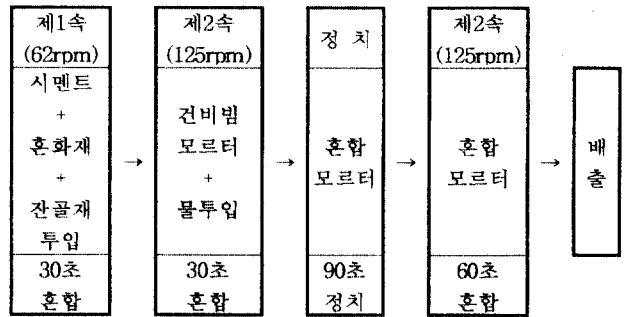


그림 2. 모르터의 혼합

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르터의 특성

그림 3은 팽창재, 실리카흙 및 금속비누의 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르터의 플로우, 공기량 및 단위용적중량을 각 배합에서 개개의 값과 평균값으로 나타낸 것이다. 먼저, 팽창재 혼입률이 증가할수록 플로우 및 공기량은 증가하고, 단위용적중량은 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 팽창재 성분 중 유동성과 공기량 확보를 위한 혼화제가 일부 첨가되어 나타난 결과로 분석된다. 또한, 실리카흙의 혼입률 변화에 따라서는 혼입률이 증가할수록 미분말의 증가로 점성이 증진되어 플로우는 약간 감소하는 것으로 나타났고, 공기량은 거의 유사한 것으로 나타났다. 단, 단위용적중량은 거의 유사하거나 약간 감소하는 것으로 나타났다.

금속비누 혼입률 변화에 따라서는 혼입률이 증가할수록 플로우 및 공기량은 감소하는 것으로 나타났고, 단위용적중량은 플로우 및 공기량과 반대의 경향으로 증가하게 나타났다.

3.2 경화 모르터의 특성

그림 4는 그림 3과 동일한 요령으로 7일 및 28일 재령에서의 압축 및 휨강도와 28일 인장강도를 비교한 것이다. 팽창재 혼입률이 증가할수록 압축강도는 저하하는 것으로 나타났다. 7일 재령에서는 혼

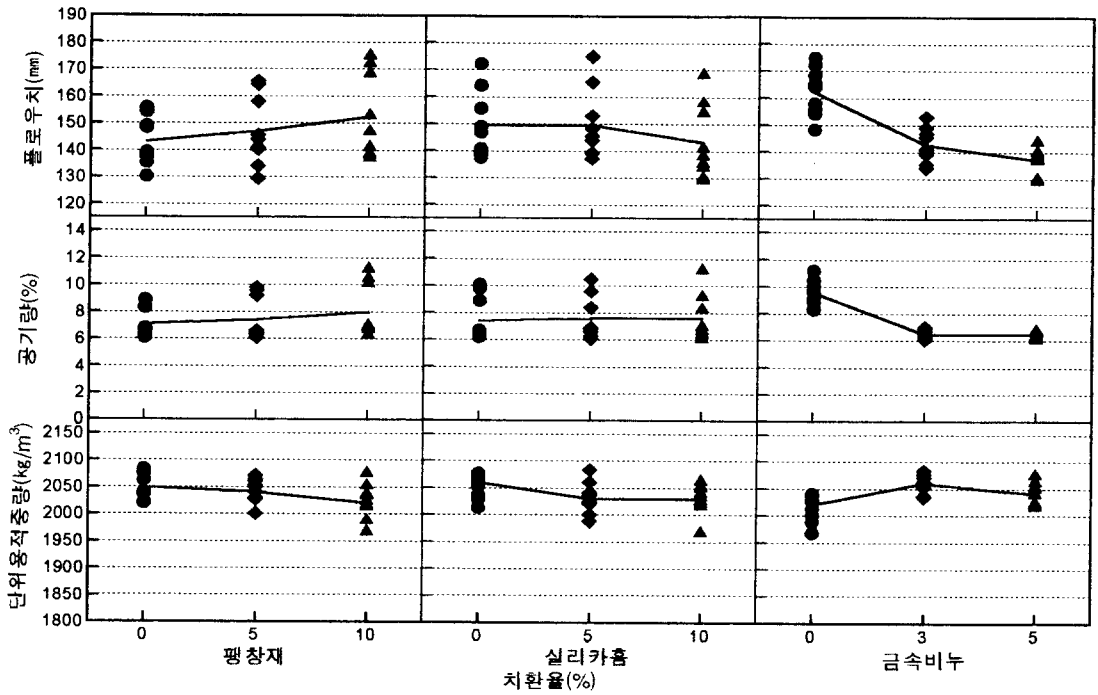


그림 3. 혼화제 치환율 변화에 따른 굳지 않은 모르터의 특성

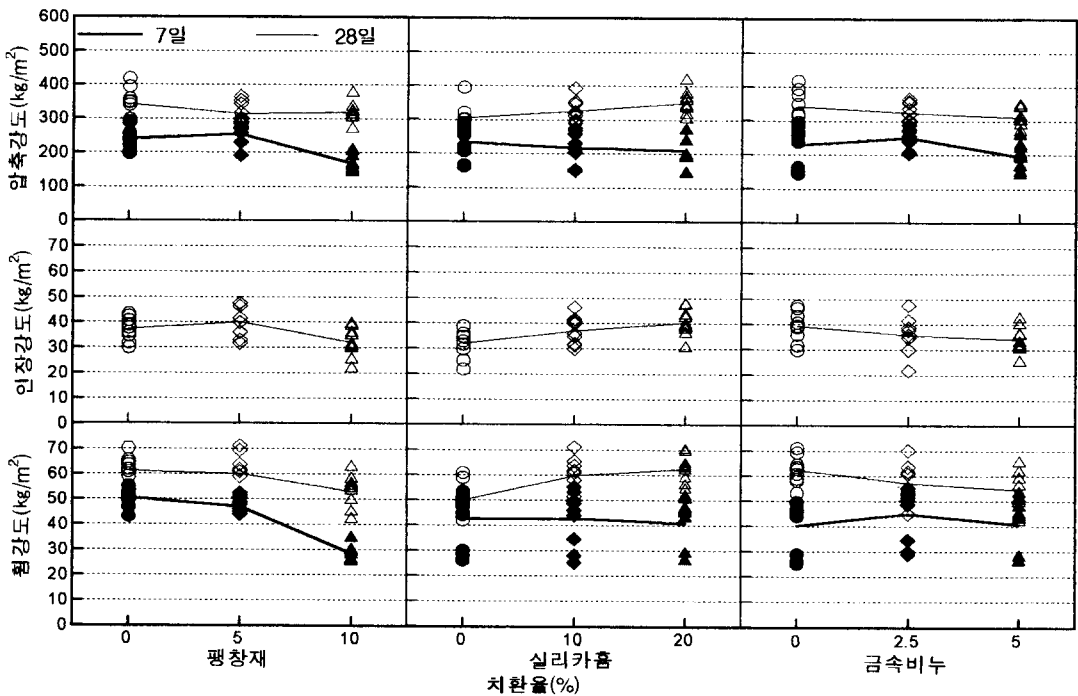


그림 4. 혼화제 혼입률 변화에 따른 강도특성

입률 5% 이상에서 급격히 저하하는 것으로 나타났으나, 28일 재령에서는 어느 정도 강도가 회복되어 팽창제를 첨가하지 않은 경우의 90% 정도를 발휘하고 있다. 인장 및 휨강도 역시 압축강도와 유사한 경향으로 나타났다. 이는 공기량 및 팽창제의 특성에 기인한 결과로 분석된다.

실리카흙 혼입률에 따른 재강도는 혼입률이 증가할수록 7일 재령에서는 약간 감소하나, 28일 재령의 경우는 20%까지 계속 증진되는 것으로 나타났다. 이는 실리카흙의 포졸란 반응 및 공극충전효과에 기인한 결과로 분석된다.

또한, 금속비누 혼입률의 경우는 혼입률이 증가할수록 압축, 인장 및 휨강도가 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 금속비누의 발수작용에 의한 수화작용저해 및 단위시멘트량의 감소에 기인한 결과로 분석된다.

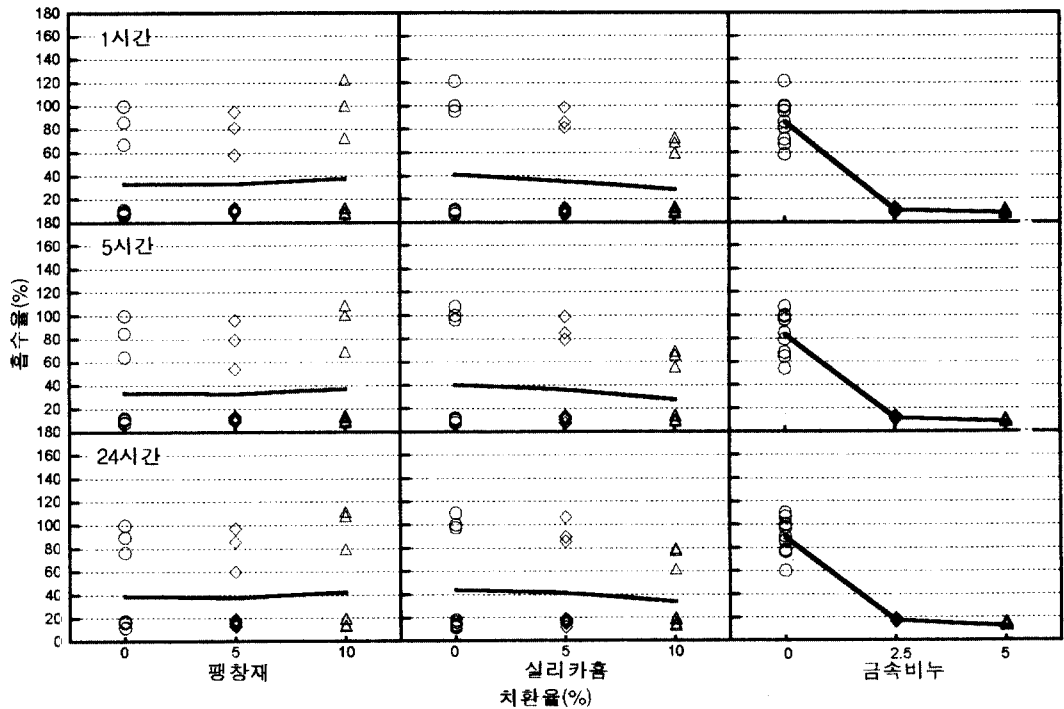


그림 5. 혼화제 혼입률 변화에 따른 흡수율

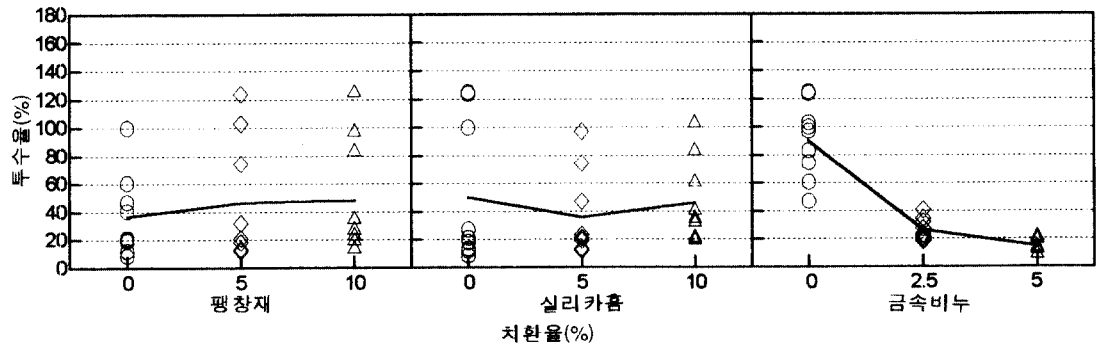


그림 6. 혼화제 혼입률 변화에 따른 투수율

그림 5는 시간 경과에 따른 흡수율을 비교한 것이다. 당연한 결과이겠지만 흡수율은 시간이 경과할수록 증가하는 것으로 나타났는데, 팽창재 혼입률이 증가할수록 흡수율은 증가하는 것으로 나타났고, 실리카흙의 혼입률이 증가할수록은 감소하는 것으로 나타났다. 단, 금속비누의 경우는 혼입률이 증가할수록 금속비누의 발수작용에 기인하여 흡수율은 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

그림 6은 각 혼화재 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타의 투수율을 나타낸 것이다. 먼저, 팽창재 혼입률이 증가할수록 투수율은 예상외로 증진되는 것으로 나타났는데, 이는 굳지 않은 모르타 분석에서 팽창재 혼입률이 증가할수록 공기량의 증가 및 조직팽창에 따른 공극의 증가에 기인한 결과로 분석된다. 또한, 실리카흙 혼입률에 따른 투수율은 혼입률이 증가할수록 공극충진효과로 투수율이 약간 감소하는 것으로 나타났다. 금속비누 혼입률의 경우는 혼입률이 증가할수록 2.5%의 경우는 급격한 감소를 보이거나, 2.5% 이후는 완만한 감소를 보이고 있는데, 이는 금속비누의 발수작용에 기인한 결과로 분석된다.

4. 결 론

팽창재, 실리카흙 및 금속비누의 치환율 변화에 따른 시멘트 모르타의 기초적 특성 및 방수 특성을 검토하여 구제방수재 개발에 참고자료를 얻기 위한 실험연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 굳지 않은 모르타의 특성으로 팽창재 혼입률이 증가할수록 플로우치 및 공기량은 증가하는 것으로 나타났고, 실리카흙 및 금속비누 혼입률이 증가할수록 플로우치 및 공기량은 전반적으로 감소하는 것으로 나타났다.

2) 경화 모르타의 강도 특성은 팽창재 및 금속비누 혼입률이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났고, 실리카흙 혼입률이 증가하면 증진되는 것으로 나타났다.

3) 방수 특성으로 흡수율 및 투수율은 팽창재 혼입률이 증가할수록 기존의 이론과 달리 불량한 것으로 나타났고, 실리카흙 및 금속비누 혼입률이 증가할수록은 양호해지는 것으로 나타났다. 특히, 금속비누의 경우는 흡수·투수 모두 급격한 감소 경향을 보이고 있다.

참 고 문 헌

1) 홍상희, 전병채, 송명신, 한천구, 반호용 ; 무기질 혼화재의 혼입률 변화에 따른 고성능 콘크리트의 특성 분석, 대한건축학회 춘계학술발표대회, 1988.

2) 한상기, 반호용, 한천구, 홍상희, 전병채 ; 팽창재 종류 및 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타의 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 춘계학술발표회, 1997.

3) 이대주, 전병채, 한상기, 한천구, 반호용 ; 배합요인에 따른 팽창재 혼입 시멘트 모르타의 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 춘계학술발표회, 1997.

4) 이대주 ; 제자리 콘크리트 말뚝용 고성능 시멘트 모르타의 개발에 관한 연구, 청주대학교 대학원 석사 학위논문, 1998.