

# 시멘트 몰탈의 방수성능에 미치는 제반 영향인자에 관한 연구

## A Study on Various Effecting Factors on Water Proofing Properties of Cement Mortar

○ 신 도 철 \*  
Shin, Do Chul

이 종 열 \*\*  
Lee, Jong Ryul

### ABSTRACT

The aim of this study is to developed water proofing properties of cement mortar. In this study the effect of mix proportion on the basic characteristics of cement mortar was investigated. Also water absorption and permeability properties of mortar using several admixtures were tested.

From this results, Physical properties of mortar is improved by using the sand which has a broad particle size distribution. Also the silica alumina powder is effective for decreasing the water permeability of mortar and zinc stearate is in creasing the water repellence property.

### 1. 서 론

근년에 들어와서 국내, 건축 토목분야의 부실시공이 사회 문제화 되면서 성실시공, 책임시공, 정밀감리를 통한 공사의 품질향상이 절실히 요구되고 있다. 특히 건축물의 대형화, 심도화에 따라 방수시공의 중요성도 점차 높아지고 있다. 현재 방수용 재료로서 무기, 유기질계의 많은 재료가 사용되고, 그 공법도 다양하지만 아직까지 시멘트를 이용한 액체방수 공법이 공동주택의 방수에 주류를 점하고 있다. 시멘트에 의한 방수공법은 주로 발수성의 액체방수액을 시멘트몰탈에 혼합하여 발수성이 있는 몰탈층에 의해 물의 침투를 방지하게 된다. 그러나 기존의 방수공법은 현장 인부의 숙련도에 의해 주로 그 성능이 좌우되며 몰탈 배합자체도 불균일 할 수 밖에 없고, 사용방법도 정립되어 있지 않아 많은 하자의 요인을 내포하고 있다. 시멘트 몰탈의 방수성능은 단지 몰탈 자체의 발수성에 의해 좌우되는 것이 아니고 수축정도, 작업성(사용몰량), 강도, 보수성등과 같은 특성들이 종합되어 방수성능을 발휘하게 된다. 따라서 본 연구에서는 먼저 몰탈의 기본적인 배합조건, 즉 모래/시멘트비, 모래입도 등에 따른 제반 특성을 평가하여 바람직한 몰탈의 배합조건을 검토 한 후, 아울러 발수성에 영향을

미칠 수 있는 첨가제의 종류와 함량 등에 따른 영향을 검토하여 보고하였다.

### 2. 몰탈의 배합조건에 따른 기본물성의 변화

#### 2.1 실험계획

몰탈의 배합조건에 따른 기본적인 물성 변화를 실험하기 위해 표 1과 같이 몰탈의 기본적인 조성인 모래/시멘트 비, 모래입도 (FM:Fineness Modulus) 변화별로 수준을 선정하여 2원 배치법에 의한 실험계획법을 사용하였다.

표 1. 몰탈 배합을 위한 실험 수준

인 자	실 험 수 준
모래/시멘트비	3.0, 2.6, 2.2
모래입도 (F.M)	3.0, 2.7, 2.4, 2.1, 1.8

사용모래의 FM별 입도곡선은 그림 1과 같다.

#### 2.2 사용재료

##### 1) 시멘트

국내 S사의 보통포틀랜드 시멘트

##### 2) 모래

\* 쌍용양회 중앙연구소 주임연구원  
\*\* 쌍용양회 중앙연구소 신제품개발실장

심천산(충북)강모래를 입도별로 조정하여 사용하였다. 사용모래의 기본 특성을 표2에 나타내었다.

표 2. 모래의 품질시험 결과

모래의 입도분포 (%)					
~5mm	~2.5	~1.2	~0.6	~0.3	~ 0.15
1.0	4.4	15.1	36.5	34.4	6.0
F.M	실적율 (%)	단위용적 중량 (kg/m <sup>3</sup> )	비중		
2.77	62.5	1590	2.59		

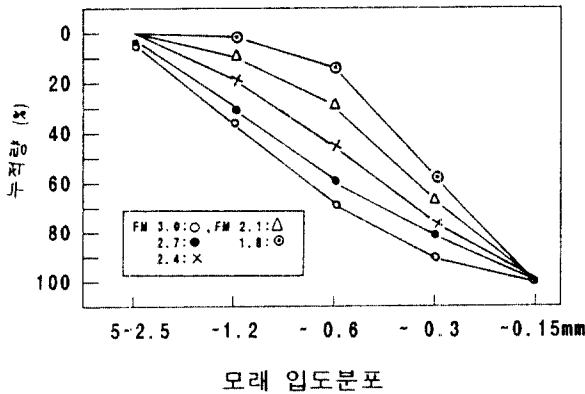


그림 1. FM변화에 따른 입도분포 곡선

### 2.3 시험내용

몰탈 배합비 변화에 따른 압축강도와 보수성, 건조수축을 KS 규정에 의거하여 측정하였다. 아울러 동일 물량에서의 작업성 변화는 물/시멘트비를 48.5%로 고정된 후 KS flow table에 의한 flow치 변화로 평가하였다.

### 2.4 시험결과 및 분석

#### (1) 몰탈 작업성

물/시멘트비 48.5%의 동일 물량에서 측정한 몰탈 flow 변화를 반응표면으로 분석하여 그림2에 나타내었다. 몰탈배합 중 시멘트 배합비가 증가하거나, 동일한 모래/시멘트 비에서 모래의 입도가 넓고, 굵어질수록 (FM ↑) 작업성이 좋아지는 것으로 나타난다. 이는 모래의 FM 증가에 따라 모래의 충전성이 높아지고 공극이 감소하기 때문에 공극을 메꾸는데 소비 될 물이

잉어로 시멘트, 모래간의 윤활제로서 작용을 하게되기 때문이다.

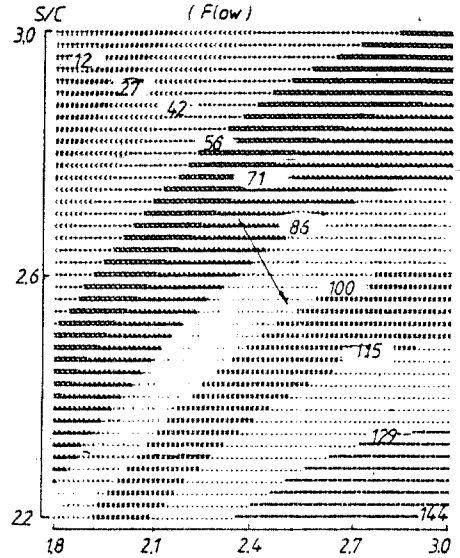


그림 2. 몰탈 flow 변화에 대한 반응표면

#### (2) 몰탈 압축강도

동일한 작업물량(Flow:110~115)에서의 몰탈 1일, 28일 압축강도 변화를 그림 3과 4에 반응표면 분석으로 나타내었다.

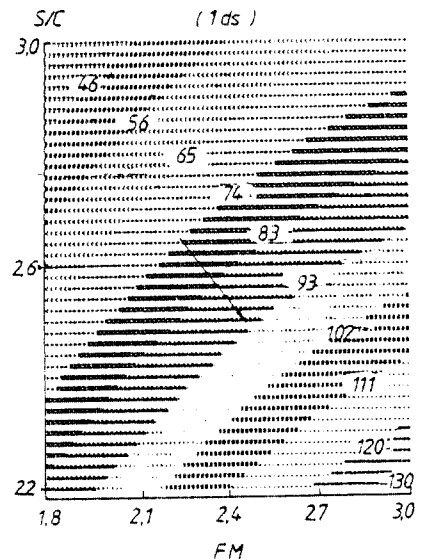


그림 3. 1일 압축강도 변화에 대한 반응표면

몰탈 압축강도는 1, 28일 모두 모래/시멘트 비 감소, 모래 F.M 증가에 따라 직선적으로 증가되고 있는데 이는 동일한 작업성을 얻기위해 필요한 소요물량 감소에

기인되는 것이다. 특히 동일한 모래/시멘트비에서 모래의 FM 1.8 과 3.0 수준간에는 1일:30~40 kg/cm<sup>2</sup>, 28일:60~130kg/cm<sup>2</sup>의 강도차이를 나타내고 있다.

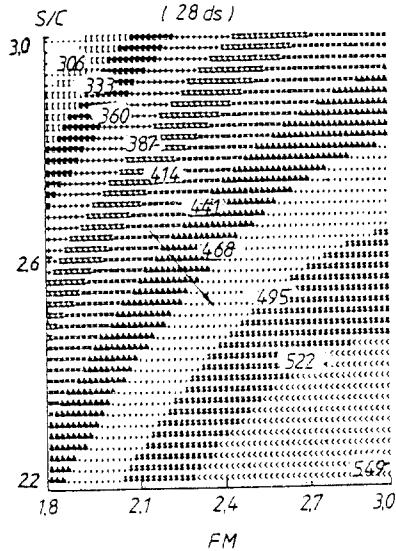


그림 4. 28일 압축강도 변화에 대한 반응 표면

(3) 보수성 및 건조수축

보수성이란 몰탈에 함유된 수분이 작업하고자 하는 대상이나 대기중으로 급격히 손실되지 않고 보유하는 특성으로 몰탈작업이 보수성이 떨어지면 급격한 건조, 수축에 따른 균열 및 탈락, 접착력 저하 등의 문제가 발생될 수 있어 적절한 보수성을 가질 필요가 있다. 모래/시멘트비와 모래의 FM 변화에 따른 보수성은 그림 5의 반응표면 분석에서와 같이 모래의 FM이 커지고, 시멘트 배합량이 많아짐에 따라 몰탈의 점성이 증가되고, 충전성이 높

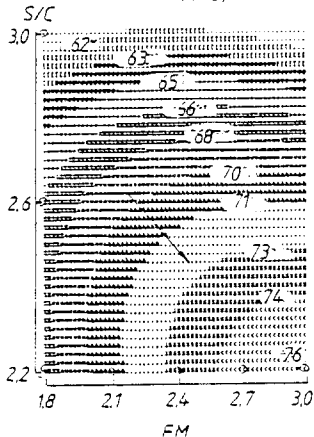


그림 5. 보수성에 대한 반응표면 분석

아져 증가되고 있다. 몰탈 건조수축량은 FM 증가에 따라 감소되며, 모래/시멘트비의 증가에 따라 시멘트 페이스트량의 감소로 인해 작아지는 것을 알 수 있다.

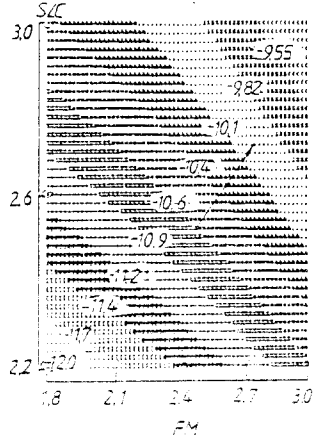


그림 6. 28일 건조수축에 대한 반응표면 분석

따라서 몰탈의 균열감소, 작업성의 향상을 위해서는 시멘트 배합을 줄이고, 사용 모래의 FM을 높여 충전성을 높이는 것이 바람직 한것으로 나타난다.

전반적으로 좋은 품질의 몰탈제조를 위해서는 사용모래의 입도가 연속적으로 분포하고 있으며, 그 중에서도 2.5~1.2 mm, 0.3~0.15mm 크기의 모래기 물성에 영향을 크게 미치는 것으로 판단되고 있어 이들 입자가 적정수준 존재하는 것이 필요하다 또한 일반 몰탈의 작업성 향상은 모래 외에 미립의 무기질 충전재나 유기 혼화제 등의 사용을 통해 접근하는 것이 바람직하다.

3. 첨가제에 따른 몰탈 방수특성

3.1 실험계획

본 실험에서는 모래 입도, 모래/시멘트비 등을 고정 시키고 첨가제 종류와 사용량에 따른 몰탈의 기본 물리성능과 흡수, 투수에 대한 저항성을 평가하였다. 시험에 사용된 첨가제는 시멘트 액체방수액의 주요 원료로 사용되는 고급 지방산금속염의 일종인 징크스테아레이트, 포졸란 활성물질인 실리카 알루미나질계의 미립분말을 대상으로 실험을 하였다. 표 4에 시멘트 중의 첨가제 배합 수준을 나타내었다.

3.2 사용재료

실험에 사용된 재료의 주요한 내역은 표 5와 같다.

표 4. 시멘트 중의 첨가재 배합수준

종 류	첨 가 량 (%)
징크스테아레이트	0, 2, 4
실리카 알루미나	0, 5, 10

표 5. 사용재료의 특성

구 분	주 요 내 역
시 멘 트	보통 포틀랜드 시멘트
모 래	주문진 표준시
징크스테아레이트	고형분 38 ~ 42 %
실리카 알루미나	.포졸란 활성도 : 78kg/cm <sup>2</sup> .입도 : BET 9 m <sup>2</sup> /g

### 3.3 시험항목

본 시험에서는 KS F 2451의 건축용시멘트 방수재의 시험방법에 따라 몰탈의 압축강도, 흡수, 투수비(0.1 kg/cm<sup>2</sup>, 1시간), 응결 과 28일 건조수축량을 측정 하였다.

### 3.4 시험결과 및 분석

#### (1) 응결 특성

첨가재 사용에 따른 응결 특성차이는 수준간에 큰 차이를 나타내지 않았으며 대부분 초결 245-270 분, 종결 7시간~7시간 30분 범위로 나타난다.

#### (2) 압축강도비

첨가재를 사용하지 않은 시멘트의 강도를 100으로하여 비교한 결과는 그림 7 과 같다. 지방산 금속염의 첨가에 따라 강도는 떨어지는 것으로 나타나는데 반해 실리카 알루미나질 마분말 첨가에 따라서는 증가하고 있다. 이는 지방산염의 경우 시멘트의 표면에 부착되어 이의 수화를 지연시키는 것에 기인되는 것이며, 실리카알루미나질계의 경우 포졸란 반응으로 시멘트의 수화 축진을 시켜 조직의 치밀도를 높이게 된다. 이는 가용성의 Si, Al 이온 등이 시멘트 수화액상으로 용출되어 시멘트의 1차 수화물인 Ca(OH)<sub>2</sub> 와 SO<sub>4</sub> 이온 등과 반응하여 C-S-H(Calcium-Silicate-Hydrate), Ettringite 와 같은 수화물의 생성을 촉진시키기 때문이다.

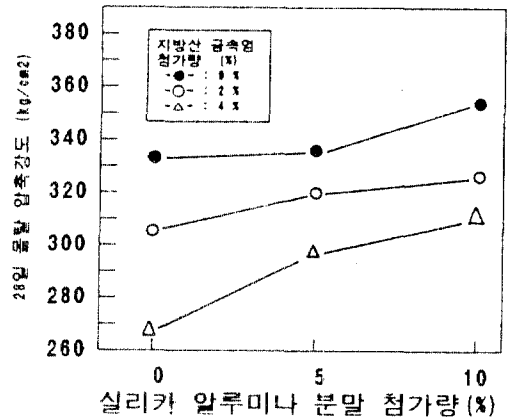


그림 7. 첨가재에 따른 압축강도 변화

#### (3) 흡수비, 투수비

몰탈의 흡수비, 투수비 측정결과는 그림 8, 9와 같다.

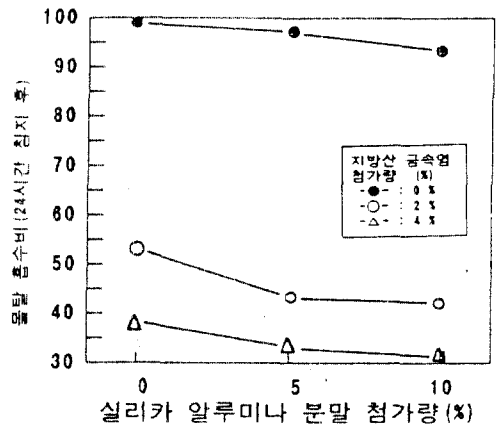


그림 8. 첨가재 변화에 따른 흡수비 변화

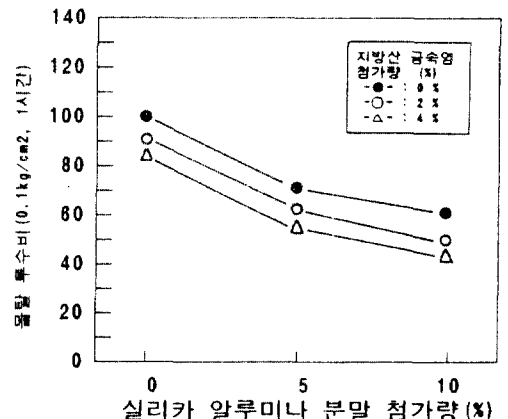


그림 9. 첨가재 변화에 따른 투수비 변화

발수성에 대한 특성을 나타내는 물의 흡수비를 plain (첨가재 무첨가) 몰탈과 비교하여 나타내었다. 지방산 금속염의가에 따라 반발수성이 크게 증가되는 것으로 나타나고 있다. 시멘트 중량의 2% 첨가시 24시간 물에 침지후의 흡수비는 plain 대비 40 ~ 50% 수준이, 4%에서는 30~40% 수준으로 첨가량의 증가에 따른 효과는 크지 않은 것으로 나타난다.

실리카 알루미나질 미분말의 사용에 따라서도 흡수비는 다소 감소하나 그 정도는 작다. 수압 0.1 kg/cm<sup>2</sup> 을 1시간 가한 후에 몰탈 내로 침투한 수분의 양을 plain 과 비교한 투수비는 실리카알루미나질 분말의 사용에 따라 투수비가 크게 감소하고 있다. 지방산 금속염의 첨가는 투수에 대한 저항성이 다소 증가되나 실리카 알루미나 분말보다는 그 효과가 적다.

실리카 알루미나질 분말의 첨가는 투수비의 감소에, 지방산 금속염은 흡수비의 감소에 효과적이므로 두성분의 혼합사용에 따라 흡수, 투수에 대한 저항성이 크게 증가되는 것으로 나타난다. 그림 10은 몰탈 28일 경화시편에 대해 수은압입법으로 porosity를 측정된 결과이다. 무첨가 몰탈대비 실리카 알루미나질 분말의 첨가에 따라 몰탈내의 기공크기 분포가 1  $\mu$  이하의 영역으로 이동하고 있으며, 동일한 실리카 알루미나 분말함량에서 지방산 금속염의 첨가에 따라 total pore 함량이 증가되고 있다. 지방산 금속염은 교반시 기포를 발생시켜 경화체 내에 pore 함량을 증가시키므로 투수에 대한 저항성이 떨어지는 것이라고 판단된다.

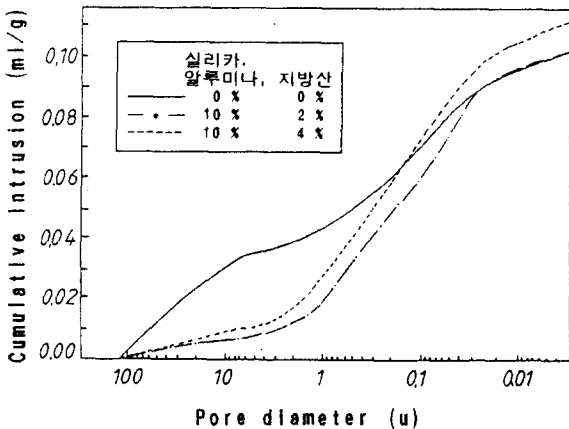


그림 10. 수은 압입법에 의한 몰탈경화체의 기공을 측정결과

(2) 28일 건조수축

첨가재 사용에 따른 몰탈의 28일 건조수

축 측정 결과를 그림 11에 나타내었다.

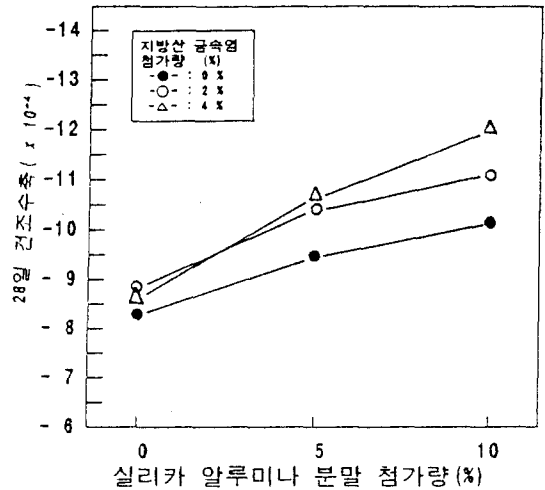


그림 11. 첨가재 사용조건에 따른 28일 건조수축 변화

재령 28일의 건조수축은 실리카 알루미나질 분말과 지방산 금속염의 사용에 따라 모두 높아지는 경향을 보여주고 있다. 실리카 알루미나 분말이 수축정도가 더 큰 경향을 보여주고 있는데, 이는 동일 작업을 얻기위해 소요되는 물량의 증가(W/C 증가)가 큰 원인이다. 일부 보고에 의하면 3 $\mu$  이하의 활성 미분말 입자가 시멘트에 존재하게 되면 시멘트 수화물이 증가하고 경화체내에 미세 기공량이 증가하게 된다. 경화체는 수분의 증발에 따라 표면장력이 기공내에서 발생되는데 표면장력의 방향이 기공의 중심부, 즉 내부로 작용하게 됨에 따라 전체적으로는 수축응력을 받게 된다. 실리카 알루미나 첨가에 따라 수축발생이 큰 원인이 상기와 같은 요인도 복합적으로 작용되었다고 판단된다. 지방산 금속염은 경화체의 발수성 증가로 경화체 내부에 존재하는 수분이 급속하게 증발, 소실됨에 따라 건조에 따른 수축이 증가되는 것이며, 이의 방지를 위해서는 적절한 보습성의 유지를 위한 첨가제의 사용이 필요하다.

4. 결론

시멘트 몰탈의 방수성능에 미치는 제반 영향인자의 검토 실험 일환으로 몰탈배합비에 따른 기본적인 몰탈 물리성능과 첨가재에 따른 흡수, 투수성능을 실험한 결과는 다음과 같다.

- 1) 모래의 입도분포가 좁을때나 단일 입도 보다는 입도가 2.5~0.15mm 구간에서 연속적으로 분포 할 때 모래의 충전성이 높아져서 몰탈 유동성, 강도가 증가된다
- 2) 특히 모래 입도 중 2.5~1.2 mm, 0.3~0.15 mm 크기의 함량이 크게 영향을 미치고 있어 이들 입자가 적정수준 분포하여 있는 것이 필요하다.
- 3) 모래의 FM 이 높아짐에 따라 보수성이 증가하고 건조수축은 감소된다. 시멘트 배합량의 증가는 보수성, 강도는 높아지지만 건조수축이 크게 증가된다.
- 4) 포졸란 활성이 있는 실리카 알루미나질 미분말의 첨가에 따라 경화체의 수밀성을 증진시켜 투수에 대한 저항성이 증가되나 건조수축은 높아지게 된다.
- 5) 지방산 금속염인 징크 스테아레이트는 투수성 보다는 흡수에 대한 저항성을 크게 향상시키나 강도저하, 건조수축의 증가 현상을 나타낸다.
- 6) 지방산 금속염과 실리카 알루미나질 분말의 동시 사용에 따라 흡수, 투수 성능에서 상호 보완적인 작용을 함으로써 흡수, 투수 저항성이 크게 향상된다.
- 7) 몰탈의 방수성능은 사용 모래의 입도 조정을 통한 시멘트 배합량의 감소, 수밀성 증진을 위한 활성의 충전재 첨가, 발수제 등의 적절한 조합을 통해 크게 개선이 가능하다고 판단된다.

に およぼす 微粉の 影響, セ技年報, No.39, p 197~200 (1985)

## 참 고 문 헌

1. 候英太郎, 新しいセメントとセメント技術, 誠文堂(1970)
2. 추영수, 건축공사 표준 시방서. 해설, 건설도서 (1986)
3. 柳場重正, 齋粒, 細砂をもちいたモルタルの諸性質について, セ技年報, No.25, p.105~111 (1990)
4. 内田清顔, 乾燥收縮に およぼす 粒度分布の 影響, セ技年報, No.44, p.60~63 (1990)
5. 松下搏通, コンクリートの流動化 効果