

미장용 Mortar에 있어서 증점제가 미치는 물리적 특성 연구

김경덕* · 성길모 · 정민철 · 이재환
(한일시멘트(주) 중앙연구소)

1. 서 론

건축자재의 발달과 더불어 시멘트 2차제품도 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 품종 다양화, 고기능성의 제품을 개발해가고 있다. 이러한 것들을 제조하기 위해서는 유기 혼화제의 사용이 필수화 되어 있는 추세이다. 따라서 이 유기 혼화제들을 제품 특성에 알맞는 성능을 가진 혼화제를 적정량 사용해야 좋은 특성을 부여할 수 있다. 만약 잘못 사용시 전혀 다른 물성과 제품 하자의 주 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 미장용 mortar (1 : 3 mortar) 에 증점제를 사용해 부착특성을 향상시키는데 증점제의 첨가량을 증가했을 때 나타나는 제반 물리적특성 (flow, 단위수량, 공기량, 단위용적중량, 압축강도, 부착강도, 응결시간, 보수성, 동결융해 저항성)을 연구, 향후 시멘트 2차제품에 증점제 사용시, 기초자료로 활용하고자 본 연구를 하였다.

2. 실험

1) 사용재료

- ① 시멘트 : 1종 보통포틀랜드시멘트
- ② 모래 : 금강사 (2.5mm 이하)
- ③ 충전제 : 정제 fly ash
- ④ 증점제 : methyl hydroxy ethyl cellulose (이하 MC라 칭함)
점도 2,500~5,000cP (2% sol.)
- ⑤ 공기 연행제 (이하 AE제라 칭함) : olefin sulfonate, natriumsalt

2) 적용시험 항목 및 방법

시험항목 및 관련 규격

〈표 1〉

시험항목	시험규격	비 고
단위수량	KS L 5220	
Flow	"	
공기량	KS L 3136	1ℓ 공기량 시험용기 이용
단위용적중량	"	
굳지않은 상태의 점도	-	Brookfield 점도계 이용
보수성	KS L 5219	
응결시간	KS F 2436	
압축강도	KS L 5220	
부착강도	KS L 1593 JIS A 6909	건연식 시험방법
길이변화	KS F 2424	
동결융해저항성	KS F 2456	

3) 시험 배합비

〈표 2〉의 배합을 근간으로 증점제 사용량을 증가해 가면서 나타나는 제반 물리적특성을 확인하였으며, 이때 각 시험항목별 flow = 100 ± 5%를 기준으로 시험하였다.

일반 미장용 Mortar (1 : 3 Mortar) 배합비

〈표 2〉

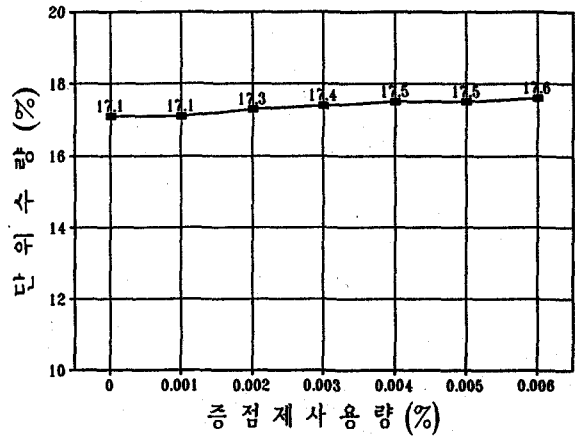
Cement	Sand	Filler	AE 제
23	73	4	0.001

3. 실험결과

1) 단위수량

본 시험은 증점제 첨가량을 증가해 가면서 flow = 100±5%를 기준으로 단위수량 변화를 확인·시험하였다.

<그림 1>에서 보는 바와 같이 증점제 사용량을 미량씩 증가시킨 관계로 단위수량의 변화가 작았지만 사용량이 많을 경우 단위수량이 급격하게 증가될 수 있다. 따라서 과량의 증점제 사용시 예비시험을 거친 후 사용해야 할 것이다.

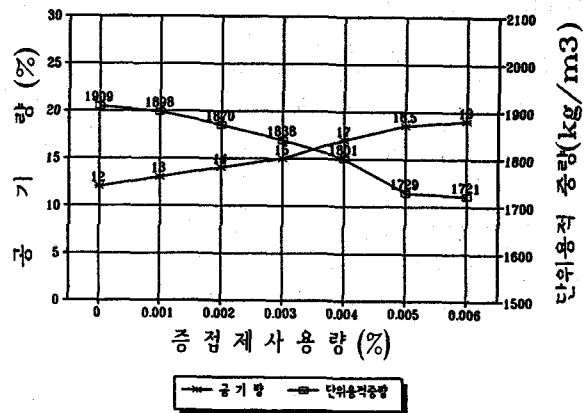


<그림 1> 증점제 사용량에 따른 단위수량 변화특성 (Flow=Constant)

2) 공기량과 단위용적중량

일반적으로 공기량이 증가하면 단위용적중량이 감소하게 된다. 본 시험에서는 증점제가 증가할 수록 공기량의 변화특성과 그에 따른 단위용적중량 변화를 확인하였다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이 1:3 mortar의 공기량은 10±2% 정도이며, 본 시험에서 나타난 결과는 증점제 사용량이 증가될수록 연행 공기포가 아닌 갇힌 공기포가 혼합과정중 발생, 공기량이 증가되었고 따라서 단위용적중량도 감소되었다. 이는 크기가 불균일한 공기포이며 이로 인해서 압축강도 및 부착강도 등 제반 물리적특성에 저해한 영향을 미칠 수 있다.



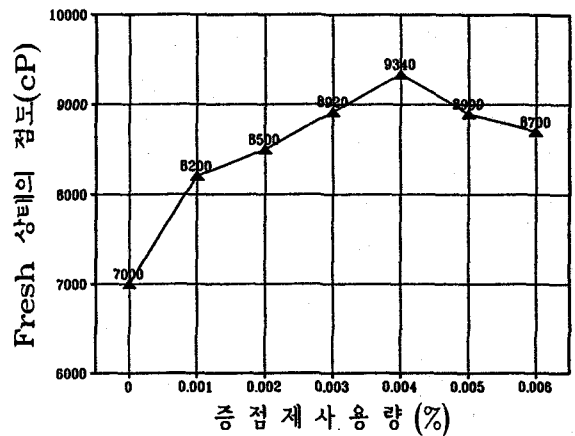
<그림 2> 증점제 사용량에 따른 공기량과 단위용적중량과의 관계 (Flow=Constant)

3) 굳지않은 상태의 점도

굳지않은 상태의 mortar 점도는 작업성과 직접적인 상관관계가 있으며 또한 접착강도 특성에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 시험에서는 증점제 사용에 따른 점도변화를 확인하여 증점제 사용시 기초자료로 활용하고자 하였다.

<그림 3>에서 보는 바와 같이 증점제 사용시 mortar의 점도가 증가하는 경향이나 증점제 사용량 0.005% 이상에서는 갇힌 공기포의 증가로 인해 볼베어링 현상을 유발, mortar의 점도가 오히려 떨어지는 결과를 나타냈다.

따라서 mortar의 점도를 높게 하기 위해서는 소포제 사용을 곁해야 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

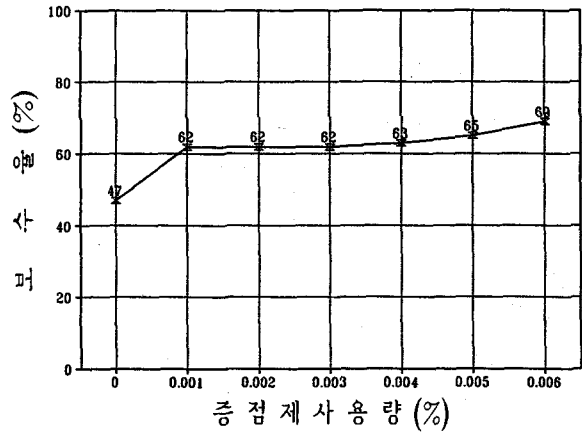


<그림 3> 증점제 사용량에 따른 굳지않은 상태의 Mortar 점도 (Flow=Constant)

4) 보수성

시멘트 2차제품 제조시 발생하는 블리딩수는 모세관 공극의 삼투압 현상으로 인해 발생되며 이를 억제시킬 경우 보수성이 증가되어 경화후 시멘트 2차제품의 강도발현 증가 및 건조수축에 의한 crack을 감소시킬 수 있다. 따라서 본 시험에서는 증점제 사용량 증가에 따른 보수성 변화를 확인하였다.

〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 증점제 사용량이 증가될수록 보수성이 증가하는 경향이다. 따라서 mortar의 사용 용도에 따른 물리적특성이 다르므로 이에 따른 보수성을 고려하여 증점제의 적정 사용량을 선정해야 할 것이다.

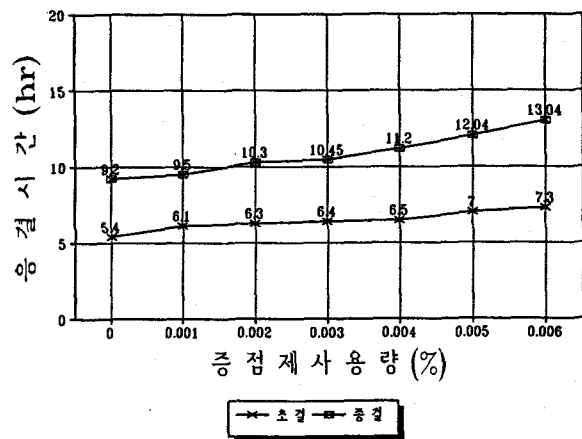


〈그림 4〉 증점제 사용량에 따른 보수성 경향 (Flow=Constant)

5) 응결시간

증점제를 과량 사용시 시멘트 응결지연이 발생하는 현상은 일반적으로 알려진 사실이다. 본 시험에서는 1:3 mortar에서 증점제가 미치는 응결특성에 대해 확인하고자 시험을 하였다.

〈그림 5〉에서 보는 바와 같이 증점제 사용량이 증가될수록 응결지연 현상이 나타났으며 증점제를 사용하지 않을 경우에 비해 0.006% 사용했을 경우 초결에서 2시간, 종결에서 약 3시간 이상의 응결지연이 나타났다. 따라서 증점제의 과량 사용시 초기강도 저하 및 과도한 응결지연 현상이 발생할 수 있다.

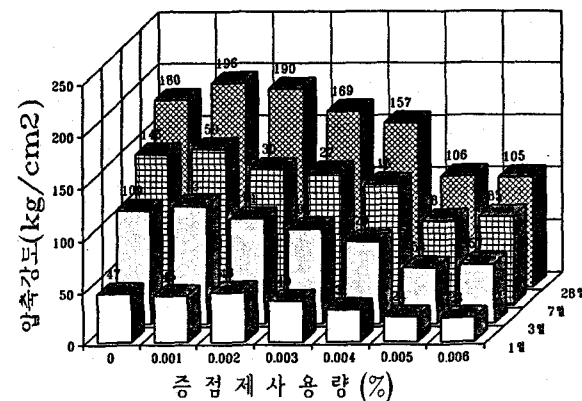


〈그림 5〉 증점제 사용량에 따른 응결시간에 미치는 영향 (Flow=Constant)

6) 압축강도

본 시험에서는 압축강도 발현시 증점제가 미치는 영향을 확인하고자 시험하였다.

〈그림 6〉에서 보는 바와 같이 증점제를 사용하지 않은 경우보다 증점제 사용량 0.002%까지는 초기 및 장기 강도발현 경향이 유사하였으며 0.003% 이상에서는 증점제가 갖고 있는 특성으로 인해 강도가 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 초기 응결지연 현상 및 갇힌 공기포의 증가로 인해 발생한 것으로 판단된다.



〈그림 6〉 증점제 사용량에 따른 압축강도발현 경향 (Flow=Constant)

7) 부착강도

시멘트 2차제품에 있어서 일반적으로 부착강도

를 향상시키기 위해서 증점제를 사용하고 있으나 사용량이 적정치 못할 경우 오히려 부착강도가 떨어질 수 있다. 따라서 본 시험에서는 증점제 사용량 증가에 따른 부착강도 발현특성을 확인하고자 하였다.

〈그림 7〉에서 보는 바와 같이 증점제 사용량 0.003%까지는 부착강도가 증가하는 경향이나 0.004% 이상에서는 감소하는 것으로 나타났는데 이는 증점제 사용량 증가로 인해 강도발현 저하 및 갖힌 공기포의 증가 등이 그 원인으로 생각된다. 따라서 부착강도를 향상시키기 위해서는 초기강도를 발현시킬 수 있는 경화촉진제 및 소포제의 사용을 겸해야 할 것이다.

8) 길이변화

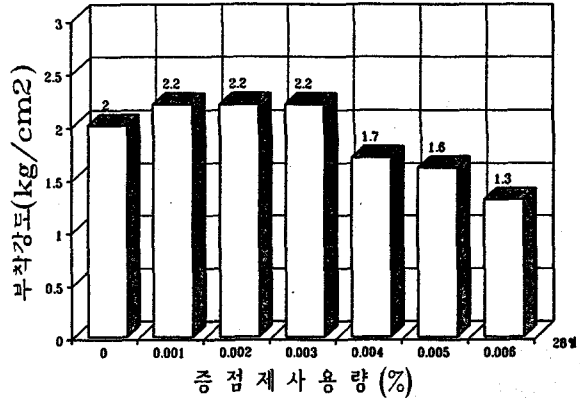
시멘트 2차제품의 가장 큰 단점이자 특성상 필연적 현상인 경화후 건조수축에 의한 crack 발생이며 이 건조수축을 감소시킬 수 있는 유기 및 무기재료가 많이 개발되었다. 따라서 본 시험에서는 증점제 사용증가로 인해 건조수축에 의한 길이변화를 확인하여 향후 증점제 사용 및 제품 개발시 참고자료로 활용하고자 하였다.

〈그림 8〉에서 보는 바와 같이 증점제 사용량이 증가할수록 건조수축에 의한 길이변화율이 커지는 것으로 나타났다. 이는 flow를 기준으로 시험하였기 때문에 시편제작시 증점제 사용량이 증가될수록 약간의 단위수량이 증가되었고 또한 갖힌 공기포의 증가로 인해 나타난 것으로 생각된다.

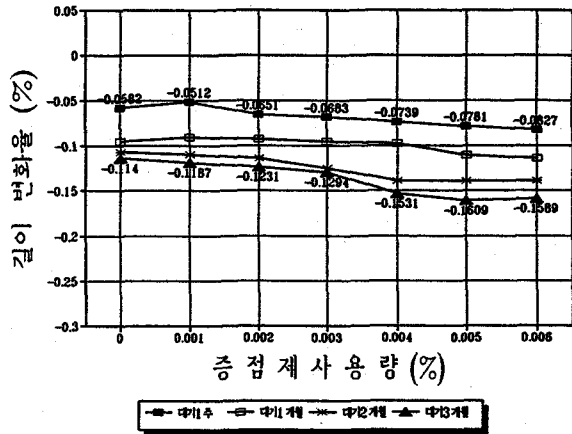
9) 동결융해 저항성

시멘트 2차제품중 동결융해 저항성 시험은 주로 콘크리트에 많이 적용되어 왔고 3~6%의 공기량 함유시 동결융해에 대한 내구성이 향상되는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 시험에서는 증점제 사용량 증가로 인해 동결융해 저항성을 확인하고자 하였다.

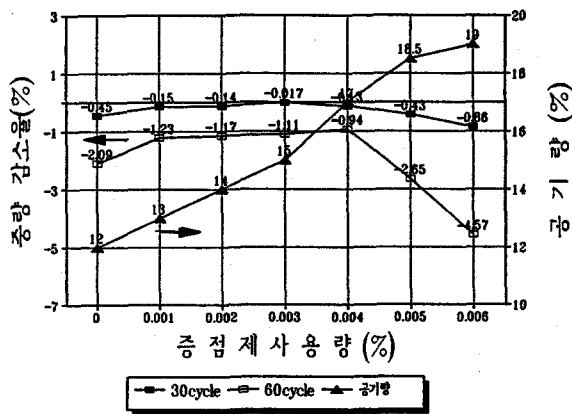
〈그림 9〉에서 보는 바와 같이 증점제 사용량 증가에 따른 동결융해시 중량감소가 향상하는 경향으로 나타났지만 이는 증점제로 인해 나타난 현상이기 보다는 공기량 증가로 인해 향상되는 것으로 생각되고, 증점제 사용량 0.005% 이상에



〈그림 7〉 증점제 사용량에 따른 부착강도발현 경향 (Flow=Constant)



〈그림 8〉 증점제 사용량에 따른 길이변화 경향 (Flow=Constant)



〈그림 9〉 증점제 사용량에 따른 동결융해 저항성 경향 (Flow=Constant)

서 갖힌 공기포가 많아 동결융해시 강도저하에 의한 증량감소가 증가하는 것으로 생각된다.

4. 결 론

일반 미장용 mortar (1 : 3 mortar) 에 증점제 사용량을 증가해 가면서 나타나는 제반 물리적 특성 시험결과는 다음과 같다.

- 1) 단위수량 : 증점제 사용량 증가에 따라 약간의 단위수량이 증가되나 증점제의 점도 및 사용량에 따라서 단위수량 변화는 크게 나타날 수 있으므로 증점제의 점도에 따른 적정 사용량 선정이 필요할 것으로 생각된다.
- 2) 공기량과 단위용적중량 : 증점제 사용량 증가로 인해 혼합과정중 발생하는 갖힌 공기포가 증가하는 것으로 나타났고 그에 따른 단위용적중량이 감소하는 경향으로 나타났다. 따라서 제품 특성에 맞게 증점제의 사용이 필요하다.
- 3) 굳지않은 상태의 점도 : 증점제 사용량 증가시 점도가 증가하지만 갖힌 공기포의 증가가 블레어링역활을 해 사용량 0.005% 이상에서는 오히려 감소하는 것으로 나타났다.
- 4) 보수성 : 증점제 사용량 0.001~0.004%까지는 서로 유사한 보수율로 나타났으며 증점제의 점도가 높거나 사용량이 많은 경우 보수율은 크게 증가할 것으로 생각된다.
- 5) 응결시간 : 증점제를 사용하지 않은 것보다 0.006% 사용했을 때의 응결은 초결에서 2시간, 종결에서 약 3시간 정도로 응결지연현상이 나타났다. 따라서 지나친 증점제의 사용은 응결지연현상이 심하여 제품 하자의 원인이 되므로 특별히 주의해야 한다.
- 6) 압축강도 : 증점제 사용량 0.004% 이상에서 응

결지연 및 갖힌 공기포의 증가로 압축강도가 떨어지는 것으로 나타났다.

- 7) 부착강도 : 부착강도 역시 압축강도와 같은 경향으로 나타났으며 부착강도를 증진시키기 위해서는 경화촉진제 및 소포제의 사용이 바람직할 것으로 생각된다.
- 8) 길이변화 : 증점제 사용량이 많을 경우 길이변화율이 큰 것으로 나타났으며 이를 보완하기 위해서는 갖힌 공기포를 줄이고 또한 수축저감제 및 팽창제의 사용을 겸해야 할 것으로 생각된다.
- 9) 동결융해 저항성 : 증점제를 사용하지 않았을 경우보다 증점제 사용량 0.001~0.004%까지는 동결융해 저항성이 향상되었다. 이는 증점제로 인해 동결융해 저항성이 향상된 것이 아니고 갖힌 공기포의 증가로 인해 향상된 것으로 증점제 사용량이 과량일 경우 갖힌 공기포 증가 및 압축강도 저하 등으로 인해 동결융해 저항성이 떨어지는 것으로 나타났다.

이상의 시험결과를 기초로 향후 증점제 사용시 각 제품특성 및 품질수준을 고려, 증점제의 특성을 충분히 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

<참 고 문 헌>

1. 笠井芳夫, 小林正凡 : セメント コンクリート用 混和材料, 技術書院(1986)
2. 山口ほか : 水中コンクリートの 開発と その適用, 橋深; vol. 21, No. 2(1985)
3. 佐藤幸三ほか, “水中 不分離性 콘크리트의 混和劑による 影響”, 土木學會 第45回年次 學術講演會, 1990. 9
4. “콘크리트 혼화재료” 한국콘크리트학회(1997)