

시멘트 수화물-유기산의 결합특성과 그 Compound의 발수성

노재성·조헌영·홍성수·최정봉*

충남대학교 공과대학 정밀공업화학과

*동의대학교 공과대학 화학공학과

(1992년 6월 11일 접수, 1992년 8월 31일 채택)

Water-repellency and Bonding Characteristics of the Cement Hydrate-Organic Acid Compound

Jae-Seong Rho, Heon-Young Cho, Seong-Soo Hong, and Jeong-Bong Choi*

Dept. of Fine Chem. Eng., Chungnam National University

*Dept. of Chem. Eng., Donggeui University

(Received June 11, 1992, Accepted August 31, 1992)

요 약 : 시멘트 수화물(CH)을 모르타르·콘크리트용 방수제 또는 고무·플라스틱용 충전제로 활용하기 위하여 스테아린산(SA)으로 처리하고 FT-IR, TGA, SEM, XRD, 접촉각측정기 등을 이용하여 CH-SA compound의 결합특성과 발수성을 측정하고, CH-SA compound를 레미탈에 사용하여 레미탈의 방수성을 알아 본 결과는 다음과 같이 요약된다. 1) 시멘트 수화물에 스테아린산을 2.0%이상만 처리하면 물에 대한 접촉각이 120° 이상으로 증가되면서 강한 발수성을 나타낸다. 2) 시멘트 수화물에 처리된 스테아린산은 스테아린산염 형태로 시멘트 수화물 표면에 고정된다. 3) 시멘트 수화물에 스테아린산을 5~10%처리한 CH-SA compound를 레미탈 중량의 3~6%정도 사용하면 레미탈의 압축강도는 5%정도 증가되며, 흡수비와 투수비는 각각 25%이하로 격감되어서 우수한 방수성을 나타낸다.

Abstract: For recycling cement hydrate(CH) as waterproofers for mortar and concrete or a filler for rubber & plastics, the cement hydrates were treated with stearic acid(SA). And the bonding characteristics and the water repellency of the CH-SA compounds were investigated by using FT-IR, TGA, SEM, XRD, and contact angle measuring apparatus. Water tightness of the remitar used CH-SA compounds was also tested. The results are summarized as follows : 1) If the cement hydrates are treated with over 2.0% of stearic acid, the CH-SA compounds show very strong water repellency. 2) The stearic acids are solidified on the surfaces of cement hydrate in calcium stearate and aluminium stearate. 3) If CH-SA compounds which is cement hydrate treated with 5~10% of stearic acid are used 3%~6% in remitar, water absorption ratio and water permeability ratio of the remitar are decreased in below 30% of those of the ordinary remitar.

1. 서 론

시멘트 수화물은 레미콘이나 콘크리트 2차제품공장 등에서 산업폐기물로 대량 발생되고 있다[1]. 이

와 같이 발생된 시멘트 수화물은 미분말이므로 시멘트 및 경량골재의 원료로 사용하거나 콘크리트용 충전제로 이용하기 위한 연구가 이미 선진국에서 진행된 바 있다[2-8].

또한, 본 연구팀은 1991년부터 시멘트 수화물을 경량기포콘크리트(ALC)의 원료로 활용하는 연구를 하고 있으며, 최근에는 시멘트 수화물에 스테아린산 등과 같은 유기산을 처리한 시멘트 혼합용 방수제를 개발하여 그 방수성능을 시험한 결과 아주 우수한 결과를 얻은 바 있다[9].

따라서 시멘트 수화물에 스테아린산 등과 같은 유기산을 적당량 처리하면 수화물을 콘크리트용 방수제로는 물론 고무·플라스틱 충전제로써 활용할 수 있는 가능성이 많으므로, 본 연구의 전반부에서는 유기산 처리량에 따른 시멘트 수화물의 발수성과 시멘트 수화물-유기산의 결합상태 등을 연구하였으며, 후반부에서는 시멘트 수화물에 유기산을 처리하여 제조한 CH-SA 방수제를 레미탈에 사용하여 레미탈의 방수성능을 알아 보았다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재 료

2.1.1. 시멘트 수화물(Cement Hydrate : CH)

일정량의 시멘트를 비이커에 취하여 약 500% 정도의 물을 가하고 10일간 충분히 교반해서 시멘트의 수화반응을 완전히 시킨 다음, 여과 및 건조를 하고 2차 응집체들은 crusher로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

Table 1과 2에서 볼 수 있는 바와 같이 시멘트 수화물의 입도는 모르타르용 표준사보다 작지만 시멘트 입자보다는 큰 것으로 나타났으며, 화학성분은 시멘트의 성분과 큰 차이가 없으나 시멘트 수화물에 부착되어 있는 흡착수 때문에 가열감량이 22.90% 정도 되었다.

Table 1. Particle Size Distribution of Cement Hydrate

Sieve size	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.074mm	0.044mm
Passing(%)	100	96	75	30	1.2

Table 2. Chemical Components of Cement Hydrate

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	R ₂ O	L.O.I.	Total
41.10	24.20	5.20	2.50	1.50	1.10	1.40	22.90	99.0

2.1.2. 스테아린산(Stearic Acid : SA) 및 NaOH

덕산화학제품의 1급시약을 사용하였다.

2.1.3. 시멘트 수화물-유기산 compound(CH-SA)의 제조

SA를 약 70°C 정도로 가열하고 NaOH를 사용하여 약 30% 정도 검화시켜서 일정량의 물에 유화시킨 다음, 부분검화된 SA염 0.1%~15%으로 CH를 처리하여 CH-SA compound를 제조하였으며, 그 제조공 정도는 Fig. 1과 같다.

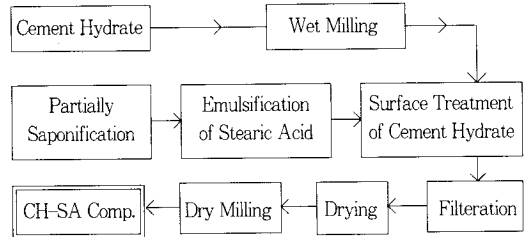


Fig. 1. Manufacturing process of cement hydrate-organic acid compounds.

2.1.4. 레미탈

국내 H사에서 미장용 레미탈(1종 보통 포틀랜드 시멘트+모래+혼화제 혼합물)로 시판하고 있는 제품을 시료로 사용하였다.

2.2. 시멘트 수화물-유기산 compound에 대한 기기 분석

스테아린산 처리량 증가에 따른 수화물 표면에 고착되어 있는 유기산 양을 알아보기 위하여 열중량분석(TGA)을 하였으며, 수화물과 유기산의 결합상태 및 결정 생성물을 알아보기 위하여 FT-IR, SEM, XRD 등을 사용하여 분석·관찰하였다. 또한 CH-SA compound의 발수성을 알아보기 위해서 시료분말을 양면 테이프에 부착시켜서 물에 대한 접촉각을 측정하였다.

2.3. CH-SA 방수제를 사용한 레미탈의 방수시험

시멘트 수화물에 스테아린산을 5% 처리한 CH-S5 방수제와 스테아린산을 10% 처리한 CH-S10 방수제를 각각 레미탈 중량의 3%, 6%, 9%씩 레미탈에 첨가하고 모르타의 흐름도가 95~100% 되도록 레미탈을 배합하여, KS F 2451과 2452에 준하여 레미탈의 물/고형물비, 재령 28일의 압축강도, 흡수비, 투수비 등을 측정하였다.

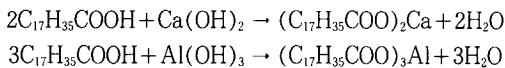
3. 결과 및 고찰

3. 1. 유기산으로 처리된 시멘트 수화물의 특성

3. 1. 1. 유기산 처리량에 따른 시멘트 수화물의 물에 대한 접촉각 변화

친수성이 강한 시멘트 수화물에 발수성을 나타내는 스테아린산 처리량을 증가시키면서 시멘트 수화물 분말의 물에 대한 접촉각을 측정해 본 결과, 스테아린산을 수화물 무게의 0.2%이하로 처리하면 수화물의 물에 대한 접촉각이 거의 변하지 않으나, 스테아린산을 수화물 무게의 1.5%정도만 처리해도 물에 대한 접촉각은 70°정도로 크게 증가되며, 지방산을 2.0% 이상 처리하면 수화물의 물에 대한 접촉각이 125°이상으로 됨을 Fig. 2에서 볼 수 있다. 그러나 시멘트 수화물에 스테아린산이 2.0% 이상 처리되어도 수화물의 물에 대한 접촉각은 현저하게 증가되지 않는 것을 알 수 있다.

기 발표된 연구결과[10-14]에 의하면, 지방산 혹은 지방산염 계통의 방수제는 시멘트의 용출성분들과 다음 화학반응식에서와 같이 반응하여 모르타르 혹은 콘크리트 조직내에 발수성 물질을 형성함으로써 방수 성능을 발휘하는 것으로 알려졌다.



따라서 시멘트 수화물에 스테아린산을 처리함에 따라 물에 대한 접촉각이 크게 증가되는 이유는, 용액

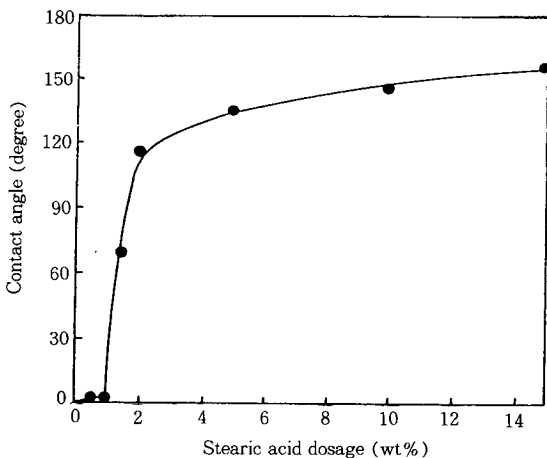


Fig. 2. Water contact angles against the cement hydrate treated with stearic acid.

상에 유화되어 있던 스테아린산 및 스테아린산 나트륨이 시멘트 수화물로부터 용출되어 나온 용액상의 Ca⁺⁺ 또는 수화물 표면에 노출되어 있는 칼슘 혹은 알루미늄 이온들과 반응하여 시멘트 수화물 입자표면에 불용성이며 발수성을 나타내는 스테아린산염을 형성하기 때문으로 생각된다.

3. 1. 2. FT-IR에 의한 시멘트 수화물-스테아린산 화합물의 결합구조 분석

스테아린산과 시멘트 수화물 및 스테아린산으로 처리된 시멘트 수화물의 FT-IR 스펙트럼 분석결과는 Fig. 3과 같이 나타났다.

스테아린산의 FT-IR 스펙트럼에서는 파장이 1298cm⁻¹ 부근에서 나타나는 carboxyl group($\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-$)의 특성피크와 파장이 1700cm⁻¹ 부근에서 나타나는 carbonyl group($\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-$)의 특성피크가 강하게 나타나는 반면[15], 시멘트 수화물의 FT-IR의 스펙트럼에서는 SiO₂의 특성피크가 875cm⁻¹과 975cm⁻¹ 파장에서 나타나며 시멘트계 무기물의 특성피크가 1429cm⁻¹ 파장에서 나타나고, -OH의 특성피크가 3446cm⁻¹에서 강하게 나타나는 것을 볼 수 있다[16].

그러나 시멘트 수화물에 스테아린산 5.0%와 10.0%로 각각 처리한 시멘트 수화물-스테아린산 화합물에서는 carboxyl group 및 carbonyl group의 특성피크는 나타나지 않고 스테아린산염의 특성피크가 1460cm⁻¹, 1560cm⁻¹, 2900cm⁻¹ 파장 부근에서 나타나는 것으로 보아, 시멘트 수화물에 첨가된 스테아린산은 칼슘, 마그네슘 혹은 알루미늄 이온들과 반응하여 스테아린산염 형태로 변형되어서 수화물 입자들 표면에 고착됨을 알 수 있다.

또한 시멘트 수화물에 스테아린산 5.0%를 처리한 CH-S5 시료의 FT-IR 스펙트럼에서 보다 스테아린산을 10.0% 처리한 CH-S10 시료의 FT-IR 스펙트럼에서는 스테아린산염 특성피크가 약간씩 강하게 나타나고 C-H의 구조차이 및 carbonyl group의 특성피크[15]를 나타내는 1470 cm⁻¹에서 1700 cm⁻¹ 파장 부근에서 간섭현상이 나타나는 것을 보면, 시멘트 수화물로부터 용출되거나 수화물 표면에 노출되어 있는 이온들과 반응을 하고 남은 파이의 스테아린산은 수화물 입자 표면에 그대로 고정되는 것으로 사료된다.

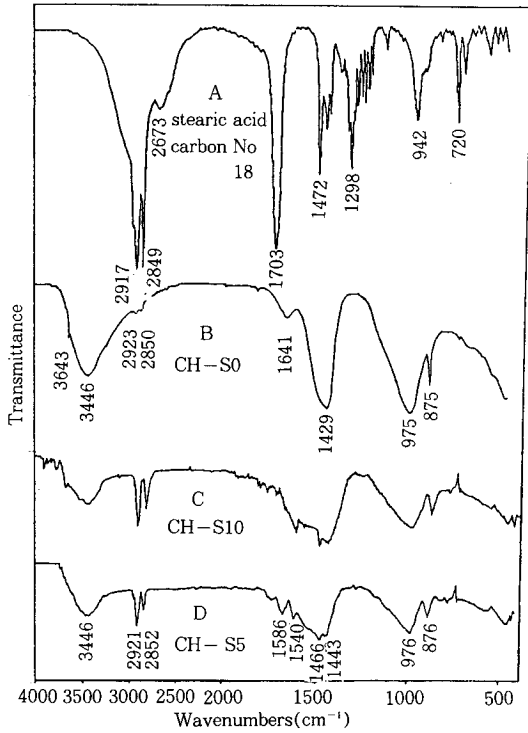


Fig. 3. FT-IR spectra of the cement hydrate treated with stearic acid.

3. 1. 3. 시멘트 수화물-스테아린산 화합물의 열중량 분석(TGA)

스테아린산과 스테아린산 칼슘을 공기 분위기 하에서 1000°C까지 가열하면서 열중량분석을 한 결과는 Fig. 4와 같으며, 스테아린산 처리량을 증가시키면서 시멘트 수화물 입자에 고정된 유기산 혹은 그 염들의 양을 간접적으로 알아보기 위하여 공기분위기 하에서 열중량분석을 한 결과는 Fig. 5와 같이 나타났다.

Fig. 4로부터 스테아린산은 공기분위기 하에서 156~278°C 약 88.24%정도가 분해되며, 278~504°C에서 약 9.86%정도가 분해되는 것을 알 수 있으며, 스테아린산 칼슘은 스테아린산과는 달리 157°C이하에서 약 2.46%, 157~345°C에서 약 12.74%, 345~469°C에서 69.52%, 469~681°C에서 7.29% 정도의 중량감소가 일어나는 것을 볼 수 있다.

그리고 Fig. 5에서 완전히 수화된 시멘트 수화물을 공기분위기에서 열중량분석하면 100°C 이하에서 공극수가 증발되며, 180~600°C에서는 주로 시멘트 수화물의 겔수가 탈수되며, 600~780°C에서는 Ca

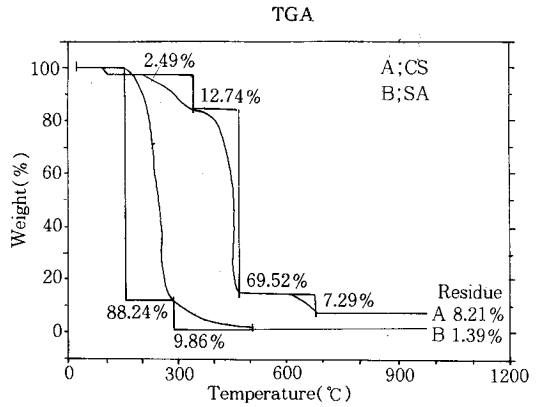


Fig. 4. Results of TGA of calcium stearate and stearic acid.

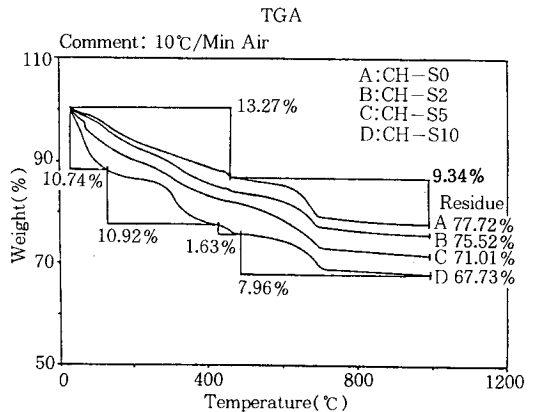
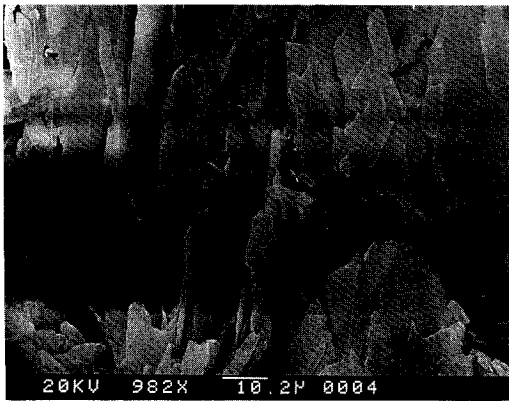


Fig. 5. Results of TGA of the cement hydrate treated with stearic acid.

(OH)₂의 탈수반응과 CaCO₃의 탈탄산 반응이 일어나서 수화물의 전체적인 중량감소가 23%정도 되는 것을 확인할 수 있다[3, 6, 16].

그러나 시멘트 수화물에 스테아린산 처리량이 0.0% (CH-S0), 2.0% (CH-S2), 5.0% (CH-S5), 10.0% (CH-S10) 증가되면 수화물의 중량감소가 스테아린산 처리량에 거의 비례적으로 증가되며, 스테아린산 처리량이 증가함에 따라서 중량감소가 스테아린산 칼슘 형태와 유사하게 됨을 알 수 있다.

이와같이 스테아린산 처리량에 따라서 시멘트 수화물의 중량감소가 비례적으로 증가되는 TGA 결과로부터 시멘트 수화물을 가공하기 위해서 사용된 스테아린산은 테아린산은 거의 모두 수화물 입자 표면에



(A) Stearic Acid



(B) Calcium-Stearate

Fig. 6. SEM photographs of stearic acid and calcium stearate.

고착되는 것으로 판단되며, 시멘트 수화물에 스테아린산 처리량이 증가함에 따라서 중량감소 형태가 스테아린산 칼슘형태와 유사해지는 것으로부터 시멘트 수화물 표면에 고착된 유기산은 스테아린산 칼슘계통임을 간접적으로 확인할 수 있다.

3. 1. 4. SEM에 의한 시멘트 수화물-스테아린산 화합물의 표면조직 관찰

Fig. 6은 스테아린산 결정과 스테아린산 칼슘의 결정들을 전자현미경으로 관찰한 사진으로, 스테아린산 결정들은 길쭉한 나무잎상으로 결정이 성장하는 반면, 스테아린산칼슘의 결정들은 원형에 가까운 판상의 결정형태로 성장됨을 확인할 수 있다[14, 17].

Fig. 7에서 시멘트 수화물에 스테아린산 처리량이 0.0%(CH-S0), 1.0%(CH-S1), 5.0%(CH-S5), 10.0%(CH-S10)으로 증가함에 따라서 시멘트 수화물 입자 표면에는 길쭉한 나무잎상의 스테아린산 결정과 불규칙한 원형의 스테아린산염 결정들이 점점 더 많이 형성되어 있음을 볼 수 있다.

따라서 시멘트 수화물에 스테아린산이 처리되면 스테아린산은 수화물과 화학반응을 하여 스테아린산염 형태로 고정되기도 하지만, 수화물 성분과 반응하지 못한 유리산들은 스테아린산 형태 그대로 수화물 표면에 고착되는 것으로 판단된다. 시멘트 수화물-스테아린산 화합물에서 스테아린산의 결정이 순수한 스

테아린산의 결정과 같이 잘 성장되지 않은 이유는 수화물-스테아린산 혼합용액에 각종 이온들이 공존하기 때문으로 생각된다.

3. 1. 5. 시멘트 수화물-스테아린산 화합물의 XRD 분석

이미 문헌에서 보고된[2, 13, 18] 바와 같이 시멘트 수화물의 X선회절 패턴에서는 portlandite($\text{Ca}(\text{OH})_2$)의 특성피크가 18° , 34° , 47° , 56° 부근에서 나타나고, calcite(CaCO_3) 결정의 특성피크가 29.5° , 43° 에서 나타나며, quartz(SiO_2)의 특성피크가 27° , 36.7° 에서 나타나고, monosulfate의 특성피크와 석고의 특성피크가 각각 10° , 11° 부근에서 나타나는 것을 Fig. 8에서 확인할 수 있었다.

그러나 시멘트 수화물에 스테아린산을 5% 처리한 CH-S5 시료와 10% 처리한 CH-S10 시료에서 나타난 X선회절 패턴에서는 스테아린산 처리량이 증가함에 따라서 portlandite의 특성피크들이 감소하고, 28° 와 41° 부근에서 나타나는 unknown 결정의 특성피크들이 성장하는 것을 알 수 있다.

여기서 발견된 unknown 결정은 아직 확인규명을 하지 못하였으나 TGA와 SEM 분석결과를 감안해 볼 때 스테아린산염계통의 결정이거나 Ca^{++} 의 함량이 일반 시멘트 수화물과 다른 규산칼슘계통의 결정으로 추정된다.

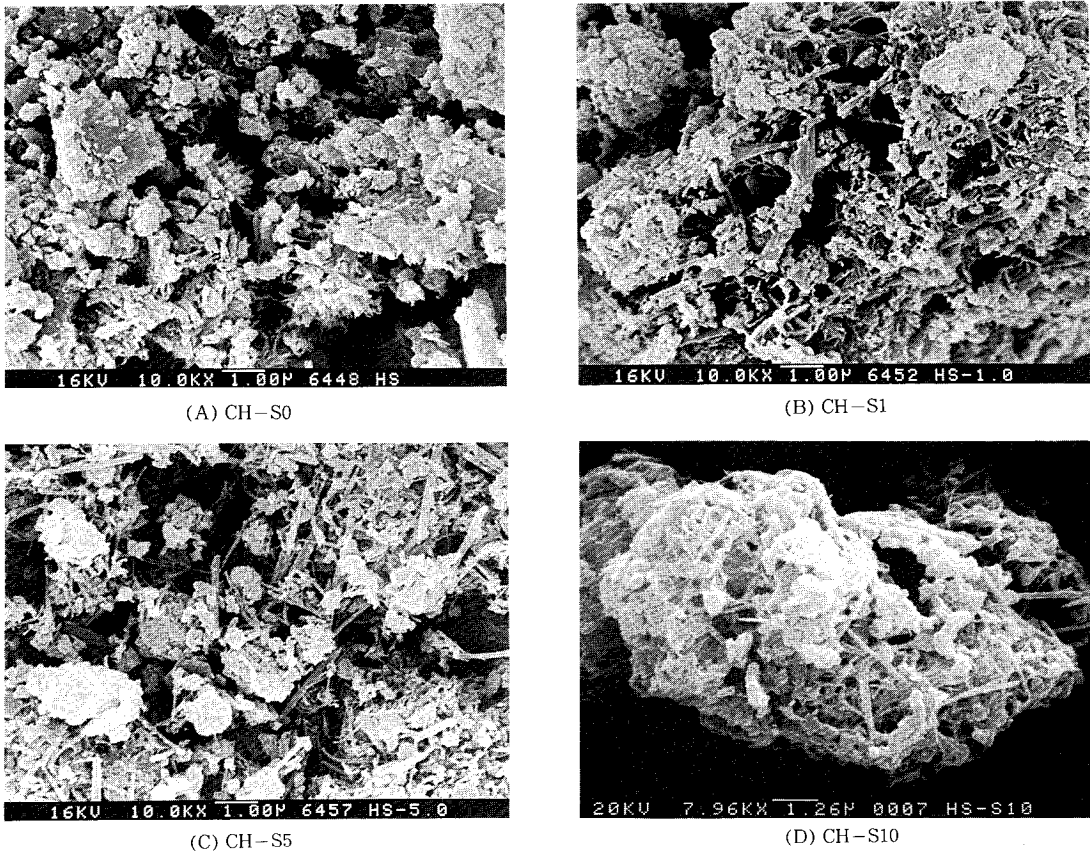


Fig. 7. SEM photographs of the cement hydrate treated with stearic acid.

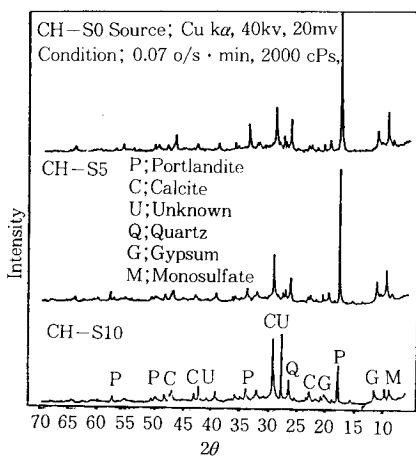


Fig. 8. XRD patterns of the cement hydrate treated with stearic acid.

3. 2. CH-SA방수제를 사용한 레미탈의 방수특성

레미탈이란 최근 독일 등과 같은 선진국에서 모래와 시멘트를 일정 비율로 미리섞고 혼화제를 첨가하여, 각 사용처에 적합하도록 시멘트 모르타르의 물성을 개량한 것이다.

이와같은 레미탈은 첫째로 공장에서 시멘트와 모래 등을 일정하게 혼합하고 각 용도에 따라서 최적의 모르타르 물성을 나타내도록 개량한 것이므로 모르타르의 품질이 우수하며, 둘째로는 사용자들이 단지 적당한 양의 물만 가하고 사용하면 되므로 사용이 간편하고, 셋째로는 일반가정 등에서 시멘트를 소량씩 사용할 때 따르는 문제점들을 해소할 수 있으므로 국내에서도 이미 그 수요가 급속히 확대되고 있다.

따라서 본 실험에서는 모르타르의 방수성이 좋으면 콘크리트 구조물의 내구성을 증가시킬 수 있으며, 백

화현상 등도 현격히 줄일 수 있음을 감안하여, 시멘트 수화물에 스테아린산을 5% 처리한 CH-S5방수제와 수화물에 스테아린산을 10% 처리한 CH-S10방수제를 각각 레미탈 중량의 3%, 6%, 9%씩 미장용 레미탈과 대치하여 사용한 모르타르의 방수성에 관하여 연구하였다.

3.2.1. CH-SA방수제 사용에 따른 레미탈의 작업성 변화

모르타르 배합수를 레미탈 중량의 14.0%가하고, 레미탈을 사용한 모르타르를 배합하였을 때 모르타르의 흐름도는 97% 정도로 나타났다. 따라서 방수제를 레미탈에 사용한 모르타르의 흐름도가 95~100% 정도 되도록 모르타르에 배합한 물량을 물/고형물로 조사한 결과는 Fig. 9와 같이 나타났다.

즉, 시멘트 수화물에 스테아린산을 5% 처리한 CH-S5방수제와 스테아린산을 10% 처리한 CH-S10방수제를 각각 3%씩 레미탈에 사용했을 때는 모르타르의 흐름도를 95~100% 정도로 유지시키기 위한 물/고형물 비율이 일반 레미탈과 거의 같은 것으로 나타났으나, 방수제의 사용량이 6%와 9%로 증가함에 따라서 물/고형물 비는 15.7%, 17.3%로 각각 증가하는 것을 볼 수 있다. 따라서 수화물에 처리한 스테아린산의 양에는 큰 관계없이 방수제 사용량을 증가시키면 레미탈을 사용한 모르타르의 작업성은 감소하는 것을 알 수 있다.

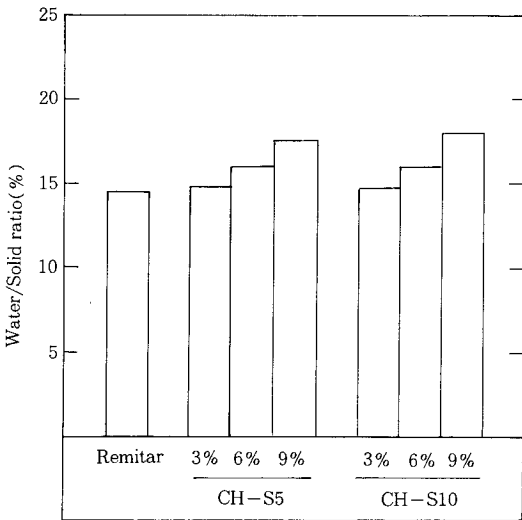


Fig. 9. Water/solid ratios of the CH-SA used remitars.

이와같이 CH-SA방수제를 첨가하면 레미탈의 작업성이 저하되는 이유는, 일반 레미탈에는 메틸셀룰로스 등과 같은 유기혼화제가 첨가되어 있으므로 배합초기에 기포가 많이 연행되고 작업성이 좋지만 시간이 경과하면서 점성이 현저하게 증가되는 반면, CH-SA 방수제를 일정량 이하로 첨가하면 레미탈 중량이 증가하고 시간이 경과함에 따라서 점성이 그다지 증가하지 않는 현상이 나타나는 것으로 보아, 레미탈에 스테아린산으로 처리된 CH-SA방수제가 첨가되면 방수제에 피복되어 있는 스테아린산염과 레미탈에 혼입되어 있는 유기산이 화학적인 반응을 하기 때문에 CH-SA방수제를 사용한 레미탈의 작업성이 감소하는 것으로 사료된다.

3.2.2. CH-SA방수제 사용량 증가에 따른 레미탈의 압축강도 변화

시멘트 수화물에 스테아린산을 5% 처리한 CH-S5방수제를 레미탈 중량의 3%, 6%, 9% 사용하면 레미탈의 28일 압축강도가 일반 레미탈의 강도에 비하여 각각 148%, 105%, 96% 정도로 나타나며, 수화물에 스테아린산을 10% 처리한 CH-S10방수제를 레미탈에 3%, 6%, 9% 사용하면 재령이 28일되는 모르타르의 압축강도는 각각 110%, 85%, 70% 정도로 나타남을 Fig. 10에서 볼 수 있다.

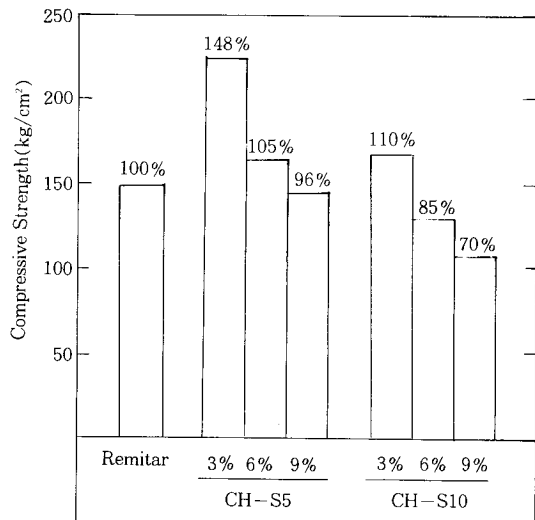


Fig. 10. Compressive strengths of the CH-SA used remitars.

이와같이 CH-SA방수제를 레미탈 중량의 3%정도를 사용하면 레미탈의 압축강도가 증가되지만, 방수제를 6%이상 사용하면 모르타르의 강도가 점점 감소하는 이유는 다음과 같이 사료된다.

첫째로, Fig. 11에서 보는 바와 같이 일반 레미탈에 CH-SA방수제가 3%정도 사용되면 모르타르의 단위용적중량이 일반 레미탈에 비하여 증가되었다가 방수제 사용량이 증가함에 따라서 단위중량이 감소되기 때문이다. 즉, CH-S5방수제를 3%사용한 모르타르의 단위용적중량은 일반 레미탈 중량의 112%정도가 되며, 방수제 사용량이 6%와 9%로 되면 모르타르의 단위용적중량은 각각 109%와 104%로 조금씩 감소되는데, 이와같은 단위중량의 감소는 이미 문헌[19, 20, 21, 22]에서 밝혀진 바와 같이 모르타르 조직 내에 공기량이 증가되는 것으로 볼 수 있으므로 모르타르의 강도가 저하된다.

둘째로, CH-SA방수제 사용량이 증가함에 따라서 일정한 모르타르의 흐름도를 유지시키기 위한 단위물량이 증가하기 때문에 강도가 감소한다.

셋째로, CH-SA방수제 표면에는 유기지방산이 피복되어 있기 때문에, 기 발표된 문헌[13, 14]에서와 같이 결정계면사이에 유기물 층이 존재하게 되므로 스테아린산 처리량과 방수제 사용량이 증가할수록 모르타르의 압축강도가 감소한다.

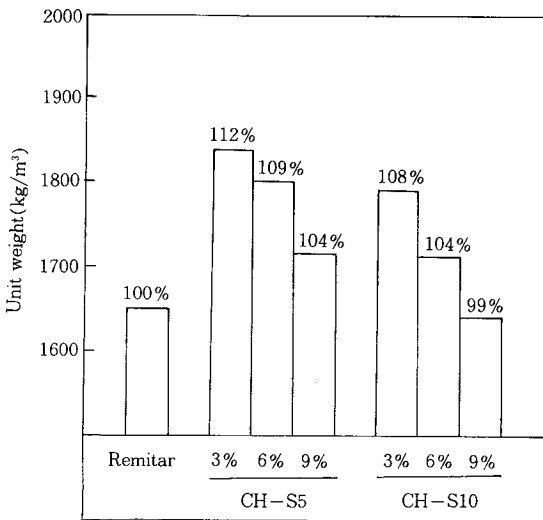


Fig. 11. Unit weights strengths of the CH-SA used remitars.

3. 2. 3. CH-SA방수제 사용량에 따른 레미탈의 흡수비 변화

CH-SA방수제를 레미탈 중량의 3%이상만 사용하면 모르타르의 흡수율이 일반 레미탈에 비하여 35%이하로 격감되는 것을 Fig. 12에서 볼 수 있다.

또한 침수시간이 1시간일 때의 흡수비는 11%이하로 극히 낮게 나타나고, 5시간 침수시에는 모르타르의 흡수비가 18%이하로 나타나며, 시멘트 수화물에 스테아린산 처리량이 증가하면 모르타르의 흡수비가 보다 적게되는 것을 확인할 수 있다.

3. 2. 4. CH-SA방수제 사용량 증가에 따른 모르타르의 투수비 변화

CH-SA방수제를 모르타르용 방수제로 사용할 때의 방수효과를 알아보기 위하여 공시체에 수압을 0.1 kg/cm²가하고 투수시험을 한 결과와 콘크리트용 방수제로 사용할 때의 방수효과를 알아보기 위하여 공시체에 수압을 3.0kg/cm²가하고 투수시험 한 결과는 Fig. 13과 같이 나타났다.

즉, CH-S5방수제와 CH-S10방수제를 각각 레미탈 중량의 3%, 6% 혹은 9%를 사용하고 0.1kg/cm² 수압하에서 모르타르의 투수시험한 결과, 모르타르의 흡수비 시험결과에서와 같이 CH-SA방수제를 사용하면 일반 레미탈의 투수비는 20%이하로 격감된다.

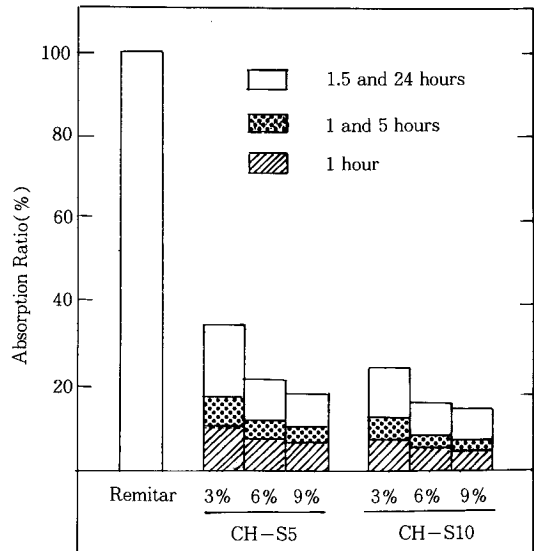


Fig. 12. Water absorption ratios of the CH-SA used remitars.

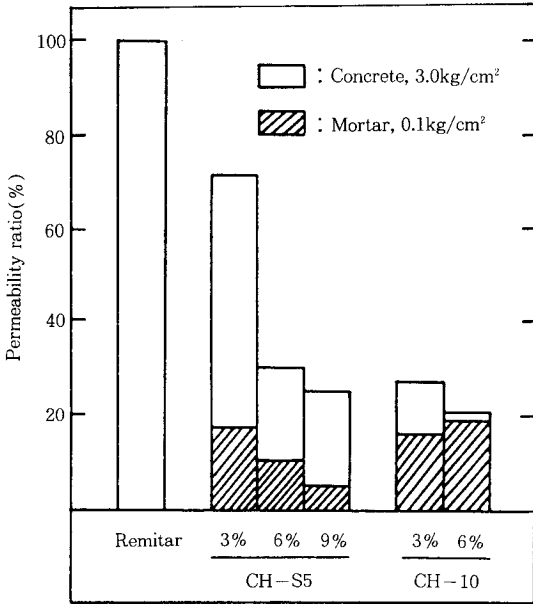


Fig. 13. Water permeability ratios of the CH-SA used remitars.

한편, 3.0kg/cm² 수압하에서 모르타르의 투수시험을 한 결과, CH-S5방수제를 레미탈 중량의 3%만 사용하면 모르타르의 투수비가 72%정도되며 약간의 물도 투수되지만, 수화물에 스테아린산 처리량을 증가시키거나 레미탈에 대한 방수제의 사용량을 6%이상으로 하면 모르타르의 투수비는 30%이하로 격감되며 완전방수가 되는 것으로 나타났다.

이와같이 CH-SA방수제를 레미탈에 사용하면 모르타르의 흡수성 및 투수성이 현저하게 격감되는 이유는 기 문헌[9-13, 23-25]에서 발표된 바와 같이 다음과 같이 설명된다.

첫째로, CH-SA방수제 표면에 피복되어 있는 지방산과 지방산염들은 모르타르 조직내에 존재하는 용출된 시멘트 성분들과 반응하여 모세관 벽이나 공극 표면에 발수성 결정을 석출시키므로 모세관 벽이 발수성을 나타낸다.

둘째로, CH-SA방수제는 소수성을 나타내는 미세한 분말이기 때문에 모르타르 경화시에 발생하는 모세관이나 공극을 방수제 분말이 쉽게 막아주므로 연결된 수로가 차단된다.

4. 결 론

시멘트 수화물(CH)을 모르타르 콘크리트용 방수제 또는 고무·플라스틱용 충전제로 활용하기 위하여 스테아린산(SA)으로 처리하고 FT-IR, TGA, SEM, XRD, 접촉각측정기등을 이용하여 CH-SA compound의 결합특성과 발수성을 측정하고, CH-SA방수제를 레미탈에 사용하여 레미탈의 방수성을 알아본 결과는 다음과 같이 요약된다.

1. 친수성을 나타내는 시멘트 수화물에 소수성인 스테아린산을 2.0%이상만 처리하면 시멘트 수화물-스테아린산 화합물의 물에 대한 접촉각이 120°이상으로 증가되면서 강한 발수성을 나타낸다.

2. 시멘트 수화물에 스테아린산을 처리하면 스테아린산은 시멘트 수화물 입자표면에 부착되어 있거나 입자로부터 용출되어 나온 칼슘, 마그네슘 혹은 알루미늄 이온들과 반응하여 스테아린산염 형태로 시멘트 수화물 표면에 고정된다.

3. CH-SA방수제를 사용한 레미탈의 작업성, 압축강도, 흡수비, 투수비등을 감안해 보면, 수화물에 스테아린산을 5%처리한 CH-S5방수제는 레미탈 중량의 6%정도, CH-S10방수제는 레미탈 중량의 3%정도를 사용하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

4. CH-S5방수제를 6%정도, CH-S10방수제는 레미탈 중량의 3%정도를 레미탈에 대처하여 사용하면 레미탈의 압축강도는 5%정도 증가되며, 흡수비와 투수비는 각각 25%이하로 격감되어서 우수한 방수성을 나타낸다.

참 고 문 헌

1. 盧載星, 洪性秀, 趙憲英, "一般産業廢棄物의 地域連繫에 의한 再活用方案", 忠南大學校 地域開發研究所 地域開發論叢 第3輯(1991).
2. 菊池博男, 仲村力, 石川降司, 콘크리트工場で 排出される水和セメントスラッジの有效利用(第2報), 北海道立工業試驗場報告 No. 279 (1980).
3. 엄태선, 유성원, "레미콘 폐수 슬러지의 재활용 연구", 제 7 회 레미콘 기술 세미나, 한국레미콘공업협회(1991).
4. 三好潔治, 田逃燈生, "水和セメントスラッジを主原料とした人工骨材の製造に關する研究[1]",

- 骨材資源 通卷 No. 59(1983).
5. 嘉門雅史, 友久誠司, 臺內賢一, “各種廢棄物のセメント系固化材による有効利用” *セ技年報* 41(昭62).
 6. 三好潔治, 田逃燈生, “水和セメントスラッジを主原料とした人工骨材の製造に関する研究[1], 骨材資源 通卷 No. 59(1983).
 7. 中井章, 荒忠彦, 佐藤榮一, “廢棄物を原料とした斷熱材の開発(第5報)”, 神奈川縣 工業試驗所研究報告 No. 58(1987).
 8. 遠藤慎治, “『スラッジ』も資源である”, 骨材資源 通卷 No. 84(1990).
 9. 노재성, 윤석천, 조현영, 윤정중, “시멘트 슬러지를 이용한 시멘트 몰탈 및 콘크리트용 防水劑 開發”, 大韓建築學會論文錄, 8卷 通卷 42號(1992).
 10. シーエムシ編輯部: 新・コンクリート用混和材料, 技術と市場, 日本(1988).
 11. 神山行男, “防水劑”, *コンクリート工學* Vol. 26, No. 3(1988).
 12. 小池迪夫, 吳祥根, “コンクリートの水密性と建築防水”, No. 512(1989).
 13. 趙憲英: “아스팔트와 카본블랙으로 處理된 포틀랜드 시멘트의 特性”, 忠南大學校大學院(1990).
 14. 趙憲英, 金喜落, 洪元杓, “Asphalt와 Carbon Black 처리된 고내구성 포틀랜드 시멘트의 수화 특성 및 초기수화에 미치는 영향”, 한국공업화학회 논문집 제 3 권(1992).
 15. 稻葉惠一, 平野二郎, “新版脂肪酸化學”, 辛書房, 日本(1984).
 16. C. J. Fordham and I. J. Smalley, “A SIMPLE THERMOGRAVIMETRIC STUDY OF HYDRATED CEMENT”, *CEMENT and CONCRETE RESEARCH*, Vol. 15, (1985).
 17. 玉充文一외 7人, “理化學辭典”, 第 3 版 增補版, 岩波文化社, 日本(1985).
 18. S. N. Ghosh, “CEMENT TECHNOLOGY”, PERGAMON PRESS, NEW YORK(1983).
 19. 盧載星, 洪性秀, 趙憲英, 李起俊, “국내에서 유통되고 있는 β -NSF계 고성능감수제의 성능 비교”, 콘크리트학회 논문집 제 3 권(1991).
 20. 内川浩, 小川賢治, 宇智田 俊一郎, “スライアッシュセメントのレオロジ特性におよぼす 混和劑の影響”, *セ技年報*(1987).
 21. 候騰誠史, “セメント硬化體と空隙”(その1), *セメント・ユンクリート* No. 462, June(1985).
 22. 候騰誠史, “セメント硬化體と空隙”(その2), *セメント・ユンクリート* No. 464, Oct(1985).
 23. 小池迪夫, 田中亨二 五祥根, “珪酸質塗布防水材料がモルタルの組織に及ぼす温度の影響”, 第 44 回技術大會講演集(1990).
 24. 神本英喜, 若衫三紀夫, “シラン系撥水材で處理したモルタルの諸物性について”, 第 44 回 技術大會講演集(1990).
 25. D. C. Hughes, “Pore structure and permeability of hardened cement paste”, *Magazine of Concrete Research*, Vol. 37, No. 133(1985).