

세라믹스, 알루미나 및 실리콘 카바이드 혼합물이 첨가된 콘크리트 표면보호재의 성능 평가

Evaluation of Ceramics, Alumina and Silicone Carbide Added Concrete Surface Protecting Agent

공진희*

Kong, Jin-Hee

김영근**

Kim, Young-Geun

오상근***

Oh, Sang-Keun

Abstract

The purpose of this study is to enhance durability of concrete structures that uses this surface protecting material by carrying out the performance test of the surface protecting material of concrete, and as a result, we reached out the conclusion as follow.

1. As a result of the test measuring the stability and adhesive power of conductive film against ultraviolet, freezing & thawing, and damage from seawater that deteriorate the surface protecting material, it was turned out to meet the performance criteria specifying in the KS standard enough to gain a good evaluation to use as a surface protecting material.
2. As a result of the test identifying the neutralization-furtherance, it was assessed to be capable of protecting effectively concrete structures from carbonic acid gas by a very low depth of 0.1mm of neutralization.
3. As a result of the test identifying Penetrated Resistance Properties of chloride ion, as it was turned out to have a very low value of 819 Coulombs, it was assessed that even in the environment where the corrosion by chloride such sea environment is very affective, the film can effectively protect the concrete structure.
4. As a result of the test identifying freezing & thawing, as there was no change in reduction of mass after 400 cycle, it was assessed that the film has a good resistance against freezing & thawing.

According to the results of study above, it is expected that this technology can extend its durability of concrete structure and be widely used for concrete structure through means (methods) to prevent the neutralization and damage from seawater as original purposes of the surface protecting material.

키워드 : 표면보호재, 중성화, 염소이온, 부착강도

Keywords : Surface Protecting Agent, Carbonation, Chloride Ion, Adhesive Strength

1. 서론

콘크리트 구조물의 환경적인 노출에 의한 성능저하는 1990년대에 발생한 삼풍백화점 및 성수대교 붕괴사고 이후 국민에게 시설물에 대한 불신과 함께 인명, 재산상의 막대한 손실을 초래했으며 시설물 유지관리에 대한 관심과 대책 마련을 요구하고 있다. 일반적으로 콘크리트 구조물이 오랜 기간동안 공기 중의 탄산가스에 노출될 경우 콘크리트가 중성화 되거나 겨울철에 사용되는 용빙제

또는 해양환경과 같이 염화물의 침투확산 등에 의하여 콘크리트 속에 묻힌 철근이나 강재가 부식을 일으키며 체적의 팽창으로 인한 콘크리트의 균열 및 박리를 일으킬 뿐만 아니라, 심할 경우 구조물의 붕괴에 까지 이르게 된다.

이러한 콘크리트 구조물의 성능저하나 구조적인 피해는 사용자 의 안전에 좋지 않은 영향을 미칠 뿐 아니라 장기간에 걸쳐 사회나 국가 경제에 막대한 손실을 끼치게 된다. 구조물의 건설비용이 막대할 뿐만 아니라 그에 따른 유지 보수 비용과 더불어 구조물의 성능저하로 인한 피해는 국제사회에서 경쟁력의 약화와 신뢰성 상실로 이어지게 된다. 이러한 분위기에서 콘크리트 구조물의 열화(부

* 한국건설재시험연구원 주임연구원, 서울산업대학교 석사과정, 정회원

** 한국건설재시험연구원 방수보수보강센터 센터장, 정회원

*** 서울산업대학교 건축공학과 교수, 정회원

식)방지를 위한 많은 방법들이 연구 또는 검토되고 있으나 이중 열화인자 등에 의한 반응을 원천적으로 차단할 수 있도록 외부환경 인자의 콘크리트구조물의 접촉을 봉쇄하는 표면보호재는 경제적인 측면과 기술적인 측면에서 아주 우수한 방법이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 콘크리트 보호 성능 및 유해물질 용출시험 및 동결융해시험 등에 대하여 실험을 통한 방법으로 콘크리트 표면보호재의 성능평가를 실시하고, 이로부터 표면보호재를 적용한 콘크리트 구조물의 내구성을 향상시키는데 그 목적을 두고 있다.

2. 실험방법

2.1 도막 형성 후의 겉모양

1) 시험 개요

본 시험은 콘크리트의 열화조건인 자외선, 온냉반복, 알칼리 처리, 염수 처리하여 시험편의 외부환경조건에 의해 겉모양에 이상 유무를 확인하기 위한 비교시험이다.

2) 시험체 제작

도막재의 도포는 제품에 표시된 방법으로 하여 형틀에 시료를 기포가 없도록 흘려 넣어 도막을 균일한 두께로 마무리한 후 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 온도, $65 \pm 10\%$ 습도의 양생조건하에서 7일간 양생한 후, 형틀로부터 탈형하여 도막을 뒤집어서 다시 계속적으로 7일 양생한다. 도막 형성 후의 겉모양의 평가는 표준 양생 시험편을 기준으로 한다.

3) 시험방법

- ① 표준양생후 : 표준양생을 시험편으로 한다.
- ② 촉진내후성 시험후 : 선사인 카본 아크(WS형)를 사용하여 250시간 노출시킨다.
- ③ 온냉 반복 시험후 : KS F 4715에 따라 시험체를 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 항온 탱크 속에서 3시간 냉각 시키고 이어서 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 다른 항온 탱크 속에서 3시간 가온한다. 이 24시간을 1사이클로 하는 조작을 10회 반복한 뒤, 시험실에 2시간 놓아둔다.
- ④ 내알칼리성 시험 후 : 시험편을 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 포화 용액 속에

표준 양생 시험편을, 168시간 동안 완전히 침지한 후 시험편을 꺼내어 즉시 물로 표면에 묻어 있는 시험액을 씻어내고 물기를 닦아낸다. 그 후 시험편을 3시간 가만히 놓아 둔다.

- ⑤ 내염수 시험 후 : 염화나트륨(NaCl) 3%수용액을 침지액으로 하여 168시간 동안 완전히 침지한 후 시험편을 꺼내어 즉시 물로 표면에 묻어 있는 시험액을 씻어내고 물기를 닦아낸다. 그 후 시험편을 3시간 가만히 놓아 둔다.

2.2 부착강도 시험

1) 시험 개요

본 시험은 여러 가지 열화 조건을 준 후 콘크리트와의 부착성능을 판단하기위한 시험이다.

2) 시험체 제작

모든 시험체 제작 방법은 도막형성 후의 겉모양과 동일하게 제작, 동일하게 양생한다.

3) 시험방법

도막형성 후의 겉모양 시험체와 동일하게 양생한 후 시험체 도포면에 접착제를 칠한 후 그림 2.11과 같이 상부 인장용의 강철제 지그를 가만히 올려놓고 가볍게 문지르듯이 접착시킨 후, 다시 그 위에 질량 약 1kg의 추를 얹어 주위에 비어져 나온 접착제를 신중히 제거한다. 접착제가 충분히 경화되면 시험체의 지그 주변을 따라 도막재의 밀판에 닿을 때까지 힘을 내고 시험온도에서 1시간 방치한 후 하부 인장용 강철제 지그와 강철제 받침판으로, 시료면에 대하여 연직방향으로 인장력을 가하여 최대인장 하중을 구한다. 부착강도는 다음 식에 의해 산출하고 시험체 3개의 평균값으로 하여 소수점 이한 한자리로 끝맺음 하였다.

2.3 중성화 깊이 측정

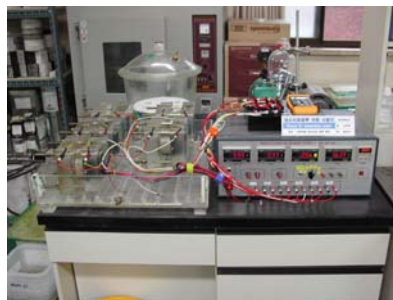
1) 시험개요

본 실험은 콘크리트의 열화방지 및 내구성에 가장 큰 영향을 미치는 탄산가스(CO_2)에 의한 중성화 실험을 통하여 비교제품과의 성능을 평가한다

2) 시험체 제작



촉진내후성 시험



염화물 이온 침투 저항성 시험



동결융해 시험

사진 1. 시험현황

의 결과로 측정되어 통과 전류량이 극히 적음을 나타냄으로 염화물이온 침투 저항성이 우수한 것으로 보인다.

표 4. 통과전류량에 따른 염소이온 투과성(KS F 2711)

통과전하량(Coulombs)	염소이온 투과성
4000이상	높음
2000-4000	보통
1000-2000	낮음
100-1000	매우 낮음
100이하	무시할 만함

표 5. 염화물 이온 침투 저항성 시험 결과

항 목	미도포	도포
염화물 이온 침투 저항성 (Coulombs)	3243	819

3.5 동결융해저항성 시험

표면보호재를 도포하지 않은 콘크리트와 도포한 콘크리트의 비교시험에서 도포하지 않은 콘크리트는 시험 사이클수가 증가하면서 급격한 중량변화를 볼 수 있는 반면, 도포된 콘크리트는 동결융해 400사이클까지도 거의 변동이 없음을 볼 수 있다. 본 시험을 통하여 콘크리트 구조물의 내구성에 큰 영향을 미치는 동결융해에 의한 열화를, 본 발명의 기술에 의하여 저항성을 크게 향상시킬 수 있는 것으로 나타내었다.

표 6. 동결융해저항성 시험결과

항 목	미도포	도포	
동결융해저항성 (질량변화율, %)	0사이클	100	100
	100사이클	99.7	100
	200사이클	99.4	100
	300사이클	97.3	100
	400사이클	85.7	100

4. 결 론

본 연구는 세라믹스, 알루미늄 및 실리콘 카바이드 혼합물이 첨가된 콘크리트 표면보호재의 성능평가를 실시하고, 이로부터 표면보호재를 적용한 콘크리트 구조물의 내구성을 향상시키는데 그 목적을 두고 있으며, 실험결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 표면 보호재의 열화요인인 자외선, 동결융해, 알칼리 및 염해에 대한 도막의 안정성 및 부착강도를 시험한 결과 관련 KS 규격에서 규정하고 있는 성능기준을 만족하는 것으로 나

타나 표면보호재의 사용성이 우수한 것으로 평가되었다.

2. 중성화 촉진시험결과 0.1mm의 매우 낮은 중성화 깊이로 콘크리트 구조체를 외부의 탄산가스로부터 효과적으로 보호할 수 있는 것으로 평가되었다.
3. 염화물이온 침투 저항성 시험결과 819Coulombs의 매우 낮은 결과가 나타나 해양 환경 등 염화물에 의한 침식이 큰 환경에서도 콘크리트 구조체를 효과적으로 보호할수 있을 것으로 평가되었다.
4. 동결융해 시험결과 400cycle 후에도 질량의 감소가 전혀 발생하지 않아 우수한 동결융해에 대한 저항성이 있는 것으로 평가되었다.

이상의 연구결과를 통하여 콘크리트 표면보호재의 원래 목적인 중성화 및 염해방지를 통한 콘크리트 구조물의 내구성을 연장할 수 있을 것으로 기대되며 많은 콘크리트 구조물에 확대 적용할 수 있는 기술로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설기술연구소 방수기술지원센터, 콘크리트 구조물의 유지관리를 위한 보수보강재료의 성능 평가 및 현장 시공기술 적용에 관한 연구(Ⅱ), 2000.
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997.
3. 윤인석, "미세 균열이 콘크리트의 염소이온 침투에 미치는 영향 II: 임계 균열폭의 고찰," 한국콘크리트학회 논문집, 제19권 제6호, 2007
4. 콘크리트 구조 설계기준 해설, 한국콘크리트학회, 2003
5. 콘크리트 표준시방서, 일본토목학회, 2002
6. ACI, Concrete Repair Manual, Vol.1~ Vol.2, International Concrete Repair Institute, 2000.
7. NORDTEST NT BUILD 492, Concrete, Mortar and Cement-Based Repair Materials, Finland, 1999.