

# 콘크리트 내구성 향상을 위한 표면보호제의 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Properties of Surface Protection Materials to Durability of Concrete

이정윤\*  
Lee, Jeoung-Yun

조병영\*\*  
Cho, Byoung-Young

김영근\*\*\*  
Kim, Young-Geun

오상근\*\*\*\*  
Oh, Sang-Keun

---

### ABSTRACT

Concrete has been considered as a semi-permanent structural material, because its excellent durability. But concrete durability is affected by carbon dioxide, chloride, water, etc.

This study is about surface protection materials-one materials is silane type and the other silicate type for the promoting of concrete durability.

As a results, Silane type could protect affection of chloride(Cl<sup>-</sup>), water(H<sub>2</sub>O), carbon dioxide(CO<sub>2</sub>). Also silicate type could improve the abrasion of concrete.

---

### 1. 서론

철근콘크리트의 내구성 저하는 콘크리트 구조물을 둘러싼 외부 주위 환경 하에서 유해물질에 노출됨에 따른 것으로, 대표적인 유해물질로는 탄산(CO<sub>2</sub>)가스, 염화물이온(Cl<sup>-</sup>) 및 수분(H<sub>2</sub>O)을 들 수 있다.

이러한 유해물질에 대한 콘크리트 내부로의 침투(확산)를 방지하는 방법은 콘크리트 자체의 공극을 최소화 하여 조직 구조를 치밀화하는 방법과 콘크리트 표면에 막(층)을 형성하여 유해물질의 침투를 차단하는 방법으로 분류할 수 있다. 기존의 경우는 주로 전자에 의한 콘크리트 자체를 치밀화 하는 방법이 주로 연구되어 적용되었으며, 막(층)을 형성하는 경우는 도장, 미장 및 방수공법에서만 주로 적용되었다.

최근의 연구는 콘크리트 구조물의 내구성 향상과 유지보수 측면에서 경화 콘크리트 표면에 막(층)을 형성시켜 콘크리트를 보호하는 방법으로 콘크리트 표면에 얇은 막을 형성시키는 방법과 콘크리트 내부로 침투하여 보호층을 구성하는 방법이 다각적으로 검토되고 있다.

따라서 본 연구에서는 콘크리트의 열화 방지를 위해 유해물질의 차단이 기대되는 실리케이트계 및 실란계의 콘크리트 표면보호제에 대하여 유해물질의 차단성과 물리역학적 특성을 분석하여 콘크리트 내구성 향상을 위한 참고자료를 제시하고자 하였다.

---

\* 정회원, 한국전자재시험연구원 연구원

\*\* 정회원, 한국전자재시험연구원 선임연구원

\*\*\* 정회원, 한국전자재시험연구원 수석연구원

\*\*\*\* 정회원, 서울산업대 건축공학과 교수

## 2. 실험 계획 및 방법

표 1. 실험계획

구분	기호	밀판조건	실험 사항
-	PL	건조상태	- 표면보호재의 침투깊이 - 흡수량
실리케이트계	SC-1	습윤상태	표준조건 저온·고온 반복 후 촉진내후성 후 알칼리 침지 후
	SC-2	건조상태	
실란계	SL-1	건조상태	- 투수량 - 탄산화 깊이 - 염화물이온 침투깊이 - 마모량 및 압축강도
	SL-2	건조상태	

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같으며, 콘크리트 표면보호재로 실리케이트계 1종과 실란계 2종에 대하여 유해물질 차단 성능과 물리역학적 특성을 분석하는 것으로 하였다.

### 2.2 실험방법

실험용 밀판은 시멘트, 모래(주문전 표준사) 및 물을 중량비로 1 : 2.5 : 0.65로 배합하여 모르타르로 제작하고 28일간 습윤양생 후 표면보호재를 분무기로 도포하여 14일간 양생하는 것으로 하였다.

침투깊이의 측정은 시험체를 2분할하여 단면에 물을 분무하여 표면 색상차에 따라 구분되는 두께를 측정 하여 침투깊이로 하였으며, 또한 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 표면으로부터 5mm 깊이 내의 조직을 관찰하는 것으로 하였다.

흡수량 시험은 표준조건, 저온·고온 반복(-30~50℃, 10회) 후, 촉진내후성(선사인 카본아크드, 250시간:2시간 1사이클 중 18분 살수) 후, 알칼리 침지(수산화칼슘 포화 수용액 7일 침지) 후의 흡수량을 측정하였으며, 투수량은 0.1N/mm<sup>2</sup>수압으로 1시간 동안 가압한 후 투수량을 측정하였다.

탄산화 깊이 측정은 CO<sub>2</sub> 가스 5%, 상대습도 65%, 온도 20℃ 환경조건에서 28일간 촉진 열화한 후 탄산화 깊이를 측정 하였으며, 염화물이온 침투 깊이는 KS F 4930 방법에 따라 fluorescein 발색법으로 염화물이온 침투깊이를 측정하였다.

마모량 시험은 KS F 2813의 2.에 규정된 테버식 마모 시험기를 사용하고 연마지의 연마재 입도는 PS-42로 하였다. 이때 회전수를 500회로 하였으며 매 100회마다 연마지를 교환하는 것으로 하였다. 압축강도 시험은 KS L 5105에 따라 시험하는 것으로 하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 표면보호재 침투깊이 및 조직관찰

표면보호재 도포 후의 겉모양은 모든 시험체에서 특이한 변화는 없는 것으로 나타났으며, 표면보호재의 침투 깊이는 실리케이트계는 침투깊이를 확인할 수 없었으며, 실란계의 경우는 3mm 이상으로 측정 되었다.

일반적으로 실란의 주성분인 모노실란(SiH<sub>4</sub> : 분자량 32.12)의 분자량은 실리케이트계의 분자량(SiO<sub>2</sub> : 분자량 60.09)보다 작다. 이로 인해 분자량이 작은 실란계의 표면 보호재는 콘크리트의 모세공극으로 침투하여 발수성을 가지는 연속한 폴리머 필름층을 형성하여 물의 침투를 막아 침투깊이를 형성하

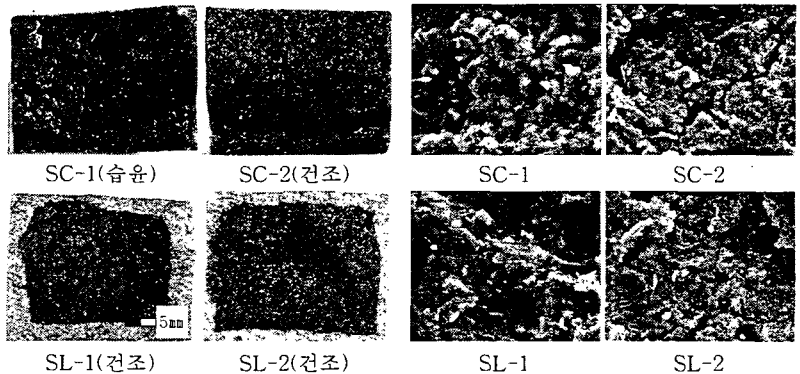


사진 1. 표면보호재의 침투깊이

사진 2. 표면보호재 도포후 미세조직관찰 (0~5mm, ×2000배율)

게 된다. 그러나 분자량이 큰 실리케이트계는 실란계에 비해 모세공극으로 침투하기 어렵고 또한 친수성을 가지는 재료로 침투깊이를 발수성으로 확인하는 것은 곤란하였다. 주사전자현미경(SEM)에 의한 미세조직 관찰에서는 실리케이트계 및 실란계 모두 특이한 사항은 관찰되지 않았다.

### 3.2 유해물질 침투 저항성

그림 1은 열화 조건별 시간경과에 따른 흡수량 추이를 나타낸 것이고, 그림 2는 흡수량 및 투수량을 나

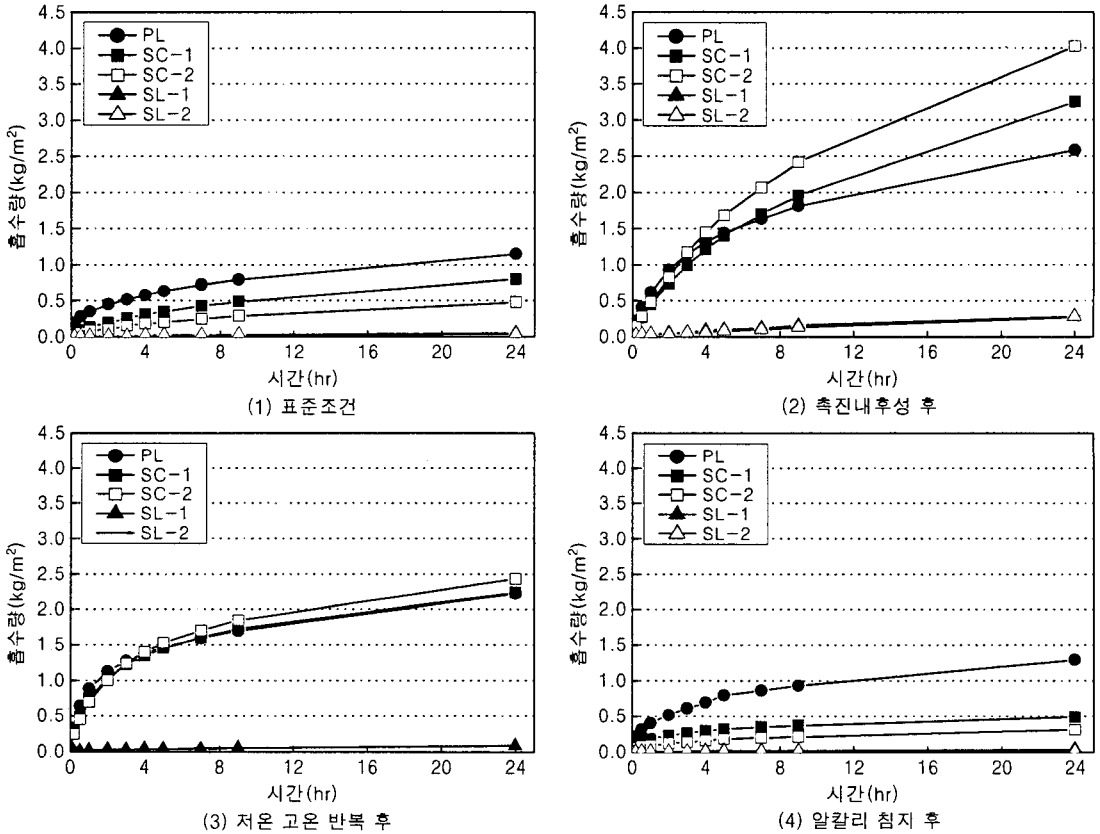


그림 1. 열화 조건별 시간경과에 따른 흡수량

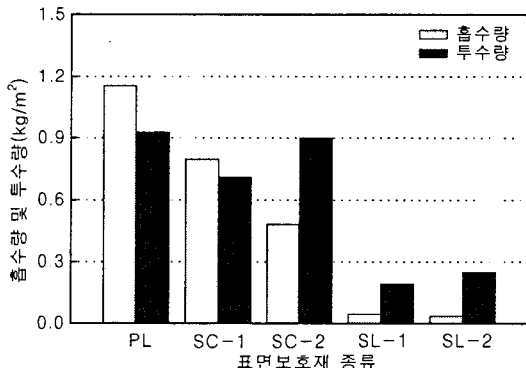


그림 2. 표면보호재 종류에 따른 흡수량 및 투수량

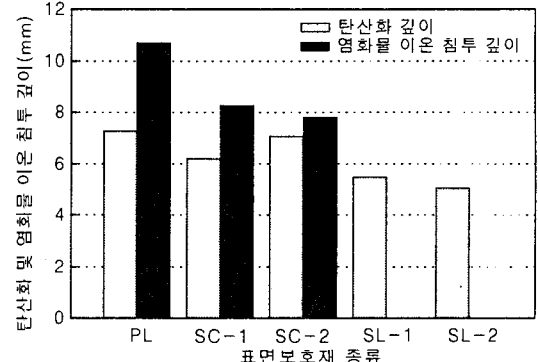


그림 3. 표면보호재 종류에 따른 탄산화 및 염화물이온 침투 깊이

타낸 것이다. 먼저 실리케이트계의 경우 촉진내후성 후 및 고온 저온 반복 후의 흡수량이 높은 것으로 나타났으며, 특히 초기 시간에 흡수량이 큰 것으로 나타났다. 반면 실란계의 경우는 촉진내후성 후에서만 흡수량이 약간 증가하는 것으로 나타났다. 이는 실란계의 경우 발수성에 의해 물의 흡수를 차단한 결과로 사료된다. 투수량의 경우는 흡수량과 유사한 경향으로 나타났으며, 수압에 의하여 투수량은 증가하는 것으로 나타났다.

탄산화 깊이는 실란계가 실리케이트계 보다 약간 작게 나타났으나 전반적으로 탄산화 깊이가 5mm 이상으로 나타나 CO<sub>2</sub> 가스에 대한 침투 차단성은 우수하지 않은 것으로 나타났다.

염화물이온 침투깊이는 실리케이트계의 표면보호재에서는 약 8mm 정도 염화물이온이 침투한 것으로 나타났으며, 실란계는 염화물이온이 거의 침투하지 못한 것으로 나타났다. 이는 실란계의 경우 발수성이 우수하여 수분의 흡수가 발생되지 않아 염화물이온도 침투되지 못한 것으로 사료된다.

### 3.3 마모량 및 압축강도

콘크리트 표면 강화성능을 나타내는 마모량은 실리케이트계의 경우 마모량이 Plain 보다 약 30~40% 정도 적게 마모되어 내마모성이 우수한 것으로 나타났으며, 실란계의 경우는 Plain과 유사한 것으로 나타났다. 압축강도는 실리케이트계 및 실란계 모두 Plain과 비슷한 값을 나타내어 표면보호재가 압축강도 개선에는 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

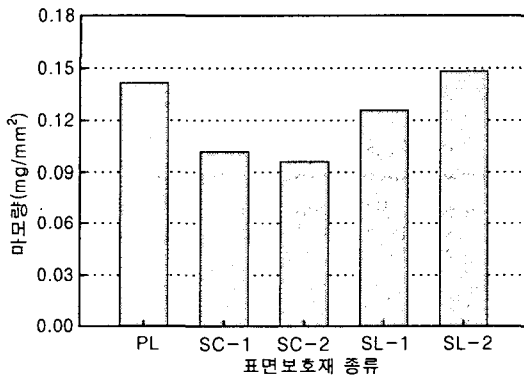


그림 4. 표면보호재 종류에 따른 마모량

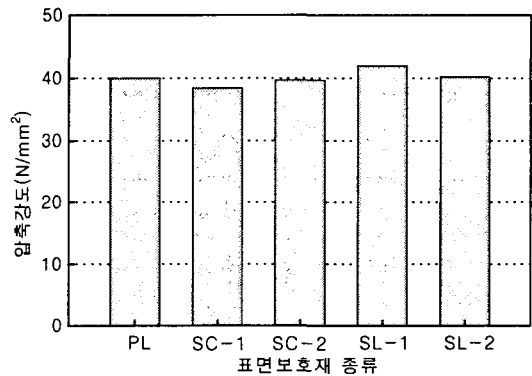


그림 5. 표면보호재 종류에 따른 압축강도

## 4. 결론

철근콘크리트의 내구성 향상을 위한 콘크리트 표면보호재 종류별 유해물질 차단성과 물리역학적 특성에 관한 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

콘크리트의 내구성을 저하시키는 화학적 열화인자인 염화물이온(Cl<sup>-</sup>), 수분(H<sub>2</sub>O) 및 탄산가스(CO<sub>2</sub>)의 차단 성능은 실란계의 표면보호재가 우수한 것으로 나타났으며, 특히 실란계의 경우 3mm 이상의 침투 깊이로 보호층 형성하였으며 실리케이트계의 경우는 일정 두께의 보호층을 형성하지는 않았다.

내마모 성능은 실란계보다 실리케이트계가 우수한 것으로 나타났으며, 압축강도는 실리케이트계 및 실란계 표면보호재 모두 압축강도의 개선에는 크게 기여하지 않는 것으로 나타났다.