

내염성도장 콘크리트 주에 묻은 철근의 방청효과

The Effect of Corrosion Protection of Reinforcing Steel in Concrete Applied Surface Painting Materials

문한영* 김성수** 김홍삼*** 정호섭***
Moon, Han Young Kim, Seong Soo Kim, Hong Sam Jung, Ho Seop

Abstract

In the case of construction under the marine environment the durability of concrete structures is severely deteriorated by the penetration of salts which results in the corrosion of reinforcing steel. To verify the effect of corrosion protection of reinforcing steel by isolating the penetration of chloride ion this study investigated the bond strength between painting material and concrete, the degree of the penetration-diffusion of chloride ion and the accelerated corrosion test using different potential.

Results show that the painted concrete has little the penetration-diffusion of chloride and the reinforcing steel in painted concrete is little corroding.

1. 서 론

콘크리트 구조물을 해양환경하에 건설할 경우 해수성분 중의 염소이온 및 황산염이온 등의 침투, 확산으로 인하여 콘크리트가 열화하게 되며, 또한 염소이온이 콘크리트 중의 철근을 부식시키는 등 구조물의 내구성이 크게 저하되기 때문에 콘크리트 중의 철근의 부식을 억제하기 위하여 많은 방안들이 제안되고 있다. 철근의 표면에 에폭시나 아연 등으로 도장하는 방법이 일반적으로 많이 응용되고 있으나 콘크리트 표면에 내염성 도료를 도장하는 방법도 있다.

콘크리트 표면에 내염성 도료를 바르게 되면 도장막을 형성하기 때문에 외부로부터 염소이온의 침입을 방지할 뿐만아니라 수분이나 다른 해수성분 등의 침입을 방지하여 콘크리트 중의 철근의 부식방지에 효과가 있다고 알려져 있다. 그러나 내염성 도료를 콘크리트에 사용한 실적이 많지 않기 때문에

* 한양대 토목공학과 교수, 공학박사
** 한양대 공과대학 연구조교수, 공학박사
*** 한양대 대학원 토목공학과, 석사과정

콘크리트 중의 철근의 부식억제 효과 및 콘크리트의 성능에 미치는 영향 등에 대한 연구성과나 자료가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 콘크리트 표면에 내염성 도료를 도장하므로써 염분의 침투억제에 따른 철근방식 효과 등을 알아보기 위하여 내염성 도장의 접착성능, 염분침투 억제효과 및 철근방식 효과에 대한 실험 결과를 고찰하였다.

2. 실험 개요

2.1 사용재료

- (1) 시멘트 : 비중 3.18, 비표면적 $3265\text{cm}^2/\text{g}$ 인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.
- (2) 골재 : 잔골재는 비중 2.61인 한강산 강모래이며, 굵은골재는 비중 2.83인 부순돌을 사용하였다.
- (3) 내염성도료 : 주성분이 Isocynate Polymer계인 페인트형상의 접착제로 방청 및 방식피막의 성능을 가진 'CORUSEAL'을 사용하였다.
- (4) 철근 : 직경 13mm 원형철근(SR24)의 표면을 NO.400 샌드페이퍼로 연마한 후, 아세톤으로 깨끗이 닦아 철근 양단면을 에폭시로 코팅하였다.

2.2 실험기구 및 실험방법

(1) 콘크리트의 염분침투확산 실험

직경 2cm의 원주형 PVC몰드에 콘크리트를 채운 시험편을 제조하여 90일간 수증양생한 후 2cm 두께의 원판으로 절단하여 한쪽 표면에 내염성도료로 도장한 후 그림.1과 같은 염분확산장치에 직류전압 10V를 통전하여 시간별 염분농도를 Salt Meter로 측정하였다. 그림.2는 염분확산장치 중의 확산셀의 상세도를 나타낸 것이다.

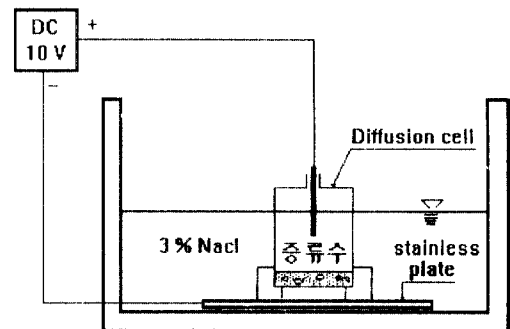


그림 1 전위차 염분침투확산 실험장치

(2) 전위차를 이용한 철근의 부식촉진실험

그림.3과 같이 3% NaCl용액에 콘크리트 공시체를 침지한 후 600시간 동안 5V의 직류를 통전시켜 전위차에 의한 철근의 전기부식을 유도하고, 이때 콘크리트 공시체에 흐르는 전류량을 측정하였다. Coulomb(이하 C로 표기)은 전하의 단위로 1A의 전류가 흐르고 있는 도선의 임의의 수직단면을 1초 사이에 통과하는 전하량을 의미한다. 따라서 전하량을 계산하기위해 전류량을 시간에 대해 적분하였으며, 이때 구한 통과전하량을 비교하였다. 실험종료 후 콘크리트 공시체로부터 철근을 꺼내어 부식면적율을 측정하였다.

(3) 접착강도실험

50×50×10cm의 콘크리트판을 제작하여 재령 3일 및 7일동안 공기중에 양생시킨 후 콘크리트 표면을 브러시로 긁어내고 내염성도료로 도장한 후 강제 부착물(attachment)을 접착시킨다. JIS A

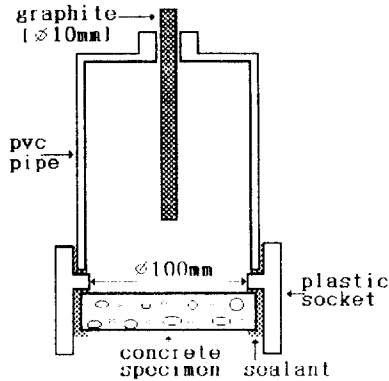


그림 2 염분확산셀의 상세도

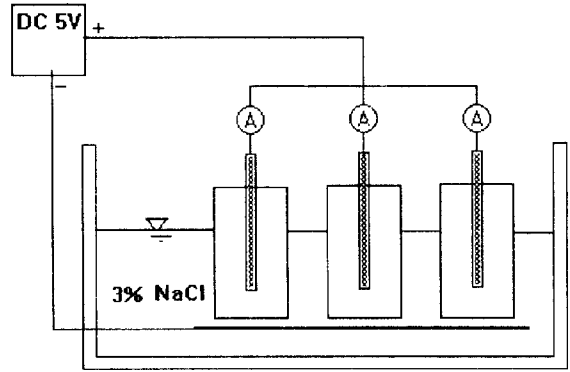


그림 3 전위차를 이용한 철근의 부식촉진실험장치

6910 규준에 따라 접착력 시험기를 사용하여 연직방향으로 잡아당겨 부착물이 떨어질 때의 최대접착 강도를 재령, 도장횟수 및 표면처리 여부에 대하여 각각 구하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 내염성도장 콘크리트의 염분침투확산

해양환경하에 있는 철근콘크리트 구조물의 경우 외부로부터 침투한 염분에 의해 콘크리트 중의 철근이 부식하게 되어 콘크리트의 성능이 저하된다. 그러므로 철근콘크리트 구조물의 염해 방지를 위하여 우선적으로 염분의 침투확산을 억제해야 한다. 내염성도료는 콘크리트 표면에 도장막을 형성하기 때문에 염분 등의 침투를 억제하므로 콘크리트 중의 철근이 부식되는 것을 방지하는 데 유효하다. 그래서 내염성도장을 실시한 콘크리트의 염분침투확산 정도를 알아보기 위하여 염분의 침투확산을 촉진시켜 구한 확산셀 내부의 염분농도를 경과시간에 대해 나타낸 것이 그림 4이다. 내염성도장을 하지 않은 보통콘크리트의 경우 시간이 경과함에 따라 염분농도가 직선적으로 크게 증가하는데 비해 내염성도료를 1회 도장한 경우 70시간부터 염분농도가 약간 증가하고 내염성도료를 2회 및 3회 도장한 경우는 경과 시간에 따른 염분의 농도가 거의 변화되지 않음을 알 수 있었다. 260시간에서의 확산셀 내부의 염분농도를 비교해 보면 도장하지 않은 경우를 100으로 볼 때, 1회 도장으로 78%, 2회 도장으로 93%, 3회 도장으로 99%정도로 염분의 침투확산을 억제하였다. 위의 결과로 미루어 볼때 콘크리트 표면에 내염성도료를 도장함으로써 염분침투확산을 차단해주므로 철근의 부식방지에 매우 유익할 것으로 사료된다.

3.2 전위차를 이용한 철근의 부식촉진 시험

콘크리트는 일반적으로 전도성이 작은 절연체의 범주에 속하는 재료이지만 콘크리트의 함수상태, 온도 및 배합조건 등에 따라 통전성이 상이하므로, 전

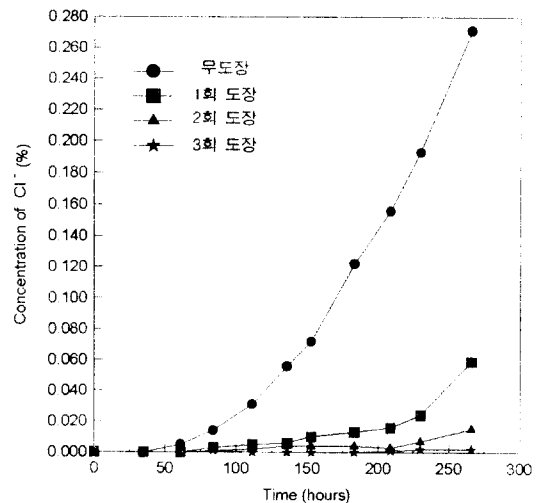


그림 4 경과시간에 따른 염분농도

류를 흘려 보내면 콘크리트의 전기저항에 따라 콘크리트 내부를 흐르는 전류량도 달라지게 된다. 또한 직류전류가 콘크리트 중의 철근으로 유입되면 콘크리트 중의 철근은 전기부식을 일으키게 된다. 그림.5는 600시간 동안 5V의 직류전압을 통전했을때 공시체를 통과한 전류량을 측정하여 시간에 따른 전류량으로 나타낸 것이다. 내염성도료를 도장하지 않은 공시체는 통과한 전하량이 26,979C인데 비하여 도장한 공시체를 통과전하량은 19,281C으로 약 71%정도 작게 나타났다. 실험 후 전류를 통전한 공시체중의 철근을 꺼내어 철근의 부식면적율을 측정한 결과 도장을 하지 않은 콘크리트 공시체 중의 철근의 부식면적율이 14%정도 였으나, 내염성 도료로 도장한 콘크리트 공시체 중의 철근의 부식면적율은 육안으로는 평가할 수 없을 정도로 미미하였다.

3.3 내염성도장 콘크리트의 접착강도

내염성도장은 콘크리트 표면에 도료를 분사시켜 75 μ m~300 μ m정도 두께의 도장막을 형성시킴으로써 외부로부터 염분 및 유해물 등의 침투를 방지하기 위하여 실시하는 철근방식의 한 수단이다. 그러므로 콘크리트와 도장막과의 접착강도는 내염성도장 콘크리트의 내구성을 결정짓는 요인이 된다. 콘크리트의 양생정도에 따른 내염성도장의 접착강도를 알아보기 위하여 콘크리트 타설 후 3일과 7일 동안 공기중에 양생시킨 다음 도장하여 경과시간에 따른 접착강도를 나타낸 것이 그림 6이다. 콘크리트를 3일간 양생후 도장을 실시한 경우의 최대접착강도는 24~29kg/cm²정도였으나, 7일간 양생후 도장을 실시한 경우의 최대접착강도는 33~45kg/cm²정도였다. 또한 도장을 실시한 후 6시간까지는 시간이 경과함에 따라 접착강도가 크게 증가하지만 그 이후에는 거의 증가하지 않았다. 한편 도장횟수에 따른 접착강도는 1회 도장의 경우는 2~3회 도장에 비해 약 17~27%정도 적게 나타났지만 2회 및 3회도장의 경우에는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 콘크리트 표면의 처리상태에 따른 내염성도장의 접착강도를 알아보기 위하여 브리시를이용하여 콘크리트 표면의 레이탄스를 제거한 후 도장한 경우와 콘크리트 다설후 표면처리를 하지않은 상태로 도장한 경우의 접착강도를 나타낸 것이 그림 7이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 표면처리한 시험체의 접착강도가 얼마간 크게 나타났으나 표면처리 여부에 따른 접착강도의 차이는 비교적 적었다. 또한 콘크리트 표면의 함수상태에 따른 접착강도를 나타낸 것이 그림 8로서 콘크리트 표면을 습윤상태에서 도장을 한 경우에도 콘크리트 표면을 건조상태에서 도장한 시험체와 비교해서 접착강도의 감소가 거의 없음을 알 수 있다.

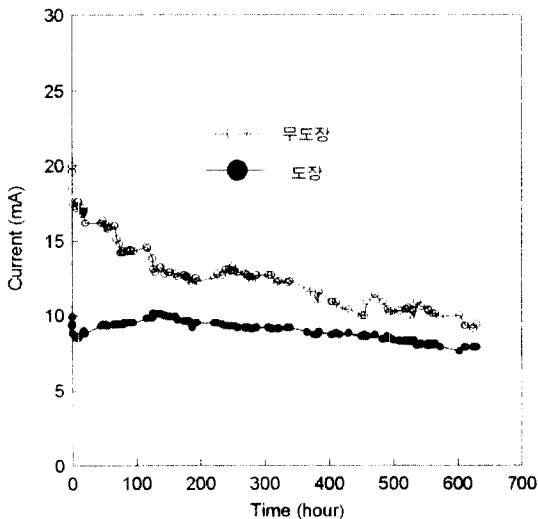


그림 5 경과시간에 따른 전류량

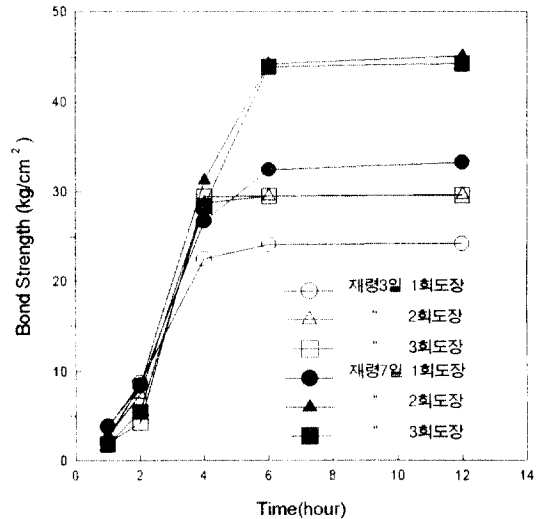


그림 6 재령 및 도장횟수에 따른 접착강도

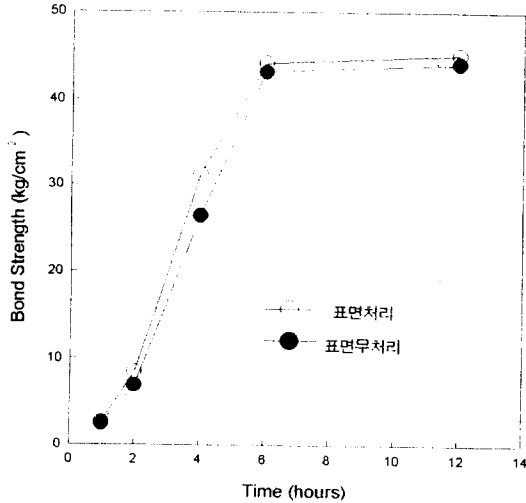


그림 7 표면처리에 따른 접착강도

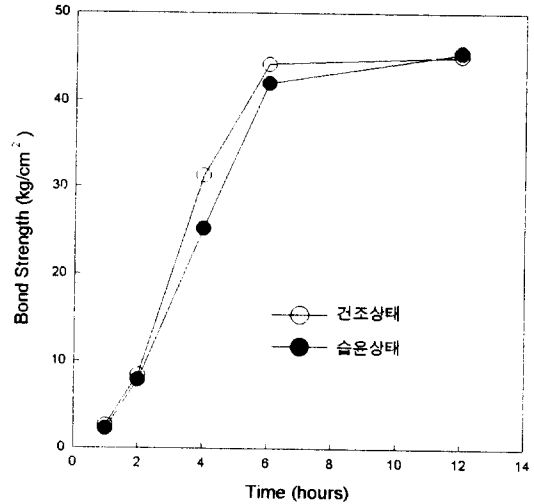


그림 8 표면의 함수상태에 따른 접착강도

4. 결 론

- (1) 콘크리트 표면에 내염성도료를 도장한 공시체와 도장하지 않은 공시체로 260시간 동안 염분침투확산을 촉진시킨 결과, 2회의 도장으로 염분침투확산을 93% 억제하는 효과를 확인할 수 있으므로 콘크리트 중의 철근부식 방지에도 매우 효과가 있을 것으로 유추된다.
- (2) 전위차를 이용하여 내염성도장 콘크리트 중의 철근을 600시간동안 부식촉진시킨 결과 통과된 전하량은 도장을 하지 않은 경우에 비해 약 29% 정도 적게 나타났으며, 도장을 하지 않은 콘크리트에 묻은 철근의 부식면적율은 약 14%정도임에 비해, 도장을 한 콘크리트 공시체 속에 묻은 철근의 부식면적율은 육안으로 평가할 수 없을 정도로 적었다.
- (3) 내염성도장을 한 콘크리트의 접착강도는 24~45kg/cm²범위였으나, 도장을 한 뒤 6시간 경과 후에 최대의 접착강도를 보였으며, 콘크리트의 표면처리를 하지 않거나 콘크리트 표면이 습윤상태인 경우에 도장을 실시해도 접착강도에는 거의 차이가 없었다. 또한 본 실험에 사용한 내염성도료의 경우, 도장횟수는 2회정도가 가장 효과적일 것으로 생각된다.