

## 철근콘크리트 부식 대책 및 제품 동향

### Corrosion-Protection System and Material of R / C Structure



고 충 명\*

#### 1. 배 경

철근콘크리트는 구조재료로서 다른 자재에 비해 내구성이 우수하다고 인정되고 있으나 내구성에 부정적인 영향을 주는 환경(예측 가능하거나 예측 불가능한 물리, 화학적 성능저하 요인)에 놓이게 되면 이로 인해 콘크리트내의 철근부식, 콘크리트의 중성화, 균열 등의 발생으로 내구성이 현저히 떨어지게 되며, 이들을 원상복구하기 위해서는 과도한 보수·보강 비용이 소요되기도 하며, 심한 경우에는 구조물의 안전에 심각한 영향을 끼쳐 공공시설인 경우에는 사회적인 문제가 되기도 한다.

현대인은 콘크리트 더미에 묻혀 살고 있다고 해도 과언이 아닐 정도로 주거시설 이외에 도시기반 시설, 산업시설, 사회간접자본시설 등이 대부분 철근콘크리트로 구성되어 있고 이는 어떤 형태로든 고가의 재산적 가치를 지니고 있으며 사회 공공시설인 점을 감안한다면 구조물의 내구성이야말로 상당히 중요하며 내구성 유지 혹은 향상을 위해 설계 시공단계에서 고려해야 할 뿐만 아니라

건물의 완공후에는 정기적인 점검에 따른 보수·보강 및 예방보호를 시행함으로써 내구성을 유지할 수가 있는 것이다.

1980년대 말부터 일기 시작한 신도시 아파트 건설붐에 의해 단기간동안 골재, 시멘트 철근 등이 대량으로 소비되었으며, 일부수급 과정에서 제대로 세척되지 않은 바닷모래, 중국산 저급 시멘트 및 철근 등이 사용됨으로써 일부 문제가 되고 있다는 것은 매스컴을 통해서 알려져 있는 주지의 사실이다. 산업의 발전과 더불어 발생된 공해 물질은 대기를 오염시키고, 이런 환경에 위치한 각종 구조물들은 더욱더 내구성에 영향을 주는 부식손상 환경에 놓이게 되고 있는 것이다.

신규로 타설된 콘크리트 내의 철근은 고알칼리성으로 인한 부동태 피막에 의하여 부식에 대한 저항성이 상당기간 동안 유지되는 것으로 되어 있으나 수분, 이산화탄소, 아황산가스, 염분 등의 유해물질이 콘크리트 내부로 유입되면 부식이 시작되고 산화물의 내부팽창에 의한 균열, 그리고 박리현상 등의 성능저하 현상이 나타나게 된다.

부식활동은 보통 완만하지만 지속적으로 이루어지는 특성이 있기 때문에 시각적으로 식별이 가능한 위와같은 성능저하 현상이 나타났을 때는 실

\* 보성 Enterprise 부사장

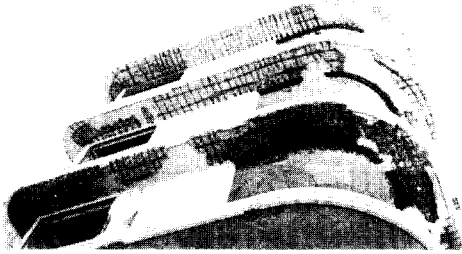


사진 1 해변가에 위치한 고층 빌딩의 염해에 의한 부식

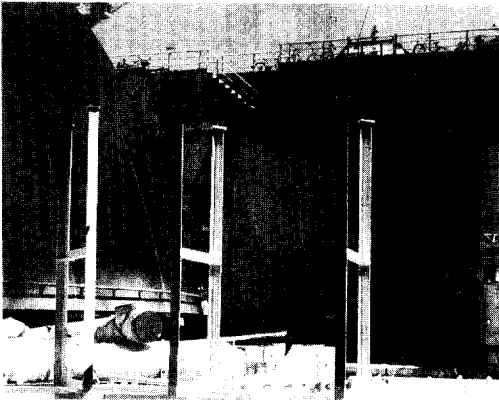


사진 2 H중공업 Dry-Dock 부식현황



사진 3 콘크리트 교량의 부식

제로 상당한 기간동안 부식활동이 진행된 결과이며, 따라서 외형상 아무런 이상이 없을 것으로 판단되어지는 부분까지 그와 같은 부식이 확산되었을 것이라는 추론이 가능하며 이것이 사실임은 여러 전문 진단기관의 경험적인 실증 사례를 통하여 입증되고 있다.

부식예방을 위해서 콘크리트의 불침투성을 확보하는 것이 매우 중요하며 예방보호 처리를 보다 체계적, 계획적, 효과적으로 행한다면 예상외의 과다한 보수·보강 비용을 절감할 수 있을 것이다.

## 2. 대 책

콘크리트의 부식 원인중 가장 큰 요인으로 작용하는 요소는 아무래도 염분이라고 할 수가 있다.

이런 염분은 레미콘에서 사용되는 각종 혼화제를 통해 유입되기도 하고, 해안지역의 해사를 사용하는 경우, 제대로 세척을 하지 않고 사용함으로써 잔류 염분농도가 규정치 이상으로 콘크리트 구조물내에 남는 경우가 있다.

비록 콘크리트내에 염분농도가 KS F 4009에서 규정하는 수치인  $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 보다 높게 존재해 있다 하더라도 그 자체는 위험한 요소가 아니다. 그러나 적은 양이라도 잔류 염분이 콘크리트를 통해서 유입되는 수분이나 산소와 반응시 염화물을 형성하여 이 염화물이 철근을 부식시키게 되고 철근이 부식되게 되면 부피가 팽창하게 되어 결국 콘크리트의 균열을 초래하게 되는 것이다. 따라서 해결 방법은

- ① 근본적으로 염화물을 형성하는 요인인 콘크리트내의 염분을 줄여주는 방법
- ② 수분이나 산소가 콘크리트내로 침투를 하지 못하도록 실리로 처리해 주는 방법으로 나눌 수 있겠다.

## 3. 제품의 동향

현재까지 많이 사용되고 있는 방법은 수분등의 이물질이 콘크리트 내로 침투하지 못하도록 표면



사진 4 철근 부식으로 인한 콘크리트의 박리현상

보호처리를 해왔다. 표면 보호처리제 중에서도 콘크리트 침투성 실러(sealer)는 상대적으로 시공이 용이하고 시공비용이 저렴하며, 용도에 잘 맞게 선택할 경우 시공품질과 내구성을 보장받을 수 있기 때문에 지난 20여년 동안 전세계적으로 애용되어 왔다.

그리고 최근에 이들 실러 중에서 콘크리트 내로 아주 깊게 침투(100mm~200mm)하여 근본적으로 염화물을 제거시켜 주는 것과 동시에 수분등의 이물질이 콘크리트 내로 침투하지 못하도록 실링하여 철근부식의 주요 원인물인 염화물 형성을 막아주는 제품이 국내에 출현하여 소개해 보기로 한다.

#### 1) 시레인

시레인(silane)은 초저분자량의 솔벤트계 액체로 그 자체로는 발수기능이 없으나 표면에 도포하면 침투(6mm~12mm)하여 콘크리트 내의 알칼리성분과 반응하고 솔벤트 성분이 휘발하게 되면 강력한 발수기능 효과를 나타내는 실리콘 레진(silicone resin)층을 형성한다.

시레인이 비반응성의 실리콘 레진에 비해 침투 성능이 좋기 때문에 발수성능이 더 좋다. 시공시 주의할 점은 시레인은 단순화합물이므로 온도와

바람에 의해 발수층이 형성되기 전에 휘발되어 버릴 수도 있다. 또한 역수압에 의한 방수기능과 중성화의 원인이 되는 이산화탄소 침입을 예방하는 효과가 다소 미흡하다.

시레인은 1980년대 초부터 미주 대륙에서 사용되기 시작하여 시험 현장시공 결과와 WJE등 전문연구기관에 의한 철근콘크리트의 철근부식예방 실험(Lab. Test)결과 그 성능과 효능을 인정받았으며, 현재 북미에서는 대형 고층건물의 외벽, 교면, 공항바닥 등에 부식예방 및 보호 용도로 가장 많이 사용되고 있다.

#### 2) 침투성 부식 억제제

100% 수용성 콜로이드 규산염 용액으로 이온특성이 높고 반응성이 우수한 촉매제가 포함되어 있어 포틀랜드시멘트 콘크리트 표면에 도포하면 내부로 약 100~150mm 침투하면서 알칼리(K, Na) 또는 잔류 알칼리 수화물과 반응하여 불용성 실리카 에어로(비표면적이 크고 다공성의)겔이 생성되어 골재 주위의 미세 공극과 기공을 메꾸게 된다. 이 때 자유 알칼리 성분은 중성의 화합물로 바뀌게 되어 잠재적인 내부 화학 반응성을 감소시켜 준다. 특히 수분과 습기는 실리카 에어로겔 안에 갇히게 되고, 미세공극과 기공은 불이 흐를 수 없

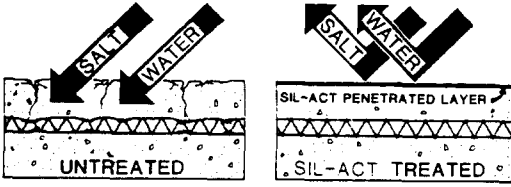


사진 5 아파트 외벽의 침투 방수제 살포

을 정도로 물분자보다 작은 크기의 아주 조밀한 불용성 그물구조로 됨과 동시에 주위의 시멘트 페이스트와 화학적으로 단단하게 결합되므로 역수압에 견디는 방수는 물론 동해, 강재부식, 분진, 화학적 침식, 곰팡이 생성 등의 예방에도 탁월한 성능을 갖게 한다. 무색, 무취, 무독성, 비휘발성,

환경 무공해성이기 때문에 사용이 편리하고 안전하다.

이와 같은 제품은 1980년대 초부터 연구되기 시작하여 1980년대 말부터 본격적으로 사용되기 시작하여, 현재에는 북미, 남미, 유럽, 아시아의 여러 지역에 널리 사용되고 있다.

### 3) 콘크리트 내 용해성 염화물 감소 제거제

무색, 무취, 비휘발성, 수용성, 환경적으로 중성이고 나트륨이 들어 있지 않은 액체로 콘크리트 표면에 도포하면 곧바로 깊게 침투한다. 침투하면서 용해성 염화물을 감소, 제거하여 주고 염소 수소산을 중화시키며 부동태 피막의 산화방지, 산소를 차단하여 부식 진행에 관계없이 강재보호 피막의 결합능력을 높여 철근부식을 예방하여 준다.

A사의 용해성 염화물 감소 제거제는 콘크리트의 물리적 특성, 표면 접착력 및 외관에 영향을 주지 않으며, 시멘트 페이스트의 PH를 감소시키지 않고 불용성 염화물에는 영향을 주지 않는다.

이와같은 제품은 1990년대 초에 개발되어 최근 들어 각종 혼화제, 골재 등에 포함되어 있는 염분에 의한 강재부식예방 보호 및 처리용으로 사용되고 있다. 