

콘크리트내 염분침투 모니터링을 위한 부식 센서 개발에 관한 기초적 연구

A Preliminary Study on the Corrosion Monitoring Sensor of Chloride Permeation into Concrete

조 성 형* **이 현 석**** **이 한 승*****
 Joh, Sung-Hyung Lee, Hyun-Seok Lee, Han-Seung

Abstract

Corrosion sensors were devised to develop a system whereby the depth of chloride permeation from concrete surfaces can be monitored in cover concrete of reinforced concrete structures. For making sensor which is similar to rebar author uses Screen printer machines, Ag paste and Fe powder. Appropriate portion of Ag and Fe is over 1:2. The resistance of sensors increased as the degree of corrosion increased. And according to cover depth author suggests sensor system which has a demanded cover depth. It was therefore confirmed that the corrosion sensor can monitor chloride permeation by change of resistance.

키 워 드 : 부식 센서, 센서 시스템, 모니터링
Keywords : corrosion, corrosion sensor, monitoring, sensor system

1. 서 론

철근콘크리트 구조물에 발생하는 열화현상은 중성화 및 염해 등 외부환경조건과 사용재료 결함 및 부실시공에 의한 내부조건에 의한 철근부식으로 귀착되며 현재, 예방적인 차원의 철근부식 억제공법 개발 및 보수차원의 철근부식 보수공법이 현장에서 활발하게 적용되고 있다. 그러나, 현재로는 보수시기나 보수공법을 선택하기 위하여 구조물 손상정도를 조사하는 것은 있어도 철근 부식이 일어나기 전에 철근부식원인(Cl^-)이 침투하는 것을 Monitoring 하는 시스템은 매우 부족하다.¹⁾ 또한 지금까지의 콘크리트 구조물은 열화가 나타나서야 비로소 유지관리를 시작하는 경우가 대부분이다. 이러한 조치는 구조물의 장래를 고려한 보수보다는 우선 현상을 커버하는 보수라고 할 수 있다.²⁾

따라서 철근부식 전에 철근부식에 영향을 주는 염화물(Cl^-)이온이 침투하는 과정을 모니터링 할 부식센서 개발을 통하여 사전 모니터링을 할 수 있고, 그에 따라 적절한 보수시기와 적절한 보수공법을 알 수 있다. 또한, 구조물 속에 매입을 통하

여 비 파괴적으로 모니터링을 할 수 있는 센서시스템을 개발하고자 한다.

2. 부식 센서 개발

철근과 가장 유사한 반응을 하는 센서로 만들기 위하여 순도 99.9 % 철분말(분말크기 10 μm)을 Ag페이스트에 적당량을 혼합하여 실크스크린(print) 장비로 부식센서를 프린트하고자 한다. 부식센서를 만드는데 있어서 간편하고 대량으로 생산하기 위하여 센서를 기판에 직접 프린트하는 방법을 채택하였다.

2.1 부식 센서 용액

표 1. 센서 용액 혼합 비율

| Ag페이스트 : 철분말 | 희석용액(g) | 초기저항값 |
|--------------------|---------|--------------|
| 1(50g):0 | - | 0.6 Ω |
| 1(50g):0.5(25g) | - | 0.8 Ω |
| 1(50g):0.75(37.5g) | - | 1.0 Ω |
| 1(50g):1(50g) | - | 1.4 Ω |
| 1(50g):1.5(75g) | 7g | 8 Ω |
| 1(50g):2(100g) | 10g | 21 Ω |
| 1(50g):3(150g) | 18g | 35 Ω |

* 한양대학교 대학원 건축환경공학과 석사과정
 ** 한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정
 *** 한양대학교 ERICA 캠퍼스 건축학부 부교수
 본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축센터(R11-2005-056-04003)의 지원으로 수행되었음.

Ag페이스트에 철분말을 혼합하여 실크스크린 장비로 프린트하고자 한다. Ag페이스트는 실크스크린에 사용되는 용액이나 Ag의 성질에 의하여 염화물이온에 의하여 부식이 잘 되지 않는다. 따라서 철근과 동일한 반응을 하는 센서를 만들기 위하여 철분말을 Ag페이스트에 혼합하였다. 그 비율이 1:1까지는 실크스크린 장비에 의하여 프린트가 되었지만, 철의 비율이 늘어날수록 혼합용액의 점성이 커지는 문제점이 있어서 1:2 비율부터는 희석용액을 섞어서 점성의 문제를 해결하였다. 그림 1에서 철분말의 비율이 증가 할수록 초기저항 값이 커지는 경향을 보이고 있다. 이는 Ag가 전기전도성이 철보다 우수하여 전류를 잘 통하게 한다는 의미로 해석 할 수 있다. 따라서 철분말의 비율을 조절하면서 초기저항 값을 변화 시킬 수 있다. 또한 그림 2에서 Ag와 Fe의 비율이 1:1까지는 부식이 진행되어도 Ag의 전기전도성 때문에 저항 값의 변화가 아주 작았다. 하지만 그 비율이 1:2 부터는 부식의 진행 상태에 따라서 저항 값이 커지는 경향을 나타내었다.

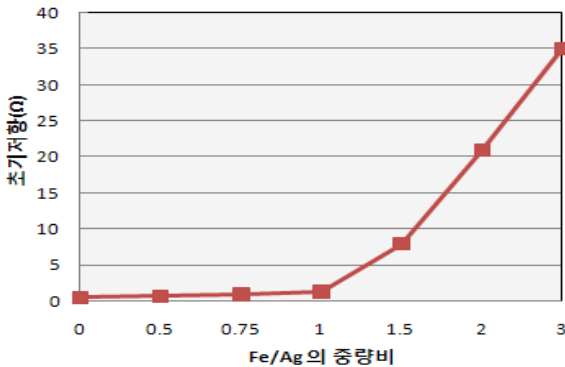


그림 1. 센서내 Fe함유량과 초기저항과의 관계

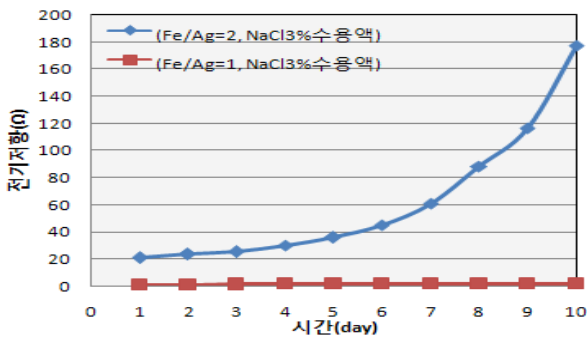


그림 2. 강제 부식 시간에 따른 전기저항

2.2 부식 센서 패턴

그림 3은 마스크 도면이다. 실크스크린 장비(그림 4)에서 프린트 하기위하여 마스크를 실크스크린 장비에 부착하고 기판을 실크스크린 장비에 접착시킨다. Ag페이스트와 철분말을 혼합하여 마스크위에 도포한 후 프린트를 시작한다.

그림 5는 센서의 도면이다. 그림 5는 0.158 mm의 선폭을 가

진 가는 선을 10 개를 배열하였다. 센서의 사이즈는 가로×세로: 12.7 mm×15.88 mm이다. 염화물 이온(Cl⁻)이 침투하게 되면 센서의 각각의 선이 녹이 슬면서 각각의 선이 부식이 일어난다. 따라서 각각의 선이 전류가 흐르지 않게 된다. 그리하여 부식 전체의 저항 값은 커지게 되고, 10 개의 선 모두 단락이 되면 센서에 전류가 통하지 않게 된다. 이러한 원리에 의해서 염화물이온이 콘크리트 속으로 침투하는 것을 모니터링 할 수 있다. 따라서 이러한 센서를 표면 피복부터 일정 간격을 두고 배열하여 매입한다면 철근부식에 영향을 미치는 염화물이온의 도달거리를 알 수 있다. 그림 6은 Fe/Ag=2 인 센서의 SEM사진이다. 작은 덩어리로 검게 보이는 것이 Fe이고 하얗게 크게 보이는 것이 Ag이다. 1:2의 경우 부식을 시킬수록 저항값이 커지는 것은 Ag의 분말끼리 서로 연결되어 있지 않고 Fe의 분말이 입자 사이에 배열되어서 Fe가 부식하게 되면 전류가 통하지 않는 것으로 사료된다.



그림 3. 마스크 도면



그림 4. 실크스크린

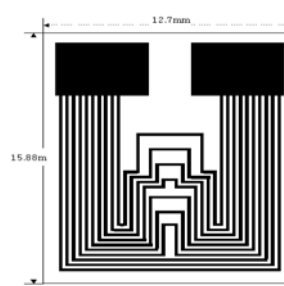


그림 5. 센서 도면

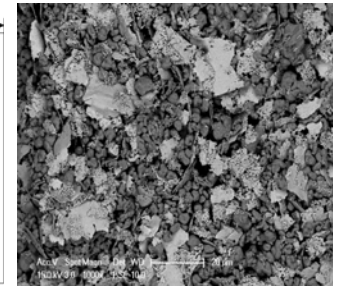


그림 6. Fe/Ag=2의 센서 SEM

3. 결 론

철근과 가장 유사한 반응을 하는 센서로 만들기 위하여 철분말을 Ag페이스트에 혼합하여 부식센서 용액을 만들고, 센서의 패턴을 고찰 하였다. Fe/Ag=2 이상이 되도록 하고 혼합용액의 점성과 초기 저항 값을 적절히 선택하여야 한다. 또한 철의 함량이 커지면 센서의 초기저항 값이 커지는 것을 알 수 있다. Fe/Ag=2 이상이 될 때, 센서가 부식이 일어나면 저항 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 따라서 저항 값의 변화를 통하여 염화물이온 침투를 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. Development of corrosion sensors for monitoring steel-corroding agents in reinforced concrete structures, 2003, p229~234, H,S, Lee, Materials and corrosion
2. The use of permanent corrosion monitoring in new and existing reinforced concrete structures, pp.27~34, John P. Broomfield, Cement&Concrete Composite, 2002