

# 장기폭로실험에 의한 철근콘크리트구조물 보수재료·공법의 철근부식특성 평가

## A Study on the Reinforcement Corrosion Evaluation of Repair Material and Method for Reinforced Concrete Structure by Long Term Exposure Experiment

김 영 선\* 이 의 배\* 김 영 덕\*\* 조 봉 석\*\* 김 재 환\*\* 김 무 한\*\*\*  
Kim, Young Sun Lee, Eui-Bae Kim, Young Duck Cho, Bong Suk Kim, Jae Hwan Kim, Moo Han

### ABSTRACT

In this study, for the establishment of the performance evaluation methods and the quality control standards of durability recovery method, the quantitative exposure data by long term exposure test under the coast is accumulated and analyzed

Investigating and evaluating the result of exposure test at 30 month of exposure age under the coastal environment, carbonation and salt damage are not happened at all but the difference in electric potential are found. Therefore, it is considered that the reinforcement corrosion at replacement with repair material are caused by active-passive corrosion macrocells.

키워드 : 보수재료·공법, 내구성, 철근부식, 자연건위, 마크로셀

Keywords : Repair material and method, Durability, Reinforcement corrosion, Electric potential, Macrocells

### 1. 서 론

최근 염해 및 중성화, 건조 및 습윤, 고온 및 저온의 반복과 같은 열화요인에 의한 철근콘크리트구조물의 내구성 저하 현상이 심각하게 대두되고 있다. 이에 따라 구조물의 내구성향상을 위한 다양한 보수공법 및 재료가 개발·적용되고 있으며, 보수공법에 사용되는 다양한 재료들의 요구성능이 KS로 규정되어 성능평가가 이루어지고 있다. 그러나 실제 구조물에 보수공법을 적용할 경우에는 다양한 재료가 복합적으로 사용되기 때문에, 보수재료 각각의 성능이 KS의 요구성능을 만족시키는 경우에도 실질적인 보수효과를 확신하기는 어려우며, 특히 열화요인이 침투한 콘크리트를 제거한 후 결손부위를 수복하는 단면복구공법을 실시할 경우 보수재료 자체의 내구성능뿐만 아니라 기존 콘크리트와의 전기적 거동의 차이에 의한 철근의 부식도 고려해야 한다.<sup>1)</sup>

따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 보수공법을 적용한 모의부재 시험체를 이용하여 사진 1과 같이 장기폭로실험을 통해 내구성을 평가함으로써, 향후 철근콘크리트구조물의 보수재료·공법시스템 구축을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.



사진 1. 폭로실험 전경

\* 정희원, 충남대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 정희원, 충남대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 정희원, 충남대학교 건축공학과 교수

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구에서는 보수재료·공법의 철근부식특성을 평가하기 위하여 해안 및 일반대기환경에 5종류의 보수공법을 적용한 모의부재 시험체를 폭로하였으며, 실험계획은 표 1과 같다.

### 2.2 시험체 제작 및 사용재료

본 장기폭로실험에서 각각의 보수재료·공법을 적용하기 위한 모의부재 시험체는 그림 1과 같이 제작하였다. 모체콘크리트는 표 2와 같이 물-시멘트비를 0.60으로 설정하여 모체콘크리트를 제조하였으며, 시험체의 매입철근은 기존 연구를 참고하여 건전 부위로서 콘크리트 내에 완전히 매입되도록 설정한 철근 I, 보수재료·공법 적용시 철근전체가 노출되도록 콘크리트를 떨어진 경우를 상정한 철근 II, 보수재료·공법 적용시 철근의 일부만이 노출되도록 떨어내는 경우를 상정한 철근 III으로 총 3본의 철근을 설치하였다. 제작된 모의부재 시험체는 28일 표준양생을 실시한 후 각 공법에 따라 함침처리, 방청처리, 단면복구 및 표면피복의 순으로 각 시공사별 시방에 따라 보수시공을 실시하였다.<sup>2)</sup>

한편, 시험체 제작에 사용한 각 재료의 물리적 성질은 표 3과 같다.

### 2.3 폭로실험방법 및 측정항목

본 연구에서는 제작된 모의부재 시험체를 보수면을 상면으로 하여 태안의 폭로실험장에 폭로시킨 후, 폭로재령 30개월에서 철근의 자연전위를 측정하고, 시험체를 할렬하여 중성화깊이, 염화물이온 침투깊이 및 철근부식면적을 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 철근의 자연전위 측정결과

그림 2는 폭로재령 30개월에서 모의부재 시험체의 철근 자연전위 측정결과를 나타낸 것으로서, 모든 시험체가 ASTM C 876의 부식확률 90% 이상 판정기준인  $-350\text{mV}$  이상인 것으로 나타나, 철근부식에 의한 내구성 저하는 없을 것으로 예상되었다. 한편 대부분의 시험체에서 보수부위와 비보수부위의 자연전위가 상이하게 나타나 내부 철근의 전기적 부식이 의심되었으며, D공법을 적용한 시험체의 경우 자연전위가 모든 부위에서 동일하게 나타났으나 완전 방수성의 유기계 표면피복재를 사용하였으

표 1. 실험 계획

W/C	요 인	수 준	측정항목
0.60	폭 로 환 경	해안	철근자연전위(-mV) 중성화 깊이(mm) 염화물이온 침투깊이(mm)
	보 수 공 법	5 종류	철근부식면적

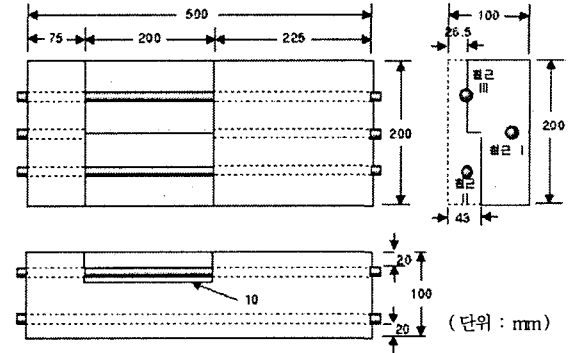


그림 1. 모의부재 시험체의 형상

표 2. 콘크리트의 배합

W/C	목 표 슬 럽 프 (cm)	s/a (%)	단 위 수 량 (kg/m <sup>3</sup> )	단 위 중 량 (kg/m <sup>3</sup> )		
				시멘트	잔골재	굵은 골재
0.60	18±1	48	186	310	830	931

표 3. 재료의 물성

재 료	물 성
시 멘 트	O.P.C., (비중 : 3.15)
잔 골 재	제염사 (비중 : 2.57, 조립율 : 2.85)
굵은골재	부순자갈 (입경 : 20mm, 비중 : 2.65, 조립율 : 6.50)
철 근	D13 이형철근

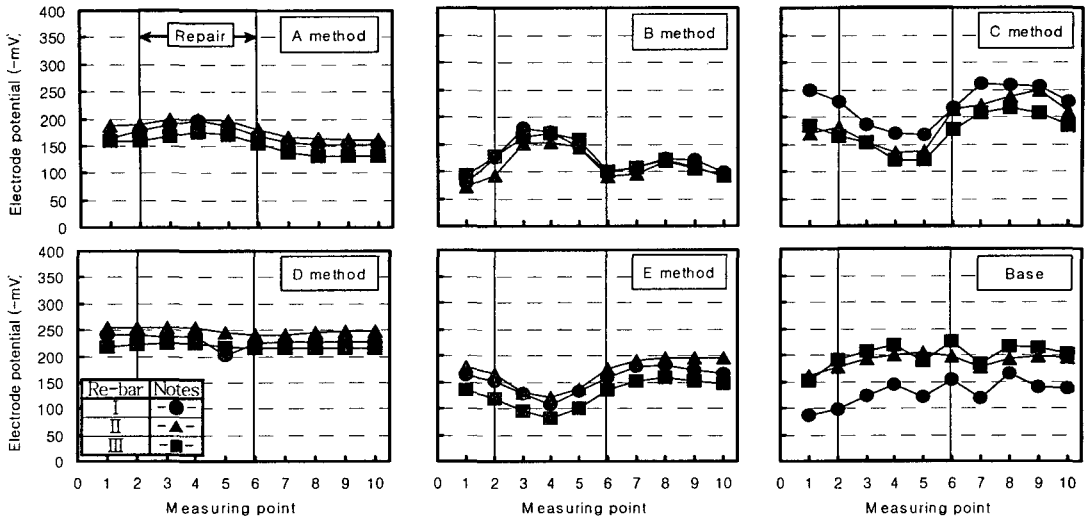


그림 2. 철근의 자연전위

므로 자연전위의 측정결과를 신뢰할 수 없었다.

### 3.2 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이

폭로재령 30개월에서 모의부재시험체의 중성화 깊이는 단면복구부위에서 2mm 이하, 모체콘크리트부위에서 3mm 이하로 나타났으며, 모든 공법에서 단면복구재의 중성화 저항성이 일반콘크리트에 비해 뛰어난 것으로 나타났다. 또한 표면피복의 종류에 따라 일반콘크리트부에서의 중성화깊이가 다소 차이를 나타내었으나 측정오차를 고려할 경우 대부분 유사한 것으로 판단할 수 있었으며, 피복두께를 고려할 경우 중성화에 의해 유의할만한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 사료된다.

한편 염화물이온 침투깊이는 단면복구부위에서 2mm 이하, 모체콘크리트부위에서 3mm 이하로 나타났으며, 모든 공법에서 단면복구재의 염해 저항성이 일반콘크리트에 비해 뛰어난 것으로 나타났다. 또한 표면피복의 종류에 따라 일반콘크리트부에서의 염화물이온 침투깊이가 다소 차이를 나타내었으나 측정오차를 고려할 경우 대부분 유사한 것으로 판단할 수 있었으며, 피복두께를 고려할 경우 염해에 의해 유의할만한 내구성 저하는 발생하지 않은 것으로 사료된다.

### 3.3 철근의 부식면적

그림 5는 폭로시험체 매입철근의 철근부식부위를 도시한 것으로서, 염해 및 중성화의 침투가 보이지 않았음에도 불구하고 대부분의 시험체에서 철근의 부식이 관찰되었으며, 특히 단면복구등의 보수를 실시한 II, III번 철근의 일부에 상당한 부식이 발생한 것으로 나타났다. 특히 이러한 부식은 보수부위의 자연전위가 모체

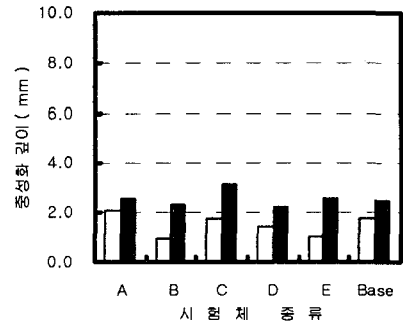


그림 3. 중성화 깊이

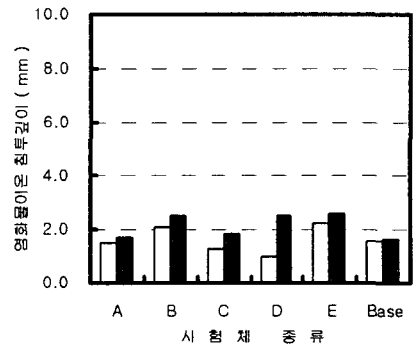


그림 4. 염화물이온 침투깊이

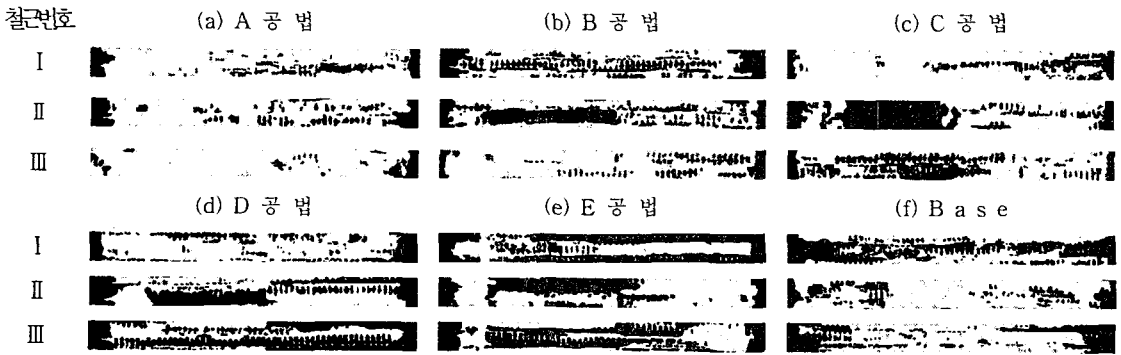


그림 5. 철근의 부식면적 측정결과

콘크리트보다 높고 낮음에 관계없이 대부분 보수부위에서 부식이 발생한 것으로 나타났다. 사진 2에서 나타난 바와 같이 모체콘크리트와 자연전위 차이가 작은 A공법 적용 시험체에서는 거의 나타나지 않았다. 이와 같은 실험결과를 통해 철근콘크리트 구조물의 보수시공시 모체콘크리트와 단면복구재의 이질성에 의한 철근의 전기적 부식이 발생함을 확인할 수 있었다.

### 3. 결론

본 연구에서는 보수시공을 실시한 모의 부재 시험체의 장기폭로실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 폭로재령 30개월에서 모의부재 시험체의 철근 자연전위를 측정된 결과, 대부분  $-300\text{mV}$  이상으로 나타나 철근의 부식을 확정할 수 없거나 부식이 없을 것으로 판정되었다.
- (2) 모의부재 시험체의 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이를 평가한 결과, 모든 시험체에서 침투 깊이가  $3\text{mm}$  이하로 나타나 염해 및 중성화에 의한 피해는 발생하지 않았을 것으로 평가되었으며, 보수시공에 의해 염해 및 중성화 저항성이 증가하는 것으로 나타났다.
- (3) 모의부재 시험체에 매입된 철근의 부식면적을 평가한 결과, 대부분의 시험체에서 단면복구부위에 심각한 철근의 부식이 발생한 것으로 나타나, 향후 보수재료·공법의 선정시 사전에 철근의 전기적 부식을 고려한 성능평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

1. Hanley, B. et al, Electrochemical Compatibility in Concrete Repair, Concrete Repair Bulletin, 1998. 5, pp. 12~15.
2. 日本コンクリート工学協会, 複合劣化コンクリート構造物の評価と維持管理計画研究委員会, 2001. 5.