

# 방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 철근방청성능 평가

## Evaluation for Corrosion Prevention Properties of Steel Bar Corrosion Repair Method Composed of Primer and Section Restoration Mortar with Corrosion Inhibitor

조봉석<sup>\*)</sup> 장재봉<sup>\*)</sup> 장종호<sup>\*)</sup> 김용로<sup>\*)</sup> 강석표<sup>\*\*)</sup> 김무한<sup>\*\*\*)</sup>  
 Cho, Bong Suk Jang, Jae Bong Jang, Jong Ho Kim, Yong Ro Kang, Suk Pyo Kim, Moo Han

### ABSTRACT

In domestic, various repair materials and method systems to keep up with these reinforced concrete deteriorated due to salt damage, carbonation, chemical decay et. being developed and applied. However, present polymer cement mortar applied to section restoration system cause the problem of long-term working and economical efficiency, because that is divided into two process of liquid corrosion prevention agent and polymer cement mortar.

In this background, accelerated test with due regard to 3% NaCl soaking and autoclave cure was performed to confirm steel bar corrosion prevention properties of polymer cement mortar mixed with corrosion prevention agent of powdered type.

In conclusion, we confirmed application possibility and excellency of steel bar corrosion prevention properties of polymer cement mortar mixed with corrosion prevention agent of powdered type comparing general polymer cement mortar applied to section restoration system of present study.

### 1. 서론

최근, 염해, 중성화 등의 성능저하에 의한 피복콘크리트의 박락 및 철근의 부식현열 등의 철근콘크리트구조물의 노후화 현상이 심각한 국가·사회적인 문제를 발생시키고 있다. 한편, 이에 따라 다양한 보수재료·공법들이 개발되어 적용되고 있으며, 일반적인 보수공법의 플로우는 그림 1에서 보는 바와 같이 열화부위의 제거, 함침재 및 프라이머 도포, 철근방청처리, 단면복구, 표면피복, 마감으로 구성되어 있다.<sup>1),2)</sup>

한편, 이와 같은 보수재료·공법의 공정을 보다 단순화함으로서 공기의 단축 및 경제성의 향상을 도모할 수 있는 실용적이고 합리적인 철근부식보수공법의 개발이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 프라이머와 철근방청처리의 동시 시공이 가능하고, 프라이머 및 단면복구모르타르에 방청제가 혼입되어 있어 우수한 방청성능이 발휘할 수 있는 방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 철근방청성능을 실험·실증적으로 검토 및 분석하고자 한다.

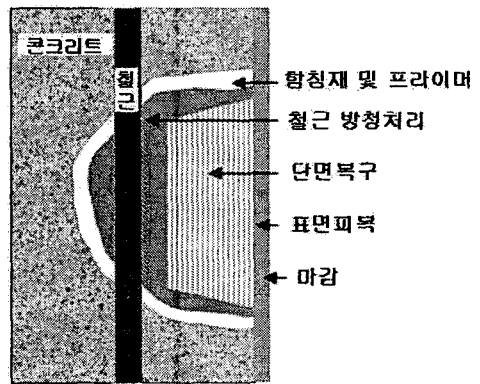


그림 1. 일반적인 보수재료·공법의 구성도

\* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 석사과정  
 \*\* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 박사과정  
 \*\*\* 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소, 건설재료1팀, 공학박사  
 \*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수·공학박사

표 1. 방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법 방청성능 평가를 위한 실험계획

보수 재료			약 호	W/M (%)	철근 부식 촉진조건	측 정 항 목	측정계령 (Cycle <sup>1)</sup> )
프라이머 방청제 혼입	철근방청처리재료	단면복구모르타르 방청제 혼입					
무	-	무	G-G	17	3% NaCl 수용액 침지 + 오토클레이브양생 (온도 180°C, 압력 1 MPa)	• 철근부식면적율 (%)	5 10 15
	-	유	G-R			• 철근종량감소율 (%)	
	방청 페이스트	무	GRG			• 방청율 (%)	
유		유	R-R			• 육안관찰 및 사진촬영	

주 1) 1 Cycle : 3% NaCl 수용액 24시간 침지 + 오토클레이브 24시간

표 2. 프라이머의 물리·화학적 성질    표 3. 단면복구 모르타르의 물리적 성질    2. 실험계획 및 방법

시험항목	시험결과
고형분 (%)	24.5
지속건조시간 (hr.)	32
부착강도비 (도포 전·후)(%)	181
내염성 (hr.)	168

시험항목	시험결과 (제령28일)
압축강도 (MPa)	51.7
휨강도 (MPa)	8.8
부착 강도 (MPa)	표준양생 23 온·냉 반복후 1.4
표준양생	

### 2.1 실험계획

방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 철근 방청성능을 평가하기 위하여 표 1에서 보는 바와 프라이머의 방청제 혼입, 철근의 방청처리,

단면복구모르타르의 방청제 혼입 유·무를 구분하여 실험계획을 설정하였다.

### 2.2 사용재료 및 비빔방법

프라이머 및 단면복구모르타르는 국내 H사의 아크릴계 신구접착제와 폴리머 시멘트 모르타르를 선정하였으며, 프라이머 및 단면복구모르타르에 액상 아질산염과 분말형 아질산염을 혼입하여 방청제 혼입 프라이머와 방청제 혼입 단면복구모르타르를 제조하였다. 또한 물리·화학적 성질은 표 2 및 3에 나타난 바와 같으며, 20ℓ용량 벤취형 믹서를 활용하여 물 투입 후 3분간 비빔을 실시하였다.

### 2.3 시험체의 제작 및 시험방법

시험체는 일본건축학회 「철근콘크리트조건측물의 내구성 조사·진단 및 보수지침(안)·동해설」<sup>3)</sup>의 「각종보수재료의 품질기준(안)」에 준하여 그림 2에 나타난 바와 같이 160×40 mm 물드에 Ø 10mm 철근을 매설하여 시멘트:모래:물 = 1:2:0.65의 배합으로 기재부를 제작한 후, 철근부식보수공법을 적용하여 보수부를 제작하였다. 또한, 그림 3 및 사진 1에서 보는 바와 같이 28일 기건 양생 후, 온도 180°C, 압력 1 MPa로 5시간 오토클레이브 양생과 3% NaCl 수용액 침지 시험을 반복하여 철근의 부식을

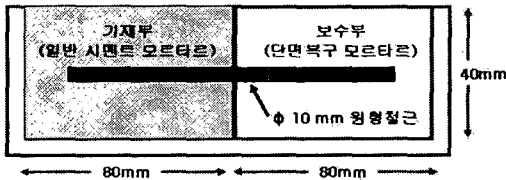


그림 2. 철근방청성능 평가용 시험체의 제작

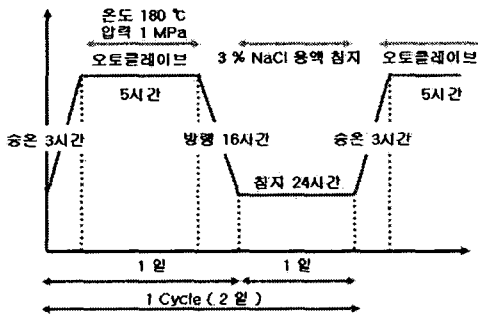
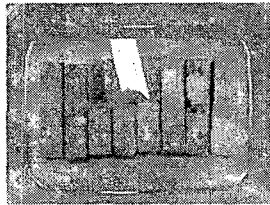


그림 3. 철근의 부식촉진 사이클





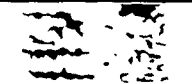
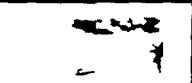







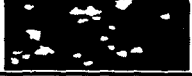



(a) 오토클레이브 양생



(b) 3% NaCl 수용액 침지

사진 1. 철근 방청성능 평가실험

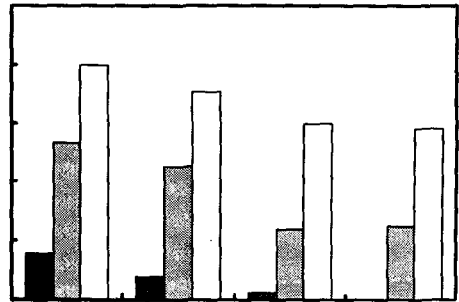
표 4. 부식촉진사이클에 따른 철근의 부식면적

구분 계령	기재부	보수부			
		G-G	G-R	GRG	R-R
5cycle					
10cycle					
15cycle					

$$R_c = -\frac{C_{sp} - C_m}{C_{sp}} \quad \text{식(1)}$$

여기서,  $R_c$ : 방청율 (%)  
 $C_{sp}$ : 기재부의 부식 면적율 (%)  
 $C_m$ : 보수부의 부식 면적율 (%)

촉진하였다. 철근의 부식면적율은 시험체로부터 철근을 발출하고 투명시트를 활용하여 측정하였으며, 철근의 부식방청율은 식(1)을 이용하여 산출하였다. 또한, 철근의 중량감소율은 10% 구연산암모늄용액에 24시간 철근을 침지시킨 후 녹을 제거하여 측정하였다.



### 3. 실험결과 검토 및 분석

#### 3.1 철근의 부식면적율

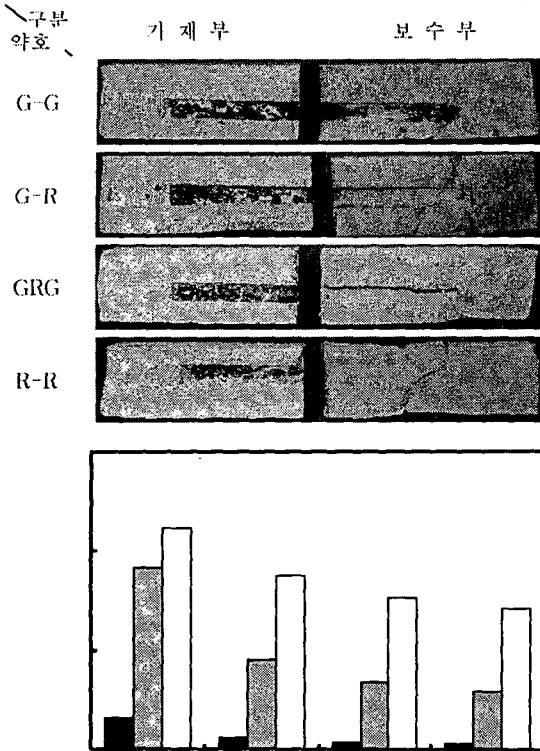
표 4 및 그림 4는 철근부식보수공법 종류에 따른 철근의 부식면적 및 부식면적율을 나타낸 것으로 기재부 부식면적율의 경우, 철근부식보수공법에 관계없이 부식촉진 5, 10, 15cycle에서 평균 74.45, 79.90, 91.45%의 수준으로 부식이 현저하게 발생하는 것으로 나타났다. 방청제 무혼입 프라이머 + 방청제 무혼입 단면복구모르타르의 경우(G-G)와 방청제 무혼입 프라이머 + 방청제 혼입 단면복구모르타르의 경우(G-R), 각각 부식촉진 5cycle에 있어서 17.85, 8.98%의 수준을 나타내어 단면복구모르타르에 방청제를 혼입했을 경우 철근에 대한 방청성능을 향상시킬수 있는 것으로 나타났다.

또한, 방청제 무혼입 프라이머 + 철근 방청처리 + 방청제 무혼입 단면복구모르타르의 경우(GRG) 부식촉진 5cycle에서 2.6%의 수준을 나타내었으며, 방청제 혼입 프라이머 + 방청제 혼입 단면복구모르타르의 경우(R-R)는 부식촉진 5cycle에서 부식이 발생하지 않는 것으로 나타났다.

#### 3.2 철근의 방청율

그림 5 및 표 5는 철근부식보수공법 종류에 따른 기재부에 대한 보수부의 철근 방청율을 나타낸 것으로

표 5. 기재부에 대한 보수부의 철근 제거 후의 부식성장 (부식촉진 5 cycle)



로 부식촉진 5 cycle에서 G-G, G-R, GRG, R-R의 경우 각각 70.5, 85.5, 97.5, 100%의 순으로 나타났다. 또한, 철근보수공법 공정으로서 주로 활용되고 있는 GRG에 대하여 방청제 혼입 프라이머 도포 후, 방청제 혼입 단면복구모르타르를 시공함으로써 공정을 단순화한 R-R의 경우에도 우수한 방청성능을 가지는 것으로 나타나 본 연구의 방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

### 3.3 철근의 중량감소율

그림 6은 철근부식보수공법 종류에 따른 철근의 중량감소율을 나타낸 것으로 부식촉진 15 cycle에 있어서 G-G, G-R, GRG, R-R의 경우 각각 4.46, 3.52, 3.05, 2.839%의 순으로 GRG와 R-R의 경우, 철근에 대하여 우수한 방청성능을 가지는 것으로 나타났다.

### 4. 결 론

방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 철근방청성능을 실험·실증적으로 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 철근의 부식면적과 방청을 및 중량감소율을 고찰한 결과, 전반적으로 프라이머 및 단면복구모르타르에 방청제를 혼입할수록 방청성능이 우수하며, 「방청제 무혼입 프라이머+방청제 무혼입 단면복구모르타르」 < 「방청제 무혼입 프라이머+방청제 혼입 단면복구모르타르」 < 「방청제 무혼입 프라이머+방청처리+방청제 무혼입 단면복구모르타르」 < 「방청제 혼입 프라이머+방청제 혼입 단면복구모르타르」의 순으로 철근에 대한 방청성능이 우수한 것으로 나타났다.

(2) 철근보수공법 공정으로서 주로 활용되고 있는 「방청제 무혼입 프라이머+방청처리+방청제 무혼입 단면복구모르타르」에 비교하여 「방청제 혼입 프라이머+방청제 혼입 단면복구모르타르」의 시공공정으로 구성된 본 연구의 철근부식보수공법의 경우에도 우수한 방청성능을 가지는 것으로 나타나 향후, 성능저하된 철근 콘크리트구조물의 보수공법으로서 방청성능의 우수, 경제성 향상 및 작업공정 단축이 가능한 본 연구의 방청제 혼입 프라이머 및 단면복구모르타르를 사용한 철근부식보수공법의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부의 2001년도 건설기술연구개발사업 (E00-01) 「염해 및 중성화의 피해를 입은 콘크리트구조물의 내구성 회복을 위한 보수공법 시스템 개발 및 실용화 방안」에 관한 일련의 연구 결과로, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. 김무한 외, 염해를 입은 구조물의 내구성 향상을 위한 도포형 방청제의 이용기술 개발, 한국구조물진단학회, 가을 학술발표대회 논문집, 1997, pp.156~159.
2. Concrete Repair and Maintenance Illustrated, RSMMeans CMDGROUP, 2001.
3. 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造物の耐久性調査・診断及び補修指針(案)・同解説, 1997