

## 장기폭로실험에 의한 철근콘크리트 구조물 보수재료·공법의 성능평가에 관한 연구

김무한<sup>1)</sup>·김용로<sup>1)\*</sup>·김재환<sup>1)</sup>·장종호<sup>1)</sup>·조봉석<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 충남대학교 건축공학과

(2004년 6월 15일 원고접수, 2004년 7월 26일 심사완료)

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

Moo-Han Kim<sup>1)</sup>, Yong-Ro Kim<sup>1)\*</sup>, Jae-Hwan Kim<sup>1)</sup>, Jang-Jong Ho<sup>1)</sup>, and Bong-Suk Cho<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dept. of Architectural Engineering, Chungnam National University, Taejeon, 305-742, Korea

(Received June 15, 2004, Accepted July 26, 2004)

#### 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 and air environment is accumulated and analyzed.

Investigating and evaluating the result of exposure test during 18 months of exposure age under the coastal and normal atmosphere environment, micro crack, swelling and spalling of surface coating material, crack of repair boundary parts and the great potential difference between repair part and non-repair part were somewhat generated. Therefore, it is considered to be applied as the fundamental data on the performance evaluation and quality control standards of repair material and method through continuous exposure test in the future.

**Keywords :** long-term exposure experiment, reinforce concrete structure, repair material and method, performance evaluation

#### 1. 서 론

최근 염해 및 중성화 등 각종 성능 저하 요인에 의한 철근콘크리트 구조물의 내구성 저하 현상이 국가·사회적인 문제로 대두됨에 따라 국내에서도 철근콘크리트 구조물의 보수재료 및 보수시공기술에 관한 다종 다양한 재료와 공법이 이미 개발되어 특허 및 신기술 등으로 인증되어 활용되고 있는 상황이다<sup>1-4)</sup>.

그러나 국내 보수재료 및 보수시공업계의 현황을 살펴보면 아직까지 보수재료 및 공법의 선정기준이 되는 규격과 규준이 명확히 규정되어 있지 않은 상황이며, 또한 일부 보수시공현장에서는 내구성이 저하된 철근콘크리트 구조물의 성능 저하 메커니즘 및 진행 단계를 고려하지 않은 무분별한 보수시공, 환경조건 및 시공조건을 고려하지 않은 천편일률적인 보수시공으로 인하여 보수시공 후 보수부위의 요구 성능을 만족시키지 못하고 있을 뿐만 아니라 오히려 재열화 현상을 유발함으로써 추가적인 보수가

요구되어지는 사례도 빈번히 발생하고 있다<sup>1-4)</sup>.

이와 같은 배경에서 사회간접자본시설의 대부분을 차지하고 있는 철근콘크리트 구조물의 주요 성능 저하 요인으로서 염해 및 중성화에 의한 다양한 문제점에 대응하고, 철근콘크리트 구조물의 내구성 향상 및 장수명화를 위해서는 염해 및 중성화에 의해 성능 저하된 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 위한 체계적인 보수공법 시스템의 개발이 국가·사회적으로 시급히 요구되고 있다<sup>5)</sup>.

또한, 이와 같은 보수공법 시스템의 개발에 있어서 성능 저하된 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 위한 다종다양한 보수재료·공법에 있어서 보수시공 후 보수효과 등의 성능평가방법 및 품질관리기준의 확립은 반드시 선행되어 정립되어야 할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 최근 국내에서 신기술 등으로 인증되어 활용되고 있는 보수재료·공법을 적용한 폭로시험체를 제작한 후, 해양환경 및 일반 대기환경 하에서 장기폭로실험에 의한 정량적 폭로실험데이터를 확보함으로써 향후 성능 저하된 철근콘크리트 구조물의 보수재료·공법 성능평가 방법 및 품질관리기준 확립을 위한 기초자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

\* Corresponding author

Tel : 042-821-7731 Fax : 042-823-9467

E-mail : kyr8447@cnu.ac.kr

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 해양 및 일반대기환경 폭로실험계획

해양 및 일반 대기환경 하에서 장기폭로실험에 의한 정량적 폭로실험 데이터베이스 구축을 위한 본 연구의 실험 요인 및 수준은 Table 1과 같이 보수시공을 위한 모체 콘크리트를 물-시멘트비 60%로 설정한 후, 폭로환경은 해양 및 일반 대기환경의 2수준, 내재염화물량은 0, 2.4 kg/m<sup>3</sup>의 2수준, 철근방청처리의 유무에 따라 2수준으로 설정하였다. 또한 본 장기폭로실험에 적용되는 보수공법 시스템은 최근 국내에서 대표적으로 활용되고 있는 국내 5개 회사의 시스템화된 보수공법을 선정하였으며, 본 실험에서 시스템화된 보수공법은 Fig. 1에 나타난 시스템을 기본으로 적용하는 보수공법으로 설정하였다.

한편, 본 장기폭로실험에 있어서 폭로재령은 최종 폭로 시기를 60개월로 설정하였고, 폭로시험체의 비파괴조사를 실시하는 재령은 폭로 후 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60개월, 파괴에 의한 조사를 실시하는 재령은 24 및 60개월로 설정하였으며, 본 고에서는 이 중 폭로재령 18개월까지의 비파괴조사 결과를 검토 및 분석하였다.

### 2.2 해양 및 일반 대기환경 폭로시험장

본 장기폭로실험에서의 폭로시험장은 해양환경폭로실험의 경우 Photo 1(a)에 나타난 충청남도 태안군에 위치

Table 1 Experimental factors and levels

W/C (%)	Factors	Levels
0.60	Exposure environment	Coastal and normal atmosphere
	Types of repair system	5 types
	Contents of chloride ion	0, 2.4 kg/m <sup>3</sup>
	Corrosion inhibitor	Application, None

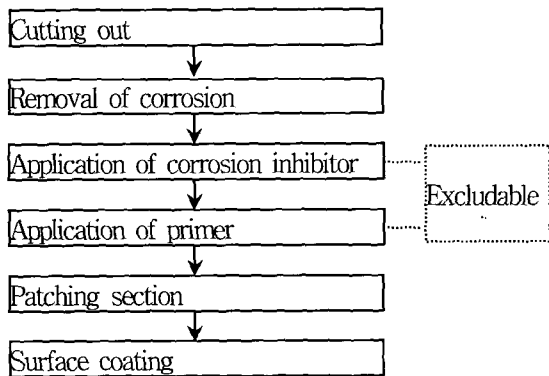


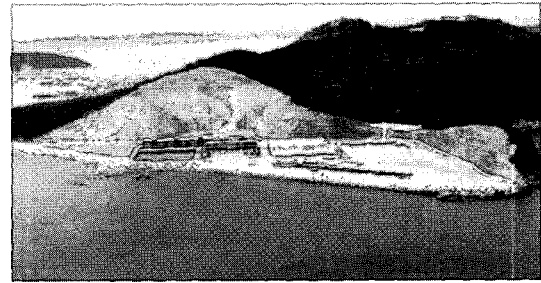
Fig. 1 The progress of repair method system

하고 있으며, 해안에 직접 접해있어 비래염분의 영향을 많이 받을 것으로 예상되는 장소를 선정하였다.

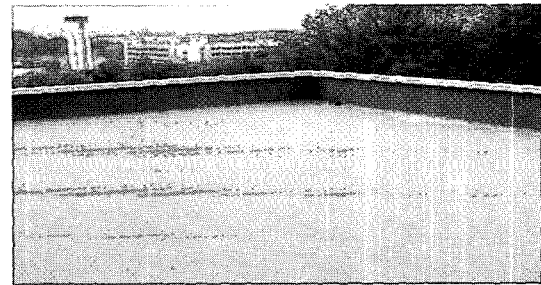
또한 일반 대기환경폭로실험의 경우는 Photo 1(b)에 나타난 바와 같이 구조물의 옥상으로서 비래염분의 영향을 받지 않으며, 공장매연이나 배기가스 등의 영향 등 대기오염도 비교적 적은 장소를 선정하였다.

### 2.3 폭로시험체의 제작방법

본 장기폭로실험에서 각각의 보수재료·공법을 적용하기 위한 모체 콘크리트 시험체의 형상 및 치수는 Fig. 2와 같이 발포스티롤을 매입하여 보수부위로서 일부분의 단면결손부위를 상정하였다.



(a) Coastal environment



(b) Normal atmosphere environment

Photo 1 Exposure experiment station

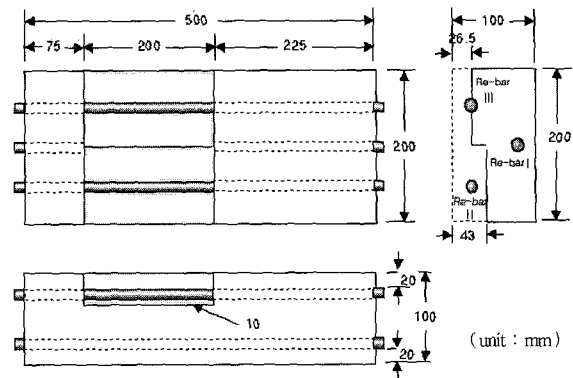


Fig. 2 Shape and dimension of exposure specimen

또한, 기존 연구를 참고하여<sup>5-7)</sup> 콘크리트 내의 매립철근의 경우 건전 부위로서 콘크리트 내에 완전히 매입되도록 설정한 철근 I, 보수재료·공법 적용시 철근전체가 노출되도록 콘크리트를 떨어진 경우를 상정한 철근 II, 보수재

Table 2 Physical properties of used materials

Material	Physical properties
Cement	O.P.C., ( Specific gravity : 3.15 )
Fine Agg.	Sea sand, ( Specific gravity : 2.57, F.M. : 2.85 )
Coarse Agg.	Crushed stone, ( Size : 20mm, Specific gravity : 2.65, F.M. : 6.50 )
Re-Bar	D13 Deformed reinforcing bar
NaCl	Purity 99%, 1st class reagent

Table 3 Mix proportion of concrete

W/C (%)	Target Slump (mm)	s/a (%)	Unit water contents (kg/m <sup>3</sup> )	Unit contents (kg/m <sup>3</sup> )		
				Cement	Fine agg.	Coarse agg.
60	180±10	48	186	310	830	931

Table 4 Process of repair material and method systems

Repair process	Types of repair system				
	A	B	C	D	E
1 Removal of corrosion	○	○	○	○	○
2 Application of impregnation material		○	○	○	
3 Application of corrosion inhibitor	○	○	○	○	○
4 Restoration of section	○	○	○	○	○
5 Fresh exposed surface of concrete	○				
6 Surface coating	○	○	○	○	○

료·공법 적용시 철근이 전부 노출되지 않도록 콘크리트를 떨어내는 경우를 상정한 철근 III으로 총 3본의 철근을 설치하는 것으로 설정하였다.

1종 보통포틀랜드시멘트, 골재의 경우 잔골재는 조립을 3.05의 인천산 제염사, 굵은골재는 최대치수 20mm의 퇴촌산 부순자갈을 사용하였으며, 철근의 경우 KS D 3504에 규정되어 있는 호칭 D13의 이형철근을 사용하였고, 콘크리트의 내재염화물량 조절을 위해 순도 99%의 NaCl 1급 시약을 사용하였으며, 굳지않은 콘크리트의 염화물량을 평가하여 내재염화물량을 확인하였다.

한편, 철근의 피복두께는 20mm의 1조건으로 설정하고, 철근을 전면 노출시킨 부위의 배면간격은 10mm로 설정하였으며, 콘크리트의 타설은 전면건전부 방향에서 타설하는 것으로 계획하였다.

## 2.4 모체 콘크리트의 배합 및 사용 재료

본 장기폭로실험에서 모체 콘크리트 시험체의 제작에 사용한 재료는 Table 2에 나타난 바와 같이 시멘트의 경우또한, 모체 콘크리트의 배합은 Table 3에서 보는 바와 같이 성능저하 진행을 다소 빠르게 하기 위하여 물-시멘트비를 60%로 설정하였으며, 목표 슬럼프를 180±10mm로 하여 단위수량을 186kg/m<sup>3</sup>, 잔골재율을 48%로 설정하였다.

## 2.5 보수재료·공법 개요 및 보수시공방법

본 폭로실험에 적용한 각 보수재료·공법은 각 제조회사에 따라 공정 및 사용재료에 다소 차이는 있지만 Table 4에서 보는 바와 같으며, 최근 사용이 증가되고 있는 폴리머시멘트모르타르계 보수재료를 활용하였다.

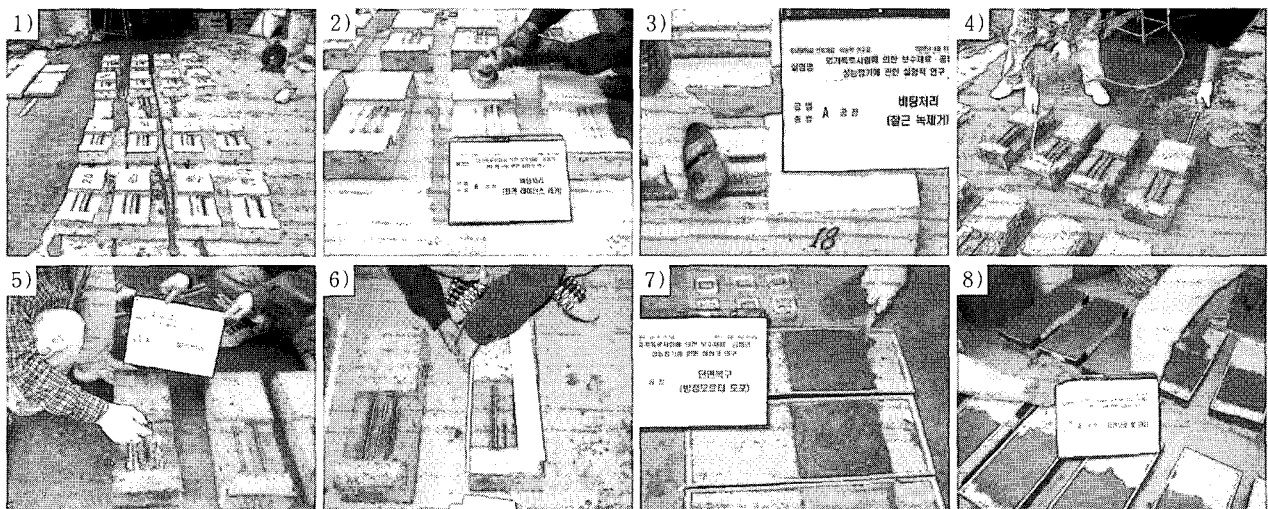


Photo 2 Repair construction situation of repair material and method systems

**Table 5** Evaluation times and items of specimens

Evaluation time	Evaluation region	Evaluation items
Before exposure	Surface coating	Photo, adhesive strength
	Restoration material	Adhesive strength, compressive strength, bending strength
Exposing	Surface coating	Photo, cretification, falling, swelling, crack
	Restoration material	Crack, swelling, exfoliation
	Concrete	Crack, swelling, exfoliation
	Reinforcing bar	Rust strain, potential difference
After exposure	Surface coating	Photo, cretification, falling, SEM, swelling, crack, adhesive strength
	Restoration material	Carbonation, crack, swelling, exfoliation, chloride ion contents
	Concrete	Carbonation, crack, swelling, exfoliation, chloride ion contents
	Reinforcing bar	Corrosion, corrosion area ratio, weight reduction ratio, potential difference

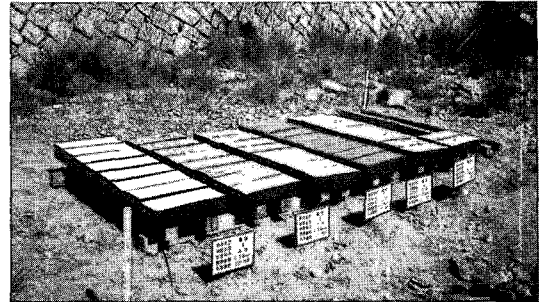
**Table 6** Evaluation class of evaluation items

Evaluation items		Evaluation class			
		1	2	3	4
Surf. coat.	Cretefication	Invisible	A little view	A good view	A certain view
	Swelling	Under 3 mm	3 mm ~ 10 mm	10 ~ 50mm	Over 50mm
	Crack	Invisible	Under 5 % of area	5 ~ 20 % of area	Over 20 % of area
	Falling	Under 3 mm	3mm ~ 10mm	1 ~ 50mm	Over 50mm
Con'c resto. mat.	Crack	Under 0.2 mm	0.2 ~ 0.5 mm	0.5 ~ 1.0 mm	Over 1 mm
	Exfoliation	Under 5 cm <sup>2</sup>	5 ~ 25 cm <sup>2</sup>	25 ~ 100 cm <sup>2</sup>	Over 100cm <sup>2</sup>
Re-bar	Rust strain	Invisible	A little view	A good view	A certain view

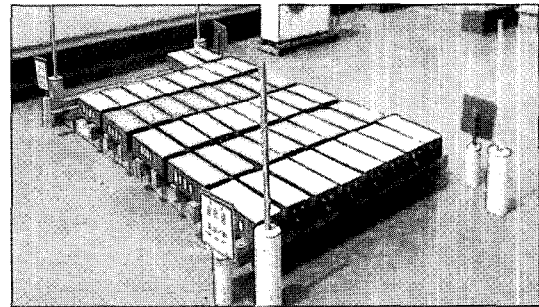
또한, 보수재료·공법의 적용은 각 제조·생산업체별 시방서에 준하여 실시하였으며, 보수재료·공법의 종류에 따라 다소 차이는 있으나, 본 연구에서는 바탕처리 및 철근 녹제거, 함침재 도포, 철근방청처리, 단면복구, 콘크리트 바탕조정 및 표면피복처리 공정을 대표적인 보수공정으로 고려하여 Photo 2에 보수시공 상황을 나타내었다.

### 2.6 폭로시험체의 평가항목 및 방법

해양 및 일반 대기환경 하에서의 장기폭로실험에 있어서 폭로시험체의 평가시기 및 항목은 Table 5에 나타낸 바와 같이 평가시기를 크게 폭로전, 폭로중, 폭로후의 3시기로 구분하였고, 폭로시험체의 평가부위는 표면피복재, 단면복구재, 콘크리트 및 철근의 4부분으로 크게 구분하였



(a) Coastal environment



(b) Normal atmosphere environment

**Photo 3** Exposure situation

으며, 폭로 중 정기적인 평가는 폭로개시 후 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60개월에서 실시하는 것으로 하였다.

또한, 폭로 중 정기평가에 있어서 각 성능평가 항목에 대한 평가등급은 기존 연구를 기초로 하여<sup>5-7)</sup> Table 6에서 보는 바와 같이 표면피복재, 단면복구재, 콘크리트 및 철근에 대한 육안관찰 등의 비파괴 조사에 의해 4등급으로 구분하여 정리하는 것으로 설정하였다.

### 2.7 해양 및 일반 대기환경 폭로상황

해양 및 일반 대기환경에서의 폭로상황을 나타낸 Photo 3에서 보는 바와 같이 폭로시험체는 우수 및 일조 등의 환경적 요인에 의한 영향을 크게 받도록 하기 위하여 보수공법을 시공한 면이 상면이 되도록 설치하였으며, 각형 목재를 사용하여 시험체의 하면이 직접 폭로시험장 바닥에 닿지 않고 약 200mm의 간격을 유지하도록 설치하였다. 또한 각각의 폭로시험체는 설치된 위치에 따라 차이가 없는 동일 조건인 것으로 가정하여 폭로기간 중 시험체 배치위치의 로테이션은 고려하지 않는 것으로 하였다.

## 3. 실험결과 검토 및 분석

### 3.1 폭로 전 초기평가결과 검토 및 분석

해양 및 일반 대기환경 폭로 전 초기평가로서 각 제조업체별 보수재료의 압축강도, 휨강도 및 부착강도를 평가

한 결과 Table 7에서 보는 바와 같이 재령 28일에 있어서 압축강도의 경우 43.2~58.9MPa의 수준, 휨강도의 경우 9.3~12.0MPa의 수준, 부착강도의 경우 0.9~3.7MPa의 수준을 보이고 있어, 보수재료 종류에 관계없이 압축강도, 휨강도 및 부착강도는 KS F 4042 「콘크리트 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제안하고 있는 기준치 이상을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

### 3.2 폭로 중 정기평가 결과 검토 및 분석

#### 3.2.1 육안관찰에 의한 성능평가 결과

해양 및 일반 대기환경 폭로 중 육안관찰에 의한 정기 성능평가 결과 제조업체별 보수재료·공법에 관계없이 대부분 폭로재령 18개월까지는 철근의 녹물, 보수부의 들뜸 및 박락 등 급격한 성능저하현상은 발생되지 않고 있으나 일부 보수재료·공법의 경우 Photo 4에서 보는 바와 같이 표면피복재의 미세균열, 부풀음 및 박리현상과 단면복구재의 미세균열 및 보수경계부위의 균열이 다소 발생하는 것으로 나타났다. 또한, 폭로 중의 육안관찰 평가의 일례로 폭로재령에 따른 표면피복재 미세균열 평가등급의 변화를 나타낸 Fig. 3에서 보는 바와 같이 C, D, E 보수공법의 경우 폭로재령 18개월까지 표면피복재의 미세균열이 나타나지 않고 있으나, A 및 B공법의 경우 폭로재령 6개월부

터 해양 및 일반 대기환경에서 모두 표면피복재의 미세균열이 조사되었으며, C 공법의 경우 폭로재령 18개월부터 해양환경에서 미표면피복재의 미세균열이 발생하였다.

특히, 해양환경에 폭로된 A공법 시험체의 경우 폭로재령 6개월부터 시험체 전면적의 20% 이상에서 표면피복재의 미세균열이 관찰되는 4등급으로 평가되었다.

또한, Fig. 4는 해양 및 일반대기환경 하에서 폭로재령에 따른 단면복구재의 박리 평가등급의 변화를 나타낸 것이며, Table 8은 일반대기환경 하에서 각 보수공법별 폭로재령 18개월의 시험체 외관을 나타낸 것으로서 B, C, D 및 E 보수공법의 경우 폭로재령 18개월까지 단면복구재의 박리현상이 나타나지 않고 있으나, A 공법의 경우 재령 12개월부터 박리현상이 발생하였으며, 재령 18개월에 있어서는 일반 대기환경의 경우 단면복구재의 박리가 시험체 전면적에서 100cm<sup>2</sup> 이상 나타나는 4등급으로 평가되었다.

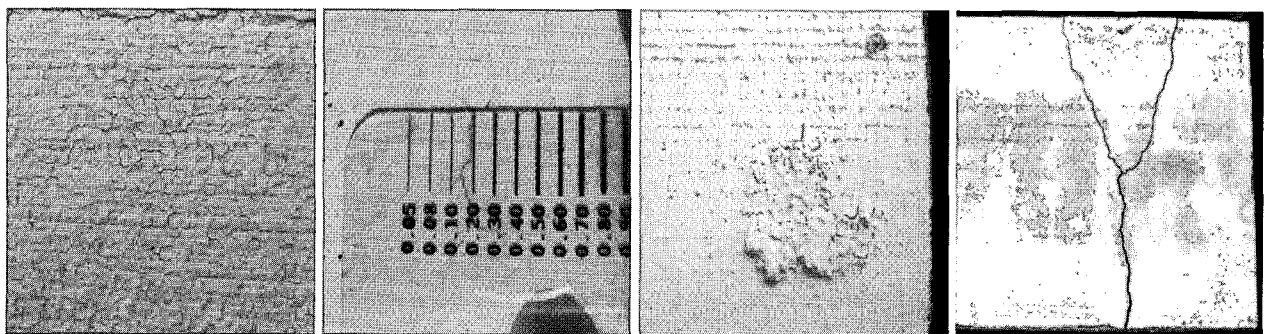
또한, B 공법의 경우 폭로재령 12개월까지는 성능저하 현상이 나타나지 않았으나 18개월부터는 해양환경에서 단면복구재의 박리현상이 나타나 2등급으로 평가되어 폭로재령의 경과에 따라 성능저하가 진행되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 본 연구의 폭로환경 하에서 폭로시험체는 직사광선을 받게 되는 조건이고, 일부 보수재료·공법의 경우 사용재료의 배합 및 시공방법 등의 오류에 의해 모체 콘크리트와의 열팽창계수가 상이하게 되어 폭로재령 12개월부터 보수재료의 성능저하 현상이 발생된 것으로 사료되며, 성능저하 된 철근콘크리트 구조물의 보수재료·공법 적용시 모체 콘크리트의 열팽창계수 및 탄성계수 등을 고려한 정밀한 보수시공이 필요할 것으로 판단된다.

Table 7 Evaluation results of compressive, bending and adhesive strength

Repair material & method	Compressive strength (MPa)			Bending strength (MPa)			Adhesive strength (MPa)		
	7d	14d	28d	7d	14d	28d	7d	14d	28d
A	18.1	39.8	43.2	9.3	9.9	12.0	3.1	2.9	3.5
B	25.6	60.5	58.9	8.2	7.1	9.5	1.0	0.9	0.9
C	41.1	43.8	49.7	6.9	9.0	9.9	2.3	2.4	2.4
D	52.3	56.8	58.3	12.1	13.6	14.1	3.4	3.5	3.7
E	34.7	41.2	43.8	7.3	7.9	9.3	1.6	1.9	2.0

#### 3.2.2 자연전위에 의한 성능평가 결과

본 폭로실험에서는 해양 및 일반 대기환경 하에서 폭로 중 정기평가로서 철근의 자연전위는 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 폭로시험체에 매입된 철근 3본을 대상으로 하여 보수부위 3개소, 비 보수부위 5개소 및 보수경계부위 2개소의 총 10개소에서 자연전위를 측정하였다.



(a) Crack of surface coating (b) Crack of restor. material (c) Swelling of surface coating (d) Crack of repair border

Photo 4 Deterioration case of exposure specimens

Table 8 Appearance of exposure specimens

Environment	Normal atmosphere environment ( exposure age : 18 months )				
Corr.-inhibitor	None		Application		
Chloride ion	0.0 kg/m <sup>3</sup>	2.4 kg/m <sup>3</sup>	0.0 kg/m <sup>3</sup>	2.4 kg/m <sup>3</sup>	
Repair method	A				
	B				
	C				
	D				
	E				
	Ba				

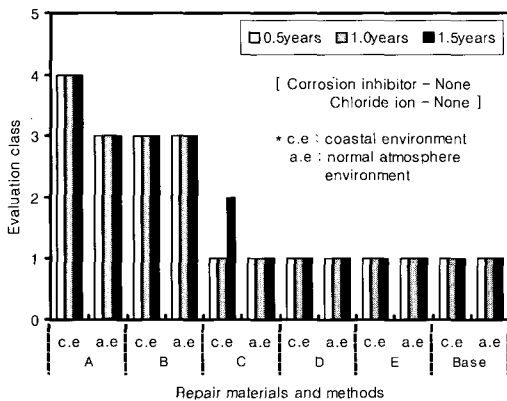


Fig. 3 Crack of surface coating according to the exposure ages

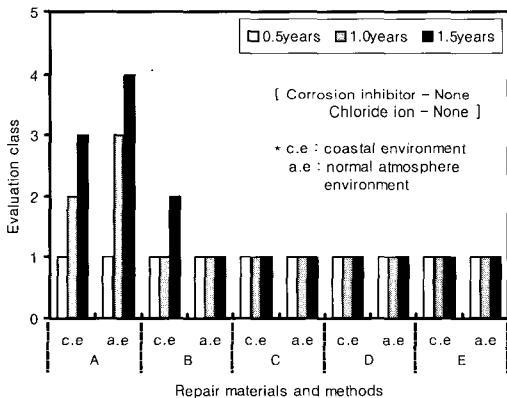


Fig. 4 Exfoliation of restoration material according to the exposure ages

Fig. 6은 해양환경 하에서 폭로재령 18개월의 보수재료·공법 종류에 따른 자연전위 측정결과를 나타낸 것으로서 보수재료·공법 종류에 관계없이 자연전위 값이 ASTM에서 제시하고 있는 철근부식이 발생하였을 경우의 자연전위 값인 -350mV 이상으로 나타나 재령 18개월까지는 철근부식이 발생되지 않은 것으로 추정된다<sup>8-12)</sup>.

한편, 육안관찰 결과 보수재료에서 성능저하현상이 관찰되었던 A 및 B공법의 경우 보수부위의 자연전위 값이 비보수부위에 비해 다소 낮게 나타나고 있으나, C, E 공법의 경우 보수부위의 자연전위 값이 상대적으로 높게 나타났으며, D 공법 및 베이스 시험체의 경우 모든 위치에서 유사한 자연전위 값을 나타내고 있다.

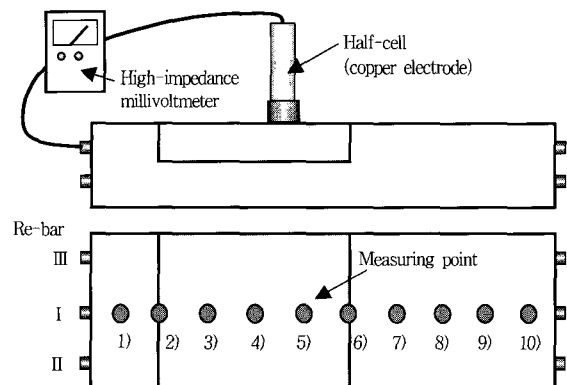


Fig. 5 Schematic diagram of electrode potential measurement for exposure specimens

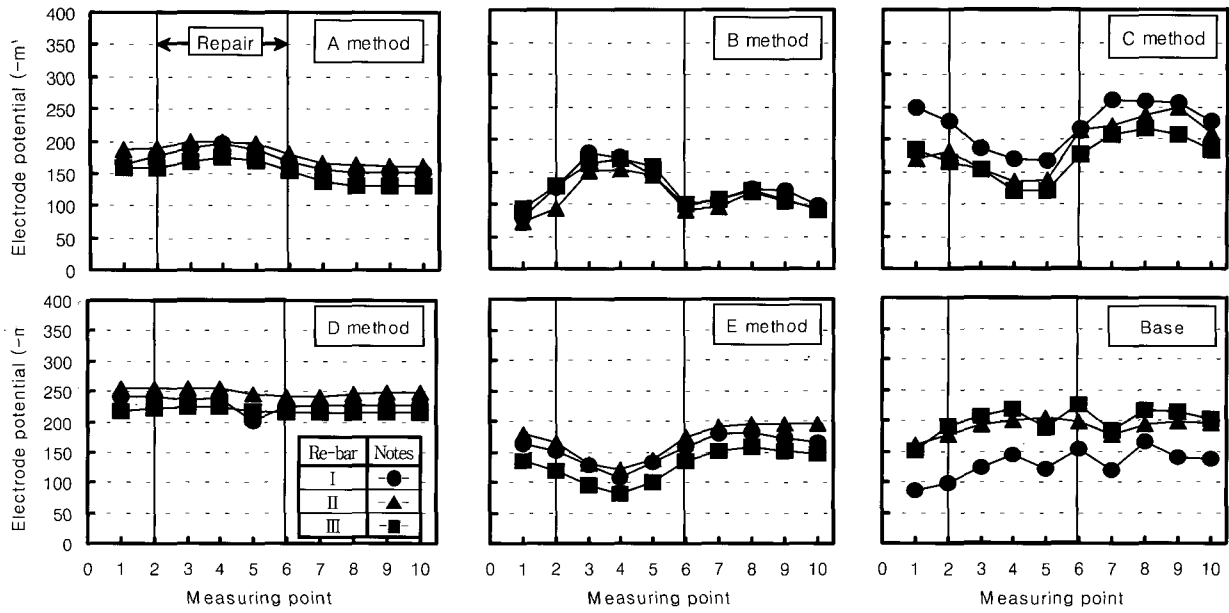


Fig. 6 Electrode potential of exposure specimens according to types of repair material and method

또한, Fig. 7은 해양환경 폭로시험체 중 비보수부위에 있어서 보수재료·공법 종류별 폭로재령에 따른 자연전위 평균값의 변화를 나타낸 것으로서 보수재료·공법 종류에 관계없이 폭로재령 18개월까지 자연전위 값은 -350mV 이상을 나타내고 있고, 폭로재령이 경과할수록 자연전위 값은 작게 되는 경향을 보이고 있다. 보수재료·공법의 종류에 따른 자연전위 값의 경향은 나타나지 않았으나, 육안 관찰 결과 보수재료의 성능저하현상이 나타난 A공법의 경우 다른 공법과 비교하여 상대적으로 자연전위 값이 크게 나타났다.

한편, Fig. 8은 폭로재령 18개월에 있어서 보수재료·공법 종류별 폭로환경에 따른 자연전위 평균값의 변화를 나타낸 것으로서 해양환경 하에서 폭로한 시험체의 자연전위 값이 일반대기환경의 경우에 비해 다소 작게 나타났다.

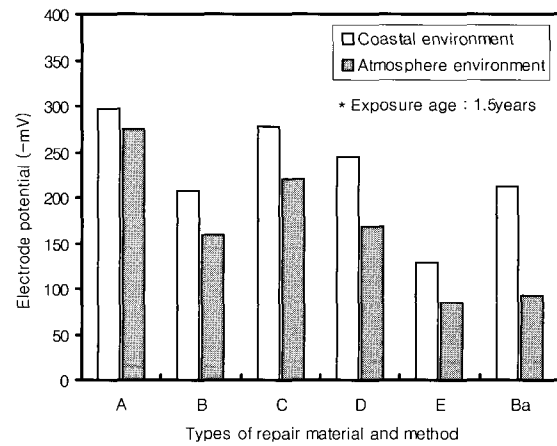


Fig. 8 Electrode potential of exposure specimens according to the exposure environment

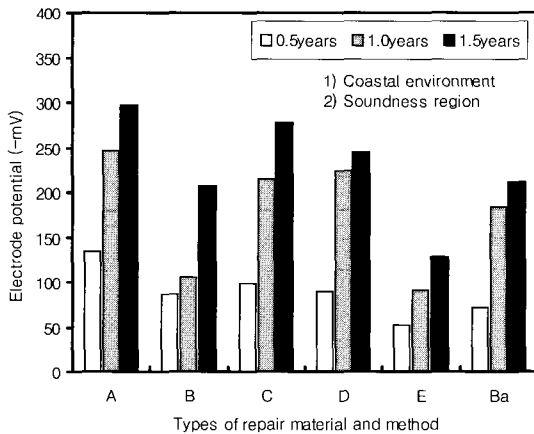


Fig. 7 Electrode potential of exposure specimens with exposure ages

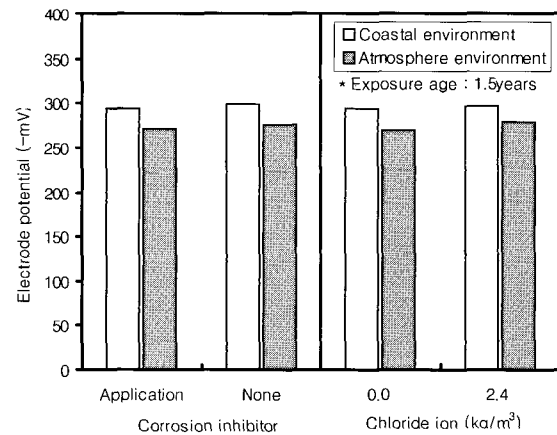


Fig. 9 Electrode potential according to the corrosion inhibitor and chloride ion

또한, Fig. 9는 해양 및 일반 대기환경의 폭로시험체 중 폭로재령 18개월에 있어서 방청처리 유무 및 염화물 이온 량에 따른 자연전위 평균값을 나타낸 것으로서 폭로재령 18개월까지는 방청처리 유무 및 염화물 이온량의 변화에 따른 자연전위 값의 차이는 크게 나타나지 않았다.

#### 4. 결 론

최근 국내에서 활용되고 있는 보수재료·공법을 적용한 폭로시험체를 제작한 후, 해양환경 및 일반대기환경 하에서 장기폭로실험에 의한 정량적 폭로실험 데이터를 확보하여 검토 및 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 폭로 전 제조업체별 보수재료·공법의 성능평가 결과 압축강도, 휨강도 및 부착강도는 보수재료·공법에 관계없이 유사한 수준을 나타내고 있으며 KS 규준치를 모두 만족하는 것으로 나타났다.
- 2) 폭로시험체의 육안 관찰 결과 폭로재령 18개월까지는 심각한 성능저하현상은 발생되지 않고 있으나 일부 보수공법의 경우 표면피복재의 미세균열, 부풀음 및 박리와 단면복구재의 미세균열 및 보수경계부위의 균열이 다소 발생된 것으로 나타났다.
- 3) 폭로시험체의 자연전위 측정결과 폭로재령이 경과할수록 자연전위 값이 낮아지는 경향을 보이고 있으나, 폭로재령 18개월까지는 모든 시험체가  $-350\text{mV}$  이상의 값으로 부식이 발생하지 않은 것으로 판단된다.
- 4) 육안 관찰 결과 성능 저하 현상이 조사된 보수공법의 경우 상대적으로 자연전위 값이 작게 나타났으며, 해양환경 폭로시험체의 경우 일반대기환경에 비하여 낮은 자연전위 값을 보이는 것으로 나타났다.
- 5) 향후 폭로시험체의 지속적인 육안관찰 및 성능평가에 의해 정량적인 폭로실험데이터를 확보함으로써 보수재료·공법의 성능평가방법 및 품질관리기준 확립을 위한 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설교통부의 건설기술연구개발사업인 「염해 및 중성화 피해를 입은 콘크리트 구조물의 내구성 회복을

위한 보수공법 시스템 개발 및 실용화 방안(E00-01)」에 관한 일련의 연구결과로 이에 관계자 여러분께 심심한 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부, “염해 및 중성화 피해를 입은 콘크리트 구조물의 내구성 회복을 위한 보수공법 시스템 개발 및 실용화 방안”, 건설기술연구개발사업 연차보고서, 2003.
2. 김무한 외, “표면피복종류에 따른 복합염화환경하의 철근 콘크리트 부식특성에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, 15권 2호, 2003, pp.87~90.
3. 金武漢 ほか, “中性化されたコンクリートのアルカリ性回復に関する実験的研究”, 콘크리트工学年次論文集, Vol.24, No.2, 2002, pp.1449~1454.
4. 김무한 외, “내구성을 고려한 표면피복재의 성능평가에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 가을 학술발표논문집, 2003, pp.467~470.
5. 日本コンクリート工学協会, “コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告書(III)-補修工法の性能評価のための暴露実験”, 日本コンクリート工学協会, 1996, pp.1~44.
6. 日本建築学会, “鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説-付2.補修工法の補修効果評価試験(案)”, 日本建築学会, 1997, pp.203~216.
7. Hidenori Hamada et al, “Chloride diffusion, microstructure and mineralogy of concrete after 15years of exposure in tidal environment”, ACI Material Journal, 2002, pp.256~263.
8. R.T.L Allen et al, “The repair of concrete structures”, Blackie Academic & Professional, 1993, pp.15~32.
9. 日本コンクリート工学協会, “コンクリート診断技術'01[基礎編]”, 日本コンクリート工学協会, 2001, pp.156~159.
10. ASTM C 876, “Standard Test Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing in Concrete,” ASTM, 1991.
11. 日本構造物診断技術協会, “コンクリート構造物の非破壊検査マニュアル”, 日本構造物診断技術協会, 1995, pp.26~39.
12. C. Andrade et al, “Corrosion rate evolution on concrete structures exposed to the atmosphere,” Cement & Concrete Composites, 2002, pp.55~64.

#### 요 약

본 연구에서는 최근 국내에서 신기술 등으로 인증되어 활용되고 있는 보수재료·공법을 적용한 폭로시험체를 제작한 후, 해양환경 및 일반대기환경 하에서 장기폭로실험에 의한 정량적 폭로실험데이터를 확보함으로써 향후 성능 저하된 철근콘크리트 구조물의 보수재료·공법 성능평가 방법 및 품질관리기준 확립을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

해양 및 일반대기환경 하에서 폭로재령 18개월까지 폭로실험을 실시한 결과 일부 보수공법에 있어서 표면피복재 및 단면복구재의 미세균열, 부풀음, 박리현상과 보수경계부위의 균열 및 보수부위와 비보수부위의 전위차가 다소 발생하고 있는 것으로 나타났으며, 향후 폭로시험체의 지속적인 평가 및 파괴에 의한 상세평가를 통하여 정량적인 폭로실험 데이터를 확보함으로써 보수재료·공법의 성능평가방법 및 품질관리기준 확립을 위한 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 장기폭로실험, 철근콘크리트 구조물, 보수재료·공법, 성능평가