

# 비말대 거치 철근콘크리트 시험체의 철근부식에 관한 연구

## Experiments Research for Steel Corrosion of Reinforced Concrete Specimens in the Splash Zone

이 상 국<sup>1)</sup> 류 금 성<sup>2)</sup> 정 영 수<sup>3)</sup> 유 환 구<sup>4)</sup> 김 국 한<sup>5)</sup>  
Lee, Sang Kuk Ryu, Gum Sung Chung, Young Soo Yu, Hwan Gu Kim, Kook Han

### ABSTRACT

Reinforced concrete is in general known as high durability construction material under normal environments due to strong alkalinity of cement. Marine and harbour concrete in the tidal and the splash zone at seashore are exposed to cyclic wet and dry saltwaters which cause to accelerate corrosion of reinforcing steel in concrete. If corrosion resistance of concrete gets to weaken due to carbonations and cracks in cover concrete, furthermore, concrete durability rapidly decreases by corrosion of reinforcement steel embedded in concrete.

The objective of this study is to develop appropriate corrosion protection systems so as to enhance the durability of concrete by controlling the cover depth of concrete and by using corrosion inhibitors as concrete admixtures.

### 1. 서론

본 연구는 해안·해양 콘크리트 구조물에 매입되는 철근의 내부식 성능을 향상시키기 위하여 개발된 각종 철근 방식재료의 성능을 평가하면서 적절한 철근방식 기법을 개발하는 것이다. 현장적용 부분에 관한 연구는 보 시험체에 대한 해수간헐침투되는 자연환경을 Simulation하기 위해 수행하고 있는 실내실험에 대하여 현장적용과의 부식거동에 있어서의 차이를 파악하고 비교·평가하고자 한다. 즉, 정확한 실내실험 Data를 얻기 위하여 현장실험용 시험체를 각각의 방청제의 종류별로 항만에 거치시켜 실내실험과 비교하고자 한다.

### 2. 연구수행내용

- 1) 중앙대학교 건설대학 토목공학과 콘크리트 구조실험실 연구원
- 2) 중앙대학교 건설대학 토목공학과 대학원 석사과정
- 3) 정희원, 중앙대학교 건설대학 토목공학과 교수
- 4) 한국도로공사 도로연구소 연구원
- 5) 한국도로공사 도로연구소 책임연구원

본 연구는 실내부식 실험을 바탕으로 항만현장 침투환경하에서의 철근 콘크리트의 실제의 부식상황을 평가·분석하기 위하여 양생된 시험체는 염해환경 노출조건에 따른 철근 부식정도를 평가하기 위해 아산항 현장의 호안의 Tidal Zone, Splash Zone 및 Above Highwater Zone에 각 변수의 시험체를 2개씩 거치하였다. 또한 시험체의 Anode부분의 매입철근의 부식을 촉진하기 위하여, Notch를 횡 및 종방향으로 주어 철근뒹개를 달리하였다. 철근 부식의 정량적 계측방법은 Current Method, Half-Cell, 콘크리트 비저항 및 Linear Polarization Resistance Method등을 사용하여 Anode 철근의 부식정도를 측정할 계획이다. 또한 이들 측정결과는 적정 기간에 측정된 시험체의 Chloride성분과 비교하고, 부식 실험 종료후 철근표면에 발생한 부식면적 및 무게변화등을 측정하고자 한다.

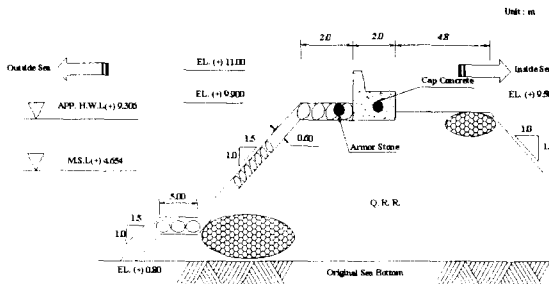


그림 1 현장 시험체 거치 호안도



사진 1 현장시험체 거치

## 2.1 배합실험

시험체의 총 수량은 72개로서 기준 설계압축강도  $280 \text{ kg/cm}^2$ 의 시험체는 동일한 배합조건하에 시험체를 제작하기 위하여 Remicon을 사용하였다. 그리고 압축강도 약  $240 \text{ kg/cm}^2$ ,  $350 \text{ kg/cm}^2$  및 방청제의 시험체들은 실내에서 배합제작하였다. Control시험체는 철근뒹개를 2cm, 압축강도  $280 \text{ kg/cm}^2$ , 철근직경은 D25로 하였으며 사용된 시험체의 변수는 철근직경(D19, D32)과 압축강도( $240 \text{ kg/cm}^2$ ,  $350 \text{ kg/cm}^2$ ), 철근뒹개(2, 3, 4, 6, 8cm), 방청제(J社, G社), Notch 형태(종, 횡방향)별로 구분하였다. 아래의 표1은 배합비, 압축강도 및 공기량 실험결과이다.

[표 1] 시험체의 배합비 및 압축강도

실제강도 ( $\text{kg/cm}^2$ )	W/C (%)	S/a (%)	물 (kg)	시멘트 (kg)	잔골재 (kg)	굵은골재 (kg)	압축강도 ( $\text{kg/cm}^2$ )	공기량 (%)
240	55.4	39	193	384.4	669.3	1109.7	347	4.0
280	47.1	46.0	187	365	778	951	375	4.5
350	41.1	49.0	165	401	812	913	389	4.5

## 2.2 시험체의 제작

염화물 침투 환경하에서 철근뒹개에 따른 철근의 부식정도를 검토하기 위한 시험체는 힘부재를 고려, 하여 Control시험체의 크기는  $700 \times 150 \times 200 \text{ mm}$ 로 제작하여, 양극(Anode) 및 음극(Cathode)에는 철근 D25를 사용하였다. 콘크리트 타설 전에 철근을 거푸집 외부로 뽑아 놓은 후 타설 후에 Anode철근과 Cathode철근에 각각 리드선을 연결하여 Marco 및 Micro부식측정을 용이하게 하였다. 시험체의

철근뎡개를 변화시키기 위하여 Anode 상단 콘크리트에 그라인더로 종방향 및 횡방향으로 Notch를 주었으며, 특히 Anode 철근은 철근 부식을 촉진시키기 위하여 중앙부위 15cm를 제외한 전 부분을 Epoxy로 Coating 처리하여 중간부위에 철근부식이 집중되도록 하였다. 아래의 그림 1-2는 철근의 부식 전류 계측도 및 Notch 형태이다.

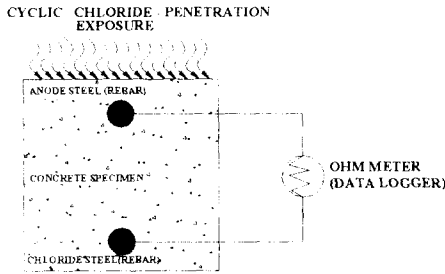


그림 2. 철근의 부식전류계측도

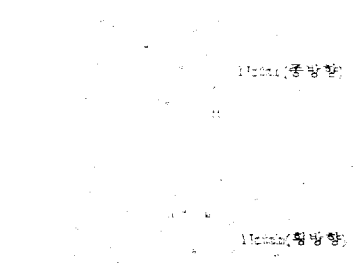


그림 3 Notch Pattern



사진 2 콘크리트 타설

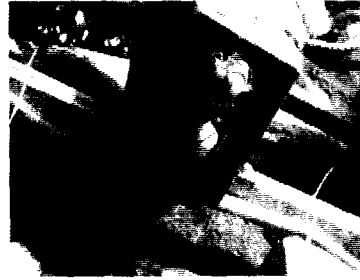


사진 3 철근끝단보호

### 3. 부식계측 및 결과분석

본 실험에서는 시험체에 대해 Current Method, Half-Cell, 콘크리트의 비저항 및 Linear Polarization Resistance Method의 방법으로 측정할 계획이다. 철근부식 Data는 Stern-Geary 방정식과 Faraday's Law를 이용하여 철근의 부식정도를 평가하고자 한다.

### 4. 결과분석 및 연구평가

시험체의 Current Method, Half-Cell, 콘크리트 비저항 및 Linear Polarization Resistance Method에 의한 철근부식의 Initial값은 아래의 표2와 같다. 측정된 철근부식 Data는 초기값이라 변수에 따른 특별한 변화는 없는 것으로 판단되며, 아산항 호안에서의 비발대에 거치된 시험체를 장기적으로 측정할 계획이다. 아래의 표는 아산항 호안에서의 비발대에 거치하기전 Initial값을 나타내고 있다.

표2 현장시험체 Initial Data

시험체명	Half-Cell(mV)	Resistivity(k $\Omega$ cm)	Current(mV)	$I_{corr}$
NTL-NTD1.0	279	3.47	15.1	1.6241
NTT-NTD1.0	279	6.20	38.0	1.4191

시험체명	Half-Cell(mV)	Resistivity(k $\Omega$ cm)	Current(mV)	$I_{corr}$
NTL-NTD2.0	310	3.97	41.1	1.4858
NTT-NTD2.0	157	3.05	6.9	1.6080
NTT-NTD3.0	350	6.00	25.3	2.1129
NTL-NTD3.0	231	2.32	20.6	1.6699
NH-SD19	326	4.80	87.6	2.1170
NH-SD32	320	2.55	25.6	2.7936
NH-CT4	263	3.32	10.5	2.0357
NH-CT6	264	2.73	7.40	1.3580
NH-CT8	236	7.00	11.8	1.8243
NH-EPC	344	2.32	155	1.3395
NH-ECC	397	2.67	87.4	0.9849

\* 시험체명 (NTL-종방향 Notch, NTT-횡방향 Notch, NTD-Notch Depth, SD-철근직경,CT-철근 덮개 ,EPC-에폭시 Coating , ECC-에폭시 NO Coating)

### 5. 결론 및 연구수행상의 문제점

현장적용실험에 있어서 실내실험과는 달리 여러 주위요건에 의한 부식인자의 다양성에 의해서 실내실험과의 비교평가에 있어서 많은 어려움이 수반되고 있다. 장기간을 요하는 철근부식실험으로 현장실험 결과가 아직 정리분석된 단계는 아니지만, 설치된 해안에 있어서 실내실험과는 달리 완전히 침수되고 건조되는 과정에서 침수시 시험체가 받는 수압에 의하여 염화물의 침투효과가 증대되어서 부식이 실내실험보다 더욱더 가속화 되는 것으로 예상된다. 그러한 결과를 통하여 실내실험과의 평가에 있어서 여러 가지 조건을 고려한 신중한 비교 및 평가가 요구된다고 본다.

해양·항만 구조물은 주기적으로 염분에 노출되고 있는 Splash Zone 구간에서 콘크리트에 매입된 철근은 염소이온에 의한 부식 가능성이 매우 크다. 전위 및 부식전류측정법에 의한 콘크리트 구조물의 철근의 부식실험은 장시간의 실험기간을 요구하는 것이 통상적이다. 즉 시험체의 규격, 각각의 시험체와 철근에 대한 초기값, 부식측정법의 확정등 해결해야 할 많은 난제를 안고 있다.

### 감사의글

본 연구는 한국표준과학연구원 연구과제(기술분류번호:741)의 지원으로 진행되고 있으며, 과기부 국책과제인 "인위재해방재기술개발사업"의 일환으로 수행되고 있습니다. 이 지원에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- 1) Donald W, Pfeifer, J. Robert Landgren and Alexander Zoob, " Protective Systems for New Prestressed and Substructure Concrete", 1987.4
- 2) Peter H.Emmons, "Concrete Reinforcement Corrosion", (Training Course Notes of Colebrand/UK)
- 3) 李鐘得, "철근부식진단" 도서출판 일광, vol3.
- 4) 정영수, " 방식제를 사용한 철근 콘크리트의 철근부식에 관한 실험적 연구", 한국콘크리트학회지, 1997년 12월호
- 5) J.W. Jang and I. Iwasaki, "Rebar corrosion Under Simulated Concrete Conditions Using Galvanic Current Measurements," Corrosion Engineering, Vol.47, No.11,1991