

방청시멘트 도막철근의 역학적 특성 연구

A Study on the Mechanical Characteristics of Anti-Corrosion Polymer Cement Coated Rebar

오 병 환* 이 종 렬** 신 도 철*** 조 윤 구**** 김 의 성****
Oh, Byung Hwan Lee, Jong Ryul Shin, Do Chul Cho, Yun Ku Kim, Eui Sung

Abstract

Recently, large scale concrete structures exposed to severe environment are increasingly built in various locations. The corrosion may severely affect the durability and service life of such a concrete structure. It is, therefore, necessary to develop a method to enhance the corrosion resistance of a concrete. And the purpose of this study is to evaluate the characteristics of anti-corrosion polymer cement coated rebar. The corrosion resistance of a concrete with anti-corrosion coating can be identified through accelerated corrosion test. And the bond strength test of a concrete using anti-corrosion coating was also carried out.

1. 서 론

최근 산업발달에 따른 산성비, 대기오염, 각종 염해에 따른 철근 및 강재의 부식이 심화되면서, 철근 콘크리트 구조물의 내구성 저하가 사회문제화되고 있다. 특히 최근들어 영종도 신공항, 서해대교등의 해양개발이 활발해지면서 해상, 해안 및 바다근처에 설치되는 교량, 방파제, 안벽 등과 같은 콘크리트 구조물에서 부터 해상도시, 해상비행장, 해저터널 건설등이 증가되고 있는 추세이다. 특히 해양환경하에 건설된 철근 콘크리트 구조물의 경우 구조물 외부로부터 침투되는 염분의 영향으로 인하여 콘크리트 내부에 묻힌 철근은 부식이 발생, 진행되어 콘크리트 구조물에 균열, 박리 등의 손상이 나타나고 구조물은 치명적인 손상을 받게 된다. 그러므로 해양콘크리트 구조물은 염해에 대한 내구성 및 신뢰성 확보가 중요시되고 있다.

* 서울대학교 토목공학과 교수
** 쌍용 중앙기술연구소 책임연구원
*** 쌍용 중앙기술연구소 주임연구원
**** 서울대학교 토목공학과 박사과정

국내외에서는 이에 따라 염화물의 영향을 받는 구조물뿐 아니라 철근부식이 우려되는 구조물의 축조시 철근부식에 대한 대책을 충분히 고려할 뿐만 아니라 이미 건설된 구조물의 경우에도 유지관리 및 내구성진단, 평가에 만전의 대책을 강구하여야 한다. 이에 효율적으로 대처하기 위한 여러 연구가 진행되고 있으며 그중 철근에 직접적으로 사용하는 방청시멘트의 내부식성능 및 부착강도 특성을 평가, 분석하여 실용화하는 데 본 연구의 목적이 있다.

2. 방청시멘트 도막철근의 역학적 특성실험

2.1 실험계획 및 실험배합

방청시멘트 도막철근의 역학적 특성을 분석하기 위하여 본 연구에서는 방청시멘트의 도포방법, 도막두께, 압축강도, 철근의 직경, 양생온도, 부식유무등을 변수로 하였다. 실험방법은 내 부식저항성 실험과 부착강도특성 실험을 수행하였다. 본 논문에서 실험기법의 적절한 적용을 위한 실험배합강도표가 표 1에 요약되어 있다. 사용된 시멘트의 특성은 표 2에 제시된 바와 같다. 본 연구에 사용된 방청시멘트의 특성은 표 3에 보인 바와 같으며 실험변수는 표 4에 나타내었다.

2.2 실험방법 및 측정

2.2.1 압축강도 실험방법

압축강도시험은 KS F 2405 콘크리트의 압축강도시험의 규정을 따랐으며 실험시편은 10×20cm 주형공시체이고, 제작한 시편은 시험전까지 20±2℃의 항온수조에 수중양생하였다.

2.2.2 철근의 부식촉진 실험방법

철근 부식 실험은 5% NaCl 용액에 철근을 매설한 콘크리트시편(피복두께 4.35cm)을 침지하여

표 1 실험배합표

실험배합강도	시멘트 (kg/m ³)	혼화재 (kg/m ³)	물 (kg/m ³)	잔골재 (kg/m ³)	굵은골재 (kg/m ³)
210 kg/cm ²	300	0	180	800	1200
280 kg/cm ²	350	0	190	740	1060
350 kg/cm ²	380	0	164	850	1040

표 2 사용 시멘트의 특성

비 중	안정도(%)	분말도 (cm ² /g)	용결 시간		압축강도 (kg/cm ²)			
			초결 (min)	종결 (hr:min)	1일	3일	7일	28일
3.144	0.1	3200	260	6:40	90	200	285	375

표 3 방청시멘트의 특성

비 중	고형분 용적비(%)	이론도포율 (m ² /kg)	실제도포율 (m ² /kg)	색상	건조시간 (20℃, 분)
1.6	88	1.4	1.0	암회색	40

20V 직류전원공급장치의 (+)극은 철근에, (-)극은 NaCl 용액에 연결하여 직류회로를 구성한다. 그림 1은 철근 부식실험의 장치도를 보여주고 있다. 각 시편마다 10Ω의 저항을 연결하여 저항에 걸리는 전압을 측정하여 전류로 환산한다. 직류전압 측정은 Data-Logger를 이용하여 30분마다 측정한다.

2.2.3 부착강도 실험방법

방청시멘트 도포철근의 부착강도 특성을 측정하기 위한 표 4의 각 실험시편을 준비한 후, 그림 2와 같이 MTS 인장시험기로 슬립이 발생하는 최대강도를 측정하였다. 부착강도 실험결과는 방청시멘트 무도포 시편의 부착강도에 대한 상대값으로 표시하여 부착강도 저하도를 표시하였다.

표 4 실험변수

No.	시편구분	도포방법	두께(μm)	발청유무	양생온도(℃)	비고
1	PO	—	—	—	—	PLAIN
2	PX	—	—	—	—	PLAIN
3	ID1OB	침적	150	유	20	
4	ID1OB	침적	150	무	20	
5	ID2OA	침적	300	유	3	
6	ID2OB	침적	300	유	20	
7	ID2OC	침적	300	유	50	
8	ID2XA	침적	300	무	3	
9	D2XB	침적	300	무	20	
10	D2XC	침적	300	무	50	
11	IS10B	스프레이	150	유	20	
12	IS1XB	스프레이	150	무	20	
13	IS2OA	스프레이	300	유	3	
14	IS2OB	스프레이	300	유	20	
15	IS2OC	스프레이	300	유	50	
16	IS2XA	스프레이	300	무	3	
17	IS2XB	스프레이	300	무	20	
18	IS2XC	스프레이	300	무	50	

- I: 방청 시멘트(Inhibitor), D: 침적, S: 스프레이.
- 1: 1회 도포(150 μm), 2: 2회 도포(300 μm)
- O: 발청 유(3%), X: 발청 무, A: 양생온도 3℃, B: 20℃, C: 50℃
- 사용콘크리트 배합: 압축강도 280 kg/cm², slump: 8 cm, air: 4%
- 사용철근: D 13 mm
- 210kg/cm², 350kg/cm² 배합의 경우 PX, IS1XB, IS2XB의 배합변수에 적용
- 19mm, 25mm철근의 부착강도실험은 PX, IS1XB, IS2XB의 배합변수에 적용

3. 실험결과

3.1 부식실험결과

Data-Logger에 30분마다 측정된 전류량으로 전류량과 시간과의 관계로서 결과를 나타내었다. 본 논문에서 부식량을 추정하기 위해 사용된 법칙은 Faraday's Law이며 이를 이용하여 그림에서 나타난 각 시편의 전류-시간 그래프에서 시간에 대한 전류량의 적분값이 부식량을 표현한다. 그리고

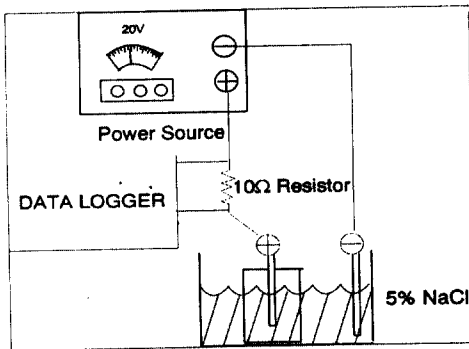


그림 1 철근 부식실험의 장치도

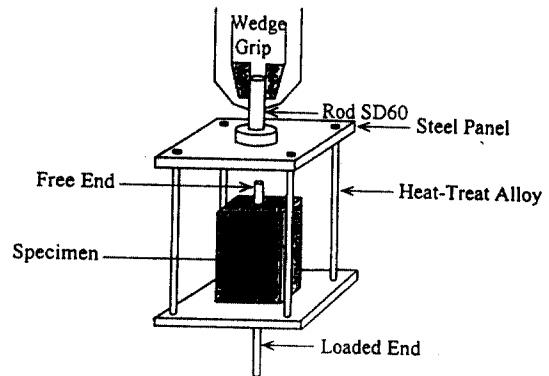


그림 2 부착강도 실험의 장치도

Faraday's Law에 따라 철분자 1몰당 $2F$ ($1F=96500C$)이 소요되므로 다음과 같은 식으로 철의 부식량을 결정할 수 있다. 본 논문에서 전류량의 적분값을 구하는 방법으로 Data-Logger에서 받아들이는 각 단계를 기준으로 구분구적법을 응용한 program을 작성하여 계산하였다.

$$\text{부식량(몰)} = \frac{1}{2 \times 96500} \int q \, dt$$

부식한 철분자의 몰수

q (Ampere) = 각 단계에서의 통과전하량

3.2 부착강도 실험결과

부착강도실험은 방청시멘트 무도포시편의 경우에 대한 상대값(%)으로 표현하여 방청시멘트 도막의 부착에 미치는 영향을 규명하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 방청시멘트 도막철근의 내부식특성 및 부착강도특성을 평가하기 위한 실험 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결론에 도출하였다.

방청시멘트 도막철근의 부착강도 특성은 방청시멘트 무도포철근에 비하여 다소 낮은 부착강도를 나타내었으나 거의 차이가 없음을 보이고 있으며 각 시편의 부착강도차이가 일부 나타나고 있으나 이는 도막두께의 차이에 기인한 것으로 보이며 도막두께의 차이가 없는 경우 거의 유사한 부착강도를 나타내고 있다.

방청시멘트 도막철근을 사용한 실험시편의 내부식성능은 도막두께증가에 따라 부식저항성이 증진되는 것으로 나타나고 있다. 현재 방청시멘트 도막철근에 대한 지속적인 실험 연구가 계획되어 있으며, 부식된 철근에 도막을 한 경우의 부식 및 부착특성 그리고 오토클레이브시험에 의한 부식실험등 향후 지속적인 연구가 진행될 예정이다.

참 고 문 헌

1. 오병환, 조윤구, 차수원, 정원기, "전위차 부식촉진법을 이용한 철근 콘크리트의 내부식성 예측을 위한 새로운 기법연구", 사단법인 한국콘크리트 학회지, 10월호, 1996.10
2. 오병환, 조윤구, 차수원, "구조물의 염해대책 특별연구 보고서", 서울대학교 공학연구소, 1995.5
3. 오병환, 한승환, 차수원, 조윤구, "농업토목 구조물의 내구성 향상을 위한 고품질 콘크리트에 관한 연구", 서울대학교 공학연구소, 1994
4. 한국 건설방식 기술연구회, "콘크리트 철근의 부식과 방식대책", 1994
5. 崔圭源, "分析化學", (株) 養英閣, 1994