

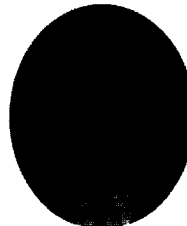
방청시멘트 도막철근의 내부식 성능 및 부착강도 성능연구

Corrosion and Bond Strength Characteristics of Anti-Corrosive Cement Coated Reinforcements



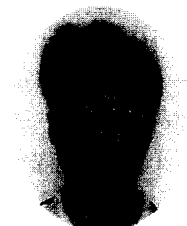
오병환 *

Oh, Byung Hwan



이종렬 **

Lee, Jong Ryul



조윤구***

Cho, Yun Ku

ABSTRACT

Recently, large scale concrete structures exposed to severe environments 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. The purpose of this paper is, therefore, to investigate the corrosion resistance and bond strength characteristics of anti-corrosive cement coated reinforcements. To this end, a comprehensive experimental study has been done to explore the corrosion and bond behavior of those coated reinforcements. The test results indicate that the anti-corrosive cement coated reinforcements do not exhibit any corrosion after corrosion tests and the bond strengths are very good as much as plain bar. It is seen that the anti-corrosive cement coated reinforcements can be efficiently used to enhance the durability of reinforced concrete structures.

Keywords : corrosion resistance, bond strength, anti-corrosive cement, durability

* 정희원, 서울대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 정희원, 쌍용 중앙기술연구소 책임연구원

*** 정희원, 서울대학교 공과대학 토목공학과 박사수료

• 본 논문에 대한 토의를 1999년 8월 30일까지 학회로 보내 주시면 1999년 10 월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

최근 산업발달에 따른 산성비, 대기오염, 각종 염해에 따른 철근 및 강재의 부식위험성이 높아지면서, 철근 콘크리트 구조물의 내구성 저하문제가 큰 관심으로 떠오르고 있다. 특히, 최근 들어 영종도 신공항 건설과 새만금 간척시설물, 그리고 항만건설 등 해양개발이 활발해지면서 해상, 해안 및 바다근처에 설치되는 교량, 방파제, 안벽 등과 같은 콘크리트 구조물에서부터 세계적으로 해상도시, 해상비행장, 해저터널 건설 등이 증가되고 있는 추세이다. 특히 해양 환경하에 건설된 철근 콘크리트 구조물의 경우 구조물 외부로부터 침투되는 염분의 영향으로 인하여 콘크리트 내부에 묻힌 철근에 부식이 발생 및 진행되어 종국적으로 콘크리트 구조물에 균열, 박리 등의 손상이 나타나고 이후 구조물은 치명적인 손상을 받게 된다. 그러므로 해양콘크리트 구조물은 염해에 대한 내구성 및 신뢰성 확보가 중요시되고 있다.^(1~8) 이에 따라 염화물 영향을 받는 구조물뿐 아니라 철근부식이 우려되는 구조물을 건설할 경우 철근부식에 대한 대책을 충분히 고려해야 한다. 철근의 부식을 억제하기 위한 방안은 여러 가지 접근방법이 가능하다. 즉, 재료를 밀실하게 하여 고내구성 배합으로 염분의 침투를 적게 하는 방안이 있고, 또 다른 방법으로는 철근에 도막을 하여 염분에 의한 부식을 근본적으로 차단할 수 있도록 하는 방안이다. 본 연구진은 이미 고내구성 콘크리트를 사용하는 방안에 대해 연구한 바 있으며, 또한 에폭시도막 철근의 방청성능과 부착특성을 연구하여 발표하였다.^(4,5) 이러한 에폭시 도막철근은 내부식성능은 좋으나 부착강도가 일부 저하하는 문제를 갖고 있다. 따라서, 본 연구에서는 철근의 부착강도를 크게 감소시키지 않게 하는 방법으로서 시멘트계통의 방청시멘트를 고안하여 이를 철근에 도막한 후 내부식성능과 부착강도특성을 실험적으로 연구하였다.

본 연구의 결과에서도 토의되지만 본 연구에서 제시되는 방청시멘트 도막철근은 소요의 내부식성능을 갖고 있으면서도 부착강도특성도 일반철근과 유사한 것을 발견하였으며 이것은 앞으로 실구조물의 내구성증진을 위해 효율적으로 사용될 수 있는 토대가

될 것으로 사료된다.

2. 방청시멘트의 부식방지 기구 및 특성

콘크리트에 매입된 철근의 경우 주위 콘크리트의 알칼리성 유지와 함께 외부로부터의 오염물질이 차단되면 철근의 방청이 지속적으로 유지될 수 있다. 따라서, 시멘트계 재료를 이용한 방청 방법은 얇은 도장만으로도 콘크리트와 같이 시멘트의 알칼리성 유지와 수분, 산소 등의 차단을 통해 철근의 방청을 유지하고자 한 개념이다.⁽⁷⁾

특히 시멘트계 재료는 기존의 용제형 도료에 비해 수용성, 비휘발성, 비인화성, 무독성인 특징을 가지고 있어 환경적응성이 높은 재료라고 말할 수 있다. 재료의 구성은 시멘트와 내수성, 내약품성이 강한 무기질 필러가 혼합된 분체와 방청성과 도장에 적합한 성능을 가진 수용성의 합성고무계 에멀전으로 되어 있으며 스프레이, 또는 브러싱에 의하여 도장을 하게 된다. 수용성인 수지에 함유된 물은 시멘트의 수화반응에 소비되어 지는데, 이때 시멘트 경화에 필요한 최소량의 물이 사용됨에 따라 일반 시멘트와는 달리 치밀성이 높은 경화체를 얻을 수 있으며 동시에 고분자수지와 결합을 통하여 안정한 탄성 도장이 생성된다. 기존 도료의 방청방식과는 달리 알칼리성 유지를 통한 철의 부동태화와 수분, 산소 등의 물리적인 차단을 통하여 방청을 하는 것으로 철근콘크리트 개념을 그대로 이용한다. 본 연구에서는 철근콘크리트 구조물에 사용성을 연구하기 위하여 이 방청시멘트 도막철근의 내부식성능과 부착성능을 포괄적으로 연구하고자 한다.

3. 방청시멘트 도막철근의 내부식성능 및 부착강도 특성실험

3.1 실험계획 및 실험배합

해양환경하의 구조물은 철근의 부식으로 인한 내구성의 중요한 결함이 발생할 수 있다. 염수의 침투로 인한 철근부식은 피복역할을 하는 콘크리

트의 투수성과 밀접한 관계를 가진다. 즉 염소이온이 콘크리트 내부로 침투, 확산하여 철근의 부동태막을 파괴하고 부식을 활성화시킨다. 본 연구에서는 철근 콘크리트의 부식억제방안의 하나인 방청시멘트 도막철근의 제반 성능평가를 위하여 내 투수성 실험, 내 부식실험 및 부착강도 실험을 수행한다. 내부식실험 방법으로 전위차 촉진부식 방법을 통하여 방청시멘트 도막철근의 특성을 분석하고 한국산업규격인 KS F 2561의 규정에 따른 부식평가실험도 동시에 수행한다. 방청시멘트 도막철근의 역학적 특성을 분석하기 위하여 본 연구에서는 방청시멘트의 도포방법, 도장 두께, 도포후 양생온도, 부식유무 등을 변수로 하였다. 부식유무란 방청시멘트 도막전에 철근이 부식된 경우와 부식이 없는 경우로 구분하여 실험한 것을 말한다. 본 연구에서 실험기법의 적절한 적용을 위한 실험배합이 표 1에 요약되어 있다.

Table 1 Mixture design

Compressive Strength (kg/cm ²)	Cement (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	Sand (kg/m ³)	Coarse Aggregate (kg/m ³)
280	350	190	740	1060

사용된 시멘트의 특성은 표 2에 제시한 바와 같다.

Table 2 Characteristics of cement

Specific Gravity	Surface Area (cm ² /g)	Setting time		Compressive Strength (kg/cm ²)		
		Initial (hr:min)	Final (hr:min)	3 day	7 day	28 day
3.144	3200	4:20	6:40	200	285	375

본 연구에 사용된 방청시멘트의 특성은 표 3에 보인 바와 같으며 실험변수는 표 4-5에 요약되어 있다. 방청시멘트의 내투수특성실험은 방청시멘트

와 혼합용제의 비에 따라 시편을 제작하여 실험을 수행하였다. 부식 및 부착강도실험은 철근에 방청도막을 한 후 시편을 만들어 실험하였으며, 이때 콘크리트의 압축강도는 280kg/cm², 슬럼프는 8cm, 공기량은 4%±0.5로 하였다. 실험방법의 구체적 내용은 3.2절에 서술되어있다.

Table 3 Characteristics of anti-corrosion cement

Specific Gravity	Solid Volume Ratio (%)	Coating Rate (m ² /kg)	Color	Setting Time (20°C, min)
1.6	88	1.0	Dark Gray	40

Table 4 Experimental variables(1)

Specimen	Coating method	Coated Depth (µm)	Remark
PO	-	-	Control
PX	-	-	Control
D1OB	Dipping	150	D : Dipping S : Spraying 1 : 150 µm 2 : 300 µm O : 3% Corrosion X : Plain A : 3 °C Curing B : 20 °C Curing C : 50 °C Curing Rebar : Ø13 mm
D1XB	Dipping	150	
D2OA	Dipping	300	
D2OB	Dipping	300	
D2OC	Dipping	300	
D2XA	Dipping	300	
D2XB	Dipping	300	
D2XC	Dipping	300	
S1OB	Spraying	150	
S1XB	Spraying	150	
S2OA	Spraying	300	
S2OB	Spraying	300	
S2OC	Spraying	300	
S2XA	Spraying	300	
S2XB	Spraying	300	
S2XC	Spraying	300	

Table 5 Experimental variables(2)

Specimen	Cement :Solvent	Remark
C100-L50	100:50	
C100-L60	100:60	
C100-L70	100:70	
C100-L80	100:80	

3.2 실험방법 및 측정

3.2.1 압축강도 실험방법

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

3.2.2 철근의 부식촉진 실험방법

철근 부식 실험은 5% NaCl 용액에 철근을 매설한 시편을 침지하여 20V 직류전원 공급 장치의 (+)극은 철근에 (-)극은 NaCl 용액에 연결하여 직류회로를 구성한다. 그림 1은 철근 부식실험의 장치도를 보여주고 있다. 그림의 회로에서 양극과 음극의 전위차는 염소이온의 침투를 촉진시킬 뿐 만 아니라 철근 부식 역시 촉진시키는 작용을 한다.¹⁾

시편의 부식 측정 방법은 철근의 부식으로 인한 팽창압으로 균열이 생겨 콘크리트의 균열 사이로 전해질이 침투해 전류량이 크게 증가하게 된다. 이러한 시점을 측정하기 위한 장치로 각 시편마다 10Ω의 저항을 연결하여 저항에 걸리는 전압을 측정하여 전류로 환산한다. 직류전압의 측정은 Data Logger를 이용하여 30분마다 측정한다.

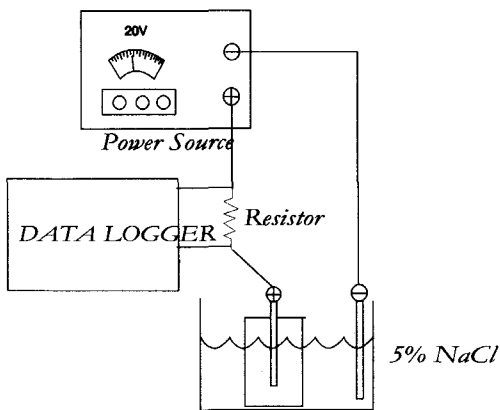


Fig. 1 Arrangement of corrosion test.

3.2.3 내투수성 실험방법

콘크리트의 투수성은 내부식성, 내황산염저항성 등의 다른 내구성에 큰 영향을 미친다. 콘크리트가 유해환경에 노출되어 염이나 이온의 침투로 인하여 콘크리트의 성능저하를 유발하게 된다. 또한 투수성은 콘크리트의 내부조직과 밀접한 관계를 가지고 투수성이 높은 콘크리트는 상대적으로 성능저하를 촉진하는 경향을 보인다.^{1),2)}

콘크리트의 투수시험은 높은 압력으로 물을 강제 투수시켜 Darcy의 법칙에 의하여 투수계수를 결정하는 방법이 있으나 조직이 치밀한 콘크리트의 경우 투수되는 수량이 극히 적으며 실험에 장시간이 요구되는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 수압에 의한 촉진실험보다 효율적인 염소이온의 투과를 전압차에 의하여 촉진하는 시험법을 채택하였다.

따라서 본 실험은 방청시멘트와 용제의 혼합비에 따른 방청시멘트 시편의 염소이온 침투에 대한 저항성을 측정함으로써 각 시편의 염소이온 투과성을 얻어내는데 그 목적이 있다. 본 실험에 사용된 시편은 10×20cm 공시체를 28일간 수중양생한 후 5cm 두께로 절단하여 염소이온이 투과시험을 수행하였다 (시험시편내용 표5에 기술). 염소이온 투과시험은 ASTM C1202-91 "Electrical indication of concrete's ability to resist chloride ion penetration"와 AASHTO T259의 방법에 따라 28일 수중양생한 직경 10cm의 방청시멘트 시편을 길이가 5cm가 되도록 절단한 다음 실험을 수행하기 전까지 상대 습도 95%이상을 유지시킨다.^{1),2),3)}

실험시 시편은 Applied Voltage Cell에 고정시키고 회로 구성을 한다. 그림 2는 염소이온 투과시험의 직류회로를 설명하고 있다.

이 회로에서 전원은 60±0.1V의 직류전압을 ±0.1V의 정도로 안정적으로 공급할 수 있어야 한다. 실험을 수행하는 동안 전해질용액이 새지 않게 하기 위하여 사용되는 Sealant는 고무제품이고 무게는 20~40g정도의 것으로 Cell과 시편사이를 고정시킨다.

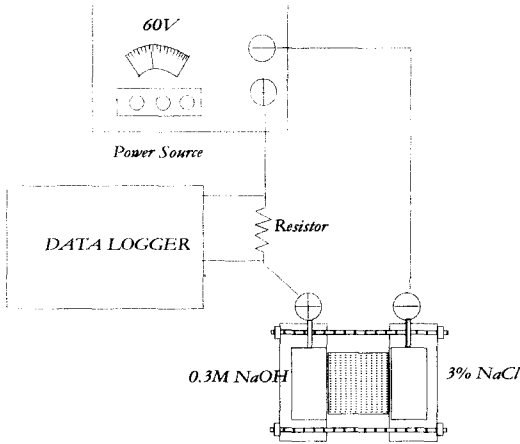


Fig. 2 Arrangement of penetration test

방청시멘트 시편의 노출된 부분은 불투수성의 재료로 덮개를 하는데 이는 실험이 진행되는 동안 콘크리트 표면이 건조되어 염소이온의 투과에 영향을 미치는 것을 방지하기 위함이다. A.V.Cell의 (-) 전극에 3.0%의 NaCl 용액을 채우고 (+)전극쪽에는 0.3N의 NaOH 용액을 채운다.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{0.2}$$

여기서 I = 전류(amperes, A)

V = 전압(volts, V)

R = 저항(ohms, Ω)

염소이온 투과실험은 매 시편마다 6시간이 소요되고 30분 간격으로 전압값을 측정한다. 측정된 전압을 전류를 환산하여 다음 식을 이용하여 회로를 통과한 총 전하량을 산정한다.^(1,2)

$$Q = 900 \times (I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + I_{360})$$

여기서

$$Q = \text{회로통과 전하량 (coulombs)}$$

$$I_n = n\text{분후 전류 (amperes)}$$

3.2.4 오토클레이브 부식 촉진양생법

콘크리트중의 철근부식 촉진시험은 Autoclave장치 (180°C와 10kgf/cm²의 포화증기압을 적어도 5시간 유지할 수 있는 것.)를 이용하여 철근을 촉진 부식시켜 실험하여 부식면적에 따른 방청율을 계산한다.

가. 오토클레이브용 시편을 제작한다.

나. 양생은 20±3°C의 온도에서 재령3일 탈형하고 7일까지 건조하지 않도록 양생한다.

다. 72시간동안 2회 오토클레이브장치속에서 실험하고 중간에 24시간 수중침지를 한다.

라. 시험체를 갈라서 철근을 떼어낸 후 철근 표면의 부식량을 측정한다.

실험 후 시험체를 갈라서 철근을 떼어내고 투명한 시트를 사용하여 부식한 면적을 구한다.

3.2.5 부착강도 실험방법

방청시멘트 도막철근의 부착강도특성을 측정하기 위한 표 4의 각 실험시편을 준비한 후, 자동제어 재료시험기인 미국의 MTS 재료시험기로 최대강도를 측정하였다.

4. 실험결과

4.1. 부식실험결과

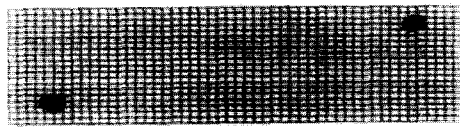
방청시멘트 도막철근의 내부식특성은 전위차 내부식특성 실험과 KS규정에 따른 오토클레이브 내부식특성 실험을 함께 수행하였다. 그 결과 방청시멘트 도막철근의 도포방법에 따른 내부식특성은 분사방법에 의한 경우가 우수한 것으로 나타났다. 또한 방청시멘트 2회 도포(300 μ m)의 경우는 부식이 발생하지 않아 100%의 방청율을 보이고 있고 1회 도포(150 μ m)의 경우도 KS규정에 따른 방청율을 계산한결과 침적방법의 경우 96%, 분사방법이 96.6%선을 나타내 방청혼화제의 허용기준인 95%선을 상회하는 것으로 나타났다.

방청시멘트 도막철근의 도막두께에 따른 내부식

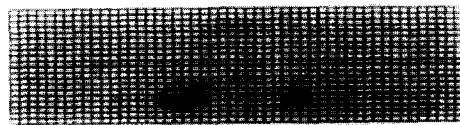
특성은 도막두께에 따라 증진되는 경향을 나타내고 있으며 방청시멘트 도포 철근의 오토클레이브 시험 결과 도막두께에 따라 부식유발물질의 침투가 현저히 억제되는 것으로 나타났다.



(a) PX



(b) S1XB



(c) D1XB

Fig. 3 Corrosion Area

도포방법에 따른 오토클레이브 내부부식은 전반적으로 분사방법에 의한 경우가 다소 우수한 것으로 나타났다. 그림 3은 오토클레이브 시험체의 부식면적을 도시한 것으로 어두운 부분으로 표시된 것이 부식된 면적을 나타낸다. 기준 시편에 비해 방청시멘트 도막 철근의 부식면적이 상대적으로 거의 없음을 보이고 있으며 1회 도포의 경우 일부 부식된 곳이 그림과 같이 나타나고 있으나 2회 도포의 경우는 부식이 발생하지 않았다.

부식유무에 따른 내부부식은 이미 부식된 시편을 1회 도막한 경우 저항성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 분사방법의 경우 2회 도포의 경우는 도막전 부식유무가 부식저항성에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 도막의 양생조건에 따른 방청시멘트 도장 철근의 내부부식은 침적방법의 경우

에는 양생온도가 높을 경우 저항성이 다소 커지며 분사방법의 경우는 전반적으로 양생온도에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 표 6은 각 변수별 부식 정도를 부식전류량으로 표시한 것이다. 이 표에서 보듯이 방청시멘트 도막철근의 부식전류량이 거의 무시할 수 있음을 볼 수 있다.

Table 6 Reinforcement corrosion resistance characteristics of Anti-Corrosive Cement

Specimen	Corrosion current (A)	비고
PO	0.6753	
PX	0.5547	
D1OB	0.1707	
D1XB	0.0906	
S1OB	0.2772	
S1XB	0.0708	
S2OA	0.0543	
S2XA	0.0660	
S2OB	0.0705	
S2XB	0.0639	
S2OC	0.0645	
S2XC	0.0603	

4.2 방청시멘트의 내투수특성

방청시멘트의 배합비(방청시멘트와 혼합용제의 비)에 따른 내투수특성은 표 7, 그림 4에 제시된 바와 같다.

Table 7 Penetration characteristics of anti-corrosive cement mixture

Specimen	Total Charge(C)	Grade
C100-L50	1733.4	3
C100-L60	1676.2	3
C100-L70	1321.5	3
C100-L80	874.6	2

표에서 알 수 있듯이 ASTM등급에서 일반적인 압축강도 280kg/cm²의 경우 4이상이며 통과전하량도 2000C 이하임을 감안할 때 방청시멘트의 수밀성이 우수한 것으로 사료된다. 또한 혼화액의 증가에 따라 폴리머 성분이 수밀성에 도움을 주는 것으로 판단된다.

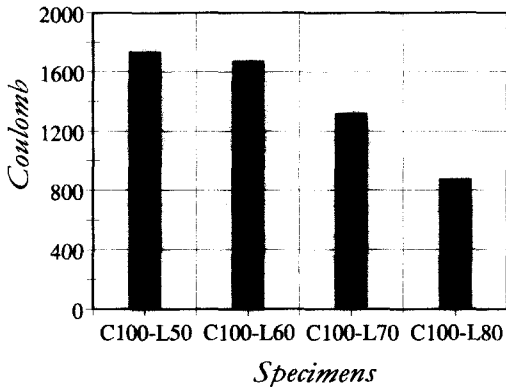


Fig. 4 Total penetrated charge (C)

4.3 방청시멘트 도막철근의 부착강도 특성

방청시멘트 도막 철근의 부착강도 특성실험을 수행한 결과 하중-변위관계가 도막을 한 경우나 도막하지 않은 철근이나 거의 같았으며 도막으로 인한 부착특성 저하는 작은 것으로 나타났다. 그리고, 도포방법에 따른 부착성능은 전반적으로 침적방법에 의한 경우가 다소 우수한 것으로 나타났다. 침적방법과 분사방법의 1회 도포의 경우를 비교하면 두 방법에 의한 부착거동이 유사하며 분사방법에 비해 침적방법이 다소 우수한 것으로 나타났다.

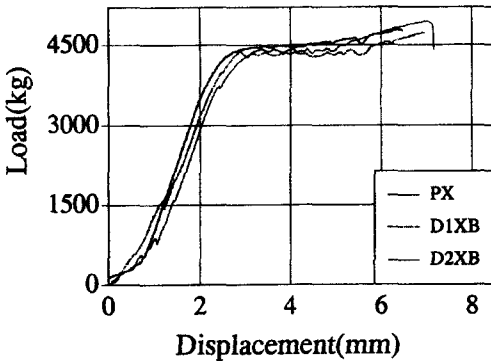


Fig. 5 Load-displacement curve

그림 5에서 PX 는 도포하지 않은 일반 철근을 나타내고, D1XB 는 1회 도포, D2XB 는 2회 도포를 나타내며 이 세가지 시편 모두 하중-변위관계가 유사한 것으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

철근이 부식된 것을 도막한 경우 부착특성도 침적방법이 전반적으로 분사방법보다 다소 좋은 것으로 나타나고 있다. 방청시멘트 도막철근의 도막두께에 따른 부착강도 특성은 도막두께에 따라 큰 차이가 나지 않았다. 방청시멘트 도막철근의 양생조건에 따른 부착강도 특성은 침적방법의 경우는 양생온도가 상온일 경우가 가장 우수하고(표 8), 분사방법의 경우에는 양생온도에 따라 최대강도는 다소 증가하는 경향을 보이거나 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

Table 8 Bond strength characteristics of anti-corrosive cement mixture

Specimen	Max. Strength (kg)	Bond Strength (kg/cm ²)
PX	4783.0	156.3
PO	4864.2	158.9
D1XB	5024.4	164.1
S1XB	5024.1	164.1
D2OA	4381.1	143.1
S2OA	4228.5	138.1
D2OB	4512.3	147.4
S2OB	4326.2	141.3
D2OC	4179.1	136.5
S2OC	4456.8	145.6
D2XA	4614.9	150.7
S2XA	4102.2	134.0
D2XB	4682.3	152.9
S2XB	4363.1	142.5
D2XC	4505.6	147.2
S2XC	4363.7	142.5

5. 결론

최근 들어 환경이 열악해짐에 따라 콘크리트 구조물의 내구성 확보에 대한 문제가 크게 부각되고 있다. 본 연구에서는 철근의 부식을 제어하기 위한 하나의 적극적인 방안으로 방청시멘트 도막철근의 내부식 및 부착특성에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위해 방청시멘트 도막철근의 내부식특성 및 부착강도특성을 평가하기 위한 실험연구를 수행하였으며 본 연구결과로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 방청시멘트 도막철근의 내부식저항성 실험결과 소요의 부식저항성을 갖는 것으로 나타났다. 다만, 부식에 이미 되어있는 철근은 이를 제거하고 도막을 하는 것이 좋은 효과를 내므로 도막전에 이를 제거하고 사용하는 것이 바람직하다.

2. 방청시멘트 도막철근은 KS규정에 따른 오토클레이브 촉진부식 시험결과는 1회도포의 경우 96%를 상회하는 방청율을 나타냈고 2회도포의 경우는 부식이 발생하지 않는 결과를 나타냈다.

3. 실험결과 방청시멘트 도막의 양생온도는 크게 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 가급적 저온양생은 피하는 것이 바람직한 것으로 나타나고 있다.

4. 방청시멘트 도막철근의 부착특성은 도포횟수에 따라 영향을 받으나 보통강도 콘크리트에서는 방청시멘트 무도포철근과 거의 유사한 부착거동을 보이고 있는 것으로 나타나고 있다. 이는 시멘트계 방청도막이 콘크리트와 유사하므로 철근과의 부착거동에 영향을 주지 않는 것으로 사료되며, 따라서, 일반보통철근의 부착거동 및 부착길이에 따를 수 있는 것으로 사료된다.

본 연구결과, 철근 부식으로 인한 콘크리트 구조물의 내구성저하가 우려되는 건설구조물에서 철근에 대한 새로운 방청시멘트의 합리적인 적용 및 양질의 품질관리로 앞으로 소요의 내구성 확보를 기할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구에 의하여 연구되었으며 이에 감사드리며, 또한 본 실험연구에 적극 협력하여 주신 쌍용양회 중앙연구소에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 오병환 외, "전위차 부식촉진법을 이용한 철근 콘크리트의 내부식성 예측을 위한 새로운 기법연구", 한국콘크리트 학회논문집 제8권 5호, 1996. 10., pp. 201-209. 10월호, 1996.10

2. 오병환 외, "콘크리트의 투수성 측정 및 초저투수성 콘크리트 개발연구", 콘크리트학회논문집 제8권 5호, 1996.10., pp. 189-200

3. 오병환 외, "구조물의 염해대책 특별연구 보고서", 서울대학교 공학연구소, 1995.5

4. 임주용, 권지훈, "에폭시 도막철근의 내부식성능에 관한 실험연구", 콘크리트학회 논문집, 제4권 제4호, 1992.12. pp. 161-170

5. 오병환, 임주용, "에폭시수지 도막철근 콘크리트의 부착특성연구", 1993년 콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 제5권 제2호, 1993년 11월, pp. 79-84

6. 오병환, 정원기, 강승희, "고내구성 콘크리트 개발 및 실용화연구", 콘크리트학회 가을학술발표회 논문집 제 7권 2호, 1995년 11월, pp.155-158

7. 이종열 외 4인, "시멘트계 및 유기계 도포재료의 방청성능에 관한 실험적연구", 한국콘크리트 학회, 학술발표회 논문집 제 7권 2호, 1995

8. ASTM C1202, "Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration", ASTM

9. 한국건설방식기술연구회, "콘크리트 철근의 부식과 방지대책", 1994.

10. 최규원, "분석화학", (주)양문각, 1994

11. 오병환, 조재열, "에폭시 도막철근의 부착성능 향상에 관한 연구", 서울대학교 공학연구소, 1995

12. 오병환 외, "에폭시 도막철근의 내부식성능 및 부착성능연구", 서울대학교 공학연구소, 1993.5

13. H.G.Smolczyk, "Chemical Reaction of Strong Chloride Solution with Concrete." 5th Inter. Symp. Chem. Cem., Japan, pp. 274-280, 1968

14. T.Yonezawa, V.Ashworth, and R.P.M. Procter, "Pore Solution Composition and Chloride Effects on the Corrosion of Steel in Concrete." National Association of Corrosion Engineers, Vol.44, No.7, pp.489-499, 1988

15. D.C.Allen and H.Roper, "Concrete Structures : Materials, Maintenance and Repair." Longman Scientific and Technical, 1991

16. M.A. Mustafa and K.M. Yusof, "Atmospheric Chloride Penetration into Concrete in Semitropical Marine Environment", Cement and Concrete Research, Vol.24, No.4, pp. 661-670, 1994

요 약

최근 다양한 침해환경에 건설되는 구조물이 증가함에 따라 철근 및 강재의 부식위험성이 높아지면서, 철근 콘크리트 구조물의 내구성 저하문제가 큰 관심으로 떠오르고 있다. 특히 해양 환경하에 건설된 철근 콘크리트 구조물의 경우 구조물 외부로부터 침투되는 염분의 영향으로 인한 철근부식이 발생 및 진행되어 콘크리트 구조물에 균열, 박리 등의 손상을 받게된다. 그러므로 해양콘크리트 구조물은 염해에 대한 내구성 및 신뢰성 확보가 중요시되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 철근의 부착강도를 크게 감소시키지 않게 하는 방법으로서 시멘트계통의 방청시멘트를 철근에 도막한 후 내부식성과 부착강도특성을 실험적으로 연구하였다.

본 연구결과, 방청시멘트 도막철근은 소요의 내부식성을 갖고 있으면서도 부착강도특성도 일반철근과 유사하였으며, 앞으로 실구조물의 내구성증진을 위해 효율적으로 사용될 수 있는 토대가 될 것으로 사료된다.

(접수일자 : 1999. 1. 10)