

해수전착 코팅을 이용한 내부식성 철근의 개발 및 적용성에 대한 연구 (2) -해수전착된 구조용 철근의 적용성 평가

Development and Application of Anti-Corrosive Steel Using Electro-Deposition of Sea Water (2)- Evaluation of Application Rebar with Electro-Deposition Using Sea Water

권성준¹⁾ 이 상 민²⁾ 박 상 순^{3)*}
Kwon, Seung Jun Lee, Sang Min Park, Sang Soon

Abstract

When RC (Reinforced Concrete) structures are exposed to sea water, steel corrosion can occur and this leads a degradation of structural performance. Referring the electro-deposition system with sea water from the 1st step research, durability and structural performance are evaluated in coated steel and RC members containing it in the 2nd research. In the durability performance test, Half Cell Potential test is performed and the coated steel is evaluated to have the high resistance to corrosion, which shows only 35% of corrosion velocity in normal (bare) steel. In the structural performance test, tensile strength, adhesive strength, and flexural/ shear in RC member are performed. For the electro-deposit coated steel, increasing ratios of 3.2% and 8.8% are evaluated in the test of tensile strength and adhesive strength, respectively. For the structural test in RC member, there is no big difference between RC members with coated and non-coated steel in ultimate load and failure pattern. It is evaluated that the chemical compound with CaCO_3 and $\text{Mg}(\text{OH})_2$ from electro-deposition causes slightly increased structural performance. The electro-deposit coated steel can be more widely applied after performance verification from several tests like fatigue, resistance to impact, and long term-submerging test.

Keywords : Natural Zeolite, Alkali-activator, High-performance construction material

1. 서론

해수에 노출된 철근 콘크리트 구조물의 철근부식은 덮개 콘크리트를 증가시키고, 고내구성 콘크리트를 제조한다 하더라도 언젠가는 발생하게 된다. 이러한 철근부식은 구조물의 미관을 저해할 뿐 아니라, 철근 단면감소, 덮개 콘크리트 탈락 등을 야기하며, 구조적 안전성 문제로 진전되는 것이 일반적이다(Broomfield, 1997; Kwon et al., 2009). 이에 따라 염화물이 철근부식에 미치는 영향에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔다(Yang et al., 2011; Kim et al., 2005). 이렇게 콘크리트 구체의 내구성능을 강화하여 부식을 제어하는 방법을 소극적인 방법이라 한

다면, 철근에 에폭시 및 용융아연도금 등을 통하여 부식을 제어하려는 시도는 적극적인 방법으로 간주할 수 있으며 이에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다(Emmons, 1994). 최근들어 개발된 해수전착은 해수에 침지된 강체에 전기를 유도하여, 음극에 석회질막(Calcareous deposit)을 입히는 것으로 주로 수산화 마그네슘($\text{Mg}(\text{OH})_2$) 및 탄산칼슘(CaCO_3)으로 구성되어 있다. 이론 및 기본적인 실험에 대해서는 많은 연구가 진행되었으나(Lee et al., 2004; Ryu and Lee, 2000), RC(Reinforced Concrete) 구조물을 위한 강재 생산으로는 연계되지 못하였다. 해수전착에 대해서는 석회질막의 성분분석에 대한 연구가 주로 진행되었는데 (Irethewey and Chamberlain, 1995; Hassonand

1) 정회원, 한남대학교 건설시스템공학과 조교수
2) 정회원, 비엔티엔지니어링(주) 대표이사
3) 정회원, 상명대학교 건설시스템공학과 조교수, 교신저자

* Corresponding author : parkss87@smu.ac.kr 041-550-5317

• 본 논문에 대한 토의를 2012년 12월 31일까지 학회로 보내주시면 2013년 1월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

and Corwe, 1998; Lee et al., 2003), 해수전착 실용화 과정에서 많은 실험적 변수들이 발생하기 때문이다. 석회질 해수전착은 해수의 무한한 양이온을 이용하므로 친환경 기법이며, 기존의 연구를 통하여 피막의 안전성 및 내부식성이 검증되었다(Lee et al., 2004; Ou and Wu, 1997; Moller, 2007).

1단계 연구에서는(Kwon et al., 2012), 예비실험을 거쳐 강재의 해수전착에 필요한 온도, 전극의 선택, 전착순서 등과 같은 조건들이 도출되었다. 본 논문은 해수전착 철근의 실용화에 대한 연구로서 해수전착 철근의 구조적 및 내구적 성능을 검토하도록 한다. 개발된 철근은 친환경 기법이며, 콘크리트 구조물의 사용수명 연장에 큰 도움을 줄 수 있으리라고 평가된다.

2. 1차 연구의 피드백 및 철근제조의 실용화

2.1 1차 연구의 요약

본 절에서는 1차 연구(Kwon et al., 2012)를 통하여 도출된 성과를 요약하였다. 1차 연구에서는 강판을 사용하여 해수전착 시스템을 개발하였는데, 온도와 전류밀도 등을 고려하여 석출된 석회질막의 특성이 분석되었다. SEM 분석을 통하여 화학조성물의 생성 및 전달이 분석되었으며, 정량적인 EDS 분석을 통하여 생성된 물질의 조성을 파악하였다. CaCO_3 가 주된 석회질막의 성분을 이루고 있으나, 초기에 전착되는 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 안정된 코팅이 매우 중요하므로 이를 위한 최적의 전착조건을 도출하였다. 전류통과시간이 증가할수록 CaCO_3 는 석출량이 증가하는 반면, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 는 석출량이 감소하였는데, 이것은 금속과 용액 계면사이의 확산 층에서 pH의 변화로 인하여 CaCO_3 과 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 석출조건이 차이가 발생하기 때문이다. 다양한 전극시편을 시험한 결과 음극전극으로 AZ31이 가장 우수한 성능을 보이고 있었으며, 이를 이용한 코팅막이 가장 높은 접착력을 보이고 있었다. 해수전착 철근을 제작하기 위하여 1차 연구에서 도출된 고려사항을 Table 1에 나타내었으며, Fig. 1에서는 1차 연구와의 관련성을 고려한 본 연구의 흐름도를 나타내고 있다.

2.2 철근제조를 위한 전착공정 도출

해수전착코팅 철근의 개발을 위하여 예비실험이 진행

Table 1 Summarization of 1st step study for electro-deposition for steel

Temperature	25~28°C
Current density	5A/cm ²
Duration	7~8 hours
Thickness of coating	400~800 μm
Anode	AZ31
Deposition order	Mg(OH) ₂ and CaCO ₃

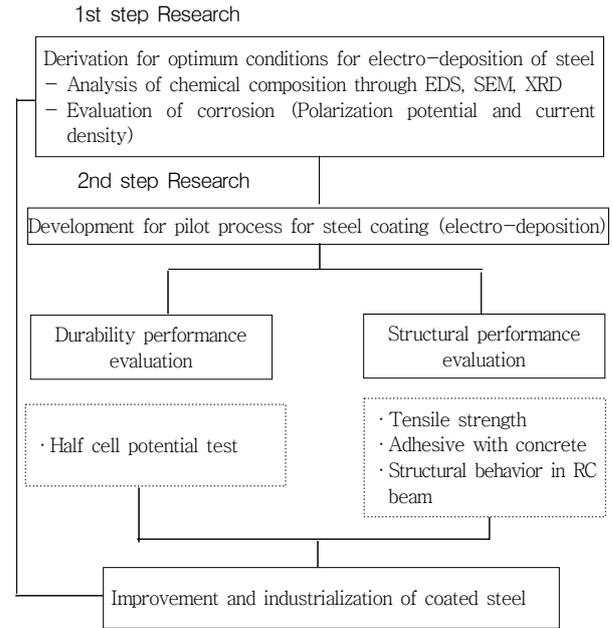


Fig. 1 Flowchart for this study

되었는데, 불용성 양극 (탄소봉)을 이용하여 제작 프로그램을 개선하였다. 최종적으로 도출된 해수전착 전착코팅 철근의 제작공정과 각 단계별 사진을 Fig. 2에 나타내었다. 한편 Table 2에서는 본 연구를 위한 해수전착 코팅조건을 나타내고 있다.

3. 해수전착 철근의 내구성(내부식성) 평가

3.1 실험의 개요

내부식성 평가에서는 원주형 콘크리트 시편에 전착된 철근과 일반철근을 매립하여 촉진 염해시험을 수행한 뒤, 70일간 변화하는 반전위(HCP: Half Cell Potential)의 상대값을 측정하였다. 촉진염해분무시험의 실험환경은 건습주기 12시간, 10%의 NaCl 용액, 온도는 40°C로 설정하였으며, 콘크리트 강도는 27MPa로 기건양생을 수행하



Fig. 2 Photos for steel coating process

Table 2 Conditions for electro-deposition for this study

Anode	Current density	Period for coating	Temperature
Magnesium alloy (AZ31)	5~7 A/m ²	7~10 hours	25°C

Table 3 Mix proportions of concrete for HCP test

f_{ck} (MPa)	Slump (cm)	w/c (%)	G_{max} (mm)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	Sand (kg/m ³)	Gravel (kg/m ³)
27	15	45	25	188	420	715	1,023

여 28일에 탈형하였다.

D13, SD400인 일반 철근을 사용하였으며, 전착코팅한 경우 그리고 코팅을 하지 않은 경우 각각 3개씩 시편을 제조하여 실험을 수행하였다. Table 3에서는 콘크리트 배합표를 나타내고 있으며, Table 4에서는 기준전극에 따른 철근부식 평가기준 (ASTM, 1999)을 나타내고 있다. Fig. 3에서는 시편의 제작 및 시험과정을 나타내었다.

Table 4 Steel corrosion probability with HCP (ASTM)

Reference (mV, CSE)	over -200mV	-200mV~ -350mV	below -350mV
Condition (probability)	Low (below 10% of steel corrosion)	Medium	High (over 90% of steel corrosion)

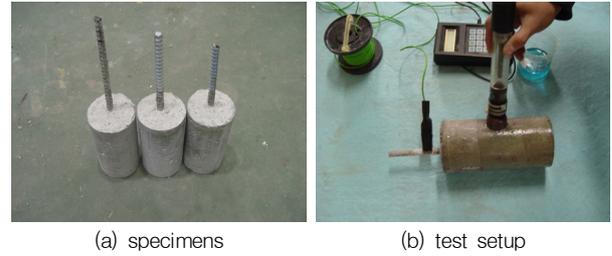


Fig. 3 Test of HCP

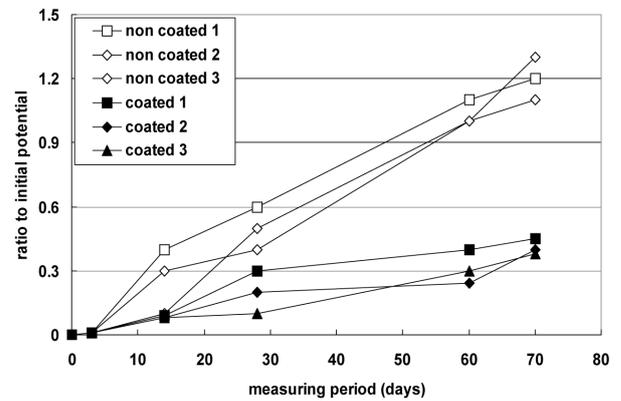


Fig. 4 Results of HCP test (potential ratio)

3.2 부식성능 평가

기존의 전착코팅의 전위차 실험에서 알 수 있듯이 전착된 코팅막은 외부환경과 차단막을 형성하여 부식에 대하여 안전한 전위차를 보인다(B&T Engineering, 2010). Fig. 4에서는 반전위 측정값의 변화를 나타내고 있다. 시간이 경과할수록 전위차의 비는 점점 증가하였으며, 70일 경과후의 전위차비는 보통시편의 경우 1.2, 전착코팅된 시편의 경우 0.41로 매우 낮은 전위차를 나타내고 있다. 평균값을 이용하면 70일 경과후 코팅된 철근의 전위차비는 보통철근의 35% 수준으로 조사되었으며 이는 부식속도가 일반철근의 35% 수준으로 가정할 수 있다.

본 연구에서는 전압측정 변화를 측정하였으나, 정확한 부식량을 산정하기 위해서는 부식전류밀도 등을 측정하는 것이 바람직하다. 본 실험에서는 일반철근에 비하여

정성적인 전압의 변화만 측정하였는데, 추후 실험을 통하여 보완할 예정이다.

4. 해수전착 철근의 구조성능평가

4.1 인장강도 시험

본 실험에서는 코팅된 전후의 철근시편에 대하여 인장강도를 평가하였다. KS 규격(KS, 2011)에 따라 인장시험을 수행하였으며, 시편은 각각 3개를 시험하여 그 평균값을 이용하였다. Table 5에서는 실험결과(평균), 표준편차 및 변동계수를 나타내었으며, Fig. 5에는 극한하중과 항복하중을 도시하였다.

Fig. 5에서 알 수 있듯이 전착 코팅된 철근은 보통철근에 비하여 인장강도가 동등 이상임을 알 수 있다. 인장강도에서 3.2%의 증가를 나타내었는데 전착코팅된 시편의 경우 전착화합물의 인장강도가 더해져서 약간 강도가 증가한 것으로 보이며 Necking이 지연되었다. 실험결과 강재의 인장력에는 구조물 적용시 문제가 없을 것으로 예상된다.

Table 5 Results for tensile strength

Type	Ultimate force (kN)		Yield force (kN)		Yield strength (MPa)
	average	standard deviation/ C.O.V. (%)	average	standard deviation/ C.O.V. (%)	
control steel	76.77	0.826/ 1.08%	60.96	0.504/ 0.83%	481.1
coated steel	78.90	0.336/0.43%	62.91	0.265/ 0.42%	496.5

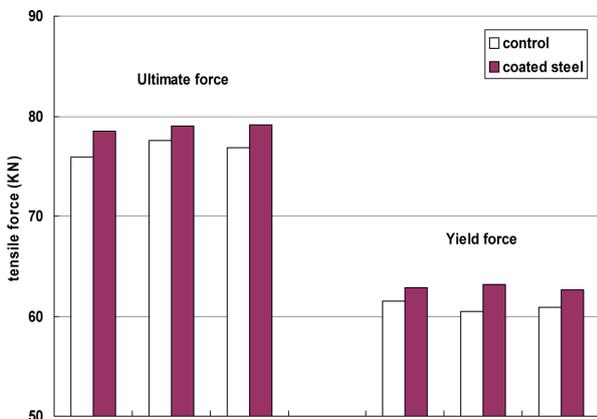


Fig. 5 Test results for tensile strength

4.2 부착성능시험

4.2.1 실험계획

부착성능을 평가하기 위하여 정육면체(15×15×15cm)의 시편이 제작되었으며, 매립깊이를 6.5cm, 13.0cm, 15.0cm로 변화시켜 시험을 수행하였다. D13 및 SD400 철근을 시험하였으며, 콘크리트는 27MPa 강도를 이용하였다. 28일간 기건양생을 수행한 뒤, 부착력 시험을 수행하였다. KS B 5521 (KS, 2007)에서 규정하는 시험기 및 지그에 의하여 철근을 정착한 후, 1mm/min 또는 23kN/min의 하중을 조절하여 시험을 수행하였다. Fig. 6에서는 제작된 공시체와 실험전경을 나타내고 있다.

4.2.2 부착성능 평가

코팅 전후의 철근과 콘크리트 시편과의 부착력결과는 Table 6에 나타내었다. 두가지 경우 모두 5D(6.5cm), 10D(13.0cm)의 매립깊이에서는 철근이 뽑히면서 콘크리트가 파괴되었으며, 15D(15.0cm)에서는 철근의 인장파단이 발생하였다. 실험결과 전착코팅 철근에서는 파단 전까지 부착력이 8.8% 정도 증가하였다.

해수전착코팅 철근의 경우 표면에 형성된 코팅막 자체가 일반 도료와 같이 도포하는 Macro개념이 아니며 음극 전류를 인가한 철근에 해수 용액 중에 존재하는 미세 물질 입자들이 원자 또는 분자상의 Micro형태로 코팅 막을 형성하기 때문에 코팅막 자체가 치밀한 조건을 가지게 된

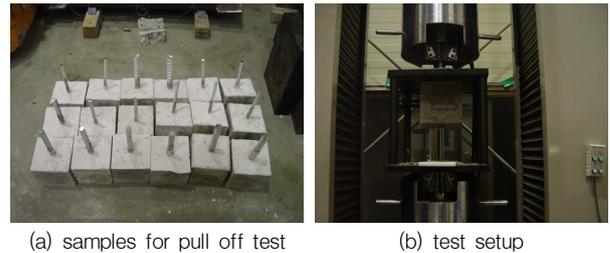


Fig. 6 Samples and test setup for pull off test

Table 6 Results for pull off test

insert depth	type	Load (kN)		Failure mode
		Control	Electro-deposition	
5D(6.5cm)		58.35	63.48	Pull-off of steel
10D(13.0cm)		63.96	69.63	Pull-off of steel
15D(15.0cm)		75.99	75.81	Yielding failure of steel

다. 또한 표면에 형성된 물질이 콘크리트를 구성하는 무기질 화합물 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$)과 같은 성분 이므로 부착력의 저하는 발생하지 않았다. 매립 후 부식 환경에 노출 되었을 경우 철근 표면이 알칼리 환경으로 덮여 있으므로 표면에 부동태 피막을 형성하게 된다. 이런 무기질 코팅방식은 부식방지는 물론 부착력의 증가를 야기할 것으로 예상된다.

Fig. 7에서는 매입깊이에 따른 부착력의 변화를 도시하였으며, 각 경우에 대한 하중-변위곡선을 Fig. 8(보통철근) 및 Fig. 9(전착코팅 철근)에 도시하였다. 한편 매립 깊이가 130mm 및 150mm에 해당하는 하중-변위 곡선을 비교하여 Fig. 10에 도시하였다.

4.3 RC 보를 이용한 구조성능 시험

4.3.1 실험계획

본 실험에서는 코팅철근과 일반철근을 사용한 콘크리

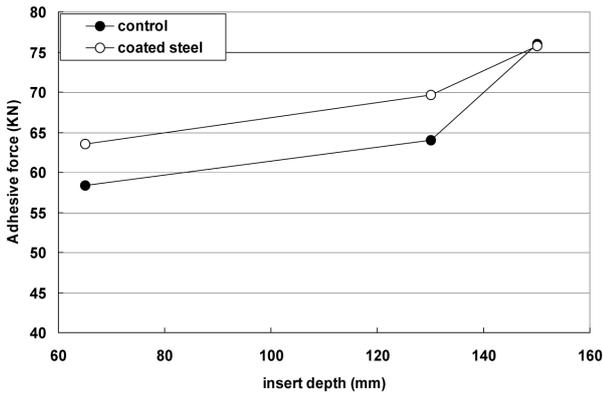


Fig. 7 Adhesive force with different insert depth

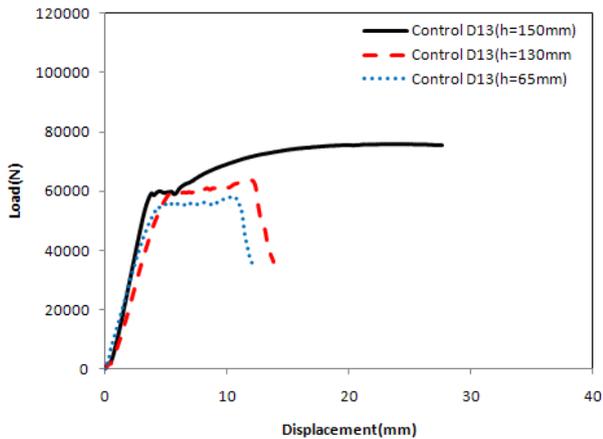


Fig. 8 Load-displacement plot(control steel)

트 member의 구조적 거동을 평가하기 위해 RC보를 제작하여 실험을 수행하였다. 콘크리트는 27MPa를 사용하였으며, 철근의 항복강도는 SD400을 사용하였다. 휨 거

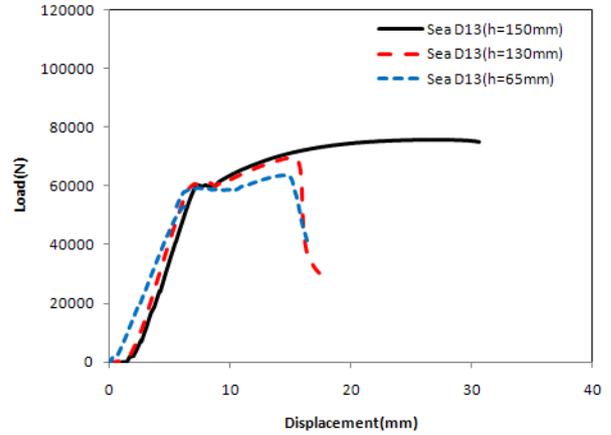
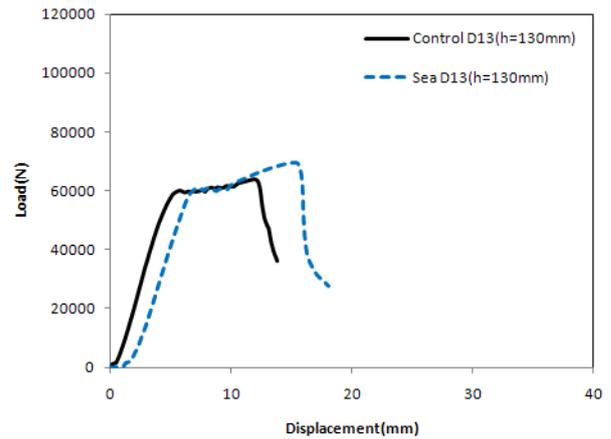
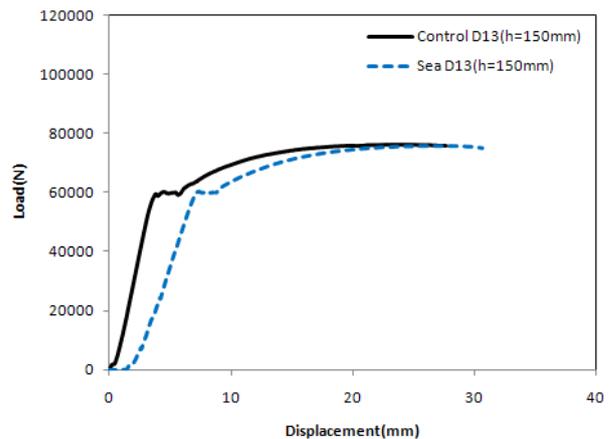


Fig. 9 Load-displacement plot(coated steel)



(a) insert depth 130mm



(b) insert depth 150mm

Fig. 10 Comparison of load-displacement plot with coating condition

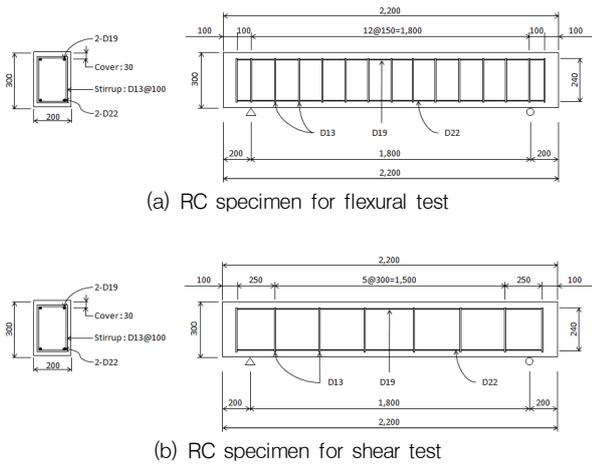


Fig. 11 RC specimens for structural test

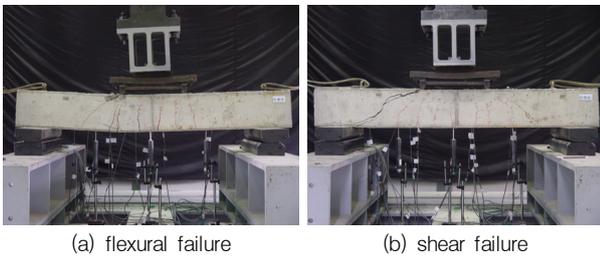


Fig. 12 Failure mode of RC beam

동 및 전단 거동을 각각 평가하기 위해 전단보강 철근량을 다르게 하여 시편을 제작하였다. 시편의 제원은 Fig. 11과 같으며, 4점 휨시험을 수행하여 하중-변위 곡선을 도출하였다. Fig. 12에서는 실험후의 휨 파괴 및 전단 파괴 모습을 나타내고 있다.

4.3.2 구조성능 평가

휨파괴 거동에 대해서는 일반철근을 사용한 시편과 전착 코팅 철근을 사용한 시편의 경우 큰 차이는 보이지 않았다. 또한 균열패턴에서도 거의 비슷한 패턴을 보이고 있었다. 휨부재에서 70kN의 하중에서 초기균열이 발생하였으며, 110kN 근처에서 시편의 L/3 지점까지 균열이 발생하였다. 또한 180kN에서 전단균열이 발생하였다.

일반철근 RC부재의 경우 휨파괴 시편은 217kN, 전단 파괴 시편은 193kN의 최대하중을 나타내었으며, 그때의 변위는 각각 11.87mm와 6.02mm로 측정되었다. 또한 전착코팅을 사용한 RC 부재의 경우, 휨 파괴는 236kN, 전단 파괴는 195kN으로 측정되었으며, 각각의 처짐은 11.8mm 및 5.71mm로 평가되었다. 구조부재 실험에서도 코팅된 철근을 사용한 구조부재는 보통철근을 사용한

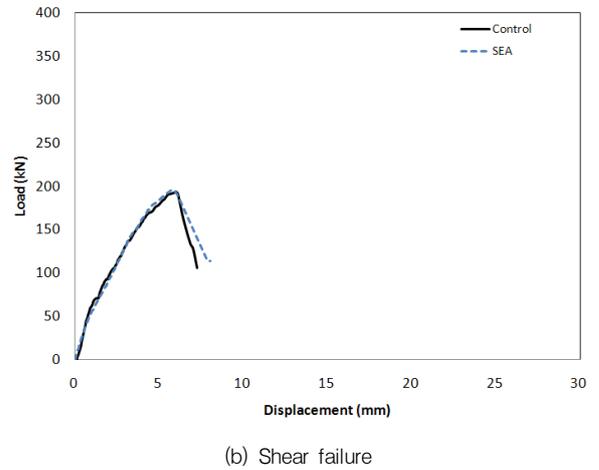
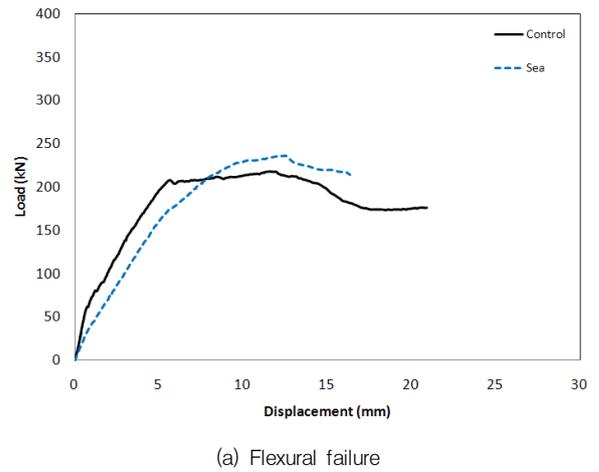


Fig. 13 Load and displacement plot for flexural and shear test

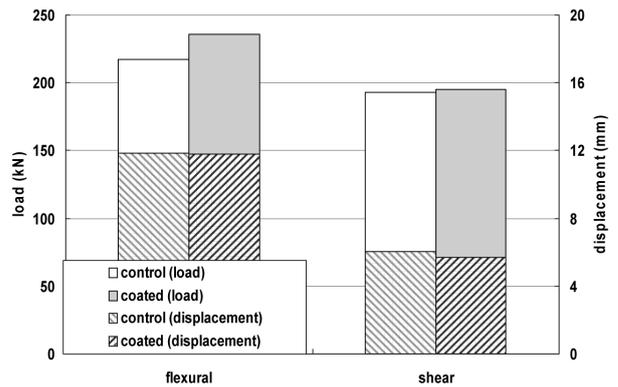


Fig. 14 Comparison of peak load and displacement

구조부재보다 동등 이상의 성능을 나타내고 있음을 확인하였다.

Fig. 13에서는 휨 및 전단실험의 하중 변위곡선을 나타내었으며, Fig. 14에서는 최대 하중에서의 변위 및 처짐을 비교하였다.

본 연구에서는 해수전착을 이용한 코팅철근의 구조적, 내구적 성능평가를 수행하였는데, 본격적인 실용화가 되기 위해서는 추가적인 고려사항이 필요하다. 철근의 절단 및 구부림에 대해서도 코팅성능을 확보해야 하고, 코팅된 철근의 이동시 충격 등에 의한 덮개 콘크리트 박락 등의 문제가 야기될 수 있다. 또한 장기침지결과에 따른 부식 경향 파악 및 주기적인 피로하중에 대한 저항성 검토도 필요하다.

그러나 구조적인 성능평가에서 일반 철근보다 동등 이상의 성능을 확보하고 있었으며, 촉진 내부식성 시험에서는 매우 우수한 성능을 확보하고 있었다. 코팅된 철근 및 코팅철근을 사용한 RC 부재에서 약간의 강도 증진효과가 평가되었으나, 구조 설계시 이는 고려하지 않는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

5. 결론

해수전착 코팅을 이용한 내부식성 철근의 개발 및 적용성에 대한 연구(2) - 해수전착된 구조용 철근의 적용성 평가를 통하여 도출된 결론은 다음과 같다.

- (1) 1차 연구 성과인 최적의 해수전착 코팅 시스템을 활용하여, 해수전착 강재개발 프로세스를 확립하였다. 개발된 해수전착 철근은 일반철근에 비하여 높은 내부식성을 나타내었으며, 구조적으로도 동등 이상의 성능을 확보하였다.
- (2) 해수촉진실험을 수행한 뒤, 70일 경과후의 전위차비는 보통시편의 경우 1.20, 전착코팅된 시편의 경우 0.41로 매우 낮은 전위차를 나타내고 있다. 이는 코팅된 철근의 전위 변화가 보통철근의 35% 수준으로 조사되어 높은 내부식성을 가지고 있음을 알 수 있다.
- (3) 코팅된 철근의 인장강도 실험에서는 해수전착 화합물(CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 등)의 코팅효과로 인해 항복강도가 약간 증가하는 것으로 나타났다. 일반 철근이 481.1MPa의 항복강도를 보인 반면, 코팅 철근은 495.5MPa로 측정되었으며, 3.2%의 인장강도 증가를 나타내었다. 부착성능에서는 콘크리트와 비슷한 무기물질의 전착을 통하여 일반철근의 부착성능보다 동등 이상의 성능을 보였다. 일반 철근을 사용한 RC부재에서 측정된 휨 파괴 (217kN,

11.87mm) 및 전단 파괴 (193kN, 6.02mm)보다 코팅된 철근을 사용한 RC 부재에서의 휨 파괴 (236kN, 11.80mm) 및 전단 파괴 (195kN, 5.71mm)가 높은 파괴하중 및 낮은 처짐을 확보하고 있었다. 강도 및 처짐 저항능력은 크지 않으므로 설계시 반영하지 않는 것이 바람직하며, 전체적인 구조성능에서 코팅된 철근은 일반철근에 비하여 동등이상의 구조성능을 확보하고 있었다.

참고문헌

1. American Society for Testing and Materials, Standard Test, Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete: C 876-91, Book of ASTM Standards, Section 4, Philadelphia, PA, USA, 1999, pp.1-6.
2. B&T Engineering, Practical Development of Anti-Corrosive Steel Bar Material for Reinforced Concrete Prepared by Hot-Dip Galvanizing and S.W-Electrodeposition Methods, 06 Construction Core D08, Technical Report, 2010, pp.88-144.
3. Broomfield JP. Corrosion of steel in concrete : understanding, investigation and repair, London, E&FN, 1997, pp.2-18.
4. Emmons, P. H., Concrete Repair and Maintenance Illustrated, R. S. MEANS COMPANY, 1994, pp.36-42.
5. Hassonand, D. F., Corwe, C. R. Materials for Marine System and Structures, vol. 28, Academic press, 1998, pp.46-49.
6. Iretthewey, K. R., Chamberlain, J., Corrosion for Science and Engineering, Longman Scientific & Technical, 1995, pp.375-388.
7. Kim, J.-S., Shin, Y.-S., Lee, S., Kim, K.-S., "The Effect of Chloride on the Corrosion of Reinforced Concrete", Journal of Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, vol. 9, No. 2, 2005, pp.147-154.
8. Korean Standards, Steel bars for concrete reinforcement, KS D 3504, 2011, pp.1-9.
9. Korean Standards, Tensile testing machines, KD B 5521, 2007, pp.1-5.
10. Kwon, S.-J., Lee, M.-H., Park, S.-S., "Development and Application of Anti-Corrosive Steel Using Electro-Deposition of Sea Water (1)-Development of Electro-Deposition System Using Sea Water", Journal of Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, vol. 16, No. 5, 2012, pp.78-87.
11. Kwon, S.-J., Na, U. J., Park, S.-S., Jung, S. H., "Service Life Prediction of Concrete Wharves with Early-Aged Crack : Probabilistic Approach for Chloride Diffusion", Structural Safety, vol. 31, No. 1, 2010, pp.75-83.
12. Lee, C.-S., Bae, I.-Y., Kim, K.-J., Moon, K.-M., Lee, M.-H., "Properties Analysis of Environment Friendly Electrodeposit Films Formed at Various Current Density Conditions in Natural Seawater", Journal of Korea Institute of Surface Engineering, vol. 37, No. 5, 2004, pp.253-262.
13. Lee, C. S., Kim, Y. J., Kim, K. J., Lee, M. H., "Calcareous

-
- Deposit Films Prepared in Seawater and their Properties Analysis”, Proceedings of the Korean Institute of Surface Engineering, Spring Annual Conference, 2003, p.30.
14. Lee, M. H. Ryu, H. J., “Surface Coating Method of Environment-Friendly Calcareous Deposit formed in Natural Seawater”, Fourth International Symposium on Biomimetic Materials Processing, vol. 4, 2004, p.94.
 15. Moller, H., “The Influence of Mg⁺ on the Formation of Calcareous Deposit on a Freely Corroding Low Carbon Steel in Sea Water”, Corrosion Science, vol. 49, 2007, pp.1992-2001.
 16. Ou, K. C., Wu, J. K., “Effect of Calcareous Deposits Formation on the Hydrogen Absorption of Steel”, Materials Chemistry and Physics, vol. 48, No. 1, 1997, pp.52-55.
 17. Ryu, H. J., Lee, M. H., “Electro-deposit formed by Mesh-Electrodeposition Technology on Steel Plate in Seawater and Their Corrosion Resistance”, Journal of the Corrosion Science Society of Korea, vol. 29, No. 4, 2000, pp.240-250.
 18. Yang, E. I., Jin, S. H., Kim, M. Y., Choi, Y. S., Han, S. H., “Effect of Initial Flexural Crack on Resistance to Chloride Penetration into Reinforced Concrete Members”, Journal of Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, vol. 15, No. 2, 2011, pp.79-87.
- Received : 04/05/2012
 Revised : 07/31/2012
 Accepted : 08/02/2012

요 지

해수에 노출된 콘크리트 구조물은 시간의 경과에 따라 철근부식이 야기될 수 있으며, 이는 구조적인 성능저하로 진전된다. 1단계 연구에서 도출된 해수전착시스템의 개발을 통하여 2단계 연구에서는 해수전착 코팅된 철근 및 코팅철근을 사용한 RC 콘크리트 부재의 구조적, 내구적 성능이 평가되었다. 내구적 성능평가에서는 반전위 측정이 수행되었는데, 코팅된 철근은 일반철근의 35%수준의 부식속도를 가지고 있었으므로 높은 내부식성을 확보하고 있었다. 구조실험에서는 직접인장시험, 부착력시험, RC 부재를 이용한 휨 및 전단시험이 수행되었다. 인장강도 시험에서는 3.2%, 부착성능에서는 8.8%의 강도 증가가 코팅된 철근에서 평가되었다. RC보에 대한 실험에서는 최대하중 및 파괴형태는 두가지 경우에서 거의 동일하게 평가되었다. 해수전착된 시편은 철근 주위에 콘크리트와 비슷한 화합물(수산화마그네슘, 탄산칼슘)이 형성되므로 부착력 및 강도를 일부 증가시키는 것으로 평가되었다. 해수전착철근은 피로, 내충격성, 장기침지실험 등을 통하여 성능이 입증되면 더욱 활발하게 사용될 것으로 사료된다.

핵심 용어 : 철근, 부식, 전착 코팅, 내구성능 구조성능