

폴리머 디스퍼션을 이용한 강재의 내식성 평가에 관한 연구

A Study on the Evaluation of Corrosion Resistance of Coated Steel Using Polymer Dispersion

조영국*

Jo, Young-Kug

Abstract

Reinforced concrete structures under sever conditions such as marine structures, bridges and structures constructed with aggregates(dredged from sea), can be deteriorated from corrosion of the reinforcing bars.

The purpose of this study is to evaluate the corrosion resistance of coated steel using polymer dispersion and polymer cement slurry. Polymer dispersion and polymer cement slurry with various polymer types were coated to the surface of bars and steel plates, and tested for accelerated corrosion tests. Tests include adhesion in tension, bending test, chloride ion spray, penetration of NaCl 10% solution and carbonation.

From the test results, the corrosive resistance of steel is considerably improved by using polymer dispersion and polymer cement slurry at surface of steel. The difference of the corrosive resistance is hardly recognized according to types of polymer dispersions. The coated steel using polymer dispersion and polymer cement slurry will be improved to a great extent compared to those of plain steel when increasing content of chloride ion in cement concrete.

키워드 : 폴리머 디스퍼션, 폴리머 시멘트 슬러리, 내식성, 인장점착성, 중성화

keywords : Polymer dispersion, Polymer cement slurry, Corrosion resistance, Adhesion in tension, carbonation

1. 서론

최근 건설산업의 발달로 골재들의 사용이 급격히 증가되면서, 골재부족으로 인한 바닷모래의 사용, 동절기 염화칼슘 등 방동제로 인하여 콘크리트 내 염화물 이온의 침투가 증가하고 있으며, 차량이 내뿜는 아황산가스나 대기중의 이산화탄소가 콘크리트중의 수산화칼슘과 반응하여 중성화(탄산염화)의 원인이 되어 철근의 부동태 피막을 파괴시켜 철근부식 속도를 가중시키고 있다. 이러한 이유로 유해환경에 노출된 철근 콘크리트 구조물의 철근부식방지에 대한 인식이 높아지면서 많은 연구개발이 진행되고 있다¹⁻⁸⁾. 또한 강모래의 부족 현상으로 해사 사용이 급증함에 따라 염화물에 의한 철근부식에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이와 같은 철근부식 방지를 위한 방지책으로 염분 피해가 클 수 있는 해안가의 중요구조물에는 예폭시 도장철근을 일부 사용하고 있으나, 내굴곡성, 콘크리트와의 부착성 문제와 도장부분의 취성으로 말미암아 시공상의 문제점이 제기되고 있다⁴⁻⁸⁾. 또한 예폭시 도장철근은 가격이 비싼 관계로 그 수요가 적기 때문에 경제성을 고려한 폴리머 시멘트 슬러리 도장강을 개발한다면 그 수요량은 크게 증가하여 구조물의 안전성을 크게 확보할 수 있을 것이다. 폴리머 시멘트 슬러리는 시멘트 페이스트에 폴리머를 혼입한

것으로서 보통 시멘트 페이스트에 비해 점성이 크며, 경화시 철근에 부착성이 좋고 휨굴곡에 대한 풍부한 인성으로 철근으로부터 탈락되지 않는다. 따라서 이러한 폴리머 시멘트 슬러리로 철근을 도장처리 한다면, 염분에 의한 철근의 부식을 억제할 수 있을 것이다.

본 연구는, 예폭시 도장철근의 단점을 보완하고 경제적으로 유리한 강재 도장용 재료를 개발하기 위한 연구의 일환으로 폴리머 디스퍼션을 사용하였다. 기존의 연구를 통해 도장재료의 경제성, 그리고 철근에의 도장시 간단한 공정 등의 장점을 미리 확보하였으며¹¹⁻³⁾, 각종 내식성 실험을 통하여 강재 표면에 도장처리한 방청재료의 사용성을 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 사용재료

1) 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 국내산으로 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2) 시멘트 혼화용 폴리머

시멘트 혼화용 폴리머는 아크릴계(PA) 에멀전 및 스티렌.

* 청운대학교 건축공학과 조교수

아크릴산 부틸(St/BA)을 사용하였으며 그 성질은 표 1과 같다. 폴리머 디스퍼션에는 연행공기를 제어하기 위하여 소포제를 고품분의 중량에 0.7% 혼입하였다.

3) 강재

강재로서 철근은 D13 및 D22을 사용하였으며 도장재 시험용 강판은 KS M 5000의 시험방법 1111(도료 시험용 철판의 제작 방법)에 규정된 연강판을 사용하였다.

표 1. 폴리머 디스퍼션의 일반적 성질

Type of Slurry	Specific Gravity (20℃)	PH (20℃)	Viscosity (20℃, mPas)	Total solids (%)
Acrylic emulsion (PA)	1.09	5.0	900	53
St/BA-1 emulsion	1.04	7.8	850	57
St/BA-2 emulsion	1.04	6.8	146	56

4) 염화나트륨

부식 촉진시험을 위하여 시약용 염화나트륨(순도 99%)을 사용하여 10%의 염화나트륨용액을 제조하였다.

2.2 폴리머 디스퍼션을 이용한 도장강의 도장방법

폴리머 디스퍼션을 이용한 도장철근을 제작하기 위하여 2종류의 폴리머 디스퍼션(St/BA-1, St/BA-2)을 사용하였으며, 예비시험으로 얻어진 도장두께는 표 2와 같다. 폴리머 디스퍼션을 이용한 도장방법은 침적도장에 의한 방법을 사용하였으며, 먼저 철근과 연강판을 먼저 이물질이 없도록 깨끗이 닦고 그림 1 및 그림 2와 같이 침적 도장한 후, 기중양생(20℃, 50% R.H)을 실시하고 24시간 경과후에 다시 두번째 코팅을 실시하였다. 코팅은 30회 침적방법으로 실시하였다.

표 2. 온도변화에 따른 도장 두께

		St/BA-1	St/BA-2	
Polymer Dispersion(%)		100	100	
Coating thickness(μm)	Plain	1 Coating	115	
		2 Coating	155	
	30℃-30min	1 Coating	144	
		2 Coating	179	
	30℃-60min	1 Coating	162	
		2 Coating	200	
	60℃-30min	1 Coating	168	
		2 Coating	248	
	60℃-60min	1 Coating	224	
		2 Coating	304	
	Antifoaming agent(%)		0.7	

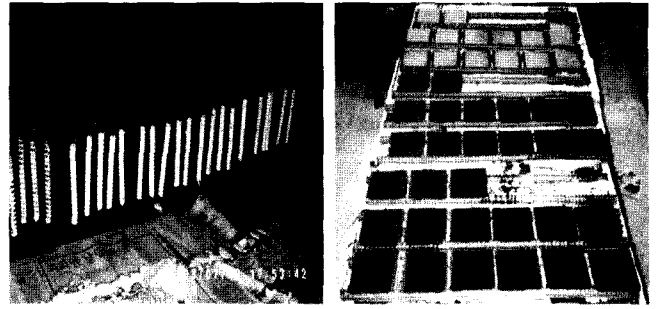


그림 1. 도장철근의 양생

그림 2. 도장 연강판의 양생

2.3 폴리머 시멘트 슬러리를 이용한 도장강의 도장방법

폴리머 시멘트 슬러리 도장철근을 제작하기 위하여 3종류의 폴리머를 사용하여 폴리머 시멘트 비를 100%로 고정하고, 250±50μm결정하기 위하여 물시멘트비를 결정한 결과 표 3과 같다. 도장두께 측정은 D13 철근을 100mm로 잘라 도장된 철근을 ASTM규격에 따라 하나의 철근당 일정한 간격으로 15회 이상 마디와 마디 사이, 마디위, 리브위를 측정하여 15개 값에서 평균한 값을 도장두께로 정하였다. 3종류의 폴리머에 대하여 도장두께를 검토한 2회 도장으로 적정두께인 250±50μm를 결정된 배합을 가지고 철근을 도장한 다음 28일 양생(20℃, 80%R.H) 후, 내식성을 평가 하였다.

표 3. 폴리머 시멘트 슬러리 배합표

	St/BA-1	St/BA-2	PA
Polymer cement ratio(%)	100	100	100
Water cement ratio(%)	100	100	214
Coating thickness(μm)	1 Coating	140	140
	2 Coating	235	240
	3 Coating	364	410
Antifoaming agent(%)	0.7		

2.4 실험방법

1) 도장재료의 강판에 대한 접착성

예비시험 결과, 폴리머 디스퍼션을 기중에서 도장처리 하였을 경우, 적정 도장두께가 나오지 않아 폴리머 디스퍼션을 30℃에서 30분, 30℃에서 60분, 60℃에서 30분, 60℃에서 60분으로 가열한 후, 접착성 시험을 실시하였다.

강재와의 접착성 시험은 KS M 5250 (에폭시 수지 분체도료)에 준하여 연강판에 도장된 도장재료를 예리한 칼날로 가로, 세로 각각 6개의 줄을 2mm 간격으로 그어 25개의 구획을 만들고, 그위에 “폴리프로필렌 접착 테이프” (30mm, 1종)를 붙인 후 일격에 떼어낸 다음 도장상태를 관찰하였다. 규격에는 2mm간격으로 구획을 만들고, KS A 1518의 “셀로판 접착

테이프”에서 규정하는 포장용 셀로판 테이프를 사용하게 되어 있으나, 본 시험에서는 엄격한 조건에서 실험을 실시하였다.

2) 도장강의 굴곡시험

폴리머 디스퍼션으로 도장한 D22 도장철근을 90°로 그림 3과 같이 굴곡시험을 실시하여 도장 표면과 이면의 변화를 육안으로 관찰하였다.

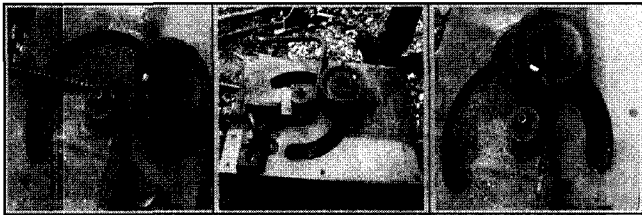


그림 3. 도장강의 굴곡시험

3) 염화나트륨 수용액의 분무시험

염화나트륨 수용액 분무 시험방법은 1914년 캡(J.A Capp)에 의해 처음 소개된 이래, 약 70년간 중요한 시험 방법으로 이용되고 있다. 본 실험은 KS D 9052 (염수분무시험방법)에 준하여 실시하였다.

폴리머 디스퍼션으로 도장한 도장철근과 보통철근을 그림 4와 같은 염화나트륨 수용액 분무시험장치(압력 1.0kg/cm², 챔버 온도 35℃, 분무용액 온도 47℃)를 사용하여, 10% 염화나트륨 수용액을 24시간과 48시간 동안 분무한 후, 철근의 부식 정도를 육안으로 관찰하였으며, 디지털 면적계를 사용하여 아래식이 의해 부식면적율을 구하였다.

$$\text{부식면적율(\%)} = \frac{\text{부식면적}}{\text{측정면적}} \times 100$$

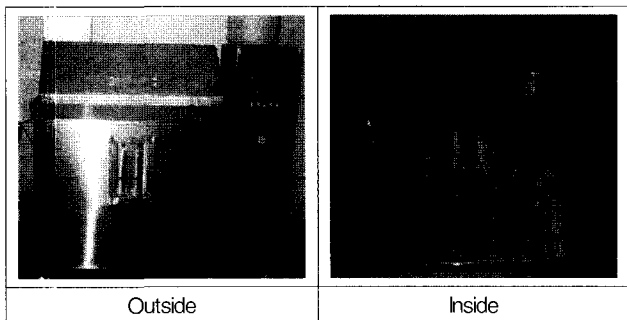


그림 4. 염화나트륨 수용액 분무장치

4) 염화나트륨 수용액 침투시험

폴리머 디스퍼션으로 도장한 도장철근을 물-시멘트비 50%, 시멘트 : 표준사 = 1 : 3(중량비)의 배합으로 40×40×160mm의 시멘트 모르타르를 제작한 후, 그림 5와 같이 그 중앙에 1본의 D13 도장철근을 넣고 시험용 공시체를 제작하였다. 제작된 시험용 공시체를 28일간 양생한 후, 그림 6과 같은 염분 침투 시험기속에 넣고, 용기내 압력 10kg/cm²에서 24시간 동안

염화나트륨 10%수용액을 침투시켰다. 그 다음 침투시킨 공시체를 꺼내어 60℃에서 24시간 건조시키는 과정을 1 사이클로 하여 총 5회, 10회 및 15회 반복 실시한 후, 철근의 부식면적을 측정하였다.

5) 내후성 시험후, 연강판의 접착성 시험

폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 연강판을 실내·외에 2년간 방치시킨 후, 표면 관찰 및 접착력 시험을 실시하였으며, 강재와의 접착성 시험은 폴리머 디스퍼션으로 도장한 연강판의 시험방법과 동일하게 실시하였다.

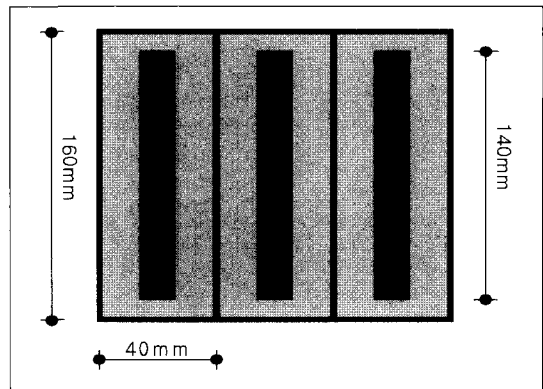


그림 5. 염화나트륨 수용액 침투 시험 공시체

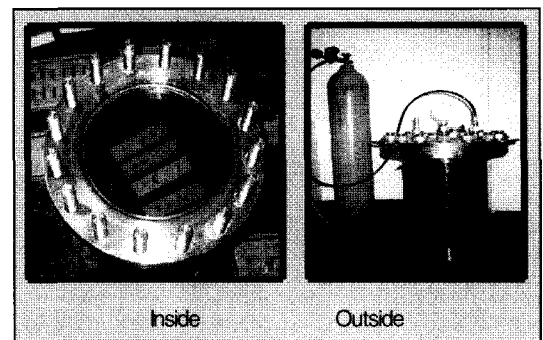


그림 6. 염화나트륨 수용액 침투 시험 장치

6) 내후성 시험 후, 중성화 촉진시험

콘크리트 내의 철근의 부식특성을 규명하기 위해서는 실제 부식 환경하에서의 실험이 효과적이거나, 이는 장기간 소요되기 때문에 여러 가지 변수에 의해 부식 특성을 파악하는데 비효율적이다. 따라서 일반적으로 촉진시험을 실시한다. 본 연구에서는 표 4와 같은 콘크리트 배합을 이용하여 염화나트륨을 잔골재 중량에 0%, 0.02%, 0.04%, 0.1%, 0.135% 및 0.27%를 혼입하였다. 또한 그림 7과 같이 KS A 1132 (콘크리트강도 시험용 공시체 제작방법)에 준하여 폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 철근을 시멘트 콘크리트 속에 삽입하여 공시체를 제작하였다. 이미 발표된 연구자료에 의하면 해사의 경우 보통 잔골재 절건중량의 0.27%(NaCl)정도가 최대치로 보고 되고 있어 본 실험에서도 최대치로 설정하였다. 제작된 공시체를 28일 양생 후, 수중에 2년간 침지시킨 후, 중성화 촉진 시험을 실시하였다.

표 4. 콘크리트 배합

Unit weight(kg/m ³)				NaCl content (by wt % to fine agg.) 0%, 0.02%, 0.04%, 0.1%, 0.135%, 0.27%
Cement	Fine agg.	Coarse agg.	Water	
300	738	1148	165	

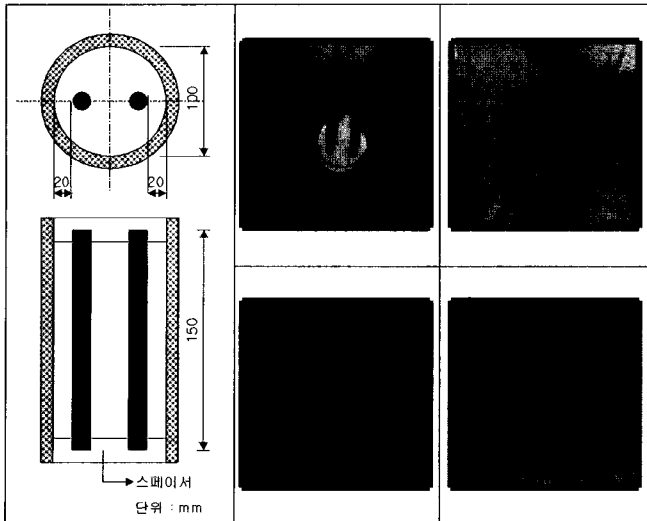


그림 7. 촉진중성화 시험 공시체

3. 실험결과 및 고찰

3.1 온도변화에 의한 접착성 시험

그림 8은 폴리머 디스퍼션으로 도장한 연강판을 기중에서 3일, 7일, 30°C에서 30분, 30°C에서 60분, 60°C에서 30분, 60°C에서 60분으로 가열한 후, 연강판과의 접착성 시험후의 접착성 모식도를 나타내고 있으며, 그림 9는 접착성 시험 결과이다. 결과에서 알 수 있는 바와 같이, 강재와의 접착성은 모든 모식도에서 보는바와 같이 100% 탈락하지 않을 정도로 폴리머 디스퍼션을 가열하여도 접착력은 매우 우수 하였다. 접착성은 기중 양생 3일만에 매우 높게 나타났으며 온도변화를 주어 도장한 연강판의 표면은 온도가 높을수록, 가열시간이 길수록 가열하지 않고 도장한 연강판 보다 끈적거림이 좋았다.

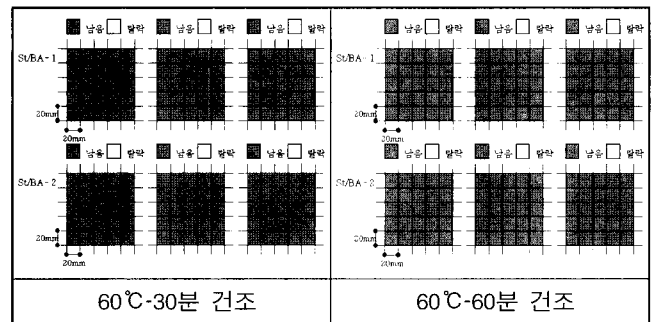
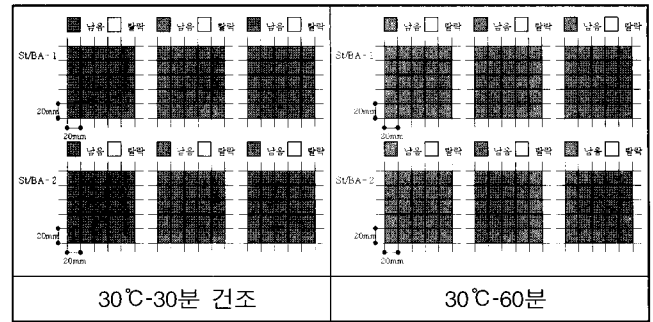
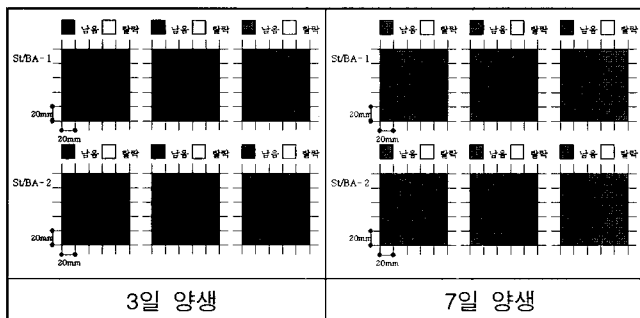


그림 8. 폴리머 디스퍼션으로 도장한 연강판의 접착성 시험결과 모식도

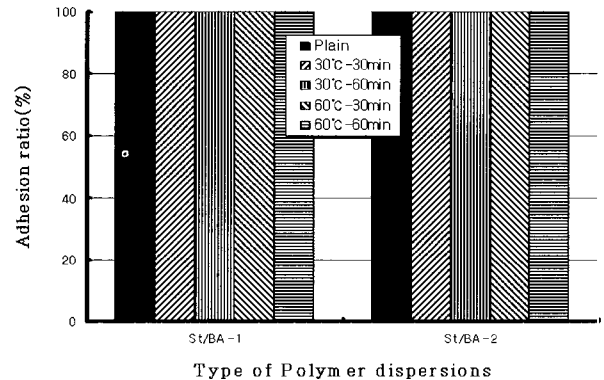


그림 9. 온도변화에 따른 접착성

3.2 폴리머 디스퍼션 도장강의 굴곡시험

표 5 및 그림 10은 폴리머 디스퍼션으로 도장한 철근의 굴곡시험을 실시한 결과이다. 시험기를 90°로 구부러 바깥면의 잔금 발생유무, 철근과 도장면의 박리현상을 확인하였다. 결과에서 알 수 있는 바와 같이, 폴리머 디스퍼션의 종류, 온도변화에 상관없이 철근과 도장면 사이에 철근표면에서의 박리나 찢겨짐을 찾아볼 수 없을 정도로 매우 양호한 상태였다.

표 5. 굴곡시험 후, 도장철근의 표면상태

St/BA-1	이면측	표면측	St/BA-2	이면측	표면측
30°C-30분	양호	양호	30°C-30분	양호	양호
30°C-60분	양호	양호	30°C-60분	양호	양호
60°C-30분	양호	양호	60°C-30분	양호	양호
60°C-60분	약간 늘림	양호	60°C-60분	약간 늘림	양호

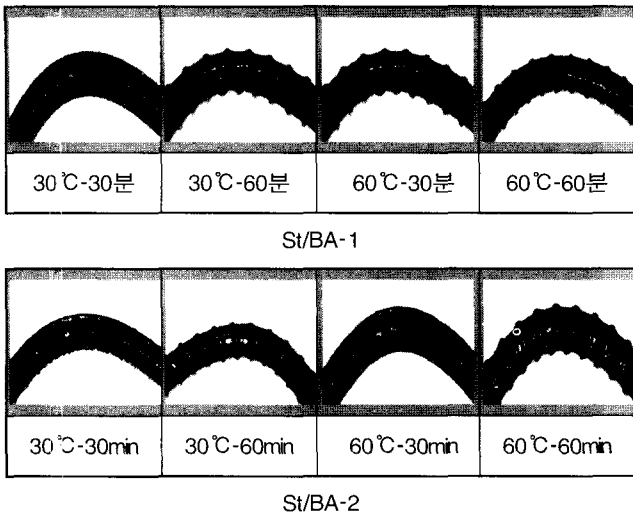


그림 10. 골곡시험 후 도장강의 상태

3.3 폴리머 디스퍼션 도장강의 염수분무 시험

그림 11은 폴리머 디스퍼션으로 도장한 철근의 염화나트륨 10% 수용액을 24시간 및 48시간 동안 분무한 후, 철근의 부식정도를 나타낸 것이다. 본 실험에서의 철근의 부식 촉진시험은 시험기 내부에 설치된 히터로 수용액의 온도를 높여 사용함으로써 부식을 더욱 촉진 시켰다. 실험결과에서 알 수 있는 바와 같이, 폴리머 디스퍼션으로 도장하지 않은 보통철근은 24시간 분무시 64%, 48시간에는 88%의 부식이 일어난 반면, 폴리머 디스퍼션으로 도장된 도장철근은 부식면적이 5% 이내로 보통철근보다 매우 우수한 방식효과를 나타냈으나, 5% 이내로 부식이 발생한 이유는 도장부분의 미세한 공극으로 염화나트륨 수용액이 침투하여 부식이 발생된 것으로 사료되며, 폴리머 디스퍼션의 종류에 따라 그 차이는 거의 발견할 수 없었으나 대체적으로 St/BA-1이 St/BA-2보다 우수하게 나타났으며, 폴리머 디스퍼션으로 도장한 철근이 보통철근 보다 매우 우수한 방식효과를 나타냈다.

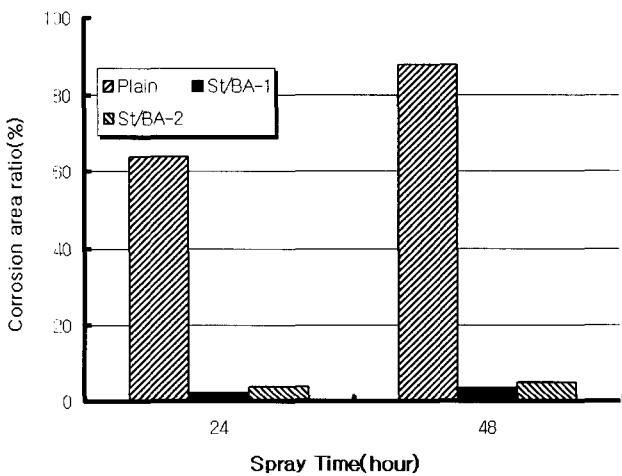


그림 11. 염화나트륨 10% 수용액 분무에 따른 도장철근의 부식면적을

3.4 염화나트륨 수용액 침투시험

그림 12는 보통철근과 폴리머 디스퍼션으로 도장한 도장철근이 매립된 시멘트 모르타르에 염화나트륨 10% 수용액을 강제로 5사이클, 10사이클, 15사이클 침투시킨 후, 부식발생 정도를 측정된 결과이다. 염화나트륨 수용액 침투 후, 건조양생(60°C)의 반복 5사이클, 10사이클, 15사이클에서 폴리머 디스퍼션으로 도장하지 않은 보통철근은 부식이 사이클 수가 증가하면 할수록 현격하게 발생하였다. 그러나 폴리머 디스퍼션으로 도장한 도장철근은 부식면적율이 5%미만으로 아주 미세하였으며, 한번 코팅한 도장철근 보다 2번 코팅한 도장철근이 방식효과가 우수하였으며 폴리머 종류에 따라서는 St/BA-1이 St/BA-2보다 우수하게 나타났다. 염화나트륨 수용액의 침투압력이 10kg/cm²이기 때문에 보통 시멘트 모르타르의 내부까지 침투하는 데는 2~3 시간이면 충분하였다. 또한 폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 철근은 폴리머 필름이 막을 형성하여 높은 압력하에서도 염화나트륨 수용액의 침입을 막을 수 있었으며, 방식성능은 폴리머 종류에 따라 약간의 차이는 있었으나, 효과는 아주 우수하였다.

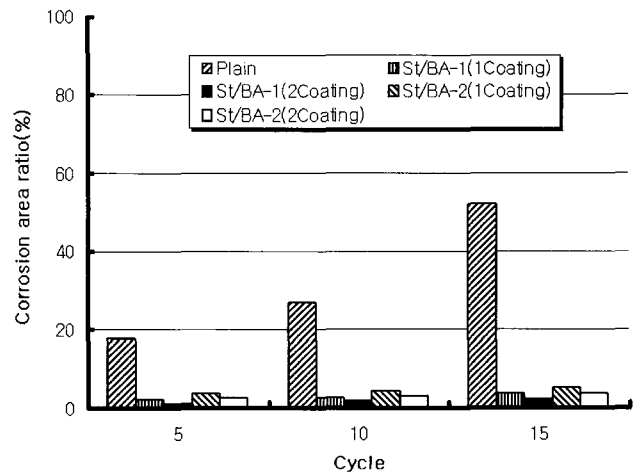
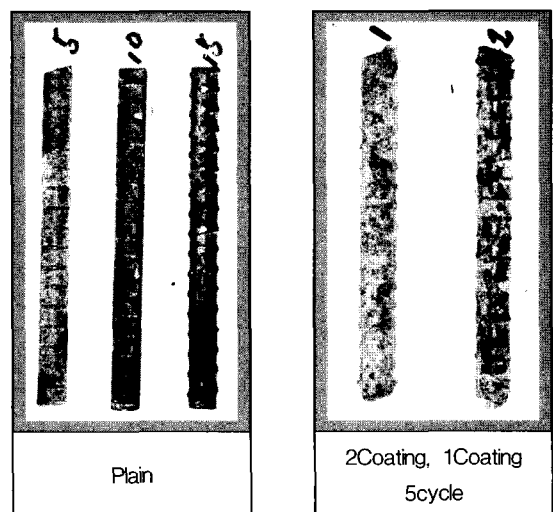


그림 12. 염화나트륨 10% 수용액 침투 시험 후, 철근의 부식면적율



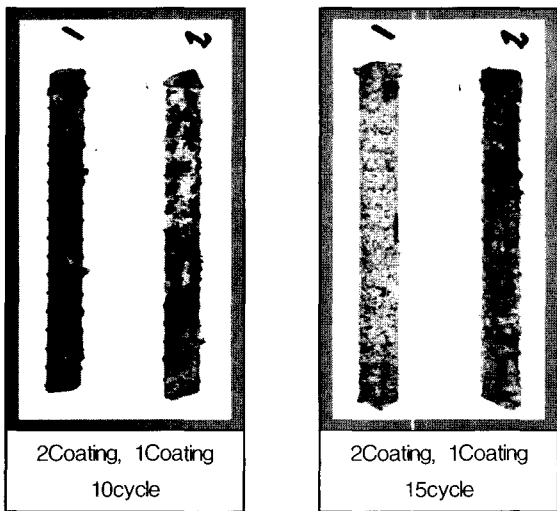


그림 12. 염화나트륨 10% 수용액 침투시험 후, 철근의 표면상태

3.5 내후성 시험 후, 연강판과의 접착성 시험

폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 연강판을 28일간 기중양생 후, 실내외에 2년간 폭로시켜 표면형상 및 접착력 실험을 실시하였다. 그림 13은 내후성 시험의 일종으로 2년간 폭로시킨 후, 접착성 시험을 실시한 결과이며, 폭로시킨 시험편의 표면을 관찰한 결과 St/BA-1 및 St/BA-2의 경우에는 전혀 표면의 변화를 발견할 수 없었으나, PA의 경우 약간의 표면 변색을 발견하였다. 2년을 폭로 시킨 시험편에서는 폴리머 종류에 관계없이 폭로의 장소와 상관없이 접착성이 모두 매우 우수하게 나타났다. 보통 시멘트 페이스트는 철근에 도포하면 시멘트의 경화와 함께 균열이 발생하면서 균열과 박리현상을 보이지만, 본 연구에서 사용한 폴리머 시멘트 슬러리는 시멘트 페이스트에 인성을 부여하면서 폴리머 필름에 의한 접착강도를 개선하여 연강판과 철근에 도포하여도 양호한 접착성능을 발휘하여 옥외 폭로에 의한 내후성에도 매우 양호하다는 것을 확인 할 수 있었다.

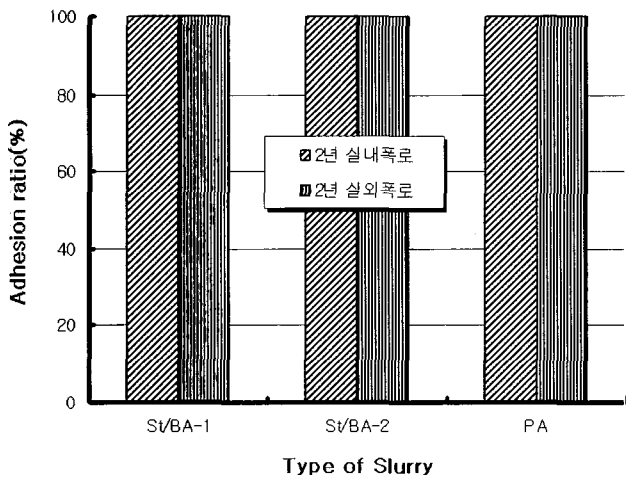


그림 13. 내후성 시험후, 접착성

3.6 내후성 시험 후, 도장강의 굴곡성 시험

그림 14 및 그림 15는 폴리머 시멘트 슬러리로 도장처리된 도장철근을 2년간 실내외에 폭로 시킨 후, 90°로 구부려 바깥면의 잔균 발생 유무, 철근과 도장면의 박리현상을 확인한 결과이다. 결과에서 알 수 있는 바와 같이 SBR로 도장한 도장철근의 경우 표면은 철근과 박리되었고 이면측은 찢겨짐이 발생하였으며, 도장면에 잔균이 발생하여 부식도 발견되었지만, St/BA-1, St/BA-2, PA는 철근과 도장면 사이에 철근표면에서의 박리나 찢겨짐을 찾아볼 수 없을 정도로 매우 양호한 상태였다. 또한 실내보다 더 열악한 환경인 실외에 폭로시킨 도장철근도 실내에 폭로시킨 도장철근과 구분이 가지 않을 정도로 표면과 이면에 박리나 찢겨짐 현상을 발견 할 수 없었다.

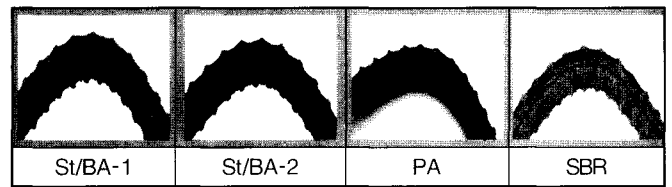


그림 14. 실내에 2년간 폭로 후, 굴곡성 시험

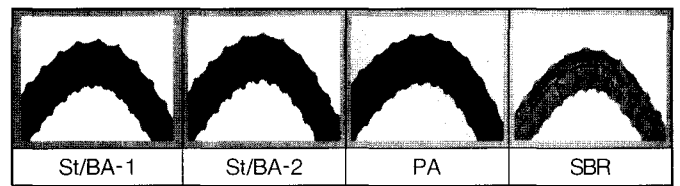


그림 15. 실외에 2년간 폭로 후, 굴곡성 시험

3.7 중성화 촉진시험

2년간 수중에 침지시킨 공시체를 꺼내 철근을 취출하여 철근상태를 파악해본 결과, NaCl을 0.27% 함유시킨 공시체 속의 보통철근에 부식이 발생되지 않았다. 본 실험결과 철근부식을 발생 시킬 수 있는 복합적인 인자 및 형성되지 않으면, 부식은 실제 구조물에서 더디게 발생하는 것을 본 실험결과로 짐작할 수 있었다.

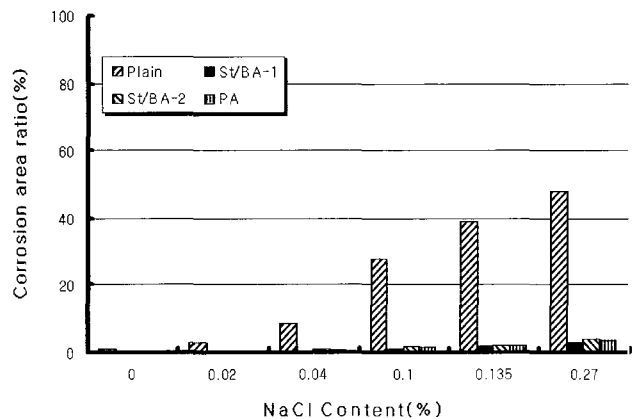


그림 16. 중성화 촉진 시험 후, 철근의 부식면적율

이에 2년간 수중에 폭로 시킨 공시체를 콘크리트 속에 매립한 철근의 중앙까지만 중성화가 되도록 조절한 28일간을 중성화 촉진시험을 실시 한 후, 철근상태를 파악해본 결과를 그림 16 및 그림 17에 나타냈었다.

결과에서 알 수 있는 바와 같이, 폴리머 시멘트 슬러리로 도장하지 않은 보통철근은 NaCl 혼입량이 증가 할수록 부식 발생정도도 심각하였으며, NaCl 혼입율이 0.1%부터 현격하게 부식이 발생하는 것으로 나타났다. 그리고, 폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 도장철근은 아주 미세한 부식이 발생 되었으며, 이는 도장방법 및 도장 배합등으로 억제 시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 폴리머 시멘트 슬러리의 종류와 관계없이 3종류다 모두 매우 좋은 방청효과를 나타냈다.

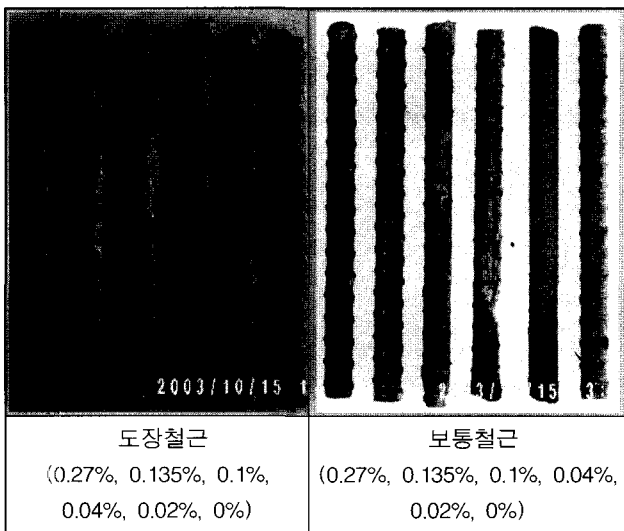


그림 17. 중성화 촉진 시험 후, 철근의 부식상태

5. 결 론

폴리머 디스퍼션을 이용한 강재의 내식성 평가에 관한 연구의 결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

- 1) 폴리머 디스퍼션 도장재의 접착성은 매우 우수하였으며, 폴리머 디스퍼션을 기중에서 도장하였을 경우 적정두께 $200 \pm 50 \mu m$ 에 미치지 못하였지만 접착성은 우수하였다.
- 2) 폴리머 디스퍼션으로 도장한 강재를 90° 구부러 바깥면의 잔금 발생유무, 철근과 도장면의 박리현상을 확인한 결과, 폴리머 디스퍼션의 종류, 온도변화에 상관없이 철근과 도장면 사이에 철근표면에서의 박리나 찢겨짐을 찾아볼 수 없을 정도로 매우 양호하였다.
- 3) 폴리머 디스퍼션으로 도장하지 않은 보통철근은 24시간 분무시 64%, 48시간에는 88%의 부식이 일어난 반면, 폴리머 디스퍼션으로 도장된 도장철근은 부식면적이 5% 이내로 보통철근보다 매우 우수한 방청효과를 보였다.

- 4) 폴리머 디스퍼션으로 도장처리된 도장철근의 부식을 1% 이내로 차단하기 위해서는 철근을 폴리머 디스퍼션에 침적하는 횟수를 늘리거나, 침적도장이 아닌 뿔칠도장이거나, 칠도장 같은 방법등 다방면으로 연구를 모색할 필요가 있다.
- 5) 보통철근의 부식은 염화나트륨 침투 사이클 횟수가 증가하면 할수록 현격하게 발생하였으나, 폴리머 디스퍼션으로 도장한 도장철근은 발청면적율이 아주 미세하였으며, 한번 코팅한 도장철근 보다 2번 코팅한 도장철근이 방청효과가 우수하였다.
- 6) 폴리머 종류에 따라서는 St/BA-1이 St/BA-2보다 우수하게 나타났으며, 폴리머 디스퍼션과 폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 철근은 폴리머 필름이 막을 형성하여 높은 압력하에서도 염화나트륨 수용액의 침입을 막을 수 있어 부식을 억제할 수 있었다.
- 7) 폴리머 디스퍼션과 폴리머 시멘트 슬러리로 도장한 강재의 내식성을 평가한 결과, 매우 우수하게 나타났으며, 현장에서 사용할 수 있는 경제성과 성능면에서 에폭시 도장철근을 대체할 수 있는 재료라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 소양섭의 3명 “폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 내약품성” 콘크리트학회 논문집, 제12권 2호, pp.1121~1126, 2000. 11
2. 소양섭의 4명 “폴리머 시멘트 슬러리 도장철근의 내굴곡성” 콘크리트학회 논문집, 제13권 1호, pp.1017~1022, 2001. 5
3. 조영국, 김영집, 소양섭, “폴리머 시멘트 슬러리로 코팅한 도장철근의 내식성 평가” 콘크리트학회논문집, 제15권 1호, pp.117~124, 2003. 2
4. 오병환, 엄주용, 권지훈, “에폭시 도포철근의 내부식성에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 논문집, 1992. 12, pp.161~170.
5. 최완철, “에폭시 피막된 철근의 부착에 관한 연구” 대한건축학회 학술발표 논문집, 1990.10, pp.539~542.
6. Gonzalez, J. A., Algaba, A. and Andrade, C., “Corrosion of Reinforcing Bars in Carbonated Concrete”, British Corrosion Journal(London), V.15, 1980.
7. 신영수의 2인 “에폭시 피막된 철근의 부착에 관한 연구”, 한국콘크리트학회 논문집, 1994. 12, pp.173~179.
8. 시설안전기술공단, “경화콘크리트 염화물 함유량 측정 방법 규정 (안) 설정에 관한 연구”, 1999, pp.10~20.