

철근 방청을 위한 친환경 무기코팅제 개발

류영복*, 김영수**, 이만식*

*한국생산기술연구원

**한국캠텍

e-mail:lms5440@kitech.re.kr

Development on the environment inorganic antirust solution of reinforcing bar

Young Bok Ryu*, Young Soo Kim**, Man Sig Lee*

*Korea Institute of Industrial Technology

**Korea chem tec

요 약

국내에서 생산되고 있는 철근의 방청효과는 내식성기준(KS D 9520)으로 1시간 미만으로 생산된 철근의 국외 수출시 방청성에 대한 요구가 많은 실정이다. 이에 따라 철근의 내식성 향상을 위해 소요되는 비용과 과도한 방청포장은 제품 경쟁력에 악영향을 끼치고 있다. 내식성 향상을 위한 Cr 대체물질 개발은 많으나 철근에 고내식성 및 고내열성을 부여하기 위한 Cr 대체물질 개발은 미진하다. 본 연구에서는 고온안정성과 고내식성을 동시에 만족하고, 환경유해물질을 포함하지 않는 새로운 소재를 개발하기 위해 수행하였으며, 다양한 제법에 따라 제조된 물질의 내식성 실험을 통해 방청제로서의 가능성을 검토하기 위하여 수행하였다.

1. 서론

세계적으로 환경문제에 대한 관심이 고양되고 있는 가운데, 표면처리된 제품의 재활용이나 폐기 처분으로 인해 제품 중에 함유되어 있는 6가 크롬이 용출되어 발생하는 토양이나 하천의 오염이 우려되고 있다. EU를 필두로 하여 폐차(ELV)규정, 일본 내에서는 PRTR 등 환경에 대한 특정 화학 물질의 관여가 주목받고 있다. 한편 ISO 14001(환경 ISO) 등의 새로운 관리 기준 도입이나 그린 조달 운동 등 기업 환경에 대한 활동도 활발해지고 있다.

내식성 향상을 위해 Cr을 대체하기 위한 기술은 많으나 철근 및 파이프에 고내식성 및 고내열성을 부여하기 위한 Cr 대체물질 개발은 미진하다. Cr 대체를 위한 연구로는 고분자 수지를 이용하는 방법과 크롬과 동족인 몰리브덴 이용방법, 부동태 피막, 실리카를 이용한 방법, 유기물의 피막에 대한 연구 등이 행해져 왔으며, 최근에는 지르코늄 및 티타늄 화합물 혹은 실란 커플링제를 이용하여 내식성을 보강하기 위한 많은 방청제가 개발되고 있으나 상용화로는 진행되지 않고 있다. 따라서 고온안정성과 고내식성을 동시에 만족하고, 환경유해물질을 포함하지

않는 새로운 소재로 나노세라믹형태의 코팅제 개발의 필요성이 대두되고 있다. 특히 수출용 파이프 및 철근의 경우 국외업체와 대등한 품질 및 가격으로 치열한 경쟁이 있는 가운데 철근의 경우 방청비닐로 포장하여 수출하여도 현지도착 배송품의 20 ~ 30% 가량에 부식이 진행되어 크레임 발생 및 적정 이윤 추구가 어렵게 되어 수출대상국 인접지역에서 철근을 공급하는 경우가 늘고 있다. 따라서 제품의 수출 경쟁력 향상 및 제품의 고급화와 더불어 국내 건축 자재의 양질화 실현이 필요하다.

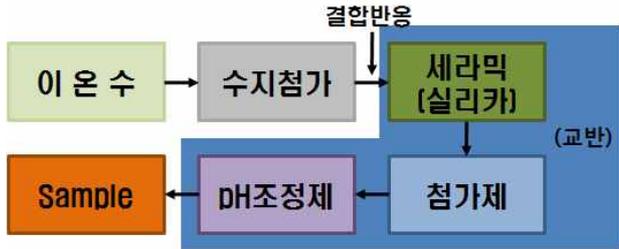
2. 실험

2.1. 코팅용액의 제조

최적 코팅용액 제조를 위해 코팅용액 첨가제의 종류, 농도의 변화에 따른 안정성 실험을 진행하였다. 코팅용액 제조에 사용된 시약은 PE, PU(DI), PU(DW), 세라믹, AA75, TE, LA, LPS, Silica sol, Silane, GF80, GF82, TPnB, DPM, 346, NH₄OH 그리고 물(이온수)을 사용하였으며, 사용된 시약은 모두 시약특급을 이용하였다. 코팅용액의 제조는 첨가

본 연구는 지식경제부 청정기반산업원천기술개발사업의 연구비지원(2009-E001)에 의해 수행되었습니다.

제의 종류에 따라 혼합방법이 다소 차이가 나지만 전반적인 제조방법은 아래 Flow chart와 같이 진행하였으며, 코팅용액의 농도 및 첨가제의 종류에 따라 총67개의 샘플을 제조하였다.



[그림 1] 코팅용액 제조도

2.2. 코팅용액의 특성평가

제조된 코팅용액은 안정성 및 방청성 검토를 통해 최적코팅용액을 선정하였으며, 제조된 코팅용액의 안정성 검토는 40℃, 10일 동안 보관하며, 코팅용액의 침전, 색변화 등을 관찰하였다. 안정성 검토를 통해 선정된 용액은 철근의 코팅조건 도출을 위해 코팅용액의 농도, 철근의 온도, 부착량에 따른 철근표면의 내식성 검토를 실시하였다. 내식성 평가는 염수 분무시험으로 분무용액은 5%NaCl, 분무량은 2.5~2.8ml/hr, 35℃에서 10시간 동안 진행하여, 표면부식정도를 관찰하였다.

상기의 실험과정을 거쳐 최종 선택된 1개의 샘플에 대한 코팅적용실험을 실시 하였으며, 용액의 농도 및 적용온도에 따른 염수분무시험을 각 시간별로 비교분석하였다.

코팅 전 후 철근표면의 형상변화를 살펴보기 위하여 SEM(ZEOL, JSM5600)을 이용하여 관찰하였다.

[표 1] 코팅용액 제조(혼합배율)

재료명	11	12	19	44
PU(DI)	5	5	5	5
세라믹	10	10	10	10
TE	1	1	1	1
LPS	2	2		
GF82			2	
Silicasol				2
TPnB	1		1	1
DPM		1		
346	1	1		1
349			1	
NH ₄ OH	0.4	0.4	0.4	0.4
물	79.6	79.6	79.6	79.6



[그림 2] 제조용액 사진

3. 결과 및 고찰

3.1. 코팅용액의 선정 / 내식성 검토

제조된 67개 용액 대부분은 40℃, 10일간 방치하였을 경우 침전발생, 썩화 등 안정성이 떨어져 코팅용액으로서 기능을 기대하기 어려웠으며, 샘플 중 안정성 검토 결과 양호한 4개의 샘플에 대한 혼합배율을 [표 1]에 나타내었으며, 관련 사진을 [그림 2]에 나타내었다.

선정된 4개의 샘플을 이용하여 염수분무 시험결과 11번 코팅제를 이용한 철근의 표면부식면적이 가장 작은 것으로 관찰되었으며, 그 결과를 [표 2]에 나타내었다.

[표 2] 내식성능평가

부식정도(%)			
#11	#12	#19	#44
3	70	50	20



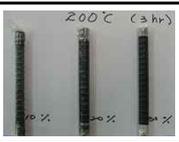
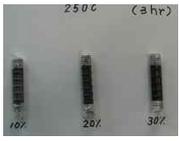
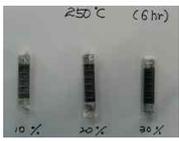
3.2. 코팅 적용성 실험

4개의 샘플 중 부식표면적이 가장 적은 11번 샘플에 대한 코팅 적용성 검토를 위해 온도 및 농도에 따른 염수분무 시험을 실시하였다. 제조 원액을 기준으로 이온수와 적정량 혼합하여 코팅용액을 제조하였으며, 제조된 코팅용액의 코팅은 코팅온도에 도달한 철근에 직

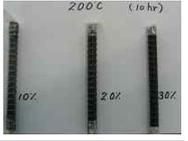
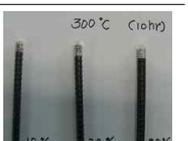
접 도포하여 코팅하였다.

코팅된 철근을 이용하여 3시간, 6시간, 10시간 단위로 염수분무 시험을 한 결과 3시간 및 6시간에서는 표면 부식이 발생하지 않았으나, 10시간 시험에서는 표면 부식이 발생하는 것으로 나타났다. 용액의 농도가 증가함에 따라 부식되는 표면적은 감소하는 경향을 보였으나, 일정 농도(20%) 이상에서는 더 이상 부식이 진행되지 않았다. 이는 코팅의 양에 따라 철근 표면의 방청성은 크게 달라지며, 그 방청효과는 일정농도이상에서는 더 이상 효과적이지 않음을 보여준다. 또한 동일 농도의 코팅액을 이용하여 철근표면의 온도가 높았을 경우에 코팅한 제품은 부식 표면적이 감소하는 경향을 보였다. 이는 코팅 시 높은 열에 의해 증발되는 용액의 양보다 낮은 온도에서 미처 코팅되지 못하고 유실되는 코팅액의 양이 더 많아 코팅공정을 적절한 타이밍에 진행해야 할 것으로 사료된다. 또한 코팅액을 철근에 도포할 시 코팅에 의한 철근의 온도변화가 미치는 철근의 기계적 성질에 대한 충분한 고찰도 필요하다.

[표 5] 코팅 조건에 따른 부식율

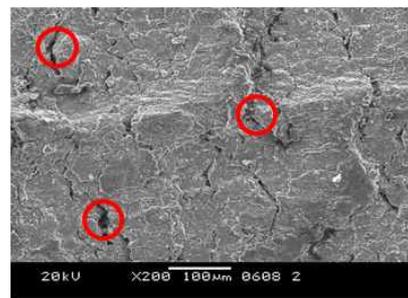
온도	농도			비고	
	10%	20%	30%		
SST-3hrs	200℃	0	0	0	
	250℃	0	0	0	
	300℃	0	0	0	
SST-6hrs	200℃	0	0	0	
	250℃	0	0	0	
	300℃	0	0	0	

[표 6] 코팅 조건에 따른 부식율(계속)

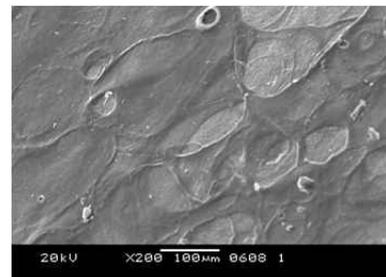
온도	농도			비고	
	10%	20%	30%		
SST-10hrs	200℃	20	10	10	
	250℃	10	5	5	
	300℃	5	0	0	

3.3. 코팅표면 관찰

코팅 전 후 철근표면의 형상변화를 살펴보기 위하여 코팅 전 철근의 표면과 11번 코팅용액 20%희석시킨 용액을 300℃, 5초간 딥코팅된 철근의 표면을 SEM (ZEOL, JSM5600)을 이용하여 관찰하였다. 코팅 전 철근의 표면은 미세한 틈이 많음을 발견할 수 있었으며, 이는 틈부식, 공식 등이 발생하기 쉬운 표면구조로 대기 중 혹은 염 분위기에 노출될 경우 쉽게 부식될 수 있다. 하지만 20%, 300℃에서 코팅된 철근의 표면을 관찰한 경우 부식을 유발할 수 있는 틈이 코팅액에 의해 거의 사라진 것을 관찰 할 수 있었다.



[그림 3] 무처리 철근표면



[그림 4] 코팅된 철근표면