

시멘트 혼입 폴리머와 에폭시수지를 복합한 상하수 시설용 방수·방식공법 성능평가에 관한 연구

A study on the Property Evaluation of Waterproofing and Anti-Corrosion Systems Compositing Polymer Cement and Epoxy Resins

배기선*
Bae, Gi Sun

장종호**
Jang, Jong Ho

장성주***
Jang, Sung Joo

오상근****
Oh, Sang-Keun

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the properties of composite systems using polymer cement and epoxy resins for waterproofing and anti-corrosion to concrete structures such as water supply facilities and sewage-works.

In this study these engineering properties of composite systems using polymer-modified mortar and epoxy resins were examined and could be confirmed to satisfy the guidelines of KS. Especially, it was turn out that the adhesion properties was excellent and high crack-resistance up to 1.49mm will be perform.

1. 서론

콘크리트 구조물은 다양한 요인으로 인하여 골재노출, 탈락, 표면바리, 균열발생, 철근노출 및 부식, 강도저하, 염소이온침투, 공극률 증가, 팽창 및 수축 등과 같은 다양한 열화현상이 나타나는 문제점을 가지고 있다. 특히 상·하수 관련 수처리시설의 경우에는 일반적인 콘크리트 구조물보다 더욱 가혹한 환경에 노출되어있기 때문에 콘크리트의 열화는 더욱 심하다고 볼 수 있다. 그러므로 상·하수도시설 철근콘크리트 구조물에 적용된 방수·방식재료 및 공법은 콘크리트의 내구성, 철근부식 및 재료의 변질방지, 균열에 의한 누수방지를 위한 노력이 절실히 요구된다고 판단된다.

이러한 관점에서 본 연구는 시멘트 혼입 폴리머와 에폭시수지를 복합한 내균열성 방수·방식재료를 이용하여 콘크리트구조물의 방수성능의 확보 및 내구연한의 증가 등의 제 요건에 부응 할 수 있는 방수·방식공법을 개발하여 실용화하는데 목적이 있다.

2. 공법의 개요 및 평가항목

2.1 공법의 개요

본 연구에 사용된 공법은 크게 방수공법과 방수·방식공법으로 분류된다. 여기서 방수공법은 표 1과 같이 제1공정(바탕강화침투층), 제2공정(주탄성방수층), 제3공정(경질보호층)으로 구성된다. 또한 방

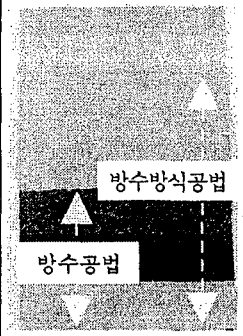
* 정회원, (주)리폼시스템, 기술영업본부장·공박

** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정

*** 정회원, (주)스페이스, 대표이사·공박

**** 정회원, 서울산업대학교 건축학부 교수·공박

표 1. 방수·방식공법의 개요

공법의 시공사진	기능		공법구성		공정	
			방수공법	방수방식공법		
	상도	방식층	/	무용제 에폭시	4	
				수 계 에폭시		
				수 계 에폭시		
	중도	방식층	/	시멘트 혼입 폴리머	3	
					경질 보호층	2
					주탄성 방수층	1
하도	방식층	바탕강화 침투층				

수·방식공법의 경우는 방수공법에 제4공정(방식층)이 추가되는 형식을 띄고 있다. 본 공법의 특성은 방수·방식층에 탄성층을 보강하여 상·하수도 시설용 콘크리트 구조물의 부식과 침식을 방지하고 콘크리트의 결점인 표면강도저하, 미세균열 발생에 따른 방수·방식층의 성능저하현상의 발생등과 같은 문제점을 개선하는데 있다. 표 2는 본 공법의 사용재료 및 배합을 나타내고 있다.

2.2 평가항목 및 평가기준

2.2.1 방수·방식 성능평가

표 3은 방수·방식공법의 성능을 평가하기 위한 평가항목 및 평가기준을 나타낸 것이며, 사진 1은 성능평가 시험장면을 나타낸 것이다.

2.2.2 내균열 성능평가

본 연구에 사용된 방수·방식공법의 균열저항 성능을 평가하기 위하여 표 4와 같이 기존 에폭시계 방수·방식재에 사용되는 에폭시시멘트계 바탕조정재를 비교대상으로 하였다.

시험체의 인장시험은 일정속도(1mm/min)로 인장할 수 있는 시험기를 사용하였다. 신장거리의 측정은 시험종료 직후 바탕시험체의 간격을 크래게 이지 또는 1/100mm의 측정이 가능한 디지털 버니아캘리퍼스를 이용하여 측정하였다.

표 2. 방수·방식공법의 사용재료 및 배합

공정	방수·방식층	배합비		혼합재료 사용량 (kg/m ²)
		재료명	비율	
바탕처리	결합부층 전	에폭시수지계 에멀전 주제	3	0.40
		에폭시수지계 에멀전 경화제	1	
		무기질파우더	10	
바탕정리 및 강화	침투층	아크릴계수지 에멀전 원액	1	0.17
방수 (1회)	탄성층	시멘트 혼화용 수지 에멀전	9	1.90
		탄성 규산질미분말 시멘트모르터	18	
방수 (1회)	보호층	시멘트 혼화용 수지 에멀전	6	1.50
		물	1-2	
		보호용 규산질미분말 시멘트모르터	20	
에폭시 코팅	방식층 1회	친수성에폭시 주제	1	0.20
		친수성에폭시 경화제	1	
	방식층 2회	친수성에폭시 주제	1	0.20
		친수성에폭시 경화제	1	
	방식층 3회	무용제 에폭시 주제	3	0.22
		무용제 에폭시 경화제	1	

표 3. 평가항목 및 평가기준

평가항목		평가기준	
		방수공법	방수·방식공법
흡수성능	흡수량	KS F 4919	KS F 4919
투수성능	투수성	KS F 4919	KS F 4921
부착성능	부착강도	KS F 4919	KS F 4921
인장성능	인장강도	KS F 4919	
	파단시 신장율		
인열성능	인열강도		
내잔갈림성능		KS F 4919	KS F 4919
내충격성능		KS F 4921	KS F 4921
저온·고온반복시험		KS F 4921	KS F 4921
내화학성능		-	일본하수도사업단
음용수 용출시험		-	KS F 4919

표 4. 시험체의 종류

항목	시험체 종류
적용 재료	탄성층 보완형 에폭시 방수·방식재
비교 재료	기존 에폭시 시멘트계 방수·방식재 A
	기존 에폭시 시멘트계 방수·방식재 B

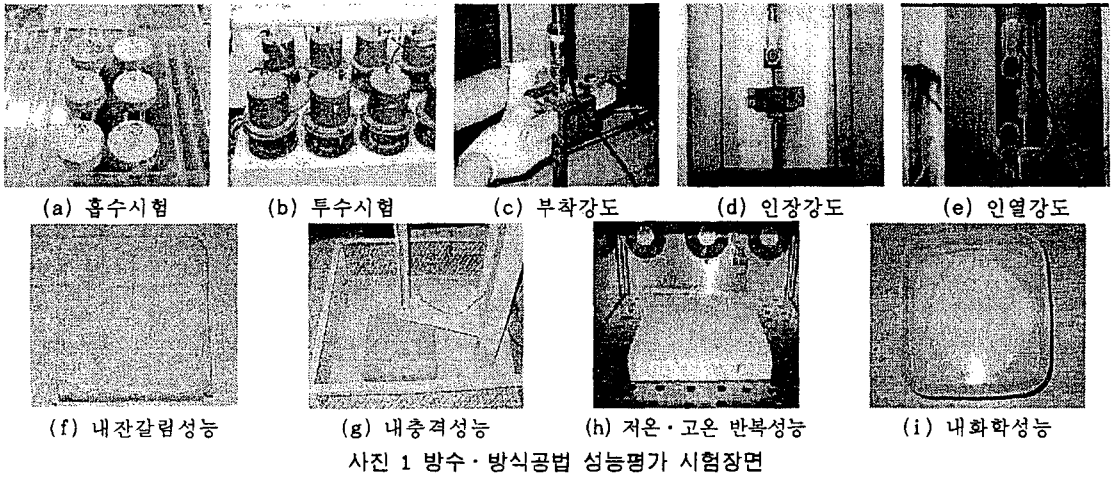


사진 1 방수·방식공법 성능평가 시험장면

3. 실험결과 및 고찰

3.1 방수·방식 성능평가

표 5는 흡수량 및 투수량의 시험결과를 나타낸 것으로, 방수·방식재 시험체의 흡수량은 0.1g으로 매우 낮게 나타나고 있어 방수·방식재가 처할 수 있는 다양한 환경, 특별히 오염수 및 염소의 영향이 예상되는 상하수도 시설에서의 기술의 방수성이 우수하게 발현될 것으로 기대된다. 또한, 투수성능은 방수재시험체 및 방수·방식재시험체 모두 투수되지 않고 있으며, 이는 기술 방수·방식재가 충분한 방수·방식 성능을 가지고 있는 것을 의미하였다.

표 6은 부착강도 시험결과를 나타낸 것으로 방수재의 부착강도는 약 21.9kgf/cm², 방수·방식재의 부착강도는 약 26.7kgf/cm²의 높은 값을 나타내고 있다. 이는 기존의 에폭시 시멘트계 바탕조정재의 부착강도 기준을 상회하는 결과로 방수재 및 방수·방식재에서의 각 층(침투층, 탄성층, 보호층, 에폭시 방식층)이 바탕층 또는 방수·방식층으로써 충분한 부착강도를 가지고 있다고 판단된다.

표 7은 인장강도 및 인열강도의 시험결과를 나타낸 것으로 탄성층의 인장강도는 20.0kgf/cm²이며, 파단시 신장율은 76%이다. 이러한 주탄성방수층의 탄성과 신장율은 바탕구조체에 대한 내균열저항성의 확보에 기여 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 탄성층의 인열강도는 15.4kgf/cm²로 나타났으며, 이는 방수층으로써의 기능을 충분한 만족하는 성능인 것으로 판단된다.

내잔갈림성 시험결과 방수·방식재를 타설 직후부터 재령 28일 까지 도포면의 잔갈림의 유무를 관찰하였으나 바탕면에 잔갈림현상이 나타나지 않았으며, 내충격성능 시험결과 높이 1.5m까지의 낙하 충격에서도 방수·방식층이 뚫리는 손상과 같은 현상은 나타나지 않았다. 이러한 결과로부터 방수층의 탄성층에 의해서 충격 흡수·복원능력을 부여하여 충분한 충격안정성능이 확보된 것으로 판단된다.

또한, 시험체를 저온·고온의 4주기를 반복한 후 시험체의 균열, 박리, 박락 등의 이상유무를 관찰

표 5. 흡수량 및 투수량 시험결과

평가 항목	시험결과		비 고
	방수재	방수·방식재	
흡수량	0.5g	0.1g	KS F 4919 (2.0이하)
투수량	투수되지 않음	투수되지 않음	KS F 4921 (투수되지 않을 것)

표 6. 부착강도 시험결과

평가항목	시험결과		비 고
	방수재	방수·방식재	
부착강도 (kgf/cm ²)	21.9	26.7	KS F 4921 (15.3 이상)

표 7. 인장 및 인열강도 시험결과

평가항목	인장성능		인열강도	비 고
	인장강도	파단시 신장율		
탄성층	20.0kgf/cm ²	76%	15.4kgf/cm ²	KS F 4919

하였으나 이상이 없음을 확인하였으며, 10%의 황산수용액 및 수산화칼슘 포화수용액에 60일간 침적 한 후 시험체의 방식피복을 검사한 결과 방식피복의 들뜸, 연화, 용출 등이 발생하지 않아 D종의 방식피복공법 중 산처리 및 알카리처리 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

본 재료의 음용수 용출성의 시험결과 표 8의 평가기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다.

3.2 내균열 성능평가

사진 2는 방수·방식층의 파단시의 균열부 파단간격 측정상황을 나타낸 것이며, 표 9는 방수·방식층의 파단시의 균열부 신장률 나타낸 것이다. 본 결과에 따르면 탄성층이 보완된 방수·방식재의 파단시 신장거리는 평균 약 1.49mm이며, 비교 시험체인 기존 방수·방식공법 시험체 A, B의 파단시 신장은 각각 평균 약 0.21mm, 0.17mm로 측정되었다.

이러한 결과로부터 구조체에 건조수축 및 부동침하 등에 의한 균열이 발생할 경우 본 탄성층을 보완한 방수·방식공법의 적용에 의해서 최대 1.49mm 까지의 균열에 대해서는 방수층의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

시멘트 혼입 폴리머와 에폭시수지를 복합한 상하수 시설용 방수·방식공법의 성능평가에 관하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 방수·방식재에 요구되는 성능으로써 흡수 및 투수성, 부착성, 인장강도, 내잔갈림성, 내충격성, 냉온반복성능, 내화학성능, 음용수 용출성을 평가 한 결과 KS의 규격에서 규정하는 성능을 만족하였으며 특히 부착성이 우수한 것으로 확인되었다.
- 2) 본 탄성층을 보완한 방수·방식공법의 적용에 의해서 최대 1.49mm 까지의 균열에 대해서 파단됨이 없이 방수층을 형성할 수 있어 내균열성 측면에서 높은 성능을 확보할 수 있는 것으로 평가되었다.

참고문헌

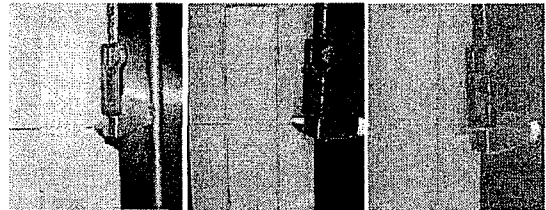
1. 방수재표준화연구 I-V, 산업자원부 기술표준원, 1997 ~ 2001
2. 鐵筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説. 日本建築學會. 1997
3. 止水工事に於ける調査施工マニュアル, 日本止水工事協同組合, 1996
4. 오상근 외, 콘크리트 수조 구조물에 사용하는 방수방식 재료 평가에 관한 연구, 대한건축학회, 제 17권 1호, 1997. 04, pp.619~624

표 8. 음용수 용출성 시험 평가항목 및 기준

품질 항목	품질 기준
탁 도	0.5도 이하
색 도	1도 이하
과망간산칼륨 소비량	2mg/l 이하
잔류 염소 함량	0.7mg/l 이하
냄새	이상이 없을 것
맛	이상이 없을 것
시안	검출되지 않을 것
페놀류	0.005mg/l 이하
에피클로로히드린	검출되지 않을 것
아민류	검출되지 않을 것

표 9. 시험체의 파단시 균열부 신장길이

번호	파단시 균열부 신장길이 (mm)		
	탄성층 보완 방수·방식재	기존 방수· 방식재 A	기존 방수· 방식재 B
①	1.46	0.23	0.15
②	1.54	0.20	0.18
③	1.47	0.25	0.20
④	1.50	0.18	0.13
⑤	1.48	0.20	0.21
평균	1.49	0.21	0.17



(a) 탄성층 보완 방수·방식재 (b) 기존 방수·방식재 A (c) 기존 방수·방식재 B

사진 2. 균열부 파단간격 측정상황