

재활용 소재를 활용한 친환경 노출형 폴리우레탄 도막방수재 개발에 관한 연구

A Research on Development of Eco-friendly Polyurethane Waterproofing Membrane Coating of Exposed Type

김 동 범 * 허 능 회 * 오 제 곤** 고 건 웅*** 고 장 렬****
Kim, Dong-Bum Heo, Neung-Hoe Oh, Je-Gon Go, Gun-Woong Go, Jang-Ryeol

Abstract

The subject of this study, Eco-friendly Polyurethane Waterproofing Membrane Coating of Exposed Type is manufactured by replacing environmental hazardous substance such as Toluene, Dioctyl Phthalate with Dimethyl Carbonate, waste-soybean oil. As part of existing filler is also replaced with waste-rubber chip and waste-soybean oil. As a result of environment friendly tests, in test of detection of VOCs case was contented with the Ministry of Environment standards at 5% below. Testing methods for heavy metal extracted was contented with standards for official wastes test method. So it is judged that environment friendly is secured.

키 워 드 : 친환경, 폴리우레탄, 도막방수재, 재활용,

Keywords : Eco-friendly, Polyurethane, Waterproofing Membrane Coating, Recycling

1. 서 론

최근 국내·외 산업분야 전반에 걸쳐 친환경 및 탄소 저감, 자원고갈의 해소를 위한 순환자원의 활용에 대한 정책적 규제가 강화되고 있으며, 이에 따라 친환경적 소재의 활용과 자원 재활용을 통한 오염발생 및 온실가스 저감 등을 위한 다각도의 연구가 진행 중에 있으나, 건설 분야의 구조물 방수 재료 개발에 있어서는 그 적용이 다른 분야에 비해 극히 미미한 것이 현실이다. 특히 폴리우레탄 도막재의 경우 현재까지도 국내 방수시장의 약 60%이상을 차지하고 있으나, 여전히 환경 유해성분(VOCs 등)의 제거 및 원재료의 폐재 치환기술 개발이 미미함에 따라 좀 더 다양하고 적극적인 연구가 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 환경 유해성분을 최소화하고, 원재료를 폐재로 치환한 폴리우레탄 방수재를 개발함에 따라 친환경성 및 방수재료로서의 기본 물성 확보 여부에 대한 검증을 실시하고자 한다.

2. 친환경 폴리우레탄 방수재의 개발

본 연구의 대상인 친환경 폴리우레탄 도막방수재는 제조 과정에서 표 1.과 같이 기존 도막재의 환경 유해물질인 톨루엔(Toluene)과 프탈산 다이옥틸(Dioctyl Phthalate)을 각각 디메틸카보네이트(Dimethyl Carbonate)와 폐식용유(SOYBEAN OIL), 무독 톨루엔 등으로 치환하여 치환율 22.34%로 제조하였다. 또한 분쇄된 폐고무칩과 폐식용유를 기존 충전재의 일부로 대체하여 적용함으로써 폐재 재활용의 대안으로 제시하였다.

3. 친환경성 및 기본물성 평가 방법 및 결과

3.1 평가방법

평가방법은 다음 표 2와 같다.

* N&C Partners, 연구원, 공학석사

** 한서포리머(주), 상무이사

*** KL건설주식회사, 과장, 공학석사

**** KL건설주식회사 대표이사, 공학석사, 교신저자(db2128@naver.com)

표 1. 폴리우레탄 도막제의 원재료 치환 비율표

주제		경화제					
기존 주제 구성		치환 후 주제 구성		기존 경화제 구성		치환 후 경화제 구성	
원료명	40배 합	원료명	40배 합	원료명	100배 합	원료명	100배 합
Poly(oxypropylene)Glycol	11.2	Poly(oxypropylene)Glycol	14.8	Poly(oxypropylene)Glycol	20.5	Poly(oxypropylene)Glycol	3.0
Poly(oxypropylene)Glycol	12	Poly(oxypropylene)Glycol	13.2	Poly(oxypropylene)Glycol	3.5	Poly(oxypropylene)Glycol	28.0
1,3-BUTANDIOL	0.8	1,4-BUTANDIOL	0.8	4,4-methylenebis	2.0	4,4-methylenebis	3.0
Toluene Diisocyanate	6	Toluene Diisocyanate	7.6	Calcium Carbonate	52	Calcium Carbonate	48.0
H3PO4	0.0012	H3PO4	0.0012	Hydrous Magnesium Silicate	6.5	미분쇄된 페고무칩	10.0
Xylene	2.8	Dimethyl Carbonate	3.2	Mineral Spilite	1.5	Dimethyl Carbonate	3.0
Toluene	4			Toluene	1.5		
Diocetyl Phthalate	3.2	SOYBEAN OIL	0.8	24% Pb/OCP	2.0	9% Bismuth	0.5
2,6-Di-tert-butyl-P-Cresol	0.02	Tetrakis-[3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyl-phenyl)propionate	0.04	Diocetyl Phthalate	4.5	SOYBEAN OIL	0.8
				Hydrocarbon Resin	4.0	-	-
소계	40	소계	40	소계	100	소계	100

표 2. 친환경성 및 기본물성 평가방법

분류	평가 항목	평가 규격
친환경성 평가	VOCs 검출 시험	KS M ISO 11890-2:2012 『도료와 바니시-휘발성 유기화합물 함량 측정』 폐기물 공정시험기준
	중금속 용출 시험 10개 항목	
기본물성 평가	인장성능, 신장률, 인열강도, 온도의존성능, 가열신축성상, 열화처리 후 인장성능, 신장률, 열화성상, 부착성능, 내피로 성능	KS F 3211-08 『건설용 도막 방수제』

3.2 평가결과

친환경성 평가결과, 표 3.과 같이 VOCs 검출 시험의 경우 환경부 고시 기준 2g/kg 이하에 만족하였으며, 폐기물 공정 기준으로 진행한 중금속 용출 시험 역시 10개 항목 모두 기준에 만족함에 따라 친환경성이 확보된 것으로 판단하였다. 또한 표 4.에 나타난 비와 같이 한국산업표준 건설용 도막 방수제 규격에서 정한 기본 물성에 모두 만족하여 성능측면에서의 품질 역시 확보한 것으로 판단하였다.

표 3. 친환경성 평가결과

분류	시험항목	품질기준	평가결과
VOCs 검출시험 (g/kg)	VOCs Content	2 이하 (환경부 기준)	0.177
	카드뮴(Cd)	0.3 미만	불검출
중금속 용출 시험 (mg/l)	납(Pb)	3 미만	0.22
	구리(Cu)	3 미만	0.042
	비소(As)	1.5 미만	불검출
	수은(Hg)	0.005 미만	0.0008
	6가크로뮴(Cr6+)	1.5 미만	불검출
	시아니드(CN-)	1 미만	불검출
	유기인	1 미만	불검출
	트리클로로에틸렌	0.3 미만	불검출
	테트라클로로에틸렌	0.1 미만	불검출

표 4. 기본물성 평가결과

분류	시험항목	품질기준	평가결과	
인장 성능	인장강도 (N/mm ²)	2.5 이상	5.9	
	신장률 (%)	450 이상	1,283	
온도의존성	인열강도 (N)	14.7 이상	26.2	
	-20℃	인장강도비 (%)	100 이상	183
		신장률 (%)	250 이상	437
	60℃	인장강도비 (%)	60 이상	72
신장률 (%)		200 이상	382	
가열신축성상	신축률(%)	-4 이상 1 이하	-0.2	
	열화처리 후 인장 성능	인장강도비 (%)	80 이상 150 이하	83
산 처리		신장률 (%)	400 이상	1,236
	알칼리 처리	인장강도비 (%)	60 이상 150 이하	92
신장률 (%)		신장률 (%)	400 이상	1,207
	인장강도비 (%)	인장강도비 (%)	80 이상 150 이하	88
신장률 (%)		신장률 (%)	400 이상	1,189
	신장시 열화성상	가열처리	잔금 없을 것	이상 없음
부착성능(N/mm ²)		0.7 이상	1.8	
내피로성능	이상이 없을 것	이상 없음		

4. 결 론

본 연구는 기존 우레탄 방수제의 환경 유해성분을 최소화하고, 원재료에 있어 폐재의 치환 적용이 가능한 친환경 폴리우레탄 방수제의 개발 및 그 성능의 검증을 목표로 진행하였으며 그 결과, 제조 및 시공과정에서의 VOCs 발생의 최소화과 폐기과정에서의 친환경성을 모두 만족함에 따라 향후 현장 적용 시 환경 안정성, 작업자 안전성의 확보에 유리할 것으로 판단된다. 다만, 물성평가의 경우 기초적인 기본 물성만을 평가함에 따라 실제 현장에서의 품질 안정성을 확보하기 위해서는 추가적인 현장 적용성 평가가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김진국, 정동순, 고무분말을 혼합한 폴리우레탄 도막방수제에 대한 연구, 한국고무학회지, 제29권 제3호, pp.207~212, 1994.9