

폴리에틸렌시트를 이용한 콘크리트 지하저수조 기계고정식 절연방수공법에 관한 연구

A Study of The Isolated water-proofing method using poly-ethylene sheet in the underground water tank

이 종 진*

Lee Jong-Jin

오 창 원**

Oh Chang-Won

여 승 의***

Yeo Sung-Yi

Abstract

This study is for the isolated water-proofing method using poly-ethylene sheet in the underground water tank which is not affected by construction environments such as wet, low temperature and surface condition.

The special features of this water-proofing method are that the construction and management control are very easier and more effective than the existing construction method.

키 워 드 : 폴리에틸렌 시트, 기계고정식 절연방수공법,

Keywords : Poly-Ethylene sheet, Isolated Water-proofing with a anchor

1. 서 론

저수조는 아파트, 연립주택 등 공동주택 및 사무실빌딩 등이 발달하면서 음용수 저수용 및 수압보전 저수용으로 옥상에 보급되기 시작하였으며, 1970년대 부터 시작된 대단위 신도시 아파트의 건설 및 대규모 건축물의 발달로 옥상 등에 설치하는 소규모 저수조는 용량 등에 한계가 있기 때문에 대규모 지하저수시설의 설치가 시작되었다. 이러한 저수조는 방수가 필수적이었고, 장기간 안전하고 음용이 가능한 음용수의 보관을 위하여 위생적이고 내 환경적인 재료를 사용한 설치시공이 필요하다.

그러나 철근콘크리트조 저수조는 수돗물의 염소성분에 의한 콘크리트 및 매립 철근의 부식등 문제가 발생하여 설치사용에 제약이 있으며, 철근콘크리트에 에폭시등 방수재료를 도막하는 저수조는 도막방수재료의 VOCs 용출문제 등으로 인하여 음용수용으로 사용하기에는 부적합한 경우가 발생하므로 현재는 그 사용빈도가 떨어졌으며, 최근에 와서는 금속제방수재료의 발달로 도포형 방수재 대신 스테인레스 등을 라이닝하는 공법이 주로 이용되고 있으나 이러한 공법 또한 지하저수조 콘크리트 구조형태에 대한 대응성, 시공 및 재료의 특성, 시공환경, 연결부위에서의 부식 및 누수등의 문제로 콘크리트 구조체위에 사용하기에는 상당한 문제가 제기되고 있어 대규모의 지하저수조 설치시공에 시공, 재질 및 환경적인 문제점이 없는 저

수조 구조 및 재료가 절실히 필요하여 왔다

따라서 본 연구에서는 기존의 저수조 방수공사의 문제점과 실태를 확인하고, 이러한 방수하자 및 수질오염을 개선할 수 있는 공법으로 폴리에틸렌 시트를 이용한 기계고정식 절연방수공법을 연구·검토하고자 한다.

2. 기존 저수조 방수공법의 현황과 문제점

2.1 기존 저수조 방수공법 현황

저수조는 크게 대별하여 표1과 같이 옥상설치 소형저수조와 지하설치 중·대형으로 크게 구분된다

표 1. 저수조의 규모 및 설치위치별 종류

규모 및 설치위치	기본 구조체	구조형태	방수재료
소형 (옥상용)	방수재료 자체	10t미만의 소형가구식 저수조	FRP, SMC, STS등
중대형 (지하용)	방수재료 자체	구조체 방수체 일체형	SMC, STS판넬저수조
	철근 콘크리트	구조체, 방수체 분리형	PDF
		절연방수공법	STS 라이닝
		도막공법	에폭시, 무기질세라믹, 폴리우레아 수지

1) 저수조 규모별 방수공법의 문제점

(1) 옥상 및 옥외 소형 저수조 문제점

* 현대산업개발(주) 기술연구소장, 정회원

** 현대산업개발(주) 기술연구소 수석연구원, 정회원

*** 현대산업개발(주) 기술연구소 연구원, 정회원

그림1과 같이 소형 저수조는 부식, 탈락, 박리, 갈라짐 등 관리상 문제가 발생하므로 일정기간 후에는 재설치 또는 부분수리등 주기적 관리가 필요하다.

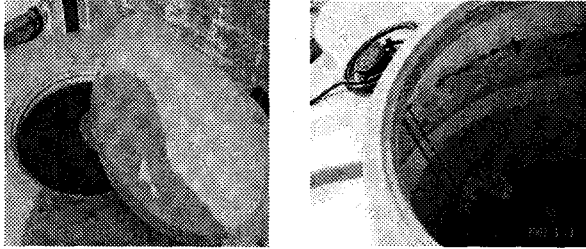


그림 1. 옥상 및 옥외 소형 저수조

(2) 지하 중형 저수조 문제점

현재 중형저수조는 2-3가지의 판넬형식의 조립형 저수조가 널리 시공되고 있다.

이러한 SMC, STS 구조체 분리형 저수조의 특징은 외부 불트체결식, 외부골조용접등을 이용하여 구조체 자체가 방수체가 되어 일체형을 이루며, PDF는 판넬내부에 PE SHEET를 라이닝하는 구조로 이들 저수조는 구조체의 보강을 위한 보강 구조봉(턴버클)이 1-2m 간격으로 좌우 상하로 연결되는 매우 복잡한 구조를 하고 있고, 설치비용이 고가이며 구조상 문제점으로 대규모 저수조용으로 적용하기는 부적합한 면이 있다.

(3) 대형 지하 저수조 문제점

최근의 철근콘크리트구조의 저수조는 주로 도막방수로 대별되는 습식과 절연공법인 건식의 공법이 사용되고 있다.

① 습식

현재 국내에는 습식 방수재료의 특허 상품이 70여가지 이상이 개발되었으며, 에폭시 및 비스페놀 A 계열재료가 주로 사용되고 있으나, VOCs 용출에 따른 수질오염 문제로 재료의 선택이 매우 중요하다. 또한 바탕면의 주위여건상 과도한 습윤상태, 저온일 경우 시공이 불가능하며 충격저항성, 거동대응성, 진동흡수성에 취약하고, 유지관리가 쉽지 않으며 일정시간 경과 후 재시공이 불가피하다.

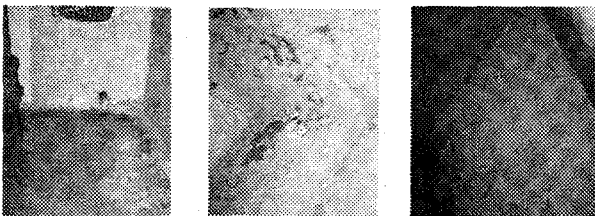


그림 2. 문제있는 에폭시 도막방수 시공 사례

② 건식

R.C 구조체 내부에 스테인레스 SHEET(0.4t정도)를 1000×1000mm정도로 절단하여 (반입구에 따라 규격이 달라질 수 있음)알콘용접으로 어음 용접을 하여 방수체를 형성시키는 방법이다.

스테인레스는 내식성과 용접성이 좋은 SI316계열 이상의 제품이 사용되며 매우 청결해 보이며 초기의 상태가 계속 지속될 것으로 기대하고 있으나, 용접 부위에서 염소이온에 의한 부식이 빈번이 발생하는 것으로 나타났으며 이런 용접부위의 부식을 방지하기 위하여는 특수처리를 하거나 부단한 관리를 하여야 하므로 고가의 재료비 및 유지관리비가 소요되는 공법이다.

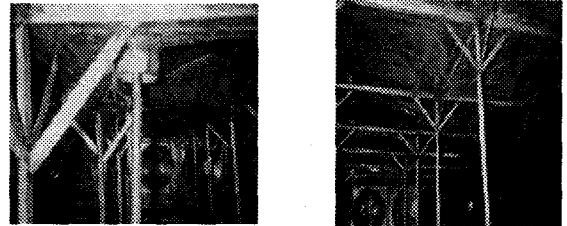


그림 3. 중형 저수조의 STS 부식

2) 저수조 방수재료별 문제점

최근 시공되는 콘크리트조 저수조의 방수 재료별 문제점을 검토한 결과는 다음과 같다.

(1) 에폭시 도막방수 콘크리트 저수조

에폭시 도막 콘크리트 저수조는 바탕콘크리트 균열에 대한 거동대응성 부족으로 에폭시 방수층의 균열 및 박리로 인하여 누수가 발생하고 습윤 및 저온시 시공이 불가능하여 시공시 시공환경에 제약이 있다.

(2) 무기질 세라믹 도막방수 콘크리트 저수조

거동대응성이 부족하고 단가가 높으며 습윤, 저온 및 고온시 시공이 불가능하다.

(3) 폴리우레아 수지 도막방수 콘크리트 저수조

고난도 작업으로 고도의 숙련된 작업자가 필요하여 시방서에 따른 정밀 작업 어려우며, 4단계 작업으로 작업공기가 길고, 바탕면에 균열이 있을 경우 시공이 힘들고, 시공후 기포등 하자 발생이 빈번하다.

(4) 스테인레스 라이닝 저수조

스테인레스 강판 라이닝 저수조는 상수도 소독제로 많이 이용되는 염소이온에 의해 부동태 피막이 손상되거나 용접 부위에서의 피막파괴로 녹이 발생하여, 시공시 저수조 형태에 따라 정밀시공이 요구되나 기계적 가공 때문에 다양한 시공형태에 대응이 어렵고 공기가 길다.

(5) 합성고분자 시트

합성고분자 시트는 1938년에 독일에서 처음으로 폴리이소프렌 시트가 지하구조물의 방수에 사용되었고, 1940년에 이르러 석유 화학공업이 발전하면서 다양한 고분자 재료가 생산되어 방수공사용으로 합성고분자 시트 방수재가 만들어지기 시작하였다. 1947년경부터 내구성이 향상된 합성고분자 시트형의 방수재료를 사용하기 시작하였으며, 현재에 이르러는 EPDM계의 가황 및 비가황 고무계, 염화비닐 수

지계(PVC계), 에틸렌 초산 비닐계(EVA계), 고무화 아스팔트계, 개량 아스팔트계와 같은 시트재가 개발되어 내후성, 내구성, 인장성능, 작업성이 우수한 방수재료로 사용되고 있으나, 철근콘크리트조 저수조에 사용하기는 상당한 문제점을 안고 있다.

3. PE를 이용한 기계고정식 절연방수공법의 이해

3.1 저수조의 구성 및 방수재료

1) 대용량 저수조의 설치 구조

철근콘크리트 이외의 재료의 저수조는 대용량 구조체로서는 구조적으로 취약하며 내부에 수많은 보강 구조체가 필요하여 대규모 저수조에서는 부적합하다 사료되며, 지상 설치의 경우에도 용량대비 설치효율이 떨어져 토지의 활용도면에서 매우 불리하며 경제적인 면에서도 불리하므로 지하 철근콘크리트 구조가 적당하다고 판단된다.

또한 방수공법의 경우 바탕 및 재료분리형 구조와 일체형 구조등을 검토한 결과 저수조 바탕면과 방수재료를 분리하여 설치하는 구조가 적정한 것으로 판단된다.

2) 방수층 구성 재료

방수층 구성 재료로는 건식 공법중 폴리에틸렌(PE)이 경량으로 운반취급이 용이하며, 내식성이 강하고 위생적이며, 시공 환경에 따른 품질편차가 없고, 저온 및 습윤 상태에서도 시공이 가능하며, 시공 후 양생이 필요 없는 등 다른 재료에 비해 성능이 우수하고 화학적 안전성, 기계적 강도의 우수성, 음용수 저장 용기로서의 안전성 등이 또한 우수하여 본 연구에서는 저밀도 폴리에틸렌 시트를 방수재로 검토하였다.

(1) 폴리에틸렌 시트

PE시트는 저밀도 폴리에틸렌중 기존의 폴리에틸렌 원료를 개량하여 LLDPE[Line Low Density Polyethylene]원료를 사용한 롤 형태의 합성고분자 제품으로 인장강도가 뛰어나고 품질성능이 우수하며 KS F 4911(합성고분자계 방수시트)규격성능을 월등히 상회하는 제품을 개발 적용하였다.

표 2. LLDPE의 특성

구분		LLDPE	LDPE(고압)
밀도(g/cm ³)		0.918-0.912	0.918-0.923
인장강도(kg/cm ²)	세로방향	240~410	190~215
	가로방향	180~323	170~212
신장(%)	세로방향	600~700	300~370
	가로방향	650~740	500

(2) 콘크리트 타격앵커

기계고정식 절연방수공법의 경우 구조체와 방수층의 연결을 위한 타격앵커를 이용하며, 타격앵커의 물성은 표3과 같다.

(3) PE용접봉의 구성재료는 PE시트와 동일

표 3. 콘크리트 타격앵커의 특성

시험항목	품질성능		시험방법
	기준	결과	
인발시험(kgf)	36	111	인발력에 의한 인발하중
재질	STS 304 이상의 재질로 내구성이 우수한 것을 사용한다.		

3.2 PE시트를 이용한 기계고정식 절연방수공법

1) 공법 개념도

본 연구의 공법 구성은 아래와 같으며 공법개념도는 그림4와 같다.

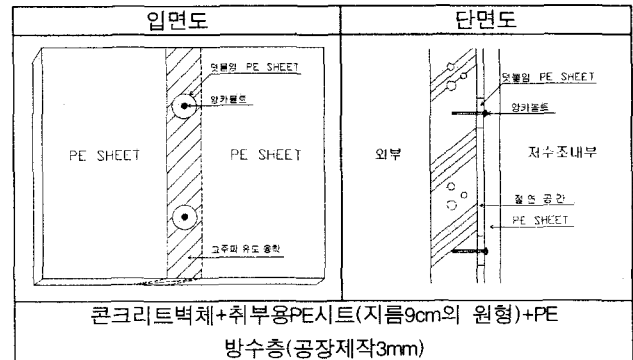
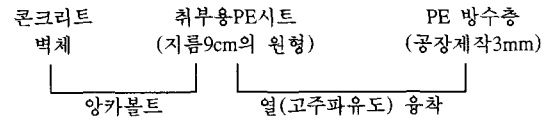


그림 4. PE시트를 이용한 기계식 절연방수공법 개념도

2) 부위별 시공현황

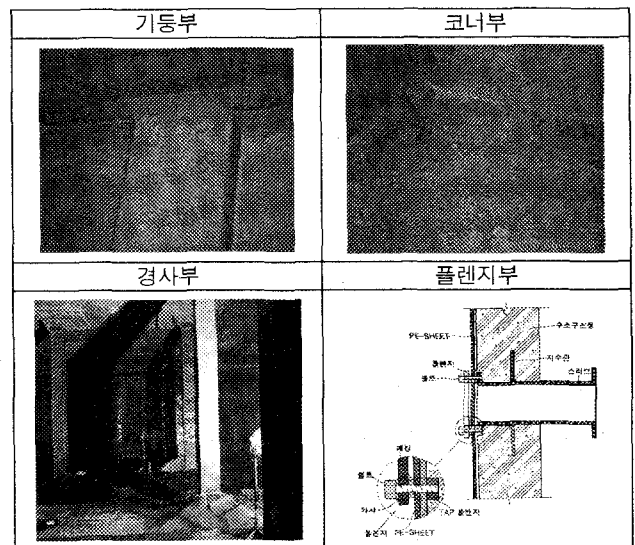


그림 5. 부위별 시공현황

3) 공법의 시공 Flow 및 성능검토 항목

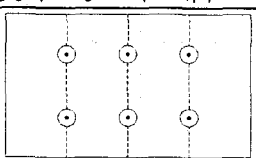
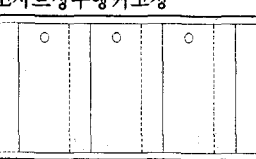
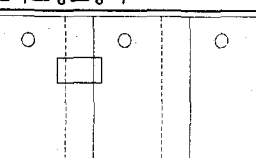
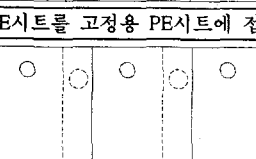
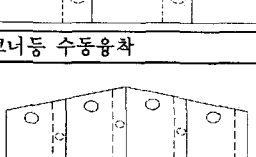
1. 공법특성 - 공장설계생산 및 현장 조립 - 진공누수 및 충수시험을 통한 초기 누수확인 및 점검용 배수공을 통하여 시공 후 누수여부 점검방법 - 습윤 및 저온등 시공환경에 영향받지 않는 공법 - 양생불필요 - 공사비등 경제성 우수 - 공기단축 - 별도의 바탕 처리 불필요 - 건식 구성공법 - 음용수 부적합용 출물 발생 없음	1.원형의 고정 PE시트 취부 
	2.PE시트상부앵커고정 
	3.PE시트상호융착 
	4.PE시트를 고정용 PE시트에 접합 
	5.코너등 수동융착 

표 4. 적용 PE시트 물성

시험결과 구분	인장강도 (N/cm)		인열강도 (N/cm)		신장율 (%)		접합강도 (N/cm)	
	길이	나비	길이	나비	길이	나비		
기준 (무처리)	2,244	1,936	994	966	805	785	299	
수침 1개월	2,316	2,119	979	898	799	755	290	
옥외폭로 1개월	2,161	1,980	1,002	968	820	764	289	
옥외폭로 2개월	2,087	1,838	1,009	905	837	779	262	
냉온반복	2,228	1,860	980	965	789	760	288	
동결융해	2,092	1,882	1,002	982	779	790	288	
가열처리	1,981	1,569			751	748		
축진폭로 처리	1,939	1,674	977	927	783	761		
알카리처리	2,218	2,050			749	779		
온도의존성	-20℃	60℃	-20℃	60℃	-20℃	60℃	-20℃	60℃
	3,070	1,061	2,798	772	307	494	306	351
가열신축성상	신축량(mm)							
	-10.19	1.58						

표 5. 음용수 용출성 시험 평가항목 및 시험결과

품질항목	품질기준	시험결과
탁도	0.5도 이하	적합
색도	1도 이하	
과망간산칼륨 소비량	2 mg/L 이하	
잔류 염소 함량	0.7 mg/L 이하	
냄새	이상이 없을 것	
맛	이상이 없을 것	
시안	검출되지 않을 것	
페놀류	0.005 mg/L 이하	
에피클로로하이드린	검출되지 않을 것	
아민류	검출되지 않을 것	

4. 재료의 성능 평가 및 결과분석

4.1 원자재(PE시트)의 검토

1) PE시트의 검토

KS F 4911(합성고분자계 방수시트)의 성능검토 항목에 따라 인장, 인열, 열화처리 인장 및 신장성능, 신장시의 가열, 축진폭로, 알카리처리성능, 접합성능 및 음용수에 의한 용출시험 등을 실시한 결과는 표4와 같다.

2) PE시트에 대한 용출성능 분석

음용수 용출성 시험은 상수도 구조물의 안전과 깨끗한 음용수의 생산을 목적으로 방수방식 설계 단계에서 각 시설물의 콘크리트 내부면에 대한 사용하게 되는 PE시트에 대하여 페놀류 등 10가지 성능에 대한 용출성능을 평가하는 것으로 먹는물 수질공정 시험방법에 따라 측정된 시험결과와 표5와 같다.

4.2 내구성 검토

1) 구조체, PE 시트, 양카볼트상호간의 접합부 부차 및 박리성능 평가

(1)부착용앵커 인발성능

부착용 PE시트를 앵커로 콘크리트 구조체에 시공하였을 경우의 인발성능을 측정하기 위해 인발시험용 공시체는 100×100×65mm 콘크리트공시체(압축강도 240kgf/cm²)를 사용하였으며, 고정못 길이는 70mm 고정못 지름은 Ø4.27, 매입깊이는 58mm, 인발하중 속도는 10mm/min로 시험 하였으며, 결과는 표6과 같다.

표 6. 부착용 앵커 인발시험 결과

구분	시험결과(kgf)	평균(kgf)
1	111	116
2	119	
3	119	

(2) 접합부 시트간 박리성능

콘크리트벽에 부착용 PE시트를 시공하고 그 위에 본 방수층 PE시트를 열융착으로 접착 고정시 시트와 시트사이 부착상태에 따른 성능을 확인하는 박리시험 결과는 표7과 같다.

표 7. 접합부 시트간 박리시험 결과

시험구분	시험결과(kgf)	비고
1/2 접합시에 박리시험	3.96	
2/3 접합시에 박리시험	7.02	
3/4 접합시에 박리시험	24.11	

(3) 부착용 PE시트의 지지력

콘크리트벽에 부착용 PE시트를 시공후 본체 방수층을 PE시트를 열융착후 전체 방수층 융착부위의 고정앵카의 지지력 성능을 확인

① 인발시험공시체

- ϕ 100×150mm 콘크리트공시체
- 인발하중 속도 : 10mm/min
- 고정못 길이 : 70mm
- 매입깊이 : 60mm
- 고정못 지름 : ϕ 4.27 mm
- 와샤 : ϕ 24.75mm

② 고정앵카의 지지력 성능확인 결과

성능확인결과 지지력은 융착부위 전면보다는 융착부위 전면이 완전 융착되지 않아 중앙부의 못머리 부분이 미부착상태이므로 고정못 머리부위의 와샤의 면적에 의해서 좌우되는 것으로 확인되었다. 그러므로 와샤의 지름이 클수록 지지력 증가가 예상된다.

표 8. 접합부 시트간 박리시험 결과

구분	시험결과(kgf)	평균(kgf)
1	120	127
2	135	
3	126	

4.3 방수층 성능평가

멤브레인 방수층 성능평가 시험[KS F 2622 : 2003]규격에 의한 구조물의 방수를 목적으로, 구조물 내외면에 불투수성 피막의 방수층을 형성하는 멤브레인 방수층의 수밀, 패임저항성, 균열저항성, 접합부저항성, 처짐저항성, 코너부안정성, 충격저항성 등의 성능평가 시험방법에 통해 PE방수구조의 각종 방수구조적 성능을 확인한다.

1) 방수층별 적용시험

(1) 수밀성

복잡한 방수구조에서의 수밀정도를 측정하여 누수가능성을 확인하는 것으로 PE시트 방수층의 코너, 2중 및 3중 접합부위등의 복잡한 접합부위에 대한 수밀방수성능 평가이다.

① 시험체

CRC보드와 경량 철골등을 사용하여 현장 시공여건에 맞게 모서리(높이 250mm), 관통파이프(지름 100mm) 및 드레인(지름 100mm)을 설치한 상자를 만들어 내측 및 밀면에 방수층을 시방서에 따라 시공한다. 이때 시트 방수재와 같이 정형 재료의 경우에는 2층, 3층 겹침 부위가 반드시 생기도록 시공한 시험체를 제작하여 시험을 실시하였다.

② 시험방법

제작한 시험체 내부에 높이 100mm, 300mm, 또는 800mm 중 어느 한 높이까지 물을 채워 누수의 유무를 관찰한다. 그 주기는 7일로 한다.

③ 시험결과

누수 발생없음

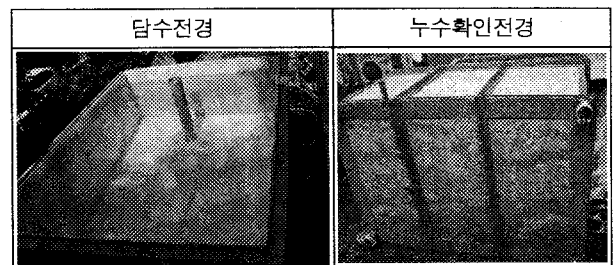


그림 6. 수밀성 시험 전경

(2) 패임 저항성

방수층에 극부하중의 작용시 시트의 패임 저항성을 평가하기 위한 시험이다.

① 시험체

KSL 5114에서 규정하는 가로 100mm× 세로 100mm× 두께 6mm의 플렉시블판을 바탕재로 하고, 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 100mm× 세로 100mm의 방수층을 설치하여 시험체를 구성한다.

② 시험방법

패임 저항성 시험장치는 시험체 표면에 지름 30mm의 철구로 50N, 50N 및 250N의 일정 하중을 가할수 있어야 한다. 시험 온도는 20± 2℃, 60± 2℃로하며, 각 온도조건하에서 1시간 이상 시험체를 정지한 후 방수층 중앙에 지름 30mm의 철구를 설치하여 50N의 정하중을 24시간 가하여 구멍 뚫림 유무를 검사한다. 3곳 모두 구멍이 뚫리지 않을 경우에는 재하 위치를 바꾸어 150N으로 24시간, 250N으로 24시간의 재하를 가하여 방수층의 구멍 뚫림 유무를 검사한다. 또한 육안으로 구멍 뚫림의 여부를 확인할 수 없을 경우에는 안지름 50mm× 높이 300mm의 투명 아크릴 판을 의심이 가는 부위가 가운데로 오도록 설치하고 방수층과 아크릴 판 사이에 물이 새지 않도록 파라핀 또는 에폭시 수지로 방수 처리를 한다. 방수 처리재가 완전히 경화한 상태에서 아크릴 판에 물을 높이 250mm로 채운 후, 누수여부에 따라 구멍 뚫림 여부를 확인한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
패임 저항성	250N의 하중에서 3곳 모두 구멍이 뚫리지 않음 (시험온도 60± 2℃)

(3) 내피로(균열 거동) 시험

콘크리트의 접합부 또는 모체 콘크리트에 발생하는 균열 부위의 수축 팽창 반복거동에 따른 시트 방수재의 내피로 성능을 평가하기 위한 시험이다.

① 시험체

시험체는 A형, B형의 2종류로 한다. 바탕재는 KS L 5114에서 규정하는 두께 6mm의 플렉시블판으로 한다. 바탕재는 B형의 경우에 가로 170mm× 세로 100mm로 절단된 2개의 바탕재를 사용한다. 방수층은 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 160mm× 세로 80mm로 형성한다. 방수층의 종류에 따라 필요한 기간이 경과할 때까지 양생한다.

② 시험방법

시험체를 일정한 시간에 0-2.5mm의 확대 및 축소가 가능하고 온도 조절이 가능한 항온조를 갖춘 내피로 시험장치에 고정하여 온도 20± 2℃에서 1시간 정치한다. 온도 20± 2℃에서 피로 시험기를 작동시켜 바탕판의 균열부에 0.5-2.5mm확대 축소를 2분에 1회의 비율로 200회 반복시킨 후 피로시험기의 온도를 0± 2℃로 변경하여 3시간 이상 방치한 후, 온도 0± 2℃에서 동일한 방법으로 확대 축소를 400회 반복한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
내피로(균열 거동) 시험	잔균, 찢짐, 파단이 없음

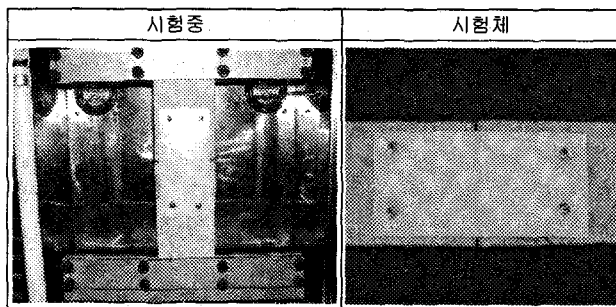


그림 7. 내피로 시험 전경

(4) 접합부 늘어짐 저항성

시트 방수재의 최대 단점인 시트 상호간의 접합부 손상에 따른 문제점을 파악하기 위하여 시방서에 따라 제작한 시험체로 접합부의 늘어짐 저항성을 평가하기 위한 시험이다.

① 시험체

시험체는 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층

을 시공하여, 방수층의 양끝을 바탕재 끝부에 말아넣어 고정 철물로 고정 시킨다. 특히 접합부의 겹침 폭과 접착방식은 각 방수재 종류 및 공법별 설계서 또는 시방서에 따른다. 바탕재의 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고 모양 및 크기는 사진과 같이 제작하며, 바탕재는 성형 후 28일 이상 경화한 것을 사용한다. 다만 시험체 제작 시 사용 방수재는 길이 방향 및 나비 방향에서 채취한 것을 사용한다.

② 시험방법

양생이 끝난 시험체를 20± 2℃의 항온실에 24시간 정치한 후, 접합부 끝부에서 10mm 떨어진 위치에 유성펜 등을 이용하여 표선을 표시하여, 이것을 표선간 거리로 한다. 그 후 시험체를 온도 80± 2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 0± 2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 20± 2℃의 항온조 속에 72시간 정치하는 것을 1사이클로 하여 5사이클 반복하여 시행한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
접합부 늘어짐 저항성	6개의 시험체 모두가 파손되지 않고, 늘어짐 양이 접합부 폭의 1% 미만임

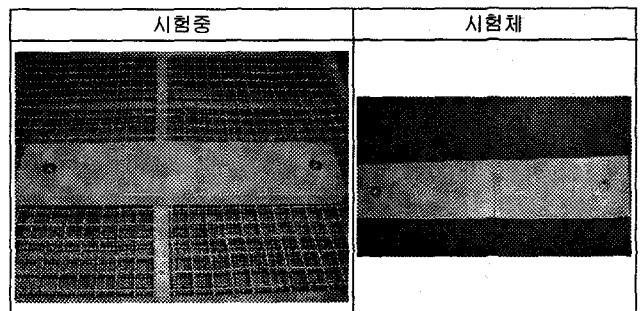


그림 8. 접합부 늘어짐 저항성 시험 전경

(5) 처짐 저항성

급경사나 수직시공시 발생할 수 있는 방수층의 엇갈림, 처짐에 대한 저항성을 평가 한다.

① 시험체

KS L 5114에서 규정하는 두께 8mm의 플렉시블판을 바탕재로 하고 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층을 시공한 것을 시험체로 한다. 바탕재의 폭은 사진과 같이 방수층을 누름 철물로 고정한 경우에는 600mm로 한다. 바탕재의 폭, 높이로 방수층의 시공이 곤란한 경우에는 필요로 하는 바탕재를 설치, 양생후에 제거하도록 한다.

② 시험방법

시험체를 온도 60± 2℃의 항온실에 수직으로 설치하여 168시간 정치한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
처짐저항성	3개의 시험체 모두 이상없음

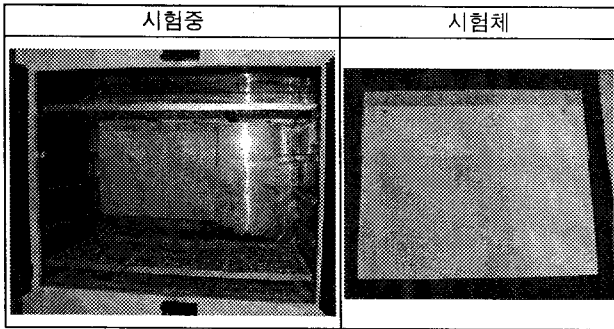


그림 9. 처짐저항성 시험 전경

(6) 코너부 안정성

구조체 코너부의 시공시 발생할 수 있는 주름, 코너부의 파단 유무등 코너부 방수층의 안정성에 대하여 평가한다.

① 시험체

시험체는 L자형의 바탕재 위에 설계서 또는 시방서에 따라 방수층을 시공하고, 방수층의 종류에 따라 필요한 양생기간이 경과 할 때까지 양생한다. 방수층의 양끝은 바탕재의 끝부에 감아 넣은 후 고정 철물로 고정하여 바탕재 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고, 모양 및 크기는 사진과 같이 L자형으로 제작한다. 다만 바탕재는 성형 후 28일 이상 경화한 것을 사용한다.

② 시험방법

시험체를 온도 80±2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 0±2℃의 항온조 속에 48시간, 온도 20±2℃의 항온조 속에 72시간 정치는 것을 1사이클로 하여 5사이클을 반복 하여 시행한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
코너부 안정성	3개 시험체 모두 이상없음

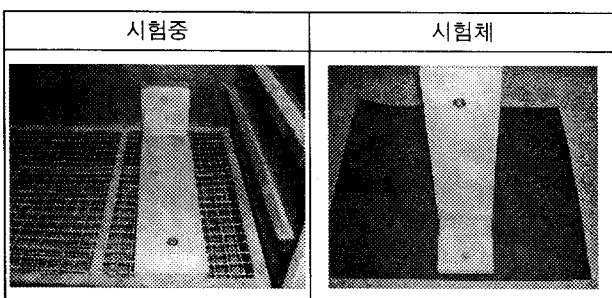


그림 10. 코너부 안정성 시험 전경

(7) 충격 저항성 시험

방수층 시공중이나 시공 후 외부 충격 및 시공중의 공구 등의 낙하로 인한 방수층의 손상여부를 평가하기 위한 시험이다.

① 시험체

시험체는 가로300mm×세로300mm×두께60mm의 바탕재

위에 설계서 또는 시방서에 따라 가로 300mm× 세로 300mm의 방수층을 설치한 것으로 한다. 바탕재의 재료, 배합 및 양생방법은 KS F 4001에 따르고, 바탕재는 성형 후 28일 이상 경화한 것을 사용한다.

② 시험방법

시험체의 지지방법은 모래 위 전면 지지로 한다. 시험체를 0±2℃, 20±2℃ 및 60±2℃의 온도 조건에서 시험체를 1시간 이상 정지 한 후, 10초 이내에 시험체를 내충격성 시험장치에 설치하여 상온에서 철재로 제작된 500±2g 내충격성 시험용 추를 추 끝에서부터 방수층 표면까지의 높이 0.5m, 1.0m, 1.5m 및 2.0m의 위치에서 방수층에 구멍이 뚫릴 때까지 차례로 시험체의 방수층 위로 낙하시킨다. 또한 육안으로 구멍 뚫림의 여부를 확인할 수 없을 경우에는 안지름 50mm× 높이 300mm의 투명 아크릴 관을 의심이 가는 부위가 가운데로 오도록 설치하고, 방수층과 아크릴 관 사이에 물이 새지 않도록 실링재로 방수 처리를 한다. 방수 처리재가 완전히 경화한 상태에서 아크릴관에 물을 높이 250mm로 채운 후, 누수 여부에 따라 구멍 뚫림 여부를 확인한다.

③ 시험결과

구 분	시험 결과
충격저항성	높이 1.5m의 충격으로 3곳에서 모두 구멍이 뚫리지 않음

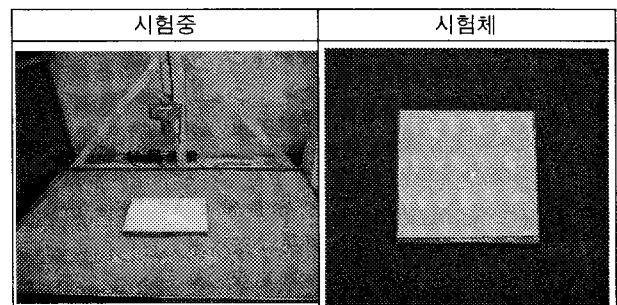


그림 11. 충격저항성 시험 전경

4.4 결과 분석

시험항목별 시험결과 PE시트를 이용한 방수재의 물성은 한국산업규격에서 정한 기준이상을 만족하므로 KS F 4911-

'02의 합성고분자계 방수시트의 기능을 충분히 발휘할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 KS F 2622-'03의 멤브레인 방수층의 성능평가 시험방법의 수밀성, 패임저항성, 충격저항성, 내피로시험등의 성능에 있어 규정된 기준 이상의 물성을 보이므로 콘크리트 지하저수조의 방수재로 적합하다고 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 철근 콘크리트조의 지하저수조가 시공되는 건설 현장에서 기존의 방수공법을 대체할 수 있는 새로운 개념의 방수공법에 관한 연구이다. 본 방수공법은 응용수에 적합한 소재

이며 콘크리트 바탕모체가 균열등 손상이 있어도 방수층 본체 손상없이 방수층을 구성할 수 있다. 온도와 습윤 여부에 관계없이 시공할수 있고, 기계적 시공으로 시공환경(습윤, 저온, 표면처리, 양생조건, 시공속련도 등)에 따른 품질 편차가 없고 시공하자 발생이 없다. 작업시 유해가스 발생이 없어 작업자의 안전이 보장되며, 철거시 폐기물 또한 재사용이 가능한 환경친화적인공법으로 적용성이 높을 것으로 사료된다.

또한 기시공된 철근콘크리트조의 저수조 방수보강공법으로도 탁월한 성능이 기대되는 등 지하저수조의 방수공법의 품질향상에 효과가 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 한국건설기술원 건설기술정보센터 「방수시공종합정보집」
2. 한국산업규격 KS F 4911-'02 합성고분자계 방수시트
3. 한국산업규격 KS F 2622-03 멤브레인 방수층의 성능평가
4. KS F 2711 콘크리트의 염소이온 침투저항성 시험방법