

일체부착형 합성고분자 시트를 이용한 지하구조물 방수 성능향상에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Improvement in Waterproofing Performance of Ground Structures applied to Synthetic Polymeric Sheet of monolithic adhesion Type

강 호 진*
Kang Hyo-Jin

송 제 영**
Song, Jei-Young

권 시 원***
Kwon, Shi-Won

오 상 근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

The waterproofing in slab and wall of underground structure, have a couple of construction methods which are inside waterproofing methods for inner surface, and outside waterproofing methods for out wall and slab surface waterproofing.

In resent years, however, it has been adapted the inside waterproofing construction method, as increasing of construction expenses cost and low workability and technology, nevertheless, outside waterproofing has set a most high value construction method.

In inside waterproofing construction method, it is difficult to repair and assure durability and safety for concrete which has direct water-pressure. So, It is necessary for adopt the outside waterproofing method.

For that reasons, this study based on the application for outside waterproofing method on the under ground structure, to more increase durability, to introduce mono adhesive sheet waterproofing materials. as considering chemical, physical properties.

키 워 드 : 역타설, 지하 구조물, 시트, 내구성

Keywords : Top-Down Method ,Underground Structure, Sheet, Durability

1. 서 론

1.1 연구의 배경

콘크리트는 재료의 특성상 다공질 재료로서의 수분의 흡수성, 건조 및 부동침하에 따른 균열발생으로, 탄성부족으로 인한 콘크리트 구조체 거동 및 부동침하에 따른 균열발생으로 누수사고가 발생하고 있다.

이에 따라 콘크리트 구조물의 내구성 증진을 위하여 콘크리트 구조물에 방수를 적용하고 있으나, 콘크리트 재료 특성상 다공질 재료로서의 수분의 흡수로 방수층이 바탕 콘크리트와 박리되어 방수층이 제 성능을 발휘하지 못하고 방수층과 바탕콘크리트와의 분리로 인해 보수 및 유지관리 측면에서도 어려움을 발생시켜 유지관리 비용이 증가하고 있는 실정이다.

1.2 연구의 목적

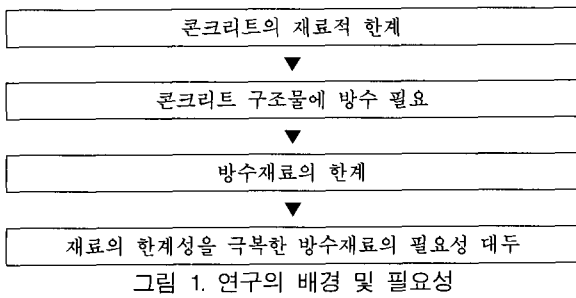
외방수 공법은 건축물 외부에 방수층을 형성함으로써 지하

수압이 많이 걸리는 경우에도 유리한 가장 이상적이 방수공법으로 평가되고 있음에도 기술력의 부족으로 인한 시공의 어려움과 공사비의 증대의 이유로 수압이 크게 작용하는 부위에선 내방수공법이 사용하고 있는 실정이다. 또한 최근의 건축공법이 도심지와 같은 밀집지역 시공으로 인한 건축시공 공간의 부족과 공기 단축을 통한 공사 금액의 절감 및 민원의 발생억제를 위해 흠막이 공법이 적극적으로 사용되어 지고 있으며, 이와 더불어 합벽공법이 활성화 되고 있는 상황에서 이상적인 방수공법인 외방수공법의 개발은 필요시 되고 있다.

이에 본 연구에서는 열악한 지하 환경조건에서의 시공관리가 간편하고, 우수한 방수품질을 확보할수 있는 콘크리트 일체 부착형 시트 방수재를 사용하여 콘크리트 구조물의 내구성을 좀더 향상시키고 건설시장에서의 효과적인 활용방안을 제시하고자 한다.

* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원
** 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원
*** 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정회원
**** 서울산업대학교 건설대학 건축학부 교수, 정회원

본 연구는 2003년도 건설교통부 건설기술핵심연구개발사업(C103A100 0001-03A0200-00110) 산학협동연구지원에 의한 연구임.



2. 기존 방수공법의 문제점

2.1 외방수공법

개량아스팔트 방수, 아스팔트 시트 방수, 벤토나이트 매트 방수 → (85%이상 누수발생)

2.2 내방수공법

침투성 방수재, 시멘트 액체방수 → (90%이상 누수 발생)

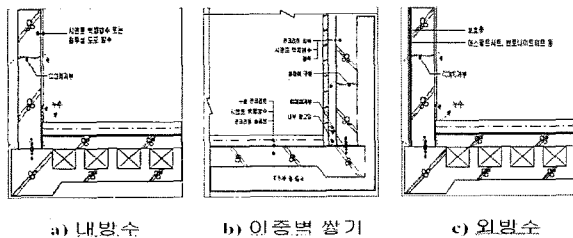


그림 2. 기존 방수공법의 문제점

2.3 누수원인

- 1) 시공 이음 부위 구조물 거동에 대한 상응성 부족 방수층의 균열발생으로 누수확산
- 2) 장기적인 수압, 수량의 변화에 대한 차수성능 저하 방수시트 상호 겹침부 탈락 누수
- 3) 시공 환경상 수분, 습기에 의한 부착성 부족 방수층이 콘크리트 표면에서 들뜸 침입수 확산 누수발생

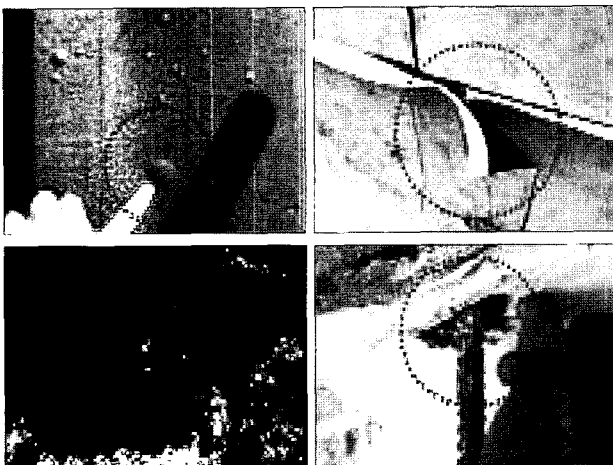


사진 1. 방수공법의 문제점 사례

3. 공법에 관한 매커니즘

3.1 콘크리트 일체 부착형 방수시트 공법

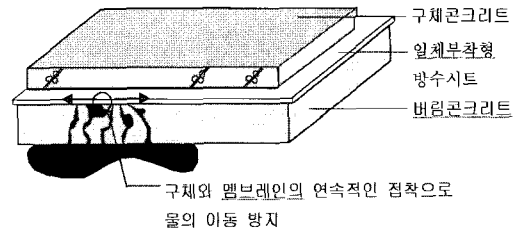
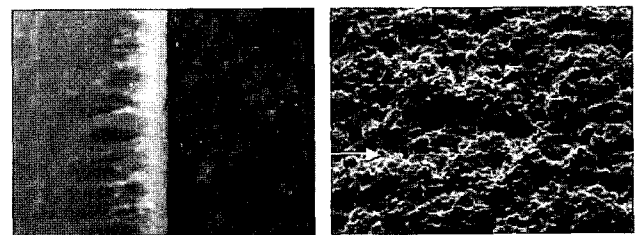


그림 3. 일체 부착형 시트 모식도

HDPE 고밀도 폴리에틸렌 합성고분자시트(HDPE)에 알카리 용해 접착형 특수고무를 부착시킨 방수시트를 활용하여 콘크리트와 일체 부착시킨다.



모체와 접착층과의 단면 표면 접착층 코팅
사진 2. 접착층 상세도

4. 실험방법 및 실험안 제시

4.1 성능 평가 조건

콘크리트 일체 부착형 방수시트(이하 방수 시트라 함). 성능 항목별 시험조건은 표.1 과 같다.

표 1. 성능평가 조건

시험항목	조 건
부착 박리시험	100× 50mm의 시험편을 U.T.M을 사용해 200mm/min의 인장속도로 부착강도 측정
투수 시험	KS F 2451에 준한 Ø10×3cm 시험체에 1kgf/cm ² 수압을 가한 후 측정(OUT-PUT)
내충격성	0.5m,1.0m,1.5m의 높이에서 추를 낙하시켜, 방수층의 구멍 뚫림을 검사
인장시험	온냉·건습반복 환경조건은 온도 30±2℃ 및 상대습도 95±5%에서 12시간, 온도 -10±2℃에서 12시간을 1cycle로 하고, 총 30 cycles 후에 인장강도를 측정
인열시험	KS F 4911에 따른 표준 상태에서 1시간 이상 정치 후 물림간 거리 60mm가 되도록 UTM를 사용하여 인장
온도 의존성	KS F 4911에 의한 항온 시험 장치에서 30℃ 및 -10℃에서 1시간 정치 UTM에 200mm/min의 인장속도로 측정
열화처리후 열화처리후	KS F 4919에 의한 Out-Put 투수 시험 장치를 사용 1시간 동안 0.3N/mm ² 의 수압을 가하여 투수여부를 확인

4.2 시험 평가 항목 및 시험방법

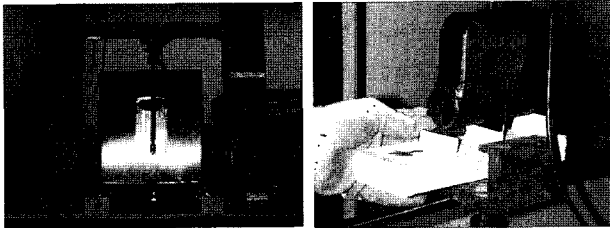
방수시트재의 성능 평가를 위한 관련 시험 항목은 표 2와 같다.

표 2. 성능평가 항목

시험항목	내용
부착 박리시험	수직벽에 부착된 방수시트의 자하중과 주변 인력에 의한 선상 벗김(PEEL OUT)에 대한 부착안정성을 평가하기 위함
투수 시험	시트방수재 구조물이 어느 정도의 수밀성을 확보할 수 있는지를 평가하기 위함이며 투수비가 클수록 방수성능 저하
내충격성	방수층이 외력에 대한 물리적 저항성을 평가하는 항목으로 충격에 의한 표층의 손상측정
인장시험	인장강도와 신장률의 변화를 측정함으로써 방수층 자체의 열화저항성을 평가
인열시험	방수층 찢김에 대한 저항성능을 평가
온도 의존성	본 시험에서는 동절기와 하절기의 온도 환경조건에서의 인장성능의 변화를 평가
열화처리 후 조인트투수시험	방수시트가 현장에서 처할 수 있는 다양한 환경조건하에서의 시공 접합부의 접합성능을 검토하여 조인트 부위의 안정성을 평가

1) 부착박리성능

본 시험은 100×50mm의 시험편(시트)를 긴변의 절반만 바당시험체에 부착 고정시킨 후 만능인장시험기를 사용해 200 mm/min의 인장속도로 부착강도를 측정한다.



U.T.M 만능시험기 부착박리 시험모습
사진 3. 부착박리 시험

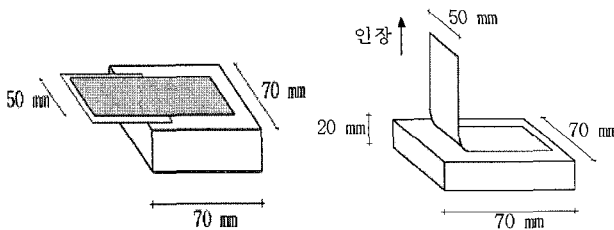
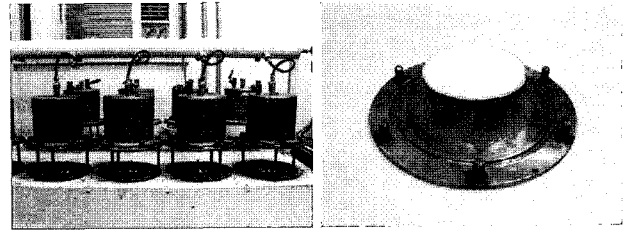


그림 4. 부착강도(peel out) 시험 방법

2) 투수 시험

본 시험은 KS F 2451에 준한 (Out-put) 시험 방식(사진.3참고)을 사용하며, 시험체에 방수재를 도포한 후 재령 7일 14일 28일 후에 1kgf/cm²의 수압을 1시간동안 가하여 시험체의 투수량과 투수비를 평가한다.



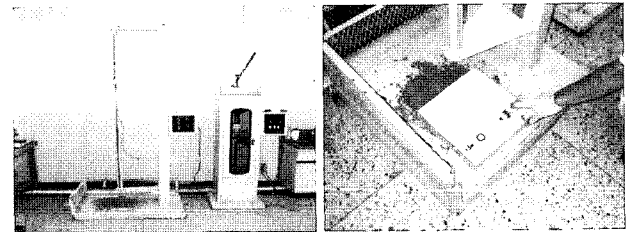
(Out-put)투수시험기 투수시험용 밀판
사진 4. 투수시험



그림 5. 투수시험 모식도

3) 내충격성

20±2℃에 1시간 정지한 시험체를 끝이 반구형인 추를 0.5m, 1.0m, 1.5m에서 방수층 위에 낙하시켜, 방수층의 구멍 뚫림을 검사하였다.



충격낙하 시험기 충격낙하 시험모습
사진 5. 충격낙하시험

4) 인장강도

KS M 6518 에 규정하는 아령형 3호로 온냉-건습반복 환경 조건은 온도 30±2℃ 및 상대습도 95±5%에서 12시간, 온도 -10±2℃에서 12시간을 1 cycle로 하고, 총 30 cycles 후에 U.T.M(사진.6 참고)을 사용하여 인장강도를 측정하였다.

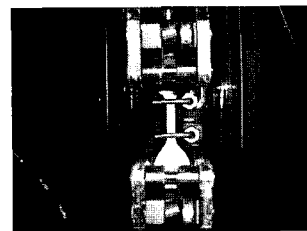


사진 6. 인장성능 시험

5) 인열강도

인열강도 시험은 표준 상태에 1시간 이상 정지한 후 UTM(만능재료시험기)에 장착(사진.7 참고)한 후, 200mm/min의 인장속도로 시험체가 파단될 때까지 인장하여 측정하였다.

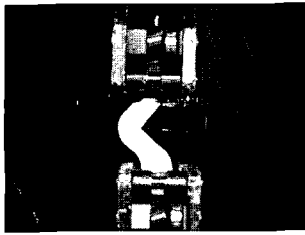


사진 7. 인열강도 시험

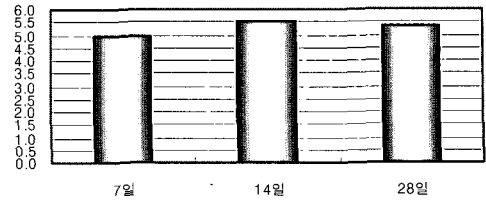


그림 7. 부착강도(peel out) 시험 결과

6) 온도의존성

KS F 4911의 항온 시험 장치(사진.8 참고)에서 30℃ 및 -10℃에서 1시간이상 정치한 후 UTM(만능재료시험기)에 장착한 후, 200mm/min의 인장속도로 시험체가 파단될 때까지 인장하여 측정하였다.

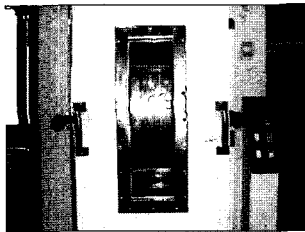


사진 8. 항온 시험 장치

5.2 투수시험

본 시트에 대한 투수시험 결과 다음 그림.8 과 같이 재령별에 따라 투수시험 후에 투수비로 나타낸 것으로서 Plain시험체를 투수비로 1로 나타냈을 때 시트가 재령 7일에 0, 재령 14일에는 0, 재령 28일에는 0으로 나타나 모든 재령에서 투수량의 변화가 없는 것으로 보아 수압에 대한 우수한 투수저항성을 가지는 것으로 나타났다.

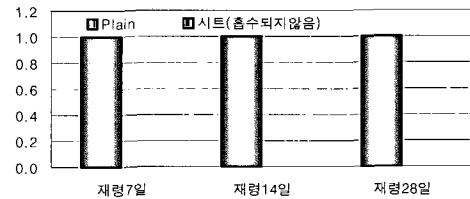


그림 8. 투수시험 투수비

7) 열화처리후의 조인트 부위 투수

시험체는 방수시트의 조인트 부위의 안정성 평가를 위하여 방수시트의 겹침부위가 75mm가 되도록 조인트 처리하고, 열화처리가 완료된 시험체를 투수시험체에 장착하고 KS F 4919 그림.6의 투수 시험 장치(Out-Put 방식)를 사용하여 1시간 동안 0.3N/mm²의 수압을 가하여 투수여부를 확인하도록 하였다.

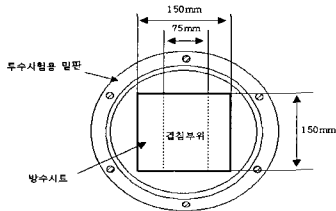


그림 6. 조인트 투수시험체

5.3 내충격성

본 낙하충격 저항성 시험결과와 다음 표.3 과 같이 각 재령별로 보았을 때 높이 0.5m, 1.0m, 1.5m에서 모든 시트가 뚫이지 않고 표면이 패임(표.3 참고)이므로 충격에 대한 저항성을 가지고 있는 것으로 나타났다.

표 3. 내충격성 시험결과

재령	시트			비고
	0.5m	1.0m	1.5m	
7일	패임	패임	패임	
14일	패임	패임	패임	
28일	패임	패임	패임	

5. 실험 결과 및 고찰

5.1 부착박리 시험

본 시험편에 대한 부착박리 시험결과는 그림.7 과 같이 콘크리트와 시트에 대한 부착강도 결과가 재령 7일에 5.0, 재령 14일에 5.5, 재령 28일에 5.3kgf/cm로 나타나 모체에 대한 일체 부착형 방수시트의 강한 일체형(접착성)을 알 수 있다.

5.4 인장강도시험

시험체의 열화환경 조건별 인장성능 시험결과에서는 표.4 와 같이 시험체의 시험결과에서와 같이 무처리 조건의 인장강도와 신장률을 100%로 하였을 경우, 인장강도비가 94.9~111.7%, 신장률비가 99.6~112.1%인 것으로 나타나 6개월 이상의 장기 열화환경 조건에서도 인장성능의 저하가 적은 것으로 나타났다.

표 4. 인장강도 시험결과

시험체 종류 및 온도조건		(300R)	
환경조건	시험항목	평균	인장강도 신장률비(%)
무처리	인장강도	2125	100.0
	신장률(%)	865	100.0
온냉·건습반복	인장강도	2162	101.7
	신장률(%)	870	100.6
산처리	황산	인장강도	2049
		신장률(%)	879
	염산	인장강도	2373
		신장률(%)	969
	질산	인장강도	2177
		신장률(%)	950
알카리 처리	수산화칼슘	인장강도	2018
		신장률(%)	870
염수 처리	염화나트륨	인장강도	2042
		신장률(%)	862

5.5 인열강도 시험

시험체의 열화환경 조건별 인열강도 시험 결과는 표.5와 같이 무처리 조건의 인열강도를 100%로 하였을 경우, 인열강도비(%)가 황산 95.7%를 제외하고 103.0~110.4%로 나타나 6개월 이상의 장기 열화환경 조건에서도 인장성능이 저하되지 않는 것으로 나타났다.

5.6 온도 의존성 시험

시험체의 -10℃와 30℃에서의 온도의존성 시험결과를 나타낸 표.6 예서와 같이 무처리 조건의 인장강도 및 신장률을 100%로 하였을 경우, -10℃에서의 인장강도비가 155.3%로 증가하였고, 신장률비는 16.7% 저하하는 것으로 나타났으나, -10℃에서의 신장률이 145%로 본 성능기준치에 만족하는 것으로 나타났으며, 30℃에서의 인장강도와 신장률은 표준시험 온도 조건인 온도 20±2℃의 무처리 인장강도의 97.2%, 무처리 신장률의 108.2%로 나타나 성능저하가 없는 것으로 나타났다. 특히 30℃에서의 인장강도가 2066(N/cm²)로 본 성능 기준치에 만족하는 것으로 나타났다.

표 6. 온도 의존성 시험 결과

시험체 종류 및 온도조건	시험항목	평균	인장강도 및 신장률비(%)
300R	무처리	인장강도	2125
		신장률(%)	865
	-10℃	인장강도	3300
		신장률(%)	145
	+30℃	인장강도	2066
		신장률(%)	939

5.7 열화처리후 조인트부위 투수시험

현장에서 처할 수 있는 다양한 환경조건(온냉·건습반복, 내산성, 내알카리성, 내염수성 등)하에서의 시공 접합부의 접합 성능을 검토하여 기존 시트를 이용한 방수 공법의 가장 큰

문제점 중에 하나인 조인트 부위의 안정성을 평가한 표. 7에서와 같이 모든 경우에서 투수가 되지 않는 것으로 나타나, 6개월 이상의 장기 열화조건에서의 조인트 부위의 안정성을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

표 7. 조인트부위 투수저항성 시험결과

항 목	시험체 종류								
	1			2			3		
	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3
투수여부	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨	투수 안됨

6. 결 론

콘크리트 일체부착형 방수 시트는 시험 평가 결과 본 기술 개발의 목표치에 만족을 하고 있으며, 성능 시험 중에 들뜸 현상이나 파단 등 지하 습윤환경 구조물에 문제가 되는 현상 들은 특별히 나타나지 않아 재료 물성 및 성능이 지하 습윤 구조물의 적용에 만족하는 것으로 판단된다. 현재 이 결과를 토대로 일체형 방수 시트의 기계적인 접촉으로 습윤 환경하에서도 시공 가능한 공법으로 시공되어 향후 누수의 문제점 해결 및 콘크리트의 내구성능 개선에 기여를 할 것으로 사료 된다.

참 고 문 헌

1. 한국 건설기술연구원, 건설기술 정보센터 방수시공 종합 정보집 1998.
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1997
3. 오상근 외(주) 청우미디어, 건축 방수시스템의 설계와 시공
4. 오상근 외, 콘크리트 학회지, 콘크리트 구조물의 누수와 대처 방안에 대한 견해
5. 오상근 외, 한국구조물 진단학회 제3권 제2호, 1999 콘크리트 구조물의 방수 및 누수 보수 기술의 새로운 접근