

油類성분이 지하구조물의 防水層 侵蝕에 미치는 영향評價

Performance analysis of waterproofing corrosion as effecting oil

○ 김 영 찬*

Kim, Young-Chan

이 정 윤**

Lee, Jeoung-Yun

권 시 원***

Kwon, Shi-Won

오 상 근****

Oh, Sang-Keun

Abstract

Utilization of underground construction is increased by the large size & skyscraperization of building recently. Therefore, waterproof dependence of underground construction is risen.

However, water leakage was happened by rupture by concrete conduct, drying shrinkage, form tie. In underground environment soil class, degradation of waterproofing is showing to corrode by oil.

An odious smell by oil, promotion evil of reinforcing rod corrosion, declination of durability can happen. Then, practical use degree of underground space becomes low, Because oil or water permeates by construction by degradation to waterproof class corrode by oil, is considered to affect evil durability of construction.

Keywords : Water leakage, Oil, Waterpermeability

핵심 용어 : 누수, 유류, 투수성

1. 서 론

1)

건설구조물에 널리 사용되고 있는 콘크리트는 수밀성 및 기밀성을 유지했을 때 방수재의 역할을 할 수 있지만, 콘크리트 구조물을 시공함에 있어서 이어치기, 거동에 의한 균열, 폼타이, 곰보 발생부위를 통해서 누수가 발생하고 있다. 특히 지하구조물의 경우는 그 사용용도에 따라 방수층을 시공하지 않는 경우도 있지만, 대부분의 경우 방수층을 형성하고 있다. 이러한 지하구조물에 방수층을 시공하여도 여러가지 문제로 인해 누수가 발생하고 있는데, 지하외벽부 토양층에서 유입된 유류성분의 영향으로 방수재가 용해되어 방수성능을 잃었을 때, 지하구조물의 외벽방수재의 성능저하로 지속적인 누수·누유로 균열의 확대, 철근의 부식, 유류 악취, 화재위험성으로 지하구조물 환경에 큰 지장을 초래할 수 있다.

주택지 주변 지하에 매설되어 있는 유류탱크의 부식으로 인해 유류가 유출되어 지하구조물과 접할 때 지하외벽면의 방수층의 손상을 가할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 유류성분이 방수층의 침식에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

2. 시험평가 및 방법

2.1 시험평가 내용

지하구조물의 외벽방수재(개량 아스팔트 방수 시트)가 유류성분과 접했을 때 방수성능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 유류는 경유, 등유 2가지 유류를 가지고 표 1에 따라 시험을 진행하였다.

표 1. 시험항목 및 내용

시험 항목	시험 내용	비고
인장시험	구조물의 재료적 구조적 원인에 의한 균열 발생시 재료의 인장 강도 시험	KS F 4917
인열시험	방수재의 축방향으로 작용하는 인장력에 의해 편심으로 발생하는 힘에 대한 저항 성능 시험	
유류에서의 상태변화시험	방수재가 유류성분을 접하게 되었을 때의 상태 변화	
내유성시험	지하구조물 환경하에 시공된 재료의 내유저항성 시험	
부착성능	현장에서 시공 후 직접 바탕과의 부착성능을 평가할 수 있는 시험 항목	
접합시험	재료간 연결방법에 대한 수밀성과 누수안정성 시험	
투유시험	재료의 투유성능 시험	

* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

** 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정회원

*** B&K 방수기술 연구소, 연구원, 정회원

**** 서울산업대학교 교수, 방수기술 연구센터장, 공학박사

2.2 시험 방법

1) 인장성능

KS F 4917(개량 아스팔트 방수시트)에 의거하여 최대 하중이 그 능력의 15~85%의 변위가 되는 것으로 하며, 하중 및 변위의 자동 기록장치와 일정온도 ($-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, $0^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 및 $60^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)로 조절되는 항온조를 갖춘 것으로, 인장속도는 20mm/min으로 조절되고 시험체 표선간 거리가 8배 이상 인장되는 것으로 한다.

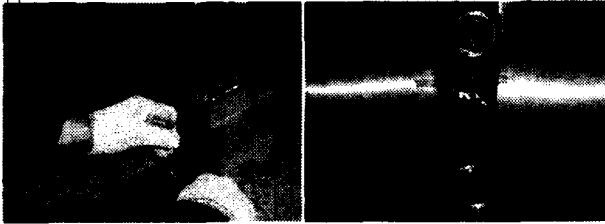


사진 1. 인장성능 시험

2) 인열성능

시험 방법은 KS F 4917에 의거하여 시험체의 표준상태에서 1시간이상 정치한 후 이동속도가 일정하고 하중 및 변위가 자동으로 기록되는 장치를 갖춘 만능인장시험기로 약 100mm/min의 인장속도로 시험체가 파단될때 까지 한다.

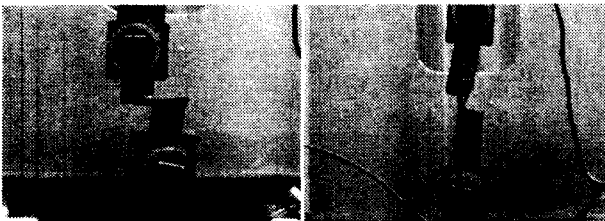


사진 2. 인열성능 시험

3) 유류에서의 상태 변화

개량 아스팔트 방수 시트의 휘발성 물질에 접하게 되었을 때 방수재의 녹은 형태를 파악하여 그 열화정도를 가늠하고 이와 유사한 환경에 처한 방수층의 손상상태를 가늠하고자 시험을 진행 한다. 시트를(5×5cm) 24시간을 기준으로 경유, 등유에 넣어두고 시험 1시간, 12시간, 24시간으로 관찰하여 시트의 녹는 상태를 육안으로 관찰한다.

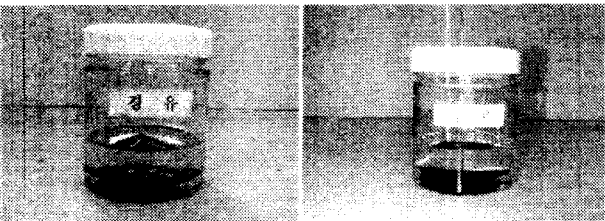


사진 3. 방수시트 침적 상태

4) 내유성능

지하구조물 토사환경이 유류로 오염이 되어 방수 시트가 영향을 받아 침식을 받을 경우가 있다. 이에 대한 시험으로써

개량 아스팔트 시트 방수재를 경유, 등유에 168시간 침지한 후 시험체는 충분히 세척하고 표준상태에 4시간 이상 정치 후 KS F 4917에 의거하여 인장성능 시험을 한다.

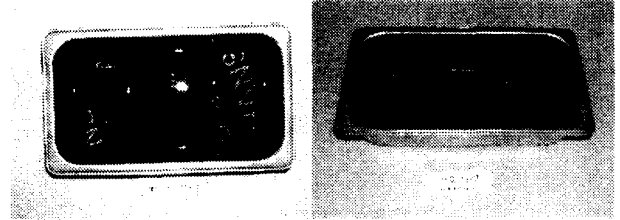


사진 4. 내유성능 시험

5) 부착성능

부착성능 시험체 개수는 습윤바탕 2개, 건조바탕 2개로 한다.(시험체당 3개씩 측정)방수층 위에 4cm×4cm 철제 부착재(Attachment)를 에폭시 수지등의 접착제로 부착시킨다. 접착제가 완전히 경화되면 철제 부착재의 주변을 그라인더 등으로 정확히 컷팅한 후 부착력 시험기로 부착시험을 행한다. 유류성분에 168시간동안 침적시킨 후 표준상태($20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 4시간이상 정치한 후 부착성능을 시험한다.

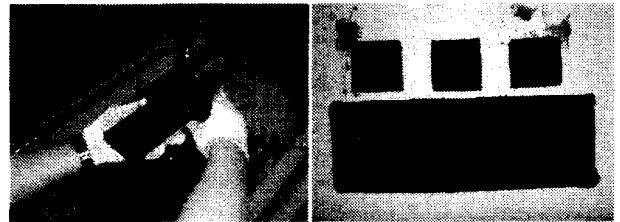


사진 5. 부착성능 시험

6) 접합성능

개량 아스팔트 방수 시트의 재료간 연결방법은 오버랩 조인트 형식으로 시공되고 있으며, 이에 재료적인 측면에서 유류용해에 대한 조인트부의 수밀성 및 장기적인 누수안정성 확보가 가능한지를 시험한다.



그림 1. 시험체 모식도



사진 6. 접합성능 시험

시험체 제작은 KS F 4917에 의거하여 재료간 각 모서리를 나비 방향으로 10mm로 포개어 접합시켜, 표준상태에서 24시간

간 정치하여 양생한다. 다만 접합부를 접착재로 접합시키는 것은 168시간으로 하고, 물립간격은 20mm가 되도록 인장시험기에 걸여 속도 20mm/min로 시험체가 파단될 때까지 인장하여 최대 하중을 구한다.

7) 투유성능

본 시험에서는 KS F 4917에 준한 아웃 풋(Out-Put) 시험 방식을 이용한다. 콘크리트 보다 균질한 모르타르 시험체 직경 10cm, 두께 3cm 시험체에 시트 이음부를 시공하여 바탕과 접착시키고, 투수시험기에 설치한 후 유류성분의 투유허성을 파악하기 위해서 물대신 경유, 동유를 넣은 다음 168시간 동안 열화처리 한다. 열화처리가 끝난 시험체는 그 상태에서 약 3kg/cm²의 수압을 24시간 동안 가한 후 시험체를 통과해 나온 투유량을 계량하여 투유량을 측정하고 시험편을 절단하여 그 단면을 관찰한다.

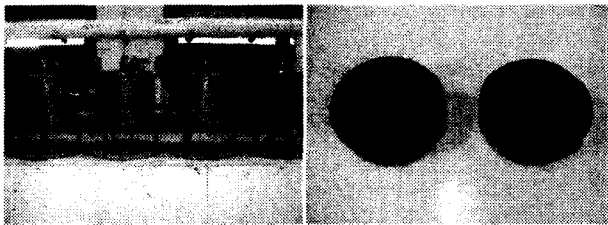


사진 7. 투유성능 시험

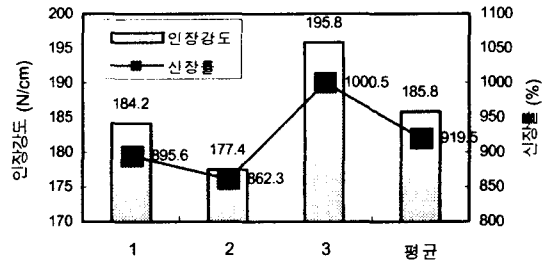


그림 2. 인장성능 시험결과

3. 결과 및 고찰

3.1 인장성능

본 시험에 사용된 개량 아스팔트 시트 방수재 시험체의 인장성능 시험결과는 표 2, 그림 2와 같다.

표 2. 인장성능 시험결과

시험 종류	순번	인장성능	신장률
개량 아스팔트 시트 방수재	①	184.2	895.6
	②	177.4	862.3
	③	195.8	1000.5
	평균	185.8	919.5

1) 인장강도

개량 아스팔트 시트 시험체의 인장강도는 평균 185.5N/cm로 나타나고 있고, KS F 4917의 품질기준이 20N/cm 인 것을 고려하면 기준치의 약 9배 이상의 높은 인장성능을 가지고 있음을 알 수 있다.

2) 신장률

신장률 또한 KS F 4917의 품질기준이 400%인 것을 고려하면 약 2배 이상 높은 신장성능을 가지고 있다.

3.2 인열성능

본 시험에 사용된 개량 아스팔트 시트방수재 시험체의 시험결과는 표 3, 그림 3과 같다.

표 3. 인열성능 시험결과

시험종류	순번	인열강도(N)
개량 아스팔트 시트 방수재	①	56.7
	②	52.6
	③	56.9
	평균	55.4

개량 아스팔트 시트 시험체의 인열강도는 평균 55.4N으로 나타나고 있고, KS F 4917의 품질기준 20N에 비해 약 2.8배로 나타나고 있어 기준치의 약 3배에 가까운 인열성능을 가지고 있음을 알 수 있다.

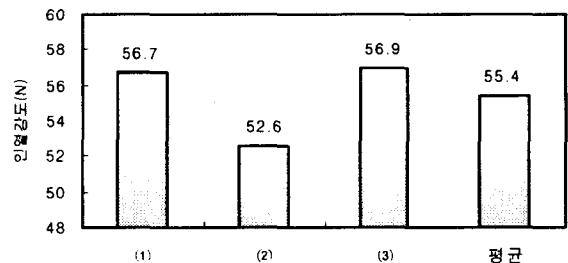


그림 3. 인열성능 시험결과

3.3 유류에서의 상태변화

표 4. 유류에 침적 후 상태 결과

종류	경유	등유
시험시작	30초~1분 후 시트 주변이 녹아 겹겹이 피어오름	30초~1분 후 시트 주변이 녹아 겹겹이 피어오름 것을 확인 할 수 있음
1시간 경과	주변이 겹겹이 변하여 짙은 갈색으로 변함	주변이 겹겹이 변하는 속도가 빠르게 진행됨
12시간 경과	시트 주변에 찌꺼기가 생기기 시작함	시트 주변이 들뜨기 시작함
24시간 경과	경유전체가 겹겹이 변하여 자체의 색깔을 구분하기 어려움	등유의 색상이 시트가 녹으면서 자체의 색을 구분하기 힘들 정도로 변함

개량 아스팔트 시트 방수재를 유류 성분에 침적한 후 그 상태변화를 관찰한 결과는 표 4, 사진 8과 같다.

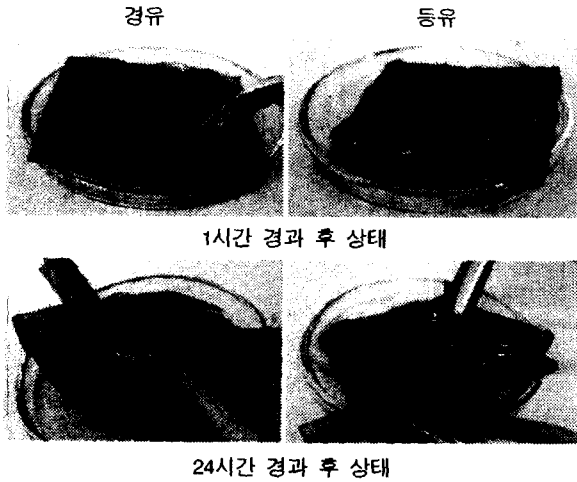


사진 8. 유류 용해상태에 대한 결과

방수재료를 경유, 등유에서 꺼내어 사진 8과 같이 개량 아스팔트 시트방수재의 가장자리부가 녹아 있다. 그 상태는 육안으로 구분이 가능하며 등유에 침적한 시험체의 경우는 아스팔트 성분이 녹아 심하게 부풀어 있는 것을 관찰 할 수 있다. 이를 통해 시제 현장에서도 장기간에 걸쳐 지속적으로 방수층이 유류에 노출되지 않았다 하더라도 단시간 또는 단속적으로 6~12시간 이상 유류에 노출된 부위는 그 방수성능에 영향을 줄 수 있다.

3.4 내유성능

개량 아스팔트 시트 방수재의 내유성 시험 결과는 표 5, 그림 4와 같다.

1) 인장강도

본 시험에서 무처리 시험체의 인장강도는 185.8N/cm로 나타났다. 유류성분에 의한 개량 아스팔트 시트 방수재를 열화처리 후의 인장강도는 경유 94.04N/cm로 약 49%감소, 등유 92.4N/cm로 약 50% 감소했다. 따라 유류성분에 대한 열화정도는 등유가 가장 심하고, 경유 순으로 인장성능이 감소하는 것을 알 수 있다.

2) 신장률

무처리 신장률은 평균 919.5%이고, 유류성분에 열화처리했을 때 등유는 1059.3%로 나타났다. 유류성분에 열화처리했을 때 인장강도는 떨어지나 신장률은 무처리 된 시험체보다 다소 증가하는 경향을 나타냄을 알 수 있다. 이는 개량 아스팔트 시트 방수재가 유류성분에 녹아 인장강도는 약해지면서 상대적으로 신장률은 늘어난 것으로 볼 수 있다.

표 5. 내유성능 인장강도 결과

구분	성능항목	시험시편	측정값	KS 규격	
열화처리	경유	인장성능 (N/cm)	①	109.9	80% 이상
			②	78.08	
			평균	94.0	
			인장강도비(%)	50.6	
	등유	인장성능 (N/cm)	①	1276.6	
			②	885.0	
			평균	1080.8	
			신장률 (%)	1008.5	
무처리	인장성능 (N/cm)	①	90.2	80% 이상	
		②	94.6		
		평균	92.4		
		인장강도비(%)	46.7		
경유	신장률 (%)	①	1110.1		
		②	1110.1		
		평균	1059.3		
		인장강도 (N/cm)	92.4		

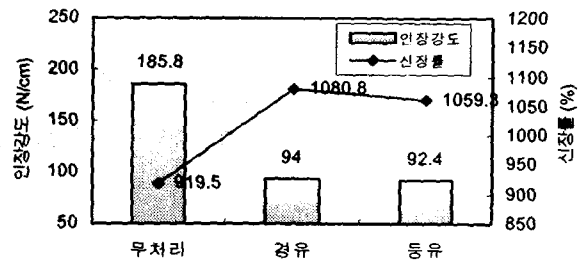


그림 4. 내유성능 시험결과

3.5 부착성능

본 시험에서 개량 아스팔트 시트방수재의 건전부 및 유류 성분에 의한 열화부의 부착강도를 측정된 결과는 표 6, 사진 9와 같다.

표 6. 현장 부착강도 측정결과

구분	방수재 현장 부착강도 시험결과			비고	
	측정치 (kg)	부착강도 (kgf/cm)	기준치 (kgf/cm)		
개량 아스팔트 시트	무처리 시험체	48.0	3.0	4.91	프라이머 층과 재료층간 분리
		105.2	6.62		
		81.92	5.12		
방수재	열화처리 시험체	측정불과	-	-	시험체 손상으로 시험불과
		측정불과	-		
		측정불과	-		

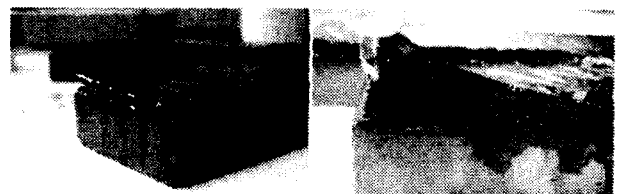


사진 9. 열화처리 부착시험체 상태에 대한 결과

개량 아스팔트 시트방수재의 부착강도는 평균 약 4.9kg/cm 수치를 나타내고 있는데, 본 시험에서 아스팔트 시트방수재의 부착강도는 그 값 자체만으로는 큰 의미가 없으며, 관련 KS F 4917에서도 그 성능을 규정하고 있지 않다.

다만, 열화처리 상태의 부착강도를 측정하여 그 성능저하를 비교 평가하고자 하였으나 시험체가 사진 9와 같이 심하게 손상되어 모체와 분리되었기 때문에 부착강도 측정이 불가능하였다. 이러한 시험결과를 통해 개량 아스팔트 시트방수재의 경우 가장자리 부분이 유류에 노출되었을 경우 그 부착능이 현저히 저하되어 유류 및 지하수가 유입될 수 있는 통로를 열어준다는 것을 확인할 수 있었다.

3.6 접합성능

개량 아스팔트 시트 방수재 접합성능 시험결과는 다음 표 7, 그림 5와 같다.

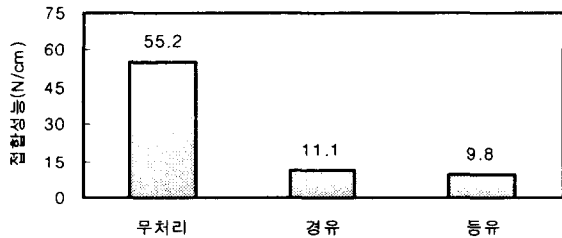


그림 5. 접합성능 결과

표 7. 접합성능 측정 결과

구분	접합성능			KS 규격	
	시험 시편	측정값 (kgf/cm)	접합 강도 (N/cm)		
개량 아스팔트 시트 방수재	무처리	①	5.3	51.9	50 이상
		②	4.9	48.0	
		③	6.7	65.7	
		평균	5.6	55.2	
	경유	①	1.1	10.8	무처리 시험값의 80% 이상
		②	1.1	10.8	
		③	1.2	11.8	
		평균	1.1	11.1	
		접합강도비		20.1	
	등유	①	1.0	9.8	무처리 시험값의 80% 이상
		②	1.2	11.8	
		③	0.8	7.8	
평균		1.0	9.8		
	접합강도비		17.8		

개량 아스팔트 시트 방수재의 접합강도는 평균 55.2N/cm로써 KS F 4917 규격을 만족하고 있다. 그러나 유류성분 열화처리 후 접합강도는 경유 11.1N/cm, 등유 9.8N/cm으로 성능이 현저히 감소함을 알 수 있다.

이러한 시험결과를 통해 개량아스팔트 시트 방수재의 경우 이음부 부분이 유류에 노출되었을 경우 그 접합성능이 현저히 저하되어 구조물의 거동대응성을 잃게 되고 강한 수압과 지하수의 흐름이 있을 경우 방수층이 녹아 유실될 가능성이 높아진다.

3.7 투유성능

개량 아스팔트 시트방수재의 투유성능 시험에 대한 결과는 표 8과 같다.

표 8. 투유성능 시험결과

구분	경유	등유	
중량 변화	시험전	1952.24	2062.24
	시험후	1966.50	2093.22
중량 변화	8.06	13.06	
시험 후 시험편 현황			
시험편 절개 후 관찰			

본 투과시험 결과 침투깊이 및 투과량은 등유>경유 순으로 등유가 높은 투과성을 가지고 있는 것으로 나타났고, 절단 후 색상변화를 관찰한 결과 경유보다 등유를 투유한 시험체의 색상이 훨씬 진하다는 것을 알 수 있고, 유류성분이 침투한 내부는 진한회색을 띠고 있다.

4. 결 론

본 시험을 통해 인장성능, 인열성능, 투수성능, 내유성성능, 부착성능, 접합성능 등 유류 성분에서 유래한 개량 아스팔트 시트 방수재의 인장성능이 저하되고, 인열성능과 부착성능이 저하되는 것을 알 수 있으며, 유류성분에서의 방수재의 변화를 방수재가 유류와 접했을 때 접합부의 용해된 가장자리로 유류가 침투하여 방수층을 들뜨게 한다는 사실을 알게 되었으며, 방수층의 접합부가 유류성분에 장기간 노출되었을 경우 누수 누수 경로를 제공할 수 있음을 확인하였다.

시험 결과 유류에 의한 방수층 침식에 의한 성능저하로 유류나 물이 구체내로 침투해 구조물의 내구성에 악 영향을 미칠 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 한국산업규격 KS F 4917-97 : 개량아스팔트방수시트
2. 오상근외. 시무자를 위한 방수공사 매뉴얼 도서출판 건설도서
3. 오상근외. 방수공사 핸드북, 대한미장협회 1997
4. 한국건설기술원. 건설기술정보센터, 방수시공종합 정보집, 1998