

유류성분이 지하구조물의 방수층 손상에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

A Study on the Effect of Oil Ingredient Get in Membrane Waterproofing Layer Injury of Underground structure

송 제 영* 강 효 진** 오 상 균***
Song, Je-Young Kang, Hyo-Jin Oh, Sang-Keun

ABSTRACT

Waterproof performance for water suitableness part prove. Being to know change about performance by oil and waterproof shape by this, must study and examine an experiment about whether concrete displays effect that is based of oil when waterproof lost performance and wish to examine effect to get in the construction.

1. 서론

1.1 연구의 배경

고도로 발전된 산업사회는 우리나라를 세계 4위의 석유수입국으로 변모시켰다. 그러나 경제성장과 더불어 세워진 많은 구조물이 최근 유류의 누출 사고로 인해 지하구조물에 시공되어진 방수재가 강한 휘발성에 용융되어 장기적으로는 지하구조물 방수재로서의 재 성능을 발휘하지 못하고 있는 실정이다.

산업발달과 자동차의 증가에 따라 국내 유류 사용량이 급격히 증가하여 1996년의 통계에 따르면 전국 유류저장시설이 약 52,000개에 달하고 있으며, 이에 따라 유류 저장시설의 누출로 인한 주변 주택가의 누유사고가 심각하게 대두되고 있다.

1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 현재 지하구조물 방수에 적용되는 방수재에 있어서 각종 유류의 누출시 방수재가 유류에 얼마만큼의 내구성능을 나타내는지를 실험에 의한 각각의 방수재를 비교 평가하여 문제점과 실태를 확인하고, 유류저장시설의 관리 소홀로 인한 누출시 지하구조물에 적용되고 있는 방수재가 어느정도의 성능을 발휘할 수 있을지를 판단하여 지하구조물의 안전성 확보를 위한 재료 자체의 성능을 개선하고, 국내외의 품질 경쟁력 향상에 도모할 수 있도록 해당 재료의 새로운 성능평가 시험방법과 품질기준에 제정에 관한 도움이 되고자 하며, 향후 더 나은 방수재의 개발과 인간의 좀더 쾌적한 지하구조물 환경을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 유류 누출현황 및 유형분석

2.1 대표적인 유류 누출사고 시설물

전국의 대표적인 유류누출사고 시설물은 아래와 같이 주유소, 미군기지, 송유관, 기타(유류사용량이 많은 시설물)등으로 다음의 표 1과 같다.

* 정회원 서울산업대학교, 주택대학원 석사과정

** 정회원 BK방수기술연구소, 연구원

*** 정회원 서울산업대학교, 건축공학부교수

표 1. 대표적인 유류 누출사고 시설물

시 설 물	내 용
주유소	국내에는 1만 3천여 개의 주유소가 있고 이들 주유소에는 약 6만여 개의 유류저장탱크가 지하에 매설되어 있다. 더구나 이중 매설한 지 20년 이상이 지난 저장탱크가 많아 누유 사고가능성
미군기지	한반도에 주둔한 미군기지 수는 대략 100여개로 알려져 있다. 대부분 서울, 경기 인천 지역에 집중되어 있는데 유류사용에 있어 관리소홀로 인한 누유 사고 가능성
송유관(TKP)	송유관의 내구연한이 30년 가량 되었기 때문에 시간이 갈수록 누유유출에 따른 오염 사고가능성
기 타	1990년대들어 기름보일러 보급에 따른 가정용 보일러 유류 저장 탱크들도 장기간 사용에 따라 누유사고 가능성

2.2. 누유 사고 유발시설 현황

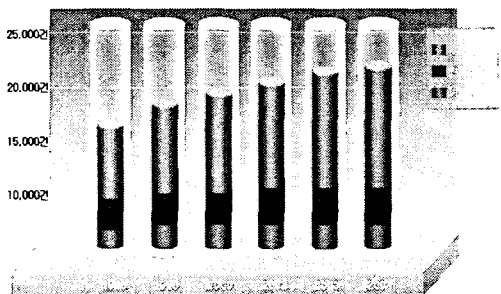


그림 1. 특정토양오염 유발시설 신고업소 현황



사진 1. 유류 누출사고 현장

그림 1.에서 보여지는 바와 같이 04년 12.31일을 기준으로 전국의 특정토양오염유발시설 설치신고 업소수는 전년대보다 약 0.9% 증가한 22,078개소로 추정되었고, 특정토양오염유발시설 설치신고 업소수는 매년 완만한 증가세를 나타내고 있으며, 주유소와 유독물시설업소는 전년대보다 증가한 반면, 산업시설의 석유류와 난방시설 설치업소는 전년에 비해 감소하였음을 알 수 있다.

통계자료: 환경부, 2005e 내부자료

2.1.1 유류 누출 사고현황

표 2. 송유관 기름누출사고 현황

지 역	사고일자	사고원인	조치내용
경기도	93.3.23	외부충격(공사중)	복원
포항시	93.9.16	외부충격(공사중)	복원
대구시	94.8. 5	외부충격(공사중)	복원
충남	95.5.10	외부충격(공사중)	복원
대구시	95.8.26	외부충격(공사중)	복원
대전시	95.8.30	부식	교체
포항	96.2.24	부식	교체
경북	97.4. 9	외부충격(공사중)	복원
경북	97.9.12	외부충격(공사중)	복원
포항시	99.7. 7	외부충격(공사중)	복원
대구시	00.2.18	관 이음새 불량	교체
경기도	02.5. 8	외부충격(공사중)	복원중
경북	04.2.13	시공하자에 의한 배관손상	복원중

표 3. 정유사 관련 기름 유출사고 현황

지 역	사고일 자	시설명	사고내용		조치내용
			유 종	유출량(ℓ)	
경기도	02.7.25	주유소	경 유	420	고발
	05.6.15	주유소	경 유	100	고발
강원도	02.8.16	저유소	실내등유	16	복원
충 북	01.2. 6	주유소	경 유	80	고발
	01.9.29	주유소	경 유	60	고발
	03.2. 4	**석유	등 유	94	고발
충 남	02.9.12	주유소	경 유	400	고발
	04.1.30	저유소	경 유	12,000	복원
전 북	02.8.31	저장탱크	원 유	1,000	복원
전 남	04.7.16	송유관로	병커C유	450	고발
	05.5.18	저장탱크	경질유	147	고발
제주도	03.4.11	저장탱크	등유	10,000	복원중

3. 시험평가 및 내용

3.1 시험평가 방법

표 4. 시험항목 및 방법

시험항목	시험방법	비고
사용유류	본 시험에는 석유류 2종인 경유와 등유를 사용하여 시험하였다.	KS F 4917 (개량아스팔트시트)
인장시험	KS F 4917에 의거하여 최대 하중이 그 능력의 15~85%의 변위가 되는 것으로 하며, 하중 및 변위의 자동 기록장치와 일정온도로 조절되는 항온조를 갖춘 것으로, 인장속도는 20mm/min으로 조절되고 시험체 표선거리가 8배 이상 인장되는 것으로 한다.	
내유성시험	개량 아스팔트 시트 방수재를 경유, 등유에 168시간 침지한 후 시험체는 충분히 세척하고 표준상태에 4시간이상 정치 후 KS F 4917에 의거하여 인장성능 시험을 한다.	
접합시험	시트 대표간 각 모서리를 나비 방향으로 10mm로 포개어 접합시켜, 표준상태에서 24시간 정치하여 양생한 후 인장시험을 한다.	경유, 등유에 아스팔트를 혼합하여 시험하였다.
투유성능시험	KS F 4917에 준한 OUT-PUT시험장치에 168시간 동안 열화처리가 끝난 시험체는 그 상태에서 약 1kg/cm ² 의 수압을 3시간 동안 가한 후 시험체를 통과해 나온 투유량을 계량하여 투유량을 측정하고 시험편을 절단하여 그 단면을 관찰한다.	
유류에서의 상태변화	시트를 (5*5cm) 24시간을 기준으로 경유, 등유에 넣어두고 시험 1시간, 12시간, 24시간으로 관찰하여 시트의 녹는 상태를 육안으로 관찰한다.	KS F 4917



사진 2. 인장시험 현황

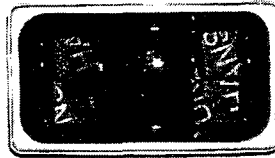


사진 3. 내유성능 시험체 침적

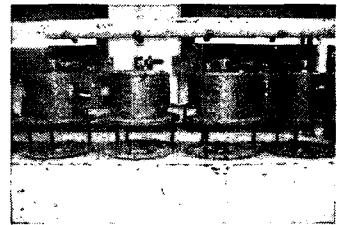


사진 4. 투유성능시험 현황

4. 결과 및 고찰

4.1 인장성능 및 내유성능 결과

표 5. 인장성능 시험결과

시편종류	순번	인장성능	신장률
개량 아스팔트	1	184.2	895.6
	2	177.4	862.3
	3	195.8	1000.5
	평균	185.8	919.5

표 6. 내유성능 인장강도 결과

구분	성능항목	시험시편	측정값	비고
열화처리	인장성능 (N/cm)	평균	94.0	
		인장강도비	50.6	
	신장률(%)	평균	1080.8	
		인장성능 (N/cm)	평균	
신장률(%)	인장강도비	46.7		
	평균	1059.3		

인장강도 측정결과 시험기준과 비교하였을때 약 9배이상의 인장성능을 가지고 있음을 알수 있으며, 내유성능의 경우, 무처리에 비해 약 50%정도 감소했다.

신장률 품질기준이 400%인 것을 고려한다면, 약 2배이상 높은 신장성능을 가지고 있으며, 내유성능의 경우, 인장강도는 떨어지나 신장률은 무처리된 시험체보다 다소 증가하였다.

4.2 접합성능

표 7. 내유성능 인장강도 시험결과

구 분	시험시편	축정값(N/cm)	비 고
개량 아스팔트 시트	경유	평균	20.1
	등유	평균	17.8
	무처리	평균	55.2

4.3 투유성능

표 8. 투유성능 시험결과

구 분	경 유(g)	등 유(g)
중량 비교	시험 전	1952.24
	시험 후	1966.50
	증량 차	8.06
		13.06

① 시트 방수재의 접합강도는 평균 55.2N/cm으로써 KS F 4917 규격을 만족하고 있다. 그러나 유류성분 열화처리 후 접합강도는 경유, 등유 표에서와 같이 현저히 감소함을 알 수 있다.

이러한 시험결과를 통해 아스팔트 시트 이음부분이 유류에 노출되었을 경우 그 접합성능이 현저히 저하되어 구조물의 거동대응성을 잃게 되고 강한 수압과 지하구의 흐름이 있을 경우 유실될 가능성이 높아진다.

② 본 투유시험 결과 침투깊이 및 투과량은 등유>경유 순으로 등유가 가장 높은 투과성을 가지고 있는 것으로 나타났고, 절단 후 색상변화를 관찰한 결과 경유보다 등유를 투유한 시험체의 색상이 훨씬 진하다는 것을 알 수 있었다.

4.4 유류에서의 상태변화

표 9. 유류에 침적 후 방수재 상태 변화결과

종 류	경 유	등 유
시험시작	30초~1분 후 시트 주변이 녹아 검고 가늘게 녹아 나오는 것을 확인	30초~1분 후 시트 주변이 녹아 검고 가늘게 녹아 나오는 것을 확인 할 수 있음
1시간 경과	주변이 검게 변하여 경유의 색이 짙은 갈색으로 변함	주변이 검게 변하는 속도가 경유보다 조금 빠르게 진행됨
12시간 경과	시트 주변에 찌꺼기가 생기기 시작함	시트 주변이 들뜨기 시작함
24시간 경과	경유 전체가 검게 변하여 자체의 색깔을 구분하기 어렵게 변함	등유의 색상이 시트가 녹으면서 자체의 색을 구분하기 힘들 정도로 변함

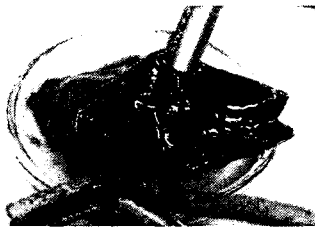


사진 5. 상태변화측정(육안관찰)



사진 6. 투유성능시험

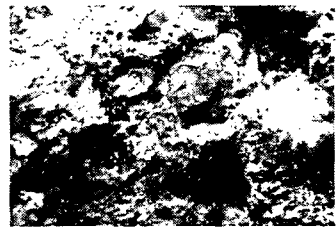


사진 7. 투유성능시험(현미경 관찰)

5. 결론

본 시험을 통하여 유류 성분에 의해 개량 아스팔트 시트 방수재의 인장성능이 저하되고, 접합부 및 끝단부가 유류성분으로 용해되어 가장자리로 유류가 침투하여 방수층을 들뜨게 한다는 것을 알 수 되었다. 이로써 방수층의 접합부가 유류성분에 장기간 노출되었을 경우 누유 및 누수에 대한 원인이 될 수 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김무훈, 강순기, 박무영, 1998. 국내 토양오염유발시설별 오염현황조사(한국토양환경공학회지) 21-30
2. 김미정, 지하유류저장탱크의 관리강화방안 2003. (한국환경정책 평가연구원)
3. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회 1997.