

복합방수공법에 있어서 용제 첨가에 따른 아스팔트층 용해원인에 관한 연구

Causes of Asphalt Waterproofing Membrane Dissolution due to the Addition of the Solvent in Hybrid Water-proofing System

김 동 범* 서 현 재** 송 제 영*** 박 규 성**** 배 기 선***** 오 상 근*****
Kim, Dong-Bum Seo, Hyun-Jae Song, Je-Young Kwak, Kyu-Sung Bae, Kee-Sun Oh, Sang-Keun

Abstract

In this study, we conducted an impact assessment of the amount of volatile organic solvents addition on hybrid water-proofing system of urethane waterproof coating material and modified asphalt sheet. Also, we conducted a comparative assessment of whether modified asphalt sheet is dissolved or not and oil leakage by dissolution in order to perform a comparative analysis of characteristics of the impact on modified asphalt sheet according to the volatility of volatile organic solvents included in urethane waterproof coating material. The test was carried out by adding the same amount of organic solvents into each experimental group which is subject to volatility and non-volatility of organic solvents, respectively.

The results of the test showed that in both experimental groups modified asphalt sheet was dissolved when adding over 10 percent of organic solvents regardless of volatility, and oil leakage observed only in the experimental group subject to volatility.

키 워 드 : 개량아스팔트, 우레탄, 누유, 용해
Keywords : Modified Asphalt Sheet, Urethane, Oil Leakage, Dissolution

1. 서 론

건설공사에서는 공기단축이 곧 경제성 효과로 이어지기 때문에 공기단축을 위한 여러 가지 공법이 개발되었고 또 개발되고 있다. 이러한 공법 중 PC공법도 효과적인 공기단축을 위한 공법 중 하나이며 현재 아파트 건설공사에서 PC공법의 적용이 계속하여 증가되고 있다.

한편, 기존 단일방수에서 복합방수공법으로의 사용량이 증가되고 있는 현대 방수공사에서 최근 1~2년 사이 시트+도막 복합방수공법을 적용한 시공현장에 구조물 누수와 함께 용해된 방수층의 성분액이 흘러나와 2차적인 환경 피해(이하 “누유발생” 이라 함)가 발생하고 있다. 이러한 피해는 주로 노후화된 구조물의 균열부와 PC공법 접합부, Half PC 슬래브 접합부(Joint), 균열부, 난방배관 고정철물부 등에서 산발적으로 나타나고 있다.

누유발생의 주 원인으로는 지하층 상부 슬래브의 방수층을

시공하는 과정에서 우레탄 도막두께 확보와 시공성 개선을 위해 도막재에 휘발성 유기용제(신나) 과다첨가에 있으며 유기용제의 과다첨가는 아스팔트를 용해시켜 누유를 발생시킬 뿐만 아니라, 아스팔트의 용해는 방수층의 단면손실로 이어져 결국에는 방수층의 성능 상실로 이어지게 된다.

이러한 시공성 개선을 위한 휘발성 유기용제의 사용은 우레탄의 경우 대부분 5%정도로 그 사용량을 명시하고 있다. 하지만 실제 현장에서는 대부분 지켜지지 않는 것이 현실이며 명시된 사용량은 복합방수를 고려한 양이 아니므로 복합방수공법에 적용시 그 적합성이 불분명하여 자칫 품질저하를 야기할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 우레탄 도막재와 개량아스팔트 방수시트의 복합방수 공법을 대상으로 하여, 휘발성 유기용제의 첨가량이 개량아스팔트에 미치는 영향에 대한 평가를 실시하였다. 또한 우레탄 도막재에 포함된 휘발성 유기용제의 휘발성 구성여부에 따른 개량아스팔트 방수시트에 미치는 영향의 특성을 비교·분석하기 위하여 개량 아스팔트 방수시트의 용해유무, 용해에 따른 누유발생 상태에 대한 비교평가를 실시하였다.

* 서울산업대학교 산업대학원 석사과정, 정회원
** BK방수기술연구소, 연구원, 정회원
*** 건설신소재연구소 소장, 정회원
**** BK방수기술연구소, 소장, 정회원
***** LH 토지주택연구원 수석연구원 정회원
***** 서울산업대학교 공과대학 건축학부 교수, 공학박사, 정회원

2. 피해사례 분석

앞에서 언급한 바와 같이 지금까지 피해사례를 분석해 보면 아스팔트 용해에 따른 피해는 주로 구조물의 취약부에서 발생하게 된다. PC공법에서의 접합부역시 취약부에 속하며 RC구조물에서의 건조수축이나 구조물 거동에 의한 균열, 배관을 위한 슬리브 설치위치에서 발생하게 된다. 또한 이렇게 발생된 용해와 누유는 1차적으로는 방수기능을 상실하게 되며 2차적으로는 구조물 내부를 오염시키게 되어 유지관리 비용의 증가로 이어지게 된다.

아스팔트 용해에 의한 누유과정 및 피해는 주로 아래의 그림1의 과정으로 진행되게 된다.

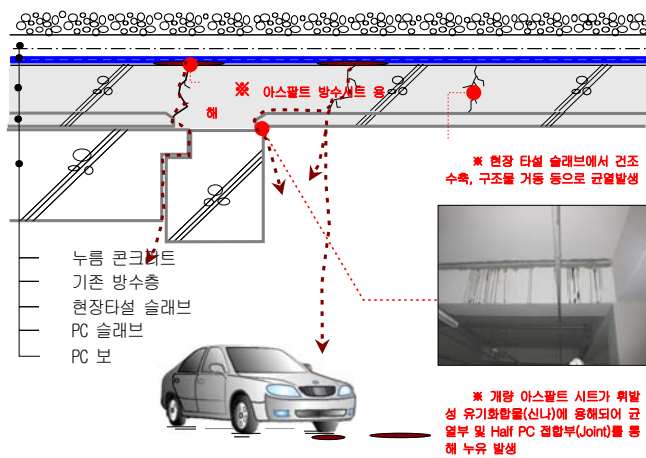


그림1. 아스팔트의 용해 및 누유 과정

3. 실험 계획 및 방법

3.1 실험 계획

본 연구는 개량아스팔트 시트 상부에 우레탄이 복합 시공된 형태의 복합방수공법을 대상으로 하고 있다. 이러한 복합방수공법은 상부에 누름층과 같은 구속조건의 여부에 따라 우레탄에 포함된 휘발성 유기용제의 휘발성에 영향을 미치게 된다. 즉, 구속조건이 있는 상황에서는 상대적으로 우레탄에 포함된 휘발성 유기용제의 함유량이 많아지게 되므로 우레탄 하부의 아스팔트 시트는 휘발성 유기용제에 의한 열화 가능성이 높아지게 된다.

따라서, 구속조건(누름층 타설)이 있는 상황에서 우레탄의 휘발성 유기용제 첨가에 따른 아스팔트 시트의 용해성을 분석하기 위해 표1과 같이 실험조건을 선정하였다.

실험군으로는 구속조건(누름층 20 mm)의 여부를 기준으로 각각 A타입과 B타입으로 구분하였으며, 우레탄 도막재의 유기용제 첨가량을 다르게 하여 그 특성을 관찰하고자 한다.

이때, 우레탄 도막재의 휘발성 유기용제 첨가량이 평균 5%정

도이므로 본 연구에서는 용제의 첨가량은 4개의 수준(0%, 5%, 10%, 15%)로 구분하여 실험을 진행하였다.

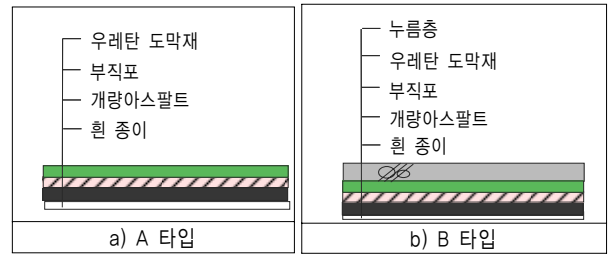


그림2. 실험군의 구분

표1. 실험 조건의 선정

실험군		우레탄 도막재의 유기용제 첨가량			
A타입	보호 누름층 없음	0%	5%	10%	15%
	보호 누름층 시공	0%	5%	10%	15%

3.2 실험 방법

A타입 시험체는 개량 아스팔트 방수시트를 300×200 mm의 크기로 제작한 후에 다음 사진1와 같이 나무틀 내부에 시트를 고정하고 실링 처리한다. 우레탄 도막재는 주제와 경화제의 정해진 비율로 혼합한 후 혼합된 질량의 0, 5, 10, 15%의 휘발성 유기용제를 첨가하여 시트위에 도막두께 3 mm로 도포한다.

도포가 끝난 시험체를 30℃에서 72시간(3일간) 정치 후 유기용제에 의한 시트의 누유, 용해유무 및 외관 상태를 관찰한다.

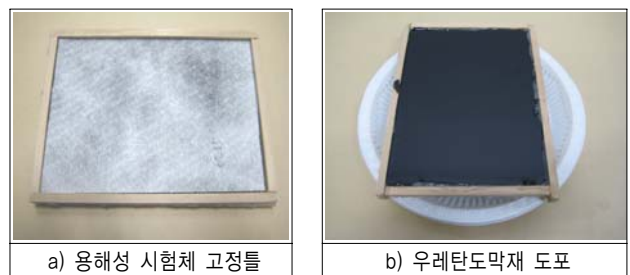


사진1. A타입 시험체 제작

B타입 시험체는 누름층을 시공해야 하므로 A타입보다 견고한 아크릴로 150×150 mm 형틀을 제작하고 개량아스팔트 방수시트 위에 고정한 후 사진2 와 같이 아크릴 형틀 외부에 실링 처리한다. 우레탄 도막재는 A타입주제와 경화제의 정해진 비율로 혼합한 후 혼합된 질량의 0, 5, 10, 15%의 휘발성 유기용제를 첨가하여 시트위에 도막두께 3 mm로 도포한다.

도포가 끝난 시험체를 상온에서 24시간 양생하고 누름층을 20 mm 두께로 타설하고 72시간(3일간) 정치 후 유기용제에 의한 시트의 누유, 용해유무 및 외관 상태를 관찰한다.

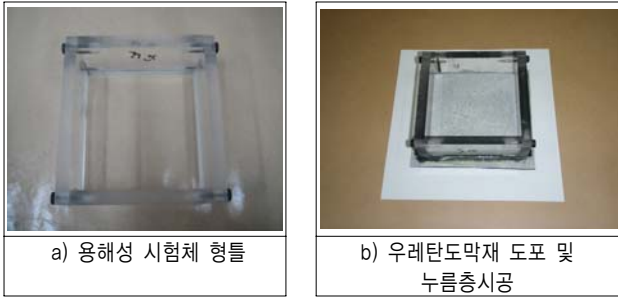


사진2. B타입 시험체 제작

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 A 타입 (보호누름층 없음)

보호누름층의 시공하지 않은 A타입의 실험결과는 다음과 같다.

표2. A타입의 용해성 시험결과

구분	단면상태	외관 변화
휘발성 유기용제 첨가율 (%)	0%	▲이상없음
	5%	▲이상없음
	10%	▲시트가 용해됨
	15%	▲시트가 용해됨

A타입에서 누유현상은 관찰되지 않았으며 전자현미경으로 단

면상태 측정결과는 용제 함유량이 10%인 시험체의 경우 우레탄과 개량아스팔트 방수시트 사이에서 부분적으로 용해현상이 관찰되기 시작하여 용제 함유량(10%, 15%)이 많아질수록 시트 용해현상이 광범위하게 발생하는 것을 확인하였다. 특히 다음 표2와 같이 10%, 15%에서는 시트가 용해되어 시트 상부표면의 부직포가 우레탄과 함께 박리되는 것으로 확인되었다. 이는 개량 아스팔트 시트가 휘발성 유기용제(용제 함유량: 10%이상)에 장시간 노출되면 아스팔트 성분이 용해되어 시트가 손상될 수 있음을 의미하는 것으로 향후 복합 방수층의 장기적인 내구성 저하의 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

4.2 B 타입 (보호누름층 있음)

보호누름층의 시공한 B타입의 실험결과는 다음과 같다.

표3. B타입의 용해성 시험결과

구분	단면상태 및 표면상태	누유여부
휘발성 유기용제 첨가율 (%)	0%	▲이상없음
	5%	▲이상없음
	10%	▲시트가 용해됨
	15%	▲시트가 용해됨

B 타입에서 단면상태 관찰결과 A타입과 같이 용제 함유량이 10%인 시험체의 경우 우레탄과 개량아스팔트 방수시트 사이에서 용해현상이 관찰되기 시작되었고, 용제 함유량(10%, 15%)이 많아질수록 시트 용해현상이 광범위하게 발생하는 것을 확인하였다. 하지만 용해현상의 범위는 A타입과는 다르게 부분적이 아닌 전반적으로 나타났으며 용제의 영향이 시트 두께 깊이 전반으로 침입하여 아스팔트가 전반적으로 용해되는 것이 관찰되었다.

특히 다음 표3 과 같이 용제첨가량 10%이상부터는 개량아스팔트 방수시트의 용해가 두께 깊이만큼 진행되어 바닥면에서 누유현상이 시작되었다. 10%의 경우 바닥에 댄 흰종이에 조금씩 묻어나는 정도였지만 15%의 경우 용해가 크게 진행되어 흰종이에 흘러내려 아스팔트층이 유실되었으며, 이에 따라 부직포가 노출되는 부분도 관찰되었다.

이는 휘발성 유기용제(용제 함유량: 10%이상)가 보호누름층등의 구속조건으로 휘발성에 제한을 받게 되면 휘발되지 못한 채 잔류하여 아스팔트 시트로 더 깊이 침투되어 아스팔트 용해는 물론이며 단기간내에 아스팔트의 방수성능 상실로 이어질 우려가 있다고 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 개량아스팔트 방수시트와 우레탄 도막방수재의 복합방수공법에서의 유기용제 첨가량에 따른 아스팔트 용해에 대해 휘발성의 구속과 불구속의 조건으로 시험 평가하여 비교분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 구속조건을 적용하지 않은 A 타입은 유기용제 함유량 10% 이상에서 아스팔트 성분의 용해에 따른 우레탄면과 시트면 사이 박리가 관찰되었다. 또한 누유현상은 관찰되지 않았다.
- 2) 구속조건을 적용한 B 타입 역시 유기용제 함유량 10%이상에서 아스팔트의 용해가 나타났으며 용해부위가 A 타입에 비해 더 크게 나타났다. 또한 누유현상이 관찰되었는데 용제첨가량 10%일 때 누유의 형상을 띠기 시작했으며 15%일 때 아스팔트가 거의 완전히 녹아 흘러내렸다.

이상의 결과를 바탕으로 유기용제 첨가량이 10% 이상이 되면 구속조건 적용 여하와 관계없이 개량아스팔트 방수시트를 용해시키기 충분한 조건이 형성되는 것으로 나타났다. 또한 구속조건을 적용한 B 타입에서만 누유현상이 관찰되었는데 이는 유기용제의 휘발성이 구속되어 지속적으로 개량아스팔트 방수시트의 용해작용을 촉진하여 용해가 깊이 진행되어 결국 누유현상이 나타난 것으로 판단된다.

따라서 이에 따른 기술적·시공적 보완이 필요하다고 판단되며 기술적 보완과 더불어 방수공사는 특징상 시공자의 숙련도에 따라 품질편차가 크기 때문에 복합방수공법 시공 시 시공자가 재료의 특징이나 시공방법을 충분히 숙지하게 하여 무분별한 용제 과다 투입을 방지하는 것이 중요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 고경택, 김도겸, 김성욱, 조명석, 송영철, 동격용해와 염해의 복합작용을 받는 콘크리트의 내구성능 저하 평가, 한국콘크리트학회, 논문집, 제13권, 제4호, 2001
2. 배우근, 홍종철, 강우재, 정진욱, 유류저장시설에서의 토양오염 예방 대책, 한양대학교, 환경공학연구소, 1999
3. 송제영, 유류성분이 지하구조물의 아스팔트계 방수층손상에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 2006
4. 오상근, 콘크리트 구조물의 누수와 대처 방안에 대한 견해, 한국콘크리트학회, 제14권 제6호, 2002
5. 진성기, 동덕현, 최규홍, 오일의 누출이 토양오염 식생 및 지하수에 주는 영향에 관한 연구, 한국농공학회지, 제36권, 제1호, 1994
6. CRC Report for Congress, Leaking Underground Storage Tank Cleanup Issues, 1999
7. Farahak and Drewry, Are Leak Detection Methods Effective in Finding Leak in Understand storage Tank System 1995