

2액형 점착 실링재의 누수보수재 평가에 관한 연구

2 Component Adhesive Leakage Repair Sealant Evaluation

조일규^{1*} · 김근허² · 오상근³

Il-Kyu Cho^{1*} · Keun-Hur Kim² · Sang-Keun Oh³

(Received November 9, 2016 / Revised December 1, 2016 / Accepted December 2, 2016)

This study is based on the evaluation of a single component injection type adhesive repair material and a new 2 component type used in leakage of underground concrete structures. The studies showed that based on different mix ratio of the 2 component type adhesive sealant comprised of an asphalt main and latex mixture agent the viscosity of the material compound differed significantly. Based on a permeability testing, injection and economic efficiency, and performance, the appropriate ratio was determined to be 6:1 and was proceeded to the KS F 4935 evaluation method. The 2 component type adhesive sealant uses a static mixer and a cartridge type container for the injection procedure and was able to satisfy the evaluation criteria outlined in the KS F 4935 standard.

키워드 : 점착실링재, KS 시험, 누수보수, 주입공법

Keywords : Sealing adhesion, KS examination, Leakage repair, Injection method

1. 서론

Kwon et al.(2006)의 내용에 따르면 콘크리트는 난투수성재료이지만 수화반응에 의한 물의 증발과 건조에 따른 공극, 양생에 따라 건조수축에 의한 균열발생, 외부환경(진동, 침하, 온도수축팽창)에 따른 균열발생 등으로 인해 누수경로가 발생하여 방수를 실시하지만, 콘크리트 구조체의 일반적인 기대수명과 비교하면 방수 대책의 발휘수명이 대체로 짧아 구조체 사용기간 중에 반드시 누수가 발생하게 된다.

특히 지하구조물의 경우에는 누수발생 시 현실적으로 방수재를 재시공할 수가 없으므로 누수보수를 시행하고 있으며 시공방법에 따라 그라우팅공법, 표면처리공법으로 크게 나눌 수 있다. 그라우팅 공법에 사용되는 재료들은 우레탄계열, 에폭시계열, 아크릴계열, 아스팔트계열이 있으며, 시공방법으로는 누수균열 및 조인트

의 틈새에 주입하여 보수하는 방법과 방수층이 있는 지하구조물 배면까지 천공하여 기존 방수층 부위에 주입하는 방식이 있다. 이 중 배면 주입공법에 주로 사용되는 아스팔트 계열의 보수재는 KS F 4935(2013 : 점착 유연형 고무 아스팔트계 누수보수용 주입형 실링재)의 규격으로 제정되어 있다.

Kim et al.(2016)의 내용에 따르면 아스팔트 계열의 점착 유연형 방수실링재는 1액형 제품으로서 점도가 2,000,000cPs 이상 되는 제품(건축공사 표준시방서의 점착형 재료의 점도기준)을 기준으로 사용하고 있으며, 재료의 비고화 특성상 콘크리트 구조물의 배면에 주입하는 방식으로 현장에 적용되고 있다.

1액형 비고화제품들은 기본적으로 점도가 높기 때문에 Fig. 1과 같이 스크류 방식의 강제주입식 장비를 통해 콘크리트 배면에 주입을 하고 있다. 하지만 보수재료의 점도가 높으면 재료적 응집성 및 수밀성이 향상되고 지하수압 및 지하수 유실에 대한 저항성이 높아

* Corresponding author E-mail: choeun1123@naver.com

¹제이에스기술 이사, 서울과학기술대학교 의공학-바이오소재 융합협동과정 건축프로그램 박사과정 (Convergence Institute of Biomedical Engineering and Biomaterials Program of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea)

²제이에스기술 상무이사 (JS Technology R&D Center, Gwangchang-3ro 75, Gwacheon-Si, Gyunggi-Do, 13821, Korea)

³서울과학기술대학교 공과대학 건축학부, 교수 (Professor, Dept. of Architectural Eng., Seoul National University of Science and Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea)

저 누수보수 효과는 상승하지만, 주입식 장비에 부하가 걸리고 장비의 마모도가 심해져 고장 및 유지보수비용이 많이 발생하고, 점착성이 떨어지며, 주입에 오랜 시간이 걸려 공사기간의 증가로 이어진다.



Fig. 1. Injection equipment of respective material types

이에 시공성 및 주입성을 원활하게 하기 위해 보수재료의 점도가 낮은 제품을 사용하면 응집력이 부족하여 Fig. 2와 같이 아스팔트의 유분이 분리되어 흘러내리거나, 지하수의 흐름에 의해서 유실 등이 발생할 수 있다. 또한 지하구조물이 고수압 조건에 노출되면 콘크리트 균열로 재료 유출이 발생하여 누수균열과 배면에 형성된 보수층의 공동이 생겨 누수보수효과가 낮아지는 단점도 가지고 있다. 이에 1액형 점착 실링재는 적절한 점도의 범위를 찾는 것이 중요하다.

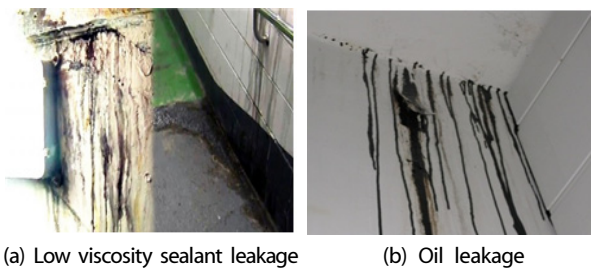


Fig. 2. Low viscosity sealant and oil leakage

특히 비고화제품이 가지는 고수압 조건에서의 재료 밀림, 온도 환경에 따른 주입성 저하, 손상된 방수층 사이의 주입의 어려움 등 재료적, 시공적 문제점을 보완할 수 있는 개념이 필요하여 새로

운 시공조건 및 점착형 실링재의 단점을 보완할 수 있는 점착 실링 보수재에 대한 연구가 필요하다.

2. 2액형 타입의 점착형 실링재



1액형 타입의 점착 유연형 보수재는 아스팔트, 프로세스 오일, 고무, 무기질 필러, 점착제 등을 첨가하여 온도 약 150°에서 혼합 용융하여 제품을 생성하게 된다. 고무는 열가소성 계열로 일정 온도에 의해 용융되어 아스팔트와 혼합됨으로써 아스팔트를 저온에서 깨짐, 점착성 향상, 비고화상태 유지 상태로 개량화 시키게 되며, 유기성분임에도 불구하고 습윤면에서 점착을 이룰 수 있는 효과를 가진다. 하지만 서론에서 살펴보았듯이 점도에 의한 시공성, 점착성 등의 저하가 발생하고, 재료의 유출 현상에 의한 보수 효과가 떨어진다.

2.1 재료적 개요

2액형 타입 점착 유연형 보수재의 주제는 1액형 재료와 유사한 아스팔트, 프로세스 오일, 점착제 등으로 구성되어 있으며 증점제와의 반응을 위한 결합제가 별도로 첨가되며, 다른 재료는 주제의 점도를 상승시키는 증점제 역할을 하는 제품으로 조성된다.

결합제는 고분자 응집제로서 증점제와 혼합 시 제품을 응집시켜 점도를 상승시키는 역할을 하며 증점제의 양에 따라 응집효과가 높아져 점도를 상승시킨다. 시공 시에는 저점도 상태에서 반응이 시작되어 주입 후에는 고점도화 되는 특성이 있다. 증점제는 라텍스 계열의 제품으로서 고형분이 50% 이상되는 액상의 재료이다. 점도측정 장비는 브룩필드 DV3TRVTJ0 타입으로 최대 측정점도는 40,000,000cPs 인 장비를 활용하여 측정하였으며, 주제와 증점제의 점도는 Table 1과 같다.

Table 1. Main component and mix agent viscosity (20°C condition)

(a) Main component viscosity	(b) Mix agent viscosity
100,000cPs (Spindle No.5, 3rpm)	250cPs (Spindle No.2, 50rpm)
	

또한 현장 주입 시공이 가능한 타입으로 조성되어야 하므로 현장 시공환경을 가정하여 막대믹서를 통해 제품을 혼합 토출한 후에 1시간 지난 다음 점도를 체크하여 확인하였다. 점도측정 장비는 브룩필드 DV3TRVTJ0 타입으로 최대 측정점도는 40,000,000cPs 이다.

2.2. 2액형 제품의 사용성

2액형 제품의 경우를 사용함에 있어서 혼합시기에 따라 구별할 수 있는데 가사시간이 확보된 제품인 경우에는 제품을 혼합한 후에 사용하는 방식과 반응이 빠른 경우에는 구조물에 적용 시 바로 혼합하여 사용하게 된다. 누수보수재 용도로 사용하게 위해서는 반응이 빠르고 주입을 하면서 혼합되는 방식을 취해야 하며, 이를 위해 막대믹서(static mixer)를 활용한 방식으로 주입을 하며, 막대믹서의 혼합원리는 Fig. 3과 같다.

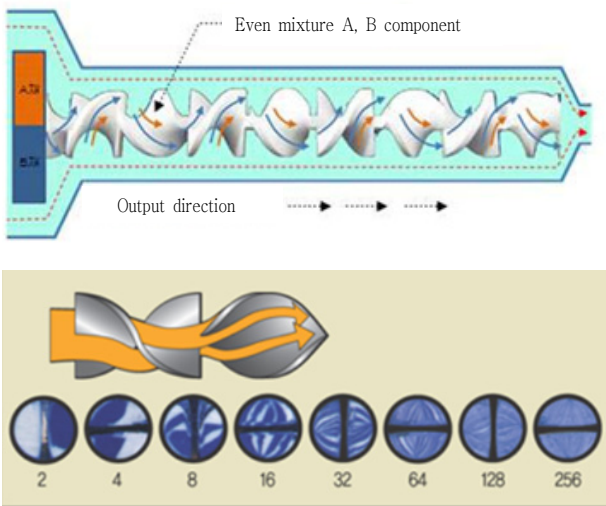


Fig. 3. Static mixer principle

혼합원리는 흐름의 분할, 흐름방향의 뒤바뀜, 흐름의 전환으로 나눌 수 있으며, 흐름의 분할은 유체가 Element 1개를 통과할 때마다 2등분 되며 분할 수가 많을수록 2ⁿ 만큼 기하급수적으로 분할되게 되며, 20 Element를 통과하는 경우에는 약 100만 등분으로 분할된다. 예를 들어, Fig. 3의 아래 그림을 보면, 8개의 Element를 통과하는 유체는 256개로 분할된다. 흐름의 방향의 뒤바뀜은 Element가 좌방향, 우방향으로 교차배열 되어 있으므로 진행 중의 유체는 안쪽으로 뒤바뀜 작용을 하게 된다. 흐름의 전환은 Element면을 타고 지나가는 유체는 관의 중심부에서 관의 내측면으

로, 내측면에서 다시 중심부로 이동하는 작용을 되풀이한다.

상기와 같은 원리로 2가지의 점도가 다른 유체가 혼합이 되면서 누수되는 부위에 주입을 하게 된다.

2.3 2액형 제품의 점도 시험

2액형 타입의 제품 점도는 주제가 약 100,000cPs이며 증점제가 250cPs 로서 주제와 증점제를 일정 비율로 혼합하여 증점되는 효과 및 점도의 범위를 살펴보면 Table 2와 같다.

혼합할 때는 Element가 18개인 막대믹서를 사용하였으며 주입은 강제식 주입 방식인 cartridge 타입을 사용하였다.

Table 2. Viscosity change based on ratio change of component mixture

(a) Main: agent(mix ratio)	(b) Viscosity(measure condition)
10 : 1(10.0%)	1,100,000cPs (Spindle No.7, 3rpm)
8 : 1(12.5%)	3,452,000cPs (Spindle No.7, 1rpm)
6 : 1(16.6%)	28,600,000cPs (Spindle No.7, 0.1rpm)
4 : 1(25.0%)	Non-measurable (More than 40,000,000cPs)

혼합한 점도를 확인한 결과 Fig. 4와 같이 증점제의 비율이 10:1(10%)에서는 건축표준 시방서에서 제시하고 있는 2,000,000cPs 를 만족하지 못하지만, 8:1(12.5%)를 넘어서면서 제품의 점도가 급격히 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 주제 속에 있는 결합제가 증점제를 만나면서 Fig. 5의 (b)와 같은 형상으로 고상화되는 것을 확인할 수 있었으며, 이 기준을 토대로 하여 8:1(12.5%)부터 KS F 4935의 성능평가를 하여 2액형 점착 실링재의 현장적용성을 파악하고자 한다.

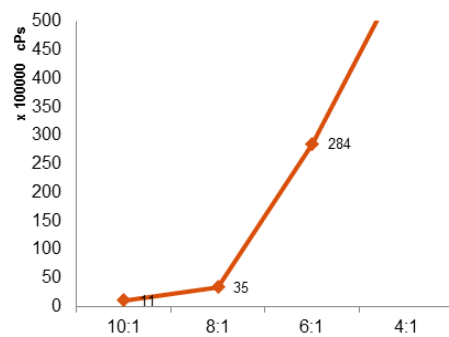


Fig. 4. Viscosity change curve

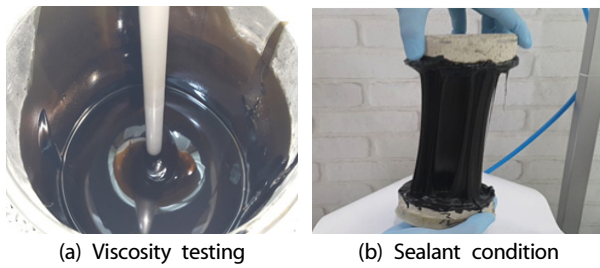


Fig. 5. Viscosity testing and sealant condition

3. 2액형 타입의 점착형 실링재의 성능평가

KS F 4935(2013)는 콘크리트 지하구조물, 건축물 등의 지붕, 외벽, 바닥 등에서 누수가 발생한 균열 및 접합부 조인트의 보수를 목적으로 기존 방수층의 계면 혹은 균열 및 조인트의 틈새에 주입하여 방수층을 재형성하는 점착 유연형 고무 아스팔트계 누수보수용 주입형 실링재에 대한 규격이다.

총 평가 항목은 투수저항성, 습윤면 부착성, 구조물 거동 대응성, 유실저항성, 내화학성, 온도의존성의 6개의 항목으로 되어 있다. KS에서는 6가지의 항목이 만족되어야 하는 것이 1단계이지만 누수보수는 건설 현장의 각종 환경에 따라 요구되는 정도가 다를 수 있음을 고려하여 각 시험의 중요도에 따라 차별을 두어 평가할 수도 있다. 이는 누수환경 및 보수 후 내구성 유지 측면을 고려하여 결함 정도에 따른 성능구분을 할 수 있으며 이는 Table 3과 같다.

Table 3. Performance based on various defects

Item	Degree of faulty performance		
	Light	Normal	Critical
Permeability			●
Wet surface adhesion		●	
Behavior resistance			●
Washout resistance			●
Chemical resistance		●	
Thermal resistance	●		
Workability	●		
Feasibility for maintenance		●	

특히 투수 저항성, 구조물 거동대응성, 유실저항성 등의 시험항목은 점착형 실링재가 반드시 갖추어야 할 기본성능으로서 3가지

시험항목 중 1가지 시험항목이라도 만족하지 못하면 실링재로서의 성능 발휘를 기대할 수 없음을 의미하므로 치명적 결함으로 규정하고 있다.

또한 습윤면 부착성, 내화학성, 유지관리 용이성 등의 시험항목은 주로 실링재의 내구성과 유지관리 편의성 등을 평가하는 시험으로 실링재의 성능을 규정하는 중요도면에서 치명적 결함 시험항목에 비해 떨어지지만, 경년변화에 따른 실링재의 성능 유지 차원에서 중요한 부분을 차지하기 때문에 중결함으로 분류할 수 있다.

상기의 규격에 따라 시험체를 조성함에 있어서 2액형의 비율별로 평가를 진행하여야 하며 이를 위해 cartridge 타입의 용기를 이용하여 시험체를 구성한다. Fig. 6은 시험체를 조성하기 위한 cartridge 타입의 구성품이다.



Fig. 6. Mix-injector for specimen assembly

3.1 투수저항성 시험

2액형 제품을 비율별로 점도를 측정된 결과 주제와 증점제의 혼합비율이 8:1(12.5%)에서부터 건축표준시방서를 만족하는 점도가 나타나므로 투수저항성 평가를 8:1, 6:1, 4:1의 비율로 혼합하여 평가를 하였다. 모든 시험체는 Fig. 7과 같이 cartridge 타입의 혼합기와 막대믹서를 이용하여 수중에서 주입을 한 다음 수중에서 24시간 정치 후 꺼낸 다음에 물기를 제거한 후에 평가한다.



Fig. 7. Permeability test specimen assembly

투수 수압 시험기준은 $0.3\text{N}/\text{mm}^2$ 의 수압으로 1시간 동안 가한 후 투수유무를 확인하는 것이며, 투수 시험 결과 Fig. 8 (a)와 같이 8:1(12.5%)비율에서는 실링재가 수압을 걸고 5분이 지나 수압에 의해 밀려나는 것을 확인할 수 있었다. 실링재가 밀려나기 전에는 누수현상은 없었으나, 실링재가 수압에 밀려나면서 주입공간의 공극이 생기고 물이 침투하여 누수가 발생하는 것으로 파악된다.

또한 Fig. 8 (b)와 같이 6:1(16.6%)에서는 투수가 되지 않는 않지만 일정부분이 밀려나오는 것을 확인할 수 있고 밀려나오는 정도가 8:1에 비해 적게 나타났으며 이는 점도차이가 8:1에 비해 약 8배 가깝게 상승하여 나타나는 현상이다.

이에 따라 4:1의 비율시험은 6:1에 비해서 더 점도가 높은 제품이기 때문에 투수시험을 진행하지 않았으며, 치명적 결함인 투수 저항성은 시험을 통과한 6:1(16.6%)를 대상으로 하여 KS 규격 성능 시험을 진행하였다.



(a) 8:1(12.5%) Ratio leakage (b) 6:1(16.6%) Ratio no leakage

Fig. 8. Permeability testing results

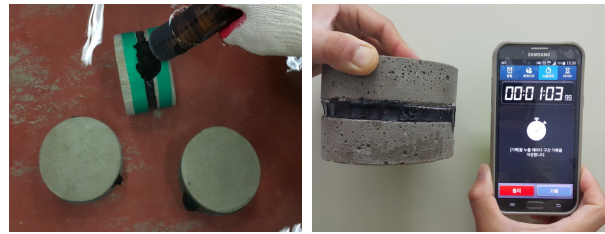
3.2 습윤면 부착성능 시험

지하 콘크리트 구조물의 누수 부위에 적용되는 되는 누수 보수재는 습윤상태 혹은 수중상태의 환경에 있으므로 누수 보수재의 습윤면 부착성능에 따라서 재 누수 현상이 발생될 수 있다.

이에 따른 습윤면 부착 성능 평가를 실시하여 구조물의 안정성 및 경제적인 손실을 방지하고 보다 효과적인 보수 성능을 확보하기 위해 Fig. 9와 같이 습윤면 부착 성능 평가를 실시하였다.

시험재료는 6:1(16.6%)의 혼합비를 사용하였고, 시험기준은 60초 이상 시험체가 실링재에 붙어 있는 조건이다. 시험결과 3개의 습윤면 시험체가 모두 탈락하지 않았다.

이는 본 2액형 실링재가 수중조건 즉 누수가 발생하여 구조물이 젖어 있는 환경에서도 구조물 부착이 가능한 것을 확인한 것이다.



(a) Injection (b) During the test

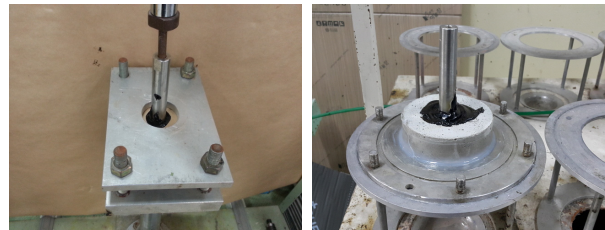
Fig. 9. Wet surface adhesion testing

3.3 구조물 거동 대응 성능 시험

지하 콘크리트 구조물은 지상구조물에 비해 열적 거동이 적은 편이나 철도 구조물, 교량 상판, 발전소, 지하철, 지하차도 등과 같이 진동 및 거동의 영향을 많이 받는 구조물에서는 실링재의 파손이 우려되며, 상시적, 반복적으로 영향을 주기 때문에 누수보수재의 매우 중요한 성능이다.

또한 지하구조물은 부등침하나 주변 토사의 거동에 의한 영향을 지속적으로 받고 있기 때문에 실링재는 만일에 발생할 수 있는 각종 이음부의 수축·팽창시 방수층이 파괴되거나 찢어지는 현상이 발생되지 않고 유연하게 대응할 수 있는 성능을 유지함으로써 누수보수재의 역할을 수행할 수 있다.

거동 대응 시험은 Fig. 10과 같이 실링재가 접촉되어 있는 거동 봉을 0.5 ~ 5mm폭으로 1분에 1회의 비율로 600회 반복시킨 후 $0.1\text{N}/\text{mm}^2$ 의 수압으로 1시간동안 투수시험을 하여 누수유무 확인을 통해 재료의 균열 및 들뜸 등의 발생 유무를 확인한다.



(a) During the movement test (b) Permeability testing

Fig. 10. Substrate movement resistance testing

거동 시에는 재료의 점착성 및 유연성 때문에 거동 봉에 접촉되어 있던 실링재가 상하로 동적 거동이 일어났지만 재료적 균열 및 탈락은 보이지 않았으며, 거동 후 투수시험 결과 누수되지 않음을 확인하였다. 투수저항시험에 비해 투수압이 낮아 재료의 밀림현상은 발생하지 않았지만, 하부에 돌출부가 관찰되었다.

3.4 수중 유실 저항 시험

2액형 실링재가 주입 과정에서는 좀 끈적한 액상형태이지만, 막대믹서를 통해 2개의 재료가 만나 반응하면 재료의 점도가 크게 증가하는 특징을 가지고 있으나, 누수환경에서는 상승한 점도가 지하수에 의해 유실되거나 용해되지 않고 두께를 확보할 수 있어야 한다.

특히 지하수는 유속이 발생하여 재료를 침식할 수도 있기 때문에 본 시험에서는 재료의 유실, 침식 등을 확인하기 위하여 Fig. 11, 12와 같이 유속을 0.2m/s로 48시간 흘려주어 재료의 질량 변화율이 -0.1% 이내로 측정되면 유실저항능이 있는 것으로 판단한다.

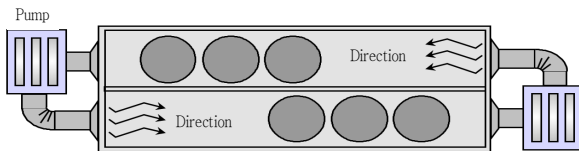


Fig. 11. Washout resistance test concept



(a) During the washout test (b) Test completion

Fig. 12. Washout resistance testing

유실저항능 시험결과 전체적으로 시험 후의 질량이 +0.01 ~ +0.08%사이의 값을 가지며 평균적으로 +0.04% 늘어났으며 총 6개의 시험체가 모두 질량이 감소하지 않은 것에 의미가 있다. 이는 유속에 의해 실링재가 유실되거나 침식되지 않았다는 것을 의미하며 중량이 늘어난 것은 재료에 첨가된 소정의 무기분체가 물을 흡수한 것으로 판단되며 유실저항능 시험이 완료 후 시험수에서도 실링재의 부유물은 확인되지 않았다.

중량이 늘어나는 대표적인 경우는 벤토나이트를 함유한 1액형 점착 실링재로서 벤토나이트가 물을 흡수하여 팽창하는 성질을 가지고 있다. 하지만 팽창하는 경우에 중량이 증가하기도 하지만 팽창된 겔상의 재료는 응집력이 떨어져 유실의 위험이 높아지기도 한다. 이에 KS 규격 해설에서는 중량변화가 성능저하를 의미하는 것은 아니라고 명시되어 있는 것이다. 유실저항능 시험결과 값은 Table 4와 같다.

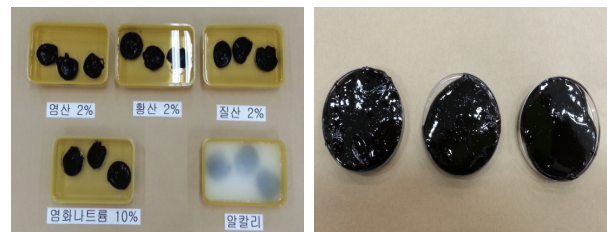
Table 4. Washout resistance testing results

No.	Before mass (g)	After mass (g)	Mass change (g)	Mass change (%)	Avg. change (%)	KS F 4935 (standard)
①	247.33	247.52	0.19	0.08	+0.04	Within -0.1%
②	240.94	241.04	0.10	0.04		
③	243.36	243.46	0.10	0.04		
④	242.27	242.29	0.02	0.01		
⑤	254.79	254.90	0.11	0.04		
⑥	239.64	239.75	0.11	0.04		

3.5 내화학 성능 시험

실링재는 지하구조물에 적용됨에 따라 토양과 접하고 있으며 주변의 토양과 지하수에 혼입되어 있는 화학물질, 외부로부터 유입되는 산, 알칼리, 염수등의 화학물질과 콘크리트 내부로부터 용출되는 수산화칼슘 등에 의해서 화학적 침식을 받는다.

특히 공장지대와 해안근처에서는 화학적 침식이 높아질 수 있으며, 모든 화학성분에 대해 대응하는 것은 방식재가 아닌 이상 어렵기 때문에 대표적인 산, 알칼리, 염수에 대해서는 화학적 안정성을 가지고 있어야 누수보수재로서의 성능을 발휘할 수 있다.



(a) During the test (b) Test completion

Fig. 13. Chemical resistance testing

내화학성능 시험은 Fig. 13과 같이 실링재료를 화학적 침식을 받지 않는 유리샬레에 담고 산(염산, 황산, 질산) 2% 수용액, 수산화나트륨의 0.1% 수용액에 속에 수산화칼슘 1급품을 포화시킨 알칼리 시험, 염화나트륨의 10% 수용액 속에 각각 168시간 동안 침지시킨 후 질량변화율을 통해 내화학성능을 평가한다.

산에 대한 내화학평가 결과 황산에서의 질량변화율이 평균 +0.16%로 가장 크게 질량이 증가하였고, 염산은 평균 +0.15% 늘어났으며, 질산은 평균 +0.06% 늘어난 것으로 확인되었다. 산에 의해 침식을 당하지 않고 중량이 늘어난 것은 담수시간이 168시간으로 길고 이에 따라 재료에 들어 있는 무기물 분체가 흡수할 수 있는 시간이 늘어난 결과이다. 수산화나트륨을 통한 알칼리 시험

에서는 중량이 평균 +0.09% 늘어났으며, 염화나트륨에서는 중량이 평균 +0.11% 늘어난 것으로 확인되었다.

전체적인 내화학성 평가 결과 산, 알카리, 염수에 대한 질량 변화가 늘어난 것으로 확인되었고 규격시험 기준인 -0.1%이내인 조건을 만족하고 있다. 내화학성 성능 시험 결과값은 Table 5와 같다.

Table 5. Chemical resistance test results

Item	After mass (g)	Before mass (g)	Mass change (g)	Mass change (%)	Avg. change (%)	KS F 4935 (standard)	
A c i d	H ₂ SO ₄	21.54	21.58	0.04	0.19	+0.16	Within - 0.1%
		17.41	17.44	0.03	0.17		
		16.84	16.86	0.02	0.12		
	HCL	15.39	15.41	0.02	0.13	+0.15	
		16.84	16.86	0.02	0.12		
		15.42	15.45	0.03	0.19		
HNO ₃	16.52	16.53	0.01	0.06	+0.06		
	17.54	17.55	0.01	0.06			
	18.21	18.22	0.01	0.05			
NaOH	19.54	19.56	0.02	0.10	+0.09		
	19.25	19.26	0.01	0.05			
	17.84	17.86	0.02	0.11			
NaCl	15.25	15.27	0.02	0.13	+0.11		
	20.51	20.53	0.02	0.10			
	20.17	20.19	0.02	0.10			

3.6 온도 의존 성능 시험

고온 및 저온의 온도 변화에 따라 수축 팽창을 반복하게 되고 이러한 반복운동에 따른 피로에 의해 재료가 열화될 수 있으며, 이에 따른 재료의 내구성이 확보되어야 한다. 하지만 지상에 비해 지하환경은 온도변화의 편차가 크지 않지만 재료적 성향 및 열화도를 측정하는 것은 재료의 물성을 파악하는데 도움이 되며 이에 따라 온도의존성능을 경결함으로 분류하게 된 것이다.

시험은 Fig. 14와 같이 저온(-20±1℃), 고온(60±1℃)의 온도조절이 가능한 챔버에 넣고 20사이클을 돌린 후 상온에서 1시간 정치 후 투수시험을 통해 누수유무를 확인하는 것이다. 1사이클이란 20℃에서 60℃로 올리는 데 1시간, 60℃에서 10시간 유지, 60℃에서 -20℃로 내리는데 2시간, -20℃에서 20℃로 올리는데 1시간 정치시킨 것으로 한다.



(a) During the thermal resistance test (b) Permeability testing

Fig. 14. Thermal resistance testing

재료 열화 후 투수시험결과 투수는 되지 않았지만, Fig. 15와 같이 수압에 의해 재료가 밀려나오는 것은 투수시험과 동일하게 나타났으며, 이는 고온에서는 재료가 묽어지고, 저온에서는 재료가 단단해지는 조건이 반복되어도 재료의 점도는 크게 변화없는 것으로 파악된다.



(a) Permeability test checking (b) Come out a little

Fig. 15. Permeability testing results

4. 결론

본 연구에서는 1액형 점착 유연한 실링재료에 대한 시공성 및 적용성 부분에 대한 단점을 보완할 수 있는 대안으로서 2액형 점착 유연한 실링재의 개발을 시도하였다. 2액형 점착 유연한 실링재의 비율별 혼합을 통해 점도를 파악하고, 수압에 밀리지 않는 적정 비율을 찾은 다음 KS 규격 실험을 진행하였고, 본 연구의 범위 내에서는 다음과 결론을 얻었다.

1. 건축 표준 시방서에 따른 주재와 증점제의 적정 혼합비율은 8:1(12.5%)이지만, KS F 4935에서 제시한 투수저항성시험 기준인 0.3N/mm²의 수압에 대해서는 재료의 유출로 인해 누수가 되는 것을 확인하였고, 수압 대응성을 확인하기 위해 6:1(16.6%)의 혼합비율로 재평가한 결과 재료가 부분적으로 밀리기는 하였지만 규격시험 조건은 만족하는 것으로 나타났다.
2. 투수저항시험을 통과한 6:1(16.6%)의 혼합비율을 가진 2액형

점착 실링재를 가지고 KS F 4935 규격시험을 진행한 결과 모든 항목에 대해 기준을 만족하는 것으로 확인되었다. 특히 유실저항성능 및 내화학성능 시험에서는 재료의 질량변화율이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 소량 첨가된 무기분체의 흡수율 때문인 것으로 파악된다.

3. KS 규격시험을 하기 위해 시험체를 조성할 때 18개의 Element가 있는 막대믹서를 사용하였는데 주제와 증점제의 점도 차이가 크다 보니 강제 주입할 때 점도가 낮은 증점제의 유실이 생기는 것을 확인하였다. 이를 누수보수 현장에 적용하기 위해서는 막대믹서를 포함한 주입파이프, 점도의 차이에 의한 정량 혼합 및 정량이송이 가능한 주입장비가 별도로 필요하다.
4. KS 규격 시험항목에는 없지만 누수보수공법의 특성상 시공환경이 매우 열악하고 다양하기 때문에 해설서에서 제시하고 있는 시공성능 및 유지관리 용이성은 매우 중요하다. 본 연구를 기초로 하여 현장에 적용하면서 주제 및 증점제의 개선 및 비율에 대한 검토가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비지원(16RERP-B082204-03)에 의해 수행되었습니다.

References

- Kim, J.S., Kwon, S.W., Bae, K.S., Oh, S.K. (2006). A study on test methods to select reasonable repairing material for water leakage crack in concrete structure, Architectural Institute of Korea, **26(1)**, 493-496 [in Korean].
- Kim, K.H., Cho, I.K., Park, J.D., Oh, S.K. (2016). Study on 2 liquid component leakage repair injection type sealant, Journal of the Korean Recycled Construction Resource Institute, **16(1)**, 341-342 [in Korean].
- Korea Standard KS F 4935. (2013). Sealer of Injection Type for Water Leakage Maintenance of Adhesive Flexible Rubber Asphalt Series.
- Kwon, S.W., Oh, M.H., Kwak, K.S., Oh, S.K. (2006). A study on the construction methods of sealer of injection type for leakage maintenance for water leakage and cracks in concrete, The Korean Institute of Building Construction, **6(1)**, 87-91 [in Korean].
- Lim, M.C., Cho, I.K., Seon, Y.S., Oh, S.K. (2005). An experimental study on the construction standard for sealer of injection type for leakage maintenance, The Korean Institute of Building Construction, **5(2)**, 51-54 [in Korean].

2액형 점착 실링재의 누수보수재 평가에 관한 연구

본 연구에서는 지하 콘크리트 구조물에 누수 발생 시 콘크리트 배면에 주입하여 보수를 시행하는 1액형 점착 실링재에 대해 알아보고 새로운 콘크리트 배면 주입재인 2액형 점착 실링재에 대한 평가를 진행하였다. 2액형 점착 실링재는 아스팔트 계열의 주제와 라텍스 계열의 증점제로 구성된 실링재이며, 주제와 증점제의 배합비에 따라 실링재의 점도편차가 크게 나타났다. 이에 주제와 증점제의 배합비를 투수시험을 통해 확인한 결과 주입성, 경제성, 성능을 고려하여 적정배합비를 6:1로 정하고 KS F 4935 평가를 진행하였다. 2액형 점착 실링재는 static mixer를 활용한 카트리리지 타입의 용기를 이용하여 주입이 가능하고 KS F 4935 시험방법에 따라 평가를 진행한 결과 KS 기준을 만족하였다.