

Research Paper

# 점착형 복합 방수시트의 표준(안)제정을 위한 구조물 거동대응성능 시험방법 개선 및 검증 평가 연구

## Verification and Improvement of Structural Behavior Response Performance Evaluation Method for the Standard Establishment of Adhesive Composite Waterproofing Sheets

김수연<sup>1</sup> · 박종선<sup>2</sup> · 오상근<sup>3\*</sup>

Kim, Soo-Yeon<sup>1</sup> · Park, Jong-Sun<sup>2</sup> · Oh, Sang-Keun<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Research Professor, Reserach Center, Seoul National University of Science & Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

<sup>2</sup>Ph.D, Department of Smart City Engineering, Seoul National University of Science & Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

<sup>3</sup>Professor, School of Architectural, Seoul National University of Science & Technology, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

\*Corresponding author

Oh, Sang-Keun

Tel : 82-2-970-6559

E-mail : ohsang@seoultech.ac.kr

Received : July 27, 2021

Revised : August 8, 2021

Accepted : August 13, 2021

ABSTRACT

In April 2019, this study was enacted as a test method for the performance of waterproof layers in an environment where complex deterioration and structural behavior are simultaneously applied, but some existing standards were implemented to point out the errors of the method that should be supplemented. Thus, in establishing standards for (tentative) adhesive waterproofing sheets, field workability and quantification of test results were studied on the structural behavior response performance test methods included as test items. In addition, the performance evaluation of adhesive-type composite waterproof sheets was conducted based on the considered contents to review improvements such as applicability as an item of standard standards and field workability related problems.

**Keywords :** technical standards, structural behavior response performance, adhesion type composite waterproofing sheet, laitance, behaviour test specimen

## 1. 연구의 배경 및 목적

방수 분야에서는 지난 2019년 4월, 대한건축학회 기술 표준(AIK-S-001-2019)으로 복합열화 및 구조체 거동이 동시에 작용하는 환경에서의 방수층 성능 시험방법[1]을 제정하였다. 주요 내용은 복합 열화(온도, 습도, 공해로 인한 화학 성분, 결로, 해안가의 염해 환경 등)와 거동(온도차로 인한 수축과 팽창, 지하수의 수압, 유속, 습윤 환경, 토양의 토압, 진동, 태풍의 풍하중 등) 환경에서 구조물에 직·간접적으로 부착 시공하는 방수재료가 대응해야 할 성능을 평가하기 위한 시험방법에 관한 것이다. 이와 같이 기 제정된 기술 표준의 시험방법을 기초로 하여 표준(안) 제정으로 검토 중에 있는 (가칭)점착형 복합 방수 시트의 시험항목에 포함된 구조물거동대응성능시험[2] 방법에 있어 일부 표준 내용 중 현장 시공성 반영 부족 문제와 표준 시공 방법으로서 오류 부분 등이 지적되면서 관련 업계, 시공사, 발주자(건설사), 시험기관 측에서 개선을 요구하고 있는 실정이다. 이에 본 연구를 통하여 개선(안)을 검토하고자 한다. 또한, 개선 사항을 반영한 성능평가를 통하여 검증된 결과를 표준 제정 자료로 활용하고자 한다.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 2. 기존 기술 표준 검토 및 개선 내용 고찰

본 장은 기존 기술 표준(AIK S 001 2019) 내용을 검토하고 이에 대한 개선 제안 내용[3]을 고찰하였다. 상세 검토 내용은 다음과 같다.

### 2.1 바탕 시험체의 레이턴스 제거 유무

기존 표준 내용은 건조바탕 상부 및 하부 시험체로 제작된 시험체를 탈형 한 후에 레이턴스를 제거하지 않고 방수 시공을 하도록 명기하고 있다. 이는 기존 표준 바탕체와 방수층의 부착력에 대한 검증을 위하여 가혹 환경의 시험 평가를 위해 레이턴스를 제거하지 않고 거동 시험체를 제작 하도록 규정하고 있다. 반면, 실제 방수공사 현장에서는 바탕정리 공정은 가장 기본적이고 중요한 공정으로 진행되고 있는 사항이므로 이에 대한 현장 시공성 반영이 필요할 것으로 판단된다.

따라서 개선 방향은 레이턴스를 제거하지 않는 기존 표준 내용을 현장성 반영 측면에서 레이턴스를 제거하는 공정으로 개선하고, 다만, 레이턴스를 제거하는 도구에 있어서도 표준 동일 조건을 부여 할 수 있도록 쇠 브러쉬(Brush)로 한정하여 제안하고자 한다.

### 2.2 습윤 바탕 시험체의 물기 제거 시간

기존 표준 내용은 습윤바탕 시험체 제작의 경우(20±2)°C의 물속에서 48시간 동안 침적하여 완전 포화 시키고 이후 시험체를 꺼내어 표면의 물기를 30초 동안 형걸 등으로 닦아낸다. 검토 내용은 습윤바탕 시험체 제작 시 48시간 동안 침적하여 완전 포화상태인 시험체 물기제거 시간을 30초로 한정하고 있다. 이는 방수공사 현장에서 방수층 시공 시 표면 함수율을 8% 이하(2020년 건축공사표준시방서 개정사항)로 규정되어 있는 사항에 반하는 규정이라 볼 수 있다. 단, 성능 검증 개념에서는 가혹 조건 하에서 장기 내구성 확보 가능성을 평가해야 하므로 성능 평가적 특성이 반영된 것으로 볼 수 있다. 이에 시험체 검증과 현장성을 모두 반영 할 수 있는 적정 물기 제거 및 건조 시간이 요구된다.

따라서 개선 방향은 48시간 동안 물에 침적되어 완전 포화 상태인 시험체 상태에서 물기를 30초 동안 닦아 내는 것 자체가 큰 의미가 없으므로 물기 제거 시간을 한정하지 않는 방향으로 제안하고자 한다. 다만, 방수재 시공에 소요되는 표준 시간을 한정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

### 2.3 습윤 바탕 시험체의 방수재 시공 가능 시간 부여

기존 표준 내용은 습윤 바탕 시험체 제작의 경우 하부 시험체를 포개어 놓은 후 30분 이내에 건조 바탕 시험체와 동일하게 제작 하도록 시험체 제작 시간을 한정하고 있다. 검토 내용은 습윤 바탕 시험체에 방수재 시공 시간을 30분 이내로 한정하고 있어 시간 이내에 레이턴스 제거, 시트 재단, 보강 등 작업이 불가능하다. 이에 시험 평가를 통하여 적정 시공 시간을 배정하여 현장성 반영 기준이 요구된다.

따라서 개선 방향은 상하부 시험체를 포개어 놓은 후 30분 이내에 시험체 제작하여 습윤 바탕 시험체의 방수재 시공을 각 3개로 제작된 시험체에 1개당 30분, 40분, 50분으로 각각 배정하여 시공하도록 하였다. 그 결과 약 45분의 시공 시간이 소요됨에 따라 1개의 습윤 바탕 시험체의 방수재 시공 시간을 50분으로 제안하고자 한다.

### 2.4 거동 시험체 제작 시 프라이머 도포 여부

기존 표준 내용은 건조바탕 시험체 제작의 경우 프라이머 도포 여부가 명기되어 있지 않다. 습윤바탕 시험체 제작은

제1공정(프라이머 등)으로 명기하고 있다. 검토 내용은 프라이머 도포 공정은 바탕 콘크리트와의 부착력과 관련되어 매우 중요한 요소 중 하나이다. 다만, 본 연구에서 방수재료로 검토되고 있는 점착형 복합 방수시트의 경우 도막층으로 적층되어 있는 비경화 형태의 고점착 재료 특성에 따라 타 방수재료와의 차별 될 수 있는 프라이머 도포 공정 제외를 제안한다.

따라서 개선 방향은 제1공정(프라이머 등) 도포 사항을 제외하는 것으로 제안하고 프라이머를 도포 하지 않는 사항을 명기하는 것으로 제안한다.

## 2.5 표준 접합부 보강 시공 기준 추가

기존 표준 내용에는 접합부 보강에 대한 사항이 명기되어 있지 않다. 그러나 현재 방수공사 현장에서는 방수 취약 부위를 중심으로 보강 시공을 진행하고 있으며 각 제품에 맞는 보강 시공 사항을 특기시방서에 명기하고 있다. 검토 내용으로 방수 공사에 있어 접합부 보강은 누수 취약부로 치부되기 때문에 매우 중요한 사항 중 하나이다. 특히, 시험 평가에 대한 사항은 표준 적용 가능하고 보편 타당한 접합부 보강 사항이 반드시 명기되어야 하므로 이에 대한 명확한 보강 시공 사항을 제안하고자 한다. 따라서 개선 방향은 접합부 보강에 있어 현장 시공과 시험 시공 검증 가능한 범위로 제안하고자 한다. 현장 시공 측면은 시트와 시트 겹침 부위 안쪽 수직 보강을 허용하되 방수공법 특기시방서 상의 명기를 제안하고자 한다. 즉, 시트와 시트 바깥쪽의 수직 끝 단부 가장자리 안쪽 25mm, 바깥쪽 25mm의 총 50mm와 그 해당 상부 및 하단부의 접합 단차 부위 25mm의 보강 할 수 있도록 명기하여 표준적인 시험 시공이 가능하도록 한다. 또한, 시험 검증의 변별력을 위해 명기한 접합부 보강을 제외한 방수층 최상단부와 최하단부의 보강은 허용하지 않는 것으로 제안하였다.

## 2.6 시험 결과의 정량화

시험 결과의 정량화는 기존 기술 표준 내용 중 4.6항의 시험방법과 4.6.1항의 상하 거동 자동 반복시험, 5.1항의 시험 결과의 표시 내용을 검토하여 본 연구의 점착형 복합 방수시트 적용 가능한 개선(안)을 검토하였다.

### 2.6.1 시험방법

기존 표준 내용은 거동 폭 2.5mm, 5.0mm, 7.5mm, 10.0mm(허용오차  $\pm 0.2$ mm 이내)의 조건을 순차적으로 적용하여 시험한다. 이때 지정된 거동 폭이 제작된 상하 시험체의 중심부에서 거동이 이루어질 수 있도록 변위계(LVDT) 등을 설치하여 측정한다. 각각의 거동 폭에 따라 아래의 온도, 담수조건, 챔버(수조)크기, 거동 폭, 속도, 횡수, 시험체 수, 평가 등의 시험조건(방법)으로 총 6개의 시험체를 시험하며, 누수가 발생되면 시험을 중단하고 최종적으로 통과된 거동 폭(횡수)을 기록한다.

- 1) 온도 : 항온조에 시험체의 일정높이까지 물을 채운 후 상온( $20 \pm 2$ )°C 상태에서 실험
- 2) 담수조건 : 수돗물(의뢰자의 요청에 따라 화학수 등으로 변경 가능)
- 3) 챔버(수조)크기 :  $(800 \pm 200)$ mm  $\times$   $(500 \pm 200)$ mm  $\times$   $(400 \pm 200)$ mm
- 4) 거동 폭 : 2.5mm, 5.0mm, 10.0mm(허용오차  $\pm 0.2$ mm 이내)
- 5) 속도 : 50mm/min
- 6) 횡수 : 각 거동 폭에 따른 3Cycle 시험
- 7) 시험체 수 : 총 6개(건조바탕면 3개, 습윤바탕면 3개)
- 8) 평가 : 누수발생 여부 관찰(누수 발생 시 거동 폭, 거동 횡수, 누수발생 경로 기록)

검토 내용은 다음과 같다.

- ① 거동 폭을 2.5mm, 5.0mm, 7.5mm, 10.0mm로 4단계의 거동 폭에서 발생하는 누수 여부만으로 시험 결과를 표시하고

있다.

- ② 시험 장치에 변위계(LVDT) 설치에 대하여 명기하고 있으나, 이에 대한 검증 내용 혹은 검증 결과를 반영한 내용이 포함되어 있지 않다.
- ③ 거동 폭(횟수) 기록에 대하여 명기하고 있으나, 결과 표시에는 반영하지 않고 4단계의 거동 폭에 대한 누수 여부를 기록하고 있다.

따라서 개선 방향은 다음과 같다.

- ① 거동 폭 2.5mm, 5.0mm, 7.5mm, 10.0mm는 점착형 복합 방수시트의 경우 현재 국내 방수공사 현장 중 가장 많이 활용되고 있는 건설사로 한국토지주택공사(LH)를 들 수 있다. LH에서는 자체 시방기준에 적합한 방수재료 및 공법을 선정하여 현장에 사용하고 있으며 이 기준 중 구조물거동대응성능의 품질관리 기준으로 10mm 거동에 대한 검증을 시행하고 있다. 이에 기존 표준 내용의 활용 측면에서 실제 현장 시공성이 반영되지 못하고 있는 사항을 보완하여 진행하고자 한다. 보완 제정(안)으로 거동 폭은 10mm로 지정하고 거동 횟수의 정량화 방안이 요구된다.
- ② 시험 장치에 변위계(LVDT) 설치에 있어서는 기존 표준 내용 중 거동 폭의 간격 변화 측정을 위해 변위계 설치를 명기하고 있으나 뚜렷한 검증 결과를 확인의 목적이 부재하여 그 효용성이 없으므로 본 내용은 삭제하는 것으로 제안하고자 한다.
- ③ 거동 폭(횟수) 기록은 기록 사항으로만 명기되어 있는 거동 폭(횟수)의 경우 정량적으로 누수 시점을 확인 할 수 있으므로 기존 표준에서 제시한 4단계(2.5mm, 5mm, 7.5mm, 10mm)의 거동 폭에 대한 결과 표시를 대체하여 시험 결과의 정량화 방안 마련에 접목 가능 할 것으로 판단된다.

### 2.6.2 상하 거동 자동 반복 시험

기존 표준 내용은 건조 바탕체, 습윤 바탕체를 거동 폭에 따라 총 3단계로 110회씩 진행하되, 누수현상이 발생하지 않으면 다음 단계(2.5mm~10.0mm)로 상향시켜 시험한다. 단, 시험 과정에서 누수현상이 발생하면 시험을 중지한다.

- 1단계 : 물을 챔버(chamber)내에 담수[수온(20±2)°C] 한 뒤 상온(20±2)°C 상태에서 30분간 정치한다. 이후 지정된 거동 폭으로 30회 거동 반복 시험한다. 거동에 따른 누수유무를 확인한다.
- 2단계 : 담수된 물을 배수한 뒤 온도(-10±2)°C에서 지정된 거동 폭으로 50회 거동 반복한다. 단, 1단계 시험완료 이후 120분 이내에 2단계 시험한다.
- 3단계 : 물을 챔버 내에 담수[수온(20±2)°C]한 뒤 상온(20±2)°C 상태에서 30분간 정치한다. 이후 지정된 거동 폭으로 30회 거동 반복 시험한다. 단, 2단계 시험완료 이후 60분 이내에 3단계 시험한다. 거동에 따른 누수유무를 확인한다.

검토 내용은 다음과 같다.

- 1) 거동 폭 10.0mm 단일 지정 사항 반영
- 2) 각 단계별 거동 횟수 및 시험 결과의 정량화 사항 반영
- 3) 2단계는 저온(-10±2)°C 검증 단계에서 담수된 물을 배수한 뒤 거동 시험이 진행되므로 실제 누수 여부 확인이 불가능한 상태이므로 이에 대한 대처 검증 방안 마련이 필요하며, 특히, 거동 횟수에 따른 누수 시점 기록의 시험 결과 도출가능 방안 마련이 요구된다. 따라서 개선 방향은 다음과 같다.
  - ① 1단계 : 지정된 거동 폭으로 30회 거동 반복 시험한다. → 10mm 거동 폭으로 300회 거동 반복 시험하고, 누수 발생 시 누수 시점의 거동 횟수를 기록한다.
  - ② 2단계 : 담수된 물을 배수한 뒤 온도(-10±2)°C에서 지정된 거동 폭으로 50회 거동 반복한다. 단, 1단계 시험완료 이후 120분 이내에 2단계 시험한다. → 담수된 물을 배수한 뒤 온도(-10±2)°C에서 10mm 거동 폭으로 50회 거동 반복한다.

- ③ 3단계 : 이후 지정된 거동 폭으로 30회 거동 반복 시험한다. 단, 2단계 시험완료 이후 60분 이내에 3단계 시험한다.  
→ 이 후 10mm 거동 폭으로 거동 반복 시험한다.

### 2.6.3 시험 결과의 표시

기존 표준 내용은 다음과 같다.

- 거동대응성 1 : 2.5mm의 거동 폭에서 시험체 중 하나라도 누수가 발생한 경우
  - 거동대응성 2 : 2.5mm의 거동 폭에서 모든 시험체에 누수가 발생되지 않은 경우
  - 거동대응성 3 : 5.0mm의 거동 폭까지 모든 시험체에 누수가 발생되지 않은 경우
  - 거동대응성 4 : 7.5mm의 거동 폭까지 모든 시험체에 누수가 발생되지 않은 경우
  - 거동대응성 5 : 10.0mm의 거동 폭까지 모든 시험체에 누수가 발생되지 않은 경우
- 검토 내용은 다음과 같다.

- 1) 일반적인 순위 체계 반영
- 2) 거동 횟수의 누수 시점 시험[4] 결과 등급화 반영

따라서 개선 방향은 다음과 같다.

- ① 기존 표준의 경우 예를 들어 1등급의 품질 기준이 가장 낮은 2.5mm 거동 폭에 대하여 규정하고 있다. 이는 일반적인 순위 체계를 역행하는 것으로 1등급을 가장 높은 등급으로 시험 결과를 명기하고자 한다.
- ② 본 연구에서 제안한 거동 횟수의 누수 시점에 대한 등급 범위를 설정하여 진행하였다. 이는 현재 현장성을 고려하여 한국토지주택공사(LH)의 시방 기준으로 제시된 구조물거동대응성 시험 거동 횟수 300회를 기준으로 하여 시험평가 측면의 15회를 더 추가로 총 315회로 설정하였으며 이에 대한 적정 등급 범위를 설정하여 진행하였다.

시험 결과의 표시에 있어 개선 제안 내용을 종합하면 다음과 같다.

- 거동대응성 1 : 3개 시험체 평균 315회까지 시험체에 누수가 발생하지 않은 경우(저온 -10±2°C 50회 거동 반복 시험은 누수 여부 관찰이 어려워 등급에서 제외함)
- 거동대응성 2 : 3개 시험체 평균 201~250회에서 시험체에 누수가 발생한 경우
- 거동대응성 3 : 3개 시험체 평균 151~200회에서 시험체에 누수가 발생한 경우
- 거동대응성 4 : 3개 시험체 평균 101~150회에서 시험체에 누수가 발생한 경우
- 거동대응성 5 : 3개 시험체 평균 51~100회에서 시험체에 누수가 발생한 경우
- 거동대응성 6 : 3개 시험체 평균 0~50회에서 시험체에 누수가 발생한 경우

## 3. 점착형 복합 방수시트의 거동대응성 검증 평가

### 3.1 시험 계획

본 연구의 성능 검증은 시험실 환경은 특별한 지정이 없는 한 온도(20±2)°C, 습도(60±10)%로 하여 진행하였고, 검증용 바탕 시험체는 다음 Table 1과 같이 상·하부 시험체를 건조면 3개, 습윤면 3개로 총 6개의 시험체를 1차와 2차 동일하게 제작하여 검증하였다.

**Table 1.** Manufacturing status of upper and lower test specimens

Item	Improvement Plan	Current Method
Upper Specimen		
Lower Specimen		

시험재료는 1차와 2차 동일하게 점착형 복합 방수시트만을 대상으로 하였고 단, 2차 시험에서 1개사의 제품 수급이 어려워 6개 제품으로 평가하였다. 각 제품별로 시료-1, 시료-2, 시료-3, 시료-4, 시료-5, 시료-6, 시료-7로 표기하여 진행하였다. 도막재는 아스팔트계, 합성고분자계, 부틸고무계 등의 재료가 사용되었고 시트재는 KS F 4917에 해당하는 재료를 사용하였다. 시험 검증용 장치는 구조물거동대응성능 시험 장치를 사용하였으며 다음 Table 2와 같다.

**Table 2.** Structural Behavior Response Performance Test Device

Item	Status of testing apparatus
Behavior response tester	

### 3.2 성능 시험 및 결과 고찰

거동대응성능 시험은 복합열화 및 구조체 거동이 동시에 작용하는 환경에서의 방수층 성능 시험방법의 기존 기술 표준 (AIK S 001 2019) 내용을 기초로 하여 점착형 복합 방수시트[5]의 표준 시험방법 제정(안) 검토에 따라 1차, 2차로 구분하여 성능평가를 진행하였다. 단, 1차 시험은 레이턴스 제거에 있어서 방수성에 미치는 영향 분석을 위하여 제거하지 않고 시험 평가하였고 2차 시험은 레이턴스를 제거한 후 진행하여 변별력을 검토하였다.

### 3.2.1 1차 시험 결과

1차 건조면 시험 평가 결과는 다음 Table 3과 같이 도출되었다.

**Table 3.** (First) Dry Surface Evaluation Results(Leakage point interval during testing)

Item	Specimen-1	Specimen-2	Specimen-3	Specimen-4	Specimen-5	Specimen-6	Specimen-7
①	0	0	12	12	8	0	305
Dry ②	2	0	13	11	4	0	73
③	0	0	10	14	13	0	212

건조 바탕면 시험체는 기존 기술 기준에 의거하여 레이턴스를 제거하지 않고 시험체를 제작하여 진행하였다. 이는 점착형 복합 방수시트에 있어 레이턴스가 방수재료에 미치는 영향을 분석하기 위한 것으로 총 21개 시험체 중 시료-7에 있어 각 305회, 73회, 212회 누수가 확인되었다. 이외에 대부분 시험 초기에 누수가 확인되었다. 이러한 결과를 볼 때 방수공사 공정에서의 바탕정리에 대한 중요성을 확인하였고, 레이턴스가 방수층의 수밀화에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 확인되었다. 이와 같은 시험 결과를 토대로 방수공사 현장에서의 바탕정리에 대한 면밀한 시행 및 감리가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 시험 방법 개선 사항으로 레이턴스를 제거한 바탕정리 사항을 제안하고자 한다. 1차 습윤면 시험 평가 결과는 다음 Table 4와 같다.

**Table 4.** (First) Wet Surface Evaluation Results(Leakage point interval during testing)

Item	Specimen-1	Specimen-2	Specimen-3	Specimen-4	Specimen-5	Specimen-6	Specimen-7
①	310	3	302	315	7	7	14
Wet ②	315	0	0	315	4	8	315
③	315	0	0	315	315	315	315

습윤 바탕면 시험체는 총 21개 시험체 11개 시험체가 300회 이상을 통과하였고, 10개 시험체가 시험 초반에 누수가 진행된 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 먼저 진행한 건조면과 상반되는 것으로 본 결과만을 고찰하였을 때 점착형 복합 방수 시트의 경우 습윤 환경보다 레이턴스 환경에서 더 부착력이 저하되는 것으로 판단된다.

### 3.2.2 2차 시험 결과

2차 건조면 시험 평가 결과는 다음 Table 5와 같이 도출되었다. 단, 2차 시험은 1개사의 시료 공급이 어려워 6개사의 제품을 대상으로 시험평가 하였다.

**Table 5.** (Second) Dry Surface Evaluation Results(Leakage point interval during testing)

Item	Specimen-1	Specimen-2	Specimen-3	Specimen-4	Specimen-5	Specimen-6
①	315	0	315	315	0	315
Dry ②	315	315	315	315	0	315
③	315	315	315	315	0	315

2차 건조면 시험 결과 1차 시험과 상반되는 결과로 전체 18개의 시료 중 약 78%인 14개의 시료에서 315회를 통과하는 결과가 나타났다. 이는 레이턴스가 방수층의 수밀화에 미치는 영향이 다소 큰 것으로 판단되었다. 또한, 취약 부위 보강[6]에

있어서도 전면 보강[7]으로 진행한 부분도 수밀성에 영향을 미친 것으로 판단된다. 이에 2차 연구 검토를 통하여 나타난 결과를 반영하여 레이턴스 제거에 대한 사항은 개선(안)으로 제안한 것으로 표준화 하고 다만, 접합부 보강에 있어 보강 범위 [8]를 축소하는 방안의 검토가 요구된다. 2차 습윤면 시험 평가 결과는 다음 Table 6와 같다.

**Table 6.** (Second) Wet Surface Evaluation Results(Leakage point interval during testing)

Item	Specimen-1	Specimen-2	Specimen-3	Specimen-4	Specimen-5	Specimen-6
①	315	0	212	315	0	0
Wet ②	315	0	79	315	0	315
③	315	315	96	315	0	0

2차 습윤면 시험 결과 315회를 통과한 시험체가 8개의 시료가 확인되었다. 지난 1차 시험에서 통과한 9개 시료보다 1개 작게 나타났지만, 총 시료수에서 차이가 있으므로 이를 반영하면 습윤면 시험결과는 1차와 2차 유사한 결과가 도출되었다.

### 3.2.3 성능 검증 종합 고찰

점착형 복합 방수시트를 대상으로 한 성능 평가 결과를 종합하면 다음 Table 7과 같이 1차 시험의 경우 건조면 보다 습윤면에서의 거동 대응력이 높은 것으로 확인 되었다. 이는 시험 대상 재료인 점착형 복합 방수시트에 있어 습윤 환경 보다 레이턴스 환경에 더 취약한 것으로 판단 할 수 있다. 이는 2차 건조면 시험에서 반영한 레이턴스를 제거하여 시험 한 결과에서도 나타났다. 다만, 모든 취약부에 대한 보강에 따른 어느 정도의 차이는 있지만, 1차 시험에 비해 2차 시험의 높은 합격률을 볼 때 레이턴스 제거의 현장성은 반영되어야 할 것으로 판단된다.

**Table 7.** Grade of test results for dry and wet surfaces

Item	Specimen-1	Specimen-2	Specimen-3	Specimen-4	Specimen-5	Specimen-6	Specimen-7	
Dry	①	0	0	12	12	8	0	305
	②	2	0	13	11	4	0	73
	③	0	0	10	14	13	0	212
	Average	0.67	0	11.67	12.33	8.33	0	196.67
	Grade	6	6	6	6	6	6	3
	Second	①	315	0	315	315	0	315
②		315	315	315	315	0	315	
③		315	315	315	315	0	315	-
Average		315	210	315	315	0	315	
Grade		1	2	1	1	6	1	
Wet		①	310	3	302	315	7	7
	②	315	0	0	315	4	8	315
	③	315	0	0	315	315	315	315
	Average	313.33	1	100.67	315	108.67	110	214.67
	Grade	1	6	5	1	4	4	2
	Second	①	315	0	212	315	0	0
②		315	0	79	315	0	315	
③		315	315	96	315	0	0	-
Average		315	105	129	315	0	105	
Grade		1	4	4	1	6	4	

따라서 점착형 복합 방수시트의 현장 적용시 레이턴스 제거에 대한 시방 조건을 반드시 포함되어야 하며 표준 성능 평가에서도 레이턴스를 제거한 후 시험체를 제작하여 현장 시공성 측면[9]의 고려가 요구된다. 또한, 성능 평가 결과에 따라 각 시료별 등급 결과를 도출하면 1차 건조면 시험은 대부분 6등급의 저조한 등급으로 나타났고, 시료-7의 제품만 3등급으로 도출되었다. 2차 건조면 시험은 6개 시료 중 5개사의 시료가 1등급과 2등급을 기록하고 있다.

습윤면은 이에 반해 1차 시험에서 제품별로 다양한 등급이 도출되었으며 시료-1, 시료-4는 1등급으로 나타났고 시료-7은 2등급, 시료-5와 시료-6은 4등급, 시료-3은 5등급으로 확인되었다. 2차 시험에서는 1등급, 4등급, 6등급으로 나타났다. 이와 같은 등급 결과를 고찰하면, 거동대응성평가의 경우 재료 물성과 현장 시공성이 동시에 검증 가능한 시험 방법임을 감안할 때 제품별 3개 시험체에 대한 거동 횟수의 누수 시점을 기록하여 평균 산출함으로써 각각의 재료 물성 및 시공성의 평균값의 정량화로 각 등급 기준에 따른 해당 제품의 명확한 품질 확인이 가능할 것으로 판단된다.

또한, 1차 시험에서 각 시료별 건조와 습윤면의 시험 결과를 종합하여 3개 시험체 모두 고른 시험 결과 측면을 고찰하면 건조면 시료-7, 습윤면 시료-3, 시료-5, 시료-6, 시료-7의 공통 적용 가능한 사항으로 1~2개의 시험체에서 모두 300회 이상의 거동 폭 및 횟수를 통과한 것으로 나타났다. 이는 시공성 측면에서 예측 해 볼 때 1개의 시험체에서 300회를 통과하였다면 재료 물성에 있어서 1등급으로 예측 할 수 있음을 의미한다. 그러나 등급이 하락한 사유는 시공성 저하로 인한 초기 누수가 발생 한 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

현재 지하 구조물 외방수와 합벽구간 등의 열악한 시공 및 자연 환경에서도 대응 가능한 점착형 복합 방수시트에 있어 그 사용성이 많아지고 있으나 품질 관리 부재로 방수공사 현장의 혼선이 초래되고 있다. 이에 본 연구에서는 (가칭)점착형 복합 방수시트의 표준 제정에 있어 시험 항목 중 하나인 구조물거동대응성 시험방법의 표준(안) 개선 내용에 대하여 연구 검토 하였다. 검토 결과는 다음과 같다.

- 1) 1차와 2차 성능 검증 시험을 통하여 도출된 바와 같이 중요한 방수공정 중 하나인 바탕정리(레이턴스 제거)에 대한 시험체 제작 시 반영해야 할 필요성을 확인 하였다.
- 2) 또한, 본 연구를 통하여 중점적으로 판단해야 할 사항은 구조물거동대응성 시험방법의 경우 재료적 물성과 시공성을 동시에 평가 할 수 있도록 판단 기준을 설정하여야 한다는 점이다. 그 이유는 1차와 2차 시험 평가 결과 내용 중 모든 제품별로 동일 조건하에서 3개의 시험체가 제작되었음에도 3개 시험체 각각에서 315회 통과한 결과와 0회에서 누수가 진행된 결과가 동시에 발생하였다. 이는 즉, 구조물거동대응성 시험평가 방법의 경우 재료 물성과 시공성을 모두 검증 가능한 시험 방법임을 입증하는 결과라 할 수 있다.

따라서 본 시험방법은 현장성 반영이 매우 중요한 사항임을 확인 할 수 있었다. 이러한 사항은 시험 검증을 위한 표준(안) 제정에 반드시 반영되어야 표준 시험방법으로서 효용성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 요약

본 연구는 지난 2019년 4월에 대한건축학회 기술표준(AIK-S-001-2019)으로 제정된 복합열화 및 구조체 거동이 동시에 작용하는 환경에서의 방수층 성능 시험방법에 있어 일부 표준 내용 중 현장 시공성 반영 부족 문제와 표준 시공 방법으로서 오류 부분 등이 지적되면서 이를 보완해야 한다는 관련 업계, 시공사, 발주자(건설사) 등에서 의견이 제안되었다. 이에 본 연구를 통하여 시험 항목인 구조물 거동대응성 시험방법에 있어 현장 시공성, 시험 결과의 정량화, 기타 개선 사항 등을 고찰 하였다. 고찰된 내용을 이용하여 표준(안)으로 제정 중인 (가칭)점착형 복합 방수시트에 포함되어 진행하고 있는 구조물거

동태응성능 시험방법에 표준 규격으로서 활용 가능성과 현장 시공성 반영 문제 등의 개선 내용을 검토하였다. 또한, 검토된 내용을 반영하여 1차와 2차 성능평가를 실시하여 그 결과를 도출하였다. 이에 본 연구를 통하여 도출된 개선(안) 및 성능평가 결과를 토대로 (가칭) 점착형 복합방수시트 제정(안)의 기초 자료로 활용하고자 한다.

키워드 : 기술표준, 구조물거동대응성능, 점착형 복합방수시트, 레이턴스, 거동시험체

## Funding

This research was funded by the ministry of land, infrastructure and transport of korean government, grant number (21CTAP-C151778-03) as part of the international joint research project.

## ORCID

Soo-Yeon Kim,  <http://orcid.org/0000-0002-0150-8848>

Jong-Sun Park,  <http://orcid.org/0000-0001-5595-5590>

Sang-Keun Oh,  <http://orcid.org/0000-0001-9975-3894>

## References

1. Architectural Institute of Korea. Test method for waterproofing layer performance in an environment where complex deterioration and structural behavior act simultaneously. Seoul (Korea) : Architectural institute of korea; 2019. p. 2-6.
2. Song JY. Composite deterioration behavior response performance evaluation of waterproofing materials using stress-strain analysis [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology. 2020. p. 60-2.
3. Park JS. A Study on the improvement of a test method for response to structural behavior of adhesive composite waterproofing sheet [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology. 2021. p. 20-51.
4. Kim SR. Development of artificial crack testing method for injection type repair materials used in leakage cracks of concrete structure in underground environment [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology. 2017. p. 122-32.
5. Kim SR, Kim MG, Oh SK. A Study on the Seismic Performance Design of Waterproofing Materials Applied Single-side Walls on Underground Structures. Korean Institute for Structural Maintenance and Inspection. 2020 Feb;24(1):43-50. <https://doi.org/10.11112/jksmi.2020.24.1.43>
6. Cho IK, Lee JY, Oh SK. Structure movement-coping waterproofing technology application for railroad facilities. Korea The Korean Society For Railway. 2010 Jul;2010(7):1964-9.
7. Song JY, Seo HJ, Choi EK, Lee JH, Kim BI, Oh SK. A Study on the Analysis of 3 Dimensional substrate behaviour of complex environmental deterioration and the analysis of results. Proceeding of The Korean Institute of Building Construction; 2017 Nov 9-10; Pusan, Korea. Seoul (Korea): The Korean Institute of Building Construction; 2017. p. 219-220.
8. Oh SK, Choi SY, Kim SY, Choi SM. A study on the characteristic of responsiveness to the movement by construction method types of exterior wall waterproof to applied in underground concrete structures. Korea Concrete Institute. 2014.May;18(2):903-4.
9. Jeon JY. Practice of constructuion management in field. Seoul (Korea): Book Publishing Construction Book. 2017. p. 18-30.