

# 콘크리트 교면 도막 방수재의 양생기간 및 시험체 온도에 따른 접착 특성

## Adhesive Strength Characteristics of the Curing Time and Test Temperature for Liquid Waterproofing Membrane in Concrete Bridge Deck

조 병 영\*      박 동 협\*      신 주 재\*\*      김 영 근\*\*\*  
Cho, Byoung Young      Park, Dong Hyup      Shin, Ju Jae      Kim, Young Geun

### ABSTRACT

This study is analyzed about the factor of adhesive strength characteristics, curing time, asphalt application, test temperature which are liquid waterproofing membrane of rubber-asphalt and chloroprene-rubber type for concrete bridge deck. According to the results, curing time is shorter, adhesive strength is less in chloroprene-rubber type. And also chloroprene-rubber and rubber-asphalt type are showed high adhesive strength in low temperature.

### 1. 서 론

교량의 교면은 차량 소통에 의한 반복하중은 콘크리트 교면 바닥판에 균열을 발생시킬 확률이 크고, 만약 균열발생시 균열 부위를 통해 수분이 침투하게 되면 철근을 부식시키며, 특히 동결기의 경우 응설제(CaCl<sub>2</sub>)의 사용으로 응설된 수분과 염화물이 균열부위로 침투되어 동결융해 작용이 반복될 경우 콘크리트의 열화와 철근의 부식을 더욱 촉진시킴에 따라 교량의 내구성 향상을 위한 조치로 교면 방수가 적용되고 있다.

교면 방수층은 차량소통이라는 도로 특수성에 의해 차량의 급제동 및 급가속에 의해 전단력이 작용하고, 만약 방수재의 접착력이 약할 경우 아스팔트의 밀림현상을 유발하며 심할 경우 아스팔트 포장층 및 방수층의 파손이 발생하는 등에 따라 방수 성능 뿐만 아니라 콘크리트 바닥판 및 아스팔트 포장층과의 접착력 확보가 교면 방수재로서의 중요한 요구 성능이기도 하다.<sup>1)</sup>

그런데 최근 국내 도로의 경우 사회적으로 교통체증이 심각해짐에 따라 신설 교량이나 교면 긴급 보수공사 후 교량의 조기 개통 요구 등에 의해 교량 공사 공정의 뒤부분에 위치한 교면 방수 공사의 일정이 단축되는 경우가 종종 발생하고 있다. 이러한 교면 방수 공사 일정 단축은 방수재의 충분한 양생 기간 미확보, 아스팔트 콘크리트 포설 유무 및 시점에 따라 방수재의 접착 성능에 대한 품질 변화가 있을 것으로 사료된다.

그러므로 본 연구에서는 현재 현장에서 교면용 도막 방수재로 많이 적용되고 있는 고무아스팔트계와 클로로프렌고무계 방수재 대하여 양생 기간, 양생조건 및 방수재 온도에 따른 접착 특성을 분석하고자 하였다.

\* 정회원, 한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 연구원

\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 선임연구원

\*\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 방수보수보강센터 센터장

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험요인으로 방수재는 고무아스팔트(RA)계, 클로로프렌고무(CR)계 2종류에 대하여 방수재의 양생기간을 기건상태에서 아스콘 포설 전은 1일, 4일, 10일로 하였으며, 방수재 도포후 1일 기건 양생후 아스콘 포설기간 1일, 5일, 15일 조건에서 양생하였다. 이때 시험체의 온도를 -10℃, 20℃로 하여 방수재 및 방수층에 대하여 실험계획 하였다.

표 1 실험계획

방수재종류	실험요인		시험체 온도	실험사항
	양생 기간			
	아스콘 미포설	아스콘 포설 후		
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 클로로프렌 고무계(CR)</li> <li>· 고무아스팔트계(RA)</li> </ul>	· 1일	· 1일	<ul style="list-style-type: none"> <li>· -10℃</li> <li>· 20℃</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지축건조시간</li> <li>· 인장강도</li> <li>· 신장률</li> <li>· 인열강도</li> <li>· 인장접착강도</li> <li>· 전단접착강도</li> </ul>
	· 4일	· 5일		
	· 10일	· 15일		

### 2.2. 사용재료

본 실험에 사용한 방수재는 국내산의 콘크리트 교면용 도막 방수재로 고무아스팔트(RA)계는 저온경화성의 제품이며, 클로로프렌고무(CR)계는 톨루엔 용제형의 상온경화성인 제품을 사용하였다.

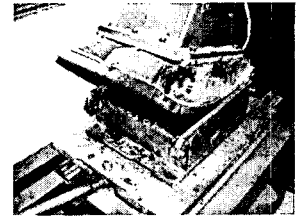


사진 1 아스콘 다짐 광경

### 2.3. 실험방법

본 연구의 실험방법으로 방수재의 용융 및 혼합은 제조사의 지시에 따랐으며, RA계 방수재는 160℃에서 용융하여 사용하였다.

방수재의 지축건조시간 시험은 KS M 5000 규정에 의거 20℃ 조건에서 실시하였으며, 인장강도, 신장률 및 인열강도는 KS F 3211의 규정에 따라 실시하였다.

인장접착강도 시험은 먼저, 밀판으로 사용할 콘크리트는 배합설계강도 350kgf/cm<sup>2</sup>을 목표로 한 배합을 적용하였으며, 콘크리트를 300×300×50mm로 제작하여 28일간 양생한 후 표면을 기중 상태에서 건조시켜 표면의 레이턴스 및 이물질을 제거한 후 윗면에 방수재를 도포하고 소정기간 양생하였다. 아스팔트 콘크리트 혼합물 일반 밀입도를 사용하였으며 KS F 2374의 휠트래킹 시험방법에 의거 온도 140±10℃에서 50회 왕복 다짐으로 하여 5cm 두께로 포설 다짐하였다. 방수재의 양생 및 시험체의 보관은 20±3℃의 기중에서 실시하였다.

포설 다짐한 시험체는 100×100mm의 크기로 절삭하여 100×100mm 인장용 지그를 에폭시 접착제로 접착시켜 24시간 경화시킨후 그림 1과 같이 시험체 면에 수직방향으로 하여 초당 1kgf/cm<sup>2</sup>의 하중속도로 인장 하였으며 시험체는 시험 실시전 시험온도 조건인 -10℃ 및 20℃에서 약 1시간 동안 보관하였다.

전단접착강도 시험은 인장접착강도 시험체와 동일한 시험체로 그림 2와 같은 고정장치에 고정시킨후 재하속도 1mm/min로 하중을 가하였다.

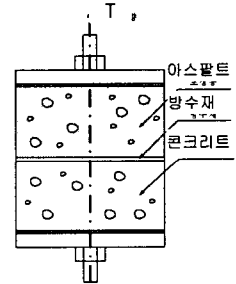


그림 1 인장접착강도 시험체

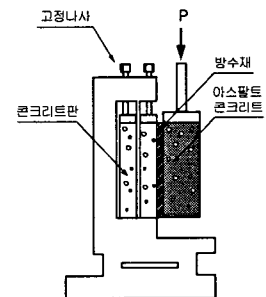


그림 2 전단접착강도 시험체

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1. 지축건조시간 및 인장성능

지축건조시간은 고무아스팔트(RA)계 방수재는 5분으로 나타났으며, 클로로프렌고무(CR)계 방수재의 경우는 20분으로 나타나 CR계가 늦은 것으로 나타났다.

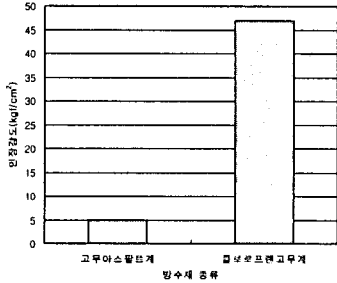


그림 3 방수재 종류별 인장강도

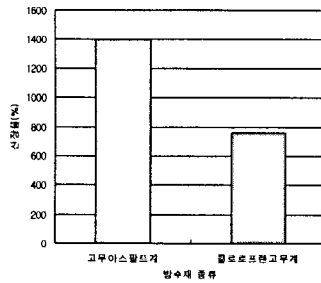


그림 4 방수재 종류별 신장률

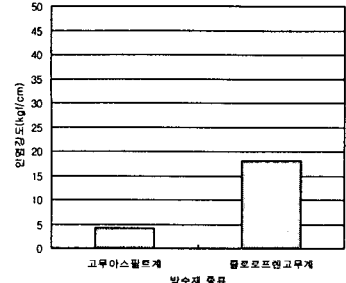


그림 5 방수재 종류별 인열강도

그림 3, 4 및 5는 방수재 종류별 인장성능을 인장강도, 인장강도 파단시 신장률 및 인열강도를 나타낸 것이다.

인장강도의 경우 CR계가 RA계보다 약 9배의 정도 큰 것으로 나타났으며, 신장률의 경우는 RA계가 CR계 보다 약 2배 정도 큰 것으로 나타났다.

인열강도는 인장강도와 유사한 경향으로 CR계가 RA계보다 약 4.5배 정도 큰 것으로 나타났다. 인장강도와 인열강도의 강도차는 인장강도 기준 대비 인열강도가 RA계의 경우 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, CR계의 경우는 약 1/2.5로 나타났다.

### 3.2 인장접착강도

그림 6은 아스팔트 콘크리트 미포설 상태인 기건 상태에서의 방수재 양생기간에 따른 시험체 온도별 인장접착강도를 나타낸 것이다.

전반적으로 시험체 온도에 따른 인장접착강도는 저온인 -10℃ 시험체에서 높게 나타났다.

먼저, RA계의 경우 20℃ 시험체의 인장접착강도가 6~7kgf/cm<sup>2</sup>의 범위로 나타났으며, CR계의 경우 양생기간이 짧을 경우 인장접착강도가 낮게 나타났고 특히, 양생기간 4일에서 약 5kgf/cm<sup>2</sup> 정도로 나타나 현재 KS 규격 0.6N/mm<sup>2</sup> 및 도로공사시방인 6kgf/cm<sup>2</sup>에 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

그림 7은 그림 6과 동일한 방법으로 아스팔트 콘크리트 포설 후 방수재 양생기간에 따른 인장접착강도를 나타낸 것이다. 전반적으로 그림 6과 유사한 경향으로 나타났으나 CR계의 경우 20℃ 시험체의 경우 양생기간이 길어질수록 인장접착강도도 서서히 증가하는 것으로 나타났다.

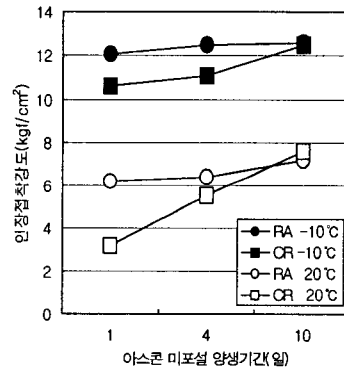


그림 6 아스콘 미포설에서의 인장접착강도

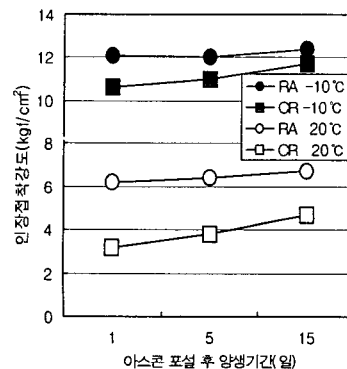


그림 7 아스콘 포설 후 인장접착강도

이는 아스팔트 콘크리트 포설에 따른 CR계 방수재 용제인 톨루엔의 증발(휘발)을 저하시켜 경화가 지연된 원인에 의한 것으로 사료된다.

### 3.3 전단접착강도

그림 8은 아스팔트 콘크리트 미포설 상태인 기전 상태에서의 방수재 양생기간에 따른 전단접착강도를 나타낸 것이다. 전반적으로 RA계와 CR계가 유사한 것으로 나타났으며, 또한 양생기간 10일에서는 CR계가 다소 높은 것으로 나타났다.

### 3.4 상호관계

그림 9는 인장접착강도와 전단접착강도의 상호관계를 나타낸 것이다.

전반적으로 시험체 온도가 낮을수록 RA계 및 CR계 모두 강도가 높은 것으로 나타났으며, 상관성에 있어서는 시험체 온도가 고온보다는 저온에서 인장접착강도와 전단접착강도가 비교적 상관성이 있는 것으로 나타났고, 특히 CR계의 경우가 상관성이 있는 것으로 나타났다.

양생기간에 따른 강도변화는 RA계의 경우 크지 않은 것으로 나타났으며, CR계의 경우는 양생기간에 따라 강도 변화가 큰 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

콘크리트 교면용 도막 방수재인 고무아스팔트계와 클로로프렌계 고무계의 양생 기간, 조건 및 시험체 온도에 따른 방수재의 접착력 특성을 분석한 실험결과는 다음과 같다.

- (1) 방수재 양생기간 및 아스팔트 콘크리트 포설에 따른 인장접착강도 및 전단접착강도는 고무아스팔트계의 경우 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, 클로로프렌계의 경우 시험체 온도 20℃에서 양생기간이 짧고 아스팔트 콘크리트를 포설하여 양생할 경우 접착강도가 낮게 나타났다. 따라서 클로로프렌계 도막 방수재의 경우 양생기간 및 방법에 대한 적절한 시공법 제시와 준수가 요구된다.
- (2) 시험체 온도에 따른 인장접착강도 및 전단접착강도는 시험체 온도 -10℃ 보다 20℃에서 고무아스팔트계 및 클로로프렌계 모두 약 6kgf/cm<sup>2</sup> 정도 낮게 나타났다. 따라서 국내의 하절기 기온과 교량 교면의 자연환경적 특성을 고려한다면 내열성이 안정되고 고온에서도 우수한 접착력을 발휘할 수 있는 접착력 개선이 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. 이병덕, 박성기, 김광우 ; 교량 바닥판 조건에 따른 교면방수시스템의 인장접착 특성, 한국도로포장 공학회논문집, 제4권3호, pp.1~9, 2002. 9.
2. 오상근, 김영근, 송병창, 장성주 ; 건축방수시스템의 설계와 시공, 청우미디어.

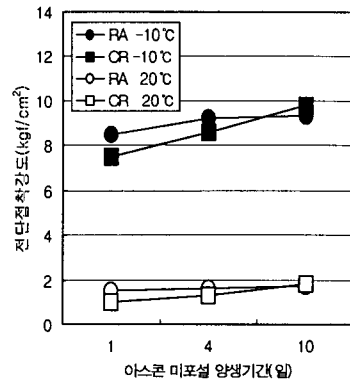


그림 8 인장접착강도 시험체

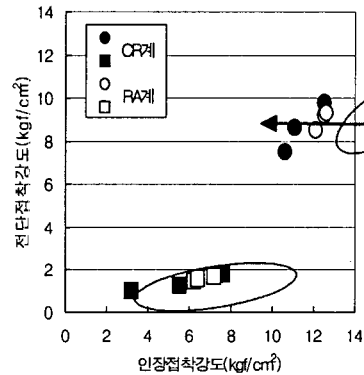


그림 9 인장접착강도 시험체