

강상판 교면포장 크롤로플렌 도막방수재의 성능평가에 관한 연구

Evaluation of Chloroprene Waterproofing Materials for Steel Deck Bridge

박태순* · 김학서**

Park, Tae Soon · Kim, Hak Seo

1. 서 론

교면포장에서 방수는 교량의 수명과 안전을 확보하는데 주요한 공정중의 하나이다. 교량의 방수층은 교통하중의 영향, 상판의 온도변화, 수축작용, 기상작용이 복잡하게 작용하므로 일단 파손되면 수분이 상판에 침투하기 때문에 콘크리트의 열화, 철근의 부식, 강재의 부식 등을 초래하여 주요 부재의 단면 손상까지 이르는 주된 원인이 된다. 즉, 교량에 시공되는 방수재는 일반 건축용 방수재와 달리 교통하중으로 인한 진동과 직접 자연환경에 노출되어 있다는 것이다. 특히, 자연환경 측면에서 우리 나라는 사계절변화와 강우분포가 짧은 기간 동안에 집중되어 있어 교량의 방수층에는 더욱 열악한 환경에 처해있는 실정이다. 이 때문에 교면포장 방수재의 성능확인이 매우 중요한 절차로 인식되고 있다.

본 연구에서는 이러한 교량의 특수성과 자연요건을 고려하여 교면포장 방수재료의 하나인 크롤로플렌 도막방수재를 사용하여 방수재 성능을 평가하기 위해서 인장강도, 저온가소성시험 및 흡수팽창시험을 실시하였고 도막두께를 변화시키면서 투수시험을 실시하였다. 또한, 방수재와 상판 그리고 포장층 전체시스템의 성능을 시험하기 위하여 운하중 주행시험을 통한 방수재 파손정도와 도막두께 변화에 따른 전단강도시험 및 직접전단시험을 실시하여 방수층의 전단강도와 점착력, 상판·포장층의 내부마찰각을 검토하였다.

2. 시험재료

본 연구에 사용된 크롤로플렌 도막방수재(이하 도막재)는 피막을 형성하여 방수층을 형성하는 합성 고무의 일종으로서 도료형태로 국내에서 제작된 것이다. 전단강도시험 및 직접전단시험시 방수층과 상판을 견고하게 밀착시킬 목적으로 프라이머를, 방수층과 포장층간의 부착을 향상시키기 위해 택코트(RSC-4)를 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 밀도로 도포하였으며 포장층은 교면포장용 10mm SMA 혼합물을 사용하였다.

* 정희원 · 서울산업대학교 토목공학과 교수 · 02-970-6506 (E-mail:tpark@duck.snut.ac.kr)

** 정희원 · 서울산업대학교 토목공학과 대학원 · 02-970-6946 (E-mail:ddsoon@hanmail.net)



3. 시험방법 및 결과

3.1 방수재의 성능시험

3.1.1 인장강도시험

본 도막재는 KS M 6518(가황 고무 물리 시험 방법)의 4.에 규정하는 아령형 3호형의 시험편을 표준 상태에 1시간 이상 방치한 후, 인장시험기에 물림 간격이 60mm가 되도록 시험편을 부착하고 500 mm/min의 인장속도로 시험편이 파단될 때까지 인장한다(그림 1참조). 시험결과인 그림 2에서 볼 수 있듯이 시험편 3개의 평균 인장강도가 58.3(kgf/cm²)로 기준치인 15(kgf/cm²)보다 약 4배를 상회하였다.

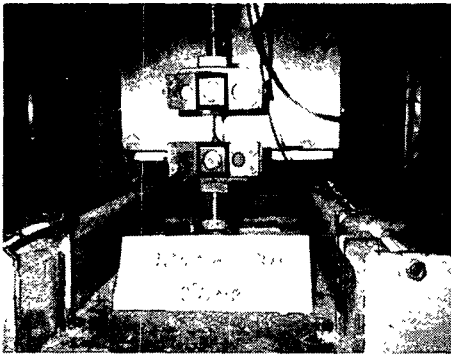


그림 1. 인장강도시험

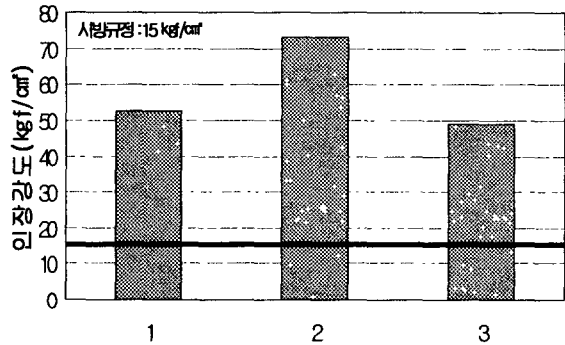


그림 2. 인장강도시험 결과

3.1.2 저온가소성시험

1.5kg/m²의 밀도로 길이 150mm, 폭 30mm의 시험편을 각기 3개 도포, 5일간 양생한 후 다시 -10±1℃의 저온수조에 4시간이상 양생한 후 꺼내어 즉시 그 중앙부를 사전에 동온도로 냉각한 직경 5mm의 강봉에 3초안에 180℃ 굴곡한다. 이 굴곡에 의한 손상이 없을 때 합격으로 처리하는데 본 시험에서는 시험편 3개 모두 파단이나 균열과 같은 손상이 발생하지 않았다.

3.1.3 흡수팽창시험

1.5kg/m²의 밀도로 길이 300mm, 폭 30mm의 시험편을 각기 3개 도포, 5일간 양생한 후 다시 길이를 측정하고, 50℃의 향온수조에 72시간 침수한 후 시험편을 꺼내어 30분간 실온에 방치한 후의 길이를 측정하여 그 증감을 %로 나타낸 평균치를 구한다. 시험편 3개 모두 각각 2mm수축한 0.7%의 감소율을 나타내 기준치인 ±1.0%에 만족한 결과를 얻을 수 있었다.

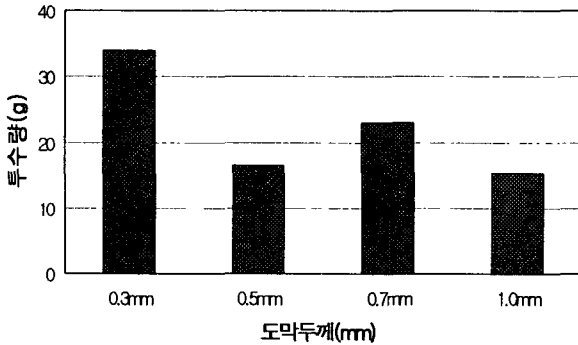
3.1.4 가열수축시험

1.5kg/m²의 밀도로 길이 300mm, 폭 30mm의 시험편을 각각 3개 도포, 5일간 양생한 후 다시 길이



를 측정하고, 180℃에 조절한 항온기내에 30분간 방치한다. 다음에 시험편을 꺼내어 1시간 이상 방치 후의 길이를 측정하여, 그 증감을 %로 나타내고 평균치를 구한다. 시험편 3개 모두 각각 5mm씩 수축한 1.7%의 수축율을 나타내 기준치인 ±2.0%에 만족한 결과를 얻을 수 있었다.

3.1.5 투수시험



도막재의 두께변화에 따른 방수능력을 평가하기 위해서 도막재를 0.3mm, 0.5mm, 0.7mm, 1.0mm두께로 도막방수처리를 하고 KS F 4919에 따라 1kg/cm²의 수압으로 투수 시험을 실시하였다.

그림 3은 도막두께 증가에 따른 투수시험결과를 나타낸 것이다. 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼 도막두께에 관계없이 모두 투수가 발생하여 도막두께의 재고가 필요한 것으로 나타났다.

그림 3. 도막두께 증가에 따른 투수시험결과

3.2 혼합물과의 성능시험

3.2.1 유탄중 주행시험

유탄중 주행시험을 실시하기 위해 먼저 투명 필름에 프라이머(1일양생), 도막재(도막두께 1mm, 5일양생), 텍코트(1일양생)를 실시한 후 이를 유탄중 주행시험용 강판물드 내부에 설치하였다. 그 위에 SMA 혼합물을 130℃로 포설·다짐하여 교량상판을 묘사한 슬래브를 제작하고 상온에서 1일 방치한 후 유탄중을 10,000회 주행시켰다(그림 4 참조). 시험 후 방수층상의 손상여부를 파악하기 위해 투명 필름이 부착된 슬래브 밑면을 관찰하였는데 슬래브 중심방향의 방수층 밑면에 집중적으로 점형태의 파손자국이 발생하였다. 이는 포장체 내부의 골재가 유탄중의 작용으로 인하여 방수층을 파손시킨 것

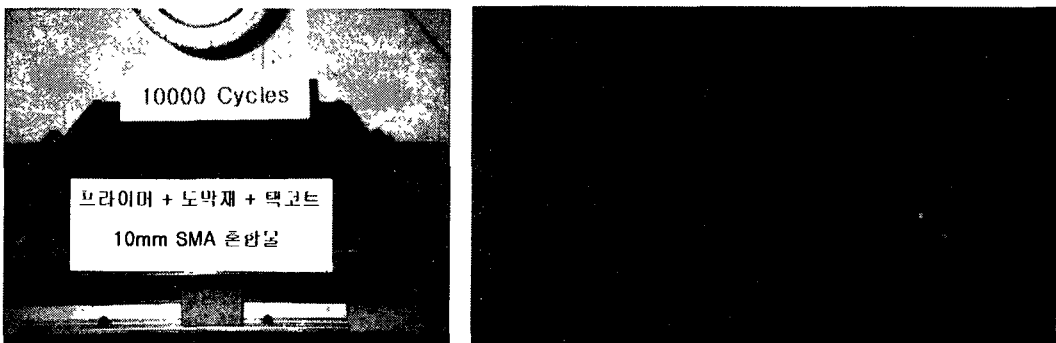


그림 4. 유탄중 주행시험



으로 추측되며, 방수층 파손방지와 보호를 위해서 방수층의 두께를 증가시키거나 보호층을 설치해야 할 것으로 판단된다.

3.2.2 전단강도시험

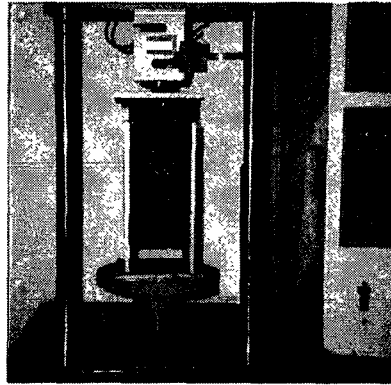
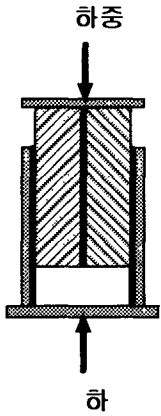


그림 5. 전단강도시험

교량의 방수층 및 아스팔트 포장층 간 차량하중의 급제동, 급출발 등에 의해 발생하는 교량의 상판과 방수층 사이에서 발생할 수 있는 아스팔트 혼합물의 밀림에 의한 방수층의 전단변형 저항성을 측정하는 시험이다. 시험방법은 슬래브 제작(단, 강판에 직접 프라이머, 도막재, 택코트도포)까지는 윤택중 주행시험과 동일하며 재하속도는 20mm/min, 시험온도는 상온 20℃에서 수행하였다 (그림 5 참조).

그림 6은 본 연구에서 시험한 도막재와 타기관에서 수행한 여러 가지 방수재의 전단강도시험 결과를 비교한 것이다. 그림 6의 전단강도시험결과를 비교한 것처럼 도막두께 변화에 따라 전단강도의 변화는 크게 발생하지 않았다. 또한, 클로로플렌 도막방수재의 평균전단강도는 타방수재의 중간정도의 전단강도를 보이는 것으로 나타났다.

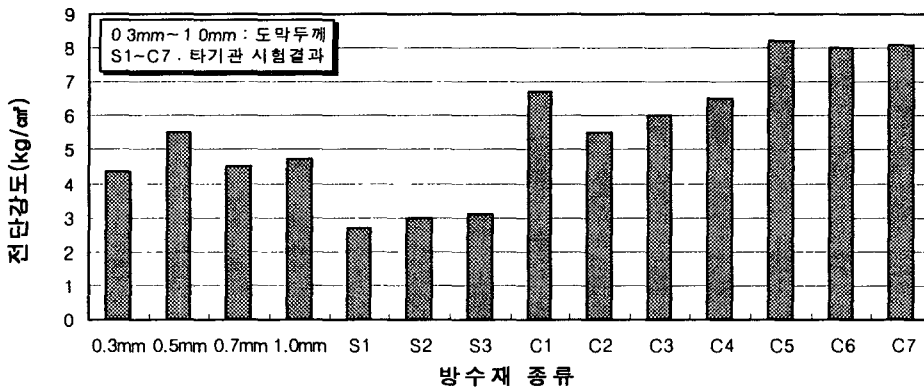


그림 6. 전단강도시험결과 및 비교

3.2.3 직접전단시험

직접전단시험은 방수층과 포장층 사이의 점착력(C)과 내부마찰각(φ)을 이용한 전단강도를 분석하기 위해서 실시하였다. 전단시험기구는 시료를 넣을 수 있는 두 개의 금속전단상자로 이루어져 있는데



본 시험에서는 하층 교면상판에 프라이머(1일양생), 도막재(도막두께 0.5, 1.0, 1.5mm 각각 5일양생), 택코트(1일양생)를 실시하였다. 다음, 상층에 SMA 혼합물을 130℃로 포설·다짐하여 공시체 제작·양생 후 그 위에 재하판을 상재하였다. 시험은 1mm/min의 속도로 수직하중 8kg, 16kg, 32kg, 48kg과 도막두께를 각각 변환시키면서 전단 저항력을 수평 프루빙링(proving ring)으로 측정하였다. 시험개요와 사용된 시험장비는 그림 7과 같다.

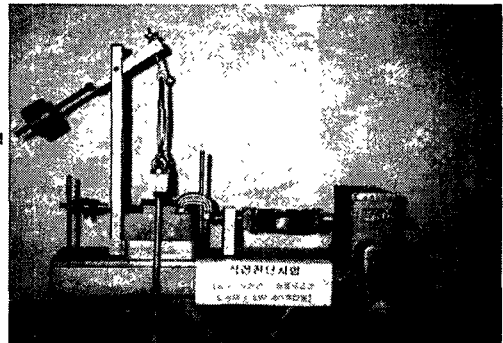
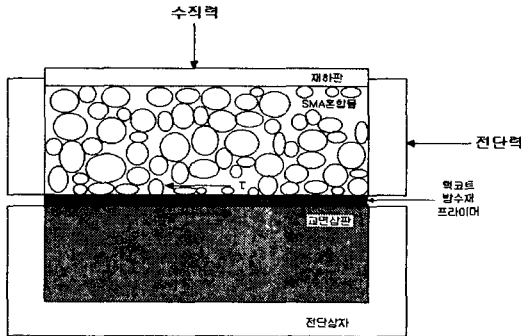


그림 7. 직접전단시험

그림 8은 도막두께변화에 따른 전단응력-수직응력의 관계를 나타낸 것이고 그림 9는 도막두께 0.5mm일 때 수평변위-전단응력의 관계를 나타낸 것이다. 도막두께가 얇을 경우 수직응력의 변화에 전단응력이 민감하게 변화하였으며 수직하중의 증가는 전단응력을 동시에 증가시켜서 포장층과 방수층의 전단응력의 변화는 유효중과 크게 관련이 있는 것으로 나타났다.

표 1. 직접전단시험 결과

도막두께(mm)	점착력 (C, kg/cm ²)	내부마찰각 (φ, °)
0.5	2.4	39
1.0	2.1	34
1.5	4.4	16

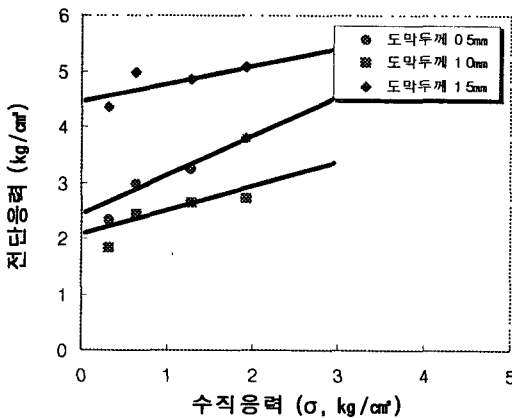


그림 7. 전단응력-수직응력관계

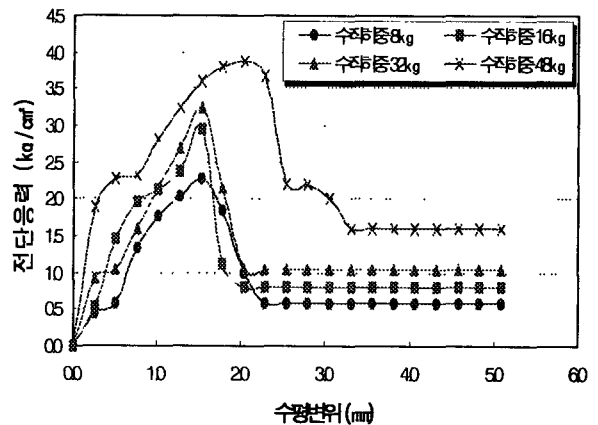


그림 8. 수평변위-전단응력관계(도막두께0.5mm)



4. 결 론

본 연구에서는 강상판 교면포장에 사용하고 있는 크롤로플렌 도막방수재를 사용하여 각종 실내시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- ① 방수재 성능시험인 인장강도, 저온가소성, 흡수팽창, 가열수축시험 결과 모두 시방에 규정된 기준치를 상회하고 있어 도막재 자체는 안정된 상태라고 할 수 있다.
- ② 방수재 투수시험에서는 도막두께에 관계없이 모두 투수가 발생하여 방수재 두께와 투수성에 대한 재연구가 필요하다.
- ③ 윤택중의 주행방향으로 방수층 파손이 집중적으로 나타난 결과를 보아 교통하중에 의한 방수재 파손이 예상되어 방수재의 두께를 현재보다 증가시키거나 보호층이 필요한 것으로 나타났다.
- ④ 도막두께가 얇을 경우 수직응력의 변화에 전단응력의 기울기가 커지고 수직하중이 증가할수록 전단응력이 증가하여 방수층의 전단응력변화는 상부에서 작용하는 윤택중의 크기와 관련이 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1. 한국도로공사, “교면포장의 실용화 연구”, 1995, pp20~27
- 2. 한국도로공사, “교면 포장재료 및 모사시험기 개발연구(1)”, 1998, pp70~78
- 3. 한국산업규격, “지붕용 도막 방수재”, KS F 3211, 1990.
- 4. 日本道路協會, “道路橋 鐵筋 콘크리트 上版 防水層設計・施工 資料”, 1987, pp73~84
- 5. 小笠原 照夫, 笹井 幸男, 松島 保志 “鋼上版鋪裝の塗膜系の防水層 選定について”, 第23回日本道路會會議論文集, 1999.10, pp385
- 6. 小川 功, “콘크리트 橋 上版防水層에 關する 室內試驗”, 鋪裝 1985.10, pp8~13
- 7. 土田 中, “橋面防水層의 施工と效果의 測定”, 鋪裝 1985.5, pp12~14
- 8. 官川豊章, “콘크리트 上版防水工を中心として”, 防水 1996.8, ジャーナル, pp37~43