

## 교면포장의 설계유의점

유승욱\* · 지길용\*\* · 정시윤\*\*\* · 도경일\*\*\*\*

### 1. 서론

#### 1.1 개요

교면포장의 기능은 먼저 교량위를 주행하는 자동차운전자에게 주행쾌적성을 만족시켜주어야 하고 교량상판을 보호해야하며 다음으로는 수명이 오랜동안 유지 되어야 할 것이다.

그러나 교면포장은 초기단계에서는 주행쾌적성을 만족시킬 수 있지만 시간이 경과할수록 교면포장에 변형이 발생하여 주행쾌적성이 떨어지기 마련이고 결국은 재포장을 해야할 상황에 놓이게 되는 것이다. 이렇게 재포장단계까지 얼마만한 시간이 걸릴것인가 하는 것이 우리의 관심사가 될 것이다. 즉, 초기단계의 컨디션을 수명이 다 할 때 까지 오랜동안 그 기능을 간지할 수 있을 것인가 하는 것이다.

현재 기사공된 교면포장은 상당한 경우 수명을 다하기 전에 교면포장이 파손되는 경우가 자주 발생되고 있으며, 심지어는 교면포장이 끝나서 교통개방을 한지 얼마되지 않아 파손현상을 보이는 사례도 등장하여 그동안에 간과했던 문

제점들이 있었지 않았나 하는 의구심을 갖게한다. 또한 교면포장이란 말 그대로 교량의 상판위에 포장을 올려놓는 것이기 때문에 교량상판의 구조적인 영향을 교면포장이 그대로 수용하지 않으면 안되는 것이다.

특히, 콘크리트 상판인 경우에는 윤하중이 교량상판에 미치는 연구결과에서 교량상판의 파손은 휨응력에 의한 휨파괴가 아니고, 주로 편칭전단파괴(punching shear failure)에 의해 주로 발생하고 있다고 보고되어있다.

교량의 상판이 편칭전단파괴의 영향을 받는 경우 교량상판의 파손이 일어나기 전에 교면포장파손이 먼저 일어나기 마련이고, 편칭전단파괴가 교량상판의 파손으로 이어지지 않더라도 이러한 취약지점에서는 교면포장이 자주 파손됨으로 인하여 교면포장의 불량을 의심하게 되는 경우도 예상된다. 따라서 교량 상판의 거동이 교면포장에 영향을 주게되는 부분에 대해서도 규명이 필요하다. 그래서 교면포장은 교량상판의 거동과 연관지어서 생각해야하며, 분리하여 생각하기가 어려운 문제라고 사료된다, 여기서는 이러한 교면포장의 설계에 대하여 설계자의 입장에서 고려해야할 사항에 대해서 살펴보고자 한다.

\* (주) 홍익기술단 대표이사(도로 및 공항 기술사)

\*\* (주) 한서기술단 상무이사(도로 및 공항 기술사)

\*\*\* 서울특별시 건설국 도로계획과 계장(측지기술사)

\*\*\*\* 서울특별시 건설안전관리본부 토목기사(토목시공 기술사)

## 1.2 국내에서 교면포장

### 1.1.1 교면포장의 역사

국내에서 교면포장의 초기에는 일반밀입도 아스팔트로 교면포장을 하는 것이 대부분의 경우였다. 그러나 점점 교량이 장대화되면서 교량형식도 강상판형교의 등장이 두드러져서 교면포장의 중요성이 보다 더 중대한 관심사가 되기에 이르른다.

수도권고속도로 및 1980년대 후반부터 건설되고 있는 교량의 교면포장은 아스팔트 콘크리트 포장 5cm를 포설하고 있으나, 장대교등에는 소요평탄성을 얻기가 힘들며, 장기간 공용후 평탄성의 유지에 대해서는 회의적으로 판단된다. 또, 교면포장의 노후화가 발생되었을 경우 기존포장의 제거, 또는 기존 콘크리트슬래브의 부분단면 제거가 요구될 수 있으며, 경우에 따라 상판슬래브 자체 또는 상부구조시스템 전체를 걷어낼 필요가 있게된다.

### 1.1.2 현재 교면포장의 종류와 추세

현재 설계에서 주로 비교검토되고 있는 교면포장의 종류는 밀립도 아스팔트, 개질아스팔트, 구스아스팔트, 매스틱아스팔트가 있다. 최근에는 주로 개질아스팔트의 사용이 두드러지고 있는데 개질아스팔트에는 SBS, SBR LATEX, SMA 아스팔트가 있고, 고속도로의 경우에는 한국도로공사 도로연구소의 연구개발결과를 토대로 SMA 포장공법으로 가는 추세를 보이고 있다. 참고로 최근에 시공된 동호대교의 교면포장은 콘크리트상판의 경우 “개질아스팔트+개질아스팔트”, 강상판의 경우 “구스아스팔트+개질아스팔트”로 재포장하였고, 여기서 사용된 개질아스팔트는 SBS(Styrene Butadiene Styrene)였다. 영종대교의 교면포장은 “구스아스팔트+개질아스팔트”로 설계되어있다.

## 2. 본 론

### 2.1 설계시 교면포장채택의 중요성

위에서도 살펴보았지만 교면포장의 파손은 보수작업의 범위를 설정하는데 어려움이 따르고, 보수비용의 부담과 아울러 보수작업시 교통통제를 해야하는 번거로움과 이에 따른 사회적 손실 비용발생, 교량위라는 좁은 한정된 공간에서의 작업의 난이등 보수에는 많은 어려움이 따르기 마련이므로 어떤 교면포장을 선택할 것인가는 보수주기와 보수공법과 연관지어 볼 때 매우 중요하다.

### 2.2 교면포장의 구성과 두께

교면포장은 교량상판과 접하는 하면으로부터 방수층+접착층+하층(기층)+택코팅+상층(표층)으로 구성되고, 교면포장의 두께는 건교부의 도로공사 설계기준에서 교량상부 구조물을 환경영향과 교통하중 충격으로부터 보호하고, 소요규정된 평탄성을 획득하기 위하여 아스팔트 콘크리트 고르기층 4cm와 마모층 4cm, 총 8cm를 2회에 나누어 포설토록 제시되어있다.

즉, 건교부의 설계기준은 교면포장의 두께는 8cm의 두께로 하고, 상층4cm와 하층4cm로 나누어 포설하도록 제시되어 있다.

### 2.3 외국의 사례

#### 2.3.1 미국의 경우

미국의 경우 콘크리트 상판의 교량이 1991년도 집계에 따르면 69%에 달하는데 그중 24%가 구조적 결함을 갖고 있는 것으로 조사되었고, 가장 큰결함 요인은 제빙염의 침투로 인한 상판 철근의 부식에 기인한 것으로 보고 되어있다.

포장재료에는 Elastomer(탄성체) 계통의 개질 아, Latex 계통의 개질제, Epoxy계통의 개질 아

스팔트 및 Polyester를 재료로 한 합성섬유 첨가 아스팔트 혼합물 등 매우 여러 종류의 재료를 폭넓게 사용하고 있다.

2.3.2 독일의 경우

1961년 제정된 독일의 강상판 포장 시방에 의하면 모두 복수층개념을 적용하는 것이 특징이다. 이러한 이유는 강상판의 교면포장으로서는 일반 도로포장용 아스팔트 혼합물을 직접 사용하게 되면, 아스팔트와 강상판의 열팽창 계수의 큰차이로 인한 과도한 열응력으로 구조적 결함의 원인이 되기 때문이다. 1980년대 말부터 독일과 벨기에 등에서는 쉬트 또는 도막을 이용한 완전 방수 시스템이 적용되고 있으며, 이는 교량의 내구성 증진에 방수의 중요성이 큰 비중을 차지하고 있는 것을 반영하고 있다.

독일에서는 1992년 강상판의 교면포장에 대하여 시방을 제정하여 사용하고 있다. 이 시방은 교면포장 재료, 시공, 품질관리 등에 대하여 폭넓게 규정하고 있으며, 방수에 대하여 매우 중요하게 다루고 있다. 또한, 콘크리트 상판의 교

면포장에 대하여는 1987년의 시방을 통해서 방수와 접착층에 관하여 규정하여 사용하고 있다.

2.3.3 일본의 경우

일본의 경우를 살펴보면 콘크리트 상판의 교면포장은 일반 아스팔트 포장으로 4~8 cm를 하는 것을 원칙으로 하고 있고, 강상판의 경우는 상판위에 접착층을 두고 그 위에 구스 아스팔트로 하층을 형성하고 상층에는 구스아스팔트, 천연아스팔트를 첨가한 구스 아스팔트, 개질 아스팔트 등을 시공하고 있다. 방수층은 하층에 설치하는 구스아스팔트가 담당하게 하여 따로 두지 않는 경우도 있다. 일본에서 강상판의 교면포장은 본주 4국 연락교, 대삼대교, 제천대교 등의 많은 시공경험이 축적되어 있으며, 본주 4국 연락교의 교면포장에서는 설계기준을 제정하여 사용한 바 있다. 그러나 현 단계에서도 뚜렷한 강상판 교면포장의 설계지침은 제정되지 못하고 있는 단계이다.

강상판 교면포장의 현황 및 시공사례를 살펴보면 다음표와 같다.

표 1. 강상판의 교면포장 현황

구분	독 일	일 본	미 국																
	<table border="1"> <tr> <td>표 층</td> <td>: 구스 or (스톤) 매스틱</td> </tr> <tr> <td>방 수 층 보 호 층</td> <td>: 구스, 매스틱, 방수시트</td> </tr> <tr> <td>방수차단층</td> <td>: 시트, 도막방수</td> </tr> <tr> <td>강 상 판</td> <td></td> </tr> </table>	표 층	: 구스 or (스톤) 매스틱	방 수 층 보 호 층	: 구스, 매스틱, 방수시트	방수차단층	: 시트, 도막방수	강 상 판		<table border="1"> <tr> <td>표 층</td> <td>: 개질아스팔트</td> </tr> <tr> <td>방 수 층 보 호 층</td> <td>: (로울드)구스</td> </tr> <tr> <td>프라이머(접착층)</td> <td>: 아스팔트</td> </tr> <tr> <td>강 상 판</td> <td></td> </tr> </table>	표 층	: 개질아스팔트	방 수 층 보 호 층	: (로울드)구스	프라이머(접착층)	: 아스팔트	강 상 판		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본과 동일개념</li> <li>- 탄성계 수지를 이용한 개질 아스콘 단층 포설공법에 대한 연구진행</li> </ul>
표 층	: 구스 or (스톤) 매스틱																		
방 수 층 보 호 층	: 구스, 매스틱, 방수시트																		
방수차단층	: 시트, 도막방수																		
강 상 판																			
표 층	: 개질아스팔트																		
방 수 층 보 호 층	: (로울드)구스																		
프라이머(접착층)	: 아스팔트																		
강 상 판																			
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구스와 매스틱을 이용한 방수층 형성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구스를 이용한 방수포장층 형성</li> <li>- 표층의 경우 소성 변형에 저항성이 큰 개질아스팔트 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄성계 수지인 경우 단층포설로 공기단축</li> <li>- 비교적 공사비 고가</li> </ul>																

## 2.4 교면포장의 설계시 고려사항

교면포장의 파손원인으로 볼수 있는 요소들은 다음과 같이 생각해 볼 수 있다.

- ① 중차량 통행에 따른 소성변형과 충격에 따른 파손(운하중의 편칭전단파괴)
- ② 해당 지역의 기후 : 일년중 온도변화의 최고값과 최저값
- ③ 동결의 영향 : 한랭지에서 포장체내에 침투한 소량의 수분이 동결융해되면서 동상을 받게 되는 영향.
- ④ 교량의 형식(강교, 콘크리트교)에 따른 교량의 경간장 : 특히 장대교량의 경우 처짐진동에 대한 값들이 커지게 마련이므로 이에따른 영향을 받게 될 것이다.
- ⑤ 방수처리기능의 부적합
- ⑥ 접착층의 기능발휘 부적합
- ⑦ 강상판교량의 경우 아스팔트의 열팽창계수와와의 큰차이로 과도한 열응력으로 구조적결합의 원인

위에서 살펴본바와같은 교면포장의 파손원인은 교면포장의 설계시 고려해야할 사항이다. 참고로 교면포장의 파손원인에따라 교량형식별로 나타나는 구체적인 파손형상은 콘크리트 상판의 교면포장은 소성변형과 포트홀등이고, 강상판교량의 교면포장은 균열과 소성변형이 가장 큰 파손원인으로 조사되어 있다.

## 2.5 교면포장의 설계

설계자의 입장에서는 이와같은 영향을 고려하여 설계에 반영할 수 있는 교면포장설계의 지침서가 명확하지 못한 상태에서 교면포장을 설계할 때마다 가이드라인을 찾기 위해 부심하고 있다. 설계자들이 접할 수 있는 설계자료들은 정

부간행물로써,

- ① 건설부, 도로포장설계시공지침
- ② 건교부, 도로공사 설계기준,
- ③ 건교부, 교량구조물의 보수보강공법편람가 있고, 기타 관련참고서적으로는
- ④ 한국도로공사, 고속도로 설계기준
- ⑤ 포장위원회, 아스팔트 포장요령, 원기술
- ⑥ 한국도로공사, 도로설계요령,
- ⑦ 김주원, 최신아스팔트포장, 세종문화원
- ⑧ 시설계된 장대교량의 설계 종합보고서
- ⑨ 아스팔트제품회사에서 제공하는 자료가 있다.

설계자의 입장에서는 건교부에서 제시하는 지침을 따라서 설계할 수 있어야 하지만 명확한 제시가 없기 때문에 상당한 혼란을 겪고있는 상황이다. 일반적으로 설계에서 검토되는 교면포장의 [하층+상층]의 구성은 [밀입도아스팔트 + 밀입도아스팔트, 개질아스팔트 + 개질아스팔트, 구스아스팔트+구스아스팔트, 구스아스팔트+개질아스팔트]의 네가지 형태로 구분할 수 있으며, 이들을 서로 비교검토하여 공법이 채택되고 있다.

설계도중에 제품의 선택을 위해 경제성을 비교할 때가 많다. 이때 무조건 공사비가 상대적으로 저렴한 재질이나 공법을 채택하는 우를 범하는 경우가 있는데, 이는 투자비의 회수라는 측면에서 장기적인 측면과 단기적인 측면이 함께 고려되어야 할 문제로서 기술자들이 다시 한번 생각해봐야 할 문제이며, 발주처의 입장에서도 다시 한번 심사 숙고해야 할 부분이다.

## 2.6 고속도로의 교면포장

현재 고속도로의 교면포장은 100미터 이상의 장대교와 100미터 이하의 소교량에 대해서 구분하여 설계에 적용하고 있다. 한국도로공사 도로

연구소에서는 교량의 형식을 교량의 규모 및 교량의 형식에 따라 3가지로 구분하여 적용하는 교면의 종류에 따른 SMA 혼합물의 적용기준을 만들어서 이용하고 있는 것이 가장 최근에 적용하고 있는 기준이다.

그러나 이 기준은 한국도로공사 도로연구소의 성과이므로 고속도로설계시에 적용되는 기준이며, 국도를 비롯한 일반도로설계에서 교면포장에 적용하기 위한 설계자료로는 적합한 기준이 없기 때문에 교면포장의 채택은 어려움이 뒤따르기 마련이고, 기술자의 주관적인 판단이 지배적인 상태에서 공법이 채택되므로 일관성이 떨어지고 혼선을 가져오고 있는 것이 현실이다.

## 2.7 방수시스템과 교면포장의 배수시스템

콘크리트상판의 구조적결함을 갖게 하는 것이 제빙염의 침투로 인한 상판철근의 부식이라는 미국의 조사결과를 보아서 알 수 있는 바와같이 교면상판의 보호를 위해서는 방수에 대해서 매우 중요하게 다루어야 한다. 따라서, 이에 못지않게 중요한 것이 배수기능이다.

즉, 포장체 내부에 존재하는 물을 신속하게 배수시키는 기능을 말하는 것이다. 구조적으로 배수가 불가능한 곳, 바닥판 시공중 발생된 요철에 포장층으로부터 침투한 물이 체류하게 되면, 반복적인 통과 차량에 의해 펌핑현상, 동결융해현상에 의해 포장층의 노후화와 박리를 촉진시키므로 이를 완화하기 위하여 유도배수관 및 매설형배수관을 설치하여 침투수를 즉시 유도 배수처리하는 교량상판의 배수처리공법들이 필요할 것으로 사료된다. 이렇게 함으로서 교량포장면의 내구성을 증가시켜 보수기간 및 구조물 수명연장을 시키게 될 것이다. 따라서, 향후 교면포장의 설계에서는 방수시스템은 물론 배수시스템에 대해서도 기능을 발휘할 수 있도록 고려하여야 할 것이라고 사료된다

## 3. 결 론

교면포장은 러팅현상에 대비하여 내유동성을 확보해야 하는데, 이를 만족시키면 아스콘의 성질이 고체로 경화되며, 이렇게 내유동성이 확보된 아스콘은 균열에 취약해 지기 때문에 내유동성을 확보하면서도 균열이 발생되지 않아야 하는 양쪽조건을 만족시키는 두 마리의 토끼를 잡아야하는 상황이 된다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 교면포장공법이 우리실정에 맞게 이제 만들어 져야할 때가 온 것 같다.

포장전문가가 아니더라도 일선 기술자들이 쉽게 교면포장의 문제를 해결할 수 있도록 교면포장지침서가 만들어져야 할 것이다. 이러한 가이드라인이 명확하지 못하면 설계상 어려움은 물론, 재포장에 따른 불필요한 비용이 지출될 것이다. 국내에서 가설되는 장대교량이 점점 늘어나고 있는 추세인 것을 감안하면 교면포장에 대한 연구개발이 시급한 때라고 사료되며, 이러한 연구개발과정에서는 교량상판의 거동에 대해서 합동으로 연구할 관련분야 전문가인 교량설계전문가도 함께 참여하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

또한, 기존 교면포장의 재포장을 위해서도 과학적이고 객관적인 포장에 대한 평가가 나와서 합리적이고 경제적인 유지관리가 이루어지도록 지속적인 연구개발이 필요하다고 사료된다.

## 참고문헌

1. 김주원(1985), "최신아스팔트포장", 세종문화원
2. 건교부(1995), "교량구조물의 보수보강공법편람"
3. 건교부(1998), "'98 도로공사 설계기준"
4. 건설부(1991), "도로포장설계시공지침"
5. 류명찬, 옥창권, 권기철(1995), "교면포장의 실용화연구", 도로연 95-23-8, 한국도로공사 도로연구소.

6. 박정희(1999), "SMA 혼합물의 회복탄성계수 시험방법 비교연구", 석사학위논문, 한양대학교 환경대학원
7. 서울특별시 건설안전관리본부(1987), "동호대교 외 2개 연결고가차도 안전진단에 따른 유지보수공사 실시설계 종합보고서", 평화엔지니어링종합건축사사무소.
8. 이광호, 옥창권(1995), "SMA 포장의 실용화 및 최적화연구", 도로연 98-67-21, 한국도로공사 도로연구소.
9. 포장위원회(1997), "아스팔트 포장요령", 원기술
10. 한국도로공사 설계기준
11. 한국도로포장회(1999), "도로포장공학회지 창간호"
12. 한국도로공사 도로연구소(1995), "교면포장의 실용화연구"
13. 한국도로공사 도로연구소(1994), "윤하중이 교량상판에 미치는 영향연구"
14. 한국도로공사(1994), "도로설계실무편람 포장공편"
15. 한국도로공사(1998), "설계실무자료집 포장공편"
16. 藤井治芳외 2인(昭和 56년), "도로포장의 유지보수", 山海堂.
17. 사단법인 일본도로협회(평성 5년), "아스팔트 포장요강",
18. 일본도로공단, "도로설계요령"

### 한국도로포장공학회 회원가입안내

(1) 회원의 종류

- 정 회원 : 포장공학과 관련된 학문의 학식 또는 경험이 있는 자
- 학생회원 : 포장공학과 관련이 있는 학과의 대학, 전문대학에 재학중인 학생
- 특별회원 : 본 학회의 목적사업에 찬동하는 개인이나 단체

(2) 회 비

- 입 회 비 : 20,000원(정회원에 한함)
- 연 회 비 : ① 정 회원 : 20,000원 (중신회비 400,000원)
- ② 학생회원 : 10,000원 (대학 및 전문대학생에 한함)
- ③ 특별회원 : 특급 : 100만원 이상, 1급 : 50만원 이상
- 2 급 : 30만원 이상, 도서관회원 : 5만원

(3) 입회신청

회원이 되고자 하는 개인이나 단체는 소정의 입회원서와 입회비 및 연회비를 납부하시기 바라며, 자세한 사항은 학회사무국에 문의하시기 바랍니다.

(4) 회비납부 (가입회원명으로 입금)

한빛은행(역삼동지점) : 122-169621-02-101 한국도로포장공학회

사무국 : 서울특별시 강남구 역삼동 776-13 (성원빌딩 7층)

전화 : 02-564-5642    팩스 : 02-569-4707

**사단법인 한국도로포장공학회**