

**전기로슬래그 혼합골재를 이용한 조기교통개방이 가능한
연속 적층식 상온 아스팔트포장 유지보수 공법**
**Early Traffic Opening-Capable Continuous Multi-Layer Asphalt Pavement
Maintenance Method Using Electric Arc Furnace Slag Aggregate and
Emulsified Asphalt.**

김완상* · 이석홍** · 권문현*** · 최도선****

Kim, Wan Sang · Lee, Suck Hong · Kwon, mun hyun · Choi, do sun

Abstract

The main purpose of this paper is to introduce the early traffic opening-capable continuous multi-layer asphalt pavement maintenance method using electric arc furnace slag aggregate and emulsified asphalt to the actual construction sites.

As well known, the previous surface treatment method of emulsified asphalt mixture have various shortcomings such as long work-time, traffic congestions, plastic deformation and poor evenness. Thus, the proposed method has enabled the early traffic opening by utilizing the optimized emulsified asphalt after consideration of the climate and road conditions in Korea.

The application of the electric furnace slag with 6 ~ 18 mm thickness is helpful to become a environment-friendly construction method. And also, it has been improved enough to accommodate night-time works of mechanized construction activities for wearing course and control course.

key words : emulsified asphalt, electric arc furnace slag aggregate

1. 서론

국내외적으로 환경규제가 강화되고 있으며 일본 교토협약(지구 온난화 방지 회의)의 결과 선진국들의 지구 온난화 가스 배출축감 목표가 2006년~2010년까지 평균 6% 삭감으로 결정되었다. 우리나라는 OECD 가입으로 국제적인 감축압력이 거세질 것으로 예상되며 산업 전 분야에서 CO₂를 감축할 대체 기술의 개발이 시급한 실정이다. 건설 분야에서는 CO₂배출과 에너지 소모가 비교적 많은 아스팔트 콘크리트 제조분야에서의 감축 노력이 필요할 것으로 판단되고 있다.

미국, 프랑스, 스페인 등의 선진국을 중심으로 가열에너지를 사용하지 않고 온실가스를 배출하지 않는 상온형 아스팔트포장에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 기존 포장면의 평탄성 향상과 미끄럼 저항성 회복 등을 위해 초박층 포장 공법을 사용하고 있다. 초박층 포장은 뛰어난 방수성과 짧은 시공기간, 빠른 교통개방성, 경제성 우수 등과 같은 여러 가지 이점으로 1980년대 유럽에서 시작되어 1990년대 미국 그리고 오늘날에 이르면서 전세계적으로 수행되는 환경 친화적인 포장공법으로 도로 기술자들에게 호평을 받는 선진 기술로써, 본 연구는 이러한 상온 아스팔트인 개질 유탄화 아스팔트와 전기로 슬래그 골재를 혼합하여 제조한 혼합물을 현장에 적용한 내용을 중심으로 기술하였다.

* 정회원 · 현대건설기술연구소 주임연구원 · E-mail:kimws@hdec.co.kr
** 정회원 · 현대건설기술연구소 팀장/수석연구원 · 공학박사
*** 비회원 · (주)OAT M&C 대표이사
**** 비회원 · 용마엔지니어링 부사장

2. 전기로 슬래그 골재와 개질 유화아스팔트를 사용한 포장공법의 특징

상온 아스팔트 혼합물은 크게 골재와 유화아스팔트 및 첨가제로 구성되어 있으며, 재료를 고온으로 가열하지 않은 상태에서 혼합물을 생산한다. 바인더로는 아스팔트, 물, 유화제 및 기타 첨가제로 이루어진 유화아스팔트 에멀전을 사용하며, 사용되는 유화아스팔트 에멀전의 특성 및 첨가제의 종류에 따라 물성에 많은 차이가 나타난다. 혼합물의 생산은 비가열 상태에서 이루어지며 혼합물의 온도가 약 10~30℃인 상온상태로 현장에 포설되며, 도착하여 통기과정과 필요에 따른 다짐과정 등을 거치면서 유화아스팔트내의 용매와 수분의 증발하여 양생이 이루어지며 포장체로서의 강도와 내구성을 가지게 된다.

본 연구에 사용된 유화 아스팔트 혼합물은 현장의 적용성 및 포장의 공용성을 높이기 위해 천연라텍스와 경화시간 조절용 첨가제 및 저장안정성 향상을 위한 첨가제를 사용하여 제조된 개질 유화 아스팔트와 내마모성이 우수한 전기로 슬래그 골재를 혼합하여, 골재와의 부착력을 증대시키고 여름철 온도에 대한 안정성과 내마모성을 향상 시키며, 양생시간을 단축하여 현장 적용성을 용이하게 하였다. 또한 조절층 및 마모층의 연속 적층 기계화 시공이 가능하여 상온에서 6mm~18mm 이하의 두께로 포설하는 박층 포장공법으로써 환경오염물질을 배출하지 않는 환경친화적인 재료로 다음과 같은 특징과 장점이 있다.

- ① 내구성 - 천연 Latex가 첨가되어 탄성이 있고, 높은 온도에서의 변형에도 안정하며 골재와의 결합력 및 접착성이 향상되어 내구성 우수.
- ② 접착성 - 아스팔트, 콘크리트, 철판 등에도 우수한 접착성.
- ③ 환경친화성 - 에멀전은 인체나 지하수에 유해하지 않으며 상온 시공으로 작업 시 안전하고, CO₂의 발생이 없어 대기환경에도 영향을 주지 않으며, 사용된 전기로 슬래그 골재는 자원 재활용 측면에서 환경친화적이다.
- ④ 신속성 - 혼합과 시공이 빠르고 별도의 다짐이 필요 없으며 30분~1시간 경과 후 교통 개방 가능.
- ⑤ 시공성 - 장비 또는 인력 시공이 가능하며, 박층 포장이 가능하여 도로표면을 절삭하거나 맨홀부분을 들어 올릴 필요가 없다.
- ⑥ 다양한 칼라 - 포장면에 고내구성의 칼라 에멀전으로 이용하여 다양한 색상으로 코팅이 가능하다.

2.1 시공성

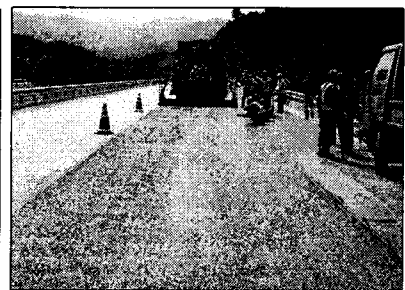
기존 포장면을 5cm 절삭하고 표면처리 한 후, 시공하게 되는 가열 아스팔트 혼합물 유지보수 공법에 비해 개질 유화 아스팔트를 이용한 공법은 균열보수와 함께 동일한 재료로 텍코팅을 실시하고 바로 포설장비를 이용한 시공이 가능하기 때문에 시공시간과 양생시간이 짧아 필요에 따라 단층 또는 연속 적층 방식으로 현장에 적용할 수 있으며 조기 교통개방이 가능하다.



a) 바탕면 처리



b) 취핑 및 접착층 시공



c) 시공

그림 1. 콘크리트 포장 구간의 시공



a) 바탕면 처리

b) 취핑 및 접착층 시공

c) 로올러 다짐

그림 2. 아스팔트 포장 구간의 시공

시공 시간은 기존 포장면의 바탕면 처리를 제외하면 접착층 시공 30분 경과 후 1차 포설을 실시하고, 1시간 이내의 양생시간 후에 2차 포설이 가능하여 전체적으로 빠른 교통개방이 이루어질 수 있다.

2.2 경제성

기존 도로의 절삭을 최소화하여 이로 인해 발생하는 페콘크리트 및 페아스팔트 혼합물의 처리비용이 상대적으로 감소되며, 플랜트에서 가열 아스팔트 혼합물을 생산하기 위한 연료비용의 절감과 현장까지의 혼합물 운반에 따른 비용 등의 절감효과가 있다. 또한 산업폐기물로 그동안 보조기층 재료 등으로 사용되던 전기로 슬래그 골재를 이용함으로써 부순모래 등의 일반 골재를 사용하는 경우보다 경제성면에서 유리하다.

3. 현장 적용성

공용중인 도로에 균열 및 파손 등이 발생해 유지보수가 필요한 중앙고속도로 구간의 콘크리트 포장도로와 아스팔트 포장도로로 산업물류 이동차량의 통행이 많은 교량 구간에 각각 시험시공을 실시하여 현장 적용성을 파악하였다.

3.1 콘크리트 포장구간

중앙고속도로 대구방향(하행선) 단양부근 2개 차로 80m 구간의 기존 콘크리트포장 위에 전기로 슬래그 골재를 사용한 개질 유화 아스팔트 혼합물을 이용하여 1층 포설은 6mm로, 2층 포설은 8mm로 하여 전체 두께 14mm의 초박층으로 현장시공을 실시하였다. 콘크리트포장 위의 덧씌우기 시공은 바탕면 처리, 프라이머 도포, 연속 적층방식에 의한 박층포장 시공, 줄눈부 시공, 양생 및 교통 개방 순서로 실시하였고, 시공 후 일정 시간 경과 후 현장을 방문하여 포장면에 대한 육안조사와 함께 포장면의 미끄럼저항 시험과 Pass-by 방법에 의한 노면소음 측정을 실시하였다.

3.2 아스팔트 포장구간

주변 공업지역의 중차량 통행이 많아, 거북등 균열, 종방향 균열이 전구간에 걸쳐 분포된 국도 17호선 순천방향(하행선) 신탄진의 과선교 1개 차로 200m 구간에 대하여 파손이 발생한 기존 포장면은 절삭 보수 후 개질 유화 아스팔트와 전기로 슬래그 골재를 사용한 혼합물을 이용하여 덧씌우기를 실시하였다. 이 구간은 차량 통행이 빈번하여 조기 교통개방을 목적으로 2층 포설 완료 후 머캐덤 로올러를 이용하여 다짐을 실시하였다. 그 외의 시공순서는 콘크리트 포장구간과 동일하게 이루어졌으며, 공용 후 현장을 방문하여 포장면에 대한 육안조사를 실시하였다.

3.3 공용성 추적조사 결과

육안조사 결과, 적용한 현장 두 곳 모두의 포장표면 상태는 양호하여 균열, 변형 등은 발생하지 않았다. 콘크리트 포장구간에 대하여 실시한 미끄럼 저항시험과 노면소음 측정결과에서도 시공 부근의 현재 공용중인 표면에 비해 미끄럼 저항성은 유사한 값을 얻었고, 노면소음은 감소되는 결과를 얻었다.



그림 3. 미끄럼 저항 시험



그림 4. Pass-by방법에 의한 노면소음 측정

표 1. 공용성 추적 조사 결과

미끄럼 저항 시험결과 (BPN)			노면소음 측정결과 (dB(A))		
측정횟수	location 1	location 2	차종	부근의 콘크리트 포장면	현장 시공 포장면
1	83	69	승용차	81.4	77.2
2	85	70	SUV	83.2	77.2
3	85	71	버스	84.7	78.6
4	85	70	트럭	86.5	83.9

노면 소음 측정의 경우 공용중인 도로의 소음도를 측정하는 것이 측정거리, 주변소음도 등을 명시한 소음 측정 규정이나 기준과는 일부 상이하나 전반적으로 차종별 소음을 측정하여 그 차이를 밝히는 것에 의미가 있다고 사료된다.

4. 결론

현장적용 결과는 다음과 같다.

- 장비에 의한 기계화 시공으로 시공속도가 빠르며, 경화시간 조절용 첨가제 등의 사용으로 양생시간을 단축하여 조절층 및 마모층의 연속 적층 기계화 시공이 가능하였다.
- 천연라텍스를 첨가한 동일한 재료의 텍코트를 사용함으로써, 부착력이 증가하였고, 다공질의 전기로 슬래그 골재를 사용한 혼합물의 결합력도 우수한 것으로 판단된다.
- 공용성 추적조사 결과, 미끄럼 저항성은 부근의 콘크리트 포장면과 유사한 값을 나타내, 미끄럼방지를 위한 마찰력 확보가 필요한 구간에 대한 적용이 가능할 것으로 사료된다.
- 노면 마찰음의 측정은 공용중인 도로로 인해 규정에 따른 시험을 실시하지는 못하였으나, 각 차종별로 5회 측정하여 평균값을 비교한 결과는 개질 유화 아스팔트와 전기로 슬래그 골재를 혼합하여 제조한 혼합물을 시공한 구간에서 기존 콘크리트 포장구간보다 최대 6dB(A) 감소 효과가 나타났다.

참 고 문 헌

1. 박태순, 김지선, 김윤수, 초박층 포장의 성능평가 연구, 한국도로학회 춘계 학술발표회 논문집, 2006
2. 김광태, 김세준, 이석홍, 김완상, 초박층형 보수 포장의 현장 적용성 연구, 한국도로학회 학술발표회 논문집, 2006
3. 남궁연, 한종민, 이석홍, 서순일, 전기로 산화슬래그 골재를 이용한 아스팔트 콘크리트 혼합물의 특성에 관한 연구, 한국도로학회 학술발표회 논문집, 2006
4. 한국전자재시험연구원, 상온 박층시공 혼합물 MSK 및 상온혼합 균열채움재 구스-콜드 실의 특성 평가 한국전자재시험연구원, 2005