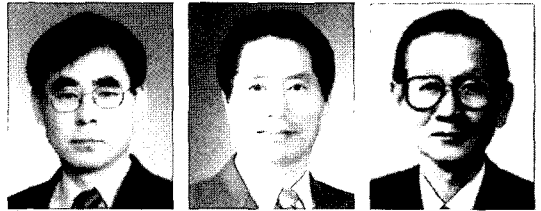


아스팔트 포장의 콜드조인트 종방향균열 개선방안



조 규 태 | 정회원 · 인천대학교 첨단도로교통연구센터 책임연구원
정 태 준 | 정회원 · 건설교통부 부산지방국토관리청
남 영 국 | 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수

1. 개요

국내 포장도로의 약 84%가 아스팔트 콘크리트 포장으로 시공되고 있다(건설교통부, 2003). 아스팔트 포장은 시공 즉시 교통개방이 가능하다는 것과 유지 관리 측면에서 시멘트 콘크리트 포장에 비해 상대적으로 편리하다는 장점이 있는 반면, 소성변형(permanent deformation), 피로균열(fatigue crack), 저온균열(low temperature crack), 그리고 시공조인트(construction joint)인 콜드조인트(cold joint)가 발생되어 다짐부족 및 밀도저하로 인하여 포장파손의 주요인이 되는 문제점을 안고 있다.

최근 들어 국내 도로는 교통량의 증가로 인하여 기존도로의 확장공사, 신설도로의 다차로 설계 및 시공이 이루어지고 있으며 시공과정에서 불가피하게 발생하는 종방향 시공이음(longitudinal joint)은 온도 및 다짐도 등 시방규정을 만족하지 못하여 소성변형과 더불어 포장파손의 원인으로 작용하게 된다.

본 기사에서는 종방향 시공이음부의 성능개선을 위한 국내외 시공현황 및 기술동향을 알아보고 인천

대학교에서 산학연공동연구개발사업의 일환으로 연구 중인 아스팔트 포장의 콜드조인트 균열방지에 대한 국내외 시공현황 및 개선방안에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 시공조인트의 국내외 시공현황

2.1 국내 시공현황

국내의 이음부 시공방법은 기본적으로 맞댐이음(butt joint)과 겹침이음(lap joint)으로 구분되며, 이음의 예는 그림 1과 같다.

이와 같은 기존공법은 기존포장의 가장자리 부분의 구속이 없을 경우 혼합물이 넓게 퍼지게 되고, 그 결과 설계두께와 밀도를 만족시키지 못하여 종방향 균열 발생을 야기하며, 결국에는 포장성능저하 및 포장수명을 단축시키게 된다.

이와 같은 문제점을 보완하는 방법으로 Lumber bulkhead, Saw-cut과 같은 이음부의 밀도를 향상

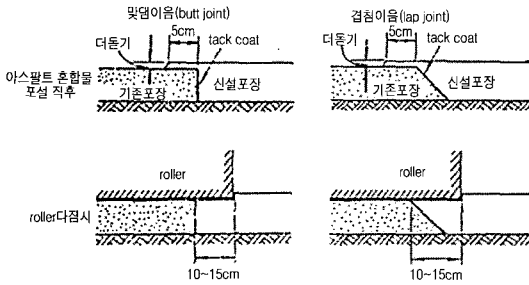


그림 1. 맞댐 및 겹침이음의 예

시키는 콜드조인트 방법과 페이버 2대로 동시에 포장을 실시하여 종방향 이음부의 온도차를 최소화하는 핫조인트(hot joint) 방법이 있으나, 이 두 가지 방법에도 각기 장단점이 있어 실제 현장에서는 두 가지 방법을 절충하여 사용하고 있다.

아스팔트 포장의 종방향 콜드조인트로 인한 종방향 균열발생에 대하여 진영국도유지건설사무소 관할

국도 35호선 부산방향과 언양방향 상하행선의 그림 2를 보면 균열의 심각성을 알 수 있다.

2.2 국외 시공현황

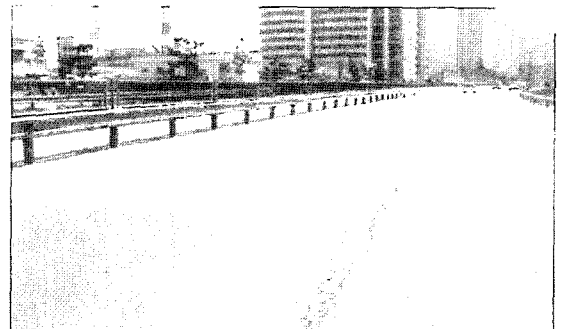
(1) 미국

미국에서는 종방향 조인트의 내구성은 아스팔트 포장의 공용성을 판단하는 중요한 요소로 고려하여 종방향의 밀도를 증진시킬 수 있는 여러 가지 시공기술을 보유하고 있다.

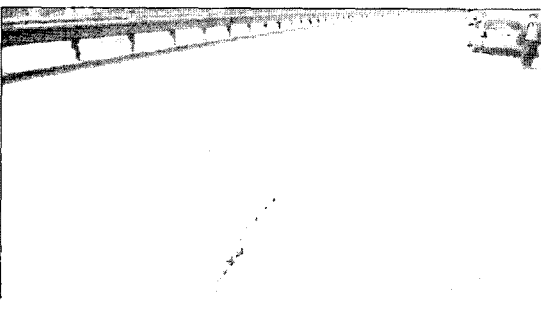
종방향 이음부 시공에 있어서 길어깨 측으로의 가장자리는 배수방향의 경사로 인하여 낮은 밀도가 나와도 문제가 없으며, 도로중심부의 이음부도 높은 경사로 인하여 양호한 배수효과와 높은 밀도를 유지하기에 문제가 없다고 해석하지만, 도로 중간부분의 차선간 이음부는 상대적으로 낮은 경사와 높은 공극율



(a) 부산방향(하행)



(b) 부산방향(하행)



(c) 언양방향(상행)



(d) 언양방향(상행)

그림 2. 심각한 종방향 균열(국도 35호선)

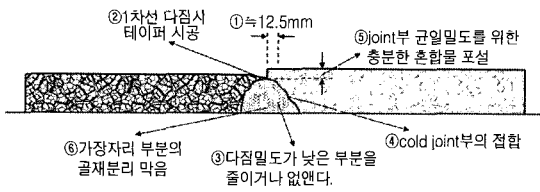


그림 3. 기본적인 이음부 시공 방법

표 1. 종방향 시공이음부 시공방법 및 장단점

종 류	장 점	단 점
① Vertical edges 	저 밀도 테이퍼 부분 제거로 밀도 향상	가장자리 테이퍼를 제거해야함
② 스프레이식 접착장비 	택 코트 (tack coat) 스프레이에 의한 접착력 증대로 조인트부 성능 개선	
③ 적외선 가열기	차가운 첫 번째 차선의 가장자리를 가열을 통해 부드럽게 하여 두 번째 차선 다짐시 함께 다져지도록 하여 밀도를 증가시킴	적절한 가열온도를 위해 장비가 일정한 낮은 속도로 운행되어야함
④ Tapered joint 		· 피니셔 운전이 어려움 · 테이퍼부의 골재 파손 우려
⑤ Tapered joint with notch 	· 테이퍼부의 성능 향상 및 골재 파손 감소 · 피니셔의 조향성이 향상됨	테이퍼부의 다짐이 테이퍼 조인트에 비해 어려움
⑥ Edge compactor 	수압으로 작동롤러에 낮게 설치되어 양호한 다짐효과를 보여줌	피니셔의 직선유지 및 충두께 변화에 따라 문제점 발생 가능
⑦ Cutting wheel 	롤러에 낮게 부착되어 좋은 효과 기대	· 피니셔의 직선유지 문제 · 절단 후 페아스톤의 처리문제 발생

로 인해 배수효과가 떨어지고 동상이 발생할 수 있으므로 중간부분에서의 포장파손을 일으킬 수 있다고 보고 있다.

기본적인 이음부 시공 방법은 그림 3과 같이 나타낼 수 있으며, 이와 같은 방법은 밀도가 낮아 함몰되는 부분에 혼합물을 겹치게 포설하여 이음부 밀도를 향상시키는 효과를 가져온다.

이와 같은 기본적인 시공방법 외에 종방향 시공이음부의 성능 개선을 위해 여러 가지 대안이 제시되었으며, 각 대안의 시공방법과 장단점은 표 1과 같다.

(2) 중국

중국의 개질아스팔트 시방서에서는 포장의 종방향 이음부에 거푸집이 없는 경우 다짐과정에서 밀도가 낮은 부분이 발생하므로 인위적으로 가장자리 25~50mm를 절단하여 저밀한 포장을 잘라낸 후 시공하는 것을 추천하고 있다.

또한, 고온의 혼합물에서부터 다짐을 시작하면 롤러의 중량을 다지지 않은 고온의 혼합물이 받기 때문에 혼합물이 이음부에서 밀리면서 좋은 다짐효과를 얻을 수 있다고 하였으며, 이미 다짐하여 냉각된 혼합물에서부터 다짐을 시작하면 상대적으로 1~2% 낮은 다짐도를 얻게 된다고 하였다. 이와 같은 내용은 기존의 아스팔트 콘크리트 포장 시공기술 시방서의 방법과는 다르며 추가적인 시험, 연구가 요구되기에 중국에서는 아직 구체적으로 규정하지 않고 있다.

3. 콜드조인트 관련 기술동향

3.1 국내 기술 동향

국내의 경우 아스팔트 포장의 종방향 시공이음부 균열 문제를 근본적으로 해결하지 못하고 있는 상황이다. 따라서 시공후 1~2년 경과 후에 이음부에서 균열이 발생되며, 보수방법으로 아스팔트 바인더로 실링(sealing)을 하지만 영구적인 방법이 아닌 일시

적인 처방이다. 그림 4는 종방향 시공이음부 파손에 대한 실링처리를 한 사진이다.

일부 포장시공회사에서 신설 아스팔트 포장공사에 2대의 아스팔트 피니셔를 사용한 핫조인트 공법을 사용하기도 하지만 적용 범위가 국한되어 있으며, 절삭 후 덧씌우기를 하는 경우에는 핫조인트 공법을 적용하지 못하고 있어 신설포장에 비해 상대적으로 이음부에서의 취약성을 가지고 있다.

또한, 도로에서 실시하는 상수도 및 가스관 공사와 같은 소규모 공사의 경우 포장하부층까지 교란시키므로 포장의 시공이음부가 더욱 불량해지며 교통사고의 위험성까지 내포하고 있다.



그림 4. 종방향 균열부 실링처리

시공이음부 관련 국내 연구동향으로 서울산업대학교에서는 이음부 처리방법에 따른 아스팔트 포장체의 밀도 변화 연구를 통해서 콜드조인트 공법에 비해 핫조인트 공법이 이음부에서 높은 밀도를 보이고 있어 균열 발생가능성이 작을 것으로 평가하였으며, 인천대학교에서는 2003년 (주)중원개발과 함께 종방향 시공이음부 문제점을 해결하기 위한 연구에 착수하여 이동식과 부착식 장비를 활용하여 콜드조인트의 종방향 및 횡방향 균열을 저감시키기 위한 방안을 연구 중에 있다.

3.2 국외 기술 동향

미국은 시공시 2차로 이상을 포장할 수 있는 아스

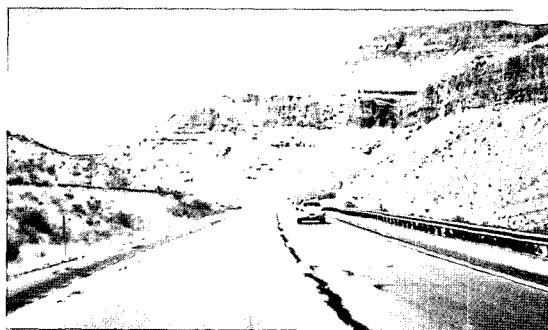


그림 5. 미국 종방향 균열부 실링처리

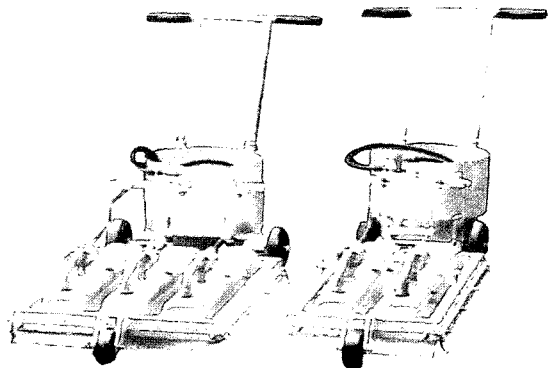


그림 6. 소규모 이동식 가열기

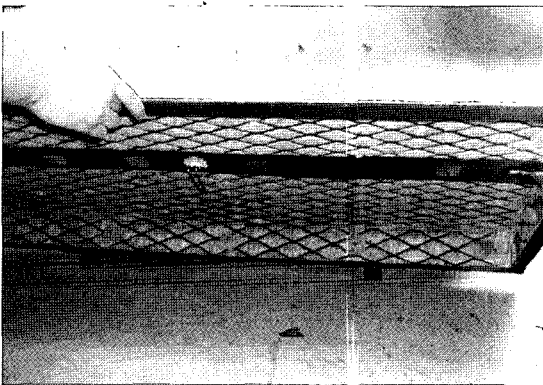
팔트 피니셔를 사용하여 일괄적으로 시공하거나, 2대의 피니셔를 사용하는 핫조인트 공법에 의하여 시공이음부 문제를 해결하고 있다. 하나의 차로에 아스팔트 혼합물을 포설함으로써 발생하는 종방향 콜드조인트에 의한 균열은 국내와 마찬가지로 실링방법을 사용하나 이것 역시 우수에 의한 침투만 방지할 뿐 소정의 밀도를 만족하지 못하므로 영구적인 해결책이 될 수는 없다. 그림 5는 차선평 정도의 실링처리를 한 미국의 도로사진이다.

유럽 각국에서도 미국과 마찬가지로 1개 차로에 대한 덧씌우기(overlay)는 되도록 피하고 있으며, 2개 차로에 대하여 동시 포설하는 방법을 사용하고 있다.

일본의 경우 대규모 포장공사에 대하여 핫조인트 방식을 사용하고 있으며, 1차로 포설에 의한 콜드조인트 발생을 허용하고 있다. 소규모 유지보수 공사에는 수동식 아스팔트 가열기를 사용하여 핫조인트 공



(a) 가열기 전경



(b) 가열기 하부 가열판 부분

그림 7. 위스콘신 도로국의 포장가열기

법으로 시공하고 있으며 인력에 의한 이동식 가열기는 그림 6과 같다.

반면, 미국 위스콘신주 도로국에서는 아스팔트 포장 표층에서 혼합물의 채취를 위하여 가열장비를 사용하고 있으나 시공시 사용하는 것은 아니다. 장비는 그림 7과 같다.

4. 콜드조인트 균열방지 개선방안

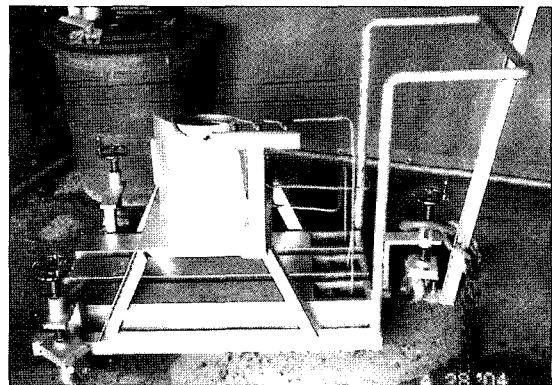
아스팔트 콘크리트 포장의 증방향 시공이음부는 상대적으로 취약성을 가지고 있으며, 근본적으로 문제를 해결하기에는 제약되는 조건이 많아 증방향 이음부 시공시 주의를 기하여야 하며 적절한 공법 선택

이 중요하다.

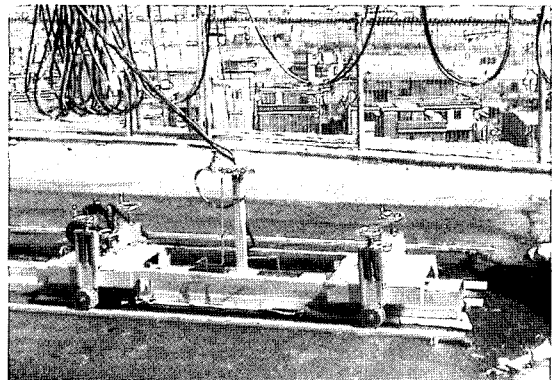
기존 연구결과를 종합하면 핫조인트 공법의 적용은 이음부의 접합이 우수하고 밀도를 증진시켜 파손을 최소화할 수 있으나, 소규모 유지보수 공사, 절삭 덧씌우기 및 기존도로의 확장공사와 같이 핫조인트 공법 적용이 어려운 현장에서는 복사열에 의한 간접 가열방식의 적용으로 보다 우수한 이음부 시공이 가능할 것으로 사료된다.

이와 같은 내용을 기반으로 인천대학교에서는 산학연공동연구개발사업의 일환으로 '아스팔트 포장의 콜드조인트 균열방지 개선에 대한 연구'를 착수하여 1차년도 연구를 수행중에 있다.

1차년도 연구내용에서 가장 중점적으로 진행중인 사항은 콜드조인트 접합모형 제작 및 각 변수에 따른



(a) 이동식 포장가열기

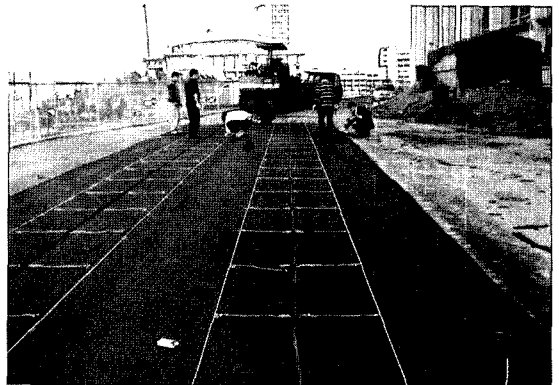


(b) 부착식 포장가열기

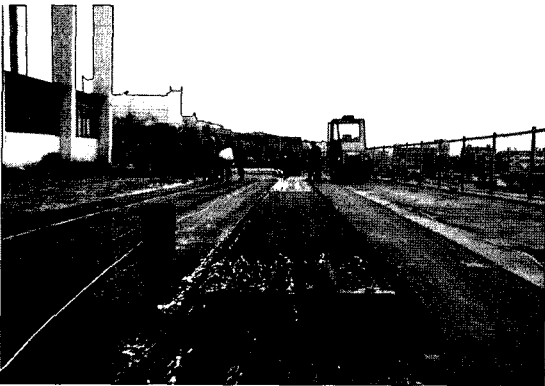
그림 8. 이동식 및 부착식 포장가열기



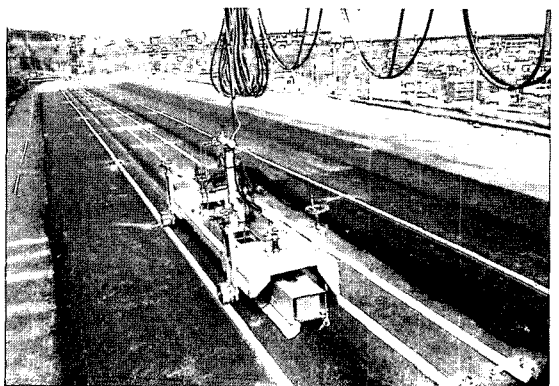
(a) 아스콘 포설



(b) 온도센서 매설



(c) 겹침이음부 다짐



(d) 포장가열기 거치 및 시험가동

그림 9. 콜드조인트 접합모형 제작과정

포장내부 온도의 계측이다.

여기서 콜드조인트 접합모형이란 소규모 시험포장을 시공한 후, 인위적으로 맞댐 및 겹침 이음부를 생성하고 포장내부에 온도센서(thermocouple)를 매설하여 포장가열기의 진행에 따라 내부온도 변화를 계측하는 모형으로 정의한다. 이동식 및 부착식으로 구분한 포장가열기는 그림 8과 같다.

그림 9는 콜드조인트 접합모형 제작과정을 순차적으로 나타내고 있다.

이와 같은 과정을 통해 콜드조인트 접합모형 제작을 완료하였으며 현재는 일 1~2회 시험적으로 포장가열기를 가동하면서 온도데이터를 수집하고 있다.

참고문헌

1. 건설교통부 (2003), 도로현황조사
2. 박태순, 김용주 (2001), "다짐 및 이음부 처리방법에 따른 아스팔트 포장체의 밀도변화 연구", 한국도로포장공학회 학술발표회 논문집
3. NAPA, Longitudinal Joint : Problems and Solutions, Quality Improvement Series 121
4. 건설교통부 (1997), 아스팔트포장 설계·시공요령
5. Washington DOT (2003), Longitudinal Joint Construction Techniques, TECH NOTES
6. (주)중원개발 (2003), 2공정의 믹서를 이용한 현장가열 표층재생 공법, 건설신기술지정신청서