

토목섬유 아스팔트포장의 실험적 고찰

An Experimental Consideration of Geosynthetics-reinforced Asphalt Pavement

조 삼 덕^{*1} Cho, Sam-Deok 김 남 호^{**2} Kim, Nam-Ho
한 상 기^{**3} Han, Sang-Ky 이 대 영^{**4} Lee, Dae-Young

Abstract

The major pavement distress types found in the domestic roadways include rutting, fatigue cracking, and reflection cracking which are the results of the environment and repeated traffic loads. These distresses usually occur before pavements approach their design life, and therefore, a significant amount of national budget is spent for the maintenance of roadway pavements.

The purpose of this study is to establish a geosynthetics-asphalt pavement system. For the study, wheel tracking tests and crack resistance tests were conducted to analyze the controlling effect of geosynthetics on cracking and rutting of asphalt pavement. On the basis of these works, the reinforcing effects of geosynthetics are clarified, and performance characteristics of geosynthetics-asphalt mixture is examined.

요 지

국내 도로포장의 주요 파손형태는 주변환경 및 반복 교통하중 조건에 의한 소성변형(rutting), 피로균열, 반사균열, 온도균열 등이 있는데, 포장이 설계수명에 도달하기 이전에 주로 발생하며 이로 인한 도로포장의 유지관리에 막대한 국가예산이 낭비되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 토목섬유 아스팔트 포장 시스템을 체계적으로 정립하기 위해 휠트래킹 시험과 균열저항성 시험을 수행하여 토목섬유 아스팔트 포장의 소성변형 및 균열 저항성을 분석하였다. 이러한 실험결과를 통해 아스팔트 포장에서의 토목섬유 보강 효과가 평가되었다.

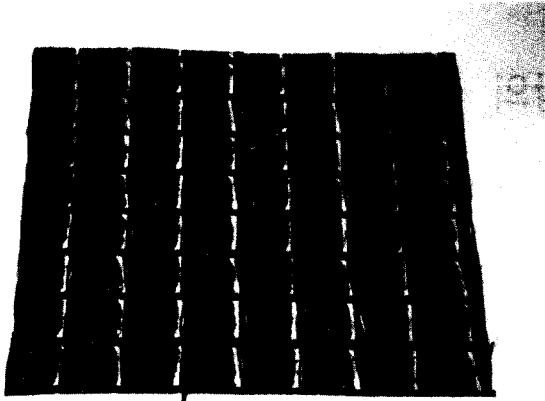
Keywords : Fatigue cracking, Geosynthetics-reinforced asphalt pavement, Rutting, Wheel tracking test

1. 서 론

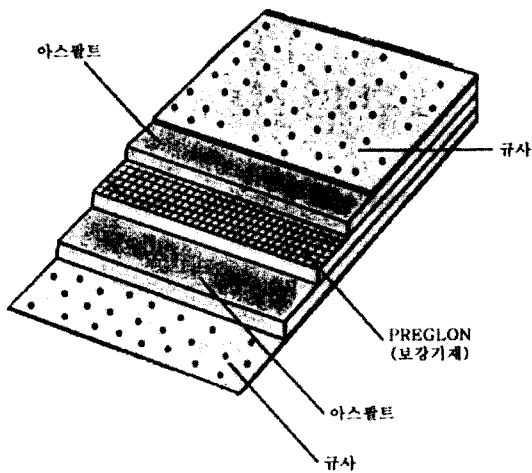
국내 도로포장의 주요 파손형태는 주변환경 및 반복 교통하중 조건에 의한 소성변형(rutting), 피로균열, 반사균열, 온도균열 등이 있는데, 포장이 설계수명에 도달하기 이전에 주로 발생하며 이로 인한 도로포장의 유지관리에 막대한 국가예산이 낭비되고 있는 실정이다.

현재 선진 외국에서는 이러한 도로의 내구성을 증진시키기 위한 연구 및 대책이 마련되고 있는데, 이들은 크게 재료적 측면에서 도로포장 재료인 아스팔트나 골재의 성능을 개선시키는 방법과 전통적인 포장재료에 토목섬유와 같은 보강재를 추가하여 포장체를 보강하는 방법 등으로 나눌 수 있다. 특히 토목섬유를 이용한 도로의 내구성 증진에 관한 연구가 활발히 진행되고

*1 정회원, 한국건설기술연구원 토목연구부 수석연구원
*2 정회원, 한국기술교육대학교 건축공학과 조교수
*3 정회원, 한국건설기술연구원 토목연구부 연구원
*4 정회원, 한국건설기술연구원 토목연구부 연구원



(a) 유리섬유 그리드(glass fibre grid)



(b) 유리섬유 시트(glass fibre sheet)

그림 1. 본 연구에 사용된 토목섬유 종류

있으며, Brown 등(1985), Gilchrist 등(1994)은 지오그리드를 이용한 실내실험을 통해 소성변형을 감소시켜주며 피로수명을 증가시켜 준다고 하였으며, Komatsu 등(1998)은 지오그리드를 이용한 실내실험을 통해 토목섬유 포장시 동적안정도를 10배 증가시키고 균열 진전시간을 8배 증가시킨다고 하였다. Bayex(1998)은 미국 Louisiana DOT에서 수행한 지오그리드를 이용한 현장 시험시공을 통해 토목섬유 포장시 10배 이상의 균열 억제효과가 있다고 하였다. 이러한 외국의 연구를 통해 토목섬유 포장은 피로균열이나 반사균열 억제에 그 효과가 클 뿐만 아니라 소성변형에 대한 저항성 역시 효과가 있으며, 부수적으로 침투수를 차단하는 공학적 장점을 가지고 있다고 보고되어 있다. 그러나 국내에서는 아직 토목섬유 보강재를 사용한 포장체의 사용이 보급되고 있지 않으며, 체계적인 연구조차 이루어지고 있지 않아 이에 대한 연구가 시급히 요구된다.

본 연구에서는 토목섬유 아스팔트 포장시스템을 체

계적으로 정립하기 위하여 기존 외국에서 타당성이 검증된 토목섬유의 장점을 국내의 실정에 적합하게 접목시켜 균열 및 소성변형에 대한 실내 실험을 통하여 토목섬유 아스팔트 포장의 단면별, 토목섬유의 보강 효과를 평가하고자 한다.

2. 실내 실험재료 및 공시체 제작

2.1 실험 재료

본 연구에 사용된 재료는 다음과 같다. 골재는 화강암을 선정하였는데, 표층 및 가열 아스팔트 안정처리기준용으로 각각 굵은 골재 공칭최대치수 19mm, 25mm를 부순모래, 자연모래, 석분과 혼합하여 건설교통부 밀입도 규격에 적합한 입도로 조정하여 사용하였다. 또한 아스팔트의 경우 국내 정유회사에서 생산된 AP-5 아스팔트를 사용하였다. 골재 및 아스팔트의 품질 시험 결과, 공히 국내 품질규정을 만족하였다. 본 연구의 배합설계에서는 앞서 언급한 골재와 아스팔트를 사용하여 최적 아스팔트 함량을 결정하였다. 이에 대한 결과 표층의 경우 최적 아스팔트 함량은 5.45%를, 가열 아스팔트 안정처리기준의 최적 아스팔트 함량은 4.20%를 나타내었다.

또한 보강재로 사용된 토목섬유로는 두 종류를 선정하였다. 그 중 하나는 독일제품으로 유리섬유 그리드(glass fiber grid) 제품을 사용하였는데, 이는 고강도 유리섬유사를 제작하여 그리드 형태로 만들고, 그리드 내 빈 공간에도 유리섬유사를 배열하여 채운 상태에서 역청제 점착물(bitumen adhesive)로 코팅하여 제조한 연성 지오그리드로 그리드 두께는 0.6mm, 점접부분의 두께는 1.0mm, 최대인장강도는 주응력 방향으로 58kN/m이고 최대인장변형률은 1.6%의 공학적 특성을 지니고 있다.

다른 하나의 제품으로는 일본에서 제작된 유리섬유 시트(glass fiber sheet) 제품으로서, 두께 0.25mm의 유리섬유사를 직선상으로 간격없이 배열하고 폴리프로필렌 수지(PP resin)로 결속한 얇은 막을 직교하도록 적층시킨 후 아스팔트로 도포하여 제조한 두께 2.0mm의 시트형 복합 토목섬유로 최대인장강도는 68kN/m이고 최대인장변형률은 2.0%의 공학적 특성을 지니고 있다. 그림 1에서는 본 연구에 사용된 토목섬유를 보여주고 있다.

2.2 실험 공시체 제작

본 연구에서는 토목섬유 보강재의 사용여부, 보강재

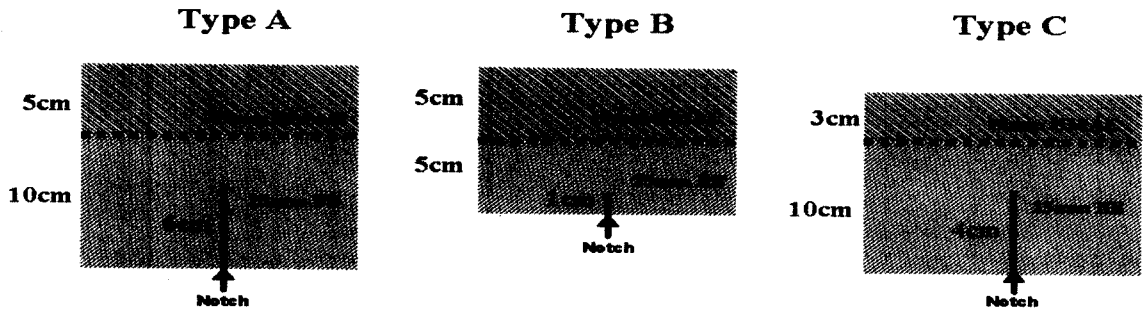


그림 2. 실험 포장단면의 개요

의 위치 및 각 포장체의 두께에 따른 포장 파손 형태를 파악하기 위하여 그림 2와 같이 세 종류의 포장단면에 대한 실험을 실시하였다. 각 공시체는 배합설계시 결정된 최적 아스팔트 함량과 선정된 골재별 함유량에 근거하여 제작하였다. 공시체는 현장의 다짐 상태를 모사하기 위하여 무단변속 다짐기를 사용하여 슬래브 형태로 제작하였으며, 다짐은 4단계의 하중단계에 걸쳐 각각 15회씩 가하였다. 현장의 시공성을 모사하기 위하여 각 실험단면에 대하여 50mm 두께인 공시체를 제작한 후, 상단부의 층과는 텍코팅 및 추가 다짐을 실시하여 접착시켰다.

2.2.1 휠트래킹(Wheel Tracking)시험 공시체

기준이 되는 슬래브의 크기는 300mm(l)×300mm(b)×50mm(d)를 표준으로 제작되었으며, 기층용 공시체의 경우 다짐 효과를 극대화하기 위하여 두께, 50mm의 공시체를 미리 제작한 후 텍코팅을 실시하여 소요의 모형 단면에 적합한 공시체를 제작하였으며, 보강재를 삽입하는 경계면의 경우 먼저 텍코팅을 실시하였다. 그 후 보강재를 삽입하고 혼합물을 부어 다짐함으로써 슬래브의 일체화를 촉진시켰다. 각기 제작된 슬래브중 표본 샘플을 선정하여 공극률이 4±0.5%를 만족하는 경우 실험을 실시하였다.

2.2.2 피로실험 공시체

휠트래킹 공시체의 제작과 같은 방법으로 공시체를 제작하였다. 제작된 슬래브의 공극률을 측정하여 4±0.5%인 경우 절단기를 사용하여 다짐방향으로 절단하였다. 공시체는 각 제시된 단면에 대하여 기층에 사용되는 골재 공칭최대치수의 3배인 75mm의 폭과 300mm의 길이를 갖도록 제작하였다. 각 모형 A, B, C에 대하여 균열 유도 및 축진을 위하여 보의 상단에서 공히 90mm 떨어진 지점까지 초기균열(notch)을 가하였다. 완성된

보에 대하여 피로균열의 진전을 용이하게 관찰하기 위하여 보의 양면에 흰색 수성 페인트를 칠하였으며, 5mm 간격으로 격자를 표시하였다.

3. 균열 저항성 실험

각 조건에 부합하는 공시체에 대하여 균열 저항성 실험을 실시하였다. 실험 공시체는 상온에서 24시간동안 양생시킨 후, 25℃를 유지하는 항온실에서 실험을 실시하였는데, 그림 3과 같은 최대 재하하중 10ton인 유압 재하장비를 이용하여 Haversquare파의 하중을 가하였다. 이 때의 하중은 75mm×75mm의 사각 강재 재하판을 이용하여 단위하중이 150psi(10.5kg/cm²)인 593kg를 사용하였으며, 재하 속도는 20Hz로 공시체의 중앙 상면에 적용하였다. 한국도로공사(1998)의 『포장균열 및 노면반사균열 억제방안 연구(Ⅱ)』 등에서 사용된 바 있고 일반적으로 적용되는 타이어 압력 및 재하 속도는 100psi(7kg/cm²)와 10Hz이지만, 본 연구에서는 가열 아스팔트 안정처리기층의 영향 및 실험 진행의 신속성 등을 고려하여 높은 값의 하중 및 재하 속도로 결정하고 각 모형에 대한 상대 비교를 실시하였다. 또한 실험의 동적 하중 재하시 재하판이 공시체로부터 이탈하는 것을 방지하기 위하여 초기 하중으로 10kg을 재하하였다. 그 외에 가열 아스팔트 안정처리기층 하부의 탄성지지를 모사하기 위하여 10mm두께의 고무판을 공시체의 하단에 설치하였으며, 타이어와 포장 표면과의 접촉 상태를 모사하기 위하여 얇은 고무판을 하중 작용부인 재하판과 공시체 사이의 경계면에 삽입하였다.

반복 하중에 따른 균열 진전 길이는 매 1,000cycle마다 육안으로 측정하였으며, 실험은 수직균열이 공시체의 전단면에 걸쳐 발생할 때까지 수행하였다. 피로실험에 사용된 모형의 명칭은 표 1과 같다.

표 1. 피로실험에 사용된 모형의 명칭

토목섬유 사용여부	단면형태	반복 횟수	명 칭
N (비보강)	A	2	N-A-(1, 2)
	B	2	N-B-(1, 2)
	C	2	N-C-(1, 2)
G (유리섬유 그리드)	A	2	G-A-(1, 2)
	B	2	G-B-(1, 2)
	C	2	G-C-(1, 2)
S (유리섬유 시트)	A	2	S-A-(1, 2)
	B	2	S-B-(1, 2)
	C	2	S-C-(1, 2)

4. 소성변형 저항성 실험

완성된 공시체에 대하여 소성변형 저항성 실험을 실시하였다. 실험 공시체는 24시간동안 상온에서 양생시킨 후 실험을 실시하였으며, 실험에 사용된 장비는 그림 4와 같은 일본 TANIFUJI사에서 제작된 휠트래킹 시험장비를 사용하였다. 각 공시체는 실험 개시 6시간 이전에 미리 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ 를 유지하는 항온실에서 양생하였다. 공시체 표면이 실험 온도인 $60 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 가 될 때까지 정지시키고 온도가 안정된 후 시험 바퀴를 직진 주행시켰다. 이때 가해진 시험 바퀴의 하중은 $70 \pm 1\text{kg}$ 로 하였으며, 공시체의 다짐방향에 대하여 중심선을 따라 주행하도록 하였다. 또한 시험 바퀴는 공시체 중앙부를 42 ± 1

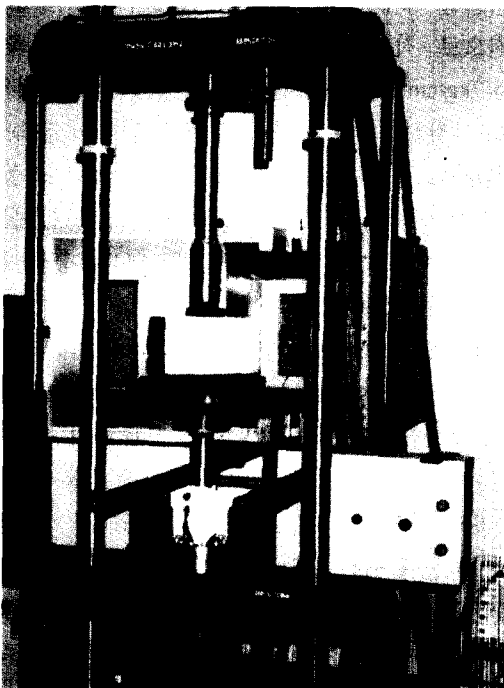


그림 3. 피로실험 재하 장비

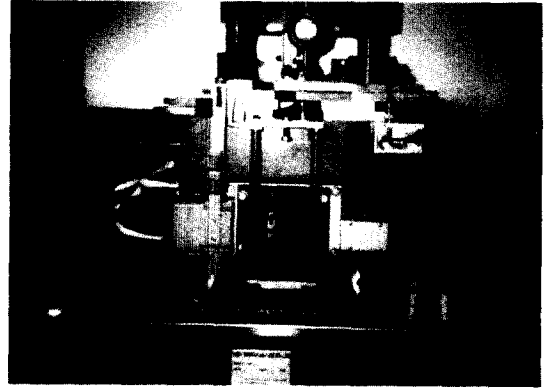


그림 4. 휠트래킹 시험 장비

회/min의 속도로 수평 전후 운동을 하였으며, 주행 거리는 $230 \pm 10\text{mm}$ 이다. 소성변형 저항성 실험 역시 모형 A, B, C에 대한 반복 실험을 진행하였다. 소성변형 저항성 실험을 마친 공시체는 시험 바퀴의 주행방향으로 절단하여 모형별 포장체의 거동 특성을 파악하였다. 그림 5는 보강재에 따른 공시체의 단면을 나타낸다.

5. 실내시험 결과 분석 및 평가

5.1 토목섬유 아스팔트 혼합물 복합체의 균열 거동 특성

비보강 아스팔트 공시체와 유리섬유 그리드 및 유리섬유 시트로 보강한 공시체에 대한 피로실험 결과 각 토목섬유에 따라 서로 다른 균열 거동 특성을 보여주고 있다. 비보강 공시체의 경우 일반적으로 균열은 notch 부근에서 시작되어 상부로 진전되는 경향을 보이고 있으며 모형 B의 경우 타 모형에 비하여 비교적 높은 피로수명을 보였는데, 이는 notch율이 상대적으로 작은 원인으로 판단된다. 피로수명은 notch율의 영향을 받아 상대

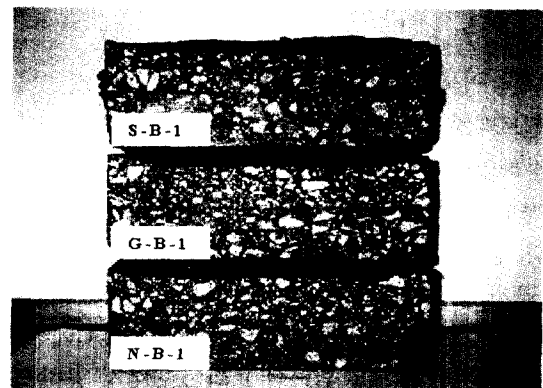


그림 5. 보강재에 따른 공시체 단면

적으로 notch율이 작은 모형 B, C, A의 순으로 피로수명이 크게 나타났다.

유리섬유 그리드로 보강된 공시체의 피로균열 거동을 살펴보면, 모형 A의 경우 비보강 공시체에 비하여 약 7배 이상의 피로수명 증가를 보였다. 피로균열은 대체로 기층의 notch 부근에서 발생하여 경계면까지 진행되었으며, 피로 하중이 계속됨에 따라 피로균열이 보강재 경계면을 따라 진전되며 유리섬유 그리드 부착면의 일부 또는 전부가 분리되는 양상을 나타내었는데, 이는 사용된 토목섬유의 부착응력이 작아서 기인된 문제라기보다는 적용된 피로실험 조건(150psi, 20Hz)이 일반적으로 적용되는 피로실험 조건(100psi, 10Hz)에 비하여 과다한 원인에 기인된 것으로 판단된다.

보강재로 유리섬유 시트를 사용한 경우, 유리섬유 그리드의 경우와 비교하여 가장 현저한 거동의 차이는 유리섬유 시트의 경계면이 떨어지지 않고 실험 종료시까지 부착되어 있었던 반면, 표층 아스팔트 혼합물이 피로 실험도중 매우 미세한 망상균열 현상이 점차 확대되며 골재가 분리되는 붕괴현상(disintegration)이 발생하였고, 이어서 체적변화를 일으켜 공시체의 측면이 부풀어 오르는 bulging 현상을 나타내었다는 점이다.

또한 유리섬유 시트를 사용한 경우 각 모형의 기준단면(비보강)과 비교하여 피로수명이 비슷하거나 증가되는 양상을 나타내었는데, 이는 유리섬유 시트를 사용한 피로시험의 경우 붕괴현상에 의하여 관측을 중지한 점을 고려하면, 측면이 구속되어 있는 실제 상황에서는 더욱 향상된 수명 증가를 보일 것으로 판단된다. 한편 유리섬유 그리드와 유리섬유 시트로 보강된 경우 notch율과 상관없이 토목섬유의 위치가 하단에 위치한 모형 A 및 모형 B의 경우가 높은 피로수명을 보였다.

본 분석에서는 유리섬유 시트로 보강한 공시체의 경우 망상균열 및 bulging 현상으로 인하여 표층부의 관측이 불가능하였기 때문에 기층부까지의 균열 진전 결과만을 사용하여 토목섬유 보강에 따른 기층부에서의 균열저항성을 평가하였다. 각 공시체에 대한 누적 하중재하 횟수에 따른 균열 진전 길이를 회귀분석을 이용하여 수행하였다.

그림 6은 모형 A(실선)의 경우 60cm, 모형 B(일점 파선)의 경우 10cm, 모형 C(점선)의 경우는 40cm를 y절편으로 하는 회귀식을 산출한 결과를 보여주고 있는데, 이는 각 모형에 대해 notch 길이를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 토목섬유를 삽입한 경우가 비보강한

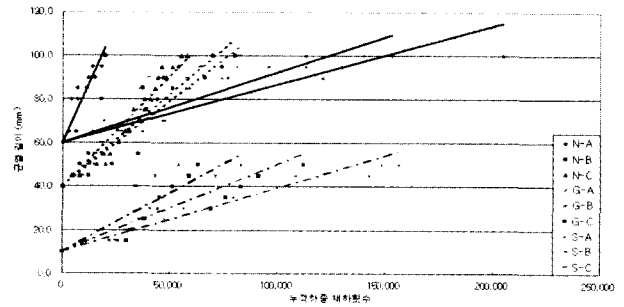


그림 6. 누적 하중재하 횟수에 따른 균열 진전 길이

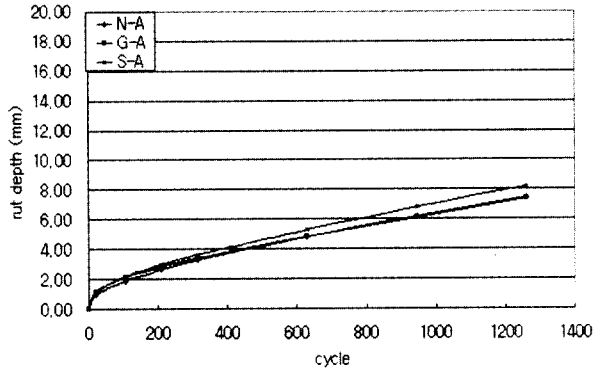
경우에 비하여 균열 진전 속도가 상당히 저하됨을 보여 주었다.

모형 A의 경우 토목섬유를 삽입하였을 때의 피로균열 진전 속도가 공히 0.0003mm/cycle로써 비보강한 경우의 균열 진전 속도인 0.0022mm/cycle보다 매우 느린 균열 진전 속도를 보여 주었으며, 모형 C의 경우 역시 토목섬유를 삽입한 경우가 비보강인 경우에 비하여 우수한 피로수명 결과를 보였다. 반면 모형 B의 경우 유리섬유 시트를 삽입한 경우에는 비보강에 비하여 상대적으로 느린 피로수명 진전 속도를 보였으나, 유리섬유 그리드를 보강한 경우는 다소 빠른 균열 진전 속도를 나타내었다. 이는 본 연구에서 사용된 상대적으로 가혹한 하중 하에서 notch율이 타 모형에 비하여 매우 작은 점에 기인한 것으로 판단된다. 즉 일반적으로 파괴역학에 대한 실험시 notch율이 약 0.25정도에서 실시하게 되는데, N-B의 경우는 notch율이 0.1이기 때문에 균열 선단부에서 균열이 진전되지 못하고 여러 군데에서 발생하여 균열 저항성이 상대적으로 커졌기 때문으로 사료된다.

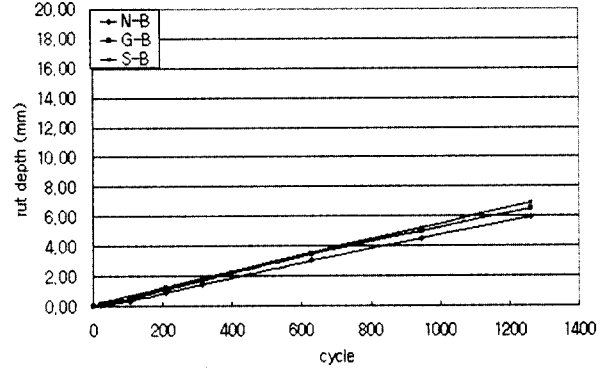
또한 모형 A 및 모형 B의 경우 보강 여부에 따른 균열 진전 기울기가 크게 차이가 나는 반면, 모형 C의 경우에는 보강에 따른 기울기의 차이가 약 0.0002mm/cycle을 나타냄을 알 수 있다. 이는 기존 외국에서 진행된 연구 결과와 유사한 것으로써, 균열 저항성은 보강재의 위치가 포장체의 하부에 위치할수록 증가한다는 주장과 일치하는 것으로 판단된다.

5.2 토목섬유 아스팔트 혼합물 복합체의 소성변형 거동 특성

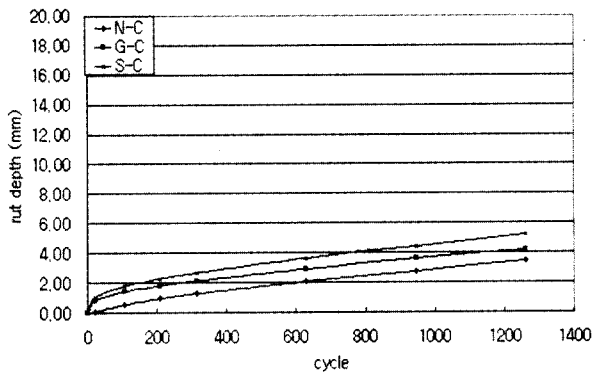
일반 밀입도 아스팔트 혼합물과 두 종류의 유리섬유계 토목섬유 복합체에 대해 휠트래킹 시험을 수행하였으며 시험 결과 그림 7과 같은 거동이 관찰되었다. 각각 단면 형식별로 초기 소성변형량(D_0), 동적 안정도(DS)



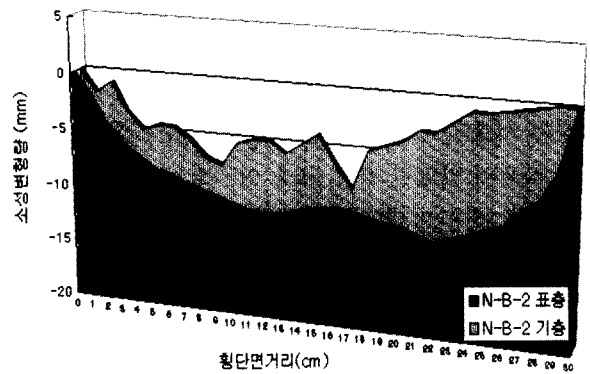
(a) 표층의 소성변형 발생량(모형 A)



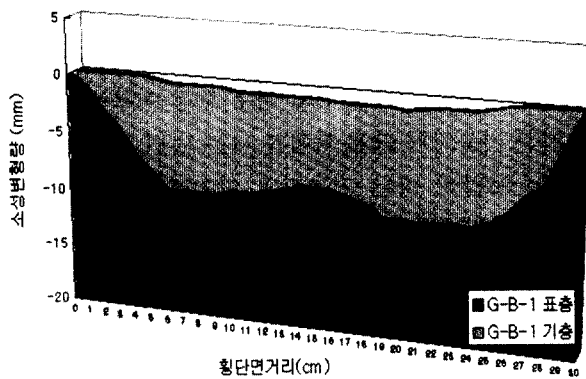
(b) 표층의 소성변형 발생량(모형 B)



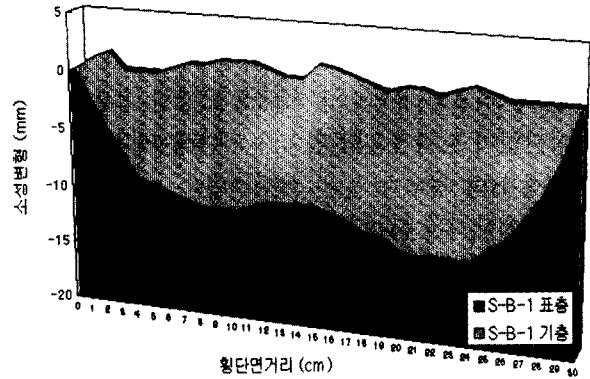
(c) 표층의 소성변형 발생량(모형 C)



(d) 표층, 기층의 소성변형 contour(N-B-2)



(e) 표층, 기층의 소성변형 contour(G-B-1)



(f) 표층, 기층의 소성변형 contour(S-B-1)

그림 7. 소성변형 측정 결과

및 변형률(RD)은 토목섬유의 종류 및 사용유무에 따라 약간의 차이는 있었으나, 토목섬유 아스팔트 복합체 공시체의 휠트래킹 시험에 의한 침하량은 그림 7의 (a)~(c)에서 볼 수 있듯이 같은 단면에서는 토목섬유 보강 여부에 관계없이 소성변형이 거의 비슷한 수준으로 발

생하거나 토목섬유로 보강된 경우 미세하나마 표층의 소성변형이 많이 발생한 것을 알 수 있는데 이는 표층 하부에서 횡방향으로 이동하려는 골재와 토목섬유 사이에 응력집중현상이 발생하여 표층에서의 골재이동현상이 가속되어, 토목섬유가 없는 경우보다 더 많은 소성변

형이 표층에서 발생한 것으로 판단된다. 오히려 표층 침하량은 토목섬유 보강 여부보다는 표층 및 기층 두께의 조합에 크게 좌우되어, 소성변형의 크기는 모형 A(표층 5cm + 기층 10cm), 모형 B(표층 5cm + 기층 5cm), 모형 C(표층 3cm + 기층 10cm) 순으로 크게 나타났다.

이상과 같이 휠트래킹 시험에서 발생한 기층부분의 소성변형을 분석하기 위하여 휠트래킹 시험 완료 후 공시체의 소성변형 발생 부위를 차륜 이동방향(종방향)으로 절단하여 표층과 기층 경계면의 위치를 측정하여 기층에서 발생한 소성변형량을 측정하였다. 그림 7의(d)~(f)는 휠트래킹 시험을 통해 발생한 시료의 표층과 기층의 소성변형량을 보여주고 있다.

이들 그림은 두 부분으로 구성되는데 하나는 표층에서 발생한 소성변형 contour를, 또 하나는 기층에서 발생한 소성변형 contour를 같은 Y축 상에 동시에 나타낸 것이다. 그 결과 토목섬유를 사용하지 않은 공시체의 경우에는 측정된 소성변형의 약 50%정도가 기층에서 발생하는 것으로 나타났는데 반하여, 기층에서 발생하는 소성변형의 전체에 대한 비율은 기층의 두께가 클수록 다소 증가하여 N-A(기층 10cm)와 N-B(기층 5cm), N-C(기층 10cm)가 각각 52%, 46%, 69%로 나타났다. 이는 가열아스팔트 안정처리기층에서는 소성변형이 발생하지 않는다고 하는 일반적인 믿음과는 상관없이 최대 골재치수 25mm의 가열아스팔트 안정처리기층에서도 실제로 많은 양의 소성변형이 발생할 수 있음을 나타내는 흥미로운 결과라 여겨진다.

그러나 이러한 기층에서의 소성변형 현상은 토목섬유를 사용한 공시체의 경우에는 현저히 줄어드는 것으로 나타났다. 각각의 경우마다 다소의 차이는 있었지만 공시체 중앙부 20cm 부근에서 발생한 소성변형 중 기층에서 발생한 소성변형의 비율은 전체의 약 10%정도로 나타났다. 따라서 본 연구에 사용된 유리섬유 계열의 토목섬유는 종류에 상관없이 기층에서의 소성변형을 막는데 효과적이었는데, 이는 토목섬유 아스팔트 혼합물 복합체의 피로균열거동에서 토목섬유의 종류에 따라 그 균열의 진전형태가 달라졌던 현상(유리섬유 그리드는 경계면이 파괴되며 표층으로 통과균열이 진전되었던 반면 유리섬유 시트는 표층이 붕괴현상을 보인 점)과는 대조된다. 이는 휠트래킹 시험에 의해 가해지는 하중수준이 본 연구에 사용된 피로시험의 하중수준보다 상대적으로 낮아, 연구에 사용된 두 종류의 토목섬유 모두가 견딜 수 있는 범위에 들어 있었기 때문으로 생각되어진다.

6. 결론

본 연구에서는 토목섬유 보강 아스팔트 포장 시스템의 거동 특성을 통해 토목섬유 보강 아스팔트 포장체의 보강효과를 관찰하기 위해 균열 및 소성변형에 대한 실내 실험을 수행하였으며 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 유리섬유 그리드 및 유리섬유 시트는 아스팔트 포장의 피로균열 저항성 증대에 큰 영향을 미친다. 따라서 이들을 일반 아스팔트 포장의 표층과 기층의 경계면에 보강재로 사용할 경우 피로균열 방지에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.
- (2) 유리섬유 그리드 및 유리섬유 시트는 아스팔트 포장의 소성변형 거동에 큰 영향을 미쳐, 기층에서 발생하는 소성변형의 대부분을 막아준다. 따라서 특화된 표층 혼합물을 사용함으로써 아스팔트 포장의 소성변형 방지에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 아스팔트 포장의 보강재료로서의 토목섬유의 사용은 사용조건에 따라 피로균열 및 소성변형 저항성의 증대로 연결될 수 있으며, 이에 따라 포장층 두께의 감소에 따른 비용절감 효과를 기대할 수 있을 것이다.
- (4) 실내실험을 통해 토목섬유 아스팔트포장 복합체의 거동 특성이 평가되었다.

감사의 글

이 연구는 건설교통부 '99 건설기술혁신 5개년 사업에 의하여 수행되었으며 이에 대하여 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

1. 아스팔트포장연구회 (1998), 가열 아스팔트 혼합물의 배합설계 지침.
2. 한국도로공사 (1998), 포장균열 및 노면반사균열 억제방안 연구 (II), 1998년도 연구보고서.
3. 한국도로공사 (1999), 포장균열 및 노면반사균열 억제방안 연구 (III), 1999년도 연구보고서.
4. AASHTO-AGC-ARTBA (1990), Guide Specifications and Test Procedures for Geotextiles, Task Force 25 Report, Subcommittee on New Highway Materials, August, Washington, D.C..
5. Abdelhalim, A.O., Haas, R., Walls, J., Bathurst, R. and Phang, W.A. (1982), "A New Method for Effective Reinforcement of Asphalt Pavements," Proc. of the Roads and Transportation Association of California, Halifax.
6. Barksdale, R.D. (1991), "Fabrics in Asphalt Overlays and Pavement Maintenance," Report NCHRP 171, TRB, Washington, D.C..

7. Bayex (1998), "Pavement Reinforcement Grids Help Resist Cracking," Geotechnical Fabrics Report, January/February, pp.46.
8. Brown, S.F., Brunton, J.M., Hughes, D.A.B. and Broderick, B.V. (1985 a), "Polymer Grid Reinforcement of Asphalt," Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, Texas, pp.18-44.
9. Brown, S.F., Hughes, D.A.B. and Broderick, B.V. (1985 b), "The Use of Polymer Grids for Improved Asphalt Performance," Eurobitume Conference, The Hague, Netherlands.
10. Gilchrist, A.J.T. and Paul, J. (1994), "Asphalt Reinforcement : 10 Years of Experience and Development," Proc. of 5th International Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products, September, Singapore, pp.91-94.
11. Koerner, R.M. (1992), "Polymeric Geogrid Utilization in Paved Roads," FHWA PB 92-189513, Final Report, 56 pp.
12. Komatsu, T., Kikuta, H., Tuji, Y. and Muramatsu, E. (1998), "Durability Assessment of Geogrid-reinforced Asphalt Concrete," Geotextiles and Geomembranes, Vol.16. pp.257-271.
13. Kutuk, B. (1998), *Performance of Flexible Pavements Reinforced with Geogrids*, Dissertation Faculty of Civil and Environmental Engineering, West Virginia University, 302 pp.
14. Lytton, R.L. (1989), "Use of Geotextiles for Reinforcement and Strain Relief in Asphalt Concrete," Geotextiles and Geomembranes, Vol.8, pp.217-237.

(접수일자 2001. 2. 28)