

프로파일 측정을 통한 포장 Macrotexture 깊이 분석

Analysis of Pavement Macrotexture Depth Using Measured Profiles

박대욱* · 배정환** · 권수안***

Park, Dae Wook · Bae, Jung Hwan · Kwon, Soo-Ahn

1. 서론

일반적으로 매크로 텍스처는 아스팔트 콘크리트 포장 표면의 안정성 기능과 밀접한 관련이 있다. 매크로 텍스처는 아스팔트 콘크리트 포장의 표면에서 타이어와 직접적인 작용으로 인하여 마찰력 및 소음과 깊은 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 마찰력 감소로 인한 교통사고를 최소화 할 수 있도록 포장 표면은 충분한 마찰력과 배수 성능을 가져야 한다. 이러한 포장의 표면 마찰력은 표면조건(간극, 마모), 아스팔트 콘크리트 혼합물 특성(골재형태, 골재분포) 및 환경적인 요인에 의해 결정된다(Panagouli and Kokkalis, 1998). 충분한 미끄럼 저항성과 텍스처를 가지도록 아스팔트 콘크리트 혼합물 표층을 설계하고 관리하는 것이 비와 관련된 교통사고를 줄이는 방법이 될 수 있다(Hass et al., 1994).

본 연구에서는 정확도와 정밀도가 높은 프로파일러를 이용하여 아스팔트 콘크리트 포장 표층 프로파일을 측정하며, 텍스처 깊이 산정 알고리즘에 근거한 매크로텍스처 깊이를 예측하였다. 배수성포장, SMA포장, 기층재료로 시공된 아스팔트 콘크리트 포장 표층의 프로파일을 측정하여 매크로 텍스처 깊이를 계산하며 산정된 포장 표층의 재료분리 여부를 판단하였다.

2. 매크로텍스처 깊이 산정

레이저 프로파일러를 이용하여 프로파일을 측정하며, 측정된 프로파일을 분석하여 매크로 텍스처 깊이를 산출한다. 그림 1에 프로파일을 이용한 평균 세그먼트 깊이(mean segment depth)를 산정하는 개념도를 나타내었다. 그림 1과 같이 측정된 프로파일을 100 ± 2mm 세그먼트로 나눈다. 각 세그먼트의 프로파일에 대한 선형회귀선을 결정하고 세그먼트의 각 프로파일 값에서 선형회귀선을 감한다. 이러한 절차를 통해 0 평균을 가지는 세그먼트를 갖는다. 100mm 세그먼트는 두 개의 50mm의 세그먼트로 나누며, 두 개로 나눈 프로파일의 최대값을 결정한다. 두 개의 최대값을 평균하여 평균 세그먼트 깊이를 산정한다. 전 측정 프로파일의 평균 세그먼트 깊이를 평균한 값이 평균 프로파일 깊이(mean profile depth)이다. 평균 프로파일 깊이는 2차원적인 깊이이므로 이를 3차원인 평균 텍스처 깊이(mean texture depth) 또는 예측 텍스처 깊이(estimated texture depth)로 변환한다(ASTM, 2005). 변환식은 다음과 같다.

$$ETD = 0.2 + 0.8 MPD \quad (1)$$

여기서, ETD = 예측 텍스처 깊이(mm),

MPD = 평균 프로파일 깊이(mm).

* 정회원 · 국립군산대학교 토목환경공학부 조교수 · 063-469-4876(Email:dpark@kunsan.ac.kr)

** 국립군산대학교 토목환경공학부 석사과정 · 063-469-4876(Email:dream-ui@hanmail.net)

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로시설연구실 연구위원 · 031-9100-174(Email:sakwon@kict.re.kr)

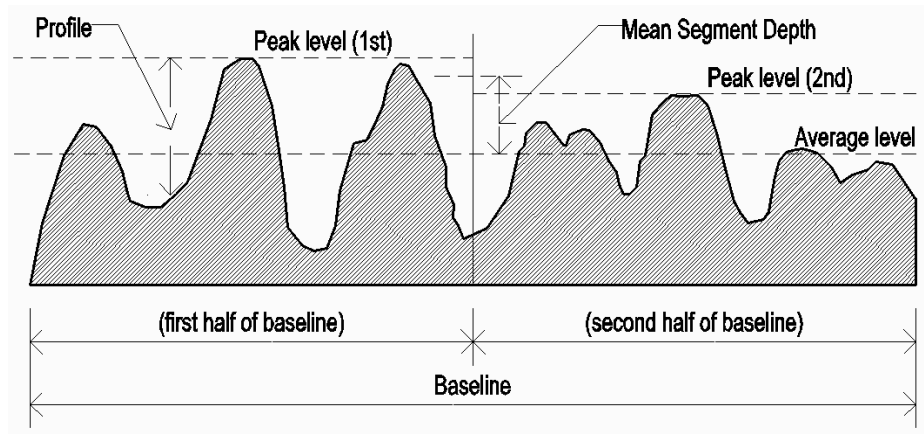


그림 1. 평균세그먼트깊이를 구하기 위한 절차 (ASTM, 2005)

3. 프로파일 측정

다양한 포장의 매크로 텍스처를 측정하기 위하여 본 연구에서는 아스팔트 콘크리트 포장의 기층, 밀입도, 배수성포장, SMA(Stone Mastic Asphalt)를 측정하였다. 밀입도와 SMA 포장의 경우 공용기간이 약 6년 경과하였으며, 배수성 포장의 경우 시공 직후 프로파일을 각각 측정하였다. 프로파일 측정은 경량 프로파일러를 사용하여 시행하였으며, 수직방향 정확도(accuracy in vertical direction)는 0.05mm이며, 수평방향 측정 샘플링 간격은 5mm이다. 표 3에 측정 아스팔트 콘크리트 포장 종류, 측정 길이, 반복성을 요약하였다.

표 3. 아스팔트 콘크리트 포장 종류별 프로파일 측정

포장형태	구간	측정회수	측정길이(m)
밀입도	1	2	145
	2	2	95
SMA	1	2	95
	2	2	96
배수성포장	1	2	194
	2	2	170
아스팔트콘크리트 기층	1	2	24

4. 텍스처 깊이 분석결과

본 절에서는 경량 프로파일러로 측정한 밀입도, SMA, 배수성 포장, 아스팔트 콘크리트 포장 기층에 대한 프로파일과 텍스처 깊이 산정 알고리즘을 이용하여 매크로 텍스처 깊이를 산정하였으며, 다른 포장 형태에 따른 매크로 텍스처를 비교분석하였다.

표 4에 본 연구에서 분석한 아스팔트 콘크리트 포장 종류별 프로파일 측정에 대한 평균 프로파일 깊이와 텍스처 깊이를 요약하였다.

표 4. 아스팔트 콘크리트 포장 종류별 텍스처 깊이 분석

포장형태	구간	측정회수	MPD(mm)	ETD (mm)
밀입도	1	1	0.40	0.52
		2	0.39	0.51
	2	1	0.41	0.53
		2	0.40	0.52
SMA	1	1	0.87	0.90
		2	0.85	0.88
	2	1	0.84	0.87
		2	0.84	0.87
배수성포장	1	1	0.59	0.68
		2	0.55	0.64
	2	1	0.63	0.70
		2	0.58	0.66
아스팔트콘크리트 기층	1	1	0.45	0.56
		2	0.43	0.54

아스팔트 혼합물 종류별 포장 표층 텍스처 깊이는 SMA포장의 2구간의 평균 텍스처 깊이가 가장 컸으며, 배수성 포장, AC기층, 밀입도 포장 순으로 텍스처 깊이가 큼을 나타내었다.

5. 결 론

프로파일을 측정하여 텍스처 깊이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 프로파일을 측정 정확도인 반복성 분석을 한 결과 반복성이 0.79 이상으로 비교적 양호한 측정이 이루어진 것으로 판단된다.
- (2) 배수성 포장의 경우 시공 직후 동일재료로 포설한 두 단면의 텍스처 깊이를 분석한 결과 1차 시공구간과 2차 시공구간의 텍스처 깊이가 다른 것으로 나타났으며, 또한, 아스팔트 콘크리트 혼합물 운반 차량 간에도 텍스처 깊이가 다른 것으로 판단된다. 이 연구를 보다 발전시켜 아스팔트 혼합물의 재료분리 탐색연구에 효과적으로 활용될 수 있으리라 판단된다.
- (3) 아스팔트 콘크리트 포장 종류별 텍스처 깊이를 분석한 결과 SMA포장의 텍스처 깊이가 가장 컸으며, 밀입도 포장의 텍스처 깊이가 가장 작았다.
- (4) 프로파일 측정간의 텍스처 깊이 산정의 반복성을 분석한 결과 밀입도와 SMA포장의 경우 반복성이 좋았으나 배수성 포장의 경우 반복성이 밀입도와 SMA포장에 비교하여 반복성이 좋지 않은 것으로 판단되었다. 이는 배수성 포장내의 큰 공극으로 인하여 텍스처 깊이의 반복성이 떨어진 것으로 판단된다.

향후 텍스처 깊이 연구를 진행 하여 아스팔트 콘크리트 혼합물의 재료분리를 탐색할 수 있는 시스템을 구축할 수 있으며, 미끄럼저항성 및 소음과의 연관성을 연구하여 포장 안전성 기능 관리에 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.



감사의 글

이 논문은 건설교통R&D정책·인프라사업 성능중심의 건설기준 표준화 과제('06~'11) 연구결과의 일부입니다.

참고 문헌

- ASTM. Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth. Annual Book of Standards, Vol. 4.03. West Conshohocken, PA, USA, 2005.
- Haas, R., R. W. Hudson, and J. Zaniewski. Modern Pavement Management. Krieger Publishing Company, Florida, 1994.
- Karamihas, S. M.. Critical Profiler Accuracy Requirements. Research Report UMTRI-2005-24, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan, USA, 2005.
- Mackey, G. Road Surface Texture Measurement Recommended Investigatory levels. Materials Group Technical Note 25, Department for Transportation Energy and Infrastructures, Government of South Australia, 2007.
- Panagouli, O. K. and A. B. Kokkalis. Skid Resistance and Fractal Structure of Pavement Surface. Chaos Solutions and Fractals, Vol. 9, No. 3, 1998, pp. 493-505.
- Stroup-Gardiner, M. and E. R. Brown. Segregation of Hot-Mix Asphalt Pavements. NCHRP Report 441, National Research Council. Washington, DC, 2000.