

아스팔트콘크리트 포장의 노면 미끄럼 저항성 평가

An Evaluation of Skid Resistance Properties of Asphalt Concrete Pavement

김 낙 석[†] · 정 해 수*

Kim, Nakseok · Jeong, Haesoo

Abstract The skid resistant of pavement surface is an important parameter since it is directly related to the traffic safety under moving vehicular loads. In particular, it should be considered as a major factor in pavement performance evaluations to reduce the traffic accident from vehicular sliding. In this study, a portable and an automatic skid resistance tests were used to evaluate the skid resistances of the in-situ pavements. The test results showed that the skid resistance of the conventional dense graded pavement was more noticeable than the other pavement types such as the drainage pavement and the stone mastic asphalt(SMA) pavement as the service life of pavement was increased.

Keywords Skid Resistance, Conventional Dense Graded Pavement, Drainage Pavement, Stone Mastic Asphalt

요 지 노면의 미끄럼 저항성은 교통안전과 직결되는 도로 포장의 중요한 특성이다. 특히 우천 시 차량의 미끄러짐에 의한 교통사고를 줄이기 위해서는 도로의 성능 평가 시 반드시 고려해야 할 사항이다. 또한 자동차의 성능이 개선되고 운전자의 연령이 상대적으로 낮아짐으로써 고속주행을 하거나 급제동을 하는 운전 행태가 증가함에 따라 포장의 미끄럼저항성 역시 개선할 필요성이 더욱 증가하게 되었다. 그러므로 교통사고를 줄이기 위해서는 노면의 미끄럼저항성 시험을 통해 포장의 품질을 검증하고 또 향상시켜야 한다. 본 연구에서는 미끄럼 포장의 품질을 검증하기 위한 방법으로 휴대용 미끄럼저항 시험기 및 자동식 미끄럼저항 측정 장비의 측정원리를 분석하여 실제 포장면에 대하여 미끄럼 저항성을 평가하도록 하였다. 일반 밀입도 포장, 배수성 포장, SMA 포장에 실시한 미끄럼 저항성 평가는 배수성 포장과 SMA 포장의 노후화에 따라 일반 밀입도 포장의 미끄럼 저항성이 가장 크게 나타났다.

핵 심 어 미끄럼 저항성, 미끄럼저항 시험기, 일반 밀입도 포장, 배수성 포장, SMA 포장

1. 서 론

도로포장은 공용연수 경과에 따라 노후화가 진행되어 구조적인 파손뿐만 아니라 노면의 마모로 인하여 타이어와 포장접지 면에서 작용하는 미끄럼저항성이 감소하여 교통사고의 원인이 된다. 도로포장 노면의 성능인 미끄럼과 평탄성은 주행속도에 선형적이 아니라 지수적으로 급속하게 변화되기 때문에 고속 주행을 지향하는 도로에서는 기존 도로에서 발생했던

† 교신저자 : 정희원, 경기대학교 토목공학과 교수
E-mail : nskim1@kyonggi.ac.kr
TEL : (031)249-9710 FAX : (031)244-6300
* 경기대학교 건설·산업대학원 석사과정

것과는 전혀 다른 수준의 위험성이 존재한다. 따라서 도로포장의 목적은 평탄하고 안전한 노면을 이용하는 차량에 효율적으로 제공하고 환경적인 피해를 최소화하는 것이며, 이를 위해 도로의 설계속도에 따라 포장노면의 기능을 측정하고 이를 안전성, 쾌적성 및 환경적인 측면과 경제성을 고려하여 관리기준을 설정할 필요가 있다.

현재 국내 및 외국에서 노면성능의 미끄럼 저항 측정기준은 습윤상태 수막두께 0.5~1mm에서 65km/h의 주행속도에서 측정하고, 평탄성은 80km/h의 주행속도에서 측정한 값으로 주행속도를 기준으로 측정되고 있어 이러한 성능들은 차량의 주행속도에 민감하게 변화된다. 따라서 도로의 주행 안정성 및 쾌적성을 확보하기 위해서는 미끄럼 저항성에 대한 물리적인 실험과 분석을 통해 노면성능을 측정할 필요가 있다.

노면의 미끄럼 저항성은 교통안전과 직결되는 도로 포장의 중요한 특성이다. 특히 우천 시 차량의 미끄러짐에 의한 교통사고를 줄이기 위해서는 도로의 성능 평가 시 반드시 고려해야 할 사항이라고 할 수 있다. 또한 자동차의 성능이 개선되고 운전자의 연령이 상대적으로 낮아짐으로써 고속주행을 하거나 급제동을 하는 운전 행태가 증가함에 따라 포장의 미끄럼저항성 역시 개선할 필요성이 더욱 증가하게 되었다. 그러므로 교통사고를 줄이기 위해서는 노면의 미끄럼저항성 시험을 통해 포장의 품질을 검증하고 또 향상시켜야 한다. 본 연구에서는 휴대용 미끄럼저항 시험기 및 자동식 미끄럼저항 측정 장비의 측정원리를 분석하여 실제 시험 시 활용할 수 있도록 하였다. 또한 포장과 측정 지점을 달리하여 미끄럼저항을 측정하고 노면의 거칠기 정도에 따른 미끄럼저항성을 평가하였다.

2. 미끄럼 저항성 평가방법 및 기준

2.1 국내 미끄럼저항 평가 기술

국내 미끄럼저항성 평가기술은 이동식 차량을 이용한 자동식 미끄럼저항 측정 방법과 휴대용 장비를 활용한 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 일반국도 및 고속국도에서 주로 사용하는 자동식 미끄럼저항 측정은 미국의 ASTM E 274 (standard test method for skid resistance of paved surface using a full-scale tire)의 규정을 따른 트레일러 장비를 이용한 측정법이 주로 사용되며, 휴대용 장비를 활용한 방법은 Fig. 1과 같은 영국에서 개발된 미끄럼저항 시험기를 사용한다.

영국식 미끄럼저항 시험기(British pendulum tester; BPT)를 사용하는 노면의 미끄럼 저항성 시험 방법(KS F 2375)은 진자원리를 이용하여 제작된 공시체 또는 도로표면과 진자에 부착된 고무 슬라이더 사이의 마찰저항을 측정하는 장비이며, 실내 실험 또는 현장에서 노면의 미끄럼저항성을 측정한다.

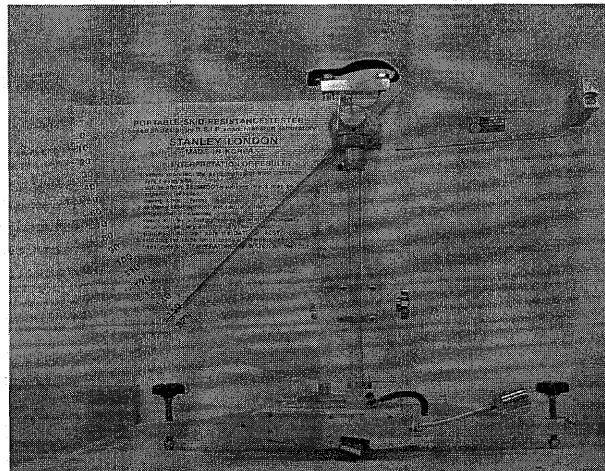


Fig. 1. 영국식 미끄럼저항 시험기(BPT)

BPT는 장비의 이동이 용이하여 원하는 장소에서 쉽게 측정할 수 있으며 시험방법이 간편한 장점이 있으나, 현장에서 시험 전 수평 및 영점 조정을 실시하여야 하는데, 포장 노면이 경사면일 경우 시험이 곤란하고 주행속도, 수막두께, 온도, 교통하중 및 포장 표층 특성 등과 같이 미끄럼저항에 영향을 미치는 여러 가지 인자의 특성을 충분히 반영하지 못하는 단점이 있다.

자동식 미끄럼저항 측정 장비(pavement friction tester : PFT)는 하나 이상의 시험용 바퀴를 장착한 자동차 또는 자동차에 의해 끌리는 트레일러에 시험용 바퀴를 장착한 Fig. 2와 같은 형태의 시험 장비이다. 자동식 미끄럼저항 측정 장비는 도로를 주행하면서 측정 장비에 장착된 차륜에 제동을 가하고, 이 때 작용하는 마찰력과 연직하중을 측정하여 마찰계수를 산정하는 방식으로 미끄럼저항을 측정한다. 자동식 미끄럼저항 측정장비는 변환기(transducer), 측정 기계장치(instrumentation), 물 공급 장치 및 분사장치, 시험바퀴의 제동을 위한 동작 제어장치 등으로 구성되어 있다. 트레일러의 차축에는 2축 로드셀(two component load cell)이 양쪽에 장착되어 있어 제동 시 바퀴에 작용하는 토크와 수직하중을 측정하며, 2축 로드셀의 중앙부에는 양쪽 바퀴의 속도를 감지할 수 있는 속도계가 각각 설치되어 있다. 또 트레일러에는 측정 장비의 시험 절차를 제어하고, 각 센서로부터 데이터를 수신하기 위한 장치인 주제어 시스템이 설치되어 있다. 그리고 트레일러의 차축에 설치된 속도계와는 별도로 차량의 속도를 측정하기 위한 5번째 바퀴가 장착되어 있다(승화이엔씨, 2010).

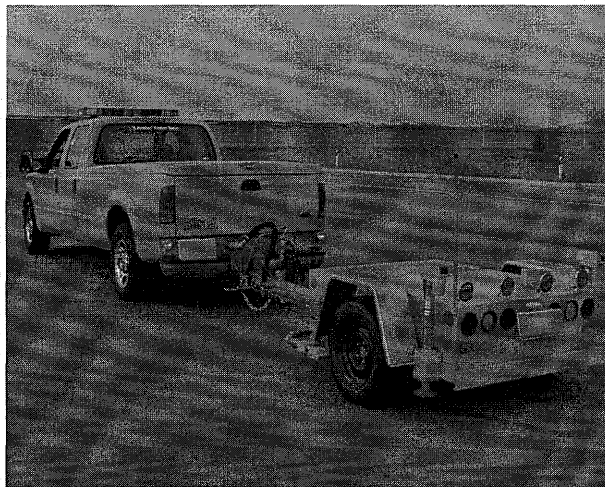


Fig. 2. 자동식 미끄럼 저항 측정 장비(PFT)

2.2 국내 미끄럼저항 기준

국내에서 사용되는 최소 노면 마찰계수 기준은 도로의 기하구조 및 교통조건, 사고 위험도에 따라 4개 등급으로 구분하고 있으나, 초고속 주행 도로에 대한 기준은 아직 마련되어 있지 않은 상황으로 국토해양부에서 발행한 도로안전시설 설치 및 관리 지침에서는 최소 마찰계수 기준을 Table 1과 같이 제시하고 있다. 위험도의 구분은 관리자의 판단 및 사고발생(사망 사고, 사고빈도 등) 상황들을 고려하여 정해지나 객관적 지표와 역학적 관계에 의한 관리 지표라기보다는 경험을 바탕으로 한 정성적 판단에 의해 결정된다.

국내에서는 노면 미끄럼저항에 대한 연구가 매우 제한적으로 이루어졌으나, 외국에서는 활발하게 연구되고 있다. 대표적으로 영국에서는 미끄럼저항과 교통사고와의 관계에 대한 연구를 수행하였으며, AASHTO(2004)의 “A policy on geometric design of highways and streets”에 노면 미끄럼저항 관련 기준을 제시하고 있다. 미국에서는 미끄럼저항을 ASTM에 규정함으로써 통일된 미끄럼 측정과 일관된 평가가 이루어지고 있다. 국외의 미끄럼저항성 평가 장비를 살펴보면, 미국의 locked wheel tester, 일본의 dynamic friction tester, 영국의 SCRIM(sideway-force coefficient routine investigation machine) 등이 다양하게 사용되고 있다. 미끄럼 측정은 ASTM E 501 규정에 의하여 물분사, 브레이크 작동, 구간 평균 SN 산출 및 브레이크 풀림의 과정을 5초 동안 수행하면서 데이터를 수집하게 된다. 측정 데이터 1회 측정점은 65km/h의 속도에서 30~35cm 폭의 포장면에 대한 미끄럼 저항값이며, 평균 SN 값은 미끄럼 구간에서 얻어진 SN 값의 분포를 적분하여 산출한다.

Table 1. 최소 마찰계수 기준표(도로안전시설 설치 및 관리 지침)(승화이엔씨, 2010)

구 분	정 의	최소 요구 마찰계수			마찰 계수의 종류
		위험도 1	위험도 2	위험도 3	
S1 (마찰력 확보가 매우 중요한 구간)	1) 설계 속도 60km/시 이상인 도로의 교통신호 또는 횡단 보도 접근부	57	67	77	BPN
	2) 도시 지역도로의 교통신호, 횡단보도 또는 비슷한 위험 개소의 접근부	37	44	50	SN
	3) 5% 이상의 내리막 경사에서 곡선 반경이 “도로의 구조 시설 기준에 관한 규정”에서 정한 값보다 작게 설계된 곳				
	4) 고속도로로서 S2의 1), 2)항에 해당하는 구간				
S2 (마찰력 확보 중요 구간)	1) 설계 속도 60km/시 이상이 되는 도로로서 곡선 반경이 “도로의 구조 시설 기준에 관한 규정”에서 정한 값보다 작게 설계된 곳	47	57	67	BPN
	2) 5% 이상의 내리막 경사가 100m 이상인 곳	31	37	44	SN
	3) 고속도로 일반구간				
	4) 상업용 자동차 교통량이 250대/차로/일 이상인 도로의 주요 교차로 접근부				
S3 (평균 조건)	직선 또는 곡선 반경이 큰 구간으로서 다음에 해당되는 도로	32	47	57	BPN
	1) 주요 간선도로 또는 자동차 전용도로 2) 상업용 자동차 교통량이 250대/차로/일 이상인 일반도로	21	31	37	SN
S4 (마찰력 중요하지 않은 구간)	교통량이 적은 도로의 일반 직선 구간	32	42	47	BPN
		21	27	31	SN

2.3 미끄럼저항성 평가를 위한 국내 사례조사

박태순(2001)은 초대형 점보 항공기의 출현으로 인하여 활주로 표면의 마찰저항 성능이 중요하게 되었다고 발표 하였다. 우천시나 겨울철과 같은 특정한 기후에서 활주로 표면은 수막현상과 마찰력의 손실이 발생하여 항공기의 브레이크 기능이 저하되어 제동력을 잃게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 많은 연구가 미국항공우주국, 미공군, 미연방항공청 등에 의해 수행되었다. 그 결과 다양한 종류의 마찰저항이 큰 포장표면 처리 방법이 개발되었다. 이러한 설계방법 가운데 대표적인 방법이 그루빙이다. 포장 그루빙 공법은 활주로 표면에 마찰저항을 증가시키고 수막현상을 감소시켜주는 장점이 있는 것으로 보고 되고 있다.

유승권(2003)은 항공기의 총 중량이 지속적으로 증가하고 이착륙 때의 항공기의 속도가 현저히 증가함에 따라 관례적으로 시공하던 활주로의 표면상태가 항공기 운항에서 하나의 문제로 대두되었으며 이로 인한 가장 심각하고 잠재적인 위험은 항공기의 사고를 유발하는 활주로 포장의 수막현상으로 활주로에서 항공기의 미끄럼 저항과 관련하여 활주로 포장의 표면상태의 문제점과 국내 공항의 현황을 살펴보고, 활주로 포장의 마찰저항을 높이고 수막현상을 방지할 수 있는 그루빙 공법에 대한 효과와 설계 및 관리기준을 제시하였다.

김남철 등(2004a; 2004b)은 국내에서 많이 활용해온 횡방향타이닝 및 종방향 타이닝, 향후 적용이 예상되는 골재노출표면처리 콘크리트포장노면의 미끄럼 저항의 변화를 예측할 수 있는 방안을 제시하였다. 횡방향타이닝 콘크리트포장의 경우 다양한 교통량하에서 노면 미끄럼저항의 측정 데이터 및 중부고속도로 미끄럼저항 측정치 데이터를 통계분석하여 교통량별 미끄럼저항 변화 예측식을 산정하였다.

따라서 도로포장표면은 건설 직 후 뿐만 아니라 공용 중에도 적절한 미끄럼저항 수준을 확보하여 주행의 안전성을 지속적으로 유지해야 한다. 콘크리트 포장의 경우 미끄럼저항은 거친면 마무리 처리방법, 기후, 포장 표면의 습윤 상태, 골재 특성

등 여러 인자의 영향을 받고 시간의 경과와 함께 타이어-노면간 마찰에 따라 표면조직이 마모되어 미끄럼저항 값이 떨어지게 된다. 합리적인 도로 포장의 유지 보수 계획을 수립하기 위해서는 포장의 구조적인 파손뿐만 아니라 주행 안전성에 영향을 미치는 미끄럼 저항의 마모에 따른 변화를 예측하는 것이 필요하다고 하였다.

3. 포장에 따른 미끄럼 저항성 평가

도로의 미끄럼저항을 실측하기 위하여 우선 시험 구간을 선정하고, 자동식 미끄럼저항 측정 장비(PFT)와 영국식 미끄럼 저항측정기(BPT)를 이용한 미끄럼저항을 측정하였으며, 노면의 거칠기 정도를 평가하기 위해 ASTM E 965에 따른 MTD(mean texture depth)를 측정하였다. 시험 구간은 아래 Table 2와 같다.

3.1 지하도로의 필요성과 특징

1) 지하도로와 터널의 기능 차이

터널은 산, 강 등 장애물을 통과하는 것을 주목적으로 이동성 만을 필요로 하는 반면에, 지하도로는 지상도로를 대체하거나 보완하는 것이 주목적으로 접근성과 이동성을 동시에 필요로 한다. 터널의 특징은 종단선형에 직접적 관련이 있고 주로 산악지에 위치하며, 지하도로의 특징은 지상도로와의 연계 및 지상공간 활용에 직접적 관련이 있고 도심지 도심도에 위치한다. 또한 지하도로는 지속적인 구조물에 따른 건설비의 증가로 소형차전용도로 중심으로 검토된다.

시험 위치의 포장 상태에 관한 육안 관찰 결과 포장의 공용년수가 오래된 것을 알 수 있었으며, 특히 SMA 포장의 표면층은 라벨링으로 인해 아스팔트의 피복이 벗겨지고 골재표면이 드러나 있는 상태였다. 배수성 포장의 경우는 공극이 먼지와 이물질로 인해 거의 막혀 있는 상태였으며, 물을 부어 배수 성능을 살펴본 결과 원활하지 못한 것으로 나타났다.

Table 2. 미끄럼 저항 시험 구간 위치(이수형 등, 2010)

구 분	포장구분	구간시점	구간종점	최소측정 개소	조사차로	시험방법 (속도,km/h)
측점1	배수성	장원교	두원육교	6	상행 2	40, 60, 80
측점2	SMA	방초교	백암휴게소	8	상행 2	40, 60, 80
측점3	밀입도	백암 휴게소	방초교	8	상행 1	40, 60, 80
측점4	밀입도	아산시계(뒤)	국도34분기	8	상행 1	40, 60, 80
측점5	밀입도	국도39분기	국도45분기	8	상행 1	40, 60, 80
측점6	밀입도	아산시계(뒤)	국도34분기	8	상행 1	40, 60, 80
측점7	밀입도	서평택IC	국도43분기	8	상행 1	40, 60, 80

3.2 미끄럼저항 측정 결과

PFT 측정은 이동하면서 측정함으로 포장 종류별 측정구간에 대해 100~500m 거리를 두고 반복적으로 측정하였으며, 속도에 따른 미끄럼 저항의 변화를 알아보기 위하여 시속 40km, 60km, 80km에서 측정하였다. 측정 결과는 Table 3과 Fig. 3과 같다. 실험결과 기존에 알려진 것과는 다르게 밀입도 포장의 미끄럼저항이 가장 높은 값을 나타냈으며, SMA(stone mastic asphalt concrete pavement)포장과 배수성 포장은 비슷한 수준의 미끄럼저항(SN)을 나타냈다. 속도에 따른 포장별 미끄럼저항의 변화를 나타낸 것으로 속도가 증가함에 따라 미끄럼저항이 감소하는 것을 알 수 있다. 밀입도의 경우 80km/h에서도 SN이 46.94로 매우 높은 값을 나타냈으나, 배수성포장과 SMA의 경우 80km/h에서 SN이 40이하의 값을 나타내어 미끄럼저항에 문제가 있을 수 있는 것으로 판단되었다. 이는 앞서 육안관찰결과에서 언급한 것과 같이 노후화 된 SMA포장과 배수성포장의 표면이 마모로 인해 아스팔트 피복이 벗겨지고 드러난 골재의 표면이 매끄러워진 상태여서 포장의 세면조직(micro texture)의 상태가 매우 불량하기 때문인 것으로 판단되었다.

Table 3. PFT 장비의 미끄럼저항 측정 결과

측정 지점	속도	항목	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	평균
측점1	40	SN	43.3	48	46.3	48.8	48.6	48	-	-	47.16
	60	SN	41.5	44.4	42	44.2	42.4	42.3	-	-	42.8
	80	SN	37.9	40.1	38.1	37.6	40.1	40.3	-	-	39.01
측점2	40	SN	45.5	49.5	46.6	47.9	48.3	49.5	42.2	48.5	47.25
	60	SN	36	39.6	43	39.9	41.1	41.6	42.6	37.6	40.17
	80	SN	34	37.2	39	36.5	38.9	37.3	38.2	34.4	36.94
측점3	40	SN	58	56.8	53.8	58.2	55	56	56.5	57.8	56.58
	60	SN	50.6	48.9	52.1	52.8	51.9	49.4	47.7	46.9	50.04
	80	SN	47.1	43.5	45.5	50.7	46.8	46.5	48.3	43.7	46.51
측점4	40	SN	53.1	53.5	52.2	52.7	53.7	51.3	53.8	51.3	52.7
	60	SN	47.7	47.6	48.2	48.3	49.1	46.5	46.9	47.2	47.69
	80	SN	42.9	43.7	42.6	45.1	44.1	43.6	44.2	43.9	43.76
측점5	40	SN	55.5	55	53.7	56.2	52.1	56.7	56	54.9	55.01
	60	SN	50.4	49.2	48.1	50.9	47.4	49.3	50.8	51	49.64
	80	SN	45.2	44.9	44.2	46.1	46.1	46.1	46.2	43.5	45.29
측점6	40	SN	48.8	45.9	48.4	48.2	47.5	48.6	47.6	46.5	47.69
	60	SN	44	41.3	45.9	44.1	45.1	42.4	43.1	43.3	43.65
	80	SN	40.9	38.6	37.5	41.2	41.1	39.9	40.1	40.6	39.99
측점7	40	SN	56.9	56.9	57	55.5	57	55.6	56.1	56.9	56.49
	60	SN	51.1	50.9	51.5	50	51.4	51.4	51.7	52.1	51.26
	80	SN	48.8	47.4	45.9	47.7	46.8	46.3	46.3	46.3	46.94

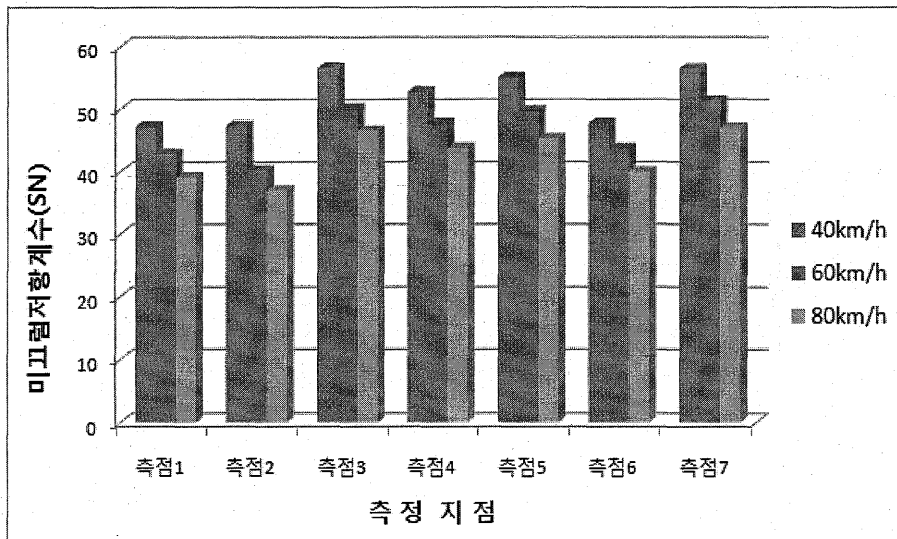


Fig. 3. 속도에 따른 포장별 미끄럼저항(SN)

이동하며 측정하는 PFT와 달리 Fig. 4 와 같이 도로에 설치하고 측정하는 BPT의 경우는 시속 10km/h의 미끄럼속도를 모사하며, 노면의 미끄럼에 영향을 미치는 요소 중 micro texture와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 각 측정구간에 대하여 BPT 실험을 한 결과는 다음 Table 4 와 Fig. 5 와 같다. 그림에서와 같이 측정 3의 밀입도 포장의 BPN이 약76으로 가장 우수하였으나 같은 밀입도 포장이라도 측정구간에 따라 BPN의 값이 각기 다르게 계측되었다.

노면의 거칠기 정도를 측정하기 위해 ASTM E 964에 따른 sand patch method을 수행하였으며, 측정 구간 중 미끄럼 저항을 측정한 부분에 대하여 실시하였다. 현장의 교통상황과 측정 당시의 기상 상황으로 인해 SMA와 배수성 포장에 대한 충분한 측정이 이루어지지 못했으나, 각각의 측정값의 편차가 크지 않은 것으로 보아 포장의 거칠기 정도를 상호 비교하기 위한 자료로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

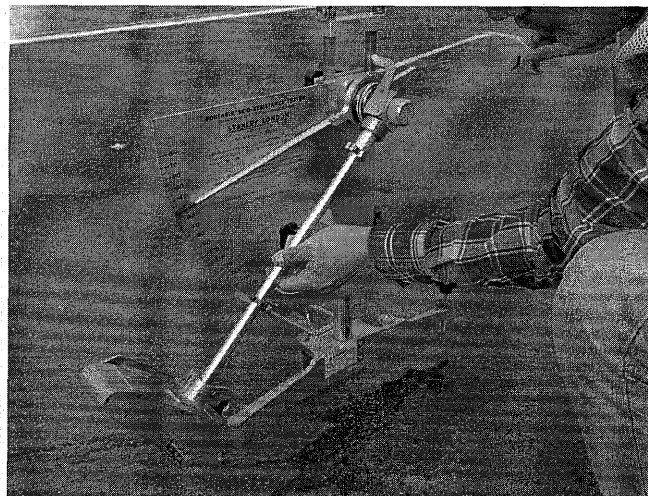


Fig. 4. BPT 장비를 이용한 미끄럼저항 측정

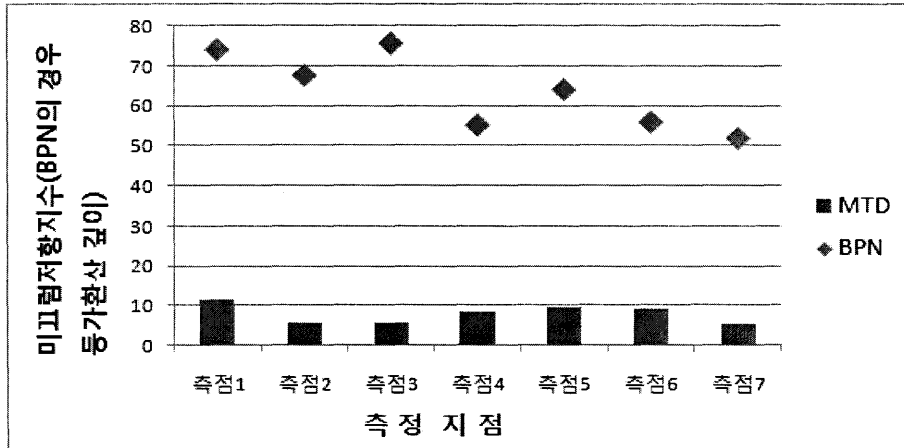


Fig. 5. 측정지점의 MTD 및 BPN 수치

Macro texture를 측정하는 지표인 MTD(mean texture depth)의 경우 일반적인 예상으로는 배수성이 가장 큰 값을 나타내고 밀입도가 가장 작은 값을 나타낼 것으로 예상하였다. 그리고 SMA 포장에 그 중간 정도의 노면 거칠기를 나타낼 것으로 예측하였으나, 실험 결과 SMA포장이 가장 작은 값을 나타내었다. 이는 SMA포장의 경우 노후화 되어 포장표면의 마모가 심하기 때문인 것으로 판단된다. 반면 배수성 포장의 경우는 밀입도 포장과는 약 1.2배, SMA포장의 약 1.9배에 달하는 MTD 값을 나타내었다.

4. 결론

본 연구는 교통사고를 줄이기 위해 실제 노면에서 발생하는 미끄럼의 변화를 보다 과학적으로 규명하여 영향요소들을 적절히 통제하고 관리하기 위한 기초 연구이다. 배수성, SMA 및 밀입도 아스팔트 포장에 시공된 지역을 각 시험구간으로 정하고 PFT 시험기를 이용하여 주행속도에 변화를 주며 미끄럼저항 시험을 시행하였으며, 속도별 미끄럼저항의 변화를 검토하고 노면의 거칠기 시험결과를 분석하였다.

1. 일반적인 경우 배수성 포장의 미끄럼 저항성이 가장 높으며 그 다음으로 SMA와 밀입도 순으로 미끄럼 저항성이 좋다고 알려져 있으나 현장에서의 PFT와 BPT 실험결과 대체적으로 밀입도 포장의 미끄럼 저항성이 가장 우수한 것으로 나타났으며 배수성, SMA 포장 순으로 미끄럼 저항이 높은 것으로 측정되었다. 이는 배수성과 SMA 포장면의 노후화로 인한 마모상태에 따른 결과로 판단된다.
2. 골재의 입도와 관련이 있는 macro texture의 경우 배수성 포장이 가장 높은 값을 나타내며 밀입도 포장과 SMA 포장은 동일한 MTD를 나타내었다. 이는 rib tire를 사용한 PFT 측정과 저속에서 측정하는 BPT의 경우 골재의 표면 거칠기와 관련된 micro texture의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있는데 배수성 포장과 SMA 포장이 노후화 되어 마모됨으로써 micro texture가 매끄럽기 때문에 미끄럼 저항(SN, BPN)이 낮게 측정된 것으로 판단되었다.
3. PFT 장비를 이용하여 주행속도의 변화를 주면 미끄럼 저항성 시험을 실시한 결과 주행속도가 증가하면 미끄럼저항성은 감소하는 것을 확인하였다.
4. 일반적인 예상으로는 골재의 입자가 크고 공극이 많은 배수성 포장이 가장 큰 미끄럼 저항 값을 나타내고 밀입도 포장이 가장 작은 미끄럼 저항 값을 나타내는 것이 일반적이거나 배수성 포장과 SMA 포장의 마모에 의해 비교적 낮은 저항 값이 측정 되었다. 이는 향후 새로운 시험 구간을 선정할 때, micro texture의 상태가 양호한 신설 포장 구간에 대해 실험을 실시하여 기존 실험과 비교 검토함으로써 결과에 대한 명확한 분석이 가능할 것으로 예상되며, 기존의 측정 방법의 한계를 알 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4. BPT를 이용한 미끄럼저항성 및 MTD 측정 결과

측정 지점	조사 항목	1회	2회	3회	4회	5회	평균
측점 1	BPN	75	75	74	73	73	74.0
	MTD	10.4	11.02	12.42	11.56	12.02	11.48
측점 2	BPN	68	68	68	67	68	67.80
	MTD	5.85	5.47	5.75	6.22	6	5.86
측점 3	BPN	75	76	77	76	75	75.80
	MTD	5.3	5.68	5.38	6.21	6.32	5.78
측점 4	BPN	56.9	56.2	53.5	54	55.6	55.24
	MTD	10.1	9.5	8.9	6.9	7.1	8.5
측점 5	BPN	62.4	67.3	66.3	63	62	64.20
	MTD	10.3	11.5	9.5	9.5	7.7	9.7
측점 6	BPN	57.8	61.1	52.1	53.5	55.4	55.98
	MTD	8.9	9.1	11.3	8.4	8.8	9.3
측점 7	BPN	53.5	51	53	50	52.5	52.00
	MTD	6.5	4.0	2.5	6.7	6.1	5.2

참고문헌

[1] AASHTO (2004). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2004. American Association of State Highway & Transportation Officials.

[2] 김남철, 이승우 (2004a). “콘크리트 포장 노면의 마모에 따른 미끄럼저항 변화 예측.” 대한토목학회논문집 Vol. 24, No. 5D, pp.737-742.

[3] 김남철, 전상민, 전범준, 이승우, 조인성 (2004b). “콘크리트 포장 노면의 마모에 따른 미끄럼저항 변화 예측.” 한국도로학회 2004년도 봄학술대회, pp.101-106.

[4] 박태순 (2001). “건설 그루빙을 사용한 공항 활주로의 마찰 및 수막현상 특성평가.” 한국도로학회지, Vol.3, No.3, pp.111-118.

[5] 승화이엔씨 (2010). SMART Highway 도로기반시설 핵심기술 개발 1단계보고서. 국토해양부 스마트하이웨이 보고서.

[6] 유승권 (2003). “공항포장의 그루빙 설치기준.” 한국도로포장공학회지 Vol.5, No.2., pp.33-43.

[7] 이수형, 유인균, 김재원 (2010). “차량 주행속도에 따른 노면 미끄럼 저항성의 평가.” 한국도로학회 2010 학술대회 논문집, pp.277-282.

- ▶ 논문접수일 : 2011년 04월 25일
- ▶ 심사의뢰일 : 2011년 05월 15일
- ▶ 심사완료일 : 2011년 06월 14일