



고속도로 아스팔트포장 LTPP구간의 FWD조사분석

An analysis on FWD of LTPP Section of Asphalt Concrete Pavement at Freeway

이경하*, 김인수**

1. 서론

국내 고속도로의 아스팔트 포장은 경부고속도로 개통을 계기로 30여년동안 공용되어 왔으며 공용후의 포장은 많은 보수를 거듭하여 보수비만도 막대한 투자를 하게 되었다. 포장은 공용년수가 경과함에 따라 어느 시점에 이르러서는 파손이 가속화되며 포장의 파손은 토질조건, 기후, 유지보수, 하중의 영향, 재료 및 시공조건에 따라 많은 영향을 받을 것으로 추정되나 실제로, 이에 대한 영향정도를 파악할 수 있는 시험이 거의 없었다.

포장의 단면 설계시에 필요로 하는 입력변수조건인 노상지지력, 교통량, 동결심도등의 입력변수조건이 정확히 규명되어야 하고, 아스팔트 혼합물의 설계시에는 저온 및 고온, 강수량의 기후조건이 파악되어야 하며 유지관리시에는 보수순위 및 보수시기를 결정하기 위해서는 파손예측모델이 개발되어야 한다.

포장의 장기공용성 평가는 이와같이 FWD를 사용함으로써 포장의 단면설계 및 아스팔트 혼합물의 재료 및 배합설계, 유지관리의 광범위한 범위에서 지속적인 성과를 제공할 수 있다. 장기간 축적된 조사자료는 포장 공용성, 하중, 환경 영향과 상호작용 등의 특성에 대해 보다 근본적인 해법을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

2. LTPP구간 선정

고속도로 전노선의 아스팔트 포장구간을 포장단면, 기후, 교통량, 포장재령을 기준으로 선정된 동질성구간을 대상으로 하여 포장파손 예측모델의 개발을 위한 조사구간을 선정하였다. 이를 위하여 포장파손에 영향을 미치는 인자를 이용하여 Factorial Design에 의하여 선정된 LTPP(Long Term Pavement Performance)구간외에 신설된 고속도로 노선에 대하여 LTPP구간을 추가하여 표 1.에 최종적으로 LTPP구간을 선정하였다. 선정된 조사구간의 단위길이는 200m로 하였고, 조사의 편의를 위하여 최외곽 차선을 조사차선으로 하였고 LTPP구간의 공용성 조사는 매년 반기별로 실시하였다.

* 한국도로공사 도로연구소 아스팔트포장연구실 책임연구원 (☎02-2230-4852)

** 한국도로공사 도로연구소 아스팔트포장연구실 연구원 (☎02-2230-4853)



표 1. LTPP 조사 구간

노선	행선	시점	종점	노선	행선	시점	종점
경부선	하	32.5	32.7	남해선	상	283.2	283.0
	하	39.8	40.0		상	286.2	286.0
	상	152.2	152.0		상	288.5	288.3
	상	152.9	152.7		상	295.6	295.4
	상(합성)	221.8	221.6		상	320.0	319.8
	하	330.8	331.0		상	331.2	331.0
제2경인선	상	359.5	359.3		상	356.7	356.5
	하	10.8	11.0		하(합성)	370.8	371.0
호남선	하	14.8	15.0		상(")	371.5	371.3
	하	5.8	6.0		하(")	374.0	374.2
	하	12.0	12.2		하(")	391.5	391.7
	상(합성)	16.5	16.3		상	403.0	402.8
	상(")	17.5	17.3	상	410.0	409.8	
	상(")	36.5	36.7	상	421.0	420.8	
	상	47.2	47.0	하	410.0	410.2	
	상	90.0	89.8	하	421.0	421.2	
	상	102.5	102.3				
상	167.0	166.8					
영동선	상	152.5	152.3	서해안선	상	7.9	7.7
	상	167.0	166.8		하	8.8	9.0
부산-대구선	상	10.0	9.8		하	11.0	11.2
	하	10.0	10.2		하	15.8	16.0
부산대구 지선	상	3.0	2.8		상	60.0	59.8
	하	3.0	3.2		하	60.0	60.2

3. 공용성 조사

LTPP구간의 연장은 180m로 30m단위로 구역을 분할하여 30m 전구간의 조사위치를 사전에 포장 형식에 맞게 적절한 표시를 노면과 도면에 표시토록 한다. LTPP구간에 대한 공용성 조사는 매년 반기별로 2회 실시하였으며 조사내용은 소성변형 측정, 균열, 기타파손상태, FWD시험을 실시하며, 균열 및 기타파손상태는 육안관측하여 스케치한 후, 각 파손상태의 정도를 상,중,하의 3단계로 구분하고 파손의 면적 또는 길이를 측정한다. FWD 시험은 반기별로 전구간을 측정하며, 이와 별도로 세부조사구간을 설정하여 매일 FWD시험을 실시한다. 현재 공용성조사는 98년 상반기부터 시작하여 99년 상반기까지 3회 측정하였다. 표 1.은 LTPP구간의 공용성 조사내용을 요약 정리하여 이력카드로 작성한 것이다.

그림 1.은 LTPP구간중 서해안선 6개소에 대해 매일 FWD시험을 실시한 결과이다. 아스팔트 혼합물은 온도변화에 민감한 점탄성재료로 계절별로 하절기에 탄성계수가 감소되며 동절기에는 탄성계수



가 증가되며 탄성계수의 차이는 크게는 5.75배정도의 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이것을 포장체의 탄성계수와 포장온도와의 관계로 나타내보면 반대수 그래프상에 직선적으로 반비례하며 다음과 같이 온도변화에 따른 탄성계수 회귀식을 구할 수 있다.

표 2. LTPP조사내용(경부선 32.5~32.7k, 하)

조사위치	경부선 32.5~32.7k (하)		시공년월	'93. 7.										
곡선반경 (m)	직 선		종단구배 (%)	-0.05										
절성토 구분	절토(), 성토(0.06)		횡단구배 (%)	-2.0										
시 공 단 면 (cm)			보 수 이 력											
덧씌우기	-		보수년월	보수공법										
표 층	10	'96. 12.	절삭 덧씌우기		보수원인									
기 층	20	'97. 9.	절삭		소성변형									
보조기층	35				"									
선택 층	20													
LTPP 조사 내용														
측정년월	주요 파손 내용					소성변형량(mm)								
	균 열		팻 칭		표면결합		좌	우						
	종류	면적(m ²)	종류	면적(m ²)	종류	면적(m ²)								
'98. 4.	-	0	-	0	-	0	14.3	7.7						
'98. 10.	-	0	-	0	-	0	14.0	9.8						
'99. 5.	-	0	-	0	-	0	14.3	7.7						
측정년월	탄 성 계 수 (MPa)					표면측정온도(°C)								
	아스팔트층		보조기층		노상	측정전	측정후							
'99. 10.	4342		190		112	20	21							
'98. 5.	4986		195		115	24	25							
구 분	년도	계 절 (월)											평균	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
기온 (°C)	98	-3.2	0.3	5.9	12.0	16.9	22.8	25.9	26.6	20.2	12.9	8.3	1.5	12.5
	99	-1.4	2.6	6.5	15.2	18.5	21.6	25.2	25.6	23.0	16.7	6.9	1.4	13.5
강수량 (mm)	98	14.4	41.4	30.4	60.7	26.3	150.4	331.7	299.2	25.0	52.3	82.0	46.5	95.6
	99	23.7	34.3	44.0	105.9	86.4	213.7	306.0	591.6	141.2	25.0	51.6	3.5	135.6
구 분	7일간 최고포장 온도(°C)	최저포장 온도(°C)	일 교통량 (ESAL)											
			승용차	버 스		트 렉						특수		
	소 형	중 형		소 형	중 형	대 형								
99년도	30.7	-5.6	105030	10149	9789	23	29148	11860	2923					

$$\log E = -0.017 Temp + 4.356 (R^2 = 83\%)$$

보조기층과 노상의 계절별 탄성계수의 변화특성은 보조기층과 노상 모두 동절기에 탄성계수가 증가하고 융해기에 지지력이 저하되는 것을 알 수 있다. 동절기에 비하여 융해기에는 1.14~1.17배정도 탄성계수가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 동절기에 포장체내의 수분이 동결되므로써 탄성계수가 증가하였다가 융해기에 이르러 융해되면서 배수가 되지 않아 탄성계수가 저하되는 것으로 해석된다. 융해기를 지나면서 포장체의 탄성계수는 다시 회복되면서 장마철의 강우기를 맞아 탄성계수가 다시



저하되는 것을 알 수 있다. 탄성계수는 융해기보다도 저하되며 동절기의 탄성계수보다 1.19~1.23배 정도 감소되는 것을 알 수 있다.

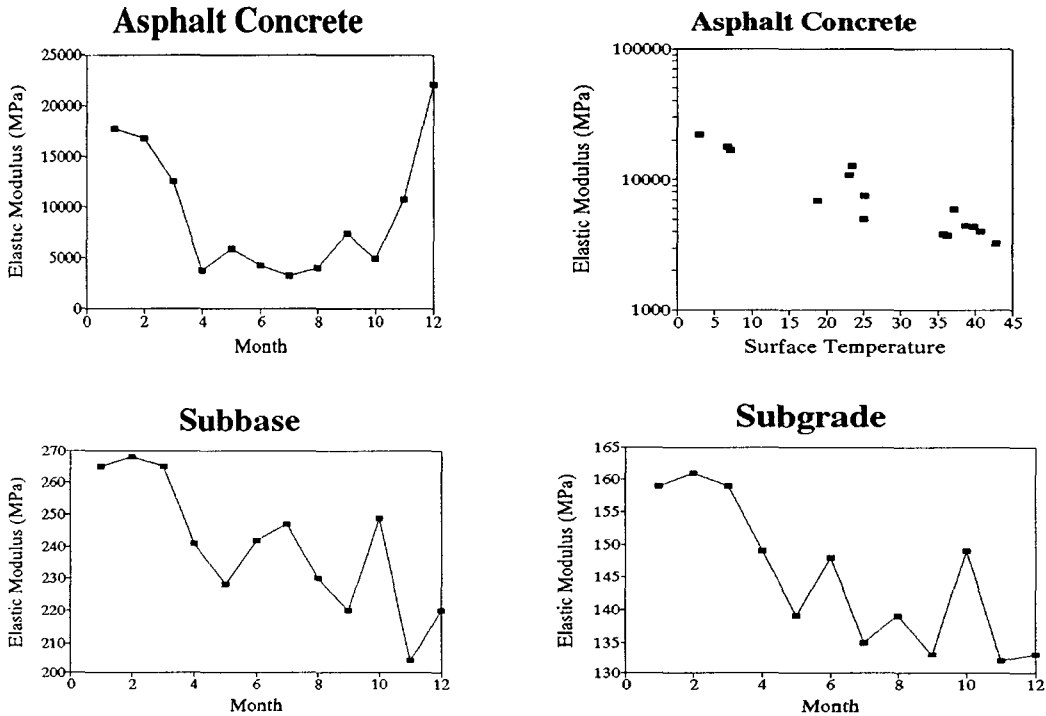


그림 1. 포장체의 탄성계수 측정결과

4. 결 론

본 연구에서는 장기포장 공용성(LTPP) 조사구간을 선정하고, LTPP구간에 대한 공용성 조사를 98년부터 시작하였으며 LTPP구간중 서해안 고속도로에 대한 매월 FWD시험을 실시하여 아스팔트층의 온도변화에 대한 탄성계수특성, 노상 및 보조기층의 계절별 탄성계수 특성등이 분석되었다.

5. 참고문헌

1. Strategic Highway Research Program, Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project, National Research Council, SHRP-P-338, 1993.
2. William, O., Hadley, SHRP Overview: Five-Year Report, National Research Council, SHRP-P-416, 1994.
3. Strategic Highway Research Program, America's Highways : Accelerating the Search for Innovation, TRB, Special Report202, 1984.