



시단위 포장도로의 포장평가지수개발

Development of Pavement Condition Index for the Municipal Pavements

문형철* 서영찬**
Moon, Hyung-Chul Suh, Young-Chan

Abstract

In Korea, Expressway and National Highway System has been continually managed by their own pavement management system. The pavement condition evaluation system has not been developed for the municipal roads except for Seoul city. Therefore, this study focuses on analyzing the characteristics of distress in major city's pavement and developing the pavement condition index for the municipal PMS. Panel rating and pavement condition survey for the selected pavement sections were conducted for developing pavement condition index. Municipal level pavement condition index(MPCI) was developed by statistical analysis. Also, a sensitivity analysis for each independent variable of the MPCI and comparison with other pavement condition indices, such as SPI and HPCI, were performed.

keywords : municipal level pavement condition index(MPCI), municipal PMS

요 지

우리나라는 1987년 국도 PMS가 도입된 이래 국도 및 고속도로의 경우 그동안 도로포장의 상태를 평가할 수 있는 포장상태 평가기준을 마련하여 이를 바탕으로 유지보수를 시행하고 있다. 반면, 시단위 도로의 경우 비교적 많은 교통량이 통행하며, 가장 많은 연장을 차지하고 있으나 서울시의 경우를 제외하고는 포장상태를 평가할 수 있는 마땅한 시스템이 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 서울시 사례 및 기타 시단위 도로포장상태 조사자료를 토대로 아스팔트포장의 일반적 평가요소인 균열, 소성변형, 종단평탄성 등 3가지 요소에 대한 포장상태를 분석하였으며, 시단위 도로의 유지관리 의사결정에 필요한 포장평가지수를 개발하였다. 본 연구의 포장평가지수 개발방법은 현장조사와 샘플구간에 대하여 전문가 그룹을 구성하여 설문조사를 실시한 후 통계적 처리를 거쳐 시단위 포장평가지수(MPCI)를 제시하였다. 또한 개별결함 지수에 대한 민감도 분석을 실시하였으며, 평가지수를 실제 현장에 적용하여 타 기관에서 사용중인 포장평가지수와 비교를 통하여 그 적정성을 검증하였다.

핵심용어 : 시단위 포장평가지수(MPCI), 시단위 PMS, 포장관리시스템

1. 서 론

1.1 연구의 목적

국내에서 지속적인 포장관리시스템(PMS)이 적용되고 있는 국도 및 고속도로는 그동안 축적된 조사자료를

바탕으로 도로포장의 합리적 유지보수를 위한 포장상태 평가기준을 마련하여 유지보수를 시행하고 있다.

시단위 도로의 경우, 여타 도로의 특성과 달리 통행속도가 다양하고 비교적 많은 교통량이 통행하며, 기하학적으로는 다수의 교차로가 존재하고 고속도로 및 국도에

* 정희원(주)로드텍 대표이사, 도로 및 공항기술사

** 정희원-한양대학교 교통시스템공학과 정교수, 공학박사



비해 상대적으로 가장 많은 연장을 차지하고 있다.

하지만, 시단위 도로는 서울시의 경우를 제외하고는 포장상태를 평가 할 수 있는 기준이 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 서울시 사례 및 기타 시단위 도로 포장 상태 조사자료를 토대로 아스팔트포장의 일반적 평가요소인 균열(표면손상), 소성변형 및 종단평탄성을 기준으로 시단위 포장파손특성을 분석하였다.

또한 국내의 포장유지관리 기준을 검토하였으며 시단위 도로에서 유지관리 의사결정에 필요한 포장평가지수를 개발하였다.

1.2 연구 방법 및 절차

시단위 포장도로는 고속국도나 일반국도와는 다른 파손특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 교통패턴이나 포장구조 등 일반적인 파손원인과 잦은 굴착복구와 같은 시단위 도로만의 특별한 결함이 존재하기 때문이다.

따라서 시단위 도로만의 파손특성 분석을 위해 포장상태조사를 수행하고 결함발생량을 분석하여 고속국도 및 국도·기타도로와 결함발생정도를 비교하였다.

또한 시단위 포장도로에서 네트워크 차원의 유지관리의 의사결정을 지원할 수 있는 평가지수(Index)를 개발하기 위해 설문조사를 수행하였다.

2. 연구내용

2.1 시단위 도로파손 특성

(1) 분석대상구간

시단위 도로파손 특성분석을 위해 서울시와 성남시를 대상으로 자동포장상태조사장비를 이용하여 포장상태 조사를 수행하였다. 조사대상구간은 2005년 서울시(1,215km) 및 성남시(377km)이다. 조사된 포장상태자료를 기본으로 각 분석대상구간들을 20m의 기본단위구간으로 세분화 하였고, 기본단위 구간의 종단평탄성, 소성 변형 및 균열율의 평균한 값을 기초로 분석하였다.

(2) 개별결함의 정량화

•균열(표면손상)

노면상태에 대한 자료를 수집하기위해 노면상태를 일정한격의 고분해능(1mm) 디지털 이미지를 거리와 연동하여 연속적으로 획득하였다. 수집된 이미지는 결함 분석프로그램(Pavement Analyzer)을 이용하여 결함종류를 분류 및 측정하고 2차적으로 각 결함을 면적으로 환산하여 20m단위구간의 균열율(%)을 산출하였다.

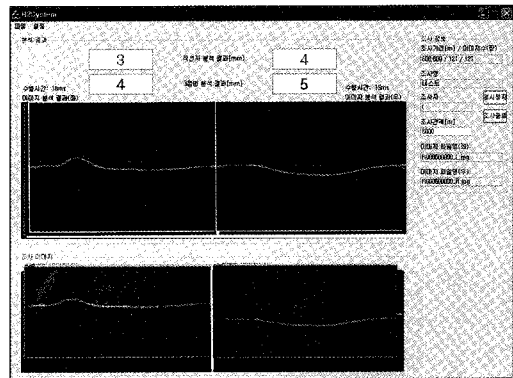
$$\text{균열율}(\%) = \frac{\text{면적균열}(m^2) + \text{선형균열}(m) \times 0.3m}{20m \times \text{차로폭}(m)} \times 100 \quad (1)$$

여기서,

선형균열 : 종횡방향 균열, 시공이음부파손 균열 등
면적균열 : 거북등 균열, 소파보수 등

•소성변형(Rut depth)

소성변형의 정량화 방법은 측정방법이나 기기에 따라 결과 값의 많은 차이를 나타낸다. 일반적으로 소성변형의 측정 방법은 직선자(Straight-Edge) 방법에 의해 변형된 깊이를 구하게 되는데, 공용중인 도로에서 방대한 구간을 매번 직선자 방법으로 소성변형의 정량화는 현실적으로 불가능하다. 이러한 한계를 극복하고자 <그림 1>과 같이 레이저라인과 카메라를 사용하여 노면의 굴곡영상을 얻고, 이를 이미지 프로세싱을 통해 노면의 소성 변형량을 정량화 하였다.



<그림 1> 소성변형량 측정방법

•중단평탄성(IRI)

도로의 평탄성 정량화에 사용되고 있는 여러 평탄성 지수(IRI, QI, RN, PRI, PSI등)중 일반적으로 사용되며, 다른 지수로 변환이 용이한 IRI(International Roughness Index)를 기준으로 정량화하였다. 조사 장비는 ARIA (Automated Road Image Analyzer)를 사용하였으며, 본 장비에 장착된 레이저 센서는 ASTM E950분류 기준 Class I 규격에 부합하며, 조사된 자료는 20m단위로 산출하였다.



〈그림 2〉 중단평탄성 측정장비

(3) 시단위 도로파손 특성

시단위 도로의 결함발생량을 분석한 결과 조사결과자료 내에서 시단위의 결함발생평균은 균열율 2.1%, 소성 변형 9.6mm, 중단평탄성 3.55m/km로 나타났으며 비교 가능한 고속도로의 파손량에 비해 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

〈표 1〉 시단위 도로의 결함발생평균

구분	결함평균		
	균열율 (%)	소성변형 (mm)	중단평탄성 (m/km)
시단위도로	2.1	9.6	3.55
고속도로	0.72*	4.1	1.55

* 고속도로표면손상 SD=2.6(m2)의 균열율 환산값(%)

2.3 포장평가 모형을 위한 설문조사

(1) 설문조사개요

네트워크 차원에서의 포장상태 분류를 위해 하나의 기준이 필요하지만 현재 중소규모 도시에서는 이러한

연구가 거의 진행되지 않았다. 따라서 시단위 포장파손 특성을 고려하여 평가지수 범위를 설정하고 각 지수값에 대한 포장상태를 정의하기 위하여 1:1방식의 설문조사를 수행하였다. 설문대상은 도로포장에 관련된 연구 및 관리업무에 종사하는 전문가 그룹으로 구성하였으며, 도로포장 파손상태(결함유형, 심각도)에 따른 개개인의 정성적인 느낌을 일정 범위(0~10점) 내의 정량적인 수치(Index)로 표현하도록 하였다.

(2) 평가지수의 범위

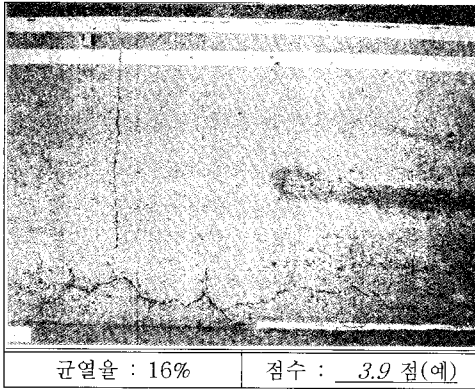
포장상태의 점수체계는 〈그림 3〉과 같다. 점수 부여 범위는 0에서 10점이며 10점은 균열율 0%, 소성변형 0mm, IRI 0m/km로 이상적인 포장상태를 의미하며, 4점은 보수를 시행해야 하는 판단시점으로 그 경계선이 되도록 설정하였다. 또한 4~6점은 포장상태가 보통으로 1~3년 내에 보수가 필요한 범위로 설정하였다.

점 수	포장상태	유지관리업무
10	매우양호 (Very Good)	이상적인 포장
9		보수 불필요
8	양호 (Good)	일상적 유지관리
7		예방적 보수
6	보통 (Fair)	예방적 보수
5		보수계획 수립필요
4	불량 (Poor)	보수 필요
3		보수 필요
2	매우불량 (Very Poor)	대규모 보수 필요
1		포장파괴
0		

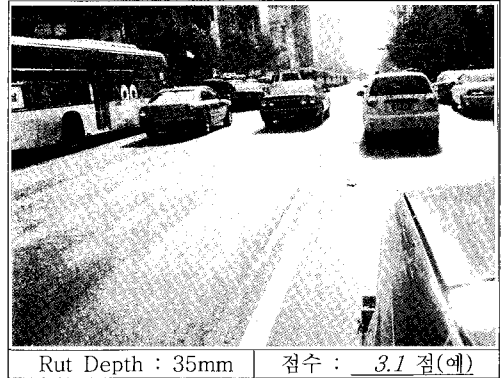
〈그림 3〉 평가점수(Index)에 대한 포장상태 정의

(3) 설문내용

포장상태를 정량적인 지수(Index)로 표현하기 위해 개별적인 결함발생량 또는 전체적인 포장상태현황을 확인한 후 설문을 통해 개개인이 느끼는 포장상태의 정도를 점수로 부여하는 방식으로 진행하였다. 〈그림 4〉,



〈그림 4〉 개별결함(표면결함)에 대한 평가 예



〈그림 5〉 개별결함(소성변형)에 대한 평가 예

〈그림 5〉는 개별결함 발생량에 따른 평가방법으로 표면 결함(균열), 소성변형, 종단평탄성(IRI)의 각 결함만이 발생하였다고 가정 후 평가를 하도록 하였다. 또한 첫 번째 평가 후 재차 반복 평가를 실시하여 점수 부여시 발생할 수 있는 개인적인 오류를 최소화 하였다.

샘플구간은 표면결함(균열) 20개소(0~40%), 소성변형 10개소(0~40mm), 종단평탄성 5개소(0~10m/km) 구간을 설정하였다.

3. 분석결과

3.1 설문조사결과

도로포장에 관련된 연구 및 관리업무에 종사하는 사람들로 설문대상을 구성하였고 도로포장 파손상태에 따른 개개인의 정성적인 느낌을 일정 범위(0~10점) 내의 정량적인 수치(Index)로 표현하였다. 개별결함에 따른 결과는 다음의 〈표 2〉~〈표 4〉와 같다.

〈표 2〉 소성변형 발생깊이에 따른 평가점수

Sec No.	소성변형 (mm)	설문자 평가점수												평균
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
25	10.2	6.0	7.2	7.5	6.3	8.1	8.0	7.0	8.0	7.5	8.3	8.0	6.5	7.5
26	13.1	5.5	6.5	5.8	5.0	7.4	6.0	7.0	6.5	7.2	7.1	7.5	6.0	6.5
27	14.8	4.8	5.3	5.5	5.0	6.7	6.0	6.5	6.0	6.5	6.8	7.5	5.5	6.1
28	15.6	4.2	5.1	5.4	5.0	6.5	5.5	6.5	5.5	6.0	6.3	7.0	5.4	5.8
29	16.3	3.8	4.9	5.0	4.5	6.0	5.0	4.5	5.3	5.2	6.1	7.0	4.8	5.3
30	18.0	3.0	4.7	4.2	4.5	5.3	4.0	4.0	5.0	4.5	5.3	6.5	4.5	4.8
31	22.0	2.5	4.3	4.0	4.0	4.0	3.5	2.5	3.5	4.2	4.5	5.0	4.2	4.0
32	24.0	2.0	4.1	3.5	4.0	3.3	3.5	2.5	3.7	3.2	3.9	5.0	4.0	3.7
33	35.0	1.5	3.2	1.0	3.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.2	3.1	4.0	3.0	2.4
34	40.0	1.0	2.5	1.0	3.0	0.1	1.0	0.5	0.0	1.5	2.3	2.0	1.5	1.4

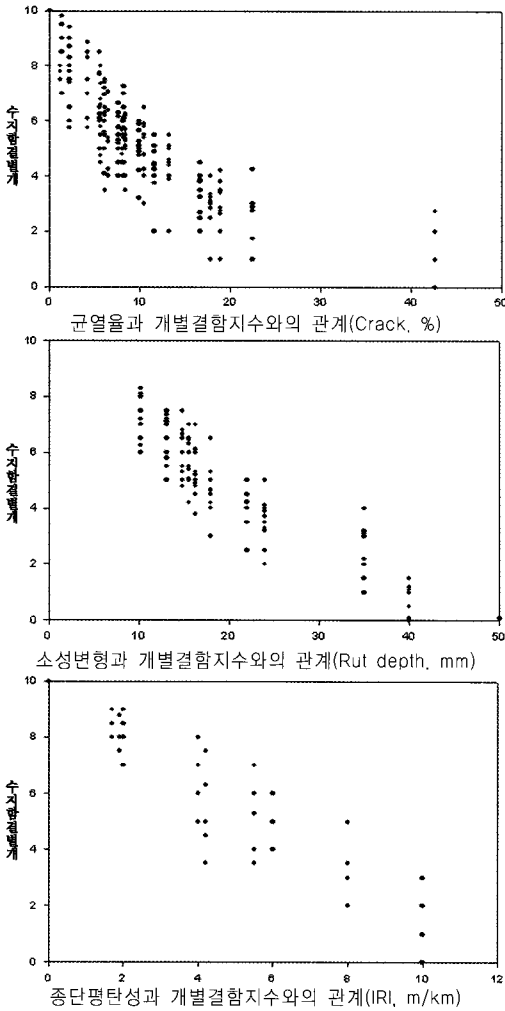
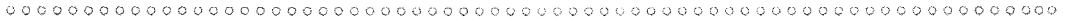


〈표 3〉 균열 발생율에 따른 평가점수

Sec No.	균열율 (%)	설문자 평가점수											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	평균
1	0.00	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2	1.11							7.50	7.80	7.50	8.00	8.00	7.76
3	1.34	9.50	9.50	8.50	7.00	9.80	9.00						8.88
4	2.18	9.00	8.70	7.50	5.75	9.40	8.00	6.00	7.80	7.40	8.30	6.50	7.67
5	4.14	8.50	8.30	7.00	5.75	8.85	7.50	7.00	7.00	6.10	7.50	7.00	7.32
6	5.47	7.75	6.00	6.10	5.00	8.50	6.25	5.00	6.50	7.70	6.50	6.00	6.48
7	5.63	7.35	5.80	4.50	4.75	8.00	6.25	5.00	6.80	6.10	6.60	5.50	6.06
8	6.04	6.95	5.60	4.10	5.00	7.40	6.00	5.50	6.00	5.00	7.20	5.50	5.84
9	6.11							3.50	6.20	7.50	6.30	6.50	6.00
10	6.44	6.40	5.40	4.00	4.25	7.05	5.25						5.39
11	7.60	6.15	5.30	4.00	5.00	6.65	5.75	5.20	5.80	4.50	6.30	5.50	5.47
12	8.01							4.50	6.00	4.80	5.70	5.00	5.20
13	8.20	5.75	5.40	4.00	7.25	6.50	5.50	6.00	5.50	5.00	6.10	7.00	5.82
14	8.20							4.50	6.00	6.50	6.50	5.50	5.80
15	8.41	5.35	5.10	3.50	6.25	6.20	5.00	4.00	5.70	5.10	5.30	5.50	5.18
16	9.88	5.10	4.90	3.20	5.25	5.65	4.75	5.00	5.00	4.20	5.90	6.00	5.00
17	10.43	4.75	4.80	3.00	4.75	5.40	4.25	4.00	5.90	5.50	5.80	6.50	4.97
18	11.58	4.25	4.45	2.00	4.00	4.90	3.75	4.00	5.50	4.40	5.10	5.50	4.35
19	13.16	3.90	4.60	2.00	4.50	4.40	4.00	5.00	5.50	5.10	5.00	4.50	4.41
20	16.63	3.25	3.80	2.00	4.00	3.85	3.25	2.50	4.50	2.70	3.80	3.50	3.38
21	17.83	2.85	3.35	1.00	3.25	3.10	3.00	2.50		3.00	4.00		2.89
22	18.84	2.65	3.40	1.00	3.50	2.85	2.75	2.00		4.20	3.80		2.91
23	22.42	1.75	3.00	1.00	4.25	2.90	2.75						2.61
24	42.59	1.00	2.00	0.00	2.75	1.00	1.00						1.25

〈표 4〉 종단평탄성에 따른 평가점수

Sec No.	종단평탄성 (m/km)	설문자 평가점수						평균
		A	B	C	D	E	F	
35	0	10	10	10	10	10	10	10.0
36	2	8	9	8.5	7	9	8	8.3
37	4	7	7	6	5	8	7	6.7
38	6	5	5	5	4	6	4	4.8
39	8	3	3.5	3	3	5	2	3.3
40	10	1	2	0	2	3	0	1.3



(그림 6) 결함량에 따른 지수 분포

3.2 포장평가지수의 개발

설문조사를 통해 얻어진 결과로 회귀분석을 수행하여 아래의 식이 산출되었다. 미리 가정한 유지보수의 경계 기준이 “4점” 일 경우 개별결함율의 보수경계 기준은 균열율 15.2%, 소성변형 24.2mm, 종단평탄성 6.9m/km로 분석되었다. 시단위 도로특성을 고려하여 종단평탄성의 경우 상위등급의 도로보다 다소 높게 설정하였다. 시단위 개별결함량의 평균을 평가지수로 산정하였을 경우 각 평가항목별 추정값은 균열지수 7.63, 소성변형지수 7.26, 종단평탄성지수 6.91로 나타났다.

균열지수 : $PCI = 10 - 1.67 \times Cr0.47$ ($R^2 = 0.74$)
 소성변형지수 : $PCI = 10 - 0.40 \times Rd0.85$ ($R^2 = 0.79$)
 평탄성 지수 : $PCI = 10 - 0.87 \times IRI$ ($R^2 = 0.88$)

〈표 5〉 개별결함지수에 따른 각 평가항목들의 추정값

점수	균열율 (%)	소성변형 (mm)	종단평탄성 (m/km)
8	1.5	6.7	2.3
6	6.4	15.0	4.6
4 (보수경계)	15.2	24.2	6.9

국내외 기관별 유지보수 기준을 비교한 〈표 5〉에서 보면 균열율의 경우 고속도로와 국도보다는 다소 높고 서울시 기준과 지방도 보다는 낮은 것으로 나타났다.

소성변형량은 고속도로를 제외하고는 20~25mm 사이로 유사한 수준으로 나타났다. 종단평탄성의 경우 고속의 도로와 일반도로와의 차이가 있었으며 서울시와 본 연구의 경우 6.0, 7.0m/km로써 시단위 보수기준은 상대적으로 크게 설정되었다. 이러한 이유는 시단위 경우 잦은 굴착복구와 맨홀, 상대적으로 많은 교차로 등으로 인해 차량의 승차감에 악영향을 끼치므로 이러한 현상이 반영된 것으로 판단된다.

〈표 6〉 국내외 포장평가항목별 유지보수 기준

기 관	유지보수 경계 기준			비 고
	균열율 (%)	소성변형 (mm)	종단평탄성 (m/km)	
MPCI (시단위)	15.2	24.2	6.9	60km/h
고속도로	10.0	12.5	3.5	100km/h
국 도	10.0	20.0	4.0	80km/h
지 방 도	20.0	20.0	5.0	60km/h
서 울 시	7.0	20.0	6.0	
MCI (일본)	15.0	25.0	-	주간선도로

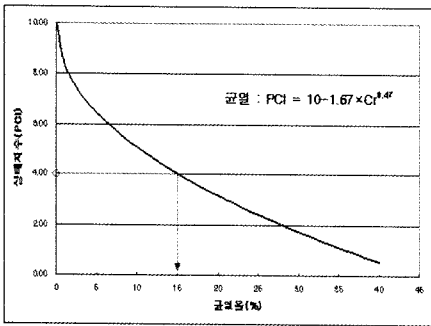


종합적인 포장평가지수는 파손형태에 따라 등치화 할 수 있는 개별 파손지수를 먼저 설정하고, 이들 지수에 비선형적으로 결합하여 하나의 파손이 지배적인 경우와 둘 또는 세 가지 파손이 동시에 발생된 경우를 적절히 평가할 수 있도록 서울시 포장관리시스템에서 적용되고 있는 방법(서울특별시 유지관리체계구축 학술용역, 2002)과 동일하게 종합포장평가지수 식을 적용하였다.

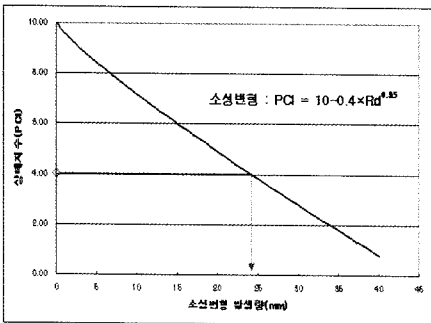
$$\text{파손 지수} = [(10 - \text{PCI}_C)^5 + (10 - \text{PCI}_{RD})^5 + (10 - \text{PCI}_{RI})^5]^{1/5}$$

$$\text{시단위 포장평가지수(MPCI)} = 10 - \text{파손지수}$$

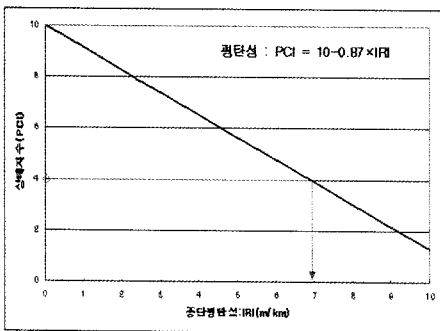
이 식에서 MPCI(Municipal Pavement Condition Index)는 10점 체계의 포장평가지수를 나타내며, 파손 지수 10점은 파손이 없는 상태, 평가지수 0점은 완전히 파손된 상태를 의미한다. 또한 파손지수가 10점을 넘을 경우, 최대값을 10점으로 하여 평가지수가 0이하로 떨어지지 않도록 제약조건을 부가하였다.



〈그림 7〉 개별결합지수 : 균열지수



〈그림 8〉 개별결합지수 : 소성변형지수



〈그림 9〉 개별결합지수 : 평탄성지수

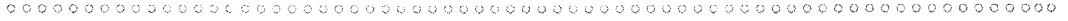
3.3 개별결합 변화에 따른 지수 민감도

개별결합의 발생량에 따른 전체 평가지수에 미치는 영향을 살펴보았다. 첫 번째는 다른 2개의 결합량이 “0” 일 경우의 민감도, 두 번째는 다른 2개의 결합량이 기 조사에서 분석된 시단위 평균일 때를 비교하였다. 서울시 포장상태평가지수(SPI), 고속도로 포장상태평가지수(HPCI), MPCI를 비교하였으며 두 번째 방법에서는 HPCI는 제외하였다.

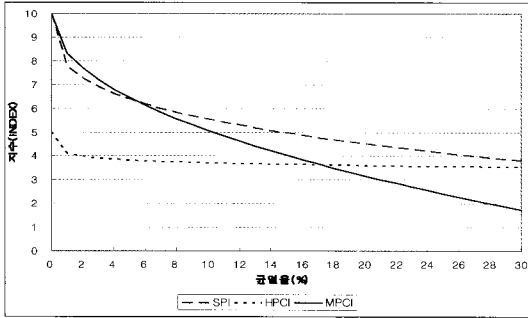
균열율의 경우 SPI와 MPCI는 초기발생결합에 대해 민감하게 작용하였으나 SPI는 점차 영향이 줄어드는 반면 MPCI는 그렇지 않았으며 HPCI의 경우 균열율이 지수 전체에 미치는 영향은 매우 적은 것이 특징이었다. 또한 시단위 평균을 적용할 경우 MPCI는 균열율 약 2% 까지 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

소성변형량의 경우 SPI와 MPCI는 발생량에 따른 민감도가 크고 선형에 가깝게 영향을 주고 있었으며 HPCI는 상대적으로 미치는 영향이 적은 것으로 확인되었다. 시단위 평균을 적용하였을 경우 소성변형발생량이 8~10mm 까지는 거의 영향이 없는 것으로 확인되었다. 중단평탄성의 경우 SPI와 MPCI는 모두 민감하게 작용하고 있으며 HPCI의 경우 가장 큰 영향을 주는 것으로 확인되었다.

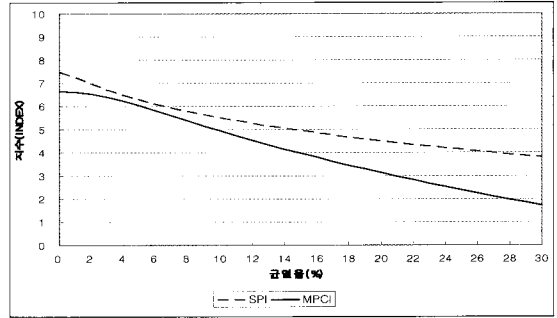
고속도로의 경우 모든 결합발생시 승차감에 영향을 주는 것으로 해석하여 중단평탄성이라는 결합인자를 중요하게 반영된 것으로 판단된다. 시단위 평균을 적용하였을 경우 약 2.5~3.5m/km까지는 거의 영향이 없는 것으로 확인되었다.



<기타결함 '0' 일 경우>
 균열율(소성변형=0, 종단평탄성=0)

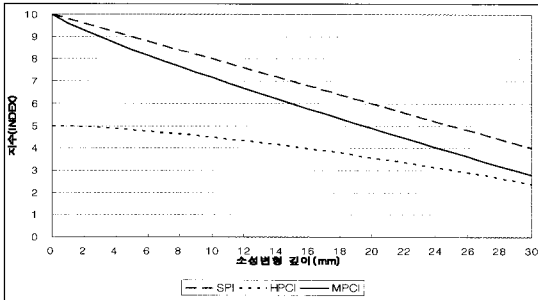


<기타결함 "시단위 평균" 일 경우>
 균열율(소성변형=9.6, 종단평탄성=3.55)

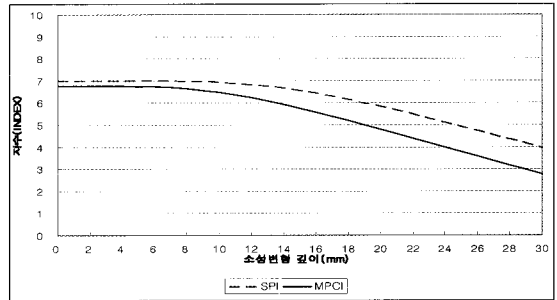


(그림 10) 균열율 변화에 대한 지수 민감도

소성변형(균열율=0, 종단평탄성=0)

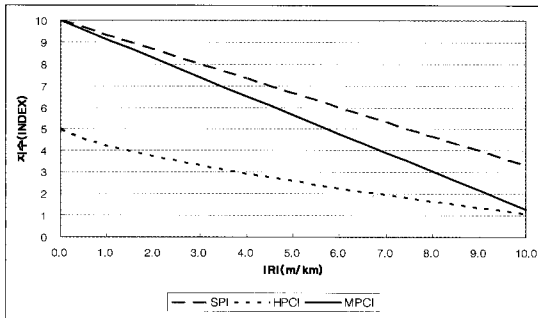


소성변형(균열율=2.1, 종단평탄성=3.55)

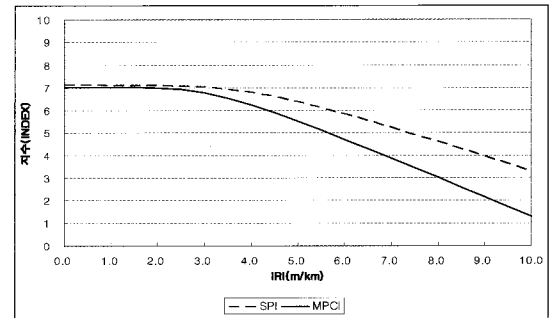


(그림 11) 소성변형 변화에 대한 지수 민감도

종단평탄성(균열율=0, 소성변형=0)



종단평탄성(균열율=2.1, 소성변형=9.6)



(그림 12) 종단평탄성 변화에 대한 지수 민감도

각 지수의 특징을 보면 HPCI의 경우 고속도로의 특성을 반영하여 승차감의 가장 큰 무게를 둔 반면 시단위 평가지수인 SPI, MPCCI의 경우 모든 결함이 복합적으로 존재하고 파손량도 커서 3가지 결함을 유사하게 반영한 것으로 판단된다.

1차적으로 도출된 모형식의 적성성을 검토하기 위해 “2007년도 서울시 보수대상구간”에 적용하였고 각각의 평가지수를 비교하여 문제점을 보완하였다.

3.4 포장평가지수 적정성 검토 및 보완

(1) 현장적용

서울시 보수대상구간은 SPI가 “6” 이하의 구간에 대해 보수연장, 시공조건 등을 고려하여 보수를 시행하고



있다. 이들 구간 중 일부구간에 대해 MPCl, SPI, HPCI를 적용하여 비교하고 보수구간 선정의 적정성을 검토하였다. 2006~2007년도 수행된 보수구간과 비교대상구간으로 30개소를 선정하였으며 “서울시포장도로 유지관리 체계(PMS) 구축사업 보수대상구간 우선순위(서울특별시, 2006)”를 참고하였다. 주로 보수대상구간과 경계기준이 되는 상태의 구간을 적용 대상으로 하였다.

〈표 8〉은 적용구간에 대해 3개의 지수를 적용하여 SPI 지수의 값을 오름차순으로 나열하였으며 음영구간은 각 평가지수별 보수대상으로 선정된 구간이며 지수별 보수대상 선정기준은 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 평가지수별 보수대상 선정기준

구분	SPI	HPCI	MPCI
보수대상기준	“6” 이하	“3” 이하(0~5)	“4” 이하(안)

〈표 8〉 포장평가지수 현장적용 구간과 구간별 지수현황

노선명	행선	노면결함			SPI	HPCI	MPCI
		IRI	RUT	관결율			
		mm/m	mm	%			
노원로	상	8.50	9.50	17.50	3.70	0	1.98
광남대로 1	상	8.10	12.00	9.00	4.27	0	2.75
화곡로 2	상	7.90	18.40	3.10	4.50	0	2.91
봉은사로 1	하	6.50	14.10	15.30	4.50	0	3.21
일곡동로 2	상	7.00	11.50	9.40	4.78	0	3.54
태희란로 1	상	7.50	14.70	4.20	4.79	0	3.34
서부간선 2	상	4.70	22.50	0.30	5.36	0.27	4.15
천호대로 3	하	6.70	11.90	0.20	5.49	0.73	4.11
강남대로 2	상	5.90	13.00	4.80	5.60	0.39	4.59
쌍문동길 2	상	4.20	10.40	8.70	5.61	1.08	5.05
태희란로 2	상	6.30	13.10	2.20	5.62	0.38	4.38
망우로	상	2.90	7.40	9.20	5.64	1.77	5.20
천호대로 5	하	3.90	13.80	7.50	5.73	0.93	5.16
태희란로 3	상	4.70	7.50	6.40	5.87	1.16	5.33
봉은사로 2	상	5.30	11.20	4.40	5.93	0.75	5.11
쌍문동길 1	상	3.00	8.40	6.80	6.00	1.71	5.75
남부순환로 3	상	4.90	17.60	1.10	6.04	0.52	4.90
화곡로 1	상	5.40	15.00	1.40	6.07	0.57	4.93
올림픽대로 1	상	2.30	6.70	5.90	6.19	2.13	6.10
서부간선 1	상	4.10	18.00	6.10	6.23	1.13	5.11
올림픽대로 2	하	3.90	13.20	3.90	6.32	1.09	5.77
천호대로 1	하	4.00	12.40	3.60	6.40	1.13	5.85
올림픽대로 4	하	2.00	9.20	4.70	6.42	2.13	6.36
천호대로 2	하	4.70	12.20	1.80	6.50	1.01	5.62
일곡동로 1	상	4.80	10.30	1.80	6.53	1.13	5.67
태희란로 4	상	5.10	7.50	0.60	6.55	1.39	5.53
남부순환로 2	상	4.60	11.00	0.20	6.81	1.48	5.80
남부순환로 1	상	3.70	13.90	0.90	6.86	1.33	5.95
올림픽대로 3	하	3.10	13.60	1.20	6.96	1.54	6.16
천호대로 4	하	2.40	7.40	0.10	8.19	2.68	7.54

* : 지수별 보수대상 선정구간(SPI : 60이하, MPCI : 40이하)

* : MPCI 보수대상 추가구간(기준 MPCI "5" 이하)

보수대상기준을 비교한 결과 SPI가 “6” 이하인 보수대상구간은 전체 30개 구간 중 16개였으며 HPCI는 30개 구간만이 보수대상구간이었다. 하지만 MPCl의 경우 6개 구간만이 보수대상으로 선정되어 상대적으로 적게 선정된 것으로 판단되며 기준의 조정이 필요할 것으로 판단되었다. 특히 HPCI에서 전구간이 보수대상으로 선정된 것은 시단위 포장도로의 특성과 고속도로의 특성이 상당히 다르다는 것을 나타내며 특히 종단평탄성에 대한 영향이 크기 때문인 것으로 확인되었다. 또한 SPI의 경우 보수대상으로 선정된 구간은 약 1년~1.5년 후에 보수예산이 편성되어 보수가 시행되므로 이러한 행정처리 기간을 고려하여 다소 높게 설정된 것으로 확인하였다. 따라서 본 연구에서 개발된 MPCl의 보수대상 선정기준의 경우 실제 행정상의 여건을 고려하여 가장 적절한 적용방안을 마련할 필요가 있다.

(2) 평가지수의 수정보완

국내외의 평가지수를 살펴보면 평가대상 또는 관리기관의 주관적인 관리 성향 등에 의해 포장평가방법과 보수기준 등을 마련하여 적용 하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 기본적으로 포장상태가 좋은 구간과 그렇지 않은 구간에 대한 판단이 동일하지만 관리도로의 특성, 예산 등의 차이로 인해 평가요소의 중요인자와 보수경계기준 등이 조금씩 차이가 남을 알 수 있다. 본 연구에서 개발된 MPCl의 경우도 모든 시단위에 적용 가능하도록 하는 것이 첫 번째 목표로 모든 지자체의 도로관리 실무자가 수긍할 수 있어야 하는 것이다.

서울시 보수대상구간에 적용하여 검토한 결과 “4”로 가정했던 MPCl의 보수기준은 다소 불합리한 것으로 확인되었다. 즉 포장상태가 극히 좋지 않은 구간만이 보수대상으로 선정되고 보수가 곧 필요한 구간 또는 보수의 필요여부가 확실치 않은 구간 등 애매한 구간은 제외가 되는 경향을 나타내었다. 서울시의 경우 일반 시단위 도로에 비하여 유지보수 예산과 도로 이용자의 요구도가 높아 유지보수 기준이 일반시도와 동일할 수는 없지만 이러한 점을 고려하더라도 본 연구에서 설정한 시단위 포장평가지수(MPCI)의 보수기준인 “4.0”은 현장 적용결과 다소 낮은 것으로 판단되었다. 결함별 보수기준



은 다른 두 개의 기준이 “0” 일 때를 가정한 것이며 이로 인해 다른 결함과 복합적으로 평가될 때 포장상태가 더욱 가중될 수 있기 때문이다. 따라서 보수기준을 잠정적으로 “5.0” 으로 상향조정하였고 이러한 관점에서 개별결함에 대한 유지보수기준은 균열율 10.3%, 소성변형 19.5mm, 종단평탄성 5.75m /km로 확인되었으며 균열율과 소성변형의 기준은 국도, 지방도와 비슷하나 종단평탄성은 다소 완화된 기준을 적용할 수 있는 것으로 판단된다. 그 결과 “5.0” 인 포장평가지수의 보수기준을 적용한 보수대상선정구간은 6개소에서 12개소로 증가되었다.

4. 연구결과의 주요성과 및 활용방안

국내 도로포장상태를 평가하기 위해 포장평가지수를 개발하여 사용하고 있는 관리단체는 일부에 국한되어 있다. 고속국도와 일반국도가 10여 년 전부터 운영을 하여 체계적인 시스템을 갖추었고 2000년도 접어들면서 서울에서 평가지수를 개발하여 적용하고 있다. 그러나 이들 관리기관의 도로의 경우 독특한 특성을 지니고 있고 유지관리 예산 또한 타 기관 또는 지자체에 비해 현저히 많다. 그러나 중소규모 도시에서는 관리예산규모도 적기 때문에 유지관리를 위한 시스템 개발이 쉽지 않은 것이 현실이다. 본 연구는 이러한 광역시를 포함한 일반 중소도시의 도로포장유지관리를 위한 포장상태 평가에 적용할 수 있고 평가를 위한 관리항목도 다양화하여 쉽게 적용 가능하도록 하였다.

5. 결론

연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 현장조사를 통한 결함발생율과 샘플구간에 대한 포장업종 종사자들을 대상으로 설문조사를 수행하여 시단위 도로포장관리에 적용가능한 시단위 포장평가지수(MPCI)를 개발하였다.
- (2) 개별결함에 따른 유지보수가 필요하다고 판단되는

결함량은 설문조사결과 균열율 15.2%, 소성변형 24.2mm, 종단평탄성 6.9m/km로 분석되었다.

- (3) SPI, HPCI, MPCI를 이용하여 개별결함에 따른 민감도의 분석결과 HPCI는 승차감에 중점을 두었고 SPI와 MPCI는 3가지 결함을 복합적으로 반영한 것으로 나타났다.
- (4) MPCI의 보수기준은 5.0이 당초 설정한 4.0보다 타당한 것으로 확인되었다.

6. 향후연구과제

본 연구에서는 개별결함에 대한 평가지수 산정모델을 전문가 그룹의 설문을 기초로 분석하였으며, 향후 설문대상자를 확대하여 평가지수에 대한 지속적인 보정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 모든 결함에 대한 종합적인 평가와 공용기간 및 도로 이용자의 요구도, 관리기관의 예산 등을 고려하여 시단위 포장상태 평가지수의 지속적인 수정 및 보완이 있어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부의 건설핵심기술연구개발사업 “장수명 친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술개발연구” 결과의 일부입니다.

참고문헌

- 1. 김중호 외 4인, “시도로 아스팔트포장의 종단평탄성, 소성 변형 및 균열 특성”, 한국도로학회, 학술발표논문집, 2006.
- 2. 김준범, 홍승호, “고속도로포장의 종단평탄성 및 소성 변형 특성”, 한국도로학회, 학술발표논문집, 2005.
- 3. 서울시, “서울특별시 포장도로 유지관리체계 구축 학술연구용역”, 2002.

접 수 일 : 2008. 7. 29
 심 사 일 : 2008. 7. 30
 심사완료일 : 2008. 8. 7