



아스팔트포장 평가지수의 개발

Development of Pavement Condition Index for Asphalt Pavement

진 명 섭* 송 영 우**
Jin, Myung-sub Song, Young-woo

Abstract

It is necessary to use the pavement condition index which evaluates the conditions of pavement objectively and is utilized for effective pavement management. PSI, MCI, UPCI are currently used indices, however, they do not play a role as general indices due to their unfair considerations only for users or managers. Thus, this paper pointed out the problems of current indices and developed a new pavement condition index. Also, a sensitivity analysis on the material properties was conducted for the proposed index using the real data obtained from fields. The material properties affected the index in order of surface thickness, asphalt viscosity and asphalt content.

Keywords : Pavement Condition Index, PSI, MCI, UPCI, sensitivity analysis

요 지

효율적인 포장의 관리를 위해서 포장상태를 객관적으로 평가하는 포장평가지수의 사용은 필수적이다. 현재 사용되고 있는 PSI, MCI, UPCI는 사용자나 관리자의 입장만을 각각 고려하여 종합적인 포장평가지수의 역할을 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 기존 평가지수들의 문제점을 파악하고 이를 개선한 새로운 포장평가지수를 개발하였다. 또한 개발된 평가지수로 실제 포장자료를 이용하여 포장재료의 성질에 따른 지수의 민감도 분석을 실시하였다. 표층두께, 아스팔트점도, 아스팔트함량의 순서로 포장평가지수에 영향을 주었다.

핵심용어 : 포장평가지수, PSI, MCI, UPCI, 민감도분석

* 정회원 · 한남대학교 토목환경공학과 교수

** 한남대학교 토목환경공학과 교수



1. 서론

포장의 효율적인 관리를 위해서 포장의 다양한 파손상태를 종합적으로 그리고 객관적으로 평가할 수 있는 체계가 필요하다. 이를 위해서 여러 포장평가지수가 개발되어 사용되고 있다. 포장평가지수는 포장상태를 객관적으로 나타내므로 이를 기준으로 다양한 유지 보수 공법을 적용하여 포장의 관리를 합리적으로 할 수 있다. 또한 정기적인 포장상태의 조사를 통해 포장평가지수를 얻음으로써 포장의 수명도 예측할 수 있고 포장의 기능도 향상시킬 수 있다는 점에서 매우 중요하다.

최초로 개발된 포장평가지수는 60년대 초에 방대한 AASHO(미국 연방도로협회)도로시험을 통해 얻은 PSI(Present Serviceability Index)이다(AASHTO 1962). 도로주행시험을 실시하면서 포장의 파손상태를 정량적으로 평가하기 위해 평가자로 하여금 차량을 이용하여 승차감을 기준으로 포장상태를 평가하도록 하였다. 포장의 평가지수에 가장 큰 영향을 미치는 파손 요소는 소성변형, 평탄성, 그리고 균열율이며 포장평가지수는 이들의 함수로 표현된다.

PSI가 이용자 중심에서 개발된 포장평가지수인 반면 일본에서 개발된 MCI(Maintenance Control Index)는 도로관리자의 관점에서 도로의 노면을 평가하는 평가식이다(일본토목학회 1992). 국내에서는 미국에서 개발된 PSI를 우리의 실정에 맞게 단위를 고쳐 수정한 PSI식(건설부 1991)과 일본에서 개발된 MCI식이 주로 이용되고 있고, 최근에 국도의 유지 보수를 위해 새로운 포장평가지수인 UPCI(Universal Pavement Condition Index)가 개발되기도 했다(한국건설기술연구원 2000).

본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 다양한 포장평가지수들의 특징과 장·단점을 비교해 보고 국내의 조사장비를 이용해 얻을 수 있는 포장파손자료를 변수로 하는 새로운 지수를 개발하였다. 이를 위해 기존의 포장평가지수 자료들을 통계적으로 회귀

분석하여 포장평가지수에 영향을 미치는 세 요소 즉, 평탄성, 소성변형, 그리고 균열율의 어느 한 요소가 지수를 지배하지 않는 합리적인 지수가 되도록 하였으며, 본 연구결과를 건설교통부에서 시행한 국도의 유지보수자료를 이용하여 평가하고 이들 값들을 비교해봄으로써 새로운 포장평가지수의 적용성을 검토하였다. 또한 실제 포장자료를 이용하여 포장재료의 성질에 따른 포장평가지수의 민감도 분석을 실시하였다.

2. 기존의 포장평가지수

2.1 PSI

미국에서 60년대 초에 실시된 AASHO도로시험에서 개발된 PSI는 최초의 포장평가지수로서, 다양한 직종의 평가자들이 차량을 이용하여 승차감을 기준으로 주관적인 평가를 실시한 후 파손량을 직접 측정 한 값들과의 통계적인 분석을 거쳐 5점체계로 정량화한 것이다. 아스팔트포장의 공용성 즉 평가지수에 가장 큰 영향을 주는 파손은 균열, 소성변형, 그리고 중단평탄성으로 이들의 측정값과 평가자들의 주관적인 평가지수인 PSR(Present Serviceability Rating)을 회귀분석하여 얻어진 상관관계식 즉 객관적인 평가지수 PSI는 다음과 같다.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 1.38RD^2 - 0.01 \sqrt{C + P} \quad (1)$$

여기서, SV : 중단경사변화의 분산, (in/ft)²

RD : 평균 소성변형 깊이, in

C : 균열율, ft²/1000ft²

P : 소파 보수율, ft²/1000ft²

위 식 (1)에서 SV 는 주행방향 노면의 평탄성을 나타내며 AASHO도로시험 당시에 사용되었던 장비를 이용해 구한 값으로, 현재는 이 장비를 이용하지 않



기 때문에 다른 평탄성 측정기기로 구한 값들로 대체해 사용하고 있다. 따라서 국내에서는 3m 프로필로미터를 이용하여 측정된 평탄성(mm/m)과 균열율(%) 그리고 소성변형량(mm)의 세 가지 파손에 대하여 위의 식을 환산하여 구한 아래와 같은 식을 사용한다.

$$PSI = 4.53 - 0.518 \log \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.00474 D^2 \quad (2)$$

여기서, σ : 평탄성(mm/m)
 C : 균열율(%)
 D : 소성변형(mm)

식 (1)에 포함된 파손량 즉 평탄성, 소성변형, 그리고 균열율이 PSI에 미치는 영향을 보기 위해 한 변수만 변화시키고 나머지 두 변수는 0으로 고정시켜 PSI의 변화를 구한 결과는 그림 1과 같다. 같은 과정을 식 (2)에 대해 행한 결과는 그림 2에 나타내었다.

그림 1에서 알 수 있듯이 PSI는 노면의 초기 평탄성의 변화에 민감하게 반응하고 상대적으로 균열율에는 거의 영향을 받지 않는다. 이는 PSI가 승차감을 위주로 정량화된 것으로 노면의 평탄성에 중점을 둔 이용자 관점의 평가지수이기 때문이다. 따라서 균열율은 승차감에 그다지 영향을 미치지 않아 균열율의 크기가 PSI에 영향을 주지 않는 것으로 나타난 것이다. 그러나 균열율도 보수시기를 결정하는데 중

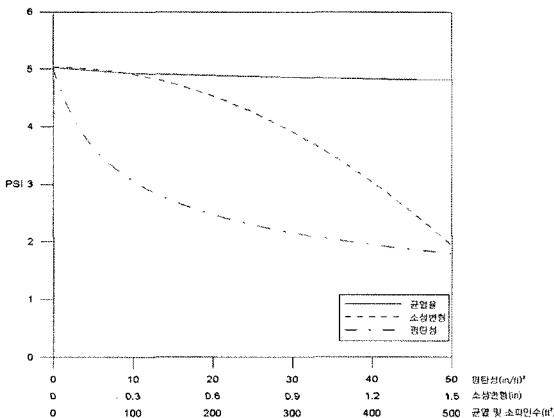


그림 1. 각 파손량이 PSI(AASHO식)에 미치는 영향

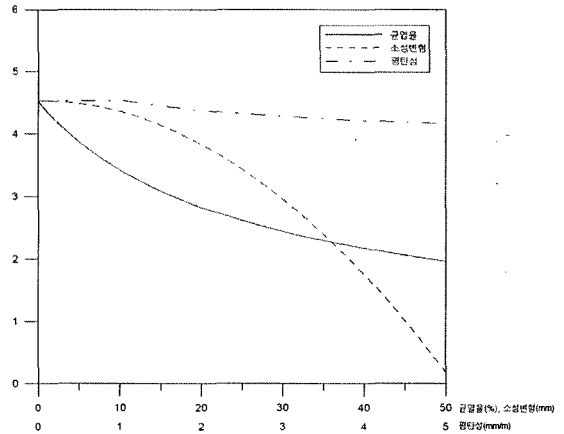


그림 2. 각 파손량이 PSI(국내식)에 미치는 영향

요한 역할을 하는 점에서 AASHO 도로시험에서 개발된 PSI는 도로관리측면에서 근본적인 문제점을 갖고 있다고 볼 수 있다.

한편 그림 2를 보면 국내에서 수정한 PSI에 대한 파손량의 영향은 그림 1과 대조적인 양상을 보임을 알 수 있다. 즉, 국내의 PSI는 평탄성보다는 오히려 균열율에 더 영향을 받고 소성변형에는 거의 직선적으로 변화하는 경향을 보인다. 따라서 국내의 PSI는 다음 절에서 소개하는 일본의 MCI에 더 가까운 지수의 형태를 보인다고 할 수 있다.

2.2 MCI

일본의 건설성에서 미국의 PSI를 참고로 하여 개발된 MCI는 도로관리자의 관점에서 노면상태를 평가하고 이를 회귀분석하여 구한 식이다. MCI는 10 점체계이며 PSI가 단일식인 반면 다음과 같이 4개의 식을 제시하고 있다.

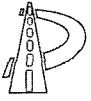
$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad (3)$$

$$MCI = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \quad (4)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (5)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (6)$$

여기서, C : 균열율(%), D : 소성변형(mm),
 σ : 평탄성(mm/m)



앞의 식에서 균열율, 소성변형, 평탄성 자료를 모두 이용할 수 있는 경우에는 식 (3), (4), (5), (6)을 모두 계산하여 그 중 가장 작은 값을 평가지수로 하고, 균열율과 소성변형 자료만을 이용할 수 있는 경우에는 식 (4), (5), (6)을 계산하여 가장 작은 값을 평가지수로 한다. 평탄성을 프로파일미터로 측정된 값으로 변환하였다는 점은 국내의 PSI와 같다.

그림 1, 2와 같은 분석을 MCI에 대해서도 실시한 결과는 그림 3에 나타나 있다.

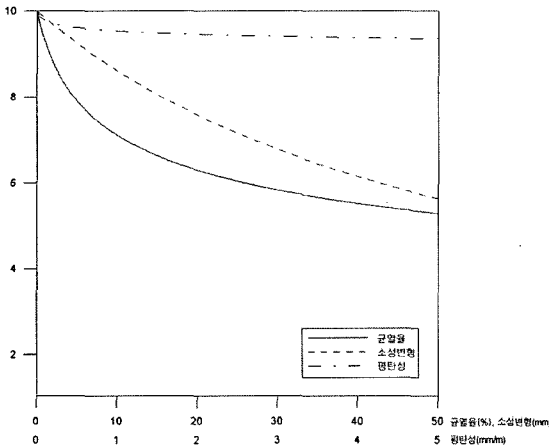


그림 3. 각 파손량이 MCI에 미치는 영향

그림 3에서 MCI는 균열에 대해서는 초기에 민감하게 변화하고, 소성변형이 증가함에 따라 거의 일정하게 감소하며, 평탄성의 변화에는 거의 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다. AASHO의 PSI가 평탄성의 변화에 민감하고 균열율에는 거의 영향을 받지 않는 것과는 거의 정반대의 결과를 얻는 것이다. 따라서 어느 파손이 지배적인가에 따라 전혀 다른 평가가 내려지기 때문에 위 두 지수들은 종합적인 포장평가지수로서는 문제점을 갖고 있다고 할 수 있다.

2.3 UPCI

우리나라에서는 기존의 포장평가지수의 단점들을 극복하고 국내의 장비 등 현실을 감안한 새로운 포장

평가지수인 UPCI가 건설기술연구원에서 개발되었다(한국건설기술연구원 2000). 이는 균열, 소성변형 및 평탄성의 개별파손을 서로 등치화할 수 있는 개별파손지수와 이들을 종합한 포장평가지수로 구성되며 10점체계로 되어 있다. 각각의 개별파손지수는 다음과 같다.

$$CI = 2.23C^{0.3} \quad (7)$$

$$RDI = 0.2RD \quad (8)$$

$$RQI = 10 - 10 \exp(-0.13938 QI) \quad (9)$$

여기서, CI : Crack Index, 균열지수

C : 균열률(%)

RDI : Rut Depth Index, 소성변형 지수

RD : 소성변형(mm)

RQI : Ride Quality Index, 평탄성 지수

QI : Quarter-car Index,

중단 평탄성지수(counts/km)

식 (7), (8), (9)는 파손이 진행되면서 점차적으로 증가하여 10점 이하가 되도록 해야 하는데 건설기술연구원의 개별파손지수(한국건설기술연구원 2000)는 파손이 진행되면서 파손지수가 오히려 감소하도록 식이 구성되어 있어 본 논문에서와 같이 수정되어야 한다. 개별파손지수를 각각 구한 후 이들 지수를 비선형적으로 결합하여 하나의 파손이 지배적인 경우와 둘 또는 세 가지 파손이 동시에 발생된 경우를 적절히 평가할 수 있도록 종합적인 포장평가지수는 다음과 같은 식을 이용하여 구한다.

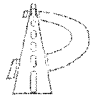
$$PDI = (CI^5 + RDI^5 + RQI^5)^{1/5} \quad (10)$$

$$UPCI = 10 - PDI \quad (11)$$

여기서 PDI : Pavement Distress Index,

포장파손지수

윗 식에서 PDI 는 10점체계의 포장파손상태를 나타내며, $UPCI$ 는 10점체계의 포장평가지수를 나타낸다. PDI 10점은 완전히 파손된 상태를 의미하며, 반대로 $UPCI$ 0점이 완전히 파손된 상태를 의미하



로 식 (11)과 같이 PDI 와는 10점을 기준으로 반대의 증감을 보이는 지수이다.

UPCI에 대해서도 각 파손량의 변화에 따른 민감도 분석을 실시해 보면 다음 그림 4와 같은 결과를 얻을 수 있다.

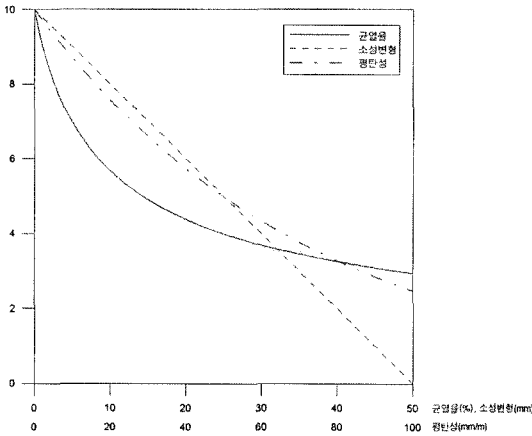


그림 4. 각 파손량이 UPCI에 미치는 영향

그림 4에서 UPCI는 어느 한 가지 파손에 치우치지 않고 파손의 진행에 따라 거의 비슷하게 지수가 감소하는 경향을 보임을 알 수 있다. UPCI가 기존의 포장평가지수인 PSI나 MCI가 특정한 파손유형만을 중요하게 다루는데서 오는 단점을 보완한 지수라는 점에서는 긍정적으로 평가할 수 있으나, 평탄성 측정값을 요즘 보편적으로 사용되고 있는 IRI(국제평탄성 지수)를 쓰지 않고 QI(중단평탄성 지수, counts/km)를 사용했다는 점과, 포장상태에 보다 더 영향을 주는 소성변형의 변화에 대한 UPCI에의 반영도가 너무 커 전반적으로 지수가 너무 낮게 평가되는 점 등이 보완되어야 할 것으로 판단된다.

3. 새로운 포장평가지수의 개발

3.1 기본 개념

본 연구에서는 기존 포장평가지수들의 단점을 극

복하고, 국내외적으로 널리 사용되는 보편화된 조사장비를 사용하여 얻을 수 있는 자료를 이용할 수 있는 새로운 포장평가지수를 개발하고자 한다. 먼저 지수의 평점체계는 충분한 변별력이 있도록 10점체제로 하며, 기존의 평가지수에 공통적으로 포함되어 있는 세 가지의 대표적인 포장파손 형태인 균열율, 소성변형, 평탄성을 변수로 하였다. 포장의 균열율은 초기에는 승차감에 별로 영향을 미치지 않지만 보수 시기를 결정하는데 중요한 역할을 하며, 평탄성은 승차감을 좌우하는 포장 본래의 기능이며 차량의 운행비용과 관계되는 중요한 관리 요소이다. 소성변형은 특히 차량의 안전에 직결되고 진행됨에 따라 막대한 보수비용을 초래하기 때문에 도로관리자에게는 이들 세 가지 모두가 중요한 요소들이다. 따라서 이들 세 가지 파손형태를 모두 고려하되 기존의 포장평가지수가 갖고 있는 근본적인 문제점들을 보완하기 위하여 어느 한 가지 파손에 치우치지 않도록 유의하였다.

3.2 개발 과정

포장파손량 즉 균열율, 소성변형, 평탄성의 다양한 값들을 각각의 포장평가지수인 PSI, MCI, UPCI에 대입한 후, 얻어지는 세 개의 지수값들을 Sigmaplot이라는 회귀분석 프로그램을 이용하여 통계적 분석을 통해 통계적으로 가장 유의한 값을 구하여 이를 새로운 지수의 종속변수 PI(Pavement Index)로 명명하였다. 이 과정 중에서 AASHO PSI식과 같이 균열율이 지수에 거의 영향을 미치지 않고 초기 평탄성의 변화가 급격하게 지수에 영향을 미치는 즉, 어느 한가지 특정파손에 의해 지수가 전혀 다르게 평가되는 것을 통계적으로 배제할 수 있다. 포장파손량인 평탄성, 균열율, 소성변형을 독립변수로 하고 새로 찾아낸 PI를 종속변수로 하여 변수들간에 어떠한 관계가 있는지 독립변수별로 도식화하였다. 이러한 과정을 통하여 비선형 다중 회귀분석을 하기 위해 필요한 종속변수와 각 독립변수와의 적합한 함수의 형태를 회귀분석을 이용하여 구하였다. 새로운 포장평가



지수 모델은 Datafit이라는 회귀분석 프로그램을 이용하였으며 각각의 독립변수 계수들의 P-value와 결정계수 R²값을 기준으로 통계적으로 유의한 회귀모형을 찾는 방법으로 비선형 다중 회귀분석을 실시하였다. 여러 가지 모델 중 각 독립변수 계수들의 P<0.1이고 결정계수가 가장 큰 모델을 제안식으로 하였다. 이 때 어느 독립변수에 지수가 지배적으로 영향을 받지 않도록 수식을 적절히 조합하는 시합작을 반복하여 본 연구의 목적에 가장 부합하는 식을 개발하도록 하였다. 이와 같은 비선형 다중 회귀분석 결과, 아래와 같은 새로운 포장평가지수, NPSI(New Pavement Serviceability Index)가 개발되었다.

$$NPSI = 10.03 - EXP(0.135\sigma) - 0.07C - 0.17D \quad (12)$$

- 여기서, σ : 평탄성(mm/m),
- C : 균열율(%),
- D : 소성변형(mm),

본 연구에서 개발된 새로운 포장평가지수의 회귀계수들은 통계적 유의도는 p<0.1로 모두 유의하였으며 결정계수도 0.87로 매우 높았다. 각 파손량의 변화가 NPSI에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 다음 그림 5와 같다.

그림 5에서 NPSI는 초기 1/5정도 파손이 진행되

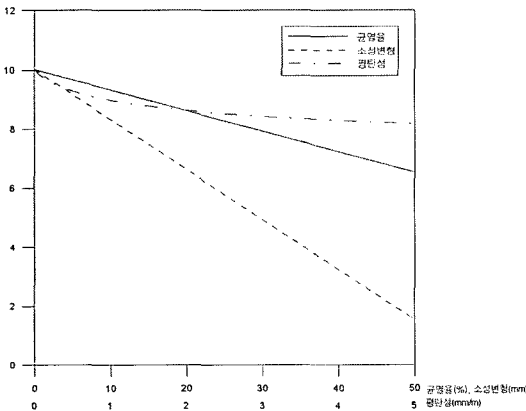


그림 5. 각 파손량이 NPSI에 미치는 영향

있을 때까지는 평탄성의 영향이 가장 크지만 그 이후에는 평탄성의 변화에 별로 민감하게 반응하지 않는 점에서 MCI와 비슷한 경향을 보이고 있고, 소성변형의 변화에 대한 지수의 변화폭이 크지만 UPCI에 비해 지나치게 크지 않다는 점에서 보다 더 현실을 반영한 지수라고 할 수 있다. 또한 초기 1/5의 파손이 진행되었을 때 균열율이 압도적으로 UPCI를 지배하는 파손량인 것에 비해 NPSI의 경우는 균열율도 적정하게 지수에 반영되었다는 점에서 기존의 PSI나 UPCI와는 차별화된 것으로 판단된다.

따라서, 기존의 AASHO식이 승차감을 기준으로 주관적인 평가를 실시한 후 파손량을 직접 측정할 값과의 통계적인 분석에 의해 개발되고, MCI가 도로 관리자의 관점에서 노면상태를 평가한 후 통계분석에 의해 개발된 것이라면, NPSI는 개별적인 파손이 지배적으로 지수에 영향을 미치지 않도록 기존의 포장평가지수값 자체를 통계적으로 유의성을 검토하면서 개발된 종합적인 포장평가지수라고 할 수 있다. 또한 UPCI가 개별파손지수를 각각 구한 후 이들 지수를 비선형적으로 결합하여 하나의 파손이 지배적인 경우와 둘 또는 세 가지 파손이 동시에 발생할 경우를 평가할 수 있도록 개발되어 전반적으로 지수가 너무 낮게 평가되는 식이라면, NPSI는 정량적으로 이를 완화한 경제적인 식이라고 할 수 있다. 그러나 실제로 이 지수들을 활용하여 유지보수를 시행했을 때의 경제성 분석을 통해 이를 뒷받침할 수 있는 연구가 추후에 수행되어야 할 것이다.

4. 포장평가지수들의 적용 예

본 연구에서는 건설교통부에서 시행하는 국도의 유지보수 조사에서 얻을 수 있는 자료를 이용하여 포장평가지수들을 평가하고 이들 값들을 비교해봄으로써 새로운 포장평가지수의 적용성을 검토하고자 한다. 이를 위해 98년에 조사된 자료의 일부를 이용하였으며 이는 표 1에 제시된 바와 같다.

표 1. 포장 파손자료(98년 국도 포장 데이터 베이스)

번호	표본구간	균열율(%)	평탄성		소성변형(mm)
			QI(counts/km)	σ (mm/m)	
1	984203	1.0	20	1.54	3.8
2	986120	1.0	20	1.54	9.4
3	987115	1.0	29	2.23	6.2
4	987312	7.0	27	2.08	6.2
5	988205	1.0	45	3.46	19.0
6	986102	30.0	27	2.08	8.3
7	983107	36.0	16	1.23	6.8
8	985120	44.0	40	3.08	9.6
9	984206	7.0	26	2.00	36.6

표 1에서 IRI(여기서는 σ)는 QI(Quarter car Index)라는 종단평탄성지수와는 다음과 같은 관계식을 이용하여 얻었으며(한국도로공사 1992). 조사 번호는 UPCI값의 크기에 따라 정렬되어 다른 지수들과의 비교를 용이하게 하도록 하였다.

$$QI = IRI \cdot 13 \quad (13)$$

표 1의 자료를 이용하여 각 포장평가지수를 계산한 후 조사번호별로 도식화한 결과는 그림 6에 나타나 있다.

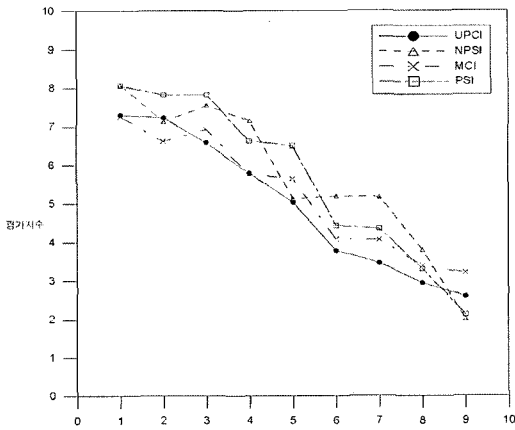


그림 6. 각 포장평가지수의 비교

그림 6에서 NPSI는 기존의 PSI(국내식)와 MCI의 중간적인 경향을 보임을 알 수 있으나 번호 6과 7은 다른 지수값들보다 조금 크게 나타났다. 이는 NPSI가 다른 지수들보다 균열율과 평탄성에 비해서 소성변형의 반영폭이 더 큰 때문인 것으로 분석된다. 9번의 NPSI값이 가장 낮게 나타난 것도 같은 맥락으로 해석된다. 반면에 UPCI는 세 가지 포장손상값의 반영도가 모두 가장 높아서 몇 점을 제외하고는 전반적으로 가장 낮게 나타났다. 따라서 UPCI를 적용해서 포장관리를 수행할 경우에는 비경제적으로 될 수 있으므로 유의해야 할 것으로 판단된다. 본 연구에서 제안한 NPSI는 기존의 포장평가지수들의 단점을 보완한 지수로서 포장상태의 평가와 관리에 효율적으로 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

5. 민감도 분석

개발된 포장평가지수를 이용하여 각각의 파손량에 영향을 미치는 주요한 포장재료의 특성치들을 변수로 한 민감도 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 진명섭·윤석준(2002)에 소개된 소성변형예측모델, 피로균열 예측모델, 종단평탄성예측모델에 공통적으로

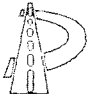


표 2. 민감도 분석에 사용된 데이터

독립변수	중간값	변화범위	단계값
아스팔트 표층의 공극율, %	4.5	2.5~6.5	1
60℃에서의 표층 아스팔트의 점도, poise	2000	800~2400	400
표층 아스팔트 혼합물의 아스팔트 함량, %	6	4.5~6.5	0.5
아스팔트 표층의 두께, in	4	26	1

로 영향을 크게 미치는 4가지 변수를 택했는데 이들은 표 2와 같다.

민감도 분석은 하나의 독립변수 이외의 나머지 모든 변수들은 표 2의 중간값으로 고정시키고 분석대상 독립변수를 일정한 범위 내에서 단계값만큼 변화시켜 가면서 종속변수의 변화량을 분석하는 것이다. 민감도 분석을 실시한 결과를 그림 7에 나타내었다.

그림 7에서 표층의 두께가 포장평가지수에 가장 민감하게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 아스팔트의 점도, 아스팔트의 함량 순으로 영향을 미치고, 공극율에 의한 영향은 전무한 것으로 나타났다. 이는 각각의 변수들이 포장파손예측모델에 미치는 영향이 포장평가지수에 의해 복합적으로 나타난 결과이며, 포장재료들의 특성을 관리함으로써 포장상태를 평가하고 관리하는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

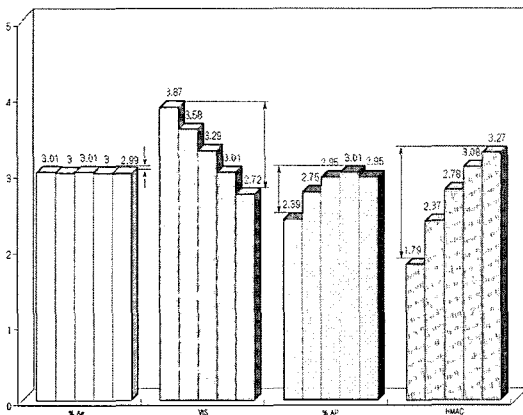


그림 7. NPSI의 포장재료 특성에 따른 민감도 분석

6. 결론

본 연구에서는 기존 포장평가지수들의 문제점을 파악하고 이를 개선한 새로운 포장평가지수를 개발하였다. 또한 국도의 보수자료를 이용하여 포장평가지수들의 적용성을 평가하였으며 개발된 평가지수로 실제 포장자료를 이용하여 포장재료의 성질에 따른 지수의 민감도 분석을 실시하였다. 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) AASHO의 PSI는 균열율에는 거의 영향을 받지 않고 평탄성에 민감하게 반응한다. 반면 국내의 PSI와 일본의 MCI는 평탄성에는 거의 영향을 받지 않고 균열율에 민감하게 반응한다. 소성변형이 증가함에 따라 국내의 PSI가 MCI에 비해 더 급격하게 감소했다.
- (2) UPCI는 세 가지 파손 모두 가장 크게 영향을 미치고 소성변형의 변화에 대한 UPCI에의 반영도가 너무 커 전반적으로 지수값이 낮게 평가되었다.
- (3) 새로 개발된 포장평가지수인 NPSI는 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 국도의 유지보수 자료를 이용하여 다른 지수들과 함께 적용성을 평가하였다. 추후에 각각의 포장평가지수를 이용하여 유지보수를 시행했을 때의 경제성분석 연구도 수행할 필요가 있을 것으로 판단된다.
- (4) 포장재료의 특성치들을 이용하여 NPSI의 민감도 분석을 실시한 결과 포장두께가 NPSI에 가장 민감하게 영향을 미쳤으며, 아스팔트의 점도, 아



스팔트함량의 순으로 나타났다.

- (5) 본 연구에서 개발한 NPSI는 기존의 포장평가지수들의 단점을 보완한 지수로써 포장상태의 평가와 관리에 효율적으로 이용될 수 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 건설부(1991), “도로포장설계·시공지침”, p. 235.
2. 진명섭, 윤석준(2002), “DataPave 프로그램을 이용한 포장파손예측모델개발”, 한국도로포장공학회지, 제4권, 제2호, pp. 9-18.
3. 한국건설기술연구원(2000), “슈퍼팔트의 현장공용성 및 효과분석 연구”, pp. 75-81.
4. 한국도로공사(1992), “포장의 평탄성 특성 연구”, 한국도로공사 연구보고서.
5. AASHO(1962), “The AASHO Road Test”, Special Report 61G, HRB.
6. 일본토목학회(1992), “포장기능의 평가법”, 사단법인 토목학회, pp. 88-118.

〈접수 : 2004. 6. 14〉