



현장에서의 동적관입시험을 이용한 노상토의 지지력 평가연구

Application of The Dynamic Cone Penetrometer for Strength Estimation of Pavement Foundation

안 지 환* 양 성 린** 박 희 문*** 권 수 안****
An, Ji Hwan Yang, Sung Lin Park, Hee Mun Kwon, Su Ahn

Abstract

The in-situ California Bearing Ratio (CBR) test has been widely used for evaluating the subgrade condition in asphalt concrete pavements. However, because the in-situ CBR test is expensive and takes plenty of time for operation, it is very difficult to figure out the in-situ characteristics of subgrade strength in detail. For faster and economical operation, the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) has been often utilized for estimating the subgrade strength in the field. The relationship between the CBR value and DCP index obtained from the DCP testing has been studied using the laboratory and in-situ testing by other foreign researchers.

The objective of this study is to determine the relationship between in-situ CBR value and DCP index of the subgrade materials used in Korea. The DCP index for evaluating the strength of subgrade materials produced in Korea is presented in this paper.

Research results propose the regression equation to explain the relationship between the CBR and DCP tests. The in-situ CBR values of subgrade materials range from 20 to 45% indicating the good and sound subgrade condition.

Keywords : California Bearing Ratio, Dynamic Cone Penetrometer, (CBR, DCP)

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원, 공학석사
 ** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구보조원, 공학사
 *** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원, 공학박사
 **** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원, 공학박사



요 지

아스팔트 포장에서 노상층의 상태를 평가하는 방법 중 하나로 현장 CBR(California Bearing Ratio)시험이 이용되고 있다. 그러나 현장 CBR시험의 경우 시험특성상 시간과 비용이 많이 소모되어 광활한 구간에서의 각 구간별 포장층의 현장강도 특성을 일일이 파악하기란 매우 힘든 단점이 있다. 이에 현장에서 보다 신속하고 경제적으로 포장 지지력을 측정하는 방법으로 동적관입시험(Dynamic Cone Penetrometer, DCP)이 많이 사용되고 있다. 이미 외국의 경우 많은 실내·외 시험을 통하여 CBR 값과 DCP 시험을 통한 DCP지수(DCP Index, mm/blow)간의 상관관계가 연구되어 왔으며 최근에 국내에서도 연구가 수행되었으나 실내에 국한된 것이었다.

따라서 본 연구에서는 국내현장에서 사용중인 노상토에 대한 현장CBR값과 DCP지수에 대한 상관관계를 파악하는 연구를 수행하였다. 이를 통해 국외 자료와 비교하며 국내에서 노상토의 지지력을 평가하기 위한 DCP지수를 제안하고자 하였다.

연구결과, 노상층에서의 CBR시험방법과 동적관입시험법간 상관관계식을 제시하였으며 국내 노상토의 지지력은 현장CBR값이 20~45% 범위로 설계시 CBR값을 고려한다면 상당히 우수한 것으로 나타났다.

핵심용어 : CBR(California Bearing Ratio), 동적관입시험(Dynamic Cone Penetrometer, DCP)

1. 서론

현재 아스팔트 포장설계에서는 노상의 지지력을 주로 설계 CBR(California Bearing Ratio, 이하 CBR 표기)값을 사용하여 결정하며, 시공후 품질관리에서는 평판재하시험을 사용하고 있다. 이는 설계와 품질관리가 불일치하는 부분이며 이미 많은 연구자들이 공감하고 있는 부분이기도 하다. 게다가 평판재하시험의 경우 현장상태나 시험조건에 따라 결과값에 영향을 미치며 시험 준비에도 많은 시간과 인력 및 장비가 필요로 하게 된다. 이는 CBR시험의 경우도 마찬가지이다. 이러한 문제점을 보다 쉽게 해결하기 위한 방법으로 동적관입시험(Dynamic Cone Penetrometer, 이하 DCP 표기)이 있다.

본 연구에서는 현장에서 노상의 지지력을 평가하는 방법인 CBR 시험과 DCP 시험을 통해 두 시험 결과의 상관관계를 파악하고 현장에서의 DCP시험을 이용한 지지력 평가가능성을 확인해 본다. 이를 위해 전국 9개 시공현장(노상층 8개현장, 동상방지층 6개현장)에서 현장시험을 실시하였고, 그에 따른 현장의 각 토질물성을 파악하기 위해 입도 분석, 흙

의 공학적 분류 및 현장함수량을 측정하였다.

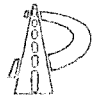
2. CBR과 DCP 상관관계

아스팔트 포장의 노상지지력 또는 상태를 평가하는 방법 중에는 CBR과 같은 파괴시험과 최근에 사용하고 있는 FWD(Falling Weight Deflectometer)와 같은 비파괴 시험 장비들이 사용되고 있다.

최근에 들어서는 DCP란 장비가 있는데 보조기층 및 노상재료의 강도를 평가하기 위한 방법으로 기존의 방법보다 상대적으로 저렴하고 이동성이 편리해서 그 사용이 국외의 경우 증가하고 있는 추세이다.

DCP는 1956년 남아프리카에서 개발되었으며 골재기층과 노상층의 강도를 평가하기 위해 과거 수십 년 동안 사용되어 왔으며 여기서는 DCP를 이용한 노상층에서의 CBR 값을 추정하는 방법에 초점을 맞추었다.

과거 연구에서 DCP 지수와 CBR 간의 경험적인 상관관계 개발이 수행되어져 왔다. 이러한 연구를 살펴보면 Kleyn(1975), Harison(1987), Livneh,



Ishai, and Livneh(1993), Ese et al(1994) 등이 있다. 이런 연구들이 DCP 장비를 이용하여 아스팔트 포장의 노상층에서의 CBR값을 추정하기 위하여 이용되었다.

과거 수행된 연구결과를 보면, CBR값과 DCP지수와는 다음과 같은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

$$\log(CBR) = A \times B \log(DCP) \quad (1)$$

여기서, DCP:DCP 지수(mm/Blow)

A:상수(2.44~2.56)

B:상수(1.07~1.16)

2.1 DCP 와 CBR의 경험적 상관관계

기존 연구결과를 살펴보면 DCP 지수와 CBR값간의 경험적인 관계식이 개발되어 왔다.

Kleyn(1975)는 DCP지수와 CBR값의 상관관계를 위하여 실내에서 DCP와 CBR 시험을 실시하였다. 모래, 점토 및 자갈에 대하여 다양한 함수량에 따라 다짐시험을 실시하였으며 몰드사이즈에 대한 DCP지수 값의 영향을 알아보기 위하여 다양한 크기의 몰드(150mm, 200mm, 250mm)를 가지고도 시험을 수행하였다. 그 결과 DCP 지수는 주어진 토질에서 함수량 변화에 따른 CBR 시험결과와 유사한 경향을 나타내는 것으로 발견되었다. 다시 말해, 함수량은 DCP-CBR의 상관관계에 독립적인 것으로 결론지었다. 그리고 몰드사이즈가 감소할수록 DCP지

수는 증가하는 것으로 나타났다.

Harison(1987)은 점토, 모래 및 자갈에서 DCP 지수와 CBR값의 상관관계를 연구한 결과 각 시험간에 강한 상관관계가 있음을 알게 되었다.

Livneh(1993)은 2개의 공항과 1개의 도로에서 DCP시험과 현장CBR시험을 실시하였다. 이 실험으로부터 DCP시험결과에 대한 연직 구속과 마찰의 복합적인 영향을 평가하였다. 그 결과 상대하중과 마찰의 복합적인 영향은 무시할 수 있음이 밝혀졌다.

Ese et al(1994)는 노르웨이에서 도로의 강도설계를 위한 DCP시험 사용에 대해 광범위 하게 연구를 하였다. 연구결과 DCP 자료와 골재기층의 안정성 간에는 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 도로의 상태가 좋고 나쁜 판단기준으로 DCP지수 2.6mm/blow을 제시하였다. 즉, DCP지수가 2.6mm/blow보다 큰 값은 도로상태가 나쁜 것을 의미한다.

최근 연구에서는 포장관입과정을 Yankelevsky 와 Adin(1980)이 제안한 모델인 피 관입층을 여러 개의 토질 디스크로 나누어, 토질 디스크 층을 동적관입시험기가 관입해 들어가는 것으로 가정하는 해석 방법을 통해 실내 CBR 시험과 실내 동적관입시험을 실시하여 다음과 같은 상관식을 제시하기도 하였다.

$$\log CBR = 1.79 - 0.88 \log PI \quad (R^2 = 0.97) \quad (2)$$

여기서, PI = 관입지수 (mm/blow)

표 1은 기존에 연구된 DCP지수와 CBR값의 상관관계를 나타낸 것이다.

표 1. 기존에 연구된 DCP지수와 CBR값의 상관관계

연구자	상관식	데이터 수	실험장소	년도
Livneh	$\log(CBR) = 2.56 - 1.16 \log(DCP)$	76	실험실	1991
Livneh, Ishai and Livneh	$\log(CBR) = 2.45 - 1.12 \log(DCP)$	135	현장, 실험실	1993
Harison	$\log(CBR) = 2.55 - 1.14 \log(DCP)$	72	실험실	1987
Smith and Pratt	$\log(CBR) = 2.56 - 1.16 \log(DCP)$	-	현장	1983
Kleyn	$\log(CBR) = 2.62 - 1.27 \log(DCP)$	2000	실험실	1975
NCDOT	$\log(CBR) = 2.60 - 1.07 \log(DCP)$	-	현장, 실험실	1989
Norwegian Road Research	$\log(CBR) = 2.44 - 1.07 \log(DCP)$	79	현장, 실험실	1995



2.2 DCP지수와 CBR값의 상관관계에 독립적인 변수

기존 연구에 의하면 DCP값과 CBR값에는 연직 구속력, 토질종류, 입자 크기, 토질 가소성, 건조단위 중량, 함수량과 같은 인자들이 영향을 미친다. 그러나 함수량과 단위중량의 경우 DCP지수와 CBR값은 종속변수로 작용하였으나 DCP지수와 CBR값 사이의 상관관계에 대해서는 독립적인 것으로 나타났다. 그러므로 이에 대하여 보다 자세하게 살펴보았다.

Harison(1989)은 함수량과 건조단위중량은 DCP와 CBR사이의 상관관계에 독립적임을 시험을 통해 조사하였다. 시험시 표준 150mm(6in)몰드를 사용하여 다짐을 실시한 후, DCP시험과 CBR 시험

을 실시하였다. 그림 1에서 점토질 흙에 대해서 함수량과 건조단위중량의 변화에 따른 DCP지수와 CBR값을 나타내었다. 그림 1(a)는 시험한 토질에 대한 다짐곡선을 나타내었다. 그림 1(b)는 건조단위중량에 따른 DCP지수와 CBR값의 변화를 나타내었다. 그림 1(c)는 함수량 변화에 따라 DCP지수와 CBR값이 변하는 것을 나타내었는데 Kleyyn의 결과와 유사하게 나타났다. 그 결과 그림 1(d)에서 함수량이나 건조단위중량값의 변화에 따른 CBR값과 DCP지수간의 상관관계를 나타내었다. 결론적으로 말하자면, Harison은 함수량과 건조단위중량은 DCP지수와 CBR값의 상관관계에 영향을 미치지 않는 독립적 변수라 결론지었다.

Matenal	LL	PL	PI	
MH	54%	40.5%	13.5	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 blows ▲ 25 blows × 56 blows ■ 10 blows □ 25 blows
				soaked
				unsoaked

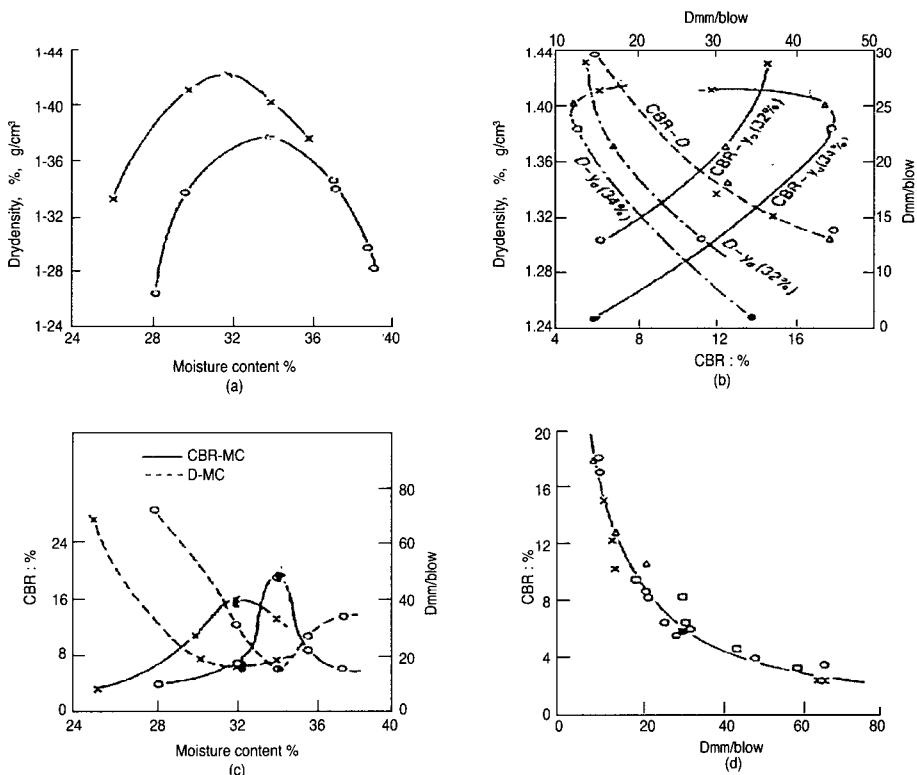


그림 1. 무기질 실트(MH)에 대한 함수량, 건조단위중량, CBR 및 DCP 상관관계(Harison 1989)



3. 현장시험

현장시험은 각 지방국도관리청의 일반국도 공사구간 중 노상 및 동상방지층이 시공된 총 9개 지역을 선정하여 수행하였다.

현장시험은 그림 2와 같이 노상층, 동상방지층에서 현장CBR시험, 평판재하시험, DCP시험을 수행하여 각 층의 지지력을 확인하였다.

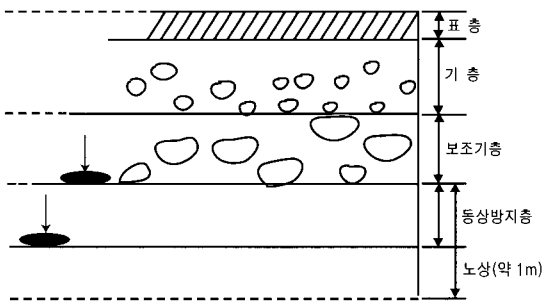


그림 2. 현장시험 계획도

노상 및 동상방지층에서 각각 동적관입시험 3회, CBR 1회, 평판재하시험 1회를 1세트로 실시하여 지역별로 현장여건에 따라 3~5 세트를 실시하였다. 현장시험값중 적합하지 못한 자료들은 제외시켰으며 함수량 측정의 경우 일부 현장에서만 측정하였다. DCP값은 3회 평균값을 적용하였다. 그림 3은 각 현장별 시험횟수를 나타내었다.

지역	노상 구간	시험횟수(set)				동상 구간	시험횟수(set)			
		CBR	DCP	PBT	함수량		CBR	DCP	PBT	함수량
서울	A	3	3	3	-	A	3	3	3	
	B	-	-	-	-	B	2	3	3	
	C	3	3	3	-	C	5	5	5	5
원주	A	2	2	2	-	A	2	2	2	
	B	1	1	1	-	B	3	3	3	
	C	4	4	4	4	C	-	-	-	
	D	5	5	5	-	D	2	3	3	3
익산	A	5	5	5	5	A	-	-	-	-
부산	A	3	3	3	-	A	-	-	-	-

그림 3. 현장시험방법별 실시횟수

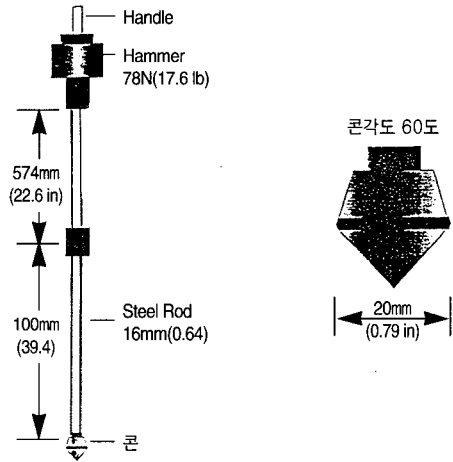


그림 4. 동적관입시험기 장비

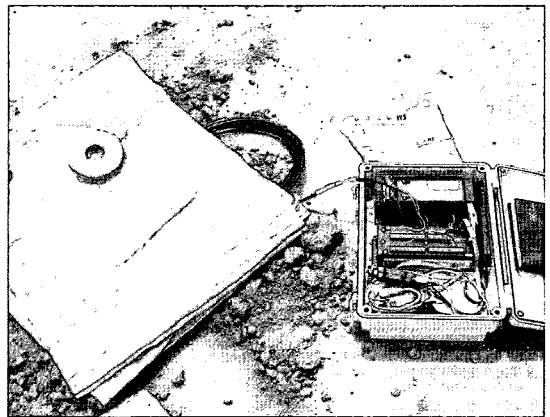


그림 5. 현장 함수량 측정장비



본 연구에서 수행한 시험중 DCP시험과 현장함수량 측정방법에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

DCP 시험은 국내에서 아직 활용이 미비하지만 해외의 경우 실용성이 높아지고 있는 방법으로서 수동적인 하중재하방식과 자동 하중재하방식 등 여러 가지 형태로 개발되고 있다. 이는 토질지반 조사의 CPT(Cone Penetration Test)와 유사한 방법으로 서 장비의 형태는 그림 4와 같다.

현장 함수량 측정은 데이터로거(Data Logger, CR-10)와 함수량 측정 장비(CS-616)를 이용하여 현장에서 실시간 함수량을 측정하였다(그림 5). 이는 현장에서 코어채취 후 실내에서 함수량을 측정하는 방법은 시료채취를 위한 코어장비이동의 번거로

움과 시료의 이동 중 수분 손실의 오차가 발생하기 때문이다.

4. 자료분석

4.1 현장기본물성

실내시험에 앞서 시험대상이 되는 노상토와 동상 방지층 물성을 알아보기 위해 우선 국내의 고속도로 현장에서 사용되는 노상토의 특성에 대한 자료조사를 통하여 표 2의 결과를 얻을 수 있었다. 정리된 결과를 검토해 보면 우리나라 고속도로에서 사용하는

표 2. 국내 고속도로 노상토의 특성(74개의 노상토 자료에 근거)

흙의 종류 (통일분류)	분류	SM	SP-SM	SW	SP	기타
	구성비(%)	41.9	16.2	12.2	6.8	23.0
소성지수 (PI, %)	범위	NP	5이하	5~10	-	-
	구성비(%)	70%	12%	18%		
#200체 통과량 (%)	범위	5이하	5~10	10~15	15~20	20~25
	구성비(%)	23	26	16	23	12
CBR(%)	범위	10~15	15~20	20~25	25~30	30초과
	구성비(%)	20	26	28	8	18
K30 (kg/cm ²)	범위	10~20	20~25	25~30	30초과	-
	구성비(%)	15.9	52.3	27.3	2.3	-

표 3. 국도 현장시험구간의 노상토 특성

구 분	흙의 종류	소성지수	#200 통과량	설계CBR(%)	K30
서울 - A	SM	7.4	19.6	10.5	30
서울 - C	SW-SM	NP	12	8.7	20~30
원주 - A	SM	5.97	22.28	8.0	23
원주 - B	SP, SM, SW	NP	10~20	12.1	39
원주 - C	SP	NP	1	9.1	17~26
원주 - D	SP	NP	2	9.4	14~22
익산 - A	SP	NP	1	8.3	16~33
부산 - A	SW	NP	1	-	15~25

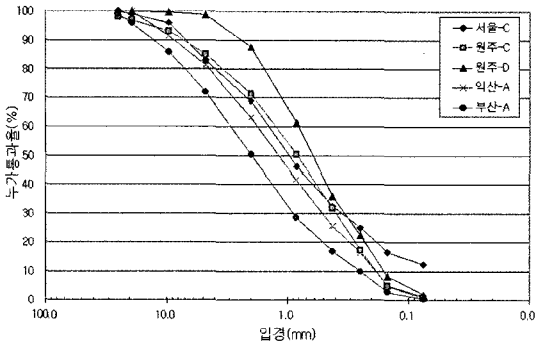


그림 6. 노상층의 입도분포표

노상토는 대부분 모래 또는 실트질 모래(70% 이상)로 나타났다. 또한, #200 체 통과량이 10% 이하인 경우가 50% 이상이고, 70% 이상이 비소성(Non-Plastic)으로 나타났다. 아울러 CBR과 노상지지력 계수(K30)도 대단히 우수한 것으로 평가되고 있어서, 노상토의 특성으로는 전체적으로 대단히 우수한

재료가 사용되고 있다. 이러한 사실은 국내 지반의 70% 이상이 화강풍화토로서 노상토로서는 대단히 뛰어난 재료적 특성을 보인다는 사실과 잘 일치한다.(권기철, 2002)

또한 국도에서의 노상토 특성을 파악하기 위하여 8개 현장을 대상으로 조사한 결과를 표 3에 나타내었으며, 이는 고속도로의 노상토 특성과 유사한 재료임을 알 수 있다. 그림 6은 조사구간의 노상층 입도 분포를 나타낸 것이다.

4.2 현장시험결과

시험현장의 물성치를 보면 각 시험현장의 노상층에서 설계 CBR값(표 3)과 현장 CBR값(표 4)을 비교하면 설계당시 CBR값보다 모두 크게 나타났으며 평판재하시험의 경우 1개 현장을 제외하고는 아스팔트 포장의 노상 다짐기준인 20을 넘은 것으로 보아

표 4. 노상층에서의 실험결과

지역	시험방법	1	2	3	4	5	평균
서울 - A	DCP	8.7	10.1	11.2			10.0
	CBR	26.5	33.3	21.6			27.1
서울 - C	DCP	7.5	7.5	9.7			8.2
	CBR	37.3	38.5	28.5			34.7
원주 - A	DCP	10.8	8.5				9.6
	CBR	32.2	44.4				38.3
원주 - B	DCP	7.8					7.8
	CBR	37.3					37.3
원주 - C	DCP	8.9	9.6	9.2	7.3		8.8
	CBR	40.2	39.8	42.3	44.7		41.7
	함수량	7.46	9.65	10.88	11.38		9.8
원주 - D	DCP	12.0	11.6	13.6	13.3	12.2	12.5
	CBR	33.0	23.2	20.5	23.2	22.5	24.5
익산 - A	DCP	11.9	13.1	13.6	10.4	8.7	11.6
	CBR	31.1	27.3	17.4	27.3	34.8	27.6
	함수량	13.4	9.2	17.7	16.0	14.2	14.1
부산 - A	DCP	10.3	11.3	8.8			10.1
	CBR	33.5	33.5	31.1			32.7



표 5. 동상방지층에서의 실험결과

지역	시험방법	1	2	3	4	5	평균
서울 - A	DCP	3.5	3.8	4.3			3.9
	CBR	47.0	88.0	60.0			65.0
서울 - B	DCP	3.9	3.6	3.9			3.8
	CBR	71.0	69.0	-			70.0
서울 - C	DCP	5.2	6.4	5.6	5.1	5.7	5.6
	CBR	34.8	53.6	48.5	44.4	88.7	54.0
	함수량	9.1	10.4	10.4	10.9	8.9	9.9
원주 - A	DCP	5.1	5.5				5.3
	CBR	71.0	55.0				63.0
원주 - B	DCP	4.5	3.9	3.4			3.9
	CBR	82.0	90.0	65.0			79.0
원주 - D	DCP	7.2	5.9	6.0			6.4
	CBR	89.5	-	88.7			89.1
	함수량	6.2	7.4	6.5			6.7

현장의 다짐은 설계값 및 기준 값보다 높게 이루어지고 있음을 알 수 있다. 표 4, 5는 노상층, 동상방지층에서의 시험결과를 나타내었다. 일부 현장에서는 여건상 시험횟수가 많지는 못했다.

4.3 현장시험결과분석

2장의 문헌고찰에서 DCP시험과 CBR시험은 각각 함수량, 단위건조중량, 토질 종류, 토질 입도에 따라 변하는 것으로 나타났으나 함수량과 단위건조중량의 경우 CBR값-DCP지수의 상관성에 대해서는 아무 영향을 미치지 않는 독립변수로 결론이 났다. 이는 함수량 및 단위건조중량이 증가 또는 감소함에 따라 CBR 값과 DCP Index 가 동시에 같은 경향을 보이며 증가 또는 감소하기 때문이다.

현장의 성토부에 사용된 노상토는 품질이 우수한 재료이며, 일반적으로 국내 도로현장에서 쓰이는 성토부 재료가 우수한 것으로 미루어 토질에 따른 품질은 비슷하리라 판단된다. 이는 앞서 설명한 4장에 잘 나타나 있다.

그림 7은 현장자료를 바탕으로 현장CBR값과

DCP지수의 상관관계를 나타낸 것이다. 각 현장의 토질이 대부분 유사하였고 시공현장의 조건이 성토 구간이었기 때문에 상관성이 좋은 결과가 나타났다. 물론 다른 조건에서도 이러한 상관성을 고려해야 하지만, 대부분 국내 도로포장시공여건을 살펴보면 우수한 노상재료를 사용하고 있으므로 특별한 경우를 제외하고는 적용성이 높다고 판단된다. (식 3)은 본 연구에서 제시한 노상층에서 현장CBR값과 DCP지수 간 상관관계를 나타낸 것이다.

$$\log(CBR) = 2.50 - 1.01 \log(DCP) \quad (R^2 = 0.59) \quad (3)$$

여기서, CBR: 현장 CBR 값(%)

DCP: DCP 지수(mm/blow)

그림 8은 기존에 제시된 상관식(표 1)과 비교한 것인데 기존에 외국에서 제안된 식과 유사한 계수 범위를 나타내고 있다. 여기서 고려해야할 사항은 외국 제안식의 경우, 대부분 조사된 구간의 현장 CBR값이 본 연구에서 측정된 현장CBR값보다 낮은 범위라는 것이다. 그럼에도 불구하고 이러한 상관관계가 나

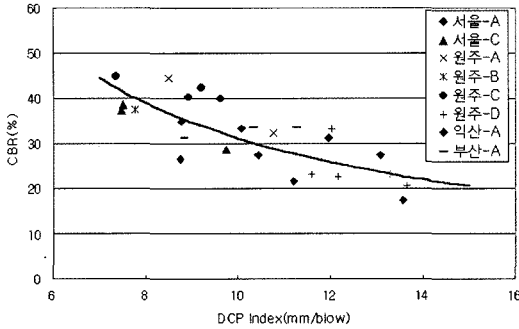


그림 7. 현장 CBR값-DCP지수 상관관계(노상층)

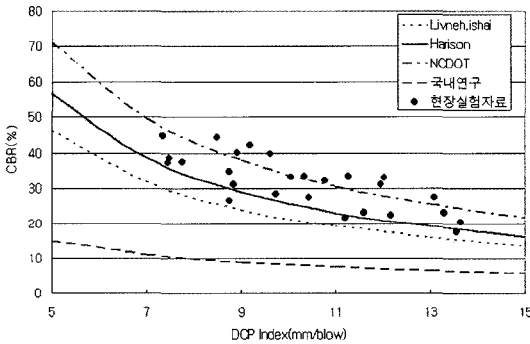


그림 8. 기존 상관식과의 비교

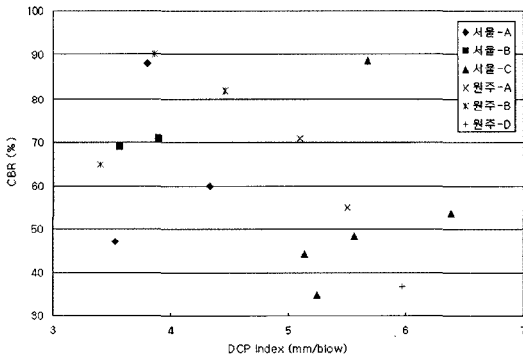


그림 9. 현장 CBR-DCP Index 상관관계(동상방지층)

오는 것은 DCP지수가 낮아짐에 따라 CBR값의 변화 폭이 크게 작용하는 경향인 때문으로 판단된다. 특히 노상에서 CBR값의 범위가 20%~50%미만으로 나타났으며 DCP지수가 감소함에 따라 CBR값의

차이가 큰 것을 알 수 있다.

이러한 결과는 기존에 국내에서 발표된 상관식과는 상이한 결과를 보이는데 기존 연구의 경우 KS규정에 따른 실내 CBR시험 근거로 시험을 수행하였고 그 값 역시 낮은 범위 내에서 분포하기 때문에 판단된다.

이번 시험결과, 국내 노상토의 지지력은 현장 CBR 값이 20~45%범위로서 포장설계시 노상토의 설계 CBR값이 8~10%인 점을 감안한다면 상당히 우수한 것으로 판단되며 현장에서 DCP장비를 통한 노상의 포장지지력을 평가할 경우 현장 CBR 20% 이상에 해당하는 DCP지수값 15mm/blow 이하로 나타날 경우 충분한 지지력을 가지는 것으로 판단해도 좋을 것이다.

동상방지층의 경우 노상층과 달리 현장 CBR값-DCP지수의 상관관계를 찾아보기가 힘들었다(그림 9). Klimochko(1991)는 기층재료에 대한 CBR-DCP Index 상관관계는 비정상적으로 높거나 잘못된 결과가 나타난다고 하였다. 왜냐하면 CBR시험은 탄성범위내에서 토질의 특성을 측정하는 반면 DCP 시험은 재료의 파괴에 기인한 것이기 때문이다.

5. 결 론

본 연구는 현장에서 포장지지력을 산정하는 방법인 현장 CBR시험과 DCP시험을 이용하여 두 개의 시험결과값의 상관관계를 분석하였다. 노상층에서의 CBR값과 DCP지수 간에 다음과 같은 상관관계를 도출하였다.

$$\log(CBR) = 2.50 - 1.01 \log(DCP) \quad (R^2 = 0.59) \quad (4)$$

여기서, CBR: 현장 CBR 값(%)

DCP: DCP Index(mm/blow)

국내의 노상토의 지지력은 현장 CBR 값이



20~45%범위로서 포장설계시 노상토의 설계CBR 값이 8~10%인 점을 감안한다면 상당히 우수한 것으로 판단되며 현장에서 DCP장비를 통한 노상의 포장지지를 평가하기 위한 기준으로는 현장 CBR 20%이상에 해당하는 DCP지수 15mm/blow 이하일 경우 충분한 지지력을 가졌다고 판단해도 좋을 것이다.

동상방지층에서는 현장CBR값과 DCP지수의 적합한 상관관계를 찾아내기 힘들었다.

감사의 글

본 연구는 건교부 수탁과제인 “한국형 포장설계법 개발과 포장성능 개선방안 연구”의 일부 성과물로서 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

1. 권기철(2002), “노상토의 종류에 따른 동결, 융해 특성”, 한국도로포장공학회지 제4권1호
2. 명지전문대학(2001.12), “포장동적관입시험기에 의한 시험도로 노상 및 기층 지지력 현장 측정”
3. Burnham et al(1993), “In-situ Foundation Characterization Using the Dynamic Cone Penetrometer”, Report MN93/05, MN DOT
4. David Z. Yankelevsky and Moshe A. Adin.(1990), “A Simplified Analytical Method for Soil Penetration Analysis”, *Int. J. Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. Vol. 4*, pp233~239
5. Ese, Dag, Myre, Jostein., Noss, Per Magne., and Vaernes, Einer(1994), “The use of Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for road strengthening design in Noeway” ,

International Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfield, Minneapolis, pp3-22

6. Harison, J. A.(1987), “Correlation between California Bearing Ratio and Dynamic cone Penetrometer strength measurement of soils”, *Proc Instn Civ. Engrs, Part2, Vol 83*, Technical Note No.463.
7. Harison, J. A.(1989), “In-situ CBR determination by DCP testing using a laboratory based correlation”, *Australian Road Research. Vol19 n 4 DEC*, p 313-317
8. Kleyn, E. G.(1975), “The Use of the Dynamic Cone Penetrometer(DCP)”, Report 2/74. Transvaal Roads Department.
9. Klimochko, D.(1991), “The Application of the Dynamic Cone Penetrometer Test in Determining In-Situ Subgrade CBR”, *Paper presented at the 44th Annual Conference Western Assoc. of Canadian Highway Officials*, Saskatoon, Saskatchewan, Apr.,
10. Livneh, M., Ishal, and Livneh N.(1993), “Effect of Vertical Confinement on Dynamic Cone Penetrometer Strength values in Pavement and Subgrade Evaluations”, *Transportation Research Record 1473*, Highway Research Board, National Research Council, Washington D.C
11. Mohammed A. Gabr et al(1999), “Dynamic Cone Penetrometer Criteria for Evaluation of Subgrade and Aggregate Base Course”, NC state University.

〈접수 : 2004. 3. 25〉