

ダイナミック・コーン・ペネトメータによる舗装構成層の C B R 測定

北海道工業大学大学院 工学研究科 学生会員 森本 勝彦
 独立行政法人 北海道開発土木研究所 正員 丸山 記美雄
 北海道工業大学 社会基盤工学科 フェロー 笠原 篤

1. はじめに

舗装構造探査および粒状路盤や路床の支持力（ C B R ）の把握のための非破壊試験機として，動的円錐貫入試験器（ D C P : Dual-Mass Dynamic Cone Penetrometer ）が南アフリカ共和国にて1975年に開発されて以来，各国で使用されてきた．その後，多くの研究機関において様々な土質について実験が行われ，特に米国陸軍水路実験局においてはデータベースを構築し，今日では貫入量と現場 C B R の関係が，すでに確立されている．しかしながら，我が国においては D C P の普及が遅れていることから， D C P によるデータの有用性を検証し，認知を高めることを，本研究の目的としている．

2. 動的円錐貫入試験器（ D C P ）

本器機は，ガイドロッド，貫入ロッド，質量ハンマ，コーンから構成されており，質量を自由落下させることにより，路盤や路床にコーンを貫入させる方式である．試験終了時において，ロッドの引抜きを容易にするために，コーンは離脱式となっている．打撃回数と貫入量との記録から，8kgハンマによる打撃 1 回あたりの貫入量（自），すなわち動的円錐貫入指数(DCPI)を求め，次式から現場 C B R (%) が求められる．

$$CBR=292/DCP^{1.12}$$

$$2 \text{ DCP } 324, 0.5 \text{ CBR } 100$$

3. 均一地盤における C B R の変動係数の把握

砂地盤（小樽市付近の前浜）および道々札幌北広島環状線の下層路盤層（粒状路盤厚550mm，40/0クラッシュラン）において，各々100地点について貫入試験を実施した．深さ50mm毎に C B R を算出し，その平均値，標準偏差，変動係数を求め，その結果を表 - 1 に示した．

C B R の変動係数は，砂地盤では 10 ~ 73 % ，その平均値は 34 % ，粒状路盤では 36 ~ 65 % ，その平均値は 44 % なる値が得られた．なお，この変動係数には，場所の違いによる締固度の差違，異物混入， D C P 試験自体の再現性に基づくものなどが包含されている．しかしながら， D C P 試験に基づく C B R 値の推定には，40 % 程度の変動係数があることを認識する必要があることが明かとなった．

図 - 1 には，均一地盤における深さ50mm毎の平均 C B R のプロファイルを示している．砂地盤において500mm程度ま

表 - 1 D C P 試験による C B R 値(%)

貫入量(mm)	砂地盤			粒状路盤		
	平均CBR値	標準偏差	変動係数	平均CBR値	標準偏差	変動係数
0 ~ 50	3.4	0.4	10.4	47.2	20.9	44.3
51 ~ 100	3.4	0.3	9.9	56.3	20.3	36.1
101 ~ 150	3.4	0.3	9.9	66.5	26.7	40.1
151 ~ 200	3.4	0.3	9.9	78.7	35.2	44.8
201 ~ 250	3.4	0.3	9.9	87.0	39.4	45.2
251 ~ 300	3.4	0.4	12.8	76.4	33.9	44.4
301 ~ 350	3.4	0.3	9.9	71.3	26.2	36.8
351 ~ 400	3.4	0.3	10.0	84.3	35.7	42.3
401 ~ 450	3.7	1.6	44.5	91.2	34.0	37.2
451 ~ 500	4.2	2.6	62.6	86.0	38.1	44.3
501 ~ 550	7.6	5.5	73.0	86.2	56.0	65.0
551 ~ 600	10.5	4.8	46.1			
601 ~ 650	12.0	4.6	38.7			
651 ~ 700	12.9	5.3	41.4			
701 ~ 750	13.9	6.2	44.5			
751 ~ 800	15.3	6.6	43.3			
801 ~ 850	16.7	7.2	43.1			
851 ~ 900	18.8	8.2	43.9			
901 ~ 950	20.9	10.1	48.3			
951 ~ 1000	24.0	14.2	59.0			

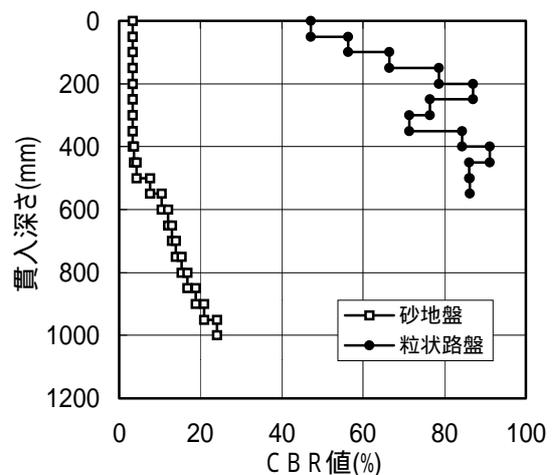


図 - 1 C B R のプロファイル

キーワード 動的円錐貫入試験， D C P ， C B R ， 変動係数

連絡先 〒060 - 8585 北海道札幌市手稲区前田 7 条15丁目 TEL 011-688-2261 FAX 011-685-0780

で C B R は 4% と ルーズ な 状 態 で あり , 変 動 係 数 も 約 10% と 小 さ い が , 那 以 深 にお いて は 漸 次 大 き く な っ て お り , 水 締 め 状 態 である ことが 伺 える . 粒 状 路 盤 にお いて 表 層 部 ほど C B R は 小 さ く , 150mm 以 深 で は 80% 程 度 の 値 が 得 ら れ て いる . コーン 貫 入 試 験 の 性 質 上 , 浅 部 で は 那 の 体 積 増 加 分 を 表 面 隆 起 で 補 える こと から , 表 面 付 近 の C B R 値 は 小 さ く なる 傾 向 に あり と 言 える . な お , 下 層 路 盤 厚 が 550mm であ った こと から , 那 こ ま で を 貫 入 深 さ と し た .

4 . 美 々 新 試 験 道 路 にお ける C B R の プ ロ フ ァ イ ル

美 々 新 試 験 道 路 は , 寒 冷 地 にお ける ア ス フ ァ ル ト 舗 装 構 造 の 差 違 が パ フ ォー マ ン ス に 与 える 影 響 を 調 査 お よ び 研 究 を 行 う た め に , 一 般 国 道 36 号 線 の 新 千 歳 空 港 付 近 に 1991 年 に 舗 設 さ れ た . 本 試 験 道 路 は 従 来 の 設 計 法 (C B R - T_A 法) に よ っ て 設 け ら れ た 4 断 面 (A , B , C , D 交 通 断 面) と 理 論 的 設 計 法 に 基 づ いて 設 計 さ れ た 4 断 面 (T1-1 , T1-2 , T2-1 , T2-2) の 計 8 断 面 から 構 成 さ れ て いる . 那 の 区 間 の 大 型 車 交 通 量 は C 交 通 に 相 当 し て お り , 建 設 後 10 年 経 過 し た 2001 年 に , T1-1 断 面 (細 粒 度 ギ ャ ッ プ ア ス コ ン 層 3cm , 加 熱 ア ス フ ァ ル ト 安 定 処 理 層 9cm , 下 層 路 盤 層 40cm , 凍 上 抑 制 層 30cm) の 表 層 に 疲 勞 ひ び 割 れ の 発 生 が 認 め ら れ た . 2002 年 12 月 に T1-1 断 面 を 開 削 し , 下 層 路 盤 層 ・ 凍 上 抑 制 層 ・ 路 床 の わ だ ち 部 (I W P) , 非 わ だ ち 部 (B W P) で D C P 試 験 を 各 3 回 , 計 18 回 行 い , 併 せ て 各 層 に つ い て 現 場 C B R 試 験 (6 地 点) も 行 っ た .

5 . 実 験 結 果 と 考 察

下 層 路 盤 ・ 凍 上 抑 制 層 ・ 路 床 にお ける 各 々 の C B R の プ ロ フ ァ イ ル (3 個 の 平 均) を , 図 - 2 ~ 4 に 示 し た . 図 から , 下 層 路 盤 ・ 凍 上 抑 制 層 にお いて わ だ ち 部 (I W P) と 非 わ だ ち 部 (B W P) で は , 有 意 差 は な い が , 路 床 にお いて は 有 意 差 が み ら れ た . 那 は , 走 行 車 両 に よ る 路 床 上 面 に 作 用 す る 垂 直 応 力 の 繰 り 返 し 載 荷 よ り , 締 め 固 ま っ た も の と 考 え ら れ る .

現 場 C B R 試 験 と D C P 試 験 に よ る C B R 値 (表 面 から 50mm ま で の 深 さ) の 比 較 を し た 結 果 を 図 - 5 に 示 し た . 図 よ り , 凍 上 抑 制 層 の B W P 部 にお ける 現 場 C B R の み が 極 端 に 大 き な 値 を 示 し て いる が , 現 場 C B R と D C P 試 験 よ る C B R と は 1:1 の 関 係 に あり と 言 える .

6 . ま と め

D C P 試 験 に よ り 求 め ら れ る C B R に は , 40% 程 度 の 変 動 係 数 が ふ く ま れ る .

D C P 試 験 が , 現 場 C B R 試 験 に 置 き 換 え ら れ る .

D C P 試 験 に よ り , C B R の 深 さ 方 向 プ ロ フ ァ イ ル を 得 る こと が 出 来 る こと に よ り , 舗 装 厚 の 推 定 が 可 能 と なる .

D C P 試 験 に よ り 多 く の 現 場 デー ター 収 集 が 可 能 である .

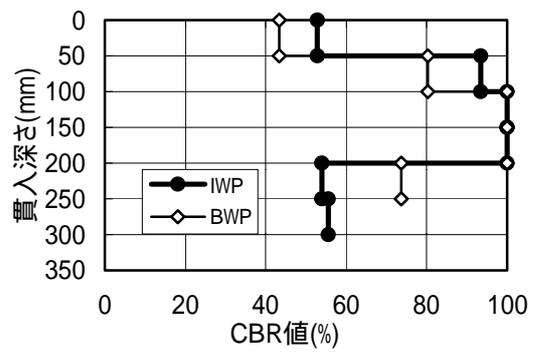


図 - 2 下 層 路 盤 の C B R プ ロ フ ァ イ ル

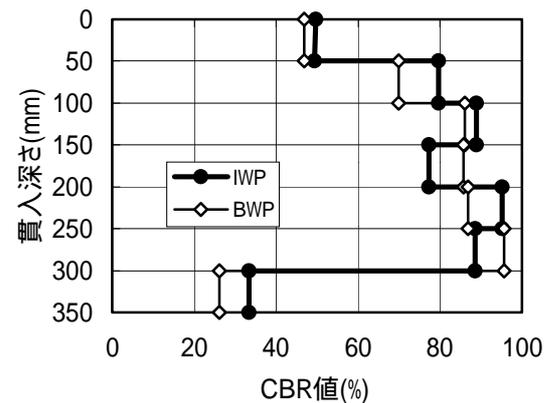


図 - 3 凍 上 抑 制 層 の C B R プ ロ フ ァ イ ル

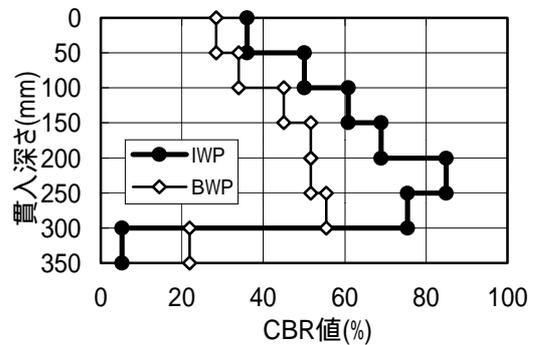


図 - 4 路 床 の C B R プ ロ フ ァ イ ル

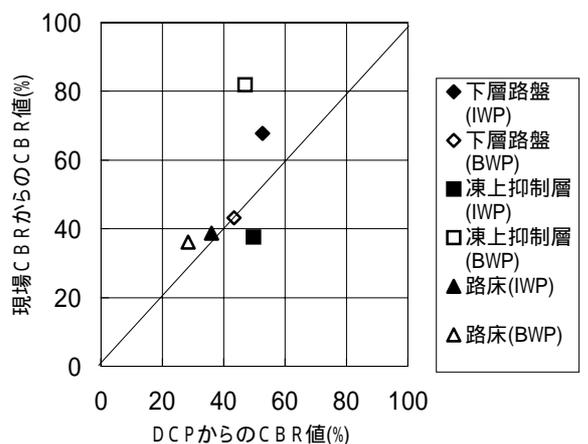


図 - 5 現 場 C B R と D C P に よ る C B R 値 の 比 較