

名古屋大学 工学部
名古屋大学 大学院

正 員 植 下 協
学生員 O 岡 田 ス 雄

1. ま え が き

現存舗装構造の力学的評価をおこなうにあたり、ベンケルマンビーム試験と原位置CBR試験も行ない、日本道路協会の新アスファルト舗装要綱¹⁾ならびにカナダ道路協会の舗装設計指針²⁾にもとづいて舗装構造としての適否を検討した。その結果、CBR設計法により舗装厚が不十分と指摘された舗装箇所は、カナダ式ベンケルマンビーム試験でも不十分と指摘された。その他の箇所で、平均的な支持力は十分あるが、上層路盤にコンクリートブロックを使用している部分では、アスファルト表層における支持力のばらつきが大きいという舗装の性格も、ベンケルマンビーム試験はよく指摘することができた。しかしアスファルト舗装要綱¹⁾に規定されているベンケルマンビーム試験法には多くの問題点が含まれているため、早急に厳格な試験法の制定が必要であると考えた。

2. 実施した試験

現在、正式の道路として使用されていないが、現存する図-1のような舗装断面に、アスファルト舗装要綱によるB交通(大型車一日一方向250~1000台程度)をゆるす場合、事前に舗装補修の必要があるかどうかを7地点(図-1のNo.1~No.7)におけるベンケルマンビーム試験と原位置CBR試験により検討した。ベンケルマンビーム試験につ

いては、各地点ならびにその前後で計3点のたわみも測定し、原位置CBR試験については、各点で各種深さにおけるCBRも特殊試験装置により測定し、アスファルト舗装要綱に照らして舗装構造に不十分な点がないかどうかを判定した。

3. 試験結果と考察

原位置CBR試験の結果を図-1の下半部に、ベンケルマンビーム試験の結果をそれに対応させて上半部に示した。各点各深度のCBRにもとづき、必要舗装合計厚Hならびに必要なアスコン等

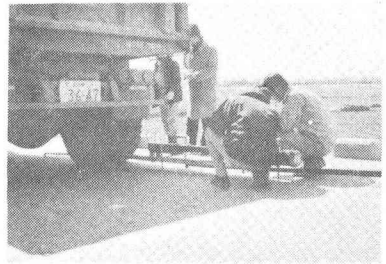


写真-1

既設舗装のベンケルマンビーム試験
(ベンケルマンビーム前脚位置での
たわみを調べるための第2ベンケル
マンビームを併用)

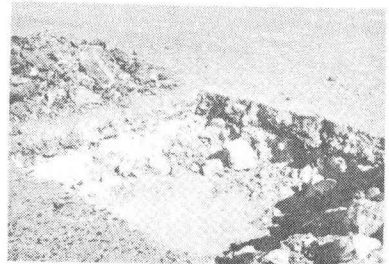


写真-2

アスファルト表層、
基層、コンクリート
ブロック層を除去し
路盤面を出した状況
(舗装上部断面が見
える。No.3地点)



写真-3

路床の原位置CBR
試験の状況

値厚 T_0 があるかどうか舗装要綱で検討すれば、図-1 の No.1 地点で（表層+基層）厚が不足している。また舗装要綱では粒状調整上層路盤の CBR は 80 以上でなければならぬとしているので、No.1、No.2 地点で上層路盤の CBR が不足していることとなる。次に、ベンケルマンビーム試験結果にもとづく舗装の評価をカナダ法によっておこなってみる。カナダ法による「ある区間を代表する推定最大弾性たわみ」（ $\bar{x} + 2\sigma_x$ ）を各測点ごとに計算し、図-1 の上半部記入した。カナダ法では $(\bar{x} + 2\sigma_x) < 1.25 \text{ mm}$ でなければ舗装は早期に破壊すると判断する。ここに、 $\bar{x}$ はカナダ式ベンケルマンビーム試験の弾性たわみの平均値、 σ_x はその測定値の標準偏差である。カナダ法によれば、No.1 測点で舗装構造が不十分であると指摘される。No.4、No.5 測点ではそれぞれ極端にばらついている計測値が含まれており、そのうちの値を含めて計算すれば、No.4、No.5 測点ともに舗装構造は不十分となるが、その極端な値を除外して計算すれば、No.3 以降は舗装構造として十分な支持力をもつこととなり、CBR 試験結果と一致する。しかし No.3 以降ではベンケルマンビーム試験のばらつきが大きく、No.4、No.5 で極端な値を示しているのは、上層路盤の目地構造の弱さをベンケルマンビーム試験が指摘しているためと考えることができる。なお、No.2 測点における上層路盤としての CBR 不足は、ベンケルマンビーム試験の不合格としてはあらわれていない。

4. 舗装要綱ベンケルマンビーム試験法の問題点

ベンケルマンビーム試験の問題点について、斎藤・木村両氏²⁾もすでに列挙したことがあるが、著者は舗装要綱のベンケルマンビーム試験法とカナダ式試験法と併用し、比較した結果、次のような問題点があることも知った。

- (i) 最大たわみを求めるためのタイヤの最初の位置はベンケルマンビームの先端測点と前脚の両方に計測前から少なからず影響をすでに与えている（図-2 参照）。
- (ii) 舗装の変位はクリープ的なものがあり、トラックの輪荷重が低速とはいっても動いたまま読みとるたわみ量には、ビーム先端と前脚部との2点におけるクリープ変位の影響がある。
- (iii) アスファルト舗装の場合、同じ舗装構造であっても、アスファルトの弾性が温度による影響をうけるので、温度の計測も必要である。
- (iv) 試験の正確を期するため、ベンケルマンビームの諸元も規格化する必要がある。

カナダ式ベンケルマンビーム試験規格²⁾は、これらの問題点を一斉解決した形で定められている。

5. ベンケルマンビーム試験結果の補正に関する考察

図-2 は、舗装要綱における「最大たわみ」を計測する場合の荷重位置、舗装表面のたわみ曲線、ビーム先端および前脚の変位を模式的にあらわしたものである。舗装要綱の最大たわみとして計測される値は、 $2(I-M)$ である。この $2(I-M)$ は図-2 の夏の最大たわみ y_2 や y_1 ではなく、

$$2(I-M) = y_2 - y_1 - A(x_2 - x_1) \text{ である}$$

（記号は図-2 参照、ただし A は図-3 に示

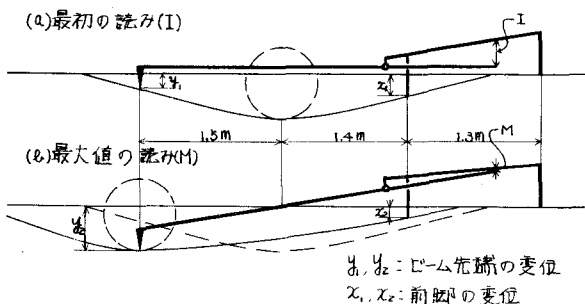


図-2 舗装表面の変位が前脚およびビーム先端に与える影響

さるる」とき試験機による係数)。ここで
 道の最大たわみ y_2 を求めるには、

$$y_2 = 2(I-M) + A(x_2-x_1) + y_1 \quad \text{で計算}$$

せねばならず、前脚の変位による補正
 $A(x_2-x_1)$ に加えて y_1 の値を知る必要が
 ある。前脚の変位による補正は、第2ベン
 ケルマンビームによる直接計測、または自身の先端で
 計測した荷重位置と厚さたわみとの関係を利用するこ
 とによりできる。しかし y_1 を求めることは現在のベ
 ンケルマンビーム試験法ではむづかしい。

たわし、もしトラフ横断荷重に影響のケ
 い距離からベンケルマンビーム先端測定の
 直上まで逆進させて計測するならば、 y_1
 のみならず、直ちに道の最大たわみ y_2 を
 求めることもできる。ところが、操作が簡
 便なため一般におこなわれているトラフ

前進法で計測するのみよりは合理的なベンケルマンビーム試験法としては、結局、復元変位量（厚さた
 わみ量）に着目せざるを得ない。図-3に復元変位量の計測法（カナダ法）を示す。

6. 結論

- (1) カナダ道路協会のベンケルマンビーム試験にもとづく舗装評価法は、アスファルト舗装要綱のCB
 R法による舗装評価で不十分と評価した区箇所を非破壊的に迅速に指摘することができた。またCB
 R法では十分指摘しえない舗装表面なら見れば支持力のばらつきをも能率的に指摘することができた。
 したがって、ベンケルマンビーム試験は舗装調査に能率的で有効な方法と考えられた。
- (2) アスファルト舗装要綱に定められているのが図のベンケルマンビーム試験法には多くの問題点があ
 り、早急に改訂される必要があると思われた。

謝辞

本調査研究の機会を与えて下さった愛知県の水野正信河川課長、北瀬富雄技師、実験に協力した
 いた大有道路建設株式会社の方々、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 日本道路協会「アスファルト舗装要綱」改訂版、昭和42年12月。
- (2) 植下 協「カナダにおける舗装設計の考へ方」道路、昭和42年5月、pp. 37~43。
- (3) 斎藤総一郎、木村孟「ベンケルマンビーム試験方法による各路線調査結果の考案」

「ベンケルマンビーム試験方法の理論的問題点について」

第8回日本道路会議論文集、昭和40年、pp. 464~469。

(1) 最初の読み(I)

(2) 中間の読み(M)

(3) 最終の読み(L)

結果の計算法

(1). 見かけの最大復元変位量

$$Y_A = 2(I-L)$$

(2). 真の最大復元変位量

$$Y_T = Y_A + A \cdot X$$

$$A = \text{補正係数} = (l_1 + l_2) / l_2$$

$$X = \text{前脚の鉛直変位} \\ = 2(M-L)$$

図-3 ベンケルマンビームによる復元変位量の計測法(カナダ法)

