

簡易舗装の構造設計に関する小型 FWD 試験の有用性について

長岡技術科学大学
茨城県牛久市役所
(株)東京測器研究所

正会員 丸山 暉彦
川井 聡、目黒美智雄
正会員 ○岡野 剛、小林 宗弘
木村 真志

1. はじめに

小型 FWD は、主に地盤の剛性や支持力を簡便かつ迅速に評価する装置として開発された。その応用として、外部変位センサなどを用いる事により、簡易アスファルト舗装（以下、「簡易舗装」）への適用も試られてきた。

一方、簡易舗装は、日本の全道路延長の約 50%を占め、そのほとんどは自治体が管理する市町村道である。一般的に、簡易舗装の設計に関しては、各自治体において「簡易舗装要綱」に基づいてはいるものの、経験的な事例から独自の構造設計基準を設けているのが現状である。現在、茨城県牛久市における舗装構造の決定に際しては「牛久市道路構造令基準」に示された幅員別の舗装構造設計を採用している。現行基準では、路床の支持力や通過交通量に基づかない幅員別基準であるため、最適な舗装構造に比べ過小または過大になってしまう場合が少なくないと考えられる。また近年は、重交通アスファルト舗装の設計に関して、道路構造令の改定、舗装の構造に関する技術基準の制定により、要求性能を満たせば工法や仕様には制約を受けない性能規定への転換を図り、ライフサイクルコストの考え方を導入している。これらの経緯を踏まえ、同市では、路床支持力や通過交通量に基づいて舗装構成を最適化し、舗装寿命の平準化や長寿命化を主眼とした市道のライフサイクルコストの低減を目的として、新たな「牛久市道路構造令基準（改定案）」の運用を図っている。改定案では、大型交通量が極端に少なく、将来に渡り路床の状態の大きな変化が起こりづらく、かつ事業実施路線数の多い生活道路において、室内 CBR 試験結果により設計 CBR を決定することが必ずしも必要かつ効率的な方法とすることはできないとし、小型 FWD を用いた現場 CBR の結果に基づき舗装構成を決定するものとした。

本報告は、小型 FWD の有用性を確認するため、牛久市の生活道路にて行った試験結果について述べる。

2. 試験概要

調査は、牛久市市道 1356 号線（施工後 20 年強、オーバーレイ有）の 460m 区間を 20m 間隔の 24 箇所について行った。舗装体は、As 層 ($a=1.00, \nu=0.35$)、上層路盤 ($a=0.35, \nu=0.35$)、下層路盤 ($a=0.25, \nu=0.35$) の 3 層で構成され、小型 FWD の計測システムは、外部変位センサ 4 台を含む本体と表示器とし、図-1 に示すように計測を行った。本体は、載荷板 $\phi 300$ を使用し、本体設置位置より 20、30、45、60、75、90、120、150cm の位置に外部変位センサを設置した。計測は、舗装表面より一定の荷重条件（重錘質量 25kg、重錘落下高さ 110cm）で、1 測点あたり 8 回の計測データを記録した。得られた計測データから各変位量を荷重 49kN 換算し、測点毎の変位量分布形状を把握すると共に、最大荷重と各最大変位量から、参考文献 1)、4) による式に従い、路床の地盤弾性係数、現場 CBR、室内 CBR、必要 T_A を算出し、路床の支持力や剛性、舗装体の設計 T_A 等について評価した。なお、試験を行うにあたり、最大荷重が発生するまでの時間については、7msec 以上あること（図-2）、1 測点当たりの試験時間が約 5 分であることを確認した。

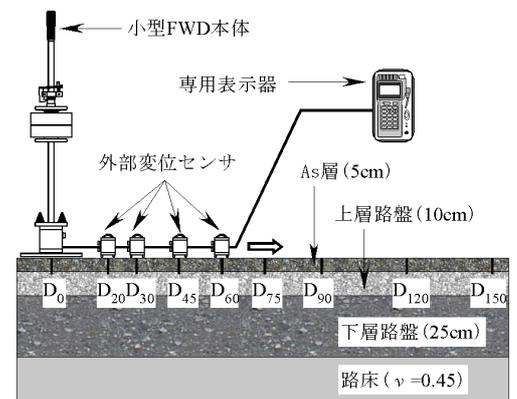


図-1 小型 FWD の計測システムと舗装構成

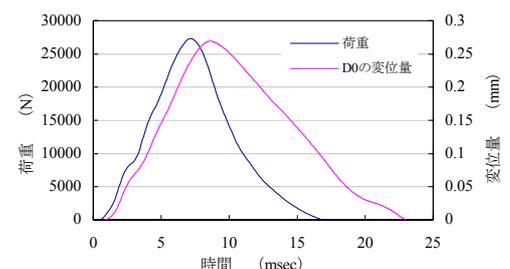


図-2 荷重と D_0 変位量の波形図

キーワード 簡易舗装、構造設計、小型 FWD、CBR、 T_A 、ライフサイクルコスト

連絡先 〒140-8560 東京都品川区南大井 6-8-2 TEL:03-3763-5617 FAX:03-3763-5734

3. 試験結果及び考察

図-3 は、縦断方向の各測点における変位量分布であるが、 $D_{60} \sim D_{150}$ の変位量が比較的同様な傾向を示しているのに対し、 $D_0 \sim D_{45}$ の変位量は上下に広い間隔となった。これから現場 CBR を $CBR = E_{sg} / 10$ で算出し、室内 CBR に換算した。図-4 は、路床の地盤弾性係数から算出した現場 CBR とこれに現場の状況や将来交通量などを考慮し、0.7 を乗じた値を室内 CBR として示しているが、測点 No.4 は通常設計 CBR の下限値である 3% を下回る結果となった。その他の測点については、約 4~8% の値を示し、路床の支持力を確認することができた。図-5 は、現行の設計舗装厚から求めた設計 T_A と小型 FWD より求めた室内 CBR を基に牛久市舗装構造令基準（改定案）に従って算出した必要 T_A の分布を示している。なお、必要 T_A は疲労破壊輪数 N を $30,000 \times 1.5$ とし、次式により算出した。

$$\text{必要 } T_A = 3.84N^{0.16} / \text{室内 CBR}^{0.3}$$

両者を比較すると、近似した関係にあるように見えるが、測点 No.6~16 区間においては、平均で 2.5cm 程度、現行の設計 T_A の方が大きい値となった。仮定として、2.5cm に下層路盤の等値換算係数 $a=0.25$ を除して施工厚に換算すると 10cm の差がある。施工厚で設計 T_A と必要 T_A を比較すると場合によっては前者が過大設計になりがちであると考えられる。

4. まとめ

- (1) 460m、24 測点の試験区間においては、小型 FWD 試験結果に基づいた現場 CBR および室内 CBR を算出することで、舗装表面より非破壊にて効率良く路床の支持力や剛性を把握できることが確認できた。
- (2) 舗装体（As 層および路盤層）について、部分的な区間（約 200m）によっては現行の設計法が舗装構造的に過大設計となっていると考えられる。このことにより、牛久市舗装構造令基準（改定案）による設計法の有用性を確認することができた。
- (3) 最適な舗装構造を構築することで、発注者側のリスクに対してのマネジメントやアカウントビリティーの強化につながるだけでなく、市道のライフサイクルコストの低減を図ることが可能であると考えられる。

5. 今後の課題

- (1) 今回の試験結果だけでは、牛久市舗装構造令基準（改定案）の有用性を断定することはできないため、実際に現場 CBR 試験結果と比較することや、他の区間もしくは同一区間において継続的なデータの蓄積を行うことが必要である。
- (2) ライフサイクルコストの更なる低減を図るために、 D_0 の基準変位量や As 層の弾性係数の推定、補修選定フローなどを検討し、小型 FWD 試験による供用後の簡易舗装の健全度評価方法を確立することが必要である。

<参考文献>

- 1)丸山:FWD による舗装診断の実例,ASPHALT,Vol.35,No.175,1993 年
- 2)FWD 運用マニュアル(案),道路保全技術センター,1996 年 3 月
- 3)FWD および小型 FWD 運用の手引き,地盤工学会 舗装工学委員会,pp.517-518,2002 年 12 月
- 4)牛久市道路構造令基準(改定案),茨城県牛久市,2004 年

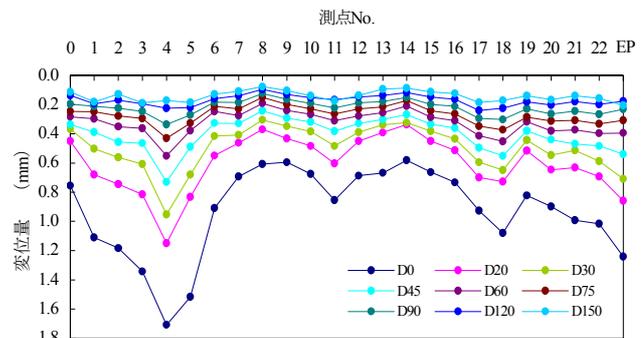


図-3 各測点における変位量分布図

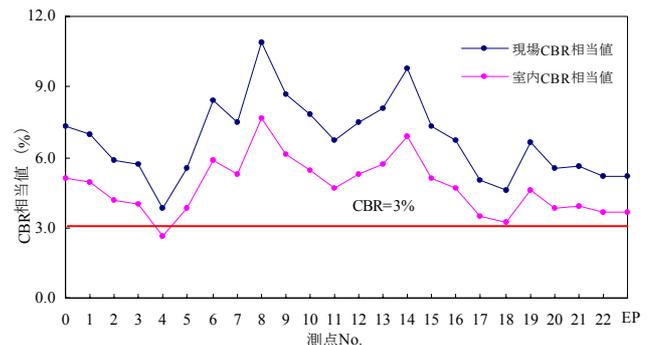


図-4 各測点の路床における CBR 相当値分布図

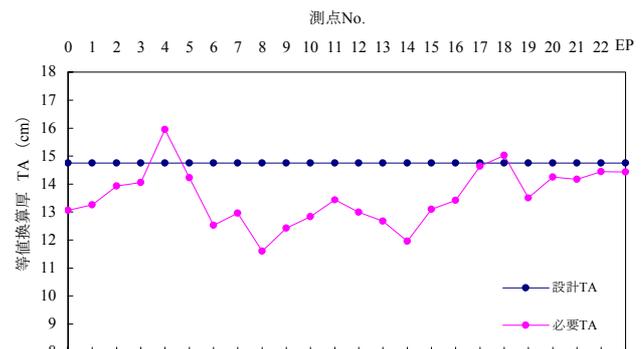


図-5 各測点における等値換算厚