

建設省土木研究所 正会員 ○伊藤 正秀
 同 伊佐 真秋
 同 正会員 安崎 裕

1. はじめに

現在、舗装各層の弾性係数を推定する方法として、フォーリング・ウェイト・デフレクトメータ(FWD)によって測定したたわみ量から逆解析する方法の研究が各方面で進められている。しかし、この方法によって得られた弾性係数が真の値であるかどうかということについて、判断の方法がないのが現状である。そこで、FWDたわみ量を測定した舗装に使用した材料について室内試験により弾性係数を求め、FWDによる推定弾性係数との比較を試みた。

2. 検討概要

FWDたわみ量の測定、材料試験は、建設省が実施している新道路研究計画での長期供用性試験舗装のうち、昭和63年度および平成元年度に施工した16箇所を利用して実施した。FWDたわみ量の測定は、載荷荷重5tonfで3回載荷である。また、材料試験としては、レジリント・モジュラス(路床・粒状路盤材についてはAASHTO T274、アスファルト混合物についてはASTM D 4213)、CBR試験、マーシャル試験等を実施している。

3. 検討結果

3.1 路床土

AASHTO T274では、路床土のレジリント・モジュラス(M_{SG})の測定は拘束圧(σ_3)、軸力(σ_1)を変化させて行うこととなっているが、 M_{SG} の読み取りに当たっての応力条件の規定がない。応力条件の影響を検討するため、試験結果を、横軸を $\log(\theta)$ [$\theta = \sigma_1 + 2\sigma_3$: 主応力和]、縦軸を $\log(M_{SG})$ として整理した。しかし、平均して傾きは小さく(平均値0.0763)、最も応力条件による M_{SG} の変化が大きい路床材であっても、予想される路床内での θ の範囲(0.1~1kgf/cm²)での M_{SG} の範囲は640~990(kgf/cm²)である。一般的には、路床土の M_{SG} は θ によらずほぼ一定と考えてよいと判断されよう。図-1に M_{SG} とFWD推定値 E_{SG} との比較を示す。平均で M_{SG} は E_{SG} の0.7倍の値となっている。なお、CBRと(M_{SG})の関係については余り良好な相関は得られていない。

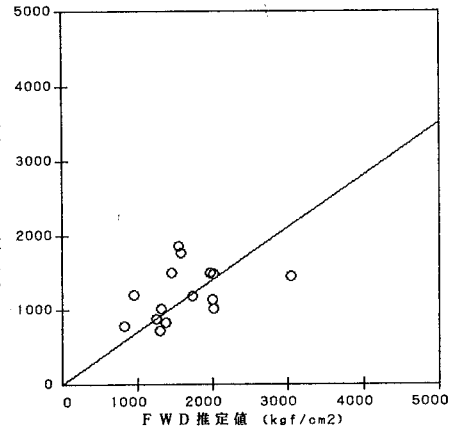


図-1 M_{SG} と E_{SG}

3.2 粒状路盤材料

路床土と同様、主応力和 θ により試験結果を整理した。図-2に山形北バイパスの下層路盤材についての試験結果を示す。また、回帰式($M = k_1 \times \theta^{k_2}$)の係数および相関係数の平均値と範囲を表-1に示す。上層路盤、下層路盤とも θ とレジリント・モジュラスの相関は高く、路盤材のレジリント・モジュラスの決定に当たっては、応力条件の考慮が必要と判断される。そこで、下層路盤について、路盤内に生じる応力(輪荷重5t)条件下でレジリント・モジュラスを読み取り、FWD推定値(E_{SB})との比較も行ったが相関は認められなかった。

表-1にはAASHTO指針¹⁾で提示している回帰式の係数も示してある。下層路盤については、 k_2 はAASHTO提唱値とほぼ一致しているが、 k_1 はAASHTO提唱値よりやや高い値となっている。上層路盤については、 k_1 はほぼAASHTOの提唱している値に合致し、 k_2 はAASHTOで提唱している値より低い値となっている。 k_2 が低いということは、アメリカの上層路盤材に比較して、日本の上層路盤材は応力の変化に対するレジリント・モジュラスの変化を受けにくい材料であることを示していると考えられる。なお、一定 θ 条件下で、レジリント・モジュラスとC

B Rとの相関についても検討したが、ばらつきが大きく、相関は認められなかった。

表-1 回帰式の係数と相関係数 *単位: kgf/cmf
() 内psi

層の種類		平均値	範囲	AASHTO提唱値
下層路盤	k_1	1513	1140~2715	372~1520 (1500~6000)
	K_2	0.48	0.32~0.68	0.4~0.6
	相関係数	0.863	—	—
上層路盤	k_1	1872	1070~2491	1037~2766 (3000~8000)
	K_2	0.36	0.07~0.53	0.5~0.7
	相関係数	0.763	—	—

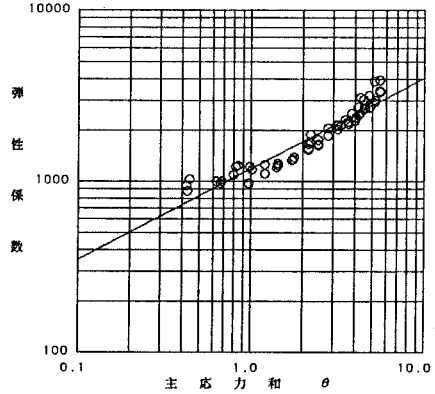


図-2 ν と $\sum \sigma$ の関係の例

3.3 アスファルト混合物

粒度別に平均の混合物性状を求め、van der PoelのノモグラムおよびHeukelomの式よりスティフネス (S_{MIX}) を求めた。また、ASTM D 4213の試験結果 (M_{AS}) も粒度別に平均して、2つの方法による「温度-弾性係数」の関係をも同一図上に表わし、そこにFWDによる弾性係数推定値 (E_{AS}) をプロットした。解析結果のうち、細粒系、密粒(20)および瀝青安定処理について図-3~5に示す。 M_{AS} と S_{MIX} の比較では、細粒系等のアスファルト量が多く空隙の小さい混合物では両者はよく一致しているものの、粗粒、瀝青安定処理等、空隙の大きい混合物では S_{MIX} がかなり大きい値となった。 E_{AS} と他の方法による値の比較では、 E_{AS} は M_{AS} に比較的好く一致しており、特に高温域になる程両者の差は小さくなっている。いずれの方法により得られた値が真の値かという断定はできないものの、ASTM D 4213およびFWD逆解析による方法は概ね妥当な値を与えるのではないかと考えられる。ただし、van der PoelのノモグラムおよびHeukelomの式による方法も、30~40℃程度の温度領域であれば他と同様な値を示している。

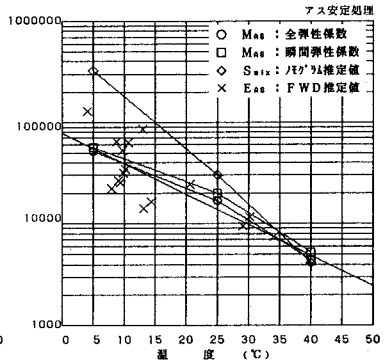
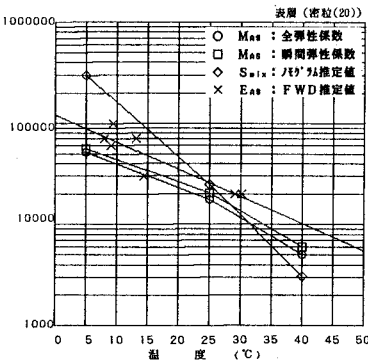
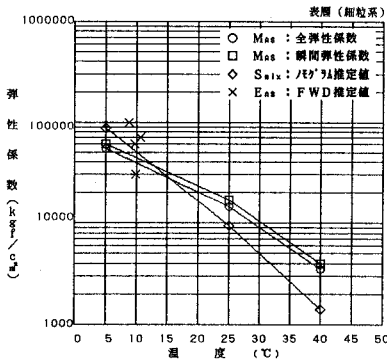


図-3 各方法の比較 (細粒系)

図-4 各方法の比較 (密粒(20))

図-5 各方法の比較 (瀝青安定処理)

4. 最後に

アスファルト混合物についてはFWD推定値と室内試験の結果が比較的一致することがわかった。今後、40℃以上の温度領域における整合性の検証、また、今回、相関が得られなかった路床材、路盤材についてさらなる検証が必要と考えられる。

最後に、多層弾性計算に当たっては、北海道大学の姫野助教授よりELSAをご提供戴きました。ここに感謝致します。

【参考文献】

- 1) AASHTO: 舗装に関するAASHTO指針 (社)セメント協会翻訳、1990年11月