

低スティフネス状態におけるアスファルト混合物の材料定数推定

日本大学大学院 ○学生員 高 橋 郁 夫
日本大学 正会員 栗谷川 裕 造
日本大学 正会員 秋 葉 正 一
日本大学大学院 学生員 佐 藤 弘 史
日本大学大学院 学生員 中 山 拓 己

1 はじめに

アスファルト混合物の材料定数の推定に用いる試験方法は、いくつかあるが ASTM の試験方法を用いた繰返し曲げ試験もその一つである。しかしながら、この方法は供試体の形状やスティフネス特性によっては問題が生じる。著者らはそれらの問題を解消するべく前報で複合構造による推定方法を提案し、本推定に対する検討を報告¹⁾した。ただし、前報では供試体とスチール板の層境界面の接着状態が推定に与える影響が大きいと推測されたため、本報告は層境界状態が把握できるせん断試験（以下摩擦定数試験）機を開発し、摩擦係数および付着強度（本研究では両者を摩擦定数と称す）を測定した。その上で層境界面の接着状態を考慮した、はりの 2 次元弾性解析²⁾結果を用いた低スティフネス状態のアスファルト混合物の材料定数（回復弾性係数 M_r ）推定に適用し、推定される M_r についていくつかの考察を行ったので報告する。

2 実験概要

2-1 供試体

供試体は、アスファルト舗装要綱の密粒（13）を用い、品質管理は最適アスファルト量（O.A.C.=5.3%）時の密度の $100 \pm 1\%$ 以内を使用した。摩擦定数試験用供試体は、マーシャル安定度試験用供試体を高さ 4cm に切断した。繰返し曲げ試験用供試体はホイールトラック試験用供試体を $30 \times 3 \times 3\text{cm}$ (h3)、 $30 \times 5 \times 5\text{cm}$ (h5) に切断したものを使用した。また、供試体とスチール板との境界面の接着状態についての検討は、スチール板を重ねたもの (TypeA)、タックコートを用いて層境界面を接着したもの (TypeB)、スチール板を用いず供試体だけ（単体）の 3 種類で実施した。

2-2 摩擦定数試験

摩擦定数試験機概要は図-1 に示す。試験は一定垂直応力のもとで、水平力を加えた。水平力の載荷速度は 2.0mm/min とした。垂直応力は 62.5, 125.0, 187.5kPa の 3 段階に設定した。なお、試験温度は $0^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ の範囲の 10°C 間隔である。摩擦定数は図-2 の関係から求めた。

2-3 曲げ試験

試験は動的載荷装置を使用し、載荷形態は図-3 に示す。試験条件は表-1 に示す。載荷荷重は予め静的載荷試験を行い、荷重-変位曲線から最大荷重の 30% 荷重を用いた。試験温度は摩擦定数試験と同様である。また変位は載荷回数 200 回時の供試体上面中央部で測定した。

3 材料定数の推定手法

複合構造の材料定数の推定法は、弾性解析結果¹⁾を用いた推定方法であり、測定される荷重および変位を層境界面の摩擦定数を考慮した 2 次元弾性解析結果³⁾を用いて推定した。単体の材料定数の推定は文献⁴⁾による方法で行った。なお本研究で推定する材料定数は、回復弾性係数 (M_r) である。

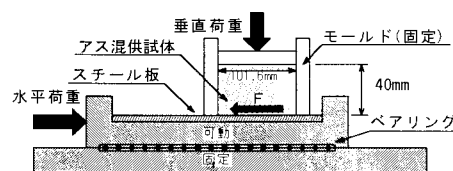


図-1 摩擦定数試験機

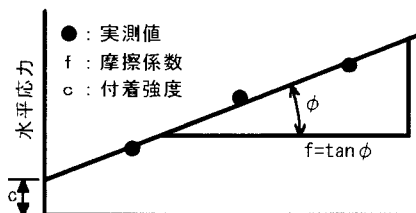


図-2 摩擦定数の求め方

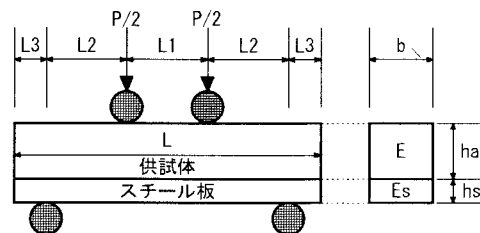


図-3 載荷形態

表-1 試験条件

供試体形状	(L × b × ha)	h3	30 × 3 × 3 (cm)
		h5	30 × 5 × 5 (cm)
スチール板形状	(L × b × hs)		30 × 5 × 0.16 (cm)
載荷位置			L1=8, L2=8, L3=3 (cm)
載荷波形			H-sin波
載荷周波数			1 Hz
載荷回数			200回
試験温度			0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 (°C)

4 結果および考察

4-1 摩擦定数試験

図-4.5 は、摩擦定数試験で求められた摩擦定数と温度の関係を示したものである。タックコートは施さない場合には摩擦係数は温度に対して多少のばらつきはあるが大きな差異は認められない。また付着強度はすべての試験温度でほぼ 0kPa となった。一方、タックコートを施した場合には、摩擦係数は塗布しない場合と同様の傾向である。しかし、付着強度は 0℃および 10℃の値にばらつきはあるが、試験温度が高くなるに伴い減少する傾向を示した。これは、タックコートの付着強度は温度の上昇に伴い減少するためと考えられる。以上の結果よりアスファルト混合物とスチール板との境界面のタックコートの有無、あるいは温度変化によるタックコートの境界条件変化が把握できた。

4-2 曲げ試験

図-6 は、推定した M_r と温度の関係を示した。これより、 M_r は載荷形態に関わらず温度の上昇と共に減少している。また 0℃～20℃では M_r はほぼ直線的に減少し、それ以上の温度領域ではゆるやかな減少傾向となる。これは他の研究機関で行った傾向⁵⁾と同様である。なお、h3 の単体では 30℃以上、TypeA, B では 50℃以上、また h5 の単体では 50℃以上では M_r の推定は出来なかった。図-7 は、供試体形状の違いが M_r に与える影響を TypeA, h3 を基準として h5 との M_r の比を求めた。これより、 M_r 比は温度の上昇に伴い増加しており、両者の差は温度の上昇とともに大きくなっている。この両者の差は明らかに供試体形状の違いによる骨材の配置や配向特性あるいは一種の寸法効果によるものと考えられる⁶⁾。したがって、最大骨材粒径を考慮するならば、供試体形状は、大きい方が M_r 推定に有効と考えられる。図-8 は、接着状態が M_r に与える影響について h5 の TypeA, B の M_r 比を示したものである。これより 60℃では大きな差はあるが全体的に差は認められない。したがって接着状態の違いによる差は認められない。したがって、本推定法の有意性が確かめられた。

5 まとめ

本研究では、複合構造の層境界面の接着状態を考慮したアスファルト混合物の M_r 推定法は、本実験の試験温度領域（60℃を除く）では適用可能であり、層間の接着状態、供試体形状は M_r に影響を与えることがわかった。今後は、実際の舗装を考慮した試験方法、条件などについて多くの検討課題が挙げられる。

【参考文献】1) 内田晴也ほか：高温状態におけるアスファルト混合物の M_r 推定に関する基礎研究，第 53 回年次学術講演会講演概要集 V-42, pp84-85, 1998. 2) Akiba, et al. : Two Dimensional Elastic Analysis for Asphalt Mixture on Steel Plate, Journal of Materials, Concrete Structures and pavements, JSCE, No.620/V-43, pp.303-304, 1999. 3) 栗谷川裕造ほか：低スティフネス状態アスファルト混合物の曲げ試験による弾性係数の簡易推定法の開発と適用，構造工学論文集, Vol.46A, 2000. 4) 栗谷川裕造ほか：繰り返し曲げ試験による舗装用混合物の材料定数推定に関する研究，土木学会論文集, No.564/V-35, pp.211-220, 1997. 5) 峰岸順一ほか：アスファルト混合物の一軸圧縮試験による弾性係数の推定，舗装, Vol.28, No.6, pp.22-26, 1993. 6) 佐野正典：粗骨材の形状特性がアスファルト混合物の変形現象に及ぼす影響，土木学会論文集, 第 408 号/V.11, pp.41-50, 1989.

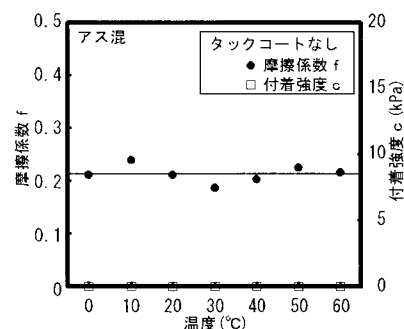


図-4 摩擦定数と温度の関係

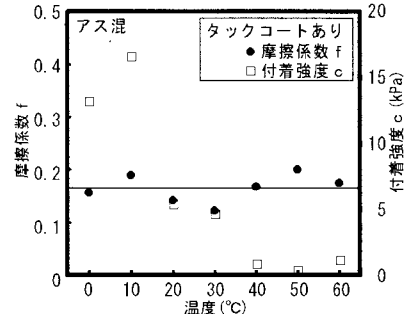


図-5 摩擦定数と温度の関係

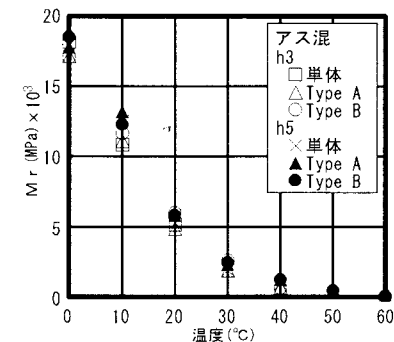


図-6 M_r と温度の関係

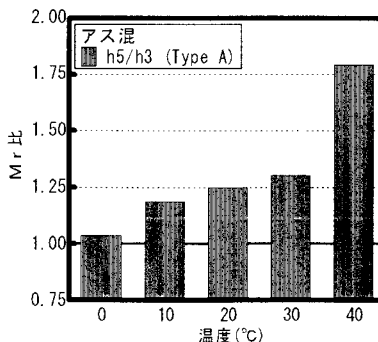


図-7 h3とh5の M_r 比

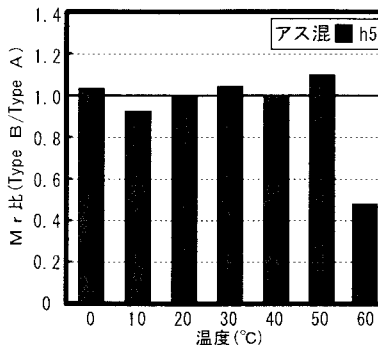


図-8 接着状態と温度の関係