

V-41

曲げ試験を用いたアスファルト混合物の M_r 推定に関する研究(その2)

日大大学院 学生員 ○佐藤 弘 史
 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 正会員 木 田 哲 量

1. まえがき

近年、舗装の設計に多層弾性理論を用いた設計法の適用が検討されている。この設計方法の適用にあたっては、入力条件として舗装各層の材料定数が必要不可欠である。しかし、材料定数を推定するための試験方法は、各研究機関において検討されているものの、未だ確立されたものはなく、一般に、間接引張り試験や曲げ試験あるいは三軸圧縮試験等が行われている。この内、曲げ試験はASTMの試験方法を利用し、これに記載されている応力およびひずみの理論式を用いることで、材料定数を推定することが可能である。この理論式は、はりの初等曲げ理論によるもので、供試体形状の条件としては、はり高さがはり長さに比べ非常に小さい場合に適用できるものである。しかし、既存の試験装置を使用して実路における舗装厚あるいは骨材の粒径を考慮した供試体形状で試験を試みる場合、この理論式を用いることには問題があると考えられる。

そこで、本研究では、繰り返し曲げ試験を利用し、アスファルト混合物のレジリエントモデュラス（以下 M_r ）を合理的かつ簡便に推定することを目的とし、今回は、供試体形状や載荷位置の違いが、推定される M_r に与える影響の検討を行った。また、載荷波形、載荷速度、試験温度の異なる場合に推定される M_r に与える影響についても検討を行ったので併せて報告する。

2. 実験方法および M_r の推定方法

試験に用いた混合物は密粒度アスファルト混合物(13) (St As60/80, O. A. C=5.3%)を用いた。実験は、供試体の長さと同幅が一定で、高さの異なるアスファルト混合物の供試体を用いて繰り返し曲げ試験を行った。試験に使用した供試体の寸法および載荷条件は、表-1に示す通りである。また、載荷方法は、図-1に示す2点載荷とし、載荷位置は表-1に示すCASE I・CASE IIの2種類とした。

M_r の推定は、ASTMに記載されている応力およびひずみの理論式を用いる方法（方法1）と、弾性理論による応力とひずみゲージによる供試体下面の実測ひずみを用いる方法（方法2）により M_r を推定した。いずれも、繰り返し曲げ試験の結果より、前述の方法から応力（ σ ）およびひずみ（ ϵ ）を求め、両者の関係から次式により M_r を算出する。なお、変位あるいはひずみは、荷重載荷時と荷重除荷時の差である復元変位あるいは復元ひずみを用いた。

$$M_r = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots (1)$$

3. 結果および考察

図-2は、供試体形状の違いが応力およびひずみに与える影響を調べたものである。なお、この結果は、方法1で求めた応力およびひずみを方法2で求めたもので除した比で表したものである。これより、応力については供試体高さおよび載荷位置の違いに関わらず、その差は少ない。一方、ひずみは供試体高さの増加

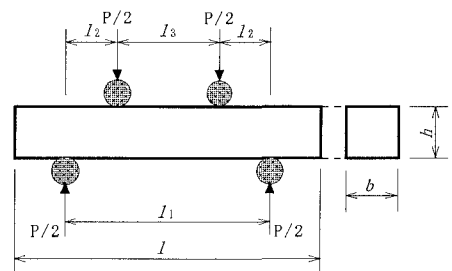


図-1 載荷形態

表-1 供試体形状および載荷条件

供試体寸法 $l \times b \times h$ (cm)		$30 \times 5 \times 3$
		$30 \times 5 \times 5$
		$30 \times 5 \times 6$
載荷位置	CASE I	$l_1=24\text{cm}$ $l_2=8\text{cm}$ $l_3=8\text{cm}$
	CASE II	$l_1=20\text{cm}$ $l_2=5\text{cm}$ $l_3=10\text{cm}$
載荷波形	Sin Wave, H-Sin Wave	
載荷速度	0.5Hz, 1.0Hz, 2.0Hz	
試験温度	-10°C , 0°C , 10°C , 20°C	

※CASE I : $l_2=l_1/3$ ※CASE II : $l_2=l_1/4$

に伴いその差は大きくなる。

図-3は、供試体高さおよび荷重位置の違いが推定される M_r に与える影響を調べたものである。これより、方法2により推定された M_r は、荷重位置あるいは供試体高さの違いに対する差異は認められないが、方法1による M_r は供試体高さの増加にともない減少する。したがって、供試体形状において、はり高さがはり長さに比べ大きい場合に方法1によるひずみの式を用いることには問題があることが確認され、この場合、推定される M_r に影響を与えるのはひずみの結果によるものが大きいことがわかった。

図-4は、方法2において供試体高さや荷重速度を一定とし、 $-10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ と試験温度が変化した場合に、試験温度の違いが M_r に与える影響を調べたものである。これより、試験温度の上昇に伴い M_r は直線的に減少する。このような傾向は、東京都で行われた一軸圧縮試験により E の推定を行った結果と同様の傾向である。また、同一温度において推定された M_r のばらつきを調べるために変動係数を求めた。これより、 20°C における変動係数は、 $-10^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ における変動係数より大きい。これは、供試体形状が異なる場合に高温領域における供試体の感温性状が顕著に現れたことや、ひずみゲージの接着に対する問題が影響した結果と推察される。

図-5は、荷重速度および荷重波形の違いが M_r に与える影響を調べた結果である。荷重速度については、周波数の増加にともない M_r は増加する。また、荷重波形の違いによる M_r を比較すると、Sin波による M_r に比べH-Sin波による M_r が大きくなる。したがって、荷重速度および荷重波形の違いが M_r に与える影響は大きいと言える。

4. まとめ

本実験の結果より、繰り返し曲げ試験で、はり高さがはり長さに比べ大きい供試体を用いて M_r を推定する場合、低温領域では、本実験で行ったように実測ひずみを用いて M_r を推定することが有効と考えられる。しかし、高温領域における M_r の推定結果は、供試体形状や荷重位置の違いにおいてばらつきが生じたことから、厳密な弾性解析を行って変位の測定結果から M_r を推定することの検討も必要と考えられる。

＜参考文献＞

- 1) ASTM D790-92 : Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, Annual Book ASTM Standards, 1994
- 2) 渡辺 正平：脆性材料の梁の3等分点荷重による曲げ試験での亀裂発生位置改善に関する弾性解析による考察，農業土木学会論文集，163号，pp.19-27，1993

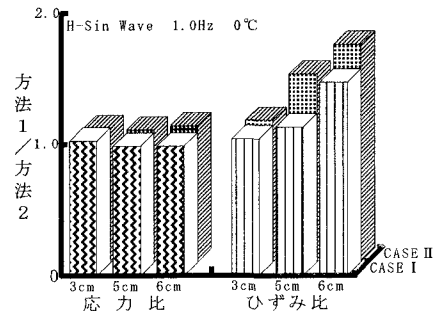


図-2 応力およびひずみ

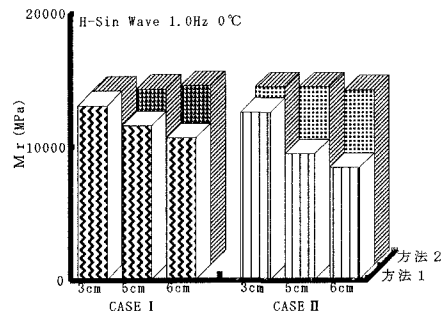


図-3 供試体高さと M_r の関係

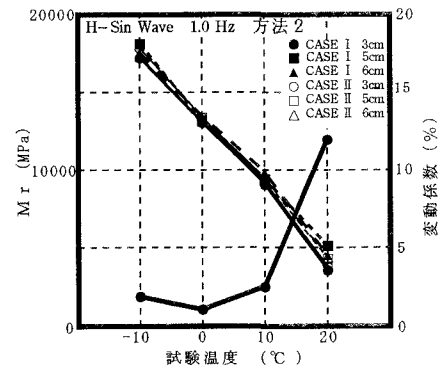


図-4 試験温度と M_r の関係

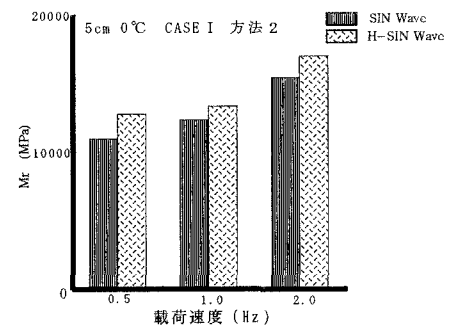


図-5 荷重速度・荷重波形と M_r の関係