

アスファルト混合物のレジリエントモデュラスの算定に関する検討

新潟大学大学院 学生会員 ○武藤 一伸
 新潟大学工学部 正会員 大川 秀雄
 福田道路(株)技術研究所 正会員 田口 仁

1.はじめに

わが国のアスファルト舗装の構造設計法は、経験を主とした設計法(TA法)が用いられてきた。しかし、経験を基にした設計法であるため、過去に行われていない舗装構成や、経験のない新しい材料を使用した舗装の設計には、対応出来ない問題点がある。そこで、平成13年6月に設定された「舗装構造に関する技術基準」では、従来の設計法から理論設計法への移行が示唆され、多層弾性理論を用いた理論設計が導入され始めている。

多層弾性理論とは、「アスファルト舗装を構成する各層の材料を弾性体と仮定し、舗装体の任意の点に生ずる応力、ひずみ及びたわみを弾性理論から計算し解析する方法をいう」¹⁾とされている。また多層弾性理論を用いて設計を行う場合には、材料物性として舗装各層に用いられる変形係数及びポアソン比が必要である。しかし、変形係数の決定方法は試験方法について詳細に調査した研究成果が少なく、いまだ明確に定められていない。その為に、理論設計法が、まだ実用の域に達していないのが現状である。

2.アスファルト混合物の変形係数

アスファルト混合物のような粘弾性体では、変形係数を弾性係数と呼ぶのは適切でないとされている。現在、池田ら²⁾は弾性係数、変形係数、スティフネス、レジリエントモデュラス(以下、Mrと記す)について、表-1のように整理している。

表-1 アスファルト混合物の変形係数の定義

項目	項目の細分	記号	適応材料	試験法
弾性係数	(狭義での)弾性係数	E	混合物粒状材	一軸圧縮試験、一軸引張試験など
変形係数	(狭義での)変形係数	E_{50}	粒状材	一軸圧縮試験
スティフネス	(アスファルトの)スティフネス	S_{bit}	バインダー	クリープ試験
	(混合物の)スティフネス	S_{mix}	混合物	クリープ試験、WT試験
レジリエントモデュラス	(粒状材等の)レジリエントモデュラス	Mr	粒状材土	繰返し三軸試験
	(混合物の)レジリエントモデュラス	Mr	混合物	繰返し引張試験

3.本研究の目的

表-1に示したこれらの試験によって求めた変形係数は、アスファルト混合物の力学特性を把握するには有効であるが、多層弾性理論に必要な入力条件としてそのまま利用するには、室内試験と実道の舗装体では拘束条件が異なるなど解決すべき問題点を持っている。そこで本研究では、拘束圧を変化させて高温側でも応力-ひずみ曲線を求めることが出来る繰返し三軸試験機を用いて、アスファルト混合物の変形係数を求めることを目的としている。

今回は、過去に研究室で行われた繰返し三軸圧縮試験の結果を基に、アスファルト混合物のMrの値について比較・検討を行った。

4.試験概要

4-1.試験条件

過去に行われた試験^{3,4)}を基に、以下のように試験条件を設定した。

荷重波形 : ハーバーサイン波

繰返し時間 : 1sec(1Hz, 載荷 0.1sec 休止 0.9sec)

載荷回数 : 10000 回程度

繰返し荷重 : 693kPa(輪荷重 49kN で算出)

拘束圧 : 0kPa, 49kPa, 98kPa, 196kPa, 294kPa

試験温度 : 30, 40, 50, 60

4-2.供試体寸法及び配合条件

供試体の寸法はφ10cm×H20cmである。試験に用いた配合は表-2に示す。

表-2 本研究に用いた骨材の配合条件

碎石名	骨材配合割合(%)					
	5号碎石	6号碎石	7号碎石	粗砂	細砂	石粉
排水性(○4.9%)	0	84	0	11	0	5
SMA(○6.5%)	0	75	0	15	0	10
密粒(6.0%)	0	35	24	30	6	5

注：()内はアスファルト量を示している

○：高粘度改質アスファルト : ストレートアスファルト60/8
 SMA(Stone Mastic Asphalt)は碎石マスチックを示す

キーワード：レジリエントモデュラス，多層弾性理論，繰返し三軸圧縮試験，間接引張り試験

連絡先：新潟大学工学部建設学科 〒950-2102 新潟県新潟市五十嵐二の町 8050 TEL025-262-6973

4-3.試験方法

(社)日本道路協会発行の舗装試験法便覧別冊によると、路盤材や路床土の M_r を求める場合は、予備載荷後、載荷回数 100 回の本試験を行い、最後の 5 波の平均垂直復元変位を基に算出する。しかし、今回は予備載荷を行わず、載荷回数 10000 回程度まで本試験を行い、最大値を求めた。

4-4.レジリエントモデュラスの算定

算定式を以下に示す。

$$M_r = \sigma_d / \varepsilon_r \quad (\text{MPa})$$

ここで、 σ_d ：偏差応力、 $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)

σ_1 ：軸応力(最大主応力) (kPa)

σ_3 ：拘束圧(最小主応力) (kPa)

ε_r ：復元軸ひずみ

5.結果と考察

図-1, 2 より、40℃以下では密粒度混合物は排水性混合物よりも M_r は大きな値を示す傾向がみられた。これは、間接引張試験で引張り応力から直接求めた結果⁵⁾と同様である。そこでは骨材の噛み合わせによる耐荷力の影響が現れ難いことが述べられていて、他の要因も考えられる。また、一般的に排水性混合物は密粒度混合物よりもわだち掘れに強く、 M_r が排水性混合物で大きいと考えられるが、今回の試験結果からはその傾向はみられなかった。また密粒度混合物は温度が高くなるにつれて、 M_r の値は大きく低下している。

50℃以上では、排水性混合物は密粒度混合物と同等の値を示した。排水性混合物は高粘度改質アスファルトを使用しているため、密粒度混合物と比較すると、試験温度の変化に対して M_r の値に大きな低下はみられなかった。これは、高温域でも高粘度を維持しているからだと考えられる。

図-3 は、拘束圧 98kPa、試験温度 60℃での載荷回数と M_r の関係をみた図である。密粒度混合物は 40℃以上での試験において、載荷回数の増加に伴い M_r の値が低下する傾向となった。排水性混合物や SMA では、このような傾向はみられなかった。使用しているアスファルトが高粘度改質アスファルトであるためと、骨材同士の噛み合わせによる耐荷力が働いているためだと考えられる。つまり SMA や排水性混合物と密粒度混合物では、骨材で構成される骨格の強度の発現に違いがあるものと考えられる。

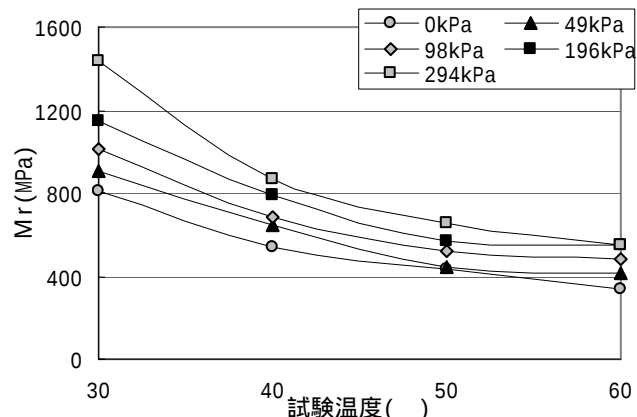


図-1 試験温度 - M_r (密粒度混合物)

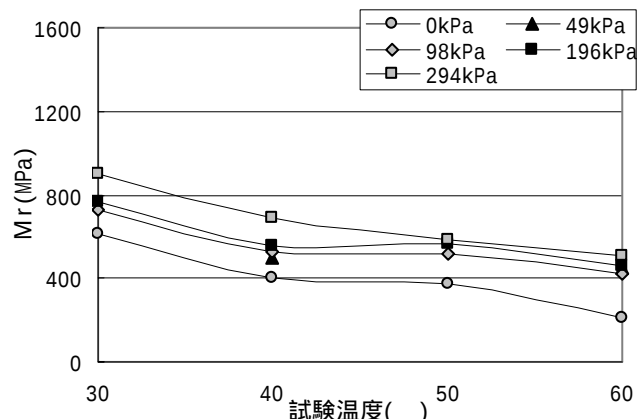


図-2 試験温度 - M_r (排水性混合物)

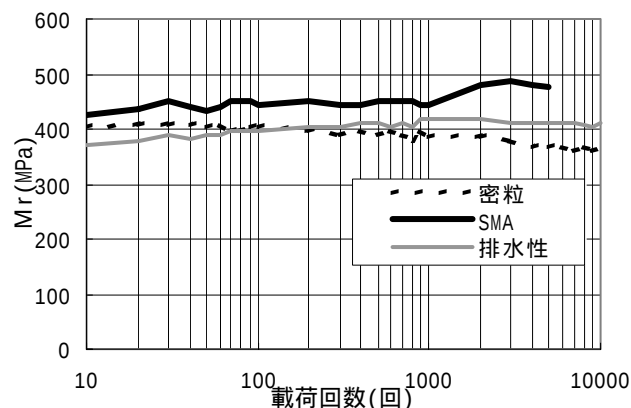


図-3 載荷回数 - M_r (拘束圧 98kPa, 試験温度 60℃)

6.まとめと今後の展望

本研究によって、繰返し三軸試験でのアスファルト混合物の M_r の算定は可能であることがわかった。今後は間接引張り試験との比較検討を行っていきいたい。また、現場を想定した場合の密度や劣化具合によって値がどのように変化していくのか明確にしていく予定である。

<参考文献>

- (社)日本道路協会：舗装施工設計指針，pp.179～191(2001)
- 池田，大坪，竹田，姫野，峰岸：アスファルト舗装技術の変遷 1章設計，アスファルト，No.11(1988)
- 田口：アスファルト混合物の力学特性に関する研究，新潟大学大学院博士論文(1998)
- 富樫：透水性アスファルト混合物のアスファルト量による強度特性への影響について，新潟大学卒業論文(2002)
- 阿部他：排水性舗装の力学的評価，道路建設，pp.48～53(1992/9)