

アスファルト混合物の粘弾性に関する基礎的研究

日本大学大学院 学生員 藤 永 知 弘
 日本大学 正会員 栗谷川 裕 造
 日本大学 正会員 秋 葉 正 一

1. はじめに

アスファルト舗装に用いられるアスファルト混合物（以下、アス混）の力学的性状は、バインダーとして含まれるアスファルトの性状に大きく左右される。アス混は高温では粘性体の性質、低温では弾性体の性質が強く、その中間の一般的温度領域ではこれら両者の性質を兼ね備えた粘弾性体の性質を示す。アス混を粘弾性モデルで表現する研究はいくつか行われているが、モデルの要素数や線形・非線形の解析手法が異なるとその解析自体が複雑になるだけでなく未知パラメーターが多くなり工学的評価が難しくなる可能性がある。そこで、本研究はアス混の粘弾性的な評価をできるだけ単純なモデルを用いて行うことを目的とした。本報告では静的曲げ試験を行い、アス混の粘弾性状に対する力学モデルおよび構造解析手法の基礎的な検討を行った。

2. 実験概要

2-1. 実験用供試体

静的曲げ試験の供試体はアスファルト舗装要綱に示される密粒度アス混(13)とした。供試体は $30 \times 5 \times 3\text{cm}$ の矩形で、自重変形を無視して初期変形の測定を容易にするため¹⁾に下面にスチール板を積層し2層構造とした。なお、層境界はタックコートにより接着させた。

2-2. 静的曲げ試験

静的曲げ試験は、3等分2点载荷の片振り(図-1)とした。载荷波形は1分間かけて载荷する1st stage、一定荷重を载荷する2nd stage、1分間かけて除荷する3rd stage、無载荷となる4th stageの4段階に区別した台形波(図-2)を使用した。設定荷重およびその他の実験条件は表-1に示す。なお、実験では供試体中央上面のひずみ、中央下面のひずみ、中央下面の変位を測定した。

3. 粘弾性解析

粘弾性モデルはバネとダッシュポットの単純な組み合わせであるMaxwellおよびVoigtモデルとした。粘弾性解析は、アス混とスチール板の層境界状態を考慮し、変位成分(v)、ひずみ成分(ϵ)の一般式を初等曲げ理論により誘導し、対応原理を用いて粘弾性解の一般式を得た。

数値計算は、スチール板の弾性係数(E_s)を既知とし、アス混の粘弾性定数である弾性係数(E)および粘性係数(F)をそれぞれ変化(表-2)させて変位あるいはひずみ成分の経時的变化を調べた。なお、アス混とスチール板の層境界条件については、単位長さあたりの力の次元をもつ定数 k (本研究ではバネ定数と称す)を使用し、層境界の摩擦を考慮した解析を実施した。

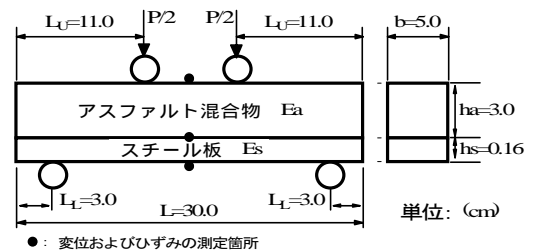


図-1 载荷形態

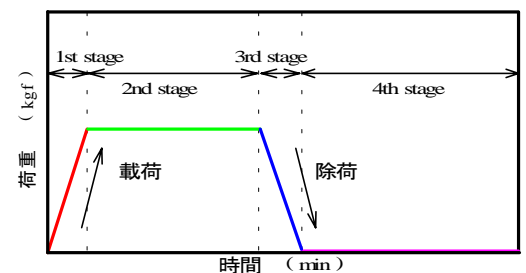


図-2 台形波

表-1 実験条件

アス混形状	($L \times b \times ha$)	$30 \times 5 \times 3$ (cm)
スチール板形状	($L \times b \times hs$)	$30 \times 5 \times 0.16$ (cm)
载荷波形	台形波	
設定荷重	7	(kgf)
载荷, 除荷時間	20, 40	(min)
実験温度	20, 30, 40, 50	()

表-2 各係数(E, F)の変化率

アス混の粘弾性定数 (MPa · s)	
弾性係数 (E)	980
粘性係数 (F)	9.8, 98, 980, 9800, 98000

キーワード：アス混，粘弾性，力学モデル，初等曲げ理論

日本大学 生産工学部 土木工学科 道路工学研究室 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 Tel 047-474-2420 Fax 047-474-2449

後述する数値計算結果は完全接着を想定した $k=$ で計算している。

4. 結果および考察

4-1. 実験結果

図-3は各実験温度における時間とスチール板下面変位，スチール板下面ひずみおよびアス混上面ひずみの関係である。これよりスチール板下面ひずみと変位は同様の挙動を示したが，アス混上面ひずみに関しては大きく異なり，1st stage では急激な圧縮ひずみが生じるが，2nd stage で徐々に減少し，2nd stage 終了直後に引張ひずみが急激に発現する。この傾向は低温時に顕著となっている。

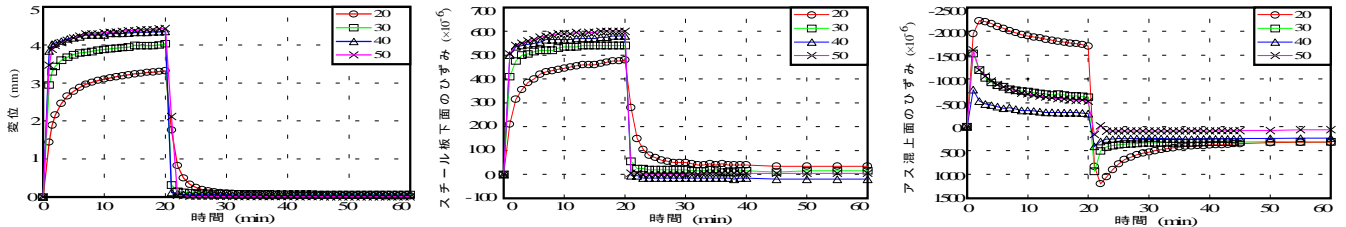


図-3 実験結果

4-2. 数値解析結果

図-4, 5 は各モデルのスチール板下面変位，スチール板下面ひずみおよびアス混上面ひずみの経時変化を示したものである。縦軸は解析値を初等曲げ理論における荷重載荷時の最大変位，最大ひずみで除したもので表している。これより変位とひずみで同様の挙動を示し，粘弾性定数によってはどのモデルも実験結果(図-3 左・中図)との類似性が確認できる。一方，アス混上面ひずみは実験結果(図-3 右図)で発現した現象を本解析手法では表現できない。

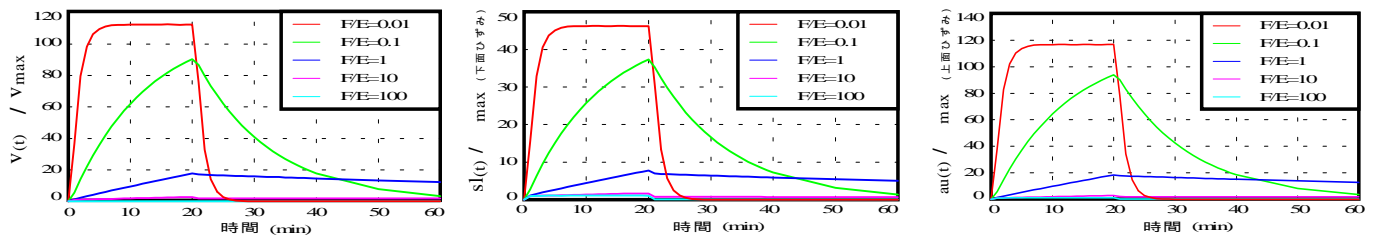


図-4 Maxwell モデルによる数値解析結果

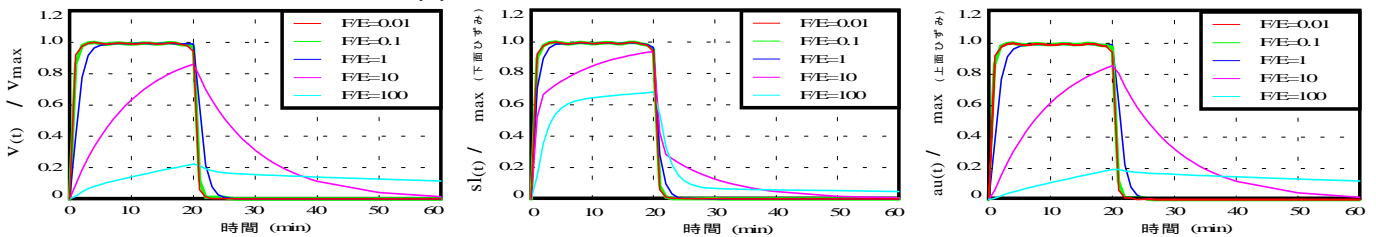


図-5 Voigt モデルによる数値解析結果

図-6 は層境界の変形挙動を把握するための層境界ひずみの経時変化を表したものである。これより，解析位置は異なるが Voigt モデルは実験結果のアス混上面ひずみに発現した傾向と類似性が認められる。一方 Maxwell モデルではその様な類似性が確認できない。

5. まとめ

本報告はアス混を粘弾性体として力学的に解明するための基礎的な検討を行った。この結果，アス混上面での変形特性を理論的に表現することはできなかった。しかし，層境界面での Voigt モデルによる変形現象と実験によるアス混上面での変形現象との類似性が認められたことから，今後は解析手法に対する検討を行う必要がある。

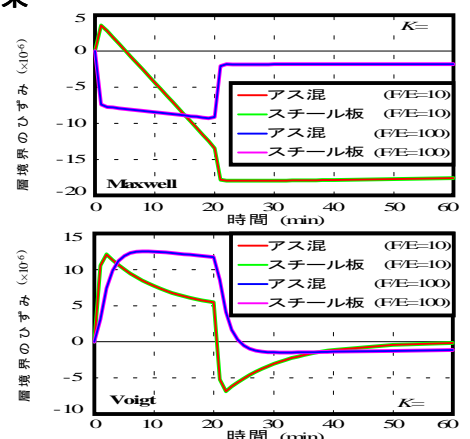


図-6 層境界の解析結果

【参考文献】1) 中山拓己ほか：多層構成されたアスファルト混合物の材料定数推定，第56回年次学術講演会講演概要集 V-010.pp20-21,2001.