

アスファルト混合物の温度応力解析における粘弾性モデルについて

Study on Visco-elastic Model for Thermal Analysis of Asphalt Mixture

万木正弘* 大野俊夫** 渡部貴弘**
 Masahiro YURUGI, Toshio OHNO, Takahiro WATANABE

1. はじめに

フィルダムなどの表面遮水にアスファルトフェーシングが用いられることがある。このような施設を寒冷地に建設する場合、気温の低下に起因する温度応力やそれとともに発生する温度ひび割れを事前に評価することが必要となる。アスファルト混合物の温度応力解析について筆者らはこれまで粘弾性モデルを用いた有限要素法の適用性¹⁾、粘弾性温度応力解析における熱定数の影響²⁾などについて検討を行ってきた。本検討では、アスファルト混合物の温度ひび割れ抵抗性について行った実験を、粘弾性有限要素法を用いて解析し、各粘弾性定数の値の同定を試みた。

2. 検討概要

アスファルト混合物の力学的性質は時間依存性を強く有しており、さらにこれらの性質が温度によって大きく変化する特徴を有する。粘弾性特性を表す力学的モデルとして Maxwell モデルと Voigt モデルを直列に組み合わせた 4 要素モデルが用いられるが、今回の検討ではアスファルト混合物の実験結果に基づいてスプリングのバネ定数およびダッシュポットの粘性係数を温度に応じて変化させて解析を行った。

解析対象は、図-2 に示す円環状の供試体である。線膨張係数の小さいリング状鋼材（インパール製：拘束体）の周囲にアスファルト混合物を成形して供試体としてお 図-2 ひび割れ抵抗性試験供試体、この供試体全体の温度を低温槽内で低下することにより、アスファルト混合物および拘束体に応力を発生させた。解析には図-3 に示す軸対称二次元モデルを使用した。アスファルト混合物の配合は、アスファルト量 8.2%の水工用のものである。

3. 粘弾性定数

Maxwell および Voigt の各要素の粘弾性定数は、温度を +10 ~ -30 に変化させたアスファルト混合物について行ったインダイレクトテンション試験（AASHTO, SHRP 規格）図-3 有限要素法解析モデルから求めた。すなわち、アスファルト材料の時間依存性を考慮し、载荷中に荷重をある時

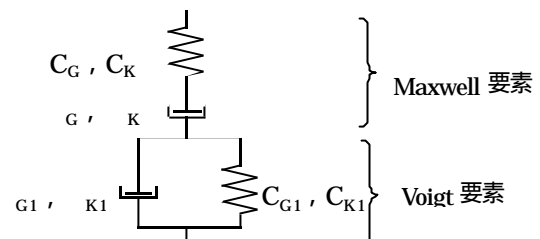


図-1 粘弾性モデル

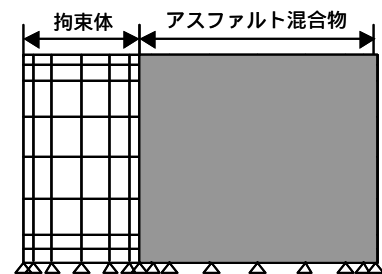
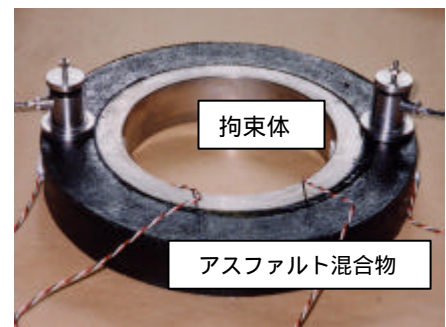


図-3 有限要素法解析モデル

* 弘前大学 農学生命科学部

** 鹿島 技術研究所

* Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki Uni.

**Kajima Technical Research Institute

間一定値に保つクリープ試験を行い、その結果を基に時間 - クリープコンプライアンス曲線を作成する。一方粘弾性モデルの粘弾性定数を変化させて解析を行って同じ曲線を求め、それらの曲線上における実測値と解析値との誤差の2乗和が最小になるよう、粘弾性定数を定めた。得られた定数を試験温度との関係で整理し、温度応力解析に用いた。

4. 温度応力解析

粘弾性定数を上記のように与えて、ひび割れ抵抗性実験について温度応力解析を行った。実験における温度の履歴は、-25 ~ -30 で温度を10時間一定値に保つクリープ試験とした。解析結果は図-4に示すように、アスファルト混合物のひずみの解析値は実測値とよくあったが、拘束体のひずみは温度を一定とした区間で実験値と解析値が大きく異なる結果となった。これは、解析ではアスファルト混合物を低温下においても粘弾性体であると仮定したことにより、温度一定区間で応力が解放されてしまった結果と考えられた。そこで、転移点温度以下での粘弾性モデルを Maxwell のみのモデルとし、ダッシュポットの粘性係数を 1.0

$\times 10^6$ 、 3.0×10^6 、 $1.0 \times 10^7 \text{ kg hour/m}^2$ の3水準に変えて応力解析を行った。

温度を-25 の一定値を保った場合の解析結果を、測定値とともに図-5に示す。解析結果は粘性係数を 3.0×10^6 とした場合に最も実測値に一致する結果が得られた。

6. まとめ

- (1). Maxwell モデルと Voigt モデルを組み合わせた4要素モデルは、転移点以上の温度範囲でアスファルト混合物の力学的特性をよく表すことができる。
- (2). 転移点以下の温度レベルでは弾性的性質が極めて強くなるため、4要素モデルより Maxwell だけのモデルとした方が、よりよく挙動を表現できる。

参考文献：1) 渡部貴裕他、アスファルト材料の粘弾性モデルによる応力解析、第55回土木学会年次学術講演会、2000.9 2) 万木正弘他、アスファルト混合物の粘弾性温度応力解析における熱定数の影響、農業土木学会大会講演会要旨集(平成14年8月)

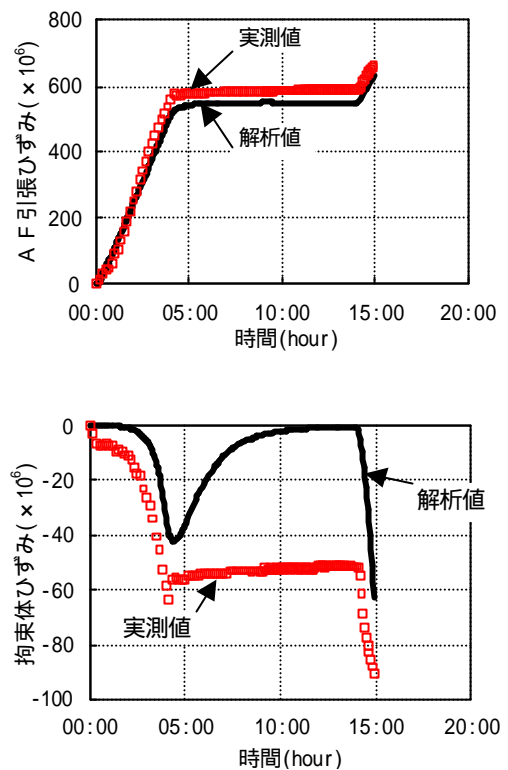


図-4 実測値と解析値の比較 No1

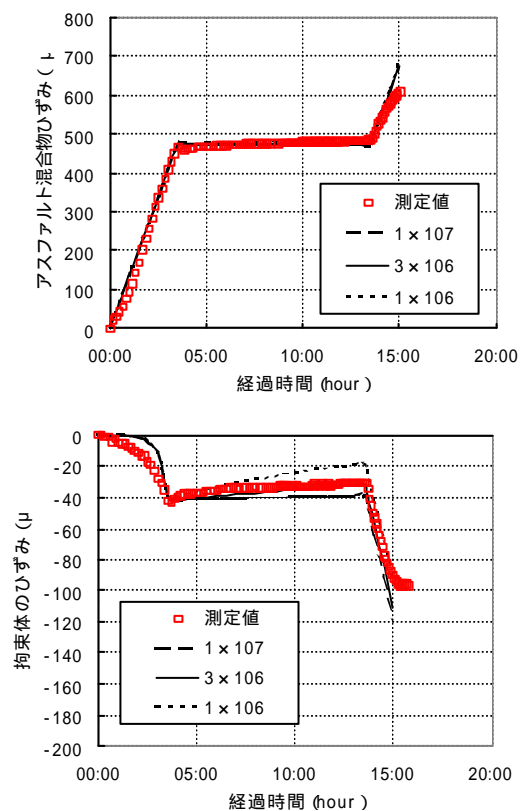


図-5 実測値と解析値の比較 No2