

アスファルト混合物の温度依存モデルの構築

東京電機大学 学生会員 ○ 永江 祐 正会員 藤波 潔 フェロー 松井邦人
鹿島道路 技術研究所 正会員 東 滋夫

1. はじめに

舗装道路は、私たち車社会に生きる現代人にとって欠かすことのできない重要で最も身近な構造物の1つである。その表層の大部分が屋外にあるため、気候、とりわけ温度の影響を受けやすいことが知られている。

本研究では、鹿島道路で測定した舗装の深さ方向の温度と表面たわみを用いて、アスファルト混合物層内の弾性係数を推定するための逆解析ソフト tBALM を開発した。ここではその結果の一部を報告する。

2. 温度データを用いた逆解析手順

2.1 温度データ

今回解析に用いたデータは、鹿島道路の栗橋試験場において1997年8月4日9時～翌5日10時の間に計測された、深さ方向の舗装内部温度 T と表面たわみ D である。舗装構造と内部温度測定位置、および FWD により測定を行った表面たわみの測定位置を図1に示した。FWD における載荷板半径は15cm、載荷荷重は49kN であり、これらのパラメータを解析でも用いている。

2.2 アスファルト混合物層の弾性係数推定方法

アスファルト混合物層の弾性係数の推定を行う解析ソフト tBALM による解析の流れは図2の通りである。

ここで、温度と弾性係数との関係式を次式のように仮定している。

$$E(T) = 10^{k_1 + k_2 \left(\frac{20 - T(z)}{20} \right)}$$

ここに、 $E(T)$ ：アスファルト混合物層の弾性係数、 $T(z)$ ：深さ z を独立変数とし、温度 T を従属変数として多項式回帰を行うことにより求められる近似値、 k_1, k_2 ：モデル係数である。

解析では、まず k_1, k_2 の初期値を設定し、この値と後述する測定温度から回帰された温度分布曲線を用いて10分割されたアスファルト混合物層内の各細分割層中央における弾性係数を計算する。その後、順解析ソフ

ト GAMES¹⁾ により全13層構造として表面たわみ(解析たわみ)を求める。ここで、路盤と路床の11～13層目の弾性係数は固定(舗装内部温度が深さ方向にほぼ一定となっている時刻の表面たわみを用いて逆解析を行い、弾性係数を推定)とする。実測たわみとの比較を行い、両者が一致するよう k_1, k_2 を補正する。これは非線形最小二乗問題であるので、繰り返し計算が必要となる。たわみの差が十分に小さく、 k_1, k_2 の値の変化率が1/1000以下となったとき収束と判定している。

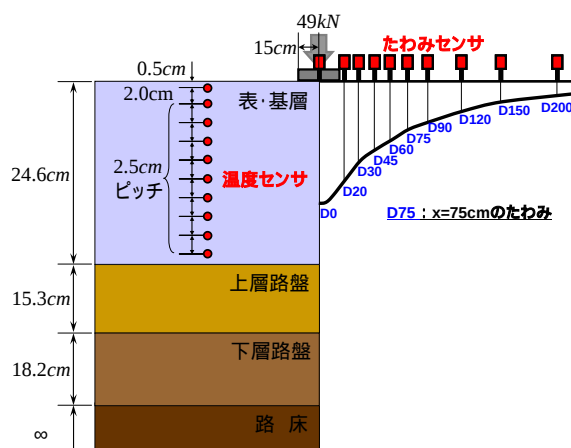


図1 舗装構造と内部温度・表面たわみ測定位置

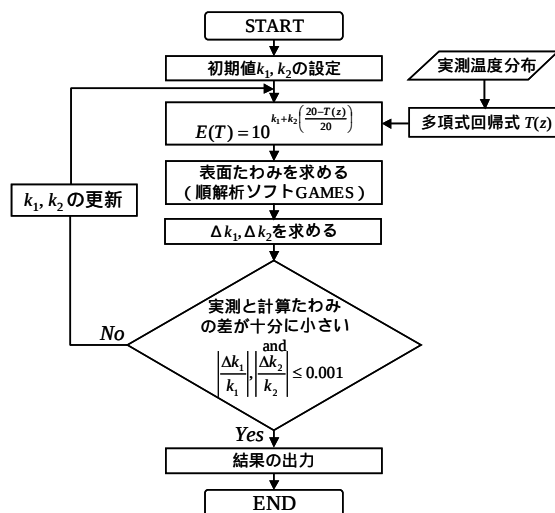


図2 tBALM による解析の流れ

キーワード：非線形温度分布、弾性係数、温度依存モデル、逆解析

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂，TEL：049-296-2911，FAX：049-296-6501

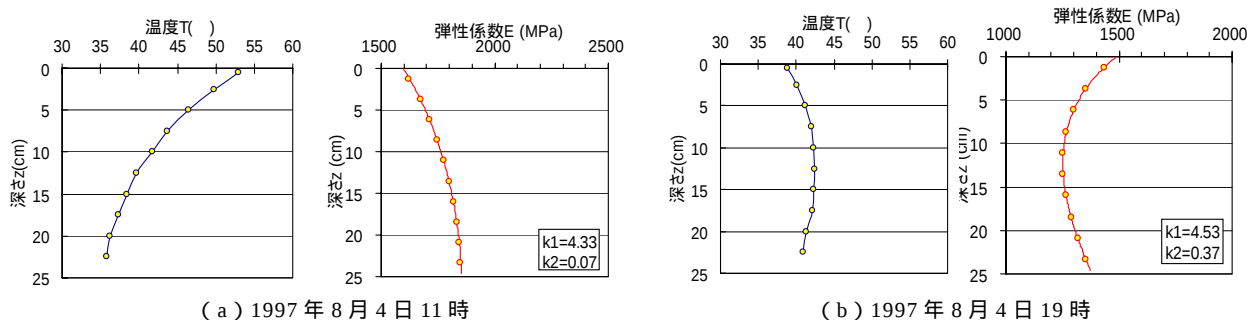


図3 アスファルト混合物層の測定温度分布と弾性係数分布

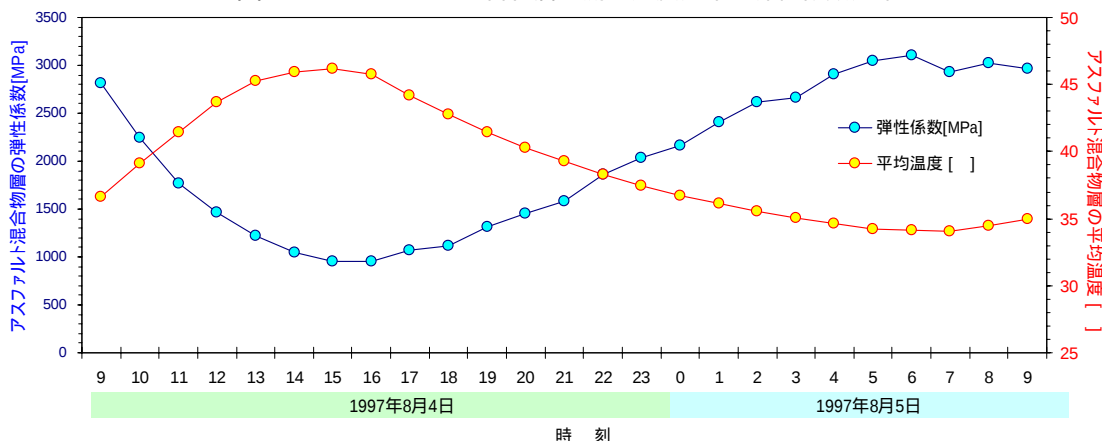


図4 アスファルト混合物層の平均温度と弾性係数の時間変化

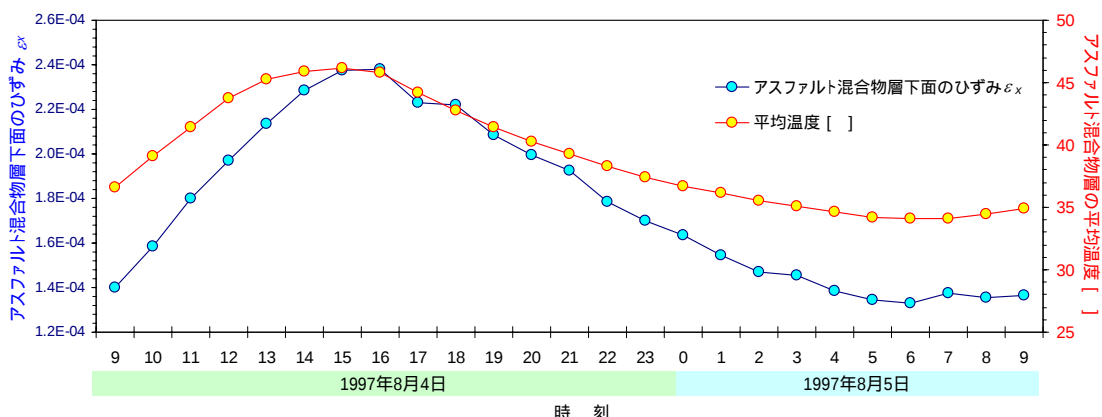


図5 アスファルト混合物層下面のひずみと平均温度の時間変化

3. 結果と考察

図3は測定温度データの内、8月4日11時と同日19時におけるアスファルト混合物層内の深さ方向の測定温度分布とtBALMによって得られた弾性係数分布を示したものである。11時の場合、表面の温度が最も高く、深くなるにしたがって温度が低下する。これに対して、弾性係数は表面で最も小さく、アスファルト混合物層下面付近で最も大きい。また、19時の温度分布と弾性係数分布の傾向も11時と同様である。

図4は平均温度とtBALMにより求めた k_1, k_2 を用いて式(1)により計算した弾性係数を各時刻でプロットしたものである。平均温度が高いところでは弾性係数は下がり、平均温度が低くなると弾性係数は大きくなる傾向を示している。一般的に、温度上昇により舗装は軟化し、温度低下によって舗装は硬化することが知られている。各時刻のtBALMで解析したアスファルト混合物層の弾性係

数分布が、深さ方向の温度分布と逆の傾向を示していることから、一般的な考えに基づく結果が得られたことを示しており、計算結果の有効性が確認できた。

図5は平均温度とtBALMにより求めたアスファルト混合物層内の弾性係数分布を用いてGAMESで計算したアスファルト混合物層下面のひずみ ε_x を各時刻についてプロットしたものである。平均温度がほぼ同じ11時と19時に着目すると、両時刻のひずみは異なっていることが分かる。これは、言い換えると平均温度が同じでも舗装の寿命が異なることを示唆している。

4. まとめ

- 1) tBALMにより得られた弾性係数分布は測定温度分布の傾向を良く捉えており、解析の有効性が確認できた。
- 2) 平均温度が同じでもアスファルト混合物層下面のひずみは異なることが明らかとなった。