

V-38 シンプレックス法を用いたアスファルト混合物層の逆解析に関する一考察

鹿島道路技術研究所 正会員 金井 利浩
 同 上 正会員 岡部 俊幸
 同 上 正会員 東 滋夫

1. はじめに

アスファルト混合物はレオロジー特性を有するため、温度や荷重時間によって見掛けの弾性係数が大きく変化することが知られている。また、アスファルト混合物の弾性係数を評価する手法には、レジリエントモデュラス試験などの室内材料試験により直接求める方法と、FWDで測定した舗装体のたわみ量を逆解析して間接的に求める方法がある。本研究では後者について検討を行い、シンプレックス法を用いた逆解析により様々な温度におけるアスファルト混合物層の弾性係数を求め、Gauss-Newton法と比較した。また、その逆解析結果から、舗装体の標準温度（20℃）における弾性係数を基準とした温度補正係数を算出し、AASHTO 指針のものと対比した。本報はこれらの結果について報告するものである。

2. 逆解析における最適化手法

逆解析における最適化手法として広く用いられているものにGauss-Newton法がある。この方法は逆解析結果が初期値設定の影響を受けにくいという利点はあるものの、後述するように工学的見地から妥当とは思われない結果を導くことがあることも指摘されている。そこで、著者らは工学的に納得できる結果を得るために、最適化手法として正規シンプレックス法¹⁾を採用して逆解析を試みた。

2因子の時の正規シンプレックス法（三角形）の例を図-1に示す。計算の手順は以下のとおりである。①P1、P2、P3の初期条件で解析を行う。②解析結果からレスポンス値が最も低い点（RMSが最も大きな点）の鏡像点（ある面（線）に対称な点）を求め、その条件で解析を行う。③この鏡像点の探索と解析を繰り返す。④3つの頂点のどの鏡像点においてもレスポンスが向上しなくなれば、最適解は最後のシンプレックスの範囲内に存在すると見なす。

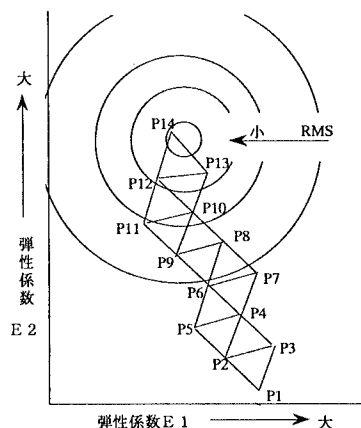


図-1 シンプレックス法の概念図

3. 解析データ

解析に用いたデータの概要は次のとおりである。

- (1) 舗装断面：図-2に示すアスファルト舗装（表層からアスファルト安定処理路盤までをアスファルト混合物層とした4層モデルで解析）
- (2) 測定期間：1994年8月～1995年8月
- (3) 測定頻度：原則的に毎月1回、1時間毎に24時間継続して測定
- (4) 測定条件：49kN荷重、4回測定/同一地点（1回目のデータは棄却し、残り3回の平均値で解析）

なお、当該舗装においては、アスファルト混合物層の温度を測定するために、図-2に示す深さに熱電対を埋設し、1時間毎に温度を自記記録している。

4. 解析結果と考察

(1) Gauss-Newton法による逆解析結果

前記解析データについてGauss-Newton法により逆解析した結果を図-3に示す。粒状路盤の弾性係数は温度の影響を受けにくいと考えられるにもかかわらず、上層路盤、下層路盤とも温度とともに大きく変化する結果となった。また、温度によっては上層路盤と下層路盤の間で弾性係数の逆転現象が生じており、この傾向は舗装体平均温度が30℃を超えると顕著に現われるようである。

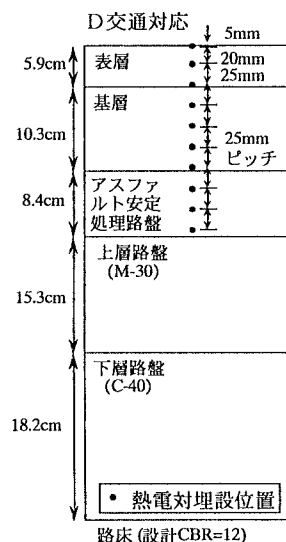


図-2 舗装断面（D交通）

Key Words: アスファルト舗装、FWD、Gauss-Newton法、シンプレックス法、温度補正係数
 連絡先 〒182 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL: 0424-83-0541 FAX: 0424-87-8796

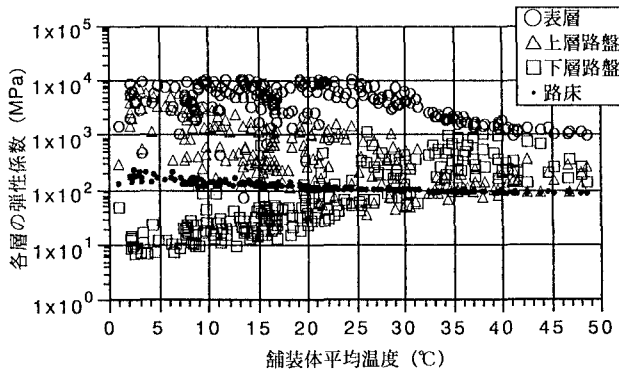


図-3 Gauss-Newton 法による逆解析結果

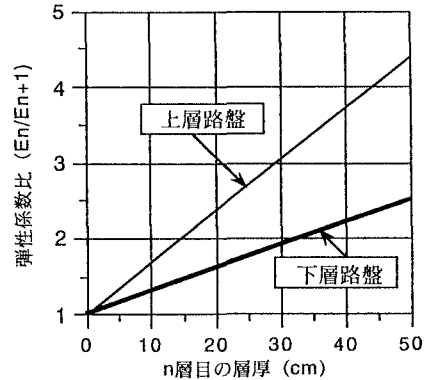


図-4 路盤の弾性係数比

(2) 与えた情報とシンプレックス法による解析結果

4. (1) の結果を受けて、路盤の弾性係数はそれ自体では温度の影響を受けず、その層 (n 層目) の厚さと直下の層 (n+1 層目) の弾性係数により決まると仮定し、図-4 に示す関係²⁾ を事前情報として与えてシンプレックス法により逆解析を行った。なお、今回の場合、図-4 から上層路盤、下層路盤について路床との弾性係数比を求めると、それぞれ 3.15 と 1.55 になる。

得られた各層の弾性係数と舗装体平均温度の関係は図-5 に示すとおりである。上層路盤、下層路盤および路床の弾性係数は上述した一定の比率で推移しており、逆転現象は認められない。また、アスファルト混合物層の弾性係数は舗装体温度が低い時大きく、高い時小さいという一般的な傾向のとおりに変化している。

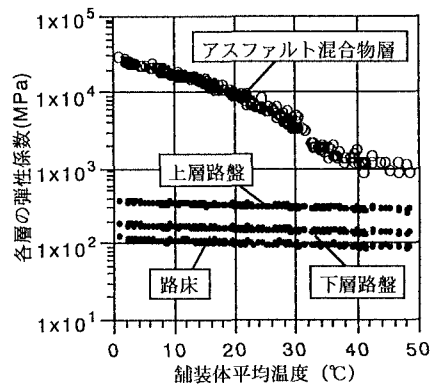


図-5 シンプレックス法による逆解析結果

(3) アスファルト混合物層の弾性係数の温度補正

シンプレックス法による解析で得られたアスファルト混合物層の弾性係数について、20℃の時の値を基準 (1.0) として温度補正係数 (20℃での弾性係数÷任意の温度での弾性係数) を求めた結果を図-6 に示す。今回得られた温度補正係数は、図中の実線で示した AASHTO 指針³⁾ の温度補正係数とよく一致している。

5. まとめ

今回得られた知見は、次のとおりである。

- (1) 逆解析における最適化手法としてシンプレックス法を採用するとともに、路盤の弾性係数に関して事前情報を与えた結果、安定した逆解析結果が得られた。
- (2) シンプレックス法による逆解析結果からアスファルト混合物層の温度補正係数を求めた結果、AASHTO 指針のものとよく一致した。

6. おわりに

最適化手法としてシンプレックス法を採用した逆解析では、事前情報を与えたこともあり、良好な結果が得られた。一方、Gauss-Newton 法については事前情報を与えなかったため、計算結果が安定しなかったものと考えられる。今後は Gauss-Newton 法でも事前情報を与え、他の最適化手法との比較検討を行う予定である。

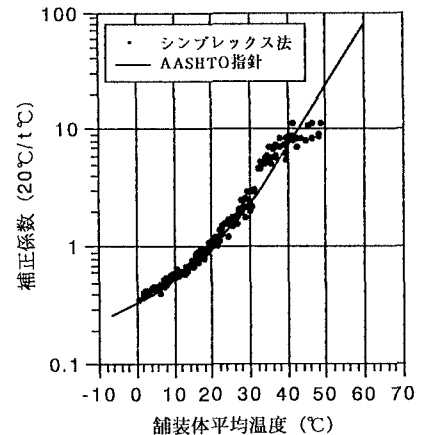


図-6 温度補正係数

<参考文献> 1) (財) 日本科学技術連盟、品質管理セミナーベーシックコーステキスト「最適化」

2) Smith, B.E.: Equivalent granular base modulus: Prediction, Proceedings of ASCE, Journal of Transportation Engineering, Vol.107, No. TE6, pp.635-652, Nov., 1981

3) (社) セメント協会、舗装に関する AASHTO 指針 1986 年版、1990 年 11 月