

V-23

静的および動的逆解析による舗装構造評価に関する一検討

鹿島道路技術研究所 正会員 岡部 俊幸
 同上 正会員 金井 利浩
 同上 正会員 東 滋夫
 東京電機大学 理工学部 フェロー会員 松井 邦人

1. はじめに

現位置における舗装の構造評価方法には、FWD試験で得られたたわみデータから直接評価する方法と、逆解析により求めた舗装各層の弾性係数から評価する手法がある。後者にはたわみのピーク値を用いる静的逆解析法と、衝撃荷重が作用する過程で時間とともに変化するたわみ量を用いる動的逆解析法とがある。本報では1年間定期的に実測したFWDデータに対して静的および動的の両手法を適用し、得られた各層の弾性係数について比較検討を行った結果を報告する。

2. 逆解析手法

(1)静的逆解析法¹⁾：多層弾性理論プログラムにより、測定された荷重ならびにたわみのピーク値と計算により求められる値が合致するように最適化材料定数を繰返し計算により求める。なお、最適化手法にはGauss-Newton法を用いている。

(2)動的逆解析法²⁾：軸対称アイソパラメトリック8節点要素を用いた動的FEMにより最適な弾性係数ならびに減衰係数を決定する。最適化手法は静的逆解析と同様である。

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-1に示すアスファルト舗装（A交通、D交通断面の2種類）
- (2)解析モデル：4層モデル（D交通断面では表層からアスファルト安定処理路盤層までを1層とした）
- (3)測定期間：1996年8月～1997年8月
- (4)測定頻度：原則的に2ヶ月に1回、1時間毎に24時間継続して測定
- (5)測定条件：49KN荷重、原則的に同一地点で2回測定

なお、アスファルト混合物層（以下、アスコン層という）内には、図-1に示す深さに熱電対を埋設しており、1時間毎の舗装内部温度を自記記録している。

4. 解析結果

(1)A交通断面：A交通断面の静的ならびに動的逆解析結果を図-2に示す。なお、図中のE1、E2、E3、E4はそれぞれアスコン、上層路盤、下層路盤、路床の弾性係数を示しており、また、図の横軸はFWD測定時のアスコン層の積分平均温度とした。両逆解析により得られた各層の弾性係数を比較すると、静的に比べて動的の方が同一温度におけるばらつきが小さくなっていることが分かる。この理由としては、静的逆解析では各センサ位置での最大荷重や最大たわみのみに重点が置かれているのに対し、動的逆解析では荷重とたわみの時系列データを用いているため情報量が多く、測定たわみに多少の誤差が生じても解析結果にそれほど大きな影響を及ぼさないためと考えられる。

(2)D交通断面：A交通断面と同様、D交通断面の逆解析結果を図-3に示す。なお、静的逆解析においては、事前情報を与えない場合、

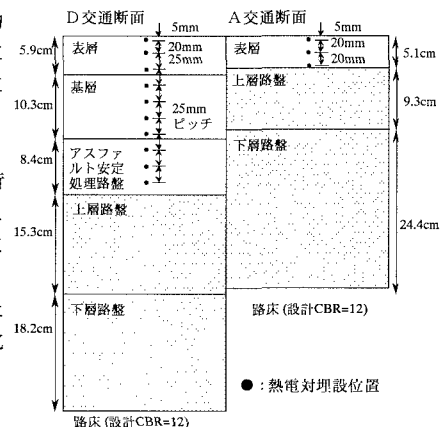


図-1 試験舗装の断面

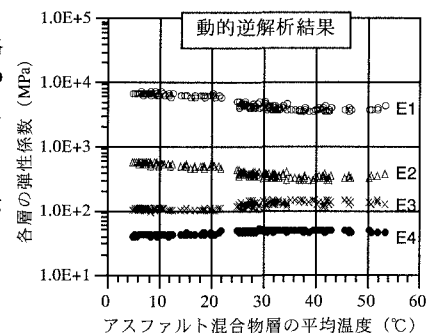
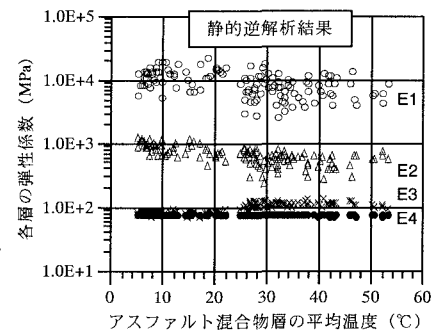


図-2 A交通断面の逆解析結果

Key Word：アスファルト舗装、FWD、逆解析、Gauss-Newton法、FEM

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL 0424-83-0541 FAX 0424-87-8796

各層の弾性係数に逆転現象がみられるなどばらつきが大きかったため、ここでは路床と路盤の弾性係数比を固定した³⁾。

図-3より、静的と動的の結果ともに、同一温度における各層のばらつきは小さく、また、アスコン層の弾性係数（E1）の動向は、静的と動的で非常に近似しており、温度上昇にともないE1が低下するという傾向が明確に認められる。一方、路盤（E2, E3）に注目すると、静的では与えた事前情報によりほぼ一定の値で推移しているのに対し、動的では20℃付近から温度低下にともない弾性係数が上昇する傾向が認められる。これは、粒状路盤材料を線形弾性体と仮定している本解析法のモデル誤差が原因の一つとして考えられるため、今後さらに検討していきたい。

(3) A交通とD交通におけるE1の比較：動的逆解析で得られたA交通およびD交通断面のE1と温度との関係を図-4に示す。なお、図中にはShellの文献⁹⁾に記載されている代表的なアスコンの弾性係数も併記した。この図より、D交通断面のE1はこれらの曲線とほぼ同様の傾向を示しているのに対し、A交通断面ではこれらの曲線と異なり、温度に対するE1の変化が小さい。

両者のE1の傾向の違いを説明するために、図-5に示す3層モデルで路盤上面での鉛直応力を計算してみた。この図より、アスコン層が薄い場合には、①鉛直応力は狭い範囲に集中し荷重分散効果が小さいこと、②アスコン層の弾性係数が異なっても、鉛直応力（舗装の応答）の変化が小さいことが分かった。このようなことが、A交通断面の弾性係数（E1）の変化が小さく現われた原因の一つではないかと考えている。

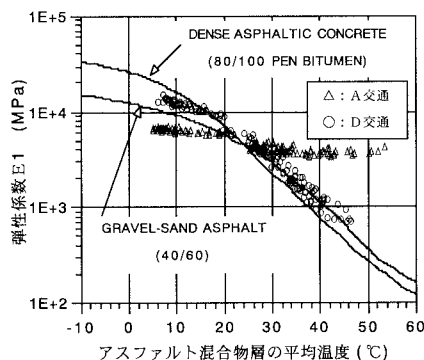


図-4 室内試験との比較

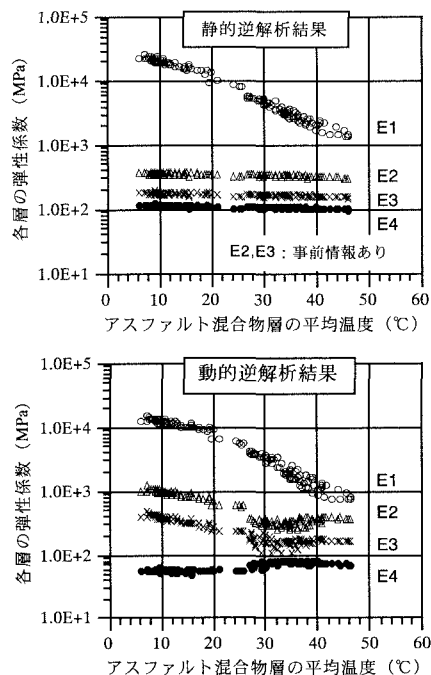


図-3 D交通断面の逆解析結果

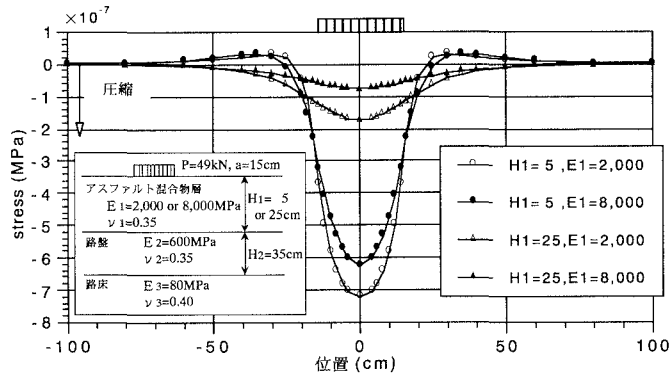


図-5 路盤上の鉛直応力

5. まとめ

- (1)静的逆解析で得られる弾性係数はばらつきが大きいことから、現場の状況に即した事前情報を与えるといった工夫が必要と思われる。一方、動的逆解析では事前情報を与えなくても、ばらつきの少ない良好な結果が得られた。
- (2)アスコン層の弾性係数は、その厚さに大きく依存し、A交通断面のように薄い場合は見かけ上、温度に対する弾性係数の変化は小さく現われる。

6. おわりに

静的逆解析においては、与える事前情報の指標を明確にすること、また、動的逆解析は計算時間の短縮化を図ることが今後に残された課題と考えている。

【参考文献】1) 西山、松井：FWD試験データを用いた静的逆解析手法の比較、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集/V部門, pp.72-73, 1997.9, 2) 金井、松井他：時系列データを用いた動的FEMによる逆解析に関する研究、土木学会舗装工学論文集, 第1巻, pp.39-48, 1996.12, 3) 金井、岡部、東：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、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集/V部門, pp.76-77, 1997.9, 4) A.I.M. Claessen and R. Ditmarsch: Pavement Evaluation and Overlay Design-The Shell Method, Paper prepared for the Fourth International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, 1997