

V-41 多層弾性舗装構造の逆解析法の考察

東京電機大学 理工学部○正 員 松井邦人
日本舗道 株式会社 正 員 井上武美

1 まえがき

舗装のトータルライフの検討には、修繕設計において既設舗装を合理的に評価することが必要である。この手法としてAASHTO GUIDEは多層弾性構造として舗装表面の載荷たわみから舗装各層の弾性係数を求め、これらから各層の等値換算係数を求めるようにしている。¹⁾ また、この手法により新設時の設計法とも一貫性が図られている。筆者等は、舗装表面の変位から各層の弾性係数を求める逆解析方法を最適化問題として誘導し、その信頼性を検討してきた。²⁾ 本報告は、逆解析結果の信頼性に及ぼすたわみの測定数、測定値の誤差、測定位置の影響を検討した。また、実測値より3層構造の解析を実施し、その妥当性も検討した。

2 逆解析の定義と定式²⁾

外力が作用して生じた表面変位の測定値を α_i ($i=1\sim M$, M :測定点数)各層の弾性係数の推定値 E_j ($j=1\sim N$, N :層数)から求めた変位の計算値を Z_i とすると(1)式の最適化問題となる。

$$\text{Find } E_j : \text{ such that } \min \sum_{i=1}^M (Z_i - d_i)^2 \quad (1)$$

Z_i と d_i の差がなくなるよう、順次 E_j を改善し最適の E_j を求める。 $Z_i(E_j + \delta E_j)$ をテイラー展開すると(2)式となる。

$$Z_i(E_j + \delta E_j) \approx Z_i(E_j) + \sum_{j=1}^N \frac{\partial Z_i}{\partial E_j} \delta E_j \quad (2)$$

(2)式の δE_j を、 $Z_i(E_j + \delta E_j) = d_i$ となる様に定める。

3 逆解析結果の信頼性に及ぼす要因の検討

逆解析の精度に及ぼす誤差の影響を一部検討したが、²⁾ ここでは測定数、測定値の測点位置及び測定値の誤差が推定 E に及ぼす影響を改めて検討した。

3-1 測定数と舗装構造の層数

3層構造($E_1=2 \times 10^4$, $E_2=5 \times 10^3$, $E_3=1 \times 10^3$ kgf/cm²)に対し、測定数を載荷中心より20cmから10cmピッチで増加した場合の解析結果は、表-1である。但し、 d_i は Z_i を1/1000mmで四捨五入した。表より解析する層数より、測定数が1~2点多い事が有効である。

表-1 測定数の影響

結果 測定数	E_1 (kgf/cm ²)	E_2 (kgf/cm ²)	E_3 (kgf/cm ²)
3	22240	4838	1002
4	20570	4945	1000
5	19910	4987	1000
6	19700	5002	1000
7	19680	5011	999

3-2 測定値を得る測定位置

測定値の測定位置が逆解析結果に及ぼす影響を3、4及び5層構造について感度解析をした。何れの層構造の場合とも同じ傾向を示すため、結果の1例を4層の場合について図-1に示す。

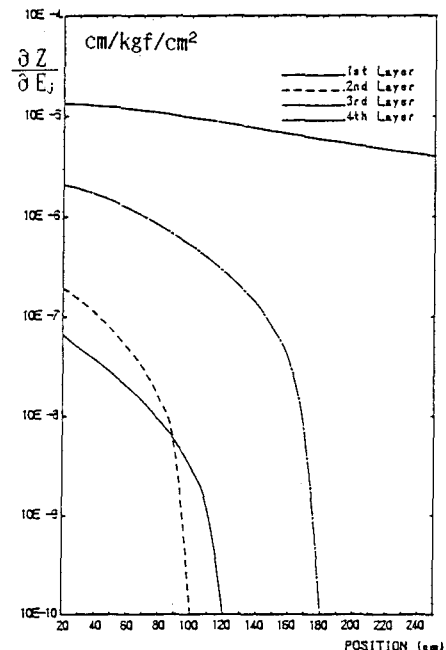


図-1 測定位置の影響、

上層程、載荷位置に近いたわみの測定値の影響が大きく路床以下を含む下層程、たわみの測定位置の影響は小さい。

3-3 測定値の精度

測定値の精度が、逆解析の結果に及ぼす影響を調

べるため、あらかじめ計算して得られた結果の内、
 一点だけ+0.1%及び+1.0%変化したとき、 E_j の推定
 値に及ぼす影響を調べた。その結果を図-2に示す。

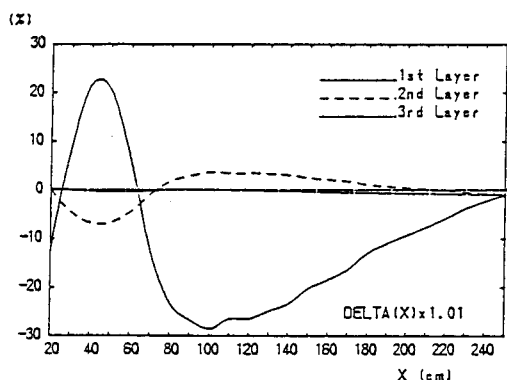
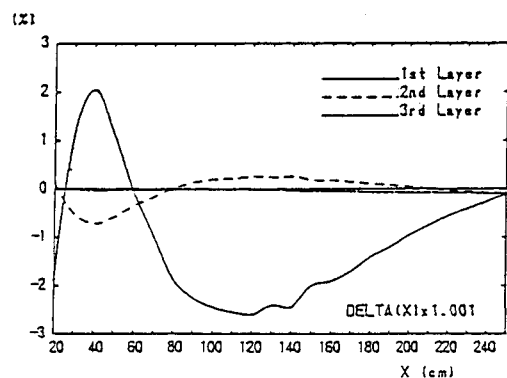


図-2 測定値の誤差が推定値に及ぼす影響

図より、測定値の誤差が、推定値に拡大して現れる
 ことがわかる。特に1層目の剛性の推定値に顕著な
 影響があり、1%程度の誤差が及ぼす影響は相当大い
 ことがわかる。

4 解析例

図-3の断面について、表面で得たFWDの3点のた
 わみ結果³⁾を用いて本方法により3層構造として解析
 した。使用した測定データは表-2に示す通りであ
 る。また、逆解析の結果を図にかっこ書きで併記し
 た(単位 kgf/cm^2)。

表-2 測定変位

	δ_0 (mm)	δ_1 (mm)	δ_2 (mm)	P (kgf)	T ($^{\circ}\text{C}$)
(1)	0.477	0.261	0.096	3982	31
(2)	0.450	0.238	0.068	3930	33
(3)	0.414	0.198	0.076	4057	39
(4)	0.605	0.357	0.147	3970	37

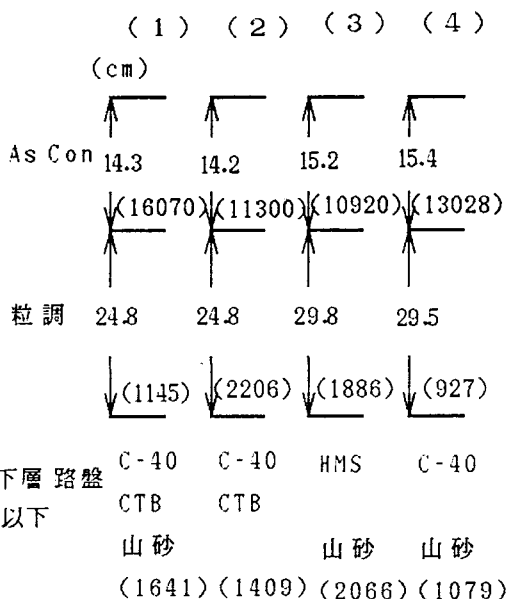


図-3 解析対象の舗装断面

図より粒調路盤層の弾性係数を見ると、下層と逆転
 している例が多い。値を見ると(1)と(4)、(2)と(3)が
 ほぼ同じ値となっており、これは、アスコン層もほ
 ぼ同じ傾向である。相違を生じた原因は δ_2 、 δ_3 が
 大きいためである。

5 まとめ

誘導した多層弾性舗装構造の逆解析手法の信頼性
 を検討した。

アスファルト舗装を多層弾性構造と見なす考えに
 は、現在でも未だ実態を説明し得ない問題もあるが
 $a_i = f(E_i)$ で説明し得る結果⁴⁾からも、舗装評価の手法
 として期待される。今後、信頼性を得る測定機器
 の開発や、実態を説明する方向へと修正したい。

参考文献

- 1) "AASHTO GUIDE for DESIGN of PAVEMENT STRUCTURES, 1986" AASHTO
- 2) 松井邦人 他「拡張最小2乗法に基づく弾性多層構造の逆解析」第23回土質工学研究発表会、投稿中
- 3) 昭和58年度 東京空港試験舗装計画調査(その2) 報告書、昭和59年7月、運輸省代2港湾建設局、東京空港工事連絡所
- 4) 井上武美 他「舗装用路盤材料の等値換算係数の検討」第23回土質工学研究発表会、投稿中