

アスファルト舗装の逆解析におけるばらつきの要素に関する検討

A study of difference in back calculation of the asphalt pavement

北海学園大学工学部土木工学科 ○学生員 馬場 直生 (Naoki Baba)
北海学園大学工学部土木工学科 正員 上浦 正樹 (Masaki Kamiura)

1. はじめに

今後の舗装の大きなテーマとして経済的かつ効果的な維持・修繕を行うことがあげられる。その必要箇所を的確に発見する方法として逆解析が注目されている。しかし、逆解析の中には数々のプログラムがありその一致度を知る手段は不明である。本研究は日本で特に使用されている逆解析プログラム、LMBS と BALM を用いて As 舗装におけるばらつきの要素に関する検討を行った。

2. LMBS と BALM の手法

As 舗装では載荷荷重が比較的小さい時 (ε が 10^{-3} 程度) に弾性変形すると考えられる。よって、この程度の載荷に対し舗装の各層(表基層、上層・下層路盤、路床など)を弾性体とみなしや層弾性理論に基づき舗装表面のたわみを求める。As 舗装の逆解析ではこの多層弾性理論によるたわみの形状と FWD による載荷時のたわみの形状とを比較し、その 2 乗平方和(RMS)が最小となる弾性係数を算出しこの値を弾性係数とみなす。逆解析手法のうち LMBS の最小化方法は修正ガウス・ニュートン法、BALM はガウス・ニュートン法を用いている。また、入力数値について、最大繰返し計算回数は LMBS が 50 回、BALM が 40 回である。RMS は LMBS が $1.0E-4$ 以下、BALM は 3 層が $1.0E-3$ 、4 層が $3.0E-2$ 以下で計算終了である。表 1 にその他の入力条件を示す。

表 1 初期入力数値

プログラムに入力する数値	
荷重	ホ・アソソ比
層数	センサー位置
弾性係数	実測たわみ
最大計算回数	RMS
層厚	路温 (LMBS は 略す)

3. 使用データ

解析に使用したデータは JR 貨物で測定された結果(舗装構成例: 表 2)19 駅 71 区間のコンテナ舗装などの As 舗装を使用した。また、センサー位置は表 3 に示すように 7 個の区間と D75、D120、D200 を加えた 10 個の区間とがある。ここで D200 とは載荷点から 200cm の位置を示す。

表 2 舗装構成

舗装構成	開粒度 アスコン	粗粒度 アスコン	水硬性 スラグ*	路床
ホ・アソソ比	0.35	0.35	0.30	0.45
層厚 (cm)	5	10	20	

表 3 FWD による実測たわみ

荷重 (kN)	たわみ (cm)						
	D ₀	D ₂₀	D ₃₀	D ₄₅	D ₆₀	D ₉₀	D ₁₅₀
50.61	0.0102	0.0094	0.0086	0.0076	0.0068	0.0053	0.0025

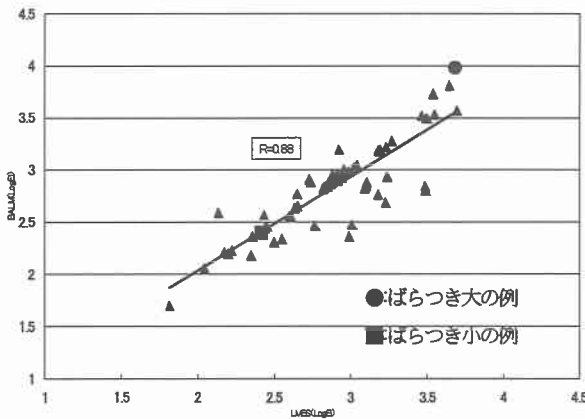


図 1 表層の相関図

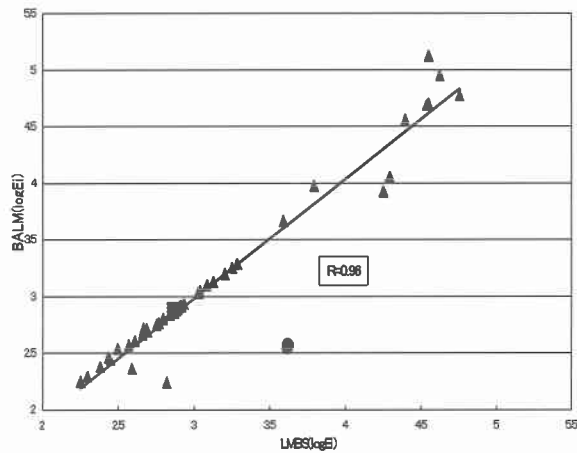


図 2 上層路盤の相関図

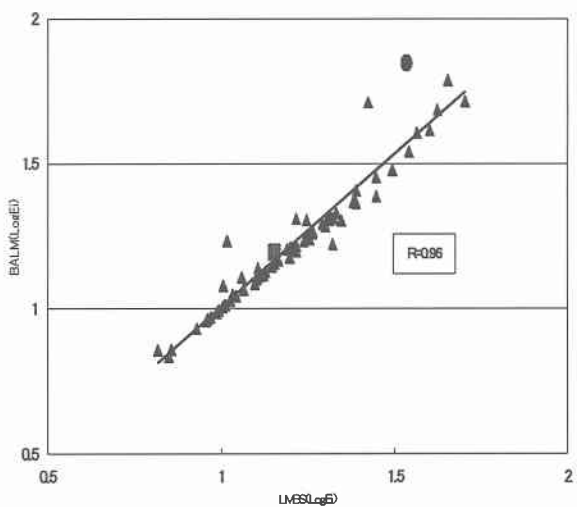


図 3 路床の相関図

4. 結果

LMBS と BALM により推定された弾性係数のうち表層の相関を図 1、上層路盤の相関を図 2、路床の相関を図 3 に示す。

5. 考察

(1)弾性係数

表層の逆解析弾性係数においては、Log10 においては相関係数が0.88 でばらつきが小さいといえる(図1参照)。しかし、弾性係数そのものにおいては大きくばらつく区間もあることがわかる。(表 4、表 5 参照)。路床及び上層路盤の弾性係数については相関係数が両層とも 0.96 であり高い相関が得られた (図 2、図 3 参照)。

(2) たわみ

弾性係数にばらつきがあることは前述したが、たわみ曲線ではばらつきが大きい例(●印)で 0.004 mm 程度であり実用上あまり相違が見られない(図 4、図 5 参照)。これは逆解析弾性係数だけに視点を置くのではなくたわみ曲線にも着目し、検討する必要があることを示している。RMS と D20、D150 のたわみ比の関係について検討したが(図 6、図 7 参照) 両プログラムともたわみ比が大きい場合、RMS も小さくなることがわかる。

6. まとめ

本研究で得られた知見として、算出される弾性係数にばらつきがあるものの、その弾性係数を使用してたわみを出した場合、大きな相違が見当たらない。これは、いろいろな方法でプログラムの一致度を検討する場合において逆解析弾性係数だけの検討は信頼性に欠けるため、たわみ曲線までの結果をもとに検討する必要があるということである。

参考文献

- 1) 松井邦人、黒林功、西山大三：FWD 試験による弾性係数推定の精度向上に関する検討、土木学会舗装工学論文集、第 3 巻、pp39～pp47、1998。
- 2) 土木工学における逆問題入門、土木学会、pp138～pp142、1999。

	B A L M / L M B S
E ₁	1 . 9 5 1
E ₂	0 . 0 8 6
E ₃	2 . 0 3 3

表 4 逆解析弾性係数の一致度(○印)

	B A L M / L M B S
E ₁	0 . 9 5 6
E ₂	1 . 0 3 2
E ₃	1 . 0 9 8

表 5 逆解析弾性係数の一致度(□印)

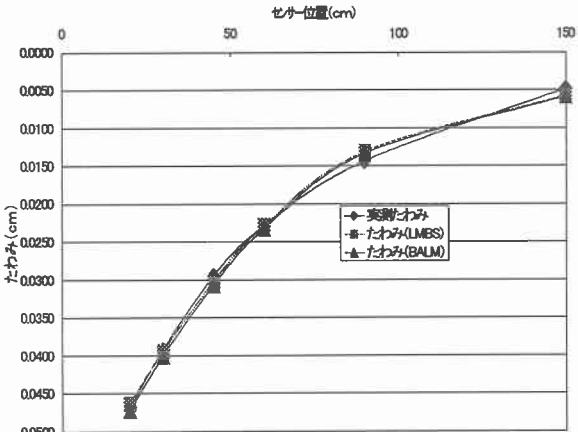


図 5 たわみ曲線図
(福岡貨物ターミナル駅、第 0 ホム)

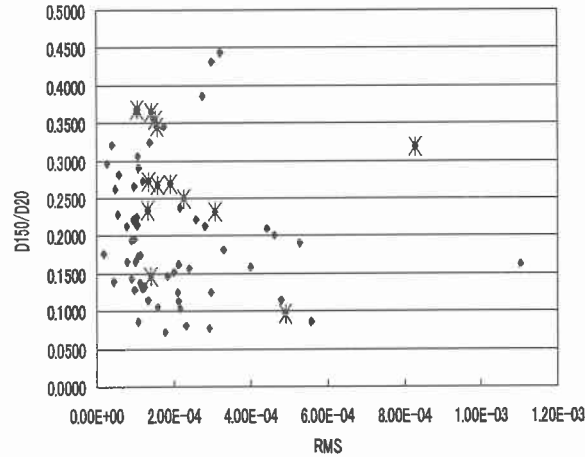


図 6 D20 と D150 の算出たわみの比と RMS の相関(LMBS)

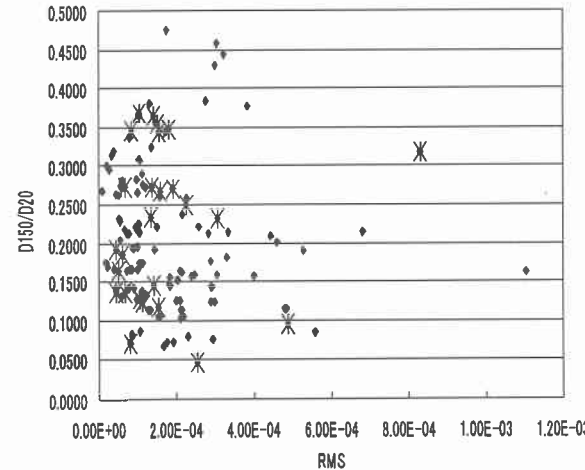


図 7 D20 と D150 の算出たわみの比と RMS の相関 (BALM)

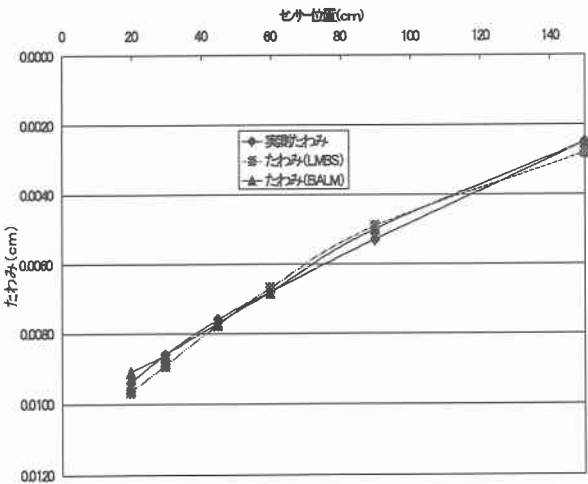


図 4 たわみ曲線図
(名古屋貨物ターミナル駅、1 号コンテナ置場)