

積雪寒冷地における多層弾性理論解析に関する一考察

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 安倍 隆二
 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 田高 淳
 (株) ズコーシャ 正会員 久保 裕一

1. はじめに

LCC の低減の観点から新材料・新工法の導入が求められているが、使用実績の少ない材料や舗装構造の採用を容易にするためには、理論的設計法の確立が求められている。

本研究は、積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の理論的設計方法の確立を目指し、道路舗装への適用を検討するものである。

本報告では、FWD 試験から得られたたわみデータを用い、逆解析ソフト（BALM）を使用して弾性係数を算出した。更に、逆解析した弾性係数の妥当性を検証するために、求めた弾性係数を多層弾性構造プログラム（GAMES）¹⁾に代入し、順解析を行い、解析ひずみを算出し、FWD 試験や走行試験から得られた実測ひずみと比較した結果について報告する。

2. 試験施工

試験施工箇所は、一般国道 238 号稚内市に位置し、舗装計画交通量は1000台以上3000台未満/日の交通条件である。試験施工断面を図-1に示す。試験施工の工区は、TA法や多層弾性理論による設計断面を設け、供用性を早期に把握するために、設計期間を短く設定した工区も設定した。尚、試験工区の各断面には、舗装体下面にひずみ計、路床上面に変位計を埋設してある。

3. FWD 試験による実測値と解析値

東京電機大学の松井教授が作成した静的逆解析ソフト（BALM）を用い、平成16、17年の2ヶ年間に計測したFWDデータを逆解析し、弾性係数を算出した。

逆解析計算の概要を表-1に示す。入力条件に用いた弾性係数やポアソン比は一般的な値を用いた。図-2に解析結果を示す。逆解析で求めた弾性係数は舗装設計便覧²⁾に示されている一般的な弾性係数の範囲となり、範囲の中央付近に分布している。逆解析で得た弾性係数の回帰式の相関係数は0.91を示し、比較的精度の良い相関が得られた。

図-3にFWD 載荷時の舗装体に生ずる実測ひずみと解析ひずみの関係の一例を示す。舗装厚が比較的薄い2工区（舗装厚 t=9cm）において、FWD 載荷位置を横断方向に移動し、計測した舗装体下面の引張ひずみと多層弾性構造

	1T区	2T区	3T区	7T区	6T区	5T区	4T区
設計方法	TA法	多層弾性理論 TA法	多層弾性理論	多層弾性理論	TA法	多層弾性理論	TA法
設計期間	2年設計	3年設計(多層弾性 4年設計(TA法))	25年設計	20年設計	20年設計	20年設計	20年設計
信頼性	信頼性50%	信頼性50%	信頼性50%	信頼性90%	信頼性90%	信頼性90%	信頼性90%

凡例	1T区	2T区	3T区	7T区	6T区	5T区	4T区
密粒層アスコン							
粗粒層アスコン							
アスファルト安定処理							
下層路盤(40mm)							

舗装構成	5cm	4+5=9cm	4+5=9cm	4+5+5+6+7=27cm	4+5+5+6+6=26cm	4+5+5+4=18cm	4+6+5=15cm
路盤	75cm	71cm	71cm	53cm	60cm	62cm	100cm
舗装+路盤	80cm	80cm	80cm	80cm	86cm	80cm	115cm

図-1 試験施工断面

表-1 逆解析計算の概要

逆解析プログラム	BALM
解析理論	Gauss-Newton法
入力条件	< 舗装構造条件 > 舗装厚 各層の弾性係数初期値 各層のポアソン比 層間すべり率 < FWD試験条件 > 載荷荷重 載荷板半径 各たわみセガ-の最大値 (測定たわみ値)
出力値	・ 舗装各層の弾性係数

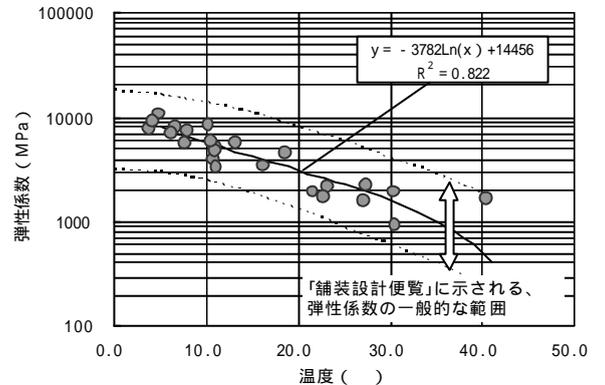


図-2 逆解析から求めた弾性係数

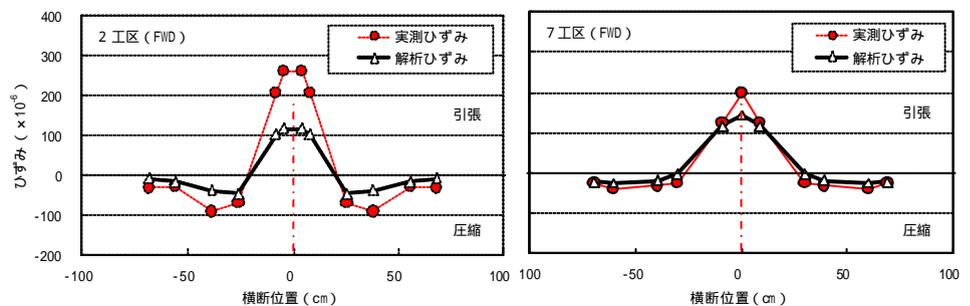


図-3 FWD 載荷における実測ひずみと解析ひずみ

キーワード：積雪寒冷地、多層弾性理論、逆解析、FWD試験、走行試験

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 TEL：(011)841-5561 FAX：(011)841-9747

プログラム(GAMES)より順解析した理論値との比較を行った。2工区の実測値と解析値の比較では、ひずみの横断方向の分布形状は近似しているが、実測ひずみが大きい結果となった。

一方、舗装体の厚い7工区(t=27cm)における実測値と解析値のひずみとの比較では、横断方向の分布形状は近似し、誤差の小さいデータが得られた。

試験施工箇所全工区における最大ひずみと解析値を比較した結果を図-5上段に示す。比較的薄い舗装構成である1~3工区(舗装厚 t=5~9cm)と比較的厚い舗装構成である4~7工区(舗装厚 t=15~27cm)を比較すると、舗装構成の厚い設計断面の精度が高い結果となった。

4. 走行試験による実測値と解析値

総重量を20tに調整したトラックを用い、走行試験を実施した一例を図-4に示す。図に示したひずみは、トラックの後輪1軸目のひずみであり、走行時の実測ひずみと解析ひずみを比較した。2工区(舗装厚 t=9cm)の実測ひずみと解析ひずみを比較すると、横断方向のひずみ分布形状は近似しているが、実測ひずみは解析ひずみより大きい結果を得た。また、7工区(舗装厚 t=27cm)と比較すると、横断方向分布は近似し、ひずみについても誤差の小さいデータが得られた。

試験施工箇所全工区における最大ひずみと解析値を比較した結果を図-5下段に示す。1~3工区(舗装厚 t=5~9cm)と4~7工区(舗装厚 t=15~27cm)を比較すると、舗装構成の厚い設計断面の精度が高い結果となった。

各工区における、実測ひずみと解析ひずみの誤差および割合を図-6に示す。舗装体が比較的厚い4~7工区では、誤差が50μ以内となっている。また、実測ひずみに対する解析ひずみの割合は85%以上と高く、舗装体が薄い工区と比較して両者がよく一致していることがわかる。

5. まとめ

FWD試験および20tトラックによる走行試験を実施した結果、以下の事項が確認された。

FWD試験や走行試験による実測ひずみと解析ひずみの誤差は、舗装体が比較的厚い工区(舗装厚 t=15~27cm)においては、比較的精度が良い試験結果が得られた。しかしながら、舗装体の薄い箇所(舗装厚 t=5~9cm)の精度は前者に比べて低い結果となった。

今後、データを蓄積して、精度の向上を図るとともに、融解期における路床の支持力低下や夏期における舗装体の粘弾性の影響等についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 土木学会 舗装工学委員会：多層弾性理論による舗装構造解析入門、2005.4
- 2) 社団法人日本道路協会：舗装設計便覧、2006.2

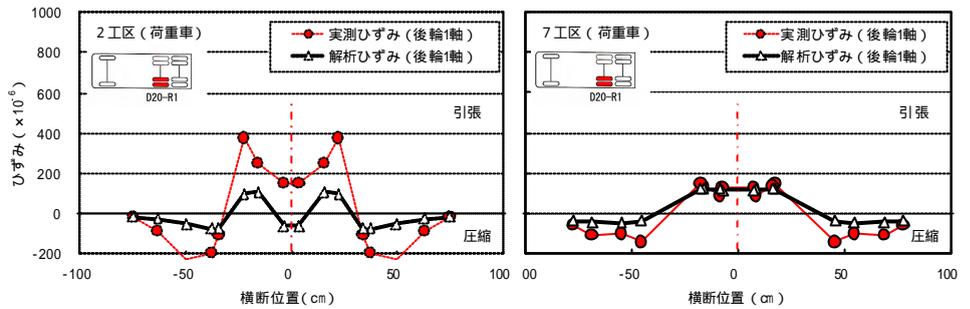


図-4 荷重車の後輪载荷における実測ひずみと解析ひずみ

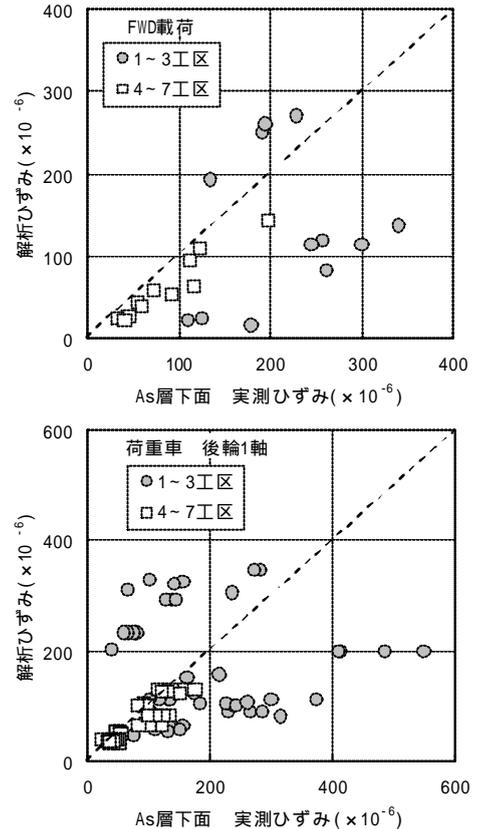


図-5 各工区における実測ひずみと解析ひずみの比較

(上：FWD 载荷による、下：荷重車による)

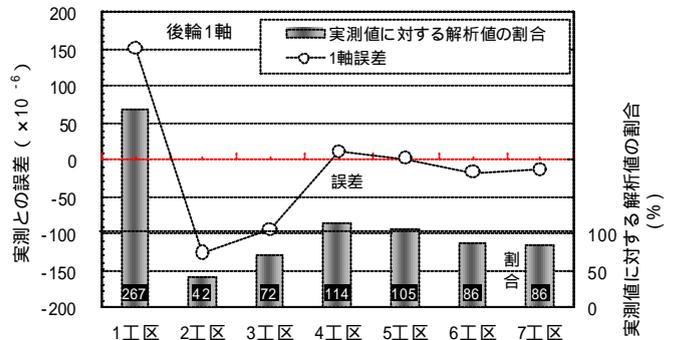


図-6 実測ひずみに対する解析ひずみの誤差および割合