

FWD 試験データを用いた空港舗装の構造評価に関する検討

東京電機大学 学生会員 ○竹原和也
 センチュリテック株式会社 正会員 小澤良明
 東京電機大学 フェロー会員 松井邦人

1. はじめに

FWD 試験は、舗装の構造評価のための非破壊試験として広く普及し、標準試験とみなされている。

FWD 試験は舗装構造表面に衝撃荷重を作用させる動的試験であるので、逆解析に動的解析を組み込むのが望ましい。

本研究では、FAA から提供を受けた FWD 時系列データを用いて逆解析を行い、その結果を報告する。

2. 実測データを用いた逆解析

舗装構造を平行な層からなる半無限多層構造でモデル化することができるものとする。円柱座標系を用いて、応力とひずみの間にフォークトモデルを適用し、ポアソン比が一定であると仮定すると、式(1a)のように表すことができる。

$$\begin{Bmatrix} \sigma_r \\ \sigma_\theta \\ \sigma_z \\ \tau_{rz} \end{Bmatrix} = \left(E + F \frac{d}{dt} \right) \begin{Bmatrix} b+2c & b & b & 0 \\ b & b+2c & b & 0 \\ b & b & b+2c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_r \\ \varepsilon_\theta \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{rz} \end{Bmatrix} \quad (1a)$$

$$b = \frac{\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}, \quad c = \frac{1}{2(1+\nu)} \quad (1b)$$

E はヤング係数、 F は粘性係数(剛性比例型)、 ν はポアソン比である。

実測データは、2000 年 10 月 25 日に FAA の試験サイトでの FWD 試験で測定したデータを用いる。

試験は各舗装で 2 セット行っており、試験舗装断面は表-1、表-2 と同じである。試験舗装 1 は路床が柔らかい舗装で、試験舗装 2 は路床が硬い舗装である。

逆解析結果は初期値の影響を受けると言われているので、一様乱数を用いて表-1 と表-2 の範囲で各層の初期ヤング係数を発生させ、50 組の初期値の組み合わせを準備し、ヤング係数の 1% の値を減衰係数の初期値とした。逆解析結果を表-3 に記す。解析結果は 1 セットだけで解析した場合と、2 セット 1 組で解析した場合で行い、各層のヤング係数と減衰係数を推定している。

表-1 舗装断面と力学定数(試験舗装 1)

		密度(kg/m ³)	ポアソン比	層厚(m)	弾性係数の範囲(MPa)
1層目	アスファルト混合物	2300	0.35	0.251	5,000 - 10,000
2層目	路盤	2242	0.35	0.752	100 - 300
3層目	路床	1949	0.4		20 - 100

表-2 舗装断面と力学定数(試験舗装 2)

		密度(kg/m ³)	ポアソン比	層厚(m)	弾性係数の範囲(MPa)
1層目	アスファルト	2300	0.35	0.133	5,000 - 10,000
2層目	砕石路盤	2545	0.35	0.276	100 - 300
3層目	路床	2095	0.4		100 - 500

表-3 逆解析結果 ヤング係数(MPa)

		1層目			2層目			3層目			載荷履歴
		セット1	セット2	複合	セット1	セット2	複合	セット1	セット2	複合	
試験舗装1 (LFS)	平均	6415	6779	6563	141	137	140	101	103	101	無し
	標準偏差	545	549	543	29.5	29.2	29.2	10.2	10.3	10.3	
試験舗装1 (LFS)	平均	5649	5552	5655	111	124	114	98	96	97	有り
	標準偏差	467	429	462	23.7	22.1	24.0	9.3	7.8	9.5	
試験舗装2 (HFC)	平均	9894	10675	10190	144	152	147	343	345	344	無し
	標準偏差	72	72	70	2.7	2.7	2.7	3.0	3.0	3.0	
試験舗装2 (HFC)	平均	10445	10225	10354	186	208	195	289	285	287	有り
	標準偏差	58	52	59	2.3	2.2	2.4	1.7	1.3	1.6	

キーワード：動的逆解析、FWD 試験、空港舗装、波動解析

連絡先：350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL：0492(96)5731 内線(2734)、FAX：0492(96)6501

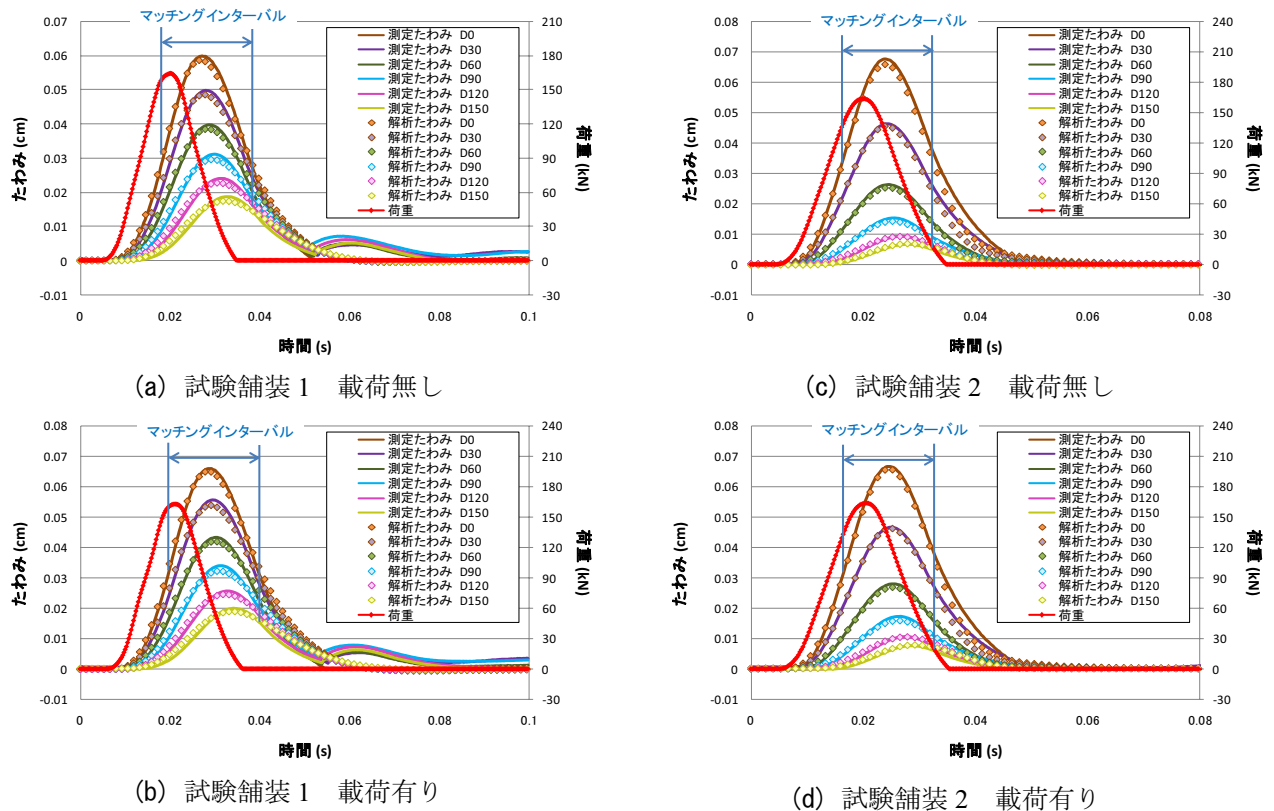


図 1 測定たわみと解析たわみの比較

3. 測定たわみと解析たわみ

測定たわみと解析たわみを図-1 に示す。測定データより、路床が柔らかい試験舗装 1 のとき、荷重履歴が有る場合〔図-1 (b)〕は、荷重履歴が無い場合〔図-1 (a)〕と比べてたわみが大きいことが見てとれるが、路床が硬い試験舗装 2 の場合では、荷重履歴が有る場合〔図-1 (d)〕と荷重履歴が無い場合〔図-1 (c)〕とでは差異は見られない。図-1 は 2 セット 1 組の逆解析で求めた解析たわみと、測定たわみデータのうちの 1 セットとを比較したものである。また、解析結果より、路床が硬い場合と柔らかい場合、荷重履歴が有る場合と無い場合の全てにおいて、着目した範囲での測定たわみと解析たわみの一致度は良い。

4. 逆解析結果

逆解析で得られた結果を表-3 に記す。解析結果より、路床が柔らかい試験舗装 1 のとき、荷重履歴が有る場合は、無い場合と比べてアスファルト混合物層、路盤、路床のヤング係数が大きいことが見てとれる。路床が硬い試験舗装 2 の場合では、アスファルト層のヤング係数は、荷重履歴が有る場合と無い場合の間では大きな差異は見られなかった。また、荷重履歴が有る場合の方が、無い場合に比べて路盤のヤング係数が大きく推定されている。逆に、路床のヤング係数は、荷重履歴が有る場合の方が、無い

場合に比べて小さく推定されている。試験舗装 1 と試験舗装 2 を比較すると、試験舗装 2 のアスファルト舗装のヤング係数が、試験舗装 1 の結果と比べて大きく推定されている。これは、路床が硬いことが原因だと考えられる。また、標準偏差より、試験舗装 1 の解析結果は、試験舗装 2 の結果と比べて 50 組の解析結果に多少のバラつきが見られる。

5. まとめ

- 解析たわみと測定たわみを比較したところ両者の波形が良く一致している事が確認された。
- 路床が柔らかい舗装では、荷重履歴が有る場合の方が、荷重履歴が無い場合と比べてヤング係数が大きく推定される結果となった。
- 路床が硬い舗装では、アスファルト層は荷重履歴が有る場合と無い場合の解析結果に差異は殆どなく、砕石路盤では荷重履歴が有る方が、路床では荷重履歴が無い方がヤング係数が大きく推定される結果となった。

謝辞

本研究で使用した FWD データは、FAA で測定されたものである。FAA 及び情報提供をしてくれた Dr.Guo に謝意を表します。