

St.Venant の原理を考慮した FWD 試験データの逆解析

東京電機大学大学院 学生会員 ○佐々木靖雄 細川潤
日本舗道(株)技術研究所 正会員 MAINA,James
東京電機大学大学院 フェロー会員 松井邦人

1. はじめに

St.Venant の原理によると「力の実分布を力学的に等価な荷重で置き換えると、物体内の応力とひずみの分布の変化は載荷点付近にのみ生じる」。

FWD試験機は舗装表面に衝撃荷重を作用させ、載荷点中心および半径方向の数点で表面たわみを測定している。このたわみから直接舗装を診断する方法と逆解析により診断する方法がある。逆解析で診断する場合、以下の2つの仮定を行う。

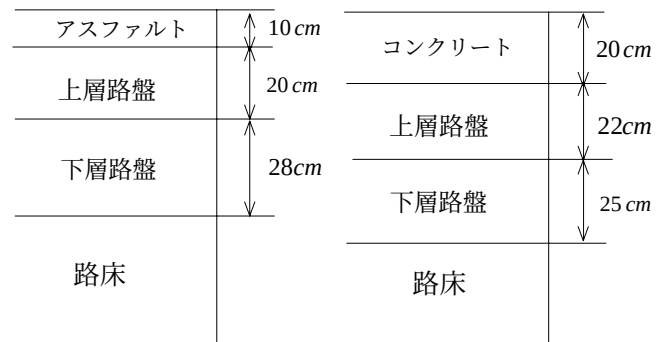
- 1) 舗装は線形多層弾性体とする
- 2) 荷重は半径 15cm に円形等分布とする

実態がこれらの仮定のどちらか一方でも満足していなければ、逆解析結果はその影響を受けたものとなる。St.Venant の原理によると、荷重分布状態は載荷点付近のたわみだけに影響を与え、載荷点から少し離れるとほとんど影響しないことになる。また載荷点直下では応力が非常に大きくなり、アスファルト舗装の場合必ずしも線形弾性挙動するという保証はないが、載荷板から少し離れると応力レベルも急激に減少する。このような理由により、逆解析を行うとき、D0(載荷点)たわみを含めた場合と、含めない場合で結果の相違を比較することの意味は大きい。

本研究では、第2回FWD共通試験データを用いている。逆解析はBALM'99(静的)とDBALM'97(動的)を用いて行っている。

2. 舗装断面と測定データ

対象とした舗装断面は、アスファルト舗装とコンクリート舗装の2種類であり、それらの断面を図-1に示す。測定された荷重とたわみの時系列データの一例を図-2に記した。静的逆解析ではピーク値だけを用いているのに対して、動的逆解析では荷重とたわみの波形を用いている。



アスファルト構造 コンクリート構造
図-1 舗装構造

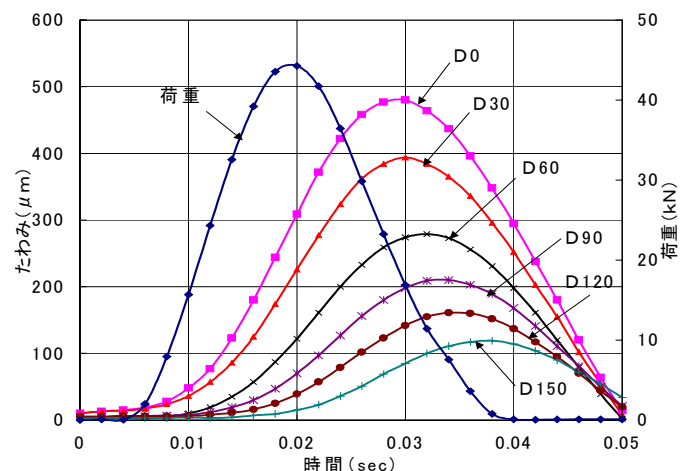


図-2 時系列データ

3. 解析結果と考察

(1)アスファルト舗装

逆解析に使用したデータは7機関のFWDで測定したものである。どのデータも荷重の最大値がほぼ5トンで測定されている。静的逆解析と動的逆解析の一例を表-1に示した。路床の弾性係数はD0たわみの有無の影響を受けない。アスファルト層と下層路盤ではD0たわみの有無が結果に大きく影響している。すなわち、このアスファルト舗装は1.で述べ

キーワード: St.Venant の原理 FWD D0 たわみ 弾性係数
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

た仮定を満たしていないといえる。

図-3は7機関のデータを用いて逆解析して求めたアスファルト層の弾性係数である。縦軸に逆解析弾性係数、横軸に機関名とする。D0 たわみを逆解析に考慮した場合、弾性係数の値が機関により大きく変動しているが、D0 たわみを含まずに逆解析すると、機関の間の差はずっと小さく、また静的結果と動的結果の差も比較的小さい。一方、D0 たわみを考慮した場合、静的および動的逆解析にかかわらずアスファルト層の弾性係数を大きく推定している。すなわち、アスファルト舗装では、静的逆解析と動的逆解析の差より、D0 たわみの有無の影響が大きい。

(2)コンクリート舗装

コンクリート舗装の逆解析結果の一例を表-2に示す。アスファルト舗装と比べるとD0 たわみの有無の影響は各層とも小さい。よって、このコンクリート舗装は1. で述べた仮定をほぼ満たしていると考えられる。

図-4は7機関のデータを用いて逆解析して求めたアスファルト層の弾性係数である。見方は図-3と同様である。アスファルト舗装の図-3と比べて、D0 たわみの有無が静的逆解析および動的逆解析に及ぼす影響は小さい。この理由は、図-5におけるコンクリートの応力-ひずみ曲線がアスファルトに比べてより線形に近いためと思われる。また、静的逆解析で求めたコンクリート層の弾性係数は、動的逆解析で求めた弾性係数と比べて大きな値を示している。すなわち、コンクリート舗装では動的に逆解析を行うか静的に逆解析を行うかの影響はD0 たわみ有無の影響より大きい。

4. おわりに

本研究ではSt.Venantの原理が逆解析に有意な影響を与えるのかどうかを、2種類の舗装を用いて検討した。この結果次のようなことが明らかになった。

1)アスファルト舗装構造では、D0 たわみの有無が大きく逆解析結果に顕著に表れており、1. の仮定を満たしていないといえる。

2)コンクリート舗装ではD0 たわみの有無が逆解析におよぼす影響は小さい。むしろ動的に逆解析したほうが結果のばらつきは小さいようである。

表-1 アスファルト構造の逆解析弾性係数

	逆解析弾性係数 (MPa)			
	静的		動的	
D0たわみ	あり	なし	あり	なし
アスファルト層	8389	6429	9780	6605
上層路盤	687	532	546	434
下層路盤	115	164	78	145
路床	69	67	33	33

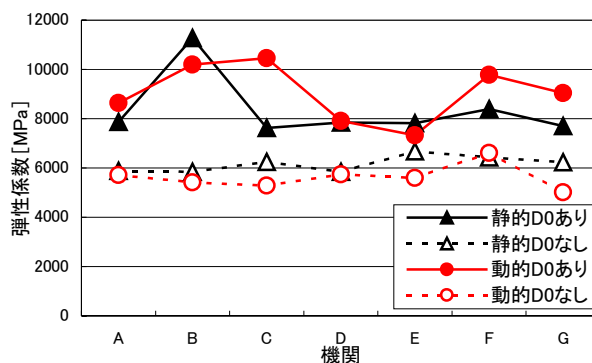


図-3 アスファルト層の逆解析弾性係数

表-2 コンクリート構造の逆解析弾性係数

	逆解析弾性係数 (MPa)			
	静的		動的	
D0たわみ	あり	なし	あり	なし
コンクリート層	20972	21168	19992	19796
上層路盤	428	424	357	375
下層路盤	183	181	141	209
路床	117	117	79	71

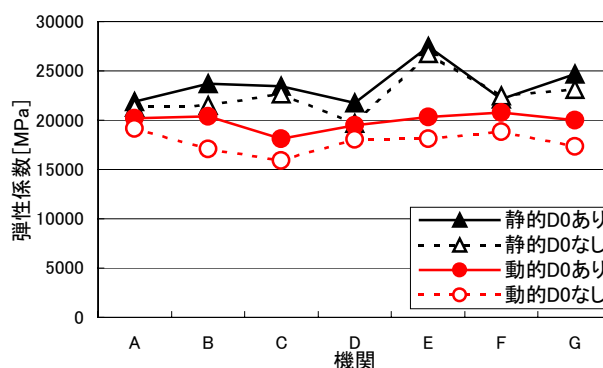


図-4 コンクリート層の逆解析弾性係数

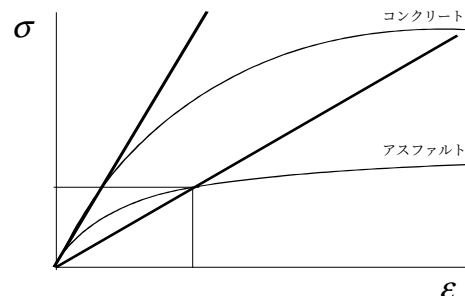


図-5 応力 - ひずみ曲線