

# FWD 試験での舗装版のたわみと数値解析結果との比較

早稲田大学理工学部 学生会員 星野 聡志  
 早稲田大学理工学部 フェロー 清宮 理  
 運輸省港湾技術研究所 正会員 八谷 好高

## 1.はじめに

FWD (Falling Weight Deflectometer) による舗装の構造評価法としては、現地点では荷重とたわみのピーク値のみを取り出して解析を行なう静的逆解析が主流となっているが、舗装の下層の弾性係数が上層の弾性係数を上回るという逆転減少が生じるなど、工学的に妥当と思われぬ解析結果が得られることもある。そこで、荷重とたわみの時刻歴を考慮に入れた動的逆解析が注目されるようになった。本研究は、半たわみ性舗装実物大実験により得られた、荷重とたわみの時刻歴をもとに動的 FEM 逆解析を行ない、たわみを比較して各層の弾性係数を推定することを目的とした基礎的な計算を実施した。さらに、今回の実験で併せて測定した加速度の時刻歴をもとに線形加速度法により舗装の表面たわみを推定し、動的有限要素法により求めた荷重に対するたわみの応答との比較を行なった。これらの計算結果について述べる。

## 2.実験方法

実験方法を図 1 に示す。ここで、 $D(n)$  の  $n$  は荷重の中心からの距離 (cm) を示すものとする。図 1 より今回の実験においては、たわみセンサーと加速度計は 30cm 離れた位置に設置されており、実際の荷重の中心からの距離は、たわみセンサーの  $D30$  と加速度計の  $D0$  が等しいことになる。また、荷重は載荷版の下に設置されているロードセルによって測定したものをを用い、測定時間間隔は、荷重およびたわみは 0.2msec、加速度は 1msec である。

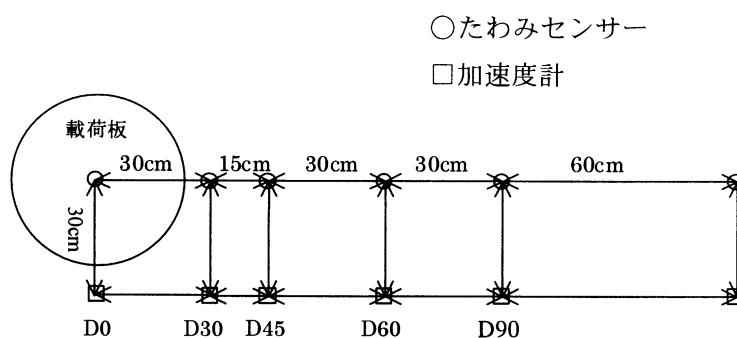


図 1 実験方法

## 3.地盤条件

地盤条件を表 1 に示す。弾性係数はポアソン比を 0.3 として多層弾性理論により静的に算定したものである。しかし、1 層目はアスファルト舗装の表層に半たわみ性舗装材料(アスファルト混合物にセメントミルクが充填されたもの)を用

表 1 地盤条件

	層厚 m	単位体積重 量 kN/m <sup>3</sup>	弾性係数 kN/m <sup>2</sup>	ポアソン比 (仮定)
1 層目	0.1	26.487	18246600	0.15
2 層目	0.484	22.563	2060100	0.3
3 層目	5.416	18.639	323730	0.3

いた半たわみ性舗装であることに注目し、波形性状を比較したうえで、1 層目のポアソン比は 0.15 と仮定をし、動的解析によりたわみの基準値を算定した。そのうえで、各層の弾性係数を基準値から系統的に増減させて求めた荷重に対する動的なたわみの応答を求め、加速度の時刻歴をもとに線形加速度法により推定したたわみとの比較を行なった。

キーワード：FWD, 動的逆解析, 加速度, 有限要素法

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16F-01 TEL&FAX 03-5286-3852

#### 4. 解析方法

荷重データをもとにした解析に用いたモデルは、図 2 に示す 4 分の 1 対称型モデルを使用した。要素は立体要素で、要素数は 4536 である。解析対象とするデータは荷重レベル 100kN、測定点は D0、D30 のものとし、解析対象時間は 0msec から 60msec で、計算間隔は 0.2msec とした。ここで、解析に用いた荷重データを図 3 に示す。50ms を過ぎると荷重値はゼロとなる。また、線形加速度法によるたわみの算定に用いた加速度データも荷重データと同条件で計算した。ただし、計算間隔は 1msec とした。ここで、計算に用いた加速度データを図 4 に示す。

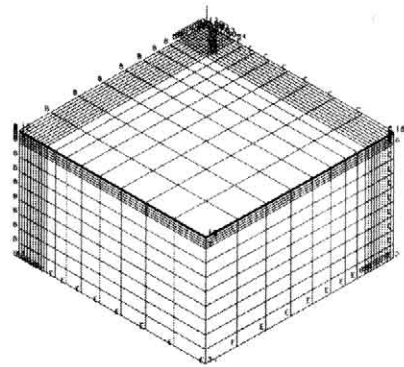


図 2 解析モデル

#### 5. 解析結果

D0 および D30 についての荷重に対する動的なたわみの応答の基準値波形を図 5 に、線形加速度法によるたわみの波形を図 6 にそれぞれ測定値と併せて示す。図 5 より、荷重に対する動的なたわみの応答と測定値とはピーク値および波形の一致が見られなかった。また、各層の弾性係数を増減させても、ピーク値および波形の一致には至らなかった。図 6 より、実際の測定距離の等しい D0 の線形加速度法によるたわみと、D30 のたわみの測定値は、波形およびピーク値がよく一致した。

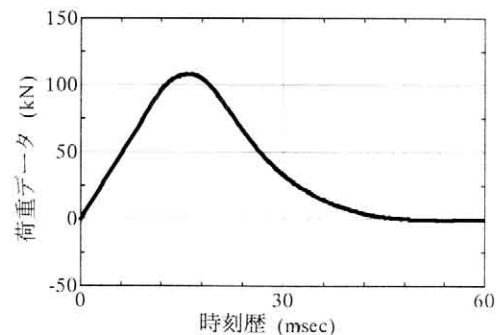


図 3 解析対象荷重データ

#### 6. 結論

荷重に対する動的なたわみの計算による応答は、測定値とあまり一致しなかった。しかし、加速度の時刻歴をもとにした線形加速度法によるたわみは、波形およびピーク値が実際の測定距離の等しい地点で測定値とよく一致した。また、荷重データを元にした動的逆解析において、たわみの応答は、D0 は 1 層目、D30 から D150 は 3 層目の弾性係数を増減させるとピーク値が大きく変化すること、ポアソン比はたわみの波形およびピーク値にほとんど影響を及ぼさないことが判明した。今後、動的逆解析の検討を更に行なって、測定値と一致しない原因について調べたい。

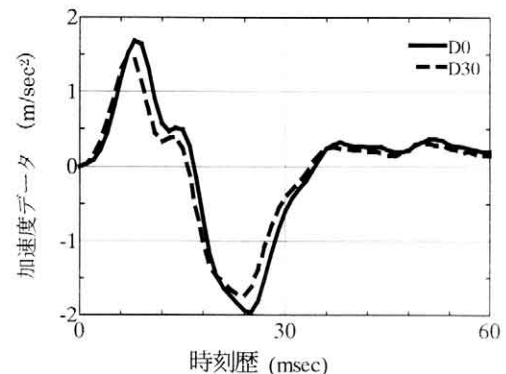


図 4 解析対象加速度データ

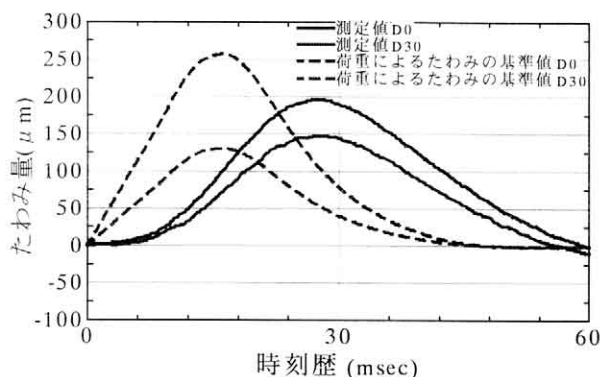


図 5 荷重に対するたわみの応答

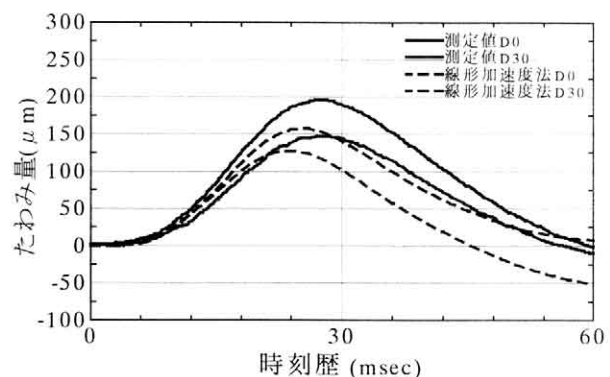


図 6 線形加速度法によるたわみ

【参考文献】(1)八谷好高他：コンクリート舗装構造の非破壊評価法の開発 港研報告 Vol.26 No.2 1987.6 pp.469~472 pp.488~490 (2)金井利浩他：時系列データを用いた動的 FEM による逆解析に関する研究 第 1 回舗装工学講演会講演論文集 1996.12 pp.39~48