

## 衝撃載荷試験時に基盤が舗装の応答に与える影響について

東京農業大学 正会員 ○川名 太, 小梁川 雅, 竹内 康  
東京電機大学 松井 邦人

### 1. 目的

舗装の非破壊試験法として、FWD 試験や小型 FWD 試験が活用されている。これらの試験では、一般にたわみに基づいて舗装構造の評価が行われるが、実際に舗装の応答を計測するために用いられているセンサは、変位計、速度計および加速度計など様々である。加速度計や速度計を用いる場合には、何らかの数理的な処理を行って、たわみを評価することになるので、条件によっては、著しく不合理なたわみが得られることがある。しかしながら、これらの誤差の影響が構造評価の結果に与える影響については、あまり明らかにはされていない。

FWD 試験や小型 FWD 試験は衝撃載荷試験であるので、これに基づいて舗装構造の評価を行う場合には、動的解析を用いることが望ましい。この場合、たわみの時系列データを取り扱うことが一般的ではあるが、試験で得られるデータが速度や加速度の時系列データの場合には、上記の理由により、それを直接用いることが有効であると考えられる。著者らは、変位、速度および加速度の時系列データに対応した動的逆解析プログラムの開発を行っているところである。本報告では、その順解析における速度および加速度の算定方法について検討を行い、その妥当性について検証を行った結果を示す。また、ベッドロックが存在する場合の舗装の応答について検討を行った結果を示す。

### 2. 速度および加速度の算定方法

著者らが開発した波動伝播理論に基づく動的解析プログラム<sup>2)</sup>では、周波数領域における舗装の応答を Hankel 変換を用いて計算し、それを Fourier 逆変換して、変位や応力の時系列データを得ている。周波数領域において、変位と速度および変位と加速度の関係は、以下の式を用いて表すことができる。

$$V(\omega) = i\omega \cdot D(\omega) \quad (1)$$

$$A(\omega) = -\omega^2 \cdot D(\omega) \quad (2)$$

ここに、

$D(\omega)$  : 周波数領域における変位

$V(\omega)$  : 周波数領域における速度

$A(\omega)$  : 周波数領域における加速度

$\omega$  : 角振動数

ここでは、式(1)を用いて、周波数領域において速度と加速度を算定し、それを Fourier 逆変換することで、変位と加速度の時系列データを得た。

図-1 の舗装モデルを対象として、舗装表面の変位、速度および加速度を算定した結果を図-2 に示す。図では、載荷板中央より 0, 30, 60, 90 および 120cm の位置での応答を  $D_0$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{60}$ ,  $D_{90}$  および  $D_{120}$  として示している。各位置におけるたわみのピーク発生時刻での速度はゼロであり、速度の極値の発生時刻において加速度がゼロになっていることがわかる。このことより本計算結果の妥当性が示されたものといえる。

### 3. 基盤の影響

ここでは、ベッドロック（基盤）が舗装の応答に与える影響について検討した結果を示す。図-1 に示す舗装モデルの表面から 1.0m の位置に  $E_4=100\text{GPa}$  の半無限層を設定し、載荷板中央より 120~260cm の位置での応答を算定した。図-3 には、計算で得られた変位、速度および加速度を示している。それぞれの応答は、ベッドロックが存在しない場合に比べて、非常に小さくなっている。図-3(a)のたわみでは、載荷板から離れるほど変位が減少していき、載荷板から 180cm より離れた位置に置いては、負の応答が得られている。図-3(b)および(c)では、同位置において、位相が反転していることが確認される。この現象は、ベッドロックが存在しない場合には、確認されない。このことは、ベッドロックでの反射波による寄与が示唆される。なお、このような影響が生じる位置は、ベッドロックが深くなるほど、また、表層の剛性が高くなるほど載荷板から離れる傾向にあることが確認された。

キーワード 多層弾性理論, 波動伝播解析, 舗装構造評価, FWD 試験

連絡先 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科 TEL 03-5477-234

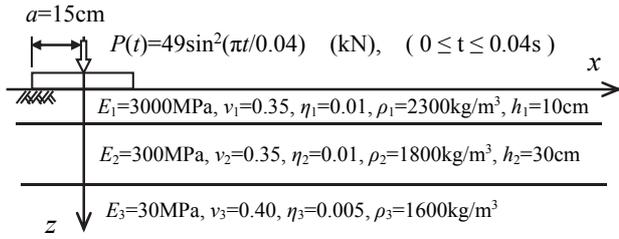
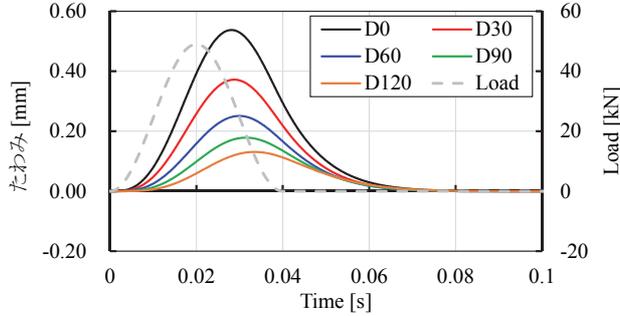
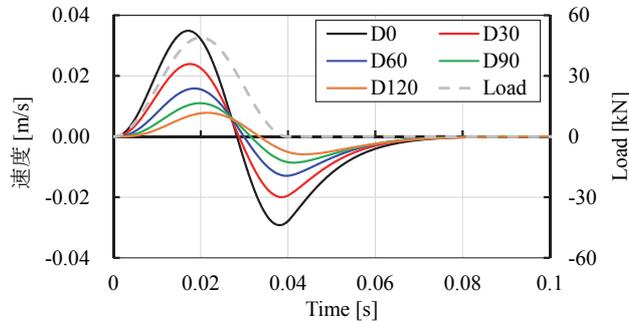


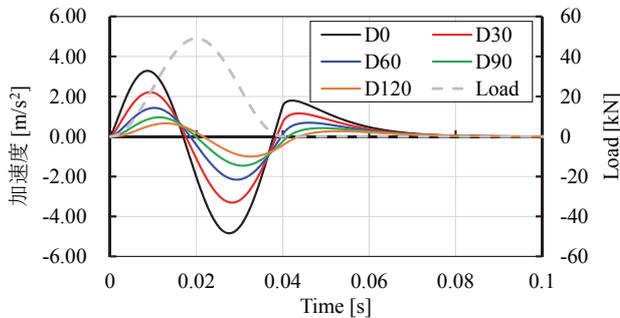
図-1 計算モデル



(a) 鉛直変位 (たわみ)



(b) 速度



(c) 加速度

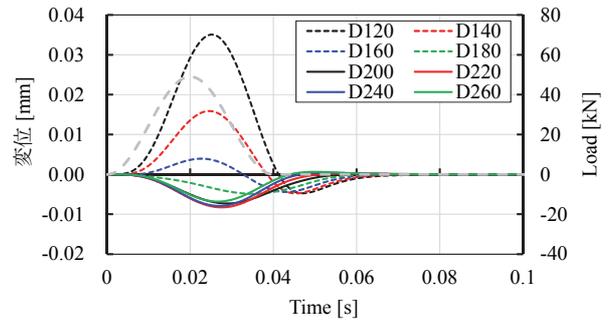
図-2 時系列データの計算例

4. まとめ

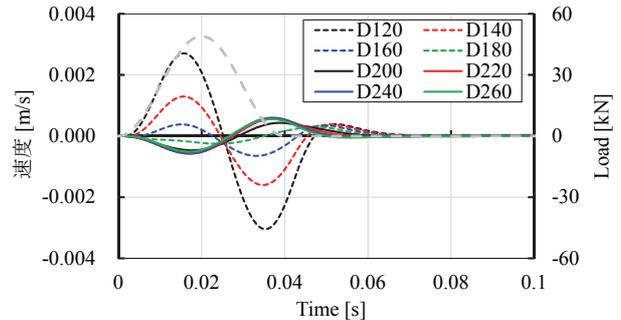
動的逆解析の順解析における速度および加速度の算定方法について検討を行い、その妥当性を示した。ま

参考文献

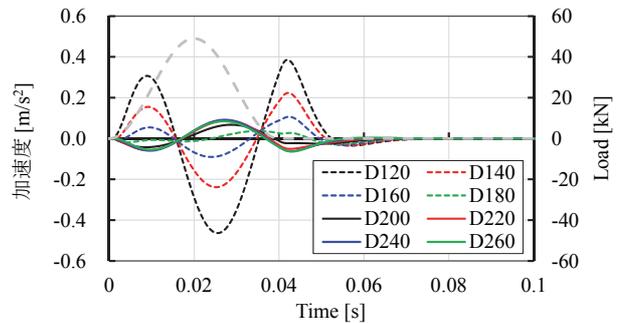
- 董 勤喜, 坪川将丈, 八谷好高, 松井邦人: 速度と加速度データを用いた舗装構造の逆解析, 土木学会舗装工学論文集 第6巻, pp.110-116, 2001.
- 川名太, 久保和幸, 松井邦人: 体積ひずみを用いた動的荷重に対する軸対称多層弾性構造の理論解, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.69, No.3 (舗装工学論文集 第18巻), pp.I\_117-124, 2013.



(a) 鉛直変位 (たわみ)



(b) 速度



(c) 加速度

図-3 時系列データの計算結果

た、ベットロックが存在する場合の舗装の応答について検討を行い、ベットロックが存在することで、舗装の応答が小さくなること、また、ベットロックによる反射波の影響を確認した。ベットロックの弾性係数が今回の検討よりも小さく、表層の弾性係数が損傷により低下した場合でも図-3のような現象が起こるものと予想される。今後は、本プログラムを用いて実測データの解析を実施し、舗装の損傷と動的たわみの関係について検討していく予定である。