

# アスファルト舗装の表層における弾性波を用いた 弾性係数の推定方法に関する研究

Research on the stiffness of the asphalt pavement using shearing wave

|                |      |                        |
|----------------|------|------------------------|
| 北海学園大学工学部土木工学科 | ○学生員 | 安達哲郎 (Teturo Adachi)   |
| 北海学園大学大学院      | 学生員  | 皆木孝英 (Takahide Minaki) |
| 北海学園大学工学部      | 正 員  | 上浦正樹 (Masaki Kamiura)  |

## 1. はじめに

現在、道路整備は進んでおり、建設の時代から維持、修繕の時代へと移り変わっている。道路舗装で一番劣化が激しいのは、交通荷重を直接受ける表層であるとされ、その劣化状態を診断する指標として弾性係数が挙げられる。アスファルト舗装の弾性係数を評価する方法として、FWD試験、小型FWD試験、室内三軸試験、平板載荷試験等がある。本研究では、弾性係数をFWD試験から推定する方法と、アスファルト舗装表層に設置した金属板を打撃することにより弾性波（P波、S波）を発生させ、その速度から推定する弾性波探査による方法とを比較し、弾性波探査の適用性について検討する。

## 2. 研究方法

弾性波探査から推定される弾性係数  $E$  をFWD試験で推定されるデータと比較し、その適用性を確認するため札幌貨物ターミナルのコンテナ荷役作業ホームで試験を行う。

### 2. 1 弾性波探査

弾性波探査とは、アスファルト舗装表層に設置した金属板をハンマーで縦、横から打撃した際に発生する弾性波が伝播するときの速度を測定することにより、アスファルト舗装表層の剛性を評価するものである<sup>1) 2)</sup>。求める弾性波にはP波およびS波があり、表層に圧縮力を加えることによりP波を、またせん断力を加えることによりS波を発生させ、表層中を直接的に伝播してきたP波およびS波を200G、100G、5Gの順に設置した3つの加速度計で計測し、加速度計間の距離と各加速度計で計測した弾性波の時間差により、各伝播速度を求める。さらに、得られた各伝播速度からを用いてアスファルト舗装表層のポアソン比、剛性率、弾性係数を推定する。試験概要図、実験風景を図-1、2に示す。

### 2. 2 FWD試験

FWD（フォーリングウェイトデフレクトメータ）は舗装路面のたわみ測定装置である。原理は載荷板上におもりを落下させ、載荷板直下と載荷板から離れて設置した何点かのセンサからたわみを測定し、舗装体を多層弾性体と仮定して逆解析をすることにより、3層以上の舗装構成各層の弾性係数を非破壊で求めることができる。FWDを図-3に示す。

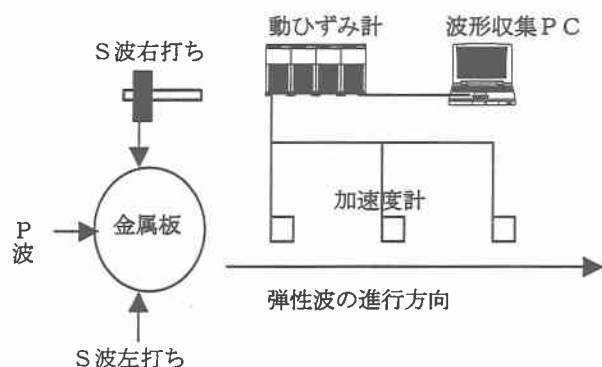


図-1 試験概要図



図-2 実験風景



図-3 FWD 測定装置

3. 1 弾性波探査による測定結果

試験で計測された弾性波の波形を図-4、5で示す。それぞれの加速度計で計測した波形の立ち上がりの時間差と、加速度計間の距離から弾性波の速度を求めた結果、P波速度  $V_p=2083\text{ (m/s)}$ 、S波速度  $V_s=956\text{ (m/s)}$  となった。また、弾性係数  $E$  を(1)、(2)、(3)式から求める。解析条件、結果を表-1に示す。

$$\nu = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1} \tag{1}$$

$$G = \rho V_s^2 \tag{2}$$

$$E = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G \tag{3}$$

$\rho$  : 単位体積重量  
 $G$  : 剛性率

3. 2 FWD試験の測定結果

多層弾性理論により逆解析した結果、表層の弾性係数  $E=6.1 \times 10^3\text{ (Mpa)}$  となった。測定結果を図-6に示す。

4. 考察

2つの弾性係数の値はほぼ等しく、示方書によるアスファルト舗装表層の弾性係数  $E=6.0 \times 10^3\text{ (Mpa)}$  ともほぼ等しいため、弾性波探査により弾性係数を推定する本試験の適用性が立証されたとと言える。

5. 今後の展望

金属板をハンマーで打撃し弾性波を発生させるという人力の試験方法では、測定距離が2mを超えると、加速度計で弾性波を測定できない。今後は、機械等を用いることにより測定距離を伸ばし、試験の精度を上げる必要がある。加速度計のアスファルト舗装への設置方法にも改良の余地があると思われる。

また、アスファルト舗装の弾性係数の温度依存性について、温度が低くなると弾性係数が上がると考えられるため、今後の試験で検証する。

最後に今回の試験にご協力頂いた JR 貨物北海道支社の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 物理探査学会：物理探査ハンドブック
- 2) 物理探査学会：理探査適用の手引き

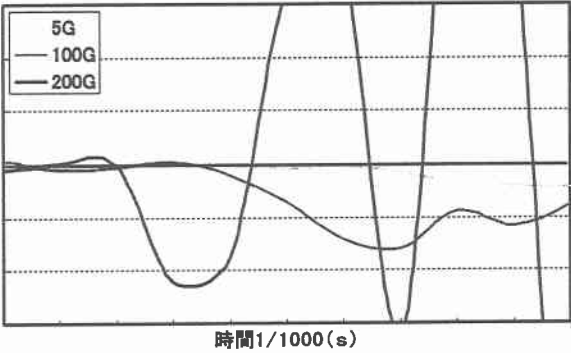


図-4 P波形記録図

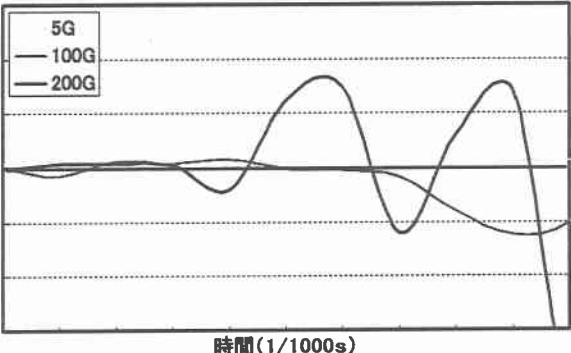


図-5 S波形記録図

表-1 弾性波探査による弾性係数推定結果

|      |                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 解析条件 | $V_p=2083\text{ (m/s)}$<br>$V_s=956\text{ (m/s)}$<br>$\rho=2310\text{ (kg/m}^3\text{)}$ |
| 解析結果 | $\mu=0.37$<br>$G=2.1 \times 10^3\text{ (Mpa)}$<br>$E=5.7 \times 10^3\text{ (Mpa)}$      |

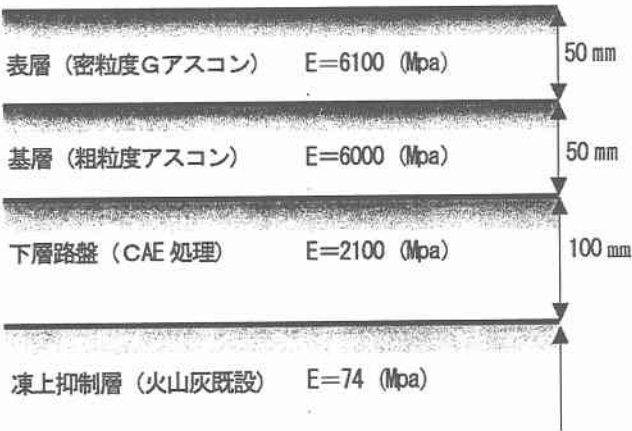


図-6 FWDによる弾性係数推定結果