

## 小型 FWD の第 2 センサを用いた弾性係数推定の可能性の一考察

北海学園大学 学生員 上畑 一樹  
 北海学園大学 正 員 上浦 正樹  
 北海道工業大学 正 員 笠原 篤  
 北海学園大学 学生員 皆木 孝英

### 1. はじめに

現在の小型 FWD による地盤の測定では、重錘を数回落下させ、荷重と変位量がそれぞれ一定値に収束することを確認した後に測定を開始することとされている。しかし、数回重錘を落下させることにより地盤を締固めてしまい、ゆるい地盤等の場合には地盤の性状を正確に把握するのは困難であると考えられる。

そこで本研究では、小型 FWD の第 2 センサを用いて地盤の締固め程度の評価指標である弾性係数を推定する事を最終目的として、そのための基礎研究として室内グラウンドに小型 FWD を載荷して、第 2 センサ下の変位量から求められる弾性係数についてその特性を把握する。ここで小型 FWD 装置の概要を示す。小型 FWD とは、FWD を小型・簡略化して持ち運びを可能としたもので速度計とロードセルにより測定した変位量と荷重を使用し、弾性係数  $E$  や地盤反力係数  $K$  を測定する機器である。

### 2. 研究方法

第 2 センサを用いるための第 2 センサの弾性係数を決定するため、第 2 センサの周りに小型 FWD を載荷して、小型 FWD 直下での地盤変位と第 2 センサでの地盤変位、またその値を解析して求める弾性係数をそれぞれ比較して第 2 センサで求めた地盤変位の安定性を検証する。

### 3. 試験方法

第 2 センサを測定地盤に置き、第 2 センサを中心とした半径 10cm の円周上に 4 箇所小型 FWD 本体で重錘を落下させて荷重を載荷する。載荷回数は 1 箇所につき 10 回とし、小型 FWD 直下と第 2 センサの変位を測定する（写真-1）。

### 4. 試験結果

小型 FWD の衝撃荷重を 2kN、3kN、4kN に設定して第 2 センサを中心に載荷した。図-1 は載荷荷重 2kN のときの落下回数と変位の関係を示している。載荷回数初期では直下変位が大きいが 3 回目以降から 0.4mm 付近に収束し、同時に第 2 センサの変位もばらつきがあるものの一定値に収束していている。落下回数と載荷荷重の関係を図-2 に示す。落下回数と変位の関係と同じく 3 回目までで一定値に収束している。この様子は 3kN、4kN の場合にもうかがえる。小型 FWD を用いた試験で求めた値を順解析ソフト ELSA を用いて解析を行い弾性係数を推定した。

弾性係数の推定は、FWD 本体直下の変位を使用し推定した  $E_1$  と第 2 センサの変位を使用し推定した  $E_2$  とに分けて行った。図-3 は  $E_1$  のグラフである。この図から弾性係数は落下回数を重ねるごとに大きくなり、図-1、2 と同じく落下回数 4 回目以降は一定値に収束していく傾向にある。それに対して、図-4 は  $E_2$  のグラフである。こちらのグラフは図-3 とは逆に弾性係数は落下回数を重ねるごとに小さくなっていく。しかし、落下回数 4 回目以降は一定値に収束していく現象は変わっていない。図-5 は  $E_2$  と  $E_1$  の比のグラフである。この  $E_1$  と  $E_2$  の比を変化率  $U$  とする。変化率は他のグラフと同じく 4 回目以降に 1 に収束している。

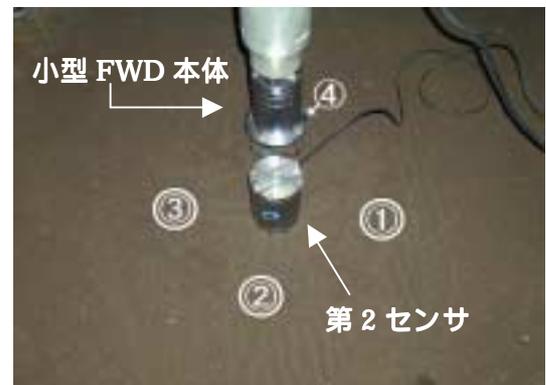


写真-1 実験手順

キーワード：小型 FWD、弾性係数、第 2 センサ

連絡先 : 〒064-0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1-1 TEL(011)841-1161 (内 750)

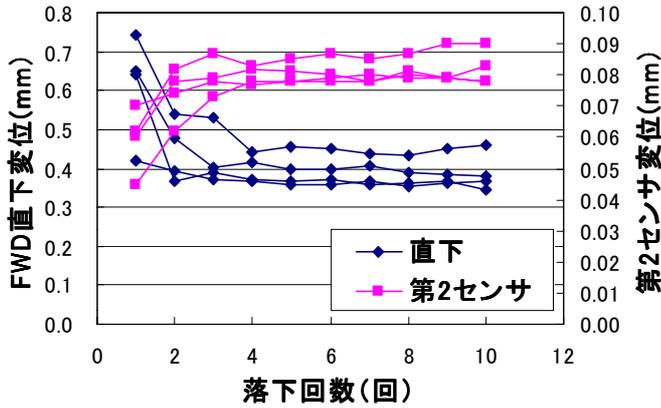


図-1 落下回数と変位の関係 (2kN)

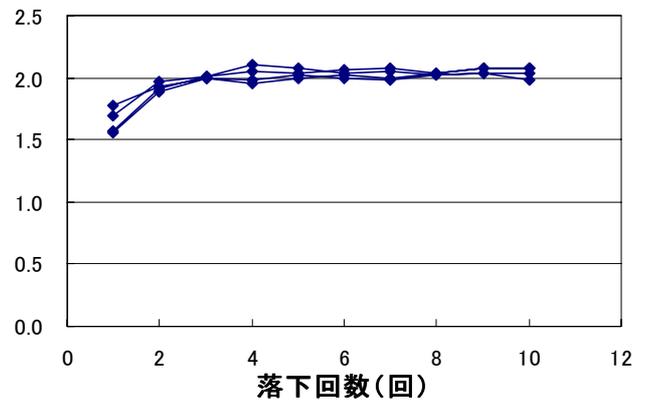


図-2 落下回数と載荷荷重の関係 (2kN)

5. 考察

図-1、2 では、落下回数が 4 以上ではほぼ一定値になっている。この小型 FWD 本体直下の締固まる現象により、初期落下の時点では衝撃荷重が小さく出ている。そのため第 2 センサ下の地盤には衝撃が完全に伝わらず、落下回数を追うごとに変位が大きくなっている。この現象は落下回数 4 回目まで続いていることから 4 回目以降は地盤が締固まっていると言える。

また、図-3、4 も同様の理由により、小型 FWD 本体直下の変位を使用し求めた弾性係数  $E_1$  と第 2 センサの変位を使用して求めた弾性係数  $E_2$  とでは収束までの挙動で正反対の現象が起こっている。

また、図-5 において  $U$  が 1 に収束している。

このことより、現在の小型 FWD の試験方法では締固まった後の弾性係数を求めているといえる。しかし、第 2 センサの変位は直接載荷を行わないのでより原地盤に近い値が出ていると考えられる。

以上より、変化率  $U$  は落下回数が多くなるにつれて 1 に収束する傾向にある。また、落下回数が少ないところでは  $U$  が 1 よりはるかに大きい。

6. 展望

今回の試験では、現在の小型 FWD の試験方法では原地盤の弾性係数ではなく、締固まった後の弾性係数を求め地盤の評価を行っていたことが明らかになった。今後は様々な地盤で試験を行い変化率  $U$  と原地盤の弾性係数との関係を検証し、第 2 センサで原地盤の弾性係数を求める可能性を検証したい。

参考文献

- 1) 財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 - 省力化軌道用土構造物  
平成 11 年 12 月、丸善 pp220 ~ p223

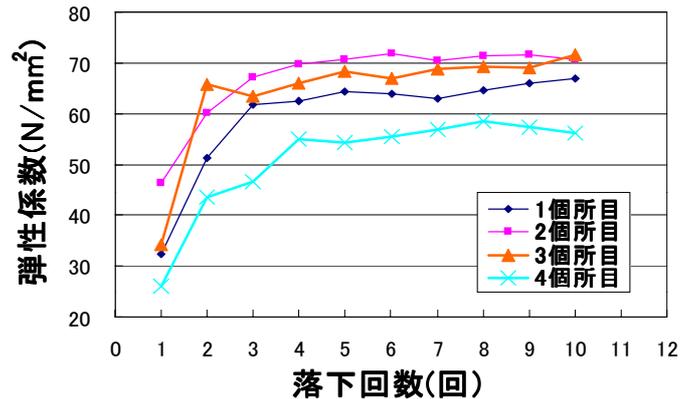


図-3 直下変位より推定した弾性係数  $E_1$

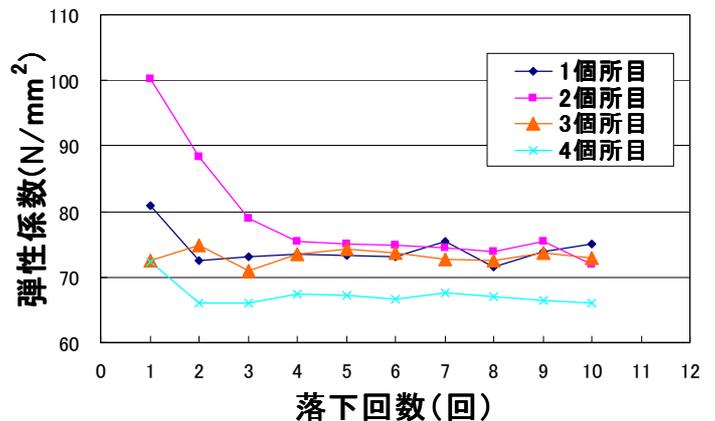


図-4 第 2 センサの変位より推定した弾性係数  $E_2$

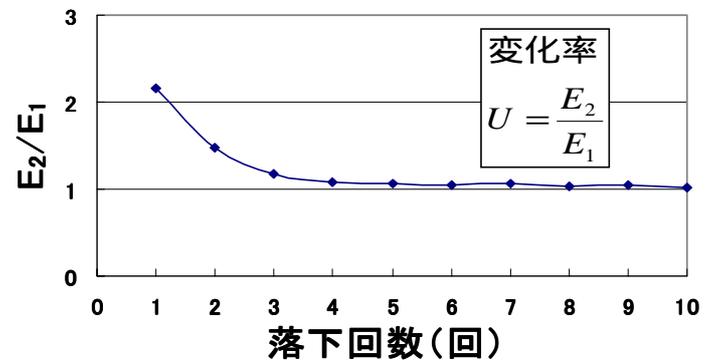


図-5 変化率