

小型 FWD 試験機の礫質地盤への適用について

東亜建設工業（株） 正会員 ○ 北澤 真 山根 信幸
正会員 御手洗 義夫 中村 明教
中部国際空港（株）建設事務所長 上用 敏弘

1. はじめに

一般的に、造成された地盤の支持力や剛性を評価する場合には、道路の平板載荷試験や繰り返し平板載荷試験が実施されている。しかし、大規模な土木工事の施工・品質管理を適切に実施するには、造成地盤を機動的にかつ高密度に調査できる試験方法が求められている。小型 FWD 試験機は、簡易に地盤の剛性を評価する装置として、近年注目を集めているが、載荷能力等の制約により、粒径の大きな礫質地盤への適用事例は少ないのが現状である。そこで今回、小型 FWD 試験機の載荷能力を増加させた、改良型の試験機を開発し、最大粒径 300mm の礫質地盤に対して、その適用性の確認試験を実施した。本論文では、小型 FWD 試験機の礫質地盤への適用性を検討するとともに、得られたデータのばらつきについての検証結果について報告する。

2. 対象地盤の概要

今回の適用性確認試験は、現在建設中である中部国際空港の、滑走路部路床として造成された地盤を対象として行った。図-1 に調査位置図を示す。路床の造成に使用された材料は、最大粒径 300mm 以下の礫分 85% 程度の砂岩・頁岩であり、それを一層当たりの撒き出し厚 50cm、起振力 350kN 級の振動ローラにて 8 回転圧して造成されている。

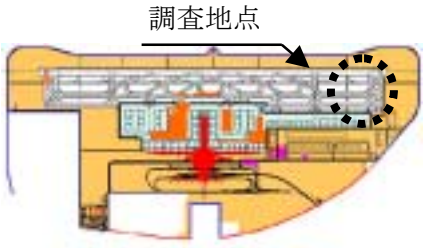


図-1 調査位置図

3. 適用性確認試験

3.1 小型 FWD 試験機の構造

今回開発した改良型の小型 FWD 試験機の構造を図-2 に示す。試験に使用した小型 FWD 試験機は、重錘重量 30kg、載荷板直径 30cm を用い、最大 700kN/m² 程度の載荷能力が得られる仕様である。また試験時の重錘落下高さは 60、90、120cm の 3 段階を標準とし、最大荷重および最大変位とともに、重錘落下一回ごとの地盤変位と加速度の波形が収録できる仕様となっている。また人力運搬が可能であり、組み立て設置を含めた計測時間が約 15 分/地点であり、機動性に非常に優れたものである。

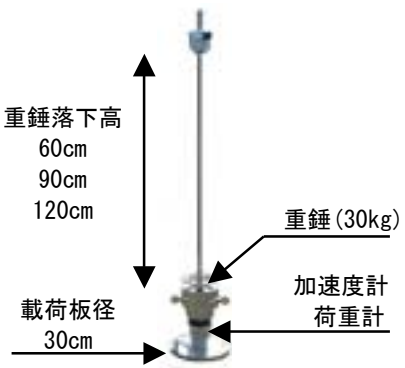


図-2 小型 FWD 構造

3.2 試験項目及び数量

実施した試験の項目及び数量を表-1 に示す。今回の適用性確認試験は、小型 FWD 試験とともに道路の平板載荷試験、繰り返し平板載荷試験を実施した。道路の平板載荷試験では直径 30cm の載荷板を使用し JIS A 1215 に準拠し、繰り返し平板載荷試験は直径 75cm の載荷板を使用して JHS-103 に準拠して、試験を行った。各試験の配置を、図-3 に示す。小型 FWD 試験は、平板載荷試験の実施箇所を中心とした近傍の 3 地点において試験を行った。

表-1 試験項目と実施箇所数

項目	試験箇所数
小型 FWD 試験 φ30cm	12 箇所
道路の平板載荷試験 (JIS A 1215) φ30cm	3 箇所
繰り返し平板載荷試験 (JHS-103) φ75cm	1 箇所

3.3 試験方法

通常、小型 FWD 試験により地盤を測定する際の落下回数は、各設定段階において 5 回以上とされている¹⁾。この内、最初の 1 回目の落下については予備落下とされ、実際に計測結果として用いるのは、2 回目以降の荷重及び変位である。今回の調査では、落下回数を最大 12 回として試験を実施した。

キーワード：小型 FWD、平板載荷試験、礫質地盤

連絡先：東亜建設工業（株） 大阪府岸和田市地蔵浜町 11-1 TEL0724-33-0173 FAX0724-33-0174

4. 実験結果

4.1 地盤反力係数（K 値）

図-4 に小型FWD試験により求めた K_{FWD} 値と、道路の平板載荷試験から求まる K_{30} 値との比較結果を示す。一般に礫質地盤では式(1)の

$$K_{FWD} = 2.0 \times K_{30} \quad \cdots (1)$$

関係にあるとされているが²⁾、今回行った試験結果もこれら既往の実績の範囲内にあることが確認された。これにより、今回開発した小型FWD試験は、粒径の大きな材料を用いて造成された、比較的剛性の高い地盤を評価することが可能であることが確認された。

4.2 弾性係数（E 値）

図-5 に、小型FWD試験と繰り返し平板載荷試験より得られた載荷応力-弾性係数の関係を示す。図中の小型FWD試験の計測結果は、載荷板直径を75cmに換算した値³⁾で示している。また、小型FWD試験より得られた弾性係数は、繰り返し平板載荷試験と同様な増加傾向が見られ、今後同様な地盤での実績を重ねることで、より精度の良い地盤の剛性評価を行うことができると考えられる。

また、各載荷段階での弾性係数のばらつきを変動係数で評価すると、繰り返し平板載荷では0.04～0.06、小型FWD試験では0.04～0.08と、ほぼ同様な変動係数であることが確認できた。このため、小型FWD試験により粒径の大きな礫質地盤でも、従来の試験方法と同程度のばらつきで、地盤を評価できることが確認できた。

4.3 落下回数と計測結果のばらつき

小型FWD試験を粒径の大きな礫質地盤への適用を図るには、各載荷段階における最適な落下回数を設定することが重要である。そこで、各落下回数毎に、それまでの落下分の標準偏差および平均値を求め、変動係数として算出して検討を行った。図-6 に小型FWD試験の重錘落下回数と計測結果の変動係数の関係について示す。この結果落下回数が増す毎、つまり計測される値の検体数が増加する毎に、徐々に変動係数が小さくなり、一定の計測値で地盤を評価できるようになるのが分かる。本実験では、落下回数が7～8回で変動係数が収束する傾向にあり、また2～3回目で安定した値を計測した場合には、その後落下回数を増しても、変動係数に与える影響が少ないことが分かった。

5. まとめ

今回改良型の小型FWD試験機を礫質地盤に対して適用した結果、以下の知見を得た。

- ・ 地盤反力係数は既往の実績による相関の範囲内にある。
- ・ 小型FWD試験は粒径が大きく剛性の高い礫質地盤を評価することができる。また計測されたデータのばらつきは、載荷板直径75cmで行った繰り返し平板載荷試験のばらつきと、ほぼ同等である。
- ・ 作業性や機動性が高く、1地点約15分で実施出来る。これは平板載荷試験の約1/3の時間である。

今後さらにデータを蓄積し、繰り返し平板載荷試験で得られる弾性係数との相関関係や、地盤を効率的に、かつ精度良く調査できる落下回数についても求めてゆく予定である。

参考文献 1) 土木学会：FWD 及び小型 FWD 運用の手引き，舗装工学ライブラリー，vol. 2, 2002. 12

2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説，省力化軌道用土構造物，1999

3) 地盤工学会：地盤調査法，1995, pp358～359

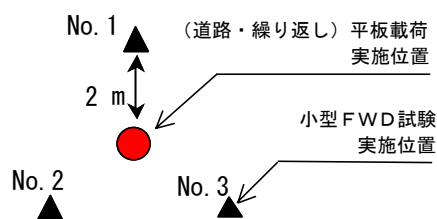


図-3 試験実施平面図

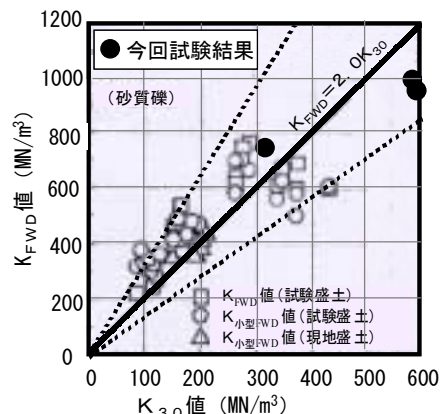


図-4 K_{30} 値と K_{FWD} 値の比較

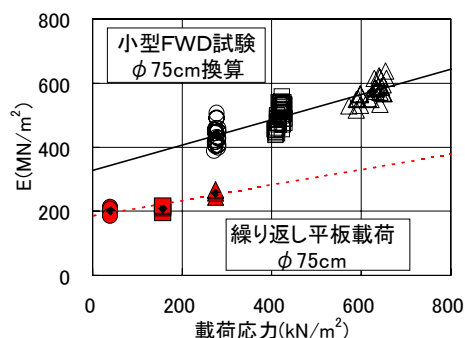


図-5 載荷応力-弾性係数の関係

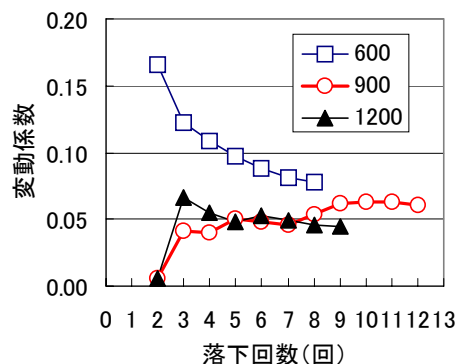


図-6 落下回数と変動係数