

シラスを用いた鉄道盛土のFWDによる締固め管理について

日本鉄道建設公団 正会員 松本雄二
 日本鉄道建設公団 正会員 黒瀬信弘
 株式会社奥村組 中嶋正次
 ○東京舗装工業(株) 正会員 伊藤 薫

1. はじめに

平成 11 年 12 月に刊行された『鉄道構造物等設計標準・同解説 省力化軌道用土構造物』には、鉄道盛土の締固め管理に、従来から用いられてきた平板載荷試験に加え簡便・迅速な利点を持つ FWD (falling Weight Deflectometer) 試験によって地盤反力係数を求める方法が選択できるようになった。平成 12 年 1 月「九州新幹線鹿児島ルート第 1 薩摩トンネル工事」において、切土部やトンネル掘削より大量に発生するシラスにセメント処理を施し試験盛土の施工を行った。このとき、車載型 FWD と小型 FWD、および平板載荷試験装置とで 3 種類の地盤反力を測定した。本報告ではこれら K 値測定結果および FWD と平板載荷から得られる K 値の関係について報告するものである。

2. 試験概要

試験盛土の施工は、セメントの添加量を 3 パターン (30, 50, 70kg/m³) と、無添加(シラス単体)の計 4 ヤードを設け、1 層の仕上がり厚さを 30cm として 10 層まで施工した。K 値による締固め程度の管理を、1, 3, 6, 10 層目で施工後翌日に測定を行い、加えて、盛土完了後の 10 層目において、1 週ごとに 4 週まで実施した。各ヤードごとの測定数は、平板載荷試験-4 点(3 回/1 点)、車載型 FWD 試験-4 点(2 回/1 点)、小型 FWD 試験-4 点(6 回/1 点)である。「車載型 FWD 試験」は、以下、「FWD 試験」と記す。

3. FWD 試験および小型 FWD 試験からの K 値算出方法

1) FWD 試験からの K_{FWD} 値の算出方法

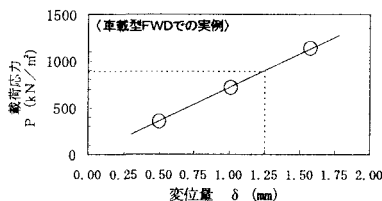


図1 変位量-載荷応力の関係(a)

$$K_{FWD} \text{ 値} = P_{1.250} / \delta_{1.250}$$

$P_{1.250}$: 変位量 1.250mm のときの
載荷応力

$\delta_{1.250}$: 変位量 1.250mm



写真1 車載型 FWD 試験

2) 小型 FWD 試験からの K_{HFW} 値の算出方法

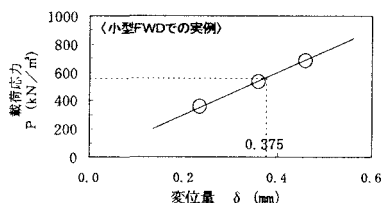


図2 変位量-載荷応力の関係(b)

$$K_{HFW} \text{ 値} = (P_{0.375} / \delta_{0.375}) \times (D_9 / D_{30})$$

$P_{0.375}$: 変位量 0.375mm のときの
載荷応力

$\delta_{0.375}$: 変位量 0.375mm

D_9, D_{30} : 小型 FWD と平板
載荷の載荷板直径



写真2 小型 FWD 試験

注) FWD、小型 FWD とともに、最大荷重を与えても所定の変位量が得られない場合には、最高荷重での変位量から K 値を算出した。

4. K値測定結果

1, 3, 6, 10 層目における各K値の測定結果を図3～図5に、10 層目における養生日数別の各K値を図6～図8に示す。各K値を比較すると、 K_{30} 値 $<K_{HFW}$ 値 $<K_{FWD}$ 値の傾向であり、養生日数別では日数の経過とともに各K値は大きくなるが、その傾向は K_{30} 値と比べ、 K_{FWD} 値および K_{HFW} 値は直線的な増加となった。

これらの結果の理由としては、荷重載荷方式が平板載荷試験は静的荷重でありFWD試験および小型FWD試験は衝撃荷重であること、荷重載荷方式の違いにより荷重の影響範囲が異なると考えられること、地盤反力を求めるときの沈下量が、平板載荷試験は弾性的なものと塑性的なものと両方含まれているのに対し、FWD試験および小型FWD試験はほぼ弾性的な変位と考えられること、最大載荷応力が平板載荷試験よりFWD試験および小型FWD試験の方が大きいこと、などが原因と思われる。

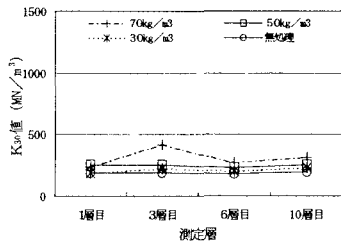


図3 K_{30} 値 (1d)

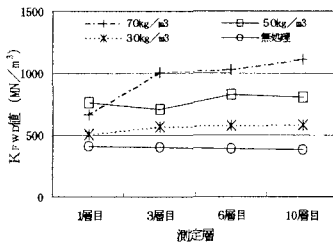


図4 K_{FWD} 値 (1d)

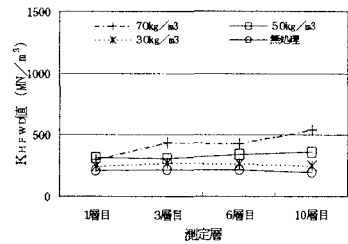


図5 K_{HFW} 値 (1d)

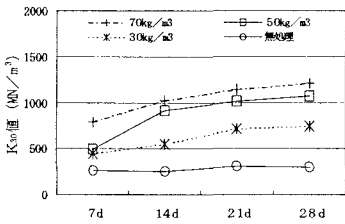


図6 K_{30} 値 (7d～28d)

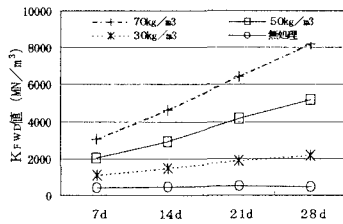


図7 K_{FWD} 値 (7d～28d)

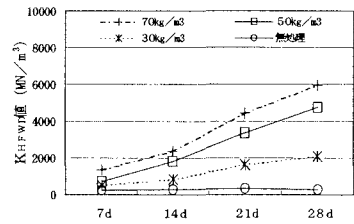


図8 K_{HFW} 値 (7d～28d)

5. K_{30} 値と K_{FWD} 値および K_{HFW} 値の関係

日常管理での締固め程度の管理にFWDおよび小型FWDを用いる場合には、 K_{30} 値に換算することになる。1 日後の測定結果を用いての、 K_{30} 値と K_{FWD} 値の関係および K_{30} 値と K_{HFW} 値の関係を、それぞれ図9、図10に示す。

セメント量 70 kg/m^3 ではばらつきが大きい、セメント量の多いほど換算係数 (K_{30} 値/ K_{FWD} 値および K_{30} 値/ K_{HFW} 値) は小さくなる傾向にある。セメント量 50 kg/m^3 の場合、 K_{30} 値への換算式は、

$$\text{FWD試験} ; K_{30} \text{ 値} = (1/3.0) \times K_{FWD} \text{ 値}$$

$$\text{小型FWD} ; K_{30} \text{ 値} = (1/1.3) \times K_{HFW} \text{ 値} \quad \text{が妥当と考える。}$$

6. まとめ

シラスのセメント安定処理盛土の締固め程度の管理に、FWDおよび小型FWDを用いて K_{30} 値を測定出来ることが確認された。また、反力の問題から平板載荷試験を行うのが困難であった剛性が高い地盤についても、FWD試験および小型FWD試験はかなり有効と思われる。〔参考文献〕 鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 省力化軌道用土構造物 (1999.12), 社団法人地盤工学会 地盤調査法 (1995.7)

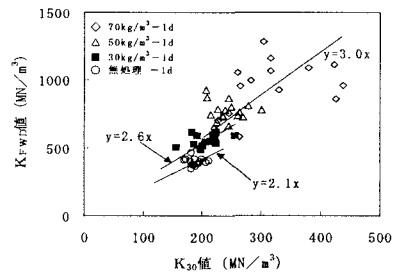


図9 K_{30} 値と K_{FWD} 値の関係

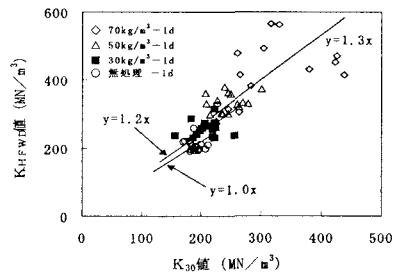


図10 K_{30} 値と K_{HFW} 値の関係