

小型 FWD 測定値のバラツキに関する検討

東亜道路工業(株)技術研究所
(財)鉄道総合技術研究所

正会員 穴沢 秀昭, 阿部 長門, 丸子 晃弘
正会員 関根 悦夫, 大塚 勝

1. はじめに

鉄道盛土の施工管理は K_{30} 値にて行っているが、より品質の高い盛土構築のために、迅速で簡便な方法として、小型 FWD (Potable Falling Weight Deflectometer) を用いた施工管理方法の検討を進め、適用している¹⁾。しかし、小型 FWD の測定値は、地盤の条件や測定条件等により、ばらつくことがあると指摘されている。そこで、本研究では、小型 FWD による測定値のばらつきを検討するため、3種の小型 FWD を用いて、礫および砂を締め固めて作成した人工地盤、自然地盤について、密度測定、小型 FWD を用いた測定を行い、物理的性質のバラツキと FWD を用いた測定から得られる値のバラツキとを比較した。なお、本研究は、国土交通省の補助金による「軌道・地盤の効率的計測・評価法の開発」の一環として実施したものである。

2. 試験概要

試験に用いた地盤は、粒度調整碎石、礫質砂による人工地盤と火山灰質粘性土での自然地盤の3種であり、図-1 に地盤材料の粒度分布を示す。人工地盤のうち粒度調整碎石は図-2 に示す盛土であり、礫質砂、火山灰質粘性土とも図-2 に示すように15点の測点を設け、小型 FWD の重錘の落下高さを3種変化させて測定を行い、RI (ラジオアイソトープ) による密度測定を図3に示すように、1測点4方向行っている。また、表-2 に試験に用いた小型 FWD の概略を示す。

3. 試験結果

3.1 材料の物理特性と機種間の力学的性状

各地盤における乾燥密度の頻度分布を図-4に示す。これより、試験地盤に関係なく3種類の地盤において正規分布を示しており、粒度調整碎石地盤の標準偏差が多少大

表-1 各材料の物理特性

	粒度調整碎石 (M-30)	礫質砂	火山灰質粘性土	
粒度特性	礫分 (%)	71.5	18.3	0.0
	砂分 (%)	20.0	75.4	13.5
	細粒分 (%)	8.5	6.3	86.5
	60% 粒径 (mm)	9.4	1.1	-
	30% 粒径 (mm)	2.6	0.5	-
	10% 粒径 (mm)	0.11	0.1	-
	均等係数	85.5	13.0	-
	曲率係数	6.54	3.0	-
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.710	2.664	2.727
最大乾燥密度 (g/cm ³)		2.312	1.938	-
最適含水比 (%)		5.4	11.9	-
土質分類		GS - F	SG - F	VH ₂

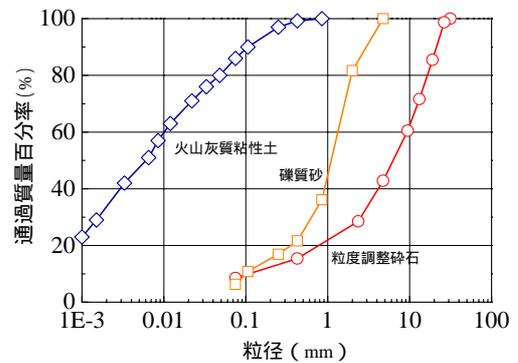


図-1 各材料の粒度分布

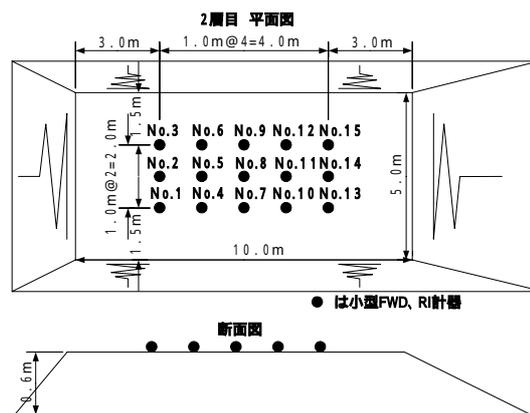


図-2 試験地盤の概略図

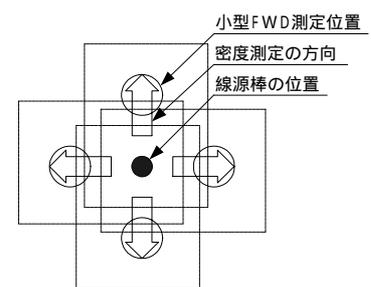


図-3 試験位置

表-2 小型 FWD の概略

	機種-A	機種-B	機種-C
載荷板の直径	10, 20cm	9, 20, 30cm	10, 20cm
重錘質量	10, 15, 20kg,	5, 8, 10, 15kg	5, 10, 15kg
落下高さ	5 ~ 70cm	5 ~ 45cm	5 ~ 60cm
センサー	ロードセル, 速度計	ロードセル, 速度計	ロードセル, 加速度計
測定項目	荷重, 変位 (速度を積分)	荷重, 変位 (速度を積分)	荷重, 変位 (加速度を積分)

キーワード: 小型 FWD, K 値, ピーク値, 変動係数

〒300 - 2622 茨城県つくば市要 315 - 126

〒185 - 8540 東京都国分寺市光町 2 - 8 - 38

TEL 0298 - 77 - 4150

FAX 0298 - 77 - 4151

TEL 042 - 573 - 7276

FAX 042 - 573 - 7413

きい傾向を示している。しかし、各地盤とも地盤構築時に目標とした最大乾燥密度に近い値が得られている。これらのことから、小型 FWD 試験を行うための均一な試験地盤が構築されたと言える。

3種類の地盤における小型 FWD から求める K 値(機種 A: K_A 値, 機種 B: K_B 値, 機種 C: K_C 値)の出現頻度分布を図-5 に示す。これより、小型 FWD の機種間に関係なく、ほぼ正規分布を表している。特に機種 A は、全地盤において鋭角な正規分布図を示しており、求められた K 値のバラツキが少ないことが明らかになった。しかし、機種 C は人工地盤については多少 K 値のバラツキが認められた。

材料の締固め特性を表す乾燥密度や空気間隙率とそれぞれの K 値には、強い相関関係にあることは分かっている²⁾。そこで、RI による測定結果から、計測値のバラツキを図-6 に示す。乾燥密度、空気間隙率は、自然地盤である火山灰質粘性土を除き、転圧を行った 2 種類の地盤ではバラツキが小さい。K 値のバラツキは、3 機種の小型 FWD とも同様に、人工地盤である礫質砂地盤が少なく、自然地盤である火山灰質粘性土地盤が大きい。しかし、機種間での計測値のバラツキは小さい。

3.2 ピーク値の荷重と K 値との関係

3種類の地盤におけるピーク値の荷重と直径比に基づく補正後の K 値との関係を図-7 に示す。これより、粒度調整碎石では、 K_B 値は、同荷重レベルで比較すると他の 2 機種より大きな値を示している。また、礫質砂と火山灰質粘性土では、ピーク値の荷重と直径比に基づく補正後の K 値の関係には一様な関係を示しており、機種間に差がないことが判明した。

4. まとめ

小型 FWD 装置固有の値である荷重と地盤支持力を示す K 値は、各地盤とも同様な線形性が得られ、試験条件を変えて測定を行っても載荷板の補正を行うことにより、3 機種の違いはほぼみられないことが明らかとなった。ひずみレベルを一定にした場合、ピーク値の荷重と K_A 値, K_B 値, K_C 値の関係は、支持力の弱い礫質砂と火山灰質粘性土関係と支持力の大きな粒度調整碎石にグループが分かれている。今後は、小型 FWD 装置の機種間による時間履歴データから、動的载荷の影響を把握すると共に、载荷エネルギーや時間が与える影響を検討する。

(参考文献) 1) 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, 丸善, 1999 年 11 月 2) 関根, 鴨, 阿部, 丸山: 重錘落下による鉄道盛土の締固め管理方法, 土と基礎 48 巻 4 月号, pp.13-16, 2000 年 4 月

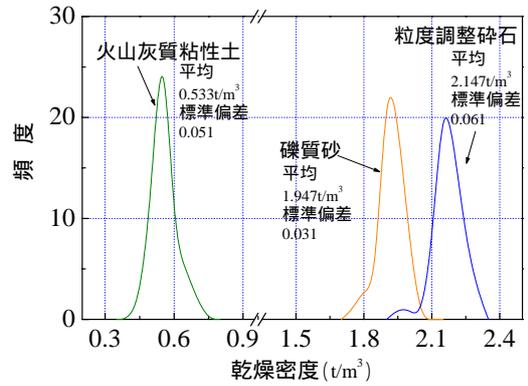


図-4 乾燥密度の頻度分布

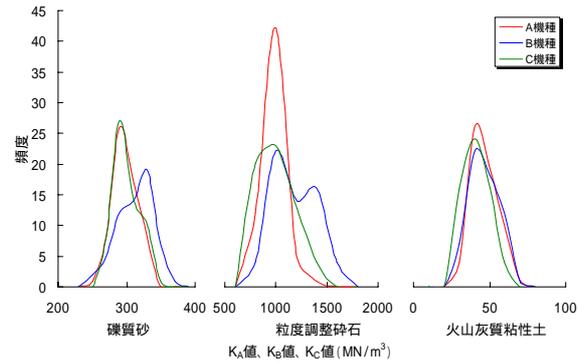


図-5 K 値の頻度分布

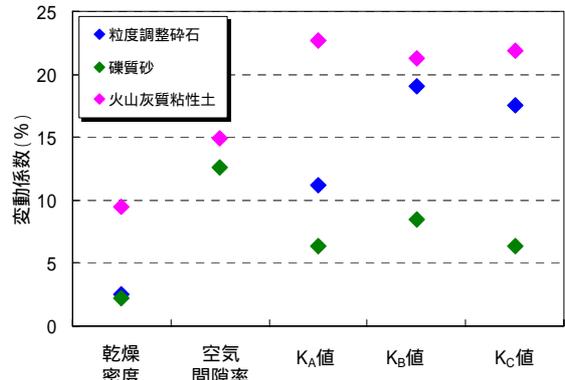


図-6 計測値のバラツキ

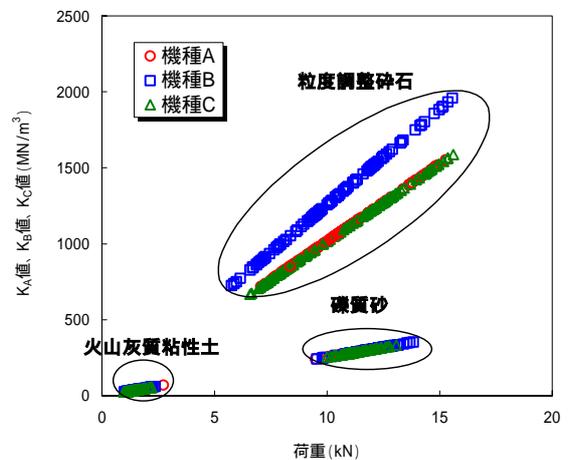


図-7 ピーク値の荷重と K 値との関係