

小型FWDの測定波形による機種間の比較

東亜道路工業(株)技術研究所 ○正会員 丸子 晃弘, 阿部 長門, 島津 義輝
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 関根 悦夫, 大塚 勝

1. はじめに

近年, 地盤の剛性を評価する方法として, 小型 FWD (Potable Falling Weight Deflectometer) による方法が適用され始めている。しかし, 小型 FWD の測定において, 機種が異なると測定値も異なることが指摘されている¹⁾。そこで, 今回, 小型 FWD の機種間の比較を測定波形のもとに行ったので報告する。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

試験に用いた小型 FWD は, 表-1 に示す 3 種類であり, 測定対象は粒度調整碎石, 礫質砂で構築した人工地盤, 火山灰質粘性土の自然地盤の 3 地盤である。測定は, 各地盤 15 箇所, 1 箇所当たり 4 測点で行った。重錘落下等の試験条件を表-2 に示す。

3. 試験結果

3.1 機種間の機械特性

3 種類の地盤上で, 3 機種の小型 FWD 試験を行った。3 機種の荷重時間曲線を図-1 に, 機種間の荷重, 及び載荷時間の頻度分布を図-2 に示す。図-1 ~ 図-2 に示すように, 小型 FWD 機種ごとの測定値のバラツキは小さい。A 機種は, 他の 2 機種に比べ, 載荷時間が約 2ms ほど大きくなっている。また, 他の 2 地盤についても同様な傾向を示した。次に, 火山灰質粘性土について, 機種間の荷重レベルは, ほぼ同一な傾向を示した。しかし, 他の 2 地盤について, A 機種は, 他の 2 機種に比べ, 約 2000N ほど小さい。また, 小型 FWD 機種ごとの重錘の落下による荷重, 載荷時間は, 載荷力率が同じ試験条件であれば地盤の土質が異なっても頻度の分布状況はほぼ同じとなることがわかった。ただし, 火山灰質粘性土の頻度の分布幅が他より広がったのは, 載荷力率が小さいためと考えられる。

表-1 小型 FWD の諸元

	A 機種	B 機種	C 機種
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)

表-2 小型 FWD の試験条件

小型 FWD 装置	A 機種			B 機種			C 機種		
	載荷板直径 (cm)	重錘質量 (kg)	落下高さ (cm)	載荷板直径 (cm)	重錘質量 (kg)	落下高さ (cm)	載荷板直径 (cm)	重錘質量 (kg)	落下高さ (cm)
粒度調整碎石	10	15	20	9	15	20	10	15	20
礫質砂	20	15	20	20	15	20	20	15	20
火山灰質粘性土	20	10	10	20	5	10	20	5	10

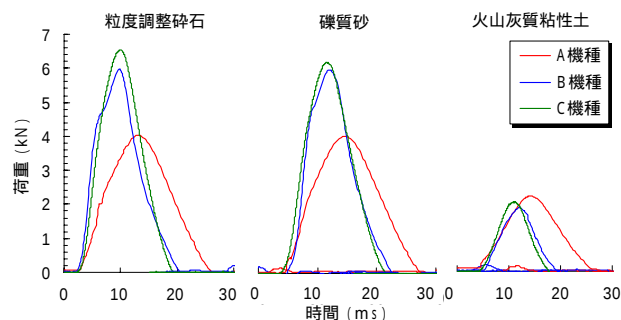


図-1 3 機種の荷重時間曲線

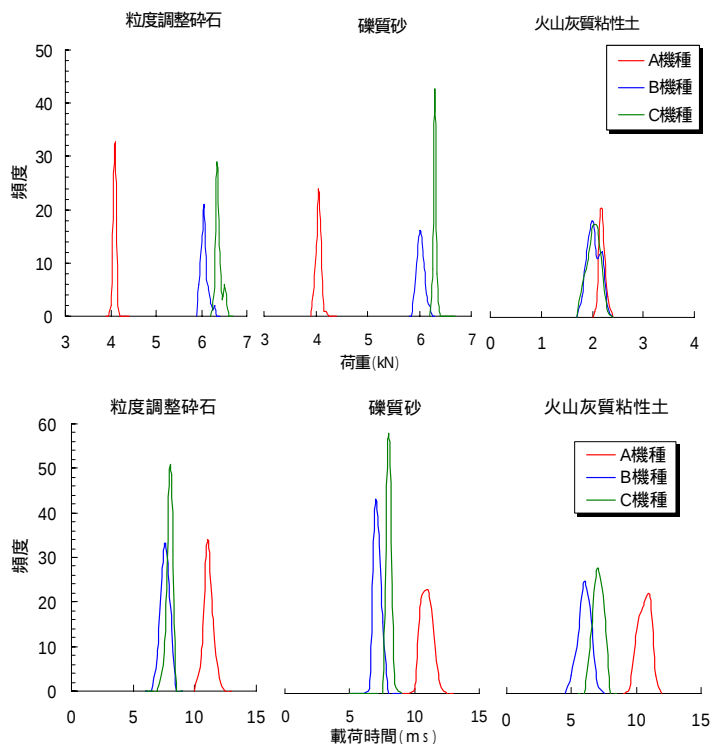


図-2 荷重, 載荷時間の頻度分布

キーワード: 小型 FWD, K_E 値, 載荷力率, たわみ力率, 載荷時間

〒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

3.2 機種間によるエネルギーとの関係

3種類の地盤上で、3機種の小型FWD試験を行った。そのデータを基に機種間によるエネルギーの関係をまとめた。3種類の地盤における機種間のエネルギーとの関係を図-3に示す。図-3に示すように、落下条件の同一の粒度調整碎石、礫質砂の地盤では、各機種の載荷力率とたわみ力率は同一条件であり、衝撃落下式装置としての機種間の差は少ないと思われる。また、火山灰質粘性土は、載荷力率が異なる為、A機種と他の2機種で異なっている。

3.3 エネルギーに基づく K_E 値とエネルギーとの関係

3種類の地盤におけるエネルギーに基づく K_E 値(A機種: K_{EA} 値, B機種: K_{EB} 値, C機種: K_{EC} 値)と機種間のエネルギーとの関係を図-4に示す。この図に示すように、載荷力率とエネルギーに基づく K_E 値に関しては、地盤ごとに測定データがまとまっている。また、各地盤における機種間の差が少ない。しかし、地盤の支持力の弱い火山灰質粘性土に関しては、載荷力率の差があるものの、同様な K_E 値の範囲で測定データが点在している。また、エネルギーから求めた載荷力率とそれぞれの試験機の K_E 値は3次曲線の形状を示している。しかし、これは、3種類の地盤の測定条件が異なるため、装置固有の値である荷重レベルが変化し、載荷力率に差が生じたものである。

3.4 載荷時間と荷重、及びエネルギーに基づく K_E 値との関係

小型FWD装置からは、荷重とたわみのピークデータの他に、時間履歴データが得られる。これらのデータを基に、載荷時間と荷重、及びエネルギーに基づく K_E 値との関係を図-5～図-6に示す。図-5～図-6に示すように、載荷時間と荷重、及びエネルギーに基づく K_E 値との関係は、各地盤において機種間で一様な関係を示している。B機種、C機種の2機種については載荷時間がほぼ同じである。載荷時間と荷重、及びエネルギーに基づく K_E 値との関係は、評価指標の K_E 値としては差がないものの、粒度調整碎石、礫質砂の2地盤において、他の2機種に比べA機種の載荷時間が約2ms長い為、荷重が小さい。しかし、地盤の支持力の弱い火山灰質粘性土において、A機種は他の2機種に比べ、載荷時間が2msほど長い為、荷重はほぼ同一な値を示した。A機種は、他の2機種に比べ緩衝用ゴムバッファの硬度は同じものの、荷重のバラツキを少なくするために、緩衝ゴムバッファのパネ係数が小さいため、このような結果になったと考えられる。

4. まとめ

機種の違いによる載荷力率や載荷時間が与える影響を検討した結果、A機種は他の2機種に比べ荷重が小さく、載荷時間が長い為、それぞれの機種間の機械的な違いはあるものの、載荷力率の補正をすることで評価指標である K_E 値は、3機種ともほぼ同じ値が得られた。なお、機種間で同じパネ値を有する緩衝ゴムバッファを用いれば、さらに同等の載荷力率が得られると考えられる。²⁾

(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, 1999.11 2) 関根等: 小型FWD測定における機種間の比較, 土木学会第56回年次学術講演会概要集第5部, pp.112～113, 2001.10

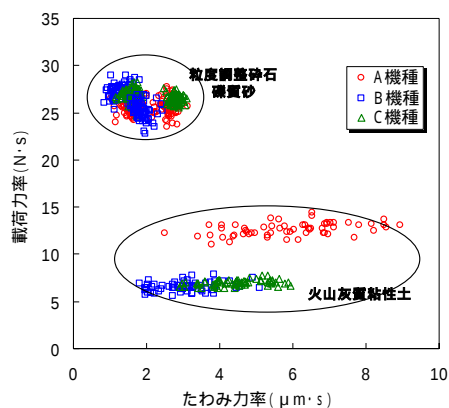


図-3 機種間によるエネルギーとの関係

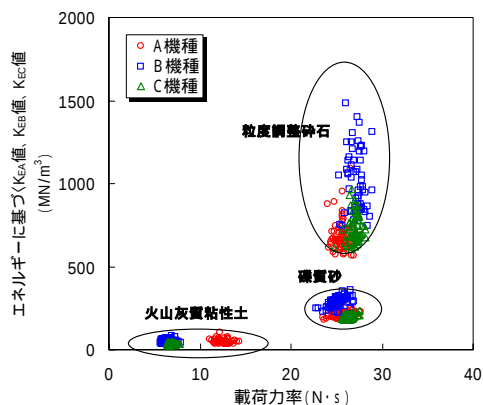


図-4 K_E 値とエネルギーとの関係

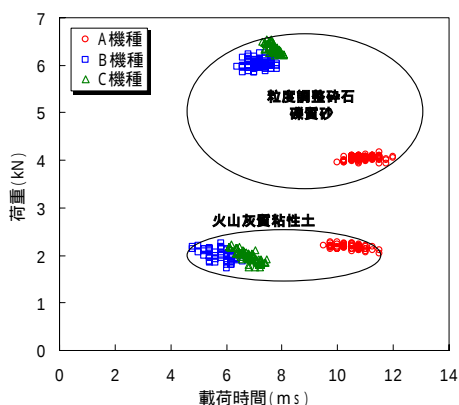


図-5 荷重と載荷時間との関係

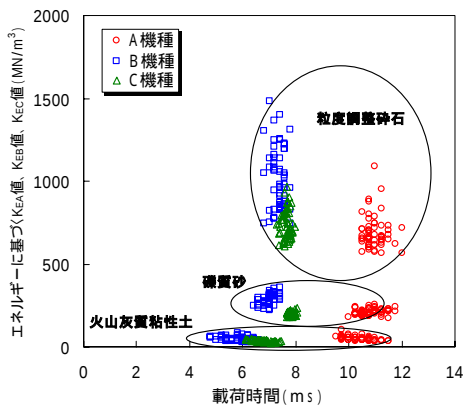


図-6 K_E 値と載荷時間との関係