

小型FWDを用いた粘性土地盤の剛性評価の検討

東亜道路工業(株)技術研究所 ○正会員 丸子 晃弘、阿部 長門
(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

鉄道では、簡便かつ迅速な方法として、小型 FWD を用いた盛土の締固め程度の管理に適用している。これまでに得た道路の平板載荷試験による K 値(以下、 K_{30} 値という)と小型 FWD による K 値(以下、 K_{HFW} 値という)を比較検討した結果、地盤の剛性の低い粘性土地盤では、ほぼ 1:1 の関係が結論として得られている¹⁾。

本報告は、粘性土地盤での静的荷重と動的荷重の影響範囲を把握することと、緩衝用ゴムバッファの違いによる地盤の影響を目的とし、平板載荷試験と小型 FWD による試験にて静的荷重による K 値と動的荷重による K 値との関係を把握するとともに、地盤内部の加速度の違いと変形特性について検討を行った。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」の一環として進められている。

2. 試験概要

茨城県つくば市の粘性土地盤において図-1 のような箇所で行った。試験箇所の用いた材料の物理特性及び標準貫入試験より得られた N 値を表-1 及び図-2 に示す。表-1 より、本土質は含水比が高く、密度の小さい火山灰質粘性土となっており、土質分類は VH_2 となっている。また、図-2 より深さ 2.5m までは A、B 地点共に、N 値が 10 以下と均一な地盤となっている。

平板載荷試験は、試験に用いる載荷板直径は、90mm、200mm、及び 300mm の 3 種類とし、 K_{30} 値の算出に用いる。変位量は、ひずみレベルを一定とするためそれぞれ 0.375mm、0.833mm、1.250mm とした。

小型 FWD 試験に用いた載荷板の直径は、90mm、200mm を使用し、重錘質量は 3kg 及び 10kg とした。それぞれのひずみレベルが一定になるように、重錘の落下高さを調整した。緩衝用ゴムバッファは、4 種類(41,52,65,74)の硬度を用いた。

また、FWD による試験時の加速度測定は、図-1 のように平板載荷試験と異なる箇所で加速度計を載荷板直下から 0.05m、0.5m、1m の 3 箇所に埋設した。加速度計は、ひずみゲージ式を使用し、サンプリング速度 5000Hz で動ひずみアンプを使用した。

3. 試験結果

3.1 平板載荷試験

本報告では、火山灰質粘性土にて得られた平板載荷試験の各荷重による沈下量

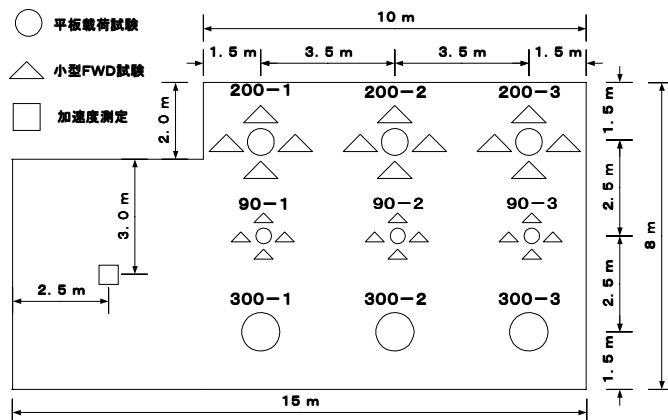


図-1 粘性土地盤における試験箇所の位置図

表-1 試験に用いた材料の物理特性

粘性土(関東ローム)	
礫分(%)	0.4
砂分(%)	7.4
シルト分(%)	64.6
粘土分(%)	27.6
60%粒径(mm)	0.0087
30%粒径(mm)	0.0053
10%粒径(mm)	0.0027
均等係数	3.2
曲率係数	1.2
土粒子の密度(g/cm^3)	2.78
自然含水比(%)	117.9
乾燥密度(g/cm^3)	0.607
室内CBR値(不かく乱)(%)	1.7
土の液性限界(%)	136.7
土の塑性限界(%)	84.4
土の塑性指数	52.3
土質分類	VH_2

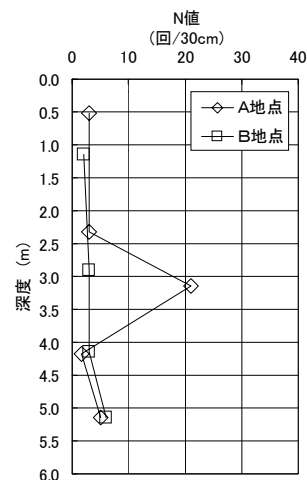


図-2 標準貫入試験より得られた N 値

表-2 平板載荷試験による K 値と K_{30} 相当値

載荷板直径 (mm)	No.	地盤係数(MN/m^3)	
		K値	K_{30} 相当値
90	1	107	32.1
	2	123	36.9
	3	123	36.9
	平均	117.7	35.3
200	1	51.6	34.4
	2	52.8	35.2
	3	55.2	36.8
	平均	53.2	35.5
300	1	31.2	31.2
	2	33.8	33.8
	3	35.4	35.4
	平均	33.5	33.5

キーワード: 火山灰質粘性土、平板載荷試験、小型 FWD、加速度、K 値

〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126

TEL 0298-77-4150

FAX 0298-77-4151

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL 042-573-7276

FAX 042-573-7413

V-2/2, 丸子晃弘, 小型 FWD

から求めた地盤係数 K 値と載荷板 300mm に対する直径比率にて補正した K_{30} 相当値を表-2 に示す。表-2 より、ひずみレベルの一定及び載荷板直径の補正を行うと、 K_{30} 相当値が試験箇所及び載荷板直径に関わらず、一定な値となる。

3.2 小型 FWD による試験

図-1 の 6 箇所にて、載荷板直径を 90mm と 200mm を使用し、緩衝用ゴムバッファの硬度を変化させて、荷重とたわみから K 値及び K_{30} 相当値を算出した。平板載荷試験の K_{30} 相当値及び小型 FWD の K_{HFW} 相当値の関係を図-3

に示す。図-3 より、載荷板直径 200mm については、1:1.2 の関係が得られるが、載荷板直径 90mm については、1:2 の関係となっており、 K_{30} 相当値と K_{HFW} 相当値に大きな差が見られる。これより、載荷板の違いが表れていると考えられることから、この影響を除く為に載荷面積で除して検討を行った。載荷板毎のバネ係数/面積を表-3 に示

し、バネ係数/載荷板面積の変化に伴う K_{HFW} 値及び K_{30} 値の関係を図-4 に示す。図-4 より、緩衝用ゴムバッファ毎に測定データを 3 つ採取し、それぞれ多少のバラツキはあるものの、それぞれの載荷板で見た場合には、緩衝用ゴムバッファの硬さと K_{HFW} 値に一意的な関係がある。しかし、載荷板の面積で除したものの 90mm と 200mm の結果の違いから、載荷板直径 90mm は重錘質量や落下高さが小さい為に、載荷エネルギーが小さく、載荷板直径 200mm の結果と異なつたと考えられる。

3.3 小型 FWD による試験時の加速度測定

小型 FWD 装置の載荷板直下に加速度計が鉛直に並ぶように設置し、試験を実施した。載荷板直径の異なる鉛直加速度の分布を図-5 に示す。ここでは、鉛直方向の深さを z 、載荷板直径を a とし、載荷板直下から 0.05m の深さを 1 とした場合の加速度比を示した。図-5 より、載荷板直径 200mm において z/a が 3 の深さで加速度比は 5% 程度である。また、載荷板直径 90mm において z/a が 6 の深さで加速度比は 5% 程度である。これは、載荷板直径は異なると深さ方向の分布に影響が表れ、上記の載荷板面積の影響が正しいことを示している。過去の論文²⁾などで示しているように、地盤の硬さは異なるものの、載荷板直径 200mm において載荷板直径の 3 倍の深さで、加速度が 5% 以下の影響となっている。

4. まとめ

緩衝用ゴムバッファの硬さを変えた結果、バネ係数/載荷板面積で考察すると小型 FWD から求めた K_{HFW} 値及び平板載荷試験で求めた K_{30} 値は一定の関係を示す。小型 FWD で載荷した時の土中の加速度の関係から、 K_{HFW} 値は落下高さや緩衝用ゴムバッファの硬さの影響を受ける。過去の論文²⁾などで示しているように、地盤の硬さは異なるものの、載荷板直径 200mm において載荷板直径の 3 倍の深さで加速度による影響を示す。

(参考文献) 1) 鴨智彦、関根悦夫、阿部長門、丸山暉彦: FWD を用いた盛土の剛性評価方法、土木学会舗装工学論文集 第 4 巻、pp.47-52、1999 年 12 月 2) 阿部長門、前原弘宣、関根悦夫、鴨智彦: 締固め程度の異なる地盤の弾性係数と変形特性、第 34 回地盤工学研究発表会概要集、No.924、pp.1849-1850、1999 年 7 月

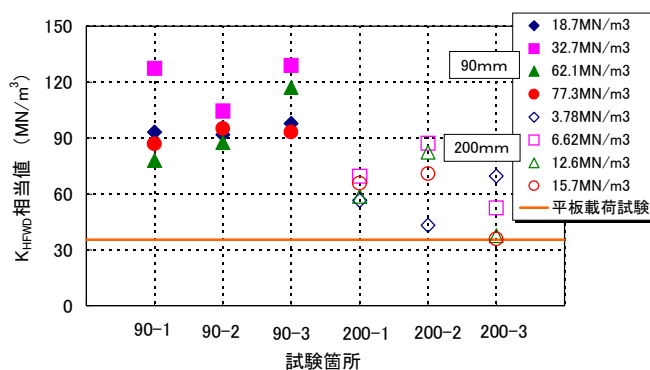


図-3 試験箇所と K_{30} 相当値及び K_{HFW} 相当値の関係

表-3 載荷板毎のバネ係数/面積 (MN/m³)

ゴムバッファ 硬度	載荷板直径 (mm)	
	90	200
41	18.7	3.78
52	32.7	6.62
65	62.1	12.6
74	77.3	15.7

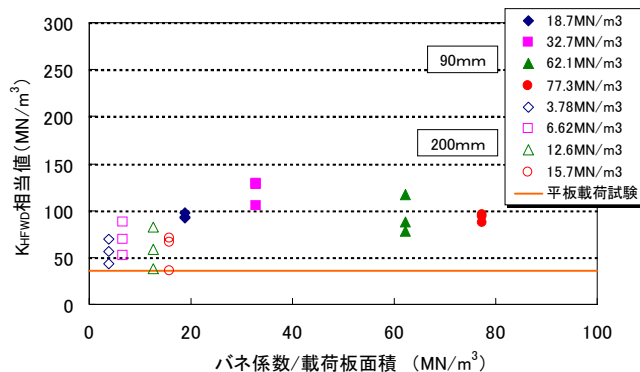


図-4 バネ係数/載荷板面積の変化に伴う K_{HFW} 値の関係

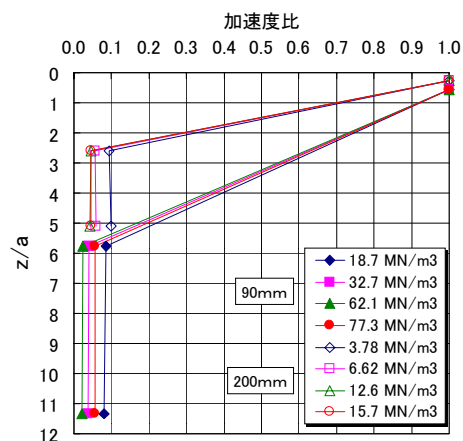


図-5 火山灰質粘性土の深さ方向の加速度