

深さの異なる水平地盤反力係数に着目した模型土槽内水平平板載荷実験

複合技術研究所
 鉄道総合技術研究所
 ジェイアール西日本コンサルタンツ

正会員 鈴木 聡 , 太田剛弘
 正会員 神田政幸 , 西岡英俊
 正会員 近藤 政弘

1. はじめに

杭基礎やケーソン基礎など基礎構造物の地盤反力特性は、吉中の研究^{1),2)}からスタートし地盤反力係数に与える載荷幅依存性や各地盤調査法毎の地盤反力係数の補正の考え方が技術基準に導入されてきた。そもそも吉中は、地盤中の水平地盤反力係数に着目した平板載荷実験を実施している。しかしながら、最近では水平地盤反力係数に着目した研究は、緒方や古関らの研究^{3),4)}以外に実施されていないのが現状である。そこで、本研究では深さの異なる水平地盤反力係数に着目し、模型土槽内で水平平板載荷実験を実施し、地表面で実施した鉛直平板載荷実験結果と比較した。

2. 載荷実験の概要

載荷実験には、鉄道総研が所有する「基礎構造物の動・静的載荷試験装置」⁵⁾の土槽を用いた。土槽寸法は大きさ 2.0m×2.0m、深さ 3.0m である。実験の概要を図 1 に示す。土槽内に 2 組の箱形水平平板載荷装置を設置し、下層には透水層として 0.4m の礫層を作成した後、珪砂 6 号 ($\rho_s=2.644 \text{ g/cm}^3$, $e_{\max}=0.922$, $e_{\min}=0.565$) を用いて、相対密度 $D_r=60$ 、75%の地盤を層厚 0.1m 毎に作製した。各層はシングルホッパーで砂を撒き出した後、突固めを実施して密度調整を実施した。箱形水平平板載荷装置には、直径 D300mm の円形載荷板が地表面から 0.45m、1.25m、2.05m の深さにあり、載荷面は粗となるようサンドペーパーを貼りつけた。模型地盤作製後、箱形水平載荷装置内の所定の深さにスクリージャッキをセットし、載荷速度 1mm/min により深さ毎に水平平板載荷実験を実施した。一方、直径 300mm の鉛直平板載荷実験および一辺 500mm の矩形平板載荷実験については、水平平板載荷実験と同一の載荷速度で模型地盤表面を載荷面として実施した。

表 1 に実験ケースを示す。本研究では鉛直平板載荷実験を 3 ケース、水平平板載荷実験を 3 ケースの合計 6 ケースを実施している。各載荷実験は、相対密度 $D_r=60\%$ の乾燥地盤と、相対密度 $D_r=75\%$ の乾燥地盤と飽和地盤の地盤条件で実施している。なお、相対密度 $D_r=75\%$ については、載荷実験後通水を行い飽和地盤として水平平板載荷実験を実施した。

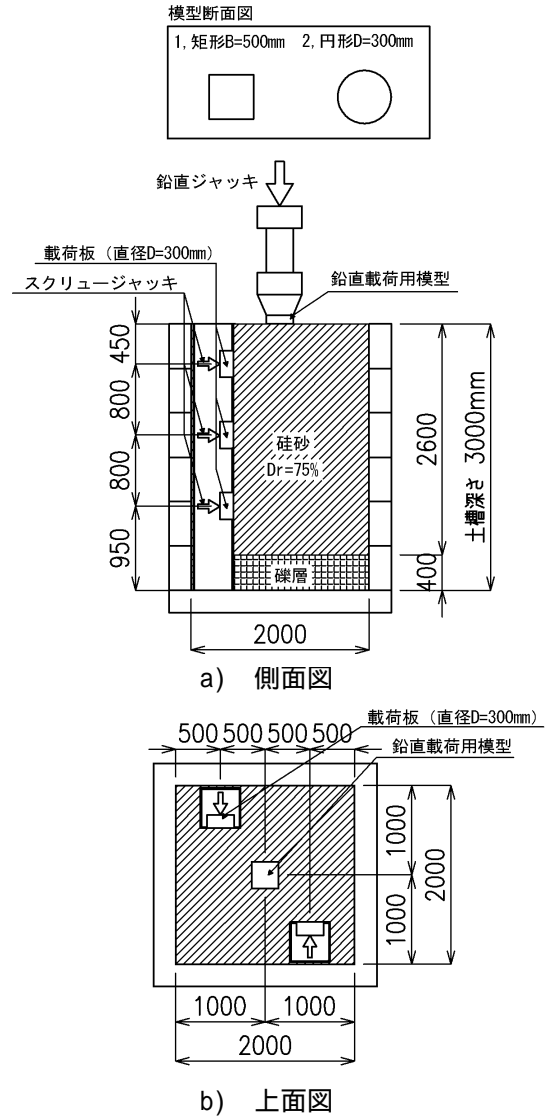


図 1 実験概要

表 1 実験ケース

地盤の相対密度	地盤状態	載荷実験	載荷変位
75%	乾燥地盤	鉛直載荷 (D300mm 平板)	3mm
		水平平板載荷	3mm
	飽和地盤	鉛直載荷 (D300mm 平板)	3mm
		水平平板載荷	25mm
60%	乾燥地盤	鉛直載荷 (B=500mm 矩形平板)	150mm
		水平平板載荷	30mm

キーワード 水平平板載荷実験, 地盤反力係数

連絡先 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 4-6-9(ロックフィールドビル 6F) (株)複合技術研究所 TEL 03-5276-5276
 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

3. 実験結果と考察

図2に鉛直平板荷重実験で得られた鉛直地盤反力度と沈下量の関係を示す。なお、沈下量は基礎幅で正規化した。相対密度が大きいほど、地盤内の拘束圧が大きいほど大きな鉛直地盤反力度が得られた。一方、図3、4にDr75%の乾燥地盤と飽和地盤で得られた水平地盤反力度と水平変位の関係を示す。水平平板荷重実験では荷重板に初期土圧（飽和時には水圧も付加）、移動境界には摩擦力が作用する。したがって、スクリージャッキから荷重板に力が作用しても直ぐには水平変位が生じない。そこで、初めて水平変位が生じた際の水平地盤反力度を摩擦力として整理した。これより図2と同様に地盤内の拘束圧が大きいほど、大きな水平地盤反力度が得られている。

これらの平板荷重実験の結果から基準変位を荷重幅Dの1%とし鉛直、水平地盤反力係数を求め、これを深さ毎に図5に示した。これより相対密度毎の水平地盤反力係数の差は顕著に現れなかったものの、深さに応じて水平地盤反力係数は増加した。これらのプロット点に対して、近似直線を点線で示す。近似直線で得られた地表面での水平地盤反力係数の推定値に対して、鉛直地盤反力係数との比を図中に示した。これよりDr=75%、60%ともに地表面での水平地盤反力係数は、鉛直地盤反力係数の0.3倍程度になっている。

4. まとめ

深さの異なる水平地盤反力係数に着目した模型土槽内水平平板荷重実験を実施し、同時に実施した鉛直平板荷重実験と比較し次の知見を得た。

- (1) 鉛直地盤反力係数は、相対密度が大きいほど地盤内の拘束圧が大きいほど大きくなる。水平地盤反力係数についても、地盤内の拘束圧が大きくなるほど大きくなる。
- (2) 水平地盤反力の深度ごとの分布図より得られた地表面での水平地盤反力係数は、鉛直地盤反力係数の0.3倍程度になる。

【参考文献】

- 1) 吉中竜之進：地盤反力係数とその荷重幅による補正，土木研究所資料，No.299, 1967.
- 2) 吉中竜之進：横方向地盤反力係数，土木技術資料，Vol.10，No.1，pp.32-37，1968.
- 3) 緒方辰男，倉知禎直，古関潤一：地盤変形特性の応力・ひずみレベル依存性を考慮した水平方向地盤反力係数の荷重幅依存性，土木学会論文集，No.631，III-48，pp.371-381，1999.
- 4) 古関潤一，倉知禎直，緒方辰男：地盤反力係数の寸法効果に及ぼす地盤変形特性の応力レベル依存性と非線形性の影響，基礎工，No.12，pp.26-29，2005.12.
- 5) 神田政幸，西岡英俊，山畑栄，高橋一人，甲斐輝雅：鉛直力・水平力・モーメントおよび鉛直変位・水平変位・回転角による荷重制御可能な基礎構造物の荷重試験装置の開発，第40回地盤工学研究発表会，pp.1461-1462，2005.

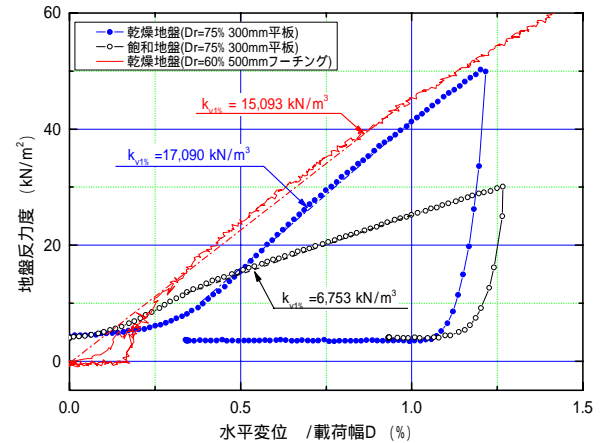


図2 鉛直荷重試験結果

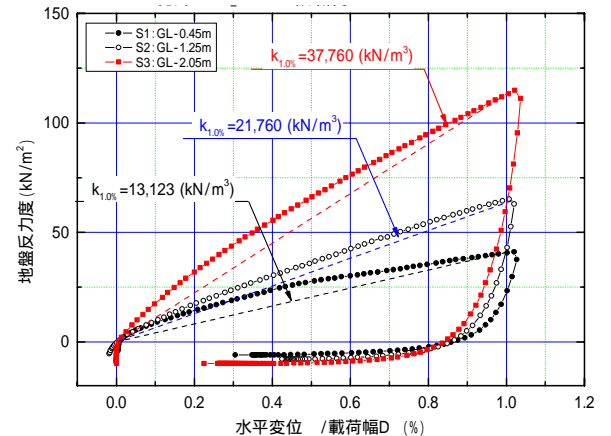


図3 平板荷重試験結果（乾燥地盤）

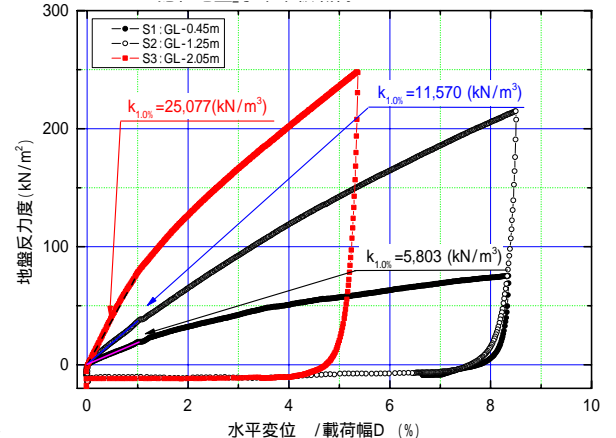


図4 平板荷重試験結果（飽和地盤）

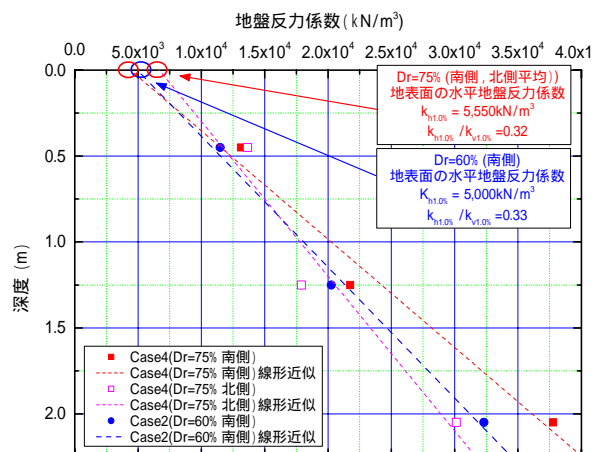


図5 水平地盤反力係数の分布