

種々の初期有効応力を変化させた水平方向平板載荷実験

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 太田剛弘 , 鈴木 聡  
 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<sup>1),2)</sup>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水平方向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<sup>3),4)</sup>以外に実施されて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、模型土槽内で乾燥、飽和、および透水力により地盤中有効応力変化させた条件で(以下通水条件という)、水平方向平板載荷実験を実施し、各条件での地盤反力係数の結果を比較した。

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」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  $D_r=75\%$ 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  $D=300\text{mm}$ 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(図2)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。

表1に実験ケースを示す。本研究では、水平方向平板載荷実験を3条件で3深度行った試験ケースの合計9ケースを実施している。各載荷実験は、相対密度  $D_r=75\%$ の乾燥条件と飽和条件と通水条件(過剰間隙水圧比0.8)で実施した。なお、地盤は2地盤作製した。1地盤目は、乾燥条件での載荷実験を行い、2地盤目は、飽和条件での載荷実験を行い、その後同じ地盤で、過剰間隙水圧比を0.8にするように通水を行い、通水条件として載荷実験を実施した。

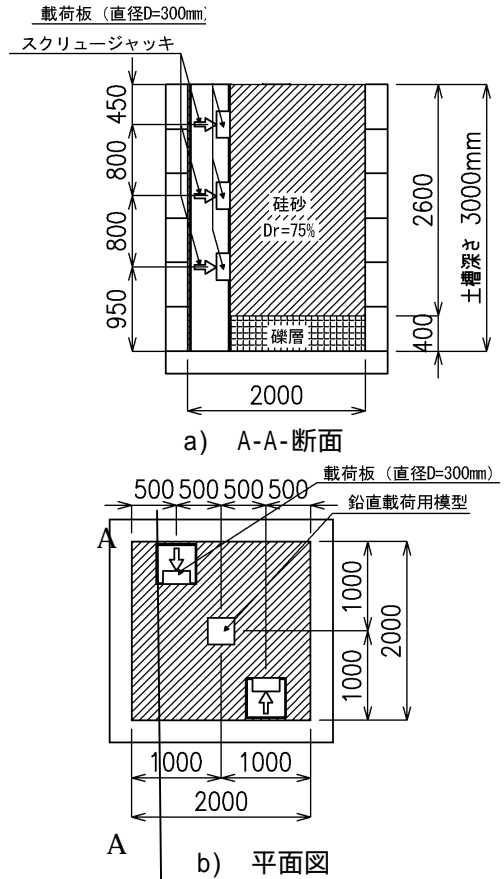


図1 実験概要(単位mm)



図2 スクリージャッキ

表1 実験ケース

地盤の相対密度	地盤条件	載荷実験	載荷速度
Dr75%	乾燥条件	水平方向平板載荷	1.0mm/min
	飽和条件	水平方向平板載荷	1.0mm/min
	通水条件	水平方向平板載荷	1.0mm/min
	(過剰間隙水圧比0.8)		

キーワード 水平方向平板載荷実験, 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, 3, 4 に乾燥条件と飽和条件と通水条件（過剰間隙水圧比 0.8）で得られた水平地盤反力度（ $\text{kN/m}^2$ ）と水平変位（水平変位  $H$ / 載荷幅  $D$ ）の関係を示す。水平方向平板載荷実験では載荷板上に初期土圧（飽和時、通水時には水圧も付加）、移動境界には装置の摩擦力が作用する。したがって、スクリージャッキから載荷板上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ゼロとして整理した。乾燥条件、飽和条件、通水条件と、地盤内の初期有効応力が大きいほど、大きな水平地盤反力度（ $\text{kN/m}^2$ ）が得られている。

これらの水平方向平板載荷実験の結果から基準変位を載荷幅  $D$ （300mm）の 1%とし、水平地盤反力係数（ $\text{kN/m}^2/\%$ ）を求め、これを深さ毎に図 6 に示した。乾燥条件、飽和条件、通水条件と共に、深さに応じて水平地盤反力係数（ $\text{kN/m}^2/\%$ ）は増加した。

これらを各地盤条件で見ると、乾燥条件、飽和条件は、同じ用に深度方向に増分しているが、通水条件（過剰間隙比 0.8）は、他の 2 条件より深度方向の増分が小さい。特に GL-0.45m, GL-1.25m, では値の差が小さい。これは、通水により有効応力が低下し、上載圧の影響が小さくなった為と思われる。GL-2.05m では、有効応力が低下したが、上載圧の影響が若干残っているものと思われる。

4. まとめ

地盤条件を変化させて、水平地盤反力係数に着目した模型土槽内水平方向平板載荷実験を実施し、次の知見を得た。

- (1) 水平地盤反力係数（ $\text{kN/m}^2/\%$ ）は、地盤内の拘束圧が大きくなるほど大きくなる。
- (2) 通水させると、表層では、有効応力が低下し、水平地盤反力係数（ $\text{kN/m}^2/\%$ ）値の差が小さくなり、上載圧の影響が小さくなった為と思われる。

【参考文献】

1)吉中竜之進：地盤反力係数とその載荷幅による補正，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載荷幅依存性，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)鈴木聡，太田剛弘，神田政幸，西岡英俊，近藤政弘：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，第 64 回土木学会研究発表会，2009

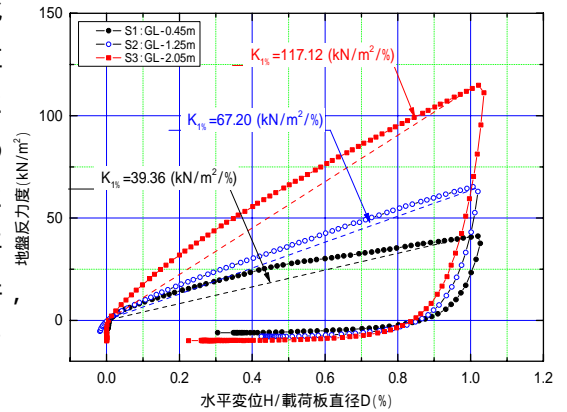


図 3 平板載荷試験結果（乾燥条件）

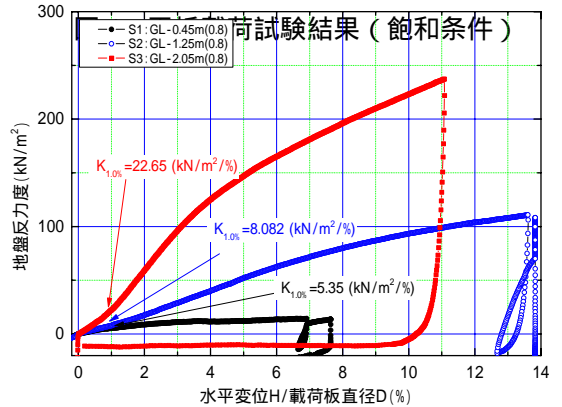
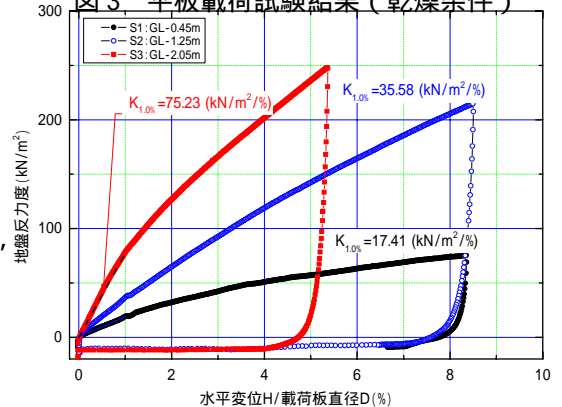


図 5 平板載荷試験結果（通水条件）

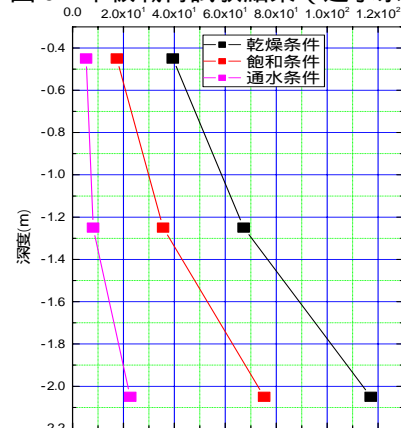


図 6 水平地盤反力係数の分布