

群馬大学 学生会員 ○ 蔡 光石

群馬大学 フェロー 鶴 恵三

群馬大学 正会員 若 井 明彦

1. はじめに

斜面肩に設置された短杭に水平荷重が与えられた場合、地盤内応力の変化からその挙動は水平地盤中の杭とは異なる。本研究は杭と斜面肩の水平距離及び載荷高さが短杭の水平支持力特性に及ぼす影響を調べるため30度勾配の砂傾斜地盤を用いた室内模型水平載荷実験をもとに¹⁾、3次元弾塑性FEM(GA3D)による解析を行い、実験結果と比較するとともにその適用性を検討する。

2. 解析条件

本解析において杭は弾性体、地盤は弾完全塑性体とし降伏規準はMohr-Coulomb式、塑性ポテンシャルはDrucker-Prager式を用いた非関連流れ則を適用した。解析はFig.1のような斜面上の模型水平載荷実験をモデルとし、それに準ずるパラメーター(Table 1)で行った。排水三軸実験から求めた地盤での E_{50} は地盤内の各深さでの地盤の自重による初期応力からEq.(1)のように仮定した。せん断強度低減有限要素法²⁾により、地盤の自重に基づいて各要素のガウス点での応力を求め、それを地盤の初期応力として基礎の頭部に段階的な強制水平変位を与えて地盤との相互作用を考慮した解析を行った。

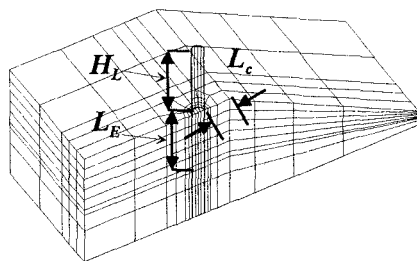


Fig.1. 3D meshes

Table 1. Material parameters for FEM

Material	ϕ (deg)	ψ (deg)	E (MPa)	ν	γ (KN/m ³)
Pile	-	-	6.86E+04	0.345	26.4
Sand	47.5	17.5	Eq.(1)	0.3	15.68
Interface	25	0	Eq.(1)	0.3	15.68

$$E_{50} = E_0 \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3\sigma_0} \right)^m$$

($E_0 = 1.143 \text{ MPa}$, $\sigma_0 = 1 \text{ kPa}$, $m = 0.8311$) (1)

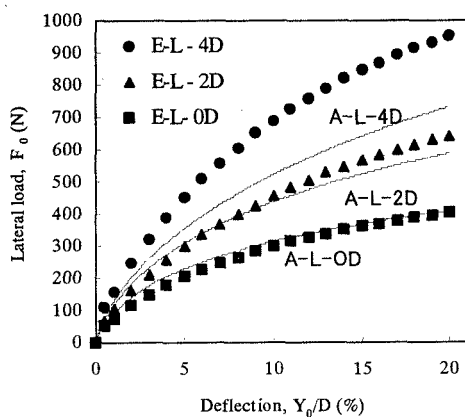
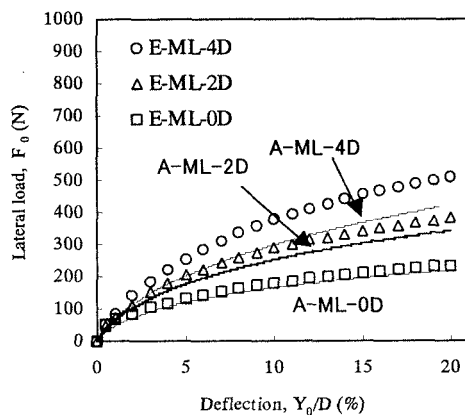
(a) $H_t = 0.1 \text{ m}$ (b) $H_t = 0.6 \text{ m}$

Fig. 2 荷重—水平変位の関係

キーワード : lateral load, slope, FE analysis, short-piled foundation, p-y curve

〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部建設工学部(社2) Tel 0277-30-1621 kscha@geotech.ce.gunma-u.ac.jp

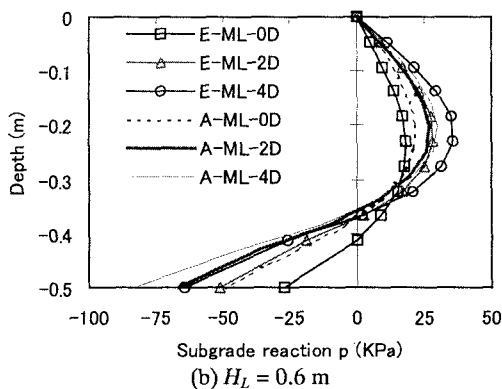
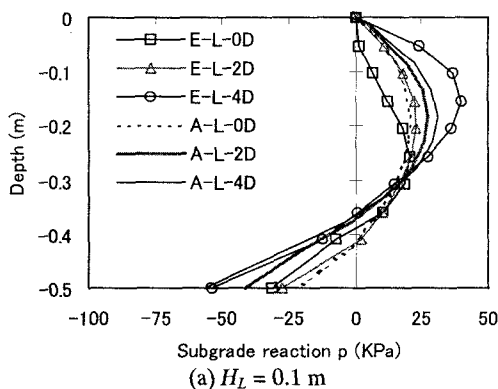


Fig. 3 地盤反力分布(水平変位 5mm)

3. 結果及び考察

水平変位は地盤表面から 0.1mの高さに着目して各ケースを整理した。実験と解析から得られた荷重—変位曲線を Fig. 2 の(a), (b)で示す。図の中での各ケースの表記は模型実験¹⁾に準じ(E-)、解析の結果(A-)は実線で表した。斜面に近接する短杭の水平支持力は杭と斜面の距離(L_c)が小さくなるほど、載荷位置(H_L)が高くなるほど(Fig. 2-(b))小さくなるという結果が得られた。Fig. 3 の(a),(b)は水平変位が 5mmでの、模型実験と FEM 解析の地盤反力分布を示した。地盤反力 P は曲げびずみを 5 次多項式で近似して求めた曲げモーメント分布曲線を 2 回微分して算出した。地盤反力 P は各ケースで一定な水平変位が発生した場合(異なる荷重を受けている)、斜面の距離(L_c)が斜面に近くなるほど小さくなった。地盤反力がゼロになる深度は (L_c)が小さくなるほど、載荷位置(H_L)が高くなるほど深くなる傾向があった。

$$P(y, z) = k_h \cdot \left(\frac{y}{D}\right)^n \quad (2)$$

Eq.(2)のように杭の水平地盤反力は水平変位の指数関数で現われる P - y 関係を用いた。ここで、 P は地盤反力、 k_h は比例定数、 y は杭の水平変位、 D は杭径、 n は地盤固有の値である。Fig. 4 は水平変位が 3, 5, 10mm の場合、各ケースで地盤反力が最大値を示した地盤表面から深さ 0.2m での P - y 関係を解析の結果から示す。 n の値は 0.5 から (L_c)の値が大きくなるほど上昇する事がわかった (Table 2)。

4. 終わりに

砂斜面近傍での杭頭自由の短杭を対象にした一連の模型実験と 3 次元 FEM の結果から、各ケースは異なる荷重を受けて一定な水平変位が発生した場合についてデータ整理を試みた。斜面の距離(L_c)が斜面の肩に近くなるほど地盤反力係数が低減する事が判明した。

<参考文献>

- 1) 須田, 鶴飼, 若井, 他: 斜面近傍における短杭の水平支持挙動に関する研究(その 1, 実験の概要), 第 28 回関東支部技術研究発表会概要集, 2001 (投稿中)
- 2) 鶴飼恵三: 安定解析におけるせん断強度低減法の有用性, 土と基礎, Vol.38, No.1, pp67-72, 1999

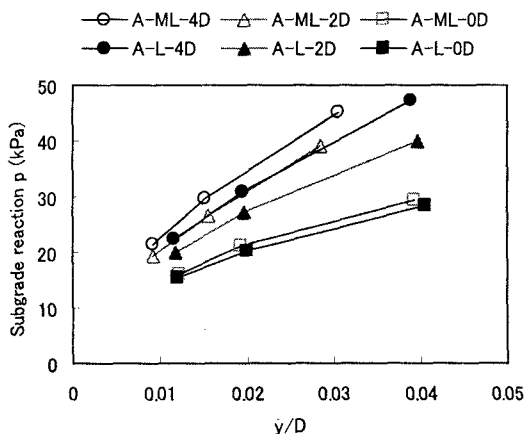


Fig. 4. 地盤反力とたわみの関係
(水平変位 3,5,10mm—深度 0.2m)

Table 2. Value of n for each case

L_c	A - ML			A - L		
	0D	2D	4D	0D	2D	4D
n	0.517	0.624	0.626	0.497	0.567	0.620