

地盤改良直接基礎の三次元支持力特性

九州共立大学 学 ○大和 章一 学 山内 隆弘 正 前田 良刀
大分県宇佐土木事務所 正 横田 康行

1. はじめに

近年、大幅な地盤改良技術の進歩により、杭を必要とするような地盤でも柱状体のような地盤の改良により構造物の基礎とすることが可能となってきた。しかし、基礎の支持力の評価は強固な連続した支持地盤が前提となっているため、前述のような基礎には適用上限界がある。

本文では、3次元 FEM 解析を用いて改良体を有する地盤の支持力特性について改良の程度に着目した検討を行う。

2. 解析概要

2.1 解析地盤の作成

解析地盤は、図-1 に示す幅 $W_G=100\text{m}$ 、奥行き $L_G=100\text{m}$ 、深さ $H_G=60\text{m}$ の地盤を作成し、改良体は、径 $D=1\text{m}$ 、根入れ $D_r=20\text{m}$ の円柱状のものを作成する。地盤と改良体の物性値に関しては、表-1 に示す室内試験¹⁾²⁾によって求められたものを用いる。本文での計算は改良体上に根入れの無い直接基礎を設置した場合の支持力を求めるものである。なおフーチング幅は $B=10\text{m}$ と固定する。

2.2 解析方法

鉛直荷重は、フーチング上に等分布荷重を行ない、解析ケースは、表-2 に示す計 44 ケースとする。また、解析は非線形解析の一つである降伏条件がモール・クーロン材料を基準とするパイリニア型の弾塑性モデルによる支持力解析ソフト Mr.SOIL3D を使用する。図-2 に示すようにモールの応力円の中心からクーロンの式への垂線 h と応力円の半径 r との比 h/r が ≤ 1.0 の場合、弾性係数は $E'=E/10$ とする。ただしポアソン比は、原地盤、改良体ともに $\nu=0.3$ と一定としている。

3. 試験結果と考察

(1) 改良体本数と支持力の変化

図-3 は正方形のフーチング形状($L/B=1$)、外側改良幅無し($B'=0$)の場合の改良密度の荷重・変位関係に与える影響について示したものである。また図-4 は支持力改善に着目して整理したものである。なお

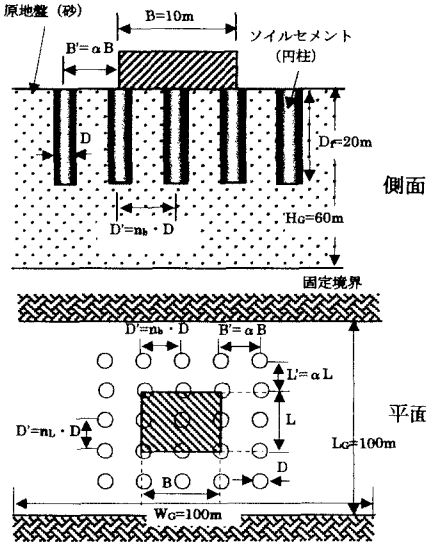


図-1 解析地盤

表-1 物性値一覧

	改良体	原位置
単位重量 γ t	20kN/m ³	20kN/m ³
粘着力 c	500kN/m ²	0
内部摩擦角 ϕ	0	38°
変形係数 E	130000kN/m ²	30000kN/m ²

表-2 解析ケース一覧

		B=10m, w=100m, D=1.0m			
		①L/B=1 (L=10m)	②L/B=2 (L=20m)	③L/B=5 (L=50m)	④L/B=10 (L=100m)
$\alpha=0$	$n_s=n_L=1$ (Case-A)	○	○	○	○
	$n_s=n_L=2$ (Case-B)	○	○	○	○
	$n_s=n_L=5$ (Case-C)	○	○	○	○
$\alpha=0.4$	Case-A	○	○	○	○
	Case-B	○	○	○	○
	Case-C	○	○	○	○
$\alpha=1.0$	Case-A	○	○	○	○
	Case-B	○	○	○	○
	Case-C	○	○	○	○
$\alpha=3.0$	Case-A	○	○	○	○
	Case-B	○	○	○	○
	Case-C	○	○	○	○

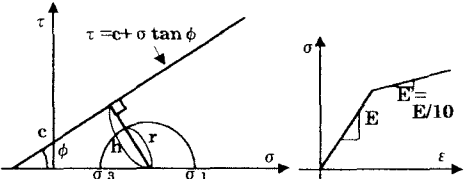


図-2 弾塑性モデル

支持力は、非線形性の卓越する2つの接線方法の交角を二等分する線との交点を支持力値として判定している。図-4から分かるように、改良密度が大きいほど鉛直支持力が増大する。

(1) フーチング形状と支持力の変化

図-5は外側改良幅 $B'=0$ 、改良密度 $n_L=n_b=1$ の場合のフーチング形状の奥行き長さ L の影響について示したものである。図からフーチングの奥行きが大きくなると、底面積の増大により変位は大きくなるが、鉛直支持力には余り影響しない。

(2) 改良幅と支持力の変化

図-6は正方形のフーチング形状($L/B=1$)、改良密度 $n_L=n_b=1$ の場合の外側改良幅の荷重・変位関係への影響を示したものである。また、図-7は、支持力の変化に着目して整理したものであり、外側改良幅が無い場合($\alpha=0$)の支持力 q_{u0} を基準としている。また、過去に行なわれた試験結果²⁾も併せて示している。図-7から解析値は試験値と同様の傾向を示し、支持力は $\alpha=1$ 程度までは支持力改良効果は著しく、それ以降は緩やかとなることが分かる。しかし、解析値は試験値に対して支持力効果を過小に評価している。今回用いたパイリニア系のモール クーロン材料では、入力パラメーター数の制限から実際に生じる複雑な基礎と地盤の相互作用問題に対して、今後検討する余地があるかも知れない。

4. まとめ

本文では主として、三次元改良地盤の鉛直支持力についての解析結果については以下の通りである。

- ① 改良体密度を大きくすると、支持力はより改善される。
- ② フーチング面積が大きくなると変位は増大するが、支持力にはあまり影響しない。
- ③ 外側地盤改良幅 α の増加に伴い、鉛直支持力は増加する。また実験値と同様、 $\alpha=1$ 付近でその効果は大きい。

参考文献

- 1) 十河、松本、山本：組み合わせ荷重を受ける杭の支持力機構に関する研究、H6. 九共大卒論
- 2) 片山、米谷、中原：改良地盤における直接基礎の支持力特性、H11. 九共大卒論

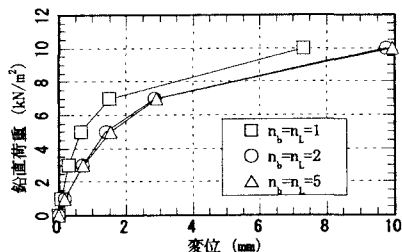


図-3 改良密度が荷重変位関係に与える影響 ($L/B=1$)

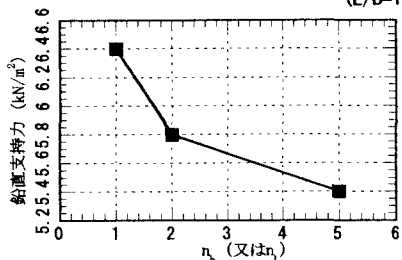


図-4 改良密度が支持力に与える影響

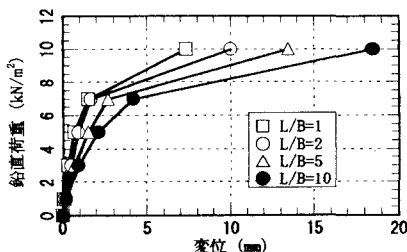


図-5 フーチング形状が荷重変位関係に与える影響 ($n_b=n_L=1$ の例)

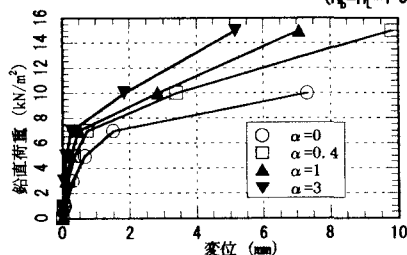


図-6 外側改良幅が荷重変位関係に与える影響 ($n_b=n_L=1$ の例)

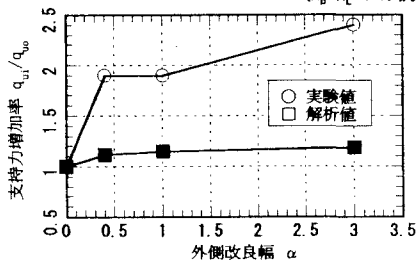


図-7 改良幅と支持力の増加率の関係 ($L/B=1$)