

改良地盤の支持力特性 (その2) (支持力解析)

九州共立大学 学 ○大和 章一 学 田中 伯和 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、改良地盤の支持力特性(その1)に示すように、人工的な改良地盤を積極的に構造物の支持地盤とする研究が実験的に行われている。それらの成果を実務へ適用可能とするためにはFEMなどの数値解析結果の面その適用性を確認することが重要である。

本文では、FEM解析によって得られる結果をもとに、支持力試験¹⁾の結果も念頭に入れながら改良地盤の支持力特性について考察する。

2. 解析概要

2.1 解析用地盤の作成

解析地盤は、図-1に示す幅 $W=150\text{cm}$ 、深さ $H=30\text{cm}$ のプラスチック積層体地盤を主体であり、改良体として、幅 $D=1\text{cm}$ 、改良深さは地盤と同じ $D=30\text{cm}$ であり、基礎のフーチング幅 $B=10\text{cm}$ のものを作成する。本研究では改良地盤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。また今回解析に用いる地盤物性値は、表-1に示すようにこれまでの室内試験¹²⁾から得られたものを用いる。図-2は解析上の地盤定数設定のための荷重・沈下関係の比較である。解析値と試験値の対応は良好である。

2.2 解析方法

荷重の載荷は、剛なフーチング中心部に集中荷重を載荷する。解析ケースは、表-2に示す計36ケースを行い、その後改良地盤上に上載荷重($\sigma_{vo}=0.45\text{kN/m}^2$)を載荷したものを同ケース行い、計72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-3に示すように、モールの応力円の中心からクーロンの降伏基準式への垂線 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 $E'=E/100$ 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。支持力の評価は荷重・変位関係の変位が 10mm に達したときの荷重の値を支持力値として評価している。

3. 試験結果と考察

3.1 改良密度と支持力の変化

図-4は、側方改良幅無し($\alpha=0$)、鉛直荷重($\theta=0^\circ$)、上載荷重無し($\sigma_{vo}=0\text{kN/m}^2$)、の場合の改良密度 n_b が

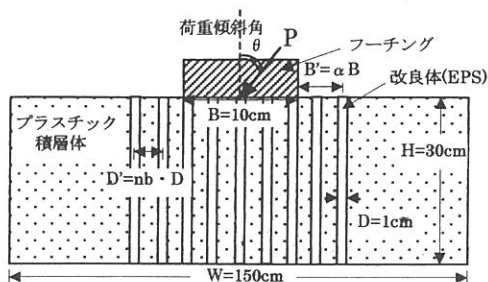


図-1 解析モデル図

表-1 物性値一覧

	プラスチック積層体	EPS
ヤング係数 E	1800kN/m^2	2400kN/m^2
ポアソン比 ν	0.3	0.3
単位単位重量 γ	11.5kN/m^3	0.1kN/m^3
粘着力 c	0	18kN/m^2
内部摩擦角 ϕ	21°	0°

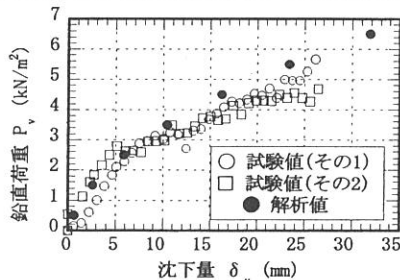


図-2 試験値と解析値の比較

表-2 解析ケース

改良密度 n_b	側方改良幅比 α	$\theta=0^\circ$	$\theta=10^\circ$	$\theta=20^\circ$
$n_b=1$ (改良率 100%)	$\alpha=0$	○	○	○
	$\alpha=0.4$	○	○	○
	$\alpha=1$	○	○	○
	$\alpha=3$	○	○	○
$n_b=2$ (改良率 60%)	$\alpha=0$	○	○	○
	$\alpha=0.4$	○	○	○
	$\alpha=1$	○	○	○
	$\alpha=3$	○	○	○
$n_b=5$ (改良率 30%)	$\alpha=0$	○	○	○
	$\alpha=0.5$	○	○	○
	$\alpha=1$	○	○	○
	$\alpha=3$	○	○	○

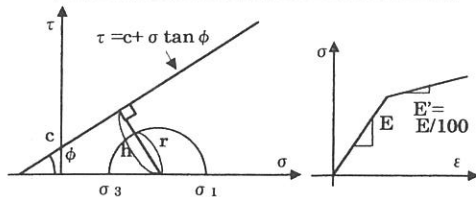


図-3 弾塑性モデル

荷重・沈下関係に与える影響について示したものである。また図-5 は改良密度が支持力に与える影響について整理したものであり、改良密度 $n_b=1$ (改良率 100%) の場合の支持力 q_0 を基準としている。図より n_b が大きいほど(改良率が低下)支持力が減少しており、それは側方改良幅の程度に関係なく、ほぼ一定の増加減少率である。またほとんど同じ結果が室内支持力試験¹⁾より得られている。

3.2 側方改良幅と支持力の変化

図-6 は鉛直荷重($\theta=0^\circ$)、上載荷重無し($\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$)、の場合の側方改良幅比 α が支持力に与える影響を示したものであり、側方改良幅が無い場合($\alpha=0$)の支持力 q_0 を基準としている。図より、 $\alpha=1$ 程度までは支持力増加の割合は大きく、それ以降は緩やかになる。この傾向は室内支持力試験¹⁾と同じである。

3.3 傾斜荷重と支持力の変化

図-7 は改良密度 $n_b=1$, $n_b=5$, 上載荷重無しの場合を例にとり、傾斜荷重 θ が支持力に与える影響を示したものであり、鉛直荷重($\theta=0^\circ$)の場合の支持力 q_0 を基準としている。図より荷重傾斜角の増大により支持力は減少し、その減少率は改良密度にあまり関係がない。

3.4 上載荷重と支持力の変化

図-8 は鉛直荷重($\theta=0^\circ$)、側方改良幅無し($\alpha=0$)、の場合の上載荷重($\sigma_{v0}=0.45\text{kN/m}^2$)が荷重・沈下関係に与える影響を示したものである。今回の解析では、上載荷重無し($\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$)の図-4 と比較して支持力改善効果は顕著に見られなかった。

4. まとめ

本文で得られた成果をまとめると以下のとおりである。

- ① 改良体密度により支持力は変化するが、 $n_b=2$ (改良率 60%) でも全面改良(改良率 100%)の 80%程度 の支持力となる。
- ② 側方改良幅の増加に伴い、支持力は増大し、その効果は $\alpha=1$ 付近で顕著に表れる。
- ③ 荷重傾斜角の増大に伴い、支持力は減少する。
- ④ 今回の解析では上載荷重による支持力改善効果は見られなかった。
- ⑤ 上記①, ②, ③, ④の支持力特性は、支持力試験結果¹⁾と良く一致する。

参考文献

- 1) 田中, 大和, 前田, 横田: 改良地盤の支持力特性 (支持力試験), 土木学会西部支部発表講演集, H.15.3.
- 2) 前原: 荷重と地盤の傾斜を考慮した直接基礎の支持力試験, 九州共立大学卒業論文, H.14.3.

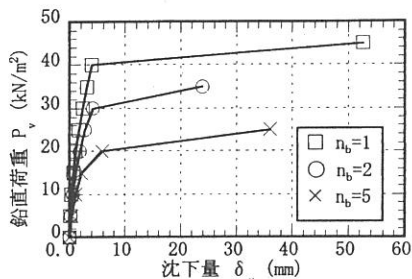


図-4 改良密度が荷重沈下関係に与える影響 ($\theta=0^\circ$, $\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$, $\alpha=0$)

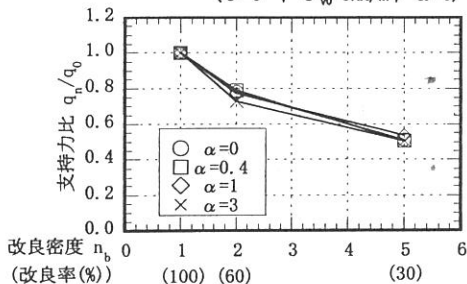


図-5 改良密度が支持力に与える影響 ($\theta=0^\circ$, $\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$)

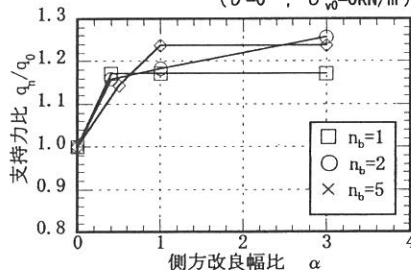


図-6 改良幅と支持力の増加率の関係 ($\theta=0^\circ$, $\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$)

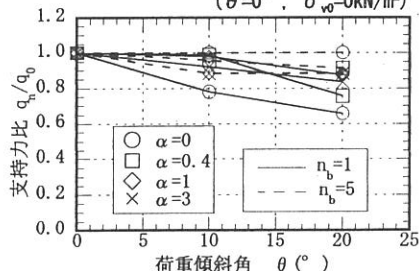


図-7 傾斜荷重が支持力に与える影響 ($\sigma_{v0}=0\text{kN/m}^2$, $\alpha=0$)

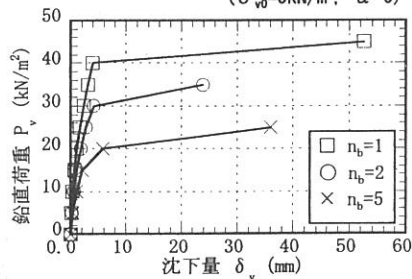


図-8 改良密度が荷重沈下関係に与える影響 ($\theta=0$, $\sigma_{v0}=0.45\text{kN/m}^2$, $\alpha=0$)