

山岳地におけるマイクロパイル基礎の適用性に関する研究（载荷模型実験の解析）

日本道路公団 正会員 紫桃 孝一郎、井ヶ瀬 良則、水上 善晴
 フジタ 正会員○ 岸下 崇裕、渡邊 哲也、相良 昌男
 九州共立大学 工学部 正会員 前田 良刀

1. はじめに

従来、山岳地における基礎は、深礎杭に代表される大口径杭による施工が主流である。その場合、山岳地に大型機械を導入しなければならない等の施工面や、大口径化に伴い掘削土砂が増加する等の環境面の問題がある。マイクロパイルは、300mm 以下の高強度鋼管を用い小口径ボーリングマシンにより施工を行うため、省スペースでの施工が可能で、掘削土砂も少なく済み、施工面や環境面において優れた工法である。

本論文は、山岳地におけるマイクロパイル基礎の適応性について検討を行うために実施された、水平模型载荷実験¹⁾を、二次元 FEM によりシミュレーション解析した結果について報告するものである。

2. 解析概要

解析は、総合地盤解析システム「SIGNAS」を用いて行った。模型地盤は、平面ひずみ要素を用い非線形性を Drucker-Prager の弾塑性でモデル化した。模型地盤に用いた解析定数は、水平载荷模型実験時に行なった土質試験結果を用いた。表 1 に解析定数を示す。マイクロパイルは、梁要素を用い、曲げ～曲率関係をバイリニアでモデル化した。表 2 にマイクロパイルの解析定数を示す。また地盤とマイクロパイルとの間は、ジョイント要素でモデル化し剥離や滑動現象が現れるようにした。図 1 に検討したケースを示す。

表 1 解析定数（模型地盤）

弾性係数	E (MN/m ²)	107.025
ポアソン比	ν	0.200
粘着力	C (kN/m ²)	116.7
内部摩擦角	ϕ (度)	45.2
Ducker-Prager 降伏条件	α	0.18910
	κ	8.99133

表 2 解析定数（マイクロパイル）

弾性係数	E (MN/m ²)	20000
断面積	A (m ²)	4.96 × 10 ⁻⁴
断面二次モーメント	I (m ⁴)	1.27 × 10 ⁻⁷
降伏時	曲げモーメント My (kN・m)	1.534
	曲率 ϕ (1/m)	0.061728
全塑性時	曲げモーメント Mp (kN・m)	2.097
	曲率 ϕ (1/m)	0.084399

3. 解析結果

a) 加力点位置の荷重～変位関係

図 2 に加力点位置での荷重～変位関係を示す。解析結果は、case3 の結果を除きよく一致している。Case3 の実験では、20kN 载荷時点において法面前面変位が生じずに杭が模型地盤に食込んだ状態になっていた。そのため実験結果のほうが、解析結果より変形が大きくなったものと考えられる。

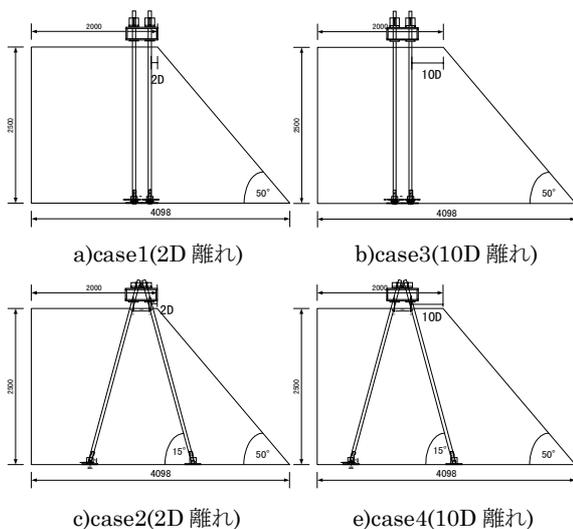


図 1 検討ケース

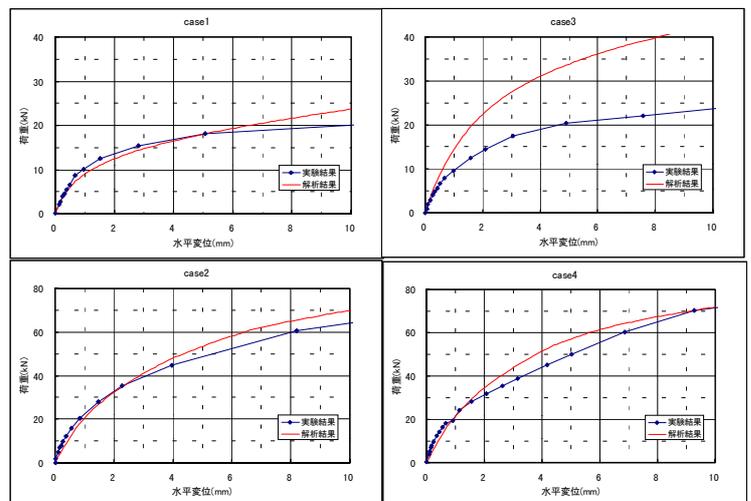


図 2 荷重～変位関係

キーワード：マイクロパイル、斜杭、斜面、FEM 解析

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 電話(046)250-7095 FAX(046)250-7139

b) 発生断面力

図3、図4に断面力分布図を示す。図中の右側は、斜面側の前杭の値を示している。Case1の解析結果は、曲げモーメント分布、軸力分布ともに実験結果とよく一致した。Case2の解析結果では、実験結果比べ曲げモーメントが小さく、軸力が大きくなっている。これは、フーチングと杭との結合状態が実験より解析のほうが固いため、水平力に対して曲げと軸力の分担が違っているものと思われる。曲げモーメント分布は、斜面の影響を受けて case1、case2ともに曲げモーメントの分布が下に伸びる傾向に有る。

c) 模型地盤の変形

図5に斜面全面の水平変位を示す。case1、case2ともに実験結果と解析結果と良く一致した。図6に模型地盤全体の変形と塑性域図を示す。case1では、荷重が増加するにつれ前杭が倒れ込み、斜面を押し事によりすべり破壊が生じている。case2では、前杭が起き上がり、斜面を押し上げる事により前杭前面に引張り破壊が生じている。この破壊の傾向は、実験と良く一致していた。

4. おわりに

水平模型載荷実験のシュミレーション解析を行い以下の結論を得た。

- ①荷重～変位関係は、局所的な破壊を生じている case3を除き、解析結果と実験結果とでは良く一致している。
- ②杭に発生する曲げモーメントや軸力は、実験結果と解析結果とがよく一致していた。
- ③斜面の破壊状況は、直杭では斜面を押し出しすべり破壊を、斜杭では斜面を押し上げるため引張り破壊が生じていた。

上記のことから判断して本解析手法は、斜面上基礎の水平載荷模型実験を良くシミュレートしており、設計法を検討する上での数値解析実験に適用することが可能であることが分かった。なお本検討は、日本道路公団試験研究所における平成

12年度「基礎構造の合理化に関する試験研究業務」をまとめたものである。【参項文献】1):紫桃、井ヶ瀬、水上、相良、奥松、前田、山岳地におけるマイクロパイル基礎の適用性に関する研究(水平載荷模型実験による検討), 第56回年次学術講演会, 2001.10

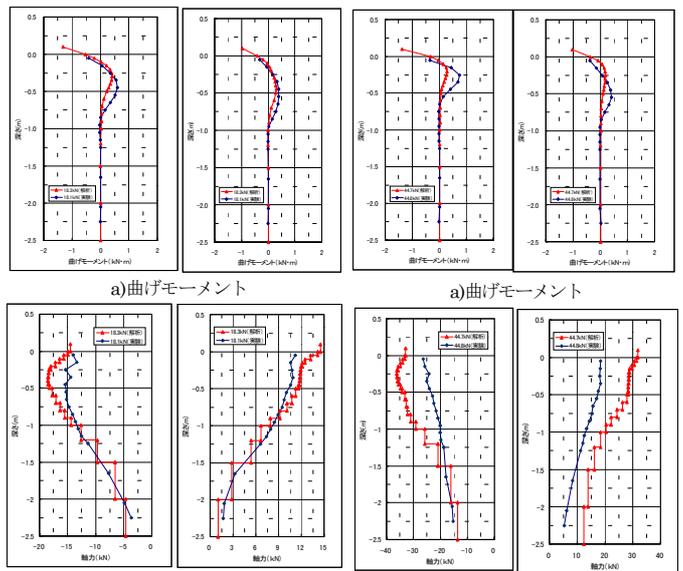


図3 断面力分布(case1)

図4 断面力分布(case2)

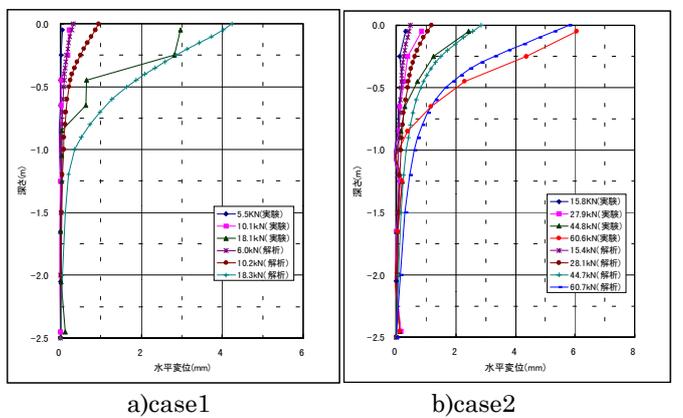


図5 斜面前面水平変位量

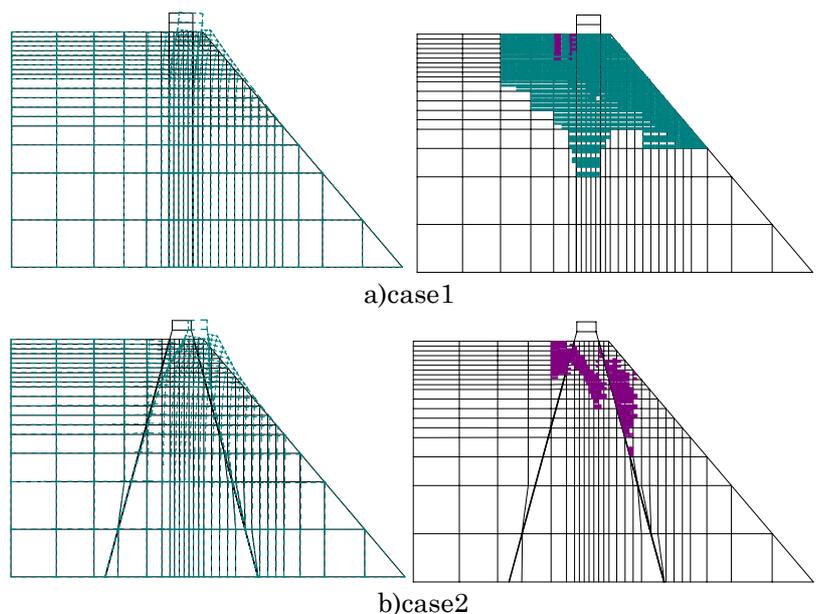


図6 地盤の変形と塑性領域