

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（設計計算手法の検討）

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 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、掘削土砂も少なくすみ、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、縮小模型実験の解析および数値解析実験により得られた結果を用いて設計計算手法を提案するための基礎的検討について報告するものである。

2.検討概要

検討は、斜面の角度、斜面からの離れをパラメータとした二次元 F E M解析による数値解析実験を行った。またその結果と縮小模型実験の解析結果¹⁾により得られた結果を用い、梁バネモデルによる静的非線形解析を行い設計計算手法の基礎的検討を行った。表 1 に数値解析実験で検討したケースを、表 2 に解析定数を示す。今回検討とした地盤は、山岳地への適用を考え軟岩層とし斜面高さを 25m とした。数値解析実験で用いた解析手法は、縮小模型実験の解析で用いた手法と同じ方法とした。

図 2 に、設計計算法の検討で用いた梁バネモデルを示す。設計計算法の検討では、荷重～変位関係、水平耐力について F E M解析結果との比較で行った。ここで、梁バネモデルにおける水平地盤反力係数には、斜面上の深礎基礎（日本道路公団設計要領）杭前面傾斜による補正係数を、杭の地盤抵抗力の上限値には杭基礎の地震時保有耐力法の抵抗特性を用いた。

3.検討結果

a) 数値解析実験

図 2 に荷重～変位関係を示す。図では、斜面からの離れの影響を表すために、平地モデルでの検討結果も示してある。直杭の解析結果は、斜面の角度による影響、のり肩からの離れによる影響が顕著に見られた。斜杭の解析結果は、斜面角度の影響、のり方からの離れによる影響ともに、直杭の結果に比べ微量となった。これは、斜杭は直杭に比べ基礎として杭頭剛性が多いため水平力に対し地盤の影響を受けずらくなっているためである。

b) 梁バネモデルによる検討

図 3 に梁バネモデルによる検討結果と F E M解析と比較を示す。

表 1 検討ケース

CASE	杭形式	斜面角度	斜面からの距離
1	直杭	30°	2D(0.4m)
2			10D(2.0m)
3		40°	2D(0.4m)
4			10D(2.0m)
5	斜杭	30°	2D(0.4m)
6			10D(2.0m)
7		40°	2D(0.4m)
8			10D(2.0m)

表 2 解析定数

弾性係数	E (MN/m ²)	98
ポアソン比	ν	0.200
粘着力	C (kN/m ²)	294
内部摩擦角	ϕ (度)	30
Ducker-Prager 降伏条件	α	0.160128
	κ	24.961517

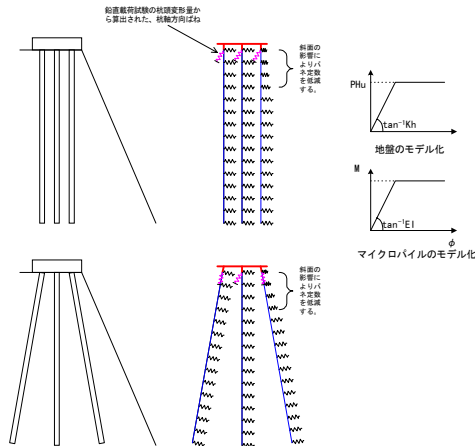


図 1 設計計算モデル

キーワード：マイクロパイル、斜杭、斜面、FEM 解析

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 電話(042)791-1621 FAX(042)791-2380

図中における 50 度の結果は、水平模型実験の解析結果と比較したものである。各検討ケースともに、梁バネによる結果のほうが、FEMの解析結果に比べ変形量が小さくなっている。これは、梁バネモデルで用いている地盤抵抗の上限値（受動土圧）が、のり肩からの離隔の影響を考慮しきれてないためだと思われる。

斜面角度 30 度と 40 度の結果において、直杭モデルで水平耐力が一致しているが斜杭モデルにおいて FEMの結果が小さくなっている。今回の検討においては、斜杭の前杭と後杭の地盤の抵抗を直杭と同様にしているためだと思われる。図 4 に FEM解析における塑性化領域図を示す。図で示されるように、直杭においては、後杭の塑性領域が前杭に比べ大きくなっているのに対し、斜杭においては同程度になっている。このことにより、斜杭の設計計算においては、地盤の抵抗値に対して斜面の影響を考慮するとともに、前杭と後杭の抵抗値のバランスについても検討する必要があるものと思われる。

4.おわりに

FEM解析と梁バネモデルの比較により以下の事項が確認できた。

- ①荷重～変位関係から、斜面上でのマイクロパイル基礎は現状の斜面傾斜角の補正係数で、水平地盤反力係数の影響を考慮する事ができた。
- ②斜面の地盤抵抗の上限値については、ほぼ水平耐力の算定が可能であるものの、マイクロパイルの特性を考慮した地表面付近の破壊荷重を算定し、離隔の影響を考慮し得る手法を取り入れる必要がある。
- ③斜杭の設計計算は、前杭と後杭の抵抗値のバランスについても検討する必要がある。

本検討では、主に水平方向の荷重～変位の関係、杭の水平地盤反力に着目し基礎的な設計手法に関する検討を行った。今後は地盤条件や杭形式を変えた検討や、実地盤での水平載荷試験を実施して設計法の検討を行う必要がある。

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、岸下、渡邊、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（載荷模型実験の解析）、第 56 回年次学術講演会、2001.10

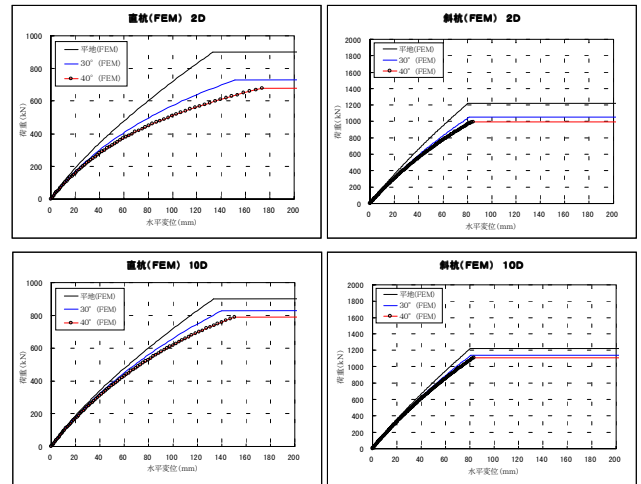


図 2 荷重～変位関係（数値解析実験）

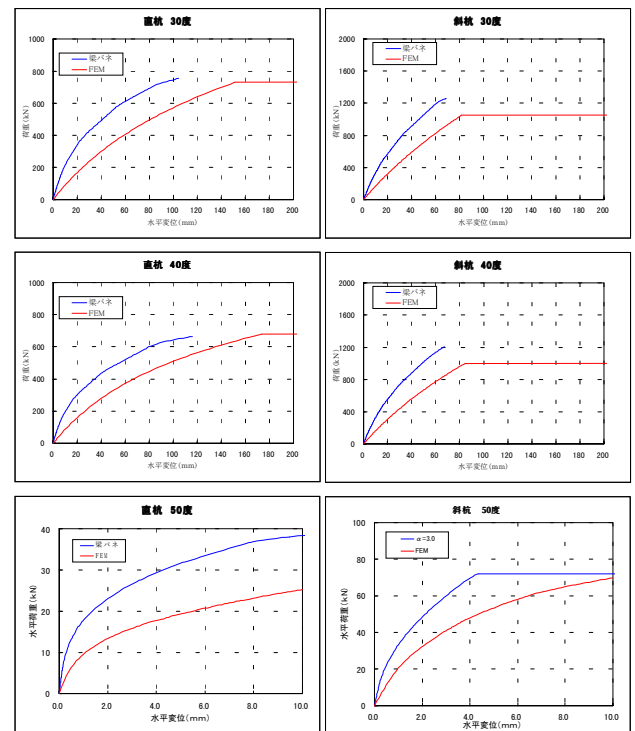


図 3 荷重～変位関係（梁バネ解析）

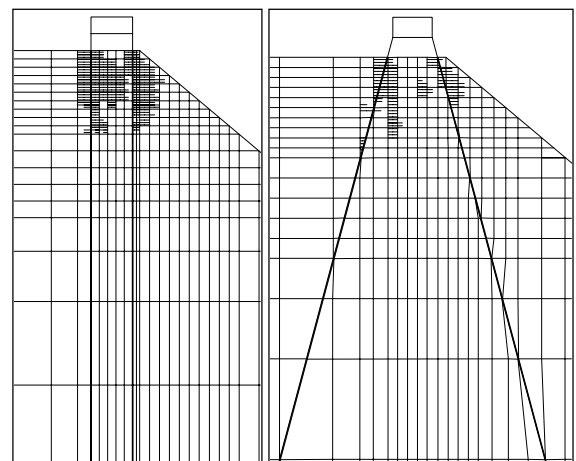


図 4 塑性化領域図