

Ⅲ - B173

遠心模型実験による既設杭近接掘削の影響に関する基礎的研究

(株)地研コンサルタンツ 正〇濱名 和俊

労働省産業安全研究所 正 豊澤 康男 堀井 宣幸

武蔵工業大学 正 末政 直晃 片田 敏行

1. はじめに

都市部の掘削工事では、その周囲に既設構造物が存在する近接掘削となることも多い。既設の杭がある場合は掘削に伴い地盤や既設杭さらには土留めにも影響が及ぶことが考えられる。本研究では杭の直近を掘削した場合の近接施工に着目し、近接掘削が地盤の変形・崩壊及び既設杭に与える影響を調べるために遠心模型実験を行った。

2. 実験概要

実験に用いた試料容器の内寸は幅 45cm、高さ 26cm、奥行き 15cm である。図-1 の模型地盤概要に示すように模型地盤の中央に敷居板を設け模型の左右で杭有り側、杭無し側で独立した実験ができるようにした。模型杭(直径 2.0cm、高さ 30.0cm)はアルミ製で前背面にそれぞれ 4 個の土圧計を装着した。地盤にはカオリン粘土を用い、 1.0kgf/cm^2 の圧力で圧密して作成した。掘削溝の両側には矢板模型(厚さ 2mm アルミ製)を設置した。また、地盤の変形状況を調べるために地盤前面に標点を埋込んだ。杭は不動であることを想定して杭先及び杭頭を固定した。実験は切梁を設置しない場合(Case1)と設置した場合(Case2)の 2 ケースについて行い、地盤が崩壊するまで遠心加速度を上昇させた。

3. 実験結果及び考察

図-2 に地盤の標点の変位を示す。Case1 と Case2 双方とも杭有り側の地盤の変形の範囲が小さく、杭によって地盤の変形が抑止されていると考えられる。

杭有り側の地盤の方が最終的な地盤変位は小さいが、Case1 では杭の有無に係わらずほぼ同時に矢板が前方に傾きすべり線が発生し崩壊に至った。(図-3 (a) 参照。) 自立矢板の場合、杭があることによって必ずしも崩壊の発生が抑制されるとは限らず、かえって杭があることによって杭部分から亀裂が発生し、杭と土留め矢板の間の地盤が崩壊し易い状態になっていると考えられる。地表部付近では杭間の地盤にアーチ状の亀裂と掘削面に平行な亀裂が観測された。(図-3 (b) 参照。)

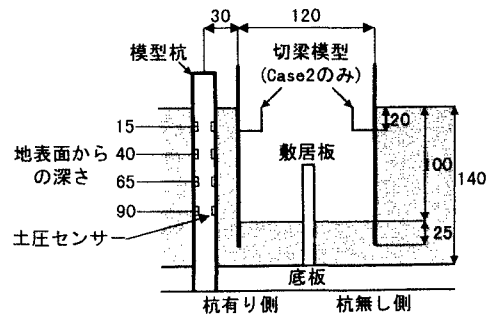


図-1 模型地盤(単位 mm)

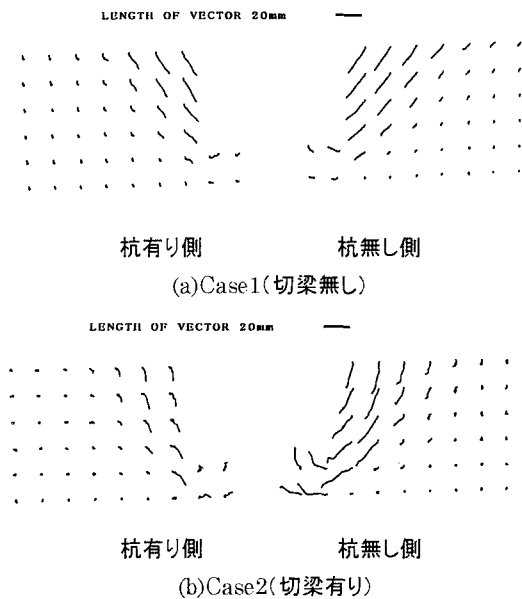


図-2 変位ベクトル図

一方、上端に切梁がある場合は、杭無し側地盤では55Gですべり線が発生したが、杭有り側地盤ではすべり線の発生は70Gであり、杭が地盤の変形を抑止していることが分かる。図-3（b）の地盤の変形状況から杭の下部周囲の地盤ではいわゆる受働杭のすり抜け破壊が起こったと考えられる。地表部付近では Case1 と同様に杭間の地盤にアーチ状の亀裂が見られた。（図-4（b）参照。）

図-5は、縦軸に深さを、横軸に杭前面土圧から杭背面土圧（ほとんど発生していなかった。）を減じることにより求めた地盤反力 P を C_u （非排水せん断強度）で除した値を示した。模型地盤の C_u は実験後の一軸圧縮試験から 0.095 kgf/cm^2 とした。

粘性土中の杭に水平力が作用した場合、地表面からの深さを z 、杭幅を D とすると、地盤反力の極限值 P_{ult} は、Broms²⁾やRandolph³⁾を参考にすると
三次元受働破壊領域（ $z \leq 3D$ ）： $P_{ult} = \sigma z + 6 C_u$
すり抜け破壊領域（ $z > 3D$ ）： $P_{ult} = 10.5 C_u$
（ σz ：鉛直応力）

とあらわせる。図中には 50G における値を破線で示した。Case1 については崩壊に伴い、地表面が沈下した分を考慮した。実験結果と比較すると、多少のずれがあるが、傾向はほぼ一致していることが分かる。ただし、Case1 と Case2 では地盤反力の発生状況に違いが見受けられる。地盤の変位・崩壊状況を考慮する必要があると考えられる。

4. まとめ

掘削部の近くに杭が存在した場合、掘削が進行し周辺地盤が移動するのに伴い、杭に水平地盤反力が発生する。今回の遠心模型実験では、矢板の支持条件により杭周囲の地盤の変位・崩壊状況が異なり、杭にかかる水平地盤反力の発生状況も異なっていたが、杭にかかる水平地盤反力の極限值は Bromsらの理論にほぼ一致していた。杭の近接掘削において、杭に作用する水平地盤反力はこの理論値によりほぼ推定出来ると考えられる。ただし、厳密には矢板の支持条件、杭の剛性等による地盤反力発生機構の違いを考慮する必要があると考えられる。

参考文献：1)岸田英明ほか：地盤反力・変位関係の非線形性、土と基礎 1997,25-9 2) Broms, B.B.: Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils, ASCE, Vol.90, SM3, 1964 3) Randolph, M.F.: The Limiting Pressure on a Circle Pile Loaded in Cohesive Soil, Geotechnique, Vol.34, No.4, 1984

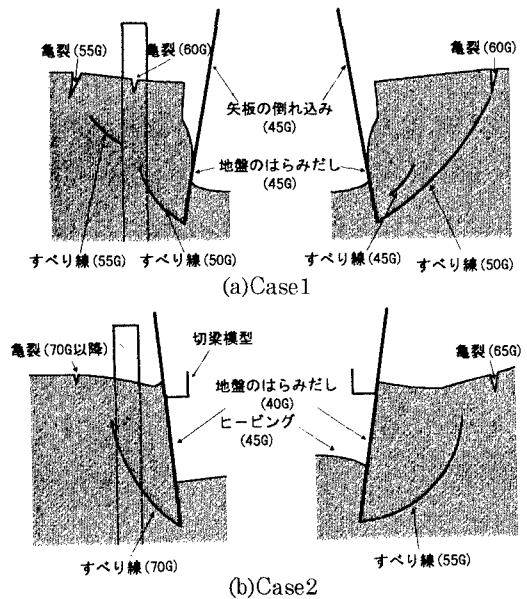


図-3 崩壊状況(カッコ内は発生時の遠心加速度)

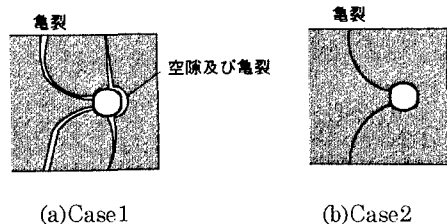
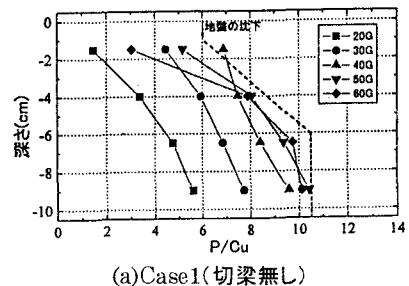
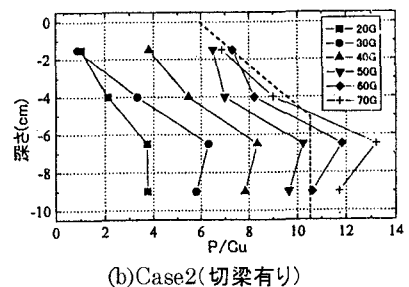


図-4 地表面の崩壊状況(杭有り側)



(a) Case1(切梁無し)



(b) Case2(切梁有り)

図-5 P/C_u 分布