

泥炭性軟弱地盤における斜杭基礎の耐震性能に関する実験的検討（その3：応答比）

土木研究所寒地土木研究所	正会員	○富澤	幸一
土木研究所寒地土木研究所	正会員	福島	宏文
北海道大学名誉教授	フェロー会員	三浦	清一

1.はじめに

斜杭基礎は一般に直杭基礎に対して、軟弱地盤などの現場条件では水平抵抗や終局耐力を向上させる可能性があることから、これまでにメカニズムに関し種々の研究^{1), 2), 3)}がなされてきた。ただし、斜杭基礎の地盤種別や斜角 θ に応じた耐震性能の検証は不十分である。本研究では、これまでの泥炭性軟弱地盤を対象にした斜杭基礎の遠心力加振実験による研究成果⁴⁾に基づき、大規模地震時の斜角 θ に対する応答変位比および応答ひずみ比を今後の設計法確立に向け整理した。

2. 遠心力加振実験モデル

遠心力模型実験は、50G 場での斜杭基礎の動的加振実験とした。図-1 に斜杭基礎の遠心力模型実験のセットアップ状況を示す。模型杭は鋼管杭を想定して、スチール材(SS400)を用いて外径 10.0mm, 厚さ 0.2mm, 長さ 400mm(実物換算径 500mm, 肉厚 10mm)とした。杭は支持杭として下端を石膏で固定した。杭配列は 2 本×2 本の組杭とした。また、模型実験では上部工荷重を想定し 980kN 相当の錘を杭頭に固定した。模型地盤は泥炭性軟弱地盤を想定して乾燥重量比 1 : 1 のピートモスとカオリン粘土の混合材料とし、初期含水比 $w=300\%$ の飽和地盤とした。泥炭地盤は初期高さを 375mm (実物換算 15m) とした。遠心力加振実験は、斜杭基礎の杭中心間隔 $\alpha \cdot D$ を一般的な 3D 一定とし、斜角 θ を 9 度, 12 度, 15 度に変化させた 3 ケースとした。

3. レベル 2 加振実験成果

遠心力加振実験により、斜角 θ の変化に注目した斜杭基礎の耐震性を検証した。遠心力加振実験は、レベル 2 加振 (750gal) 実験とした。遠心力加振実験の入力波形は 20 波の正弦波とし、周波数は III 種地盤 (泥炭地盤) を想定し 1.5Hz とした (図-2)。

図-3 に、レベル 2 加振による斜杭の斜角 θ （ケース 1 $\theta=9$ 度，ケース 2 $\theta=12$ 度，ケース 3 $\theta=15$ 度）に変化させた各実験ケースにおける時刻歴の杭頭応答水平変位を示した。杭頭応答水平変位はレーザー変位計での計測による。

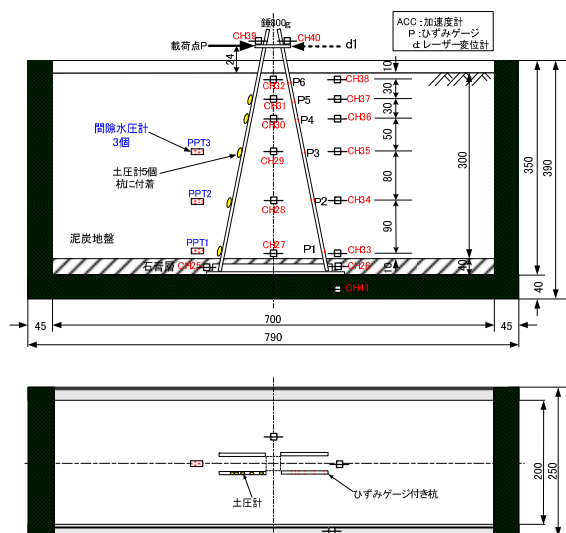


図-1 斜杭基礎の遠心力模型実験モデル（単位：mm）

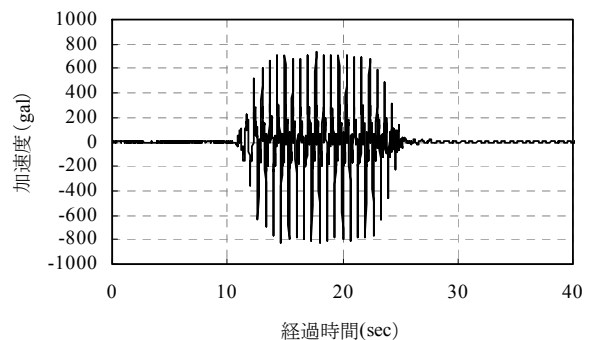


図-2 レベル2加振(750gal)正弦波

キーワード 斜杭, 泥炭, 耐震性能, 遠心力模型実験

062-8602 北海道札幌市平岸1条3丁目1番34号 TEL 011-841-1709(365) FAX 011-841-7333

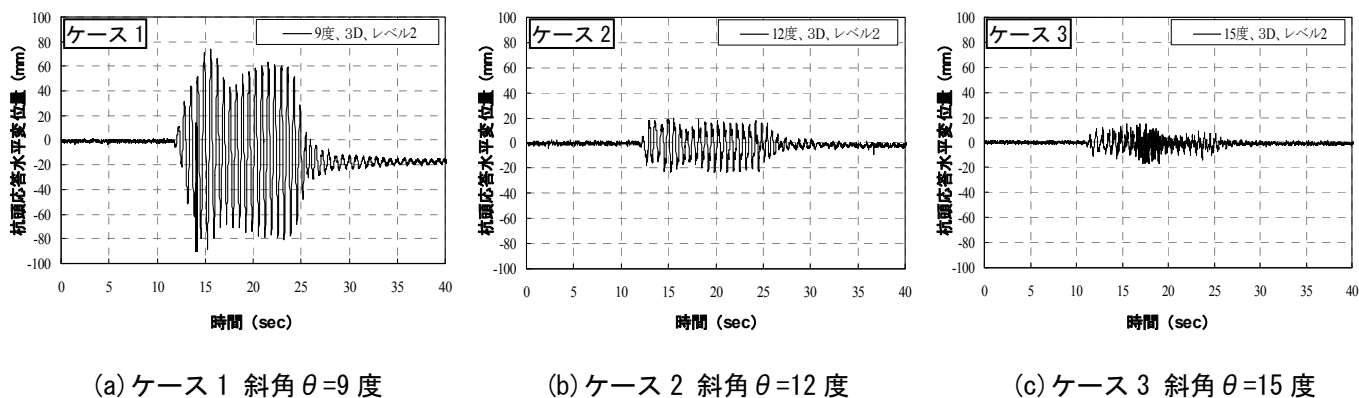
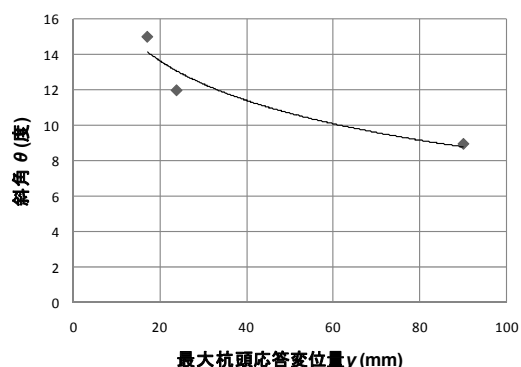
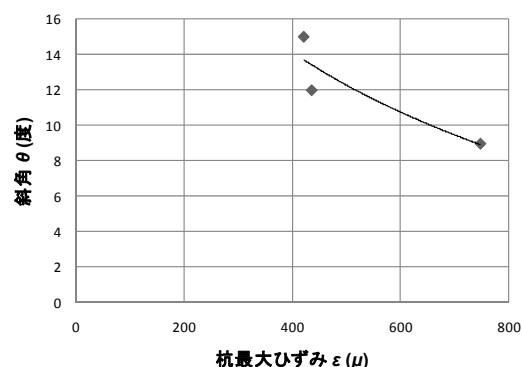


図-3 レベル 2 加振による斜杭の杭頭応答水平変位（レーザー変位計計測）

4. 応答変位比・応答ひずみ比

図-3 より、斜角 θ の増加に伴ったレベル 2 加振時の杭頭応答水平変位の低下傾向が確認できる。そこで、図-4 に斜角 θ と図-3 で得られた最大杭頭応答変位量 y の関係、図-5 に斜角 θ と加震時の杭最大応力ひずみ ε の関係を整理した。各図によれば、最大杭頭応答変位量 y はケース 1 で 90.00mm、ケース 2 で 23.89mm、ケース 3 で 17.15mm と斜角 θ の増加に応じて非線形化し等価ではないが低下している。これは実務適用内の斜角 θ で約-10 (mm/度) の応答変位比の関係にある。また、杭最大ひずみ ε も、ケース 1 で 747.75μ 、ケース 2 で 436.15μ 、ケース 3 で 421.50μ であり、ほぼ同様の低下傾向にある。これは約-100 (μ /度) の応答ひずみ比である。この傾向はレベル 1 加振時でも同様であった。この結果より、本実験での泥炭性軟弱地盤中の弾性挙動内の斜杭基礎の斜角 θ の増加に応じた実務適用内 ($\theta=10$ 度前後) の応答比低下すなわち耐震性向上が概ね整理された。ただし実設計では、斜杭基礎は斜角 θ の増加に伴うばね剛性・回転挙動や地盤圧密沈下による杭曲げ応力を別途照査することが留意点である⁴⁾。

図-4 斜角 θ ～最大杭頭応答変位量 y 図-5 斜角 θ ～杭最大応力ひずみ ε

基礎の耐震性能は本来降伏時の塑性化や変形性能などで工学的に定義すべきであるが、設計杭諸元の設定に当たっては、弾性変形内における動的実挙動の応答比で耐震性を評価することも実務上重要な指標と考えられる。今後は、現場計測工なども実施し斜杭基礎の合理的な適用法の研究を進める考えである。

参考文献

- 1) 佐藤 昭, 赤井公昭, 舟崎恒義: 負の周面摩擦力と斜ぐいに発生する曲げの計算法に関する研究 ―その 1, 負の周面摩擦力と斜ぐいに発生する曲げの計算法―, 日本道路公団試験所報告, pp.76-82, 1969.
- 2) 高橋邦夫, 沢口正俊: 地盤の圧密沈下による斜杭の曲げに関する実験的研究, 港湾技術研究所報告, 第 17 巻, 第 4 号, pp.121-167, 1978.
- 3) 木村 亮, 牧野洋志, 大川賢紀, 亀井宏之, 張 鋒: 斜杭を有する群杭基礎の静的水平支持力特性, 土木学会論文集 No.722/III-61, pp.97-107, 2002.
- 4) 富澤幸一, 西本 聡, 三浦清一: 泥炭地盤における斜杭基礎の静的および動的挙動評価に関する実験的検討, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.2, PP.209-220, 2013.