

地盤変状の影響を受ける斜面上に設置された道路橋基礎に関する遠心力載荷実験

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 河村 淳

研究当時 国立研究開発法人 土木研究所

(現 国土交通省 中部地方整備局 名四国道事務所) 正会員 ○真弓 英大

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 谷本 俊輔

国立研究開発法人 土木研究所 非会員 七澤 利明

1. 目的

斜面の地すべりなど地震時に大きな地盤変状を受けることにより道路橋に被害が生じる事例が見られる。こうした斜面変状の条件と基礎構造の違いが基礎の安定性に及ぼす影響について明らかにすることを目的として、遠心力載荷装置を用いた模型実験を実施し、分析を行った結果を報告する。

2. 遠心力載荷実験の概要

図-1 に模型実験の概要図(側面図)を示す。本報告は文献 1) にて報告された全 19 ケースの実験に加え、新たに柱状体深礎基礎を模した実験ケースを追加した全 23 ケースであり、実験概要については文献 1) を参照されたい。新たに追加した道路橋基礎の模型は柱状体基礎を対象としており、杭径 5200mm を想定した。遠心加速度は 80G とし、模型スケールは 1/80 より模型杭径は 65mm とした。模型杭の材質は実物の杭と曲げ剛性を整合させるために、アルミニウムパイプ(直径 $\phi 65\text{mm}$ 、厚さ $t = 5.0\text{mm}$)を使用した。また、すべり層厚 H は実際のすべり層を 4m 及び 8m と想定し、模型スケール 1/80 より 50mm 及び 100mm とした。

実験結果の整理にあたっては、図-2 に示すとおり、基礎構造(杭 1 本を「柱状体基礎」、斜面に対して直角に 2 本配置したものを「単列基礎」、斜面上側に 2 本配置し、杭頭を固定したものを「単列組杭基礎」と称す)の違い、基礎の傾斜角、すべり層厚をパラメータとした。実験は、遠心力載荷装置により遠心加速度 80G を載荷した後、電動式ジャッキにより可動壁を徐々に移動させることによりすべり層を滑らせた。

3. 遠心力載荷実験の結果

実験結果から得られた斜面すべり量(m)と杭に設置したひずみゲージのひずみ量から求めた杭の曲げモーメント M (kN・m) の関係曲線を整理した。斜面すべり量は、可動壁の変位量を実物大に換算した変位量であり、杭の曲げモーメントは計測した杭のひずみにヤング係数 E (普通純度アルミニウムのヤング係数 $E = 68.6\text{kN/mm}^2$) と断面二次モーメント I (m^4)、図心からの距離 y (m) を用いて、以下の式(1)から算出した。

$$M = EI\varepsilon/y \cdots \text{式 (1)}$$

各検討ケースのひずみゲージ計測箇所を図-3 に、斜面すべり量と斜面上の杭基礎に発生する曲げモーメントの関係曲線を図-4 及び 5 に示す。本報告では、表-1 に示す実験ケースにおいて基礎構造(柱状体基礎、単列基礎、単列組杭基礎)の違いに着目して考察した。

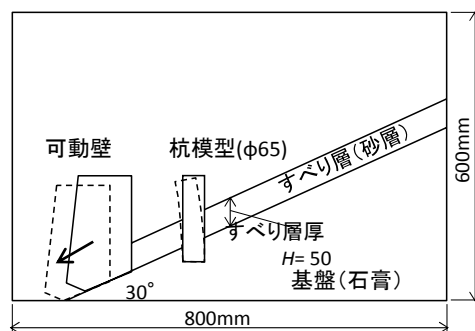
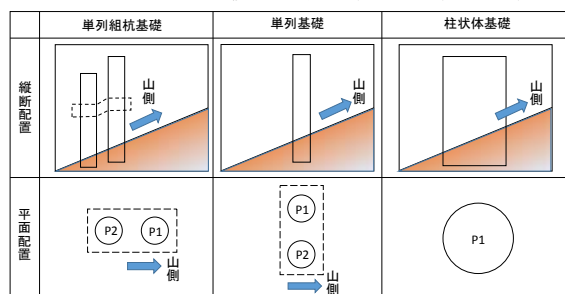


図-1 模型実験の概要図(側面図)



※点線は杭頭固定の場合に設置する金具

図-2 基礎構造及び杭配置

表-1 実験ケース

実験ケース		傾斜角度	すべり層厚	含水比	杭頭固定
基礎構造	杭径(模型)				
1 柱状体基礎	$\phi 65$	20度	10cm	0%	無し
2 単列基礎	$\phi 25$	20度	10cm	0%	無し
3 単列組杭基礎	$\phi 25$	20度	10cm	0%	有り

キーワード 道路橋, 杭基礎, 柱状体基礎, 地盤変状, 遠心力載荷実験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6

国立研究開発法人 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

柱状体基礎及び単列基礎は、杭頭を固定していないため、曲げモーメントは全体的に「+（基礎に対して反時計回りに作用するモーメント）」となり、すべり層と基盤の境界

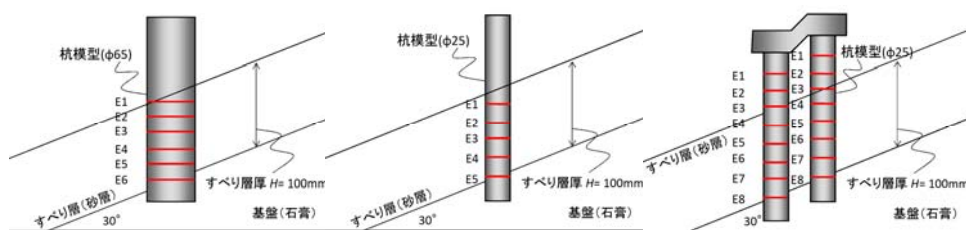


図-3 ひずみ計測箇所概要図

付近で最大値となる傾向がある。また、単列基礎の左右各杭に作用する曲げモーメントを合計すると、柱状体基礎に作用する曲げモーメントと同程度の結果となる。これは並列に2本の杭を配置した単列基礎においては杭間隔を文献2)を参考に $2D$ (D : 杭径)とし、実物大換算で4000mmとしたものであるため、2本の杭端部間の距離は6000mmであることに對して、柱状体基礎は杭径5200mmであることから概ね同様な結果になったと考えられる。

単列組杭基礎は、杭頭を固定しているため斜面上流側 (P1) と下流側 (P2) の曲げモーメントが異なる。図-5に示すように、これらの上流側の杭は、杭頭部と基盤面が支持された状態で土圧が作用するため、曲げモーメントは全体的に「-（基礎に対して時計回りに作用するモーメント）」となり、すべり層の下層付近で最大値となる傾向が見られた。また下流側の杭は上流側の杭に作用した土圧が固定梁を介して杭頭部に集中荷重として作用する一方、固定梁による拘束の影響を受けるため、曲げモーメントは杭頭部で「-」、すべり層と基盤の境界付近で「+」となり、すべり層の下層付近で最大値となる傾向が見られる。なお、本報告では結果の記載は省略したが、各杭の曲げモーメントのモードは、すべり層厚、すべり角度が変わっても大きく変わらない結果となった。

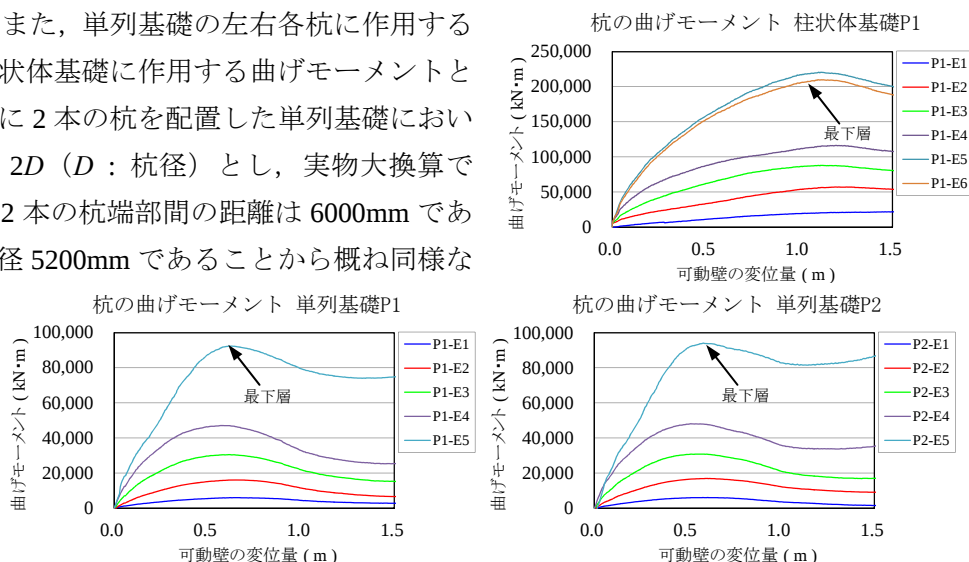


図-3 可動壁の変位量 (m) と杭の曲げモーメント (kN・m) の関係

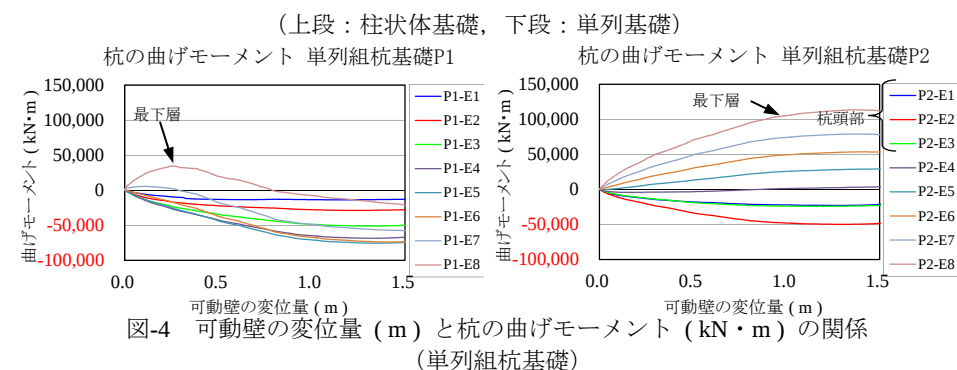


図-4 可動壁の変位量 (m) と杭の曲げモーメント (kN・m) の関係 (単列組杭基礎)

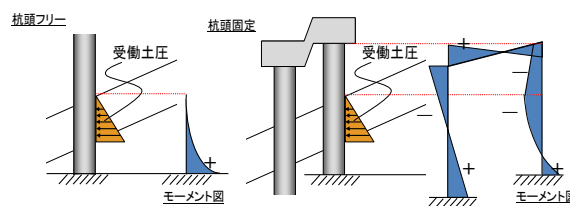


図-5 杭頭固定の有無による曲げモーメントモード図

4. まとめ

本報告では、杭に設置したひずみゲージの計測結果に基づき基礎構造の違いに着目して、斜面角度、杭頭固定の有無の条件下での可動壁の変位量との関係について比較した。今後、実験結果について基礎背面の受働崩壊範囲 (受働すべり角、すべり面の広がり角等) の確認・精査、及び解析的な検討も行ったうえで、地盤変状の影響を受ける斜面上に設置された道路橋基礎の抵抗特性について明らかにしていく予定である。

参考文献

- 1) 河村淳・真弓英大・谷本俊輔・七澤利明：地盤変状の影響を受ける斜面上に設置された道路橋の杭基礎に関する遠心模型実験、土木学会第71回年次学術講演会、2016、pp.677～678
- 2) 社団法人 日本道路協会：斜面上の深礎基礎設計施工便覧、2012.4