

地盤変状の影響を受ける斜面上の道路橋の杭基礎に関する遠心模型実験

元独立行政法人 土木研究所 正会員 ○遠藤 繁人

独立行政法人 土木研究所 正会員 真弓 英大

独立行政法人 土木研究所 正会員 谷本 俊輔

独立行政法人 土木研究所 非会員 七澤 利明

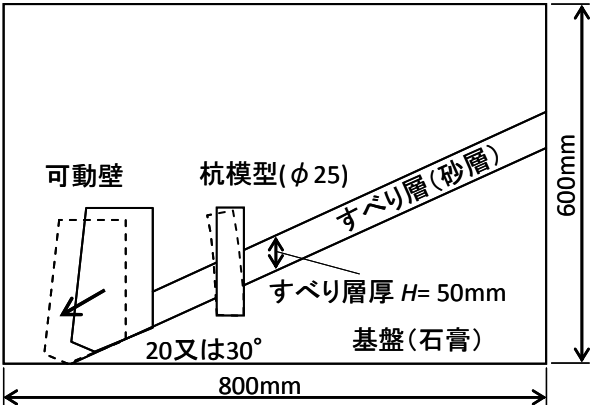
1. 目的

斜面の地すべりなど地震時に大きな地盤変状を受けるおそれがある場合において、道路橋の耐震安全性を確保するために必要となる一般的な評価手法は確立されていないため、遠心力载荷装置を用いた模型実験を実施し、地盤変状を生じうる斜面上に設置された道路橋の杭基礎に対して作用する外力により生じる杭体応力度について検討を行った。

2. 遠心力载荷実験の概要

図-1 に模型実験の概要図（側面図）を示す。500mm（奥行）×800mm（幅）×600mm（高さ）の土層に石膏で斜角 20°と 30°の基盤を作製し、すべり層の砂層（東北珪砂 7 号：乾燥状態、相対密度 $D_r = 90\%$ ）を敷設した。基盤の上面には、平板 2 枚でローラータイプの直線案内等を挟み込み、すべり層と基盤の摩擦を極力低減させる構造とした。

道路橋基礎は組杭深礎基礎を対象とし、杭径 2000mm 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 25mm とした。基礎の材質は実物の杭と曲げ剛性と整合させるために、アルミニウムパイプ（直径 $\phi 25\text{mm}$ 、厚さ $t = 1.5\text{mm}$ ）を使用した。また、すべり層厚 H は実際のすべり層 5m を想定したため、模型スケール 1 / 80 よりラウンド値を用いて 50mm とした。表-1 に模型実験諸元を示す。実験ケースは杭配置および基盤の斜角をパラメータとした表-2 に示す 7 ケースとした。なお、並列、縦列および 2×2 の杭中心間隔は、文献 1）を



側面図

図-1 模型実験の概要図（側面図）

表-2 実験ケース一覧表

ケース名	基盤の斜角	杭配置（平面図）
1	30°	1 本
2		並列
3		縦列
4		2×2
5	20°	1 本（ケース 1 と同様）
6		並列（ケース 2 と同様）
7		縦列（ケース 3 と同様）

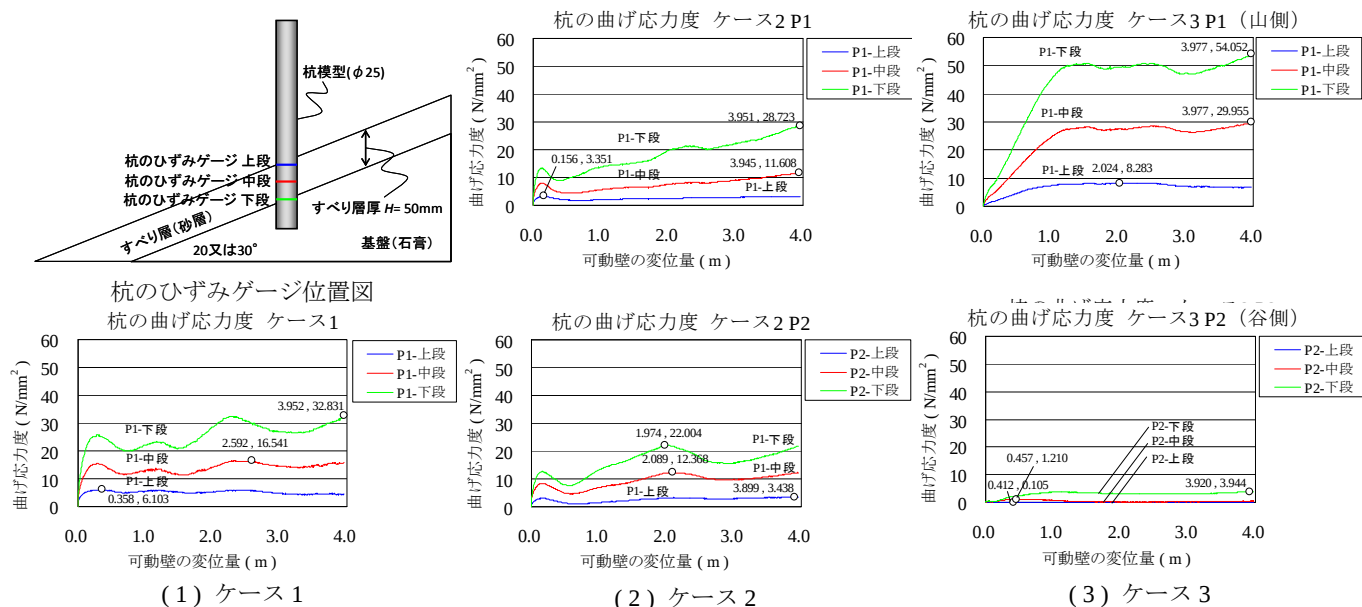
表-1 模型実験諸元

模型スケール	1 / 80
遠心加速度 (G)	80
基礎径 (mm) () 内は実寸	25 (2000)
基礎の材質	アルミニウムパイプ (直径 $\phi 25\text{mm}$ 、厚さ $t = 1.5\text{mm}$)
すべり層	東北珪砂 7 号 (乾燥状態、相対密度 $D_r = 90\%$) 厚さ $H = 50\text{mm}$

キーワード 道路橋基礎、地盤変状、遠心力载荷実験

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

図-2 可動壁の変位量 (m) と杭の曲げ応力度 (N/mm^2) の関係

参考に $2D$ (D : 杭径) とした。

実験は、遠心力载荷装置により遠心加速度 $80G$ を载荷した後、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。計測項目は表-3 のとおりであり、杭模型のひずみはすべり層内の3箇所の位置(上段、中段、下段)で計測した。本報告では、表-2 に示す実験ケースのうちケース1,2,3を比較し、杭模型の曲げ応力度に着目して考察を行う。

表-3 計測項目一覧

計測項目
杭模型のひずみ (3 箇所 / 本)
杭模型前後の土圧
可動壁の変位量
杭模型の変位量
模型地盤の表面変位量

3. 遠心力载荷実験の結果

図-2 に可動壁の変位量 (m) と杭に設置したひずみゲージから求めた曲げ応力度 (N/mm^2) の関係を示す。ここで、可動壁の変位量は実物大に換算した変位量である。また、曲げ応力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 $E = 68.6\text{kN/mm}^2$) を乗じて算出している。いずれの杭配置においても、下段、中段、上段の順に発生曲げ応力度が大きくなることが確認できる。また、ケース1とケース2を比較すると、ケース1の方が1.5倍程度大きな応力度が発生しており、ケース2は隣接杭との干渉による影響が現れていることがわかる。また、ケース3の山側と谷側の結果をみると、山側の杭にはケース1の2倍程度大きな曲げ応力度が発生する一方で、谷側の杭には非常に小さな曲げ応力度しか発生していないことがわかる。参考のために、杭に作用する三角形分布の受働土圧強度 p_p によって杭下段(すべり層最深部)に発生する曲げ応力度を試算したところ、 $200(\text{N/mm}^2)$ 程度であったことから、最も大きな曲げ応力度が発生したケース3のP1(山側)の下段の曲げ応力度でも1/4程度しか発生していないことがわかる。可動壁の変位量と曲げ応力度の関係に着目すると、可動壁が移動した直後に一度ピークが発生するがその後漸減し、可動壁の変位量が2mを超えた付近で再度ピークが発生する傾向が見られる。各曲線上の白丸はそれぞれの計測位置の最大値であるが、可動壁が移動した直後、移動量2mを超えた付近、実験終了時(移動量4m付近)の3パターンが確認できたが、データのばらつきもあり、杭配置による傾向の違いの解明には至っていない。

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杭に発生する曲げ応力度と可動壁の変位量の関係について比較・考察した。今後、解析的な検討も行ったうえで、地盤変状を生じうる斜面上に設置された道路橋の杭基礎に対して作用する外力の評価方法について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 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