

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

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○河村 淳

国立研究開発法人 土木研究所 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、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土圧の評価法を提案することを目的に遠心力载荷装置を用いた模型実験を実施した。

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10°、20°及び30°の基盤を作製し、すべり層の砂層(東北珪砂7号：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。

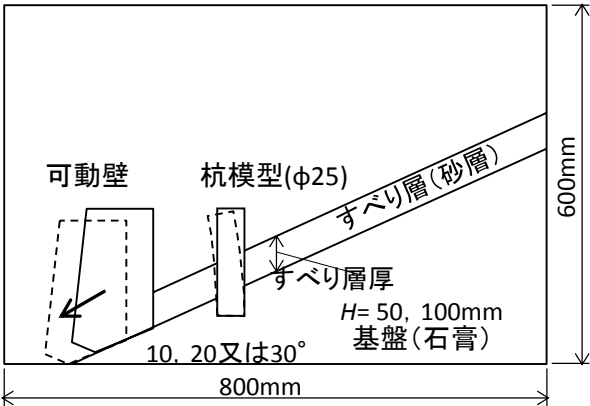


図-1 模型実験の概要図(側面図)

道路橋基礎は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。模型杭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。実験ケースは杭配置(杭1本を「単杭」、斜面上側に2本配置したものを「縦列」、斜面に対して直角に2本配置したものを「並列」と称す)、基盤の斜角、すべり層厚、含水比および図-2に示すとおり杭頭固定の有無をパラメータとした表-1に示す全19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。本報告では、表-1に示す実験ケース毎のすべり土塊の形状に着目して考察する。

3. 遠心力载荷実験の結果

図-3に可動壁の変位量(m)と杭に設置したひずみゲージから得られた曲げひずみ(μm)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。図-3は縦列杭の山側杭において斜面角度、杭頭固定の有無の条件をパラメータとして変化させた結果である。可動壁の変位量と曲げひずみの関係に着目すると、杭頭固定の無いケースでは斜面角度によらず、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、

表-1 実験ケース一覧

	杭パターン				斜面角度			すべり層厚		含水比		杭頭固定	
	単杭	並列2本	縦列2本	4本	10度	20度	30度	5cm	10cm	0%	15%	有り	無し
case1	●					●		●		●			●
case2		●				●		●		●			●
case3			●			●		●		●			●
case4	●						●	●		●			●
case5		●					●	●		●			●
case6			●				●	●		●			●
case7				●			●	●		●			●
case8		●			●			●		●			●
case9			●		●			●		●			●
case10		●			●			●		●			●
case11			●		●			●		●			●
case12		●			●			●		●			●
case13			●			●		●		●			●
case14		●				●		●		●			●
case15			●			●		●		●			●
case16		●				●		●		●			●
case17			●			●		●		●			●
case18			●			●		●		●			●
case19				●			●	●		●			●

キーワード 道路橋, 杭基礎, 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

可動壁の変位量が3mを超えた付近で再度ピークが発生する傾向が見られる。この傾向は、杭頭を固定していない並列杭についても同様に見られた。

一方、杭頭固定したケースでは可動壁が移動した直後に曲げひずみのピークが発生する。しかし、その値は杭頭固定の無いケースに比べて極小く、ピーク後のひずみの発生状況においても圧縮ひずみに転じていく等、様相が大幅に異なっている。

図-4に実験後の変状の様子とそこから求めたすべり角を示す。case9以降のケースについては、図-4(a)に示す地表面の地盤変状の状況だけではなく、図-4(b)に示す地表面深度10mm、図-4(c)に示す地表面深度30mm（すべり層厚が50mmの場合）においても同様に変状を確認した。その結果から、すべり土塊のすべり線は地表面におけるすべり角と地表面深度10mm、地表面深度30mmにおけるすべり角はほぼ同等であることから、すべり線は直線であることが分かった。この結果は杭配置、斜面角度等の条件によらず case9以降全てのケースで同様な傾向が確認できている。

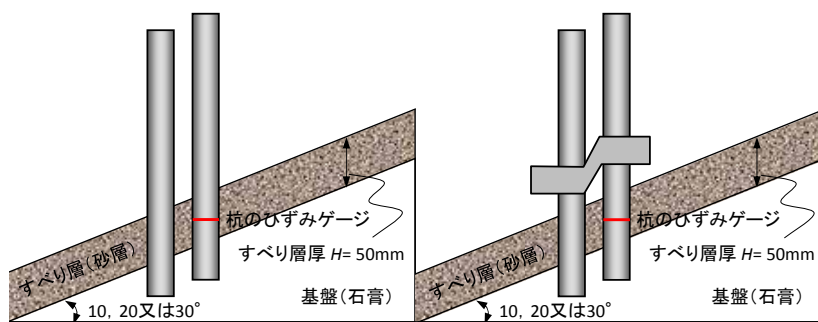


図-2 縦列杭における杭頭固定の有無

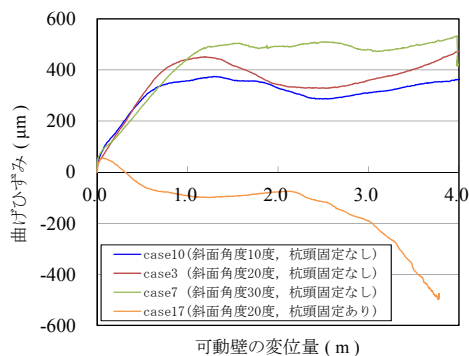


図-3 可動壁の変位量とひずみの関係

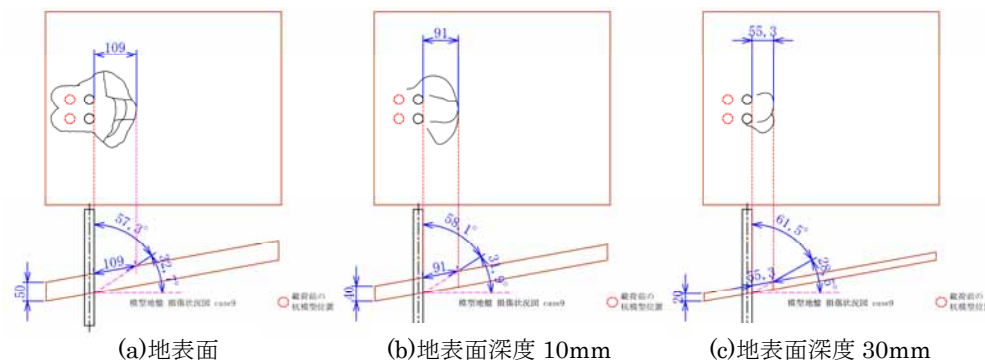


図-4 実験後のすべり角(case9)

また、全ケースにおいて図-4(a)に示すように実験後の地表面におけるすべり土塊の状況からすべり角を求めた結果を表-2に示す。表-2の下段には斜面角度毎の平均角度とクーロンの土圧理論にて算出される受動すべり角を併記して示している。両者を比較してみると、概ね実験値と理論値が整合していることが分かる。

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・考察した。また、実験後のすべり土塊の状況からすべり角を求め、理論値との比較を行った。今後、水を含ませた場合や、すべり層厚を変化させた実験結果の検討および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

表-2 受動すべり角

斜面角度	受動すべり角		
	10度	20度	30度
case1		47.9	
case2		38.9	
case3		44.7	
case4			60
case5			54
case6			50.7
case7			49.6
case8			51.2
case9	32.7		
case10	34.1		
case11	42.3		
case12	43.9		
case13		51.9	
case14		60.5	
case15		38.4	
case16		42.2	
case17		42	
case18			52.9
case19			49.3
平均	38.3	45.8	52.5
クーロン式	39.6	44.1	48.3