

側方流動圧が作用する道路橋基礎の遠心模型実験

(国研)土木研究所 正会員 ○飯島 翔一, 藤村 彰, 桐山 孝晴

1. 背景と目的

軟弱地盤上に設置された道路橋下部構造の代表的な変状事例として、側方流動圧が作用することにより橋台に大変位を生じる「側方移動」による被害がある。道路橋の設計基準類では、既往の変状事例分析を踏まえた側方移動の判定式(I 値¹⁾、F 値²⁾や、側方流動圧(以下、流動圧と呼ぶ)の推定方法³⁾が示されている。しかし、これらは半経験的に設定されたもので、側方移動量の定量的評価手法や、流動圧を考慮した設計手法は未確立であり、判定式を用いて、側方移動対策を実施する前提で設計が行われているのが実情である。そこで、側方流動が道路橋基礎に与える影響の把握、流動圧推定式及び基礎の設計手法の構築を目的として、側方移動を模した遠心模型実験結果から、基礎に作用する流動圧の分布や影響因子との関係について考察を行った。

2. 実験概要

考察対象は、図-1 に示す2種類(壁基礎⁴⁾、杭基礎⁵⁾)の遠心模型実験である。実験1は、軟弱地盤上に設置した壁基礎に側方移動を発生させ、土圧計により流動圧を測定した遠心模型実験(遠心加速度80G)であり、基礎数、基礎間隔、軟弱粘土層厚をパラメータとした4ケースの実験を行っている。実験2は、杭基礎の遠心力模型実験(遠心加速度75G)であり、杭に設置したひずみゲージによりひずみを計測した。盛土層厚、強度増加率をパラメータとした3ケースの実験を行っている。

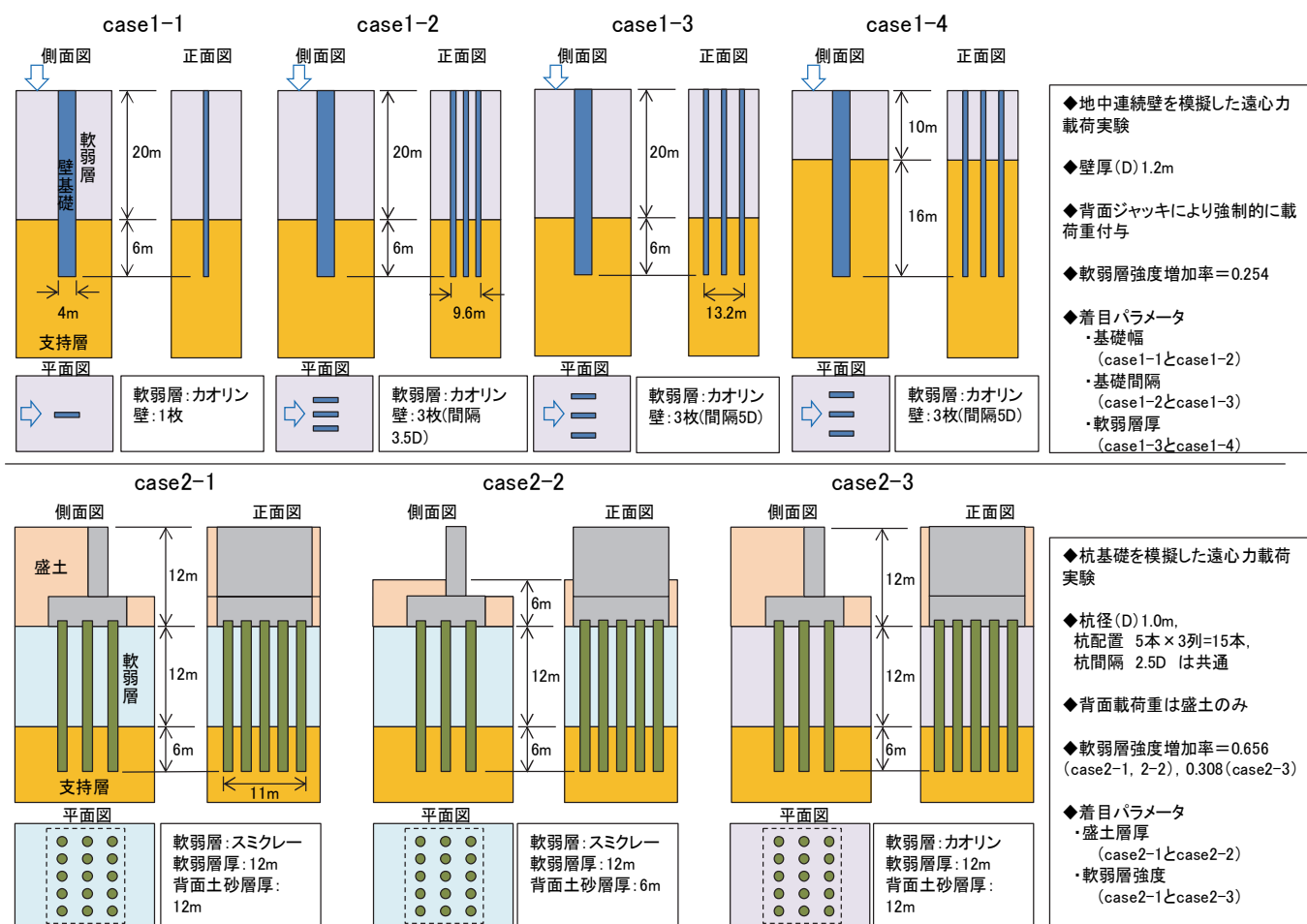


図-1 実験概要(実験1: case1-1~1-4, 実験2: case2-1~2-3)

キーワード : 側方移動, 軟弱粘土, 遠心模型実験, 壁基礎, 杭基礎

連絡先 : 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 CAESAR 橋梁構造研究グループ TEL 029-879-6773

3. 基礎に作用する流動圧分布

実験1は、壁基礎に設置した土圧計による計測値、実験2は、ひずみゲージで計測した杭体ひずみの値を用いた格子計算により、基礎に作用する流動圧を算出した。実験1の流動圧分布を図-2に、地盤変位の分布を図-3に示す。

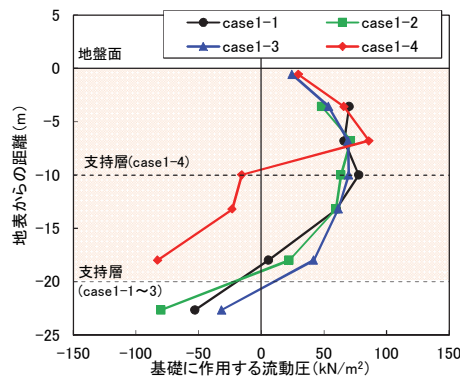


図-2 流動圧分布(実験1)

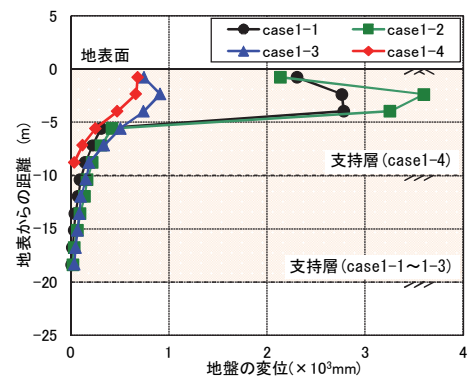


図-3 地盤変位分布(実験1)

作用する流動圧は、軟弱層の中間よりやや上方(地表からの距離: -5m~-10m 付近)で最大値を示し、最大値から下方(杭先端)に向かうにつれ減少している。既往の知見⁶⁾では、流動圧は地盤の変位と直接的な相関があるとされており、地盤変位の深度方向分布をみると、地表面近くにおける地盤変位が最大となっており、流動圧分布が軟弱層中間より上寄りに分布する傾向と関係していると考えられる。

4. 流動圧と各パラメータの相関

図-4~6に流動圧と各パラメータの関係を示す。载荷荷重である盛土層厚の増加に従い流動圧は増加する(図-4)。基礎幅の影響について(図-5)、軟弱層厚の条件が異なる case1-4 を除くと基礎幅の総和が増加するにつれ流動圧は若干減少傾向にある。基礎杭の列数(基礎幅の総和)が大きいと流動圧の受圧面積が増加するため側方移動が生じやすいと考えられ、実構造物の側方移動発生状況の分析結果に基づく側方移動の簡易判定式(I値の算出式)における補正係数のひとつである⁶⁾が、流動圧との相関関係は定量的に評価されたものではない。また、図-2に示す case1-1~1-3 の流動圧の最大値や分布形状に有意な差はみられないことから、基礎幅が流動圧に与える影響は小さいと考えられる。この点については、基礎間の地盤のすり抜けが影響していると考えられ、今後、基礎幅や列数を変数として解析的検討等を行い、定量的評価手法について検討する必要がある。

基礎根入長に占める軟弱層厚の影響について(図-6)、case1-3 と case1-4 を比較すると、基礎全長に占める軟弱層厚が小さい方が大きな流動圧が作用している。既往の知見では、基礎全長に占める軟弱層厚が大きい場合、流動圧の影響が高まり側方移動が生じやすく、軟弱層厚が小さいと、軟弱層以外の土層による抵抗能力が高まり、流動圧は大きくなるものの側方移動量は小さくなるとされており、本実験の結果と一致する。

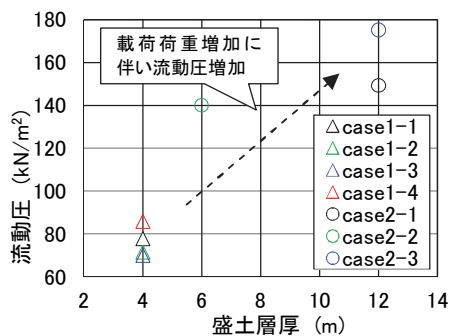


図-4 盛土層厚との関係

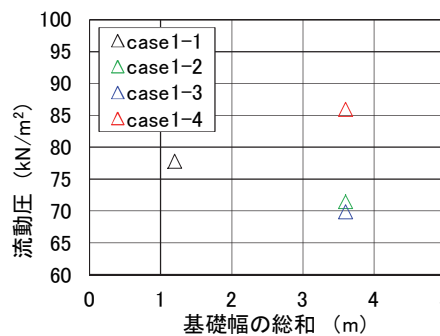


図-5 基礎幅の総和との関係

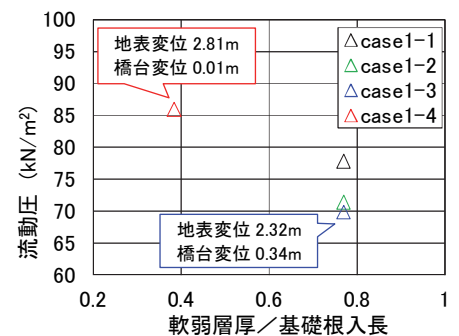


図-6 軟弱層厚／基礎根入長との関係

5. まとめ

側方移動を模した遠心模型実験の分析結果より、流動圧は、地表面から軟弱層中間付近の間で極大傾向を示す地盤変位の影響を受け、軟弱層中間のやや上方で最大値を示すこと、基礎根入長に占める軟弱層厚による影響が大きいことが明らかとなった。今回の結果を踏まえ、流動圧の推定式を構築するとともに、側方移動を考慮した設計手法を提案する予定である。

参考文献 1) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 2018. 11 2) 高速道路会社：設計要領第二集(橋梁建設編), 2016 3) (公社)日本道路協会：杭基礎設計便覧, 2015 4) (国研)土木研究所, 地中連続壁協会：橋台に作用する側方流動力の評価および側方流動力に対する地中連続壁基礎の抵抗特性の評価に関する共同研究報告書, 共同研究報告書第 479 号, 2016 5) 大城ら：軟弱地盤上の橋台基礎の健全度評価に関する実験および解析, 土木技術資料, pp. 44-49, 2017. 8 6) 建設省土木研究所：橋台の側方移動に関する研究, 土木研究所資料第 1804 号, 1981. 12