砕石パイルに関する模型載荷実験

東京都市大学 学生会員 〇松野遼太郎 東京都市大学 国際会員 末政 直晃 ハイスピードコーポレーション 非会員 堀田 誠 非会員 小串 隼人

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、浦安をはじめとする関東の沿岸部で広域に液状化が発生するなど、かつて ない液状化被害がもたらされた.東日本大震災を契機に住宅における液状化対策の重要性や重要構造物の耐震性の 向上が再検討されている.このような中で、小規模住宅の地盤改良工法として砕石パイル工法が注目されている.

砕石パイル工法では、まず軟弱な地盤を削孔しその穴に砕石を圧縮しなが ら詰めることにより砕石杭が造成される. 掘削孔の体積に比して多量の砕 石を使うことにより、その砕石が掘削壁を押し広げ砕石杭周辺の土を密に することができるため、砕石杭が構造物を支持するだけでなく、周辺土の 締固め効果も加味できる. これらにより、現地盤と砕石杭とで複合的に構 造物を支える地盤改良体となることを目指すものである. 材料に固化しな い自然材料を用いていることから、環境にやさしい工法といえる. 本研究 では液状化対策も同時に期待できる砕石杭について検討を行っている. そ の第一弾として、砕石杭により改良された複合地盤の常時並びに地震時の 支持力を評価することを目的とするものである. 本論文では模型改良地盤 に対して実施した組み合わせ載荷の結果について報告する.

2. 組み合わせ荷重載荷実験の概要

使用した土層試料は、関東ロームと豊浦砂を乾燥重量比 1:1 で混合した ものである. 土層は鉄製の円形土層(直径 400 mm, 深さ 300 mm)である. これ に試料を入れ、等厚5段階でベロフラムシリンダーにより静的に締め固め ることによって模型地盤を作製した. 締固め圧力は 50 k Pa とした. 砕石杭 の作製には、予備実験において一番大きな杭支持力を発揮した方法として、 直径 20 mmのステンレス製の筒を土層に 170 mm挿入して削孔する方法を用い た. 削孔した穴に2号珪砂を入れて砕石杭用ランマーで打撃することによ



り砕石杭を作製した.その際,砕石量を110gとし,打設層数4層,砕石杭打設用ランマー落下回数5回,落下高さ7cm,ランマーの重り重量766gとした.砕石杭の打設後,フーチング(アルミ製,底面積100mm×80mm)を用いて, 組み合わせ荷重載荷装置により所定の鉛直荷重を付与した後に水平載荷を行った.ただし,地盤と接するフーチン グの裏面には,L字の金具を組み合わせ,背面に2号硅砂を接着したものを設置した.載荷時には,水平荷重と水 平変位,鉛直荷重と鉛直変位をそれぞれロードセル・変位計で計測した.

3. 組み合わせ荷重載荷実験結果

鉛直荷重はベロフラムシリンダーにより一定圧力を加えた. その載荷圧力はケース H7 では 75kPa, ケース H8, H9 では 63kPa, ケース H10, H12 では 151kPa, ケースH11 では 188 kPa とした. 載荷実験では鉛直圧力を加えた後, ジャッキを作動させることにより水平載荷を行った. なお, 事前の予備実験において, 鉛直載荷時に模型基礎が多 大に沈下するため, 水平載荷時には側壁前面を受働破壊してしまうことが確認された. そこで鉛直荷重を付与した Keywords:砕石杭, 地盤の支持力, 複合地盤, 連絡先:〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-2202 E-mail:g1481715@tcu.ac.jp

後,その沈下量に応じて掘削される部分の地盤を削ることを施した.その結果,側壁前面の受働抵抗をほとんど排 除できることを確かめている。得られた結果を図1に示す。鉛直荷重が大きくなるほど、水平の降伏荷重が大きく なることが確認できる.なお、載荷後に地盤沈下が急増するケースがあるが、これは大きな水平変位によりフーチ ングが砕石杭を通り過ぎたことで鉛直支持力を失い沈下したことが原因であると考えられる. これらより水平変位 量が 1cm となる荷重をもって H-V 図の作成を行った(図2). この H-V 図作成においては,鉛直のみの載荷実験を 行ったが、予想より鉛直荷重が小さくなったために H-V 曲線に反映されていないことを付記する.

4. 計算値による H-V 図の検討

計算値により H-V 図を作成するにあたっては建築基礎構造設計指針 ¹⁾に記載されている,直接基礎の極限支持力 式を用いた(式1).荷重を鉛直から徐々に傾けて、その都度に荷重を水平成分と鉛直成分に分解することでHとV の計算を行った.

$Ru=qu\cdot A=(ic\cdot \alpha \cdot c \cdot Nc+iy\cdot \beta \cdot y \cdot 1 \cdot B \cdot \eta \cdot Ny+iq \cdot y \cdot 2 \cdot Df \cdot Nq) \cdot A$ …式 1

式1を使用するにあたり,基礎の底面積Aは組み合わせ荷重載荷実 験のフーチングの面積とした. また, φ は予め作製した模型地盤に対 して実施した簡易動的貫入試験(JKRprobe 試験)の結果より得られた換 算 N 値から推定した.この N 値が 1 であったことから,φ=(√20N) +15°へ代入して得た値を使用した²⁾. さらに,粘着力 c については, 模型地盤よりサンプリングした供試体について一軸圧縮試験を行って 算出した.また、フーチングが地盤上部を滑動する破壊モードも想定 されることから、この粘着力とφを用いて滑動モード時のすべり線を 算出し,同図に併記した.これらより作成された H-V 図が図3である. 支持力破壊モードと滑動モードの比較において、小さい水平荷重 H を 呈する方が主要な破壊モードと考えられることから、図中の H-V 点と すべり線の交点より右側ではすべり線が砕石杭内を通って破壊すると 考えられる.この時,砕石杭に損傷が生じるため,基礎の損傷限界状 態を超える可能性が指摘できる.一方,交点より左側では地盤上部を フーチングが滑る状態にあり、砕石杭は破壊しないことから、損傷限 界を超えないものと推測される.実験値と計算値を応力に換算して比 較したものを図4に示す.

図より、実験値は、滑動モードの計算値よりも大きいものの、すべ り線に沿って推移していることから、滑動モードによるものと思われ





図 4 H-V 図の比較

る.ただし、鉛直荷重のみの実験結果は計算値に比べて過小な値となったため、これに関しては再度確認する必要 がある.また、実験値と計算値との差は、粘着力cと内部摩擦角 qの推定誤差によるものと考えられるが、安全側 の計算結果を与えることが確認された、今後、模型地盤よりサンプリングした試料を用いて一面せん断試験等を行 い,実験値と計算値の妥当性について検討する必要が指摘される.

5. まとめ

組み合わせ載荷実験による実験値と、上記の簡易式により求めた計算値について比較を行った結果、両者は誤差 を含むものの、合致していることを確認した. 今後は、実験、解析ともに精度を高めるとともに、損傷限界を超え ない範囲で水平荷重の履歴を受けた改良地盤の沈下特性についても検討を行うことを予定している.

参考文献

1)建築基礎構造設計指針 社団法人 日本建築学会 105 p 2) 建築基礎構造設計指針 社団法人 日本建築学会 113p

-029