

模型実験による小口径鋼管杭の多段補強効果について (その2 : 繰返し載荷)

九州大学大学院 学生会員 ○青谷 恵介
 九州大学大学院 正会員 ハザリカ・ヘマンタ
 (株) ケー・エフ・シー 正会員 渡邊 直人
 九州大学大学院 正会員 安福 規之
 九州大学大学院 正会員 大嶺 聖

1.はじめに

前報「その1」¹⁾では、静的せん断荷重を載荷し、直接せん断試験機のせん断箱内の模型棒の抑止効果の変化や地盤状態に与える影響について検討した。本論文では地震による斜面崩壊対策として、多段配置された小口径鋼管の抑止機構を解明し、その基礎資料を得ることを目的とする。地震時を想定して繰返しせん断荷重を作用させた小口径鋼管の場合、どのような杭の配置方法が効果的か模型実験により検討を行った。

2.実験内容

使用した直接せん断試験機は、その1で使用したものと同一である。小口径鋼管を模した杭の配置の仕方は図1の断面図のように配置し、図2の平面図のように杭を3本一列とし、その内CASE1からCASE5まで実験を行った。また、本実験では密な地盤を想定して、珪砂7号を使用した相対密度80%の模擬地盤を作成した。二列補強については、列同士の間隔の変化による補強効果への影響を調べるため、間隔を75mmと150mmの2つのケースを用いて実験を実施した。実験では土圧の変化、模型杭のひずみ量を計測し、地盤補強効果を検証した。土圧計を、模型杭に1本当たり8点(図1の青四角)と上箱左側にせん断面から上方20mm, 60mm, 100mmの位置に3点配置した(図1の青半円)。ひずみゲージは模型杭のそれぞれの列の両側面で、1本につき10点に貼り付けた(図1赤四角)。また、垂直に載荷する上載圧を25kPaとし水平方向のせん断応力を振動数0.01Hzで20サイクル、振幅を40kPaに設定して実験を行った。その1同様、せん断箱内壁には、摩擦を防止するためにシリコングリスを塗布しメンブレンを貼付した。

3.実験結果

まず、せん断荷重を受けた下箱のせん断変位を比較する。模型杭を設置しないCASE1では圧縮過程で35mm以上、引張過程で40mm以上のせん断変位を確認した。それに対し模型杭を入れた場合のせん断変位の大小関係を図3に示す。この図から、補強時のせん断変位は無補強時のせん断変位の約1/7ほどに抑えられている。特に、CASE2の場合が最もせん断変位は大きく、CASE4, CASE5はほぼ同等の変位を示し、CASE3が最もせん断変位は小さいという結果になった。すなわち、せん断変位を抑えられるCASE3が最も補強効果が高く、次にCASE4とCASE5の2ケース、最後にCASE2の順に補強効果が小さくなった。

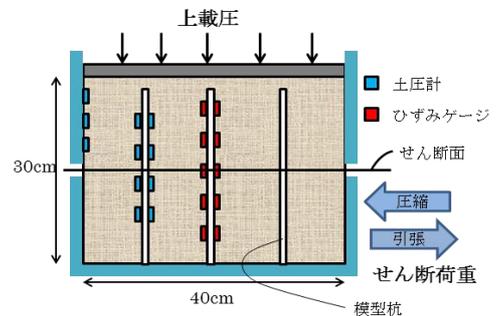


図1 せん断箱概略図

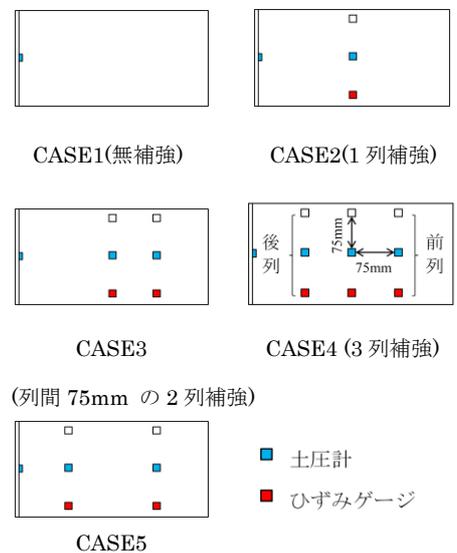


図2 模型杭の配置方法

キーワード 模型実験, 抑止杭, 繰返し荷重

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744番地ウエスト2号館1108-2号室 TEL 092-802-3378

次に、せん断応力とせん断変位の関係からせん断変位が 16 サイクル以降一定値に漸近することが確認できた。そこで、16 サイクル目の圧縮時における壁面土圧を抽出し、図 4 にその大小関係を示す。図 4 から、CASE1 が他のケースに比べて、せん断面に近いほど壁面土圧は大きく、せん断面から離れるほど壁面土圧はほぼ作用しなくなることが分かる。CASE2 については CASE1 ほどではないが、せん断面付近の壁面に作用する土圧が大きく、せん断面から最も離れた箇所では最も小さい。これは、模型杭による補強効果がせん断面付近に偏っており、杭の上部に補強効果があまり見られないことを示している。一方、CASE3 から CASE5 を見てみると、せん断面付近の壁面に土圧が集中せず、全体的に均一な土圧が作用し、CASE2 に比べて杭の上部まで補強効果を維持できていることが分かる。

また、深度と杭の曲げモーメントの関係を示した図 5 より、CASE4 は CASE3 よりせん断変位が大きいのに関わらず杭の曲げモーメントの振幅は CASE3 とほぼ同じということが分かる。これは、CASE4 は剛性が大きすぎるために地盤が破壊され、CASE3 よりせん断変位が大きくなったと考えられる。

最後に、深度と杭に作用する土圧の関係を示した図 6 より、二列補強である CASE3 と CASE5 の 16 サイクル目の圧縮時における杭正面に作用する土圧を比較する。前列ではせん断面上部において杭正面に作用する土圧の消失が発生しているのに対し、後列のせん断面上部正面に作用する土圧を見ると、CASE5 と比べ、CASE3 は消失せずに土圧を保っていることが分かる。これは CASE3 の方が杭間の土を拘束しやすいことにより杭としての補強効果を発揮しているのではないかと考えられる。

4. 結論

本研究では、地震に対する小口径鋼管の地盤補強効果などの基本的な特性を確認することを目的とし、それを杭の配置方法を変化させることにより明らかにした。地盤の補強効果は一列補強よりも二、三列補強が高いことが考えられ、それらの中でも、列間が杭径の 8 倍程度と狭い二列補強は、列間の土と一体化した合成杭となるため、より補強効果高まったと考えられる。以上より、補強効果に影響を与える要因として重要なことは杭間の距離であると考えられ、杭の列数の増加に伴って補強効果が比例的に増加するとは限らないと予想される。また今後の課題として、振動台を使用した模型実験を行い、より地震動に近い条件で実験を実施することと、模型実験から得られたデータを現場にどの程度適応できるかを把握することが挙げられる。

参考文献 1)渡邊ら：模型実験による小口径鋼管杭の多段補強効果について(その 1：静的載荷)，土木学会第 67 回年次学術講演会，2012(投稿中)

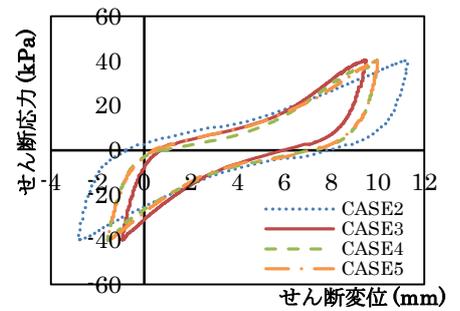


図 3 せん断応力とせん断変位の関係

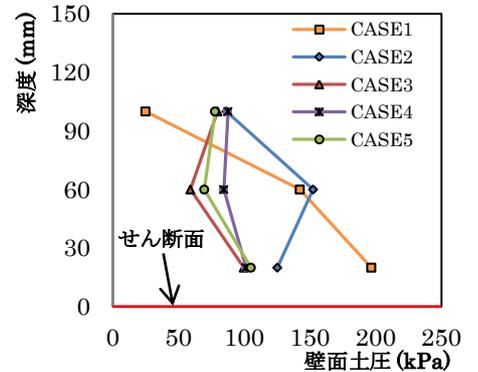


図 4 深度と壁面土圧の関係

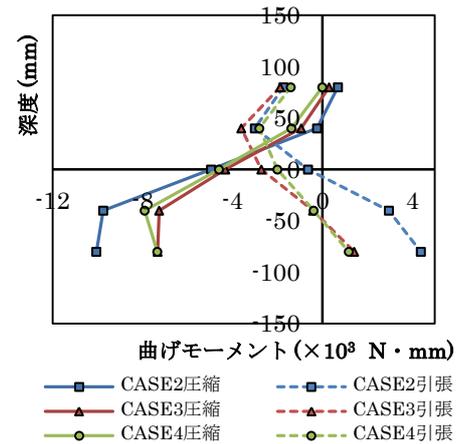


図 5 深度と曲げモーメントの関係

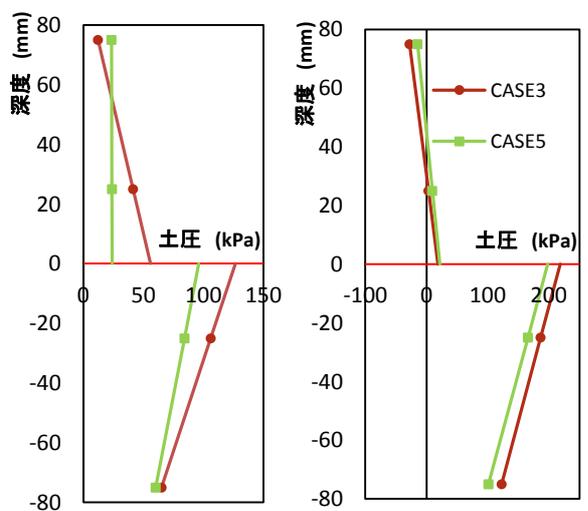


図 6 深度と杭に作用する土圧の関係

(左：後列前圧、右：前列前圧)