

繰返し荷重を受けた小口径鋼管杭の補強効果に関する研究

九州大学 学 ○ 青谷恵介

九州大学大学院 正 ハザリカ・ヘマンタ 安福規之 大嶺聖

(株)ケー・エフ・シー 正 渡邊直人

1.はじめに

日本は世界でも有数の山岳国家であり、環太平洋造山帯に位置する地震国家である。そのため、地震による斜面崩壊や地すべりなどの自然災害が多くみられており、これらに対する方法として昔から杭を用いる工法が開発されてきた¹⁾。種類別に見てみると、鋼管杭を使用した抑止杭は、近年地すべり対策として用いられており、鉄筋は補強土として斜面对策に用いられている。そこで本研究では、多段配置にすることによって抑止杭と鉄筋の性質を合わせ持つ可能性のある小口径鋼管に注目し、過去に行われた静的一面せん断試験による同研究結果に加え、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模型実験を行うことにより、どのような杭の配置方法が補強効果を上げるのに効率的かを明らかにするものとした。

2.研究内容

2.1.静的せん断荷重の場合

まず静的一面せん断試験による同研究の地盤補強効果を確認する²⁾。小口径鋼管を模した杭の配置の仕方は図1の平面図のように3本一列とし、その内CASE1からCASE4と配置して静的一面せん断試験を行った。その結果、せん断変位量が小さい区間では、一時的に1列補強が二、三列補強を補強効果において上回り、せん断変位量が大きくなると二、三列補強の補強効果が大きくなるということが分かった。

2.2.繰返しせん断荷重の場合

繰返しせん断荷重に対しての本研究ではCASE5を増やしたCASE1からCASE5に対して実験を行った。また今回は密な地盤を想定して模型実験を行うため、珪砂7号を使用した相対密度80%の模擬地盤を用いた。二列補強については列同士の間隔の変化により補強効果に影響が出る可能性があるため、間隔を75mmと150mmの2ケース行った。そして土圧の変化、模型杭のひずみ量を計測し、地盤補強効果を検証した。繰返し一面せん断試験で使用したせん断箱は幅40cm×高さ30cm×奥行20cmのもので、その中に模擬地盤を作成した。小口径鋼管の模型杭には10mm×10mm×260mmのアルミ角棒を用いた。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)。また今回の繰返し一面せん断試験では垂直にかかる拘束圧を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。

3.実験結果

無補強(CASE1)の場合、実験結果は、せん断変位が圧縮過程で35mm以上、引張過程で40mm以上で、図2に示すように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った。次に、模型杭を入れた場合のせん断変位の大き

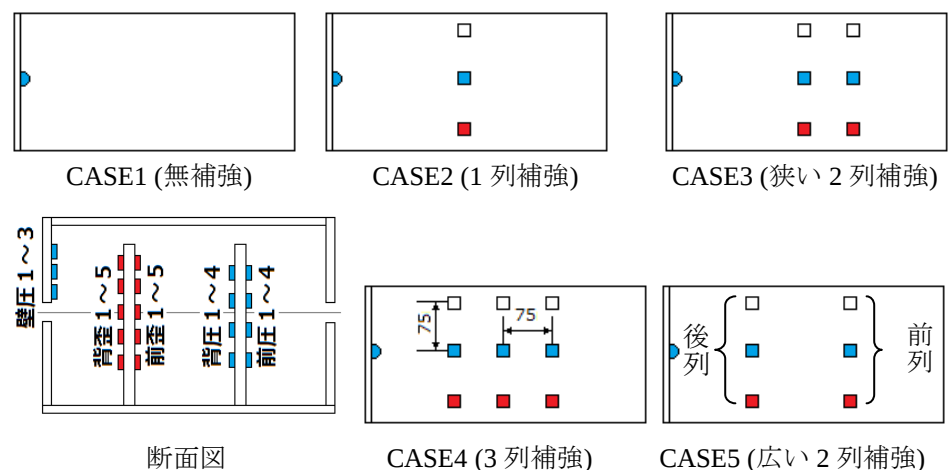


図1 補強材配置方法

小関係を図3に示す。これによれば、CASE2の二列補強が一番せん断変位は大きく、CASE3、CASE5の二種類の二列補強はほぼ変わらない変位を示し、CASE4の三列補強が一番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CASE4の3列補強が最も補強効果が高く、次にCASE3、CASE5の2列補強、CASE2の1列補強の順となった。さらに、壁面土圧の大小関係について述べる(図2、4)。図2によれば、CASE2についてはせん断面付近の壁圧2および1の値が大きく、せん断面から最も離れた壁圧3が、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り見られないことを示している。一方CASE4を見てみると、2cycle時で、せん断面付近の壁面土圧が大きくなっているが16cycle時に示すように繰り返し回数が多くなると、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。また図4を見てみると、CASE5はCASE3に比べて繰り返し回数が増えるにつれて壁面土圧が全体的に均一化し、補強効果が杭上部まで及んでいることが分かった。杭の深度毎の曲げモーメントについては一列補強より二列補強、三列補強と曲げモーメントの変化量が小さくなり、列数が増えるにつれて杭が曲がりにくくなることを分かった。また、図5では、CASE5は前列下部の正面で受けた土圧に対する後列上部の背面に作用する土圧がCASE3ほど大きくないことが分かった。すなわち、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ものと考えられる。

4. 結論

せん断変位を比べると一列補強より二列補強、その次に三列補強の順に小さくなるという結果になった。壁面土圧のデータから一列補強は地盤があまり一体とならずせん断しやすいことが考えられ、それに対して三列補強は地盤が一体となってせん断しにくいことが分かった。列間の狭い二列補強と列間の広い二列補強の比較では、繰返し回数の少ない範囲では、CASE2に似た単列杭の補強効果を示すが、繰返し回数が増すと、列間の狭い二列補強は単列杭に似た補強効果のままであるのに対し、列間の広い二列補強は、三列補強に類似した挙動を示す。この列間の距離の違いによる補強効果の差は、列間が杭径の8倍程度の場合、すなわち、列間の狭い二列補強は、列間の土と一体化した合成杭となるために発生したと考えられる。

これらから、本研究では繰返しせん断荷重時には杭の列間の幅を狭く、かつ三列にして補強することが最も有効と思われるが、コストの面も考えると、合成杭としての効果が得られ、補強効果の想定が容易と考えられる列の幅が狭い二列補強も有効と考えられる。

【参考文献】1)渡邊直人, 井上武, ハザリカヘマンタ, 藤澤秀樹: 杭先端改

良型回転貫入杭の載荷試験, 土木学会第64回年次学術講演, pp.135-136, 2009, 2)梶井寛子, ハザリカヘマンタ, 渡邊直人: 模型試験による小口径鋼管杭の補強効果に関する研究, 平成22年度土木学会西部支部研究発表会, pp.419-420, 2011.

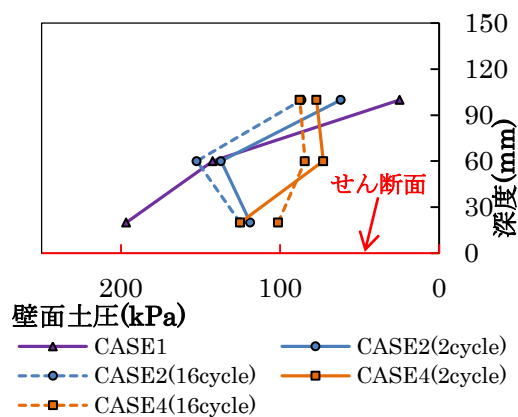


図2 壁面土圧の変化-1

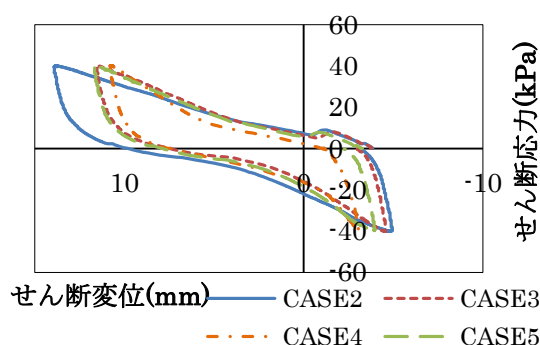


図3 せん断変位とせん断応力の関係

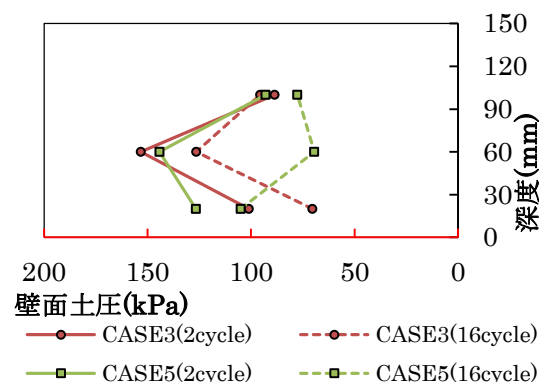


図4 壁面土圧の変化-2

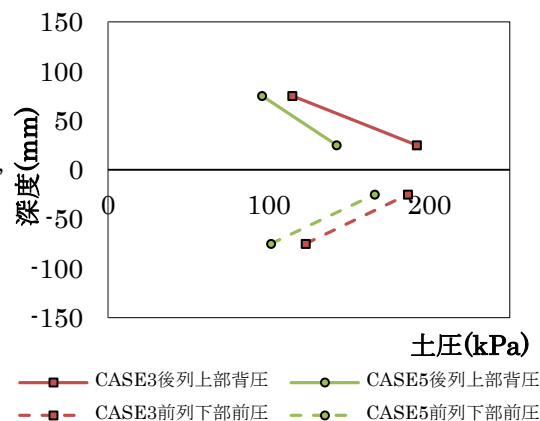


図5 深度と杭に作用する土圧の関係