

小口径鋼管杭の曲げ剛性および配置の影響に関する研究

九州大学大学院 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 石藏良平
(株)ケー・エフ・シー 正 渡邊直人

1.はじめに

斜面崩壊や地すべりなどの自然災害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。種類別では、鋼管杭を使用した抑止杭は、地すべり対策として、鉄筋は補強土として斜面对策に用いられている。近年、抑止杭と鉄筋の性質を併せ持つ可能性のある小口径鋼管が注目されているが、その抑止機構には未解明な点が多く残されている。また、多段の補強材の曲げ補強効果を考慮に入れた設計法には未だ不明瞭な部分が多いのが現状である。筆者らは補強材の多段配置について研究を進めてきたが、本研究では多段配置の影響に加え曲げ補強効果を調査するため、模型杭の剛性や配置方法の条件を変化させて大型直接せん断試験機による模型実験を行った¹⁾。

2.研究内容

2.1 実験器具

本研究では地盤に小口径鋼管を設置したものを大型直接せん断試験機のせん断箱内に再現し、その際の壁面や杭にかかる圧力やひずみを測定することで曲げ剛性や補強材の配置の変化による補強効果を検証できると考えた。試験機は下部可動式の直接せん断試験器を用いて、幅 40cm×高さ 30cm×奥行き 20cm のせん断箱を使用する。杭は小口径鋼管を模した 10mm×10mm×260mm の厚さ 1mm の中空アルミ角棒と、同じ大きさで中実の剛性の小さいポリエチレンテレフタレート(PET)角棒を用意した。これらの模型杭に対して同一の静的せん断試験を行い、各本数条件における補強効果を比較した。

2.2 実験方法と実験条件

地盤は、珪砂 7 号を使用した相対密度 80%の模擬地盤を用いた。模型杭の配置の仕方は図 1 の平面図のように 3 本 1 列とし、無補強から 3 列補強の実験を行った。また、2 列補強については、間隔を 75mm と 150mm の 2 ケース行った。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 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)。また静的せん断試験では垂直の拘束圧を 25kPa とし水平方向に 1mm/min の変位制御として実験を行った。それぞれの実験条件をまとめたものを表 1 に示す。

表 1 実験条件の一覧

Case名	列数	列間距離(mm)	補強材
Case1	0	0	—
Case2	1	0	アルミ角棒(Al)
			PET角棒(P)
Case3	2	75	アルミ角棒(Al)
			PET角棒(P)
Case4	3	75	アルミ角棒(Al)
Case5	2	150	アルミ角棒(Al)

表 2 補強材と曲げ剛性

補強材	曲げ剛性(N/mm ²)
アルミ角棒(Al)	3.39×10^7
PET角棒(P)	9.17×10^6

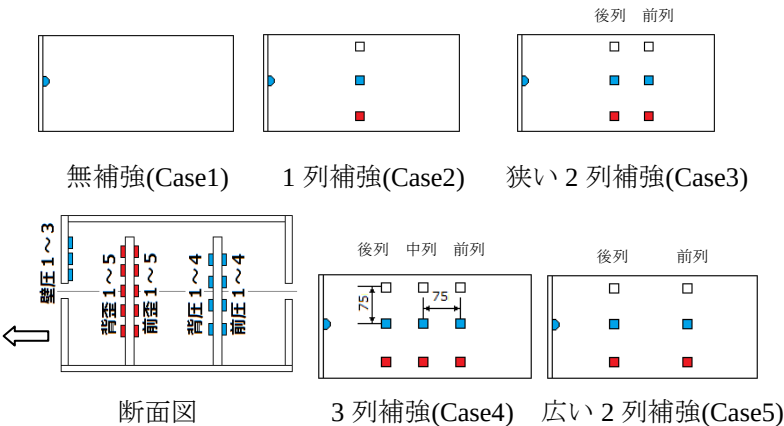


図 1 補強材配置方法

3.実験結果

無補強と各補強材のケース毎のせん断応力とせん断変位のグラフを図 2 に示す。これによると、アルミ材の場合、Case2 (1 列補強) から、Case4 (3 列補強)になるに従って補強効果は次第に増大している。Case2 と Case3 の差はあまり無いが、Case4 にかけては、補強効果が著しく増大している。PET 材においても、Case2 から Case3 に

かけて補強効果は増大しているが、アルミ材に比べれば、補強効果は小さいようである。大きな相違は、せん断変位 10mm~20mm にかけての区間での勾配が緩く、PET 材のような曲げ剛性の小さい部材は、せん断初期においても容易に変形するためと考えられる。

せん断変位 0~10mm までの区間では、どのケースでも Case1(無補強)と同様の勾配を示し、地盤の剛性に依存するものと考えられる。Case5 は、同じ 2 列補強ではあるが、列間を Case3 に比べ倍の距離(75mm→150mm)としたもので、補強効果は、Case3 を明瞭に上回っている。

図 3 に、2 列補強時の曲げひずみ分布を示した。アルミ部材の Case3 と Case5 は、前列はさほど変化は無いようだが、後列では、正負の変化が Case5 の方が大きく、列間の差がより大きなひずみを発生させ、補強効果

につながっていると考えられる。PET 材では、曲げ剛性が小さいため、非常に変形しやすく、前後列の差があまり無い。図 4 に補強材に作用する圧力分布について示した。これによると Case3,4

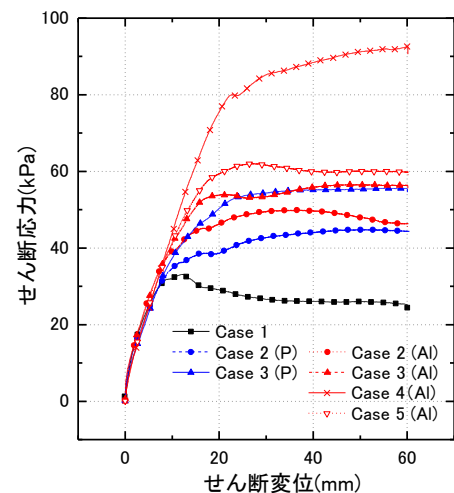


図 2 せん断抵抗力の比較

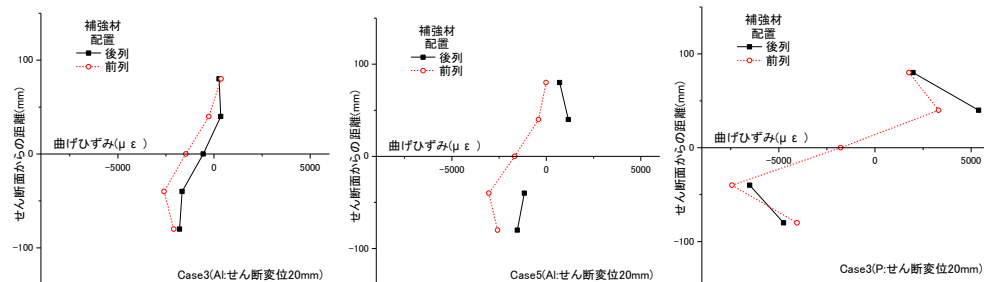


図 3 2 列補強時の曲げひずみ分布 (せん断変位 20mm 時)

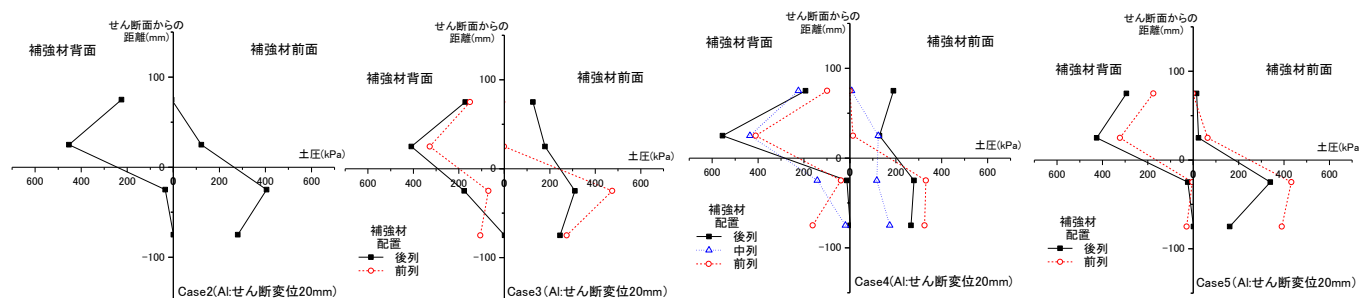


図 4 各ケースの補強材に作用する圧力分布(せん断変位 20mm 時)

のように、前面側に補強材がある場合、後列の前面側では、せん断面上側に関して、圧力の大きな減少がみられず、前列側の補強材で杭間の土塊を拘束している様子がよく分かる。Case5 のように、列間を Case3 や Case4 より倍程度離すと、拘束効果はほぼ無くなる模様である。また、補強材背面側の圧力は、すべての場合において、後列側が大きく、Case4 に示すように、3 列の場合は、後列、中列、前列の順に小さくなっている。補強材前面については、列間が小さい場合は、せん断面より上部では、後列、前列の順に小さくなり、せん断面下部では、すべての場合で、前列の方が大きくなる。図 5 に PET 材の圧力分布を示したが、剛性の小さい部材でも杭間の土塊は拘束する模様である。背面側の圧力の差はあまり無くなっている。

4. 結論

本研究から、多段補強の設計時において、主働側に位置する補強材に関して、受働側よりも荷重が大きく作用し、列間がある程度狭い場合は、拘束された土塊の地盤反力が期待できることがわかった。列間を離すと、補強材の曲げ補強効果を発揮させやすくなることがわかった。剛性の低い補強材の場合、列間の土塊を拘束する効果はあるが、土塊と共に変形しやすくなり、特に、曲げ剛性に期待する場合、補強効果が低くなると思われる。

【参考文献】1)青谷恵介, ハザリカヘマンタ, 渡邊直人: 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, 平成 23 年度 土木学会西部支部研究発表会, pp.501-502, 2012.

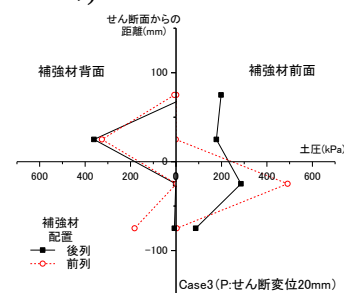


図 5 PET 材に作用する圧力分布(せん断変位 20mm 時)