

撤去工事の効率化を目的とした土留め杭合理化工法

鹿島建設(株) 正会員 ○柄沢篤志 一宮利通 平 陽兵 井上直史 横田祐起
 リテックエンジニアリング(株) 坂本尚基

1. はじめに

近年都市部の開削工事において、仮設の栈橋杭，中間杭および土留め杭といった鋼材について，将来の埋設管等の設置を考慮し，地表面から浅い位置（4m以浅程度）で撤去するニーズが高まっている．従来，土留め杭においては埋戻し前の土留め杭前面が露出している段階で切断加工したり，あらかじめボルト接合部を設けた製品杭のボルトを取り外したりすることで，埋戻し後に上杭を撤去していたが，埋戻し前の土留め杭の状態が不安定になるという課題があった．

本報文中では，埋戻し後まで必要な耐力や剛性を保持し，埋戻し後に地上から杭上部を引き抜くことを可能にした土留め杭の合理化工法について，実物大実験を行い耐荷力や変形挙動を確認したので報告する．

2. 合理化工法の概要

土留め杭合理化工法は図-1に示すように工事完了後に撤去する①上杭と残置する②下杭との接合部に設置した⑤接合部プレートに③せん断キーを設け，④上プレートと⑤接合部プレートとを⑥長ボルトで結合したものである．下杭側の⑧ナットは接合部プレートに溶接しておき，長ボルト撤去時の共まわりを避け，上杭には長ボルトを保護するための⑦さや管を取り付けておく．これにより，土留め杭の接合部に作用する曲げモーメントに対してはボルトの引張力で抵抗させ，せん断力に対してはせん断キーで抵抗させる構造とした．

図-2の施工概念図に示すように，撤去時は上プレートの深さまで掘削して長ボルトの頭を露出させ，これを回して長ボルトを引き抜く．これにより，上杭と下杭は分解され，上杭を引き抜くことにより，埋戻し完了まで事前段取りすることなく撤去することを可能にしたものである．

3. 試験概要

本工法の接合部の構造性能を確認するため，試験体（H-700×300，L=5,400）を対象とした曲げ試験およびせん断試験を実施した．ここで，曲げ試験は3MN 構造物試験機を使用した3点曲げ試験とした．また，せん断試験は，せん断載荷区間の中央で曲げモーメントがゼロになり，載荷荷重に対して効率よくせん断力を載荷できる汎用構造物試験機を使用した大野式逆対称4点加力方式とした．

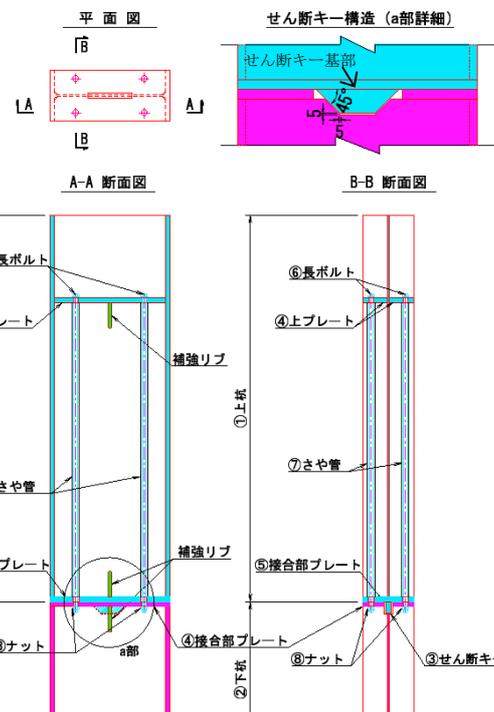


図-1 合理化工法（せん断キー）の構造

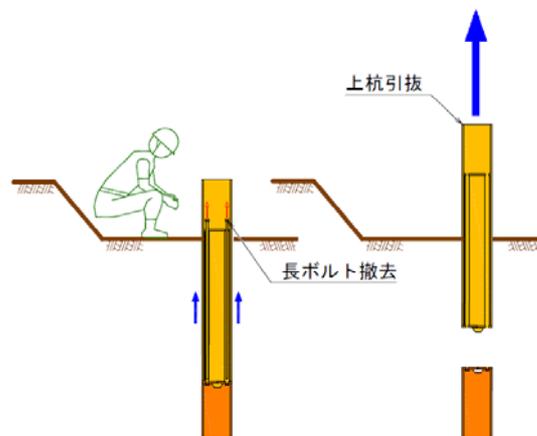


図-2 施工概念

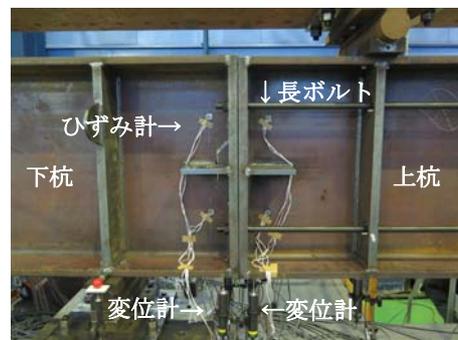


写真-1 試験実施状況

キーワード 杭上部撤去，土留め杭，栈橋杭，H形鋼芯材，開削工法，技術開発

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部土木技術部 TEL03-5544-0530

計測は荷重、鋼材ひずみの他に、継手部から 50 mm離れた上杭と下杭の試験体下面に変位計（写真-1）を設置して上下杭の鉛直変位と相対変位を計測した。また、曲げ試験時には接合部に PI ゲージを設置することで目開きの計測も行った。なお、載荷荷重は、実際にこの工法を採用する予定の工事の適用箇所（図-4）のうち、接合部で一番断面力が大きくなる 2 段目支保工撤去時の設計断面力（表-1）から算出した値を採用した。

表-1 設計断面力

高さ	曲げモーメント	せん断力
GL. (m)	kN・m/本	kN/本
-2.200	61	113

4. 試験結果

(1) 曲げ試験結果

曲げ試験で得られた曲げモーメント-鉛直変位の関係を図-5 に、接合部の目開きを表-2 に示す。なお、変位は上下杭の端部の両端、計 4 点で計測しており、図-5 は 4 点の平均値とした。荷重とともにボルトの引張ひずみが増加し、鉛直変位と目開きが生じたが、設計曲げモーメント時の目開きは 0.6 mmとわずかであった。その後、ボルトが規格降伏強度に達する曲げモーメントまで弾性挙動を示し、目開きとともに剛性が低下した。ボルトの降伏を確認した後に試験を終了したが、最大曲げモーメントは 144kN・m（設計曲げモーメント 61kN・m の 2.4 倍）であり、十分な耐荷力を示した。

(2) せん断試験結果

せん断試験で得られたせん断力-相対変位の関係を図-6 に、接合部の相対変位を表-3 に示す。ここで、接合部間には製作精度上設けた 5 mmのクリアランスがあり、当初は長ボルトの締付けによる接合プレートの摩擦抵抗によって相対変位を抑えられると予測していた。しかし、実際には相対変位がクリアランス分に相当する 4 mm程度まで急増した。せん断キーが下杭に接した後は剛性が大きくなり、せん断キー基部（図-1）が許容せん断応力度に達するせん断力 204kN（設計せん断力 113kN の 1.8 倍）まで弾性挙動を示した。

以上の曲げ・せん断試験結果から、今回のせん断キー構造は、設計曲げモーメントや設計せん断力に対しても局所的な変形や破壊は生じず、耐荷力は問題ないことが確認された。その一方で、製作精度上設けたクリアランスによって相対変位が約 4 mm発生するという結果になった。本工法の適用予定箇所は、ソイルセメント厚が 800 mmと厚く、この変位がソイル壁の拘束によって抑制されると予測されるが、壁厚が薄い場合はソイル壁がひび割れる可能性もある。

5. おわりに

地下水位が高く、止水性が求められる施工箇所では、壁厚が薄い場合に接続部の相対変位によるひび割れで漏水する可能性があり、この変位を抑えることが今後の課題である。本工法を実工事に幅広く展開するにあたって、今後も更なる相対変位の抑制と加工費低減を目的とした改良を行い、本工法適用による効果を実現現場で実証検討していく予定である。

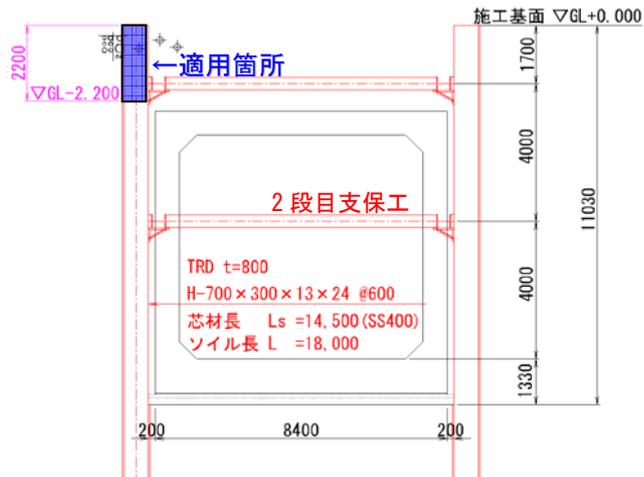


図-4 本工法適用箇所の断面

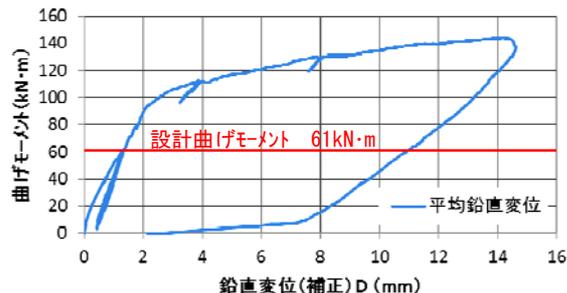


図-5 曲げモーメント-鉛直変位の関係

表-2 曲げモーメントと目開きの結果

曲げモーメント M (kN・m)	目開き W (mm)	備考
61	0.58	設計曲げモーメント
70	0.69	許容曲げモーメント
82	0.88	規格降伏曲げモーメント
144	-	最大曲げモーメント

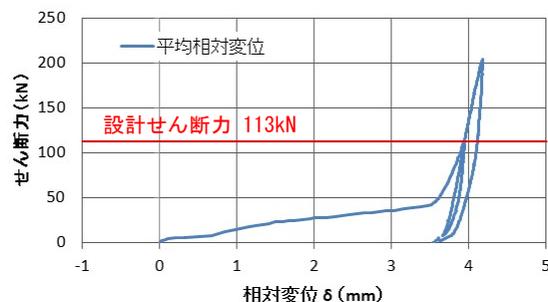


図-6 せん断力-相対変位の関係

表-3 せん断力と相対変位の結果

せん断力 S (kN)	相対変位 δ (mm)	備考
113	3.94	設計せん断力
132	4.00	摩擦抵抗せん断力
204	4.18	許容せん断力