

地盤改良を用いた斜め自立土留め工法の試験施工事例

(株)大林組 正会員 ○青木峻二 正会員 平山浩司
 (株)大林組 フェロー 杉江茂彦 正会員 嶋田洋一
 (株)加藤建設 久保 博 田崎 彰

1. はじめに

斜め土留め工法とは、開削工事において、従来工法では鉛直に構築される土留め壁を傾斜して構築する工法である。壁を傾斜させることで土留め壁に作用する土圧が理論的には低下するため、切梁などの支保工を縮減できる。支保工の縮減により、内部構造物構築に支障がなく目的構造物の品質向上が可能となり、工事の工期短縮およびコスト縮減も可能となる。これまでに親杭横矢板壁および鋼矢板壁を用いた本工法は実施工へ適用されている^{1), 2)}。

本工法の適用を拡大するため、地盤改良によって造成した土留め壁を用いる斜め自立土留め工法（以下、地盤改良土留め）の施工法の確立、および土留めとしての適用性を検証するため、原位置土攪拌工法（パワーブレンダー工法：以下、PB）を用いた試験施工を実施した。これまでにソイルセメント地中連続壁に芯材を挿入した斜め土留め壁の試験施工³⁾を行っているが、本稿では芯材を用いない地盤改良土留めを対象とし、施工法、および壁前面掘削時の計測結果に関する考察を行った結果を報告する。

2. 試験施工

試験施工は、地盤改良土留めの掘削時の挙動を確認するために、壁長 8.0m の地盤改良土留めを造成し、壁前面を 4.0m 掘削することで行った。傾斜角度は 10° と

表-1 試験施工概要

項目	寸法・規格
延長	40m (5 ブロック×8m)
壁長	8.0m (前面掘削深さ 4.0m)
壁厚	1.0m
設計強度	一軸圧縮強度： $qu_7=500\text{kN/m}^2$
配合	セメント添加量： 247kg/m^3 水セメント比： $W/C=108\%$

した。試験施工の概要を表-1、断面図を図-1 に示す。地盤は、粘性土(盛土)が主体で、N値 3 程度、粘着力 20kN/m^2 以下と軟弱であった。試験施工は、PBにより幅 1.0m、深さ 8.0mの地盤改良土留めの造成を行い、7 日後の設計強度 $qu=500\text{kN/m}^2$ を確認後に土留め壁前面を 4.0m掘削する手順とした。

3. 地盤改良土留めの特徴

PB は、改良深度 13m まで施工可能な中層改良工法である(写真-1)。トレンチャーを用いて原位置土と改良材を鉛直方向に攪拌し、均一な地盤改良を壁長および延長方向に連続して造成することできる。そのため、地盤改良土留めは継ぎ目のない壁となるため、止水性が高く、遮水壁に適用可能である。また、仮設土留めとして使用後は残置されるため、鋼矢板等の撤去で発生する内部構造物の沈下は発生しない。

4. 地盤改良土留めの施工

地盤改良土留めの施工には、通常のPB施工機械を

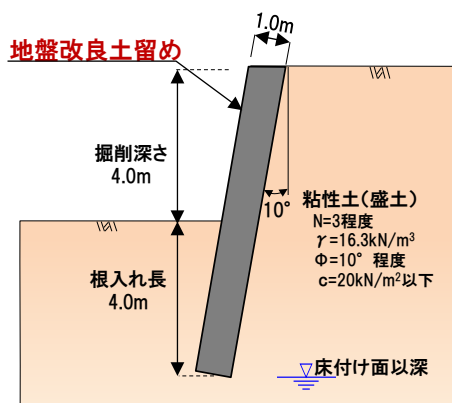


図-1 断面図



写真-1 地盤改良土留め造成状況



写真-2 専用アタッチメント

キーワード 斜め土留め工法，地盤改良，現場計測

連絡先

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL 03-5769-1322

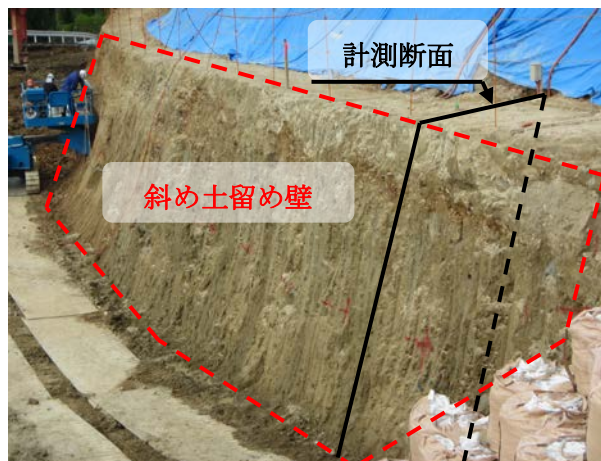


写真-3 地盤改良土留め壁掘削完了時全景

用い、ベースマシン（1.9m³級）に取り付けたアームとトレンチャー（長さ 8m、幅 1m）の間に傾斜角度を固定できる専用アタッチメントを使用した（写真-2）。造成した地盤改良土留めの強度を確認するために、施工中に採取した供試体から得られた 7 日圧縮強度、掘削完了後に壁から採取したコアにより得られた圧縮強度および引張（割裂）強度の試験結果を表-2に示す。試験施工結果から、トレンチャーを 10° 傾斜させて施工しても設計強度が得られること、および時間当たりの施工数量は鉛直の場合と同程度となることを確認した。

表-2 強度試験結果

項目	7 日強度 (kN/m ²)	28 日強度 (kN/m ²)		
		平均	最小	最大
圧縮強度	550	2,039	1,434	2,644
引張強度	—	270	168	371

5. 計測結果

地盤改良土留めの掘削時の挙動を確認することを目的として、掘削時の①壁水平変位量（以下、変位）と②ひずみを計測した。計測は、写真-3 に示した断面とした。計測器は、①多段式傾斜計と②パイプひずみ計を使用し、壁造成後にボーリング削孔した孔にそれぞれの計測器を壁天端から 1.0m 間隔で 7 箇所設置し、孔内をグラウトして壁と一体化させた。なお、②パイプひずみ計は壁の前面側と背面側に設置した。

①壁水平変位量

4.0m 掘削時の変位を図-2に示す。同図には、平面位置測量から得られた掘削時の壁頭部の変位量 9mm を基準として、傾斜計で計測した掘削深度方向の変位分布を示した。壁は頭部で 9mm、下端で 5mm 掘削側に変位した。本事例では、壁全体が掘削側へ移動したが、変位は小さかった。

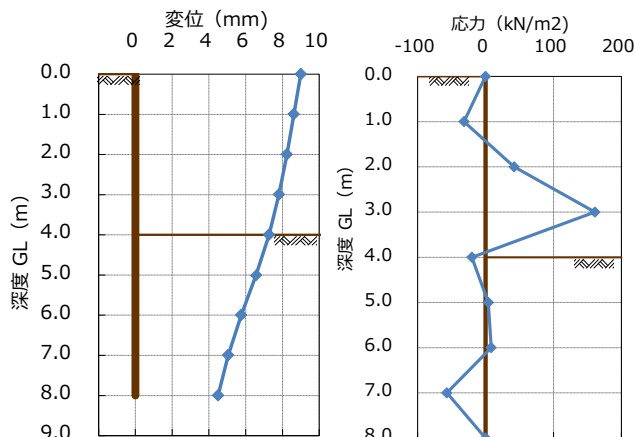


図-2 水平変位量分布図

図-3 曲げ応力分布図

②壁曲げ応力

壁の前面と背面ひずみから得られた曲げひずみから、曲げ応力を算出した。曲げ応力算出時の変形係数は、コア強度試験結果から得られた $E_{50}=570,920\text{kN/m}^2$ とした。4.0m 掘削時の曲げ応力分布を図-3に示す。同図には、壁重量により発生する応力の影響を除去するため初期応力を 0 として発生した応力の値を示した。床付け面よりも 1.0m 上を中心として 2.0m の範囲で引張応力が発生したが引張強度以下となり、床付け面よりも下で発生した圧縮応力は圧縮強度以下となった。壁の初期応力状態は壁自重により圧縮応力状態であるので、実際に作用した引張応力は 100kN/m^2 程度となり、引張強度には余裕があったと考える。また、壁にひび割れは確認されなかった。

6. まとめ

原位置土攪拌工法を用いて壁長 8.0m、幅 1.0m の地盤改良を 10° 傾斜させて施工できることを確認した。壁長 8.0m の地盤改良土留めを用いて 4.0m 掘削を行った場合の壁水平変位量は 10mm 以下となり、壁にひび割れ等が発生しなかったことから地盤改良を用いた斜め自立土留め工法は、土留め壁として適用可能であることを確認した。今後は、得られた知見をもとに、斜め土留め工法の多様な形式での適用拡大を図りたい。

参考文献 1)貫井他：火力発電所取水管路における鋼矢板自立斜め土留め工法の適用事例，土木学会第 66 回年次学術講演会，VI-005 2011.9，2)上原他：斜め自立土留め（親杭横矢板方式）の設計と施工，土木学会第 68 回年次学術講演会，VI-185 2013.9，3)照井他：CCC 工法によるソイルセメント地中傾斜壁の施工，土木学会第 68 回年次学術講演会，VI-186 2013.9