

控え壁式斜め土留め工法の適用事例

(株) 大林組 正会員 ○青木峻二 正会員 照井太一
正会員 米谷彰司 安成直人

1. はじめに

斜め土留め工法とは、開削工事において通常は直立の土留め壁を傾斜させて施工する工法である。土留め壁に傾斜をつけることで作用する土圧を低減できるため、切梁やグラウンドアンカーなどの支保工を省略できるという特徴がある。土留め支保工の省略により目的構造物の品質向上、工期短縮およびコスト縮減が可能となる。なお、既往の研究¹⁾により、鋼矢板を用いた斜め土留め工法の検証が行われ、実工事への適用性が確認されている。

斜め土留め工法を適用した本工事は、高速道路のインターチェンジ新設工事におけるボックスカルバートの構築工事である。当該地盤は地下水位が高い軟弱粘性土と砂質土の互層地盤である。また、JR 近接工事で土留め壁の水平変位を抑制する必要があるため、適用する斜め土留め工法は、土留め壁の水平変位を抑制できる控え壁式とした。本報告は、実現場に適用した控え壁式斜め土留めの計測結果をもとに、設計法に関する検証と考察を行うものである。

2. 斜め土留めの設計法

(1) 設計対象

最大掘削深度 9.7m の開削工事における控え壁式斜め土留め工法を設計対象とする。土留めは、10° 傾斜させた土留め壁(鋼矢板 VL 型, L=18.5m)と 4.0m 間隔で鉛直に構築した控え壁(鋼矢板 IV 型, L=15.5m)

からなり、タイロッドで土留め壁と控え壁を固定した(図-1 および図-2)。

(2) 設計用土質定数

当該地盤は、埋土の下に軟弱粘性土と砂質土の互層があり、GL-12.75m より下は硬質の砂質土層(Ds3)で構成されている。設計用土質定数を表-1 に示す。地下水位は GL-0.9m、壁面摩擦角 δ は $\phi/3$ とした。

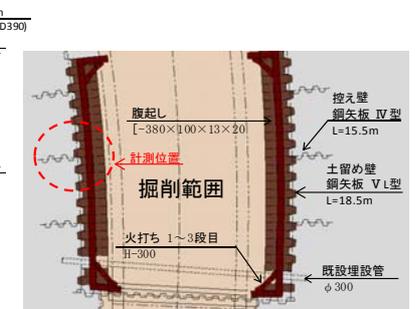


図-1 断面図

図-2 平面図

表-1 設計用土質定数

土層	層厚	土質	γ kN/m ³	ϕ 度	C kN/m ²	N値
Bk	1.40	砂質	20	40	0	33
Ac1	3.50	粘性	16	0	17	1
As	4.30	砂質	18	31	0	8
Ac2	2.70	粘性	17	0	36	2
Ds1	0.85	粘性	18	18	35	7
Ds3	21.15	砂質	19	38	0	45

(3) 設計法

設計法は、土留め壁を有限長の弾性梁、地盤を弾塑性床としてモデル化する弾塑性解析とした(図-3)。設計用側圧(土圧)の設定では、土留め壁の傾斜角 α を反映させるため、砂質土層では、擁壁工における土圧の考え方と同様にクーロン式により主働土圧係数を算出した(図-4)。

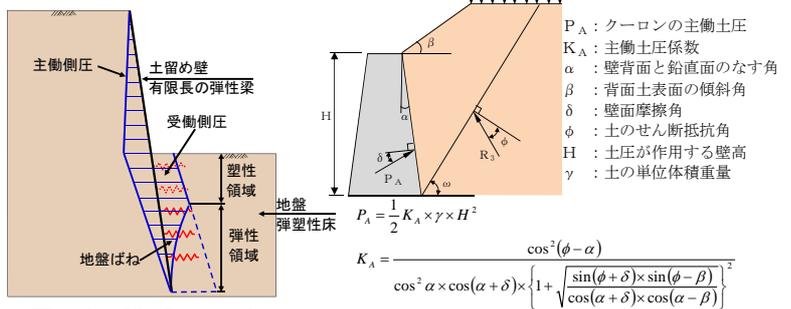


図-3 弾塑性モデル

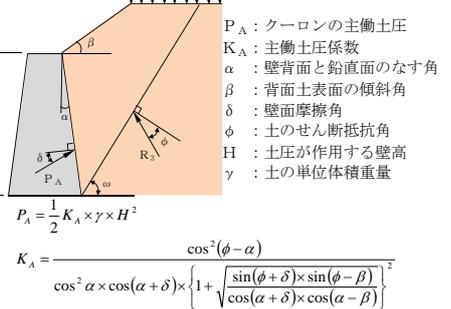


図-4 クーロン土圧

粘性土層では、試行くさび法より求まる土圧合力比から土圧低減係数を算出した(図-5)。

控え壁は、斜め土留めに対する控え壁の効果についての検討²⁾をもとに土留め壁の変形抑制を考慮して断面を決定した。設計で用いる控え壁による頭部拘束バネ値は、FEM 非線形解析(図-6)により得られた 1200kN/m/m とした。

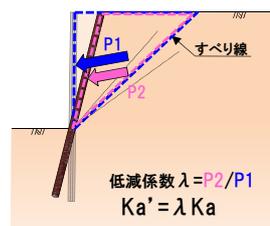


図-5 試行くさび法

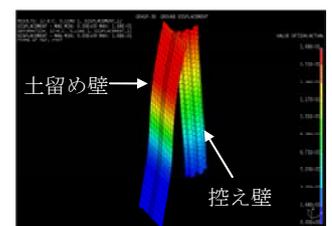


図-6 FEM 非線形解析

キーワード 斜め土留め, 控え壁, 土圧, 計測管理

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

3. 現場計測結果と設計値の比較および考察

現場計測項目は、(1) 地下水位、(2) タイロッド軸力、(3) 側圧、(4) 鋼矢板水平変位とした。計測位置は、控え壁との結合部付近とした(図-2)。

(1) 地下水位

計測した地下水位は、最も高い時でGL-3.5m程度であった。

(2) タイロッド軸力

図-7 にタイロッド軸力とタイロッド固定位置(GL-1.0m)での鋼矢板水平変位を示す。なお、タイロッドは1箇所あたり2本取付けているが、図の値は2本分を合計したものである。この結果から、控え壁による頭部拘束バネ値は、9000kN/m/mとなり当初設計1200kN/m/mの7.5倍であった。

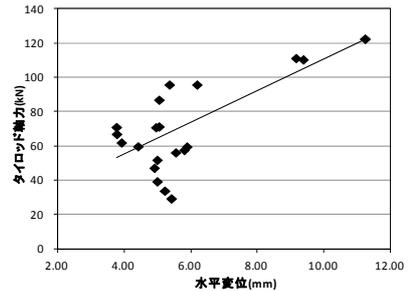


図-7 タイロッド軸力-鋼矢板水平変位

ここで、地下水位の計測結果GL-3.5m、頭部拘束バネ値9000kN/m/mを用いて再設計した結果を「再設計値」とする。

(3) 側圧

図-8 に床付け掘削時に鋼矢板に作用する側圧の計測値、設計値および再設計値を示す。掘削底面以浅の砂質土層において、主働側圧の計測値は設計値の半分程度となったが、再設計値との比較では計測値との差が小さくなった。よって、設計値と計測値の差異は、地下水位の差異が原因の1つと考えられる。受働側圧は、主働側圧の計測値が小さくなったことから、計測値が設計値よりも小さな値となったと推定できる。

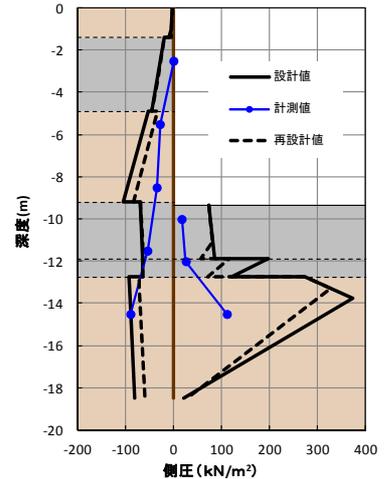


図-8 側圧分布

(4) 鋼矢板水平変位

図-9 に床付け掘削時の鋼矢板水平変位の計測値、設計値および再設計値を示す。計測値の最大水平変位39mm(GL-8.0m)は、設計値179mm(GL-4.26m)の22%であった。再設計値の水平変位および変形挙動は、設計値に比べ計測値と近似することから、設計値と計測値の差異は、地下水位と頭部拘束バネ値の影響が原因の1つであると考えられる。ここで、最大水平変位を比較すると、再設計値の82mmは計測値の倍となっている。この差異の原因を考察するために、砂質土の見かけの粘着力をC=9.0kN/m²と仮定して³⁾、再々設計を行った結果を図-9に「粘着力考慮」として示す。しかし、砂質土の粘着力による水平変位への影響は最大で10mm程度と小さかった。よって、ここでの水平変位の差異は、上載荷重に対する安全率などを含んだ設計における極限状態の土圧と実際に土留め壁に作用する土圧の差異によるものが原因の1つであると推定できる。

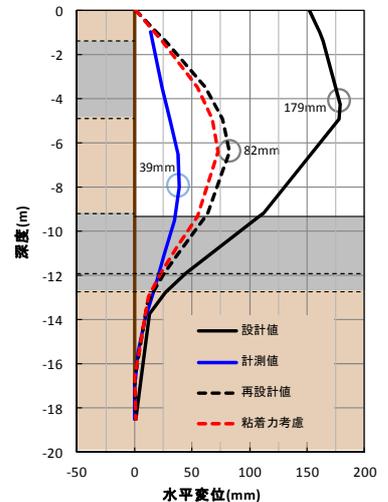


図-9 鋼矢板水平変位分布

5. まとめ

地下水位が高い軟弱粘性土層と砂質土層の互層地盤において、最大掘削深度9.7mの控え壁式斜め土留め工法を適用した事例について報告した。水平変位と側圧の計測値の検証により、適用した設計法は安全性を確保できることおよび控え壁の頭部拘束効果を実証され、控え壁式斜め土留め工法の適用性を確認した。今後は、得られた知見をもとに、控え壁式斜め土留め工法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設置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)前田他: 鋼矢板自立土留めに働く砂地盤の土圧に関する遠心模型実験(その2)控え壁の効果について, 第47回地盤工学研究発表会, 2012.7 3)前田他: 鋼矢板斜め自立土留め工法の設計法に関する一考察, 土木学会第66回年次学術講演会, VI-006, 2011.9



写真-1 掘削完了全景