

グラウンドアンカーを併用した斜め土留め工法の適用事例

(株)大林組 正会員 ○青木峻二 前田知就
(株)大林組 正会員 森山清司 大川祥功

1. はじめに

斜め土留め工法とは、開削工事において、従来なら鉛直としていた土留め壁を傾斜させる工法である。作用土圧は、壁を傾斜させることで理論的には低減するため、切梁やグラウンドアンカー(以下、アンカーと称する)などの支保工を低減できる。支保工の低減により、躯体構築の支障がなくなるため目的構造物の品質向上が可能となり、支保工の設置および撤去が不要となるため工期短縮およびコスト削減が可能となる。なお、既報^{1), 2)}により、親杭横矢板を用いた斜め土留め工法の実施工への適用性および壁頭部を拘束することによる水平変位の抑制が確認されている。

斜め土留め工法を適用した本工事は、駅前広場整備工事のうち既設のボックスカルバート解体および新設のボックスカルバート構築をするものである。土留め壁背面には、送水管が近接しているため、壁の水平変位を抑制する必要があった。そこで、今回適用した斜め土留め工法は、壁の水平変位を抑制するためアンカーを併用した。本論文では、実現場に適用した斜め土留め壁の計測結果をもとに、設計法に関する検証と考察を行った結果を報告する。

2. 設計検討

(1) 対象

掘削深さが最大 10m で平面的に矩形の土留めのうち、1 辺を対象とした。なお、親杭横矢板形式の土留め壁を適用していない他の 3 辺は、既設の躯体があるため、その上部に地盤改良による改良体を造成して土留めとした(図-1)。

(2) 土質定数

地盤は、埋土(Bs)の下に直径が 300mm 以上の玉石

表-1 設計用地盤定数

土層	層厚	土質	γ kN/m ³	N値	C kN/m ²	ϕ 度	E_0 kN/m ²
Bs	3.05	砂質	18	6	0	35	16800
Ds1	6.75	砂礫	20	50	0	38	140000
Ds2	0.70	砂質	18	5	0	35	14000
Ds3	9.50	砂礫	20	50	0	38	140000

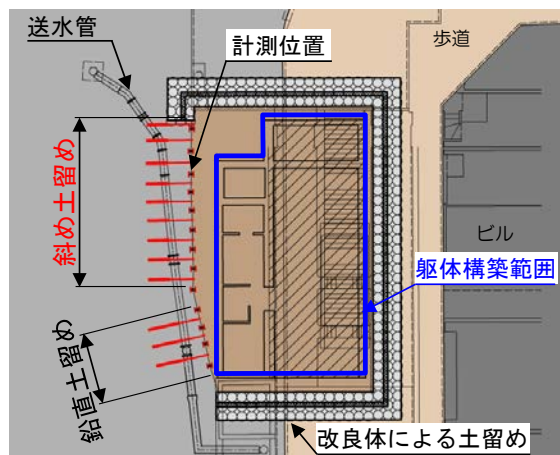


図-1 平面図

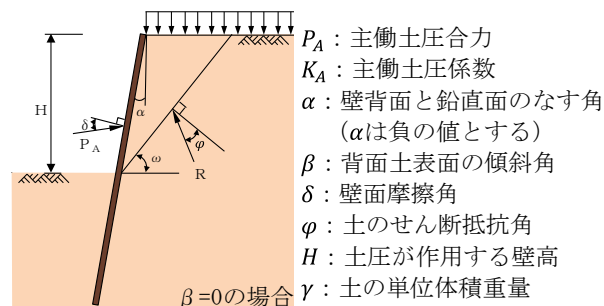
を含む砂礫層(Ds1 および Ds3)があり、一部に砂層(Ds2)が介在している。設計用地盤定数を表-1に示す。地下水位は、親杭先端よりも深い位置であり、壁面摩擦角 δ は $\phi/3$ とした。

(3) 設計方法

設計方法は、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し、弾塑性解析により行った。設計用側圧(土圧)は、壁傾斜角 α を考慮するため、擁壁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求めて、土被り圧を乗じることで算出した(図-2)。

(4) 設計結果

土留め工は、5°傾斜させた親杭(H-350×350@1.5m, L=14m)とアンカーで構成した(図-3)。アンカーは、地



$$P_A = \frac{1}{2} K_A \times \gamma \times H^2$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \times \cos(\alpha + \delta) \times \left\{ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \times \cos(\alpha - \beta)} \right\}^2}$$

図-2 クーロン土圧

キーワード 斜め土留め、計測管理、親杭横矢板、弾塑性解析

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

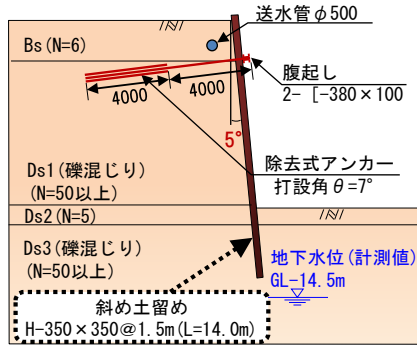


図-3 斜め土留め断面図

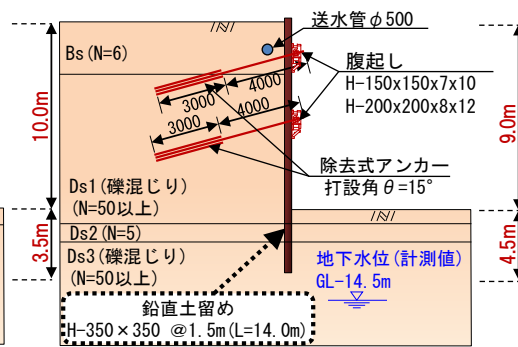


図-4 鉛直土留め断面図

表面から 3.0m の位置に設置し、Ds1 層をアンカー定着層とし、土留め壁の主働崩壊面により自由長を決定した。アンカー傾角は、壁に対してアンカーがほぼ直角となる 7° とすることで、既報²⁾と同形式の簡易な腹起し (2-[-380×100]) とした。土留め背面側に送水管が近接しているため、壁を傾斜させられない範囲では土留め壁を鉛直とした (図-4)。土留め壁を傾斜させることで、壁水平変位の許容値を同じとした場合に、鉛直と比較してアンカー段数を 1 段減らすことができた。

3. 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アンカー荷重、③壁水平変位 (以下、変位と称する) とした。計測位置は、掘削深さが 10m の位置とした (図-1)。

①地下水位

計測値は、GL-14.5m 付近と床付け面以深であった。

②アンカー荷重

変位を抑制するために、プレロード (設計荷重の 60% 程度=165kN/本) をアンカーに導入した。プレロード後にアンカー荷重値は低下し、設計荷重の 30% 程度 (85kN/本) となり、掘削を進めても荷重は増加しなかった。

③変位

1 次掘削 (GL-3.5m) 時および最終掘削 (GL-10.0m) 時 (写真-1) の計測値および設計値と最終掘削時の逆解析結果を図-5 に示す。

1 次掘削時の変位は、設計値と計測値が近似している。このことから、地盤定数や上載荷重の影響を適切に設定、考慮することで、今回採用した斜め土留め工法の設計方法は妥当であったと言える。

一方、最終掘削時の変位は、設計値と計測値に大きな差異がある。アンカー位置での差異の原因は、アンカー荷重が掘削に伴って増加しなかったことから、作用した主働土圧と比較して導入したプレロードが大きかったためと推定できる。アンカー位置以深での差異の原因は、砂地

盤においても粘着力が存在するため、この粘着

力により、作用力である主働土圧が小さく、抵抗力である受働土圧が大きくなったためと考えられる。粘着力が変位に与える影響を検証するために、最終掘削時の変位に関して、粘着力をパラメータとして逆解析を行った。その結果、粘着力が 5kN/m² では床付け面より上で変位が増加するが、10kN/m² では床付け面より上での変位が大きくならなかった。よって、施工箇所の地盤では、10kN/m² 程度の粘着力が存在したと推定できる。

4. まとめ

背面に送水管が近接している砂礫質地盤において、掘削深さが最大 10m の土留めにアンカーを併用した斜め土留め工法を適用した事例について検討した。壁水平変位において設計値と計測値が概ね一致したことで、適用した設計方法の妥当性が確認された。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)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, 2)青木他:控え壁式斜め土留め工法の適用事例,土木学会第 68 回年次学術講演会, VI-184 2013.9



写真-1 掘削完了全景

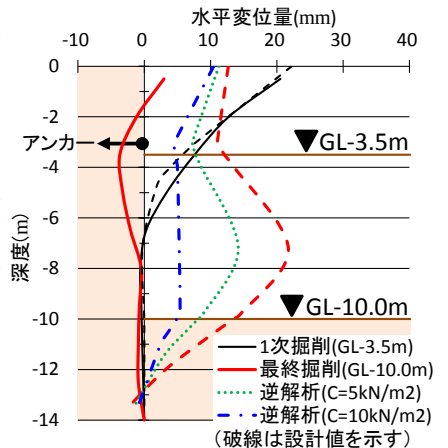


図-5 土留め壁水平変位分布