

斜め控え壁を用いた鋼矢板斜め土留め工法の適用事例と設計定数の逆解析検証

(株)大林組 正会員 ○大城一徳 正会員 照井太一 正会員 大川祥功
北陸電力(株) 西本真也 佐野朝恵

1. はじめに

斜め土留め工法は、仮設土留め壁を $5\sim 10^\circ$ 程度傾斜させることで土留め壁への作用土圧の低減、土留め壁の変位減少効果により、通常必要な切梁などの支保工を省略できるので、構造物の品質向上、工期短縮およびコスト削減を期待できる土留め工法である。これまでに、土留め壁の変位制限が厳しい条件への対応策として、直立控え壁を用いた鋼矢板土留め壁を実現場に適用し、その頭部拘束効果を確認している¹⁾。

本稿では、直立控え壁形式以上の変位抑制が期待できる、土留め壁と一体の斜め控え壁(図-1)を用いた鋼矢板斜め土留めの実施工現場の計測結果と、弾塑性計算による逆解析結果をもとに、設計定数に関する検証と考察を行った結果を報告する。

2. 設計法

(1) 適用現場： 富山新港火力発電所 LNG 1号機新設工事において、LNGの気化系設備のうち取水口構築工事の仮設土留めとして、本土留め形式を適用した。

(2) 地盤構成： 当該地盤は、GL-9.0mまでN値8の埋土層、その下に約15mの砂質土層があり、土留め壁下端部は粘性土層で構成されている(図-2)。

(3) 設計断面： 掘削深度は10.75m、土留め壁および斜め控え壁の傾斜角度は 10° 、土留め壁は鋼矢板VL型 $L=25.5\text{m}$ 、斜め控え壁は鋼矢板IV型 $L=15.0\text{m}$ および 18.5m を 3.0m 間隔で設置した。土留め壁と斜め控え壁の固定方法は、土留め壁背面側に鋼矢板のジョイ

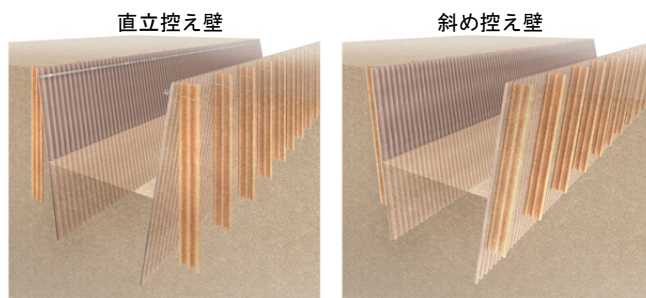


図-1 直立控え壁と斜め控え壁のイメージ

ント部材を溶接し、斜め控え壁のジョイント部と嵌合させた(写真-1)。土留め壁と斜め控え壁とは互いの頭部をタイロッドで固定した(写真-2)。

(4) 設計手法： 設計は、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により行った。設計用側圧の設定では、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側圧係数を算出した(図-3)。粘性土層では、試行くさび法より求める土圧合力比から土圧低減係数を算出した(図-4)。

斜め控え壁の設計では、①斜め控え壁の壁剛性を土留め壁の壁剛性に加えること、および②主働崩壊面以深の控え壁と地盤との間に働くせん断抵抗を考慮し地盤バネ定数を設定することで、控え壁が背面側に拘束され、土留め壁の変形が抑制される効果を評価した。弾塑性解析モデルを図-5、控え壁のバネを図-6に示す。

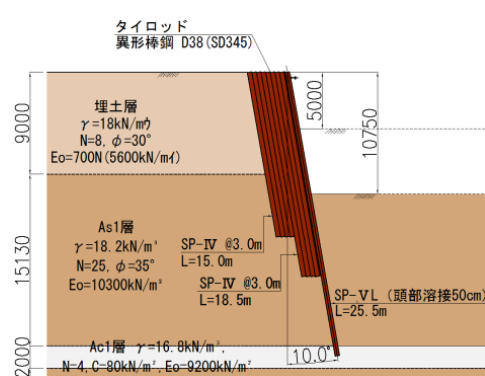


図-2 斜め土留め断面図



写真-1 控え壁と土留め壁嵌合部

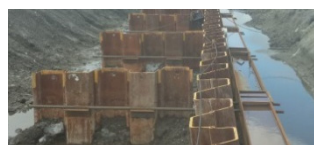


写真-2 頭部固定タイロッド

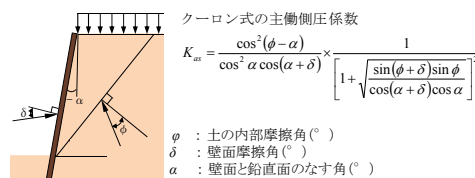


図-3 クーロン式の主働側圧係数

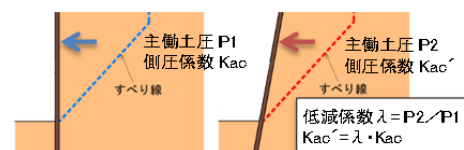


図-4 粘性土における試行くさび法

キーワード 斜め土留め, 斜め控え壁, 鋼矢板, 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

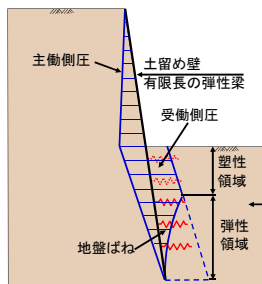


図-5 弾塑性解析モデル

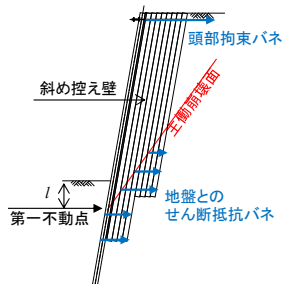


図-6 控え壁のバネ

3. 計測結果と逆解析結果

現場における計測項目は、背面地下水位、土留め壁の水平変位と応力（鉛直ひずみ）、控え壁の水平変位と応力（水平ひずみ）およびタイロッド軸力とした。

図-7、図-8 に、5.0m および 10.75m 掘削時の土留め壁の水平変位と応力（鉛直ひずみ）の再設計値、計測値、逆解析値を示す。ここでの再設計値とは、各掘削深度における背面地下水位の計測値を用いて弾塑性解析にて再計算した結果である。なお 5.0m 掘削時の地下水位は GL-1.4m、10.75m 掘削時の地下水位は GL-4.0m であった。また、ここでの逆解析値とは、弾塑性解析において地盤定数などのパラメータを再設計値から変更することにより、計測値にフィッティングさせたものである。

図-7 の逆解析では第一に、頭部が拘束された変形モードを再現するため、5.0m および 10.75m 掘削時において、当初設計では考慮していなかった頭部拘束バネを追加した（5.0m 掘削時で 1800kN/m/m、10.75m 掘削時で 1400kN/m/m）。この結果から、頭部固定タイロッドを設置した場合には、控え壁と地盤とのせん断抵抗に加えて頭部拘束バネの効果も大きいことがわかった。また、頭部拘束バネの影響は、掘削の進捗に伴い低減していくことを確認した。

図-7 の逆解析では第二に、掘削床付け以深の変位を再現するため、5.0m および 10.75m 掘削時において、控え壁と地盤との間に働くせん断抵抗バネを 1/10 に低減した。これは、控え壁鋼矢板打設時にウォータージェットを併用したことが原因として考えられる。また、掘削 5.0m では、控え壁と地盤とのせん断抵抗バネの低減に加えて、GL-5.0m~GL-9.0m までの受働抵抗をゼロとすることで計測値を再現した。これは、今回の地層構成において、GL-9.0m までが埋土層であったことから、掘削に伴う鉛直方向の応力解放の影響が大きく、受働抵抗が働かなかったことが推察できる。

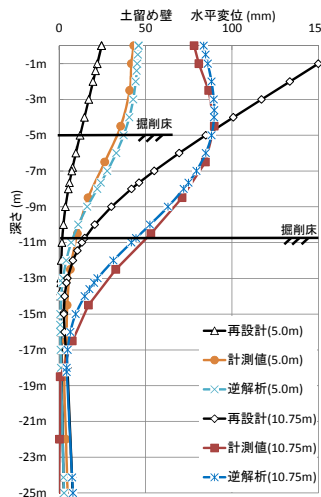


図-7 土留め壁水平変位

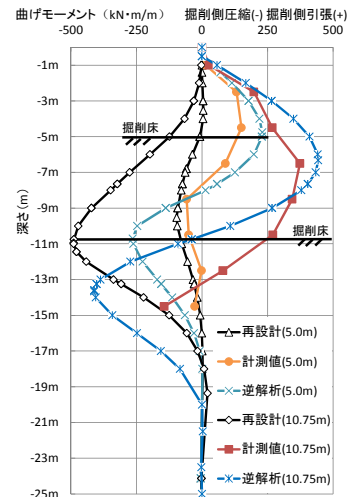
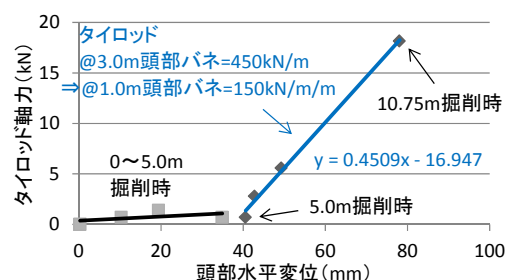
図-8 土留め壁応力
(鉛直ひずみ)

図-9 タイロッド軸力

図-8 では、5.0m および 10.75m 掘削時の計測値および逆解析値において、頭部拘束効果により掘削床が浅は掘削側引張、掘削床が深では掘削側圧縮のモードであることが確認できる。

図-9 にタイロッド軸力と土留め壁の頭部水平変位の関係を示す。0~5.0m 掘削時には計測値の増加量が小さく、5.0m 以降にタイロッドが効き始めたと推察される。5.0m 掘削時~10.75m 掘削時までのタイロッド軸力計測値から推定した頭部拘束バネ値は 150kN/m/m となり、先述した逆解析値における頭部拘束バネ値の 1/10 程度となった。これは、タイロッド以外の控え壁構造全体で頭部拘束効果を発揮していることが推察される。

4. まとめ

斜め控え壁を用いた鋼矢板斜め土留め工法を適用した事例について、計測・逆解析結果をもとに、設計定数に関する検証と考察を行った。今後は得られた知見をもとに、斜め控え壁を用いた斜め土留め工法の適用拡大を図りたい。

参考文献

- 1) 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