

高地下水位かつ掘削深さ 10mを超える箇所での斜め土留め工法の適用事例

(株)大林組 正会員 ○大川祥功 正会員 照井太一
北陸電力(株) 藤木 豊 宮本慎也 谷口達彦

1. はじめに

斜め土留め工法は土留め壁を傾斜させることにより背面土圧を低減させる自立形式の土留めで、最大15m程度の開削工事に適用が可能である。

今回、富山新港火力発電所LNG1号機新設工事のうち液化天然ガスを気化するための海水を取り込む取水口構築工事に対し、斜め控え壁を有する構造形式の斜め土留め工法を適用したことから、その結果を報告する。

2. 工事の特徴と課題

取水口構築箇所は海に近接しており、地下水位はGL-1.4mの位置にある。当初設計では掘削深さGL-8.75m～GL-13.25mに対して、IV型の鋼矢板(長さ25m)を打設し、切梁(3～4段)＋中間杭による土留めが計画されていた。切梁、中間杭等の支保工では施工性の低下および躯体打継部における止水性の低下が懸念されたため、切梁・中間杭の不要な斜め土留め工法の適用を検討した。すでに他現場にて適用した、鋼矢板斜め土留めの背面に鋼矢板の控え壁を鉛直に圧入し、タイロッドにより頭部を結合し頭部変位を抑制した「控え壁式鋼矢板方式」について検討したところ、13m以上掘削する深部において土留めの安定を確保できない結果となった。また斜め土留め工法を適用するにあたり、既設護岸鋼矢板との未接合箇所からの土砂および地下水の流入対策も必要であった。

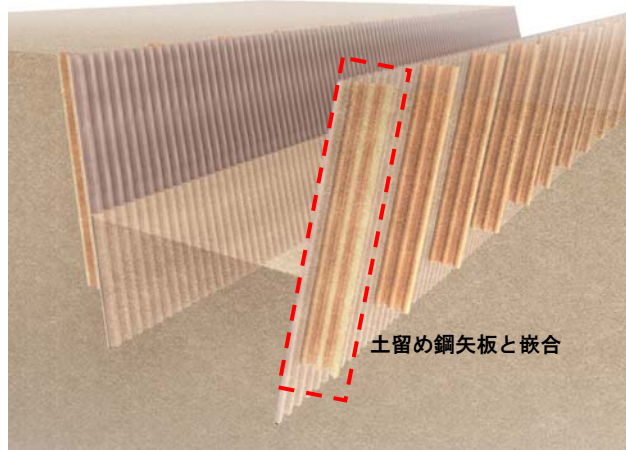


図-1 斜め控え壁式鋼矢板方式

3. 解決策

13m以上の掘削が必要となる最深部では土留めの頭部のみならず、床付け付近の変位を抑制する必要があった。そこで、控え壁を傾斜した土留め壁に嵌合しながら同じ角度で圧入し、斜め土留めと控え壁を一体化した「斜め控え壁式鋼矢板方式」を開発した(図-1)。「斜め控え壁式鋼矢板方式」について、梁バネ弾塑性解析による構造照査を行った結果、壁体の最大変位は442mmとなり、床付け付近の変位も大幅に低減することができた。取水口平面図および深部断面図を図-2および図-3に示す。鋼矢板未接合箇所については土留め背面に止水注入を行うとともに掘削進捗とともに鋼材による補強を行うこととした。

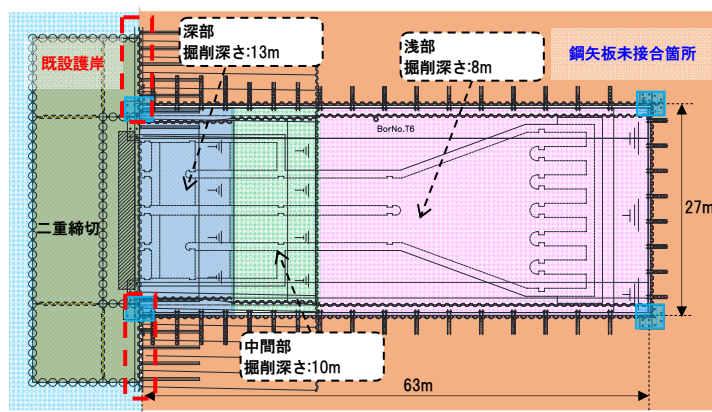


図-2 取水口平面図

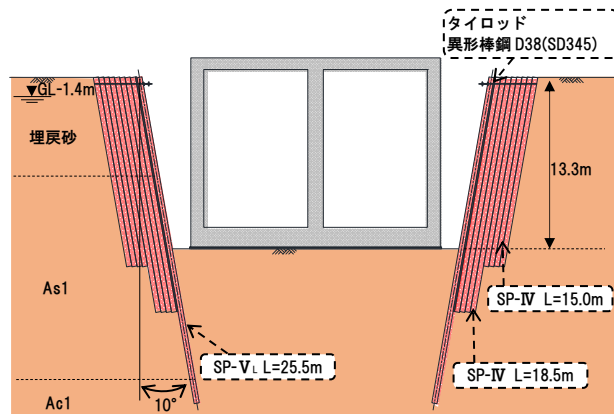


図-3 深部断面図

キーワード： 斜め土留め工法、鋼矢板、高地下水位、自動計測

連絡先：〒933-0226 富山県射水市堀江千石 17 番地 (株)大林組北陸支店北電富山 LNGJV 工事事務所

4. 結果

掘削状況を写真-1 に示す。掘削開始からトータルステーションによる鋼矢板の頭部変位や多段式傾斜計による鋼矢板の変位、ひずみ計による鋼矢板に作用する応力等の自動計測を行い、掘削による土留めの挙動を監視しながら工事を進めた。これにより、豪雨による雨水が土留め背面に流入した際の、土留め壁の急激な変位の増加も早期に発見できた。さらに自動計測で得られたデータより逆解析を行い、補強工を実施し安全に床付けまで掘削を行った。

鋼矢板未接合箇所背面に二重管ダブルパッカー工法にて土留め壁に沿わせ傾斜角 10° で止水注入を行った。注入管の挿入・設置精度を確保するために、ケーシング建込み完了後にケーシング内をジャイロセンサーによる計測を実施し、傾斜および曲がり計測したところ 80mm 以内であることを確認した。また、鋼矢板未接合箇所（土留めコーナー部）における鋼矢板の変位を抑制するため、掘削の進捗に伴い鉄板と鋼材による補強を実施した。使用した鋼材は厚さ 6mm の鉄板と溝形鋼（ $[-200 \times 90 \times 8]$ ）の 2 種類とした。それぞれ鋼矢板に鉄板を溶接し、その鉄板上に溝形鋼を溶接した。これらの対策により鋼矢板未接合箇所からの大きな漏水、土砂の流出を防止し、安全に掘削することができた。最終掘削時の土留め壁の水平変位分布を図-4 に示す。

5. まとめ

斜め土留め工法を GL-1.4m に地下水位があり、かつ 10m 以上の掘削が必要となる取水口構築工事に適用した。このような厳しい条件下での斜めの控え壁を有する斜め土留めの実工事への適用は初めてで、

計画時には土留めの安定性について FEM 解析や遠心力模型実験等の実験により十分な検討を行った。自動計測により土留めの急激な変

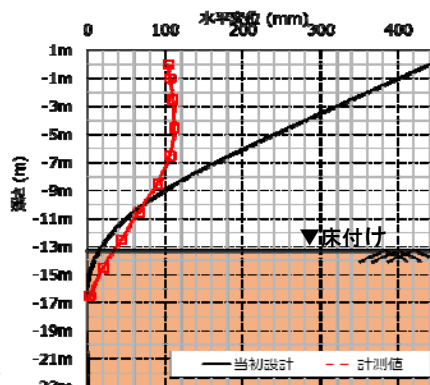


図-4 最深部変位分布

位を早期に発見し、補強工を行うためのデータ収集をより正確かつ容易にできた。また鋼矢板未接合箇所の補強についても止水注入工と鋼材による補強により地下水および土砂の流出を防ぐことができた。さらに、斜め土留め工法の最大の特長であるオープンな施工空間を確保することができ掘削時の施工性を大幅に向上することができ、床付け後の躯体構築時には打継目や箱抜き箇所を減らすことができ躯体の品質向上にも大きく寄与した。また、支保工の設置・撤去作業を省略でき、安全性も向上することができた。今後は、今回の施工結果をもとに施工法の改善を行い、本工法のさらなる適用を図りたい。

参考文献

- 1) 大城他: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, 土木学会第 71 回年次学術講演会, III-182, 2016. 9
- 2) 大城他:斜め控え壁を併用した斜め自立土留めの遠心力模型実験, 第 51 回地盤工学研究発表会, 0717, 2016. 9



写真-1 掘削状況



写真-2 鋼矢板未接合箇所