

新潟みなとトンネルの仮設山留め設計

国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 正会員 ○佐川 雅悦
" 正会員 新保 修
" 土市 進

1. はじめに

信濃川河口部兩岸を結ぶ新潟みなとトンネルの立坑及び取付道路部は、大規模掘削をともなう開削工法により構築されている。当該地域は海岸線に近いことから地下水位が高く、信濃川河口部特有の緩い細砂層が卓越し、部分的に粘性土層がレンズ状に狭在する特異な地盤構成となっている。特に立坑部の仮設工は、掘削深度-20mにおよぶ過去に実績の少ない高被圧条件下での設計・施工であったことから、計測施工による試験工事を実施し、計測データを基に設計・施工上の課題の把握、解析を行い、本仮設工において合理的な設計・施工方法の検討を行った。本論文では、これまでの左岸側立坑部仮設工の検討内容を報告するものである。

2. 立坑仮設山留め工試験工事

2-1. 目的

国内でもあまり類例のない緩い砂地盤での開削工事となったため、設計時に予測が困難な地盤の挙動、山留め挙動、ならびに地下水の影響等の現象についてその実態を事前に把握するとともに、計測データの設計・施工への反映や、工事を安全かつ円滑に行うためには計測施工技術についても十分検討することが必要不可欠と判断した。試験工事の目的を以下に示す。

砂地盤での大規模・大深度の山留め全体の挙動の把握

仮設本工事の詳細設計に必要なデータの収集

計測施工技術の修得

2-2. 工事概要

試験工事の規模を図1に示す。掘削段階は1次掘削～8掘削までとし、仮設本工事で想定される山留め挙動、盤ぶくれ、ボーリング、リバウンド等をできるだけ再現できるように計画した。

2-3. 計測施工計画

計測対象は、掘削地盤、山留め架構、周辺地盤とし、山留め架構の挙動と地盤の挙動を関連してデータ分析が可能のように計測施工計画を立案した。また、試験工事を通して計測施工管理方法を修得するため、山留め応力、切梁応力、盤ぶくれ並びにボーリングに対する管理基準を事前に設定し計測施工を実施した。

2-4. 試験工事で得られた成果

試験工事で得られた成果を以下に要約する。

中掘り圧入工法による鋼管矢板の圧入は困難であり仮設工法の見直しが必要

当初予想と実際の土質が必ずしも一致しないこと、および挙動解析の結果より土質定数の再検討が必要

切梁には緩みが生じる可能性が高く、山留め応力・変位を抑制するためにプレロードが必要

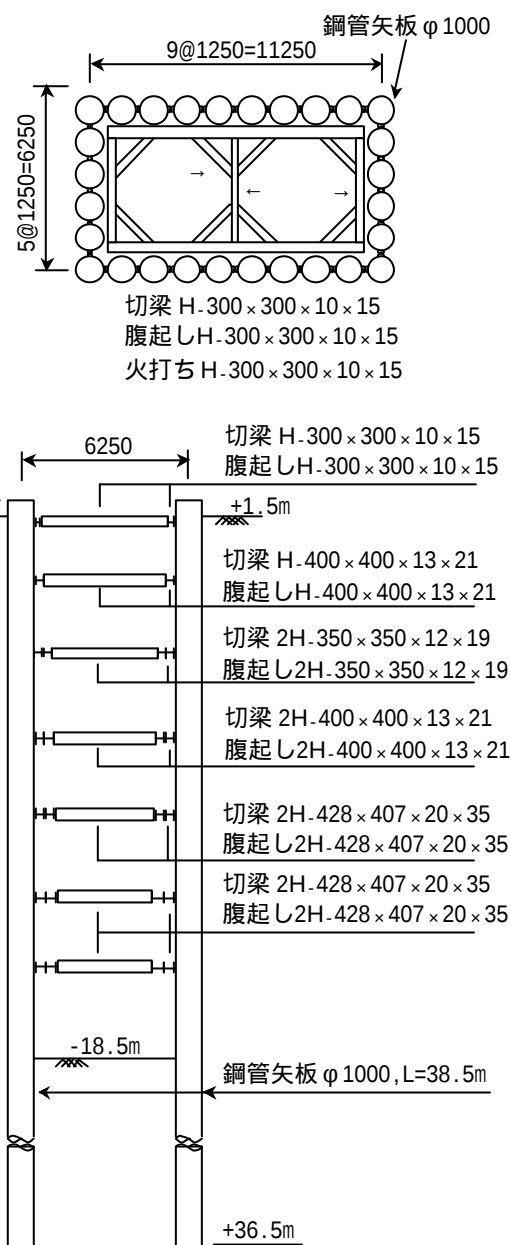


図1 試験工事概略図
(上:平面図,下:断面図)

実際の地盤にあった透水係数から予想される過剰間隙水圧を基にした根入れ長の検討が必要

盤ぶくれ・ボイリング対策として掘削地盤内のディープウェルは有効である。ただし、根入れ先端付近では局所動水勾配が大きく（試験工事最大6.0）なるため、施工中はその管理が必要

砂地盤での仮設山留め工の実態から、設計荷重には過剰間隙水圧を考慮することが必要。

水平地盤反力係数の設定方法の検討が必要

3．立坑仮設山留め工本工事

3 - 1．試験工事を反映した詳細設計

本工事の仮設山留め工は、平面形状48.6m×39.6m,根切り深度GL-20.5m,7段切梁の大規模掘削となった。

試験工事で得られた成果をもとに、より実態に即した合理的な仮設設計を行った。要旨は次のとおりである。

（1）施工法に関する事項

山留め工法の変更：山留め壁の基本構造は、鋼管矢板の圧入が困難であったこと、土質条件の見直しにより必要根入れ長が長くなり施工能力の限界を上回ったこと、および低騒音・低振動という条件を満足できないことから、SMW工法（口径φ850mm,H鋼芯材 H-700-300-13-24）とした

切梁プレロードの導入：切梁支保工の緩みにより山留め壁の応力が増大したことから、緩み対策として切梁プレロードを導入した

ディープウェルの導入：盤ぶくれ、ボイリング対策として掘削地盤内へディープウェルを導入した

（2）根入れ長の検討に関する事項

FEM浸透流解析の利用：ボイリングの検討はテルツァーギの方法によるが、過剰間隙水圧の値は、掘削面側と背面側の水頭差の1/2のケースと、試験工事の実測値と整合するFEM浸透流解析による計算結果を用いたケースの両者を検討し、根入れ長を設定した。

局所動水勾配に対するチェック：FEM浸透流解析により局所動水勾配を求め、試験工事で確認した最大値6.0を目安に、局所動水勾配に対する根入れ長の安全性をチェックした。

（3）山留め計算に関する事項

地盤条件の設定：設計用土層区分は全層を砂層と評価し、土質定数は各層の平均値の最小値とした

過剰間隙水圧の影響の考慮：浸透流解析により過剰間隙水圧を求め、動水勾配による掘削地盤の水中単位体積重量 γ' の低減と、外力として過剰間隙水圧を設計荷重として考慮した

水平地盤反力係数の低減：設計で用いる山留め弾塑性法は、鉛直一次元の計算法であり二次的な地盤の挙動を直接考慮することができない。そこで、掘削幅を考慮できる二次元弾性FEM解析により山留め計算を実施した結果をもとに、試験工事と本工事の掘削幅の相違を考慮し水平地盤反力係数を1/5に低減プレロード導入率を50～80%に設定し、切梁支保工を設計した

3 - 2．計測施工計画

計測施工計画は試験工事に準じ、ディープウェルによる揚水を併用した施工を考慮して、以下を追加した。

掘削地盤内の水位管理を目的に水位計を配置

局所動水勾配を管理項目に追加し、山留め内外の根入れ先端付近に間隙水圧計を重点的に配置

ボイリング、盤ぶくれに対する深度方向の管理を追加

4．まとめ

砂地盤における大深度・高被圧という実績の少ない悪条件の中で、試行錯誤と試験工事から得た数々の成果と経験によって、大規模仮設山留めの設計手法、施工技術確立するとともに、計測施工管理手法の確立により安全施工を実現した。また、本報告の対象である左岸立坑仮設工の試験工事および本工事から得られた、計測解析を活用した合理的な設計法は、対岸の右岸立坑仮設工をはじめ、開削工法により施工されたトンネル部、擁壁部の仮設山留め工へも反映させ、施工性と経済性の向上を図ることができた。新潟みなとトンネルは、数々の課題の克服、新技術活用への取り組みを経て、平成14年5月に主要区間が無事開通した。