

名古屋東山丘陵地層における 複合支保形式を用いた大深度山留壁の計画と挙動

―― その1 山留計画概要 ―――

大成・熊谷・東洋JV 植田山工区作業所 正員 上野 直通
名古屋高速道路公社 建設部 鈴木 教義
大成・熊谷・東洋JV 植田山工区作業所 正員 村田 広
大成建設(株)名古屋支店土木部 正員 松原 義仁

1. はじめに

名古屋高速道路は、名古屋市及びその周辺地域における道路交通の円滑を図るために約81kmの計画があり、現在、約38kmが供用中、約15kmが工事中である。そのなかで高速1号四谷高針線は、名古屋市東部に位置する東山丘陵地帯を東西に貫き、延長約2.6kmのトンネル区間(東山トンネル)として工事を進めている。

本報は、トンネル東側の坑口から約500mの地点に位置する2号立坑の山留壁について、複合的な支保形式を用いた計画の概要について示すものである。

2. 2号立坑と周辺地質の概要

東山トンネル2号立坑は、最大掘削断面積 168.5m^2 を有するNATM形式のトンネルの発進立坑であり、完成後は地上への非常時連絡坑となる。図-1に山留支保工図を示す。大断面トンネルの発進立坑として機能するため、掘削深度は約38m、トンネル施工時は、トンネル断面部の高さ約17mの空間を、また平面的にも最大8mのスパンを確保する必要がある。このため、山留壁には剛性の高い地中連続壁工法(壁厚1500mm、深さ約48.7m)を採用し、底部には地上連絡坑の本設の底版(厚さ2200mm)を、さらにトンネル断面天端上部にはRC製の切梁(幅1000mm×高さ2000mm)を配置し、長スパンの荷重に対応する構造形式とした。

東山トンネル周辺の地形は、標高数十mから百m前後までの丘陵地であり、2号立坑掘削部分の地質は東海層群・矢田川累層とよばれる新第三期鮮新世の砂層とシルト粘土層の互層となっている。平均N値は、砂質土で25程度、シルト粘土層で15～35程度であり、NATM形式のトンネル工法を採用しつつも、いわゆる土砂山となっている。

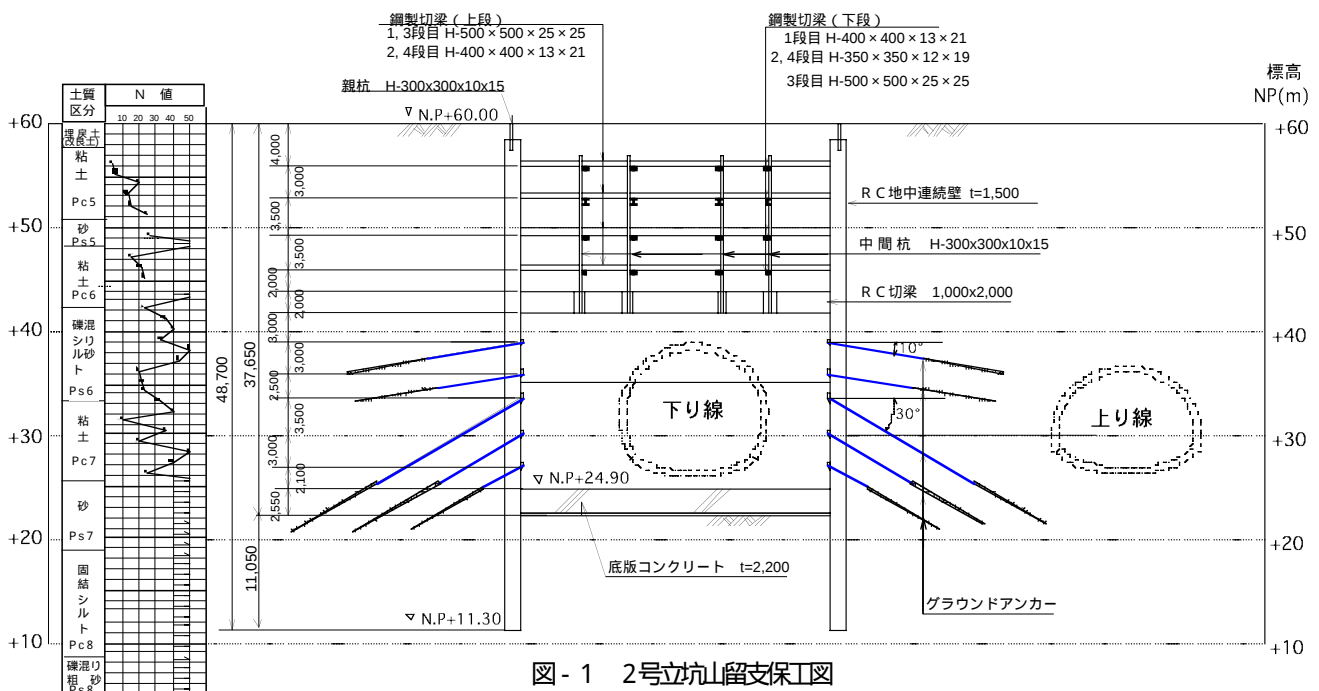


図-1 2号立坑山留支保工図

キーワード: 大深度山留 山留支保工

連絡先: 大成・熊谷・東洋JV 植田山工区作業所 名古屋市名東区藤が町1-2-821 電話052-783-5830 FAX052-783-5835

3. 複合的な支保形式の採用

2号立坑の支保工は、前述のとおり機能的側面から、中間部に高い剛性を有するRC製の切梁を配している。一方、その他のレベルには、掘削時の支保工として通常規模の支保工を3～4mのピッチで配置した。当初設計では、中間RC切梁の上部・下部とも山留材を用いた鋼製切梁として計画されていたが、表-1に示す検討により、RC切梁より下部の支保工形式にはグラウンドアンカー工法を採用した。

表-1 2号立坑支保工形式の検討結果

	鋼製切梁形式	グラウンドアンカー形式
中間RC梁より 上部の支保工形式	・通常の切梁設置方法を用いればよく、一般的でコスト・工期的に有利である。	・定着層が深く、コスト・工期的に不利となる。
採用の可否		×
中間RC梁より 下部の支保工形式	・底版構築後、トンネル施工のためにすべての支保工を撤去する必要が生じ、グラウンドアンカー工法と比較して連壁の必要鉄筋量が増加する。 ・中間杭の切梁分担力は全段の総和となるため、杭の断面仕様が大きくなる。	・トンネル施工時にはトンネル断面部のアンカーのみ撤去すれば良く、残留するアンカーを支保工材として考慮でき、経済的な設計が可能となる。また、安全性に優れており、工期的にも有利である。 ・中間杭の切梁分担力が中間RC梁より上部の支保工に限られ、中間杭の断面仕様を小さくできる。
採用の可否	×	

上記の検討により、上部に鋼製切梁、中間部に高剛性のRC切梁、下部にグラウンドアンカーを配置した複合的な支保形式を有した山留構造を計画した。本構造形式により、連壁の鉄筋量は上部・下部に鋼製切梁を採用した場合より約23%減少し、中間杭は□-700×700(t=16)を通常のH-300までスケールダウン可能とした。また、グラウンドアンカー工を掘削工と併行作業することなどにより、全体工期を約2ヶ月短縮した。

一方、剛性の異なる支保構造を併用することで、掘削時の山留挙動はより複雑なものとなることが予想される。単位奥行き当りの支保工のバネ定数は、鋼製切梁が50,000～120,000 kN/m/mであるのに対して、RC切梁は800,000 kN/m/m、グラウンドアンカーが5,000～18,000 kN/m/mであり、剛性の比率は概ね、1:10:0.1となっている。これら剛性の異なる支保形式、及び大深度の掘削を伴う山留の挙動を適確に把握するため、弾塑性法に基づく逐次掘削解析を実施し、設計手法とした。荷重条件等は原則として首都高方式¹⁾を採用し、アンカーに関しては、設計反力の80～100%程度のプレロード載荷を考慮した荷重ステップを取入れた。弾塑性法に基づく本手法は、大深度の山留解析にも多く実績があるが、今回の検討に関しては以下の留意点があげられる。

- (i) 剛性が異なる複合的な支保形式に対して、本解析手法は適用可能か。例えばRC切梁の実際のヤング率が設計値と異なった場合、あるいはアンカーのプレロード量を設計値と変化させた場合、山留挙動が敏感に影響を受けることがないか。このような現象が顕著な場合、山留構造としては好ましくないと考えられる。
- (ii) 首都高方式¹⁾による土圧算定式は、主として首都圏のデータに基づき作成されているが、名古屋の土砂山（新第三紀）地盤に適用しても妥当か（過大でないか）。

(i)に関しては、感度分析の結果、すべて同様の支保工剛性を有した構造の場合と感度に大きな差異はなく、解析的には安定していることが確認された。

上記の解析手法及びモデルの妥当性を確認するため、連壁内部あるいは支保工に計器を設置し、計測工を実施した。続報²⁾において、計測データと設計値の比較検証を行った。

4. まとめ

トンネルの発進立坑となる大深度山留壁に、機能、コスト、工程等を検討し、鋼製切梁・RC切梁・アンカーからなる複合的な支保工形式を採用した。設計手法に対する留意点を明確にするため、続報²⁾において計測工の概要と解析値の比較検討結果を示す。

参考文献

- 1) 仮設構造維持基準 首都高速道路学生会(平成2年10月)
- 2) 名古屋東山留地盤における複合支保工を用いた大深度山留壁の計画と挙動(その2) 第55回年次学術講演会(平成12年9月・投稿中)