

中央新幹線名城変電所電気洞道におけるシールド掘進管理について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 須田 貴之 正会員 齋藤 力哉

1. はじめに

本工事は、中央新幹線の本線へ引込む電力・通信ケーブルを敷設するため、名城変電所—名城非常口間にシールド工法で電気洞道を構築したものである。シールド工法は、適切な施工と管理を行えば安全に工事を遂行できる工法であるが、令和2年に鉄道事業及び道路事業のシールド工事で、地表面に大きな影響を与える事象が発生した。シールド工事において、掘削土量の管理は地表面変状を防ぐ重要な管理項目となる。本稿では、「掘削土量の管理」と「施工時に生じたトラブル」について報告する。

2. 工事概要

本工事は、泥土圧シールドにより施工し、添加材には鉱物系加泥材を使用した。掘削外径 3.50m、延長 378m で、縦断線形は上り勾配 3‰、最小土被り 5.0m であった。平面線形は、発進側で緩やかな曲線、中盤で直線、到達側で R=25m の急曲線となっている。掘削地盤は、熱田層の砂質土が主体で、断面下部に粘性土が一部含まれ、地下水位はルート全線に渡って、シールド上端より上に位置する条件下での施工であった。詳細は図-1 に示す。

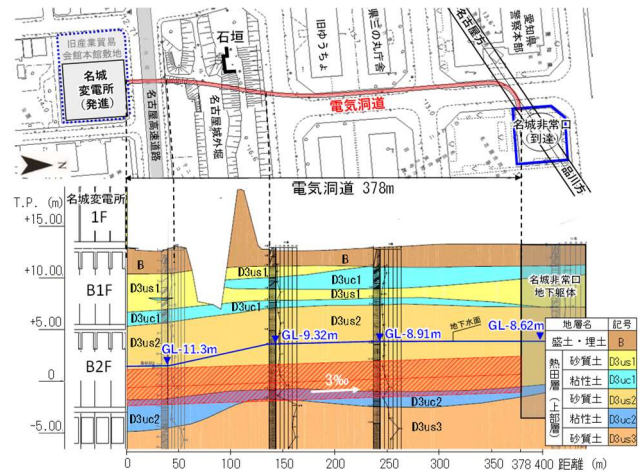


図-1 平面図・断面図

3. 掘削土量管理

(1) 管理計画

土量管理は、リング毎に掘削土の体積と重量を計測し、理論掘削土体積（重量）と実際の掘削土体積（重量）の比較（以下、「取込み率」という。）による管理と、直近 10R の平均値との比較（以下、「トレンド」という。）による管理を併用して行うこととした。管理値は、他事例や掘削断面の大きさを考慮して一次管理値を $100 \pm 10\%$ 、二次管理値を $100 \pm 20\%$ と設定した。

$$\text{取込み率 (\%)} = \frac{(\text{当該Rの掘削土重量 (体積)} - \text{加泥材添加重量 (体積)}) / \text{ストローク} \times 100}{\text{単位長さあたりの理論掘削土重量 (体積)}}$$

$$\text{トレンド (\%)} = \frac{(\text{当該Rの掘削土重量 (体積)} - \text{加泥材添加重量 (体積)}) / \text{ストローク} \times 100}{\text{過去10Rの単位長さあたり掘削土重量 (体積)の平均値}}$$

(2) 施工実績

体積、重量ともに、トレンドは概ね一次管理値内で推移しているのに対し、取込み率は二次管理値の下限を下回る傾向が見られた（図-2）。掘削土量が少ないため、地表面の隆起を心配したが、ルート直上で実施している水準測量の結果では、地表面変状が見られなかったため、その要因を以下に考察した。

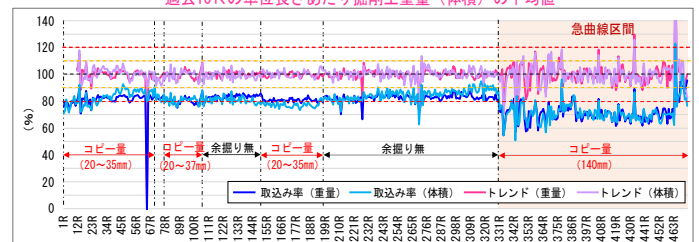


図-2 取込み率

(3) 掘削土量に関する考察

理論掘削土量を取込めていない要因は、「①加泥材、間隙水の地山への逸脱」と「②余掘り部の土砂の取込み不足」によるものと推察した（図-3）。そこで、要因①、②による取込み率への影響検証を実施した。まず、切羽圧を受け加泥材と間隙水は地山に逸脱していると仮定し、コピーカッターでの余掘り無し区間に着目して、取込み率の算出を行った結果、加泥材と間隙水の回収率は 80% 程度と考える必要があった（図-4）。次に、コピーカッターによる余掘り

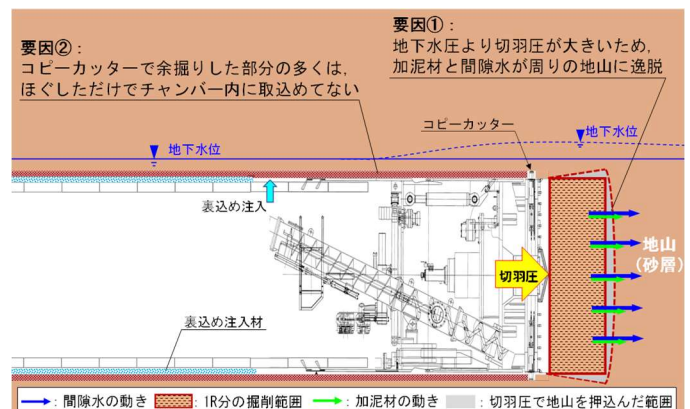


図-3 理論掘削土量が取込めない要因

区間に対して、コピーカッターでほぐした土量の全量をチャンバー内に取込めていないと仮定し、余掘り部の土砂取込み量を変化させた結果、余掘りした土砂の10%のみをチャンバー内に取込んだとした場合に、取込み率は90~95%と100%付近の値となることがわかった(図-4)。また、裏込め注入結果からも、余掘りした土砂の10%のみを取込み、90%は地山側に押しつけていると考え、殆どのリングで注入率は100%を超える結果となった(図-5)。なお、今回のように掘削土量が少ない場合、地表面隆起が懸念されるが、日々の地表面計測の結果、地表面変状は無く、適切な掘進が行えたと言える。

4. 施工時のトラブル

(1) スクリューコンベヤーの閉塞

268R 目掘進時から、スクリューコンベヤー(以下、「S/C」という。)内部の異音とS/C圧力値の不安定な状態が続き、270R 掘進時にはS/Cの回転が停止した。そのため、解消作業と原因究明を並行して実施した。

(2) 固渋解消作業

発生当初は、礫を噛んだものと推測し、S/C前側のバルブから加泥材を送り込みながら回転を試みたが、解消できなかった。次に、S/Cゲートを閉じて、ホース接続部ボックス(図-6)を開けたところ、複数の鉄筋が発見された。S/Cがリボン式から軸式に変わる箇所に、挟まった可能性が高いと考え、S/C前側のバルブから止水措置を講じ、S/C中腹のハンドホールを開け土砂を取除いたが、異物は見当たらなかった。本工事のS/Cは急曲線掘進用に左右へ揺動できることから、S/Cの揺動と回転・逆回転を試みた後、再度ホース接続部からS/C内を覗くと、鉄筋が出てきているのを確認した(図-7)。それを切断除去したところ、S/Cが徐々に回り出し、固渋を解消できた。

(3) 原因究明

摘出した鉄筋類を再度観察したところ、矢じり状の鋳物に鉄筋2本をねじ止めする形状であったことから、停止位置から約20m手前の庁舎建設時の仮土留めに用いられた除去式アンカー耐荷体と推定した。なお、建設当時のアンカー耐荷体の設置位置を調べると、洞道の掘削断面に当たらない位置であったが、何かしらの要因で洞道の掘削断面位置にあったものと推定した。

(4) 再発可能性の検証

以降の掘進において、掘進ルートに近接する建屋二棟で同様の事象が起きないかを調査した。一棟は約50年前の竣工で、切梁腹起しを用いたシートパイル土留めと推定した。もう一棟は約30年前の竣工で、アンカーが用いられており、位置を復元したところシールドに届かない位置と推定され、再発の可能性は低いと判断した。その後、慎重に掘進を続けたが、アンカーを取込むことなく、無事に到達することができた。

5. おわりに

本工事は令和4年1月に掘進を開始し、4月に到達した。中央新幹線建設は、今後大深度下でのシールド工事が本格化する。引続き工事の安全、環境の保全、地域との連携を重視し、計画を確実に進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 齋藤, 須田, 磯村, 前田; 名古屋城外堀および道路下に小土かぶり・急曲線シールドを施工, トンネルと地下 (2022.11)

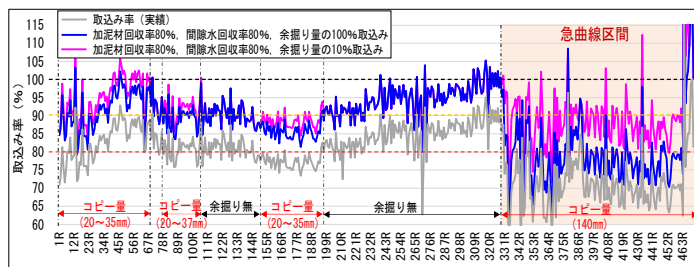


図-4 各要因を考慮した取込み率(体積)の比較

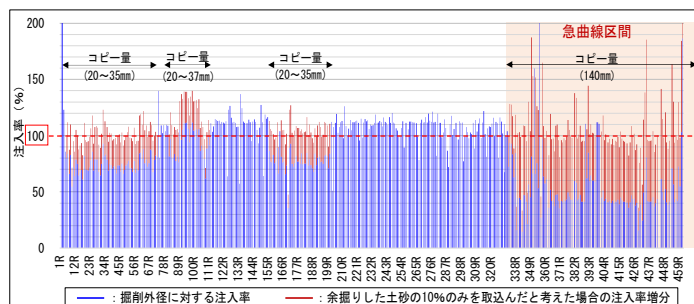


図-5 裏込め注入結果

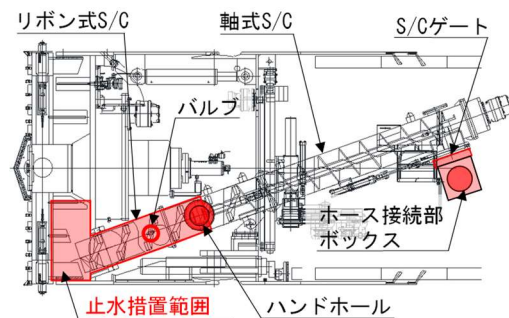


図-6 シールド機断面図



図-7 S/Cに挟まった鉄筋