

国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所 工藤 美紀男
 鹿島・前田特定建設工事共同企業体 フェロー会員 川端 僚二
 鹿島・前田特定建設工事共同企業体 正会員 鈴木 義信
 鹿島・前田特定建設工事共同企業体 正会員 石松 雅基

1. はじめに

石岡トンネル（第2工区）新設工事は、霞ヶ浦導水事業（那珂川，霞ヶ浦，利根川を結ぶ導水路）の一環として内径 3.5m の導水路トンネルを泥水式シールドによって構築するものである。工事延長は，中間立坑なしの 5,000m と国内有数の長距離施工となり，工期の関係から本掘進では月進平均 320m の高速施工となる。立坑は他社施工でオープンケーソン工法により既に施工されており，発進部，到達部は NOMST 工法が採用されている。また，土被り 35m を超える箇所があり高水圧下における施工となる。なお，本工事は設計・施工一括発注方式で発注されている。今回は，高水圧作用下において初期掘進時 NOMST 壁を無事発進できたのでその施工方法と実績について報告する。

2. 発進準備工

本工事における NOMST 発進には以下に示すような特徴があり，それぞれ対策を行って施工した。NOMST 壁最終掘削段階においてかぶり部分が大割れし面板やチャンバーを閉塞させる可能性がある。NOMST 背面地山に対して最小範囲の薬液注入により地盤改良を行うことにした。シールドマシン外周に同時裏込注入管が突起しているため，通常のエントランスパッキン 1 段だけでは止水性を確保することが出来ない。発進室（鋼製の筒）を坑口後部に接続して，エントランスパッキンをもう 1 段設置し，NOMST 掘削中は仮組セグメントに 2 段目のパッキンが効くようにして止水性を確保することにした。その場合，発進室内をシールドマシン通過後に，セグメントリングが発進室内に浮いた状態になってしまう。

裏込め材を注入出来る袋を発進室内面に折りたたんだ状態で取付け、マシン通過後に発進室外周から裏込材を注入して，セグメントと発進室内面の間で膨らませ，固化させることでセグメントを発進室内に固定する方法を採用した。また，発進室内にマシンが入ってしまうためマシン外周からローリングの防止を行うことが出来ない。坑内においてセグメントから反力を取るようローリングを防止した。なお，バックトラスには軸力計を取付け，計測管理を実施し掘進を行った。



写真 1 NOMST 部の発進状況

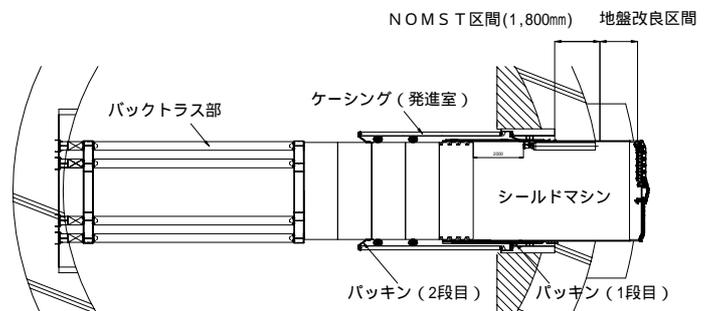


図 - 1 発進準備工

キーワード NOMST，長距離掘進，同時裏込注入，リレービット

連絡先 〒311-3112 茨城県東茨城郡茨城町常井 1052-1 石岡トンネル（第2工区）新設工事(事) TEL:029-219-1305

3. NOMST 掘進実績

NOMST 掘削は、面板が立坑側壁面に当たってから立坑側壁を抜けるまでの約 1,800mm を 7 方で行った。その際の掘進データを図 2～4 に示す。

立坑側壁のコンクリートの設計強度は 2.1kN/mm^2 、かぶり 200mm で NOMST 壁内面・外面にはそれぞれ炭素繊維からなる芯材が格子状に配筋されている。従って、掘削開始直後からカッタートルクの上昇が考えられたので図 - 2 に示すようにジャッキ速度を $1.0 \sim 3.0\text{mm/min}$ に落とし掘進管理を行った。図 - 3 より NOMST 壁切削直後からトルクが上昇していることがわかる。掘進距離 200～600、1,400～1,700mm 付近でのトルクの上昇は格子状に配筋された芯材を切削していることに起因していると推測される。図 - 4 より、NOMST 切削中は速度を一定に保って管理していた為、総推力は $2,500 \sim 3,500\text{kN}$ で推移している。しかし、NOMST 壁残り 400mm 付近から壁に亀裂が入り切羽水圧を保持出来ない可能性があったので、外水圧 + 20kPa で切羽水圧を管理して掘進する様にした為、その差分約 $4,000\text{kN}$ 総推力が上昇している。

上記の様な掘進管理と事前の発進準備工を行い NOMST 壁の切削を行った結果、懸念されていた NOMST 壁掘削最終段階の大割れによる閉塞もなく、発進室を設置して 2 段パッキンとしたことで、止水性も確保することができ、無事 NOMST 壁切削を行うことが出来た。

4. まとめ

今後、本工事は N 値の高い砂質土、砂礫、シルトを 5,000m 掘進した後、到達で NOMST 切削を行うこととなっている。その為、ビットの摩耗が進みビットの交換なしでの到達は困難であると考えられる。そこで写真 - 2 の様に、面板には補助工法なしでビットの交換が出来るリレービット工法を採用しており全線で 2 回交換する。また到達の NOMST 壁にはリレー先行ビットを NOMST 専用ビットに交換し、到達する予定である。今回同様高水圧下での到達となるので、今回の実績を踏まえて工事を行っていく予定である。

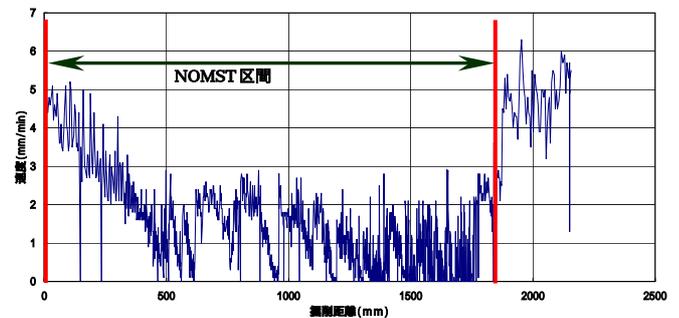


図 2 ジャッキ速度 - 掘進距離

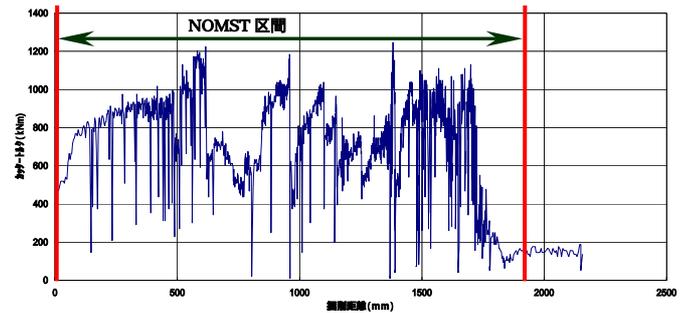


図 - 3 カッタートルク - 掘進距離

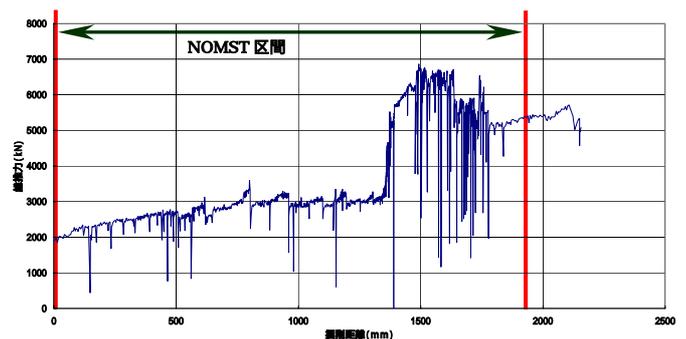


図 - 4 総推力 - 掘進距離

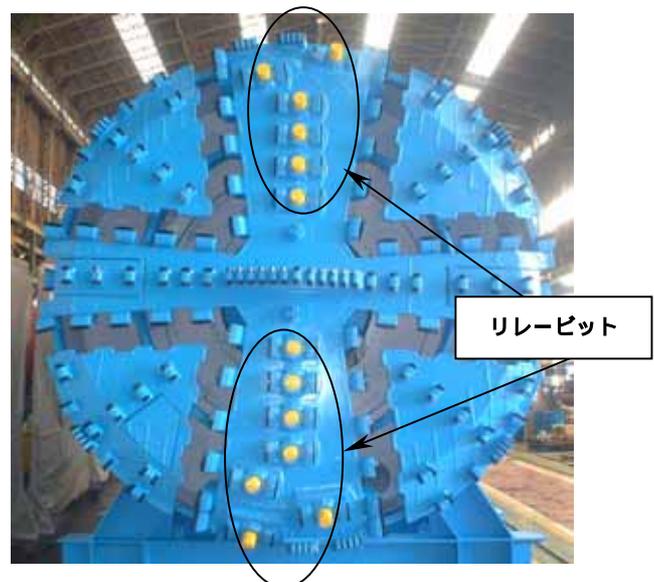


写真 - 2 シールドマシン面板