

海底トンネル内部からの立坑構築 その2 … 施工実績

前田建設工業土木設計部	正会員○藤山 浩司
北陸電力志賀原子力発電所建設所	穴田 文浩
北陸電力志賀原子力発電所建設所	正会員 大坂 和弘
五洋・東洋・東亜・みらい共同企業体	福興 智

1. はじめに

「その1 工法の選定と計画」に引き続き、「その2 施工実績」では導坑掘削のための推進機の仕様、施工管理手法等について報告する。海底トンネル内部から鉛直上向きに岩盤を掘削し導坑を構築するには、湧水対策、フリクションカット、方向制御、到達後の上部構造との接続方法などが施工上のポイントであった。

2. 推進機的设计

掘削径はフリクションカットの目的で推進機本体より直径で5cm、セグメントより直径で10cm大きくした。元推し装置の能力は、推進機、セグメントの重量、岩盤破碎の押し付け力、密閉時の水圧、摩擦等を考慮し、7,840kN（784kN ジャッキ10本）と設定した。ディスクカッターは当該地盤の掘削実績から直径を12インチとし、18個配置した。地山掘削の回転トルク、推進時の揺動に対し安定した掘削が可能ないようにグripperを4基装備した。

セグメント組立は、10本の元推しジャッキを順次盛り替える通常のシールド工法の組立要領により行うこととし、狭隘な作業構台上で人力による水平組立てが可能ないように1ピースを80kg以下とした。

3. 掘削管理要領

工場から一体構造で搬入した推進機は、水平坑を運搬して、元推し装置の上にセットした。掘削中の湧水対策、方向制御、フリクションカット及びテールボイドに注入する注入材の漏洩防止のため、坑口にはエントランスパッキンを設置した。

推進管理は、岩盤強度と水平坑での掘削実績からカッター1回転あたりの切り込み深さを1.0cm/revとし、総推力から自重分を控除した推力が、ディスクカッターの許容押し付け力以下となるよう制御した。

面板の回転に起因するローリングについては、カッタートルクが元推しジャッキスプレッダーと最下端セグメント主桁面にかかる推進機重量と推進力による摩擦抵抗トルクを越えないように管理した。さらに、トルクの瞬間的な増加に抵抗するために、ジャッキスプレッダーとセグメントをボルトレス緊結金具で摩擦接合し元推し装置と一体化を図った。

推進機が地山にはいるまでの初期掘進時は、坑口に設置したガイド柱に揺動防止ストッパーを設置し姿勢を制御した。掘削土のテールボイドへの堆積、圧密による摩擦の増加を防ぐことと、推進の施工精度を高めるため裏込注入を実施した。注入材は充填性がよく、滑材的な効果も期待し、セメントと水ガラスのLWを採用し、一軸圧縮強度は1N/mm²のものを使用した。

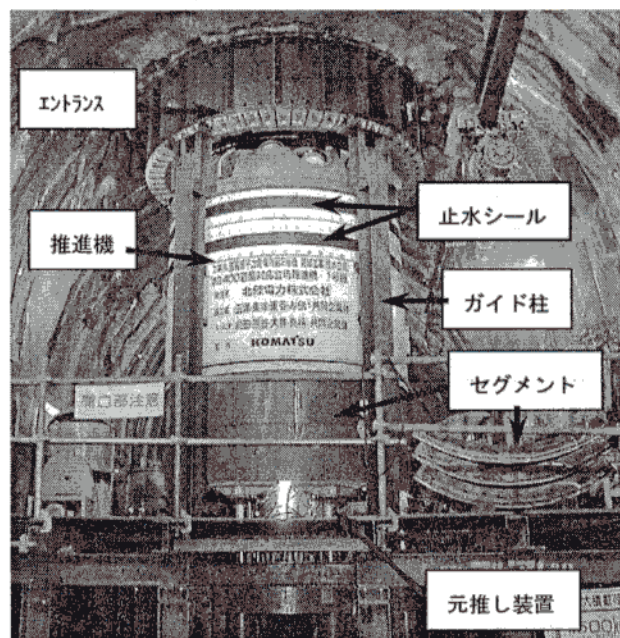


写真-1 仮推進状況

キーワード：海底下、導坑、密閉型推進機、施工管理

連絡先：〒179-8903 東京都練馬区高松 5-8 TEL03-5372-4761 FAX03-5372-4768

線形管理は、推進機から下げた2本の下げ振りと、最下端セグメントの中心位置を測量することで、推進機先端の位置と傾斜を把握した。

4. 施工実績

設定切り込み深さに対し推力は十分余裕があり、安定した推進が可能であった。カッタートルクも想定以下であったが初期推進時は推進機、セグメントの揺動が大きく、極力切り込み深さを小さくして、導坑全体の回転を抑制した。推進機が2D程度地山にはいと姿勢も保持しやすくなり、徐々に掘削スピードを上げていくことができた。推進の実績は図-1の通りである。施工中は、懸念された出水などもなく、切羽も安定していたので、掘削した岩盤はすべて自由落下で排出した。

また、裏込め注入に関し、理論ボイド量まで注入できなかったため、推進に影響を与えるようなボイドへの掘削土の堆積が懸念された。結果として、セグメント周面摩擦抵抗は想定内で推移しており、地山が岩盤であり自立している条件下では、この堆積は推進に有害な事象とはならない。

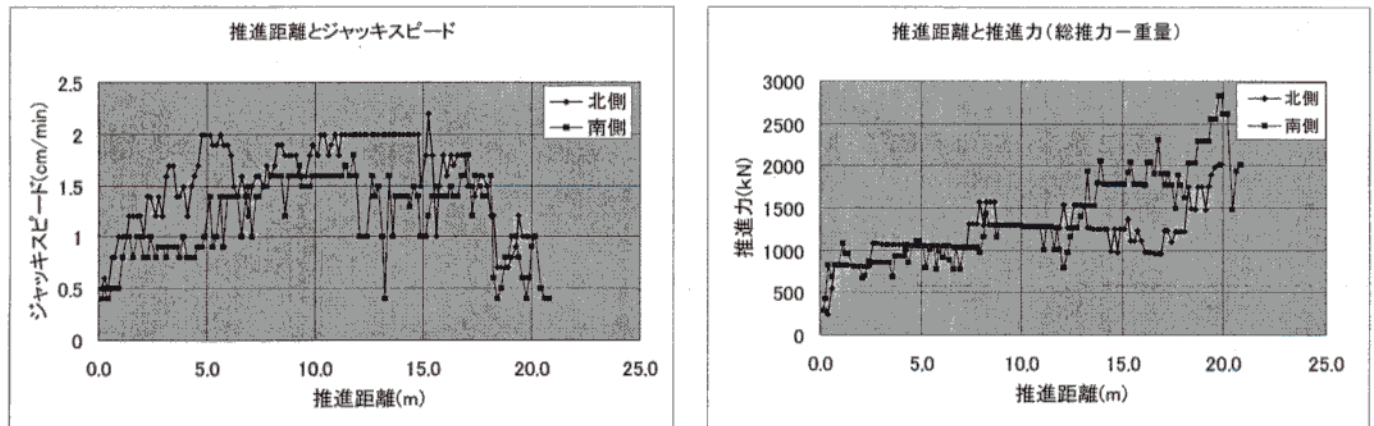


図-1 ジャッキスピード、推進力の実績

南側の推進で12m以降の推力が上昇しているのは、一軸圧縮強度の高い礫を含む岩盤を掘削したためである。19m以降はケーソン下部基礎コンクリートの切削のため、切り込み量を4mm/revまで落とし、トルク、推力の上昇を抑えながら推進した。

線形は鉛直度が0.3%未満、到達誤差が50mm程度と、十分許容できる範囲であった。

進捗の実績は推進、組立が80分/リングとなり、最大日進3.0m(6リング)を記録した。北坑は実働13日、南坑は12日で推進を完了した。推進機本体は2基製作したが、元押し装置や摩耗に対して十分余裕のあるディスクカッター等は北坑で使用したものを解体し南坑の推進機に転用した。

5. 接続工と本坑掘削

基礎コンクリート到達後、推進機外周部の止水シールを加圧膨張し、チャンバー内に入り面板を解体した。次にケーソン設置時に充水した放水管内の海水を排水後、放水管底蓋を溶断し接続を完了した。切り下がり掘削は、導坑を使って分割された重機を持ち込み、ブレーカにより行った。

6. おわりに

海底下、岩盤、鉛直切り上がりという条件の中、安全性と確実性に重点をおいて検討を進め、推進機を用いた導坑掘削により良好な結果を得られた。今回は推進に先立って施工した止水注入の効果が十分であり、推進機の特徴である2段ゲートを用いた密閉状態で掘削する必要がなかったが、施工条件によっては不可欠な装備であると考ええる。

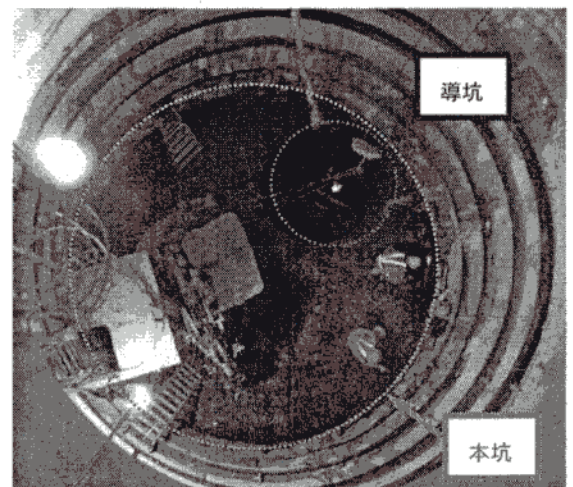


写真-2 本坑切り下がり掘削状況