硬質岩盤でのシールド工事の掘進実績

―高圧ガス導管　姫路・岡山ラインにおける小断面非開削工事（その５）―

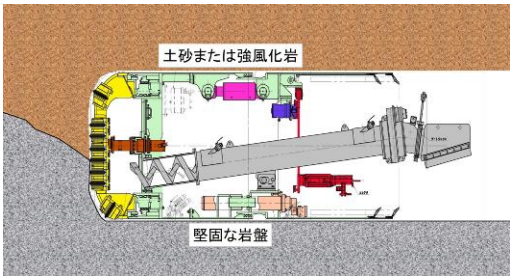
鹿島建設株式会社　　○正会員　酒井　学
鹿島建設株式会社　　正会員　仙波尚史
大阪ガス株式会社　　正会員　満田規夫

１．はじめに

本工事は、大阪ガスの高圧ガス輸送導管を敷設する事業（兵庫県姫路市～岡山県岡山市、総延長 86.0km）のうち、岡山県備前市内の国道２号線直下、約 1.1km を泥土圧シールド工法（仕上り内径Φ2,000 ㎜）にて施工する工事である。土層は、流紋岩質凝灰岩と分類される岩強度 50N/㎟以上の硬質岩盤が主体となり、かつ、土砂・軟岩・MixFace 地盤（掘進断面中に性質の異なる地層が２つ以上介在する地盤…図-1 参照）を含む複雑な地盤を掘進しなければならない路線であった。工事の初期段階において、他路線で想定以上の硬質な岩盤の出現や岩盤掘進延長の増加により工程遅延が発生していたため、本路線を掘進する前に詳細な土質調査やシールドマシンの検討を実施し、硬質岩盤対策の検討を行った上で、掘進に着手した結果、無事に完工させることができた。本報文ではその実績について報告する。

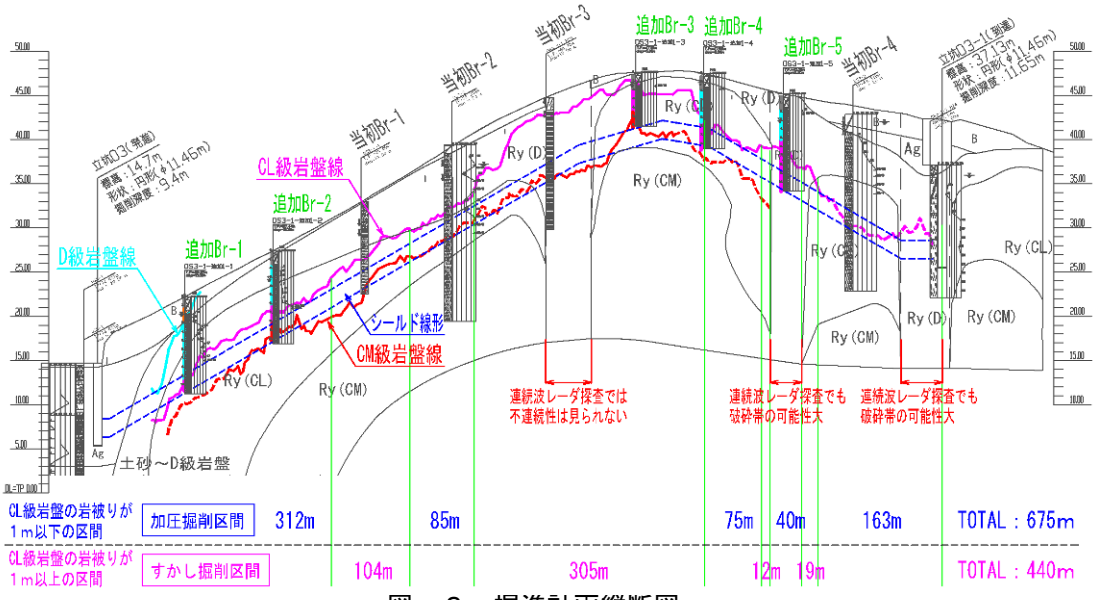
２．地質及びMixFace地盤対策

当該路線は、硬質岩盤・MixFace地盤・土砂区間が混在していると当初より予測されたので、岩盤強度の再確認と地盤状況の詳細データ採取のため、当初ボーリング調査４個所から更に５個所追加し、約100m毎のボーリングデータを採取した。また、MixFace地盤を詳細に把握するため、弾性波レーダ探査を実施し、D級・CL級・CM級岩盤の層ラインを明確にした。



図－１　MixFace 地盤　模式図

上記の詳細な土質調査に基づき、シールド掘進管理項目としてCL級岩盤で岩被りが1m以上の区間のみを『すかし掘削区間』（切羽管理土圧：ゼロ）と定め、それ以外の区間は『加圧掘進区間』と定め、土砂区間と同様に切羽土圧を管理することとした。ボーリング結果及び弾性波レーダ探査を基に設定した掘進計画縦断図を図-２に示す。



図－２　掘進計画縦断図

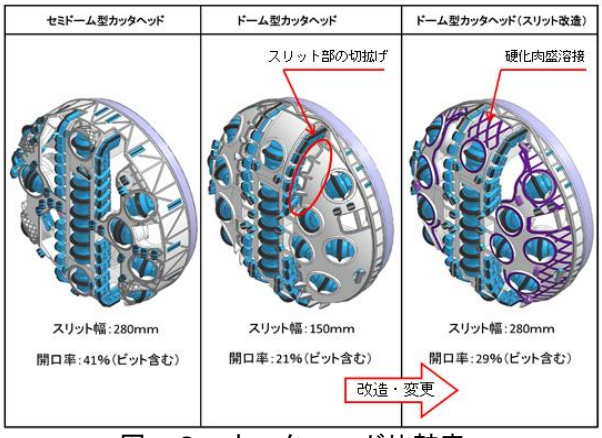
３．シールドマシンの検討

本工事のシールド機（合計13機製作）は、当初、多様な土層に対応すると同時に、転活用計画を踏まえセミドーム型カッタヘッドを採用していた。しかし本路線は、前述の地質調査から硬質岩盤（100N/㎟以上）の出現が確認されたため、ディスクカッタによる岩盤の切削効率を高め工程の遅延なく計画工程で掘進する必要があったので、本路線でのシールド機はドーム型を採用した。（写真－１参照）

キーワード：シールド、硬質岩盤、ドーム型カッタヘッド、小口径
連絡先：鹿島建設㈱　関西支店土木部　〒540-0001　大阪市中央区城見 2-2-22　TEL06-6946-7076

その一方、ドーム型での懸念事項として、立坑付近に存在する土砂区間掘進時に生じる面板閉塞が挙げられた。ドーム型はディスクカッタの配置に重点を置いているため、スリット部の開口率はセミドーム型の41%に比べ21%と減少し、土砂区間の掘削においての面板閉塞やカッタ面板の異常摩耗などが懸念された。そこで、スリット部の切拡げによる開口率の向上（開口率：21%→29%）を行い、更に面板の耐摩耗性向上のためカッタヘッドに可能な限り硬化肉盛溶接（ハードフェーシング）を行った。図-３にカッタヘッド比較表、写真-１にドーム型シールド機（実機）を示す。

写真－１　ドーム型シールド機



図－３　カッタヘッド比較表

４．硬質岩盤の掘進管理とその実績

4.1 排土管理

本路線は、国道２号線直下であり、路面沈下等のトラブルを回避するため、MixFace地盤を含む硬質岩盤の掘進において、排土管理手法を確立することが重要であった。

掘進時の排土量については、土層毎に排土率の管理値を設け、ズリ鋼車の積載量（体積）と重量の両方により排土率を算出し、設定した管理値内に収まっているのか掘進リング毎に確認を行った。体積算定は予め全てのズリ鋼車に目盛を付けその量を計測し、重量はクレーンスケールを用いた精度の高い管理手法を実践した。

特に、MixFace地盤では、以下の噴発防止対策を講じた。

①スクリュウコンベア注入孔から高濃度高分子凝集剤（液状残土改良材：TACギャザー）を注入し、ゲートを開けても噴発が生じないようプラグゾーンを形成する。

②シールド機内（クラウン注入孔）より可塑剤を注入し、速やかに空隙を充填し地山の安定を図る。

③チャンバー内の土砂を撹拌し、噴発しない事を確認しながら掘進する。

④噴発気味状態が解消されない場合は、チャンバー内にも可塑剤を充填し、安定を図る。

上記の噴発防止対策によりMixFace地盤においても、トラブルなく掘進を行うことができた。

4.2 岩盤区間での加泥材の選定

岩盤での掘進においては、排土不良となった岩ズリがシールド機チャンバー内に圧密堆積し、ディスクカッタ二次摩耗の原因となりやすい。そこで本路線では、排土効率の向上に重点を置き、高分子系加泥材である『アルカゲルプレミア』を主として使用した。効果確認として、掘進リング毎に掘削土のサンプリングを実施し、加泥材の適合性を判断しながら掘進を継続した。

4.3 掘進実績

計画歩掛と実績月進量を表-２に示す。当工区の岩盤掘進の進捗は、他工区のセミドーム機による進捗に比べ約1.3倍の実績となった。これは前述の対策により、切削効率向上にともなうディスクカッタ交換回数減少、シールド機の機械的トラブル減少、また、路面沈下等トラブル回避で掘進稼働率が著しく向上したことによるものである。

表－２　実績一覧表

区分	計画	想定	実績	実績月進量	
	歩掛	岩盤強度	岩盤強度	ｾﾐﾄﾞｰﾑ機	ﾌﾙﾄﾞｰﾑ機
	(m/月)	(N/mm2)	(N/mm2)	(m/月)	(m/月)
D級岩(強風化岩)	220	10～20	30～50	200～250	260
CL級岩盤	170	20～50	50～100	100～150	190
CM級岩盤	120	50～60	100～300	100以下	120

５．おわりに

今回の工事は、多様な地質が混在する硬質岩盤でのシールド掘進であったが、各種対応策を事前に検討・実践することによって、無事に終了することができた。今後、当工事の実績が同種工事の参考となれば幸いである。