海底横断ガス導管シールドへのＵＲＵＰ工法の適用

中部ガス㈱　中村　成利　矢野　慎二
㈱大林組　正会員　○丹沢　淳一　正会員　足立　邦靖
徳本　益巳　正会員　山元　寛哲

１．まえがき

田原第２幹線三河湾シールド工事は，天然ガスパイプライン整備事業のうち，愛知県豊橋市明海町から田原市緑が浜の工業団地への三河湾横断部分のガス導管をシールドトンネルにて築造する工事である．本稿は，海底を横断するガス導管シールドに，大林組が開発した「ＵＲＵＰ工法」を適用し施工した事例について報告するものである．

２．工事概要

図-1 に示すとおり，当初計画では三河湾の両岸に深さ25mの発進立坑および到達立坑を築造し，水平にシールドトンネルを施工するものであった．これに対し，ＶＥ提案により，立坑を設けずシールド機を地上から発進させ地上に直接到達させるＵＲＵＰ工法を適用した．

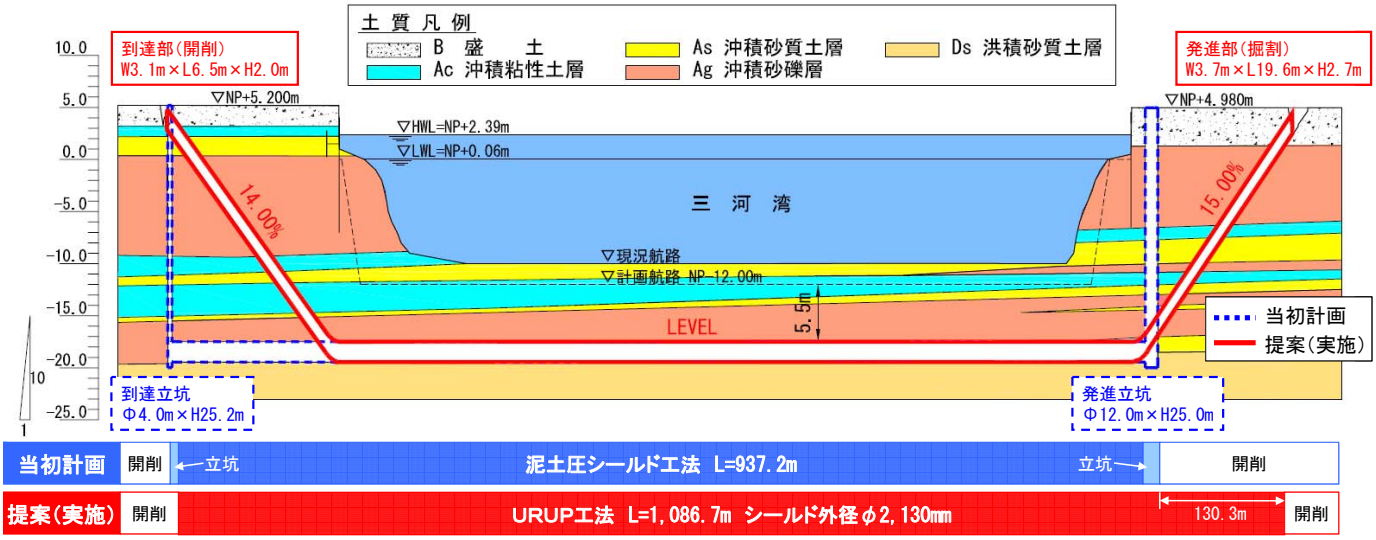

図-1　工事概要（縦断図）

３．ＵＲＵＰ工法の適用と効果

本工事へのＵＲＵＰ工法適用による効果を以下に示す．

①全体工程の短縮

- ◆ 発進・到達立坑が不要となり，立坑築造および地盤改良の工程が省略できた．
- ◆ 地上から直接発進するため，後続台車を地上に配置・連結して掘進を開始することができた　（写真-1）．これにより効率の悪い初期掘進と段取り替えの工程を省略できた．
- ◆ これらの結果，全体工程を5.5か月短縮できた．

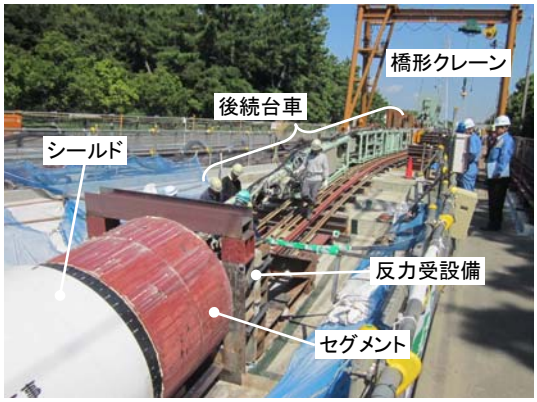

写真-1　発進時 シールド後方設備

②工事の安全性の向上

- ◆ 立坑発進・立坑到達の場合，大きな地下水圧および土圧が作用するため，発進到達防護の地盤改良や坑口設備を設置しての鏡切り作業が必要となる．これに対して，ＵＲＵＰ工法による地上発進・到達の場合，地下水の影響を受けず法面から発進し法面に到達するため，発進・到達作業時の安全性が向上した（写真-2 および 写真-3）．

キーワード　ＵＲＵＰ工法，ガス導管シールド，地上発進，地上到達，海底横断，急勾配
連絡先　〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 ㈱大林組　TEL：03-5769-1318

◆ 立坑がないため，シールド掘進や配管作業時におけるトンネル坑内への資機材搬入など上下間の危険な荷役作業を省略できた．

③ガス配管工事に対するメリット

◆ 配管用鋼管を地上から直接坑内へ搬入することができるため，立坑寸法による配管長への制約がなくなる．

４．ＵＲＵＰ工法適用における課題と対策

（１）変化する土質と土被りへの対応

地上発進・地上到達部は小土被りとなり，特に到達側の地上部には工場施設が存在する．また，急勾配区間では掘進に伴い土質と土被りが変化していくため，これらの土質・土被りの変化に対応して安定した掘進を行い，地表面変位を抑制する必要があった．

対策として，まず管理切羽圧の下限値を「静止土圧＋地下水圧＋予備圧」，上限値を「全土被り圧」と設定し，地表面変位をリアルタイムに計測しながら，切羽圧および裏込め注入量・注入圧の管理にフィードバックした．また，排土量についてはズリ鋼車をクレーンスケールで重量計測し，体積換算して管理した（図-2）．

切羽への添加材は，掘削対象範囲が広く切羽の安定が難しい沖積砂礫層（Ag層）への対応を基本とし，事前の試験練りによってベントナイト系増粘材と高分子系凝集剤を選定した．また，海底下の掘進であるため，塩分対策として効果のある分散系添加材を併用した．施工においては，排土状態を確認しながら，複数の添加材の組合せや注入率を調整することで，チャンバー内土砂の良好な塑性流動状態を確保した．

その結果，図-3 に示すとおり，特に厳しい管理が求められた到達側勾配部において，地表面変位を－5㎜以内に抑制できた．

（２）急勾配区間における土砂・資機材の運搬

発進側（勾配15％）および到達側（同14％）の急勾配区間に対応するため，坑内運搬設備としてピンラック式バッテリー機関車（3t×2台連結）を採用した（写真-4）．これにより勾配区間での運搬速度が低下するが，地上部にトラバーサーを2基設置し，2編成の運搬用台車を速やかに入れ替えて交互に運行することで，運搬効率の向上を図った．

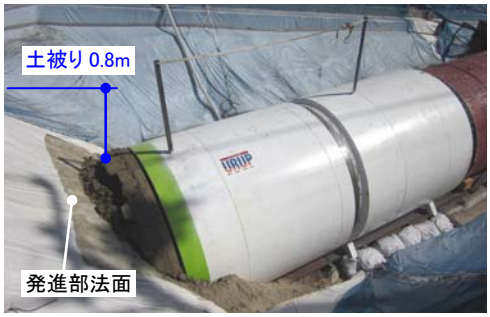

写真-2　シールド地上発進状況

写真-3　シールド地上到達状況

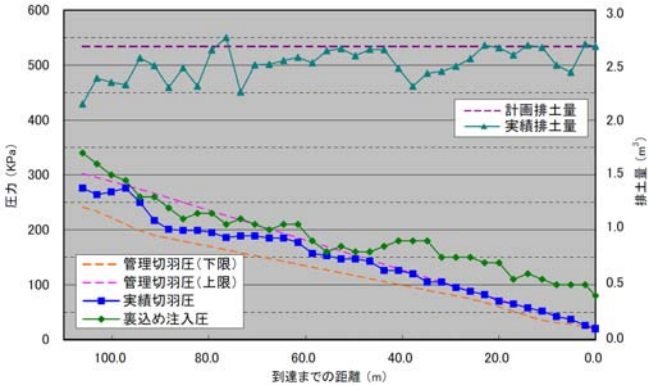

図-2　掘進データ（到達側勾配部）

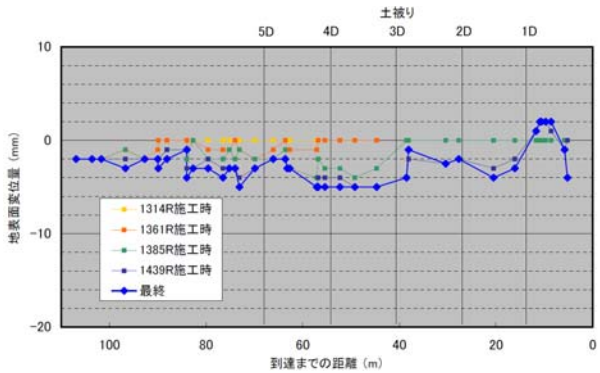

図-3　地表面変位管理図（到達側勾配部）

５．まとめ

以上のように，ガス導管シールド工事にＵＲＵＰ工法を適用することで，多くの効果を得られることが実証された．また，課題となる小土被り部での地表面への影響についても，チャンバー内土砂の塑性流動化を図り，切羽管理を適切に行うことにより，影響を最小限に抑制することが可能であった．

シールドトンネルの急速施工のニーズが高まる中，ＵＲＵＰ工法は今後様々な工事へ適用できることを実証できた．

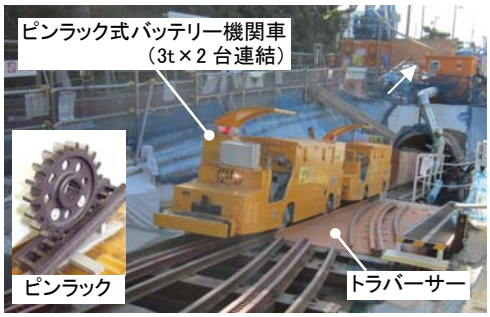

写真-4　ピンラック式バッテリー機関車