

海底下複合地盤におけるシールド掘進管理

西部ガス株式会社 難波 正弘, 久保 誠二
清水建設株式会社 正会員 林 裕悟, 正会員 杉元 裕紀

1. はじめに

社会資本整備事業におけるシールド施工の最近の動向は、大深度・長距離・高速施工・既設シールド接合・自由断面・複合地盤・急勾配・急曲線等、種々の条件への対応が求められている。特に大深度化の傾向は著しく、遭遇する地山の変化も多岐に渡る事例が多い。今回報告する、海底下のガス導管洞道シールド施工においても、軟弱シルト層・礫層・岩盤等からなる複合地盤の掘削となった。ここでは、複合地盤対応型シールド機の設計経緯とシールド掘進中の総合掘進管理システム活用事例を紹介する。

2. 施工概要

本工事は、北九州市戸畑区と若松区を隔てる洞海湾での新規国家プロジェクトである『新若戸道路』の建設に伴い、西部ガス（株）保有の沈埋函（ガス導管埋設）が支障となるため、国土交通省の依頼を受け、洞海湾海底下にガス導管洞道を泥水式シールド工法により新設するものである。

路線延長 635m(約 450m海底下) 仕上り内径：2400mm(50R 部を除く全線 RC セグメント)

3. 複合地盤対応シールド機の設計経緯

(1) 液状化を想定した縦断勾配の決定

当シールドは海底の地層を掘進する。地震時に液状化する土質にシールドトンネルが構築された場合は、トンネルに悪影響を及ぼすことが予想される。したがって、今回は2箇所の海上ボーリング及び深浅測量を実施して、液状化発生の危険性がある地層を極力避け、発進・到達両立坑の深度(経済性)を含めた路線設定を行った。その結果、縦断勾配は 38.5‰(下り)・32.5‰(上り)となり、海底では礫混り砂岩層を掘進するルートとなった。通過する土質は、沖積層の砂質シルト・砂層、洪積層の砂礫層、古第3紀層の泥岩層、礫混り砂岩層である。なお、『新若戸道路』近接現場では最大径 700mm の巨礫が確認されており、シールド路線途上での巨礫遭遇の可能性があった。

(2) シールド機設計のポイント

海底下シールド施工におけるリスク管理の第一に挙げられるのは『掘進不能状態の回避』である。この為、今回のシールド機では巨礫遭遇を前提とした面板設計を行った。面板形状はセミドーム型とし、3000Kg/cm² 級礫岩を破碎できる強化型ローラカッタを14個配置した。このローラカッタはチップインサート及び自動給脂とした。また、礫岩破碎能力の延命措置として強化型シェルビットを段差配列した。ビットへの負荷を出来るだけ低減させるために大割された礫岩を機内へ積極的に取り込む方針をたて、スリット開口幅 200mm、排泥管 12B (300)で、ロータリクラッシャまで輸送する流体設備とした。また、軟弱シルト(N=0)・泥岩掘進時のチャンバ内閉塞を防止するために、アジテーターの代わりに攪拌翼を入隅部に合わせた形状で設置し、これに対応した。(図-1)

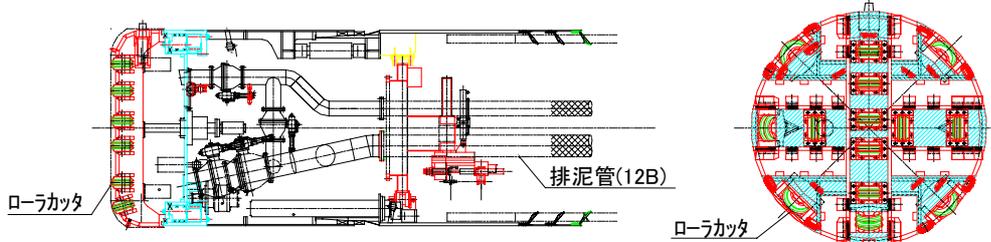


図-1. シールド機概要図

4. シールド掘進における総合掘進管理システムの活用

(1) 総合掘進管理システムによる複合地盤掘進

当シールドの掘進管理システムは東京湾横断道路から開発中の自社開発システムを使用した。(図-2)

キーワード：海底下, 複合地盤, 巨礫, 総合掘進管理システム

連絡先：清水建設(株)土木事業本部 東京都港区芝浦 1-2-3 TEL03-5441-0555 FAX03-5441-0510

発進直後からの急曲線(50R),急勾配(38.5%),N値 0 軟弱シルト層の施工においては,イーサネットを使用したLAN回線構築により,中央管理室の2台に加えて企業体事務所3台のパソコンが結ばれている。切羽水圧・層別沈下計・間隙水圧計・測量管理システム・流体機器データのトレンドグラフ等を複数の目で管理することで,FEM解析値に対して30%程度の初期沈下で良好な線形を確保することができた。(図-3)その後,砂質シルト層の掘進を経て,砂礫層区間の掘進においては,確認最大 250mm×400mm の礫岩による閉塞が頻発したが,要所に設置した流体機器のポンプ回転数・圧力計等のデータを同時に複数台のパソコンで確認しながら閉塞箇所の推定を行ない短時間の復旧を可能にした。

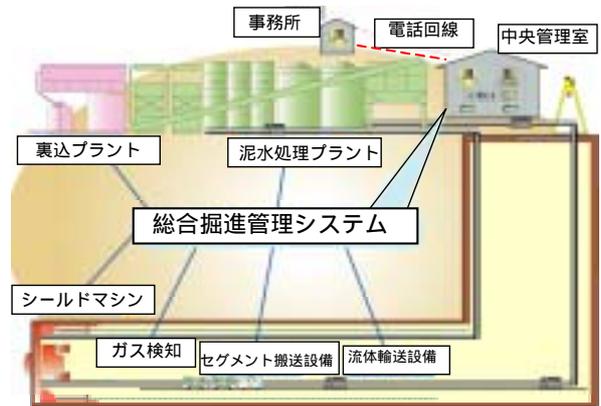


図-2. 総合掘進管理システム概要図

続く,古第三紀泥岩層掘進では,粘土(5 μ m)含有率39%であり,当初から掘進時のスリット及びチャンバ内閉塞が懸念された。実際の施工では,12Bの機内排泥管と攪拌翼効果により前記の現象は発生しなかったが,取込んだ粘土塊がロータリクラッシャの破碎スリット部で閉塞現象を頻発させた。この際も流体機器の各トレンドグラフを合計5台のパソコンで表示して,流体逆送運転等の的確な判断と各ポンプの圧力表示を行った。これらのグラフより閉塞現象が発生する前の兆候を把握できたため,逆送等による事前対応が可能となり,溶解性に乏しい泥岩層の掘進を安定して行なうことが出来た。チャンバ内の粘性土付着を防止できた要因としては,排泥管径300mmに対応した循環ポンプ2台による排泥流量増加によるところも大きい。

泥岩層通過後,古第三紀礫混り砂岩の掘進はローラカッタの破碎能力により,平成15年4月3日現在,12R/日で順調な掘進を続けている。同年4月中旬には到達予定である。



図-3. 掘進管理画面・トレンドグラフ

(2) 今後の総合掘進管理システムの展開

今回,複合地盤を順調に掘進できた要因は,『総合掘進管理システム』によるところが大きいと言える。今後は,本システムを用いて,さらなるデータの収集を行ない,標準トレンドグラフを作成し,それに基づき,近接施工時における変位管理値設定に活用したいと考える。将来的には熟練したシールドオペレータの操作感覚を,可能な限り再現して,シールド機前方の土質変化を探るセンシング技術との融合を図り,将来的な省力化・自動化施工の実現を目指して行きたい。

5. おわりに

今回の活用事例は,既往技術の集積となる。しかし,総合管理システムが複合地盤の掘進管理手法のひとつとして非常に有益とすることを提案できたものとする。今後は誰もが容易に視覚的に判断できる管理システムの開発・構築に努めていきたいと思う。講演当日は,到達までの推移を合わせて紹介する予定である。