

大断面長距離シールド道路トンネル工事の高速施工技術

清水建設(株)	土木技術本部	正会員	○浜口幸一
清水建設(株)	土木技術本部	正会員	阿曾利光
清水建設(株)	土木技術本部		保科友宏

1. はじめに

シールド工法による道路トンネルの施工では、幅輻化した都市地下部での大深度道路建設や建設費のコスト削減の観点から、長距離施工および高速施工が求められている。これらのニーズに対応して、現在、開発を進めている道路トンネル建設における長距離高速施工技術をここに紹介する。

大断面シールド工事は、資機材及び処理・発生する掘削土の量は膨大であるため、高速施工を可能とする各要素をバランス良く開発することが重要である。そこで、掘進とセグメント組立の同時施工やビット交換を不要とするシールド機やセグメント新継手をはじめ、坑内資材搬送、床版の同時施工について、開発を実施した。(図1参照)

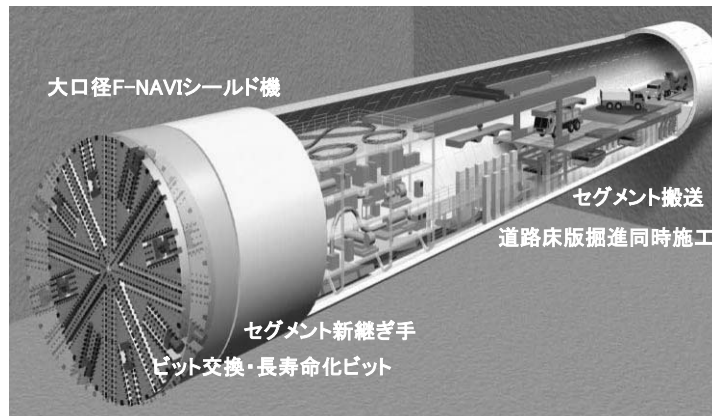


図1 シールド高速施工イメージ

2. シールド機の開発

(1)大口径 F-NAVI シールド機

単にシールド機の掘進速度を上げることは、その後方設備の負荷を増すこととなり、効果から考え不適切である。そこで、掘進と同時にセグメントの組立を行ない、掘進1リングのサイクル時間を約半分に短縮できる大口径 F-NAVI シールド機的设计を行なった。F-NAVI シールド機は、掘進組立を可能とするため、図2のように、セグメント組立部の推進ジャッキを抜いた際、マシンのカッター部を首振る機構を持ち、姿勢制御するマシンである。現在、口径3～4mクラスでは4機の実績を持ち、また大口径ほど制御するジャッキの負担率が小さく、推力面で小口径より有利である。コストは、標準的なシールド機に対し約15%増であるが、工事全体コストでは有効な技術である。

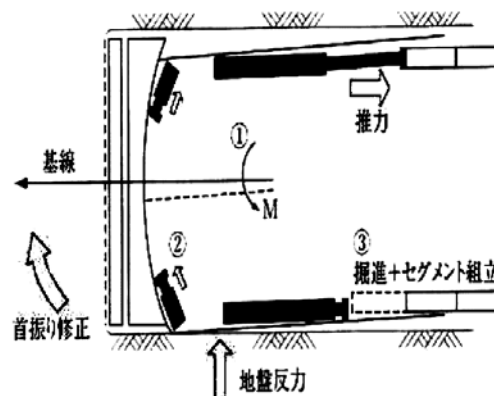


図2 F-NAVI 制御概念

(2)シールド機ビット交換不要技術

大口径トンネルの施工では、カッター回転摺動距離が大きく、掘進長距離化に伴うカッタービットの延命、機械的交換技術は重要な要素である。ここで、砂地盤での磨耗に対応する長寿命化ビット技術(先行ビット)と、礫地盤でのチップの欠けに対応する機械的交換技術を紹介する。

(a) 長寿命化ビット技術

母材に取り付ける超硬チップを大きくすると、当然寿命は延びる。しかし、母材とチップの材質の違いからロウ付けによる接合過程で歪が発生し、従来は大型化が出来なかった。その点に着目して、機械的な接合及びチップ材と母材間に緩衝材(中間的材質)を挟み込むことで問題を解消し、大型化を図った。



図3 長寿命先行ビットイメージ

キーワード 高速施工、F-NAVI、長寿命ビット、リボビット、回転式継手、床版同時施工、自走台車
連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2-3 清水建設(株) 土木技術本部 技術開発部 TEL.03-5441-0518

また、この技術を使って、従来、シールド機ビットで使用出来なかった E2 チップ材も配置し、更に寿命を延ばす事を可能とした。（図 3 参照）

(b) 機械式ビット交換技術

中口径で実績のある(図 4 参照)回転式スポークの背面に交換ビットを装備し、交換時にカッターの旋回力を使って簡易に交換出来るリボビット工法を、大口径に適用した。最外周ビットを対象とした片持ち回転スポークを適所に配置し、交換を可能とした。（図 5 参照）

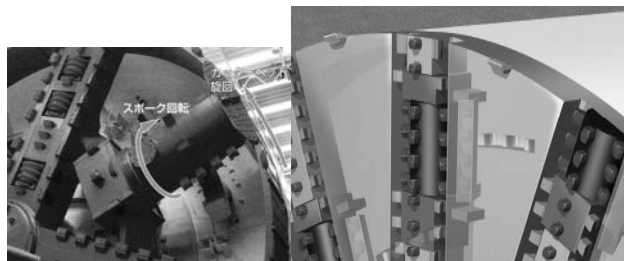


図 4 中口径実績

図 5 大口径リボビット配置

(3) セグメント新継手

粗位置決めのみで容易に接合出来る回転式セグメント継手を新規開発し、推力ジャッキで容易に押込み締結出来るリング間継手（マルチブレード）と組み合わせて、内面平滑で、短時間で組立が出来る 1 パス継手を開発した。この回転式セグメント継手は、回転体が挿入回転することによって位置合わせができ、リング間接合時のトンネル軸方向に移動する際に凹凸が噛み合い引き抜き耐力を有すものである。

（図 6， 7 参照）



図 6 新継ぎ手イメージ

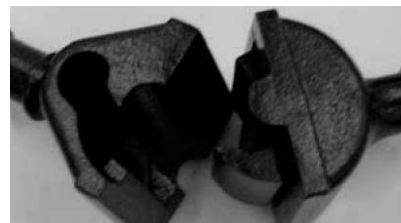


図 7 新継ぎ手試験体

(4) 道路床版同時施工と新資材搬送技術

後続台車後部で、一次覆工の蛇行調整可能なベース材にプレキャスト壁部材、床版部材を π 型で順次組み立て、資材等の床版上の載荷を許し、その後、側壁を現場打ちコンクリートで仕上げる。この方法で、従来の枕木等の仮設軌条設備を削減した道路床版の同時施工手法を確立した。

セグメント搬送は、その床版下の 1 つの空間利用で往路、復路の走行が可能な、懸垂型自走台車を開発した。（図 8， 9 参照）

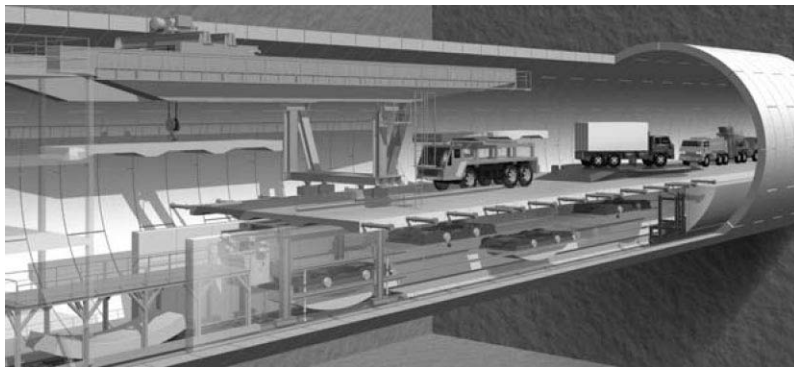


図 8 道路床版同時施工とセグメント搬送

台車は下面でセグメントを抱え込み、壁

部材に取り付けた軌条で走行する。一見、天井クレーンに似た形状の走行が、第一の特徴である。この台車の第二の特徴は、動力にリチウムイオン電池を採用したことである。出力密度が高く小型軽量であり、長距離走行でもバッテリー交換が少ない。また、回生効率が高いため、セグメントを搭載した下り勾配走行時に充電され、省エネ効果は高い。現在、この電池単体のコストは従来の鉛電池に比べ高価ではあるが、交換台数、消費電力等を考慮すると、総合的には安価である。

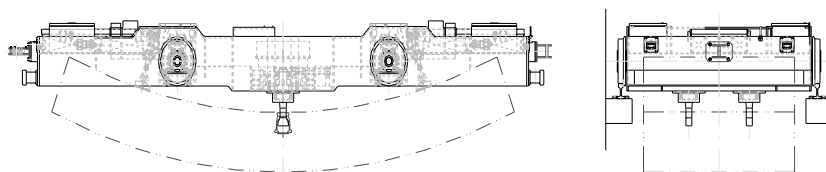


図 9 セグメント搬送台車 縦断面図

(5) おわりに

現在、各要素技術において、単体の実験や中口径断面での試験施工を実施し、検証を行なっている。

今後、検証を経た後、工事施工条件に合わせてこの要素技術を組み合わせ、効率的に工事費の削減、高速施工を目指していく計画である。