

大断面長距離シールドトンネルにおける 高速施工の実績

首都高速道路(株) 正会員 ○近藤 竜平
 首都高速道路(株) 湯田坂幸彦
 鹿島建設(株) 柴田 佳彦
 鹿島建設(株) 梶川初太郎

1. 工事の概要

中央環状品川線は、起点の品川区八潮3丁目で高速湾岸線から分岐したのち、目黒川および都道環状第6号線(山手通り)の地下を通過し、目黒区青葉台4丁目で現在供用中の中央環状線(山手トンネル)と高速3号渋谷線に接続する路線である。シールド工事は、品川区八潮に位置する大井北発進立坑から中央環状線接続地点までを泥土圧式シールドマシンでトンネルを構築するものである。シールドマシンは大井北立坑を発進し、京浜運河を横断、目黒川に沿って北上し、大崎駅付近から山手通りに沿って国道246号大橋JCT付近まで掘進する。周辺地域の開発状況から中間立坑を設けずに約8kmの長距離掘進での計画である。



図-1 首都圏高速道路ネットワーク図

2. 本線トンネル施工

2-1 高速施工への対応

本工事では、シールドの高速掘進施工と側壁・床版の施工を同時に行うこととし、坑内の物流を上半部と下半部に区分している。上半部は汎用車両による生コンクリート、その他資材の運搬と連続ベルコンによる土砂運搬、下半部はタイヤ式搬送台車によるセグメントおよび鉄筋、床版パネル等の運搬としている(図-2)。

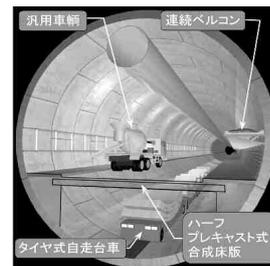


図-2 坑内搬送設備概要図

また、シールド後方のセグメント搬送設備は、最大日進量30m/日に対応できる計画とし、土砂搬出設備は最大掘進速度40mm/minに対応できる設備とした。

(1) 同時掘進システム

本工事では、大断面トンネルとして世界初となる本格的な同時掘進を採用している。同時掘進はセグメントリングの組立と同時に掘進を行う高速施工に効果的なシステムである。シールドジャッキの圧力制御を行うFLEXシステムを採用し、曲線部の掘進においてもジャッキの引抜きは行わず、全ジャッキによる圧力制御を行っている。また、軸方向挿入式のセグメントに対応するため、ロングジャッキを採用し、その挿入代とFLEXシステムによる圧力制御を組み合わせ、掘進中にセグメントの一部組立を行っている。基本的には、1リング9ピースのうち5ピースを掘進中に組立を行う。当初、2m幅のRCセグメントを使用した直線区間のみの適用を考えていたが、短縮効果が非常に大きく、さらに姿勢変化が少ない構造のためスムーズな同時組立が可能であることから、曲線区間への適用システムを新たに追加で開発し、すべての施工線形に対して同時掘進が可能なシステムとなっている。同時掘進によって、2m幅のRCセグメントにおいては、1リングの掘進・組立時間を100分から78分に短縮できている(図-3)。

(2) セグメント搬送設備

高速施工に対応した搬送能力確保のため、1リング分を一括で高速運搬できるタイヤ式搬送台車も開発している。坑内への枕木設置を省略するため、搬送台車をタイヤ式にし、センター部のみに軌条を敷設するセンターレール方式を採用した(写真-1)。

本工事のタイヤ式搬送台車は、上り勾配区間を除き、76トンのセグメントを積載した状態で、時速15kmで走行することが可能であり、

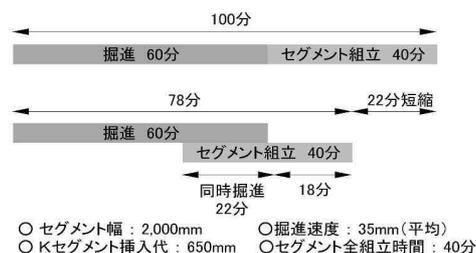


図-3 同時掘進サイクルタイム

キーワード 大断面、長距離、高速施工

中間地点までは1編成、それ以降は坑内に離合箇所を設置して2編成でセグメント運搬を行っている。立坑部にはセグメントリフトを設置し、地上部及び坑口に設置するセグメントセッターとそれらの間を運搬するセグメントドローリーにより、地上～立坑内～坑口間は、全自動でセグメント搬送を行った(写真-2, 3)。

また、大型資材リフトは、10t車を積載することが可能であり、同時施工を行っている床版上に直接工事車両を搬入させて、坑内物流の合理化に大いに貢献している。



写真-1 タイヤ式搬送台車

写真-2 セグメントドローリー

写真-3 セグメントセッター

写真-4 連続ベルコン

(3) 土砂搬送設備

日最大掘進時には約4,500m³の土砂を搬出しており、それに対応可能な土砂搬出設備となっている。坑内運搬には連続ベルコンを採用した(写真-4)。ベルト幅は900mmであり、ベルトの延伸を繰り返しながら、8kmの土砂搬送を行う。大井北立坑発進後は非常に曲線の長い区間であり、最小半径が235mとなっているため、曲線対応のキャリヤローラーを使用している。立坑部は垂直ベルコンを2機使用して、地上部まで搬送し、地上部ベルコンにより土砂ピットまで搬送した後、ダンプに積載して搬出先まで陸上輸送を行っている。土砂ピット容量は約2,500m³であり、急な渋滞や交通障害によるダンプサイクルの乱れに対するバッファーとして機能している。

2-2 施工の実績

施工実績を図-4に示す。2009年1月に発進をしたが、発進立坑のNOMST壁切削中に、マシンセンターカッターを損傷し、復旧に約4ヶ月を要した。6月に再発進し、2010年1月より本掘進開始した。約3,000m地点まで順調に掘進したが、再度マシンセンターカッターが損傷したため、凍結工法にてマシン前面を改良し、復旧に約6ヶ月を要した。その後は、五反田出入口や大橋連結路等の鋼殻区間においても順調に掘進し、2012年3月に38ヶ月かけて8,000mの掘進を完了した。

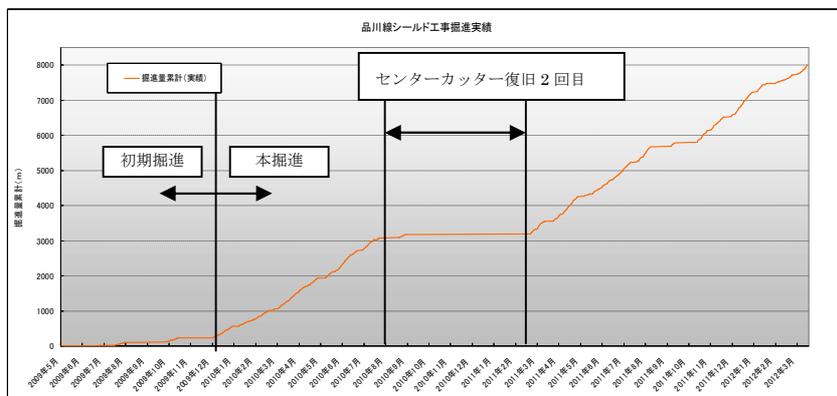


図-4 施工実績

2-3 高速施工

掘進進捗は、全体を通して稼働日(初期掘進を含む)平均日進量は16.6m。平均月進換算(25日)は414mを達成した。通常、長距離シールドの場合、掘進距離が延伸することによりセグメント搬送時間が増大して、掘進進捗は低下することが見込まれるが、上記に述べたセグメント搬送設備を活用し、計画通りサイクルタイムに合わせて切羽に安定したセグメント供給を行い、掘進進捗を落とさずに施工することが出来た。その結果、シールドマシンの能力を十分に発揮し、立坑から約7,000m地点において月進708m(2011年11~12月、実稼働24日)を達成した。

3. おわりに

本工事は、かつてない大断面の長距離シールドトンネルであり、構造物の品質を確保した上で施工の高速化を目指した工夫を行った。本稿執筆現在、本線シールドトンネルは到達し、出入口工事やトンネル内装工を含め、供用に向け鋭意施工中である。