

地下鉄 13 号線（副都心線）に用いた継手構造の変形挙動

東京地下鉄株式会社

フェロー ○ 矢萩 秀一 藤沼 愛

メトロ開発株式会社

宇波 邦宣

日本シビックコンサルタント(株) 正会員 斉藤 正幸

1. はじめに

地下鉄 13 号線では池袋から渋谷に至る 7 駅間 9 工区と駅部 1 工区の計 10 工区にシールド工法を採用した。これらのシールドトンネルは、洪積層以深の自立性の高い硬質地盤を通過することから、柔構造の継手形式から剛構造の継手形式まで幅広い形式の各種継手構造¹⁾を採用している(表-1)。

本報告は、現場計測結果によって確認された各種継手構造の挙動について報告するものである。

表-1 地下鉄 13 号線に用いた継手構造¹⁾

セグメント継手構造	トンネル断面	リング継手構造	継手剛性
FAKT 継手※	単線	—	柔
BEST 継手※	単線/複線	BEST 継手	中位
DUET 継手※	単線/駅部	DUET 継手	中位
スライドロック継手※	単線/複線	TA-SRING	剛
スライドコッター継手※	単線	クイックジョイント継手	剛
水平コッター継手	単線	プッシュグリップ継手	剛
インサート式高剛性継手※	複線	DUET 継手	剛

※: 現場計測によって継手の挙動を確認した構造

2. 継手構造

地下鉄 13 号線において採用したセグメント継手の中から、柔構造、中位、剛構造の継手形式各 1 タイプを抽出する。それぞれの概要を以下に示す。

2.1 FAKT 継手(柔継手構造)

自立性の高い硬質地盤では、セグメントリングは周辺地盤の支持力によって安定するため、セグメント継手に高い剛性を要求する必要がない。そこで、図-1に示すようにセグメント継手は力学的締結部材を使用しない雄雌ナックル継手とし、セグメント組立時の安定性やシールド材の封入力を確保するために連結材を設け、新設セグメント組立時にセグメント継手が締め付けられる構造とした。

2.2 DUET 継手(中位剛性継手構造)

コンクリート系セグメントのリング継手に用いられている溶接構造の

ネジ締結式ピン継手をダクタイル製とすることで経済性の向上とコンパクト化をはかった継手である(図-2)。その特徴は、①従来の溶接タイプに比べて大幅に軽量化できること、②継手金物がコンパクトであり、鉄筋の配置に対する制約

が少なく合理的な配筋が可能であること、③ボルトが短いため組立作業性がよいこと、④ピンの調芯機能によって良好な組立精度を確保できること等が挙げられる。



図-2 DUET 継手

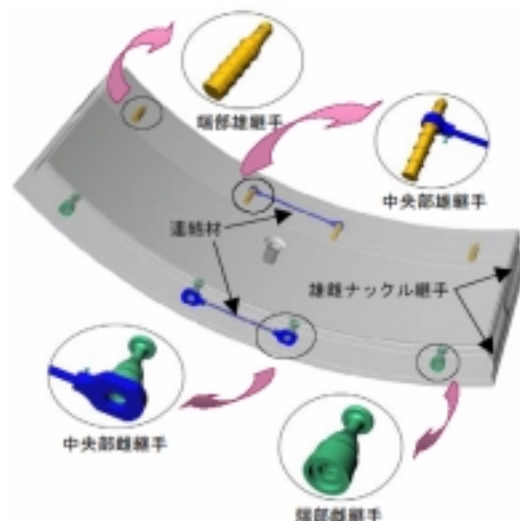


図-1 FAKT 継手

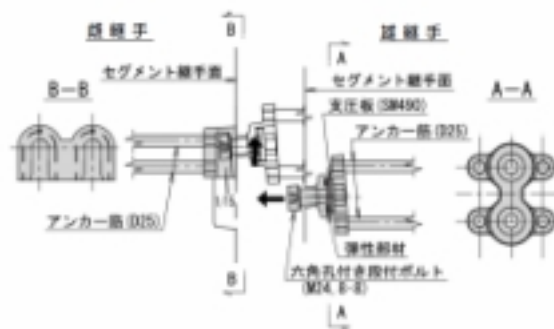


図-3 スライドロック継手

キーワード: シールドトンネル, セグメント継手, 現場計測

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-26-2 日本シビックコンサルタント事業統括本部 構造技術ソリューション部

TEL:03-5604-7551 FAX:03-5604-7558

2.3 スライドロック継手(剛継手構造)

セグメントの組立の自動化と省力化, 高速施工, 製造コストの低減などを目標に開発された継手形式である. 継手の構造は図-3 に示すようにセグメント継手面に予め受け金物とボルトを配置し, セットバックした位置でセグメント継手面を合わせた後, セグメントピースをトンネル軸方向にシールドジャッキでスライドさせることにより, ワンパスでセグメントの組立が完了する構造である.

3. 継手の変形挙動

図-4～6 に FACT 継手, DUET 継手およびスライドロック継手の組立後から5リング掘進完了までの継手目開き量の変化を示す.

これらの計測結果について, 組立直後の継手目開き量, 安定時の残留目開き量に注目してその特徴を以下に示す.

(1)組立直後の目開き量

組立直後の継手目開き量に注目すると, 継手剛性の低い FAKT 継手は組立時の目開き量が 4～6mm 程度と大きく, 中位の剛性を有する DUET 継手は 3～5mm 程度, 高い剛性を有するスライドロック継手は 1～2mm 程度となっており, 継手剛性によってセグメント組立直後の目開き量が異なることが判る. これは, 剛性が高い継手構造は組立時の締結力が高くなる傾向をもっており, 自己締結力の高い継手構造は組立時にシール材を封入する力が高いことによるものと考えられる.

なお, 本図に示す計測結果は組立直後の最大目開き箇所のデータを抽出して示したものである.

(2)安定期の残留目開き量

安定期の残留目開き量に注目すると, 中位の剛性を有する DUET 継手と高い剛性を有するスライドロック継手は概ね目開き量が 0mm となっているのに対して, 継手剛性の低い FAKT 継手は 1.5～3mm と組立時の目開き量の概ね 50% 程度の目開き量が残留していることが判る. これは, FAKT 継手のセグメント継手面の形状がナックルジョイントとなっていることから, 継手が回転することによって目開きが発生しやすいものと考えられる.

4. おわりに

今回, 自立性の高い良質地盤中に構築されるシールドトンネルを対象として, それぞれに締結機構が異なり剛性も広範囲にわたる各種継手構造を採用したことによって, 類似した条件下での継手構造による挙動の差異を把握することができた.

今後は, 別途報告する継手構造による発生断面力の差異と併せて, 継手構造がセグメントの挙動に与える影響を評価することによって, 各種継手構造の自立性の高い硬質地盤中におけるセグメントへの適用性を検討していく予定である.

【参考文献】 1)土木学会第 59 回年次学術講演会 第 部門 FAKT (自己締結式) セグメントの開発, 2) 土木学会第 59 回年次学術講演会 第 部門 新型継手 DUET の開発, 3) 土木学会第 59 回年次学術講演会 第 部門 スライドロックセグメントの開発

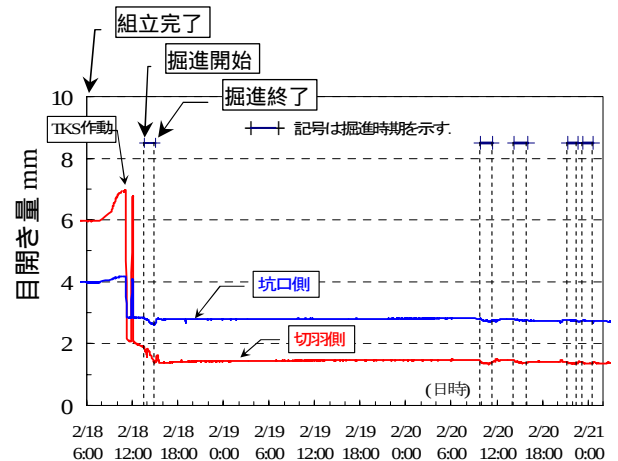


図-4 FAKT 継手の挙動

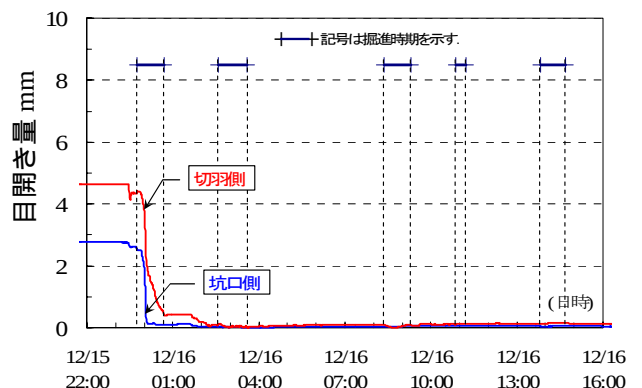


図-5 DUET継手の挙動

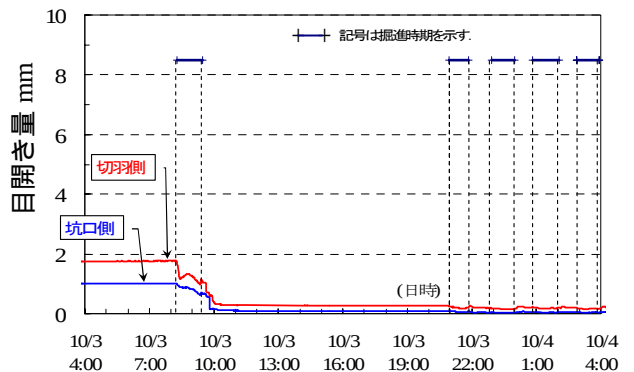


図-6 スライドロック継手の挙動