

F A K T（自己締結式）セグメントの開発（その1） ー構造および特長、セグメント継手の要素実験・せん断実験ー

東京地下鉄 株式会社
メトロ開発 株式会社
株式会社 トーヨーアサノ
早稲田大学

フェロー 矢萩 秀一
フェロー 今井 京平
フェロー ○田代 昇
正会員 小泉 淳

フェロー 藤木 育雄
フェロー 小野 重剛
正会員 高木 勝央

1. はじめに

近年、シールドトンネル工事の長距離化やコスト縮減に応えるための高速施工の重要性が高まっている。

このニーズに対し著者らは、硬質地盤では剛性の高いセグメント継手を必要としないことに着目し、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、ジャッキ推力によるセグメントの挿入だけで自動的にセグメント継手間が締付けられるという特長を有する F A K T (FAshionable segments enable circular Knuckle-joints to connect Thrust only)セグメントの開発を行った。

本報は、その概要とセグメント継手に関する性能確認実験について報告するものである。

2. F A K Tセグメントの概要

F A K Tセグメントの概略図を図-1 に示す。図に示すように、力学的締結部材を使用していないセグメント継手（雄雌ナックル継手）と、雄雌嵌合継手であるリング継手により構成されている。リング継手は中央部雄継手・中央部雌継手・端部雄継手・端部雌継手の4種からなり、中央部継手に関しては2つの継手が連結材により連結されている。また、図-2 に示すように、中央部継手間のピッチは端部継手間のピッチよりも狭くなっており、新設セグメントの挿入に伴いセグメント継手面が自動的に締め付けられる構造となっている。

リング継手の嵌合状態図を図-3 に示す。図に示すように、雄継手と雌継手が2段の環状スプリングを介して引張力に抵抗する構造となっている。また、締結の際のコンクリートのひび割れ防止策として、連結材にはコーティング材と変位吸収材を取り付けている。

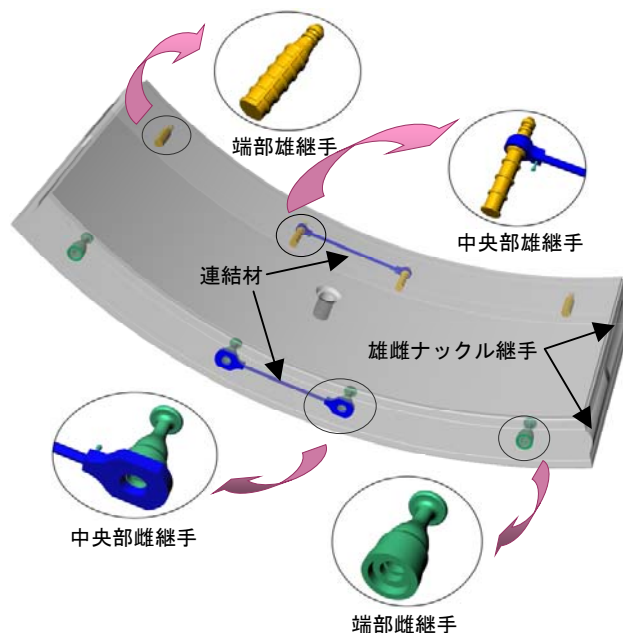


図-1 F A K Tセグメント

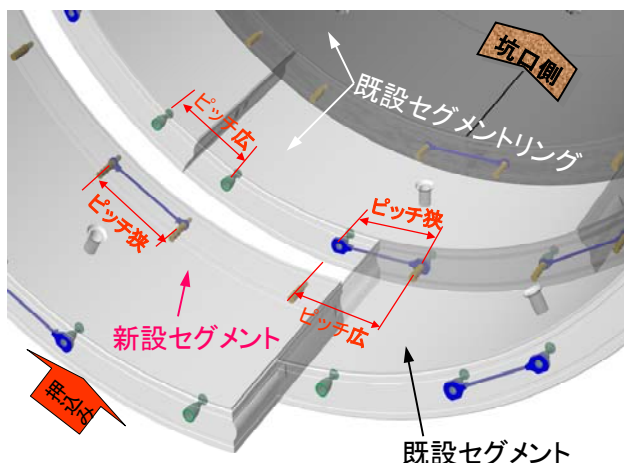


図-2 新設セグメントの挿入

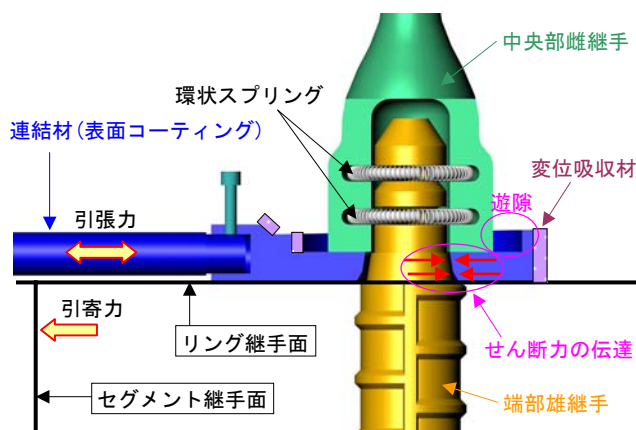


図-3 リング継手嵌合状態
(中央部雌継手と端部雄継手の例)

3. セグメント継手支圧強度確認実験

雄雌ナックル継手の支圧強度の確認を目的として、一般継手との比較実験を実施した。一般継手では曲げモーメントが作用すると、図-4に示すように継手面全面で抵抗せずに、内面側のみもしくは外面側のみで抵抗する。このことを考慮し、一般継手の供試体は、図-5に示すように接合面の中央部に隙間を設け、内面側と外面側で線接触するように模擬した。

実験後の写真を写真-1および写真-2に示す。一般継手は125kNで初亀裂が発生し627kNで破壊に至った。それに対し雄雌ナックル継手は、933kNで初亀裂が発生し2,276kNで破壊に至り、十分な支圧強度を有していることを確認した。

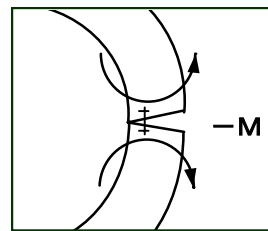


図-4 曲げモーメント作用時の一般継手

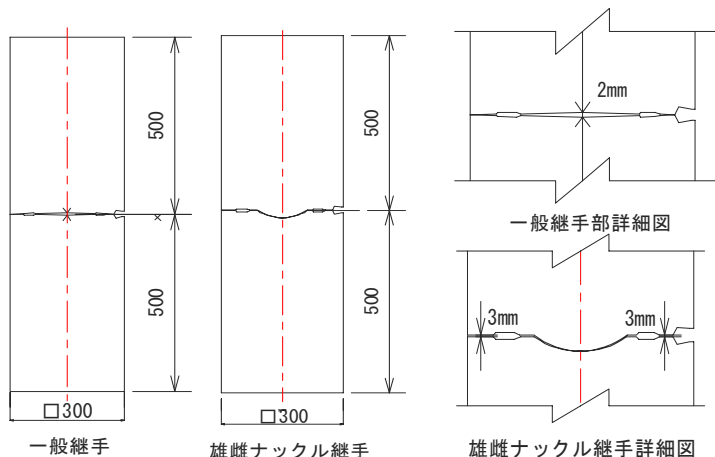


図-5 支圧強度実験供試体形状寸法図



写真-1 一般継手



写真-2 雄雌ナックル継手

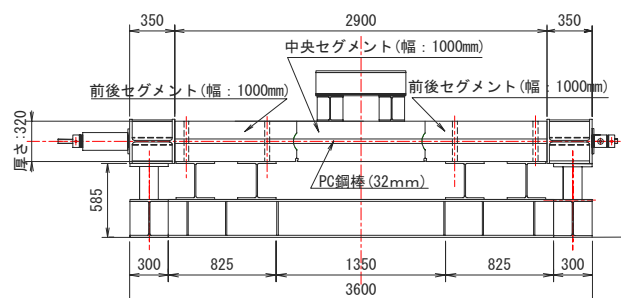


図-6 セグメント継手せん断実験方法



写真-3 セグメント継手せん断実験状況

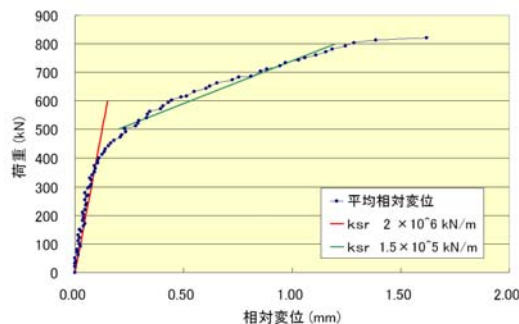


図-7 荷重と相対変位の関係

4. セグメント継手せん断実験

雄雌ナックル継手のせん断強度を確認することを目的として、図-6に示す方法でセグメント継手のせん断実験を実施した。実験状況を写真-3に示す。

載荷重と継手部の相対鉛直変位の関係を図-7に示す。載荷重400kNまでは軸力による摩擦力で発生は少なく、その増加割合（せん断ばね定数）が 2×10^6 kN/mであり、それ以後は、ほぼ線形にせん断変形が増加し、その増加割合は 1.5×10^5 kN/mであった。

セグメント継手面が通常のボルト仕様（M24、8.8）の場合、ボルト2本当たりの許容せん断力 $Q_B = 2 \text{ 本} \times 452 \text{ mm}^2 \times 200 \text{ N/mm}^2 / 1000 = 181 \text{ kN}$ であり、本継手をセグメント幅1.6m当たりに換算した場合のセグメント継手面のせん断強度 Q_C は、 $Q_C = 820 \text{ kN} / 2 \text{ 面} \times 1.6 \text{ m} = 656 \text{ kN}$ で充分である。

5. おわりに

本実験によりFAKTセグメントのセグメント継手である雄雌ナックル継手が、十分な支圧強度およびせん断強度を有していることが確認された。

キーワード：シールドセグメント，FAKTセグメント，雄雌ナックル継手，内面平滑，高速施工

連絡先 〒410-0312 静岡県沼津市原315-2 日本セグメント工業㈱内 ㈱トーヨーアサノ技術部 TEL055-966-4692