

シールドトンネルセグメントのリング継手開発

大成ユーレック株式会社 正会員 ○田中 篤史*¹ 伊田 篤史
 ジョイント工業株式会社 岩崎 吉孝*² 根本 健児

1. はじめに

従来、シールドトンネル用セグメントの多くは、ボルト結合により組み立てられている。しかし、近年は、内面が平滑でセグメントの挿入だけで組み立て可能な各種の継手が開発され、その実績を増やしている。今後とも二次覆工省略や高速施工化等の観点からこのような継手が増えると思われ、こうした背景から筆者らは、スクリーボルト継手（ねじボルトを組み合わせたリング継手）の開発を行った。

本稿では、スクリーボルト継手（S B継手）の概要と、開発時の性能確認実験結果について報告する。

2. 継手の概要

S B継手は、シールドセグメントの挿入だけで締結が可能なリング継手であり、ボルトボックスを必要としないことから内面平滑となる。

継手の構造：1) 挿入前（図-1 参照）；メス側ねじボルトを収めた本体ケースに、オス側のねじボルトを挿入して結合する。メスねじボルトは、弾性体によって押されるガイドプレートに点接続され、本体ケース内のテーパ面に接している。

継手の機構：2) 挿入中；オスねじの挿入力によってメスねじボルトが一時後退して広がり、これによりオスねじボルトが挿入され嵌合する。3) 挿入後；メスねじとオスねじのねじ山がかみ合い、引張力発生時メスねじに引張力が伝達され、それによりケース先端のテーパ面からオスねじボルトを締め付ける分力を受けることで嵌合力を増す。

3. 性能確認実験

今回のS B継手は、M24(10.9)相当を設計目標値として製作し、そしてその性能確認実験を行った。実験内容は、S B継手金具の単品引張実験、コンクリート供試体によるリング継手引張実験およびメス金具とオスねじボルトのせん断実験で、それぞれの実験結果を以下に示す。

(1) 単品引張実験

単品引張実験は、S B継手金具単品としての引張強度の確認を目的とする。継手単品では、ボルト M24(10.9) 相当の耐力（331.8 kN）を有することを目標とし、その結果を表-1 に示す。供試体 No. 3 については、オスねじとメスねじ本体ケースの引張軸心を強制的に偏心（ $e = 1.0 \text{ mm}$ ）させた状態（リング間の目違いを想定）で行っている。単品引張実験の結果、目標引張耐力を十分に上回ることを確認した。また、最終破壊状況は、すべてオスねじボルトの抜け出しとなった。

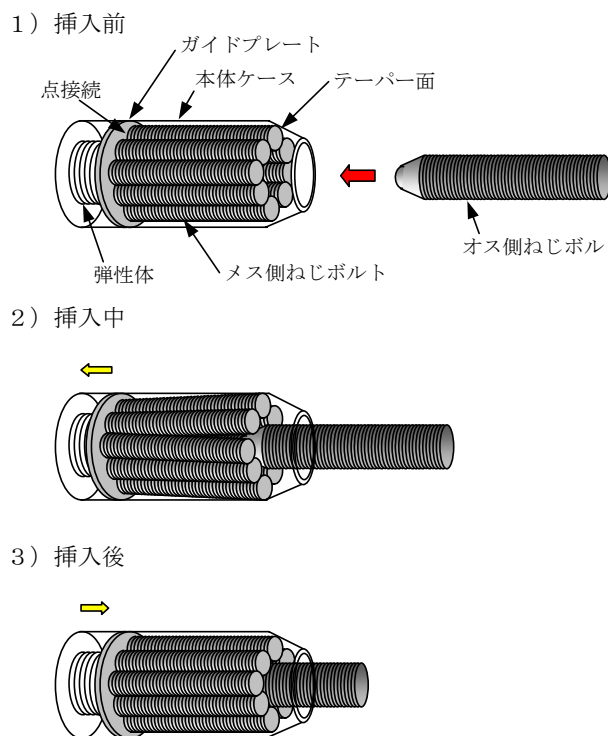


図-1 継手の機構図

表-1 単品引張実験結果

供試体	最大荷重(kN)
No. 1	439.8
No. 2	442.0
No. 3 (偏心)	434.3
平均	438.7

キーワード シールドトンネル、セグメント、リング継手、内面平滑

連絡先*¹：〒141-0031 東京都品川区西五反田7-23-1 大成ユーレック株式会社 TEL03-3493-4734

連絡先*²：〒124-0011 東京都葛飾区四つ木4-18-17 ジョイント工業株式会社 TEL03-3691-2200

(2) リング継手引張実験 (コンクリート供試体)

リング継手引張実験は、実際のリング継手を模擬したコンクリート供試体での引張性能確認が目的である。S B継手金具のコンクリート定着方法は、アンカー鉄筋 (オス側が D41 (SD345)-1 本, メス側が D22 (SD345)-2 本) とする。実験方法は、コンクリート供試体を桁高 400 mm×幅 940 mm とし、写真-1 のような装置で行った。実験ケースは、継手面にシール材無しと有り (上下 2 段設置) の 2 ケースとし、シール材有りのケースは、シール材の反発力による目開き量を確認することが目的である。

図-2 に引張荷重-目開き量の関係図を示す。最終破壊形態は、両ケースともアンカー鉄筋降伏後の金具の引抜けとなり、最大荷重は、シール無しが 388 kN, シール有りが 376 kN と両ケースとも十分な引張性能を有した。目開き量に関しては、シール材の反発力による初期の目開き量が 1.8 mm であった。引張荷重-目開き量の関係からは、両ケースとも初期目開き以降はアンカー筋の降伏まで概ね線形であることを確認し、今回の実験による引張バネ定数は、約 140000 (kN/m) となった。



写真-1 リング継手引張実験状況

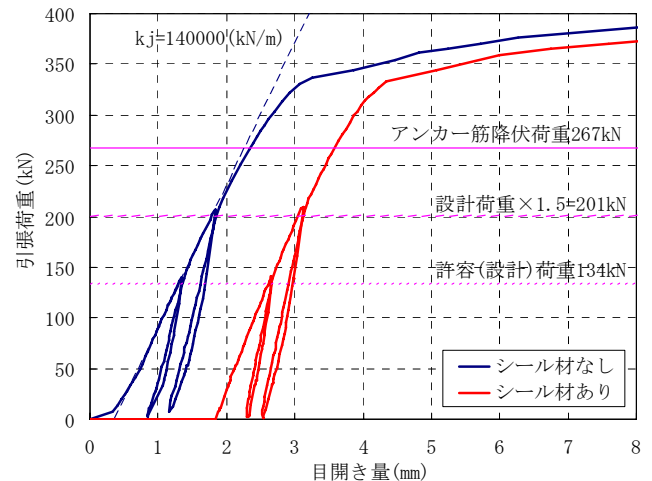


図-2 継手引張荷重-目開き量関係

(3) 継手金具せん断実験

継手金具せん断実験は、S B継手金具のせん断耐力と性能を確認することを目的とする。せん断実験の方法は、コンクリート供試体の桁高を 400 mm とし、写真-2 のような自己反力による方法 (載荷スパン 850 mm) でオス側継手とメス側継手についてそれぞれ 2 体ずつ行った。

図-3 にせん断荷重-変位量の関係図を示す。最終破壊形態は、すべてのケースでボルトの破断となり、最大荷重はオス側が 218 kN, 215 kN、メス側が 268 kN, 286 kN と十分なせん断耐力を有した。オス側およびメス側金具のいずれも短期許容荷重レベルまでは概ね線形で推移し、オス継手平均値+メス継手平均値の合計変位量から求めたせん断バネ定数は、約 33000 (kN/m) となった。



写真-2 せん断実験状況

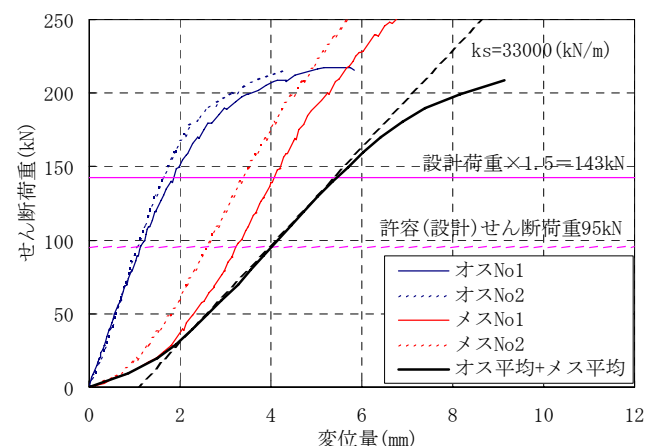


図-3 せん断荷重-変位量関係

4. まとめ

近年の二次覆工省略や高速施工化等の要求に対応したリング継手としてS B継手を考案し、その継手性能 (M24(10.9)相当) について、単品引張実験、リング継手引張実験およびせん断実験を実施した。その結果、目標とした荷重を満足して、設計荷重に対して十分な耐力を有していることが確認できた。目開き量やバネ定数に関しても、設計に有効な値が得られたと考えている。

現在は、実用化に向けた製造方法や低コスト化に向けて検討中であり、さらに改良を加えていく予定である。また、S B継手の適用範囲を広げるために、今回のM24(10.9)相当品以外についても開発中である。

参考文献

- ・小泉淳 監修 セグメントの新技术 株式会社土木工学社, 平成12年2月