

小口径セグメント用スクリーボルト継手（M16）の開発

大成ユーレック株式会社 正会員 〇田中 篤史*¹ 伊田 篤史
ジョイント工業株式会社 岩崎 吉孝*²
メトロ開発株式会社 フェロー 藤木 育雄
東京地下鉄株式会社 正会員 藤沼 愛

1. はじめに

近年シールド工法における工事費低減の要請から、掘進の高速化に適したセグメントや継手の開発が盛んに行われている。このことから筆者らは、エレクターの押し付け力だけで締結可能なスクリーボルト継手（S B継手）を開発した¹⁾。今回、更なるコスト削減と実施工で使用する小口径用（M16）S B継手の改良および性能確認（引張実験、せん断実験）を実施したので報告する。

2. S B継手（M16）前蓋方式

昨年までに開発したS B継手は、メス金具のケース後方（オスピン挿入側の反対）に蓋を設けていた。この場合、セグメント製作時には、メス金具の中に納めている部品をセットした状態でコンクリート打設を行う。今回、メス金具の前面にネジ加工を行った蓋を設置することで、セグメントの組立時または出荷時にメス金具の部品類の設置を行えるよう改良を行った（前蓋方式）。図-1に前蓋方式によるS B継手構造図を示す。

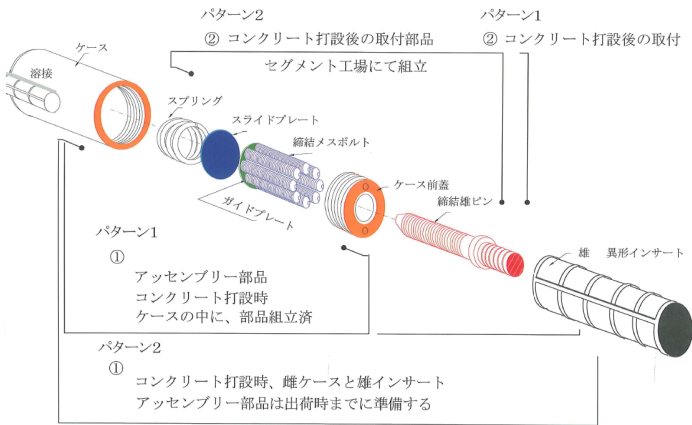


図-1 S B継手組立部品図

前蓋方式によるメリットは、メス金具後方に部品を納めるための蓋がないことから、メス側金具を鋳物による一体成型加工（写真-1）が可能となり、大量生産によるコストダウンが可能となる。また、メス金具のケース前面の蓋および内部部品を後設置できることから、セグメントの製造時の水中養生や、ストック時の雨水溜りによるセグメント汚れの軽減にも寄与できる。

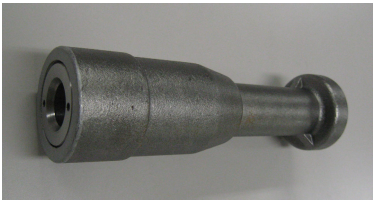


写真-1 S B継手（鋳物）

3. 性能確認実験

今回のS B継手は、実施工する M16(8.8)相当を設計目標とした。実験内容は、前蓋方式S B継手金具による（1）単品引張実験、（2）コンクリート供試体によるリング継手引張実験、（3）コンクリート供試体によるリングせん断実験を行った。

（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 M16(8.8) 相当の耐力（Py=100.5 kN）および引張強さ（Pu=125.6 kN）を有することを確認し、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 mm）させた状態（リング間目違いを想定）で行った。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、すべてオスピンの抜け出しとなった。

表-1 単品引張実験結果

供試体	最大荷重(kN)
No. 1	193
No. 2	175
No. 3（偏心）	193
平均	187

キーワード シールド，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、継手金具の引抜き性能の確認と引張バネ定数の算出を目的とする。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 D25 (SD345)-1 本, メス側が D13 (SD345)-2 本) とした。実験方法は、小口径のセグメントを想定した平板型コンクリート供試体 (桁高 150×幅 1000×長さ 500mm) 2 体を S B 継手で結合した状態で引張载荷を実施した。継手金具の結合 (オスピン) の挿入) は、メス金具内部のスプリングを押し戻せる程度の力で結合が完了する。

図-2 に引張試験結果 (引張荷重-目開き量関係) を示す。最大引抜き荷重は、ボルトの引張強さ以上の 169 (kN) と十分な引張荷重を有し、最終破壊形態は、アンカー鉄筋降伏後の金具の引抜け (コンクリートのコーン状破壊) となった (写真-2)。引張荷重-目開き量の関係図からは、初期目開き以降からアンカー筋の降伏まで概ね線形であることを確認し、降伏荷重レベルまでの引張バネ定数は、およそ 60000 (kN/m) であった。

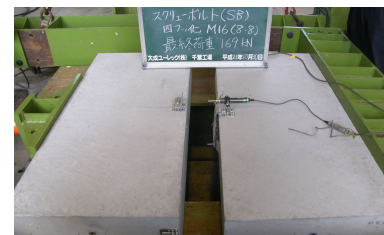


写真-2 引張試験状況

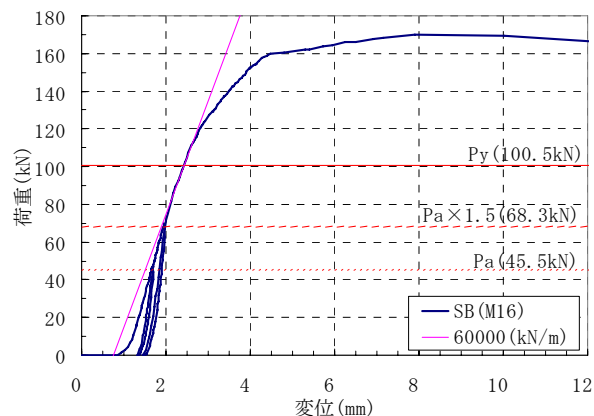


図-2 リング継手引張試験結果 (P-δ)

(3) リング継手せん断実験 (コンクリート供試体)

リング継手せん断実験は、継手せん断耐力とせん断バネ定数の確認を目的とする。実験方法は、平板供試体 (桁高 150×幅 1000×長さ 1200mm) の両継手面に添接供試体 (長さ 500mm) を S B 継手で接続し、連続する供試体の中央部供試体上面をジャッキで押し抜く方法 (図-3) で行った。また、軸力の導入は行わないが、継手面の目開きを防ぐ目的で、P C 鋼棒による固定を行っている。

図-4 にせん断試験結果 (せん断荷重-変位量関係) を示す。試験最大荷重は 126 (kN) となり、継手 1ヶ所あたりでは 63 (kN/ヶ所) で、破壊形態はコンクリートのコーン状破壊であった。初期なじみ以降の線形部分 (コンクリートのコーン破壊荷重計算値付近まで) から求めたせん断バネ定数は、およそ 45000 (kN/m) であった。

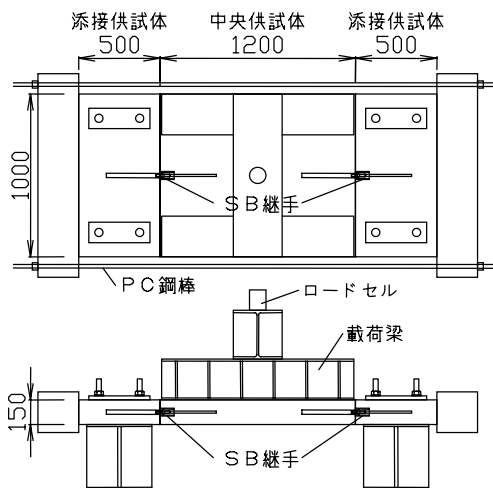


図-3 リング継手せん断実験概要図

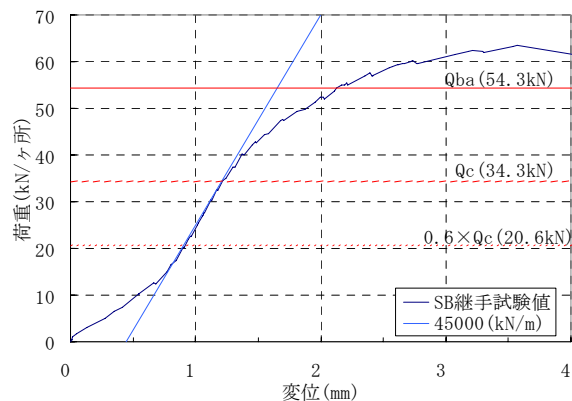


図-4 リング継手せん断試験結果 (P-δ)

4. まとめ

今回改良を行った前蓋方式の S B 継手 (前蓋 M16) の性能について、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、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。設計計算に用いるバネ定数については、引張バネ定数=60000 (kN/m)、せん断バネ定数=45000 (kN/m) と有効な値を得ることができ、他の同様な継手と比較してもほぼ同等な数値となった。

なお、地震時に発生するリング継手間の引張力を低減できる機能を付加した S B 継手も開発中である。

最後に、本実験においてご指導頂きました早稲田大学小泉教授および研究室の関係者各位に深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 田中篤史他：シールドトンネルセグメントのリング継手開発, 土木学会第 63 回年次学術講演概要集, VI-015