

大断面シールドトンネルへの SU リング継手 (M30 タイプ) の適用検討

清水建設(株) 正会員 入田 健一郎, 同 正会員 ○丑屋 智志
 同 正会員 原 忠, 同 正会員 小瀧 伸也
 ユニタイト(株) 宮田 勝治

1. はじめに

近年, 道路や鉄道, 都市インフラ工事で採用されるシールドトンネルに対しては, 一次覆工に二次覆工の機能をもたせることに加えて, 一次覆工の内面平滑化の要求が増加しており, これに対応して, 使用されるリング継手の形式はワンタッチ式が多くなってきている. しかし, ワンタッチ式のリング継手はその締結力の不足から, 大深度化, 高水圧化に伴うシールド材の圧縮反力の増大による軸方向挿入型 K セグメントの切羽方向への抜け出しが懸念される場合がある. そこで, 当社では従来のワンタッチ式のリング継手に比べて締結力が高い SU (Simple& Useful) リング継手を開発し, 実用化に向け様々な検討を行ってきた¹⁾. 本稿は, 大断面, 大深度トンネルへの本継手の適用性の基礎的検討を報告するものである.

2. SU リング継手の構造概要と特長

SU リング継手は, セグメントピースをシールドジャッキで押し込むことにより締結が可能なリング継手である. 本継手はオス型とメス型で構成される. 図-1 に示すように, オス型はアンカー部と一体とな

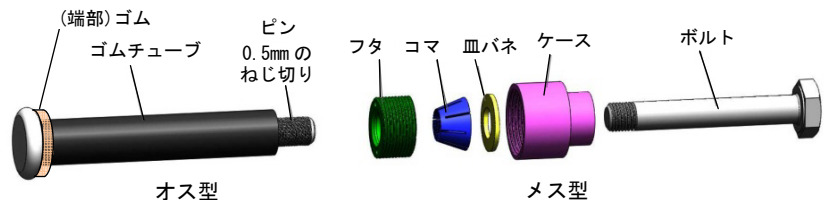


図-1 SU リング継手の概要図

ったピン, メス型はアンカー部に取り付けたケース内に設置されたテーパ状のコマとコマの変位を抑制するフタから成り立ち, ピンとコマの嵌合による締結を期待する. 4. で述べるように, オス型の端部にゴムを設置することも可能である. 本継手の特長を以下に示す¹⁾.

- ・小さな挿入力で締結し, 大きな締結力を発揮する.
- ・引抜き時の変位量が比較的小さいため目開きにくい.

3. 押込み, 引抜き試験 (ボルト材 M30, 強度区分 10.9)

3-1 試験概要

本継手の大断面シールドへの適用のため, メス型ボルトの呼び径 M30, 強度区分 10.9 のものの性能を確認することを目的として, 写真-1, 2 に示す嵌合部の押込み, 引抜き試験を実施した. 試験は, まず, 固定したメス型にオス型を所定の位置まで押し込み, 次に, 締結したオス型およびメス型に対して, メス型の引抜き抵抗がなくなるまで, オス型を引き抜く方法で行なった.



写真-1 押込み試験

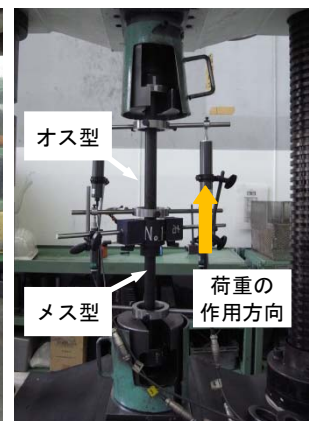


写真-2 引抜き試験

3-2 押込み試験結果

試験結果を図-2 に示す. 試験結果より以下に示す押込み特性を把握することができた.

- ・押込み力の変動は, ピンのネジ加工間隔 0.5mm (図-1 参照) ごとに発生し, 概ね 10~15kN である.
- ・押込み力の最大値は 15kN 程度と小さく, エレクターの摺動でも容易に本継手を締結できると考える.

キーワード セグメント, リング継手, ワンタッチ, SU リング, くさび, 大断面, 大深度

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株) 土木技術本部シールド統括部 TEL03-3561-3892

〒180-0004 東京都武蔵野市吉祥寺本町 2-4-14-601 清水建設(株) 土木東京支店外環大泉建設所 TEL0422-28-7661

3-3 引抜き試験結果

試験結果を図-3に示す。試験結果より以下に示す引抜き特性を把握することができた。

- ・許容荷重 $P_a=213.2\text{kN}$ (メス型のボルトのねじ部の引張応力がボルトの許容引張応力度に達する時の荷重) が作用した時、変位は 0.5mm 程度と小さく、目開き量の抑制が可能となる。
- ・引抜き耐力は降伏荷重 (メス型のボルトのねじ部の引張応力が降伏点に達する時の荷重) を超え約 600kN である。

4. ゴム圧縮試験

止水性確保の観点から、リング継手の目開き量を極力小さくすることが望まれるが、トンネル縦断方向に地震の影響等により引張力が作用した時には、リング継手が可とう性を有することが必要である場合がある。そこで著者らは、オス型のアンカーの端部にゴムを設置する (図-1 参照) ことで SU リング継手に可とう性を付加できると考え、その基礎試験としてゴムの圧縮試験を実施した。形状を中空円形とし、材質がクロロプレンゴム、硬度 45 のゴムを選定した。また、試験治具については、載荷直交方向のゴムの変位を抑制、防止する形状寸法を検討し、製作した (写真-3 参照)。試験結果を図-4に、試験結果より得られたゴムの特性を以下に示す。

- ・許容荷重 $P_a=213.2\text{kN}$ (図-3, 4 参照) が作用した時、ゴムの圧縮変位は $0.8\sim 1.3\text{mm}$ 程度であり、ゴムが厚くなるにしたがって、圧縮変位も大きくなる。
- ・ゴムの圧縮ばね定数は、 $166.6\sim 266.5\text{kN/mm}$ であり、これと SU リング自体の引張ばね定数より、継手のパラメータを得ることができる。
- ・ゴムの厚さを調整することで、SU リング継手の目開き量を制御することが可能である。

5. おわりに

今回の試験より、M30 タイプの SU リング継手は、小さな挿入力で締結可能な押込み特性と、引抜き耐力を有することが確認できた。これにより、大断面、大深度トンネルに本継手が適用可能であると考えられる。また、オス型のアンカーの端部にゴムを設置することで、トンネル縦断方向の可とう性も本継手に付加することができる。今後、コンクリート試験体に埋め込んだ本継手の引張およびせん断試験を行い、耐力および変位特性を確認した上で実工事への適用を検討する。

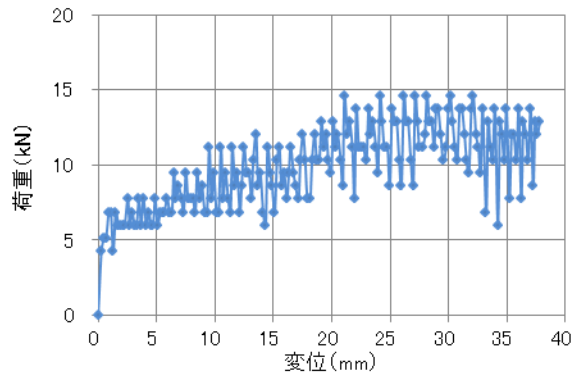


図-2 押込み試験 (荷重～変位図)

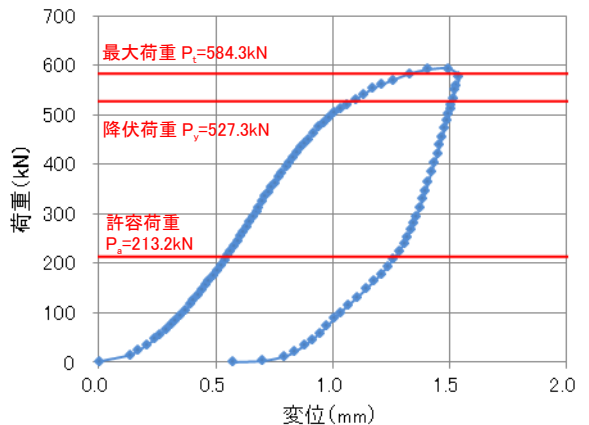


図-3 引抜き試験 (荷重～変位図)

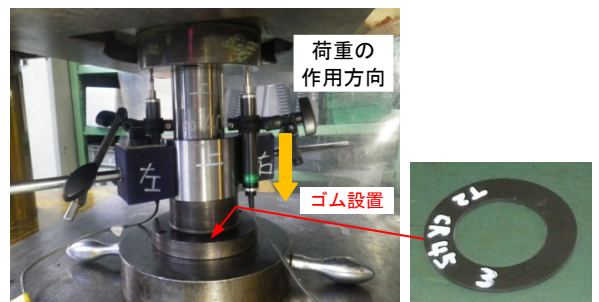


写真-3 ゴム圧縮試験 (左: 試験状況, 右: ゴム)

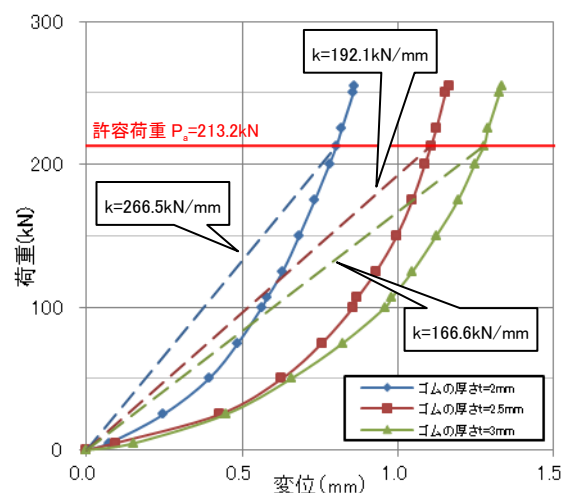


図-4 ゴム圧縮試験 (荷重～変位図)