

SU リング継手の開発・実用化

清水建設(株)土木技術本部 正会員 ○小瀧 伸也, 同 正会員 大木 智明
 清水建設(株)土木技術本部 正会員 入田 健一郎, 同 正会員 馬場崎 宗之助
 清水建設(株)土木技術本部 フェロー会員 後藤 徹
 ユニタイト(株)営業開発課 宮田 勝治

1. はじめに

最近のシールドトンネルでは、鉄道や都市インフラ工事で二次覆工を省略することや一次覆工のかぶりを大きくして二次覆工の機能をもたせることなどにより、一次覆工の内面の平滑化に対する要求が増加し、これに対応してリング継手はワンタッチ式が多く使用されるようになってきている。当社では既にワンタッチ式のマルチブレード式継手（MB 継手）を実用化し、20現場に適用している。しかし、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 K セグメントの切羽方向への抜け出しが散見され、対策を行う必要があった。



写-1 SU リング継手

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強く、トンネル軸方向の引張力に対する変位量の少ない SU (Simple&Useful) リング継手を開発し、実用化に向け製作を開始したのでここに報告する。

2. SU リング継手の構造概要

SU リング継手は、シールド推進ジャッキで押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。オス型はアンカー部と一体となったピン、および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トンネル軸方向のコマの変位を抑制するフタから成り立っている。本継手は簡易な構造であり、独自開発の一体成型のコマとピンの嵌合により大きな締結力を持つことが可能となった。

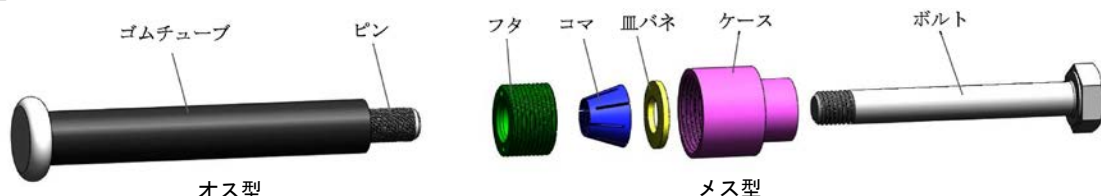


図-1 SU リング継手の概要図

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（実験では M16 の挿入力：5～8kN、引抜力：165kN）。
- ②他の同タイプの継手と比べて引抜き時の変位量が約 1/3 以下となるため、大きなシールド材の反力が作用しても目開き量を抑制し漏水の危険性が減少する。
- ③オス型、メス型のコマを一体成型することにより、製造の手間を減少させ、これまでのワンタッチ式のリング継手に比べてコストを削減できる。

くさびを有する構造により強い締結力を得られることは、過去の継手の例から判明していたが、今回の開発で最も工夫したのが一体成型のコマである。過去のくさびと異なり、機械加工でコマの両側から相互にスリットを設けて、変形による押込み力の低減（挿入時）と高い締結力（引抜時）を両立させた。また、ピンの表面とコマの内面に 0.5mm 間隔のネジ加工を施し、くさびの嵌合効果を確実なものとしている。

キーワード セグメント、リング継手、ワンタッチ、くさび、一体成型コマ

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設(株)土木技術本部 シールド統括部 TEL 03-3561-3892

3. 押込み、引抜き試験（ボルト材 M16，強度区分 10.9）

本継手の性能を確認するため、写-2、3 に示す押込み、引抜き試験を実施した。まず、固定したメス型にオス型を所定の位置まで押込み、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力がなくなるまで、オス型を引き抜くこととした。

試験体はボルト材 M16，強度区分 10.9 である。

4. 試験結果

4-1 押込み試験

試験結果を図-2 に示す。試験結果より、以下に示す本継手構造の特性を把握することができた。

- ・押込み力の最大値は約 8kN と小さい。
- ・押込み力のピークは、ネジ加工間隔（0.5mm）ごとに発生し、概ね 4～5kN である。

押込み力が上記程度のため、エレクターの摺動でも容易に本継手を挿入可能であると考ええる。

4-2 引抜き試験

試験結果を図-3 に示す。試験結果より、以下の特性を把握することができた。

- ・引抜き耐力は約 165kN と大きい。
- ・引張ばね定数は、平均で 148,360kN/m と同様のくさび式のリング継手の約 3 倍と高い。
- ・変位勾配から実用の領域は 130kN 程度までと考えるが、この場合の変位は 0.8mm 程度と小さいため、目開き量の低減が可能となる。
- ・試験開始直後の負側への変位値は、試験体セット時の継手および治具の微妙な傾きが载荷直後に修正されたためと考える。

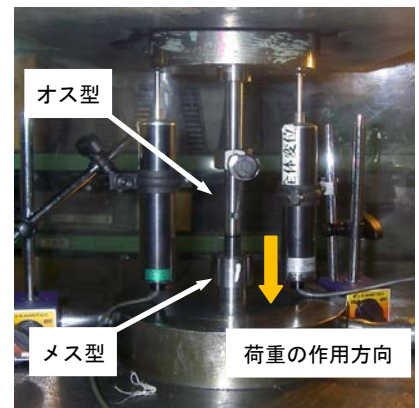
5. 追加試験

上記の試験後、実セグメントでの組立を考慮して、試験体のオス型およびメス型に、ボルト孔とボルトとの差である 3mm 偏芯させた押込み、引抜き試験を実施した。押込み力は上記と同様だったが、引張ばね定数は、平均で約 100,000kN/m と低下した。これは、偏芯によるコマ材の抵抗力の偏りが主な原因と考えるが、本継手の引張ばね定数としては 100,000kN/m が妥当と考える。

6. おわりに

今回の試験より、SU リング継手は開発の目的である①引抜き耐力の向上、②変位量の低減を満足し、従来のワンタッチ式継手に比べて高い性能を有すると考える。

平成 26 年度当初から本継手を実工事（都内の下水道工事）へ適用し施工データを蓄積していく予定である。



写-2 押込み試験治具



写-3 引抜き試験治具

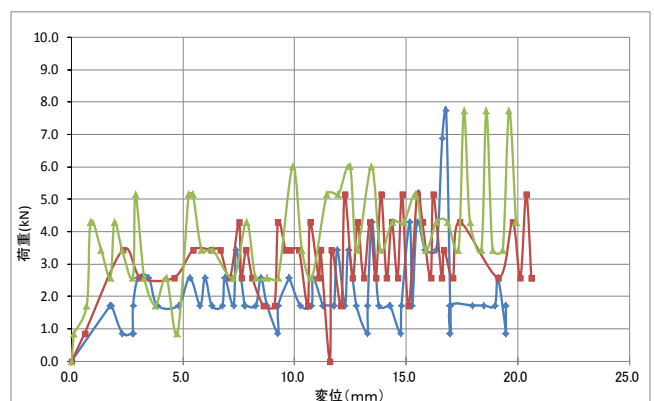


図-2 押込み試験（荷重～変位図）

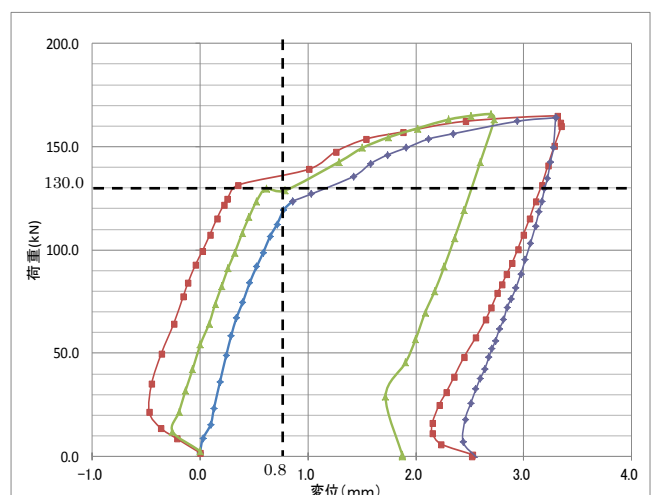


図-3 引抜き試験（荷重～変位図）