

TA-SRING継手の開発（その1） —概要と性能確認実験（引張実験、せん断実験）—

(株)トーヨーアサノ

正会員 ○高木 勝央
フェロー 田代 昇
正会員 天野 文男
西堀 英治

1. はじめに

従来、シールド工法に用いるセグメントの多くは、連結方法としてボルト結合により組み立てられている。そのため、ボルトの芯合わせに手間がかかるうえ、ボルトの締結作業が必要であること、金物が露出しているため防錆処理を必要とすること、セグメント内面が平滑でないため二次覆工が必要であることなどの欠点があった。著者らは、これらの問題点を解決するために、ジャッキ推力によるセグメントの挿入だけで組立可能なリング継手（TA-SRING 継手）の開発を行った。

本報は、その概要と実施した各種性能確認実験について報告するものである。

2. TA-SRING継手の概要

TA-SRING 継手の概略図を図-1 に示す。切羽側のリング継手面に面一に埋設された雌継手（FCD500-7）に、坑口側のリング継手面から先端部が 60～70mm 程度突出して埋設された雄継手（SD490）を挿入して結合する。

雌継手の溝部には、断面が小判形の環状スプリングがセットしており、その環状スプリングの内部にはスプリングの縮径および拡張径に対応するため、5 分割した芯材が挿入されている。

また、TA-SRING 継手はタイプ A,B,C の 3 種類を標準化し、それらの対象とするボルトは表-1 のとおりである。

3. 単体引張実験

TA-SRING 継手の単体としての引張強度の確認を目的として、図-2 に示す方法で引張実験を実施した。実験は表-1 に示す各種継手に対して、環状スプリングが 1 段の場合と 2 段の場合で行った。荷重と変位の関係を図-3～図-8 に示す。全ての供試体において対象とするボルトに対して十分な結果が得られた。

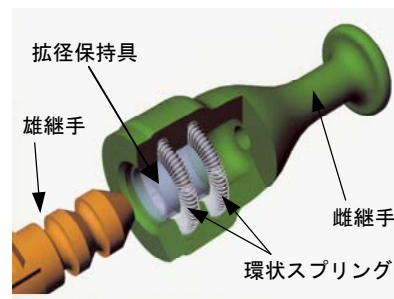


図-1 TA-SRING 継手

表-1 TA-SRING 継手の種別

タイプ	対象ボルト
A	M30(8.8)
	M27(10.9)
	M24(10.9)
B	M27(8.8)
	M24(10.9), M24(8.8)
	M22(10.9)
C	M22(8.8)
	M20(10.9)

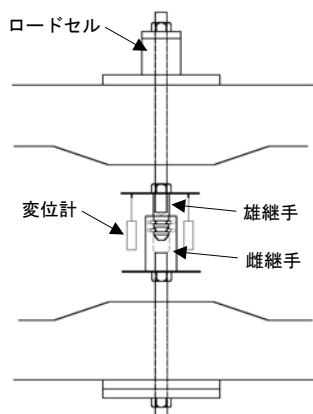
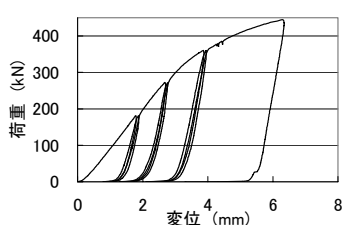
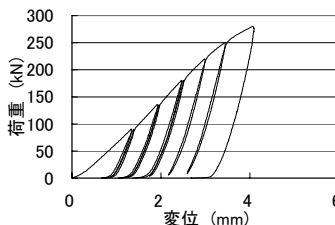
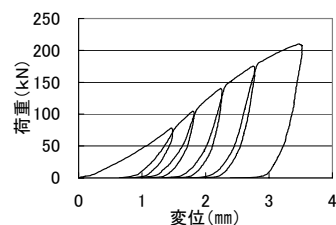
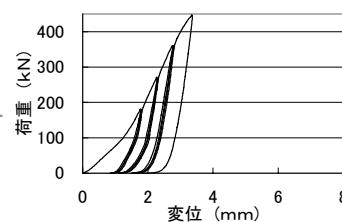
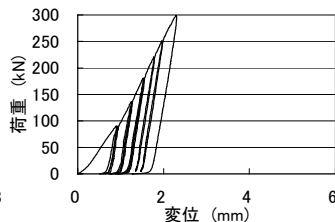
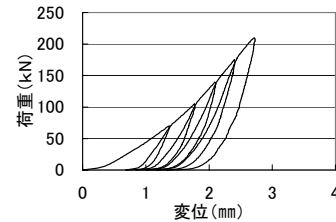


図-2 引張実験方法

図-3 荷重と変位の関係
（タイプ A、1 段）図-5 荷重と変位の関係
（タイプ B、1 段）図-7 荷重と変位の関係
（タイプ C、1 段）図-4 荷重と変位の関係
（タイプ A、2 段）図-6 荷重と変位の関係
（タイプ B、2 段）図-8 荷重と変位の関係
（タイプ C、2 段）

4. せん断実験

コンクリートブロックに埋め込んだ TA-SRING 継手の単体としてのせん断強度の確認を目的として、図-9 に示す方法でせん断実験を実施した。実験ケースを表-2 に示す。表に示すように、セグメント厚さが 200mm の場合と 250mm の場合、せん断補強筋がない場合と D13、D16 を使用した場合の組み合わせで行った。また、比較のために板厚 14mm の平板を使用した従来継手についても同様の実験を行った。

実験結果の一覧表を表-3 に示す。せん断補強筋がない場合は従来継手よりも低強度で破壊に至ったが、せん断補強筋を配した場合においては全て従来継手を上回った。同条件で雄継手と雌継手を比較すると、雌継手に対し雄継手のせん断抵抗力は下回っている。これに対し、バランスのとれた継手構造とするためには、雄継手のせん断補強筋は、雌継手のそれよりも太径のものを使用する必要がある。図-10 および図-11 に実験結果と計算により求めた破壊荷重の比較を示す。この計算値はコンクリートの終局せん断力 Q_{cu} とせん断抵抗鉄筋の降伏せん断抵抗 P_{sy} の大きい方としており、下式より求めた。

$$Q_{cu} = \frac{2l}{4l + 9a} Q_{cu1}$$

ここに、 $Q_{cu1} : \alpha \cdot \tau_{cu} \cdot A_c$

α : コンクリート歪分布を考慮した補正係数（実験結果より $\alpha = 0.75$ ）

τ_{cu} : コンクリートの終局せん断応力度

A_c : コンクリート総せん断面積

l : 棒部材の埋込長

a : リング継手面からせん断力が作用する点までの距離

$$P_{sy} = 2A_{ss} \cdot \cos \alpha_s \cdot \cos \beta_s \cdot \sigma_{ssy} + n_d \cdot A_d \cdot \cos \alpha_d \cdot \sigma_{sdy}$$

ここに、 A_{ss} : せん断補強筋の断面積

α_s : " リング継手面に平行な面内で法線方向となす角度

β_s : " リング継手面となす角度

σ_{ssy} : " 降伏点

n_d : せん断力に抵抗する配筋筋の本数

A_d : " 断面積

σ_{sdy} : 配筋筋の降伏点

実験結果と計算結果が近似した曲線を描いており、計算方法が妥当であったことがわかる。

5. おわりに

今回実施した単体引張実験およびせん断実験により、TA-SRING 継手が対象とするボルト相当の引張強度を有すること、およびコンクリートに埋め込んだ TA-SRING 継手が、せん断補強筋を配することにより従来継手以上のせん断強度を有することが確認された。また、せん断実験では実験結果と計算結果の破壊荷重値が比較的一致し、計算方法の妥当性が確認された。

（その 2）では、連結した継手のせん断実験、コンクリートに埋め込んだ継手の引張実験、連結した継手の引張実験を報告する。

キーワード：シールドセグメント，TA-SRING 継手，リング継手，高速施工，引張実験

連絡先 〒410-0312 静岡県沼津市原 315-2 日本セグメント工業㈱内 (株)トーヨーアサノ技術部 TEL 055-966-4692

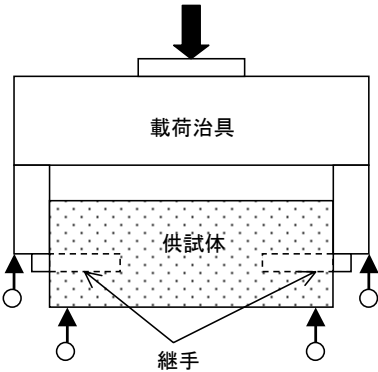


図-9 実験方法
表-2 実験ケース

No.	継手種類	セグメント厚さ(mm)	せん断補強筋
1	従来継手	200	-
2	雌継手		なし
3	雄継手		
4	雌継手		D13
5	雄継手		
6	雌継手		D16
7	雄継手		
8	雌継手	250	なし
9	雄継手		
10	雌継手		D13
11	雄継手		
12	雌継手		D16
13	雄継手		

表-3 実験結果一覧表

No.	初亀裂発荷重 (kN/2ヶ所)	破壊荷重 (kN/2ヶ所)
1	160	296
2	100	248
3	116	212
4	120	316
5	120	316
6	140	380
7	144	344
8	160	328
9	160	280
10	204	428
11	192	364
12	185	498
13	157	421

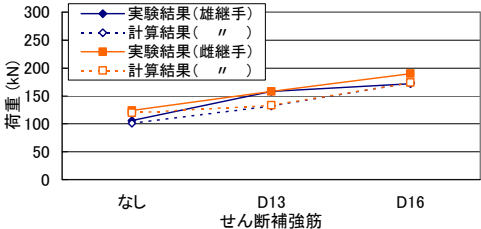


図-10 実験結果と計算結果の比較(厚さ 200mm)

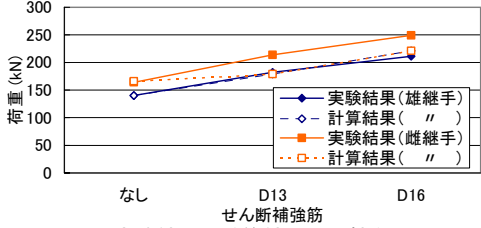


図-11 実験結果と計算結果の比較(厚さ 250mm)