

ワンタッチ式鋼製セグメント(プレスプッシュリング継手)の開発

(株)錢高組 正会員○中筋 智之

正会員 齋藤 優、森 正嗣

JFE 建材(株) 須藤 修 正会員 林 伸郎

1. 目的

ワンタッチ式鋼製セグメントの開発は、従来の短ボルトによる標準鋼製セグメントの締結を簡素化するため、トンネル縦断方向にエレクトラおよびシールドジャッキによりスライドしてセグメント継手、リング継手をワンタッチ嵌合する方式(図1)とし、高速化、安全性向上、締結管理の向上を図ることを目的とする。当セグメントが標準セグメントと同程度以上の性能を有していることを試験で確認したので以下に報告する。

2. 適用条件

適用条件およびセグメント仕様を表1に示す。

3. セグメント構造

3.1 主断面

主桁、継手板、スキンプレートおよび縦リブから成る標準鋼製セグメントで、目開きを防ぐためシール溝を設ける。

3.2 セグメント継手

土圧、水圧等によって生ずる横断方向の引張力をセグメント継手で有効に伝えるため、RCセグメントで適用されている水平コッター(傾斜1/20)を主桁に近づけて継手板に設置する。コッターが通過する主桁の欠損部を同断面積の鋼材で補強する。継手板の目開きを防ぐため、今回は幅方向の中央に補強板を溶接した。(図2)セグメント継手の設定目開き量を0.5mmとした。

3.3 リング継手

リング継手としてのプレスプッシュ継手は、鋼管に切欠きを設け、ばね鋼板で支持された楔がリング継手孔を通過した後、押し出され抜け止めとなる。引張に対して楔と鋼管の支圧で抵抗し、せん断力に対して鋼管が抵抗する。鋼管孔と鋼管とのクリアランスはセグメント継手の設定目開き量が蓄積してBセグメント嵌合時に収まる値とする。

4. 要素試験

本試験に先立ち、継手が標準セグメントと同等以上の引張性能を有することを試験で確認した。

4.1 水平コッター継手引張試験

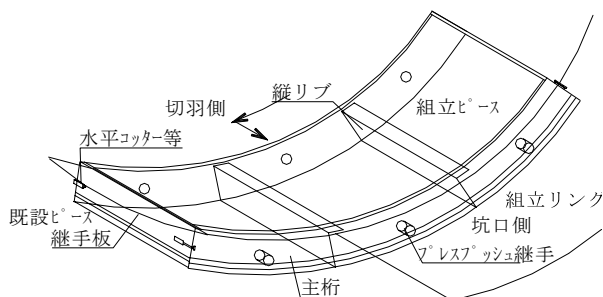


図1 セグメント組立概念図

表1 適用条件およびセグメント仕様

セグメント外径 D。	1.800～2.950m程度
構造物	二次覆工を施す流域下水道等
線形	直線を基本とするが曲線部も検討する予定
Kセグメント形式	軸方向挿入型
シール材	3倍程度水膨張性クロロブレンゴム等
シール材貼付	シール溝を設け全周貼り

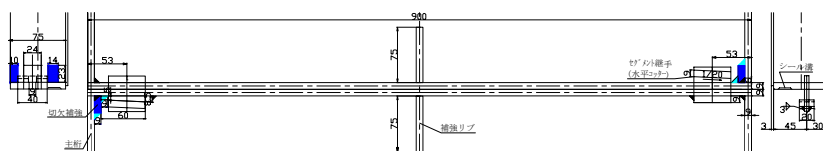


図2 セグメント継手図

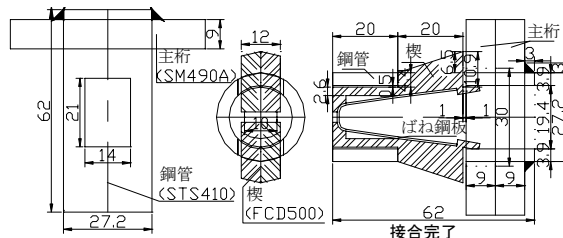


図3 プレスプッシュ継手嵌合状況図

キーワード:シールド工事用鋼製セグメント、ワンタッチ化、高速化

〒163-1024 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー 24F TEL:03-5323-3861 FAX:03-5323-3860

表 2 に示す様に供試体は、コッターウェブとフランジとを隅肉溶接し、水平コッターは従来の短ボルト 2 本(M16 4.6)と同じ許容引張、せん断強度を有するコッター 1 個 (SM490 ウェブ厚 6mm、幅 50mm)とした物で、試験で許容引張荷重を確保できたため本試験で当仕様を採用した。

4.2 プレスプッシュ継手引張試験

表 3 に示す様にプレスプッシュ継手を引張試験した結果、短ボルトの降伏引張力の計算値を上まわった。

5. 本試験

5.1 主断面単体曲げ試験

組立が難しい S7(外径 2.00m、幅 900mm)とした。
ワンタッチ式は鋼管孔直径が 30mm で、標準の 19mm よりも欠損が大きいため単体曲げ試験を行った。最大曲げモーメントの試験値は降伏曲げモーメントの計算値を確保でき補強を必要としない。

5.2 セグメント継手曲げ試験

継手板を設計しない標準鋼製セグメントと比べ、コッターを主桁に近づけて正曲げに対して最大荷重、回転ばね定数が大きくなった。

5.3 添接曲げ試験

最大曲げモーメントは標準が 17.34kN・m/Ring、ワンタッチ式は 17.44 kN・m/Ring となり、リング継手のせん断ばね定数が大きかった。

6. 2 リング水平組立試験

K セグメント継手嵌合力は「トンネル技術協会:シールド材手引き,1997.」に拠る規準値 12.8kN に対して 11.9kN だった。

7. コスト試算

ワンタッチ式セグメントの価格は標準と比べて割高となるが、工期短縮となり、併せて開発している後方台車を無くしたシールド工法の要素技術として適用できる。

8. まとめ、今後の課題

以上の様にワンタッチ式鋼製セグメントは標準セグメントと同等の曲げ、引張耐力を有していることを確認した。
テールを抜けた段階で裏込め注入圧、土圧・水圧に対してジャッキ伸縮式の真円保持装置を使用する予定である。
また、負曲げに対して短ボルトと同等の曲げ性能を確保するため、継手板にリブを溶接して補強する。

表2 水平コッター継手の引張耐力[kN]および破壊状況

コッターウェブとフランジとの接合法	切出	溶接
主桁の継手板への溶接法	開先	隅肉
短ボルト許容引張力計算値	37.7	
短ボルト降伏引張力計算値	115.4	
引張耐力	121.0	65.5
破壊状況	継手板降伏	主桁と継手板との隅肉溶接

表3 プレスプッシュ継手の引張耐力[kN]および破壊状況

短ボルト許容引張力計算値	18.80
短ボルト降伏引張力計算値	37.68
プレスプッシュ継手引張耐力(平均値)	74.00
プレスプッシュ継手破壊形態	切欠支圧破壊

表4 主断面単体曲げ耐力試験[kN・m/Ring]結果

標準セグメント許容曲げモーメント計算値	5.273
ワンタッチ式許容曲げモーメント計算値	5.277
ワンタッチ式降伏曲げモーメント計算値	7.977
ワンタッチ式全塑性曲げモーメント計算値	13.016
ワンタッチ式最大曲げモーメント試験値	12.143

表5 セグメント継手曲げ試験[kN・m/Ring]結果

セグメント継手	水平コッター	短ボルト
継手板許容曲げモーメント計算値	1.945	0.511
継手板降伏曲げモーメント計算値	2.940	0.773
水平コッター・短ボルト許容曲げモーメント計算値	5.899	3.445
水平コッター・短ボルト降伏曲げモーメント計算値	8.918	6.890
最大曲げモーメント試験値	3.562	1.919

表6 セグメント継手離間後の回転ばね定数[kN・m/rad/Ring]

	はりばねモデル解析値		継手曲げ試験平均値(正曲げ)
	(正曲げ)	(負曲げ)	
水平コッター	8.86	10.06	128.68
短ボルト	6.69	7.87	27.31

ただし、はりばねモデルは継手板を引張部材の有効幅の立体ラーメンにモデル化した物で「みずほ総研:MOLEMAN2」で解析した。
短ボルトの解析値は主桁に近いボルトのみが有効に働くものとした。
「帝都高速度交通営団:土木工事標準施工方書(泥水式シールド)、1998.」に拠り短ボルトに許容引張応力度が生ずる様に締結した。



写真 1 添接曲げ試験状況

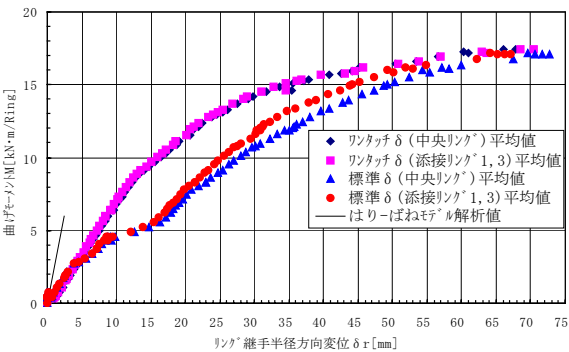


図 4 添接曲げ試験リング継手相対変位図