

施工性・経済性を追求した四主桁型ダクティルセグメントの設計について

大阪市交通局 正会員 林保正 芦田大蔵○柳川知道
ク ボ タ 正会員 今野勉 林 勝 幸

1. はじめに

近年、シールドトンネルの施工性向上と工費削減を目的として、多種多様な新型セグメントの開発が行われ、また、従来型のセグメントについても様々な改良が繰り返されている。

今回、大阪市営地下鉄の5mクラスのトンネルにおいて、従来型のダクティル(DC)セグメントの改良により、標準的なRCセグメントと同等以上の断面性能で、経済性、施工性を併せ持つ四主桁型DCセグメントの設計を行った。そのセグメントについて、形状決定のポイントと構造的な性能の確認がされたので報告する。

2. セグメントの構造決定と経済比較

従来型のDCセグメントを以下の項目について構造を変更することにより、施工性向上による工期の短縮、施工費用の削減、セグメント製造コストの削減を図った。

- (1) セグメント桁高を低くし、シールド内空はそのまま外径を小さくすることによる工費削減
- (2) セグメント幅を広くし、施工性向上による工期短縮とリング総数が減ることによる製造コスト削減
- (3) リング構成を6分割から5分割に変更し、ピース数を減らすことによる工期短縮と製造コスト削減
- (4) 断面形状をコルゲート型から四主桁型に変更することによる製造コスト削減(中詰材が不要)

ここで、従来のセグメントと今回新しく設計した四主桁型DCセグメントとの比較を表1に示す。

表1. セグメントの比較

	外径(mm)	桁高(mm)	幅(mm)	リング構成	断面形状	備 考
RC セグメント	5,300	280	1,200	6 分割	平板型	従来の標準セグメント
DC セグメント (従来型)	5,300	250	1,200	6 分割	コルゲート型	高い断面性能を持つが やや経済性に難あり
DC セグメント (今回設計)	5,190	225	1,300	5 分割	四主桁型	RC と同等以上の断面性能 で施工性、経済性に優れる

上記のとおり、今回設計のDCセグメントはRCセグメントと同等以上の断面性能を保有し施工性、経済性に優れるため、路線の直線区間において、RCセグメントに替わる標準セグメントとして採用することとなった。セグメントの断面形状、リング分割については図1のとおりである。

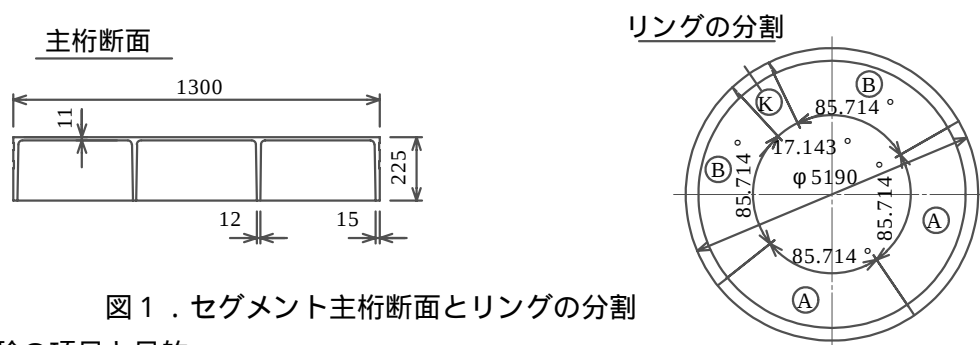


図1. セグメント主桁断面とリングの分割

3. 確認試験の項目と目的

今回設計したダクティルセグメントについて、構造面に関する設計の妥当性を確認するため、表2に示す3種類の載荷試験を実施した。

4. 載荷試験の条件

載荷試験の概要を図2に示す。全幅載荷単体曲げ試

表2. 確認試験の項目

項 目	目 的
全幅載荷単体曲げ試験	主桁の強度確認
リングボルト載荷試験	応力分布の確認
継手曲げ試験	継手部の剛性確認

キーワード：シールドトンネル、ダクティルセグメント、四主桁、構造試験

連 絡 先：大阪市西区九条南一丁目12番52号 TEL 06-6585-6657 FAX 06-6585-6944

験とリングボルト載荷試験は、供試体を両端可動のローラー支承として設置して鉛直方向上方から集中荷重を載荷し、円弧中央部の主桁の歪及びたわみを計測した。これらの中で、リングボルト載荷については中央部のボルト（M 2 7，8.8）各 1 本を介して載荷した。継手曲げ試験は供試体 2 体をボルト 4 本で締結して鉛直方向上方から集中荷重を載荷し、継手部の歪、目開き及びたわみを計測した。

試験荷重は単体曲げ試験と継手曲げ試験については許容応力度の 5 0 % 増しまでとし、リングボルト載荷試験については曲げモーメントの割り増しを考慮して、許容応力度の 2 0 % と 4 0 % 相当の荷重までとした。

- ・全幅載荷単体曲げ試験
- ・リングボルト載荷試験
- ・継手曲げ試験

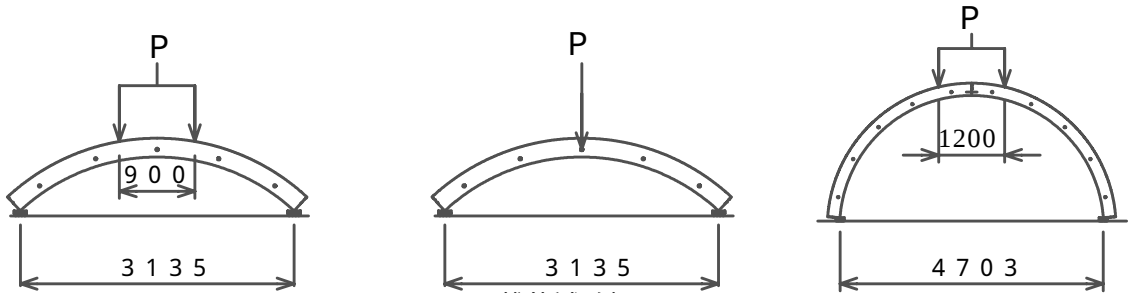


図 2 . 載荷試験概要図

5 . 試験結果

1) 単体曲げ試験

全幅載荷単体曲げ試験とリングボルト載荷試験における円弧中央部の主桁の応力度分布状況を図 3 に示す。また、表 3 に両試験の結果における、外主桁（リング継手板）の内径側応力集中度（内径側の平均応力度と外主桁の平均値の比率）と主桁の応力分担率を示す。

主桁の応力度分布状況を応力集中度について比較すると、リングボルト載荷の場合の集中度が大きいが、以前に試験した 1 2 0 0 幅コルゲート型セグメントの結果¹⁾と比較して同等以下であり、今回の四主桁の構造は特に問題ないと考えられる。

2) 継手曲げ試験

継手曲げ試験で、許容応力度相当の荷重における回転ばね定数（k θ）は村上 - 小泉法によって求めた値（6 9 8 0 kN・m / rad）に対して 9 6 0 0 kN・m / rad でほぼ同等の結果であった。

6 . おわりに

以上の試験結果より、四主桁型ダクトイルセグメントの主桁及び継手部の強度が十分であり、構造的に問題ないことが確認できた。

尚、今回の確認試験は四主桁型ダクトイルセグメントの構造面の確認を主として実施したが、今後は設計法の妥当性を確認するため、表 4 に示す 3 種類の試験を実施していく予定である。

【参考文献】

1)伊藤他、ダクトイルセグメント幅の拡幅について 土木学会第 5 1 回年次学術講演会 1996.9

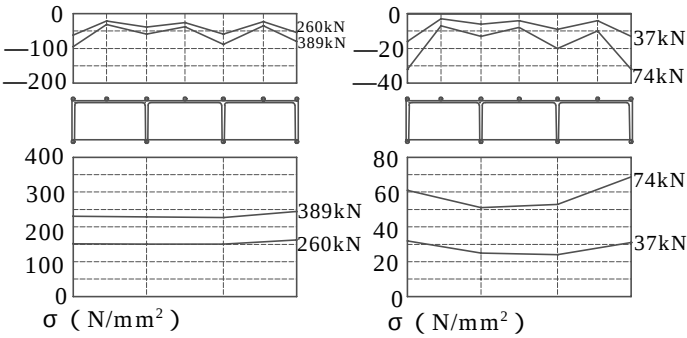


図 3 . 円弧中央部の応力度分布

表 3 . 応力集中度と応力分担率

区 分	内径側の 応力集中度	主桁の応力分担率	
		外主桁	内主桁
リングボルト 載荷：74kN	1 . 1 3 (1 . 3 8)	5 7 %	4 3 %
全幅載荷 ：389kN	1 . 0 2 (1 . 0 9)	5 1 %	4 9 %

()内は 1200 幅コルゲート型の結果を示す

表 4 . 今後の確認試験項目

項 目	目 的
軸力入り継手曲げ試験	軸力と k θ の関係把握
せん断試験	せん断ばね定数の把握
リング載荷試験	η、ζ の値を確認