

Ⅲ-B 84 ワンパス継手（コネクタ）を用いたセグメントの設計

日本RCセグメント工業会 正会員 若林正憲

（株）鴻池組 正会員 新子博

荒川淳二

日本RCセグメント工業会 正会員 森孝臣

正会員 秋田谷聡

1. はじめに

近年、シールド工事においては、コスト縮減や工期短縮を目的として二次覆工の省略が望まれている。都島第二幹線下水道整備工事においても二次覆工を省略するために内面が平滑なRCセグメントである『コネクタセグメント』を採用することとなり、設計および実物大実証試験をおこなった。コネクタセグメントはワンパスで組立可能であり、金具部を内面側に露出しない継手構造となっているため、防食性においても優れている。本構造設計においては修正慣用法による本体・セグメント継手の試設計をおこない、試設計の妥当性の確認として実物大供試体の試験結果を用いた2リングはりばねモデル解析との比較検討をおこなった。

2. トンネル断面および継手構造

図-1に示すように、土被り約18mで、セグメントは外径6600mm、幅1200mm、厚さ350mm、7分割（K型軸方向挿入型）のRC構造である。RCセグメントにおける鉄筋のかぶり厚は『コンクリート標準示方書（設計編）』に準拠し、「特に厳しい腐食性のほり」の60mmから、コンクリート設計基準強度による低減（0.8）にすり減り代10mmを考慮し60mmとした。その結果鉄筋量は 30.968cm^2 （D22×8本）とした。

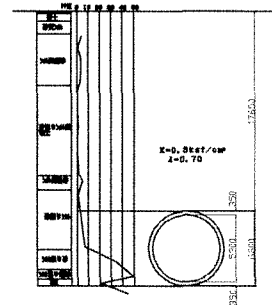


図-1 トンネル断面概要図

3. 継手構造

(1) セグメント継手

セグメント継手は、中空部をもつスリット付き円形弾性中空コンであるF金物と、中実コンのM金物で構成され、M金物をトンネル軸方向にスライドすることにより挿入嵌合される。嵌合の初期においてはF金物の挿入口とM金物の先端には寸法差があり、組立を容易にしている（図-2）。また、シールド材の封入は嵌合の過程でおこなわれ、その押付け力は自動的に得ることが可能である。F金物とM金物の力の受容は、嵌合部の接触面に等分布に作用するとして設計する。

(2) リング継手

リング継手のM金物は母線に沿って4本のスリットをもった円錐台形状の金具の先端に爪を設けた構造とし、そのF金物は、M金物の外縁にクリアランスを設けた形状の凹部の先にM金物の先端の爪が収納する空間を有した構造で、嵌合はセグメント間と同様にトンネル軸方向のスライドでおこなう（図-2）。組立はセグメントの粗位置決め完了後、セグメント間の嵌合をおこなえば、リング間はセグメント間による調芯により位置が決まり、組立が容易な位置関係となっている。材質は、球状黒鉛鋳鉄 FCD500 を使用している。

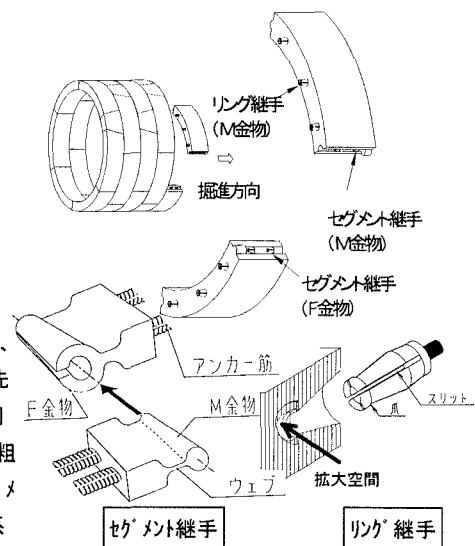


図-2 コネクタセグメント概要図

key-words: 二次覆工省略、セグメント、コーンコネクタ、回転ばね定数、2リングはりばねモデル解析

連絡先: 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1

Tel. 03-5221-7239 Fax. 03-5221-7298

4. 試験結果（継手曲げ試験）

(1) 試験概要

本工事の実物大の平板供試体により、2点荷重両端可動支持により曲げ試験をおこない、変位・目開き、継手・鉄筋・コンクリートのひずみを計測した。試験条件としてシール材の有無やセグメント継手空隙部に対する注入の有無をパラメータに設定した。

注入材は $\sigma_{28}=35\text{kgf/cm}^2$ の低強度のものである。

(2) 変位置

図-4は、供試体の載荷モーメントと鉛直変位の関係を示す。グラフに示した直線は供試体を剛性一様とした変位の理論値と、本試験で得られた回転ばね定数 $1400\text{tf}\cdot\text{m/rad}$ での解析結果である。その結果、載荷初期は剛性一様の傾きを示し、設計曲げモーメントに達するまで各ケースとも、解析値($K\theta=1400\text{tf}\cdot\text{m/rad}$)と近似した傾きを示している。

試験結果より解析値の妥当性が確認できた。また、シール材の有無・注入の有無での試験結果に差異は見られなかった。

(3) 曲げ剛性の有効率 η 、曲げモーメントの割増率 ζ の算定

試験結果より得られた回転ばね定数 $K\theta$ 、リング継手の実物大試験結果より得られたせん断ばね定数 K_s を用いて、2リングはりばねモデルによる解析をおこない η 、 ζ を算定をした。 η は剛性一様モデルと2リングはりばねモデルの水平・鉛直変位の比、 ζ は正曲げモーメント(+Mmax)および負曲げモーメント(-Mmax)の比で示した。その結果 $\eta=0.8$ 、 $\zeta=0.2$ の結果を得た(表-2)。

3. まとめ

①コンコネクターセグメントは所要の剛性を有し、設計条件を満たす性能を有していることが確認できた。

②コンコネクターセグメントは、ボルトナットタイプの継手と比較して継手曲げ試験におけるひび割れの発生が継手周辺でなく本体に分散していたこと、またひび割れ発生モーメントが大きいことなどから、二次覆工省略型のセグメントであることが確認できた。

③曲げ剛性の有効率 $\eta=0.8$ 、曲げモーメントの割増し率 $\zeta=0.2$ を確認できた。

今後、実施工への適用のなかで現場計測をおこない、コンコネクターセグメントの施工性・覆工品質の確認を進めていく予定である。

本設計・試験をおこなうにあたり貴重な御指導を頂いた東京都立大学山本稔名誉教授に謝意を表します。

<参考文献>

1) 新子・橋本他:コンコネクター(リング継手)の開発(リング間せん断試験), 土木学会第54回年次学術講演会, 1999. 9

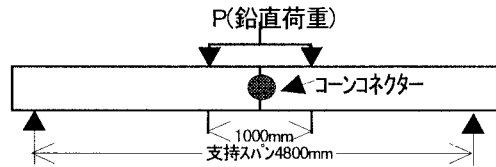


図-3 試験概要図

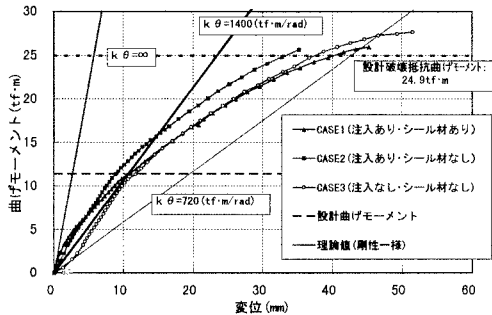


図-4 継手曲げ試験結果(変位置)

表-1 η との算定

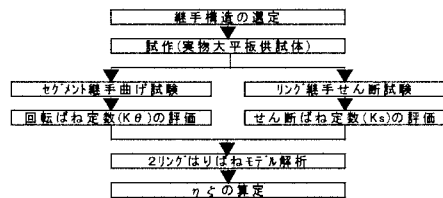


表-2 η との算定結果

荷重状態	「自重+外荷重」	
計算モデル	剛性一様モデル	2リングはりばねモデル
回転ばね定数 $K\theta$ (tf·m/rad)	∞	1400
せん断ばね定数	法線方向	11000
K_s (tf/m)	接線方向	11000
鉛直変位: y (mm)	8.22	10.83
水平変位: x (mm)	7.10	9.20
正曲げモーメント+Mmax (tf·m)	20.29	22.39
負曲げモーメント-Mmax (tf·m)	19.11	24.10

曲げ剛性有効率	η (y)	0.76	平均
	η (x)	0.77	0.77
曲げモーメントの割増し率	ζ (+Mmax)	0.10	平均
	ζ (-Mmax)	0.26	0.18