

新型継手DUE Tの開発（その2）ーセグメント継手曲げ試験ー

東京地下鉄株式会社

中村 博征 橋口 弘明

株式会社 熊谷組

森 章

ジオスター株式会社

正会員 ○横井 伸昭

1. はじめに

R C平板形セグメントのリング継手として、溶接構造の「ネジ締結式ピン継手」をダクトイル化した DUE T 継手を開発したが、この継手をセグメント継手に応用し、継手曲げ試験により継手の強度、剛性を確認した。本稿では、セグメント継手用 DUE T 継手の構造と地下鉄単線断面および複線断面を対象として行ったセグメント継手曲げ試験の概要について述べる。

2. セグメント継手の構造

セグメント継手に必要な剛性は、トンネルが建設される地盤条件に影響される。軟弱地盤においては継手剛性を高めて変形を抑制する必要がある、図-1のアーチ構造のインサート高剛性継手等が使用されている。比較的硬質な地盤においては、セグメントリングの変形に対する地盤反力が期待できるので、あまり大きな継手剛性を必要とせず、従来平板構造の継手が多用されている。DUE T 継手は、比較的硬質な地盤での使用を想定して、ボルト1段の平板構造の継手を、アンカー筋も含めてダクトイル一体铸造することによりコンパクト化を図った継手である。継手構造を写真-1に示す。リング継手用 DUE T 継手との基本的な相違はピンが無いことのみであり、特長もピンの調芯作用の項以外は同様である。継手の材質は FCD500 である。

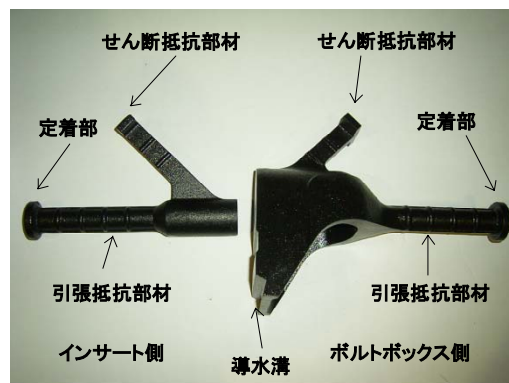


写真-1 DUE T 継手（セグメント継手）

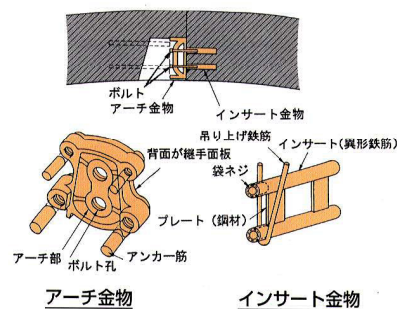


図-1 インサート高剛性継手

3. セグメントと継手の設計

表-1にセグメント試設計の概要を示す。断面力の計算は梁ばねモデルによった。継手の回転ばね定数およびリング継手のせん断ばね定数は、硬質地盤における実績から設定した。計算の結果、セグメントの主鉄筋は単線、複線ともに 2-11×D16 とした。セグメント継手は、計算上単線、複線ともに M22 で十分であるが、幅 1.6m セグメントの自重モーメント、シール圧縮力などの施工性に配慮して M24 8.8 を用いた。継手金物は、単線ではセグメント継手面に 2 組、複線では 2 組および 3 組配置するケースを想定した。

4. セグメント継手曲げ試験

単線断面、複線断面を模擬した平板形供試体を横置きし、両端可動支持、二点水平载荷により、継手部に曲げモーメントを作用した。試験ケースは、単線断面（金物 2

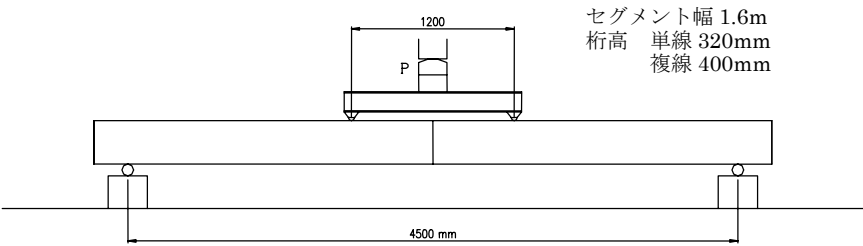
表-1 セグメント設計条件と主断面および継手

	単線断面	複線断面
セグメント外径 (mm)	6,600	9,800
桁高 (mm)	320	400
幅 (mm)	1600	
土被り (m)	ゆるみ高さ 9.9	最小土被り 14.4
地下水位 (m)	土水分離 12.2	土水一体
λ 、 k (N/cm ³)	0.4、50	
$k\theta$ (kN・m/rad)	20,000(正) 12,000(負)	41,000(正) 29,000(負)
K_s (kN/m)	1.0×10^6	
計算結果	主断面	2-11×D16
	セグメント継手	2-1×M24 8.8
		2(3)-1×M24 8.8

キーワード セグメント、継手、ダクトイル、セグメント継手、インサート継手

連絡先 〒113-0024 東京都文京区西片一丁目 17 番 8 号 ジオスター株式会社 セグメント技術部 TEL 03-5844-1207

箇所）、複線断面（金物 2 箇所、3 箇所）について、各々正曲げ、負曲げの試験を行った。図－ 2 は各継手の断面図、図－ 3 は試験方法を示す。継手ボルトの初期締付力は、許容応力度の 100%とした。



図－ 3 継手曲げ試験方法（水平載荷）

正曲げ載荷では、各試験ともに許容の 1.7～2.0 倍の荷重載荷時にボルトボックス内面コーナー部にひびわれが見られ、荷重増加に伴い、セグメント内面に幅方向のひびわれが分散しながら増加し、圧縮縁の圧壊と同時にボルトが破断して載荷を終了した。

終局耐力は、表－ 2 に示すとおり、複線と単線は圧縮縁からボルト位置までのアームに比例し、複線では金物の箇所数に比例し、全て許容の 3.9 倍であった。

負曲げ載荷では、単線、複線ともに圧縮縁からのボルト位置が等しいことから、ほぼ金物箇所数に応じた耐力が得られた。ひびわれは見られず、ボルトの破断により載荷を終了した。



写真－ 2 正曲げ載荷終了後の供試体（複線金物 3 箇所）

表－ 2 に示す回転ばね定数は、原点と許容荷重

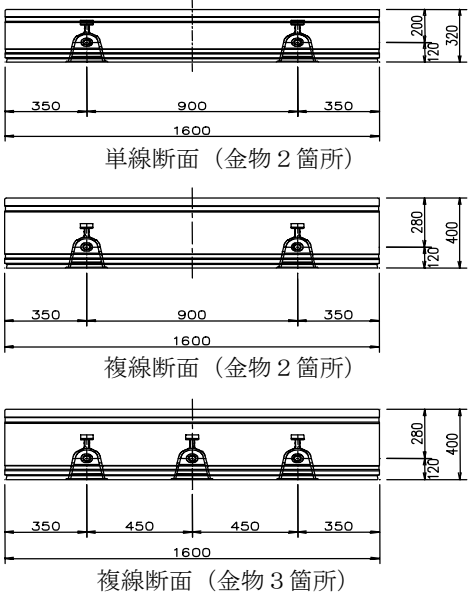
を結ぶ割線勾配であり、耐力の場合に比べて理論的な解釈は容易ではない。これは、供試体の継手面の平面精度が十分確保できておらず、ばらつきを生ずる結果となったものと推察される。図－ 4 は複線金物 3 箇所のグラフであり、ボルトの初期締付けによるプレストレス効果が顕著に見られる。回転ばね定数は、複線の金物 2 箇所のケース以外は設定値を上回る値が得られた。

5. おわりに

継手曲げ試験により、本継手は中～硬質地盤用としての十分な継手強度と剛性を有することが確認できた。一方、回転ばね定数の試験値のばらつきがあり、梁ばねモデル設計に対応するために、試験結果の考察を踏まえて、現在、理論的な評価方法を検討中である。

参考文献

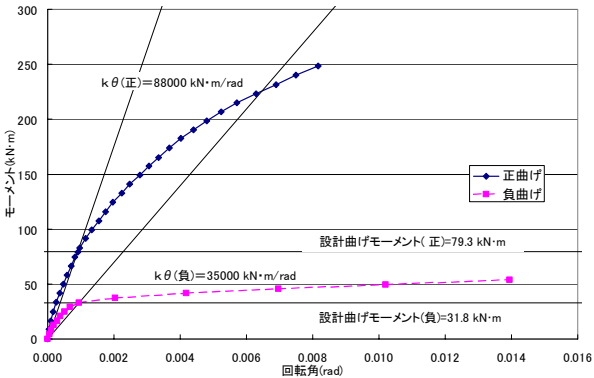
1) 木戸他：新型継手 DUE T の開発（その 1）：第 59 回年次学術講演会、2004. 9



図－ 2 継手金物の配置

表－ 2 セグメント継手曲げ試験結果一覧表

区 分		回転ばね定数 (kN・m/rad)	終局曲げモーメント (kN・m)	終局曲げ 許容曲げ	
単 線	正曲げ		74, 000	146	3. 9
	負曲げ		22, 000	70	3. 2
複 線	金物 2箇所	正曲げ	34, 000	210	3. 9
		負曲げ	9, 000	73	3. 3
	金物 3箇所	正曲げ	88, 000	305	3. 9
		負曲げ	35, 000	105	3. 2



図－ 4 曲げモーメントと継手回転角（複線金物 3 箇所）