

新型継手DUE Tの開発（その1）－継手構造と特長、リング継手せん断試験－

東京地下鉄株式会社 正会員 大石 敬司 的場 純一
 株式会社 熊谷組 正会員 ○木戸 義和 山森 規安
 ジオスター株式会社 正会員 岩田 和実

1. はじめに

従来、RC平板形セグメントのリング継手に用いられている溶接構造の「ネジ締結式ピン継手」をダクトイル化することにより、継手の経済性向上とコンパクト化を図った。継手に関する各種力学試験を行い、セグメントの配筋施工性およびリング継手としての性能を確認した。本稿では、ダクトイル化のための形状変更と継手の性能確認試験結果の概要について述べる。

2. 継手構造と特長

写真－2は従来の溶接構造の継手であり、そのままの形状でアンカー筋を含めて一体鋳造することは、技術的に可能であっても多くの中子用鋳型が必要となり、また、鋳型の大型化により生産性が低下するなど実用的ではない。そこで、金物の製作性と継手力学性能を両立しながら継手のコンパクト化を図ったものが写真－1のDUE T継手である。すなわち、ボルトボックス側の金物は、側板を後方で一体化してその延長にボルト軸方向および斜方向のアンカー筋を各1本にまとめて配置し、その端部に定着部を設けて定着長を短くした。インサート側の金物は、斜方向のアンカー筋を一本にまとめ、ボルト軸方向のアンカーと同様に端部に定着部を設けた。組立ては、ボルトをボルトボックス側から挿入し締結する。

継手の特長を以下に示す。

- ① 従来の溶接タイプに比べて大幅に軽量化できる。
- ② 継手金物がコンパクトであり、鉄筋の配置の制約が少なく、合理的な配筋が可能である。
- ③ ボルトが短いため、組立て作業性がよい。
- ④ ピンの調芯作用により、組立て施工性と組立て精度が良好である。

3. 継手の設計

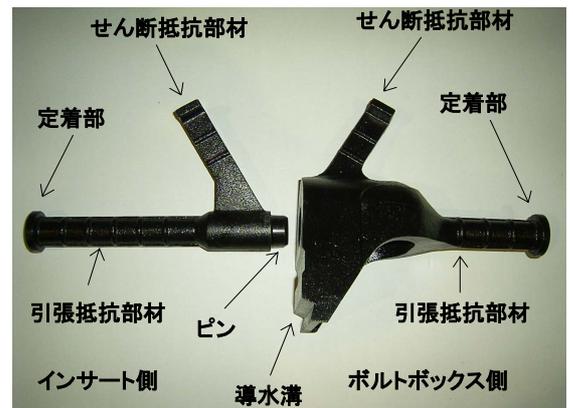
開発にあたり、比較的良好な地盤に建設される地下鉄複線クラス（桁高400mm）のリング継手を対象とした。

継手の設計は、梁ばねモデルにより算出されるリング継手のせん断力と、テール脱出時に鉛直土水圧荷重によるリング継手のせん断力に対して行い、後者の荷重により、ボルトM24 10.9に決定した。また、リング継手には、せん断力のほか、セグ

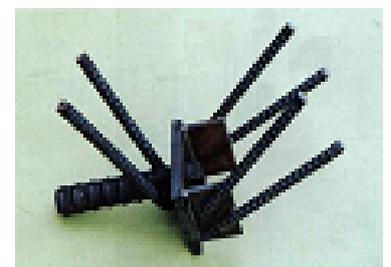
メント組立施工性、組立精度、止水性を確保するための締結力とシールドジャッキ片押し等に伴う引張抵抗力

キーワード セグメント, 継手, ダクトイル, リング継手, インサート継手

連絡先 〒160-8557 東京都新宿区津久戸町2丁1番地 (株)熊谷組 シールドグループ TEL 03-3235-8649



写真－1 DUE T継手（リング継手）



写真－2 従来の溶接構造のネジ締結式ピン継手



インサート側

ボルトボックス側

写真－3 継手付近配筋状況

等が必要である。しかし、設計値の特定は容易ではなく、本継手では、ボルト相当のせん断耐力と引張耐力を有するように継手の各部材を設計した。継手の材質はFCD500である。なお、梁ばねモデルにおいて、リング継手のせん断ばね定数は実績により 10^6kN/m を用いた。

4. 継手性能確認試験

(1) 金物単体引張試験

アムスラー試験機を用いて、インサート側、ボルトボックス側の金物をそれぞれ単体で引張载荷して、継手金物のひずみ、耐力を確認した。試験では、継手金物より先に载荷治具のネジ部が破損したため载荷を終了したが、この時の荷重は、インサート側、ボルトボックス側ともにボルト引張強度以上の荷重であった。金物のひずみは許容の1.5倍の荷重まで線形を示し、インサート側のアンカー部で $2,000 \mu$ 、ボルトボックス側の孔周辺で $3,000 \mu$ 程度であった。

表-1 継手単体引張試験結果

継手金物	ボルト許容荷重 Pa (kN)	最大載荷荷重 Pu (kN)	$\frac{P_u}{P_a}$
インサート側	134	374	2.8
ボルトボックス側	(M24 10.9)	397	3.0

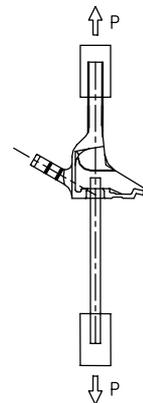


図-1 金物単体引張試験方法
(ボルトボックス側)

(2) 継手引張試験

図-2に示すように、複線用セグメント（厚さ400mm）を模擬した平板供試体を用いて、インサート側、ボルトボックス側継手の引き抜き試験を行い、リング継手としての定着部の強度、継手引張強度剛性、破壊性状を確認した。インサート側、ボルトボックス側ともに、ボルト引張強度以上の荷重にてアンカー根元付近が降伏し、载荷を終了した。試験結果を表-2に示す。

表-2 継手引張試験結果

継手金物	ボルト許容荷重 Pa (kN)	最大載荷荷重 Pu (kN)	$\frac{P_u}{P_a}$	引張剛性 (MN/m)
インサート側	134	450	3.4	130
ボルトボックス側	(M24 10.9)	495	3.7	190

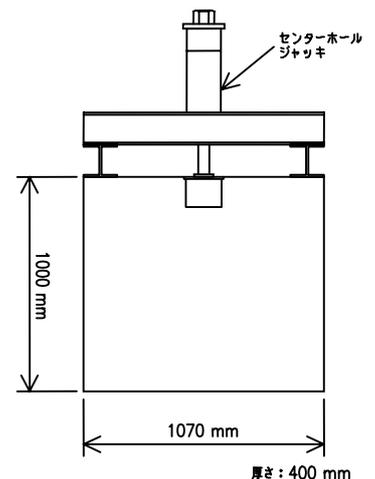


図-2 継手引張試験方法
(ボルトボックス側)

(3) 継手せん断試験

試験は、セグメント3リング分を模擬した3体の供試体を各々ボルト締結し、両端の供試体を固定して中央の供試体を押し抜く方法

で行った。図-4に荷重と供試体の相対変位量の関係を示す。継手の最大せん断荷重778kNはボルトのせん断強度以上であり、摩擦領域のせん断ばね定数 $3.2 \times 10^5 \text{kN/m}$ は設計値と同レベルであった。

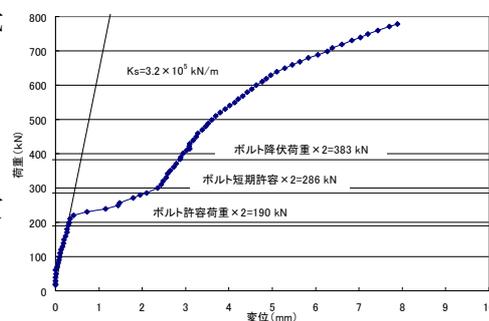


図-4 せん断荷重と相対変位量

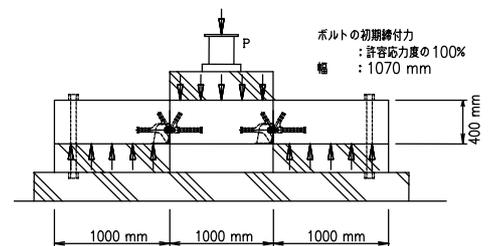


図-3 継手せん断試験方法

5. おわりに

溶接構造の継手をダクタイル一体鋳造することにより、コンパクトで力学性能にも優れるリング継手を開発した。この継手をセグメント継手にも応用することにより、セグメントの合理化に寄与できるものとする。

参考文献

- 1) 横井他: 新型継手DUE Tの開発(その2) -セグメント継手曲げ試験- : 第59回年次学術講演会、2004.9