

III-B 127

凸形セグメント実物大載荷試験（その1）
—— 継手曲げ試験 ——

西松建設 正会員 山崎 宏 東京都立大学 正会員 今田 徹
東京都立大学 正会員 山崎良一 西松建設 正会員 三戸憲二

1. はじめに

筆者らは、既に鋼板継手を対象にした継手曲げ試験¹⁾で、凸形セグメント継手は、せん断力と継手間隔の組合せによって曲げモーメントを伝達できるため、設計荷重を越えると従来型セグメントに比べてボルトの負担が少なく、構造的に有利という結果を得たが、ウイング部の箱抜きが構造的な弱点となって凸形セグメントの長所を十分に発揮するには至らなかった。そこで、ウイング部の応力集中を避けるため断面欠損の少ないプレセット鍛造ボルト式継手を採用し、地下鉄単線断面を対象にした実物大セグメントについて継手曲げ試験を行った。本報では、凸形セグメント継手の強度特性、変形性能、および新たに設定した曲げモーメント分担率について報告する。

2. 試験概要

今回の実験は地下鉄単線断面（外径5300mm、桁高250mm、幅1200mm）を対象とした。凸形セグメントと、比較対象の従来型セグメントの断面諸元を表-1に示す。凸形セグメントはボルトの負担が小さいので、セグメント幅を従来型よりも広くしているにも関わらず、ボルトの本数と仕様を低くした。また、ボルトの回転バネの影響を確認するために、ボルトの締結力は許容応力度の10%、40%、80%の3種類とした。

3. 結果および考察

凸形セグメントは、単独リングで従来型千鳥組リングと同等のリング性能を有することを開発目標にしているため、設計許容値や結果は、すべて従来型千鳥組リングを基準としている。

(1) 強度特性

3種類のボルト締結力のうち、代表値として80%について試験結果を表-2に示す。設計許容値は、従来型セグメントの継手部と本体部の許容値の平均値としている。今回の試験では、試験途中でPC鋼棒が塑性化したために、最終耐力を確認するに至らなかった。したがって、PC鋼棒が降伏する直前のボルトの応力度を基に最終耐力を計算した。これより、従来型セグメントに比べボルト仕様を低減しているにも関わらず、安全率が2.5を満足していることから、凸形セグメントは、イモ継ぎの状態でも千鳥組みされた従来型継手と同等の耐力を有していると言える。

(2) 変形性能

目開きと作用曲げモーメントから整理した継手部の見かけの回転バネ定数 K_{θ}' 、および K_{θ} を説明できるボルトの回転バネ k_b 、ほぞのせん断バネ k_s を表-3に示す。これより、凸形セグメント継手は従来型セグメントに比べ、高い回転剛性を有していることがわかる。

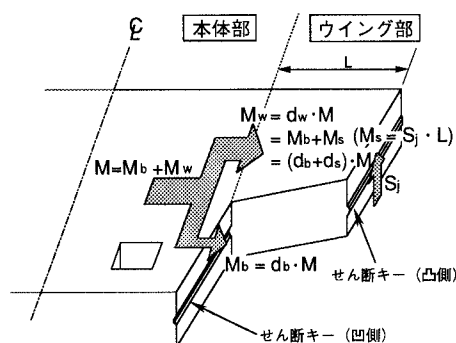


図-1 セグメントピース構造概念図および継手の曲げモーメント伝達機構

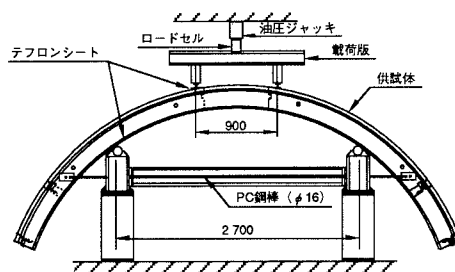
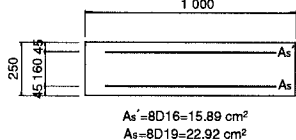
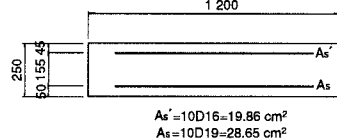
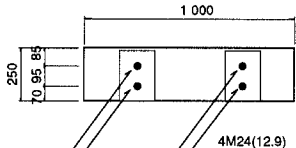
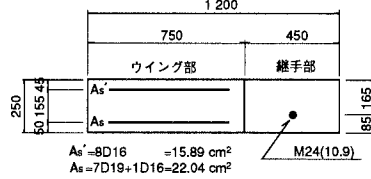


図-2 継手曲げ試験概要図

表－1 セグメント断面諸元比較表

	従来型	凸形
本体部	 1000 250 45 160 45 As' As As'=8D16=15.89 cm² As=8D19=22.92 cm²	 1200 250 50 155 45 As' As As'=10D16=19.86 cm² As=10D19=28.65 cm²
継手部	 1000 250 70 95 85 4M24(12.9)	 1200 750 450 ウイング部 継手部 250 50 155 45 As' As As'=8D16=15.89 cm² As=7D19+1D16=22.04 cm² M24(10.9)

(3) 曲げモーメント分担率

計測データを基に、ウイング部、継手部の抵抗曲げモーメントを算出して下式により正規化し、曲げモーメント分担率を設定する。

$$db = Mb / (Mb + Mw), \quad dw = 1.0 - db, \quad ds = dw - db$$

ここに、Mb：ボルトで負担する曲げモーメント

Mw：ウイング部で負担する曲げモーメント

db：ボルトの曲げモーメント分担率

dw：ウイング部の曲げモーメント分担率

ds：はぎの曲げモーメント分担率

この結果得られたボルトの曲げモーメント分担率を表－3に、締結力が80%のときの各分担率の推移を図－3に示す。載荷初期段階では、締結力の影響でボルトの分担率が大きめにでているが、載荷と共に一定値に落ちついており、徐々にせん断キーによる曲げモーメントの分担率が増加している。また表－3より、ボルトの締結力が小さいほどボルトの分担率が小さい傾向が見られることから、凸形セグメントではさらにボルト径を細くすることが可能と考えられる。

4. 終わりに

継手曲げ試験より、凸形セグメント継手はボルトの仕様を低下させても千鳥組みされた従来型セグメントと同等以上の耐力を有していることが確認されたが、継手面の軸力が小さいため実応力レベルに比べせん断パネの効果が過小評価となっている傾向がうかがえた。そこで、リング載荷試験を行い凸形セグメントの実応力レベルでの挙動および性能を確認することとした。

最後に、継手曲げ試験にあたってご協力いただいた、ジオスター(株)加瀬明氏、藤野豊氏、岩田和実氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 今田徹、他：凸形セグメントの開発、土木学会第50回年次講演会概要集Ⅲ pp.1206～1207

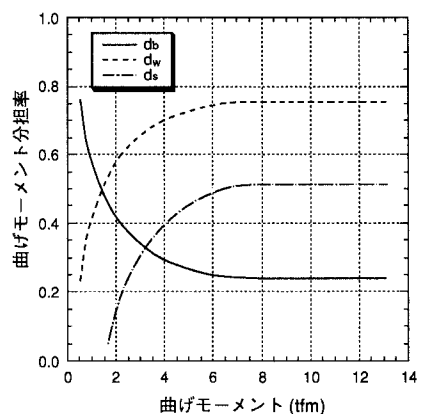
表－2 継手曲げ試験結果一覧表

	計算値	実測値
曲げモーメント (tfm/1.2m)	7.21	—
破壊時	17.8	19.6
安全率	2.46	2.72

表－3 パネ値算定結果

ボルト締結力	10 %	40 %	80 %
P (tf/ring)	7.0	11.0	11.0
Kθ' (tfm/rad)	900	1700	3400
kb (tfm/rad)	140	320	880
ks (tf/m)	3500	6200	9400
db	0.16	0.18	0.26

注) dbは設計荷重レベルでの値である。



図－3 曲げモーメント～分担率