

Ⅲ-B 82

改良型曲りボルトセグメントの開発(その2)

— 継手曲げ実験、継手せん断実験 —

ジオスター

正会員 田中 秀樹

ジオスター

白石 哲也

下水道新技術推進機構

伊東 良秀

下水道新技術推進機構

小林 卓矢

1. はじめに

筆者らは建設コストの縮減を目的として、過去に使用実績の多かった曲りボルトセグメントに着目し、曲りボルト継手の問題点を解決することにより設計・施工における合理的な覆工構造を実現する改良型曲りボルト継手を開発した。本報では、実物大コンクリート供試体を用いた継手曲げ実験および継手せん断実験結果について報告する。

2. 継手曲げ実験

(1) 実験概要

コンクリート供試体は、設計基準強度 45 kN で、桁高 250mm×幅 1200mm×長さ 1345mm の平板構造とした。補強筋は FCAD500、曲りボルトの仕様は、M27、曲半径 350mm、長さ 410mm で、強度区分 6・8 と 10・9 を、

また、ボルト断面およびボルト位置を同一にした金具継手も同様に 2 種類、合計 4 セットを製作した。

改良型曲りボルトおよび金具継手について R/C 理論によって求めた継手の抵抗モーメントは、ボルト強度区分 6・8、10・9、に対してトンネル標準示方書に準ずれば、

正曲げ $M_r = 27.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 、 $49.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$

負曲げ $M_r = 15.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 、 $27.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$ である。

載荷は、支点スパン 2.40m、載荷スパン 0.40m の中央 2 点載荷により行った。

(2) 実験結果

図-1、図-2 に正の曲げおよび負の曲げモーメントと継手回転角の関係を示す。改良型曲りボルト継手は、初期締結力の効果が顕著に現れた。金具継手については、同一金具（10・9 使用時の標準規格）を使用したためボルト強度区分による差異はほとんど無かった。

表-1 に継手部抵抗モーメント時の回転ばね定数（割線）を示すが、高力ボルト使用時には、継手板の変形が影響する金具継手の約 3 倍の曲げ剛性が得られた。

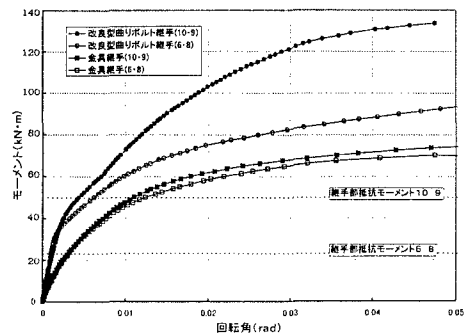


図-1 モーメントと回転角の関係(正曲げ)

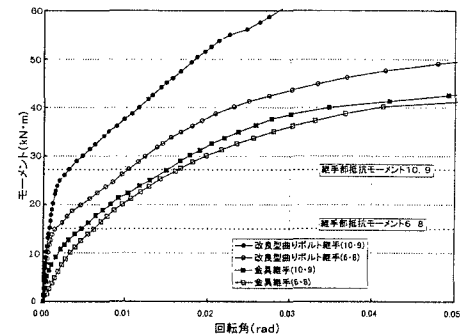


図-2 モーメントと回転角の関係(負曲げ)

表-1 抵抗モーメント時の回転ばね定数 (kN・m/rad)

	正の回転ばね定数		負の回転ばね定数	
	10-9	6-8	10-9	6-8
改良型曲りボルト継手	11500	23600	8700	10600
金 具 継 手	4500	7700	3100	2400

キーワード：シールドセグメント、曲りボルト継手、金具継手、補強筋、建設コスト縮減

連絡先：〒108-0014 東京都豊港区芝4-2-3 Tel 03-5232-1405 Fax 03-5232-2651

破壊は、いずれもコンクリートの圧縮破壊となったが、10・9使用時には正曲げ抵抗モーメントの約2.6倍、金具継手の約1.7倍の耐力が得られた。図-3に改良型曲りボルト継手および金具継手の破壊状況を示す。

3. 継手せん断実験

（1）実験概要

供試体は、図-4に示す桁高250mmで、継手曲げ実験と同一ボルトを使用した。補強管には凹凸の調芯部を設け、凹凸部のクリアランスは、金具継手と同様に3mmとした。

試験方法は、図-5に示すように2対4ヶ所のリング継手を有する中央の供試体をセグメントの内面側を押す形で載荷した。

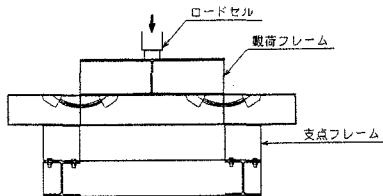


図-5 載荷試験方法

（2）実験結果

図-6は、荷重とリング間変位量を示したものである。改良型曲りボルト継手では、凹凸部の製作精度の影響もあると考えられるが、ほぼバイリニアな変形を示したのに対し、金具継手は、初期締結力の影響区間、クリアランス部でのすべり区間およびボルトのせん断抵抗区間のトリリニアな挙動が顕著に現れた。また、初期締結力の影響区間でのせん断ばね定数は、 $3.5 \sim 5.0 \times 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m}$ の範囲にあった。

破壊状態については、改良型曲りボルト継手は補強管凹凸部破壊と継手回りの押し抜きせん断破壊が先行した。（図-7）これについては、凹凸部の形状や補強鉄筋の配置等に対応できるが、実設計においてはセグメント間とのバランスを考慮してオーバースペックとならないよう所要耐力を設定しなければならない。

4. おわりに

改良型曲りボルト継手は、従来型曲りボルト継手の剛性や強度の低下といった課題を十分に解決し、従来の金具継手と同等以上の性能が確認された。

今後は、すでに実施している添接曲げ試験や試験施工の結果とあわせて、合理的な設計方法および自動化施工への対応等について提案する予定である。

<参考文献> セグメント継手の合理的な設計法に関する研究（Ⅱ）村上博智、小泉淳、当麻順一、菊田征勇

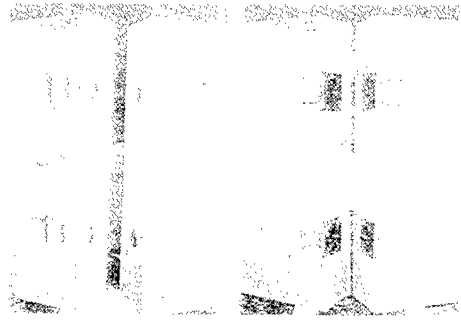


図-3 継手破壊状況

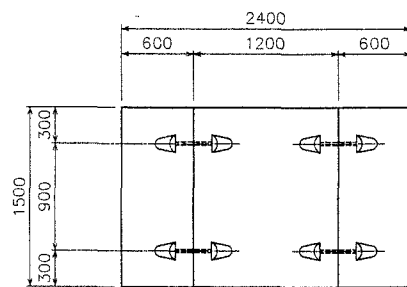


図-4 継手せん断試験供試体

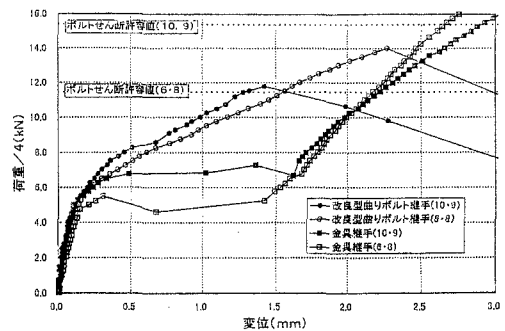


図-6 荷重とリング間変位量の関係



図-7 改良型曲りボルト継手破壊状況