

### Ⅲ－B 81

## 改良型曲りボルトセグメントの開発(その1)

－開発概要およびトルク導入実験－

|            |     |       |
|------------|-----|-------|
| 下水道新技術推進機構 | 正会員 | 中西 康博 |
| 下水道新技術推進機構 |     | 篠田 康弘 |
| ジオスター      |     | 田代 博海 |
| ジオスター      |     | 大塚 弘己 |

#### 1. はじめに

現在、下水道事業における建設コストの縮減に向けた様々な検討がなされている。筆者らは、下水道事業の工法として大きく占めているシールド工事において、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た。曲りボルトセグメントは、ボルト締結時にとも回りがなく組立性に優れていることや、ボルトボックスによる欠損が少ない等の長所があった反面、ボルトの変形による継手剛性の低下、締結時のボルト孔周辺のひび割れ発生、組立時の目違い等の課題も多く残していた。

そこで、これらの問題点を解決し、従来の特徴を活かしたまま、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。

#### 2. 構造および開発概要

##### (1) 構造概要

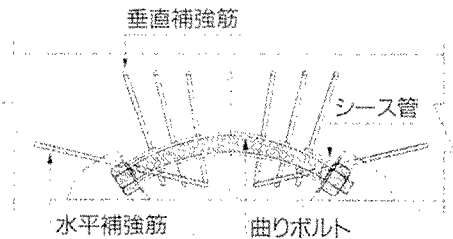
従来型曲りボルト継手は、直線部（ねじ部）と湾曲部からなる曲りボルトの挿入に必要なボルト孔径とセグメント脱型時の抜テーバーにより、継手面においては約 6mm 程度のクリアランスを有している。また、ボルト孔の補強として、図－1 に示す数組の鉛直補強鉄筋と 1 組の水平補強鉄筋が配置されている。

一方、改良型曲りボルト継手は、ボルト孔クリアランスを最小限に押さえたボルト孔補強部と、ボルト孔回りの補強鉄筋を省略できるアンカー部を一体化したダクタイル製補強管 (FCAD500) を内蔵した。また、ボルト頭部およびナット定着部に錨を設け、締結力を補強管を介して確実に継手部コンクリートに伝達する構造とした。(図－2)

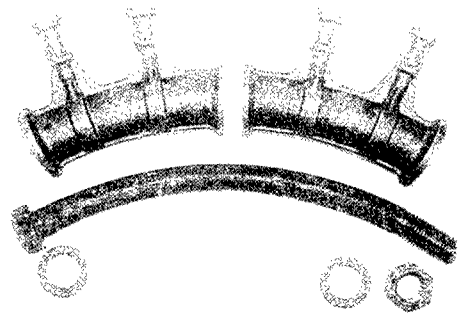
さらに、リング継手については、凹凸状の調芯機能を追加して組立性および添接効果を高める構造とした。(図－3)

##### (1) 開発概要

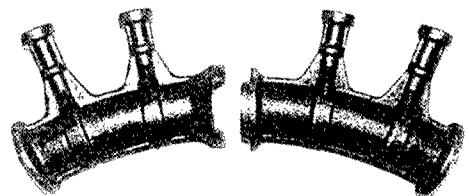
改良型曲りボルトセグメントの開発は、各種要素技術検討（トルク導入実験、継手曲げ実験、継手せん断実験、添接曲げ実験）において、従来型曲りボルト継手および鋼板継手と比較により改良効果を確認し、東京都下水道局発注の神谷幹線その 2－2 工事（4800mm×200mm×1000mm）での試験施工によって施工性の最終確認を行った。



図－1 従来型曲りボルト継手



図－2 ダクタイル製補強管(セグメント間)



図－3 ダクタイル製補強管(リング間)

キーワード：シールドセグメント、曲りボルト継手、鋼板継手、補強管、建設コスト縮減  
連絡先：〒171 東京都豊島区西池袋1－2 2－8 Tel 03-5951-1331 Fax 03-5951-1333

### 3. トルク導入実験

従来型曲りボルト継手の主な問題点の原因として、初期締結力の不足が考えられた。そこで、ボルト締付け（トルク導入）実験により曲りボルトおよび継手部コンクリートの挙動を把握することとした。

トルク導入実験の第一段階として、補強管内部の状態を模擬する試験装置（図－4）により、締付けトルクとボルト中央部発生応力の関係を求めた。ボルトは、M27、曲率半径 350mm、首下長 410mm について、3 種類の強度区分（6・8、8・8、10・9）を比較した。結果は、ボルト変形による影響が初期に見られるが、補強管に完全に接触した後は、ほぼ直線的に締付け力が増加する傾向となった。（図－5）表－1 に各ボルト強度区分の許容応力レベル（下水道用標準セグメントを基準）の所要トルクとトルク係数を示す。

表－1 各強度区分における所要トルクとトルク係数

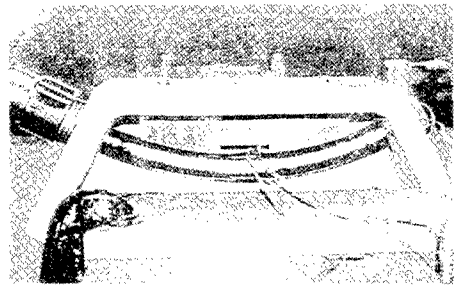
| 強度区分  |                   | 6・8  | 8・8  | 10・9 |
|-------|-------------------|------|------|------|
| 許容応力度 | N/mm <sup>2</sup> | 180  | 210  | 300  |
| 所要トルク | N・m               | 600  | 800  | 900  |
| トルク係数 |                   | 0.18 | 0.22 | 0.18 |

次に、継手 1 組を内蔵する桁高 250mm の実物大継手のコンクリート供試体を製作し、従来型と改良型曲りボルトについてボルト締結力が継手部に及ぼす影響を確認した。測定は、継手部コンクリート内面側のコンクリートひずみゲージを用いボルトの発生ひずみ制御にて行った。（図－6）また、曲りボルトはいずれも強度区分 10・9 を使用した。結果は、従来型曲りボルト継手ではワッシャー定着部のコンクリートがかけ、また、内面側にひび割れが発生しボルト許容応力レベルまでの締結力は得られなかった。（図－7）一方、改良型ではコンクリートに極端な応力集中もなく、所定の応力レベル以上の導入が可能であった。

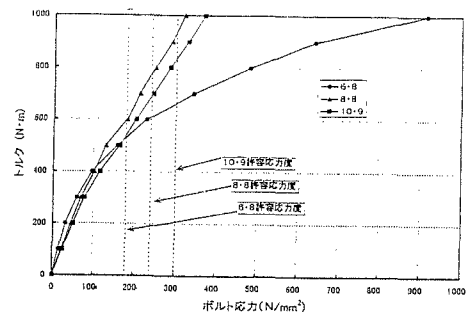
### 4. おわりに

改良型曲りボルト継手は、ボルト孔をダクトイル管で補強した継手である。その補強効果は各種要素技術実験で明らかとなったが、本報ではその基本となるトルク導入について、十分な締付けが出来なかった従来型の問題点を再現し、改良型においては高力ボルトの効果的使用が可能となることを確認した。

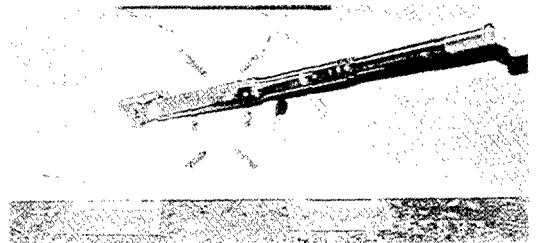
最後に本研究開発をご指導いただいた早稲田大学小泉教授、また、試験施工にあたっては多大なご理解とご協力をいただいた東京都下水道局、大成・西武建設共同企業体の皆様に感謝の意を表します。



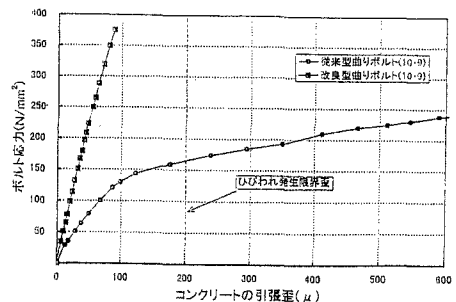
図－4 トルク導入試験装置



図－5 締付けトルクとボルト応力の関係



図－6 トルク導入試験概要



図－7 ボルト応力と継手部コンクリートひずみの関係