

改良型曲がりボルトセグメント の開発に関する共同研究

研究報告

'97 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1997 No.13



建設大臣認定機関

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

本機構は、下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、平成4年9月28日設立以来、新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

設立後、5年間が経過するなかで本機構と地方公共団体とで進めた技術開発のうち、東京都の「造粒調質濃縮技術の実用化研究」、長野県・東京都等との「垂直管渠の実用化」等があり、実施設として建設され、現在稼働しています。今後も、更に新技術の普及実用化を進めていきたいと思ひます。

本報告書は、本機構が設けている下水道新技術研究所における、平成9年度の研究成果をとりまとめたものです。

平成9年度は、公的機関から新技術活用モデル事業である「車載式高効率汚泥乾燥設備の実用化研究」他45課題、民間企業から「偏心多軸シールド工法に関する共同研究」他14課題、固有研究4課題の合計63課題の調査研究を行い、また民間が開発した新技術の審査証明5課題を実施しました。

本書は、民間との共同研究のうち『改良型曲がりボルトセグメントの開発に関する共同研究』についてその概要を報告するものであります。

この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理事長

玉 木 勉

改良型曲がりボルトセグメント の開発に関する共同研究

はじめに

現在、下水道事業の建設コストスリム化に向けた様々な検討が進められている。

下水道工事の大きな部分を占めているシールド工法におけるコスト削減では、セグメント継手ボルトの省略などの研究がなされているが、本研究では、ボルト締結時にも回りが無く施工速度が速いうえ、過去にはかなりの実績がある曲がりボルト継手に注目した。

曲がりボルト継手は、旧来からあった技術であり、現在主流となっている金具式直ボルトセグメントと比べて、合理的な設計が可能で、かつ施工性に優れた長所がある反面、ひび割れの発生や、剛性が小さく変形が大きい、組立精度（真円度）が低い、などの問題から国内ではほとんど採用されなくなっている。

そこで、これらの問題点を解決する改良型

曲がりボルトセグメントを開発し、セグメントの製作コスト削減と、設計・施工の合理化でシールド工法全体のコスト削減を図ろうとするものである。

研究内容

従来型曲がりボルトセグメントでは、ボルトの締結力を大きくするとセグメント本体のコンクリート部にクラックが生じやすく、高力ボルトを使用して大きな締結力で締めつけることができなかった。また、型枠でボルト穴を抜くためテーパがついて結果としてボルト穴のクリアランスが大きくなり、組立精度を悪化させる原因となっていた。

改良型曲がりボルトセグメントでは、補強管を使用することで大きな締結力で締めつけることが可能になったほか、セグメントの組立精度についても補強管によるクリアランス

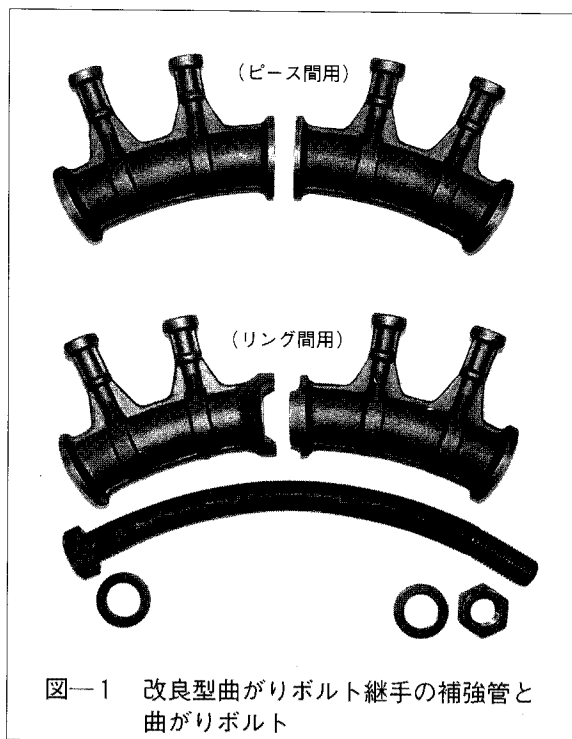


図-1 改良型曲がりボルト継手の補強管と曲がりボルト

の調整やリング間の補強管に調芯用の凹凸を設けることで精度の向上が図られている。

(図-1)

シールド覆工のコスト縮減方法には、セグメントの改良と二次覆工の省略があるが、本研究はこのうちのセグメントの改良を目指しており、①セグメントの製作費低減②セグメントの組立速度向上③設計手法の見直しによる合理化・簡素化—によってコスト縮減を図ろうとするものである。

平成九年度は、改良型曲がりボルトセグメントの効果を検証するため要素試験を行った。要素試験は図-2に示すフローに従って行った。

研究結果

1. トルク導入試験

トルク導入試験の結果から、各ボルト強度

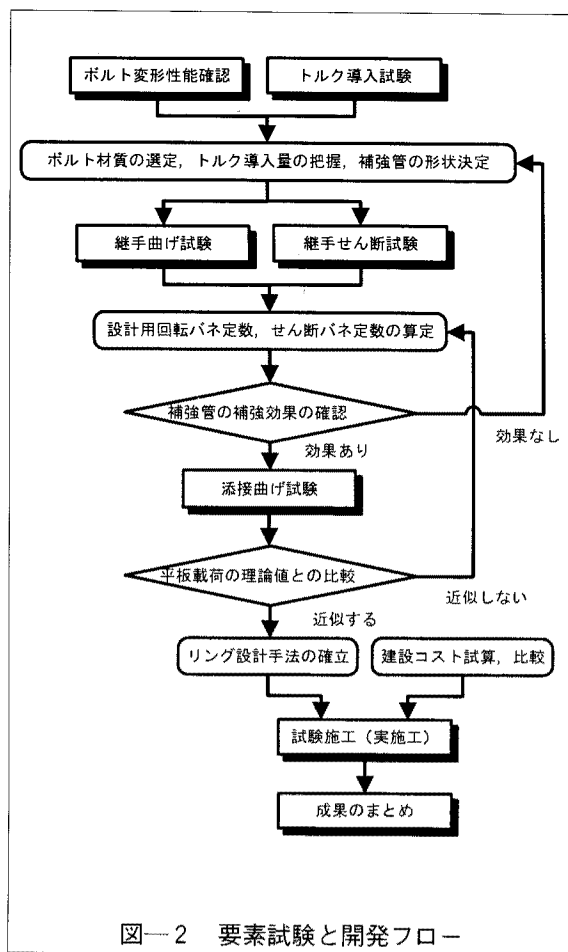


図-2 要素試験と開発フロー

区分の許容応力度レベル（標準セグメント基準）までの締結に必要な締付トルクは表-1の通りであった。

従来型曲がりボルトセグメントでは6・8が多く使用されていたが、導入トルクに対する変形量が8・8や10・9と比べて大きいことが確認された。また、従来型曲がりボルトセグメントに10・9を導入した場合、コンク

表-1 ボルト締結に必要な締付トルク

ボルト強度区分	6・8	8・8	10・9
許容応力度 (kgf/cm ²)	1800	2100	3000
所要トルク (kgf・cm)	6000	8000	9000

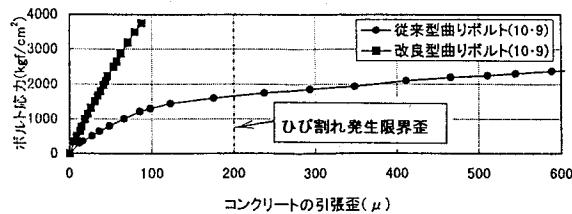


図-3 コンクリート引張歪とボルト応力の関係

リートにクラックが発生し、定着部ワッシャーがコンクリートに食い込んで許容応力度までの締め付けができなかった。これに対して改良型曲がりボルトセグメントでは、導入トルクとボルト応力の関係は許容応力レベルまでほぼ比例関係にあり、コンクリートにはクラックは発生せず、補強管の効果が確認できた。(図-3)

2. 継手曲げ試験

金具式直ボルトセグメントと比較して改良型曲がりボルトセグメントの高い回転剛性が確認された。(表-2)

3. 継手せん断試験

金具式直ボルトセグメントと比較して改良型曲がりボルトセグメントの調芯機能の凹凸による高いせん断剛性が確認された。(表-3)

4. 添接曲げ試験

改良型曲がりボルトセグメントではリング

表-2 抵抗モーメント時の回転バネ定数

回転バネ定数 $tf \cdot m/rad$	回転バネ (正)		回転バネ (負)	
	10・9	6・8	10・9	6・8
改良型曲がりボルト継手	1800	2200	1700	1300
金具式直ボルト継手	300	800	120	250

表-3 せん断バネ定数

		10・9	6・8
改良型 曲がりボルト継手	Ks1	53400	43900
	Ks2	15500	4300
	Ks3	2000	0
	Ks4		5700
金具式 直ボルト継手	Ks1	50300	35100
	Ks2	0	0
	Ks3	6500	8400

間のプレストレスによる添接効果が設計曲げモーメントの約2倍近くまで現れている。変形量は金具式直ボルトと比較して改良型曲がりボルトセグメントでは約1/5に低減されている。改良型曲がりボルトセグメントの最終荷重は金具式直ボルトセグメントの約1.2倍になった。

今後の予定

今年度の結果およびデータをもとにリング解析(梁バネモデル)による合理的な設計方法を提案し、セグメントの簡素化によるコスト縮減についてアプローチする。

また、平成10年度には東京都下水道局の実施工現場にて改良型曲がりボルトセグメントを一部区間に試験導入し、現場での有効性を確認する試験を行う予定である。

一方、改良型曲がりボルトセグメントは、二次覆工省略型に対しても有利であるため、手法や材料について今後検討するほか、とも回りが無いなど構造的なメリットを生かし、セグメント組立自動化施工への対応についても研究する予定である。

•この研究に関する問い合わせは

研究第二部長

研究第二部
主任研究員

研究第二部
研究員

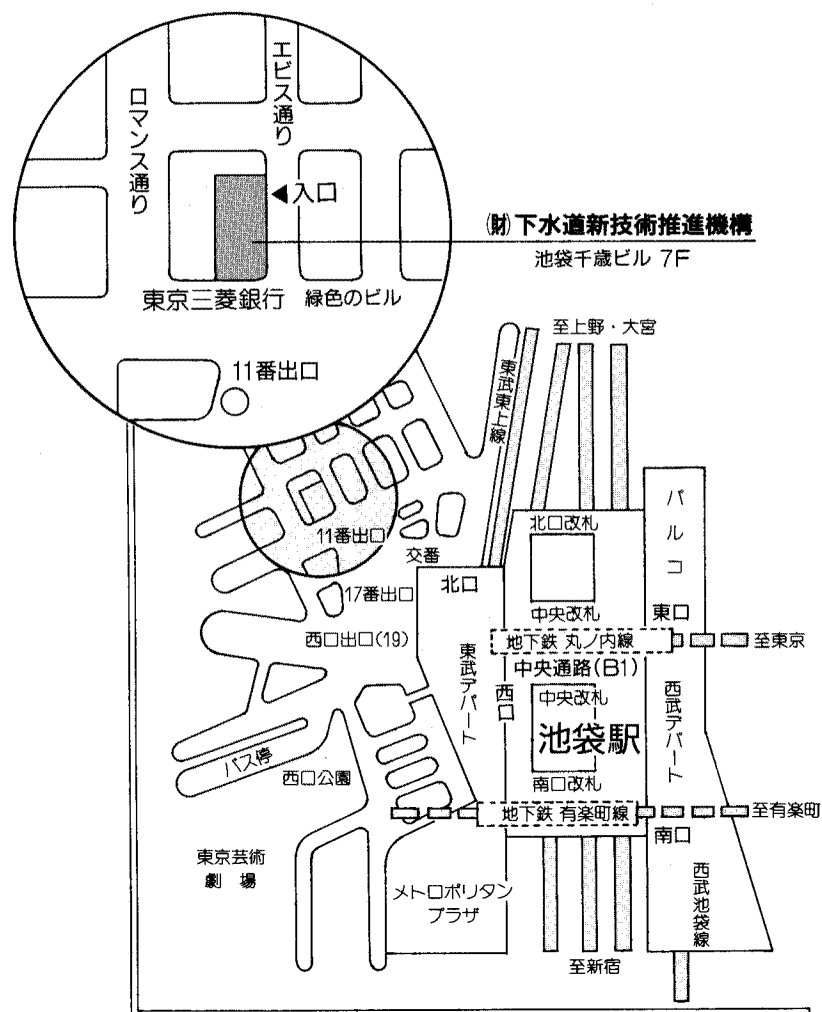
研究第二部
研究員

前田正博

佐伯守久

伊東良秀

小林卓矢



財団法人 下水道新技術推進機構

Japan Institute of Wastewater Engineering Technology

〒171-0021 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階

TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333