

締結力導入型セグメント継手の開発

大成建設（株） 土木設計部 正会員 ○神田 晟 服部 佳文 尾関 孝人
大成建設（株） 土木技術部 正会員 谷口 敦 志田 智之

1. はじめに

貯留管等のシールドトンネルは、ゲリラ豪雨などの自然災害への対策として今後多くの工事が想定される。このようなシールドトンネルは内水圧により引張力が作用するため、あらかじめ継手部に締結力を導入し、確実に止水材を封入できるような継手構造が望ましい。従来のワンパス型継手は締結力の導入が可能なものもあるが、その大きさを制御できないうえ、大きな締結力を導入できない問題がある。一方、ボルト継手の場合は、ボルトを直接締め付けるため大きな締結力を確実に導入できるが、後施工でボルトボックスを穴埋めして内面平滑性を確保する必要があり工費・工程が増加するといった問題がある。以上のような既往継手の問題を解消することを目的として、所定の締結力を確実に導入し、後施工が極力少なくなるような新たなセグメント継手を開発した。

本稿は、この締結力導入型セグメント継手（以降、本継手）の概要および性能確認を目的とした締結力導入試験、単体引張試験、継手曲げ試験結果を示す。

2. 継手構造の概要

本継手はウォームギア、ウォームホイール、継手ボルト、およびそれらを内包するボックスで構成されており、本稿では図 1 に示すような合成セグメントへの適用を想定した継手形状について報告する。①ウォームギアにトルクを導入し②ウォームホイールが回転することで③継手ボルトに締結力が確実に導入される構造となっている。締結力導入後は、ウォームギア挿入孔をキャッピングすることで内面平滑を確保でき、後施工の簡略化を図っている。今回の試験では継手ボルトを M27 (10.9) とし、ウォームホイールは長期許容応力度相当の締結力を導入可能な形状とした。なお、ウォームホイールの形状を変えることで導入できる締結力も変更可能である。本継手を適用した場合の合成セグメントの施工手順を表 1 に示す。

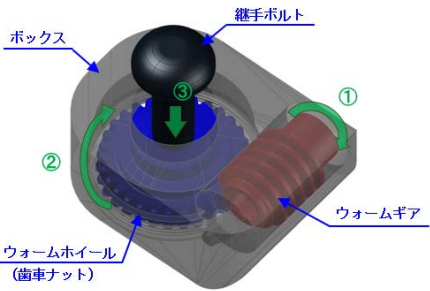


図 1 継手の構造概要

表 1 合成セグメント施工手順

継手挿入前		継手挿入後⇒締結力導入	
全体図	継手部拡大図	全体図	継手部拡大図

3. 締結力導入試験

(1) 試験概要

本継手に導入可能な締結力を把握するため、図 2 のように人力でウォームギアを回転させ、締付けトルクと締結力を計測した。なお、実施工では電動トルクレンチで時間短縮を図り、増し締めや緩めることも可能である。

(2) 試験結果

トルクレンチを用いて人力で締付けトルク 160 N・m まで導入することで、継手ボルトの長期許容応力度相当の締結力が導入可能なことを確認した。



図 2 締結力導入試験状況

キーワード 内水圧, 合成セグメント, セグメント継手, 締結力導入試験, 単体引張試験, 継手曲げ試験

連絡先 大成建設株式会社 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 TEL03-5381-5417

4. 単体引張試験

(1) 試験概要

本継手単体の性能確認をするため、単体引張試験を実施した。本継手は継手ボルトを継手板に挿し込んだ後、スライドして所定の位置に設置するため、図3のように試験体に切欠きを設けた。また、継手ボルトには長期許容応力度相当の締結力を導入した。

(2) 試験結果

単体引張試験の荷重－変位曲線を図4に示す。試験の結果、継手板の短期許容応力度相当まで載荷しても降伏せず、所定の強度を有することを確認した。

5. 継手曲げ試験

(1) 試験概要

本継手を有するセグメントの性能確認をするため、継手曲げ試験を実施した。図5のように、載荷方法は水平載荷とし、載荷位置は中央2点載荷で両端可動支持とした。また、継手ボルトには長期許容応力度相当の締結力を導入した。

強度、曲げ剛性の設計値は単体引張試験と同様に、継手板の切欠きを考慮して算定した。なお、載荷は継手部の引張強度相当である140 kNまで行う計画とした。継手部が各応力度に達する時の載荷重を表2に示す。

表2 継手部が各応力度に達する時の載荷重

	長期許容応力度相当Pa	短期許容応力度相当Py	引張強度相当Pu
部材	継手ボルト	継手ボルト	継手板
載荷重	53kN	79kN	140kN

(2) 試験結果

継手曲げ試験の荷重－変位曲線を図6に示す。試験結果を以下に整理する。

- 設計で想定した $P_a=53\text{ kN}$, $P_y=79\text{ kN}$ まで載荷しても荷重－変位関係の勾配は線形であり、継手部は降伏していないことを確認した。
- 載荷重 120 kN 付近で勾配が小さくなり始め、継手部が降伏していることを確認した。
- 載荷重 140 kN で継手部の引張強度相当荷重 P_u に達したため、載荷を終了した。
- 曲げ剛性(勾配)は、設計で想定した切欠きを考慮した場合を上回ることを確認した。

以上より、所定の強度、曲げ剛性を有することを確認した。

6. おわりに

上記の性能確認試験より、本継手が所定の性能を有していることを確認した。今後は、本継手を実施工の合成セグメントに適用予定である。また、RCセグメント用の継手形状も開発しており、今後報告する。

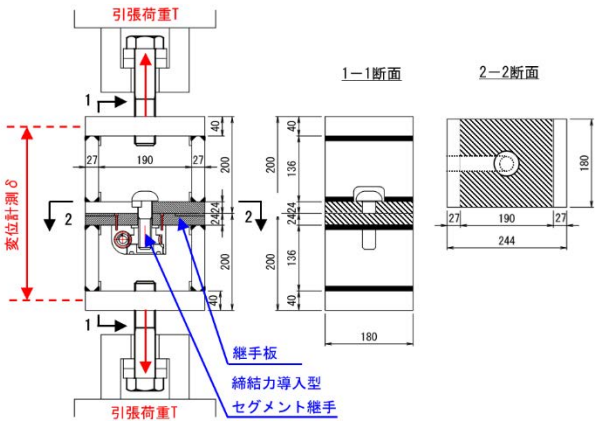


図3 単体引張試験概要図

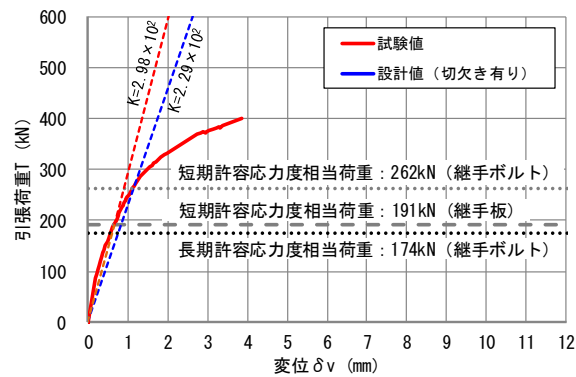


図4 単体引張試験結果

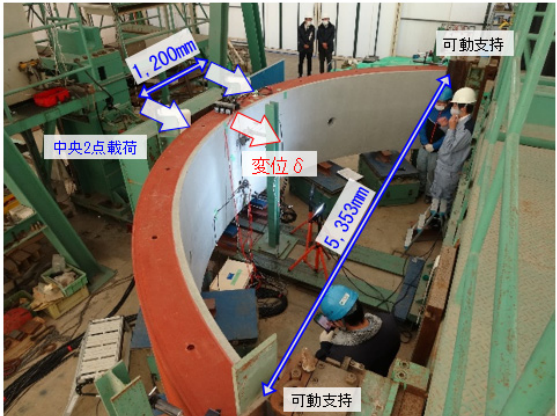


図5 継手曲げ試験状況

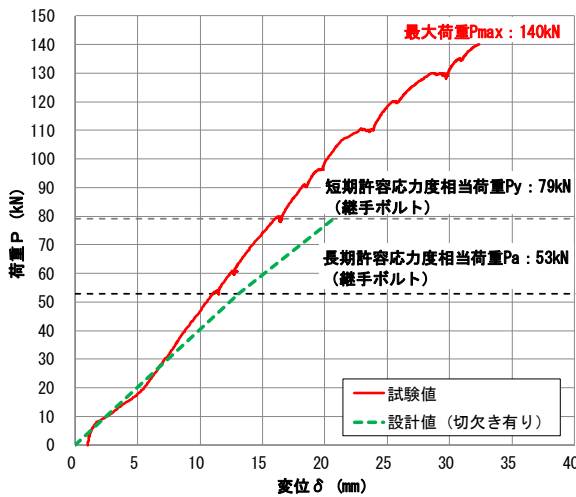


図6 継手曲げ試験結果