

新型コッター継手の開発

新日本製鐵(株) 正会員 中山裕章 三宅正人

1. 目的

軟弱地盤中のシールドトンネルでセグメントに大きな曲げ荷重が作用する場合や、内水圧が外圧に比べて大きい場合など、セグメント継手に引張り力が作用することがあるが、通常の嵌合式機械継手のメス継手においては係合部が継手板の表面に一致しているため、少ない引張り荷重で面外変形を起こし、セグメント継手面での止水性が問題となることがある。そこで、引張り荷重が作用するときのメス継手周辺の継手板の変形を抑止できるオス・メス嵌合方式の新型コッター継手の開発に取り組んでおり、今回基本的な嵌合性能及び引張り抵抗性能を調査することを目的に、嵌合試験及び単体曲げ試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 構造仕様

メス継手において、継手板に係合部の変形の影響が出ないように継手板より所定の間隔おいた内側の位置に傾斜面を有する係合部を設け、ここに断面がH型形状でメス継手と重なり合うよう接触面が傾斜したオス継手を嵌合させる(写真-1)。オス継手にはネジ構造を有する2本のピンが取り付けられ、継手板とナットとの間に皿バネ座金を挟むことで、嵌合時にセグメント継手に所定の軸力が導入されるような構造となっている(図-1)。

3. 許容設計荷重

新型コッター継手においては、オス継手のピン部分が引張りに対して最も弱い構造となっており、オス継手ピン部分の許容耐力をセグメント継手の許容設計値とした。

4. 嵌合試験

図-1に示す1セットの継手を用いて嵌合時に継手に発生する軸力及び嵌入力の変位を調査を行った。試験においては、製作誤差・施工誤差を考慮して、継手板が緩んだ状態・締まった状態を模擬するために表-1に示すような条件を継手部に付与した。

(1) 継手軸力

図-2に嵌入方向変位の増加に伴うオス継手のボルトに発生する軸力の増加を示す。各ケースで最終嵌入変位が異なっているが、これはオス継手とメス継手の嵌合初期の相対位置がそれぞれに付与した条件により異なるためである。初期条件の違いに拘らずどのケースに

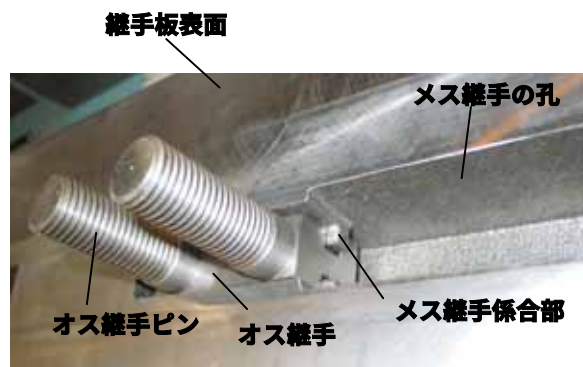


写真-1 新型コッター継手構造仕様

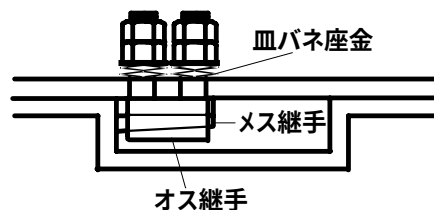


図-1 新型コッター継手構造仕様

表-1 嵌合試験パラメータ

ケース1	標準, 切削せず	
ケース2	標準, 0.8mm切削	継手が緩くなったときを想定(製作許容誤差の半分程度)
ケース3	ナットを0.5mm締付け	現場で最大限ナットを手で締め付けられる量
ケース4	1.5mmのシム板挿入	1.5mm=セグメント幅方向製作許容誤差(最も厳しい条件)

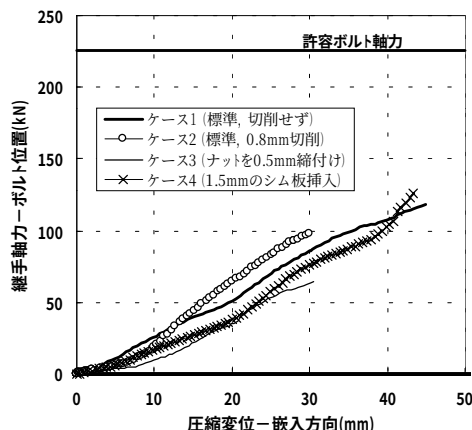


図-2 ボルト導入軸力

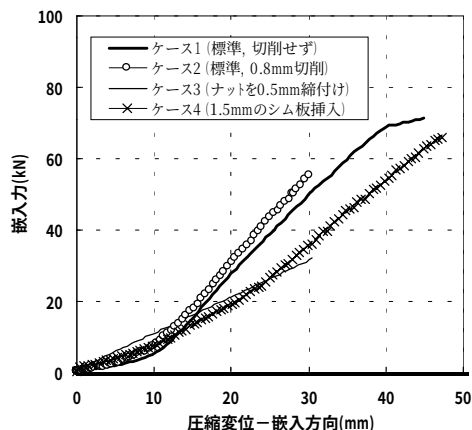


図-3 嵌入力

シールドトンネル・機械式セグメント継手・嵌合試験・曲げ試験

〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 tel0439-80-2196 fax0439-80-2745

おいてもボルトに発生する軸力はほぼ同様で許容耐力以下となっている。

(2) 嵌入力

図-3に嵌入に伴う嵌入力の増加履歴を示す。初期条件として与えた締結度合いの違いによる嵌入力への影響はほぼ見られず、最大で70(kN)程度であり通常のエレクターで押し込み可能な荷重となっている。

5. 曲げ試験

図-4に示すような1200(mm)幅のセグメントに4箇所の嵌合部をオス・メス左右対称に配置した継手を用いて、添接板を使用しないセグメント継手単体の曲げ試験を実施した(図-5)。

(1) 継手回転剛性

図-6,7に载荷中央部の継手の回転角,曲率と作用モーメントとの関係を示す。図中、許容設計値以下と以上で領域を分けており、それぞれの領域で線形近似により回転バネ定数,曲げ剛性を求めた結果を表-2にまとめて示す。許容設計値前に多少非線形性が現れているが、図-8に示すような今回使用した皿バネ座金(M22 1種 重荷重)の変形—抵抗特性の影響が含まれているためと考えられる。実験装置が可能な範囲まで载荷を継続したが、継手が破断に至ることはなかった。

(2) 継手ひずみ

図-9にオス継手ピン部の軸方向ひずみを、図-10にメス継手部の継手板(図-4に計測位置を図示)の最大主ひずみの履歴を示す。オス継手においては、初期導入軸力解放後のひずみの蓄積が大きくなるが、メス継手周辺の継手板には殆どひずみが発生しておらず、係合部を内部へ設置することで継手板の変形を抑制できることを確認できた。

6. まとめ

今回実施した試験により、新型コッター継手が①想定される製作・施工誤差の範囲内で施工上通常のエレクターで嵌合可能であり、②引張り荷重が作用しても継手板の変形が少なく止水性確保に有利な構造である、ことを確認した。

【謝辞】新型コッター継手の開発に当り、前田建設工業株式会社殿にご協力頂きました。ここに謹んで謝意を表します。

【参考文献】1) シールド工事中用標準セグメント, 平成13年7月1日改正, 社団法人土木学会・社団法人日本下水道協会共編

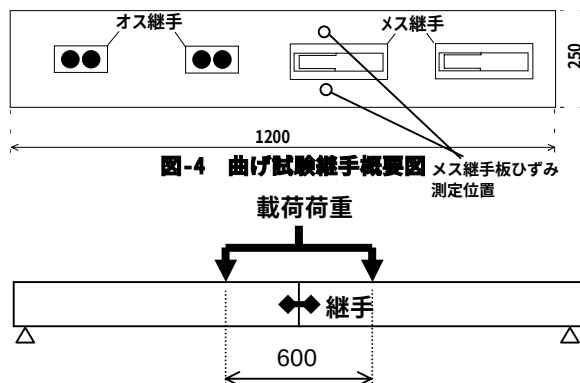


図-4 曲げ試験継手概要図

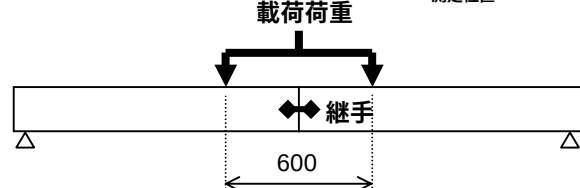


図-5 曲げ試験概要図

表-2 回転曲げ定数・曲げ剛性

	回転バネ定数 (MN・m/rad)	曲げ剛性 (kN・m ²)
許容荷重以下	164	1713
許容荷重以上	23	237

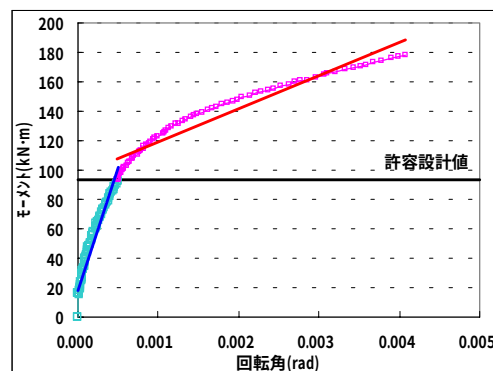


図-6 回転角—モーメント関係

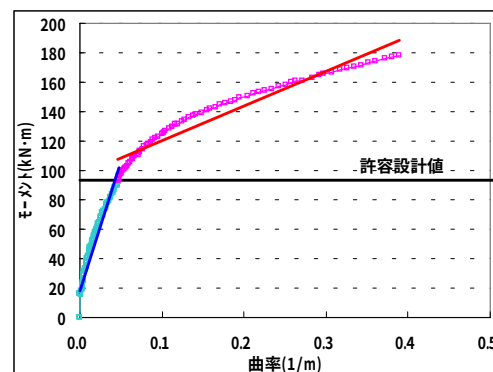


図-7 曲率—モーメント関係

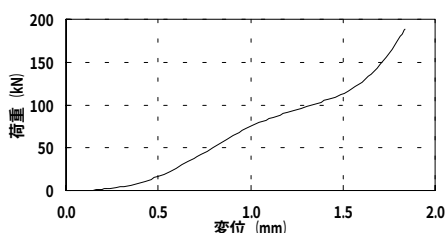


図-8 皿バネ座金の変形—抵抗力関係

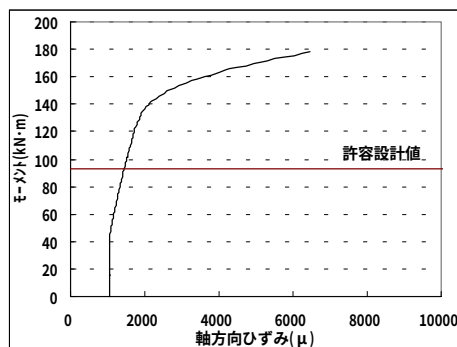


図-9 オス継手ボルト部のひずみ

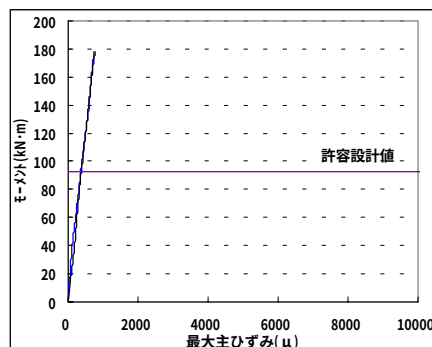


図-10 メス継手板のひずみ