

合成セグメントの開発その2 (セグメント継手)

石川島建材工業(株)

正会員○國藤 崇

正会員 山田 晃司

正会員 浅野 裕輔

正会員 橋本 博英

1. はじめに

近年のシールドトンネルでは、高土水圧下にさらされる大深度での施工や特殊荷重部、重荷重部、開口部等において、コンクリート中詰め鋼製セグメント(SSPC)が多く用いられている。しかし、このように作用荷重が大きな条件では、周方向に大きな軸力が発生し、鋼構造として計算するコンクリート中詰め鋼製セグメントは、桁高や鋼材量が増し、セグメント製作コストが増大する結果となり不経済であることが問題であった。そこで、石川島建材工業は鋼殻と鉄筋コンクリートを合成化し、作用荷重が厳しい条件下でも薄肉幅広が可能でセグメント「合成セグメント」の開発を行ってきた¹⁾。合成セグメントに適用するセグメント継手は、近年のニーズにより低コスト、工期短縮、二次覆工省略等の項目が具備されている必要がある。そこで、表-1に示すとおり、合成セグメントに適用する新たな3種類のセグメント継手を開発した。本報告はその中の案1(以下本継手)について、基本構造と開発に伴い実施した要素試験および継手曲げ試験の結果について報告する。

表-1 セグメント継手一覧

	一案1-	一案2-	一案3-
構造概要	引張力はアンカー筋を介してコンクリートで抵抗	引張力を継手板で抵抗する。コッターは鋳物製	引張力を継手板で抵抗する。コッターは鋼製
概要図			

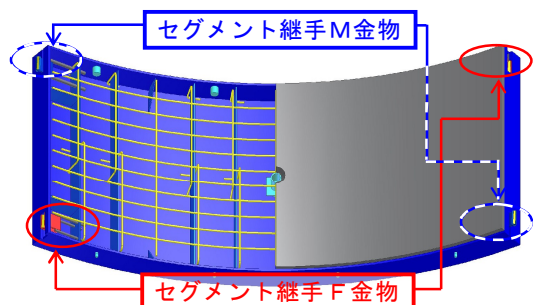


図-1 合成セグメント概要図

2. 継手の構造

本継手は図-2に示すようにF金物とM金物からなり、セグメントをトンネル軸方向にスライドすることにより自動的に締結することができるセグメント継手である。継手は、鋼板にアンカー筋と丸鋼、角鋼が溶接されている単純な部材構成である。また、本継手のF金物には丸鋼がフレア溶接されており、すみ肉溶接よりも深く溶け込むこと、丸鋼の形状によりM金物の角鋼嵌合側にも3mm程度のすみ肉溶接が可能になり、継手の強度が溶接部のせん断力で決まることなく経済的な設計が可能である。また、本継手はボルト接合と異なり、継手板で作用する引張力に抵抗せず、アンカー筋によりコンクリートで引張力に抵抗するため、セグメントの継手板の厚さを薄くするコストメリットがある。

3. 要素試験

本継手の丸鋼溶接部の強度を確認する目的で、継手単体で引張試験を実施した。試験は図-3に示すとおり、丸鋼を鋼板の両側に溶接した供試体を試験治具にセットし、治具に取り付けたボルトをセンターホールジャッキで載荷し、供試体に引張力

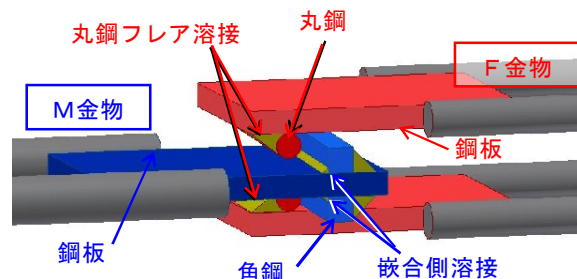


図-2 継手構造概要図(嵌合中)

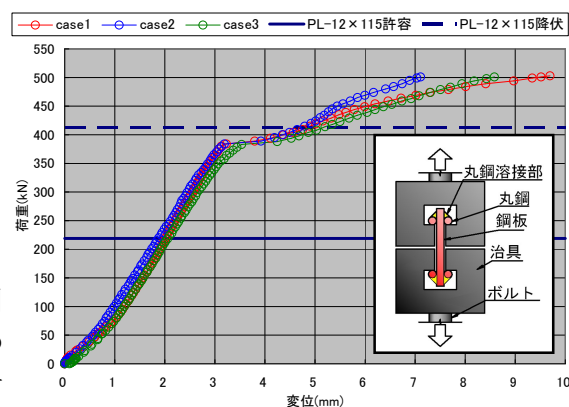


図-3 継手引張試験荷重-変位関係図

キーワード 合成セグメント, SSPC, セグメント継手, 継手曲げ試験, 工期短縮, 二次覆工省略

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 2-10-14 石川島建材工業株式会社 TEL 03-6271-7237

を作用させる試験方法とした。試験の結果、破壊は金物鋼板の降伏となり、継手強度が溶接部で決定されないことを確認した。

4. 継手曲げ試験

継手の強度と剛性を確認する目的で、継手曲げ試験を実施した。厚さ250mm×幅1500mm×長さ3000mmの平板供試体を2体製作し、本継手で締結した。荷重方法は、支持スパン5600mm、荷重スパン1200mmの2点荷重、両端可動支持の条件で荷重を行った。

図-5に荷重-鉛直変位関係図を示す。設計荷重53.2kNを超えて荷重55kNでひび割れが発生した。ひび割れの発生位置は荷重スパンの範囲内でひび割れ幅は0.05mm以下、ひび割れの方法は供試体幅方向であった。荷重100kNを超えたところで勾配が小さくなり、最大荷重は136.6kNとなった。最大荷重と理論値破壊荷重とに差がみられる理由は、表-1に示すとおり、材料の物性値が設計値と実測値で異なることが要因であると推定される。

図-6にモーメント-回転角関係図を示す。グラフの勾配は許容モーメント58.5kN・mまで一定の勾配で推移し、破壊抵抗モーメント101.4kN・mを超えてから勾配が小さくなる結果となった。実測値の回転ばね定数は、許容モーメントまでを最小二乗法により算出した。その結果8,600kN・m/radとなった。理論値の回転ばね定数は、継手の引張ばね定数とRC断面の中立軸位置から算出した。その結果、回転ばね定数は6,500kN・m/radとなり、実測値と近似する結果となった。

表-1 材料の物性値

	継手鋼板 降伏点応力度	継手アンカー筋 降伏点応力度	コンクリート 圧縮強度
設計値	295N/mm ²	345N/mm ²	42N/mm ²
実測値	373N/mm ²	397N/mm ²	77N/mm ²

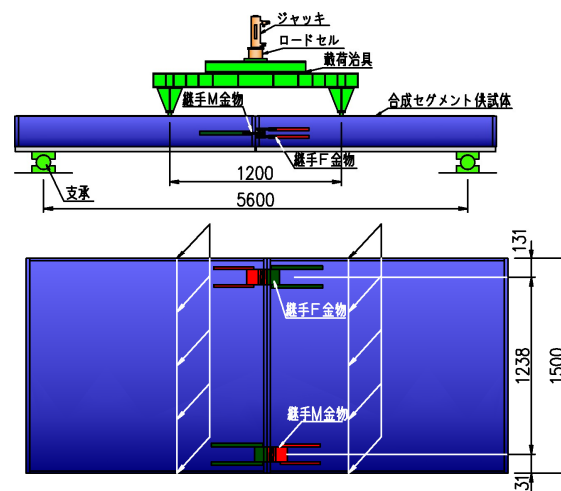


図-4 継手曲げ試験概要図

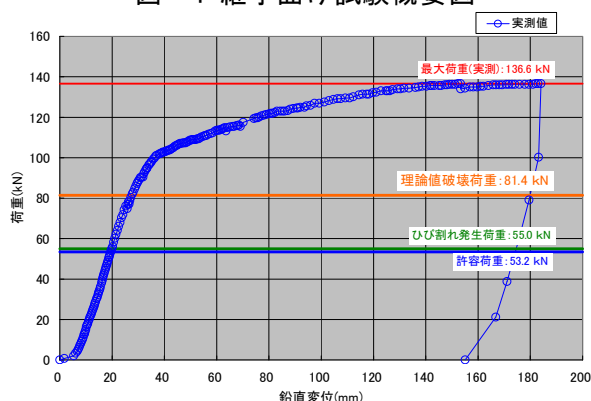


図-5 継手曲げ試験 荷重-鉛直変位関係図

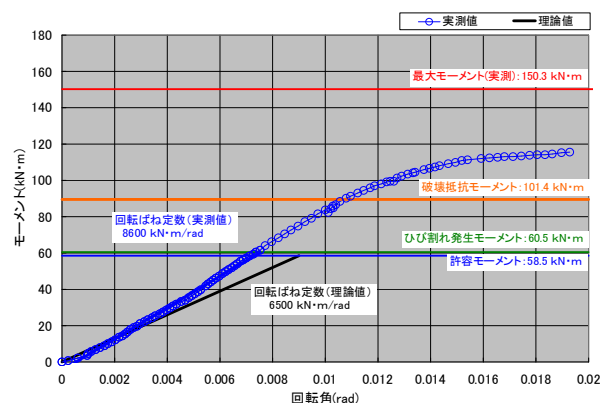


図-6 継手曲げ試験 モーメント-回転角関係図

5. 結論

1. 要素試験の結果より、丸鋼を鋼板にフレア溶接することで、破壊は金物鋼板の降伏であり、継手強度が溶接部で決定されないことを確認した。
2. 継手曲げ試験の結果より、許容荷重時にひび割れがないこと、最大荷重が理論上の破壊荷重を上回っていることから本継手は十分な耐力を有している。
3. 試験で得られた回転ばね定数は理論値と近似する結果となった。

6. おわりに

今回実施した性能試験により、継手の耐力と剛性が確認でき、本継手は合成セグメントに適用が可能であると考えている。今後、適用範囲を広げるために本継手構造のバリエーションを増やす検討と、設計マニュアルの整備、量産時の合理的な製造方法の確立を行う所存である。

参考文献 1) 山田 小林 橋本：合成セグメント(鋼殻+RCセグメント)の開発：土木学会第65回年次学術講演会, 2010