

二次覆工省略に適したシンプログメントの開発(1)

- 継手要素試験 -

佐藤工業株式会社	正会員	射場	康平 ^{*1}
佐藤工業株式会社		飯塚	道明 ^{*1}
佐藤工業株式会社	正会員	木村	定雄 ^{*1}
佐栄建工株式会社	正会員	津田	達也 ^{*2}
株式会社クボタ	正会員	土屋	雅義 ^{*3}

1. はじめに

近年、シールド工事のコスト縮減策の一つとして、セグメント費の低減が望まれている。このため、蛇行修正、防食、防水などを主な目的として用いられてきた二次覆工もトンネル用途に応じて適切な処理を施すことにより省略するケースが増えてきている。筆者らは、内面が平滑で二次覆工の省略に適したセグメントとして Simple Process Segment(シンプロセグメント)の開発を進めてきた¹⁾²⁾³⁾。本報告は、実施工に向けて行った各種要素試験結果のうちセグメント継手である水平コッター継手の継手曲げ試験結果について述べたものである。

2. シンプロセグメントの概要

シンプロセグメントは、セグメント継手に水平コッター継手、リング継手にカブラ継手をそれぞれ用いている(図1参照)。両継手ともトンネル軸方向からの加力のみで締結が可能であり、また継手金物類がセグメントの内外面に露出しない継手構造である。水平コッター継手はC形、H形金物によって構成しており、直線くさび式の締結機構を有するためH形コッターの挿入力に応じた締結力を継手に付与させることができ、目開きの抑制やシール材の確実な封入を可能にする。またC形金物は各セグメント継手の中央に1組ずつ配置されており、ハの字形に取付けられたアンカー筋の配力効果によって主断面に応力を伝達する構造となっている。カブラ継手はソケット、プラグと呼ばれる凹凸金物によって構成しており、プラグをソケットに挿入すると自動的に締結される構造である。カブラ継手の詳細な性能については参考文献3)を参照されたい。

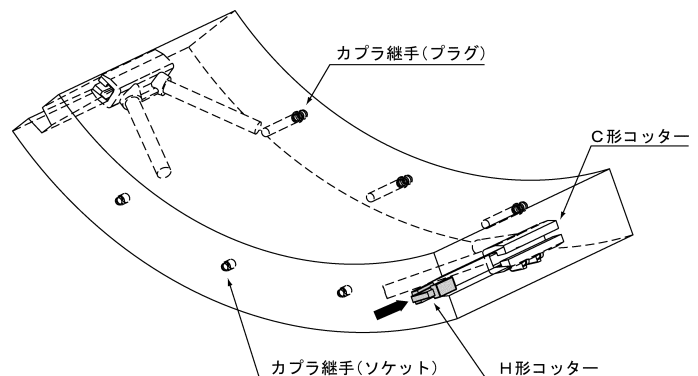


図1 シンプロセグメントの概要

3. 試験概要

水平コッター継手の基本的な性能を把握するため継手曲げ試験を実施した。試験概要を図2に示す。試験の目的は継手の曲げ耐力の把握、継手の見かけの剛性(はり-ばね計算法で用いる回転ばね定数)の把握、アンカー筋による配力効果の確認である。試験供試体は1000×1000×200 mmの平板形とし、正曲げ、負曲げの両試験を実施した。ここでは継手の基本的な性能を把握するという観点から軸力を0とし、シール材は使用しない試験とした。継手に導入する締結力(H形コッターの締付け力)は本体部の設計抵抗モーメントから定まる18.6(tf)とした。摩擦係数 $\mu = 0.15$ と仮定するとH形コッターの挿入力は7.5tfに相当する。試験ではH形コッターにひずみゲージを貼付し導入締結力を管理した。アンカー筋による配力効果は、供試体の主筋にひずみゲージを貼付し、幅方向の応力分布から判断することにした。

キーワード：シールドトンネル、内面平滑、二次覆工省略、セグメント継手の曲げ耐力、配力効果

連絡先：*1: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20

Tel:03-5823-2352 Fax:03-5823-2358

*2: 〒374-0132 群馬県邑楽郡板倉町大字大蔵 5 番地

Tel:0276-82-2501 Fax:0276-82-3804

*3: 〒551-0021 大阪府大阪市大正区南恩加島 7-1-22

Tel:06-6552-1180 Fax:06-6552-9040

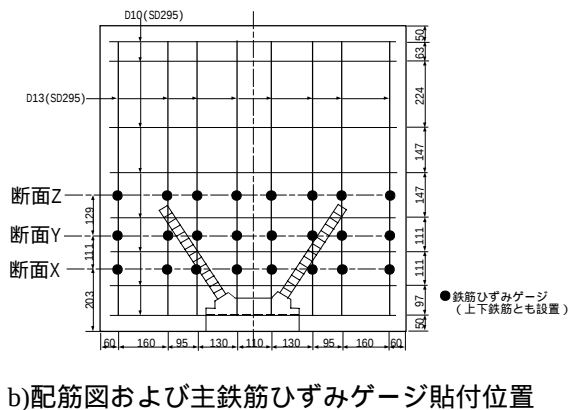
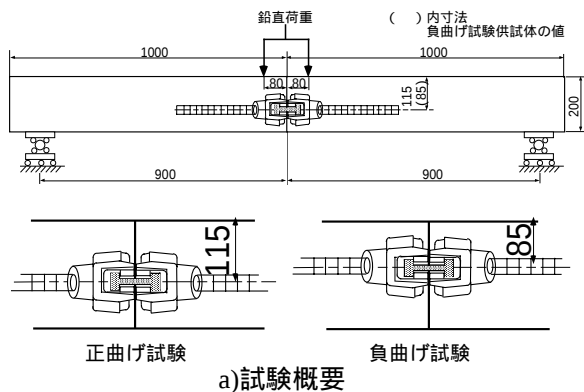


図2 水平コッター継手の継手曲げ試験

4. 試験結果

試験結果を表1に示す。正曲げ、負曲げ試験ともに破壊曲げモーメントは計算上の曲げ耐力より大きくなった。破壊形式は計算上の仮定と一致している。

曲げモーメントと継手開口角との関係における初期接線勾配から求めたセグメント継手の見かけの剛性(回転ばね定数)は正曲げで1090(tf・m/rad)、負曲げで330(tf・m/rad)となり、継手の設計曲げモーメント相当の荷重レベルでは、負曲げの回転ばね定数は正曲げの約1/3になる。

アンカー筋による配力効果を確認するために、継手部および本体部の設計抵抗曲げモーメント(=1.8tf・m)の荷重レベルでの主筋応力の幅方向分布を求めた。結果を図3、図4に示す。継手金物に近い断面のほうが応力のばらつきが大きくなり、負曲げの場合、最も継手金物に近い断面では上側主筋にも引張応力が生じている。上側主筋に引張が生じる原因は、継手が曲げを受けた場合に引張を受けるアンカー筋と上側主筋が正曲げ供試体と比べて接近しているためであると考えられる。セグメント継手から約440mm離れた断面Z(図2参照)では、正曲げ、負曲げともに各主筋応力の幅方向分布は継手に近い断面と比べて均等になっている。

表1 継手曲げ試験結果

	正曲げ	負曲げ
破壊曲げモーメント(tf・m)	6.4	4.3
計算上の曲げ耐力(tf・m)	4.9	3.5
破壊形式	圧縮側コンクリート圧壊	

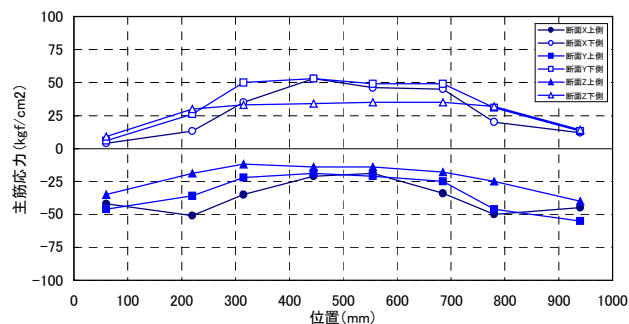


図3 主筋ひずみの幅方向分布 (正曲げ)

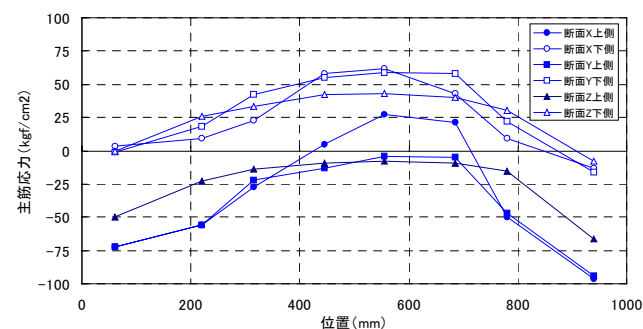


図4 主筋ひずみの幅方向分布 (負曲げ)

応力は引張を正とする

5. まとめ

試験結果から以下のことがわかった。

水平コッター継手の破壊曲げモーメントは計算上の曲げ耐力より大きい

継手の破壊形式は圧縮側コンクリートの圧壊であり、計算上の仮定と一致する

はり-ばね計算法による断面力算定に必要な正曲げ、負曲げの回転ばね定数を把握した

アンカー鉄筋の配力効果により、継手面から50cm程度離れた断面で主筋応力の幅方向分布はほぼ均一になる

今後はこの試験結果をもとに実施工に向けた詳細検討を行うとともに、コストダウンを念頭に置いた継手金物の簡素化についても取り組む予定である。

【参考文献】

- 1) 原園, 吉成, 岡村, 木村: 内面平滑セグメントの構造性能(3), 第51回年次学術講演会, 部門, 1996.9.
- 2) 高塚, 吉成, 原園, 木村: 内面平滑セグメントの構造性能(4), 第51回年次学術講演会, 部門, 1996.9.
- 3) 木村, 矢郷, 射場, 横島, 野田: 挿入締結型ジョイントを用いたセグメントリング間継手の開発, トンネル工学研究論文・報告集, vol.9, pp.337~342, 1999.11.