

VI-247

## TLライニング工法の開発（その1）

～セグメント継手試験～

(株)クボタ建設 正会員 ○原田 昌弘  
 “ 正会員 白井 朗  
 大日本土木(株) 榎 享  
 “ 皆川 和彦

### 1. はじめに

従来、シールドトンネルはセグメントによる一次覆工とその外周部の裏込層、およびセグメント内面のコンクリートによる二次覆工で構成されている。これに対し、筆者らはトンネルの仕上がり面となるセグメントリングの外周部に、コンクリートを地山荷重に見合った圧力で加圧充填して、二層構造の覆工とするTLライニング工法（Two Layers Lining Method）を提案している。この方法によれば①セグメントは加圧されたコンクリートにより、拘束された状態で早期に閉合し、長期に亘る地山荷重によるリングの変形が抑止され、②テール離脱と同時に地山に密着するため、地盤沈下の抑止と共に設計上、周辺地盤の反力を積極的に評価でき、③高品質のコンクリート層が堅実な止水層およびリング補強層として機能する。さらに、④セグメントによるプレハブ化によって施工の簡素化が図られ、⑤セグメント内面への継手金具類の露出を無くすことにより、防水、防蝕のための二次覆工を省略できるものである。したがって、工期の短縮が図られ、掘削断面およびセグメント断面の縮小によって工事費の低減が可能となる。筆者らはTLライニング工法の実現化を目指して、継手金具が露出しないセグメント、加圧充填・加圧保持を可能とする外周充填コンクリートの配合および充填システムの開発をおこなった。本報ではセグメントの継手に関する研究について報告するものである。

### 2. セグメント継手試験

TLライニング工法では、セグメントの内面がそのまま仕上がり面となるため、セグメント内面に継手金具類が極力露出しないようにする必要がある。そのため、一般的な継手構造であるボルト式継手に代わるものとして、図-2に示すピンとコッターから構成される継手（以下、ピンコッター式継手という。）を開発した。ピンコッター式継手では、コッターと送りボルトによってピンの嵌合部に押し込むことにより継手を締結する。図-3にセグメントの組立概念を示す。

今回、ピンコッター式継手の力学的挙動を調査するため、継手の締付け試験及びRC平板供試体を用いた継手曲げ試験を行った。

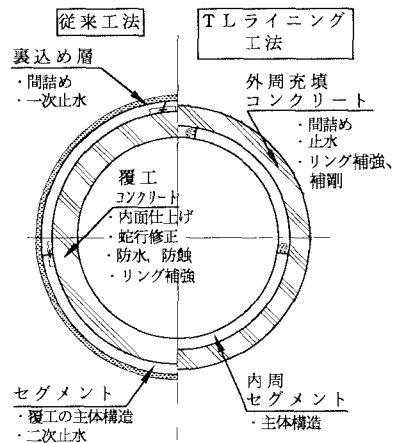


図-1 工法概要

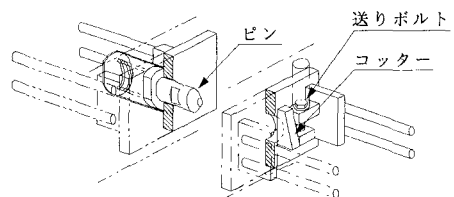


図-2 ピンコッター式継手

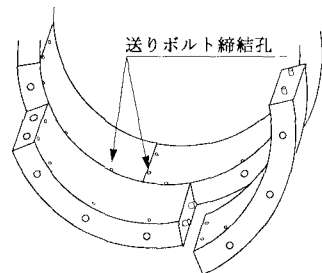


図-3 セグメント組立

## 2. 1 継手の締付け試験

ピンの有効断面積をM22(6・8) ボルトと同等にした継手金具の単体を用い、送りボルトの締付けトルクと継手の締結力の関係を調査した。試験結果を図-4に示す。締付けトルクと締結力の関係は直線的であり、M22ボルトの目標締結力 8.7tfを 6kgf・m程度の締付けトルクで得られ、ボルト式継手に比べ、小さな締付けトルクで所定の締結力が得られることが確認された。

## 2. 2 R C平板供試体を用いた継手曲げ試験

図-5に示す荷重方法により、2ピースのR C平板供試体をボルト式継手で接合したものとボルト式継手と同等の締結力を与えたピンコッター式継手で接合したものについて各々継手曲げ試験を行い、継手の挙動を調査した。表-1に示すとおり、ピンコッター式継手の破壊荷重は、計算値を十分満足するものであったが、ボルト式継手よりやや小さい値となった。これは、ピンコッター式継手の継手金具締結部およびR C平板供試体が破壊する前に、継手金具とアンカー筋の溶接部が破断したためである。荷重とスパン中央部の鉛直変位の関係および荷重と継手開口角の関係を図-6、図-7に示す。鉛直変位、継手開口角共にピンコッター式継手がボルト式継手に比べ、ほぼ同等あるいはやや小さい値を示しており、ピンコッター式継手の曲げ剛性は、ボルト式継手と同等以上であることが確認された。

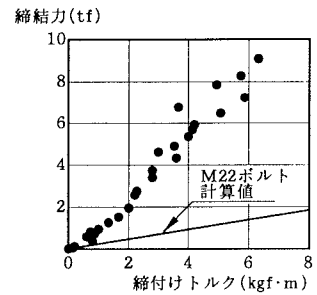


図-4 送りボルトの締付けトルクと継手の締結力の関係

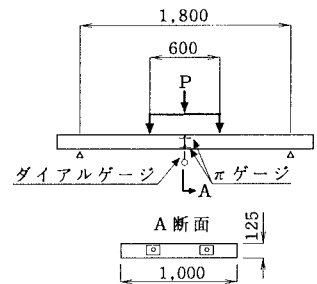


図-5 継手曲げ試験

表-1 破壊荷重 (単位: tf)

|           |      |
|-----------|------|
| 計算値       | 3.75 |
| ボルト式継手    | 5.51 |
| ピンコッター式継手 | 4.93 |

備考) 表の計算値は、土木学会・下水道協会共編「シールド工用標準セグメントJSWS A-4」に示されている継手曲げ試験の規格値の算定方法による。

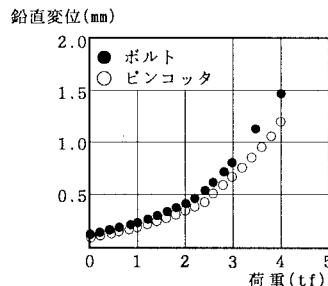


図-6 荷重と中央部の鉛直変位の関係

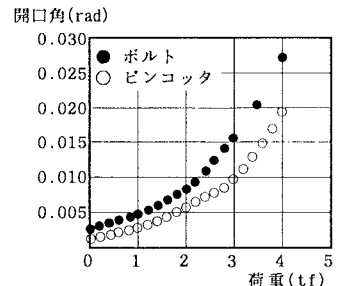


図-7 荷重と継手開口角の関係

## 3. まとめ

今回の継手に関する基礎実験により、ピンコッター式継手について次のことがいえる。

- ① 小さな締付けトルクで大きな締結力が得られる。
- ② 継手の曲げ剛性は、従来のボルト式継手と同等以上得られ、締付け管理等の面からも比較的容易に取り扱える。
- ③ セグメント内面にコッター送りボルト締結用の小さな開口を設けるが、穴埋め作業は従来のものに比べて大幅に簡素化できる。

今回開発したピンコッター式継手では、セグメントの製造時に送りボルトなどの部品類をすべてセグメント内に蔵することができるため、セグメントの組立時に材料供給がなく、組立時間の短縮や、自動組立にも対応可能と考えている。また、ピンやホゾ式の継手との併用も考えられ、今後、T Lライニング工法に最も適するセグメントおよびセグメント継手を開発し、別報<sup>1)</sup>のコンクリート充填性試験と併せ、実証していく予定である。

おわりに、本研究に多大な御助言を戴いた、山本稔東京都立大学名誉教授に深く謝意を表します。

- 1) 佐藤、檜ほか、「T Lライニングの開発（その2）～充填性試験～」、土木学会研究発表講演集、1995