

III-289

シールドトンネルの軸方向剛性評価実験(その5) 2次覆工後の曲げ実験

榑 奥 村 組	正員	井戸田芳昭
飛 島 建 設 榑	正員	清水 隆史
鉄 建 建 設 榑		田辺 義博

1. はじめに

本文は、文献1)の表2に示す2次覆工後のシールドトンネルの純曲げ載荷(C2載荷)の報告である。純曲げ載荷により2次覆工にクラックを入れ、さらに、クラック発生後のシールドトンネルの曲げ剛性の評価を行なったので、その結果を報告する。

2. 実験方法の概要

2次覆工の厚さは、施工精度等を考慮し、 $t = 15 \text{ cm}$ とした。また、セグメントと2次覆工の強度、剛性のバランスを考慮し、設計基準強度 $\sigma_{ck} = 180 \text{ kg/cm}^2$ とし、早強コンクリートを使用した。打継目は、供試体全長 $l = 11.7 \text{ m}$ の中央に設けた。載荷方法は、2次覆工にクラックが入るまで段階的に曲げモーメントを増加させ、クラックが入った後は一度除荷し、先に報告した計画¹⁾に述べられているように、供試体中央の水平変位が 2.0 mm (曲率半径 7500 m 相当)に達するまで曲げモーメントを加えた。

3. 実験結果

(1) クラック発生状況

供試体中央の水平変位を図1に、2次覆工のクラック発生状況を図2に示し、図3には、クラック発生時のセグメント外側の目開き量の計測結果を示す。クラックは、始めに、東側への $M = 192 \text{ t} \cdot \text{m}$ の載荷でセグメントリングNo①と②の間、及び、No⑫の位置に入った。つづいて、西側への $M = -191 \text{ t} \cdot \text{m}$ の載荷でNo④と⑤の間、及び、No⑨付近の西側にクラックが入った。その後、東側への $M = 196.5 \text{ t} \cdot \text{m}$ の載荷でNo④と⑤の間、及び、No⑨付近の東側にもクラックが拡がった。このようなクラックの進展により、目標水平変位量 2.0 mm に達した。また、曲げモーメント $M = 100 \text{ t} \cdot \text{m}$ を越える付近から、供試体中央のNo⑦にあたる2次覆工の打継目も開いており、これをクラックと同じとみなせば、2~3リングに1つのクラックが生じたことになる。

クラックは、図2に示すように、水平より下部ではセグメントの継手部に発生しているが、上部では、セグメントの中央付近に発生しており、この部分では、セグメントと2次覆工の付着が切れていると推定された。

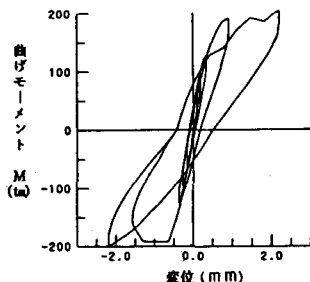


図1 供試体中央の水平変位

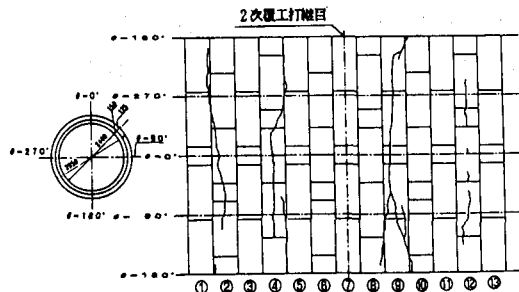


図2 2次覆工のクラック発生状況

（2）クラックの閉じ方

クラックの生じた位置における、2次覆工内側の変位計及びセグメント外側の目開きの計測結果の1例を図4と図5に示す。2次覆工のクラック発生時には、ともに1mm程度まで開いているが、載荷終了後は、セグメント及び継手の復元力によって0.10～0.15mmまで閉じている。

（3）曲げ剛性

クラック発生後の最大曲げモーメント作用時の各リングごとの水平変位を図6に示す。文献²⁾と同様な方法で、この変位分布から等価曲げ剛性を求めると、セグメントコンクリートの約26%となり、セグメント単独の場合の剛性の約1.5倍となっている。

なお、2次覆工を含めたシールドトンネルの剛性評価については、詳細な解析を実施中である。

4. まとめ

（1）2次覆工後のシールドトンネルに曲げモーメントを作用させて実験を行なった結果、クラックの発生状況は、2～3リングに1ヶ所程度であり、また、断面内の上部、下部で発生位置が異なる性状を示した。

（2）今回の実験では、2次覆工にクラックが入った後のシールドトンネルの曲げ剛性は、セグメント単独の場合の約1.5倍であった。

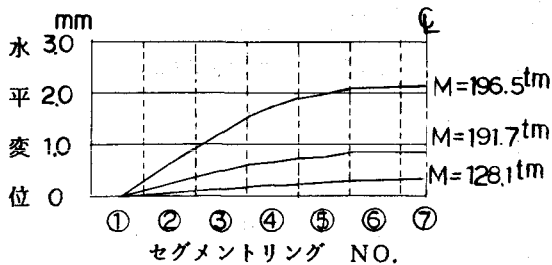


図6 セグメントリングごとの水平変位

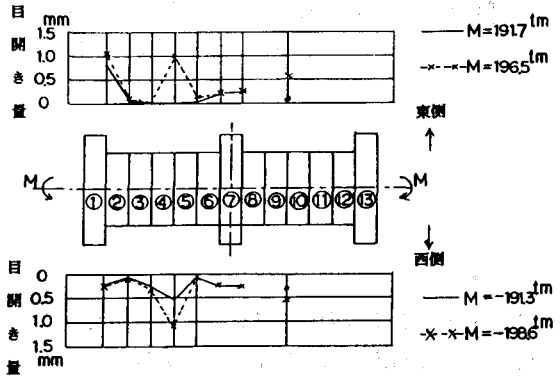


図3 2次覆工のクラック発生時のセグメント目開き量

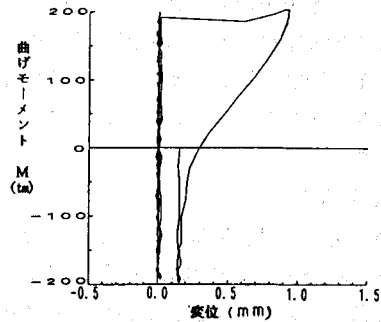


図4 2次覆工のクラック発生位置の変位

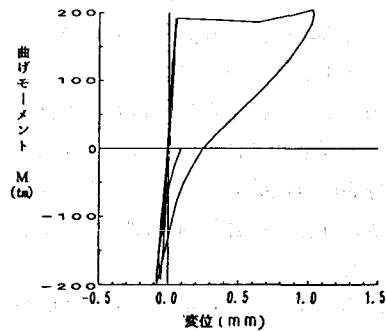


図5 2次覆工のクラック発生位置のセグメントの目開き量

参考文献

- （1）松島、水谷、松岡；シールドトンネルの軸方向剛性評価実験（その1）土木学会第42回年次講演会、Ⅲ
- （2）三輪、石井、松岡； 同上（その4）