

シールドトンネルの覆工における基礎的挙動に関する一考察

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○坂本 昇, 森本 智, 砂金 伸治, 日下 敦

1. はじめに

シールドトンネルは、長期に亘る経年劣化に加え、環境条件や使用条件の変化等により変状が発生し、その性能が低下し、補修、補強が必要となる場合がある。シールドトンネルで発生が想定される変状は、漏水、ひび割れ、断面欠損、過大な変形および鋼材の腐食による耐力の低下や覆工のはく離等である。しかし、シールドトンネルにおいては、変状の実態、原因、発生メカニズムや対策工の効果等において明確ではないところがある。

今後、シールド工法によるトンネルの維持管理の手法を確立するにあたって、平常時の挙動、地震や地下水の変動等のこれまでと異なる現象が見られた場合の挙動を把握することが重要であると考えている。

今後の維持管理手法の確立における基礎資料に活用するため、シールド工法により建設されたトンネルにおいて、トンネル内環境の条件変化に着目し、覆工の周方向や縦断方向等の基礎的な挙動の計測を実施している。本報文では、計測開始から約1年を経過した計測結果とその考察について報告する。

2. 対象トンネル

計測対象としたトンネルは、シールド工法により建設された2つの共同溝で、それぞれ二次覆工あり、または一次覆工（セグメント）のみの覆工構造の異なるトンネルである。

(1) A トンネル（二次覆工あり）

二次覆工ありのAトンネルは、1997年に完成した共同溝で、延長は650m、内径は6.8m、最大土被りは約25mである。一次覆工は、RCセグメントで、Aセグメントの形状寸法は、厚さ325mm、幅1,000mm、長さ3,380mmである。二次覆工は、RC構造で厚さ200mm、主筋D16・250mmピッチ、打設スパン9mである。トンネル内は、占用物件の配置の都合により、厚さ250mmの床版が設置され、上下の二層構造となっている。図-1に二次覆工ありのトンネル標準断面図を示す。また、本トンネルは、二次覆工のひび割れや漏水を伴うひび割れ等の変状を一部区間にて確認されたが、ひび割れ注入工等の対策工が施され、直近の点検結果では健全な状態が確認されている。¹⁾

(2) B トンネル（一次覆工（セグメント）のみ）

一次覆工（セグメント）のみのBトンネルは、2003年に完成した共同溝で、延長は1,103m、内径は4.9m、最大土被りは約27mである。一次覆工は、RCセグメントで、Aセグメントの形状寸法は、厚さ275mm、幅1,000mm、長さ3,260mmである。トンネル内は、占用物件の配置の都合により、鋼製の簡易な仕切板により分割されている。図-2に一次覆工（セグメント）のみのトンネル標準断面図を示す。

3. 計測方法

計測は、シールドトンネルのトンネル内の環境の変化や覆工の周方向や縦断方向の挙動を把握するため、トンネル内に温・湿度計、二次覆工の目地間や一次覆工の継手間に亀裂変位計を設置し、10分間隔で測定を実施した。温・湿度を除く計測の初期値は、計測開始時を0として整理した。

(1) A トンネル（二次覆工あり）

図-3に計測機器配置状況を示す。二次覆工の天端、側壁部の目地部に亀

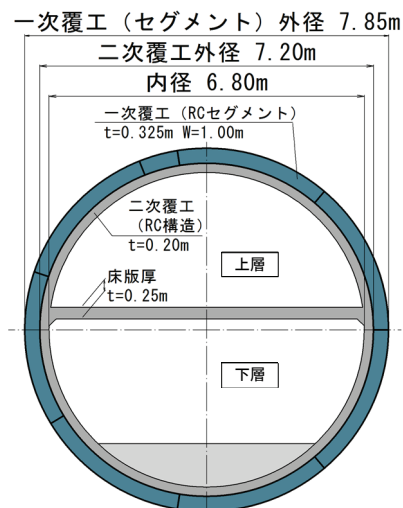


図-1 標準断面図 (A トンネル)

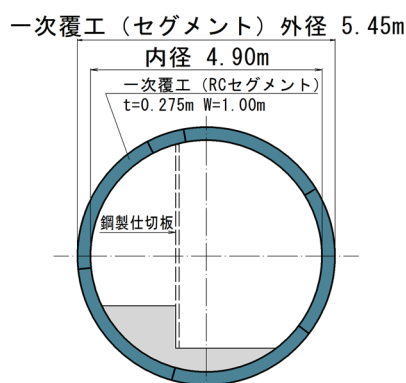


図-2 標準断面図 (B トンネル)



【亀裂変位計】 【温・湿度計】

写真-1 計測機器

キーワード：シールドトンネル、覆工、維持管理、長期計測

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6791

裂変位計を設置した。設置位置は、二層の内空断面のうち、二次覆工に変状の履歴があり、内空断面に余裕があった上層とした。

(2) Bトンネル（一次覆工（RCセグメント）のみ）

図-4に計測機器配置状況を示す。一次覆工のセグメント間（周方向）、リング間（縦断方向）の継手部に各3カ所（天端、肩部、側壁部）の計6カ所に亀裂変位計を設置した。

4. 計測結果および考察

(1) Aトンネル（二次覆工あり）

図-5に二次覆工の目地間の変位量、トンネル内の温・湿度の計測結果を示す。トンネル内の環境は、温度差で約9℃、湿度差で約40%の変化が確認された。目地間の変位量は、側壁で約1.1mmの変化が確認され、天端ではそれよりも小さかった。

(2) Bトンネル（一次覆工（RCセグメント）のみ）

図-6に一次覆工の継手間の変位量、トンネル内の温・湿度の計測結果を示す。トンネル内の環境は、温度差で約8℃、湿度差で約60%の変化が確認された。継手間の変位量は、リング間（天端）が最大で約0.3mmの変化が確認された。

(3) 考察

本計測結果において、トンネル内の環境は、外気との接触が少ない共同溝でも年間を通じて温・湿度の変化があり、夏季の数ヶ月は多湿な環境であった。二次覆工の目地間や一次覆工の継手間は、温度の変化とほぼ同様の傾向で伸縮が確認された。変位量の最小、最大時は、温度の最小・最大時に比べ、約1ヶ月後に出現しており、これはトンネル内と覆工内部の温度の変化の違いによるものと想定される。

5. まとめ

本計測結果において、二次覆工の目地間や一次覆工の継手間は、温・湿度の変化に追従し、伸縮が発生しており、長期間において覆工の伸縮が繰り返し発生することが想定される。一次覆工の継手部で重要な防水工であるシール工にも一次覆工の伸縮の繰り返しが伝達すると想定される。シール工は、シール材が有する反発力や膨張圧等により防水するものである。仮に、覆工の伸縮繰り返しにより継手部の目開き量が繰り返し変動することで、シール工の防水効果が大きく低下した場合には、漏水の要因となる可能性がある。

今後は、長期にわたる計測を継続するとともに、覆工の基礎的挙動の精査を図り、本計測結果で確認された覆工の伸縮の繰り返しを踏まえたシール工等の防水効果の検証等を実施し、効率的な維持管理手法の確立に資する検討を行っていきたいと考えている。

謝辞: 本計測は、共同溝を管理する東京国道事務所、大阪国道事務所の全面的な協力により得られたものである。本計測の携わる関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 森本 智, 砂金伸治, 石村利明, 日下 敦, 坂本 昇 シールドトンネルにおける変状対策工の効果に関する研究 トンネル工学報告集, 第26巻, II-6, 2016.11



図-3 Aトンネル 計測機器配置図

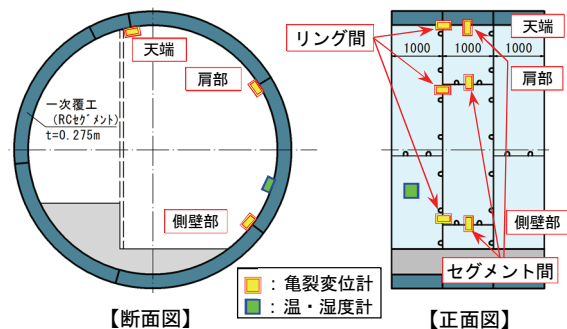


図-4 Bトンネル 計測機器配置図

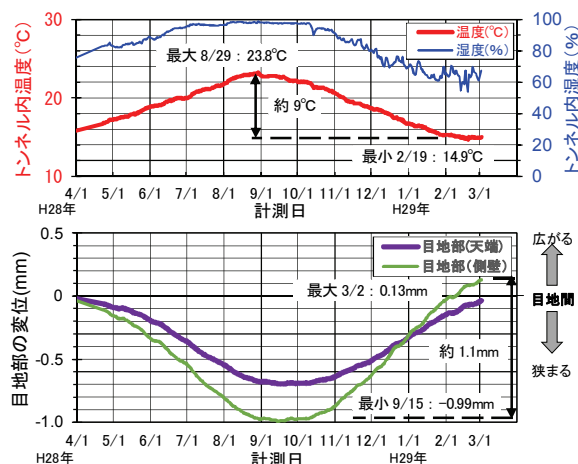


図-5 Aトンネル 計測結果

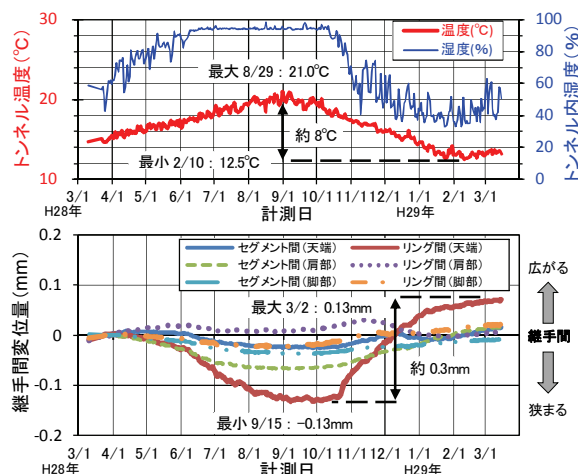


図-6 Bトンネル 計測結果