

トンネル覆工におけるひび割れ開口量の温度依存に関する一考察

中日本高速道路（株） 飯田保全・サービスセンター 正会員 ○森瀬 喬士 竹田 豪文 藤岡 一頼
 中日本高速道路（株） 技術・建設本部 技術支援部 正会員 八木 弘
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 鎌田 一男

1. はじめに

飯田保全・サービスセンター管内のトンネルは矢板工法で施工されており、供用から45年が経過していることから老朽化が進んでいる。特に恵那山トンネル（図1）は、建設時、断層破碎帯において、支保工の変形や地山の押出しなど、苦勞の末、完成に至った。また、開通後も覆工コンクリートのはく落やひび割れなどの変状が発生したため、グラウンドアンカーや裏込注入などの変状対策を繰り返し行っており、現在に至っている（図2）。直近の詳細点検において覆工にひび割れが確認された。補修するにあたっては、上記の背景から地山の変形に伴う変状の可能性も考えられ、慎重に判断する必要がある。このため、変状の進行性を確認し、地山の健全性を把握することが重要になるため、筆者らは計測・監視体制を構築し、現在まで各種計測を実施している。本稿は、各種計測のうち覆工のひび割れ開口量の温度依存に関して考察したので報告する。

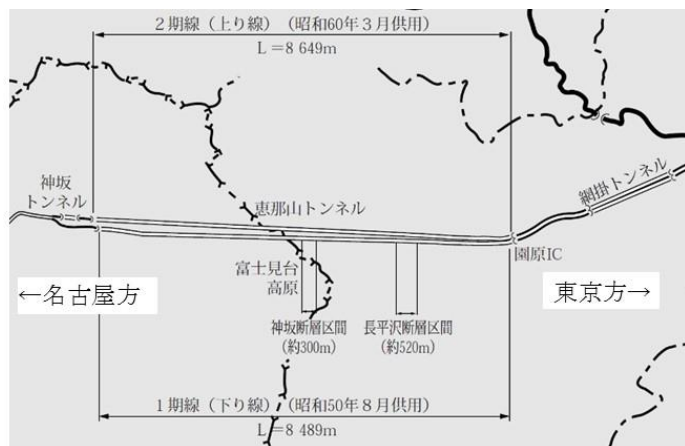


図1 恵那山トンネル 位置図

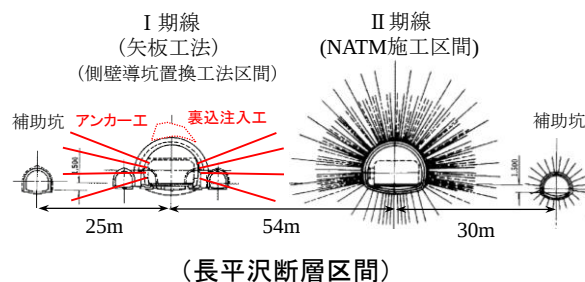


図2 I期線とII期線の配置図

2. 詳細点検結果による健全度評価

直近の点検としては、2017年度にI期線を対象に近接目視かつ打音による詳細点検を行っている。判定の結果、I期線の約半分は変状が無いもしくは変状が軽微な区間であった。一方で、変状があり、適切な時期に対策検討を行う必要がある区間が4%程度あった。

3. 計測・監視体制の構築

対策検討を行っていくために計測・監視が必要な箇所として、図3の6箇所を選定した。選定にあたっては恵那山トンネル特有の外因として、建設時の変状要因となった断層区間や地質の違いなども考慮した。

4. 計測項目

計測・監視体制の構築にあたっては、最初から多くの計測項目を設定するのではなく、必要に応じて段階的に計測を深度化していく必要がある。今回は、亀裂変位計測および内空断面計測を行った。亀裂変位と温度湿度計測は1回/時間の頻度、内空断面計測はレーザー距離計により1回/月の頻度で計測した。

キーワード：計測、ひび割れ幅、温度依存、恵那山トンネル

連絡先：〒395-0151 長野県飯田市北方 856-1 TEL0265-25-7288 FAX0265-25-7873

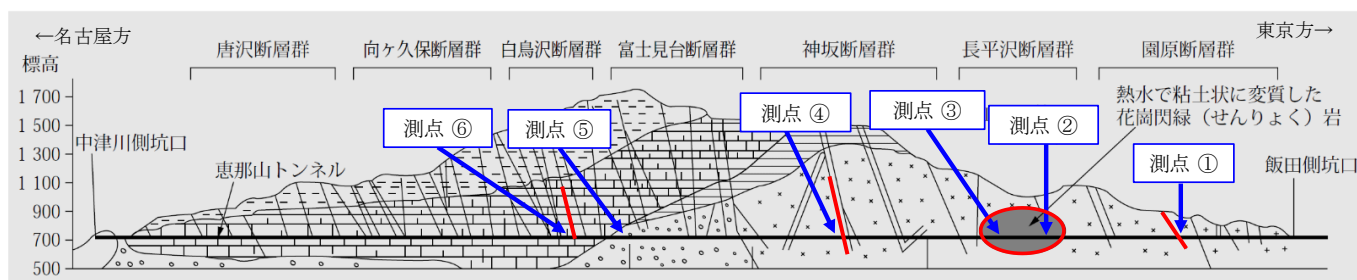


図3 地質縦断図と主な変状位置（計測箇所）¹⁾

5. 計測結果とひび割れ開口量の温度依存に関する考察

計測結果の一例として、測点④の測定値（亀裂変動量）と坑内温度の経過を図4に示す。測定値は坑内温度とともに変動している傾向が確認できる。坑内温度が上昇するとひび割れは閉じる傾向がみられ、反対に坑内温度が低下するとひび割れは開く傾向がみられる。坑内温度の影響で覆工コンクリートが収縮膨張して測定値に影響を及ぼしていると考えられる。このため、測定値から温度依存分を除外することを検討した。

測定値が式(1)で与えられるものとして、重回帰分析により係数及び定数項を求める。さらに初期値（ $X_1=0$ のとき $Y=0$ ）を考慮するとともに定数項を温度依存分に含めると、実変動量は測定値から温度依存分を除外した式(2)で得られる。

式(2)から推定された実変動量を図4に示す。実変動量の勾配はほぼ水平であることがわかる。ひび割れの進行性が認められないことから、過去に実施された変状対策の効果が断層区間ではあるがトンネルは安定していると考えられる。しかしながら、覆工に発生するひび割れの開口は、覆工の背面拘束や地山の影響など様々な条件に影響されるため、今後も変状の進行性を監視していくとともに、進行性が確認された場合は別途詳細調査を実施していくことを考えている。

$$Y=a_1X_1+a_2X_2+c \quad \cdots \cdots \text{式(1)}$$

$$S=Y-(a_2X_2+c) \quad \cdots \cdots \text{式(2)}$$

ここで、

Y: 測定値(亀裂変動量) [mm]

X_1 : 測定開始からの経過時間 [h]

X_2 : 坑内温度 [°C]

a_1, a_2 : 係数, c : 定数

S: 実変動量(経時変化分)[mm]

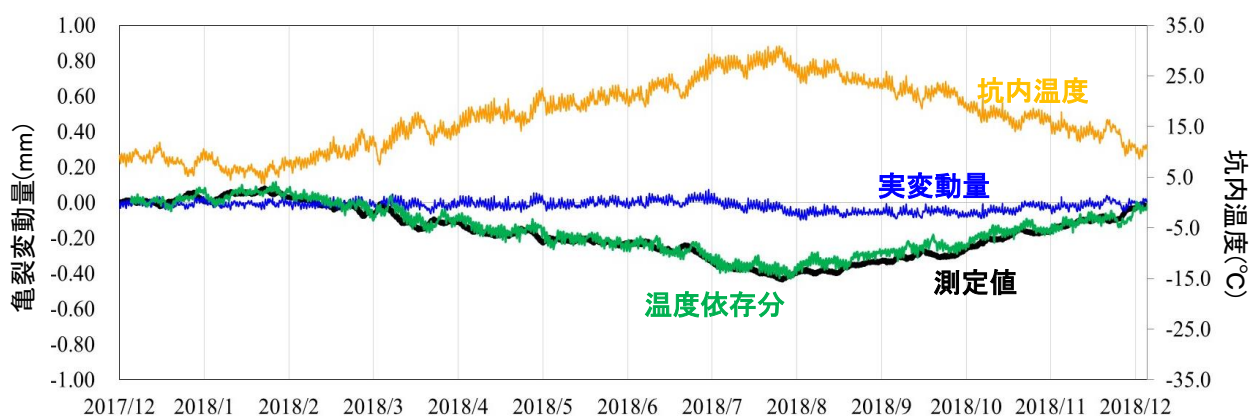


図4 亀裂変位計測結果（測点④：神坂断層区間）

6. おわりに

トンネル覆工のひび割れ開口量は坑内温度の変化に密接に関係するという知見が得られた。ひび割れ開口量によりトンネル変状の進行性を把握する場合には、坑内温度も併せて計測し温度依存分を除外して検討することが重要である。矢板工法トンネルは最も新しいトンネルでもすでに建設後30年を経過しており、点検・診断の結果に基づきメンテナンスのPDCAサイクルを適切に回すことがますます重要になると考えている。

<参考文献>

- 1) 森瀬喬士, 竹田豪文, 藤岡一頼, 八木弘他: 中央道恵那山トンネルにおける計測・監視体制の取組み, 第74回年次学術講演会, 2019