

## 供用中トンネルの盤膨れ変状調査と対策検討

東日本高速道路 新潟支社 上越管理事務所

永井 一郎

加藤 真一

ネクスコエンジニアリング新潟

櫻井 孝

応用地質

正会員 ○國村 省吾

正会員 奥井 裕三

正会員 桑島 滉

### 1. はじめに

供用中のトンネルで盤膨れが確認された場合に、その後の対策を検討するために、変状の現状を評価するとともに、将来に対しても評価する必要がある。本報文では、完成 29 年後に対策検討のための基礎資料作成を目的として既存資料調査および現地調査と、変状の現状の評価と将来に対しても評価するための調査や計測結果の分析と数値解析による将来予測の検討について報告する。

### 2. トンネルの変状状況

調査対象のトンネルは、NATM で施工され、供用後 30 年経過している。地質構造は、新第三紀の泥岩が卓越した泥岩・砂岩が分布している。盤膨れ区間は、施工時は湧水もなく CH パターンで施工された。

変状が確認されたのは、トンネル完成後 8 年で、片側車線での路面のひびわれと 20m 程度の区間で最大 62mm の隆起が確認された。その後対策工として長さ 5m のロックボルトが 20m 間に 1.5m 間隔で 52 本施工された。

その 5 年後には上記箇所より 50m 程度離れた箇所で、既存のひび割れの進行と新たにもう一方の車線で長さ 12m 程度のひび割れが確認された。また上記の対策後の路面高測量では、対策箇所から 30m 離れた地点において 2 年間で 8mm の隆起が測定された。さらに水準測量の結果完成後 23 年～28 年の 5 年間で 10mm の隆起が確認されている。

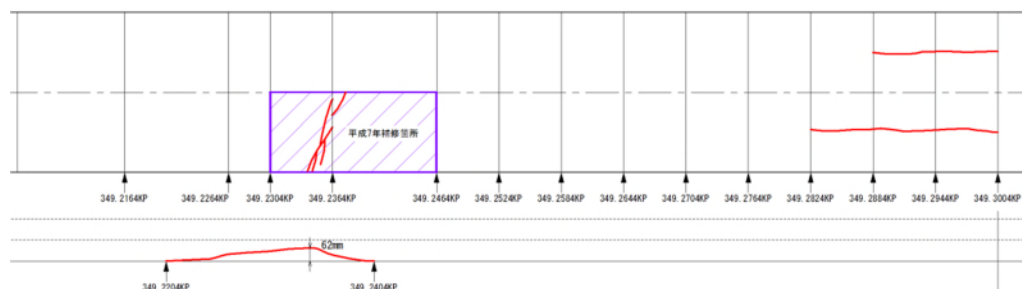


図1 路面のひび割れと隆起状況（完成 8 年後）

### 3. 盤膨れ変状調査

盤膨れ対策検討の基礎資料作成を目的として現地調査を車線規制の下で実施した。調査項目は、NEXCO 総研技術資料を参考に表 1 のように選定した。盤膨れ量の推定のために、トンネル全線にわたって一級水準測量

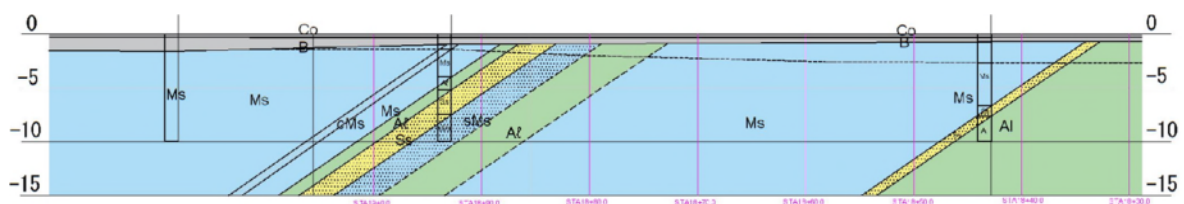


図2 調査ボーリングから推定した地質分布

キーワード 盤膨れ，供用トンネル，数値解析，変状調査，膨張性

連絡先 〒277-8688 埼玉県さいたま市土呂町 2 丁目 6 1 番 5 号 応用地質株式会社

TEL : 048-652-4956

を実施した。また地山状況の確認のために、盤膨れ最大箇所での鉛直方向調査ボーリングを実施した。地山の力学特性や物理特性の把握のために、そのボーリングコアを使用した地山強度に関するボーリングコアの針貫入試験、三軸圧縮試験、水による影響に関する浸水崩壊度試験、膨潤性に関するX線回折試験、CEC試験などを実施した。また今後の変状の進行状況確認のために、ボーリング孔内に地中変位計を設置した。さらにトンネル構造の現状を把握するためオーバーコアリング法による覆工応力測定を実施し、またその後の変動を把握するため覆工表面にひずみ計を設置した。地質状況について、図2に調査ボーリングから推定した盤膨れ変状が顕著な箇所の地質分布を示す。主な地質は強風化の泥岩、泥岩砂岩の互層で構成されていた。盤膨れ状況について、図3に路面変位測定結果の一部を示す。現状の路面状況は設計計画高と比較し最大で80mm程度隆起している。ボーリングコアによる室内試験結果から盤膨れ判定指標との比較を図4に示す。膨張性の閾値を上回っているのは、水による影響、地山の強度に関する指標であった。

4. 数値解析

既存資料調査および現地調査結果を基に今後の対策を検討するために、数値解析を実施し、建設時再現、現状変状再現、将来予測を行った。数値解析は二次元弾塑性解析で有限差分法とした。現状再現する盤膨れ量は水準測量結果に過去に実施された路面切削量(60mm程度)を考慮して設定した。またオーバーコアリング法により測定した覆工応力も再現対象とした。将来予測では、今後の盤膨れの進行の場合と現時点でインバート補強工で対策した場合を想定した。将来予測の場合は地山劣化モデルにより、無対策と対策後とは同様の劣化で解析を実施した。解析は解析結果を図5に示す。現状再現では概ね想定した盤膨れ量は再現できたが、覆工応力はやや大きな値となった。将来予測では、インバート補強工の効果により盤膨れの進行を抑制できるとともに、覆工およびインバートに発生する応力も小さい結果が得られた。

5. まとめ

盤膨れが顕在化してからの調査のみであると履歴や変位速度等の予測や、対策工を検討する場合の地山の緩み範囲を把握することも困難であるので、初期値やより簡易な変位やゆるみの把握手法が望まれる。

表 1 盤膨れ変状調査項目

| 項目           | 数量      | 内訳                                               |
|--------------|---------|--------------------------------------------------|
| 路面変位測定       | 868m    | 一級水準測量                                           |
| 調査ボーリング      | 10m     | 鉛直                                               |
| 室内岩石試験       | 一式      | 針貫入、一軸、密度、含水比<br>三軸圧縮、吸水膨張圧・膨張率<br>浸水崩壊、X線回折、CEC |
| 地中変位計設置      | 一式      | 10m・6測点                                          |
| コンクリート舗装版厚確認 | 2断面×4箇所 | 既対策箇所、非対策箇所                                      |
| 覆工応力測定       | 1断面×3箇所 | 走行15°、走行75°、追越15°                                |
| 覆工ひずみ計設置     | 3箇所     | 走行15°、走行75°、追越15°                                |

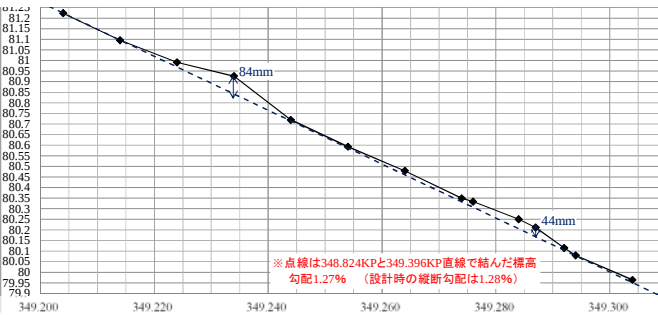
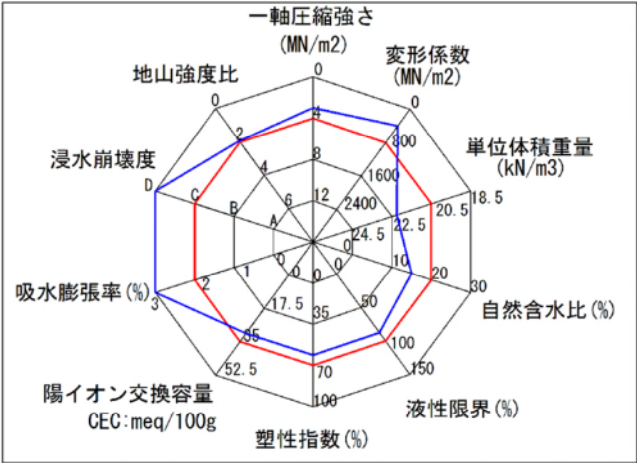


図 3 路面変位測定結果 (一級水準測量)



(図中レーダーチャートの赤線をしきい値とし、外側が膨張性を示す判定)

図 4 盤膨れ判定指標との比較(室内試験)

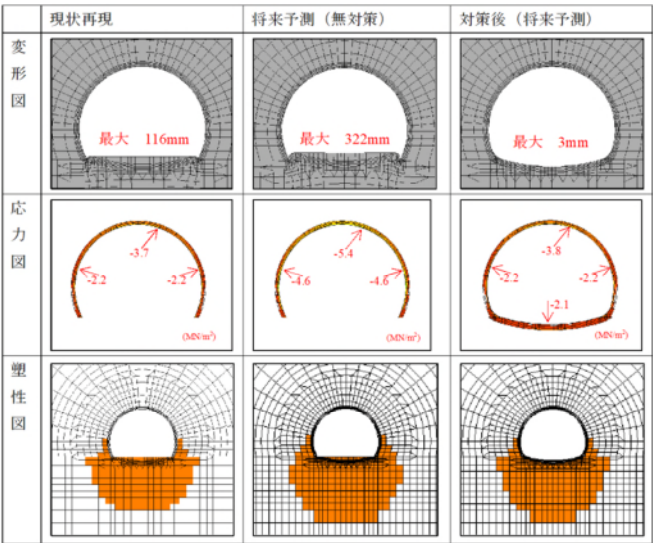


図 5 数値解析結果 (盤膨れの将来予測)