

盃山トンネルに発生した変状と計測結果

応用地質 (株) 正会員 ○太田裕之、正会員 奥井裕三、鶴原敬久
東日本高速道路 (株) 正会員 佐久間智、菅原徳夫、多田誠
(株) ネクスコ・エンジニアリング東北 フェロー会員 末岡眞純、正会員 中田主税

1. はじめに

盃山トンネル(上り線)の36.600付近で、2008年8月13日午後突然、路面変状(隆起、クラック)が発生した。その後も路面変状とトンネル内変位(断面縮小)が拡大して進行している状況下で、8月21日には上り線を通行止めにして、下り線を用いた対面通行に移行した。11月28日に工事が完了し、従前の状況に戻すことができた。

本文は、盃山トンネルに発生した変状に対する計測結果を発生直後から対策工完了までを整理し、変状との関係について考察するものである。

2. 変状発生直後のトンネル覆工と路面の状況

図-2 に変状発生直後のトンネル覆工に関するひび割れなどの状況を覆工展開図と路面平面図で記載する。また、図の下方に、3D レーザースキャナー測定の結果による路面の凹凸状況を等高線図で示す。図-1 より、既往のひび割れ(平成15年の観察結果:黒)と今回の観察で確認されたひび割れ(赤)を比較すると、次のことが読み取れる。

- a) 平成15年時点(黒)においても、横断方向ひび割れが発生しており、多少の路面の隆起や側壁の押し出しがあったものと考えられる。これは、一般的に示された路面隆起や沈下のひび割れパターンと一致している。
- b) 今回の観察で確認されたひび割れ(赤)をみると、変状が進行に伴い横断ひび割れの増加と、変状が著しい区間においては縦断方向ひび割れも発生している。

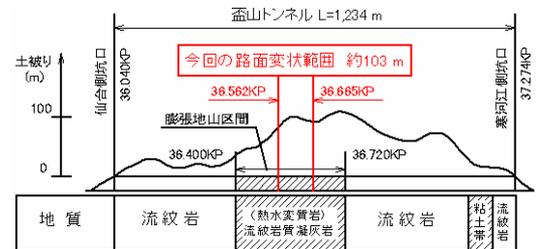


図-1 地質縦断図と変状区間

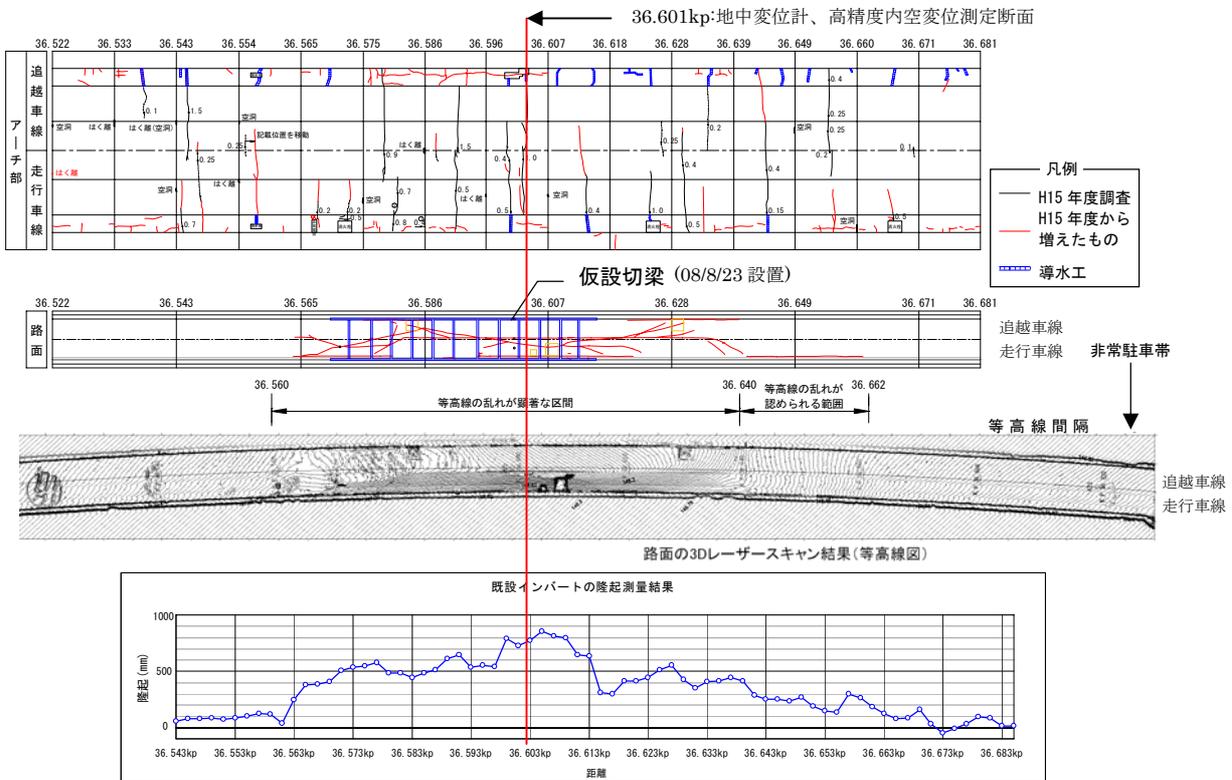


図-2 変状発生直後のトンネル覆工(展開図)と路面の状況 (最下段の隆起量は最終値)

キーワード トンネル変状、盤ぶくれ、膨潤、膨張、塑性化

連絡先 〒305-0841 茨城県つくば市御幸が丘43 応用地質株式会社 TEL029-851-6534

3. 対策工施工時の計測結果

(1) 内空変位測定と覆工応力測定結果

対策工の施工時には、通常のトンネルで実施される内空変位、天端沈下などの計測 A と地中変位計の測定や新設のインバートコンクリート応力測定などの計測 B に加え既設覆工コンクリートのクラウン部の応力測定を実施した。ここでは、代表的な計測断面として、変状区間の中で最も内空変位や路面隆起が大きい 36.601kp 付近の計測結果について示す。

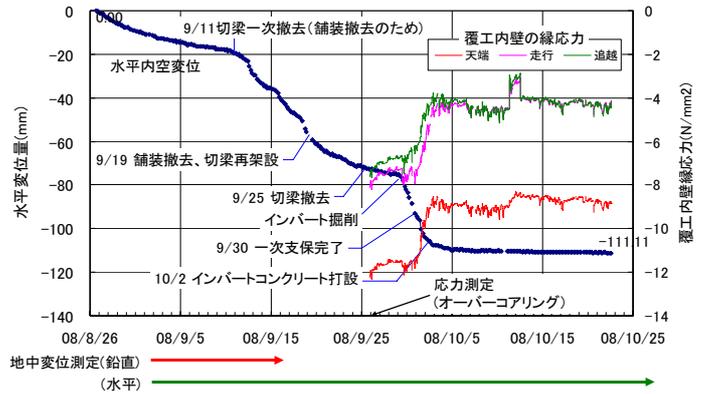


図-3 内空変位および覆工応力測定結果(36.601kp)

図-3に 36.601kp 断面で実施された内空変位の計測結果と対策工の施工直前および施工中～後に実施された覆工の応力測定結果を示す。その挙動を整理して以下に示す。

- a) 内空変位は、舗装の撤去や仮設切梁の撤去、対策工の施工などにより複雑な挙動を示しているが、施工過程を整理すると全変位で約 111mm、そのうちインバート部の掘削から新設のインバートによる閉合までに約 36mm の変位をとらえている。
- b) 破壊を受けたインバートの掘削直前のクラウン部には、最大 -12.2MPa の圧縮応力が発生していたが、対策工の施工により引張側へ、約 3.0MPa 変化した。

(2) 地中変位測定結果

観測結果を図-4 に示す。

- a) 変位は水平より鉛直の方が大きく、9/1～9/16 の増分は水平が約 10mm 程度に対して鉛直が約 70mm と 7 倍の変位が発生している。
- b) 鉛直の変位計は工事に伴い撤去された。水平変位の収束値はⅡ基線側 (左) が大きく、また変位が発生した深度も深い。

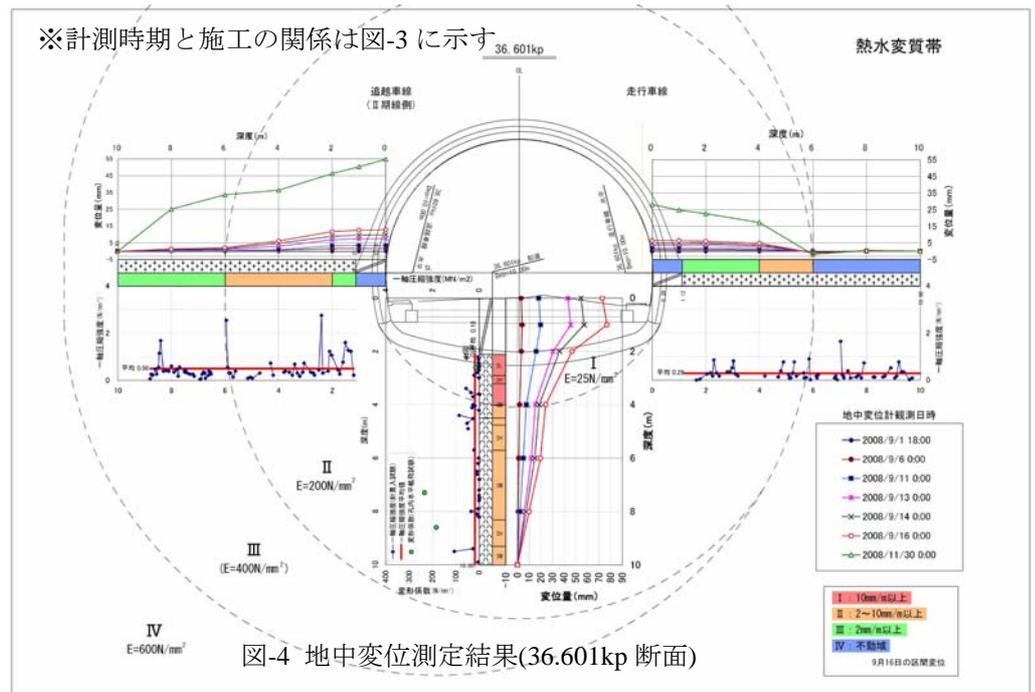


図-4 地中変位測定結果(36.601kp 断面)

4. 考察

- 1) 路面の隆起を主体とした変状は横断方向ひび割れが兆候として現れることを示していると考えられ、横断方向ひび割れの増大と路面の隆起は対応している可能性があり、横断方向ひび割れの増大に着目した管理が重要と考える。
- 2) 側壁部に縦断方向ひび割れが発生し、その断面でのアーチ部で覆工の応力測定をした結果、-12.2Mpa もの圧縮応力が確認された。変形モードとしては、側壁が内側に変形し、その結果として側壁部に縦断方向のひび割れが発生したものと考えられる。このような場合は天端部分に圧縮応力が発生しやすいので、応力の測定結果はその傾向に対応した結果になっていると考える。
- 3) このような塑性圧によると考えられる変状において、地中変位の発生状況は鉛直が水平よりかなり大きい。また水平変位は追越車線側 (Ⅱ期線側) が大きいことに関しては、地質構造の違いや、1 期線とⅡ期線の間の地山の方が走行車線側よりも地山の応力が大きいことが関係していると考えられる。