

## 地下水位の影響を受けるトンネルにおける水抜きボーリングの変位抑制効果

大成建設株式会社 九州支店 正会員 ○石橋 勇紀, 桑山 浩幸

### 1. はじめに

一般国道 57 号滝室坂道路事業(L=6.3km)の一部である滝室坂トンネルは阿蘇カルデラ周縁部に位置し、未固結で容易に崩れる降下火山灰や降下軽石、非溶結～強溶結の火砕流堆積物により形成されている。

地質調査結果より、地山強度比 1 を下回る想定地質はインバート早期閉合を伴う E パターンが設計されており、施工においても脆弱な地質の出現と大変位の発生により E パターンを採用した。本区間の切羽は無対策では自立せず、早期閉合実施後も脚部沈下が止まらない部分にはサイドパイル、レグパイル等を実施し、変位は収束傾向を示していた。しかし、2020 年 7 月に発生した熊本豪雨時(24 時間雨量 223mm を記録)にトンネル天端の再変位(最大 15mm)が発生した。

本稿では、再変位のメカニズムの推定と、実施した水抜きボーリングの計画・施工、実施した効果について報告する。

### 2. 再変位メカニズムの推定

再変位の原因究明のため、トンネル周辺の地質構成を詳細に把握する必要がある。既存の鉛直ボーリングの結果とトンネル掘削時の切羽観察の情報に加えて、トンネル直上付近から鉛直ボーリングを新たに 2 本実施し、これらのデータを用いて地質データの 3 次元モデル化を行い、地質構成を明確化した。(図-1)

その結果、再変位が発生した区間のトンネル周辺は難透水層である溶結凝灰岩層や降下火山灰層、透水層である軽石層(Aso-4A(PF)層)や砂礫層(Aso-4A(B)層)で構成されていることが想定された。再変位の発生状況から、難透水層上部の透水層の水位が上昇したことで、水圧が追加された鉛直荷重がトンネルに作用し変位が増大したと想定された(図-2)。そこで地下水位の上昇による荷重を低減させることを目的とした水抜きボーリングにより、難透水層上部の透水層から水抜きを行うこととした。

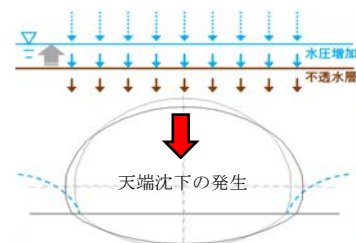
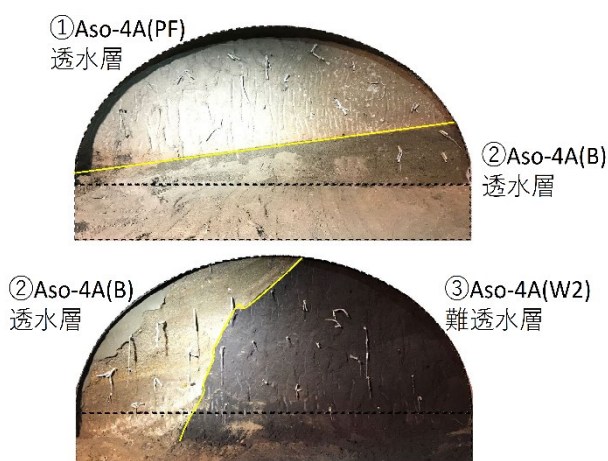


図-2 変位増加要因図



Aso-4 に介在する未固結軽石層(Aso-4A(PF)層)、砂礫層(Aso-4A(B)層)が本坑の南側に大量に存在し、降雨後に地下河川のように湧水が集まる地質構造の箇所トンネルが構築されたと考えられる。

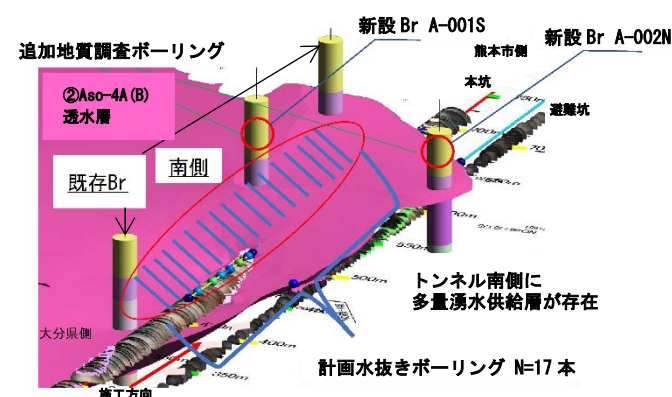


図-1 トンネル周辺の地質構成

キーワード 山岳トンネル, 地下水位, 水抜きボーリング, 地質 3 次元モデル化

連絡先 〒869-2801 熊本県阿蘇市波野大字小地野 1143-2

大成・杉本 JV 滝室坂トンネル東工事作業所 TEL : 0967-24-0211

### 3. 水抜きボーリングの計画・施工

水抜きボーリングは地すべり対策で行われる横ボーリング工を参考にして以下の通り計画した。

- ① 削孔勾配：5～10°
- ② 縦断方向間隔：10m 程度
- ③ 設置長さ：対象地質（透水層）に5m 以上挿入，50m 程度以下
- ④ 集水管：よび径φ75 目詰まり防止用金網設置

上記条件を基に計17本の水抜きボーリングを実施した。（図-1，図-3）

水抜きボーリングは，ロータリーパーカッションドリルにφ146，φ89の二重管用ツールを取り付けて行い，地質確認のため削孔スライムの回収を行った。指定深度まで削孔後にインナーロッドのみを抜管し，ケーシングロッド内に集水管を継ぎ足しながら挿入を行い，吹付面より20cm程度の突出長を設け，口元はセメントにて処理を行った。水抜きからの湧水は，トンネル施工時は仮設排水管φ300に接続し水中ポンプにて坑外に排水した。（図-4）最終的には横断排水へと接続し，中央排水へ導水する計画とした。

### 4. 水抜きボーリングの効果

2021年8月の豪雨(24時間雨量113mm)発生後の降雨量と地下水位の高さのグラフを(図-5)に示す。8月豪雨後は水抜きボーリングからの湧水量が増えており，水位が大幅上昇しているが水抜きボーリングを行った近傍の観測井戸(A-001S)のみ水位上昇が小さく抑えられており，水抜きの効果が確認できる。2020年7月豪雨後の天端変位が15mmであったのに対して2021年8月豪雨後は水位上昇が小さく抑えられ，再変位は見られなかった。（図-6）

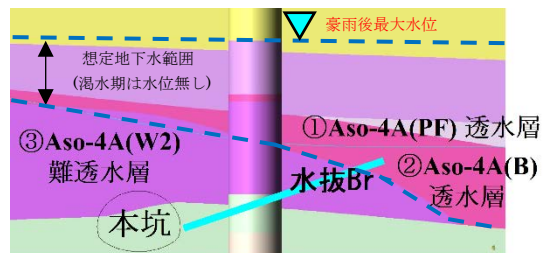


図-3 水抜きボーリング計画断面図



図-4 施工完了状況（仮設）

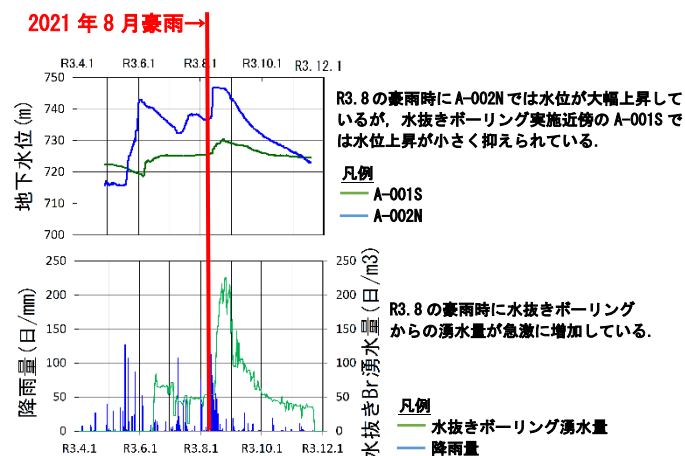


図-5 豪雨発生時の降雨量と地下水位の高さの関係

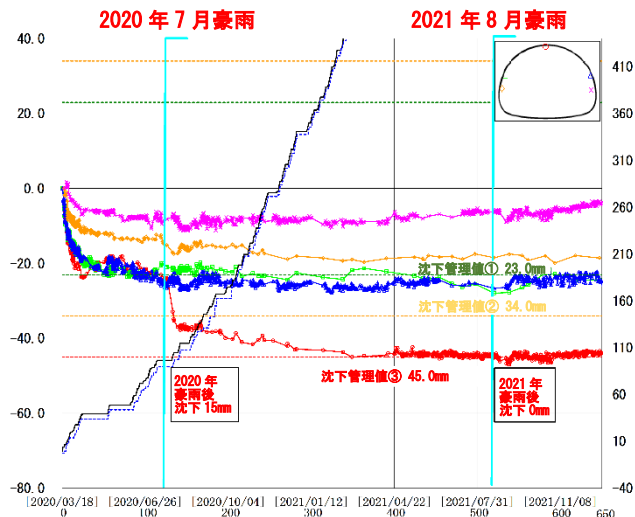


図-6 豪雨後の変位状況

### 5. まとめ

設計時，実施工時の地質情報に加え，追加地質調査ボーリング結果を統合し，地質の3次元モデル化を行ったことで，複雑な地質分布や地下水位を明確に把握することができ，精度の高い水抜きボーリング計画及び施工を行うことが出来た。当現場のように，周囲に難透水層，その上部に透水層が存在し，地下水位と降雨の相関が高く，水位変動が激しいトンネルにおいて，水抜きボーリングは変位抑制に有効であることが分かった。また，その確認として地下水位の通期の監視が非常に重要である。今回，施工性・経済性から総合的に検討し，施工間隔10m，集水管径φ75としたが，施工間隔を密にし，集水管径を大きくすることでさらに水抜き効果は高まると考えられる。