

施工中のトンネルにおける貫通後の地下水位上昇によるトンネル水没防止対策の実績

辻岡 高志*
Takashi Tsujioka

1. はじめに

本工事の施工場所である宮古島では、島内での農業用水の需要が増加しているため、現在新たな地下ダム建設が進められている。新規地下ダム建設に伴う地下水位の上昇により、一部地域集落においての大量降雨の際に冠水被害の発生が予測されている。そのため、地下ダム建設に併行して、排水路の工事が進められている。当工事はその地表水排水のためのトンネルであり、建設中の仲原地下ダム水源域と運用中の砂川地下ダム水源域を結ぶ、延長1,230 mの小断面水路トンネル（2r標準馬蹄形2r=3.10 m掘削断面積13.9~15.0 m²）である。本工事は、近年施工実績の少ない矢板工法トンネルであり、ずり搬出にはレール方式を採用した。

本稿では、貫通後にむかえる多雨期（5月~10月）に地下水の坑内流入防止として施工を行ったバルクヘッドに関して報告する。

2. 地下水位上昇に対する影響

本トンネルの地質は、透水性の高い琉球石灰岩と不透水層である島尻層群泥岩から構成され（図-1）、終点側坑口はつば掘りされた原地表下に位置する（写真-1）。既往水位データを調べたところ、年々水位が上昇していることが分かり、多雨期には地下水が坑内に流入することを懸念した（図-2）。地下水が坑内に流入することで、以下の問題が生じる。

- ・泥岩区間の路盤が泥濘化して支保工に変位が発生する。
- ・軌条設備（枕木、レール）が劣化し整備が必要になる。
- ・施工機械が水没して機械が故障する。

これらが工事工程におよぼす影響は甚大であることから、トンネル貫通後直ぐに、地下水流入防止対策を施工する必要があった。

3. 地下水流入対策工

トンネル掘削工は2019年5月20日に完了し、覆工コンクリート工は2020年11月に完了した。そのため、地下水の坑内流入対策工は2019年度の多雨期、2020年度多雨期の2回実施した。

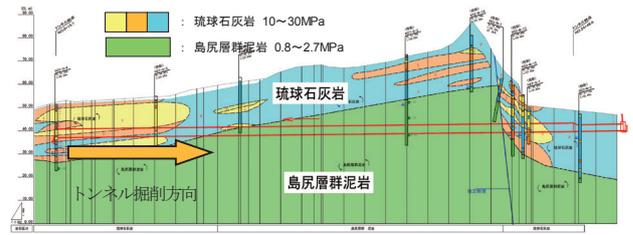


図-1 地質縦断面図



写真-1 終点側坑口

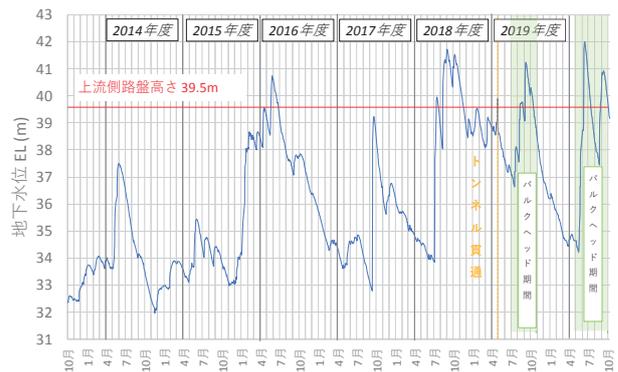


図-2 既往水位データ

(1) 1回目対策（2019年度）

(a) 対策の概要

2019年度はトンネル坑内にバルクヘッド（コンクリート壁 t=0.4 m）の施工を行った。終点側坑口から200 mの区間は透水性の高い琉球石灰岩で構成されている。そのため、不透水層である島尻層群泥岩部（坑口から230 mの位置）にバルクヘッドの施工を行った（写真-2）。バルクヘッドを設置することによって、トンネルが閉塞されて、坑内通風を遮断するため、掘削時に使用した換気設備を在置し運用した。

(b) 実績

2019年8月の台風で、地下水位が上昇し坑内に流入した（写真-3）。しかし、バルクヘッド以奥には地下水の流入を防止することができた。バルクヘッド以奥は不透水層である島尻層群泥岩区間での施工であったため、地山からの流入もなく、覆工コンクリートの施工を継続することができた。

*九州（支）宮古（出）（現：筑穂トンネル（出））

(c) 課題

1 回目のバルクヘッドは坑口から 230 m に位置し、施工時の生コンクリートやその他資材（配管材、型枠材）の運搬、施工後の換気が課題であった。また、小断面トンネル（ $A \approx 15.0 \text{ m}^2$ ）のため、使用できる重機の規格に制限があり、バルクヘッドの解体作業、コンクリート殻の積込・運搬に特に時間を要した。

(2) 2 回目対策（2020 年度）

(a) 対策の概要

2 回目対策時には、前年度の多雨期に施工が実施できなかった琉球石灰岩の区間までの覆工が完了していた。バルクヘッドは上流側坑口部に鉄板（ $t=19 \text{ mm}$ ）を用いた構造とした（写真一4）。鉄板継目部はアングル、既設コンクリートとの目地部には水膨張性止水板を設置して漏水対策を施し、アンカーボルトにて鉄板を既設コンクリートに固定した。1 回目対策と同様に、トンネルが閉塞されることから、既往最大水位の上に換気用の孔を設け、坑導換気により、通気の確保を行った。

(b) 実績

2020 年 6 月に記録的大雨を計測した。地下水位は大きく上昇し、既往最大水位を大幅に上回る高さまで水位が上昇した。そのため、坑外に設置していた換気ファンを坑内に移設し、バルクヘッドの換気孔より煙突状のダクト管を設置することで、水没後の通気を確保した（写真一5）。地下水位が上昇し始めた時は、既設コンクリートと目地部に設置していた水膨張性止水板の膨張が追い付かず、微量の漏水が確認されたが、工程に影響はなかった。これらの漏水は止水板の膨張に伴いなくなった。

(c) 課題

今回の施工では、鉄板継ぎ目部や、目地部から微量の漏水が確認された。

4. バルクヘッドの比較

(1) 止水性

2019 年度、2020 年度どちらも多雨期には上流側地下水位は上流側の路盤高を超える水位を計測した。1 回目のバルクヘッドは漏水が確認されなかったが、前述したとおり 2 回目のバルクヘッドは、鉄板と既設コンクリートの目地部から微量の漏水が確認された。漏水対策として設置していた水膨張性止水板の膨張が、水位上昇に対応できなかったことが原因であると考えられる。

(2) 施工性

1 回目バルクヘッドのように、坑内に隔壁を設ける場合、施工のための資材の運搬や解体作業に時間を要す。一方、2 回目バルクヘッドのように、坑口に鉄板での施工が可能であれば、直接クレーンで揚重が可能のため、設置・解体作業における施工性は優れていた。

5. まとめ

貫通後に地下水が流入すると工程に影響をおよぼす状

況であったが、過去の地下水位データを入手しその情報を活かして、バルクヘッドを設置した。その結果、地下水の流入を防止でき、覆工コンクリートの施工を計画工程通りに実施して、全体工程を遅延することなく工事を完了することができた。



写真一2 1 回目バルクヘッド



写真一3 地下水位上昇（2019年）



写真一4 2 回目バルクヘッド



写真一5 地下水位上昇（2020年）