

矢板工法トンネルにおける出水対策

寺西 淳次*

Junji Teranishi

碓氷 晃生*

Koki Usui

羽山 里志*

Satoshi Hayama

大谷 達彦**

Tatsuhiko Otani

1. はじめに

近年、山岳トンネル工事はNATM工法が主流となり、当社におけるトンネル工事でも矢板工法での施工件数は少なくなっている。

本稿は施工事例が珍しくなり、実績が乏しくなる矢板工法トンネルにおいて発生した大量出水対策の事例について報告するものである。

2. 工事概要

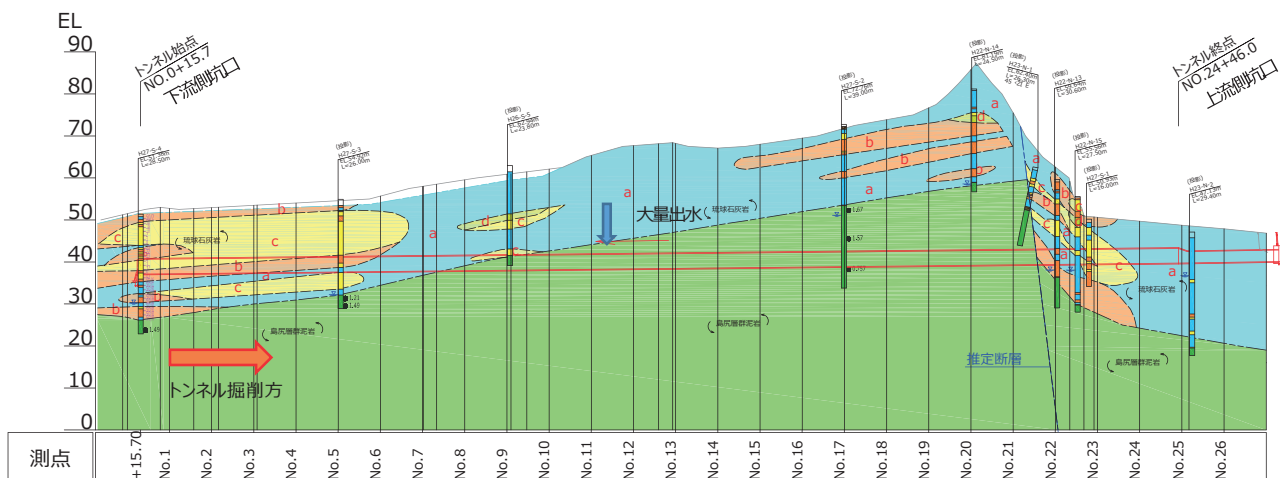
沖縄県宮古島市では農作物の生産流通条件の改善を背景に、かぼちゃや飼料作物の作付増加や施設野菜・施設果樹が導入されるなど作付作物の多様化が図られてきている。そのため、水需要が増加し、これまでに整備された地下ダム水源だけでは用水不足が懸念されている。そこで新たな地下ダム建設工事が進められているが、地下ダム建設に伴う地下水位の上昇により、一部地域において大量降雨の際、雨水の地下浸透が望めなくなることで冠水被害の発生が予測されている。そのため地下ダム建設に並行して雨水の地下浸透能力が低下する地域の地下水や地表水を浸透能力の高い地域へ逃がすための排水路の工事が進められている。長南砂川排水トンネルはその

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1230 mの小断面水路トンネル（2r標準馬蹄形2r=3.10 m）である。

本トンネルの地山は基盤岩となる島尻層群泥岩（以下「泥岩」という。）とそれを覆うように分布する琉球層群琉球石灰岩（以下「琉球石灰岩」という。）で構成されている。図一1の地質縦断面図に示すとおり、トンネル掘削起点となる下流側坑口からは複雑に性状変化する琉球石灰岩層から泥岩との層境の掘削を進めることとなり、この透水係数の大きく異なる層境部の掘削における湧水の発生と水の影響による泥岩の劣化は施工上の課題の一つであった。

3. 大量湧水の発生

琉球石灰岩の区間は、透水性が高いため降雨に影響してトンネル内に湧水が発生した。その後、泥岩との層境では泥岩が徐々に切羽の下方から出現してきたが、境界から1.5 m程度は泥岩の風化が進み黄褐色に変色が見られた。層境には滴水程度の地下水が存在し、泥岩が泥濘化する状況が続いた。図一1の当初の地質縦断面図とおり、測点No7+20付近でトンネル断面下方に出現した泥岩は起伏しながらも徐々に切羽内に占める割合を増やし、No8+45付近でトンネル断面全面が泥岩となった。しかし、それ以降も層境が起伏して切羽天端に琉球石灰岩が繰り返し出現したが、No10+30付近で黄褐色に変色した風化泥岩層を抜けて全面が新鮮色の泥岩となり、湧水量は減少してきていた。ところがNo11+10において再び風化した泥岩が切羽天端に出現すると、風化泥岩は急傾斜で下がり、切羽の半分を占め、天端の風化泥岩が2 m程抜け落ちて、泥岩層と琉球石灰岩層の間に大きな空洞が出現することとなった（写真一1）。



図一1 地質縦断面図

* 九州（支）宮古（出）

** 土木設計部

空洞は大きく、そのままでは掘削を進められない状況であったため、一旦空洞対策として高発泡ウレタンによる充填を行い、掘削を進めた。しかし、この層境の空洞内には地下水脈といえる水の流れがトンネル天端を横断方向に流れており、その後の台風に伴う大雨時に、切羽から大量出水が発生するにいたった（写真－2）。

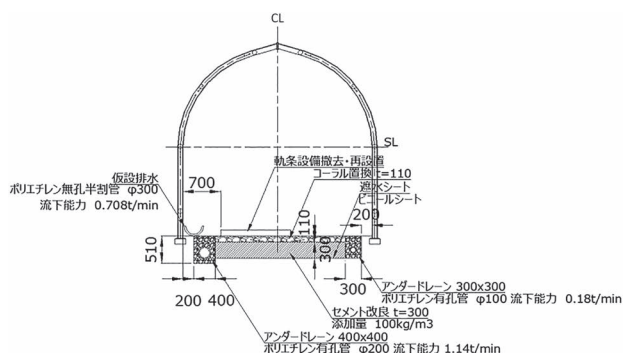
4. 出水対策

台風による大量出水により、トンネル掘削区間が水浸しとなり、水による劣化が著しい泥岩路盤は泥濘化を引き起こした。

出水対策は、本トンネルが小断面の矢板工法であるため、使用機械も材料も制限される中、大部分を人力による作業に頼りながらも、大胆に段取り替えを行い実施した。泥岩路盤区間の泥濘化対策として、全線の軌条設備を撤去した後、泥岩路盤のセメント改良とアンダードレーンの増設、仮設排水路を設置することとした（図－2）。また切羽への対策として切羽の手前から導水迂回坑を設置し、切羽の水の切り回しを行った（写真－3、4）。切羽で発生した湧水は琉球石灰岩と泥岩の境目、泥岩の表面を流れていたため、導水坑の掘削は層境の空洞に出るところまで実施し、その後に水脈を導水坑に導くことで、横坑の施工中に湧水を引き込む可能性を低く抑え、安全な施工を行うことにした。また、本トンネルが排水トンネルであること、湧水最大流量 2 t/min 程度に対し本トンネルの計画流量が 18.27 t/sec (1096 t/min) と十分に上回る排水能力を有することもあり、完成時でも本坑内に水を引き込むこととした（写真－5）。

5. おわりに

小断面の矢板工法での湧水発生時の対策や完成時の湧水処理方法は、湧水量や施工条件により異なると考える。その一例として今回の施工方法を報告する。類似事例の施工の一助となれば幸いである。



図－2 路盤泥濘化対策・湧水対策



写真－1 空洞発生状況



写真－2 大量出水状況（大雨後）



写真－3 導水迂回坑掘削状況



写真－4 導水完了



写真－5 導水迂回坑完成