

トンネル坑口部のブロック化した礫岩区間の施工

応用地質株式会社	正会員	○田中	康博
石川県中能登土木事務所		林平	宗大
輪島市建設部土木課		坂田	大輔
北都組		本野	圭司
金沢工業大学		川村	國夫

1. トンネル概要

おさよトンネル（施工時名称：まがきトンネル）は、輪島市門前町大滝（起点）から和田（終点）を結ぶ市道まがき線に位置する 1,359m のトンネルで、平成 26 年 3 月から両押しで掘削を開始し、平成 28 年 3 月 12 日に開通した。

2. 設計時と施工時の地質状況の相違

本トンネルに分布する地質は新第三紀中新世中期～前期の「道下層」であり、礫岩が大部分を占め、砂岩、泥岩を介在する。また、周辺にはリニアメントや地すべり地形などが多く認められ、トンネル坑口付近では岩盤が脆弱化している可能性があった。

設計時のボーリングを中心とした事前調査では、起点側坑口付近に分布する礫岩は、亀裂が発達し、マトリックスが脆く、細かく分離しやすいことが想定されていた（図-1）。

しかし、坑口付け時に露出した礫岩は、1.5m～4.0m 程度にブロック化し、硬質なブロック部と周辺の土砂化した部分では、硬軟差に富み、浮石状の巨岩塊としてブロック部が抜け落ちやすい状態であった（図-2）。さらに、ブロック間の緩み部は連続性が



図-1 事前調査の水平ボーリングコア写真

あり、透水性も高く、トンネル掘削に伴うブロック間の風化・緩みの進行・地下浸透水により切羽や天端での巨岩塊の抜け落ちが発生することが懸念された。

3. 補助工法の設計

（1）補助工法の選定

巨岩塊が崩落すると、安全性の問題に加え、大きな空洞が天端に残ることになるため、それを未然に防ぐことが重要となる（図-3）。当初の補助工法は、亀裂性岩盤の崩落を防ぐことを目的とした充填式フォアポーリングであった。しかし、岩塊が大きいため、強度と先受け長が足りず、天端崩壊の抑制が極めて困難であった。そのため、代替の補助工法として、長尺先受け工により巨岩塊を縫いつける必要があると考えた。また、注入材は、土砂化した部分への充填が可能なシリカレジン系の薬液が有効と判断した。



図-2 坑口部のブロック化した礫岩

（2）補助工法の鋼管耐力

鋼管の検討において、巨岩塊の荷重により先受け工の鋼管の強度不足が懸念された。そのため、“計算図表を用いる方法”で耐力を確認した。討に使用した岩塊の直径は、坑口切土で見られる岩塊のサイズを元に、4m とした。その結果、一般的な小口径長尺先受け工法（φ76.3）では鋼管の強度が不足するが、AGF 工法（注入式長尺先受け工法）の標準パターン（φ114.3）では強度を満足する結果を得られた。

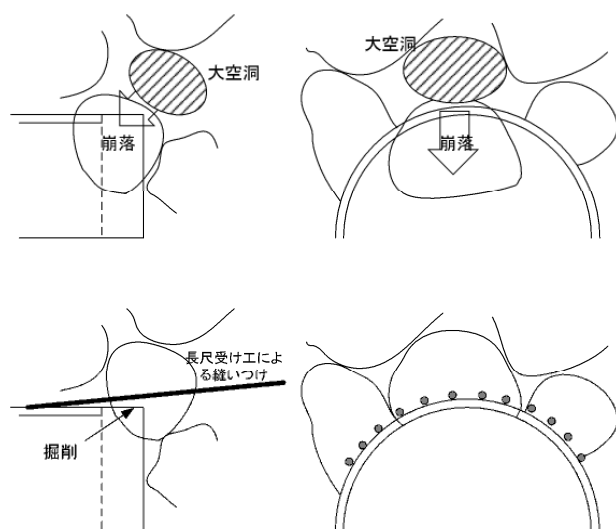


図-3 補助工法の概念図

(3) AGF 工法の工夫

AGF 工法には、「拡幅タイプ」と「無拡幅タイプ」がある。本トンネルでは、安価で施工しやすい無拡幅タイプ (AGF-P) とした。しかし、無拡幅タイプは拡幅タイプよりも鋼管の先端で、支保工と鋼管の

間が大きくなるため、土砂状の場合は剥落が多くなりやすい問題がある。今回の AGF 工法の目的は、「ブロック状岩塊の縫いつけ」であり、支保工と鋼管の間には岩塊が残っている可能性が高く、十分縫いつけられると考えた。

無拡幅タイプは、口元の 3m 分を撤去する (図-4 の赤線部分) が、その際、上方の鋼管 (手前の打設鋼管) との離隔が約 1m 空き、鋼管でブロックを貫通できないことも考えられる。また、通常の掘削スパン 9.0m で施工すると、第 2 シフト掘削時に第 1 シフト目の鋼管とのラップ長が 0.5m 程度と短くなり、巨岩塊が抜け落ちる危険性が生じる。そのため、掘削スパンを 8.0m に変更してラップ長を 1.0m 長くし、安全性向上を図った。

4. 施工結果

AGF 工法を 8m 間隔で 5 スパン施工した (図-5)。その結果、内空変位は 5mm 程度、天端沈下は最大 18mm 程度であった。切羽は安定し、結果より、AGF の工夫 (掘削スパン: 9m → 8m) により、岩塊の縫付け効果が発揮され、無事掘削を終了することができた。

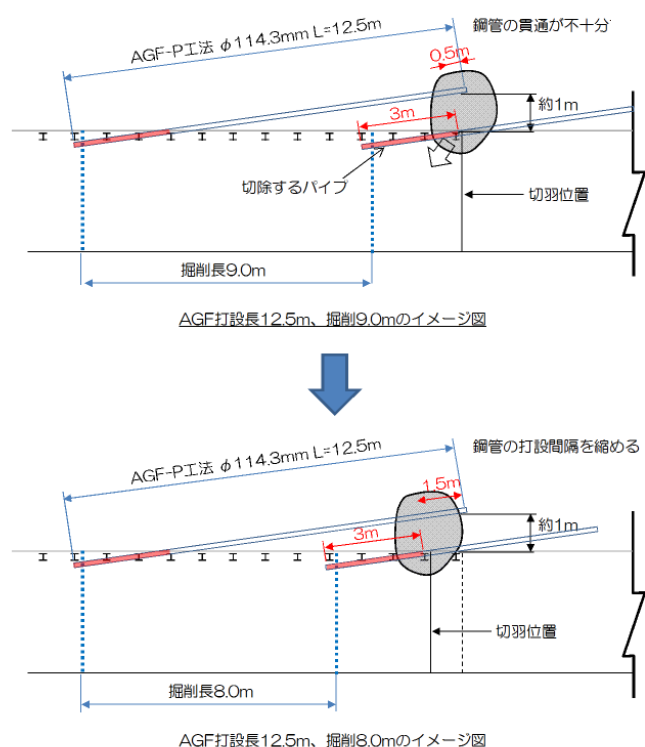


図-4 AGF 工法スパン長の概念図

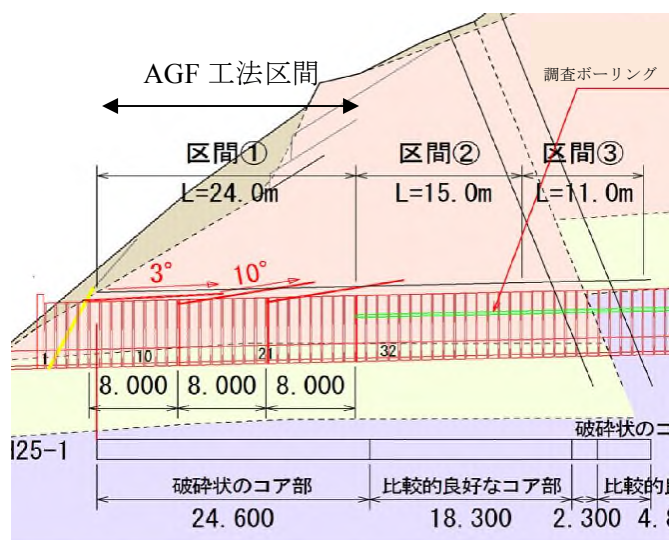


図-5 施工結果図