

芳ノ元トンネルの工事報告について

宮崎河川国道事務所 工務第三課 ◎牧野和敏

○瀧本耕大

●吉田武司

1. はじめに

東九州自動車道は、北九州市を起点とし大分県、宮崎県を経て鹿児島市に至る延長 436km の高速自動車国道である。このうち清武～日南間は宮崎市、日南市の2市を通過する延長約 28 km の区間で東九州自動車道の高速ネットワークの一部を形成するものとなっており現在、新直轄事業として鋭意整備中である。

清武～日南間には、12本のトンネルが存在し、そのうち芳ノ元トンネル(L=1,880m)は、施工中に地すべりが発生したことから専門家や学識経験者からなる施工検討会を発足し、原因の特定や対策方法について検討中である。本稿では、委員会での検討状況と現地施工について中間報告を行う。



図-1. 清武 JCT～日南（位置図）

2. 芳ノ元トンネル周辺の地質の特徴

芳ノ元トンネル周辺に分布する日南層群は、約3,200万年前に発生した海底地すべりにより形成されたものが隆起したと考えられる。

特徴としては、①岩質が軟らかい、②風化速度が速い、③のり面崩壊や地すべりが起こりやすい等がある。

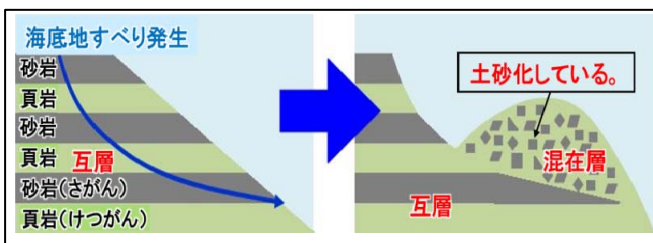


図-2. 海底地すべり概要

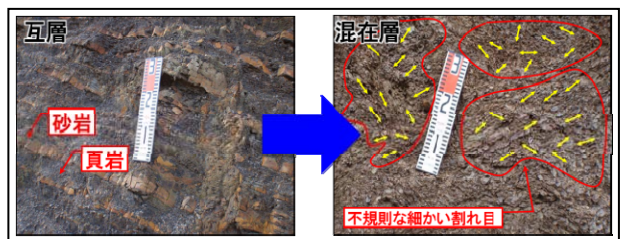


図-3. 日南層群の特徴

3. 芳ノ元トンネルの変状発生について

周囲が日南層群の地質で構成されている芳ノ元トンネルは平成20年4月の掘削開始当初からトンネル構造に大きな変異・変形等が見られた(図-4)(図-5)。またこれに加えトンネル上の市道とみかん畑においてひび割れが確認された。このため、平成21年6月にトンネル掘削を中止し、平成22年11月に芳ノ元トンネル施工検討会を設立して現在まで9回の施工検討会を実施しており、地すべりの挙動観測や対策工、トンネルの施工方法等について検討を行っている。



図-4. 切羽の崩壊



図-5. 吹付けコンクリートのひび割

4. 地すべり形状の検討について(第1回施工検討会内容(審議結果))

芳ノ元トンネル周辺の空中写真による地形判読と現地踏査の結果から、地すべりの可能性が高い箇所が13箇所認められた(図-6)。また、この中で地すべりの可能性が特に高い箇所について地質調査と挙動観測を行ったところ、地すべり形状は当初想定していた規模より大きい可能性があることが確認された(図-7)。このため、広範囲により詳細に地すべり形状を特定する追加調査が必要となった。

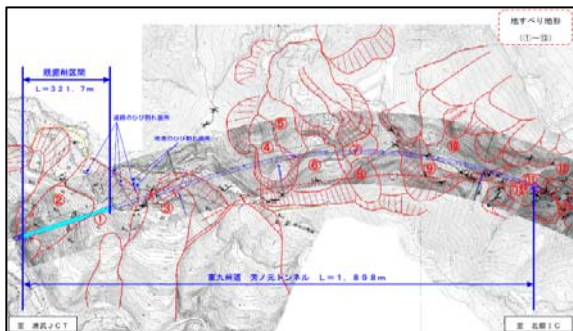


図-6. 地すべりの可能性がある箇所

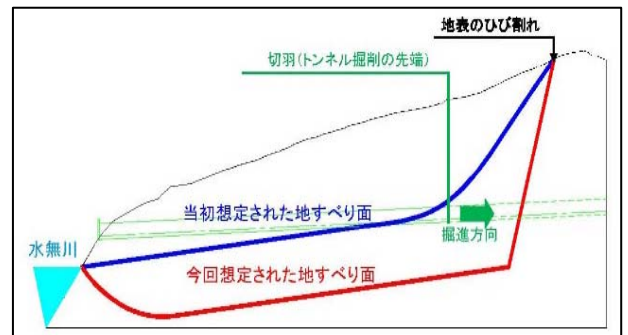


図-7. 地すべり変動の観測結果と想定される地すべり形状

5. 対策工法について(第5回施工検討会内容(審議結果))

トンネル掘削済み区間の地すべり対策として頭部排土工、押え盛土工、地下水排除工等の対策工が考えられるが、対象となる地すべりブロックが大きいいため、工法を組み合わせる計画することが妥当と考えられた。そこで対策工の組み合わせによる比較検討を行った結果、経済性や施工性等に優れる「頭部排土工+地下水排除工」を採用することとなった(図-8)。

対策工法案	頭部排土工+地下水排除工		押え盛土工+地下水排除工		頭部排土工+押え盛土工+地下水排除工	
概要図						
工事費	低	○	高	×	やや高	△
施工性	河川等の付替え不要	○	河川等の付替え必要	×	河川等の付替え必要	×
工期	短い	○	長い	×	長い	×
評価	○		×		△	

図-8. 地すべり対策工の比較検討

トンネルの未施工区間においては、トンネルと一番近接する地すべりブロック（Cブロック）において、トンネル掘削が地すべりに影響を与える可能性があることが判明した。このため、地すべりに影響のない位置へトンネルの線形を変更することとした（図-9）。

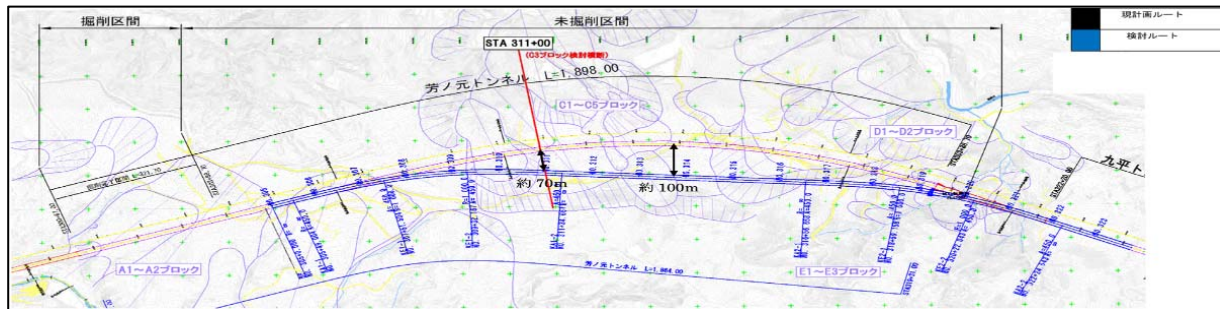


図-9. 線形変更平面図

トンネルの未施工区間の支保構造については土被りの増加に伴いトンネルに作用する荷重が増大するため、トンネル形状を円形に近づけるとともに、より剛性の高い支保構造（Eパターン）を採用することとした（図-10）（図-11）。

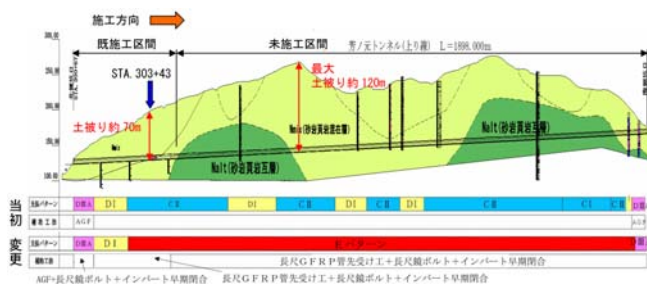
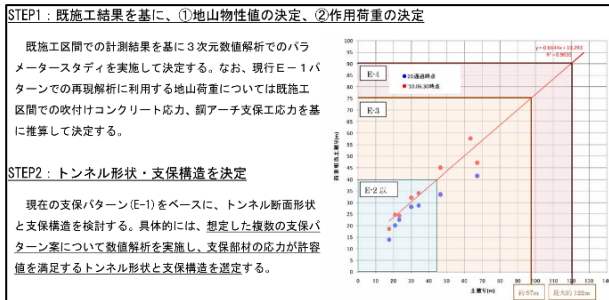


図-10. 支保パターンの変更

＜支保構造の剛性アップの選定＞



＜トンネル支保構造の検討結果＞

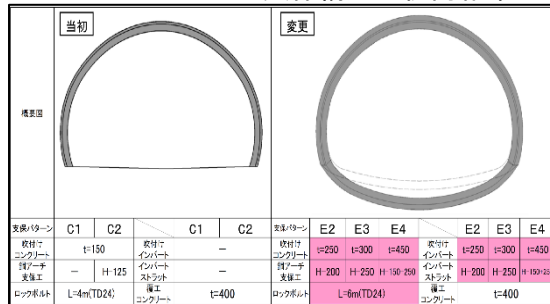


図-11. 未施工区間の更なる支保構造の剛性アップ

既施工区間においては、切羽面の崩壊、天端からの崩落と脚部の沈下が発生したためトンネル補助工法を採用してきたところであり、未施工区間においても、既施工区間と同様の地層が確認されており、トンネル天端や切羽崩壊、沈下、抑制を図るための補助工法が必要であることを確認した（図-12）。

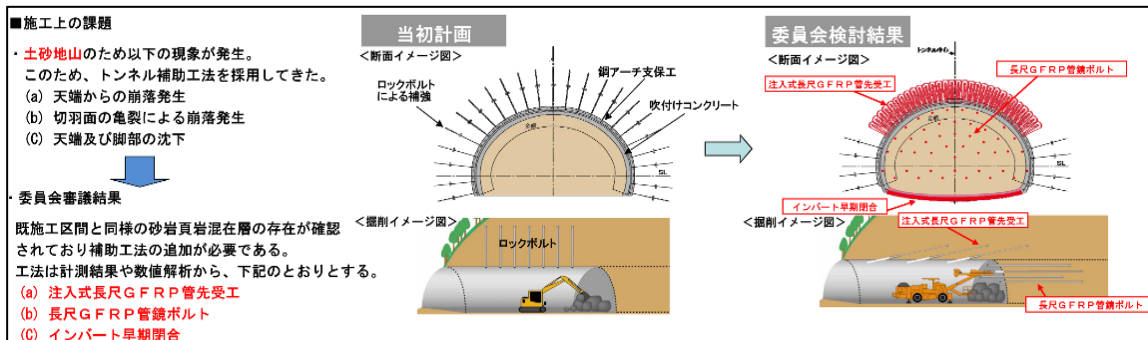


図-12. トンネル補助工法の追加形変更平面図

6. ガス対策・汚染土対策について

地すべり対策以外にも当該トンネルは、施工中に掘削面から可燃性ガス、さらに掘削土からヒ素、セレン等の重金属が検出された。このため、可燃性ガス対策については、ポータブル型測定機により日常管理、半固定式検知機により自動測定機を設置し、現行の換気設備に加えて、別途換気設備を増設することとした。また、自然由来の重金属対策については重金属を含んだ掘削土に不溶化剤を添加し有害物質の溶出を抑制する不溶化工法、及び重金属を含んだ掘削土の下に吸着層（フィルター層）を設け、溶出した有害物質を捕捉する吸着層工法を採用した（図-13）。

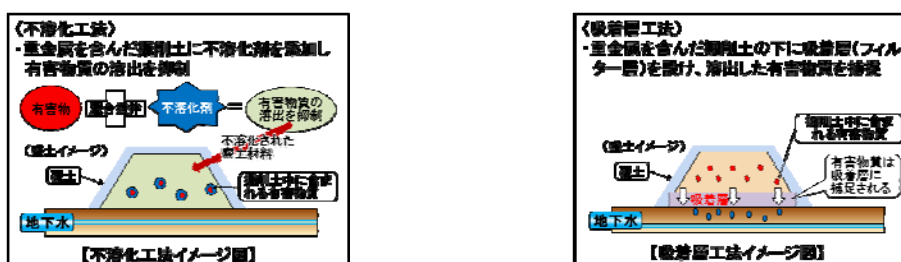


図-13. 不溶化工法と吸着層工法

7. 現在の状況

芳ノ元トンネルの進捗状況は全延長 1,880m に対し、平成 28 年 6 月末現在で掘削延長 1,185m、覆工延長 672m である（図-14）。

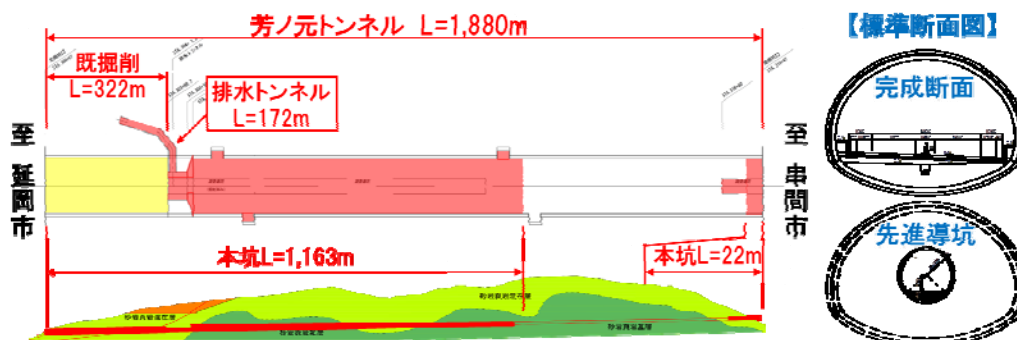


図-14. 芳ノ元トンネルの進捗・計画

8. まとめ

東九州自動車道は、昨年 3 月佐伯 IC～蒲江 IC の開通により、大分市から宮崎市が高速道路で結ばれた。開通により高千穂峡では、GW 中の観光客が 1.5 倍（前年度比）に増え、また道の駅北川はゆまでは売り上げが 1.4 倍（前年度比）に増えるなど効果があがっている。さらに今年 4 月には、椎田南 IC～豊前 IC が開通し、北九州市から宮崎市が直結しさらに便利になった。

日南市では、クルーズ船の寄港が増えるなど国内外から宮崎市、日南市等の魅力が評価されている。東九州自動車道清武～日南間の開通により、さらに多くのストック効果が発揮されることが期待される。このような中で清武～日南間は、北郷～日南間が平成 29 年度開通予定であり、清武～北郷間においては、これまで報告したように難航を極めており、開通時期は明確に出来ていない状況であるが、トンネル検討会でいただいた方針や助言を元に一日も早く開通できるよう残りの工事を安全に進めていく所存である。