

地すべりブロック内における低土被りトンネルの対策工の計画・施工

ー北陸新幹線、新木浦トンネルー

(独)鉄道・運輸機構 鉄道建設本部 北陸新幹線建設局能生鉄道建設所 所員 上塘 祥二郎

(独)鉄道・運輸機構 鉄道建設本部 北陸新幹線建設局能生鉄道建設所 所長 正会員 中村 信

前田建設・佐伯建設・小田急建設・丸運建設 北幹、新木浦 T 他特定建設工事共同企業体 北岡 英基

1. はじめに

新木浦トンネルは、北陸新幹線高崎起点 200km295m～202km855m に位置し、新潟県糸魚川市（旧能生町）を通過する延長 2,560m のトンネルである（図-1）。ほぼ全長に渡り地すべり防止区域に指定されており、特に坑口付近の 200km350m～500m 間（ $l=150$ m）は、土被り 20m 以下の低土被り部区間であるとともに、等高線とトンネル軸が揃う平行型の斜面であるため、掘削により地すべりを誘発する可能性が高い。そのため掘削前に地すべり対策工を計画・実施することが不可避であった。

本稿は、この区間の地すべり抑止対策及びトンネル補助工法の検討と施工実績についての報告である。

解析結果を重ね合わせることで地すべりブロックの形状を解析断面に反映させ（多断面二次元解析）、より経済的な設計を行なうこととした。

計画安全率は新潟県の設定例による「重要な道路（国道）、河川、人家等に重大な影響を与える箇所」を適用し「 $F_s=1.20$ 」とした。これらの条件を満たす対策工をいくつか選定し、比較検討した結果、経済性・工期の面で最も優位なアンカー工と水抜き横ボーリング工の組み合わせを採用した（図-4、図-5）。



図-1 新木浦トンネル位置図

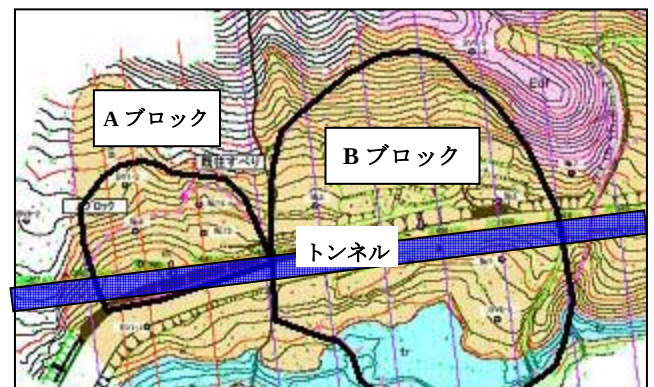


図-2 地すべりブロック（平面図）

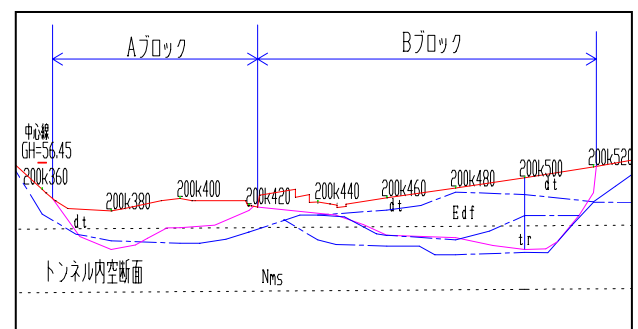


図-3 地すべりブロック（縦断面図）

2. 地すべり対策

当区間の地すべりブロックはAブロックとBブロックに大別される。A・Bブロックの地質図を図-2、図-3に示す。地すべり安定解析手法としては一般的に二次元解析での極限平衡法により安全率や必要抑止力が算定される。しかし、当区間のように地すべりブロックが連続している場合には、各ブロックの主測線で必要抑止力を算出すると、地すべりブロックが矩形となり移動層の厚さが異なる地すべりブロック縁辺部では、過大な必要抑止力を与える場合がある。そこで、今回A・Bブロックの安定解析を実施するにあたり、地すべりブロック内に複数の測線を設けて各測線ごとに実施した二次元

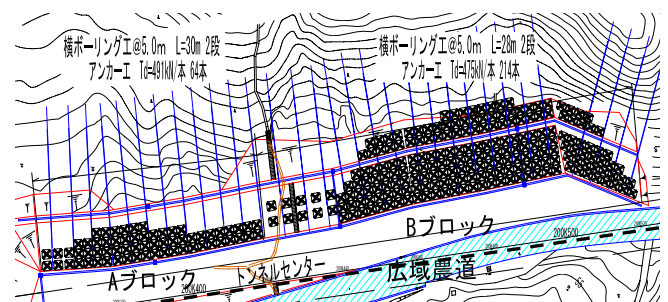


図-4 アンカー配置図

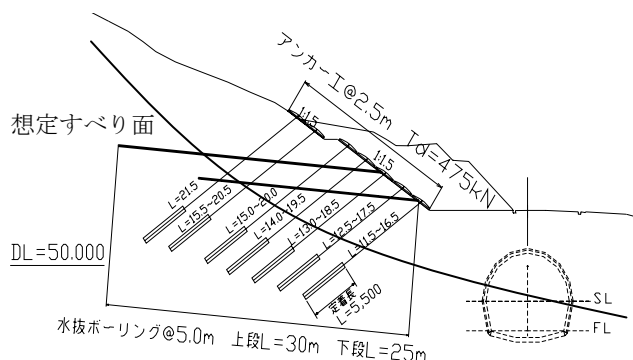


図-5 アンカー標準断面図

3. 切羽安定対策工

A・Bブロック区間では広域農道がトンネル直上(土かぶり 2~5m)に位置していることから、トンネル構造物の安定と広域農道の安全を確保する必要があった。なお、トンネル断面内には含水しており軟弱化が予測される崖錐堆積物や風化泥岩などの未固結地山が存在していた。そのため地すべり対策工とは別に切羽安定のための補助工法を選定する必要があった。坑内からの補助工法だけに頼った場合、地表面(広域農道路面)沈下の発生は避けられず、通行車両の安全確保は困難と判断した。そこで広域農道の通行止めを前提とし、地表沈下をある程度許容する対策を選定することが有利であると考え、①地すべり抑止対策は事前に完了していること②工事期間中、広域農道は通行止めとすることを条件として、数種類の対策工を比較検討した結果、信頼性が高く、経済性も良い開削置換工+垂直縫地工を採用した(図-6)。

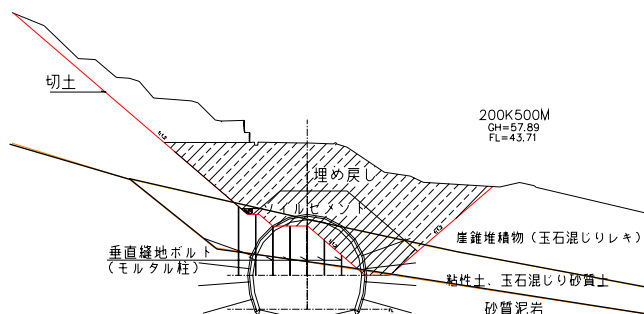


図-6 切羽安定対策工

4. 地すべり区間施工中の計測管理

アンカー施工、切羽安定対策工及びトンネル掘削に伴う地すべりブロックの挙動及び斜面動態観測として、各ブロック頭部に孔内傾斜計、地表伸縮計を設置し、計測を行った。

5. 施工実績

アンカー施工に先立ち、施工中の第三者災害を防止する目的で広域農道の通行規制を行った。掘削、

土砂搬出はAブロック、Bブロック各々にダンプトラック進入路を造成し、アンカー上段より順次切り下がった。掘削作業とアンカー削孔作業の競合をさけるため、基本的にはAブロック、Bブロックを交互に施工した。アンカー定着層は地すべりブロック下面の新鮮な泥岩・砂岩層とし、想定すべり面または基盤岩層とアンカー体定着層の隔離は様々な不確実性を考慮し2.0mとした。

切羽安定対策工は一次開削→垂直縫地→二次開削→置換(ソイルセメント)→埋め戻しの順序で施工を行い、その後、トンネルの掘削を行った。垂直縫地ボルト施工状況及び置換工区間切羽状況写真をそれぞれ写真-1、写真-2に示す。

アンカー対策施工中、切羽安定対策施工中及びトンネル掘削中、孔内傾斜計、地盤伸縮計に有意な変位は見られず、地すべりを誘発することなく無事にトンネルを通過することができた。

当トンネルでは今後も難しい工事が予想されており、安全に工事を進めていきたい。

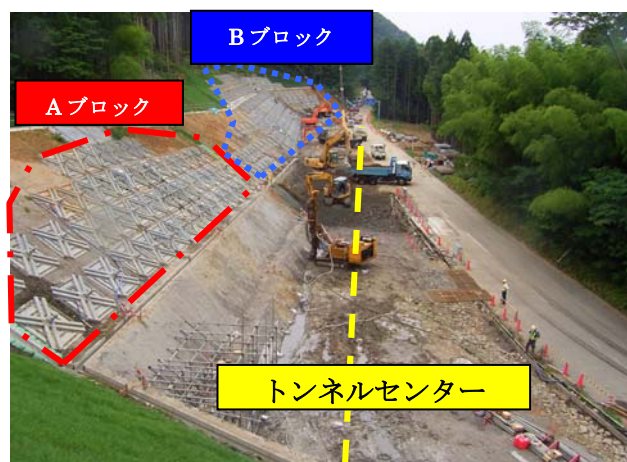


写真-1 垂直縫地ボルト施工状況



写真-2 置換工状況 (フェノールフタレイン反応)