

# 崩壊斜面直下を貫くトンネル坑口部の施工 -北陸新幹線 金山トンネル-

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線第二建設局 糸魚川建設所 正会員 山本 武史  
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線第二建設局 糸魚川建設所 正会員 直江 久永  
 三井住友・加賀田特定建設工事共同企業体 正会員 ○岡田 隆一  
 三井住友・加賀田特定建設工事共同企業体 渡辺 隆之

## 1. はじめに

北陸新幹線金山トンネルは、新幹線糸魚川駅(新潟県糸魚川市)の起点方(高崎起点 209km250m~209km907m)に位置する全長 657m の山岳トンネルである(図-1)。

本トンネルは平成 19 年 11 月下旬に終点方から掘削を開始し、平成 20 年 10 月に無事貫通した。本稿では、崩壊斜面直下にある金山トンネル起点方坑口部における施工計画とその結果について報告する。

## 2. 起点方坑口部の施工上の問題点

### (1)地形・地質(図-2, 図-3)

- ①起点方坑口部は直線尾根地形で、斜面に対してトンネルが斜交し、横断的に片傾斜の偏圧地形である。
- ②崩壊跡地が散見され、未だ崩壊せずに残留している「緩んだ表層」が分布している。
- ③豪雨時や融雪時には、多量の表流水・浸透水が斜面中腹部に分布する谷状沢地形沿いの斜面に供給されている。
- ④地質は厚い崖錐堆積物と新第三紀の礫岩で構成され、表層には土砂状に強風化した礫岩が確認されている。
- ⑤強風化礫岩中には、すべり面となりうる粘土化した軟弱層が挟在し、潜在的な崩壊要因を有している。

### (2)施工上の問題点

坑口部の地形・地質が斜面崩壊等の発生要因を有していることから、施工上の問題点として以下の事項が懸念された。

- ①トンネル坑口が斜面端部に位置することから、切土およびトンネル掘削が荷重バランスの変化や変形・緩みを発生させ、表層崩壊等を誘発する可能性が高い。
- ②周辺の崩壊形態を考慮すると、斜面下部の安定性がわずかでも損なわれると崩壊が上部に拡大して大規模崩壊に至る危険性がある。
- ③降雨等による浸食作用や旧崩壊地からの緩みの拡大が懸念されるため、恒久的な斜面安定対策を考慮する必要がある。



図-1 金山トンネル位置図

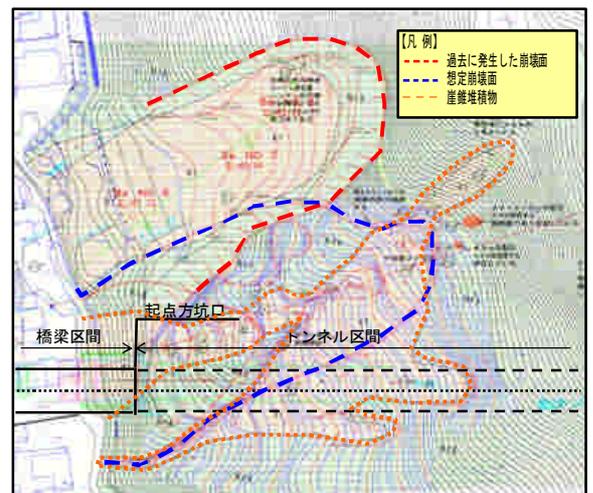


図-2 起点方坑口部平面図

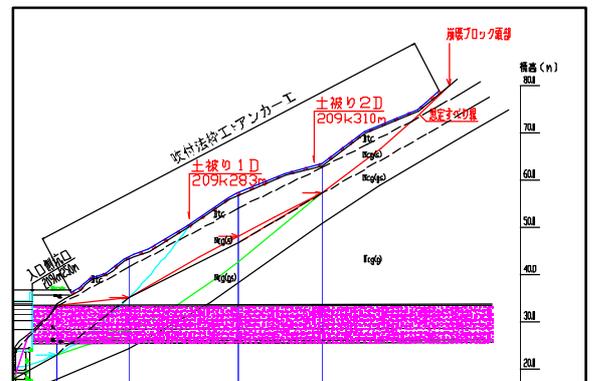


図-3 起点方坑口部縦断面図

キーワード 坑口部, 地すべり対策, 斜面安定対策, 補助工法

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 1-9-4 三井住友建設(株)東京土木支店 TEL 03-3517-7431

### 3. 起点方坑口部の施工計画

懸念される施工上の問題点について、恒久的な斜面安定対策およびトンネル施工時の対策に大別して計画した。

#### (1) 恒久的な斜面安定対策

坑口斜面は地すべりの恐れがあるとともに、地表面に崩壊跡や谷状沢地形が多数見受けられることから、両者を考慮した恒久的な対策工（吹付法砕工+アンカー工）を選定した(図-4)。

- 吹付法砕工：F-600 3.0m×3.0m
- アンカー工：総本数 196本 平均 22.4m  
設計耐力 265.8kN/本

#### (2) トンネル施工時の対策

トンネル施工時の挙動については、施工方法と対策工(補助工法)が密接に関連することから、掘削時に地山を極力緩めないことを目的とした対策工を地山状況に合わせて選定した。選定にあたって特に留意した事項は、土被りによる影響と切羽天端付近に出現する転石の取り扱いである。

- ①事前の解析結果によると、土被り 1D 以下 (D：トンネル掘削幅) では安全率が低下し、緩み領域がトンネル直上に形成されると予想された。このことから、切羽天端・前方への「緩み領域拡大防止」を図る目的で地山改良ボルト(φ76mm, L=9.5m, シリカレジンを注入)を選定した。
- ②切羽天端付近の転石の取り扱いについては、安全性の確保とともに緩み防止を図る目的で、縫付け効果が確実に期待でき、施工性も良好な注入式フォアポーリング(L=3.0m, シリカレジンを注入)を選定した。

### 4. 施工結果

トンネル掘削時の計測結果等を以下に示す(図-5)。

- ①天端沈下に関しては、1D 以下の区間で初期変位量、最終変位量が抑制されている。これは対策工(地山改良ボルトと注入式フォアポーリング)の効果であり、切羽状況からも良好な切羽の安定性が確保できたものと考えられる。
- ②地表面沈下は1D 以下の区間で顕著で、最大 12mm 程度の沈下が発生したが、前述の対策工の効果により、平均的には 10mm 以下の沈下で収束した。このことから、地すべり・斜面崩壊等に対する恒久的な安定性が確保できたと評価している。

### 5. おわりに

金山トンネル起点方坑口は地形・地質条件に加え、施工ヤードが狭小で民家に隣接するという周辺環境および施工条件の大変厳しい場所であったが、追加調査および詳細検討を実施して最適な対策工を選定することで、坑口部の地山と斜面の変位を抑制し、安全で経済的に施工することができた。坑口付近では、引き続き橋台等を施工することから、これまでと同様に周辺環境に配慮して慎重に施工する所存である。

#### 参考文献

- 1) 柏木亮, 山本武史他：小土被りで谷筋を通する NATM の施工, 第 18 回トンネル工学研究発表会 報告 I-23
- 2) 直江久永, 小原唯司：崩壊斜面におけるトンネル坑口施工, 平成 20 年度 土木学会中部支部研究発表会 VI-5

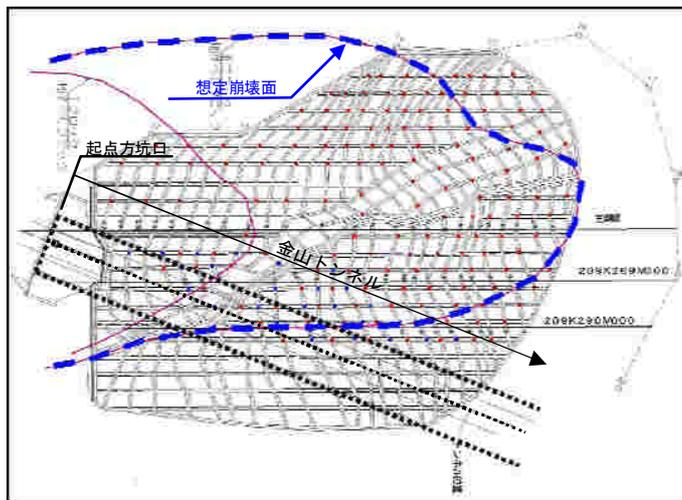


図-4 吹付法砕工+アンカー工平面図

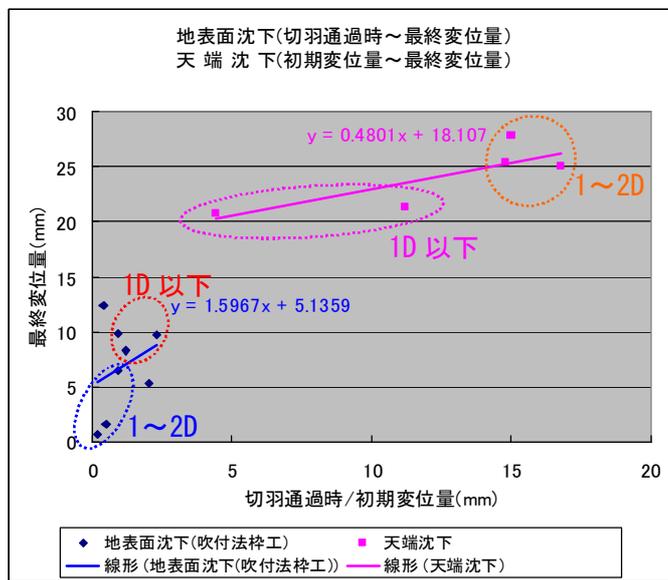


図-5 計測結果(地表面沈下/計測工 A)