

地すべりブロック直下でのトンネル情報化施工

国土交通省 金沢河川国道事務所 柳川磨彦

西松建設(株) (正)○大谷達彦, (正)鬼頭夏樹, (正)明石健, (正)牧祥司

1. はじめに

七尾トンネルは、一般国道 470 号七尾氷見道路の一部となる全長 1760m の道路トンネルである。当該トンネルは、到達側坑口から 200m の位置より、地すべりブロック直下(最小離隔 7.6m)をトンネルが通過する。そのため、トンネル掘削によって地すべりを誘発することが懸念された。

このような状況の中、地すべりブロックへの影響を抑制するために情報化施工を行った。事前に影響予測解析を実施するとともに、トンネル掘削中は、坑内、地中、地表面でさまざまな計測を行い(図-1 参照)、地すべりの兆候が見られたときに迅速に対応できる体制を整備した。本稿では、当トンネルで実施した情報化施工の実績を報告する。

2. 地質概要

当該坑口部は、小栗地すべり地域に位置し、大小様々な地すべりブロックが存在している(図-1 参照)。これらの地すべりブロックは、現状では安定しているものの、トンネル掘削の影響により不安定化する可能性があった。

トンネル周辺の地質は、新第三紀中新世中期の八尾累層(火山円礫岩・砂岩互層)よりなる。この地層では、礫を埋めるマトリックスの固結度が低く、トンネル掘削時の礫の抜け出しが懸念されていた。

また、これまでのトンネル掘削中に、断続的に断層破碎帯が出現し内空変位が 100mm を超える箇所もあった。このような断層は切羽前方においても出現する可能性があり、その場合には、トンネル掘削によって地すべりを誘発することが懸念された。

3. 影響予測解析

(1) 解析概要

影響予測解析は、二次元 FEM 解析を実施した(図-2 参照)。このとき、影響予測解析では、地山弾性係数の設定値が結果に大きく影響する。そこで、地山弾性係数を評価するために、本トンネルの計測変位を活用してトンネル逆解析(DBAP)¹⁾を実施した。そして、断層破碎帯を含む 27 測点の逆解析結果のうち、最小値($E=117,400\text{ kN/m}^2$)を影響予測解析の入力値とした。

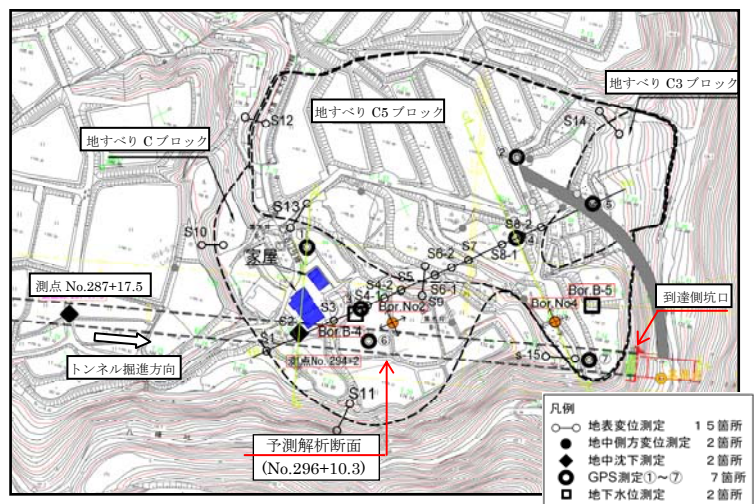


図-1 到達側坑口平面図

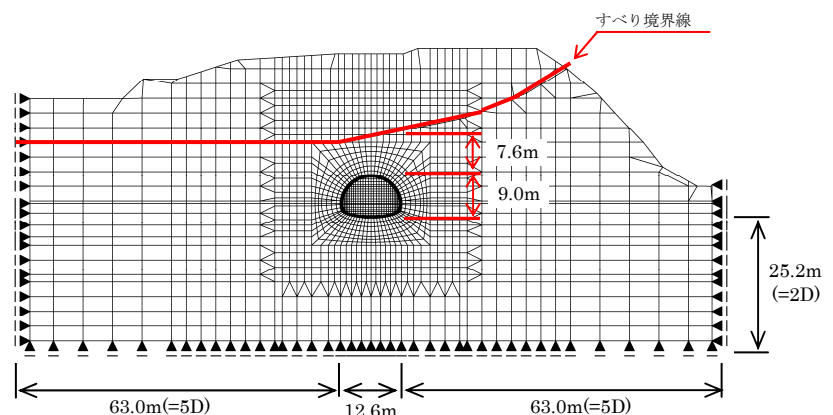


図-2 影響予測解析モデル図(No. 296+10.3)

キーワード 地すべり, 情報化施工, 早期閉合

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 西松建設(株) 土木設計部 TEL 03-3502-7637

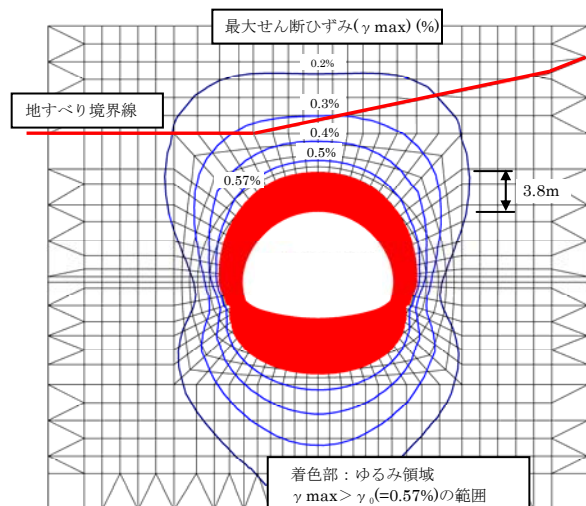


図-3 ゆるみ領域の予測結果

表-1 早期閉合の適用基準

項目	基準値
坑内変位量 (最終変位量)	天端沈下量：40mm 以上 内空変位量：80mm 以上
坑内変位量 (初期変位量)	天端沈下量：8mm/日以上 内空変位量：16mm/日以上
地表面変位量	5mm/日以上
切羽安定	切羽崩壊・天端崩壊の発生
切羽評価点	評価点の下降

※各データの整合性を確認し、総合的に判断する。

(2) 解析結果

ゆるみ領域の判定は、最大せん断ひずみ(γ_{max})が、限界せん断ひずみ($\gamma_0=0.57\%$)²⁾より大きな値となる範囲とした。解析の結果、トンネル上方のゆるみ領域は3.8mと予測され、地すべりブロック(離隔7.6m)には影響を与えない結果となった(図-3 参照)。

また、坑内変位は、天端沈下量74mm、内空変位48mmという解析結果となった。これらは、先行変位を含む全変位の値であり、計測管理では先行変位を除く計測可能変位量が必要となる。そこで、No.287+17.5の地中沈下計測結果から先行変位率を50%として、計測可能変位量を天端沈下量37mm、内空変位24mmと算出した。

4. 施工実績

(1) 施工体制

事前予測解析の結果、トンネル掘削によって地すべりに影響を与えないと予測した。しかし、当該区間には、民家、田畑が地表に存在し、地すべり発生時には、第三者に大きな影響を与えるとともに、大規模な対策工が必要となり、大幅な工期延伸、工費の増大を招く可能性があった。

そこで、坑内、地中、地表面において、地すべり挙動を監視し、地すべりの兆候が見られた際、迅速に対応できる体制を検討した。そして、七尾トンネル施工実績³⁾を踏まえ、計測結果が基準値を超えた場合には、積極的に早期閉合を適用する計画とした(表-1 参照)。

(2) 計測結果

平成22年4月9日現在、トンネルは地すべりブロックへの最接近箇所を通過した。これまでの地中および地表面での計測結果から、地すべり挙動は確認されていない。また、坑内計測の結果、天端沈下量6.4mm、内空変位4.8mmであり、予測結果(天端沈下量37mm、内空変位24mm)と比較して、非常に小さな値を示している。これは、地山のゆるみを抑制しながら慎重に掘削を実施したこと、地山条件が想定より良好であったことが要因であると考えられる。

5. まとめ

当該地すべり区間では、事前影響予測解析を踏まえて安全管理体制を整備するとともに、坑内、地中、地表面で計測監視を実施しながらトンネル掘削を行い、地すべりブロック最接近箇所を無事通過することができた。今回の施工報告が、類似の施工の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 櫻井春輔, 武内邦文: トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法, 土木学会論文報告集, No.337, 1983.
- 2) 櫻井春輔, 川嶋幾夫, 大谷達彦, 松村真一郎: トンネルの安定性評価のための限界せん断ひずみ, No.493/III-27, 1994.
- 3) 鬼頭夏樹, 角湯克典, 柳川磨彦, 明石健, 大谷達彦: 計測データに基づく全断面早期閉合の効果に関する一考察, トンネル工学報告集第19巻, 2009.