

朝日温海道路における 膨潤性地山の地質調査事例

株式会社ダイヤコンサルタント
○小林 卓矢、篠原 良彰

1. はじめに

朝日温海道路施工が予定されている新潟県村上市碁石地区を対象に地質調査を実施した。調査対象地(図-1)は、標高50~70mの小規模山岳地帯であり、新第三紀の泥岩が広く分布する。泥岩は風化が著しく、膨潤性を示すことが既往調査結果により報告されていた。

本報告では、新第三紀の泥岩を対象とした道路設計・施工に必要な地質情報を得るために実施したボーリング調査、弾性波探査等の地質調査結果を示す。また、切土工、トンネル施工の観点での検討事項を示す。

2. 調査結果

(1) 地質構成

図-2に地質縦断図を、図-3に弾性波速度縦断図を示す。

調査地には、新第三紀中新世後期上郷層上部層の泥岩が広く分布する(図-2参照)。泥岩の表層から標高50m付近は特に風化が著しく、弾性波速度は0.8~1.2km/sec(V_p)を示し(図-3参照)、スメクタイトを多く含む。

さらに、泥岩の乾湿繰返し吸水試験の結果、繰返し回数が2~3回で土砂状となり、吸水量増加率は46.6~99.2%を示し、吸水膨張率に富むことが判明した。

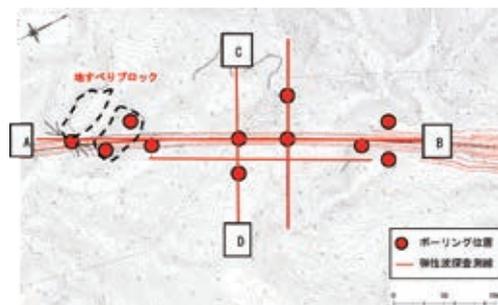


図-1 調査位置平面図



写真-1 ボーリングコアで認められた鏡肌

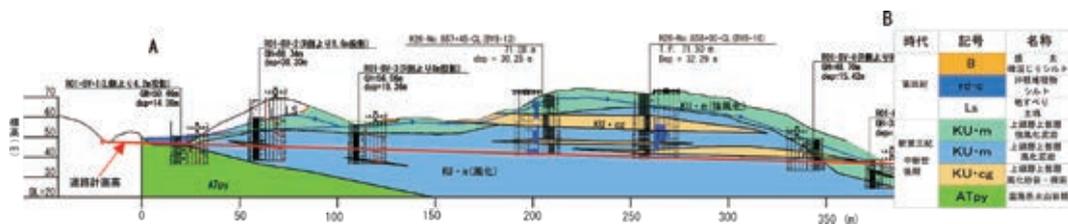


図-2 地質縦断図

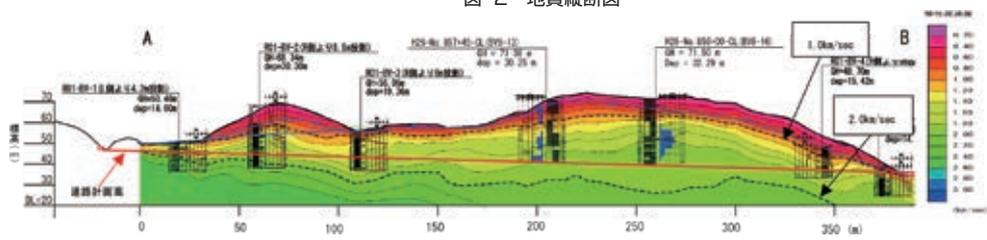


図-3 弾性波速度縦断図

このことから、泥岩層は吸水に伴う体積増加の影響により、地山強度が低下することが示唆された。

(2) 地すべりブロック

図-1に示すように、調査地の南方には地すべりブロックが判読された。地すべりブロックを対象としたボーリング調査の結果、GL-8.5m付近にすべり面と考えられる黄褐色粘土を挟在し、この面に鏡肌が認められた。

また、孔内傾斜計観測の結果、2018年7月以前は明瞭な変化を示さなかったものの、同年8月以降の日降水量100mm以上の大雨や、2019年6月の震度6の地震を起因とした変位が認められた。ただし、地すべりブロックの変位量は2年間で約5~7mmであり、現時点では活発な動きを示すものではないと推定される。

以下に、「切土案」及び「トンネル案」それぞれの検討結果、設計・施工上の留意点を述べる。

3. 切土案の検討

切土工は、L側5段、R側3段が計画された。以下に検討事項を示す。

(1) 切土勾配

上郷層上部層の泥岩の自然斜面勾配は、 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ （データ数=19）であり、その平均は 39.9° である（勾配： $1:1.95 \approx 1:1.2$ ）。

各指針^{1), 2)}によると、当該斜面の切土勾配は $1:0.5 \sim 1.5$ の範囲となっている。定量的判断は $1:1.5$ となるが、自然斜面勾配が $1:1.2$ であることを考慮すると、「 $1:1.2$ 」が最適勾配であると判断した（図-4参照）。

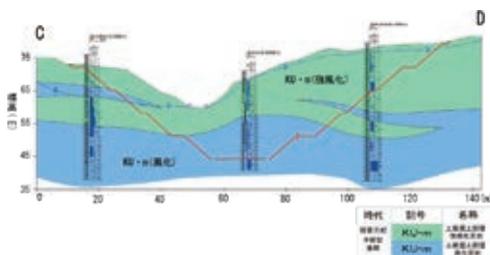


図-4 想定切土断面

(2) 設計・施工上の留意点

切土工における設計・施工上の留意点を以下に示す。

- ①上郷層上部層は風化が著しく、浸食を受けやすいと考えられる。そのため、時間経過とともにのり面の強度低下が懸念されるため、経年劣化を防ぐようなのり面保護工を選定する必要がある。
- ②道路起点側では地すべりブロックが認められ、切土掘削に伴い斜面の不安定化が懸念されるため、切土工に伴う安定度評価を行い、その結果に応じて対策工を実施する必要がある。
- ③全体として地下水位が高いため、のり面からの湧水が懸念される。そのため、水抜きボーリング等による地下水対策を施す必要がある。

4. トンネル案の検討

トンネル延長は、約350mが計画された。図-5にトンネル周辺の3次元地質モデルを示す。

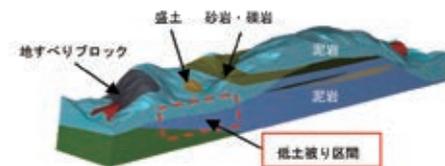


図-5 3次元地質モデル

(1) 特殊地山

- ①起点側坑口の約50mの区間は、トンネル施工深度及びトンネル天端上方に地すべりブロックが存在する（図-6参照）。現時点では活発な活動は認

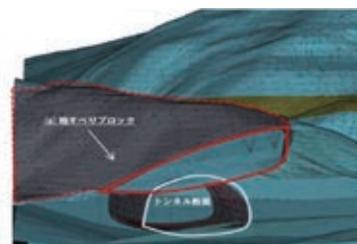


図-6 地すべりブロックとトンネル坑口付近の関係

められないが、トンネル掘削に伴う再活動が懸念される。

- ②図-5に示すように、土被り10m未満の低土被り区間が連続する。この区間は強風化泥岩が分布し、弾性波速度は1.0km/sec (Vp) 程度である。

(2) 設計・施工上の留意点

- ①地すべりブロックの掘削に際し、地山の緩みが発生し強度が低下した場合、地すべりが再活動する可能性がある。そのため、継続的な地下水位観測や孔内傾斜計観測を実施するとともに、水抜きボーリングやアンカー工等を検討する必要がある。
- ②低土被り区間には、強風化泥岩や平均N値1.8の盛土が分布するため、掘削時に天端崩落や地盤沈下が懸念される。そのため、対象区間を地盤改良し、地盤強度の増加が望まれる。

5. おわりに

当該地区の工法の選定に当たっては、今後以下の検討を行い、最終的な工法を確立することが望ましいと考える。

- ①地すべりブロックにおいては、継続的な地下水位観測及び孔内傾斜計観測を実施し、水位変動と地すべりブロックの変位量の相関を把握する。
- ②膨潤性を示すことや表層部の風化が著しいことを念頭に、斜面安定性評価を適切に行う。
- ③対策工の選定に当たっては、ライフサイクルコストを比較した上で、安全かつ経済的な工法を選定する。

《引用文献》

- 1) 日本道路協会：道路土工－切土工・斜面安定工指針, p.83, 2009.6.
- 2) 地盤工学会編：切土法面の調査・設計から施工まで, p.141, 1998.1.