上越線の上部斜面に存在する巨大岩塊の対策－その３：対策工概要

東鉄工業㈱　正会員　○浅川　浩隆　　ライト工業㈱　　原　　哲朗
JR 東日本　高崎土木技術センター　　湯浅　啓司　　同左　太田　修一

1.　はじめに

上越線津久田・岩本間沿線の上方斜面上にある巨大岩塊の安全対策について、「その１：地盤・岩盤調査」　では、巨大岩塊が位置する地形・地質条件と対策に必要な各種調査結果および予想される崩壊形態について紹介し、「その２：対策設計概要」では、この岩塊の対策のための設計の概要を紹介した.

ここでは、引き続き「その３：対策工概要」として、施工途中、設計変更を要することとなった事象等を交え、対策工事の概要を報告する.

2.　対策概要

巨大岩塊は、高さ 12m、幅 6m、奥行 4m、背面基岩境界部に開口亀裂を有する巨大浮き石であり、42°の急傾斜地にタワー状に峻立している．巨大岩塊の外観を写真-1 に示す.

この巨大岩塊の崩壊を抑止する主要対策概要として、

1)　巨大岩塊と基岩境界部に生ずる開口亀裂に樹脂系モルタルを注入.
2)　巨大岩塊の前面にＲＣ造の壁を構築.（以下、直壁コンクリート）
3)　直壁コンクリートを反力とし、RSI グラウンドアンカーを 21 本造成.

これら対策の全貌を写真-2 に示す.

写真-1（左）．対策前、写真-2（右）．対策後

3.　施工段階における課題と対策

対策工は、前項「2. 対策概要」に記述した 1）～3）を施工サイクルとし、その施工段階において生じたトラブルと対策を紹介する.

3.1　樹脂系モルタル注入量の増大

基岩境界部の開口亀裂は、巨大岩塊左右に所見し、その規模は、幅 0.1m～0.7m、奥行は、左右が岩塊背面で繋がる亀裂であり、その内部構造を詳細に把握することが出来ず、注入量が増大することが懸念された.

代表する開口亀裂を写真-3 に示す.

注入は、1m/ステップを標準とし、岩塊への影響を考慮、無圧（自然流入）注入とし施工を行った結果、総注入量：16.2m3 となり、設計注入量：9.9m3 を大きく上まわった.

写真-3．開口亀裂

主な要因として、岩塊背面基岩に発生していると思われる無数の亀裂群にモルタル材が侵入したことが起因したと推測、その根拠として、周辺基岩に所見する一部亀裂からモルタル材のリークが確認されたことでこの判断に至った．リーク状況を写真-4 に示す.

写真-4．周辺亀裂から生じたﾘｰｸ状況

この状況においては、抜本的解決策はなく、事前の調査段階で亀裂状態を把握し、地形等諸条件を明確に整理し、計画することが重要であったと考える.

本件は、調査、設計段階で条件整理が適切に履行されていたことで遅滞なく設計変更された．また、死角に存在する亀裂に対し注入できたことは、施工段階における巨大岩塊の安定性向上に寄与したものと考える.

キーワード：巨大岩塊、落石対策、RSI ｸﾞﾗｳﾝﾄﾞｱﾝｶｰ
連絡先〒370-0045　群馬県高崎市東町 172 番地 9　　東鉄工業株式会社高崎支店　TEL．027-323-4630

© Japan Society of Civil Engineers

3.2　直壁ｺﾝｸﾘｰﾄ、RSI ｸﾞﾗｳﾝﾄﾞｱﾝｶｰのﾌﾞﾛｯｸ施工

直壁コンクリートは、巨大岩塊最突出部を基準とした垂直壁状でその概要は、幅：7.5m、高さ：22.0m、総重量：847.9ｔであり、巨大岩塊を包み込む構造とした．図-1 に構造概要を示す．

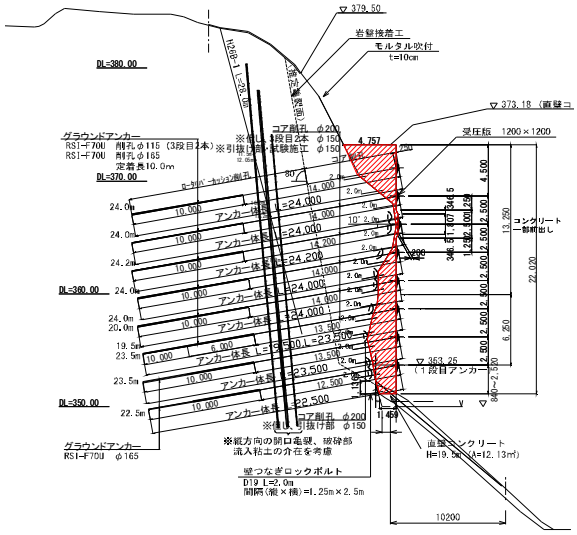

図-1．直壁ｺﾝｸﾘｰﾄの構造

施工に先立ち、直壁コンクリートが巨大岩塊に与えるリスクを設計者協力のもと検討を行った結果、「岩塊にかかる死荷重をどの段階で岩塊と一体化とするか」、が最大のテーマとなった．現場としては、施工ロスを最小限に抑えるべく、より高位置での一体化を望んだが、未知数の巨大岩塊では、落石のタイミングを予見することは難しいとの判断に至り、グラウンドアンカー配列毎に直壁コンクリートを構築する結論に至った．写真-5 にブロック施工（一部）を示す．

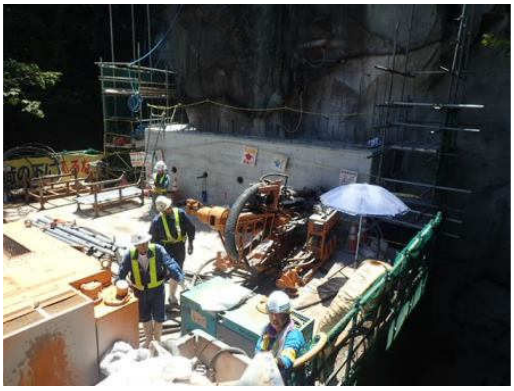

写真-5．ブロック施工

合計８回のブロック施工の結果、計測モニタリング値に変動は無く、巨大岩塊を無挙動且つ、安定した状態で完了させることができた．

3.3　グラウンドアンカー仕様の変更

当初設計における RSI グラウンドアンカーの仕様は、削孔径：φ115mm、アンカー長：18.5～20.0m、定着長：6.0m であった．施工開始１段目の緊張･定着において、最大計画荷重（Tp）の 64%の荷重でアンカー体が引抜ける事象が発生した（図-2）．直ちに原因究明に着手した結果、周面摩擦抵抗値（以下、τ）が 0.17 と極端に低い数値であることが判明した．

記号	アンカー体の仕様
×	引抜けたアンカー体
★	試験施工箇所
●	当初設計仕様のアンカー体
□	上記以外、仕様変更アンカー体

図-2　対策後の正面写真とアンカー体の仕様

ボーリング調査の結果では、定着部の安山岩は主に軟岩～硬岩であるが、一部にD級岩盤の分布も確認されたことに鑑み、アンカーの設計は安全側となるよう行ったものの、この極めて狭い範囲の中で岩盤強度に想定外のばらつきがあることを提議し、設計の再検討を行った．検討の結果、仕様変更として、削孔径：φ165mm、アンカー体長：22.5～24.0m、定着長：10.0m と必要なτを確保した仕様に変更、施工範囲を巨大岩塊の最大の弱点である基部を覆う２段目までとし施工を進めた．３段目以降は、地質の検証を踏まえ当初仕様に戻し施工を継続、右及び中央は、所定どおり定着を完了できた．しかし、左のアンカー体では、１段目同様に引抜けた．

この結果を受け、左列（4 段目）にて、当初仕様にて試験施工を行い、地質状態の妥当性を再検証した結果、定着に至らず左列を中心に定着に必要なτが確保できないと判断され且つ、以降のアンカー施工においても定着できる確証が得られないことから残るアンカー全てを仕様変更とした．これにより最終８段まで何ら問題が生じることなく施工を完了することができた．

4.　おわりに

今回の落石対策工事は、巨大岩塊の規模から過去にあまり例を見ないものである。保守、メンテが重要性を増すなか、今後、これに類する工事に対峙することとなった場合、この経験を大いに生かしていくとともに、この貴重な経験を後世に継承し、鉄道の安全、安定輸送に大きく貢献できれば幸いである．

© Japan Society of Civil Engineers