

上越線の重点監視箇所が存在する巨大岩塊のモニタリング—その1：モニタリング概要—

JR 東日本 高崎土木技術センター 正会員 ○ 原田 悟
 JR 東日本 高崎土木技術センター 村山 克之
 JR 東日本 高崎土木技術センター 鴨志田祥子
 ジェイアール東日本コンサルタンツ (株) 正会員 逸見 研二

1. はじめに

JR 東日本の上越線は山間部の山裾を縫うように線路が敷設されている区間が多く、そのため落石に対するリスクが高い。津久田・岩本駅間においては、1977年3月8日に上野発新潟行急行「佐渡3号」(165系電車12両編成)が線路上部の崖から落下していた約30tの巨石に衝突し、4両が脱線するという事故が発生した。これにより先頭車が6m下の国道に転落、2両目は線路上で横転、3両目も損傷することとなった。

本件では、上記の事故発生箇所から205m起点側(109k450m付近)に存在する巨大な岩塊を対象として、対策工実施までの間の安全性を確保することを目的として実施しているモニタリングの概要について紹介する。なお、モニタリングの状況については、引き続き(その2)で紹介することとする。

2. 当該箇所の地形・地質概要

当該箇所の断面図を図-1に示す。線路からの比高は約60mで、斜面の勾配は45°程度と急勾配を呈しており、切ヶ久保溶結凝灰岩層(中新世)、古子持火山噴出物(前期更新世)、子持火山の安山岩質溶岩及び火砕物(前期～中期更新世)が分布している。このうち、斜面上部に急崖を形成している安山岩質溶岩は、垂直方向及び水平方向の開口割れ目が発達しており、浮き石となりやすいため、危険度が高い箇所として判定されている。線路際には落石止擁壁、斜面内には落石止柵付擁壁など、複数段の対策工も設置されている。

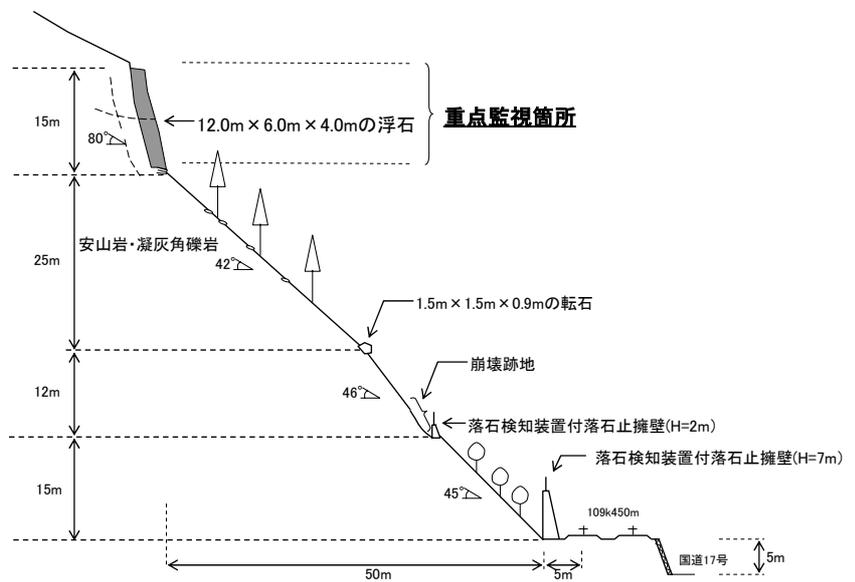


図-1 109k450m 付近の地形断面図

本件のモニタリングの対象とした巨大岩塊(13m x 6m x 4m)の外観を写真-1に示す。

この岩塊は、重点的に監視が必要な箇所に指定し、定期的な目視観察や亀裂間隔の手動計測を行ってきているとともに落下経路には落石検知装置も設置して、列車運行の安全性を担保している。

3. モニタリングの概要

3.1 モニタリング手法の選定

不安定岩塊の安全性の判定・評価手法については、これまでも多くの研究者により研究が進められている(例えば、文献1)、2)等)。これらの研究では、主に不安定岩塊の振動を計測・分析する方法や打音、また亀裂の進行により発生する微小な音を集音・分析する方法が主流となっているが、現段階においては、定量的評価法の確立が課題となっている。最近では、より定量的な岩盤の安定性評価手法として常時



写真-1 109k450m 付近の巨大岩塊

キーワード：落石，岩盤，常時微動，モニタリング，フーリエ解析
 連絡先〒370-0052 群馬県高崎市旭町190番地 JR東日本 高崎土木技術センター TEL.027-324-6594

微動による計測（文献3）も行われてきている．こうした背景を踏まえ本件においては，対象とする巨大岩塊の安定性評価として，以下の2つの手法によりモニタリングを実施することとした．

- ①常時監視を目的とした変位計による静的な挙動計測
- ②振動特性の変化の有無と傾向の把握を目的とした3ヶ月に1回程度の微動計測

3.2 変位による静的な挙動計測

変位計は耐候性の高い防水型変位計（差動トランス型変位計）を使用した．この変位計は巨大岩塊がトップリングやスライドを起こした場合においてもその動きを捕捉可能なよう岩塊の左側面の分離境界の上・下および右側の上・下の4箇所に設置した(図-2)．なお，図-3および写真-2に示すとおり変位計設置においては熱膨張係数の

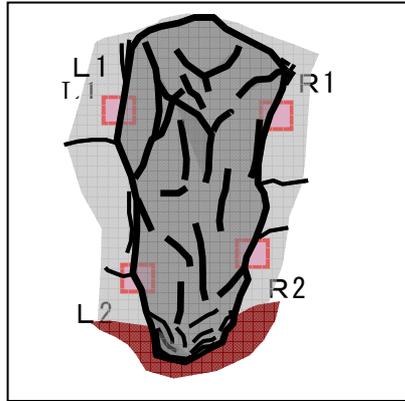


図-2 変位計設置位置

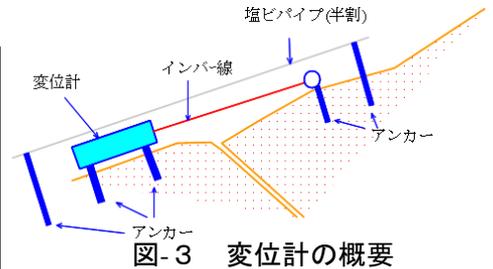


図-3 変位計の概要



写真-2 変位計設置状況

小さいインバー線を用い，極力温度変化による計測誤差の発生を抑えるとともに，温度相関式により温度補正を行った後の変位量データで整理・判定することとした．計測データは，インターネット回線を通じ10分毎に監督者の制御 PC に送信可能なシステムとして構築し，モニター監視を行いながら，管理値を超えた場合には携帯電話への通報および現地での確認等の対応を行なうこととした．

3.3 常時微動の計測

常時微動測定は，衝撃振動試験用 IMPACT システムの速度サーボセンサを用いた．センサは図-4 に示すように岩塊の上部および岩塊下部近傍基岩に X（水平：崖に平行），Y（水平：崖に直交），Z（鉛直）方向検出のための3成分を，また，補足として岩塊中間部に X,Y の2成分を配置した．微動計測については，季節的な変動を捕捉可能なよう3ヶ月に1回程度と，地震や異常降雨等が生じた場合を目安に計測を行うこととし，岩塊の不安定化に向かう兆候を捉えることを目的として次の2通りの整理・解析を行うこととした．

- ①フーリエスペクトル比による評価

岩塊の各測点で得られた速度波形に対しフーリエスペクトル解析を行い，岩塊基部で得られたフーリエスペクトルを分母に，上部・中間部を分子にし，除算で得られたフーリエスペクトル比の卓越性と周波数領域における分布特性に着目することとした．

- ②振動軌跡による評価

各々の測定箇所の速度波形を積分し，変位波形に変換後，岩塊の変位軌跡を平面図上に描いたリサージュの形状に着目することとした．

モニタリングの状況については（その2）で紹介する．

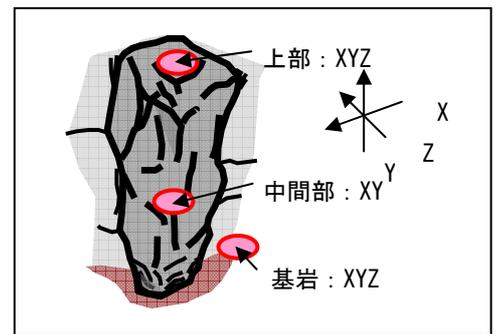


図-4 速度計の配置図

参考文献

- 1) 川越健，他：岩盤斜面における岩塊の安定性に関する評価手法，RTRI REPORT Vol. 25, No. 7, Jul. 2011
- 2) 沢田 和英，他：レーザー波干渉を利用した亀裂性岩塊の遠隔からの安全な安定性調査法の確立，道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポート No.20-4
- 3) 藤沢和範，他：不安定岩盤ブロック抽出のための岩盤斜面振動計測マニュアル（案） 独立行政法人土木研究所資料第4051号