

崖部不安定岩塊の動的挙動について

地域 地盤 環境 研究所 正会員 ○山内淑人 正会員 今西 肇
 日本道路公団 鹿児島工事事務所 国分工事区 大坪信義
 鉄建建設株式会社 技術研究所 正会員 笹尾春夫
 鉄建・徳倉建設工事共同企業体 柚木崎 守 藤沢聖夫

1. はじめに

トンネル坑口直上部の崖面に不安定なオーバーハング状の岩塊が存在するため、崖部の切取工事が実施された。この工事における作業の安全性確保のため、不安定岩塊部に対する計測が行われた。一般に不安定岩塊部の挙動測定として、その岩塊の鉛直・水平方向の変位測定等について静的挙動の測定が主に実施されている。不安定岩塊部に外的変動(温度変化・切取工事の振動等)が付加された場合、岩塊内部の亀裂状態に変化が生じ、その岩塊の静的挙動が変化するとともに、振動・スペクトル等の動的挙動も変化することが考えられる。

従来、既に崩落した転石に対する安定性評価のための振動測定は実施されているが、不安定岩塊の落石直前までの動的挙動の測定は実施されていない。今回、不安定岩塊を撤去するための崖面の切取工事において、切取工事開始前から不安定岩塊の落石直前まで動的挙動の測定を行う機会を得ることが出来たので、その計測結果について報告する。

表-1 地震計の仕様

型式名	JEP-6A3
測定成分	X,Y,Z 直交3成分
感度	2.2V/G
振動数特性	0.07Hz~100Hz
耐水性	防滴構造
寸法	165×175×108mm
重量	約2kg

2. 計測計器

岩塊部の動的挙動を計測するために用いた地震計は、3成分地震計で、その仕様を表-1に示しその振動特性を図-1に示す。通常地震計による計測は水平な状態で行なわれる。今回は崖部での計測となるため垂直な状態で計測できるように変更した結果崖面に対して鉛直方向・崖面に対する平行方向及び上下方向の3成分について計測できるようになっている。また、地震計の制御システムとして多チャンネル同時収録システムを用いた。

3. 計測位置及び計測方法

崖面に対する事前調査において、オーバーハング状の岩塊が4ヶ所見つけられており、その中でも不安定と考えられた2ヶ所に地震計-1(J1)、地震計-2(J2)を設置した。また、これらの不安定岩塊部における振動特性との比較のため崖下部の安定していると考えられる部分に地震計-3(J3)を設置した。図-2に地震計の設置状況図を示す。

計測は、基本的には1時間に1回の割合で60秒間の振動を測定した。測定データは、崖上部計測室の収録器に一時保存し、モデムを介してNTT回線により工事事務所内の計測用コンピュータに転送した。

4. 振動の基本モデル

今回のように、工事前の状態から撤去直前までの不安定岩塊部に対する動的挙動の測定は、前例が見られなため、不安定岩塊部の動的挙動を計測するに当たって、その振動の基本モデルを図-3に示すように考えた。不安定なオーバーハング状の岩塊部は、岩塊部の質量と崖面に密着している部分をバネとしたモデルを想定した。従って切取り工事による岩塊部の質量変化や岩塊背面部の亀裂の伸長に伴うバネの変化が生じた場合には、図-4に示すように、不安定岩塊部の振幅値や周波数などの振動特性に変化が見られると考えた。

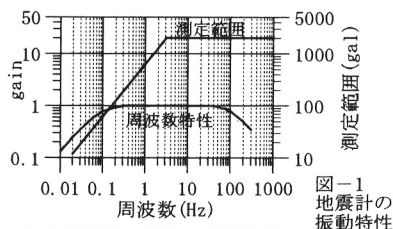


図-1 地震計の振動特性

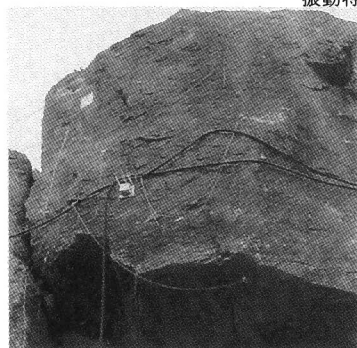


図-2 地震計設置状況図

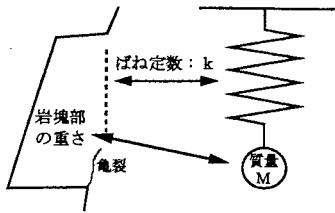


図-3 基本モデル

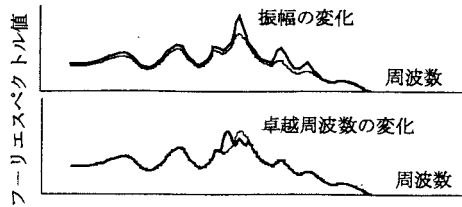


図-4 振動特性の変化

5. 計測結果

地震計による加速度波形とその周波数特性の代表的な計測結果を各々図-5 (a), (b)に示す。当初、図-5 (b)の周波数特性に見られるように3 Hz付近にピークが見られたため、このピークにおける周波数が切取工事に伴う岩盤内部の亀裂の変化により、3 Hzから変化する可能性が考えられた。

さらに周波数特性に注目して解析を進めた結果、図-5 (b)に見られるように当初大きな違いが見られなかった地震計-1、2と地震計-3の夜間におけるフーリエスペクトル値が、図-6に示されるように、その高周波成分において地震計-1及び2が地震計-3に比べて大きくなっていることが判明した。

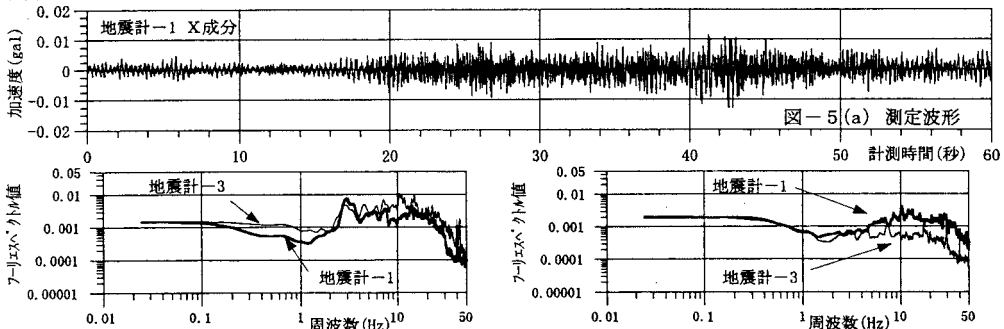


図-5 (b) 測定波形の周波数特性

図-6 測定波形の周波数特性の変化

6. まとめ

低周波数領域におけるピーク周波数の経時変化を図-7に示す。また、地震計-1、2と地震計-3の周波数部の面積差の経時変化を図-8に示す。図-9には、参考データとして不安定岩塊部の静的挙動を計測した変位計の経時変化を示す。

ピーク周波数の経時変化では、変位計に変化が生じ始めた8月末から3 Hz付近のピークが低い周波数に移動しているように見られる。また、地震計-1、2と地震計-3における周波数部の面積差の経時変化でも、同様の時期から地震計-1、2と3の面積差に異なった変化が生じていることが判明した。

7. 今後の課題

今回の報告では、不安定岩塊部の動的挙動において、崖部の切取工事に伴い変化が現れることが判明した。今後この動的挙動の変化が、どのようなメカニズムに起因するものであるかについて検討を進める予定である。

参考文献 1) 西川 醇太郎 他：崖部不安定岩塊の計測について、平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演集、投稿中。

2) 張 得煌 他：崖面不安定岩塊の静的挙動について、平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演集、投稿中。

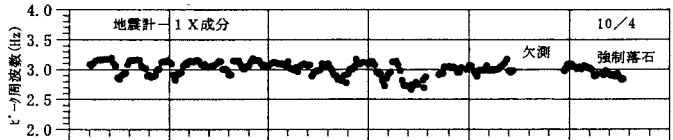


図-7 3 Hz付近ピーク周波数の経時変化

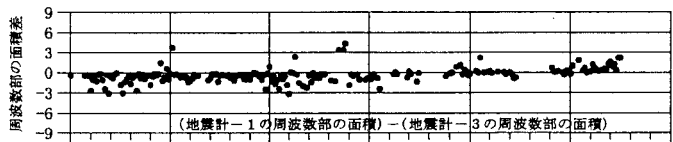


図-8 周波数部面積差(地震計1と3)の経時変化

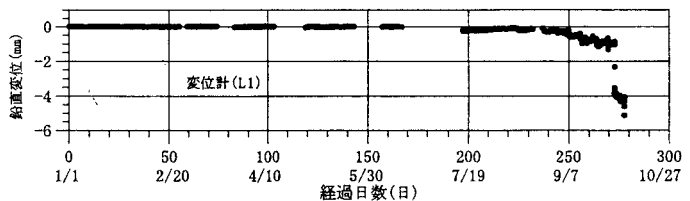


図-9 岩盤鉛直変位の経時変化