

# 岩盤斜面の常時微動計測・振動計測による不安定ブロック抽出手法に関する研究

独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ地すべりチーム

主任研究員 浅井 健一

## 1. はじめに

岩盤崩壊は表層崩壊に比べて発生頻度は低いものの、崩壊が発生した場合には甚大な被害が生じる。このような岩盤斜面に対しては、ハード対策の実施とともに、地形の急峻さや規模からハード対策が困難な場合には斜面監視等のソフト対策も併せて実施していく必要がある。しかしながら、広範囲に分布する岩盤斜面のすべてに対して対策や監視を行うことは困難であることから、不安定な岩盤ブロックを精度良く抽出することが対策や監視を効率よく実施する上で重要である。

不安定な岩盤ブロックの抽出は、通常、地表踏査等によって亀裂の分布や開口度などを十分把握することにより行われる。しかしながら、地中部分の亀裂分布や開口度等については正確に把握し難い場合も多く、一見危険に見える岩盤ブロックが実際に地中の部分で基盤とつながっているのか分離しているのか等がわからず、真に不安定なブロックを抽出するのが難しい。これに対し、常時生じている岩盤ブロックの微動（常時微動）及び人工的な振動を与えたときの岩盤ブロックの振動を計測することによって不安定な岩盤ブロックを抽出できる可能性が示されている<sup>1)</sup>。

本研究は、岩盤ブロックの振動を計測し、その振動状況を指標として岩盤ブロックの不安定性を評価し不安定ブロック及び同一ブロックの範囲を精度良く抽出する手法の確立をめざすものであり、その一環として、実際の岩盤斜面に振動計を設置して、常時及び人工振源により振動を与えたときの振動データを取得・解析し、することにより、不安定岩盤ブロックの抽出手法としての適用性について検討した結果を今回報告するものである。

## 2. 計測技術の概要

図 - 1 に示すように、対象岩盤に複数の計測点を設けて振動計を取り付け、岩盤ブロックの常時微動及び人工的な振動を与えたときの振動を計測する。このとき、入力振動の大きさが常に同じではないことを考慮し、計測点のうち1つを必ず安定岩盤に設けて比較する必要がある。計測システム構成を図 - 2 に示す。今回用いた振動計は速度型の3成分ジオフォンで、小型軽量のため背面のスパイク及びパテで容易に固定できる。これは広い範囲の岩盤斜面を次々に計測していくのに適するように考案された機種である。デジタルレコーダーは代表チャンネルについて大ま

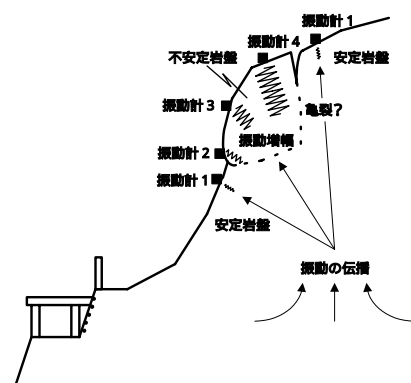


図 - 1 計測技術の概要

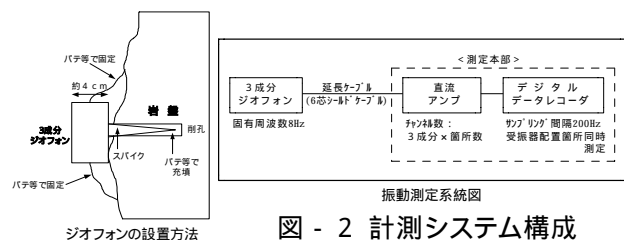


図 - 2 計測システム構成

ながらリアルタイムで波形を表示できるので、振動状況の確認あるいは安定岩盤の計測点が適切であったかどうかの現地での確認が可能である。

解析処理の流れを図 - 3 に示す。波形記録は振幅や減衰の状態などを比較できるため、岩盤ブロックの不安定性の判断、同じ不安定でも同一

ブロックかどうかの判断を行う材料となる。周波数スペクトルは岩盤ブロックの固有周波数に関係すると考えられているため、特に岩盤ブロックの大きさやブロックの同一性を考える上で重要な情報となる。振動粒子軌跡は振幅に加えて振動方向が示されるため、岩盤ブロックの不安定性やブロックの同一性に加えて、不安定な方向を判断する材料となる。以上が一般的な解析であるが、本研究では、岩盤ブロックの不安定性を判断する指標として、一定時間あたりの累積変位（入力振動によって岩盤の計測点が一定時間内に実際に動かされた軌跡の距離を示す）の適用性を検討しているところである。

### 3 . 計測方法

計測を行った現場は徳島県徳島市の眉山北麓に位置する岩盤斜面であり、住宅地の近傍にあって崩壊による住宅地への被害が懸念されることから、対策等のための不安定ブロック抽出のモデルケースとなりうる地区である。亀裂は結晶片岩の片理面による水平方向の亀裂とそれに直交する垂直方向の亀裂が数多く発達し、これらの亀裂によって多数のブロックに分かれている。開口亀裂も多く、不安定ブロックが多いと想定される。計測点は主要なブロックを網羅するよう、安定岩盤を含めて計 13 点設け、振動計 4 台を用いて 4 パターンの配置に分けて計測を行った。計測点配置について図 - 4 に示す。

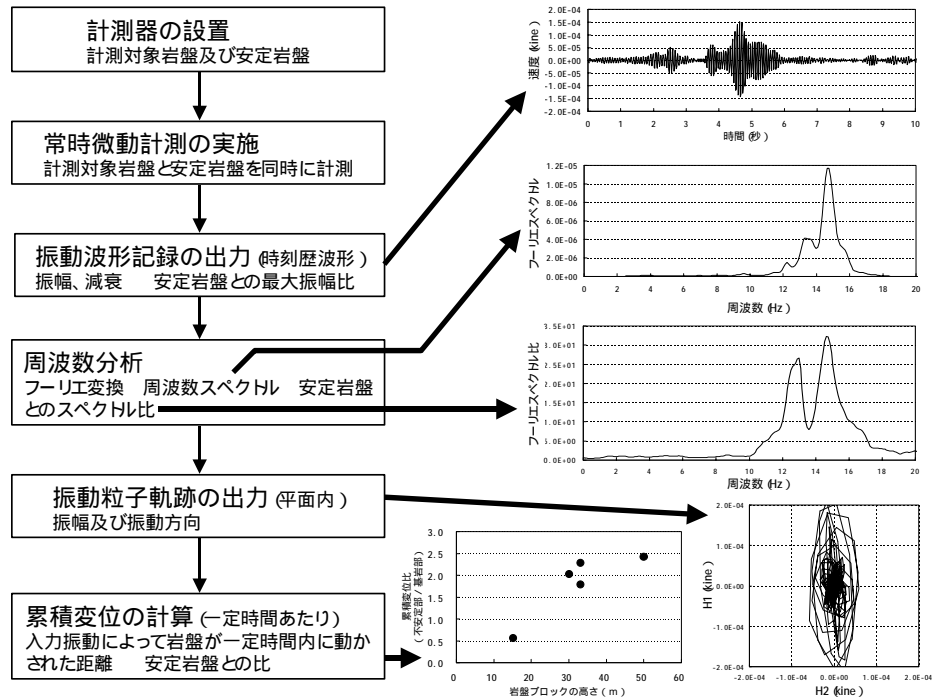


図 - 3 解析処理の流れ

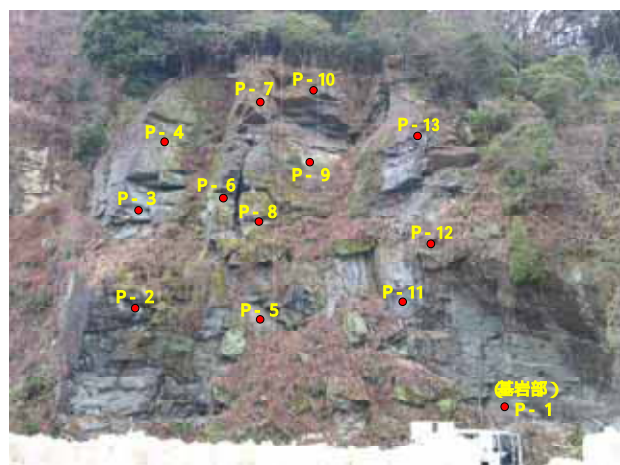


図 - 4 計測対象斜面及び計測点配置

振動源については、近傍に明確な振動源がない場合の常時微動のほか、数種類の人工的な振動源による振動データを取得した。今回はそのうち2 tトラック走行による結果を代表例として報告を行う。

#### 4 . 計測結果

計測結果の代表例として、2 tトラック走行によって振動を与えたときの水平面内の振動粒子軌跡を図 - 5 に、安定岩盤に対する累積変位比の分布を図 - 6 に示す。

計測結果から岩盤ブロックの不安定性を判断すると、P 5、P 9 及び P 11 は安定岩盤 P 1 と同様の振動を示し比較的安定していると判断される。一方で、P 3、P 4、P 6、P 8、P 10、P 13 は振幅や累積変位比が大きく、不安定ブロックと判断される。P 7 は上記 P 3、P 4、P 6、P 8、P 10、P 13 よりは振幅や累積変位比が若干小さく、不安定度はやや小さいと判断される。P 2 は P 5、P 9、P 11 に次いで累積変位比が小さいが振幅が

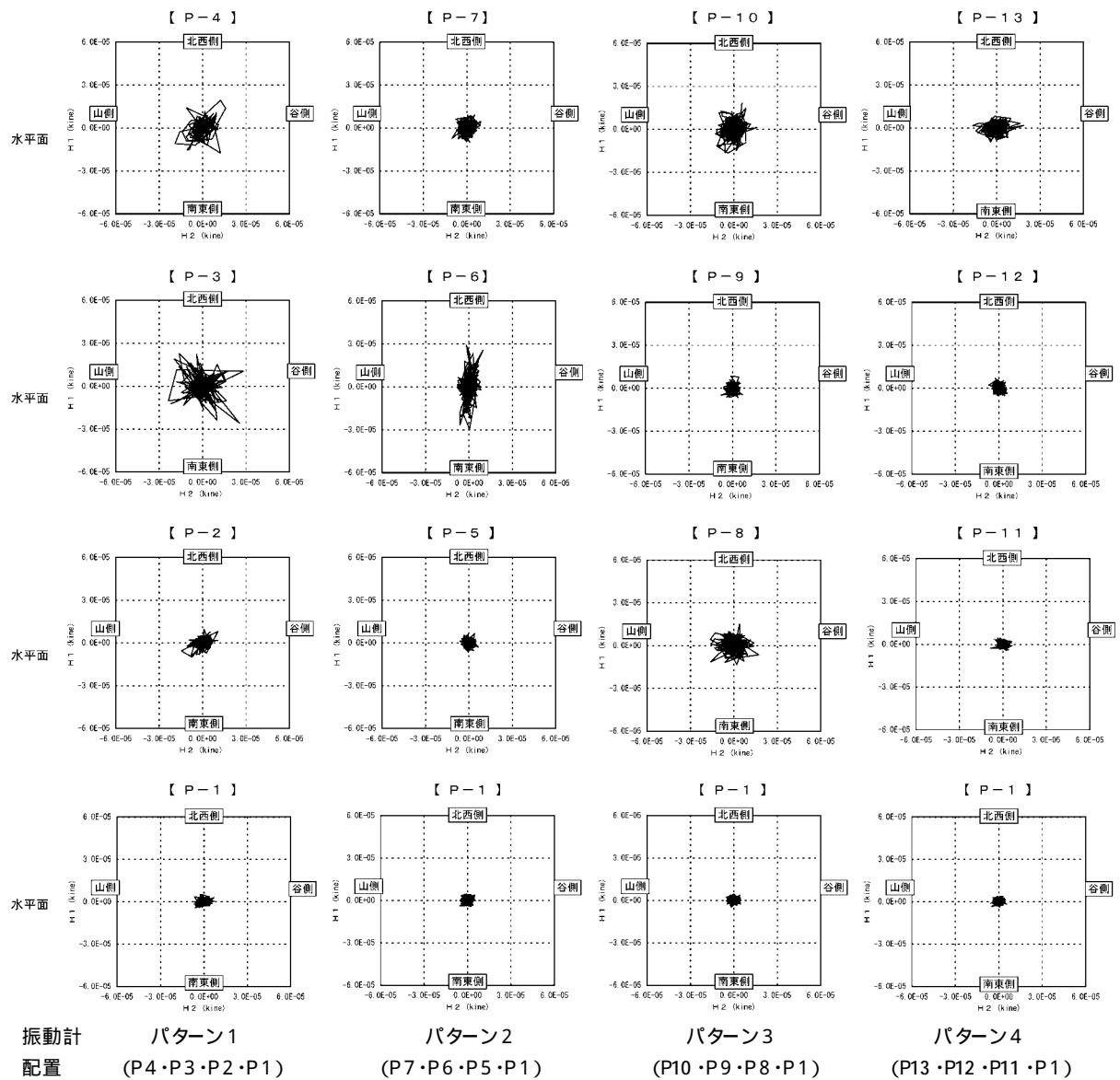


図 - 5 振動粒子軌跡 (2 tトラック通行時、水平面、4秒間)

若干大きい。また、P12は振幅についてはP5、P9、P11と同様に小さいが累積変位比が若干大きい。そのため、これら2点の安定度はP5、P9及びP11のグループとP7との間と判断される。

また、特徴的なこととして、斜面中部にあるP3、P6及びP8の振幅や累積変位比は、これらより上部の計測点の振幅より大きい。これは上部と一体となって振動しているのではなく、上部とは別の分離したブロックとして振動しているためであると判断される。実際に、P3及びP6を設けた岩盤ブロックの周囲の亀裂を側面から見ると、図-7に示すように正面から見た場合と同様に開口し、完全に基盤から分離したブロックであることから、上記の判断は妥当であり、これらは対策上特に注意を要するブロックと判断される。P8は側面から見ることはできないが、正面から見た亀裂の開口度から同様の状態と判断される。

以上の結果から、岩盤の振動計測がブロック分けに有効な手法であることが示されたといえる。

## 5. まとめ

常時微動計測及び人工振源を用いた振動計測による不安定岩盤ブロックの抽出技術の検討のため、実際の岩盤斜面において計測を行った結果、岩盤ブロックの不安定性を振動状況によって区別でき、振動計測が不安定岩盤ブロックの抽出に有効な手法であることを示すことができた。

今後、他の実斜面においても各種の振動源を用いた計測を行い解析することにより、適切な振動源の検討、より適切な不安定範囲の評価方法の検討、対策工（岩盤接着工、アンカー工など）の効果判定への適用性の検討を行う予定である。

本研究にあたり、計測現場提供にご協力頂いた徳島県徳島土木事務所に対し、記して感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 千田容嗣・寺田秀樹・辻雅規(2001): 常時微動による岩盤ブロックの安定度評価への適用性の検討, 平成13年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 382 - 383.

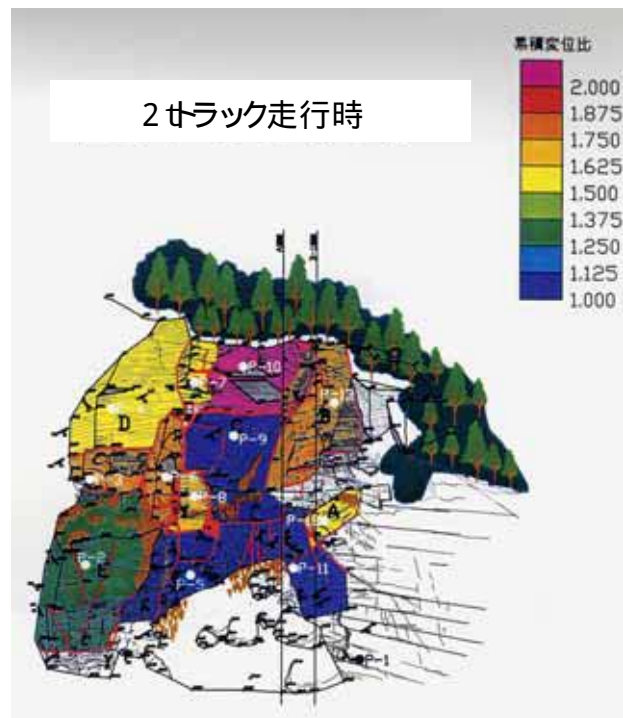


図 - 6 累積変位比分布図



図 - 7 計測点 P3及びP6 設置ブロック側面