

# P10. 常時微動のH/Vスペクトル比を用いた浮石の評価法の提案

## A Proposal of Evaluation Method for Unstable Rock Using H/V Spectrum Ratio of Microtremor

○中村 真, 徳楠充宏, 武井義和 (ニュージェック), 澤田義博 (名古屋大学)

Makoto Nakamura, Mithuhiro Tokusu, Yoshikazu Takei, Yoshihiro Sawada

### 1. はじめに

浮石 (転石を含む) が原因となり発生する落石は災害としての発生頻度も多く, 斜面上にその一部が露出している岩盤が, 安定か不安定かの判断は重要な問題である。斜面上の浮石の根入りを判断する方法として, 弾性波反射法の適用が考えられるが, 複雑な形状を呈する場合や根入れが深い場合, その反射面を判定するのは困難である。そこで, 浮石の根入れの有無を簡便に判定する方法として, 常時微動計測において地盤の硬軟によって水平鉛直 (H/V) スペクトル比の分布特性が異なることに着目して, 浮石上で常時微動を計測し, H/Vスペクトル比による評価から根入れの有無の判定を試みた。

### 2. 調査地点の概要

調査地点は, 建設中のトンネル坑口部に位置し, 坑口付近の斜面上には写真-1に示すような, 根入れの不明瞭な浮石が点在しており, トンネル掘削時の発破による影響が懸念された。調査地は領家帯花崗岩類からなる斜面で, 標高300m前後の山地頂部から標高100m付近の近傍河川の河床まで急斜面が形成されている。中でも遷急線にあたる標高200m付近よりも低標高位では40°程度以上の急崖地形が形成されている。坑口付近では地表から深度2m付近までは, 強風化しマサ化したゆるんだ層が分布するが, これより深部ではN値50以上の密実なマサとなる。

### 3. 常時微動のH/Vスペクトル比による検討

#### (1) 常時微動観測

地面は地震時でなくとも常に小さく揺れており, 道路を走る自動車や風に揺れる木々なども振動源になる。



写真-1 トンネル坑口付近の斜面上の浮石

このような振動源は地表に数多く存在しており, その振動は高感度の地震計で捉えることができ, 常時微動と呼ばれている。常時微動の振動の様子は場所によって異なり, その特性を利用して地震時の地盤の揺れ易さを推定することができる。

常時微動観測は図-1に示す5箇所で行った。なお, 図中には後述する人工震動発生に用いたボーリング孔も併記している。観測に用いた地震計は固有振動数2Hz, 感度2.0v/kineの高感度3成分速度計 (CDJ-S2C-2) で, 利得1~10000倍の交流増幅器 (SMA-1), 16BitA/Dコンバーターを介してノート型パソコンで収録した。サンプリング周波数は100Hzとし, 1ケースあたり90秒間で, 各地点で10ケース程度を収録した。

#### (2) 常時微動のH/Vスペクトル比

常時微動は通常2方向の水平成分 (H) と鉛直成分 (V) を観測するが, 常時微動のH/Vスペクトル比という指標で評価すると, 図-2に示すようにH/Vスペクトルの1-10Hz程度 (周期0.1-1秒) にピークが認められる場合と, 明瞭な周期特性が認められない場合がある。従来の研究から, 同図に示すように周期にピークが認められる場合は表層地盤, 明瞭な周期特性が認められない場合は基盤岩であることが知られている<sup>1)</sup>。

そこで, この特性を利用して根入れの不明な浮石の常時微動を測定し, H/Vスペクトル比を解析することにより, 基盤岩との連続性の評価を試みた。



図-1 常時微動観測位置

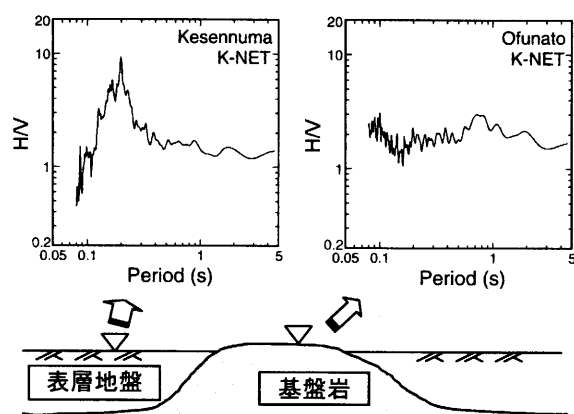


図-2 地盤の違いによるH/Vスペクトル比の例  
(図中のH/Vスペクトル比は参考文献2)から引用)

解析方法は、取得した常時微動記録から人為的ノイズを出来るだけ除いた20.48秒間の良好な記録を各地点で10トレース切り出し、FFTによりフーリエスペクトルを求め、以下の式によりH/Vスペクトル比を計算した。

$$H/V = \sqrt{NS \times EW} / UD$$

但し、NS、EW：水平成分、UD：上下成分

### (3) 解析結果

解析結果を図-3に示す。なお、図中の実線は平均値を示す。道路脇の基盤岩のH/Vスペクトル比は25Hz付近で顕著なピークが見られるものの、顕著な周波数特性を示さず、後述の10Hz付近にピークは見られない。本地点では、自動車等の交通が激しく、25Hzのピークはその影響の可能性がある。さらに、斜面下部の風化基盤岩では、50Hz近くにピークが見られるが、全体として道路脇の基盤岩のスペクトル比の形状と近似している。

表層地盤の微動H/Vスペクトル比は10Hz付近に顕著なピークが出現する。浮石1、浮石2でも、10Hz付近にピークが認められる。

以上から、当該斜面の風化マサ土の卓越周波数は10Hz付近にあり、スペクトル比形状が基盤岩とは大きく異なること、各浮石では振幅に差異は

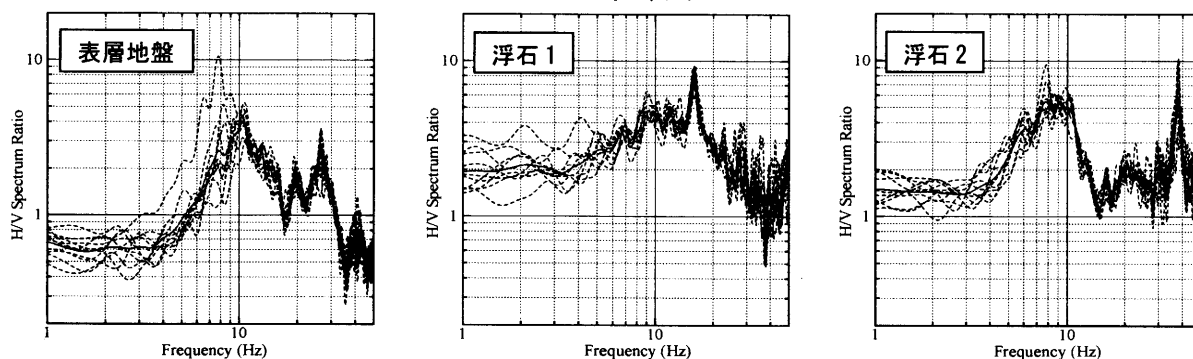


図-3 常時微動によるH/Vスペクトル比解析結果

あるものの、概ね表層地盤に近似したスペクトル比形を示すことがわかる。ピーク振幅の差異は、恐らく浮石の根入れに関連していると思われる。浮石2は浮石1に比べよりシャープなピークを示す(表層地盤のスペクトル比により近似することから、相対的に不安定と考えられる。

### 4. おわりに

本論文では、浮石上で常時微動を計測し、H/Vスペクトル比による評価から根入れの有無の判定を試みた。その結果、浮石1および浮石2が表層地盤と近似したスペクトル比形状を呈しており、不安定であると推定した。さらに、ピーク振幅の差異より、浮石2は浮石1に比べシャープなピークを示し、相対的に不安定と予想した。また、表面は風化が進行していても基盤岩と連続していれば、新鮮な基盤岩と類似した微動H/Vスペクトル比の形状を呈することがわかった。

一方、目視による浮石の安定状態の評価では、浮石1の地上露出部分が90~70%、浮石2の地上露出部分が50~30%であることから、浮石1の方が不安定と評価していた。このように、露出部分の大小から評価した結果とは異なる場合があることがわかったが、その是非についてはまだ適用事例が少なく結論まで言及できなかった。今後も、本手法による評価事例を蓄積して、評価法の確立を目指したい。

### 参考文献

- 1) 丸山喜久・山崎文雄・木村均・浜田達也：常時微動のH/Vスペクトル比を用いた地震動推定法の提案，土木学会論文集，No.675/I-55，pp.261-272，2001。
- 2) <http://www.edm.bosai.go.jp/Sanriku2003/Survey0/mtHV/mtHV.html>