

遠隔非接触振動計測による岩盤斜面の安定性評価に関する基礎実験

応用地質 正会員 ○斎藤秀樹, 大塚康範
 鉄道総研 正会員 上半文昭, 小島謙一, 村田 修
 岐阜大学 正会員 馬 貴臣, 沢田和秀, 八嶋 厚
 J R 西日本 正会員 深田隆弘

1. はじめに

筆者らは、振動計測による岩盤斜面安定性評価手法^{1),2)}の効率化・安全化・定量化を目的として、レーザを用いた遠隔非接触振動計測技術³⁾の同手法への適用研究を行っている^{4),5)}。本発表では、岩塊の不安定性と振動特性との関係を求める基礎的資料を得ることを目的として実施した模型実験および現場実験について報告する。

2. 遠隔非接触振動計測装置“Uドップラー”

Uドップラー(図1)は、レーザドップラー速度計(LDV)に振動センサと傾斜センサを内蔵し、LDV自身の揺れと傾きの影響を低減する工夫を施したもので、レーザ光を照射することによって構造物などの振動を遠隔から非接触で計測できるシステムである³⁾。この工夫により、Uドップラーは、交通振動や風の影響を受けてセンサ自身が振動しやすい屋外環境においても、測定対象に直接振動計を取り付けた場合とほぼ同等の振動データを遠隔非接触で計測できるものである。

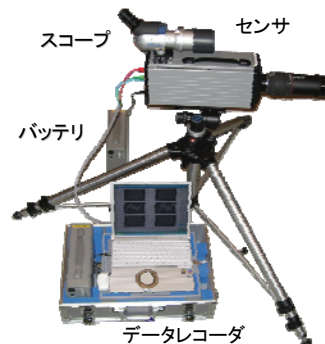


図1 Uドップラー外観

3. 模型実験

計測によって得られる岩塊の振動特性からその安定性を評価するためには、岩塊の力学的安定度と振動特性の間の定量的な関係を見出す必要がある。そこで、安定度の異なる岩塊を模擬したコンクリート模型を作製し、Uドップラーによる遠隔非接触計測によって、岩塊の振動特性を求める模型実験を実施した。図2に作製したコンクリート模型の外観写真を示す。L型コンクリート台座の水平面上に、幅20cm×奥行30cm×高さ40cmのコンクリートブロックを置き、モルタル系接着剤(DKボンド)によってブロックを台座に接着した。このとき、ブロックの安定度を変えるため、接着面(底面・背面)と接着面積(全面・1/2・1/4)の異なる6ケースの模型を作製した(図3)。振動計測によって求めた各ケースの卓越周波数を、数値解析(FEM)⁶⁾による卓越周波数と比較して表1に示した。振動の卓越周波数は、ブロックの接着面積が小さいほど低くなることがわかった。なお、Case-3では、計測対象周波数範囲(500Hzまで)に顕著なピークが見られなかった。



図2 コンクリート模型の外観

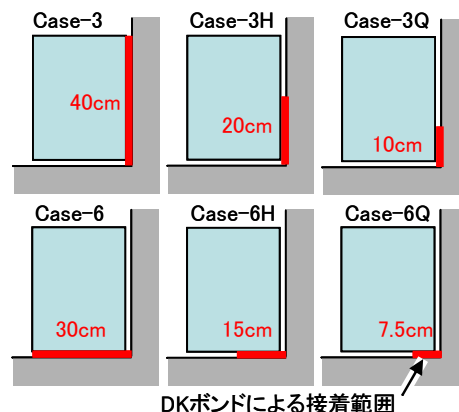


図3 接着面積を変えた6ケースのブロック模型

キーワード 岩盤斜面, 安定性, 落石, レーザドップラー, 振動計測, 常時微動

連絡先 〒305-0841 茨城県つくば市御幸が丘4-3 応用地質株式会社 TEL. 029-851-6621

表1 模型実験と数値解析による卓越周波数の比較

模型のケース	Case-3	Case-3H	Case-3Q	Case-6	Case-6H	Case-6Q
模型実験による卓越周波数	—	400Hz	200Hz	455Hz	275Hz	107Hz
数値解析による卓越周波数	252Hz	230Hz	147Hz	310Hz	210Hz	111Hz

4. 現場実験

鉄道沿線の岩盤斜面において、点検時に不安定と評価された岩塊を対象として、Uドップラーによる振動計測実験を行った。レーザ反射ターゲットはオーバーハングした岩塊の底面に設置し、斜め下方からレーザを照射した。したがって、岩塊の上下振動に対して感度が高い計測となった。同一岩塊に、固有周波数 8Hz 速度型地震計（ジオフォン）を設置し、同時計測を行った。Uドップラーとの比較のため、ジオフォンの上下動成分に着目した。現地は常時微動が非常に小さかったため、卓越周波数を精度よく求めるために、斜面の近くで作業員が足踏みをしたときの振動を計測することとした。約 2 秒間隔に足踏みをして、約 30 秒間の振動計測を行った。取得した振動波形のスペクトルを図 4 に示す。Uドップラーおよびジオフォンともに、約 20Hz および約 30Hz に共通して明瞭なピークが見られ、これが対象岩塊の上下動成分の卓越周波数と考えられる。

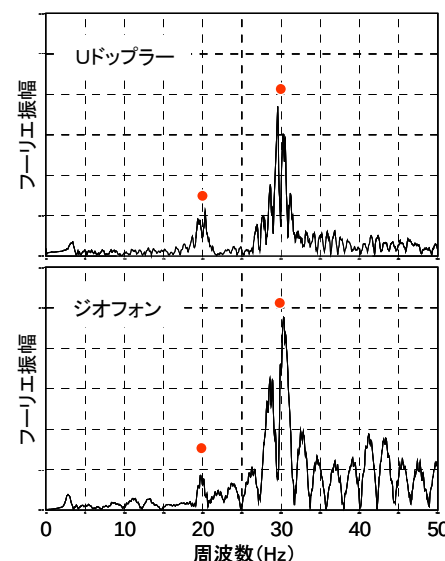


図4 現場実験におけるUドップラーとジオフォンのスペクトル比較

5. おわりに

遠隔非接触振動計測により不安定岩塊を模擬した模型実験を実施した。コンクリートブロックの接着面積により卓越周波数が変化することから、振動特性によって岩塊の不安定化を評価できる可能性が示唆された。ただし、使用した接着剤の強度が強く、作製した模型では岩塊が不安定とはいえない状態だったことから、今後、接着強度の弱い接着剤を用いるなど、実際の不安定岩塊を模擬した模型実験を継続して実施し、ブロックの不安定度と振動特性の関係を定量的に求めていきたい。また現場実験においては、岩塊に地震計を設置した場合と同等の波形記録が取得できることがわかったので、今後、多くの現場で適用実験を行っていきたい。

謝辞

本研究は、鉄道・運輸機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」によるものである。

参考文献

- 1) 緒方健治, 松山裕幸, 天野浄行: 振動特性を利用した落石危険度の判定, 土木学会論文集, 749 巻, 6-61, pp.123-135, 2003.
- 2) 藤澤和範, 浅井健一, 永田雅一, 石田孝司: 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), 土木研究所資料, 第 4051 号, 2007.
- 3) 上半文昭: 構造物診断用非接触振動測定システム「Uドップラー」の開発, 鉄道総研報告, Vol.21, No.12, pp.17-22, 2007.
- 4) 斎藤秀樹, 大塚康範, 上半文昭, 小島謙一, 村田 修, 馬 貴臣, 沢田和秀, 八嶋 厚, 深田隆弘: レーザードップラー振動計による遠隔非接触岩盤振動計測の基礎実験, 物理探査学会第 121 回学術講演会講演論文集, pp.39-42, 2009.
- 5) 上半文昭, 村田 修, 小島謙一, 斎藤秀樹, 大塚康範: 遠隔非接触振動計測による岩盤斜面評価手法に関する基礎的検討, 地盤工学会誌, Vol.58, No.2, pp.30-33, 2010.
- 6) 馬 貴臣, 沢田和秀, 八嶋 厚, 斎藤秀樹, 大塚康範, 上半文昭, 小島謙一, 村田 修, 深田隆弘: 遠隔非接触振動計測による岩塊安定性評価に関する模型実験—その1: 数値解析による基礎検討, 第 45 回地盤工学研究発表会講演集, 2010.