

速度計を用いた落石検知システムの開発

(株)構研エンジニアリング ○正会員 福田 良成
北海道開発局開発土木研究所 正会員 池田 憲二
北海道開発局開発土木研究所 正会員 日下部 裕基
計測技販株式会社 正会員 後藤 雪夫

1.はじめに

岩盤崩落に関する安全監視の一補助手段として、速度計を用いた落石検知システムの開発に取り組み、岩盤斜面防災工事箇所 20 数箇所にて試験的に設置した。本論文は、開発した落石検知システムの紹介と防災工事現場に採用した設置調整時データを整理し、落石検知システムの有効な使用方法について検討を行なった結果を報告する。

2.設置調整方法および結果

本システムは落石により発生する地盤の振動を速度計により感知し、データロガーで落石の回数および波形を記録するものである。速度計により得られる信号は落石による振動のほか重機振動、一般交通振動、風や波による振動などの雑音があるため、防災工事現場では速度計設置時に人為落石などにより信号の振幅レベルを把握し、しきい値の設定を行うことで雑音を除去している。図1に斜面法尻に速度計を設置し高さ 1.00m から人為落石を発生させた場合の速度計の振幅レベルを示す。この現場ではしきい値を 31.75mkine に設定し、速度計から半径約 4m 以内で 10cm 以上の落石は検知可能に設定している。図2に鋼製覆道の横断方向に仮設の鋼板を設置し、その上部に盛土を行った内部に設置した場合の例を示す。当箇所では無落石時においても風により鋼板が振動し、雑音による振幅レベル高くなるが、小落石が発生した場合においても設置面自体が共振し、広範囲に落石検知が可能となることが認められた。従ってしきい値 127mkine の場合でも 15cm 程度の落石の検知が可能である。

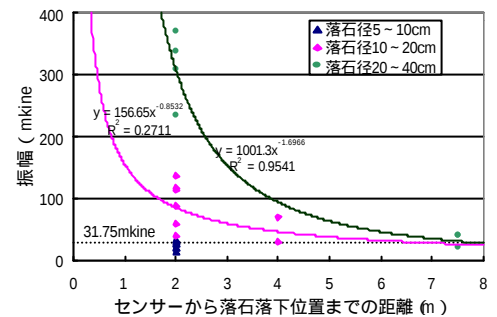


図1.土砂上の落石による速度計の振幅

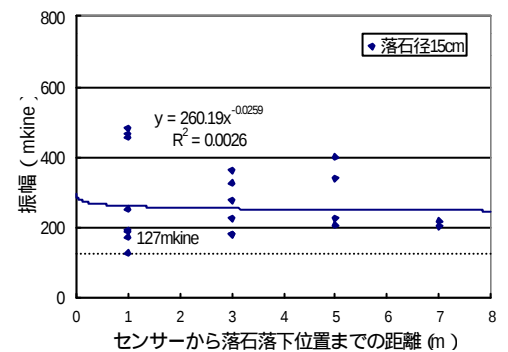


図2.鋼版上の落石による速度計の振幅

3.波形特性による雑音除去方法の検討

しきい値の設定による雑音の除去では、速度計から離れた位置での落石や、雑音が大きい場所での落石検知の精度が低下するため落石と各種雑音の波形特性を把握し、しきい値以外での雑音除去方法の可能性について検討を行なった。図3~5に岩盤，土砂，盛土に設置した場合の落石検出波形を示す。岩盤の場合波形は立ち上がりが鋭く、継続時間も短いパルス状であるためこれらのパラメータにより識別が可能と思われる。土砂および盛土に設置した場合、両波形とも立ち上がりは鋭いが継続時間が1sec.以下程度となった。また盛土の例では落石を70mの高さから落下させたため、落石がバウンドしたと思われ、振幅に数回のピークが認められた。図6に

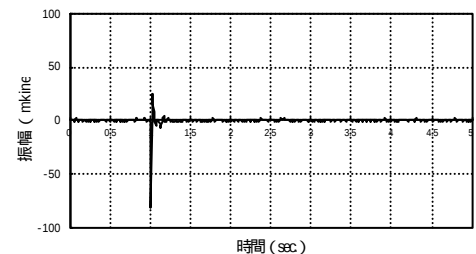


図3.岩盤に設置した場合の落石波形

キーワード：落石，落石検知，急崖斜面

連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1-1(株)構研エンジニアリング TEL011-780-2813FAX011-785-1501

交通振動による波形を示す。紙面の都合上割愛するが落石および交通振動ともFFT解析を行った結果15~20Hzの卓越周波数であり、これらのパラメータによる識別は困難であると思われる。しかし交通振動の場合車の通過による時間差をおいた信号が複数のセンサーに到達するなどの特徴がある。

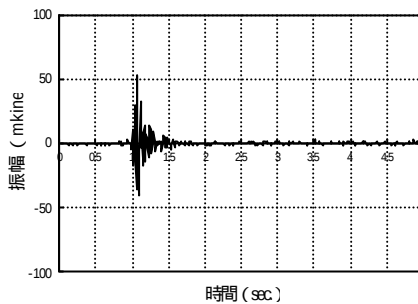


図 4.岩盤に設置した場合の落石波形

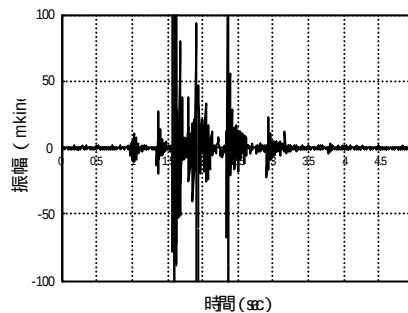


図 5.岩盤に設置した場合の落石波形

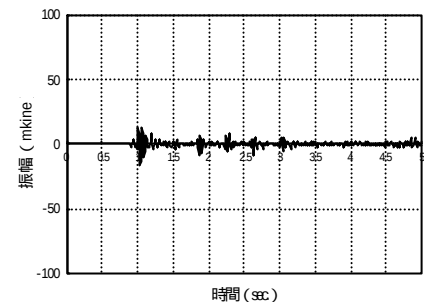


図 6.岩盤に設置した場合の落石波形

図 7, 8 に仮設覆工上部に設置した場合の落石および風による波形とFFT解析結果を示す。落石波形は他の設置箇所に比べ継続時間が長く卓越周波数については15Hz程度である。一方風による雑音は振幅が一定であり、卓越周波数は5Hz程度と周波数によるフィルターをかけることにより比較的簡単に分離が可能と思われる。

4.まとめ

本論文では防災工事現場に採用した設置調整時データを整理し、落石検知システムの有効な使用方法について検討を行なった結果、以下の雑音除去方法の可能性があると解かった。

- 1)岩盤に設置した場合落石の波形はパルス状の鋭い形状になる為、立ち上がり時間または継続時間などにより、各種雑音と識別できる可能性がある。
- 2)土砂,盛土,仮設覆工などに設置した場合の落石振動は、交通振動と明確な波形特性、周波数特性に違いが認められなかったが、複数の速度計に時間差を置いて信号が到達する傾向が見られ、落石と雑音を分離することも可能と思われる。
- 3)仮設覆工上部に設置した場合は、風などによる雑音と卓越周波数に明確な違いが認められたため、低周波成分を除去することにより落石波形の雑音を除去できる。

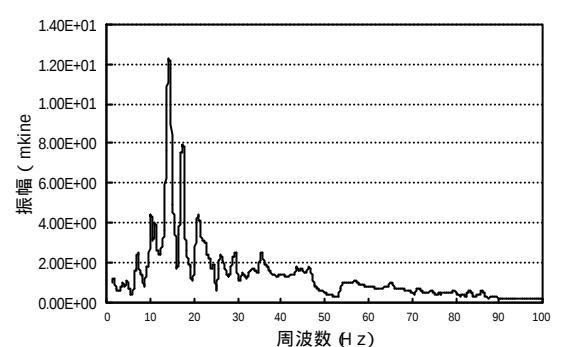
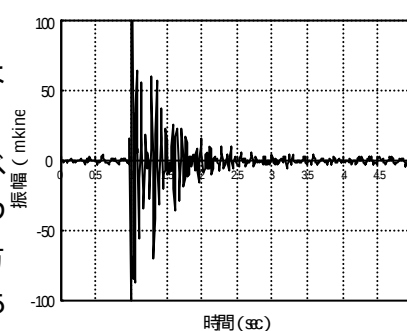


図 7.落石による波形とFFT解析結果

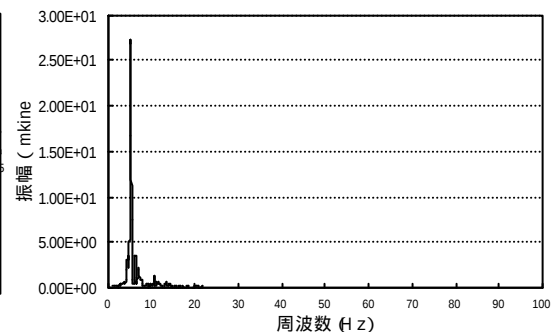
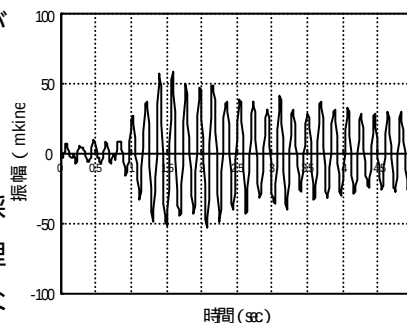


図 8.風による波形とFFT解析結果