

地盤振動の計測による落石検知の試み

岐阜大学	正会員	○馬 貴臣
岐阜大学	正会員	浅野 憲雄
岐阜大学	正会員	沢田 和秀
岐阜大学	正会員	八嶋 厚
応用地質株式会社		酒井 康紀

1. はじめに

斜面災害のうち、落石災害は突発的かつ高確率であり、時によって2次災害も伴う。落石災害を最小限に抑えるには落石検知システムの研究と開発は必要不可欠である。これまでには、ワイヤ切断、落石防護網に設置した加速度センサーなどによる落石検知通報システムなどが開発されている。しかし、ワイヤの設置や落石防護網の既存などの条件により、適用範囲が限られ高価である。そこで、本研究は、これらの制限を克服し、より効率で広範囲に適用できる落石検知システムの開発を目指し、落石が地盤に衝突した時の地盤振動を加速度センサーで検知する落石検知システムを実験的に検討した。

2. 地盤振動実験

落石検知は落石が地盤に衝突した場合の地盤振動をほかの雑振動（車、風、人や動物により生じる振動）から分離できる落石検知センサーの開発が最も重要である。そのため、高精度地震計を用いた現場実験を実施し、落石の衝突による地盤振動及び様々な雑振動を同時に計測し、各種振動の振動特性の解析により落石時の地盤振動の振動特性を抽出する。その結果に基づいて、落石時の地盤振動のみを検知する安価な加速度センサーを開発する。

落石と地盤の衝突による地盤振動は、落石のサイズ、落石の初速度、地盤状況及び様々の振動源に影響されることから、地盤振動の計測から落石と地盤の衝突を検知することは容易なものではない。そこで、地盤振動の影響因子は落石状況、地盤状況及び雑振動の3種類に大別し、これら3種類の因子を考慮した地盤振動計測実験を計画した。表1に地盤振動計測実験の諸元を示す。

①落石状況に関して

落石の大きさ（重量）を主体に考慮した。落石状況には、落石の大きさ、形状、密度などが考えられる。本研究では、できるだけ小さな落石を検知することを目指すことから、落石の大きさ（重量）により実験に用いる石の種類を選定した。表1に示すように、実験は、径Φ5～20cmの石を3～5種類用いた。

②地盤状況に関して

落石災害の地盤状況を見ると、硬岩地盤、崖錐地盤、土砂や強風化地盤など様々である。落石と地盤の衝突による地盤の振動を計測する観点から、今回は土砂地盤として岐阜大学キャンパスの埋立地、弱風化地盤として法面工事現場の下呂、さらに、当現場に近い斜面に隣接する田圃の3種類の地盤を用いた。

③振動源に関して

最も頻度の高い振動源として、常時微動、人間の走行、車の走行を雑振動として計測した。また、落石検知を工事現場の安全対策仮設への適用を考慮し、法面工事現場での実験では重機による地盤振動も計測した。また、検知システムの構築を考慮し、各実験では落石と地盤の衝突による地盤振動計測を衝突点からの距離による計測を実施した。

表1 地盤振動計測実験の諸元

実験番号	実験サイド	落石種類	地盤状況	振動源
I	大学キャンパス	径Φ5～20cm、5種類	埋立地	常時微動、人の走行、車の走行、石の鉛直落下（高さ約1.8m）
II	下呂	径Φ5～20cm、3種類	弱風化～強風化	常時微動、人の走行、車の走行、重機、石の鉛直落下（高さ約1.5m）、石の斜面から落下
III	下呂	径Φ5～20cm、3種類	田圃	常時微動、人の走行、車の走行、石の鉛直落下（高さ約1.5m）、石の斜面から落下

キーワード 落石、落石検知、地盤振動

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 TEL 058-293-2451

図1に地盤振動計測実験の地震計配置(大学キャンパス)、図2に実験に用いた石を示す。実験では、2側線に地震計を配置し、計24個の地震計を用いた。地震計間隔は、SN側線は1m、EW側線は1~4mで変化させた。

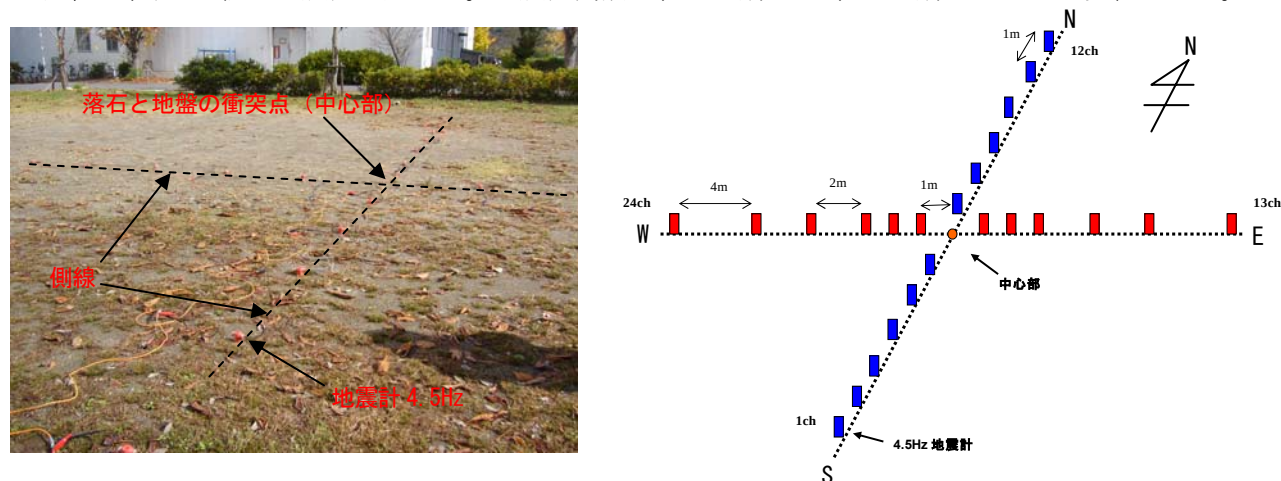


図1 地盤振動計測実験の地震計配置図(岐阜大学キャンパス)

3. 実験結果例

図3は地盤振動実験の計測結果例を示したものである。図中、常時微動と石「小」の2ケースの計測結果を示した。図に示したように、

- ・ 石と地盤の衝突時の地盤振動卓越周波数は常時微動より大きい。石と地盤の衝突時の地盤振動振幅は明らかに大きいことが分かる。

他の実験結果を合わせてみると、

- ・ 石が大きいほど、石と地盤の衝突時の地盤卓越周波数はほとんど変わらないが、振幅が大きくなる。
- ・ 地盤の周波数領域及び振動振幅を用いて、石と地盤の衝突時の地盤振動を常時微動、人の走行及び車の走行による地盤振動から分離することが可能である。



図2 石の鉛直落下に用いた石

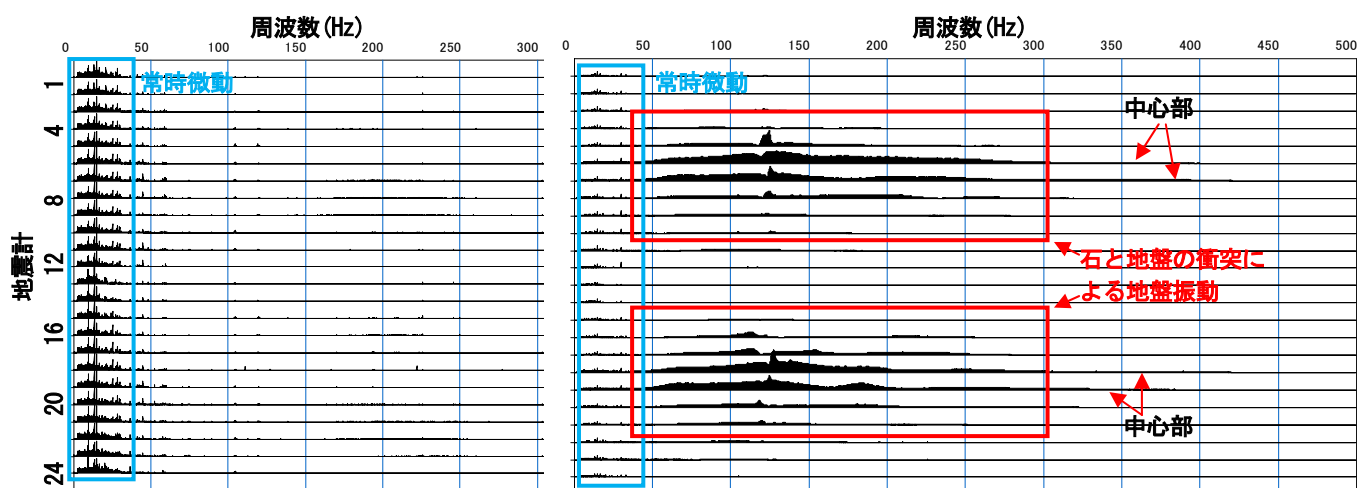


図3 地盤振動計測実験の計測例(左:常時微動、右:石「小」と地盤の衝突時)

4. まとめ

地盤振動計測実験から、石と地盤の衝突による地盤振動を常時微動や人、車の走行などの雑振動から抽出することが可能であることを確認できた。今後、他の実験結果と合わせて、石と地盤の振動特性(卓越周波数と振動振幅)を定量化し、地盤振動計測による落石検知システムを開発していく予定である。

謝辞

実験にあたっては、平成21年度のJST「シーズ発掘試験」の援助をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する。