

## A E特性を利用した岩盤斜面の安定性監視手法の適用事例 —岩盤斜面上の岩塊除去時に発生するA Eの特徴—

日特建設(株) 正会員 ○宇次原雅之  
山口大学 正会員 鈴木 素之  
山口大学 正会員 原田 博

日特建設(株) 正会員 金川 忠  
日特建設(株) 藤井 真希

### 1. はじめに

岩盤の微小破壊音であるアコースティック・エミッション（以下、A E）を利用した岩盤斜面の安定性監視手法は、これまでに基礎研究や原位置試験によりその有効性が確認されている<sup>1)</sup>。この手法は岩盤の破壊音であるA Eを直接計測することから、従来用いられている変位計測型の監視手法よりも早い段階で岩盤の異常を検出できるという利点を有している。この場合の岩盤安定性の評価指標としては、従来、主としてA E発生数の変化（増減）が用いられてきた。しかし、実用上、この指標だけでは岩盤崩落の危険性を判断することが難しい場合があるため、筆者らはA E発生数の変化に加えてA E波形の周波数変化も安定性評価の指標として用いることを提唱している<sup>2)</sup>。岩石の圧縮試験時のA E計測結果では、破壊荷重に近づくときA E発生数の増加とともに、A E波形周波数が低下する現象が認められている。本評価手法はこの現象を利用して、岩盤の崩落危険性を判定しようとするものである。現在までにいくつかの現場適用事例<sup>3)</sup>を報告してきたが、今回は、岩盤斜面掘削時にA E計測を行い、岩塊が除去される際のA E発生状況を計測した結果、有用なデータが得られたので報告する。

### 2. A E計測箇所の状況と計測方法

計測現場は県道に面した岩盤斜面である。落石対策工として防護擁壁の建設が進められ、基礎掘削により高さ約5m、幅30mの岩盤面が露出している。岩盤面は1:0.5勾配で、一部にオーバーハング部が存在する。オーバーハング部は最終的に掘削除去することとなっているため、今回、このオーバーハング岩塊除去時のA E計測を行い、これを岩塊崩落と見立ててA E発生状況を確認する。

計測は30kHz共振型のA Eセンサを用い、プリアンプで40dB、メインアンプで30dB増幅する。センサは、図1に示す位置の岩盤面を清掃してセメントで固着した後、環境ノイズからできるだけ遮断するため、その上を粘土で覆う。そして約200m離れた現場事務所にデータログを設置して、自動計測を行う。200m間の配線については、計測結果に影響を及ぼすような信号の減衰がないことを事前に確認している。データの記録はA E発生数だけでなくA E波形もすべて収録するものとする。

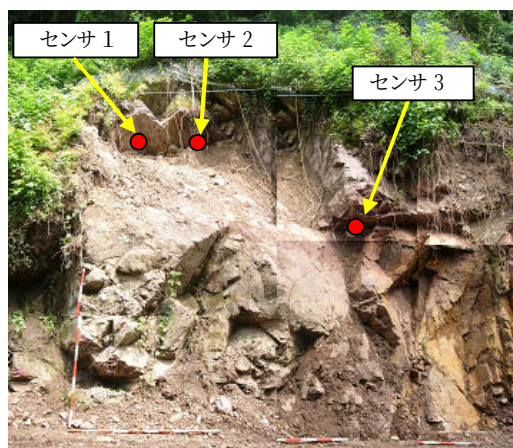


図1. 計測対象岩盤とセンサ設置位置

### 3. 掘削作業前のA E計測結果

岩盤掘削時のA E発生状況と比較するために、掘削作業前の10日間についてA E計測を行った。その結果の一例を図2に示す。A Eはほとんど発生していないが、10~20個程のA Eが時折集中的に検出されている。その時の波形（図3.b）は周波数が高く、上方からの落石がセンサ周辺に落下したときなどに記録される周波数の低い波形（図3.a）とは明らかに異なるものである。これらは数十秒間に集中して発生しているが、その後はすぐに収束しA E波形の周波数の低下も認められない。したがって、これらはセンサ近傍の岩盤内で発生したごく微小な破壊によるA Eであると考えられ、岩塊崩落の兆候は認められないと評価できる。

キーワード：A E, 岩盤斜面, 岩塊崩落, 波形周波数, A E発生数, 安全監視

連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町13-18 日特建設株式会社 TEL 03-3542-9110

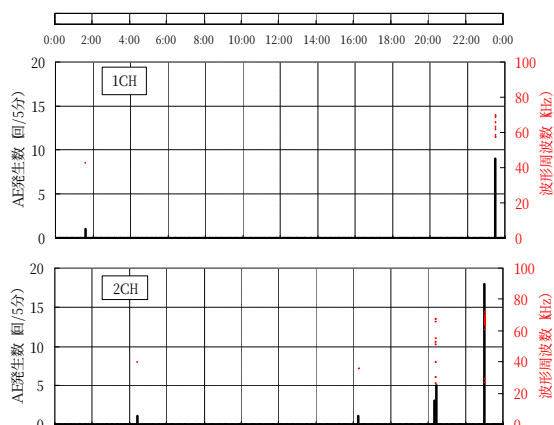


図2. 掘削作業前の計測結果 (1 日分)

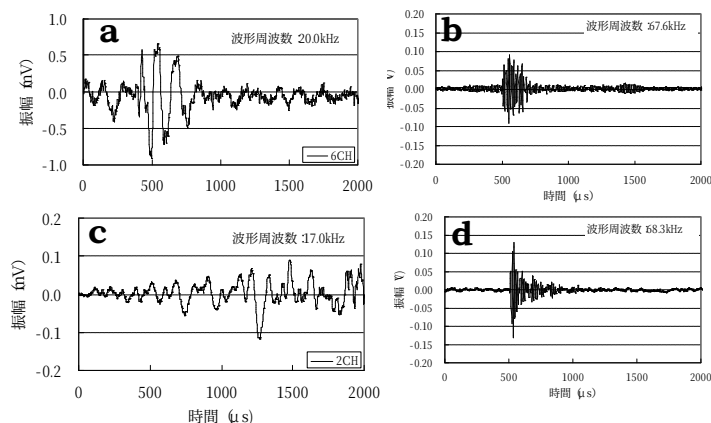


図3. 記録された波形の例 (ノイズ例含む)

#### 4. 岩盤掘削時のA E計測結果

掘削は、バックホウに取り付けたブレイカにより実施され、センサを取り付けた岩塊に向けて 10m程度離れた場所から徐々に進められた。いずれのセンサでも、A Eは掘削がセンサを取り付けた岩塊のごく近傍に達するまでほとんど検出されていない。しかし、ブレイカ掘削により岩塊を除去させた際には、その岩塊が落下する直前に多くのA Eが計測されている。図 3.c にブレイカ掘削音（打撃音）による波形、図 3.d

に岩塊落下時に記録された代表的なA E波形を示す。両者は明らかに異なるため、図 3.c に示すようなブレイカによる低周波の掘削音はノイズとして分別が可能である（今回はバックデータとして記録している）。

図 4 は、センサ 2 で記録された岩塊除去直前のA E発生数の変化と、A E波形周波数の変化である。掘削とともにA E発生数が増加するが、掘削音が止むとA Eの発生も止まっている。その後、わずかな打撃で再び発生数が増加し岩塊が落下している。このときの波形周波数の変化は、当初やや増加傾向にあるが、落下が近づくと波形周波数の低いA Eが多く含まれるようになり、平均的に波形周波数が低下して落下している。

#### 5. まとめと今後の展望

岩盤斜面落石対策工事に於いて、ブレイカ掘削により人為的に岩塊を崩落させて、その際に岩盤から発生するA Eを計測した。その結果、岩塊の落下が近づくとA Eの発生数が増加し、波形周波数が次第に低下して、その後に岩塊が落下するという計測結果が得られた。このことから、A E発生数と周波数の変化を斜面の安定性評価指標とする本手法の妥当性を確認することができた。今後は、本手法を様々な条件の岩盤斜面で適用し、精度の向上を図るとともに、工事現場における安全監視に役立てていきたい。また、斜面に取り付けたA Eセンサの計測データを無線で現場事務所に送信するとともに、インターネットを利用した研究室内でのデータ把握のシステムも構築しており、別途報告する予定である。

#### 引用文献

- 1)例えば、独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ：岩盤モニタリングにおけるA E計測マニュアル（案）,2001
- 2)金川：地下空洞建設におけるAcoustic Emissionの利用技術に関する研究／京都大学大学院工学研究科学位請求論文,1999
- 3)例えば、宇次原ほか：A Eの発生頻度と波形周波数に着目した岩盤斜面安全監視手法の現場適用／第62回土木学会学術講演会予稿集,2007

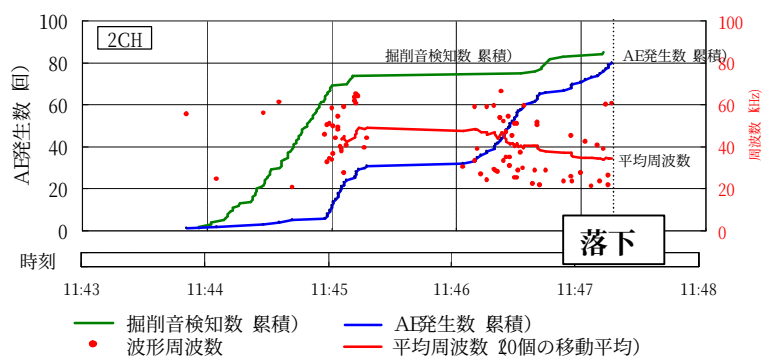


図4. 岩塊除去時のA E発生状況