

Ⅲ-A373 ハイドロフォンを用いた AE モニタリング

摂南大学大学院	学生員	手嶋 正和
摂南大学工学部	正会員	道廣 一利
京都大学防災研究所		柳谷 俊
網干壽夫研究所	正会員	網干 壽夫

1. はじめに

近年、急峻で危険な岩盤斜面近傍に数多くの道路が建設されており、このような場所での大規模な岩盤崩落事故が相次いでいる。今後も何らかの対策を講じない限り、このような事故が再び発生するであろうと推測される。その対策の一環として、AE を岩盤斜面監視に適用しようとする研究が続けられている。

本研究は AE を用いた現場監視システムの構築を目指したものであるが、現場における AE 計測の問題点として AE センサーの設置の困難さ、それに伴う十分な感度が得られないといった問題点がある。本研究ではこれらの問題点を解消するために従来の AE センサーの代わりにハイドロフォンを使用し比較検討を行った。また、一例であるがハイドロフォンを用いた現場（断層破砕帯）での AE モニタリングの結果についてもここで報告する。

2. 室内試験概要

概略図を図-1 に示す。センサーは、比較的大きな花崗岩ブロック（636×787×606mm）の側面に PZT 素子（直径：10mm、共振周波数：650kHz）をエポキシで接着した。AE センサーと、水で満たしたブロック上面のボアホールに自作のハイドロフォン（側面に付けた PZT 素子と同様のものを使用）の 2 種類を用いた。これら 2 つのセンサーから等距離にあるブロック上面の点でガラスビーズ（直径：0.6mm）を押し壊し、それを AE 発震源とし、それらの波をデジタルストレージオシロスコープ（DSO）で観測した。

観測波形を図-2 に示す。2 つの波形を比較すると、波の大きさや初動の立ち上がりに関して、ほぼ同等であったが、初動の振幅値は従来型の AE センサーのほうが若干大きな値となった。しかしながら、AE センサーの設置が室内の理想的な状態であり、一方ハイドロフォンの場合はボアホール内の水に入れているだけ（いつも同じ状態）の非常に簡易な設置であることを考えれば遜色ない結果が得られていると考えられる。

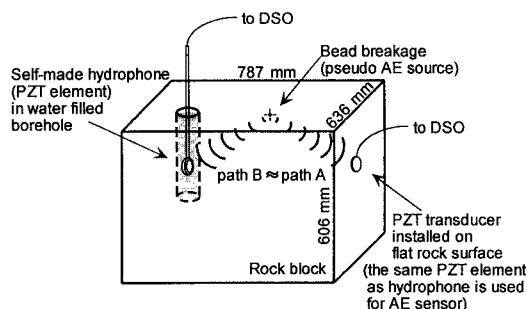
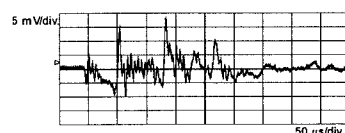


図-1 室内試験概要図

Waveform through ray path A : AE source → Rock → PZT transducer



Waveform through ray path B : AE source → Rock → Water → Hydrophone

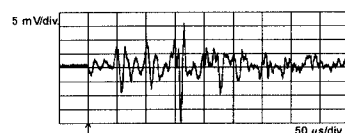


図-2 観測波形

（上：従来の AE センサー、下：ハイドロフォン）

キーワード：AE ハイドロフォン モニタリング

連絡先：〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学工学部土木工学科 TEL・FAX 0720-39-9126

4. 茂住断層の調査坑における AE モニタリング

現場は、岐阜県神岡鉱山の茂住断層の調査坑で、メインの坑道から分岐した 2 番目の坑道の領域であり、そこを断層が横切っており、坑道の周囲は高度な断層破碎領域である。坑道の側方に地下水の滲み出しにより流れる小川に、ハイドロフォンを設置し入射されるイベントを観測した。システムの概略図を図-3に示す。ハイドロフォンからの信号はチャージアンプにより調整を行い、その出力を2つに分岐し、一方はハイパスフィルターを通し周波数特性 2kHz~180kHz の出力を、もう一方は、フィルターなしで周波数特性 2Hz~180kHz の出力にし、2つの出力をデジタルストレージオシロスコーブにより観測した。

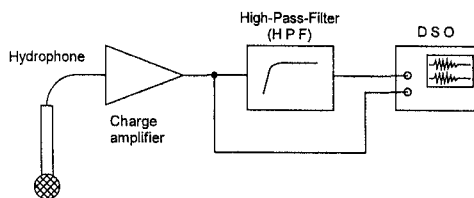


図-3 現場における計測システム

一晚の観測で断層から発生した 2 つの AE イベント（他の観測と同時に観測しており、断層が震源であることは確認）が得られ、それらの波形は図-4と図-5のようである。その結果、これらの波の卓越周波数は約 80kHz であり、低周波成分に富む流水によるノイズ等から AE イベントを弁別することができ非常に効果的であることが明らかとなった。

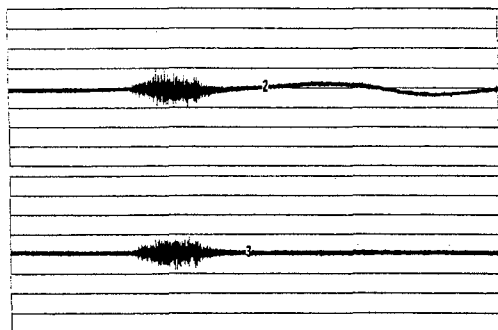


図-4 観測波形①

（縦軸：電圧値 50mV/div, 横軸：時間 2ms/div）
（上：フィルターなし 下：フィルタあり）

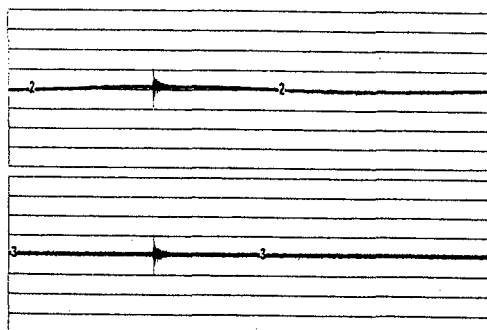


図-5 観測波形②

（縦軸：電圧値 50mV/div, 横軸：時間 2ms/div）
（上：フィルターなし 下：フィルタあり）

6. おわりに

現場への適用を考えると、岩盤表面をいかに効率よく平面にしても若干のバラツキがで、しかも素子を設置する際の接地圧を均一にするのは非常に難しい。それに対して、ハイドロフォンでは、ボーリング孔に水を満たしたり、地下水の流出による水溜りに設置や、また円柱形の金属内に水を満たしその中にハイドロフォンを設置し、金属体自体を岩盤内や土斜面に埋め込むといった方法が取れ非常に有効と考えられる。今回得られた結果より、ハイドロフォンの使用は現場での AE モニタリングに適した手段であると考えられる。

なお、本研究は平成 10 年度の（社）中国建設弘済会「技術開発支援制度」として研究補助を受けて行ったものであり、ここに謝意を表す。