

岩盤破壊音(Acoustic Emission)の測定と利用

山口大学 工学部 社会建設工学科 助教授 石田 毅

Tsuyoshi Ishida
Associate Professor, Department of Civil Engineering,
Yamaguchi University



破壊音とは

航空機や船舶の破壊は、1985年8月に520人の犠牲者を出した日航機の墜落事故のような大惨事を引き起こし、地滑りやダム、岩盤の破壊なども1996年2月に20名の犠牲者を出した北海道豊浜トンネルの岩盤崩落のように、多くの人命を瞬時に奪い去る。このように破壊の問題は、工学の最も重要研究課題のひとつであるが、その予測やメカニズムの解析に、破壊音の測定が有効である。

割り箸を曲げていくとペキペキと音がしはじめ、そのうちバキッという大きな音とともに2つに折れる。金属や岩石でも割り箸と同じように、破壊に先立ち小さな音が発生し、大音響とともに大きな破壊が起こる。割り箸の音を聞いていれば2つに折れる時期が予想できるように、破壊音を測定すれば、さまざまな材料や構造物の破壊の予測や破壊のメカニズムを調べることができる。

ここで言う破壊音は、“Acoustic Emission”略してAEと名づけられ、材料の微小破壊に伴う高周波の弾性波動放射と定義されるが、幅広い利用が試みられている。

破壊音のさまざまな利用

破壊音、すなわち、AEの測定は、ガスタンクをはじめとするさまざまな圧力タンクの監視や、生産工程における工作機械の刃こぼれの監視などにすでに実用化されている。ロケットや航空機はもちろん、人間の脳の血管や心臓弁の機能、あるいは歯の破壊や骨折のメカニズムの研究にも利用されている。また、豆の収穫は豆がはぜる直前がよく、稲穂の収穫は穂がたれて地面に着く直前が最もよいが、豆や稲の茎にAEを感知するセンサーをつけて収穫の時期を知ろうというアイデアもある。

破壊音の測定は、文化財の保存や修理にも利用されている。国宝の梵鐘の運搬中と展示中の損傷をAE測定で監視した例や、外国では古代ギリシャの彫像を修理する際、新たな亀裂を作らないようAEをモニターしながら作業した例が報告されている。また、スペインでは貴重な文化財である壁画の劣化・崩壊が問題となり、壁画の近くにセンサーを設置してAEを観測したところ、朝夕の温度変化の大きいときに破壊音が生じていることがわかり、温度変化を防止することで劣化を防いだという。

岩盤破壊音の測定と利用

私が研究の対象としているのは、岩盤の破壊音の測定である。

写真1は1989年2月10日午前8時39分に突然大崩落が発生した栃木県宇都宮市の大谷石採掘跡の崩落現場である。市街地にもかかわらず幸運にも1人の死傷者も出なかったが、この崩落の直前に、写真に見える空洞の真上の道を、集団登校の小学生10数人が通行していたと聞くとぞっとする。ここでは、陥没拡大の監視のために破壊音の測定が行われ、1年後の1990年3月29日に隣接箇所が発生した陥没時期と陥没場所の予測に成功している。

岩盤の破壊音の測定は、すでに電力会社の発電所の建設にも利用されている。電気は昼間多く使われ夜間は使用が少ないが、原子力発電所や火力発電所の発電出力は1日を通じてほぼ一定である。そこで需給調整のため、夜間の余った電力で下の貯水池から上の貯水池に水をくみ上げ、需要の多い昼間に上の池から下の池に水を流して発電が行われる。この揚水発電とよばれる発電方式では、上池と下池を結ぶ山の中を貫く地下水路の中間に大空洞を掘削して発電所がつくられる。写真2は、このような地下発電所のひとつである中部電力(株)奥美濃発電所の掘削工事の

進展状況を示している。この空洞は幅26.8m、高さ44.1m、長さ129.0mの大空洞であるが、空洞の側壁部に掘削したボーリング孔内で岩盤破壊音の測定が行われ、工事の安全監視に利用された。写真3、4、5は、この測定に使用したセンサーとその埋設作業である。

まとめ

最も大きな岩盤破壊音は、地殻の岩石が破壊される

地震に伴う地震動といえる。岩盤構造物で破壊音を測定するのは、地震の観測をしてその地域の地震の発生メカニズムを解析したり、大地震の予知や予測を試みようとするのと同じく似ている。従って岩盤構造物の破壊予知は、地震の予知と同じ難しさがある。しかし、変位量など他の測定値と組み合わせれば、破壊の予測やメカニズムの解明に関する貴重な情報を得ることができ、今後の有効な利用が期待される。



写真1 大谷石採掘跡の崩落事故（栃木県宇都宮市）。この崩落の後、2次崩落の予知のためAE測定が実施された。



写真3 ケーブル（信号線）に接続されたAEセンサーとプリ・アンプ



写真2 中部電力(株)奥美濃地下発電所空洞掘削の進展状況。工事の安全確保のため、側壁部に掘削されたボーリング孔内でAE測定が行われた。

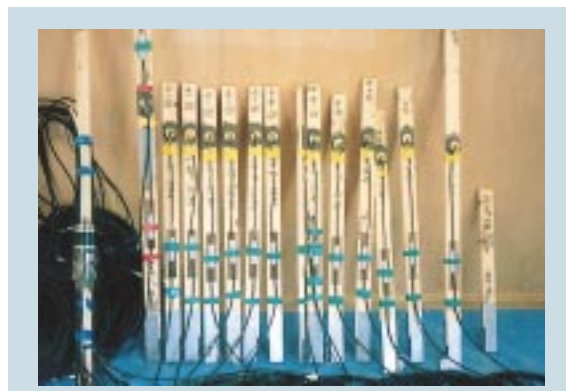


写真4 ボーリング孔内埋設のため、木製フレームに固定されたAEセンサーとプリ・アンプ

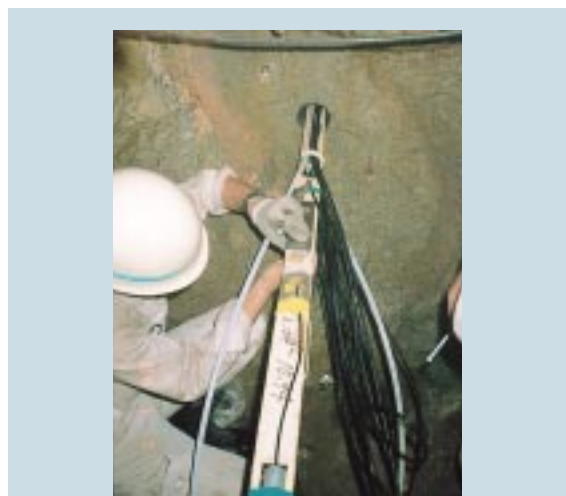


写真5 地下発電所空洞側壁部に掘削したボーリング孔への、AEセンサーとプリ・アンプの挿入・設置作業