

電力中央研究所 正員 加藤 治
電力中央研究所 正員 中村秀治
電力中央研究所 沼崎吉次

1. まえがき

近年、原子カプラントをはじめとし、各種構造物の大型化にともない、これらの安全性確保はきわめて重要な課題となっている。このような情勢の中で、新しい非破壊検査法として注目を集めているのがAcoustic Emission (以後AEと略記)法である。AE法が従来の非破壊検査法と最も異なる点は、局部的な変形や破壊が進行しつつある欠陥を検出しえるという動的検査法であるといえる点である。この特長を生かし、塑性変形あるいは破壊機構といった材料研究をはじめとし、大型構造物の安全性診断あるいは監視を目的としたAE法の適用が試みられ、数多くの成果が報告されている。しかし、大型構造物の挙動ないしは安全性推定を目的としてAE法を適用する場合、①計測点の選定 ②構造物の支持条件 ③局所的な破壊ないしは高レベルの応力存在箇所の推定 ④AEと構造物の挙動との相関性の明確化 など計測および解析技術上の課題があると考えられる。またさらに土木構造物の分野におけるAE法の適用に関しては、その例も少なく実績不十分といえる。

本報告は、設置直後のダムゲートの水圧試験におけるAE法の適用例を述べ、鋼構造物の分野におけるAE法の有効性あるいは今後の課題を検討したものである。

2. AEの計測

使用したAE計測装置のブロック図を図-1に示す。本装置は、検出部、増幅部、計数部および記録部により構成され、主として発生率と累積総数を求めることを目的としたものである。AE解析上重要な点は、検出信号をいかに処理し、どのような情報を得るかということである。一般的には、AE事象がどのような時間頻度で発生するかを知る「発生率」および「累積総数」をパラメータとすることが多い。本報告では、これらをパラメータとし基礎的データを得るとともに、ダムゲートの安定性推定を目的としたAE法の適用も検討するため、一定負荷を一定時間保持し、この時間内のAE発生特性に注目した。これは一定負荷状態において、構造物が安定状態にあるならば、AEの発生はない、もしくは時間の経過とともに減衰するという考えからである。

図-1 AE計測装置のブロック図

3. 室内実験による予備的検討

ダムゲートにAE法を適用するにあたり室内において電鍍鋼管(内径310mm・肉厚7mm・長さ500mm)を供試体とする圧縮試験を行ないAE計測を実施した。この実験により一定負荷状態でのAE発生特性を把握することとした。図-2における

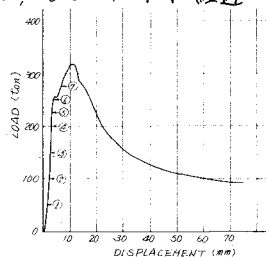


図-2 荷重-変位曲線

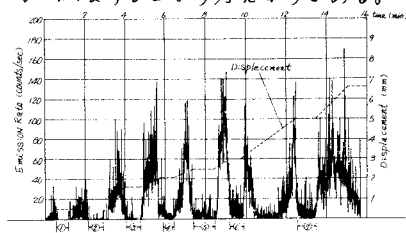


図-3 AE発生状況

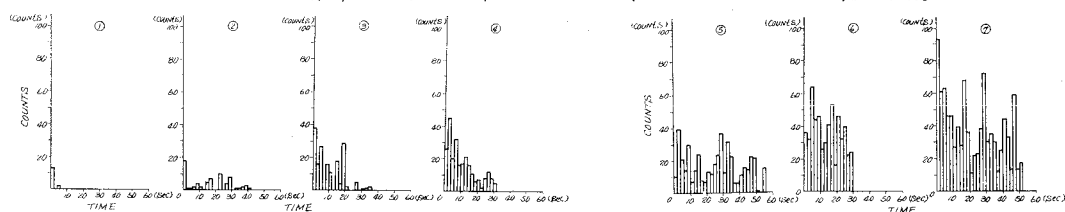
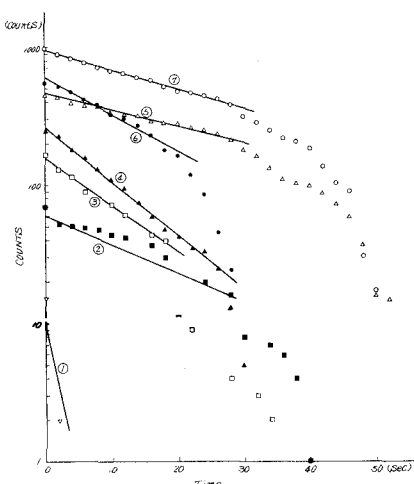


図-4 一定荷重保持中のAE発生頻度分布

①～⑦は一定時間保持した荷重レベルを示し、図-3は発生率によるAE発生状況を表わす。図-4は各荷重レベル保持中のAE発生頻度分布図である。同図より求めた図-5において、発生数(N)の対数と時間(t)の関係は次式で表わされる。

$$\log N = -mt + n \quad (m, n \text{ は定数})$$

上式における m および n を各荷重レベル毎に求め、これらと比較すると、荷重レベルが高くなる(変位が大きくなる)に従い直線の傾き m は小さくなり、 n は大きくなる傾向が認められた。以上の実験結果から一定荷重を一定時間保持し、その時間範囲内のAE発生特性を調べることの有意性を確認することができた。



4. ダムゲートにおけるAE計測

AE計測を行なったダムゲートは図-6に示すような鋼製(主としてSS-41を使用)ラジアルゲートである。計測点は図-6のA～図-5 AE発生数と時間の関係Eで、満水位(約6m)を4等分したそれぞれの水位を一定時間保持する水圧試験を実施した。この試験を2門

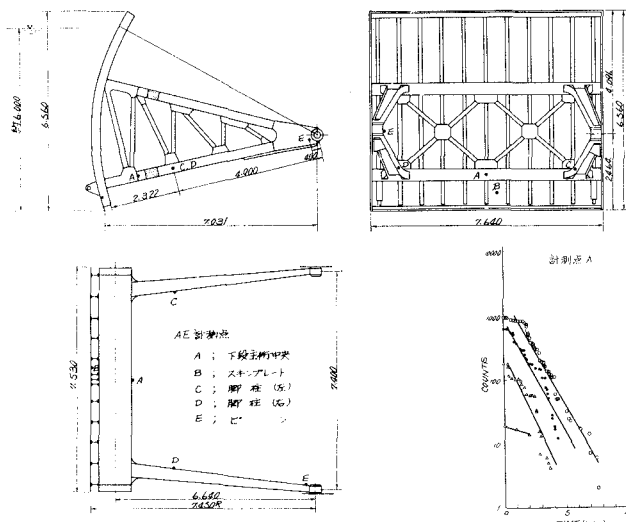


図-6 ゲートの構造およびAE計測点

のゲートについてそれぞれ2回繰り返した結果、各計測点毎にAE発生傾向が異なることが分った。計測点A(下段主桁中央)では水位 $\frac{3}{4}$ 付近から発生が目立ち始め、その後水位上昇とともにさらに著しい発生が認められた。計測点C D(脚注)はAとほぼ同様の発生傾向を示した

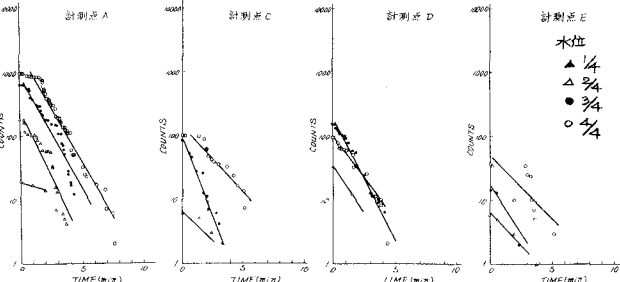


図-7 AE発生と時間の関係の一例

が、B(スキンプレート下部)では戸当り部での摩擦によるものと思われる信号が検出された。図-7にAE発生と時間の関係の一例を示すように、前章の室内実験結果ほど明瞭でないが、水位が高くなるとともに m は小さく n は大きくなる傾向が認められた。

5. まとめ

- (1) ダムゲートにおいて検出されたAEの発生因子としては、変形、溶接部などの歪エネルギーの解放、リベット部をはじめとする各部材間のなじみ、そして戸当り部などの摩擦などが考えられるが、これらの区別は発生率および累積総数の結果からでは不十分で明確ではない。
- (2) 土木鋼構造物に多く用いられる軟鋼材は、一般的にAE発生が顕著でなく、材料の組成・形状の影響により発生特性が著しく変化するとされており、これらの基礎的研究がさらに必要と思われる。
- (3) 現状において鋼構造物の安全性、あるいは安定性推定を目的としてAE法を適用する場合、他の非破壊検査法との併用が望ましく、計測および解析技術上の課題を解決すべく今後の研究が期待される。

*参考文献 加藤他「ダムゲートの水圧試験におけるAcoustic Emission法の適用」電力中央研究所報告 378019