

京都大学工学部 正 員 丹羽 義次

正 員 小林 昭一

京都大学大学院 学生員 〇大津 政康

1. はじめに

A.E.(アコUSTIC・エミッション)とは、材料が破壊などの過程において解放するエネルギーにより、応力波を発生する現象をいい、現在、材料研究の新しい道具として、また安全監視のモニターとして、利用しようとする方向に研究が進められている。特に近年、金属材料の分野では、非破壊検査法の一手段として、実用化の方向に進みつつある。岩質材料においても、比較的応力下においては、金属材料と同じように、カイザー効果(最大履歴応力に至るまでA.E.の発生数が減少する)が現われることが報告されており、材料の劣化状況の把握、残存寿命の推定などの一手段として、工学的計測への応用が期待されている。

しかしながら岩質材料は、その構造がきわめて不均質なるため、カイザー効果の発現は、材料のゼイ性度、構造的不均一度、履歴応力の大きさや方向、載荷速度、除荷後の経過時間などにより大きく支配されると考えられる。

本報告は、このような背景の下に、様々な荷重状態における、種々の供試体のカイザー効果について、基礎的なモデル実験を行ない、A.E.の土木構造物の非破壊検査への応用可能性について述べたものである。

2. 実験方法

実験は、一軸及び三軸万能試験を用いた。A.E.計測装置については、そのブロックダイアグラムを図-1に示す。この装置により100 KHz ~ 1 MHzの周波数のA.E.を検出した。

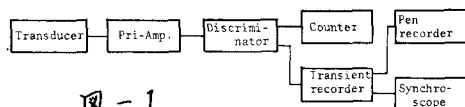


図-1

実験を行なった供試体は、砂岩(7φ×10.5)、凝灰岩(10φ×20.5)、モルタル(10.5×10.5×10.5, 10×10×40)、コンクリート(10×10×40)、鉄筋モルタル(10×10×40)、鉄筋コンクリート(10×10×40)の7種類である。

載荷試験方法は、一軸圧縮、三軸圧縮、割裂、曲げの4種類について行なった。

3. 実験結果と考察

紙面の都合により、カイザー効果の実験結果について、以下のように略述する。

a). 圧縮試験について

1). ゼイ性の岩質材料ほど、カイザー効果の現われる限界応力値は高くなり、その応力値は、応力-ひずみ曲線の変化点、すなわち巨視的破壊の開始点と一致する。(図-2, 3)

2). ゼイ性の高い岩質材料は、低応力下では、A.E.をほとんど発生せず、破壊点付近で頻発する特性をもっているため、そのカイザー効果は、不明瞭である。

3). カイザー効果の現われる限界応力値を越えた履歴を与えた供試体は、比較的応力下においても、A.E.の発生挙動に大きな変化が現われる。これは、その供試体の欠陥のスケールに依存する。

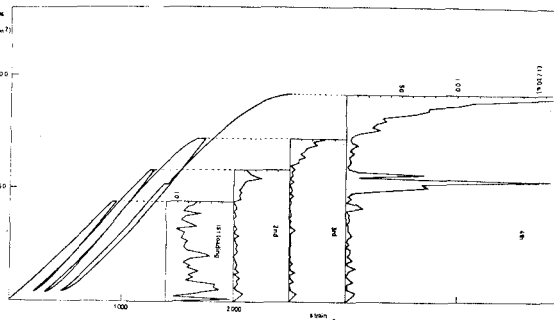


図-2. 繰り返し荷重下のA.E.の発生頻度(モルタル)

4). 均一度の高い岩質材料ほど、カイザー効果は、明瞭に現われる。

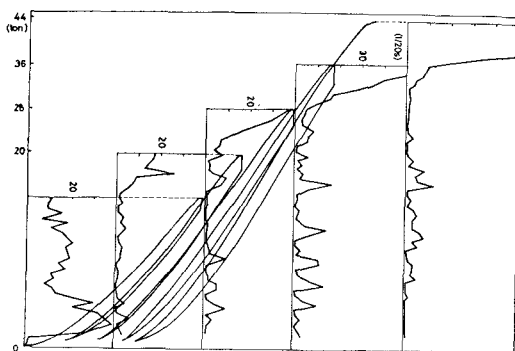


図-3. 繰返し荷重下のA.E.の発生頻度(砂岩)

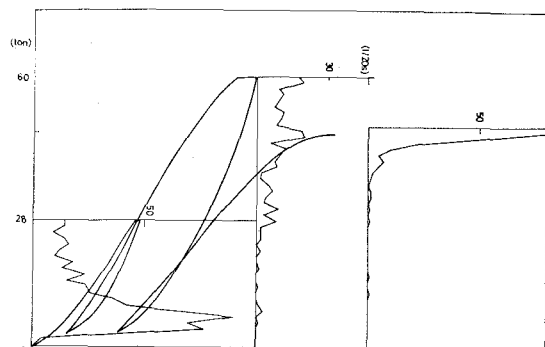


図-4. 静水圧履歴を有するモルタルのA.E.発生頻度

- 5). 岩質材料のカイザー効果の発現は、その最大履歴応力の方向に依存する。
- 6). 載荷経路が同じであれば、静水圧履歴に対して、カイザー効果が現われる。(図-4)
- 7). 除荷後の時間経過に伴って、A.E.は回復し、時間経過後では、カイザー効果は不明瞭となる。
- 6). 曲げ試験について、

1). コンクリート、モルタルのような岩質材料の曲げにおいては、A.E.の発生挙動は、セイ性度の高い材料の圧縮における発生特性と類似しており、そのカイザー効果は、不明瞭である。

2). 鉄筋コンクリートの曲げにおいては、そのカイザー効果は、低応力下から高応力下まで明瞭であり、鉄筋の降伏点を過ぎてからでも、カイザー効果は、見られる。(図-5)

3). 鉄筋モルタルの曲げでは、モルタルがコンクリートに比し、均一なために、クラックの成長が早く、カイザー効果は、やや不明瞭となる。また、ひびわれの発生後は、除荷時に、A.E.が頻発する傾向にある。(図-6)

c). 割裂試験について、

割裂における岩質材料のA.E.の発生挙動も、セイ性度の高い材料の圧縮試験における発生挙動と類似しており、低応力下では、A.E.は、ほとんど発生せず、破壊点付近で頻発する特性をもっているため、そのカイザー効果は、不明瞭である。

以上、非破壊検査への応用の一手段としてカイザー効果に関する実験結果のみを略述したが、A.E.の応用としては、ここに述べた発生頻度とその発生パターンのみでなく、波形、周波数、発生エネルギーなどが、材料の劣化状況、破壊度などのメジャーとして考えられる。

このような、A.E.の非破壊検査法への応用については、当日発表の予定である。

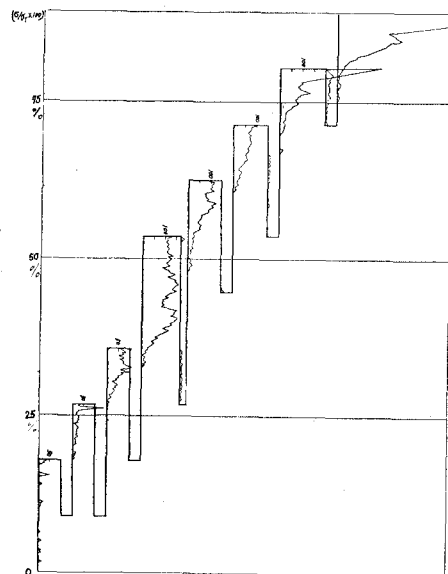


図-5. 鉄筋コンクリートの曲げ試験によるA.E.発生頻度

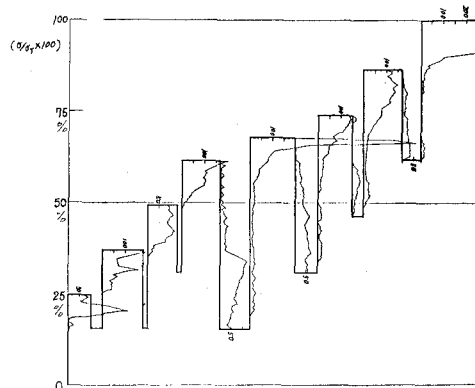


図-6. 鉄筋モルタルの曲げ試験によるA.E.発生頻度