

岩質材料のカイザー効果に関する一考察

福井大学 工学部 正会員 福井卓雄
地質計測 (株) 正会員 ○入沢淳一

1 はじめに

アコースティック・エミッション(AE)現象は、微小な破壊に対応して発生する現象である。したがって、微小破壊の集積が徐々に進行し、終局的な破壊に至る岩質材料の一軸圧縮荷重下での破壊過程において、AEは、この過程を解明する上で重要な手がかりを内蔵している現象であると期待されている。このAEの重要な特性の一つであるカイザー効果は、材料が繰返し荷重を受けたとき、最大履歴荷重に対してどの程度安定であるかということと密接に関連しており、したがって、岩質材料の逐次的な微小破壊の進行の程度を知る上で重要な特性であるばかりでなく、構造物の非破壊検査への応用に関しても注目されている特性である。

本報告は、岩質材料の一軸圧縮破壊過程における力学的特性の劣化の進行の程度とカイザー効果の現われ方の関連性についての評価を試みたものである。

2 実験概要

供試体としては、直径50mm、高さ100mmの円柱状に整形された凝灰岩、砂岩、モルタルを用いた。モルタルの配合は、重量比で水:セメント:砂=1.0:2.2:4.4である。

AEの計測システムは、Fig. 1 にブロックダイアグラムで示した。トランスデューサーは、共振周波数が約280kHzのPZTセラミック圧電素子を用い、シアノアクリレート系の瞬間接着剤で、供試体の中央部に直接、接着した。AE信号は、10kHz-1MHzの帯域で60dB増幅し、AEの計算法は、デッドタイム法である。デッドタイムは、砂岩が、200 μ s、モルタルと凝灰岩が100 μ sであり、トリガーレベルは、オシロスコープのトリガー部の信号電圧レベルで図中に示す。載荷に際しては、テフロンシートにシリコングリースを塗ったものを減摩剤として用い、載荷速度を砂岩では、約5.0MPa/min、モルタルと凝灰岩では、約2.5MPa/minにした。

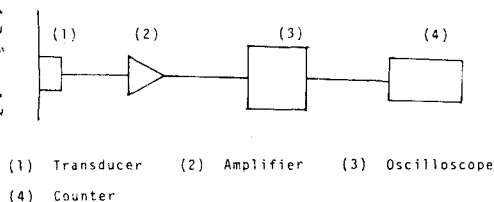


Fig.1 Block Diagram of Acoustic Emission Monitoring

3 実験結果と考察

岩質材料の一軸圧縮試験におけるAEの発生頻度と応力の関係を凝灰岩と砂岩について示した図がFig. 2である。縦軸は、20秒間に発生したAE(dN)をその間に増加した応力($d\sigma$)で除した値 $\frac{dN}{d\sigma}$ を対数で示している。この図によれば、単位応力(1MPa)当たりに発生するAEは、ある応力レベルから応力の増加に伴って、応力に対して指數的に増大することがわかる。そこで、この領域を図中に示すようにB領域とし、その前後の領域をそれぞれ、A領域、C領域とする。本実験で用いた三種類の岩質材料について、B領域の存在はすべての実験データより認められ、破壊荷重の90%程度のレベルでC領域が

Takuo FUKUI; Junichi IRISAWA

現われ、終局的な破壊に至った。

繰返し試験の結果をFig. 3に示す。この図を使って、カイザー効果が現われているかどうかを判断する基準を新しく次のように定義する。すなわち、凝灰岩の3回目の載荷時と砂岩の3、4回目の載荷時のように、前載荷の最大履歴荷重を越えた後、Fig. 2に示すようなB領域が現われ、かつ、繰返しを行なわなかった場合の単位応力当たりのAEの発生数に回復する場合、カイザー効果が現われていると定義する。一方、凝灰岩の4回目の載荷時のように、 $\frac{dN}{d\sigma}$ が急激に増加したまま終局的な破壊に至る場合、カイザー効果は不明瞭であると定義する(この判断基準に基づくカイザー効果を以後“本報告で定義したカイザー効果”と呼ぶ)。もちろん、面供試体の2回目の載荷時では、前載荷時の最大履歴荷重に至るまで、AEの発生がほとんど見られないため、カイザー効果は現われている(以後、このカイザー効果を“自明なカイザー効果”と呼ぶ)。このようにカイザー効果を決めると、自明なカイザー効果が現われるのは、B領域の下限程度の応力レベルまでとなり、本報告で定義したカイザー効果が現われるのは、B領域の上限程度の応力レベルまでとなる。したがって、A領域で発生した微小破壊は、応力の再分配などによって安定化し、前載荷の最大履歴荷重に至るまでは安定であると推測される。また、B領域での繰返しは、B領域の上限程度の応力レベルを除いて、本報告で定義したカイザー効果が現われ、 $\frac{dN}{d\sigma}$ が急増し始め、供試体の全体としての力学的特性が大きく劣化し始めると推測されるB領域の上限程度の応力レベルから、本報告で定義したカイザー効果が不明瞭になる。

以上のことから、AEの非可逆的な現象であるカイザー効果は、微小破壊の集積の進行に伴う岩質材料の力学的特性の劣化の程度に関連していると推測される。

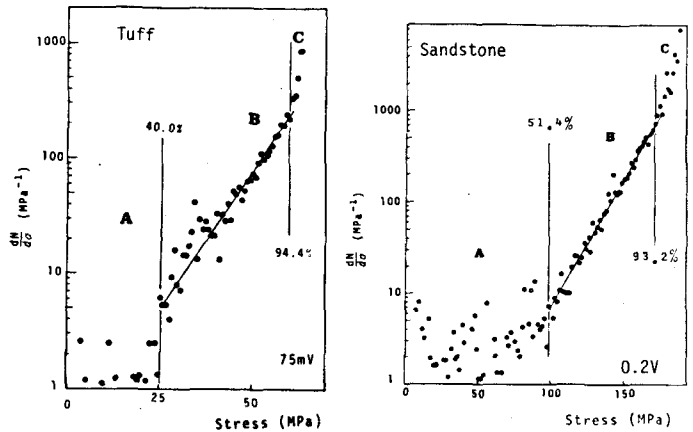


Fig. 2 $\frac{dN}{d\sigma}$ vs. stress

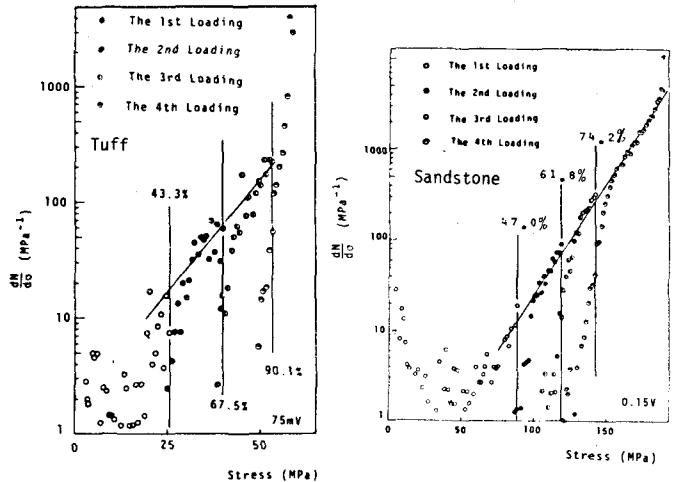


Fig. 3 $\frac{dN}{d\sigma}$ vs. stress