

(例) 大林組技術研究所

平 間 邦 興

同 上

○ 丸 山 誠

同 上

桑 原 徹

1. まえがき

最近、A E (Acoustic Emission) 手法を用いて、各種金属材料や大型鋼構造物の安全性を検討することが行なわれている。岩盤関係においても、その安全性を調査するためにかなり普及しつつあり、筆者らも、各種岩盤のA E特性を把握するために、基礎的な研究を行なっている。

ここでは、岩盤試験の実施にあたって、原位置でのA E測定を試み、得られた測定結果からその適用性について、若干の検討を行なった結果を示す。

2. A E 測定装置と計測

原位置A E測定に使用した位置標定を目的とする基本システムを図-1に示す。この測定装置では、A Eセンサーを4個まで接続可能で、測定結果は一度内蔵されたフロッピーディスクに収録される。解析結果では、豊富なソフトウェアを用いて必要なA Eパラメータを解析することができ、また、測定中のモニター用にも即座に出力することもできる。主なA EパラメータにはA E事象計数、最大振幅、A Eエネルギー、到着時間差並びに立上り時間などがあり、またパラメータ間の相関性や平面での位置標定を求めることが可能である。

A Eセンサーの取付状況を示したのが図-2である。載荷板の周囲に15~20 cmの深さで岩盤中に打ち込んだウェーブガイドにA Eセンサーを取付けた。A Eセンサーは、30 KHz の共振型センサーを使用し、研磨したウェーブガイド頂部にシリコングリスを塗り、密着性を高めて固定した。なお、A E測定時の前増幅度は40dB、主増幅度は30dB、Threshold (しきい値) は0.3 V に設定した。

岩盤試験は、円形載荷板を用いた長期の一定荷重載荷試験 (段階荷重) と通常の変形試験を実施した。一定荷重は10~50 (kg/cm^2) までの5段階で、1~2日間載荷し、変形試験では、最大100 (kg/cm^2) まで載荷した。載荷・除荷速度は2.0 ($\text{kg}/\text{cm}^2/\text{分}$) を基本とした。なお、試験は宅地造成地のうちの泥岩地盤を対象に実施した。

3. 測定結果と2.3の検討

得られたA E測定結果より、特徴的な事項についてまとめて示す。

3.1 一定荷重下でのA E発生

まず、一定荷重を載荷中のA Eの発生傾向を、事象計数で表わしたのが図-3である。図中では、載荷応力が40, 50 (kg/cm^2) における、比較的載荷初期の事象計数の頻度分布を示している。いずれの場合も、

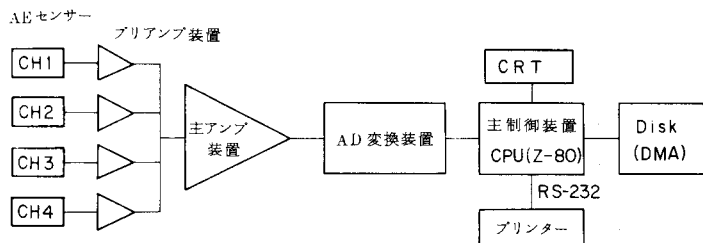


図-1 A E測定装置とシステム構成 (P A C 製)

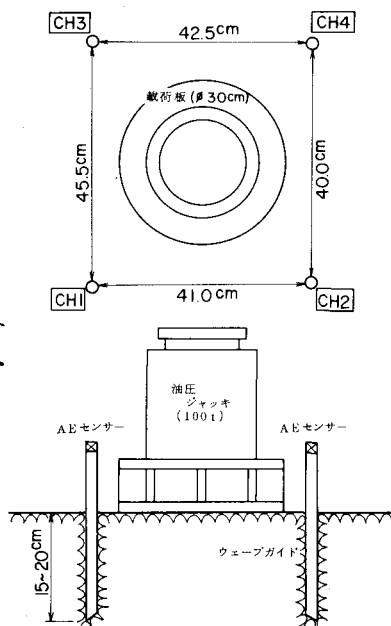


図-2 A Eセンサーの配置

荷重載荷とともにA Eの発生が認められるが、一定載荷後は、その発生頻度が減少し、わずかなA E事象が継続的に発生していることがわかる。これは、岩盤の塑性的な変形が徐々に進行している過程と推定できる。更に、詳細に比較してみると、載荷条件によってその発生傾向に違いを見ることができ。つまり、40 (kg/cm²) 載荷時には高頻度に継続的に発生して、

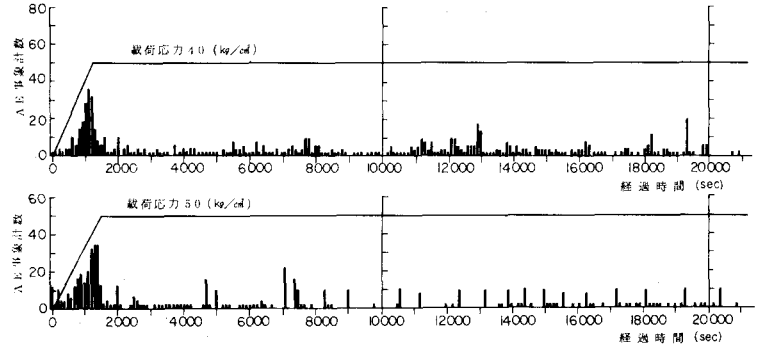


図-3 A E事象計数の経時変化

亀裂の進行が進んでいるのに対し、50 (kg/cm²) 載荷時になると、その後の増加応力による新たな亀裂のみが発生しているものと考えられる。この一定載荷時の発生傾向については、振幅分布やエネルギー分布を詳細に検討する必要がある。

3.2 変形試験における降伏点の把握

変形試験時のA E特性を示したのが図-4である。図中では、載荷パターンに対応する事象計数とエネルギーの傾向について示した。

載荷初期には、載荷板のなじみのためのA Eが発生しているが、その後は載荷とともに徐々にA Eの発生の増えている傾向が見受けられる。特に、降伏点(推定70 kg/cm²)付近では、A Eの発生が多少増加する傾向が認められる。変形試験における降伏点と、A E事象計数との間に、明確な関係を認めることができる。また、一定応力時には、A Eの発生が極端に減少し、前述と同様の傾向を示している。

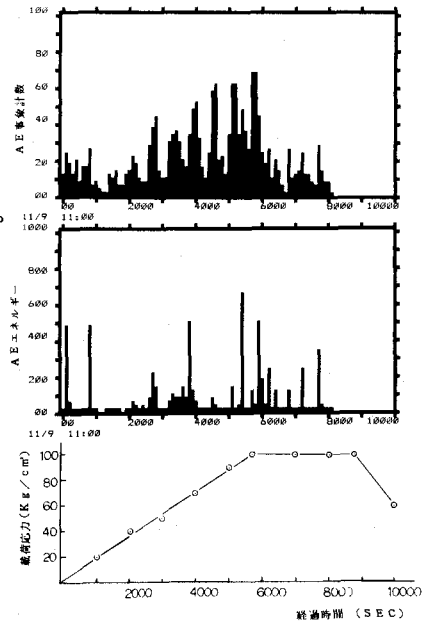


図-4 変形試験とA E発生

3.3 A E 発生の位置標定の試み

原位置において発生したA Eの位置標定を試みた結果が図-5である。4角形配置したA Eセンサーによって、その発生位置を立体的に示した。ここで、一次元での位置標定の原理を述べると、センサー間の距離L、伝搬媒体の固有音速Vより、伝播時間 $T = L/V$ を求め、ついで、A E信号が各センサーに到達する時間差t、到達遅れ距離 ℓ とすると、センサーからA E発生位置までの距離Aはつぎのように表わされる。

$$A = (L - \ell) / 2 = (T - t) V / 2$$

したがって、音速V(弾性波探査結果より $V = 1000$ (m/sec)と仮定)が得られれば、各センサー間での到達時間差を測定し、発生位置を求めることができる。これらの位置標定結果より、亀裂分布やその進行過程を推定することが可能となる。

4. あとがき

岩盤のA E特性について、ある程度把握することができ、今後ともA E測定を試み、データ収積を行なう予定である。なお、A Eの測定並びに解析にあたり、伊藤忠データシステムズの協力を得た。付記して謝意を表します。

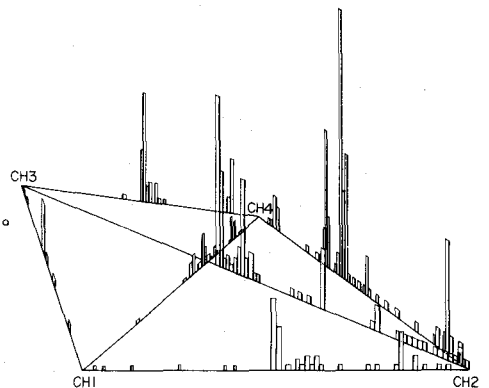


図-5 A E発生位置の推定