

岩質材料の破壊にともなうアコースティック・エミッションの発生特性について

徳島大学工学部 正 員 藤井清司
徳島大学大学院 ○学生員 中川善仁

まえがき アコースティック・エミッション(AE)による土木構造物の安全性評価は、最近注目をあびており現場への適用も試みはじめられている。そこで本報告は、岩質材料試験体による室内試験時におけるAE発生特性を調べ、その有用性を検討するものである。

室内試験としては、高圧三軸試験、切り欠きを有する長方形板、円板の圧縮載荷試験および梁の三点曲げ破壊靱性試験を行い、各々についてAE計測を行う。器械の計測設定条件は周波数帯域：20kHz～300kHz，アリアンプ：利得40dB，ディスクリミネーター：利得20dBとして全ての試験を通して一定とする。なお、ここではこれらの試験のうち切り欠きを有する梁の曲げ試験、ならびに長方形板の載荷試験についてのみ報告する。

材料および試験方法 試験体作製材料としては、岩石と力学的性質の似た重量配合比 水：セメント：砂＝1：2：6のセメントモルタルを使用する。その強度は、材令7日で圧縮強度：28.3kgf/cm²，引張強度：26.5kgf/cm²である。梁の試験体は、長さ：48cm，(スパン40cm)，高さ：10cm，厚さ：7.5cmとし、先端の尖った切り欠き長さ a を、 $a=1\text{cm}$ ， $a=5\text{cm}$ と2種類作成する。長方形板の試験体は、高さ：18cm，横幅：12cm，厚さ：4cmで中央部に長さ：3cm，幅：1mmの両先端の尖った切り欠きを入れ、この切り欠きと載荷重方向との角度を、30°，45°，60°とした3種類作製する。

AE計測アロクダイヤグラムは、Fig. 1に示すとおりである。梁試験体では、まず切り欠き長さ $a=5\text{cm}$ のものを用いてAE波の減衰について調べる。この場合、トランスデューサーの取り付け位置は試験体高さの中央とし、横方向に切り欠きからの距離を2.5cm，5cm，7cmと変化させ、変位制御で0.05mm/分の速度で載荷し、ディスクリレベルは50mVに設定する。

次に、切り欠き長さ $a=1\text{cm}$ の試験体を用い、載荷方法による影響を調べる。まず、載荷速度0.05mm/分で破壊荷重まで載荷しその発生特性を調べておき、次に繰り返し荷重載荷、一定荷重載荷を行う。繰り返し荷重載荷は、1回目は100kgfまで載荷した後、同じ0.05mm/分の速度で除荷する。2回目以降も同様に100kgfずつ漸増繰り返し載荷を破壊するまで行う。一定荷重載荷では、まず破壊荷重の70%まで0.05mm/分で載荷した後、その荷重を20分間維持させ、その後、破壊荷重まで同様の載荷を行う。

長方形板では、試験体をオイルジャッキとロードセルとの間に載荷板に右コウセメントで固定してセットし、0.05mm/分で載荷する。

AE測定項目は、AE計数率、エネルギー発生率、振幅分布につ

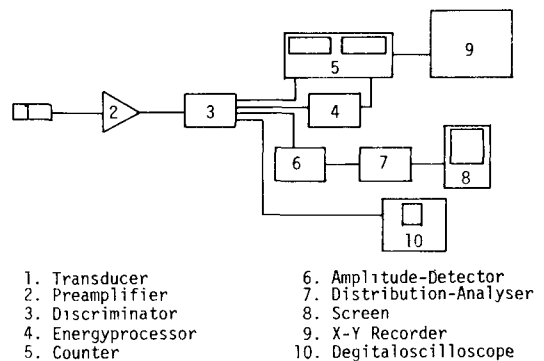


Fig.1 Block Diagram for AE Measurement.

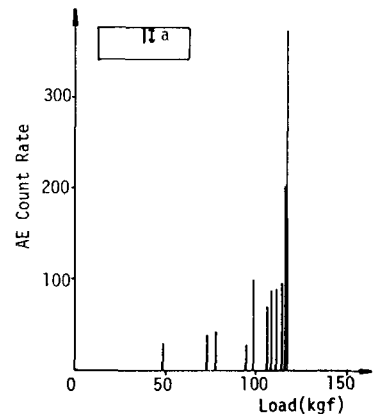


Fig.2 AE Count Rate and Load on Notched Bend Specimen.

いて行い、長方形板ではA E波形の記録をし周波数解析も行う。

結果と考察 Fig. 2は、切り欠き長さ5cmの試験体でトランスデューサーと切り欠きとの間隔が5cmの場合のA E計数率と荷重の関係を表わしたものである。破壊荷重直前で急激なA E発生が増加が見られ、引張脆性破壊時のA E発生特性を示している。距離によるA E波の減衰の影響は、2.5cmと5cmではほぼ同じような発生状況を示しているが7cmになると、50kg付近でのA E発生が見られなくなっている。したがって、この5cmという距離はこの梁試験体におけるA E波検出のための有効限界範囲を示していると思われる。またエネルギー発生率はA E計数率と同じような性状を示している。

Fig. 3は、この梁試験体でのB値と荷重の関係を3種類の間隔について表わしたものである。この場合もやはり距離によるA E波の減衰の状況が表われている。また、いずれもある荷重を境にしてB値は減少する傾向が見られる。これはA Eの大振幅成分が卓越してくることを示し、破壊の近づいてくることを表わす。

載荷方法による影響を見ると、繰り返し荷重載荷ではA E計数率、B値とも明確なカイザー効果が現われ、破壊近くではその効果はなくなっている。これは、発生したき裂面の干渉によるものと思われる。一定荷重載荷では、荷重維持中にひずみジャンプに対応する散発的なA E発生が見られる。

長方形板の載荷試験では、いずれの角度の試験体でも2tf付近の荷重でA Eが実感的に大きく出しており、その後小さく散発的となり、破壊荷重付近で連続的に増加する傾向が見られる。

Fig. 4は、そのB値と荷重の関係を示したもので各角度ごとに分類してあるが、荷重増加にともないB値の増加、ほぼ一定状態、減少という傾向が見られる。しかも、いずれの角度の試験体でも2tfを境にしてはほぼ一定状態になっており、この実験値2tfは先のA E計数率の場合とも対応しており、これは切り欠きより初期き裂が発生する荷重に対応している。このことは切り欠き先端近傍に接着した抵抗線ひずみゲージからの荷重-ひずみ関係でも明らかである。またその減少は、不安定破壊への移行を示す。しかしこの場合B値を計算するための荷重増分間隔が広すぎるため、B値よりは、きりとした境界荷重値を限定するにはいたっていない。

Table 1は、切り欠きと載荷方向との角度が60°の場合の荷重と周波数を示したものである。荷重増加とともに高周波成分へ移行している。この傾向もどの角度についても同じである。したがって今回のデータでは切り欠きと載荷方向との角度の違いによる影響を明確にとらえることができなかった。

まとめ 以上のようにA E特性を表わすパラメータは、それぞれ互いに密接な関係をもち変形、破壊に対する情報を含んでいる。そしてそのパラメータに影響を与える要因は、同一試験体であれば載荷方法等が考えられ、同一載荷速度であれば破壊形式等が考えられる。参考文献：尾上守夫，外「アコースティックエミッションの基礎と応用」コロナ社

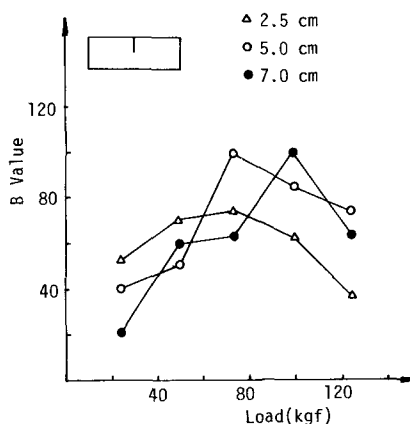


Fig. 3 B Value and Load on Notched Bend Specimen.

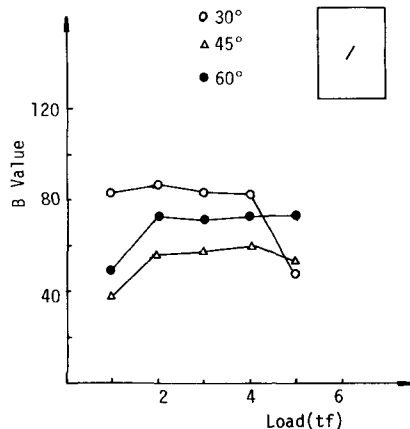


Fig. 4 B Value and Load on Notched Plate.

Table 1 Results of Frequency Analysis.

Load(tf)	Frequency(kHz)
2.6	58.65
3.9	68.42
5.5	166.18
6.2	205.28
6.3	185.73