

III-A 348 岩質材料の破壊進行時におけるAE発生特性と3次元位置標定

徳島大学大学院 学生員 ○藤木 泰宏
 徳島大学工学部 正員 藤井 清司
 鴻池組 小市 義之

1.はじめに

一般に、岩質材料の破壊現象は、微小破壊が累積して、破壊進行領域（プロセスゾーン）が形成され、その後主要な破壊に至る。この破壊進行領域形成過程において、AE（アコースティック・エミッション）は急増する。このことから、AEにより岩質材料の破壊過程を把握するうえで、AE発生数および振幅分布を計測することは非常に有益であると考えられる。

本報では、岩質材料であるセメントモルタルを用いた破壊靱性試験にAE法を適用し、そのAE発生特性、振幅分布（改良b値）および3次元位置標定により試験体内部の破壊進行領域の観察を試み、次のような結果が得られたので報告する。

2.実験方法

試験体は図-1に示すような二重片持梁（DCB）試験体を使用し、切欠きは長さ130mm、幅1mmで先端部4mmはテーパ状になっている。また、試験体上端からくさびをローラーを介して貫入させることにより、開口型のモードI変形を実現させている。

試験体材料は、材令7日のセメントモルタルで配合は重量比で水：普通ポルトランドセメント：細骨材=1：2：6である。使用材料の材料特性を表-1に示す。

AEは、AEセンサー（150kHz共振型）を試験体表面に合計6個設置し、計測する。AE源の位置は、AEセンサーへのAE波の到達時間差より3次元位置標定する。その他の測定項目は、荷重、荷重載荷点の鉛直変位、切欠き部に挟んだクリップゲージから得られるき裂開口変位（COD）ならびに切欠き先端10mmの位置から50mm間隔に貼付した3枚の抵抗ひずみゲージ（ゲージ長さ20mm）から得られるひずみである。載荷荷重はスクリージャッキで手動により変位制御で毎分0.05mmとする。

3.実験結果および考察

図-2に横軸を試験体の載荷点鉛直変位として、縦軸に載荷荷重、CODおよびひずみの変化を示す。なお、ひずみについては#1に注目する。CODならびにひずみはともに

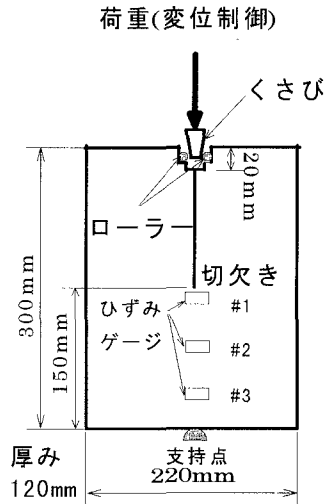


図-1 二重片持梁（DCB）試験体

表-1 材料特性

σ_c (kgf/cm ²)	σ_t (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)	ν	K_{Ic} (kgf/cm ^{3/2})
360.8	34.1	2.30×10^5	0.19	70.6

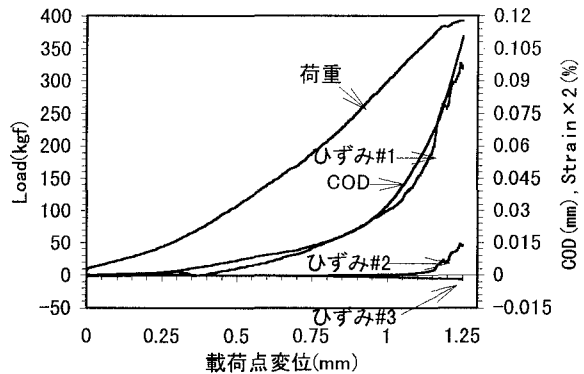


図-2 実験結果

載荷点変位約 1.0mm（極限荷重の 75%）付近で線形領域からはずれ、荷重がひずみ軟化傾向を示す約 1.10mm（極限荷重の約 95%）で変曲点を迎え、以降加速度的に増加する。

図-3 に横軸を試験体の載荷点鉛直変位として、AE リングダウンカウンタ総数および改良 b 値の変化を示す。改良 b 値とは、AE 信号の最大振幅の規模別頻度分布を用いて定義される AE パラメータである。また AE リングダウンカウンタ総数については最大値で除して正規化されている。これより、AE は載荷初期から発生し始め、変位増加とともに増加し、COD とひずみ同様に載荷点変位 1.10mm 以降急増する傾向が認められる。これらの増加傾向と AE の発生状況とはよく対応している。改良 b 値の変化傾向を見ると載荷点変位約 0.97~1.08mm の段階で小規模の AE が多数発生し、上昇している。これは内部にマイクロクラックの形成・連結いわゆる破壊進行領域に対応し、1.08mm 以降は AE が急増し、大振幅の AE 信号が発生して、改良 b 値は急減していることから材料内でのき裂の形成に対応していると思われる。以上より AE 発生特性と試験体の挙動から検討すれば試験体内部の破壊進行状況がある程度明らかになる。

図-4 に AE 源の 3 次元位置標定結果を示す。紙面の都合により正面図のみ掲載する。これより、切欠き先端近傍にある一定の幅と長さを持って集中して分布している。AE 源の 3 次元位置標定結果も上の結果をよくうらづけをしている。

図-5 は、試験体正面図において、切欠き先端から水平方向に 2mm 間隔での AE 発生源の頻度分布を百分率で示したものである。なお、図中の太線は載荷点変位 1.0mm まで、細線は 1.0mm 以降から極限荷重まで、破線は全 AE 源の頻度分布を示す。同図より、AE 源は載荷点変位 1.0mm までは試験体全体に散らばって標定されているものの 1.0mm 以降は切欠き先端近傍に集中して標定されている。このことは、載荷点変位 1.0mm 以降は破壊進行領域の形成による AE 源を的確に標定したものであると思われる。

4.まとめ

今回の実験結果より、AE 3 次元位置標定法は構造材料内部の破壊進行領域の推定ができ、その有用性が、試験体の測定項目、AE 特性、振幅分布および位置標定結果とを比較することにより確かめられた。

- 【参考文献】 1) 新開, 三橋, 野村, 改良された 3 次元位置標定法による..., 構造工学論文集, vol.38A, pp.383-390,1992.
2) 破壊力学実験法, 國尾 武, 朝倉書店, 1984.

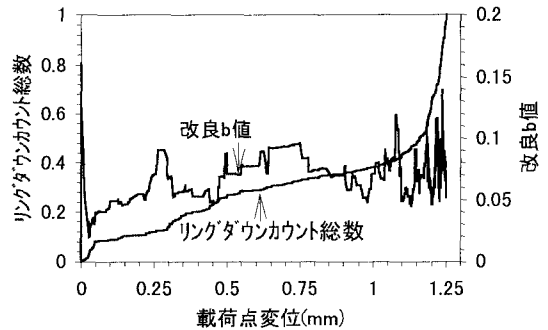


図-3 AEリングダウンカウンタ総数と改良 b 値

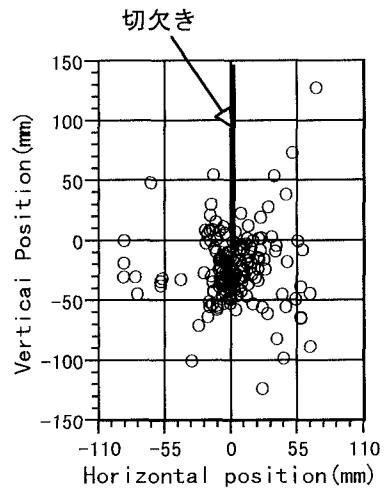


図-4 3次元位置標定結果（正面図）

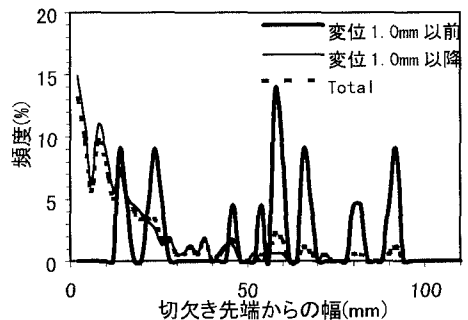


図-5 AE 源の頻度分布