

破壊靱性試験におけるAE 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
(株)鴻池組 小市 義之

1. はじめに

著者らは、数年にわたり破壊力学を岩質材料に適用を試み、種々の破壊靱性試験を行い報告している。その際、き裂先端からの破壊現象はマイクロクラックが形成・連結して、破壊進行領域（プロセスゾーン）が形成され巨視き裂が発生することがAE（アコースティック・エミッション）により確認された。

一般に、構造材料の内部と表面とでは応力状態が異なるため、クラックの状況も内部と表面では異なる。しかしながら、構造材料内部の破壊進行領域の3次元観察方法は、AEやX線に限られているのが現状である。

本報では、岩質材料であるセメントモルタルを用い、これによる破壊靱性試験にAE3次元位置標定法を適用し、そのAE特性から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）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ならびにAEのリングダウンカウント総数の変化を示す。

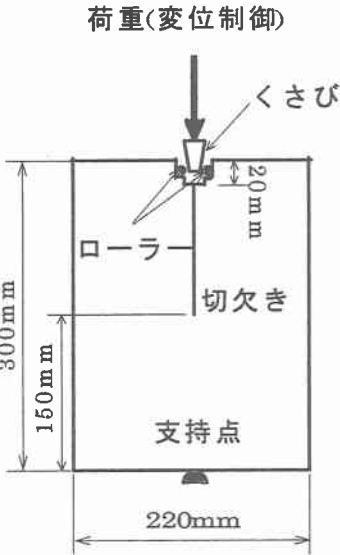


図-1 二重片持梁（DCB）試験体

表-1 材料特性

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

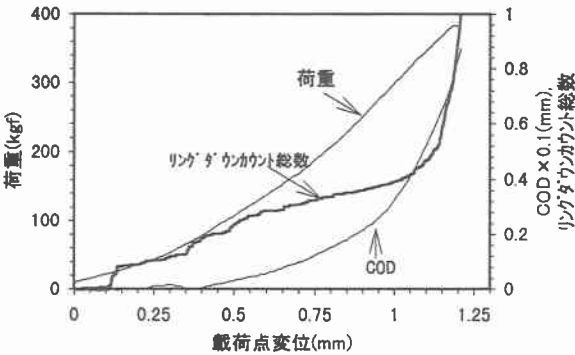


図-2 実験結果

ただし、AE リングダウンカウント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 は試験体の極限荷重の約 10 %にあたる載荷点変位約 0.1mm 以降発生し始め、変位増加とともに増加し、試験体がひずみ軟化傾向を示す極限荷重の約 95% 以降急増する傾向が認められる。また、荷重の増加傾向と AE の発生状況とはよく対応している。COD は載荷点変位約 0.4mm と 1.0mm (極限荷重の約 30%と 75%) とで変曲点が認められ、特に後者では以後著しく増加の傾向にある。以上より、AE と試験体の変形状態より極限荷重の約 75%までマイクロクラックが形成し、その後リングダウンカウント総数が急増する 95%までマイクロクラックが連結し、破壊進行領域(プロセスゾーン)の形成、そして極限荷重までが巨視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-3 に AE 源の 3 次元位置標定結果を示す。AE 源は平面図、側面図では切欠き先端の中央部に集中しており正面図では、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-4 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、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、AE3 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) 新関、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.

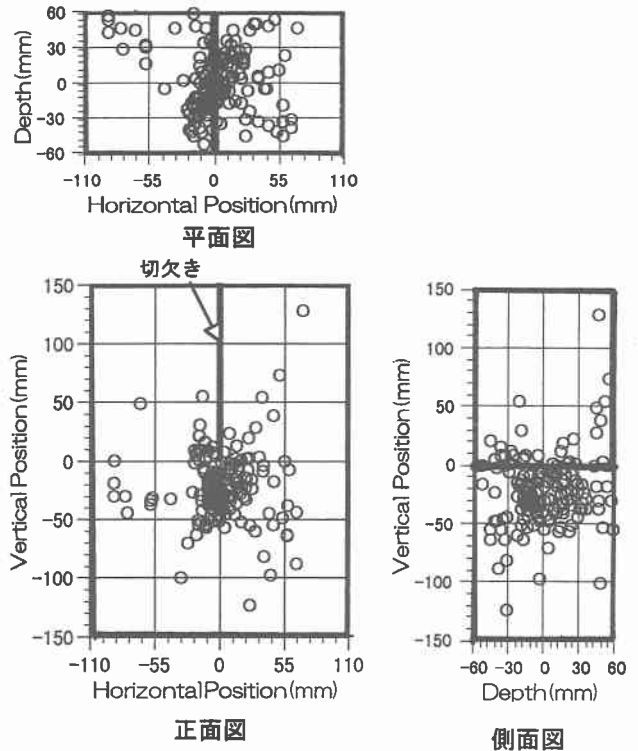


図-3 3次元位置標定結果

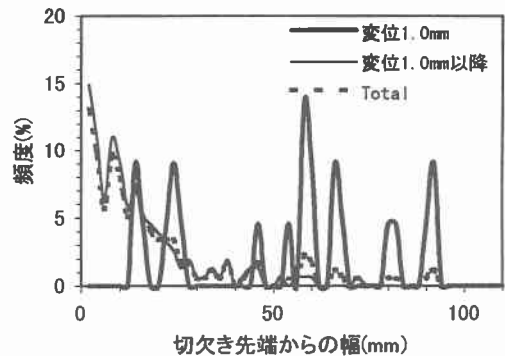


図-4 AE 源の頻度分布