

脆性材料の破壊進行時におけるA E発生特性について

徳島大学工学部 正 員 藤井清司
建設省四国地建 正 員 ○関本 光
徳島大学大学院 学生員 川上 泉

1. まえがき 著者らは、岩質材料に対して種々の試験方法による破壊靱性試験を行い、岩質材料の混合モード状態での破壊靱性値を求めている。その際、き裂先端からのき裂発生時点を正確に把握すること¹⁾は、試験結果から得られる荷重値を用いて算出される破壊靱性値に影響を与えるということから重要なことである。しかし、このき裂発生を確実に捉えることは非常に難しく、著者らもいろいろな方法を試みてきたが、これという決定的な方法を見つめるに到っていない。本報では、異なる材料を用いた破壊靱性試験において、A E法によるA E発生特性からき裂発生時点の特定を試み、次のような結果が得られたのでここに報告する。

2. 供試体 本研究において岩質材料として使用したものは、フライッシュセメントペースト(FCP)、およびセメントモルタルである。両材料の配合条件、および材料特性を表-1、表-2に示す。供試体の形状は、円盤状で直径150mm、厚さはFCP供試体が40mm、セメントモルタル供試体が50mmで、供試体中央部には切欠きを配置してある。切欠きは長さ30mm、幅1mm、その両端部4mmはテーパー状になっている。

3. 実験方法 混合モード破壊靱性試験として円盤圧裂試験を用いるのであるが、切欠きを鉛直载荷軸に対し0°と28°にすることにより、開口型、面内せん断型の2つの単独モードの変形を実現することができる。実験時の計測事項は、A E関係ではA Eセンサーを供試体表面に合計5個設置し、これらよりA Eの種々のパラメータのデータを取得し、センサーへの到達時間差から位置標定計算を行う。また、切欠き部にはクリップゲージをはさみCODを、その他、荷重、鉛直変位量等を測定する。切欠き先端から5mmの上下位置に、ゲージ長さ20mmの抵抗線ひずみゲージを貼り、切欠き先端のひずみを計測する。また、実験中、切欠き先端から現れるき裂を観察することは、内部の微視的クラックとの関係を知る上で重要なことである。そこで表面き裂を観察するため、供試体の片面にパラインを薄く塗布し、目視による表面き裂の検出を行う。そして、载荷荷重はスクリュージャックで手動により鉛直方向変位による変位制御（約0.2mm/min）とする。

4. 実験結果 図-1はFCP供試体の面内せん断モード²⁾载荷試験時において、横軸を供試体破壊時間を100として、これに対するCOD、鉛直変位量、切欠き先端ひずみ、および、A Eパント累積、改良b値²⁾を示す。b値とは、A E計測時において取得されるA E信号の最大振幅値の規模とその頻度分布を用いて定義されるA Eパラメータのことであり、b値の変化傾向をみることで物体内部の破壊状態を特徴づけることができる。同図において、切欠き先端上下ひずみ、CODはき裂発生確認点付近で変曲点が認められ、上ひずみの変曲点が破壊時間の76%であり、下ひずみのそれは75%である。そして、目視によるき裂確認点は破壊時間の78%であり、両者がほぼ一致してい

表-1 配合条件

FCP	水：普通ポルトランドセメント：フライッシュ=0.6：1：1	材令7日間
セメントモルタル	水：普通ポルトランドセメント：細骨材=1：2：6	材令7日間

表-2 材料特性

	σ_c (kgf/cm ²)	σ_t (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)	ν
FCP	283.9	16.6	1.28×10^5	0.22
セメントモルタル	365.7	28.5	2.01×10^5	0.18

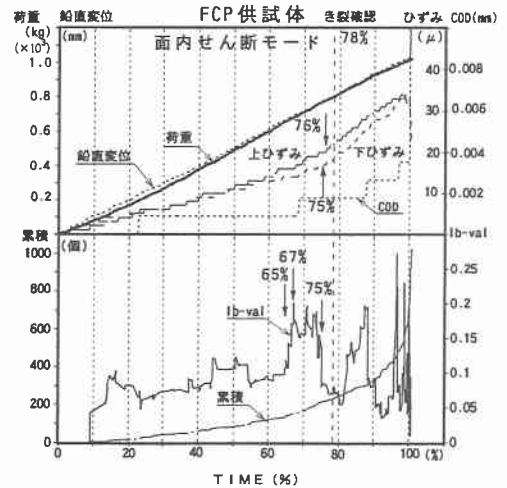


図-1 FCP供試体（面内せん断モード）

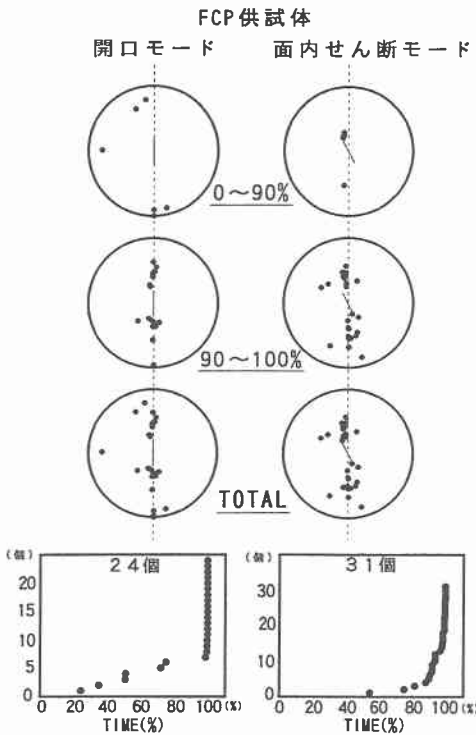


図-2 位置標定状況（FCP供試体）

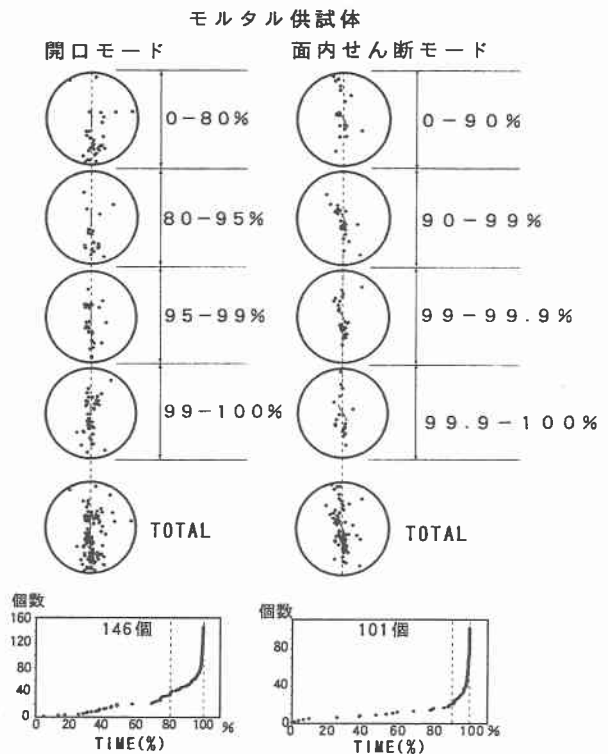


図-3 位置標定状況（モルタル供試体）

ることからき裂観察に際し本目視方法を用いることは妥当であると思われる。

改良b値の変化傾向をみると破壊時間の65~67%の段階で小規模なAEが多数発生し、改良b値が上昇している。これは内部にマイクロクラックが形成されていることを示し、その後のb値の増減区間（67~75%）はこれらマイクロクラックが連結し、破壊進行領域（フロンティア）の形成に対応していると思われる。そして、上下ひずみ値の変曲点でAEイベントが急増し、大振幅のAE波が発生して、改良b値が低下していることから材料内部で大規模な破壊が起こり、き裂の形成が起こったと思われる。以上のように、AE発生状況と改良b値から検討すれば、内部の破壊進行状況がある程度明らかとなる。

図-2、図-3にはFCP供試体と、モルタル供試体のAE発生源位置標定結果を示す。同図は、やはり最終破壊時間を100として、図に示す各荷重段階ごとの供試体内のAE位置標定結果を示している。FCP供試体の位置標定状況をみると、破壊時間の90%までは材料内で散らばって標定されているものの、90%を越えるとき裂が発生するところの切欠き先端で集中して標定されている。モルタル供試体も同様に、標定位置は載荷初期で材料全体に広がって標定していたのが、破壊に近づくにつれ切欠き先端に集中し、順次上下載荷点方向に進展していく。この経路は、供試体の最終破断状況と比較するとよく一致している。

なお、本実験で用いたFCP供試体とモルタル供試体では、位置標定数にかなり差がある。これは、モルタル供試体では内部に骨材を有しており、この骨材間の粒界によるAEや、材料内空隙等の欠陥部におけるAEが発生していると思われる。また、同時に5つのセンサーで取得したAEの時間差により発生源標定計算が行われるため、AE位置標定数に差がでてくるものと思われる。

参考文献 1) 藤井、関本: 岩質材料の破壊靱性試験における・・・, 第49回年次講演集, 1994.

2) 塩谷: AE法の斜面崩壊予知への適用と破壊評価方法・・・, 徳島大学修士論文, 1993.