

徳島大学工学部 正員 ○藤井清司
 徳島大学大学院 学生員 藤本秀一
 徳島県庁 宮田昌弘

1. まえがき 岩質材料の混合モード破壊規準を決定するために、中央に切欠きを有する円板供試体による圧裂試験を行い図-2に実線で示すような結果を得ている。これに対して、別の試験方法によりこの規準を確認するため、昨年度に引き続き三点、四点曲げ試験を行う。また、これらの規準の適用性を知るため、長方形板の中央に切欠きを設けた供試体に一軸圧縮荷重を载荷させ、その切欠き先端部からき裂が発生・進展した時、そこでの応力拡大係数を求めて、上の規準と比較したので、これらの結果について報告する。

2. 曲げ試験 供試体の岩質材料としては、材令一週間のセメントモルタル（重量配合比 水：普通ポルトランドセメント：細骨材＝1：2：6）を用いる。三点曲げ試験体は、スパン長40cm、高さ10cm、厚さ5cm、四点曲げ試験体は、スパン長50cmで、それらは幅1mm、深さ5cmの切欠きを有し、先端部4mmはテーパ状である。そして、その切欠き位置と、载荷点の位置を変えることにより、モードⅠとⅡの種々の比の混合モード状態を作り出す。四点曲げ試験体の一例を図-1に示す。载荷方法は、スクリージャッキにより20Kgf/minとなるように荷重制御とする。なお、初期き裂発生時における荷重値を求めるために切欠きにクリップゲージを装着する。

3. 曲げ試験結果 初期き裂発生時の荷重を決定するには、荷重－開口変位曲線による。一つは、上記曲線の変曲点より求める方法と、他は、荷重－開口変位曲線の初期段階における線形域の接線勾配より5%低い勾配線と曲線の交点から求める方法である。これら2法による結果はほぼ一致しており、図-2には、95%勾配線より求めた結果のみを示す。この図より明かなようにこれら

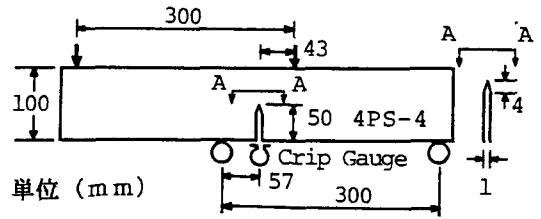


図-1 試験体形状および寸法

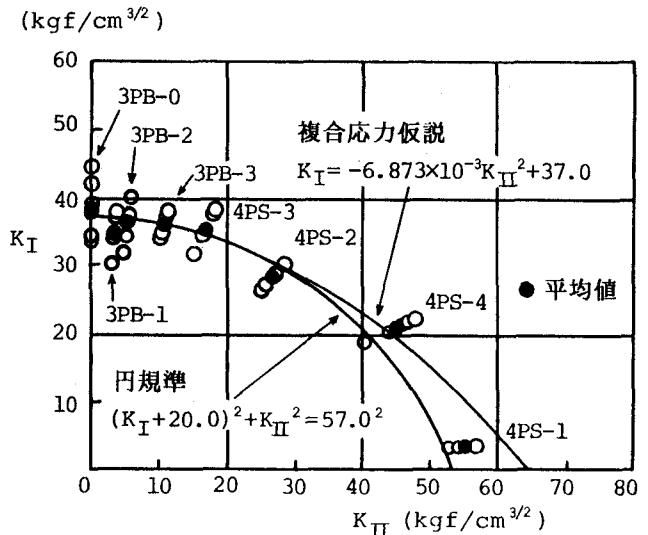


図-2 初期き裂発生時破壊規準

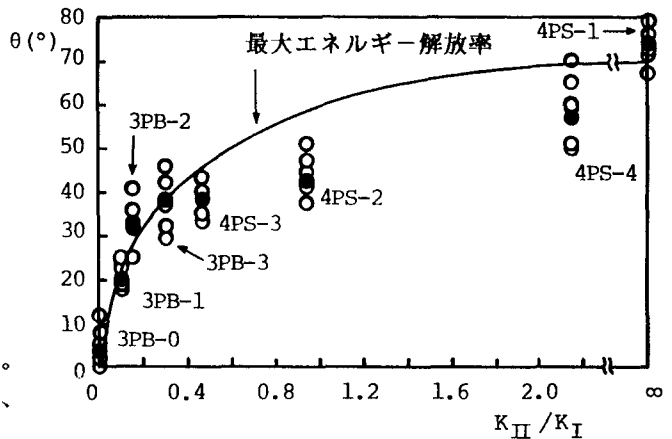


図-3 き裂進展角度

は円板供試体により求めた規準式と非常によい一致を示しているの、いずれの供試体によっても、この材料の混合モード破壊規準が確定できた。また、切欠き先端部からのき裂発生・進展角度を測り、最大エネルギー解放率による理論値と比較したものが図-3である。これにおいては、 K_{II}/K_I の比が大きくなるにつれて、き裂は、発生後急激に荷重点に向かって方向を変えるため、その経路の確定が難しく、測定に誤差が含まれているものと思われる。

4. 長方形板荷重試験

上の供試体と同じ材料で、中央に3cmの切欠き（幅1mm、両端部4mmのテーパー状）を有する長方形板、高さ26cm、幅20cm、厚さ4cmを作製し、等分布一軸圧縮荷重試験を行う。この時、切欠きは鉛直荷重軸に対して、 $\alpha = 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ のいずれかの傾きをなす。そして、ゲージ中心が切欠き先端部より5mmの位置に、ゲージ長6mmの三方向抵抗線ひずみゲージを貼付し、そこでの応力状態を知って応力拡大係数を求める。また、アコースティック・エミッション（以下AEと略す）の変換子を切欠き先端部近傍に取り付ける。これによりAE発生総数と、振幅規模別頻度分布の負勾配：B値（m値）を観測する。これは、B値が材料中の破壊、き裂発生等によく対応しているためである。これらAE測定値の一例を図-4に示す。

5. 長方形板試験結果 荷重試験中にB値の低下した時、切欠き先端部にアセトン霧状にして吹き付け目視により観察を行うと、き裂の進展が確認できることがある。そこで、B値の低下時には、き裂の発生、または、進展があったものと考え、そのB値低下の各時点でのひずみより応力を求め、それより応力拡大係数を計算する。その結果を K_I 、 K_{II} 座標面上にプロットしたものが、図-5である。この図より明らかなように、先に求めた混合モード破壊規準と第一番目のB値低下時の計算値がほぼ一致している。このことより、長方形板の切欠き先端からのき裂発生は上の破壊規準に従っていることがわかる。また、三方向抵抗線ひずみゲージによる応力拡大係数の測定の有効性も確認される。なお、B値の低下とAE発生総数の急増が対応しており、このことより大きなAEの発生、すなわち、材料中の破壊等とB値の低下の対応が裏付けられる。

鉛直軸に対する切欠きの方向性については、 $\alpha = 20^\circ$ の時 K_{II}/K_I の比が一番小さく、 $30^\circ, 40^\circ$ となるにつれて比も大きくなるが、その傾向は図-5に現れている。そして、切欠き先端からのき裂発生角度は、 $\alpha = 20^\circ$ の時、切欠き延長線方向より 21.6° 、 30° の時 37.8° 、 40° で 55.8° となる。

参考文献 藤井他；岩質材料の混合・・・、第42回年次Ⅲ、1987。*藤井他；曲げ試験に・・・、第43回年次Ⅲ、1988。

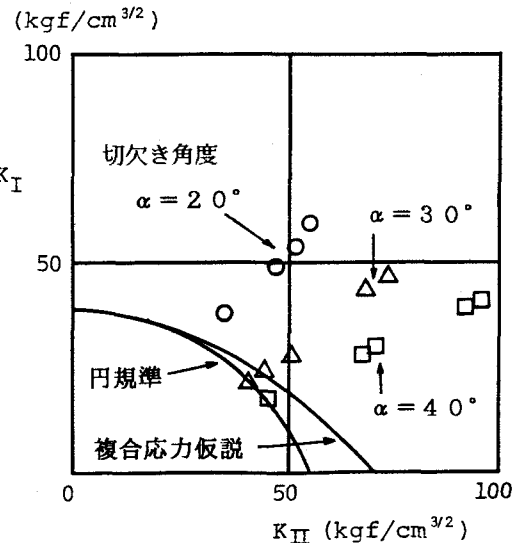
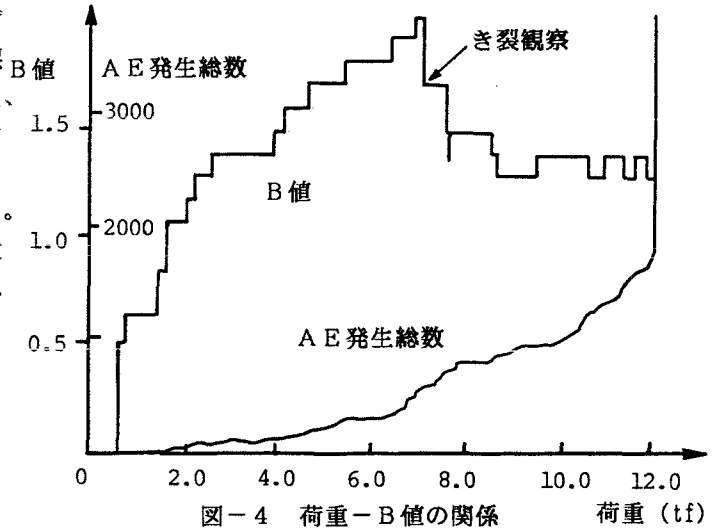


図-5 B値低下時の応力拡大係数