

岡山大学工学部 正会員 ○ 谷口 健男
富士通岡山システムエンジニアリング 松本 肇

1. まえがき 今日、FEMを用いたき裂解析は、鋼構造、コンクリート構造および岩盤等さまざまな分野で研究が進められている。この方法は、取り扱うメッシュモデルにより、得られる解が支配され、特に、き裂先端部のように、応力の特異性を有するような場合、そのモデル化には注意を要すると言えよう。本研究の目的は、2次元問題に限定して、き裂解析におけるFEMモデルの設定上の注意点および精度、経済性の向上を図るためのズームング技法について考察を加える。なお第2節では、境界条件が設定された時のFEMモデル設定上の、そして、第3節では、境界条件の設定上の注意点に言及する。

2. き裂解析のための有限要素モデル 本節では、境界条件が設定された時、き裂を含む領域のメッシュ分割について言及する。用いる要素は、き裂先端部については特異アイソパラメトリック要素、その他の領域は、アイソパラメトリック要素であり、対象とする問題は、既に、十分に解が知られている問題¹⁾を取り扱う。なお、以下では、次のような記号を用いる。 $2V$: モデルにおける全幅、 a : き裂半長、 L : き裂先端最小要素長 L/a の応力拡大係数への影響を調べるため、境界条件の設定が容易である、片側き裂入り3点曲げモデル(図1)を用いて解析を行った。応力拡大係数の算定法としては、変位法²⁾を用いる。この結果を図2に表す。 L/a の値が0.1以下の範囲では、十分な精度が得られるとしてよい。しかし、このことは、き裂先端要素をできる限り小さくすればするほど良い結果が得られると言うことではなく、き裂先端周りの要素分割も重要な役割を果たし、き裂先端周りは同じメッシュ分割で3要素ぐらいが必要であることが数値実験より求められた。次に、

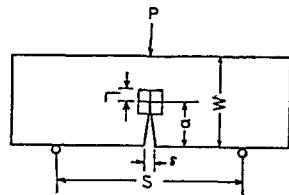


図1 3点曲げモデル

a/W の値が応力拡大係数に与える影響を調べるために、モデルの条件をメッシュ分割パターンは同じ、上の結果より $L/a=0.1$ と

定め、 a の値だけを変化させて解析を行った。その結果を図3に表した。 $a/W < 0.2$ の範囲で小さくなるほど解析解が理論解より離れる。これは $L/a=0.1$ を満たすように、き裂先端のメッシュ分割が行われているので、き裂外周部要素には大きなひずみが生じてくるためである。この解決策としては、メッシュ分割における節点数を増加させる方法が考えられ、き裂外周部により多くの要素を配置し、少しでもメッシュのひずみを小さくすることが必要となる。

そこで、節点数の増加を約1.5倍として解析を行った。その結果、解の向上となったといえる。さらに、モデル全体を等分割してメッシュにひずみが生じさせないことが良い結果を得るための条件である。しかし、等分割したのでは節点数、要素数が膨大で計算機の容量が問題となり、計算機の容量内で解析を行ったとしても、その解析に要した演算時間(CPU)はきわめて大きくなる。また、き裂先端と外周辺との間に緩和領域を用いても要素形状のひずみが生じることはやむをえないことである。この解決策の一つとして、ズームング技法が挙げられる。

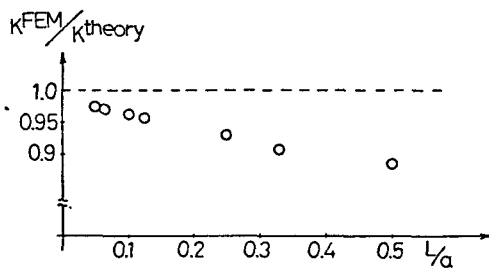


図2 L/a による精度の比較

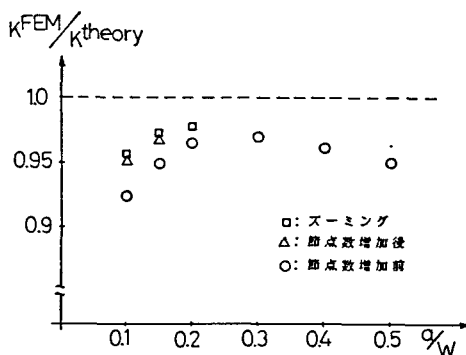


図3 a/W による精度の比較

