

|           |     |     |    |
|-----------|-----|-----|----|
| 岡山大学工学部   | 正会員 | ○谷口 | 健男 |
| 三井造船（株）   |     | 西   | 和宏 |
| 日本国土開発（株） | 正会員 | 宮地  | 明彦 |

近年、土木工事において、人為的に発生させたき裂を利用する岩盤掘削や、コンクリート構造物の部分撤去などを行う方法が開発されている。このような部分撤去を行う場合、き裂の進展挙動を知ることが最も重要な問題であり、そのためには力や変位の拘束といった適切な境界条件を設定することにより、その進展方向を制御することが必要となってくる。そこで本研究では、上記のような制御の必要な構造物に着目して、力、変位といった拘束をパラメータとして、それらのき裂進展挙動に及ぼす影響を探る。なお対象系は2次元体に限定し、また材料は等方、均質性になっているとしている。解析は有限要素法を用いる。

き裂を発生させて掘削する場合に、必要となってくるものが変位を起こさせるための自由面の存在である。したがって、まず第1モデルとして、片側がベンチカット状の自由面となっているものを設定する。(図1) き裂を発生させる方法として、ボアホールにくさびを打撃し貫入させ割岩させる。解析モデルの境界条件として、底面、右側断面については鉛直水平両方向に関して、それぞれ固定と置く。拘束条件として特に力による制御に着目し、ベンチカット面から破碎孔(くさび貫入によりき裂を発生させる孔)までの水平距離B(以後、抵抗線長と呼ぶ)、強制変位量の載荷位置X1、X2、拘束力Pを数値パラメータとして解析を行い、き裂進展方向の比較、検討をする。なおき裂発生位置は、破碎孔内のベンチカット水平面の高さとする。(図2) 次に、第2モデルとして、構造体に自由面がない場合、孔を自由面として利用したものを考える。(図3) このモデルの境界条件として、底面を鉛直方向、左右両断面を水平方向に拘束とした左右対称モデルを設定し、図中の孔に向けて点Oよりき裂を発生している。(図4) この場合の解析は図中のO点に荷重  $P=1000\text{kg}$  を左右対称に載荷させ、ベクトルPの方向をパラメータとしている。なお材質については、どちらのモデルもヤング率  $8.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 0.3 とする。

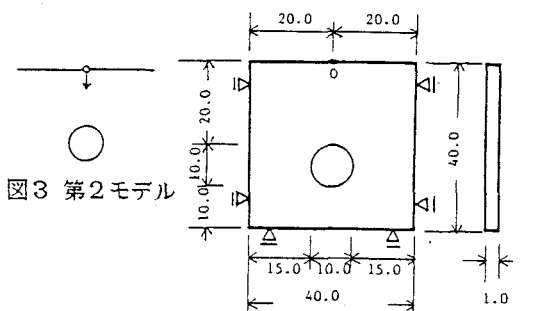


図4 解析モデル(第2)(単位: cm)

まずき裂進展方向の決定には、応力拡大係数  $K_I$  (開口形),  $K_{II}$  (面内形) の算定が要求される。そこで本解析では、変位法を用い応力拡大係数をもとめ、特に応力集中の発生するき裂先端要素においては、Ingraffea による 6 節点三辺形アイソパラメトリック特異要素を、他の領域についてはアイソパラメトリック要素を用い平面ひずみ解析を行う。またき裂進展方向は、き裂先端の周方向直応力最大の方角とする。なお進展長については一定量を与え、解析を進める。(文献 1)

数値解析の結果より考察を行う。

- ① 第一モデルより、抵抗線長の距離が短いほどき裂進展方向が浅くなり、制御効果がある。(図5)
- ② 第一モデルより、ベンチ・カットのあるくさび载荷による掘削を行う場合、強制変位の生ずる载荷位置をできるだけ上方に設定するほうがき裂進展角度が浅くなる。(図6)
- ③ 第一モデルより、拘束を設定すること、またその拘束力が大きいほどき裂進展角度が浅くなる。これはき裂先端に向けて発生する水平方向の圧縮力の影響による。(図6)
- ④ 第二モデルより、構造体に自由面がない場合、孔を自由面として利用すればき裂誘導に効果がある。特にその荷重方向として、孔方向への荷重成分が大きいほど効果がある。(図7) なお、構造体での、き裂先端部の高い応力の影響はき裂の近傍に限定され、したがって、他の構造部への有害な影響はほとんどないという結果が得られている。

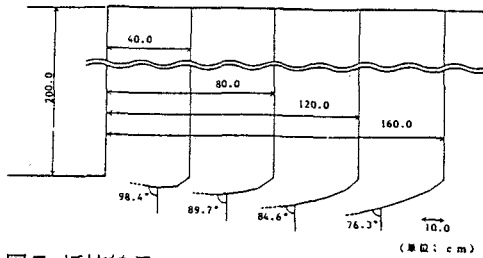


図5 抵抗線長によるき裂進展挙動の比較

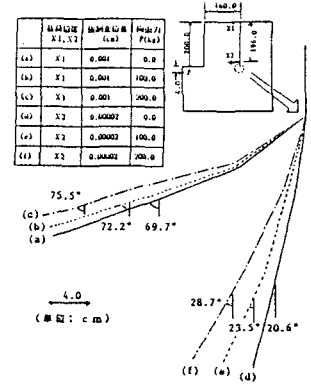


図6 拘束力と载荷位置によるき裂進展挙動の比較

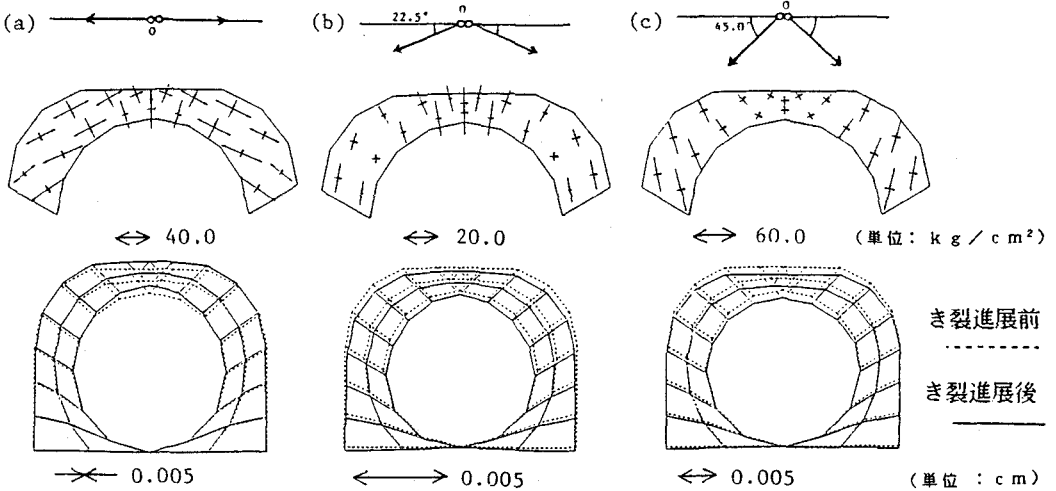


図7 孔上部の応力と孔の変形

#### 4. あとがき

以上の結果より、数値解析がき裂進展方向を決定する問題に対して適用可能であり、また、進展方向制御のためには、自由面の位置、载荷位置、拘束力などの境界条件の管理が重要である。今後の課題として、今回の解析で設定している仮定、即ち等方性、均質性という材料条件の枠を外した解析法の開発が望まれる。

**参考文献** 1) 谷口健男, 真田健司, 森脇清明: “鋼構造物の疲労によるき裂伝播解析に関する研究” 第40回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 1987年