I-60　有限部分で接合された２枚の半無限弾性板の接合部近傍の応力に関する研究

中日本建設コンサルタント　正会員　○藤井康寿
岐阜大学（華北水利水電学院）　正会員　段　樹金
岐阜大学　正会員　中川建治

1．まえがき

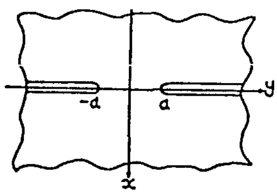
図－１に示すような２枚の半無限弾性平板がｙ軸に沿って区間（$-a<y<a$）でのみ接合されているものを想定する。これは１枚の無限板が $|y|>a$ において亀裂を持っているとみなしても良い。このような板が次のような状況に置かれた場合の力学問題を解き得たので報告したい。これらの研究は溶接された鋼板、あるいは亀裂を持つコンクリート板等の力学問題の基礎となるものである。特に亀裂先端の応力集中が有限なものとなる解析解を活用しているので引張力の増減と亀裂開口の進展の関係を逐次追跡するモデルを設定するには有効であることが特徴である。

2．熱伝導と熱応力：　ｘ軸方向に平行な定常の熱伝導を受ける場合の温度分布と熱応力。

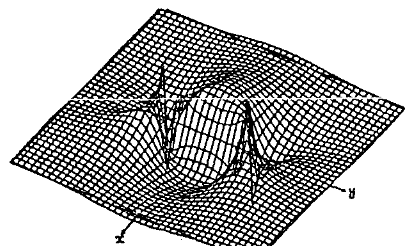
亀裂部分では熱の伝導も発散も生じないとして、$x=-\infty$ より一定量Ｑという熱伝導がある場合の温度分布を図－２に示す。この場合の熱応力 σ_x と σ_y の分布をそれぞれ図－３と図－４に示す。この応力集中は、亀裂を持つ板が引っ張りの面内力を受ける場合の解と同じ次数の関数で表されるものとなり、亀裂先端で無限大になる。この応力集中を有限なものに置換することは容易である。

3．引っ張りとせん断：　ｘ軸方向の引っ張り、及びせん断を受ける場合の応力度の分布。

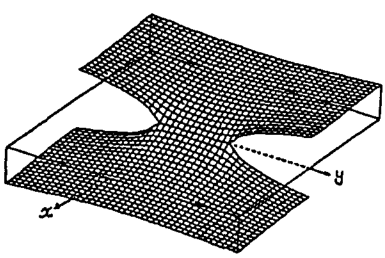
引っ張りを受けて図－５に示すように亀裂先端に応力度も開口変位も共存するプロセス・ゾーン（あるいはStress softening zone）相当の区間を持って応力集中が生じるような解析を得るには、従来の解析法で無限大の応力集中を与える解を得て区間の長さａで重み積分すれば良い。その１例を図－６より図－８に示す。



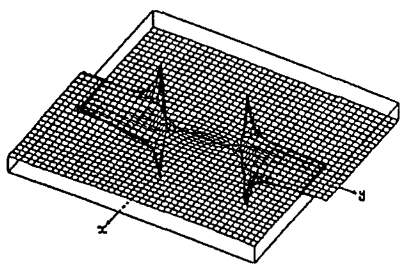
図－１　部分連続の平板のモデル
（熱応力、引張り、せん断）



図－３　熱応力 σ_x



図－２　熱分布（ｘ軸方向へＱ）



図－４　熱応力 σ_y

図－６は引張りを受ける場合のｘ＜０の半平面におけるσ_xであるがせん断を受ける場合のτ_{xy}の分布形状も同様になる。図－７にはσ_yの形状を示す。図－８は引っ張りの場合のτ_{xy}を示したものであるが、せん断の場合のσ_xの分布状況もほぼこのようになる。

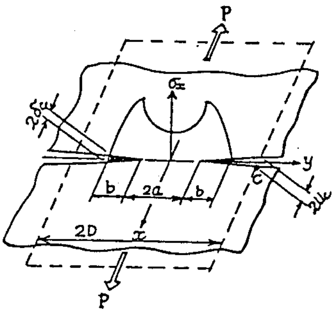
４．引っ張り破断に対するモデル：　引張力Ｐで破断させる場合の亀裂開口変位(COD)δ_cと降伏応力σ_{yd}とに関するモデル。

長方形の平板で両側に亀裂を持つ板の近似的なモデルとして図－５の平板の点線で示した部分を想定する。周辺（点線）部分の応力は０ではないが亀裂先端の応力集中に比べて、極めて小さく板の引っ張り耐力には影響しないであろう。張力の総和Ｐは連結区間の応力の積分値と等しい。

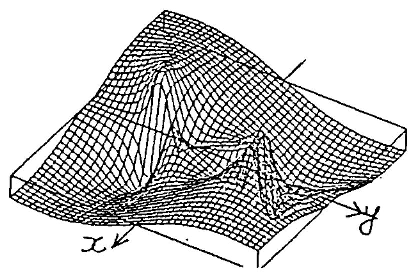
1) 応力集中の最大値は$\sigma_{max}=\sigma_y$、亀裂先端（y=a+b)の開口変位（COD）＝δ_c＝一定とする。

2) Ｐの増加でCODが限界値δ_cを超過しないなら(D=a+b)であるからｂが広がりａが狭くなる。ｙ＝Ｄ（ｃ点）の開口変位u_cとＰの関係の一例を示したのが図－９の実線である(b=0.01 ～3.5)。

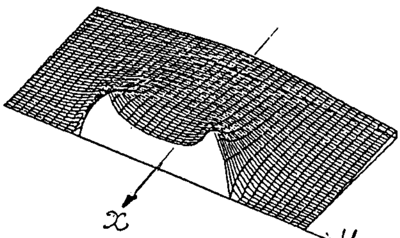
3) ｂがある値b_Jに成長した点（CODがある値δ_{cJ}になった点）でCODは限界となって増加しない(応力=0 の亀裂部分が進展してａが減少する）とした場合のＰとu_cとの関係は図－９の点線である。



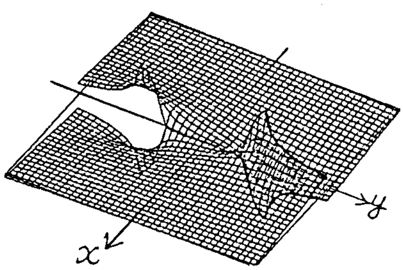
図－５　プロセス・ゾーンの定義
（有限応力で開口変位も共存）
点線は引張り試験片の定義



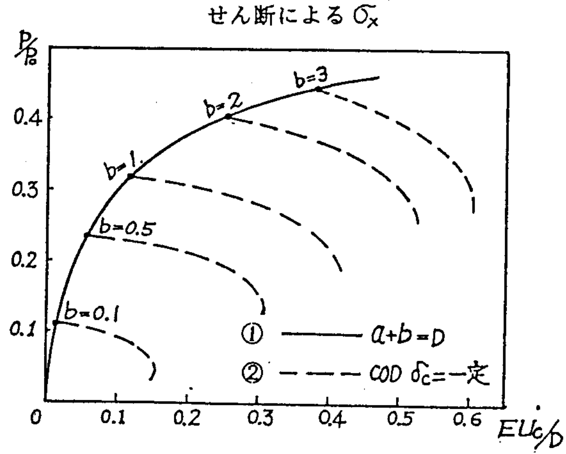
図－８　引張りによる τ_{xy}
せん断による σ_x



図－６　引張りによる σ_x
せん断による τ_{xy}



図－７　せん断による σ_y



図－９ σ_{max}＝一定としてＣ点の開口変位Ｕｃと引張力Ｐ
① ａ＋ｂ＝Ｄ　プロセス・ゾーンｂが増加
② COD＝δ_c 一定としてａとｂが変化