

強制開口される亀裂相互間の接近効果とプロセスゾーンの影響に関する研究

岐阜大学大学院 学生員 ○深谷 友博
日本国土開発㈱ 正会員 栖原 秀郎
岐阜大学工学部 正会員 中川 建治

1.研究目的

従来当研究室では、中心に直線状の一本の亀裂を持つ等方性一様板の面内力、面外力問題、異材界面における直線状の亀裂（インターフェイスクラック）の面内力、面外力問題、直交異方性板亀裂の面内力問題などの研究が行われており、界面亀裂先端部に生じるといわれている集積特異点という不合理な応力集中を回避するために考案された応力関数の基本解の組み合わせを変えたり、複数組み合わせたり、応力と変位が共存するプロセスゾーンを設定し、重み積分法を用いて有限な応力集中と滑らかな開口変位を表現することにより、最適解を導き出す工夫がされており一応これらの解析方法は、有用であることが分かっている。

本研究では、従来の手法を一步進めて自由辺近傍で直線上に並んだ複数個の亀裂がそれぞれ強制開口されるときに亀裂相互間で亀裂の間隔やプロセスゾーンの長さによってどのように影響を示すのか検討します。

2.方法

図-Aのような直線上に並んだ3つの直線状亀裂を考え、3通りの荷重状態でそれぞれ亀裂の中心間距離やプロセスゾーンの長さを変化させる。また荷重状態は、Case-1～Case-3（図-B1～図-B3）である。

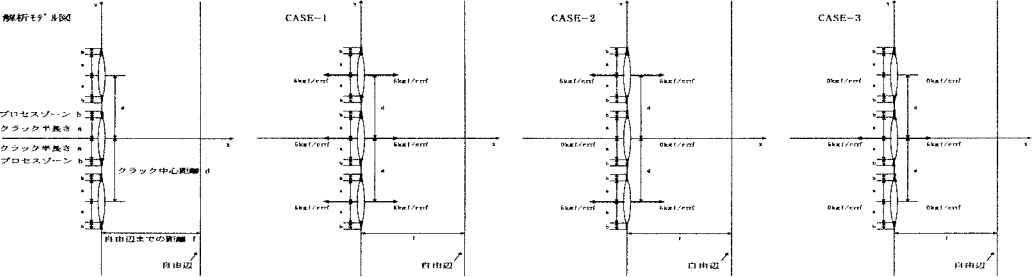


図-A 図-B1 図-B2 図-B3

3.結果

まず Case-1 において自由辺までの距離を 50cm、プロセスゾーンの長さ 3cm としたときのプロセスゾーン先端の点である $(X,Y) = (0,-13)$ における応力と亀裂中心間隔との関係は図-1～図-3 のようになる。

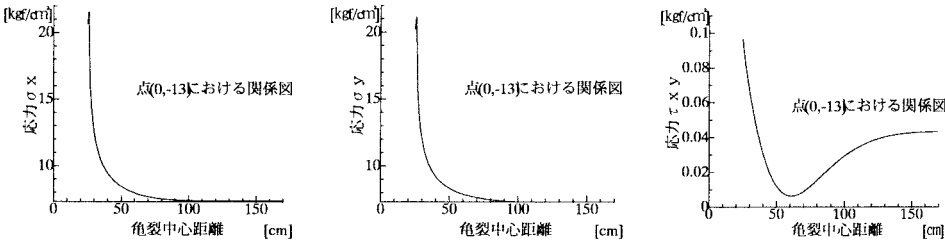


図-1 図-2 図-3

Case-2 において自由辺までの距離を 50cm、プロセスゾーンの長さ 3cm としたときのプロセスゾーン先端の点である $(X,Y) = (0,-13)$ における応力と亀裂中心間隔との関係は図-4～図-6 のようになる。

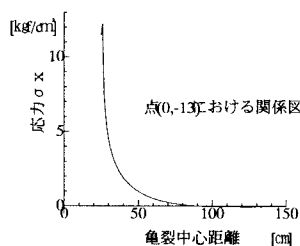


図-4

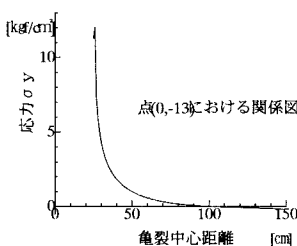


図-5

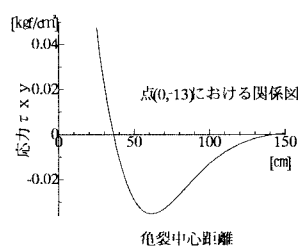


図-6

Case-3 において自由辺までの距離を 50cm、プロセスゾーンの長さ 3cm としたときのプロセスゾーン先端の点である $(X,Y) = (0,-13)$ における応力と亀裂中心間隔との関係は図-7～図-9 のようになる。

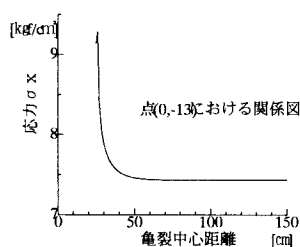


図-7

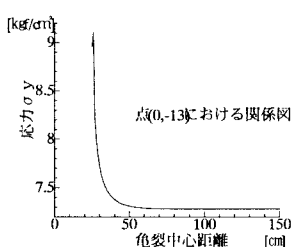


図-8

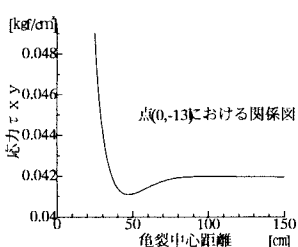


図-9

そして、Case-1 の状態で亀裂中心間隔を 50cm、自由辺までの距離を 50cm としてプロセスゾーンを変化させた時の点 $(0,-25)$ 、点 $(0,-100)$ における応力とプロセスゾーンの長さとの関係は図-10～図-13 のようになる。

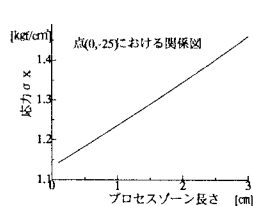


図-10

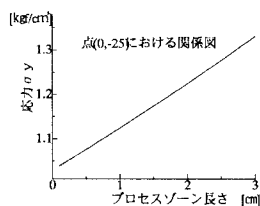


図-11

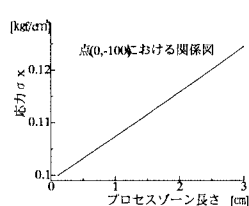


図-12

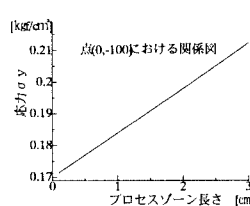


図-13

4. まとめ

Case-1、Case-2 においては、応力 σ_x 、 σ_y は共に亀裂中心距離 100cm ほどから収束し始め、応力 τ_{xy} は、150cm ほどから収束し始める。Case-3 は、応力 σ_x 、 σ_y は共に Case-1、Case-2 よりも早く亀裂中心距離 60cm ほどから収束し始め、応力 τ_{xy} は、90cm ほどから収束し始める。またプロセスゾーンの長さを増加させると点 $(0,-25)$ 、点 $(0,-100)$ において比例的に応力が増加するのでプロセスゾーンの長さというのは、プロセスゾーンの間だけでなく、全体的に影響を与えることが分かる。