KC#385

KC ID 385 ハッチコーナーの応力集中係数

ばら積貨物船 CSR の（Kgh）の算式に関する疑問

8 章　構造詳細の疲労評価
5 節　ハッチコーナーの応力評価
3. ホットスポット応力
3.1 ホットスポット応力範囲
3.1.1
ホットスポット応力範囲（N/mm2）は、次の算式による。

$$\Delta\sigma_W = K_{gh} \cdot \Delta\sigma_{WT}$$

K_{gh}　：ハッチコーナーの応力集中係数で、次の算式による。ただし、1.0 以上とする。

$$K_{gh} = \frac{r_a + 2r_b}{3r_a}\left[1 + \left(\frac{b}{1.23\ell_{CD} + 0.8b}\frac{0.22\ell_{CD}}{r_a}\right)^{0.65}\right]$$

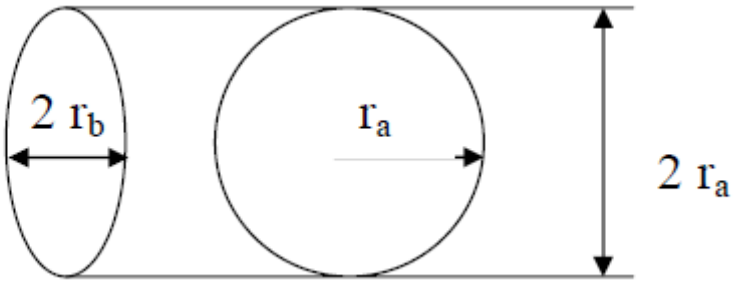
r_a　：　長径（m）

r_b　：　短径（ハッチコーナーの形状が円弧であれば、rb は、ra と等しくなる。）（m）

ℓ_{CD}　：　クロスデッキの船長方向長さ(m)

b　：　ハッチサイドから船側までの距離(m)

楕円コーナーに対する修正係数
規則算式において、ra は、楕円形状を有する湾曲コーナー部（長径）に使用される。それらは、楕円形状の影響を考慮するための修正係数と考えられる。
円孔のものから楕円孔の応力集中係数を得るために適用する以下の応力修正係数を用いることで２つの形状間に同等性があります。

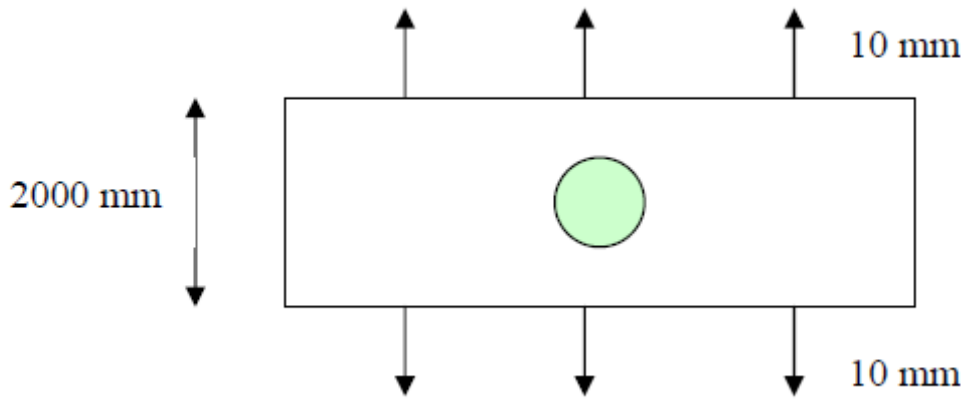


$$f_c = \frac{1}{3} + \frac{2r_b}{3r_a}$$

ここで、修正係数に関する原文の記述は以下のとおりである。

修正係数は、無限薄板中に円孔がある場合の引張りに対する応力集中と楕円孔がある場合の引張りに対する応力集中の比として与える。この算式において、ra は長径を表し、rb は短径を表す。この修正係数は、径 ra の円弧形状を有するフィレット部に対する応力集中係数に適用できる。

FEA 解析用ソフト ANSYS 9.0 にて修正係数を調査した。厚さが 10mm のシェル要素を用い、中央に円孔のある 2m＊6 mn の板をモデル化し、下の図に示すように短辺方向に 20mm の変位を負荷した。ヤング率は 206000MPa, ポアソン比は 0.3 とする。

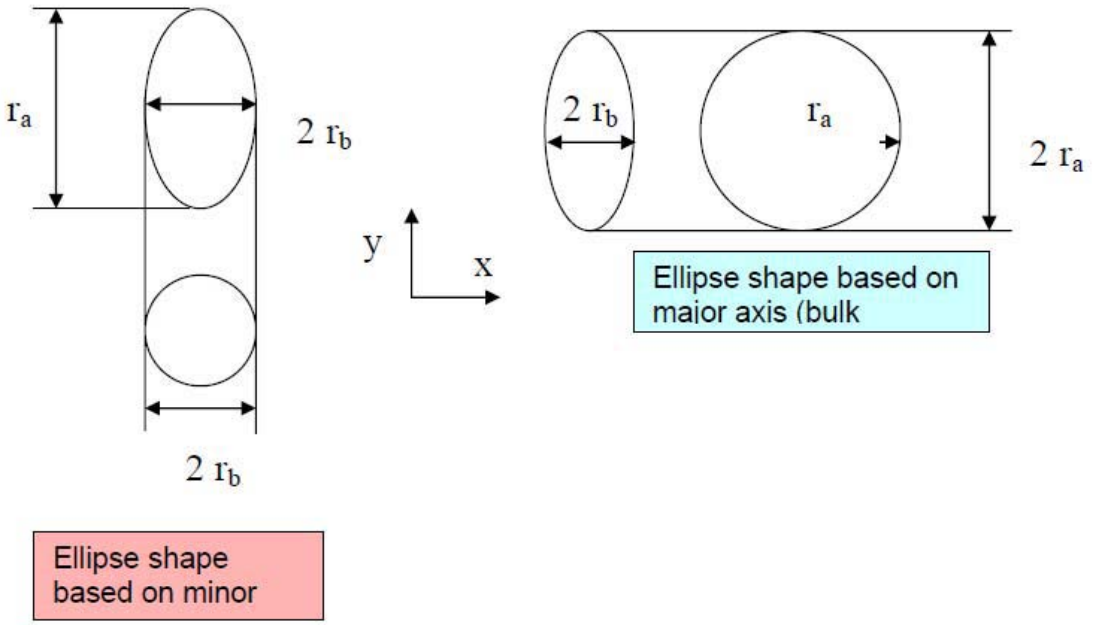


6 種類の楕円孔の結果と円孔の結果を比較した。

比較される楕円の寸法

形状	x 軸方向の長さ	Y 軸方向の長さ
円孔	200	200
楕円 1	50	200
楕円 2	75	200
楕円 3	100	200
楕円 4	200	250
楕円 5	200	300
楕円 6	200	400

楕円形状 4,5 及び 6 は、規則算式で使用される楕円の種類です。参照する軸は、短径です。



手法

・平均応力

平均応力は、開口が無い単純引張り試験に対し、次のように計算される。

$\sigma_{mean}=E\varepsilon$

$\varepsilon=0.01$

$\sigma_{mean}=2060MPa$

最大応力

以下の図に示されるようにモデルにおける最も大きな主応力とする。

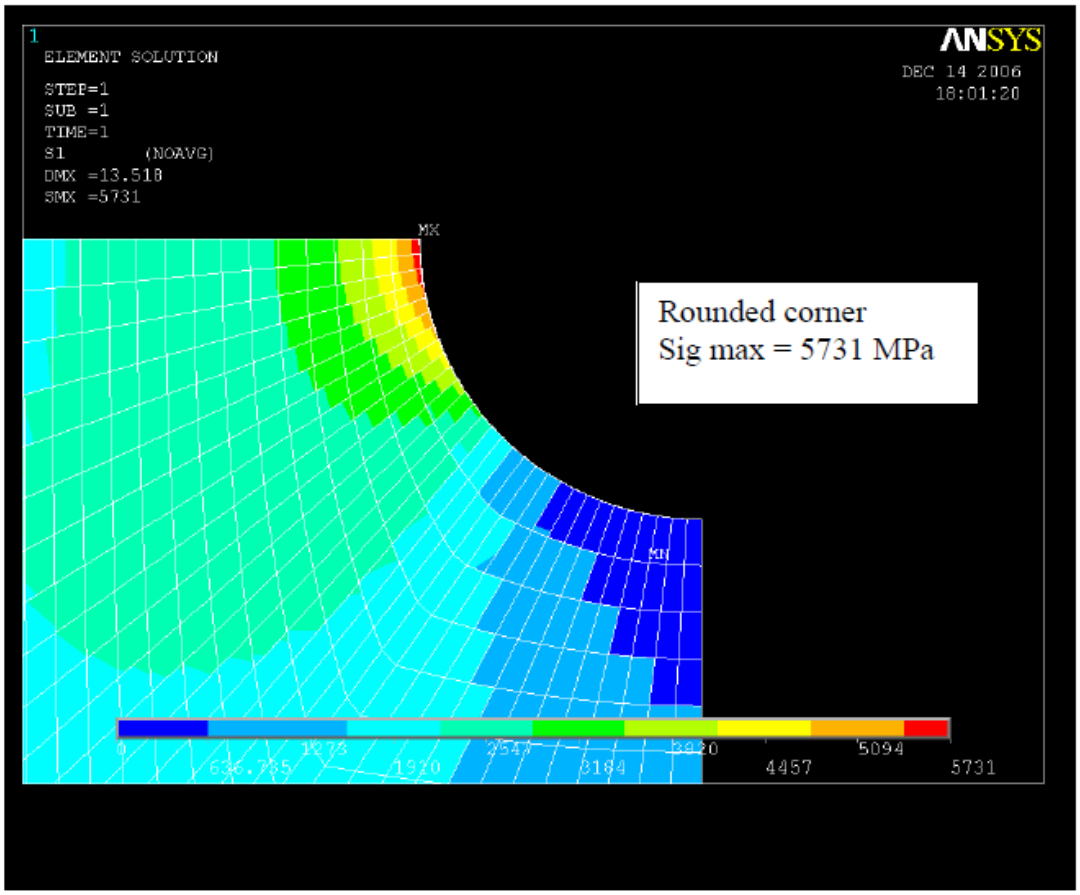
結果

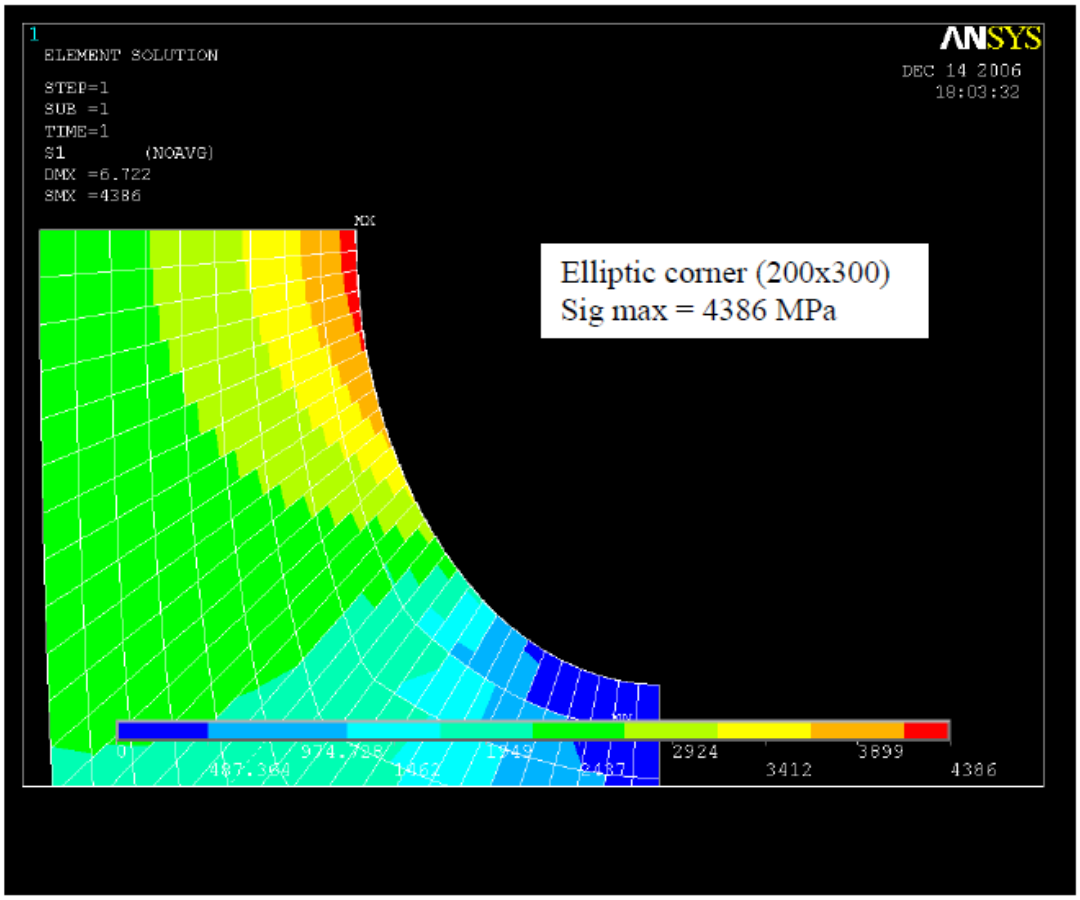
異なる楕円に対する Kt eval.(fc)と Kt real（ANSYS ソフトによる）との比較

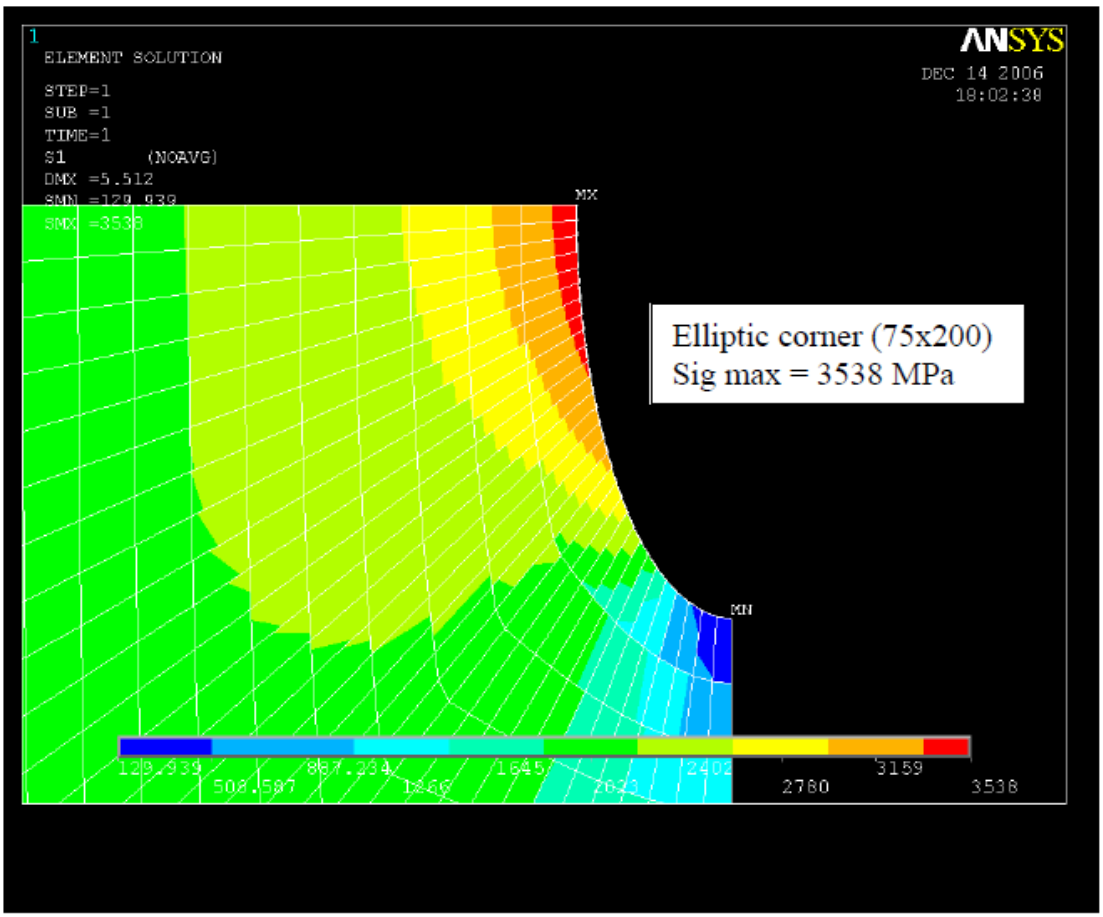
形状	大きさ	最大応力	Kt real 最大応力/2060	修正係数 fc	Kt evaluated 2.78*fc	Kt eavl./Kt real
円孔	200x200	5731	2.78	1		
楕円 1	50x200	3057	1.48	0.5	1.39	0.94
楕円 2	75X200	3538	1.72	0.58	1.62	0.94
楕円 3	100x200	4009	1.95	0.67	1.85	0.95
楕円 4	200x250	4928	2.39	0.87	2.42	1.01
楕円 5	200x300	4386	2.13	0.78	2.17	1.02
楕円 6	200x400	3702	1.80	0.67	1.85	1.03

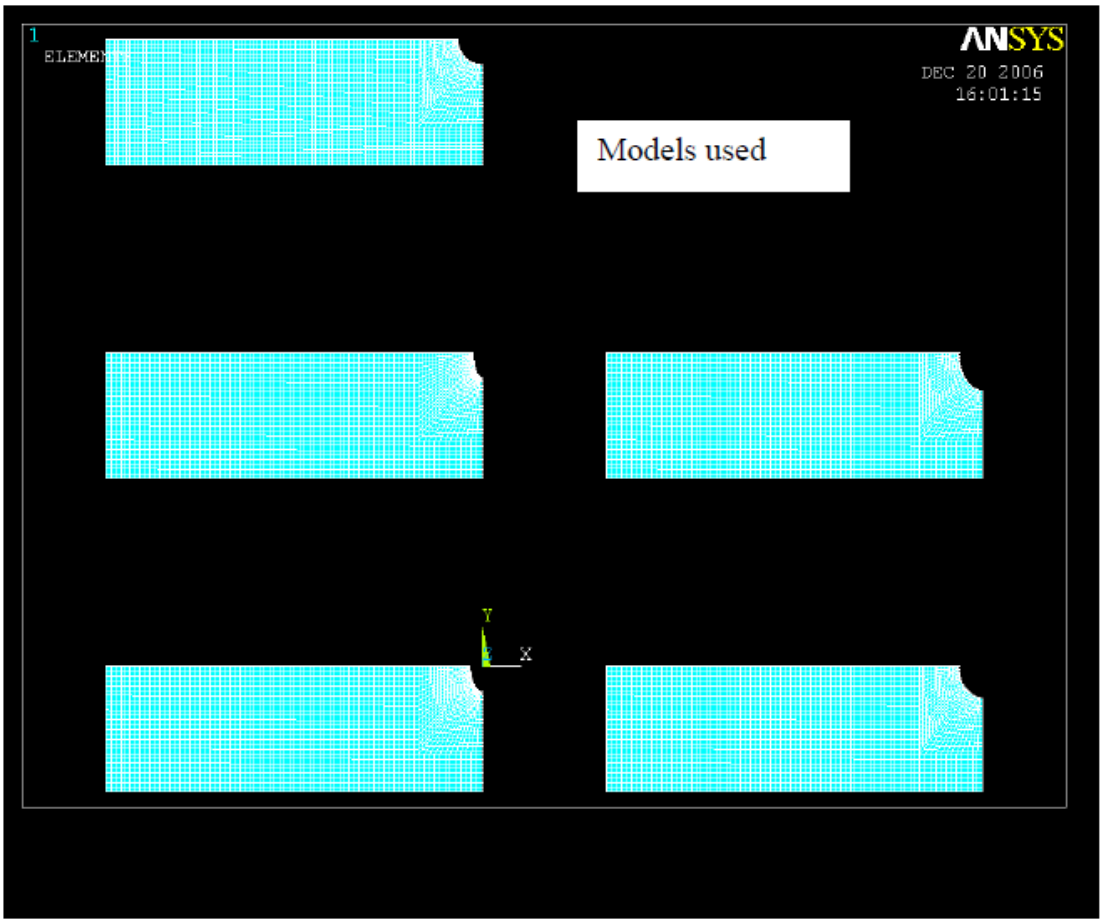
楕円の影響を評価する場合、半径 rb は ra より保守的なものになっていることが分かる。誤差は、ra に対するものより僅かに小さく、得られた Kt は、ra が評価される場合に小さくなる代わりに rb をベースに評価される場合に大きくなる。

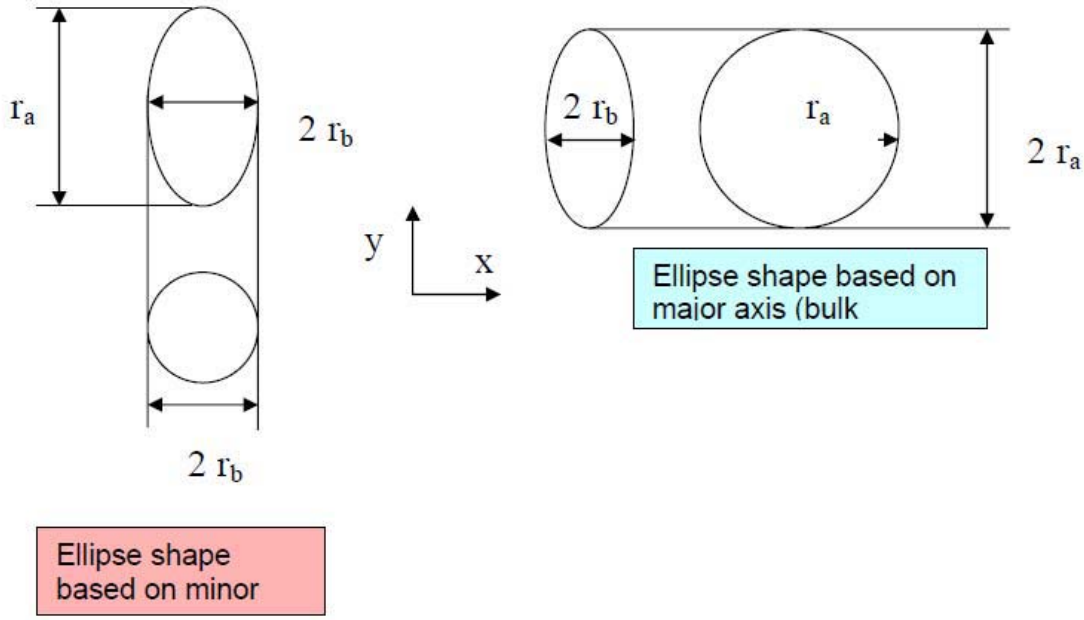
ANSYS 9.0 tests






1
ELEMENT SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
S1 (NOAVG)
DMX =5.512
SMN =129.939
SMX =3538
ANSYS
DEC 14 2006
18:02:38
MX
MN
Elliptic corner (75x200)
Sig max = 3538 MPa
129.939
508.587
887.234
1265
1643
2402
2780
3159
3538


1
ANSYS
DEC 20 2006
16:01:15
Models used
Y
X


r_a
$2\ r_b$
$2\ r_b$
Ellipse shape based on minor
y
x
$2\ r_b$
r_a
$2\ r_a$
Ellipse shape based on major axis (bulk