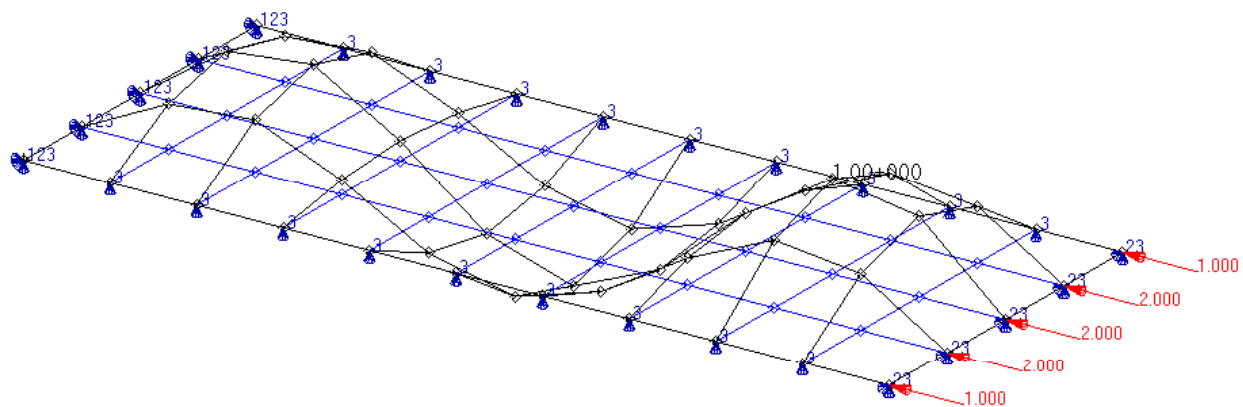


薄板座屈計算 計算書



株式会社コーワメックス
航空機設計部

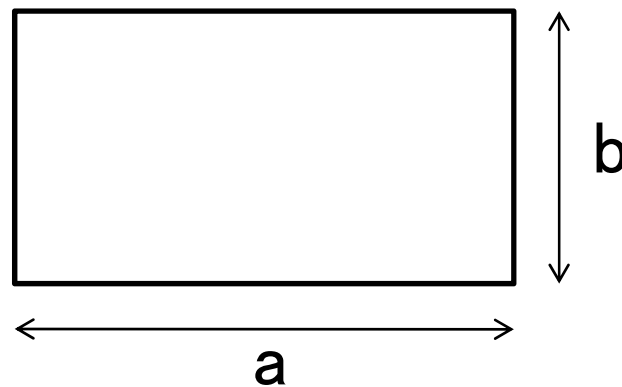
目的



- 座屈計算の要領を理解し、理論値と解析値の差異を確認する。
- 理論値に近似する解析条件を導出する。

作業内容

- MSCワークショップ
(NAS101 Workshop 9: 薄板座屈計算)を実施。
- FEM解析結果と理論値を比較する。
- a/b が0.5、2.5、4.0の場合で比較を行う。



結果



薄板の座屈計算結果を示す。

	a/b	$\lambda 1$	P[psi]	FEM σ_{cr2} [psi]	理論値 σ_{cr1} [psi]	$\sigma_{cr1} / \sigma_{cr2}$	誤差	メッシュ数 縦×横
case①	0.5	2.5581	100	255.8	256.0	1.001	0.1%	32×16
case②	2.5	1.6908	100	169.1	169.3	1.001	0.1%	32×80
case③	4.0	4.1851	100	418.5	419.4	1.002	0.2%	24×80

a/b: 薄板の縦横比

σ_{cr2} : 座屈応力 (FEM結果)

$\lambda 1$: 1次固有振動数

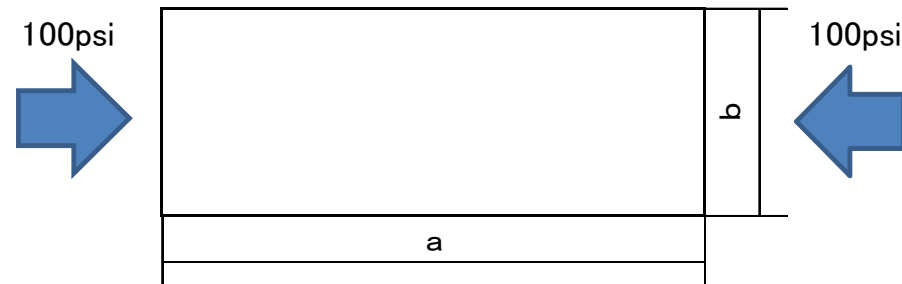
σ_{cr1} : 座屈応力 (理論値)

メッシュ分割を最適化することで、
理論値に対して0.1～0.2%の誤差。
かなり精度のよい解析値が得られた。

座屈計算



薄板左右の辺から圧縮負荷を与える。



	a[inch]	b[inch]	a/b
case①	4	8	0.5
case②	20	8	2.5
case③	20	5	4.0

- 薄板の材質:
 - STEEL
 - ヤング率 $E = 2.9 \times 10^7 \text{psi}$
 - ポアソン比 $\nu = 0.3$
 - 板厚 $t = 0.01 \text{inch}$

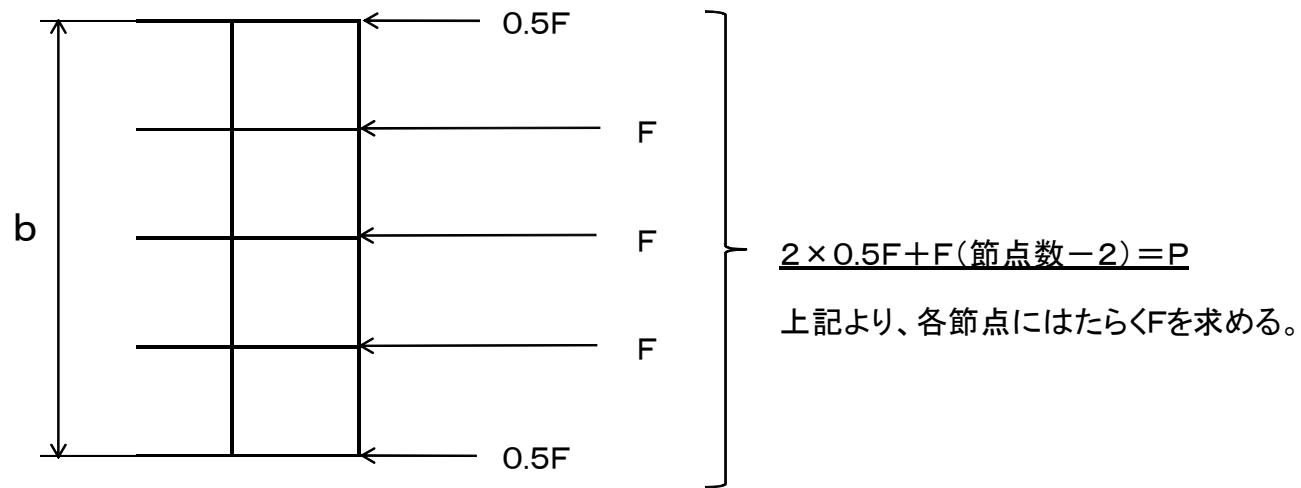
荷重条件



薄板モデルの右辺の節点に荷重を与える。

負荷 = 100psi

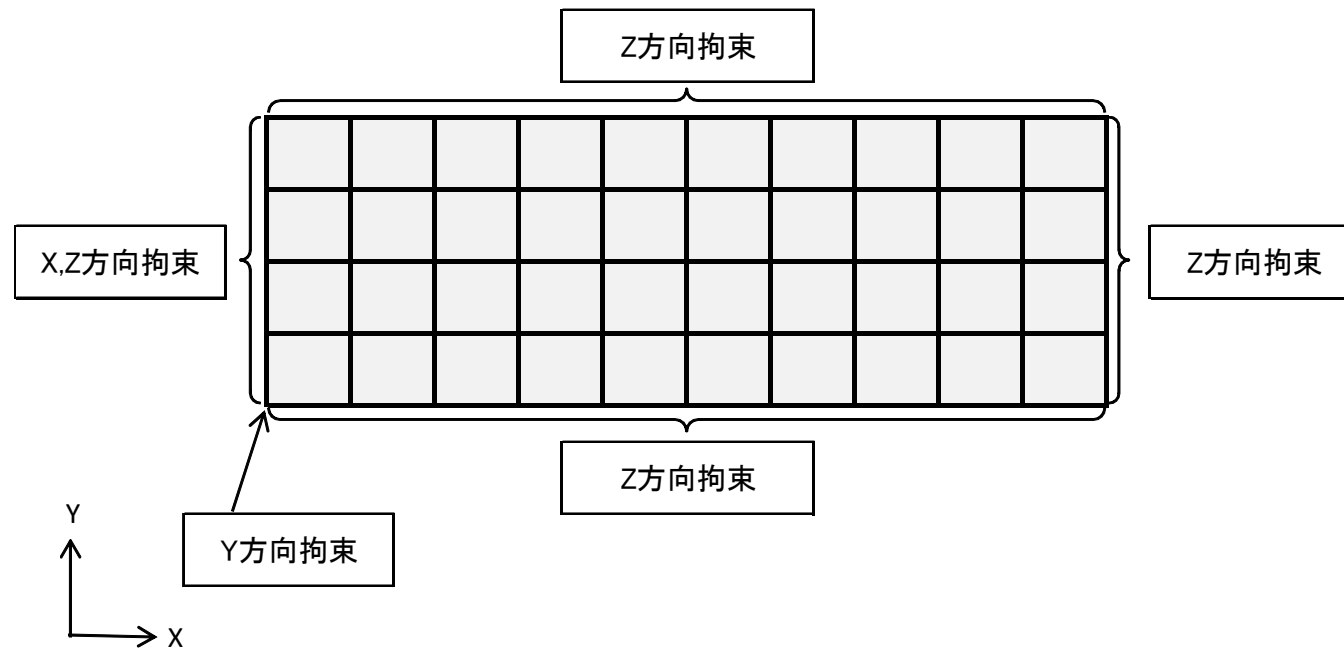
$P = 100 \times b \times 0.01$ (板厚)



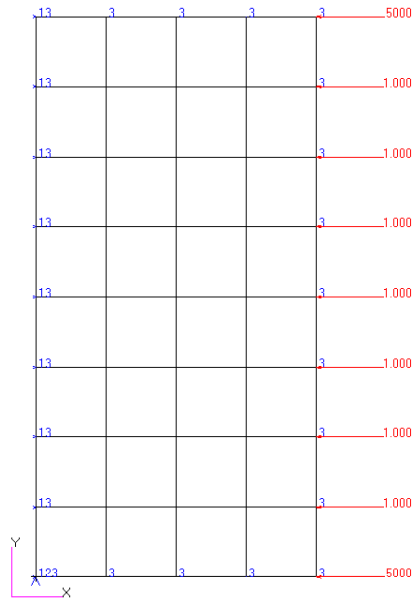
拘束条件



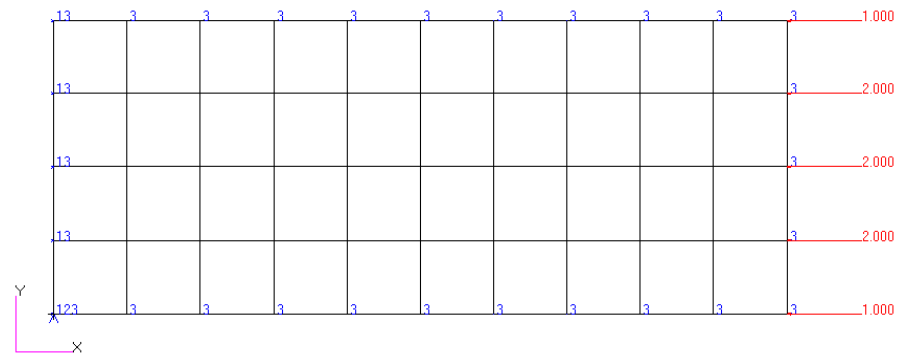
薄板モデルの各辺に下記のように拘束を与える。



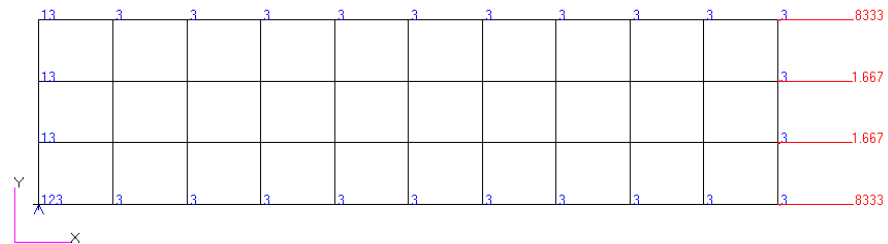
解析モデル外観



case① ($a/b=0.5$)
メッシュ縦×横: 8×4



case② ($a/b=2.5$)
メッシュ縦×横: 4×10



case③ ($a/b=4.0$)
メッシュ縦×横: 3×10

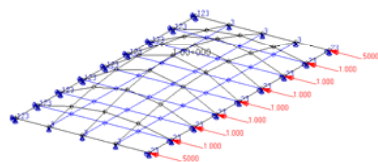
解析結果

各モデルで座屈解析を実施する。
 →解析結果より1次固有値 λ_1 が求まる。

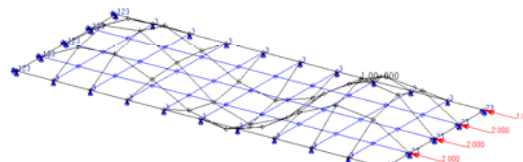
座屈応力 σ_{cr2} は、
 $\sigma_{cr2} = \lambda_1 \times P$ より求める。(P=100psi)

	a/b	λ_1	P[psi]	FEM σ_{cr2} [psi]	メッシュ数 縦×横
case①	0.5	2.5581	100	255.8	32×16
case②	2.5	1.6908	100	169.1	32×80
case③	4.0	4.1851	100	418.5	24×80

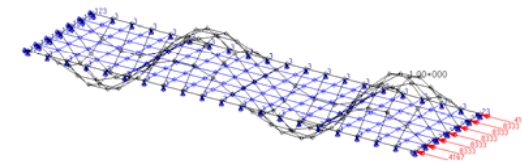
変形図



case① (a/b=0.5)



case② (a/b=2.5)



case③ (a/b=4.0)

理論値の計算



解析値の信頼性を確認するため、理論値を計算する。

$$\text{座屈応力 } \sigma_{cr1} = k \cdot \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

k: 座屈応力係数

$$k = \left(\frac{mb}{a} + \frac{a}{mb} \right)^2$$

上式より、理論値は

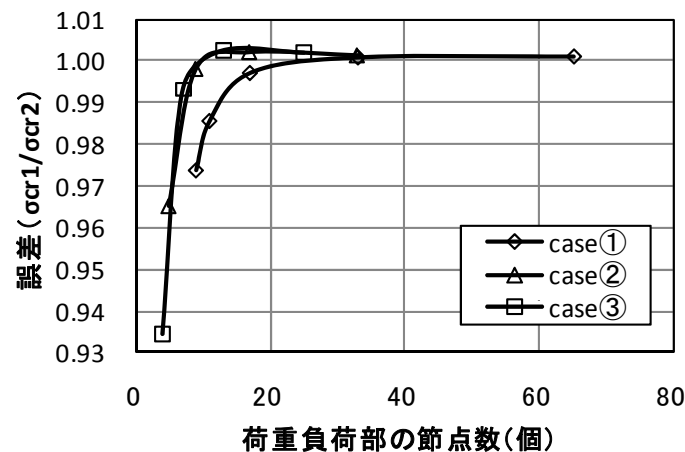
	a[inch]	b[inch]	a/b	E	ν	m	k	σ_{cr1} [psi]
case①	4	8	0.5	2.90E+07	0.3	1.0	6.25	256.0
case②	20	8	2.5	2.90E+07	0.3	3.0	4.13	169.3
case③	20	5	4.0	2.90E+07	0.3	4.0	4.00	419.4

解析－理論値の比較



解析値と理論値の比較データを示す。
メッシュ分割の最適化により、精度の向上が図れた。

	a/b	$\lambda 1$	P[psi]	FEM σ_{cr2} [psi]	理論値 σ_{cr1} [psi]	$\sigma_{cr1}/\sigma_{cr2}$	誤差	メッシュ数 縦×横
case①	0.5	2.5581	100	255.8	256.0	1.001	0.1%	32×16
case②	2.5	1.6908	100	169.1	169.3	1.001	0.1%	32×80
case③	4.0	4.1851	100	418.5	419.4	1.002	0.2%	24×80



←横軸(メッシュ数)が20以上で
理論値との誤差が収束してくる。