

# B119 コーナー形状が薄肉フレーム部材強度に及ぼす影響の研究

野田裕久 (指導教員：正岡)

## 1. 緒言

自動車の構造要素である薄肉フレーム部材とは数枚の薄板をスポット溶接などにより、はり合わせたフレーム部材であり、その強度は推定することが困難である。また板の折り曲げ部にはゆるい曲面をもつコーナー形状、コーナーRが存在しこのコーナーRが薄肉フレーム部材の強度に与える影響は明確には知られていない。そこで本研究ではコーナーRの性質を明確にすることを目的とし様々なrの値における最終強度値を非線形有限要素法を用いて検討した。

## 2. 非線形有限要素法の概要

本研究では薄板構造物を考慮できるようにシェル要素を用い、非線形解析には Newton-Raphson 法、弧長増分法を用いている。

## 3. 解析モデル

今回、解析モデルとして Fig.1 に示す正方形断面にコーナーRを有するモデルを扱った。

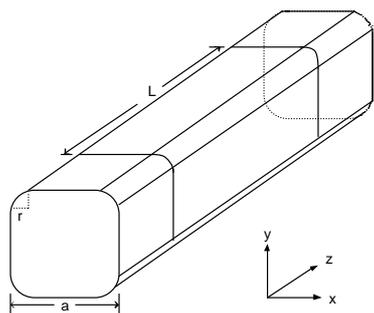


Fig.1 解析モデル

### 3.1 モデル寸法と解析条件

モデル寸法と材料定数を Table1 に示す。なお解析モデルの両端には端部影響を避けるために板厚の厚い部分を設けている。

Table1 モデル寸法と材料定数

一辺の寸法	a=100(mm)
長さ方向の寸法	L=300(mm)
コーナーR半径	r=10,20,30(mm)
板厚	t=1.0,1.5,2.0,2.5(mm)
ヤング率	E=200000(MPa)
降伏応力	$\sigma_Y = 300$ (MPa)
ポアソン比	$\nu = 0.3$

### 3.2 境界条件と荷重条件

荷重条件と境界条件を Fig.2 に示す。上側の平面が圧縮、下側の平面が引っ張りになるような曲げを作用させ境界条件は一端を固定、他端を自由とし自由端にモーメントを作用させている。

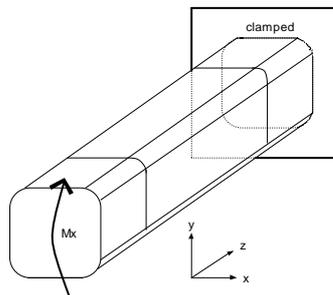


Fig.2 荷重条件と境界条件

### 3.3 要素分割と初期不整

要素分割は断面を 48 要素に分割し長さ方向には 100 分割とした。初期不整量として長さ方向に 3 半波、幅方向に 1 半波の sin 波の初期撓みを与えた。ただしコーナーR部分には初期撓みを与えていない。初期撓みの大きさは  $w_0/t=0.1$  である。

## 4. 解析結果

### 4.1 荷重変位曲線

Fig.3 に解析結果の荷重変位曲線を示す。横軸に回転角  $\theta_x$ 、縦軸に作用するモーメントの値をとっている。t=1.0(mm)のときはrの値が大きくなるにつれて最終強度値が大きくなり、t=2.5(mm)になるとrの値が小さいほど最終強度値が大きくなっていることが確認できる。

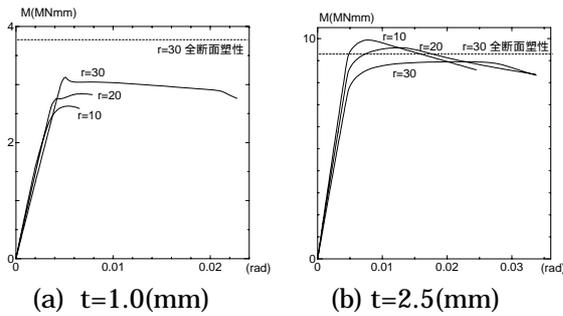


Fig.3 荷重変位曲線

### 4.2 変形図

Fig.4,5 に解析結果の変形図を示す。Fig.4 から t=1.0(mm)のときには座屈波形が確認でき、Fig.5 から t=2.5(mm)のときには座屈していないのが確認できる。またR部の屈曲は見られない。

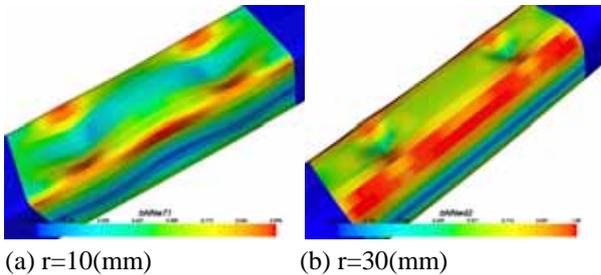


Fig.4 t=1.0(mm) 最終強度時の変形図(変形 6 倍)

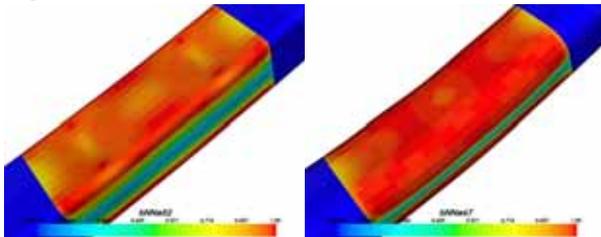


Fig.5 t=2.5(mm) 最終強度時の変形図(変形 6 倍)

### 4.3 初期降伏値の検討

Table2 に板厚 t=1.0,2.5(mm)の場合の初期降伏値を示す。rの値が大きくなるにつれて t=1.0(mm)の時には初期降伏値は大きくなり t=2.5(mm)の時には小さくなっているのがわかる。

Table2 初期降伏値

	r=10	r=20	r=30
t=1.0	2.03(MNmm)	2.51(MNmm)	2.55(MNmm)
t=2.5	8.21(MNmm)	6.75(MNmm)	6.50(MNmm)

### 4.4 最終強度値の検討

Table3 に各板厚における最終強度値を示す。Fig.6 には Table3 をグラフ化したものを示す。t=2.0(mm)あたりから rの値における最終強度値の大小関係が変化していることが確認できる。

Table3 各板厚における最終強度値

	r=10	r=20	r=30
t=1.0	2.63(MNmm)	2.84(MNmm)	3.11(MNmm)
t=1.5	4.90(MNmm)	5.18(MNmm)	5.22(MNmm)
t=2.0	7.45(MNmm)	7.47(MNmm)	7.13(MNmm)
t=2.5	9.94(MNmm)	9.59(MNmm)	8.95(MNmm)

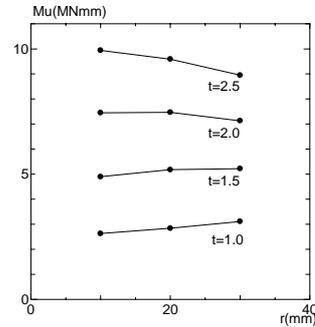


Fig.6 各板厚における最終強度値

## 5.考察

解析結果から板厚によって各rにおける最終強度値の大小関係がt=2.0(mm)付近で変化する事がわかった。コーナーRを有するモデルではR部分が大きくなるに従い断面積、断面2次モーメントが減少する。また初期降伏モーメントの値は断面2次モーメントの値に伴って増減する。この事からコーナーRを有するモデルではRがつくほど最終強度値は小さくなると考えられる。しかし、これは板厚が厚く全断面塑性に近い状態で崩壊する場合である。ここで平板の座屈荷重の式を(1)に示す。<sup>1)</sup>

$$\sigma_E = K \cdot \frac{E\pi^2}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad (1)$$

tの値が小さい薄板の場合、rの値が小さいと(1)式からR部を除いた平面の部分の寸法bが大きくなり座屈荷重は減少し座屈を生じるようになる。つまり同じ板厚においてrの値が小さいほど座屈を起こしやすくなる。そのためrが小さいとき座屈により初期降伏値が減少し、それに従って最終強度値が小さくなっていると考えられる。

## 6.結言

今回の解析から薄板フレーム部材が座屈をおこすような寸法、rの値とtの値がともに小さいときはrが大きくなるにつれて最終強度は大きくなり、座屈を生じない寸法の場合には断面2次モーメントの減少に伴い初期降伏値が小さくなるため最終強度値は小さくなることがわかった。

## 7.参考文献

1)山本善之、船体構造力学,成山堂書店