

1-11 軸力を受ける波型部材の座屈強度について

愛媛大学工学部 正 員 大賀 水田生
 愛媛大学大学院 学生員 ○藤田 宏紀
 愛媛大学大学院 学生員 米田 伸樹

1. はじめに

近年では、橋梁などの鋼構造物に対して、単にその力学的特性のみならず構造物自体の美観、周辺環境との調和および構造物の多目的な使用などが要求されるようになってきた。そして、構造材料の品質の向上や溶接をはじめとする製作技術の向上による構造物の大型化傾向が増していることから、板パネルのみでなく波形断面をも含むような薄肉断面部材が実際に製作されている。その特徴として、PC 橋においてウェブを軽量の波形鋼板に置き換えることによって、自重の大幅な軽減が図れるため、スパンの長大化と施工の省力化が可能となるなどが挙げられる。本研究においては、種々の断面形状を変化させることが台形波形の形状を持つ薄肉断面部材の座屈強度にどのような影響を与えるのか調べるために、軸圧縮を受ける台形波形の形状を持つ薄肉断面部材の部材高さを変化させていき、FEM 耐荷力解析を行い得られた座屈強度について比較・検討を行った。

表－1. 断面諸量

高さ h (cm)	10.0,12.5,15.0,17.5,20.0
板厚 t (cm)	0.5,0.8,1.4
幅厚比パラメータ R	0.5275,0.9231,1.4719
部材幅 b (cm)	168
降伏応力 σ_y (kgf/cm ²)	4600
ヤング係数 E (kgf/cm ²)	2100000
ポアソン比 ν	0.3

2. 解析モデル

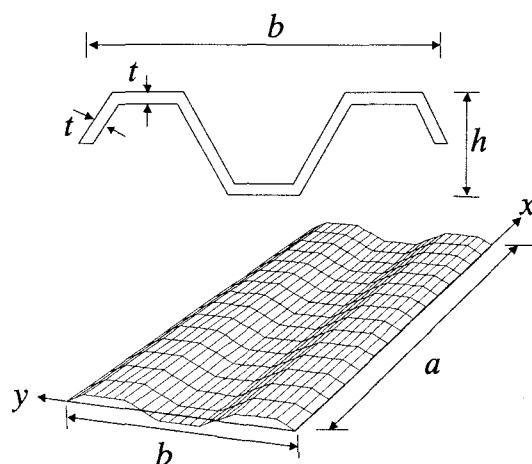
表－1 および図－1 に本研究で取り扱った台形波形断面部材を示す。高さ h を10.0cm～20.0cm まで2.5cm 刻みで変化させ解析を行った。幅厚比パラメータ R は以下の式で表される。

$$R = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{k}} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \left(\frac{b}{t} \right) \quad (1)$$

また、部材両端($y=0, 5$)の境界条件を単純支持とした。

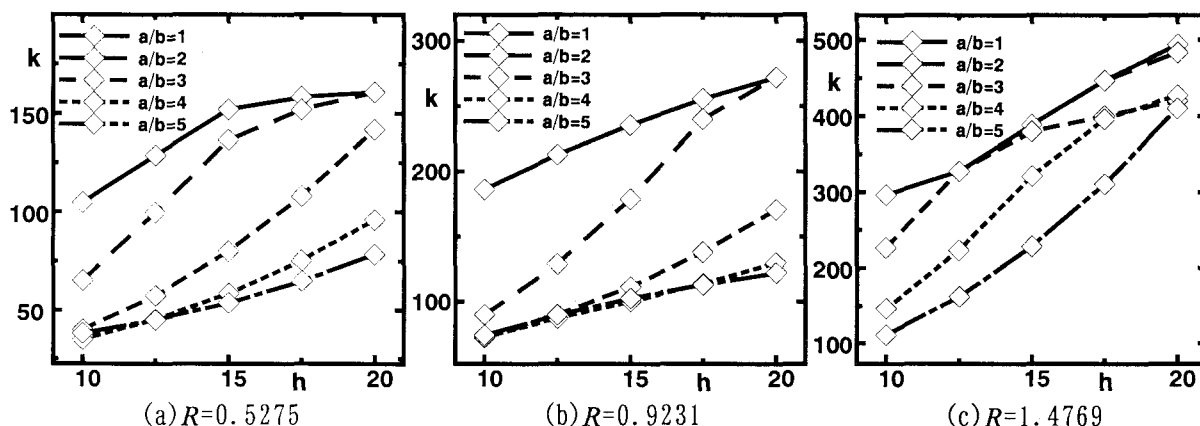
3. 波形断面部材の線形座屈強度

図－2 には伝達マトリックス法によって得られた軸方向力を受ける台形波形部材の高さ h による座屈係数 k の比較を示している。なお図の縦軸には座屈係数 k を、横軸には h をとっている。図－2 から明らかなように部材長比 a/b にかかわらず、 h



図－1. モデル図

が増加するにつれて、座屈係数が増加している。また R が増加するにつれて、座屈係数が増加している。



図－2. 座屈係数 k の比較

4. 波形断面部材の初降伏応力および最大耐力

伝達マトリックス法によって得られた座屈モードを初期不整として与え、 $a/b=1$ および 5 の場合について FEM 耐力解析を行った。図-3, 4 には、 $a/b=1, 5$ での初降伏および最大耐力発生時の応力分布図を示している。図-5, 6 は初降伏および最大耐力と h との関係を示したものである。図の縦軸には初降伏及び最大耐力時での各部材の平均応力を降伏応力で除した値を、横軸には h をとっている。

図-5 に示すように、 $R=0.5275, 0.9231$ では、 h が増加すると、初降伏荷重および最大耐力は増加している。一方、 $R=1.4769$ では、 $h=15.0\text{cm}$ で、初降伏荷重および最大は最大となっている。これは、図-3 (b) より明らかなように、 $R=1.4769$ の場合の応力分布図を見てみると、 $h=20.0\text{cm}$ では、全体座屈に加え局部座屈も同時に生じる連成座屈が生じているため耐力が低下したと考えられる。

図-6 に示すように、 $R=0.5275, 0.9231$ では、 h が増加すると、初降伏荷重および最大耐力は増加している。一方、 $R=1.4769$ では、 $h=17.5\text{cm}$ で、初降伏荷重および最大耐力は最大となっている。これは、図-4 (b) より明らかなように、 $R=1.4769$ の場合の応力分布図を見てみると、 $h=20.0\text{cm}$ では、全体座屈に加え局部座屈も同時に生じる連成座屈が生じているため耐力が低下したと考えられる。

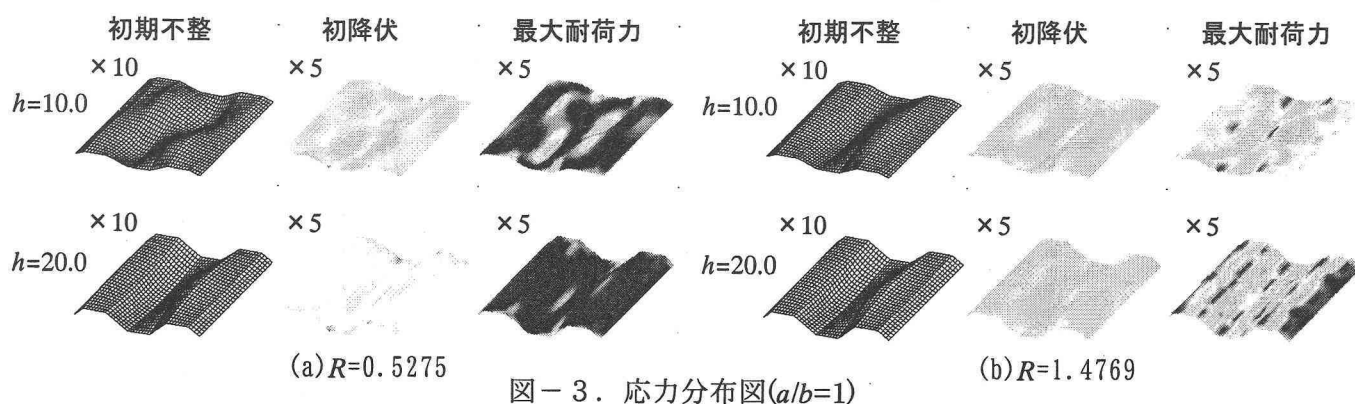


図-3. 応力分布図($a/b=1$)

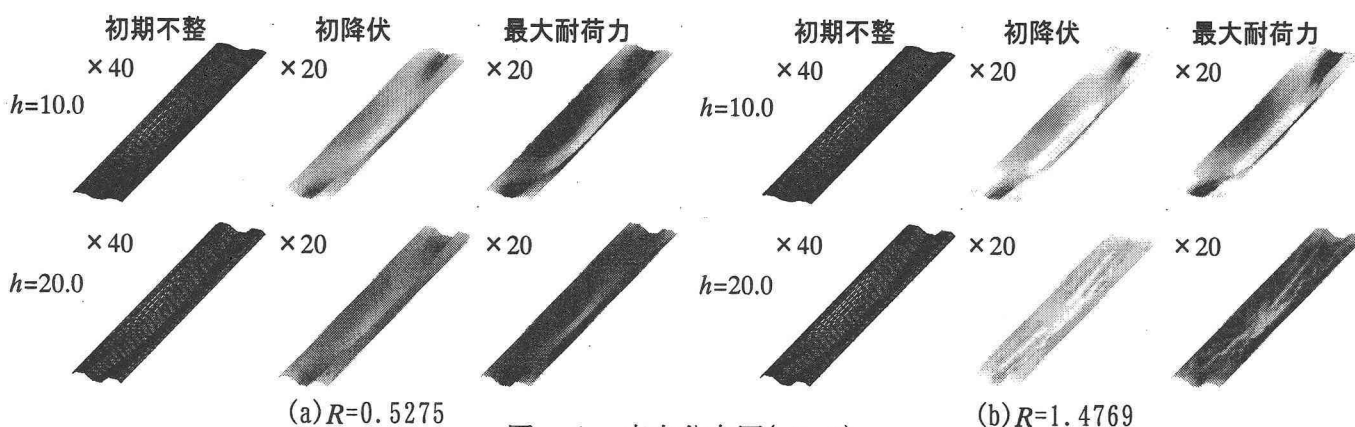


図-4. 応力分布図($a/b=5$)

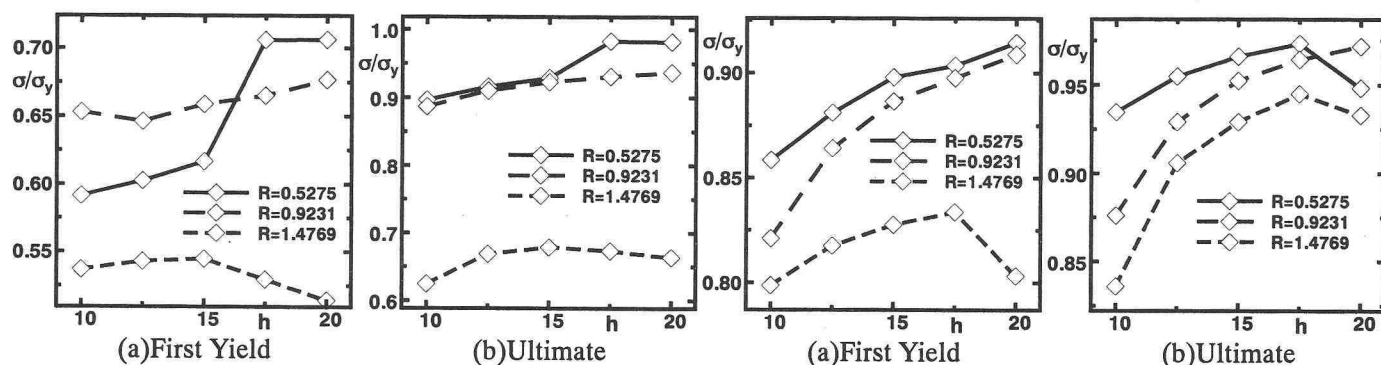


図-5. 耐力力の比較($a/b=1$)

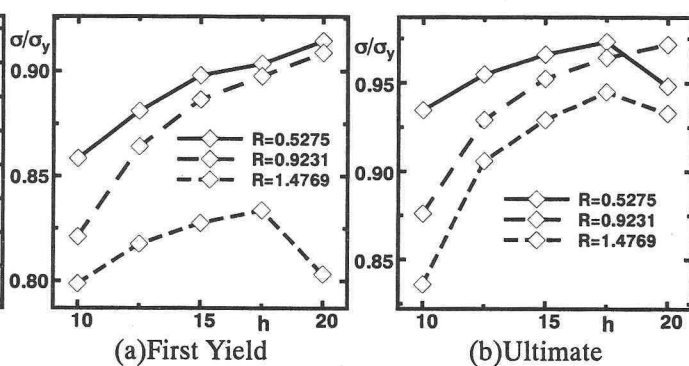


図-6. 耐力力の比較($a/b=5$)