

不等辺多角形断面の座屈係数に関する考察

九州東海大学 正員 ○右田泰弘
横河工事(株) 正員 栗生 啓

1. はじめに

鋼構造部材の断面形状として多角形断面が、街路燈の支柱、送電線の鉄塔や斜張橋のタワーなどに用いられるようになっているが、その強度に関する研究は少なく、強度評価式が確立されているとは言えない。特に、不等辺多角形断面の強度評価に関する系統的な研究は非常に少ない¹⁾。

鋼構造部材を構成する板要素の局部座屈強度は幅厚比パラメータで評価されており、この幅厚比パラメータに含まれる弾性座屈係数は薄肉閉断面の場合、周辺単純支持板の弾性座屈係数 4. 0 とされている。しかし、不等辺断面の場合は構成板要素の板幅比の影響を受け、板要素を単純支持の板として扱えないと考えられる。本研究は多角形断面の構成板要素の板幅比をパラメータとして座屈係数について解析的に検討したものである。解析にはアプリケーションプログラム *nastran*²⁾ を用いた。

2. 解析モデル

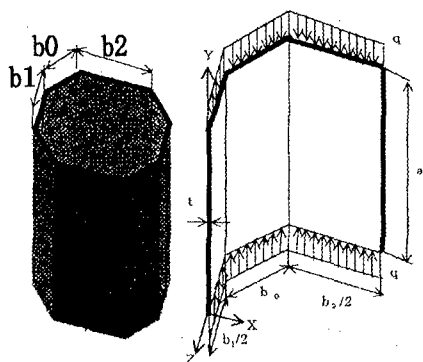


図1 解析モデル

対象断面を不等辺 4, 6 および 8 角形断面の偶数角形とし、断面の対称性を考慮し 1/4 断面を解析対象とした。8 角形断面の解析モデルを図 1 に示す。基準の板幅を b_0 とし、アスペクト比 $\alpha (=a/b)$ 、第 1 板幅比 $\beta_1 (=b_1/b_0)$ 、第 2 板幅比 $\beta_2 (=b_2/b_0)$ をパラメータとして、次の範囲で数値計算を行った。

解析範囲

アスペクト比 $\alpha = 0.4 \sim 2.4$ 板幅比 $\beta_1 = 0.4 \sim 1.0$ $\beta_2 = 0.4 \sim 2.0$

材料常数は S S 4 0 0 相当の値とした。

数値計算結果から、座屈係数 $(k) \sim$ アスペクト比 (α) 、座屈係数 $(k) \sim$ 板幅比 (β) 関係を求め、考察を加えた。

3. 解析結果と考察

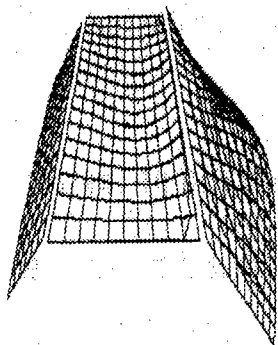


図2 座屈モード(8角形断面)

図 2 に 8 角形断面 ($\alpha = 2.0$, $\beta_1 = 1.0$, $\beta_2 = 2.0$) の場合、すなわち第 1 板要素のアスペクト比 $\alpha_1 = 2.0$ 、第 2 板要素 $\alpha_2 = 1.0$ の状態の座屈モードを示す。各構成板要素の変形形状は異なっており、各板要素を同一変形挙動を示す 4 辺単純支持の板としてとり扱えないことを示している。

図 3 には、 $(\beta_1 = 0.4, \beta_2 = 0.4)$ と $(\beta_1 = 1.0, \beta_2 = 2.0)$ のについて座屈係数 $\sim$ アスペクト比関係を示している。全体的な傾向は単純支持板と同じ傾向である。

図 4 に、板幅比 $(\beta_1) = 0.4, 1.0$ の場合の板座屈係数 $(k) \sim$ 幅比板幅比 (β_2) 関係を示している他の板幅比 (β_1) に対しても同様な傾向の関係が得られる。

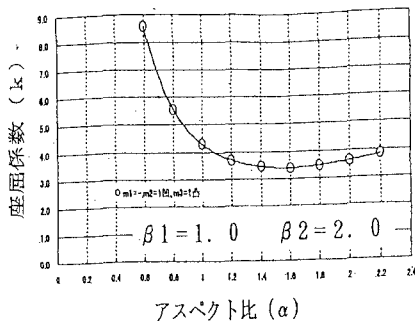
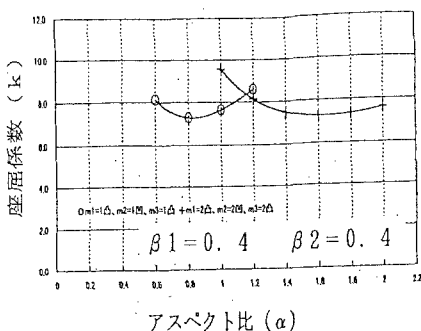


図3 座屈係数 (k) ～ アスペクト比 (α)

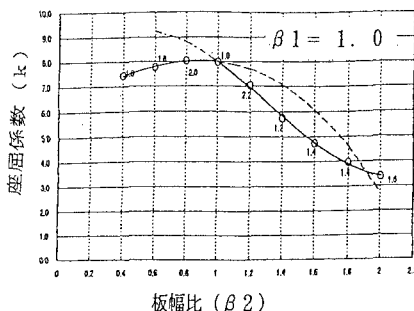
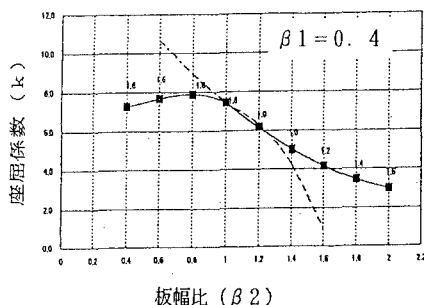


図4 座屈係数 (k) ～ 板幅比 (β2)

図4から次のことが言える。①座屈係数は $\beta_2 = 0.8$ の時最大値となる、② $0.4 \leq \beta_2 \leq 1.0$ では凸形曲線、 $1.0 \leq \beta_2 \leq 2.0$ では凹形曲線となる。
これらの曲線を3次式

$$k = a_1 \cdot (\beta_2)^3 + a_2 \cdot (\beta_2)^2 + a_3 \cdot (\beta_2) + a_4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

で近似すると、各係数は下表となる。

表1 a1, a2, a3, a4

β_1	$0.4 \leq \beta_2 \leq 1.0$				$1.0 \leq \beta_2 \leq 2.0$			
	a1	a2	a3	a4	a1	a2	a3	a4
0.4	-4.25	3.46	2.13	6.11	0.04	2.46	-12.11	17.06
0.6	-2.35	2.01	3.64	6.29	-0.15	3.55	-14.23	18.64
0.8	-1.20	-1.50	4.30	6.44	0.97	-1.82	-6.12	15.02
1.0	-1.07	-0.27	3.02	6.32	3.09	-12.17	10.29	6.79

4. おわりに

ここでは、8角形断面についてのみ示しているが、4、6角形断面についても同様な式が得られている。基礎的資料は提示できたものと考えている。不等辺4角形断面の座屈係数の求め方については、いくつかの算定式が示されている³⁾ので、これらとの整合性も検討し、不等辺多角形断面の座屈係数の算定式について考察を加える予定である。

参考文献

- 1) 足立他：不等辺多角形断面鋼短柱の耐荷力に関する考察、平成10年度 土木学会西部支部研究発表会概要集、1999
- 2) 日本MSC：MSC/NASTRAN ユーザマニュアル、日本MSC、1991
- 3) 例えば 北田他：圧縮を受ける薄肉箱形短柱の終局強度特性と終局強度算定法に関する研究 構造工学論文集、Vol. 31A、1985