不等辺2枚折れ板構造の座屈係数に関する一考察

九州東海大学大学院　　学生会員　西村武之
九州東海大学都市工学科　正会員　右田泰弘

１．はじめに

薄肉鋼柱の耐荷力に影響する要素は、支持条件、使用鋼材の材質、断面形状、構成板要素のアスペクト比があり、これらの影響要素は幅厚比パラメータＲと細長比パラメータλの２つの無次元パラメータに組み込まれた形になっており、局部座屈強度は幅厚比パラメータＲの関数として、全体座屈は細長比パラメータλの関数として評価されている。このうち幅厚比パラメータＲは次式で定義されている。

$$R=\sqrt{\frac{s_y}{s_{cr}}}=\frac{b}{t}\sqrt{\frac{12(1-n^2)}{p^2k}}\sqrt{\frac{s_y}{E}} \quad \cdots\cdots(1)$$

ここに、σ_y：降伏応力　σ_{cr}：弾性座屈応力、b、t：構成板要素の幅、厚さ、E：弾性係数、k：座屈係数である。

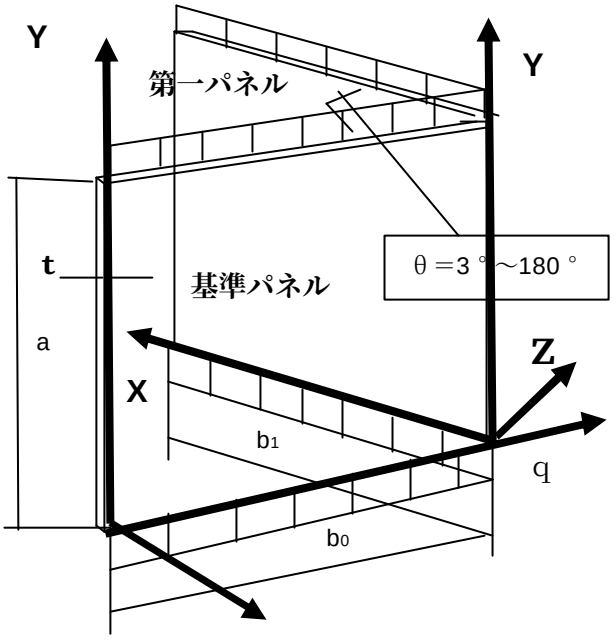
断面を構成する板要素の幅が等しい場合は、座屈係数はｋ＝4.0 と取られる。しかし、構成板要素の幅が異なる場合は板幅の比の影響を考慮した座屈係数を用いる必要がある。

本報告は、最も基本的な構造である不等辺２枚折れ板構造の板幅比と座屈係数の関係、また折れ曲げ角と座屈係数の関係について考察したものである。解析には汎用構造解析プログラム marc[1)] を用いた。

２．解析モデル

解析モデルは図－１に示すように、一方の板要素を基準パネル、他方の板要素を第１パネルとし、基準パネルのパラメータは添字０を、第１パネルのパラメータは添字１を付して表すこととする。両方の板要素の長さ a と板厚ｔは同一とした。板幅をｂとし、２枚の板の折れ曲げ内角はθとした。座標軸は、図－１に示すように各パネルの板幅方向をＸ、長さ方向をＹとする右手直交座標とした。断面分割数は、正方形パネルについて 16×16 を基準とした。載荷方向は図－１に示すとおりである。

解析に用いた材料はＳＳ４００相当とし、その定数を表１に示す。ここで、アスペクト比 a/b_0、板幅比 b_1/b_0 をそれぞれ α_0、βと表し、解析対象としたパラメータの範囲を表－2 に示す。解析対象の折れ曲げ内角は鋭角から鈍角までの広い範囲の挙動を把握するため、θ＝3°～180°とした。



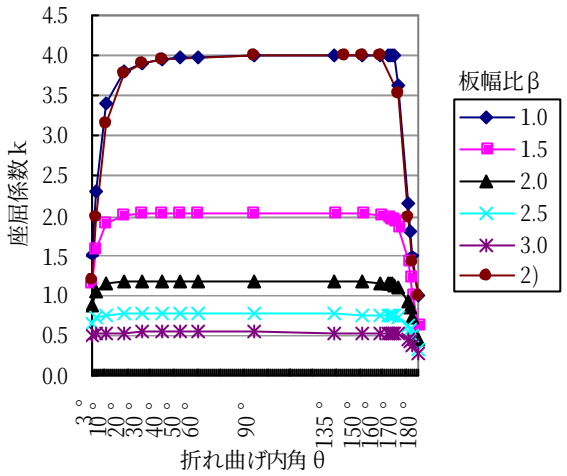
図－１　解析モデル

表－1　材料定数

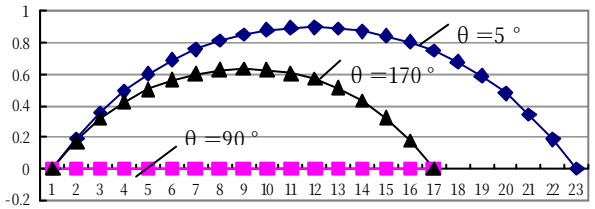
弾性係数 E　(N/mm²)	2.0×10⁵
ポアソン比ν	0.3
鋼種	SS400

表－1　解析パラメータ

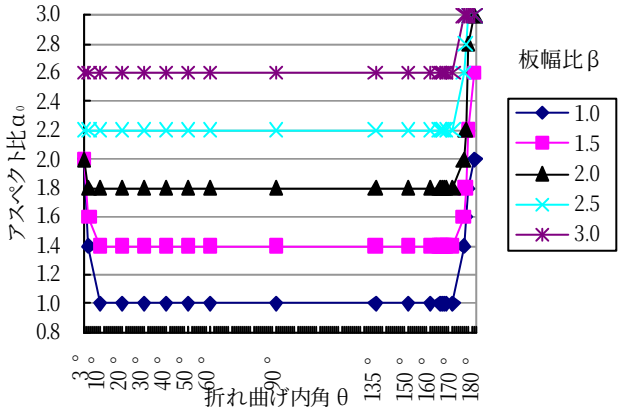
板厚ｔ　（mm）	10
基準パネル分割数	16×16
板幅比β	1.0～3.0
アスペクト比α	0.4～3.0
折れ曲げ内角θ	3°～180°



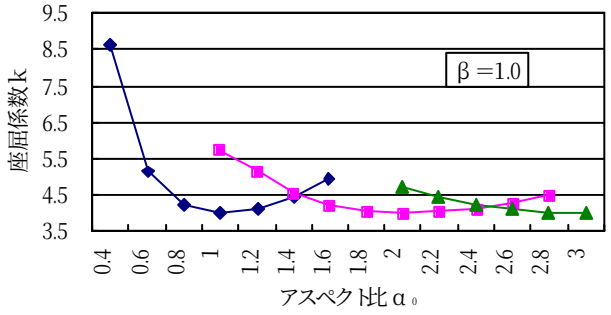
図－2　β～θ～k　関係



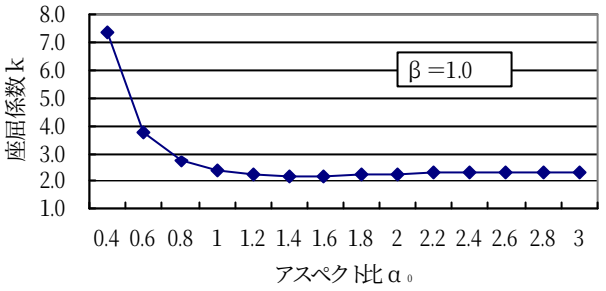
図－3　コーナー部のZ方向変位



図－4　β～θ～α_0　関係



図－5　アスペクト比α_0と座屈係数k（θ＝60°）



図－6　アスペクト比α_0と座屈係数k（θ＝170°）

3．解析結果

1）図－2に板幅比β～折れ曲げ内角θ～座屈係数kの関係を示している。図－2より
座屈係数は、折れ曲げ内角が小さい間は上昇し、一定区間があり、折れ曲げ内角が大きくなると下降する傾向になる。この傾向はβ＝1.0について吉田[2)]が示している傾向と同じである。これは図－3に示すように、折れ曲げ内角が小さい場合と大きい場合はコーナー部に（基準パネルの）Z軸方向の変位が生じるためと考えられる。

2）図－4に板幅比β～折れ曲げ内角θ～最小の座屈係数を示す基準パネルのアクペクトα_0の関係を示す。

① θ≦10°、β≦2.0でα_0は小さくなる。また、θ≦10°、β≧2.5ではα_0は一定。

② 10°＜θ≦170°では、各板幅比についてα_0は一定。

③ θ＞170°では、各板幅比についてα_0は大きくなる。

3）図－5（θ＝60°，β＝1.0）、図－6（θ＝170°，β＝1.0）にアクペクトα_0～座屈係数kの関係を示す。
図－5では、明確な凹状が現れるが、図－6では凹状が現れず、だらだらとした曲線になる。折れ曲げ内角が小さい範囲でも同様のことが言える。

参考文献

1） 日本マーク（株）：MARCプログラムマニュアルA～E編、日本マーク（株）、１９９４.

2） 吉田宏一郎：帯板要素による平板構造の座屈解析、日本造船学会論文集、第１３０号、pp.161-171、１９７１.