薄肉構造物の座屈強度

徳山高専専攻科　学生員　○　井本　直子
徳山高専　正員　重松　恒美
徳山高専　正員　原　隆
愛媛大学　正員　大賀水田生

1. まえがき

近年、薄肉断面部材で構成される薄肉構造物は広範囲において使用されている。しかし、このような薄肉構造物の正確な座屈挙動は明らかではない。そこで本研究では、理論解を得ることのできる伝達マトリックス法を用いることにより、箱型にその挙動を明らかにするため、座屈強度及び座屈モード形を求めた。

2. 理論解析

本解析では伝達マトリックス法を用い数値解析を行う。まず、板パネルについての断面力、変位の釣り合いから常微分方程式を得、それらを数値積分することにより格間伝達マトリックスFを誘導する。次に隣接する2パネルの状態量の関係から座標変換マトリックスPを誘導する。その格間伝達マトリックスと座標変換マトリックスを掛け合わせ、両端での境界条件を考慮することにより、座屈条件式を誘導する。それらを数値積分することにより座屈係数及び座屈モード形を求める。

以下は断面の対称性を考慮した箱型半断面についての座屈条件式である(図-1)。

$$Z_3 = F_3 P_2 F_2 P_1 F_1 \cdot Z_0$$

ここでZ_0は初期状態量ベクトルである。

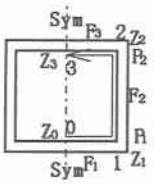

図-1　リブのない箱型

3. 解析結果

本解析では等分布圧縮力(A-Load)、偏心圧縮力(B-Load)及び曲げ(C-Load)を受けるリブのない箱型(図-2)、および等分布圧縮力を受けるリブを有する箱型(図-3)についての解析結果を示す。各モデルにおいて、板厚t_0＝1.2cm、板幅b＝225cm、リブの長さは30cmとしており、リブを有する箱型においてはリブと主パネルの板厚比をt/t_0＝1.0、0.5の2種類について解析を行った。

図-4はリブのない箱型についての座屈強度曲線である。等分布圧縮力を受ける箱型の座屈係数はk＝4となっている。それぞれの箱型においては等分布圧縮力を受けるものの座屈係数が低く、偏心と曲げにおいてはあまり変化が見られないが、曲げを受けるものの方が座屈係数が大きいことがわかる。また、局部座屈において、全ての半波係数mの最小座屈係数は一定である。そして、等分布圧縮力を受けた場合、形状比a/b＝176.9のとき全体座屈となる。

図-5は形状比a/b=190のリブのない箱型の偏心圧縮力を受けたものの座屈モード形である。この場合半波形数m=211の局部座屈をおこしており、フランジとウェブの接合線での変位は見られない。また、ウェブでの変形はあまり見られず、フランジが大きく変位していることがわかる。

図-6はリブを有する箱型の座屈強度曲線である。リブのない箱型と比較して、座屈強度が3倍以上増加している。また、リブと主パネルの板厚比をt/t_0＝0.5とすることにより強度が低下する。この場合においても局部座屈での全ての半波係数mの最小座屈係数は一定である。

図-7は形状比a/b＝15のリブを有する箱型(板厚比t/t_0＝0.5)の座屈モード形である。ここではリブの変形を明らかにするために半断面について示す。この場合半波係数m＝28の局部座屈をおこしており、ウェブ、フランジに比べリブの変形が大きいことがわかる。また、いずれの接合線も変位していない。

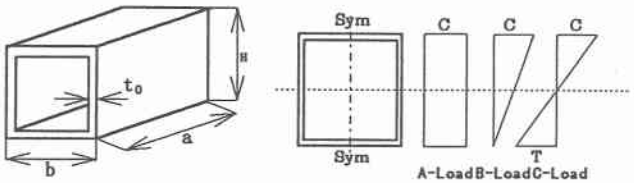

図-2　リブのない箱型

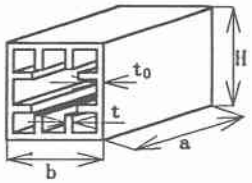

図-3　リブを有する箱型

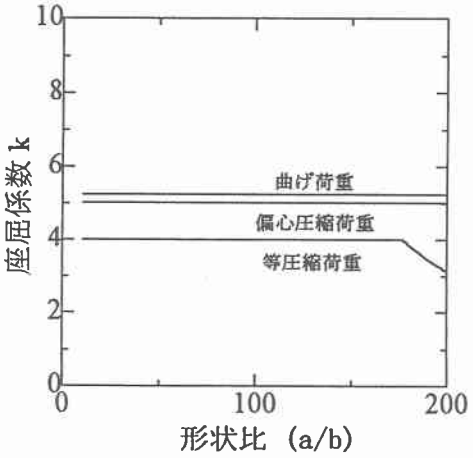

図-4　リブのない箱型の座屈強度曲線

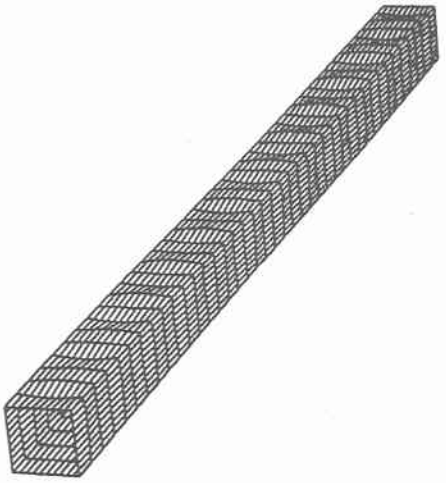

図-5　偏心圧縮力を受けるリブのない箱型の座屈モード形（a/b=190、m＝211）

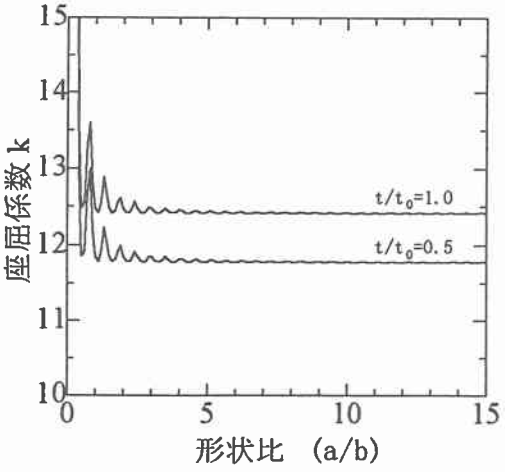

図-6　リブを有する箱型の座屈強度曲線

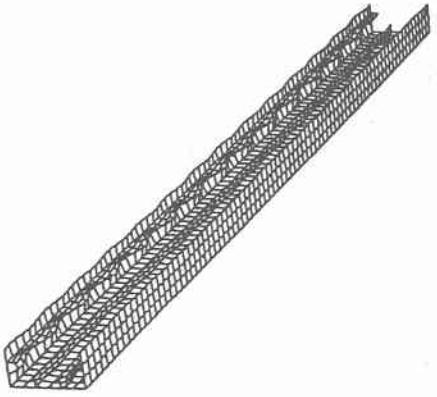

図-7　リブを有する箱型の座屈モード形（t/t_0=0.5、a/b=15、m＝28）