

変断面を有する薄肉断面部材の座屈変形特性

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

1 まえがき 複雑な薄肉断面部材は今日、補鋼材として多くの構造物に使用されている。しかし、これらの断面部材は板としての正確な座屈挙動は明らかではない。そこで本研究では、板に対する伝達マトリックス法を適用し、変断面及び補鋼材を有する薄肉断面部材の弾性座屈挙動を明らかにし、複雑な断面性状を有する構造物の変形挙動に対する基礎的データを求めるために、これらの部材の座屈モード及び座屈強度を求めた。

2 理論解析 まず、変断面を有する板パネルについての断面力、変位のつり合いから連立1次常微分方程式を求め、これを積分することによって格間伝達マトリックスFを誘導し、次に、連続する2つの板パネルについての状態量の関係より座標変換マトリックスPを誘導した。そこで、U型断面についての伝達方程式は次のように求められる(図-1)。

$$Z = F_3 P_2 F_2 P_1 F_1 Z_0 = U \cdot Z_0 \quad \dots (1)$$

ここで、Zは状態ベクトル、Fは格間伝達マトリックス、Pは座標変換マトリックス、Z₀は初期状態ベクトルである。

$$\begin{bmatrix} Z \\ 0 \end{bmatrix}_{M4} = \begin{bmatrix} F_{M4} P_{M3} F_{M3} F_{M2} P_{M1} F_{M1} & F_{M4} P_{M3} F_{M3} P_B F_B \\ [F_{M2} P_{M1} F_{M1}]^{\delta} & -[P_B F_B]^{\delta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_M \\ Z_B \end{bmatrix}_0 \quad \dots (2)$$

ここで、上添字 δ 及びFは変位及び断面力に関する量を、また下添字M及びBは主パネル及び分岐パネルに関する量である。

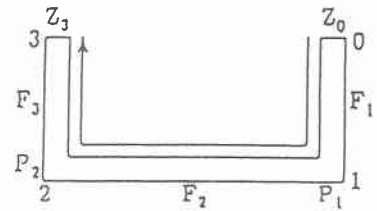


図-1 U型断面

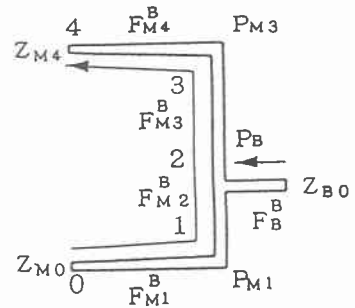


図-2 中央にリブを有するU型

3 解析結果 ここではU型の中央にリブを有するもの、片端にリブを有するものについて数値計算結果を示す。図-3、図-4はそれぞれ中央にリブを有するもの、片端にリブを有するものの座屈強度曲線である。どちらも板厚比が大きくなるほど全体座屈をおこしやすく、座屈強度も大きいことが明らかである。また片端にリブを有するもののほうが全体座屈をおこしにくい。これは部材の断面が片端リブの方が非対称であり局部変形を起こしやすいと考えられる。さらにこの両者を比較すると、板厚比が小さくなるほど両者の座屈強度の差がなくなり、板厚比0.25の場合はその差がほとんど見られない。このことから板厚比が小さくなるとリブの位置はそれほど座屈強度に影響しないことがわかる。

図-5は中央にリブを有するものの形状比 $a/H=9.0$ の場合の座屈モードである。図-3からもわかるように板厚比1.0、0.75、0.5の場合は $m=1$ の全体座屈を、0.25の場合は $m=10$ の局部座屈をおこしている。また図-6は片端にリブを有するものであるが、図-4からもわかるように板厚比1.0、0.75の場合は $m=1$ の全体座屈を、0.5、0.25の場合は $m=7$ 、 $m=10$ の局部座屈をそれぞれおこすことが明らかである。この両者とも局部座屈の場合は接合線は変位することなく、板パネルがそれぞれ局部座屈をおこすことがわかる。また、全体座屈は曲げ、ネジリ等が複雑に加わった座屈モードを示している。ここで板厚比0.5の場合、中央リブは全体座屈を、片端リブは局部座屈をおこしており、リブの位置で座屈モードが異なっている。また、板厚比が小さいほど局部変形がおこりやすい。

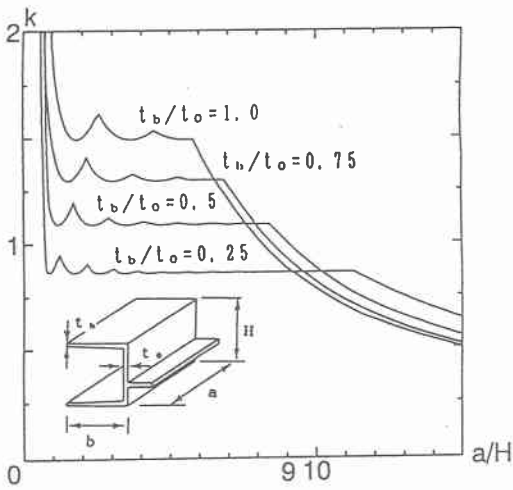


図-3 座屈強度曲線（中央リブ）

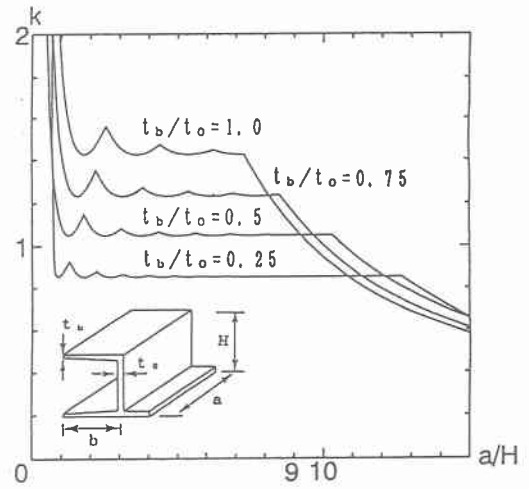
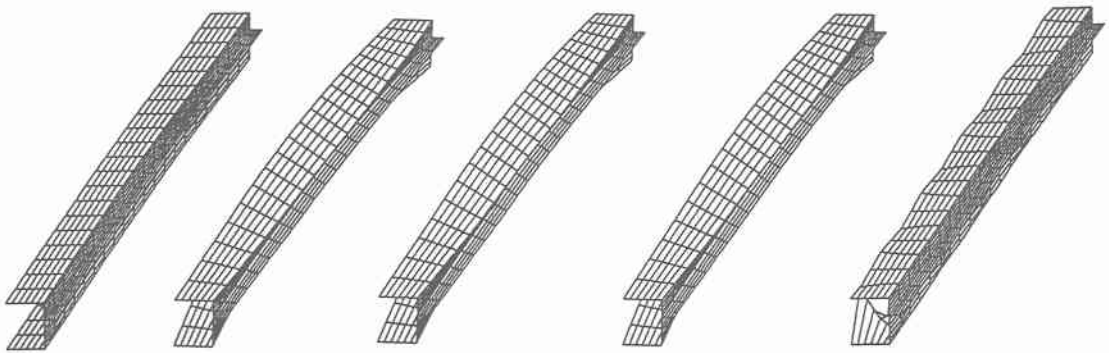
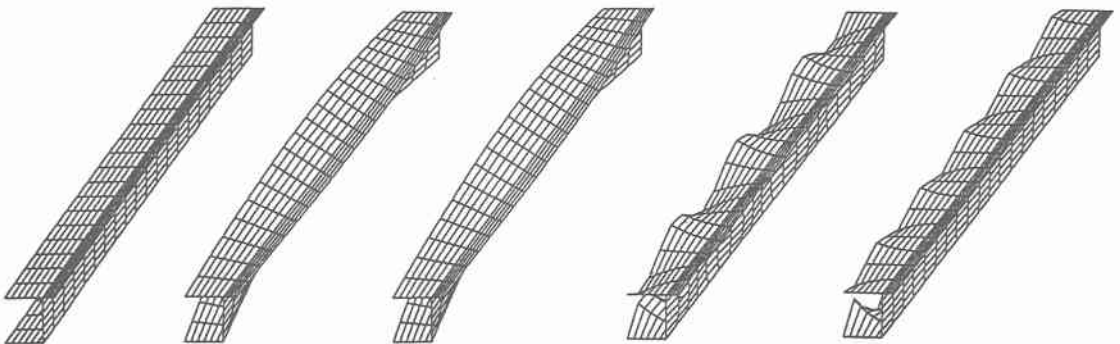


図-4 座屈強度曲線（片端リブ）



モデル $t_b/t_o=1.0(m=1)$ $t_b/t_o=0.75(m=1)$ $t_b/t_o=0.5(m=1)$ $t_b/t_o=0.25(m=10)$
 図-5 座屈モード（中央リブ） ($a/H=9.0$)



モデル $t_b/t_o=1.0(m=1)$ $t_b/t_o=0.75(m=1)$ $t_b/t_o=0.5(m=7)$ $t_b/t_o=0.25(m=10)$

図-6 座屈モード（片端リブ） ($a/H=9.0$)