

曲線桁の圧縮フランジの局部座屈に関する一考察

広島大学 工学部 正員 大村 裕

広島大学 工学部 正員 藤井 堅

○ 広島大学 工学部 学員 澄川 文男

1. まえがき 曲線桁に曲げが作用した場合に、その力学性状が直線桁のそれと最も大きく異なるのは、曲げモーメントに対して、曲率に起因してフランジに発生する付加応力（フランジ面内の曲げモーメント）が発生することであろう。この付加応力が存在する場合には、フランジの応力状態はウェブ接合辺に関して対称とならないのは明らかであるにもかかわらず、従来のフランジ局部座屈に関する研究では、曲線 I 型桁の圧縮フランジをフランジとウェブ接合辺で内側（曲率中心側）と外側（曲率中心の反対側）の 2 つの部分に分け、それぞれのフランジについて個々に局部座屈解析を行っている。

本報告では、フランジ全幅に注目した局部座屈解析を有限帯板法によって行い、従来のフランジ・ウェブ接合辺で外側と内側に分離した座屈解析では、不十分であることを指摘する。

2. 解析モデル 図-1 に示すように、フランジ全幅に注目した解析を行うが、このときフランジ・ウェブ接合辺で単純支持とした。応力状態は等分布な圧縮応力と付加応力がそれぞれ単独に作用する場合について解析し、曲率パラメータ b/r は曲線桁の特徴をみるために、0（直桁）～0.3 まで変化させた。また、フランジ半幅を取り出して解析したものを半幅解析といい、フランジ全幅の解析を全幅解析と呼び両者を区別する。

3. 結果と考察 直線桁圧縮フランジに、曲線桁の場合に現れる付加応力のみが作用する場合の座屈曲線を表せば図-2 を得る。図には、比較のためにフランジ・ウェブ接合辺を固定支持としたものも示している。図から全幅解析の座屈係数は、単純支持とした半幅解析のそれよりも大きな値を示していることがわかる。また、半幅解析では座屈たわみ形が軸方向に正弦半波の座屈波形であるのに対して、全幅解析では縦横比が大きくなるにしたがって座屈モードが変化し、フランジ・ウェブ接合辺を固定支持した波形に近いものとなっている。これはフランジに付加応力のみが作用する場合には、外側フランジの応力は引っ張り状態となり、外側フランジがフランジ・ウェブ接合辺において見かけ上回転角を拘束するためと考えられる。フランジ半幅のみを取り出したモデルでは、このことを考慮することは不可能で、図に示すように実際よりもかなり低い座屈係数を与えることになる。すなわち、付加応力が作用する場合には、直線桁フランジにおいても半幅解析では座屈荷重を正確に評価できないことがわかる。

曲率パラメータ $b/r=0.3$ の曲線桁フランジに付加応力のみが作用する場合について、座屈曲線を描けば図-3 のようになる。図-3 でも図-2 と同様な傾向を示すことがわかるが、半幅解

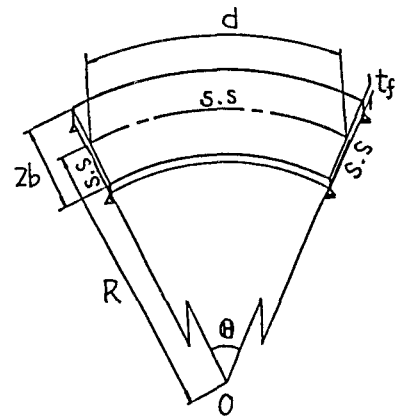
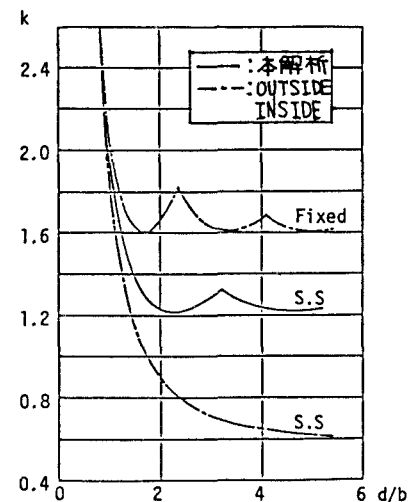


図-1 解析モデル

図-2 付加応力による座屈係数 ($b/r=0$)

析の外側と内側でそれぞれ座屈曲線が異なる。そして、内側フランジと外側フランジの座屈曲線は、曲率が大きくなるにつれてその差が大きくなる。

一方、全幅解析の座屈係数は、曲率の増加につれて $b/r=0$ と 0.3 における座屈係数の最小値はそれぞれ $1.22 \sim 1.60$ と増加していることがわかる。

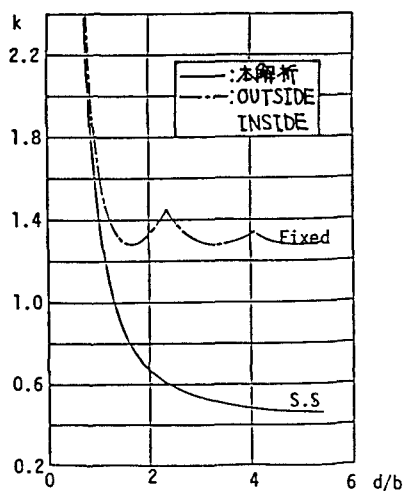
直線桁フランジに等分布な圧縮応力が作用するときの座屈曲線は図一4のようになる。図から全幅解析と半幅解析の座屈係数は完全に一致している。これは直線桁フランジに等分布な圧縮応力が作用する場合に限る、フランジ半幅を取り出しても明らかに全幅と境界条件や応力状態が同じになることを示す。

曲率パラメータ $b/r=0.3$ の曲線桁フランジに等分布圧縮応力が作用するときの座屈曲線は図一5である。直線桁では全幅解析と半幅解析とは一致するが、曲線桁では、図一5からわかるように両者は異なり、全幅解析の座屈係数は半幅解析の内側フランジと外側フランジの中間の値となっている。

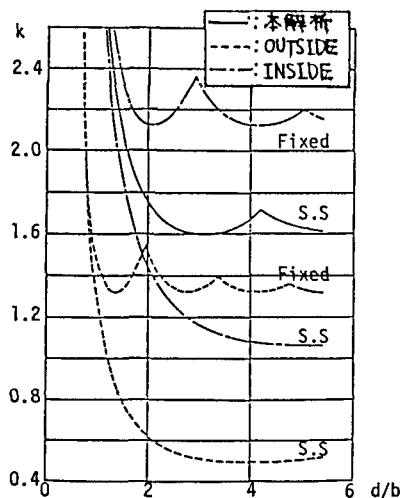
曲率が大きくなるにつれて全幅解析と半幅解析の差は大きくなり、また、全幅解析の座屈係数は曲率に伴って大きくなる。以上のことから、直線桁フランジに等分布な圧縮応力が作用する場合についてのみ半幅解析は正確な値を与えるが、曲線桁になると半幅解析では不十分でフランジ全幅に注目した解析が必要である。

フランジ・ウェブ接合辺で固定支持とした場合には、全幅解析の座屈係数はフランジ半幅を取り出して個々に解析したときの低い方の座屈係数と一致するのは明らかである。しかし、一般の曲線桁では、フランジに比べてウェブの板厚は相対的に薄く、ウェブの剛性がフランジ接合辺で固定支持を満足するほど大きいとは考えられない。

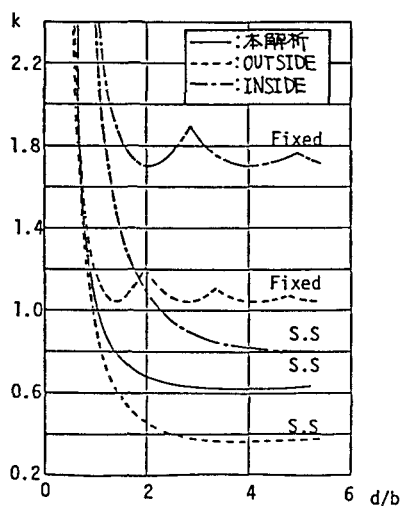
参考文献 1) Culver, C., G. & R., E., Frampton: Local insatability of horizontally curved members, Proc. of ASC E, vol.96, No.ST2, Feb., 1970. 2) 川村, 大塚, 彦坂: 有限おびいた法による曲線 I 型フランジの局部座屈強度解析, 土木学会第34回年次学術講演会概要集第I部, Oct., 1979



図一4 圧縮応力による座屈係数 ($b/r=0$)



図一3 付加応力による座屈係数 ($b/r=0.3$)



図一5 圧縮応力による座屈係数 ($b/r=0.3$)