

金沢大学 正・吉 田 博
金沢大学 正 細 川 豊

1. ま え が き

中心軸圧縮荷重を受けるH形鋼柱の強度は、フランジまたはウェブの局部座屈あるいは横支支持点間での全体座屈(オイラー座屈)により決定される。フランジまたはウェブの局部座屈は板要素の幅厚比で決定され、横支支持点間での全体座屈は細長比で決定される。幅厚比の小さい板要素および細長比の小さい柱では非弾性域で座屈する。

従来のフランジおよびウェブの必要幅厚比の決定には、フランジはウェブにより、ウェブはフランジにより、それぞれ拘束されているとし、拘束をうける板の座屈解析法を用いてきた。また、全体座屈強度は局部座屈とは無関係に決定されてきた。本研究においては、フランジはウェブにより、ウェブはフランジにより拘束されると考えられる座屈強度と、H形鋼全体を一体として解析した座屈強度の比較を行い、全体座屈と局部座屈の相互関係の究明まで発展させようとするものである。

2. 解 析 方 法

解析は文献(1)に示されている有限帯板要素法に、文献(2)に示されるたわみ増分とひずみ増分の関係式(非弾性応カーひずみマトリックス)を適用して、非弾性座屈解析を行えるようにした。

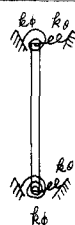
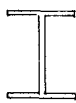
解析のモデルは表-1に示される4つのものを用いた。

3. 解 析 結 果

図-1は各種の拘束をうけるフランジの座屈強度曲線を示している。①はフランジがウェブによって完全に固定されている場合、②はフランジとウェブの接合線がヒンジと考えられる場合、③および④はフランジ幅と等しい高さまたは2倍の高さのウェブによってフランジが拘束されウェブが対称変形すると考える場合の座屈曲線を示している。座屈曲線③、④は当然①、②の中間に位置する。

図-2はフランジ幅(2b)とウェブ高さ(dw)が等しいH形断面(Type A)の座屈曲線を示している。①、②、③はフランジの座屈曲線で①はウェブとの接合線が完全に拘束されている場合、②は完全に自由な場合③はウェブの拘束効果を考慮した場合である。④、⑤、⑥はウェブの座屈曲線を示しており、④は両端が完全に固定、⑤は両端が自由の場合、⑥はフランジの拘束効果を考慮した場合である。①、②、③と④、⑤、⑥を比較するとウェブの座屈係数が大きく、フランジの座屈が先行することがわかる。⑦はH形断面全体を一体として解析したものであるが、フランジの変形を無視した座屈曲線であり、⑧はフランジおよびウェブの変形を考慮したH形断面全体を一体とした完全な解析結果である。図より⑤、⑦、⑧の座屈曲線はきわめて接近しており、フランジの

表-1 H 形 鋼 柱 の モ デ ル 化

フ ラ ン ジ	フランジとウェブの節線に沿うバネで拘束されているヒンジ。		$k_f = \frac{Et_b^3}{6(1-\nu^2)dw}$
ウ ェ ブ	フランジとウェブの節線に沿う回転軸に対するバネ k_f とウェブ横変位のたわみ角に対するバネ k_ϕ で拘束されている。		$k_f = \frac{1}{3}Gbt_f^3$ $k_\phi = \frac{1}{12}Et_f b^3$
H 形	フランジの変形を無視		
鋼	フランジとウェブの変形を考慮		

座屈が先行する場合はフランジの座屈曲線が十分に座屈挙動を知ることができる。図-3はウェブ高さがフランジ幅の2倍のH形断面(Type B)について、同様の考察を行ったものである。Type Bでは④、⑥、⑦の座屈曲線が①、②、③より下方に位置し、フランジの座屈よりウェブの座屈が先行することがわかる。図より②、⑦、⑧の座屈曲線きわめて接近してあり、ウェブの座屈が先行する場合は、ウェブの座屈曲線が十分に座屈挙動を知ることができる。

図-4はフランジの変形を無視したH形断面の全体解析において、残留応力の影響を考慮したものである。図中パラメータ γ は降伏ひずみと幅厚比で決定されるもので $\gamma = \sqrt{\epsilon_y} \cdot \frac{b_o}{t_o}$ にて与えられる。残留応力はウェブのみに分布し、残留応力の大きさとして $\sigma_{rc} = 0.3\sigma_y, 0.5\sigma_y$ の2種類を $\gamma = 0.5, 1.0$ に対してそれぞれ計算した座屈曲線である。図より残留応力の影響を明確に知ることができない。図

5では同様の計算をフランジおよびウェブの影響を考慮して行った座屈曲線を示している。この図より、 γ の増加および残留応力の増加とともに座屈荷重が減少する様子を明確にしている。

4. 結 語

本研究においてH形断面をいくつかのモデルに置き換えた場合の座屈強度の関係を、一様圧縮を受ける場合について明らかにした。フランジまたはウェブの座屈が断面全体の座屈を支配し、フランジまたはウェブの座屈曲線が十分な精度で断面全体の座屈挙動を知ることができる。

しかし、残留応力を考慮する解析においては、フランジおよびウェブが有機的に関係し、H形断面全体としての解析が必要である。

局部座屈と全体座屈の関係および非弾性座屈については紙面の都合で省略したが講演当日発表の予定である。

参考文献

- 1) 古田宏一郎：帯板要素による中板構造の座屈解析，日本造船学会論文集，No. 130.
- 2) 小田嘉昭：塑性・粘弾性，コンピューターによる腐座Ⅱ.
- 2-A 日本鋼構造協会編，鉄風館

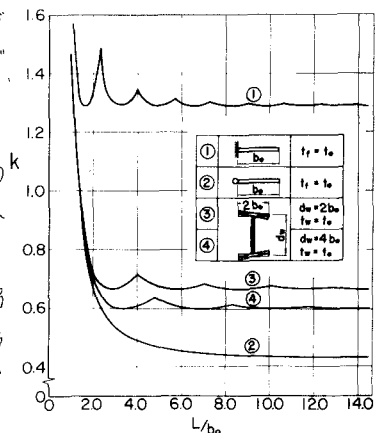


図-1 フランジの座屈

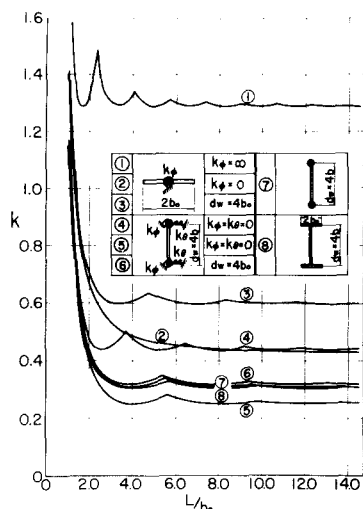


図-2 H形断面の座屈 ($d_w = 2b_o$)

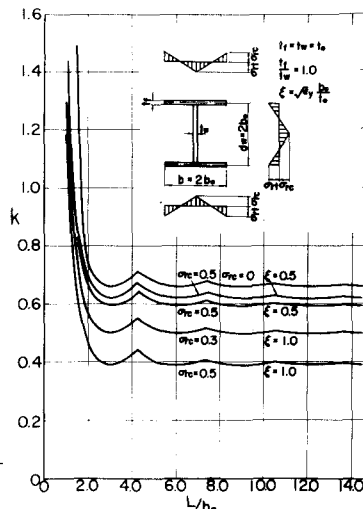


図-3 H形断面の座屈 ($d_w = 4b_o$)

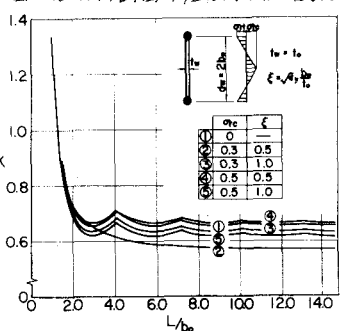


図-4 残留応力の影響 (フランジの変形無視)

図-5 残留応力の影響