

I-48

曲げを受ける曲線桁腹板パネルの弾性有限変位挙動

広島大学 工学部 正員 藤 井 堅

広島大学 工学部 正員 大 村 裕

松尾橋梁(株) 正員 上 甲 宏

1. まえがき 曲線桁腹板パネルが曲げを受けると、曲率に起因して面外たわみを発生することは、既によく知られているところである。筆者ら¹⁾は、幾何学的非線形性を考慮した過去の解析研究において、腹板がある荷重に達すると極めて収束性が悪くなったり不安定現象が起きることを確認している。本研究では、この不安定現象について解明し、かなり大きな変位をとまう場合の腹板非線形挙動を解析した。

2. 解析条件 曲線桁から鉛直補剛材およびフランジで囲まれた腹板パネルを取りだし、その両端に曲げモーメントが作用する場合を考えた。境界条件は、板殻構造とした有限要素法解析と比較して実際にできるだけ近い条件を用いることとし、フランジとの接合辺上ではたわみに対し固定支持、鉛直補剛材接合辺上では単純支持とした(図-1参照)。また、解析は文献2)の幾何学的非線形性を考慮した有限要素法を用いた。

初期たわみは、槽状と鞍状の二種類のたわみ形を仮定した。

3. 結果と考察 図-2に曲率パラメータ $Z=11.45$ 、腹板縦横比 $\alpha R_w/h=1$ の腹板パネルの圧縮側の荷重-たわみ曲線を示す。図中、破線は腹板パネルの対称性を考慮した解析であり、また実線はパネル全領域を解析したものである。図で、 k_w (座屈係数に対応する荷重係数) $=72.6$ で、全領域を対象とした解析は極めて収束性が悪くなり、不安定現象を生じている。一方、対称性を考

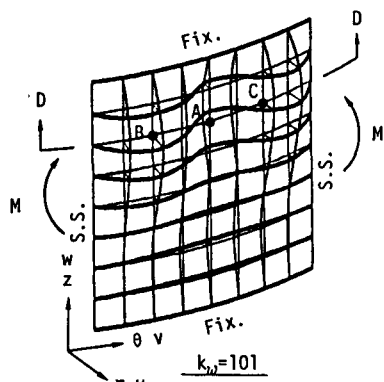


図-1 腹板面外変位($Z=11.45$, $\alpha R_w/h=1.0$)

慮したものはこのような不安定現象は現われず安定な挙動を呈した。全領域を対象とした解析は、 $k_w \geq 72.6$ では対称性がなくなり、図-1に示す点Bのたわみと点Cのたわみは異なっているのがわかる。図-3には腹板圧縮側D-D断面のたわみ分布を各荷重について示すが、座屈後は逆対称なたわみモードが現われているのがわかる。

また図-4は、 $Z=2.00$ 、 $\alpha R_w/h=0.75$ の腹板パネルの解析結果を示すが、この図でも $k_w=49.0$ で分岐現象が現われており座屈後は逆対称2次モードが支配的となっている。

このように、幾何学的非線形挙動を呈しながら、ある荷重に達すると不安定となり、分岐座屈を起こすことを考えると、対称性を考慮して腹板パネル半分を解析するといったモデルでは、この座屈現象を考慮できない点に問題があると判断される。当然、分岐座屈を起こすまでは変位の対称性があり、パネル半分の解析で十分であるのはいうまでもない。

なお、この座屈荷重は、初期たわみのない場合、曲率が大きいほど大きく、また曲率が小さくなって直桁に近づくにつれて直桁の座屈荷重に漸近する。

一方、初期たわみを有する場合の、 $Z=11.45$ 、 $\alpha R_w/h=1.0$ の腹板について荷重-たわみ曲線を描いたものが図-5である。図には不安定となった荷重を●で示した。図から初期たわみが槽状で大きいほど座屈荷重は大きく、鞍状で平板に近いほどそれは小さくなり、平板の座屈荷重 $k_w=39.6$ に近づくのがわかる。

4. あとがき 本研究ではかなり大きな荷重状態における、曲線桁腹板パネルの弾性非線形挙動を解析し、分岐現象が存在する可能性を示した。実際の曲線桁では曲率はあまり大きくないので、直桁と同様に腹板の分岐座屈が起こり得ることが考えられる。

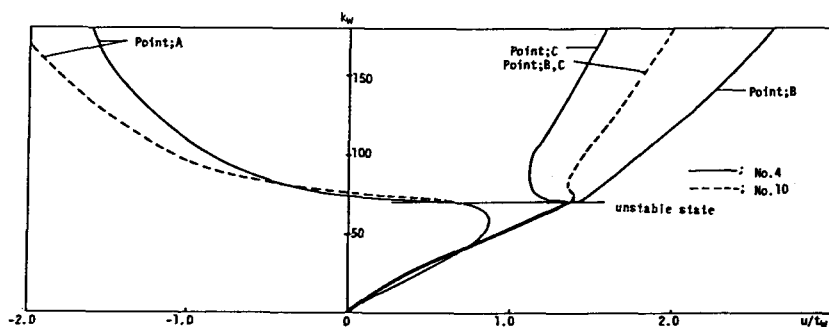


図-2 荷重一面外たわみ曲線 ($Z=11.45$, $\alpha R_w/h=1.0$)

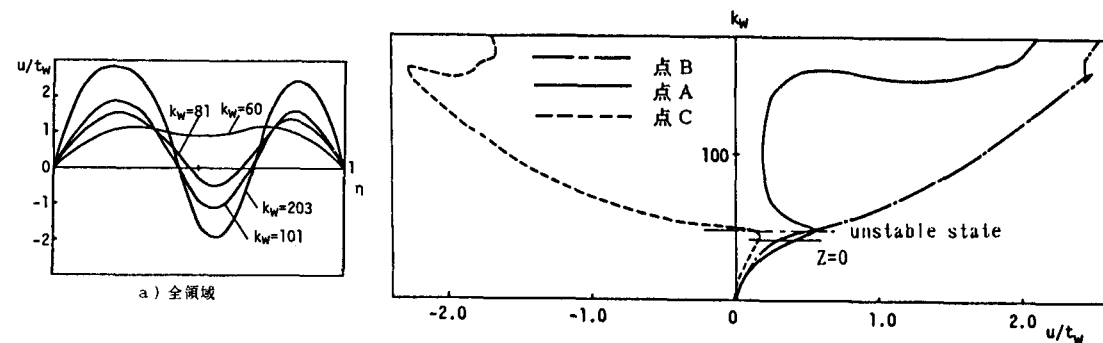
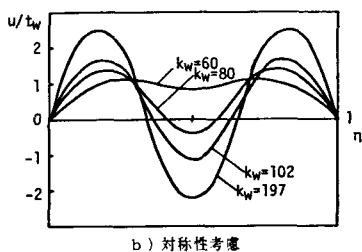
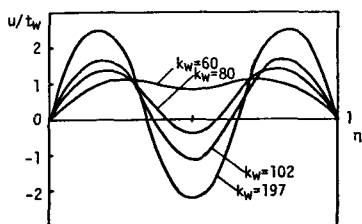


図-4 k_w-u/t_w 曲線 ($Z=2.00$, $\alpha R_w/h=0.75$)



a) 全領域



b) 対称性考慮

図-3 周方向たわみ分布

($Z=11.45$, $\alpha R_w/h=1.0$)

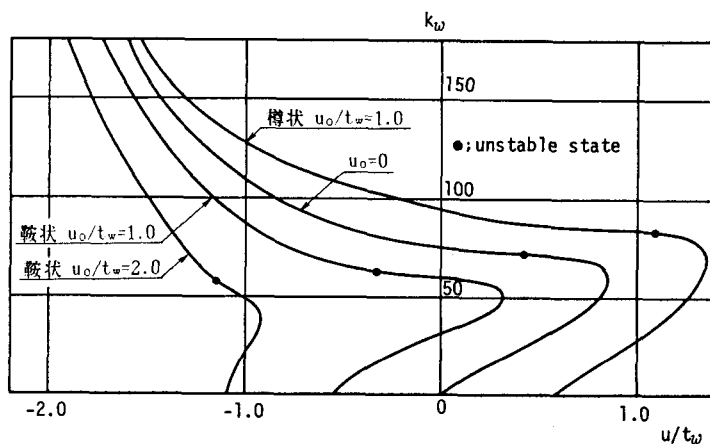


図-5 点Aの k_w-u/t_w 曲線 ($Z=11.45$, $\alpha R_w/h=1.0$)

参考文献 1) 大村他：土木学会第40回年次学術講演会 I-52, 昭和60年9月

2) 藤井他：Proc. of JSCE, vol.2, No.1, April 1985