

曲げを受ける曲線桁腹板パネルの挙動におよぼす初期たわみの影響

広島大学工学部 正会員 大 村 裕
 広島大学工学部 正会員 藤 井 堅

1. まえがき

溶接組立によるプレートガーダーでは、腹板初期たわみの発生は避けることのできない問題である。初期たわみが曲線桁腹板の力学挙動におよぼす影響は、曲率を有するので直線桁とは大きく異なる。すなわち、腹板の曲板形状に、初期たわみがさらに加わった幾何形状における曲げ挙動といえる。したがって同じ大きさの初期たわみでも、それが曲率中心側にある（鞍状）か曲率中心側と反対側にある（樽状）かで大きく挙動が異なることになる。本報告では、この点に注目して、また実際の曲線桁の腹板に近い境界条件を用いて、初期たわみを有する曲線桁腹板パネルの曲げ挙動の解明を試みた、なお解析は幾何学的非線形性のみを考慮した有限要素解析とした。

2. 解析パネルと境界条件および初期たわみ

解析に使用した腹板パネルは、図-1に示すような曲面板で曲率半径 $R_w=30\text{m}$ 、板厚 $t_w=4\text{mm}$ 、桁高 $h=120\text{cm}$ 、縦横比 $\alpha R_w/h=1$ である。この時、

曲率パラメータ $Z(=h^2\sqrt{1-\nu^2}/R_w/t_w)=11.45$ である。境界条件は、載荷辺（鉛直補剛材接合辺）でたわみに対し単純支持、フランジ・ウェブ接合辺では固定支持とした。初期たわみについては表-1に示すように、全6ケースで、最大たわみ u_{omax} と方向を変化させた。表で、たとえば解析ケースFS+1の+は初期たわみの方向を示し、+は樽状、-は鞍状である。また、続く数字1は最大初期たわみと板厚の比 u_{omax}/t_w の値を示す。初期たわみは境界条件を満足させるように次の関数形で与えた。

$$u_o(\eta, \xi) = u_{\text{omax}} \cdot 4\pi / (4-\pi) \cdot \sin(\pi\eta) \cdot \left\{ \xi^2 - \xi + 1/\pi \cdot \sin(\pi\xi) \right\}$$

ここに、 $\eta = \theta/\alpha$ 、 $\xi = z/h$

また、曲げモーメントの大きさは、次式を用いて表す。

$$K = Mh^3 t_w / (2I \pi^2 D_w), \quad I = h^3 t_w / 12, \quad D_w = Et_w^3 / 12 / (1-\nu^2)$$

図-2たわみ分布 (FS+1)

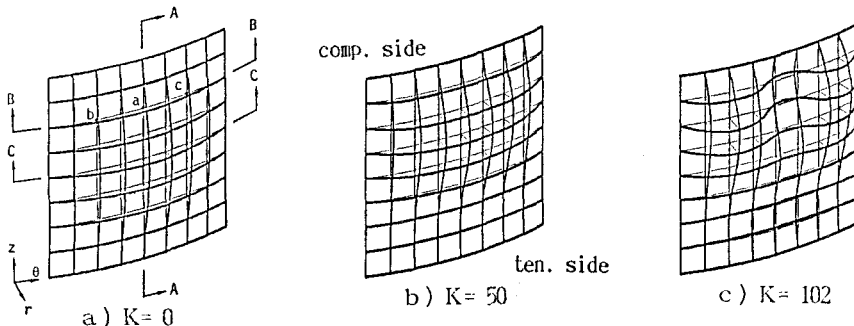


表-1 解析ケース

解析モデル名	u_{omax} / t_w
FS+1.0	+1.0
FS+0.0	0.0
FS-1.0	-1.0
FS-2.0	-2.0
FS-3.0	-3.0
FS-4.0	-4.0

図-1 解析パネル

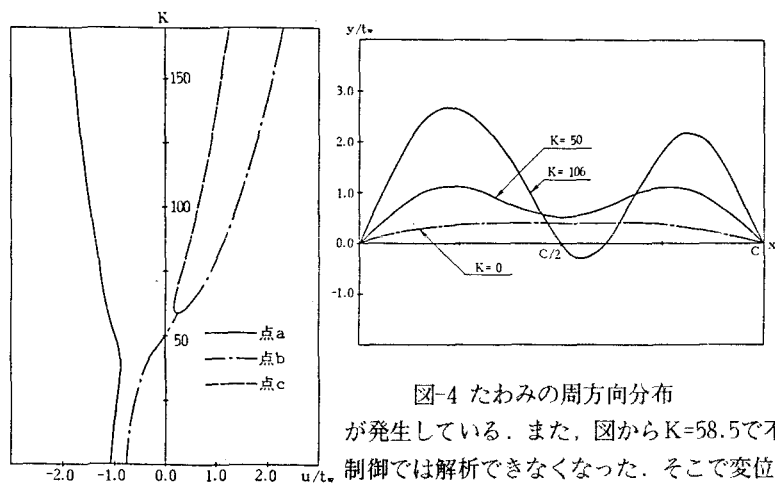


図-3 荷重・変位曲線

図-4からわかるように、 $K > 58.5$ ではたわみの対称性が崩れ、正弦1波形（2次モード）の逆対称たわみ形が現われるようになる。これは、広い意味での分岐座屈と思われる。

図-5は点aにおける各ケースの荷重・たわみ曲線を示したものである。図には、分岐座屈荷重を●で示した。図から分岐荷重はFS-2が最も小さいのがわかる。また、荷重初期段階におけるたわみ（曲げモーメントによる増分たわみ）の方向はFS-3、FS-4では曲率中心側に発生しており、そのほかのケースは逆に外側に発生しているのがわかる。

図-6は、腹板パネルの両端を結ぶ弦を基準として、曲率および初期たわみを含めた形状を断面B-Bについて示したものである。図から判断して、曲率と初期たわみを考慮した初期の腹板の形状が、圧縮側断面B-B付近において、その弦を境としてどちら側にあるかによって、腹板の挙動が決定され则认为られる。また、その形状が弦に近いすなわち平板に近いほど上記分岐座屈荷重は小さいと认为られる。

参考文献 1) 豊田、大村、藤井：第40回全国大会、I-52。
2) 藤井、大村、上甲：第42回全国大会、I-48

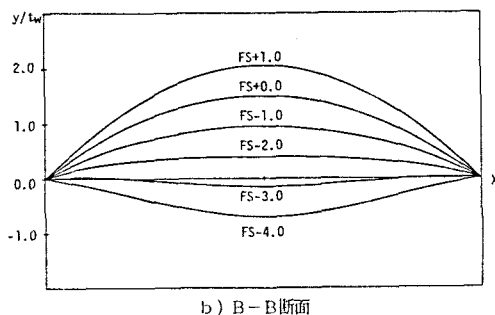


図-6 初期たわみ形状（圧縮側B-B断面）

3. 結果と考察

FS+1のたわみ分布を図-2に示す。図には後で考察するための断面あるいは点の位置をあわせて示した。

図-3は、FS-2の点a、b、およびcの荷重・変位曲線である。図-3では、鞍状初期たわみ、すなわち曲率中心側の初期たわみを有しているにもかかわらず、 $K < 50$ では曲率中心と反対側の増分たわみ

図-4 たわみの周方向分布

が発生している。また、図から $K=58.5$ で不安定現象が発生し、荷重増分制御では解析できなくなった。そこで変位増分制御法にかえると解析を続けることができ、図-3の点b、cあるいは、腹板圧縮側B-B断面のた

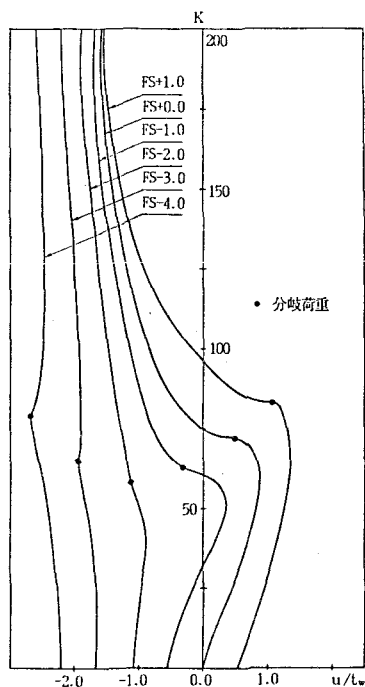


図-5 荷重・たわみ曲線（点a）