

曲線プレート・ガーターのウエブの挙動を表現するパラメータについて

東北学院大学 学生会員 千葉 昌宏
 東北学院大学 王 賢 健彦 准
 東北学院大学 学生会員 河添 明文

一般的な構造を解析する場合、構造の形状寸法を表わす量、曲げ剛性等断面性能を表わす量を解析のパラメータとするが、これらのパラメータを組合わせて無次元量として扱うのが解析の一般性を表示するのに都合よく、有効な表示の方法である。一方解析の入出力量となる荷重、強制変位、応力、変位(変形)等も無次元化して表示することが行なわれる。

曲線プレート・ガーターのウエブプレートの挙動を解析する場合、上下のフランジと2つの垂直補剛材で囲まれたウエブプレートのみをサブ・ストラクチャーとして取り出して、円筒パネルとみなして解析することも一方法である。この場合、解析のパラメータとして、ウエブ板厚(t)、ウエブ高(h)、ウエブパネルの垂直補剛材間隔(l)、曲率半径(R)等が挙げられるが、これらのパラメータを組合わせて無次元化し、応力・変位と荷重・強制変位との一般的な関係を表示することについて若干の考察を行なった。

今回は曲げを受ける曲線ウエブプレートを対象として、有限要素解析を行なった。¹⁾形状寸法を図-1に示す対称条件を利用してパネルの右半分について、X方向1/6分割、Y方向3分割の48要素に分割して計68節点として解析した。1節点当りの自由度は5個($U, V, W, \theta_x, \theta_y$)である。要素の合応力、合モーメント図-2に示す。垂直補剛材位置でのパネルの直線性を保持するために、図-3の如き強性曲げ変位 δ を与え、パネル断面内に生ずる曲げ応力度と引張応力度のバランス調整するために δ の垂直変位を加える。²⁾

本稿では線形解についての考察にとどめ、幾何学的非線形解については当日述べたい。解析値は全て $\varepsilon = 2\delta/l = 2 \times 10^{-4}$ の場合である。

解析結果は、一見して形状比($\alpha = l/h$)と変位、応力等との線形関係を認め難いので、形状比 α (またはパラメータと独立したものとして考察する。今回の解析ではウエブ高(h)を一定としているのでパラメータとして厳密には取り入れ難いが、無次元化するのに必要な場合には用いる。

初めに圧縮領域で最大の面外変位を生ずるA点($x/h = 0.25$)の面外変位(W)について考察する。図-4は縦軸に W 、横軸に α をとり、 R, t をパラメータとして表示したものである。曲線は R, t 毎に異なる W が R と t の関数であることがわかる。図-5は一般に行なわれるように W を板厚 t で除して無次元化したものを縦軸にとったものである。前回と同様に板厚 t を特定

しないと曲線が定まらずこの無次元化は意味を持たないといえる。曲線パネルのパラメータとして R/t (曲率パラメータともいわれる)について考察する。今回の解析範囲で R, t が等しいものは $R \cdot t = 3000$ の場合($R = 6000 \text{ cm}, t = 0.5 \text{ cm}$ と $R = 3000 \text{ cm}, t = 1.0 \text{ cm}$)と $R \cdot t = 6000$ の場合($R = 12000 \text{ cm}, t = 0.5 \text{ cm}$ と $R = 6000 \text{ cm}, t = 1.0 \text{ cm}$)の場合だけであるが、この場合の W/t を表-1に示す。表に示されるように、 $R \cdot t$ が

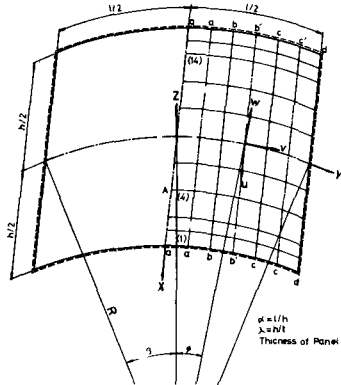


図-1

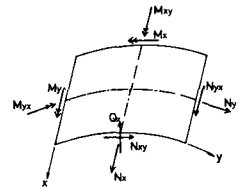


図-2

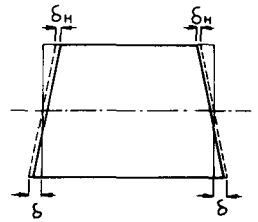


図-3

一定の場合に w/t は良く一致している。この結果より縦軸に w/t を横軸に α をとり、 R/t をパラメータとして表示したのが図-6である。この図は面外変位の性状を良く表現していると思われる。

面内曲げ応力 $\sigma_y = N_y/t$ (要素の $x/R = 0.47$)について考察する。図-7は $\sigma_y - \alpha$ 曲線を R/t をパラメータとしてプロットしたものである。応力は非常に近接してあり、数字の上では R/t 、または α による差は明瞭でないが、図によれば R が大きい程または t が大きい程応力が大きくなる傾向は明白である。また $R/t \geq 1200$ 以上では曲線が重なり α による差のみが表われる。一般に行なわれている、 $\sigma_e = \pi^2 D / t^3$ で無次元化しても有効な表示になり得ないと思われる。

表-1

Rt	R	t	$\alpha=0.5$	$\alpha=2/3$	$\alpha=1.0$	$\alpha=1.2$	$\alpha=1.8$
3000	3000	1.0	1.97398	3.13555	4.60576	—	5.37276
	6000	0.5	1.97224	3.12989	4.59457	5.04100	5.36430
6000	6000	1.0	—	1.63832	2.46403	—	—
	12000	0.5	1.01345	1.63568	2.46036	2.72765	2.93518

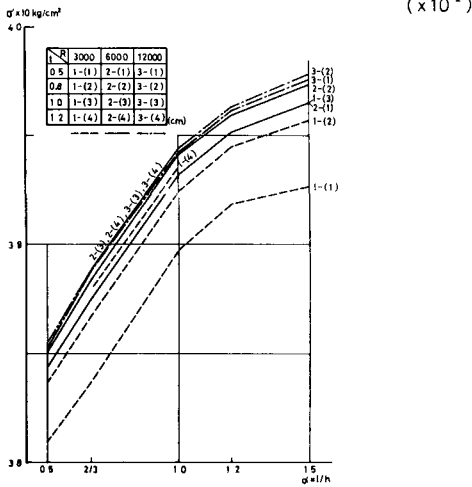


図-7

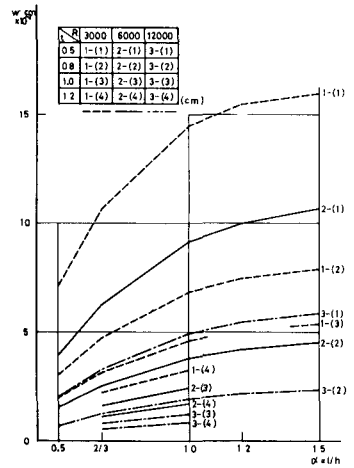


図-4

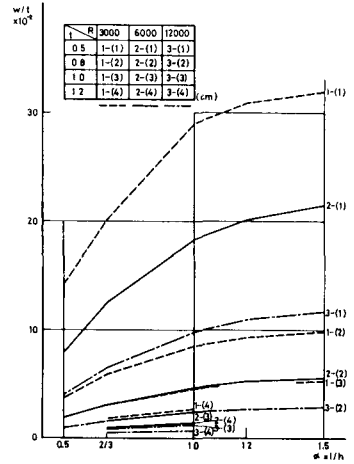


図-5

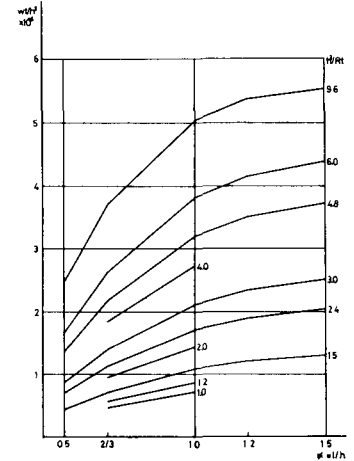


図-6

参考文献

- 樋渡・倉面 両部 “曲線ウエブの有限変形解析”
昭和52年度土木学会東北支部技術研究発表会 (S.53.3)
- 樋渡・倉面 “載荷辺の変形直線性を考慮した曲げを受ける曲線ウエブの挙動”
昭和54年度土木学会東北支部技術研究発表会 (S.55.3)