

大阪市立大学大学院 学生員 坂口三代治
大阪大学工学部 正員 小松 定夫
大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行

1. まえがき 初期不整を有する自由突出圧縮フランジの極限強度については、決定論的な立場からは、既にある程度明らかにされている¹⁾。しかし、初期不整は、ばらつきの大まか確率変数と考えられるので、この種の圧縮板の極限強度については、初期不整を実測し、統計学的な見地から研究を進めることも不可欠であると思われる²⁾。そこで、本報告は、特に初期たわみに的を絞って、その実測データを統計処理することにより、その耐荷力を評価し、2,3の考察をするものである。また、本研究は、日本鋼構造協会関西地区委員会の昭和52年及び、53年度の調査研究課題として、IDM委員会において着手された研究の一環として行なったものである。

2. 初期たわみ波形及び初期たわみモードと極限強度の関係 図-1に示すように、自由突出フランジを3辺が単純支持で1辺が自由の圧縮板にモデル化した。実際の場合を再現できるように、一様相対圧縮変位を与えることにより、板に圧縮力を導入し、弾塑性有限変位解析を行なった。縦横比 $\alpha (=L/b)$ については、 $\alpha=2$ 付近で最も極限強度が低下するため、 $\alpha=2$ に固定した。また、残留応力については、無次元幅厚比 $R (=b/t\sqrt{\sigma_y/E \cdot 12(1-\nu^2)/\pi \cdot 0.425})$ が、 $R < 0.7$ なる板では、その有無はあまり極限強度に影響しないので、自己平衡($\sigma_{rc} = -0.4\sigma_y$)に固定した。解析に用いた初期たわみ波形及び初期たわみモードは、図-2及び図-3に示す通りである。以上の条件で、初期たわみ波形及び初期たわみモードと極限強度の関係を求めた(表1)。この表より、単純ねじりモードは極限強度に全く影響しないこと及び筒状曲げモードの極限強度に最も影響することがわかった。そして、2通りの初期たわみ波形には、有意な差は認められなかった。すなわち、最大

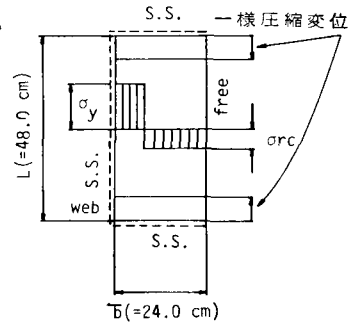


図-1 モデル化

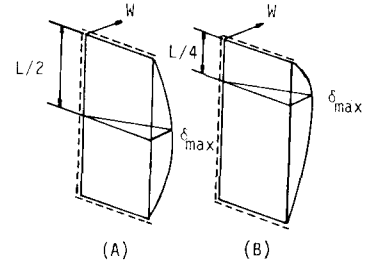


図-2 初期たわみ波形

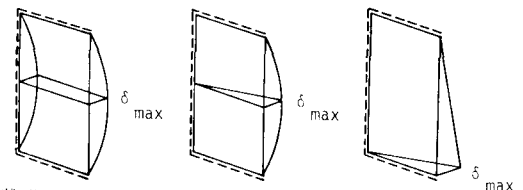


図-3 初期たわみモード

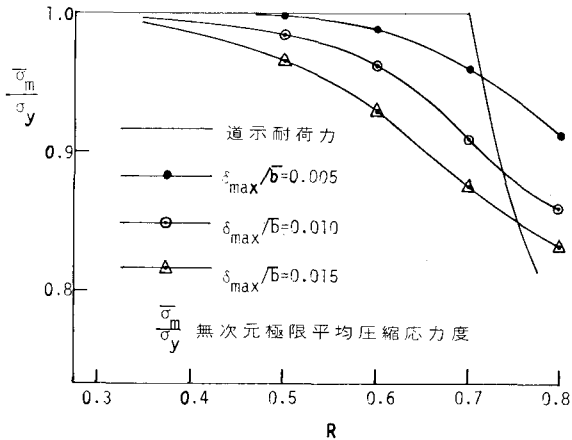


図-4 耐荷力曲線 (筒状曲げモード)

表-1 初期たわみモード及び波形と極限強度の関係
($\delta_{max}=b/100, \sigma_y=2400\text{kg/cm}^2, t=1.870\text{cm}, R=0.7$)

初期たわみ	初期たわみ 波形	極限強度 σ_m/σ_y
筒状曲げ	(A)	0.912
	(B)	0.914
板曲げ	(A)	0.952
	(B)	0.953
単純ねじり		1.000

初期たわみの存在する位置は、極限強度にあまり影響しないことがわかった。さらに、 R と δ/b について、パラメトリック解析を行ない耐力曲線を求めた(図-4)。

3. 実測初期たわみデータの統計処理

図-5 に示すように、腹板との接合線上及び自由縁上で初期たわみを実測した。ゲージ・レンジス $2b$ に対する絶対最大初期たわみ δ_{max} を求め、それと突出幅 b で無次元化した量 δ_{max}/b の頻度分布を図-6に示す。ここで、 $\delta_{max}/b = MAX[\delta^1_{max}/b, \delta^2_{max}/b, \delta^3_{max}/b]$ とした。さて、超過確率5%となる初期たわみを求めると次のようになる。

①頻度分布そのものから求めた場合

$$\delta_{max,5}/b = 0.0102$$

②ガンマ分布から求めた場合

$$\delta_{max,5}/b = 0.0115$$

③ワイブル分布から求めた場合

$$\delta_{max,5}/b = 0.0110$$

以上より、ガンマ分布、ワイブル分布とも、実際の分布形をかなりよく表現していることがわかる。

4. 耐力力評価 安全側の見地より、図-4で示した耐力力曲線を用い、初期たわみの平均値 δ_{max}/b 及び $(\delta_{max}/b + 2\sigma)$ に対応する耐力力曲線を求めると、図-7のようになる。 $(\delta_{max}/b + 2\sigma)$ は、初期たわみ分布、ガンマ分布に従うと仮定した時には、ちょうど超過確率5%の初期たわみとなる。さらに、図中の曲線(Ⅲ)を式で表わすと次のようになる。

$$\bar{\sigma}_m/\sigma_y = 0.9156R^3 - 2.2673R^2 + 1.3375R + 0.7644$$

道示の R の限界値0.7では、上式より、 $\bar{\sigma}_m/\sigma_y = 0.904$ となり、降伏点より10%の耐力力の低下が認められる。しかし、実測初期たわみ形状をより厳密に評価すれば、

かなりの耐力力の上昇が期待できるものと思われる。なお、板曲げモードを基準とした耐力力評価ならびにその他の統計処理については当日発表の予定である。

5. 謝辞 本研究の一部は、昭和53年度文部省科学研究補助金で行なったものである。また、JSSC関西地区委員会(小西委員長)に所属するメーカーの方々には初期たわみの実測にご協力いただいたことを付記し、ここに感謝の意を表します。参考文献

2) 小松・北田: 初期たわみと自由端板厚表の強度特性について, 工学会第22回年次学術講演会概要集 2) 第27研究部会: 船殻部材の歪量・船体強度におよぼす影響に関する研究, 財団法人研究協会報告, 第8号 昭和53年3月

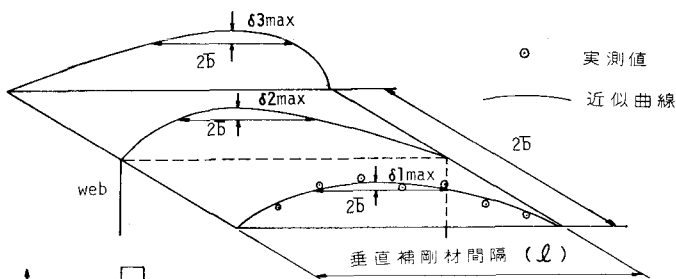


図-5 初期たわみの実測

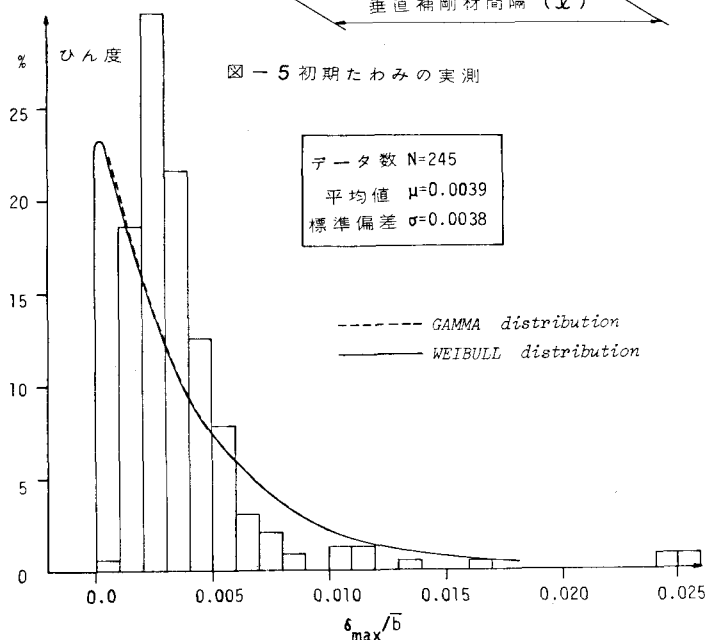


図-6 初期たわみのひん度分布

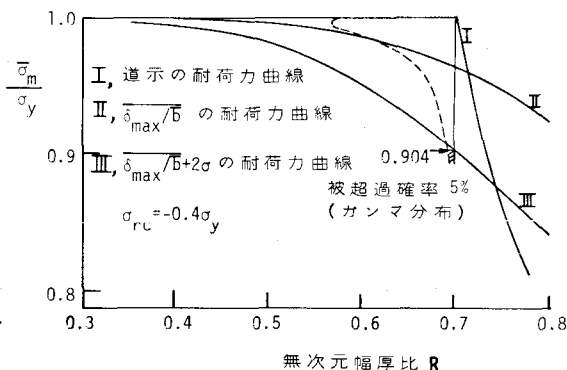


図-7 耐力力曲線