

I-12 プレート・ガーダーの座屈後挙動について

東京大学 正 員 奥村敬忠

宮地鉄工 ・ ○森下光政

富士製鉄 ・ 佐伯晃一

プレート・ガーダーの局部座屈は、それにより即座に全耐荷能力を失ひ崩壊するものではなく、たゞ、多少それまでの荷重へ変形の関係も要する結果となる。プレート・ガーダーの局部座屈には、①フランジの捩れ座屈 ②ウェブの剪断座屈 ③フランジの鉛直座屈 ④横倒れ座屈 ⑤補剛材の座屈 ⑥以上の組合せ、等が考えられるがここでは、基本的な ①及び②について考える。

(1) フランジの捩れ座屈。圧縮フランジの捩れ座屈は図-1の上の図のように起り、従って、補剛材間のフランジを下图のように切り出し三辺固執支持、6α辺自由、という境界条件でこの問題を解析することができる。その変形は

$$w = B(K \sin \alpha x y + \sin \alpha y) \sin \frac{\pi x}{a} \quad \text{--- (1)}$$

のように表われる。ここに α, β, K, a は、板のガウジオンによって与えられる定数であり、 B は変形の大きさを表す。座屈後における圧縮フランジの剛性は荷重と、その辺の変位によって与えられる。それには荷重と B の値の関係を求めなければならぬ我々は、それとエネルギー法、ガウシン法によって計算した。

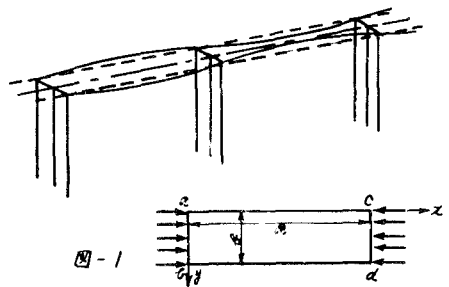


図-1

(2) ウェブの剪断座屈。ウェブが剪断力によって座屈変形を起すと、その後の変形によって、波の方向の張力は大きくなるが、それと直角方向の圧縮力は大きくはならない。これを張力場という。半張力場といわれる状態から完全張力場になると、フランジのウェブ面内曲げ剛度が大きい場合は、図-2のようにフランジは弾性基礎上の梁のような変形を受け、ウェブ内の斜張力と釣り合うであろう。フランジの曲げ剛度が無限大ならば、図中の α は 45° となり張力は一様となるが、曲げ剛度が小さくはると α は、パネルの対角線の角度となる。しかしながら、普通の溶接ガーダーのように、それがあまり小さくすると、図-2のような状態は成立しなくなり、次のような仮定を設けて、考えることはならない。

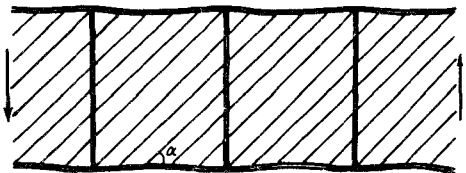


図-2

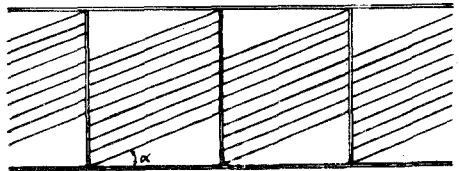


図-3

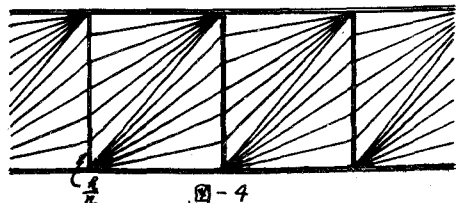
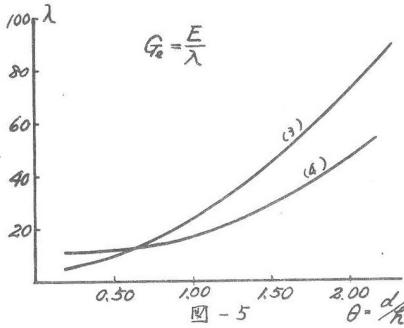


図-4

・ Lehigh の仮定。Lehigh 大学の最近の報告によると、図-3のように、ストリップを補剛材の間にアンカーさせている。この場合の α は、ストリップが最も効率のよい働きをするように定め、



$$\alpha = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{r}{d} \quad \dots (2)$$

とてゐる。そのとき換算剪断剛性 G_2 は

$$G_2 = \frac{E}{4} \left\{ 1 - \theta (\sqrt{1 + \theta^2} - \theta) \right\} \left(1 - \frac{\theta}{\sqrt{1 + \theta^2}} \right) \dots (3)$$

となる。ここに $\theta = d/r$ である。これに対して、我々の仮定は図-4のようである。ここで三角形のエレメントの延びに、 K は定数を取り入れて換算剪断剛性は

$$G_2 = \frac{2E}{n \theta^2 (K+1) \ln \frac{K+1}{K}} \sum_{m=1}^n \frac{\left(\frac{m}{n} \right)^2}{\left\{ 1 + \left(\frac{m}{n} \right)^2 \frac{1}{\theta^2} \right\}^{3/2}} \quad \dots (4)$$

となる。 n は補剛材方向のストリップ数であるが、むづかに大きくすればよいというものでもない。 K は実験に合うように定めなければならぬ。図-6 は、 $n=10$ 、 $K=200$ とて(3)(4)式の値を比較したものである。 K の値により、(4)は、そのまゝ上下する。

(3) 実験。フランジの座屈に関する実験は図-6に示されるもので行われ、フランジ縁(スパン中央)と梁の中央撓みを示すと図-7の如くなる。完全張力場に関する実験は図-8のもので行い、梁中央の撓みを図-9に掲げる。図中に示す G_2 と K の直線は、曲線の漸近線として満足すべきものであると見られる。

(4) 結論。高張力鋼を用いる時上の実験から得たスパン中央(長さ $> 1/30$)は弾性座屈をする張力場の G_2 に関しては Lehigh の仮定がよい結果を示しているようであるが、実験写真によると、我々の仮定が11かにむき当てあるように思う。又、定数 K を含むことは悪い点である。薄肉構造の局部座屈後の研究は、初期不整の取り扱ひ易さ、塑性設計の考え方と並行して重要である。

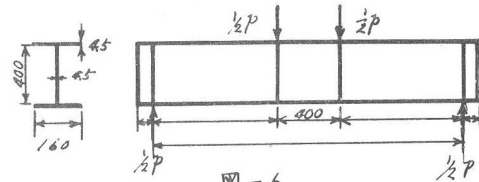


図-6

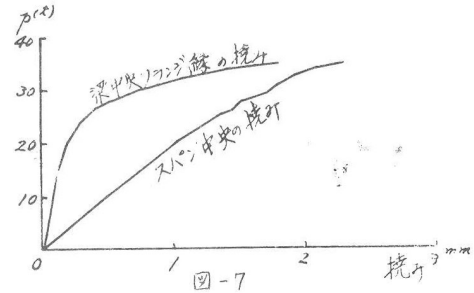


図-7

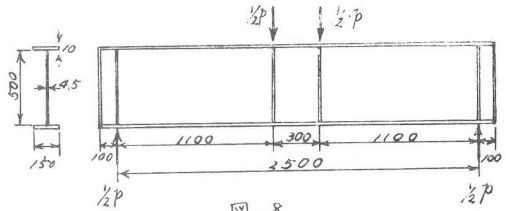


図-8

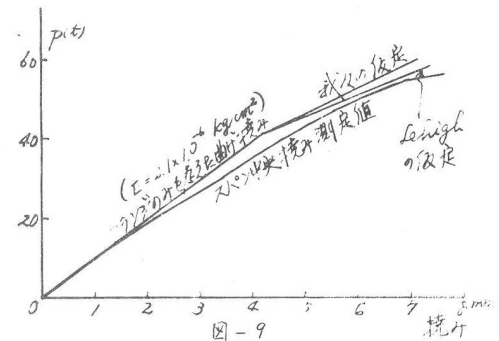


図-9

