

斜め補剛腹板を有するプレートガーダーのせん断耐荷力

関西大学工学部	正会員	米沢 博
関西大学工学部	正会員	三上市蔵
関西大学工学部	正会員	堂垣正博
総合技術コンサルタント	正会員	○宇野裕恵

1. まえがき 鉛直および水平補剛腹板を有するプレートガーダーのせん断耐荷力に関しては非常に多くの研究がなされている。一方腹板を斜め方向に補剛することがせん断耐荷力の向上に有効であることは容易に想像されるが、それに関する研究はあまり見当たらないようである。ここでは腹板を引張方向あるいは圧縮方向に斜め補剛した場合のせん断耐荷力を種々の張力場理論により解析した。さらに模型実験を行なって各理論との比較、斜め補剛材の方向による耐荷力の相違その他を検討した。

2. 張力場理論による耐荷力 図-1に示すように、引張方向または圧縮方向に補剛された腹板を有するプレートガーダーをそれぞれブラットタイプガーダー、ハウタイプガーダーと呼ぶことにし、4種類の張力場理論により耐荷力の理論値を決定した。各理論をそれぞれⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳとすると、理論ⅠはRockey-Skaloud²⁾と同様な張力場状態、理論ⅡはBasler¹⁾と同様な張力場状態、理論Ⅲは張力場の鉛直成分によって生じるフランジの塑性ヒンジ位置より張力場の傾斜角がそのせん断成分を最大とするように生じる場合、理論ⅣはHengy³⁾と同様な張力場状態をそれぞれ仮定した。各理論による耐荷力 V_{ult} はつぎのようになる。

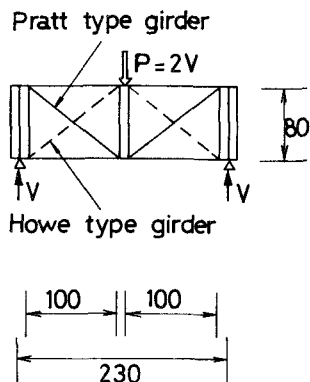


図-1

$$V_I = \tau_{cr} b t + 2 C t \sigma_t^I \sin^2 \theta_0 + \sigma_{t,0} A_0 \sin \theta_0$$

$$V_{II} = \tau_{cr} b t + b t \sigma_t^I \sin \phi \cos \phi + \sigma_{t,0} A_0 \sin \theta_0$$

$$V_{III} = \tau_{cr} b t + (b \cos \phi + 2 C \sin \phi - a \sin \phi) t \sigma_t^{\pi} \sin \phi + \sigma_{t,0} A_0 \sin \theta_0$$

$$V_{IV} = \tau_{cr} b t + a t \sigma_t^{\pi} \sin^2 \phi + \sigma_{t,0} A_0 \sin \theta_0$$

ここでは、 τ_{cr} は腹板のせん断弾性局部座屈応力⁴⁾、 a は鉛直補剛材間隔、 b は腹板高、 t は腹板厚、 C はフランジの塑性ヒンジ位置、 θ_0 は腹板の対角線傾斜角、 ϕ は張力場の傾斜角、 A_0 は斜め補剛材の断面積であり、 σ_t はvon Misesの降伏条件より理論Ⅰ、Ⅳ、理論Ⅱ、Ⅲに対しそれぞれつぎのようになる。

$$\sigma_t^{\pi} = -\frac{3}{2} \tau_{cr} \sin 2\phi + \sqrt{\sigma_{yw}^2 + \tau_{cr}^2 \left(\frac{3}{2} \sin 2\phi \right)^2 - 3} \quad , \quad \sigma_t^{\pi, II} = (1 - \tau_{cr} / \tau_{yw}) \sigma_{yw}$$

ここで、 σ_{yw} 、 τ_{yw} はそれぞれ腹板の降伏応力およびせん断降伏応力である。 $\sigma_{t,0}$ は斜め補剛材が受ける応力であり、その降伏応力を σ_{yw} 、三辺単純支持一辺自由の圧縮板としてのその座屈応力を σ_{cr0} とする。張力場の降伏をめぐってプレートガーダーの耐荷力としているので、張力場の降伏時における斜め補剛材方向の腹板の張力場内でのせん断量と等しいせん断量

を斜めの補剛材がもつと仮定すると、プラットタイプガーダーあるいはハウタイプガーダーでそのひずみ量に弾性定数に基いたものと σ_{ys} あるいは σ_{yp} との小さい方をそれぞれの σ_{ts} とする。

3. プレートガーダーの耐力実験 図-1に示すようなプラットタイプガーダーおよびハウタイプガーダー全溶接模型けたに対して耐力実験を行なった。模型けたはスパン2.3m, 腹板高80cm, 腹板厚2.3mm, フランジ厚1.5cm, 腹板の形状比 $b/t=1.25$, 腹板の幅厚比 $a/t=348$, フランジの幅厚比 $b/t_f=5.33$, 斜めの補剛材と腹板の断面積比 $S=0.0478$ である。斜めの補剛材は千鳥溶接とし、残留応力を極力おとした。測定は下フランジの鉛直たわみ, 腹板の面外たわみ, 斜めの補剛材の腹板面外たわみとダイヤルゲージを用い, 腹板, 上フランジ, 斜めの補剛材のひずみは電気抵抗線ひずみ計(塑性域用)を用いて行なった。実験結果の一例としてプラットタイプガーダーの腹板の面内ひずみを図-2に示す。これは、張力場の応力分布を顕著に表わしている。模型けたは上フランジに塑性ヒンジが生じ崩壊した。崩壊状況を写真-1に示す。理論値と実験値との比較を表-1に示す。腹板の局部座屈に関しては、プラットタイプガーダー、ハウタイプガーダーの周辺境界条件としてそれぞれ固定、単純支持と考えられる。また斜めの補剛材は腹板の局部座屈以後とがなりの載荷に対して水平変形を生じず、張力端がなり発達するにつれ水平変形を生じ、それにつれて腹板の座屈モードは張力場モードへと変化した。表中の V_{45} , V_B は無補剛材の場合のRockey-Skaloud¹⁾およびBasler²⁾の理論によるせん断耐力を示している。理論中、Ⅲが最もよく実験に適合するようである。

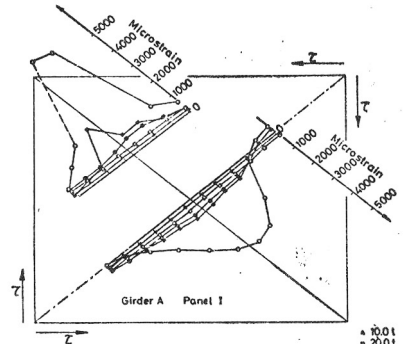


図-2

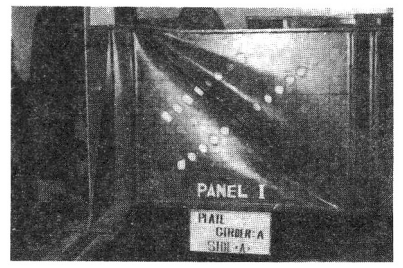


写真-1

表 - 1

		$\frac{C_{exp}}{a}$	$\frac{C_{RS}}{a}$	$\frac{C_I}{a}$	$\frac{C_{II}}{a}$	$\frac{C_{IV}}{a}$	$\frac{\tau_{cr,exp}}{\tau_{yw}}$	$\frac{\tau_{cr}}{\tau_{yw}}$	P_{2V} (ton)	$\frac{V_{RS}}{V_{exp}}$	$\frac{V_B}{V_{exp}}$	$\frac{V_I}{V_{exp}}$	$\frac{V_{II}}{V_{exp}}$	$\frac{V_{III}}{V_{exp}}$	$\frac{V_{IV}}{V_{exp}}$
Pratt type	SS	0.232	0.250	0.249	0.304	0.269	0.221	0.096	39.6	0.712	0.871	0.838	1.005	1.005	0.965
	FX		0.250	0.236	0.298	0.269		0.142		0.755	0.904	0.864	1.035	1.025	1.005
Howe type	SS	0.282	0.250	0.216	0.281	0.269	0.247	0.260	41.8	0.675	0.825	0.828	0.967	0.955	0.976
	FX		0.250	0.210	0.278	0.269		0.329		0.715	0.856	0.890	1.022	0.998	1.007

参考文献 1)Rockey, K.C. and M. Skaloud, Struc. Eng., 50-1, pp.29-47, 1972. 2)Basler, K., Proc. ASCE, 87-ST7, pp.151-180, 1961. 3)Hergog, M., Proc. ASCE, 100-ST5, pp.847-864, 1974. 4)三上市蔵・松下貞義・中康久・米沢博, 工本学会論文報告集, 196, pp.45-64, 1971-3.