

I-15 曲げ・せん断の組合せ荷重を受ける変断面桁梯形パネルの強度について

舞鶴工業高等専門学校 正員 武田八郎

1. まえがき

腹板高さが直線的に変化する変断面プレート・ガーダーが主としてせん断力を受ける場合の強度については、二、三の研究結果が報告されている。^{1)・2)} 今回このような桁の梯形パネルが曲げ・せん断の組合せ荷重を受ける場合について、簡単な強度予測式を求めた。さらに載荷実験を行い、破壊強度と予測値との比較を行うとともに、破壊に至るまでの挙動について調べたので報告する。

2. 解析モデル

座屈後のパネルの強度が、従来からいわゆるモデル解析に多く使用されてきたように、曲げ・せん断座屈時の強度と、張力場によって負担される強度との和で表されるものとする。

1) 梯形板の曲げ・せん断座屈荷重 梯形腹板の座屈荷重を算定するために、図-1のように曲げとせん断の作用を受ける平面応力場の梯形板を考える。たわみに関する境界条件として、 $Y=0$ および a で単純支持、他の二辺については単純支持または固定支持を考えた。応力算定には一定歪要素を、座屈解析には3頂点のたわみと三辺の回転変位を自由度にとった三角形要素を用いた有限要素法²⁾により計算を行った。全要素の平均せん断応力とパネル中央高さを用いて座屈時の荷重値を求めた。

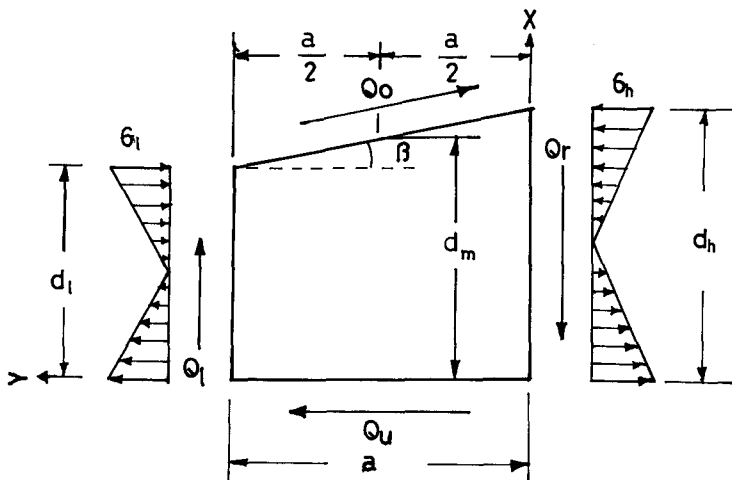


Fig. 1

2) 張力場モデル 過去の載荷実験結果から、梯形パネルの上方の三角形部分では張力場が比較的未発達であるので²⁾、張力場の分布を図-2のように仮定した。さらに、曲げ応力分布について図-2のように単純化を行い、破壊パネルの中間補剛材付近傍断面で切断し、切断後のパネルにつりあい条件を適用すると、張力場によって負担されるせん断力は次のように求められる。

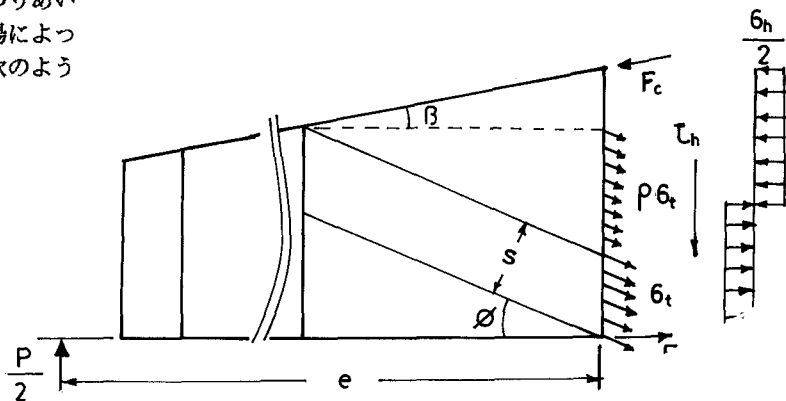


Fig. 2

$$\frac{P}{2} = \frac{\sigma_t \cdot t}{d_h \cos \beta - e \sin \beta}$$

$$\left[s \left(\frac{s}{2} \sin \beta + d_h \cos \beta \sin \phi \right) + \rho a \sin \phi \left\{ \left(s + \frac{a}{2} \sin \phi \right) \sin \beta + d_h \cos \beta \sin \phi \right\} \right]$$

ただし、 t は腹板厚、 a はパネル長、 d_h は最大パネル高、 ϕ は張力場の傾斜角、 β はフランジ傾斜角、 e は切断面から荷重作用点までの距離、 ρ は等価張力場の係数、 s は張力場の幅で d_1 を最小パネル高とすると $s=d_1 \cos \phi - a \sin \phi$ である。また、 σ_t は張力場応力であり、次のようになる。

$$\sigma_t = - \left[\frac{\sigma_h}{8} + \frac{3}{2} \left(\frac{\sigma_h}{4} \cos 2\phi + \tau_h \sin 2\phi \right) \right] + \sqrt{\frac{3}{8} \sigma_h \left(\frac{\sigma_h}{4} \cos 2\phi + \tau_h \sin 2\phi \right) + \sigma_Y^2 - \frac{3}{4} \left(\frac{\sigma_h}{8} + \tau_h \right)^2 - \frac{9}{4} \left(\frac{\sigma_h}{4} \sin 2\phi - \tau_h \cos 2\phi \right)^2}$$

3. 実験結果

供試体は、図-3に示すように圧縮辺が直線的に傾斜した桁で、傾斜角は約8.6度である。また腹板厚 t は2.08mm、腹板降伏点応力は3460kg/cm²であった。

桁は試験パネルに張力場が発達し傾斜フランジが落ち込むことにより最終的に崩壊した。崩壊荷重は21.9tonであったが、一方上記による崩壊予測荷重は19.6tonで

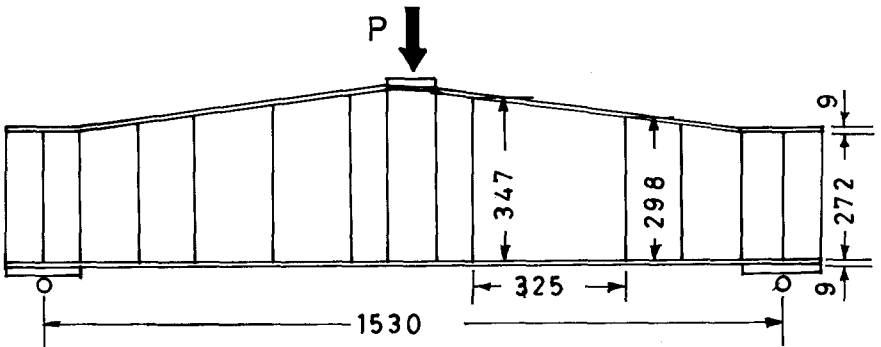


Fig. 3

控え目の値となった。

なお、 ρ の値として0.5を用い、曲げ・せん断座屈に対する境界条件として上下辺の回転を拘束した。

図-4に腹板の斜め方向歪の発達状況を、また図-5に傾斜フランジ軸方向歪の分布状況を示す。何れも崩壊荷重に近づくると急に歪が増大していることが分かる。



Fig. 4

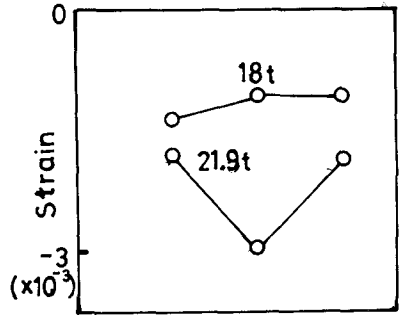


Fig. 5

詳しい結果については講演会当日述べたい。

謝辞：卒業研究として、実験に協力して頂いた諸氏に感謝の意を表したい。

参考文献：1) Davis, G. and Mandal, S.N. : The Collapse Behaviour of Tapered Plate Girders Loaded within the Tip, Proc. Instn. Civ. Engrs., Part 2, Vol. 67, pp. 65-80, 1979.

2) 武田・三上: 変断面プレートガーダーのせん断強度、構造工学論文集, Vol. 33A, pp. 115-126, 1987.

3) Chern, C. and Ostapenko, A. : UNSYMMETRICAL PLATE GIRDERS UNDER SHEAR AND MOMENT, Fritz Engineering Laboratory Report, No. 328.9, 1970.