

プレートガーダー腹板パネルのせん断強度

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○武田 八郎
大阪大学工学部 正会員 小松 定夫

1. まえがき プレートガーダーのせん断強度特性に関する研究は、いわゆる崩壊モデルを仮定した塑性解析による方法^{1)~5)}と、幾何学的および材料非線形性を考慮した弾塑性有限変位解析による方法⁶⁾⁷⁾とに大別されると思われる。

本研究では、有限要素法を用いた弾塑性有限変位解析により、垂直補剛材と上下フランジに囲まれた腹板パネルを対象に、そのせん断強度特性について若干の考察を得たので、報告する。

2. 解析法 腹板には平面シェル要素を、フランジおよび垂直補剛材には梁-柱要素を使用した有限要素法により解析を行った。材料非線形に関する仮定として、材料は完全弾塑性体で、von Mises の降伏条件および Prandtl-Reuss の塑性流れ理論に従うものとする。また、幾何学的非線形性に関連して移動座標を用いる方法や、その他の解析手法については文献⁸⁾によった。

3. 解析モデル プレートガーダーの連続するパネルから、図-1 に示すように1つの腹板パネルを取出す。図-2 のように変位増分 Δv を与えるが、補剛材が斜張力場のアンカーとして作用するように、補剛材の水平変位を拘束した場合(これをI.とちる)、およびフランジと補剛材との接合部で4点支持された場合(これをII.とちる)とを考えた。また、図-1 に示すようなフランジの変形に関する拘束条件を与えたが、これは拘束方程式を剛性方程式に適用して、縮小された方程式を得る方法によって処理した。腹板の面外変形に関する境界条件としては、4辺単純支持とした。数値計算に際して、 $a = b = 75 \text{ cm}$ の正方形パネルを考え、腹板およびフランジの降伏応力は $\sigma_{yw} = \sigma_{ys} = 2400 \text{ kg/cm}^2$ 、ヤング係数 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ とした。また、初期たわみは図-2 に示される場合を考慮し、残留応力無し、要素分割は断らない限り腹板 6×6 分割とし、フランジと補剛材もこれに対応させた。板厚方向の層割りは、腹板、フランジともに4分割とした。

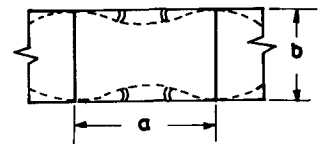


Fig.1

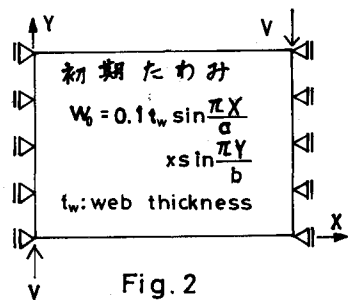


Fig.2

4. 数値計算結果 本方法による I. の場合の終局強度計算値 S^{th} と崩壊モデルを仮定しての各理論値との比較を、6 cases について表-1 に示す。Basler の理論値は、近似・厳密降伏条件式ともに良い一致を示すが、この表で見ると限り、腹板幅厚比が小さくせん断圧縮荷重が大きいとき、高めの値を与えている。Chern-Ostapenko による値は、一般に高めの値

Hachirō TAKEDA and Sadao KOMATSU

を与えるようである。Rockey-Skaloud

の値は、従来から指摘されているように、理論値が塑性ヒンジの位置に大きく左右されるような構成になっているようで、フランジ剛度の大きいとき適用できない事が多いことは問題である。Porter-Rockey-Evans の値も、フランジ剛度の大きいとき高くなるように思われる。

図-3 に、Case 1 と 3 の場合について

腹板の塑性域の広がり方を示した。両者では、塑性域の広がり方に明らかに差異がある。また、腹板の主応力分布図から判断すると、張力場の傾きは、文献(1)と(2)のほぼ中間の値になっている。

Case 1, 4, 6 の S^h の比較、あるいは、2, 5 のそれの比較から知られるように、フランジ剛度の相違による終局強度の差程の違いは見られなかった。また、I. の解析結果からは、フランジに塑性ヒンジの生成

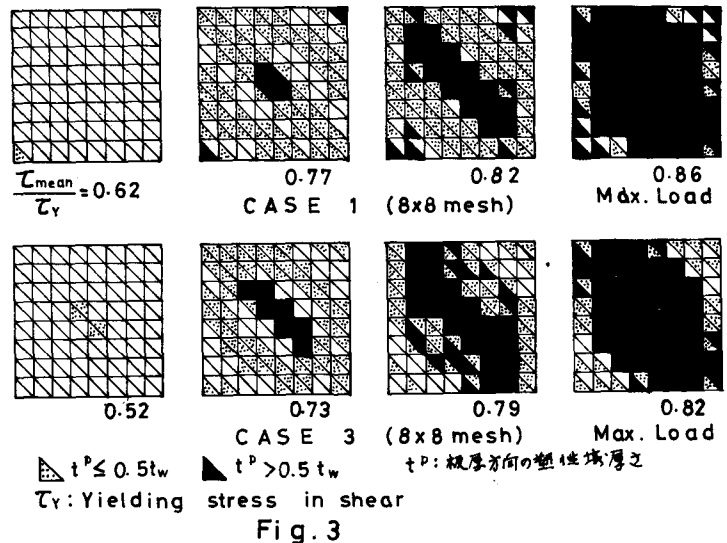
は認められなかった。これらの事は、I. の場合の仮定の結果として、補剛材がかなり斜張力を受持つことによると思われる。II. の場合の結果および詳しい数値計算結果については【参考文献】講演会当日述べたい。

Table-1

CASE	1	2	3	4	5	6
t_w mm	5	7.5	375	5	7.5	5
b/t_w	150	100	200	150	100	150
t_f mm	20	20	20	10	10	5
C cm	30	30	30	30	30	30
S^h tons	45.6	72.6	31.7	45.2	72.1	44.7
Basler ¹⁾	approx.	43.3	78.3	28.7	43.3	43.3
	exact	46.9	77.9	30.9	46.9	77.9
Chern-Ostapenko ²⁾	50.3	80.5	34.0	47.4	77.7	46.7
Rockey-Skaloud ⁴⁾	*	*	*	39.9	76.1	34.3
Porter-Rockey-Evans ⁵⁾	50.9	81.8	36.5	45.0	78.9	42.4

*: inapplicable

t_f : Flange thickness C: Flange width



1) Basler, K.: Strength of plate girders in shear, Proc. of ASCE, Vol. 87, No. ST7, 1961.

2) Chern, C. and Ostapenko, A.: Ultimate Strength of Plate Girders under shear, Fritz Engrg. Laboratory Report No. 328-7, Lehigh Univ., 1969.

3) Homatou, S.: Ultimate strength of stiffened plate girders subjected to shear, Proc. of Colloquium on Design of Plate and Box Girders for Ultimate Strength, IABSE, London, 1971.

4) Rockey, K. C. and Skaloud, M.: The ultimate load behaviour of plate girders loaded in shear, Structural Engineer, Vol. 50, No. 1, 1972.

5) Porter, D. M., Rockey, K. C. and Evans, H. R.: The collapse behaviour of plate girders loaded in shear, Structural Engineer, Vol. 53, No. 8, 1975.

6) 奈良・小松: 純せん断力を受ける鋼板の極限強度に関する研究, 土木学会第38回年講, 概要集 I-83.

7) 萩原・倉西: せん断力を受けるウェブパネルの弾塑性解析, 土木学会第38回年講, 概要集, I-97.

8) 小松・北田: 土木学会論文報告集, 第270号, 1978.