

東北大学工学部 ○学生員 中沢 正利

東北大学工学部 正 員 倉西 茂

1. まえがき

純せん断力を受ける直線プレートガーダーの終局耐荷力を考える際に、これまでのモデル解析法では、斜張力場をアンカーしているフランジに塑性ヒンジが生じてパネル全体の崩壊に至ると考えているものが多い。しかし、終局状態に達するまでにその様な大きな変形をするとは考えられない。また、Crisfield¹⁾によれば終局状態でもフランジはそれほど変形せず、その後さらに载荷を続けた時、局部的に不安定になりフランジが大きく変形すると述べている。以上の事を踏まえて本研究では、枠組作用を考慮するために上下フランジを有するウェブパネルを対象とし、ウェブの縦横比及び幅厚比を変化させて、終局せん断強度及びウェブの終局性状を調べてみた。

2. 解析手法

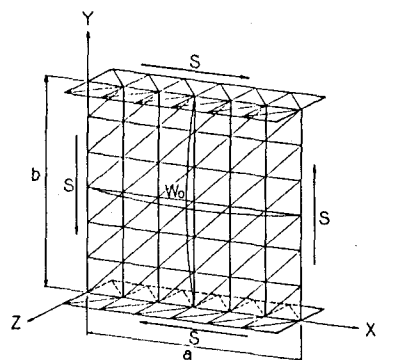
連続条件緩和型変分原理に応力仮定のハイブリッド法²⁾を適用し、三角形要素による定式化を行っている。材料の非線形性に関しては、von Mises の降伏条件を用い、歪硬化則としては降伏局面の原点移動量がZiegler則に従う移動硬化則を採用した。

3. 解析モデル及び境界条件

解析モデルを図1に示す。上下フランジとウェブを三角形要素で離散化し、ウェブの初期たわみとして道示より桁高の1/250 を最大とする二重正弦級数を仮定している。純せん断荷重は各辺上の節点に分配して作用させている。パネル周辺の境界条件については、純せん断状態を考えるためにウェブ左右辺の橋軸方向変位は無いものとし、面外方向へはその辺上で単純支持条件としている。また、フランジについては、両端で振りを拘束する他は全て自由とする境界条件を仮定している。

4. 解析結果及び考察

本解析でのパラメータはウェブの縦横比0.667 ~ 2.000 , 幅厚比152 ~ 210 であり、この時フランジ断面は一定にした。(表1参照) 尚、残留応力は考えていない。終局せん断強度解析結果を同じく表1に併記する。幅厚比が大きくなるにつれ、ウェブ断面は薄くなるため、ウェブは大きな変形を生じて終局強度は低下している。また縦横比が大きい程、座屈荷重が小さいため同様に強度は低下する。図3は縦横比を変化させた時の終局状態直前でのウェブの変形図であるが、縦横比0.667 では明瞭な座屈波形は見られていない。さらに、図4に上述の変形に対応した板厚中央面での主応力分布を示す。縦横比1 ではほぼ均一な純せん断状態を呈しており、高い終局せん断強度を発揮する要因となっている。縦横比が大きくなるにつれて、ウェブ中央での引張主応力が卓越し、張力場の発達



Initial deflection

$$w_0 = b/250 \sin(\pi x/a) \cdot \sin(\pi y/b)$$

図1 解析モデル

	縦横比	幅厚比	ウェブ厚 t	S_u/S_p
Model 1	1.52	1.0	1.0 cm	0.983
2	1.80	1.0	0.84	0.901
3	2.10	1.0	0.72	0.846
4	1.52	0.667	1.0	1.021
5	1.52	1.333	1.0	0.962
6	1.52	1.667	1.0	0.907
7	1.52	2.000	1.0	0.855

フランジ厚 = 2.0 cm, フランジ幅 = 20 cm

$$\begin{aligned} \text{終局せん断力: } S_u &= b t \times \sigma_f / \sqrt{3} \\ \text{全断面せん断力: } S_p &= 2400 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

表1 終局強度解析結果

明瞭にわかる様になる。幅厚比が変化する場合には、幅厚比が大きければウェブは薄くなるため、面外変形量は大きくなる。しかし、主応力分布にはあまり差はない。図2は上フランジの軸方向応力度の分布を示したものである。縦横比0.667の場合には張力場のアンカー付近では圧縮、反対の端部では引張が生じ、縦横比 >1.333 ではその逆の分布となり縦横比の増加に伴って生じる応力も大きい。この境界として縦横比1ではアンカー部を除いて軸方向応力度は小さい。この理由は、ウェブに生じる座屈波形及びその位置と密接に関連している。最後に、本解析で得られた終局状態直前でのフランジの変形

は、縦横比、幅厚比が変化してもさほど大きいものではなく、やはりフランジはほぼ直線を保っている。

DEFORMATION CONFIGURATION

ASPECT RATIO = 0.667
WIDTH-THICKNESS RATIO = 152
SU/SP=1.021
BF=0.20
TF=0.02

ASPECT RATIO = 1.000
WIDTH-THICKNESS RATIO = 152
SU/SP=0.983
BF=0.20
TF=0.02

ASPECT RATIO = 2.000
WIDTH-THICKNESS RATIO = 152
SU/SP=0.855
BF=0.20
TF=0.02

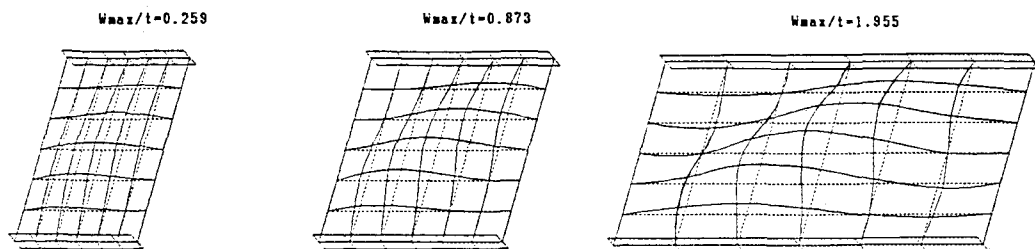


図3 終局状態直前での変形形状

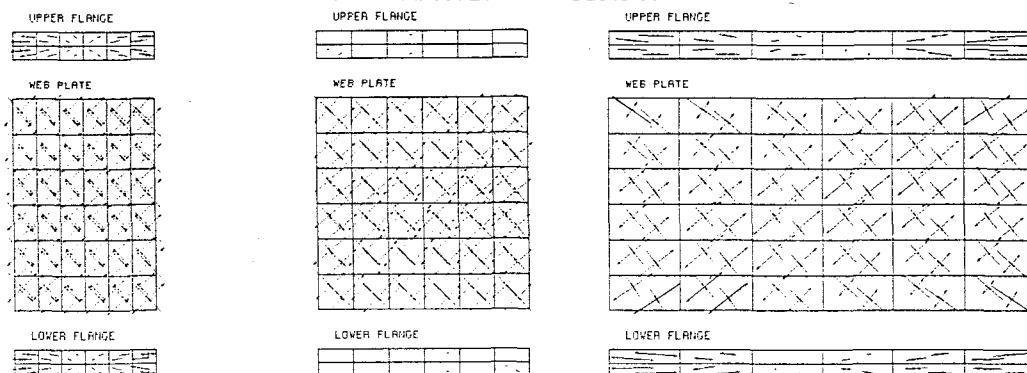


図4 主応力の分布

5. 参考文献

- 1) ICE: Steel Box Girder Bridges, Proc. of the International Conference Organized by the Institution of Civil Engineers in London, Session B. Discussion, PP.152 ~, Feb., 1973
- 2) Pian, T.H.H and Tong, P.: Rationalization in Deriving Element Stiffness Matrix by Assumed Stress Approach, Proc. 2nd Conf. Matrix Meth. Struct. Mech., Wright Patterson Air Force Base, Ohio, 1968