

MARCによる薄肉プレートガーダーのせん断耐荷力の解析

関西大学工学部 正会員 三上 市蔵
 日本技術開発㈱ 正会員 森川 陽介
 関西大学大学院 学生員 山里 靖
 ㈱オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○三矢 寿

1. まえがき 直線プレートガーダーのせん断耐荷力は、腹板の張力場作用とフランジや垂直補剛材の縁材による枠作用とにより決定されると言われている。奈良ら¹⁾はフランジや垂直補剛材を境界条件に置き換えて板パネルとしてFEM解析を行い、倉西ら²⁾はフランジを有する腹板パネルを対象とし垂直補剛材を境界条件に置き換えてFEM解析を行っている。しかし、せん断を受ける腹板を解析するにあたり、フランジや垂直補剛材を境界条件に置き換えることは困難である。そこで、本研究では、せん断が支配的になるように設計された図-1に示す実験モデル³⁾をモデル化し、有限要素法汎用プログラムMARCを用いて解析を行い、解析結果を実験結果³⁾と比較検討した。

2. 解析手法 解析は表-1に示すフランジ寸法と初期たわみ形状の異なる2つのモデルに対して行った。腹板パネルと上下フランジには4節点シェル要素を、垂直補剛材には2節点はり-柱要素を用い、腹板部分はx軸、y軸方向に8×8分割し、上下フランジはx軸、z軸方向に8×4分割し、さらに、板厚方向を8層に分割した。幾何学的非線形方程式は修正Newton-Raphson法を用いて解き、材料の非線形性に関しては降伏条件としてvon-Misesの降伏判定式を用い、ひずみ硬化はないものとして、完全弾塑性体とした。

3. 境界条件と初期条件 解析に用いた要素は1節点6自由度を有しており、図-2に示すように、腹板パネル左右辺で面外固定支持し、右辺でせん断力を与え、左辺で垂直変位を拘束している。また、初期不整としては、初期たわみと残留応力を考え、初期たわみ形状は、比較に用いた実験モデル³⁾の初期たわみ形状を近似的に次の正弦級数で与え、最大初期たわみ量は実験モデル³⁾の最大初期たわみ量と同値を与えた。

(モデル1)

$$W_0 = W_{0\max} \sin \frac{\pi x}{b} \sin \frac{\pi y}{b}$$

(モデル2)

$$W_0 = W_{0\max} \sin \frac{\pi x}{b} \sin \frac{2\pi y}{b}$$

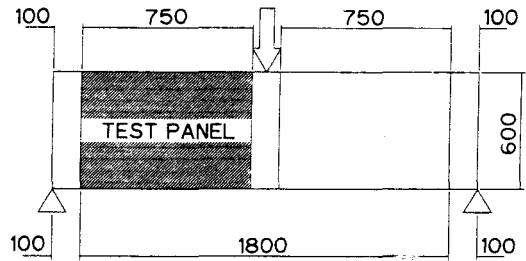


図-1

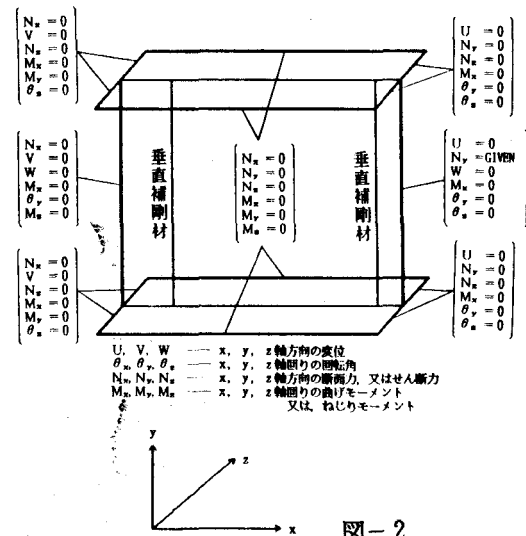


図-2

Ichizou MIKAMI, Yosuke MORIKAWA, Yasushi YAMASATO, Hisashi MITSUYA

残留応力は図-3に示す分布形を仮定し、板厚方向には一定とした。解析に用いた弾性係数、降伏応力、ポアソン比などの材料定数は実験モデルと同じ値(表-2)を用いた。

4. 解析結果 2つのモデルについてのFEM解析の結果を以下に示す。図-4はの右側垂直補剛材の位置における引張フランジの鉛直たわみと荷重の関係である。せん断耐力および鉛直たわみについては実験値には近い値が得られている。耐力の差はモデル1で約4%、モデル2で約1%で、いずれも解析値が実験値より低めになっている。その一因として、FEM解析で、ひずみ硬化を無視したことが考えられる。

図-5は塑性ヒンジ形式の様子を示す圧縮フランジの残留たわみ分布図である。FEM解においても、塑性ヒンジは両モデルとも生じているようで、モデル1ではその位置もほぼ一致している。塑性ヒンジは腹板の斜張力場の形成に大きく関与するので、モデル1の実験と解析のたわみ分布を比較すると図-6のようになる。たわみ形状や斜張力場の傾きはほぼ一致している。

5. あとがき フランジや垂直補剛材を境界条件に置き換えた解析では生じなかった塑性ヒンジも本解析においては生じているようである。終局耐力も本解析では比較的良好な精度で実験値と一致した。

表-1

モデルの諸寸法

Model	Top and bottom flanges $b_f \times t_f$ (mm×mm)	Web $b_w \times t_w$ (mm×mm)	Panel length a (mm)
1	100×10	600×2.3	750
2	80×6	600×2.3	750

表-2

材料定数

Model	Component	Yield stress (kgf/cm ²)	Young's modulus ($\times 10^4$ kgf/cm ²)	Poisson's ratio
1, 2	Web plate	2010	2.02	0.28
1	Flange	3275	2.07	0.27
2	Flange	3266	2.03	0.27

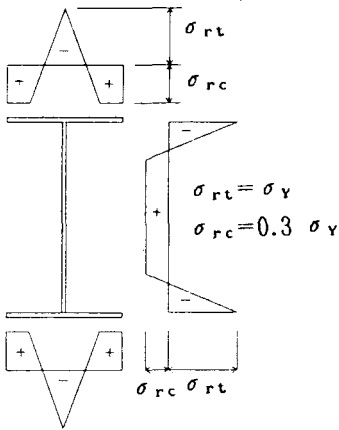


図-3

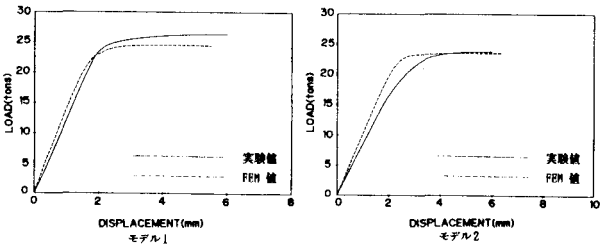


図-4

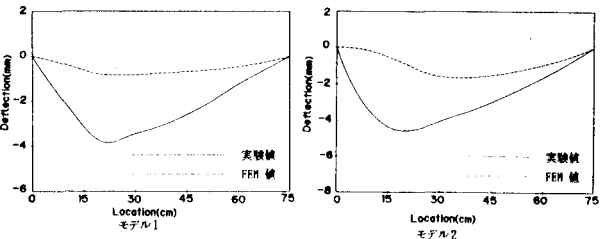


図-5

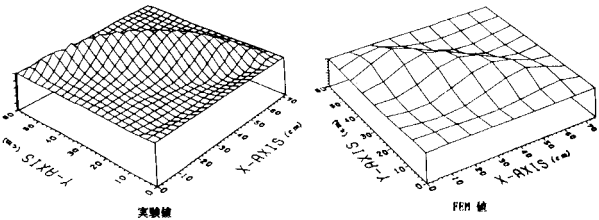


図-6

1) 奈良・出口・福本：土木学会論文集，No.392，1988。2) Kuranishi, Nakazawa, Iwakuma：JSCE No.392，1988。3) 三上・播本・吉村・吉澤：土木学会年次学術講演会，1988。