

I-83

軸圧縮力と繰り返し曲げを受ける
鋼薄板集成断面はり一柱の簡易解析

(株)新日本製鉄 正員 森 忠彦
 京都大学工学部 正員 渡邊 英一
 京都大学工学部 正員 杉浦 邦征
 阪神高速道路公団 正員 鈴木 巖

1. 研究の目的および概要

繰り返し荷重を受ける構造物の局所的な破壊性状を取り入れた全体解析を行うには、最新の技術をもってしても多大な時間と費用を要し現実的には不可能に近い。そこで本研究では単一板要素の圧縮・引張実験を行い、その実験結果を用いて一定軸力と繰り返し曲げを受ける鋼箱型断面はり一柱の変形履歴特性を簡易的な解析方法により評価することを試みた。

2. 圧縮・引張実験

初期不整および残留応力を含む単一板要素の繰り返し変形履歴特性を明らかにするため、Fig. 1に示す供試体について一軸圧縮・引張実験を行った。Fig. 2にその実験結果を示す。

3. 変形履歴曲線のモデル化

前述の圧縮・引張実験をもとに単一板要素の繰り返し载荷における応力-ひずみ関係を簡単な数式により近似することを試みた。そのモデル化を簡単に説明すると次のようである。処女圧縮時の履歴は原点とピーク点とを結ぶ3次曲線、ピーク以降は双曲線により近似する。また繰り返し载荷中の圧縮・引張の履歴は高々3次までの多項式により近似する。なおピーク時における応力、ひずみの値は実験から得られた結果を用いた。

4. 解析モデル

解析はFig. 3(a)に示すような箱型断面部材を対象とし、仮定したフランジ及びウェブの違いにより以下に示す4つのモデル^{1), 2)}について解析を行った。

モデル1: フランジの存在のみを仮定したモデル。

(Fig. 3(b)参照)

モデル2: ウェブを弾性体と仮定したモデル。

(Fig. 3(c)参照)

モデル3: モデル2においてウェブの弾塑性状態を式(1)で表される降伏曲面により仮定したモデル。

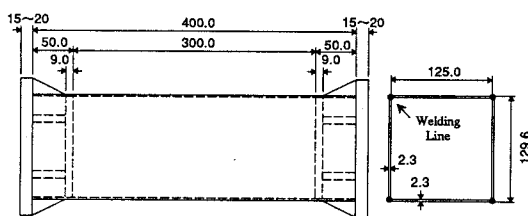


Fig. 1 圧縮・引張実験供試体 (TA747')

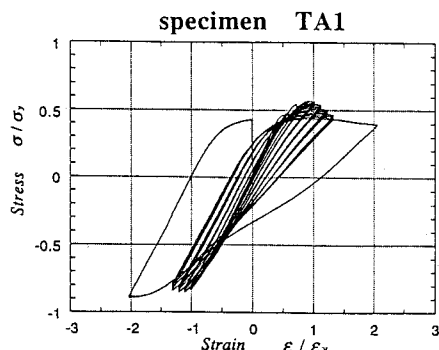


Fig. 2 実験結果 (TA747')

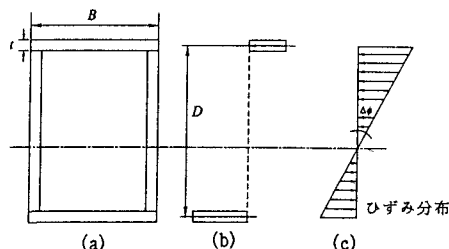


Fig. 3 解析モデル

$$\text{式(1)} \quad \left| \frac{M_w}{M_{wy}} \right| + \left| \frac{P_w}{P_{wy}} \right| = 1$$

$$\text{式(2)} \quad \frac{2}{3} \left| \frac{M_w}{M_{wy}} \right| + \left(\frac{P_w}{P_{wy}} \right)^2 = 1$$

モデル4:モデル2においてウェブの弾塑性状態を式(2)で表される降伏曲面により仮定したモデル。

以上のモデルについて曲率増分を順次与え、その曲率増分を満足するようなフランジ及びウェブのひずみ状態を繰り返し計算により求め、部材全体の曲げモーメントを決定する。ただしフランジは前節で仮定した応力-ひずみ関係に従って動くものとする。

5. 解析結果および考察

一定軸力と繰り返し曲げを受けるFig. 4に示す鋼箱型断面部材の解析結果をFig. 5~Fig. 7に示し、実験結果との比較を行う。なおピーク時における無次元化した応力およびひずみの値は実験結果から次の値を用いた。

$$\bar{\sigma}_p = 0.63, \bar{\epsilon}_p = 1.19$$

Fig. 5のモデル1~4の比較によるとモデル1ではピーク時の耐力力が過小評価され、その後の耐力の低下も激しい。モデル2ではピーク後の耐力の低下を捉えることはできない。モデル3, 4ではピーク以降の低下は緩やかだがピーク耐力は実験値よりも小さい。Fig. 6に示したモデル4の荷重分担特性をみるとピーク後はフランジの耐力が低下するので、ウェブによる荷重分担が劣化特性改善に有効であると考えられる。モデル4による繰り返し載荷の結果(Fig. 7)では、繰り返し載荷に伴う耐力の低下など全体の傾向はうまく捉えられている。しかし耐力力は実験値との隔たりが大きく、今後ピーク耐力の評価を改良する必要がある。

6. 結論

- (1) 単一板要素のヒステレシスを仮定することにより、繰り返し曲げを受ける箱型断面部材の変形挙動の傾向を表現することができた。
- (2) 簡便な弾塑性状態を仮定したモデル4により実験値をある程度捉えることができた。

7. 参考文献

- 1) 福本・草間: 薄肉鋼箱形げたの交番座屈挙動特性, 構造工学論文集Vol. 31A, pp. 37-50, 1985年3月。
- 2) 杉浦・渡邊: はり一柱の非弾性断面挙動のモデル化, 構造工学における数値解析シンポジウム論文集第13巻, pp. 365-370, 平成元年7月。

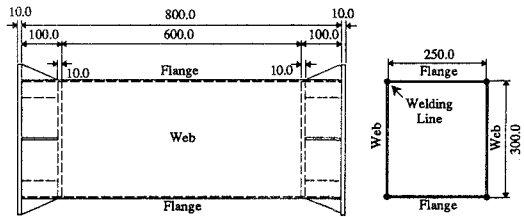


Fig. 4 曲げ実験供試体 (MAタイプ)

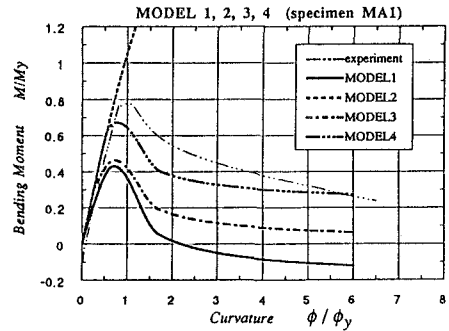


Fig. 5 解析結果 (4モデルの比較)

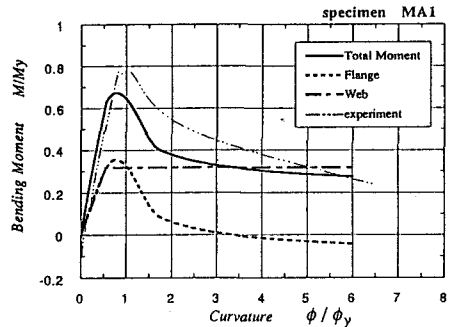


Fig. 6 解析結果 (荷重分担)

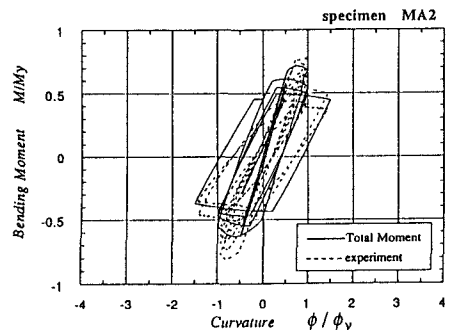


Fig. 7 解析結果 (MAタイプ 繰り返し)