

佐々木建設 正会員の礎部 是
 東京都立大学 正会員 野上 邦榮
 東京都立大学 正会員 伊藤 文人

1. はじめ

鋼構造部材に作用する荷重として通常考えられるものは、軸方向荷重、曲げ、せん断およびねじりであり、各々の荷重に対して異なった変形様式が対応している。しかし、ある条件下では、各々の荷重状態に対して単純な変形の発生以外に2種以上の変形が連成して生じる場合があることは衆知のとおりである。

また、このような連成の変形が生じる場合の他に、荷重そのものが同一部材に対して2種以上組み合わせられて作用する場合が少なくない。はり-柱部材の場合、次のような組み合わせ状態が少なくとも考えられる。

- 軸方向荷重(圧縮)と強軸回りの曲げ
- 〃 〃 と弱軸回りの曲げ
- 強軸回りの曲げと弱軸回りの曲げ
- 軸方向荷重(圧縮)と両主軸回りの曲げ

これらの組み合わせ荷重の影響は、残留応力を含む材料非線形性との関連において考察されるべきものであり、考える荷重状態のもとにおける弾塑性係数の変化を確かめる問題になる。

本報告は、a)~d)の組み合わせ荷重の作用するはり-柱部材について耐荷力解析を行ない、荷重の作用順序の違いがその耐荷力に及ぼす影響について検討を行っている。

2. 解析モデル

解析に用いた部材は、Fig. 1 に示すように一端に軸圧縮力 P と曲げモーメント M_0 を受ける単純支持された H 型断面薄肉部材である。この部材の細長比は $L/\eta = 100$ 、初期曲りは正弦波 ($u_0/L = 1/1000$) である。ここで L = 部材全長、 u_0 = 部材中央初期鉛直変位。また、材料特性は完全弾塑性体とし、Fig. 2 に示すような直線近似的残留応力分布を考慮している。



Fig. 1

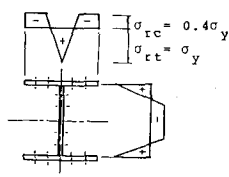
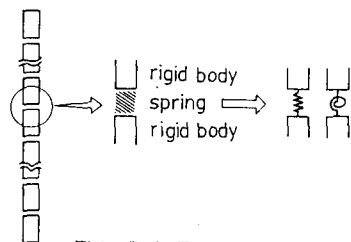


Fig. 2



Finite Rigid Element Model

Fig. 3

数値解析モデルは、Fig. 3 に示すような新しい離散化モデルを用いている¹⁾。このモデルは、連続体である部材を有限な剛体要素に分割し、各剛体要素間を伸縮ばねと回転ばねで連結したいわゆる有限剛体要素モデルである。

3. 荷重の作用順序

1. で述べた組み合わせ状態 a)~d) は、荷重作用順序が違えば当然ながら鋼材の履歴に差があらわれる。その結果、耐荷力としての通に差がでてくる疑いがある²⁾。そこで、次のような作用順序を考え、つまり、

- ① 両端曲げモーメント M_0, KM_0 を初めに作用させておき、その後はこれを一定にしておいて軸圧縮力 P がどのような順に達するかを調べる。
- ② ①により最大軸圧縮力として得られた P_{cr} を初めに作用させておき、その後はこれを一定にしておいて、最大端曲げモーメント M_{max} を求める。

①の初期端曲げモーメントとして与えた M_0 と②より得られる最大端曲げモーメント M_{max} を比較することにより、作用順序の耐荷力への影響を検討することができる。

4. 解析結果

①の作用順序の場合、まず初期端曲げモーメントとして $M_0/M_p = 0.0, 0.1, \dots, 1.0$ を与えておき、次に軸圧縮力 P を軸方向変位増分により求めている。Fig. 4は、組み合わせ荷重 b の等曲げモーメント作用時の部材において、全塑性モーメント M_p により逆次元化された部材内最大曲げモーメント M_{max} と降伏荷重 P_y で逆次元化された軸圧縮力 P の関係を、初期端曲げモーメント M_0/M_p をパラメータとして示している。Fig. 5は、初期端曲げモーメント M_0 と最大軸圧縮力 P_{cr} の関係を等曲げ、片曲げ、逆曲げの3ケースについて示している。

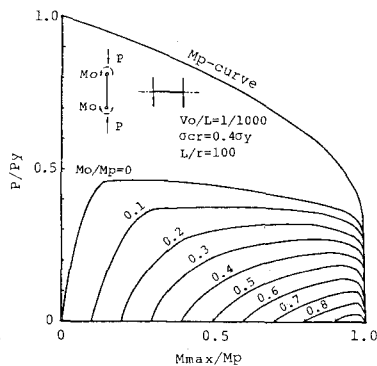


Fig. 4

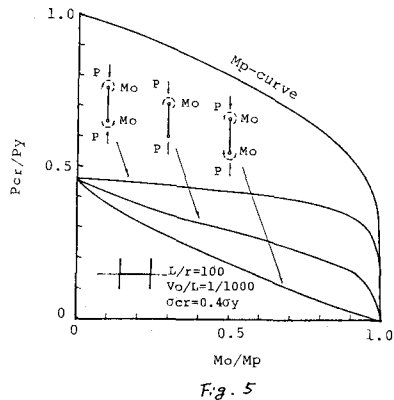


Fig. 5

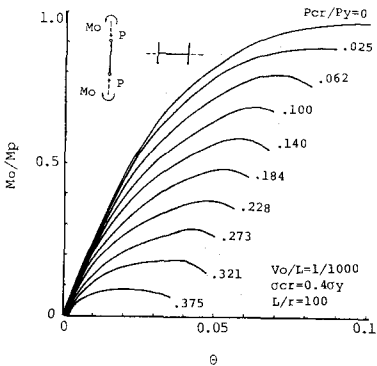


Fig. 6

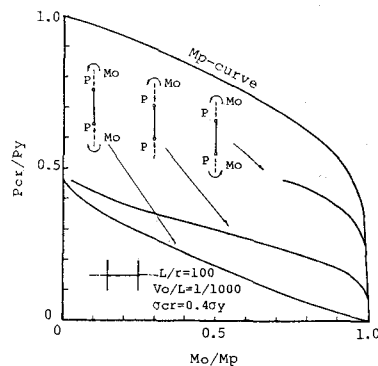


Fig. 7

②の作用順序の場合、①で得られた P_{cr} を初めに与えておき、最大端曲げモーメントと端回転角 θ 変位増分により求めている。Fig. 6は、端回転角と端曲げモーメントの関係を P_{cr}/P_y をパラメータにして示している。Fig. 7は、最大端曲げモーメント M_0 と最大軸圧縮力 P_{cr} の関係を示している。

同様に、組み合わせ荷重 a の場合の作用順序①②について、端曲げモーメントと最大軸圧縮力との関係を示したのが、Fig. 8, Fig. 9である。

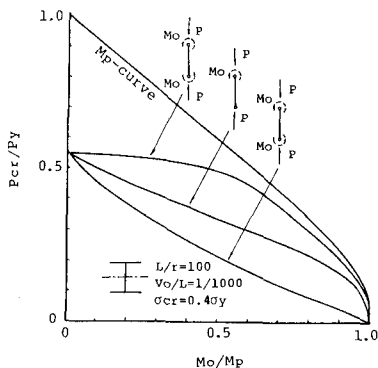


Fig. 8

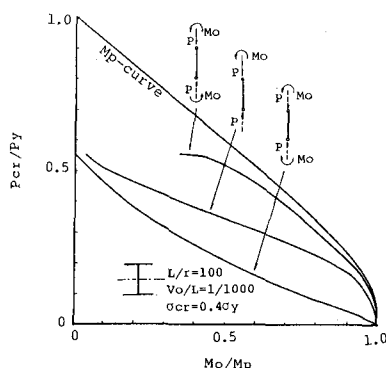


Fig. 9

Fig. 5とFig. 7の比較およびFig. 8とFig. 9の比較において、両結果とも同じ傾向にあり、等曲げ、片曲げの場合各々ほぼ一致しており作用順序の影響が現われなかった。しかし、逆曲げの曲線に差異が見られた。これは同じ最大圧縮荷重の値に対して2通りの曲げモーメントが得られたことになる。この原因は、正弦波の初期不整の存在とわずかの履歴差の影響があらわれたものと思われる。

5. 結論

以上の計算結果より、組み合わせ荷重下のはりー柱部材の耐荷力は、作用順序の違いによって大きく影響を受けることはないことが明らかになった。しかし、逆曲げの場合については、多少荷重のかかり方に注意を払うことが望まれる。

文献 1) 潮田・野上・伊藤：有限剛体要素モデルによるはりー柱の耐荷力解析：第30回応用力学連合講演会，1980. 11

2) 日本鋼構造協会誌：残留応力と降伏：JSSC, Vol. 3, No. 6, 1967