

中部工業大学 学生員 西川 俊一
 中部工業大学 正 員 塩見弘幸
 中部工業大学 正 員 倉田宗章

まえがき

一般に、はり-柱部材の設計基本式として、近似的に軸方向圧縮力と曲げモーメントに関する相関式として表わされているが、鋼変断面はり-柱部材の強度に関する研究は古くから行われているにもかかわらず、わが国の道路橋示方書では強度相関式として、等断面に関する規定を準用し、すべての断面でこの相関式を照査することになっている。そこで、著者らは先に鋼変断面はり-柱の耐力力についてコンピューターシミュレーションにより、強度相関式^(1,2)を推定した。本報告は、鋼変断面はり-柱部材の実験を行い、その挙動を調べると共に、この推定相関式の妥当性を検討した。

実験の概要

供試体はウェブのみが直線変化するH形変断面部材を、SS41 鋼材を使用し、溶接にて製作した。その機械的性質を表-1に示す。供試体の断面寸法はフランジ幅 $b=80\text{ mm}$ 、 $\sim 125\text{ mm}$ の5種類、フランジ厚 $t_f=8\text{ mm}$ と 9 mm の2種類、小断面における断面高さ $d(s)=100\text{ mm}\sim 125\text{ mm}$ の6種類、ウェブ厚 $t_w=6\text{ mm}$ 、長さ $L=2000, 2500, 3000\text{ mm}$ の3種類および断面高さ比 $\beta=1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2$ と 2.4 の6種類を組合せて、ウェブ面外方向に変位を許す面外耐力用19本およびその変位を拘束した面内耐力用5本について実験を行った。また、残留応力測定用として $b=100\text{ mm}$ 、 $t_f=8\text{ mm}$ 、 $d(s)=150\text{ mm}$ 、 $t_w=6\text{ mm}$ 、 $L=3000\text{ mm}$ および $\beta=2.0, 3.0$ をそれぞれ1本、さらに、フランジ幅も変化する部材として、フランジ幅の比 $d=2.0$ 、 $\beta=2.0$ の1本についてそれぞれ測定を行った。

実験において、最大たわみの生ずる位置が変断面部材であるため明確には把握できない。そこで、弾性近似解により得られた最大たわみの生ずる位置を中心にして変位計をセットし、ひずみゲージについてもその位置を中心にして貼付し、各荷重段階について自動計測した。また、荷重については、一定軸力下のもとにモーメントを増加させる方法をとると、高い軸力比の場合は終局強度付近においては一定軸力比を維持するのが困難となるため、軸力とモーメントを同時に作用させ、変位制御方式により載荷を行った。

実験結果と考察

(1) 残留応力分布測定結果の1例を図-2に示す。この結果は板の表裏の測定結果の平均値を表わし、軸方向に沿って変化する断面の残留応力分布を調べるため、 $\beta=3.0$ の最も断面高さ比の高い部材について表示した。この図からわかるように、フランジに関する分布には大きな変化はないが、ウェブ高さが減少するにつれてウェブ

表-1 供試鋼材の機械的性質

種 類	降伏応力 (Kg/mm^2)	伸び (%)
PL.6	31.20	27
PL.8	28.96	33
PL.9	31.39	

- a. 小断面支点 f. 載荷ビーム
 b. ロードセル g. 球 座
 c. 回転支承 h. 補強板
 d. 球 座 i. ジャッキ
 e. ロードセル j. ジャッキ

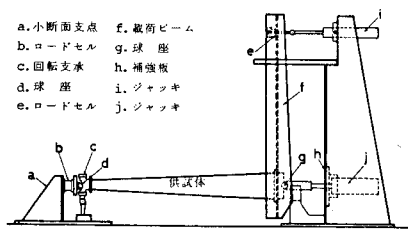


図-1 載荷装置

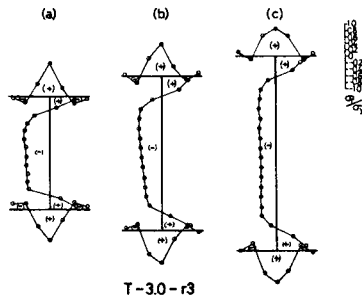


図-2 残留応力の測定結果

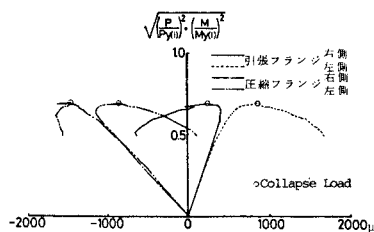


図-3 大断面における荷重-ひずみ曲線

の圧縮残留応力が高くなる傾向を示している。また、初期たわみについては、弱軸回りに関する水平たわみ δ_1 と強軸回りに関する鉛直たわみ δ_2 を測定し、その最大値を長さ L で除した値の平均値は、それぞれ $\delta_1/L = 0.463 \times 10^{-3}$ と $\delta_2/L = 0.305 \times 10^{-3}$ となり、過去の等断面に関する実測値に比べ大きな値となっている。

(2) ひずみについて、図-3に断面高さ比 $\beta = 2.0$ 、長さ $L = 3.0$ mの部材に対して、大断面における荷重-ひずみ曲線を、縦軸に $\sqrt{(P/P_{Yu})^2 + (M/M_{Yu})^2}$ 、横軸にひずみ ϵ と表示した。ここで、この縦軸の値は、軸力 P を大断面における降伏軸力 P_{Yu} で無次元化し、同様に、モーメント M を大断面における降伏モーメント M_{Yu} で無次元化したこれらの値の合力を表わす。また、軸方向分布図として、図-4に $\beta = 1.4$ 、 $L = 2.5$ mの部材に対する分布を表示した。図-3において、ひずみは崩壊荷重の約5割ぐらいまで、荷重に比例しているように思われるが、崩壊荷重付近において、フランジ左右のひずみが離れていくことがわかる。また、同様に図-4においても約5割ぐらいまでは、ほぼ平行に上昇しているが、最終的に乱れてくることがわかる。

(3) 図-5は面外座屈実験に対する荷重-変位曲線を $L = 3.0$ m、 $\beta = 1.6, 1.8, 2.0$ および 2.4 の4種類について、水平方向の変位を、縦軸にひずみの場合と同様に $\sqrt{(P/P_{Yu})^2 + (M/M_{Yu})^2}$ ととり、横軸に変位をとって表示した。この図から見る限り、水平方向の変位に関しては断面高さ比による影響は少ないと思われる。しかし、鉛直方向の変位に関するこの関係については、本実験では軸力とモーメントを同時に増加させるために、軸力比が一定でないので、直接の比較は行えなかった。

図-6は面内座屈実験に対する鉛直方向のたわみ形状を各荷重段階ごとに示した図で、図中の矢印は弾性近似解により得られた最大たわみの生ずる位置を示し、破線は崩壊荷重時のたわみ形状を示す。最大たわみの生ずる位置は、崩壊荷重時までは弾性近似解とほぼ一致しているが、崩壊荷重時を越えると、その位置は大断面側に近づいていくことがわかる。これは、大断面付近において降伏域が広がり、塑性ヒンジが形成されたためと思われる。

(4) 先に報告した変断面はり-柱部材の面内耐荷力および面外耐荷力の推定式は $P_{Rus} + M_{Prc} = 1 \dots (1)$ および $(P_{Rus})^2 + (M_{Prc})^2 = 1 \dots (2)$ である。今回の実験より得られた結果を、面内耐荷力について図-7に、面外耐荷力について図-8にそれぞれ推定式のパラメータを用いて示した。図-7において実験値は、式(1)で表わされる直線よりもかなり安全側にあることがわかる。これらの実験値の下限を表わすために、式(1)を $P_{Rus} + M_{Prc} = 1.11$ と変形すれば、ほぼ満足する結果を得る。面外耐荷力に関しては、それぞれの断面高さ比に対する曲線より下にくる値は $\beta = 1.6$ の1つのみであり、反対に上に大きく離れる値についても少なく、これら実験値を比較的良好に表わしていると思われる。

参考文献 1) 塩見, 西川; 変断面はり-柱の耐荷力-面内耐荷力の数値計算-1, 昭和57年度 工学部中部支部講演概要集, 2) 塩見, 倉田, 西川; 変断面はり-柱部材の耐荷力-面外耐荷力の数値計算-1, 第36回 講演概要集,

