

圧延溝形鋼柱の中心軸および偏心軸圧縮実験

愛知工業大学 学生員 ○大橋直樹
 愛知工業大学 正員 青木徹彦
 大阪 大学 正員 福本誘士

1. はじめに 圧延溝形鋼が単独で圧縮部材として使用されることは少ないが、溝形鋼のウェブにガッセットをつけて2次部材として使用することがある。この場合の設計は道示¹⁾の「フランジがガッセットに連結された山形およびT形断面圧縮部材」の項に規定される設計式を準用することができると思われるが、溝形断面部材については実験的な裏付けがされていない。溝形鋼はまた2本の部材を帯板で繋いで組立て部材として使用することがある。このような部材を安全に設計するためには、まず溝形鋼柱単独の強度特性を知る必要がある。本研究はこれらを知る目的で行なわれた実験的研究を述べたものである。

2. 実験計画および方法

(1) 実験計画 実験に用いる圧延溝形鋼の断面寸法および断面諸量を Fig. 1 に示す。材質は SS41 である。実験は 1) 素材引張り試験、2) 残留応力の測定、3) 初期たわみの測定、4) 中心軸圧縮実験、および 5) 偏心軸圧縮実験よりなる。圧縮実験柱は両端を弱軸回りの単純支持とし、細長比は 50、75、100 の3種類とする。中心軸圧縮柱には各細長比に5本を用い、偏心軸圧縮柱には各細長比ともウェブに取り付けたガッセットを介してそれぞれ3種の偏心量を与え、同一条件で各々3本を試験に供する。

(2) 実験方法 残留応力の測定には長さ 450mm の供試体10本を用い、Fig. 4 (a) に示す測定位置にひずみゲージまたはコンタクトゲージに測定点を設け、機械鋸により切断し、ひずみの開放を行なった。初期たわみは 1/100 mm 精度ダイヤルゲージを柱の8等分点に当てて測定する。

中心軸圧縮柱は端部断面の弱軸回りの図心を Fig. 2 に示すピン支持器の回転中心に一致させてセットした後、降伏荷重の 1/5 程度の荷重を加え、柱端部に張付けた整置用ひずみゲージにより一様圧縮状態を確認しつつ微調整し、中心軸圧縮状態とする。偏心圧縮柱は Fig. 3 に示すようなT形断面のガッセット ($t = 8\text{mm}$) を溝形鋼端部のウェブに溶接し、ピン支持器にセットする。偏心量は Fig. 3 のガッセット中心に荷重中心がくる場合を基準偏心量 e_0 と定め ($e_0 = 1.167 r_y$, $r_y = \text{弱軸断面2次半径}$)、これに $\pm 0.2r_y$ の値を変動させた (e_1, e_2) 3種の偏心量を与えた。

3. 実験結果とその考察

(1) 素材引張り フランジおよびウェブから切り出した試験片による実験結果から断面平均の降伏応力を求め、 $\sigma_y = 2775 \text{ kgf/cm}^2$ を得た。

(2) 残留応力 残留応力の測定結果の一例を Fig. 4 (b) に示す。他の測定例もほぼ同様で、極めて不規則な分布形であった。これはひずみ矯正のための冷間加工 (Roller straightening) によるものと思われる。このような残留応力の乱れは通常の圧延H形鋼にも見られるものである。10体の測定値の平均を同図 (c) に示す。

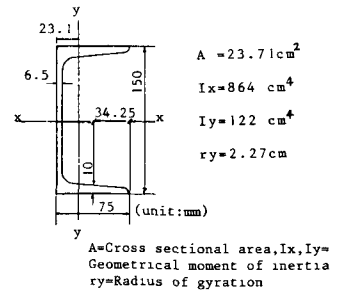


Fig. 1 Nominal Dimension and Cross Sectional Properties

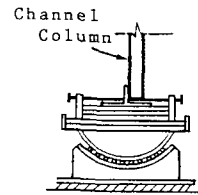


Fig. 2 Pin-end fixture

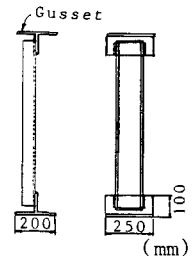


Fig. 3 Eccentrically loaded column with gusset

(3) 初期たわみ 溝形断面の弱軸方向の初期たわみの測定値を式(1)に示す3次までのフーリエ級数で近似し、係数 a_1, a_2, a_3 を求めたところ、各柱のそれぞれの係数の平均値は \sin 半波を示す係数 a_1 が最も大きかったが、第2モードの係数 a_2 も a_1 の約半分あり、柱中央点でのたわみが必ずしも最大ではないことが分かった。

$$f = \sum a_i \sin(i\pi x/L) \quad (i=1 \sim 3) \quad (1)$$

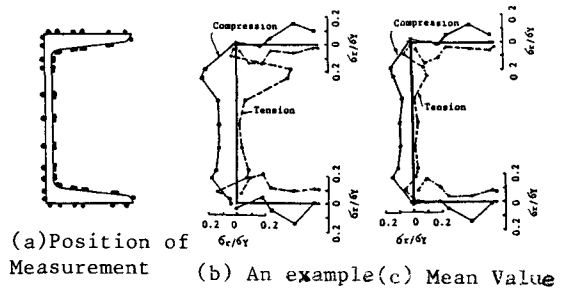


Fig.4 Residual Stress

ここに、 x =測定点座標、 L =柱長。初期たわみ量 f_0 を L で無次元化しヒストグラムを描くと Fig.5 に示すようになり、かなりのばらつきが見られる。各細長比ごとの f_0/L の平均値は1万分の1.5~2、標準偏差 S は1万分の0.67~1.17であった。

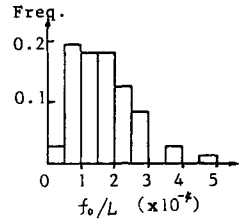


Fig.5 Histogram of Initial Deflection

(4) 中心軸圧縮実験 実験によって得られた最大応力を材料の降伏応力 σ_y で無次元化し、平均値 M 、および $M \pm 2S$ の幅で示すと Fig.6 のようになる。 $M - 2S$ の下限値も現行道示の基準耐力曲線を上回っている。しかし変動係数の値は限界細長比のあたりで約6%あり、ばらつきは大きい。

(5) 偏心圧縮実験 偏心圧縮柱の最大応力を σ_y により無次元化して表示すると Fig.7 を得る。同一条件の3体の耐力力のばらつきは極めて小さく

$M \pm 2S$ の幅が図中に現われないものがある。同図に示した偏心圧縮柱の基準耐力曲線は道示の「フランジがガセットに連結された山形およびT形断面圧縮部材」の項に規定された曲線で、中心軸圧縮柱の耐力曲線に低減率 $\alpha = 0.5 + 0.001 L/r$ を乗じて定めたものである。この場合も3種の偏心量に対して下限値をよく押えており、同曲線はガセットで連結された圧延溝形鋼の圧縮強度に対しても妥当な基準として用いることができることが分かる。

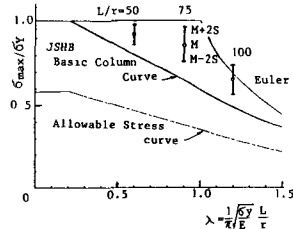


Fig.6 Strength of Centrally Loaded Columns

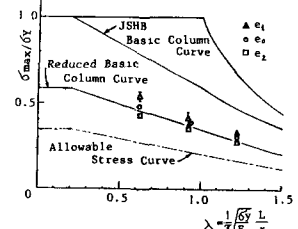


Fig.7 Strength of Eccentrically Loaded Columns

中心軸および偏心軸圧縮実験柱の応力と柱中央高さの横方向変位を Fig.8 に示す。中心軸柱は偏心軸柱に比べ最大荷重後の耐力の低下が急であることが分かる。

参考文献：日本道路協会、道路橋示方書・同解説、1980年2月

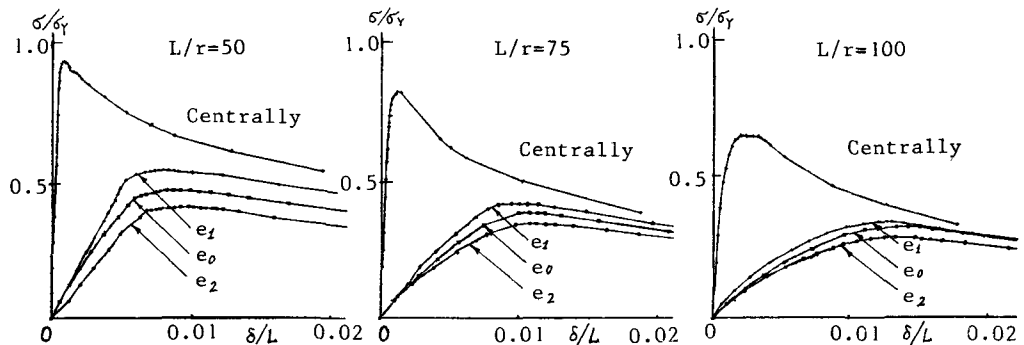


Fig.8 Load-deflection Relationship