

名古屋大学 正員 ○ 青木 徹 考
 名古屋大学 正員 福本 嘯 士

1. はじめに 構造物の合理的設計をめざす過程には数多くの基礎資料が利用される。近年では現実の構造強度の統計的性質から設計式を破壊確率に基づいて定めることが、材質のばらつきの大きいコンクリートの分野で行なわれている。構造強度のばらつきは使用材料の不均質性の他に破壊の形式によっても大きく左右される。従来の研究にみられるように鋼柱の座屈荷重は一般に大きなばらつきを有しており、ばらつきに及ぼす主な要因として残留応力と初期たわみがあげられている。破壊強度を確率論的に把えるためには、これらの要因の大きさと、座屈荷重との間の関係を明確にする必要があるが、現在この面に關して利用しうる統計的測定データはほとんどない。

本報では鋼柱の座屈強度とそのばらつき、およびそれに及ぼす要因との関係を明らかにする目的で行なわれている一連の研究¹⁾²⁾³⁾の一部で、今回は溶接形柱に関する実験結果について概説する。

2. 実験計画および方法

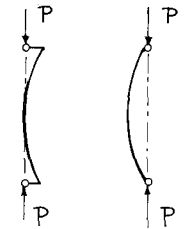
実験に用いた柱は材質がS41の板を溶接組立てしたH形断面柱(100×100×8×6mm)で、あらかじめ長さ10mの原材を42本用意し、Table 1. に示す試験片をラテン方格法により、切出し位置が不規則となるよう割付けた。座屈実験はすべて弱軸まわりに両端ピン支持の条件で行なった。

柱のセットには2つの異なった方法を用いた。一方は従来行なわれているように座屈荷重に及ぼす残留応力の影響を取出すために柱の初期たわみを打消す方向に柱の両端で微小偏心を与え、柱が力学的に中心軸圧縮となるようセットし(力学中心柱)、もう一方は柱として使用される実際の状態に近づけるように、柱の両端の幾何学的中心をピン支持装置の回転中心に一致させる方法(幾何学中心柱)でセットを行なった(Fig. 1参照)。

力学中心柱は柱の中央と柱端から10cmの位置で、フランジ端4箇所に貼った合計12枚のムズミゲージにより調整し、セットした。幾何学中心柱は柱の上下端を1/100mm精度ダイヤルゲージにより、ピン支持装置の回転中心に合わせた。座屈試験本数の合計は168本で、詳細はTable参照。

3. 実験結果と考察

座屈荷重のデータ整理には次に示す短柱実験から得られた材料単数の平均値を用いた。 $\bar{E} = 2.12 \text{ kg/cm}^2$ ($w = 0.029$), $\bar{\sigma}_y = 3070 \text{ kg/cm}^2$ ($w = 0.034$), ($w =$ 変動係数)。なお断面積の平均 $\bar{A} = 22.02 \text{ cm}^2$ ($w = 0.014$)。残留応力測定結果の一部をFig. 2に示す。フランジ中の残留応力形状は、従来の溶接組立



力学中心柱 幾何学中心柱

Fig. 1

Table 1 実験計画

| 試験の種類 | | 本数 | 長さ(cm) |
|--------|-----------------|----|--------|
| 引張 | | 30 | 500 |
| 短柱 | | 30 | 500 |
| 残留応力 | | 15 | 900 |
| 力学中心柱 | $\sigma_y = 60$ | 15 | 1482 |
| | 80 | 15 | 1976 |
| | 100 | 15 | 2470 |
| | 120 | 15 | 2964 |
| 幾何学中心柱 | 60 | 20 | 1482 |
| | 80 | 20 | 1976 |
| | 100 | 48 | 2470 |
| | 120 | 20 | 2964 |

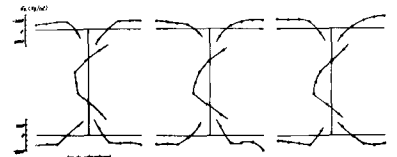


Fig. 2

て片形断面に見られると同様、フランジ端ではほぼ平坦な形状を示めし、ウェブでは2次曲線に類似している。初期たわみは柱の両端と8等分点にダイヤルゲージをよけて測定し、これを式(1)に示す3項までのフーリエ近似とし係数 a_1, a_2, a_3 を定めた。式(1)は測定データを平滑化したつ、柱のたわみ形をよく近似させることができる。

$$y = \sum_{n=1}^3 a_n \sin \frac{n\pi x_i}{L} \quad (i=1 \sim 7) \quad (1)$$

式(1)による最大たわみ f_0 の各細長比 λ ごとの平均値はほぼ柱長の $0.00023 \sim 0.00033$ 程度で、変動係数はほぼ $0.5 \sim 0.57$ であった。また f_0 の最大値は約 0.0007 であった。

座圧実験結果のうち座圧荷重(最高荷重) P_{cr} を各細長比ごとに整理し、ヒストグラムを描くと力学中心柱、幾何学中心柱に対してそれぞれFig.3, Fig.4を得る。実験値にはかなりのばらつきがみられる。

Fig.5はFig.3, Fig.4の実験値の平均と変動係数とを示めたもので、田中の実験は短柱実験による P_{cr} の推定値の平均で、点線は同じく変動係数の推定曲線である。力学中心柱と幾何学中心柱の P_{cr} の平均を比べてわかるように、両者は極めてよく一致しており、1~5%の差で幾何学中心柱の方が低い。両平均値が同一母集団から抽出したという仮説のもとにF-検定、t-検定を行ったところ5%点でこの仮説を棄却することができない結果が得られた。今回の実験から、初期たわみが少なく、残留たわみの比較的大きな梁接片形柱では、この2つの方法による P_{cr} の平均値には違いが現われないうちと思われ。座圧耐力の統計的性質を明らかにしようとする場合には、実験の簡単な幾何学中心柱も多数の実験をする方が合理的であろう。平均値でもかなり短柱実験による座圧荷重の推定は座圧実験値をよく表わしている。しかし変動係数は短柱実験の方がかなり大きい。これは残留たわみの最大値がウェブ中央に現われ、また座圧荷重推定の際、ウェブの影響を2枚のフランジに含ませたためと思われる。

おわりに　ここ数年、国際的に構造物の安全性の検討を確率・統計的見地から定める動きがあり、いくつかの理論的研究が発表されているが、実際の構造物の中にある不規則性を正しく把握することが最終的に必要となってきた。今後はさらに統計的に利用しうるデータの蓄積が重要な課題となろう。

- 1) 青木 福本, "圧延片形鋼柱の座圧強度分布" 土木学会年次講演会 I-46 昭和46年.
- 2) 青木 福本, "鋼柱の座圧強度のばらつきに関する研究," 第19回橋梁・構造工学研究発表会, 1971.12.
- 3) 青木 福本, "鋼柱の座圧強度のばらつきに及ぼす残留たわみの分布の影響について," 土木学会論文報告集 No.201, 1972.5.

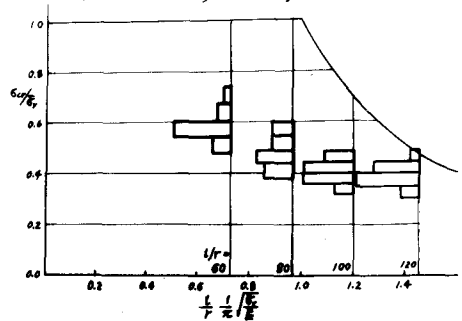


Fig. 3 力学中心柱座圧荷重

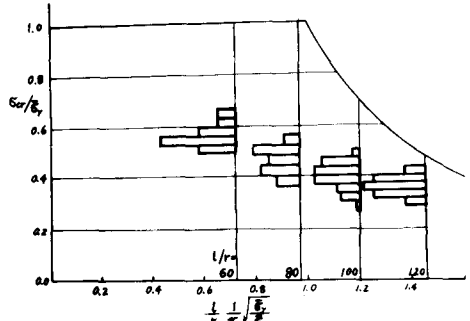


Fig. 4 幾何学中心柱座圧荷重

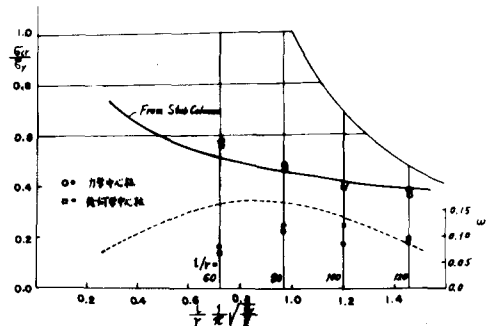


Fig. 5