

愛知工業大学 正員 小瀬古信博  
愛知工業大学 正員 青木 徹彦  
名古屋大学 正員 福本 晴士

## 1. はじめに

箱形とパイプ断面との中間に位置する多角形断面柱の安定問題を扱った研究は少なく、残留応力や初期変形、座屈モードも明らかにされていない。筆者らは先に多角形鋼柱の固有値解析<sup>1)</sup>及び八角形鋼柱の残留応力分布を測定して報告した。その後、初期変形の測定と短柱の中心軸圧縮試験を実施したので、ここに報告する。

## 2. 実験概要

供試体は鋼板をプレス加工により折り曲げ、半月筒状のものを2つ、辺中央で溶接して八角形柱を製作した。これをFig.1, Photo 1.に示す。正八角柱をType A, 偏平八角柱をType Bとする。板厚は各タイプごとに4.5, 6, 9mmの3種類、材質はすべてSS41である。

i). 引張試験 JIS14号試験片により各板厚ごとに4本、合計12本製作した。

ii). 初期変形測定, 供試体は短柱であり断面寸法も大きいため、板パネルの変形状態や断面形状の不整の方が重要となる。設計図では八角形であるが実際の供試体はコーナー部において曲率半径 $r=60\text{mm}$ を有している。これをFig.2に示す。 $P_i, P_j$ の長さが短辺で $120\text{mm}$ 、長辺で $180\text{mm}$ となるようにP点をとった。パネル全体の初期変形測定箇所は、 $P_i, C_i, R_i$ とし、長さ方向に8等分点と両端の合計9点で測定した。柱の横断面内の変形は $P_i$ 点を基準点(ゼロ点)として、その中央 $C_i$ 点の変形を測定した。

iii). 座屈実験 支持条件は両端固定の平押し、中心軸圧縮とした。ひずみゲージは上下端から $200\text{mm}$ の位置にコーナー部とパネルセクターに1枚ずつ(Setup用)、さらに中央 $l/2$ 点に塑性ゲージを同様に貼付した。また供試体の平均縮み量測定用に変位計をセットした。面外変形は $l/2$ 点で測定した。

## 3. 実験結果と考察

i). 引張試験結果をTable 1. に示す。板厚 $9\text{mm}$ の場合の降伏点 $\sigma_y$ がいくぶん低く得られている。

ii). パネル全体の初期変形測定結果をFig.3に示す。同図より溶接辺での溶込みがみられ、溶接から最も遠い辺で外側にふくらんでいることがわかる。溶接辺の隣の辺では圧縮残留応力が最も大きく生じているが、パネル全体の初期変形は小さい。さらにプレス加工により折り曲げられたコーナー部分でも、直線パネル部分と同様の変形がはいっていることが注目される。軸方向には1半波形で、最大約 $l/350, b/30$  ( $l$ : 柱の長さ,  $b$ : パネルの設計幅)とな

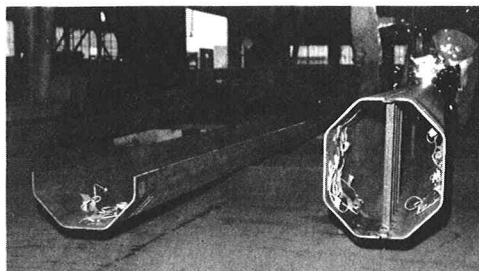


Photo 1

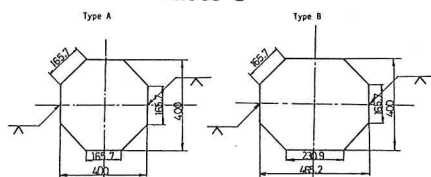


Fig. 1

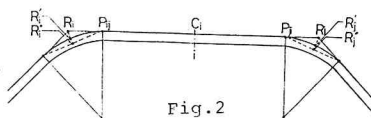
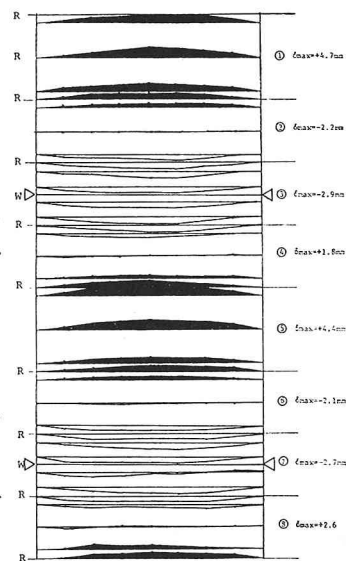


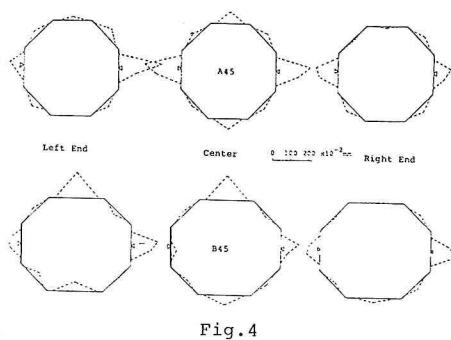
Fig. 2



R : Corner  
W : Welding Line  
— : Outward Deflection  
— : Inward Deflection

Fig. 3

っており、かなり大きな初期変形を有することがわかる。断面内のパネルの初期変形状態をFig.4に示す。溶接時の製作過程において溶込みを見込んで曲がり角を不足させてあり、さらに溶接の目違いなどから最も平面性が悪い。この初期変形量は最大約  $b/70$  であった。



iii). Fig.5に平均応力( $P/A$ )と平均軸ひずみの関係を示す。Type Aの方がType Bよりも高い応力度まで耐えられることがわかる。板厚4.5mm, Type A, B (A45, B45) について断面形状が変化してゆく様子をFig.6に示す。荷重の増加に伴って断面の扁平化が進んでいる。A45の最終破壊状態をPhoto2に示すが、板パネルの局部座屈により強度が支配されている。ダイヤルゲージは中央1/2点にセットされており、この高さから少しはずれた位置で局部座屈が発生している。そのためFig.6における最高荷重以降の変形状態は必ずしも局部座屈変形と表わしてはいない。扁平八角形は正八角形よりも断面積が大きいため、Fig.5において弾性の直線に沿って正八角形の曲線よりも上に出る。しかし扁平八角形は長辺(幅の広い辺)を有するためこの辺が弱点となる。座屈点に達すると長辺が座屈し、その最高荷重は正八角形の場合よりも低くなる。正八角形では各辺長が等しく、強度のバランスがとれているため、中心軸圧縮に関しては構造的に安定していると言える。しかしながら曲がり角が作用する場合に扁平八角形の強軸まわりの強度が効果を発揮するものと思われる。

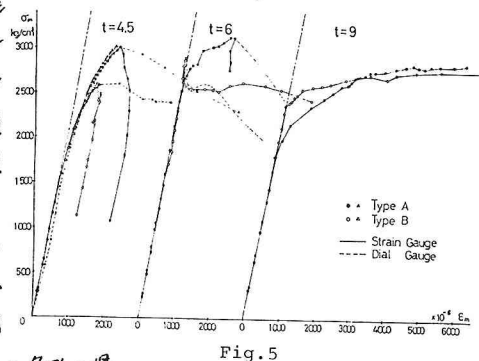


Table.1に最高荷重と  $b/t$ ,  $D/t$  の関係を示す。引張試験片はパネル中央部より切出している。この結果を使って整理すると  $A90, B90, A60$  の供試体の最大耐力は降伏点と越える結果となった。しかし最高荷重点での変形量はひずみ硬化領域まで達していない。

さらにコーナー部が幅約40mmにわたって曲がり加工をうけ、みかけの降伏点はかなり高くなっていったと思われる。よってFig.5よりの2%耐力を求め、この値を使って整理すると、これらの最大耐力  $P_{max}/P_y$  の値はほぼ1.0となる。Table 1より  $b/t < 30$ ,  $D/t < 70$  で部材の降伏点まで耐えられることがわかる。このとき板の座屈と断面の変形する座屈とは連続して現れる。  $b/t$ ,  $D/t$  がこの条件より大きいとよって板パネルの局部座屈が支配的となる。この場合でもコーナー部の面外変形し、断面は扁平化する。しかしこの現象は断面が変形する局部座屈モードを起こすほどの要因とはならないようである。

4. あとがき

座屈実験は愛知工業大学の300ton長柱試験機及び日本鋼管工業(株)中央技術研究所の400ton試験機と借用した。ここに深く感謝致します。

#### 4. あとがき

座屈実験は愛知工業大学の300ton長柱試験機及び日本鋼管工業(株)中央技術研究所の400ton試験機と借用した。ここに深く感謝致します。

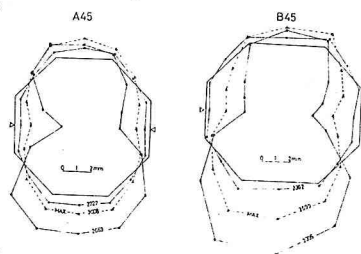


Fig. 6

| Design Parameter |       | Axial Compression Test |        | Area            |       | Tensile Coupon Test |      | 0.2% Offset |                     | Type          |
|------------------|-------|------------------------|--------|-----------------|-------|---------------------|------|-------------|---------------------|---------------|
| $b/t$            | $D/t$ | ton                    | P      | cm <sup>2</sup> | A     | kg/cm <sup>2</sup>  | Gy   | ton         | $P_y^* \cdot y^* A$ | $P_{max}/P_y$ |
| 18.4             | 46.9  | 318.5                  | 110.29 | 2560            | 282.3 | 1.128               | 2700 | 297.8       | 1.070               | A90           |
| 25.7             | 51.5  | 338.0                  | 121.52 | 2560            | 311.1 | 1.086               | 2700 | 328.1       | 1.030               | B90           |
| 27.6             | 70.3  | 235.0                  | 75.04  | 3080            | 231.1 | 1.017               | 3100 | 232.6       | 1.010               | A60           |
|                  |       | 236.5                  | 78.95  |                 | 231.0 | 1.024               |      | 232.5       | 1.017               |               |
| 36.8             | 93.8  | 185.0                  | 62.34  | 3070            | 191.4 | 0.967               | -    | -           | -                   | A45           |
|                  |       | 187.5                  | 62.34  |                 | 191.4 | 0.980               | -    | -           | -                   |               |
| 38.5             | 77.2  | 232.0                  | 81.22  | 3080            | 250.2 | 0.927               | -    | -           | -                   | B60           |
| 51.3             | 103   | 171.8                  | 58.29  | 3070            | 210.0 | 0.918               | -    | -           | -                   | B45           |
|                  |       | 178.5                  | 58.27  |                 | 210.8 | 0.952               | -    | -           | -                   |               |

\* Width-thickness Ratio for Wide Panel  
 \* Buckling at Upper End  
 \* Buckling at Location of Half-Wavelength Below from Upper End

Table 1

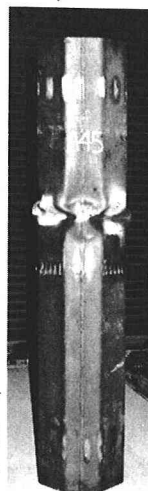


Photo 2

#### 参考文献

- 1). 第35回全国大会概要集 P.265
- 2). 第55年度中部支部概要集 P.38