

豊田高専 正会員 ○忠 和男  
 豊田高専 正会員 桜井孝昌

## 1. はじめに

軸圧縮荷重による円筒シェルの座屈は、相当古くから研究されている。しかし、軸圧縮を受ける円筒シェルに対する座屈値は、理論値と実験値との間に相違を生じている。この理論値は、しばしば実験値の3~4倍の値を示すことがある。この相違の原因としては、①荷重載荷中に生ずる偏心載荷、②幾何学的構造自身を持つ初期不整等と考えられた。しかしながら、近頃では、極めて慎重に荷重載荷を行なえば、①の原因は、取り除けるようになって来た。だから、主な原因は、幾何学的構造自身に存在する初期不整による影響が大きいと考えられる。しかし、この初期不整の影響を実験によって把握することも難しく、また、そのために理論解析上に於いて、この初期不整の評価も難しい。本研究では、極めて板厚の薄い、薄肉円筒シェルを対象として、可能な限り初期不整を測定し、座屈値に与える影響を調べようとするものである。ちなみに、この円筒の薄肉度は、半径対板厚の比( $a/h$ )をとると、314になる。

## 2. 実験

供試体は、市販のビール空罐を使用した。その材質は、アルミニウムで、そのヤング係数は、 $5.57 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2$ である。ヤング係数は、供試体から切り出した帯板を引張試験して求めた。供試体の寸法は、図1に示す通りである。端部の周辺条件は、固定である。初期変位としては、円筒の内周法線方向の垂直変位をとった。この垂直変位量は、 $1/100 \text{ mm}$ まで測定可能である。この垂直変位の測定箇所は、合計24点である。荷重載荷は、予備実験によってある程度危険荷重を把握し、この荷重値の $1/10$ 程度を1ステップとして荷重を増加させて行った。測定量は、荷重値、軸鉛直変位量、および軸圧縮歪量である。荷重測定は、 $0.5 \text{ kg} \sim 220 \text{ N}$ まで測定できるロードセルを使用した。軸鉛直変位は、図8に示す位置に変位計(最小目盛り $1/100$ )を4コ取り付け測定する。軸圧縮歪は、2軸ゲージを使用し、6ヶ所の歪を測定した。実験は

図-1. 供試体寸法

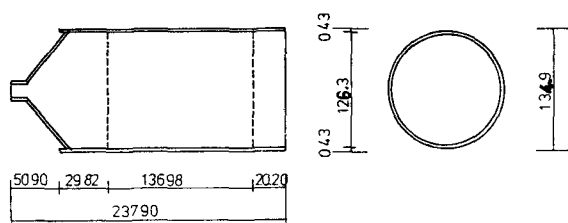


図-2. 実験装置

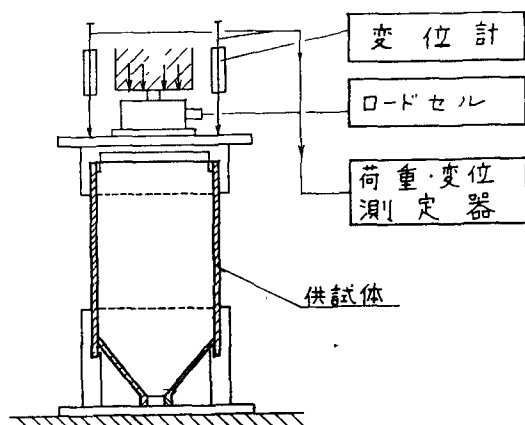


図2に示すように、油圧ジャッキで上方から鉛直に荷重載荷を行う。荷重値、変位置、歪量は、荷重・変位測定器によって通時プリントアウトされる。

### 3. 結果と考察

表1は、座屈値の結果を示したものである。実験値と理論値の比は、平均1/2.5となった。一般に言われている1/4より大きな値となっている。現在は、3体分の結果しか出ていないが、座屈値のバラツキは小さい。この結果より、円筒の座屈実験装置としては、妥当なものと思われる。また、図3の応力-変位状態を表した結果より、実験に際して、偏心荷重もほとんど生じていないことがわかる。

図3は、供試体NO.2の応力-変位関係を示したものである。一般に言われている円筒シェルの座屈曲線に形状が類似している。この図から座屈時の鉛直変位は、板厚の2.3倍程度になっていることがわかる。この図では、一次座屈しか現われていないが、NO.3では、二次座屈まで測定することができた。さらに、座屈波形は、どちらかと言えば、ダイヤモンド波形が多かった。特にNO.3では、ダイヤモンド波形が明確に確認できた。図4は、供試体NO.2の応力-歪関係を示すが、歪は、座屈が起きるとさらに増加するものと推測していたが、実験では逆の結果となった。これは円筒側面が座屈時は、場所により複雑な変形をするため、その変形に応じ歪も通常考えられているものとは異なった分布をしているようである。最後に、現在まだ、実験中であるため、初期不整の影響については、当日会場にて発表する予定です。

表-1. 座 屈 値

|                                | NO.1  | NO.2  | NO.3  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 828   | 943   | 854   |
| $\sigma/\sigma_{cr}$           | 1/2.6 | 1/2.3 | 1/2.6 |

$\sigma$  : 実験値 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_{cr}$  : 理論値 (kg/cm<sup>2</sup>)

$$\sigma_{cr} = \frac{Eh}{a\sqrt{3(1-\nu^2)}} = 2178.4 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

E : ヤング係数 ( $5.57 \times 10^3$  kg/mm<sup>2</sup>)

h : 板 厚 (0.043 cm)

a : 半 径 (6.75 cm)

$\nu$  : ポアソン比 (0.34)

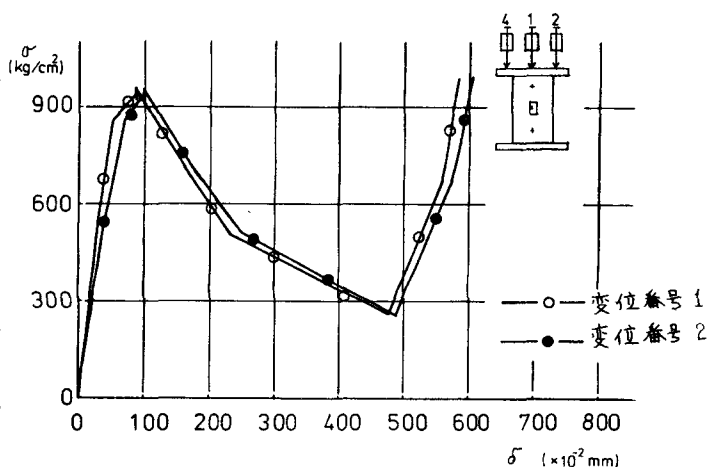


図-3. 応力-変位関係 (NO.2)

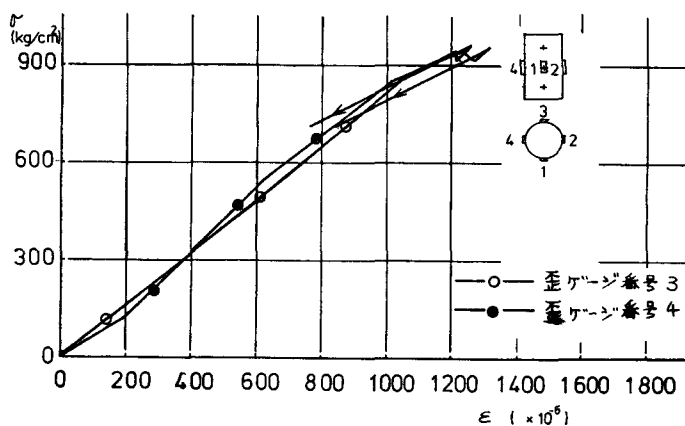


図-4. 応力-歪関係 (NO.2)