

豊田高専 正金 質 忠 社男
 豊田高専 正金 質 裕 昌 昌
 東京大学 正金 員 西 野 文 雄

1. まえがき

これまでの研究で初期不整の影響が座屈荷重に与える影響を計算により確かめてきた。初期不整の中でも幾何形状の不整によって座屈荷重が小さく低下することも確認し、その座屈荷重は、初期不整の存在しないものに比較して $1/2 \sim 1/4$ になることもわかった。今回は、実験によってこれらの計算と比較検討する目的で研究を進めたいのである。実験では、初期幾何形状を測定し、これらのデータをもとに数値計算を行った。対象としたドームは、一様な外圧を受ける薄肉の球形ドームであり、周辺は固定である。

2. 計算および実験

対象とする球形ドームの寸法は、Fig.1に示す。実験に使用したドームの材質は、アルミニウムであり、そのヤング係数は、材料試験の結果から、 $7.22 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比は、0.32であった。数値計算は、これらの係数を使用し、全荷重-全変位関係をもとに有限要素法を用いて、逐次代入法により行った。計算は、球面の変形が軸対称として球面の $1/4$ について、72個の三角形要素に分割して行った。

実験手法は、実験概略図に示すような装置を使用して行った。供試体の初期形状の測定は、荷重載荷前に、供試体をアークセットした状態で三次元測定装置（ $1/100 \text{ mm}$ ）を用い、同心円上で12点、13の同心円と頂点を含む162点について測定した。初期幾何形状の実測値の処理は、同心円上の12点の平均値をその点の高さとした。球形ドームのライズが、 10.5 mm 、板厚が 1.0 mm に対して、これら同心円の平均二乗誤差は、0.02程度であった。

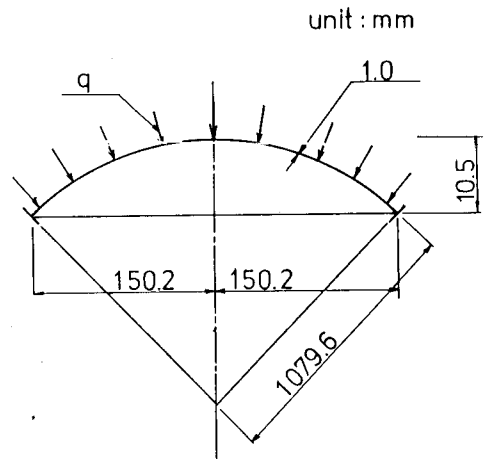
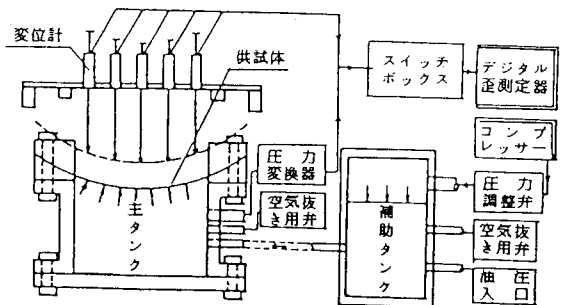


Fig.1 Spherical Shell

3. 考 察

実験で得られた座屈値（ $\sigma = 259.8 \text{ kg/cm}^2$ ）、全球の古典理論による座屈値（ $\sigma_{cr} = 757.7 \text{ kg/cm}^2$ ）および実験で測定した幾何形状にもとづいて計算した座屈値（ $\sigma_{ca} = 198.1 \text{ kg/cm}^2$ ）であった。 σ_{ca} に対するそれぞれの座屈荷重比は、 $\sigma / \sigma_{cr} = 0.34$ 、 $\sigma_{ca} / \sigma_{cr} = 0.26$ と従来知られている $1/2 \sim 1/4$ 程度の座屈比を示している。Fig. 2は、実験により得られた球面の形状を●印でアロットしたものである。この図から、クラウン中央部にいくほど、実測値は、flatになつていくことがわかる。供試体は、perfect shell. と思つ



実験概略図

ていたのだが、実際には中央部において、1.2005mm 程度 perfect shell から偏心していることがわかった。中央部の1.2005mmのflat形状が座屈荷重を下げる要因であることがわかる。

Fig. 3は、座屈荷重と初期不整との関係を示したものである。縦軸に計算による座屈値と古典理論による座屈値との比をとり、横軸には、 h/H の比をとっている。初期不整は、クラウン部がフラットになるAタイプとクラウン部の曲率比変化あるBタイプの2種類をとっている。また、実験結果を▲印でプロットしている。Fig. 2からもわかるように、初期形状がAタイプのものが類似していることから、Aタイプの計算結果とほぼ一致している。Fig. 4は、座屈形状の変化を示したもので、実験結果、実験にもとづいた計算結果、初期不整がない場合の計算結果を示したものである。実験結果と実験にもとづいた形状で計算した結果との座屈値との差は、完全部分球殻の座屈荷重比 $q/q_{cr} = 0.8$ に対して約0.1程度である。実験結果から、 $q/q_{cr} = 0.84$ となる原因は、初期形状の不整の影響であることが確かめられた。

4. まとめ

の初期幾何形状を測定したところ、球形ドームのライズが10.5mm、板厚が1.0mmに対して同じ用上の凸凹度の平均二乗誤差は、0.02程度と凸凹度は、小さいと言える。

(2)供試体中央部での初期不整量(1.2005mm)が座屈荷重を1/3($q/q_{cr} = 0.84$)程度に下げている大きな要因であることが確かめられた。

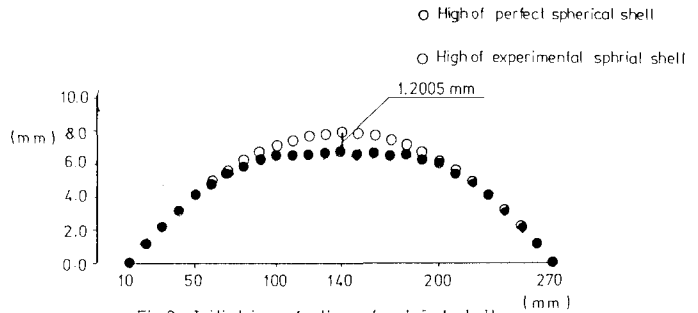


Fig.2 Initial imperfection of spherical shell

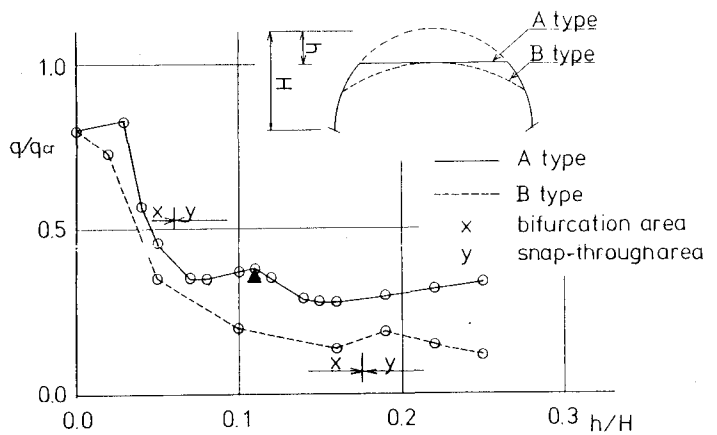


Fig.3 The relation of buckling pressure to initial imperfection

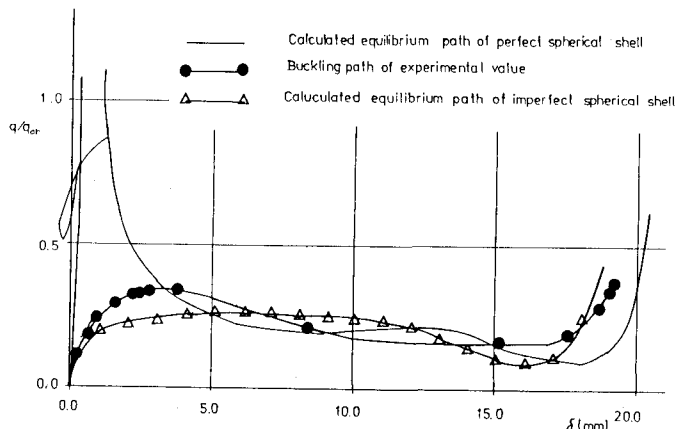


Fig. 4 Comparison of calculated and experimental equilibrium path of spherical shell subjected to uniform pressure