

『浅い球形ドームの座屈荷重に及ぼす初期変形の影響』

豊田高専 正会員 〇忠 和男
 豊田高専 正会員 桜井孝昌
 東京大学 正会員 西野文雄

1. まえがき

既往の研究において、初期不整の存在が球形ドームの座屈荷重を低下させると報告されている。その座屈荷重は、初期不整が存在しないものと比較すると約 $1/3$ ～ $1/4$ 程度になるようである。我々の研究でも初期不整として、幾何形状の不整、板厚の不整、および境界条件の不整を取り上げたが、座屈荷重に大きな影響を与えたものは、幾何形状の不整であった。幾何形状の不整のうちでも、特にクラウン部でフラットになる不整を与えた場合とクラウン部の曲率を変化させた場合であった。本報告は、これらの初期不整について数値計算を行ない、座屈荷重に与える影響を検討したものである。なお、対象としたシェルは、一様な外圧を受ける、薄肉の球形ドームであり、周辺の状態は固定である。

2. 計算結果

計算の対象とした球形ドームの寸法は、Fig. 1に示すとおりである。計算に使用するドームのヤング係数は、 $7.22 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比は、0.33である。これらの数値は、参考文献(1)から引用した。数値計算は、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なった。計算は、球面の変形が2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なった。Fig. 1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。なお、 q_{cr} 値は、 7.577 kg/cm^2 である。初期不整は、クラウン部がフラットになるA typeとクラウン部で曲率の変化するB typeとの2種類の初期不整をとり上げている。A・B両タイプの h の範囲は、0.00～0.25までである。Bタイプの初期不整は、クラウン部を $0.1h/H$ 沈下させると他の節点でも同じ比率で沈下することを意味する。Fig. 3, Fig. 4は、一様外圧とドーム天頂部の鉛直変位との関係を示すものである。縦軸には、Fig. 2と同様のものを取り、横軸には、ドーム天頂部の鉛直変位をとっている。両図とも、同じAタイプの初期不整が存在している場合である。

3. 考察

Fig. 2から、A・B両タイプの初期不整の影響をみると、Bタイプの初期不整の方が大きな影響を与えていることが分かる。Aタイプでは、分岐座

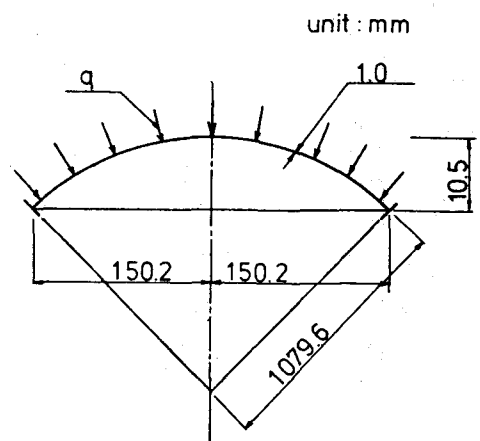


Fig.1 Spherical Shell

屈と飛び移りの境界がほぼ 0.06 h/H 付近である。この境界を越えて飛び移り領域に入ると座圧値 (q/q_{cr} 値) が、 0.35 程度で横ばい状態となる。Aタイプのうちの $0.03h/H$ では、不整のない場合よりも座圧値が大きくなっているが、原因はよく分からない。考えられる事としては、他のものと異なる座圧波形を生じているのではないかと思われる。Bタイプの場合、境界が現われるのは、 $0.16h/H$ 程度とAタイプに比べて遅くなっている。しかし、Bタイプの方がAタイプよりも境界が明確である。Bタイプでは、Aタイプのようにこの境界で極端に座圧値が低下することはない。Bタイプの境界付近では、 q/q_{cr} 値が 0.15 程度になっている。Fig. 3は、分岐座圧の典型的な一例としてその経路を追跡したものである。Fig. 4は、飛び移りの場合である。

3. まとめ

(1) クラウン部でA type およびB type のような初期不整を与えた場合 h/H が 0.06 を越えると座圧荷重は大きく低下し、 q/q_{cr} 値が 0.35 へ 0.15 程度になることが分かった。(2) h/H が 0.06 以後の座圧値 (q/q_{cr}) の平均がAタイプでは 0.33 、Bタイプでは、 0.16 とBタイプの初期不整が座圧荷重に大きな影響を与えることが分かった。

参考文献 小忠・桜井; 「浅いドーム状殻体の座圧実験」, 土木学会全国大会第36回年次学術講演概要集, I部 -146, 1981.

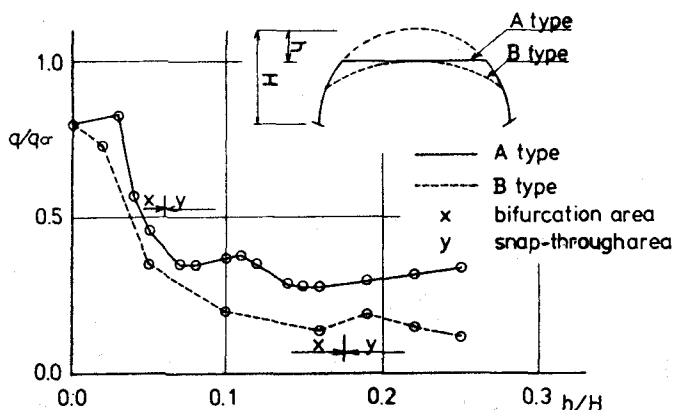


Fig. 2 The relation of buckling pressure to initial imperfection

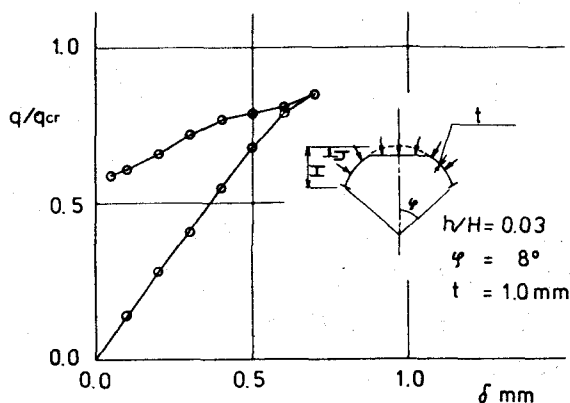


Fig. 3 The relation of pressure to displacement

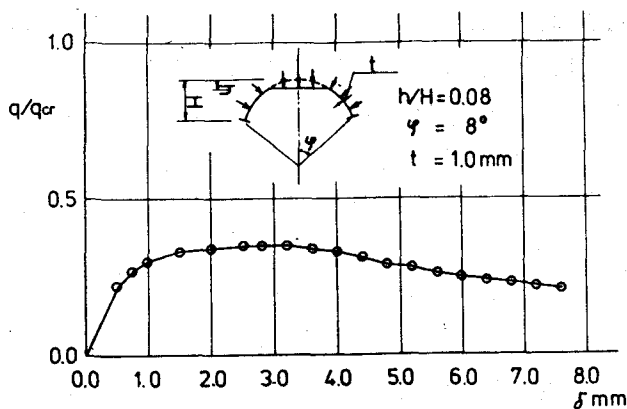


Fig. 4 The relation of pressure to displacement