

豊田高専 正会員 ○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

初期変形の存在が、球形シェルの座屈荷重を低減させることは既往の研究において知られている。本報告では、初期変形として幾何形状の変形、板厚の変形、および境界条件の不整を採り上げる。また幾何形状の変形のあるタイプのものについては、さらに詳しく調べ、以上のような変形が座屈荷重に与える影響を数値計算により検討した。

2. 計算結果

計算の対象とした球形ドームの形状は、Fig.1に示す。ドームの材質は、アルミニウムでそのヤング係数は 7.22×10^6 gf/mm^2 、ポアソン比は0.33である。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った。計算は、球面の変形が z 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。

Table 1・Table 3には、初期変形のタイプを示した。Table 1の○印は、初期変形として用いた種類の組み合わせを示す。Bは、クラウン部で直径0.33rの範囲にわたリフラットになったことを示す。Cは、同じ領域で板厚が0.1t薄くなった場合を考えている。Table 3においては、Bタイプの変形を詳しく調べている。ここでdは、クラウン部頂点からの鉛直変位量を示した。Table 2・Table 3は初期変形を有する球形ドームの座屈荷重と古典的理論値との比較を示したものである。Fig. 2は、縦軸に $8/802$ 値を横軸に変形量を示した。

これらの図および表から、周辺固定の場合、タイプBの値が0.37と初期変形の影響が大きい。Cは、0.67とBに比べて影響は小さい。すなわち、0.1t程度板厚が薄くなると座屈荷重に与える影響は少なく、むしろBのような変形の存在が座屈荷重に大きな影響を与える。次に周辺条件が全

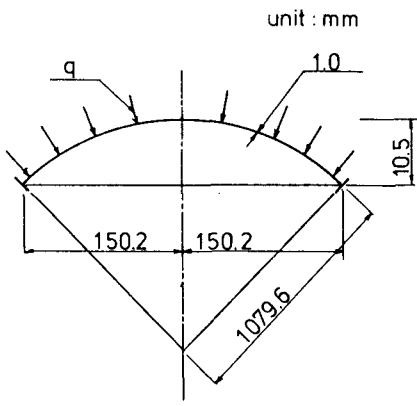


Fig.1 Spherical Shell

		A	B	C	D	E	F
Initial Imperfection		○				○	
			○		○		○
				○	○		
Boundary Condition						○	○
		○	○	○	○		

Table 1 Initial imperfection type and Boundary condition type

ンジの場合のE(0.68)とA(0.79)とを比較すると大差がないことから、周辺条件が座屈荷重を低下させる大きな要因ではない。さらに、A～FにおいてB・D・Fは、0.34～0.37である。これらは、いずれもクラウン部がフラットになる初期変形が存在する場合である。やえに、この種の変形が座屈荷重を低減させる大きな要因である。Table 3・Fig. 2は、Bタイプの変形について $\alpha \sim 0.14$ の間を7段階に細分して、その影響を調べた結果である。計算結果から、 $\alpha \sim 0.05$ 程度までは、分岐座屈の傾向を示し、 $0.07 \sim 0.11$ の範囲では飛び移りの傾向を示していた。 $0.03 \sim 0.05$ の範囲では、初期変形の影響が非常に敏感である。したがって、分岐座屈の領域において、この種の初期変形は、座屈荷重に極めて敏感に反応すると言える。

3. 結 語

1). 境界条件は、周辺固定の場合(A-0.79)と全ヒンジの場合(E-0.68)との差があまりないことから、座屈荷重に与える影響は小さい。2). 板厚の変形に関しては、板厚のみの変形がある場合(C-0.67)および初期変形と板厚の両者の変形がある場合(D-0.34)と板厚の変形を除いたそれぞれの場合(A-0.79およびB-0.37)との比較により、大きな影響がないことがわかった。3). Bタイプの初期変形を細く分割した結果、分岐座屈の領域において α 値の変化($0.03 \sim 0.05$)に対して q/q_{cr} 値が、 $0.83 \sim 0.46$ と大巾に変化することから、初期変形の影響が非常に敏感であることがわかった。なお、フラット部分の範囲が座屈荷重に与える影響については、検討中である。

Table 2 The relation of buckling pressure to classical buckling pressure

	A	B	C	D	E	F
q/q_{cr}	0.79	0.37	0.67	0.34	0.68	0.38

$d =$	q/q_{cr}
0.00	0.80
0.03	0.83
0.04	0.57
0.05	0.46
0.07	0.35
0.08	0.35
0.10	0.37
0.11	0.38

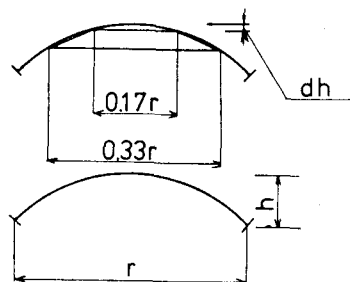


Table.3 The relation of buckling pressure to classical buckling pressure and shape of initial displacement

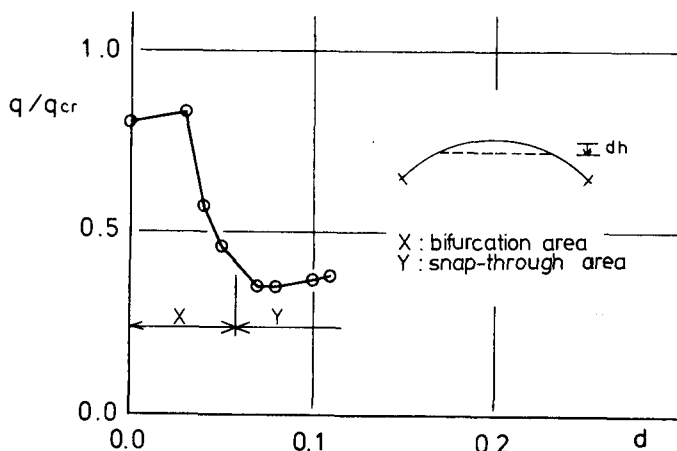


Fig.2 The relation of buckling pressure to classical buckling pressure

参考文献 1). 忠・桜井・西野;「球形ドームの座屈荷重に及ぼす初期不整の影響」エネ学会中部支部57年度講演集 2). 桜井・忠・西野;「球形ドームの座屈荷重に及ぼす初期形状の不整の影響」エネ学会37回全国大会