

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 はじめに

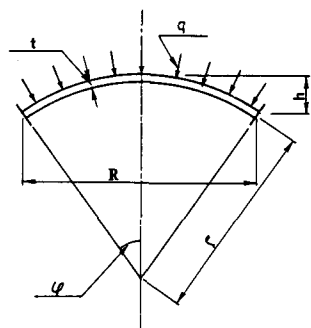
ここでは、対象としてきた球形ドームは、中心半角 $\varphi=8^\circ$ の場合であったが、本報告では、 $\varphi=16^\circ$ のものを対象として扱う。 $\varphi=8^\circ$ の場合、座屈荷重を低下させる不整のタイプの主なものとして、1.幾何形状の不整、2.板厚の不整等が上げられる。ここでは、板厚の不整をとり上げる。板厚の不整は、厳しい気象条件等を受けて構造物が腐食し、板厚が薄くなる場合を想定している。初期不整として、一方の面(外側)から板厚が薄くなる場合をAタイプ、両面(内側と外側)から腐食するBタイプの2つである。このA・Bタイプの不整が、比較的ライズ対スパン比の小さい球形ドームの座屈荷重をどれほど低下させるかを検討したものである。

2. 計算

計算の対象とした球形ドームは、アルミニウム製で寸法・諸係数等は、Fig.1に示すとおりである。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なった。要素分割については、球面の変形が主軸対象として、球面の4分の1について72個の三角形要素に分割した。Fig.2では、初期不整のタイプを示している。初期不整は、A・Bの2種類を考える。Aタイプは、 α の領域において上端側から板厚を薄くする。Bタイプは、同じ領域で上・下両端から板厚を薄くするような形状を初期不整として与えている。また、初期不整を与える領域は、Zone 1～3まで、板厚 t_1 は、0.2～0.9 mmまでの5種類を対象としている。

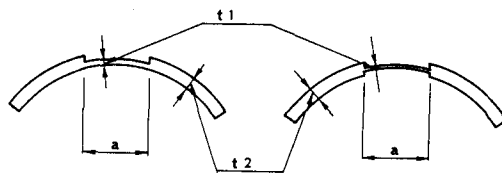
3. 考察

Fig.3～5は、縦軸に座屈比 β_{cr} をとり、横軸に板厚比 t_1/t_2 をとったものである。Zone 1でのA・B両タイプの β_{cr} を比較するために($t_1/t_2=0.9$ を除いて)AとBの較差の平均を求めると、 $\beta_{cr}=0.075$ となり、Aタイプの座屈比がBタイプのものより小さくなっている。また、Aタイプにおける $t_1/t_2=1.0$ (不整のない場合)と $t_1/t_2=0.6$ の β_{cr} を比較すると、 $t_1/t_2=0.6$ の値は、 $t_1/t_2=1.0$ の0.66倍程度になることが認められる。したがって、Zone 1では、Aタイプの不整がBタイプのものよりも影響があると言える。Fig.4の β_{cr} について、Zone 2では、 $t_1/t_2=0.2$ と0.4でAとBの差があまりない。 $t_1/t_2=0.6, 0.8, 0.9$ のA・Bの差の平均が $\beta_{cr}=0.08$ となっている。この領域では、板厚比が小さいところでは、A・Bの差がなく、その比が大きくなるところで差が生じている。これは、



sign	
P	buckling load of classical theory(perfect spherical shell) 2972.2 g/cm
q	buckling load calculated
t	thickness 1.0 mm
h	21.116 mm
R	300.5 mm
E	722000 Kg/cm (Young's modulus)
v	0.33 (poisson's ratio)
f	545.1 mm
φ	16°
δ_y	normal displacement of buckling

Fig.1 Specification



A type

B type

thickness	
t_1	t_2
(1) 0.9	1.0
(2) 0.8	1.0
(3) 0.6	1.0
(4) 0.4	1.0
(5) 0.2	1.0

Zone	a
Zone 1	50.24 mm
Zone 2	100.46 mm
Zone 3	150.62 mm

Fig.2 The type of initial imperfection

Zone 1 と逆の傾向である。Zone 2 の領域も、また A タイプの不整が B タイプよりもその影響があると言える。先程と同様に A タイプにおける板厚比 1.0 と 0.6 の座屈比を比較すると、0.6 の方が 1.0 の場合の 36% 程度となり、Zone 1 の場合よりも、相当低くなる。Fig. 5 について、Zone 3 では、Zone 1・2 とはその傾向が異なり、B の座屈比が A タイプのものに比べて幾分か小さくなっている。また、A タイプの $t_1/t_2 = 0.6$ の q/P_{cl} 値は、1.0 のものの 39% 程度となり、Zone 2 の 0.6 の値よりも大きな値を示している。ゆえに、Zone 3 では、わざわざではあるが B タイプの不整が A のものを上回っている。

4. ま と め

1. Zone 1・2 の q/P_{cl} 値は、A タイプの方が B タイプのものより、小さくなることからこの領域では、A タイプの不整が存在すると B タイプのものより危険側にあると言える。
 2. A タイプの q/P_{cl} 値について、板厚比が 1.0 (不整がない) と 0.6 の場合を比較すると、それぞれの Zone で $t_1/t_2 = 1.0$ の 0.66 (Zone 1), 0.36 (Zone 2), 0.39 (Zone 3) となり、Zone 2 (0.33R) 以上に領域を広げると q/P_{cl} 値は、不整のない場合の 0.35~0.40 程度の値になることがわかった。
 3. Zone 3 では、B タイプが A タイプよりも影響があることから、この程度の範囲では、B タイプの不整について十分注意することが必要である。
 4. 2 と同様に、B タイプの q/P_{cl} 値について 板厚比が 1.0 に対する 0.6 の場合を比較すると、0.77 (Zone 1), 0.44 (Zone 2), 0.32 (Zone 3) となり、このタイプでは、不整領域の広がりとともに座屈比も低下することがわかる。

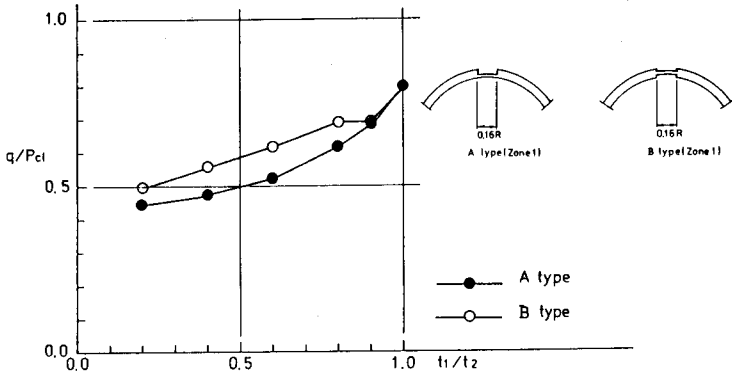


Fig. 3 The relation of buckling load ratio(q/P_{cl}) and thickness ratio(t_1/t_2) Zone 1

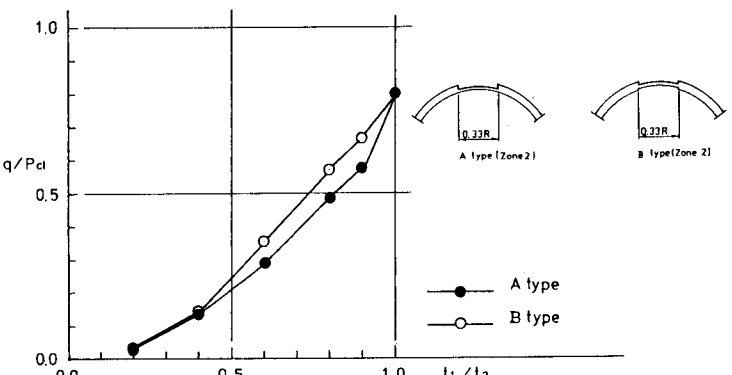


Fig. 4 The relation of buckling load ratio(q/P_{cl}) and thickness ratio(t_1/t_2) Zone 2

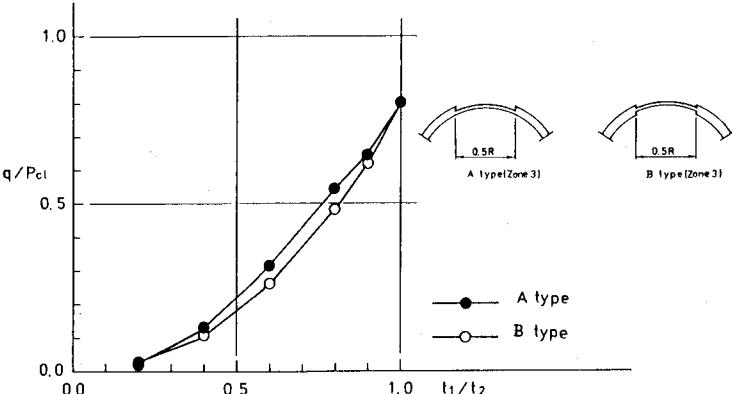


Fig. 5 The relation of buckling load ratio(q/P_{cl}) and thickness ratio(t_1/t_2) Zone 3