

豊田高尊 正員 忠 和男
豊田高尊 正員 桜井孝昌

1. まえがき

完全球殻や部分球殻の座屈問題の解析は、1930年頃から興味ある問題として取り上げられて来た。最近、石油貯備槽・建築物のドーム屋根や圧力容器として殻体構造物の利用が増加しつつある。しかし、この種の構造物の設計については、経験によるところが多いように思われる。なぜなら、現存するドームは、その大部分は立ち上り角の大きいものである。Klöppel と Jungbluth らによって、立体角(φ)が、 20° までの場合には、座屈値の実験式が発表されている。この実験式が、実際の実験とよく対応することは参考1でわかった。今後、さらにドーム状殻体の利用が増すにつれて、比較的浅いすなわち立体角が 20° 以下のものについても、その研究が必要であると思う。ここでは、立体角が、 20° 以下のものを対象に実験を行うことにした。

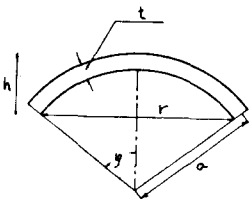
これまでの研究によって、古典的理論による計算値と実験で得られた座屈値との間の相違は、種々の初期不整・変形状態(軸対称・非軸対称)の考慮・載荷中の荷重の微小攪乱等の原因によるものであつたと考えられているようである。そこで、初期不整の影響をも調べるために、初期変位等の不整が座屈値に及ぼす影響をも検討することにした。

2. 実験概要

供試体の材質は、アルミニウムで、ヤング係数は、 4380kg/mm^2 であった。板厚は、 1mm と 2mm の2種類を使用した。また、その立体角 φ は、 8° と 16° の2種類である。(図-1参照)表-1、表-2のTY PEは、前者の数字が立体角を、後者の数字が板厚を示している。供試体の数は、各種4体ずつ計16体について実験を行なった。なお、主タンクの大きさは、

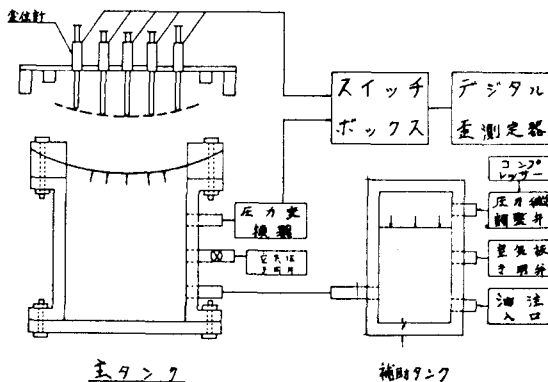
図-1. 供試体寸法

φ	a mm	h mm	r mm	t mm
8	1079.6	10.5	300.5	1.0
				2.0
16	545.1	21.1	300.5	1.0
				2.0



、内径 300.5mm 、高さ 24.55mm のものである。載荷方法(図-2参照)は、コンプレッサーによって加えられた圧力が補助タンク内で空気圧から油圧に変換され、主タンク内に伝えられる。主タンク内の圧力は、圧力変換器を通して、適宜デジタル歪測定器でその圧力をプリントさせる。供試体の鉛直変位は、アクリル板上に固定された17個の変位計でその変位を測定する。変位計は、軸対称の位置に規則的に設置しておいた。載荷の方法は、圧力制御で行なった。座屈直前の変位測定は、連続的に多くとれるように努力した。

図-2 実験概略図



3. 実験結果

表1・表2は、 $\varphi=8^\circ$ ・ 16° の座屈荷重とそれに関係が深いと思われるパラメータを示した。 Q は、実験で得られた座屈荷重を、 P は古典的理論から求めた計算値、 d は、供試体中央部の座屈直前の変位量、 d_0 は載荷前の中央部の変位量、 t_0 は、供

試体の板厚， t は供試体中央部の板厚の偏差を示すものである。図-4の δ は、圧力， δ は鉛直変位量を示す。表1・表2の P/Q の比から、立体角が小さく、板厚の薄いものは、計算値に近づく傾向がある。また、 d/t の比は、その値が0.5以上になると座屈すること示している。つまり、中央部の鉛直変位が、板厚の半分程度を越えると座屈することになる。図-3は、表1・表2の P/Q と d/t との関係を示したものである。この図から、座屈荷重と初期鉛直変位量との間には、相関性があるように思う。すなわち、板厚が薄く、立体角の小さいものは、初期変位量は大であるが座屈荷重は計算値に近づく。次に、図-4は、1/6体の供試体の中の代表的な荷重対変位曲線を示したものである。図-4は、1/6-スライプのものである。大部分の供試体は、この図のように中央部から軸対称に変形を起している。●と○、▲と△は、軸対称の位置の測定点である。今回のような形状では、座屈後荷重を戻しても飛び移りのような現象を程したものは、ほとんどなかったようである。

4. 結び

1)、初期鉛直変位量と座屈荷重との間には、相関性が存在するようである。2)、浅いドーム状殻体では、軸対称変形が大部分を占める。3) 立体角が小さいものほど、その座屈値は、古典理論の計算値に近づくようである。4) パラメータ ($d/t \cdot t/t \cdot d/t$) は、すべて中央部と関連しているが、他の1/6点については、現在整理中である。

5. 参考文献

- 1) 池清水・荒井：「小曲率を持つ球形円板の飛び移り変形に関する実験的考察」昭和55年2月土木学会中部支部講演概要集
- 2) S.T. Timoshenko: 「Theory of elastic stability」 sec. Ed. McGRAWHILL
- 3) K. Klöppel and O. Jungbluth 参考文献2) のP518参照
- 4) 小沢保雄・山本尊一：「外圧を受ける球殻の座屈」昭和48年5月 日本造船学会春季講演会

表-1. 座屈荷重(Q)

TYPE		Q g/cm ²	P/Q	d/t	t/t	d/t
8	1	345	1.3	0.66	0.05	1.13
	2	330	1.3	0.56	0.03	1.77
	3	299	1.4	0.50	0.01	1.10
	4	265	1.6	0.46	0.04	0.85
8	1	821	2.1	0.62	0.03	0.44
	2	766	2.3	0.59	0.03	0.30
	3	784	2.2	0.57	0.03	0.40
	4	742	2.3	0.52	0.01	0.06

表-2 座屈荷重(Q)

TYPE		Q g/cm ²	P/Q	d/t	t/t	d/t
16	1	692	2.4	0.57	0.04	0.01
	2	637	2.7	0.38	0.04	0.23
	3	1038	1.6	0.66	0.16	0.21
	4	703	2.4	0.57	0.04	0.19
16	1	1774	3.8	0.52	0.04	0.18
	2	1941	3.5	0.66	0.01	0.13
	3	1852	3.7	0.62	0.01	0.14
	4	2023	3.3	0.79	0.06	0.24

図-3. 座屈値と初期鉛直変位との関係

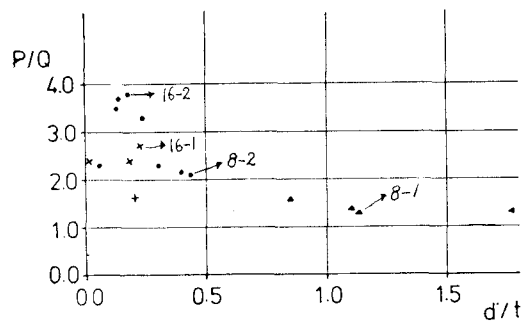


図-4 荷重対変位曲線(1/6-2-1)

