

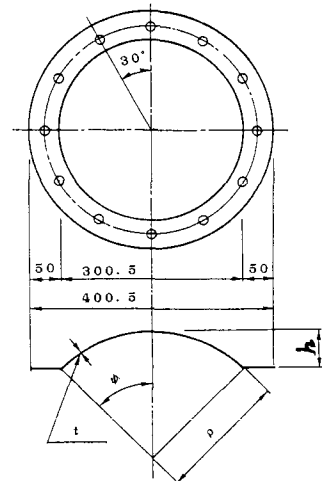
I-126 くり返し荷重を受ける球形ドームの耐荷力実験

豊田工業高等専門学校 正会員 忠 和男
豊田工業高等専門学校 正会員 桜井孝昌

1 はじめに 球形ドーム構造は、石油貯備タンク、圧力容器等の一部あるいは全部に使用されることが一般的である。この種の構造物周辺に置いて火災等が発生した場合、急激にその内容物を移動する必要に迫られる。この行為が急なほど構造物の内部では負圧が発生し、局部的に座屈が生じることは十分考えられる。この座屈が全体座屈に及ばない場合、この構造物を再度使用することは可能である。従って、球形ドームにくり返し荷重を載荷した場合、その耐荷力の低下傾向を知ることが重要である。今回の実験では、球形ドームの設計基準に近い中心半角 20° 、 24° 、 28° の3タイプの形状を選び、くり返し荷重を載荷し、その耐荷力の低下傾向について検討した。

2. 実験

使用した供試体の底面直径は、300、5mm、形状寸法、及び材料の特性等は図-1に示す。また、使用した供試体の数は、タイプ毎に8枚ずつ、合計24枚である。実験は、先ず初期形状を測定し、その後くり返し載荷実験を行った。初期形状は、底面からの垂直方向の高さを 30° 置きに6断面163点について測定した。繰り返し載荷実験は、最初、座屈が生じるまで荷重を載荷し、その後除荷して中央部の変位量が元の状態近くになるまで真空ポンプで負圧をかける。主タンク内の圧力がゼロになるのを待って、続いて加圧を開始し、また座屈荷重に達するまで載荷を続ける。上記のような要領で、この種の構造物がその耐用年数の期間中に起こる緊急事態の回数を考慮して、加圧一除荷一負圧のサイクルを10回くり返した。実験中の変形状態は、図-2に示すように供試体上部



単位: mm			
ϕ°	ライズ (h)	曲率半径 (ρ)	板厚 (t)
20	26.49	439.30	1.0
24	31.94	369.40	1.0
28	37.46	320.04	1.0

材質 : アルミニウム
ヤング係数 : $E = 7220 \text{ K}\alpha / \text{mm}^2$
ポアソン比 : $\nu = 0.33$
古典的座屈荷重 : $q_{cr} = (2Et^2) / (\rho^2 / 3(1-\nu^2))$

図-1 供試体の寸法及び諸元

に5本の変位計を取付て変位量を記録した。更に、主タンク内の圧力は、タンク側壁に取付た圧力変換器によって記録した。

3. 考察

図-3は、初期形状の測定結果からドーム中心の高さを取り出し、基準高さとの比較をしたものである。基準高さとは、供試体作製時の型枠の寸法である。この図の数値は、各タイプ毎の測定結果の平均値である。

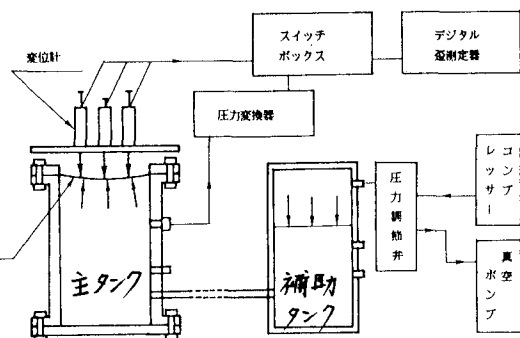


図-2 実験概略

この図から、初期形状は、基準高さの80パーセント程度であり、既往の研究より第一回目の座屈荷重が一般的な実験結果よりも小さくなることが予想できる。図-3は、 $\psi^\circ = 20$ の場合の荷重-変位関係を示す。縦軸に古典的座屈荷重で除した座屈比 (q/q_{cr}) をとり、横軸には、ドーム中心部の鉛直方向の変位を板厚 (t) で除した比をとった。第2回目の座屈値 (q_2) は、1回目の座屈値 (q_1) のほぼ40パーセント程度まで低下しているが、その後の低下傾向は横ばい状態であることが分かる。多少の相違はあるもののこの傾向は、 $\psi^\circ = 24$ 、 28 についても同様であった。 q_2/q_1 の平均は、 20° 、 24° 、 28° についてそれぞれ40%、52%、37%となった。このことから、2回目の耐荷力は、1回目の1/2以下になると言える。表-2は、各供試体の一回目の座屈荷重のみを取上げ、さらに古典的荷重で除した座屈比を示す。表から、 $\psi^\circ = 20$ 、 24 、 28 のそれぞれの座屈比の平均は、0.12、0.07、0.10となった。一般的な座屈比0.33~0.25に比べ小さくなったのは表-1のような幾何形状のためであろうと思われる。さらに、 $\psi^\circ = 24$ の座屈比が小さな値となった理由としては初期形状を計測した結果中央部分において偏平になる形状のためである。（文献1参照）図-4は、 $\psi^\circ = 20^\circ$ 、 24° 、 28° の最大耐荷力とくり返し回数との関係を示したものである。縦軸に最大耐荷力を、横軸にくり返し回数をとった。3タイプとも、1回目と2回目の耐荷力の低下は、急激なものその後10サイクルまで低下率はほとんど変わらない。従って、この種の構造物がその耐用年数の期間に受けるであろう100回程度の災害に対して何等かの補強を施しさえすれば十分使用可能である。ただし、2回目以降の最大耐荷力は、1回目の50パーセント程度になることを考慮するべきである。

参考文献 1) 忠、桜井、西野：「浅い部分球殻の座屈に及ぼす初期不整の影響」、V o l . 3 2 A (1986年3月)、構造工学論文集

表-1 中央部の高さの比較

供試体 (ψ°)	基準の高さ H (mm)	実測値 h (mm)	$h/H \times 100$ (%)
20	26.5	21.77	82
24	31.9	25.32	79
28	37.5	30.13	80

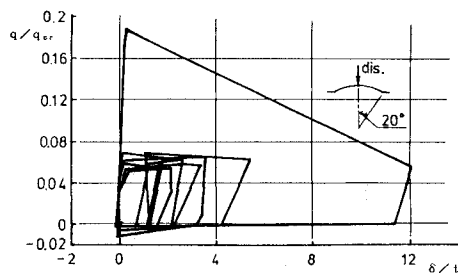


図-3 荷重-変位関係

表-2 最大耐荷力

供試体番号	最大耐荷重 ($K \times g / cm^2$)	座屈比 (q/q_{cr})	q_{cr} ($K \times g / cm^2$)
20-01	412	0.09	4576
20-02	338	0.12	
20-03	378	0.13	
20-04	607	0.13	
20-05	360	0.12	
20-06	462	0.10	
20-07	585	0.13	
20-08	547	0.12	
平均	336	0.12	
24-01	400	0.08	6472
24-02	443	0.07	
24-03	367	0.09	
24-04	436	0.07	
24-05	478	0.07	
24-06	470	0.07	
24-07	396	0.06	
24-08	542	0.08	
平均	468	0.07	
28-01	1153	0.13	8622
28-02	893	0.10	
28-03	950	0.11	
28-04	848	0.10	
28-05	678	0.08	
28-06	736	0.09	
28-07	902	0.10	
28-08	807	0.10	
平均	807	0.10	

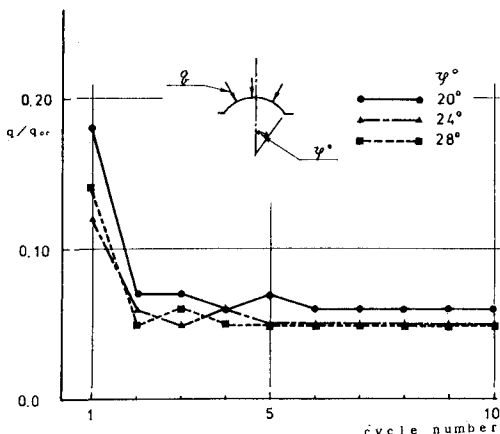


図-4 最大耐荷力とくり返し回数との関係