

① 液体容器の例題

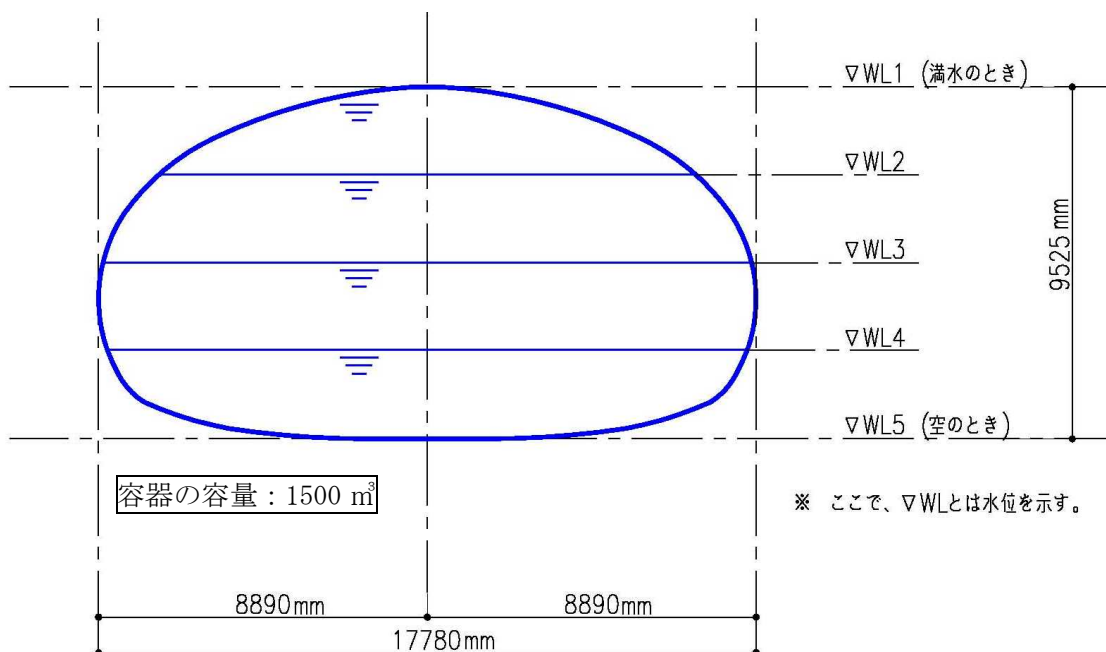
論文 “New Spheroidal Design for Large Oil Tanks”を参考として、提案する例題である。

論文では、石油とガスの双方を充填する容器形状についてであるが、本例題では液体（比重 1.0 t/m^3 ）のみを扱うこととする。

最適化例題＞ 液体の使用に応じて、水位が ∇WL1 から ∇WL5 のように変動する場合における最適な容器を求めたい。なお、容器の容量は一定とする。

最適な容器の求め方は自由で、例えば以下などの方法がある。

- 容器の最適な板厚の分布を求める。
- 最適な容器形状を求める。
- 容器には補強部材を追加してよく、補強部材の最も少ない量となる形状を求める。



(添付資料)

- 論文 “New Spheroidal Design for Large Oil Tanks”
- 上図、青線形状を要素分割した節点座標および要素結合データ
(青線形状は、論文の Fig. 2 からそのままおこした形状である。)
→ なお、この形状データはあくまで参考として添付しており、この形状を特に採用しなくてもよいです。

② 天津タワーの例題

<天津タワー建物概要>

場所：天津、中国

直径：12m

高さ：67.55m

構造種別：鉄骨造（鋳鋼パーツを現場溶接して、一体となっている）

材料： 鋳鋼 降伏強度 $F_y=300 \text{ N/mm}^2$ 、ヤング係数 $E=205000 \text{ N/mm}^2$

構造概要：円筒表面をコサインカーブ状に配置された部材により円柱を形成している。

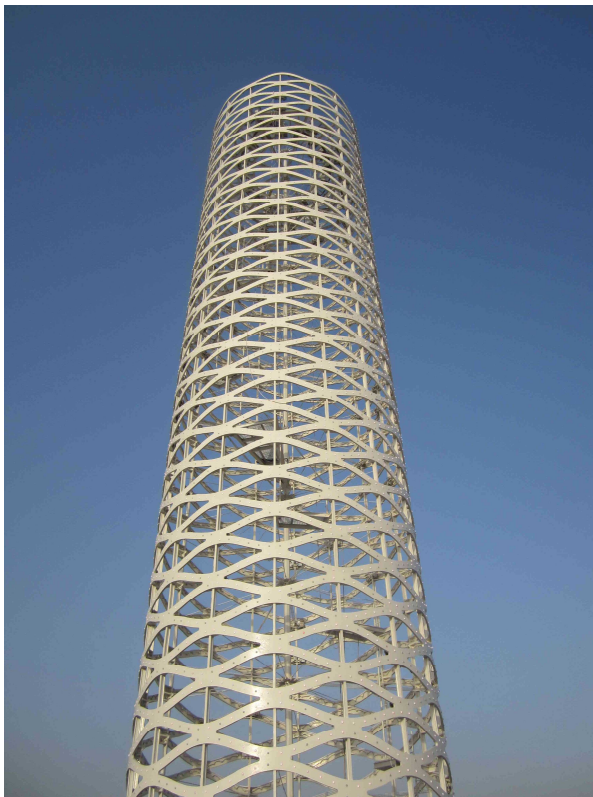
コサインカーブの式： $y=289\cos(8x)$

ここで、 x は $R0$ 通りからの角度（°）を示す（S-105 図 参照）

y の単位は（mm）

この円柱の立体的剛性保持のため、高さ方向へ 4390mm ピッチにスポークが配置されている。スポークは円筒の中心に配置されたパイプ（ $273 \phi \times 6$ ）から 2 つのコサインカーブどうしの交点へそれぞれ取り付けられる（ 22.5° ごとに計 16 本）。なお、コサインカーブどうしの交点のレベルは偶数通り（ $R0, R2, R4 \dots$ 通り）と奇数通り（ $R1, R3, R5 \dots$ 通り）で異なるため、スポークは交互に勾配が切り替わる（S-102 図参照）。図面を添付するので、詳細は図面参照とする。

（※）写真にはコサインカーブの背後に鉛直部材が入っているが、本例題では鉛直部材は考えないこととする。最上層には、設備とメンテナンス用の床があるが、その重量も本例題では考えないこととする。



最適化例題> 自重および風荷重に対して、最適なコサインカーブの形状・ピッチおよび部材太さを求めたい。なお、風荷重についての考え方は次ページ参照とする。

<風荷重について>

風荷重は、下式により算出する。

受圧面積は風上側の構面のみ構成部材の面積を合計したものとしてよい。

$$\text{風荷重} = (\text{受圧面積}) \times q \times C_f$$

ここで、 q : 速度圧 (N/m^2) = $1971.5 \text{N}/\text{m}^2$ ※1

C_f : 風力係数※2

※1 下記の条件より算出した値である

V_0 : 風速 (34 m/s : 東京都と同等の値)

G_f : ガスト影響係数 (地表粗度区分 : III)

※2 ラチス構造物の C_f

充実率 ϕ (風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合) に応じて、
下表にしたがって C_f を求める

	$\phi \leq 0.1$	$0.1 < \phi < 0.6$	$0.6 \leq \phi$
C_f	$2.8 * k_z$	直線補間 $(-2.2 * \phi + 3.02) * k_z$	$1.7 * k_z$

高さ方向の (k_z) の分布 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{高さ} \leq 5\text{m} \text{ の場合 } k_z = (5/67.55)^{0.4} = 0.353 \\ \text{高さ} > 5\text{m} \text{ の場合 } k_z = (\text{高さ}/67.55)^{0.4} \end{array} \right.$$

高さ (m)	k_z
67.55	1.000
62.28	0.968
57.45	0.937
53.06	0.908
48.67	0.877
44.28	0.845
39.89	0.810
35.50	0.773
31.11	0.733
26.72	0.690
22.33	0.642
17.94	0.588
13.55	0.526
9.16	0.450
5.00	0.353
0.00	0.353

