

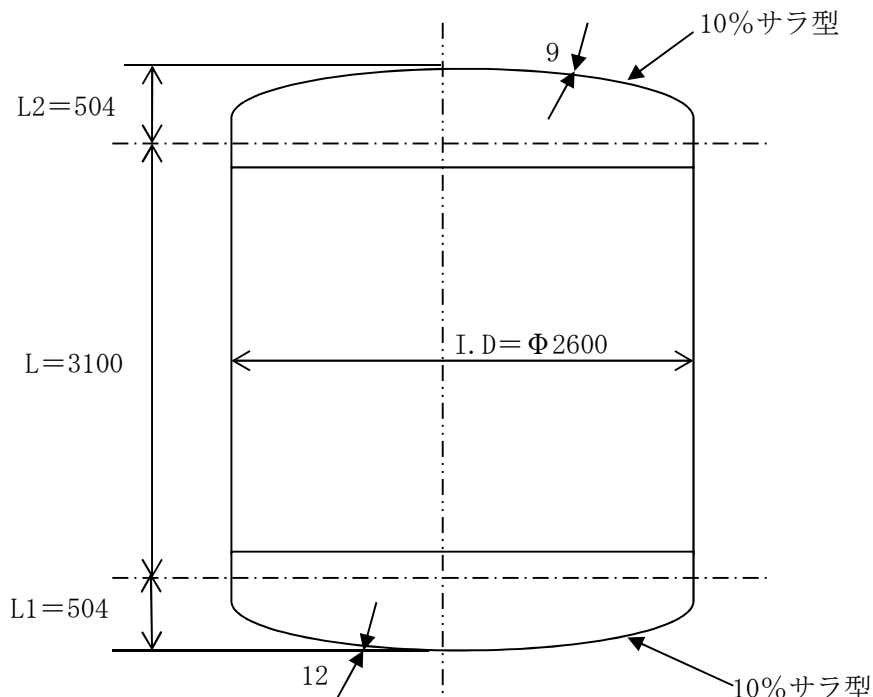
第7 タンクの容量計算

| | |
|-------------|---------------|
| 政令第5条関係 | ・タンクの容積の算定方法 |
| 規則第2条、第3条関係 | ・タンクの内容積の計算方法 |

- 1 縦置円筒型の屋外貯蔵タンク（20号タンク準用）で、政令第11条第1項第6号に規定する上部放爆構造になっているものの内容積の算出は、放爆構造となっている部分が屋根部に相当することから規則第2条かっこ書きの規定を適用するものとする。なお、屋根に該当しない鏡板形状のタンク（縦置円筒型ベッセル*タンク）については、全体を内容積とする。（第15回全消会危険物委員会結果）

放爆構造を有しない縦置円筒型ベッセルタンクの近似容量計算と空間容積の算出例を下図に示す。

*ベッセル（vessel）・容器、うつわのこと



$$\text{内容積 } V1 = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(L + \frac{L1 + L2}{3} \right) = 18.24 \text{ m}^3$$

$$\text{空間容積 } V2 = 1.24 \text{ m}^3$$

$$\text{実容積 } V3 = V1 - V2 = 17.00 \text{ m}^3$$

$$\text{空間率 } \frac{V2}{V1} \times 100 = 6.8\% \quad (5\% \leq 6.8\% \leq 10\%)$$

- 2 タンクの内容積の算定方法については、次によること。（H13.3.30 消防危第42号通知）

- (1) タンクの内容積として計算する部分

ア 固定屋根を有するものは、固定屋根の部分を除いた部分（別添図1、第1）

イ ア以外のものは全体を内容積とすること。

- (2) 内容積の算定方法

内容積は、タンクを胴・鏡板等に分けて、各部分の形状に応じた計算方法により計算し、その各部分の容積を合計すること。（別添図1、第2）

なお、規則の一部を改正する省令（H13.3.30 総務省令第45号）の施行前の規則第2条第1号イ及びロ並びに第2号イの計算方法により求められた値（別添図2）、CAD等により計算された値又は実測値の活用により内容積を計算して差し支えない。

- 3 タンク内に仕切板をいれて一のタンクを2室以上で使用するタンク（以下「分割タンク」という。）については、各室の容量の合計をタンク容量とする。なお、空間容積は各室ごとに確保すること。◆
- 4 タンク容量は、原則として整数とし、空間率内で調整するものとする。◆
- 5 ノズル、マンホール及びタンク内部の加熱用配管等の容量は、タンク容量に加減しないものとする。ただし、それぞれの容量の加減した容量が、タンクの内容積の10%を超えるものについてはこの限りでない。◆
- 6 二硫化炭素の上部に水を満たして移送する場合は、当該水の部分はタンクの空間部分とみなす。
- 7 特殊の構造又は設備を用いることによりタンク内の危険物の量が一定量以下に保たれ、当該一定量が政令第5条第2項の規定の例により算出された量を超えることがない20号タンクについては、当該一定量をタンクの容量とすることとなるが、このことについては、次のことに留意すること。

（H10.3.16 消防危第29号通知）

- (1) 現にある製造所又は一般取扱所については、平成10年3月の政令第5条の改正に伴い、改めて法第11条第1項の規定による許可又は第11条の4第1項の規定による届出の手続を行う必要はないものであること。
- (2) 大量生産のタンク等完成検査前検査を受験するときに当該タンクの容量が政令第5条第2項又は第3項のいずれが適用されるか未定である場合には、完成検査前検査申請書（規則別記様式第13）及びタンク検査済証（規則別記様式第14）中の容量の欄に政令第5条第2項の規定の例により算定されたタンクの容量を記載すること。


なお、当該タンクの容量が同条第3項の規定の例により算定されるべきものであることが明らかになった場合、タンク検査済証に記載された容量と当該タンクの容量が異なることとなるが、このことにより改めて完成検査前検査を受ける必要はないものであること。

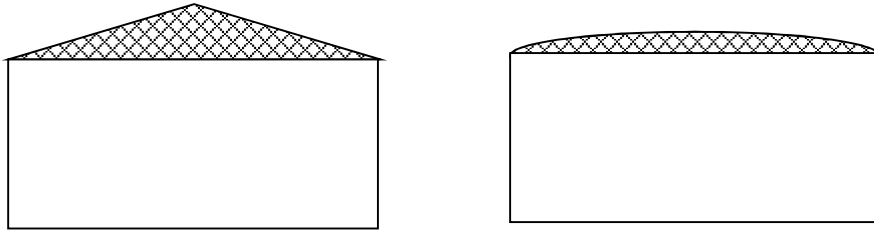
- (3) 政令第5条第3項の「特殊の構造又は設備を用いることにより当該タンク内の危険物の量が当該タンクの内容積から空間容積を差し引いた容積を超えない一定量を超えることがない」20号タンクには、当該一定量以上の量の危険物が当該タンクに注入されるおそれがない構造を有するもの及び当該一定量以上の量の危険物が当該タンクに注入されることを防止することができる複数の構造又は設備を有するものが該当し、例えば別添図3の20号タンクがこれに該当すること。

《タンクの内容積の計算方法》

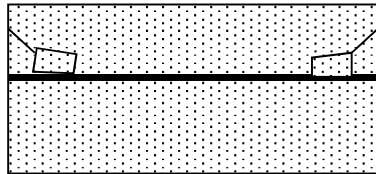
別添図 1

第1 内容積として計算する部分

- 1 固定屋根（ハッチング部分（）以外の部分とする。）



- 2 浮き屋根（側板の最上端までの部分（）とする。）



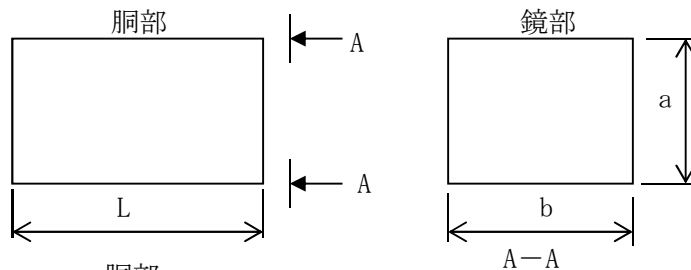
第2 計算式の例

記号の定義 V =容積 π =円周率 r 又は R =半径 D =内径 L =長さ又は胴長
 H =高さ S =面積
 T. L =Tangent Line（鏡板などの曲線部と直線部の境界線）
 W. L =Weld Line（溶接線）

1 胴部分の計算式

- (1) 角柱型

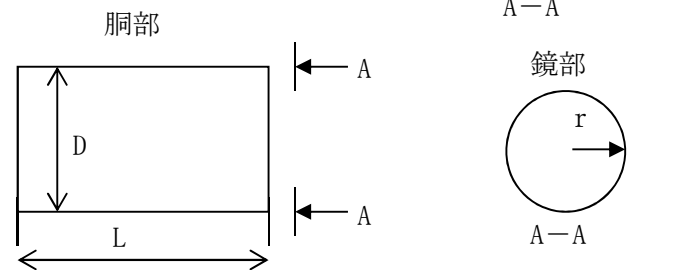
$$V=abL$$



- (2) 円筒

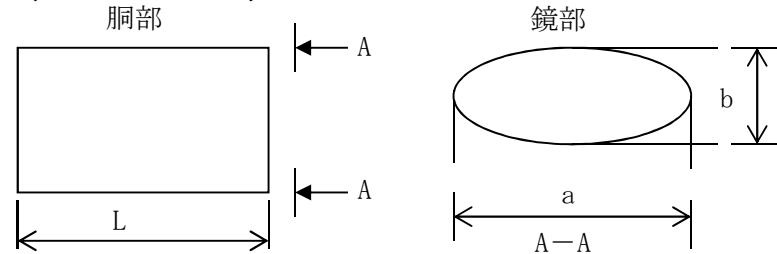
$$V=\pi r^2L$$

$$=\frac{\pi D^2L}{4}$$



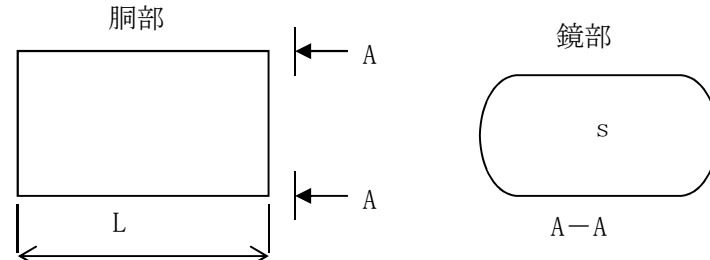
- (3) だ円筒

$$V=\frac{\pi ab}{4}L$$



- (4) 変だ円筒

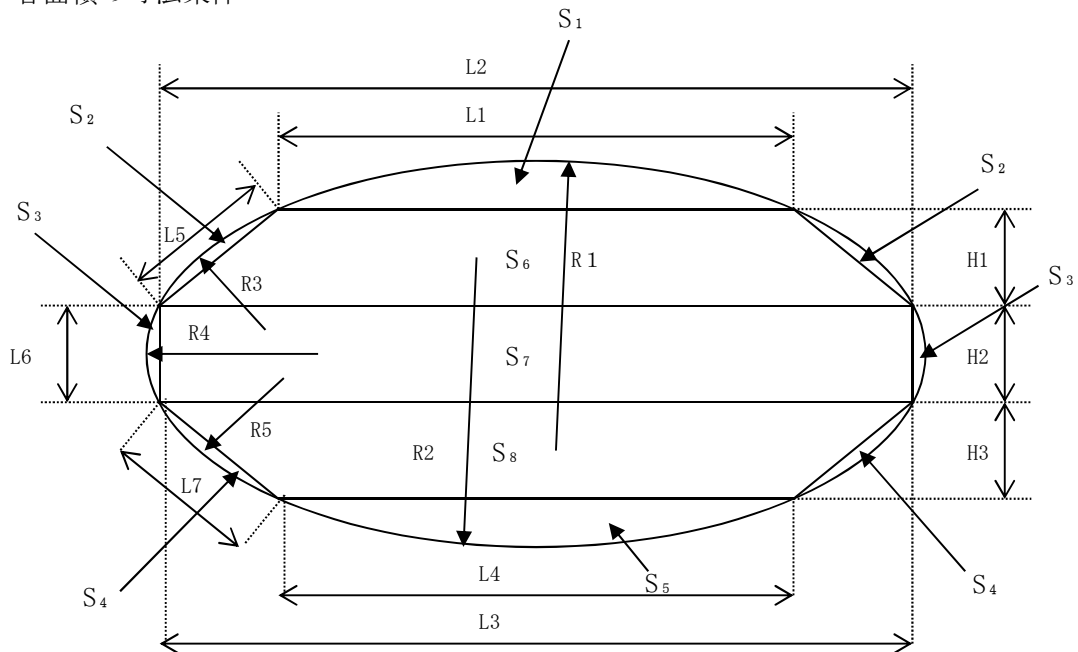
$$V=SL$$



ア 断面積 S の計算

$$S = S_1 + 2S_2 + 2S_3 + 2S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8$$

イ 各面積の寸法条件

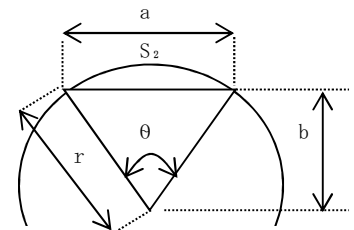
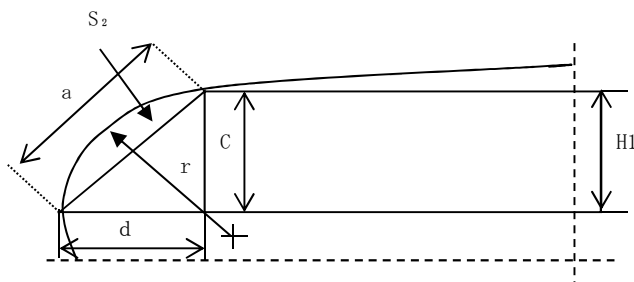


ウ S₁～S₅の面積計算

例示 : S₂

$$S_2 = \frac{\pi r^2 \theta}{360} - \frac{ab}{2}$$

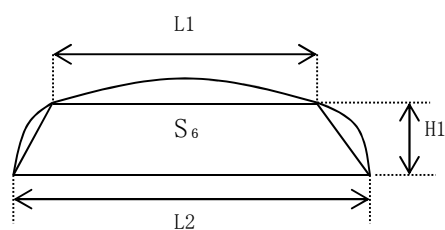
$$a = \sqrt{C^2 + d^2} \quad b = \sqrt{R^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \quad \theta = 2\sin^{-1} \left(\frac{\frac{a}{2}}{r} \right) \quad \theta \text{ は度で表す。}$$



エ S₆～S₈の面積計算

例示 : S₆

$$S_6 = \frac{(L1 + L2) \times H1}{2}$$



2 鏡板部分の計算式

(1) 胴の断面が円形の鏡板

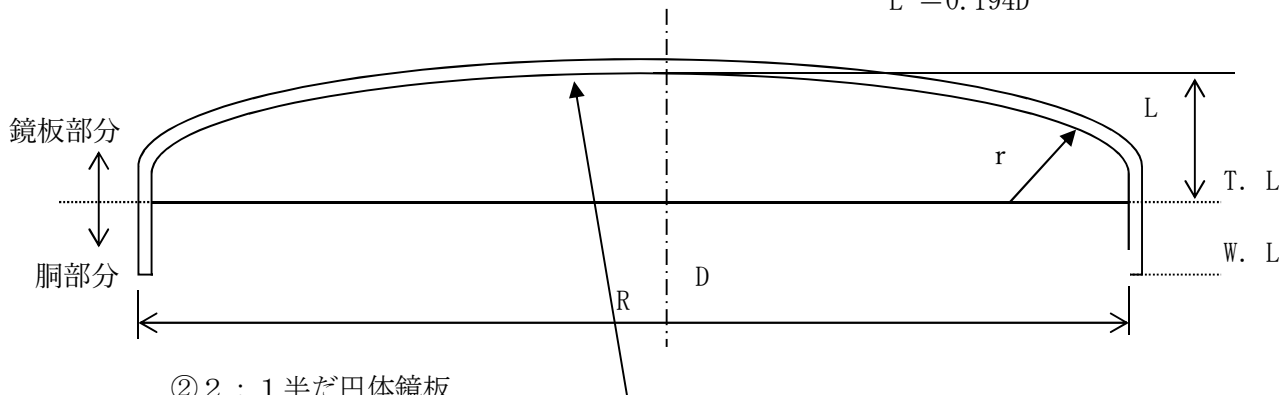
① 10%円形鏡板

$$V = 0.09896 D^3$$

$$D = R$$

$$r = 0.1D$$

$$L = 0.194D$$

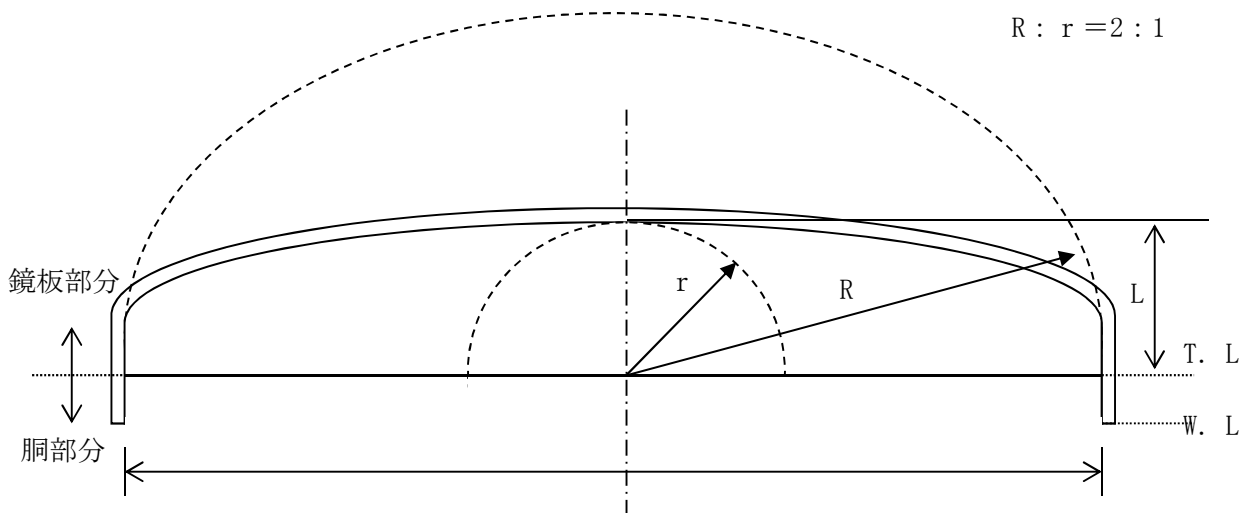


② 2 : 1 半だ円体鏡板

$$V = \frac{\pi}{24} D^3$$

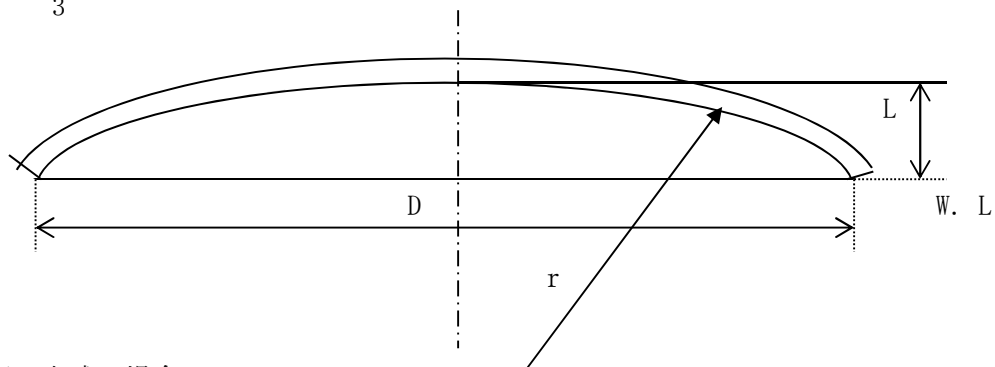
$$L = D/4$$

$$R : r = 2 : 1$$



③ 欠球型鏡板

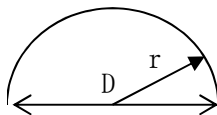
$$V = \frac{1}{3} \pi (3r - L) L^2$$



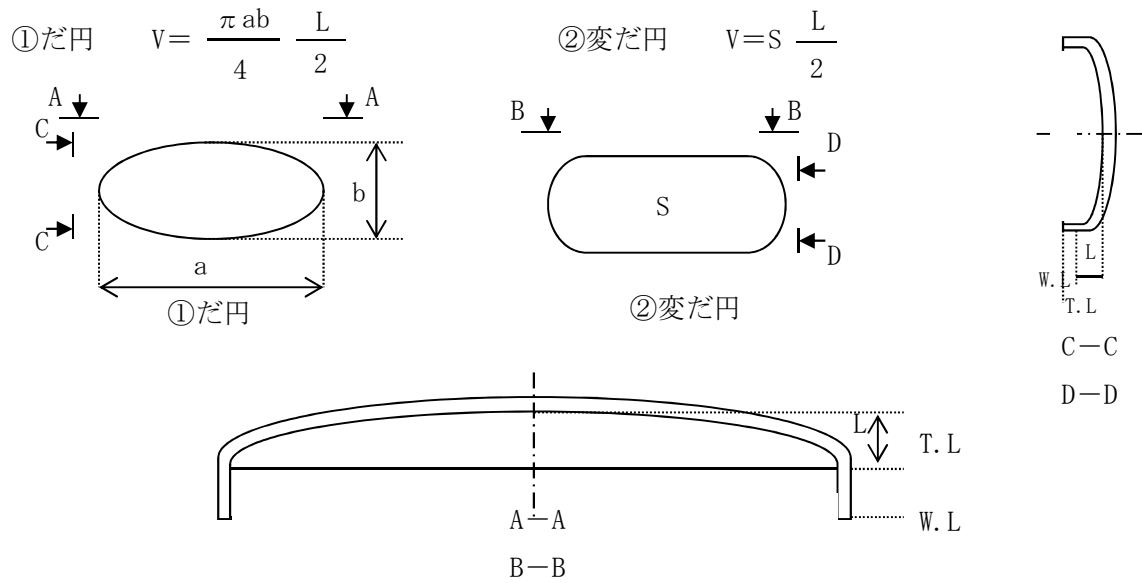
※ 半球の場合

$$r = D/2$$

$$V = \frac{2}{3} \pi r^3$$

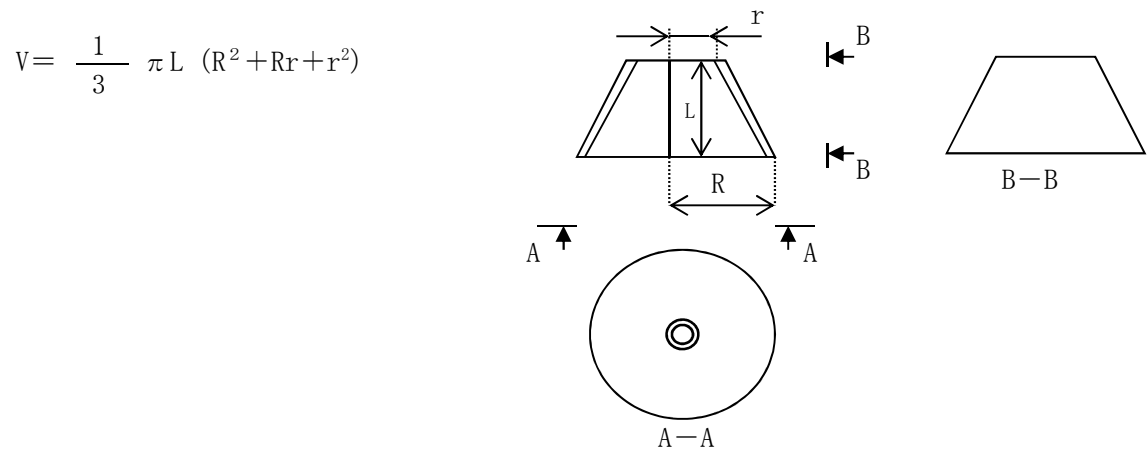


(2) 胴の断面がだ円又は変だ円の鏡板

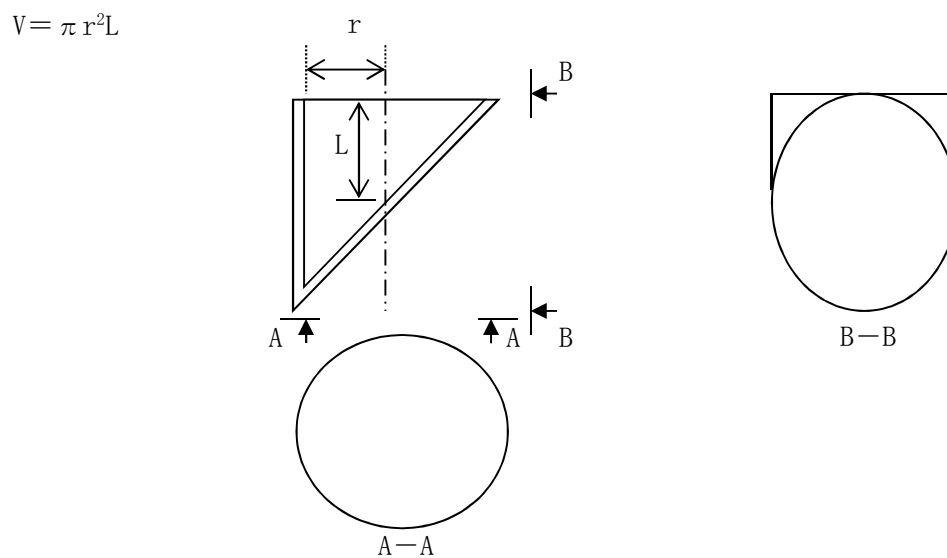


3 その他の形状

(1) 頭をカットした円すい

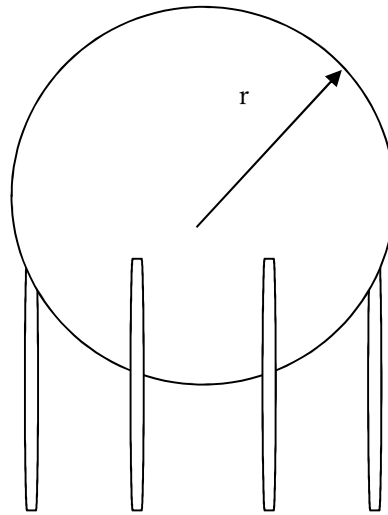


(2) 斜め切りされた円柱



(3) 球形のタンク

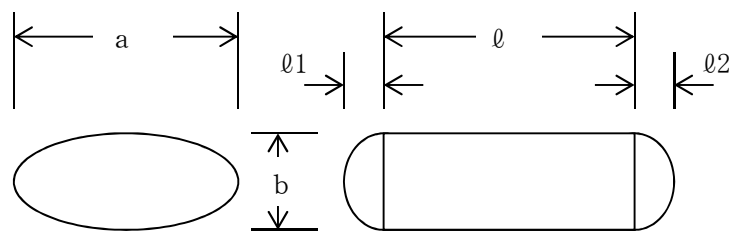
$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$



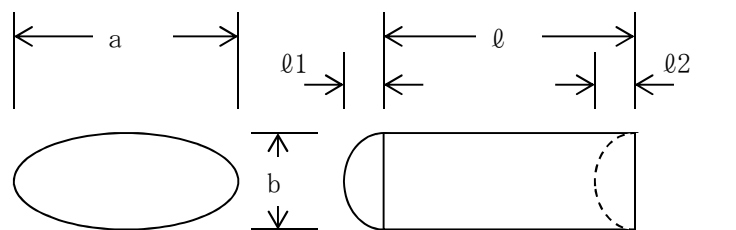
《平成 13 年省令改正以前の規則第 2 条による計算方法》

別添図 2

① 〔だ円型のタンク〕

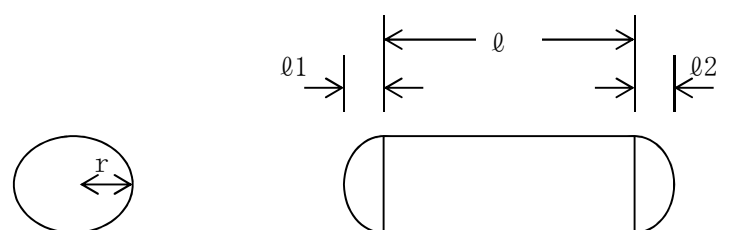


$$\frac{\pi ab}{4} \left(\ell + \frac{\ell_1 + \ell_2}{3} \right)$$



$$\frac{\pi ab}{4} \left(\ell + \frac{\ell_1 - \ell_2}{3} \right)$$

② 〔円筒型タンク〕



$$\pi r^2 \left(\ell + \frac{\ell_1 + \ell_2}{3} \right)$$

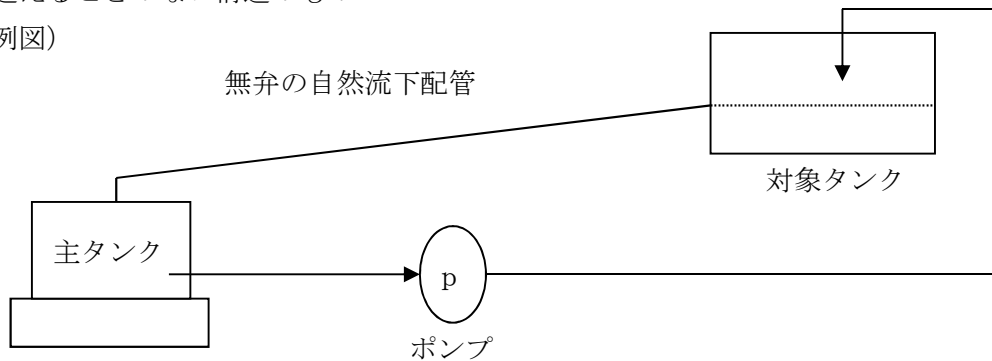
別添図 3

《一定量以上危険物が当該タンクに注入されるおそれがない構造等を有する 20 号タンク例》

- 1 一定量以上の量の危険物が当該タンクに注入されるおそれがない構造を有する 20 号タンクの例
〔自然流下配管が設けられているもの〕

20 号タンクに一定量以上の危険物が注入された場合、無弁の自然流下配管を通じて滞ることなく主タンク（供給元タンク）に危険物が返油され、20 号タンクの最高液面が自然流下配管の設置位置を超えることのない構造のもの

(例図)

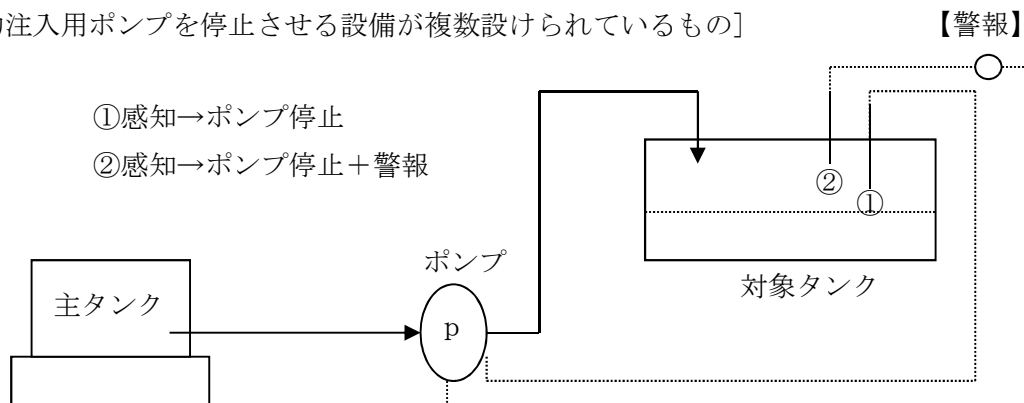


- 2 一定量以上の量の危険物が当該タンクに注入されることを防止することができる複数の構造又は設備を有する 20 号タンクの例

- (1) 液面感知センサーを複数設置し、各センサーから発せられる信号により一定量を超えて危険物が注入されることを防止するもの

〔危険物注入用ポンプを停止させる設備が複数設けられているもの〕

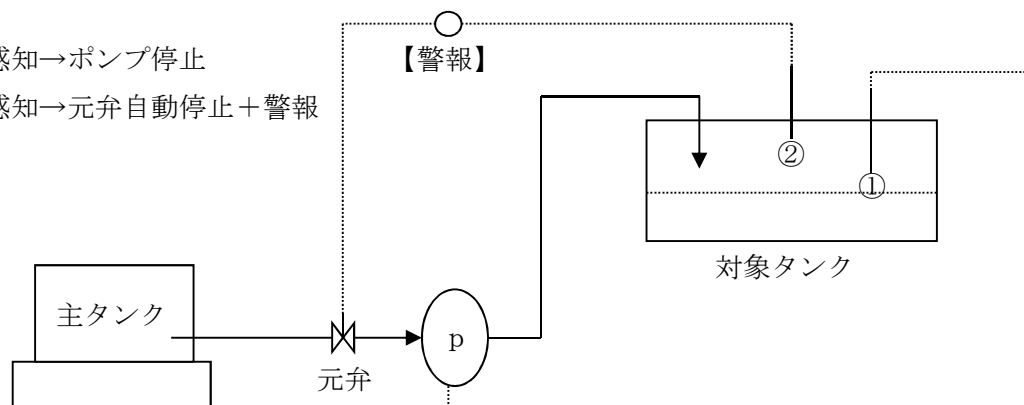
(例図)



〔危険物注入用ポンプを停止させる設備と主タンク（供給元タンク）の元弁を閉止する設備がそれぞれ設けられているもの〕

(例図)

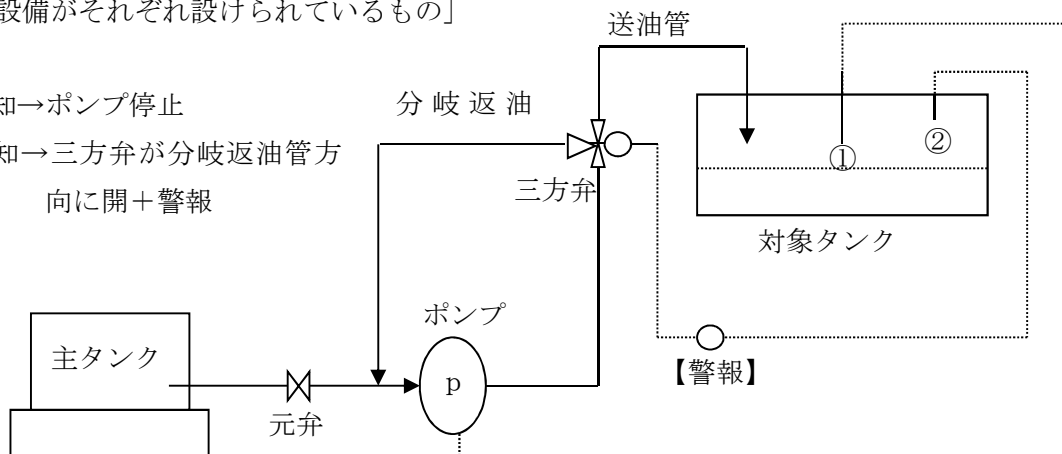
- ①感知→ポンプ停止
②感知→元弁自動停止+警報



[危険物注入用ポンプを停止させる設備と三方弁を制御することにより一定量以上の危険物の注入を防止する設備がそれぞれ設けられているもの]

(例図)

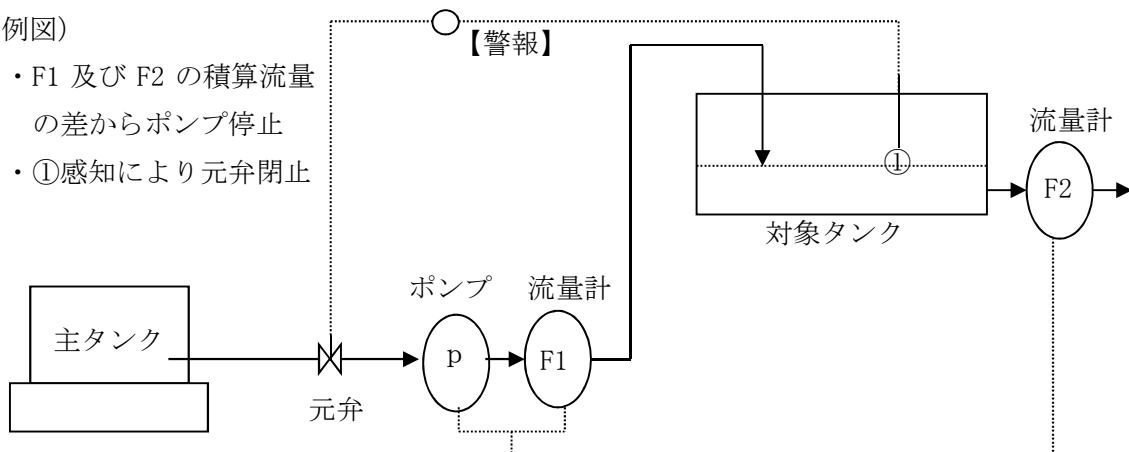
- ①感知→ポンプ停止
- ②感知→三方弁が分岐返油管方向に開+警報



(2) 20 号タンクへの注入量と当該タンクからの排出量をそれぞれ計量し、これらの量からタンク内にある危険物の量を算出し、算出量が一定以上となった場合にタンクへの注入ポンプを停止させる設備と液面センサーが発する信号により主タンク（供給元タンク）の元弁を閉止する設備がそれぞれ設けられているもの

(例図)

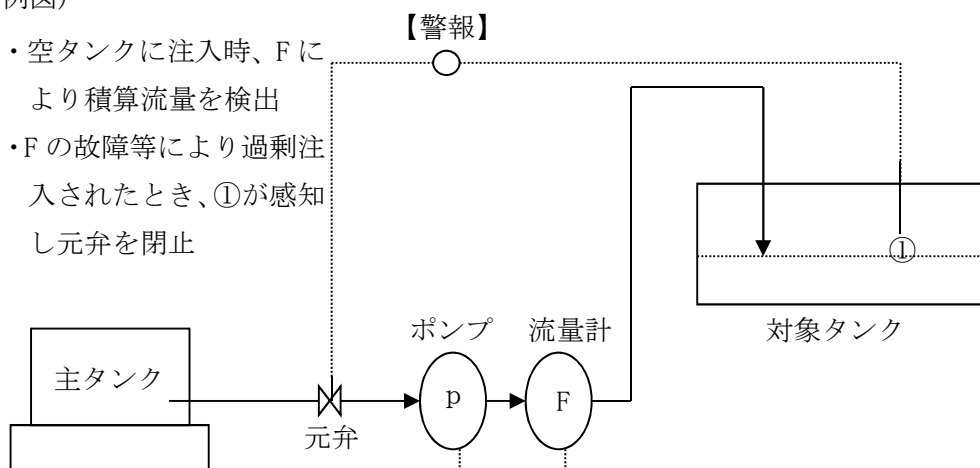
- ・ F1 及び F2 の積算流量の差からポンプ停止
- ・ ①感知により元弁閉止



(3) 20 号タンクへの危険物の注入が当該タンクが空である場合にのみ行われるタンクで、タンクへの注入量を一定量以下に制御する設備と液面センサーが発する信号により主タンク（供給元タンク）の元弁を閉止する設備がそれぞれ設けられているもの

(例図)

- ・ 空タンクに注入時、F により積算流量を検出
- ・ F の故障等により過剰注入されたとき、①が感知し元弁を閉止

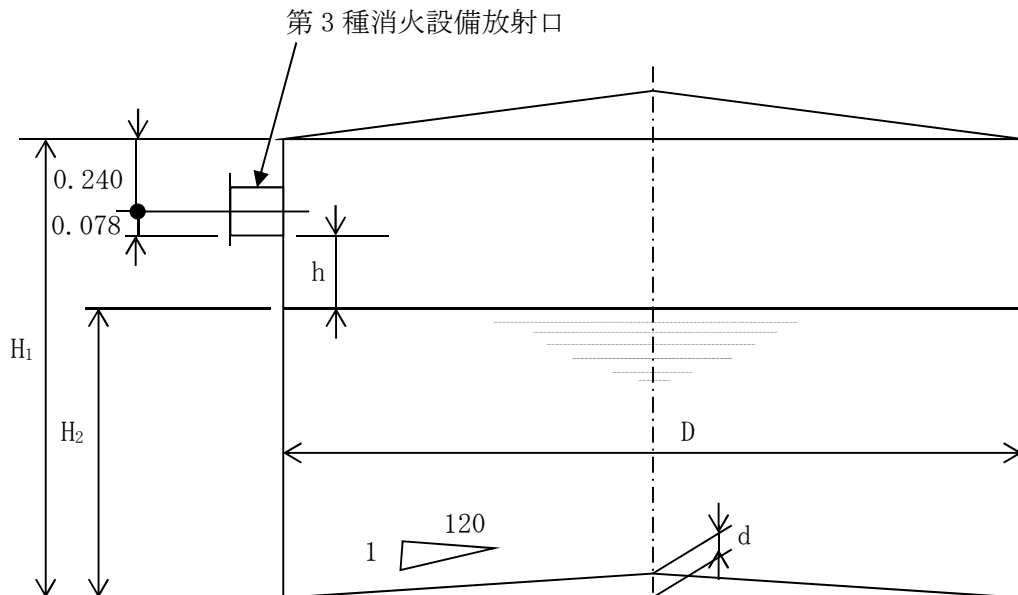


特定屋外貯蔵タンクの空間容積

告示第2条の2関係

・特定屋外貯蔵タンクの空間容積

- 1 浮き蓋付き及び浮屋根式特定屋外タンクについて、浮き蓋及び浮き屋根と側板内部突起物又は固定屋根との接触検討についてもこの計算式及び係数を用いて行うこと。◇
- 2 消火剤放射口のある特定屋外タンクの容量計算と空間容積の算出例



D : タンク内径 17.440m H₁ : タンク高さ 11.360m H₂ : 最高液面高さ : 8.941m
d : 底板中心高さ 0.073m h : 最高液面より消火放射口までの高さ 2.101m

Q₁: タンク内容積

$$Q_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H_1 - \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot d = 2707.9 \text{KL}$$

Q₂ : タンク最大貯蔵容量

$$Q_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H_2 - \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot d = 2130 \text{KL}$$

Q_S : タンク空間容積 (以下に示すいずれか大なる容積)

$$Q_{S1} = Q_1 - Q_2 = 577.9 \text{KL}$$

$$Q_{S2} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H_c = 566.2 \text{KL}$$

∴ Q_{S1}を空間容積とする。

ここで H_c = 0.45 · D · Kh₂ (告示第2条の2による)

H_c : 地震時の液面揺動高さ 2.370m

T_{s1} : 液面揺動の一次固有周期

$$T_{s1} = 2\pi \sqrt{\frac{D}{3.68g} \cdot \coth\left(\frac{3.68g \cdot H_2}{D}\right)} = 4.471 \text{ s}$$

g : 重力加速度 9.8m/s

ν_4 : 液面揺動の一次固有周期を考慮した応答倍率

$$\nu_4 = \frac{4.5}{T_{s1}} = 1.007$$

Kh_2 : 断面揺動の設計水平震度

$$Kh_2 = 0.15 \cdot \nu_1 \cdot \nu_4 \cdot \nu_5 = 0.302$$

ν_1 : 地域別補正係数 1.0

ν_5 : 長周期地震動に係る地域特性に応じた補正係数=2.000

結論として、

地震時の液面揺動による空間高さ H_C は、2.370m以上

必要となり実際の空間高さは、タンク最大貯蔵容量 2130KL

にて 2.419mで

$H_C = 2.370\text{m} < 2.419\text{m}$ により問題有りません。