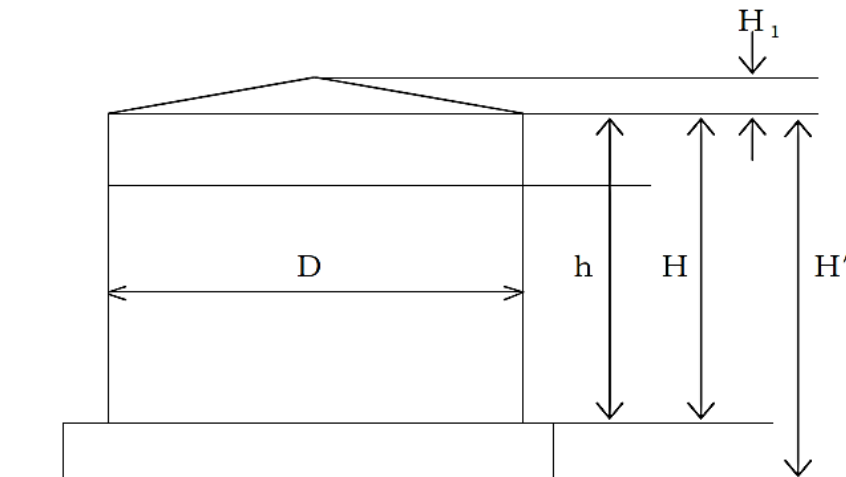


第3 屋外タンク貯蔵所

第3－1 容量500 kℓ未満の屋外貯蔵タンクの耐震及び耐風圧構造計算例

地震動による慣性力及び風圧力に対するタンク本体の検討は、転倒と滑動の可能性について行う。

1 タンク構造



タンクの容量	: 460 (kℓ)
タンクの内径 (D)	: 7.9 (m)
タンクの高さ (H)	: 10.27 (m)
屋根の高さ (H_1)	: 0.43 (m)
地盤面からのタンクの高さ (H')	: 10.77 (m)
液面高さ (h)	: 9.4 (m)
板厚 { 底板・側板	: 6 (mm)
屋根板	: 4.5 (mm)
鋼材の比重	: 7.85

2 計算条件

貯蔵危険物：重油（比重0.93）

設計水平震度 (K_h) : 0.3

設計鉛直震度 (K_v) : 0.15

風力係数 (k) : 0.7

タンク底板と基礎上面との間の摩擦係数 (μ) : 0.5

風荷重： 危告示第4条の19第1項により算出したもの。

第3-1 容量500kℓ未満の屋外貯蔵タンク
の耐震及び耐風圧構造計算例

3 自重の計算

タンクの自重を W_T 、危険物の重量を W_L とする。

$$\begin{aligned} W_T &= (\text{底板}) + (\text{側板}) + (\text{屋根板}) + (\text{屋根骨}) + (\text{付属品}) \\ &= (2.3 + 11.0 + 1.5 + 0.4 + 1.2) \times 10^3 (\text{kg}) \times 9.8 (\text{m/s}^2) = 160.7 (\text{kN}) \\ W_L &= (460 \times 10^3 \times 0.93) (\text{kg}) \times 9.8 (\text{m/s}^2) = 4192.4 (\text{kN}) \end{aligned}$$

4 転倒の検討

(1) 地震時（満液時）

$$\begin{aligned} \text{転倒モーメント} &= (W_T \times K_h \times \frac{H+H_1}{2}) + (W_L \times K_h \times \frac{h}{2}) \\ &= (160.7 \times 0.3 \times \frac{10.27+0.43}{2}) + (4192.4 \times 0.3 \times \frac{9.4}{2}) \\ &= 6169.2 (\text{kN}\cdot\text{m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{抵抗モーメント} &= (W_T + W_L) \times (1 - K_v) \times \frac{D}{2} \\ &= (160.7 + 4192.4) \times (1 - 0.15) \times \frac{7.9}{2} = 14615.5 (\text{kN}\cdot\text{m}) \end{aligned}$$

抵抗モーメント>転倒モーメントとなるので転倒しないものと考えられる。

(2) 風圧時（空液時）

風圧力を P_w とする。

$$\begin{aligned} P_w &= (\text{風荷重}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.588 \times k \sqrt{H'}) \times (\text{タンクの垂直断面積}) \\ &= (0.558 \times 0.7 \times \sqrt{10.77}) \times (7.9 \times 10.27 + \frac{7.9+0.43}{2}) = 111.9 (\text{kN}) \\ \text{転倒モーメント} &= P_w \times \frac{H+H_1}{2} = 111.9 \times \frac{10.27+0.43}{2} = 598.7 (\text{kN}) \end{aligned}$$

$$\text{抵抗モーメント} = W_T \times \frac{D}{2} = 160.7 \times \frac{7.9}{2} = 634.8 (\text{kN})$$

抵抗モーメント>転倒モーメントとなるので転倒しないものと考えられる。

5 滑動の検討

(1) 地震時

$$\mu (1 - K_v) = 0.5 \times (1 - 0.15) = 0.425$$

$$K_h = 0.3$$

$\mu (1 - K_v) > K_h$ となるので、空液時及び満液時ともに滑動しないものと考えられる。

(2) 風圧時（空液時）

$$\text{滑動力} = P_w = 111.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{抵抗力} = W_T \times \mu = 160.7 \times 0.5 = 80.4 \text{ (kN)}$$

抵抗力<滑動力となるので、このタンクは強風が予想されるときに空液としてはならない。

この場合、タンクの滑動を防止するために必要な貯蔵危険物の液面高さ h' は、次のようになる。

$$\begin{aligned} h' &= \frac{(\text{滑動力}) - (\text{抵抗力})}{(\text{タンク底面積}) \times (\text{貯蔵危険物の単位体積重量}) \times u} \\ &= \frac{111.9 - 80.4}{\left[\left(\frac{7.9}{2}\right)^2 \times \pi\right] \times (0.93 \times 9.8) \times 0.5} \\ &\div 0.14 \text{ (m)} \end{aligned}$$

第3－2 防油堤の構造基準及び設計例

(昭 52. 11. 14 消防危第 162 号通知、平成 10. 3. 20 消防危 32 号通知)

1 防油堤の構造

危省令第22条第2項第9号の構造は、次による構造又はこれらと同等以上の強度を有するものとする。

(1) 防油堤は、次に示す荷重に対し、安全で、かつ、荷重によって生ずる応力に対して安全なものであること。

- ① 自重
- ② 土圧
- ③ 液圧
- ④ 地震の影響
- ⑤ 照査荷重
- ⑥ 温度変化の影響
- ⑦ その他の荷重

ア 自重

自重の算出には、下表に示す単位重量を用いること。

材料	単位荷重 (kN/m ³)	材料	単位荷重 (kN/m ³)
鋼・鋳鋼	77.0	アスファルト舗装	22.5
鉄筋 (S P) コンクリート	24.5	砂・砂利・碎石	19.0 ※
コンクリート	23.0	土	17.0 ※
セメントモルタル	21.0		

※ この値は平均的なものであるから、現地の実情に応じて増減することができる。

イ 土圧

土圧は、クーロンの式により算出するものとする。

ウ 液圧

㊦ 液圧は、次式により算出するものとする。

$$P_h = W_o \cdot h$$

P_h : 液面より深さ h (m) のところの液圧 (kN/m³)

W_o : 液の単位体積重量 (kN/m³)

h : 液面よりの深さ (m)

- ④ 液重量及び液圧は、液の単位体積重量を 9.8kN/m^3 として算出するものとする。ただし、液比重量が 9.8kN/m^3 以上の場合は、当該液の比重量によるものとする。

エ 地震の影響

- ⑤ 地震の影響は、次の(a)から(c)を考慮するものとする。
- a 地震時慣性力
 - b 地震時土圧
 - c 地震時動液圧
- ⑥ 地震の影響を考慮するに当たっての設計水平震度は、次式により算出するものとする。
- $$K_h = 0.15 \alpha \cdot \nu_1 \cdot \nu_2$$
- K_h ：設計水平震度
- α ：補正係数で1.0とすること。ただし、防油堤内に液が存する場合は0.5とする。
- ν_1 ：地域別補正係数
- ν_2 ：地盤別補正係数
- ⑦ 地震時動液圧は、地表面以上に作用するものとし、次式により算出するものとする。

$$P = \frac{7}{12} K_h \cdot W_0 \cdot h^2$$

$$h_g = \frac{2}{5} h$$

P ：防油堤単位長さ当りの防油堤に加わる全動液圧（ kN/m ）

W_0 ：液の単位体積当たりの重量（ kN/m^3 ）

h ：液面からの深さ（液面から地表面までとする。）（ m ）

h_g ：全動液圧の合力作用点の地表面からの高さ（ m ）

オ 照査荷重

照査荷重は、 20kN/m^2 の等分布荷重とし、防油堤の高さに応じ地表面から防油堤の天端までの間に、地表面と平行に載荷するものとする。ただし、防油堤の高さが 3m を超えるときは、地表面から 3m の高さまで載荷すればよいものとする。

第3-1 防油堤の構造基準及び設計例

カ 温度変化の影響

温度変化の影響を考慮する場合、線膨張係数は、次の値を使用するものとする。

鋼構造の鋼材 $12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

(2) 材料

材料は、品質の確かめられたものであること。

① セメント

セメントは、J I S R 5210「ポルトランドセメント」及びこれと同等以上の品質を有するものであること。

② 水

水は、油、酸、塩類、有機物等コンクリートの品質に悪影響を与える有害物質を含んでいないこと。

③ 骨材

骨材の最大寸法は、25mmを標準とし、清浄、強硬、かつ、耐久的で適当な粒度を有し、コンクリートの品質に悪影響を与える有害物を含んでいないこと。

④ 鉄筋

鉄筋は、J I S G3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」に適合するものであること。

⑤ 鋼材

鋼材は、J I S G3101「一般構造用圧延鋼材」及びJ I S G 3106「溶接構造用圧延鋼材」に、鋼矢板は、J I S A5528「鋼矢板」に適合するものであること。

⑥ PC鋼材

PC鋼線及びPC鋼より線はJ I S G 3536「PC鋼線及びPC鋼より線」にPC鋼棒はJ I S G3109「PC鋼棒」に適合するものであること。

(3) 許容応力度

部材は、コンクリート、鋼材の作用応力度がそれぞれの許容応力度以下になるようにすること。

① コンクリートの許容応力度

ア コンクリートの設計基準強度及び許容応力度は、次表によるものであること。

	鉄筋コンクリート (N/mm^2)	プレストレストコンクリート (N/mm^2)
設計基準強度 (σ_{ck})	21	40
許容曲げ圧縮応力度 (σ_{ca})	7	13
許容せん断応力度 (τ_a)	0.7	1

イ 許容支圧応力度は、 $0.3 \sigma_{ck}$ 以下とすること。ただし、支圧部分に補強筋を入れる場合は、 $0.45 \sigma_{ck}$ 以下とすることができる。

ウ プレストレストコンクリートの許容引張応力度は、 $1.5 \text{N}/\text{mm}^2$ 以下とすること。

ただし、地震時及び照査荷重作用時に対しては、 $3 \text{N}/\text{mm}^2$ まで割増することができる。

② 鉄筋の許容引張応力度

鉄筋の許容引張応力度は、下表によること。

材 質	許容引張応力度 (N/mm ²)
SR235	140
SD295A、SD295B	180
SD345	200

③ 鋼材の許容応力度

鋼材の許容応力度及び鋼矢板の許容応力度は、下表によること。

一般構造用圧延鋼材 (SS400)

許容引張応力度	140 (N/mm ²)
許容圧縮応力度	140 "
許容曲げ応力度	140 "
許容せん断応力度	80 "

鋼矢板

種 別	許容応力度 (N/mm ²)
鋼矢板 (SY295)	176

④ P C鋼材の許容引張応力度

プレストレストコンクリート部材内のP C鋼材の許容引張応力度は、設計荷重作用時において $0.6\sigma_{pu}$ 又は $0.75\sigma_{py}$ のうち、いずれか小さい値以下とすること。

σ_{pu} : P C鋼材の引張強度

σ_{py} : P C鋼材の降伏点応力度は、残留ひずみ0.2%の応力度とする。

⑤ 許容応力度の割増係数

上記(3)の①のア、イ、②及び③の許容応力度は、満液時におけるものとし、地震時及び照査荷重載荷時の許容応力度は、割増係数1.5を乗じることができるものとする。

(4) 地盤

① 調査

土質条件の決定は、ボーリング、土質試験等の結果に基づいて行うものとする。

なお、既往のデータがある場合は、これによることもできるものとする。

② 地盤の支持力

地盤の支持力は、次式により算出するものとする。

$$q = \alpha \cdot C \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \cdots \cdots (\text{満油時})$$

$$q' = \alpha \cdot C \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + 1/2 \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

…………… (満油地震時及び照査荷重作用時には、この式を指導する。)

q, q' : 支持力 (kN/m²)

α, β : 形状係数で $\alpha = 1.0$ 、 $\beta = 0.5$ とすること。

γ_1 : 基礎底面下にある地盤の単位体積重量 (kN/m³)

第3-1 防油堤の構造基準及び設計例

(地下水位下にある場合は、水中単位重量をとる。)

γ_2 : 基礎底面より上方にある地盤の単位体積重量 (kN/m^3)

(地下水位にある部分については、水中単位重量をとる。)

C : 基礎底面下にある地盤の粘着力 (kN/m^2)

N_c, N_q, N_r : 支持力係数で、危告示第4条の13の図によること。

D_f : 基礎の根入深さ (m)

B : 基礎幅 (m)

2 鉄筋コンクリートによる防油堤

(1) 荷重の組合せ

防油堤は、次の荷重の組合せに対して安定で、かつ、十分な強度を有するものであること。

		満油時	地震時	照査荷重積荷時
防油堤自重(上載土砂等を含む) 液自重 液圧 常時土圧 照査荷重		○	○	○
		○	○	○
		○	○	—
		○	—	○
		—	—	○
地震の影響	地震時慣性力	—	○	—
	地震時土圧	—	○	—
	地震時動液圧	—	○	—

(2) 安定に関する安全率

防油堤は、支持力・滑動・転倒の安定に対し、それぞれ下記の安全率を有するものであること。

	満油時	地震時及び照査荷重積荷時
支持力	3.0	1.5
滑動	1.5	1.2
転倒	1.5	1.2

鉄筋コンクリート造防油堤の安定計算において、転倒に対する抵抗モーメント及び滑動に対する水平抵抗力は、次の項目を考慮することができるものとする。

① 抵抗モーメントと考えるもの

ア 防油堤自重(上載土砂等を含む。)によるもの

イ 液重量によるもの

ウ 常時及び地震時の前面受働土圧によるもの

② 水平抵抗力と考えるもの

ア フーチング底面の摩擦抵抗によるもの

イ 常時及び地震時の前面受働土圧によるもの

(3) 一般構造細目

① 部材厚は、場所打ちコンクリートにあつては20cm以上、プレキャストコンクリートにあつては、15cm以上とすること。

② 鉄筋の直径は、主鉄筋にあつては13mm以上及びその他の鉄筋にあつては9mm以上とすること。

③ 鉄筋及びP C鋼材のかぶり（鉄筋の表面とコンクリートの表面の最短距離で測ったコンクリートの厚さをいう。）は、50mm以上とすること。

④ 防油堤には、防油堤の隅角部から壁高（躯体天端からフーチング上面までの高さをいう。）の3～4倍の長さに離れた位置及び20m以内（長さが20m以内である辺の防油堤については、伸縮目地を設けなくてもよい。（平10.10.13 消防危第90号質疑））ごとに伸縮目地を設けるものとし、目地部には、銅板等の金属材料の止液板を設けること。また、目地部分においては、水平方向の鉄筋を切断することなく連続して配置すること。ただし、スリップバーによる補強措置をした場合はこの限りでない。

スリップバーによる補強の方法によつた防油堤のうち、その全部又は一部が液状化のおそれのある地盤に設置するものについては、次の漏えい防止措置を講じるとともに、防油堤は隅角部でコンクリートを打ち継がないこと。

ア 防油堤目地部の漏えい防止措置

漏えい防止措置は、可撓性材又は盛土により行うこと。

㊦ 可撓性材による漏えい防止措置

a 可撓性材は、ゴム製、ステンレス製等のもので、十分な耐候性、耐油性、耐熱性及び耐クリープ性を有するものであること。

b 可撓性材は、防油堤の軸方向、鉛直方向及びこれらに直角な方向の三方向それぞれ200mmの変位に対し、変位追従性能を有するものであること。

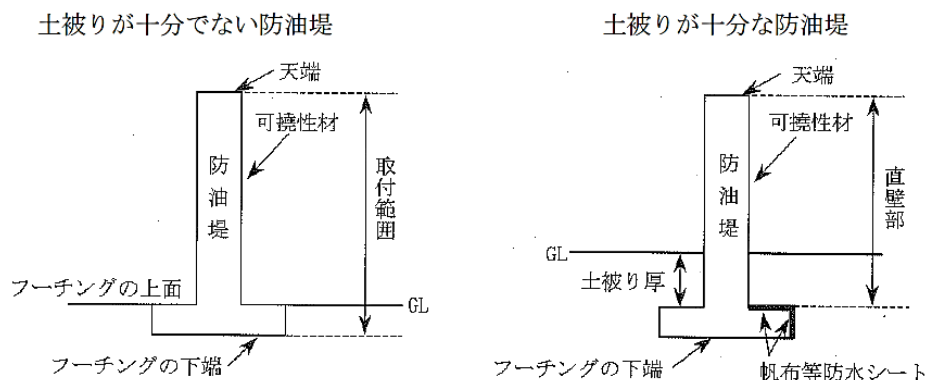
c 可撓性材は、防油堤内又は防油堤外のいずれかにアンカーボルト、押さえ板等により止液性を確保して取り付けること。

d 可撓性材の土被りが十分な防油堤にあつては、防油堤の直壁部に取り付けるとともに、フーチング部を帆布等の耐久性のある材料で保護することとし、土被りが十分でない防油堤にあつては防油堤の天端からフーチング下端まで取り付けること。

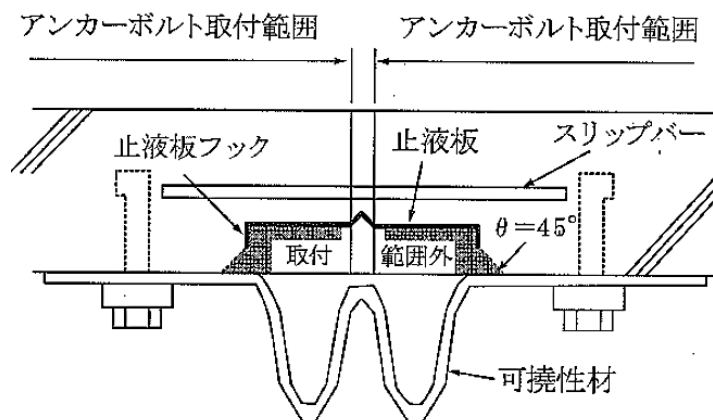
なお、「土被りが十分」とは、土被り厚が40cm以上ある場合をいうものであること。（第3-2-1図参照）

e 既設防油堤の伸縮目地に可撓性材を取り付ける場合のアンカーボルトの取付範囲は、止液板フックによりコンクリートが破損するおそれ大きいことから、止液のフックのある範囲を除くものとする。こと。（第3-2-2図参照）

第3-1 防油堤の構造基準及び設計例



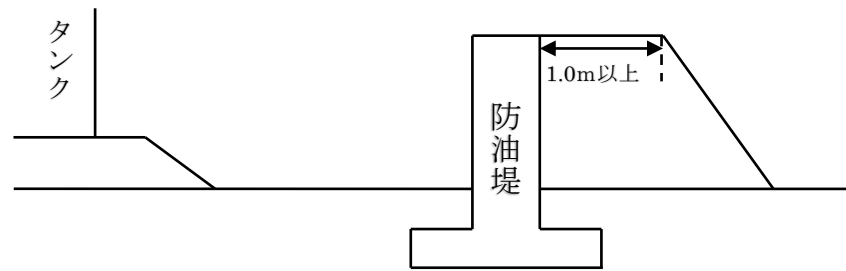
第3-2-1図 可とう性材取付範囲



第3-2-2図 アンカーボルト取付範囲
(防油堤目地部を上から見た図)

① 盛土による漏えい防止措置

- a 盛土は、防油堤内又は防油堤外のいずれかに設置すること。
- b 盛土の天端幅は、1.0m以上とすること。
- c 盛土の天端高は、防油堤の高さの90%以上の高さとする。
- d 盛土の天端の延長は、伸縮目地部を中心に壁高の2倍以上の長さとする。
- e 盛土の法面勾配は、5/6以下とする。
- f 盛土表面は、コンクリート、コンクリートブロック、アスファルトモルタル、芝生等により被覆すること。
- g 盛土材料は、透水性の小さい細砂又はシルトとする。
- h 盛土は、締め固めを行いながら構築すること。また、まき出し厚さは30cmを超えないものとし、ローラ等で締め固めること。
- i 盛土に土留め壁を設ける場合は、防油堤と一体的な構造とする。
- J 漏えい防止措置を講じた場合には、止液板を設けないことができるものであること。



第3-2-3図 盛土による漏えい防止措置の例

⑦ その他

⑦又は④による漏えい防止措置を講じた場合には、止液板を設けないことができる。

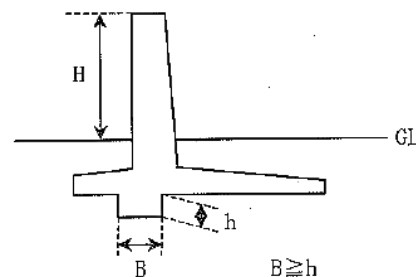
イ 液状化の判定方法

液状化のおそれのある地盤とは、新設の防油堤にあつては砂質土であつて危告示第4条の8各号に該当するもの（標準貫入試験値は第3号の表のBを用いる。）をいい、既設の防油堤にあつては砂質土であつて地盤の液状化指数（PL値）が5を超え、かつ、危告示第4条の8第1号及び第2号に該当するものをいうものとする。また、これらの判断は、ボーリングデータに基づき行われるものであるが、タンク建設時に得られたボーリングデータを活用することでも差し支えないものであること。

なお、地盤改良を行う等液状化のおそれがないよう措置されたものにあつては、漏えい防止措置を講じないことができるものであること。

⑤ フーチングに突起を設ける場合の計算上有効な突起の高さは、次の値によるものとする。

壁高H (m)	突起高h (m)
$2.0 \geq H$	0.3以下
$3.0 > H > 2.0$	0.4 //
$H \geq 3.0$	0.5 //



⑥ 溝渠等は、防油堤の基礎に支障を生じさせるおそれのある位置に設けないこと。

また、防油堤の基礎底面と地盤との間に空間を生ずるおそれがある場合は、矢板を設けることにより液体が流出しないよう措置を講じること。

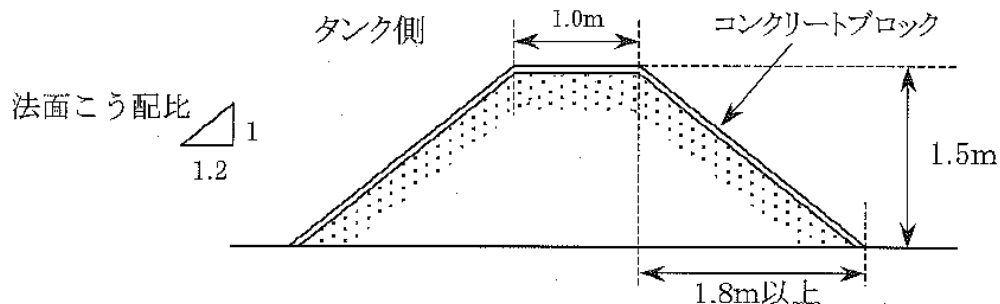
⑦ 防油堤フーチング直下の基礎は、厚さ50mm以上の基礎コンクリート（いわゆる捨てコンクリートをいう。）を打設すること。

3 盛土造の防油堤

- (1) 天端幅は、1.0m以上とすること。
- (2) 法面こう配（高さと水平距離との比）は、1（高さ）：1.2（水平距離）以上とすること。ただし、土留めの措置を講じる場合にはこの限りでない。
- (3) 盛土表面は、コンクリート、コンクリートブロック、アスファルトモルタル、芝生等により被覆すること。
- (4) 盛土材料は、透水性の小さな細砂、シルト等の土質を選定すること。やむを得ず透水性が大きい盛土材料を用いる場合には、防油堤の中央部に粘土、コンクリート等で造った壁を設けるか、又は盛土表面を不透水材で被覆すること。
- (5) 盛土は、締固めを行いながら構築すること。また、まき出し厚さは30cmを超えないものとし、ローラー等の締固め機械を用いて十分締め固めること。

盛土造防油堤の設計例

第3-2-4図は、盛土造による防油堤の設計例を示したものである。



第3-2-4図 高さ1.5mの防油堤の例

4 防油堤の仕切堤

危省令第22条第2項第10号の仕切堤の構造は、前3の盛土造の防油堤の例によるものとする。

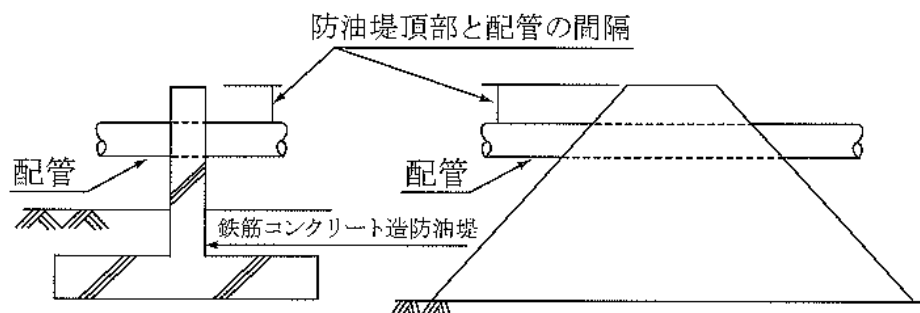
5 配管貫通部の保護措置

危省令第22条第2項第12号の防油堤に損傷を与えないための必要な措置（以下「配管貫通部の保護措置」という。）は、次により鉄筋コンクリート又は盛土により行うものとし、可撓管継手による損傷防止措置は配管に新たな弱点を設けることとなることから適当でない。（昭52.3.17 消防危第39号質疑）

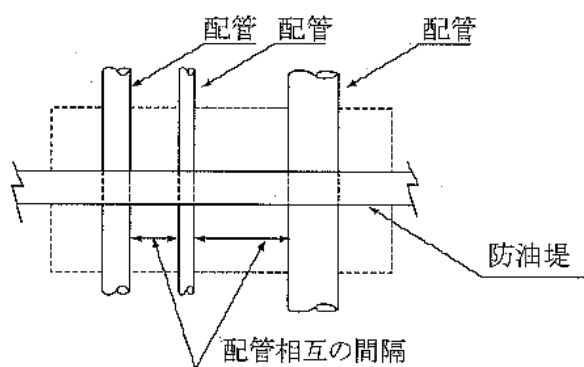
防油堤に配管を貫通させる場合は、防油堤頂部と当該配管の間隔及び配管平面相互の間隔を太い配管の管径の1.5倍、かつ、特定屋外貯蔵タンクを収納する防油堤にあつては0.3m以上、小規模タンクのみを収納する防油堤にあつては0.2m以上とすること。

なお、配管の管径が100mm以上のものにあつては0.3m以上とするよう指導する。

（第3-2-5図及び第3-2-6図参照）



第3-2-5図 防油堤頂部から配管までの間隔



第3-2-6図 配管平面相互間隔

(1) 鉄筋コンクリートによる措置

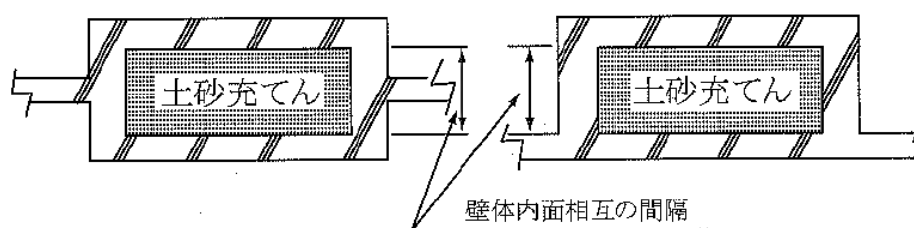
鉄筋コンクリートによる措置は、鉄筋コンクリート造の防油堤について、配管貫通部を箱型の壁体とする措置（以下「箱型保護措置」という。）又は防油堤の壁体を厚くする措置（以下「強化壁保護措置」という。）により行うものとし、その措置は次によるものとする。

① 箱型保護措置

箱型保護措置は、次によること。（第3-2-7図参照）

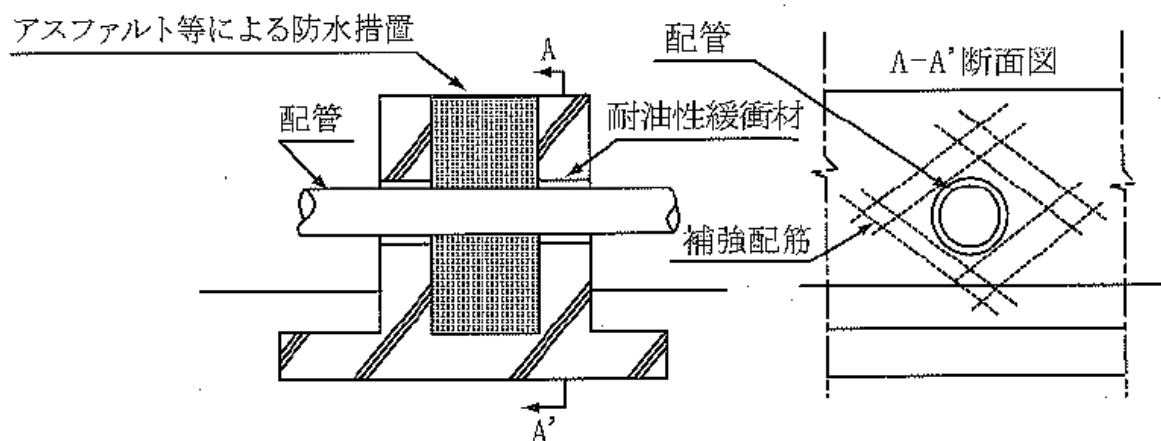
ア 箱型保護措置とする箱型の壁体（以下「箱型壁体」という。）の構造は2の鉄筋コンクリート造の防油堤の例によること。

イ 箱型壁体に配管が貫通する壁体の内面（以下「貫通面」という。）相互の間隔は、1m（配管の直径が100mm以下のものにあつては0.5m以上とすることができる。）以上とするよう指導する。



第3-2-7図 箱型保護措置

ウ 箱型壁体を貫通する部分の配管は、緩衝材によって保護するとともに当該配管貫通部の壁体周囲には直径1mm以上の補強配筋をすること。（第3-2-8図及び第3-2-9図参照）

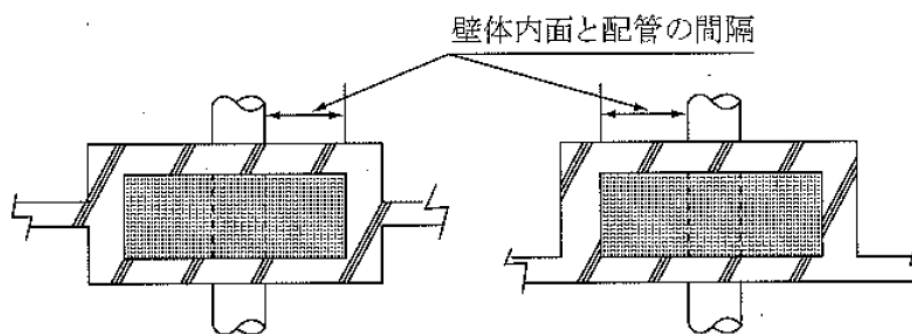


第3-2-8図
配管貫通部の緩衝材による保護

第3-2-9図
配管貫通分の補強配筋

エ 箱型壁体の内部には、土砂を充てんし、その表面には容易に雨水が浸入しないようにアスファルト等による防水措置を講ずること。

オ 箱型壁体を貫通する配管と箱型壁体の内面（貫通面と貫通面以外の壁体の内面とが接する線をいう。）との間隔は、同面に最も近接して配置される配管の管径の1.5倍以上、かつ、0.3m（配管の管径が100mm以下のものにあつては0.2mとすることができる。）以上とするよう指導する。（第3-2-10図参照）



第3-2-10図 壁体内面と配管の間隔

② 強化壁保護措置

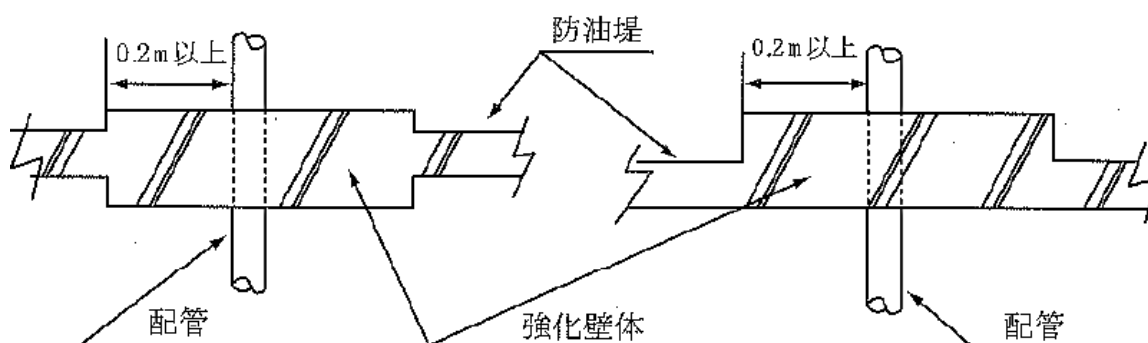
強化壁保護措置は、配管の直径が100mm以下のものについて行うものとし、次によること。

ア 強化壁保護措置とする壁体（以下「強化壁」という。）の構造は2の鉄筋コンクリート造の防油堤の例に示す防油堤の2倍以上の厚さ及び強度を有するもの又は2の鉄筋コンクリート造の防油堤の壁体を二重とするもの（以下「二重壁」という。）とすること（第3-2-11図参照）。

イ 強化壁を二重壁により行う場合は、二重壁の間をホールインアンカー等により結合し、かつ、当該接合部に雨水が浸入しないようアスファルト等による防水措置を講ずること。

ウ 二重壁を貫通する部分の配管は、緩衝材によって保護するとともに当該配管貫通部の壁体周囲には、直径10mm以上の補強配筋をすること。

エ 強化壁を貫通する配管と強化壁を配管が貫通する強化壁の面以外の強化壁の面との間隔は、0.2m以上とすること。（第3-2-11図参照）



第3-2-11図 防油堤の壁厚を2倍にした例

(2) 盛土による措置

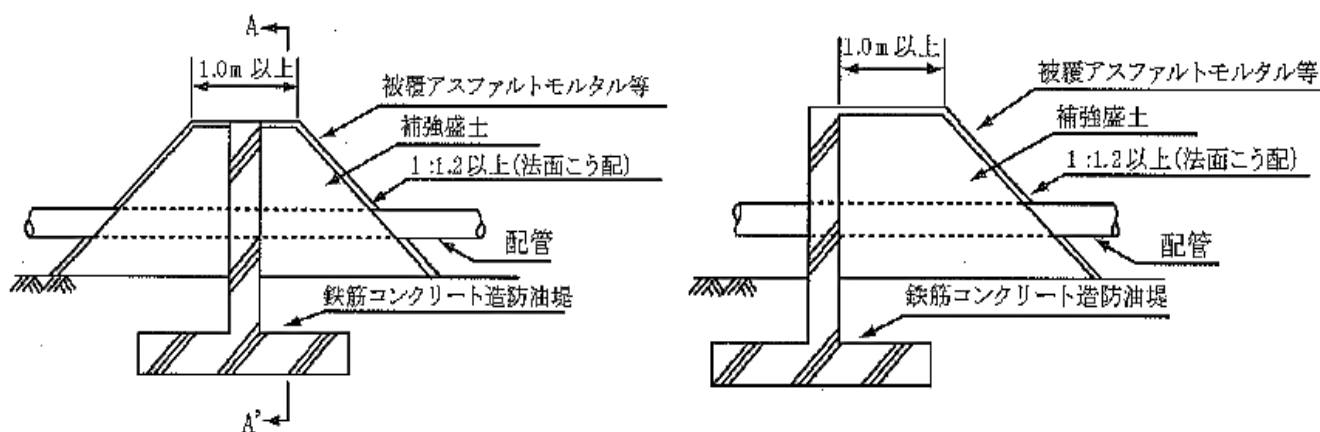
盛土による措置は、鉄筋コンクリート造の防油堤の配管貫通部を盛土により保護する措置（以下「盛土保護措置」という。）又は盛土造の防油堤の配管貫通部を盛土により保護する措置（以下「二重盛土保護措置」という。）により行うものとし、その措置は次によるものとする。

① 盛土保護措置

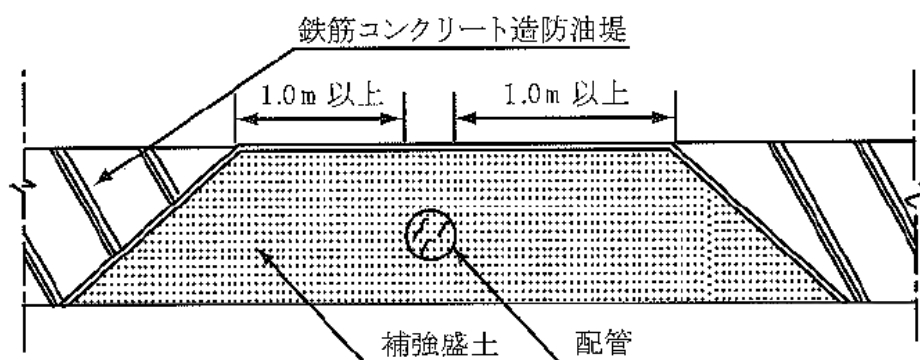
盛土保護措置は、次によること。（第3-2-12図参照）

ア 盛土保護措置は、鉄筋コンクリート造の防油堤の片側又は両側について盛土により防油堤の頂部まで保護するものとし、その構造は補強盛土の厚さ（配管の軸方向の補強盛土の断面の厚さをいう。以下同じ。）を1m（防油堤の両側に補強盛土をする場合にあっては鉄筋コンクリート造の防油堤の厚さを含む。）以上とするほか、3の盛土造の防油堤（(1)を除く。）の例によること。

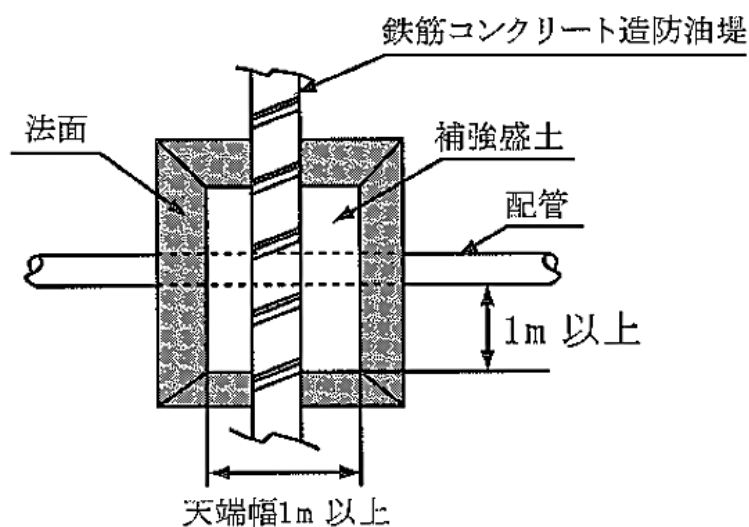
イ 補強盛土を貫通する配管と補強盛土の法肩（配管が貫通する部分の法肩を除く。）との間隔は、水平距離で1m以上とすること。（第3-2-13図参照）



第3-2-12図 盛土保護措置



平面図

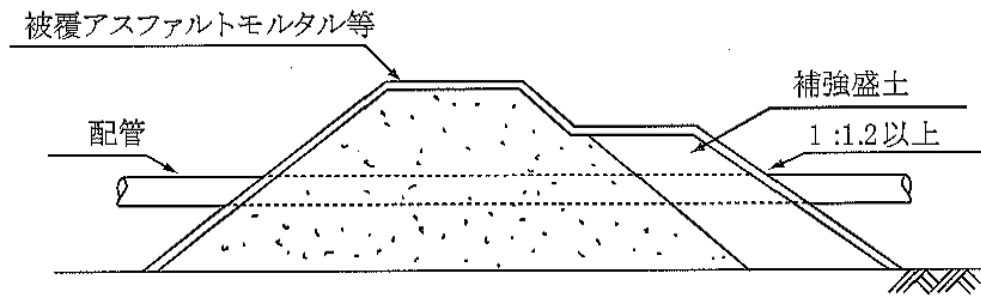


第 3 - 2 - 13図 配管と補強盛土法面との間隔

② 二重盛土保護措置

二重盛土保護措置は、次によること。

- ア 二重盛土保護措置は、盛土造の防油堤の内側又は外側のいずれかについて盛土部と配管との間隔が確保できるよう保護するものとし、その構造は補強盛土の厚さを 1 m 以上とするほか 3 の盛土造の防油堤（(1)を除く。）の例によること。（第 3 - 2 - 14図参照）。
- イ 強度盛土を貫通する配管と補強盛土の法面（配管が貫通する部分の法面を除く。）との間隔は、1 m 以上とすること。



第3-2-14図 二重盛土保護措置の例

6 防油堤内地表面の被覆措置

防油堤内の地表面には、危険物が流出した場合に危険物が地表面へ浸透し、又は地表面を洗掘することを防止するためコンクリート等のしや油性を有する材料で被覆する等の措置を講ずるよう指導する。

7 防油堤の設計例

倒立T型防油堤

次の表は、倒立T、L型防油堤の設計に関して、設計項目ごとの設計値の例を示したものである。

(1) 設計条件

- ① 土の内部摩擦角：30°
- ② 摩擦係数：0.5
- ③ 防油堤基礎底面は地下水位より上にあるものとする。
- ④ フーチングの堤内側の長さは堤外側以上とする。

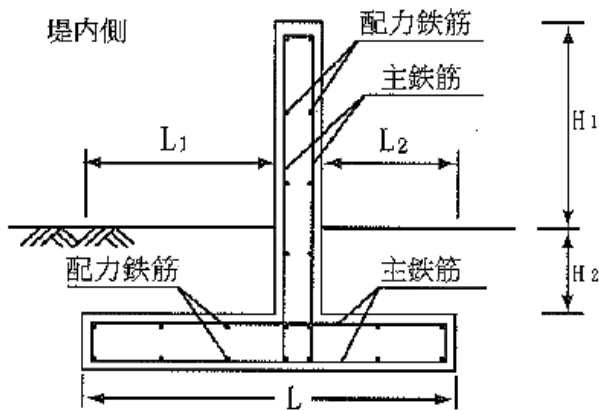
(2) 防油堤の形状

項 目		設 計 値		
高さ (H ₁)		1.0m以下	1.0mを超え 1.5m以下	1.5mを超え 2.0m以下
土かぶり (H ₂)		0.5m	0.5H ₁ m	0.5H ₁ m
フーチング長さ (L)		H ₁ +0.7m	H ₁ +0.7m	k(H ₁ -1.5)+2.2m
壁 厚	た て 壁	0.2m	0.25m	0.3m
	フーチング	0.3m	0.35m	0.4m

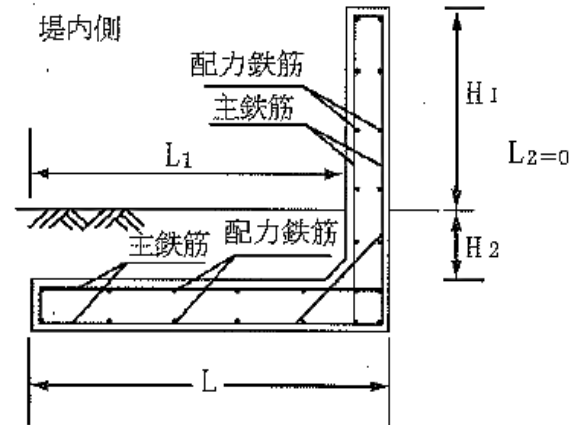
注1 フーチングの長さの式において、 $k = \frac{L_1 + L_2}{L_1}$ とする。

2 H₁, H₂, L₁, L₂及びLとは、第3-2-15図に示す記号を表したものである。

T型防油堤



L型防油堤



第3-2-15図

(3) 鉄筋の配置

項 目			設 計 値					
高 さ			0.8m以下	0.8mを超え 1.1m以下	1.1mを超え 1.4m以下	1.4mを超え 1.6m以下	1.6mを超え 1.8m以下	1.8mを超え 2.0m以下
主 鉄 筋	たて壁	堤内側	D13@300	D13@200		D16@200	D19@200	
		堤外側	D13@300	D13@200		D13@200	D13@200	
	フーチング	k =1.0以上 1.3未満	D13@300		D13@200	D16@200		
		k =1.0以上 1.3未満						
		k =1.0以上 1.3未満			D13@200			
		k =1.0以上 1.3未満						
	配 力	たて壁	D10@300			D13@200		
鉄 筋	フーチング	D10@300						

第3-3 1,000 kℓ未満の固定屋根式屋外貯蔵
タンクの通気量に係る計算例

第3-3 1,000 kℓ未満の固定屋根式屋外貯蔵タンクの通気量に係る計算例

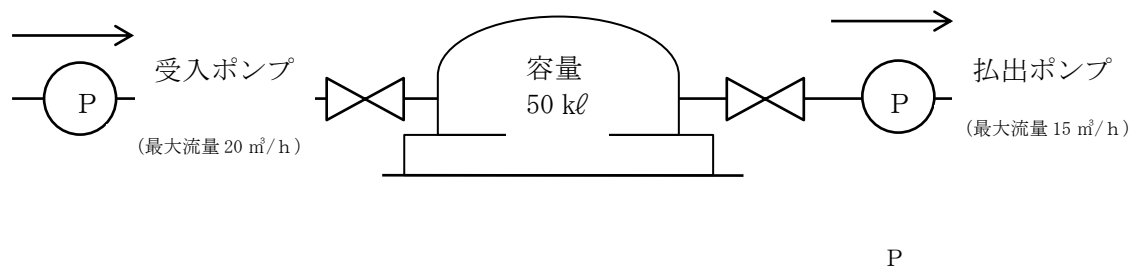
常温、常圧で使用する円筒縦置型、固定屋根式屋外タンクの平常時における通気管の通気能力について計算する。

本計算に用いる記号等

- Q : 必要通気量 (m^3/h) Q_1 : 危険物払出時の通気量 (m^3/h)
 Q_2 : 危険物受入れ時の通気量 (m^3/h) V : タンク容量 (kℓ)
 V_1 : 危険物払出時の最大流量 (m^3/h) V_2 : 危険物受入時の最大流量 (m^3/h)
 D : 通気管の内径 (mm) N : 通気管の必要設置数
 N_1 : 危険物払出時の通気管の必要数
 N_2 : 危険物受入れ時の通気管の必要数
 K_P : 通気管の吐出時損失係数 (引火防止網等組込時)
 K_V : 通気管の吸入時寸室係数 (引火防止網等組込時)
 P : 基準圧力 (mm水柱) で、通常は水柱38mmとする。
 P_1 : 通気管の吐出側設定 (作動) 圧力 (mm水柱)
 P_2 : 通気管の吸入側設定 (作動) 圧力 (mm水柱)

計算例1 引火点40℃未満の危険物を貯蔵する場合

1 タンク構造等



2 通気量の計算

$$\begin{aligned} Q_1 &= V_1 + 0.178V \\ &= 15 (\text{m}^3/\text{h}) + 0.178 \times 50 (\text{kℓ}) \\ &= 23.9 (\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 2.14V_2 + 0.178V \\ &= 2.14 \times 20 (\text{m}^3/\text{h}) + 0.178 \times 50 (\text{kℓ}) \\ &= 51.7 (\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

3 通気管の設置数の検討

- (1) 次の無弁通気管を設ける場合

無弁通気管 (SGP 2B 引火防止網付)

表1より

$$D=52.9 \text{ (mm)}$$

ここで、 Q は前2の計算より Q_1 、 Q_2 の大なる値であるので $Q=51.7 \text{ (m}^3/\text{h)}$ となる。

$$\begin{aligned} N &= 44.2 Q / D^2 \\ &= 44.2 \times 51.7 / 52.9^2 \\ &= 0.82 \end{aligned}$$

故に、本タンクに検討条件の無弁通気管を設ける場合は、1個以上となる。

- (2) 次の大気弁付通気管を設ける場合

大気弁付通気管 (SGP 2B 引火防止網付)

損失係数 (吐出時 (K_P) 4.0、吸入時 (K_V) 6.5)

設定圧力 (吐出 (P_1)・吸入時 (P_2)とも25mm水柱)

表1より

$$D=52.9 \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned} N_1 &= 88.6 \left(\frac{K_V}{P - P_2} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{Q_1}{D^2} \right) \\ &= 88.6 \left(\frac{6.5}{38-25} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{23.9}{52.9^2} \right) \\ &= 0.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_2 &= 88.6 \left(\frac{K_V}{P - P_2} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{Q_2}{D^2} \right) \\ &= 88.6 \left(\frac{4.0}{38-25} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{51.7}{52.9^2} \right) \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

ここで、 N は N_1 、 N_2 の大なる値であるので $N=0.91$ となる。故に、本タンクに検討条件の大気弁付通気管を設ける場合は、1個以上となる。

第3-3 1,000 kℓ未満の固定屋根式屋外貯蔵
タンクの通気量に係る計算例

計算例2 引火点40℃以上の危険物を貯蔵する場合

1 タンク構造等



2 通気量の計算

$$\begin{aligned} Q_1 &= V_1 + 0.178V \\ &= 120 \text{ (m}^3/\text{h)} + 0.178 \times 700 \text{ (kℓ)} \\ &= 244.6 \text{ (m}^3/\text{h)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1.07V_2 + 0.1068V \\ &= 1.07 \times 500 \text{ (m}^3/\text{h)} + 0.1068 \times 700 \text{ (kℓ)} \\ &= 609.76 \text{ (m}^3/\text{h)} \end{aligned}$$

3 通気管の設置数の検討

(1) 次の無弁通気管を設ける場合

無弁通気管 (SGP 4B 引火防止網付)

表1より

$$D = 105.3 \text{ (mm)}$$

ここで、Qは、前2の計算より Q_1 、 Q_2 の大なる値であるので

$Q = 609.76 \text{ (m}^3/\text{h)}$ となる。

$$N = 44.2 \times Q / D^2$$

$$N = 44.2 \times 609.76 / 105.3^2$$

$$= 2.43$$

故に、本タンクに検討条件の無弁通気管を設ける場合は、3個以上となる。

(2) 次の大気弁付通気管を設ける場合

大気弁付通気管 (SGP 4B 引火防止網付)

損失係数 (吐出時 (K_P) 4.2、吸入時 (K_V) 6.9)

設定圧力 (吐出 (P_1)・吸入時 (P_2)とも25mm水柱)

表1より

$$D=105.3 \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned} N_1 &= 88.6 \left(\frac{K_v}{P - P_2} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{Q_1}{D^2} \right) \\ &= 88.6 \left(\frac{6.9}{38-25} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{224.6}{105.3^2} \right) \\ &= 1.42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_2 &= 88.6 \left(\frac{K_p}{P - P_2} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{Q_2}{D^2} \right) \\ &= 88.6 \left(\frac{4.2}{38-25} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{609.76}{105.3^2} \right) \\ &= 2.77 \end{aligned}$$

ここで、Nは N_1 、 N_2 の大なる値であるので $N=2.77$ となる。故に、本タンクに検討条件の大気弁付通気管を設ける場合は、3個以上となる。

- (注) 1 大気弁付通気管を設ける場合は、設定圧力及び引火防止装置を含めた損失係数を資料等により確認すること。
- 2 無弁通気管の口径は危省令第20条により30mm以上とされていること。
- 3 固定屋根式屋外貯蔵タンクに内部浮屋根を設けるものの通気量の計算にあつてはHPIS-G-107「固定屋根付浮屋根式石油タンクの通気装置に関する指針」を参考にすること。

第3-3 1,000 kℓ未満の固定屋根式屋外貯蔵
タンクの通気量に係る計算例

表1 配管用炭素鋼鋼管 (J I S G 3452-SGP)

呼 び 方		外 径 mm	外径の許容差		厚 さ mm	厚さの許容差	ソケットを 含まない単 位質量 kg/m
(A)	(B)		テーパねじ を切る管	それ以外の管			
6	1/8	10.5	+ 0.5mm	+ 0.5mm	2.0		0.419
8	1/4	13.8	+ 0.5mm	+ 0.5mm	2.3		0.652
10	3/8	17.3	+ 0.5mm	+ 0.5mm	2.3		0.851
15	1/2	21.7	+ 0.5mm	+ 0.5mm	2.8		1.31
20	3/4	27.2	+ 0.5mm	+ 0.5mm	2.8		1.68
25	1	34.0	+ 0.5mm	+ 0.5mm	3.2		2.43
32	1 1/4	42.7	+ 0.5mm	+ 0.5mm	3.5		3.38
40	1 1/2	48.6	+ 0.5mm	+ 0.5mm	3.5		3.89
50	2	60.5	+ 0.5mm	+ 1 %	3.8		5.31
65	2 1/2	76.3	+ 0.7mm	+ 1 %	4.2		7.47
80	3	89.1	+ 0.8mm	+ 1 %	4.2		8.79
90	3 1/2	101.6	+ 0.8mm	+ 1 %	4.2	+規定しない -12.5%	10.1
100	4	114.3	+ 0.8mm	+ 1 %	4.5		12.2
125	5	139.8	+ 0.8mm	+ 1 %	4.5		15.0
150	6	165.2	+ 0.8mm	+ 1.6mm	5.0		19.8
175	7	190.7	+ 0.9mm	+ 1.6mm	5.3		24.2
200	8	216.3	+ 1.0mm	+ 0.8 %	5.8		30.1
225	9	241.8	+ 1.2mm	+ 0.8 %	6.2		36.0
250	10	267.4	+ 1.3mm	+ 0.8 %	6.6		42.4
300	12	318.5	+ 1.5mm	+ 0.8 %	6.9		53.0
350	14	355.6	—	+ 0.8 %	7.9		67.7
400	16	406.4	—	+ 0.8 %	7.9		77.6
450	18	457.2	—	+ 0.8 %	7.9		87.5
500	20	508.0	—	+ 0.8 %	7.9		97.4

備考1 呼び方は、A及びBのいずれかを用いる。Aによる場合にはA、Bによる場合にはBの符号を、それぞれの数字の後に付けて区分する。

2 呼び方350A以上の管の外径の許容差は、周長測定にすることができる。この場合の許容差は、±0.5%とする。

なお、外径の測定に周長を用いる場合の判定は、周長実測値又は実測値の換算外径のいずれによってもよい。いずれも同一許容差 (±0.5%)を適用する。ただし、外径(D)と周長(1)の相互換算は、次式によって計算する。

$$1 = \pi \cdot D$$

ここに、 $\pi=3.1416$ とする。

3 手入部などの局所的な部分については、厚さの許容差が、上表を満足していることが確認できる場合は、上表の外径の許容差を適用しない。

4 質量の数値は、1 cmの鋼を7.85 g とし、次式によって計算し、JIS Z 8401によって有効数字3けたに丸める。

$$W=0.02466 t (D-t)$$

ここに、W：管の単位質量 (kg/m)

t：管の厚さ(mm)

D：管の外径(mm)

第3－4 特定屋外貯蔵タンクの一般的な沈下測定方法

1 点検方法

沈下測定ピース又はタンク円周上において10m以下の等間隔の点を測定点として不等沈下量、最大沈下量及び最大沈下率を確認する。

2 水張試験に伴う沈下測定

設置又は変更時における水張試験においては、原則として水張前、満水時及び水抜後の3回沈下測定を行うほか下記のとおりとする。

- (1) タンクの約1／2まで可能な限り早く水を張り沈下量を測定する。
- (2) 不等沈下がない場合は、許可液面高さ以上の3／4まで水を張り、沈下量を測定する。
- (3) 沈下量がわずかな場合、新設タンクについては満水にして48時間、既存タンクについては24時間保持し沈下量を測定する。
- (4) 沈下量がほぼ一定にとどまっていれば終了する。
- (5) 測定結果が良好のときは、同様の条件のタンクでは中間水位での測定は省略することができる。
- (6) 水張り水位の高さは、許可液面高さ以上とする。
- (7) 過度の沈下は、タンク等に有害な変形を与えるおそれがあるので沈下状況を監視しながら水張試験を進める。
- (8) 設置又は変更時において基礎の修正を行った場合は、水抜き後3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月を経過した時に沈下測定を行い、不等沈下の有無を確認する。