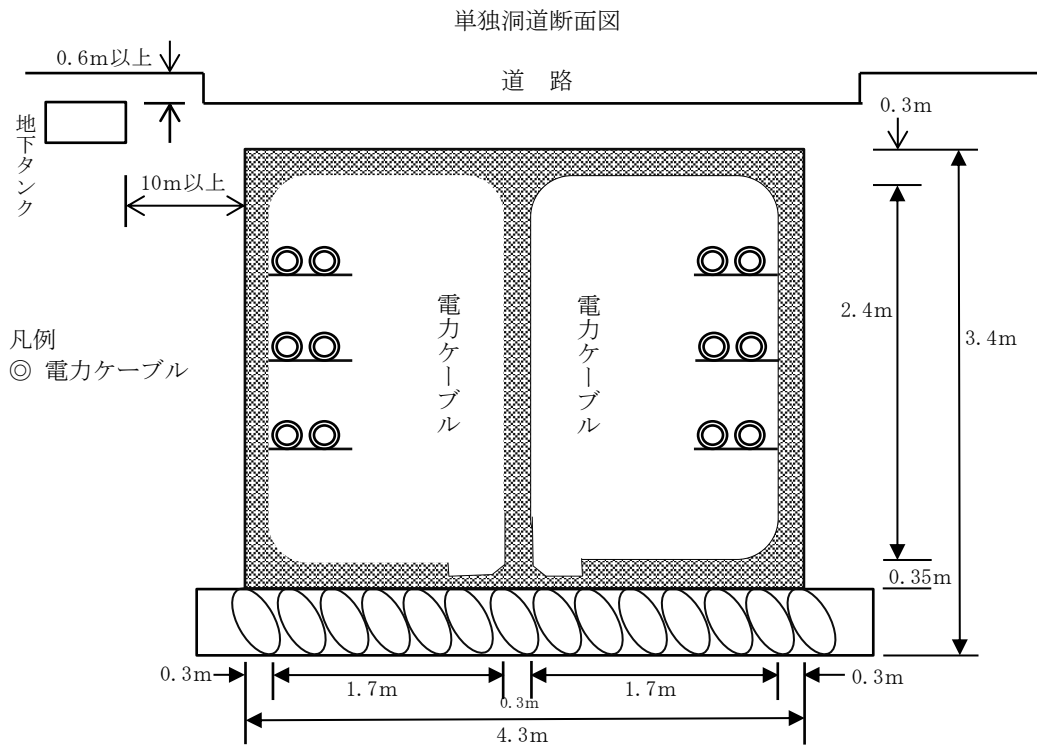
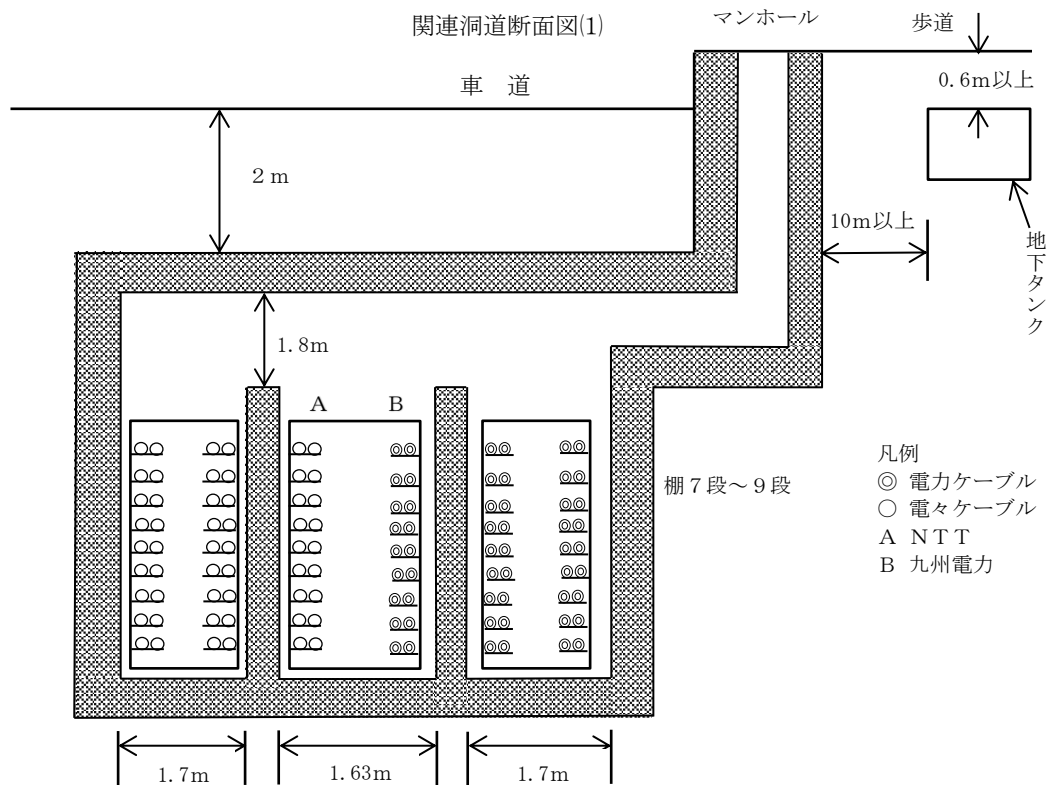


第4 地下タンク貯蔵所

第4-1 地下トンネルに該当する共同溝等の例

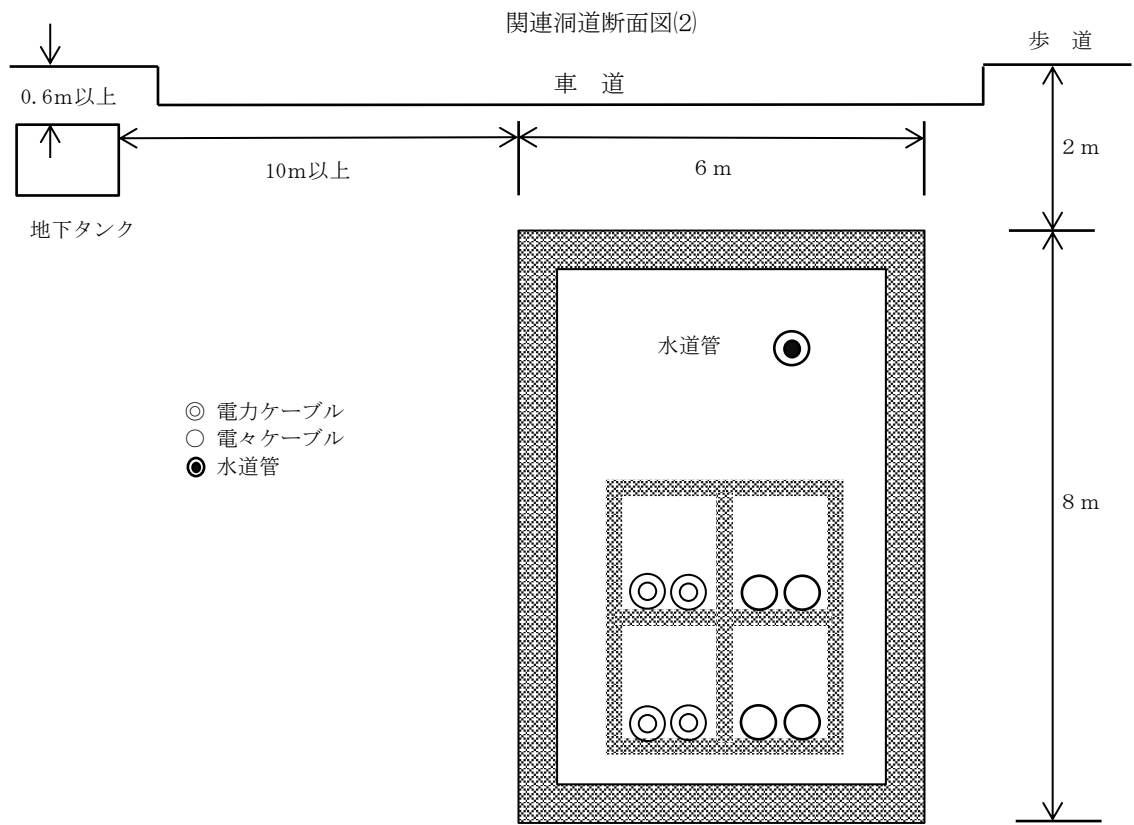


第4-1-1図

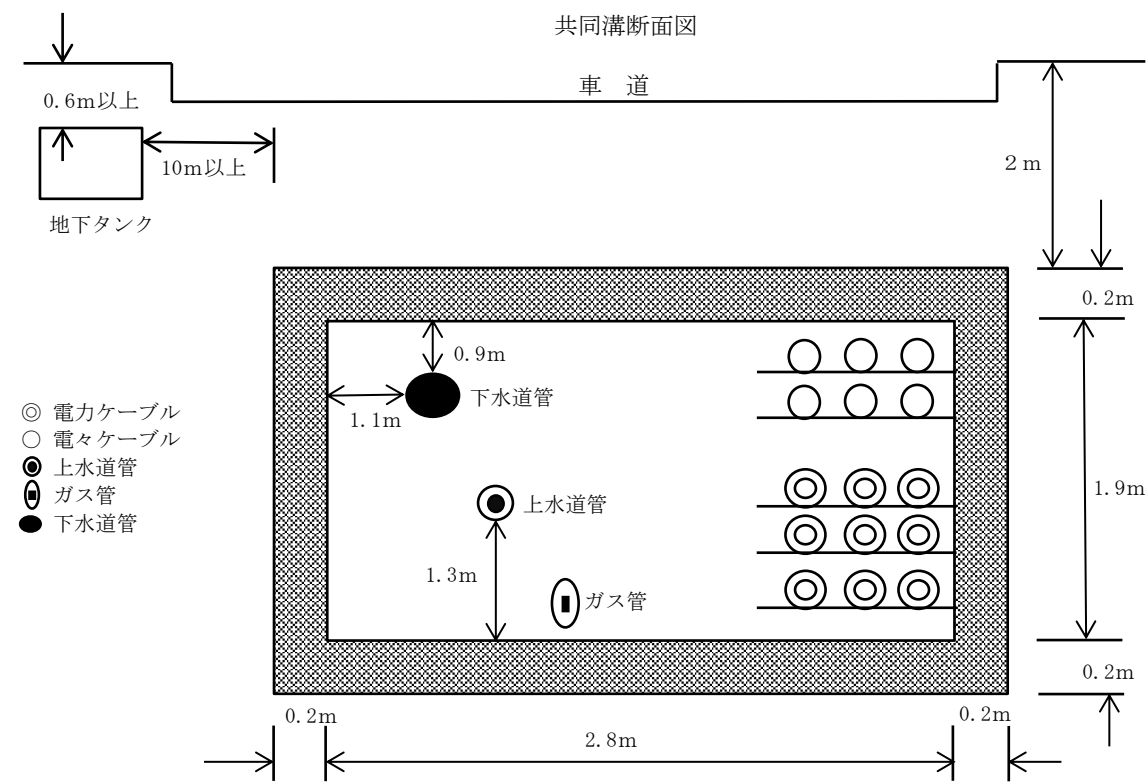


第4-1-2図

第 4 - 1 地下トンネルに該当する共同溝等の例



第 4 - 1 - 3 図



第 4 - 1 - 4 図

第4－2 地下貯蔵タンクに作用する荷重及び発生応力

地下貯蔵タンクに作用する荷重及び発生応力については、一般的に次により算出することができる。

1 作用する荷重

(1) 主荷重

- ① 固定荷重（地下貯蔵タンク及びその附属設備の自重）

W_1 ：固定荷重〔単位：N〕

- ② 液荷重（貯蔵する危険物の重量）

$$W_2 = \gamma_1 \cdot V$$

W_2 ：液荷重〔単位：N〕

γ_1 ：液体の危険物の比重量〔単位：N/mm³〕

V ：タンク容量〔単位：mm³〕

- ③ 内圧

$$P_1 = P_G + P_L$$

P_1 ：内圧〔単位：N/mm²〕

P_G ：空間部の圧力〔単位：N/mm²〕（無弁通気管のタンクにあつては考慮する必要がない）

P_L ：静液圧〔単位：N/mm²〕

静液圧 P_L は次のとおり求める。

$$P_L = \gamma_1 \cdot h_1$$

γ_1 ：液体の危険物の比重量〔単位：N/mm³〕

h_1 ：最高液面からの深さ〔単位：mm〕

- ④ 乾燥砂荷重

タンク室内にタンクが設置されていることから、タンク頂部までの乾燥砂の上載荷重とし、その他の乾燥砂の荷重は考慮しないこととしてよい。

$$P_2 = \gamma_2 \cdot h_2$$

P_2 ：乾燥砂荷重〔単位：N/mm²〕

γ_2 ：砂の比重量〔単位：N/mm³〕

h_2 ：砂被り深さ〔単位：mm〕（タンク室の蓋の内側から地下タンク頂部までの深さ）

(2) 従荷重

- ① 地震の影響

静的震度法に基づく地震動によるタンク軸直角方向に作用する水平方向慣性力を考慮することとしてよい。なお、地震時土圧については、タンク室に設置されていることから考慮しない。

$$F_s = Kh (W_1 + W_2 + W_3)$$

第4-2 地下貯蔵タンクに作用する 荷重及び発生応力

F_s : タンクの軸直角方向に作用する水平方向地震力 [単位 : N]

K_h : 設計水平震度 (危告示第4条の23による)

W_1 : 固定荷重 [単位 : N]

W_2 : 液荷重 [単位 : N]

W_3 : タンクの軸直角方向に作用する乾燥砂の重量 [単位 : N]

② 試験荷重

完成検査前検査、定期点検を行う際の荷重とする。 [単位 : N/mm²]

2 発生応力等

鋼製横置円筒型の地下貯蔵タンクの場合、次に掲げる計算方法を用いることができること。

(1) 胴部の内圧による引張応力

$$\sigma_{s1} = P_i \cdot (D / 2t_1)$$

σ_{s1} : 引張応力 [単位 : N/mm²]

P_i : (内圧、正の試験荷重) [単位 : N/mm²]

D : タンク直径 [単位 : mm]

t_1 : 胴の板厚 [単位 : mm]

(2) 胴部の外圧による圧縮応力

$$\sigma_{s2} = P_o \cdot (D / 2t_1)$$

σ_{s2} : 圧縮応力 [単位 : N/mm²]

P_o : (乾燥砂荷重、負の試験荷重) [単位 : N/mm²]

D : タンク直径 [単位 : mm]

t_1 : 胴の板厚 [単位 : mm]

(3) 鏡板部の内圧による引張応力

$$\sigma_{k1} = P_i \cdot (R / 2t_2)$$

σ_{k1} : 引張応力 [単位 : N/mm²]

P_i : (内圧、正の試験荷重) [単位 : N/mm²]

R : 鏡板中央部での曲率半径 [単位 : mm]

t_2 : 鏡板の板厚 [単位 : mm]

(4) 鏡板部の外圧による圧縮応力

$$\sigma_{k2} = P_o \cdot (R / 2t_2)$$

σ_{k2} : 圧縮応力 [単位 : N/mm²]

P_o : (乾燥砂荷重、負の試験荷重) [単位 : N/mm²]

R : 鏡板中央部での曲率半径 [単位 : mm]

t_2 : 鏡板の板厚 [単位 : mm]

(5) タンク固定条件の照査

地下タンク本体の地震時慣性力に対して、地下タンク固定部分が、必要なモーメント

に耐える構造とするため、次の条件を満たすこと。

$$F_s \cdot L \leq R \cdot l$$

F_s ：タンク軸直角方向に作用する水平方向地震力〔単位：N〕

L ： F_s が作用する重心から基礎までの高さ〔単位：mm〕

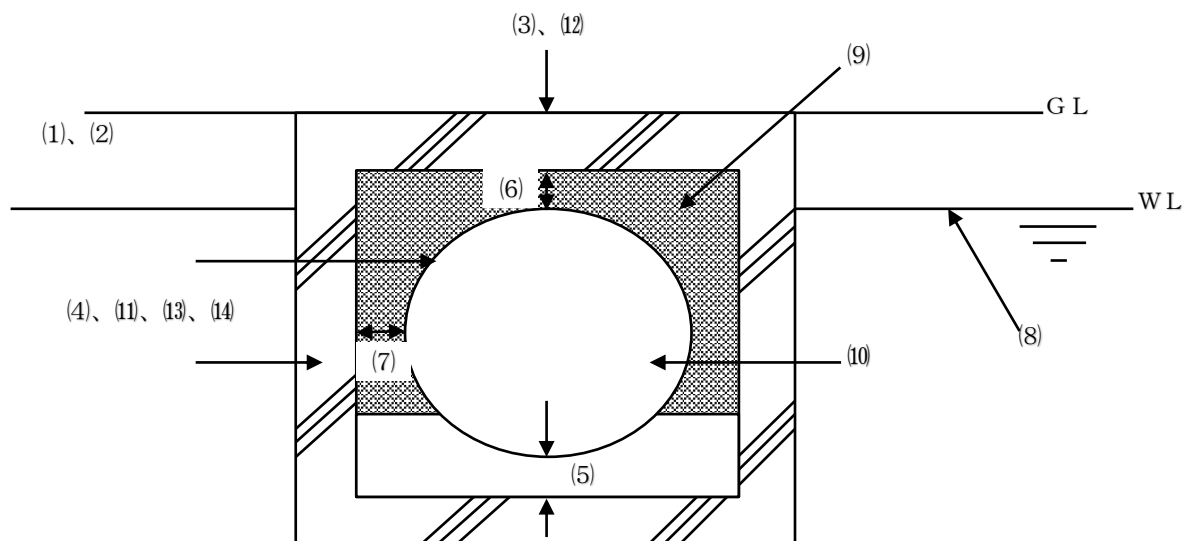
R ：固定部に発生する反力〔単位：N〕

l ：一の固定部分の固定点の間隔〔単位：mm〕

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

1 標準的な設置条件等

- (1) タンク鋼材は、J I S G 3101一般構造用圧延鋼材 S S 400 (単位重量は $77 \times 10^{-6} \text{N/mm}^3$)を使用。
- (2) 外面保護の厚さは2 mm。
- (3) タンク室上部の土被りはなし。
- (4) 鉄筋はS D 295 Aを使用。
- (5) タンク室底版とタンクの間隔は100mm。
- (6) タンク頂部と地盤面の間隔は600mm以上とされているが、タンク室頂版（ふた）の厚さを300mm（100kLの場合にあっては350mm）とし、タンク頂部とタンク室頂版との間隔は300mm以上（307mm～337mm）とする。
- (7) タンクとタンク室側壁との間隔は100mm以上とされているが、当該間隔は100mm以上（153.5mm～168.5mm）とする。
- (8) タンク室周囲の地下水位は地盤面下600mm。
- (9) 乾燥砂の比重量は $17.7 \times 10^{-6} \text{N/mm}^3$ とする。
- (10) 液体の危険物の比重量は $9.8 \times 10^{-6} \text{N/mm}^3$ とする。
- (11) コンクリートの比重量は $24.5 \times 10^{-6} \text{N/mm}^3$ とする。
- (12) 上載荷重は車輛の荷重とし車輛全体で250kN、後輪片側で100kNとする。
- (13) 使用するコンクリートの設計基準強度は21N/mm²とする。
- (14) 鉄筋の被り厚さは50 mmとする。

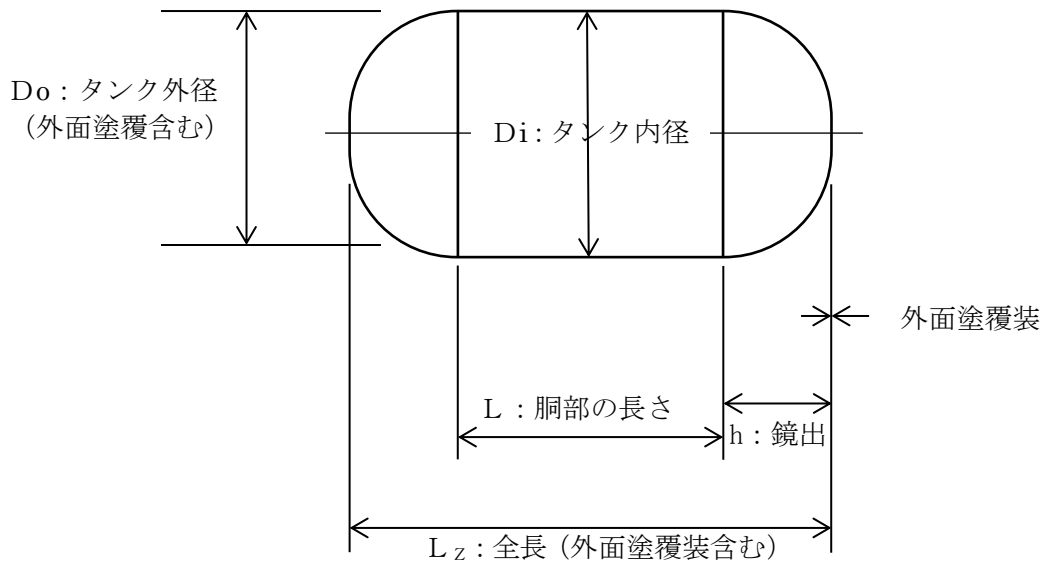


2 一般的な構造例

(1) タンク本体

記号は下図参照のこと

容量	外径 Do (mm)	内径 Di (mm)	胴部の 長さ L (mm)	鏡出 h (mm)	胴の板厚 t ₁ (mm)	鏡の板厚 t ₂ (mm)	全長 L _z (mm)
2 KL	1293.0	1280.0	1524.0	181.0	4.5	4.5	1899.0
10 KL	1463.0	1450.0	6500.0	281.0	4.5	4.5	7075.0
20 KL	2116.0	2100.0	6136.0	407.0	6.0	6.0	6966.0
30 KL	2116.0	2100.0	9184.0	407.0	6.0	6.0	10014.0
30 KL	2416.0	2400.0	6856.0	466.0	6.0	6.0	7804.0
48 KL	2420.0	2400.0	10708.0	466.0	8.0	8.0	11660.0
50 KL	2670.0	2650.0	9300.0	513.0	8.0	8.0	10346.0
100 KL	3522.0	3500.0	10600.0	678.0	9.0	9.0	11978.0



(2) タンク室

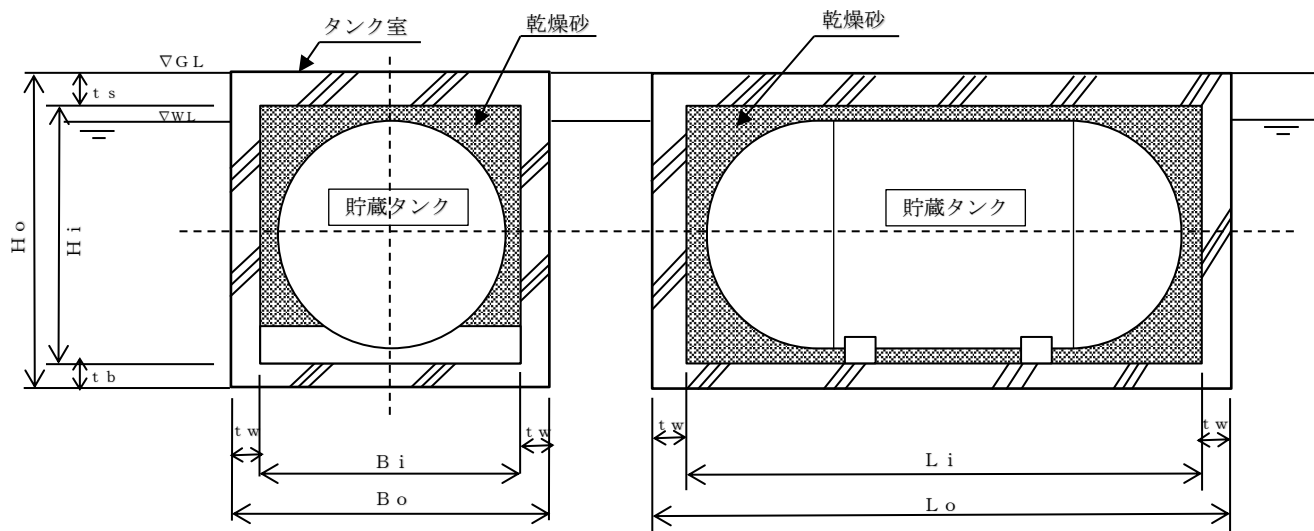
記号は次項参照のこと

タンク容量 (タンク内径)	形状 (mm)	設計配筋 (mm)			タンクとの間隔	
		頂版	底板	側壁	壁 (mm)	蓋 (mm)
2 KL (Di=1280)	Bi・Li・Hi=1600x2200x1700	上端筋: D13@250	上端筋: D13@250	外側筋: D13@250	153.5	307.0
	Bo・Lo・Ho=2200x2800x3300	下端筋: D13@250	下端筋: D13@250	内側筋: D13@250		
	ts=tw=tb= 300	—	—	配力筋: D13@250		
10 KL (Di=1450)	Bi・Li・Hi=1800x7400x1900	上端筋: D13@250	上端筋: D13@250	外側筋: D13@250	168.5	337.0
	Bo・Lo・Ho=2400x8000x2500	下端筋: D13@250	下端筋: D13@250	内側筋: D13@250		
	ts=tw=tb= 300	—	—	配力筋: D13@250		

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

記号は次項参照のこと

タンク容量 (タンク内径)	形状 (mm)	設計配筋 (mm)			タンクとの間隔	
		頂版	底板	側壁	壁 (mm)	蓋 (mm)
20 KL (Di=2100)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 2450 \times 7300 \times 2550$	上端筋: D13@200	上端筋: D13@200	外側筋: D13@200	167.0	334.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 3050 \times 7900 \times 3150$	下端筋: D13@200	下端筋: D13@200	内側筋: D13@200		
	$t_s = t_w = t_b = 300$	—	—	配力筋: D13@250		
30 KL (Di=2100)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 2450 \times 10350 \times 2550$	上端筋: D13@200	上端筋: D13@200	外側筋: D13@200	167.0	334.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 3050 \times 10950 \times 3150$	下端筋: D13@200	下端筋: D13@200	内側筋: D13@200		
	$t_s = t_w = t_b = 300$	—	—	配力筋: D13@250		
30 KL (Di=2400)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 2750 \times 8150 \times 2850$	上端筋: D13@200	上端筋: D13@200	外側筋: D13@200	167.0	334.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 3350 \times 8750 \times 3450$	下端筋: D13@200	下端筋: D13@200	内側筋: D13@200		
	$t_s = t_w = t_b = 300$	—	—	配力筋: D13@250		
48 KL (Di=2400)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 2750 \times 12000 \times 2850$	上端筋: D13@200	上端筋: D13@200	外側筋: D13@200	165.0	330.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 3350 \times 12600 \times 3450$	下端筋: D13@200	下端筋: D13@200	内側筋: D13@200		
	$t_s = t_w = t_b = 300$	—	—	配力筋: D13@250		
50 KL (Di=2650)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 3000 \times 10650 \times 3100$	上端筋: D13@150	上端筋: D13@150	外側筋: D13@150	165.0	330.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 3600 \times 11250 \times 3700$	下端筋: D13@150	下端筋: D13@150	内側筋: D13@150		
	$t_s = t_w = t_b = 300$	—	—	配力筋: D13@200		
100 KL (Di=3500)	$B_i \cdot L_i \cdot H_i = 3850 \times 12300 \times 3950$	上端筋: D16@150	上端筋: D13@150	外側筋: D16@150	164.0	328.0
	$B_o \cdot L_o \cdot H_o = 4550 \times 13000 \times 4650$	下端筋: D16@150	下端筋: D16@150	内側筋: D16@150		
	$t_s = t_w = t_b = 350$	—	—	配力筋: D13@200		



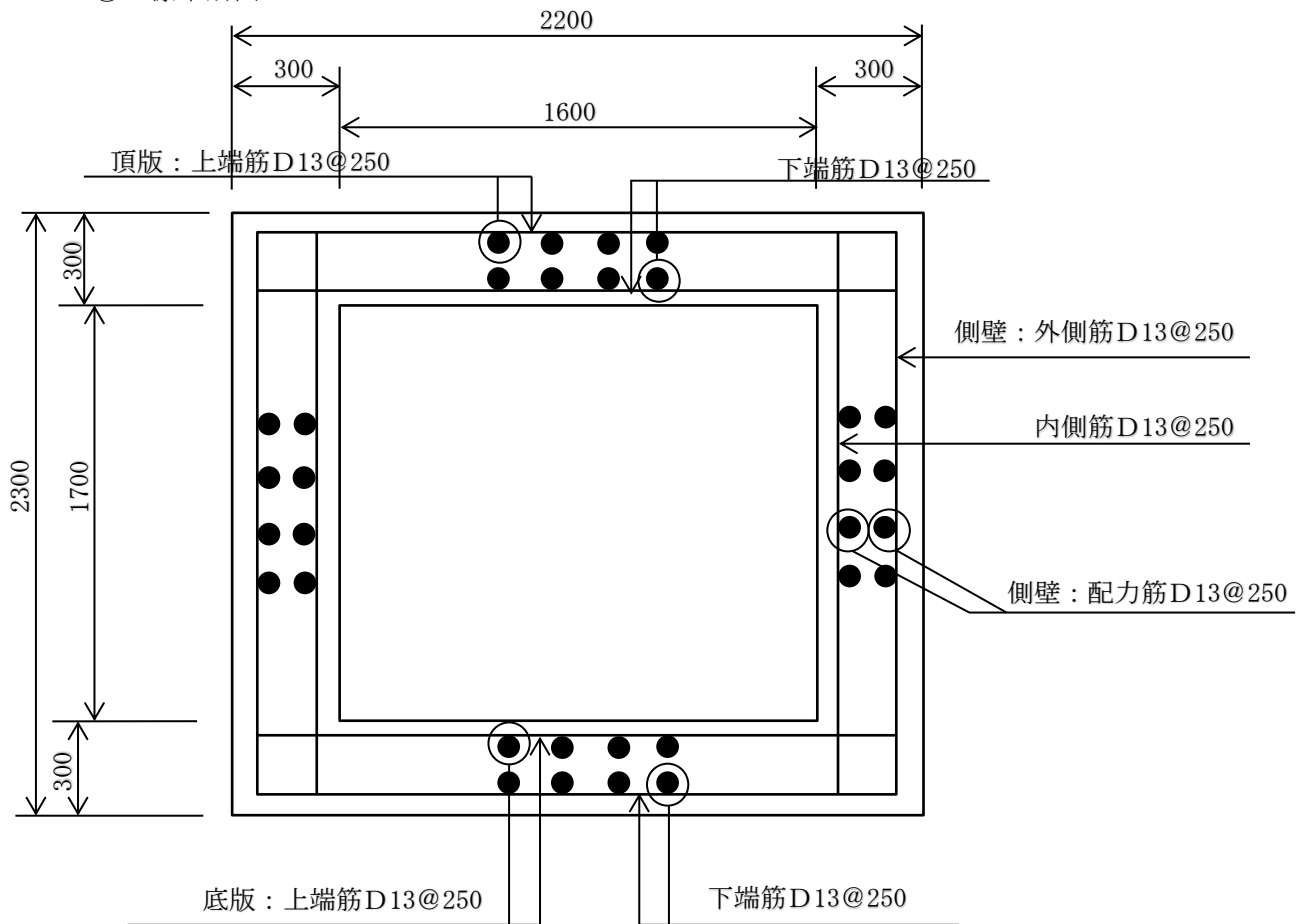
B_i : 内法幅 B_o : 外面幅 t_w : 側壁厚さ

L_i : 内法長さ L_o : 外面長さ

H_i : 内法高さ H_o : 外面高さ t_b : 底板厚さ t_s : 頂版厚さ

(3) 2KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

設計配筋一覧表

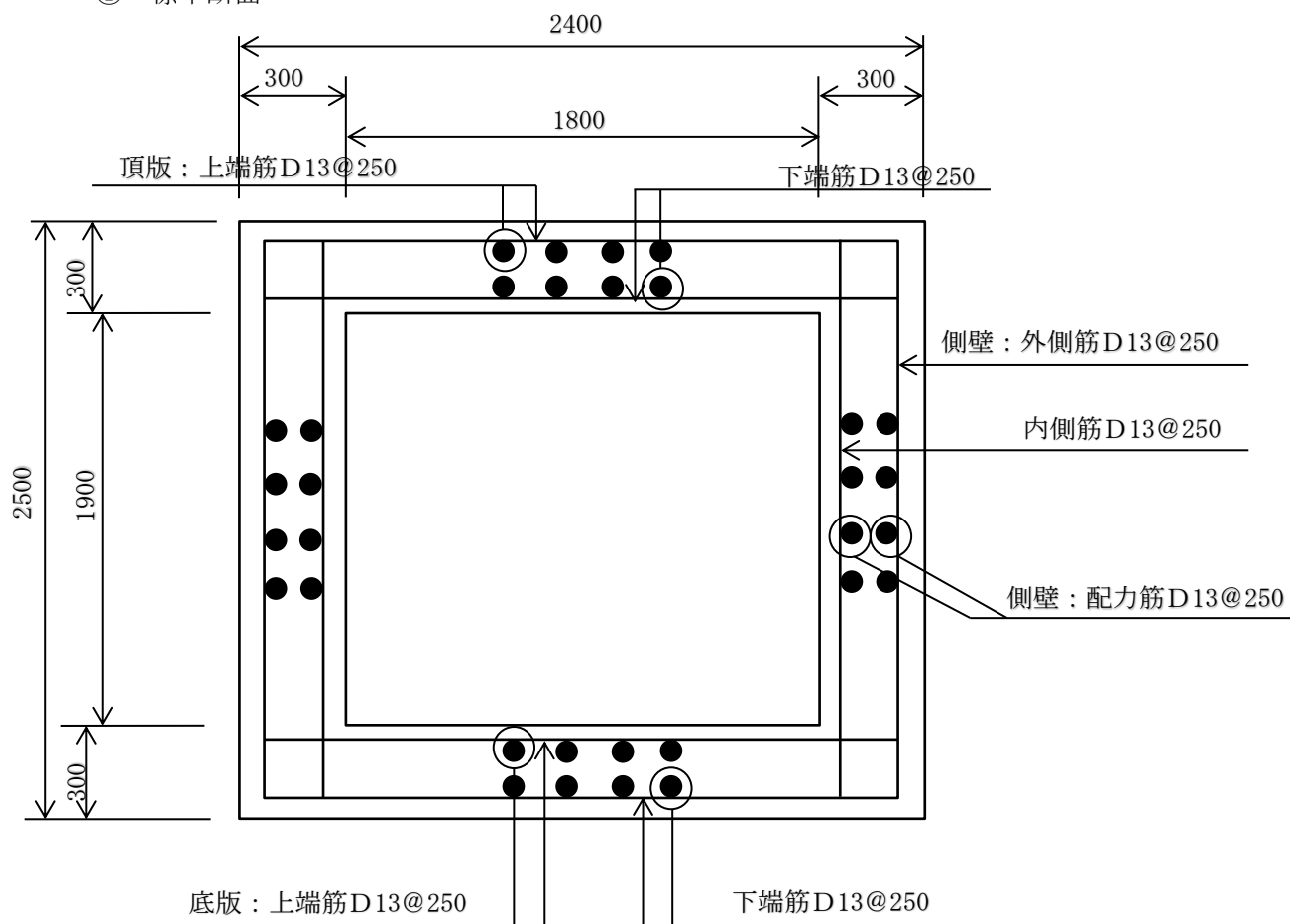
部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@250	両方向主筋	
	下端筋	D13	@250		
底 版	上端筋	D13	@250	両方向主筋	
	下端筋	D13	@250		
側 壁	内側筋	D13	@250	D13	@250
	外側筋	D13	@250	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

(4) 10KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

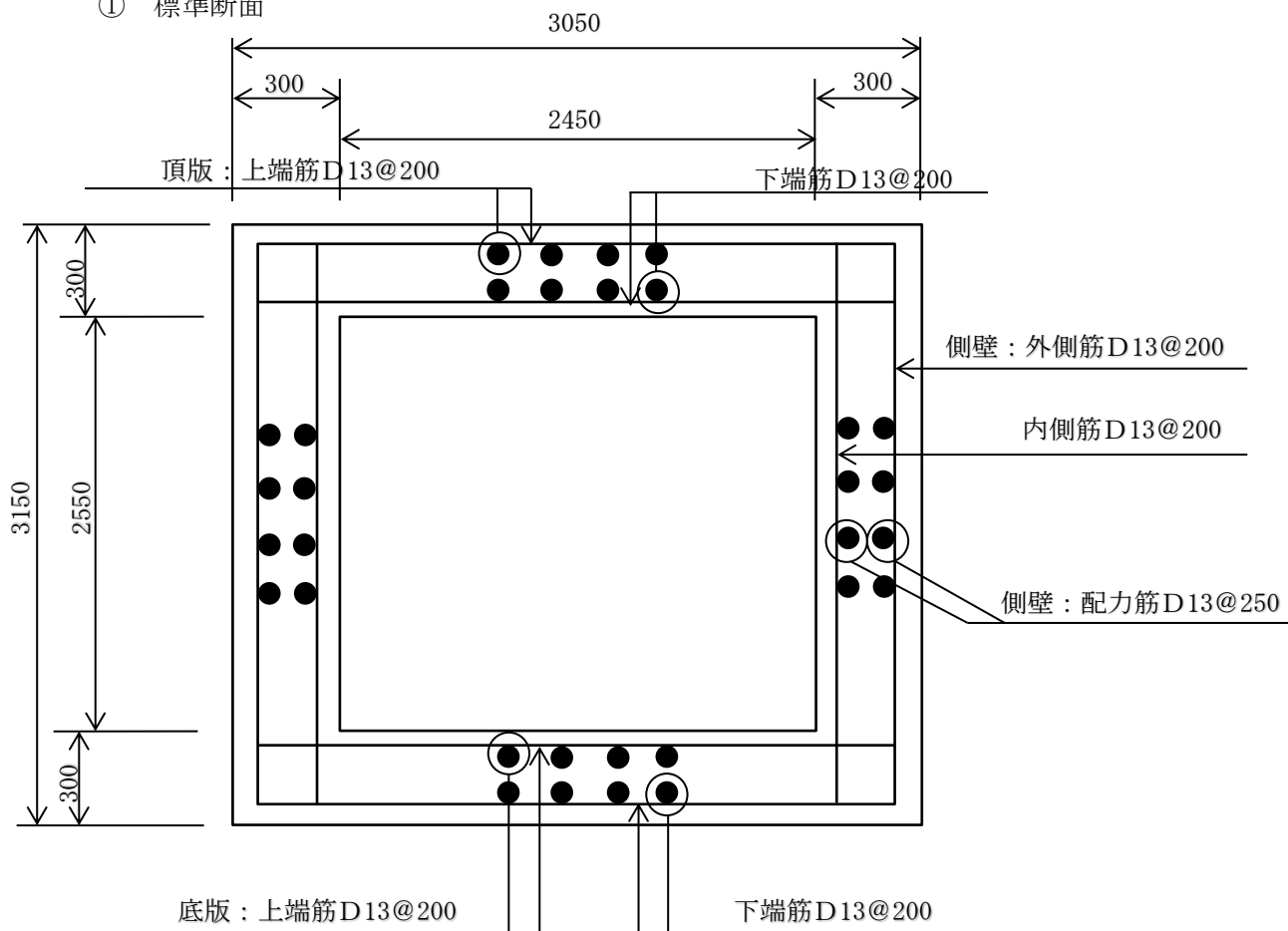
設計配筋一覧表

部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@250	両方向主筋	
	下端筋	D13	@250		
底 版	上端筋	D13	@250	両方向主筋	
	下端筋	D13	@250		
側 壁	内側筋	D13	@250	D13	@250
	外側筋	D13	@250	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

(5) 20KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

設計配筋一覧表

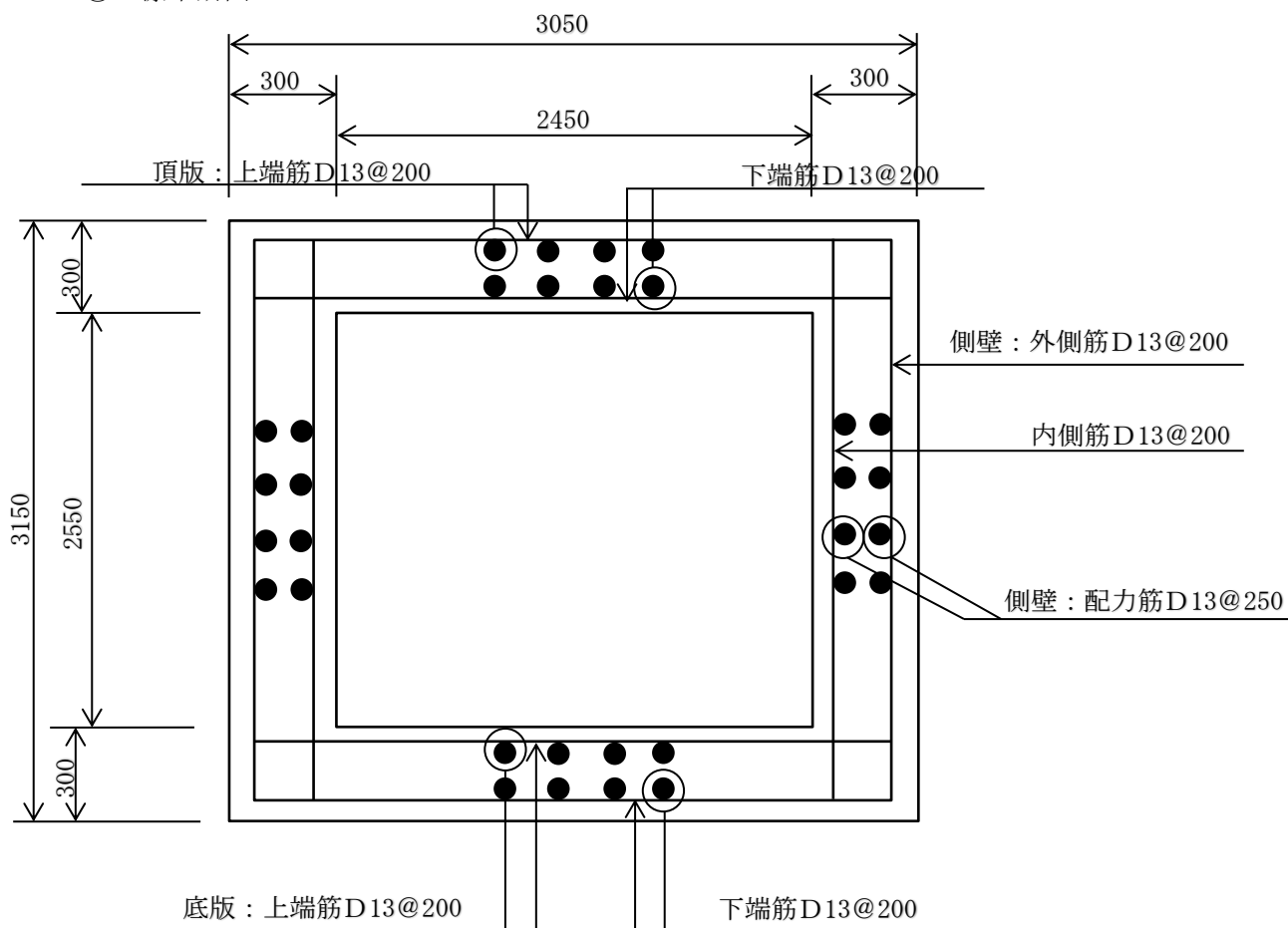
部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
底 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
側 壁	内側筋	D13	@200	D13	@250
	外側筋	D13	@200	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

(6) 30KL（内径2100）の場合

① 標準断面



② 設計配筋

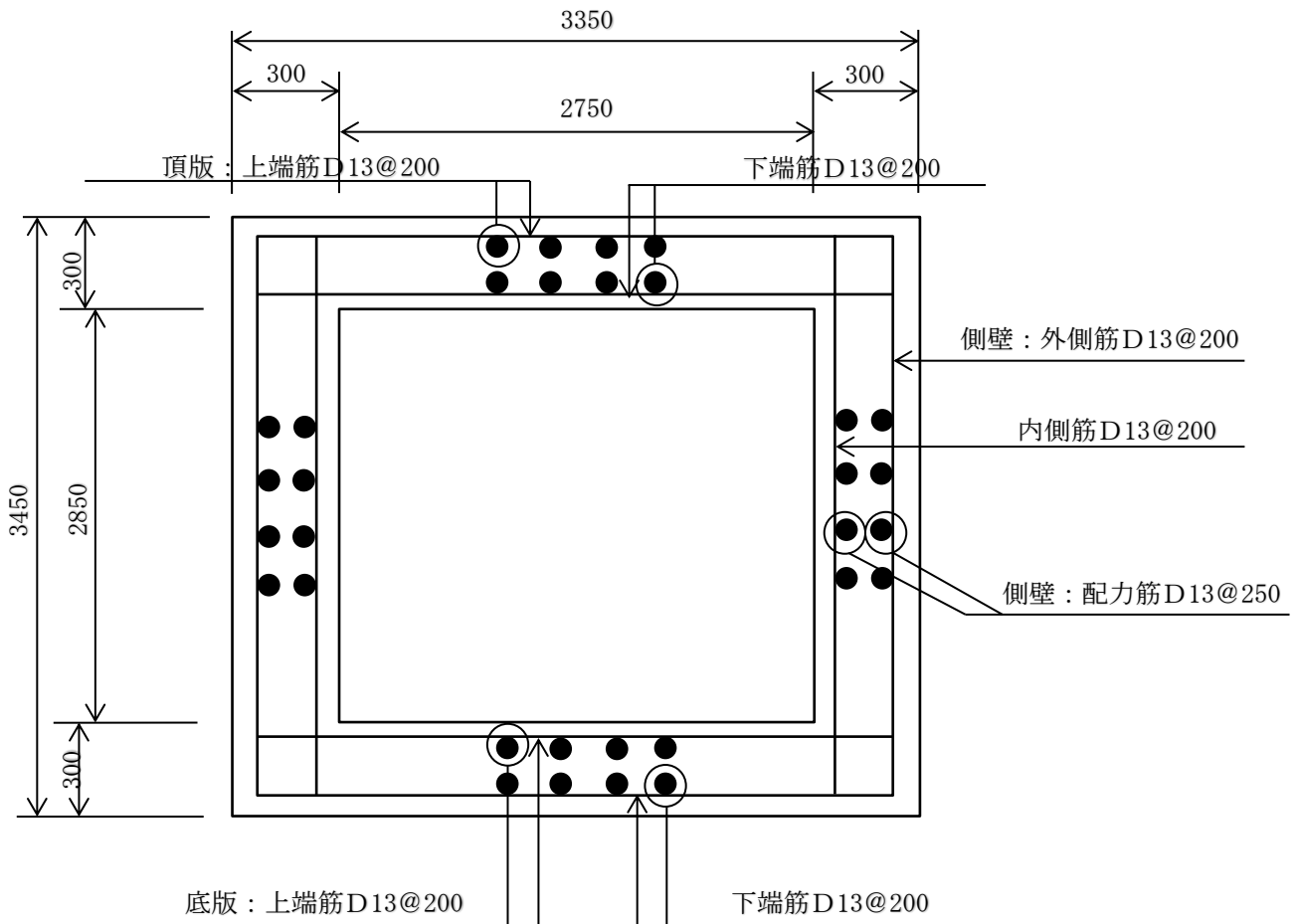
設計配筋一覧表

部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
底 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
側 壁	内側筋	D13	@200	D13	@250
	外側筋	D13	@200	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

(7) 30KL（内径2400）の場合

① 標準断面



② 設計配筋

設計配筋一覧表

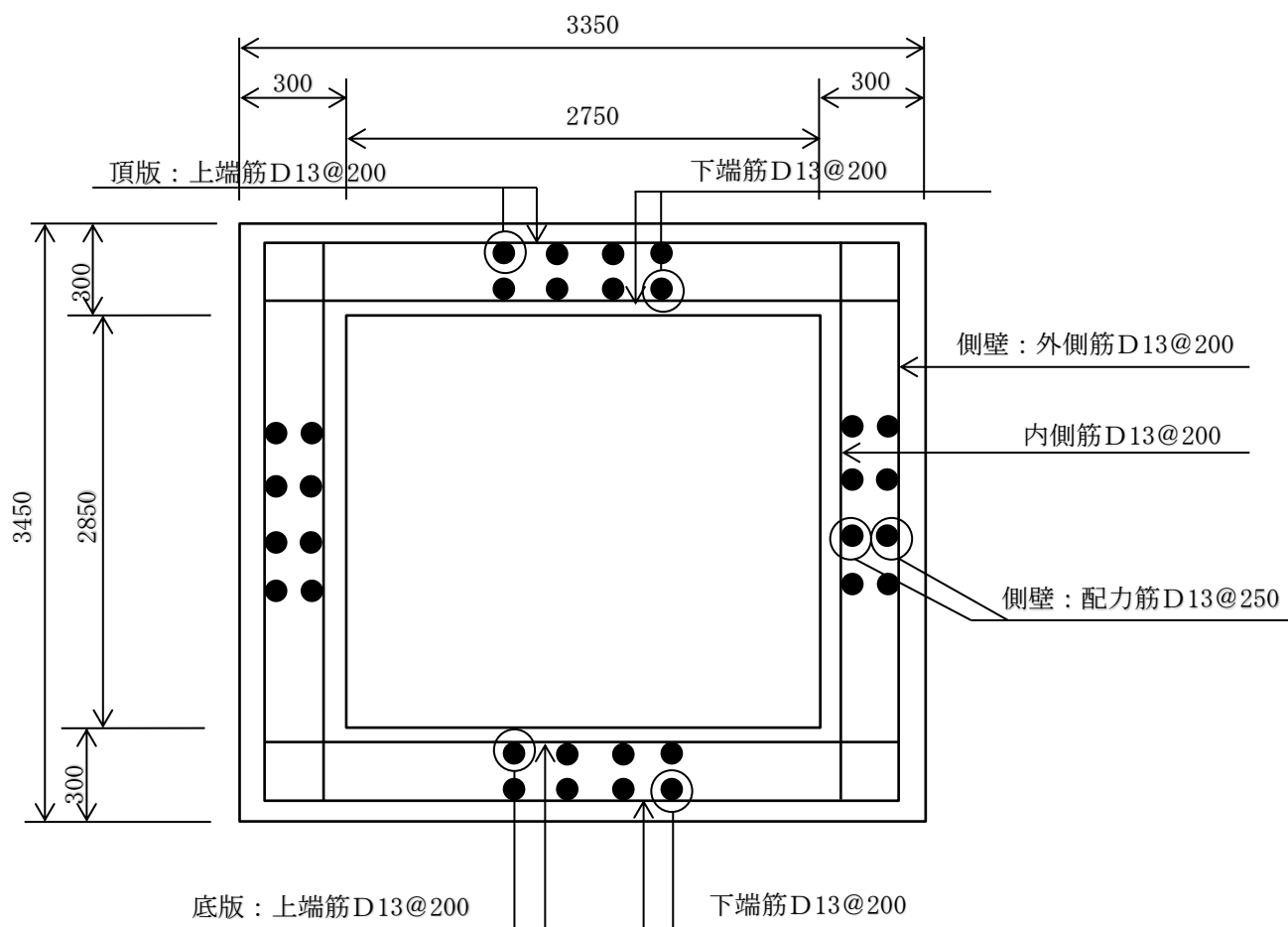
部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
底 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
側 壁	内側筋	D13	@200	D13	@250
	外側筋	D13	@200	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

(8) 48KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

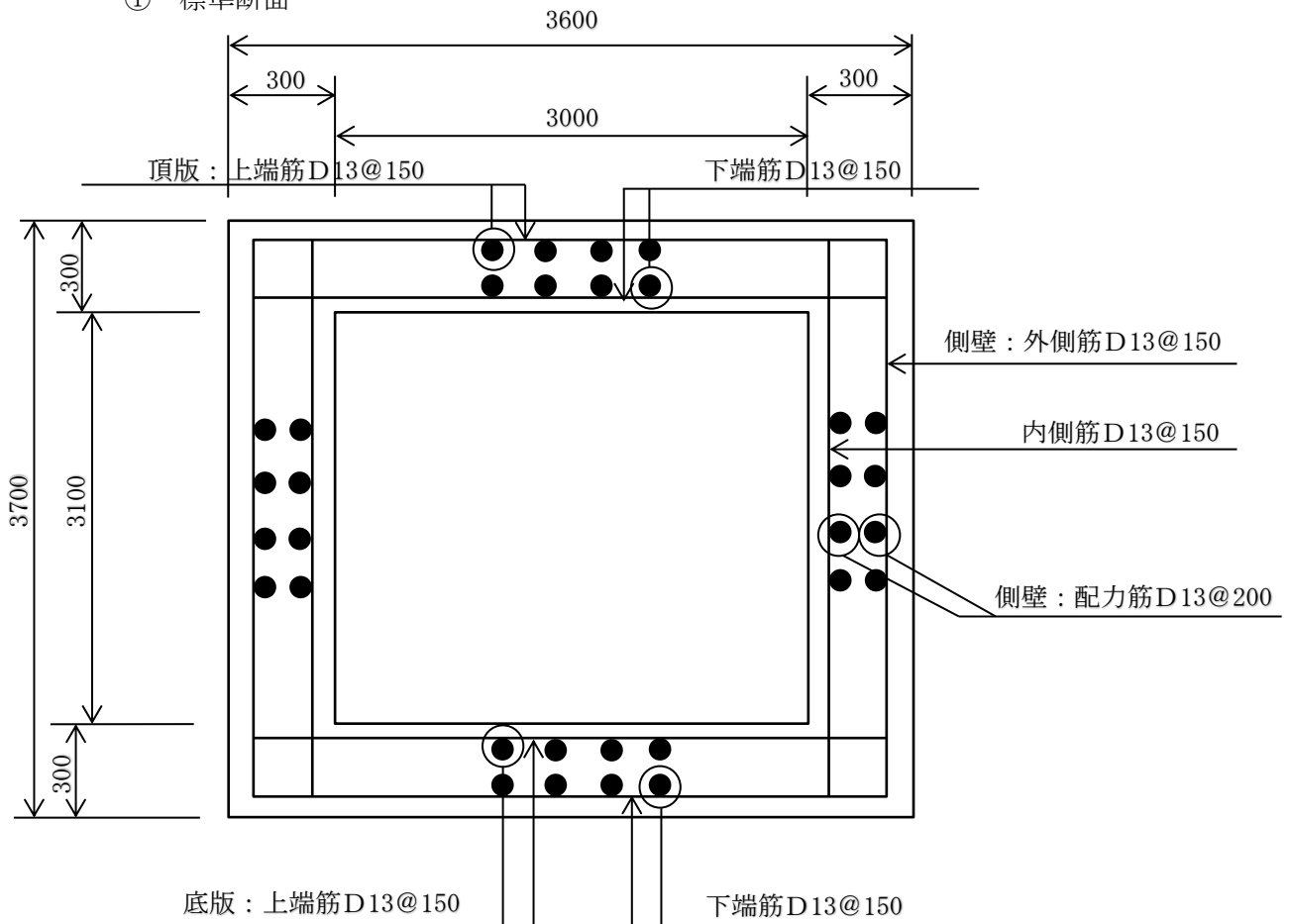
設計配筋一覧表

部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
底 版	上端筋	D13	@200	両方向主筋	
	下端筋	D13	@200		
側 壁	内側筋	D13	@200	D13	@250
	外側筋	D13	@200	D13	@250

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

(9) 50KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

設計配筋一覧表

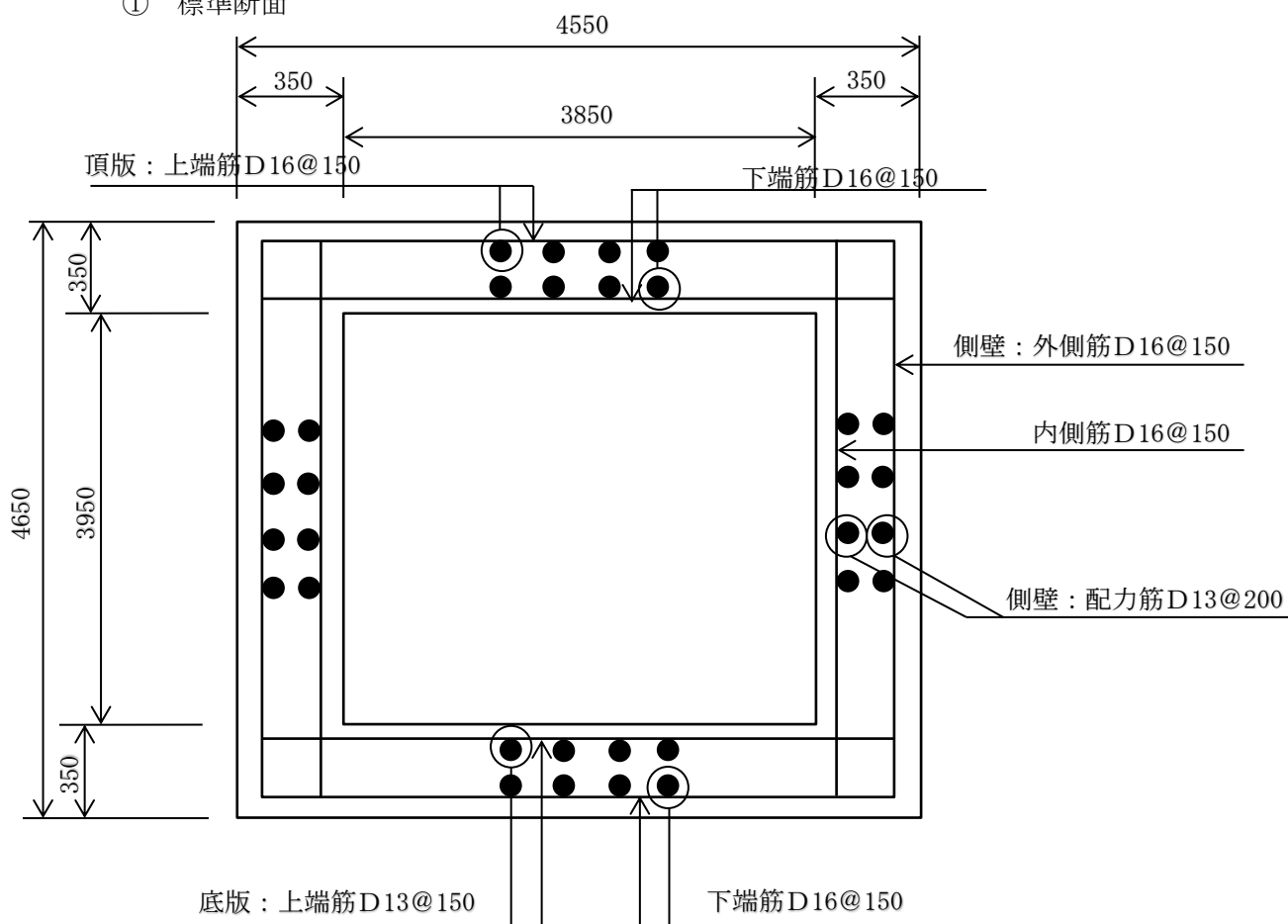
部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D13	@150	両方向主筋	
	下端筋	D13	@150		
底 版	上端筋	D13	@150	両方向主筋	
	下端筋	D13	@150		
側 壁	内側筋	D13	@150	D13	@200
	外側筋	D13	@150	D13	@200

(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

第4-3 地下貯蔵タンク及びタンク室の構造例

(1) 100KLの場合

① 標準断面



② 設計配筋

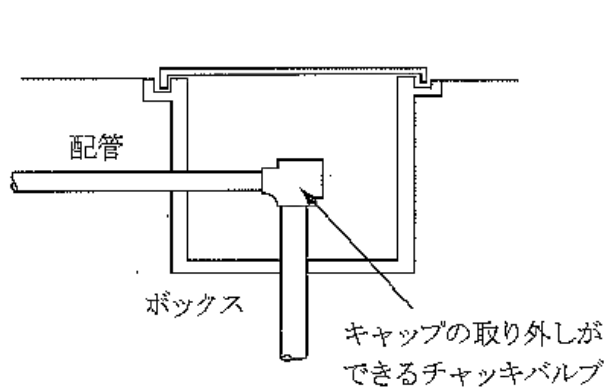
設計配筋一覧表

部 位		主 筋		配力筋	
		鉄筋径	鉄筋ピッチ	鉄筋径	鉄筋ピッチ
頂 版	上端筋	D16	@150	両方向主筋	
	下端筋	D16	@150		
底 版	上端筋	D13	@150	両方向主筋	
	下端筋	D16	@150		
側 壁	内側筋	D16	@150	D13	@200
	外側筋	D16	@150	D13	@200

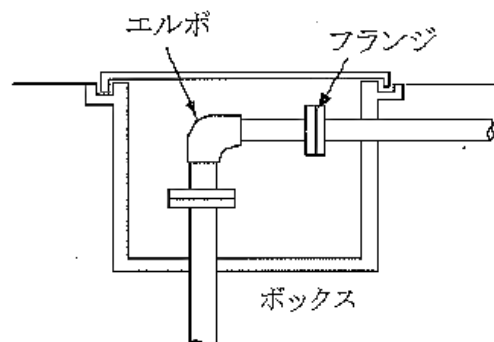
(注) 頂版及び底版は妻壁があるため両方向とも主筋とする。

第4-4 地下貯蔵タンク等の気密試験等のための措置例

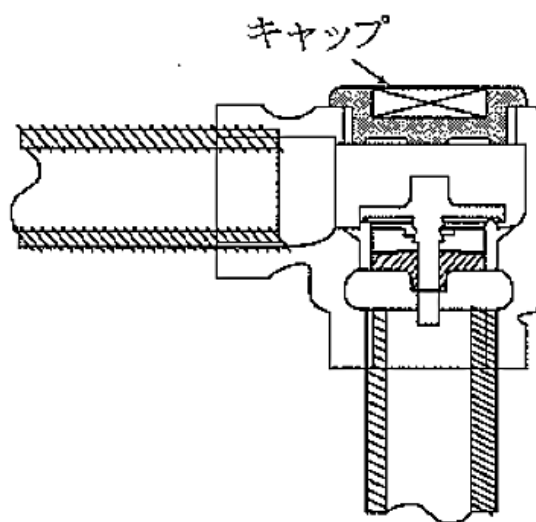
第9「地下タンク貯蔵所」11(2)に掲げる措置の例としては、第4-4-1図から第4-4-3図のようなものがある。



第4-4-1図



第4-4-2図



第4-4-3図 チャッキバルブの構造例

第4－5 タンク室に作用する荷重及び発生応力

タンク室に作用する荷重及び発生応力については、一般的に次により算出することができる。

1 作用する荷重

(1) 主荷重

- ① 固定荷重（タンク室の自重、地下貯蔵タンク及びその附属設備の自重）

W_1 ：固定荷重 [単位：N]

- ② 液荷重（貯蔵する危険物の重量）

$$W_2 = \gamma_1 \cdot V$$

W_2 ：液荷重 [単位：N]

γ_1 ：液体の危険物の比重量 [単位：N/mm³]

V ：タンク容量 [単位：mm³]

- ③ 土圧

$$P_3 = K_A \cdot \gamma_3 \cdot h_3$$

P_3 ：土圧 [単位：N/mm²]

K_A ：静止土圧係数（一般的に0.5）

γ_3 ：土の比重量 [単位：N/mm³]

h_3 ：地盤面下の深さ [単位：mm]

- ④ 水圧

$$P_4 = \gamma_4 \cdot h_4$$

P_4 ：水圧 [単位：N/mm²]

γ_4 ：水の比重量 [単位：N/mm³]

h_4 ：地下水位からの深さ [単位：mm]（地下水位は、原則として実測値による）

(2) 従荷重

- ① 上載荷重

上載荷重は、原則として想定される最大重量の車両の荷重とする（250kNの車両の場合、後輪片側で100kNを考慮する）。

- ② 地震の影響

地震の影響は、地震時土圧について検討する。

$$P_5 = K_E \cdot \gamma_4 \cdot h_4$$

P_5 ：地震時土圧 [単位：N/mm²]

K_E ：地震時水平土圧係数

地震時水平土圧係数 K_E は、次によることができる。

$$K_E = \frac{\cos^2(\Phi - \theta)}{\cos^2 \theta \left(1 + \sqrt{\frac{\sin \Phi \cdot \sin(\Phi - \theta)}{\cos \theta}} \right)^2}$$

Φ : 周辺地盤の内部摩擦角〔単位：度〕

θ : 地震時合成角〔単位：度〕

$$\theta = \tan^{-1} kh$$

kh : 設計水平震度（危告示第4条の23による）

γ_4 : 土の比重量〔単位：N/mm³〕

h_4 : 地盤面下の深さ〔単位：mm〕

2 発生応力

発生応力は、荷重の形態、支持方法及び形状に応じ、算定された断面力（曲げモーメント、軸力及びせん断力）の最大値について算出すること。

この場合において、支持方法として上部がふたを有する構造では、ふたの部分を単純ばり又は版とみなし、側部と底部が一体となる部分では、側板を片持ばり、底部を両端固定ばりとみなして断面力を算定して差し支えない。

第4－6 人工軽量砂の例

1 人工軽量砂

人工軽量砂は、良質の膨張性頁岩を、砂利から砂までの各サイズに粉砕して、高温で焼成し、これを冷却して人工的に砂にしたもの(宇部軽骨、ビルトン、セイライト、アサノライト、テチライト等)である。

第4-7 SS二重殻タンクの構造例

(平2.4.30 消防危第37号通知)

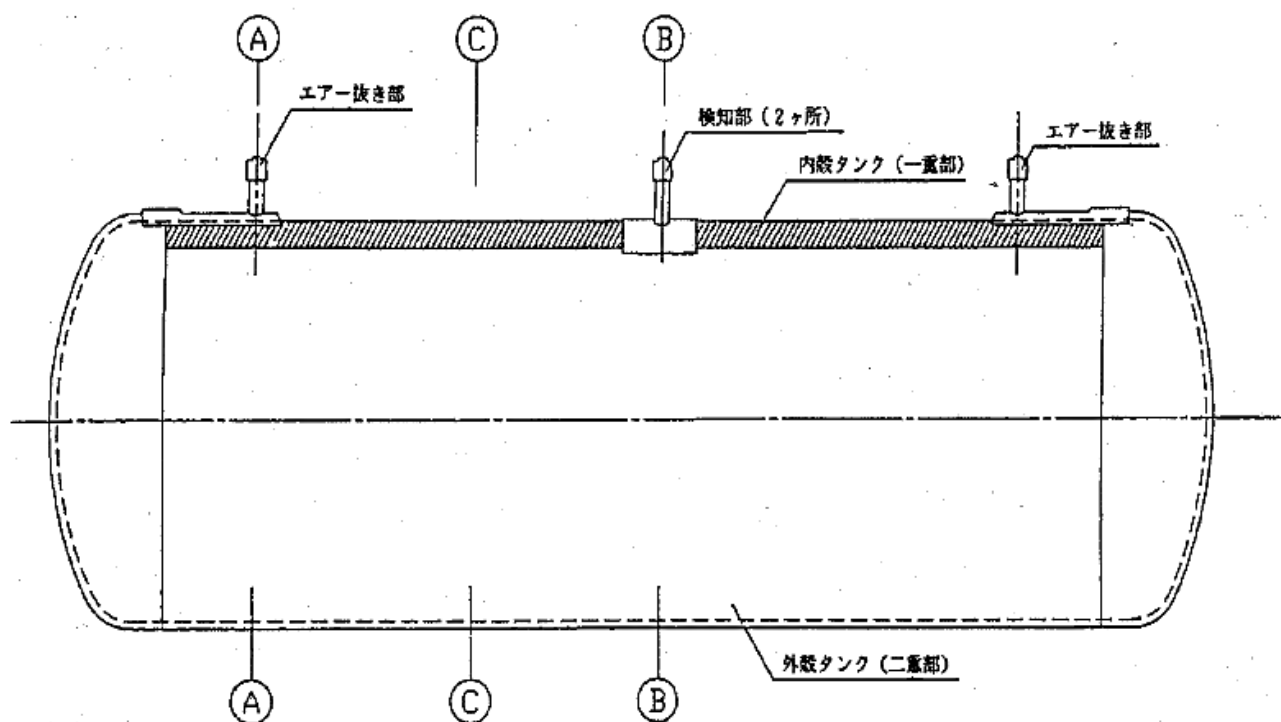
1 SSタンクの構造例

SSタンクは、タンク室に設置する場合を除き、危政令第13条第2項第2号イからハマでの全てに適合することとされているがその例としては第4-7-1図に示す構造のものがあること。

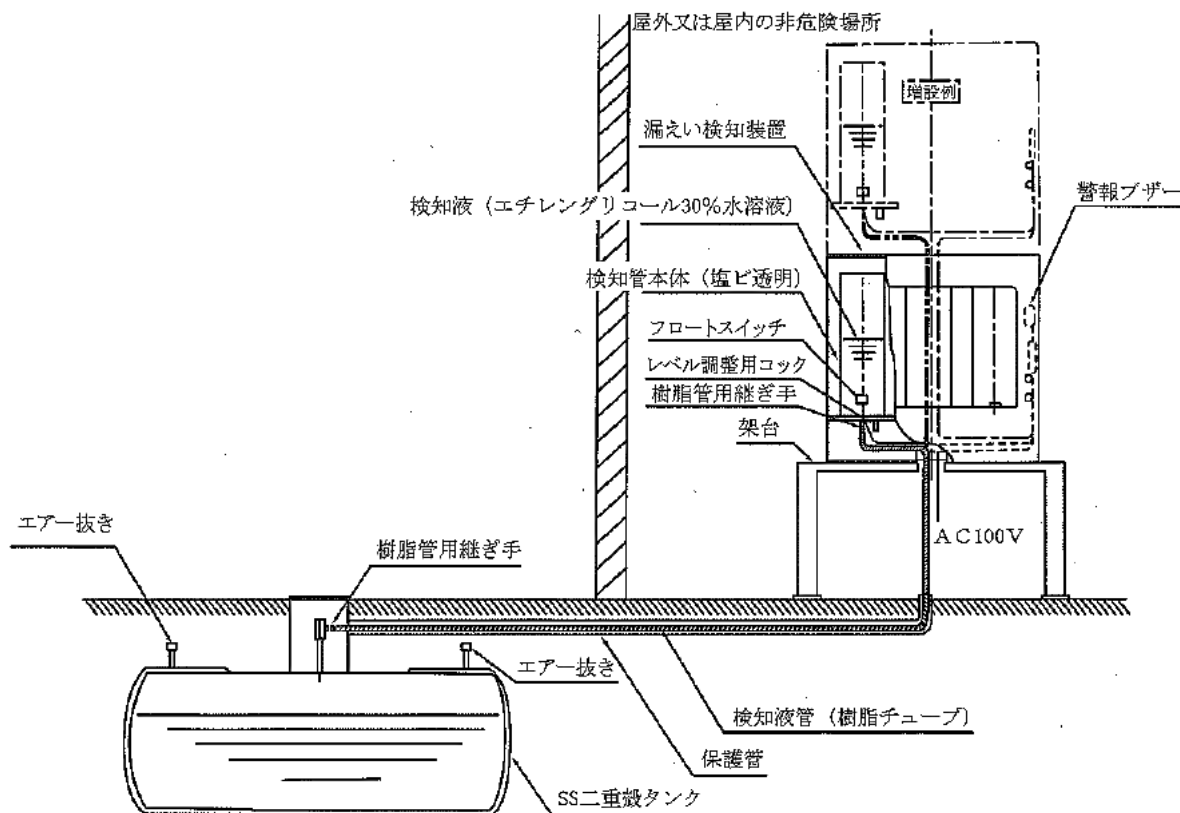
なお、土圧等は外側の鋼板に働き、スペーサーを介して地下貯蔵タンクに伝えられることとなるが、これらの例における地下貯蔵タンクについては、各部分に発生する応力が許容応力を超えないことが既に実験及び強度計算により確認されている。

2 漏えい検知装置

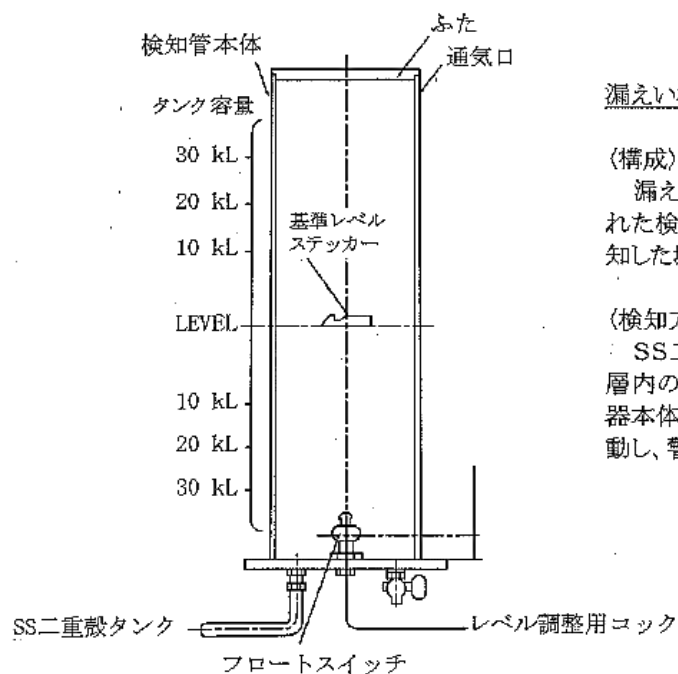
漏えい検知装置の設置例は第4-7-2図から第4-7-4図に示す。



第4-7-1図 SS二重殻タンク



第4-7-2図 SS二重殻タンク漏れ検知システムの例



漏れ検知警報装置の検知方法と構造

〈構成〉

漏れ検知装置は、SS二重殻タンクとその検知層に封入された検知液の液面変化を検知する検知器本体と、異常を検知した場合の警報装置及び配管部より構成される。

〈検知方法〉

SS二重殻タンクの内側または外殻が破損した場合、検知層内の検知液が内側タンク内に流入するか、流れ出し、検知器本体内のレベルが下限位置に達するとフロートスイッチが作動し、警報を発する。

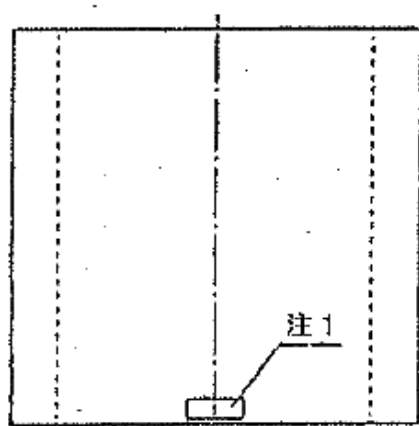
第4-7-3図 漏れ検知装置の例

注1) 信号扱 (フロートスイッチ), 電源 (AC100V) 及び通水配管用入口: 埋設配線の場合

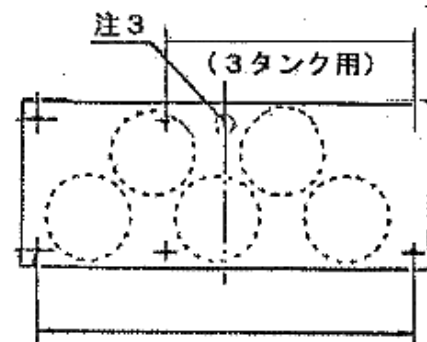
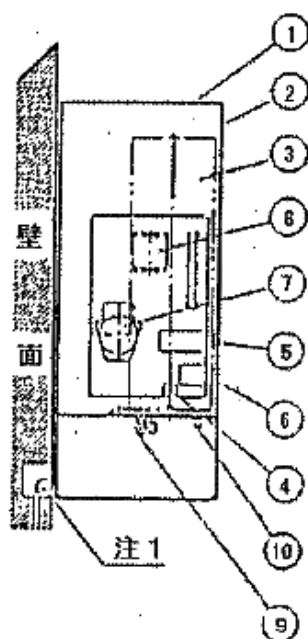
注2) 信号扱 (フロートスイッチ), 電源 (AC100V) 及び通水配管用入口: 露出配線の場合

注3) 信号扱 (フロートスイッチ) 及び通水配管用入口: 増設機接続の場合

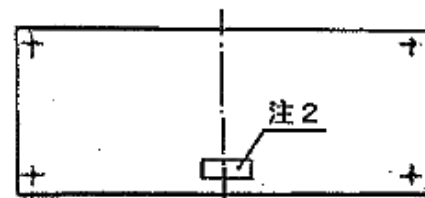
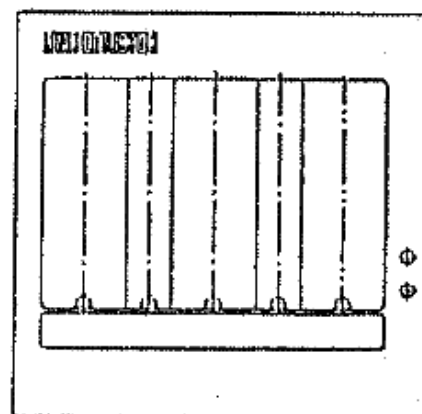
10	樹脂管用継ぎ手
9	レベル調整用コック
8	基盤
7	警報ブザー
6	作動確認スイッチ
5	電源スイッチ
4	フロートスイッチ
3	検知器本体
2	カバー
1	本体
番号	名 称



壁面取付用穴寸法



増設機接続用穴

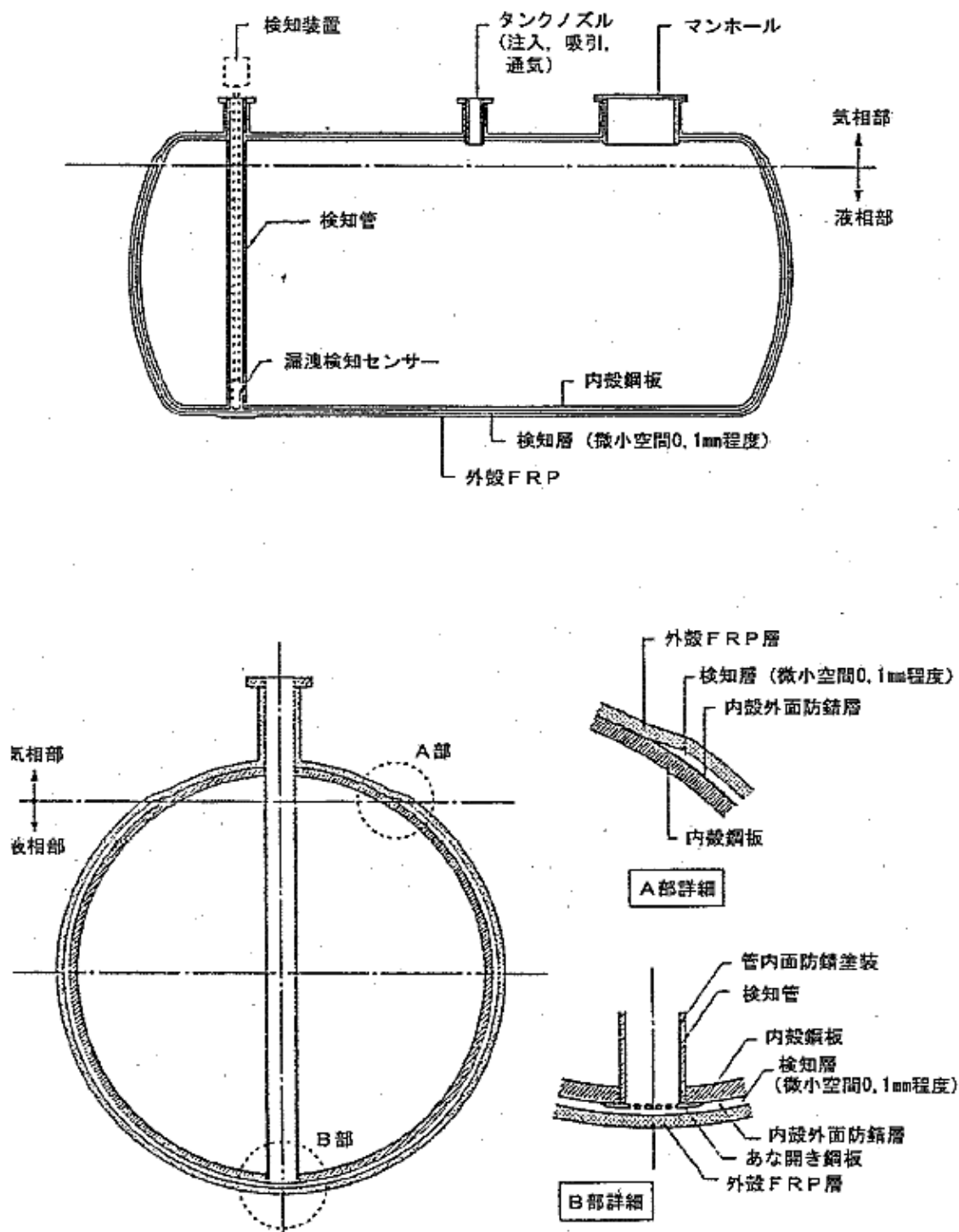


アンカーボルト用取付穴

第4-7-4図 漏れ検知装置の例 (5タンクの場合)

第4-8 SF二重殻タンクの構造例

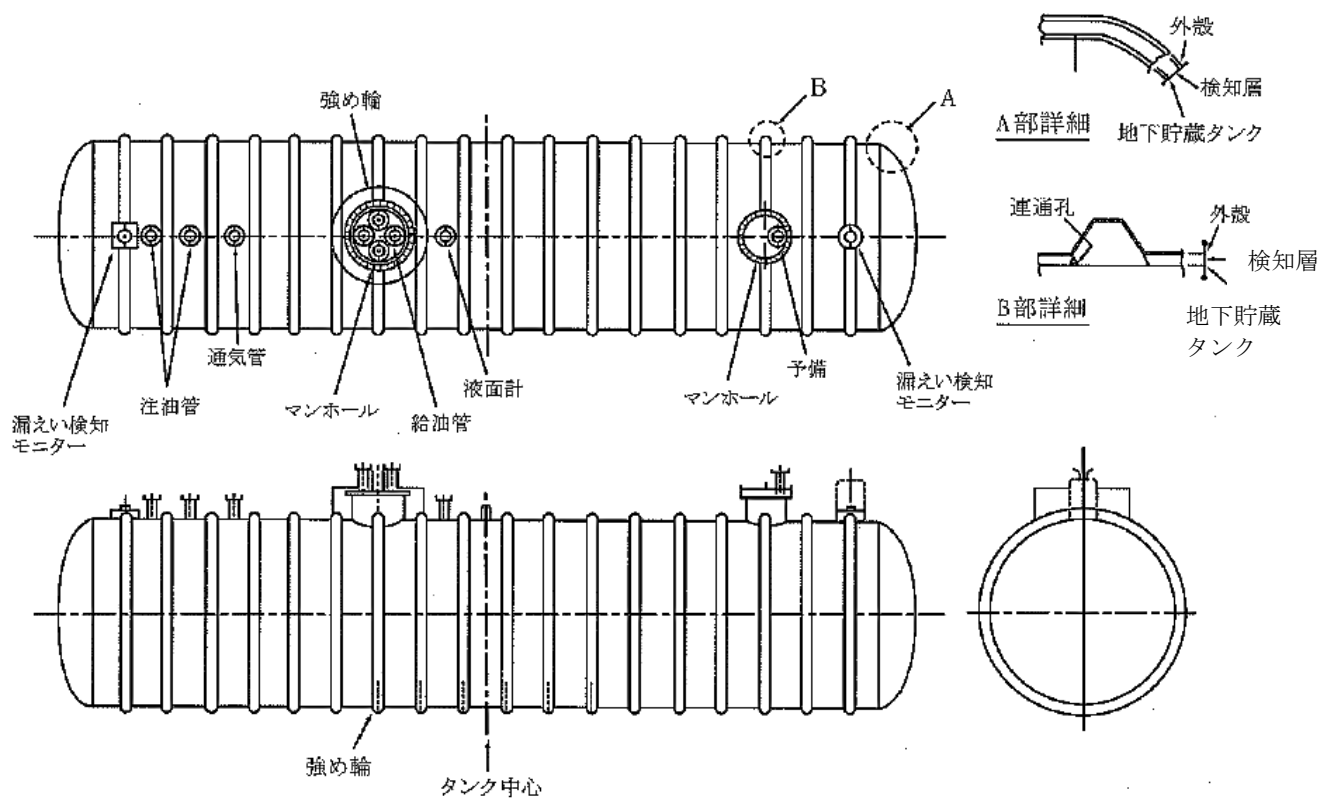
(平5.9.2 消防危第66号通知)



SF二重殻タンク構造図

第4-9 FF二重殻タンクの構造例

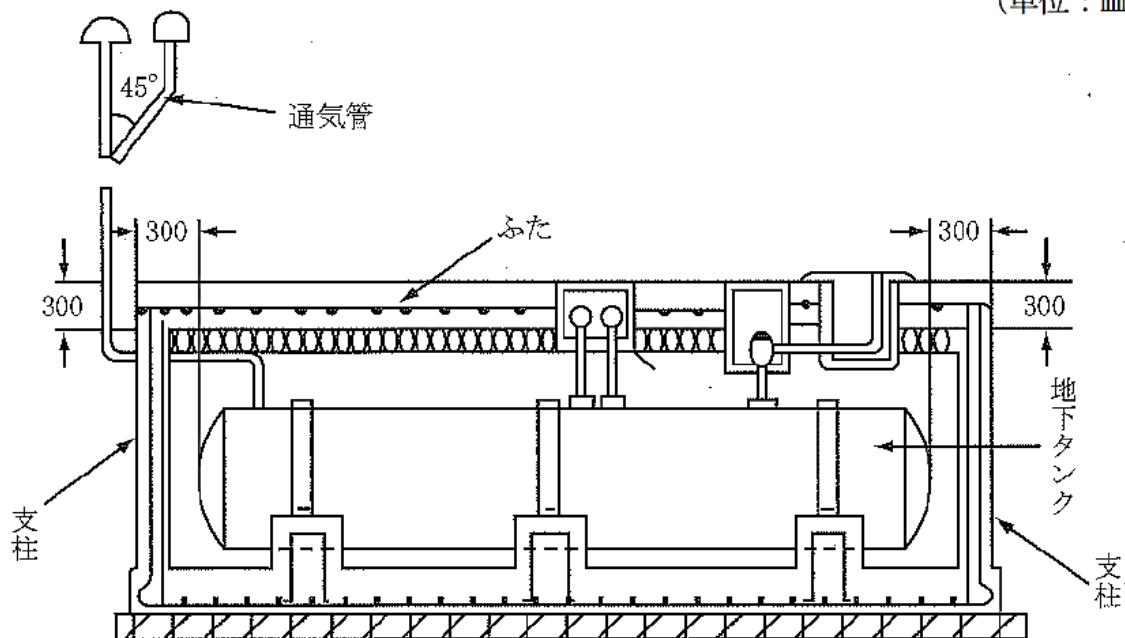
(平7.2.3 消防危第5号、平7.3.28 消防危第28号)



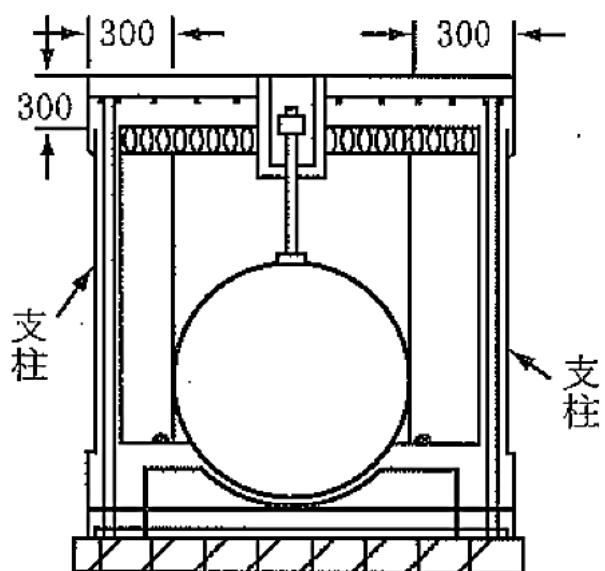
第4-10 ふたを鉄筋コンクリート造によって支える例

1 ふたを支柱によって支える例

(単位：mm)



第4-10-1図



(単位：mm)

第4-10-2図

2 支柱1本当りの最大許容軸方向荷重

(1) 支柱を帯鉄筋柱とした場合

① 計算式

$$P_o = \frac{\alpha}{3} (0.85 \sigma_{ck} A_c + \sigma_{sy}' A_s)$$

P_o : 最大許容軸方向荷重 (kg)

σ_{ck} : コンクリートの28日設計基準強度 (kg/cm²)

A_c : 帯鉄筋柱のコンクリート断面積 (cm²)

σ_{sy}' : 軸方向鉄筋の圧縮降伏点応力度 (kg/cm²)

A_s : 軸方向鉄筋の全断面積 (cm²)

α : 補正係数で、次による値

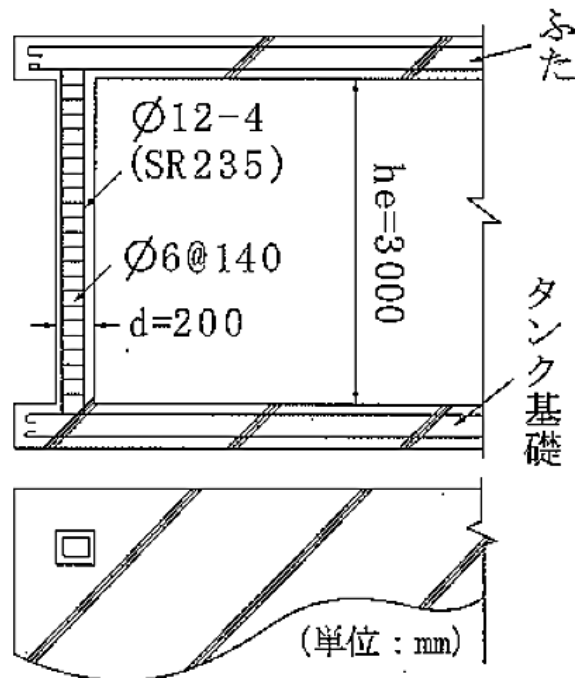
$h_e/d \leq 15$ のとき $\alpha = 1$

$15 < h_e/d \leq 40$ のとき $\alpha = 1.45 - 0.03 \frac{h_e}{d}$

h_e : 柱の有効長さ (cm)

d : 帯鉄筋柱の最小横寸法 (cm)

② 設計計算例



第4-10-3図 設計例

第4-10 ふたを鉄筋コンクリート造によって支える例

$d=20(\text{cm})$ 、 $h_e=300(\text{cm})$ より $h_e/d=15$ となるので

$$\alpha = 1$$

$$\sigma_{ck} = 180(\text{kg/cm}^2)$$

$$A_c = d^2 = 400(\text{cm}^2)$$

$$\sigma_{sy'} = 2100(\text{kg/cm}^2) \text{ (SR235)}$$

$$A_s = 4.52(\text{cm}^2)$$

$$\begin{aligned}\therefore P_o &= \frac{\alpha}{3}(0.85\sigma_{ck}A_c + \sigma_{sy'}A_s) \\ &= \frac{1}{3}(0.85 \times 180 \times 400 + 2100 \times 4.52) \\ &= 23564(\text{kg}) \\ &= 23.5(\text{t})\end{aligned}$$

したがって、支柱1本当りの最大許容軸方向荷重(P_o)は、23.5tとなる。

(2) ヒューム管を用いた支柱の場合

最大軸方向荷重は、帯鉄筋柱の例により計算する。ただし、前(1)アの計算式における A_c は、次式により求める。

$$A_c = \frac{\pi}{4}D^2(\text{cm}^2)$$

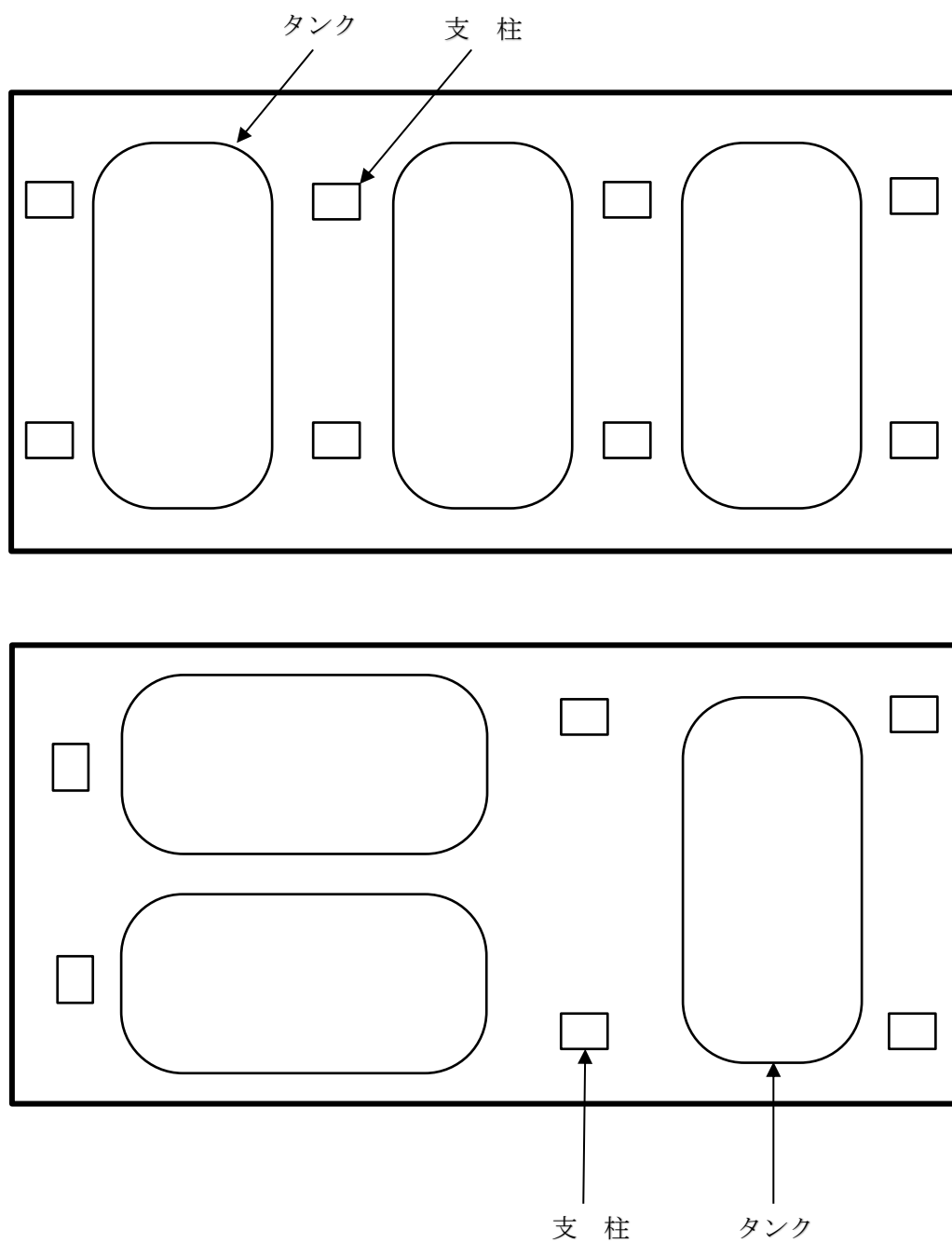
D : ヒューム管の内径 (cm)

3 支柱の必要本数

支柱の必要本数は、ふたの重量 $L(\text{t})$ とふたにかかる重量20tとの和を $P_o(\text{t})$ で除して求めることができる。

$$\text{支柱の必要本数} \geq \frac{L+20}{P_o}$$

4 支柱の配置例



第4-10-4図

第4-11 浮力に関する計算例

1 浮上しない条件

タンクが浮上しないためには、埋土及び基礎重量がタンクの受ける浮力より大でなければならない。

$$W_s + W_c > F$$

[

W_s : 埋土重量の浮力に対する有効値
 W_c : 基礎重量の浮力に対する有効値
 F : タンクの受ける浮力

—計算方法—

(1) タンクの受ける浮力(F)

タンクの受ける浮力は、タンクが排除する水の重量から、タンク自重を減じたものである。

$$F = V_t \times d_1 - W_t$$

[

F : タンクの受ける浮力
 $V_t \times d_1$: タンクが排除する水の重量
 (V_t : タンクの体積 d_1 : 水の比重 (1.0))
 W_t : タンクの自重

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

$$W_t = (2 \pi r \ell t_1 + 2 \pi r^2 t_2 + n \pi r^2 t_3) \times d_2$$

[

π : 3.14
 ℓ : タンクの胴長
 t_1 : 胴板の厚み
 t_3 : 仕切板の厚み
 n : 仕切板の数

d_2 : 鉄の比重 (7.8)
 r : タンクの半径
 ℓ_1, ℓ_2 : タンクの鏡板の張出
 t_2 : 鏡板の厚み

(2) 埋土重量の浮力に対する有効値(W_s)

埋土重量の浮力に対する有効値とは、埋土の自重から埋土が排除する水の重量を減じたものである。

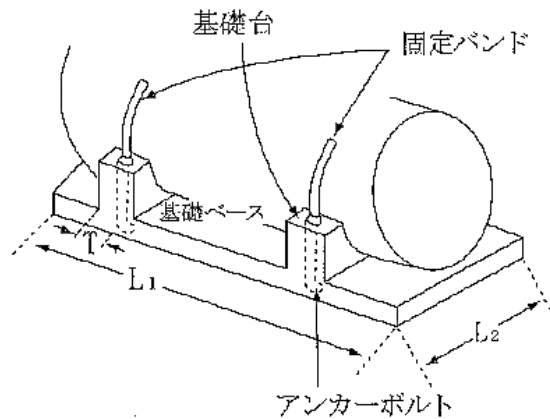
$$W_s = V_s \cdot d_s - V_s \cdot d_1 = V_s \cdot (d_s - d_1)$$

W_s : 埋土重量の浮力に対する有効値 V_s : 埋土の体積

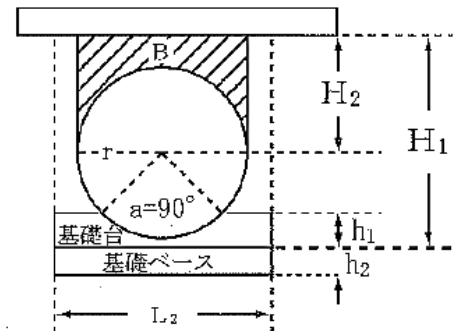
d_s : 埋土の比重 (1.8) d_1 : 水の比重 (1.0)

$$V_s = L_1 \cdot L_2 \cdot H_1 - (V_t + 0.7n_1 \cdot L_2 \cdot h_1 \cdot T)$$

- V_s :埋土の体積
 0.7 :基礎台の切込部分を概算するための係数
 V_t :タンクの体積
 n_1 :基礎台の数
 L_1, L_2, H_1, h_1, T は第4-11-1図, 第4-11-2図による。



第4-11-1図



第4-11-2図

(3) 基礎重量の浮力に対する有効値(W_c)

基礎重量の浮力に対する有効値とは、基礎重量から基礎が排除する水の重量を減じたものである。

$$W_c = V_c \cdot d_c - V_c \cdot d_1 = V_c \cdot (d_c - d_1)$$

- W_c : 基礎重量の浮力に対する有効値
 V_c, d_c : 基礎の重量 (V_c : 基礎の体積 d_c : コンクリートの比重 (2.4))
 $V_c \cdot d_1$: 基礎が排除する水の重量 (V_c : 基礎の体積 d_1 : 水の比重 (1.0))
 $V_c = L_1 \cdot L_2 \cdot h_2 + 0.7 n_1 \cdot L_2 \cdot h_1 \cdot T$
 V_c : 基礎の体積 n_1 : 基礎台の数
 L_1, L_2, h_2, h_1, T は第4-11-1図, 第4-11-2図による。

2 バンドの所要断面積

タンクを基礎に固定するためのバンドは、タンクがうける浮力によって切断されないだけの断面積を有しなければならない。

$$S \geq \frac{(F - W_B)}{2\sigma N}$$

- S : バンドの所要断面積 (バンドを固定するためのボルトを設ける部分のうち、ボルトの径を除いた部分の断面積)
 F : タンクのうける浮力
 σ : バンドの許容引張応力度 (SS400を用いる場合は、16kgf/mm²)
 N : バンドの数
 W_B : 第4-11-2図に示すB部分の埋土重量の浮力に対する有効値

$$W_B = \left\{ 2rH_2(\ell + \ell_1 + \ell_2) - \frac{\pi r^2}{2} \left(\ell + \frac{\ell_1 + \ell_2}{3} \right) \right\} (ds - d_1)$$

r : タンクの半径

H_2 : 第4-11-2図による

ℓ : タンクの胴長

ℓ_1, ℓ_2 : タンクの鏡板の張出

3 アンカーボルトの所要直径

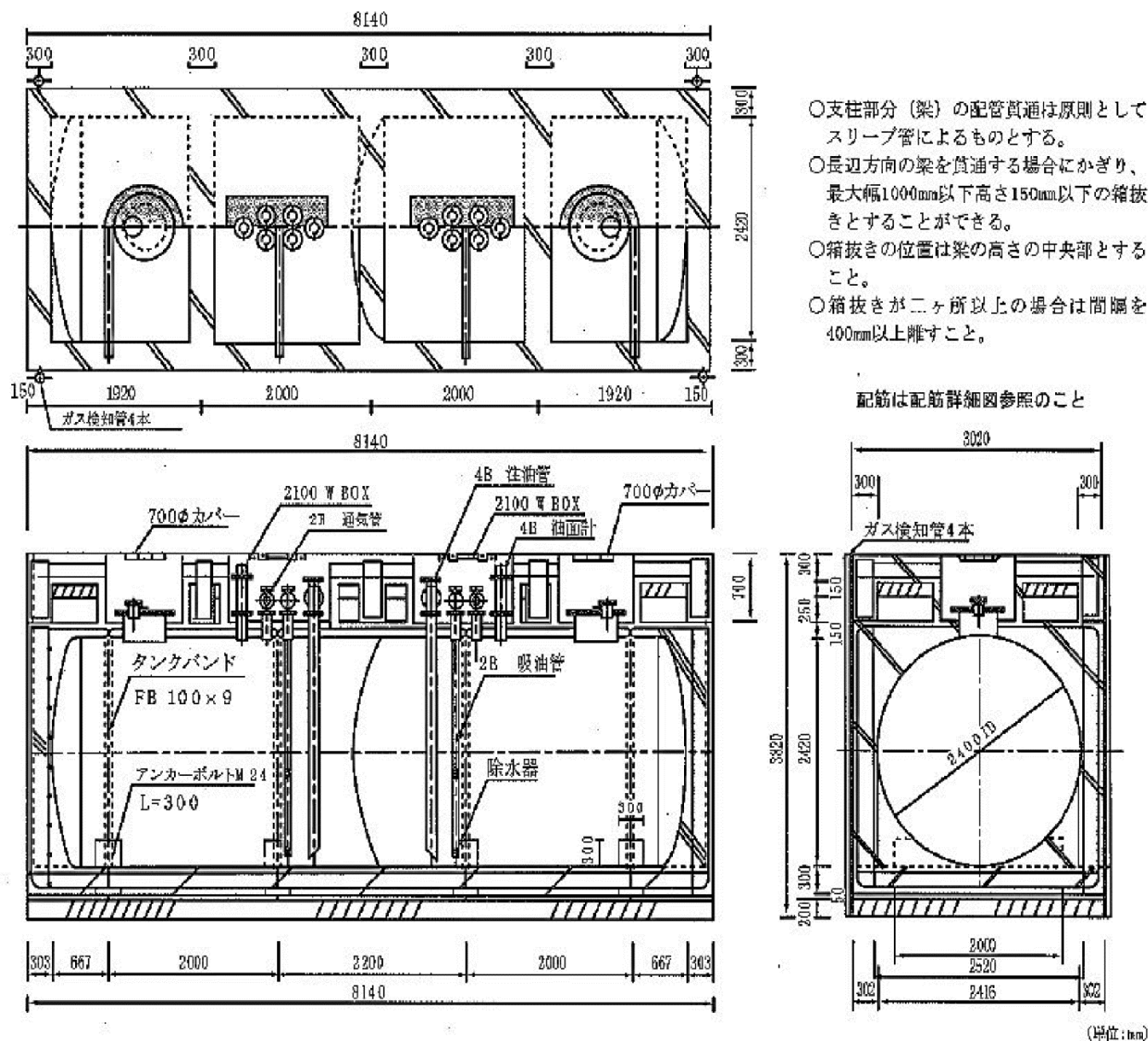
バンドを基礎に固定するためのアンカーボルトは、バンドに働く力によって切断されないだけの直径を有しなければならない。

$$d \geq 1.128 \sqrt{\frac{F - W_B}{26\sigma_t N}}$$

- d : アンカーボルトの所要直径 (谷径)
 F : タンクのうける浮力
 σ_t : アンカーボルトの許容引張応力度 (SS400を用いる場合は、12kgf/mm²)
 N : バンドの本数
 W_B : 第4-11-2図に示すB部分の埋土重量の浮力に対する有効値

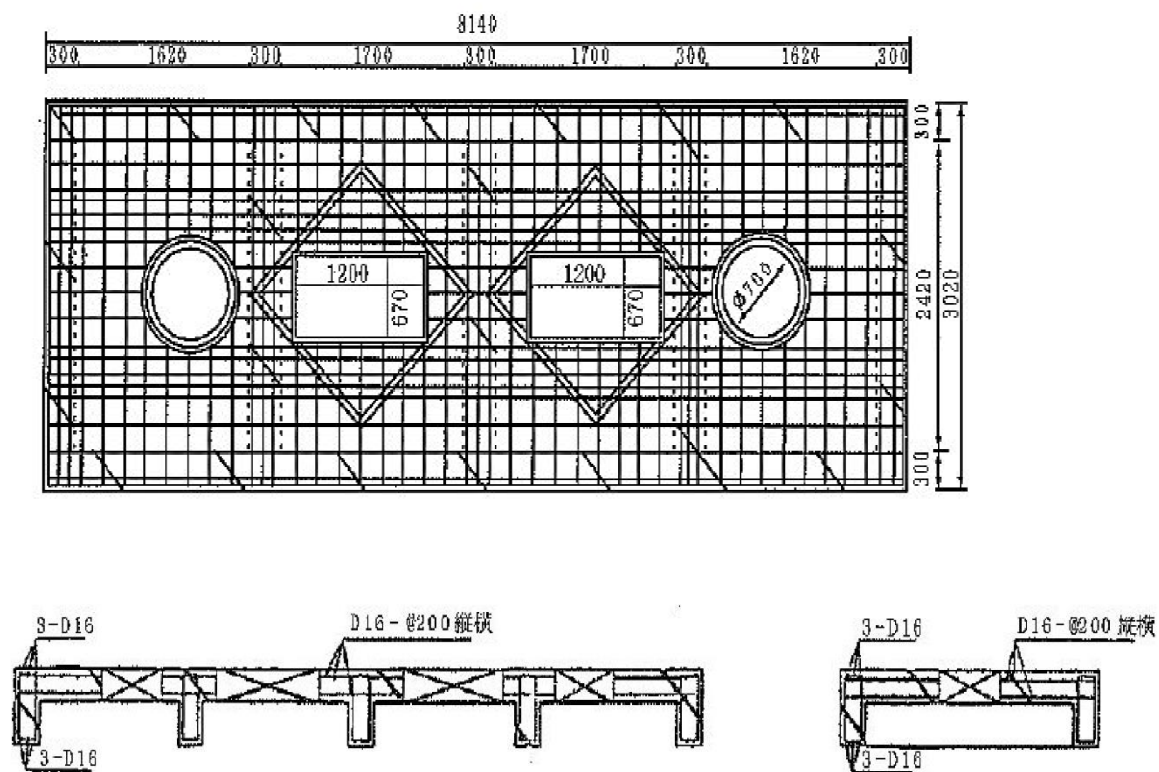
第4-12 コンクリート被覆タンクの構造例

(昭62. 7. 28 消防危第号75号通知)



第4-12-1図 コンクリート被覆タンク埋設図 [30kℓ、中仕切15:15 (直径2.4m)]

第4-13 コンクリート被覆タンクの構造例



第4-12-2図 コンクリート被覆タンク配筋図〔30kℓ、中仕切15:15(直径2.4m)〕

第4-13 内面の腐食を防止するためのコーティングについて

1 内面の腐食を防止するためのコーティングの施工に関する事項

(1) 施工方法

① 地下貯蔵タンク内面の処理

ア 地下貯蔵タンク内面のクリーニング及び素地調整を行うこと。

イ 素地調整は、「橋梁塗装設計施工要領（首都高速道路株式会社）」に規定する素地調整2種以上とすること。

② 板厚の測定

50cm平方につき3点以上測定した場合において、鋼板の板厚が3.2mm以上であることを確認すること。ただし、3.2mm未満の値が測定された部分がある場合には、「危険物規制事務に関する執務資料の送付について」（平21.11.17 消防危第204号【参考】第4-13末尾に添付）問2により対応することで差し支えないこと。

③ 内面の腐食を防止するためのコーティングの成形

ア 内面の腐食を防止するためのコーティング（以下「コーティング」という。）に用いる樹脂及び強化材は、当該地下貯蔵タンクにおいて貯蔵し、又は取り扱う危険物に対して劣化のおそれのないものとする。

イ コーティングに用いる樹脂及び強化材は、必要とされる品質が維持されたものであること。

ウ コーティングの厚さは、2mm以上とすること。

エ 成形方法は、ハンドレイアップ法、紫外線硬化樹脂貼付法その他の適切な方法とすること。

④ 成形後のコーティングの確認

成形後のコーティングについて次のとおり確認すること。

ア 施工状況

気泡、不純物の混入等の施工不良がないことを目視で確認すること。

イ 厚さ

膜厚計によりコーティングの厚さが設計値以上であることを確認すること。

ウ ピンホールの有無

ピンホールテスターにより、ピンホールが無いことを確認すること。

(2) その他

① 工事中の安全対策

コーティングの施工は、地下貯蔵タンクの内部の密閉空間において作業等を行うものであることから、可燃性蒸気の除去等火災や労働災害等の発生を防止するための措置を講ずること。

第4-13 内面の腐食を防止するための コーティングについて

② 作業者の知識及び技能

職位業能力開発促進法に基づく「二級強化プラスチック成形技能士（手積み積層成形作業）」又はこれと同等以上の知識及び技能を有する者がコーティングの成型及び確認を行うことが望ましいこと。

③ マニュアルの整備

(1)並びに(2)①及び②の事項を確実に実施するため、施工者は、次に掲げる事項につき、当該各号に定める基準に適合するマニュアルを整備しておくことが望ましいこと。

ア コーティングの施工方法(1)に適合すること。

イ 工事中の安全対策①に適合すること。

ウ 作業者の知識及び技能②に適合すること。

④ 液面計の設置

地下貯蔵タンクの内面に施工されたコーティングを損傷させないようにするため、危政令第13条第1項第8号の2に規定する危険物の量を自動的に表示する装置を設けることが望ましいこと。

(3) 完成検査前検査

マンホールの取付けを行う場合については、完成検査前検査が必要であること。この場合において、水圧試験に代えて、危告示第71条第1項第1号に規定するガス加圧法として差し支えない。

2 コーティングの維持管理に関する事項

コーティングを施工した全ての地下貯蔵タンクについて、施工した日から10年を超えない日までの間に1回以上タンクを開放し、次に掲げる事項を確認することが望ましいこと。

(1) コーティングに歪み、ふくれ、亀裂、損傷、孔等の異常がないこと。

(2) 1(1)②に規定する方法により測定した地下貯蔵タンクの板厚が3.2mm以上であること又は危省令第23条に規定する基準に適合していること。ただし、次のア又はイにより確認している場合については、確認を要さないものとして差し支えないこと。

① コーティング施工にあわせて地下貯蔵タンク及びこれに接続されている地下配管に危告示第4条に規定する方法により電気防食措置を講じ、防食電圧・電流を定期的に確認している場合。

② 地下貯蔵タンクの対地電位を1年に1回以上測定しており、この電位が-500mV以下であることを確認している場合。

【参考】

「危険物規制事務に関する執務資料の送付について」(平21.11.17 消防危第204号)

問2

地下タンクからの危険物の流出事故を未然に防止するため、「鋼製地下タンクの内面保護に係るFRPライニング施工に関する指針について」(平19.2.27消防危第48号)に基づき内面ライニングを施工するため地下タンクを開放したところ、板厚が3.2mm未満となるような減肉又はせん孔が発見される事例が報告されている。この場合において、いかなる補修及び維持管理が実施されれば、政令第23条を適用して、当該地下タンクを継続使用することを認めて良いか。

答

以下の要件に適合する場合には、認めて差し支えない。

1 地下タンクからの危険物の流出が確認されていないこと。

なお、確認方法については、例えば、漏れの点検及び漏えい検査管による点検の結果により異常がないことが挙げられる。

2 減肉又はせん孔の個数と大きさは「地下タンクの内面ライニング及び定期点検」(API(米国石油協会)標準規格1631)を参考として、次のいずれかを満たすこと。この場合において、減肉の大きさは、板厚が3.2mm未満の部分の大きさとし、せん孔の大きさは、せん孔部の周囲を板厚が3.2mm以上保持しているところまで削り取った大きさとする。

(1) タンクに1か所のみ減肉又はせん孔がある場合、減肉又はせん孔の直径が38mm以下であること。

(2) タンクに複数の減肉又はせん孔がある場合、次のとおりとする。

ア 0.09㎡あたりの数が5か所以下であり、かつ、減肉又はせん孔の直径が12.7mm以下であること。

イ 46㎡あたりの数が20か所以下であり、かつ、減肉又はせん孔の直径が12.7mm以下であること。

3 減肉又はせん孔部分について次のとおり補修を行う。

(1) 地下タンク内面の処理については、クリーニング後、「橋梁塗装設計施工要領」(平成18年4月首都高速道路株式会社)に示されている素地調整第1種相当となるように行うこと。

(2) せん孔部分については、板厚が3.2mm以上保持しているところまで削り取り、防水セメント又は金属パテで穴及び削り取った部分を埋める。

(3) 次に示すFRPを減肉又はせん孔部位から全方向に150mm以上被覆し、厚さが2mm以上なるよう積層すること。

第4-13 内面の腐食を防止するための
コーティングについて

- ① FRPは次表の樹脂及び強化材から造ること。

樹 脂	JIS K6919「繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂」 (UP-CM、UP-CE又はUP-CEEに係る規定に限る。)に 適合する樹脂又はこれと同等以上の耐薬品性を有するビニルエステル 樹脂
強 化 剤	JIS R3411「ガラスチョップドストランドマット」及びJIS R3417 「ガラスロービングクロス」に適合するガラス繊維

- ② FRPの引張強さの限界値及び空洞率の最大値は、JIS K7011「構造用ガラス
繊維強化プラスチック」の「第Ⅰ類、2種、GL-10」に適合すること。

- ③ FRPは、JIS K7070「繊維強化プラスチックの耐薬品性試験方法」に規定す
る耐薬品性試験においてJIS K7012「ガラス繊維強化プラスチック製耐食貯槽」
6.3に規定する事項に適合すること。この場合において、試験液は、貯蔵し、又
は取扱う危険物とすること。

- 4 補修後、「鋼製地下タンクの内面保護に係るFRPライニング施工に関する指針につ
いて」(平19.2.27 消防危第48号)の別添第1の2から4までの指針に基づきタンク内部全体
に内面ライニングを実施する。

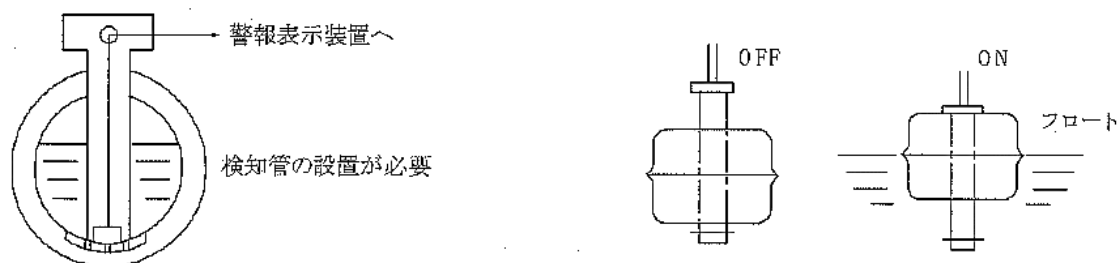
なお、完成検査前検査は、補修後から全体の内面ライニングを成形する前までの間に
実施する必要がある。

- 5 内面ライニング実施後、10年以内に開放点検を行い、次の点について点検すること。
さらに、その後5年ごとに同様の点検を繰り返すこと。

- (1) 内面ライニングにゆがみ、ふくれ、き裂、損傷、穴等の異常がないこと。
- (2) 減肉又はせん孔の個数及び大きさが、上記2に適合していること。

第4-14 二重殻タンクの漏えい検知設備の例

- 1 センサー（液体フロートセンサー）により危険物等の漏えいを検知するもの
フロートが液体の比重差により浮上し、スイッチが入る。検知管の底部に設置する。



- 2 検知層に検知液を封入し、検知するもの
検知液の流出により、液溜部のレベルが低下して検出する。

