

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密または防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-361 改0
提出年月日	平成30年5月14日

V-3-4-2-1-2 管の基本板厚計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「V-3-1-4 クラス3機器の強度計算の基本方針」及び「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」並びに「V-3-2-7 クラス3管の強度計算方法」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「V-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.38	66	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	DB-3 SA-2
3	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.38	66	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	DB-3 SA-2
4	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.38	66	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	DB-3 SA-2
5	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.38	66	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	DB-3 SA-2
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
10	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
11	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
12	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

NT2 補③ V-3-4-2-1-2 R0

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
13	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
14	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
15	新設	—	—	—	DB-3	—	—	1.38	66	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
T1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
SP1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.38	66	1.38	80	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

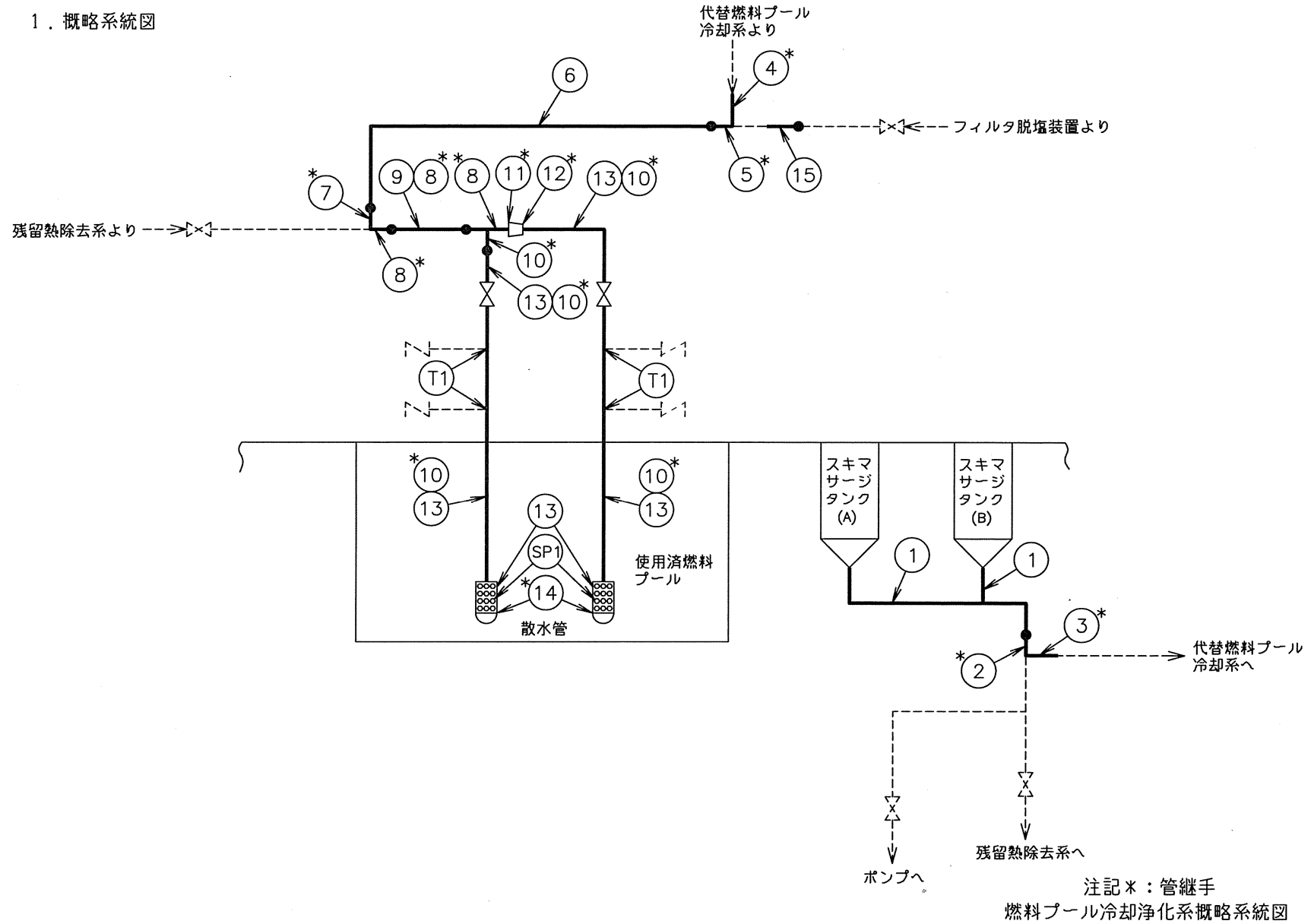
・適用規格の選定

管 No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の強度計算		—	設計・建設規格
4	管の強度計算		—	設計・建設規格
5	管の強度計算		—	設計・建設規格
6	管の強度計算		設計・建設規格 又は告示	許容値
7	管の強度計算	許容値		S45告示
8	管の強度計算	許容値		S45告示
9	管の強度計算	許容値		S45告示
10	管の強度計算	許容値		S45告示
11	管の強度計算	許容値		設計・建設規格
12	管の強度計算	許容値		設計・建設規格
13	管の強度計算	許容値		S45告示
14	管の強度計算	許容値		S45告示
15	管の強度計算	設計・建設規格		—
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	判断不可	S45告示 設計・建設規格
SP1	管の穴と補強計算		判断不可	S45告示 設計・建設規格

目次

1.	概略系統図	1
2.	管の強度計算書	2
3.	管の穴と補強計算書	5

1. 概略系統図



2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号 第58条 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
6	1.38	80	216.30	4.00	SUS304TP	W	2	118	0.64	10.0 %	3.60	1.97	A	1.97
7	1.38	80	216.30	8.20	SUS304TP	S	2	118	1.00	12.5 %	7.17	1.26	A	1.26
8	1.38	80	267.40	9.30	SUS304TP	S	2	118	1.00	12.5 %	8.13	1.56	A	1.56
9	1.38	80	267.40	4.00	SUS304TP	W	2	118	0.64	10.0 %	3.60	2.43	A	2.43
10	1.38	80	165.20	7.10	SUS304TP	S	2	118	1.00	12.5 %	6.21	0.97	A	0.97
13	1.38	80	165.20	3.40	SUS304TP	W	2	118	0.64	10.0 %	3.06	1.50	A	1.50
14	1.38	80	165.20	3.40	SUS304	S	2	118	1.00	10.0 %	3.06	0.97	A	0.97

評価：t_s ≥ t_r，よって十分である。

管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
1	1.38	80	267.40	9.30	STPT42	S	2	103	1.00	12.5 %	8.13	1.79	C	3.80
2	1.38	80	267.40	9.30	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.13	1.79	C	3.80
3	1.38	80	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.45	C	3.80
4	1.38	80	165.20	7.10	SUS304TP	S	2	125	1.00	12.5 %	6.21	0.91	A	0.91
5	1.38	80	216.30	8.20	SUS304TP	S	2	125	1.00	12.5 %	7.17	1.19	A	1.19
11	1.38	80	267.40	4.00	SUS304	W	2	125	0.60			2.45	A	2.45
12	1.38	80	165.20	3.40	SUS304	W	2	125	0.60			1.51	A	1.51

評価：t_s ≥ t_r, よって十分である。

管の強度計算書 (クラス3管)

設計・建設規格 PPD-3411

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
15	1.38	66	216.30	8.20	SUS304TP	S	3	126	1.00	12.5 %	7.17	1.18	A	1.18

評価: $t_s \geq t_r$, よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号 第60条（第31条第5項及び第6項） 準用

NO.	T1	A_r (mm ²)	66.65
形式	A	A_0 (mm ²)	262.1
最高使用圧力 P (MPa)	1.38	A_1 (mm ²)	150.3
最高使用温度 (°C)	80	A_2 (mm ²)	30.78
主管と管台の角度 α (°)	90	A_3 (mm ²)	81.00
		A_4 (mm ²)	—
主管材料	SUS304TP	評価： $A_0 > A_r$ よって十分である。	
S_r (MPa)	118		
D_{or} (mm)	165.20		
D_{ir} (mm)	159.08		
t_{ro} (mm)	3.40	$d_{f r D}$ (mm)	79.54
Q_r	10.0 %	L_{AD} (mm)	—
t_r (mm)	3.06	L_{ND} (mm)	—
t_{rr} (mm)	0.94	A_{rD} (mm ²)	—
η	1.00*	A_{0D} (mm ²)	—
		A_{1D} (mm ²)	—
管台材料	SUS304TP	A_{2D} (mm ²)	—
S_b (MPa)	118	A_{3D} (mm ²)	—
D_{ob} (mm)	76.30	A_{4D} (mm ²)	—
D_{ib} (mm)	70.90	評価： $d \leq d_{f r D}$ よって大穴の補強計算は必要ない。	
t_{bn} (mm)	3.00		
Q_b	10.0 %		
t_b (mm)	2.70		
t_{br} (mm)	0.42	W (N)	-9.872×10^3
		F_1	—
		F_2	—
強め材材料	—	F_3	—
S_e (MPa)	—	S_{w1} (MPa)	—
D_{oe} (mm)	—	S_{w2} (MPa)	—
t_e (mm)	—	S_{w3} (MPa)	—
		W_{e1} (N)	—
穴の径 d (mm)	70.90	W_{e2} (N)	—
K	0.3469	W_{e3} (N)	—
d_{fr} (mm)	55.64	W_{e4} (N)	—
L_A (mm)	70.90	W_{e5} (N)	—
L_N (mm)	6.75	W_{ebp1} (N)	—
L_1 (mm)	9.00	W_{ebp2} (N)	—
L_2 (mm)	—	W_{ebp3} (N)	—
		評価： $W \leq 0$ よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。	

注記*：長手継手の効率 η は0.64であるが、穴と長手継手が重複しないため、補強計算上は η を1.00とする。

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3420 準用

NO.	T1	A_r (mm ²)	69.04
形式	A	A_0 (mm ²)	264.5
最高使用圧力 P (MPa)	1.38	A_1 (mm ²)	152.4
最高使用温度 (°C)	80	A_2 (mm ²)	31.05
主管と管台の角度 α (°)	90	A_3 (mm ²)	81.00
		A_4 (mm ²)	—
主管材料	SUS304TP	評価： $A_0 > A_r$ よって十分である。	
S_r (MPa)	125*		
D_{or} (mm)	165.20		
D_{ir} (mm)	159.08		
t_{ro} (mm)	3.40		
Q_r	10.0 %	$d_{f r D}$ (mm)	79.54
t_r (mm)	3.06	L_{AD} (mm)	—
t_{rr} (mm)	0.91	L_{ND} (mm)	—
η	1.00	A_{rD} (mm ²)	—
		A_{oD} (mm ²)	—
		A_{1D} (mm ²)	—
管台材料	SUS304TP	A_{2D} (mm ²)	—
S_b (MPa)	125	A_{3D} (mm ²)	—
D_{ob} (mm)	76.30	A_{4D} (mm ²)	—
D_{ib} (mm)	70.90	評価： $d \leq d_{f r D}$ よって大穴の補強計算は必要ない。	
t_{bn} (mm)	3.00		
Q_b	10.0 %		
t_b (mm)	2.70		
t_{br} (mm)	0.40		
		W (N)	-1.099×10^4
		F_1	—
		F_2	—
強め材材料	—	F_3	—
S_e (MPa)	—	S_{w1} (MPa)	—
D_{oe} (mm)	—	S_{w2} (MPa)	—
t_e (mm)	—	S_{w3} (MPa)	—
		W_{e1} (N)	—
穴の径 d (mm)	70.90	W_{e2} (N)	—
K	0.3275	W_{e3} (N)	—
d_{fr} (mm)	56.18	W_{e4} (N)	—
L_A (mm)	70.90	W_{e5} (N)	—
L_N (mm)	6.75	W_{ebp1} (N)	—
L_1 (mm)	9.00	W_{ebp2} (N)	—
L_2 (mm)	—	W_{ebp3} (N)	—
		評価： $W \leq 0$ よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。	

注記*：許容引張応力は100MPaであるが、穴と長手継手が重複しないため、補強計算上は許容引張応力を125MPaとする。

管の穴と補強計算書

散水管の穴の強度計算書（重大事故等クラス2管）

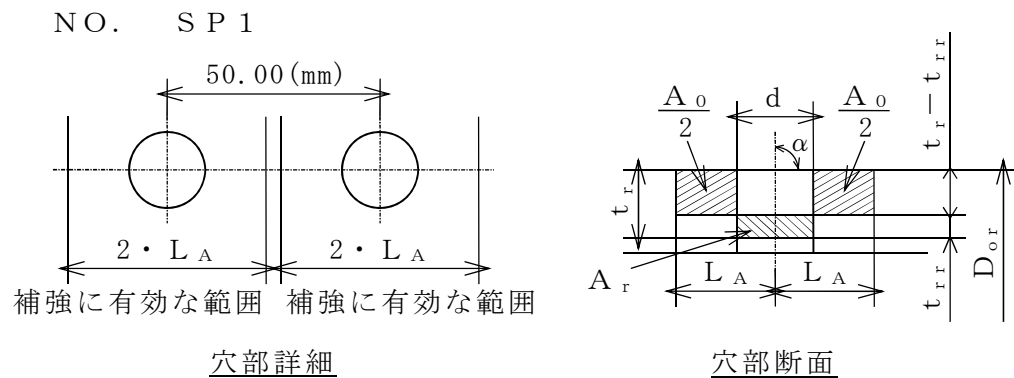


図 3-1 穴部詳細及び穴部断面

(1) 告示第501号 第60条（第31条第5項及び第6項）により，穴の補強計算を行う。

a. 主管の計算上必要な厚さ

$$\begin{aligned}
 t_{rr} &= \frac{P \cdot D_{ir}}{2 \cdot S_r \cdot \eta - 1.2 \cdot P} \\
 &= \frac{1.38 \times 159.08}{2 \times 118 \times 1.00 - 1.2 \times 1.38} \\
 &= 0.94 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ここで

P	: 最高使用圧力	1.38	(MPa)
	最高使用温度	80	(°C)
D _{ir}	: 主管の内径	159.08	(mm)
S _r	: 最高使用温度における 主管の材料の許容引張応力	118	(MPa)
	主管材料	SUS304TP	
η	: 継手の効率	1.00*	

注記 * : 長手継手の効率 η は 0.64 であるが，穴と長手継手が重複しないため，補強計算上は η を 1.00 とする。

b. 穴の補強に必要な面積

$$\begin{aligned} A_r &= d \cdot t_{rr} \cdot F \\ &= 15.00 \times 0.94 \times 1.0 \\ &= 14.10 (\text{mm}^2) \end{aligned}$$

ここで

d : 断面に現われる穴の径 15.00 (mm)

F : 告示第501号 第31条第6項ロ(イ)より求められる係数 1.0

c. 穴の補強に有効な面積

$$\begin{aligned} A_o &= (\eta \cdot t_r - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\ &= (1.00 \times 3.06 - 1.0 \times 0.94) \times (2 \times 15.00 - 15.00) \\ &= 31.80 (\text{mm}^2) \end{aligned}$$

ここで

t_{ro} : 主管の公称厚さ 3.40 (mm)

Q_r : 主管の厚さの負の許容差 10.0 (%)

t_r : 主管の最小厚さ 3.06 (mm)

$$t_r = t_{ro} \cdot \left(1 - \frac{Q_r}{100}\right)$$

L_A : 補強に有効な範囲 (次の2つの式より計算したいずれか大きい方の値)

$$L_A = d = 15.00 \text{ mm}$$

$$L_A = \frac{d}{2} + t_r + t_b = 10.56 \text{ mm}$$

(管台無し t_b : 管台の最小厚さ = 0 mm)

よって $L_A = 15.00$ (mm)

d. 評価

$A_o > A_r$, よって穴の補強は十分である。

(2) 告示第501号 第31条第6項第3号により，大穴の補強の要否の判定を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径

$$\begin{aligned}d_{frD} &= \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2} \\ &= \frac{165.20 - 2 \times 3.06}{2} \\ &= 79.54 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

b. 評価

$d \leq d_{frD}$ ，よって大穴の補強計算は必要ない。

以上より十分である。

管の穴と補強計算書

散水管の穴の強度計算書（重大事故等クラス2管）

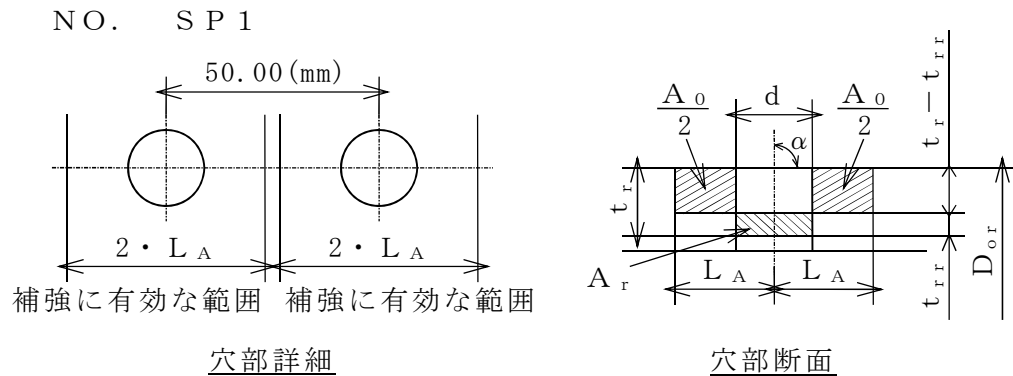


図 3-2 穴部詳細及び穴部断面

(1) 設計・建設規格 PPC-3424(1) により，穴の補強計算を行う。

a. 主管の計算上必要な厚さ

$$\begin{aligned}
 t_{rr} &= \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P} \\
 &= \frac{1.38 \times 165.20}{2 \times 125 \times 1.00 + 0.8 \times 1.38} \\
 &= 0.91 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ここで

P	: 最高使用圧力	1.38	(MPa)
	最高使用温度	80	(°C)
D _{or}	: 主管の外径	165.20	(mm)
S _r	: 最高使用温度における 主管の材料の許容引張応力	125*	(MPa)
	主管材料	SUS304TP	
η	: 継手の効率	1.00	

注記 * : 許容引張応力は 100 MPa であるが，穴と長手継手が重複しないため，
補強計算上は許容引張応力を 125 MPa とする。

b. 穴の補強に必要な面積

$$\begin{aligned}
 A_r &= 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin \alpha) \\
 &= 1.07 \times 15.00 \times 0.91 \times (2 - \sin 90^\circ) \\
 &= 14.61 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

d	: 断面に現われる穴の径	15.00	(mm)
α	: 穴の中心線と主管の中心線との 交角	90	($^\circ$)

c. 穴の補強に有効な面積

$$\begin{aligned}
 A_o &= (\eta \cdot t_r - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\
 &= (1.00 \times 3.06 - 1.0 \times 0.91) \times (2 \times 15.00 - 15.00) \\
 &= 32.25 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

t_{ro}	: 主管の公称厚さ	3.40	(mm)
Q_r	: 主管の厚さの負の許容差	10.0	(%)
t_r	: 主管の最小厚さ	3.06	(mm)

$$t_r = t_{ro} \cdot \left(1 - \frac{Q_r}{100}\right)$$

F : 設計・建設規格 PPC-3424(1)b. より求められる係数 1.0

L_A : 補強に有効な範囲 (次の2つの式より計算したいずれか大きい方の値)

$$L_A = d = 15.00 \text{ mm}$$

$$L_A = \frac{d}{2} + t_r + t_b = 10.56 \text{ mm}$$

(管台無し t_b : 管台の最小厚さ = 0 mm)よって $L_A = 15.00$ (mm)

d. 評価

 $A_o > A_r$, よって穴の補強は十分である。

(2) 設計・建設規格 PPC-3424(4) により，大穴の補強の要否の判定を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径

$$\begin{aligned}d_{f r D} &= \frac{D_{o r} - 2 \cdot t_r}{2} \\ &= \frac{165.20 - 2 \times 3.06}{2} \\ &= 79.54 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

b. 評価

$d \leq d_{f r D}$ ，よって大穴の補強計算は必要ない。

以上より十分である。