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 2
提出年月日	平成 30 年 7 月 12 日

Ｖ-3-4-2-1-2　管の基本板厚計算書

NT2 補③ Ｖ-3-4-2-1-2 R0

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

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

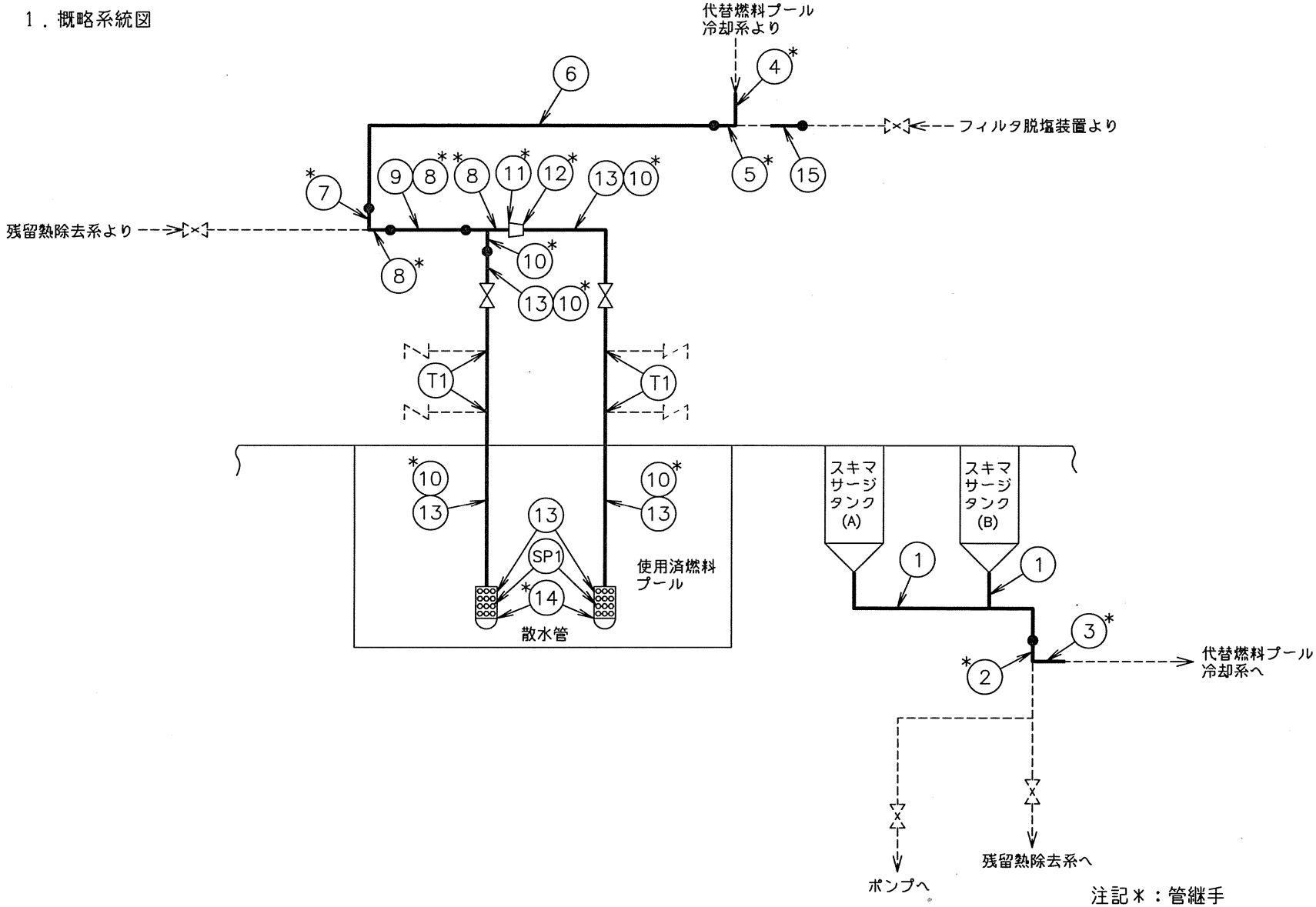
・適用規格の選定

管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	―	設計・建設規格
3	管の板厚計算		―	設計・建設規格
4	管の板厚計算		―	設計・建設規格
5	管の板厚計算		―	設計・建設規格
6	管の板厚計算	設計・建設規格又は告示	許容値	S45告示
7	管の板厚計算		許容値	S45告示
8	管の板厚計算		許容値	S45告示
9	管の板厚計算		許容値	S45告示
10	管の板厚計算		許容値	S45告示
11	管の板厚計算		許容値	設計・建設規格
12	管の板厚計算		許容値	設計・建設規格
13	管の板厚計算		許容値	S45告示
14	管の板厚計算		許容値	S45告示
15	管の板厚計算	設計・建設規格	―	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



注記＊：管継手

燃料プール冷却浄化系概略系統図

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 (℃)	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：$t_s \geqq t_r$，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 (℃)	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：$t_s \geqq t_r$，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 (℃)	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：$t_s \geqq t_r$，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	(℃)	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_{frD}	(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　≦　d_{frD} 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	W	(N)	-9.872×10^3
t_{br}	(mm)	0.42	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≦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	(℃)	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	d_{frD}	(mm)	79.54
Q_r		10.0 %	L_{AD}	(mm)	──
t_r	(mm)	3.06	L_{ND}	(mm)	──
t_{rr}	(mm)	0.91	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)	125	A_{3D}	(mm^2)	──
D_{ob}	(mm)	76.30	A_{4D}	(mm^2)	──
D_{ib}	(mm)	70.90	評価：　d　≦　d_{frD} 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	W	(N)	-1.099×10^4
t_{br}	(mm)	0.40	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≦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）

ＮＯ．　ＳＰ１

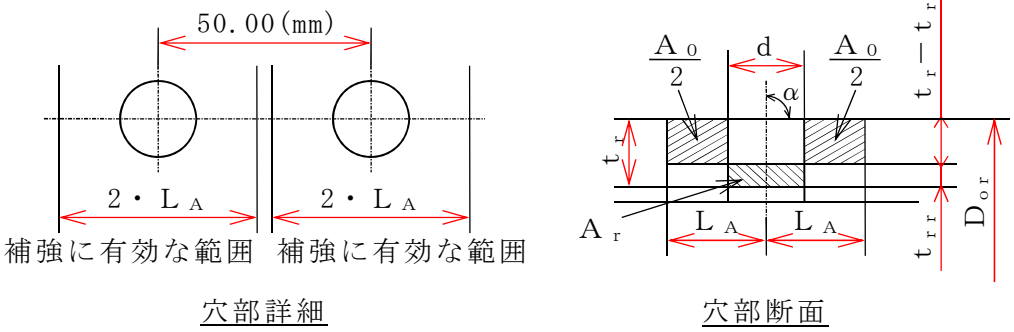


図３－１　穴部詳細及び穴部断面

(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

$$t_{rr} = \frac{P \cdot D_{ir}}{2 \cdot S_r \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

$$= \frac{1.38 \times 159.08}{2 \times 118 \times 1.00 - 1.2 \times 1.38}$$

$$= 0.94 \text{ mm}$$

ここで

P	：最高使用圧力	1.38	(MPa)
	最高使用温度	80	(℃)
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。

NT2 補③ V-3-4-2-1-2 R1

b.　穴の補強に必要な面積

$A_r = d \cdot t_{rr} \cdot F$

$= 15.00 \times 0.94 \times 1.0$

$= 14.10\ (mm^2)$

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

$A_0 = (\eta \cdot t_r - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d)$

$= (1.00 \times 3.06 - 1.0 \times 0.94) \times (2 \times 15.00 - 15.00)$

$= 31.80\ (mm^2)$

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)

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

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）

$L_A = d = 15.00$ mm

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

$A_0 > A_r$，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

$$d_{frD} = \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2}$$

$$= \frac{165.20 - 2 \times 3.06}{2}$$

$$= 79.54 \text{ (mm)}$$

b.　評価

$d \leqq d_{frD}$，よって大穴の補強計算は必要ない。

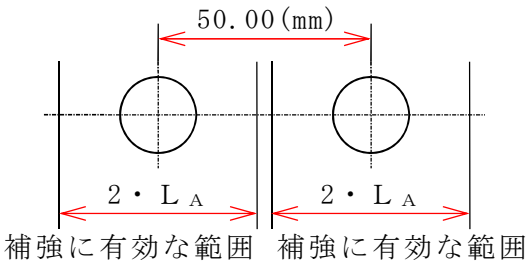
以上より十分である。

NT2 補③ V-3-4-2-1-2 R0

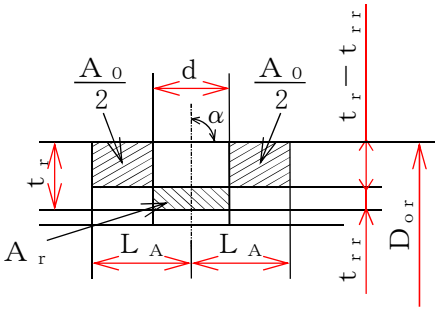
管の穴と補強計算書

散水管の穴の強度計算書（重大事故等クラス２管）

ＮＯ．　ＳＰ１



穴部詳細



穴部断面

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

$$t_{rr} = \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

$$= \frac{1.38 \times 165.20}{2 \times 125 \times 1.00 + 0.8 \times 1.38}$$

$$= 0.91 \text{ mm}$$

ここで

P	：最高使用圧力	1.38	(MPa)
	最高使用温度	80	(℃)
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　＊：主管は継目あり管のため，許容引張応力は品質係数を考慮すべき対象であるが，設計・建設規格および告示 501 号において品質管理が要求されているのは長手継手である。対象となる管の穴は長手継手と重複しないため，品質係数を乗じない 125MPa とする。

NT2 補③ V-3-4-2-1-2 R1

b.　穴の補強に必要な面積

$A_r = 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin\alpha)$

$= 1.07 \times 15.00 \times 0.91 \times (2 - \sin 90^\circ)$

$= 14.61\ (mm^2)$

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	(°)

c.　穴の補強に有効な面積

$A_0 = (\eta \cdot t_r - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d)$

$= (1.00 \times 3.06 - 1.0 \times 0.91) \times (2 \times 15.00 - 15.00)$

$= 32.25\ (mm^2)$

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)

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

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）

$L_A = d = 15.00$ mm

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

$A_0 > A_r$，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

$$d_{frD} = \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2}$$

$$= \frac{165.20 - 2 \times 3.06}{2}$$

$$= 79.54 \text{ (mm)}$$

b.　評価

$d \leqq d_{frD}$，よって大穴の補強計算は必要ない。

以上より十分である。

NT2 補③ V-3-4-2-1-2 ROE