

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 1 |
| 提出年月日 | 平成 30 年 7 月 5 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 |

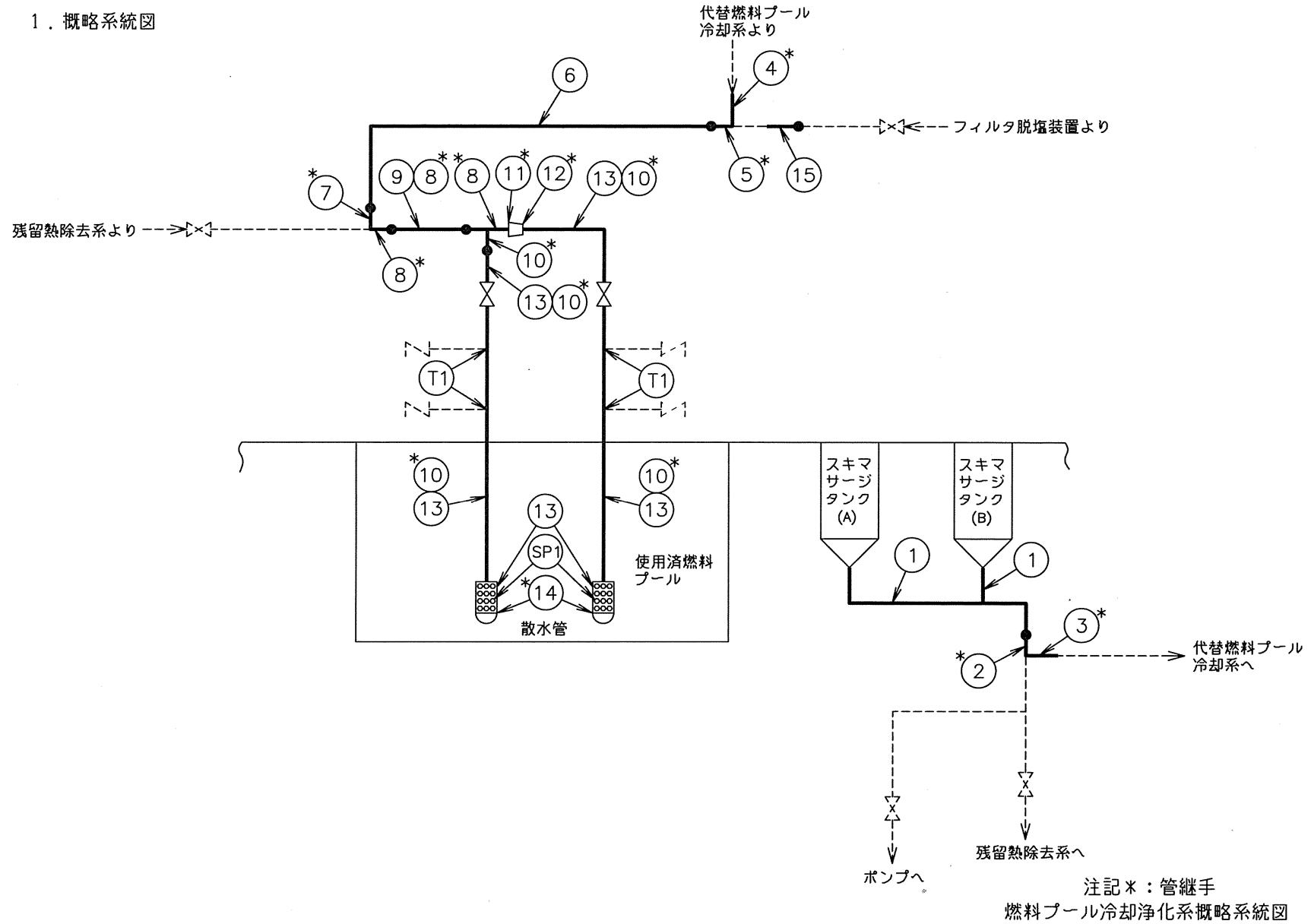
・適用規格の選定

| 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）

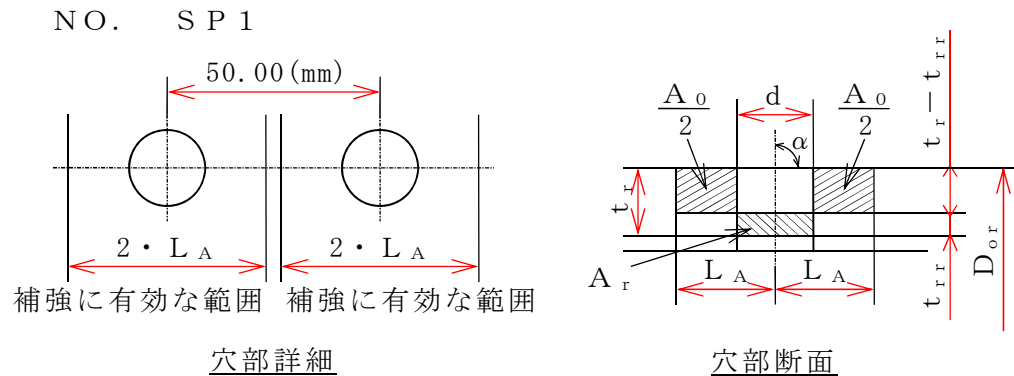


図 3-1 穴部詳細及び穴部断面

(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）

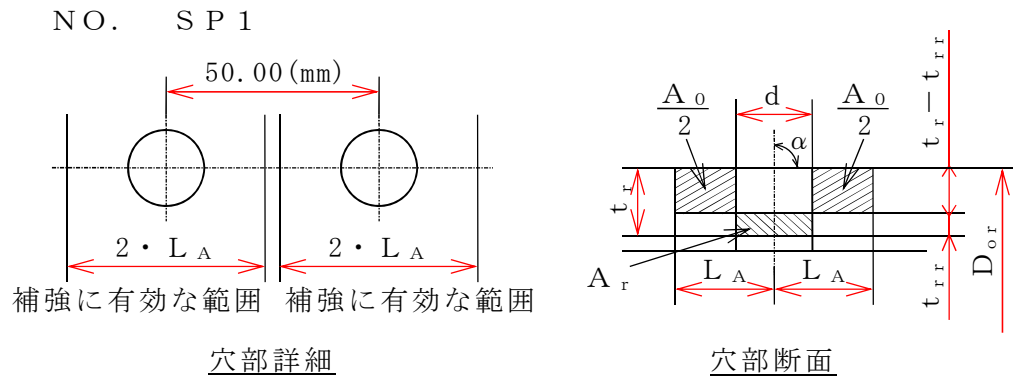


図 3-2 穴部詳細及び穴部断面

(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 * : 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。

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 | (°) |

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。