

東海第二発電所 工事計画認可申請資料 提出リスト(強度計算書分)

No.	資料番号	資料名称	
1	工認-587 改0	V-3-6-1-1-5 管の応力計算書 (制御棒駆動水圧系)	
2	工認-620 改0	V-3-9-2-3-1-2 管の応力計算書	
3	工認-852 改0	V-3-6-3-2-2 管の基本板厚計算書	
4	工認-610 改0	V-3-5-2-1-3 管の応力計算書	
5	工認-612 改0	V-3-6-3-1-2 管の応力計算書	
6	TK-1-1352 改0	補足-500-1【計算機プログラム(解析コード)の概要に係る補足説明資料】[V-5-47 計算機プログラム(解析コード)MSAP(配管)]	
7	工認-858 改0	V-5-47 計算機プログラム(解析コード)の概要・MSAP(配管)	
8	TK-1-1344 改0	補足-500-1【計算機プログラム(解析コード)の概要に係る補足説明資料】[V-5-35 計算機プログラム(解析コード)AutoPIPE]	
9	TK-1-1345 改0	補足-500-1【計算機プログラム(解析コード)の概要に係る補足説明資料】[V-5-36 計算機プログラム(解析コード)STAAD.Pro]	
10	工認-848 改0	V-3-7-1-1-6 管の基本板厚計算書	
11	工認-849 改0	V-3-7-1-1-8 管の基本板厚計算書	
12	工認-783 改0	V-3-9-2-5-1-4 フィルタ装置の強度計算書	
13	工認-850 改0	V-5-35 計算機プログラム(解析コード)の概要 ・AutoPIPE	
14	工認-851 改0	V-5-36 計算機プログラム(解析コード)の概要 ・STAAD. Pro	
15	工認-843 改0	V-3-4-2-3-3 管の基本板厚計算書 (代替燃料プール冷却系)	
16	工認-844 改0	V-3-5-6-2-3 管の基本板厚計算書 (緊急用海水系)	
17	工認-845 改0	V-3-6-3-3-2 管の基本板厚計算書 (非常用逃がし安全弁駆動系)	
18	工認-846 改0	V-3-7-1-1-1 管の基本板厚計算書	
19	工認-814 改0	V-3-4-2-3-1 代替燃料プール冷却系熱交換器の強度計算書	
20	工認-815 改0	V-3-5-6-2-2 緊急用海水系ストレナの強度計算書	
21	工認-816 改0	V-3-6-3-3-1 高圧窒素ポンベの強度評価書	
22	工認-817 改0	V-3-7-1-1-4 格納容器床ドレンサンプの強度計算書	
23	工認-818 改0	V-3-8-1-2-1 中央制御室待避室空気ポンベの強度評価書	
24	工認-819 改0	V-3-8-1-4-1 第二弁操作室空気ポンベの強度評価書	
25	工認-873 改0	V-3-別添3-2-4-5 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書	
26	工認-872 改0	V-3-別添3-2-4-6 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算書	
27	工認-276 改2	V-3-別添3-2-4-7 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの強度計算書	

28	工認-277 改2	V-3-別添3-2-4-8 常設低圧代替注水系格納槽点検用 水密ハッチの強度計算書	
29	工認-278 改1	V-3-別添3-2-4-9 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用 水密ハッチの強度計算書	
30	工認-822 改0	V-3-4-2-3-2 ポンプの強度計算書（代替燃料プール冷却系）	
31	工認-871 改0	V-3-5-6-2-1 緊急用海水ポンプの強度計算書	
32	工認-874 改0	V-3-4-2-3-4 管の応力計算書	
33	工認-881 改0	V-3-6-3-3-3 管の基本板厚計算書（非常用逃がし安全弁駆動系）	
34	工認-614 改0	V-3-6-3-2-3 管の応力計算書	
35	工認-875 改0	V-3-9-1-4-2 原子炉格納容器貫通部ベローズの強度計算書	
36	工認-882 改0	V-3-9-2-3-1-1 管の基本板厚計算書	
37	工認-618 改0	V-3-9-2-4-1-3 管の応力計算書	

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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-587 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-6-1-1-5 管の応力計算書

(制御棒駆動水圧系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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

応力計算 モデル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 (℃)
CRD-31 CRD-37 CRD-39	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	12.06	66	12.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
CRD-41, 42 CRD-43, 44 CRD-47, 48	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	12.06	66	12.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
CRD-45, 46 CRD-49, 50 CRD-51, 52	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	12.06	66	12.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
CRD-30 CRD-36 CRD-38	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	12.06	66	12.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	8.62	138	8.62	138	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	8.62	138	8.62	138	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	2
2.1 概略系統図 .....	2
2.2 鳥瞰図 .....	4
3. 計算条件 .....	6
3.1 設計条件 .....	6
3.2 材料及び許容応力 .....	9
4. 計算結果 .....	10

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

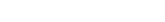
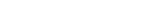
### (1) 管

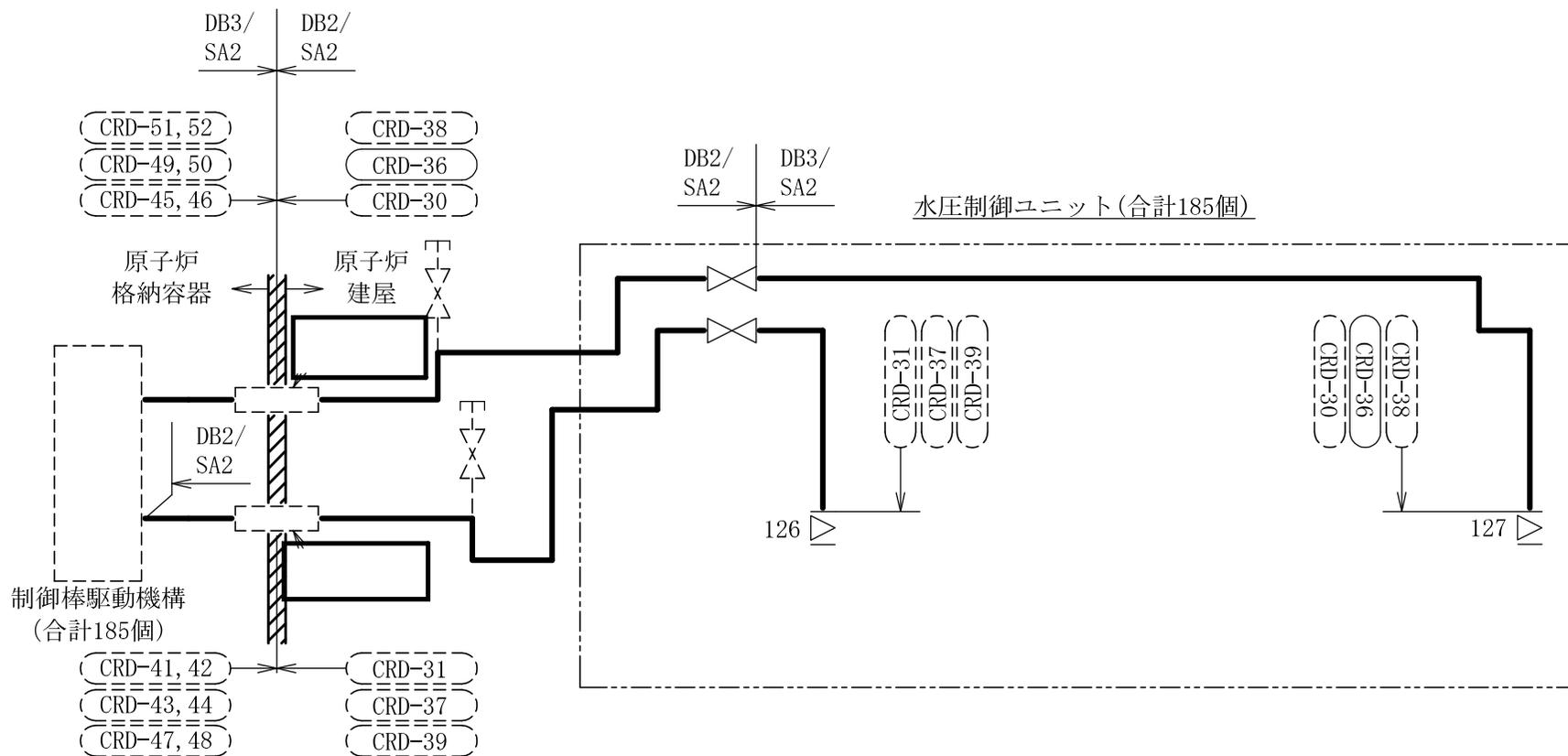
工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

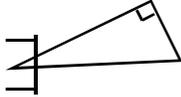
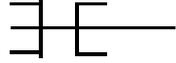
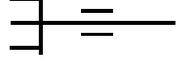
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



制御棒駆動水圧系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

5

鳥瞰図

CRD-36(SA)

## 3. 計算条件

## 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 CRD-36

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	101N~107W, 108W~7 7~241W	12.06	66	26.7	3.9	SUS304TP

弁部の寸法

鳥 瞰 図 CRD-36

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
107W~108W			

弁部の質量

鳥 瞰 図 CRD-36

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	107W~108W

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SUS304TP	66	—	—	—	126

4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2管及びクラス3管  
設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S <sub>prm</sub> (1) S <sub>prm</sub> (2)	許容応力 1.5S <sub>h</sub> 1.8S <sub>h</sub>
CRD-36	101N	S <sub>prm</sub> (1)	47	189
CRD-36	101N	S <sub>prm</sub> (2)	50	226

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-620 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-9-2-3-1-2 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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

応力計算 モデル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 (℃)
FRVS-6	既設	無	—	DB-4	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
FRVS-7	既設	無	—	DB-4	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
FRVS-10, 11	既設	無	—	DB-4	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-SGTS	既設	無	—	DB-4	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 設計条件	6
3.2 材料及び許容応力	10
4. 計算結果	11

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

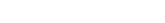
### (1) 管

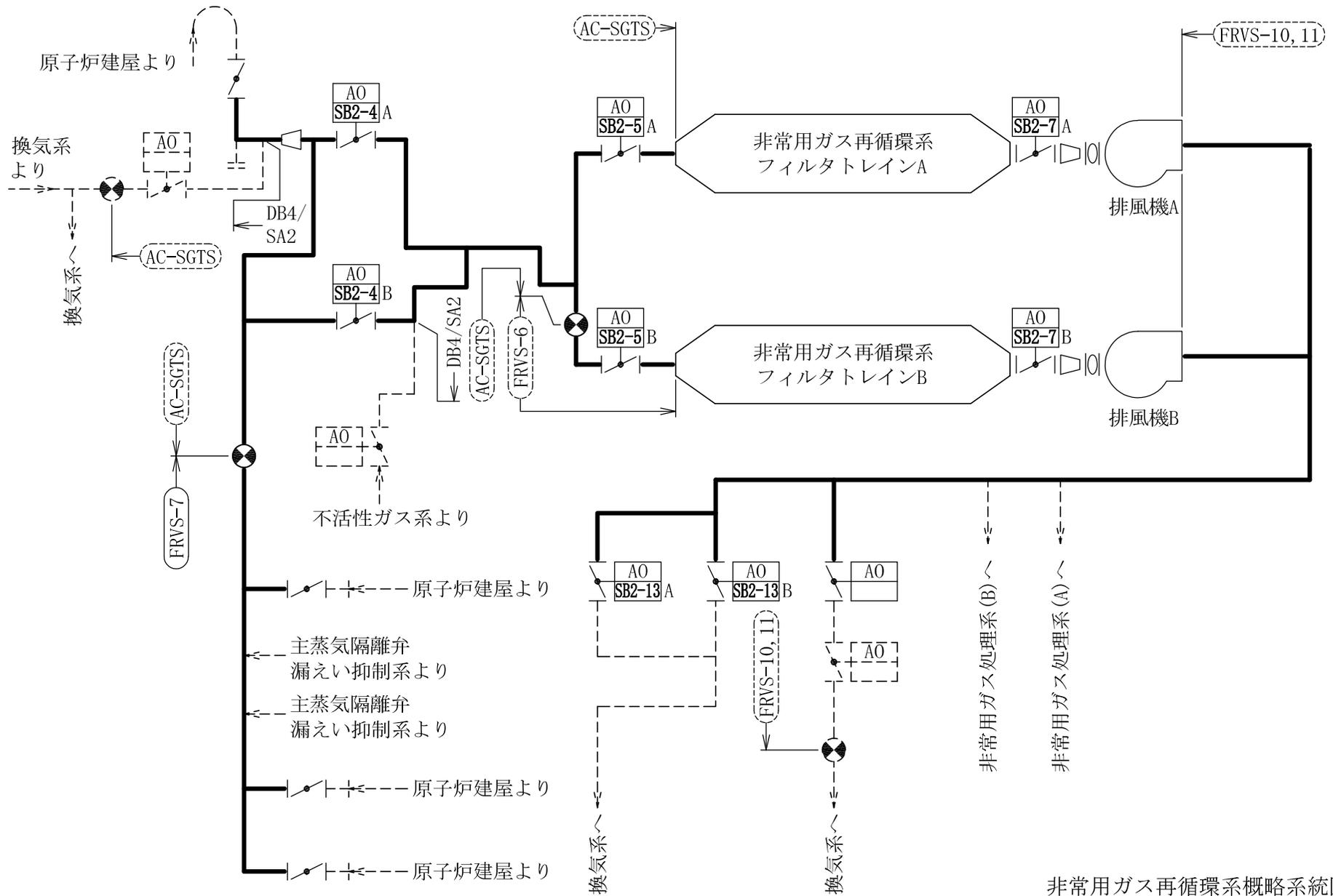
工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

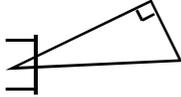
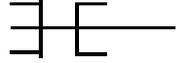
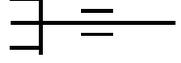
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



非常用ガス再循環系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」，設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。



## 3. 計算条件

## 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 FRVS-7

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1A~10F, 8~31F 29~44, 46~53F	0.014	72	609.6	12.0	SM41A
2	44~46	0.014	72	609.6	9.5	SM400C

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 FRVS-7

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	10F, 13F, 31F, 34F, 53F, 56F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 FRVS-7

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
10F~11				11~12			
11~13F				31F~32			
32~33				32~34F			
53F~54				54~55			
54~56F							

弁部の質量

鳥 瞰 図 FRVS-7

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	10F, 13F, 31F, 34F, 53F, 56F		11, 32, 54
	12, 33, 55		

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SM41A	72	—	—	—	100
SM400C	72	—	—	—	100

## 4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス4管

設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S <sub>prm</sub> (1) S <sub>prm</sub> (2)	許容応力 1.5S <sub>h</sub> 1.8S <sub>h</sub>
FRVS-7	45	S <sub>prm</sub> (1)	75	150
FRVS-7	45	S <sub>prm</sub> (2)	75	180

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-852 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-6-3-2-2 管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「V-3-1-6 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」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	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	同等性	a. (c)	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.70	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
7	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
8	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
10	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
11	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
12	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

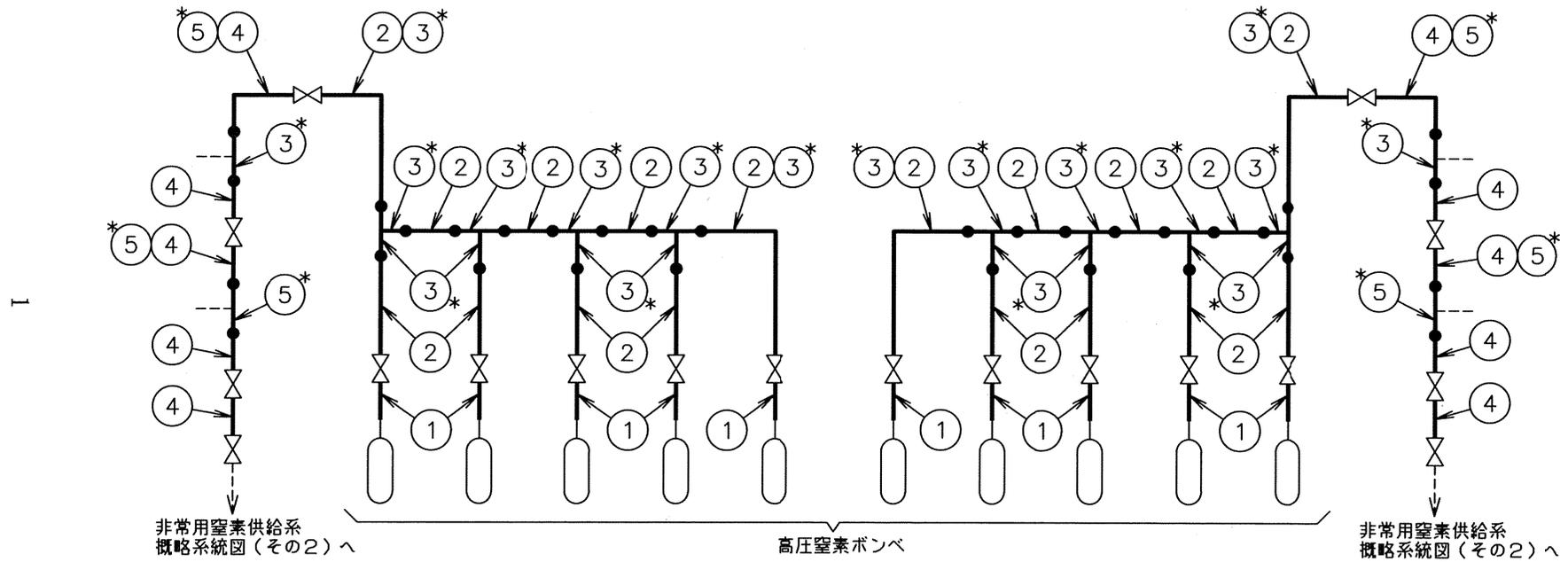
・適用規格の選定

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	—	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	—	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
8	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
9	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
10	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
11	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示
12	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示

## 目次

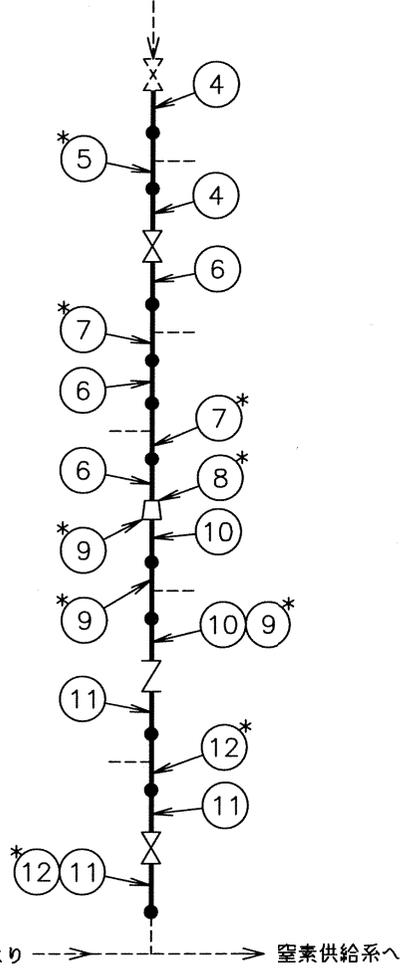
1.	概略系統図	1
2.	管の強度計算書	3
3.	ネジ継手の強度計算結果	5

1. 概略系統図

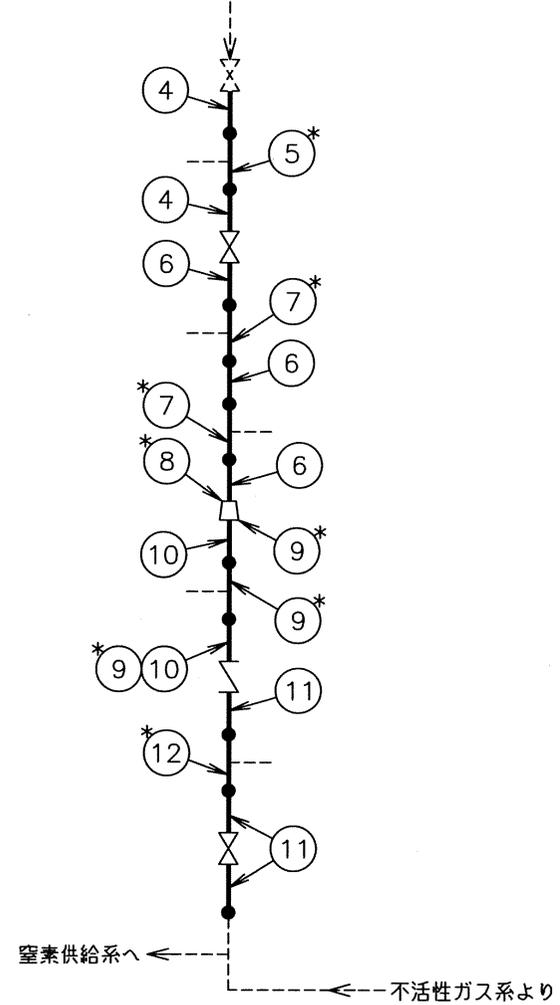


注記\*：管継手  
非常用窒素供給系概略系統図(その1)

非常用窒素供給系  
概略系統図（その1）より



非常用窒素供給系  
概略系統図（その1）より



注記\*：管継手  
非常用窒素供給系概略系統図（その2）

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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
4	14.70	66	34.00	4.50	SUS304TP	S	2	121	1.00	12.5 %	3.93	1.97	A	1.97
5	14.70	66			SUS304	S	2	121	1.00		5.70	2.74	A	2.74
6	1.38	66	34.00	4.50	SUS304TP	S	2	121	1.00	12.5 %	3.93	0.20	A	0.20
7	1.38	66			SUS304	S	2	121	1.00		5.70	0.27	A	0.27
8	1.38	66			SUS304	S	2	121	1.00		5.70	0.44	A	0.44
9	1.38	66			SUS304	S	2	121	1.00		6.90	0.44	A	0.44
10	1.38	66	60.50	5.50	SUS304TP	S	2	121	1.00	12.5 %	4.81	0.35	A	0.35
11	2.28	171	60.50	3.90	SUS304TP	S	2	105	1.00	0.50mm	3.40	0.66	A	0.66
12	2.28	171			SUS304	S	2	105	1.00		6.10	0.83	A	0.83

評価:  $t_s \geq t_r$ , 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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	14.70	66	19.60	4.00	SUS304	S	2	126	1.00	0.50mm	3.50	1.10	A	1.10
2	14.70	66	34.00	4.50	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5%	3.93	1.90	A	1.90
3	14.70	66			SUS304	S	2	126	1.00		5.70	2.64	A	2.64

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>, よって十分である。

3. ねじ継手の強度計算結果

管NO. 1

3.1 ねじ部のせん断応力評価

(1) 設計条件及び緒元

最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (℃)	材 料	おねじ材料の 許容せん断応力 $\tau_B$ (MPa)	ねじの基準長さ L (mm)	ねじ角度 $\alpha$ (°)	ピッチ P (mm)	負荷能力がある とみなされる、 ねじ山の数 z
14.70 (注)	66 (注)	SUS304	72	10.50	27.5	1.81	5.28

(注) 重大事故等時における使用時の値

5

おねじの有効径 $d_p$ (mm)	めねじの内径 $D_c$ (mm)	おねじのねじ山の 許容軸方向荷重 $W_B$ (N)	ねじ締付トルクによる引抜荷重 $F_t$ (N)	内圧評価断面積 A (mm <sup>2</sup> )
20.84	19.68	28120	18670	115.0

(2) おねじの耐圧力

最高使用 圧 力 (MPa)	おねじの耐圧力 $F_B$ (MPa)
14.70 (注)	82.15

(注) 重大事故等時における使用時の値

評 価	
	重大事故等時における使用時の圧力がせん断評価より求まるおねじの耐圧力以下であるので、ねじ部のせん断に対する強度は十分である。

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-610 改0
提出年月日	平成30年6月29日

### V-3-5-2-1-3 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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 (℃)
MS-A	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	3.45	302	3.45	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MS-B	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	3.45	302	3.45	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MS-C	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	3.45	302	3.45	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
MS-D	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	3.45	302	3.45	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-1/(R)	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-2	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

NT2 補③ V-3-5-2-1-3 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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
IA-PD-2/(F)	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-3/(H,K)	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-4/(C)	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-4/(L)	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.28	171	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	2
2.1 概略系統図 .....	2
2.2 鳥瞰図 .....	5
3. 計算条件 .....	44
3.1 設計条件 .....	44
3.2 材料及び許容応力 .....	57
4. 計算結果 .....	58

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

### (1) 管

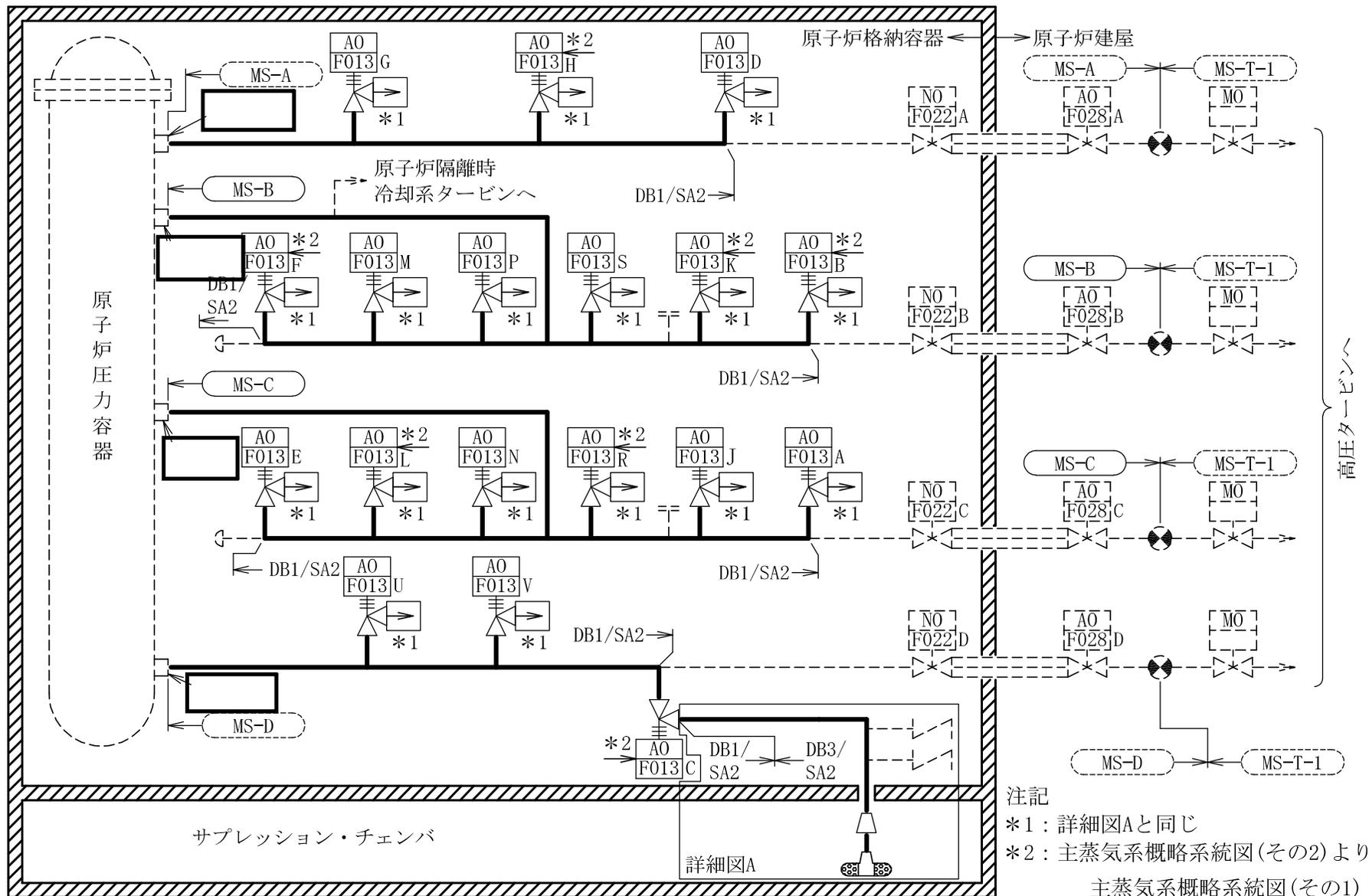
工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

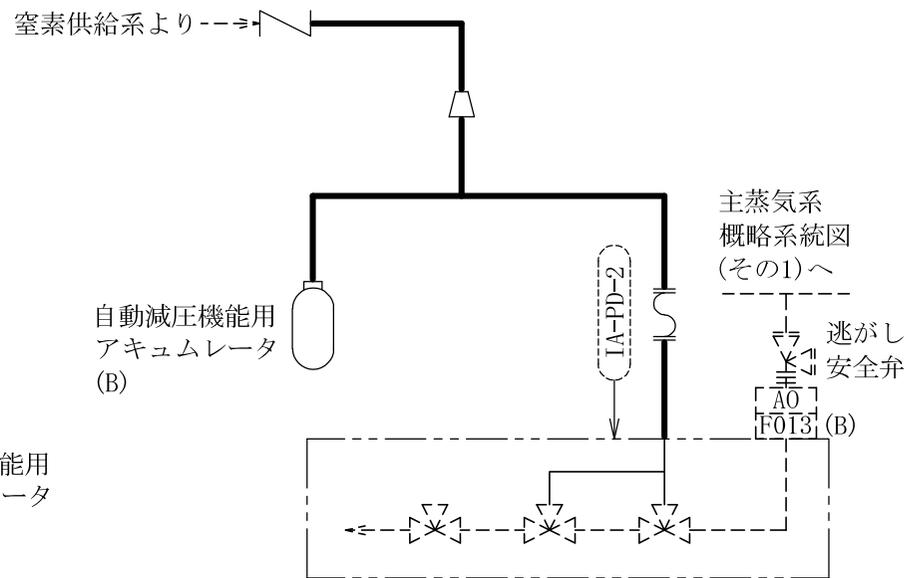
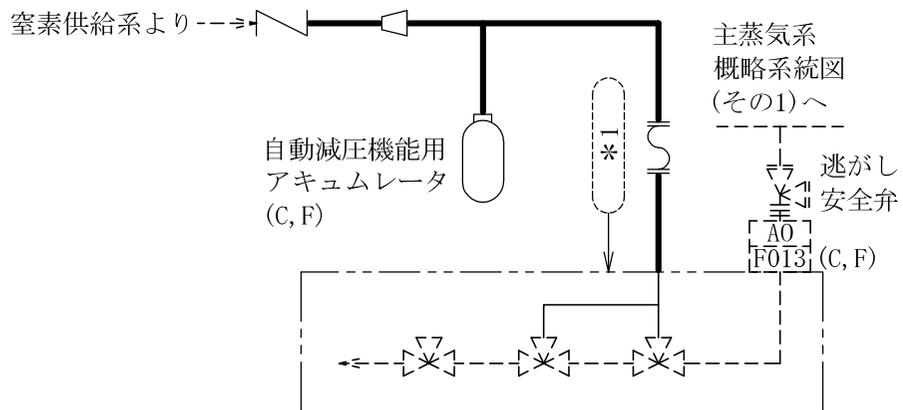
## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

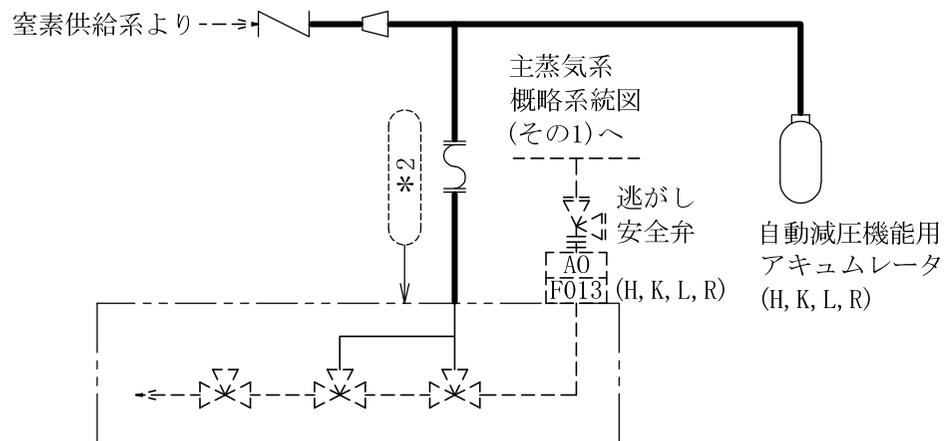
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち，他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス1管
DB2	クラス2管
DB3	クラス3管
DB4	クラス4管
SA2	重大事故等クラス2管
SA3	重大事故等クラス3管
DB1/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス1管
DB2/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス2管
DB3/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス3管
DB4/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス4管





注記\*1 : IA-PD-4/(C), IA-PD-2/(F)  
 \*2 : IA-PD-3/(H) (K), IA-PD-4/(L), IA-PD-1/(R)

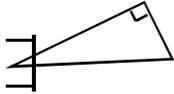
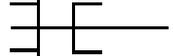
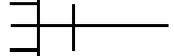
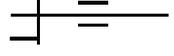
主蒸気系概略系統図(その2)



[注]太線範囲の管クラス : DB3/SA2

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ガイド
	ハンガ
	リジットハンガ
注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	

NT2 補③ V-3-5-2-1-3 R0

9

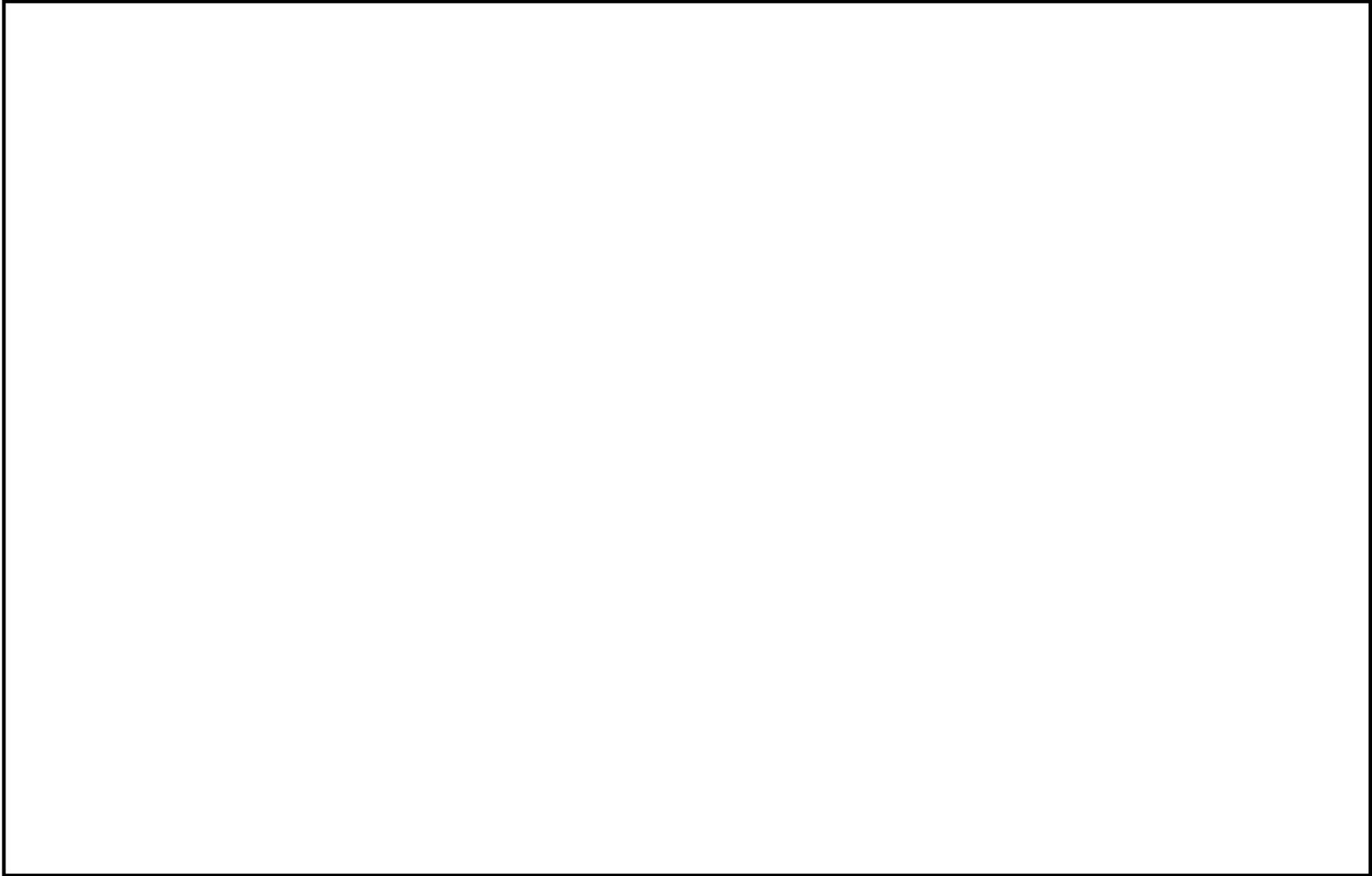
7

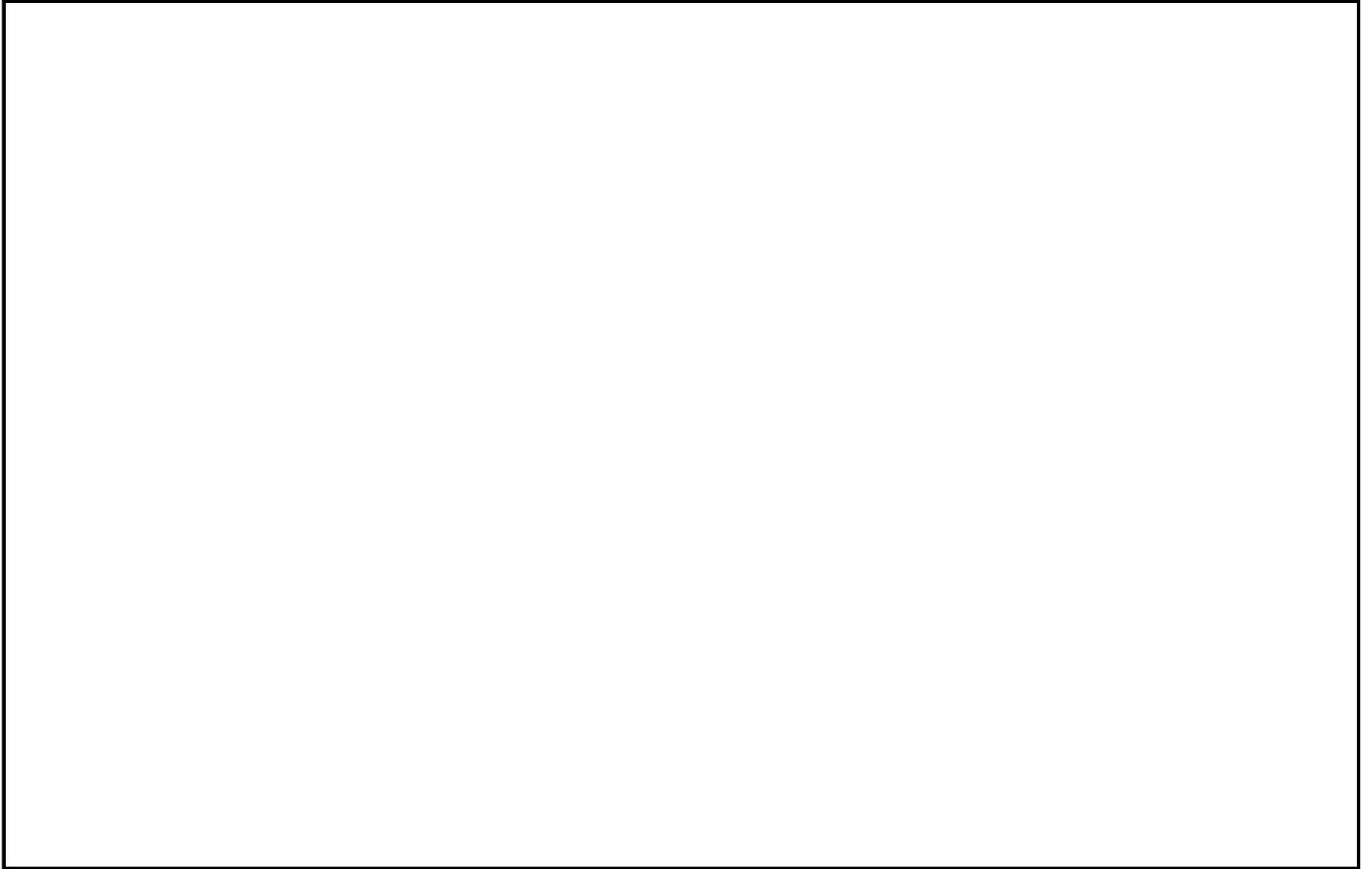
∞

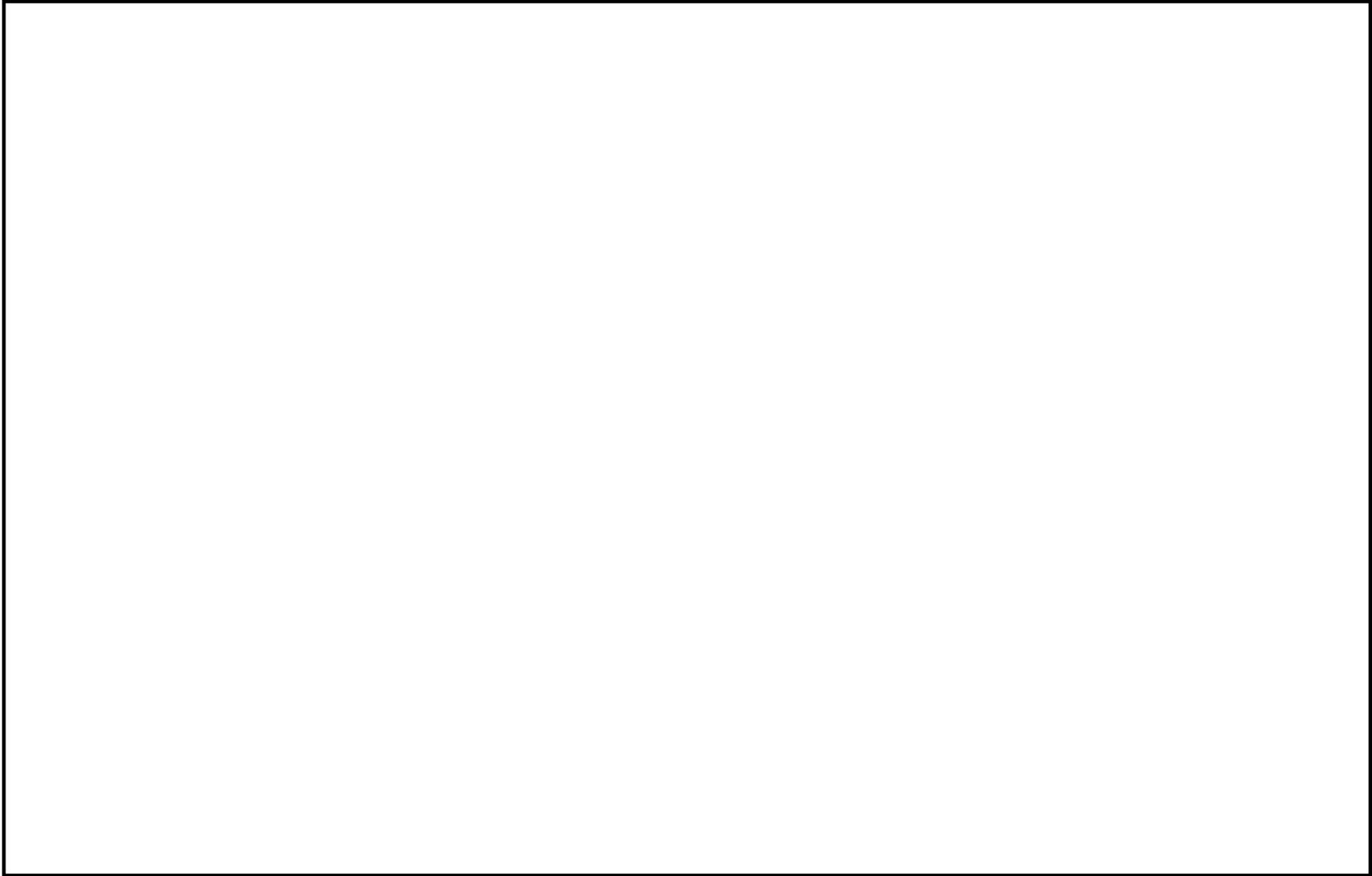
6

10

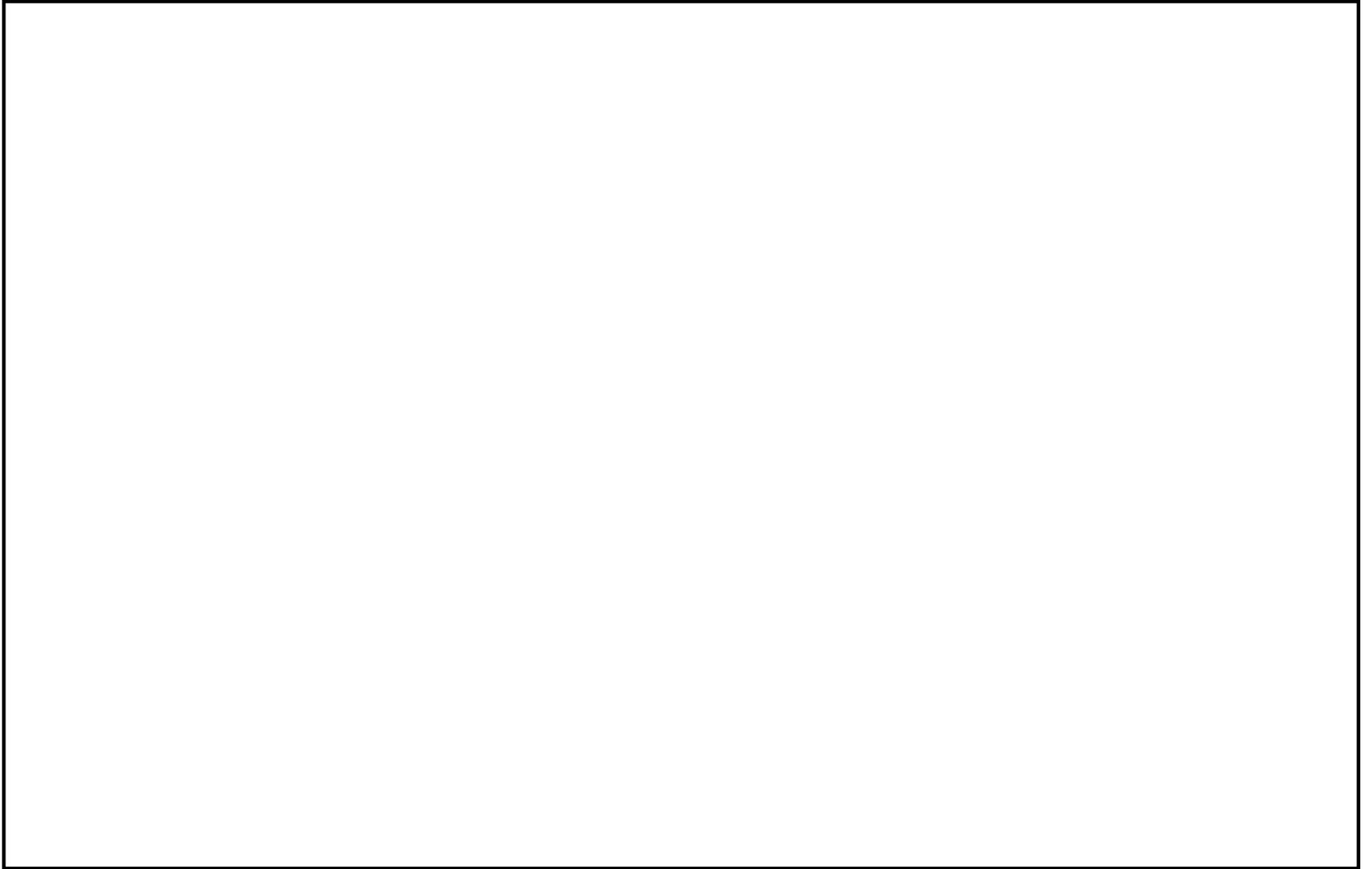


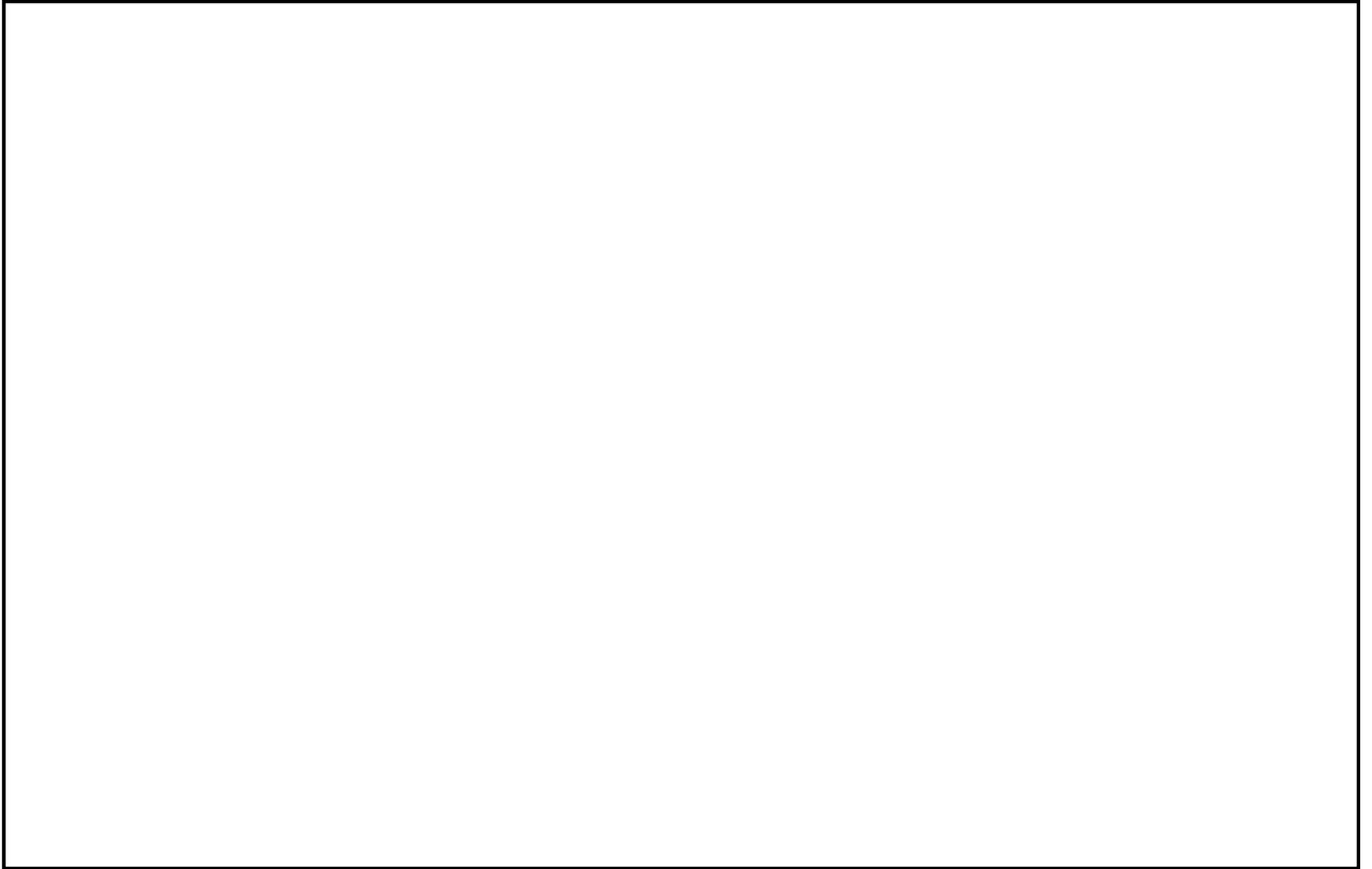


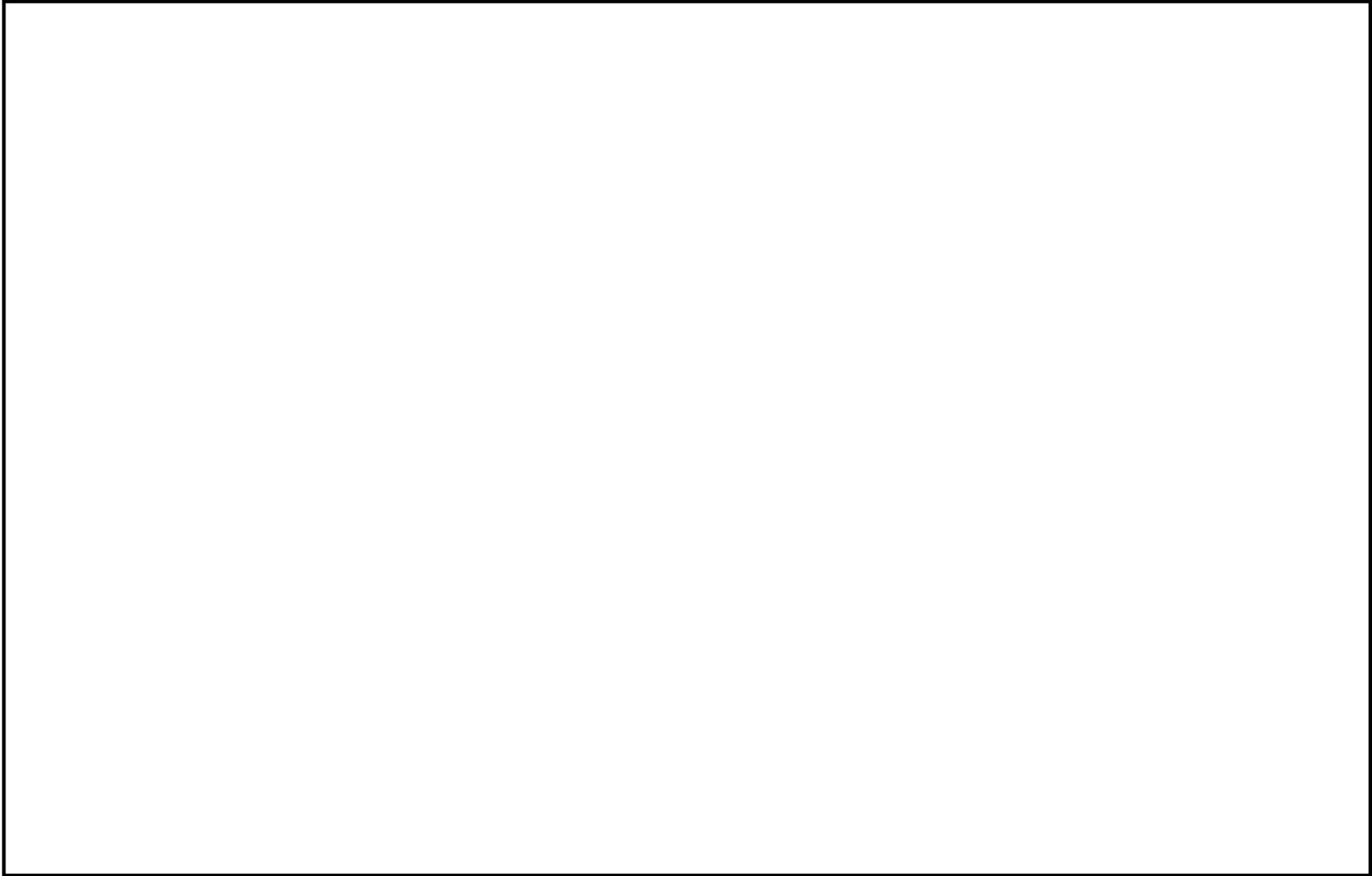


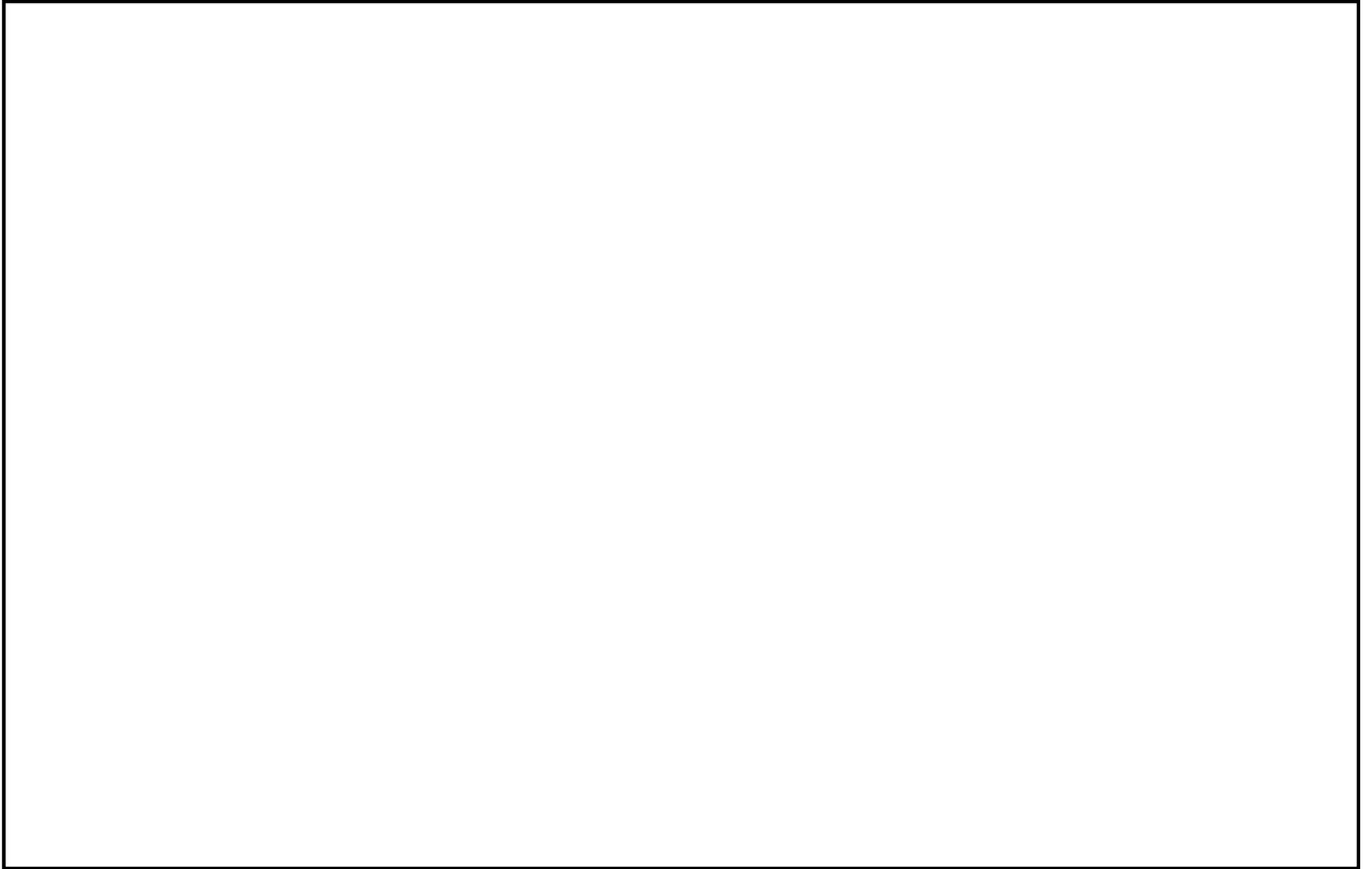




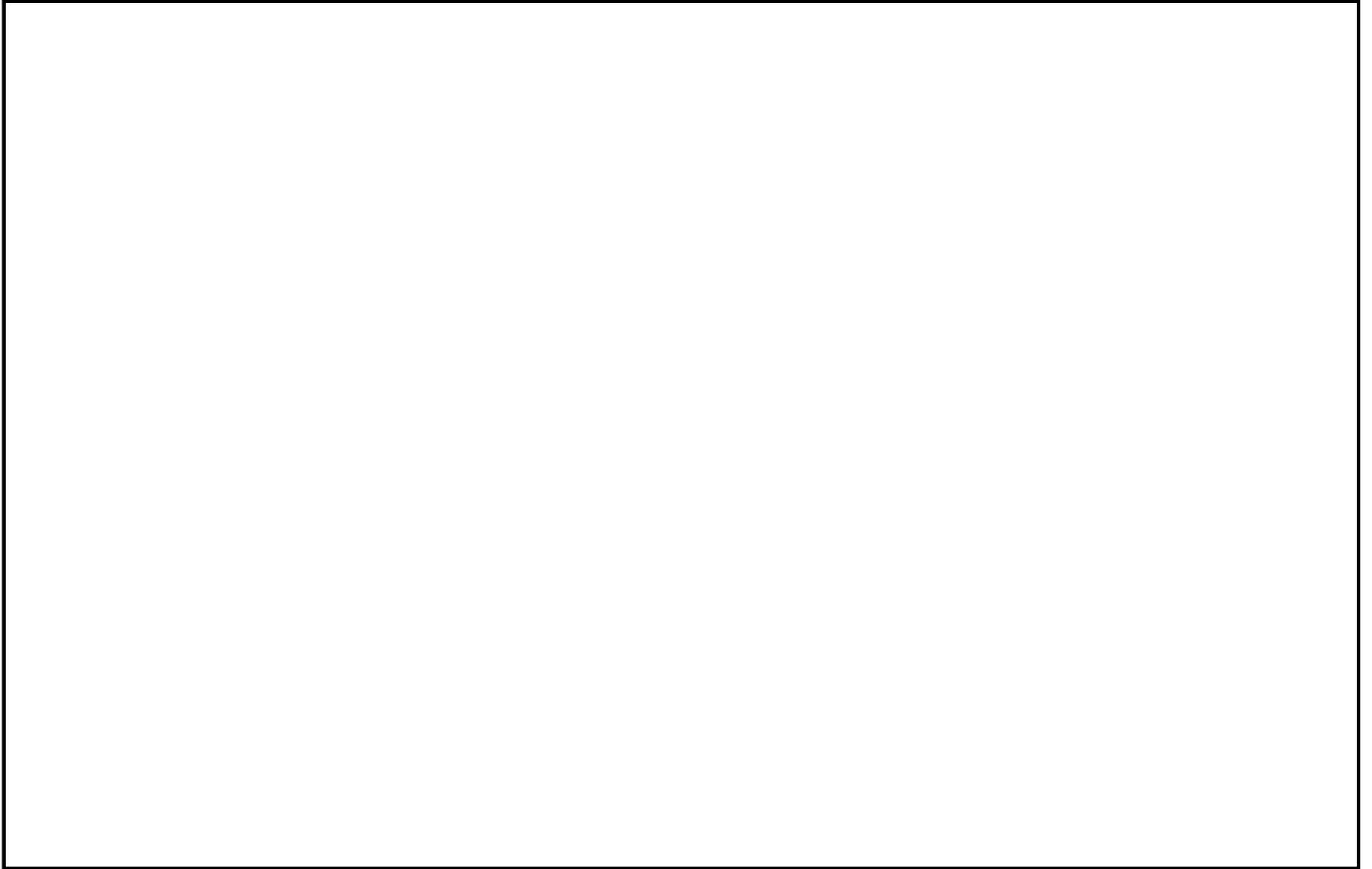






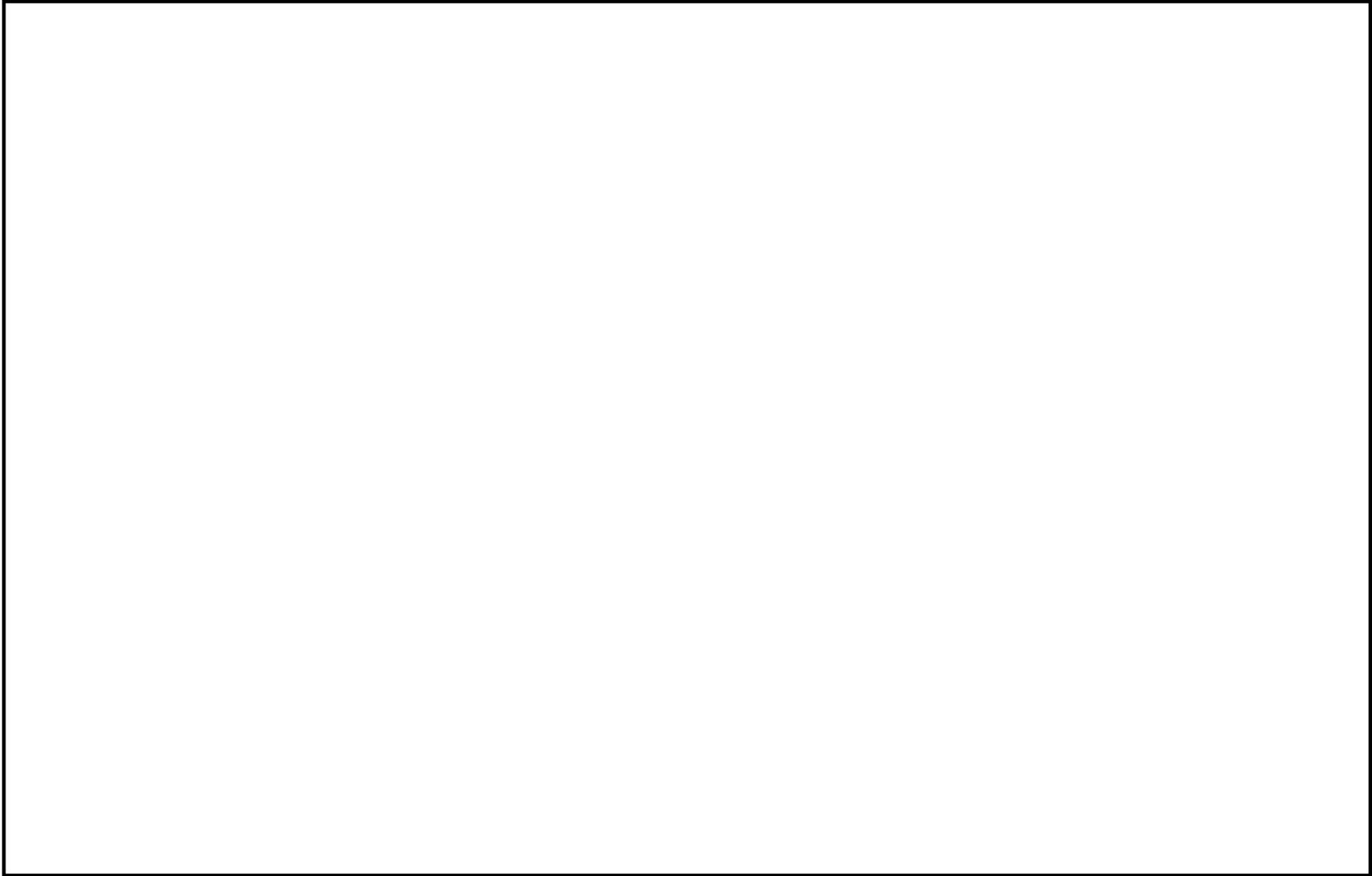


20

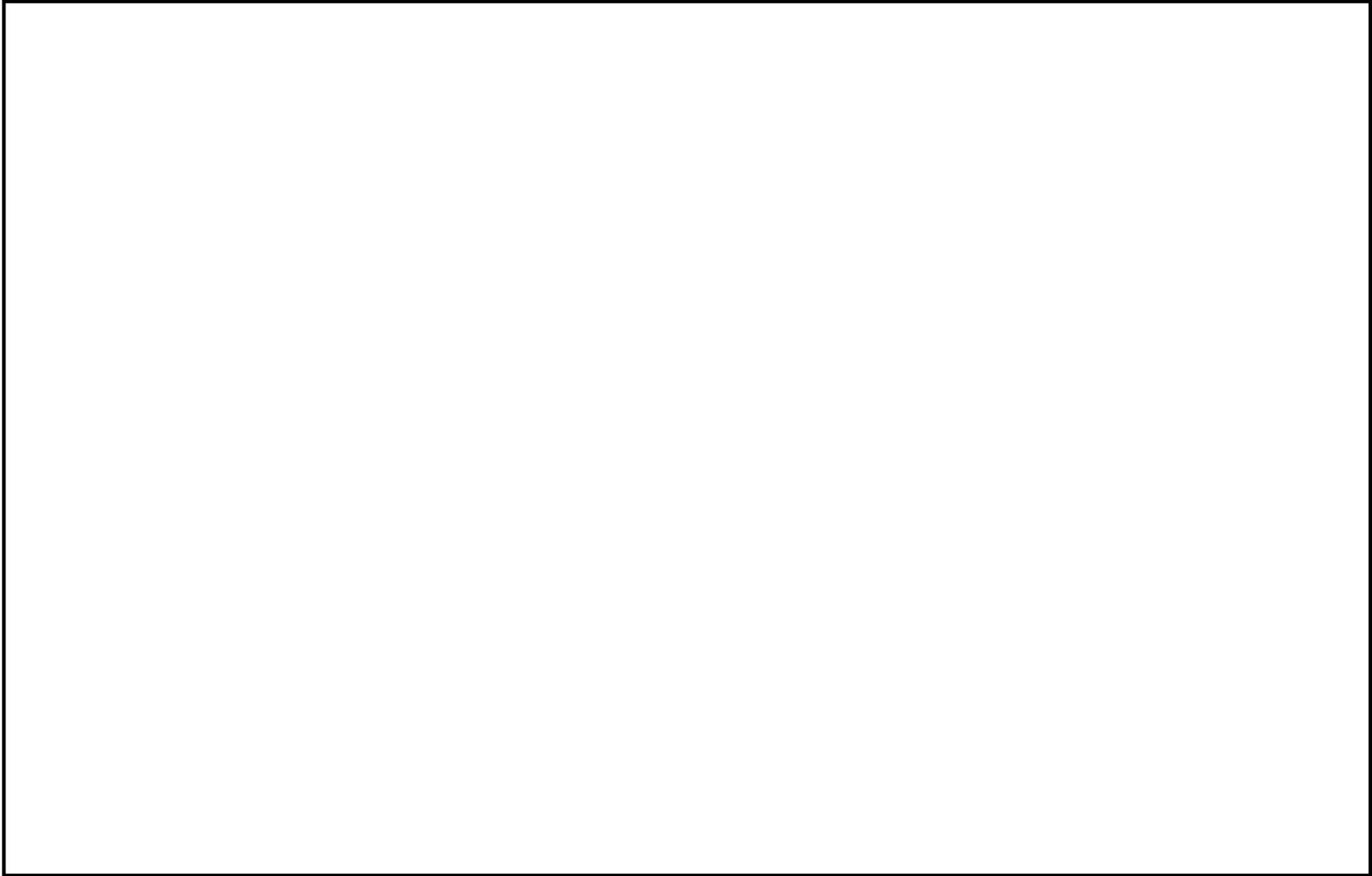






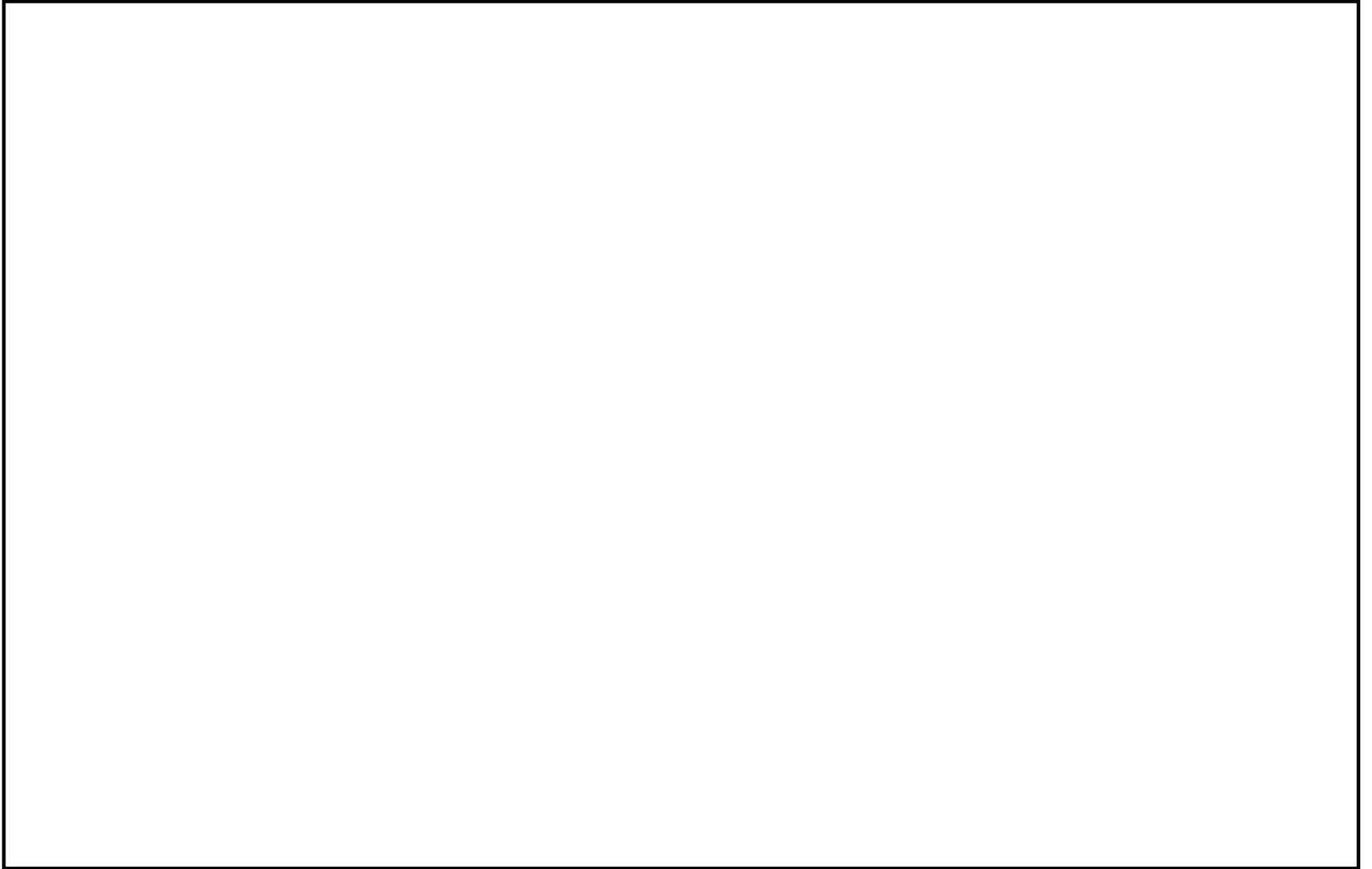


25

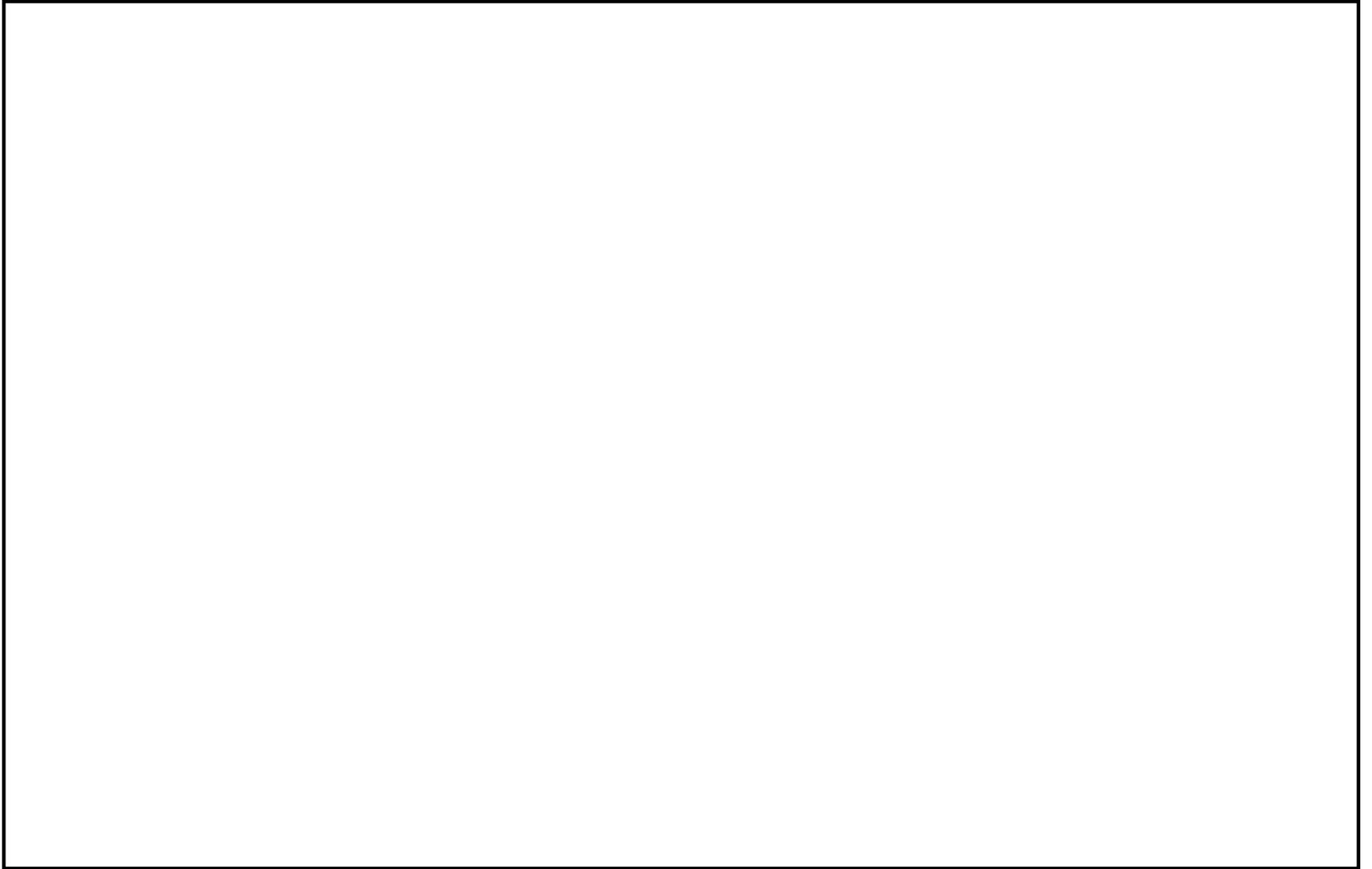


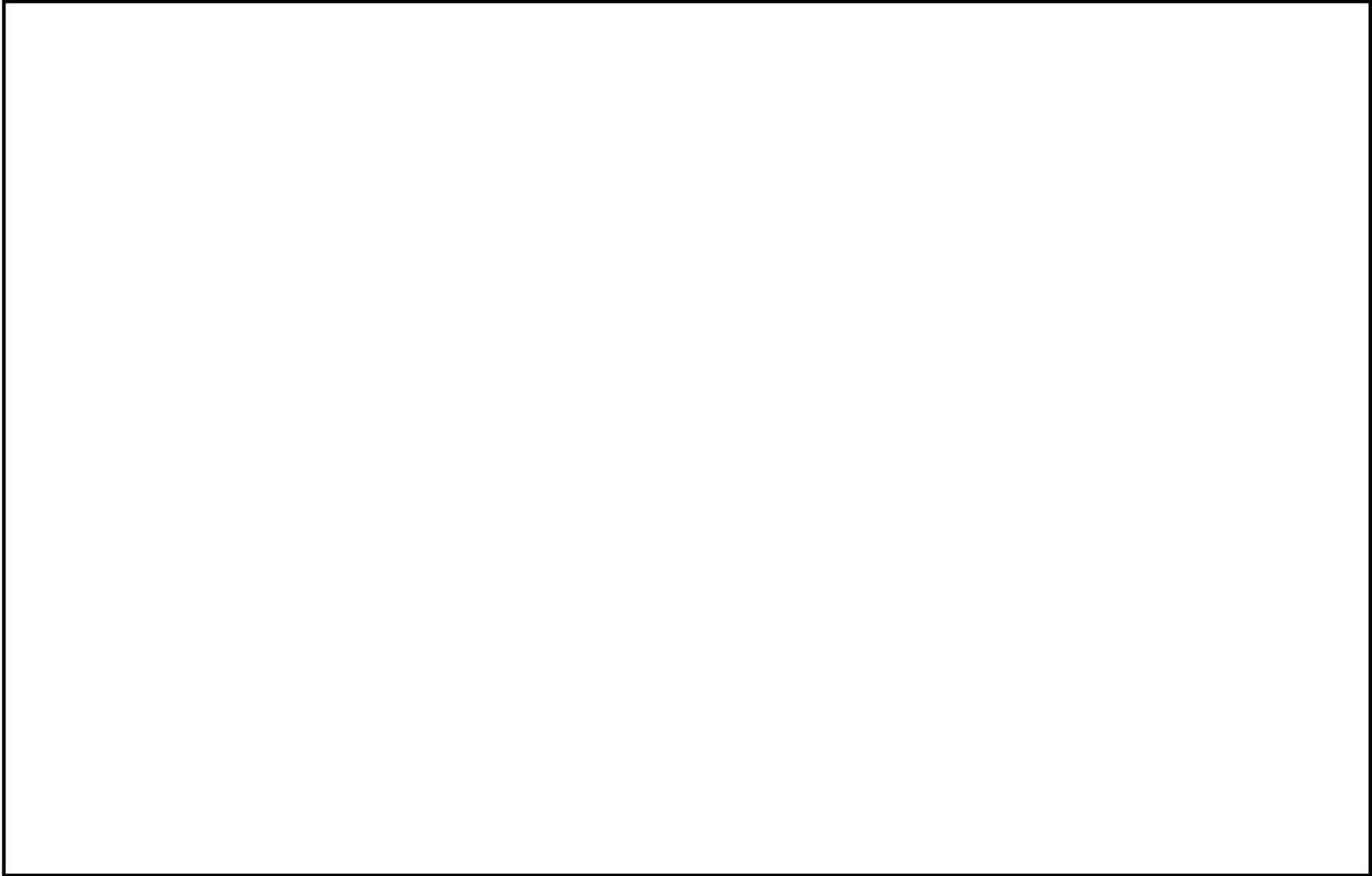


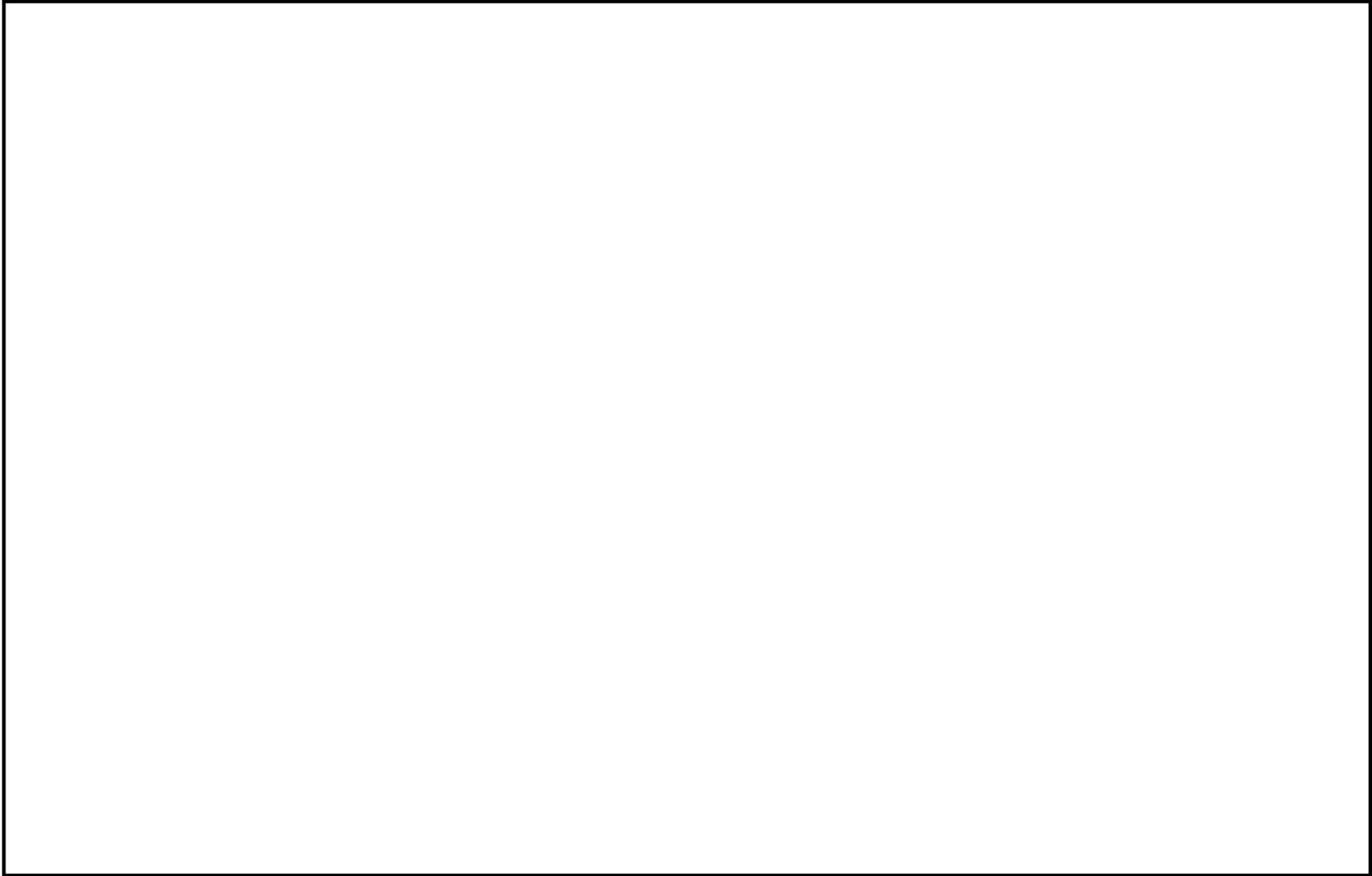


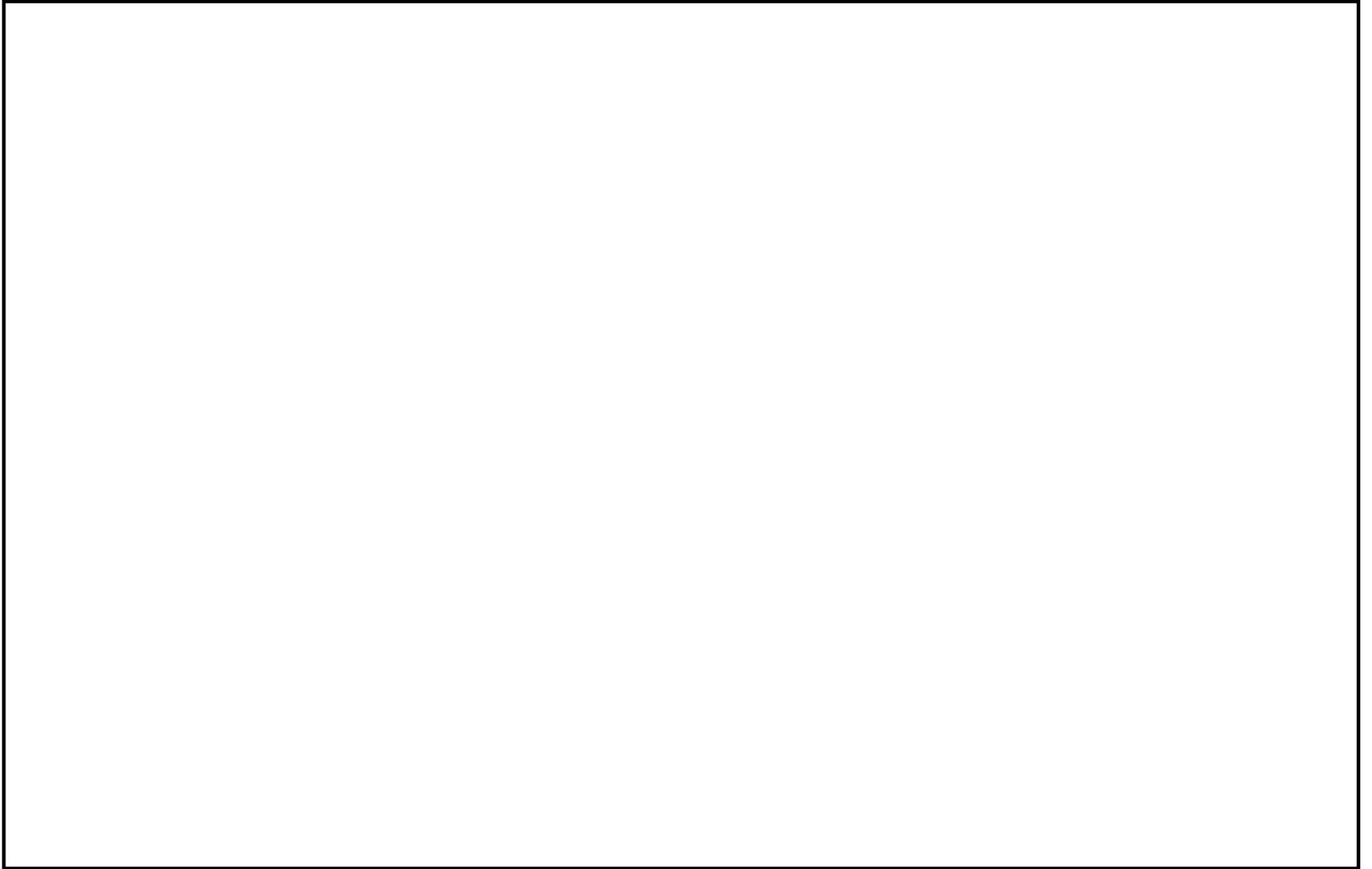


30

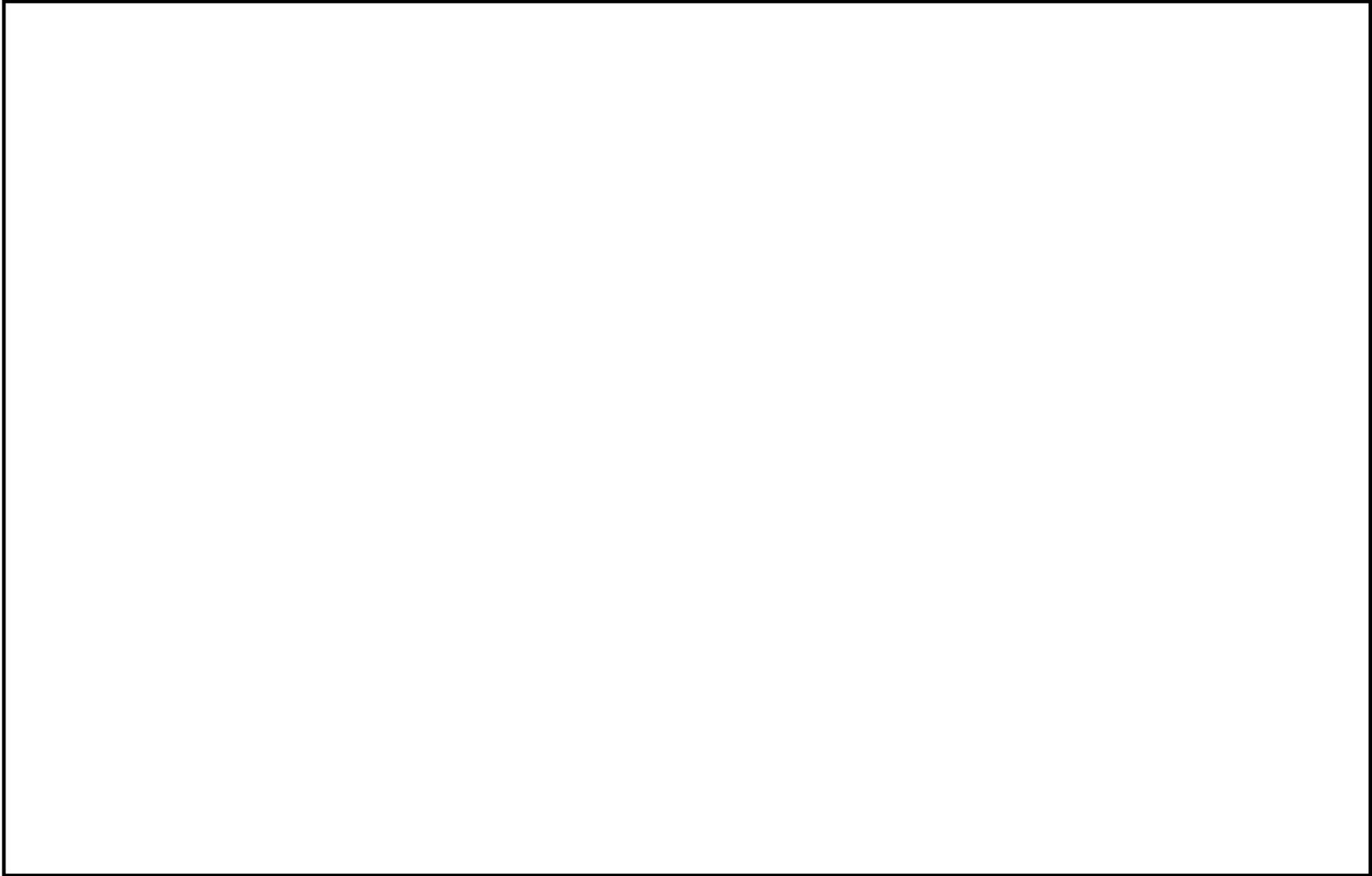


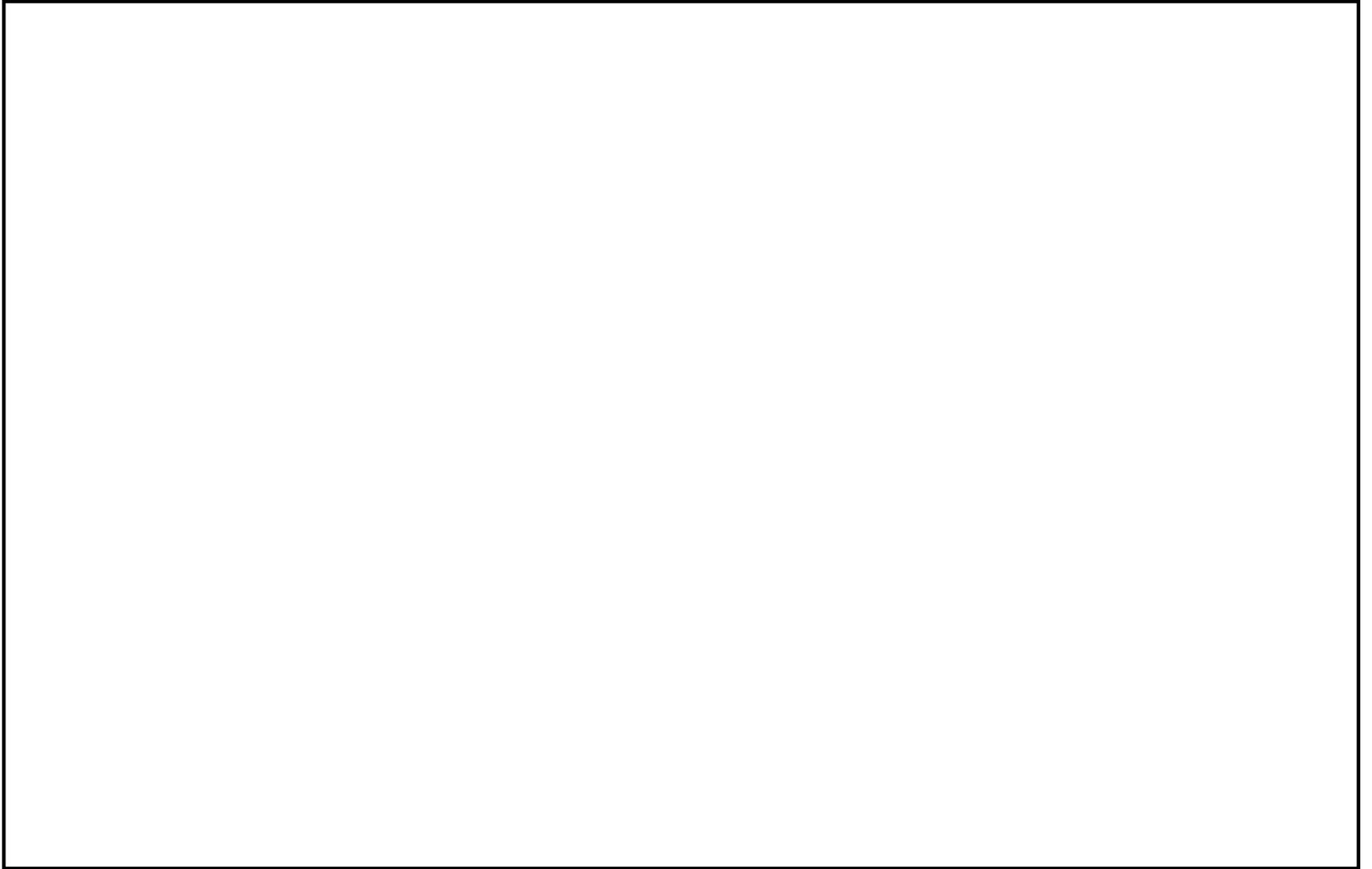


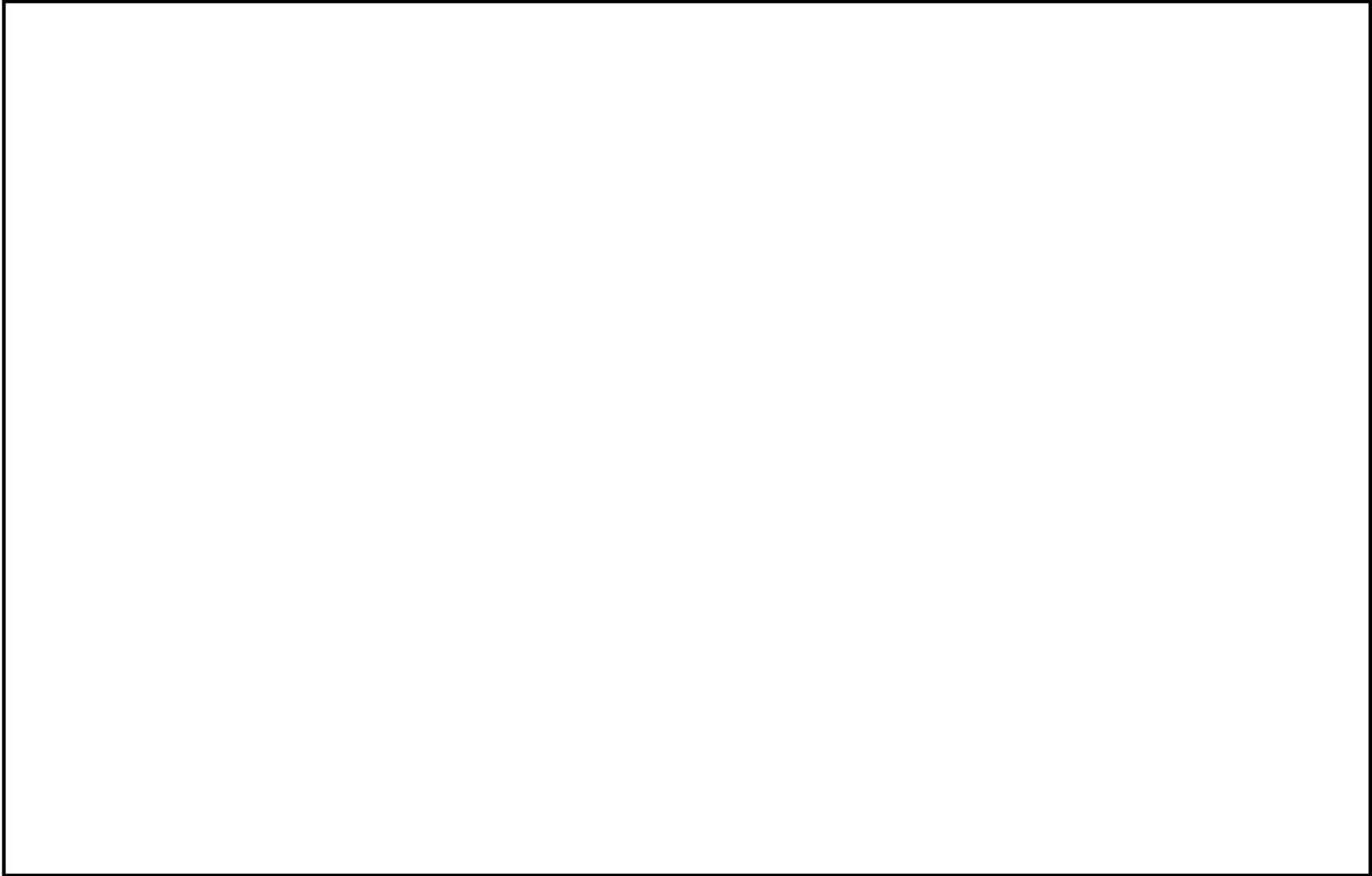


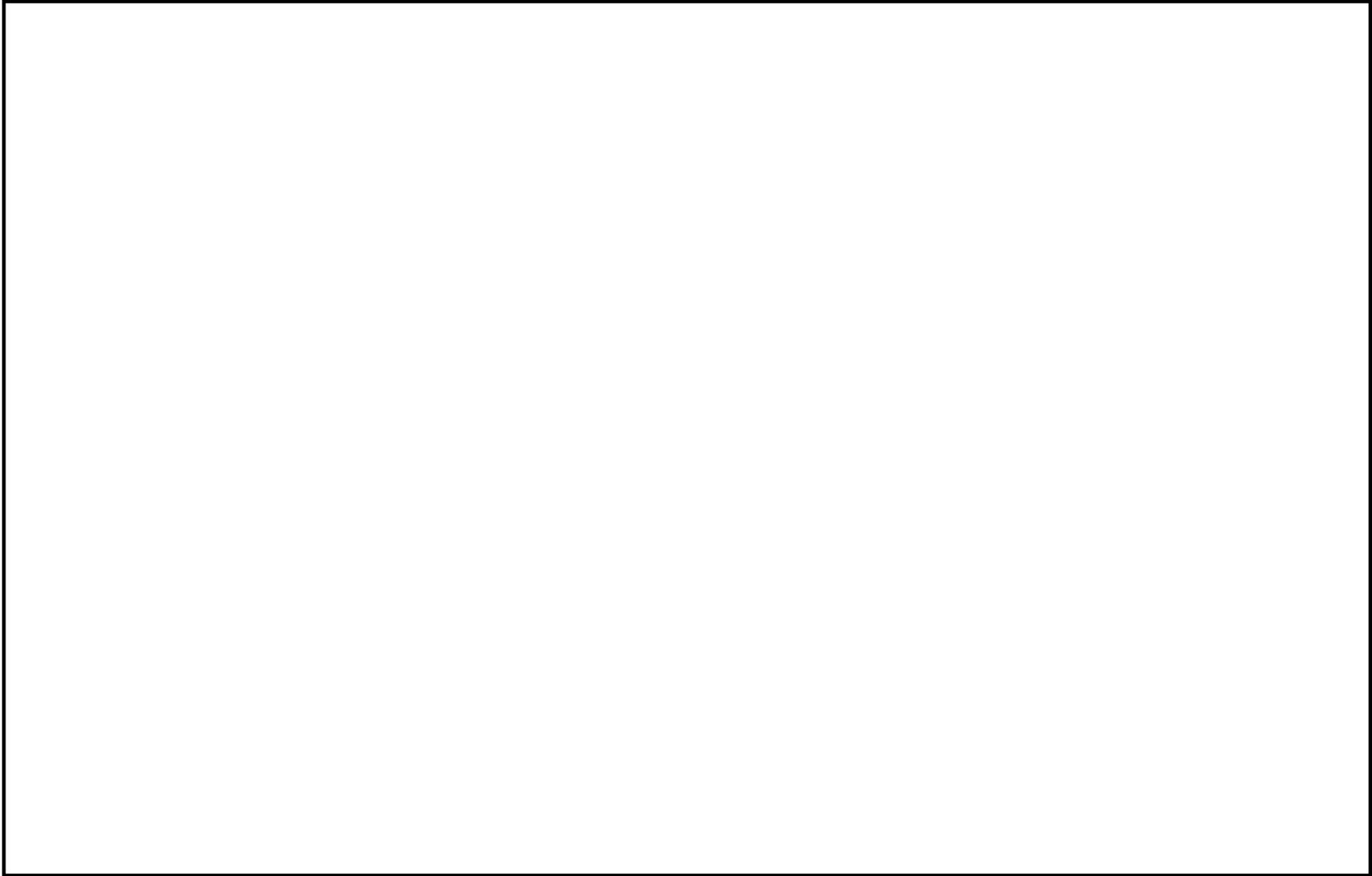




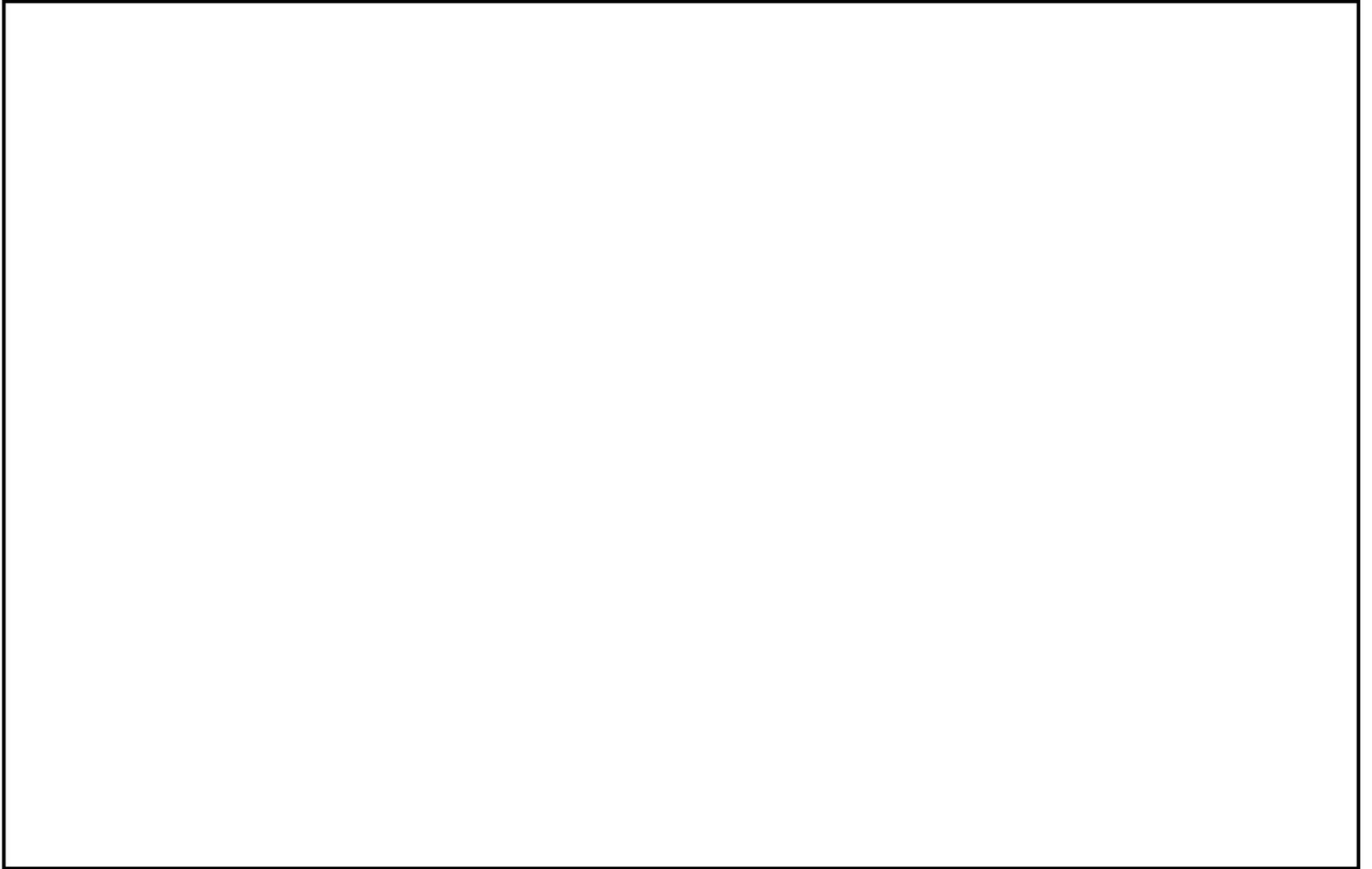


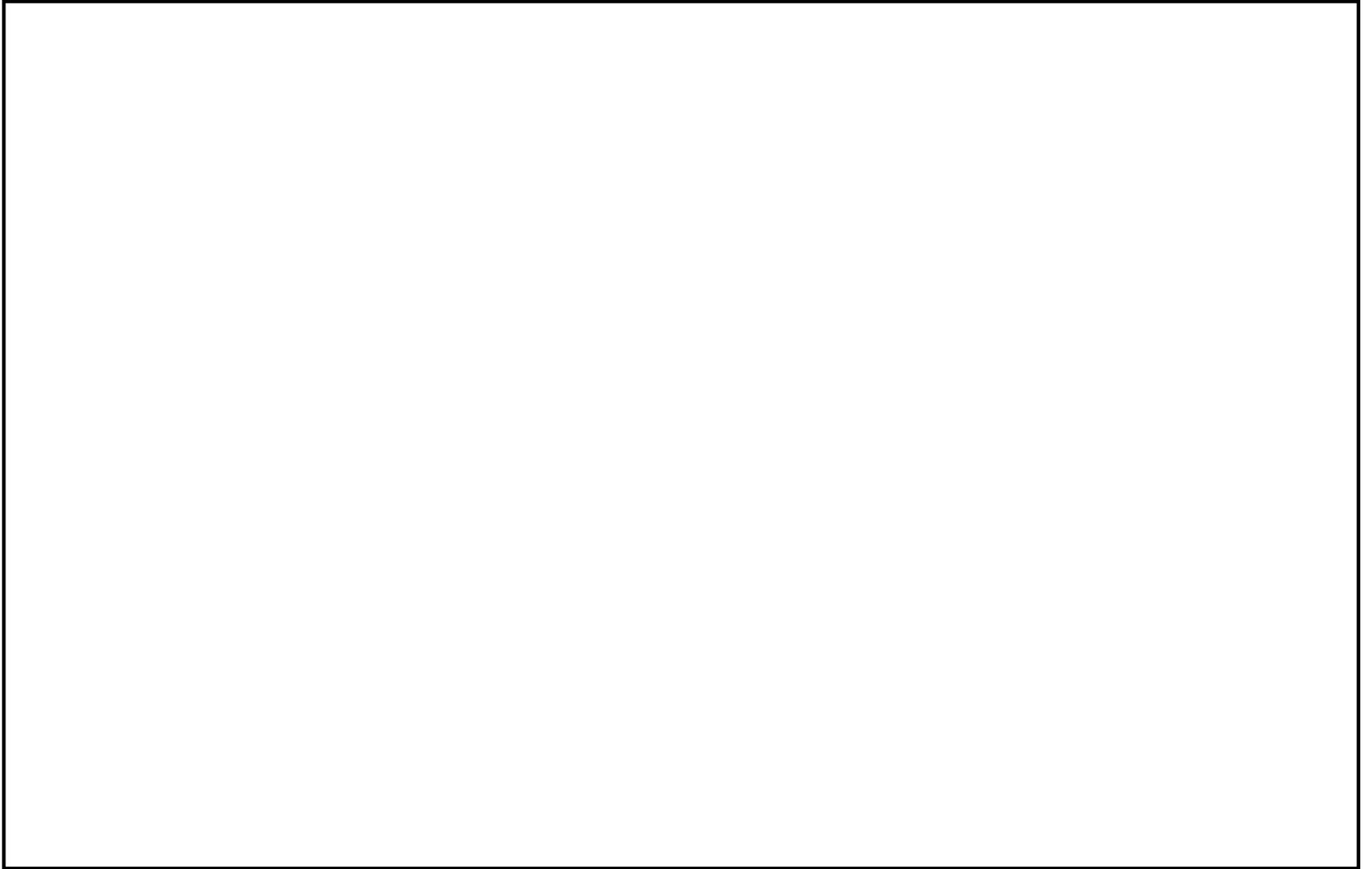


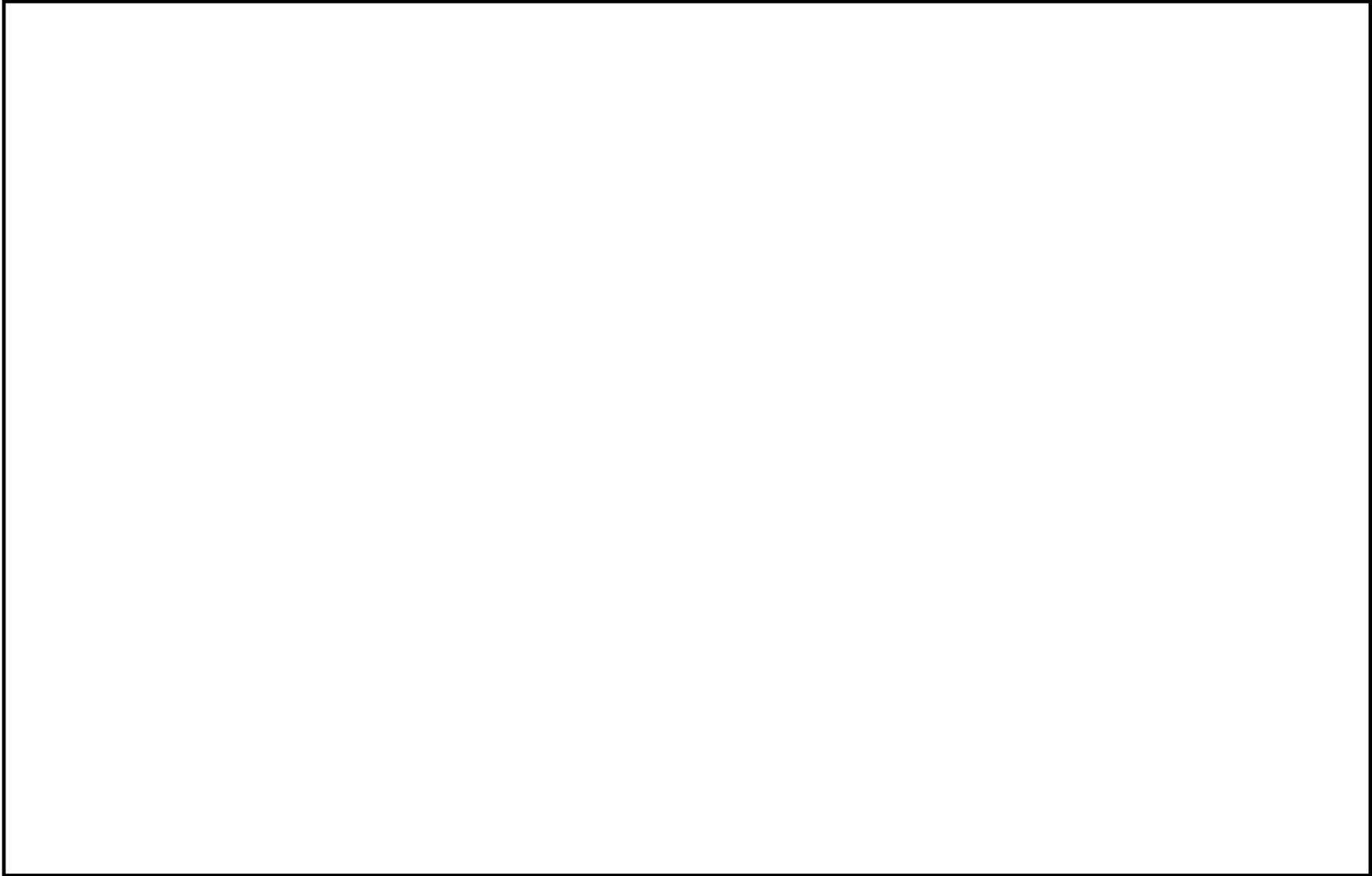




40







## 3. 計算条件

## 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-B

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1N~31, 17~56	8.62	302	660.4	33.6	STPT49
2	56~8100, 49~8200	8.62	302	252.3	39.6	
	41~8300, 21~8400 26~8500, 31~8600					
3	8100~811, 8200~821	8.62	302	219.1	23.0	
	8300~831, 8400~841 8500~851, 8600~861					
4	811~813F, 821~823F	8.62	302	219.1	23.0	STPT49
	831~833F, 841~843F					
	851~853F, 861~863F					

## 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

## 鳥 瞰 図 MS-B

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
5	101F~133, 201~227 301F~334, 401F~434 503~536, 601F~636	3.45	302	267.4	15.1	STPT42
6	133~142, 227~235 334~338, 434~442 536~540, 636~640	3.45	302	267.4	15.1	STPT42
7	143~166, 236~256 339~360, 443~462 541~559, 641~661	3.45	302	318.5	17.4	STPT42
8	201F~201, 501F~503	3.45	302	267.4	15.1	STPT410

配管の付加質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点
	1N~8, 12~17, 23~24, 35~39, 51~53
	8~12, 47~51
	17~19, 17~35
	19~23
	24~29
	29~31
	39~43
	43~47
	53~56
	8100~813F, 8200~823F, 8300~833F, 8400~843F, 8500~853F 8600~863F

NT2 補③ V-3-5-2-1-3 R0

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点
	813F, 823F, 833F, 843F, 853F, 863F
	101F, 201F, 301F, 401F, 501F, 601F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 MS-B

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
813F~814				814~815			
815~816				816~817			
814~101F				823F~824			
824~825				825~826			
826~827				824~201F			
833F~834				834~835			
835~836				836~837			
834~301F				843F~844			
844~845				845~846			
846~847				844~401F			
853F~854				854~855			
855~856				856~857			
854~501F				863F~864			
864~865				865~866			
866~867				864~601F			

NT2 補③ V-3-5-2-1-3 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 MS-B

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	814, 824, 834, 844, 854, 864		816, 826, 866
	817, 827, 837, 847, 857, 867		836, 846, 856

## 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

## 鳥 瞰 図 MS-C

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1N~25, 12~50	8.62	302	660.4	33.6	STPT49
2	50~8100, 43~8200	8.62	302	252.3	39.6	
	35~8300, 16~8400 20~8500, 25~8600					
3	8100~811, 8200~821	8.62	302	219.1	23.0	
	8300~831, 8400~841 8500~851, 8600~861					
4	811~813F, 821~823F	8.62	302	219.1	23.0	STPT49
	831~833F, 841~843F					
	851~853F, 861~863F					

## 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

## 鳥 瞰 図 MS-C

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
5	101F~134, 201~238 302~333, 401F~439 501F~534, 601~604 605~636	3.45	302	267.4	15.1	STPT42
6	134~137, 238~242 333~339, 439~444 534~538, 636~640	3.45	302	267.4	15.1	STPT42
7	138~160, 243~265 340~359, 445~464 539~559, 641~661	3.45	302	318.5	17.4	STPT42

## 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

## 鳥 瞰 図 MS-C

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
8	201F~201, 301F~302 601F~601, 604~605	3.45	302	267.4	15.1	STPT410

配管の付加質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点
	1N～12, 18～19, 29～33, 45～47
	12～14, 12～29
	14～18
	19～23, 41～45
	23～25
	33～37
	37～41
	47～50
	8100～813F, 8200～823F, 8300～833F, 8400～843F, 8500～853F 8600～863F

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点
	813F, 823F, 833F, 843F, 853F, 863F
	101F, 201F, 301F, 401F, 501F, 601F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 MS-C

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
813F~814				814~815			
815~816				816~817			
814~101F				823F~824			
824~825				825~826			
826~827				824~201F			
833F~834				834~835			
835~836				836~837			
834~301F				843F~844			
844~845				845~846			
846~847				844~401F			
853F~854				854~855			
855~856				856~857			
854~501F				863F~864			
864~865				865~866			
866~867				864~601F			

NT2 補③ V-3-5-2-1-3 R0

弁部の質量

鳥 瞰 図 MS-C

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	814, 824, 834, 844, 854, 864		816, 826, 846, 866
	817, 827, 837, 847, 857, 867		836, 856

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STPT49	302	138	209	—	—
	302	115	173	—	—
STPT42	302	—	—	—	103
STPT410	302	—	—	—	103

4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力は許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管  
設計・建設規格 PPB-3500の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区 分	一次応力評価 (MPa)	
				一次応力  S prm	許容 応力  Min (3Sm, 2Sy)
MS-B	49	TEE	S prm	104	345

計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス3管  
設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一次応力評価(MPa)	
			計算応力	許容応力
			S prm(1)	1.5 S h
MS-B	303	S prm(1)	49	154
MS-C	232	S prm(2)	137	185

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-612 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-6-3-1-2 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
IA-PD-1	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-2	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-3	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-PD-4	既設	無	—	DB-3	DB-3	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-19	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-28	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	1.38	66	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 設計条件	6
3.2 材料及び許容応力	7
4. 計算結果	8

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

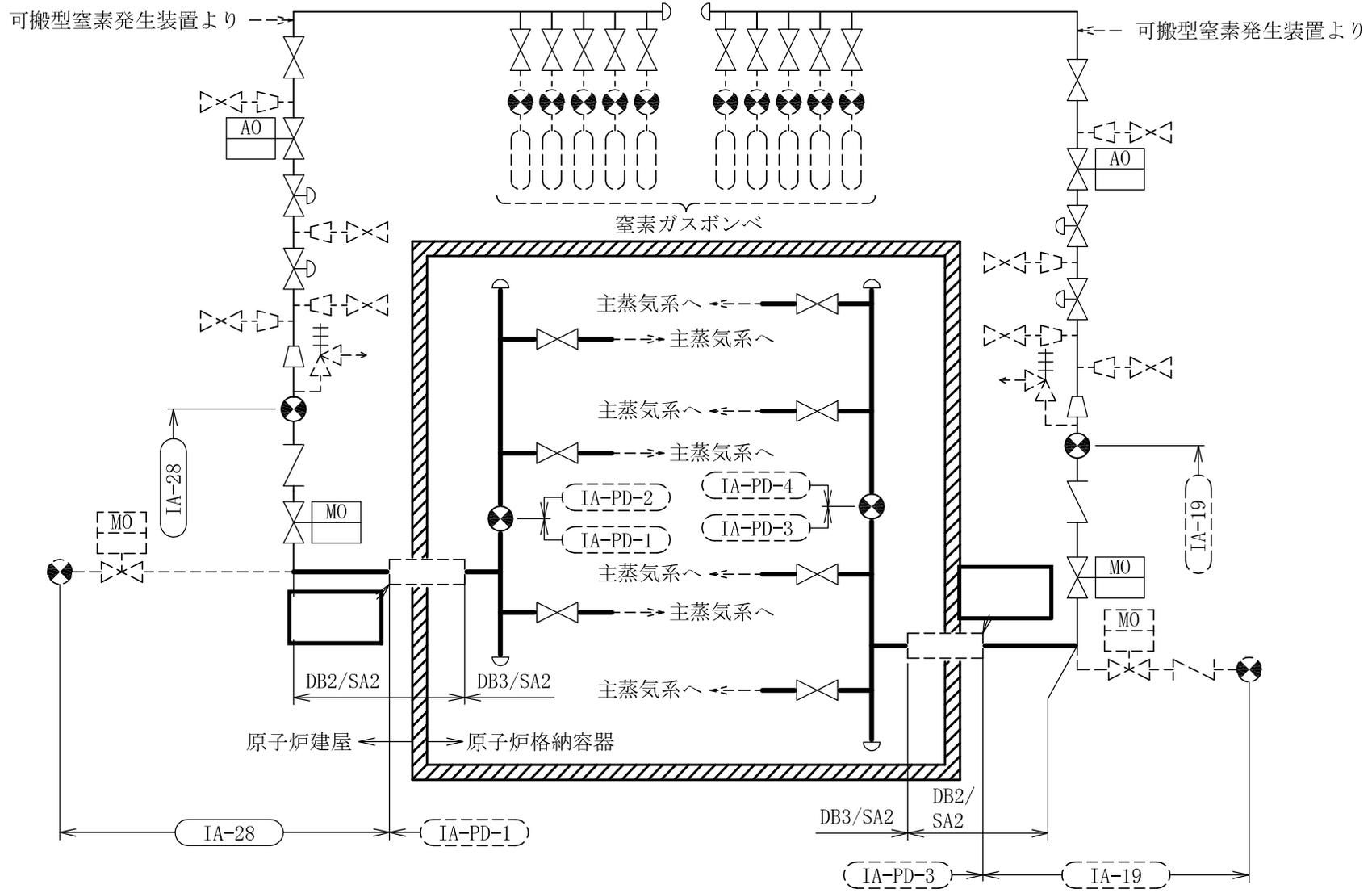
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス1管 クラス2管 クラス3管 クラス4管 重大事故等クラス2管 重大事故等クラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス1管 重大事故等クラス2管であってクラス2管 重大事故等クラス2管であってクラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス4管

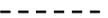
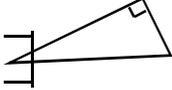
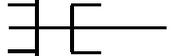
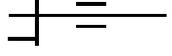
NT2 補③ V-3-6-3-1-2 R0



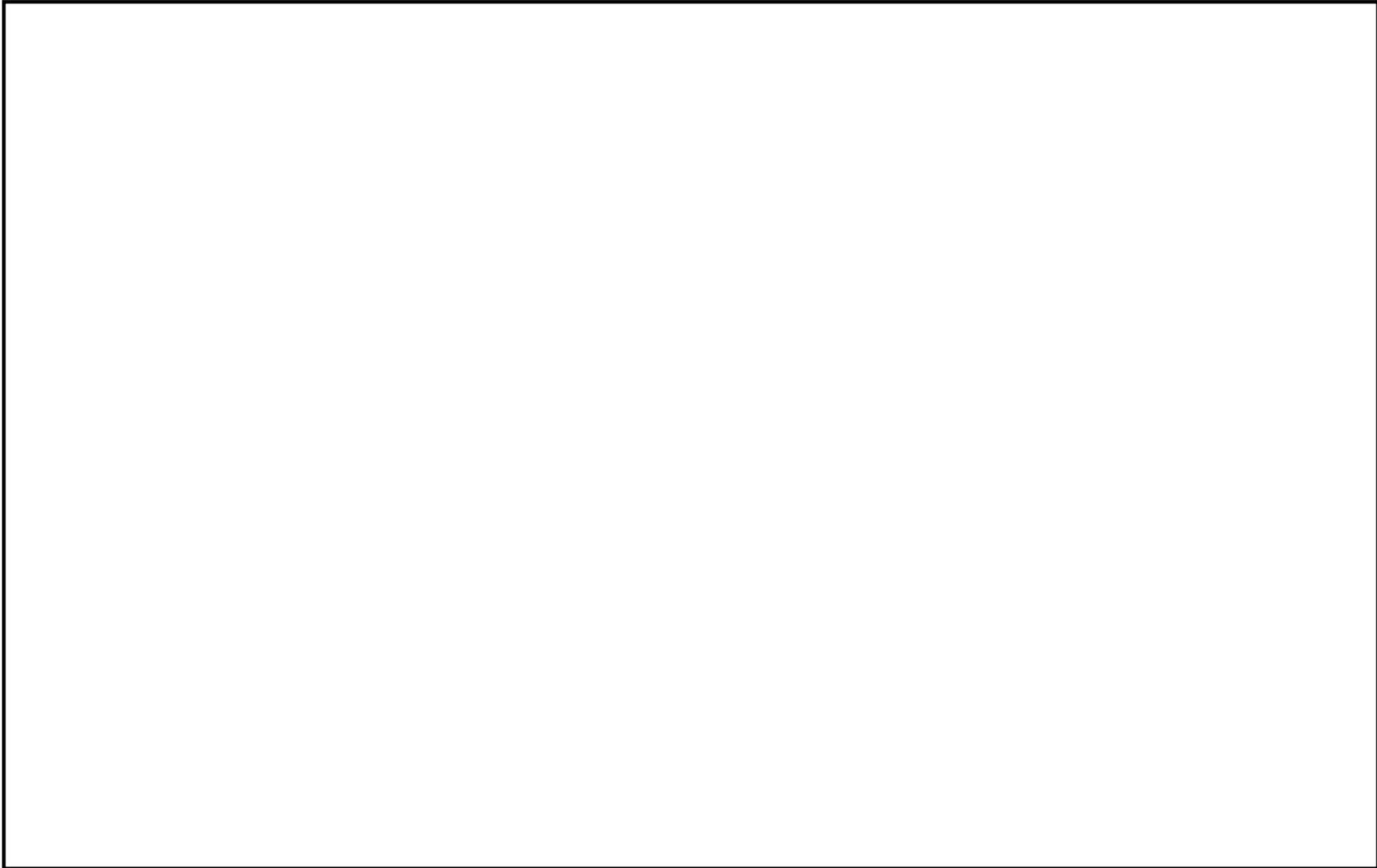
窒素供給系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

5



## 3. 計算条件

## 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 IA-28

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	11~26W	2.28	171	60.5	3.9	SUS304TP

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SUS304TP	171	—	—	—	113

## 4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2管及びクラス3管  
設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一次応力評価(MPa)	
			計算応力	許容応力
			S prm(1)	1.5 S h
IA-28	14W	S prm(1)	38	169
IA-28	14W	S prm(2)	40	203

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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	TK-1-1352 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## 工事計画に係る補足説明資料

補足-500-1 【計算機プログラム（解析コード）の概要に係る

補足説明資料】

[V-5-47 計算機プログラム（解析コード）MSAP(配管)]

平成30年6月

日本原子力発電株式会社

## 1. 概要

本資料は、今回申請における添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」において説明している解析コードについて、補足して説明するものである。

## 2. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	資料名	補足説明内容	備考
1	解析コードリスト（耐震・強度以外）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」、添付書類V-3「強度に関する説明書」以外の添付書類において使用した解析コードの補足説明	
2	解析コードリスト（耐震）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
3	解析コードリスト（強度）	添付書類V-3「強度に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
4	工事の計画*において使用された解析コードとのバージョンの差分について	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用された解析コードとバージョンが異なる解析コードの補足説明	
5	工事の計画*において使用実績のない解析コードリスト	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用実績のない解析コードの補足説明	
6	補足説明資料において使用している解析コードリスト	補足説明資料において使用した解析コードの補足説明	

\*：他プラントを含む。また、自プラントについては工事計画認可及び工事計画届出とする。

2. 解析コードリスト (耐震) (1/1)

No.	解析コード名	製造元	使用したバージョン	最新バージョン	対象設備	使用目的	使用実績 (先行プラント含む)						関連添付書類			備考		
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備	使用目的	原子力産業界 一般産業界	目録番号		分類	目録名称
244	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			代替燃料プール冷却系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-4-3-3-3	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
245	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			高圧代替注水系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-5-5-4-2	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
246	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			代替循環冷却系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-5-5-6-2	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
247	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			非常用逃がし安全弁駆動系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-6-6-3-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
248	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			中央制御室待避室	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-8-3-2-1	機器・配管系	中央制御室待避室空気ポンベユニット配管の耐震性についての計算書	
249	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			第二弁操作室	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-8-3-4-1	機器・配管系	第二弁操作室空気ポンベユニット配管の耐震性についての計算書	
250	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			代替循環冷却系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-9-4-3-3-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
251	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			窒素ガス代替注入系主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-9-5-6-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
252	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			非常用ディーゼル発電装置主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-10-1-2-9	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
253	MSAP(配管)	三菱重工業株式会社			高圧炉系ディスプレイ系ディーゼル発電装置主配管	3次元有限要素法(はり要素)による固有値解析, 地震応答解析, 応力算出	○							○	V-2-10-1-3-8	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	

3. 解析コードリスト (強度) (1/1)

No.	解析コード	製造元	使用した バージョン	最新 バージョン	対象設備	使用目的	使用実績 (先行プラント含む)							関連添付書類		備考	
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書 類	バージョン	対象設備	使用目的	原子力産業界 一般産業界	目録番 号		目録名称
70	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			代替燃料プール冷却系主 配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-4- 2-3-4	管の応力計算書	
71	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			高压代替注水系主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-5- 4-4-3	管の応力計算書	
72	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			代替循環冷却系主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-5- 4-6-3	管の応力計算書	
73	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			非常用逃がし安全弁駆動系 主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-6- 3-3-3	管の応力計算書	
74	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			中央制御室待避室	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-8- 1-2-3	管の応力計算書	
75	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			第二弁操作室	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-8- 1-4-3	管の応力計算書	
76	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			代替循環冷却系主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-9- 2-2-3-2	管の応力計算書	
77	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			窒素ガス代替注入系主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3-9- 2-3-3-2	管の応力計算書	
78	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			非常用ディーゼル発電装置 主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3- 10-1-1- 1-5	管の応力計算書	
79	MSAP(配 管)	三菱重工株 式会社			高压炉心スプレイ系ディー ゼル発電装置主配管	3次元有限要素法(はり 要素)による構造解析, 応 力算出	○							○	V-3- 10-1-1- 2-5	管の応力計算書	

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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-858 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-5-47 計算機プログラム（解析コード）の概要  
・MSAP（配管）

## 目次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3

## 1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（解析コード）MSAP（配管）について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-4-3-3-3	管の耐震性についての計算書	
V-2-5-5-4-2	管の耐震性についての計算書	
V-2-5-5-6-2	管の耐震性についての計算書	
V-2-6-6-3-1	管の耐震性についての計算書	
V-2-8-3-2-1	中央制御室待避室空気ポンプユニット配管の耐震性についての計算書	
V-2-8-3-4-1	第二弁操作室空気ポンプユニット配管の耐震性についての計算書	
V-2-9-4-3-3-1	管の耐震性についての計算書	
V-2-9-5-6-1	管の耐震性についての計算書	
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	
V-3-4-2-3-4	管の応力計算書	
V-3-5-4-4-3	管の応力計算書	
V-3-5-4-6-3	管の応力計算書	
V-3-6-3-3-3	管の応力計算書	
V-3-8-1-2-3	管の応力計算書	
V-3-8-1-4-3	管の応力計算書	
V-3-9-2-2-3-2	管の応力計算書	
V-3-9-2-3-3-2	管の応力計算書	
V-3-10-1-1-1-5	管の応力計算書	
V-3-10-1-1-2-5	管の応力計算書	

2. 解析コードの概要

項目	コード名 MSAP (配管)
使用目的	3次元有限要素法 (はり要素) による 固有値解析, 地震応答解析, 構造解析, 応力算出
開発機関	三菱重工業株式会社
開発時期	[ ]
使用したバージョン	[ ]
計算機コードの概要	<p>強度及び耐震計算で使用している解析コードMSAP (配管) は [ ]</p> <p>対話方式による入力及び構造解析の出力データを基に規格基準の算出式に従った評価が可能である。</p> <p>[ ]</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>今回の解析は, 耐震Sクラス, Bクラス, Cクラス (Bクラス, Cクラスは, S<sub>s</sub>機能維持評価), クラス1管, クラス2管, クラス3管の3次元有限要素法 (はり要素) による固有値解析, 地震応答解析, 構造解析, 応力算出である。</p> <p><b>【検証 (Verification)】</b> 本解析コードの検証の内容は, 以下のとおりである。</p> <p>[ ] 開発元より発行されている例題集の中で, モデル要素ごとに静的及び動的解析の例題に対して, 解析結果と理論モデルによる理論解又は他の計算プログラムでの計算結果と概ね一致していることを確認している。また, サンプルモデルに対する固有値解析結果が, 手計算と一致していることを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対話方式により入力されたデータはインプットファイルとして出力され, 入力データと一致していることを確認している。</li> <li>・入力データが正しく構造解析に受け渡されていること, 構造解析データが正しく規格計算に受け渡されていることをそれぞれ確認している。</li> <li>・構造解析結果として出力されたデータを規格基準に従い, 発生応力, 疲労累積係数を算出しており, その過程が理論解を再現できることを確認している。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震動の組合せ処理は、本解析コード内で処理しており、アウトプットファイルと手計算結果が一致することを確認している。</li> <li>・本解析コードの適用制限として使用節点数・要素数があるが、適用範囲内であることを確認している。</li> <li>・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</li> </ul> <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ J E A G 4 6 0 1-1987 6.5.2項の加圧水型原子力発電設備における1次冷却ループの多質点3次元はりモデルによる解析の妥当性確認として、</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%; margin: 10px 0;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上記妥当性確認を行ったのは加圧水型原子力発電設備における1次冷却ループの3次元はりモデルであるが、1次冷却ループに含まれる1次冷却材管は今回解析する配管と幾何学的に類似しており、同様の3次元はりモデルを用いてモデル化している。</li> <li>・ 今回の工事計画認可申請で行う3次元有限要素法（はり要素）による固有値解析，地震応答解析，構造解析，応力算出の用途，適用範囲が，上述の妥当性確認範囲内にあることを確認している。</li> </ul>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

資料番号	TK-1-1344 改0
提出年月日	2018年6月29日

## 工事計画に係る補足説明資料

補足-500-1 【計算機プログラム（解析コード）の概要に係る  
補足説明資料】

[V-5-35 計算機プログラム（解析コード）AutoPIPE]

平成30年6月

日本原子力発電株式会社

## 1. 概要

本資料は、今回申請における添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」において説明している解析コードについて、補足して説明するものである。

## 2. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	資料名	補足説明内容	備考
1	解析コードリスト（耐震・強度以外）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」、添付書類V-3「強度に関する説明書」以外の添付書類において使用した解析コードの補足説明	
2	解析コードリスト（耐震）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
3	解析コードリスト（強度）	添付書類V-3「強度に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
4	工事の計画*において使用された解析コードとのバージョンの差分について	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用された解析コードとバージョンが異なる解析コードの補足説明	
5	工事の計画*において使用実績のない解析コードリスト	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用実績のない解析コードの補足説明	
6	補足説明資料において使用している解析コードリスト	補足説明資料において使用した解析コードの補足説明	

\*：他プラントを含む。また、自プラントについては工事計画認可及び工事計画届出とする。

2. 解析コードリスト (耐震) (1/1)

No.	解析コード名	製造元	使用したバージョン	最新バージョン	対象設備	使用目的	使用実績 (先行プラント含む)						関連添付書類			備考		
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備	使用目的	原子力産業界 一般産業界	目録番号		分類	目録名称
追加	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	09.04.00.19	10.01.00.08 (注1)	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-10-1-2-9	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	09.04.00.19	10.01.00.08 (注1)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-10-1-3-8	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	09.04.00.19	10.01.00.08 (注1)	常設代替高圧電源装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-10-1-4-6	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
192	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	09.04.00.19	10.01.00.08 (注1)	消火ガス系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-別添1-6	火災防護	供給配管の耐震計算書	
194	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	代替燃料プール注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-4-3-2-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
195	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	低圧代替注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-5-5-5-2	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	残留熱除去系海水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-5-7-1-3	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
196	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	代替格納容器スプレイ冷却系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-9-4-3-2-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
197	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	格納容器下部注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-9-4-3-4-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	窒素ガス代替注入系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-9-5-6-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
198	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	格納容器圧力逃がし装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-9-7-1-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
199	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-10-1-2-9	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
200	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-10-1-3-8	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
193	AutoPIPE	株式会社ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08 (注1)	消火水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○							○	V-2-別添1-6	火災防護	供給配管の耐震計算書	

注1：最新バージョンへの改訂において、計算結果に大きな影響を与える不具合に伴う改訂が行われていないことを確認した。

3. 解析コードリスト (強度) (1/1)

No.	解析コード	製造元	使用したバージョン	最新バージョン	対象設備	使用目的	使用実績 (先行プラント含む)						関連添付書類		備考		
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備	使用目的	原子力産業界 一般産業界		目録番号	目録名称
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	代替燃料プール注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-4-2-2-2	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	低圧代替注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-5-4-5-5	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	残留熱除去系海水系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-5-6-1-4	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	代替格納容器スプレイ冷却系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-9-2-2-2-2	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	格納容器下部注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-9-2-2-4-2	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	窒素ガス代替注入系主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-9-2-3-3-2	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	格納容器圧力逃がし装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-9-2-5-1-2	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-10-1-1-1-5	管の応力計算書	
追加	AutoPIPE	㈱ベントレー・システムズ	(+XM Edition) 09.00.00.09	10.01.00.08(注1)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-3-10-1-1-2-5	管の応力計算書	

注1：最新バージョンへの改訂において、計算結果に大きな影響を与える不具合に伴う改訂が行われていないことを確認した。

4. 工事の計画において使用された解析コードとのバージョンの差分について (1/1)

No.	関連目録番号	解析コード名	製造元	使用したバージョン	対象設備	使用目的	使用実績(先行プラント含む)						バージョン差分内容
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備	
震-194	V-2-4-3-2-1				代替燃料プール注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による, 固有値解析及び応力解析	○						
震-195	V-2-5-5-5-2				低圧代替注水系主配管		○						
震-追加	V-2-5-7-1-3				残留熱除去系海水系主配管		○						
震-196	V-2-9-4-3-2-1				代替格納容器スプレイ冷却系主配管		○						
震-197	V-2-9-4-3-4-1				格納容器下部注水系主配管		○						
震-追加	V-2-9-5-6-1				窒素ガス代替注入系主配管		○						
震-198	V-2-9-7-1-1				格納容器圧力逃がし装置主配管		○						
震-199	V-2-10-1-2-9				非常用ディーゼル発電装置主配管		○						
震-200	V-2-10-1-3-8				高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管		○						
震-193	V-2-別添1-6				消火水系主配管		○						
強-追加	V-3-4-2-2-2				AutoPIPE		(株)ベントレー・システムズ						
強-追加	V-3-5-4-5-5	低圧代替注水系主配管	○										
強-追加	V-3-5-6-1-4	残留熱除去系海水系主配管	○										
強-追加	V-3-9-2-2-2-2	代替格納容器スプレイ冷却系主配管	○										
強-追加	V-3-9-2-2-4-2	格納容器下部注水系主配管	○										
強-追加	V-3-9-2-3-3-2	窒素ガス代替注入系主配管	○										
強-追加	V-3-9-2-5-1-2	格納容器圧力逃がし装置主配管	○										
強-追加	V-3-10-1-1-1-5	非常用ディーゼル発電装置主配管	○										
強-追加	V-3-10-1-1-2-5	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管	○										

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

資料番号	TK-1-1345 改0
提出年月日	2018年6月29日

## 工事計画に係る補足説明資料

補足-500-1 【計算機プログラム（解析コード）の概要に係る  
補足説明資料】

[V-5-36 計算機プログラム（解析コード） STAAD.Pro]

平成30年6月

日本原子力発電株式会社

## 1. 概要

本資料は、今回申請における添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」において説明している解析コードについて、補足して説明するものである。

## 2. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	資料名	補足説明内容	備考
1	解析コードリスト（耐震・強度以外）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」、添付書類V-3「強度に関する説明書」以外の添付書類において使用した解析コードの補足説明	
2	解析コードリスト（耐震）	添付書類V-2「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
3	解析コードリスト（強度）	添付書類V-3「強度に関する説明書」において使用した解析コードの補足説明	
4	工事の計画*において使用された解析コードとのバージョンの差分について	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用された解析コードとバージョンが異なる解析コードの補足説明	
5	工事の計画*において使用実績のない解析コードリスト	今回申請において使用した解析コードのうち工事の計画*において使用実績のない解析コードの補足説明	
6	補足説明資料において使用している解析コードリスト	補足説明資料において使用した解析コードの補足説明	

\*：他プラントを含む。また、自プラントについては工事計画認可及び工事計画届出とする。

2. 解析コードリスト (耐震) (1/1)

No.	解析コード名	製造元	使用したバージョン	最新バージョン	対象設備	使用目的	使用実績 (先行プラント含む)						関連添付書類			備考		
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備	使用目的	原子力産業界 一般産業界	目録番号		分類	目録名称
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	20.07.11.50	20.07.18.82 (注1)	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-2-10-1-2-9	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	20.07.11.50	20.07.18.82 (注1)	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-2-10-1-3-8	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	20.07.11.50	20.07.18.82 (注1)	常設代替高圧電源装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-2-10-1-4-6	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
201	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	20.07.11.50	20.07.18.82 (注1)	火災防護設備	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○							○	V-2-別添 1-6	火災防護	供給配管の耐震計算書	
203	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	代替燃料プール注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-4-3-2-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
204	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	低圧代替注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-5-5-5-2	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	残留熱除去系海水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-5-7-1-3	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
205	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	代替格納容器スプレィ冷却系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-9-4-3-2-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
206	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	格納容器下部注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-9-4-3-4-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	窒素ガス代替注入系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-9-5-6-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
207	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	格納容器圧力逃がし装置主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-9-7-1-1	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-10-1-2-9	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
追加	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-10-1-3-8	機器・配管系	管の耐震性についての計算書	
202	STAAD.Pro	株式会社ベントレー・システムズ	(V8i) 20.07.10.65	20.07.18.82 (注1)	消火水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○							○	V-2-別添 1-6	火災防護	供給配管の耐震計算書	

注1：最新バージョンへの改訂において、計算結果に大きな影響を与える不具合に伴う改訂が行われていないことを確認した。

4. 工事の計画において使用された解析コードとのバージョンの差分について (1/1)

No.	関連目録番号	解析コード名	製造元	使用したバージョン	対象設備	使用目的	使用実績(先行プラント含む)						バージョン差分内容			
							実績	プラント名	対象工認件名	添付書類	バージョン	対象設備		使用目的		
震-追加	V-2-10-1-2-9	STAAD.Pro	(株)ベントレーシステムズ	20.07.11.50	非常用ディーゼル発電装置主配管	有限要素法(はりモデル)による応力解析	○									
震-追加	V-2-10-1-3-8				高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管		○									
震-追加	V-2-10-1-4-6				常設代替高圧電源装置主配管		○									
震-201	V-2-別添1-6				火災防護設備		○									
震-203	V-2-4-3-2-1	STAAD.Pro	(株)ベントレーシステムズ	(V8i) 20.07.10.65	代替燃料プール注水系主配管	有限要素法(はりモデル)による静的解析	○									
震-204	V-2-5-5-5-2				低圧代替注水系主配管		○									
震-追加	V-2-5-7-1-3				残留熱除去系海水系主配管		○									
震-205	V-2-9-4-3-2-1				代替格納容器スプレイ冷却系主配管		○									
震-206	V-2-9-4-3-4-1				格納容器下部注水系主配管		○									
震-追加	V-2-9-5-6-1				窒素ガス代替注入系主配管		○									
震-207	V-2-9-7-1-1				格納容器圧力逃がし装置主配管		○									
震-追加	V-2-10-1-2-9				非常用ディーゼル発電装置主配管		○									
震-追加	V-2-10-1-3-8				高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置主配管		○									
震-202	V-2-別添1-6				消火水系主配管		○									
バージョンアップに伴う変更点は、機能の追加【新OSへの対応、地層数の上限変更等】に関するものであり、今回の解析結果に影響を及ぼさない。																
バージョンアップに伴う変更点は、今回の解析に使用していない機能の操作性の向上やバグ対応に関するものであり、今回の解析結果に影響を及ぼさない。																

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-848 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-7-1-1-6 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-3-2-7 クラス3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(機器ドレン処理系)

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	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.42	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
2	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.42	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3

・評価条件整理表(床ドレン処理系)

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	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.42	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
2	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.42	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
3	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.03	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3

・適用規格の選定（機器ドレン処理系）

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	—	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

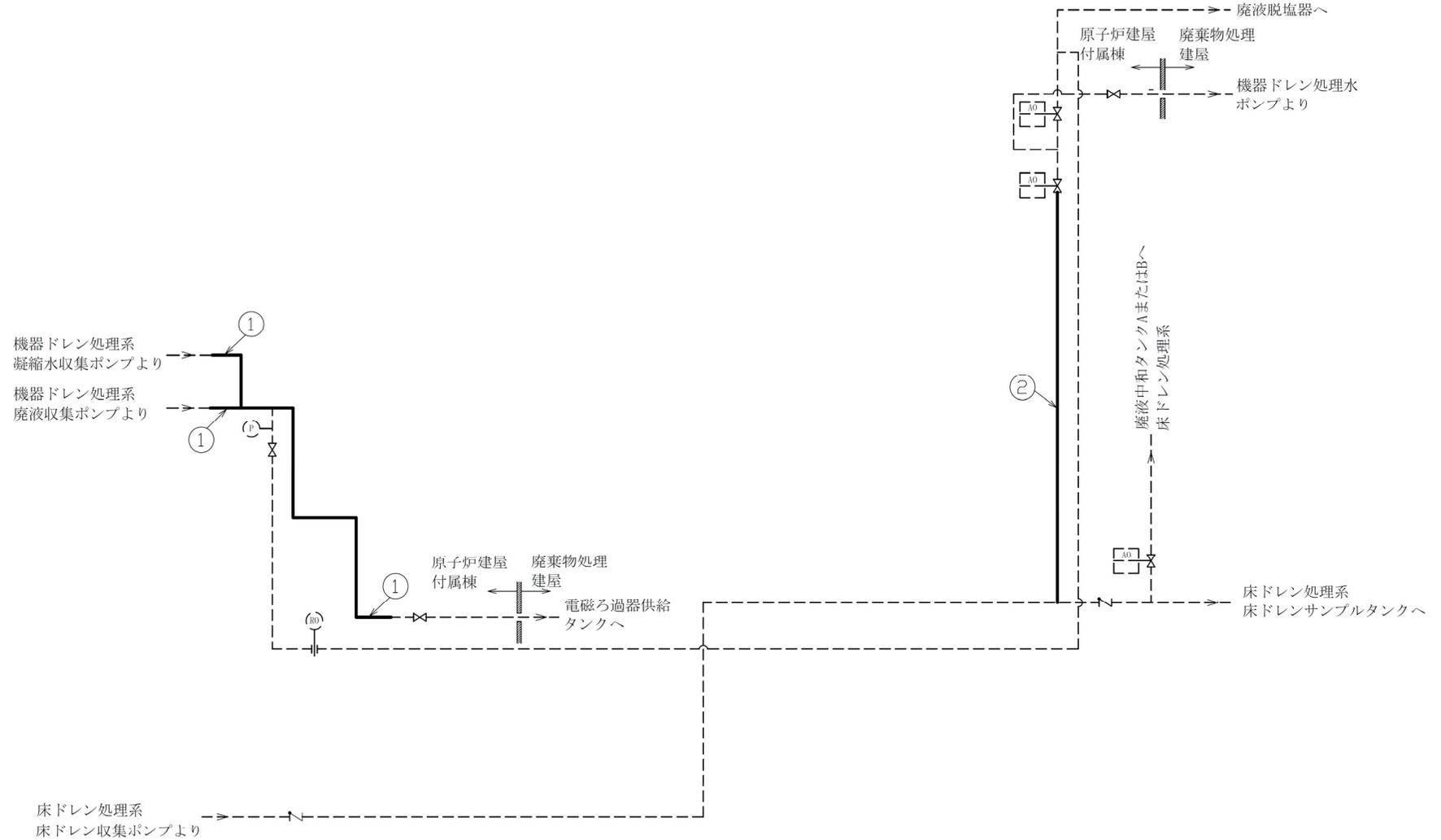
・適用規格の選定（床ドレン処理系）

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	—	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	—	設計・建設規格

## 目次

1.	機器ドレン処理系	
1.1	概略系統図	1
1.2	管の強度計算書	2
2.	床ドレン処理系	
2.1	概略系統図(その1)	3
2.2	概略系統図(その2)	4
2.3	管の強度計算書	5

1.1 概略系統図



機器ドレン処理系概略系統図

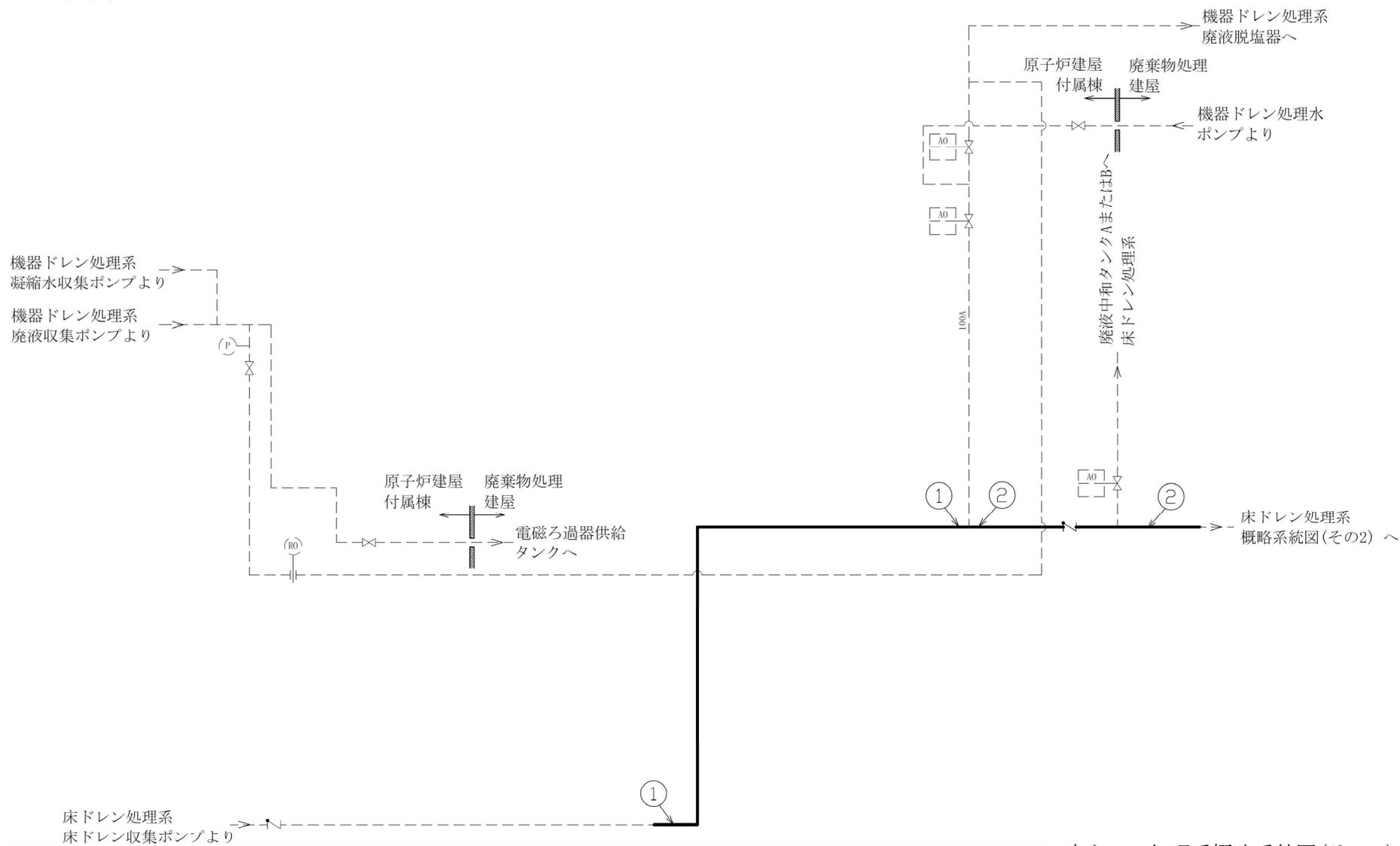
1.2 管の強度計算書（クラス3管）機器ドレン処理系

設計・建設規格PPD-3411準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高 使用温度 (°C)	外径 D。 (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	$t_s$ (mm)	t (mm)	算 式	$t_r$ (mm)
1	1.42	65	114.30	6.00	STPT410	S	3	103	1.00			0.79	C	3.40
2	1.42	65	114.30	4.00	SUS304TP	S	3	126	1.00			0.65	A	0.65

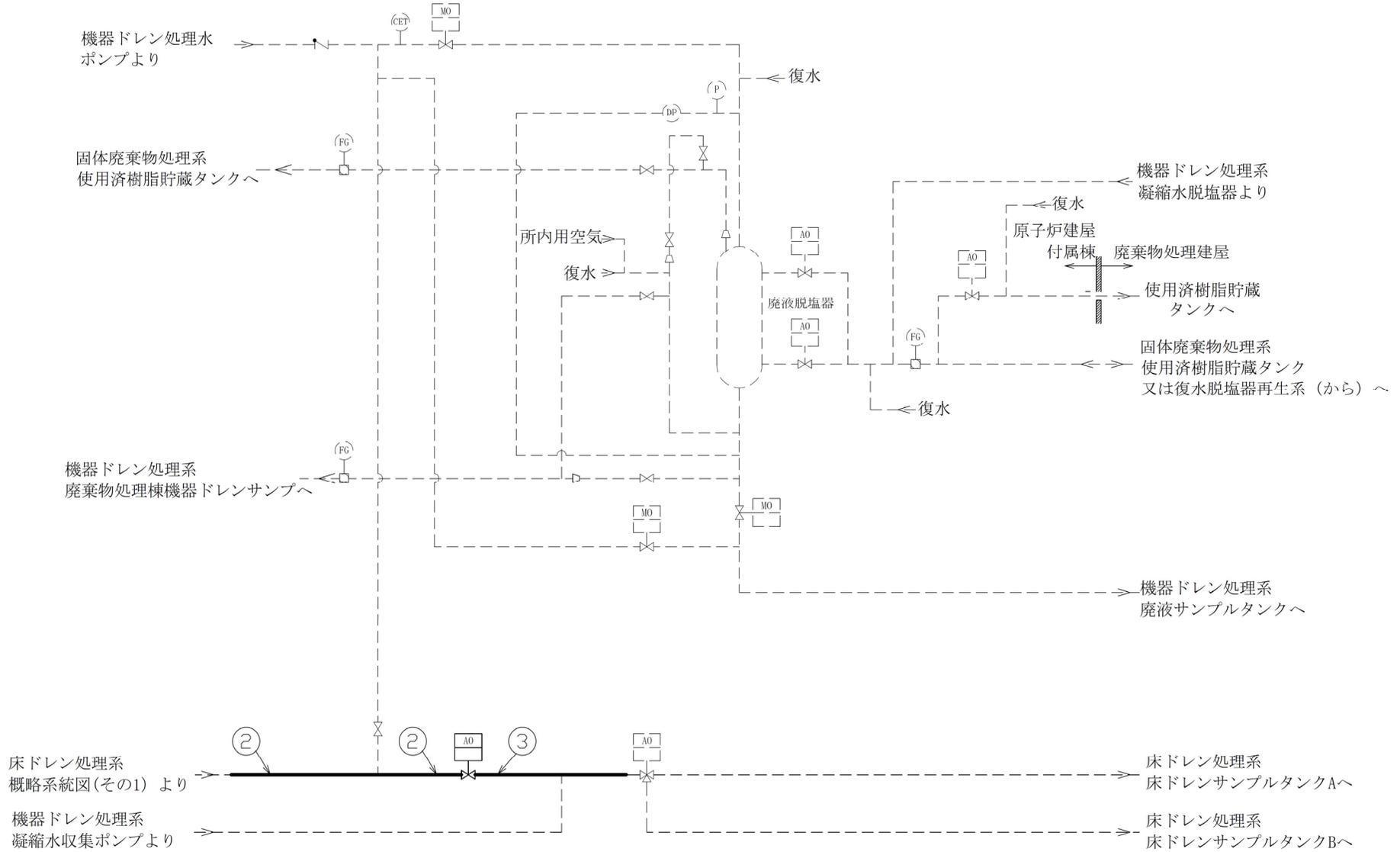
評価：  $t_s \geq t_r$ ， よって十分である。

2.1 概略系統図



床ドレン処理系概略系統図(その1)

2.2 概略系統図



床ドレン処理系概略系統図(その2)

3. 管の強度計算書（クラス3管）床ドレン処理系

設計・建設規格PPD-3411準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高 使用温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	1.42	65	114.30	6.00	STPT410	S	3	103	1.00			0.79	C	3.40
2	1.42	65	114.30	4.00	SUS304TP	S	3	126	1.00			0.65	A	0.65
3	1.03	65	114.30	6.00	STPT410	S	3	103	1.00			0.57	C	3.40

評価：  $t_s \geq t_r$ 、よって十分である。

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-849 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-7-1-1-8 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-3-2-7 クラス3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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.96	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
2	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.03	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
3	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.03	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
4	新設	—	—	DB-3	DB-3	—	—	1.03	65	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3

・適用規格の選定

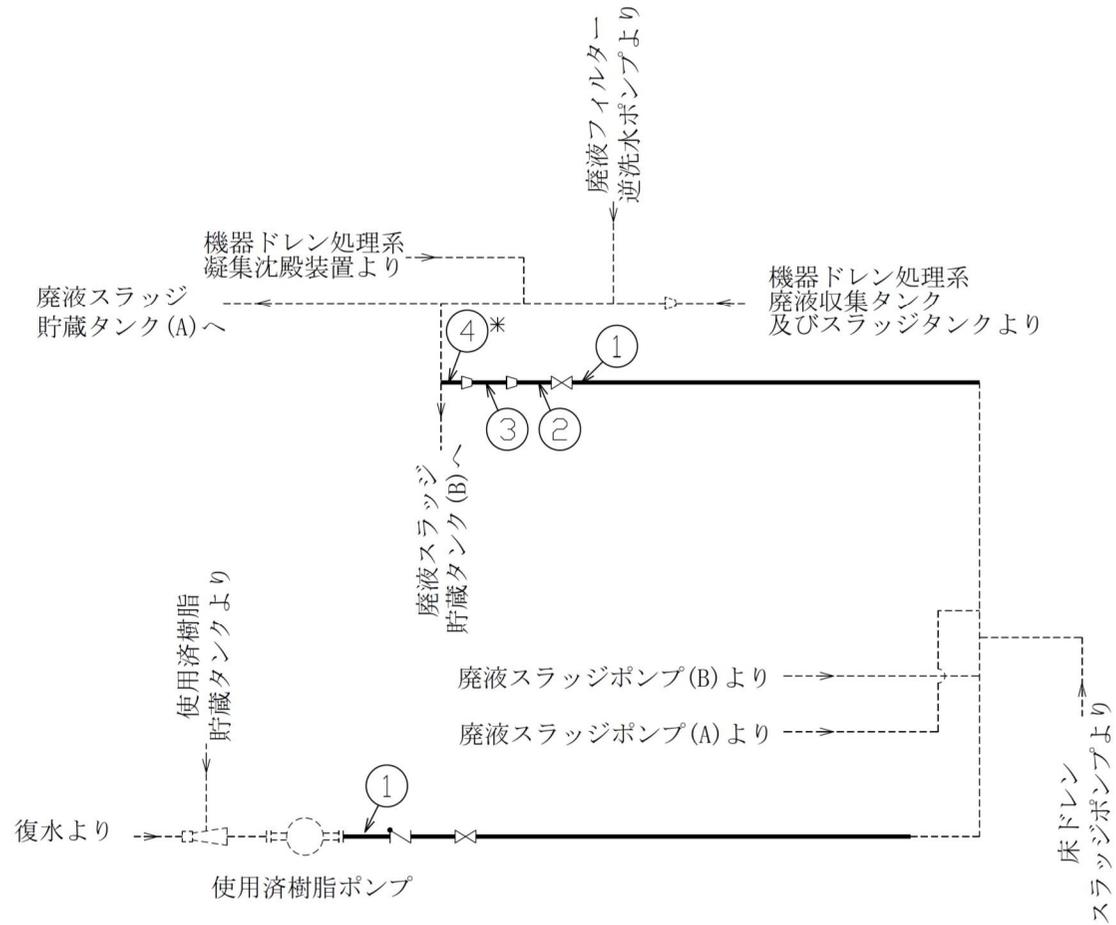
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

## 目次

1.1	概略系統図	1
1.2	概略系統図	2
2.	管の強度計算書	3

R0

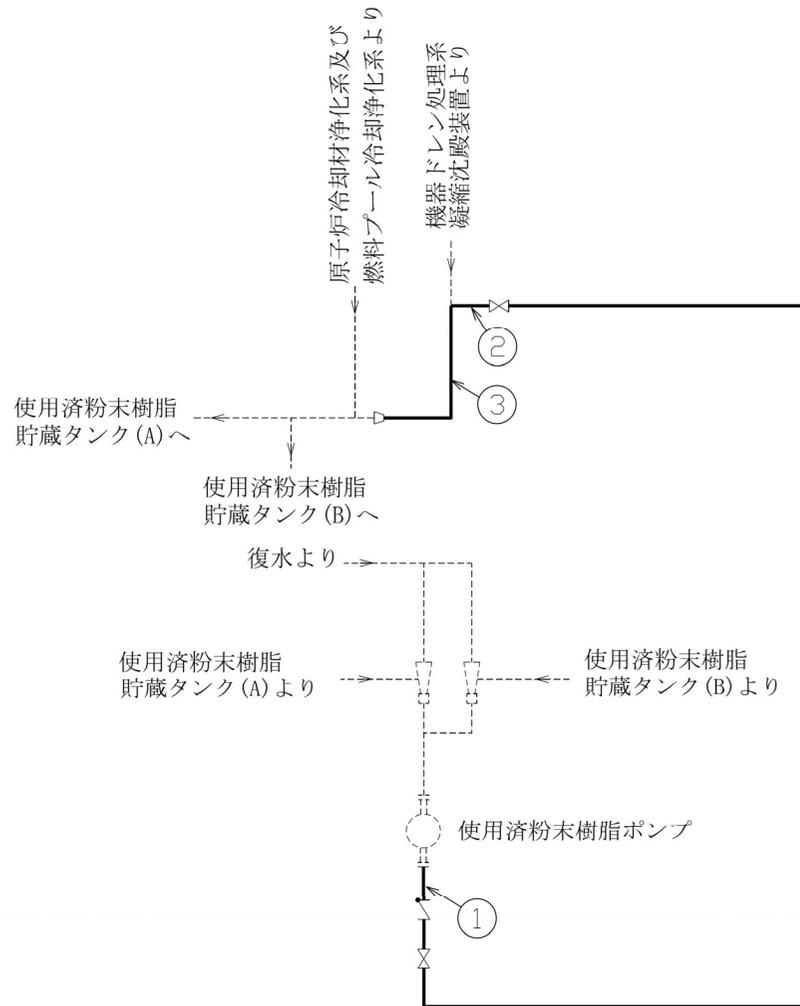
1.1 概略系統図



注記 \* : 管継手

固体廃棄物処理系概略系統図

1.2 概略系統図



固体廃棄物処理系概略系統図

2. 管の強度計算書 (クラス 3 管)

設計・建設規格PPD-3411準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	1.96	65	34.00	4.50	STPT410	S	3	103	1.00		0.33	C	1.70	
2	1.03	65	34.00	4.50	STPT410	S	3	103	1.00		0.17	C	1.70	
3	1.03	65	60.50	5.50	STPT410	S	3	103	1.00		0.31	C	2.40	
4	1.03	65	89.10	5.50	STPT410	S	3	103	1.00		0.45	C	3.00	

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>, よって十分である。

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-783 改0
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-9-2-5-1-4 フィルタ装置の強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定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

機器名	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
フィルタ装置	新規	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.62	200	—	—	設計・ 建設規格	—	SA-2

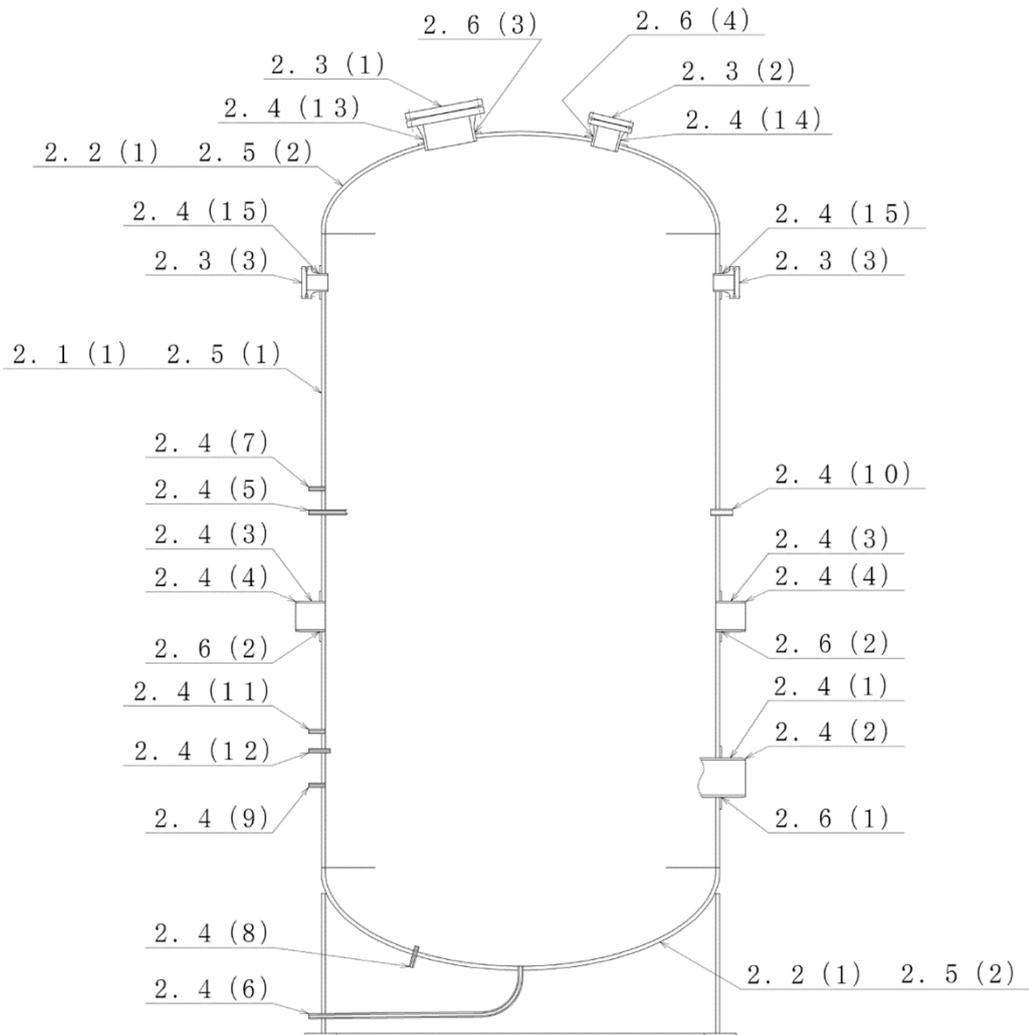
## 目 次

1. 計算条件	1
1.1 計算部位	1
1.2 設計条件	1
2. 強度計算	2
2.1 容器の胴の厚さの計算	2
2.2 容器の鏡板の厚さの計算	3
2.3 容器の平板の厚さの計算	4
2.4 容器の管台の厚さの計算	7
2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算	22
2.6 容器の穴の補強計算	24

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

1.2 設計条件

最高使用圧力 (MPa)	0.62
最高使用温度 (°C)	200

2. 強度計算

2.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

胴板名称	(1) 胴板		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
胴の内径	D <sub>i</sub>	(mm)	4600.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	突合せ両側溶接		
放射線検査の有無	有り		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.50
必要厚さ	t <sub>2</sub>	(mm)	13.38
t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値	t	(mm)	13.38
呼び厚さ	t <sub>so</sub>	(mm)	30.00
最小厚さ	t <sub>s</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価: $t_s \geq t$ , よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

2.2 容器の鏡板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3210

鏡板の形状

鏡板名称		(1) 鏡板
鏡板の内面における長径	$D_{iL}$ (mm)	4600.00
鏡板の内面における短径の1/2	$h$ (mm)	1150.00
長径と短径の比	$D_{iL} / (2 \cdot h)$	2.00
評価： $D_{iL} / (2 \cdot h) \leq 2$ , よって半だ円形鏡板である。		

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3220

鏡板の厚さ

鏡板名称		(1) 鏡板
材料		SUS316L
最高使用圧力	$P$ (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
胴の内径	$D_i$ (mm)	4600.00
半だ円形鏡板の形状による係数	$K$	1.00
許容引張応力	$S$ (MPa)	107
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		有り
必要厚さ	$t_1$ (mm)	13.38
必要厚さ	$t_2$ (mm)	13.34
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	13.38
呼び厚さ	$t_{co}$ (mm)	30.00
最小厚さ	$t_c$ (mm)	<input type="text"/>
評価： $t_c \geq t$ , よって十分である。		

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

2.3 容器の平板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(1) マンホール平板
平板の取付け方法	(m)
平板の穴の有無	無し

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3310

(J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

平板の厚さ

平板名称	(1) マンホール平板		
平板材料	SUSF316L		
ボルト材料	SNB7 (直径63mm超え100mm以下)		
ガスケット材料	渦巻形金属ガスケット(非石綿)(ステンレス鋼)		
ガスケット厚さ	(mm)	4.5	
ガスケット座面の形状	1a-II		
最高使用圧力	P (MPa)	0.62	
最高使用温度	(°C)	200	
平板の許容引張応力	S (MPa)	107	
ボルトの許容引張応力	常温(ガスケット締付時)(20°C)	S <sub>a</sub> (MPa)	161
	最高使用温度(使用状態)	S <sub>b</sub> (MPa)	161
ボルト中心円の直径	C (mm)	812.80	
ボルト呼び	M42×3		
ボルト本数	n	24	
ボルト谷径	d <sub>b</sub> (mm)	38.752	
実際のボルト総有効断面積	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	2,831×10 <sup>4</sup>	
ガスケット接触面の外径	G <sub>s</sub> (mm)	685.80	
ガスケット接触面の幅	N (mm)	28.55	
ガスケット係数	m	3.00	
最小設計締付圧力	y (N/mm <sup>2</sup> )	68.9	
ガスケット座の基本幅	b <sub>o</sub> (mm)	14.28	
ガスケット座の有効幅	b (mm)	9.52	
平板の径(ガスケット有効径)	d = G (mm)	666.76	
内圧による全荷重	W = H (N)	2.165×10 <sup>5</sup>	
使用状態での最小ボルト荷重	W <sub>m1</sub> (N)	2.907×10 <sup>5</sup>	
ガスケット締付最小ボルト荷重	W <sub>m2</sub> (N)	1.374×10 <sup>6</sup>	
ボルトの所要総有効断面積	使用状態	A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )	1.805×10 <sup>3</sup>
	ガスケット締付時	A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )	8.535×10 <sup>3</sup>
	いずれか大きい値	A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )	8.535×10 <sup>3</sup>
ボルト荷重	使用状態	W <sub>o</sub> (N)	2.907×10 <sup>5</sup>
	ガスケット締付時	W <sub>g</sub> (N)	2.966×10 <sup>6</sup>
	いずれか大きい値	F (N)	2.966×10 <sup>6</sup>
モーメントアーム	h <sub>g</sub> (mm)	73.02	
取付け方法による係数	K	1.70	
必要厚さ	t (mm)	66.19	
呼び厚さ	t <sub>p o</sub> (mm)	83.20	
最小厚さ	t <sub>p</sub> (mm)		
評価: t <sub>p</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の平板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(2) 換気口平板
平板の取付け方法	(m)
平板の穴の有無	無し

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3310

(J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

平板の厚さ

平板名称	(2) 換気口平板	
平板材料	SUSF316L	
ボルト材料	SNB7 (直径63mm以下)	
ガスケット材料	渦巻形金属ガスケット(非石綿)(ステンレス鋼)	
ガスケット厚さ	(mm)	4.5
ガスケット座面の形状	1a-II	
最高使用圧力	P (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
平板の許容引張応力	S (MPa)	107
ボルトの許容引張応力	常温(ガスケット締付時)(20°C)	S <sub>a</sub> (MPa) 173
	最高使用温度(使用状態)	S <sub>b</sub> (MPa) 173
ボルト中心円の直径	C (mm)	450.90
ボルト呼び	M30×3	
ボルト本数	n	16
ボルト谷径	d <sub>b</sub> (mm)	26.752
実際のボルト総有効断面積	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	8.993×10 <sup>3</sup>
ガスケット接触面の外径	G <sub>s</sub> (mm)	374.70
ガスケット接触面の幅	N (mm)	23.75
ガスケット係数	m	3.00
最小設計締付圧力	y (N/mm <sup>2</sup> )	68.9
ガスケット座の基本幅	b <sub>o</sub> (mm)	11.88
ガスケット座の有効幅	b (mm)	8.68
平板の径(ガスケット有効径)	d = G (mm)	357.33
内圧による全荷重	W = H (N)	6.218×10 <sup>4</sup>
使用状態での最小ボルト荷重	W <sub>m1</sub> (N)	9.844×10 <sup>4</sup>
ガスケット締付最小ボルト荷重	W <sub>m2</sub> (N)	6.717×10 <sup>5</sup>
ボルトの所要総有効断面積	使用状態	A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> ) 569.0
	ガスケット締付時	A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> ) 3.883×10 <sup>3</sup>
	いずれか大きい値	A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> ) 3.883×10 <sup>3</sup>
ボルト荷重	使用状態	W <sub>o</sub> (N) 9.844×10 <sup>4</sup>
	ガスケット締付時	W <sub>g</sub> (N) 1.114×10 <sup>6</sup>
	いずれか大きい値	F (N) 1.114×10 <sup>6</sup>
モーメントアーム	h <sub>g</sub> (mm)	46.78
取付け方法による係数	K	2.55
必要厚さ	t (mm)	43.40
呼び厚さ	t <sub>p o</sub> (mm)	64.10
最小厚さ	t <sub>p</sub> (mm)	
評価: t <sub>p</sub> ≥ t, よって十分である。		

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の平板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(3) モレキュラシーブ採取口平板
平板の取付け方法	(m)
平板の穴の有無	無し

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3310

(J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

平板の厚さ

平板名称	(3) モレキュラシーブ採取口平板		
平板材料	SUSF316L		
ボルト材料	SNB7 (直径63mm以下)		
ガスケット材料	渦巻形金属ガスケット(非石綿)(ステンレス鋼)		
ガスケット厚さ	(mm)	4.5	
ガスケット座面の形状	1a-II		
最高使用圧力	P (MPa)	0.62	
最高使用温度	(°C)	200	
平板の許容引張応力	S (MPa)	107	
ボルトの許容引張応力	常温(ガスケット締付時)(20°C)	S <sub>a</sub> (MPa)	173
	最高使用温度(使用状態)	S <sub>b</sub> (MPa)	173
ボルト中心円の直径	C (mm)	330.20	
ボルト呼び	M24		
ボルト本数	n	12	
ボルト谷径	d <sub>b</sub> (mm)	20.752	
実際のボルト総有効断面積	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	4.059×10 <sup>3</sup>	
ガスケット接触面の外径	G <sub>s</sub> (mm)	263.70	
ガスケット接触面の幅	N (mm)	19.05	
ガスケット係数	m	3.00	
最小設計締付圧力	y (N/mm <sup>2</sup> )	68.9	
ガスケット座の基本幅	b <sub>o</sub> (mm)	9.53	
ガスケット座の有効幅	b (mm)	7.78	
平板の径(ガスケット有効径)	d = G (mm)	248.15	
内圧による全荷重	W = H (N)	2.998×10 <sup>4</sup>	
使用状態での最小ボルト荷重	W <sub>m1</sub> (N)	5.254×10 <sup>4</sup>	
ガスケット締付最小ボルト荷重	W <sub>m2</sub> (N)	4.177×10 <sup>5</sup>	
ボルトの所要総有効断面積	使用状態	A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )	303.7
	ガスケット締付時	A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )	2.415×10 <sup>3</sup>
	いずれか大きい値	A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )	2.415×10 <sup>3</sup>
ボルト荷重	使用状態	W <sub>o</sub> (N)	5.254×10 <sup>4</sup>
	ガスケット締付時	W <sub>g</sub> (N)	5.600×10 <sup>5</sup>
	いずれか大きい値	F (N)	5.600×10 <sup>5</sup>
モーメントアーム	h <sub>g</sub> (mm)	41.03	
取付け方法による係数	K	3.29	
必要厚さ	t (mm)	34.25	
呼び厚さ	t <sub>p o</sub> (mm)	54.70	
最小厚さ	t <sub>p</sub> (mm)		
評価: t <sub>p</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

2.4 容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(1) ベントガス入口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	468.60
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.36
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	1.36
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	20.00
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(2) ベントガス入口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	457.20
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.33
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	1.33
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	14.30
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(3) ベントガス出口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	363.40
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.05
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	1.05
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	15.00
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(4) ベントガス出口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	355.60
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.03
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	1.03
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	11.10
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(5) 補給水入口		
材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	60.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.18
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.18
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	3.90
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称		(6) ドレン
材料		SUS316LTP-S
最高使用圧力	P (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub> (mm)	60.50
許容引張応力	S (MPa)	107
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
必要厚さ	t <sub>1</sub> (mm)	0.18
必要厚さ	t <sub>3</sub> (mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t (mm)	0.18
呼び厚さ	t <sub>no</sub> (mm)	3.90
最小厚さ	t <sub>n</sub> (mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。		

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称		(7) 液位計
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub> (mm)	50.00
許容引張応力	S (MPa)	107
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
必要厚さ	t <sub>1</sub> (mm)	0.15
必要厚さ	t <sub>3</sub> (mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t (mm)	0.15
呼び厚さ	t <sub>no</sub> (mm)	11.15
最小厚さ	t <sub>n</sub> (mm)	<input type="text"/>
評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。		

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(8) 液位計		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	50.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.15
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.15
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	11.15
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(9) 試料採取		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	50.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.15
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.15
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	11.15
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(10) 出口配管ドレン入口		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	80.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.24
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.24
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	15.45
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(11) モレキュラシーブ室ドレン		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	50.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.15
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.15
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	11.15
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(12) モレキュラシーブ室ドレン		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	50.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.15
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.15
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	11.15
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(13) マンホール		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	609.60
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	1.77
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	1.77
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	20.00
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(14) 換気口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	318.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.92
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.92
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	17.40
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(15) モレキュラシーブ採取口		
材料	SUSF316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	216.30
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t <sub>1</sub>	(mm)	0.63
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	0.63
呼び厚さ	t <sub>no</sub>	(mm)	12.70
最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
設計・建設規格 PVC-3150(2)

胴板名称		(1) 胴板
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
胴の外径	D (mm)	4660.00
許容引張応力	S (MPa)	107
胴板の最小厚さ	$t_s$ (mm)	<input type="text"/>
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$	(mm)	<input type="text"/>
61, $d_{r1}$ の小さい値	(mm)	61.00
K		<input type="text"/>
$D \cdot t_s$	(mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
200, $d_{r2}$ の小さい値	(mm)	200.00
補強を要しない穴の最大径	(mm)	200.00
評価：補強の計算を要する穴の名称		ベントガス入口(2.6(1)) ベントガス出口(2.6(2))

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
設計・建設規格 PVC-3230(2)

鏡板名称		(2) 鏡板
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.62
最高使用温度	(°C)	200
鏡板のフランジ部の外径	D (mm)	4660.00
許容引張応力	S (MPa)	107
鏡板の最小厚さ	$t_c$ (mm)	<input type="text"/>
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_c) / 4$	(mm)	<input type="text"/>
61, $d_{r1}$ の小さい値	(mm)	61.00
K		<input type="text"/>
$D \cdot t_c$	(mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
200, $d_{r2}$ の小さい値	(mm)	200.00
補強を要しない穴の最大径	(mm)	200.00
評価：補強の計算を要する穴の名称		マンホール(2.6(3)) 換気口(2.6(4))

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

2.6 容器の穴の補強計算  
設計・建設規格 PVC-3160

参照附图 WELD-11

部材名称	(1) ベントガス入口		
胴板材料	SUS316L		
管台材料	SUSF316L		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	107
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	$d_w$	(mm)	478.60
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	4600.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	13.38
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	
強め板の外径	$B_e$	(mm)	750.00
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	468.60
溶接寸法	$L_1$	(mm)	9.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	14.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	19.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	638.0
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	$1.570 \times 10^4$
評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

部材名称	(1) ベントガス入口	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径	$d_j$ (mm)	1000.00
評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重	$W_1$ (N)	$1.033 \times 10^6$
溶接部にかかる荷重	$W_2$ (N)	
溶接部の負うべき荷重	$W$ (N)	
すみ肉溶接の許容せん断応力	$S_{w1}$ (MPa)	49
突合せ溶接の許容せん断応力	$S_{w2}$ (MPa)	60
突合せ溶接の許容引張応力	$S_{w3}$ (MPa)	75
管台壁の許容せん断応力	$S_{w4}$ (MPa)	75
応力除去の有無		無し
すみ肉溶接の許容せん断応力係数	$F_1$	0.46
突合せ溶接の許容せん断応力係数	$F_2$	0.56
突合せ溶接の許容引張応力係数	$F_3$	0.70
管台壁の許容せん断応力係数	$F_4$	0.70
すみ肉溶接部のせん断力	$W_{e1}$ (N)	$3.261 \times 10^5$
すみ肉溶接部のせん断力	$W_{e2}$ (N)	$6.884 \times 10^5$
すみ肉溶接部のせん断力	$W_{e3}$ (N)	$8.118 \times 10^5$
突合せ溶接部のせん断力	$W_{e4}$ (N)	$2.205 \times 10^5$
突合せ溶接部の引張力	$W_{e8}$ (N)	
突合せ溶接部の引張力	$W_{e9}$ (N)	
管台のせん断力	$W_{e10}$ (N)	$9.898 \times 10^5$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp1}$ (N)	$1.721 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp2}$ (N)	$1.997 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp3}$ (N)	$1.912 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp4}$ (N)	$2.022 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp5}$ (N)	$1.316 \times 10^6$
評価： $W_{ebp1} \geq W$ ， $W_{ebp2} \geq W$ ， $W_{ebp3} \geq W$ ， $W_{ebp4} \geq W$ ， $W_{ebp5} \geq W$ 以上より十分である。		

容器の穴の補強計算  
設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-14'

部材名称		(2) ベントガス出口	
胴板材料		SUS316L	
管台材料		SUSF316L	
強め板材料		SUS316L	
最高使用圧力	P (MPa)	0.62	
最高使用温度	(°C)	200	
胴板の許容引張応力	$S_s$ (MPa)	107	
管台の許容引張応力	$S_n$ (MPa)	107	
強め板の許容引張応力	$S_e$ (MPa)	107	
穴の径	d (mm)		
管台が取り付く穴の径	$d_w$ (mm)	373.40	
胴板の最小厚さ	$t_s$ (mm)		
管台の最小厚さ	$t_n$ (mm)		
胴板の継手効率	$\eta$	1.00	
係数	F	1.00	
胴の内径	$D_i$ (mm)	4600.00	
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$ (mm)	13.38	
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$ (mm)		
穴の補強に必要な面積	$A_r$ (mm <sup>2</sup> )		
補強の有効範囲	$X_1$ (mm)		
補強の有効範囲	$X_2$ (mm)		
補強の有効範囲	X (mm)		
補強の有効範囲	$Y_1$ (mm)		
強め板の最小厚さ	$t_e$ (mm)		
強め板の外径	$B_e$ (mm)	600.00	
管台の外径	$D_{on}$ (mm)	363.40	
溶接寸法	$L_1$ (mm)	9.00	
溶接寸法	$L_2$ (mm)	11.00	
溶接寸法	$L_4$ (mm)	11.00	
胴板の有効補強面積	$A_1$ (mm <sup>2</sup> )		
管台の有効補強面積	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )		
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$ (mm <sup>2</sup> )	202.0	
強め板の有効補強面積	$A_4$ (mm <sup>2</sup> )		
補強に有効な総面積	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	$1.046 \times 10^4$	
評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

部材名称	(2) ベントガス出口	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径	$d_j$ (mm)	1000.00
評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重	$W_1$ (N)	$6.144 \times 10^5$
溶接部にかかる荷重	$W_2$ (N)	
溶接部の負うべき荷重	$W$ (N)	
すみ肉溶接の許容せん断応力	$S_{w1}$ (MPa)	49
突合せ溶接の許容せん断応力	$S_{w2}$ (MPa)	60
突合せ溶接の許容引張応力	$S_{w3}$ (MPa)	75
管台壁の許容せん断応力	$S_{w4}$ (MPa)	75
応力除去の有無		無し
すみ肉溶接の許容せん断応力係数	$F_1$	0.46
突合せ溶接の許容せん断応力係数	$F_2$	0.56
突合せ溶接の許容引張応力係数	$F_3$	0.70
管台壁の許容せん断応力係数	$F_4$	0.70
すみ肉溶接部のせん断力	$W_{e1}$ (N)	$2.529 \times 10^5$
すみ肉溶接部のせん断力	$W_{e3}$ (N)	$5.103 \times 10^5$
突合せ溶接部のせん断力	$W_{e4}$ (N)	$1.710 \times 10^5$
突合せ溶接部の引張力	$W_{e6}$ (N)	
突合せ溶接部の引張力	$W_{e8}$ (N)	
突合せ溶接部の引張力	$W_{e9}$ (N)	
管台のせん断力	$W_{e10}$ (N)	$5.637 \times 10^5$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp1}$ (N)	$1.152 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp2}$ (N)	$1.485 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp3}$ (N)	$1.424 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp4}$ (N)	$1.245 \times 10^6$
予想される破断箇所の強さ	$W_{ebp5}$ (N)	$8.165 \times 10^5$
評価： $W_{ebp1} \geq W$ ， $W_{ebp2} \geq W$ ， $W_{ebp3} \geq W$ ， $W_{ebp4} \geq W$ ， $W_{ebp5} \geq W$ 以上より十分である。		

容器の穴の補強計算  
設計・建設規格 PVC-3240

参照附図 WELD-41

部材名称	(3) マンホール		
鏡板材料	SUS316L		
管台材料	SUSF316L		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
鏡板の許容引張応力	S <sub>c</sub>	(MPa)	107
管台の許容引張応力	S <sub>n</sub>	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	S <sub>e</sub>	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d <sub>w</sub>	(mm)	619.60
鏡板の最小厚さ	t <sub>c</sub>	(mm)	
管台の最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	
鏡板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
鏡板の中央部における内半径	R	(mm)	4140.00
鏡板の計算上必要な厚さ	t <sub>c r</sub>	(mm)	12.01
管台の計算上必要な厚さ	t <sub>n r</sub>	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A <sub>r</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
補強の有効範囲	X <sub>1</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	X <sub>2</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	Y <sub>1</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	Y <sub>2</sub>	(mm)	
強め板の最小厚さ	t <sub>e</sub>	(mm)	
強め板の外径	B <sub>e</sub>	(mm)	898.00
管台の外径	D <sub>o n</sub>	(mm)	609.60
溶接寸法	L <sub>1</sub>	(mm)	9.00
溶接寸法	L <sub>2</sub>	(mm)	14.00
溶接寸法	L <sub>3</sub>	(mm)	19.00
鏡板の有効補強面積	A <sub>1</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
管台の有効補強面積	A <sub>2</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
すみ肉溶接部の有効補強面積	A <sub>3</sub>	(mm <sup>2</sup> )	638.0
強め板の有効補強面積	A <sub>4</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
補強に有効な総面積	A <sub>0</sub>	(mm <sup>2</sup> )	1.581×10 <sup>4</sup>
評価：A <sub>0</sub> >A <sub>r</sub> ，よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

部材名称	(3) マンホール		
大きい穴の補強			
補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)	1000.00		
評価: $d \leq d_j$ , よって大きい穴の補強計算は必要ない。			
溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)	1.015×10 <sup>6</sup>		
溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)			
溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)			
すみ肉溶接の許容せん断応力 $S_{w1}$ (MPa)	49		
突合せ溶接の許容せん断応力 $S_{w2}$ (MPa)	60		
突合せ溶接の許容引張応力 $S_{w3}$ (MPa)	75		
管台壁の許容せん断応力 $S_{w4}$ (MPa)	75		
応力除去の有無	無し		
すみ肉溶接の許容せん断応力係数 $F_1$	0.46		
突合せ溶接の許容せん断応力係数 $F_2$	0.56		
突合せ溶接の許容引張応力係数 $F_3$	0.70		
管台壁の許容せん断応力係数 $F_4$	0.70		
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e1}$ (N)	4.242×10 <sup>5</sup>		
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e2}$ (N)	8.955×10 <sup>5</sup>		
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e3}$ (N)	9.720×10 <sup>5</sup>		
突合せ溶接部のせん断力 $W_{e4}$ (N)	2.869×10 <sup>5</sup>		
突合せ溶接部の引張力 $W_{e8}$ (N)			
突合せ溶接部の引張力 $W_{e9}$ (N)			
管台のせん断力 $W_{e10}$ (N)	1.300×10 <sup>6</sup>		
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp1}$ (N)	2.154×10 <sup>6</sup>		
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp2}$ (N)	2.597×10 <sup>6</sup>		
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp3}$ (N)	2.481×10 <sup>6</sup>		
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp4}$ (N)	2.559×10 <sup>6</sup>		
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp5}$ (N)	1.724×10 <sup>6</sup>		
評価: $W_{ebp1} \geq W$ , $W_{ebp2} \geq W$ , $W_{ebp3} \geq W$ , $W_{ebp4} \geq W$ , $W_{ebp5} \geq W$ 以上より十分である。			

容器の穴の補強計算  
設計・建設規格 PVC-3240

参照附図 WELD-41

部材名称	(4) 換気口		
鏡板材料	SUS316L		
管台材料	SUSF316L		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.62
最高使用温度		(°C)	200
鏡板の許容引張応力	S <sub>c</sub>	(MPa)	107
管台の許容引張応力	S <sub>n</sub>	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	S <sub>e</sub>	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d <sub>w</sub>	(mm)	328.50
鏡板の最小厚さ	t <sub>c</sub>	(mm)	
管台の最小厚さ	t <sub>n</sub>	(mm)	
鏡板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
鏡板の中央部における内半径	R	(mm)	4140.00
鏡板の計算上必要な厚さ	t <sub>c r</sub>	(mm)	12.01
管台の計算上必要な厚さ	t <sub>n r</sub>	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A <sub>r</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
補強の有効範囲	X <sub>1</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	X <sub>2</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	Y <sub>1</sub>	(mm)	
補強の有効範囲	Y <sub>2</sub>	(mm)	
強め板の最小厚さ	t <sub>e</sub>	(mm)	
強め板の外径	B <sub>e</sub>	(mm)	498.00
管台の外径	D <sub>o n</sub>	(mm)	318.50
溶接寸法	L <sub>1</sub>	(mm)	9.00
溶接寸法	L <sub>2</sub>	(mm)	13.00
溶接寸法	L <sub>3</sub>	(mm)	18.00
鏡板の有効補強面積	A <sub>1</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
管台の有効補強面積	A <sub>2</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
すみ肉溶接部の有効補強面積	A <sub>3</sub>	(mm <sup>2</sup> )	574.0
強め板の有効補強面積	A <sub>4</sub>	(mm <sup>2</sup> )	
補強に有効な総面積	A <sub>0</sub>	(mm <sup>2</sup> )	9.991×10 <sup>3</sup>
評価：A <sub>0</sub> > A <sub>r</sub> ，よって十分である。			

NT2 補② V-3-9-2-5-1-4 R1

部材名称	(4) 換気口	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)	1000.00	
評価: $d \leq d_j$ , よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)	$7.305 \times 10^5$	
溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)		
溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)		
すみ肉溶接の許容せん断応力 $S_{w1}$ (MPa)	49	
突合せ溶接の許容せん断応力 $S_{w2}$ (MPa)	60	
突合せ溶接の許容引張応力 $S_{w3}$ (MPa)	75	
管台壁の許容せん断応力 $S_{w4}$ (MPa)	75	
応力除去の有無	無し	
すみ肉溶接の許容せん断応力係数 $F_1$	0.46	
突合せ溶接の許容せん断応力係数 $F_2$	0.56	
突合せ溶接の許容引張応力係数 $F_3$	0.70	
管台壁の許容せん断応力係数 $F_4$	0.70	
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e1}$ (N)	$2.216 \times 10^5$	
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e2}$ (N)	$4.432 \times 10^5$	
すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e3}$ (N)	$5.005 \times 10^5$	
突合せ溶接部のせん断力 $W_{e4}$ (N)	$1.499 \times 10^5$	
突合せ溶接部の引張力 $W_{e8}$ (N)		
突合せ溶接部の引張力 $W_{e9}$ (N)		
管台のせん断力 $W_{e10}$ (N)	$5.728 \times 10^5$	
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp1}$ (N)	$1.094 \times 10^6$	
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp2}$ (N)	$1.332 \times 10^6$	
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp3}$ (N)	$1.282 \times 10^6$	
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp4}$ (N)	$1.223 \times 10^6$	
予想される破断箇所の強さ $W_{ebp5}$ (N)	$7.944 \times 10^5$	
評価: $W_{ebp1} \geq W$ , $W_{ebp2} \geq W$ , $W_{ebp3} \geq W$ , $W_{ebp4} \geq W$ , $W_{ebp5} \geq W$ 以上より十分である。		

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-850 改0
提出年月日	2018年6月29日

V-5-35 計算機プログラム（解析コード）の概要  
・ A u t o P I P E

## 目次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3
2.1 AutoPIPE Ver. 09.00.00.09	3
2.2 AutoPIPE Ver. 09.04.00.19	4

1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（解析コード）AutoPIPEについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-5-5-5-2	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-5-7-1-3	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-9-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-9-4-3-4-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-9-5-6-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-9-7-1-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-別添1-6	供給配管の耐震計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-4-2-2-2	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-5-4-5-5	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-5-6-1-4	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-9-2-2-2-2	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-9-2-2-4-2	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-9-2-3-3-2	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-9-2-5-1-2	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-10-1-1-1-5	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-3-10-1-1-2-5	管の応力計算書	Ver. 09.00.00.09
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.04.00.19
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.04.00.19
V-2-10-1-4-6	管の耐震性についての計算書	Ver. 09.04.00.19
V-2-別添1-6	供給配管の耐震計算書	Ver. 09.04.00.19

## 2. 解析コードの概要

### 2.1 AutoPIPE Ver. 09.00.00.09

項目	コード名 AutoPIPE
使用目的	有限要素法（はりモデル）による，固有値解析及び応力解析
開発機関	株式会社ベントレー・システムズ
開発時期	1986年
使用したバージョン	Ver. 09.00.00.09
コードの概要	<p>AutoPIPEは，静的及び動的荷重に対する配管の応力を解析することを目的に，任意形状の三次元系の静的解析及び動的解析を有限要素法を用いて行うものである。</p> <p>主な解析機能として，内圧・熱膨張・強制変位の線形の静的解析及び摩擦力等を考慮した非線形の静的解析，固有値解析・応答スペクトル解析等の動解析，そしてハンガーサポートの自動選定があり，本解析コードは，工業用配管システム設計及び，建築・土木工学等の分野において，多くの実績を有している。</p>
検証（Verification）及び 妥当性確認（Validation）	<p><b>【検証（Verification）】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>世界的に使用実績の多いプログラムの1つである構造解析用解析コード「TRIFLEX」を用いて，代表的な配管検証用モデルに対し静的解析（自重・熱膨張）を行い拘束点反力・移動量の計算結果の比較を行い，両者の解析結果がよく一致していることにより計算結果の妥当性の検証を行った。</li> <li>本解析コードの運用環境について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認（Validation）】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本解析コードは，工業用配管システム設計及び，建築・土木工学等の様々な分野における使用実績を有しており，本工事計画における構造に対し使用する要素，解析については，既工事計画で使用された実績があり，妥当性は十分に確認されている。</li> <li>検証の体系と今回の工事認可申請で使用する体系が同等であることから，検証結果を持って，解析機能の妥当性も確認できる。</li> <li>本工事計画における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul>

2.2 AutoPIPE Ver. 09.04.00.19

項目	コード名 AutoPIPE
使用目的	有限要素法（はりモデル）による，固有値解析及び応力解析
開発機関	株式会社ベントレー・システムズ
開発時期	1986年
使用したバージョン	Ver. 09.04.00.19
コードの概要	<p>AutoPIPEは，静的及び動的荷重に対する配管の応力を解析することを目的に，任意形状の三次元系の静的解析及び動的解析を有限要素法を用いて行うものである。</p> <p>主な解析機能として，内圧・熱膨張・強制変位の線形の静的解析及び摩擦力等を考慮した非線形の静的解析，固有値解析・応答スペクトル解析等の動解析，そしてハンガーサポートの自動選定があり，本解析コードは，工業用配管システム設計及び，建築・土木工学等の分野において，多くの実績を有している。</p>
検証（Verification）及び 妥当性確認（Validation）	<p><b>【検証（Verification）】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>世界的に使用実績の多いプログラムの1つである構造解析用解析コード「CAESAR II」を用いて，代表的な配管検証用モデルに対し静的解析（自重・熱膨張）及び動的解析を行い拘束点反力・移動量の計算結果の比較を行い，両者の解析結果がよく一致していることにより計算結果の妥当性の検証を行った。</li> <li>本解析コードの運用環境について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認（Validation）】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本解析コードは，工業用配管システム設計及び，建築・土木工学等の様々な分野における使用実績を有しており，本工事計画における構造に対し使用する要素，解析については，既工事計画で使用された実績があり，妥当性は十分に確認されている。</li> <li>検証の体系と今回の工事認可申請で使用する体系が同等であることから，検証結果を持って，解析機能の妥当性も確認できる。</li> <li>本工事計画における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul>

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-851 改0
提出年月日	2018年6月29日

V-5-36 計算機プログラム（解析コード）の概要  
・ S T A A D . P r o

## 目次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3
2.1 STAAD.Pro Ver. 20.07.10.65	3
2.2 STAAD.Pro Ver. 20.07.11.50	4

1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（解析コード）STAAD.Proについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-5-5-5-2	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-5-7-1-3	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-9-4-3-2-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-9-4-3-4-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-9-5-6-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-9-7-1-1	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-別添1-6	供給配管の耐震計算書	Ver. 20.07.10.65
V-2-10-1-2-9	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.11.50
V-2-10-1-3-8	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.11.50
V-2-10-1-4-6	管の耐震性についての計算書	Ver. 20.07.11.50
V-2-別添1-6	供給配管の耐震計算書	Ver. 20.07.11.50

## 2. 解析コードの概要

### 2.1 STAAD.Pro Ver. 20.07.10.65

項目 \ コード名	STAAD.Pro
使用目的	有限要素法（はりモデル）による，静的解析
開発機関	株式会社ベントレー・システムズ
開発時期	1985年
使用したバージョン	Ver. 20.07.10.65
コードの概要	<p>STAAD.Proは，三次元架構構造モデルの構造解析を目的に，任意形状の三次元系の静的解析及び動的解析を有限要素法にて行うものである。</p> <p>引張・圧縮・せん断などの一般的な静解析から，地震などの動解析までサポートしており，本計算機コードは，プラント設計及び，建築・土木工学等の分野で世界的に広く実績を有している。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p><b>【検証 (Verification)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料力学に基づく手計算手法を用いて，代表的な簡易骨組モデル「H形鋼材」及び「L形鋼材」に対し圧縮応力，曲げ応力，せん断応力計算を行い発生応力の計算結果の比較を行い，両者の解析結果がよく一致していることにより計算結果の妥当性の検証を行った。</li> <li>・本解析コードの運用環境について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認 (Validation)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本コードは，プラント設計及び，建築・土木工学等の様々な分野における使用実績を有しており，本工事計画における構造に対し使用する要素，解析については，既工事計画で使用された実績があり，妥当性は十分に確認されている。</li> <li>・検証の体系と今回の工事認可申請で使用する体系が同等であることから，検証結果を持って，解析機能の妥当性も確認できる。</li> <li>・本工事計画における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul>

2.2 STAAD.Pro Ver. 20.07.11.50

項目 \ コード名	STAAD.Pro
使用目的	有限要素法（はりモデル）による，応力解析
開発機関	株式会社ベントレー・システムズ
開発時期	1972年
使用したバージョン	Ver. 20.07.11.50
コードの概要	STAAD.Proは，三次元架構構造モデルの構造解析を目的に，任意形状の三次元系の静的解析及び動的解析を有限要素法にて行うものである。引張・圧縮・せん断などの一般的な静解析から，地震などの動解析までサポートしており，本計算機コードは，プラント設計及び，建築・土木工学等の分野で世界的に広く実績を有している。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p><b>【検証 (Verification)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>世界的に使用実績の多いプログラムの1つである構造解析用解析コード「NASTRAN」を用いて，代表的な配管検証用モデルに対し静的解析（自重・熱膨張）を行い固有値解析・拘束点反力計算結果の比較を行い，両者の解析結果がよく一致していることにより計算結果の妥当性の検証を行った。</li> <li>本解析コードの運用環境について，開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認 (Validation)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本コードは，プラント設計及び，建築・土木工学等の様々な分野における使用実績を有しており，本工事計画における構造に対し使用する要素，解析については，既工事計画で使用された実績があり，妥当性は十分に確認されている。</li> <li>検証の体系と今回の工事認可申請で使用する体系が同等であることから，検証結果を持って，解析機能の妥当性も確認できる。</li> <li>本工事計画における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul>

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-843 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-4-2-3-3 管の基本板厚計算書（代替燃料プール冷却系）

## まえがき

本計算書は、「付録 10 管の基本板厚計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき計算した結果を表にまとめて示すものである。

なお、本計算書においては、基本方針で定義された記号を使用する。

本計算書では、発電用原子力設備規格（設計・建設規格 J S M E S N C 1 - 2005（2007 年追補版を含む。））（日本機械学会 2007 年 9 月）を「設計・建設規格」と称す。

・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 評価規格	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	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

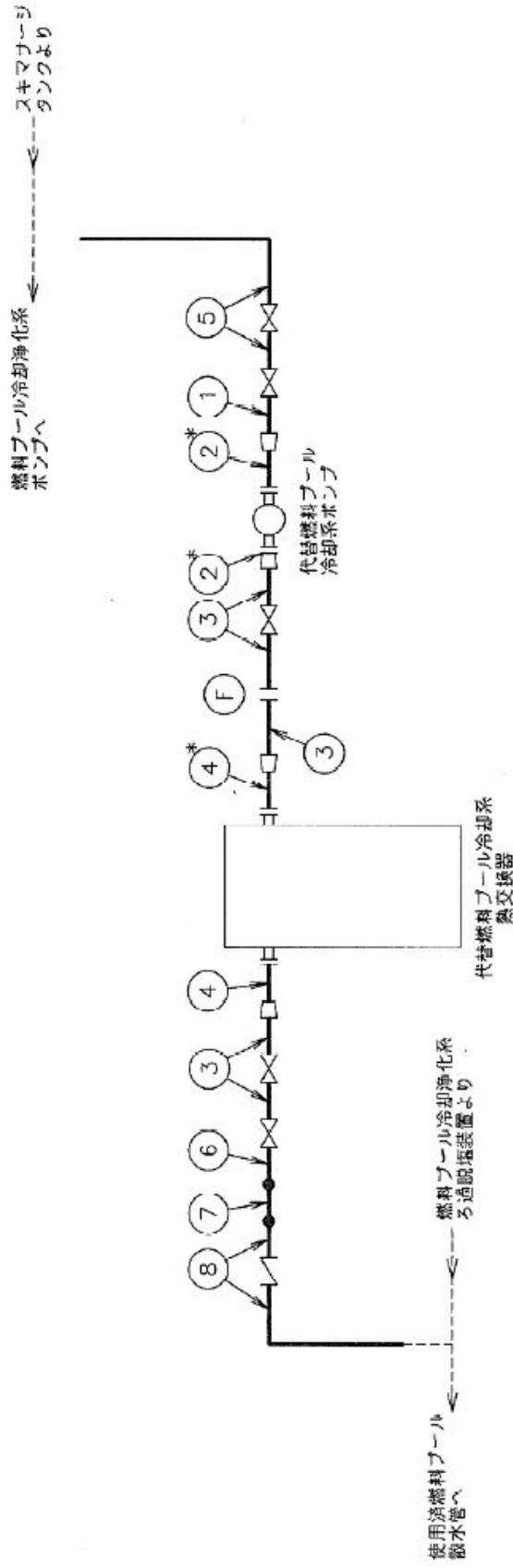
・適用規格の選定

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	—	設計・建設規格
2	管の強度計算		—	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
7	管の強度計算		—	設計・建設規格
8	管の強度計算		—	設計・建設規格

## 目次

1. 概略系統図	1
2. 管の強度計算書	2

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
代替燃料プール冷却系概略系統図

## 2. 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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	0.98	80	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.03	C	3.80
2	0.98	80	139.80	6.60	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	5.77	0.67	C	3.80
3	0.98	80	165.20	7.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	0.79	C	3.80
4	0.98	80	114.30	6.00	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	0.55	C	3.40
5	1.38	80	216.30	8.20	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	1.45	C	3.80
6	1.38	80	165.20	7.10	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	1.10	C	3.80
7	1.38	80	165.20	7.10	SF440A	S	2	110	1.00	1.60mm	5.50	1.04	C	3.80
8	1.38	80	165.20	7.10	SUS304TP	S	2	125	1.00	12.5 %	6.21	0.91	A	0.91

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-844 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-5-6-2-3 管の基本板厚計算書（緊急用海水系）

## まえがき

本計算書は、「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき計算した結果を表にまとめて示すものである。

なお、本計算書においては、「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」で定義された記号を使用する。

本計算書では、発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC 1-2005（2007年追補版を含む。））（日本機械学会 2007年9月）を「設計・建設規格」と称す。

NT2 補③ V-3-5-6-2-3 R0

・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 評価規格	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	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
9	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.45	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.45	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

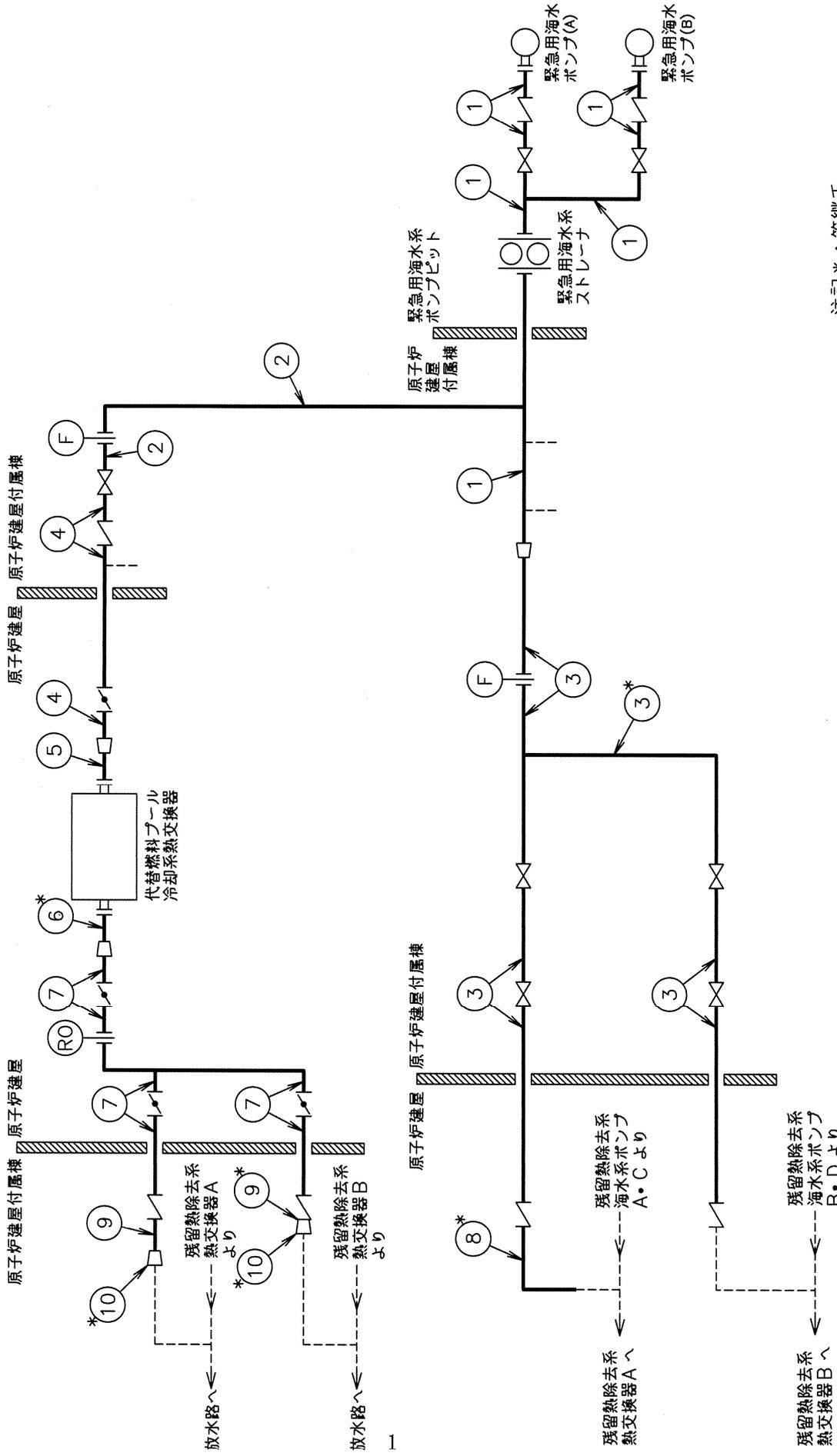
・適用規格の選定

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	—	設計・建設規格
2	管の強度計算		—	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
7	管の強度計算		—	設計・建設規格
8	管の強度計算		—	設計・建設規格
9	管の強度計算		—	設計・建設規格
10	管の強度計算		—	設計・建設規格

## 目次

1. 概略系統図	1
2. 管の強度計算書	2

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
緊急用海水系概略系統図

2. 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

N.O.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材	料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	2.45	38	355.60	11.10	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	9.71	4.19	A	4.19
2	2.45	38	165.20	7.10	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	1.95	C	3.80
3	2.45	38	318.50	10.30	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	9.01	3.76	C	3.80
4	0.98	38	165.20	7.10	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	0.79	C	3.80
5	0.98	38	114.30	6.00	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	0.55	C	3.40
6	0.98	66	114.30	6.00	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	5.25	0.55	C	3.40
7	0.98	66	165.20	7.10	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	0.79	C	3.80
8	3.45	38	318.50	10.30	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	9.01	5.27	A	5.27
9	3.45	66	165.20	7.10	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	6.21	2.73	C	3.80
10	3.45	66	216.30	8.20	STPT410		S	2	103	1.00	12.5 %	7.17	3.58	C	3.80

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-845 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-6-3-3-2 管の基本板厚計算書（非常用逃がし安全弁駆動系）

## まえがき

本計算書は、「付録 10 管の基本板厚計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき計算した結果を表にまとめて示すものである。

なお、本計算書においては、基本方針で定義された記号を使用する。

本計算書では、発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC 1-2005（2007 年追補版を含む。））（日本機械学会 2007 年 9 月）を「設計・建設規格」と称す。

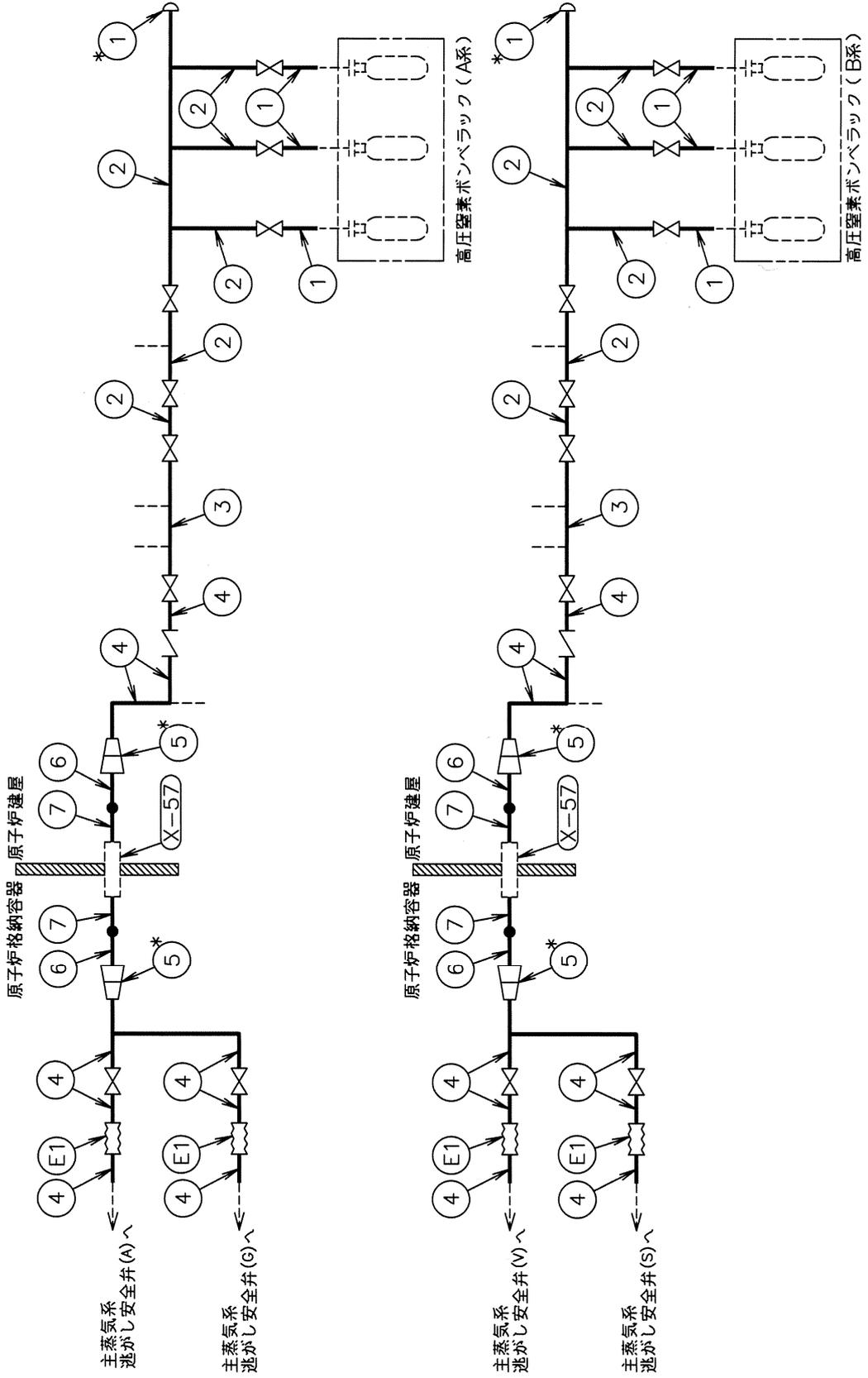
評価条件整理表

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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	14.7	66	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
2	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	14.7	66	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
3	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	1.45	66	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
4	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	2.28	171	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
5	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	2.28	171	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
6	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	2.28	171	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
7	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	2.28	171	-	-	設計・建設規格	-	SA-2
E1	新設	無	-	-	-	SA-2	-	-	-	2.28	171	-	-	設計・建設規格	-	SA-2

## 目 次

1. 概略系統図	1
2. 管の強度計算書	2
3. 伸縮継手の強度計算書	3
4. ねじ継手の強度計算結果	4

1. 概略系統図



注記\*: 管継手

非常用逃がし安全弁駆動系統概略系統図

2. 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

N.O.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	15.00	66	27.20	3.90	SUS304	S	2	126	1.00	0.50mm	3.40	1.55	A	1.55
2	15.00	66	27.20	3.90	SUS304TP	S	2	126	1.00	0.50mm	3.40	1.55	A	1.55
3	1.45	66	27.20	2.90	SUS304TP	S	2	126	1.00	0.50mm	2.40	0.16	A	0.16
4	2.28	171	27.20	2.90	SUS304TP	S	2	113	1.00	0.50mm	2.40	0.28	A	0.28
5	2.28	171	60.50	3.90	SUS304TP	S	2	113	1.00	12.5 %	3.41	0.61	A	0.61
6	2.28	171	89.10	5.50	SUS304TP	S	2	113	1.00	12.5 %	4.81	0.90	A	0.90
7	2.28	171	89.10	5.50	SFVC2B	S	2	120	1.00	1.60mm	3.90	0.84	C	3.00

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>、よって十分である。

3. 伸縮継手の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3416 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材	料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算	継手部応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^3$	Nr $\times 10^3$	U
E1	2.28	171	SUS304		184000	0.30	33.00	1.70	2.65	716	1	A	769	11.2	0.8	0.0716

評価:  $U \leq 1$ , よって十分である。

注: E1の外径は, 25.6mm。

4. ねじ継手の強度計算結果

管NO.1

4.1 ねじ部のせん断応力評価

(1) 設計条件及び緒元

最高使用 圧 (MPa)	最高使用 温 (°C)	材 料	おねじ材料の 許容せん断応力 $\tau_B$ (MPa)	ねじの基準長さ L (mm)	ねじ角度 $\alpha$ (°)	ピッチ P (mm)	負荷能力がある とみなされる、 ねじ山の数 Z
15.00 (注)	66 (注)	SUS304	72	10.50	27.5	1.81	5.28

(注) 重大事故等時における使用時の値

おねじの有効径 $d_p$ (mm)	めねじの内径 $D_c$ (mm)	おねじのねじ山の 許容軸方向荷重 $W_B$ (N)	ねじ締付トルクによる引抜荷重 $F_t$ (N)	内圧評価断面積 A (mm <sup>2</sup> )
20.84	19.68	28120	18670	115.0

(2) おねじの耐圧力

最高使用 圧 (MPa)	おねじの耐圧力 $F_B$ (MPa)
15.00 (注)	82.15

(注) 重大事故等時における使用時の値

評 価
重大事故等時における使用時の圧力がせん断評価より求まるおねじの耐圧力以下であるので、ねじ部のせん断に対する強度は十分である。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-846 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-7-1-1-1 管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき計算した結果を表にまとめて示すものである。

なお、本計算書においては、「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」で定義された記号を使用する。

本計算書では、発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC 1-2005（2007年追補版を含む。））（日本機械学会 2007年9月）を「設計・建設規格」と称す。

また、発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和45年9月3日通商産業省告示第501号）を「告示第501号」と称す。

・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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	無	—	—	DB-3	SA-2	有	0.52	105	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-3 SA-2
2	既設	無	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	0.52	105	0.62	200	有	S45 告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-3 SA-2
3	既設	無	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	0.52	105	0.62	200	有	S45 告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-3 SA-2
4	新設	無	—	—	DB-3	—	—	0.52	105	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3

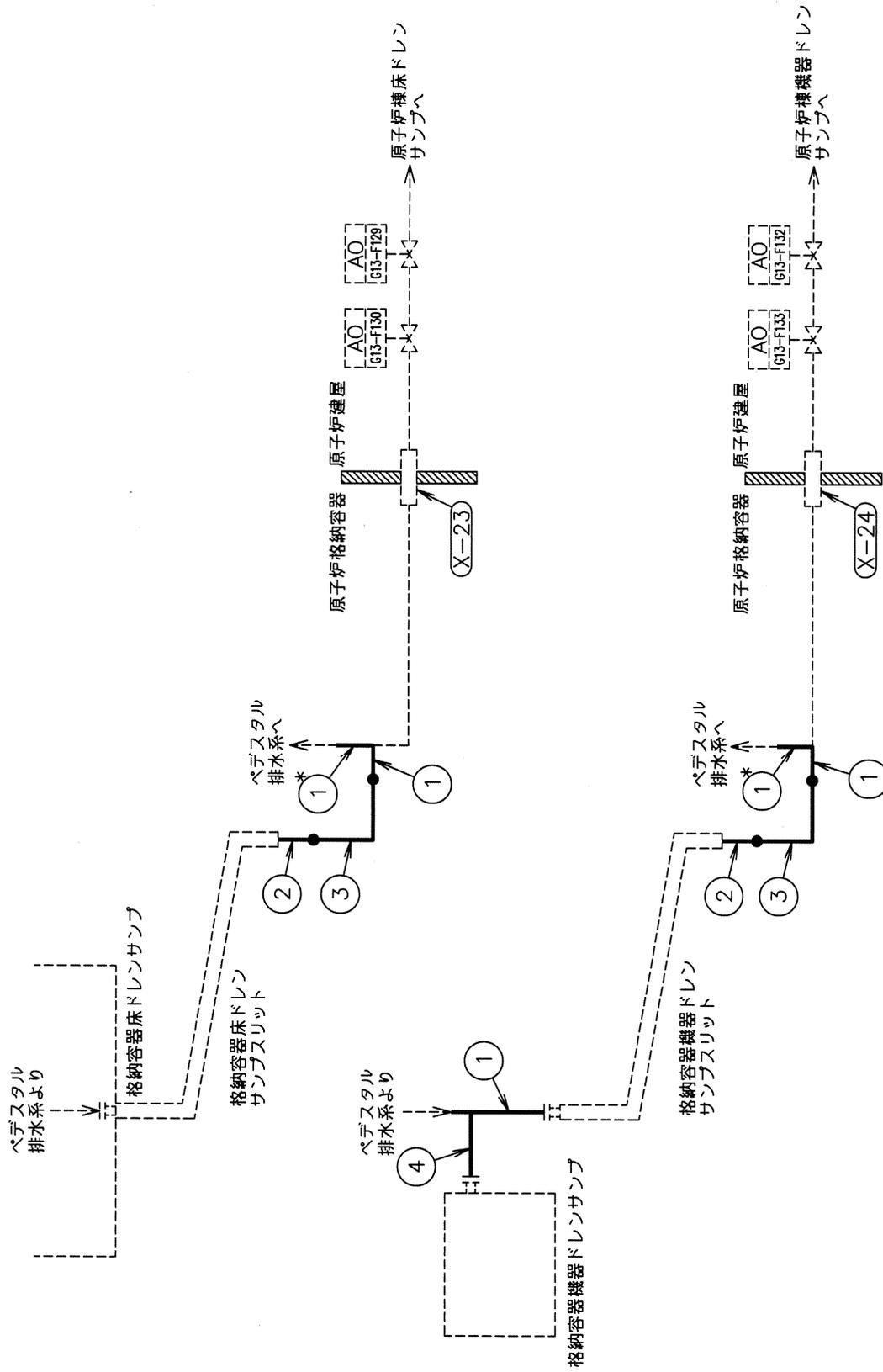
・適用規格の選定

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	—	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S45告示
3	管の強度計算		許容値	S45告示
4	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

## 目次

1. 概略系統図	1
2. 管の強度計算書	2

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
液体廃棄物処理系概略系統図

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 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材	料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
2	0.62	200	89.10	5.50	SUS304TP		S	2	103	1.00	12.5%	4.81	0.27	A	0.27
3	0.62	200	89.10	7.60	SUS316TP		S	2	113	1.00	12.5%	6.65	0.25	A	0.25

評価:  $t_s \geq t_r$ , 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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材	料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	0.62	200	89.10	7.60	SUS316TP		S	2	127	1.00	12.5 %	6.65	0.22	A	0.22

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

管の強度計算書 (クラス3配管)

設計・建設規格 PPD-3411

N.O.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材	料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
4	0.52	105	89.10	7.60	SUS316TP		S	3	128	1.00	12.5 %	6.65	0.18	A	0.18

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-814 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-4-2-3-1 代替燃料プール冷却系熱交換器の強度計算書

まえがき

本資料は、代替燃料プール冷却系熱交換器が十分な強度を有することを確認するために実施する検定水圧試験及び評価の方法について記載したもので、検定水圧試験の方法、検定圧力の計算方法及び判定基準により構成される。

代替燃料プール冷却系熱交換器の強度の評価は、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む））J S M E S N C 1-2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）に定めるクラス2容器の設計の規格 PVC-3020 検定水圧による設計を適用し、検定水圧試験を実施することにより、最高使用圧力が検定水圧試験で求めた検定圧力以下であることを確認する。

・評価条件整理表

機器名	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 評価規格	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 (℃)	
代替燃料プール 冷却系熱交換器	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	—	(一次側) 0.98 (二次側) 0.98	(一次側) 80 (二次側) 66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目次

1. 測定方法及び測定条件	1
2. 測定箇所	2
3. 測定器	3
4. 試験結果の取りまとめ	3
5. 判定基準	4
添付図 1 (側板のひずみ測定箇所及び全体図)	5
添付図 2 (伝熱板のひずみ測定箇所及び名称)	6

1. 測定方法及び測定条件

- (1) あらかじめ最も弱いと推定した箇所に選定した数個の点に抵抗線ひずみ計を貼り付ける。
- (2) 一次側（燃料プール水側）と二次側（緊急用海水側）を満水にし、一次側より加圧を行う。
- (3) 二次側の圧力が大気圧で、一次側の圧力が規定値に達した後、伝熱板のひずみ測定を行う。
- (4) 一次側の圧力を保持したまま、引き続き二次側の加圧を行う。
- (5) 二次側の圧力が規定値に達した後、側板のひずみ測定を行う。
- (6) 測定条件は、下記とする。
  - a. 圧力（水圧）・・・・・・・・（一次側）0.98 MPa,（二次側）0.98 MPa
  - b. 温度 ・・・・・・・・・・ 常温

## 2. 測定箇所

測定箇所は、添付図 1（側板のひずみ測定箇所及び全体図）及び添付図 2（伝熱板のひずみ測定箇所及び名称）に示し、測定箇所選定理由を表 3-1 に示す。

なお、測定箇所 A から H まで 3 軸ひずみを測定する。

表 3-1 測定箇所選定理由

測定箇所		選 定 理 由
側 板	A	側板加圧範囲の中心点で、既往研究*1における側板の最大応力発生点。
	B	Aの応力が最大となることを確認するための点。
	C	Aの応力が最大となることを確認するための点。
	D	穴の応力集中の影響が考えられる点。
	E	側板の水平断面積が最も小さくなる点。
伝*2 熱 板	F	通路孔に近い三角堰部で、既往研究*1における高応力発生点。
	G	三角堰の上部で、既往研究*1における高応力発生点。
	H	プレス形状が変化する境界部で、既往研究*1における高応力発生点。

注記 \*1：引用文献は大山ほか，BWRプラントへのプレート式熱交換器適用化に関する研究，火力原子力発電，第576号，Vol. 55，No. 9，2004年，pp. 962-969。

\*2：ひずみ測定を行う伝熱板は，側板から見て1枚目及び3枚目の2枚とする。

1枚目：側板と1枚目の伝熱板の間は大気圧で，1枚目と2枚目の伝熱板の間は一次側（0.98 MPa）となる。2枚目以降の伝熱板は隣接する伝熱板と圧力がバランスするが，1枚目の伝熱板は圧力がバランスできず，荷重条件が厳しくなる。

3枚目：隣接する伝熱板同士が接触し圧力がバランスする組合せとして選定する。

3. 測定器

- (1) 抵抗線ひずみゲージ
- (2) デジタルひずみ測定器

4. 試験結果の取りまとめ

- (1) 3軸ひずみに基づく主ひずみの算出

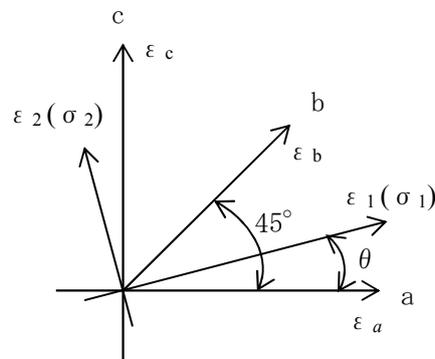
$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2} \left[ (\varepsilon_a + \varepsilon_c) + \sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_c)^2 + (2 \cdot \varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c)^2} \right] \dots\dots\dots (5.1)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2} \left[ (\varepsilon_a + \varepsilon_c) - \sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_c)^2 + (2 \cdot \varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c)^2} \right] \dots\dots\dots (5.2)$$

ここに,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$  : 主ひずみ

$\varepsilon_a, \varepsilon_b, \varepsilon_c$  : 測定した a, b, c の各方向のひずみの読み。ただし, a, c 方向が直交するものとする。a, b, c の位置関係は右のとおりとする。



- (2) 3軸ひずみに基づく主応力の算出

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\varepsilon_1 + \nu \cdot \varepsilon_2) \dots\dots\dots (5.3)$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\varepsilon_2 + \nu \cdot \varepsilon_1) \dots\dots\dots (5.4)$$

ここに,

$\sigma_1$  : 主ひずみ  $\varepsilon_1$  方向の主応力 (MPa)

$\sigma_2$  : 主ひずみ  $\varepsilon_2$  方向の主応力 (MPa)

$\nu$  : ポアソン比

E : 縦弾性係数 (MPa)

(3) 検定圧力の算出 (設計・建設規格 PVC-3020 (2))

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} \dots\dots\dots (5.5)$$

ここに,

P : 検定圧力 (MPa)

P<sub>0</sub> : 予定する最高使用圧力に相当する水圧力 (MPa)

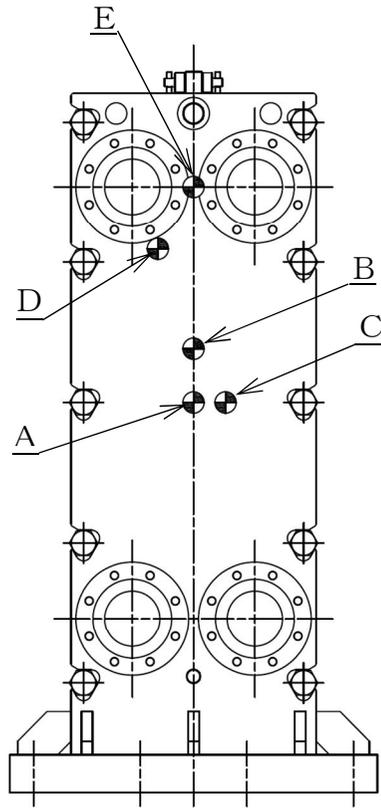
S : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

σ<sub>0</sub> : 最も弱いと推定される箇所に生じた応力の値 (MPa)

$$(\sigma_0 = \max[|\sigma_1|, |\sigma_2|])$$

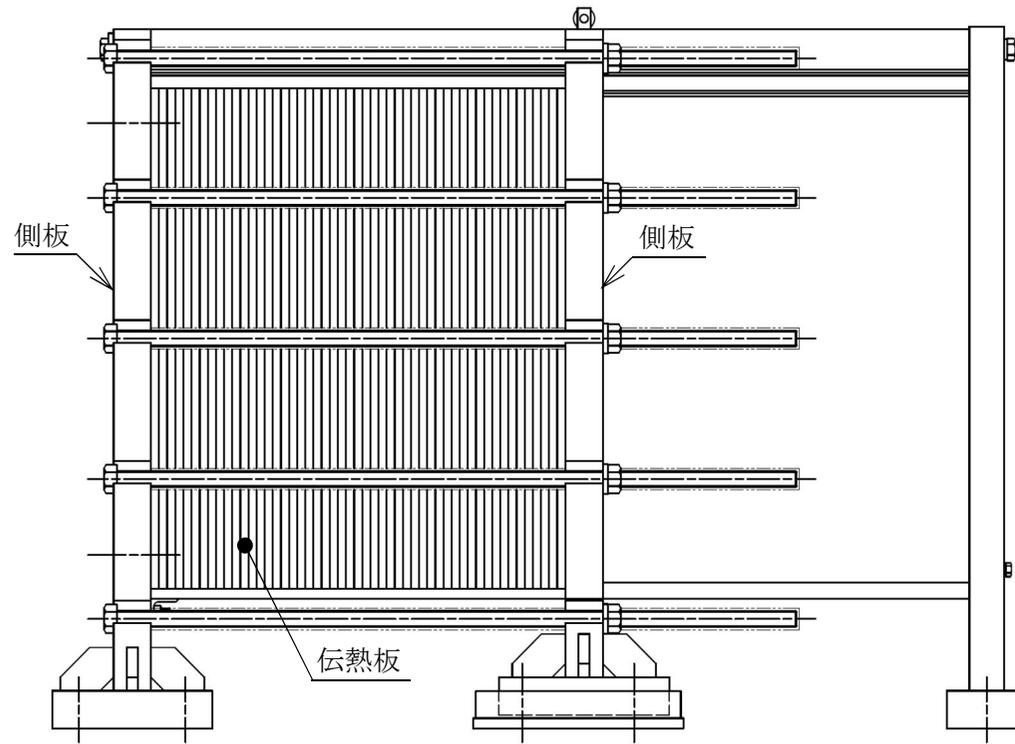
5. 判定基準

熱交換器の最高使用圧力が、算出した検定圧力以下であること。



側板測定箇所

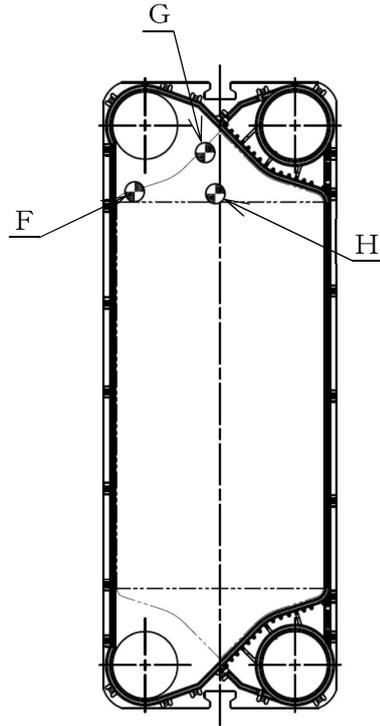
注：●印はひずみ測定位置を示す。



全体図

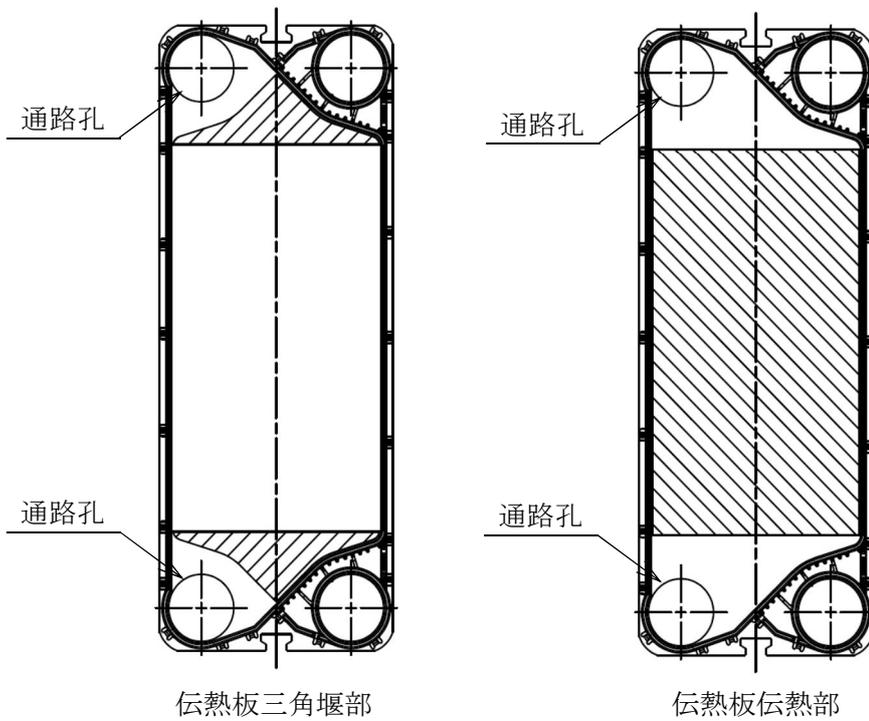
側板のひずみ測定箇所及び全体図

添付図 1



伝熱板測定箇所

注：●印はひずみ測定位置を示す。



伝熱板三角堰部

伝熱板伝熱部

伝熱板のひずみ測定箇所及び名称

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-815 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-5-6-2-2 緊急用海水系ストレーナの強度計算書

まえがき

本資料は、緊急用海水系ストレーナが十分な強度を有することを確認するために実施する検定水圧試験及び評価の方法について記載したもので、検定水圧試験の方法、検定圧力の計算方法及び判定基準により構成される。

緊急用海水系ストレーナの強度の評価は、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年（2007年追補版含む。））J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）に定めるクラス2容器の設計の規格 PVC-3020 を適用し、検定水圧試験を実施することにより、最高使用圧力が検定水圧試験で求めた検定圧力以下であることを確認する。

評価条件整理表

機器名	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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
緊急用海水系 ストレーナ	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 測定条件	1
2. 測定方法	1
3. 測定箇所	2
4. 測定器	3
5. 試験結果のまとめ	3
6. 判定基準	4
添付図 1	5

1. 測定条件

- (1) 測定圧力（水圧）：0, 1.0, 2.0, 2.45 MPa の4点を測定する。（最高使用圧力：2.45 MPa）
- (2) 測定温度           ：常 温

2. 測定方法

- (1) ストレーナのノズルに閉止フランジ，圧力調整バルブ等の加圧機器を取り付ける。
- (2) ストレーナの主要耐圧部品及びあらかじめ最も弱いと推定した箇所に，選定した数個の点に抵抗線ひずみ計を貼り付ける。
- (3) 無水状態（0 MPa）でストレーナのひずみ測定を行う。
- (4) ストレーナ内（両室）を満水にし，加圧を行う。
- (5) 圧力が規定圧力に達した後，ストレーナのひずみ測定を行う。
- (6) 次の測定圧力まで昇圧し，同様にひずみ測定を行う。
- (7) 最高使用圧力におけるひずみ測定を終了後，圧力を徐々に下げ測定を終了する。

## 3. 測定箇所

測定箇所は、添付図 1 に示し、測定箇所選定理由を表 4-1 に示す。

表 4-1 測定箇所選定理由

測定箇所	選 定 理 由	備 考
A	ボンネットにおける代表点。	
B	形状変化の境界で応力が高いと推定される部位の代表点。	ボンネット
C	カバーにおける代表点。	
D	形状変化の境界で応力が高いと推定される部位の代表点。	上部胴
E	上部胴における代表点。	
F	下部胴における代表点。	
G	形状変化の境界で応力が高いと推定される部位の代表点。	下部胴
H	形状変化の境界で応力が高いと推定される部位の代表点。	下部胴

4. 測定器

- (1) 抵抗線ひずみゲージ
- (2) デジタルひずみ測定器

5. 試験結果のまとめ

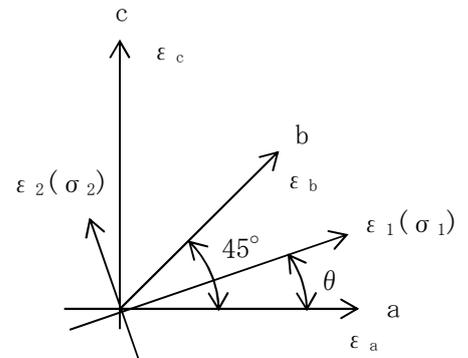
- (1) 3軸ひずみに基づく主ひずみの算出

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2} \left[ (\varepsilon_a + \varepsilon_c) + \sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_c)^2 + (2 \cdot \varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c)^2} \right] \dots \dots \dots (6.1)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2} \left[ (\varepsilon_a + \varepsilon_c) - \sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_c)^2 + (2 \cdot \varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c)^2} \right] \dots \dots \dots (6.2)$$

ここに,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$  : 主ひずみ  
 $\varepsilon_a, \varepsilon_b, \varepsilon_c$  : 測定した a, b, c の各方向のひずみの読み。ただし, a, c 方向が直交するものとする。a, b, c の位置関係は右のとおりとする。



- (2) 3軸ひずみに基づく主応力の算出

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\varepsilon_1 + \nu \cdot \varepsilon_2) \dots \dots \dots (6.3)$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\varepsilon_2 + \nu \cdot \varepsilon_1) \dots \dots \dots (6.4)$$

ここに,

$\sigma_1$  : 主ひずみ  $\varepsilon_1$  方向の主応力 (MPa)  
 $\sigma_2$  : 主ひずみ  $\varepsilon_2$  方向の主応力 (MPa)  
 $\nu$  : ポアソン比  
 $E$  : 縦弾性係数 (MPa)

(3) 検定圧力の算出（設計・建設規格 PVC-3020 (2)）

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} \dots \dots \dots (6.5)$$

ここに、

P : 検定圧力 (MPa)

P<sub>0</sub> : 予定する最高使用圧力に相当する水圧力 (MPa)

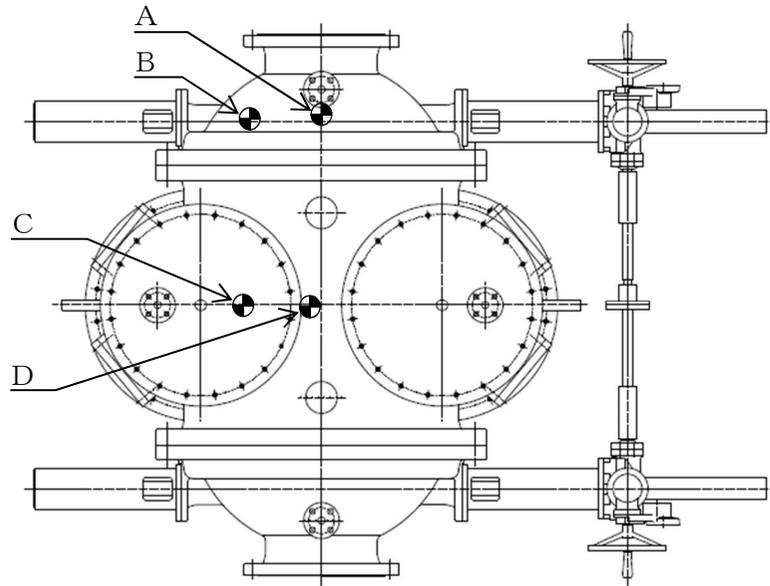
S : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

σ<sub>0</sub> : 最も弱いと推定される箇所に生じた応力の値 (MPa)

$$(\sigma_0 = \max[|\sigma_1|, |\sigma_2|])$$

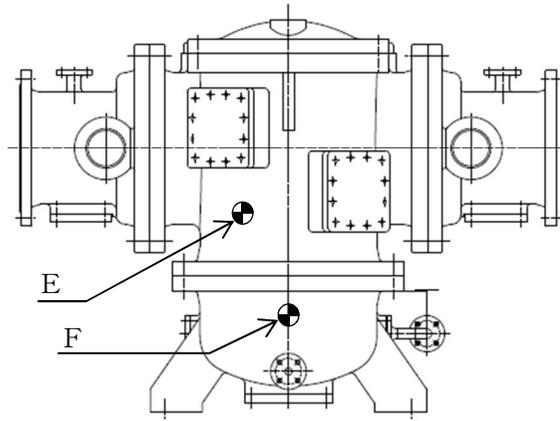
6. 判定基準

ストレーナの最高使用圧力が、算出した検定圧力以下であること。

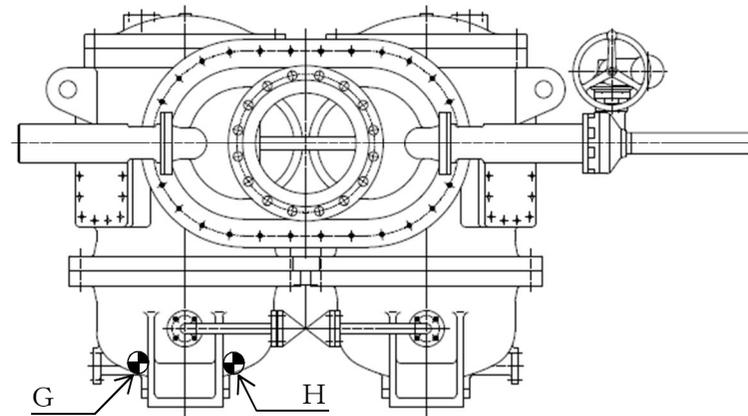


注：●印はひずみ測定位置を示す。

平面図



正面図



側面図

緊急用海水系ストレーナのひずみ測定箇所及び全体図

添付図 1

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-816 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-6-3-3-1 高圧窒素ポンベの強度評価書

高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則への適合性確認結果（高圧窒素ポンペ）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
一般継目なし 鋼製容器	非常用逃がし安全弁駆動系により，逃がし安全弁（逃がし弁機能）を開操作するための窒素を貯蔵する容器として使用することを目的とする。使用環境として，窒素を貯蔵し，屋内で使用する。	マンガン鋼	14.7*	40*

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

法令及び基準	「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」				
機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
継目なし容器	高圧ガスを充填し，貯蔵，移動等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として，屋内外* <sup>1</sup> で高圧ガスを充填することを想定している。	充填する高圧ガスの種類，充填圧力，使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造すること。	温度 35°Cにおいてその容器に充填することができるガスの圧力のうち最高のものの数値。* <sup>2</sup>	40* <sup>1</sup>	耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格した者に，刻印または標章の掲示がなされる。

注記 \*<sup>1</sup>：容器等を常に温度 40°C以下に保つ必要があり，直射日光等による温度上昇を防ぐため，屋根，障壁を設ける等の措置を講じることが，「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」に記載されている。

\*<sup>2</sup>：「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に規定される最高充填圧力であり，当該ポンペにおいては 14.7 MPa である。

III. メーカー仕様

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
一般継目なし 鋼製容器	1 MPa を超えるような高圧の窒素ガスを充填し，保安・運搬等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として，屋内外*で高圧ガスを充填することを想定している。	マンガン鋼	14.7	40*	高圧ガス保安法に基づく容器保安規則による耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格している。

注記 \*：「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従い使用する。

IV. 確認項目

a：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンペは，重大事故等時に窒素供給用として屋内で使用される。一方，「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」は，高圧ガスを貯蔵する容器の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり，高圧ガスを貯蔵する容器は 40°C以下で使用し，直射日光等による温度上昇を防ぐよう規定されている。重大事故等時における当該ポンペの使用目的及び使用環境は，本規格で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

b：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIとIIIの材料及び試験条件の比較，IとIIIの使用条件の比較）

当該ポンペには，「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った適切な材料であるマンガン鋼が使用されていることを容器検査成績書等により確認できる。

当該ポンペの最高使用温度は「一般高圧ガス保安規則」で定める 40°C以下，最高使用圧力はメーカー仕様の範囲内であり，「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った試験に合格していることを容器検査成績書等により確認できることから，当該ポンペは要求される強度を有している。

## V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品として「高圧ガス保安法」（「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-817 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-7-1-1-4 格納容器床ドレンサンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、「V-3-2-9 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」(以下「計算方法」という。)に基づいて計算を行う。  
 なお、本計算書においては、計算方法で定義された記号を使用する。

評価条件整理表

機器名	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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
格納容器床 ドレンサンプ	新設	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	設計・建設規格	—	SA-2	

## 目次

1. 設計条件	1
2. 適用規格	1
3. 強度計算	2
3.1 開放タンクの胴の厚さの計算	3

## 1. 設計条件

- (1) 最高使用圧力 (MPa) —
- (2) 最高使用温度 (°C) —

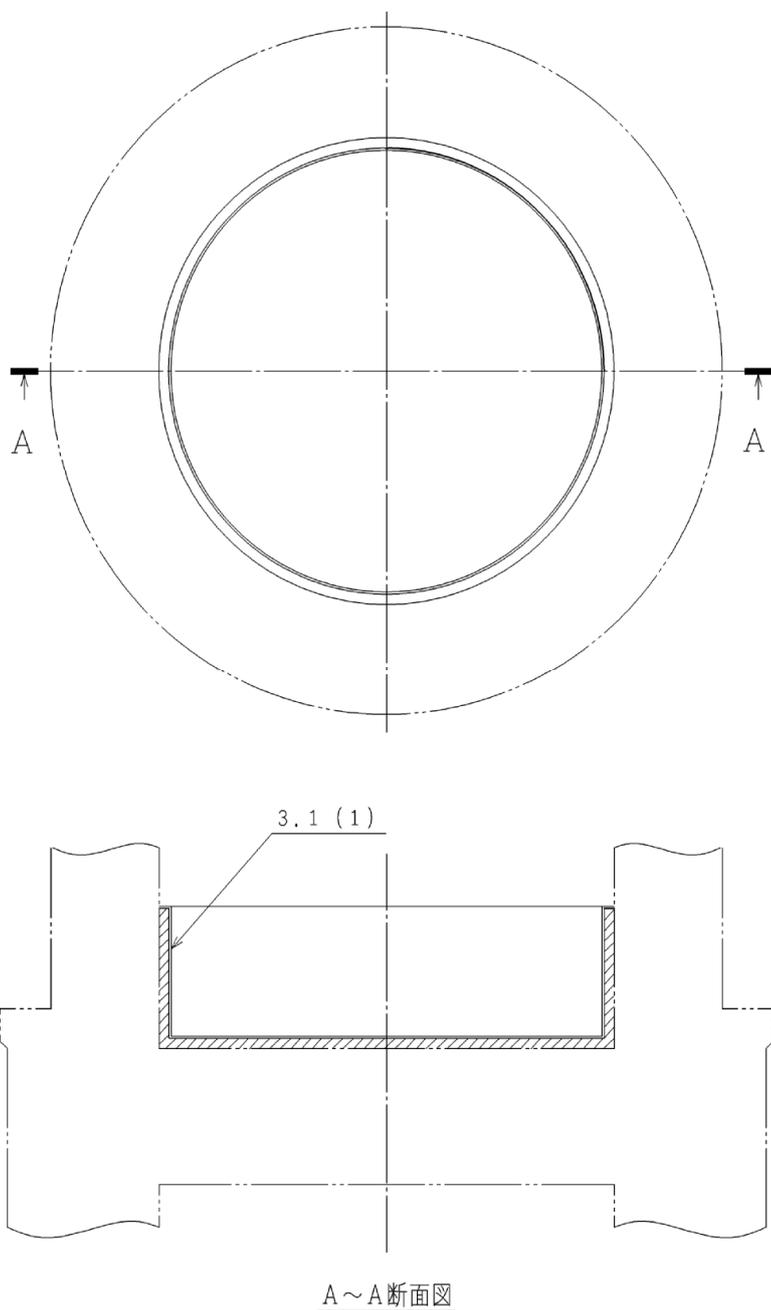
## 2. 適用規格

- (1) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）） J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会 2007年）  
（以下「設計・建設規格」という。）

容器の区分：重大事故等クラス2容器

3. 強度計算

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の  
計算項目番号を示す。

図3-1 概要図

3.1 開放タンクの胴の厚さの計算\*  
 設計・建設規格 PVC-3920 (1)

胴板名称	(1) ライニング材	
材料	SUS304	
水頭	H (m)	—
最高使用温度	(°C)	—
胴の内径	$D_i$ (m)	—
液体の比重	$\rho$	—
許容引張応力	S (MPa)	—
継手効率	$\eta$	—
継手の種類		—
放射線検査の有無		—
必要厚さ	$t_1$ (mm)	1.50
必要厚さ	$t_2$ (mm)	—
必要厚さ	$t_3$ (mm)	—
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t (mm)	1.50
呼び厚さ	$t_{s.o}$ (mm)	4.0
最小厚さ	$t_s$ (mm)	2.1
評価： $t_s \geq t$ ， よって十分である。		

注記 \*：格納容器床ドレンサンプはコリウムシールドを介して，コンクリート躯体にステンレス鋼板を内張りしたものであり，水頭による荷重は，内張りの下のコンクリート躯体で強度を保持しているため，内張り材の最小厚さが設計・建設規格 PVC-3920 (1) で規定する値以上であることを確認する。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-818 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-8-1-2-1 中央制御室待避室空気ポンベの強度評価書

高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則への適合性確認結果（中央制御室待避室空気ポンベ）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
一般継目なし 鋼製容器	中央制御室待避室に待避している要員の被ばく低減のための空気を貯蔵する容器として使用することを目的とする。使用環境として、空気を貯蔵し、屋内で使用する。	マンガン鋼	14.7*	40*

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

法令及び基準	「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」				
機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
継目なし容器	高圧ガスを充填し、貯蔵、移動等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外*1で高圧ガスを充填することを想定している。	充填する高圧ガスの種類、充填圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造すること。	温度 35°Cにおいてその容器に充填することができるガスの圧力のうち最高のものの数値。*2	40*1	耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格した者に、刻印または標章の掲示がなされる。

注記 \*1：容器等を常に温度 40°C以下に保つ必要があり、直射日光等による温度上昇を防ぐため、屋根、障壁を設ける等の措置を講じることが、「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」に記載されている。

\*2：「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に規定される最高充填圧力であり、当該ポンベにおいては 14.7 MPa である。

III. メーカー仕様

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	充填圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
一般継目なし 鋼製容器	1 MPa を超えるような高圧ガスを充填し、保安・運搬等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外*で高圧ガスを充填することを想定している。	マンガン鋼	14.7	40*	高圧ガス保安法に基づく容器保安規則による耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の 5/3 倍）等の容器検査に合格している。

注記 \*：「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従い使用する。

IV. 確認項目

a：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンベは、重大事故等時に空気供給用として屋内で使用される。一方、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」は、高圧ガスを貯蔵する容器の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり、高圧ガスを貯蔵する容器は 40 °C以下で使用し、直射日光等による温度上昇を防ぐよう規定されている。重大事故等時における当該ポンベの使用目的及び使用環境は、本規格で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

b：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIとIIIの材料及び試験条件の比較、IとIIIの使用条件の比較）

当該ポンベには、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った適切な材料であるマンガン鋼が使用されていることを容器検査成績書等により確認できる。

当該ポンベの最高使用温度は「一般高圧ガス保安規則」で定める 40 °C以下、最高使用圧力は「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った最高使用圧力を上回る圧力での耐圧試験に合格していることを容器検査成績書等により確認できることから、当該ポンベは要求される強度を有している。

## V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品として「高圧ガス保安法」（「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-819 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-8-1-4-1 第二弁操作室空気ポンベの強度評価書

高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則への適合性確認結果（第二弁操作室空気ポンペ）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
一般継目なし 鋼製容器	第二弁操作室で弁操作又は待避している要員の被ばく低減のための空気を貯蔵する容器として使用することを目的とする。使用環境として、空気を貯蔵し、屋内で使用する。	マンガン鋼	14.7*	40*

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

法令及び基準	「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」				
機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
継目なし容器	高圧ガスを充填し、貯蔵、移動等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外*1で高圧ガスを充填することを想定している。	充填する高圧ガスの種類、充填圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造すること。	温度 35°Cにおいてその容器に充填することができるガスの圧力のうち最高のものの数値。*2	40*1	耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格した者に、刻印または標章の掲示がなされる。

注記 \*1：容器等を常に温度 40°C以下に保つ必要があり、直射日光等による温度上昇を防ぐため、屋根、障壁を設ける等の措置を講じることが、「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」に記載されている。

\*2：「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に規定される最高充填圧力であり、当該ポンペにおいては 14.7 MPa である。

III. メーカー仕様

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	充填圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
一般継目なし 鋼製容器	1 MPa を超えるような高圧ガスを充填し、保安・運搬等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外*で高圧ガスを充填することを想定している。	マンガン鋼	14.7	40*	高圧ガス保安法に基づく容器保安規則による耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の 5/3 倍）等の容器検査に合格している。

注記 \*：「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従い使用する。

IV. 確認項目

a：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンペは、重大事故等時に空気供給用として屋内で使用される。一方、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」は、高圧ガスを貯蔵する容器の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり、高圧ガスを貯蔵する容器は 40 °C以下で使用し、直射日光等による温度上昇を防ぐよう規定されている。重大事故等時における当該ポンペの使用目的及び使用環境は、本規格で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

b：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIとIIIの材料及び試験条件の比較、IとIIIの使用条件の比較）

当該ポンペには、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った適切な材料であるマンガン鋼が使用されていることを容器検査成績書等により確認できる。

当該ポンペの最高使用温度は「一般高圧ガス保安規則」で定める 40 °C以下、最高使用圧力は「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った最高使用圧力を上回る圧力での耐圧試験に合格していることを容器検査成績書等により確認できることから、当該ポンペは要求される強度を有している。

## V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品として「高圧ガス保安法」（「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公表できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-873 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-別添 3-2-4-5 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強  
度計算書

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	3
2.3 評価方針.....	4
2.4 適用規格.....	5
3. 強度評価.....	6
3.1 記号の定義.....	6
3.2 評価対象部位.....	7
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	8
3.4 許容限界.....	9
3.5 評価方法.....	10
4. 評価条件.....	14
5. 強度評価結果.....	15

## 1. 概要

本資料はV-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき，浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し，主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図を図 2-1 に示す。

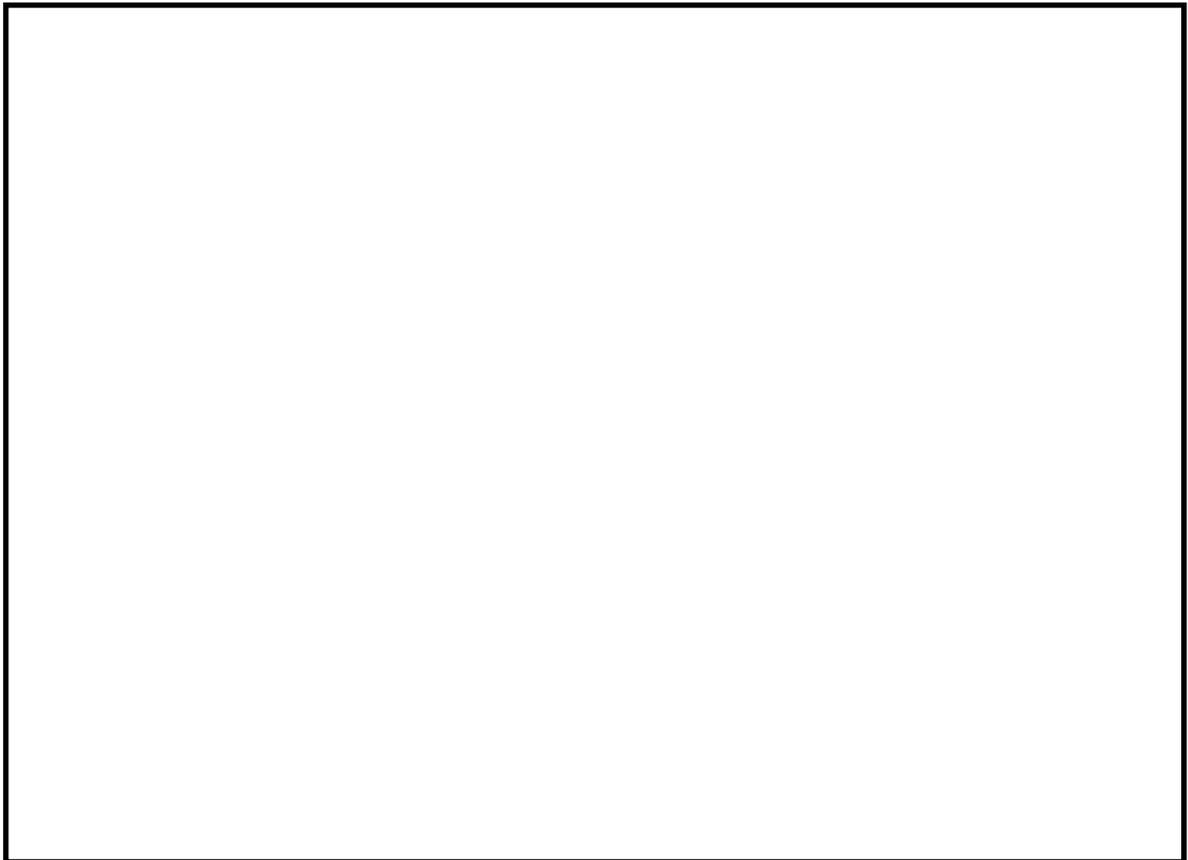


図 2-1 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋配置図

## 2.2 構造概要

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁（溝形鋼）及び補助桁（T形鋼）を組合せた構造とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、本体を海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する固定ボルトで固定する。緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造概要図を図 2-2 に示す。

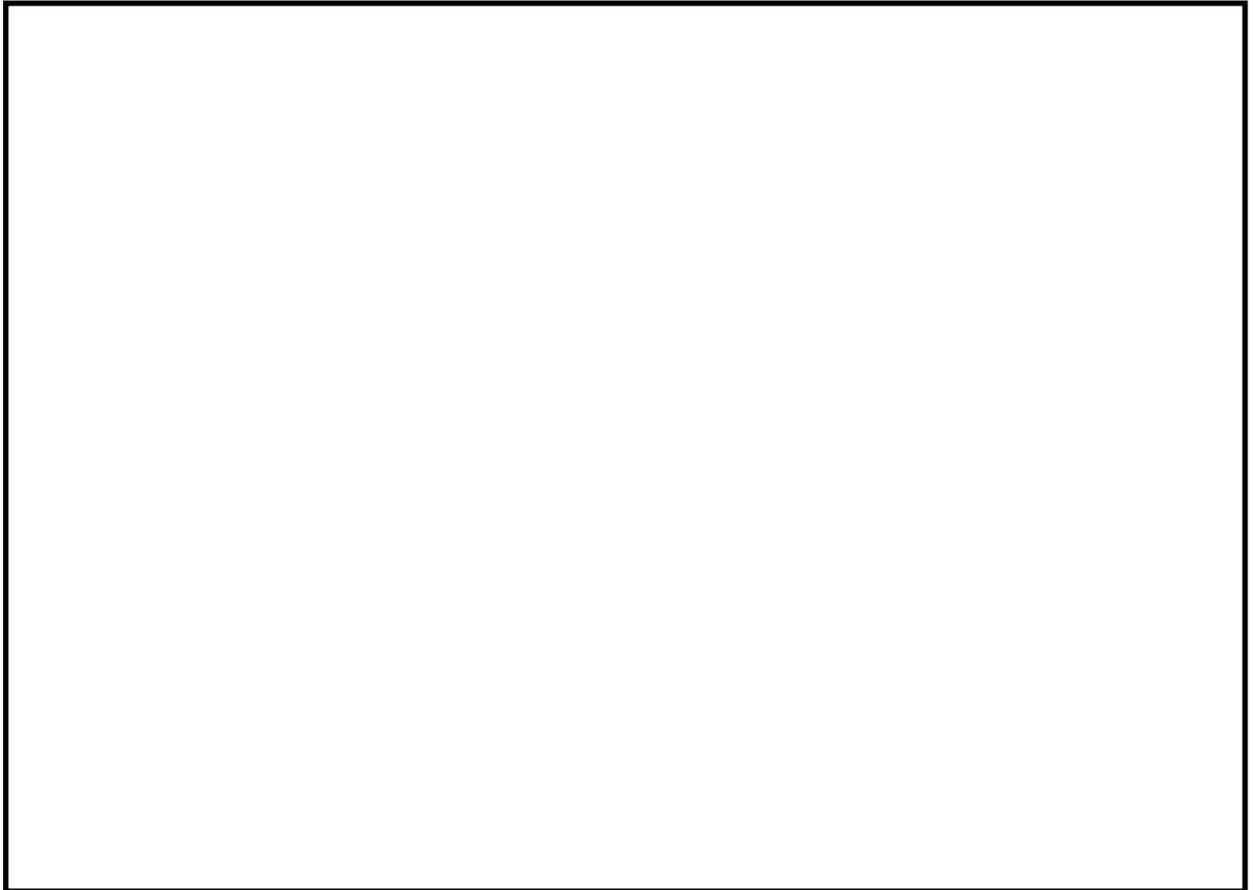


図 2-2 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造概要

### 2.3 評価方針

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算は、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価では、津波襲来時に余震が発生することを想定し、津波荷重及び余震荷重を考慮した強度評価を実施する。強度評価フローを図 2-3 に示す。

また、上記評価を実施するにあたり、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。

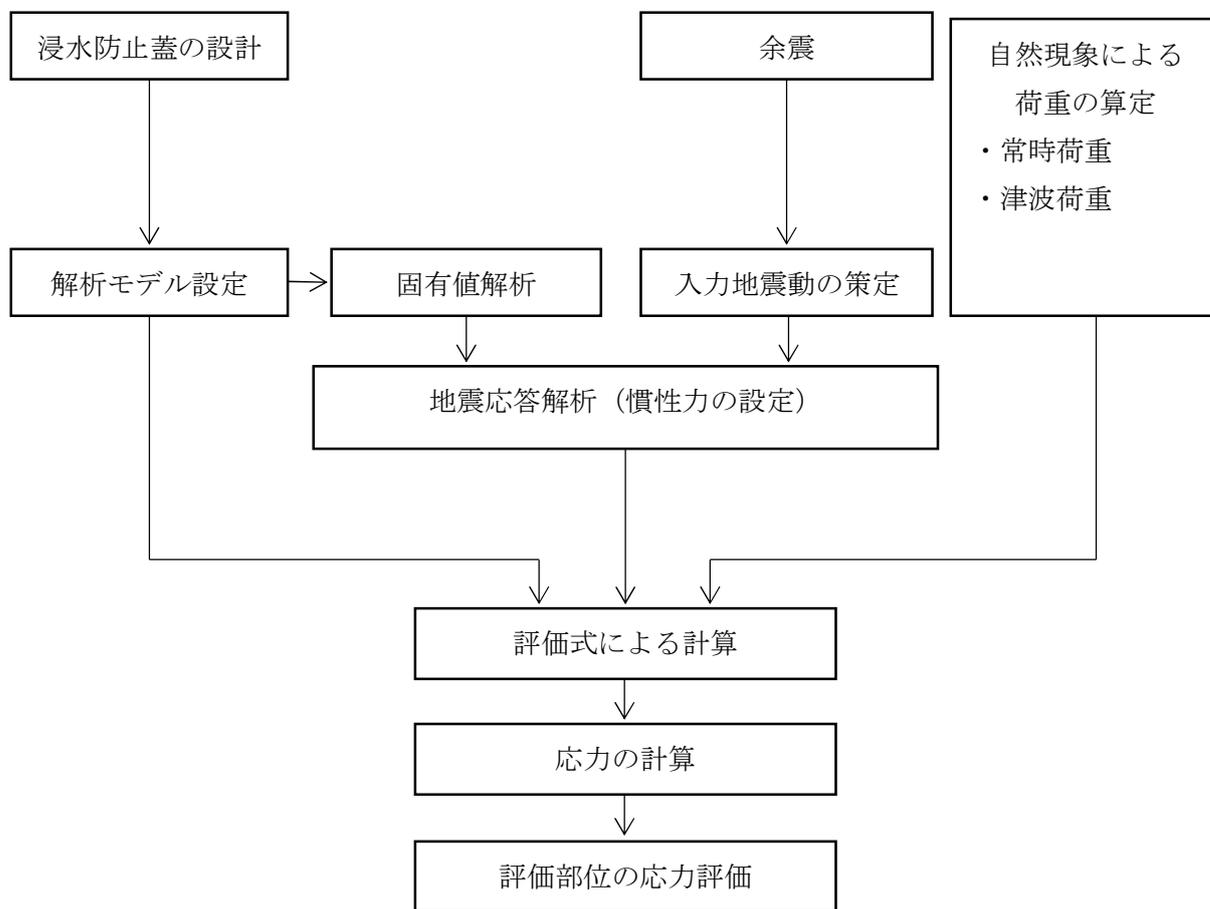


図 2-3 強度評価フロー

## 2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- 日本工業規格 (J I S)
- ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・マニュアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)

### 3. 強度評価方法

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

#### 3.1 記号の定義

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号

記号	単位	定義
$W_o$	kg/m <sup>3</sup>	海水の密度
$g$	m/s <sup>2</sup>	重力加速度
$K$	G	余震時設計震度
$H$	m	津波水位 (T.P.)
$h$	m	津波時設計水深
$q$	kN/m <sup>2</sup>	津波時静水圧
$m_s$	kg	積雪荷重による質量
$P_s$	N	積雪荷重
$A_s$	m <sup>2</sup>	積雪面積
$w_s$	Pa	積雪量 1cm ごとの積雪荷重
$d_s$	cm	垂直積雪量
$\sigma_y$	N/mm <sup>2</sup>	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
$\sigma_u$	N/mm <sup>2</sup>	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
$\sigma_a$	N/mm <sup>2</sup>	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_y / F$
$\tau_a$	N/mm <sup>2</sup>	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
$\sigma_{ca}$	N/mm <sup>2</sup>	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

### 3.2 評価対象部位

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて設定している構造を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

なお、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算における評価対象部位は、浸水防止蓋とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価における評価対象部位を、図 3-1 に示す。

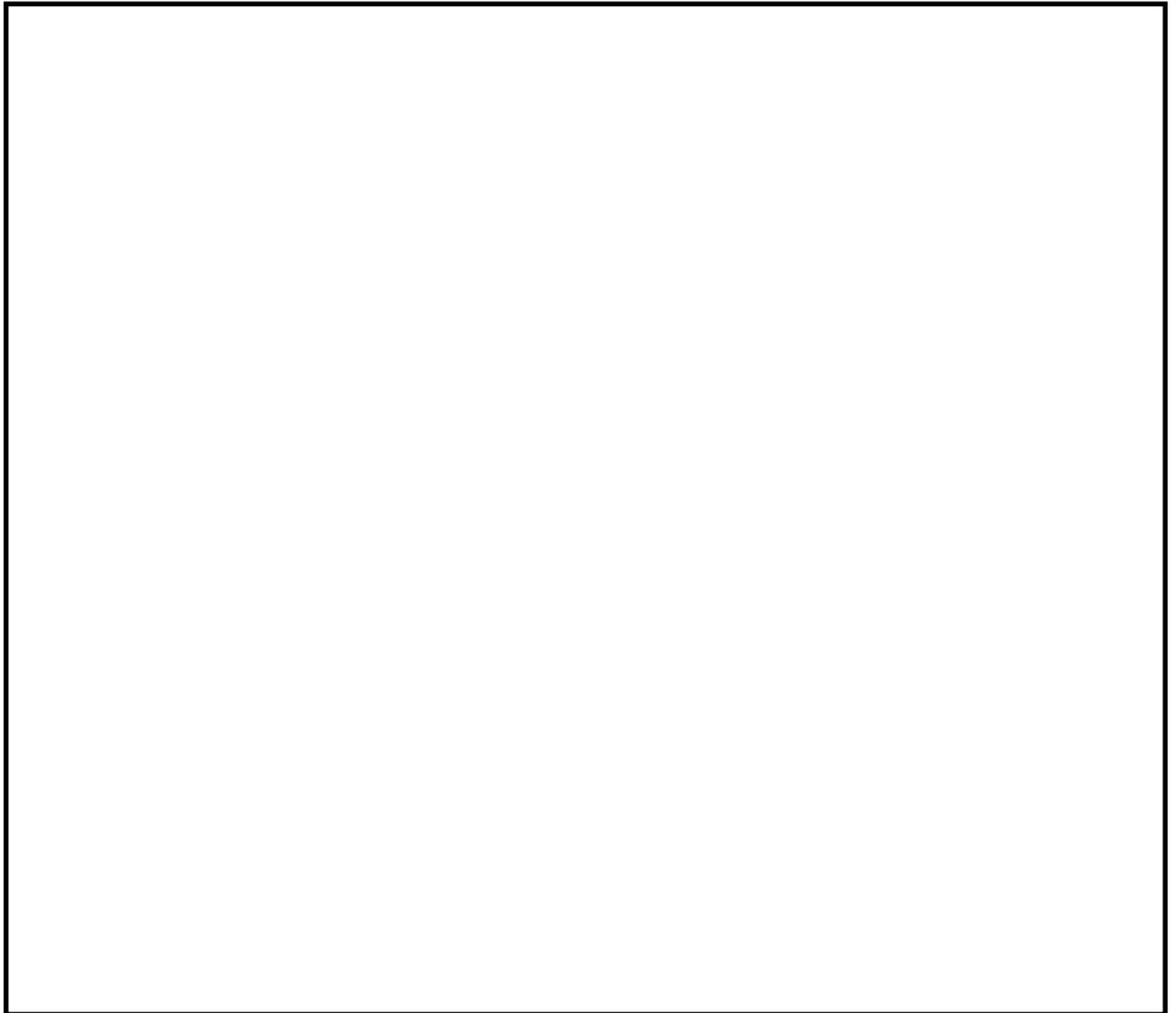


図 3-1 評価対象部位

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の種類及び荷重の組合せに関して以下に示す。

#### 3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

##### (1) 常時作用する荷重 (D)

常時作用する荷重として、自重Dを考慮する。自重Dについては、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

##### (2) 津波荷重 (動・突き上げ) ( $P_t$ )

津波時静水圧を考慮して算出した設計水圧と各部材の受圧面積から各部材の津波荷重を算出する。

##### (3) 余震荷重 ( $S_d$ )

余震荷重として、弾性設計用地震動  $S_d-D1$  による地震力を考慮する。

余震荷重  $S_d$  は、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。

##### (4) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重  $P_s$  については、30 cm の積雪量を想定する。

#### 3.3.2 荷重の組合せ

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、緊急用海水ポンプ点検用ピット最上部の頂版部に設置されているため、風荷重の影響は考慮しない。

荷重の組合せを表 3-2 に示す。

表 3-2 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防止設備	緊急用海水ポンプ点検用 開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d + P_s^{*1}$

注記 \*1: 自重 (D) 及び余震荷重 ( $S_d$ ) の組合せが、強度評価上、津波荷重 ( $P_t$ ) を緩和する方向に作用する場合、保守的にこれらを組合せない評価を実施する。

### 3.4 許容限界

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の許容限界は、評価対象部位ごとに、「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定される許容応力度を用いる。

各評価対象部位の許容限界を表 3-3 に示す。

表 3-3 各評価対象部位の許容限界

状態	許容限界*1, *2			
	浸水防止蓋		固定ボルト	
	一次応力		一次応力	
短期	曲げ	せん断	引張	せん断
	$1.5\sigma_a$	$1.5\tau_a$	$1.5\sigma_a$	$1.5\tau_a$

注記 \*1:「ダム・堰施設技術基準（案）」に準じ、短期時許容値割増 1.5 とする。

\*2:  $\sigma_a$ : 許容曲げ応力度,  $\tau_a$ : 許容せん断応力度

### 3.5 評価方法

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、津波荷重や余震荷重による各部材の発生応力が許容限界以下であることを確認するものとする。

#### 3.5.1 荷重条件

##### (1) 固定荷重 (D)

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

##### (2) 津波荷重 (P<sub>t</sub>)

津波時の水圧は、静水圧と動水圧の2つを考慮するものとする。静水圧 q 及び動水圧 q' はそれぞれ以下のとおりとする。

$$q = h \cdot W_0$$

$$q' = \frac{7}{8} \cdot W_0 \cdot K \cdot \sqrt{H \cdot h} \quad (\text{ウェスタガードの簡易式})$$

##### (3) 余震荷重 (S<sub>d</sub>)

余震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_g = K \cdot D \cdot g$$

ここで、

K : 余震時設計震度 (G)

W<sub>g</sub> : 余震時地震荷重 (kN)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

##### (4) 積雪荷重 (P<sub>s</sub>)

積雪荷重 P<sub>s</sub> については、30 cm の積雪量を想定し、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

積雪荷重による質量は次式を用いて算出する。

$$m_s = P_s \cdot A_s / g = 0.35 \cdot w_s \cdot d_s \cdot A_s / g$$

#### 3.5.2 強度評価

以下に、評価対象部位ごとに、各評価対象部位に作用する応力及びその算出式等をまとめる。

##### (1) 浸水防止蓋

浸水防止蓋の荷重条件は、地震荷重を等分布荷重とし、浸水防止蓋を構成する主桁に発生する最大曲げモーメント及び最大せん断力は「ダム・堰施設技術基準 (案)」に規定される計算式を用いる。なお、主桁については、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準じ、たわみ度も確認する。

## (a) 曲げ応力

津波時水圧により浸水防止蓋の主桁に発生する最大曲げ応力度  $\sigma$  は、次式により算出する。

$$\sigma = M / Z$$

ここで、

$\sigma$  : 最大曲げ応力度

$M$  : 主桁に発生する曲げモーメント

$Z$  : 主桁及び補助桁の断面係数

## (b) せん断応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大せん断応力度  $\tau$  は次式により算出する。

$$\tau = S / A_w$$

ここで、

$\tau$  : 最大せん断応力度

$S$  : 主桁に発生する最大せん断力

$A_w$  : 主桁及び補助桁のウェブ断面積

## (c) たわみ度

浸水防止蓋の主桁のたわみ度  $\Delta\delta$  を次式により算出する。

$$\Delta\delta = \frac{w \cdot B}{48 \cdot E \cdot I} \left( L^3 - \frac{L \cdot B^2}{2} + \frac{B^3}{8} \right)$$

ここで、

$\Delta\delta$  : 主桁のたわみ度

$w$  : 主桁に作用する地震荷重による等分布荷重

$E$  : 鋼材の弾性係数

$I$  : 主桁の断面二次モーメント

$B$  : 水密荷重作用幅

$L$  : 主桁の支間距離

## (2) 固定ボルト

固定ボルトに作用する荷重は、固定ボルト設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。

## (a) 引張応力

固定ボルト 1 本あたりの引張応力度  $\sigma_b$  は、次式により算出する。

$$\sigma_b = P_b / A_b$$

ここで、

$\sigma_b$  : 固定ボルト 1 本あたりの引張応力度

$P_b$  : 固定ボルト 1 本あたりに作用する引張応力

$A_b$  : 固定ボルトの有効断面積

(b) せん断応力

固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度  $\tau_b$  は、次式により算出する。

$$\tau_b = S_b / A_b$$

ここで、

$\tau_b$  : 固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度

$S_b$  : 固定ボルト 1 本あたりに作用するせん断荷重

$A_b$  : 固定ボルトの有効断面積

(c) 組合せ応力

固定ボルトに発生する曲げ応力度  $\sigma_b$  及びせん断応力度  $\tau_b$  による組合せ荷重  $\sigma_{bm}$  を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bm} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2}$$

### 3.5.3 固有値解析

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価にあたり、「2.3 評価方針」に記載したとおり、当該設備をモデル化した固有値解析を実施する。

#### (1) 解析モデル

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の主桁を単純支持梁としてモデル化する。

#### (2) 固有振動数の計算

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、主桁を単純支持梁としてモデル化し、評価を行う。「構造力学公式集（1988年）、土木学会」より、両端支持梁の一次固有振動数は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

各記号の定義並びに評価に必要な諸元を表 3-4 に示す。

表 3-4 固有振動数の計算における記号の定義と評価に必要な諸元

記号	定義	数値	単位	備考
f	一次固有振動数	—	Hz	
E	縦弾性係数	$1.93 \times 10^{11}$	N/m <sup>2</sup>	
I	主桁の断面 2 次モーメント	$1.054 \times 10^{-4}$	m <sup>4</sup>	
m	主桁の単位長さ当りの重量	53.7	kg/m	
L	主桁の長さ	2.73	m	

#### (3) 固有値解析結果

固有振動数の算出結果を表 3-5 に示す。固有振動数は、20 Hz 以上であることから、剛構造である。

表 3-5 固有振動数の算出結果

(単位 : Hz)

機器名称	固有振動数
緊急用海水ポンプピット 点検用開口部浸水防止蓋	130

## 4. 評価条件

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価に関する評価条件を以下に説明する。

## (1) 評価対象部位の諸元

評価対象部位である，浸水防止蓋及び固定ボルトの各諸元を，表 4-1，表 4-2 に示す。

表 4-1 評価対象部位の各諸元（浸水防止蓋）

項目	材質	鋼材仕様
浸水防止蓋	スキンプレート	SUS304 PL-12
	主桁	SUS304 B [-300×100×12×16 (端部) B [-300×100×12×16 (中間部)

表 4-2 評価対象部位の各諸元（固定ボルト）

材質	呼び径 (mm)
SUS304	30

## 5. 強度評価結果

蓋、固定ボルトの強度評価結果を表 5-1 に示す。緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の各部位の発生応力は、許容応力以下であり、基準津波荷重を考慮した荷重に対して構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 5-1 強度評価結果

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

		評価応力	発生応力	許容応力
端部桁	蓋	曲げ	23.7	150
		せん断	7.1	90
		組合せ	29.9	150
	固定ボルト	引張	46.9	150
中間桁	蓋	曲げ	54.6	150
		せん断	16.3	90
		組合せ	61.5	150
	固定ボルト	引張	93.7	150

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公表できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-872 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-別添 3-2-4-6 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の  
強度計算書

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	3
2.3 評価方針.....	4
2.4 適用規格.....	5
3. 強度評価方法.....	6
3.1 記号の定義.....	6
3.2 評価対象部位.....	7
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	8
3.4 許容限界.....	9
3.5 評価方法.....	10

## 1. 概要

本資料は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の設置位置図を図 2-1 に示す。

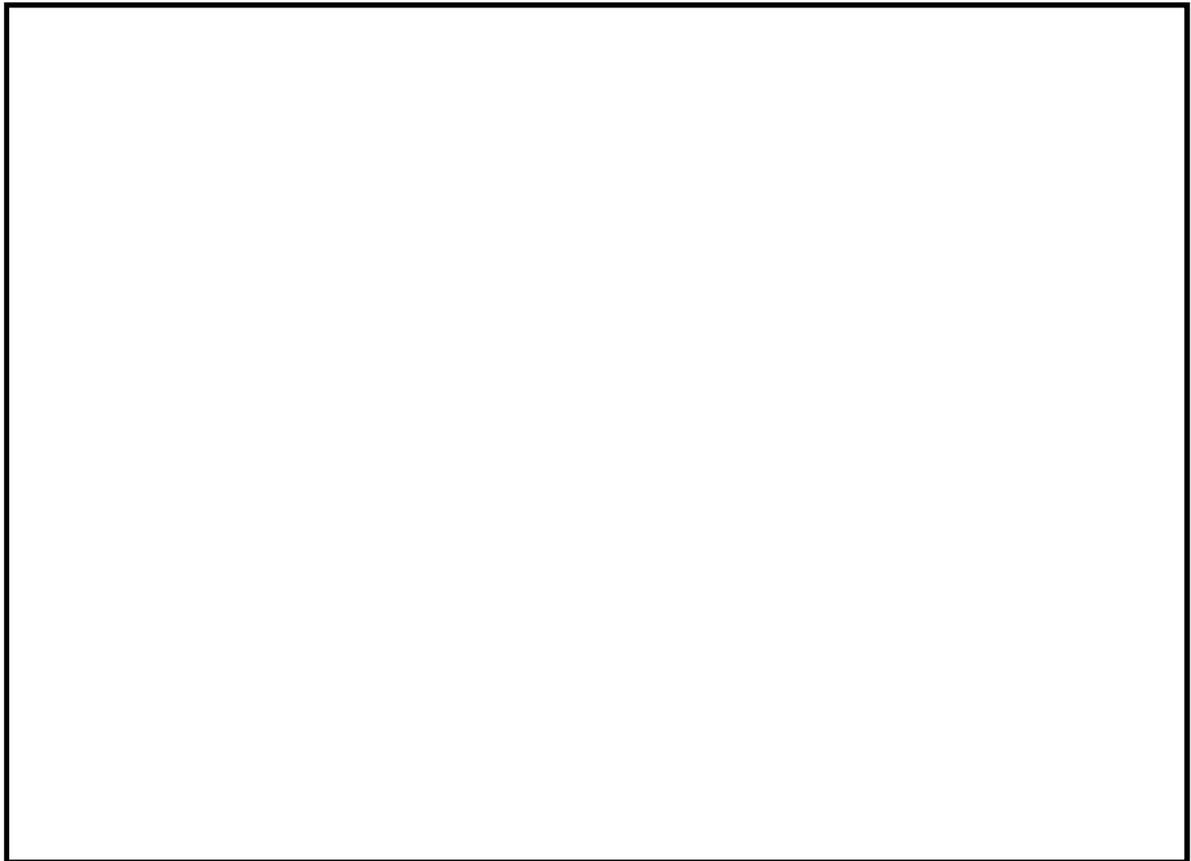


図 2-1 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋配置図

## 2.2 構造概要

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁（溝形鋼）及び補助桁（T形鋼）を組合せた構造とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、本体を海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する固定ボルトで固定する。緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造概要図を図 2-2 に示す。



図 2-2 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造概要

### 2.3 評価方針

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算は、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価では、津波襲来時に余震が発生することを想定し、津波荷重及び余震荷重を考慮した強度評価を実施する。強度評価フローを図2-3に示す。

また、上記評価を実施するにあたり、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。

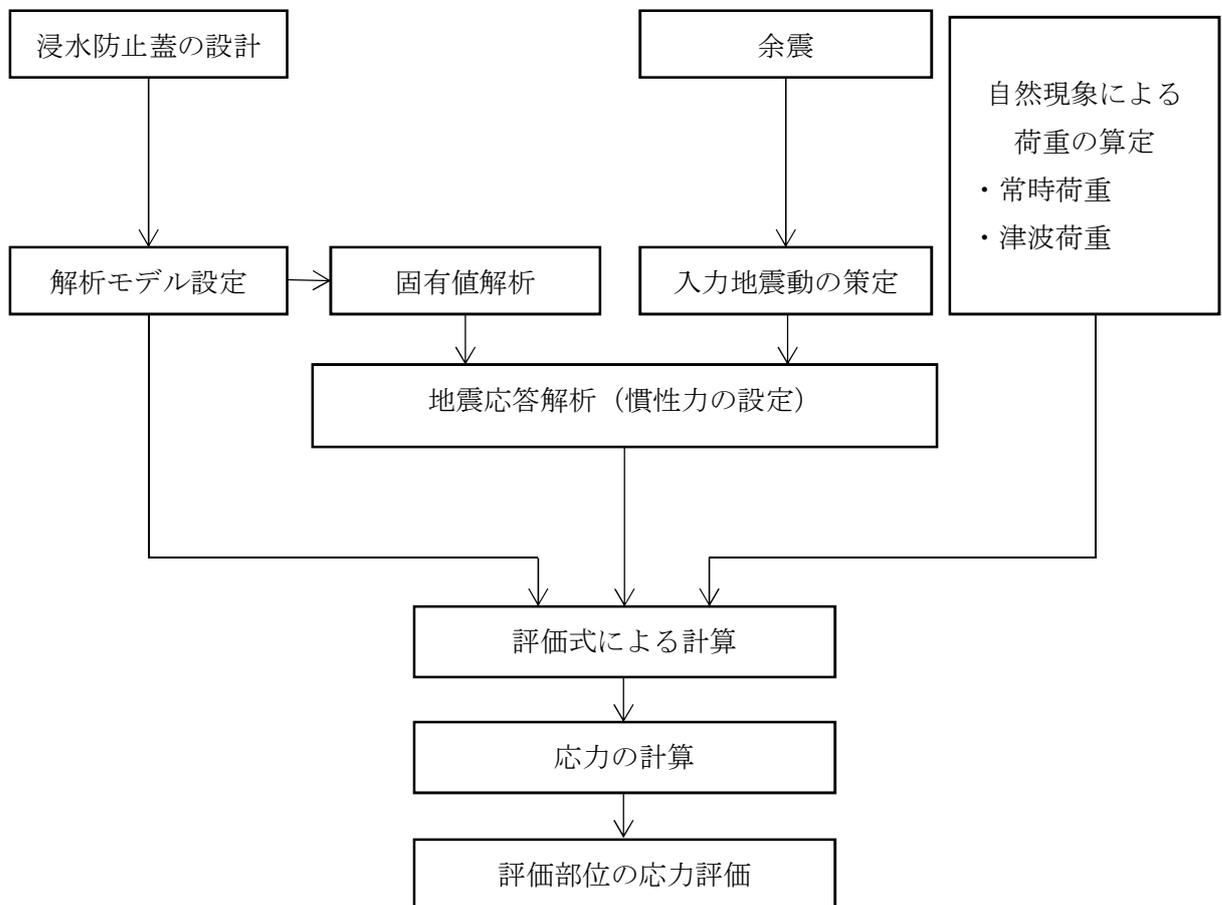


図 2-3 強度評価フロー

## 2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984((社) 日本電気協会)
- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- 日本工業規格 ( J I S )
- ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・マニュアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)

### 3. 強度評価方法

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

#### 3.1 記号の定義

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号

記号	単位	定義
$W_0$	$\text{kg/m}^3$	海水の密度
$g$	$\text{m/s}^2$	重力加速度
$K$	$G$	余震時設計震度
$H$	$m$	津波水位 (T.P.)
$h$	$m$	津波時設計水深
$q$	$\text{kN/m}^2$	津波時静水圧
$\sigma_y$	$\text{N/mm}^2$	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
$\sigma_u$	$\text{N/mm}^2$	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
$\sigma_a$	$\text{N/mm}^2$	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_y / F$
$\tau_a$	$\text{N/mm}^2$	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
$\sigma_{ca}$	$\text{N/mm}^2$	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

### 3.2 評価対象部位

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて設定している構造を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

なお、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算における評価対象部位は、浸水防止蓋とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価における評価対象部位を、図 3-1 に示す。

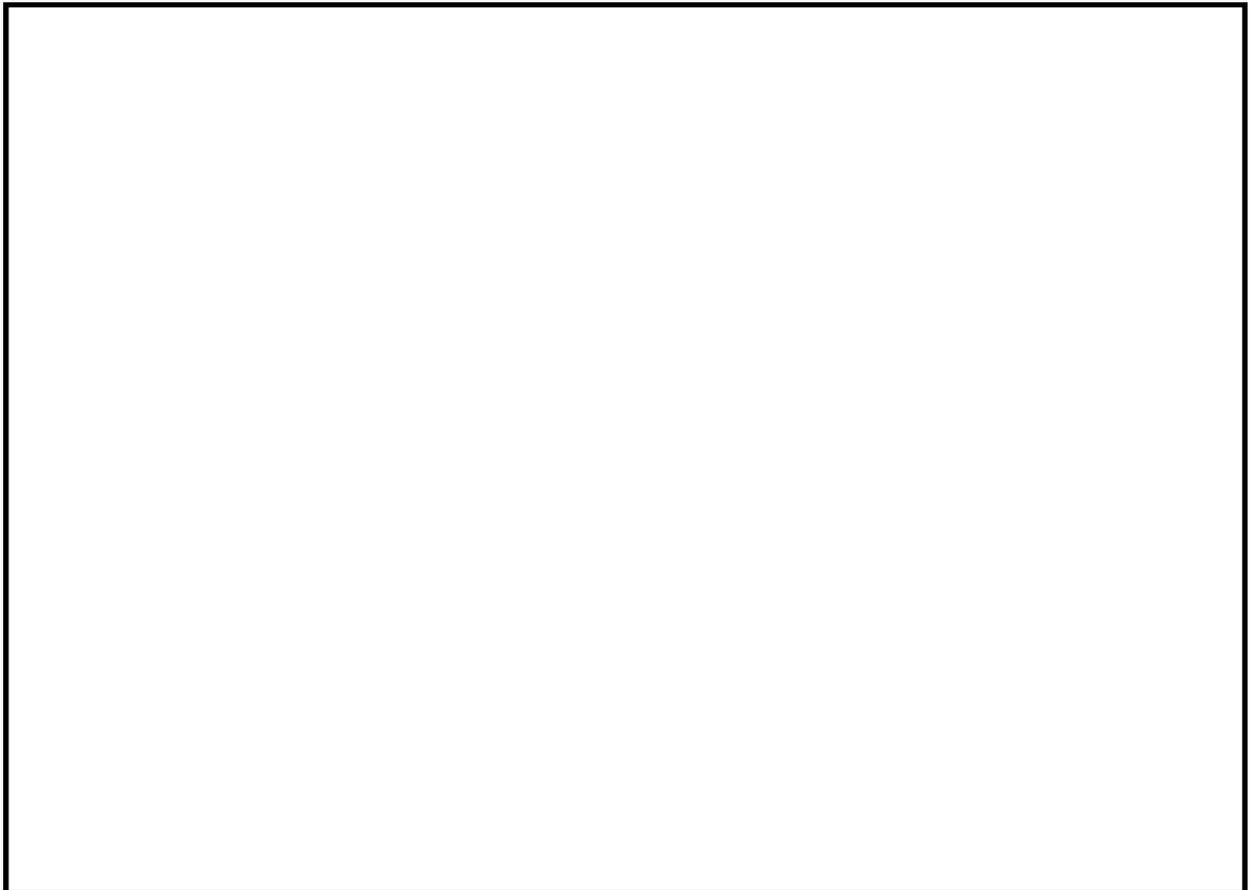


図 3-1 評価対象部位

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の種類及び荷重の組合せに関して以下に示す。

#### 3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

##### (1) 常時作用する荷重 (G)

常時作用する荷重として、自重Gを考慮する。自重Gについては、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

##### (2) 津波荷重 (動・突き上げ) ( $P_t$ )

津波時静水圧を考慮して算出した設計水圧と各部材の受圧面積から各部材の津波荷重を算出する。

##### (3) 余震荷重 ( $S_d$ )

余震荷重として、弾性設計用地震動 $S_d-D1$ による地震力を考慮する。

余震荷重 $S_d$ は、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。

#### 3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-2 に示す。

表 3-2 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防止設備	緊急用海水ポンプ室 人員用開口部浸水防止蓋	$G + P_t + S_d$

注記 \* : G : 自重,  $S_d$  : 余震荷重,  $P_t$  : 津波荷重

### 3.4 許容限界

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の許容限界は、評価対象部位ごとに、「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定される許容応力度を用いる。

各評価対象部位の許容限界を表 3-3 に示す。

表 3-3 各評価対象部位の許容限界

状態	許容限界 *1, *2	
	浸水防止蓋	
	一次応力	
短期	曲げ	せん断
	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$

注記 \*1: 「ダム・堰施設技術基準（案）」に準じ、短期時許容値割増 1.5 とする。

\*2:  $\sigma_a$ : 許容曲げ応力度,  $\tau_a$ : 許容せん断応力度

### 3.5 評価方法

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価は、津波荷重や余震荷重による各部材の発生応力が許容限界以下であることを確認するものとする。

#### 3.5.1 荷重条件

##### (1) 固定荷重 (G)

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

##### (2) 津波荷重 ( $P_t$ )

津波時の水圧  $q$  は、以下のとおりとする。

$$q = h \cdot W_0$$

##### (3) 余震荷重 ( $S_d$ )

余震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_g = K \cdot D \cdot g$$

ここで、

$K$  : 余震時設計震度 (G)

$W_g$  : 余震時地震荷重 (kN)

$D$  : 固定荷重による全体質量 (kg)

$g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

#### 3.5.2 強度評価

##### (1) 浸水防止蓋

浸水防止蓋の荷重条件は、地震荷重を等分布荷重とし、浸水防止蓋を構成する主桁に発生する最大曲げモーメント及び最大せん断力は「ダム・堰施設技術基準 (案)」に規定される計算式を用いる。なお、主桁については、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準じ、たわみ度も確認する。

##### (a) 曲げ応力

津波時水圧により浸水防止蓋の主桁に発生する最大曲げ応力度  $\sigma$  は、次式により算出する。

$$\sigma = M / Z$$

ここで、

$\sigma$  : 最大曲げ応力度

$M$  : 主桁に発生する曲げモーメント

$Z$  : 主桁及び補助桁の断面係数

## (b) せん断応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大せん断応力度  $\tau$  は次式により算出する。

$$\tau = S / A_w$$

ここで、

$\tau$  : 最大せん断応力度

$S$  : 主桁に発生する最大せん断力

$A_w$  : 主桁及び補助桁のウェブ断面積

## (c) たわみ度

浸水防止蓋の主桁のたわみ度  $\triangle\delta$  を次式により算出する。

$$\triangle\delta = \frac{w \cdot B}{48 \cdot E \cdot I} \left( L^3 - \frac{L \cdot B^2}{2} + \frac{B^3}{8} \right)$$

ここで、

$\triangle\delta$  : 主桁のたわみ度

$w$  : 主桁に作用する地震荷重による等分布荷重

$E$  : 鋼材の弾性係数

$I$  : 主桁の断面二次モーメント

$B$  : 水密荷重作用幅

$L$  : 主桁の支間距離

## (2) 固定ボルト

固定ボルトに作用する荷重は、固定ボルト設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。

## (a) 引張応力

固定ボルト 1 本あたりの引張応力度  $\sigma_b$  は、次式により算出する。

$$\sigma_b = P_b / A_b$$

ここで、

$\sigma_b$  : 固定ボルト 1 本あたりの引張応力度

$P_b$  : 固定ボルト 1 本あたりに作用する引張応力

$A_b$  : 固定ボルトの有効断面積

## (b) せん断応力

固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度  $\tau_b$  は、次式により算出する。

$$\tau_b = S_b / A_b$$

ここで、

$\tau_b$  : 固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度  
 $S_b$  : 固定ボルト 1 本あたりに作用するせん断荷重  
 $A_b$  : 固定ボルトの有効断面積

(c) 組合せ応力

固定ボルトに発生する曲げ応力度  $\sigma_b$  及びせん断応力度  $\tau_b$  による組合せ荷重  $\sigma_{bm}$  を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bm} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2}$$

### 3.5.3 固有値解析

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価にあたり、「2.3 評価方針」に記載したとおり、当該設備をモデル化した固有値解析を実施する。

#### (1) 解析モデル

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の主桁を単純支持梁としてモデル化する。

#### (2) 固有振動数の計算

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、主桁を単純支持梁としてモデル化し、評価を行う。「構造力学公式集（1988年）、土木学会」より、両端支持梁の一次固有振動数は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

各記号の定義並びに評価に必要な諸元を表 3-4 に示す。

表 3-4 固有振動数の計算における記号の定義と評価に必要な諸元

記号	定義	数値	単位
f	一次固有振動数	—	Hz
g	重力加速度	9.80665	m/s <sup>2</sup>
E	縦弾性係数	1.93×10 <sup>11</sup>	N/m <sup>2</sup>
I	主桁の断面 2 次モーメント	4.17×10 <sup>-5</sup>	m <sup>4</sup>
m	主桁の単位長さ当りの重量	192	kg/m
L	主桁の長さ	0.98	m

#### (3) 固有値解析結果

固有振動数の算出結果を表 3-5 に示す。固有振動数は、20 Hz 以上であることから、剛構造である。

表 3-5 固有振動数の算出結果

(単位：Hz)

機器名称	固有振動数
緊急用海水ポンプ室 人員用開口部浸水防止蓋	189

#### 4. 評価条件

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価に関する評価条件を以下に説明する。

##### (1) 評価対象部位の諸元

評価対象部位である，浸水防止蓋及び固定ボルトの各諸元を，表 4-1，表 4-2 に示す。

表 4-1 評価対象部位の各諸元（浸水防止蓋）

項目		材質	鋼材仕様
浸水防止蓋	スキンプレート	SUS304	PL-10
	主桁	SUS304	B [-150×80×9×12(端部) BH-150×100×9×12(端部以外)

表 4-2 評価対象部位の各諸元（固定ボルト）

材質	呼び径 (mm)
SUS304	30

5. 耐震評価結果

蓋、固定ボルトの耐震評価結果を表 5-1 に示す。緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の各部位の発生応力は、許容応力以下であり、地震荷重に対して構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 5-1 強度評価結果

(単位：N/mm<sup>2</sup>)

		評価応力	発生応力	許容応力
端部桁	蓋	曲げ	44.4	150
		せん断	23.3	90
	固定ボルト	引張	50.5	150
端部桁	蓋	曲げ	72.8	150
		せん断	46.6	90
	固定ボルト	引張	101	150

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密  
又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-276 改2
提出年月日	平成30年6月29日

## V-3-別添 3-2-4-7 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用

### 水密ハッチの強度計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格	3
3. 強度評価方法	4
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	4
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	6
3.5 評価方法	7
4. 評価条件	9
5. 強度評価結果	9

## 1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」という。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

水密ハッチの設置場所を図1に示す。

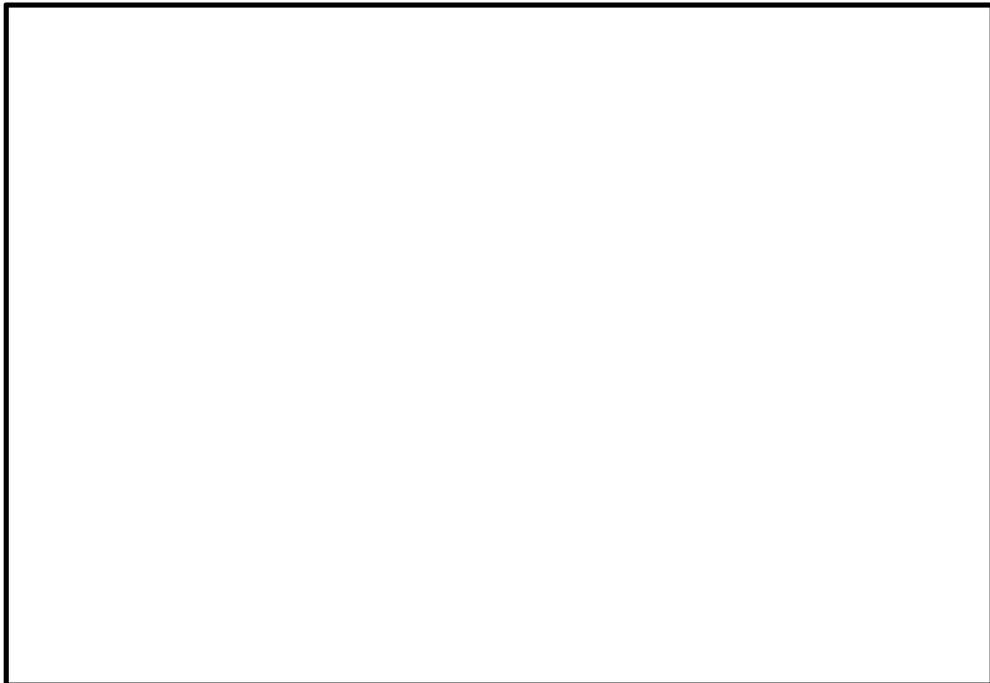


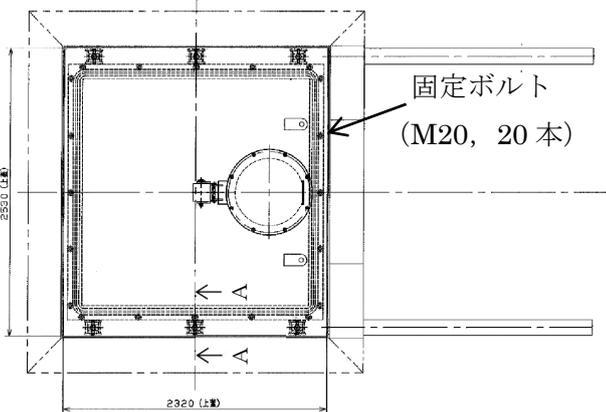
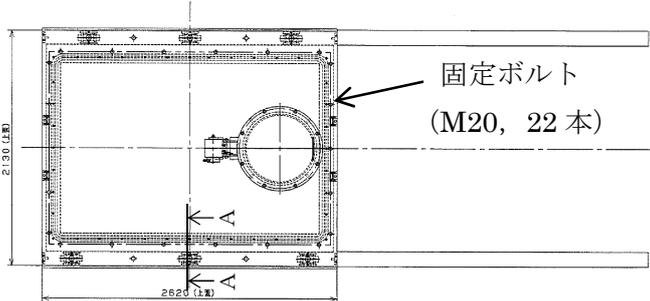
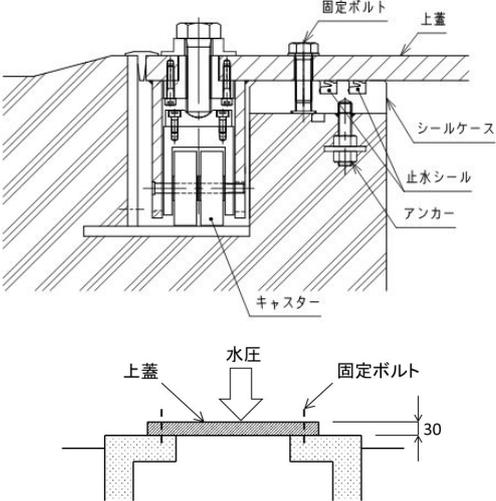
図1 水密ハッチの設置場所

## 2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、格納容器圧力逃がし装置格納槽に基礎ボルトにより固定することで止水性を確保する構造とする。

水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
水密ハッチ	 <p>固定ボルト (M20, 20本)</p> <p>2550 (上蓋) 2320 (上蓋)</p> <p>格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチA</p>		
	 <p>固定ボルト (M20, 22本)</p> <p>2130 (上蓋) 2620 (上蓋)</p> <p>格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチB</p>		
計画の概要			
	主体構造	支持構造	説明図(A-A)
	鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。	
			 <p>固定ボルト 上蓋 シールケース 止水シール アンカー キャスター</p> <p>上蓋 水圧 固定ボルト 30</p>

### 2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、水密ハッチの評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

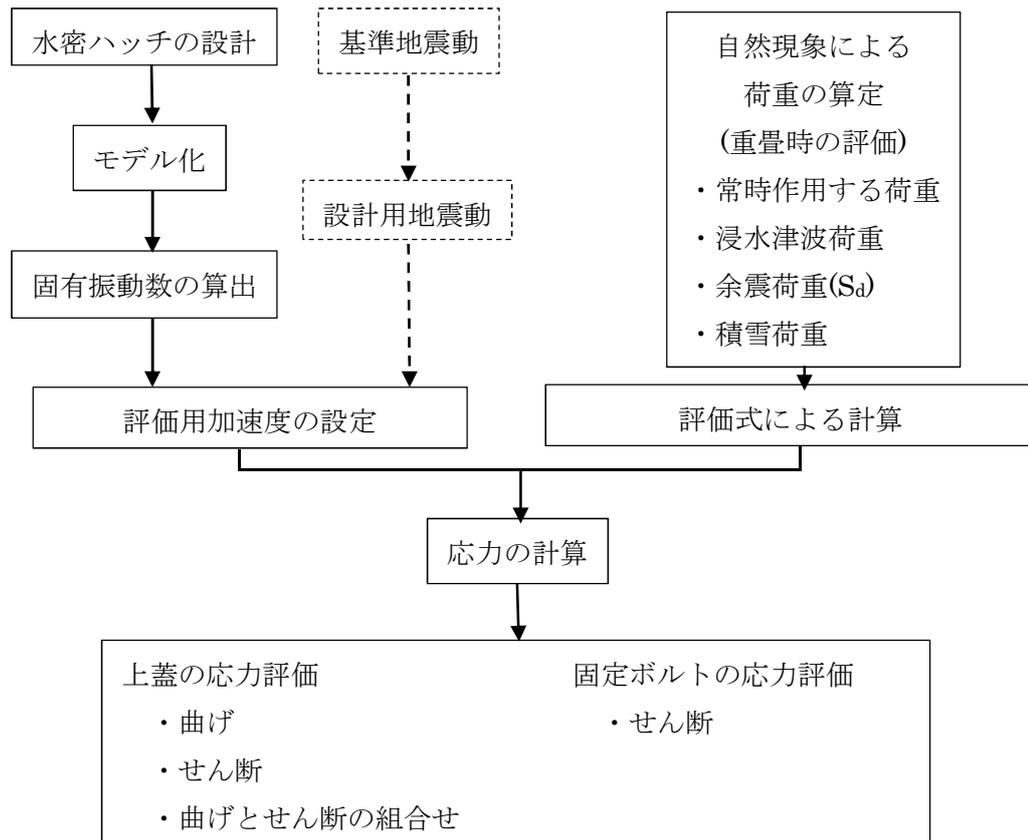


図2 水密ハッチの強度評価フロー

### 2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 - 2005/2007 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補—1984 ((社)日本電気協会 昭和59年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 —1987 ((社)日本電気協会 昭和62年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 —1991 追補版 ((社)日本電気協会 平成3年)
- ・機械工学便覧 改訂第5版 (日本機械学会編 1968年)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 ((社)日本港湾協会 平成19年)

### 3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」にて設定する評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

#### 3.1 記号の定義

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表2に示す。

表2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
D	N	常時作用する固定荷重（上蓋の重量）
m	kg	上蓋の質量
a	mm	上蓋の荷重負担幅（短辺）
b	mm	上蓋の荷重負担長さ（長辺）
g	m/s <sup>2</sup>	重力加速度
h	m	水位差
P <sub>Hs d</sub>	N	水平加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>Vs d</sub>	N	鉛直加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>h</sub>	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
t	mm	上蓋の板厚
$\beta_2$	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	海水の密度
$\sigma_b$	MPa	上蓋に発生する最大曲げ応力
$\tau$	MPa	上蓋に発生する最大せん断応力
$\tau_k$	MPa	固定ボルトに発生する最大せん断応力
A <sub>b</sub>	mm <sup>2</sup>	固定ボルトの呼び径での断面積
n	本	固定ボルトの本数
$\omega$	Pa/cm	積雪の単位荷重
H	cm	垂直積雪高さ
k	-	定数（積雪荷重算出）
A	m <sup>2</sup>	上蓋面積

#### 3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している構造を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

水密ハッチに対して浸水津波及び積雪、余震による荷重が作用し、これらの荷重は鋼製の上蓋よ

り上蓋を固定している鋼製の固定ボルトに伝達することから、主要構成部材である上蓋及び固定ボルトを評価対象部位として設定する。ただし鉛直震度が 1G を超えないため上蓋の浮き上がりによる固定ボルトの引張が起らないことから、固定ボルトは引張の評価を行わないこととする。よって余震鉛直荷重は重畳する方向にのみ作用させる。

水密ハッチの強度評価における評価対象部位について図 3 に示す。

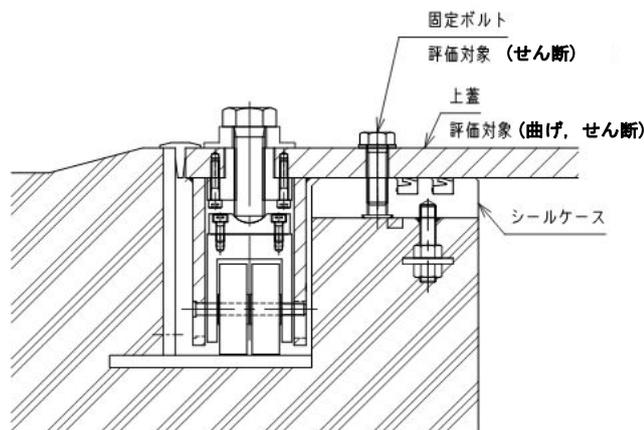


図 3 評価対象部位

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料 V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

#### 3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

##### (1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

##### (2) 浸水津波荷重( $P_h$ )

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h = \rho_0 \cdot g \cdot h$$

##### (3) 余震荷重( $S_d$ )

余震荷重は、添付資料 V-1-1-2-2-5 「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動  $S_d$  を入力して得られた地震応答解析に伴う格納容器圧力逃がし装置格納槽上版における最大応答加速度の最大値を静的震度として、水密ハッチに作用する余震による慣性力を考慮する。なお、静的震度は最大応答加速度を重力加速度で除して算出する。

水密ハッチの最大床応答加速度を表 3 に、応力評価に用いる  $S_d$  地震荷重の最大静的震度を表 4 に示す。

表3 水密ハッチの最大床応答加速度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)	
			水平方向	鉛直方向
S <sub>d</sub> -D1L	正転	正転	192	357
	反転	正転	187	371
	正転	反転	199	373
	反転	反転	332	551

追而

表4 応力評価に用いる最大静的震度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)		水平震度 C <sub>H</sub>	鉛直震度 C <sub>V</sub>
			水平方向	鉛直方向		
S <sub>d</sub> -D1L	反転	反転	332	551	0.34	0.57

追而

(4) 積雪荷重 (P<sub>s</sub>)

積雪荷重を考慮する。

積雪荷重 P<sub>s</sub> については、添付資料「V-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づき 30cm の積雪量を想定し、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

積雪荷重による質量は次式を用いて算出する。

$$P_s = 0.35 \cdot \omega \cdot 30$$

ここで、

ω : 積雪の単位荷重 (Pa/cm)

=20

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、重畳時として設定する。

荷重の組合せを表5に示す。

表5 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	D + P <sub>h</sub> + S <sub>d</sub> + P <sub>s</sub>

注記：Dは常時作用する荷重，P<sub>h</sub>は浸水津波荷重，S<sub>d</sub>は余震荷重，P<sub>s</sub>は積雪荷重を示す。

### 3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC 1-2005/2007」に準じた供用状態Cの許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表6に、許容応力算定用基準値を表7に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価条件を表8に示す。

表6 水密ハッチの許容限界

供用状態 (許容応力状態)	許容限界 <sup>※1※2</sup>				
	上蓋			固定ボルト	
	一次応力			一次応力	
	曲げ	せん断	組合せ <sup>※3</sup>	引張	せん断
C (Ⅲ <sub>A</sub> S)	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	—	$1.5 \cdot f_s$

注記 ※1 曲げ及びせん断は、J E A G 4 6 0 1・補—1984 を準用し、「その他の支持構造物」の許容限界を適用する。組合せは、J S M E S N C 1-2005/2007 による。

※2  $f_b$  : 許容曲げ応力,  $f_s$  : 許容せん断応力,  $f_t$  : 許容引張応力を示す。

※3 曲げとせん断の組合せである。

表7 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 (°C)	$S_y$ <sup>※1</sup> (MPa)	$S_u$ <sup>※1</sup> (MPa)	$F$ <sup>※1※2</sup> (MPa)
上蓋	SUS304	40	205	520	205
固定ボルト					

注記 ※1  $S_y$  : 設計降伏点,  $S_u$  : 設計引張強さ,  $F$  : 許容応力算定用基準値を示す。

※2  $F = \text{Min} [S_y, 0.7 \cdot S_u]$  とする。

表8 許容応力算出

評価部位	材料	温度条件 <sup>※1</sup> (°C)	$1.5 \cdot f_b$ (MPa)	$1.5 \cdot f_t$ (MPa)	$1.5 \cdot f_s$ (MPa)
上蓋	SUS304	40	204	204	117
固定ボルト			—	—	

※1 屋外設備なため 40°C とする。

### 3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 上蓋の応力評価

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力及びせん断応力は、「機械工学便覧（1986年）、日本機械学会」より以下の式にて算出する。

a. 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{\beta_1 \cdot \left( \frac{D + P_{Vs_d}}{A} + Ph + P_s \right) \cdot a^2}{t^2}$$

b. せん断力

$$\tau = \frac{D + P_{Vs_d} + (Ph + P_s) \cdot A}{t \cdot (a + b) \cdot 2}$$

ここで、

$$D = m \cdot g$$

$$P_{Vs_d} = C_V \cdot (D + P_s \cdot A)$$

c. 組合せ応力評価

前項にて算出した垂直応力やせん断応力について、次式にて組合せ応力を算出する。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \quad ※1$$

ここで、

$\sigma$  : 組合せ応力 (MPa)

$\sigma_x, \sigma_y$  : 互いに直交する垂直応力 (MPa)

$\tau_{xy}$  :  $\sigma_x, \sigma_y$  の作用する面内のせん断応力 (MPa)

注記 ※1 J S M E S N C 1 - 2005 / 2007 SSB-3121.1

(2) 固定ボルトの応力評価

余震による水平荷重が作用した際の固定ボルトのせん断応力は、以下の式より算出する。

$$\tau_k = \frac{P_{Hsd}}{n \cdot Ab}$$

ここで、

$$P_{Hsd} = C_H \cdot (D + P_s \cdot A)$$

#### 4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 9, 10, 11 に示す。

表 9 上蓋の各緒元

	上蓋の質量 m (kg)	荷重負担幅 a (mm)	荷重負担長 さ b (mm)	係数 $\beta_1$	上蓋の板厚 t (mm)
水密ハッチ A	1700	2320	2580	0.33	30
水密ハッチ B	1600	2130	2620	0.45	30

表 10 その他の各緒元

	固定ボルト の呼び径 (mm)	呼び径断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> )	固定ボルト 本数 n (本)	積雪の 単位荷重 $\omega$ (Pa/cm)	上蓋面積 A (m <sup>2</sup> )
水密ハッチ A	20	314.159265	20	20	$2.32 \times 2.58 = 5.9856$
水密ハッチ B	20	314.159265	22	20	$2.13 \times 2.62 = 5.5806$

表 11 浸水津波荷重の算出条件

重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	海水の密度 $\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	水位差 h (m)
9.80665	1030 <sup>※1</sup>	0.200

注記 ※1 港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会 平成 19 年）による。

#### 5. 強度評価結果

水密ハッチの上蓋及び固定ボルトの強度評価結果を表 12 に示す。

水密ハッチの各部位の発生応力は許容応力以下であり、浸水津波及び余震、積雪等を考慮した荷重に対して構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 12 強度評価結果

評価対象部位		評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
水密ハッチA	上蓋	曲げ	14	204
		せん断	1	117
		組合せ※ <sup>1</sup>	15	204
	固定ボルト	せん断	1	117
水密ハッチB	上蓋	曲げ	16	204
		せん断	1	117
		組合せ※ <sup>1</sup>	17	204
	固定ボルト	せん断	1	117

注記 ※1 曲げとせん断の組合せである。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密  
又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-277 改2
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-別添 3-2-4-8 常設低圧代替注水系格納槽点検用

水密ハッチの強度計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格	3
3. 強度評価方法	4
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	5
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	7
3.5 評価方法	8
4. 評価条件	9
5. 強度評価結果	9

## 1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」という。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

水密ハッチの設置場所を図1に示す。

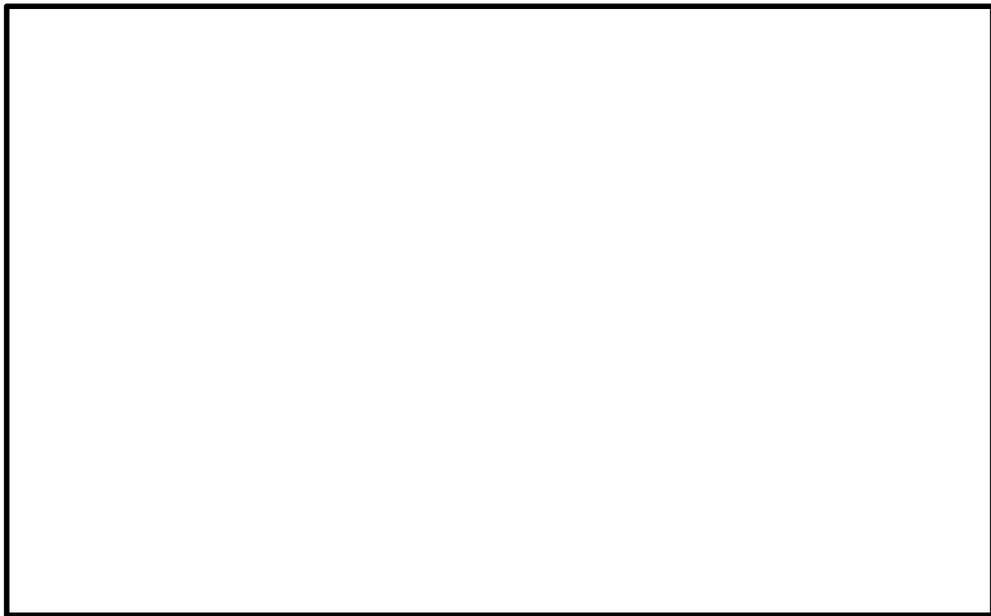


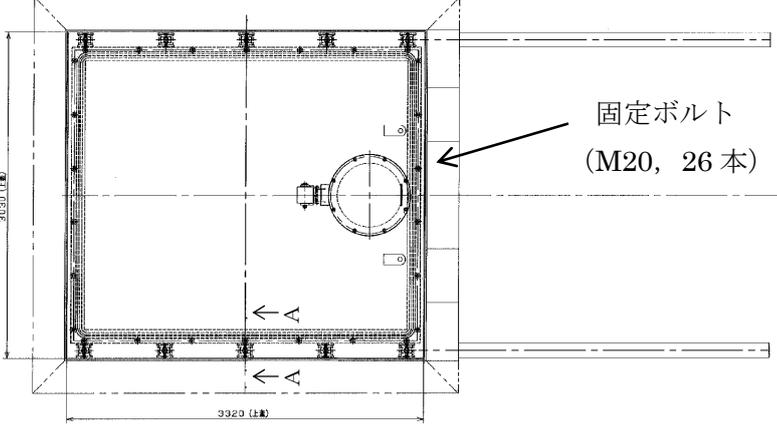
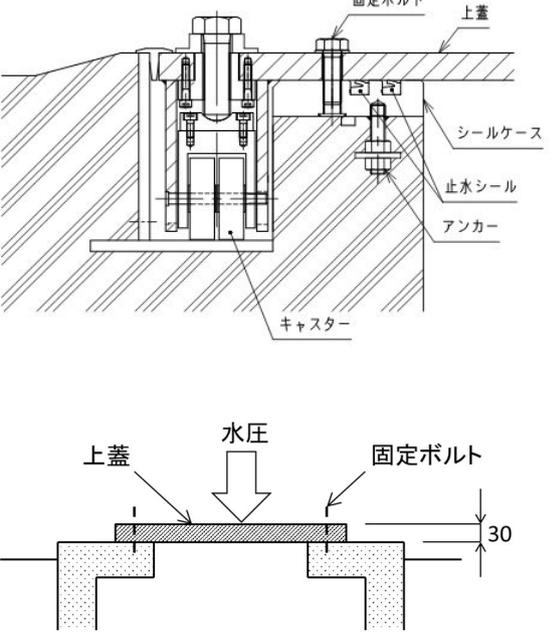
図1 水密ハッチの設置場所

## 2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、常設低圧代替注水系格納槽に基礎ボルトにより固定することで止水性を確保する構造とする。

水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
	 <p>固定ボルト (M20, 26本)</p>		
	<p>計画の概要</p>		
	主体構造	支持構造	説明図(A-A)
水密ハッチ	鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。	

### 2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、水密ハッチの評価対象部位に作用する応力が許容限界内に収まることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

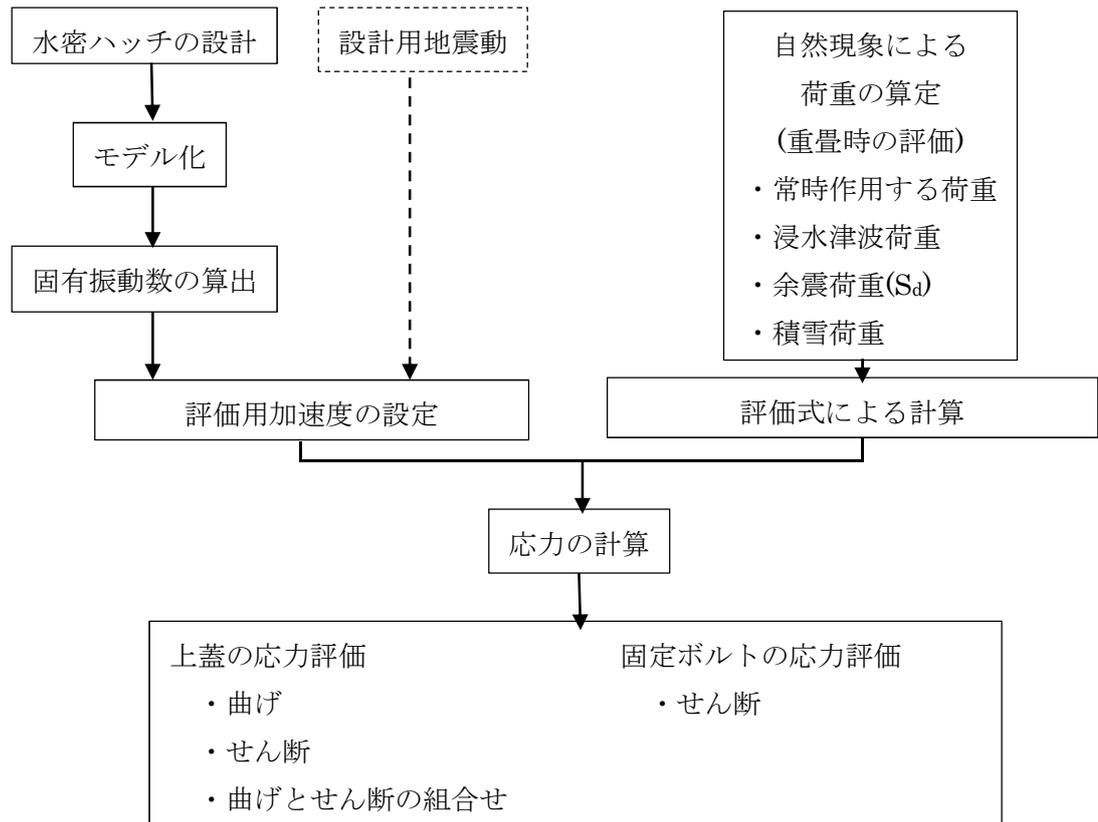


図2 水密ハッチの強度評価フロー

### 2.4 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC 1-2005/2007 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補—1984 ((社)日本電気協会 昭和59年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601—1987 ((社)日本電気協会 昭和62年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601—1991 追補版 ((社)日本電気協会 平成3年)
- ・機械工学便覧 改訂第5版 (日本機械学会編 1968年)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 ((社)日本港湾協会 平成19年)

### 3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

固有値については「V-02-10-02-05-08-常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの耐震性についての計算書」より 20Hz 以上であることから鋼構造である。

#### 3.1 記号の定義

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表 2 に示す。

表 2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
D	N	常時作用する固定荷重（上蓋の重量）
m	kg	上蓋の質量
a	mm	上蓋の荷重負担幅（短辺）
b	mm	上蓋の荷重負担長さ（長辺）
g	m/s <sup>2</sup>	重力加速度
h	m	水位差
P <sub>Hs d</sub>	N	水平加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>Vs d</sub>	N	鉛直加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>h</sub>	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
t	mm	上蓋の板厚
$\beta_2$	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	海水の密度
$\sigma_b$	MPa	上蓋に発生する最大曲げ応力
$\tau$	MPa	上蓋に発生する最大せん断応力
$\tau_k$	MPa	固定ボルトに発生する最大せん断応力
A <sub>b</sub>	mm <sup>2</sup>	固定ボルトの呼び径での断面積
n	本	固定ボルトの本数
$\omega$	Pa/cm	積雪の単位荷重
H	cm	垂直積雪高さ
A	m <sup>2</sup>	上蓋面積

### 3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している評価対象部位を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

水密ハッチに対して浸水津波及び積雪、余震による荷重が作用し、これらの荷重は鋼製の上蓋より上蓋を固定している鋼製の固定ボルトに伝達することから、主要構成部材である上蓋及び固定ボルトを評価対象部位として設定する。ただし鉛直震度が 1G を超えないため上蓋の浮き上がりによる固定ボルトの引張が起こらないことから、固定ボルトへは引張は発生しない。よって余震鉛直荷重は重畳する方向にのみ作用させる。

水密ハッチの強度評価における評価対象部位について図 3 に示す。

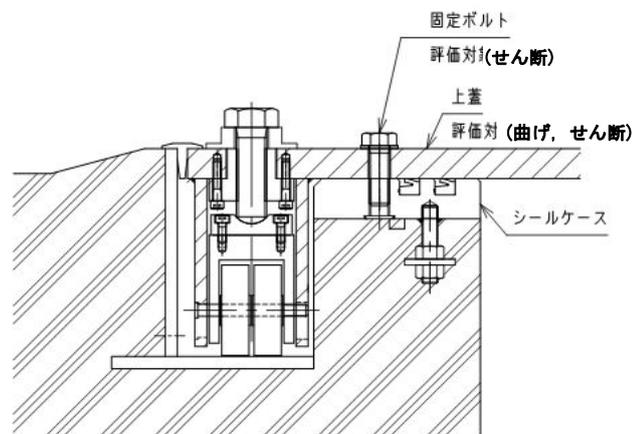


図 3 評価対象部位

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料 V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

#### 3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

(2) 浸水津波荷重( $P_h$ )

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h = \rho_0 \cdot g \cdot h$$

(3) 余震荷重 ( $S_d$ )

余震荷重は、添付資料 V-1-1-2-2-5 「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動  $S_d$  を入力して得られた地震応答解析に伴う水密ハッチを設置する上版における最大応答加速度の最大値を設計震度として、水密ハッチに作用する余震を考慮する。なお、設計震度は最大応答加速度を重力加速度で除して算出する。

水密ハッチの最大床応答加速度を表 3 に、応力評価に用いる  $S_d$  地震荷重の最大設計震度を表 4 に示す。

表 3 水密ハッチの最大床応答加速度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)	
			水平方向	鉛直方向
$S_d-D1L$	正転	正転	192	357
	反転	正転	187	371
	正転	反転	199	373
	反転	反転	332	551

追而

表 4 応力評価に用いる最大設計震度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)		水平震度 $C_H$	鉛直震度 $C_V$
			水平方向	鉛直方向		
$S_d-D1L$	反転	反転	332	551	0.34	0.57

追而

(4) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重を考慮する。

積雪荷重  $P_s$  については、添付資料「V-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づき 30cm の積雪量を想定し、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

積雪荷重による質量は次式を用いて算出する。

$$P_s = 0.35 \cdot \omega \cdot 30$$

ここで、

$\omega$  : 積雪の単位荷重 (Pa/cm)

### 3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時、重畳時に区分して設定する。  
荷重の組合せを表5に示す。

表5. 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	$D + P_h + S_d + P_s$

注記：Dは常時作用する荷重， $P_h$ は浸水津波荷重， $S_d$ は余震荷重， $P_s$ は積雪荷重を示す。

### 3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC 1-2005/2007」に準じた許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表6に、許容応力算定用基準値を表7に示す。

表6 水密ハッチの許容限界

許容応力状態	許容限界 <sup>※1※2</sup>				
	上蓋			固定ボルト	
	一次応力			一次応力	
	曲げ	せん断	組合せ <sup>※3</sup>	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S (MPa)	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	—	$1.5 \cdot f_s$
	204	117	204	—	117

注記 ※1 曲げ及びせん断は、J E A G 4 6 0 1・補—1984 を準用し、「その他の支持構造物」の許容限界を適用する。組合せは、J S M E S N C 1-2005/2007 による。

※2  $f_b$ ：許容曲げ応力， $f_s$ ：許容せん断応力， $f_t$ ：許容引張応力を示す。

※3 曲げとせん断の組合せである。

表7 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 <sup>※1</sup> (°C)	$S_y$ <sup>※2</sup> (MPa)	$S_u$ <sup>※2</sup> (MPa)	F <sup>※2※3</sup> (MPa)
上蓋	SUS304	40	205	520	205
固定ボルト					

注記 ※1 屋外設備なため40°Cとする。

※2  $S_y$ ：設計降伏点， $S_u$ ：設計引張強さ，F：許容応力算定用基準値を示す。

※3  $F = \text{Min} [S_y, 0.7 \cdot S_u]$  とする。

### 3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

#### (1) 上蓋の応力評価

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力及びせん断応力は、「機械工学便覧（1986年）、日本機械学会」より以下の式にて算出する。

##### a. 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{\beta_1 \cdot \left( \frac{D + P_{Vs_d}}{A} + Ph + P_s \right) \cdot a^2}{t^2}$$

##### b. せん断力

$$\tau = \frac{D + P_{Vs_d} + (Ph + P_s) \cdot A}{t \cdot (a + b) \cdot 2}$$

ここで、

$$D = m \cdot g$$

$$P_{Vs_d} = C_V \cdot (D + P_s \cdot A)$$

##### c. 組合せ応力評価

前項にて算出した垂直応力やせん断応力について、次式にて組合せ応力を算出する。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \quad ※1$$

ここで、

$\sigma$  : 組合せ応力 (MPa)

$\sigma_x, \sigma_y$  : 互いに直交する垂直応力 (MPa)

$\tau_{xy}$  :  $\sigma_x, \sigma_y$ の作用する面内のせん断応力 (MPa)

注記 ※1 J S M E S N C 1 - 2005 / 2007 SSB-3121.1

#### (2) 固定ボルトの応力評価

余震による水平荷重が作用した際の固定ボルトのせん断応力は、以下の式より算出する。

$$\tau_k = \frac{P_{Hsd}}{n \cdot Ab}$$

ここで、

$$P_{Hsd} = C_H \cdot (D + P_s \cdot A)$$

#### 4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 8, 9, 10 に示す。

表 8 上蓋の各緒元

	上蓋の質量 m (kg)	荷重負担幅 a (mm)	荷重負担長 さ b (mm)	係数 $\beta_1$	上蓋の板厚 t (mm)
水密ハッチ	2800	3080	3320	0.32	30

表 9 その他の各緒元

	固定ボルト の呼び径 (mm)	呼び径断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> )	固定ボルト 本数 n (本)	積雪の 単位荷重 $\omega$ (Pa/cm)	上蓋面積 A (m <sup>2</sup> )
水密ハッチ	20	314.159265	26	20	$3.08 \times 3.32 = 10.2256$

表 10 浸水津波荷重の算出条件

重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	海水の密度 $\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	水位差 h (m)
9.80665	1030*	0.200

注記 ※ 港湾の施設の技術上の基準・同解説 ((社) 日本港湾協会 平成 19 年) による。

#### 5. 強度評価結果

水密ハッチの上蓋及び固定ボルトの強度評価結果を表 11 に示す。

水密ハッチの各部位の発生応力は許容応力以下であり、浸水津波及び余震、積雪等を考慮した荷重に対して構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 11 強度評価結果

評価対象部位		評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
水密ハッチ	上蓋	曲げ	23	204
		せん断	1	117
		組合せ <sup>※1</sup>	24	204
	固定ボルト	せん断	2	117

注記 ※1 曲げとせん断の組合せである。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密  
又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-278 改1
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-別添 3-2-4-9 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用

水密ハッチの強度計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格	3
3. 強度評価方法	3
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	5
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	6
3.5 評価方法	6
4. 評価条件	7
5. 強度評価結果	7

## 1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」という。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

水密ハッチの設置場所を添付1に示す。

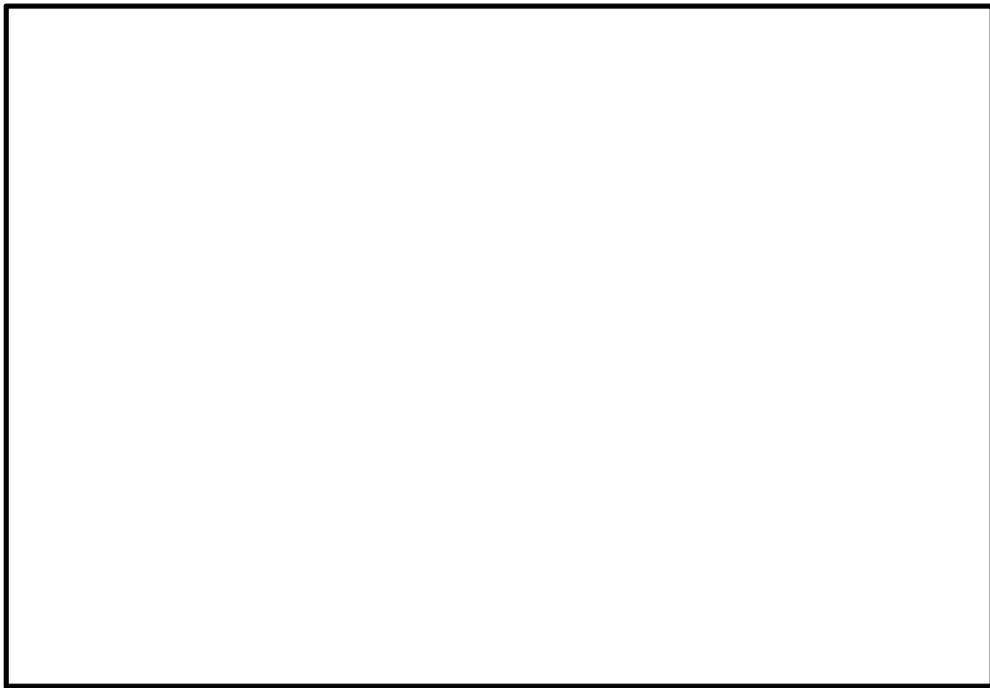


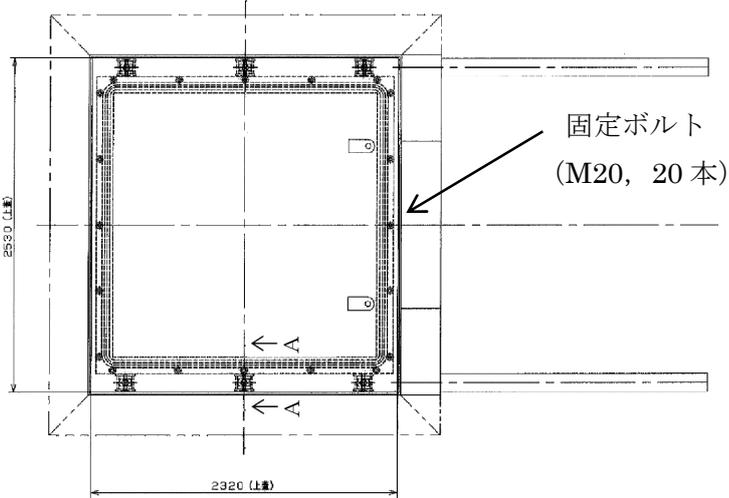
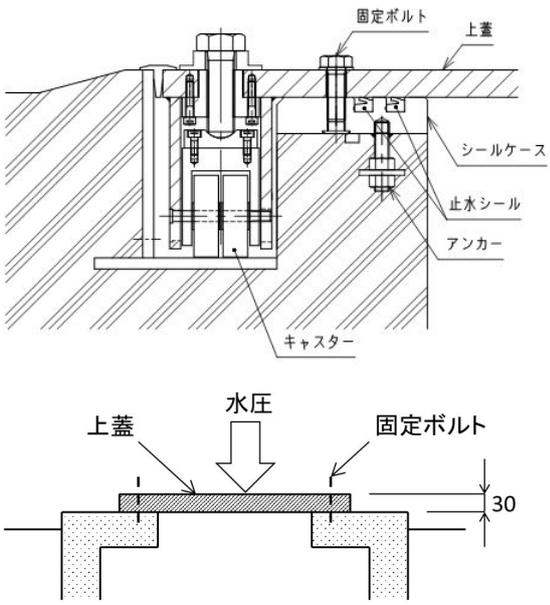
図1 水密ハッチの設置場所

## 2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、代替淡水貯槽に基礎ボルトにより固定することで止水性を確保する構造とする。

水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
水密ハッチ	 <p style="text-align: center;">常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ</p>		
	計画の概要		
	主体構造	支持構造	説明図(A-A)
	鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。	

### 2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、水密ハッチの評価対象部位に作用する応力が許容限界内に収まることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

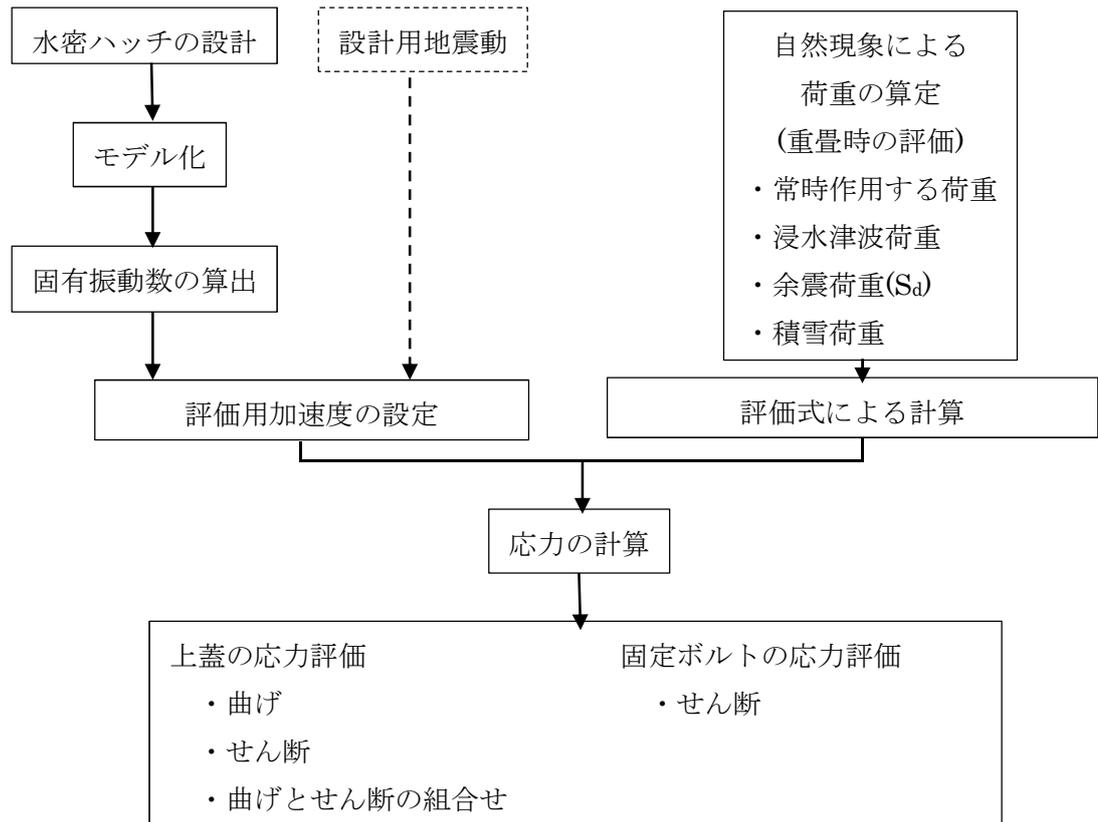


図2 水密ハッチの強度評価フロー

### 2.4 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 - 2005 / 2007 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補—1984 ((社)日本電気協会 昭和59年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 —1987 ((社)日本電気協会 昭和62年)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 —1991 追補版 ((社)日本電気協会 平成3年)
- ・機械工学便覧 改訂第5版 (日本機械学会編 1968年)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 ((社)日本港湾協会 平成19年)

### 3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

固有値については「V-02-10-02-05-09-常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチの耐震性についての計算書」より 20Hz 以上であることから鋼構造である。

#### 3.1 記号の定義

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表 2 に示す。

表 2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
D	N	常時作用する固定荷重（上蓋の重量）
m	kg	上蓋の質量
a	mm	上蓋の荷重負担幅（短辺）
b	mm	上蓋の荷重負担長さ（長辺）
g	m/s <sup>2</sup>	重力加速度
h	m	水位差
P <sub>Hs d</sub>	N	水平加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>Vs d</sub>	N	鉛直加速度により加わる静的地震荷重
P <sub>h</sub>	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
t	mm	上蓋の板厚
$\beta_2$	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	海水の密度
$\sigma_b$	MPa	上蓋に発生する最大曲げ応力
$\tau$	MPa	上蓋に発生する最大せん断応力
$\tau_k$	MPa	固定ボルトに発生する最大せん断応力
A <sub>b</sub>	mm <sup>2</sup>	固定ボルトの呼び径での断面積
n	本	固定ボルトの本数
$\omega$	Pa/cm	積雪の単位荷重
H	cm	垂直積雪高さ
A	m <sup>2</sup>	上蓋面積

### 3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している評価対象部位を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

水密ハッチに対して浸水津波及び積雪、余震による荷重が作用し、これらの荷重は鋼製の上蓋より上蓋を固定している鋼製の固定ボルトに伝達することから、主要構成部材である上蓋及び固定ボルトを評価対象部位として設定する。ただし鉛直震度が 1G を超えないため上蓋の浮き上がりによる固定ボルトの引張が起らないことから、固定ボルトには引張は発生しない。よって余震鉛直荷重は重畳する方向にのみ作用させる。

水密ハッチの強度評価における評価対象部位について図 3 に示す。

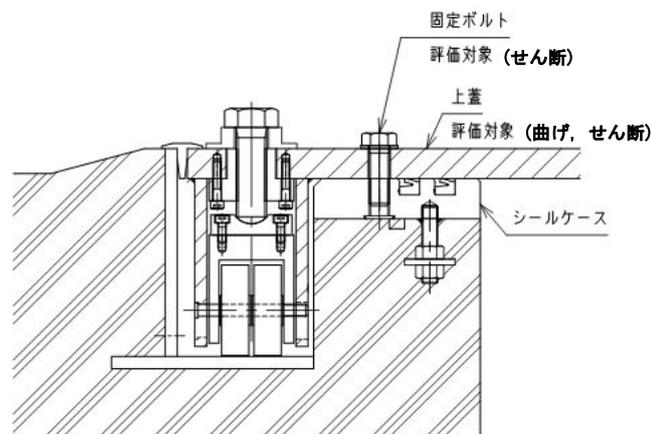


図 3 評価対象部位

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料 V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

#### 3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

(2) 浸水津波荷重( $P_h$ )

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h = \rho_0 \cdot g \cdot h$$

(3) 余震荷重 ( $S_d$ )

余震荷重は、添付資料 V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動  $S_d$  を入力して得られた地震応答解析に伴う水密ハッチを設置する上版における最大応答加速度の最大値を設計震度として、水密ハッチに作用する余震を考慮する。なお、設計震度は最大応答加速度を重力加速度で除して算出する。

水密ハッチの最大床応答加速度を表 3 に、応力評価に用いる  $S_d$  地震荷重の最大設計震度を表 4 に示す。

表 3 水密ハッチの最大床応答加速度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)	
			水平方向	鉛直方向
$S_d - D1L$	正転	正転	192	357
	反転	正転	187	371
	正転	反転	199	373
	反転	反転	332	551

追而

表 4 応力評価に用いる最大設計震度

弾性設計用地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)		水平震度 $C_H$	鉛直震度 $C_V$
			水平方向	鉛直方向		
$S_d - D1L$	反転	反転	332	551	0.34	0.57

追而

(4) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重を考慮する。

積雪荷重  $P_s$  については、添付資料「V-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づき 30cm の積雪量を想定し、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

積雪荷重による質量は次式を用いて算出する。

$$P_s = 0.35 \cdot \omega \cdot 30$$

ここで、

$\omega$  : 積雪の単位荷重 (Pa/cm)

### 3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時、重畳時に区分して設定する。  
荷重の組合せを表5に示す。

表5. 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	$D + P_h + S_d + P_s$

注記：Dは常時作用する荷重， $P_h$ は浸水津波荷重， $S_d$ は余震荷重， $P_s$ は積雪荷重を示す。

### 3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC 1-2005/2007」に準じた許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表6に、許容応力算定用基準値を表7に示す。

表6 水密ハッチの許容限界

許容応力状態	許容限界 <sup>※1※2</sup>				
	上蓋			固定ボルト	
	一次応力			一次応力	
	曲げ	せん断	組合せ <sup>※3</sup>	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S (MPa)	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	—	$1.5 \cdot f_s$
	204	117	204	—	117

注記 ※1 曲げ及びせん断は、J E A G 4 6 0 1・補—1984を準用し、「その他の支持構造物」の許容限界を適用する。組合せは、JSME S NC 1-2005/2007による。

※2  $f_b$ ：許容曲げ応力， $f_s$ ：許容せん断応力， $f_t$ ：許容引張応力を示す。

※3 曲げとせん断の組合せである。

表7 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 <sup>※1</sup> (°C)	$S_y$ <sup>※2</sup> (MPa)	$S_u$ <sup>※2</sup> (MPa)	F <sup>※2※3</sup> (MPa)
上蓋	SUS304	40	205	520	205
固定ボルト					

注記 ※1 屋外設備なため40°Cとする。

※2  $S_y$ ：設計降伏点， $S_u$ ：設計引張強さ，F：許容応力算定用基準値を示す。

※3  $F = \text{Min} [S_y, 0.7 \cdot S_u]$  とする。

### 3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

#### (1) 上蓋の応力評価

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力及びせん断応力は、「機械工学便覧（1986年）、日本機械学会」より以下の式にて算出する。

##### a. 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{\beta_1 \cdot \left( \frac{D + P_{Vs_d}}{A} + Ph + P_s \right) \cdot a^2}{t^2}$$

##### b. せん断力

$$\tau = \frac{D + P_{Vs_d} + (Ph + P_s) \cdot A}{t \cdot (a + b) \cdot 2}$$

ここで、

$$D = m \cdot g$$

$$P_{Vs_d} = C_V \cdot (D + P_s \cdot A)$$

##### c. 組合せ応力評価

前項にて算出した垂直応力やせん断応力について、次式にて組合せ応力を算出する。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \quad ※1$$

ここで、

$\sigma$  : 組合せ応力 (MPa)

$\sigma_x, \sigma_y$  : 互いに直交する垂直応力 (MPa)

$\tau_{xy}$  :  $\sigma_x, \sigma_y$ の作用する面内のせん断応力 (MPa)

注記 ※1 J SME S NC 1-2005/2007 SSB-3121.1

#### (2) 固定ボルトの応力評価

余震による水平荷重が作用した際の固定ボルトのせん断応力は、以下の式より算出する。

$$\tau_k = \frac{P_{Hsd}}{n \cdot Ab}$$

ここで、

$$P_{Hsd} = C_H \cdot (D + P_s \cdot A)$$

#### 4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 8, 9, 10 に示す。

表 8 上蓋の各緒元

	上蓋の質量 m (kg)	荷重負担幅 a (mm)	荷重負担長 さ b (mm)	係数 $\beta_1$	上蓋の板厚 t (mm)
水密ハッチ	1600	2320	2580	0.33	30

表 9 その他の各緒元

	固定ボルト の呼び径 (mm)	呼び径断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> )	固定ボルト 本数 n (本)	積雪の 単位荷重 $\omega$ (Pa/cm)	上蓋面積 A (m <sup>2</sup> )
水密ハッチ	20	314.159265	20	20	$2.32 \times 2.58 = 5.9856$

表 10 浸水津波荷重の算出条件

重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	海水の密度 $\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	水位差 h (m)
9.80665	1030 <sup>*</sup>	0.200

注記 ※ 港湾の施設の技術上の基準・同解説 ((社) 日本港湾協会 平成 19 年) による。

#### 5. 強度評価結果

水密ハッチの上蓋及び固定ボルトの強度評価結果を表 11 に示す。

水密ハッチの各部位の発生応力は許容応力以下であり、浸水津波及び余震、積雪等を考慮した荷重に対して構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 11 強度評価結果

評価対象部位		評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
水密ハッチ	上蓋	曲げ	13	204
		せん断	1	117
		組合せ <sup>*1</sup>	14	204
	固定ボルト	せん断	1	117

注記 ※1 曲げとせん断の組合せである。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密あるいは防護上の観点  
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-822 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-4-2-3-2 ポンプの強度計算書（代替燃料プール冷却系）

まえがき

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-9 重大事故等クラス2ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定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

機器名	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 (℃)
代替燃料プール冷却系ポンプ	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目次

1. 計算条件	1
1.1 ポンプ形式	1
1.2 計算部位	1
1.3 設計条件	2
2. 強度計算	2
2.1 ケーシングの厚さ	2
2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ	2
2.3 ケーシングカバーの厚さ	3
2.4 ボルトの平均引張応力	3
2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ	4

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

ターボポンプであって、ケーシングが軸垂直割りであるものに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

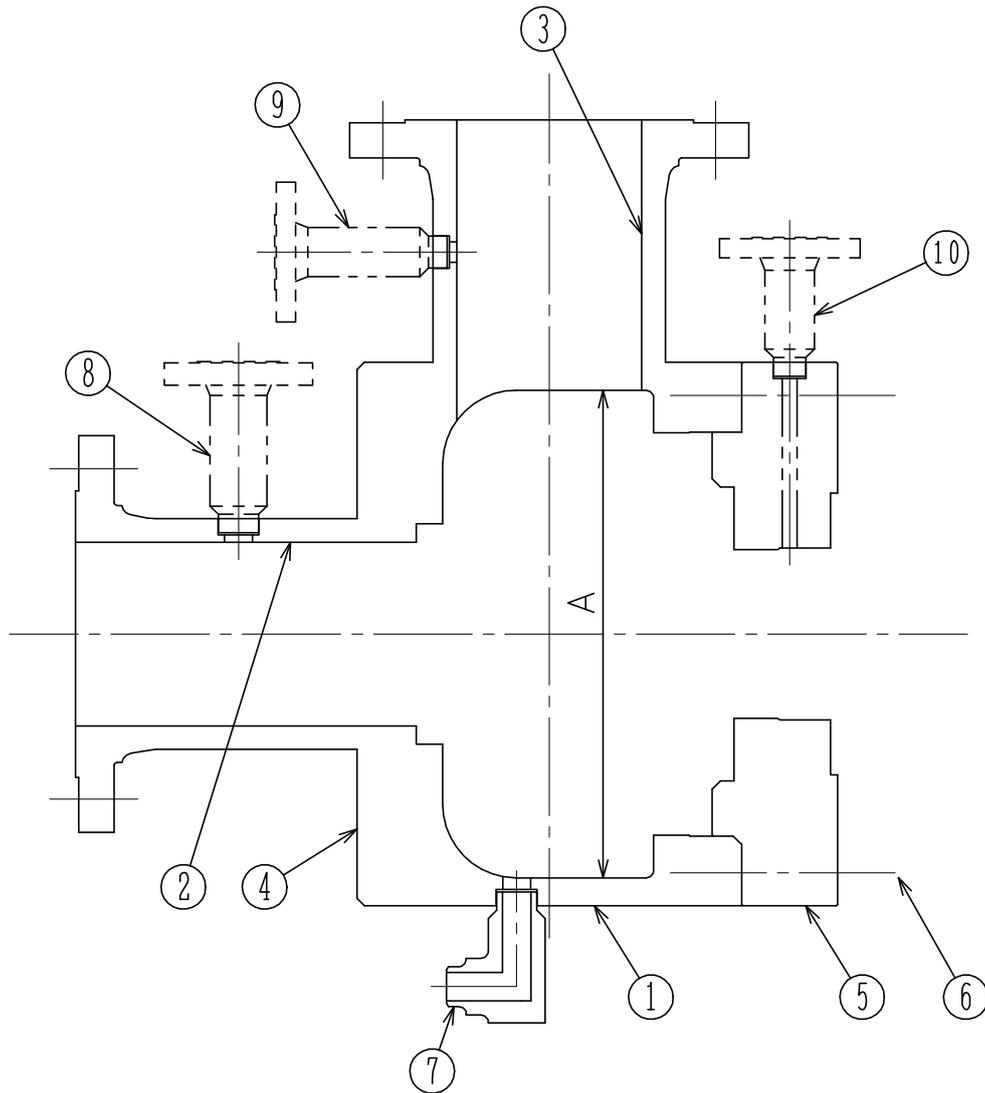


図 1-1 概要図

1.3 設計条件

最高使用圧力 (MPa)	0.98
最高使用温度 (°C)	80

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

計算部位	材 料	P (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①	<input type="text"/>	0.98	120	<input type="text"/>

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
1.4	<input type="text"/>	

評価：  $t_{so} \geq t$ ， よって十分である。

2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格 PMC-3330

(単位：mm)

計算部位	r <sub>i</sub>	r <sub>m</sub>	ℓ	t	t <sub>ℓo</sub>	t <sub>ℓ</sub>
②	<input type="text"/>	63.2	4.6	1.4	<input type="text"/>	
③	<input type="text"/>	63.2	4.6	1.4	<input type="text"/>	

評価：  $t_{ℓ} \geq t$ ， よって十分である。

### 2.3 ケーシングカバーの厚さ

設計・建設規格 PMC-3410

計算部位	材 料	P (MPa)	S (MPa)	平 板 形	
				d (mm)	K
④		0.98	120		
⑤		0.98	120		

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
21.3		
12.1		

評価：t<sub>s</sub> ≥ t，よって十分である。

### 2.4 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

計算部位	材 料	P (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑥		0.98	173			

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G <sub>s</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)
セルフシール ガスケット (ゴム)	—	—	—	—	288.4

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
	—		0		24

評価：σ ≤ S<sub>b</sub>，よって十分である。

2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格 PMC-3610

計算部位	材 料	P (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
⑦		0.98	120	
⑧		0.98	120	
⑨		0.98	120	
⑩		0.98	120	

継手の種類	放射線透過試験の有無	$\eta$
継手無し	—	1.00

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
0.2		
0.2		
0.2		
0.2		

評価：  $t_s \geq t$ ，よって十分である。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公表できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-871 改0
提出年月日	平成30年6月29日

### V-3-5-6-2-1 緊急用海水ポンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-9 重大事故等クラス2ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定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

機器名	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 (℃)
緊急用海水ポンプ	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.45	38	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目次

1. 計算条件 .....	1
1.1 ポンプ形式 .....	1
1.2 計算部位 .....	1
1.3 設計条件 .....	1
2. 強度計算 .....	2
2.1 ケーシングの厚さ .....	2
2.2 ボルトの平均引張応力 .....	3

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

ターボポンプであって、軸垂直割りケーシングをもった4段の立形ポンプに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

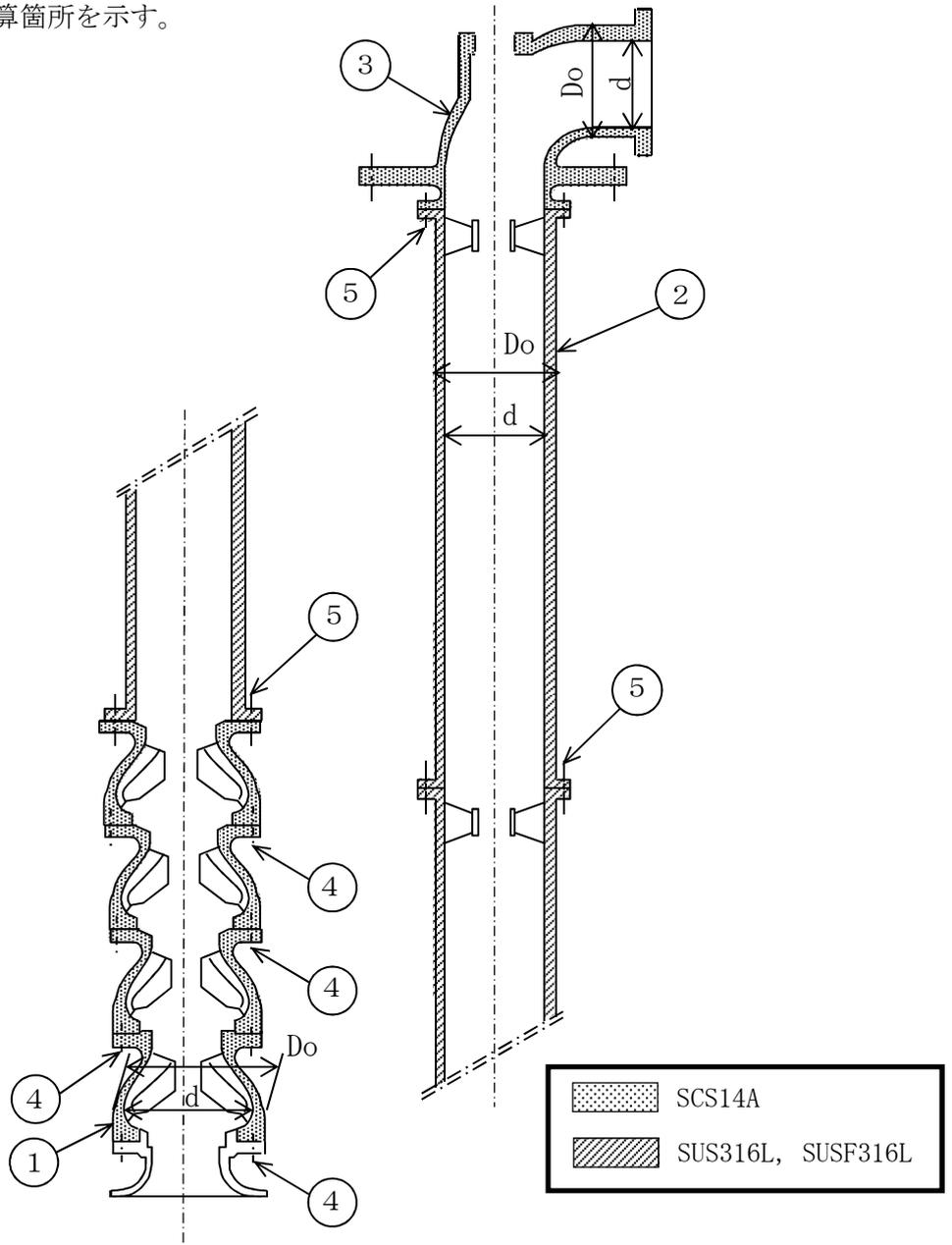


図1-1 概要図

1.3 設計条件

最高使用圧力 (MPa)	2.45
最高使用温度 (°C)	38

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMD-3310

計算部位	材 料	P (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)	継手の種類	放射線透過 試験の有無
①		2.45	96		継手無し	
②		2.45	111		突合せ両側溶接	
③		2.45	96		継手無し	

注記 \* : 評価は、許容引張応力の小さいSUS316Lで行う。

$\eta$	y	d (mm)	t (mm)	t <sub>s o</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
1.00	0.4		7.1		
0.70	0.4		5.9		
1.00	0.4		4.8		

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

## 2.2 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMD-3510

計算部位	材 料	P (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
④		2.45	129			
⑤		2.45	129			

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座 面 形 状	G <sub>s</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)
セルフシールガスケット (ゴム)	—	—	—	—	
セルフシールガスケット (ゴム)	—	—	—	—	

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
	—		0		40
	—		0		38

評価：σ ≤ S<sub>b</sub>， よって十分である。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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-874 改0
提出年月日	平成30年6月29日

#### V-3-4-2-3-4 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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

応力計算 モデル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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
FPC-6	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AFPC-1	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AFPC-2	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AFPC-3	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
FPC-10	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	80	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 設計条件	6
3.2 材料及び許容応力	10
4. 評価結果	11

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示すとおりとする。

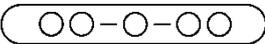
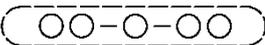
### (1) 管

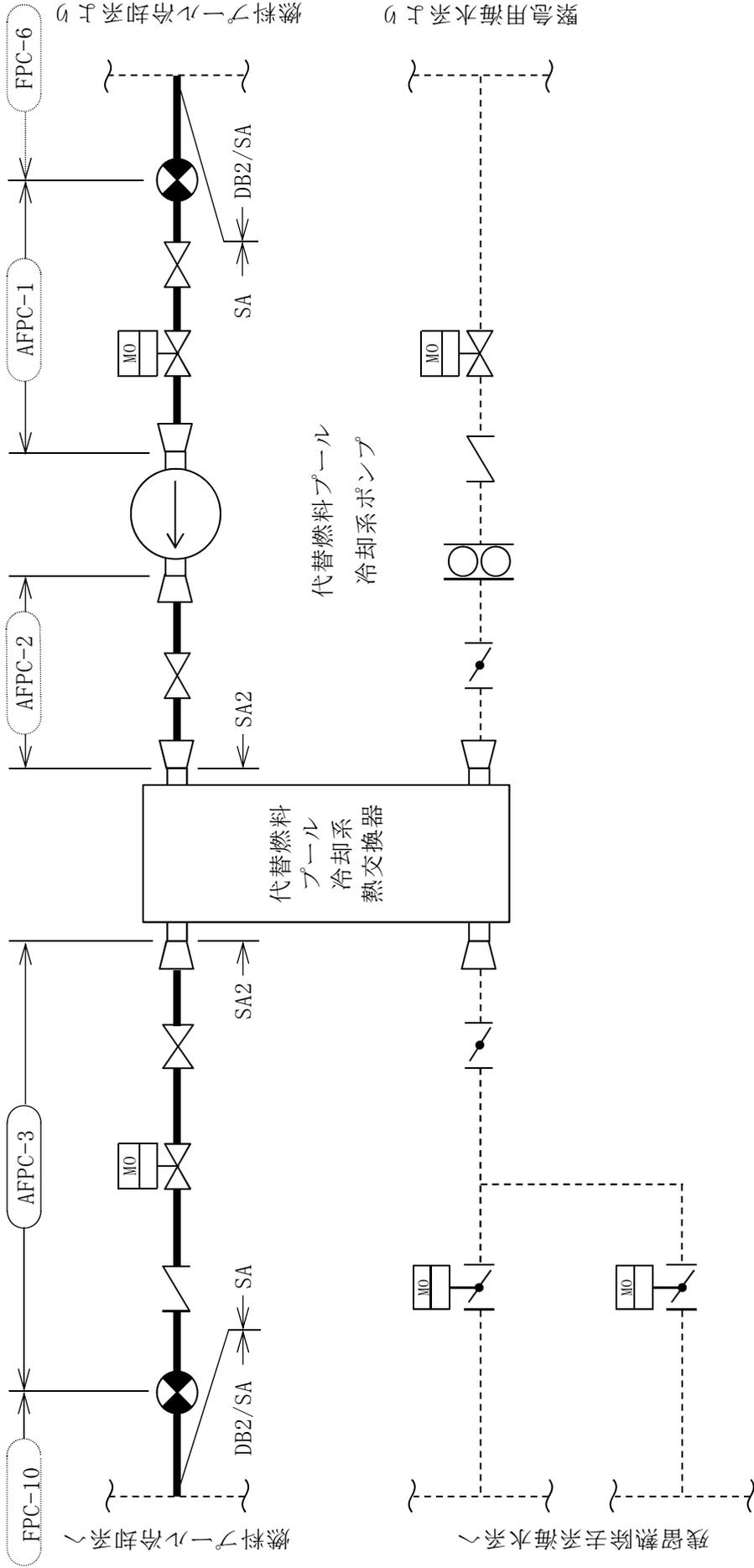
工事計画記載範囲の管について、最大応力を解析モデル単位で評価する。なお、評価結果については、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

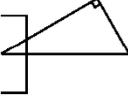
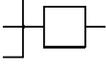
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算 書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のう ち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する 管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス1管 クラス2管 クラス3管 クラス4管 重大事故等クラス2管 重大事故等クラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス1管 重大事故等クラス2管であってクラス2管 重大事故等クラス2管であってクラス3管 重大事故等クラス2管であってクラス4管



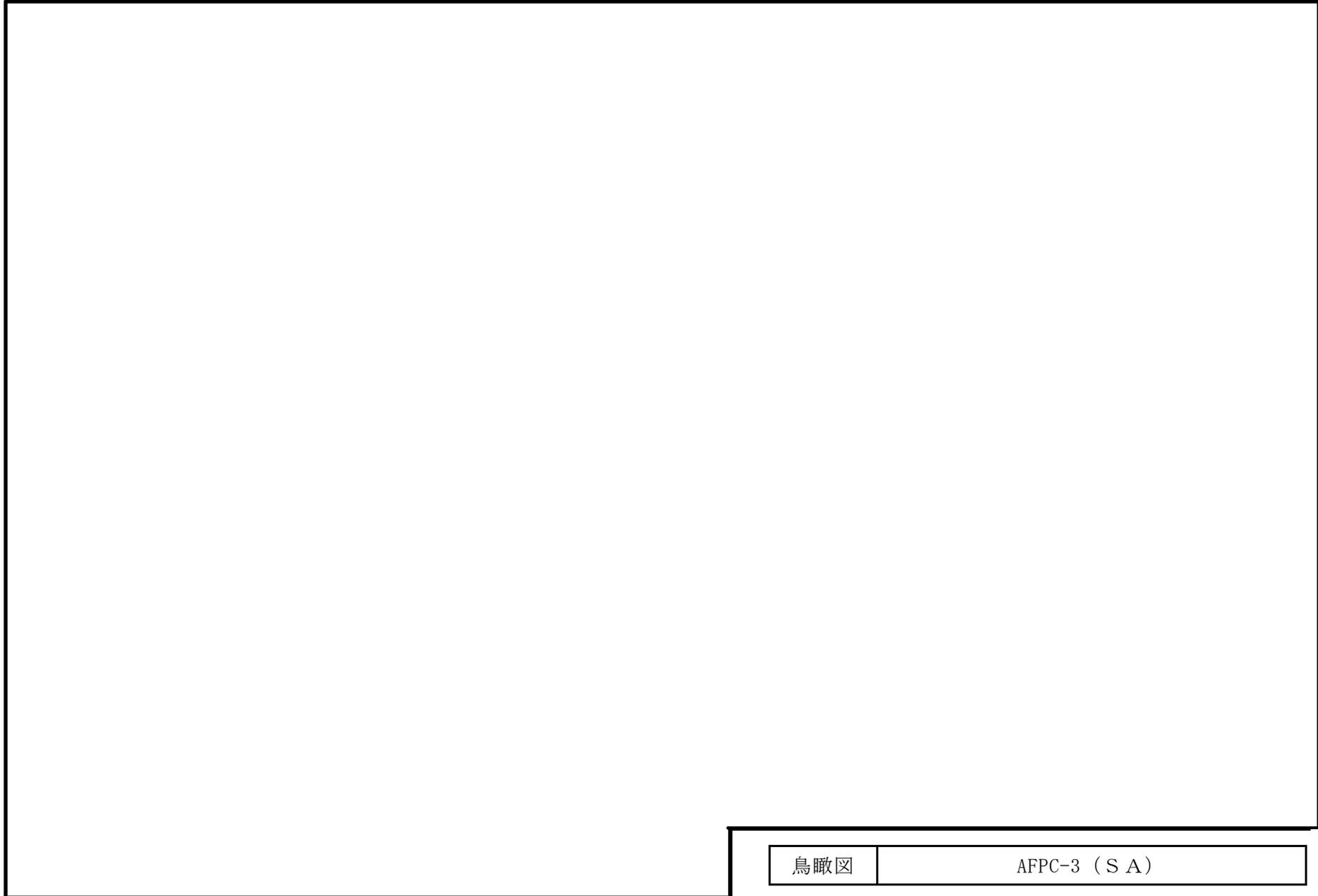
代替燃料プール冷却系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(S A)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(D B)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本システムの管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他システムの管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	節 点
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
注： 鳥瞰図中の寸法の単位は mm である。	

5



鳥瞰図

AFPC-3 (S A)

3. 計算条件

3.1 設計条件

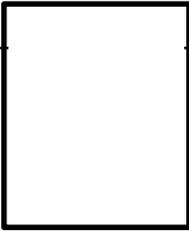
鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 AFPC-3

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1		0.98	80	114.3	6.0	STPT410
2		0.98	80	165.2	7.1	STPT410
3		1.38	80	165.2	7.1	STPT410

配管の付加質量

鳥 瞰 図 AFPC-3

質量	対応する評価点
	1001, 501, 2, 3, 5, 502, 211
	212, 311, 901, 312, 801, 6, 8, 802, 600, 803, 9, 11, 601, 804, 12
	14, 602, 321, 902, 322, 805, 603, 806, 15, 17, 18, 20, 22, 24, 807
	25, 27, 604, 808, 28, 605, 30, 809, 31, 33, 606, 34, 36, 810, 37 39, 811, 40, 42, 607, 812

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 AFPC-3

質量	対応する評価点
	501
	502

弁部の質量

鳥 瞰 図 AFPC-3

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	901	<input type="text"/>	902
<input type="text"/>	952		

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		$S_m$	$S_y$	$S_u$	$S_h$
STPT410	80	—	225	406	103

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はすべて許容応力以下である。

重大事故等クラス2管

設計・建設規格 PPC-3520 による評価結果

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 $S_{pr m}(1)$ $S_{pr m}(2)$	許容応力 $1.5 S_h$ $1.8 S_h$
AFPC-3	20	$S_{pr m}(1)$	35	154
—	—	$S_{pr m}(2)$	—	—

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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-881 改0
提出年月日	平成30年6月29日

### V-3-6-3-3-3 管の基本板厚計算書（非常用逃がし安全弁駆動系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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

応力計算 モデル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 評価規格	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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
ESD-1	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.45	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
ESD-PD-1	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
ESD-2	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.45	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
ESD-PD-2	新設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	10
3.1 設計条件	10
3.2 材料及び許容応力	16
4. 評価結果	17

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示すとおりとする。

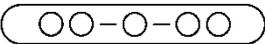
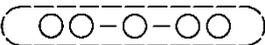
### (1) 管

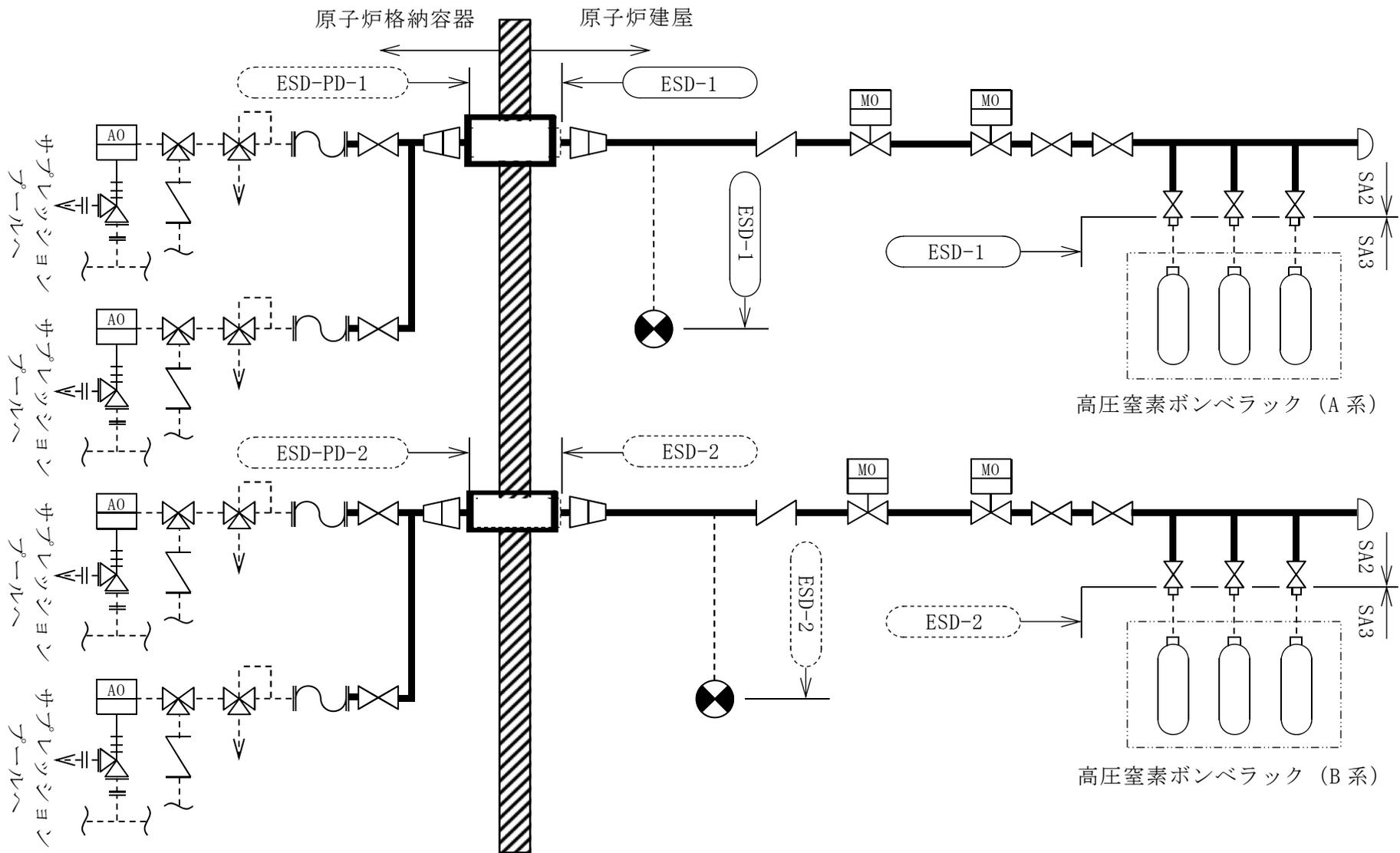
工事計画記載範囲の管について、最大応力を解析モデル単位で評価する。なお、評価結果については、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

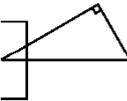
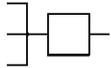
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算 書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のう ち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する 管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス1管
DB2	クラス2管
DB3	クラス3管
DB4	クラス4管
SA2	重大事故等クラス2管
SA3	重大事故等クラス3管
DB1/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス1管
DB2/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス2管
DB3/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス3管
DB4/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス4管

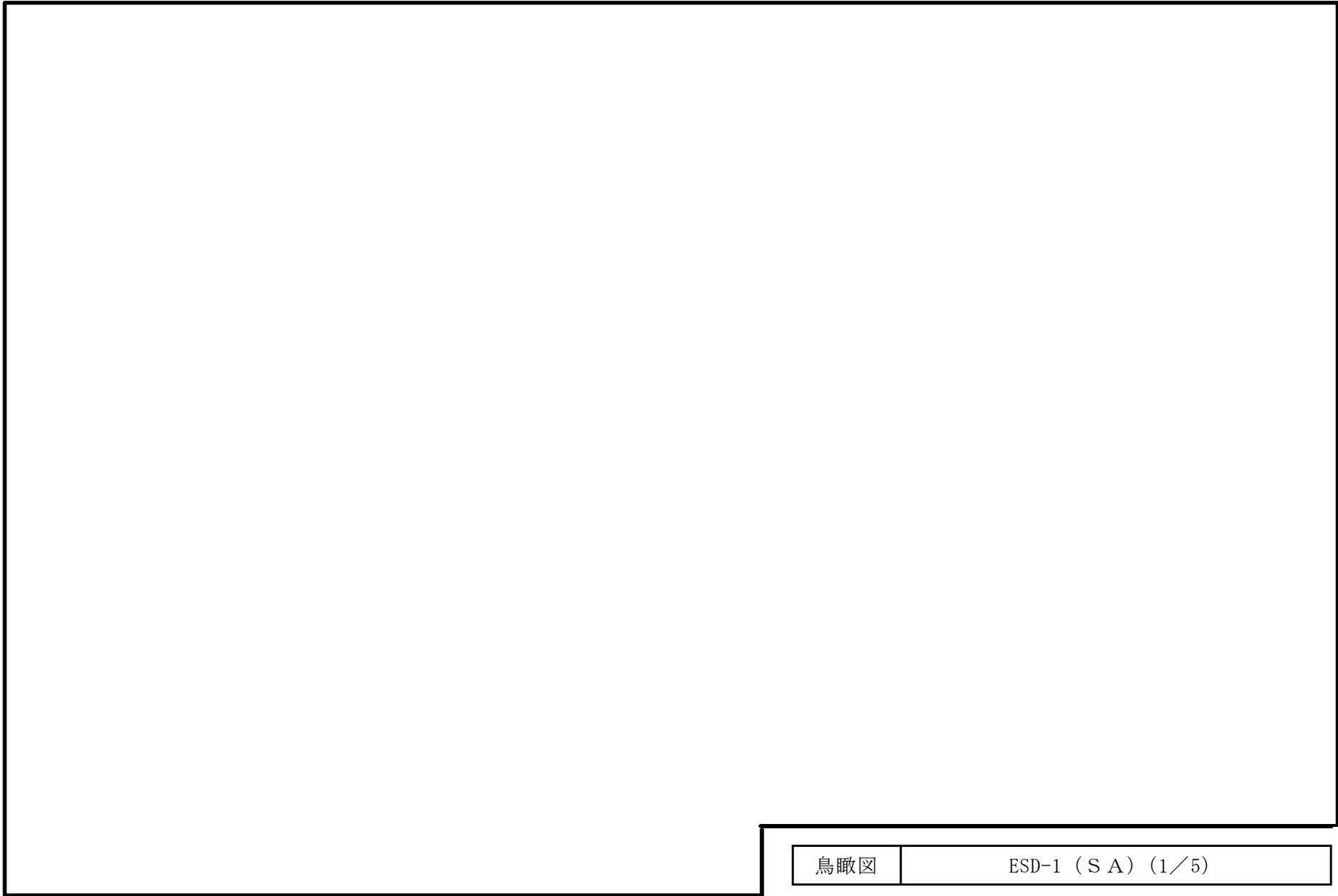


非常用逃がし安全弁駆動系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

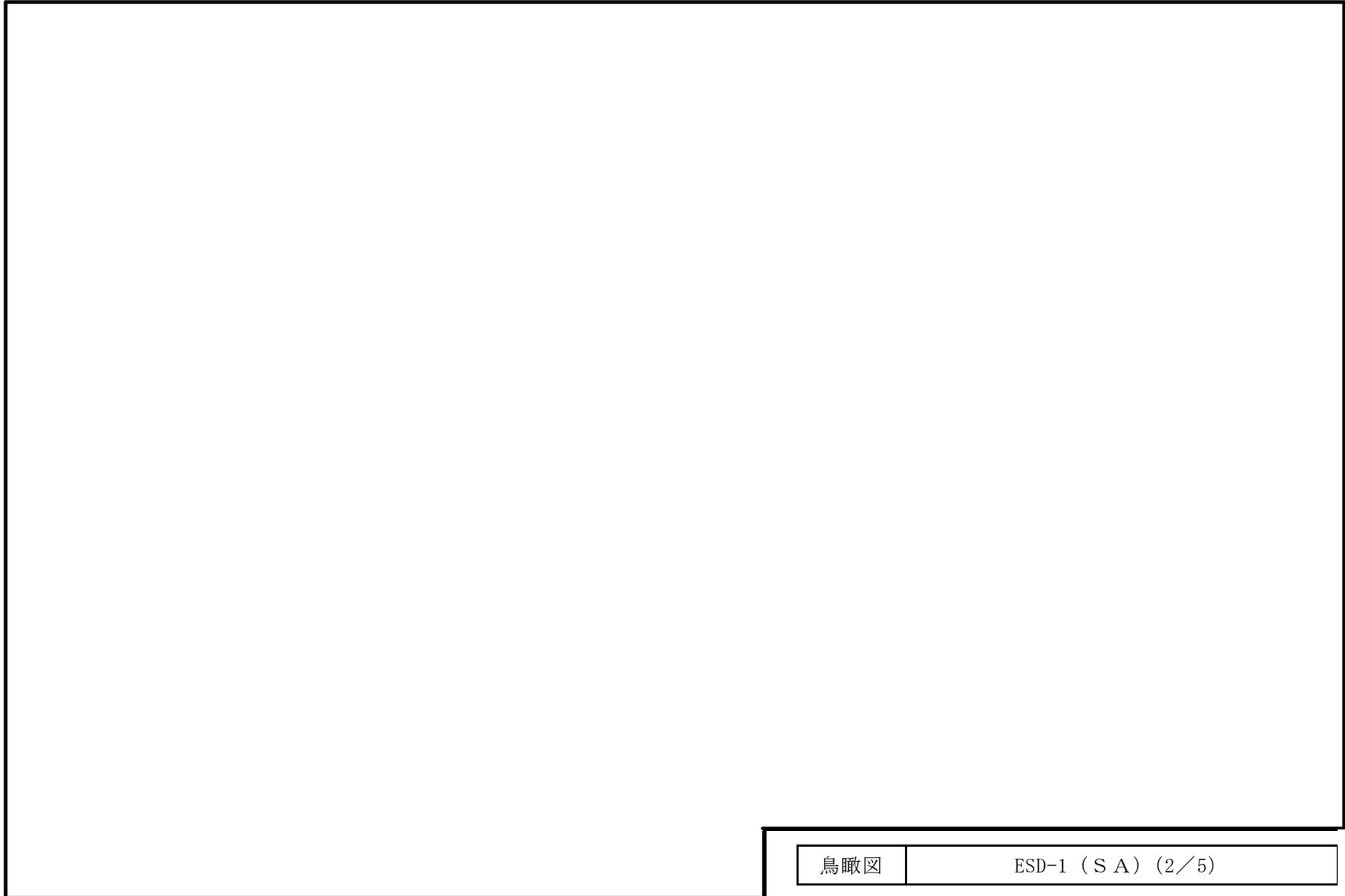
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(S A)」,設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を 「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計 算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のう ち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために 表記する管
	節 点
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向 成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ  注： 鳥瞰図中の寸法の単位は mm である。



鳥瞰図

ESD-1 (S A) (1/5)

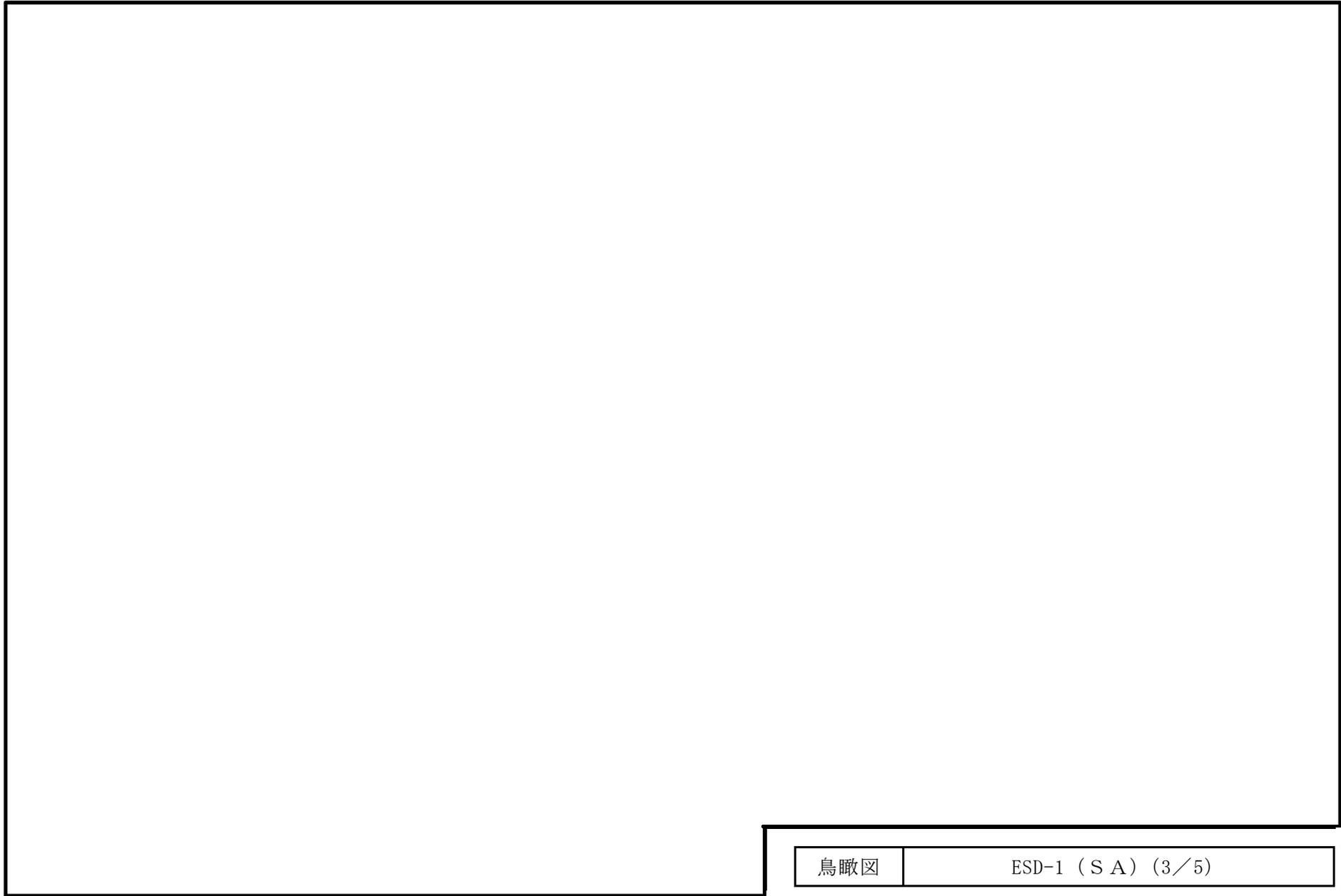
9



鳥瞰図

ESD-1 (S A) (2/5)

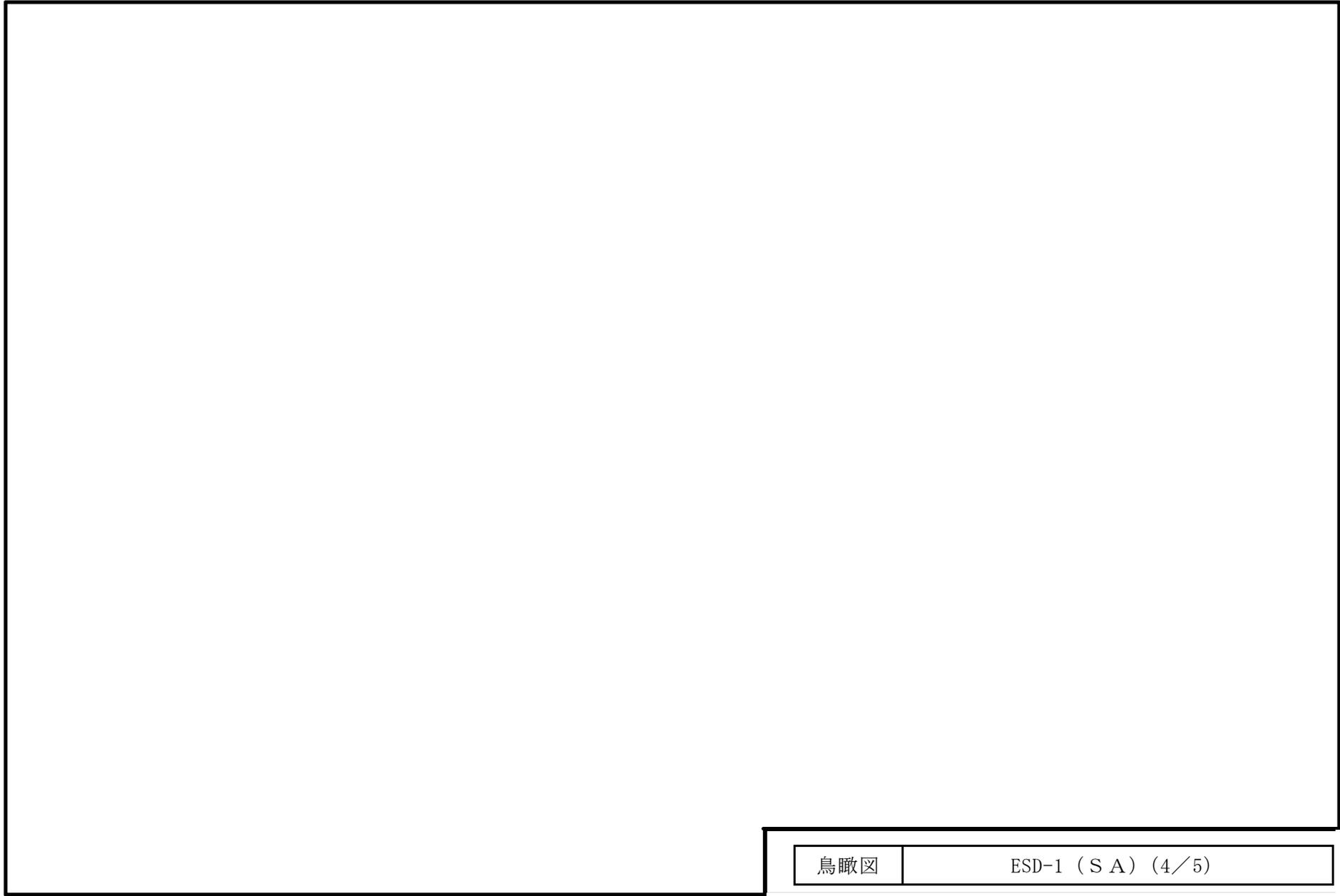
7



鳥瞰図

ESD-1 (S A) (3/5)

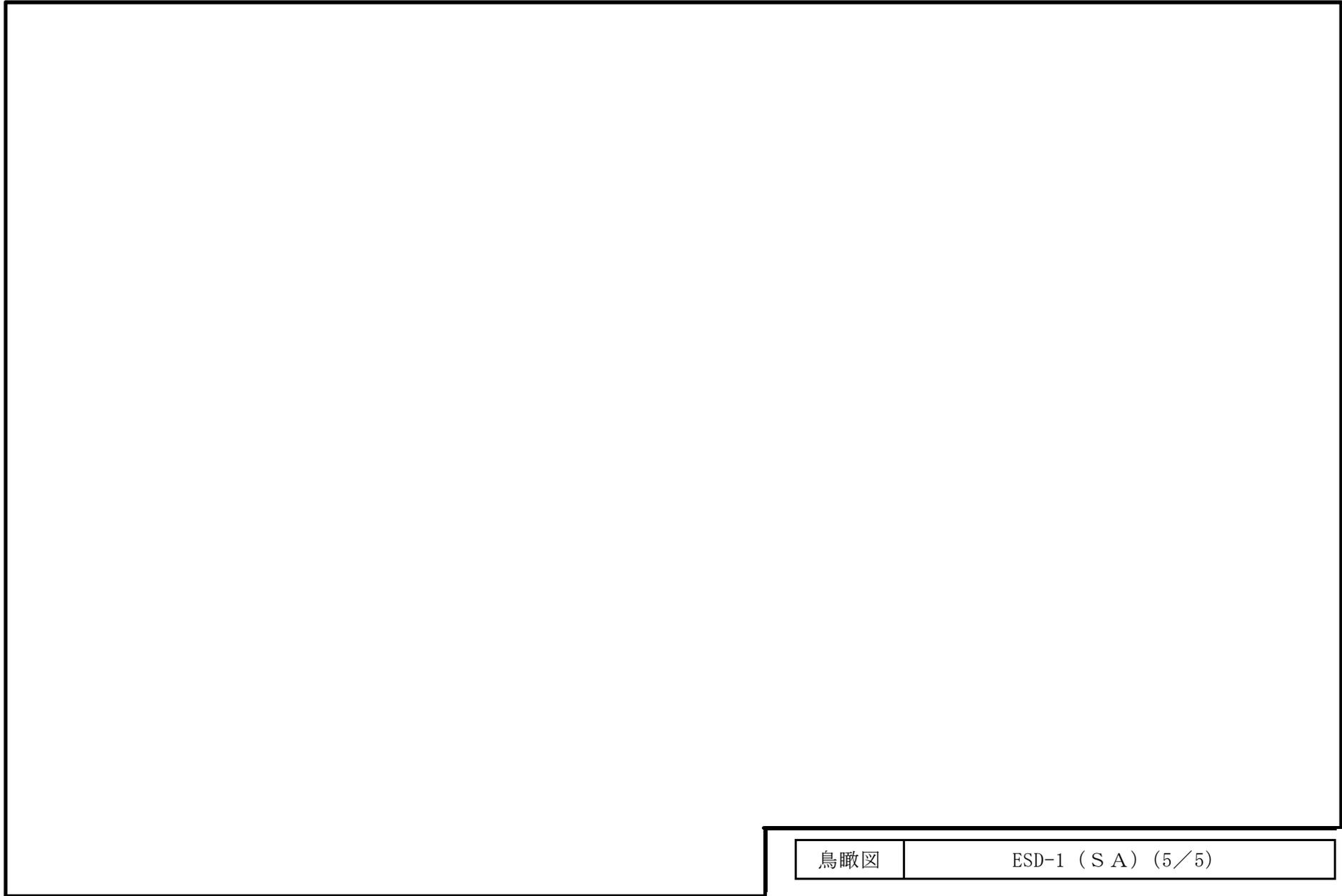
8



鳥瞰図

ESD-1 (S A) (4/5)

6



鳥瞰図

ESD-1 (S A) (5/5)

3. 計算条件

3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ESD-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1		15.0	66	27.2	3.9	SUS304TP
2		1.45	66	27.2	2.9	SUS304TP

## 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ESD-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
2		1.45	66	27.2	2.9	SUS304TP

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ESD-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
2		1.45	66	27.2	2.9	SUS304TP
3		2.28	171	27.2	2.9	SUS304TP
4		2.28	171	60.5	3.9	SUS304TP
5		2.28	171	89.1	5.5	SUS304TP
6		2.28	171	89.1	5.5	SFVC2B

配管の付加質量

鳥 瞰 図 ESD-1

質量	対応する評価点
	501, 412, 411, 413, 600, 422, 421, 423, 601, 432, 431, 433, 1, 3
	602, 311, 901, 312, 801, 442, 441, 443, 4, 6, 321, 902, 322, 7
	9, 802, 331, 903, 332, 803, 10, 12, 13, 15, 804, 603, 16, 18
	805, 19, 21, 604, 806, 22, 605, 24, 807, 606, 808, 25, 27, 809
	607, 810, 28, 30, 608, 31, 33, 811, 34, 36, 609, 812, 610, 813
	37, 39, 611, 814, 40, 42, 612, 815, 43, 45, 613, 816, 46, 48
	614, 817, 615, 49, 51, 818, 52, 54, 616, 55, 57, 819, 617, 820
	618, 58, 60, 821, 619, 822, 61, 63, 64, 66, 620, 823, 67, 69
	70, 72, 621, 824, 622, 73, 75, 76, 78, 825, 79, 81, 826, 623
	827, 624, 828, 82, 84, 85, 87, 625, 88, 90, 91, 93, 829, 626
	830, 627, 452, 451, 453, 94, 96, 97, 99, 831, 100, 102, 628, 103
	105, 832, 629, 833, 630, 834, 631, 106, 108, 835, 109, 111, 112, 114
	836, 115, 117, 632, 118, 120, 837, 121, 123, 124, 126, 127, 129, 838
	130, 132, 133, 135, 839, 633, 840, 136, 138, 634, 139, 141, 142, 144
	462, 461, 463, 841, 341, 904, 342, 842, 351, 905, 352, 635, 474, 471
	472, 145, 147, 148, 150, 636, 843, 151, 153, 844, 154, 156, 637, 211
	414, 845, 361, 906, 362, 424, 846, 371, 907, 372, 434, 847, 381, 908 382
	212
	213, 157
	157, 158

NT2 補③ V-3-6-3-3-3 R0

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 ESD-1

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	501
<input type="checkbox"/>	362, 372, 382

弁部の質量

鳥 瞰 図 ESD-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	901, 906, 907, 908		902
	903		953, 954
	904		905

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		$S_m$	$S_y$	$S_u$	$S_h$
SUS304TP	66	—	188	479	126
SUS304TP	171	—	150	413	113
SFVC2B	171	—	217	438	120

#### 4. 評価結果

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

##### 重大事故等クラス2管

設計・建設規格 PPC-3520 による評価結果

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力	許容応力
			$S_{p r m}(1)$	$1.5 S_h$
ESD-1	903	$S_{p r m}(1)$	100	189
—	—	$S_{p r m}(2)$	—	—

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-614 改0
提出年月日	平成30年6月29日

### V-3-6-3-2-3 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
IA-R-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-R-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.7	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-19	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
IA-28	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.38	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.28	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	2
2.1 概略系統図 .....	2
2.2 鳥瞰図 .....	4
3. 計算条件 .....	7
3.1 設計条件 .....	7
3.2 材料及び許容応力 .....	10
4. 計算結果 .....	11

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

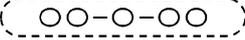
### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

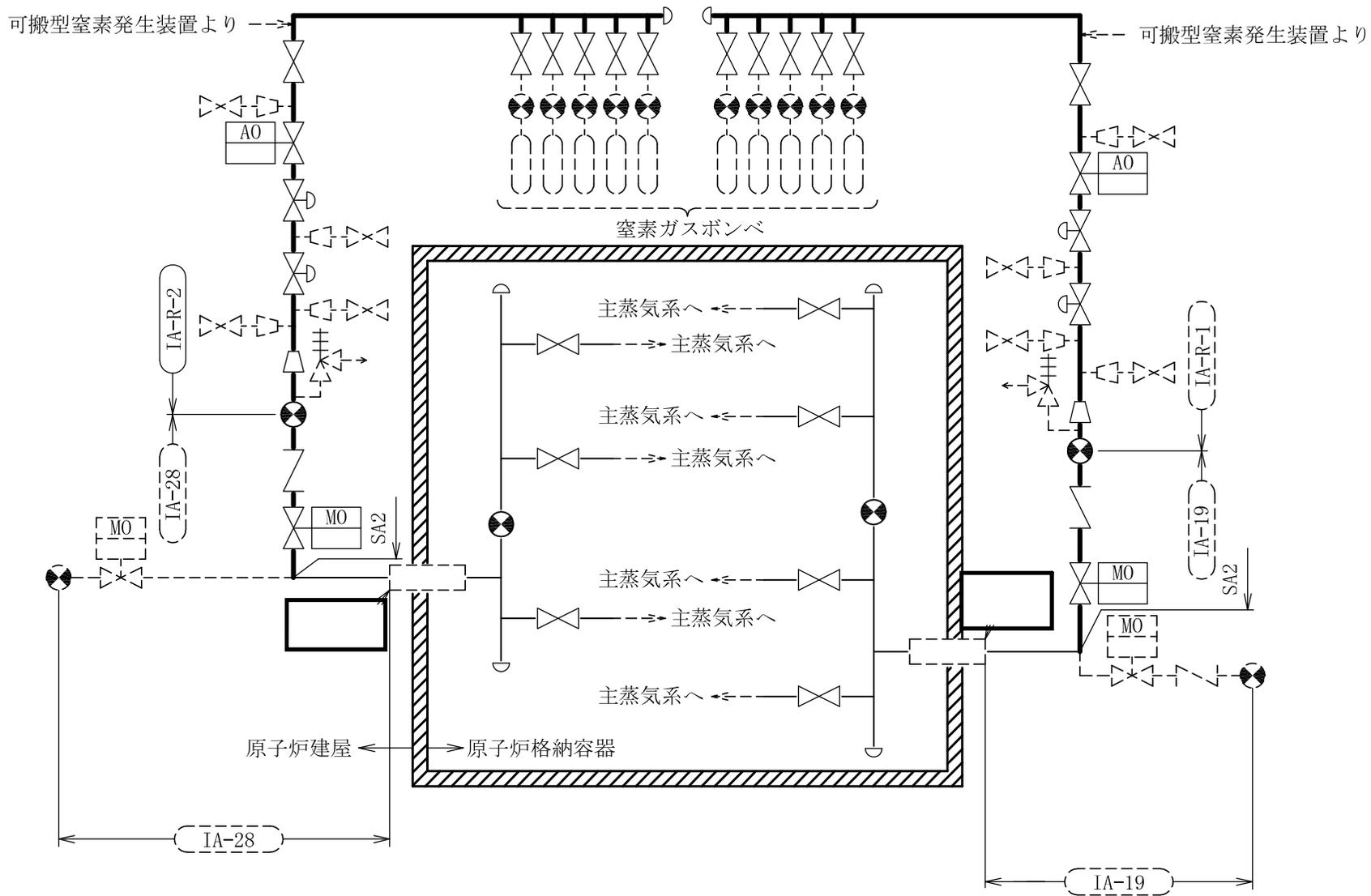
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち，他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管

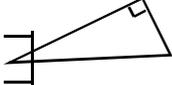
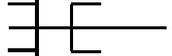
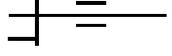
NT2 補③ V-3-6-3-2-3 R0



非常用窒素供給系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

01

9

## 3. 計算条件

## 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 IA-R-2

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	65A～111W	1.38	66	60.5	5.5	SUS304TP
2	112W～120W	1.38	66	34.0	4.5	SUS304TP
3	121W～126W, 127W～129W 133W～140W, 141W～175W 157～177W, 161～181W 165～185W, 169～189W 173～193W	14.70	66	34.0	4.5	SUS304TP

弁部の寸法

鳥 瞰 図 IA-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
120W~121W				126W~127W			
129W~130				130~131			
131~1311				1311~132			
130~133W				140W~141W			
177W~178W				181W~182W			
185W~186W				189W~190W			
193W~194W							

弁部の質量

鳥 瞰 図 IA-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	120W~121W, 126W~127W		130
	131		132
	140W~141W, 177W~178W		181W~182W, 185W~186W
	189W~190W, 193W~194W		

## 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SUS304TP	66	—	—	—	126

## 4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管

設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一次応力評価(MPa)	
			計算応力	許容応力
			S prm(1)	1.5 S h
IA-R-2	137W	S prm(1)	56	189
IA-R-2	137W	S prm(2)	60	226

本資料のうち、枠組みの内容は、  
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-875 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-9-1-4-2 原子炉格納容器貫通部ベローズの強度計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 構造の説明	2
2.2 評価方針	3
3. 形状及び主要寸法	4
4. 設計条件	6
4.1 評価条件	6
4.2 材料及び縦弾性係数	6
4.3 設計繰返し回数	6
4.4 ベローズの伸縮量	6
5. 許容繰返し回数の計算	8
6. 評価結果	9

## 1. 概要

本資料は、添付書類V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉格納容器貫通部ベローズ（以下「ベローズ」という。）が低サイクル疲労に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その低サイクル疲労評価は、ベローズの設計繰返し回数と許容繰返し回数の比を算出して行う。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ベローズは原子炉格納容器配管貫通部の一部に設けられる。	からなる断面蛇腹形状のステンレス製構造物である。	

## 2.2 評価方針

ベローズの低サイクル疲労評価は, 東海第二発電所 昭和 62 年 2 月 26 日付け 62 資庁第 666 号 (既工認) にて認可された実績のある手法を適用する。

3. 形状及び主要寸法

貫通部の形状を図 3-1 に示し、ベローズの主要寸法を表 3-1 に示す。

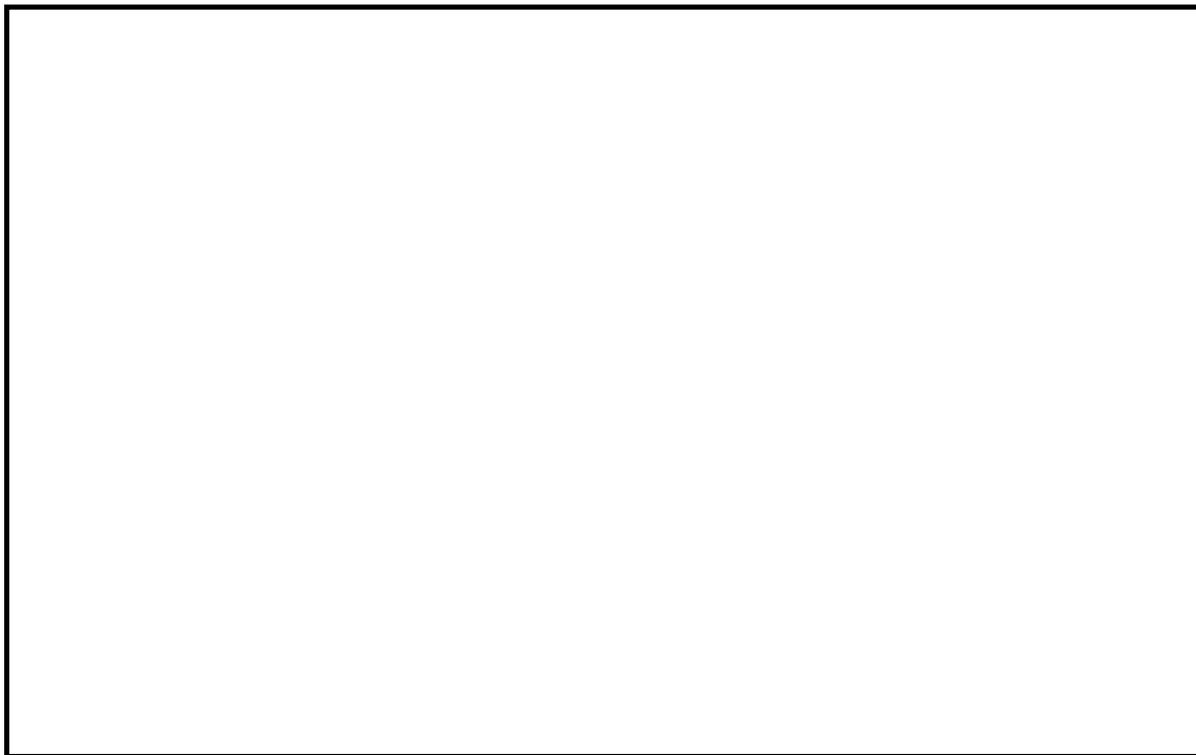


図 3-1 貫通部の形状

表 3-1 ベローズの主要寸法

貫通部番号	形 状				
	b (mm) *	h (mm) *	t (mm) *	n *	c *

注記\* : 記号の説明は, 図 3-1 参照

#### 4. 設計条件

##### 4.1 評価条件

- (1) 設計基準対象施設としての最高使用圧力及び最高使用温度

内圧  $P_D$             310kPa

温度  $T_D$             171℃

- (2) 地震伸縮量

ベローズの地震伸縮量  $\delta$  を表 4-1 に示す。原子炉格納容器と原子炉建屋の相対変位から、貫通部を包絡する値を用いる。

表 4-1 地震伸縮量

$\delta_x$	$\delta_y$	$\delta_z$

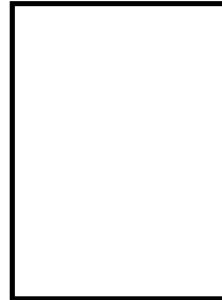
##### 4.2 材料及び縦弾性係数

- (1) 材料

ベローズ

- (2) 縦弾性係数

縦弾性係数  $E$



##### 4.3 設計繰返し回数

設計繰返し回数  $N$

##### 4.4 ベローズの伸縮量

ベローズの全伸縮量  $\delta$  を表 4-2 に示す。



5. 許容繰返し回数の計算

ここでは、貫通部番号  についての計算例を示し、他は計算結果を表 5-1 に示す。

許容繰返し回数  $N_s$

$$N_s = \text{[ ]}$$

ここに、 $\sigma$  は次の計算式より計算した値

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h}{t \cdot c} \quad (\text{調整リングが付いている場合})$$

$$= \frac{1.5 \times 1.84 \times 10^5 \times 1.5 \times 90}{12 \times \sqrt{30 \times 70^3}} + \frac{0.31 \times 70}{1.5 \times 1} = 983 \text{MPa}$$

繰返し回数と許容繰返し回数の比

$$\frac{N}{N_s} = \text{[ ]} = 6.34 \times 10^{-2}$$

表 5-1 ベローズの許容繰返し回数

貫通部番号	$N_s$	$\frac{N}{N_s}$
		$6.34 \times 10^{-2}$
		$4.69 \times 10^{-2}$
		$2.14 \times 10^{-1}$
		$4.17 \times 10^{-2}$
		$4.17 \times 10^{-2}$
		$4.20 \times 10^{-2}$
		$5.26 \times 10^{-2}$
		$5.26 \times 10^{-2}$
		$4.20 \times 10^{-2}$
		$1.13 \times 10^{-1}$
		$1.13 \times 10^{-1}$
		$6.34 \times 10^{-2}$
		$6.34 \times 10^{-2}$
		$2.52 \times 10^{-2}$

6. 評価結果

ベローズの疲労評価結果を表 6-1 に示す。設計繰返し回数に対する許容繰返し回数の比は評価基準値を満足しており、低サイクル疲労の要求を満足することを確認した。

表 6-1 評価結果

評価部位	$\frac{N}{N_s}$	評価基準値	判定
	$6.34 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.69 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.69 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.69 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.69 \times 10^{-2}$	1	○
	$2.14 \times 10^{-1}$	1	○
	$4.17 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.17 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.20 \times 10^{-2}$	1	○
	$5.26 \times 10^{-2}$	1	○
	$5.26 \times 10^{-2}$	1	○
	$4.20 \times 10^{-2}$	1	○
	$1.13 \times 10^{-1}$	1	○
	$1.13 \times 10^{-1}$	1	○
	$6.34 \times 10^{-2}$	1	○
	$6.34 \times 10^{-2}$	1	○
	$2.52 \times 10^{-2}$	1	○

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-882 改0
提出年月日	平成 30 年 6 月 29 日

### V-3-9-2-3-1-1 管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「V-3-1-5 クラス4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-3-2-8 クラス4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-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	新設	—	—	—	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	DB-4 SA-2
3	新設	—	—	—	DB-4	SA-2	—	0.014	72	0.014	72	—	—	設計・建設規格	—	DB-4 SA-2
4	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	86	0.014	86	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	新設	—	—	DB-4	DB-4	SA-2	—	0.014	86	0.014	86	—	—	設計・建設規格	—	DB-4 SA-2
T1	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T2	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T3	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T4	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T5	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	72	0.014	72	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T6	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	86	0.014	86	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T7	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	0.014	86	0.014	86	有	S45告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

NT2 補③ V-3-9-2-3-1-1 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 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
R1	新設	—	—	—	DB-4	SA-2	—	0.014	86	0.014	86	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E1	新設	—	—	—	DB-4	SA-2	—	0.014	86	0.014	86	—	—	設計・建設規格	—	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	—	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
R1	レジューサの強度計算	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
T2	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T3	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
T4	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
T5	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
T6	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
T7	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
E1	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	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.	レジューサの強度計算書	4
4.	管の穴と補強計算書	5
5.	伸縮継手の強度計算書	18



2. 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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	0.014	72	609.60	12.00	SM41A	W	2	100	0.60			0.08	C	3.80
2	0.014	72	609.60	9.50	STPT410	S	2	103	1.00	12.5 %	8.31	0.05	C	3.80
3	0.014	72	609.60	9.50	SM400C	W	2	100	1.00			0.05	C	3.80
4	0.014	72	406.40	9.50	SM41B	W	2	100	0.60			0.05	C	3.80
5	0.014	72	609.60	9.50	SM41B	W	2	100	0.60			0.08	C	3.80
6	0.014	86	609.60	9.00	SUS304	W	2	124	1.00			0.04	A	0.04
7	0.014	86	609.60	12.00	SM41A	W	2	100	0.60			0.08	C	3.80

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>、よって十分である。

管の強度計算書 (クラス 4 配管)

設計・建設規格 PPH-3020

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (℃)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t <sub>r</sub> (mm)
2	0.014	72	609.60	9.50	STPT410	S	4	12.5 %	8.31	0.80
3	0.014	72	609.60	9.50	SM400C	W	4			0.80
6	0.014	72	609.60	9.00	SUS304	W	4			0.80

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

NT2 補③ V-3-9-2-3-1-1 R0

3. レジューサの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3415.1及びPPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (℃)	$\theta$ (°)	端部記号	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	S (MPa)	$\eta$	Q	D <sub>i</sub> (mm)	r (mm)	W, K	t <sub>s</sub> (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	算 式	t (mm)		
R1	0.014	86	24.9	大径端	609.60	9.00	SUSF304	115	1.00		593.40	—	—		0.04	—	A	0.04		
				フランジ部	609.60	9.00	SUSF304	115	1.00		—	—	—		—	—	C	0.04		
				小径端	355.60	9.00	SUSF304	115	1.00				339.40	—	—		0.03	—	A	0.03
				フランジ部	355.60	9.00	SUSF304	115	1.00				—	—	—		—	—	C	0.03

評価：t<sub>s</sub> ≥ t，よって十分である。

4. 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 <sub>r</sub> (mm <sup>2</sup> )	23.54
形式	B	A <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	1.275×10 <sup>4</sup>
最高使用圧力 P (MPa)	0.014	A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	6.157×10 <sup>3</sup>
最高使用温度 (°C)	72	A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	549.2
主管と管台の角度 α (°)	90	A <sub>3</sub> (mm <sup>2</sup> )	81.00
		A <sub>4</sub> (mm <sup>2</sup> )	5.960×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41A	評価： A <sub>0</sub> > A <sub>r</sub> よって十分である。	
S <sub>r</sub> (MPa)	101		
D <sub>o r</sub> (mm)	609.60		
D <sub>i r</sub> (mm)	□		
t <sub>r o</sub> (mm)	12.00	d <sub>f r D</sub> (mm)	294.30
Q <sub>r</sub>	□	L <sub>A D</sub> (mm)	441.45
t <sub>r</sub> (mm)	□	L <sub>N D</sub> (mm)	26.25
t <sub>r r</sub> (mm)	0.04	A <sub>r D</sub> (mm <sup>2</sup> )	15.70
η	1.00*	A <sub>0 D</sub> (mm <sup>2</sup> )	6.578×10 <sup>3</sup>
		A <sub>1 D</sub> (mm <sup>2</sup> )	3.078×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41A	A <sub>2 D</sub> (mm <sup>2</sup> )	549.2
S <sub>b</sub> (MPa)	101	A <sub>3 D</sub> (mm <sup>2</sup> )	81.00
D <sub>o b</sub> (mm)	609.60	A <sub>4 D</sub> (mm <sup>2</sup> )	2.870×10 <sup>3</sup>
D <sub>i b</sub> (mm)	□	評価： A <sub>0 D</sub> ≥ A <sub>r D</sub> よって十分である。	
t <sub>b n</sub> (mm)	12.00		
Q <sub>b</sub>	□		
t <sub>b</sub> (mm)	□		
t <sub>b r</sub> (mm)	0.04	W (N)	-6.195×10 <sup>5</sup>
		F <sub>1</sub>	—
		F <sub>2</sub>	—
強め材材料	SM41A	F <sub>3</sub>	—
S <sub>e</sub> (MPa)	101	S <sub>W 1</sub> (MPa)	—
D <sub>o e</sub> (mm)	1180.00	S <sub>W 2</sub> (MPa)	—
t <sub>e</sub> (mm)	□	S <sub>W 3</sub> (MPa)	—
		W <sub>e 1</sub> (N)	—
穴の径 d (mm)	□	W <sub>e 2</sub> (N)	—
K	0.0044	W <sub>e 3</sub> (N)	—
d <sub>f r</sub> (mm)	149.24	W <sub>e 4</sub> (N)	—
L <sub>A</sub> (mm)	□	W <sub>e 5</sub> (N)	—
L <sub>N</sub> (mm)	26.25	W <sub>e b p 1</sub> (N)	—
L <sub>1</sub> (mm)	9.00	W <sub>e b p 2</sub> (N)	—
L <sub>2</sub> (mm)	9.00	W <sub>e b p 3</sub> (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0.60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	$A_r$ ( $\text{mm}^2$ )	31.49
形式	B	$A_0$ ( $\text{mm}^2$ )	$1.274 \times 10^4$
最高使用圧力 P (MPa)	0.014	$A_1$ ( $\text{mm}^2$ )	$6.151 \times 10^3$
最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	72	$A_2$ ( $\text{mm}^2$ )	548.6
主管と管台の角度 $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	90	$A_3$ ( $\text{mm}^2$ )	81.00
		$A_4$ ( $\text{mm}^2$ )	$5.960 \times 10^3$
主管材料	SM41A	評価： $A_0 > A_r$ よって十分である。	
$S_r$ (MPa)	100		
$D_{or}$ (mm)	609.60		
$D_{ir}$ (mm)			
$t_{ro}$ (mm)	12.00	$d_{frD}$ (mm)	294.30
$Q_r$		LAD (mm)	441.45
$t_r$ (mm)		LND (mm)	26.25
$t_{rr}$ (mm)	0.05	$A_{rD}$ ( $\text{mm}^2$ )	20.99
$\eta$	1.00*	$A_{0D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$6.575 \times 10^3$
		$A_{1D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$3.075 \times 10^3$
管台材料	SM41A	$A_{2D}$ ( $\text{mm}^2$ )	548.6
$S_b$ (MPa)	100	$A_{3D}$ ( $\text{mm}^2$ )	81.00
$D_{ob}$ (mm)	609.60	$A_{4D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$2.870 \times 10^3$
$D_{ib}$ (mm)		評価： $A_{0D} \geq A_{rD}$ よって十分である。	
$t_{bn}$ (mm)	12.00		
$Q_b$			
$t_b$ (mm)			
$t_{br}$ (mm)	0.05	W (N)	$-6.121 \times 10^5$
		F1	—
		F2	—
強め材材料	SM41A	F3	—
$S_e$ (MPa)	100	SW1 (MPa)	—
$D_{oe}$ (mm)	1180.00	SW2 (MPa)	—
$t_e$ (mm)		SW3 (MPa)	—
		W <sub>e1</sub> (N)	—
穴の径 d (mm)		W <sub>e2</sub> (N)	—
K	0.0045	W <sub>e3</sub> (N)	—
$d_{fr}$ (mm)	149.24	W <sub>e4</sub> (N)	—
LA (mm)		W <sub>e5</sub> (N)	—
LN (mm)	26.25	W <sub>ebp1</sub> (N)	—
L1 (mm)	9.00	W <sub>ebp2</sub> (N)	—
L2 (mm)	9.00	W <sub>ebp3</sub> (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 $\eta$ は0.60であるが、穴と長手継手が重複しないため、補強計算上は $\eta$ 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）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

NO.		T2	
形 式		B	
最高使用圧力	P (MPa)	0.014	
最高使用温度	(°C)	72	
主管と管台の角度	$\alpha$ (°)	90	
主 管	材 料	SM41A	
	許容引張応力	$S_r$ (MPa)	100
	外 径	$D_{or}$ (mm)	609.60
	内 径	$D_{ir}$ (mm)	
	公称厚さ	$t_{ro}$ (mm)	12.00
	厚さの負の許容差	$Q_r$	
	最小厚さ	$t_r$ (mm)	
	継手効率	$\eta$	1.00*
管 台	材 料	STPT42	
	外 径	$D_{ob}$ (mm)	89.10
	内 径	$D_{ib}$ (mm)	79.48
	公称厚さ	$t_{bn}$ (mm)	5.50
穴の径		$d$ (mm)	79.48
$d_{r1} = D_{ir} / 4$		(mm)	147.15
61, $d_{r1}$ の小さい値		(mm)	61.00
K			0.0045
200, $d_{r2}$ の小さい値		(mm)	149.24
補強不要な穴の最大径		$d_{fr}$ (mm)	149.24
<p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p>			

注記\*：長手継手の効率 $\eta$ は0.60であるが、穴と長手継手が重複しないため、補強計算上は $\eta$ 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）

告示第501号 第60条（第31条第5項及び第6項） 準用

NO.	T3	Ar	(mm <sup>2</sup> )	23.54	
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	2.325×10 <sup>3</sup>	
最高使用圧力 P	(MPa)	0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	956.0
最高使用温度	(°C)	72	A2	(mm <sup>2</sup> )	549.2
主管と管台の角度 α	(°)	90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
			A4	(mm <sup>2</sup> )	739.2
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。			
Sr	(MPa)				101
Dor	(mm)				609.60
Dir	(mm)				
tro	(mm)	12.00	dfrD	(mm)	294.30
Qr			LAD	(mm)	340.00* <sup>2</sup>
tr	(mm)		LND	(mm)	26.25
trr	(mm)	0.04	ArD	(mm <sup>2</sup> )	15.70
η		1.00* <sup>1</sup>	A0D	(mm <sup>2</sup> )	2.325×10 <sup>3</sup>
			A1D	(mm <sup>2</sup> )	956.0
管台材料	SM41A	A2D	(mm <sup>2</sup> )	549.2	
Sb	(MPa)	101	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm)	609.60	A4D	(mm <sup>2</sup> )	739.2
Dib	(mm)		評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm)	12.00			
Qb					
tb	(mm)				
tbr	(mm)	0.04	W	(N)	-9.418×10 <sup>4</sup>
			F1		—
			F2		—
強め材材料	SM41A	F3			—
Se	(MPa)	101	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm)	780.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm)		SW3	(MPa)	—
			We1	(N)	—
穴の径 d	(mm)		We2	(N)	—
K		0.0044	We3	(N)	—
dfr	(mm)	149.24	We4	(N)	—
LA	(mm)	340.00* <sup>2</sup>	We5	(N)	—
LN	(mm)	26.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm)	9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm)	9.00	Webp3	(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\*1：長手継手の効率ηは0.60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。

\*2：LA及びLADは構造上取り得る範囲とした。

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.	T3	Ar	(mm <sup>2</sup> )	31.49	
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	2.324×10 <sup>3</sup>	
最高使用圧力 P	(MPa)	0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	955.1
最高使用温度	(°C)	72	A2	(mm <sup>2</sup> )	548.6
主管と管台の角度 α	(°)	90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	739.2	
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。			
Sr	(MPa)				100
Dor	(mm)				609.60
Dir	(mm)				
tro	(mm)	12.00	dfrD	(mm)	294.30
Qr			LAD	(mm)	340.00* <sup>2</sup>
tr	(mm)		LND	(mm)	26.25
trr	(mm)	0.05	ArD	(mm <sup>2</sup> )	20.99
η		1.00* <sup>1</sup>	A0D	(mm <sup>2</sup> )	2.324×10 <sup>3</sup>
			A1D	(mm <sup>2</sup> )	955.1
管台材料	SM41A	A2D	(mm <sup>2</sup> )	548.6	
Sb	(MPa)	100	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm)	609.60	A4D	(mm <sup>2</sup> )	739.2
Dib	(mm)		評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm)	12.00			
Qb					
tb	(mm)				
tbr	(mm)	0.05	W	(N)	-9.257×10 <sup>4</sup>
			F1		—
			F2		—
強め材材料	SM41A	F3			—
Se	(MPa)	100	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm)	780.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm)		SW3	(MPa)	—
			We1	(N)	—
穴の径 d	(mm)		We2	(N)	—
K		0.0045	We3	(N)	—
dfr	(mm)	149.24	We4	(N)	—
LA	(mm)	340.00* <sup>2</sup>	We5	(N)	—
LN	(mm)	26.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm)	9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm)	9.00	Webp3	(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\*1：長手継手の効率ηは0.60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。

\*2：LA及びLADは構造上取り得る範囲とした。

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.	T4	Ar	(mm <sup>2</sup> )	11.68
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	5.040×10 <sup>3</sup>
最高使用圧力 P	(MPa) 0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	2.800×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(℃) 72	A2	(mm <sup>2</sup> )	360.0
主管と管台の角度 α	(°) 90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	1.799×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41B	評価： A0 > Ar よって十分である。		
Sr	(MPa) 101			
Dor	(mm) 406.40			
Dir	(mm) <input type="text"/>			
tro	(mm) 9.50	dfrD	(mm)	194.70
Qr	<input type="text"/>	LAD	(mm)	292.05
tr	(mm) <input type="text"/>	LND	(mm)	21.25
trr	(mm) 0.03	ArD	(mm <sup>2</sup> )	7.788
η	1.00*1	A0D	(mm <sup>2</sup> )	3.808×10 <sup>3</sup>
		A1D	(mm <sup>2</sup> )	1.649×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41B	A2D	(mm <sup>2</sup> )	360.0
Sb	(MPa) 101	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm) 406.40	A4D	(mm <sup>2</sup> )	1.718×10 <sup>3</sup>
Dib	(mm) <input type="text"/>	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm) 9.50			
Qb	<input type="text"/>			
tb	(mm) <input type="text"/>			
tbr	(mm) 0.03	W	(N)	-2.816×10 <sup>5</sup>
		F1		—
		F2		—
強め材材料	SM41A	F3		—
Se	(MPa) 101	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm) 570.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm) <input type="text"/>	SW3	(MPa)	—
		We1	(N)	—
穴の径 d	(mm) <input type="text"/>	We2	(N)	—
K	0.0036	We3	(N)	—
dfr	(mm) 121.54	We4	(N)	—
LA	(mm) 360.00*2	We5	(N)	—
LN	(mm) 21.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm) 9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm) 9.00	Webp3	(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\*1：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。

\*2：LAは構造上取り得る範囲とした。

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.	T4	$A_r$ ( $\text{mm}^2$ )	12.50
形式	B	$A_0$ ( $\text{mm}^2$ )	$5.040 \times 10^3$
最高使用圧力 P (MPa)	0.014	$A_1$ ( $\text{mm}^2$ )	$2.800 \times 10^3$
最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	72	$A_2$ ( $\text{mm}^2$ )	360.0
主管と管台の角度 $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	90	$A_3$ ( $\text{mm}^2$ )	81.00
		$A_4$ ( $\text{mm}^2$ )	$1.799 \times 10^3$
主管材料	SM41B	評価： $A_0 > A_r$ よって十分である。	
$S_r$ (MPa)	100		
$D_{or}$ (mm)	406.40		
$D_{ir}$ (mm)			
$t_{ro}$ (mm)	9.50	$d_{frD}$ (mm)	194.70
$Q_r$		LAD (mm)	292.05
$t_r$ (mm)		LND (mm)	21.25
$t_{rr}$ (mm)	0.03	$A_rD$ ( $\text{mm}^2$ )	8.333
$\eta$	$1.00^{*1}$	$A_0D$ ( $\text{mm}^2$ )	$3.808 \times 10^3$
		$A_1D$ ( $\text{mm}^2$ )	$1.649 \times 10^3$
管台材料	SM41B	$A_2D$ ( $\text{mm}^2$ )	360.0
$S_b$ (MPa)	100	$A_3D$ ( $\text{mm}^2$ )	81.00
$D_{ob}$ (mm)	406.40	$A_4D$ ( $\text{mm}^2$ )	$1.718 \times 10^3$
$D_{ib}$ (mm)		評価： $A_0D \geq A_rD$ よって十分である。	
$t_{bn}$ (mm)	9.50		
$Q_b$			
$t_b$ (mm)			
$t_{br}$ (mm)	0.03	W (N)	$-2.789 \times 10^5$
		F1	—
		F2	—
強め材材料	SM41A	F3	—
$S_e$ (MPa)	100	SW1 (MPa)	—
$D_{oe}$ (mm)	570.00	SW2 (MPa)	—
$t_e$ (mm)		SW3 (MPa)	—
		We1 (N)	—
穴の径 d (mm)		We2 (N)	—
K	0.0037	We3 (N)	—
$d_{fr}$ (mm)	121.54	We4 (N)	—
LA (mm)	$360.00^{*2}$	We5 (N)	—
LN (mm)	21.25	Webp1 (N)	—
L1 (mm)	9.00	Webp2 (N)	—
L2 (mm)	9.00	Webp3 (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\*1：長手継手の効率 $\eta$ は0.60であるが、穴と長手継手が重複しないため、補強計算上は $\eta$ を1.00とする。

\*2：LAは構造上取り得る範囲とした。

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.	T5	Ar	(mm <sup>2</sup> )	6.059	
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	4.065×10 <sup>3</sup>	
最高使用圧力 P	(MPa)	0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	1.711×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(°C)	72	A2	(mm <sup>2</sup> )	303.9
主管と管台の角度 α	(°)	90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
			A4	(mm <sup>2</sup> )	1.970×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41B	評価： A0 > Ar よって十分である。			
Sr	(MPa)				101
Dor	(mm)				406.40
Dir	(mm)				
tro	(mm)	9.50	dfrD	(mm)	194.70
Qr			LAD	(mm)	151.47
tr	(mm)		LND	(mm)	21.25
trr	(mm)	0.03	ArD	(mm <sup>2</sup> )	4.039
η		1.00*	A0D	(mm <sup>2</sup> )	2.150×10 <sup>3</sup>
			A1D	(mm <sup>2</sup> )	855.3
管台材料	STPT42	A2D	(mm <sup>2</sup> )	303.9	
Sb	(MPa)	103	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm)	216.30	A4D	(mm <sup>2</sup> )	909.7
Dib	(mm)	201.96	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm)	8.20			
Qb		12.5%			
tb	(mm)	7.17			
tbr	(mm)	0.02	W	(N)	-1.722×10 <sup>5</sup>
			F1		—
			F2		—
強め材材料	SM41A	F3			—
Se	(MPa)	101	SW1	(MPa)	—
Do <sub>e</sub>	(mm)	450.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm)		SW3	(MPa)	—
			We1	(N)	—
穴の径 d	(mm)	201.96	We2	(N)	—
K		0.0036	We3	(N)	—
dfr	(mm)	121.54	We4	(N)	—
LA	(mm)	201.96	We5	(N)	—
LN	(mm)	21.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm)	9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm)	9.00	Webp3	(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.	T5	Ar	(mm <sup>2</sup> )	6.483
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	4.065×10 <sup>3</sup>
最高使用圧力 P	(MPa) 0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	1.711×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(°C) 72	A2	(mm <sup>2</sup> )	303.9
主管と管台の角度 α	(°) 90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	1.970×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41B	評価： A0 > Ar よって十分である。		
Sr	(MPa) 100			
Dor	(mm) 406.40			
Dir	(mm) <input type="text"/>			
tro	(mm) 9.50			
Qr	<input type="text"/>	dfrD	(mm)	194.70
tr	(mm) <input type="text"/>	LAD	(mm)	151.47
trr	(mm) 0.03	LND	(mm)	21.25
η	1.00*	ArD	(mm <sup>2</sup> )	4.322
		A0D	(mm <sup>2</sup> )	2.150×10 <sup>3</sup>
		A1D	(mm <sup>2</sup> )	855.3
管台材料	STPT42	A2D	(mm <sup>2</sup> )	303.9
Sb	(MPa) 103	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm) 216.30	A4D	(mm <sup>2</sup> )	909.7
Dib	(mm) 201.96	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm) 8.20			
Qb	12.5%			
tbr	(mm) 0.02			
強め材材料	SM41A	W	(N)	-1.705×10 <sup>5</sup>
Se	(MPa) 100	F1		—
Doe	(mm) 450.00	F2		—
te	(mm) <input type="text"/>	F3		—
		SW1	(MPa)	—
穴の径 d	(mm) 201.96	SW2	(MPa)	—
K	0.0037	SW3	(MPa)	—
dfr	(mm) 121.54	We1	(N)	—
LA	(mm) 201.96	We2	(N)	—
LN	(mm) 21.25	We3	(N)	—
L1	(mm) 9.00	We4	(N)	—
L2	(mm) 9.00	We5	(N)	—
		Webp1	(N)	—
		Webp2	(N)	—
		Webp3	(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0.60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）

告示第501号 第60条（第31条第5項及び第6項） 準用

NO.	T6	Ar	(mm <sup>2</sup> )	23.54
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	4.712×10 <sup>3</sup>
最高使用圧力 P	(MPa) 0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	2.211×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(°C) 86	A2	(mm <sup>2</sup> )	549.2
主管と管台の角度 α	(°) 90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	1.870×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。		
Sr	(MPa) 101			
Dor	(mm) 609.60			
Dir	(mm) <input type="text"/>			
tro	(mm) 12.00			
Qr	<input type="text"/>	dfrD	(mm)	294.30
tr	(mm) <input type="text"/>	LAD	(mm)	400.00* <sup>2</sup>
trr	(mm) 0.04	LND	(mm)	26.25
η	1.00* <sup>1</sup>	ArD	(mm <sup>2</sup> )	15.70
		A0D	(mm <sup>2</sup> )	4.712×10 <sup>3</sup>
		A1D	(mm <sup>2</sup> )	2.211×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41A	A2D	(mm <sup>2</sup> )	549.2
Sb	(MPa) 101	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm) 609.60	A4D	(mm <sup>2</sup> )	1.870×10 <sup>3</sup>
Dib	(mm) <input type="text"/>	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm) 12.00			
Qb	<input type="text"/>			
tb	(mm) <input type="text"/>			
tbr	(mm) 0.04			
		W	(N)	-2.210×10 <sup>5</sup>
		F1		—
		F2		—
強め材材料	SM41A	F3		—
Se	(MPa) 101	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm) 780.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm) <input type="text"/>	SW3	(MPa)	—
		We1	(N)	—
穴の径 d	(mm) <input type="text"/>	We2	(N)	—
K	0.0044	We3	(N)	—
dfr	(mm) 149.24	We4	(N)	—
LA	(mm) 400.00* <sup>2</sup>	We5	(N)	—
LN	(mm) 26.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm) 9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm) 9.00	Webp3	(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\*1：長手継手の効率ηは0.60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。

\*2：LA及びLADは構造上取り得る範囲とした。

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.	T6	Ar	(mm <sup>2</sup> )	31.49	
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	4.709×10 <sup>3</sup>	
最高使用圧力 P	(MPa)	0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	2.209×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(°C)	86	A2	(mm <sup>2</sup> )	548.6
主管と管台の角度 α	(°)	90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
			A4	(mm <sup>2</sup> )	1.870×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。			
Sr	(MPa)				100
Dor	(mm)				609.60
Dir	(mm)				
tro	(mm)				12.00
Qr			df rD	(mm)	294.30
tr	(mm)		LAD	(mm)	400.00* <sup>2</sup>
trr	(mm)	0.05	LND	(mm)	26.25
η		1.00* <sup>1</sup>	ArD	(mm <sup>2</sup> )	20.99
			A0D	(mm <sup>2</sup> )	4.709×10 <sup>3</sup>
			A1D	(mm <sup>2</sup> )	2.209×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41A	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。			
Sb	(MPa)				100
Dob	(mm)				609.60
Dib	(mm)				
tbn	(mm)				12.00
Qb			W	(N)	-2.180×10 <sup>5</sup>
tb	(mm)		F1		—
tbr	(mm)	0.05	F2		—
			F3		—
強め材材料	SM41A	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。			
Se	(MPa)				100
Doe	(mm)				780.00
te	(mm)				
穴の径 d	(mm)		SW2	(MPa)	—
K		0.0045	SW3	(MPa)	—
df r	(mm)	149.24	We1	(N)	—
LA	(mm)	400.00* <sup>2</sup>	We2	(N)	—
LN	(mm)	26.25	We3	(N)	—
L1	(mm)	9.00	We4	(N)	—
L2	(mm)	9.00	We5	(N)	—
			Webp1	(N)	—
			Webp2	(N)	—
			Webp3	(N)	—

注記\*1：長手継手の効率ηは0.60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。

\*2：LA及びLADは構造上取り得る範囲とした。

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.	T7	Ar	(mm <sup>2</sup> )	17.26
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	7.896×10 <sup>3</sup>
最高使用圧力 P	(MPa) 0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	4.515×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(℃) 86	A2	(mm <sup>2</sup> )	670.4
主管と管台の角度 α	(°) 90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	2.630×10 <sup>3</sup>
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。		
Sr	(MPa) 101			
Dor	(mm) 609.60			
Dir	(mm) <input type="text"/>			
tro	(mm) 12.00	dfrD	(mm)	294.30
Qr	<input type="text"/>	LAD	(mm)	323.70
tr	(mm) <input type="text"/>	LND	(mm)	26.25
trr	(mm) 0.04	ArD	(mm <sup>2</sup> )	11.51
η	1.00*	A0D	(mm <sup>2</sup> )	5.006×10 <sup>3</sup>
		A1D	(mm <sup>2</sup> )	2.257×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41B	A2D	(mm <sup>2</sup> )	670.4
Sb	(MPa) 101	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm) 457.20	A4D	(mm <sup>2</sup> )	1.997×10 <sup>3</sup>
Dib	(mm) <input type="text"/>	評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm) 14.30			
Qb	<input type="text"/>			
tb	(mm) <input type="text"/>			
tbr	(mm) 0.03	W	(N)	-4.542×10 <sup>5</sup>
		F1		—
		F2		—
強め材材料	SM41A	F3		—
Se	(MPa) 101	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm) 700.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm) <input type="text"/>	SW3	(MPa)	—
		We1	(N)	—
穴の径 d	(mm) <input type="text"/>	We2	(N)	—
K	0.0044	We3	(N)	—
dfr	(mm) 149.24	We4	(N)	—
LA	(mm) <input type="text"/>	We5	(N)	—
LN	(mm) 26.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm) 9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm) 9.00	Webp3	(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0.60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.	T7	Ar	(mm <sup>2</sup> )	23.09	
形式	B	A0	(mm <sup>2</sup> )	7.892×10 <sup>3</sup>	
最高使用圧力 P	(MPa)	0.014	A1	(mm <sup>2</sup> )	4.510×10 <sup>3</sup>
最高使用温度	(°C)	86	A2	(mm <sup>2</sup> )	670.4
主管と管台の角度 α	(°)	90	A3	(mm <sup>2</sup> )	81.00
		A4	(mm <sup>2</sup> )	2.630×10 <sup>3</sup>	
主管材料	SM41A	評価： A0 > Ar よって十分である。			
Sr	(MPa)				100
Dor	(mm)				609.60
Dir	(mm)				
tro	(mm)	12.00	dfrD	(mm)	294.30
Qr			LAD	(mm)	323.70
tr	(mm)		LND	(mm)	26.25
trr	(mm)	0.05	ArD	(mm <sup>2</sup> )	15.39
η		1.00*	A0D	(mm <sup>2</sup> )	5.004×10 <sup>3</sup>
			A1D	(mm <sup>2</sup> )	2.255×10 <sup>3</sup>
管台材料	SM41B	A2D	(mm <sup>2</sup> )	670.4	
Sb	(MPa)	100	A3D	(mm <sup>2</sup> )	81.00
Dob	(mm)	457.20	A4D	(mm <sup>2</sup> )	1.997×10 <sup>3</sup>
Dib	(mm)		評価： A0D ≥ ArD よって十分である。		
tbn	(mm)	14.30			
Qb					
tb	(mm)				
tbr	(mm)	0.03	W	(N)	-4.489×10 <sup>5</sup>
			F1		—
			F2		—
強め材材料	SM41A	F3			—
Se	(MPa)	100	SW1	(MPa)	—
Doe	(mm)	700.00	SW2	(MPa)	—
te	(mm)		SW3	(MPa)	—
			We1	(N)	—
穴の径 d	(mm)		We2	(N)	—
K		0.0045	We3	(N)	—
dfr	(mm)	149.24	We4	(N)	—
LA	(mm)		We5	(N)	—
LN	(mm)	26.25	Webp1	(N)	—
L1	(mm)	9.00	Webp2	(N)	—
L2	(mm)	9.00	Webp3	(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0.60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。

5. 伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3416 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材 料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^3$	Nr $\times 10^3$	U
E1	0.014	86	SUS304	191000						1	A	681		1.0	

評価：U $\leq$ 1, よって十分である。

注：E1の外径は，749.0mm。

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又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-618 改0
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-9-2-4-1-3 管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「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」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

応力計算 モデル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 (℃)
AC-11	既設	無	—	DB-2	DB-2	—	—	0.31	104.5	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-2
	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	104.5	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-1, 2, 3, 8	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	104.5	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-6, 7	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	104.5	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	171	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-12, 13	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	171	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-SGTS	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.31	171	0.62	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....	2
2.1 概略系統図 .....	2
2.2 鳥瞰図 .....	4
3. 計算条件 .....	15
3.1 設計条件 .....	15
3.2 材料及び許容応力 .....	22
4. 計算結果 .....	23

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「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」及び「V-3-2-11 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

### (1) 管

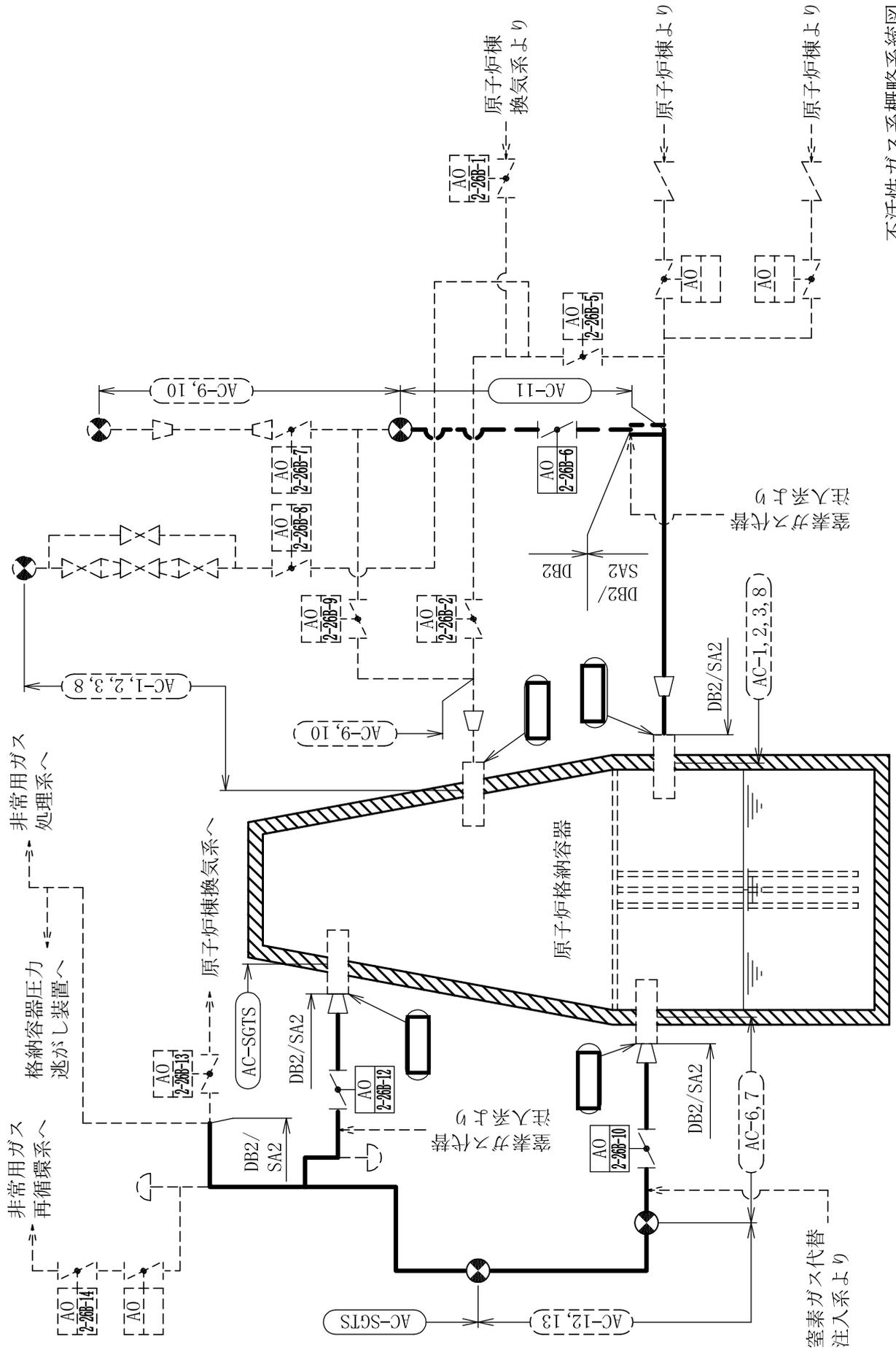
工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、最大応力評価点の許容値/発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

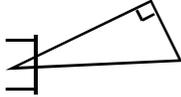
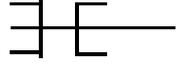
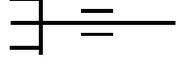
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



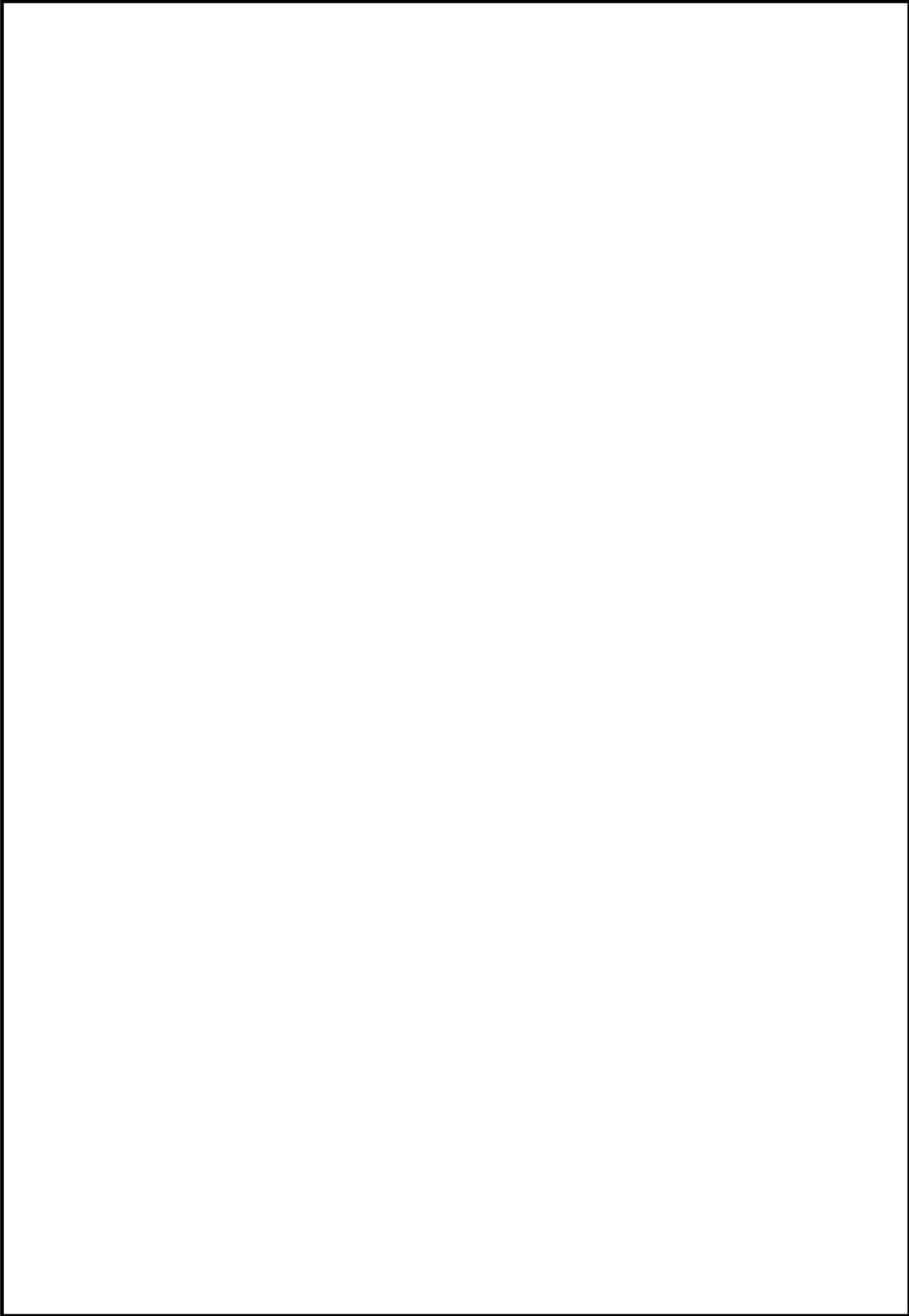
不活性ガス系概略系統図

## 2.2 鳥瞰図

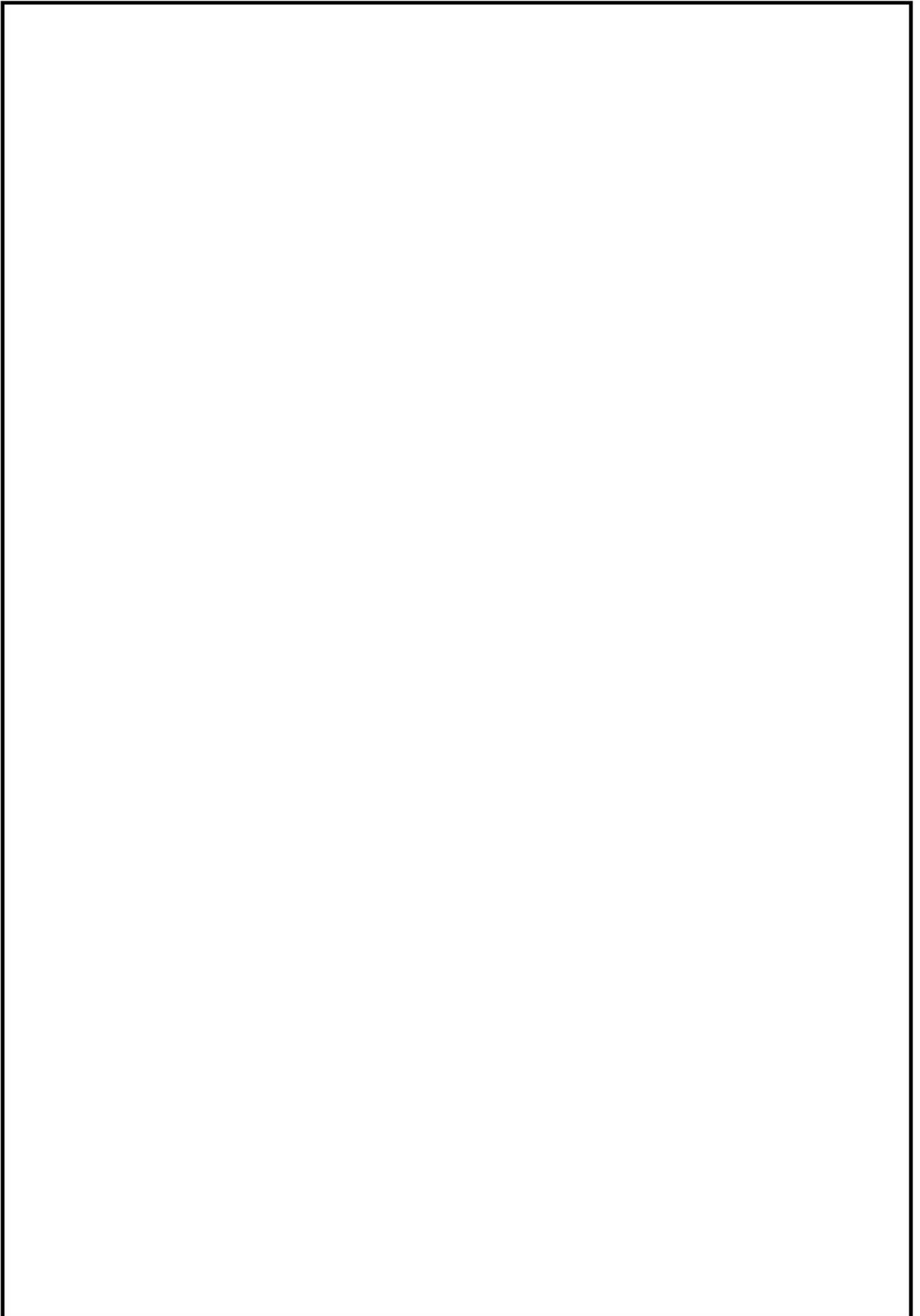
### 鳥瞰図記号凡例

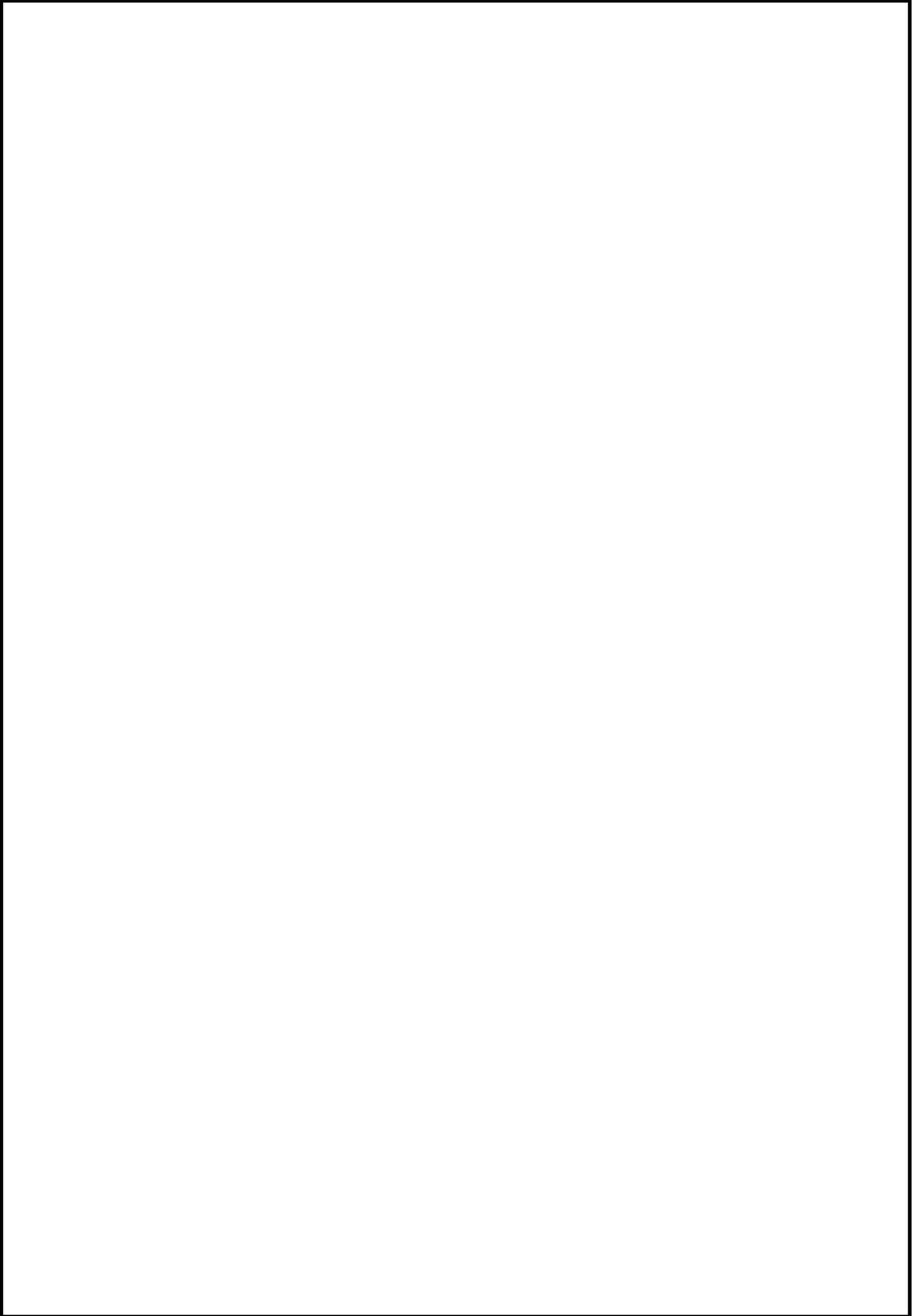
記号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」，設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質 点
	ア ン カ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	ハンガ
	リジットハンガ
	注： 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

NT2 補③ V-3-9-2-4-1-3 R0

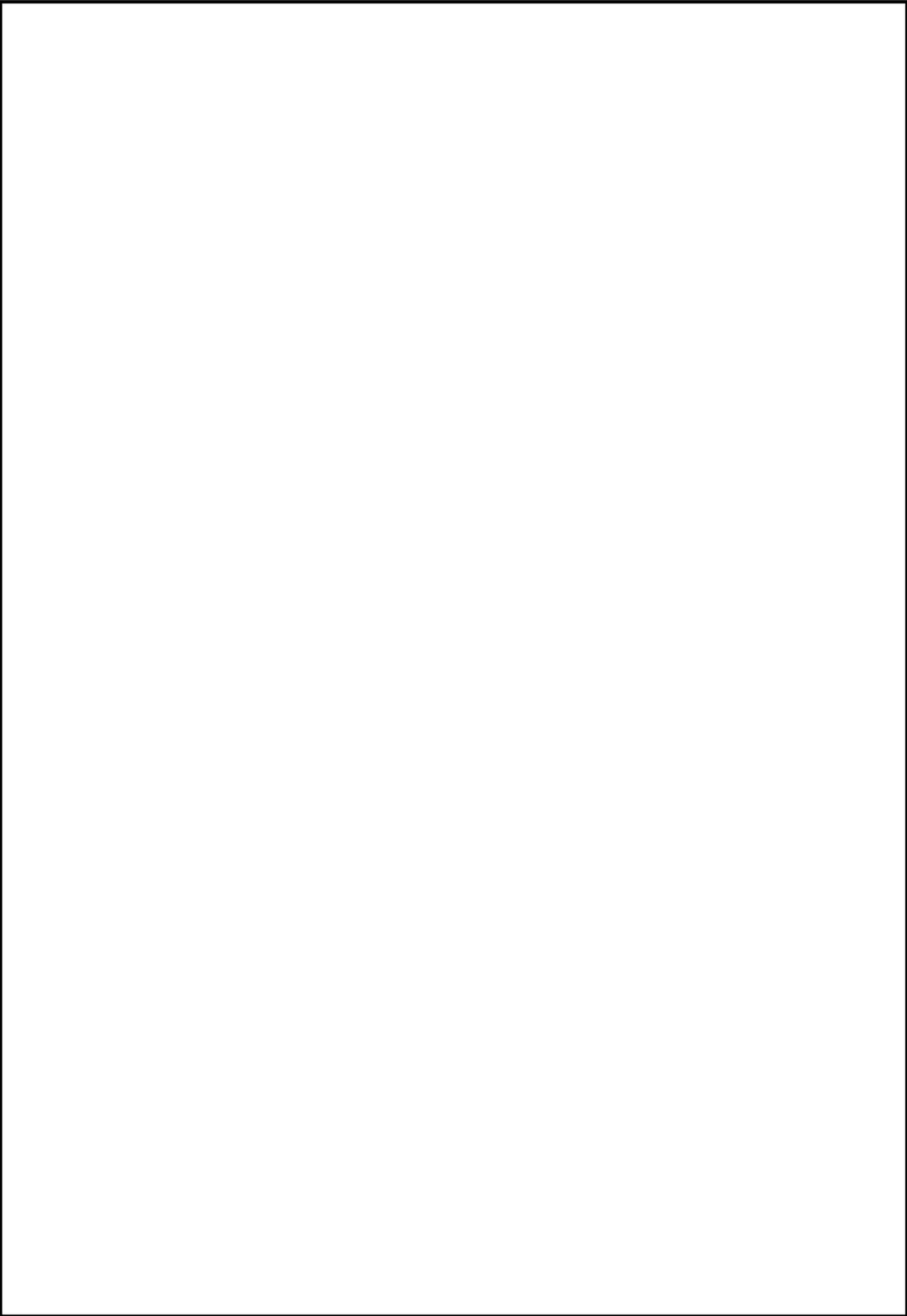


NT2 補③ V-3-9-2-4-1-3 R0

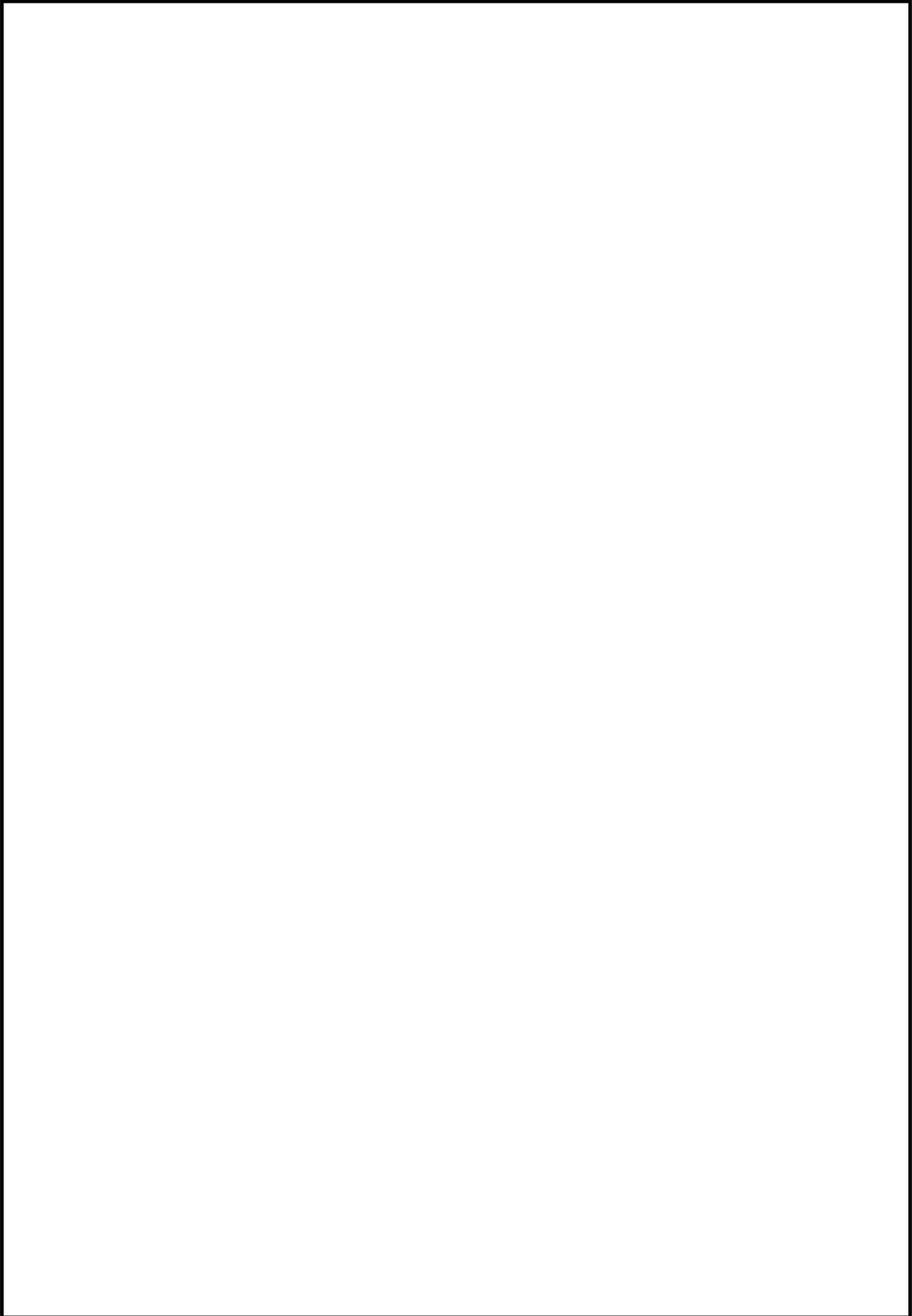


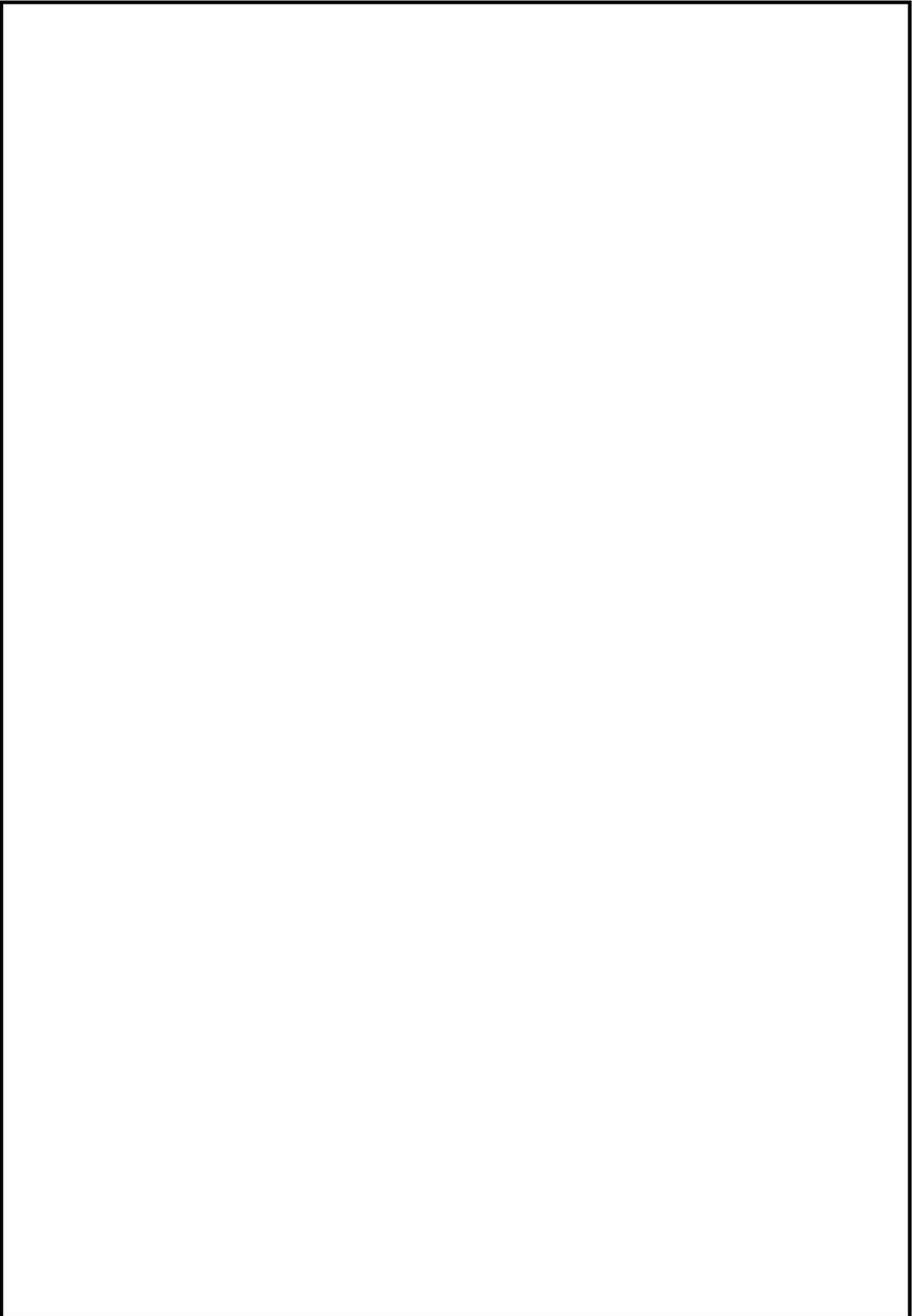


NT2 補③ V-3-9-2-4-1-3 R0

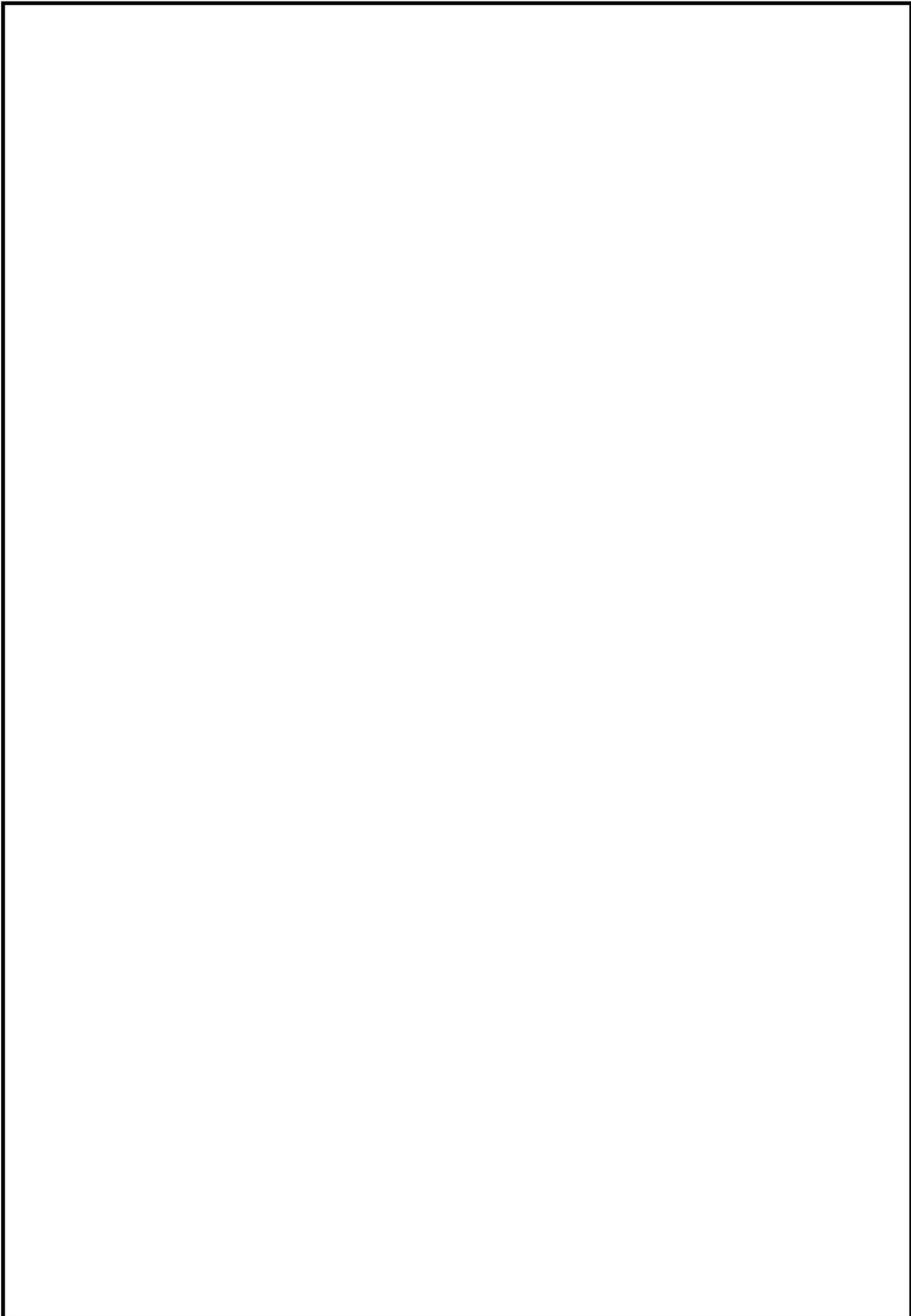








NT2 補③ V-3-9-2-4-1-3 R0



3. 計算条件

3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 AC-11

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	65A~37	0.31	171	89.1	5.5	STPT42
2	37~379	0.31	171	89.1	5.5	STPT410
3	39~40	0.31	105	89.1	5.5	STPT410
4	40~41	0.62	200	89.1	5.5	STPT410
5	41~895N	0.62	200	89.1	5.5	STPT42

弁部の寸法

鳥 瞰 図 AC-11

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
379~38				38~381			
381~382				38~39			

弁部の質量

鳥 瞰 図 AC-11

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	379, 39		38
	381		382

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 AC-SGTS

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1A~2, 70F~75	0.62	200	609.6	9.5	SM41B
2	2~35, 3702~45 8201~88	0.62	200	609.6	12.0	SM41A
3	35~3702, 36~65 65~68F	0.62	200	609.6	12.7	SM400C
4	45~4601, 4601~8201	0.62	200	609.6	9.5	SM400C
5	88~8801	0.62	200	609.6	12.0	SM400A

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 AC-SGTS

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	68F, 70F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 AC-SGTS

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
68F~69				69~691			
691~692				692~693			
69~70F							

弁部の質量

鳥 瞰 図 AC-SGTS

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	69	<input type="text"/>	691
<input type="text"/>	692	<input type="text"/>	693

3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STPT42	171	—	—	—	103
STPT410	171	—	—	—	103
STPT410	105	—	—	—	103
STPT410	200	—	—	—	103
STPT42	200	—	—	—	103
SM41B	200	—	—	—	100
SM41A	200	—	—	—	100
SM400C	200	—	—	—	100
SM400A	200	—	—	—	100

4. 計算結果

下表に示すごとく最大応力はそれぞれの許容値以下である。

クラス2管

設計・建設規格 PPC-3500の規定に基づく評価

鳥瞰図	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力 Sprm(1) Sprm(2)	許容応力 1.5Sh 1.8Sh	計算応力 Sn(a) Sn(b)	許容応力 Sa(c) Sa(d)
AC-11	(A, B)	378	Spr m(1)	50	154	—	—
AC-11	(A, B)	24	Sn(a)	—	—	205	257
AC-11	(A, B)	378	Spr m(2)	51	185	—	—
AC-11	(A, B)	24	Sn(b)	—	—	205	278

計算結果

下表に示すごとく最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2管

設計・建設規格 PPC-3520の規定に基づく評価

鳥瞰図	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S pr m(1) S pr m(2)	許容応力 1.5 S h 1.8 S h
AC-SGTS	6201	S pr m(1)	64	150
AC-SGTS	6201	S pr m(2)	65	180