

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-591 改1
提出年月日	平成30年8月10日

V-3-5-4-1-5 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 (℃)
HPCS-1	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCS-4, 5	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	10.69	100	10.69	148	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	10.69	100	10.69	148	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCS-R-1	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	0.70	100	0.70	148	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.70	100	0.70	148	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	既設	無	—	DB-2	DB-2	—	—	0.70	100	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-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	14
3.1 設計条件	14
3.2 材料及び許容応力	26
4. 計算結果	27
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	30

1. 概要

本計算書は、添付書類「V-3-1-3 クラス 2 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-3-2-4 クラス 2 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。






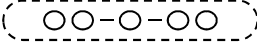

(1) 管

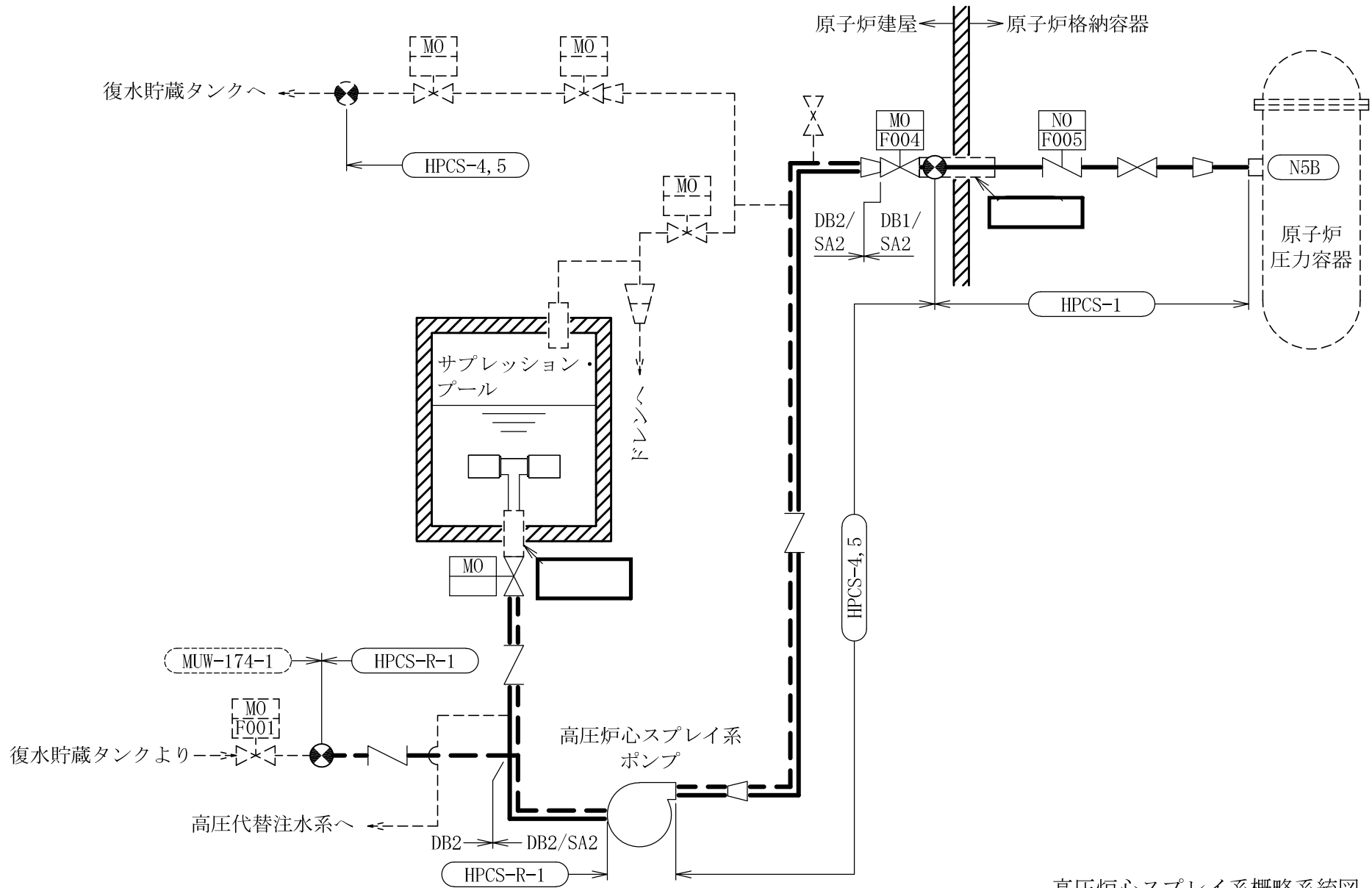
工事計画記載範囲の管のうち、設計条件あるいは管クラスに変更がある管における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、**全 3 モデルのうち**、最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として**鳥瞰図**、**計算条件**及び**評価結果**を記載する。**代表モデルの選定及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。**

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






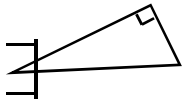


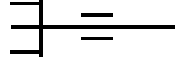
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (鳥瞰図, 計算条件及び評価結果を記載す る範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果のみ記載する範囲)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2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



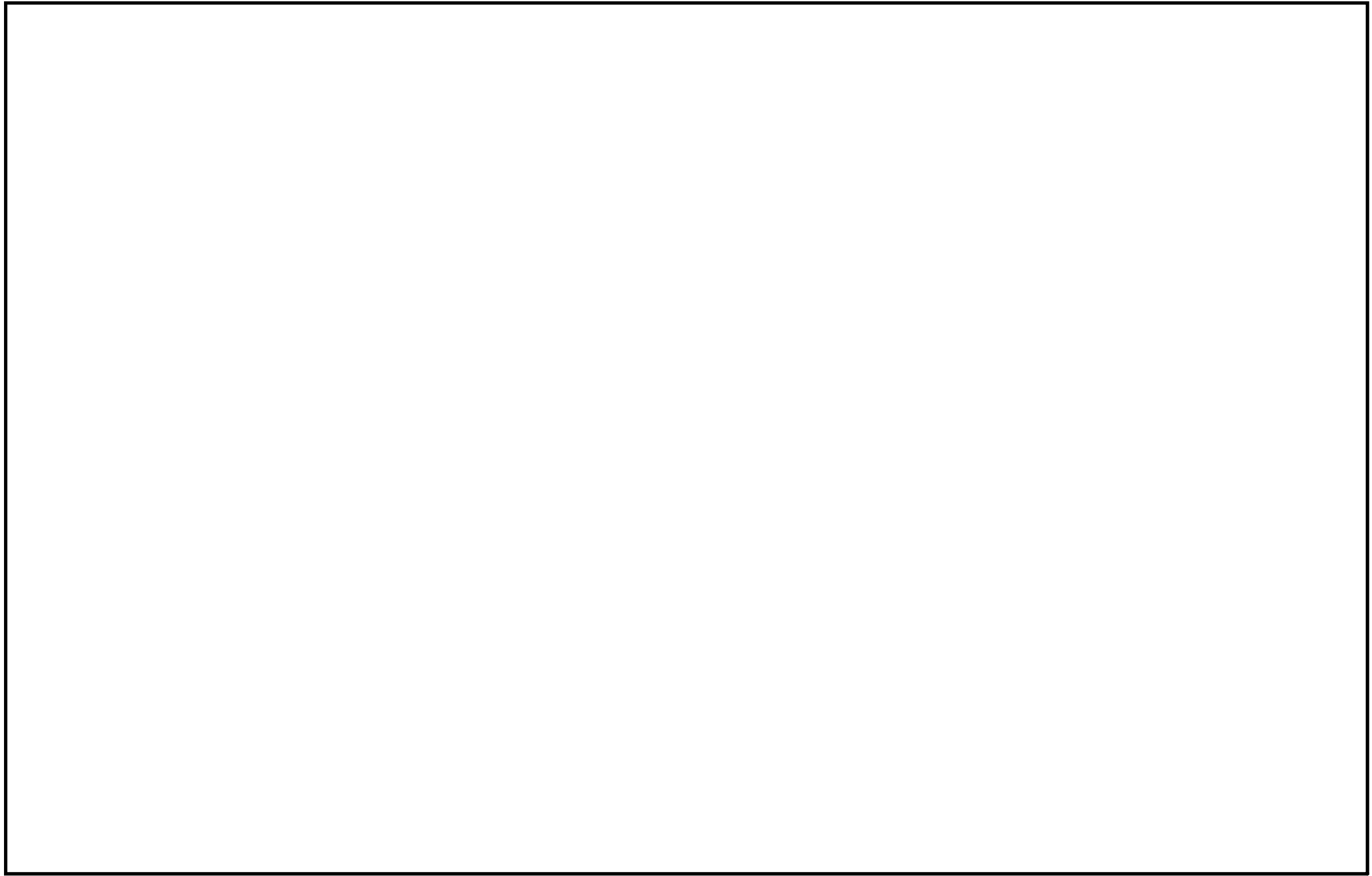
高圧炉心スプレイ系概略系統図

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



9

7

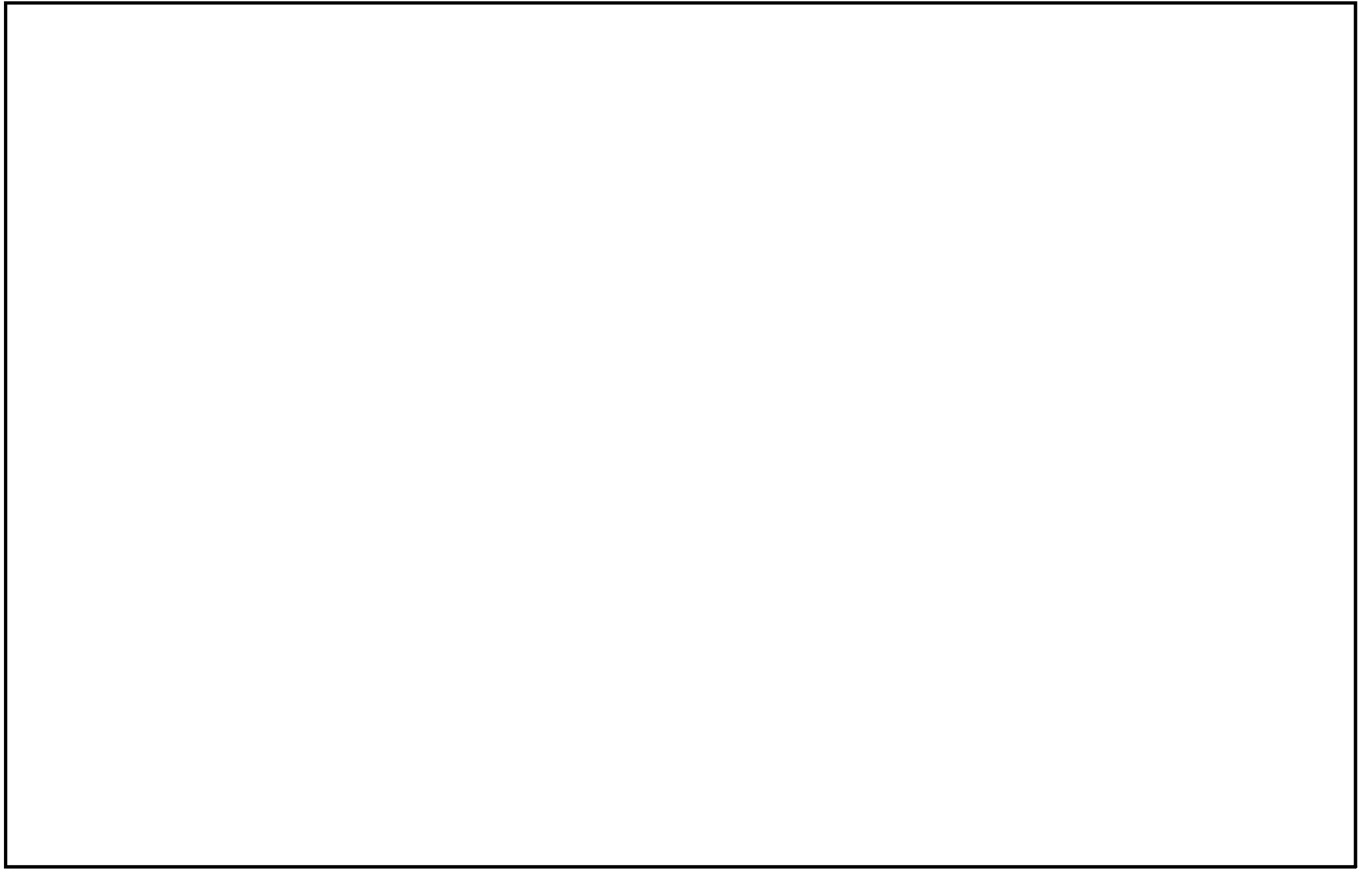
∞

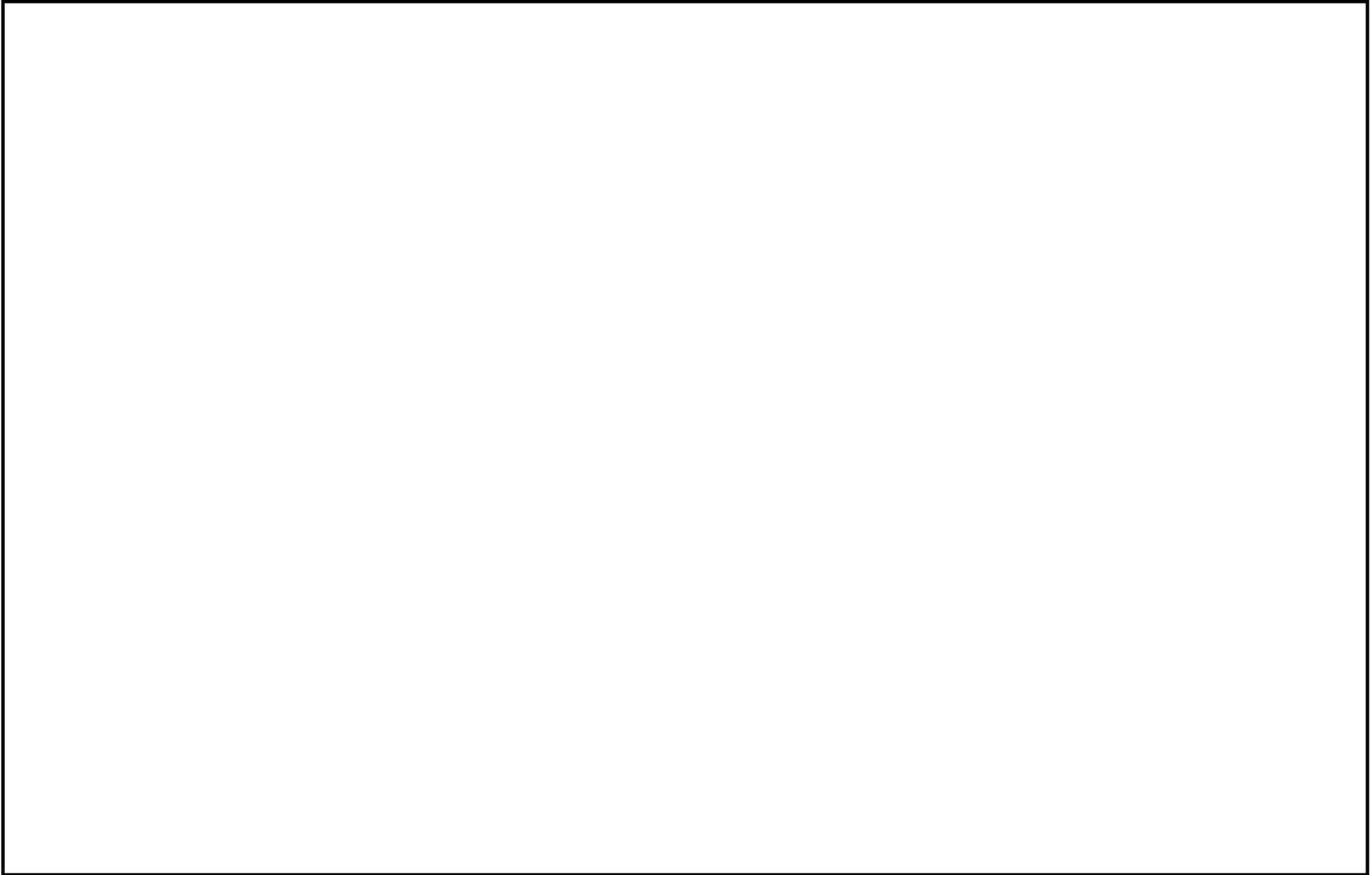
6

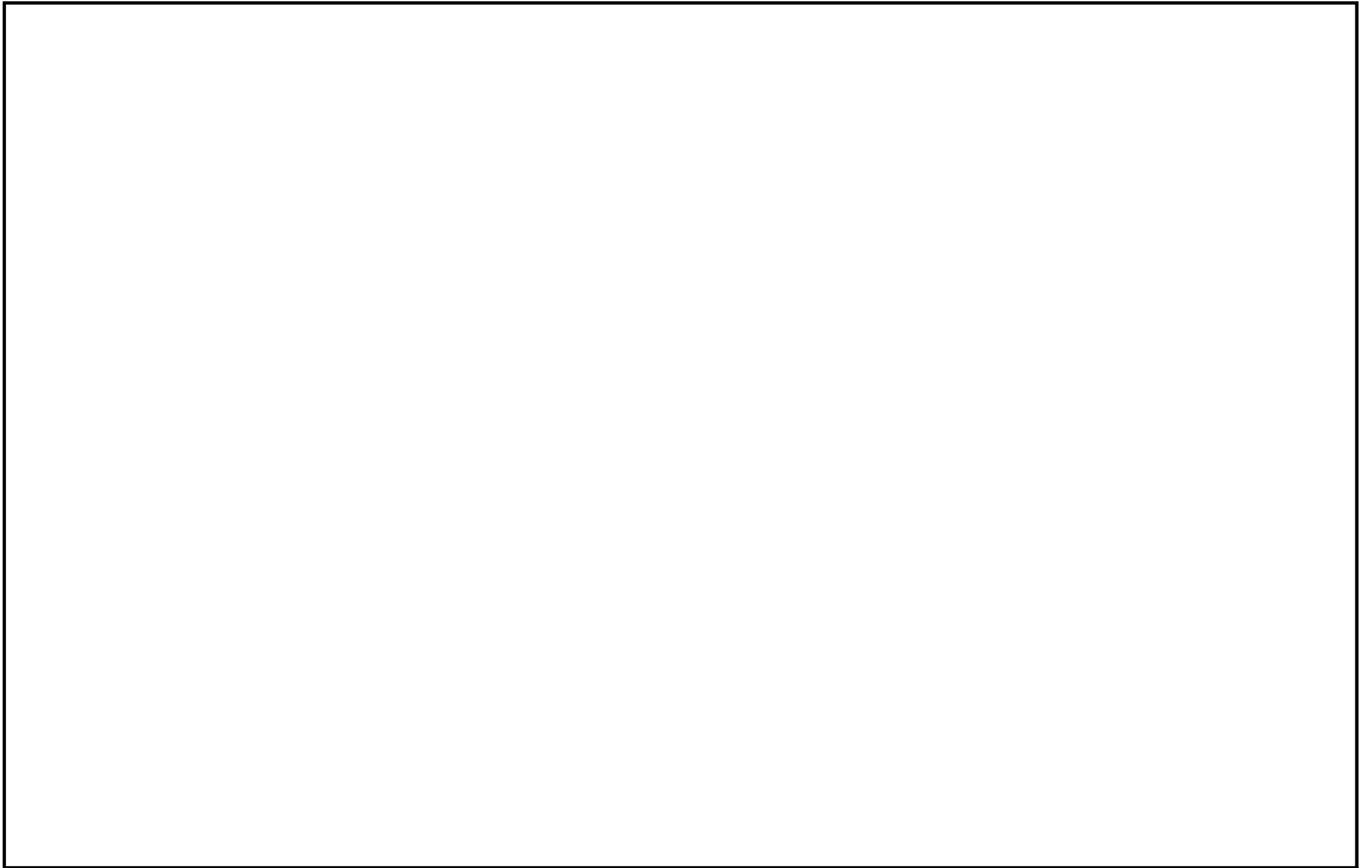
鳥瞰図

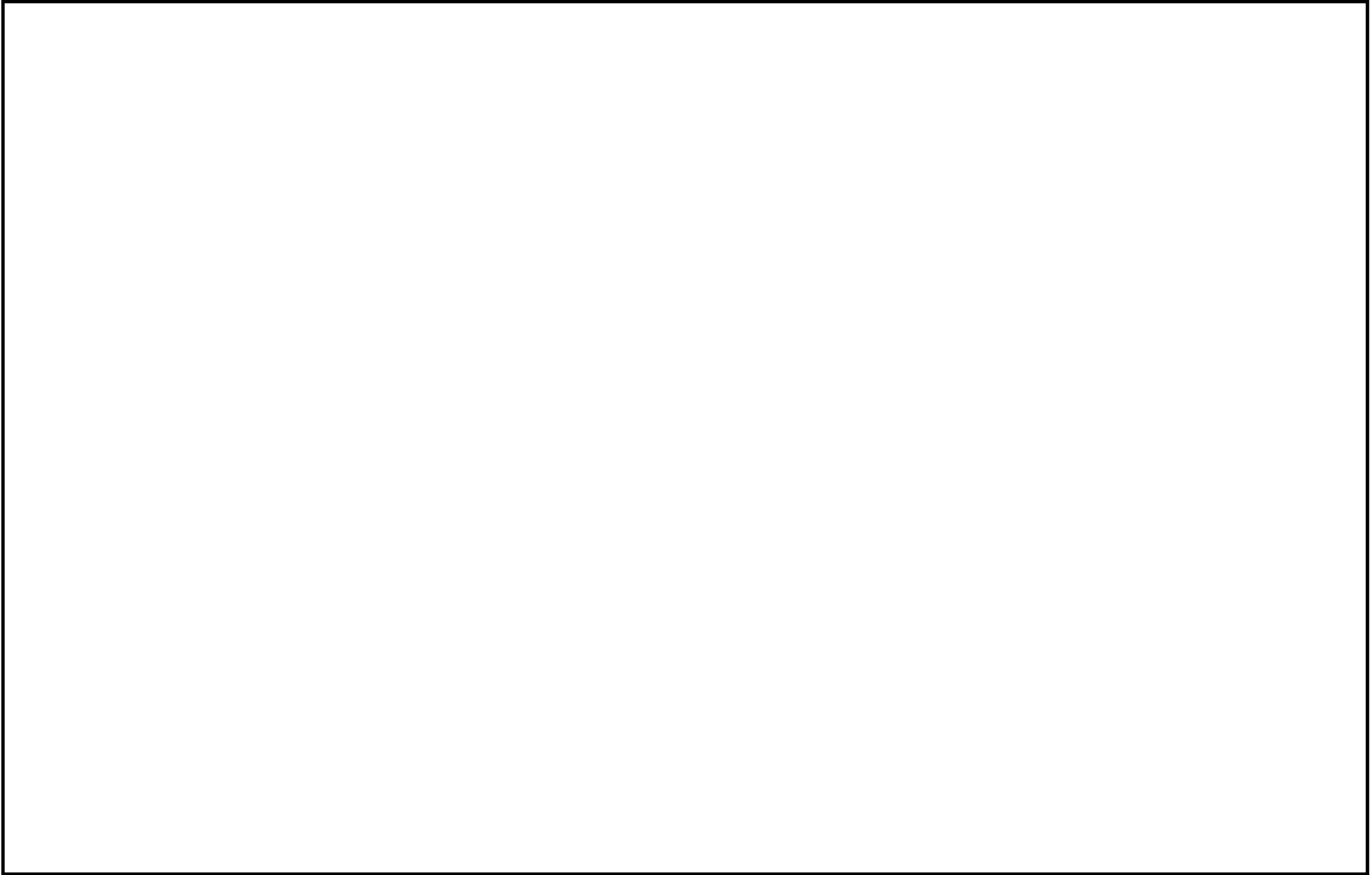
HPCS-4, 5 (SA) (1/2)

10









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 HPCS-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	1A~6	8.62	302	318.5	17.4	
2	6~13, 13~19 19~23, 23~27 28~32, 33~35	8.62	302	318.5	17.4	STS49
3	36~39N	8.62	302	267.4	15.1	STS49

配管の付加質量

鳥 瞰 図 HPCS-1

質量	対応する評価点
	1A~6
	6~23
	23~27, 28~32
	33~35
	36~39N

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HPCS-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
27~28				32~33			

弁部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	27～28		32～33

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 HPCS-4, 5

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	21A~210	8.62	302	318.5	17.4	
2	25~2806, 3004~4101 4401~57, 59~61	10.69	148	406.4	26.2	STS49
3	2806~3004, 4101~4401	10.69	148	406.4	26.2	STS410
4	62~64N	10.69	148	355.6	23.8	STS49

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-4, 5

質量	対応する評価点
	251F, 453F
	64N

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HPCS-4, 5

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
210~211				211~212			
212~22				211~23			
57~59							

弁部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-4, 5

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	210, 23		211
	212		22
	57~59		

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 HPCS-R-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	4~5	0.70	148	609.6	9.5	SM41B
2	6~120, 122~18F	0.70	148	609.6	9.5	SM41B
3	120~122	0.70	148	609.6	9.5	STPT410
4	18F~19N	0.70	148	609.6	9.0	SM41B
5	15~23, 24~48A	0.70	100	508.0	9.5	SM41B

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-R-1

質量	対応する評価点
	18F

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HPCS-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
2~3				3~301			
301~302				3~4			
5~6				23~24			

弁部の質量

鳥 瞰 図 HPCS-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	2, 4		3
	301		302
	5~6		23~24

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
	302	122	182	—	—
STS49	302	138	209	—	—
STS49	148	—	—	—	120
STS410	148	—	—	—	103
SM41B	148	—	—	—	100
STPT410	148	—	—	—	103
SM41B	100	—	—	—	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。

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	許容応力	計算応力	許容応力
				S _{prm} (1)	1.5 S _h	S _n (a)	S _a (c)
S _{prm} (2)	1.8 S _h	S _n (b)	S _a (d)				
HPCS-4, 5	(A, B)	50	S _{prm} (1)	84	180	—	—
HPCS-R-1	(A, B)	15	S _n (a)	—	—	196	250
HPCS-4, 5	(A, B)	50	S _{prm} (2)	92	216	—	—
HPCS-R-1	(A, B)	15	S _n (b)	—	—	197	270

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 prn	許容 応力 Min (3Sm, 2Sy)
HPCS-1	24	BUTT WELD	S prn	88	414

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

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 _{prm} (1) S _{prm} (2)	許容応力 1.5S _h 1.8S _h
HPCS-4, 5	50	S _{prm} (1)	84	180
HPCS-4, 5	50	S _{prm} (2)	92	216

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2範囲）

No.	配管モデル	供用状態(A, B)*1					供用状態(A, B)*2				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表
1	HPCS-4, 5	29	136	257	1.88	—	29	140	278	1.98	—
2	HPCS-R-1	15	196	250	1.27	○	15	197	270	1.37	○

注記 *1：設計・建設規格 PPC-3520(1), PPC-3530(1)a. に基づき計算した一次応力, 一次+二次応力を示す。

*2：設計・建設規格 PPC-3520(2), PPC-3530(1)b. に基づき計算した一次応力, 一次+二次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2であってクラス1範囲）

No.	配管モデル	供用状態E				
		一次応力(膜+曲げ)				
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表
1	HPCS-1	24	88	414	4.70	○
2	HPCS-4, 5	21A	54	364	6.74	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2であってクラス2範囲）

No.	配管モデル	供用状態E*1					供用状態E*2				
		一次応力					一次応力				
		評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表	評価点	計算応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	裕度	代表
1	HPCS-4, 5	50	84	180	2.14	○	50	92	216	2.34	○
2	HPCS-R-1	15	39	150	3.84	—	15	41	180	4.39	—

注記 *1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。
 *2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。