

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0345_改2
提出年月日	2021年10月29日

VI-2-6-6-1-1 管の耐震性についての計算書  
(高圧窒素ガス供給系)

## 設計基準対象施設

## 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	10
3.	計算条件	28
3.1	計算方法	28
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	29
3.3	設計条件	30
3.4	材料及び許容応力評価条件	40
3.5	設計用地震力	41
4.	解析結果及び評価	43
4.1	固有周期及び設計震度	43
4.2	評価結果	55
4.2.1	管の応力評価結果	55
4.2.2	支持構造物評価結果	57
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	58
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	59

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、高圧窒素ガス供給系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位の記載する。また、全26モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)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。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






### (3) 弁

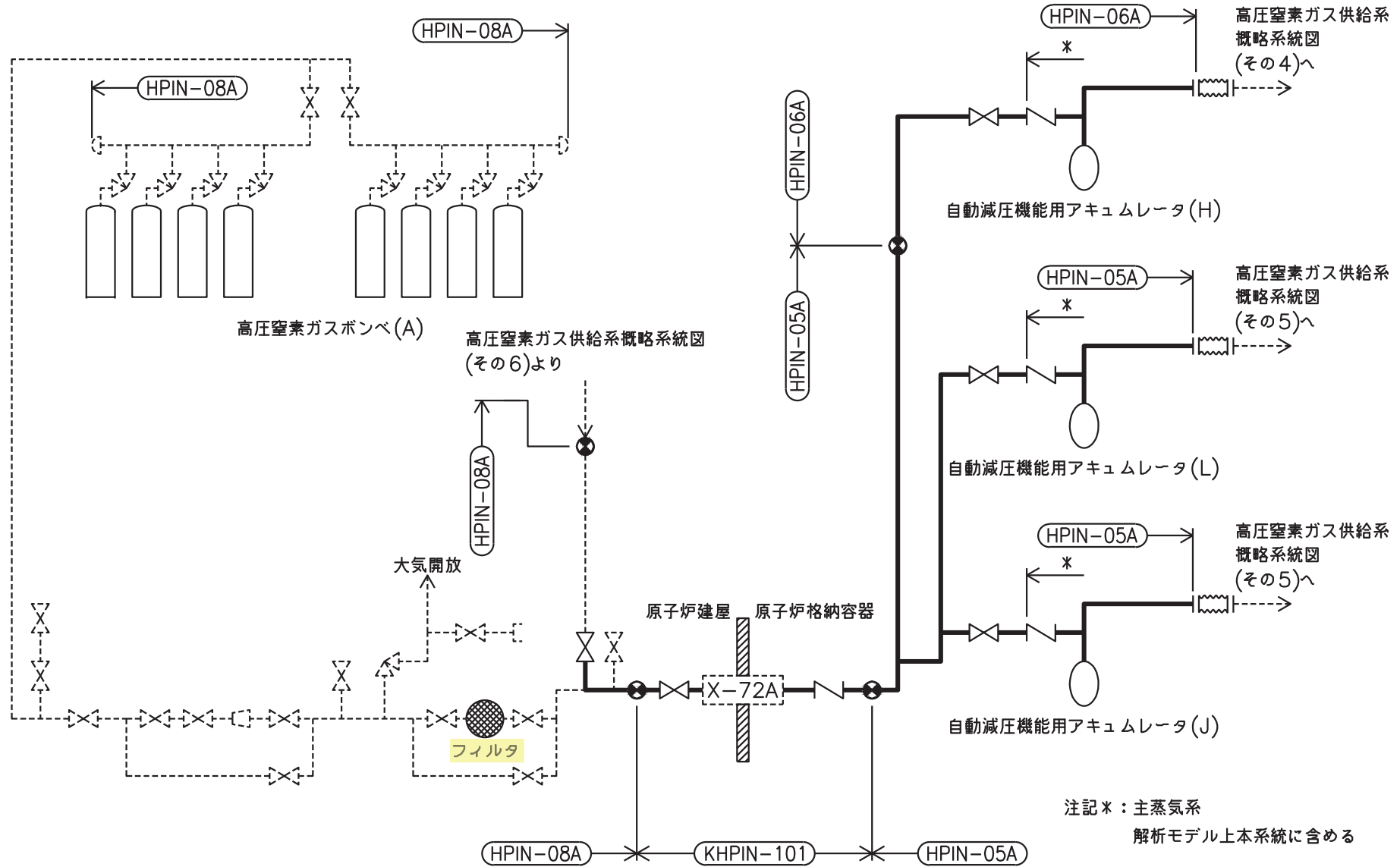
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

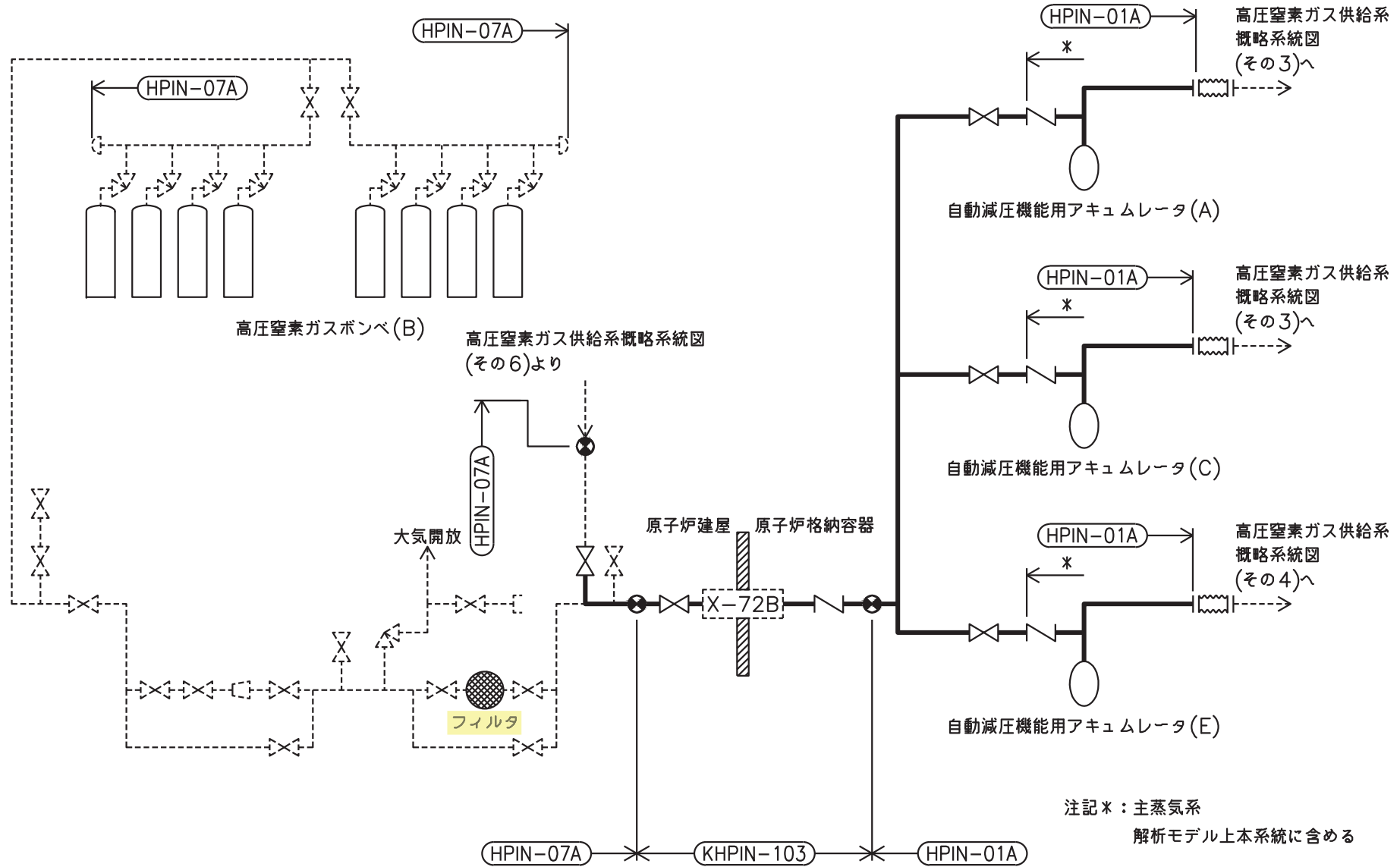
概略系統図記号凡例

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
 (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
	アンカ

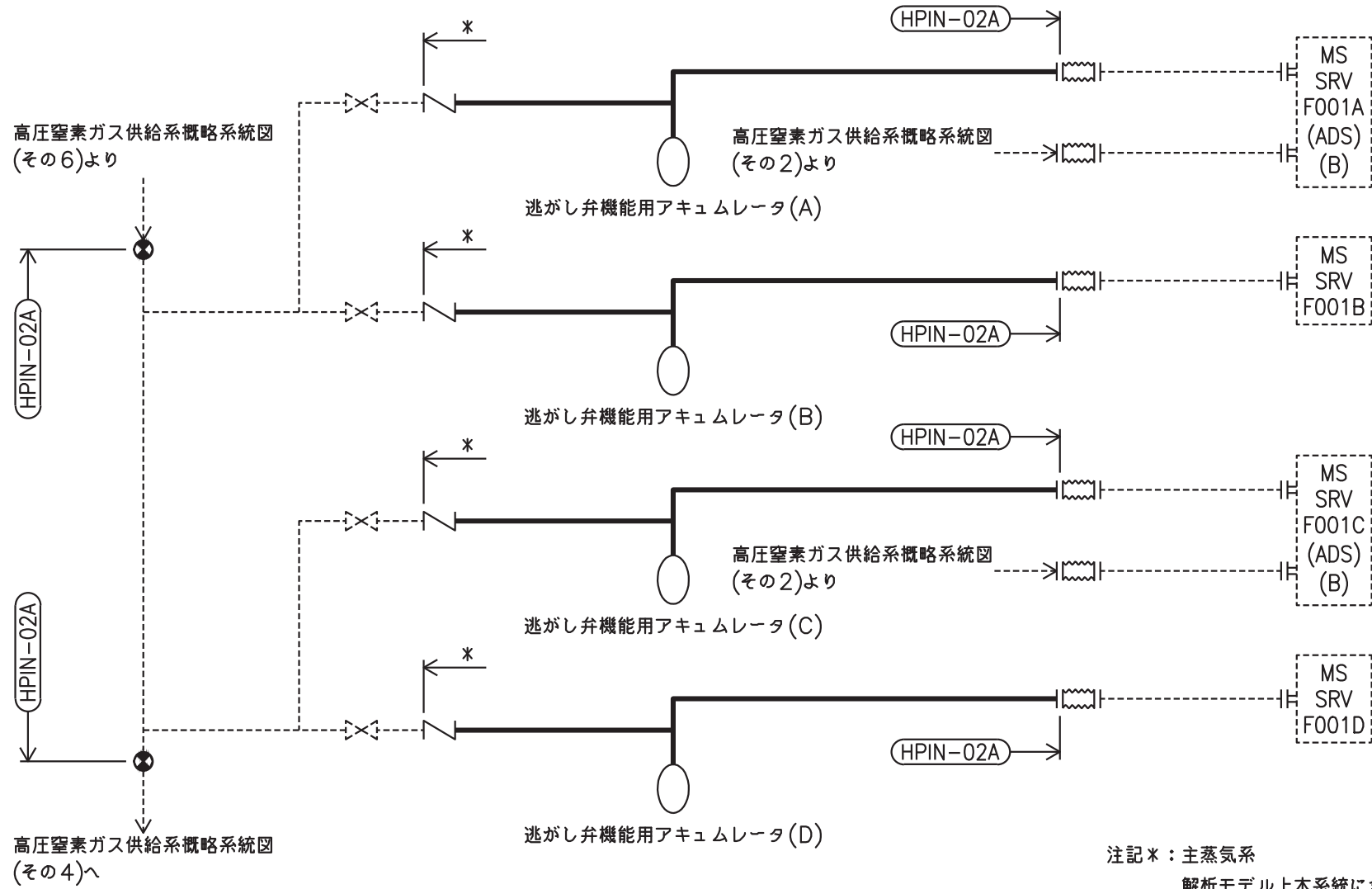


注記\*: 主蒸気系  
解析モデル上本システムに含める

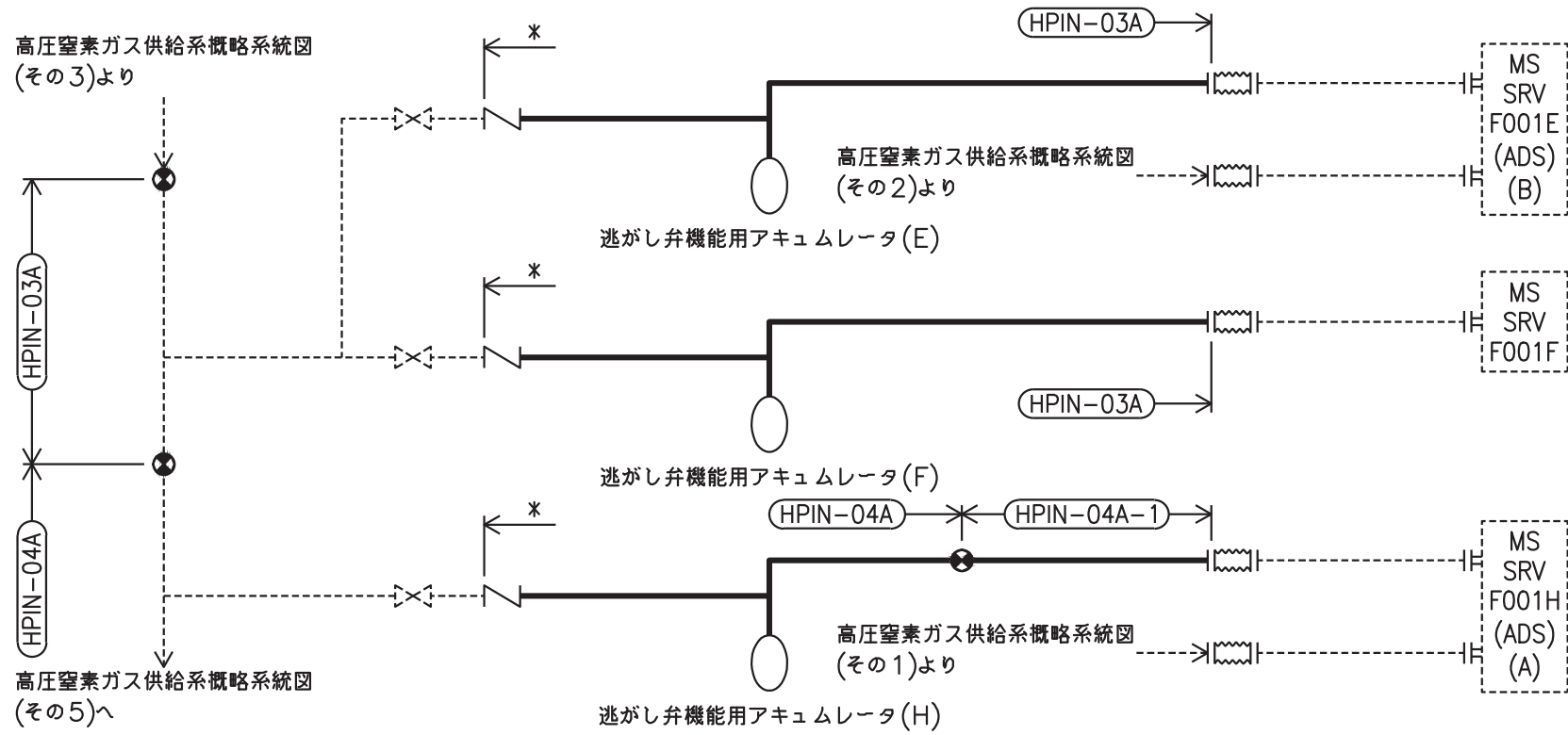
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その1)



高圧窒素ガス供給系概略系統図(その2)



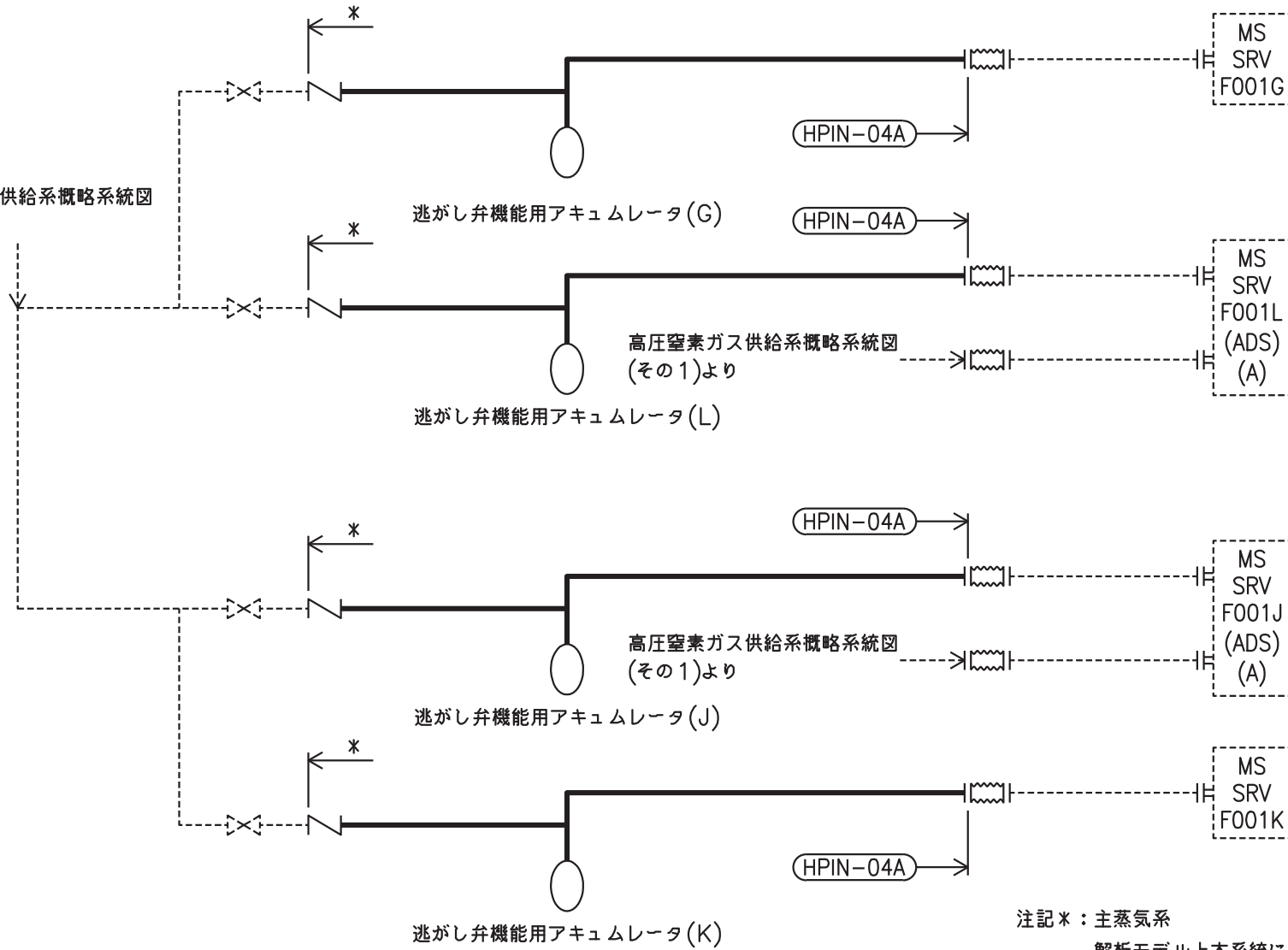




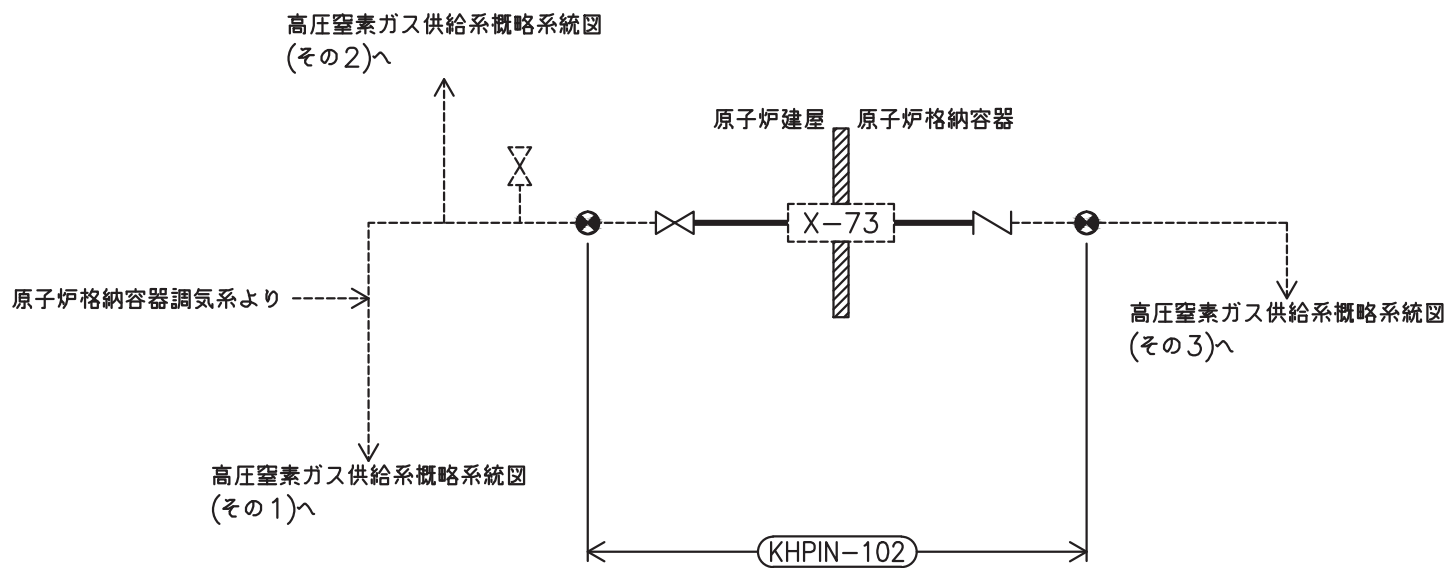
注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本系統に含める

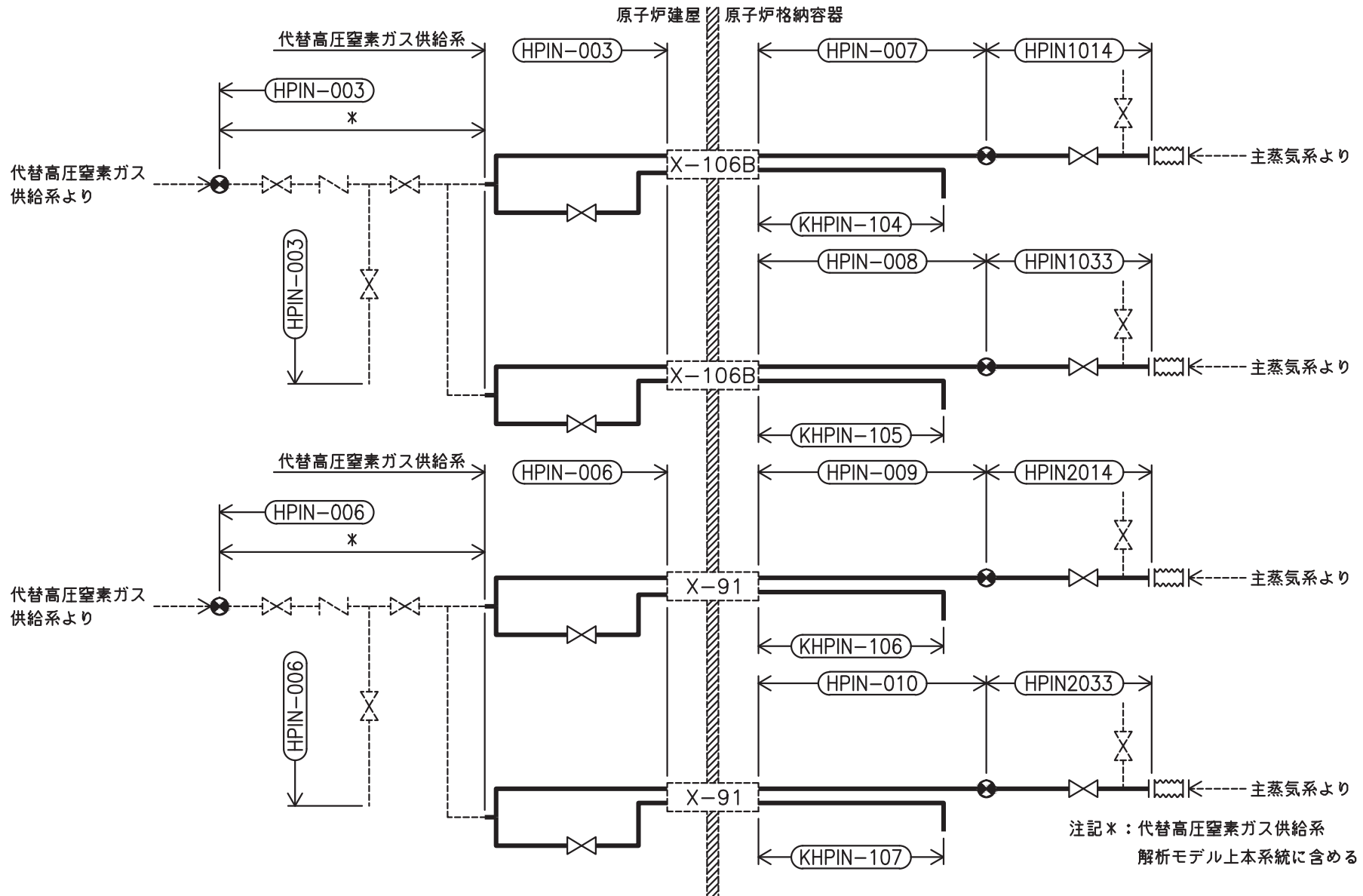
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その4)

高圧窒素ガス供給系概略系統図  
(その4)より



高圧窒素ガス供給系概略系統図(その5)




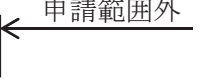



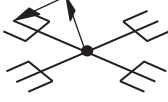

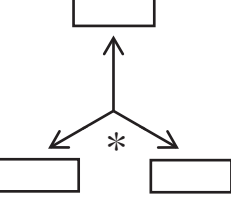


注記\*: 代替高压碘素ガス供給系  
解析モデル上本システムに含める

高压碘素ガス供給系概略系統図(その7)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>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として本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印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。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> 内に 変位量を記載する。)</p>

鳥瞰図	HPIN-006-1/4
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図	HPIN-006-4/4
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 1/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 2/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 3/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A< 4/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A< 5/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A( 6/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A< 7/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | HP IN-08A< 8/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 9/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(10/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(11/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(12/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(13/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」、「S A P-V」、「S O L V E R」及び「N X N A S T R A N」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
計測制御系統施設	制御用空気設備	高圧窒素ガス供給系	DB	—	クラス2管 クラス3管	S	I <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>AS</sub>
							Ⅱ <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	Ⅳ <sub>AS</sub>
							Ⅱ <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	DB	—	クラス3管	S	I <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>AS</sub>
							Ⅱ <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	Ⅳ <sub>AS</sub>
							Ⅱ <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	

注記\*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

\*2：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。



### 3.3 設計条件

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

鳥 瞰 図                    H P I N - 0 0 6

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	2.06	171	60.5	3.9	SUS304TP	S	184320

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                      H P I N - 0 0 6

管名称	対応する評価点												
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
	60	61	62	63	64	65	66	67	69	70	71	72	73
	74	75	76	77	78	79	80	89	90	91	92	93	94
	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	107	108
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            H P I N - 0 0 6

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
47		59		74		94		109	
48		60		75		95		110	
49		61		76		96		111	
50		62		77		97		112	
51		63		78		98		113	
52		64		79		99		114	
53		65		80		100		115	
54		66		89		101		116	
55		70		90		102		117	
56		71		91		103		118	
57		72		92		104		119	
58		73		93		108		120	

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

弁 2

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
67		105	
68		106	
69		107	
131		133	
132		134	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	68			
弁 2	106			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 0 6

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
60						
** 63 **						
66						
** 66 **						
70						
104						
** 104 **						
108						
132						
134						
** 214 **						

--

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (設) R 0

設計条件

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

鳥 瞰 図                    H P I N - 0 8 A

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	S	191720

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                    H P I N - 0 8 A

管名称	対応する評価点
1	260 261 262 263 264 265 266 269 270 271

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
260		262		264		266		270	
261		263		265		269			



弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
271	
272	
273	
289	
291	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	272			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
266						
290						

### 3.4 材料及び許容応力評価条件

使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	S m (MPa)	S y (MPa)	S u (MPa)	S h (MPa)
SUS304TP	171	—	150	413	113
	66	—	188	479	126

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
HPIN-006	原子炉格納容器		
	原子炉建屋		

### 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
HPIN-08A	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 H P I N - 0 0 6

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記\*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

\*3：S d 又はS s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

\*4： $3.6C_I$ 及び $1.2C_V$ より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 H P I N - 0 0 6

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 H P I N - 0 8 A

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次							
6 次							
7 次							
8 次							
15 次							
16 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記\*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

\*3：S d 又はS s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

\*4： $3.6C_I$  及び  $1.2C_V$  より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 H P I N - 0 8 A

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
15 次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

鳥瞰図 HPIN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPIN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 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)		疲労評価
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				S p r m (S d) S p r m (S s)	S y *1 0.9 S u	S n (S d) S n (S s)	2 S y 2 S y	U S d U S s
HP I N-006	III <sub>A</sub> S	65	S p r m (S d)	75	150	—	—	—
	III <sub>A</sub> S	—	S n (S d)	—	—	—	—	—
	IV <sub>A</sub> S	65	S p r m (S s)	128	371	—	—	—
	IV <sub>A</sub> S	120	S n (S s)	—	—	276	300	—

注記 \*1: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については S y と 1.2・S h のうち大きいほうの値とする。

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 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)		疲労評価
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				S p r m (S d) S p r m (S s)	S y *1 0.9 S u	S n (S d) S n (S s)	2 S y 2 S y	U S d U S s
H P I N - 0 8 A	Ⅲ <sub>A</sub> S	266	S p r m (S d)	99	188	—	—	—
	Ⅲ <sub>A</sub> S	266	S n (S d)	—	—	150	376	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	266	S p r m (S s)	139	431	—	—	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S	266	S n (S s)	—	—	254	376	—

注記 \*1: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については S y と 1.2・S h のうち大きいほうの値とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
KHPIN-102-011BA	ロッドレストレイント	RST-S1	添付書類「IV-2-1- 12-1 配管及び支持構 造物の耐震計算につ いて」参照		3	16
KHPIN-102-011BB	ロッドレストレイント	RST-S1			3	16
HPIN-003-135SA	メカニカルスナップ	SMS-06-100			4	9

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
R110-045-01	レストレイント	弁振れ	SS400	50	9	—	5	—	—	—	せん断	74	139
R110-044-01	アンカ	ラグ	SUS304	66	2	5	4	1	1	1	組合せ	74	205

## 4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )	
			水平	鉛直	水平	鉛直
—	—	—	—	—	—	

4.2.4 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、応力分類ごとに裕度が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以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S					許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		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	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-003	112	73	150	2.05	—	80	107	371	3.46	—	80	206	300	1.45	—	—	—	—
2	HPIN-006	65	75	150	2.00	—	65	128	371	2.89	○	120	276	300	1.08	○	—	—	—
3	HPIN-007	9	20	150	7.50	—	9	26	371	14.26	—	9	100	300	3.00	—	—	—	—
4	HPIN-008	8	19	150	7.89	—	8	23	371	16.13	—	8	61	300	4.91	—	—	—	—
5	HPIN-009	8	18	150	8.33	—	8	22	371	16.86	—	6	60	300	5.00	—	—	—	—
6	HPIN-010	9	19	150	7.89	—	9	23	371	16.13	—	7	47	300	6.38	—	—	—	—
7	HPIN-01A	81	64	150	2.34	—	81	118	371	3.14	—	81	218	300	1.37	—	—	—	—
8	HPIN-02A	62	41	150	3.65	—	62	58	371	6.39	—	131	147	300	2.04	—	—	—	—

注記\* : Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力の許容値はⅣ<sub>A</sub>Sと同様であることから、地震荷重が大きいⅣ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

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以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S					許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		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	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
9	HPIN-03A	82	66	150	2.27	—	82	113	371	3.28	—	77	211	300	1.42	—	—	—	—
10	HPIN-04A	126	32	150	4.68	—	181	47	371	7.89	—	40	168	300	1.78	—	—	—	—
11	HPIN-04A-1	1	33	150	4.54	—	1	48	371	7.72	—	1	80	300	3.75	—	—	—	—
12	HPIN-05A	12	75	150	2.00	—	12	105	371	3.53	—	25	206	300	1.45	—	—	—	—
13	HPIN-06A	1	58	150	2.58	—	1	81	371	4.58	—	1	132	300	2.27	—	—	—	—
14	HPIN-07A	256	78	188	2.41	—	256	107	431	4.02	—	256	166	376	2.26	—	—	—	—
15	HPIN-08A	266	99	188	1.89	○	266	139	431	3.10	—	266	254	376	1.48	—	—	—	—
16	HPIN1014	19	42	150	3.57	—	19	57	371	6.50	—	19	94	300	3.19	—	—	—	—
17	HPIN1033	81	51	150	2.94	—	81	71	371	5.22	—	81	127	300	2.36	—	—	—	—
18	HPIN2014	1	27	150	5.55	—	36	36	371	10.30	—	1	89	300	3.37	—	—	—	—

注記\* : Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力の許容値はⅣ<sub>A</sub>Sと同様であることから、地震荷重が大きいⅣ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

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以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態Ⅲ <sub>A</sub> S					許容応力状態Ⅳ <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		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	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
19	HPIN2033	19	43	150	3.48	—	19	66	371	5.62	—	17	120	300	2.50	—	—	—	—
20	KHPIN-101	301	62	188	3.03	—	301	87	431	4.95	—	11	226	250	1.10	—	—	—	—
21	KHPIN-102	102	67	188	2.80	—	102	95	431	4.53	—	102	218	376	1.72	—	—	—	—
22	KHPIN-103	12	55	188	3.41	—	12	75	431	5.74	—	12	169	376	2.22	—	—	—	—
23	KHPIN-104	6	7	150	21.42	—	6	7	371	53.00	—	6	0	300	—	—	—	—	—
24	KHPIN-105	6	7	150	21.42	—	6	7	371	53.00	—	6	0	300	—	—	—	—	—
25	KHPIN-106	6	7	150	21.42	—	6	7	371	53.00	—	6	0	300	—	—	—	—	—
26	KHPIN-107	6	7	150	21.42	—	6	7	371	53.00	—	6	0	300	—	—	—	—	—

注記\* : Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力の許容値はⅣ<sub>A</sub>Sと同様であることから、地震荷重が大きいⅣ<sub>A</sub>Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。



## 重大事故等対処設備

## 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	10
3.	計算条件	28
3.1	計算方法	28
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	29
3.3	設計条件	30
3.4	材料及び許容応力評価条件	45
3.5	設計用地震力	46
4.	解析結果及び評価	48
4.1	固有周期及び設計震度	48
4.2	評価結果	60
4.2.1	管の応力評価結果	60
4.2.2	支持構造物評価結果	62
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	63
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	64

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、高圧窒素ガス供給系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位の記載する。また、全25モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)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。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






### (3) 弁

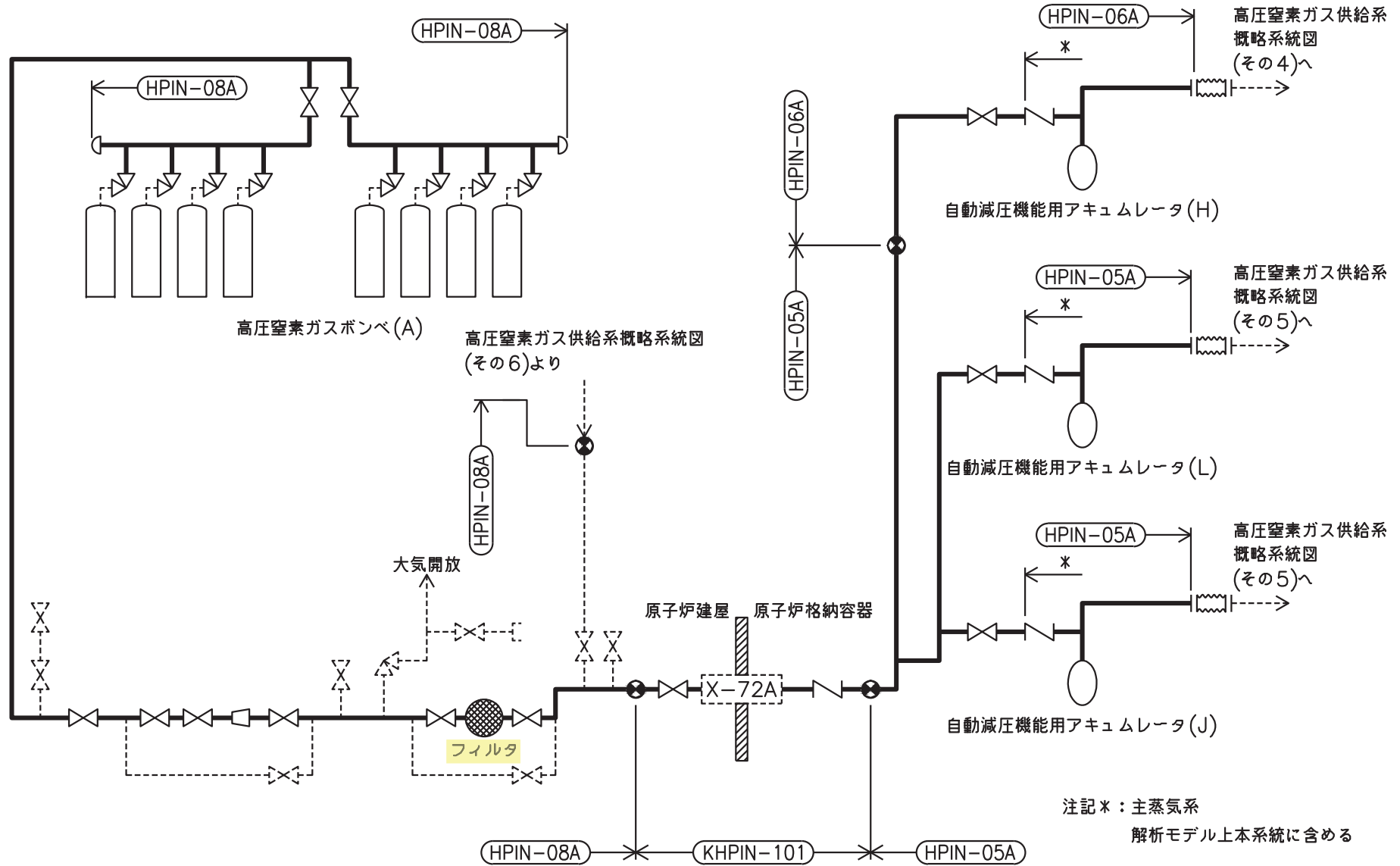
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

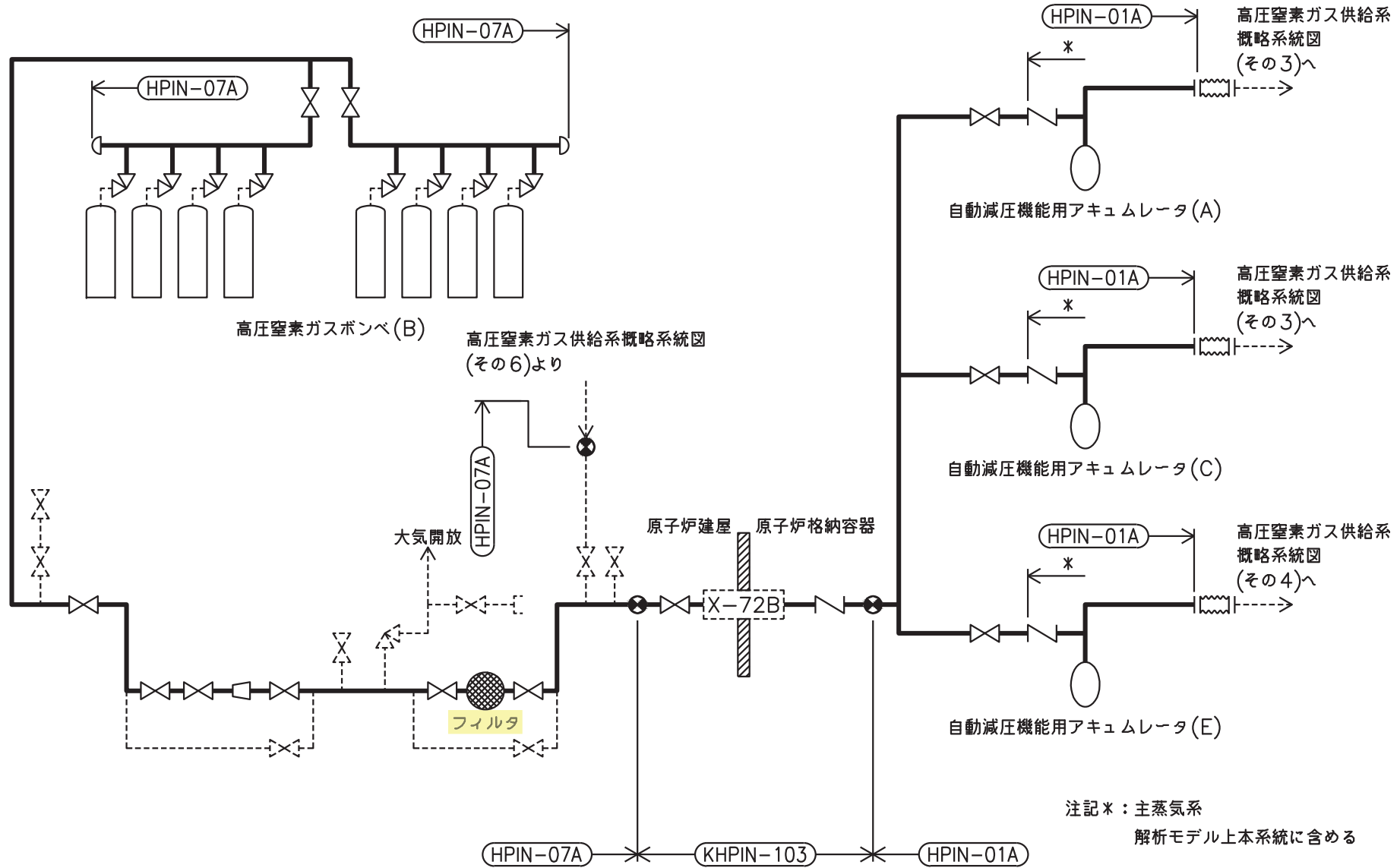
概略系統図記号凡例

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
 (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
	アンカ



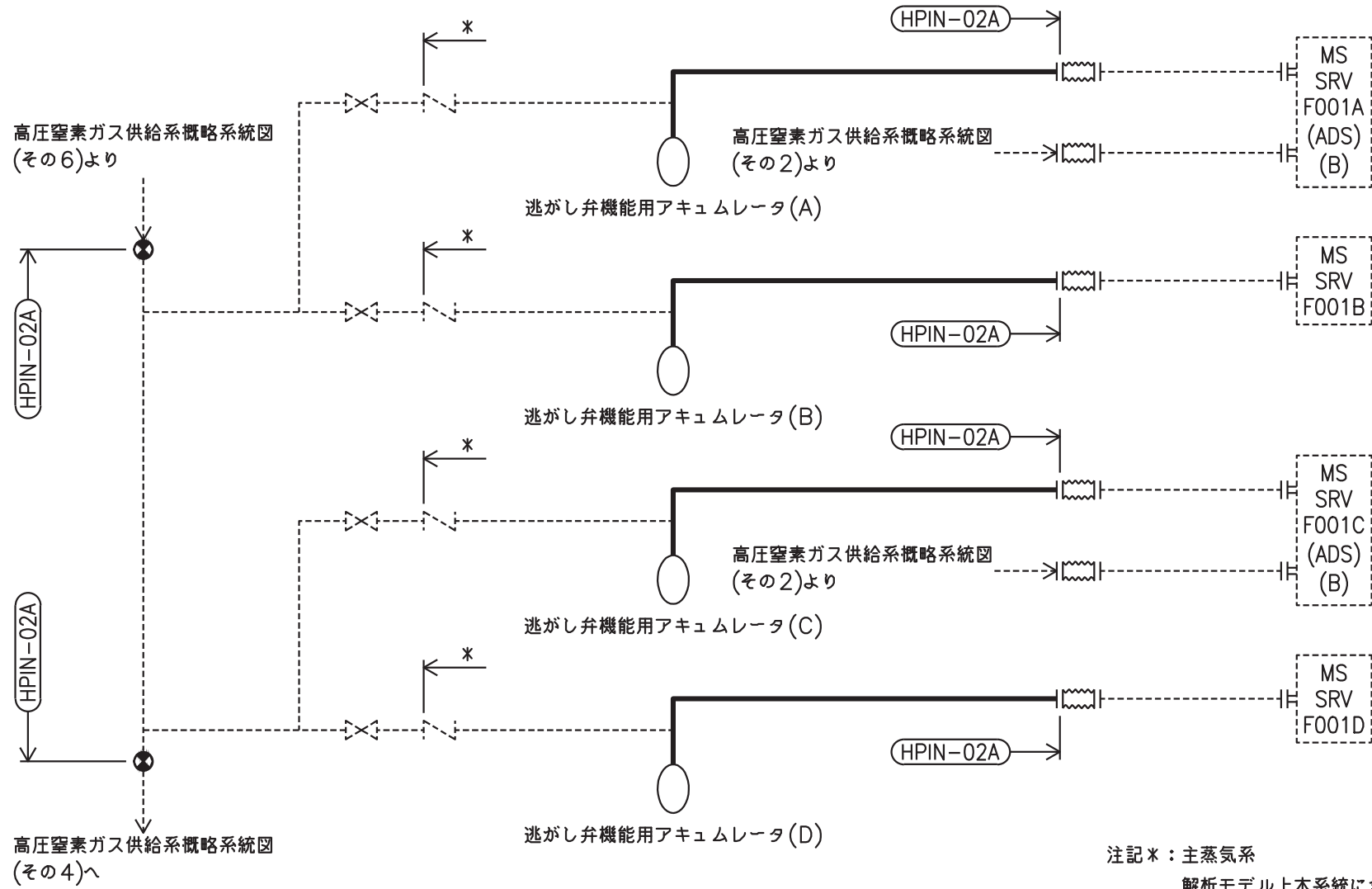
注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本システムに含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その1)

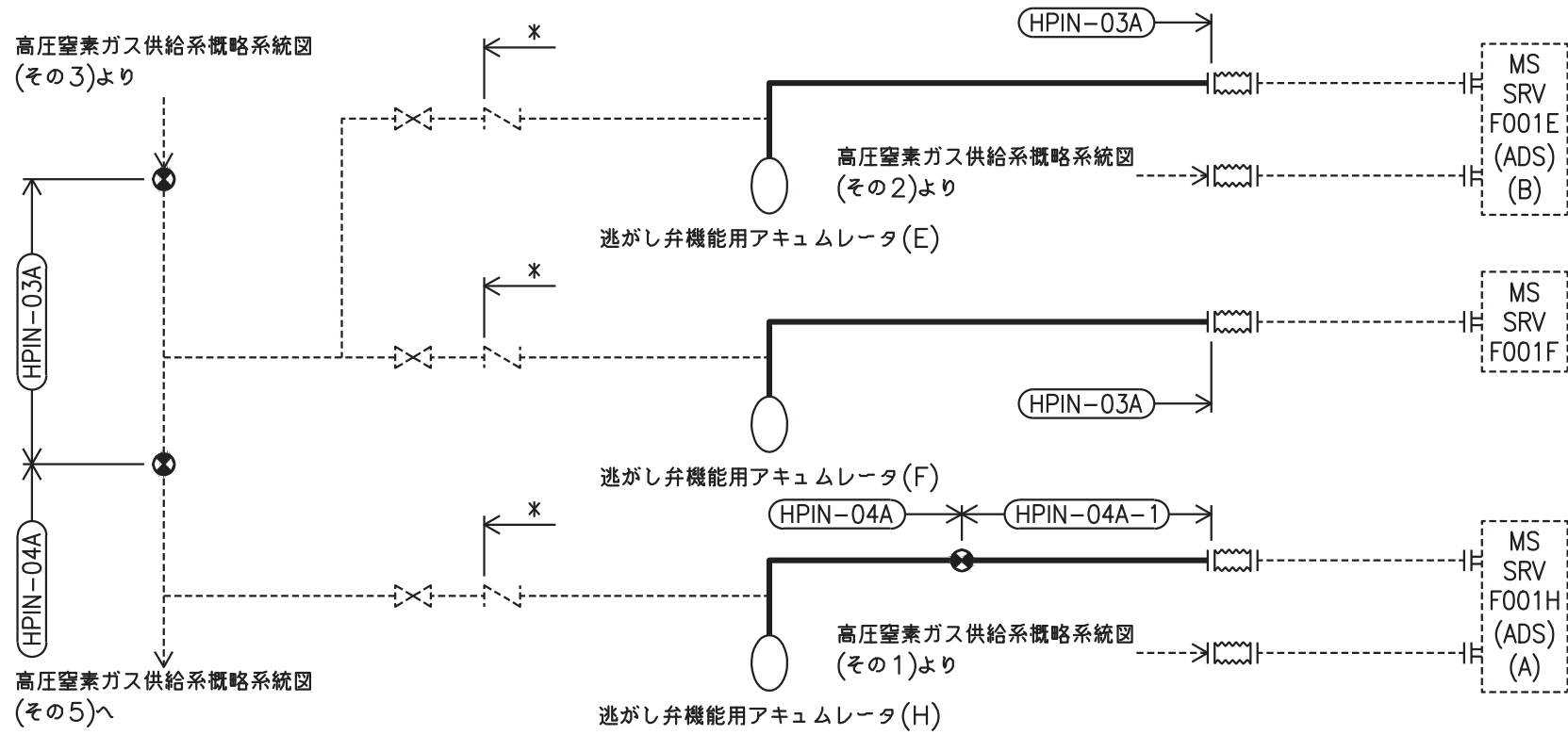


注記\*: 主蒸気系  
解析モデル上本システムに含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その2)



高圧窒素ガス供給系概略系統図 (その3)

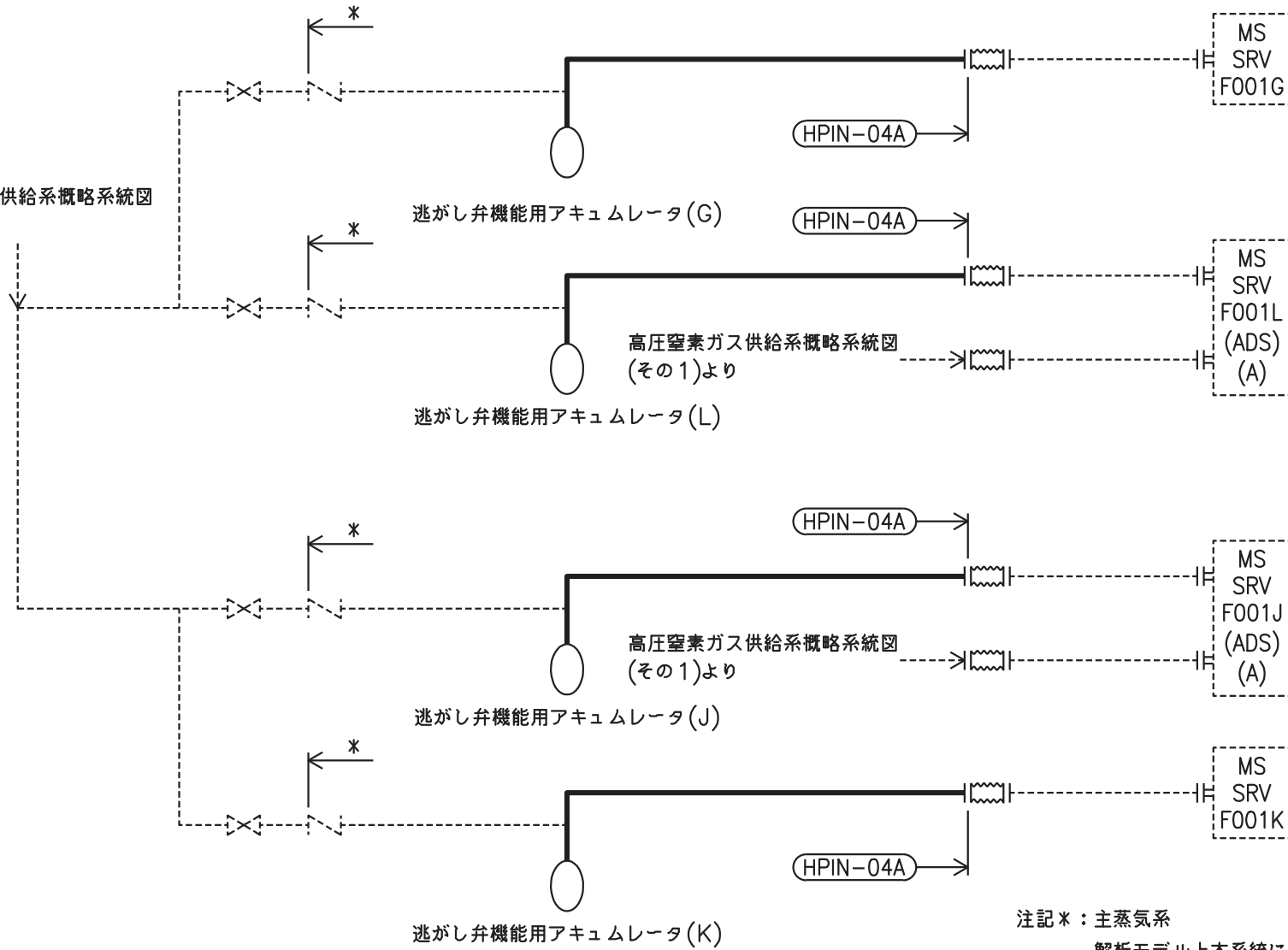


注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本系統に含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その4)

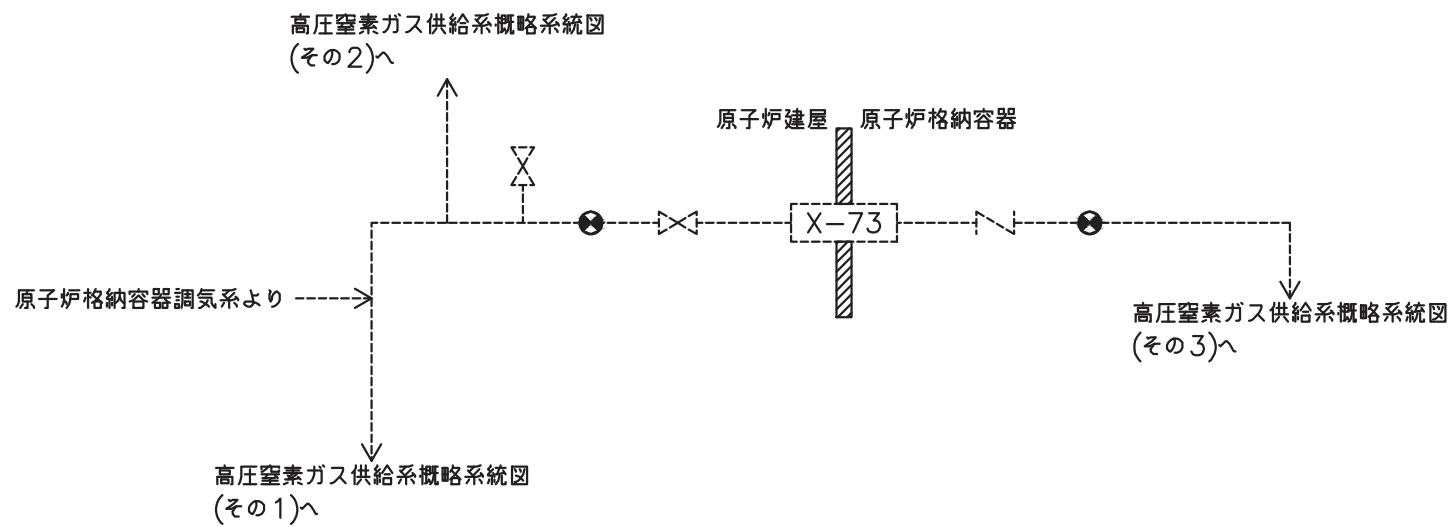


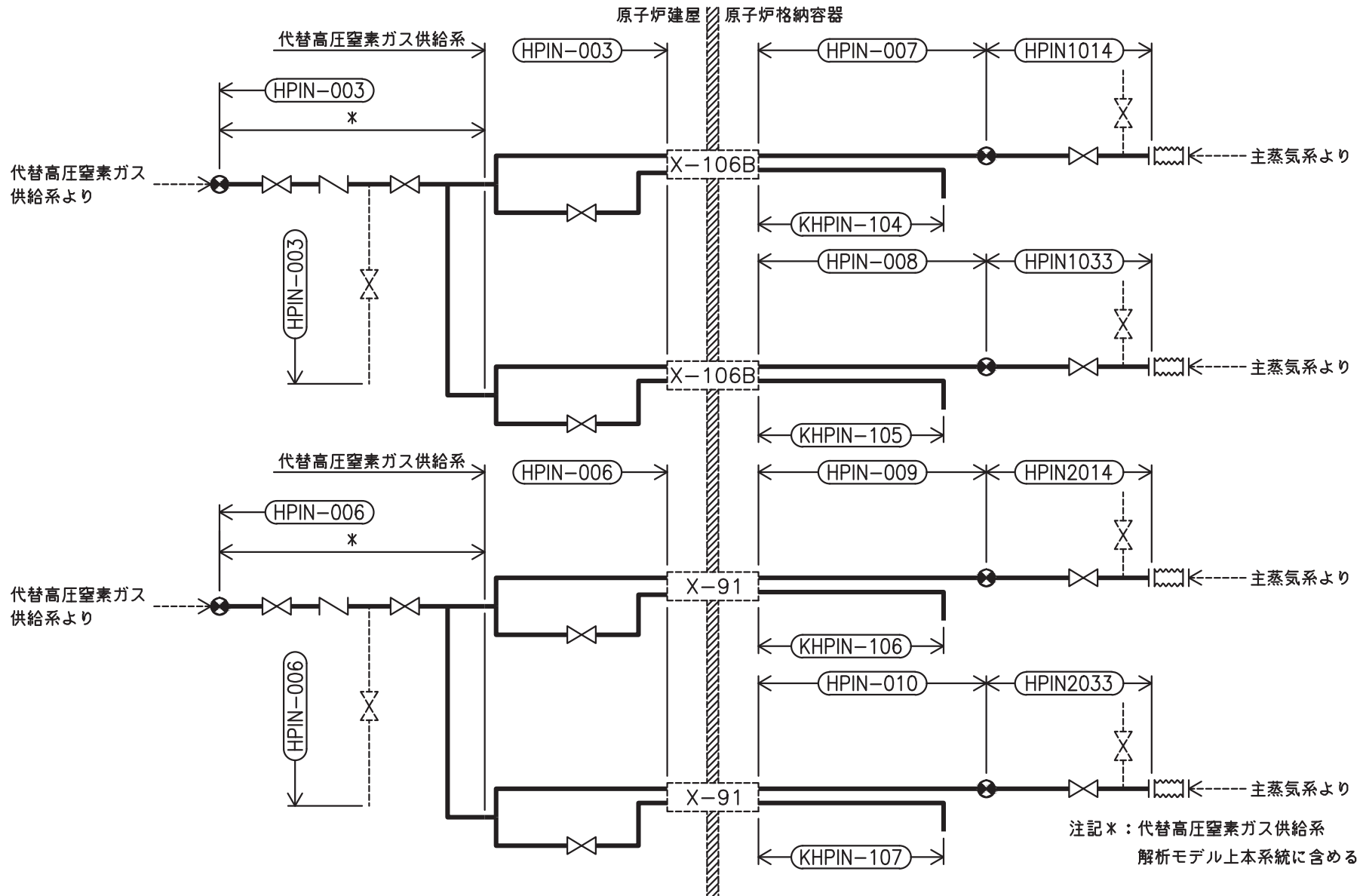
高圧窒素ガス供給系概略系統図  
(その4)より



注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本系統に含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その5)


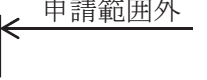



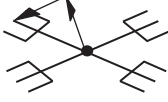
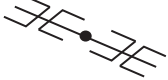
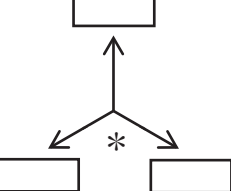




高圧窒素ガス供給系概略系統図(その7)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>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として本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印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。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> 内に 変位量を記載する。)</p>

鳥瞰図	HPIN-006-1/4
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図	HPIN-006-4/4
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | HP IN-08A< 1/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 2/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 3/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A< 4/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 5/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A<6/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 7/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | HP IN-08A< 8/13>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | HP IN-08A< 9/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(10/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPIN-08A(12/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-08A(13/13)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」, 「S A P-V」, 「S O L V E R」及び「N X N A S T R A N」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
計測制御系統施設	制御用空気設備	高圧窒素ガス供給系	SA	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_{AS}$
計測制御系統施設	制御用空気設備	代替高圧窒素ガス供給系	SA	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_{AS}$
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	SA	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_{AS}$

注記\*1：DB は設計基準対象施設，SA は重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態 $V_{AS}$ は許容応力状態 $IV_{AS}$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_{AS}$ として評価を実施する。

### 3.3 設計条件

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

鳥 瞰 図                    H P I N - 0 0 6

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	2.06	66	34.0	3.4	SUS304TP	—	191720
2	2.06	200	34.0	3.4	SUS304TP	—	183000
3	2.06	200	60.5	3.9	SUS304TP	—	183000



設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                      H P I N - 0 0 6

管名称	対応する評価点												
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19							
2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	81	82	83	84	85	86	87	88	89				
3	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
	60	61	62	63	64	65	66	67	69	70	71	72	73
	74	75	76	77	78	79	80	89	90	91	92	93	94
	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	107	108
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            H P I N - 0 0 6

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		28		52		76		97	
2		29		53		77		98	
3		33		54		78		99	
4		34		55		79		100	
5		35		56		80		101	
6		36		57		81		102	
7		37		58		82		103	
8		38		59		83		104	
9		39		60		84		108	
10		40		61		85		109	
11		41		62		86		110	
12		42		63		87		111	
13		43		64		88		112	
14		44		65		89		113	
18		45		66		90		114	
22		46		70		91		115	
23		47		71		92		116	
24		48		72		93		117	
25		49		73		94		118	
26		50		74		95		119	
27		51		75		96		120	

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 0

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
15		19		30		67		105	
16		20		31		68		106	
17		21		32		69		107	
				129		131		133	
				130		132		134	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	16			
弁 2	20			
弁 3	31			
弁 4	68			
弁 5	106			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 0 6

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
4						
7						
9						
11						
18						
26						
29						
33						
36						
** 36 **						
60						
** 63 **						
66						
** 66 **						
70						
104						
** 104 **						
108						
** 130 **						
132						

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 0 6

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
134						
** 214 **						

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

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

鳥 瞰 図                    H P I N - 0 8 A

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	19.61	66	34.0	6.4	SUS304TP	—	191720
2	19.61	66	60.5	8.7	SUS304TP	—	191720
3	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	191720
4	19.61	66	34.0	6.4	SUS304TP	—	191720

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                      H P I N - 0 8 A

管名称	対応する評価点															
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14			
	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	27	28	29			
	30															
2	30	31	32													
3	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46			
	47	48	49	50	51	52	54	55	57	58	59	60	62			
	63	64	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129			
	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142			
	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155			
	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168			
	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181			
	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194			
	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207			
	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220			
	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233			
	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246			
	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259			
260	261	262	263	264	265	266										
4	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304			
	305	306	307	308	309	310	311	312	313	315	316	317	318			
	319	320	321	1	322	323	324	325	326	327	328	329	330			
	331	332	333	334	335	336	337	338	339	341	342	343	344			
	345	346	349	350	353	354	357	358	361	362	365	366	369			
	370	373	374													

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		47		141		175		209	
2		48		142		176		210	
3		49		143		177		211	
4		50		144		178		212	
5		51		145		179		213	
6		55		146		180		214	
7		56		147		181		215	
8		57		148		182		216	
9		58		149		183		217	
10		59		150		184		218	
11		63		151		185		219	
15		64		152		186		220	
16		119		153		187		221	
17		120		154		188		222	
18		121		155		189		223	
19		122		156		190		224	
20		123		157		191		225	
24		124		158		192		226	
28		125		159		193		227	
29		126		160		194		228	
30		127		161		195		229	
31		128		162		196		230	
35		129		163		197		231	
36		130		164		198		232	
37		131		165		199		233	
38		132		166		200		234	
39		133		167		201		235	
40		134		168		202		236	
41		135		169		203		237	
42		136		170		204		238	
43		137		171		205		239	
44		138		172		206		240	
45		139		173		207		241	
46		140		174		208		242	

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
243		259		300		319		335	
244		260		301		320		336	
245		261		302		321		337	
246		262		303		322		338	
247		263		304		323		342	
248		264		305		324		343	
249		265		306		325		344	
250		266		307		326		345	
251		292		308		327		349	
252		293		309		328		353	
253		294		310		329		357	
254		295		311		330		361	
255		296		312		331		365	
256		297		316		332		369	
257		298		317		333		373	
258		299		318		334			

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 1

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
12	
13	
14	
73	
75	

弁 2

弁 3

弁 4

弁 5

弁 6

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
21		25		32		52		60	
22		26		33		53		61	
23		27		34		54		62	

弁 7

弁 8

弁 9

弁 1 0

弁 1 1

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
313		346		350		354		358	
314		347		351		355		359	
315		348		352		356		360	

弁 1 2

弁 1 3

弁 1 4

弁 1 5

弁 1 6

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
339		362		366		370		374	
340		363		367		371		375	
341		364		368		372		376	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	13			
弁 2	22			
弁 3	26			
弁 4	33			
弁 5	53			
弁 6	61			
弁 7	314			
弁 8	347			
弁 9	351			
弁 1 0	355			
弁 1 1	359			
弁 1 2	340			
弁 1 3	363			
弁 1 4	367			
弁 1 5	371			
弁 1 6	375			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
2						
4						
9						
11						
15						
20						
28						
42						
46						
51						
58						
74						
121						
123						
130						
133						
137						
141						
146						
150						
155						
159						
161						
167						
169						
171						
175						
179						
182						
184						

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
189						
191						
194						
198						
201						
205						
209						
211						
213						
216						
218						
222						
225						
232						
238						
242						
245						
247						
252						
256						
266						
267						
296						
300						
304						
310						
312						
317						
326						
330						

O 2 ⑤ VI-2-6-6-1-1 (重) R 1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
334						
338						

### 3.4 材料及び許容応力評価条件

使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>h</sub> (MPa)
SUS304TP	66	—	188	479	—
	200	—	144	402	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
HPIN-006	原子炉格納容器		
	原子炉建屋		



### 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
HPIN-08A	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図          H P I N - 0 0 6

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記\*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

\*3：S d 又はS s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

\*4： $3.6C_I$  及び  $1.2C_V$  より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 H P I N - 0 0 6

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HPIN-006

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 HPIN-08A

適用する地震動等		S <sub>d</sub> 及び静的震度			S <sub>s</sub>			
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向	
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
15 次								
16 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記\*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

\*3：S<sub>d</sub> 又は S<sub>s</sub> 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

\*4：3.6C<sub>I</sub> 及び 1.2C<sub>V</sub> より定めた震度を示す。



各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 H P I N - 0 8 A

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
15 次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

鳥瞰図 HP IN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 HP IN-08A

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数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以下の管

鳥瞰図	許容応力 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)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S s)	許容応力 0.9 S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2 S y	疲労累積係数 U S s
HPIN-006	V <sub>A</sub> S	65	S p r m (S s)	128	361	—	—	—
	V <sub>A</sub> S	120	S n (S s)	—	—	276	288	—

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数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以下の管

鳥瞰図	許容応力 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)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S s)	許容応力 0.9S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2S y	疲労累積係数 U S s
HPIN-08A	V <sub>A</sub> S	14	S p r m (S s)	184	431	—	—	—
	V <sub>A</sub> S	14	S n (S s)	—	—	285	376	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
HPIN-003-135SA	メカニカルスナップ	SMS-06-100	添付書類「IV-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」参照		4	9

62

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
X140-163-01	レストレイント	ラグ	SUS304	66	1	1	5	—	—	—	組合せ	81	118
R110-044-01	アンカ	ラグ	SUS304	66	2	5	4	1	1	1	組合せ	74	205



## 4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )	
			水平	鉛直	水平	鉛直
—	—	—	—	—	—	

4.2.4 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、応力分類ごとに裕度が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（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 V <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		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	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-003	80	106	361	3.40	—	80	206	288	1.39	—	—	—	—
2	HPIN-006	65	128	361	2.82	—	120	276	288	1.04	○	—	—	—
3	HPIN-007	9	25	371	14.84	—	9	100	300	3.00	—	—	—	—
4	HPIN-008	8	22	371	16.86	—	8	61	300	4.91	—	—	—	—
5	HPIN-009	8	21	371	17.66	—	6	60	300	5.00	—	—	—	—
6	HPIN-010	9	22	371	16.86	—	7	47	300	6.38	—	—	—	—
7	HPIN-01A	81	118	371	3.14	—	81	218	300	1.37	—	—	—	—
8	HPIN-02A	62	58	371	6.39	—	131	147	300	2.04	—	—	—	—

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管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 V <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		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	評価点	疲労累積係数	代表
9	HPIN-03A	82	113	371	3.28	—	77	211	300	1.42	—	—	—	—
10	HPIN-04A	126	46	371	8.06	—	40	168	300	1.78	—	—	—	—
11	HPIN-04A-1	1	48	371	7.72	—	1	80	300	3.75	—	—	—	—
12	HPIN-05A	12	105	371	3.53	—	25	206	300	1.45	—	—	—	—
13	HPIN-06A	1	81	371	4.58	—	1	132	300	2.27	—	—	—	—
14	HPIN-07A	14	181	431	2.38	—	14	275	376	1.36	—	—	—	—
15	HPIN-08A	14	184	431	2.34	○	14	285	376	1.31	—	—	—	—
16	HPIN1014	19	57	371	6.50	—	19	94	300	3.19	—	—	—	—
17	HPIN1033	81	71	371	5.22	—	81	127	300	2.36	—	—	—	—
18	HPIN2014	36	36	371	10.30	—	1	89	300	3.37	—	—	—	—

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管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 V <sub>A</sub> S												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		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	評価点	疲労累積係数	代表
19	HPIN2033	19	66	371	5.62	—	17	120	300	2.50	—	—	—	—
20	KHPIN-101	301	86	431	5.01	—	11	226	240	1.06	—	—	—	—
21	KHPIN-103	12	74	431	5.82	—	12	169	376	2.22	—	—	—	—
22	KHPIN-104	6	6	371	61.83	—	6	0	300	—	—	—	—	—
23	KHPIN-105	6	6	371	61.83	—	6	0	300	—	—	—	—	—
24	KHPIN-106	6	6	371	61.83	—	6	0	300	—	—	—	—	—
25	KHPIN-107	6	6	371	61.83	—	6	0	300	—	—	—	—	—