

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-19-0425_改1
提出年月日	2021年10月12日

VI-2-9-4-4-1-2 管の耐震性についての計算書
(非常用ガス処理系)

02 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2 RO

2021年10月

東北電力株式会社

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	4
3. 計算条件	8
3.1 計算方法	8
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
3.3 設計条件	10
3.4 材料及び許容応力評価条件	15
3.5 設計用地震力	16
4. 解析結果及び評価	17
4.1 固有周期及び設計震度	17
4.2 評価結果	23
4.2.1 管の応力評価結果	23
4.2.2 支持構造物評価結果	24
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	26
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	27

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、非常用ガス処理系の管、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に記載する。また、全3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

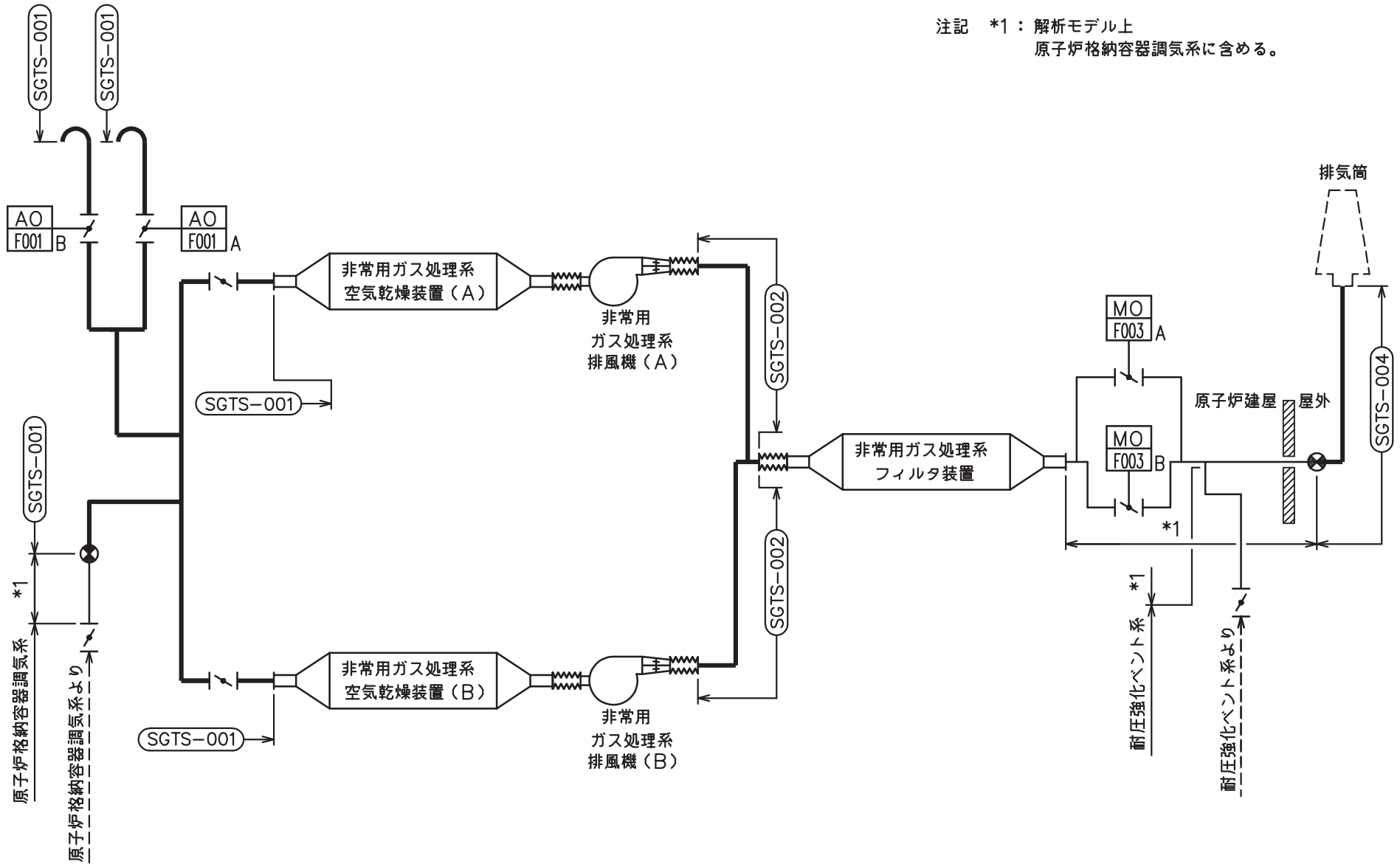
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

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


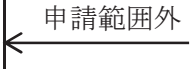




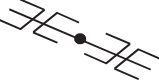

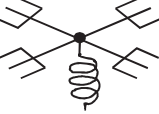
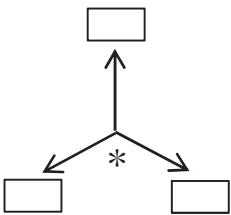


注記 *1：解析モデル上
原子炉格納容器調気系に含める。

非常用ガス処理系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	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
	質点
	アンカ
	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。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	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, 内に変位量を記載する。)

51

鳥瞰図 SGTS-004-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 SGTS-004-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 SGTS-004-3/3

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」及び「S A P-V」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
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	非常用ガス処理系	DB	—	クラス4管	S	I _L +S d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S d	
							I _L +S s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L +S s	

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 S G T S - 0 0 4

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	23.5kPa (0.0235MPa)	140	318.5	10.3	STS410	S	195400

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 S G T S - 0 0 4

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	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	121	122	123	300	301	800	901	902	903	904	905	906			

配管の質量（付加質量含む）

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		55		82		109	
2		29		56		83		110	
3		30		57		84		111	
4		31		58		85		112	
5		32		59		86		113	
6		33		60		87		114	
7		34		61		88		115	
8		35		62		89		116	
9		36		63		90		117	
10		37		64		91		118	
11		38		65		92		119	
12		39		66		93		120	
13		40		67		94		121	
14		41		68		95		122	
15		42		69		96		123	
16		43		70		97		300	
17		44		71		98		301	
18		45		72		99		800	
19		46		73		100		901	
20		47		74		101		902	
21		48		75		102		903	
22		49		76		103		904	
23		50		77		104		905	
24		51		78		105		906	
25		52		79		106			
26		53		80		107			
27		54		81		108			

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2(設) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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						
5						
8						
13						
16						
20						
** 27 **						
28						
** 33 **						
34						
37						
** 37 **						
41						
** 41 **						
** 46 **						
** 53 **						
** 57 **						
** 61 **						
** 65 **						
** 69 **						

[Redacted area]

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2 (設) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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
** 73 **						
** 77 **						
** 81 **						
** 84 **						
** 87 **						
** 89 **						
** 91 **						
** 93 **						
** 95 **						
103						
107						
111						
114						
119						
122						
901						
902						
** 903 **						

[Redacted area]

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2 (設) 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。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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
904						
** 904 **						
905						
906						

[Redacted Box]

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)
STS410	140	—	215	404	—

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(%)
S G T S - 0 0 4	原子炉建屋		
	排気筒連絡ダクト		
	排気筒基礎		

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2(設) R 0

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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		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								
49 次								
50 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： $3.6C_1$ 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 S G T S - 0 0 4

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				
49 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。

20

鳥瞰図 | SGTS-004

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 | SGTS-004

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 | SGTS-004

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 S p r m (S d) S p r m (S s)	許容応力 S y *1 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
S G T S - 0 0 4	III _A S	30	S p r m (S d)	105	215	—	—	—
	IV _A S	30	S p r m (S s)	175	363	—	—	—
	IV _A S	30	S n (S s)	—	—	387	430	—

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 のうち大きい方とする。

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)
SGTS-002-012B	ロッドレストレイント	RST-2	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		33	56
SGTS-004-033S	メカニカルスナッパ	SMS-6-250			114*	90

注記*：当該メカニカルスナッパの計算荷重が許容荷重を超えるため、詳細評価を実施する。

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 _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
SGTS-004-903R	レストレイント	架構	STKR400	40	970	114	655	—	—	—	曲げ	356	490
SGTS-004-001A	アンカ	架構	STKR400	40	38	208	37	84	17	85	曲げ	194	490

メカニカルスナップの詳細評価結果

支持構造物 番号	型式	評価結果					
		強度評価				機能確認	
		評価部位*	応力分類	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
SGTS-004-033S	SMS-6-250	コネクティング チューブ	圧縮	75	90	114	170

注記*：裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下である。

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
T46-F001A	バタフライ弁	β (S d)	5.2	5.5	6.0	6.0

注：機能維持評価用加速度は、配管系の地震応答解析による打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

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 _A S					許容応力状態 IV _A 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	SGTS-001	12	70	220	3.14	—	12	109	364	3.33	—	12	192	440	2.29	—	—	—	—
2	SGTS-002	9	42	215	5.11	—	9	69	363	5.26	—	10	140	430	3.07	—	—	—	—
3	SGTS-004	30	105	215	2.04	○	30	175	363	2.07	○	30	387	430	1.11	○	—	—	—

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_AS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	4
3. 計算条件	8
3.1 計算方法	8
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
3.3 設計条件	10
3.4 材料及び許容応力評価条件	15
3.5 設計用地震力	16
4. 解析結果及び評価	17
4.1 固有周期及び設計震度	17
4.2 評価結果	23
4.2.1 管の応力評価結果	23
4.2.2 支持構造物評価結果	24
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	26
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	27

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、非常用ガス処理系の管、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に記載する。また、全3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。

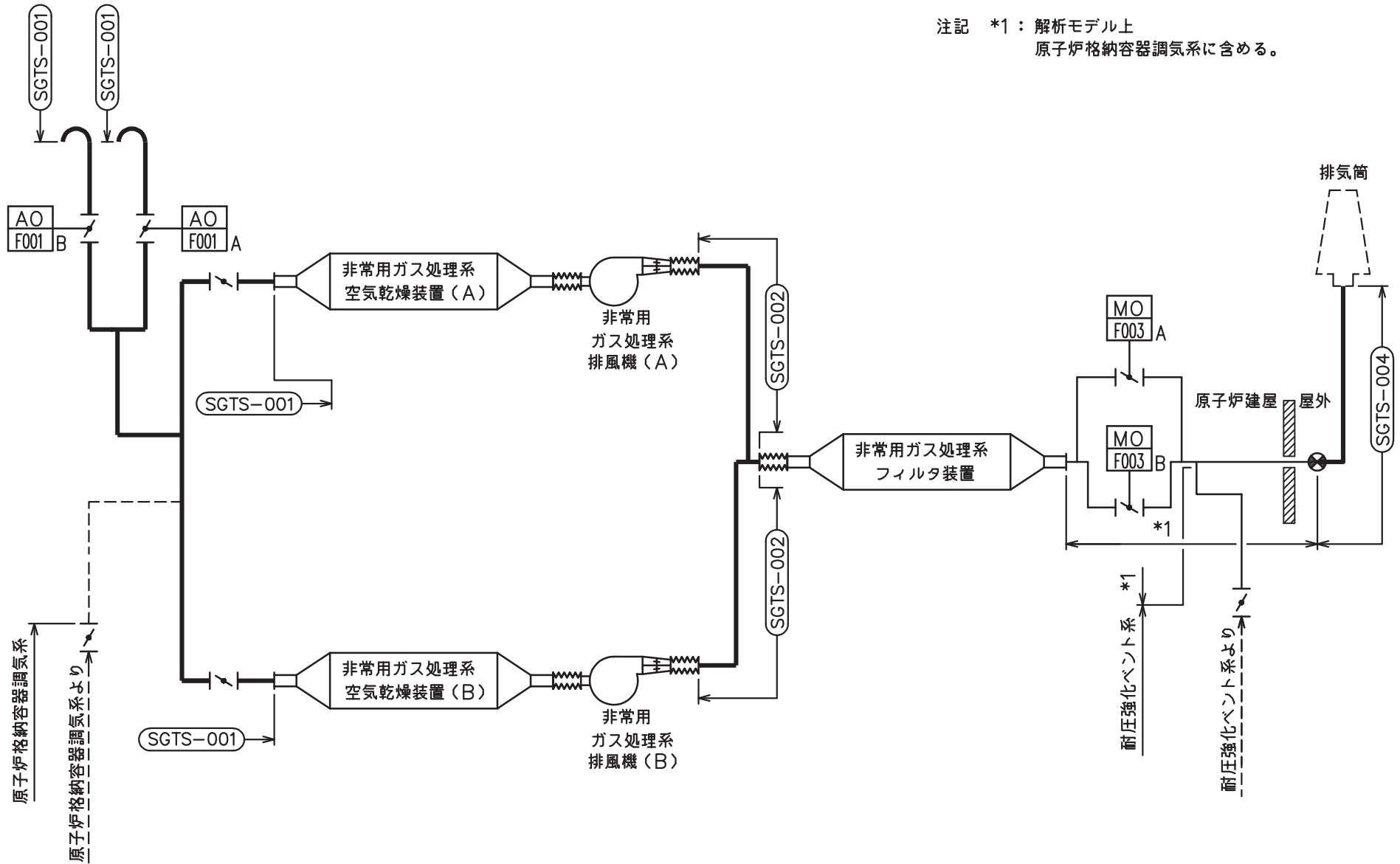
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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


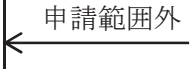




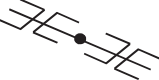

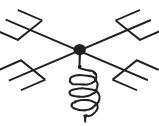
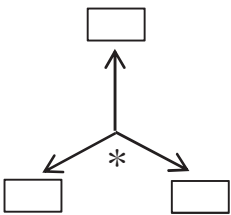
注記 *1：解析モデル上
原子炉格納容器調気系に含める。



非常用ガス処理系概略系統図

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>ハンガ</p>
	<p>ガイド</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, 内に変位量を記載する。)</p>

5

鳥瞰図	SGTS-004-1/3
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 SGTS-004-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図	SGTS-004-3/3
-----	--------------

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」及び「S A P-V」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
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	非常用ガス処理系	SA	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_A S$
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	耐圧強化ベント系	SA	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_s$	$V_A S$

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包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_A S$ 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 S G T S - 0 0 4

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	854kPa (0.854MPa)	171	318.5	10.3	STS410	—	193320

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 S G T S - 0 0 4

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	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	121	122	123	300	301	800	901	902	903	904	905	906			

配管の質量（付加質量含む）

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		55		82		109	
2		29		56		83		110	
3		30		57		84		111	
4		31		58		85		112	
5		32		59		86		113	
6		33		60		87		114	
7		34		61		88		115	
8		35		62		89		116	
9		36		63		90		117	
10		37		64		91		118	
11		38		65		92		119	
12		39		66		93		120	
13		40		67		94		121	
14		41		68		95		122	
15		42		69		96		123	
16		43		70		97		300	
17		44		71		98		301	
18		45		72		99		800	
19		46		73		100		901	
20		47		74		101		902	
21		48		75		102		903	
22		49		76		103		904	
23		50		77		104		905	
24		51		78		105		906	
25		52		79		106			
26		53		80		107			
27		54		81		108			

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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						
5						
8						
13						
16						
20						
** 27 **						
28						
** 33 **						
34						
37						
** 37 **						
41						
** 41 **						
** 46 **						
** 53 **						
** 57 **						
** 61 **						
** 65 **						
** 69 **						

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2 (重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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
** 73 **						
** 77 **						
** 81 **						
** 84 **						
** 87 **						
** 89 **						
** 91 **						
** 93 **						
** 95 **						
103						
107						
111						
114						
119						
122						
901						
902						
** 903 **						

[Redacted area]

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2 (重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 SGT S-004

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
904						
** 904 **						
905						
906						

[Redacted box]

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)
STS410	171	—	211	404	—

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(%)
S G T S - 0 0 4	原子炉建屋		
	排気筒連絡ダクト		
	排気筒基礎		

O 2 ⑤ VI-2-9-4-4-1-2(重) R 0

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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								
49 次								
50 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： $3.6C_1$ 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 SGTS-004

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				
49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。

20

鳥瞰図 | SGTS-004

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 | SGTS-004

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 | SGTS-004

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	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				$S_{pr m}(S_s)$	$0.9 \cdot S_u$	$S_n(S_s)$	$2 \cdot S_y$	$U S_s$
SGTS-004	$V_A S$	30	$S_{pr m}(S_s)$	180	363	—	—	—
	$V_A S$	30	$S_n(S_s)$	—	—	385	422	—

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)
SGTS-002-012B	ロッドレストレイント	RST-2	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		33	56
SGTS-004-033S	メカニカルスナッパ	SMS-6-250			114*	90

注記*：当該メカニカルスナッパの計算荷重が許容荷重を超えるため、詳細評価を実施する。

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 _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
SGTS-004-903R	レストレイント	架構	STKR400	40	966	113	653	—	—	—	曲げ	354	490
SGTS-004-001A	アンカ	架構	STKR400	40	38	203	37	84	16	85	曲げ	214	490

メカニカルスナップの詳細評価結果

支持構造物 番号	型式	評価結果					
		強度評価				機能確認	
		評価部位*	応力分類	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
SGTS-004-033S	SMS-6-250	コネクティング チューブ	圧縮	75	90	114	170

注記*：裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

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 VAS												
		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	SGTS-001	12	109	364	3.33	—	12	192	440	2.29	—	—	—	—
2	SGTS-002	9	69	363	5.26	—	10	140	430	3.07	—	—	—	—
3	SGTS-004	30	180	363	2.01	○	30	385	422	1.09	○	—	—	—