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	号機 工事計画審査資料
資料番号	02-工-B-04-0096_改 0
提出年月日	2021年4月23日

VI-3-3-3-6-2-5-2 管の応力計算書 (高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)

2021年4月

東北電力株式会社

まえがき

本計算書は,以下により構成される。

- (1)高圧炉心スプレイ補機冷却水系
- (2)高圧炉心スプレイ補機冷却海水系

(1) 高圧炉心スプレイ補機冷却水系

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 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「VI-3-2-9 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「VI-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

~ 1		
トろか	条件アップするか	クラスアップするか 条件アップするか
SA条件	条件。DB条件	i DB SA 条件。 DB条件
压力 (MPa)	ス / ジン 圧力 温度 の有無 (MPa) (°C) (ス クラス / ッソ 圧力 温度 の有無 (MPa) (°C)
1.18	無 1.18 70	1.18 70
1.18	無 1.18 70	1.18 70
1.18	無 1.18 70	1.18 70
1.18	無 1.18 70	1.18 70
1.18	無 1.18 70	1.18 70
1.18	無 1.18 70	1.18 70

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 ······	5
3.	計算条件	Ć
3	.1 設計条件	Ć
3	. 2 材料及び許容応力	12
4.	評価結果	14
5	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	16

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 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「VI-3-2-9 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。

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6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
———— (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
000-000	鳥瞰図番号
•	アンカ

R 0

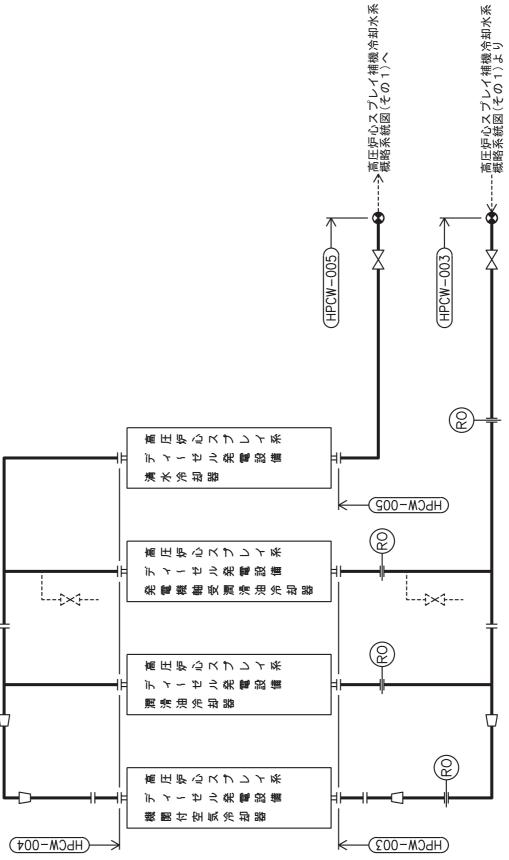
VI-3-3-3-6-2-5-2(1)

(1)

0 2

3

高圧炉心スプレイ補機冷却水系概略系統図 (その2)



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
申請範囲外	工事計画記載範囲外の管
•	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。)

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 HPCW-002

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.18	70	216. 3	8. 2	STS410
2	1.18	70	165. 2	7. 1	STS410

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 HPCW-002

管名称					対	応	す	;	5	評	価	点			
1	1	2	3	4	5	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	70	71	86	800	801	901								
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	47	48	49	50	51	66	67	68	69	72	73	74	75	76	77
	78	79	83												

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)								
1		18		32		46		74	
2		19		33		47		75	1
3		20		34	1	48		76	l I
4		21		35		49		77	l I
8		22		36	1	50		78	l I
9		23		37		51		79	l I
10		24		38	1	66	1	83	1 I
11		25		39		67		86	l I
12		26		40	1	68	1	800	1 I
13		27		41		69		801	l I
14		28		42	1	70	1	901	
15		29		43	1	71			
16		30		44]	72			
17		31		45		73			

弁部の質量を下表に示す。

弁1

/I ±	
評価点	質量(kg)
5	
6	
7	

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	6			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 HPCW-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各朝	由方向ばね定数(N/r	nm)	各軸回り	回転ばね定数(N・	mm/rad)
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
8						
11						
15						
18						
24						
29						
35						
41						
44						
49						
73						
76						
79						
901						

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。

告示第501号に規定の応力計算に用いる許容応力

材料	最高使用温度 (℃)	許容応力 (MPa) Sh
STS410	70	102

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。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

材料	最高使用温度	許容応力 (MPa) Sh
STS410	70	103

4. 評価結果

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以下の管 告示第501号第56条による評価結果

一次応力評価 (MPa)	計算応力 許容応力	Sprm(1) Sh Sprm(2) 1.2·Sh	36 102	37 122
	最大応力 区分*	<i>o o</i>	S p r m(1)	S p r m(2)
	最大応力 評価点		29	29
	鳥瞰図		0000	H F C W — 0 0 2

*:Sprm(1), Sprm(2)はそれぞれ,告示第501号第56条第1号(イ),(ロ)に基づき計算した 一次応力を示す。 注記

評価結果

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以下の管設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

			一 (ME	一次応力評価 (MPa)
鳥瞰図	最大応力評 価 点	最大応力 区分*	計算応力	許容応力
			S p r m(1) S p r m(2)	1. 5 · Sh 1. 8 · Sh
4	29	S p r m(1)	39	154
H F C W - U U Z	29	S p r m(2)	41	185

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

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

計算条件及び評価結果を 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, 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)

			代表			0			I	Ţ
*2			裕度		6.10	3.29	5.80	7.17	6.42	5.08
状態 (V	-	許容	応力	(MPa)	122	122	122	122	122	122
運転	'	計算	京力	(MPa)	20	37	21	17	19	24
		五/正	# # #	Ę	2	29	107	22	30	33
			代表]	0]	Ţ	I
*1			裕度		5.36	2.83	5.10	6.37	5.66	4, 43
状態 (V	-	許容	応力	(MPa)	102	102	102	102	102	102
運転	'	計算	京力	(MPa)	19	36	20	16	18	23
		卅/ <u>小</u> ≦	<u></u> 1	Ę	2	29	107	22	30	33
		配管モデル			HPCW-001	HPCW-002	HPCW-003	HPCW-004	HPCW-005	HPCW-006
		No.			1	2	3	4	2	9
	運転状態 (V)	*1 運転状態 (V) 一次応力	運転状態(V)*1 運転状態(V)*1 一次応力 一次応力 配管モデル 計算 許容	配管モデル 評価 正方応力 工作応力 配管モデル 評価 計算 許容 計算 計算 計算 計算 計算 計算 計算 計算 上 応力 応力 裕度 代表 上 応力 裕度 報度	配管モデル 運転状態 (V) *1 運転状態 (V) *2 配管モデル 計算 許容 保表 所名 計算 所名 所名	配管モデル (MPa) (MPa) </td <td>配置を決します。 ・ 運転状態 (V) *1 配管モデル 非本・水応力 ・ 水応力 配管モデル 計算 許容 特権 計算 計算</td> <td>配管モデル (MPa) *1 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 配管モデル (MPa) (M</td> <td>配管モデル (MPa) *1 運転状態 (V) *1 運転状態 (V) *2 配管モデル (MPa) (M</td> <td>配管モデル (MPa) (</td>	配置を決します。 ・ 運転状態 (V) *1 配管モデル 非本・水応力 ・ 水応力 配管モデル 計算 許容 特権 計算 計算	配管モデル (MPa) *1 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 ・ 上水応力 配管モデル (MPa) (M	配管モデル (MPa) *1 運転状態 (V) *1 運転状態 (V) *2 配管モデル (MPa) (M	配管モデル (MPa) (

注記*1:告示第501号第56条第1号(イ)に基づき計算した一次応力を示す。

*2: 告示第501号第56条第1号(ロ)に基づき計算した一次応力を示す。

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管であってクラス2以下の管)

配管モデル 計算 許容	供用状態(E)	(E) *1			供用:	供用状態 (E)	*2	
正子ブル 評価 計算 許容 点 応力 応力 格度 HPCW-001 2 23 154 6.69 HPCW-002 29 39 154 3.94 HPCW-003 107 33 154 4.66 HPCW-004 57 26 154 5.92 HPCW-005 30 22 154 7.00		1. T.				一次応力		
点 応力 応力 裕度 中 (MPa) (MPa) イン HPCW-001 2 23 154 6.69 HPCW-002 29 39 154 3.94 HPCW-003 107 33 154 4.66 HPCW-004 57 26 154 5.92 HPCW-005 30 22 154 7.00	計	-î&h		五/ 小三	計算	許容		
MPa MPa MPa MPa HPCW-001 2 23 154 6.69 MPa HPCW-002 29 39 154 3.94 MPCW-003 107 33 154 4.66 MPCW-004 57 26 154 5.92 MPCW-005 30 22 154 7.00 MPCW-005 30 7.00 MPCW-005 30	小小		代表	# # # #	京力	応力	裕度	代表
IIPCW-001 2 23 154 6.69 IIPCW-002 29 39 154 3.94 IIPCW-003 107 33 154 4.66 IIPCW-004 57 26 154 5.92 IIPCW-005 30 22 154 7.00	(MPa)	a)		Ę	(MPa)	(MPa)		
HPCW-002 29 39 154 3.94 HPCW-003 107 33 154 4.66 HPCW-004 57 26 154 5.92 HPCW-005 30 22 154 7.00	23]	2	25	185	7.40	
HPCW-003 107 33 154 HPCW-004 57 26 154 HPCW-005 30 22 154	39		0	29	41	185	4.51	0
HPCW-004 57 26 154 HPCW-005 30 22 154	33		l	107	34	185	5.44	
HPCW-005 30 22 154	56]	22	27	185	6.85	
	22		I	30	23	185	8.04	
6 HPCW-006 33 27 154 5.70 —	27	_		33	29	185	6.37	

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。

(2) 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 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「VI-3-2-9 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「VI-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

	N /	,			
	評価クラス	\	SA-2	SA-2	SA-2
回答述	はは、世界は、世界の世界の関係を対して、日本の関係のでは、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係のでは、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本の関係を対して、日本ののでは、日本のののでは、日本のののでは、日本のののでは、日本のののでは、日本のののののでは、日本のののののののでは、日本ののののののでは、日本ののののののでは、日本のののののののののののののののののののののののののののののののののののの	区分			
	評価区分		設計・建設規格 又は告示	設計・建設規格 又は告示	設計・建設規格 又は告示
	施設時の適田相格	10 CT (TEN)	S55告示	855告示	S55告示
既工認	における 評価結単	の有無	—	_	_
	SA条件	調度 (%)	20	20	20
-5 /2	SA≶	压力 (MPa)	0.78	0.78	0.78
条件アップするか	DB条件	調(SC)	20	20	20
条件ア	DB\$	压力 (MPa)	0.78	0.78	0.78
	条件	アッソ の有無	無	無	
κQ	SA	クラス	SA-2	SA-2	SA-2
17421	BO	クラスクラ	DB-3	DB-3	DB-3
クラスアップするか	施設時	機器クラス	DB-3	DB-3	DB-3
7	クラス	アッソ の有無	有	有	有
施設時の出来が上海が上	大が角中に対象とする	施設の規定 があるか	有	有	单
田二二	or S	新設	既設	既設	既設
	応力計算・デール・デール	7	HPSW-001 既設	HPSW-002 既設	HPSW-003 既設

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	7.1 概略系統図	2
2	2.2 鳥瞰図 ·····	4
3.	計算条件	8
3	3.1 設計条件	8
3	3.2 材料及び許容応力	11
4.	評価結果 ·····	13
5.	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	1.5

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 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「VI-3-2-9 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。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

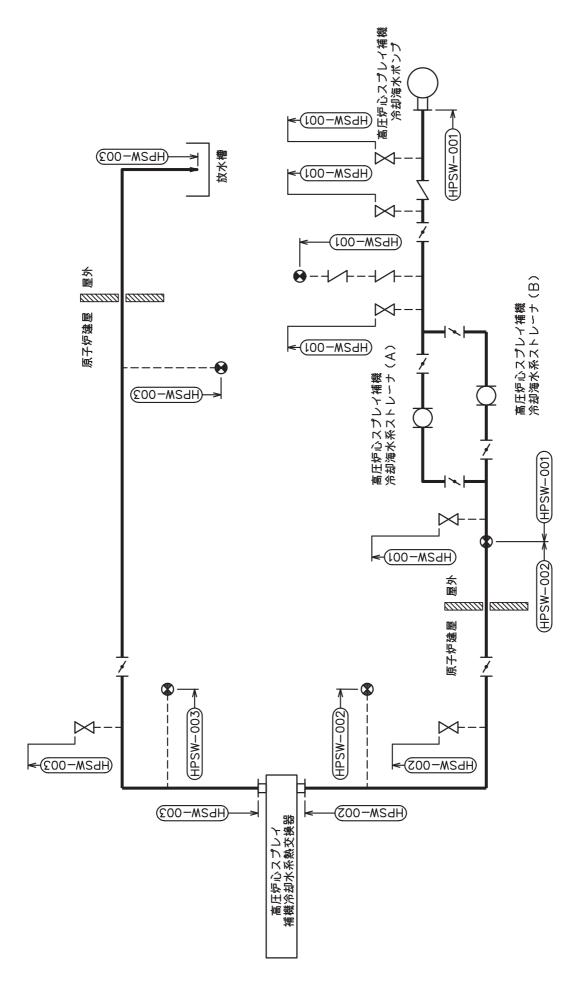
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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
———— (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
000-000	鳥瞰図番号
•	アンカ



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
申請範囲外	工事計画記載範囲外の管
•	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。スナッバについても同様とする。)
H.	スナッバ

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 HPSW-003

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.78	50	216. 3	8. 2	STS410

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 HPSW-003

管名称					対	応	す	-	る	評	価	点				
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	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	57	58	59	60	61	62	
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
	78	94	97	98	801	802	803	804	805	806	810	811	812	901	902	
	903	904	907	912												

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)								
1		23		42		62		98	
2		24		43		63	l I	801	
3		25		44		64	l I	802	l 1
4		26		45		65	l I	803	
5		27		46		66		804	
6		28		47		67	l I	805	
7		29		48		68	l [806	
8		30		49		69	l I	810	l 1
9		31		50]	70	l [811	
10		32		51		71	l I	812	l 1
11		33		52	1	72	l I	901	l 1
12		34		53		73	l I	902	
16		35		54	1	74	l I	903	l 1
17		36		55	1	75	l I	904	l 1
18		37		57		76	l I	907	
19		38		58		77	l I	912	ldot
20		39		59		78	l ĺ		
21		40		60		94] [
22		41		61		97			

弁部の質量を下表に示す。

弁1

/1 -	
評価点	質量(kg)
13	
14	
15	

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	14			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 HPSW-003

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各車	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								
9								
21								
27								
30								
34								
40								
48								
52								
61								
66								
73								
77								
94								
** 901 **								
** 902 **								
903								
904								
907								
912								

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。

告示第501号に規定の応力計算に用いる許容応力

材料	最高使用温度 (℃)	許容応力 (MPa) Sh
STS410	50	102

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。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

材料	最高使用温度	許容応力 (MPa) Sh
STS410	50	103

4. 評価結果

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以下の管 告示第501号第56条による評価結果

一次応力評価 (MPa)	許容応力	Sh 1. 2·Sh	102	122	
一次応 (MF	計算応力	Sprm(1) Sprm(2)	25	26	
	S p r m(1)	Sprm(2)			
	86	86			
	烏瞰図				

*:Sprm(1), Sprm(2)はそれぞれ,告示第501号第56条第1号(イ),(ロ)に基づき計算した 一次応力を示す。 注記

評価結果

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以下の管設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

			一 次 (MF	一次応力評価 (MPa)
鳥瞰図	最大応力 評 価 点	最大応力 区分*	計算応力	許容応力
			S p r m(1) S p r m(2)	1. 5 · S h 1. 8 · S h
9 0 0	86	S p r m(1)	37	154
H F S W — U U S	86	Sprm(2)	38	185

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

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)

			(半)				0
*2			裕度		5.30	5.80	4.69
運転状態 (V)	一次応力	許容	京力	(MPa)	122	122	122
運転	1	計算	京力	(MPa)	23	21	56
		郭雁	≣ 4	Ę	421	801	86
			代表				0
*			裕度		4.43	4.85	4.08
運転状態 (V)	一次応力	許容	応力	(MPa)	102	102	102
運転	1	計算	京力	(MPa)	23	21	25
		卅/ ≟		Ę	421	801	86
		配管モデル			HPSW-001	HPSW-002	HPSW-003
		No.			1	2	3

注記*1:告示第501号第56条第1号(イ)に基づき計算した一次応力を示す。

*2:告示第501号第56条第1号(ロ)に基づき計算した一次応力を示す。

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管であってクラス2以下の管)

			代表				0
*2			裕度		5.96	8.80	4.86
 (E)	一次応力	許容	小小	(MPa)	185	185	185
供用状態	1	計算	京力	(MPa)	31	21	38
		亚州	<u>‡</u> 4	Ę	421	801	86
			代表				0
*			裕度		4.96	7.33	4.16
供用状態 (E)	一次応力	許容	京力	(MPa)	154	154	154
供用;	1	計算	京力	(MPa)	31	21	37
			<u>‡</u> 4	Ę	421	108	86
		配管モデル			HPSW-001	HPSW-002	HPSW-003
		No.			1	2	3

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。