

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-04-0064_改1
提出年月日	2021年9月14日

VI-3-3-3-1-1-1-2 管の応力計算書
(原子炉再循環系)

2021年9月

東北電力株式会社

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

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 (℃)
PLR-001	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	10.40	302	10.40	315	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
PLR-002	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	10.40	302	10.40	315	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

重大事故等対応設備

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	11
3.1 設計条件	11
3.2 材料及び許容応力	19
4. 評価結果	21
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	23

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

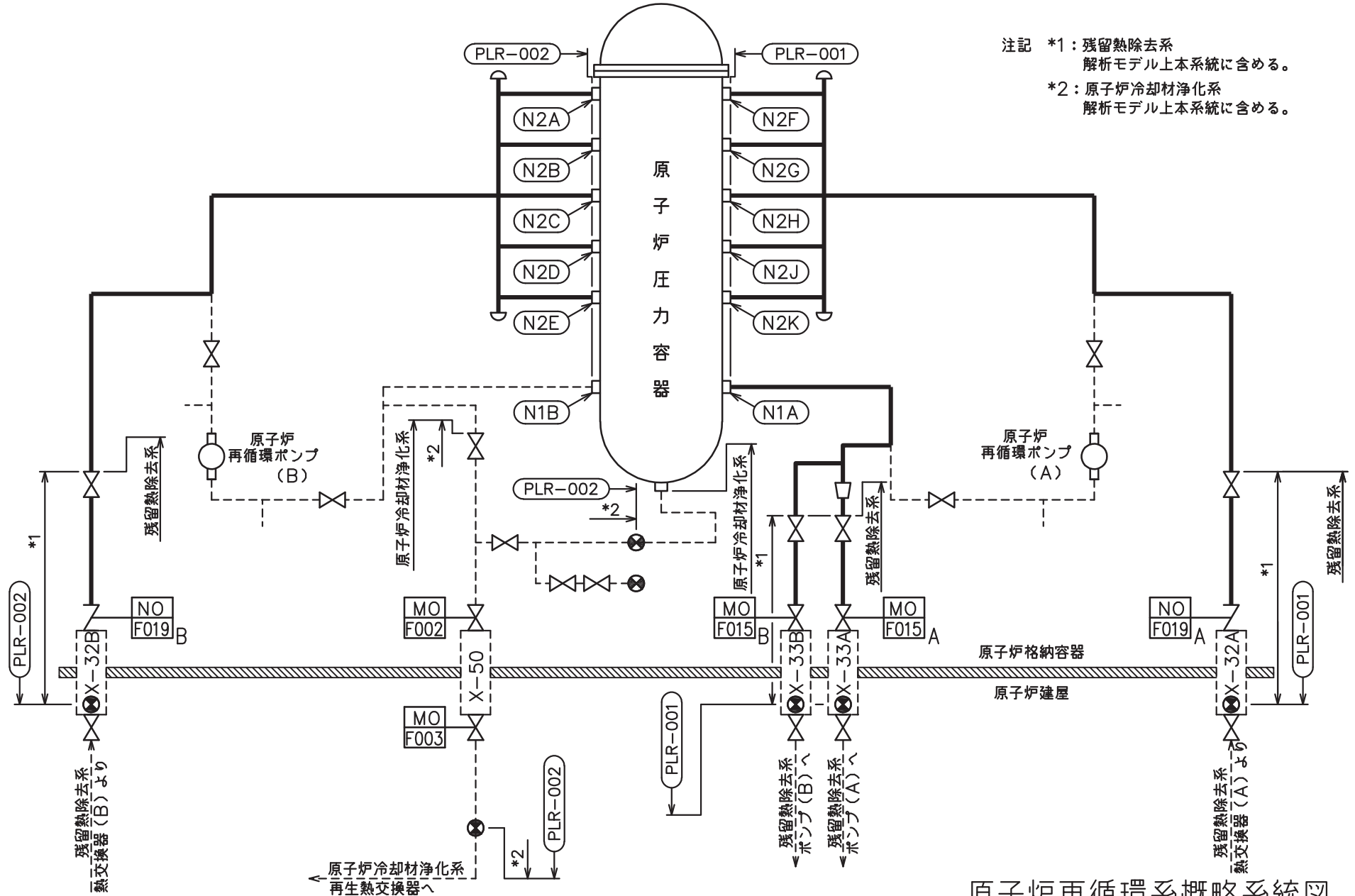
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 2 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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
	鳥瞰図番号
	アンカ



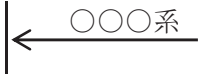


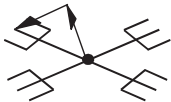
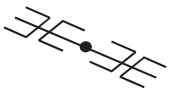

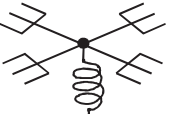


注記 *1: 残留熱除去系
解析モデル上本系統に含める。
*2: 原子炉冷却材浄化系
解析モデル上本系統に含める。

原子炉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
	<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>

5

鳥瞰図	PLR-001-1/6
-----	-------------

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	PLR-001-2/6
-----	-------------

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	PLR-001-3/6
-----	-------------

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	PLR-001-4/6
-----	-------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6

鳥瞰図	PLR-001-5/6
-----	-------------

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	PLR-001-6/6
-----	-------------

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 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 P L R - 0 0 1

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
1	10.34	315	520.6	32.5	SUS316TP
2	10.34	315	520.6	32.5	SUSF316
3	10.40	315	520.6	32.5	SUSF316
4	10.40	315	279.3	18.2	SUSF316
5	10.40	315	416.0	26.2	SUSF316
6	10.34	315	457.2	29.4	SUSF316
7	10.34	315	457.2	29.4	STS42 (STS410)
8	10.34	315	457.2	34.9	STS42 (STS410)
9	10.34	315	355.6	27.8	STS42 (STS410)

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 P L R - 0 0 1

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
10	10.34	315	355.6	23.8	STS42 (STS410)
11	10.40	315	318.5	25.4	STS42 (STS410)
12	10.40	315	318.5	25.4	SUSF316

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 P L R - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	501														
2	2	3	4	5	6	501										
3	29	30	31	32	33	34	35									
4	35	36	37	38	39	43	47	52	56	58	59	60	61	62	63	
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73						
5	35	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
	54	55	56	57	502	503	913	914								
6	6	101														
7	101	102	103	104	105											
8	105	106	107	108												
9	106	108	135	504												
10	109	110	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	
	125	126	127	128	135	136	138	139	140	141	142	143	144	145	146	
	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	164	504	905	906	
	909	910	911	912												
11	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	221	222	
	223	224	225	226	807	902	904	907	908							
12	29	224														

O 2 ③ VI-3-3-1-1-1-2(重) R 0

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 P L R - 0 0 1

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		49		102		141		217	
2		50		103		142		218	
3		51		104		143		222	
4		52		105		144		223	
5		53		106		145		224	
6		54		107		146		225	
29		55		108		147		226	
30		56		109		148		501	
31		57		113		149		502	
32		58		114		150		503	
33		59		115		151		504	
34		60		116		152		807	
35		61		117		153		902	
36		62		118		154		904	
37		63		119		155		905	
38		64		120		156		906	
39		65		121		164		907	
40		66		122		208		908	
41		67		123		209		909	
42		68		124		210		910	
43		69		125		211		911	
44		70		126		212		912	
45		71		127		213		913	
46		72		135		214		914	
47		73		139		215			
48		101		140		216			

O 2 ③ VI-3-3-1-1-1-2(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。

鳥 瞰 図 P L R - 0 0 1

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)
110		128		136		157		205	
111		129		137		158		206	
112		130		138		159		207	
	405			407					
	406			408					

弁 6

評価点	質量(kg)
219	
220	
221	

鳥 瞰 図 P L R - 0 0 1

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	111			
弁2	129			
弁3	137			
弁4	158			
弁5	206			
弁6	220			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 P L R - 0 0 1

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						
30						
** 31 **						
** 33 **						
39						
** 46 **						
** 55 **						
61						
65						
69						
73						
** 104 **						
** 115 **						
117						
124						
127						
** 141 **						
143						
** 145 **						
** 147 **						
156						
208						
** 216 **						
** 406 **						



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 P L R - 0 0 1

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
** 408 **						
** 902 **						
** 904 **						
** 905 **						
** 906 **						
** 907 **						
** 908 **						
** 909 **						
** 910 **						
** 911 **						
** 912 **						
** 913 **						
** 914 **						

O 2 ③ VI-3-3-1-1-1-2(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。

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S m
STS42	315	120
SUS316TP		117
SUSF316		117

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 (°C)	許容応力 (MPa)	
		S m	S y
STS42 (STS410)	315	120	180
SUS316TP		117	129
SUSF316		117	129

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1管
告示第501号第46条第3号による評価結果

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 p r m	許容応力 3・S m
PLR-001	6	S p r m	88	351

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1管
設計・建設規格 PPB-3500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 p r m	許容応力 Min(3・S m, 2・S y)
P L R - 0 0 1	6	S p r m	87	258

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1管)

No.	配管モデル	運転状態 (V) *				
		一次応力				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	PLR-001	6	88	351	3.98	○
2	PLR-002	29	68	351	5.16	—

注記* : 告示第501号第46条第1号及び第3号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1管)

No.	配管モデル	供用状態 (E) *				
		一次応力				
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	PLR-001	6	87	258	2.96	○
2	PLR-002	29	68	258	3.79	—

注記* : 設計・建設規格 PPB-3520 及び PPB-3562 に基づき計算した一次応力を示す。