

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-04-0103_改0
提出年月日	2021年4月23日

VI-3-3-4-1-2-1-4-2 管の応力計算書
(制御棒駆動水圧系)

2021年4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 圧力 (MPa)	DB 条件 温度 (°C)	SA 条件 圧力 (MPa)					
CRD-005-2 CRD-005-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-006-2 CRD-006-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-007-2 CRD-007-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-008-2 CRD-008-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-017-2 CRD-017-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-017-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-005-1 CRD-006-1 CRD-007-1 CRD-008-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-001-1 CRD-001-2 CRD-001-3 CRD-002-1 CRD-002-2 CRD-002-3 CRD-003-1 CRD-003-2 CRD-003-3 CRD-004-1 CRD-004-2 CRD-004-3	既設	有	有	DB-2	DB-2	SA-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
													既工認	—	SA-2

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	6
3.1 設計条件	6
3.2 材料及び許容応力	9
4. 評価結果	11
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	13

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で記載する。また、全 15 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。

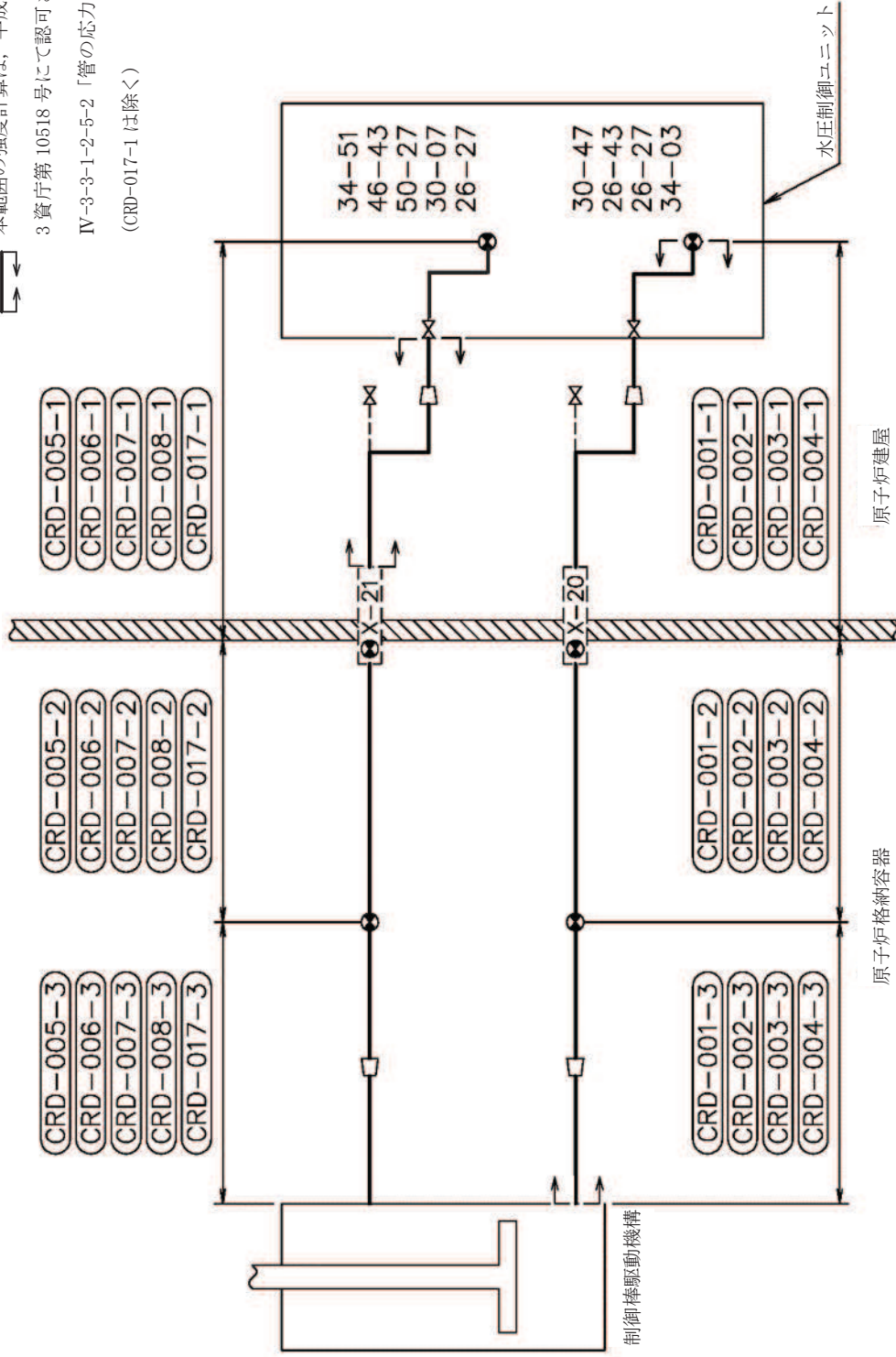
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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
 (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


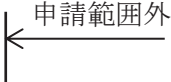


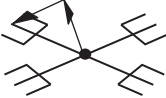

 本範囲の強度計算は、平成4年1月13日付け
 3 資庁第10518号にて認可された工事計画の
 IV-3-3-1-2-5-2「管の応力計算書」による。
 (CRD-017-1は除く)

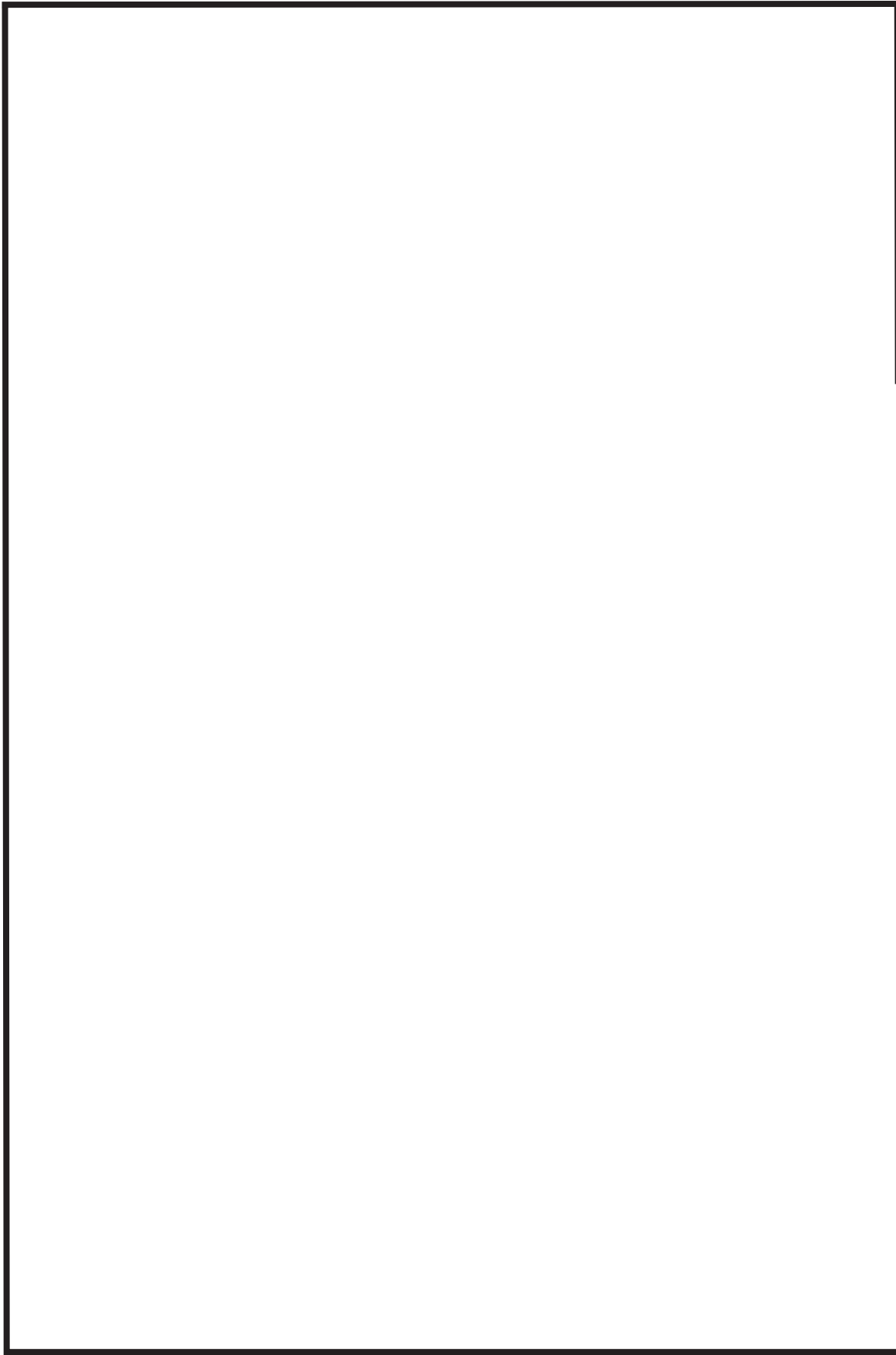


制御棒駆動水圧系概略系統図

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>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。)</p>



鳥 瞰 図 CRD-017-1

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 C R D - 0 1 7 - 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	13.83	66	27.2	3.9	SUS316LTP
2	13.83	66	34.0	4.5	SUS316LTP

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 CRD-017-1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	2	3	4	5	6	7	9	10							
2	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	44	45	46	47	
	48	49	50	51	52											

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		12		20		28		45	
2		13		21		29		46	
3		14		22		30		47	
4		15		23		31		48	
5		16		24		32		49	
6		17		25		33		50	
10		18		26		34		51	
11		19		27		35		52	

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)
7		42	
8		43	
9		44	

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	8			
弁 2	43			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 CRD-017-1

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						
6						
13						
20						
** 25 **						
25						
30						
34						
41						
45						
49						



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 _h
SUS316LTP	66	110

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 _h
SUS316LTP	66	108

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はすべて許容応力以下である。

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

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	許容応力
CRD-017-1	1	S p r m (1)	41	110
	1	S p r m (2)	43	132

注記 * : S p r m (1) , S p r m (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。

評価結果

下表に示すとおり最大応力はすべて許容応力以下である。

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

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	許容応力
CRD-017-1	1	S p r m (1)	S p r m (1)	1. 5・S h
	1	S p r m (2)	S p r m (2)	1. 8・S h
			53	162
			56	194

注記 * : S p r m (1), S p r m (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。

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）

No.	配管モデル	運転状態 (V) *1				運転状態 (V) *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	CRD-005-1	1	39	110	2.82	—	1	41	132	3.21	—
2	CRD-006-1	1	40	110	2.75	—	1	42	132	3.14	—
3	CRD-007-1	1	40	110	2.75	—	1	42	132	3.14	—
4	CRD-008-1	1	39	110	2.82	—	1	41	132	3.21	—
5	CRD-017-1	1	41	110	2.68	○	1	43	132	3.06	○
6	CRD-005-2	7	31	110	3.54	—	7	33	132	4.00	—
7	CRD-006-2	7	31	110	3.54	—	7	33	132	4.00	—
8	CRD-007-2	6	31	110	3.54	—	6	33	132	4.00	—
9	CRD-008-2	7	30	110	3.66	—	7	32	132	4.12	—
10	CRD-017-2	6	31	110	3.54	—	6	33	132	4.00	—
11	CRD-005-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
12	CRD-006-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
13	CRD-007-3	1	32	110	3.43	—	1	34	132	3.88	—
14	CRD-008-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
15	CRD-017-3	5	33	110	3.33	—	5	35	132	3.77	—

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）

No.	配管モデル	運転状態 (E) *1				運転状態 (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	CRD-005-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
2	CRD-006-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
3	CRD-007-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
4	CRD-008-1	1	50	162	3.24	—	1	53	194	3.66	—
5	CRD-017-1	1	53	162	3.05	○	1	56	194	3.46	○
6	CRD-005-2	3	42	162	3.85	—	3	46	194	4.21	—
7	CRD-006-2	3	41	162	3.95	—	3	45	194	4.31	—
8	CRD-007-2	15	42	162	3.85	—	15	46	194	4.21	—
9	CRD-008-2	3	42	162	3.85	—	3	46	194	4.21	—
10	CRD-017-2	14	42	162	3.85	—	14	46	194	4.21	—
11	CRD-005-3	11	43	162	3.76	—	11	47	194	4.12	—
12	CRD-006-3	11	42	162	3.85	—	11	46	194	4.21	—
13	CRD-007-3	8	41	162	3.95	—	8	45	194	4.31	—
14	CRD-008-3	11	41	162	3.95	—	11	45	194	4.31	—
15	CRD-017-3	9	44	162	3.68	—	9	48	194	4.04	—

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。