

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-017-02改03
提出年月日	2023年4月13日

VI-2-別添2-2 溢水源としないB, Cクラス機器の
耐震性についての計算書

2023年4月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 概要	1
2. 機器・配管系の評価	1
2.1 一般事項	1
2.1.1 配置概要	1
2.1.2 構造計画	1
2.1.3 評価方針	1
2.1.4 適用規格・基準等	1
2.2 評価部位	2
2.3 地震応答解析及び構造強度評価	2
2.3.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	2
2.3.2 荷重及び荷重の組合せ	13
2.3.3 許容限界	14
2.3.4 計算方法	20
2.3.5 計算条件	21
2.4 評価結果	24
3. 土木構造物の評価	30

: 本日の説明範囲

1. 概要

本計算書は、VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」に基づき、耐震性を有することから溢水源として設定しないB、Cクラス機器が、基準地震動 S_s による地震力に対して、十分な耐震性を有することを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

B、Cクラス機器は、設計基準対象施設においてはBクラス施設又はCクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

2. 機器・配管系の評価

2.1 一般事項

2.1.1 配置概要

B、Cクラス機器は、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物、取水槽、ガスタービン発電機建物及び屋外に設置する。各機器の具体的な設置建物及び設置高さは、表 2.3-1 (1) 及び (2) に示し、据付場所及び床面高さに応じた評価を行う。

2.1.2 構造計画

B、Cクラス機器のうち、熱交換器等（以下「容器類」という。）、ポンプ（以下「ポンプ類」という。）、配管、弁及び支持構造物の構造は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」を適用できる構造である。

2.1.3 評価方針

B、Cクラス機器の応力評価は、VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.2 許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、B、Cクラス機器の評価対象部位に作用する応力が許容限界内にあることを、「2.3 地震応答解析及び構造強度評価」に示す方法により計算し、「2.4 評価結果」にて確認する。

B、Cクラス機器の容器類、ポンプ類、配管、弁及び支持構造物については、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」にて示している構造と同様であることから、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に示している各機器の許容応力状態 $IV_A S$ における荷重の組合せを踏まえて、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」等の評価式及び解析方法を用いて評価する。

2.1.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)

- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 -2005/2007
((社) 日本機械学会)
- (5) 機械工学便覧 ((社) 日本機械学会)
- (6) 日本産業規格 (J I S)

2.2 評価部位

B, Cクラス機器のうち, 容器類及びポンプ類については, VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」等により, 胴板, 脚, 支持構造物及びボルト等を評価部位とする。

配管, 弁及び支持構造物については, VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」により配管, 弁及び支持構造物を評価部位とする。

評価結果は, 発生応力と許容応力を踏まえ, 評価上厳しい箇所の結果について記載する。

2.3 地震応答解析及び構造強度評価

2.3.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

(1) 地震応答解析方法

基準地震動 S_s による設計用地震力は, VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。等価繰返し回数は, VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

B, Cクラス機器の地震応答解析は, VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「4.1 地震応答解析」にて設定している評価方針に従い実施する。なお, 3号復水貯蔵タンク, 3号補助復水貯蔵タンク及び1号復水貯蔵タンク(以下「屋外タンク」という。)の地震応答解析に用いた解析モデル図については, 3号復水貯蔵タンクを代表として図 2.3-1(1)~(3)に示す。

表 2.3-1 に B, Cクラス容器類及びポンプ類の設計震度を示す。

表 2.3-1(1) B, Cクラス容器類及びポンプ類の設計震度

評価対象設備	据付場所	床面高さ EL(m)	設計震度		固有周期(s)	
			水平 方向	鉛直 方向	水平 方向	鉛直 方向
再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (電動機用)	原子炉建物	15.3	3.17	1.50	0.05 以下	0.05 以下
再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (発電機用)	原子炉建物	15.3	1.10	1.16	0.05 以下	0.05 以下
再循環ポンプ MG セット油冷却器	原子炉建物	15.3	1.10	1.16	0.05 以下	0.05 以下
再循環ポンプ MG セット室冷却機	原子炉建物	15.3	3.17	1.50	0.05 以下	0.05 以下
原子炉浄化循環ポンプ	原子炉建物	23.8	3.00	1.95	0.05 以下	0.05 以下
原子炉浄化ろ過脱塩装置ホールディングポンプ	原子炉建物	30.5	3.61	2.23	0.05 以下	0.05 以下
復水輸送ポンプ	原子炉建物	8.8	2.13	0.99	0.05 以下	0.05 以下
原子炉浄化補助ポンプ	原子炉建物	8.8	2.13	0.99	0.05 以下	0.05 以下
制御棒駆動水圧ポンプ油冷却器	原子炉建物	8.8	1.06	0.77	0.05 以下	0.05 以下
CRD ポンプ室冷却機	原子炉建物	8.8	1.71	0.77	0.05 以下	0.05 以下
RCIC ポンプ室冷却機	原子炉建物	8.8	1.71	0.77	0.05 以下	0.05 以下
3号復水貯蔵タンク	屋外	7.0	解析値	1.00	—*	0.05 以下
3号補助復水貯蔵タンク	屋外	7.0	解析値	1.00	—*	0.05 以下
1号復水貯蔵タンク	屋外	15.0	解析値	1.10	—*	0.05 以下

注記* : 地震応答解析に基づく断面力を用いて応力評価を実施することから算出は不要

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (1/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-4F-03N	消火系
	R-3F-14N	消火系
	R-3F-12-2N	消火系
	R-3F-11N R-3F-25N	原子炉浄化系
		原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		補給水系
		消火系
	R-3F-100N	補給水系
		消火系
	R-3F-06N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		補給水系
	R-3F-05N	消火系
	R-3F-04-1N R-3F-04-2N R-3F-07N R-3F-16-1N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		補給水系
		消火系
	R-3F-03N	消火系
	R-3F-02N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
消火系		
R-M2F-27N	復水輸送系	
R-M2F-20N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系	

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (2/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-M2F-18-2N	原子炉浄化系
		原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		消火系
	R-M2F-18-1N R-M2F-21N R-M2F-22N	原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		消火系
	R-M2F-11N R-M2F-12N R-M2F-26N	原子炉浄化系
		補給水系
		消火系
	R-M2F-08N	原子炉浄化系
		原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
	R-M2F-06N R-M2F-07N	原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		補給水系
		消火系
	R-M2F-03N R-M2F-04N R-M2F-05N	原子炉浄化系
	R-M2F-02N	消火系
	R-2F-21N	消火系
	R-2F-15N	復水輸送系
	R-2F-14N	制御棒駆動水圧系
原子炉浄化系		
復水輸送系		
R-2F-11N R-2F-12N R-2F-18N R-2F-19N R-2F-24N R-2F-25N	原子炉浄化系	
	消火系	

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (3/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-2F-10N	消火系
	R-2F-09N	原子炉浄化系
	R-2F-08N	原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		消火系
	R-2F-06N	消火系
	R-2F-05N	消火系
	R-2F-04N	消火系
	R-1F-33N	原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
	R-1F-30N	制御棒駆動水圧系
		原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		補給水系
	R-1F-29N	原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
	R-1F-24-2N	消火系
	R-1F-15N	原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		補給水系
		消火系
	R-1F-14N	原子炉補機冷却系(常用系), ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
消火系		
R-1F-13N	復水輸送系	
R-1F-10N	消火系	

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (4/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-1F-08N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		補給水系
	R-1F-07-2N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		補給水系
	R-1F-07-1N	制御棒駆動水圧系
		原子炉浄化系
		原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		補給水系
	R-1F-03N	復水輸送系
	R-1F-22N	消火系
	R-1F-02N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
	R-1F-01-1N	補給水系
	R-B2F-31N	原子炉隔離時冷却系
		高圧炉心スプレイ系
		液体廃棄物処理系
	R-B2F-17N	消火系
	R-B2F-18N	
	R-B2F-19N	
R-B2F-16N	消火系	
R-B2F-15N	消火系	
R-B2F-14N	補給水系	
R-B2F-13N	補給水系	
R-B2F-12N	補給水系	
R-B2F-11N	消火系	

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (5/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-B2F-10N	高压炉心スプレイ系
		液体廃棄物処理系
		復水輸送系
		補給水系
		消火系
	R-B2F-09N	復水輸送系
		消火系
	R-B2F-08N	消火系
	R-B2F-07N	補給水系
	R-B2F-06N	補給水系
	R-B2F-04N	補給水系
	R-B2F-03N	補給水系
	R-B2F-02N	補給水系
		消火系
	R-B2F-01N	原子炉隔離時冷却系
		消火系
	R-B1F-29N	補給水系
	R-B1F-21N	制御棒駆動水压系
		原子炉隔離時冷却系
		高压炉心スプレイ系
		復水輸送系
	R-B1F-18-1N	消火系
	R-B1F-17-2N	原子炉補機冷却系（常用系）， ドライウエル冷却系， 空調換気設備冷却水系
		消火系
	R-B1F-17-1N	消火系
	R-B1F-16N	消火系
R-B1F-15N	液体廃棄物処理系	
	所内蒸気系	
R-B1F-13N	消火系	
R-B1F-12N	補給水系	

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (6/7)

建物	設置区画	系統
原子炉建物	R-B1F-10N	原子炉浄化系
		原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		消火系
	R-B1F-09N	高压炉心スプレイ系
		復水輸送系
		消火系
		液体廃棄物処理系
	R-B1F-07N	原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		復水輸送系
		消火系
	R-B1F-02N	補給水系
	R-B1F-01N R-B1F-08N	原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウエル冷却系, 空調換気設備冷却水系
復水輸送系		
消火系		
タービン建物	T-2F-03N	補給水系
	T-2F-28N	タービン補機冷却系
		消火系
	T-2F-31N	補給水系
	T-B1F-203N	復水給水系
タービンヒータドレン系		

表 2.3-1(2) B, Cクラス配管の設置場所 (7/7)

建物	設置区画	系統
廃棄物処理建物	RW-2F-02N	原子炉補機冷却系（常用系）, ドライウェル冷却系, 空調換気設備冷却水系
		消火系
	RW-2F-01N	中央制御室空調換気系
		消火系
	RW-1F-27N	消火系
	RW-1F-19N	消火系
	RW-1F-09N	消火系
RW-1F-02N RW-1F-04N	消火系	
制御室建物	C-4F-02N	消火系
取水槽	Y-24AN	補給水系
	Y-24BN	補給水系
ガスタービン 発電機建物	G-RF-001	ガスタービン発電機建物消火系
	G-1F-006	ガスタービン発電機建物消火系
	G-1F-002	ガスタービン発電機建物消火系

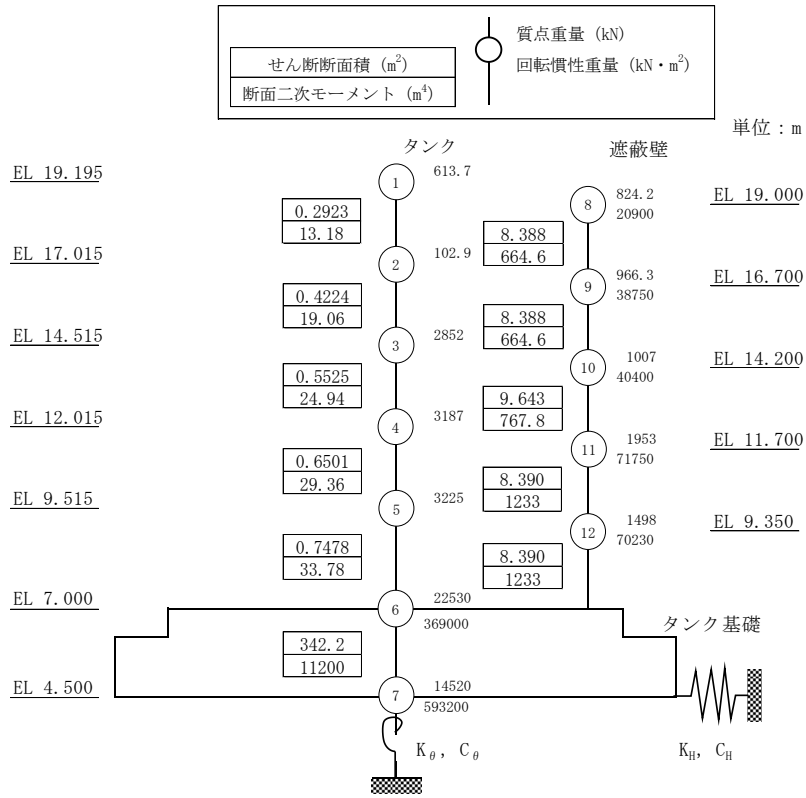


図 2.3-1(1) 3号復水貯蔵タンク地震応答解析モデル (水平方向 (NS方向))

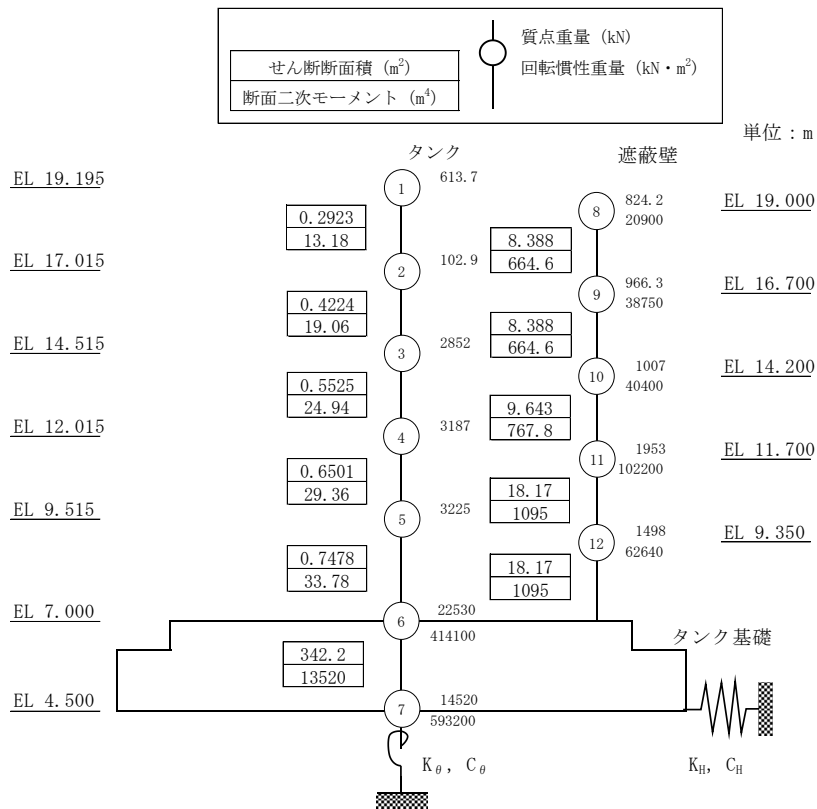


図 2.3-1(2) 3号復水貯蔵タンク地震応答解析モデル (水平方向 (EW方向))

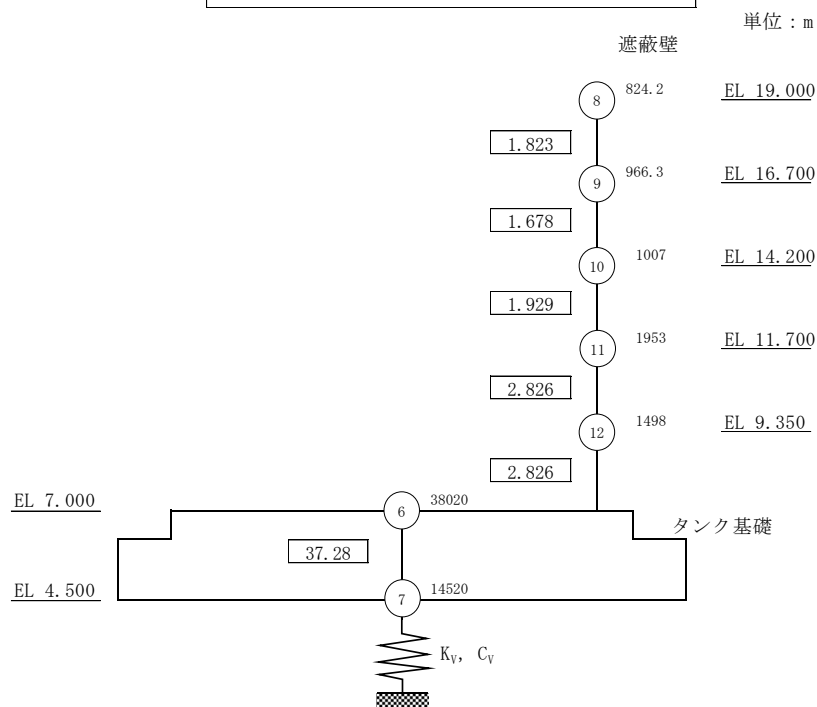
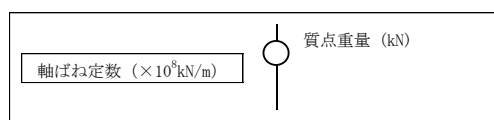


図 2.3-1(3) 3号復水貯蔵タンク地震応答解析モデル (鉛直方向)

(2) 構造強度評価方法

B, Cクラス機器の応力評価は, VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「4.2 耐震評価」にて設定している評価方針を踏まえ, 応力評価を実施する。

B, Cクラス機器の応力評価は, 「2.2 評価部位」に示す評価部位に対し, 「2.3.2 荷重及び荷重の組合せ」及び「2.3.3 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ, 「2.3.4 計算方法」に示す方法を用いて評価を行う。

2.3.2 荷重及び荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

(1) 荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

a. 常時作用する荷重 (D)

常時作用する荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

b. 内圧荷重 (P_D)

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

c. 機械的荷重 (M_D)

当該設備に設計上定められた機械的荷重。

d. 地震荷重 (S_s)

地震荷重は、基準地震動 S_s により定まる地震力とする。

e. 積雪荷重 (P_S)

積雪荷重として、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し 35.0 cm とする。積雪荷重については、松江市建築基準法施行細則により、積雪量 1 cm ごとに 20N/m² の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

f. 風荷重 (P_k)

風荷重については、設計基準風速を 30m/s とし、建築基準法に基づき算定する。

(2) 荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重の組合せは、各機器の評価部位ごとに設定する。荷重の組合せを表 2.3-2、表 2.3-3 及び表 2.3-4 に示す。なお、ポンプ類の評価部位はボルトのみのため、荷重の組合せは表 2.3-4 による。

表 2.3-2 容器類の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s + P_{S^*} + P_{K^*}$	胴板

注記*：屋外タンクについて考慮する。ただし、3号復水貯蔵タンク及び3号補助復水貯蔵タンクは遮蔽壁が設置されていることから、風荷重は考慮不要とする。

表 2.3-3 配管の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s$	配管
		弁

表 2.3-4 支持構造物の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s + P_{S^*} + P_{K^*}$	脚
		支持構造物
		ボルト等

注記*：屋外タンクについて考慮する。ただし、3号復水貯蔵タンク及び3号補助復水貯蔵タンクは遮蔽壁が設置されていることから、風荷重は考慮不要とする。

2.3.3 許容限界

B, Cクラス機器の評価の許容限界は、VI-2-別添2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.2 許容限界」にて設定している許容限界に従って、「2.2 評価部位」にて設定している評価部位ごとに、許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力を用いる。

各機器の評価部位ごとの許容限界を表 2.3-5、表 2.3-6 及び表 2.3-7 に、使用材料及び使用材料の許容応力評価条件を表 2.3-8 に示す。

表2.3-5 容器類の許容限界

区分	耐震重要度 分類	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2			
				一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
容器類	B, C	$D + P_D + M_D + S_s$ $+ P_S^{*4} + P_k^{*4}$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	*3 基準地震動 S_s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次応力+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	

注記*1：座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3： $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。 S_m は $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*4：屋外タンクについて考慮する。ただし、3号復水貯蔵タンク及び3号補助復水貯蔵タンクは遮蔽壁が設置されていることから、風荷重は考慮不要とする。

表 2.3-6 配管の許容限界

区分	耐震重要度 分類	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界			
				一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
配管	B, C	$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u^{*1}$	左欄の 1.5 倍の値	*2 基準地震動 S_s のみによる疲労解析 を行い、疲労累積係数が 1.0 以下で あること。ただし、地震動のみによ る一次応力+二次応力の変動値が $2 \cdot$ S_y 以下であれば疲労解析は不要。	

注記*1：軸力による全断面平均応力については、許容応力状態 $III_A S$ の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

*2： $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4) 及び(5) (ただし、 S_m は $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

表 2.3-7 支持構造物の許容限界

区分	耐震 重要度 分類	荷重の 組合せ	許容 応力 状態	許容限界*1, *2, *3, *9 (ボルト等以外)							許容限界*2, *4, *9 (ボルト等)		形式試験 による場合	
				一次応力					一次+二次応力		一次応力			
				引張	せん 断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧		座屈*5
					$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s$ *6	$3 \cdot f_b$ *7							
支持 構造 物	B, C	$D + P_D$ + M_D + S_s + P_s *10 + P_k *10	IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	基準地震動 S_s のみによる 応力振幅について評価 する。	$1.5 \cdot f_p^*$ *8	$1.5 \cdot f_b$, $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$ *7, *8	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$T_L \cdot 0.6$

注記*1：鋼構造設計規準（2002年（社）日本建築学会）等の幅厚比の制限を満足させる。

*2：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*3：耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

*4：コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のばらつき等を考慮して、III_ASの許容応力を一次引張応力に対しては f_t 、一次せん断応力に対しては f_s とし、また、IV_AS→III_ASとして応力評価を行う。

*5：薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあっては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*6：すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して $1.5 \cdot f_s$ とする。

*7：設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f_b とする。

*8：自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

*9：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*10：屋外タンクについて考慮する。ただし、3号復水貯蔵タンク及び3号補助復水貯蔵タンクは遮蔽壁が設置されていることから、風荷重は考慮不要とする。

表 2.3-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (1/2)

評価対象設備	評価部位	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)
再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (電動機用)	サポート	S20C	50	241	391
再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (発電機用)	取付ボルト	SS400	50	211	394
再循環ポンプ MG セット油冷却器	胴板	SM400B	66	234	385
	脚	SS400	50	241	394
	基礎ボルト	S30CN (S30C 相当)	50	328	526
再循環ポンプ MG セット室冷却機	基礎ボルト	SS41 (SS400 相当)	50	211	394
	ファン取付ボルト	SWRCH10R (SS400 相当)			
	原動機取付ボルト	SWCH8R (SS400 相当)			
原子炉浄化循環ポンプ	基礎ボルト	SS400	55	209	391
	ポンプ取付ボルト	SCM435	66	730	868
	原動機取付ボルト	SS400	55	209	391
原子炉浄化ろ過脱塩装置ホールディングポンプ	基礎ボルト	SS400	50	231	394
	ポンプ取付ボルト				
復水輸送ポンプ	基礎ボルト	SS400	55	229	391
	ポンプ取付ボルト	SCM435	66	730	868
	原動機取付ボルト	SS400	55	229	391
原子炉浄化補助ポンプ	基礎ボルト	SS400	50	211	394
	ポンプ取付ボルト	SCM435	302	591	847
	原動機取付ボルト	SS400	50	211	394
制御棒駆動水圧ポンプ油冷却器	胴板	STPT42 (STPT410 相当)	85	224	406
	脚	SS41 (SS400 相当)	55	239	391
	取付ボルト	SS41 (SS400 相当)	85	199	377

表 2.3-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (2/2)

評価対象設備	評価部位	材料	温度 条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)
CRD ポンプ室冷却機	基礎ボルト	SS41 (SS400 相当)	55	209	391
	ファン取付ボルト	SWCH10R (SS400 相当)			
	原動機取付ボルト	SWCH8R (SS400 相当)			
RCIC ポンプ室冷却機	基礎ボルト	SS41 (SS400 相当)	55	209	391
	ファン取付ボルト	SS41 (SS400 相当)			
	原動機取付ボルト	SWCH8R (SS400 相当)			
3号復水貯蔵タンク	胴板	SUS304	66	188	479
	基礎ボルト	SCM435	50	764	906
3号補助復水貯蔵タンク	胴板	SUS304	66	188	479
	基礎ボルト	SCM435	50	764	906
1号復水貯蔵タンク	胴板	SS41 (SS400 相当)	40	245	400
	基礎ボルト	S15CN (S15C 相当)	50	231	362

2.3.4 計算方法

- (1) 溢水防護として要求する機能を踏まえ、VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.2 許容限界」より、基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性が確保され溢水に至らないことを確認するために、許容応力状態 $IV_A S$ で、許容限界を満足することを確認する。また、支持装置については、VI-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき、使用される支持装置の許容荷重以下となることを確認する。
- (2) 減衰定数については、VI-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「4.1.3 設計用減衰定数」に示す値を適用する。
- (3) 評価に用いる解析コード及びその適用機器並びに使用目的を以下に記す。

屋外タンクの地震応答解析に用いる「SHAKE」、「d m a i n 2」及び「DYN A 2 E」の検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。配管、弁及び支持構造物の固有値解析等に用いる「H I S A P」及び「A u t o P I P E」の検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

2.3.5 計算条件

三次元はりモデル解析により応力計算を行った配管について、解析モデル図を図 2.3-2 に示し、配管諸元の一覧表を表 2.3-9 に示す。
なお、図 2.3-2 及び表 2.3-9 は、表 2.4-2 で評価結果を示す原子炉補機冷却系を代表で示す。



図 2.3-2 解析モデル図 (1/2)

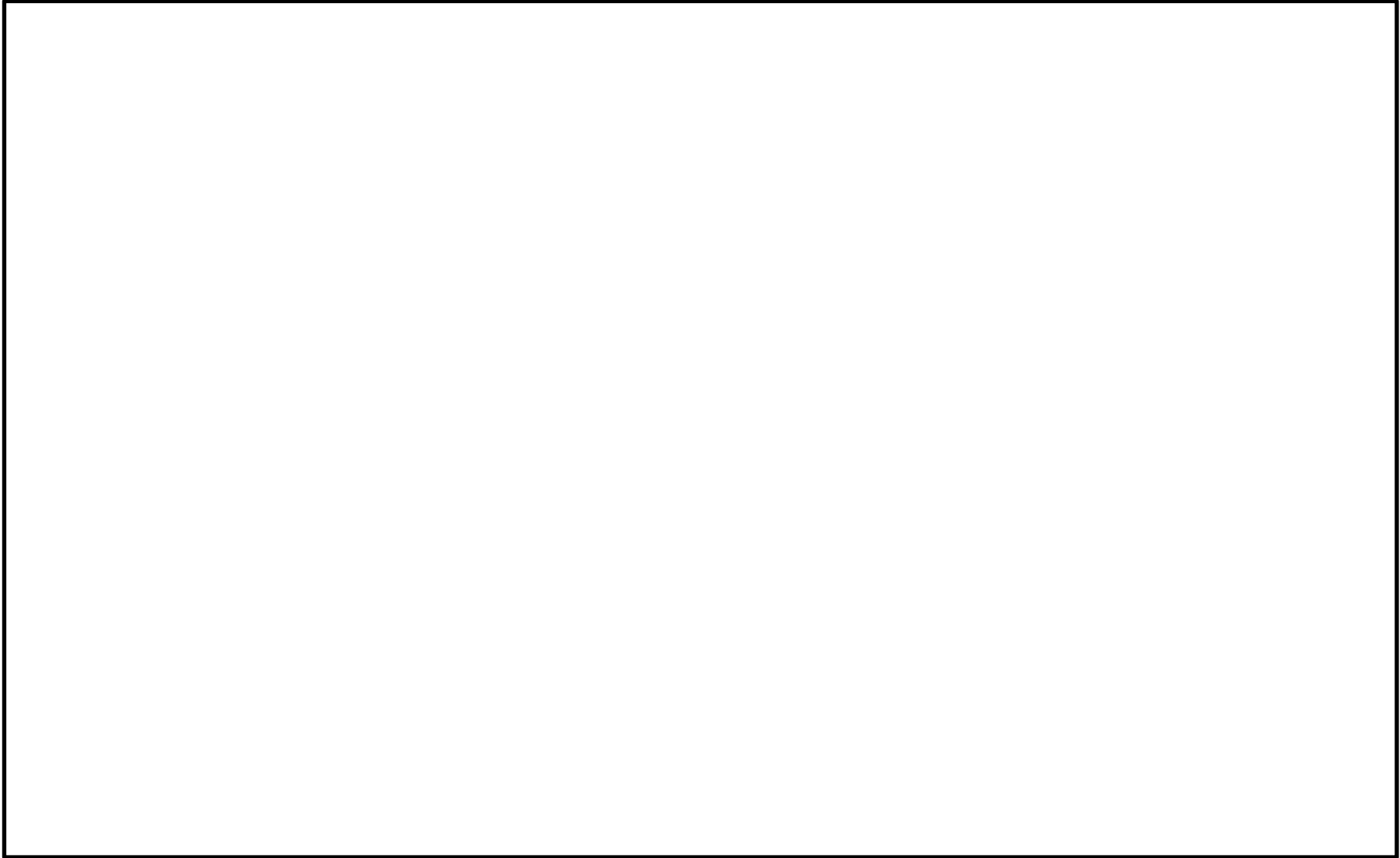


図 2.3-2 解析モデル図 (2/2)

表 2.3-9 配管諸元

鳥瞰図 RCW-W-6

管番号	対応する評価点	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	1A~22, 23~28	1.37	85	318.5	10.3	STPG38	C	201267

2.4 評価結果

表 2.4-1 及び表 2.4-2 に示すとおり B, C クラス機器が基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有することを確認した。
 なお、表 2.4-1 及び表 2.4-2 においては、算出応力と許容応力を踏まえ、評価上厳しい箇所の結果について記載する。

表 2.4-1 基準地震動 S_s に対する容器類・ポンプ類の応力評価結果 (1/2)

区分	評価対象設備	耐震重要度分類	設置建物	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力
				EL (m)			(MPa)	(MPa)
容器類・ポンプ類	再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (電動機用)	C	原子炉建物	15.3	サポート	組合せ (圧縮, 曲げ)	0.16 ^{*1}	1 ^{*1}
	再循環ポンプ MG セット空気冷却器 (発電機用)	C	原子炉建物	15.3	取付ボルト	引張	13	189 ^{*2}
	再循環ポンプ MG セット油冷却器	C	原子炉建物	15.3	胴板	一次+二次	331	469
	再循環ポンプ MG セット室冷却機	C	原子炉建物	15.3	基礎ボルト	引張	140	159 ^{*2}
	原子炉浄化循環ポンプ	B	原子炉建物	23.8	基礎ボルト	引張	59	188 ^{*2}
	原子炉浄化ろ過脱塩装置ホールディングポンプ	B	原子炉建物	30.5	ポンプ取付ボルト	引張	27	207 ^{*2}
	復水輸送ポンプ	B	原子炉建物	8.8	ポンプ取付ボルト	引張	61	455 ^{*2}
原子炉浄化補助ポンプ	B	原子炉建物	8.8	基礎ボルト	せん断	32	146	

注記*1: 評価式にて 1 以下を満たしていることを確認しており、単位は「- (無次元)」とする。

*2: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

表 2.4-1 基準地震動 S_s に対する容器類・ポンプ類の応力評価結果 (2/2)

区分	評価対象設備	耐震重要度分類	設置建物	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力
				EL (m)			(MPa)	(MPa)
容器類・ポンプ類	制御棒駆動水圧ポンプ油冷却器	B	原子炉建物	8.8	胴板	一次一般膜	16	243
	CRD ポンプ室冷却機	C	原子炉建物	8.8	基礎ボルト	せん断	25	145
	RCIC ポンプ室冷却機	C	原子炉建物	8.8	基礎ボルト	引張	67	188 ^{*2}
	3号復水貯蔵タンク	B	屋外	7.0	基礎ボルト	せん断	226	366
	3号補助復水貯蔵タンク	B	屋外	7.0	基礎ボルト	せん断	226	366
	1号復水貯蔵タンク	B	屋外	15.0	胴板	座屈	0.66 ^{*1}	1 ^{*1}

注記*1：評価式にて1以下を満たしていることを確認しており、単位は「-（無次元）」とする。

$$*2: f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$$

表 2.4-2 基準地震動 S_s に対する配管、弁及び支持構造物の応力評価結果 (1/4)

区分	評価対象系統	設置 建物	設置 高さ	耐震 重要度分類	評価対象 部位	応力の 種類	算出応力	許容応力
			EL (m)				(MPa)	(MPa)
配管・弁及び支持構造物	制御棒駆動水圧系	原子炉建物		B	配管本体	一次＋二次	307	316
					支持構造物	一次＋二次	158	252
	原子炉浄化系	原子炉建物		B	配管本体	一次＋二次	490 (0.6608)*1	462 (1.0)
					支持構造物	一次＋二次	141	146
	原子炉補機冷却系	原子炉建物		C	配管本体	一次＋二次	503 (0.0573)*2	354 (1.0)
					支持構造物	一次	63	67
	高圧炉心スプレイ系	原子炉建物		B	配管本体	一次＋二次	281	376
					支持構造物	一次＋二次	130	142
	原子炉隔離時冷却系	原子炉建物		B	配管本体	一次＋二次	219	376
					支持構造物	一次＋二次	133	155
	液体廃棄物処理系（機器ドレン系）	原子炉建物		B	配管本体	一次＋二次	393	462
					支持構造物	一次＋二次	234	269

注記 *1：本疲労評価は、一律に設定した等価繰返し回数 150 回を適用し評価を実施した。

*2：本疲労評価は、個別に設定した等価繰返し回数 150 回を適用し評価を実施した。

表 2.4-2 基準地震動 S_s に対する配管、弁及び支持構造物の応力評価結果 (2/4)

区分	評価対象系統	設置 建物	設置 高さ	耐震 重要度分類	評価対象 部位	応力の 種類	算出応力	許容応力
			EL (m)				(MPa)	(MPa)
配管・弁及び支持構造物	ドライウエル冷却系	原子炉建物		C	配管本体	一次+二次	327	354
					支持構造物	一次	96	122
	空調換気設備冷却水系	原子炉建物		C	配管本体	一次+二次	481 (0.8475)* ¹	448 (1.0)
					支持構造物	一次+二次	118	122
	復水輸送系	原子炉建物		B	配管本体	一次+二次	381 (0.3178)* ¹	378 (1.0)
					支持構造物	一次	119	130
	消火系	原子炉建物		C	配管本体	一次+二次	384 (0.1566)* ²	378 (1.0)
					支持構造物	一次	250	269
	補給水系	原子炉建物		C	配管本体	一次+二次	451 (0.2609)* ¹	410 (1.0)
					支持構造物	一次+二次	270	280
	所内蒸気系	原子炉建物		C	配管本体	一次+二次	350	420
					支持構造物	一次+二次	110	132

注記*1：本疲労評価は、個別に設定した等価繰返し回数 150 回を適用し評価を実施した。

*2：本疲労評価は、個別に設定した等価繰返し回数 160 回を適用し評価を実施した。

表 2.4-2 基準地震動 S_s に対する配管、弁及び支持構造物の応力評価結果 (3/4)

区分	評価対象系統	設置 建物	設置 高さ	耐震 重要度分類	評価対象 部位	応力の 種類	算出応力	許容応力
			EL (m)				(MPa)	(MPa)
配管・ 弁及び 支持 構造物	復水給水系	タービン 建物		B	配管本体	一次+二次	128	458
					支持構造物	荷重*	212*	240*
	タービンヒータ ドレン系	タービン 建物		B	配管本体	一次+二次	251	410
					支持構造物	一次+二次	120	131
	タービン補機 冷却系	タービン 建物		C	配管本体	一次+二次	338	370
					支持構造物	一次+二次	255	268
	補給水系	タービン 建物		C	配管本体	一次+二次	312	410
					支持構造物	一次+二次	99	161
	消火系	タービン 建物		C	配管本体	一次+二次	330	378
					支持構造物	一次+二次	256	269

注記*：支持装置の評価は定格荷重 \geq 発生荷重を満たしていることを確認しているため、応力の種類は荷重とし、単位はkNとする。

表 2.4-2 基準地震動 S_s に対する配管、弁及び支持構造物の応力評価結果 (4/4)

区分	評価対象系統	設置 建物	設置 高さ	耐震 重要度分類	評価対象 部位	応力の 種類	算出応力	許容応力
			EL (m)				(MPa)	(MPa)
配管・弁及び支持構造物	原子炉補機冷却系, ドライウェル冷却系, 空調換気設備冷却水系	廃棄物処理 建物		C	配管本体	一次+二次	471 (0.7772)* ¹	354 (1.0)
					支持構造物	荷重* ²	92* ²	108* ²
	中央制御室空調換気系	廃棄物処理 建物		C	配管本体	一次+二次	136	342
					支持構造物	一次+二次	77	205
	消火系	廃棄物処理 建物		C	配管本体	一次+二次	249	378
					支持構造物	一次	238	269
	消火系	制御室建物		C	配管本体	一次+二次	70	378
					支持構造物	一次	267	269
	補給水系	取水槽		C	配管本体	一次+二次	642 (0.0445)* ¹	410 (1.0)
					支持構造物	一次+二次	200	205
	ガスタービン発電機 建物消火系	ガスタービン 発電機建物		C	配管本体	一次+二次	285	378
					支持構造物	一次	267	269

注記*1: 本疲労評価は、個別に設定した等価繰返し回数 150 回を適用し評価を実施した。

*2: 支持装置の評価は定格荷重 \geq 発生荷重を満たしていることを確認しているため、応力の種類は荷重とし、単位は kN とする。