

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電 13 <u>R2</u>
提出年月日	令和3年 <u>8</u> 月 <u>24</u> 日

設工認に係る補足説明資料
耐震計算書に関する
既設工認からの変更点について

- ・ 8/10にコメントがあった安全冷却水B冷却塔の配管の申請範囲については、共通シリーズの整理を踏まえた上で別途示す。
- ・ 8/18にコメントがあった電路類の扱いについては、基本方針，評価結果，補足説明資料を整理した上で別途示す。

文中の__線部はR1からR2への差替え箇所を示す。

目次

1. 概要	1
2. 既設工認からの変更内容.....	1
2.1 補強設備における変更内容.....	1
2.2 既設設備における変更内容.....	2

添付ー 1 既設工認からの変更点管理表

別紙 1 既設工認からの変更点について（補強設備）

別紙 1ー 1 安全冷却水 B 冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 2 安全冷却水 B 冷却塔の配管に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 3 安全冷却水 A 冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 4 冷却塔 A, B の支持架構及び支持架構搭載機器に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 5 安全冷却水系冷却塔 A, B の支持架構及び支持架構搭載機器に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 6 貯蔵ホールに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 7 プルトニウム濃縮液ポンプ A グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 8 プルトニウム濃縮液ポンプ C グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 9 プルトニウム濃縮液ポンプ E グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 10 プルトニウム濃縮液ポンプ D グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 11 プルトニウム濃縮液ポンプ B グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 12 廃ガス処理第 1 グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 13 廃ガス処理第 2 グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 14 廃ガス処理第 3 グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 15 脱硝廃ガス処理グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 16 硝酸プルトニウム移送グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 17 一時貯槽第 1 グローブボックスに関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 18 脱硝装置グローブボックス A, B に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 19 脱硝皿取扱装置第 1 グローブボックス A, B に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 20 脱硝皿取扱装置第 2 グローブボックス A, B に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 21 脱硝皿取扱装置第 3 グローブボックス A, B に関する既設工認からの変更点

別紙 1ー 22 脱硝皿取扱装置第 4 グローブボックス A, B に関する既設工認からの変更点

[]: 後次回申請において提示

- 別紙 1-23 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン A, B に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-24 燃料取出し装置 A, B に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-25 燃料移送水中台車に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-26 燃料取扱装置 (BWR 燃料用) に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-27 燃料取扱装置 (PWR 燃料用) に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-28 燃料取扱装置 (BWR 燃料及び PWR 燃料用) に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-29 バスケット取扱装置に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-30 バスケット搬送機 A, B に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-31 燃料横転クレーン A, B に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-32 安全冷却水 A 冷却塔の配管に関する既設工認からの変更点
- 別紙 1-33 冷却塔 A, B の配管に関する既設工認からの変更点
- 別紙 2 既設工認からの変更点について (既設設備)

[-]: 後次回申請において提示

1. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設の安全機能を有する施設に対する耐震計算書について既設工認からの変更点を補足説明するものである。

機器・配管系は、既設工認時より設工認添付書類の基本方針に記載される評価方針に基づき評価を実施しており、一部の設備における評価条件は、耐震補強、実機形状の反映、環境条件の精緻化、規格基準の変更に伴い既設工認時から変更している。

ここでは、各設備の耐震計算書における既設工認からの変更内容について示す。

また、本資料は第1回申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-1-3-2 その他再処理設備の附属施設」
- ・再処理施設 添付書類「IV-1-1-11 配管類の耐震支持方針」

2. 既設工認からの変更内容

各設備の耐震計算書における既設工認からの変更点については、補足説明資料「耐震建物01 耐震評価対象の網羅性、既設工認との手法の相違点の整理について（建物・構築物、機器・配管系）」に示す類型化分類の設備ごとに管理する。既設工認からの変更点管理表を添付-1に示す。

説明に当たっては、本管理表を活用し、代表設備に対して説明を行う。なお、代表設備の選定は、補足説明資料「耐震機電07 機器、配管系の類型化に対する分類の考え方について」に示す方法により選定する。

これらの管理に際しては、耐震補強を実施した補強設備と評価条件のみ変更した既設設備で変更点の管理方法が異なるため、それぞれの対応を次項に示す。

2.1 補強設備における変更内容

補強設備における変更については、設備ごとに実施した耐震補強内容を変更点管理表に示す。

各補強設備に対する変更内容を別紙1に示す。

2.2 既設設備における変更内容

既設設備における変更については、設備ごとに変更した評価条件を変更点管理表に示す。

各既設設備に対する変更内容を別紙2に示す。

既設工認からの変更点管理表

・本表における設備名称については、既設工認にて示している申請設備のうち、第6条要求の設備を対象として記載している。

※ IV-1-1-10 機器の耐震支持方針に基づく分類。

冷却塔※				●：説明代表設備	補強設備			既設設備 (評価条件の変更)													
番号	施設区分	設置場所	設備名称	設工認申請 分割申請状況		部材変更	材料変更	サポート 追設	材質	断面性能	温度	圧力	荷重	重量	重心高さ	比重	寸法	ばね定数	設置EL	文献値	解析手法
				第1回申請	後次回以降申請																
1	再処理施設	屋外	安全冷却水B冷却塔	●		○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	再処理施設	屋外	安全冷却水系冷却塔A, B																		
3	再処理施設	屋外	安全冷却水A冷却塔																		
4	再処理施設	屋外	冷却塔A, B																		

当該範囲については、後次回申請にて示す。

既設工認からの変更点管理表

・本表における設備名称については、既設工認申請にて示している、第6条要求の設備を対象として記載しており、第6条要求以外の設備については後次回申請以降で示す。

※ IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針に基づく分類。

配管標準支持間隔による評価設備※				●：説明代表設備	補強設備			既設設備	
番号	施設区分	設置場所	設備名称	設工認申請 分割申請状況		部材変更	材料変更	サポート 追設	評価条件の変更
				第1回申請	後次回以降申請				
1	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（安全冷却水B冷却塔）	●		—	—	○	—
2	再処理施設	前処理建屋	配管標準支持間隔（前処理建屋）		当該範囲については、後次回申請にて示す。				
3	再処理施設	分離建屋	配管標準支持間隔（分離建屋）						
4	再処理施設	精製建屋	配管標準支持間隔（精製建屋）						
5	再処理施設	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	配管標準支持間隔（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）						
6	再処理施設	高レベル廃液ガラス固化建屋	配管標準支持間隔（高レベル廃液ガラス固化建屋）						
7	再処理施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	配管標準支持間隔（使用済燃料受入れ・貯蔵建屋）						
8	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（安全冷却水系冷却塔A基礎）						
9	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（安全冷却水系冷却塔B基礎）						
10	再処理施設	非常用電源建屋	配管標準支持間隔（非常用電源建屋）						
11	再処理施設	非常用電源建屋燃料油貯蔵タンクA, B	配管標準支持間隔（非常用電源建屋燃料油貯蔵タンクA, B）						
12	再処理施設	制御建屋	配管標準支持間隔（制御建屋）						
13	再処理施設	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道、分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道、精製建屋/ウラン脱硝建屋間洞道、精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	配管標準支持間隔（分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道、分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道、精製建屋/ウラン脱硝建屋間洞道、精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道）						

既設工認からの変更点管理表

・本表における設備名称については、既設工認申請にて示している、第6条要求の設備を対象として記載しており、第6条要求以外の設備については後次回申請以降で示す。

※ IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針に基づく分類。

配管標準支持間隔による評価設備※				●：説明代表設備	補強設備			既設設備	
番号	施設区分	設置場所	設備名称	設工認申請 分割申請状況		部材変更	材料変更	サポート 追設	評価条件の変更
				第1回申請	後次回以降申請				
14	再処理施設	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却塔設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	配管標準支持間隔（前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却塔設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道）		当該範囲については、後次回申請にて示す。				
15	再処理施設	主排気筒管理建屋	配管標準支持間隔（主排気筒管理建屋）						
16	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（主排気筒基礎）						
17	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（主排気筒筒身）						
18	再処理施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A, B基礎間洞道	配管標準支持間隔（使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A, B基礎間洞道）						
19	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（安全冷却水A冷却塔）						
20	再処理施設	屋外	配管標準支持間隔（冷却塔A, B）						
21	再処理施設	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	配管標準支持間隔（ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋）						

別紙

設工認に係る補足説明資料【冷却塔の評価実施内容及び既設工認からの変更点について】

資料No.	名称	提出日	Rev	備考
別紙-1	既設工認からの変更点について(補強設備)	8/24	2	
別紙-1-1	安全冷却水B冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器に関する既設工認からの変更点	8/24	2	
別紙-1-2	安全冷却水B冷却塔の配管に関する既設工認からの変更点	8/24	2	

令和3年8月24日 R2

別紙1
既設工認からの変更点について（補強設備）

別紙 1-1
安全冷却水 B 冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器
に関する既設工認からの変更点

目次

1. 概要	1
2. <u>耐震計算に関する既設工認からの変更点について</u>	1
3. <u>支持架構及び支持架構搭載機器の耐震評価について</u>	8
3.1 <u>耐震評価における評価フローについて</u>	8
3.2 <u>地震応答解析及び地震応力解析における目的及び評価手法について</u>	9
3.2.1 <u>地震応答解析における目的及び評価手法について</u>	9
3.2.2 <u>地震応力解析における目的及び評価手法について</u>	9
3.3 <u>評価対象部位の選定</u>	9
3.4 <u>地震応答解析及び地震応力解析における評価条件について</u>	9
3.4.1 <u>地震応答解析及び地震応力解析に用いる入力地震動について</u>	9
3.4.2 <u>耐震評価において考慮すべき荷重</u>	10
3.4.3 <u>荷重の組合せ</u>	10
3.5 <u>地震荷重の算定</u>	11
3.5.1 <u>地震応答解析及び地震応力解析モデルの妥当性について</u>	11
3.5.2 <u>地震荷重について</u>	11
3.5.3 <u>地震荷重の組合せについて</u>	11
3.6 <u>許容限界の設定</u>	11
3.7 <u>支持架構の地震応力解析について</u>	12
3.8 <u>支持架構搭載機器の地震応力解析について</u>	13
3.8.1 <u>伝熱管の地震応力評価について</u>	13
3.8.2 <u>原動機, 減速機, 管束, ファンリング及びルーバの地震応力評価について</u>	14
3.9 <u>ファンの動的機能維持評価について</u>	17
4. <u>結論</u>	18

別添1 JEAG4601に基づく評価フローとの比較について

1. 概要

本資料は、安全冷却水B冷却塔における耐震計算に関する既設工認からの変更点について示す。

なお、配管については、別紙1-2「安全冷却水B冷却塔の配管に関する既設工認からの変更点」にて既設工認からの変更点を示す。

2. 耐震計算に関する既設工認からの変更点について

安全冷却水B冷却塔の耐震計算にあたり、基本構造、新規制基準による耐震補強等、荷重条件及び評価モデルについて、既設工認からの変更点の有無を整理する。

(1) 安全冷却水B冷却塔の基本構造

[Redacted text block]

第2-1図にベイの概要を示す。

この基本構造については、既設工認からの変更はない。

(2) 新規制基準による耐震補強及び外部火災の防護対策について

安全冷却水B冷却塔は、新たに策定された基準地震動 S_s に対して、耐震補強を実施する。 [Redacted text]

また、外部火災の防護対策として、耐火被覆の施工及び遮熱板の設置を実施する。

耐震補強及び外部火災の防護対策の内容については以下のとおり。安全冷却水B冷却塔の既設工認からの変更内容を第2-1表に、安全冷却水B冷却塔の耐震補強概要を第2-2図に示す。

- (ア) [Redacted text]
- (イ) [Redacted text]
- (ウ) [Redacted text]
- (エ) [Redacted text]
- (オ) [Redacted text]

[Redacted text]

(カ) [Redacted text]

(3) 荷重条件の変更について

(ア) 既設工認時の縦弾性係数は平成12年建設省告示501に基づき設定していたが、新知見の反映に伴い、今回の設工認時ではJSMEに基づき設定。

(イ) 積雪荷重の地震時の組合せ係数は建築基準法に示す係数を用いたことにより変更となっている。

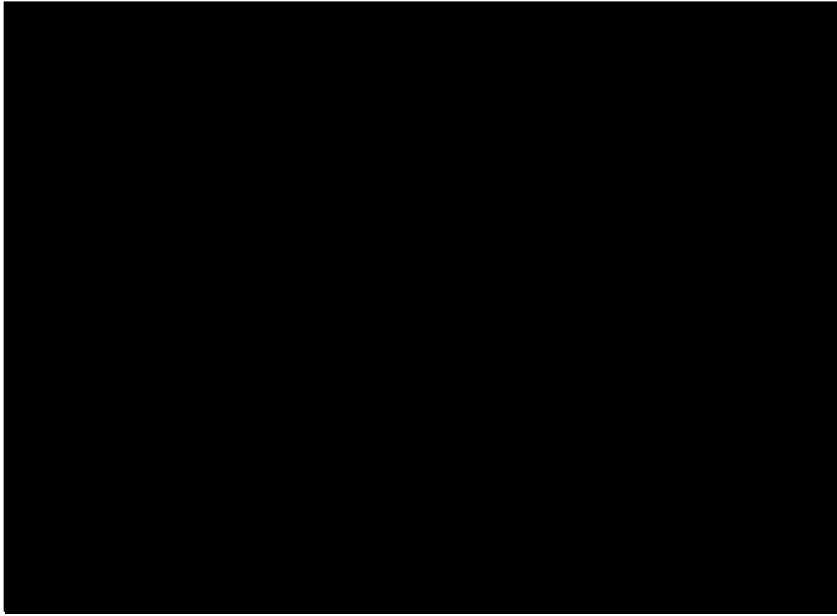
(ウ) 既設工認時の風荷重は地震荷重と比較を行い、設備への影響が小さいと判断したため、荷重の組み合わせには考慮していないが、今回設工認時では地震荷重と風荷重の組み合わせを考慮し、地震と重畳させる風荷重の算出の際には、ガスト影響係数を1.0に設定。





(4) 評価用モデルの変更について

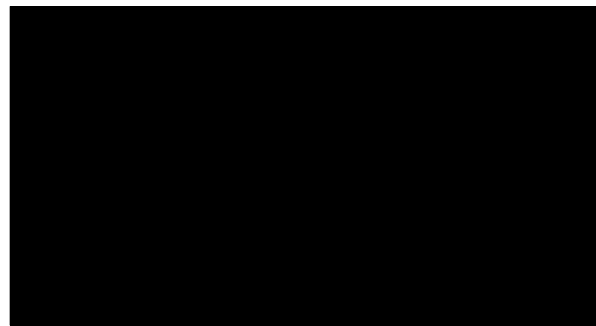
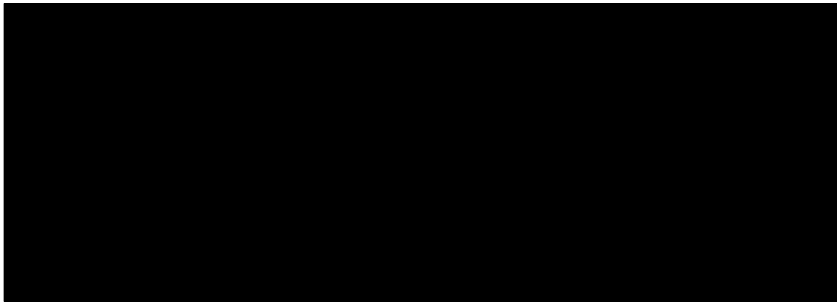
[Redacted text]

[Redacted text]

地震応答解析モデルを第 2-2 表に示す。



-  冬期休止ベイ
-  冬期運転ベイ
-  冬期休止側ベイ
-  冬期運転側ベイ



第2-1図 冷却塔におけるベイの概要図

第2-1表 安全冷却水B冷却塔の既設工認からの変更内容(1/2)

項目		既設工認	今回設工認
概要	目的	—	耐震補強及び外部火災の防護対策
	設工認記載の地震動※1	S1 240Gal S2 320Gal	基準地震動S s (13波) 700Gal
支持架構	主柱	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	変更なし
	はり	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	変更なし
	ブレース	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■
	耐火被覆	なし	主柱, はり, ブレースに施工
機器	管束	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	変更なし
	ファン駆動部※2	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■
	ファンリング	■■■■■■■■■■	変更なし
	ルーバ	■■■■■■■■■■	変更なし
	耐火被覆	なし	ファンリング外面に施工
	遮熱板	なし	ファン駆動部の周囲に設置

第2-1表 安全冷却水B冷却塔の既設工認からの変更内容(2/2)

項目		既設工認	今回設工認
基礎	定着部	■■■■■	■■■■■■■■■■ ■■■■■■■■■■
重量	冬期運転側 ベイ	■■■	■■■
	冬期休止側 ベイ	■■■	■■■
組合せ 荷重	積雪荷重	地震との組合せ時の 係数：0.5	地震との組合せ時の 係数：0.35
	風荷重	速度圧は旧建築基準法施行令第87条による $W = 60\sqrt{h}$ W 速度圧(kg/m ²) h 地盤面からの高さ(m)	速度圧は建築基準法施行令第87条による $W = 0.6EV^2$ W 速度圧(N/m ²) E 速度圧の高さ方向の分布を示す係数 V 基準風速：34(m/s)

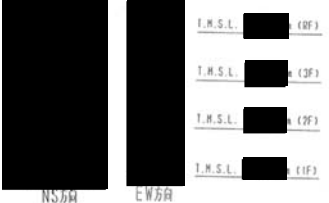
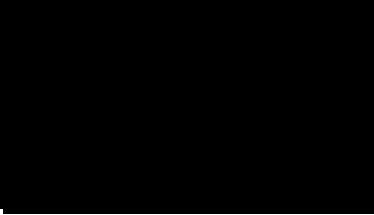


※1:今回設工認においても安全冷却水B冷却塔に対し、弾性設計用地震動Sdの影響確認は実施しているが、基準地震動Ssとの比較においては、基準地震動Ssによる設備の影響が大きいことから、基準地震動Ssの評価結果を代表で記載している。

※2:■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■



第2-2図 安全冷却水B冷却塔の耐震補強概要図

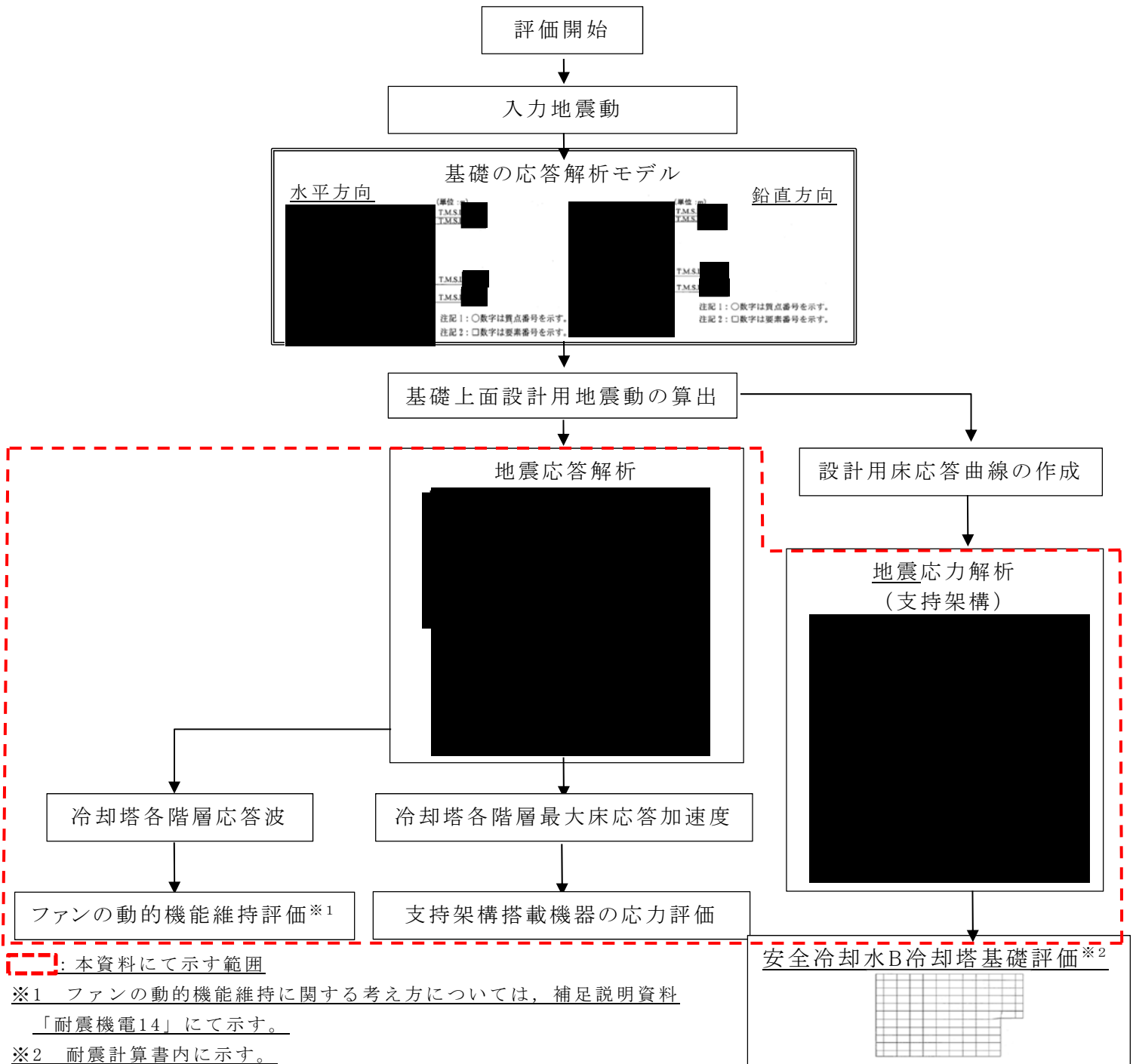
第2-2表 安全冷却水B冷却塔の地震応答解析及び地震応力解析モデル

	既設工認時 地震応答解析及び 地震応力解析モデル	今回設工認時 地震応答解析及び 地震応力解析モデル
冬期運転側ベイ		
冬期休止側ベイ		

3. 支持架構及び支持架構搭載機器の耐震評価について
 本項は、前項にて示す既設工認から変更となった箇所の耐震評価への反映した結果について示す。

3.1 耐震評価における評価フローについて

安全冷却水B冷却塔の耐震評価における評価フローを第3-1図に示す。
 なお、本評価フローは、別添1に示すとおりJEAG4601に基づく評価フローである。



第3-1図 安全冷却水B冷却塔の評価フロー

3.2 地震応答解析及び地震応力解析における目的及び評価手法について

3.2.1 地震応答解析における目的及び評価手法について

[Redacted text]

3.2.2 地震応力解析における目的及び評価手法について

[Redacted text]

3.3 評価対象部位の選定

安全冷却水B冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器について、評価対象部位を以下のとおり設定する。

a. 支持架構

[Redacted text]

b. 支持架構搭載機器

[Redacted text]

なお、支持架構搭載機器のうち、配管については別紙1-2「安全冷却水B冷却塔の配管に関する既設工認からの変更点」にて示すこととし、ファンの動的機能維持評価に関する考え方は補足説明資料「耐震機電14 動的機能維持評価手法の適用について」にて示すこととする。

3.4 地震応答解析及び地震応力解析における評価条件について

3.4.1 地震応答解析及び地震応力解析に用いる入力地震動について

[Redacted text]

3.4.2 耐震評価において考慮すべき荷重

添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、以下のとおり考慮すべき荷重を設定する。なお、耐火被覆重量（単位重量：7kg/m²）は支持架構に負担する様モデル化する。

a. 固定荷重（D）

固定荷重は、持続的に生じる荷重である自重（支持架構（耐火被覆重量を含む）、支持架構搭載機器及び配管内を流れる冷却水）とする。

b. 積雪荷重（Ls）

積雪荷重は、六ヶ所村統計書における観測記録上の極値190cmに、「建築基準法施行令」第八十六条に基づいた建築基準法の多雪区域に与える積雪の単位荷重と、地震荷重の組合せを適用して、平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した荷重とする。積雪荷重の設定範囲は、各設備の投影面積に基づき設定する。

c. 地震荷重（Ss）

地震荷重は、基準地震動Ss又は1.2Ssによる地震荷重とし、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に基づき動的地震力を算定する。

d. 風荷重（WL）

風荷重は、建築基準法施行令に基づく平成12年建設省告示第1454号に定められた六ヶ所村の基準風速である34m/sとする。風荷重の算定における風力係数の選定及び受圧範囲については、補足説明資料「外竜巻08 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書に関する風力係数について」と同様の考え方により設定する。

3.4.3 荷重の組合せ

安全冷却水B冷却塔は屋外に設置される機器であるため、以下のとおり地震荷重に積雪荷重及び風荷重を組み合わせる。

$$D + 0.35Ls + Ss + WL$$

D：固定荷重

Ls：積雪荷重

Ss：地震荷重

WL：風荷重

3.5 地震荷重の算定

3.5.1 地震応答解析及び地震応力解析モデルの妥当性について

[Redacted text]

3.5.2 地震荷重について

支持架構の応力評価に用いる水平及び鉛直地震荷重は、添付書類「IV-2-1-2 (1) 安全冷却水B冷却塔の設計用床応答曲線」にて示すとおり、基準地震動13波の包絡波を用いる。

また、支持架構搭載機器については、「3.2.1 地震応答解析における目的及び評価手法について」にて示すとおり、各階層最大の加速度を用いて評価を実施する。

なお、支持架構搭載機器のうち、ファンの動的機能維持評価に用いる地震荷重は「3.2.1 地震応答解析における目的及び評価手法について」にて示すとおり、算出された応答波を用いる。

3.5.3 地震荷重の組合せについて

安全冷却水B冷却塔の地震荷重の組み合わせ方法は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に示す「二乗和平方根 (SRSS) 法」を用いる。

3.6 許容限界の設定

許容限界は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」の「3. 構造強度の制限」に記載されている「(2) 機器・配管系」のうち、「⑤支持構造物」に基づき、許容限界を設定する。

許容応力度は、「日本産業規格 (JIS)」及び「発電用原子力設備規格設計・建設規格 (2005年版 (2007年追補版を含む)) JSME S NC1-2005/2007」に基づくものとし、応力度比は1.0以下とする。

使用材料の許容限界を第3-1表、支持架構及び基礎ボルトの許容応力を第3-2表に示す。

第3-1表 各使用材料の許容限界

耐震重要度	荷重の組合せ	許容限界（ボルト等を除く）					許容限界（ボルト等）	
		一次応力					一次応力	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張	せん断
S	D+0.35Ls+Ss+W \underline{L}	1.5f _t *	1.5f _s *	1.5f _c *	1.5f _b *	1.5f _p *	1.5f _t * (1.5f _t)	1.5f _s * (1.5f _s)

第3-2表 支持架構及び基礎ボルトの許容応力

評価対象部位	使用材料	基準強度 (MPa)
支持架構		
基礎ボルト		

3.7 支持架構の地震応力解析について

安全冷却水B冷却塔の地震応力解析に用いる手法を第3-3表に示す。

なお、地震応力解析に用いる解析モデルは地震応答解析モデルと同様のモデルを用いる。

第3-3表 支持架構の地震応力解析モデル及び手法

項目	内容	既設工認	今回設工認
解析手法		[REDACTED]	[REDACTED]
解析コード		[REDACTED]	変更なし
モデル	材料物性	[REDACTED]	[REDACTED]
	要素種別	[REDACTED]	変更なし
	境界条件	[REDACTED]	変更なし
荷重の組合せ		$D + 0.5Ls + S2(S1)$ D：固定荷重 Ls：積雪荷重 S2(S1)：地震荷重	$D + 0.35Ls + Ss + W_L$ D：固定荷重 Ls：積雪荷重 Ss：地震荷重 W _L ：風荷重
荷重の設定	固定荷重	支持架構，支持架構搭載機器及び配管内を流れる冷却水	支持架構（耐火被覆重量を含む），支持架構搭載機器及び配管内を流れる冷却水
	積雪荷重	支持架構上部の積雪荷重を考慮する。 なお，係数は0.5とする。	支持架構上部の積雪荷重を考慮する。 なお，係数は0.35とする。
	地震荷重	S1：240Gal S2：320Gal	基準地震動Ss（13波）：700Gal
	風荷重	未考慮	風荷重を節点荷重として入力
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし

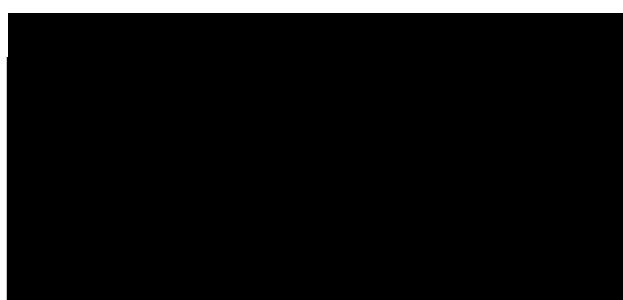
3.8 支持架構搭載機器の地震応力解析について

3.8.1 伝熱管の地震応力評価について

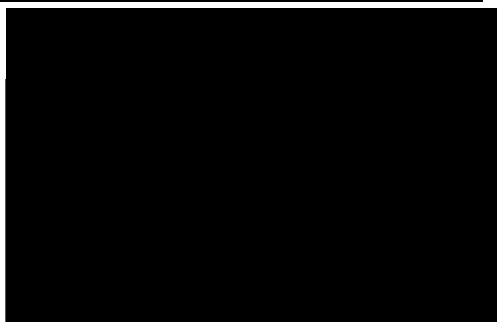
安全冷却水 B 冷却塔の伝熱管の地震応力解析の手法について第 3-4 表に、解析モデル及び構造図を第 3-2 図に示す。

第 3-4 表 伝熱管の地震応力解析モデル及び手法

項目	内容	既設工認	今回設工認
解析手法		[REDACTED]	変更なし
		[REDACTED]	
		[REDACTED]	
		[REDACTED]	
		[REDACTED]	
解析コード		[REDACTED]	変更なし。
モデル	材料物性	[REDACTED]	[REDACTED]
	要素種別	[REDACTED]	変更なし
	境界条件	[REDACTED]	変更なし
荷重の組合せ		D + S2 (S1) D : 固定荷重 S2 (S1) : 地震荷重	変更なし
荷重の設定	固定荷重	伝熱管（配管＋フィン）及び冷却水の重量を考慮する。	変更なし
	積雪荷重	ルーバ上に積雪するものとして、伝熱管への積雪は考慮しない。	変更なし
	地震荷重	S1 : 240Gal S2 : 320Gal	基準地震動 Ss (13波) : 700Gal
	風荷重	風の影響を受けにくい構造であるため、風荷重は考慮しない。	変更なし
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし



伝熱管の解析モデル



構造図

第 3-2 図 伝熱管の解析モデル及び構造図

3.8.2 原動機，減速機，管束，ファンリング及びルーバの地震応力評価について

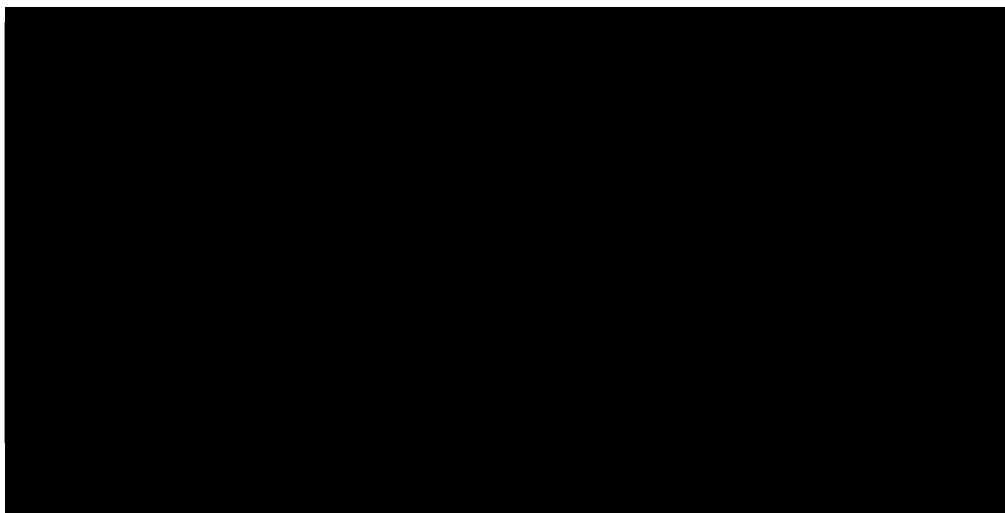
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted] 取付ボルトの [Redacted] による解析概要図を第 3 - 3 図に示す。

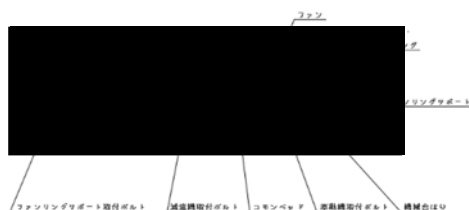
安全冷却水 B 冷却塔の支持架構搭載機器の地震応力評価手法について第 3 - 5 表に，各表に対応する支持架構搭載機器の構造図を第 3 - 4 図，第 3 - 5 図及び第 3 - 6 図に示す。



第 3 - 3 図 [Redacted] による解析概要図

第3-5表 原動機及び減速機の地震応力評価手法 (1/3)

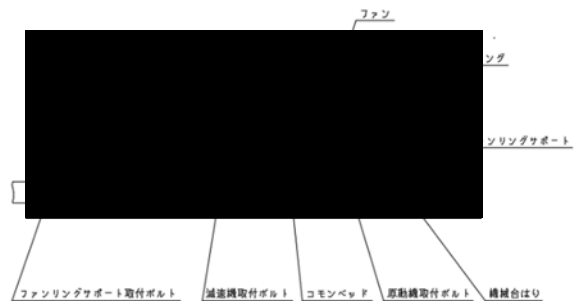
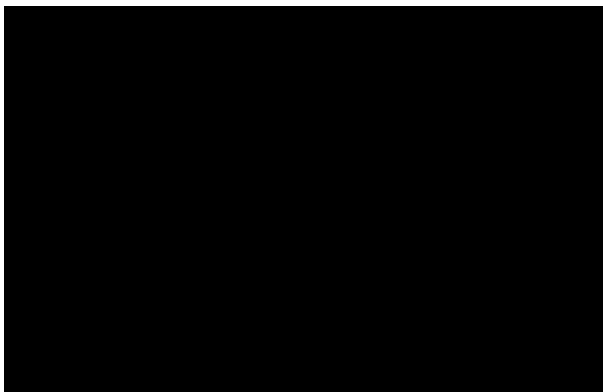
項目	内容	既設工認時	今回設工認時
解析手法			変更なし
解析コード			変更なし
応力算出式			変更なし
モデル			
荷重の組合せ		$D + S2(S1)$ D : 固定荷重 S2(S1) : 地震荷重	$D + Ss + W_L$ D : 固定荷重 Ss : 地震荷重 W_L : 風荷重
荷重の設定	固定荷重	原動機及び減速機の各々の重量を考慮する。	変更なし
	積雪荷重	ルーフ上に積雪するものとして、原動機及び減速機への積雪は考慮しない。	変更なし
	地震荷重	$S1 : 240Gal$ $S2 : 320Gal$	基準地震動 Ss (13波) : 700Gal
	風荷重	未考慮	風荷重を考慮する。
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし



第3-4図 減速機及び原動機の構造図

第3-5表 管束及びファンリングの地震応力評価手法 (2/3)

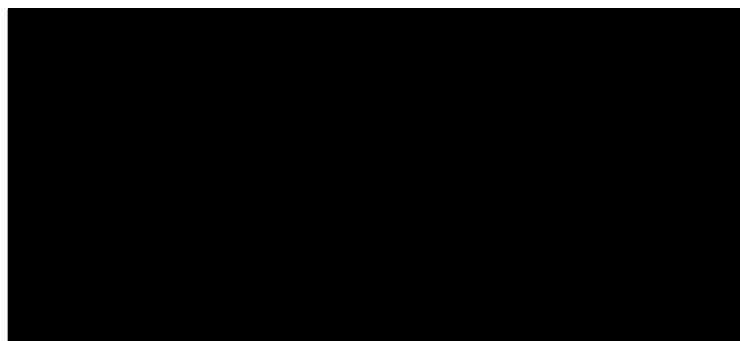
項目	内容	既設工認時	今回設工認時
解析手法		[Redacted]	変更なし
解析コード		[Redacted]	変更なし
応力算出式		[Redacted]	変更なし
モデル		[Redacted]	[Redacted]
荷重の組合せ		$D + S2(S1)$ D: 固定荷重 S2(S1): 地震荷重	$D + Ss + W_L$ D: 固定荷重 Ss: 地震荷重 W_L : 風荷重
荷重の設定	固定荷重	管束及びファンリングの各々の重量を考慮する。	管束及びファンリングの各々の重量(耐火被覆重量を含む)を考慮する。
	積雪荷重	ルーフ上に積雪するものとして、管束及びファンリングへの積雪は考慮しない。	変更なし
	地震荷重	$S1: 240Gal$ $S2: 320Gal$	基準地震動 $Ss(13波): 700Gal$
	風荷重	未考慮	風荷重を考慮する。
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし



第3-5図 管束及びファンリングの構造図

第 3-5 表 ルーバの地震応力評価手法 (3/3)

項目	内容	既設工認時	今回設工認時
解析手法			変更なし
解析コード			変更なし
応力算出式			変更なし
モデル			
荷重の組合せ		$D + 0.5Ls + S2(S1)$ D: 固定荷重 Ls: 積雪荷重 S2(S1): 地震荷重	$D + 0.35Ls + Ss + W_L$ D: 固定荷重 Ls: 積雪荷重 Ss: 地震荷重 W _L : 風荷重
荷重の設定	固定荷重	ルーバの重量を考慮する。	変更なし
	積雪荷重	ルーバ上部の積雪荷重を考慮する。 なお、係数は0.5とする。	ルーバ上部の積雪荷重を考慮する。 なお、係数は0.35とする。
	地震荷重	S1: 240Gal S2: 320Gal	基準地震動Ss (13波): 700Gal
	風荷重	未考慮	風荷重を考慮する。
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし



第 3-6 図 ルーバの構造図

3.9 ファンの動的機能維持評価について

安全冷却水 B 冷却塔の支持架構搭載機器のうち、ファンについては、動的機能維持要求があることから JEAG4601 に基づき、動的機能維持評価を実施している。

安全冷却水 B 冷却塔ファンの動的機能維持評価の手法について第 3-6 表に、解析モデル及び構造図を第 3-7 図に示す。

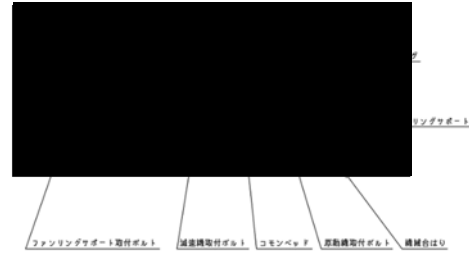
なお、安全冷却水 B 冷却塔ファンの動的機能維持評価に関する考え方については、補足説明資料「耐震機電14 動的機能維持評価手法の適用について」にて示す。

第 3-6 表 安全冷却水 B 冷却塔ファンの動的機能維持評価モデル及び手法

項目	内容	既設工認時	今回設工認時
解析手法			変更なし
解析コード			変更なし
モデル	材料物性		
	要素種別		変更なし
	境界条件		変更なし
荷重の組合せ		$D + S2(S1) + F_p$ D : 固定荷重 $S2(S1)$: 地震荷重 F_p : 運転時荷重 (ファン回転による荷重)	$D + S_s + F_p$ D : 固定荷重 S_s : 地震荷重 F_p : 運転時荷重 (ファン回転による荷重)
荷重の設定	固定荷重	ファン及びファン軸の重量を考慮する。	変更なし
	積雪荷重	ルーバ上に積雪するものとしてファンへの積雪は考慮しない。	変更なし
	地震荷重	$S1 : 240Gal$ $S2 : 320Gal$	基準地震動 S_s (13波) : 700Gal
	風荷重	ファンリングに覆われているため、考慮しない。	変更なし
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が部材の許容応力を超えないことを確認	変更なし



動的機能維持評価モデル



構造図

■ :ファン
■ :減速機

第 3 - 7 図 ファンの動的機能維持評価モデルと構造

4. 結論

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted] なお、評価結果については、申請書の「IV-2-1-1-1 b. 安全冷却水 B 冷却塔の耐震計算書」に示す。

別添 1

JEAG4601に基づく評価フローとの比較

1. 概要

本資料は、安全冷却水B冷却塔における耐震計算の評価フローとJEAG4601に基づく評価フローを比較したものである。

2. JEAG4601に基づく評価フローとの比較

安全冷却水B冷却塔における耐震計算の評価フローとJEAG4601に基づく評価フローを比較した結果を次頁に示す。

次頁に示す通り、安全冷却水B冷却塔における耐震計算の評価フローは、JEAG4601における床応答スペクトルの作成フロー及び機器・配管系の地震応答解析フローを組み合わせたものである。

3. 結論

安全冷却水B冷却塔における耐震計算の評価フローは、JEAG4601に基づく評価フローと同等であることを確認した。

JEAG4601評価フロー

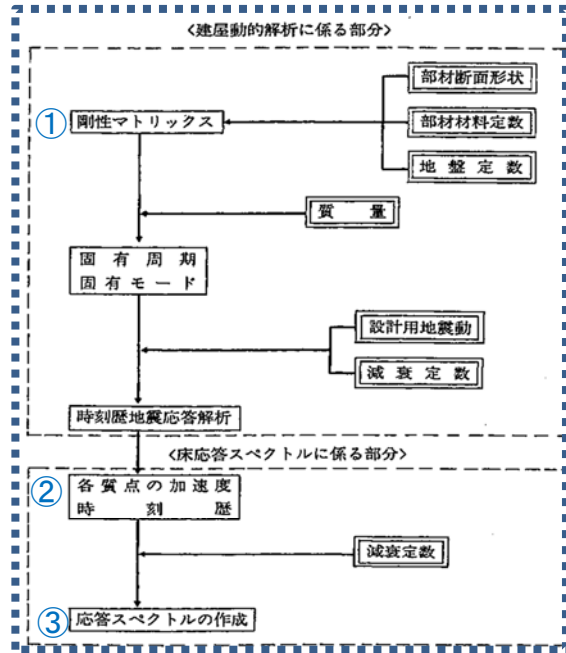


図 6.5.1-1 解析フロー図

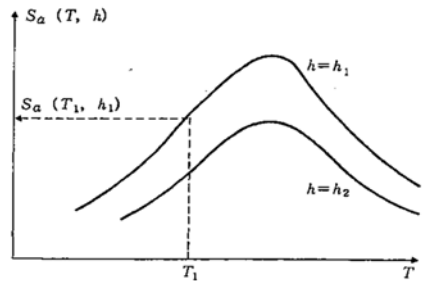
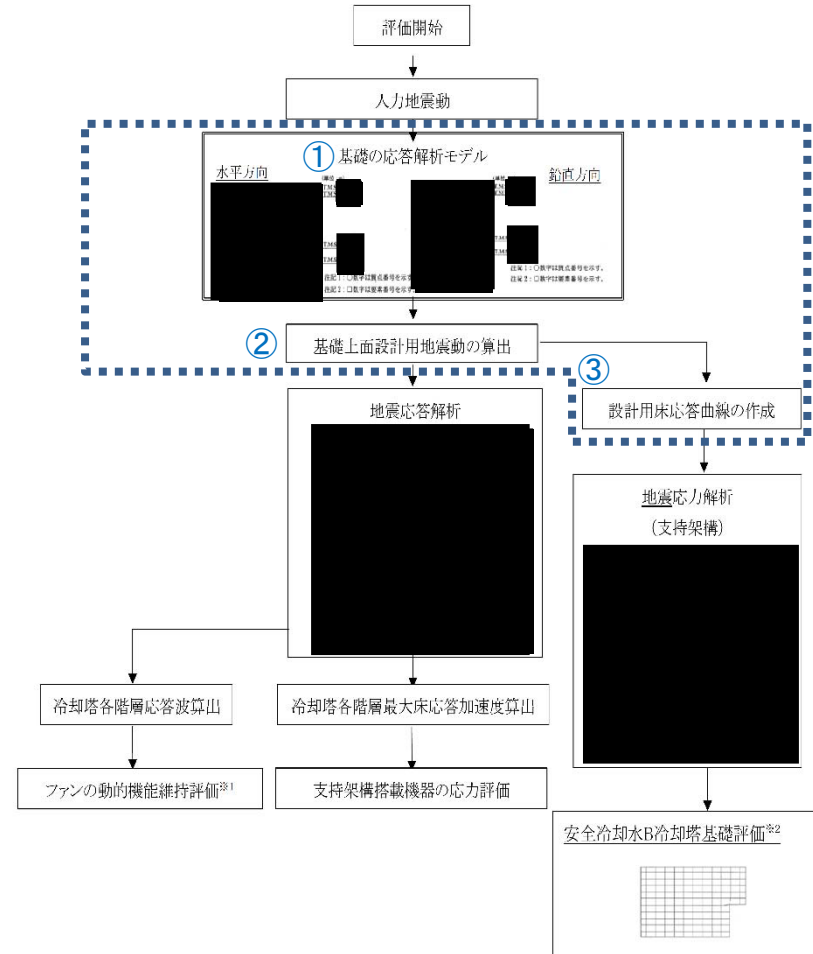
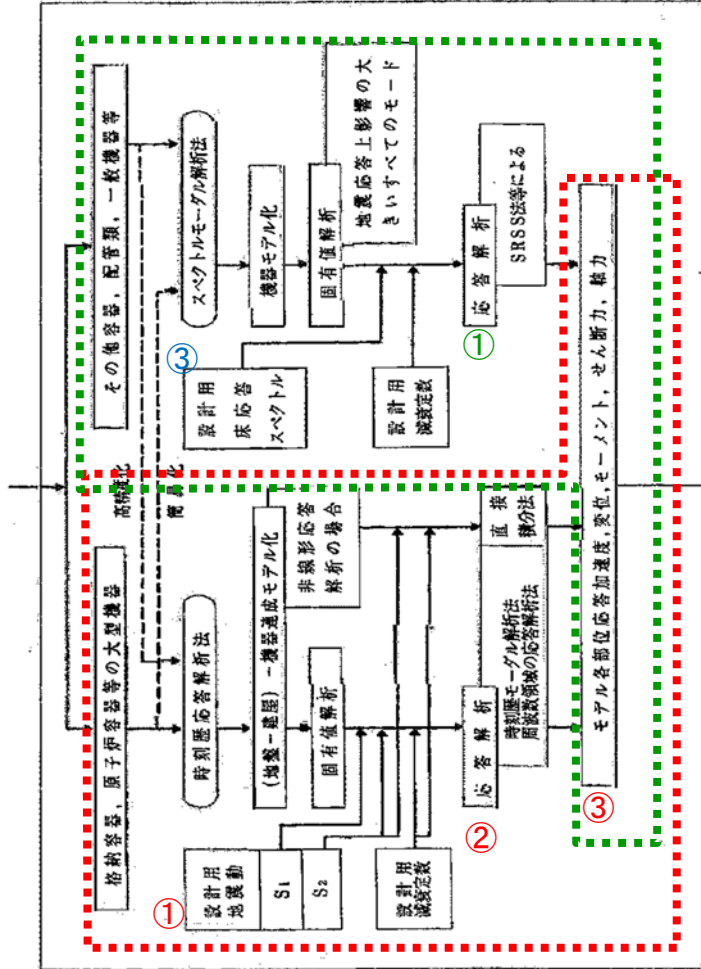


図 6.5.1-2 床応答スペクトル

安全冷却水B冷却塔評価フロー

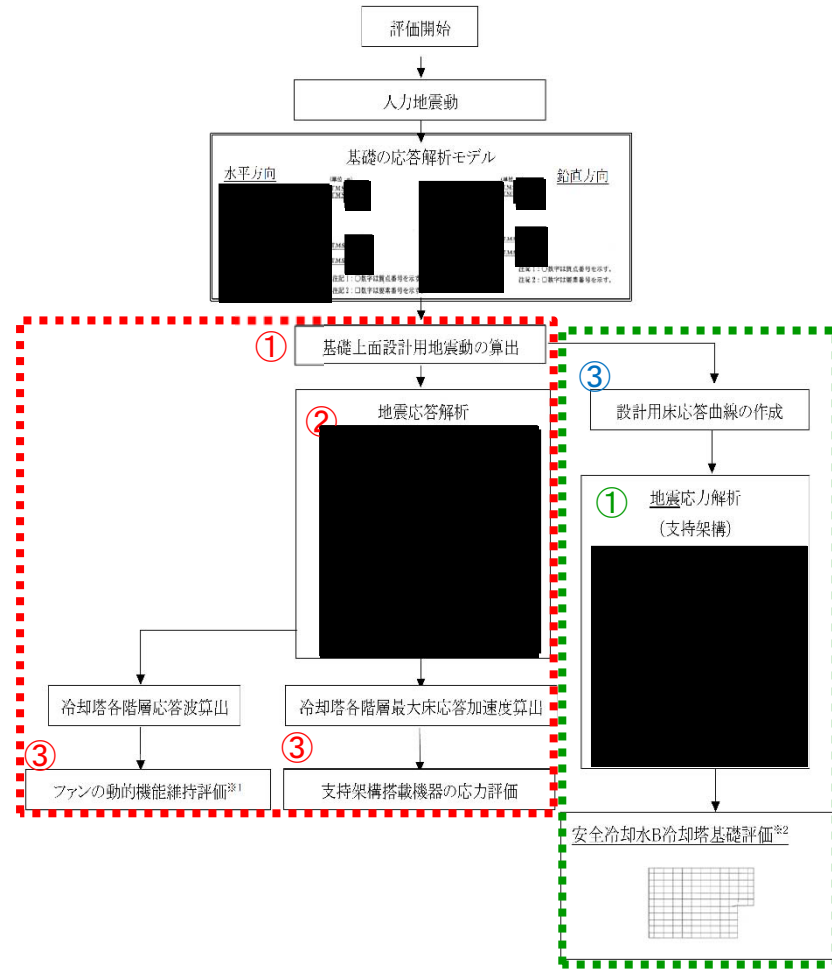


JEAG4601評価フロー

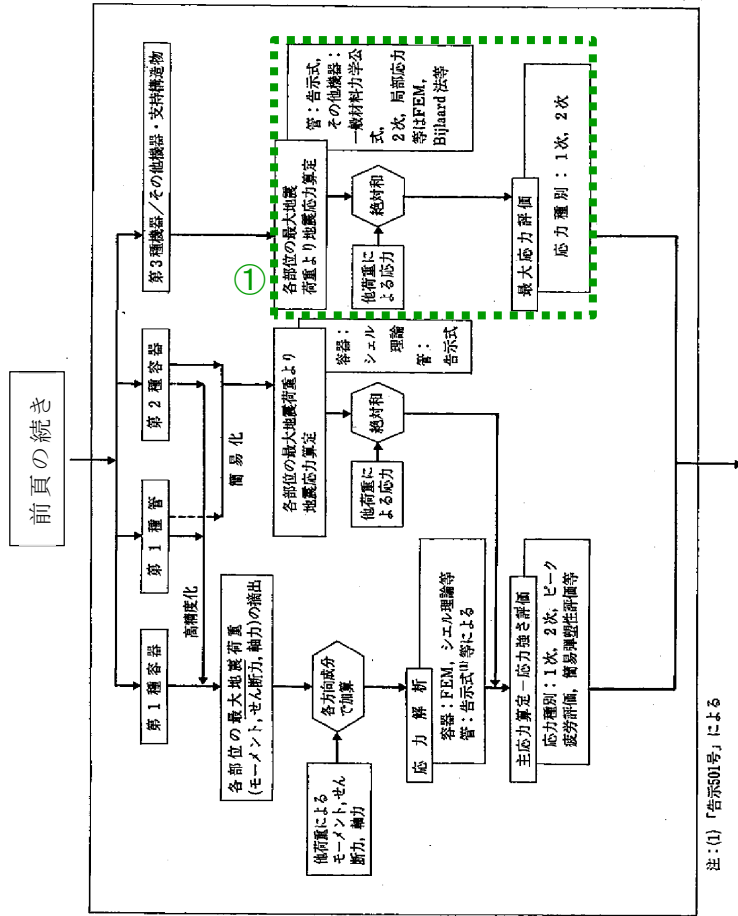


次頁へ続く

安全冷却水B冷却塔評価フロー

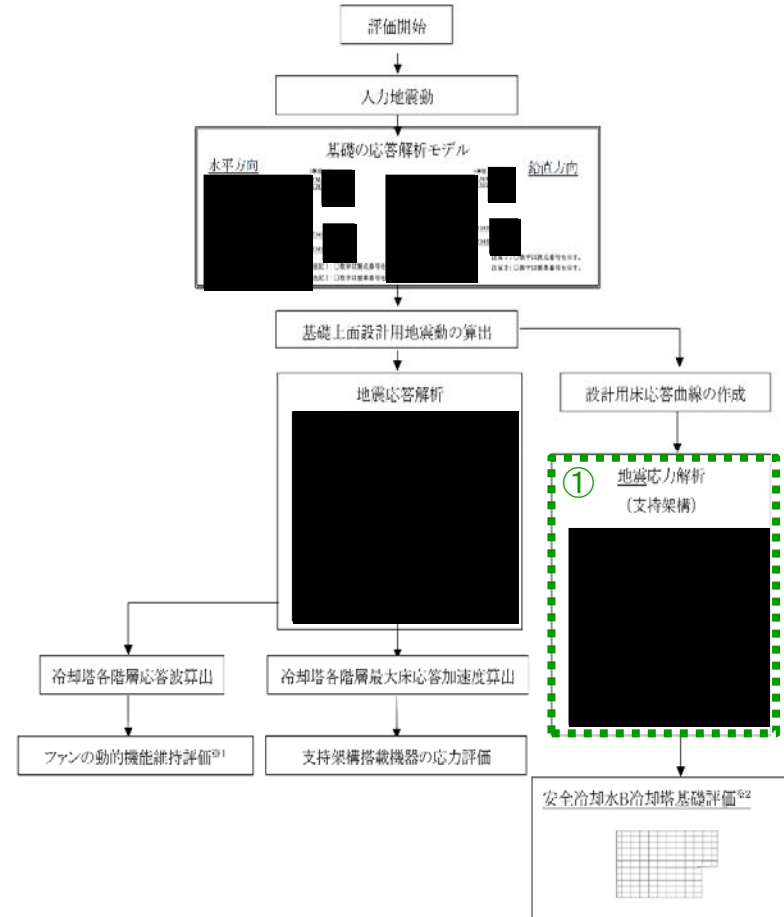


JEAG4601評価フロー



注:(1)「告示501号」による

安全冷却水B冷却塔評価フロー



別紙1-2

安全冷却水B冷却塔の配管に関する
既設工認からの変更点

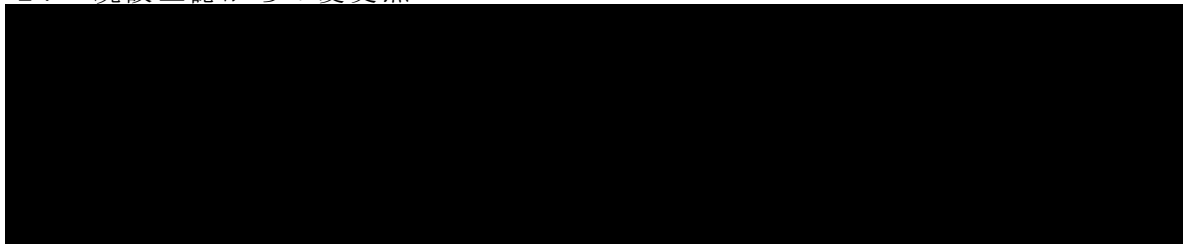
目 次

1. 概要	1
2. 既設工認からの変更点	1
3. 耐震評価	1
4. 配管への積雪荷重及び風荷重の考慮	3
5. 結論	6
6. 参考（積雪及び風荷重を考慮した影響確認）	6

1. 概要

本資料は安全冷却水B冷却塔の配管における耐震評価に関する既設工認からの変更点を示す。なお、安全冷却水B冷却塔配管の申請範囲について、別添1に示す。

2. 既設工認からの変更点



3. 耐震評価

本項は、前項に示す既設工認から変更となった箇所の耐震評価への反映結果について示す。

なお、安全冷却水B冷却塔配管の耐震評価手法については、添付書類「IV-1-1-11 配管類の耐震支持方針」に基づき冷却塔配管の地震応力解析を行い、その際用いた解析モデル及び手法を第3-1表に示す。

第3-1表 冷却塔配管の地震応力解析モデル及び手法

項目	内容	既設工認	今回設工認
解析手法		標準支持間隔法	変更なし
解析コード		■	■
モデル	材料物性	■	■
	要素種別	■	変更なし
	境界条件	■	変更なし
荷重の組合せ		$D + S2 (S1) + P$ D：固定荷重 S2 (S1)：地震荷重 P：圧力	$D + Ss (Sd) + P$ D：固定荷重 Ss (Sd)：地震荷重 P：圧力
荷重の設定	固定荷重	配管及び配管内を流れる冷却水の重量を考慮する。	変更なし
	積雪荷重	積雪荷重は考慮しない。	変更なし
	地震荷重	$S1 : 240Gal$ $S2 : 320Gal$	<u>基準地震動Ss (13波) :</u> $700Gal$
	風荷重	風荷重は考慮しない。	変更なし
評価方法		地震荷重及びその他考慮すべき荷重による発生応力が許容応力を超えないことを確認する。	変更なし

4. 配管への積雪荷重及び風荷重の考慮

(1) 許可上の整理について

積雪及び風荷重の影響については、第4-1図のとおり、再処理事業変更許可申請書において屋外に設置されている施設は積雪及び風荷重を組合せることとしているが、受圧面積が小さい施設や常時作用している荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設は評価上無視できる旨も記載している。

再処理事業変更許可申請書

「1.6.1.5.3 荷重の組合せ」

(2) 機器・配管系

Sクラスの機器・配管系について、基準地震動による地震力、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重、運転時の異常な過渡変化時に生じる荷重、設計基準事故時に生じる荷重とする。Bクラスの機器・配管系について、共振影響検討用の地震動による地震力又は静的地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重、運転時の異常な過渡変化時に生じる荷重とする。Cクラスの機器・配管系について、静的地震力と組み合わせる荷重は、常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重、運転時の異常な過渡変化時に生じる荷重とする。なお、屋外に設置される施設については、建物・構築物と同様に積雪荷重及び風荷重を組み合わせる。

再処理事業変更許可申請書

「1.6.1.5.3 荷重の組合せ」

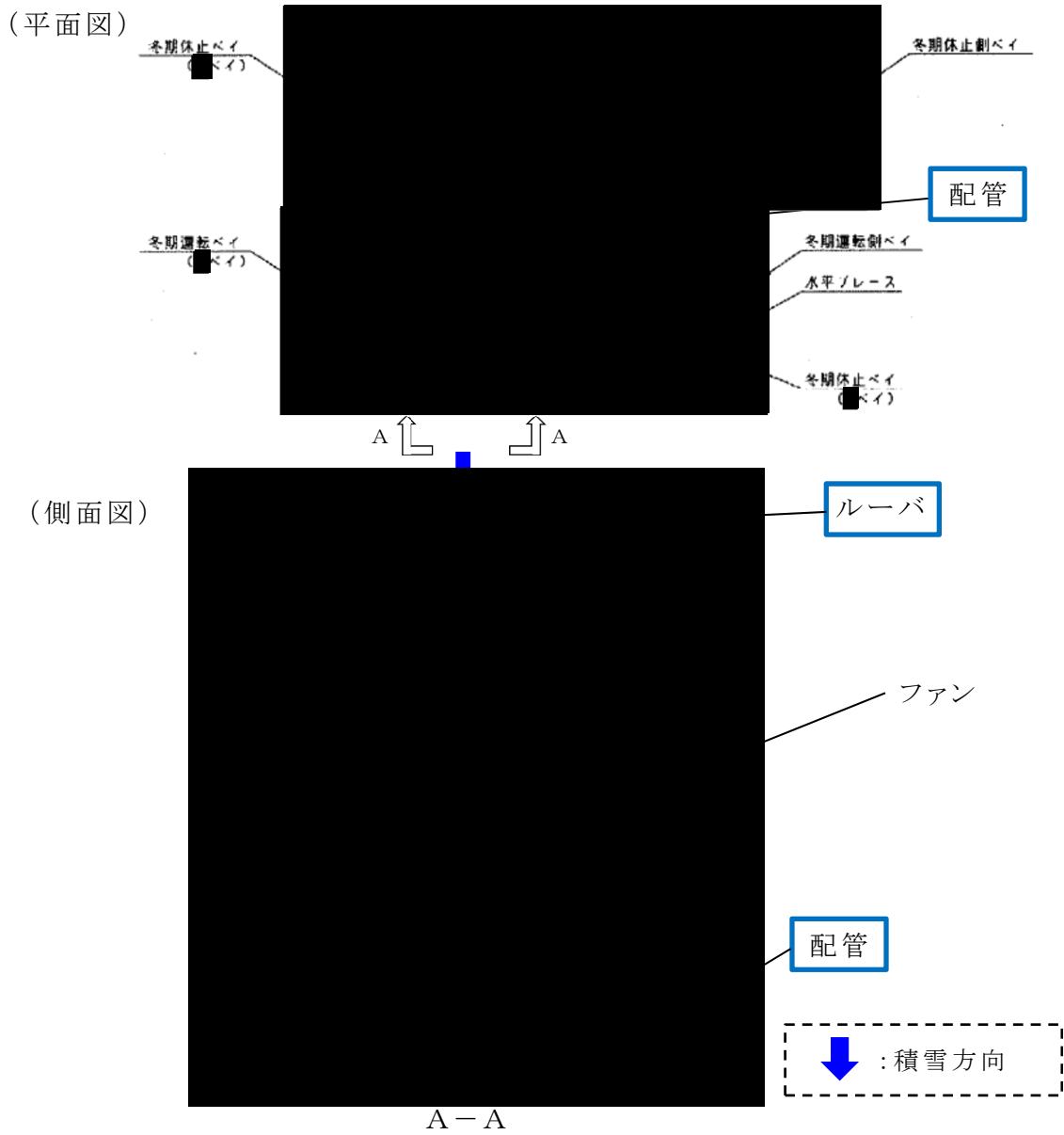
(3) 荷重の組合せ上の留意点

- d. 積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設や、常時作用している荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力との組合せを考慮する。
- e. 風荷重については、屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力との組合せを考慮する。

第4-1図 再処理事業変更許可申請書 添付書類六 抜粋

(2) 構造上の整理について

[Redacted text block]



第4-2図 安全冷却水B冷却塔構造図

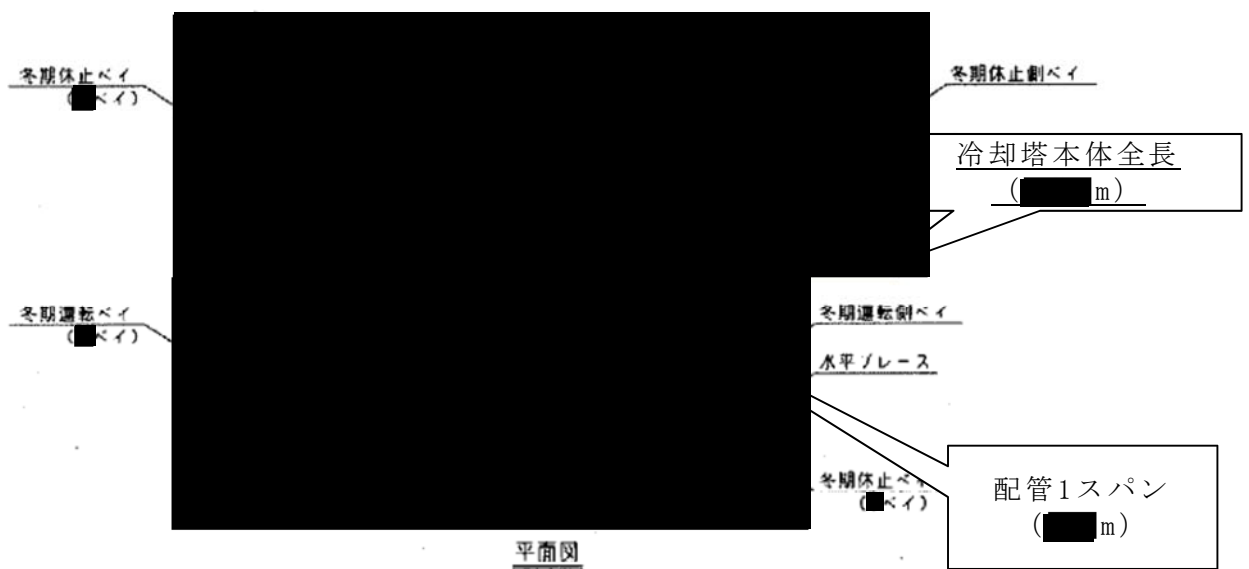
(3) 配管の受圧面積を考慮した積雪及び風荷重の影響について

[Redacted text block]

a. 積雪荷重の影響について

[Redacted text block]

第4-3図に安全冷却水B冷却塔及び配管における積雪荷重の受圧面積算出部を示す。



第4-3図 積雪荷重受圧面積

b. 風荷重の影響について

[Redacted text]

第4-4図に安全冷却水B冷却塔及び配管における風荷重の受圧面積算出部を示す。



第4-4図 風荷重受圧面積

5. 結論

[Redacted text]

6. 参考（積雪及び風荷重を考慮した影響確認）

[Redacted text]

なお、影響確認に用いる条件及び結果を（1）～（2）に示す。

（1） 積雪及び風荷重の条件

[Redacted text]

安全冷却水B冷却塔配管の積雪及び風荷重についての条件を第4-1表及び第4-2表に示す。

第4-1表 積雪荷重条件

項目	配管 (■■■A)	【参考】冷却塔支持架構	
		冬期運転ベイ	冬期休止ベイ
受圧面積	約■■■m ² (支持間隔■■■m)	約■■■m ²	約■■■m ²
積雪高さ	190cm	190cm	
積雪断面積比	70%	100%	
積雪重量	約■■■t	約■■■t	約■■■t

第4-2表 風荷重条件

項目	配管 (■■■A)	【参考】冷却塔支持架構	
		冬期運転ベイ	冬期休止ベイ
受圧面積	約■■■m ² (支持間隔■■■m)	約■■■m ²	約■■■m ²
風力係数	1.2	閉鎖型部：約1.2 ラチス構造部：約2.4～3	
基準風速	34 [m/s]	34 [m/s]	

これらの条件のうち、積雪断面積及び風力係数についての解説をaからbに示す。

a. 積雪断面積

建築基準法施行令において勾配に対する積雪量に関する評価式が記載されており，配管について適用した場合，屋根などの平面構造の施設に比べて配管は配管径が細いため現実的に第4-5図に示す様に積雪するとは想定しにくい，積雪断面積比は70%程度である。

建築基準法施行令 第八十六条 抜粋

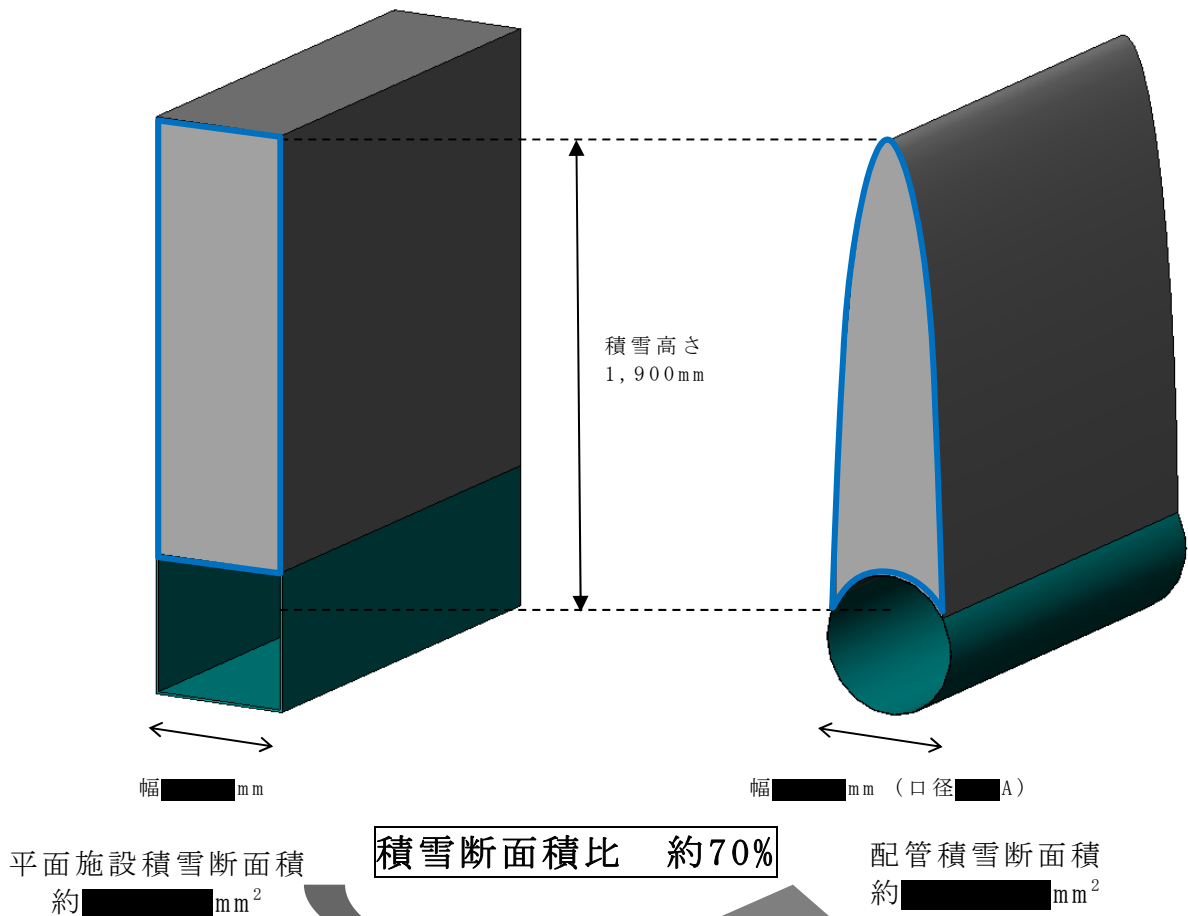
屋根の積雪荷重は、屋根に雪止めがある場合を除き、その勾配が六十度以下の場合においては、その勾配に応じて第一項の積雪荷重に次の式によつて計算した屋根形状係数（特定行政庁が屋根ふき材、雪の性状等を考慮して規則でこれと異なる数値を定めた場合においては、その定めた数値）を乗じた数値とし、その勾配が六十度を超える場合においては、零とすることができる。

$$\mu_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

この式において、 μ_b 及び β は、それぞれ次の数値を表すものとする。

μ_b 屋根形状係数

β 屋根勾配(単位度)

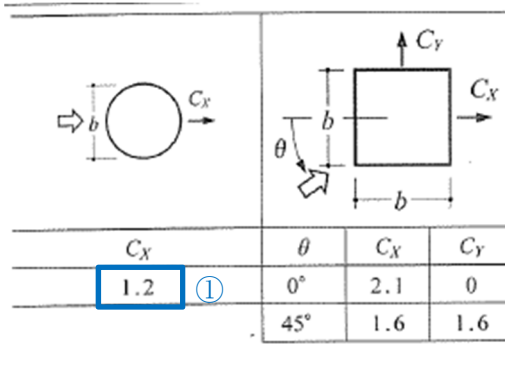


第4-5図 積雪断面積比較

b. 風力係数

風荷重算出の際に適用される風力係数においては配管の構造では1.2であり，冷却塔架構に適用しているラチス構造部の約2.0～3.6に対して約半分以下である（第4-6図，第4-3表に示す。）。

「建築物荷重指針・同解説（2004）」より抜粋



第4-6図 部材の風力係数

第4-3表 冷却塔架構（ラチス構造部）の風力係数

種類	ϕ	(1)	(2)	(3)
		0.1以下	0.1を超え0.6未満	0.6
鋼管	(a)	1.4kz	(1)と(3)とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.4kz
	(b)	2.2kz		1.5kz
	(c-1, 2)	1.8kz		1.4kz
	(d)	1.7kz		1.3kz
形鋼	(a)	2.0kz	(1)と(3)とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.6kz
	(b)	3.6kz		2.0kz
	(c-1, 2)	3.2kz		1.8kz
	(d)	2.8kz		1.7kz

(2) 積雪及び風荷重の影響確認結果

冷却塔配管に対する積雪及び風荷重の影響確認結果を第4-4表に示す。



第4-4表 自然荷重の影響確認結果

施設	地震時の発生応力 MPa	風荷重による発生応力 MPa	積雪荷重による発生応力 MPa	許容応力 (0.9Su) MPa
配管	■※1	■	■	■

※1：地震時の発生応力には、自重及び内圧による応力も含む。

(積雪荷重の算出方法)

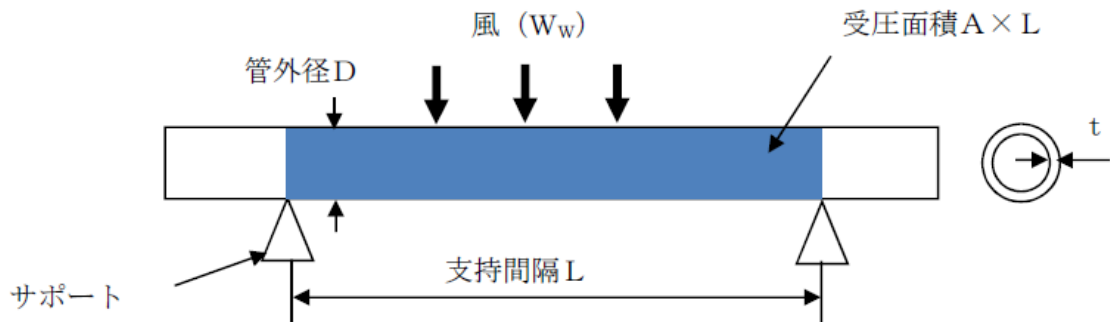
積雪荷重は六ヶ所村統計書における観測記録上の極値190cmに「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組み合わせを適用して、平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮する。

単位面積あたりの荷重は建築基準法施行令により、積雪量1cmごとに30N/m²が作用する事を考慮し、配管本体の重量に足し合わせて耐震評価を行う。

(風荷重の算出方法)

風荷重は建築基準法に基づき風荷重 W_w を算出する。配管は一定距離ごとにサポートによって支えられているため、風荷重 W_w による一様な荷重を受ける単純支持はりとして評価を行う。評価に用いる支持間隔は標準支持間隔とする。弁を設置している場合はサポート支持間隔が短くなるため、弁を設置している場合の受圧面積は最大支持間隔での受圧面積に包絡される。

配管モデル図を第4-7図に示す。



第 4 - 7 図 配管モデル図

風荷重 W_w は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本設計方針」に基づく。

風圧力による荷重は、建築基準法施行令第八十七条及び平成12年建設省告示第1454号に従い、地表面粗度区分Ⅱ，地方の区分に応じて定められた風速34m/s及び建屋形状を考慮して算出した風力係数 C を用いて算出する。

$$W_w = q \cdot C_f \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2$$

$$E = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/ZG)^\alpha \quad (H > Z_b \text{ より})$$

(記号の説明)

- W_w : 短期風荷重 (N)
- q : 速度圧 (N/m²)
- C_f : 風力係数
- A : 風向に垂直な面に投影した面積
- E : 速度圧の高さ方向の分布を示す係数
(平成12年建設省告示第1454号による)
- E_r : 平均風速の高さ方向の分布係数
- G_f : ガスト影響係数 ($G_f = 1.0$)
- V_0 : その地方における基準風速
(平成12年建設省告示第1454号により, 34 [m/s])
- H : 建築物の高さと軒の高さとの平均 (m)
- Z_b : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($Z_b = 5$ [m])
- ZG : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($ZG = 350$ [m])
- α : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($\alpha = 0.15$)

風圧力による荷重が配管の支持スパンに等分布荷重として加わり、

曲げ応力を発生させるものとして、以下の式により風荷重による応力 σ_{ww} を算定する。

$$\sigma_{ww} = \frac{M}{Z} = \frac{W_w \cdot L^2}{8Z}$$

$$\text{ここで、} Z = \frac{\pi}{32D} \{D^4 - (D - 2t)^4\}$$

その算出した応力を、1次応力に加えて評価を行う。