

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認 441-改 0
提出年月日	平成 30 年 5 月 28 日

V-2-6-7-6 統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナ

の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	2
3. 耐震評価箇所	3
4. 地震応答解析及び応力評価	3
4.1 基本方針	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4.3 設計用地震力	6
4.4 解析モデル及び諸元	7
4.5 固有値解析	7
4.6 応力評価方法	7
5. 機能維持評価	9
5.1 機能維持評価方法	9
5.2 構造強度評価	10
6. 評価結果	10

1. 概要

本計算書は、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナが設計用地震力に対して、十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

なお、統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナは、重大事故等対処設備において常設重大事故緩和設備に分類される。以下、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

衛星アンテナの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの構造計画

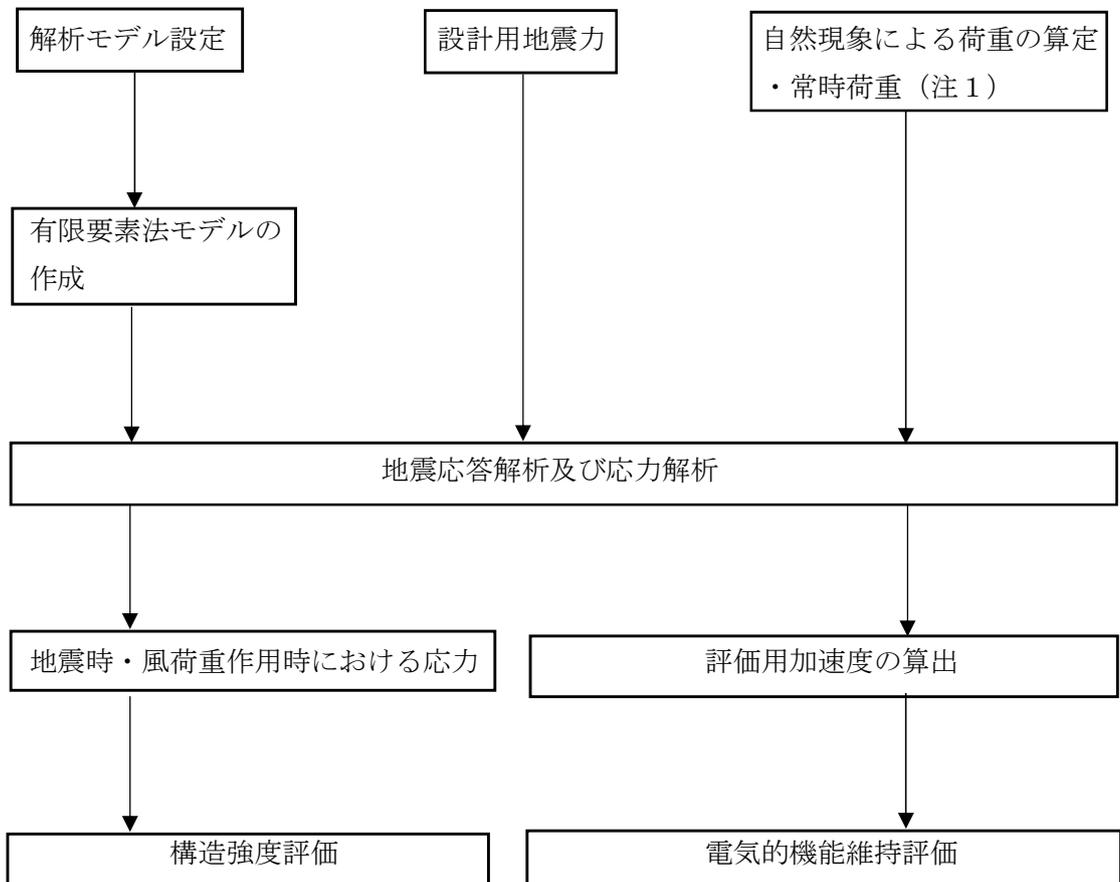
機器名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナ	アンテナ（注）	衛星アンテナをボルトにて架台に固定する。架台は基礎ボルトにて屋上面に固定する。	

(注) 機能維持評価を行う、ODU（送受信装置）を実装

2.2 評価方針

衛星アンテナの応力評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの部位を踏まえ、「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの機能維持評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を、「6. 評価結果」に示す。

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震評価フローを図2-1に示す。



(注1) 常時荷重は、自重、風荷重を考慮するものとする。また、上面積は小さく、積雪荷重はわずかであるため、積雪荷重を含めない。

図2-1 統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの耐震評価は、耐震評価上厳しい基礎ボルト、ステー、アーム、架台を選定して実施する。(但し、固有値解析の結果、20Hz以上の場合、評価部位は基礎ボルトのみとする。)

4. 地震応答解析及び応力評価

固有値、応力及び荷重を算出するための地震応答解析について以下に示す。

4.1 基本方針

- (1) 固有値を求めるため、衛星アンテナをはり要素及びシェル要素によりモデル化した3次元FEMモデルまたはソリッドモデルにより固有値解析を行い、固有値解析の結果20Hz以上であれば、最大床応答加速度の1.2倍を用いた静解析を、20Hz未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 解析コードは、「ABAQUS 6.12-1」を使用する。なお、評価に用いる「ABAQUS 6.12-1」の検証及び妥当性確認などの概要については、付録15「計算機プログラム(解析コード)の概要・ABAQUS」に示す。
- (3) 境界条件は、基礎ボルト固定部を完全固定とする、なお、基礎ボルト部は剛体として評価する。
- (4) ODU(電源部含む)は、取付位置に質量要素として付加する。
- (5) 許容応力についてJISMS S NC 1-2005/2007の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、少数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの荷重の組合せ及び許容応力状態を表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの許容応力を表4-2に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナの使用材料の許容応力のうち常設重大事故等緩和設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分	機器名称	設備分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御系統施設	統合原子力防災ネットワーク 設備衛星アンテナ	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_S + P_K^{*3}$	IV_{AS}
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S + P_K$	V_{AS} (V_{AS} として、 IV_{AS} の許容限界を用いる)

注記 *1: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S + P_K$ 」の評価に包絡される場合は, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等対処設備）

許容 応力状態	許容限界 (ボルト等以外)				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	引張	せん断
IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *	1.5・f _c *	1.5・f _b *	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _A S (V _A Sとして, IV _A Sの許容限界 を用いる)						

注：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。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

4.3 設計用地震力

耐震計算における入力地震力には、資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、表 4-4 に示す条件を用いて作成した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数は、JEAG4601-1987 の「ポンプ・ファン等の機械装置」に準じ、1.0%とする。

表 4-4 設計用地震力

地震動	設置場所 及び床面 高さ (m)	設計用床応答曲線		備考
		建屋及び 高さ (m)	方向	
基準 地震動 S_s	緊急時 対策所 EL. 51.00	緊急時 対策所 EL. 51.00	水平	水平方向、鉛直方向ともに S_s 8波を 包絡した値を用いる。
			鉛直	

4.4 解析モデル及び諸元

解析モデルは、統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナをはり要素及びシェル要素にてモデル化した、3次元FEMモデルまたはソリッドモデルとする。解析モデルを第4-1図に、解析モデルの諸元を表4-5に示す。

追而

図 4-1 解析モデル図

追而

表 4-7 解析モデルの諸元

4.5 固有値解析

固有値解析の結果を表4-8に振動モード図を図4-2に示す。

追而

表 4-8 固有振動数

追而

図 4-2 振動モード図

4.6 応力評価方法

4.6.1 支持構造物の応力計算式

地震応答解析結果から得られる、支持構造物のはり要素の荷重、モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を算出する。支持構造物の応力計算式を表4-9に示す。

追而

表 4-9 支持構造物の応力計算式

追而

記号の説明

4.6.2 ボルトの応力計算式

地震応答解析結果から得られる，ボルト部の最大荷重を用いて，以下の式により最大応力を算出する。ボルトの応力計算式を表 4-10 に示す。

追而

表 4-10 ボルトの応力計算式

追而

記号の説明

5. 機能維持評価

統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナは、地震後においても電氣的機能維持が要求されており、地震後においても、その機能維持がなされていることを示す。

5.1 機能維持評価方法

機能維持評価は、固有値解析の結果に応じて、緊急時対策所屋上 (EL. 51.00m) の 1.0ZPA または、解析モデルによるスペクトルモーダル法を用いた地震応答解析を行い、評価対象器具である ODU (電源部含む) の最大加速度 (評価用加速度) を求め、機能確認済加速度以下であることを確認する。

機能確認済加速度には、ODU 単体及び ODU 電源部の正弦波加振試験 (掃引試験及びビート試験) において、通信試験により電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。また、評価する ODU 単体及び ODU 電源部の実装図を図 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度

器具名称	電氣的機能維持確認済加速度 (G)		
	X (左右)	Y (前後)	Z (鉛直)
ODU			
ODU 電源部			

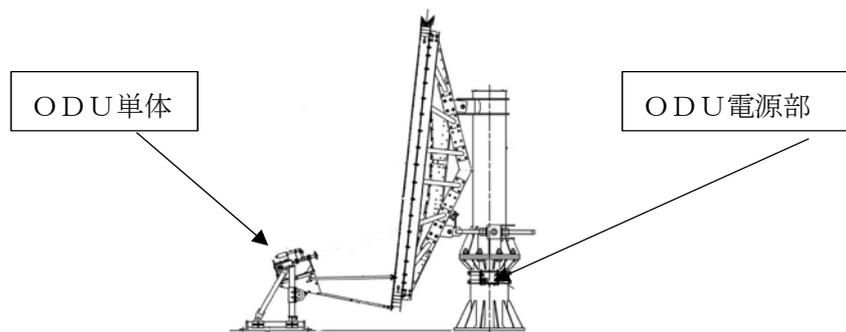


図 5-1 ODU 単体及び ODU 電源部の実装図

5.2 構造強度評価

4. 地震応答解析及び応力評価により得られた各評価部位の発生応力と許容応力を比較する。

6. 評価結果