

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 3-013-13
提出年月日	2022年8月22日

VI-3-別添 1-13-1 建物の強度計算書

2022年8月

中国電力株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	17
2.4 適用規格・基準等	20
3. 強度評価方法	21
3.1 記号の定義	21
3.2 評価対象部位	21
3.3 荷重及び荷重の組合せ	22
3.4 許容限界	24
3.5 評価方法	25
4. 評価条件	35
5. 強度評価結果	46
5.1 変形性能の評価結果	46
5.2 相対変位による評価結果	47

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、波及的影響を及ぼす可能性がある施設である 1 号機原子炉建物、1 号機タービン建物、1 号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室が、設計竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設の安全機能を損なわないように、竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物並びに屋外の外部事象防護対象施設である排気筒に対して、機械的な波及的影響を及ぼさないことを確認するものである。

2. 基本方針

VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」を踏まえ、1 号機原子炉建物、1 号機タービン建物、1 号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の「2.1 位置」、「2.2 構造概要」、「2.3 評価方針」及び「2.4 適用規格・基準等」を示す。

2.1 位置

1 号機原子炉建物は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、倒壊により廃棄物処理建物及び制御室建物に損傷を及ぼす可能性がある建物である。

1 号機タービン建物は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、タービン建物及び制御室建物に隣接する建物である。また、倒壊により廃棄物処理建物に損傷を及ぼす可能性がある建物である。

1 号機廃棄物処理建物は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、廃棄物処理建物及び制御室建物に隣接する建物である。

排気筒モニタ室は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、排気筒に隣接する建物である。

1 号機原子炉建物、1 号機タービン建物、1 号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の設置位置を図 2-1 に示す。



図 2-1 1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物
及び排気筒モニタ室の設置位置

2.2 構造概要

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室から波及的影響を受けるおそれがあるタービン建物，廃棄物処理建物，制御室建物及び排気筒は，VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画とする。

1号機原子炉建物は，地上5階，地下1階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。1号機タービン建物は，地上1階（一部地上2階），地下2階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物であり，隣接するタービン建物及び制御室建物と構造的に分離している。1号機廃棄物処理建物は，地上3階，地下1階建の鉄筋コンクリート造の建物であり，隣接する廃棄物処理建物及び制御室建物と構造的に分離している。排気筒モニタ室は，1階建の鉄筋コンクリート造の建物であり，排気筒モニタ室の基礎は隣接する排気筒の基礎と一体構造である。

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の概略断面図を図2-2～図2-5に，建物配置図を図2-6に，図2-6に記載した各建物のクリアランス部分の詳細を図2-7～図2-12に示す。

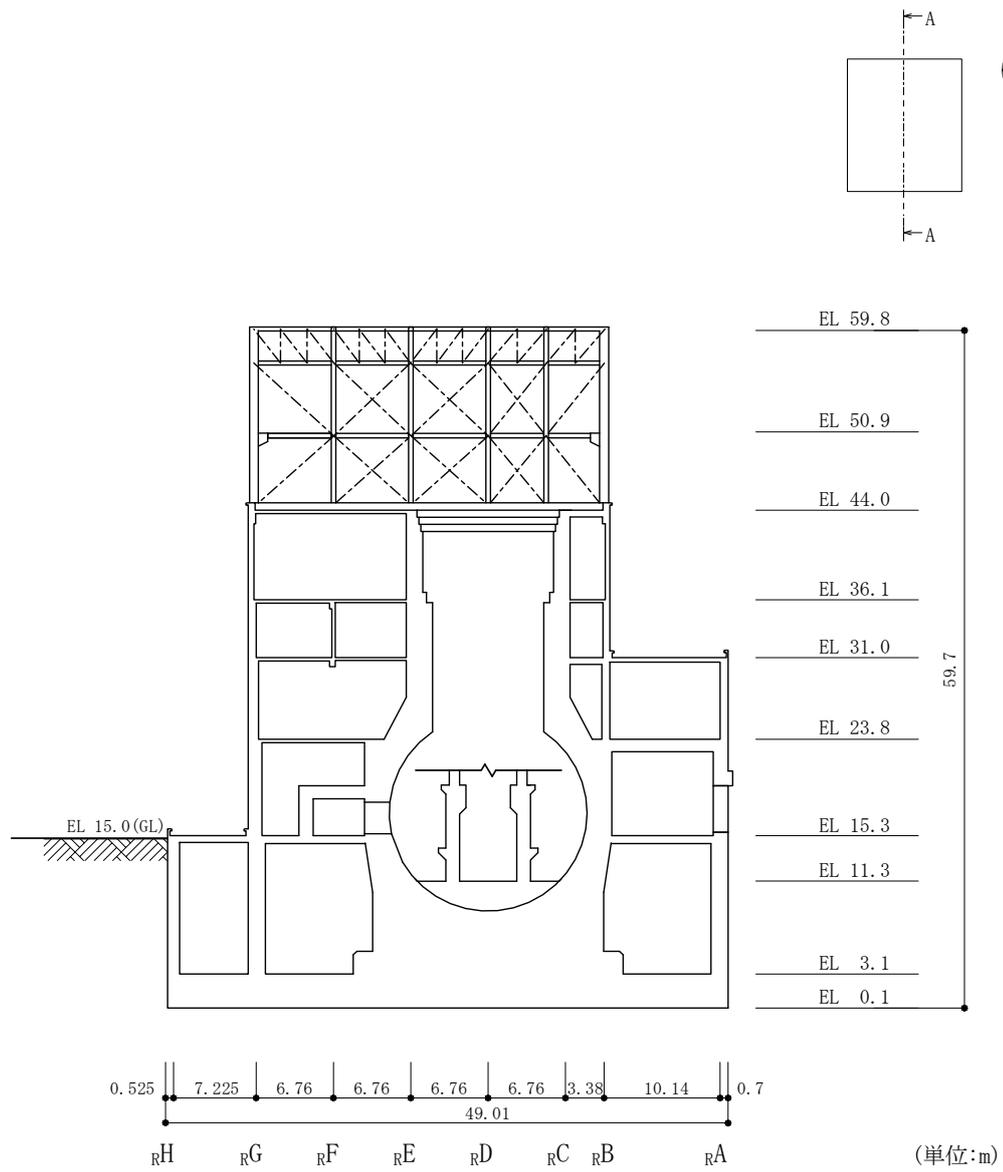


図 2-2(1) 1号機原子炉建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

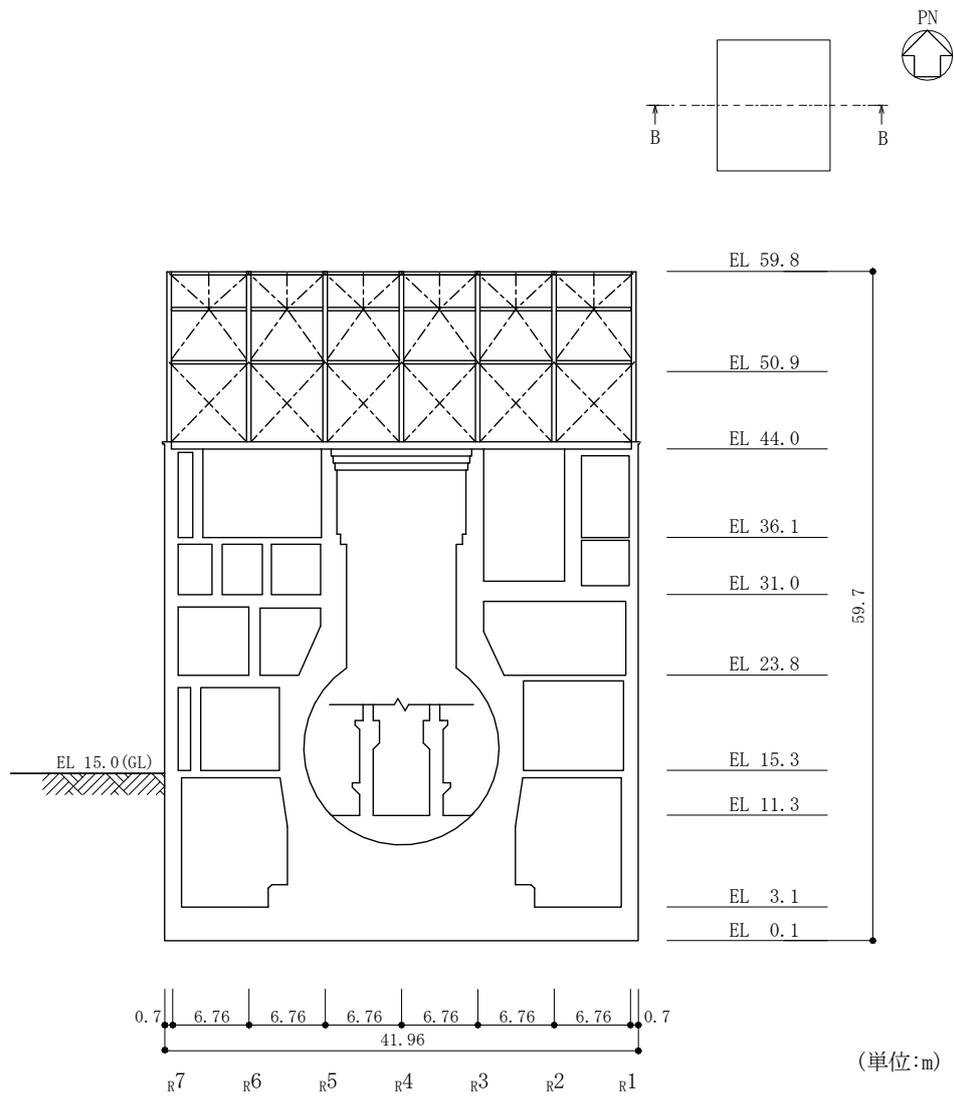


図 2-2(2) 1号機原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

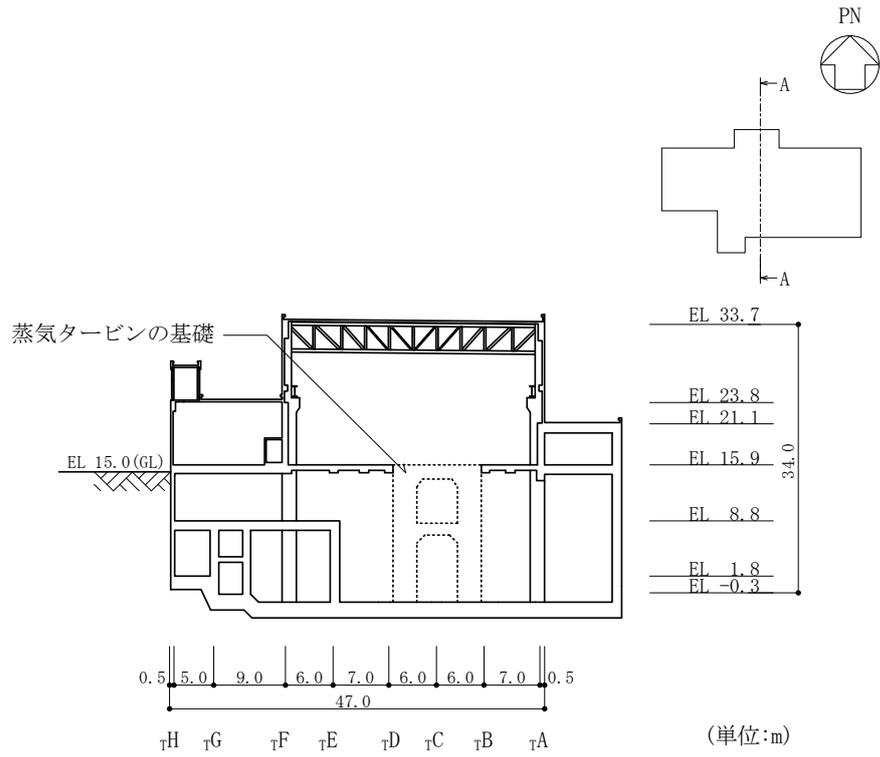


図 2-3(1) 1号機タービン建物の概略断面図 (A-A断面, N S方向)

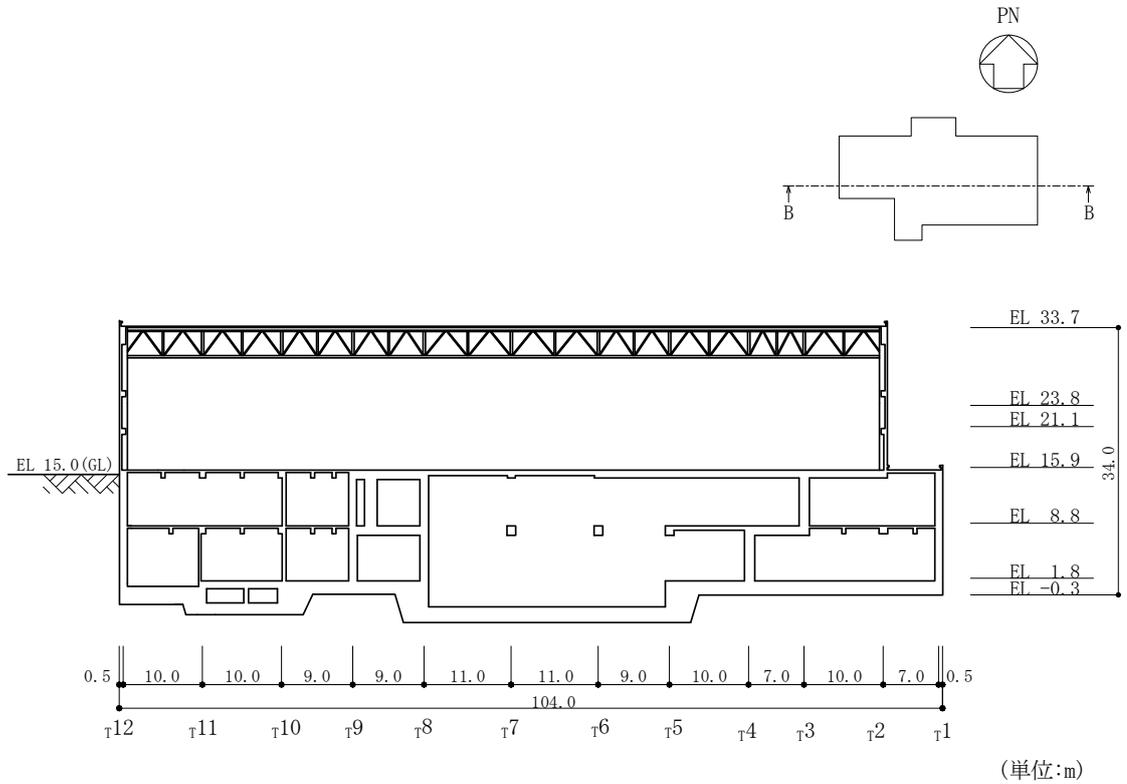


図 2-3(2) 1号機タービン建物の概略断面図 (B-B断面, E W方向)

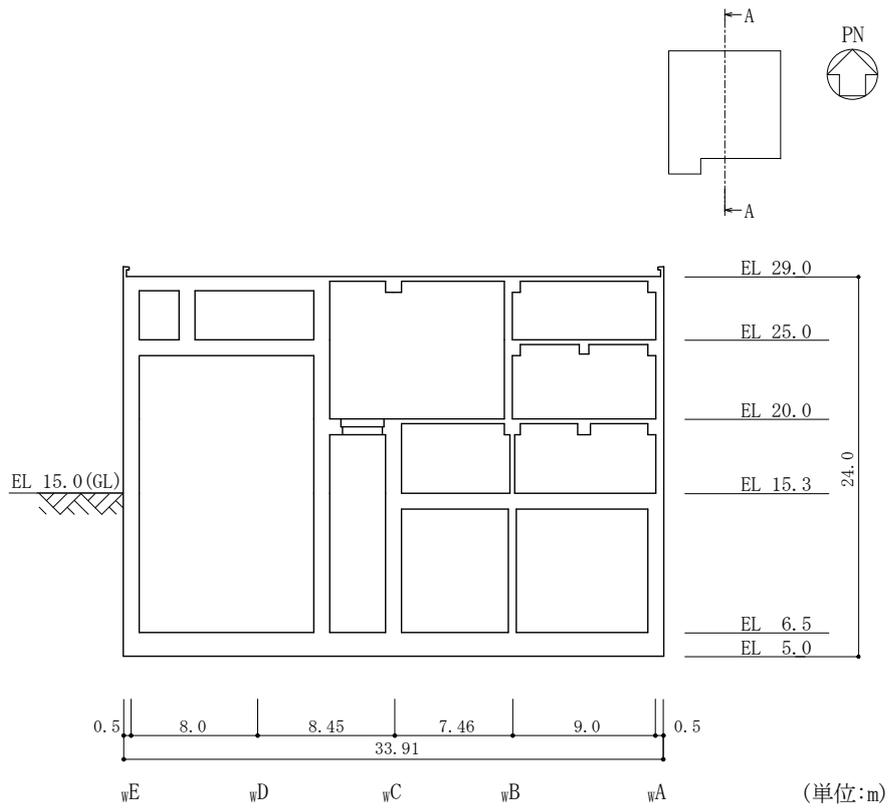


図 2-4(1) 1号機廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

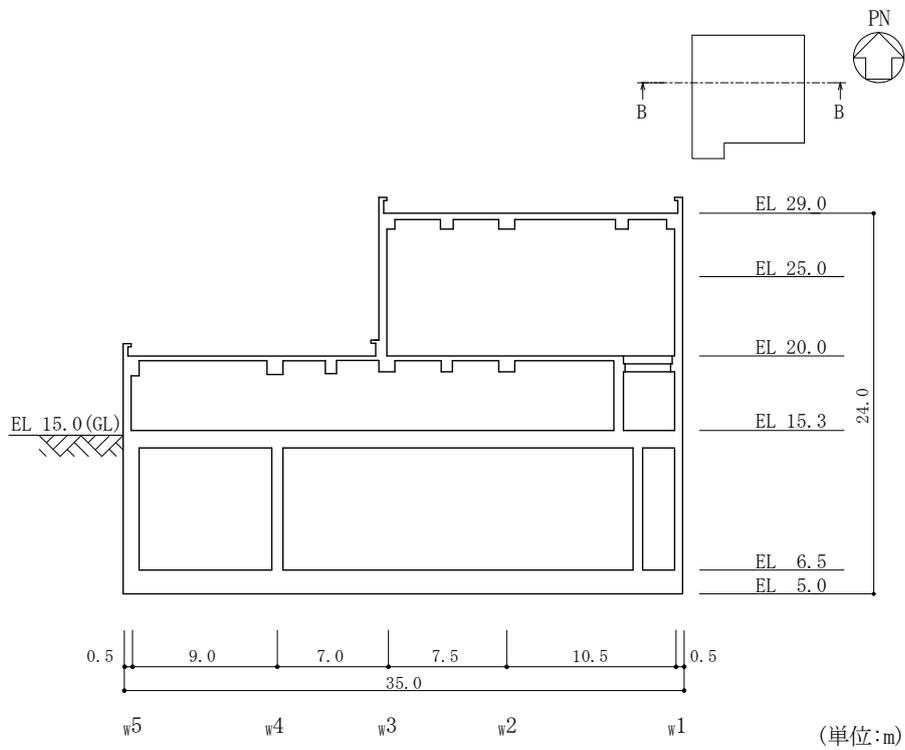


図 2-4(2) 1号機廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

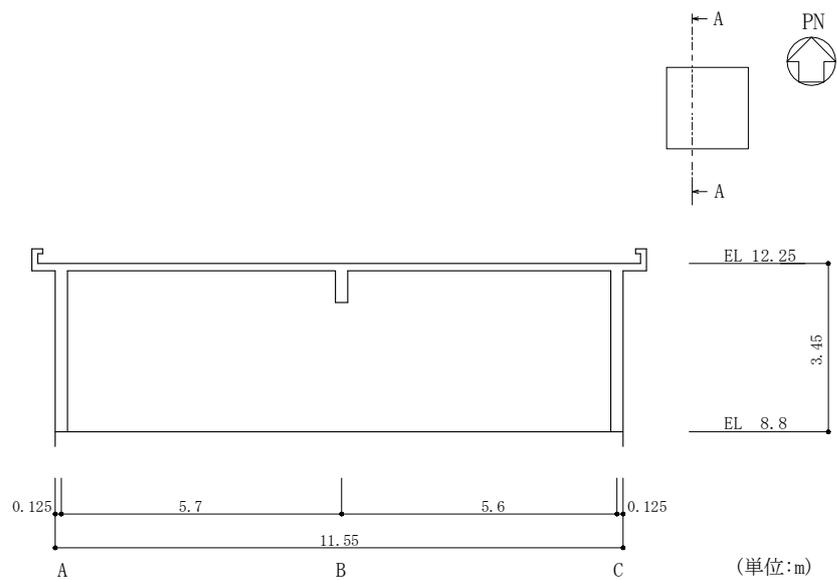


図 2-5(1) 排気筒モニタ室の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

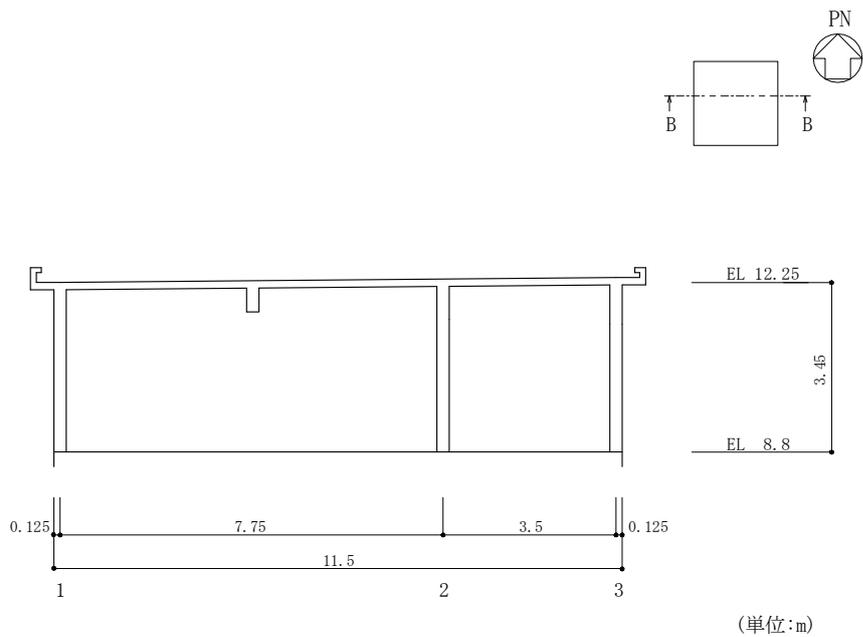


図 2-5(2) 排気筒モニタ室の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

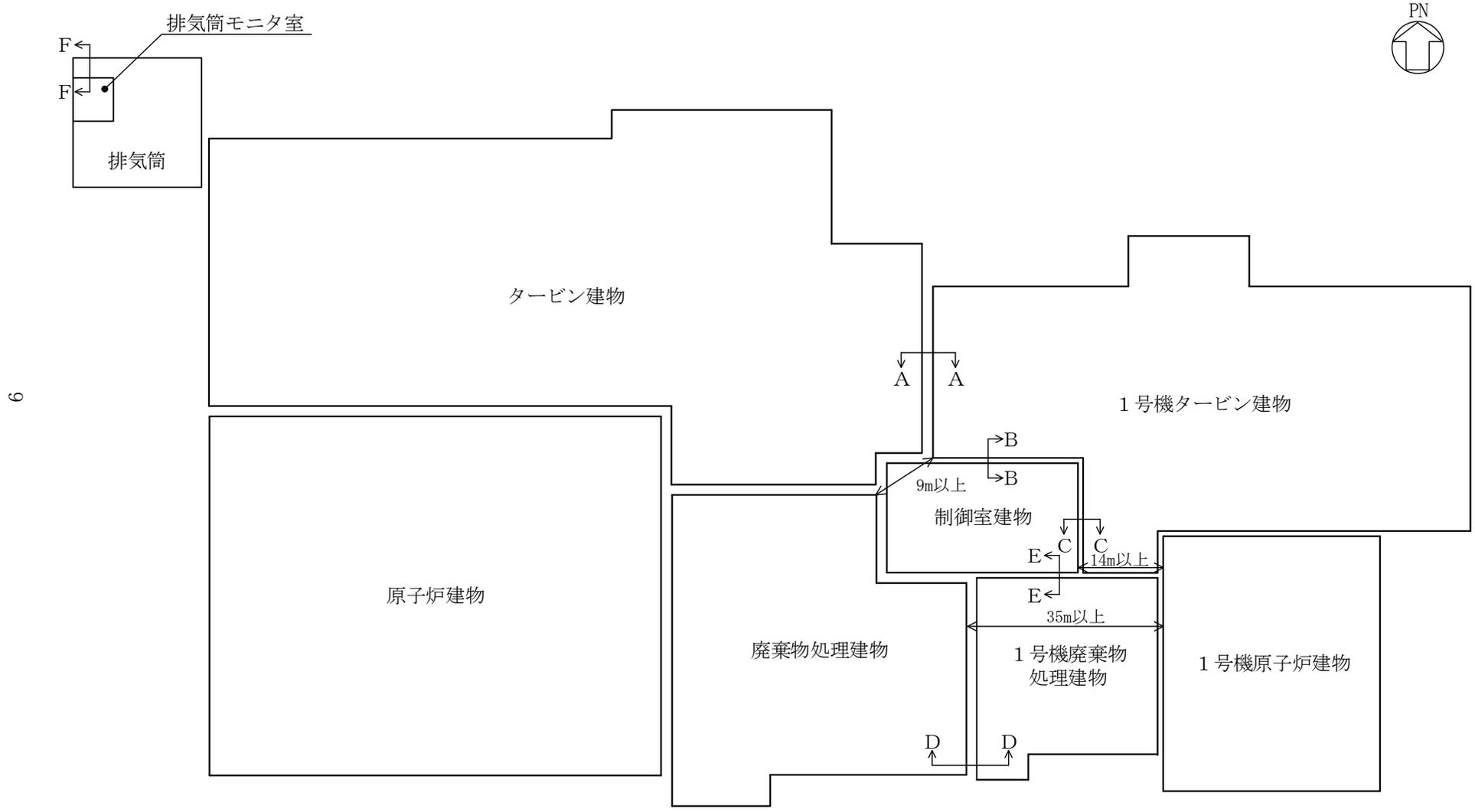


図 2-6(1) 建物配置図

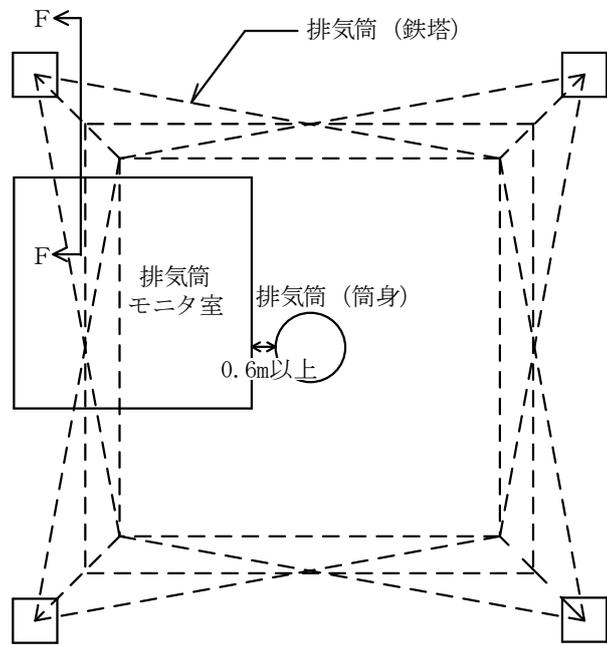


図 2-6(2) 建物配置図 (排気筒モニタ室及び排気筒の詳細)

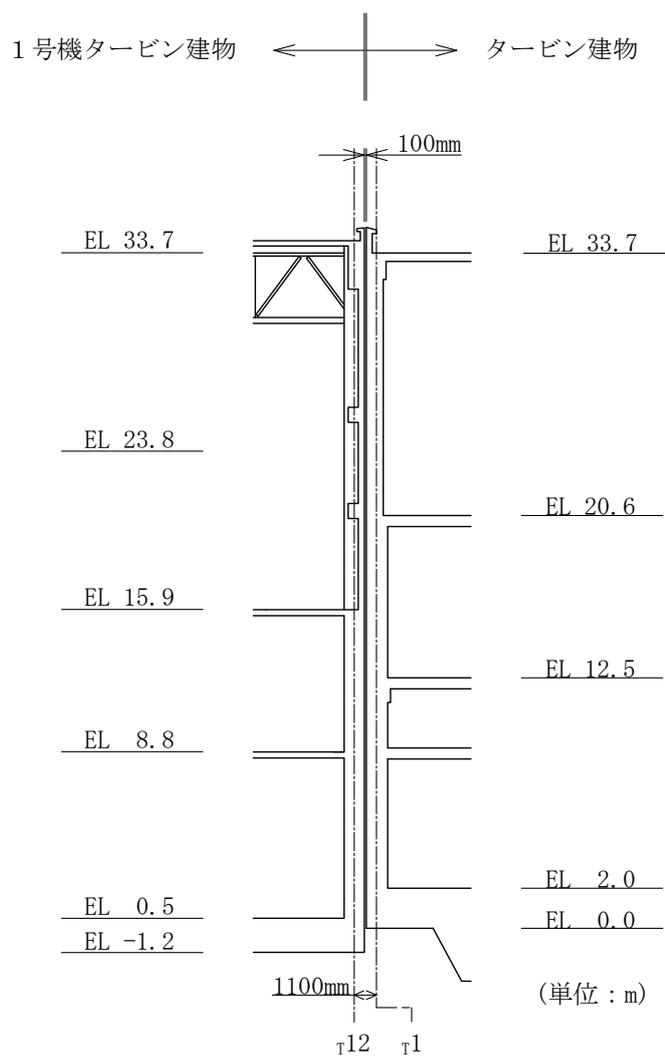


図 2-7 1号機タービン建物とタービン建物のクリアランス
(図 2-6(1) A-A断面) の詳細

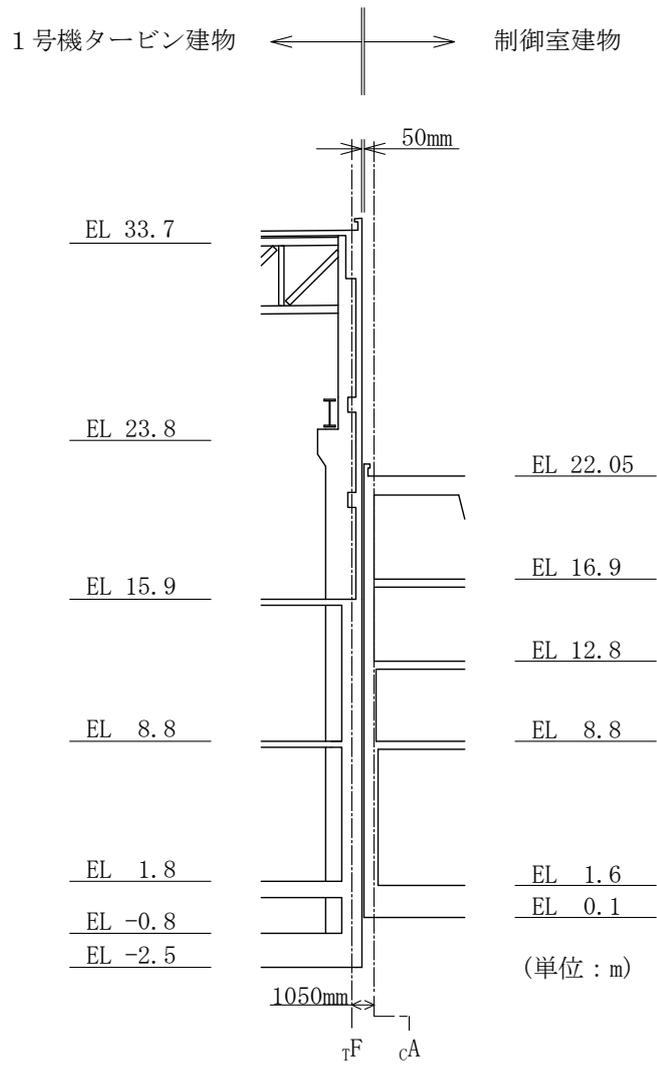


図 2-8 1号機タービン建物と制御室建物のクリアランス
(図 2-6(1) B-B断面)の詳細

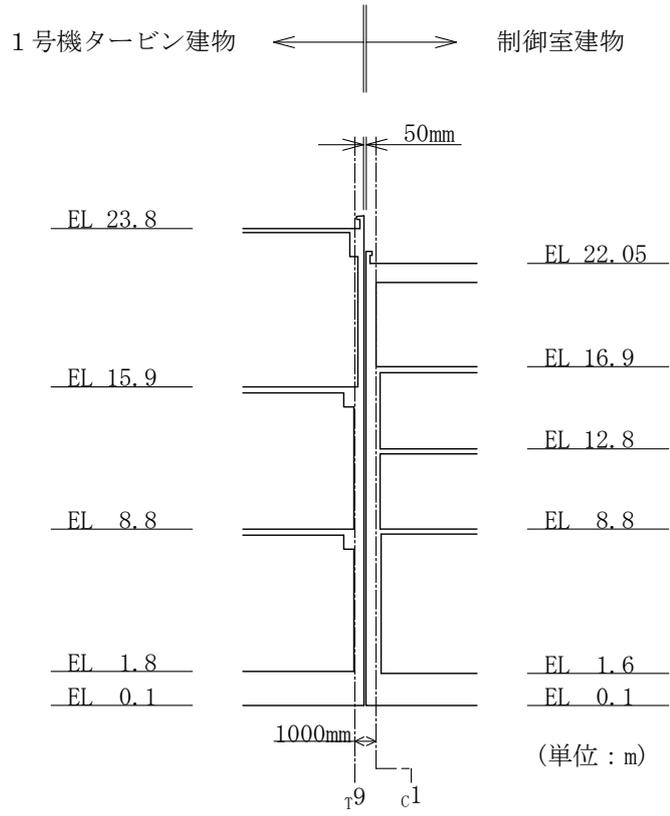


図 2-9 1号機タービン建物と制御室建物のクリアランス
(図 2-6(1) C-C 断面) の詳細

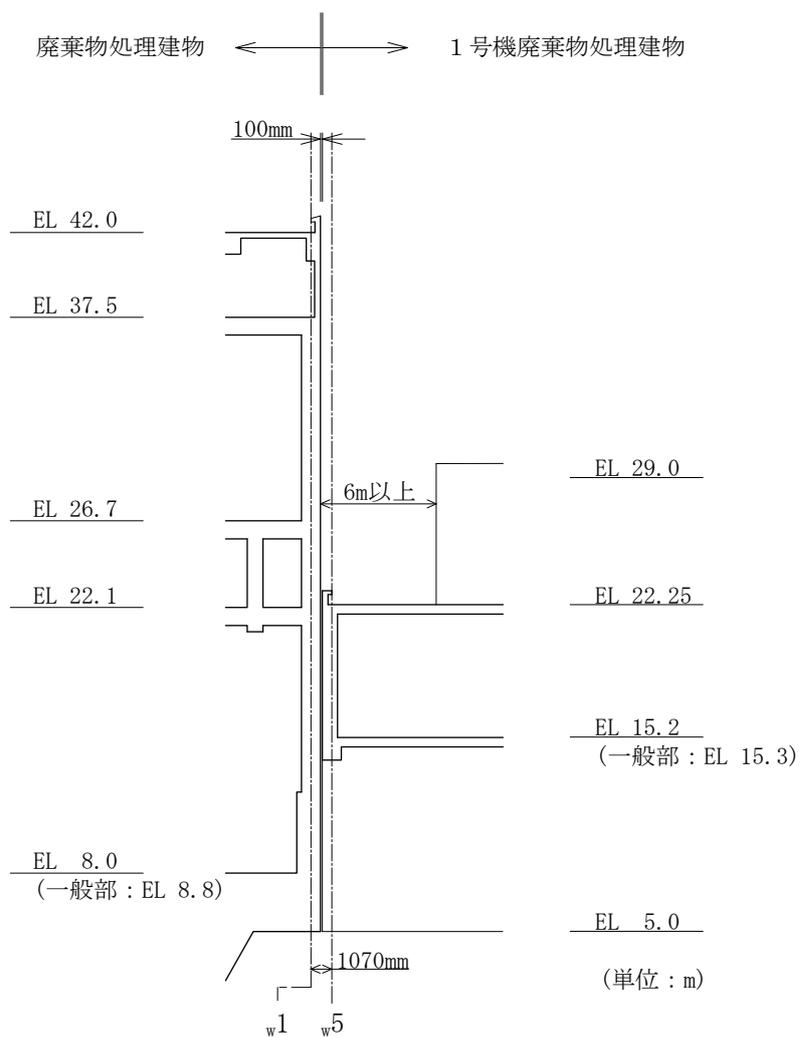


図 2-10 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物のクリアランス
 (図 2-6(1) D-D断面) の詳細

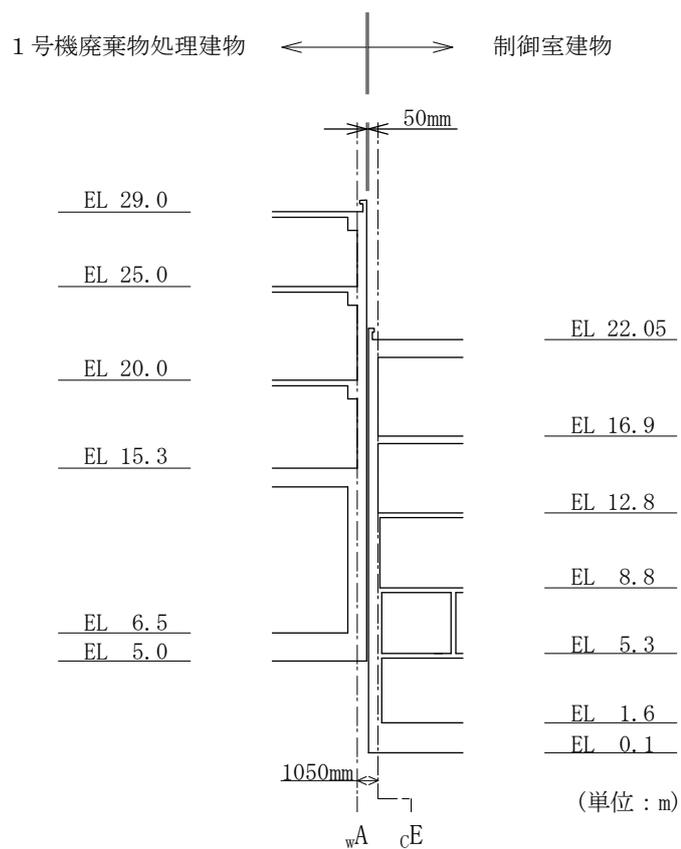


図 2-11 1号機廃棄物処理建物と制御室建物のクリアランス
(図 2-6(1) E-E 断面) の詳細

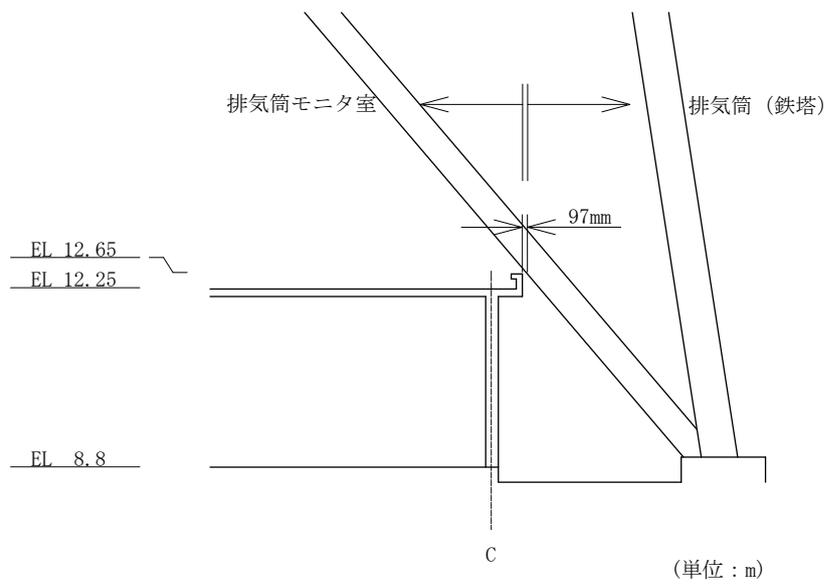


図 2-12 排気筒モニタ室と排気筒 (鉄塔) のクリアランス
(図 2-6 F-F 断面) の詳細

2.3 評価方針

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の強度評価は，VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」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，竜巻より防護すべき施設に波及的影響を及ぼさないことを「3. 強度評価方法」に示す方法により，「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し，「5. 強度評価結果」にて確認する。

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の強度評価においては，その構造を踏まえ，設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。

具体的には，1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室が，倒壊により竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建物，廃棄物処理建物及び制御室建物並びに屋外の外部事象防護対象施設である排気筒に影響を及ぼさないことを確認する「構造強度評価」を行う。

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の構造強度評価においては，設計荷重に対し，鉄骨部の層間変形角及び耐震壁のせん断ひずみが，「建築基準法施行令第82条の2（層間変形角）」及び「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）」により設定した許容限界を超えないことを確認する「変形性能の評価」を行う。

また，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室が，隣接する竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建物，廃棄物処理建物及び制御室建物並びに屋外の外部事象防護対象施設である排気筒に接触し影響を及ぼさないことを確認する「相対変位による評価」を行う。

1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の相対変位による評価においては，設計荷重に対し，タービン建物，廃棄物処理建物，制御室建物及び排気筒（鉄塔）との最大相対変位を算定し，接触を生じないことを確認する。

なお，1号機原子炉建物は制御室建物と14m以上，廃棄物処理建物と35m以上離れており，1号機原子炉建物が倒壊しない限り衝突・接触することはない。1号機タービン建物は廃棄物処理建物と9m以上離れており，1号機タービン建物が倒壊しない限り衝突・接触することはない。排気筒モニタ室は排気筒（筒身）と0.6m以上離れており，排気筒モニタ室が倒壊しない限り衝突・接触することはない。

変形性能の評価フロー及び相対変位による評価フローを図2-13及び図2-14に示す。

〔 1号機原子炉建物， 1号機タービン建物， 1号機廃棄物処理建物
及び排気筒モニタ室の変形性能の評価 〕

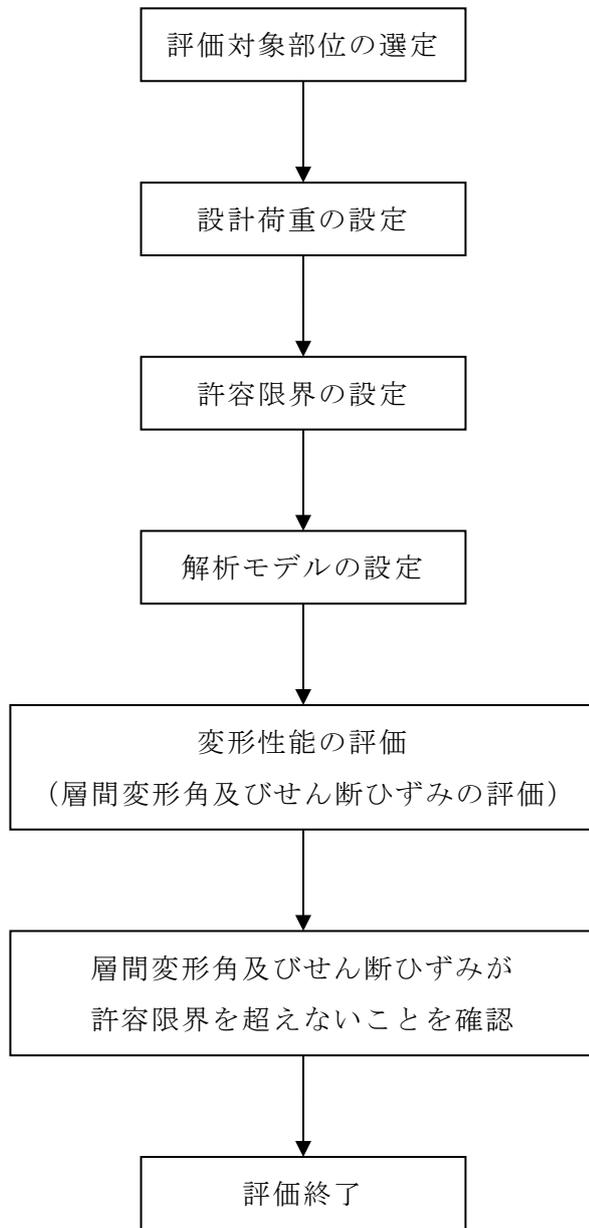


図 2-13 変形性能の評価フロー

〔1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物
及び排気筒モニタ室の相対変位による評価〕

〔タービン建物，廃棄物処理建物，制御室
建物及び排気筒の相対変位による評価〕

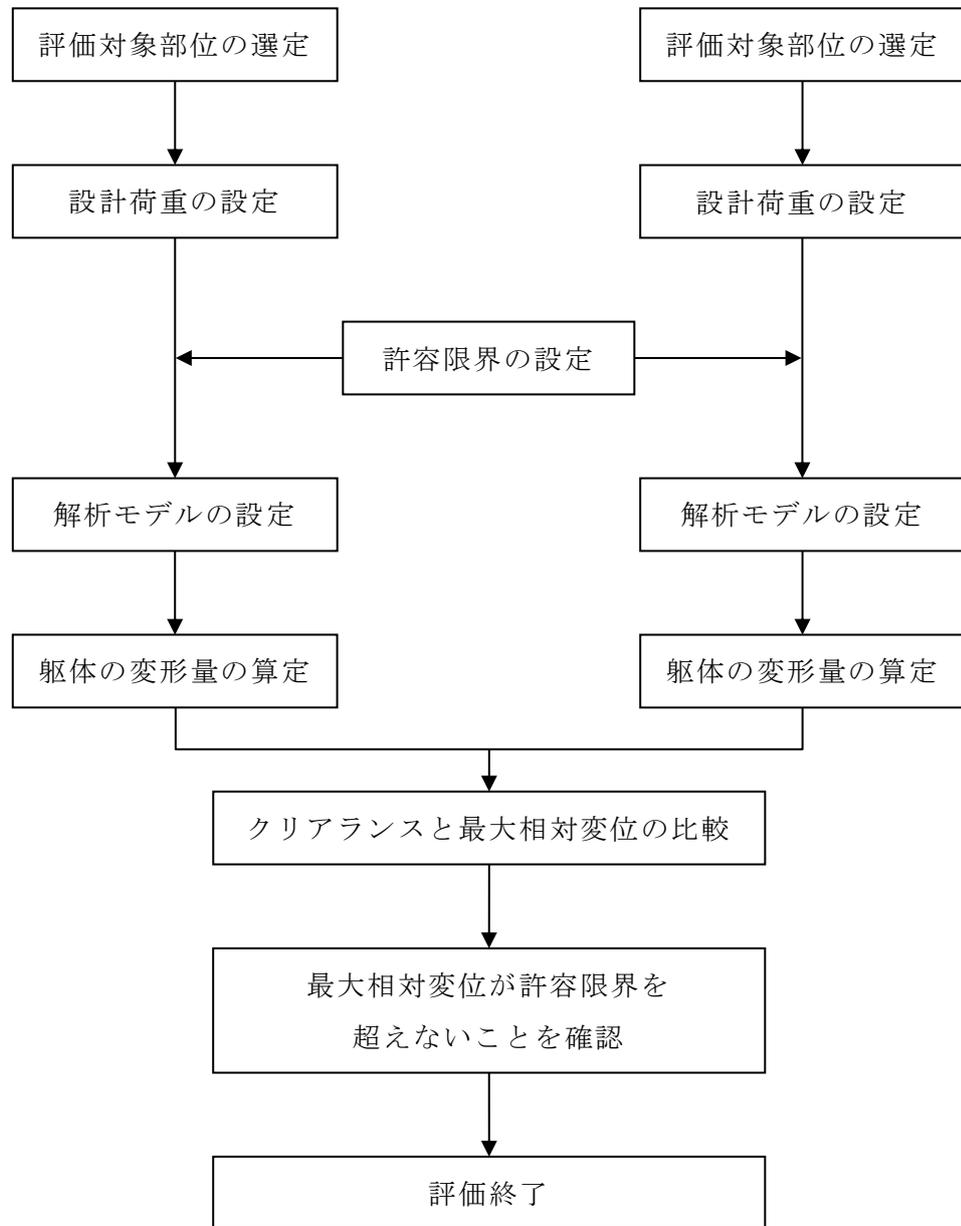


図 2-14 相対変位による評価フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: REGULATORY GUIDE 1.76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS, Revision1, March 2007
- ・ 建築物荷重指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 2004 改定)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

波及的影響に関する強度評価に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
A	m ²	施設の受圧面積
C	—	風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m ²	設計用速度圧
V _D	m/s	設計竜巻の風速
W _M	N	設計飛来物による衝撃荷重
W _P	N	気圧差による荷重
W _W	N	風圧力による荷重
ρ	kg/m ³	空気密度
Δ P _{max}	N/m ²	最大気圧低下量
m	kg	設計飛来物質量
V	m/s	設計飛来物の衝突速度（水平）
Δ t	s	設計飛来物の被衝突体の接触時間
L ₁	m	設計飛来物の最も短い辺の全長

3.2 評価対象部位

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の評価対象部位は，VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に示す評価基準を踏まえ，各建物の構造躯体とする。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せを用いる。

(1) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

a. 風圧力による荷重 (W_w)

風圧力による荷重 W_w はVI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1(3)c. (a) 風圧力による荷重 (W_w)」に示す式に従い算定する。

風力係数 C は、「建築基準法・同施行令」に基づき設定する。

$$W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

$$\text{ここで, } q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2$$

b. 気圧差による荷重 (W_p)

気圧差による荷重 W_p については、気圧差による荷重が最大となる「閉じた施設」を想定し、下式により算定する。

$$W_p = \Delta P_{\max} \cdot A$$

c. 設計飛来物による衝撃荷重 (W_M)

設計飛来物による衝撃荷重 W_M については、次式の設計飛来物による衝撃荷重の算定式によって算定した運動エネルギーが最大となる鋼製材の衝撃荷重 $W_M = 1760\text{kN}$ を用いて評価を行う。

$$W_M = m \cdot V / \Delta t = m \cdot V^2 / L_1$$

設計飛来物の諸元を表 3-2 に示す。

表 3-2 設計飛来物の諸元

設計飛来物	寸法 (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)
鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	51

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重の組合せを踏まえ、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重を組み合わせる。なお、常時作用する荷重については、竜巻時せん断力の算定に際しては評価結果に影響しないため考慮しない。

荷重の組合せを表 3-3 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

設計荷重の種類	荷重の組合せ
複合荷重 W_{T1}	W_P
複合荷重 W_{T2}	$W_W + 0.5 \cdot W_P + W_M$

W_W : 風圧力による荷重

W_P : 気圧差による荷重

W_M : 設計飛来物による衝撃荷重

3.4 許容限界

許容限界は、VI-3-別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に示す許容限界に基づき、表 3-4 のとおり設定する。

表 3-4 許容限界

機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界
タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒に波及的影響を及ぼさない	鉄骨部	層間変形角が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	層間変形角 1/120*
	耐震壁	せん断ひずみが構造物全体としての構造強度の確認のための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 4.0×10^{-3}
	1号機タービン建物及びタービン建物	建物・構築物間の最大相対変位が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	相対変位 100mm
	1号機タービン建物及び制御室建物		相対変位 50mm
	1号機廃棄物処理建物及び廃棄物処理建物		相対変位 100mm
	1号機廃棄物処理建物及び制御室建物		相対変位 50mm
	排気筒モニタ室及び排気筒（鉄塔）		相対変位 97mm

注記*：「建築基準法施行令第 82 条の 2（層間変形角）」により設定。

3.5 評価方法

1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の鉄骨部の層間変形角，耐震壁のせん断ひずみ及び躯体の変形量は，設計荷重による地震応答解析モデルを用いた静的解析により算定する。

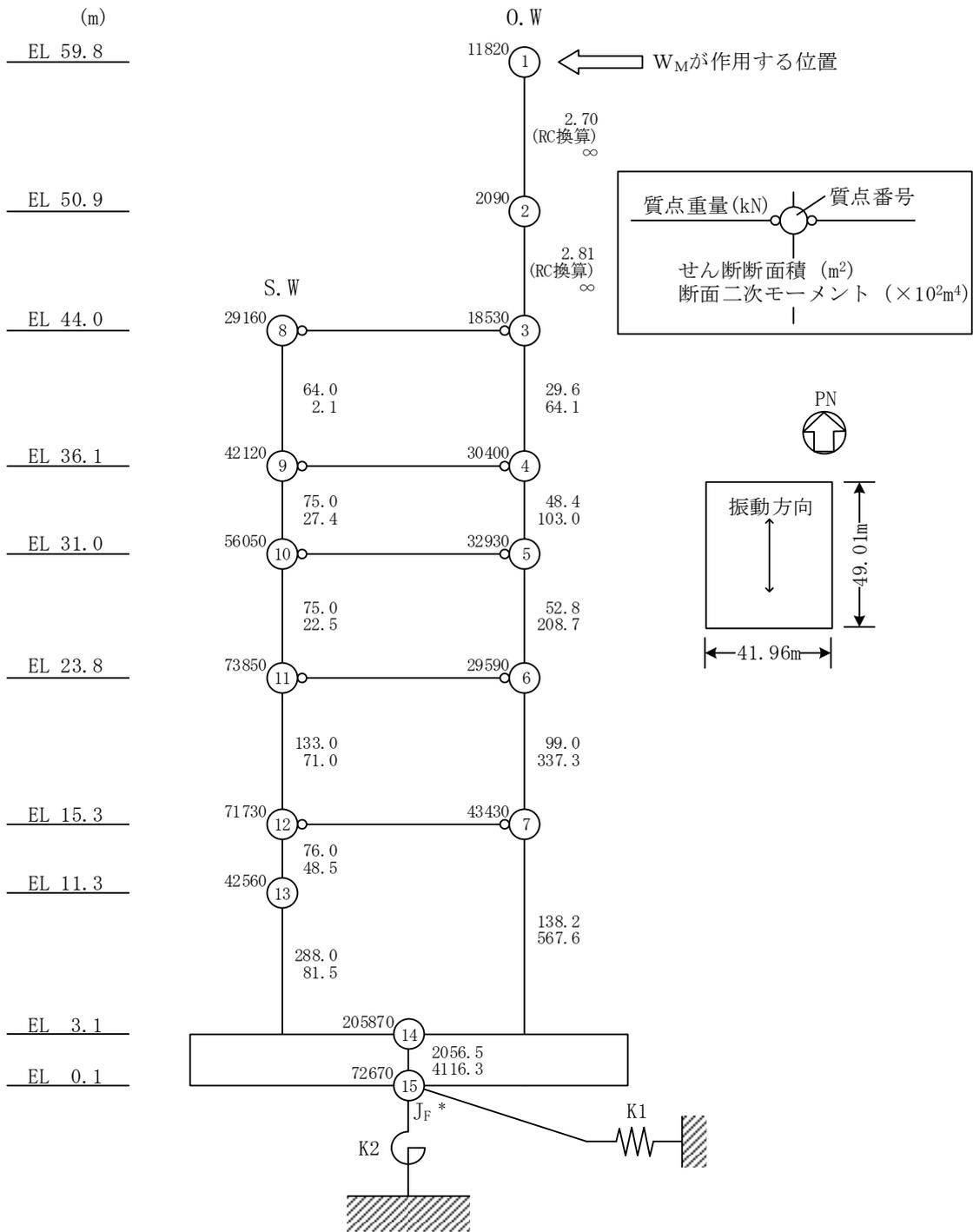
1号機原子炉建物，1号機タービン建物，1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の解析モデル図を図3-1～図3-4に示す。1号機原子炉建物の解析モデルは，VI-2-11-2-1-1「1号機原子炉建物の耐震性についての計算書」に示す地震応答解析モデルのうち，地盤と建物の相互作用をスウェイ及びロッキングの地盤ばねとして設定したモデルを用いる。1号機タービン建物の解析モデルはVI-2-11-2-1-2「1号機タービン建物の耐震性についての計算書」に示す地震応答解析モデルを，1号機廃棄物処理建物の解析モデルはVI-2-11-2-1-3「1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」に示す地震応答解析モデルを，排気筒モニタ室の解析モデルはVI-2-11-2-1-6「排気筒モニタ室の耐震性についての計算書」に示す地震応答解析モデルを用いる。

設計荷重のうち，風圧力による荷重 W_w は，建物の形状を考慮して算定した風力係数及び受圧面積に基づき算定する。

気圧差による荷重 W_p は，建物の内部から外部に作用することから，建物層全体の評価においては相殺されるが，保守的に風圧力による荷重 W_w の作用方向のみに作用するものとして考慮する。

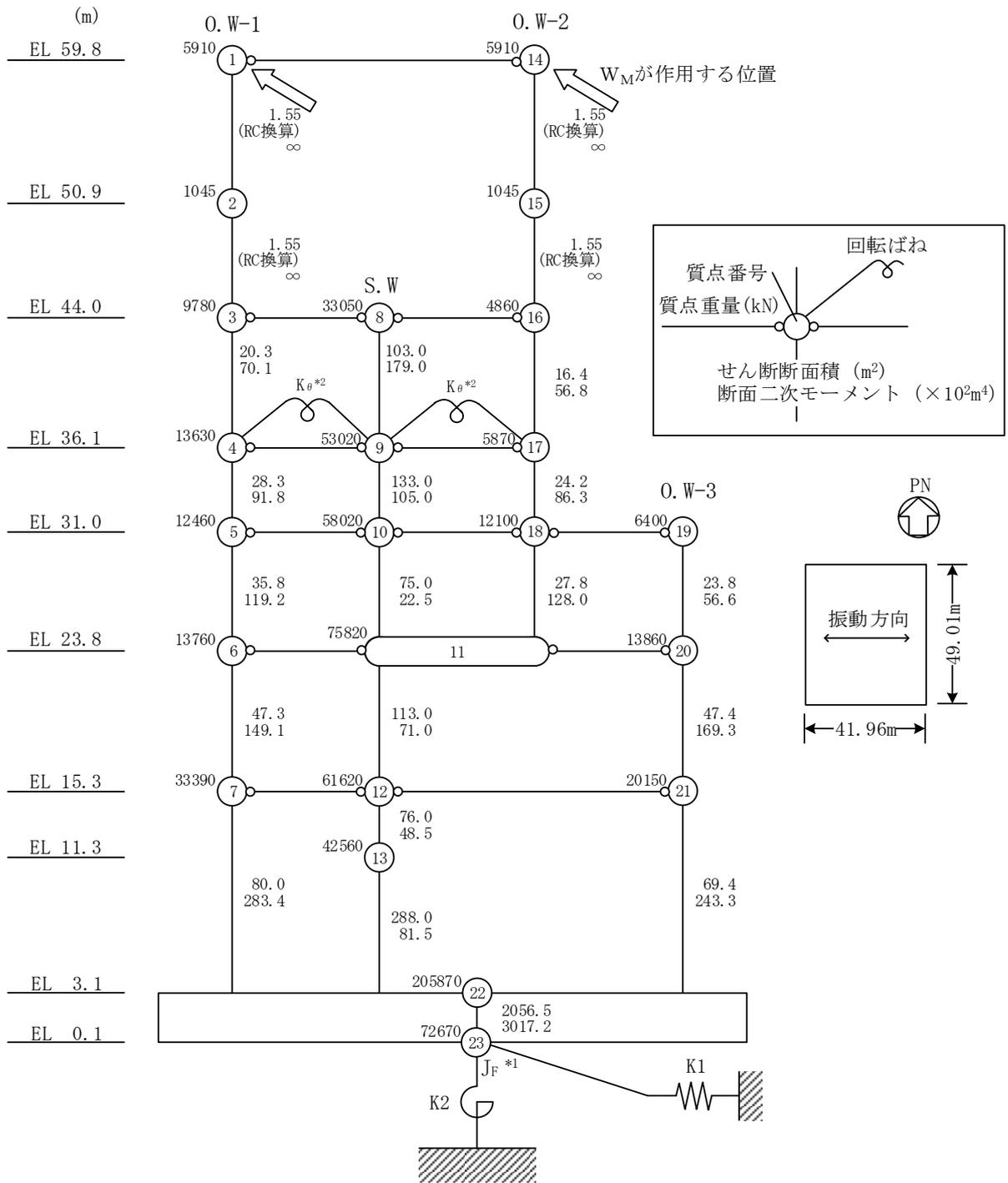
設計飛来物による衝撃荷重 W_m は，建物最上部質点に作用するものとする。ここで，地震応答解析モデルが多軸の場合には，各軸の最上部の質点に W_m が作用するものとする。

静的解析には，解析コード「NUPP4」を用いる。評価に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注記* : 回転慣性重量(16.85×10⁷kN・m²)

図 3-1(1) 1号機原子炉建物の解析モデル図 (NS方向)



注記*1 : 回転慣性重量 ($12.77 \times 10^7 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2 : 燃料プール壁の回転ばね ($2.329 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

図 3-1(2) 1号機原子炉建物の解析モデル図 (EW方向)

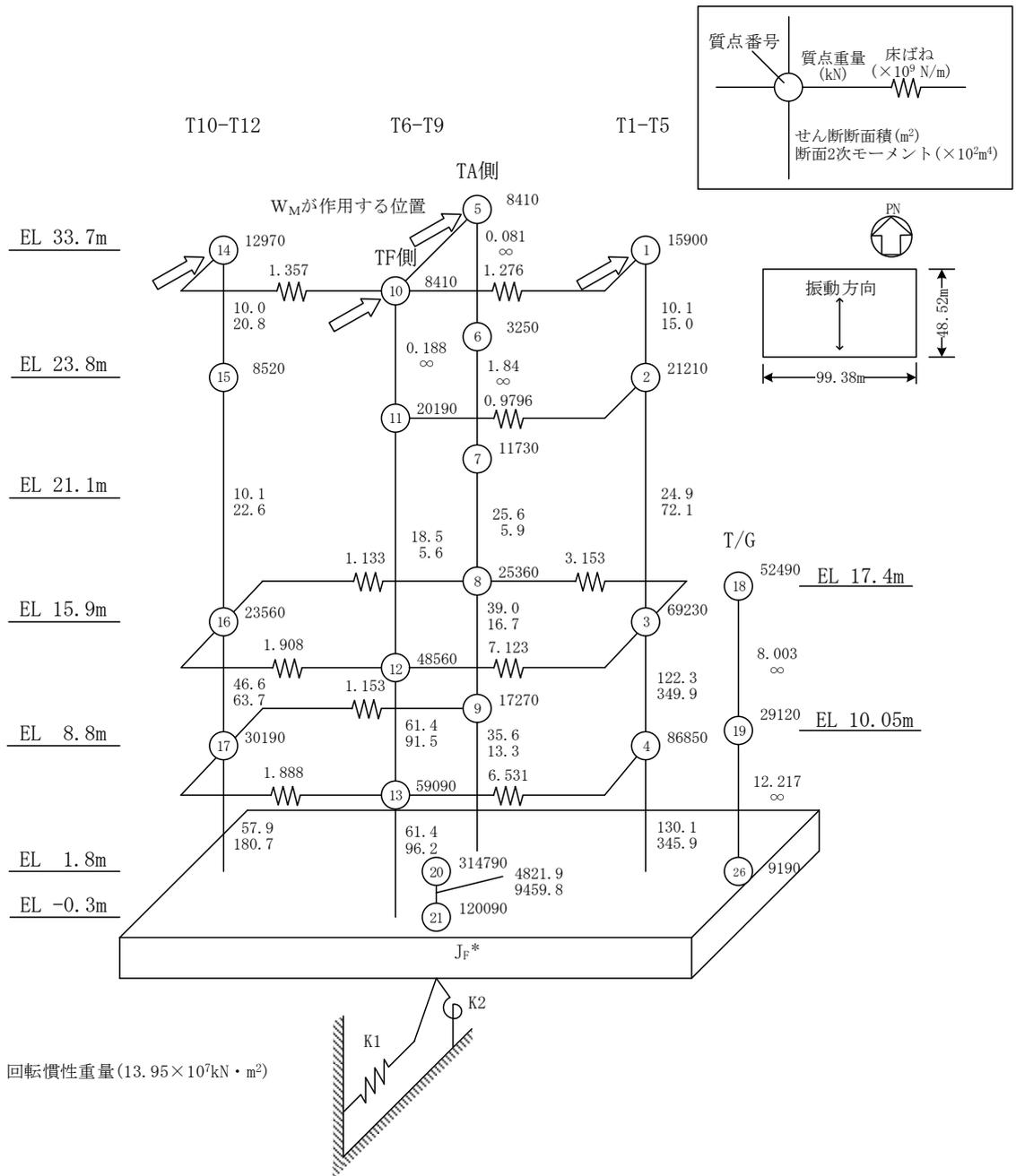


図 3-2(1) 1号機タービン建物の解析モデル図 (NS方向)

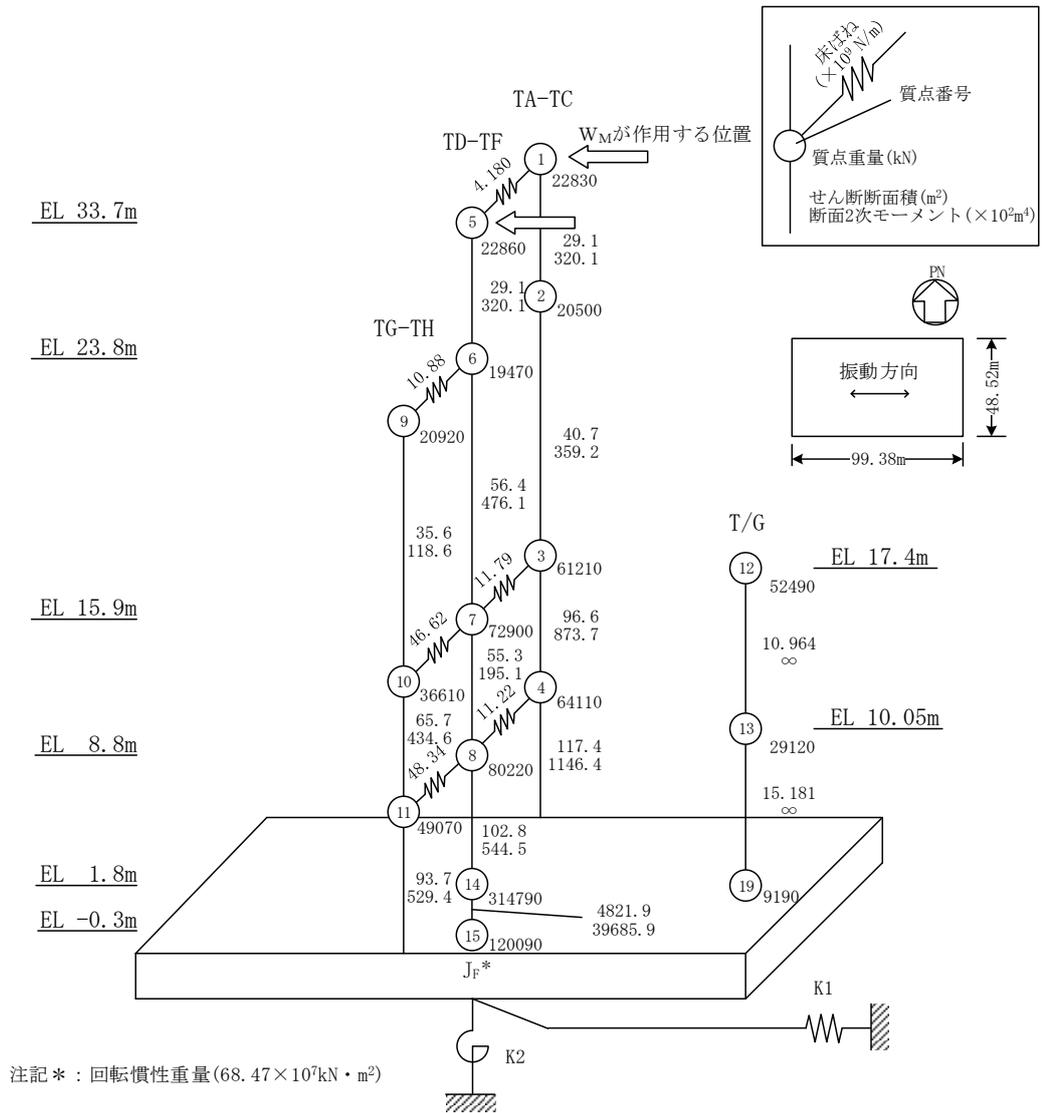
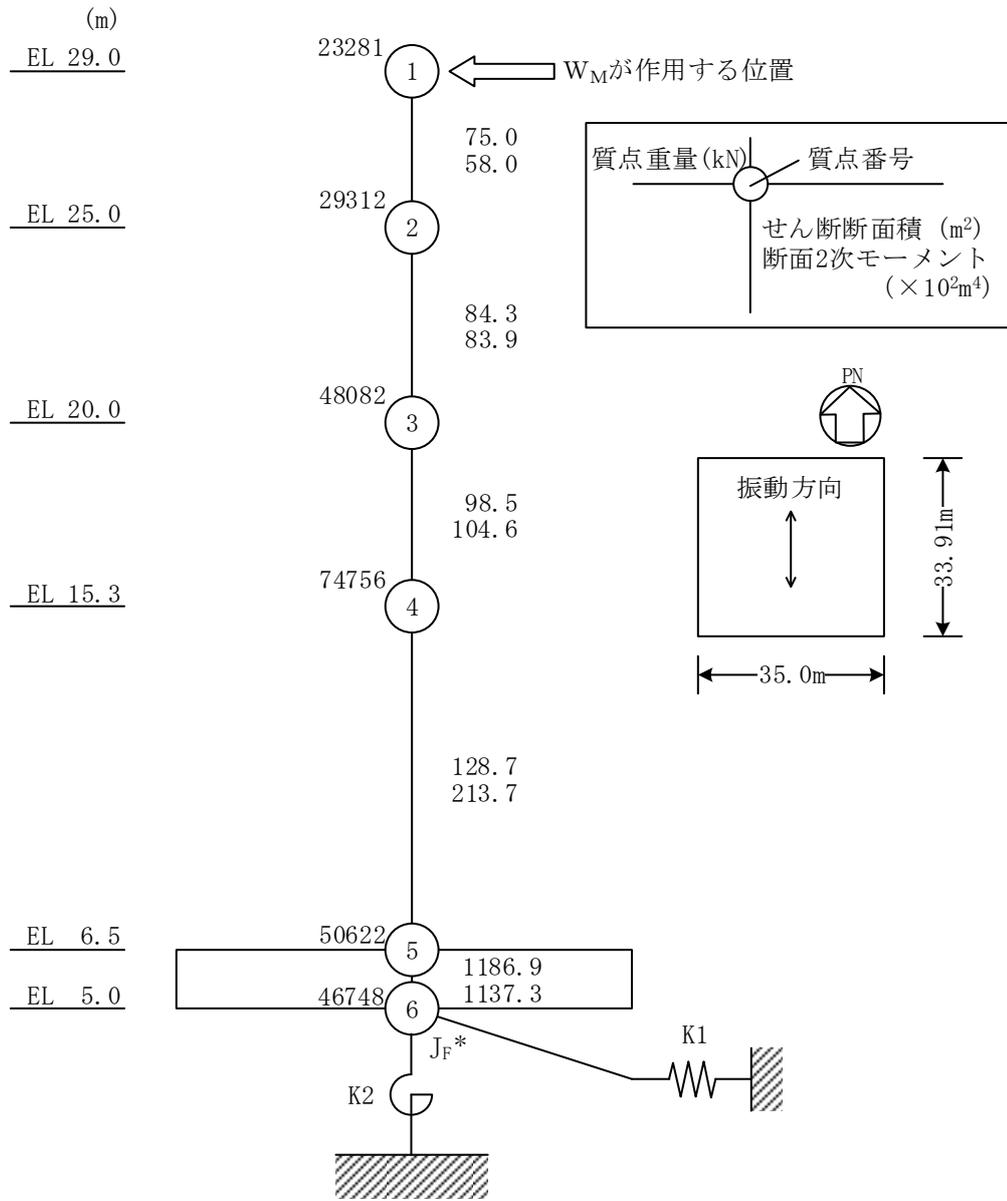
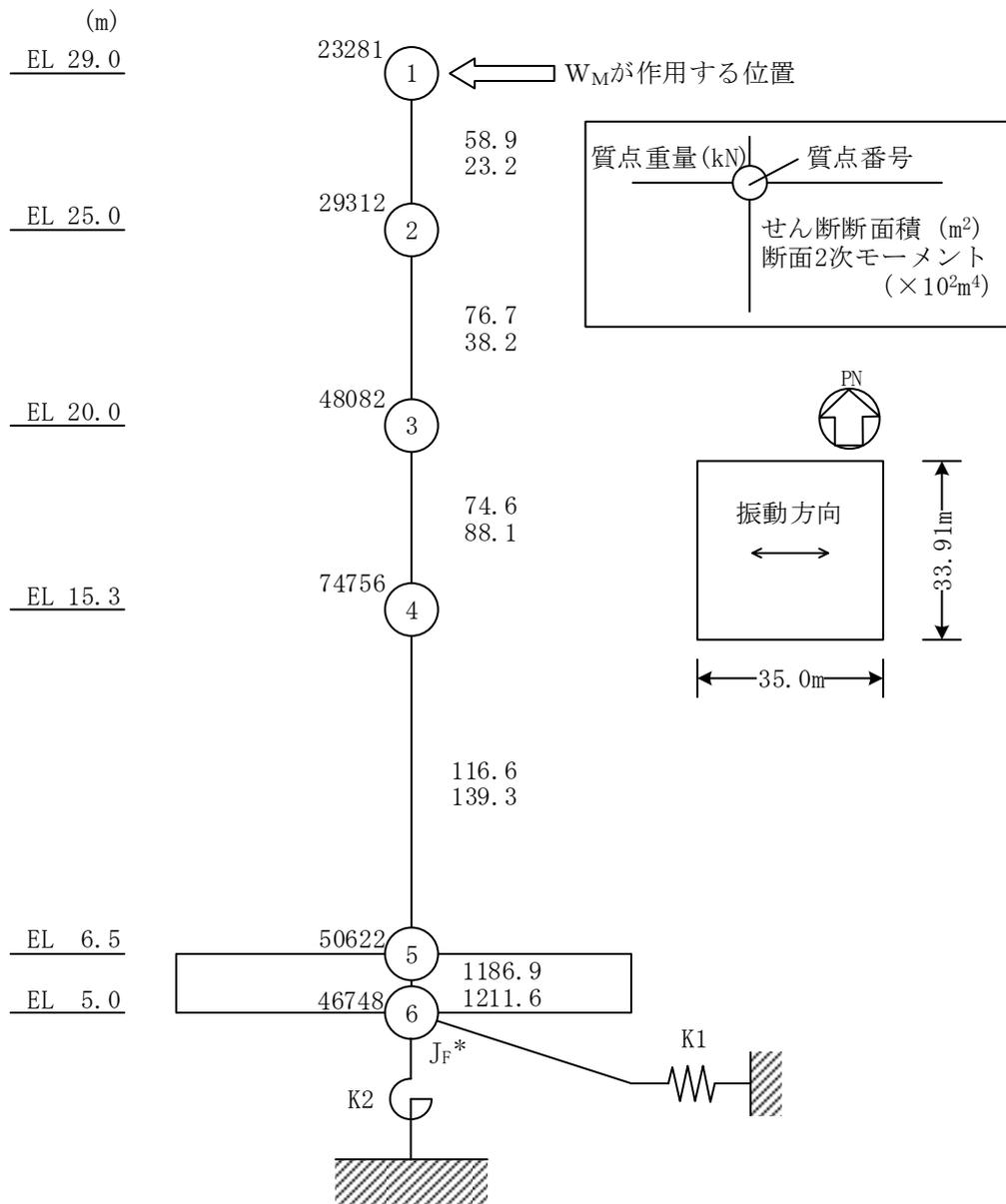


図 3-2(2) 1号機タービン建物の解析モデル図 (EW方向)



注記* : 回転慣性重量 (28.31 × 10⁶ kN · m²)

図 3-3(1) 1号機廃棄物処理建物の解析モデル図 (NS方向)



注記* : 回転慣性重量 ($30.02 \times 10^6 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$)

図 3-3(2) 1号機廃棄物処理建物の解析モデル図 (EW方向)

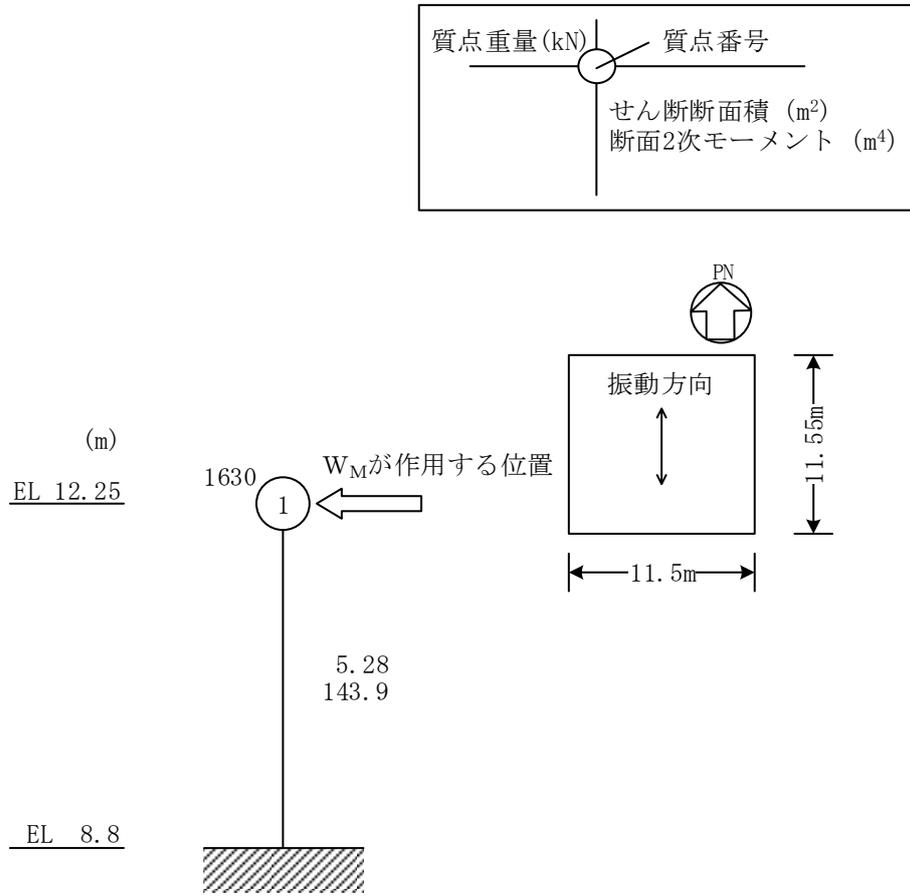


図 3-4(1) 排気筒モニタ室の解析モデル図 (NS 方向)

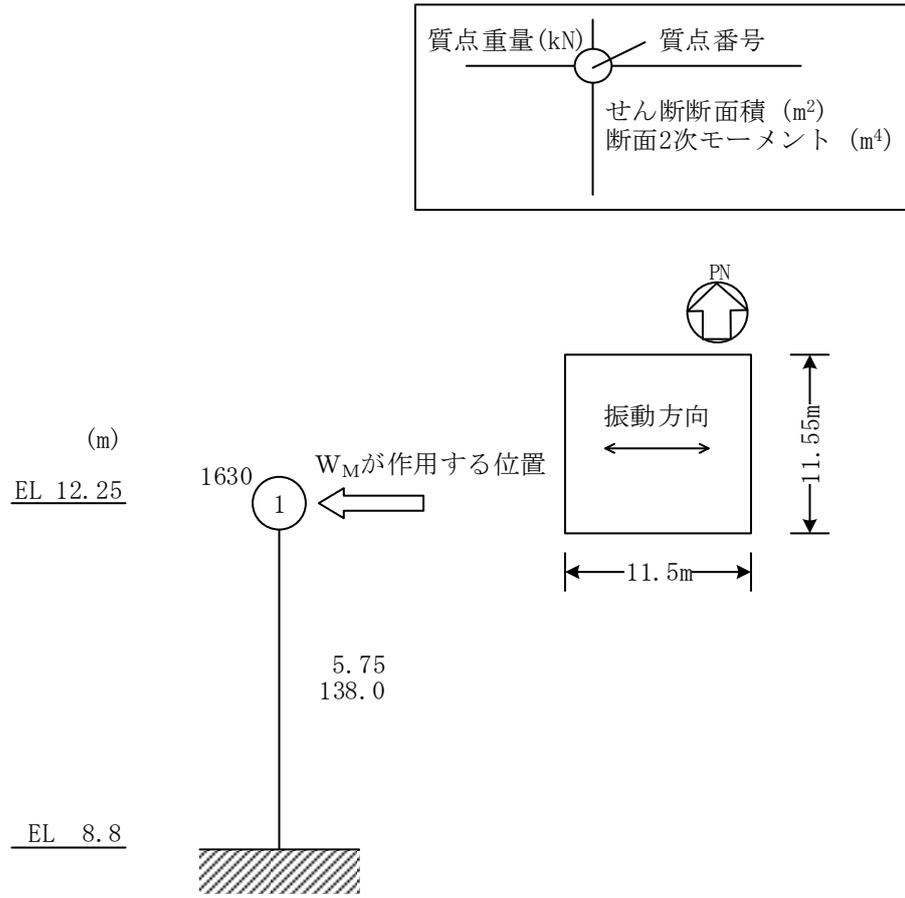


図 3-4(2) 排気筒モニタ室の解析モデル図 (EW方向)

タービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の変形量は、設計荷重による地震応答解析モデルを用いた静的解析により算定する。排気筒の変形量は、設計荷重による3次元FEMモデルを用いた衝突解析により算定する。

タービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の解析モデルはVI-3-別添 1-6「竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書」に示す解析モデルを用いる。排気筒の解析モデルは、VI-3-別添 1-10「排気筒の強度計算書」に示す解析モデルを用いる。

設計荷重のうち、風圧力による荷重 W_w は、建物・構築物の形状を考慮して算定した風力係数及び受圧面積に基づき算定する。

気圧差による荷重 W_p は、建物の内部から外部に作用することから、建物層全体の評価においては相殺されるが、保守的に風圧力による荷重 W_w の作用方向のみに作用するものとする。なお、排気筒は屋外施設であり閉じた施設ではないため、気圧差による荷重 W_p は考慮しない。

設計飛来物による衝撃荷重 W_M は、タービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物に対しては、建物最上部質点に作用するものとする。ここで、解析モデルが多軸の場合には、各軸の最上部の質点に W_M が作用するものとする。また、排気筒に対しては、VI-3-別添 1-10「排気筒の強度計算書」に示すとおり、最下段支柱材に作用するものとする。

4. 評価条件

「3. 強度評価方法」に用いる評価条件を、以下に示す。

変形性能の評価は、各建物に設計荷重が作用する場合のNS方向及びEW方向の検討を実施する。

相対変位による評価については、1号機タービン建物は、建物の西側にタービン建物及び制御室建物、南側に制御室建物が隣接しているため、設計荷重が東から西へ作用する場合及び北から南へ作用する場合の検討を実施する。1号機廃棄物処理建物は、建物の西側に廃棄物処理建物、北側に制御室建物が隣接しているため、設計荷重が東から西へ作用する場合及び南から北へ作用する場合の検討を実施する。排気筒モニタ室は、建物の北側に排気筒（鉄塔）が隣接しているため、設計荷重が南から北へ作用する場合の検討を実施する。

1号機原子炉建物、1号機タービン建物、1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室の風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p の算定条件を表4-1～表4-4に示す。1号機原子炉建物、1号機タービン建物及び1号機廃棄物処理建物については、隣接建物があり、実際には隣接する壁面の風荷重は極めて小さいと考えられるが、本評価では保守的に隣接する側の風荷重も考慮するものとする。

また、1号機原子炉建物、1号機タービン建物、1号機廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室のせん断スケルトン曲線（ $\tau - \gamma$ 関係）を表4-5～表4-12に示す。

表 4-1 1号機原子炉建物の風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p の算定条件

EL (m)	位置	風力係数 C	受圧面積 A (m^2)	
			NS方向	EW方向
61.20~55.35	風上	0.8	249	189
	風下	0.4		
55.35~47.45	風上	0.8	336	254
	風下	0.4		
47.45~40.05	風上	0.8	312	236
	風下	0.4		
40.05~33.55	風上	0.8	273	206
	風下	0.4		
33.55~27.40	風上	0.8	258	239
	風下	0.4		
27.40~19.55	風上	0.8	329	329
	風下	0.4		
19.55~15.00	風上	0.8	191	198
	風下	0.4		

表 4-2 1号機タービン建物の風圧力による荷重 W_w 及び
気圧差による荷重 W_p の算定条件

EL (m)	位置	風力係数 C	受圧面積 A (m^2)		
			NS方向		EW方向
			北側	南側	
35.08~28.75	風上	0.8	614	614	209
	風下	0.4			
28.75~19.85	風上	0.8	917	863	457
	風下	0.4			
19.85~12.35	風上	0.8	703	757	486
	風下	0.4			
12.35~8.50	風上	0.8	401	401	249
	風下	0.4			

表 4-3 1号機廃棄物処理建物の風圧力による荷重 W_w 及び
気圧差による荷重 W_p の算定条件

EL (m)	位置	風力係数 C	受圧面積 A (m^2)	
			N S 方向	E W 方向
29.60~27.00	風上	0.8	75	88
	風下	0.4		
27.00~22.50	風上	0.8	133	155
	風下	0.4		
22.50~17.65	風上	0.8	170	188
	風下	0.4		
17.65~15.00	風上	0.8	93	103
	風下	0.4		

表 4-4 排気筒モニタ室の風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p の算定条件

EL (m)	位置	風力係数 C	受圧面積 A (m^2)	
			N S 方向	E W 方向
12.65~8.50	風上	0.8	48	49
	風下	0.4		

表 4-5 1号機原子炉建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS方向)

0. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	19.9	—	—	2.16	—	—
50.9~44.0	19.3	—	—	2.10	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	4.03	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	4.48	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	4.56	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	4.74	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	4.52	0.206	0.617	4.00

S. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	1.58	2.13	3.41	0.172	0.515	4.00
36.1~31.0	1.69	2.28	4.28	0.184	0.552	4.00
31.0~23.8	1.63	2.20	4.55	0.178	0.533	4.00
23.8~15.3	1.75	2.37	4.12	0.191	0.573	4.00
15.3~11.3	2.12	2.87	4.39	0.231	0.694	4.00
11.3~3.1	1.89	2.55	4.00	0.206	0.617	4.00

表 4-6(1) 1号機原子炉建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (E W方向)

0. W-1

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	14.2	—	—	1.55	—	—
50.9~44.0	19.4	—	—	2.12	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	4.48	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	4.83	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	4.44	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	4.44	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	3.98	0.206	0.617	4.00

S. W

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
44.0~36.1	1.58	2.13	4.57	0.172	0.515	4.00
36.1~31.0	1.69	2.28	4.69	0.184	0.552	4.00
31.0~23.8	1.63	2.20	4.39	0.178	0.533	4.00
23.8~15.3	1.75	2.37	4.01	0.191	0.573	4.00
15.3~11.3	2.12	2.87	4.14	0.231	0.694	4.00
11.3~3.1	1.89	2.55	4.00	0.206	0.617	4.00

表 4-6(2) 1号機原子炉建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

0. W-2

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
59.8~50.9	14.2	—	—	1.55	—	—
50.9~44.0	19.4	—	—	2.12	—	—
44.0~36.1	1.65	2.23	3.76	0.180	0.540	4.00
36.1~31.0	1.74	2.34	3.76	0.189	0.567	4.00
31.0~23.8	1.77	2.39	3.63	0.193	0.579	4.00

0. W-3

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
31.0~23.8	1.77	2.39	5.27	0.193	0.579	4.00
23.8~15.3	1.80	2.42	5.20	0.195	0.586	4.00
15.3~3.1	1.89	2.55	4.48	0.206	0.617	4.00

表 4-7(1) 1号機タービン建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

T1-T5

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.65	2.23	4.14	0.180	0.540	4.00
23.8~15.9	1.68	2.27	4.22	0.183	0.550	4.00
15.9~8.8	1.63	2.20	3.15	0.177	0.532	4.00
8.8~1.8	1.73	2.34	3.72	0.189	0.566	4.00

T6-T9(TA側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~21.1	—*					
21.1~15.9	1.62	2.18	3.53	0.176	0.529	4.00
15.9~8.8	1.70	2.30	3.20	0.185	0.556	4.00
8.8~1.8	1.78	2.40	2.98	0.194	0.581	4.00

T6-T9(TF側)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	—*					
23.8~15.9	1.61	2.17	3.86	0.175	0.526	4.00
15.9~8.8	1.66	2.25	4.23	0.181	0.544	4.00
8.8~1.8	1.82	2.46	4.11	0.199	0.596	4.00

注記* : 線形部材

表 4-7(2) 1号機タービン建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

T10-T12

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.63	2.19	4.14	0.177	0.531	4.00
23.8~15.9	1.74	2.35	3.99	0.190	0.569	4.00
15.9~8.8	1.68	2.26	3.80	0.183	0.548	4.00
8.8~1.8	1.78	2.40	3.99	0.193	0.580	4.00

表 4-8 1号機タービン建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

TA-TC

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.97	2.66	4.65	0.215	0.645	4.00
23.8~15.9	2.06	2.78	4.61	0.224	0.671	4.00
15.9~8.8	1.83	2.46	4.41	0.199	0.596	4.00
8.8~1.8	1.85	2.50	4.39	0.201	0.604	4.00

TD-TF

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
33.7~23.8	1.98	2.68	4.66	0.216	0.648	4.00
23.8~15.9	1.98	2.67	4.48	0.216	0.647	4.00
15.9~8.8	1.90	2.57	4.39	0.207	0.622	4.00
8.8~1.8	1.97	2.66	4.49	0.215	0.644	4.00

TG-TH

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
23.8~15.9	1.84	2.48	4.47	0.200	0.601	4.00
15.9~8.8	1.80	2.43	4.43	0.196	0.588	4.00
8.8~1.8	1.92	2.59	4.50	0.209	0.626	4.00

表 4-9 1号機廃棄物処理建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.34	1.81	3.74	0.146	0.508	4.00
25.0~20.0	1.36	1.84	3.59	0.149	0.533	4.00
20.0~15.3	1.76	2.37	4.24	0.191	0.563	4.00
15.3~6.5	1.75	2.36	3.77	0.191	0.581	4.00

表 4-10 1号機廃棄物処理建物のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
29.0~25.0	1.44	1.94	3.95	0.157	0.506	4.00
25.0~20.0	1.63	2.21	4.09	0.178	0.533	4.00
20.0~15.3	1.81	2.44	4.36	0.197	0.563	4.00
15.3~6.5	2.03	2.75	4.36	0.222	0.581	4.00

表 4-11 排気筒モニタ室のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	1.48	2.00	4.19	0.165	0.495	4.00

表 4-12 排気筒モニタ室のせん断スケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

EL (m)	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
12.25~8.8	1.48	2.00	4.19	0.165	0.495	4.00

タービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の風圧力による荷重 W_w 及び気圧差による荷重 W_p の算定条件並びにせん断スケルトン曲線（ $\tau - \gamma$ 関係）については、VI-3-別添 1-6「竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書」の「3.5.3 変形評価」及び「4.3.1 耐震壁」に示す。排気筒の風圧力による荷重 W_w の算定条件及び材料モデル等の解析条件はVI-3-別添 1-10「排気筒の強度計算書」の「3. 強度評価方法」及び「4. 評価条件」に示す。なお、排気筒の最大変位は保守的に 0° 方向と 45° 方向の評価結果を包絡した値として算定する。

5. 強度評価結果

5.1 変形性能の評価結果

(1) 層間変形角の評価結果

1号機原子炉建物の層間変形角を表5-1に示す。層間変形角は最大で1/3130(0.W軸, EL 50.9m~EL 44.0m, NS方向, W_{T2})であり, 許容限界(1/120)を超えないことを確認した。

表5-1 1号機原子炉建物の層間変形角の評価結果

評価対象施設	層間変形角		許容限界
	W_{T1}	W_{T2}	
1号機原子炉建物	1/5401	1/3130	1/120

注: NS方向, EW方向の評価結果のうち, 最も評価結果が厳しい部材について評価結果を記載するものとする。

(2) せん断ひずみの評価結果

各建物のせん断ひずみを表5-2に示す。せん断ひずみは最大で 0.07×10^{-3} (1号機タービン建物, T10-T12軸, EL 23.8m~EL 15.9m, NS方向, W_{T2})であり, いずれの建物においても許容限界(4.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

表5-2 各建物のせん断ひずみの評価結果

評価対象施設	せん断ひずみ		許容限界
	W_{T1}	W_{T2}	
1号機原子炉建物	0.02×10^{-3}	0.03×10^{-3}	4.0×10^{-3}
1号機タービン建物	0.04×10^{-3}	0.07×10^{-3}	4.0×10^{-3}
1号機廃棄物処理建物	0.01×10^{-3}	0.01×10^{-3}	4.0×10^{-3}
排気筒モニタ室	0.01×10^{-3}	0.05×10^{-3}	4.0×10^{-3}

注: NS方向, EW方向の評価結果のうち, 最も評価結果が厳しい部材について評価結果を記載するものとする。

5.2 相対変位による評価結果

1号機タービン建物とタービン建物の最大相対変位，1号機タービン建物と制御室建物の最大相対変位，1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位，1号機廃棄物処理建物と制御室建物の最大相対変位及び排気筒モニタ室と排気筒の最大相対変位の評価結果を表5-3～表5-8に示す。各建物・構築物の最大相対変位が許容限界を超えないことを確認した。

表5-3 1号機タービン建物とタービン建物の最大相対変位の評価結果
(EW方向，絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* (mm)	許容限界 (mm)
		1号機タービン建物	タービン建物		
W _{T1}	33.70	0.15	0.16	0.31	100
W _{T2}	33.70	0.31	0.27	0.58	100

注記*：保守的に，各建物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

表5-4 1号機タービン建物と制御室建物の最大相対変位の評価結果
(NS方向，絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* (mm)	許容限界 (mm)
		1号機タービン建物	制御室建物		
W _{T1}	22.05	0.49	0.20	0.69	50
W _{T2}	22.05	0.84	0.48	1.32	50

注記*：保守的に，各建物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

表5-5 1号機タービン建物と制御室建物の最大相対変位の評価結果
(EW方向，絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* (mm)	許容限界 (mm)
		1号機タービン建物	制御室建物		
W _{T1}	22.05	0.10	0.08	0.18	50
W _{T2}	22.05	0.17	0.23	0.40	50

注記*：保守的に，各建物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

表 5-6 1号機廃棄物処理建物と廃棄物処理建物の最大相対変位の評価結果
(EW方向, 絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* (mm)	許容限界 (mm)
		1号機廃棄物処理建物	廃棄物処理建物		
W _{T1}	22.25	0.09	0.13	0.22	100
W _{T2}	22.25	0.18	0.19	0.37	100

注記* : 保守的に, 各建物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

表 5-7 1号機廃棄物処理建物と制御室建物の最大相対変位の評価結果
(NS方向, 絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* (mm)	許容限界 (mm)
		1号機廃棄物処理建物	制御室建物		
W _{T1}	22.05	0.07	0.20	0.27	50
W _{T2}	22.05	0.14	0.48	0.62	50

注記* : 保守的に, 各建物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

表 5-8 排気筒モニタ室と排気筒 (鉄塔) の最大相対変位の評価結果
(NS方向, 絶対値和)

複合荷重	EL (m)	設計荷重による最大変位 (mm)		最大相対変位* ¹ (mm)	許容限界 (mm)
		排気筒モニタ室	排気筒* ² (鉄塔)		
W _{T1}	12.65	0.03	0* ³	0.03	97
W _{T2}	12.65	0.17	4.00	4.17	97

注記*1 : 保守的に, 各建物・構築物の最大変位をお互いが接近する方向に加算した。

*2 : EL 12.65m の FEM要素のうち, 最も排気筒モニタ室に近接する要素の値を示す。

*3 : 排気筒は屋外施設であり閉じた施設ではないため, 気圧差による荷重W_Pは考慮しないことから, 複合荷重W_{T1}による変位は0となる。