

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-002-38改01
提出年月日	2023年3月24日

VI-2-2-38 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク
～ガスタービン発電機）の耐震性についての計算書

S2 補 VI-2-2-38 R0

2023年3月

中国電力株式会社

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	5
2.4 適用規格・基準等	8
3. 耐震評価	9
3.1 評価対象断面	9
3.2 使用材料及び材料の物性値	11
3.3 許容限界	12
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	12
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	13
3.4 評価方法	14
3.4.1 構造部材の健全性評価	14
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	16
4. 耐震評価結果	17
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	17
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	18
4.2.1 基礎地盤	18
4.2.2 MMR	19

1. 概要

本資料は、VI-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、屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度を有していることを確認するものである。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）に要求される機能維持の確認は、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の位置図を図2-1に示す。

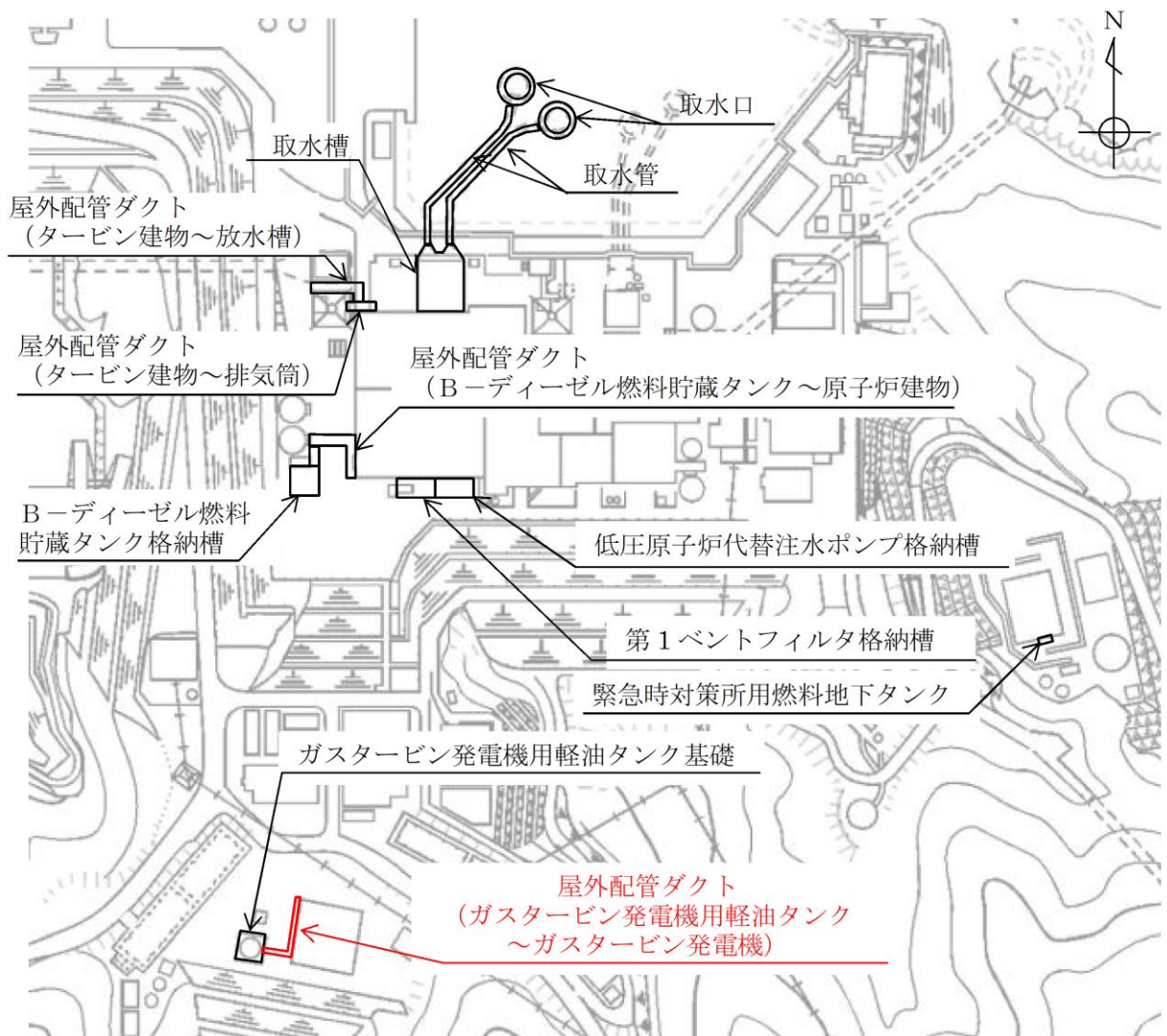


図2-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）位置図

2.2 構造概要

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 及び図 2-4 に、概略配筋図を図 2-5 示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、ガスタービン発電機用燃料移送配管・弁を間接支持する延長約 55.5m、幅 2.8m、高さ 1.8m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、マンメイドロック（以下「MMR」という。）を介して十分な支持性能を有する C_L 級岩盤に支持される。

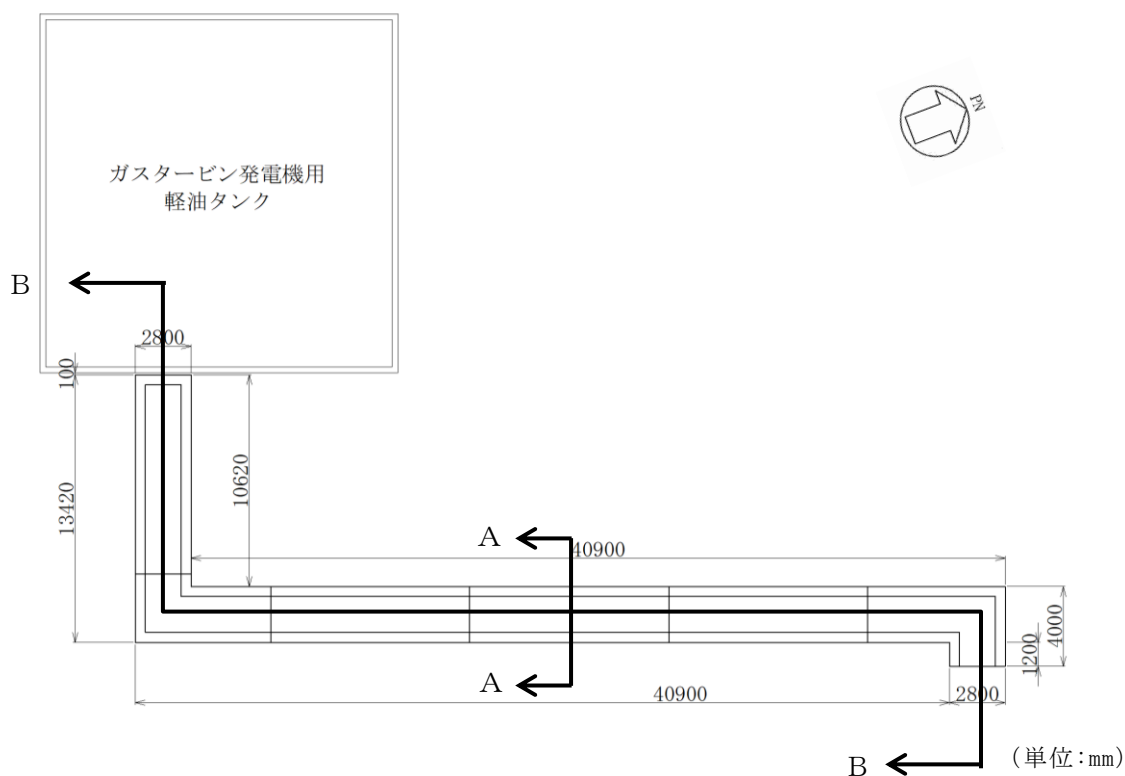


図 2-2 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
平面図

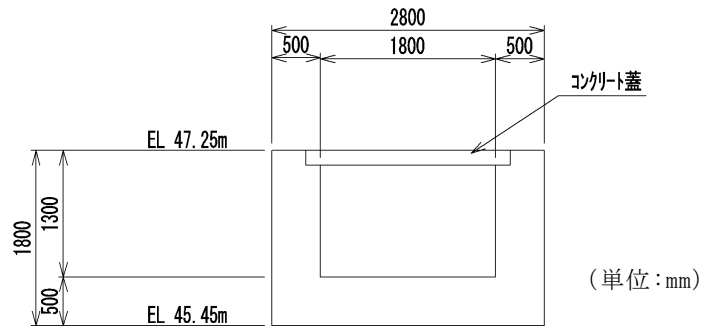


図 2-3 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（A-A 断面）

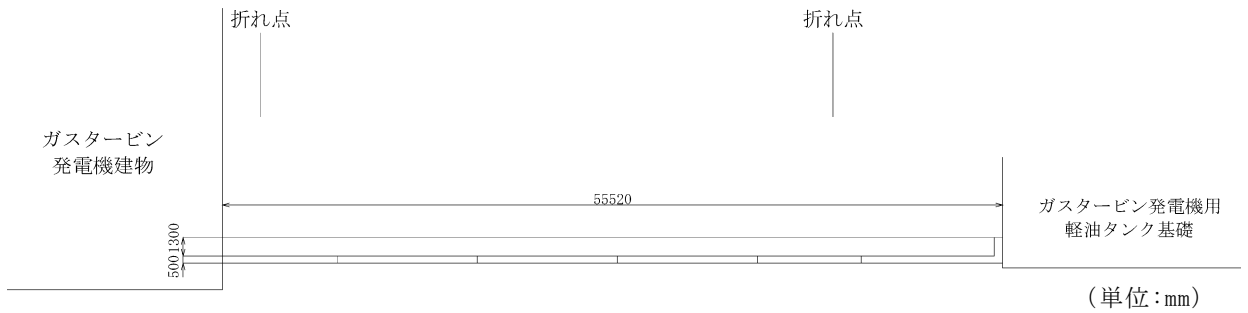


図 2-4 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
断面図（B-B 断面）

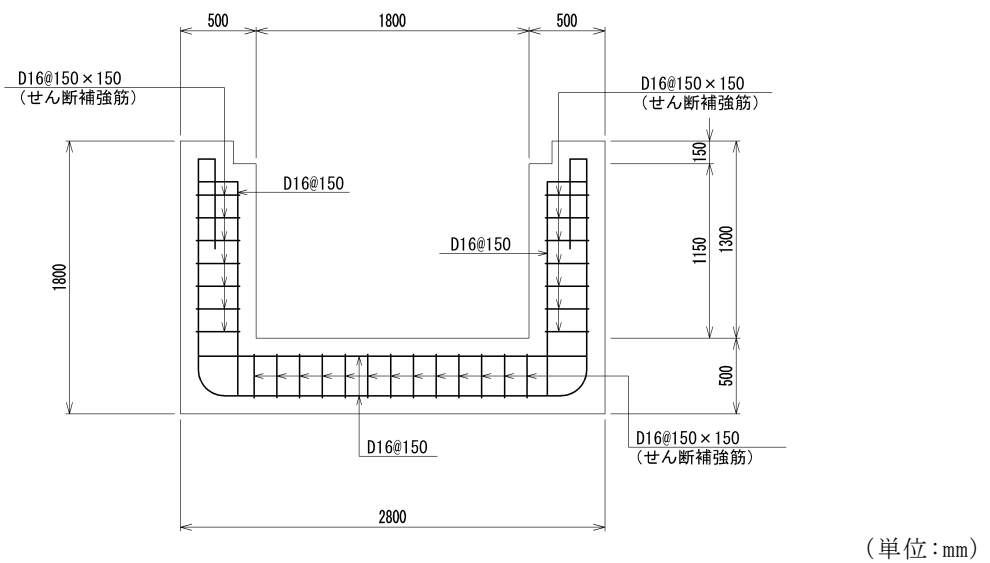


図 2-5 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
概略配筋図（A-A 断面）

2.3 評価方針

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設に分類される。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の耐震評価フローを図 2-6 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、重大事故等対処施設の評価として、表 2-1 に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認し、これにより常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備を支持する機能を維持することができる。

構造部材の健全性評価については、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、曲げ・軸力系の破壊に対しては構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを確認する。せん断破壊に対しては照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、VI-2-2-37「屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、基礎地盤及びMMRに発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

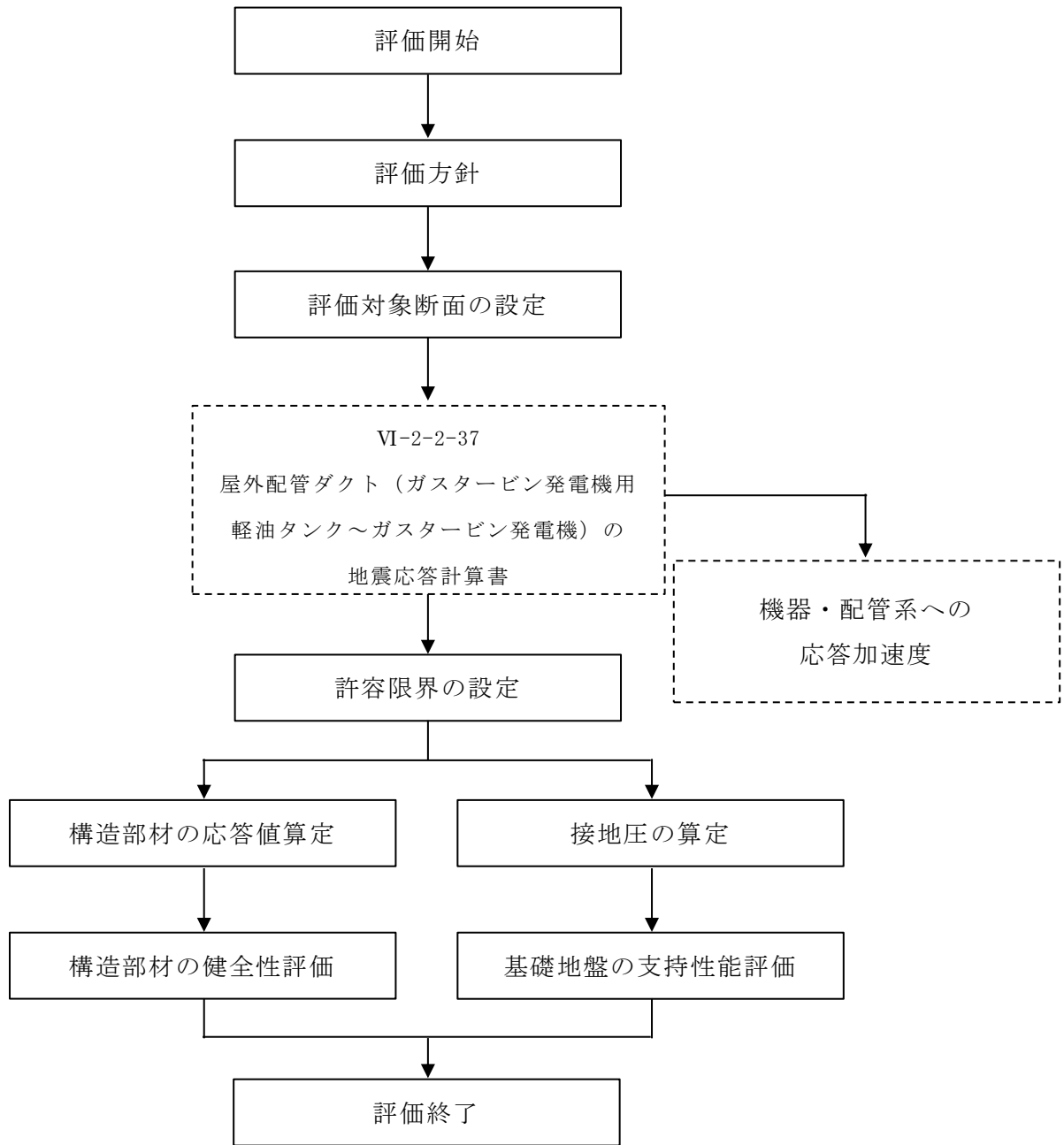


図 2-6 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
耐震評価フロー

表 2-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）

評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	限界ひずみ*
				せん断力	せん断耐力*
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	岩盤の極限支持力度*	
		MMR		MMRの支圧強度	

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

2.4 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005年）
- ・道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）（日本道路協会平成14年3月）

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の評価対象断面位置図を図 3-1 に示す。構造物の耐震設計における評価対象断面は、図 3-1 の A-A 断面とする。評価対象断面図を図 3-2 に示す。

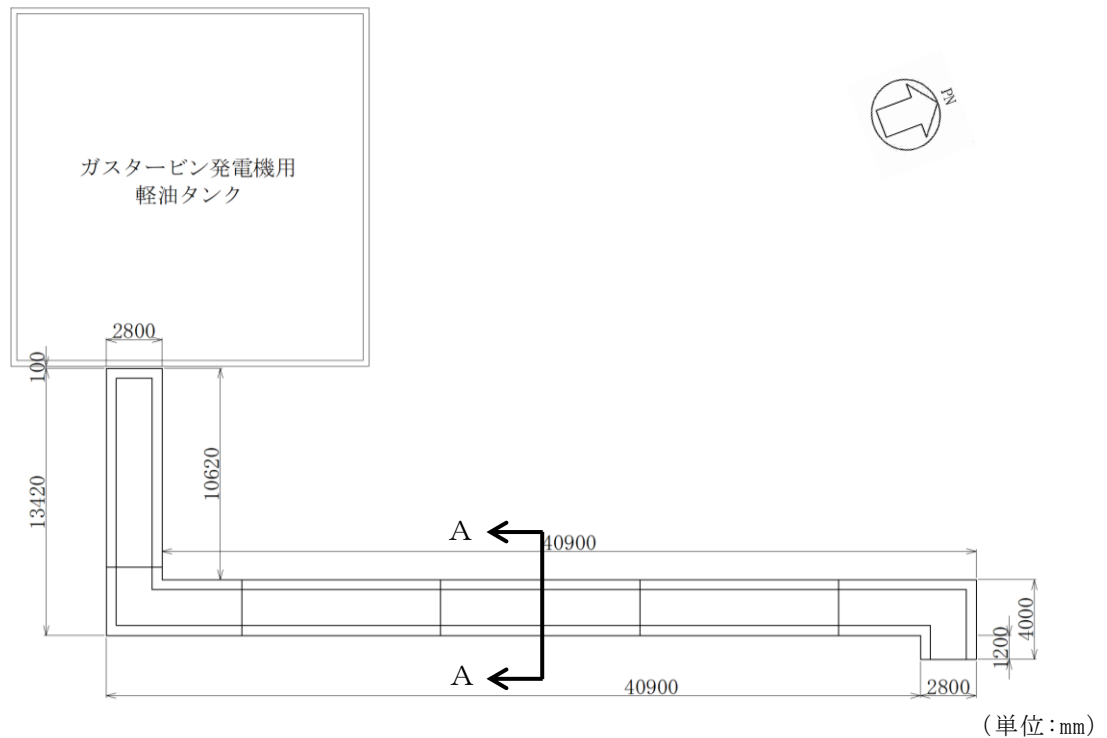


図 3-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
評価対象断面位置図

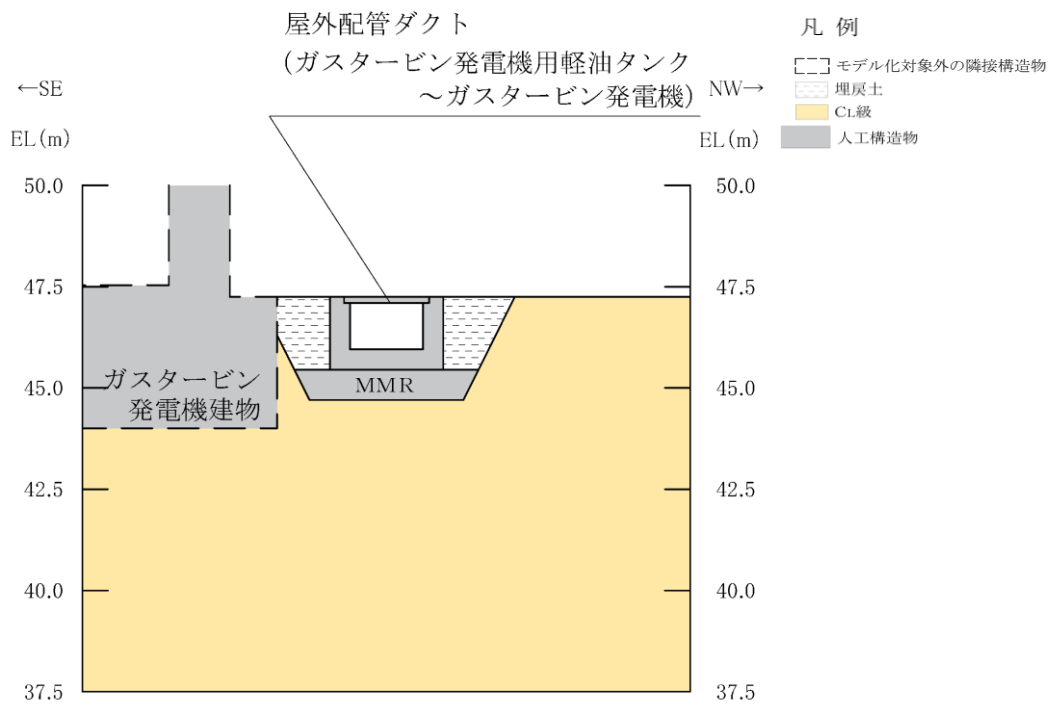


図 3-2 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
評価対象断面図 (A-A 断面位置)

3.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-1, 材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料		仕様
構造物 (鉄筋コンクリート)	コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
	鉄筋	SD345
MMR		設計基準強度 18.0N/mm ²

表 3-2 材料の物性値

材料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
構造物 (鉄筋コンクリート)	2.50×10 ⁴	24.0* ¹	0.2
MMR	2.20×10 ⁴	22.6* ²	

注記*1: 鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

*2: 無筋コンクリートの単位体積重量を示す。

3.3 許容限界

許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005年）（以下「土木学会マニュアル 2005」という。）に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）とする。

土木学会マニュアル 2005では、曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態は、コンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみが1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性が確保できるとして設定されたものである。

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造部材のせん断破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアル 2005に基づき、棒部材式で求まるせん断耐力とする。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

(1) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力度とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表 3-3 に示す。

表 3-3 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力度	C _L 級岩盤	3.9

(2) MMR

MMRに発生する接地圧に対する許容限界は、「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年)」に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMRの支持性能に対する許容限界を表 3-4 に示す。

表 3-4 MMRの支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	コンクリート ($f'_{ck} = 18.0 \text{ N/mm}^2$)	$f'_a = 18.0$

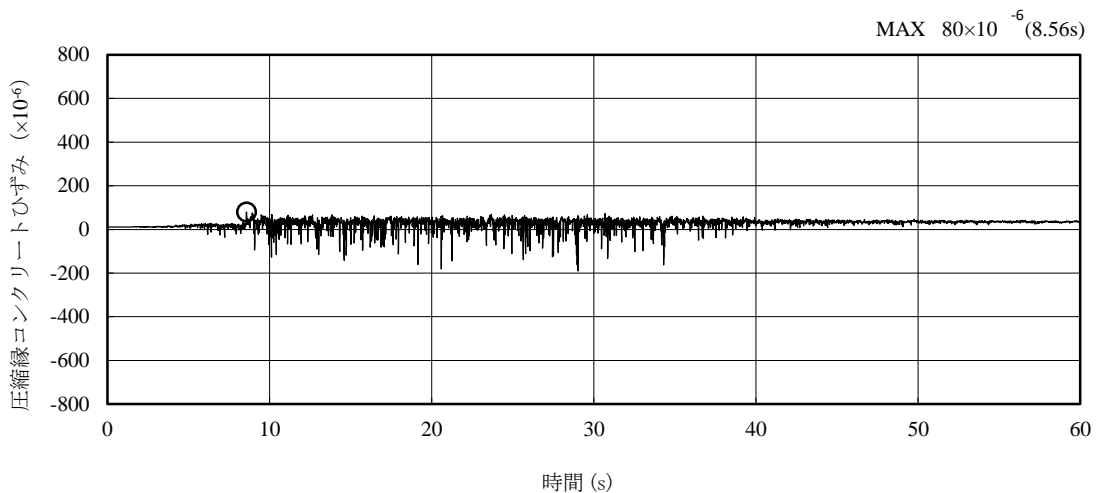
3.4 評価方法

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の耐震評価は、地震応答解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」に示す許容限界以下であることを確認する。

3.4.1 構造部材の健全性評価

構造部材の曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査に対して、地震応答解析により算定した照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認する。

曲げ・軸力系の破壊に対して照査値が最大となる地震動及び解析ケースでのひずみの時刻歴波形及び発生位置を図 3-3 に、せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図を図 3-4 に示す。



(圧縮を正で示す。)

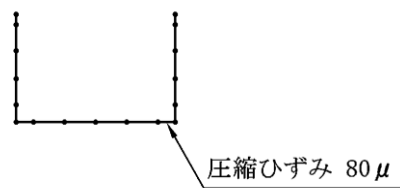
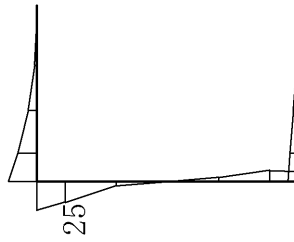
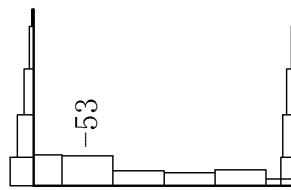


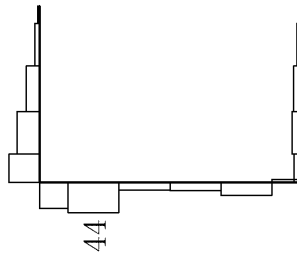
図 3-3 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(A-A断面, 解析ケース③, S s - D (+ -))



数值：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



数值：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+：引張, -：圧縮)



数值：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-4 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース③, S_s-D (+-), t=21.23s)

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては基礎地盤及びMMRに発生する接地圧が許容限界以下であることを確認する。

4. 耐震評価結果

4.1 構造部材の健全性に対する評価結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 4-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-2 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面）

解析 ケース	地震動	照査用ひずみ* ϵ_d	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
③	S s - D (+-)	96 μ	10000 μ	0.01

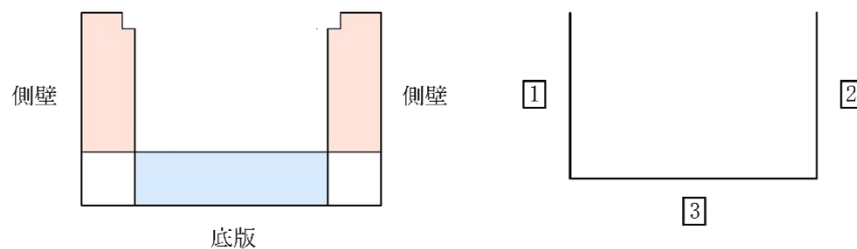
注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.2)$

表 4-2 せん断破壊に対する最大照査値（A-A断面）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 V_{yd} (kN)	照査値 V_d / V_{yd}
側壁	2	③	S s - D (+-)	36	1065	0.04
底版	3	③	S s - D (+-)	46	1078	0.05

注記*1：評価位置は図 4-1 に示す。

*2：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



A-A断面

図 4-1 評価位置

4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

4.2.1 基礎地盤

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-3 に示す。また、最大接地圧分布図を図 4-2 に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力度を下回ることを確認した。

表 4-3 基礎地盤の支持性能に対する照査結果（A-A断面）

解析 ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力度 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
①	S s - D (++)	0.10	3.9	0.03

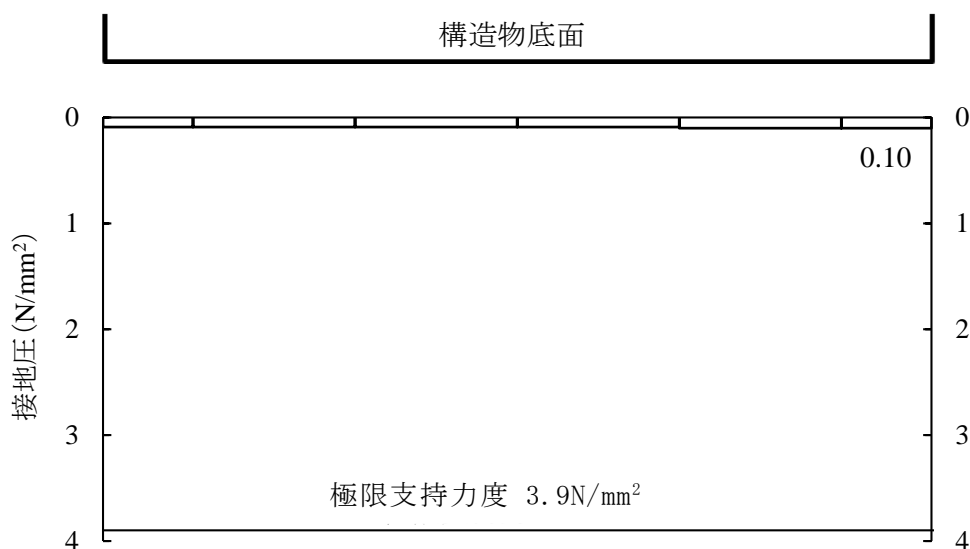


図 4-2 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース①, S s - D (++))

4.2.2 MMR

MMRの支持性能に対する照査結果を表4-4に示す。また、最大接地圧分布図を図4-3に示す。

屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）のMMRに発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表4-4 MMRの支持性能に対する照査結果（A-A断面）

解析ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	支圧強度 f'_a (N/mm ²)	照査値 R_d / f'_a
③	S s - D (+-)	0.12	18.0	0.01

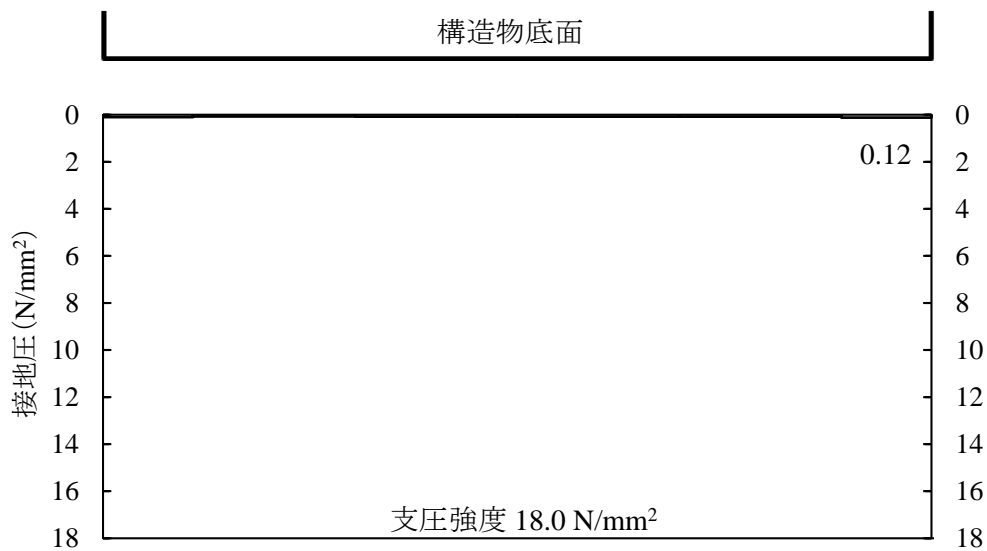


図4-3 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース③, S s - D (+-))