

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-002-23
提出年月日	2023年1月23日

VI-2-2-23 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の耐震性
についての計算書

2023年1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. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	6
2.4 適用規格・基準等	9
3. 耐震評価	10
3.1 評価対象断面	10
3.2 使用材料及び材料の物性値	12
3.3 許容限界	13
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	13
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	14
3.4 評価方法	15
3.4.1 構造部材の健全性評価	15
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	19
4. 耐震評価結果	20
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	20
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	23

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、B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽が基準地震動 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。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽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

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の位置図を図 2-1 に示す。

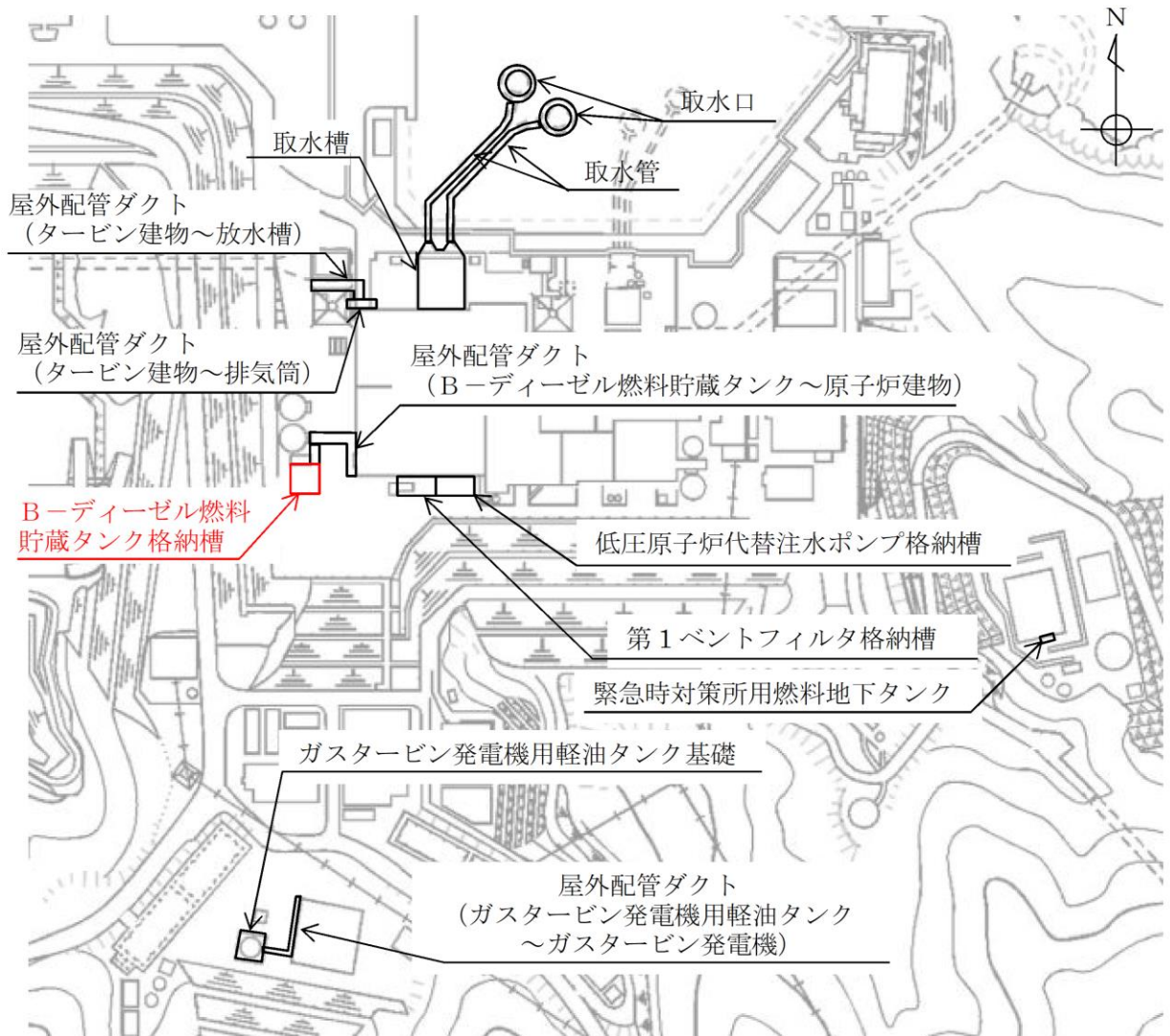


図 2-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 位置図

2.2 構造概要

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の平面図を図 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 及び図 2-6 示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク等を間接支持する幅 19.22m (EW方向) × 22.9m (NS方向)、高さ 10.55m の鉄筋コンクリート造の地中及び半地下構造物であり、直接十分な支持性能を有する C_M級岩盤に支持される。

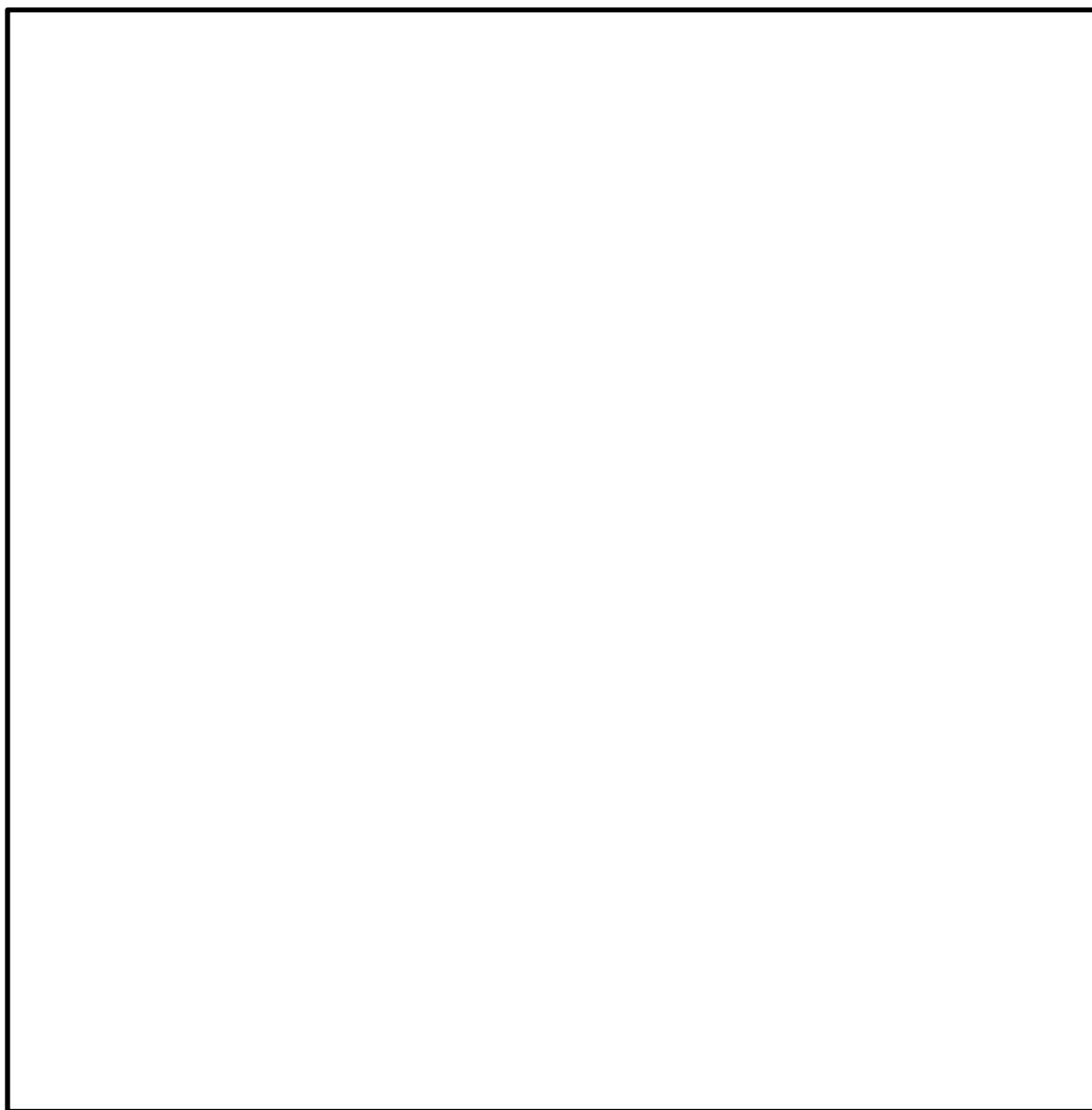


図 2-2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 平面図

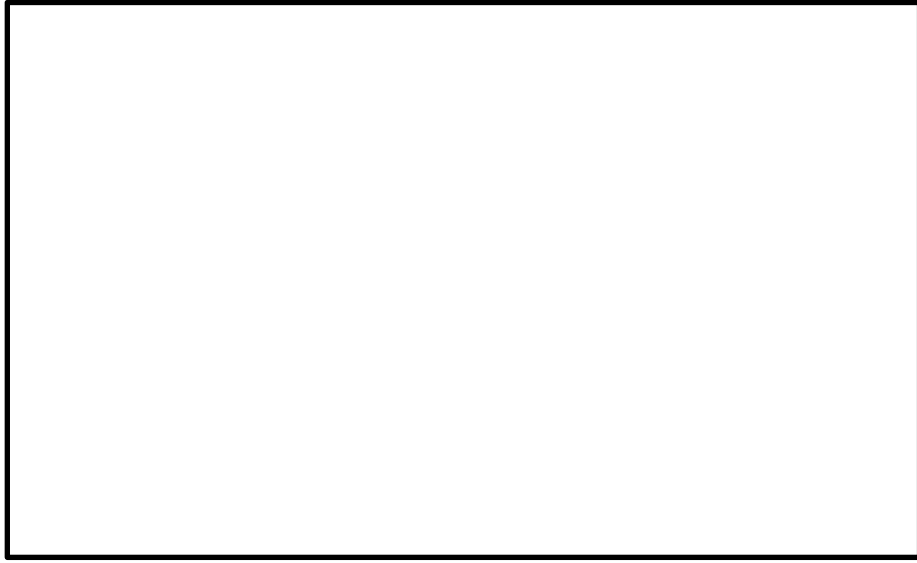


図 2-3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 断面図 (A-A 断面)

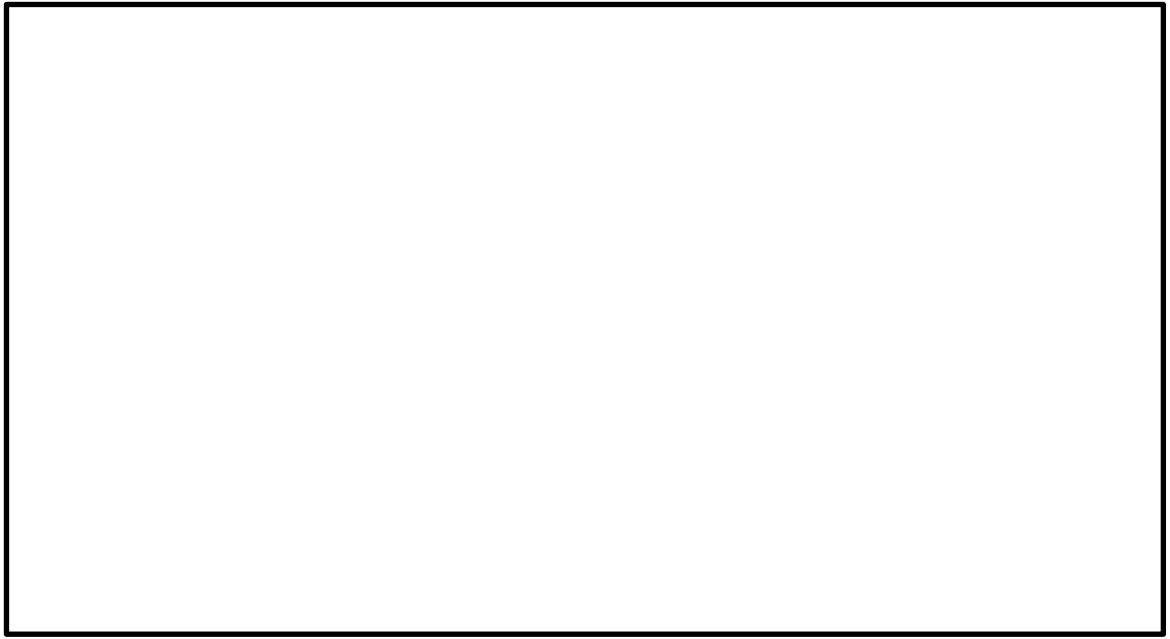


図 2-4 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 断面図 (B-B 断面)



図 2-5 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 概略配筋図 (A-A 断面)

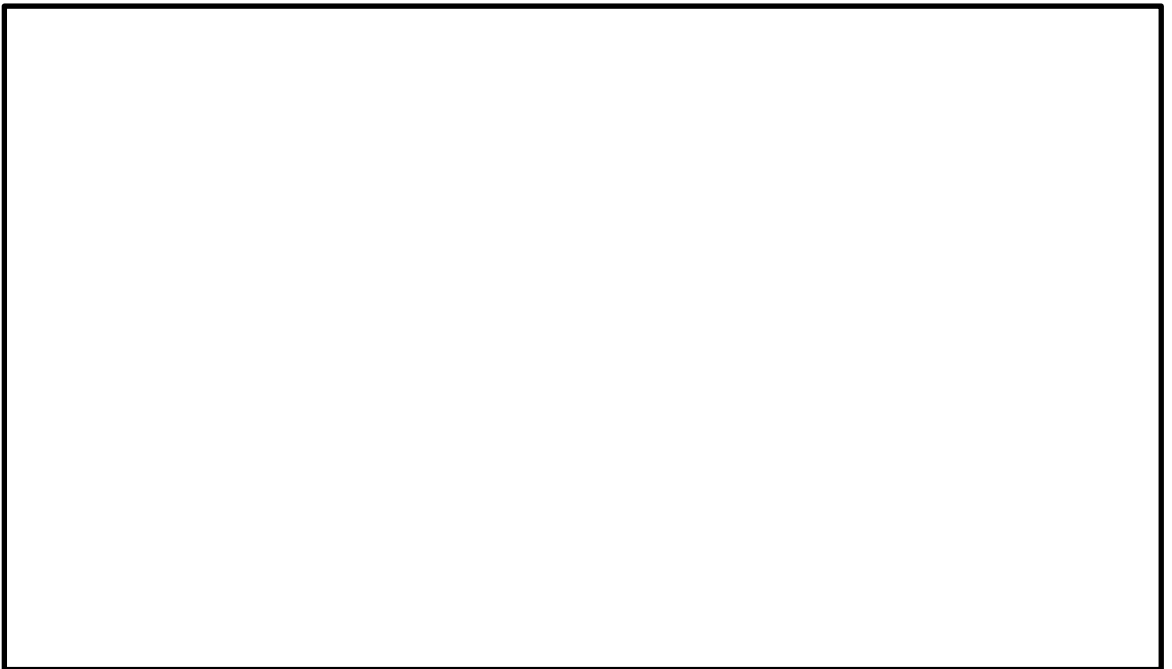


図 2-6 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 概略配筋図 (B-B 断面)

2.3 評価方針

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、設計基準対象施設においては、Sクラス設備の間接支持機能が要求される屋外重要土木構造物であり、重大事故等対処施設においては、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。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の耐震評価フローを図2-7に示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、VI-2-2-22「B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象設備及び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Sクラス設備、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-2-2-22「B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の地震応答計算書」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-2-2-22「B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の地震応答計算書」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。

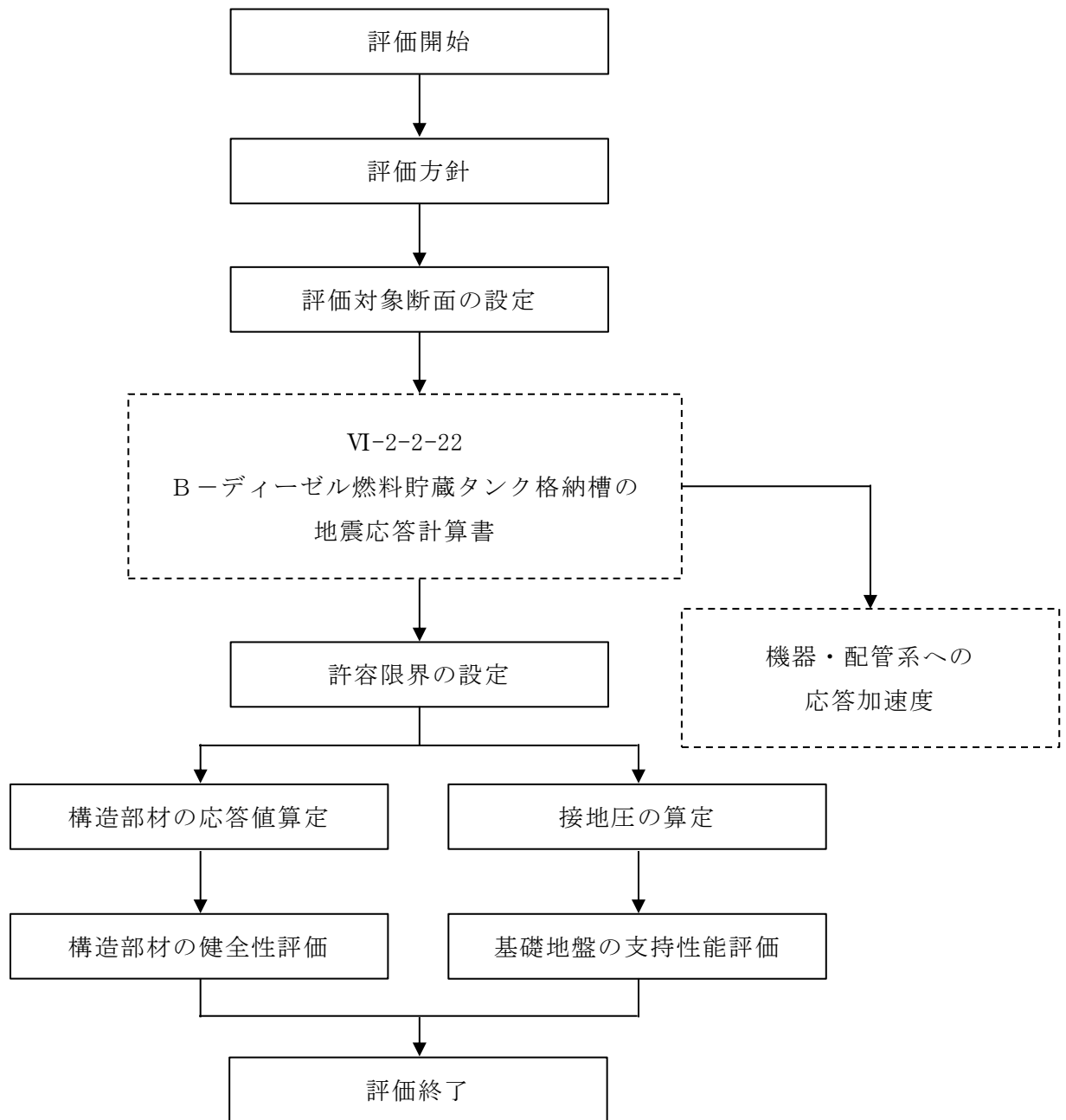


図 2-7 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 地震応答解析フロー

表 2-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 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*	

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）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（日本電気協会）

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽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断面及びB-B断面とする。

評価対象地質断面図を図3-2及び図3-3に示す。

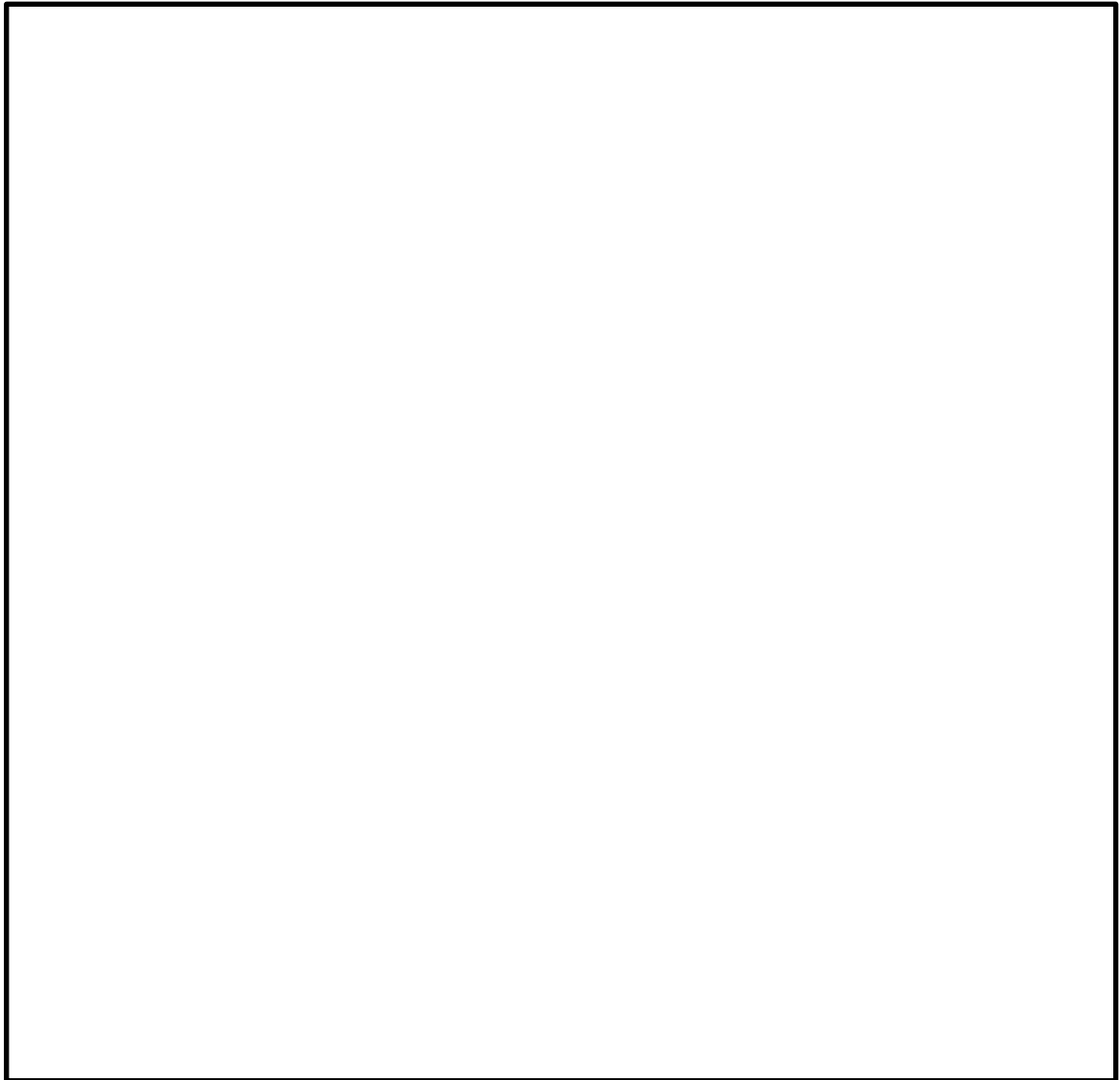


図3-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 評価対象断面位置図

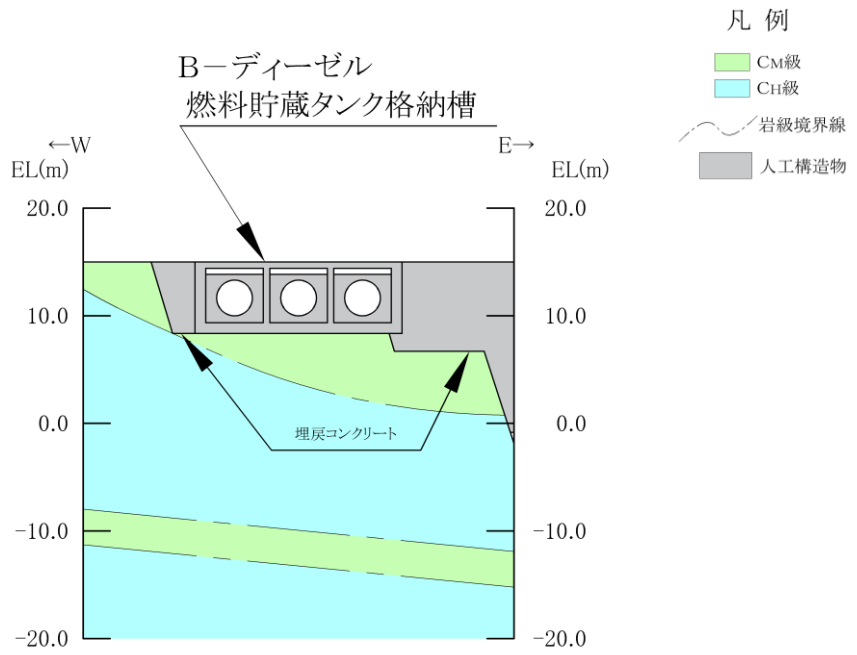


図 3-2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 評価対象地質断面図 (A-A 断面)

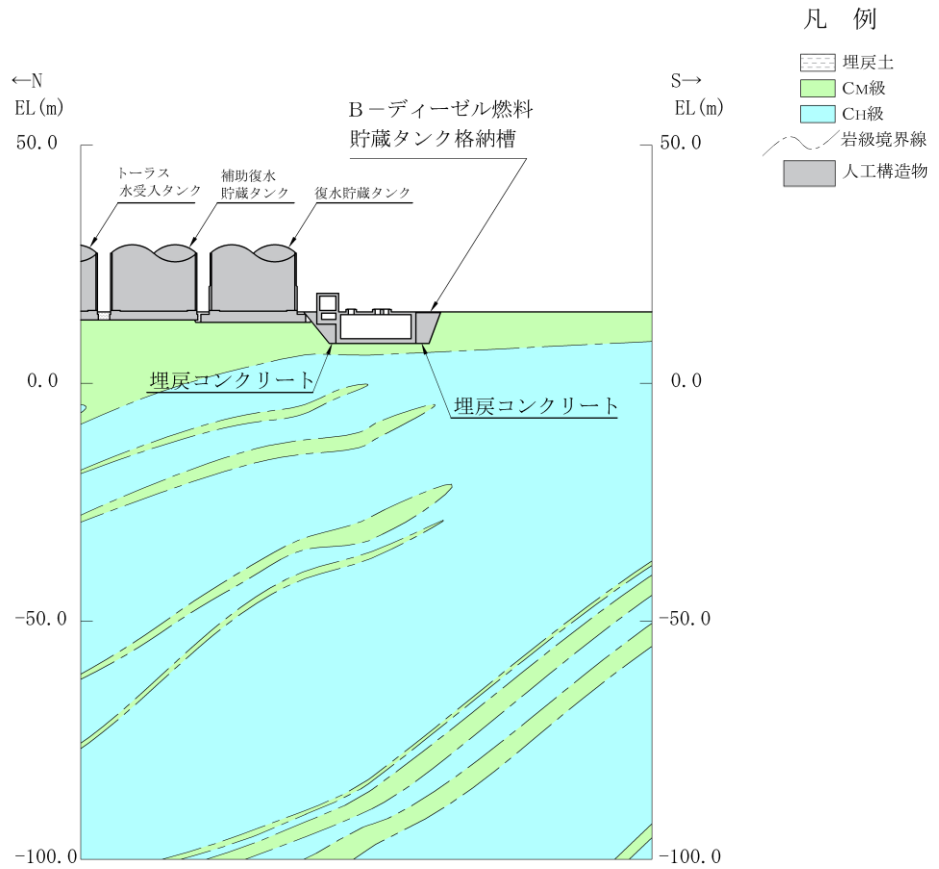


図 3-3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 評価対象地質断面図 (B-B 断面)

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	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 15.6N/mm ²
埋戻コンクリート		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	2.50×10 ⁴	24.0* ¹	0.2
MMR	2.08×10 ⁴	22.6* ²	
埋戻コンクリート	2.20×10 ⁴		

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」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

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 _M 級岩盤	9.8

3.4 評価方法

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の耐震評価は，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 3-4 及び図 3-5 に，せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図を図 3-6 及び図 3-7 に示す。

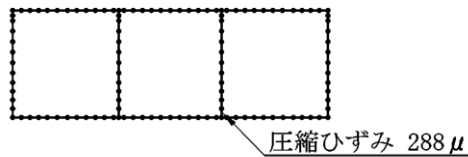
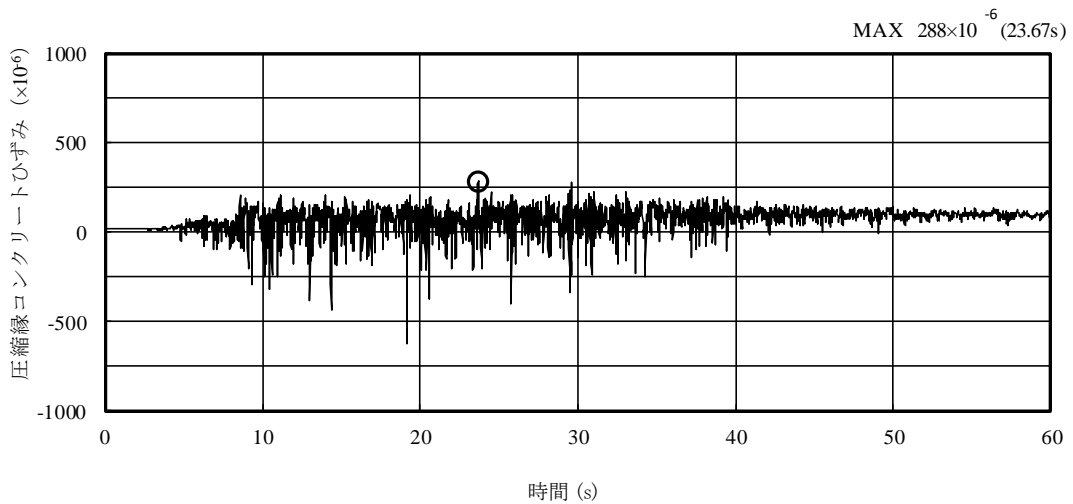
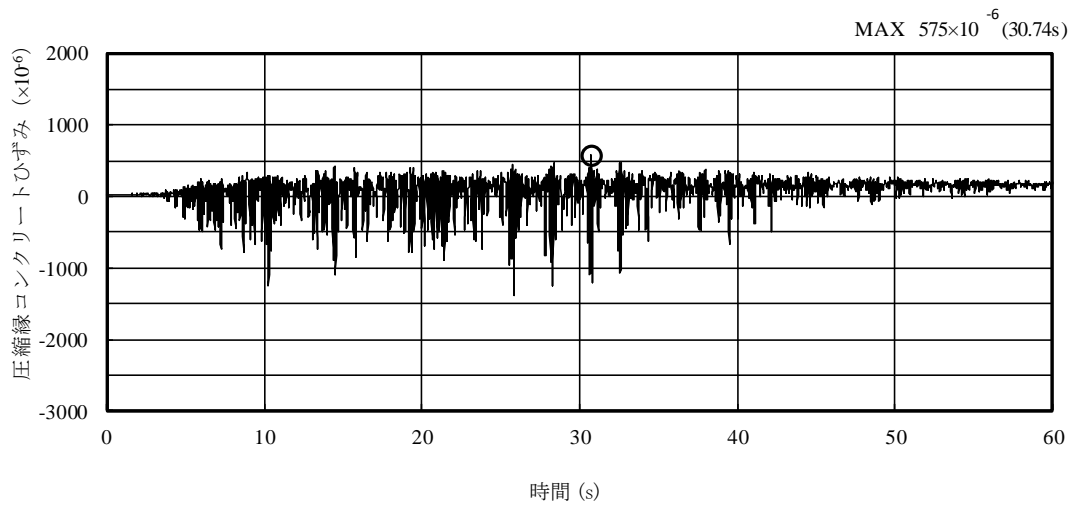


図 3-4 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(A-A断面，解析ケース②，S_s-D (+))



(圧縮を正で示す。)

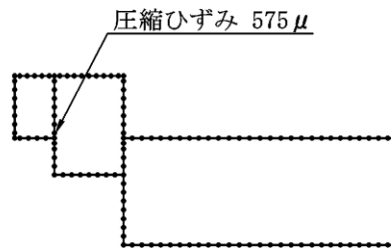
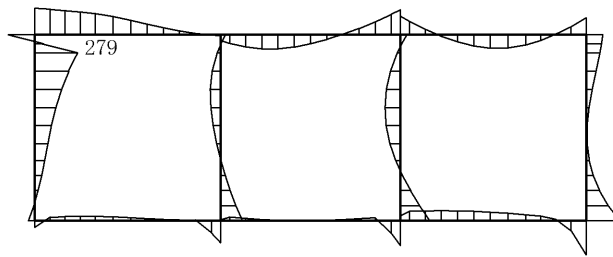
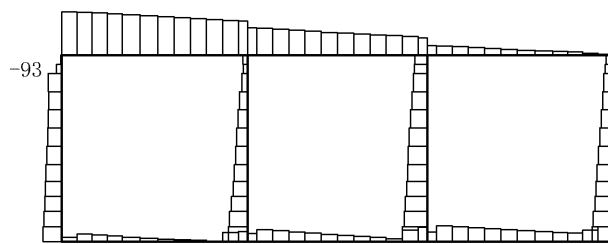


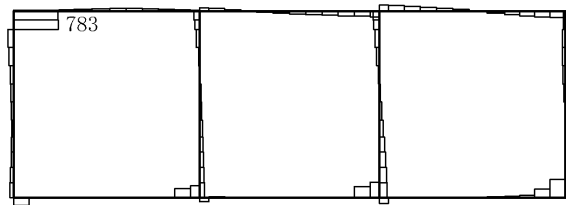
図 3-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査におけるひずみの時刻歴波形
(B-B断面, 解析ケース③, $S_s - D$ (++)



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

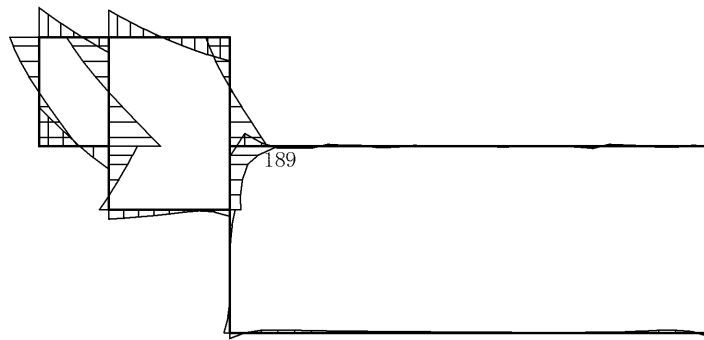


数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+ : 引張, - : 圧縮)

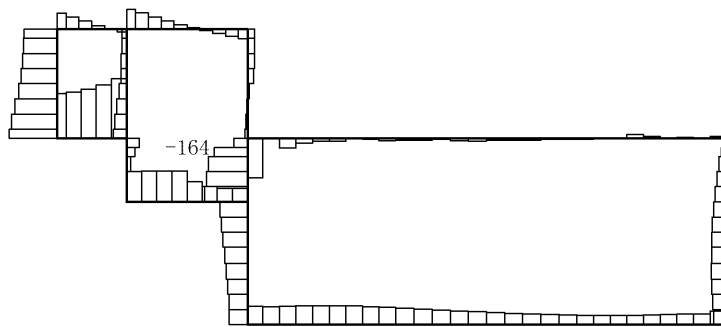


数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

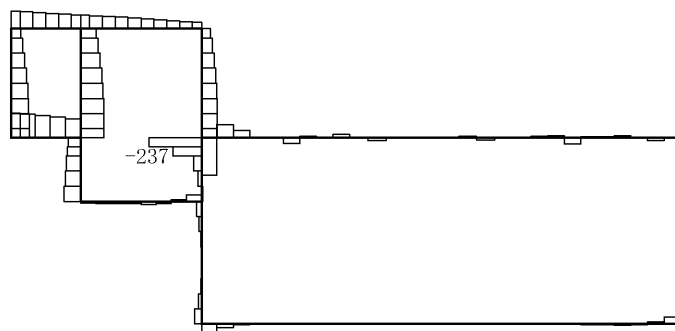
図 3-6 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (A-A断面, 解析ケース②, S_s-D (+-), t=23.66s)



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)



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



数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

図 3-7 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (B-B断面, 解析ケース③, S s - D (++) , t=30.74s)

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 及び表 4-2 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 4-3 及び表 4-4 に示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽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
②	S s - D (+-)	346 μ	10000 μ	0.04

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

表 4-2 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (B-B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 (++)	690 μ	10000 μ	0.07

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

表 4-3 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 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	2	②	S s - D (+-)	149	836	0.18
側壁	4	②	S s - D (+-)	822 [-]*3	793 [-]*3	1.04 [0.40]*3
隔壁	7	②	S s - D (+-)	144	839	0.18
底版	8	③	S s - D (+-)	451	1168	0.39

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 γ_a

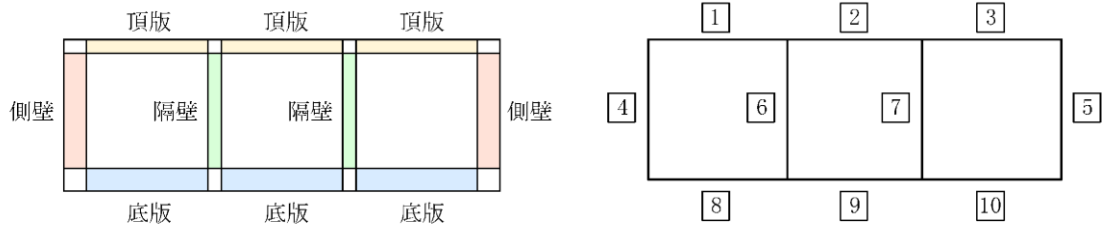
*3：線形被害則による照査結果

表 4-4 せん断破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

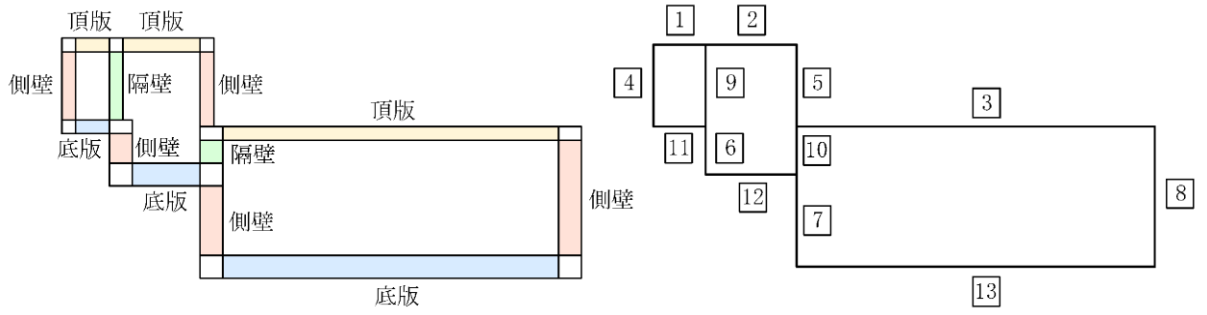
評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
頂版	1	③	S s - D (++)	147	801	0.19
側壁	5	①	S s - D (--)	189	807	0.24
隔壁	10	③	S s - D (++)	249	812	0.31
底版	12	①	S s - D (--)	221	865	0.26

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 γ_a



A-A断面



B-B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

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 4-5 及び表 4-6 に示す。また、最大接地圧分布図を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽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 4-5 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
②	S s - D (--)	1.01	9.8	0.11

表 4-6 基礎地盤の支持性能に対する照査結果 (B-B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 (++)	0.69	9.8	0.07

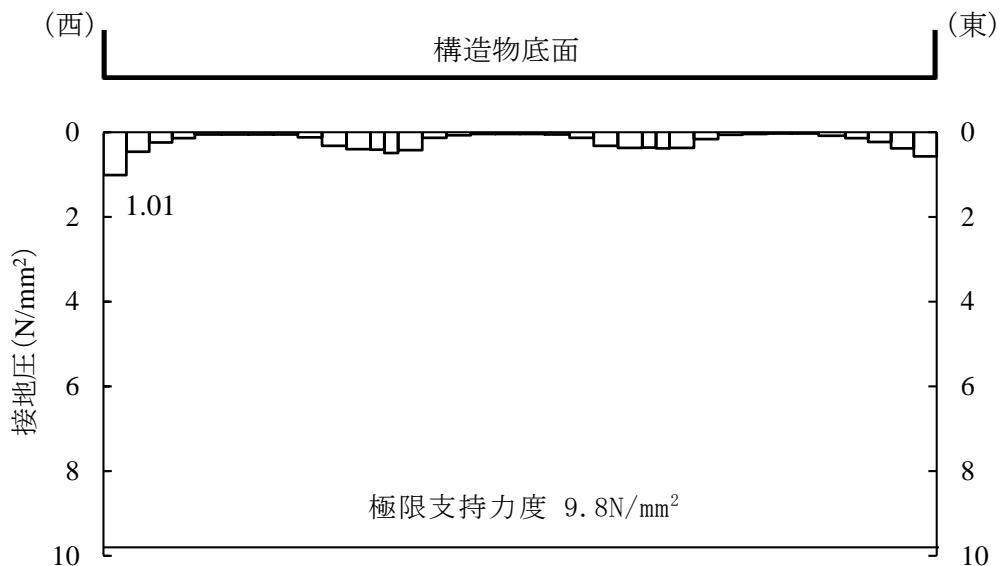


図 4-2 基礎地盤の最大接地圧分布図
(A-A断面, 解析ケース②, S s - D (--))

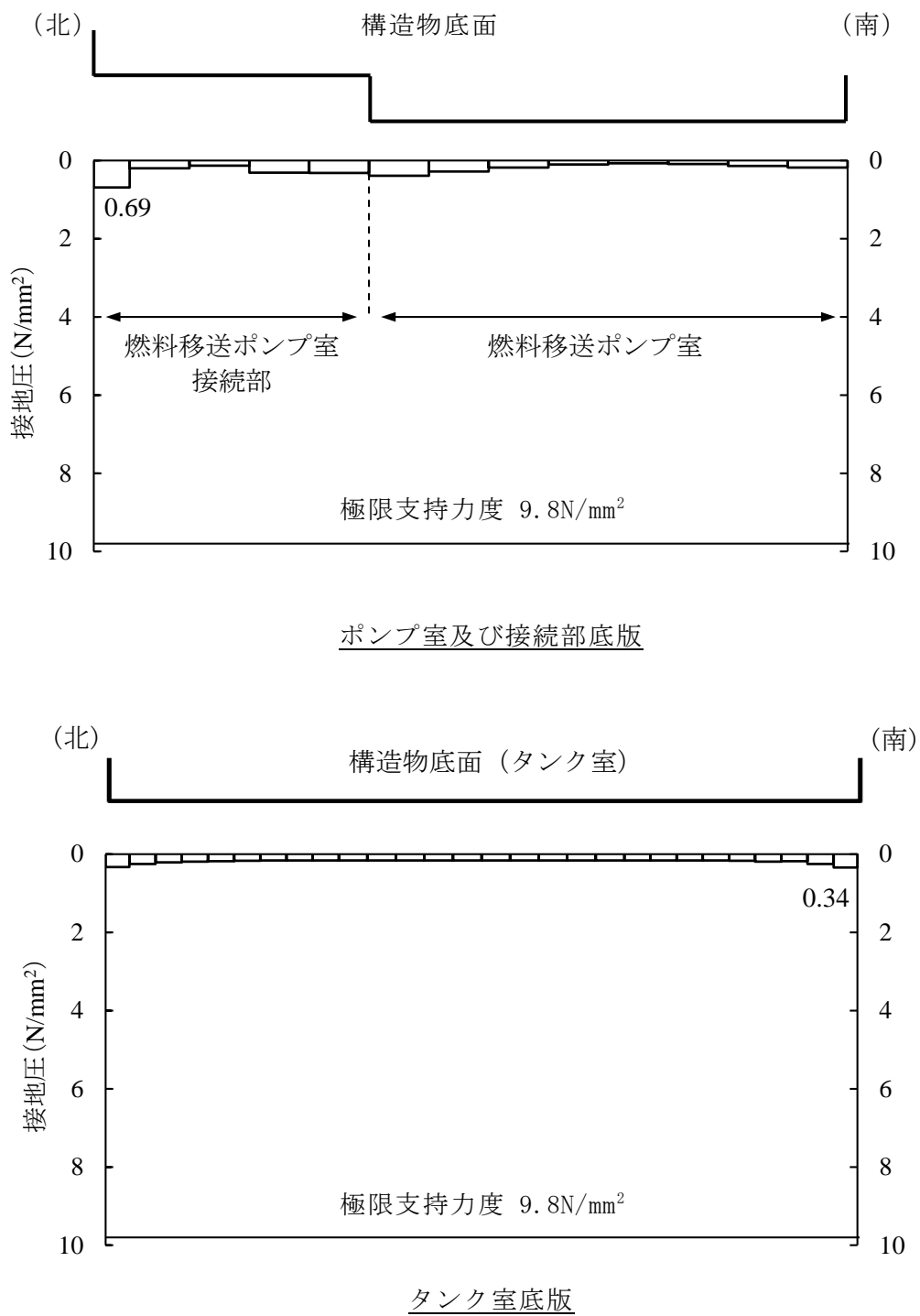


図 4-3 基礎地盤の最大接地圧分布図
(B-B断面, 解析ケース①, S_s-D(++)