

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 3-014-18
提出年月日	2022年9月12日

VI-3-別添 2-10 ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算書

S2 補 VI-3-別添 2-10 R0

2022年9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	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	6
2.4 適用規格・基準等	8
3. 強度評価方法及び評価条件	9
3.1 評価対象部位	9
3.2 荷重及び荷重の組合せ	9
3.2.1 荷重	9
3.2.2 荷重の組合せ	12
3.3 許容限界	13
3.4 解析モデル及び諸元	15
3.4.1 モデル化の基本方針	15
3.4.2 解析諸元	18
3.5 評価方法	19
3.5.1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価方法	19
3.5.2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）の評価方法	21
3.5.3 鋼製蓋の評価方法	22
4. 強度評価結果	23
4.1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価結果	23
4.2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）の評価結果	25
4.3 鋼製蓋の評価結果	26

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」に示すとおり、ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽が降下火砕物及び積雪の堆積時においても、内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能の維持を考慮して、構造物全体及び構造物の主要な構造部材が構造健全性を維持することを確認するものである。

2. 基本方針

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽について、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえ、「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

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す位置に設置する。ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の配置を図2-1に示す。

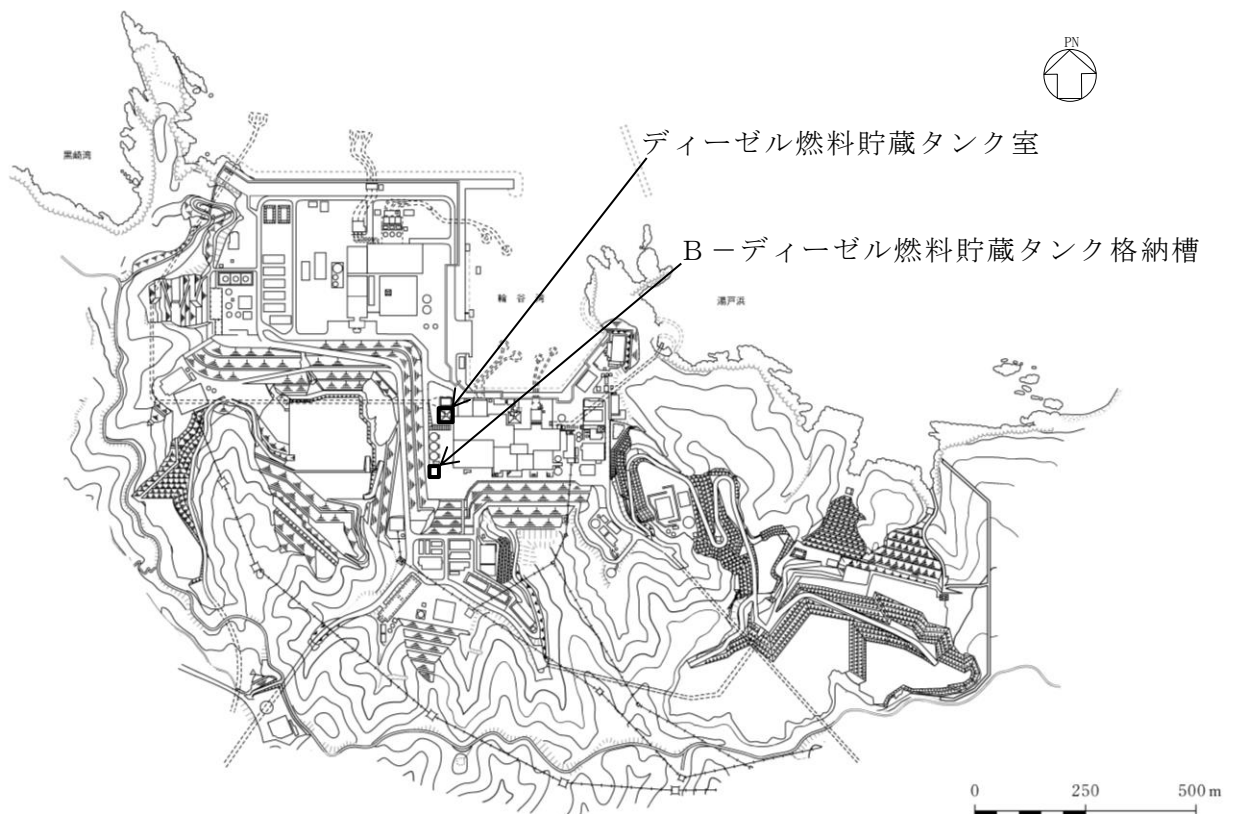


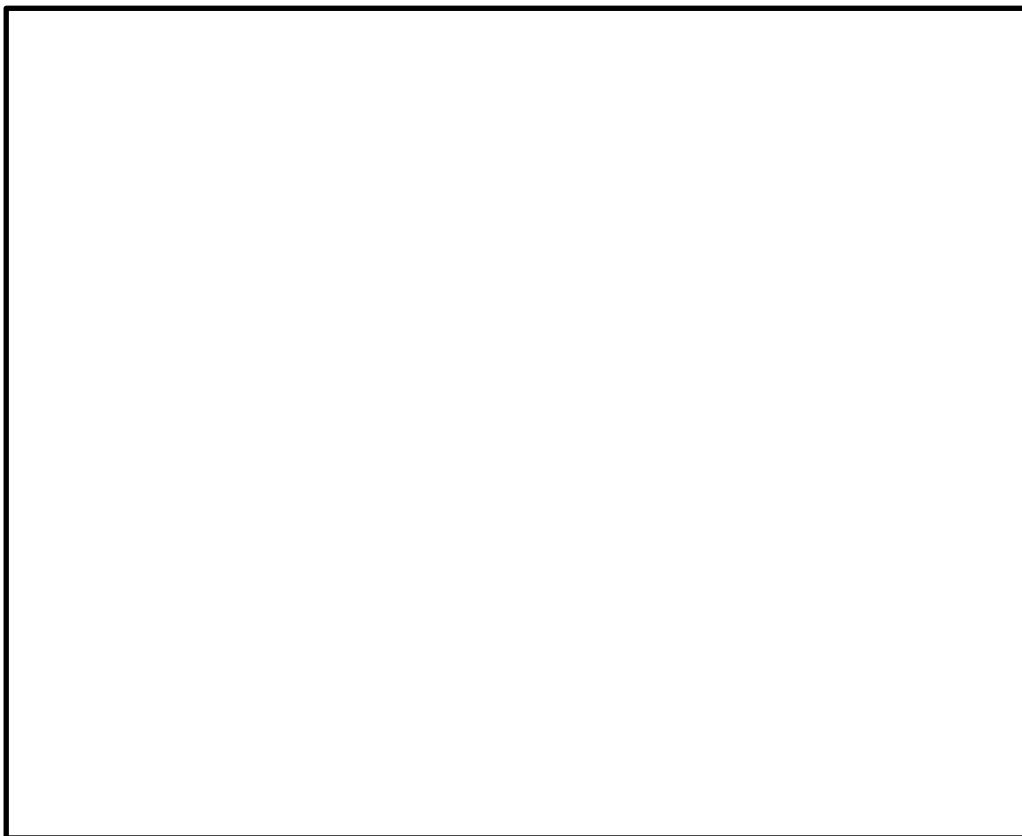
図 2-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽配置図

2.2 構造概要

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえて、構造を設定する。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室は約 23.5m (EW 方向) ×約 6.3m (NS 方向) , 高さ約 6.6m 及び約 23.5m (EW 方向) ×約 11.8m (NS 方向) , 高さ約 6.6m の鉄筋コンクリート造の地中 (一部地上部を含む) 構造物であり, 頂版の開口部には鋼製の蓋を設置する。ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略平面図を図 2-2 に, 概略断面図を図 2-3 に示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は, 約 19.2m (EW 方向) ×約 20.8m (NS 方向) , 高さ約 10.6m の鉄筋コンクリート造の地中 (一部地上部を含む) 構造物であり, 頂版の開口部には鋼製の蓋を設置する。B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の概略平面図を図 2-4 に, 概略断面図を図 2-5 に示す。



(単位：mm)

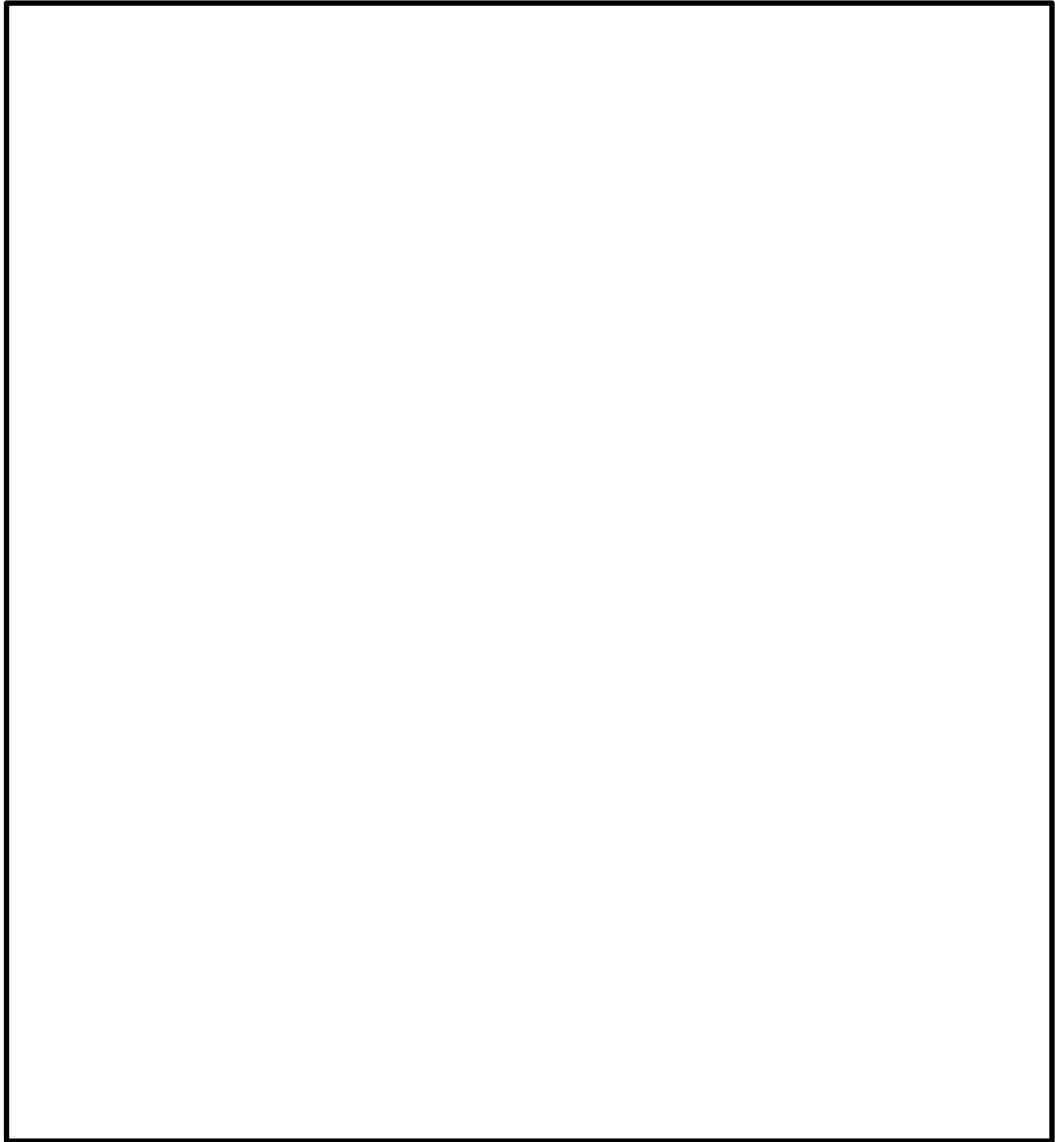
図 2-2 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略平面図



(単位：mm)

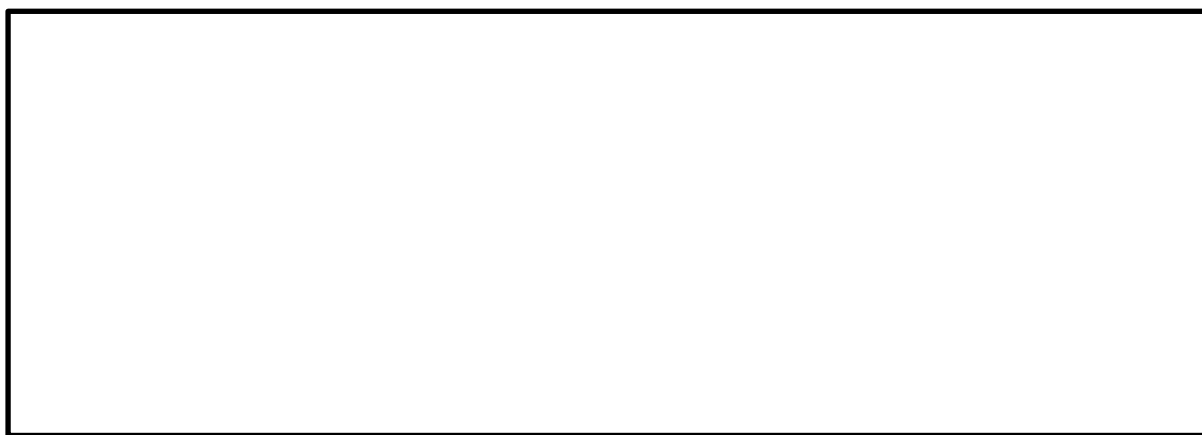
注：「EL」は東京湾平均海面(T.P.)を基準としたレベルを示す。

図 2-3 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略断面図 (A-A 断面)



(単位：mm)

図 2-4 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の概略平面図



(単位：mm)

図 2-5 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の概略断面図 (A-A 断面, 南北方向)
(1/2)



(単位：mm)

図 2-5 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の概略断面図 (B-B 断面, 東西方向)
(2/2)

2.3 評価方針

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度評価は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」のうち「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、荷重の組合せ及び許容限界を踏まえて、評価対象部位に発生する応力等が許容限界に収まることを「3. 強度評価方法及び評価条件」に示す方法及び評価条件を用いて計算し、「4. 強度評価結果」にて確認する。強度評価フローを図2-6に示す。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度評価においては、その構造を踏まえて降下火砕物堆積による鉛直荷重及び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、評価対象部位を選定する。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室は降下火砕物堆積による鉛直荷重及び設計荷重に対しては、鉛直荷重に抵抗する評価対象部位として頂版及び鋼製蓋を選定した。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は降下火砕物堆積による鉛直荷重及び設計荷重に対しては、鉛直荷重に抵抗する評価対象部位として頂版及び鋼製蓋を、水平荷重に抵抗する評価対象部位として地上に露出した側壁（以下「側壁」という。）を選定した。

設計荷重は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に従い設定する。

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽に作用する荷重は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」のうち「5. 強度評価条件及び強度評価方法」に従い評価する。

許容限界は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に従い設定する。

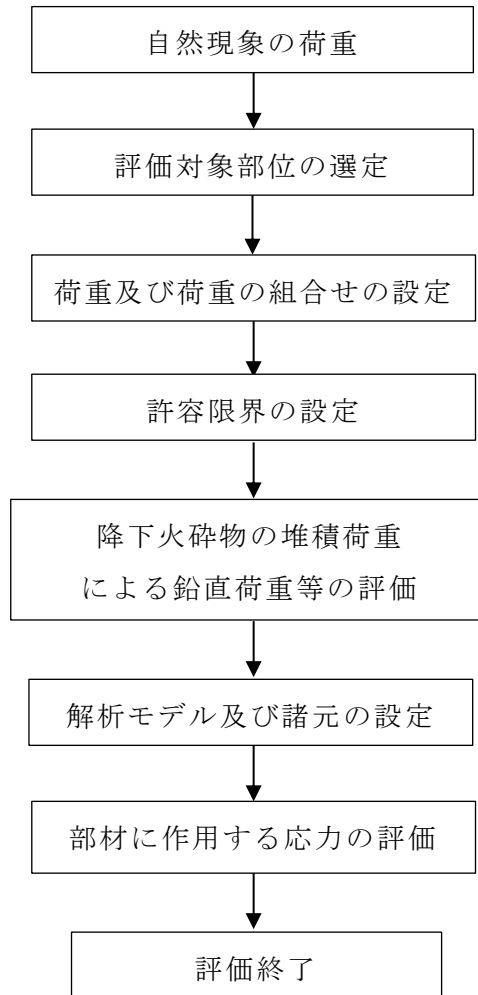


図 2-6 ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度評価フロー

2.4 適用規格・基準等

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度評価に用いる規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 松江市建築基準法施行細則（平成 17 年 3 月 31 日松江市規則第 234 号）
- ・ 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 年制定）
- ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 -2005/2007（（社）日本機械学会）（以下「J S M E」という。）
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説-許容応力度設計法-（（社）日本建築学会，1999 改定）
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）

3. 強度評価方法及び評価条件

3.1 評価対象部位

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の評価対象部位は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」のうち「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位に従って、頂版及び鋼製蓋とする。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の評価対象部位は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」のうち「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位に従って、頂版、鋼製蓋及び側壁とする。

3.2 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 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.2.1 荷重

(1) 頂版及び鋼製蓋

a. 鉛直荷重

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の頂版及び鋼製蓋の鉛直荷重の一覧を表 3-1 及び表 3-2 に示す。鉛直荷重は、常時作用する荷重 (F_d)、降下火砕物による荷重 (F_a) 及び積雪荷重 (F_s) を考慮する。常時作用する荷重は、固定荷重 (G) 及び積載荷重 (P) とする。降下火砕物による荷重は、湿潤密度 1.5g/cm^3 の降下火砕物が 56cm 堆積した場合の荷重として考慮する。積雪荷重は、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した 35.0cm とし、積雪量 1cm ごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

表 3-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の鉛直荷重一覧

常時作用する荷重 (F_d)	頂版	固定荷重 (G)	11.77kN/m^2
		積載荷重 (P)	0.981kN/m^2
	鋼製蓋	固定荷重 (G)	1.622kN
降下火砕物による荷重 (F_a)			8.238kN/m^2
積雪荷重 (F_s)			0.7kN/m^2

表 3-2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の鉛直荷重一覧

常時作用する荷重 (F_d)	頂版	固定荷重 (G)	19.40kN/m ²
		積載荷重 (P)	0.981kN/m ²
	鋼製蓋	固定荷重 (G)	1.944kN
降下火砕物による荷重 (F_a)			8.238kN/m ²
積雪荷重 (F_s)			0.7kN/m ²

(2) 側壁

風荷重の算出に用いる基準風速は、30m/s とする。

風荷重 (W) は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「4.1(3)c. 水平荷重」に示す式に従い算出する。全高Hが5m以下のため、Hが Z_b 以下の場合の式を用いる。風荷重 (W) の算出は、建物の形状を考慮して算出した風力係数C及び風の受圧面積 A_1 に基づき実施し、風荷重 (W) の算出に用いる受圧面積の算定において、隣接する建物の遮断効果は、安全側の評価となるよう考慮しない。

$$W = q \cdot C \cdot A_1$$

ここで

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H / Z_G)^\alpha \quad (H \text{ が } Z_b \text{ を超える場合})$$

$$E_r = 1.7 \cdot (Z_b / Z_G)^\alpha \quad (H \text{ が } Z_b \text{ 以下の場合})$$

Z_b , Z_G , α : 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値

風荷重算定に使用する入力条件を表3-3及び表3-4に示す。

表3-3 設計風荷重の条件

施設名称	基準風速 V_D (m/s)	全高 H (m)	Z_b (m)	Z_G (m)	α	ガスト 影響係数 G	設計用 速度圧 q (kN/m ²)
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	30	3.9	5	250	0.10	2.0	1.427

表3-4 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の風力係数及び受圧面積

風力係数C		受圧面積 A_1 (m ²) *	
風上	風下	風上	風下
0.8	0.4	3.9	3.9

注記* : 受圧面積は、奥行1m当りの数値を示す。

3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 荷重の組合せ

考慮する荷重の 組合せ	荷重*1				
	常時作用する 荷重 (F _d)		主荷重	従荷重	
	固定 荷重	積載 荷重	降下火砕物に よる荷重 (F _a)	積雪荷重 (F _s)	風荷重 (W)
ケース 1*2	○	○	○	○	—
ケース 2*3	○	○	○	○	○

注記*1：○は考慮する荷重を示す。

*2：ケース 1 は、ディーゼル燃料貯蔵タンク室及び鋼製蓋を対象とする。

*3：ケース 2 は、B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽を対象とする。

3.3 許容限界

ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の許容限界は、VI-3-別添 2-1-8「ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて設定している許容限界に従って、「3.1 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに設定する。

(1) ディーゼル燃料貯蔵タンク室の許容限界

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の頂版の許容限界を「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」（以下「RC-N規準」という。）に基づき表 3-6 に、コンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を表 3-7 及び表 3-8 に示す。

表 3-6 許容限界

要求機能	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（評価基準値）
—	構造強度を有すること	頂版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく短期許容応力度*

注記*：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、さらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度とする。

表 3-7 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F _c	圧縮	せん断
20.6	13.6	1.02

表 3-8 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別*	引張り及び圧縮	せん断
SD35 (SD345 相当)	345	345

注記*：建設当時の鋼材の種類を、現在の規格に読み替えた許容応力度を示す。

(2) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の許容限界

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の頂版及び側壁の許容限界を「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）」（以下「コンクリート標準示方書2002」という。）に基づき表3-9に，コンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を表3-10及び表3-11に示す。

表3-9 許容限界

要求機能	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（評価基準値）
—	構造強度を有すること	頂版	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えることを確認	コンクリート標準示方書2002に基づく短期許容応力度
		側壁		

表3-10 コンクリートの短期許容応力度

(単位：N/mm²)

設計基準強度 F _c	圧縮	せん断
24.0	13.5	0.67

表3-11 鉄筋の短期許容応力度

(単位：N/mm²)

種別	短期許容引張応力度
SD345	294

(3) 鋼製蓋の許容限界

鋼製蓋の許容限界を「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）」（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）に準じて表3-12に，鋼製蓋の許容引張応力度を表3-13に示す。

表 3-12 鋼製蓋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位	応力等の状態	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
-	構造強度を有すること	鋼板	組合せ	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	$1.5 \cdot f_t^*$ (J E A G 4 6 0 1 に準じた許容応力状態 IV A S の許容引張応力)
		支持脚	組合せ		

表 3-13 鋼製蓋の許容引張応力

部位	材料	温度条件 (°C)	S_y^{*3} (MPa)	S_u^{*3} (MPa)	F^{*3} (MPa)	$1.5 \cdot f_t^{*3}$ (MPa)
鋼板		-				
支持脚	SS400	40 ^{*2}	245	400	280	280
	SGP	40 ^{*2}	147	290	176	176

注記*1：メーカー仕様値 (JIS Z 2241 に基づく試験による)

*2：周囲環境温度

*3：記号の定義は以下のとおり

S_y ：J S M E 付録材料図表 Part5 の表にて規定される設計降伏点

S_u ：J S M E 付録材料図表 Part5 の表にて規定される設計引張強さ

F^* ：J S M E SSB-3121.3 により規定される値

f_t^* ： F^* により算出される許容引張応力

3.4 解析モデル及び諸元

3.4.1 モデル化の基本方針

(1) ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）

頂版は、両端固定ばりの一方向スラブとして評価する。

(2) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）

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」に示す解析モデルを用いて評価する。なお、対象構造物の要素はファイバー要素から線形はり要素に、モデル底面の境界条件は粘性境界から固定に、モデル側方の境界条件は粘性境界から鉛直ローラーに変更する。解析に使用するコードは、「TDA P III」である。なお、解析コードの検証及び妥当性の確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。解析モデルを図3-1に示す。

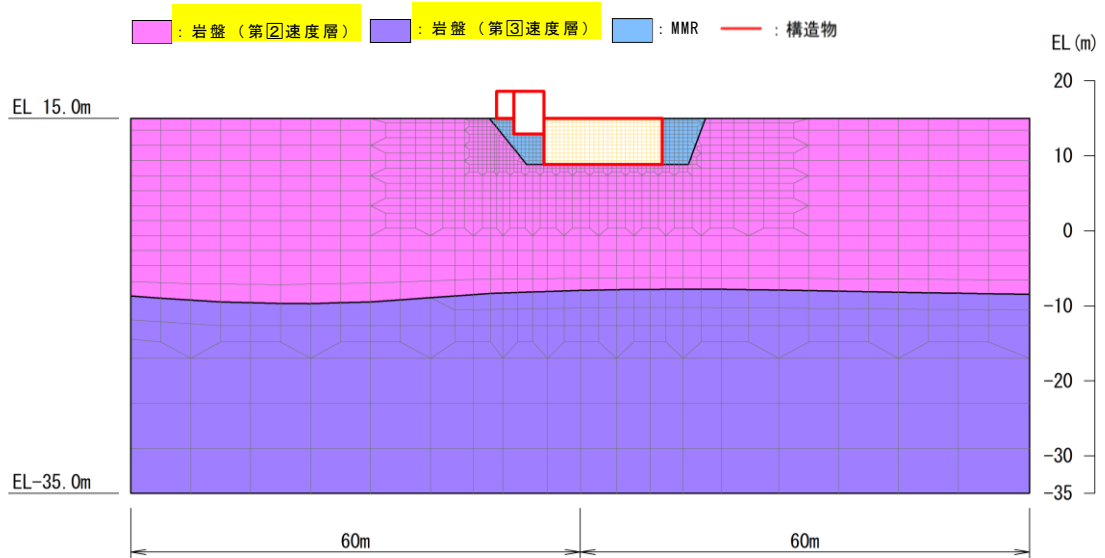


図3-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の解析モデル

(3) 鋼製蓋

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の鋼製蓋は、鋼板（天板及び蓋）により構成し、鋼板（天板）は支持脚により支持する。また、B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の鋼製蓋は、鋼板（天板及び蓋）により構成し、鋼板（天板）はコンクリート躯体で直接支持する。これらの構造を踏まえ、図3-2及び図3-3に示す解析モデルを用いて評価する。解析に使用するコードは、「MSC NASTRAN」である。なお、解析コードの検証及び妥当性の確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

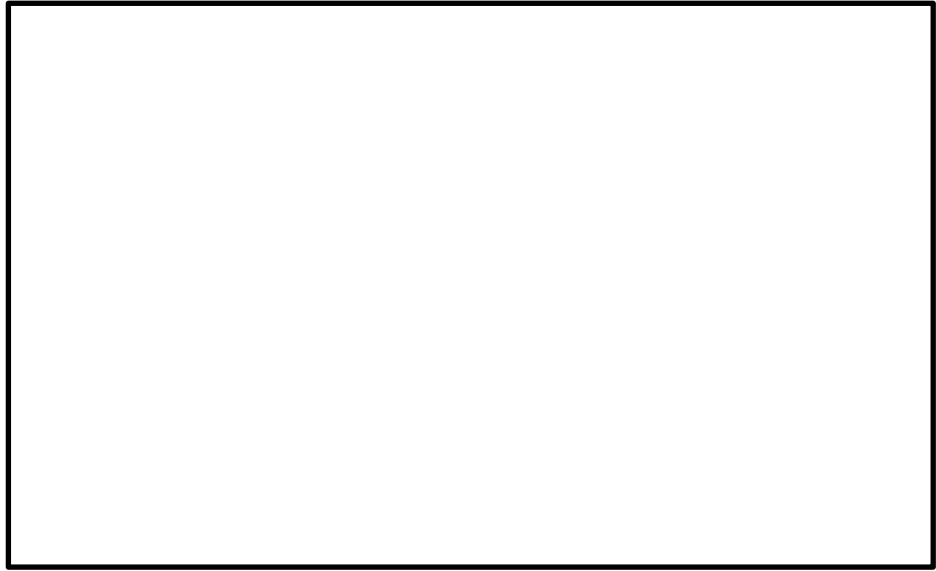


図 3-2 鋼製蓋（ディーゼル燃料貯蔵タンク室）の解析モデル



図 3-3 鋼製蓋（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）の解析モデル

3.4.2 解析諸元

(1) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）の使用材料の物性値を表 3-14 に示す。

表 3-14 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）の使用材料の物性値

材料	項目	材料諸元
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)	24.0
	ヤング係数 E (N/mm ²)	2.50×10 ⁴
コンクリート	ポアソン比 ν	0.2

(2) 鋼製蓋

鋼製蓋の使用材料の物性値を表 3-15 に示す。

表 3-15 鋼製蓋の使用材料の物性値

部位	材料	縦弾性係数 E (MPa)	ポアソン比 ν
鋼板	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
支持脚	SS400	203000	0.3
	SGP	203000	0.3

3.5 評価方法

3.5.1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価方法

(1) 応力解析方法

a. 荷重ケース

降下火砕物堆積時の応力は、単独荷重による応力を組み合わせて求める。

単独荷重の記号を以下に示す。

F_d : 常時作用する荷重

F_a : 降下火砕物による荷重

F_s : 積雪荷重

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 3-16 に示す。

表 3-16 荷重の組合せケース

組合せケース	荷重の組合せ
ケース 1	$F_d + F_a + F_s$

c. 応力算出方法

等分布荷重を受ける両端固定ばりの曲げモーメント及びせん断力は下式により求める。

(両端固定ばり)

・ 端部曲げモーメント (M_E)

$$M_E = -\frac{1}{12} w \cdot L^2$$

・ 中央部曲げモーメント (M_C)

$$M_C = \frac{1}{24} w \cdot L^2$$

・ せん断力 (Q_E)

$$Q_E = \frac{1}{2} w \cdot L$$

ここで、

w : 等分布荷重 (N/m)

L : 有効スパン (m)

(2) 断面の評価方法

断面の評価は以下の方法で行う。

曲げモーメントによる鉄筋の引張応力度及び面外せん断力を算定し、各許容限界を超えないことを確認する。

a. 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、次式をもとに計算した評価対象箇所を生じる曲げモーメントによる鉄筋の引張応力度が、短期許容応力度を超えないことを確認する。

$$\sigma_t = \frac{M}{a_t \cdot j}$$

ここで、

σ_t : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

a_t : 引張鉄筋断面積 (mm²)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

b. 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象箇所を生じる面外せん断力が、次式をもとに計算した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w_f f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数で、次式による。

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

$w_f f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度 (N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm²)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* : せん断補強筋がない領域については, 第 2 項を 0 とする。

3.5.2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 (頂版, 側壁) の評価方法

(1) 応力解析方法

a. 荷重ケース

降下火砕物堆積時の応力は, 単独荷重による応力を組み合わせて求める。
単独荷重の記号を以下に示す。

F_d : 常時作用する荷重

F_a : 降下火砕物による荷重

F_s : 積雪荷重

W : 風荷重

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 3-17 に示す。

表 3-17 荷重の組合せケース

組合せケース	荷重の組合せ
ケース 2	$F_d + F_a + F_s + W$

c. 応力算出方法

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」に示す地震応答解析モデルを用いた 2 次元静的 FEM 解析により, 評価対象部位に発生する降下火砕物堆積時の断面力 (曲げモーメント, 軸力及びせん断力) を求める。

(2) 断面の評価方法

断面の評価は, 2 次元静的 FEM 解析より求めた評価対象部位の曲げモーメント・軸力及びせん断力に対して鉄筋コンクリート断面の照査を行う。

曲げ・軸力については, 矩形断面の鉄筋コンクリート断面に対する検討を行い, コンクリートの曲げ圧縮応力度, 鉄筋の引張応力度が各々の短期許容応力

度以下であることを確認する。

せん断に対しては、矩形断面のせん断応力度が短期許容せん断応力度以下であることを確認する。

3.5.3 鋼製蓋の評価方法

(1) 応力解析方法

a. 荷重ケース

降下火砕物堆積時の応力は、単独荷重による応力を組み合わせて求める。

単独荷重の記号を以下に示す。

F_d : 常時作用する荷重

F_a : 降下火砕物による荷重

F_s : 積雪荷重

b. 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 3-18 に示す。

表 3-18 荷重の組合せケース

組合せケース	荷重の組合せ
ケース 1	$F_d + F_a + F_s$

c. 応力算出方法

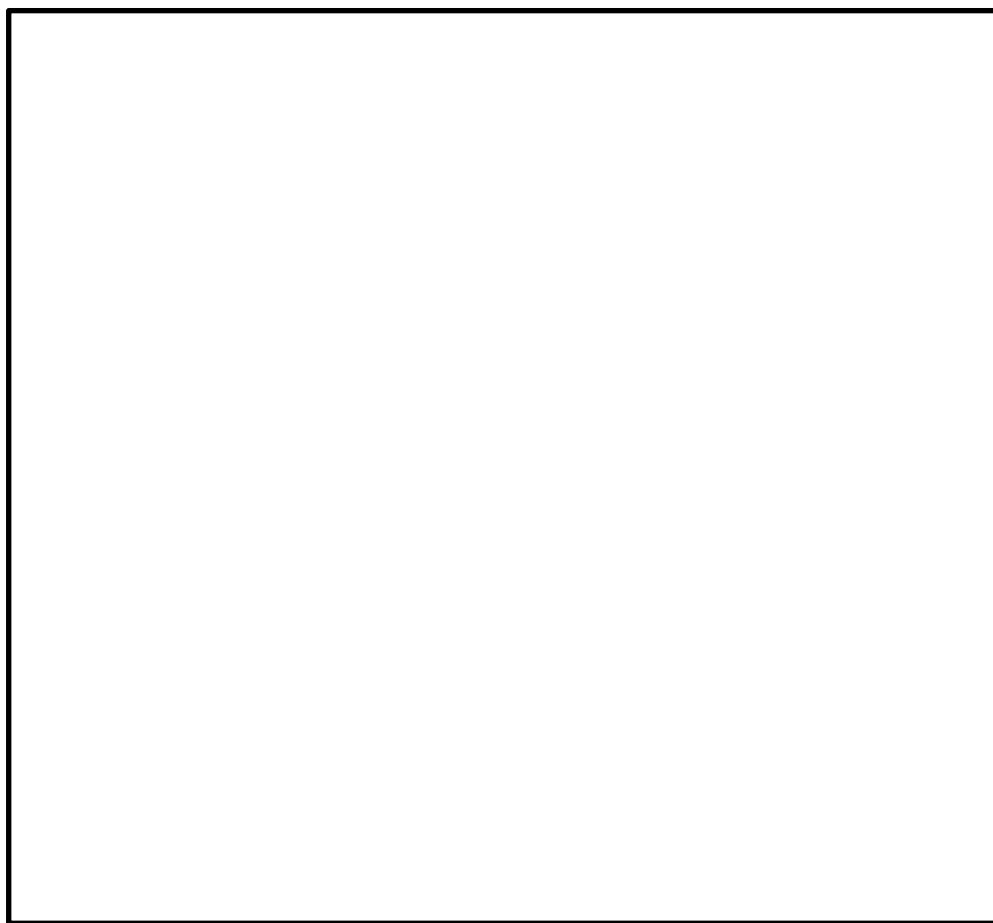
鋼製蓋の評価は降下火砕物堆積による鉛直荷重等により発生する応力が許容応力を超えないことを、図 3-2 及び図 3-3 の解析モデルを用いて 3次元静的 FEM 解析により確認する。

4. 強度評価結果

4.1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価結果

ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価対象箇所は、各断面の検定値が最も大きい箇所とし、図 4-1 に示す。また、評価結果を表 4-1 に示す。

降下火砕物堆積による鉛直荷重等によって発生する曲げモーメントに対する鉄筋の引張応力度が許容限界を超えないこと及び発生する面外せん断力が許容限界を超えないことを確認した。



(単位：mm)

図 4-1 評価対象箇所

表 4-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク室（頂版）の評価結果

EL (m)		8.6
厚さ t (mm)		<input type="text"/>
有効せい d (mm)		<input type="text"/>
配筋 (鉄筋断面積)		D19@200 (1435mm ² /m)
曲 げ モー メント	発生曲げモーメント M (kN・m/m)	47.0
	鉄筋の引張応力度 σ_t (N/mm ²)	83.2
	許容限界 (N/mm ²)	345
	検定値	0.25
面 外 せん 断 力	発生せん断力 Q (kN/m)	55.3
	せん断応力度 (N/mm ²)	0.15
	せん断スパン比による 割増し係数 α	1.38
	許容限界 (N/mm ²)	1.40
	検定値	0.11

4.2 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（頂版，側壁）の評価結果

頂版及び側壁の降下火砕物堆積時の評価結果を表 4-2～表 4-4 に示す。

降下火砕物堆積による鉛直荷重等によって，図 4-2 に示す評価対象部位に発生する曲げモーメント及び軸力に対して，コンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を超えないこと及び発生するせん断応力度に対してコンクリートの短期許容せん断応力度を超えないことを確認した。

表 4-2 コンクリートの曲げ・軸力に対する評価結果

部位	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 σ'_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
頂版	39	12	1.3	13.5	0.10
側壁	25	57	0.8	13.5	0.06

表 4-3 鉄筋の曲げ・軸力に対する評価結果

部位	発生断面力		曲げ引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
頂版	39	12	36	294	0.13
側壁	25	57	13	294	0.05

表 4-4 せん断力に対する評価結果

部位	発生せん断力 (kN)	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}
頂版	51	0.13	0.67	0.20
側壁	11	0.03	0.67	0.05

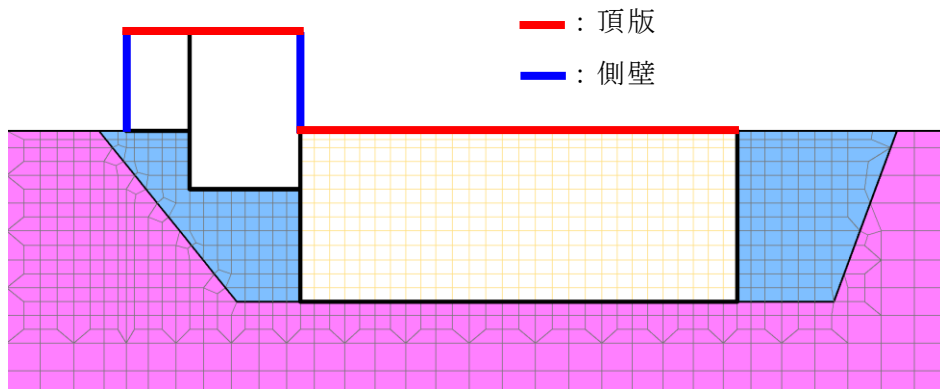


図 4-2 評価対象部位

4.3 鋼製蓋の評価結果

「3.5 評価方法」に基づいた鋼製蓋の 3次元静的 FEM 解析による評価結果を表 4-5 に、応力分布図を図 4-3 及び図 4-4 に示す。評価対象部位に発生する応力が許容応力を超えないことを確認した。

表 4-5 鋼製蓋の評価結果

評価対象部位		材料	応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
鋼製蓋 (ディーゼル燃料貯蔵 タンク室)	鋼板	<input type="text"/>	組合せ	93	<input type="text"/>
	支持脚	SS400		214	280
鋼製蓋 (B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽)	鋼板	<input type="text"/>	組合せ	20	<input type="text"/>



図 4-3 鋼製蓋（ディーゼル燃料貯蔵タンク室）の応力分布図

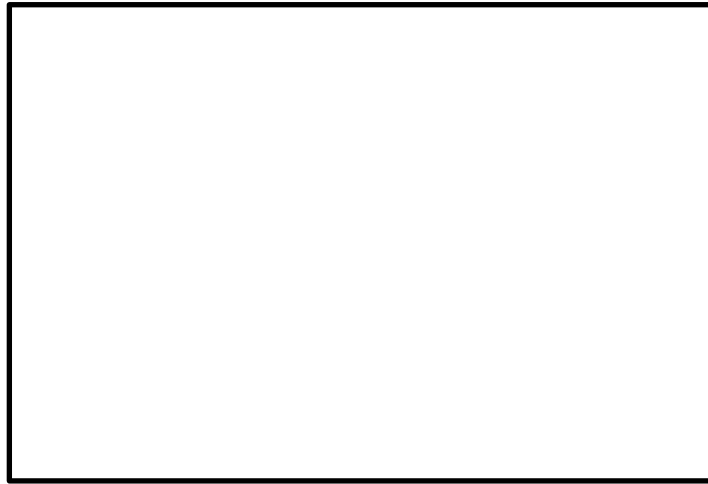


図 4-4 鋼製蓋（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）の応力分布図