

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-1115改0
提出年月日	平成30年10月3日

V-2-10-4-2 SA用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書

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 適用基準	15
3. 地震応答解析	16
3.1 評価対象断面	16
3.2 許容限界	19
3.3 評価方法	21
4. 耐震評価結果	28
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果	28
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	48
4.3 内部配管の健全性に対する評価結果	49
4.4 上段鋼製蓋の健全性に対する評価結果	51

1. 概要

本資料は、添付書類「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、SA用海水ピット取水塔が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

SA用海水ピット取水塔に要求される機能の維持を確認するにあたっては、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

SA用海水ピット取水塔の平面配置図を図2-1に示す。

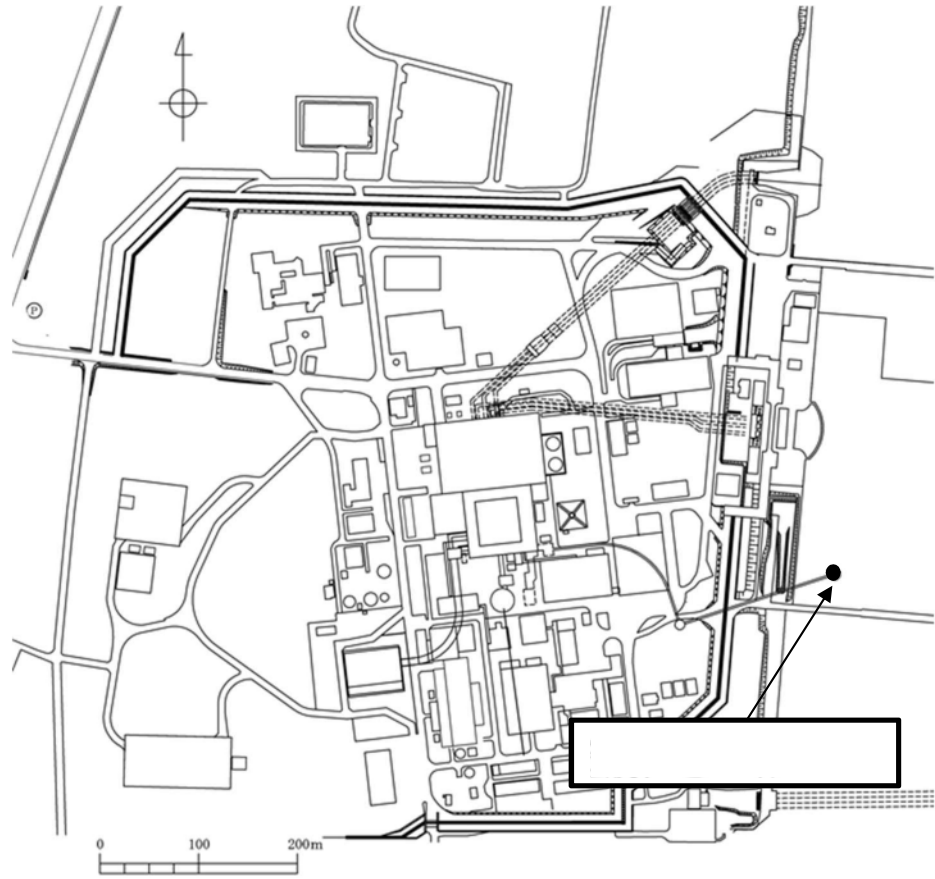


図2-1 SA用海水ピット取水塔 平面配置図

2.2 構造概要

SA用海水ピット取水塔は、外径約7 m、内径約4 m、高さ約21 mの鉄筋コンクリート造の円筒状の地中構造物で、東海港内に位置し、十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。鉄筋コンクリート躯体の上部には、津波による漂流物の進入の軽減を目的として、格子状の防護蓋を設置する。また、鉄筋コンクリート造の円筒の中に海水引込み管を設置し、その取水部は複数設置する。

SA用海水ピット取水塔の平面位置図を図2-2、構造図を図2-3に示す。



図2-2 SA用海水ピット取水塔 平面位置図

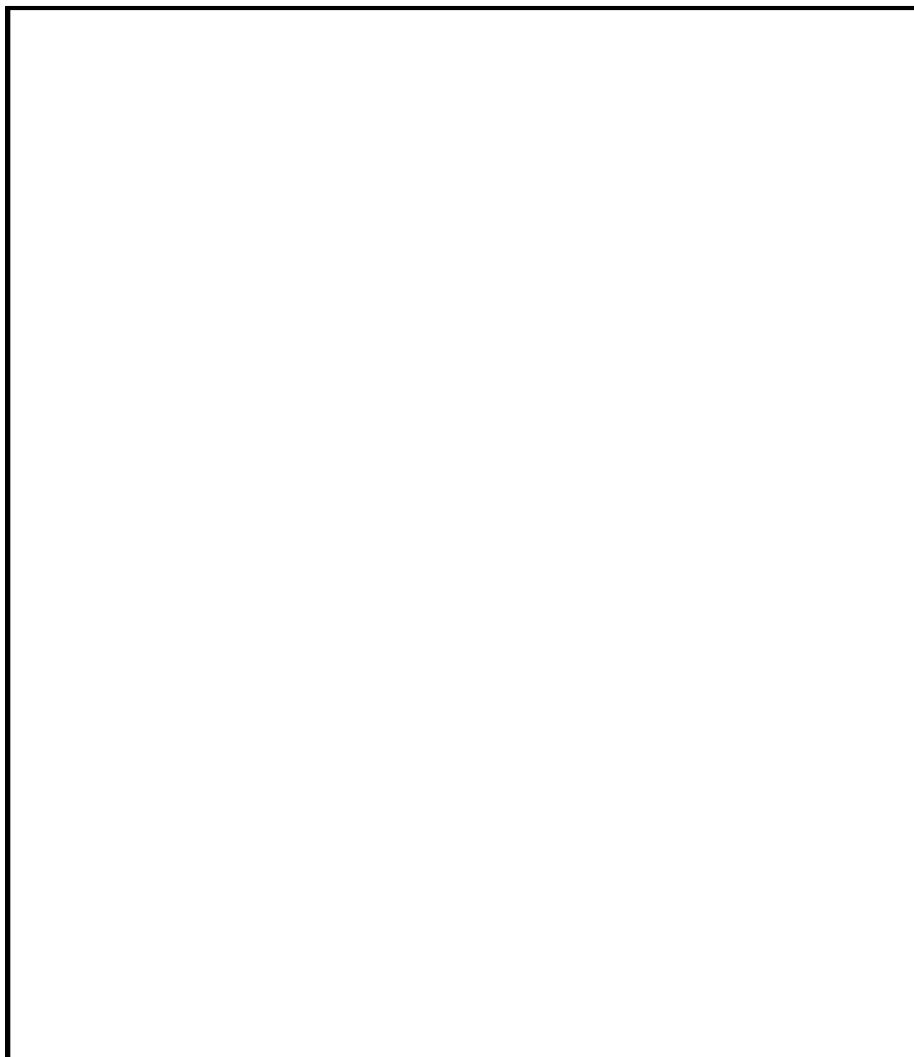


図 2-3 (1) SA用海水ピット取水塔構造図 (構造平面図)



注記 : SA用海水ピット取水塔については標準構造断面図を示す。

図 2-3 (2) SA用海水ピット取水塔構造図 (構造断面図)

2.3 評価方針

SA用海水ピット取水塔は、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に分類される。

SA用海水ピット取水塔の地震応答解析においては、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮できる有効応力解析を実施する。

有効応力解析に用いる地盤剛性及び液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、ばらつき等を考慮して設定する。

津波防護施設への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する。その際は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性）を仮定する。

SA用海水ピット取水塔の耐震評価は、「3. 地震応答解析」により得られた解析結果に基づき、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する。

構造部材の健全性評価については、地震応答解析に基づく発生応力が許容限界以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

SA用海水ピット取水塔の耐震評価フローを図 2-4 に示す。

表 2-1 SA用海水ピット取水塔の評価項目

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	全構造部材	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。

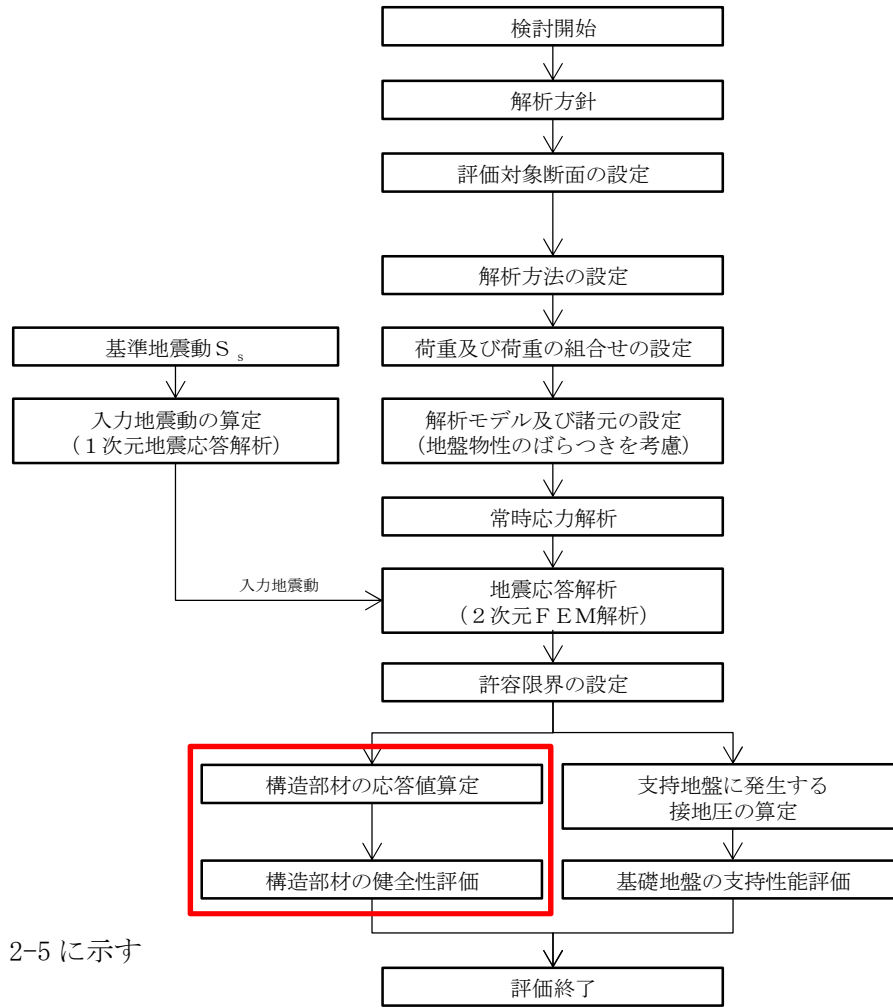


図 2-4 SA用海水ピット取水塔の耐震評価フロー

構造部材の応答値算定及び健全性評価についての耐震評価詳細フローを図 2-5 に示す。

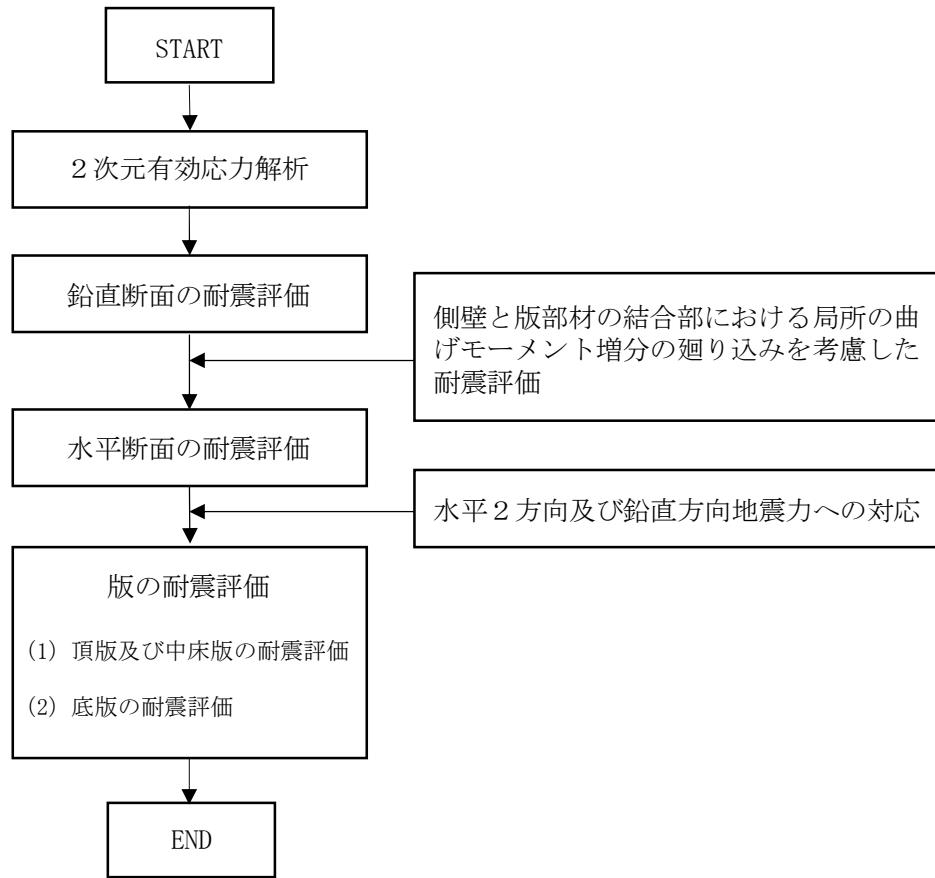


図 2-5 SA用海水ピット取水塔の応答値算定及び健全性評価についての耐震評価詳細フロー

以下にフロー図に示す項目について方針を示す。

2.3.1 2次元有効応力解析

SA用海水ピット取水塔の地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析にて行う。SA用海水ピット取水塔は、中心位置において各構造部材と等価な剛性を有する構造梁（線形はり要素）によりモデル化する。また、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデル化とする。

2次元有効応力解析を実施し、SA用海水ピット取水塔の鉛直鉄筋の健全性評価のために、2次元有効応力解析にて算出される線形はり要素の発生断面力（曲げモーメント、軸力、せん断力）を抽出する。SA用海水ピット取水塔の水平鉄筋の健全性評価のために、SA用海水ピット取水塔側方の地震時地盤反力（地盤要素の水平有効直応力（ σ_x' ）と間隙水要素の発生応力（ Δu ）の和）の時刻歴最大値、すなわち地震時最大地盤反力を抽出する。さらに、頂版及び中床版部材の健全性評価のために、各床版位置における最大鉛直加速度を抽出し、底版の健全性評価のために、SA用海水ピット取水塔底面をモデル化した仮想剛梁要素に地盤から作用する鉛直方向有効直応力（ σ_y' ）及び間隙水要素の発生応力（ Δu ）の和を底面方向分布に応じて合計した値、すなわち、鉛直方向の地震時地盤反力の時刻歴最大値を抽出する。

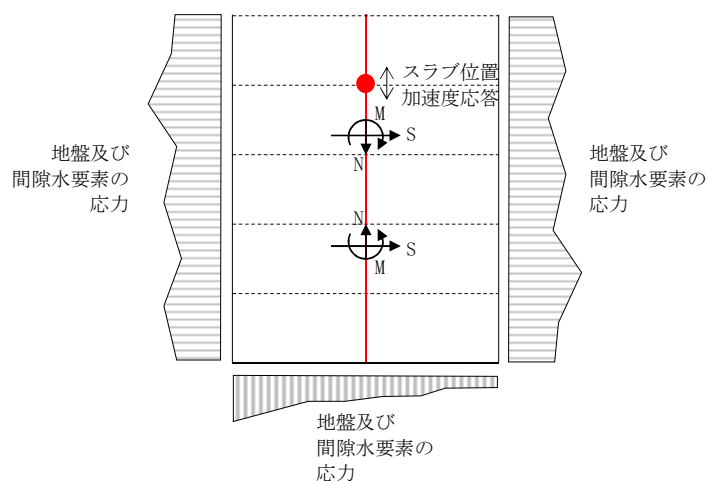


図 2-6 2次元有効応力解析からの応答値の抽出概念図

2.3.2 鉛直断面に対する耐震評価結果

(1) 鉛直断面の曲げ軸力に対する評価

SA用海水ピット取水塔は直交する2断面（海水引込管方向と取水管方向）を解析断面として選定し、2次元有効応力解析を実施し部材の設計を行う。SA用海水ピット取水塔の鉛直鉄筋は2次元有効応力解析において算出される線形はり要素の発生断面力（曲げモーメント及び軸力）を用いて照査を行う。その際、水平2方向及び鉛直方向地震力に対して円筒形立坑の場合は、地震動の加振方向に対して抵抗する部位が不明確である。そこで、直交する2つの2次元有効応力解析モデルによる解析結果のうち、時刻歴最大となる

時刻の曲げモーメントが直交する方向にも同時に作用する（曲げモーメントを $\sqrt{2}$ 倍）として、構造部材の曲げ軸力による発生応力が許容限界以下であることを確認する。

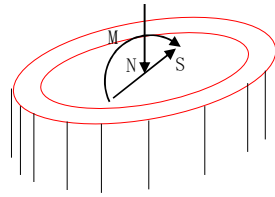


図 2-7 線形はり要素の鉛直断面設計概念図

(2) 鉛直断面のせん断力に対する評価

2次元有効応力解析において算出される線形はり要素の発生せん断力（ S ）に対しコンクリートの有効断面積（ A_w ）で抵抗するものとし、せん断応力度 $\tau = S/A_w$ がコンクリート標準示方書に示される許容せん断応力度 τ_{al} 以下である場合にはせん断補強筋は不要である。

許容せん断応力度 τ_{al} を超える場合はせん断補強筋（ A_{s1} ）が必要となり、2次元有効応力解析において算出される線形はり要素の発生せん断力を用いて照査を行い、構造部材の発生せん断力が鉄筋コンクリートとしての許容限界すなわち短期許容せん断力 V_a 以下であることを確認する。

2次元有効応力解析において算出される線形はり要素の発生断面力（せん断力）を用いて照査を行い、構造部材の発生断面力（せん断力）が許容限界以下であることを確認する。

(3) 側壁と版部材の結合部における局所の曲げモーメント増分の廻り込みを考慮した耐震評価

側壁と版部材の隅角部には、床版の曲げモーメント（ M_o ）が側壁に廻り込む。また側壁が版部材に支持される拘束効果により、地震時荷重を面外方向に受けた場合に曲げモーメントが反転する（ $M1$, $M2$ ）。この現象は2次元有効応力解析において考慮することができない。このためここでは、側壁と版部材の結合部における曲げモーメント増分の廻り込みを考慮した検討を行う。図 2-8 に版部材から側壁に廻り込む曲げモーメント概念図を示す。

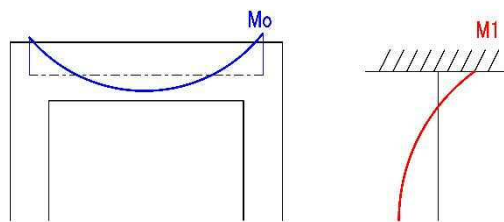


図 2-8 版部材から側壁に廻り込む曲げモーメント概念図

側壁と版部材を結合することにより版部材に発生する端部の曲げモーメント (M_0) は、境界条件を固定支持としたシェル要素を用いた有効応力解析により算定する。側壁は床版中心間距離で固定支持された、単位幅を有する両端固定はりとしてモデル化し、各層における地震時荷重を作用させた場合に、支持位置に発生する曲げモーメント (M_1, M_2) を算定する。地震時荷重については、各鉛直スパンの地盤反力 (地盤要素の水平有効直応力 (σ_x') + 間隙水要素の発生応力 (Δu)) の合算値が最大となる時刻の地盤反力分布を用いる。

版部材の端曲げモーメント (M_0) 及び版部材に拘束された側壁に発生する端曲げモーメント (M_1, M_2 のうちモーメントの連続性を考えて両者の最大値を用いる) の和を設計曲げモーメントとする。

上記により得られる設計曲げモーメントから鉛直鉄筋の引張応力度 (σ_{v2}) を算定する。 $\sqrt{2}$ 倍したモーメントを用いて求められた鉛直鉄筋の引張応力度 (σ_{v1}') を加算した鉛直鉄筋の引張応力度 ($\sigma_{v1}' + \sigma_{v2}$) が許容限界以下であることを確認する。

2.3.3 水平断面に対する耐震評価

(1) 水平断面の設計

海水ピットの水平断面については、側壁及び中壁を線形はり要素としてモデル化した静的フレーム解析により水平断面の照査を行なう。

作用させる荷重は、2次元有効応力解析結果から抽出した、海水ピット側方の地震時地盤反力 (地盤要素の水平有効直応力 (σ_x') と間隙水要素の発生応力 (Δu)) の全時刻の最大値である。水平断面の評価概念図を図に示す。

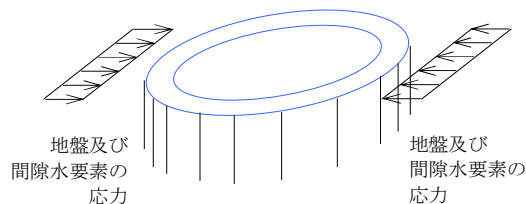


図 2-9 水平断面の評価概念図 (フレーム計算)

構造部材の発生断面力 (曲げモーメント, 軸力, せん断力) が許容限界以下であることを確認する。なお、ここで設計する主鉄筋 (A_{s2}) は、2次元フレーム解析モデルの側壁面外方向の地震時最大地盤反力で生じる曲げ軸力に対する配筋である。

(2) 水平2方向及び鉛直方向地震力への対応

SA用海水ピット取水塔の設計における水平2方向及び鉛直方向地震力に対する耐震安全性は、側壁面内方向の水平鉄筋の配筋量にて確認する。

SA用海水ピット取水塔の側壁における面内方向の水平鉄筋として、2次元有効応力解析 (鉛直断面) モデルの側壁面内方向のせん断力に対するせん断補強鉄筋 (A_{s1}) と、水平断面の2次元フレーム解析モデルの側壁面外方向の地震時最大地盤反力で生じる曲げ

軸力に対する主鉄筋 (A_{s2}) は同じ向きの配筋となる。したがって、 A_{s1} の必要鉄筋量と A_{s2} の必要鉄筋量を足し合わせた合計必要鉄筋量以上の実配筋量が各側壁の面内方向に配置されていることを確認する。図 2-10 に S A 用海水ピット取水塔側壁の水平鉄筋の設計イメージ図を示す。

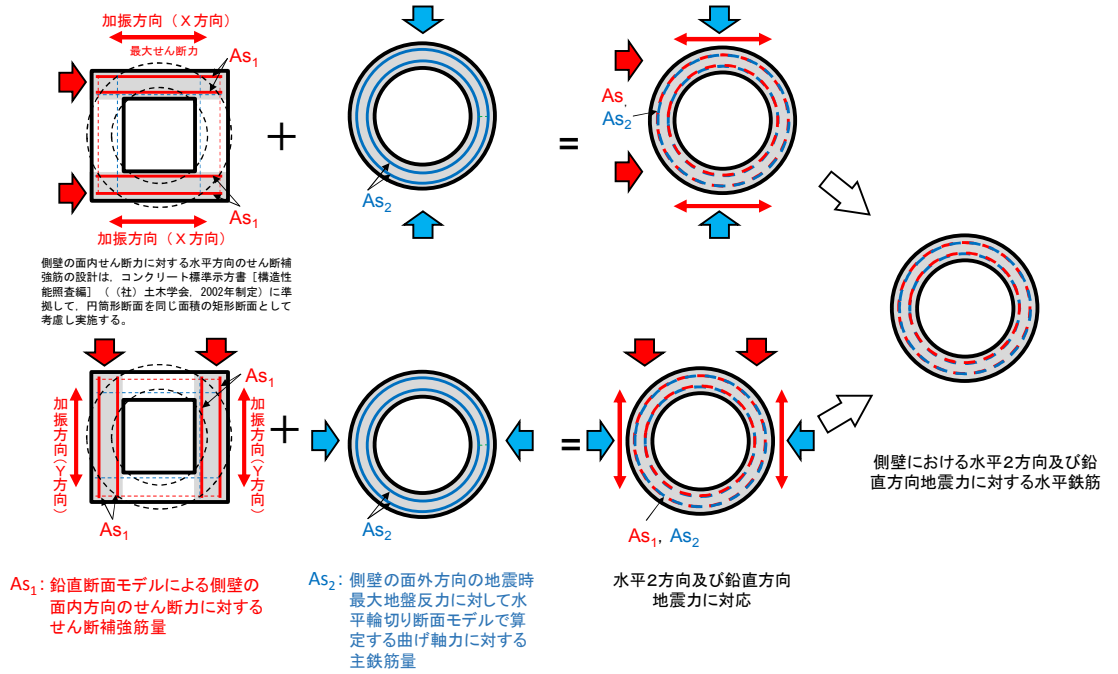


図 2-10 S A 用海水ピット取水塔側壁の水平鉄筋の設計イメージ図

2.3.4 版の耐震評価

(1) 頂版及び中床版

頂版及び中床版については、開口部を模擬したシェル要素を用いた応力解析により設計断面力を算定する。慣性力については、2次元有効応力解析により各床版位置における最大鉛直加速度を算出し、重力加速度で除することで鉛直設計震度を求め算定する。単純支持によるシェル要素を用いた応力解析に基づき算定した水平方向の必要主鉄筋量以上を頂版及び中床版上下面側それぞれに格子状に配置すると共に、鉛直方向の必要せん断補強筋量以上を配置する。

S A用海水ピット取水塔の頂版及び中床版の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。頂版及び底版平面図を図 2-11 に、頂版の設計モデル概念図を図 2-12 に示す。



図 2-11 頂版及び底版平面図

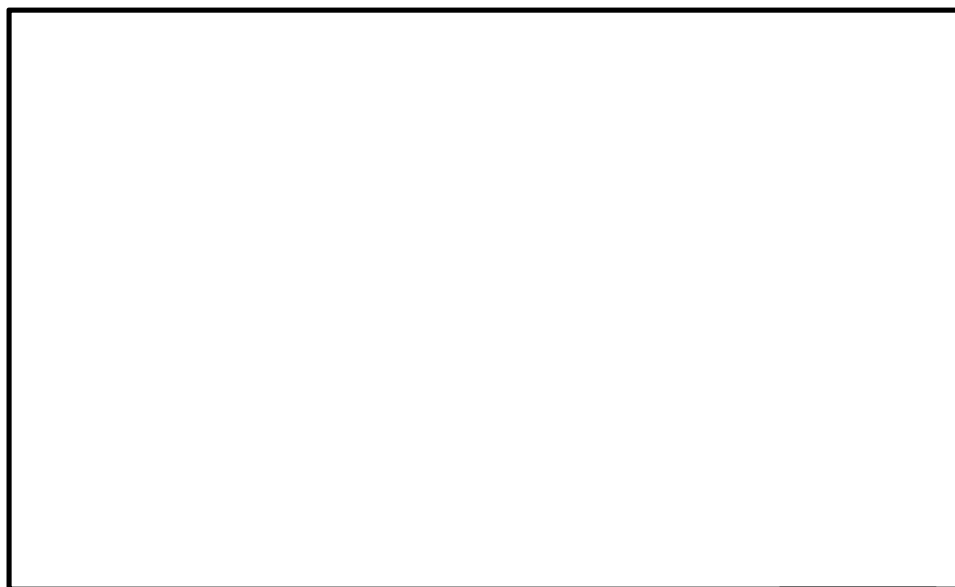


図 2-12 頂版の設計モデル概念図

(2) 底版

底版は接続する側壁及び中壁の中心間距離をスパンとしたシェル要素を用いた応力解析により設計断面力を算定する。境界条件は単純支持とする。

設計荷重は2次元有効応力解析において、仮想剛梁要素（底面）下面の地盤要素に発生する鉛直方向有効直応力（ σ_y' ）及び間隙水要素の発生応力（ Δu ）の底版幅方向合力が最大となる時刻を抽出し、その時刻における地盤反力分布を作用させる。また、静水圧も分布荷重として考慮する。

単純支持によるシェル要素を用いた応力解析に基づき算定した水平方向の必要主鉄筋量以上を底版上下面側それぞれに格子状に配置すると共に、鉛直方向の必要せん断補強筋量以上を配置する。SA用海水ピット取水塔の底版の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。底版の応力解析概念図を図2-13に示す。

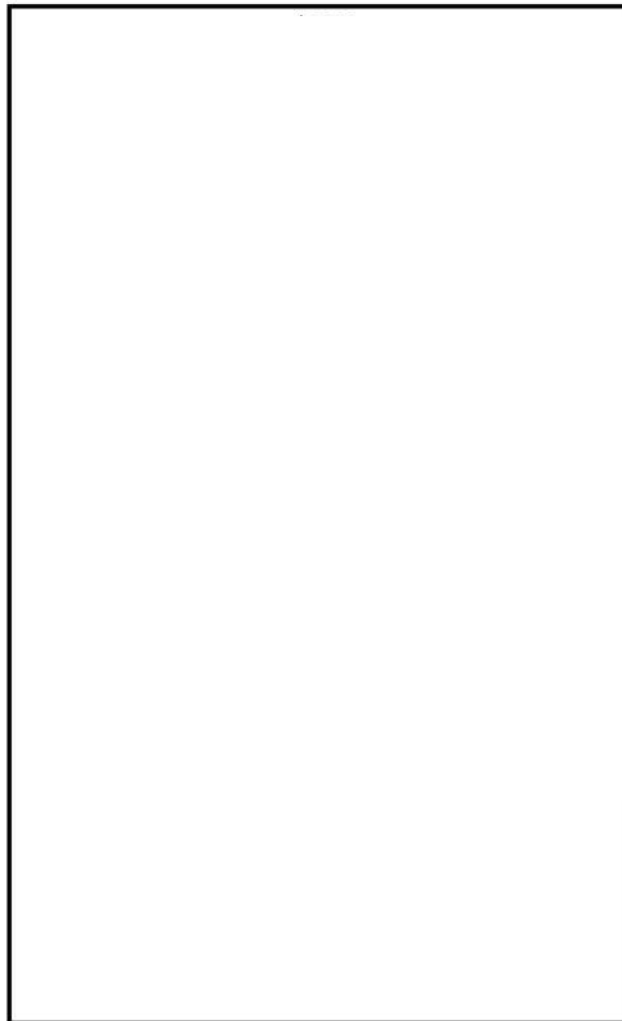


図 2-13 底版の応力解析概念図

2.4 適用基準

適用する規格，基準類を以下に示す。

- ・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)
- ・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 (日本道路協会, 平成 24 年 3 月)
- ・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)
- ・ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・マニュアル編) (ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)
- ・日本工業規格 (J I S)

3. 地震応答解析

3.1 評価対象断面

SA用海水ピット取水塔の評価対象断面位置を図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①-①断面及び②-②断面とする。

図3-2に評価対象断面を示す。

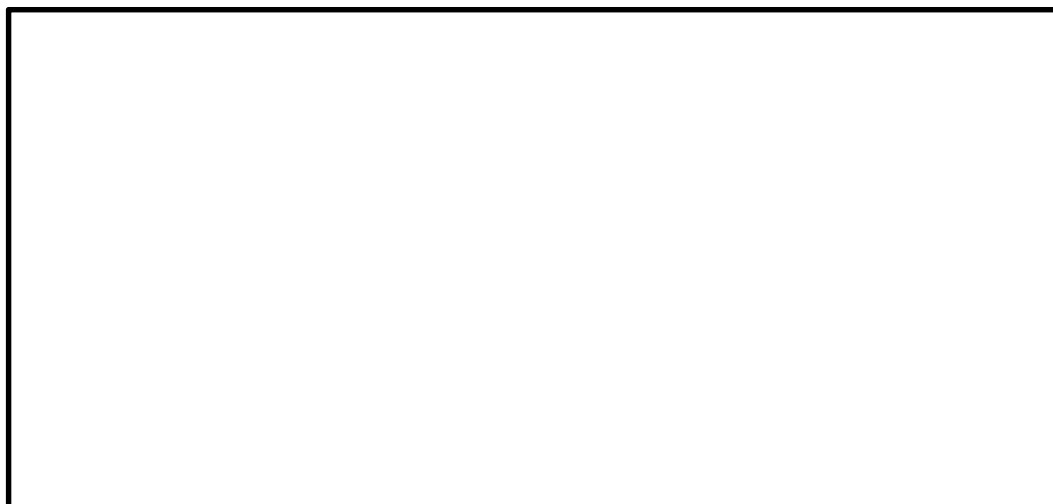


図3-1 SA用海水ピット取水塔 評価対象断面位置図

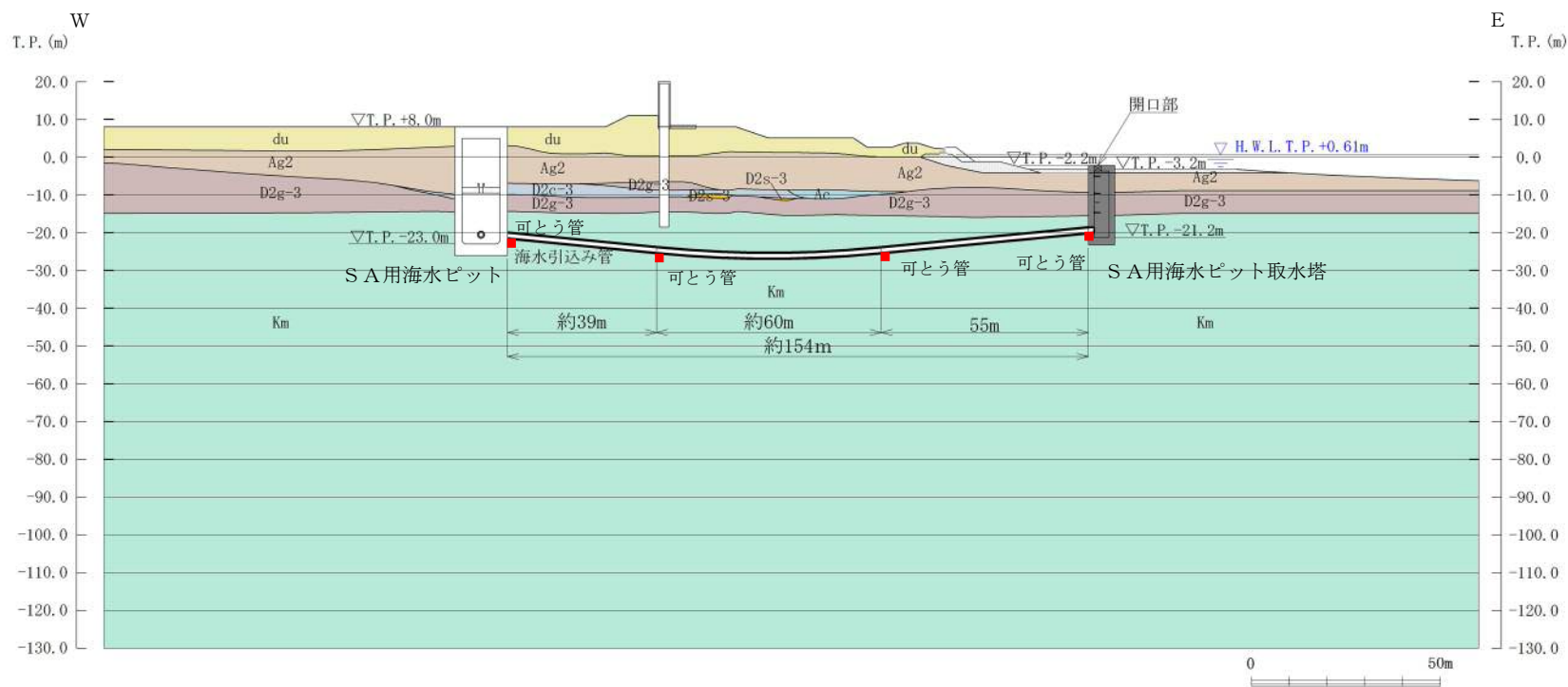


図 3-2 (1) SA用海水ピット取水塔 評価対象断面図 (①-①断面)

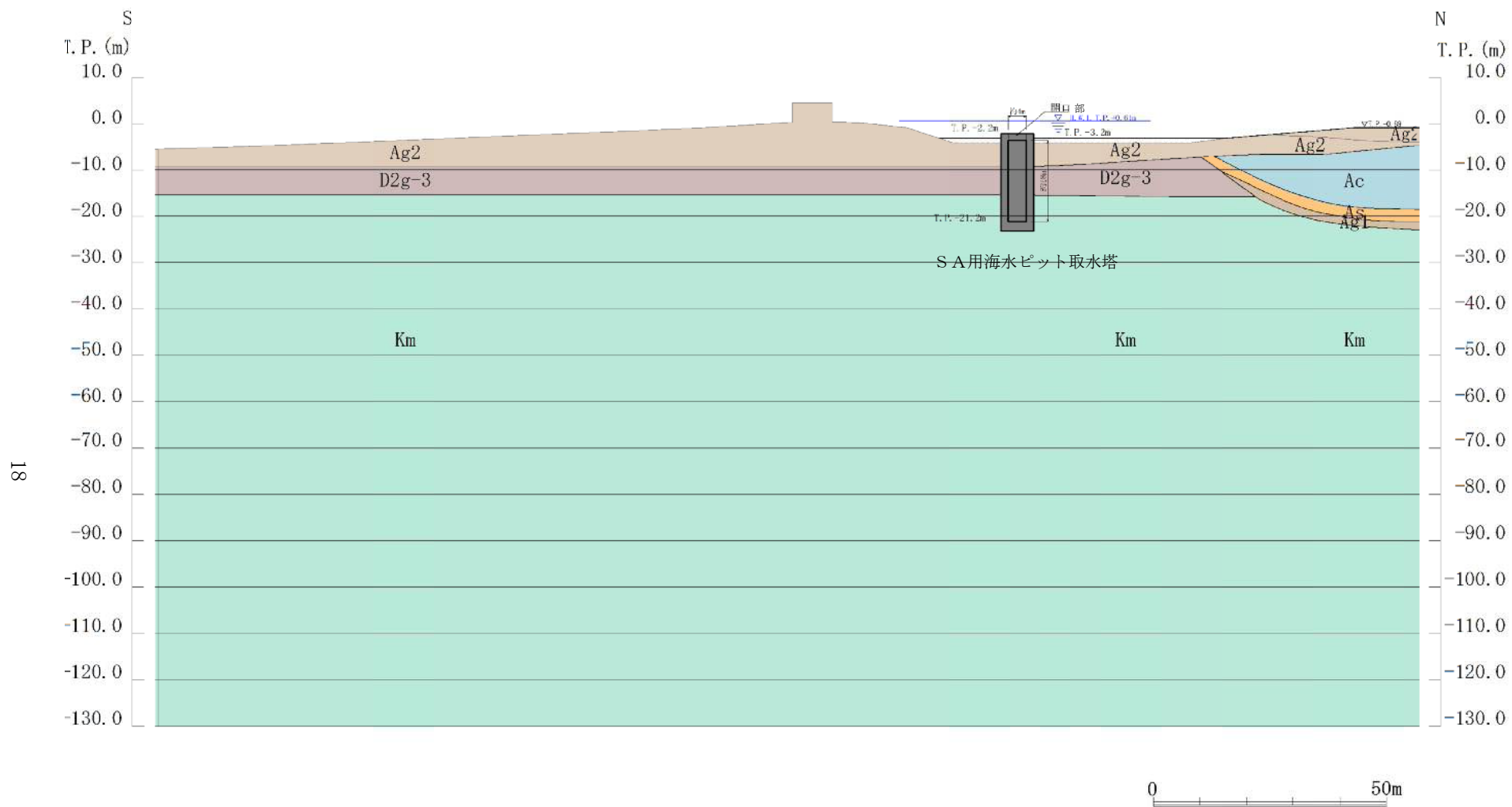


図 3-2 (2) SA用海水ピット取水塔 断面図 (②-②断面)

3.2 許容限界

許容限界は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 鉄筋コンクリート（SA用海水ピット取水塔）の健全性に対する許容限界

SA用海水ピット取水塔は、許容応力度法による照査を行う。

表 3-1 にコンクリート及び鉄筋の許容限界を示す。

表 3-1 鉄筋コンクリートの健全性に対する許容限界

評価項目		許容限界 (N/mm ²)	
コンクリート*1 ($f'_{ck}=40$ N/mm ²)	短期許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21.0	
	短期許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*3	
鉄筋	SD490*2	短期許容引張応力度 σ_{sa}	435
	SD390*1	短期許容引張応力度 σ_{sa}	309
	SD345*1	短期許容引張応力度 σ_{sa}	294

注記 *1：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）

*2：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成24年3月）

*3：斜め引張鉄筋を考慮する場合は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）」に基づき設定する。

(2) 基礎地盤の支持性能における許容限界

極限支持力度は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成24年3月）により設定する。

表 3-2 に極限支持力度を示す。

表 3-2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

項目	許容限界
極限支持力度 q_d (kN/m ²)	5962

(3) 鋼材（内部配管及び上段鋼製蓋）の健全性に対する許容限界

許容限界については、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成24年3月）及びダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（ダム・堰施設技術協会，平成25年6月）に基づき、表 3-3 のとおり設定する。

短期許容応力度は、鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

表 3-3 鋼材（内部配管及び上段鋼製蓋）の健全性に対する許容限界

評価項目		許容限界 (N/mm ²)	
鋼材	SM400 ^{*1}	短期許容引張応力度 σ_{sa}	210
		短期許容せん断応力度 τ_{a1}	120
	SUS304 ^{*2}	短期許容支圧応力度 σ_c ^{*3}	205
		短期許容引張応力度 σ_t	160
	SUS329J4L ^{*4}	短期許容引張応力度 σ_{sa}	338
		短期許容せん断応力度 τ_{a1}	195

注記 *1：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）

*2：ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（ダム・堰施設技術協会，平成 25 年 6 月）

*3：許容支圧応力度の上限値は降伏点とする。

*4：「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」に基づき，「ステンレス鋼については，0.2 %永久ひずみに相当する応力度を 0.2 %耐力として降伏点にかえ，安全率を 2.0 程度として許容応力を定める」に準拠する。

3.3 評価方法

SA用海水ピット取水塔の耐震評価は、「3.1 地震応答解析」に基づく地震応答解析により算定した照査用応答値が「4.1 許容限界」において設定した許容限界以下であることを確認する。

3.3.1 構造部材の健全性の評価

鉄筋コンクリートの曲げ軸力照査及びせん断力照査に対して、地震応答解析により算定した応力が許容限界以下であることを確認する。

①-①断面の曲げ軸力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図を図 3-3 に、せん断力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図を図 3-4 に示す。

②-②断面の曲げ軸力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図を図 3-5 に、せん断力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図を図 3-6 に示す。

側壁の水平断面の評価は、側壁を線形はり要素としてモデル化した静的フレーム解析により照査を行なう。

頂版は接続する側壁の中心間距離をスパンとした単純支持による単位幅の版設計とし、面外方向に躯体の慣性力を静的に作用させ評価する。頂版については積雪の慣性力も考慮し評価する。

底版は接続する側壁の中心間距離をスパンとした単純支持による単位幅の版設計とし、2次元有効応力解析における仮想剛梁要素（底面）下面の地盤要素に発生する鉛直方向有効直応力（ σ_y' ）及び間隙水要素の発生応力（ Δu ）の底版幅方向合力が最大となる時刻の地盤反力と静水圧を作用させ評価する。

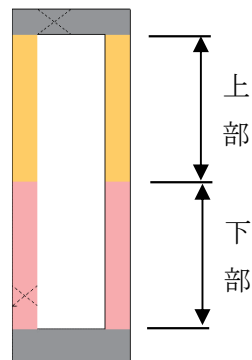
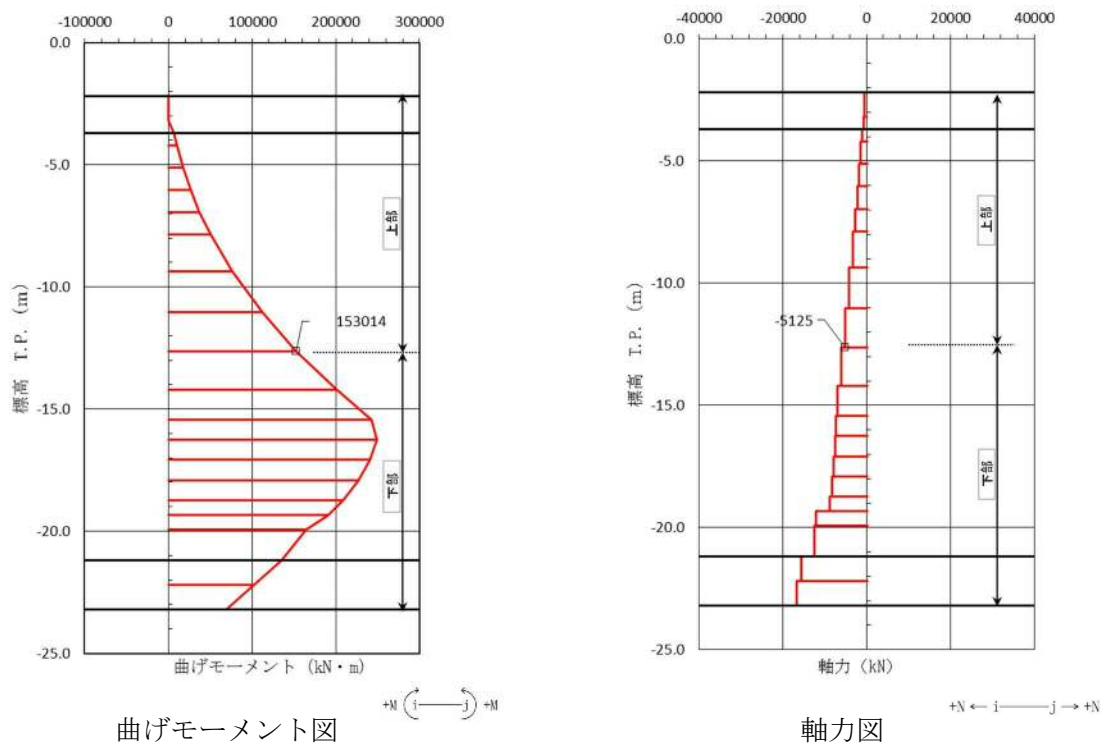
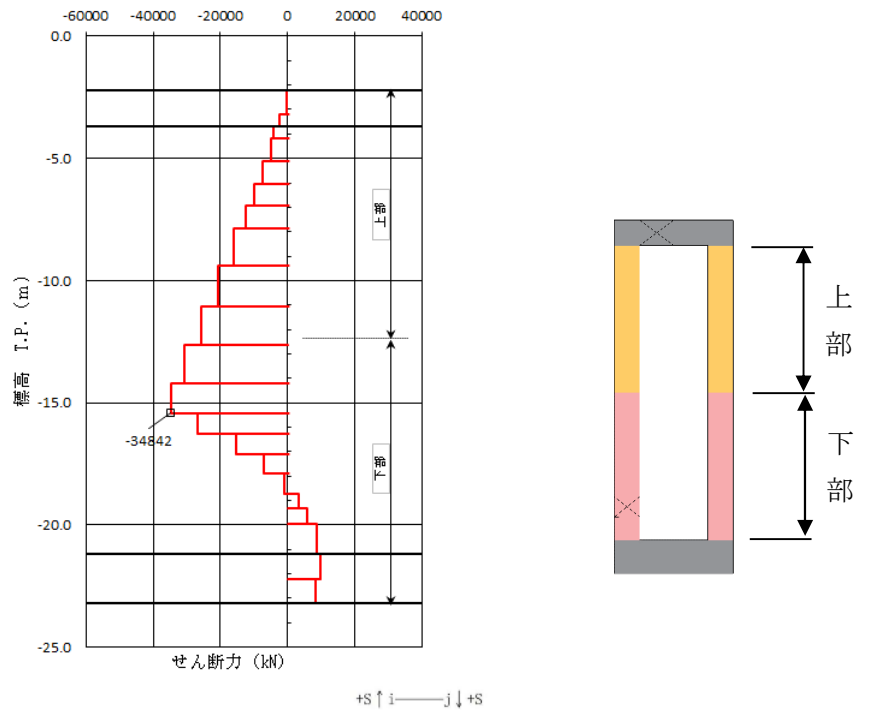


図 3-3 曲げ軸力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図

(①-①断面, $S_s - D 1$, $t = 53.86$ s)

(解析ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

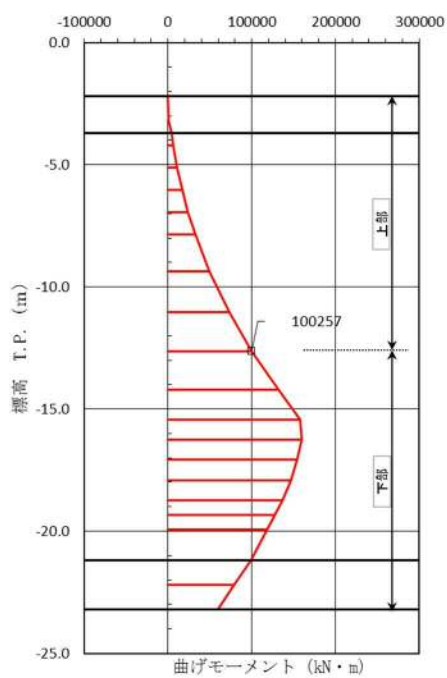


せん断力図

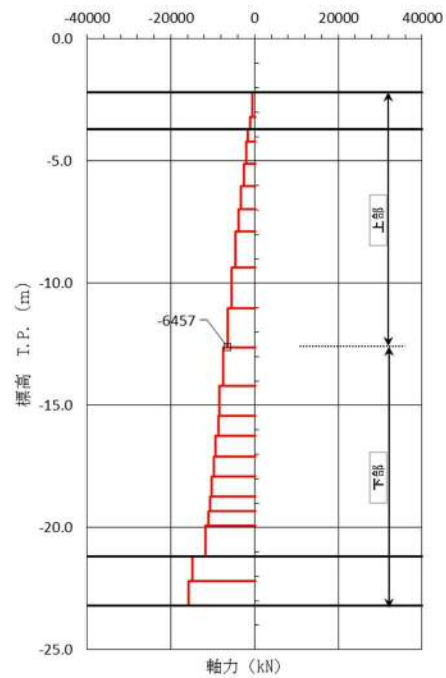
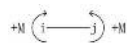
図 3-4 せん断力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図

(①-①断面, $S_s-D 1$, $t = 53.86$ s)

(解析ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント図



軸力図

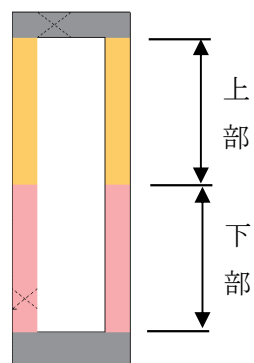
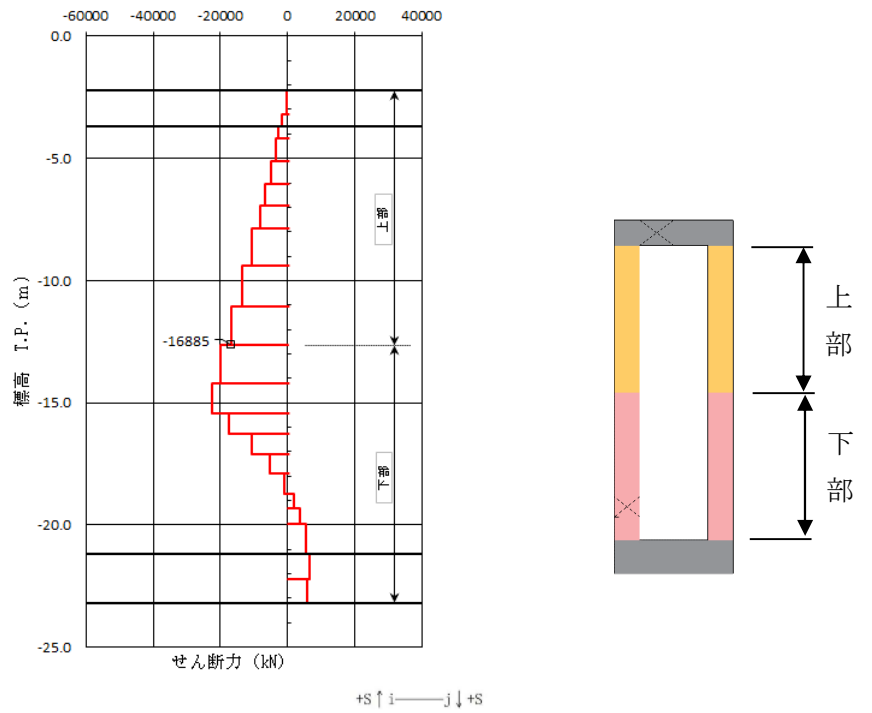


図 3-5 曲げ軸力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図

(②-②断面, $S_s-D 1$, $t = 53.88$ s)

(解析ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



せん断力図

図 3-6 せん断力照査における最大照査値の評価時刻での断面力図

(②-②断面, $S_s-D 1$, $t = 53.86$ s)

(解析ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

3.3.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能においては、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

接地圧が許容限界に対して最も厳しくなる解析ケースにおいて、基礎地盤に生じる最大接地圧分布を図 3-7 に示す。

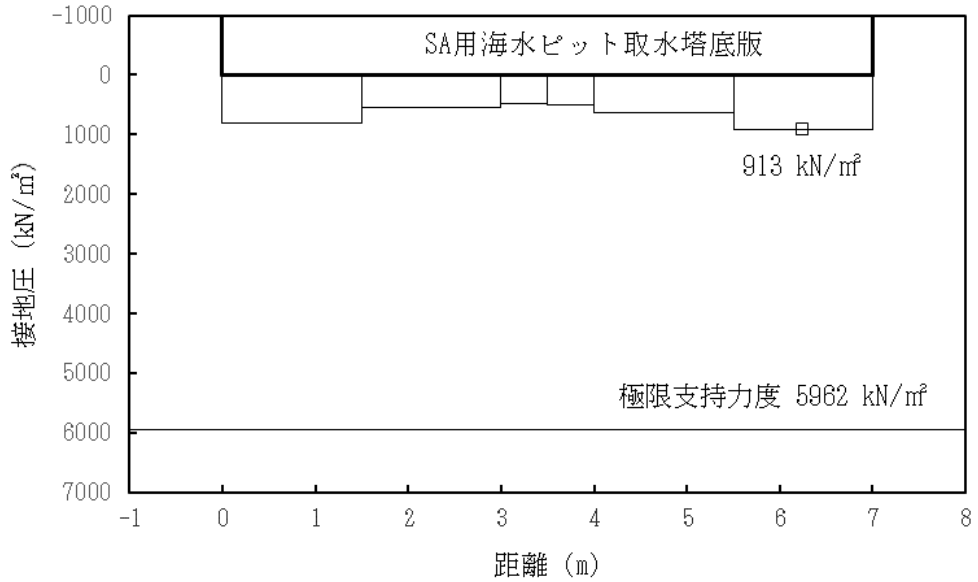


図 3-7 (1) ①-①断面の最大接地圧分布図 (S_s-D1)
(解析ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

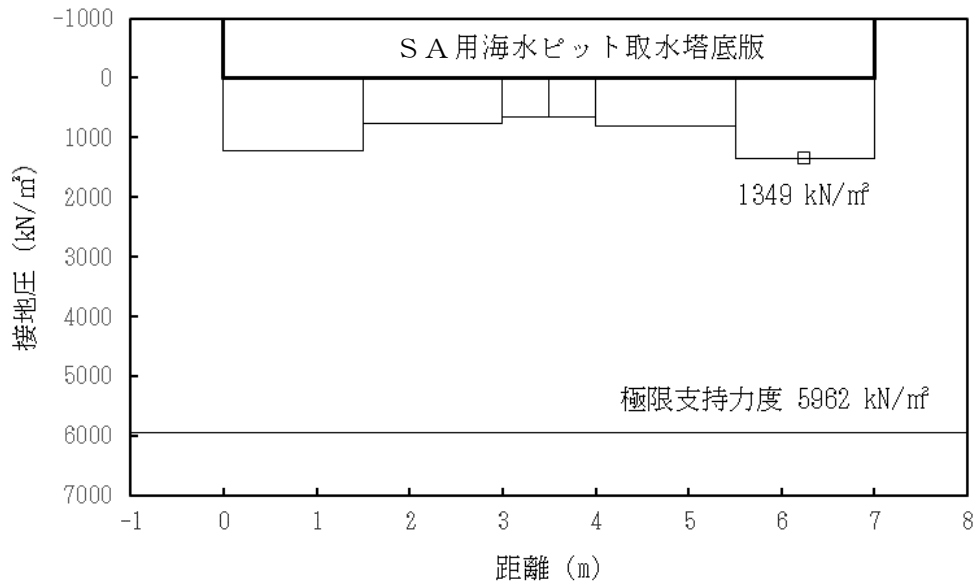


図 3-7 (2) ②-②断面の最大接地圧分布図 (S_s-D1)
(解析ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

3.2.3 内部配管の健全性評価

1次元有効応力解析から得られるリングガーダ位置並びに海水引込み管接合位置の最大水平相対変位分布を強制変位とし、SA用海水ピット取水塔の最大加速度より算定した設計震度による慣性力との組合せ荷重に対して内部配管並びにリングガーダ固定部アンカーボルトの応力が許容限界以下であることを確認する。

内部配管の応力照査モデルの概念図を図3-8に示す。

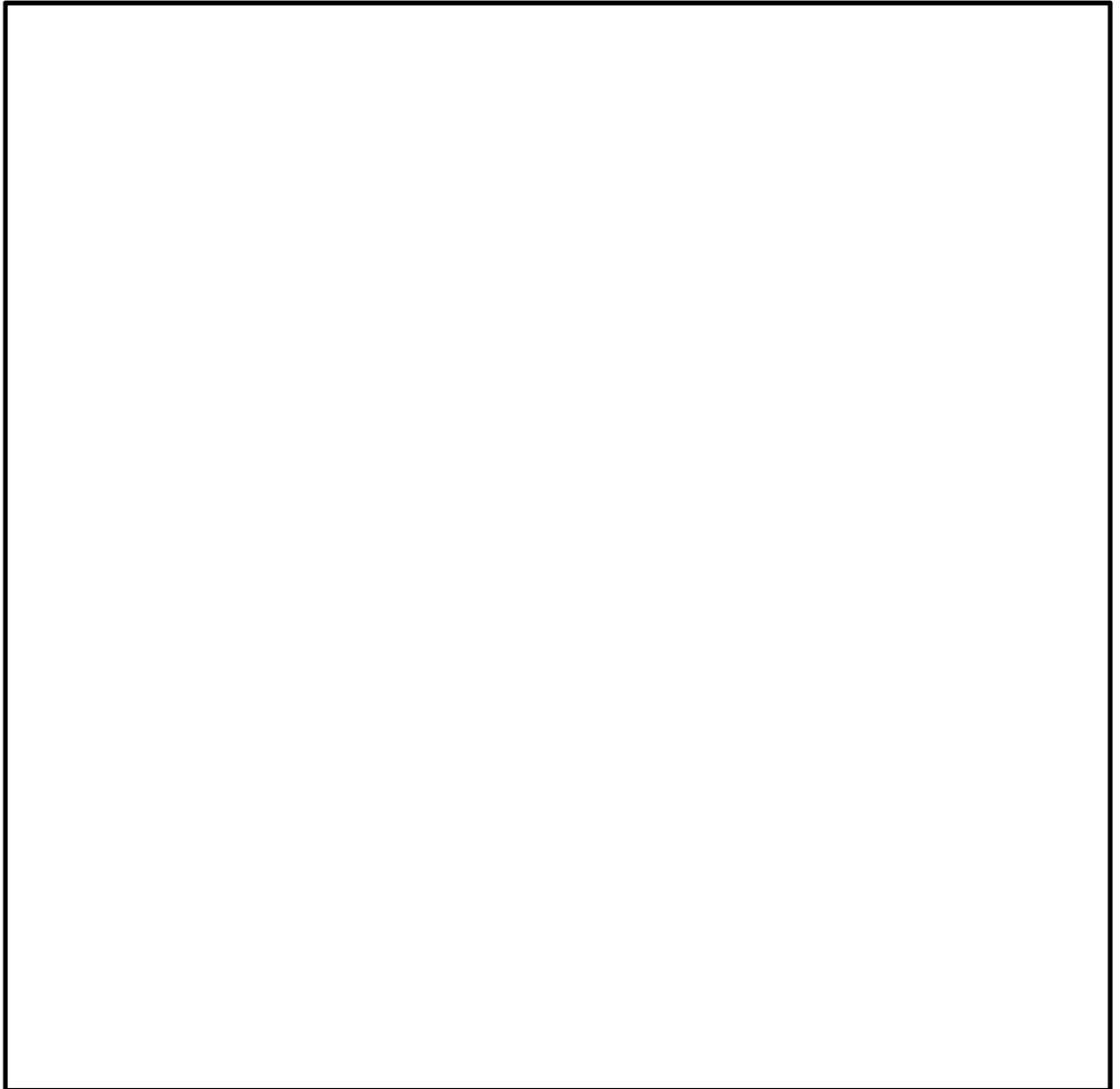


図3-8 SA用海水ピット取水塔 内部配管の応力照査モデル概念図

3.2.4 上段鋼製蓋の健全性評価

1次元有効応力解析から得られる頂版の最大加速度より算定される慣性力に対して上段鋼製蓋並びに固定部アンカーボルトの応力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

4.1.1 側壁鉛直断面の評価結果

(1) 2次元有効応力解析に対する健全性評価

2次元有効応力解析により得られるコンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4-1 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4-2 に、せん断力に対する評価結果を表 4-3 に示す。なお、発生応力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、S A用海水ピット取水塔の鉛直断面の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-1 (1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (①-①断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	外面D51@150 内面D51@150	153014	5125	7.4	21	0.36
④	S _s -D1	下部				外面D51@150(1段目) 外面D51@150(2段目) 内面D51@150(1段目) 内面D51@150(2段目)	249178	7227	8.5	21	0.41

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。
@：鉄筋の配置間隔

表 4-1 (2) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (②-②断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	外面D51@150 内面D51@150	100257	6457	4.8	21	0.23
④	S _s -D1	下部				外面D51@150(1段目) 外面D51@150(2段目) 内面D51@150(1段目) 内面D51@150(2段目)	159287	8636	5.5	21	0.27

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。
@：鉄筋の配置間隔

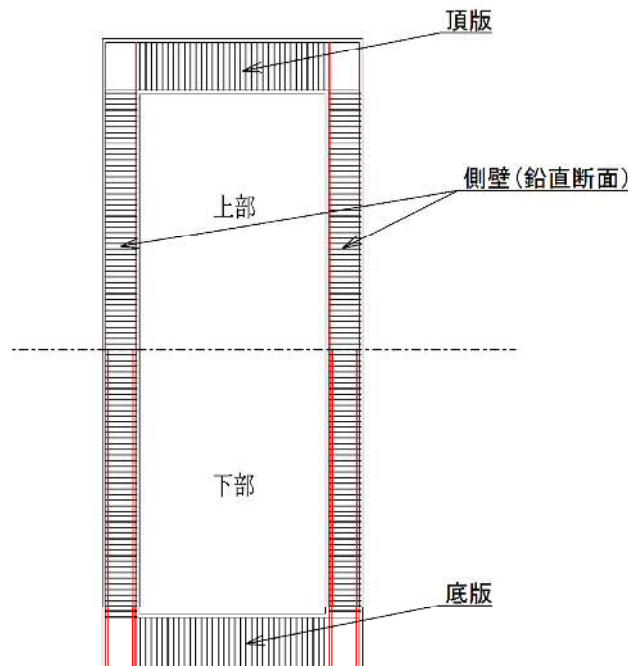


表 4-2 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果(①-①断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	外面D51@150 内面D51@150	153014	5125	234	435	0.54
④	S _s -D1	下部				外面D51@150(1段目) 外面D51@150(2段目) 内面D51@150(1段目) 内面D51@150(2段目)	249178	7227	210	435	0.49

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。
@：鉄筋の配置間隔

表 4-2 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果(②-②断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	外面D51@150 内面D51@150	100257	6457	143	435	0.33
④	S _s -D1	下部				外面D51@150(1段目) 外面D51@150(2段目) 内面D51@150(1段目) 内面D51@150(2段目)	159287	8636	128	435	0.30

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。
@：鉄筋の配置間隔

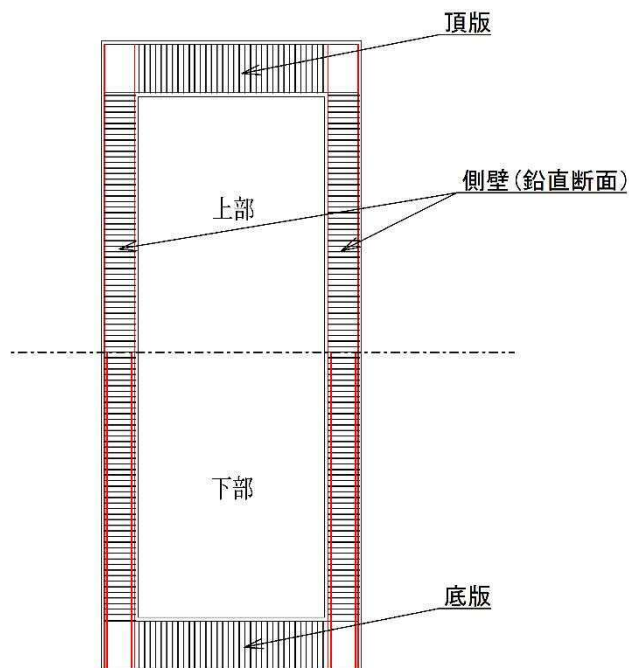


表 4-3 (1) せん断力に対する照査結果(①-①断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

部位	解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
①-①断面	④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	4-D38@150	25757	50525	0.51
	④	S _s -D1	下部				8-D32@150	34842	68321	0.51

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。

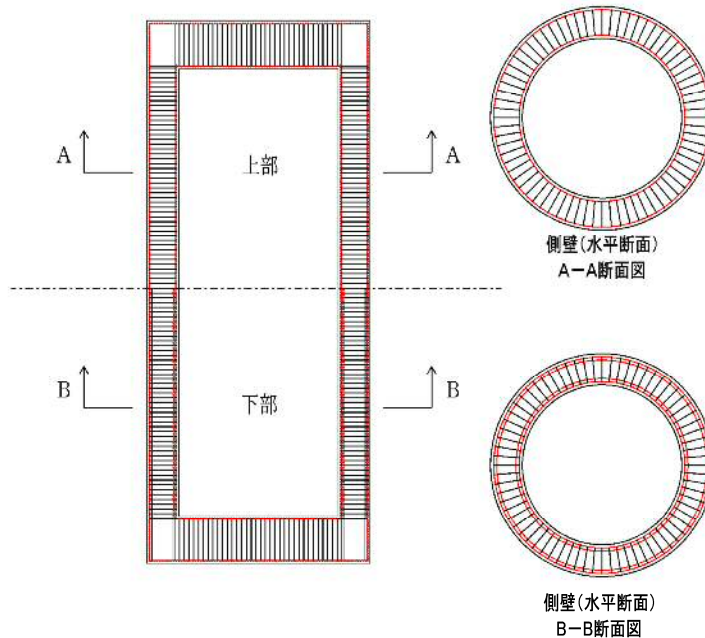
@：鉄筋の配置間隔

表 4-3 (2) せん断力に対する照査結果(②-②断面)
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震動)

部位	解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
②-②断面	④	S _s -D1	上部	2659	6204	5539	4-D35@150	16885	50525	0.34
	④	S _s -D1	下部				8-D32@150	22481	68321	0.33

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース
評価位置は下図に示す。

@：鉄筋の配置間隔



(2) 側壁と版部材の結合部における局所の曲げモーメント増分の廻り込みを考慮した耐震評価

a. 側壁隅角部の評価結果

①-①断面、②-②断面それぞれで最大の照査値を示す評価位置、解析ケースでの評価結果を示す。表 4-4 に鉛直断面の評価結果を示す。

表 4-4 (1) 鉛直断面のコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果

断面	側壁の位置		側壁の コンクリート 圧縮応力度 (N/mm^2)	2次元有効応力解析 による 側壁の 圧縮強度 (N/mm^2)	側壁の コンクリート 応力度の合計 (N/mm^2)	短期許容 応力度 (N/mm^2)	照査値	2次元有効応力解析 から求めた主鉄筋
	上部	頂版下						
①-①	上部	頂版下	0.523	0.89	1.413	21	0.07	外面 D51@150 内面 D51@150
	下部	底版上	5.16	5.87	11.03	21	0.53	外面 D51@150 (1段目) 外面 D51@150 (2段目) 内面 D51@150 (1段目) 内面 D51@150 (2段目)
②-②	上部	頂版下	0.308	0.54	0.848	21	0.04	外面 D51@150 内面 D51@150
	下部	底版上	3.78	4.21	7.99	21	0.38	外面 D51@150 (1段目) 外面 D51@150 (2段目) 内面 D51@150 (1段目) 内面 D51@150 (2段目)

注記 @ : 鉄筋の配置間隔

表 4-4 (2) 版部材の拘束効果に対する側壁隅角部の評価結果

断面	側壁の位置		2次元有効応力解析 による鉛直主鉄筋の 引張応力度 σ_{v1} (N/mm^2)	固定端モデルによる 側壁鉛直主鉄筋の 引張応力度 σ_{v2-1} (N/mm^2)	固定端モデルによる 版部材主鉄筋の 引張応力度 σ_{v2-2} (N/mm^2)	側壁鉛直主鉄筋の 引張応力度の合計 $\sigma_{v1} + \sigma_{v2}^*$ (N/mm^2)	短期許容応力度 (N/mm^2)	照査値	補強した 主鉄筋	2次元有効応力解析 から求めた主鉄筋
	上部	頂版下								
①-①	上部	頂版下	13.65	0.371	12.491	26.5	435	0.06	-	外面 D51@150 内面 D51@150
	下部	底版上	111.79	4.638	63.744	180.2	435	0.42	-	外面 D51@150 (1段目) 外面 D51@150 (2段目) 内面 D51@150 (1段目) 内面 D51@150 (2段目)
②-②	上部	頂版下	6.69	0.114	12.492	19.3	435	0.05	-	外面 D51@150 内面 D51@150
	下部	底版上	77.15	6.244	75.262	158.7	435	0.37	-	外面 D51@150 (1段目) 外面 D51@150 (2段目) 内面 D51@150 (1段目) 内面 D51@150 (2段目)

注記 * : $\sigma_{v2} = \sigma_{v2-1} + \sigma_{v2-2}$

@ : 鉄筋の配置間隔

b. 水平2方向及び鉛直方向地震力に対する鉛直断面の評価結果

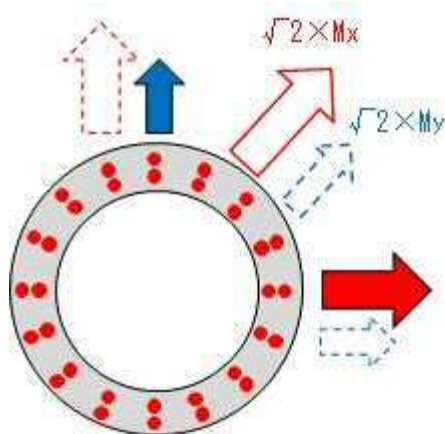
①-①断面, ②-②断面それぞれで最大の照査値を示す評価位置, 解析ケースでの評価結果を示す。表 4-5 に鉛直断面の評価結果を示す。

表 4-5 (1) 鉛直断面のコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果

断面	解析ケース	地震動	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		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}	
						部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げ モーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
①-①断面	④	S _s -D1	下部	有効応力解析	σ_{v1}'	2659	6204	5539	2-D51@150	33736	2009	7	21	0.34	
				拘束効果による 曲げ	σ_{v2}	2659	6204	5539		2-D51@150	1692	0	5	21	0.24
				合計	$\sigma_{v1}' + \sigma_{v2}$	-	-	-		-	-	-	12	21	0.58
②-②断面	④	S _s -D1	下部	有効応力解析	σ_{v1}'	2659	6204	5539	2-D51@150	24519	1876	5	21	0.24	
				拘束効果による 曲げ	σ_{v2}	2659	6204	5539		2-D51@150	2016	0	4	21	0.19
				合計	$\sigma_{v1}' + \sigma_{v2}$	-	-	-		-	-	-	9	21	0.43

表 4-5 (2) 鉛直断面の鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果

断面	解析 ケース	解析 ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 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} a	
						部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・ m/m)	軸力 (kN/m)				
①-①断面	④	④ S _s -D1	下部	有効応力解析	σ_{v1}'	2659	6204	5539	2-D51@150	33736	2009	166	435	0.39	
				拘束効果による 曲げ	σ_{v2}	2659	6204	5539		2-D51@150	1692	0	68	435	0.16
				合計	$\sigma_{v1}' + \sigma_{v2}$	-	-	-		-	-	-	234	435	0.54
②-②断面	④	④ S _s -D1	下部	有効応力解析	σ_{v1}'	2659	6204	5539	2-D51@150	24519	1876	117	435	0.27	
				拘束効果による 曲げ	σ_{v2}	2659	6204	5539		2-D51@150	2016	0	82	435	0.19
				合計	$\sigma_{v1}' + \sigma_{v2}$	-	-	-		-	-	-	199	435	0.46



4.1.2 側壁水平断面の評価結果

(1) 静的フレーム解析に対する健全性評価

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4-6 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4-7 に、せん断力に対する評価結果を表 4-8 に示す。なお、発生応力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、S A用海水ピット取水塔の水平断面の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-6 コンクリートの曲げ軸力照査結果

(解析ケース④) : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

解析 ケース	地震動	評価 位置	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
			荷重 方法	方向										
④	S _s -D1	上部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1300	D38@150	165	1613	1.3	21	0.07
		下部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1225	D32@150 (2段)	363	4359	3.2	21	0.16

注記 : 評価位置は下図に示す。

@ : 鉄筋の配置間隔

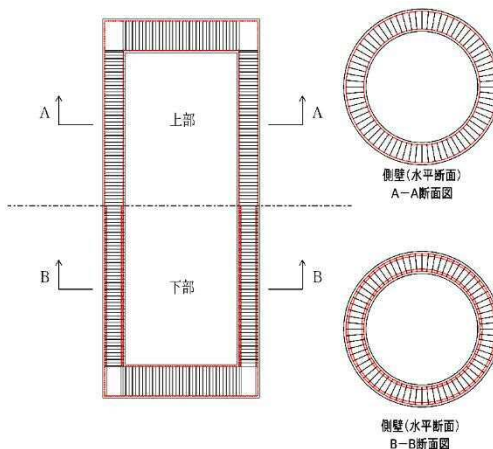


表 4-7 鉄筋の曲げ軸力照査結果

(解析ケース④) : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

解析 ケース	地震動	評価 位置	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
			荷重 方法	方向										
④	S _s -D1	上部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1300	D38@150	65	31	6	309	0.02
		下部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1225	D32@150 (2段)	75	352	全圧縮	309	0.00

注記 : 評価位置は下図に示す。

@ : 鉄筋の配置間隔

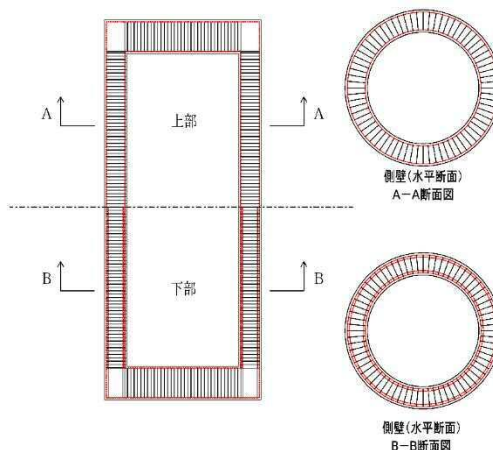


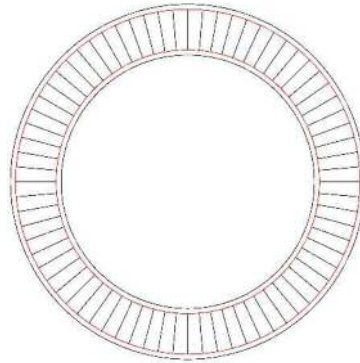
表 4-8 せん断力照査結果

(解析ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

解析 ケース	地震動	評価 位置	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
			地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
			荷重 方法	方向								
④	S _s -D1	上部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1300	D13 @300×300	443	935	0.48
		下部	両押	↓ ↑	最小	1000	1500	1225	D22 @300×300	1095	1788	0.62

注記：評価位置は下図に示す。

@：鉄筋の配置間隔



(3) 水平2方向及び鉛直向地震力に対する耐震評価結果

①-①断面, ②-②断面それぞれで最大の照査値を示す評価位置, 解析ケースでの評価結果を示す。表4-9に水平断面の評価結果を示す。

表4-9 (1) 水平鉄筋の鉛直せん断力に対する評価結果 (A_{s1})

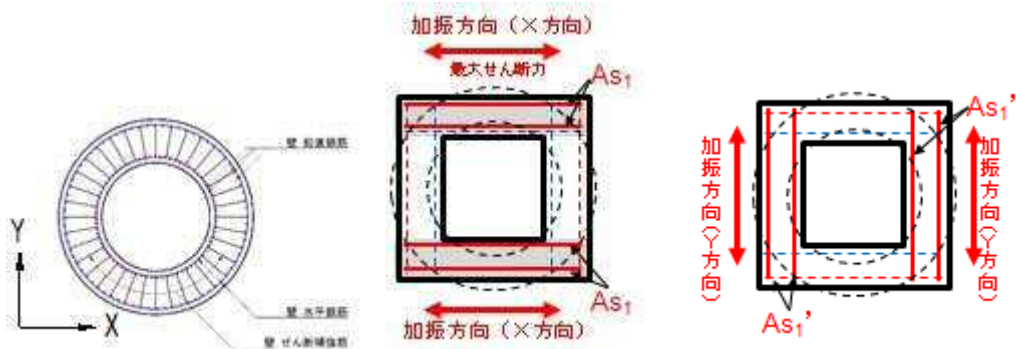
断面	解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋) A_{s1}	発生せん断力 V (kN/m)	短期許容せん断力 V_s (kN/m)	照査値 V/V_s
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
①-①断面	④	S_w-D1	下部	2659	6204	5539	8-D32@150	5616	11012	0.51
②-②断面	④	S_w-D1	上部	2659	6204	5539	4-D38@150	2722	8144	0.34

表4-9 (2) 水平断面のコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果

断面	解析ケース	地震動	評価位置	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋) A_{s2}	発生断面力		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}
				地震時荷重		常時 土水 圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・ m/m)	軸力 (kN/m)			
				荷 重 方 法	方 向										
①-① 断面	④	S_w-D1	下部	二方向 片押し	→↓	最大	1000	1500	1300	2-D32@150 2-D32@150	871	2395	3	21	0.15
②-② 断面	④	S_w-D1	下部	二方向 片押し	↓←	最大	1000	1500	1300	2-D32@150 2-D32@150	1248	3500	5	21	0.24

表4-9 (3) 水平鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果 (A_{s2})

断面	解析ケース	地震動	評価位置	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋) A_{s2}	発生断面力		引張 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}
				地震時荷重		常時 土水 圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント (kN・ m/m)	軸力 (kN/m)			
				荷 重 方 法	方 向										
①-① 断面	④	S_w-D1	下部	二方向 片押し	→↓	最大	1000	1500	1300	2-D32@150 2-D32@150	520	1061	9	309	0.03
②-② 断面	④	S_w-D1	下部	二方向 片押し	↓←	最大	1000	1500	1300	2-D32@150 2-D32@150	755	1566	12	309	0.04



(4) 主筋（水平断面）とせん断補強（鉛直断面）の足し合わせ

鉛直断面のせん断力照査で必要となったせん断補強筋は、水平断面照査における主鉄筋となるため両方の設計で必要となる配筋量を足し合わせた鉄筋量を配筋する。断面諸元一覧を表 4-10 に示す。

表 4-10 断面諸元一覧（足し合わせ）

側壁		断面性状		主鉄筋							
		部材幅	部材高	鉄筋種別	必要鉄筋量	外側+内側					
						径	段数		鉄筋間隔	鉄筋量	
		(mm)	(mm)	-	(mm ² /m)		(mm)	外側			内側
上部	水平	主筋	1000	1500	SD390	304.0	-	-	-	-	-
	鉛直	せん断補強	2659	6204	SD390	7752.4	-	-	-	-	-
	計		-	-	-	8056.4	-	-	-	-	-
	配筋(足し合わせ)		1000	1500	SD390	-	38	1	1	150	15200.8
下部	水平	主筋	1000	1500	SD390	0.0	-	-	-	-	-
	鉛直	せん断補強	2659	6204	SD390	10801.6	-	-	-	-	-
	計		-	-	-	10801.6	-	-	-	-	-
	配筋(足し合わせ)		1000	1500	SD390	-	32	2	2	150	21179.7

注記 : 必要鉄筋量は照査時鉄筋量×照査値として算出した。

4.1.3 頂版に対する耐震評価結果

コンクリートの曲げ軸力照査結果を表 4-10 に、鉄筋の曲げ軸力照査結果を表 4-11 に、せん断力に対する評価結果を表 4-12 に示す。なお、発生応力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、S A用海水ピット取水塔の頂版の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-11 (1) コンクリートの曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
①	S _s -D 1	頂版	1000	1500	1300	D25@150	321	0	1.7	21	0.09

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 @：鉄筋の配置間隔
 評価位置は下図に示す。

表 4-11 (2) コンクリートの曲げ軸力照査結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
①	S _s -2 1	頂版	1000	1500	1300	D25@150	321	0	1.7	21	0.09

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 @：鉄筋の配置間隔
 評価位置は下図に示す。

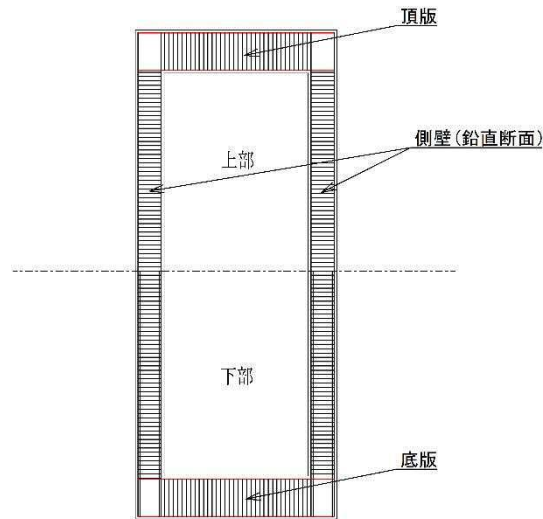


表 4-12 (1) 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生応力度 σ_c (N/mm^2)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm^2)	照査値 σ_c / σ_{ca}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	軸力 (kN)			
①	S _s -D 1	頂版	1000	1500	1300	D25@150	321	0	79.7	435	0.19

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 @：鉄筋の配置間隔
 評価位置は下図に示す。

表 4-12 (2) 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (②-②断面)

解析ケース	地震動	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生応力度 σ_c (N/mm^2)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm^2)	照査値 σ_c / σ_{ca}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	軸力 (kN)			
①	S _s -2 1	頂版	1000	1500	1300	D25@150	321	0	79.7	435	0.19

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース
 @：鉄筋の配置間隔
 評価位置は下図に示す。

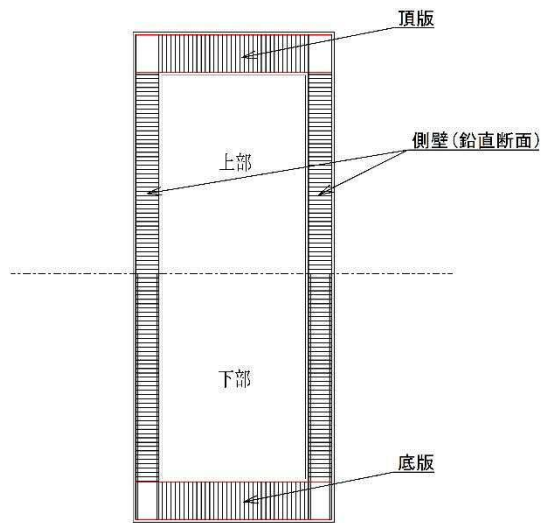


表 4-13 (1) せん断力照査結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
①	S _s -D 1	頂版	1000	1500	1300	-	215	715	0.31

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

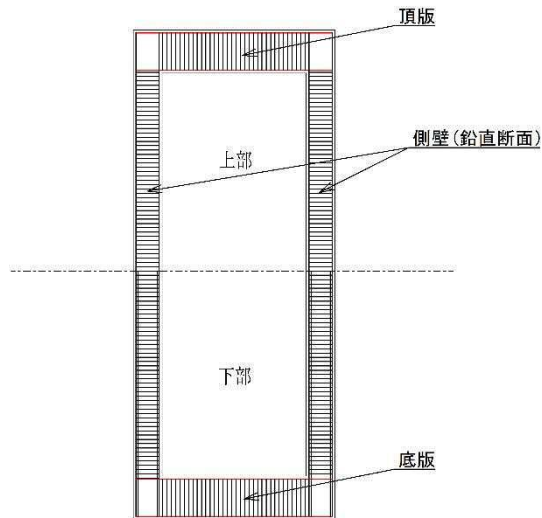
表 4-13 (2) せん断力照査結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
①	S _s -2 1	頂版	1000	1500	1300	-	215	715	0.31

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。



4.1.4 底版に対する耐震評価結果

コンクリートの曲げ軸力照査結果を表 4-14 に、鉄筋の曲げ軸力照査結果を表 4-15 に、せん断力に対する評価結果を表 4-16 に示す。なお、発生応力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、S A用海水ピット取水塔の底板の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-14 (1) コンクリートの曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b(mm)	部材高 h(mm)	有効高 d(mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
③	$S_s - D 1$	底版	1000	2000	1800	D51@150	2333	0	3.4	21	0.17

注記 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

表 4-14 (2) コンクリートの曲げ軸力照査結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b(mm)	部材高 h(mm)	有効高 d(mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
⑥	$S_s - D 1$	底版	1000	2000	1800	D51@150	2756	0	4.1	21	0.20

注記 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 ($+1\sigma$) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

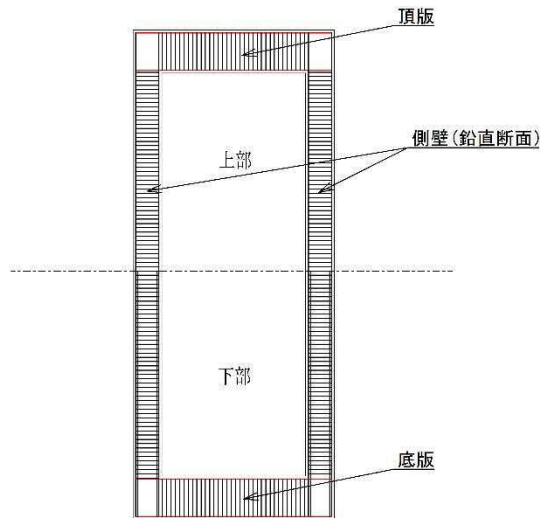


表 4-15 (1) 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
③	S _s -D1	底板	1000	2000	1800	D51@150	2333	0	107.6	435	0.25

注記 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

表 4-15 (2) 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 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}
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げモーメント ($kN \cdot m$)	軸力 (kN)			
⑥	S _s -D1	底板	1000	2000	1800	D51@150	2756	0	127.1	435	0.30

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

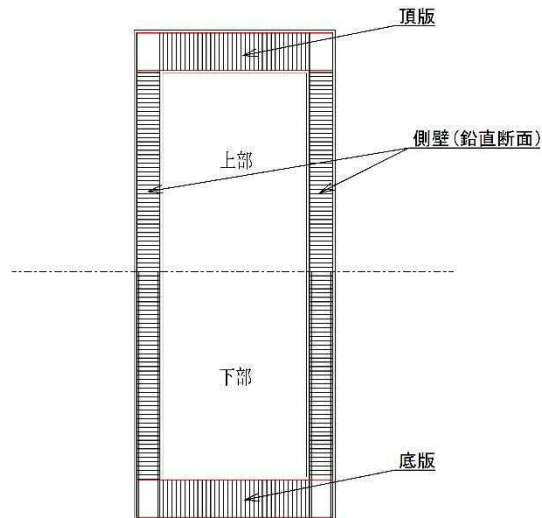


表 4-16 (1) せん断力照査結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
③	S _s -D 1	底版	1000	2000	1800	D29 @300×300	1723	3932	0.44

注記 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。

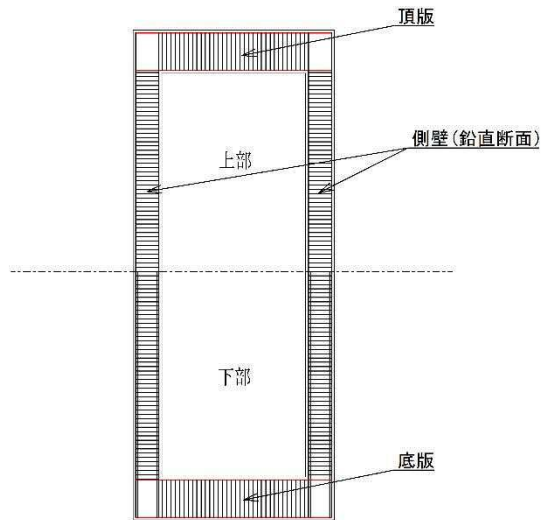
表 4-16 (2) せん断力照査結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	評価 位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)				
⑥	S _s -D 1	底版	1000	2000	1800	D29 @300×300	2042	3932	0.52

注記 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

@：鉄筋の配置間隔

評価位置は下図に示す。



4.1.4 概略配筋図

図 4-8 に概略配筋図を示す。

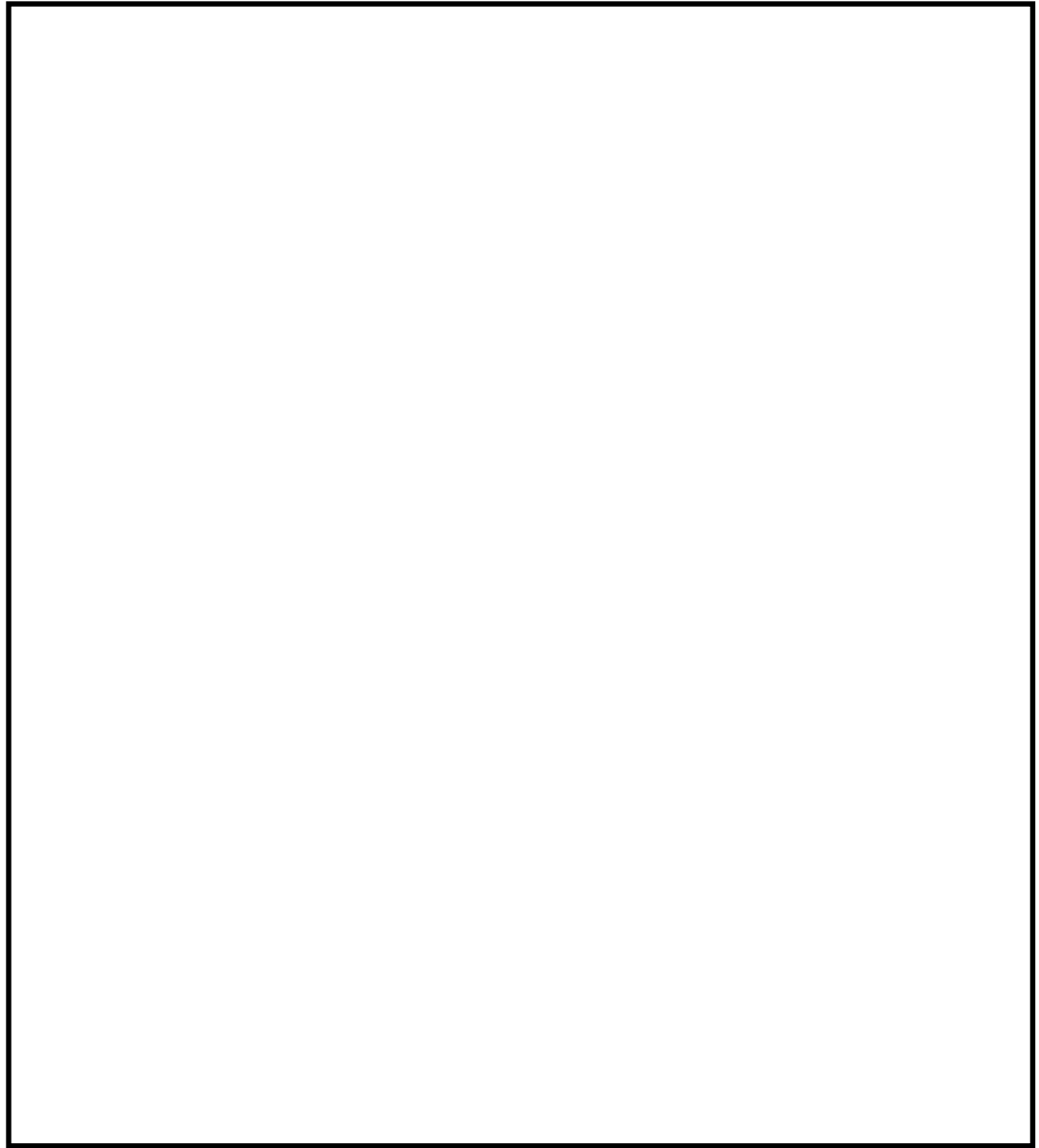


図 4-8 概略配筋図

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評価結果を表 4-17 に示す。

S A用海水ピット取水塔の基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 4-17 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果 (①-①断面)

解析 ケース	地震動	最大接地圧	極限支持力度
		(kN/m ²)	(kN/m ²)
①	S _s -D 1	913	5962

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

表 4-17 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (②-②断面)

解析 ケース	地震動	最大接地圧	極限支持力度
		(kN/m ²)	(kN/m ²)
①	S _s -D 1	1349	5962

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

4.3 内部配管の健全性に対する評価結果

(1) 内部配管の照査結果

内部配管の座屈照査結果を表 4-18 に、内部配管の曲げ軸力照査結果を表 4-19 に、内部配管のせん断力照査結果を表 4-20 に示す。

許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-18 内部配管の座屈力照査結果（外圧作用時）

位置	発生座屈力 P (N/mm ²)	許容座屈力 Pk (N/mm ²)	照査値
内部配管最下端	0.15	0.99	0.16

表 4-19 内部配管の曲げ軸力照査結果

断面	状態	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①-① 断面	M _{max}	911	142	76	210	0.37
	N _{max}	908	384	81	210	0.39
	N _{min}	1.5	-100	4	210	0.02
②-② 断面	M _{max}	1200	106	98	210	0.47
	N _{max}	1200	106	98	210	0.47
	N _{min}	1200	-125	98	210	0.47

表 4-20 内部配管のせん断力照査結果

断面	状態	せん断力 (kN)	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
①-① 断面	S _{max}	368	8.8	120	0.08
②-② 断面	S _{max}	459	11.0	120	0.10

(2) リングガーダの照査結果

リングガーダの曲げ軸力照査結果を表 4-21 に、せん断力照査結果を表 4-22 に示す。
許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-21 リングガーダの曲げ軸力照査結果

曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
24.9	36.1	132	210	0.63

表 4-22 リングガーダのせん断力照査結果

せん断力 (kN)	発生応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
75.6	9	120	0.08

(3) 固定アンカーボルトの照査結果

リングガーダ固定アンカーボルトの引張力照査結果を表 4-23 に、引き抜き力照査結果を
表 4-24 に示す。

許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-23 固定アンカーボルトの引張力照査結果

アンカーボルト 材質	引張力 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS304	80.4	137	0.59

表 4-24 固定アンカーボルトの引抜き力照査結果

コンクリート 材質	引抜き力 (kN)	短期許容引抜き力 (kN)	照査値
40 N/mm ²	75.6	128.8	0.59

4.4 上段鋼製蓋の健全性に対する評価結果

(1) 外枠部の照査結果

外枠部の曲げ軸力照査結果を表 4-25 に、せん断力照査結果を表 4-26 に示す。

許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-25 外枠部の曲げ軸力照査結果

材質	曲げモーメント (kN・m)	曲げ引張 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	0.5	1.0	338	0.003

表 4-26 外枠部のせん断力照査結果

材質	せん断力 (kN)	せん断 応力度 (N/mm ²)	短期許容 せん断 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	3.3	0.1	195	0.001

(2) メッシュ部の照査結果

メッシュ部の曲げ軸力照査結果を表 4-27 に、せん断力照査結果を表 4-28 に、圧縮照査結果を表 4-29 に示す。

許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-27 メッシュ部の曲げ軸力照査結果

材質	圧縮力 (kN)	圧縮 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	6.5	0.8	338	0.003

表 4-28 メッシュ部のせん断力照査結果

材質	せん断力 (kN)	せん断 応力度 (N/mm ²)	短期許容 せん断 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	2.1	0.7	195	0.004

表 4-29 メッシュ部の圧縮照査結果

材質	圧縮力 (kN)	圧縮 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	6.5	0.8	338	0.003

(3) 脚部の照査結果

脚部の曲げ軸力照査結果を表 4-30 に、せん断力照査結果を表 4-31 に示す。

許容応力度法による照査を行った結果、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4-30 脚部の曲げ軸力照査結果

材質	曲げモーメント (kN・m)	曲げ引張 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	1.3	1.0	338	0.003

表 4-31 脚部のせん断力照査結果

材質	せん断力 (kN)	せん断 応力度 (N/mm ²)	短期許容 せん断 応力度 (N/mm ²)	照査値
SUS329J4L	5.7	0.5	195	0.003