

廃炉発官 R 2 第 1 4 号
令和 2 年 4 月 1 6 日

原子力規制委員会 殿

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
東京電力ホールディングス株式会社
代表執行役社長 小早川 智明

福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 変更認可申請書

核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第64条の3第2項の規定に基づき，別紙の通り，「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可の申請をいたします。

以 上

「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」及び「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 別冊集」について、下記の箇所を別添の通りとする。

変更箇所、変更理由及びその内容は以下の通り。

○福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画
輸送貯蔵兼用キャスク B の増設に伴い、下記の通り変更を行う。

II 特定原子力施設の設計、設備

2.13 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備

本文

- ・輸送貯蔵兼用キャスク B の増設に伴う基本仕様の変更
- ・エリア放射線モニタの増設に伴う基本仕様の変更

添付資料－ 1

- ・輸送貯蔵兼用キャスク B の増設に伴う配置概略図の変更
- ・クレーンレール追設に伴う配置概略図の変更

添付資料－ 6

- ・クレーンレール追設に伴うエリア放射線モニタ配置図の変更
- ・エリア放射線モニタの増設に伴うエリア放射線モニタの仕様の変更
- ・その他記載の適正化

添付資料－ 1 1

- ・溶接施行法の追加に伴う変更
- ・その他記載の適正化

III 特定原子力施設の保安

第 1 編 (1 号炉, 2 号炉, 3 号炉及び 4 号炉に係る保安措置)

第 7 章 放射線管理

第 6 1 条 (放射線計測器類の管理)

- ・エリアモニタ台数の増設に伴う変更

附則

- ・運用開始に伴う適用時期の追加

○福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 別冊集
別冊 8 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に係る補足説明

I. 乾式キャスク仮保管設備の構造強度及び耐震性について

- ・変更なし

II. 乾式キャスク仮保管設備に関する要目表

- ・クレーンレール追設及びエリア放射線モニタの増設に伴うエリア放射線モニタ配置図の変更
- ・その他記載の適正化

以 上

別添

2.13 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備

2.13.1 基本設計

2.13.1.1 設置の目的

使用済燃料輸送容器保管建屋（以下、「キャスク保管建屋」という。）には現在（平成24年12月時点）9基（中型4基，大型5基）の使用済燃料乾式貯蔵容器（以下、「乾式貯蔵キャスク」という。）にて408体の使用済燃料を貯蔵している。しかしながら，キャスク保管建屋は継続して使用することが困難な状況にあることから，9基の乾式貯蔵キャスクをキャスク保管建屋から搬出し，使用済燃料乾式キャスク仮保管設備（以下，「キャスク仮保管設備」という。）に保管することを目的とする。

また，使用済燃料共用プール（以下，「共用プール」という。）に，1～4号機原子炉建屋内の使用済燃料プールに貯蔵中の使用済燃料及び新燃料，5,6号機原子炉建屋内の使用済燃料プールに貯蔵中の使用済燃料及び新燃料を除く炉内燃料（合計5,936体）の受け入れを計画している。この受け入れ準備として共用プールの空き容量を確保するため，共用プールに貯蔵中で健全性が確認された使用済燃料を乾式貯蔵キャスク及び使用済燃料輸送貯蔵兼用容器（以下，「輸送貯蔵兼用キャスク」という。また，乾式貯蔵キャスクと輸送貯蔵兼用キャスクを総じて「乾式キャスク」という。）に装填し，キャスク仮保管設備に保管することを目的とする。

2.13.1.2 要求される機能

- (1) 原則，「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」指針49から50に適合すること。
- (2) 「原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について」を参照すること。
- (3) 適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計であること。
- (4) 乾式貯蔵キャスクの落下防止対策，乾式貯蔵キャスク相互の衝突防止等の適切な対策が講じられていること。
- (5) 被災した既設乾式貯蔵キャスク（9基）については，乾式貯蔵キャスクとして必要な機能（除熱，密封，遮へい，臨界防止機能及び構造強度）が確保されていることを確認するとともに，収納されている使用済燃料の健全性を確認すること。

2.13.1.3 設計方針

キャスク仮保管設備は，乾式キャスク及びこれを収納するキャスク仮保管構築物，揚重機，監視装置，障壁等で構成し，使用済燃料が核分裂性物質及び核分裂生成物等を内包し，放射線を発生し，崩壊熱を伴うことを考慮し，周辺公衆及び放射線業務従事者の安全を守る観点から，以下に示すとおり，除熱，遮へい，密封及び臨界防止の安全機能を有する設計とするとともに，必要な構造強度を有する設計とする。

- (1) 除熱機能

乾式キャスク及びキャスク仮保管構築物について、使用済燃料の健全性及び安全機能を有する構成部材の健全性が維持できるように、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去できる設計とする。

(2) 密封機能

乾式キャスクについて、周辺公衆及び放射線業務従事者に対し、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込める設計とする。

(3) 遮へい機能

乾式キャスク及びキャスク仮保管構築物について、周辺公衆及び放射線業務従事者に対し、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料の放射線を適切に遮へいする設計とする。

(4) 臨界防止機能

乾式キャスク及びキャスク仮保管構築物について、想定されるいかなる場合にも、使用済燃料が臨界に達することを防止できる設計とする。

(5) 構造強度

乾式キャスク及びキャスク仮保管構築物について、除熱機能、密封機能、遮へい機能、臨界防止機能を維持するために必要な構造強度を有する設計とする。

(6) 落下防止対策

キャスク仮保管設備は、乾式キャスクの落下防止及び乾式キャスク相互の衝突防止等の適切な対策を講ずる。

(7) 耐震性

キャスク仮保管設備は、基準地震動 S_s を考慮しても、(1)～(4)に示す安全機能が維持される設計とする。

2.13.1.4 供用期間中に確認する項目

(1) 乾式キャスクの表面温度に異常がないこと

(2) 乾式キャスクの蓋間圧力に異常がないこと

2.13.1.5 主要な機器

(1) 乾式キャスク

キャスク仮保管設備において、乾式キャスクは既存設計のものを使用する。乾式キャスクは、貯蔵容器本体、蓋部、バスケット等で構成され、これらの部材は、設計貯蔵期間*における放射線照射影響、腐食、クリープ、疲労、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのないように設計されている。

また、乾式キャスクには、使用済燃料プールまたは共用プールで所定の期間以上冷却

され、かつ運転中のデータ、シッピング検査等により健全であることを確認した使用済燃料を使用済燃料プール内あるいは共用プール内で装填し、排水後内部にはヘリウムガスを封入する。ヘリウムガスは、冷却媒体であるとともに燃料被覆管の腐食を防止する。

※：設計貯蔵期間は、乾式貯蔵キャスク：40年、輸送貯蔵兼用キャスク：50年である。

(2) コンクリートモジュール

仮保管する乾式キャスク1基毎にこれを覆うコンクリートモジュールを設置する。壁面下部に給気口を、上部に排気口を設けることで、乾式キャスクからコンクリートモジュール内空気に伝達された使用済燃料の崩壊熱をモジュール内の自然対流により大気へ拡散する。

(3) 監視装置

キャスク仮保管設備には、乾式キャスクの一次蓋、二次蓋間の圧力を監視することにより密封機能を監視する密封監視装置と、乾式貯蔵キャスク表面の温度を監視することにより乾式貯蔵キャスクの除熱機能を監視する表面温度監視装置を設置する。又、過度の放射線レベル上昇が確認できるエリア放射線モニタを設置する。

(4) クレーン

キャスク仮保管設備内で乾式キャスク及びコンクリートモジュールの据付ができるクレーンを設置する。乾式キャスクの落下防止対策として、ワイヤーロープ、ブレーキを2重化し、電源喪失時には直ちにブレーキが作動し、ドラムの空転による荷の落下を防止する設計とする。

(5) 電源

キャスク仮保管設備の電源は、所内共通M/C 1A及び1Bからそれぞれ受電している多核種除去設備変圧器盤(A)及び(B)の2系統より受電しており、いずれからも受電可能な構成である。

2.13.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

キャスク仮保管設備は、発電所構内の高台(T.P. 約38m)に位置するグラウンドに設置することから、津波の影響を受けることはない。

(2) 火災

火災の発生が考えられる箇所について、火災の早期検知につとめるとともに、消火器を設置することで初期消火を可能にし、火災により安全性を損なうことのないよう

にする。

(3) 台風・竜巻

乾式キャスクは基礎に据え付けられ、コンクリートモジュールの中に保管されているため、台風・竜巻の影響を受けない。

(4) 環境条件

乾式キャスクの除熱機能，密封機能，遮へい機能，臨界防止機能及びコンクリートモジュールの除熱機能については，保守的な環境条件にて設計を行っている。またその他の経年的な影響についても，監視や定期的な巡視点検等を行うことで劣化等の早期発見に努め，機能維持を図る。

また，キャスク仮保管設備に保管する乾式貯蔵キャスクのうち，津波により一時的に水没したとみられるキャスク保管建屋に保管している既設 9 基については，必要な点検や消耗品の交換を行ったうえで，キャスク仮保管設備に搬入し，他の乾式キャスクと同様に管理する。

2.13.1.7 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

a. 乾式キャスク及び支持架台

乾式キャスク及び支持架台については，JSME 設計・建設規格の分類に基づく設計とする。

b. コンクリートモジュール

コンクリートモジュールについては，建築基準法に基づく設計とする。

c. クレーン

クレーンについては，クレーン構造規格に基づく設計とする。

d. コンクリート基礎

キャスク支持架台に作用する力を支持するとともに，これを固定する固定ボルトの引抜き力が許容引抜き力を下回り，基礎の傾斜が許容傾斜量を下回る設計とする。

(2) 耐震性

a. 乾式キャスク及び支持架台

乾式キャスクについては，基準地震動 S_s に対し，乾式キャスクの安全機能を維持するために必要な構造強度を有する設計とする。

支持架台については，基準地震動 S_s に対し，乾式キャスクを落下・転倒させない設計とする。

b. コンクリートモジュール

基準地震動 S_s に対し、建築基準法及び国土交通省告示に基づくとともに、倒壊等により、乾式貯蔵キャスクの安全機能に波及的影響を与えない設計とする。

c. クレーン

基準地震動 S_s に対し、JSME 設計・建設規格に基づくとともに、転倒・倒壊・逸走等により、乾式キャスクの安全機能に波及的影響を与えない設計とする。

d. コンクリート基礎

キャスク支持架台に作用する力を支持するとともに、これを固定する固定ボルトの引抜きに抵抗すること、基礎の傾斜によりクレーンの転倒、倒壊などが生じない設計とする。

2.13.1.8 異常時の措置

乾式キャスクの蓋間圧力及び温度は免震重要棟にて監視でき、万一、蓋間圧力が設定値まで低下した場合や表面温度が設定値まで上昇した場合には免震重要棟に設置した監視装置にて警報が確認できる。

警報確認後に現場確認を行い状況に応じた対処を行う。また、必要に応じ乾式キャスクを共用プールまで運搬し、共用プールにて必要な措置を行う。

2.13.2 基本仕様

2.13.2.1 主要仕様

(1) 乾式キャスク仮保管設備

表 2. 13-1 乾式キャスク仮保管設備仕様

項目	仕様	
エリア	約 96m×約 80m	
保管対象物	乾式貯蔵キャスク	輸送貯蔵兼用キャスク
保管容量	20 基	45 基

(2) 乾式キャスク

表 2. 1 3 - 2 乾式貯蔵キャスク仕様

項目	乾式貯蔵キャスク (中型)	乾式貯蔵キャスク (大型)
重量 (t) (燃料を含む)	約 96	約 115
全長 (m)	約 5.6	約 5.6
外径 (m)	約 2.2	約 2.4
収納体数 (体)	37	52
基数 (基)	4 (既設) 8 (増設)	5 (既設) 3 (増設)
収納可能燃料	8×8 燃料 (燃焼度 30,000Mwd/t 以下) 新型 8×8 燃料 (燃焼度 33,500Mwd/t 以下) 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 (燃焼度 36,500Mwd/t 以下) 冷却期間 4 年以上 (既設 9 基) ※ 冷却期間 13 年以上 (増設 11 基)	

※既設 9 基の乾式貯蔵キャスク内に収納している使用済燃料を取り出し、共用プールで貯蔵している使用済燃料と入れ替える場合、冷却期間 13 年以上の燃料を収納する。

表 2. 1 3 - 3 輸送貯蔵兼用キャスク仕様

項目	輸送貯蔵兼用キャスク B
重量 (t) (燃料を含む)	約 119
全長 (m)	約 5.3
外径 (m)	約 2.5
収納体数 (体)	69
基数 (基)	45 ^{※1※2}
収納可能燃料 ^{※3}	新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 平均燃焼度 34,000Mwd/t 以下 最高燃焼度 40,000Mwd/t 以下 冷却期間 18 年以上

※1 うち 8 基は、使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書（平成 22 年 11 月 リサイクル燃料貯蔵株式会社）及び、使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 添付書類の一部補正について（平成 22 年 12 月 リサイクル燃料貯蔵株式会社）による

※2 うち 37 基は、使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書（平成 24 年 10 月 リサイクル燃料貯蔵株式会社）及び、使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 添付書類の一部補正について（平成 25 年 10 月 リサイクル燃料貯蔵株式会社）による

ただしこの 37 基は福島第一原子力発電所構内専用（※1 と同一設計）として使用する

※3 燃焼度や燃料タイプに応じて、以下の図書に基づき収納物の配置制限を行う

- ・輸送貯蔵兼用キャスク B：核燃料輸送物設計承認申請書(HDP-69B 型)
(平成 22 年 8 月 23 日申請 東京電力株式会社)

(3) コンクリートモジュール

表2. 13-4 コンクリートモジュール仕様

項目		仕様	
名称		コンクリートモジュール	
保管対象物		乾式貯蔵キャスク	輸送貯蔵兼用キャスク
数量		20 基	45 基
主要寸法	長手	約 7300mm	約 7100mm
	短手	約 4680mm	約 4680mm
	高さ	約 4000mm	約 4000mm
	板厚	約 200mm	約 200mm
構造		鉄筋コンクリート構造	

(4) クレーン

表2. 13-5 クレーン仕様

項目	仕様
型式	門型クレーン
数量	1 基
定格荷重	主巻 150t 補巻 20t
揚程	主巻 9.0m 補巻 11.3m

(5) 監視装置

表2. 13-6 圧力・温度監視装置仕様

項目	仕様	
名称	蓋間圧力検出器	温度検出器
検出器の個数	2 個/基	1 個/基
計測対象	蓋間圧力	外筒表面温度
取付箇所	二次蓋	外筒表面
計測範囲	50~500kPa abs.	-20~160℃

表 2. 1 3 - 7 放射線監視装置仕様

項目	仕様
名称	エリア放射線モニタ
基数	4 基
種類	半導体検出器
取付箇所	設備敷地内
検出高さ	基礎から 600mm 以上 1800mm 以下
計測範囲	$10^{-1} \mu\text{Sv/h} \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$

2.13.3 添付資料

- 添付資料－ 1 設備概略図
- 添付資料－ 2 評価の基本方針
- 添付資料－ 3 構造強度及び耐震性について
- 添付資料－ 4 安全評価について
- 添付資料－ 5 安全対策について
- 添付資料－ 6 管理・運用について
- 添付資料－ 7 工事工程表
- 添付資料－ 8 キャスク保管建屋及び既設 9 基乾式貯蔵キャスクの現在の設備状況並びに既設 9 基乾式貯蔵キャスクの健全性について
- 添付資料－ 9 既設 9 基乾式貯蔵キャスクのキャスク保管建屋からの搬出について
- 添付資料－ 1 0 キャスク仮保管設備クレーンレーン間移動時の転倒について
- 添付資料－ 1 1 キャスク仮保管設備に係る確認事項について

設備概略図

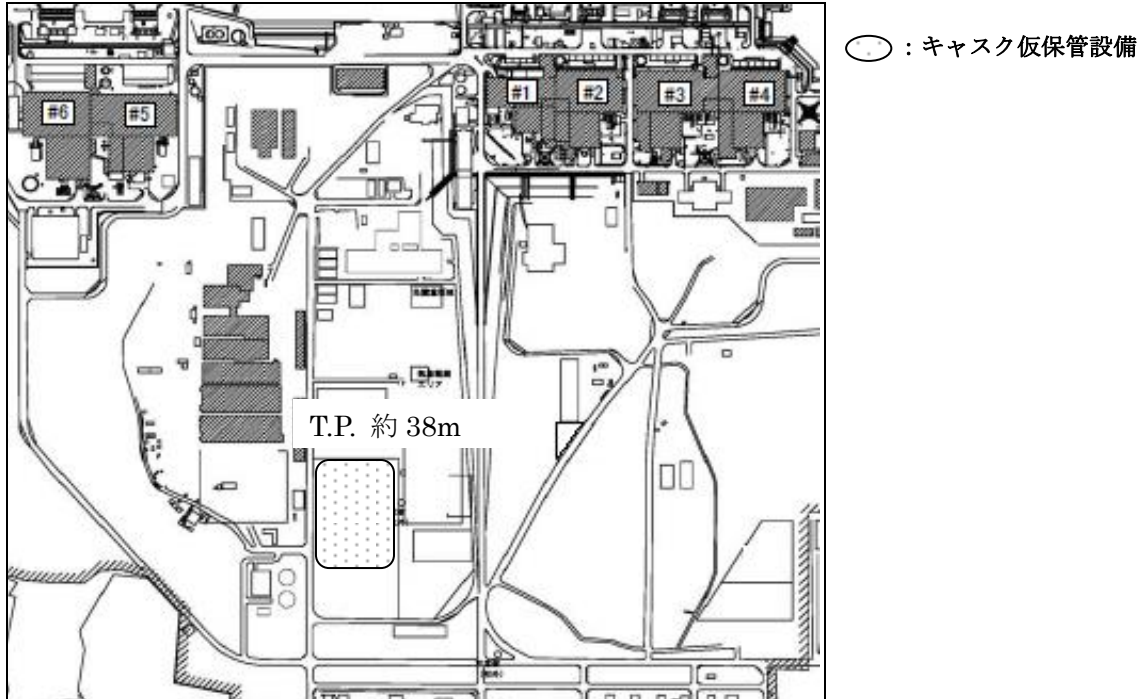
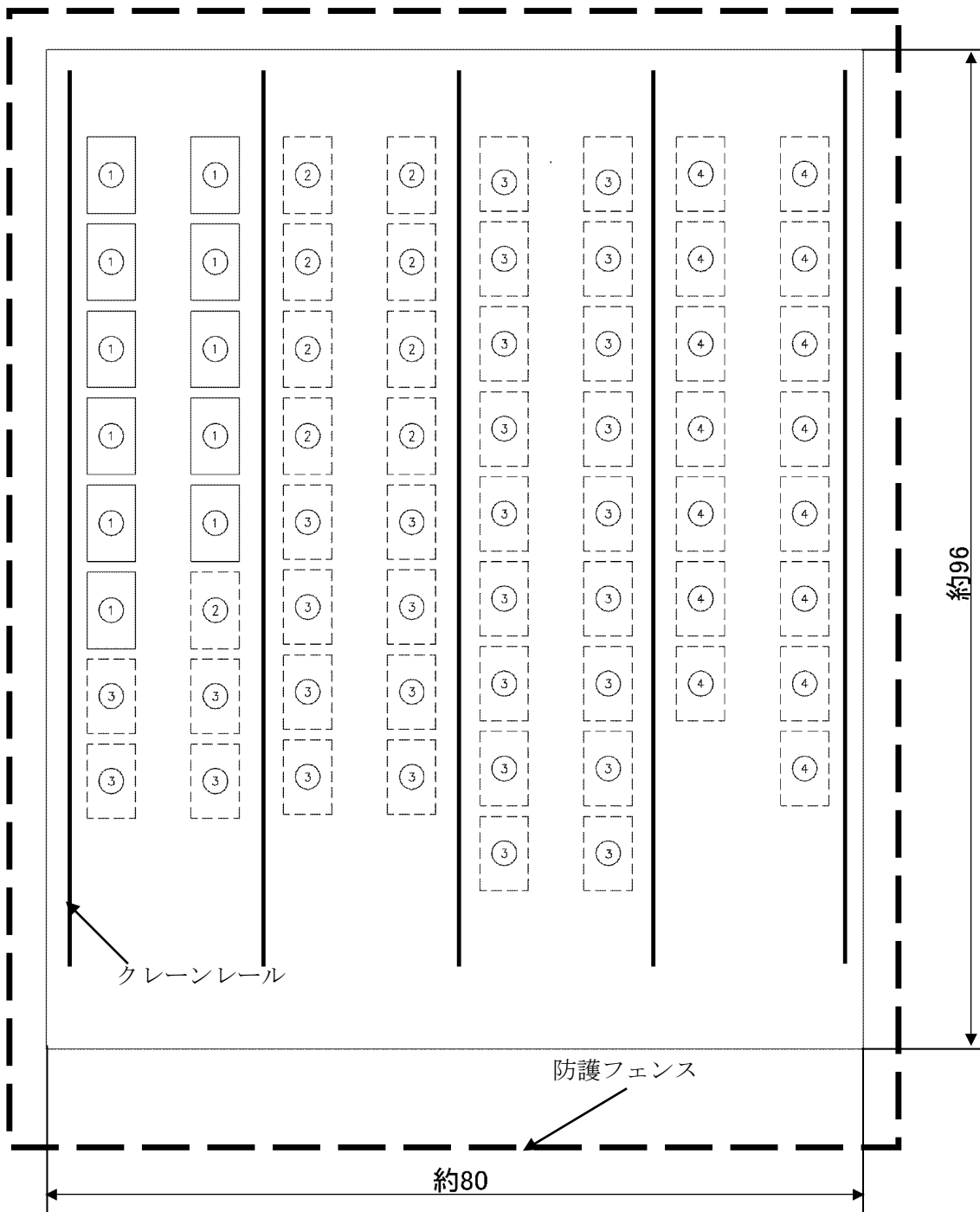


図 1-1 キャスク仮保管設備の構内位置



①②	乾式貯蔵キャスク	20 基
③④	輸送貯蔵兼用キャスク	45 基

図 1-2 キャスク仮保管設備配置概略図 (単位 : m)

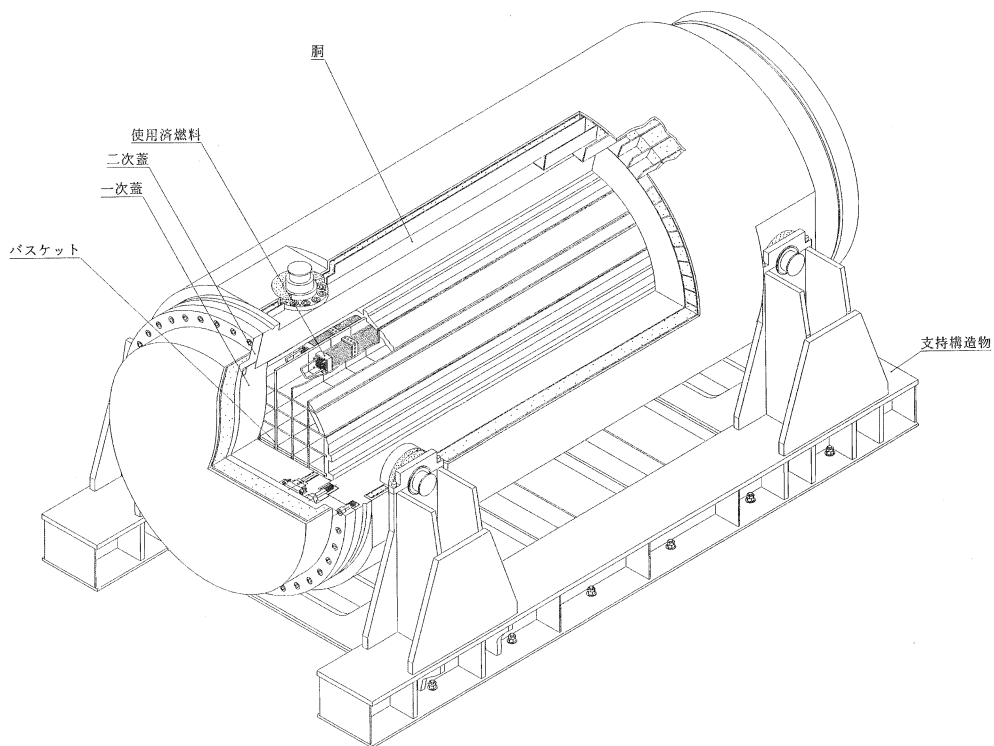


図 1-3 乾式貯蔵キャスクの構造図例
(大型)

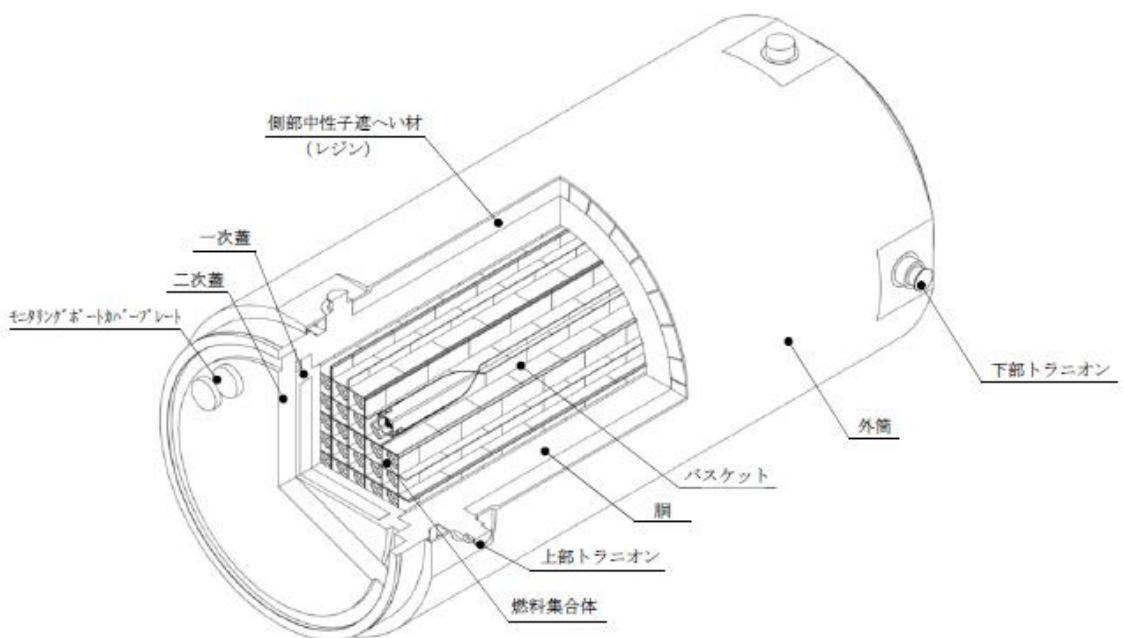


図 1-4 輸送貯蔵兼用キャスクの構造図例
(輸送貯蔵兼用キャスク B)

管理・運用について

1. 二重蓋間圧力及び表面温度の監視

キャスク仮保管設備には、乾式キャスクの一次蓋、二次蓋間の圧力を監視することにより密封機能を監視する密封監視装置と、乾式キャスク表面の温度を監視することにより乾式キャスクの除熱機能を監視する表面温度監視装置を設置する。

監視装置の概要を図 1-1 に示す。

密封監視装置は各乾式キャスクに圧力センサ 2 個をそれぞれ系統分離し 2 系統として設置され、万一、蓋間圧力が設定値まで低下した場合には免震重要棟に設置した監視装置にて警報が確認でき、指示値も確認できる。

表面温度監視装置は各乾式キャスクに温度センサ 1 個を設置し、万一、表面温度が設定値まで上昇した場合には免震重要棟に設置した監視装置にて警報が確認でき、指示値も確認できる。

なお、温度センサの接続ケーブルが断線によりデータが採取されない場合にも免震重要棟に設置した監視装置に警報が発生する。

また、密封監視装置および表面温度監視装置のデータは記録される。

監視装置の仕様を表 1-1 に示す。

2. 放射線量の監視

キャスク仮保管設備内に設置するエリア放射線モニタにより放射線量の監視を行うとともに、モニタリングポストにより周辺公衆に対する影響を確認する。また、巡視点検時にキャスク仮保管設備の線量測定を行う。エリア放射線モニタおよびモニタリングポストの測定値は免震重要棟に表示する。

エリア放射線モニタの仕様を表 2-1 に示す。また、モニタリングポストの位置を図 2-1 に、エリア放射線モニタの配置図を図 2-2 に示す。エリア放射線モニタは、乾式キャスクからの放射線量が大幅に変動する事象が発生した場合に放射線量の監視ができるよう、図 2-2 に示す第 1 レーンから第 4 レーンの中央付近に各 1 基ずつ設置する。各エリア放射線モニタの監視範囲である乾式キャスクは、図 2-2 の青枠で示す、対応する各レーン毎の乾式キャスクである。各レーン毎に乾式キャスクを搬入する前までに、対応するエリア放射線モニタを監視可能にする。なお、エリア放射線モニタの検出位置は乾式キャスクの設置高さおよび作業員の身長を考慮した位置に設置する。

3. 巡視点検

キャスク仮保管設備に対しては定期的に巡視点検を行い、キャスク仮保管設備の状態の異常の有無を確認する。

また、地震発生時には適宜、巡視点検を行い、コンクリートモジュール及び乾式キャスク

の外観などを確認する。

4. 運搬時の運用

「Ⅲ. 3. 3. 1 放射線防護及び管理」において、管理区域と同等の管理を要する区域として管理対象区域を定義しており、「Ⅲ. 特定原子力施設の保安」により作業場所も管理対象区域に設定される。

運搬に関しては、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の第 13 条（工場又は事業所において行われる運搬）」に準じて実施するが、周辺の雰囲気線量や汚染密度が高いことから、周辺環境によっては運搬物の表面及び表面から 1メートルの距離における線量当量率及び運搬物の表面の放射性物質の密度に関しては法令に適合していることを確認できない可能性がある。このため、運搬物の表面及び表面から 1メートルの距離における線量当量率および運搬物の表面の放射性物質の密度に関しては、作業実施時の最新の社内マニュアル等に基づき管理する。

5. 留意事項

乾式キャスクに収納する燃料は原子炉の運転中のデータや SHIPPING 検査により健全であることが確認された燃料とする。キャスク仕立て作業では真空乾燥を確実にしない、残留水の除去を徹底するとともに、気密漏えい等の必要な確認を実施する。

また、仮保管中の二重蓋間圧力データ等の記録の保存については、「Ⅲ. 特定原子力施設の保安」等にて定めるものとする。

表 1-1 監視装置の仕様

項目	仕様	
	蓋間圧力検出器	温度検出器
名称	蓋間圧力検出器	温度検出器
検出器の個数	2 個/基	1 個/基
計測対象	蓋間圧力	外筒表面温度
取付箇所	二次蓋	外筒表面
計測範囲	50～500kPa abs	-20～160℃
警報動作範囲	50～500kPa abs 注1)	-20～160℃注2)

注1) 警報設定値は別途定める。

注2) 警報設定値は別途定める。

表 2-1 エリア放射線モニタの仕様

項目	仕様
基数	4 基
種類	半導体検出器
計測対象	ガンマ線量率
取付箇所	設備敷地内
検出高さ	基礎から 600mm 以上 1800mm 以下
計測範囲	$10^{-1} \mu\text{Sv/h} \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$ 注)

注) 警報設定値はバックグラウンドレベルを鑑み設定する。

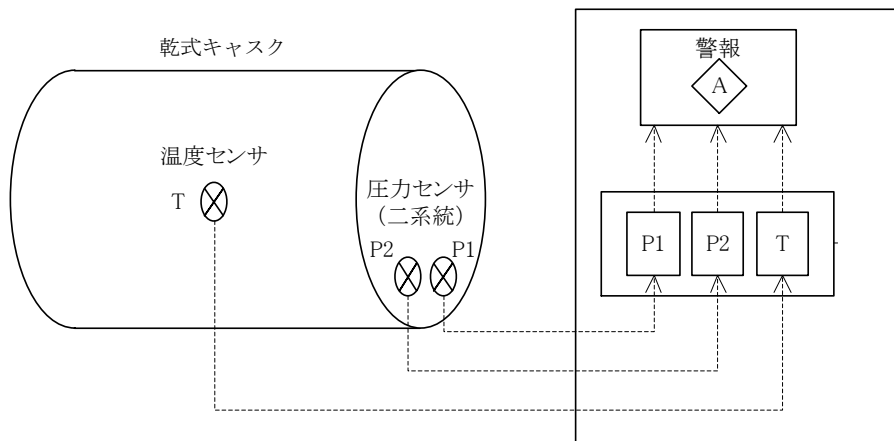


図 1-1 監視装置の概要

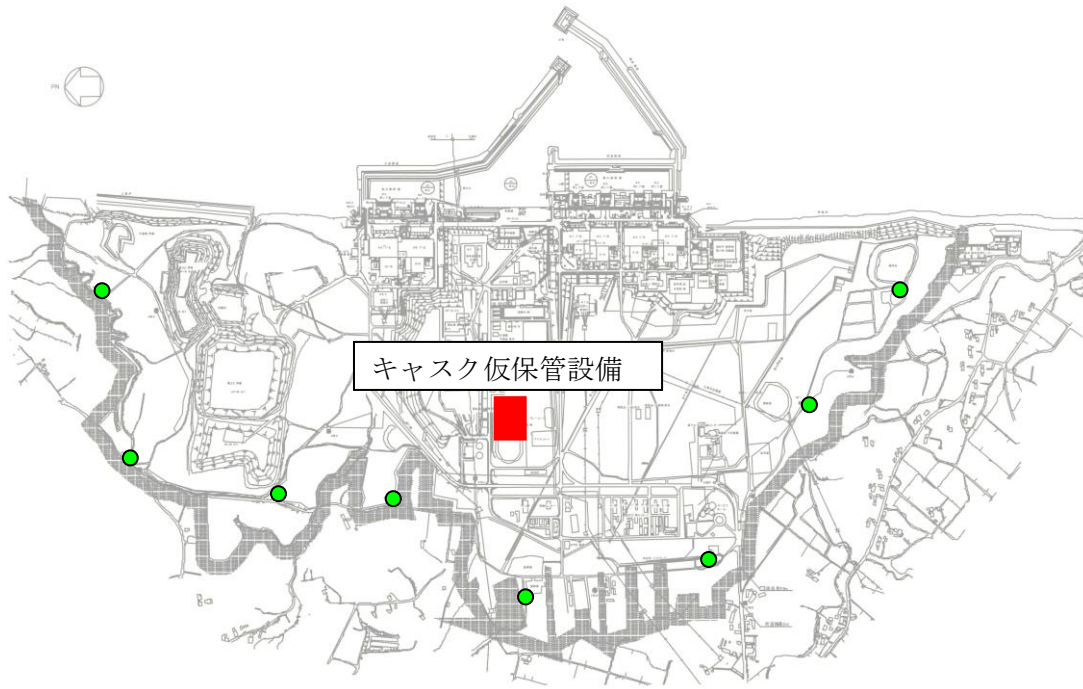


図 2-1 モニタリングポスト位置図

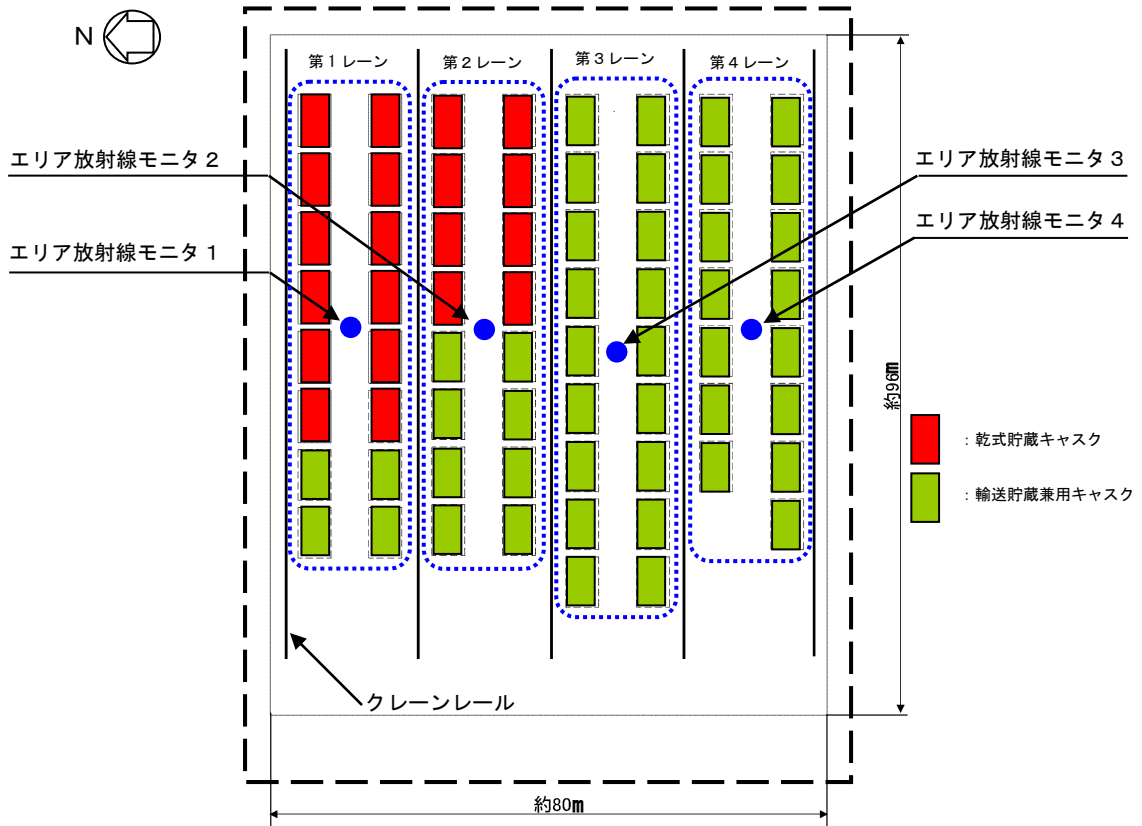


図 2-2 エリア放射線モニタ配置図

キャスク仮保管設備に係る確認事項について

キャスク仮保管設備の設置工事および溶接に係る主要な確認項目を表 1～11 に示す。
尚、寸法許容範囲については製作誤差等を考慮の上、確認前に定める。

表 1 確認事項（乾式貯蔵キャスク（増設））（1/2）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	強度・漏えい確認	耐圧・漏えい確認	確認圧力で保持した後、確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
構造強度・耐震性 遮へい機能	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
除熱機能	機能確認	伝熱確認	代表一基について容器内部に使用済燃料を模擬するヒータを挿入して発熱させ、温度を確認する。	周囲温度を補正した温度が最高使用温度以下であること。
密封機能	機能確認	気密漏えい確認	ヘリウムリーク法及び真空放置法により、漏えい率を確認する。	基準漏えい率以下であること。
臨界防止機能	機能確認	未臨界確認	バスケットの材料特性及び主要寸法が、実施計画の評価の前提条件となっている値を満足していることを確認し、バスケットの外観に異常のないことを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 設計の材料特性に適合し、寸法が許容範囲内であること。 有意な変形、破損等の異常がないこと。
監視	機能確認	密封監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ、設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
		除熱監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ、設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。

表 1 確認事項（乾式貯蔵キャスク（増設））(2/2)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準	
構造強度・耐震性	溶接確認※	材料確認	溶接に使用する材料が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	計画書のとおりであること。
		開先確認	開先面の状態，開先形状及び各部寸法等を確認する。	・有意な欠陥がないこと。 ・計画書のとおりであること。
		溶接作業確認	溶接規格等に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。	計画書，溶接規格のとおりであること。
		溶接後熱処理確認	溶接後熱処理の方法等が計画書及び溶接規格等に適合するものであることを確認する。	計画書及び溶接規格等に適合するものであること
		非破壊確認	溶接部について非破壊確認を行い，その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接規格等に適合するものであること
		機械確認	溶接部について機械試験をおこない，当該溶接部の機械的性質が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接規格等に適合するものであること
		耐圧・外観確認	規定圧力で耐圧確認を行い，これに耐え，かつ，漏えいがないことを確認する。	規定圧力に耐え，かつ，漏えいがないこと。

※溶接の概要は表 12 参照

但し，詳細は事業者の定める溶接事業者検査計画書による。

表 2 確認事項（乾式貯蔵キャスク（既設））

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準	
構造強度・耐震性	構造確認	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
除熱機能	機能確認	温度確認	胴部表面の温度について確認する。	表面温度が警報設定値未満であること。
遮へい機能	機能確認	線量当量率確認	胴部表面の線量当量率及び表面から1m位置での線量当量率を確認する。	設計基準値以下であること。
密封機能	機能確認	気密漏えい確認	ヘリウムリーク法及び真空放置法により，漏えい率を確認する。	基準漏えい率以下であること。
臨界防止機能	構造確認	外観確認	先行点検する1基について，バスケット（上部から全体外観）の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
監視	機能確認	密封監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ，設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
		除熱監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ，設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。

表3 確認事項（輸送貯蔵兼用キャスク）（1/2）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認*		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	強度・漏えい確認	耐圧・漏えい確認*	確認圧力(水圧 1.25MPa)で保持した後、確認圧力に耐えていることを確認する。 耐圧確認終了後、耐圧部分からの漏えいの有無を確認する。	確認圧力に耐え、かつ構造物の変形等がないこと。 また、耐圧部から著しい漏えいがないこと。
構造強度・耐震性 遮へい機能	構造確認	寸法確認*	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		外観確認*	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
除熱機能	機能確認	伝熱確認	容器内部に使用済燃料を模擬するヒータを挿入して発熱させ、温度を確認する。	周囲温度を補正した温度が最高使用温度以下であること。
密封機能	機能確認	気密漏えい確認	ヘリウムリーク法等により、漏えい率を確認する。	基準漏えい率以下であること。
臨界防止機能	機能確認	未臨界確認	バスケットの材料特性及び主要寸法が、実施計画の評価の前提条件となっている値を満足していることを確認し、バスケットの外観に異常のないことを確認する。	・設計の材料特性に適合し、寸法が許容範囲内であること。 ・有意な変形、破損等の異常がないこと。
取扱機能	機能確認	吊上荷重確認	キャスクの吊上げ時重量の2倍以上の荷重をトラニオンに負荷し、トラニオンの外観に異常のないことを確認する。	トラニオンの外観に有害な変形がないこと。
		模擬燃料集合体挿入確認	代表5セルについてバスケットへ模擬燃料集合体の挿入、取出しを行い、支障がないことを確認する。	バスケットへの模擬燃料集合体の挿入、取出しが支障なく行えること。
監視	機能確認	密封監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ、設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
		除熱監視機能確認	検査用計器により指示値を変化させ、設定値どおり警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。

※旧炉規制法第四十三条の九に則って使用前検査を実施しているときは、これをもって確認とする。

表 3 確認事項（輸送貯蔵兼用キャスク）(2/2)

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準	
構造強度・耐震性	溶接確認※	材料確認	溶接に使用する材料が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	計画書のとおりであること。(設計仕様のとおり又は相当の材料であること)
		開先確認	開先面の状態、開先形状及び各部寸法等を確認する。	・有意な欠陥がないこと。 ・計画書のとおりであること。
		溶接作業確認	溶接規格等に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。	計画書、溶接規格のとおりであること。
		溶接後熱処理確認	溶接後熱処理の方法等が計画書及び溶接規格等に適合するものであることを確認する。	計画書及び溶接規格等に適合するものであること
		非破壊確認	溶接部について非破壊確認を行い、その試験方法及び結果が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接規格等に適合するものであること
		機械確認	溶接部について機械試験をおこない、当該溶接部の機械的性質が溶接規格等に適合するものであることを確認する。	溶接規格等に適合するものであること
		耐圧・外観確認	規定圧力*で耐圧確認を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを確認する。 *：容器内部：水圧 1.25MPa 一部蓋及び二次蓋の蓋間部： 気圧 0.5MPa	規定圧力に耐え、かつ、漏えいがないこと。

※旧炉規制法第四十三条の十に則って溶接の方法及び検査に係る認可や検査を実施しているときは、これをもって確認とする。

表4 確認事項（乾式キャスク支持架台（乾式貯蔵キャスク増設分））

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		員数確認	固定ボルトの本数	片側に6本あること
		据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。

表5 確認事項（乾式キャスク支持架台（乾式貯蔵キャスク既設分））

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	構造確認	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		員数確認	固定ボルトの本数	片側に6本あること
		据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。

表6 確認事項（乾式キャスク支持架台（輸送貯蔵兼用キャスク分））

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		員数確認	固定ボルトの本数	1箇所に7本あること
		据付確認	機器の据付位置、据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。

表7 確認事項（コンクリートモジュール）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		員数確認	ベースプレートのアンカーの本数の確認	1つのプレートで3本あること
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
除熱機能	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている給気口の寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		外観確認	コンクリートモジュールの外観，給気口について確認する。	実施計画の通りに施工されていること。

表8 確認事項（クレーン）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	寸法が許容範囲内であること。
		外観確認	クレーンの外観について確認する。	実施計画の通りに施行されていること。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
性能	機能確認	容量確認	容量及び所定の動作について確認する。	横行，走行，巻き上げ，巻き下げが可能なこと。

表 9 確認事項（エリア放射線モニタ）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
監視	構造確認	外観確認	各部の外観を確認する。	有意な欠陥がないこと。
		据付確認	機器の据付位置，据付状態について確認する。	実施計画の通りに施工・据付されていること。
	機能確認	警報確認	設定値通り警報及び表示灯が作動することを確認する。	許容範囲以内で警報及び表示灯が作動すること。
	性能確認	線源校正確認	標準線源を用いて線量当量率を測定し，各検出器の校正が正しいことを確認する。	基準線量当量率に対する正味線量当量が，許容範囲以内であること。
		校正確認	模擬入力により，監視装置に各校正点の基準入力を与え，その時の監視装置の指示値が正しいことを確認する。	監視装置の各指示値が許容範囲以内に入っていること。

表 10 確認事項（地盤）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	構造確認	寸法確認	地盤改良範囲を確認する。	地盤改良範囲が，実施計画に記載されている寸法に対して，許容値を満足すること。
		強度確認	地盤改良強度を確認する。	地盤改良強度が，実施計画に記載されている設計強度に対して，J E A G 4616-2009に記載の基準を満足すること。

表 11 確認事項（基礎コンクリート）

確認事項	確認項目		確認内容	判定基準
構造強度・耐震性	材料確認		実施計画に記載されている主な材料について確認する。	実施計画のとおりであること。
	構造確認	寸法確認	実施計画に記載されている主要寸法を確認する。	各寸法が、実施計画に記載されている寸法に対して、許容値を満足すること。
		強度確認	コンクリート強度を確認する。	コンクリート強度が、実施計画に記載されている設計強度に対して、コンクリート標準示方書に記載の基準を満足すること。

表 12 乾式貯蔵キャスクの溶接概要

適用基準	「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈について (平成 17・12・15 原院第 5 号制定, 平成 23・09・09 原院第 2 号)」
機器の区分 【設備区分】	クラス 3 容器 【燃料設備】
溶接施行法 ^{注)}	J+A+T _B , ST (クラッド) +T _B (クラッド), ST (クラッド) +T _B (クラッド) +T _B (クラッド) * J+T _B , M+T _B (2 種類), T _B (2 種類) * : 溶接後熱処理後に T _B (クラッド) の溶接を行う

注) 溶接施行法の略称については発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2007
第 2 部 溶接施工法認証標準による。

表 13 輸送貯蔵兼用キャスク B の溶接概要

適用基準	「使用済燃料貯蔵施設の溶接に関する技術基準を定める省令の解釈 (内規)」 (平成 21・02・26 原院第 7 号制定、平成 24・03・30 原院第 1 号改正)
機器の区分 【設備区分】	容器 【使用済燃料貯蔵設備本体】
溶接施行法 ^{注)}	J、J+A*、ST (クラッド) +T _B (クラッド) (2 種類)、 ST+ST+T _B (2 種類)、M+T _B 、A+A、T _B (2 種類)、 ST (クラッド)、T _B (クラッド) * : 補修溶接が必要となった場合のみ適用。

注) 溶接施行法の略称については発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2007
第 2 部 溶接施工法認証標準による。

第1編

(1号炉, 2号炉, 3号炉及び4号炉に係る保安措置)

(放射線計測器類の管理)

第61条

各GMは、表61に定める放射線計測器類について、同表に定める数量を確保する。
ただし、故障等により使用不能となった場合は、修理又は代替品を補充する。

表61

分類	計測器種類	所管GM	数量 ^{※1}
1. 被ばく管理 用計測器	電子式線量計	保安総括GM	1式
	ホールボディカウンタ	保安総括GM	1台
2. 放射線管理 用計測器	線量当量率測定用サーベイメータ	保安総括GM	7台
	汚染密度測定用サーベイメータ	保安総括GM	7台
	退出モニタ	保安総括GM	2台
	試料放射能測定装置	分析評価GM	1台 ^{※2}
	集積線量計	保安総括GM	1式
3. 放射線監視 用計測器	モニタリングポスト	保安総括GM	8台
	エリアモニタ	燃料計装設備GM	7台 ^{※3}
		燃料計装設備GM	8台 ^{※4}
4. 環境放射能 用計測器	試料放射能測定装置 ^{※5}	分析評価GM	1台 ^{※2}
	積算線量計測定装置	保安総括GM	1台

※1：5号炉及び6号炉の放射線計測器類と共用で確保する数量（エリアモニタを除く。）

※2：表43の試料放射能測定装置と共用

※3：使用済燃料共用プールにおけるエリアモニタの合計の台数（エリアモニタが復旧していない場合には、未復旧のエリアモニタを除いた台数とする。）

※4：使用済燃料乾式キャスク仮保管設備におけるエリアモニタ，3号炉原子炉建屋5階におけるエリアモニタ及び4号炉原子炉建屋5階におけるエリアモニタの台数

※5：福島第二原子力発電所と共用

附 則

附則（ ）

(施行期日)

第1条

この規定は、原子力規制委員会の認可を受けた日から10日以内に施行する。

2. 第61条については、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備における新設エリアモニタの運用を開始した時点から適用することとし、それまでの間は従前の例による。

附則（令和2年2月13日 原規規発第2002134号）

(施行期日)

第1条

2. 第5条、第38条、第39条及び第42条の2の表42の2-1における増設焼却炉建屋排気筒から放出される放射性気体廃棄物の管理については、増設雑固体廃棄物焼却設備の運用を開始した時点から適用することとし、それまでの間は従前の例による。
3. 第57条の図57、添付1（管理区域図）の全体図における周辺監視区域境界及び添付2（管理対象区域図）の全体図における周辺監視区域境界については、増設雑固体廃棄物焼却設備の設置に伴う周辺監視区域柵の設置工事が終了した時点から適用することとし、それまでの間は従前の例による。
4. 添付1（管理区域図）の全体図における増設焼却炉建屋及び増設焼却炉建屋の管理区域図面並びに添付2（管理対象区域図）の全体図における増設焼却炉建屋及び増設焼却炉建屋の管理対象区域図面の変更は、それぞれの区域の区域区分の変更をもって適用することとし、それまでの間は従前の例による。

附則（平成31年1月28日 原規規発第1901285号）

(施行期日)

第1条

2. 第5条及び第42条の2については、油処理装置の運用を開始した時点から適用することとし、それまでの間は従前の例による。

附則（平成29年3月7日 原規規発第1703071号）

(施行期日)

第1条

2. 第3条、第5条及び第42条の2については、放射性物質分析・研究施設第1棟の運用を開始した時点から適用することとし、それまでの間は従前の例による。

附則（平成28年12月27日 原規規発第1612276号）

（施行期日）

第1条

2. 第40条の2における水位の監視については、水位計の設置が完了した貯留設備から順次適用する。

附則（平成25年8月14日 原規福発第1308142号）

（施行期日）

第1条

2. 第17条第3項及び第4項の1号炉及び2号炉の復水貯蔵タンク水については、各号炉の復水貯蔵タンクの運用開始時点からそれぞれ適用する。

別冊 8

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に係る補足説明

I 乾式キャスク仮保管設備の構造強度及び耐震性について

乾式キャスク仮保管を構成する設備の耐震性の評価結果のうち、応力評価式を用いた評価の妥当性を示す。

構造強度評価と耐震性評価は評価手法が酷似することから、評価範囲の広い耐震性評価について、各設備について評価手順を示す。

1. 輸送貯蔵兼用キャスク B

1.1. 設計荷重

設計加速度を以下のように定める。

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= C_H \cdot G \\ G_2 &= (1 + C_V) \cdot G \end{aligned} \right\} \text{(軸方向水平地震力+鉛直方向地震力+自重の場合)}$$

ここで、 C_H ：水平方向設計震度 (=0.79)

C_V ：鉛直方向設計震度 (=0.49)

$$\left. \begin{aligned} G_3 &= C_H \cdot G \\ G_2 &= (1 + C_V) \cdot G \end{aligned} \right\} \text{(軸直角方向水平地震力+鉛直方向地震力+自重の場合)}$$

ここで、 C_H ：水平方向設計震度 (=0.79)

C_V ：鉛直方向設計震度 (=0.49)

1.2. 応力評価

1.2.1. キャスク容器及び二次蓋

胴とバスケット側面との接触部に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_G \cdot G_2}{A}$$

ここで、 G_2 ：1.1.1. と同じ

m_G ：バスケットプレート及び燃料の質量 (■■■■ kg)

A ：胴の接触面積 (■■■■ mm²)

1.2.2. バスケット

1.2.2.1. 地震力が鉛直方向と軸直角方向に作用する場合

1.2.2.1.1. 一次一般膜応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート端部 (図2 ①部) である。
鉛直方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_x) は次式で計算する。

$$\sigma_x = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 1. 1. 同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

1. 2. 2. 1. 2. 一次一般膜＋一次曲げ応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) である。

水平方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_y) は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{m_A \cdot G_3}{A_1}$$

ここで G_3 : 1. 1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

鉛直方向加速度により発生する一次曲げ応力 (σ_y) は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{M}{Z}$$

$$M = \frac{m_B \cdot G_2 \cdot l_p}{12 \cdot \frac{l_w}{2}}$$

ここで G_2 : 1. 1. と同じ

M : バスケットプレート格子端部の単位幅当たりの曲げモーメント (N・mm/mm)

Z : バスケットプレートの単位幅当たりの断面係数 (■■■■ mm³/mm)

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

l_p : バスケットプレートの内のり (■■■■ mm)

l_w : バスケットプレートのキャスク容器軸方向長さ (■■■■ mm)

ただし, バスケットプレート同士の嵌合のため切欠きがあり, 実際の荷重荷面の長さを $l_w/2$ とする。

鉛直方向加速度によりバスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (τ_{xy}) は, 次式で計算する。

$$\tau_{xy} = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 1. 1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

1. 2. 2. 1. 3. 平均せん断応力

バスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (σ_s) は次式で計算する。

$$\sigma_s = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 1. 1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

1.2.2.1.4. 平均支圧応力

バスケットプレート端部 (図2 ①部) に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

1.2.2.1.5. 圧縮応力

バスケットプレート端部 (図2 ①部) に発生する圧縮応力 (σ_c) は次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

1.2.2.2. 地震力が鉛直方向と軸水平方向に作用する場合

1.2.2.2.1. 一次一般膜応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート端部 (図2 ①部) である。
鉛直方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_x) は次式で計算する。

$$\sigma_x = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで, G_2 : 1.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

水平方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_z) は次式で計算する。

$$\sigma_z = \rho \cdot l_w \cdot G_1$$

ここで, G_1 : 1.1. と同じ

ρ : バスケットプレートの密度 (kg/mm^3)

l_w : バスケットプレートの全長 (mm)

1.2.2.2.2. 一次一般膜+一次曲げ応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート格子端部 (図2 ②部) である。
鉛直方向加速度により発生する一次曲げ応力 (σ_y) は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{M}{Z}$$

$$M = \frac{m_B \cdot G_2 \cdot l_p}{12 \cdot \frac{l_w}{2}}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

M : バスケットプレート格子端部の単位幅当たりの曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$)

Z : バスケットプレートの単位幅当たりの断面係数 (mm^3/mm)

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

l_p : バスケットプレートの内径 (■■■■ mm)

l_w : バスケットプレートのキャスク容器軸方向長さ (■■■■ mm)

ただし, バスケットプレート同士の嵌合のため切欠きがあり, 実際の荷重
負荷面の長さを $l_w/2$ とする。

水平方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_z) は次式で計算する。

$$\sigma_z = \rho \cdot l_w \cdot G_1$$

ここで, G_1 : 1.1. と同じ

ρ : バスケットプレートの密度 (■■■■ kg/mm³)

l_w : バスケットプレートの全長 (■■■■ mm)

鉛直方向加速度により発生するバスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (τ_{xy}) は次式で計算する。

$$\tau_{xy} = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

1.2.2.2.3. 平均せん断応力

バスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (σ_s) は次式で計算する。

$$\sigma_s = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

1.2.2.2.4. 平均支圧応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

1.2.2.2.5. 圧縮応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する圧縮応力 (σ_c) は次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 1.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

1.2.3 トラニオン

1.2.3.1. 地震力が鉛直方向と軸直角方向に作用する場合

1.2.3.1.1. 一次応力

1.2.3.1.1.1. せん断応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点①である。

鉛直方向加速度により発生するせん断応力(τ)は、次式で計算する。

$$\tau = \frac{F_m}{A}$$
$$F_m = \frac{m_2 \cdot G_2}{4}$$

ここで、 G_2 : 1.1. と同じ

F_m : 地震力によりトラニオンに作用する荷重(N)

m_2 : 保管時における金属キャスクの質量 (kg)

A : 評価点①の断面積 (mm^2)

1.2.3.1.1.2. 曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点②である。

鉛直方向加速度により発生する曲げ応力(σ_b)は次式で計算する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$
$$M = F_m \cdot L$$

ここで、 F_m : 1.2.3.1.1.1. と同じ

Z : 評価点②の断面係数 (mm^3)

L : 評価点②と荷重作用位置との距離 (mm)

1.2.3.1.1.3. 圧縮応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点②である。

水平方向加速度により発生する圧縮応力(σ_c)は、次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{F_m}{A}$$
$$F_m = \frac{m_2 \cdot G_3}{2}$$

ここで、 G_3 : 1.1. と同じ

F_m : 地震力によりトラニオンに作用する荷重(N)

m_2 : 保管時における金属キャスクの質量 ([] kg)

A : 評価点②の断面積 ([] mm^2)

1.2.3.1.1.4. 組合せ応力

1.2.3.1.1.4.1. せん断応力と曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点①である。

せん断応力(τ)と曲げ応力(σ_b)との組合せ応力(σ_T)は、次式で計算する。

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、 τ : 1.2.3.1.1.1. と同じ

σ_b : 1.2.3.1.1.2. と同じ

ただし、Z : 評価点①の断面係数 ([] mm^3)

L : 評価点①と荷重作用位置との距離 ([] mm)

1.2.3.1.2. 一次+二次応力

1.2.3.1.2.1. せん断応力

地震力によるせん断応力(τ)の全振幅は、1.2.3.1.1.1. で求めたせん断応力(τ)の 2 倍とする。

1.2.3.1.2.2. 曲げ応力

地震力による曲げ応力(σ_b)の全振幅は、1.2.3.1.1.2. で求めた曲げ応力(σ_b)の 2 倍とする。

1.2.3.1.2.3. 圧縮応力

地震力による圧縮応力(σ_c)は左右方向荷重により作用し、左右方向が反転した場合、対向する別のトラニオンで荷重を受ける。地震力による圧縮応力(σ_c)の最大値は、1.2.3.1.1.3. で求めた圧縮応力(σ_c)と同様である。

1.2.3.2. 地震力が鉛直方向と軸水平方向に作用する場合

1.2.3.2.1. 一次応力

1.2.3.2.1.1. せん断応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点①である。

水平方向加速度及び鉛直方向加速度により発生するせん断応力(τ)は、次式で計算する。

$$\tau = \frac{F_m}{A}$$

$$F_m = \frac{m_2 \sqrt{4G_1^2 + G_2^2}}{4}$$

ここで、 F_m :地震力によりトラニオンに作用する荷重(N)
 m_2 :保管時における金属キャスクの質量([] kg)
 A :評価点①の断面積([] mm²)

1.2.3.2.1.2. 曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点②である。
 水平方向加速度及び鉛直方向加速度により発生する曲げ応力(σ_b)は次式で計算する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$M = F_m \cdot L$$

ここで、 F_m : 1.2.3.2.1.1.と同じ
 Z : 評価点②の断面係数([] mm³)
 L : 評価点②と荷重作用位置との距離([] mm)

1.2.3.2.1.3. 組合せ応力

1.2.3.2.1.3.1. せん断応力と曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点①である。
 せん断応力(τ)と曲げ応力(σ_b)との組合せ応力(σ_T)は次式で計算する。

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、 τ : 1.2.3.2.1.1.と同じ
 σ_b : 1.2.3.2.1.2.と同じ
 ただし、 Z : 評価点①の断面係数([] mm³)
 L : 評価点①と荷重作用位置との距離([] mm)

1.2.3.2.2. 一次+二次応力

1.2.3.2.2.1. せん断応力

地震力によるせん断応力(τ)の全振幅は、1.2.3.2.1.1.で求めたせん断力(τ)の2倍とする。

1.2.3.2.2.2. 曲げ応力

地震力による曲げ応力(σ_b)の全振幅は、1.2.3.2.1.2.で求めた曲げ応力(σ_b)の2倍とする。

1.3. 評価結果

計算結果 (キャスク容器)

(単位: MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	平均支圧応力	
			計算値	許容応力
胴	炭素鋼	供用状態 D (IVAS)	2	377

計算結果 (バスケット)

(単位: MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	一次一般膜応力強さ		一次一般膜+一次曲げ応力強さ	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力
バスケット プレート	ボロン添加 ステンレス鋼板	供用状態 D (IVAS)	2	291	7	437

計算結果 (バスケット)

(単位: MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	平均せん断応力		平均支圧応力		圧縮応力	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
バスケット プレート	ボロン添加 ステンレス鋼板	供用状態 D (IVAS)	1	175	2	404	2	176

計算結果 (トラニオン)

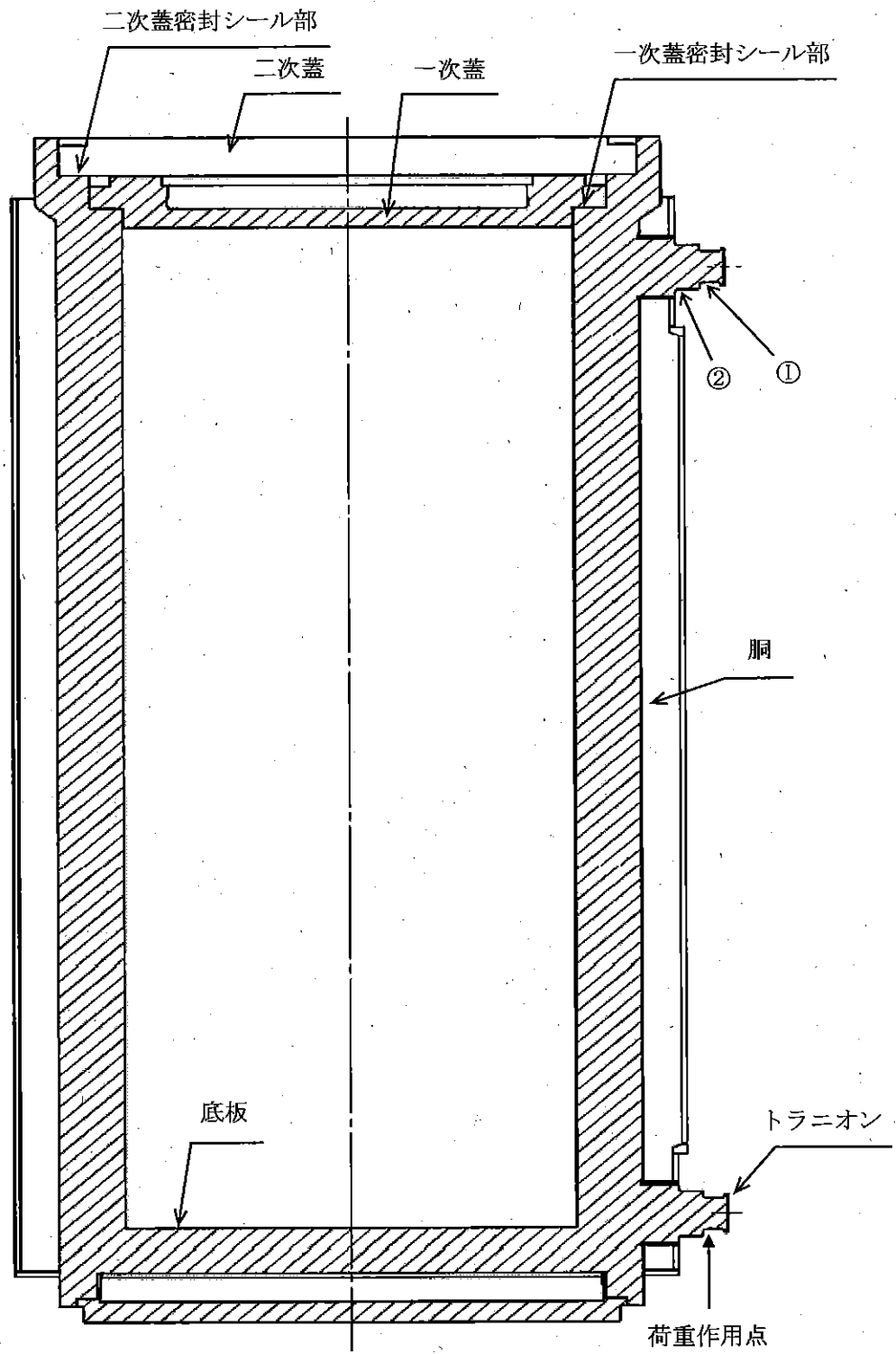
(単位: MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	一次応力							
			圧縮応力		せん断応力		曲げ応力		垂直応力とせん断 応力の組合せ	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
トラニオン	ステンレス鋼	供用状態 D (IVAS)	13	590	42	341	81	591	96	591

計算結果 (トラニオン)

(単位: MPa)

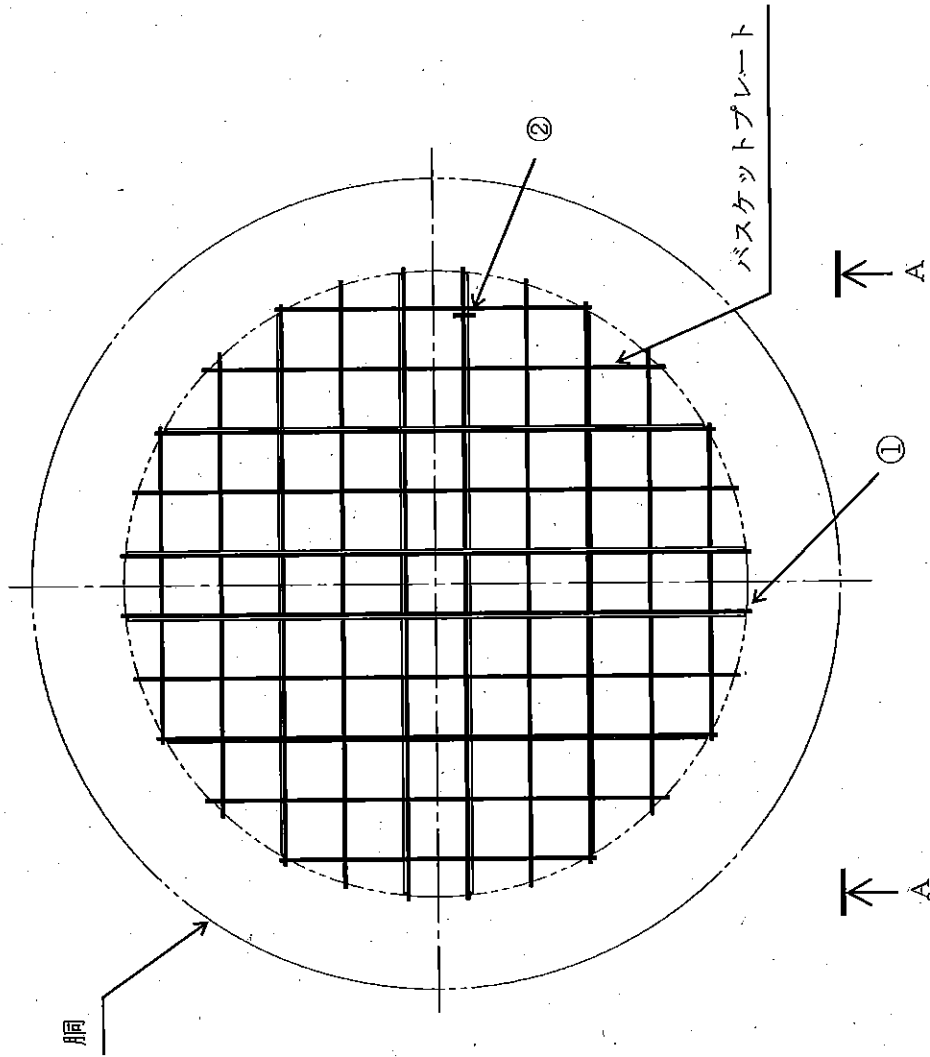
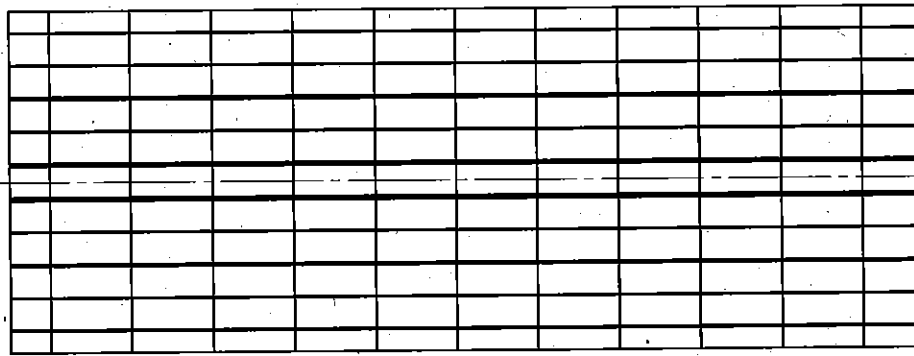
部 位	材 料	許容応力 区分	一次+二次応力					
			圧縮応力		せん断応力		曲げ応力	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
トラニオン	ステンレス鋼	供用状態 D (IVAS)	13	590	84	682	163	1182



①, ②はトランニオンの評価点を示す

図1 キャスク容器等の応力解析箇所

A~A矢視図



①,②: 応力評価点 (面)

図2 バスケットの応力解析箇所

2. 輸送貯蔵兼用キャスク用支持架台

2.1. 設計荷重

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用するキャスクの自重(F_{WU} , F_{WL})は次式で表される。

$$F_{WU} = \frac{P_W}{2} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{WL} = \frac{P_W}{2} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_W = W \cdot g$$

ここで、

F_{WU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用するキャスクの自重(N)

F_{WL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用するキャスクの自重(N)

P_W : キャスク自重(N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

W : キャスク設計質量([kg])

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用する鉛直方向地震力(F_{VU} , F_{VL})は次式で表される。

$$F_{VU} = \frac{P_V}{2} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{VL} = \frac{P_V}{2} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_V = W \cdot C_V \cdot g$$

ここで、

F_{VU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用する鉛直方向地震力(N)

F_{VL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用する鉛直方向地震力(N)

P_V : キャスクに作用する鉛直方向地震力(N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

W : キャスク設計質量([kg])

C_V : 鉛直方向震度(=0.49)

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用する軸方向水平地震力(F_{HXU} , F_{HXL})は次式で表される。
 なお、上部側のトラニオン受けには、キャスク軸方向にスライドする機構を備えており、
 軸方向水平地震力は作用しない。

$$F_{HXU} = 0$$

$$F_{HXL} = \frac{P_{HX}}{2}$$

$$P_{HX} = W \cdot C_H \cdot g$$

ここで、

F_{HXU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用する軸方向水平地震力(N)

F_{HXL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用する軸方向水平地震力(N)

P_{HX} : キャスクに作用する軸方向水平地震力(N)

W : キャスク設計質量([] kg)

C_H : 水平方向震度(=0.79)

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用する軸直角方向水平地震力(F_{HYU} , F_{HYL})は次式で表される。
 なお、トラニオン受けには、鋼製支持架台に作用する軸直角方向荷重が、キャスクから支持架台の方向のみ作用する機構を備えている。

$$F_{HYU} = P_{HY} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{HYL} = P_{HY} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_{HY} = W \cdot C_H \cdot g$$

ここで、

F_{HYU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用する軸直角方向水平地震力(N)

F_{HYL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用する軸直角方向水平地震力(N)

P_{HY} : キャスクに作用する軸直角方向水平地震力(N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離(HDP [] mm)

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離(HDP [] mm)

W : キャスク設計質量([] kg)

C_H : 水平方向震度(=0.79)

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

2.2. 応力評価

2.2.1. 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力

2.2.1.1. 鋼製支持架台(評価断面①)

2.2.1.1.1. 一次応力

図4において自重のみによる圧縮応力(σ_{cW})と鉛直方向地震力による圧縮応力(σ_{cV})の合成圧縮応力(σ_{cT})は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図4において軸方向水平地震力による曲げ応力(σ_{bHX})は次式で表される。

$$\sigma_{bHX} = \frac{F_{HX} \cdot l}{t \cdot B^2 / 6}$$

図4において軸方向水平地震力による平均せん断応力(τ_{HX})は次式で表される。

$$\tau_{HX} = \frac{F_{HX}}{B \cdot t}$$

以上の合成圧縮応力(σ_{cT})、曲げ応力(σ_{bHX})、平均せん断応力(τ_{HX})による組合せ応力(σ_{THX})は次式で表される。

$$\sigma_{THX} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bHX})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2}$$

ここで、

F_W : 図3に示す自重の設計用値(N)

F_V : 図3に示す鉛直方向地震力の設計用値(N)

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値(N)

B : 図4に示す評価断面の幅(mm)

t : 図4に示すトラニオン受部の板厚(mm)

l : 図4に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム(mm)

2.2.1.1.2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲($\Delta \sigma_c$)、曲げの応力範囲($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲($\Delta \tau$)、及び座屈応力(σ_{bc})は次式により表される。

なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cT}$$

$$\Delta \sigma_b = 2 \cdot \sigma_{bHX}$$

$$\Delta \tau = 2 \cdot \tau_{HX}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

2.2.1.2. 鋼製支持架台(評価断面②)

2.2.1.2.1. 一次応力

図5において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cW}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cV}) の合成圧縮応力 (σ_{cT}) は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図5において自重による曲げ応力 (σ_{bW1} , σ_{bW2}) , 鉛直方向地震力による曲げ応力 (σ_{bV1} , σ_{bV2}) , 及び軸方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHX1} , σ_{bHX2}) の合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) は次式で表される。

$$\sigma_{bW1} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1 / 2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bW2} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1 / 2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bV1} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1 / 2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bV2} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1 / 2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bHX1} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_Y} \cdot L_3 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bHX2} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_Y} \cdot L_4 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bT1} = \sigma_{bW1} + \sigma_{bV1} + \sigma_{bHX1} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bT2} = \sigma_{bW2} + \sigma_{bV2} + \sigma_{bHX2} \quad (\text{リブ側})$$

図5において軸方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HX}) は次式で表される。

$$\tau_{HX} = \frac{F_{HX}}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT}) , 合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) , 平均せん断応力 (τ_{HX}) による組合せ応力 (σ_{THX1} , σ_{THX2}) は次式で表される。

$$\sigma_{THX1} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT1})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{THX2} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT2})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2} \quad (\text{リップ側})$$

ここで、

- F_W : 図3 に示す自重の設計用値 (N)
- F_V : 図3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)
- F_{HX} : 図3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)
- B_1 : 図5に示すトラニオン受部の幅 (mm)
- B_2 : 図5に示すリップの幅 (HDP mm)
- t_1 : 図5に示すトラニオン受部の板厚 (mm)
- t_2 : 図5に示すリップの板厚 (mm)
- L_1 : 図5に示す中立軸(X 軸)からトラニオン受け端部までのY方向距離 (HDP mm)
- L_2 : 図5に示す中立軸(X 軸)からリップ端部までのY方向距離 (HDP mm)
- L_3 : 図5に示す中立軸(Y 軸)からトラニオン受け端部までのX方向距離, L_3' 及び L_3'' の大きい方の値 (HDP mm)
- L_4 : 図5に示す中立軸(Y軸)からリップ端部までのX 方向距離, L_4' 及び L_4'' の大きい方の値 (HDP mm)
- l : 図5に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム (HDP mm)
- I_X : 図5に示す断面の中立軸(X 軸)に関する断面二次モーメント (HDP mm⁴)
- I_Y : 図5に示す断面の中立軸(Y 軸)に関する断面二次モーメント (HDP mm⁴)

2.2.1.2.2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$)、曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_{b1}$, $\Delta \sigma_{b2}$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$)、及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_c &= 2 \cdot \sigma_{cV} \\ \Delta \sigma_{b1} &= 2 \cdot (\sigma_{bV} + \sigma_{bH1}) \quad (\text{トラニオン受側}) \\ \Delta \sigma_{b2} &= 2 \cdot (\sigma_{bV} + \sigma_{bH2}) \quad (\text{リップ側}) \\ \Delta \tau &= 2 \cdot \tau_{HX} \\ \sigma_{bc} &= \sigma_{cT} \end{aligned}$$

2.2.1.3. 鋼製支持架台(評価断面③)

2.2.1.3.1. 一次応力

図6において自重、鉛直方向地震力及び軸方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHXb})、コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHXc}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHXb} = \frac{T_{HX} \cdot L_1}{B \cdot t^2 / 6}$$

$$\sigma_{bHXc} = \frac{\sigma_{ccHX} \cdot L_2^2 / 2}{t^2 / 6}$$

$$T_{HX} = \sigma_{tbHX} \cdot A_m$$

ここで、

σ_{tbHX} : 図6に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張応力 (N/mm²)

σ_{ccHX} : 図6に示すコンクリートに発生する本荷重条件下における圧縮応力 (N/mm²)

T_{HX} : 図6に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張力 (N)

t : 図6に示す鋼製支持架台底板の板厚 (mm)

B : 図6に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力の評価断面幅 (HDP mm)

L_1 : 図6に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げモーメントのモーメントアーム長さ (HDP mm)

L_2 : 図6に示すコンクリートから圧縮力を受ける長さ (HDP mm)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

図6において自重、鉛直方向地震力及び軸方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HXb})、コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HXc}) は次式で表される。

$$\tau_{HXb} = \frac{T_{HX}}{B \cdot t}$$

$$\tau_{HXc} = \frac{\sigma_{ccHX} \cdot L_2}{t}$$

ここで、各記号は上記と同様である。

以上の曲げ応力 (σ_{bHXb} , σ_{bHXc})、平均せん断応力 (τ_{HXb} , τ_{HXc}) による組合せ応力 (σ_{THXb} , σ_{THXc}) は次式で表される。

$$\sigma_{THXb} = \sqrt{\sigma_{bHXb}^2 + 3 \cdot \tau_{HXb}^2}$$

$$\sigma_{THXc} = \sqrt{\sigma_{bHXc}^2 + 3 \cdot \tau_{HXc}^2}$$

2.2.1.3.2. 一次＋二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHXb} + \sigma_{bHXc}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HXb} + \tau_{HXc}$$

2.2.1.4. 埋め込み金物

自重及び鉛直方向地震力により埋め込み金物に発生する応力は微小であるためこれらの荷重は無視する。

2.2.1.4.1. 一次応力

自重及び鉛直方向地震力は無視する。

図7において軸方向水平地震力により発生する曲げ応力 (σ_{bHX1})、軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大曲げ応力 (σ_{bHX2}) とその合成曲げ応力 (σ_{bHX}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHX1} = \frac{F_{HX} \cdot H / 2}{4 \cdot B \cdot t^2 / 6}$$

$$\sigma_{bHX2} = \sigma_{bHX1} \cdot \frac{\tau_{HX2}}{\tau_{HX1}}$$

$$\sigma_{bHX} = \sigma_{bHX1} + \sigma_{bHX2}$$

ここで、

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

H : 図7に示すシアプレート部の高さ (mm)

B : 図7に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図7に示すシアプレート部の板厚 (mm)

τ_{HX1} : 図7において軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm²)

τ_{HX2} : 図7において軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm²)

図7において軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (τ_{HX1})、軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) とその合成せん断応力 (τ_{HX}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{4 \cdot B \cdot t}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_p} \cdot r_{\max}$$

$$\tau_{HX} = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで、

F_{HX} : 図7に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

B : 図7に示すシアプレートの幅 (mm)

t : 図7に示すシアプレート部の板厚 (mm)

l : 図7に示す軸方向水平地震力作用点から振りせん断中心までのY方向距離 (HDP mm)

I_p : 図7に示すシアプレートの断面二次極モーメント (mm⁴)

r_{max} : 図7に示す振りせん断中心からシアプレートまでの最大距離 (mm)

以上の合成曲げ応力 (σ_{bHX})、合成せん断応力 (τ_{HX}) による組合せ応力 (σ_{THX}) は次式で表される。

$$\sigma_{THX} = \sqrt{\sigma_{bHX}^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2}$$

2.2.1.4.2. 一次+二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、この部位では圧縮応力、支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = 2 \cdot \sigma_{bHX}$$

$$\Delta \tau = 2 \cdot \tau_{HX}$$

2.2.1.5. 基礎ボルト

2.2.1.5.1. 一次応力

2.2.1.5.1.1. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸方向水平地震力(±X)

基礎ボルトに発生する合成引張応力 (σ_{IT}) 及び合成せん断応力 (τ_T) は次式で表される。

$$\sigma_{IT} = \sigma_{IV} + \sigma_{iHX}$$

$$\tau_T = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで、

σ_{IV} : 自重及び鉛直方向地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

σ_{iHX} : 軸方向水平地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

τ_{HX1} : 軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm²)

τ_{HX2} : 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm²)

2.2.1.5.1.1.1. 自重及び鉛直方向地震力による引張応力

図8において自重及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{IV}) は、

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010年版)より次式で表される。

$$\sigma_{iv} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \left\{ X_n^2 / 2 - n \cdot P_t \cdot (1 - d_{n1} - X_n) \right\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \left\{ X_n^3 / 3 + n \cdot P_t \cdot (1 - d_{n1} - X_n)^2 \right\} b \cdot D^3$$

$$X_n = X_n / D$$

$$d_{n1} = d_t / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_b$$

ここで、

σ_{cc} : 図8に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

D : 図8に示す断面高さ (HDP () mm)

b : 図8に示す断面幅 () mm)

d_t : 図8に示す引張側ボルトに関する距離 () mm)

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図8に示す中立軸距離 (mm)

$$X_n - D / 2 + e = I_n / S_n$$

ただし、 e : 図8に示す鉛直力偏心距離 (mm) (HDP () mm)

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 図8に示す鉛直力であり、次式により算出した値 (N)

$$N = [\text{自重の設計用値}] - [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 () mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 () mm²)

N_b : 有効引張側ボルト本数 () 本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

2.2.1.5.1.1.2. 軸方向水平地震力による引張応力

図8において軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{tix}) は、鉄筋コ

ンクリート構造計算規準・同解説(2010年版)より次式で表される。

$$\sigma_{HX} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot n \cdot (d - X_n) \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot X_n$$

$$X_{n1} = -n \cdot P_t + \sqrt{n \cdot P_t \cdot (2 + n \cdot P_t)}$$

$$X_n = d \cdot X_{n1}$$

$$a_t = A_b \cdot N_b$$

$$P_t = a_t / (b \cdot d)$$

ここで、

σ_{cc} : 図8に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

I : 断面の断面二次モーメント (HDP [] mm⁴)

n : ヤング係数比 ([])

l_1 : 軸方向水平地震力作用点から鋼製支持架下面までのZ方向距離 (HDP [] mm)

b : 図8に示す断面幅 (HDP [] mm)

d : 図8に示す断面有効高さ ([] mm)

X_n : 図8に示す中立軸距離 (mm)

X_{n1} : 中立軸比 (-)

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 ([] mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 ([] mm²)

N_b : 有効引張側ボルト本数 ([] 本)

2.2.1.5.1.1.3. 軸方向水平地震力により発生するせん断応力

軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HX1})、及び軸方向水平地震力作用点が図8に示す基礎ボルト重心位置から偏心していることにより発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l_2}{I_P} \cdot r_{max}$$

ここで、

- F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)
 N_{bs} : 図8に示す基礎ボルト本数 (本)
 A_b : 図8に示す基礎ボルト有効断面積 (mm²)
 I_p : 図8に示す基礎ボルトの断面二次極モーメント (mm⁴)
 l_2 : 図8に示す軸方向水平地震力作用点から基礎ボルト有効断面の図心位置 (振りせん断中心) までのY 方向距離 (HDP (mm))
 r_{max} : 上記図心位置から基礎ボルトまでの最大距離 (= (mm))

2.2.1.5.1.2. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸方向水平地震力(±X)

基礎ボルトに発生する合成引張応力 (σ_{IT}) 及び合成せん断応力 (τ_T) は次式で表される。

$$\sigma_{IT} = \sigma_{IV} + \sigma_{HX}$$

$$\tau_T = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで、

σ_{IV} : 自重及び鉛直方向地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

σ_{HX} : 軸方向水平地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

τ_{HX1} : 軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm²)

τ_{HX2} : 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm²)

2.2.1.5.1.2.1. 自重及び鉛直方向地震力による引張応力

図9において自重及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{IV}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010年版)より次式で表される。

$$\sigma_{IV} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \left\{ X_m^2 / 2 - n \cdot P_i \cdot (1 - d_n - X_m) \right\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \left\{ X_m^3 / 3 + n \cdot P_i \cdot (1 - d_n - X_m)^2 \right\} b \cdot D^3$$

$$X_m = X_n / D$$

$$d_n = d_t / D$$

$$P_i = a_i / (b \cdot D)$$

$$a_i = A_b \cdot N_{bi}$$

ここで、

σ_{cc} : 図9に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

- D : 図9に示す断面高さ (HDP [] mm)
 b : 図9に示す断面幅 ([] mm)
 d_t : 図9に示す引張側ボルトに関する距離 ([] mm)
 d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)
 X_n : 図9に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)
 $X_n - D/2 + e = I_n / S_n$
 ただし、 e : 図9に示す鉛直力偏心距離 (HDP [] mm)
 X_{n1} : 中立軸比 (-)
 N : 図9に示す鉛直力であり、次式により算出した値 (N)
 $N = [\text{自重の設計用値}] + [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$
 a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)
 P_t : 引張鉄筋比 (-)
 A_b : 基礎ボルト有効断面積 ([] mm²)
 A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 ([] mm²)
 N_{bt} : 有効引張側ボルト本数 ([] 本)
 S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)
 I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

2.2.1.5.1.2.2. 軸方向水平地震力により発生する引張応力

図9において軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{tHX}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010年版)より次式で表される。

$$\sigma_{tHX} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot n \cdot (d - X_n) \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot X_n$$

$$X_{n1} = -n \cdot P_t + \sqrt{n \cdot P_t \cdot (2 + n \cdot P_t)}$$

$$X_n = d \cdot X_{n1}$$

$$a_t = A_b \cdot N_b$$

$$P_t = a_t / (b \cdot d)$$

ここで、

σ_{cc} : 図9に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

I : 断面の断面二次モーメント (HDP [] mm⁴)

n : ヤング係数比 ([])

- l_1 : 軸方向水平地震力作用点から鋼製支持架台下面までの Z 方向距離 (HDP [] mm)
- b : 図 9 に示す断面幅 (HDP [] mm)
- d : 図 9 に示す断面有効高さ ([] mm)
- X_n : 図 9 に示す中立軸距離 (mm)
- X_{n1} : 中立軸比 (-)
- a_t : 有効ボルト総断面積 (mm^2)
- P_t : 引張鉄筋比 (-)
- A_b : 基礎ボルト有効断面積 ([] mm^2)
- A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 ([] mm^2)
- N_b : 有効引張側ボルト本数 ([] 本)

2.2.1.5.1.2.3. 軸方向水平地震力により発生するせん断応力

軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HX1}), 及び軸方向水平地震力作用点が図 9 に示す基礎ボルト重心位置から偏心していることにより発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l_2}{I_p} \cdot r_{\max}$$

ここで,

- F_{HX} : 図 3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)
- N_{bs} : 図 9 に示す基礎ボルト本数 ([] 本)
- A_b : 図 9 に示す基礎ボルト有効断面積 ([] mm^2)
- I_p : 図 9 に示す基礎ボルトの断面二次極モーメント ([] mm^4)
- l_2 : 図 9 に示す軸方向水平地震力作用点から基礎ボルト有効断面の図心位置 (振りせん断中心) までの Y 方向距離 (HDP [] mm)
- r_{\max} : 上記図心位置から基礎ボルトまでの最大距離 ([] mm)

2.2.2. 自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力

2.2.2.1. 鋼製支持架台 (評価断面①)

2.2.2.1.1. 一次応力

図 10 において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cw}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cv}) の合成圧縮応力 (σ_{ct}) は次式で表される。

$$\sigma_{cw} = \frac{F_w}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図 10 において軸直角方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHY}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHY} = \frac{F_{HY} \cdot l}{B \cdot t^2 / 6}$$

図 10 において軸直角方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{B \cdot t}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT})、曲げ応力 (σ_{bHY})、平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bHY})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2}$$

ここで、

F_W : 図 3 に示す自重の設計用値 (N)

F_V : 図 3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)

F_{HY} : 図 3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

B : 図 10 に示す評価断面の幅 (mm)

t : 図 10 に示すトラニオン受部の板厚 (mm)

l : 図 10 に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム (mm)

2.2.2.1.2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$)、曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$)、及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。

なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cV}$$

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bH}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HY}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

2.2.2.2. 鋼製支持架台(評価断面②)

2.2.2.2.1. 一次応力

図 11 において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cW}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cV}) の合成圧縮応力 (σ_{cT}) は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図11において自重による曲げ応力 (σ_{bW1} , σ_{bW2}), 鉛直方向地震力による曲げ応力 (σ_{bV1} , σ_{bV2}), 及び軸直角方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHY1} , σ_{bHY2}) の合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) は次式で表される。

$$\sigma_{bW1} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bW2} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bV1} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bV2} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bHY1} = \frac{F_{HY} \cdot l}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bHY2} = \frac{F_{HY} \cdot l}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bT1} = \sigma_{bW1} + \sigma_{bV1} + \sigma_{bHY1} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bT2} = \sigma_{bW2} + \sigma_{bV2} + \sigma_{bHY2} \quad (\text{リブ側})$$

図11において軸直角方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT}), 合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}), 平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY1} , σ_{THY2}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY1} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT1})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{THY2} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT2})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2} \quad (\text{リブ側})$$

ここで,

- F_W : 図3 に示す自重の設計用値 (N)
 F_V : 図3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)
 F_{Hx} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)
 B_1 : 図11に示すトラニオン受部の幅 (mm)
 B_2 : 図11に示すリブの幅 (HDP mm)
 t_1 : 図11に示すトラニオン受部の板厚 (mm)
 t_2 : 図11に示すリブの板厚 (mm)
 L_1 : 図11に示す中立軸(X 軸)からトラニオン受け端部までのY方向距離 (HDP mm)
 L_2 : 図11に示す中立軸(X 軸)からリブ端部までのY方向距離 (HDP mm)
 I : 図11に示す軸直角方向水平地震力に対するモーメントアーム (HDP mm)
 I_x : 図11に示す断面の中立軸(X 軸)に関する断面二次モーメント (HDP mm⁴)

2.2.2.2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$) , 曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_{b1}$, $\Delta \sigma_{b2}$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) , 及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cV}$$

$$\Delta \sigma_{b1} = 2 \cdot \sigma_{bV} + \sigma_{bH1} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\Delta \sigma_{b2} = 2 \cdot \sigma_{bV} + \sigma_{bH2} \quad (\text{リブ側})$$

$$\Delta \tau = \tau_{HY}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

2.2.2.3. 鋼製支持架台(評価断面③)

2.2.2.3.1. 一次応力

図12において自重、鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHYb}) , コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHYc}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHYb} = \frac{T_{HY} \cdot L_1}{B \cdot t^2 / 6}$$

$$\sigma_{bHYc} = \frac{\sigma_{cHY} \cdot L_2^2 / 2}{t^2 / 6}$$

$$T_{HY} = \sigma_{tbHY} \cdot A_m$$

ここで、

- σ_{tbHY} : 図12に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張応力 (N/mm²)
- σ_{ccHY} : 図12に示すコンクリートに発生する本荷重条件下における圧縮応力 (N/mm²)
- T_{HY} : 図12に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張力 (N)
- t : 図12に示す鋼製支持架台底板の板厚 (mm)
- B : 図12に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力の評価断面幅 (HDP mm)
- L_1 : 図12に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げモーメントのモーメントアーム長さ (HDP mm)
- L_2 : 図12に示すコンクリートから圧縮力を受ける長さ (HDP mm)
- A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

図12において自重、鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HYb})、コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HYc}) は次式で表される。

$$\tau_{HYb} = \frac{T_{HY}}{B \cdot t}$$

$$\tau_{HYc} = \frac{\sigma_{ccHY} \cdot L_2}{t}$$

ここで、各記号は上記と同様である。

以上の曲げ応力 (σ_{bHYb} , σ_{bHYc})、平均せん断応力 (τ_{HYb} , τ_{HYc}) による組合せ応力 (σ_{THYb} , σ_{THYc}) は次式で表される。

$$\sigma_{THYb} = \sqrt{\sigma_{bHYb}^2 + 3 \cdot \tau_{HYb}^2}$$

$$\sigma_{THYc} = \sqrt{\sigma_{bHYc}^2 + 3 \cdot \tau_{HYc}^2}$$

2.2.2.3.2. 一次+二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、この部位では圧縮応力、支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHYb} + \sigma_{bHYc}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HYb} + \tau_{HYc}$$

2.2.2.4. 埋め込み金物

2.2.2.4.1. 一次応力

図13において軸直角方向水平地震力により発生する曲げ応力 (σ_{bHY}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHY} = \frac{F_{HY} \cdot H / 2}{(L - 4 \cdot t) \cdot t^2 / 6}$$

ここで、

F_{HY} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

H : 図13に示すシアプレート部の高さ (mm)

L : 図13に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図13に示すシアプレート部の板厚 (mm)

図 13 において軸直角方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{(L - 4 \cdot t) \cdot t}$$

ここで、

F_{HY} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

L : 図13に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図13に示すシアプレート部の板厚 (mm)

以上の曲げ応力 (σ_{bHY}) , 平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY} = \sqrt{\sigma_{bHY}^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2}$$

2.2.2.4.2. 一次+二次応力

軸直角方向水平地震力は一方向のみ (図13に示す-Y 方向のみ) に作用し、応力の振幅は片側のみとなるため、地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHY}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HY}$$

2.2.2.5. 基礎ボルト

2.2.2.5.1. 一次応力

2.2.2.5.1.1. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸方向水平地震力(-Y)

2.2.2.5.1.1.1. 自重，鉛直方向地震力，軸直角水平方向地震力による引張応力

図14において自重，鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに引張応力が発生するかは下記条件により定まる。

- (i) $e_r < -(D/6 + d_t' / 3)$ のとき
基礎ボルトに引張応力が発生する。
- (ii) $-(D/6 + d_t' / 3) \leq e_r < -D/6$ のとき
鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (iii) $-D/6 \leq e_r < D/6$ のとき
鋼製支持架台底板の全面が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (iv) $D/6 \leq e_r < D/6 + d_t / 3$ のとき
鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (v) $D/6 + d_t / 3 \leq e_r$ のとき
基礎ボルトに引張応力が発生する。

ただし，

$$e_r = e_N + e_M$$
$$e_M = -F_{HY} \cdot l / N$$

ここで，

- D : 図14に示す断面高さ (HDP \blacksquare mm)
- d_t : 図14に示す引張側ボルトに関する距離 (キヤクと反対側) (\blacksquare mm)
- d_t' : 図14に示す引張側ボルトに関する距離 (キヤク側) (HDP \blacksquare mm)
- e_r : 合成荷重偏心距離 (mm)
- e_N : 図14に示す鉛直力偏心距離 (HDP \blacksquare mm)
- e_M : 曲げモーメント置換偏心距離 (mm)
- l : 図14に示す軸直角方向水平地震力作用点から鋼製支持架台下面までのZ方向距離 (HDP \blacksquare mm)
- F_{HY} : 図14に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)
- N : 図14に示す鉛直力であり，次式により算出した値 (N)
 $N = [\text{自重の設計用値}] - [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$

各条件で発生する基礎ボルトの引張応力は以下に示すとおり計算する。

- (i) $e_r < -(D/6 + d_t' / 3)$ のとき

基礎ボルトに引張応力が発生する。図14において自重，鉛直方向地震力，軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 ($\sigma_{引}$) は，鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010年版)より次式で表される。

$$\sigma_{HY} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t' - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \{X_{n1}^2 / 2 - n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \{X_{n1}^3 / 3 + n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})^2\} b \cdot D^3$$

$$X_{n1} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t' / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}'$$

ここで、

σ_{cc} : 図14に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

D : 上記と同じ

b : 図14に示す断面幅 (mm)

d_t' : 上記と同じ

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図14に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)

$$X_n - D/2 + |e_T| = I_n / S_n$$

ただし、 e_T : 上記と同じ

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 上記と同じ

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

N_{bt}' : 有効引張側ボルト本数 (本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

(ii) $-(D/6 + d_t' / 3) \leq e_T < -D/6$ のとき

鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力

(σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot b \cdot (D/2 - |e_T|)}$$

ここで、

N, e_t, D, b : 上記と同じ

(iii) $-D/6 \leq e_T < D/6$ のとき

鋼製支持架台底板の全面が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力 (σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{N \cdot |e_T|}{b \cdot D^2 / 6} + \frac{N}{b \cdot D}$$

ここで、

N, e_t, D, b : 上記と同じ

(iv) $D/6 \leq e_T < D/6 + d_t/3$ のとき

鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力 (σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot b \cdot (D/2 - |e_T|)}$$

ここで、

N, e_t, D, b : 上記と同じ

(v) $D/6 + d_t/3 \leq e_T$ のとき

基礎ボルトに引張応力が発生する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{tHY}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (2010 年版) より次式で表される。

$$\sigma_{tHY} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \left\{ X_{nl}^2 / 2 - n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{nl}) \right\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \left\{ X_{nl}^3 / 3 + n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{nl})^2 \right\} b \cdot D^3$$

$$X_{nl} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}$$

ここで、

σ_{cc} : 図14に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

D : 上記と同じ

b : 上記と同じ

d_t : 上記と同じ

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図14に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)

$$X_n - D / 2 + |e_T| = I_n / S_n$$

ただし、 e_T : 上記と同じ

X_{nl} : 中立軸比 (-)

N : 上記と同じ

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

N_{bt} : 有効引張側ボルト本数 (本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

2.2.2.5.1.1.2. 軸直角方向水平地震力によるせん断応力

軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HY}) は、次式で算出する。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

ここで、

F_{HY} : 図3に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

N_{bs} : 図14に示す基礎ボルト本数 (本)

A_b : 図14に示す基礎ボルト有効断面積 (mm²)

2.2.2.5.1.2. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)

2.2.2.5.1.2.1. 自重, 鉛直方向地震力, 軸直角方向水平地震力による引張応力

図15において自重, 鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに引張応力が発生する場合は2.2.2.5.1.1.と同様に求められる。ただし, 鉛直力 (N) については以下のとおりとする。

N : 図15に示す鉛直力であり, 次式により算出した値 (N)

$$N = [\text{自重の設計用値}] + [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

2.2.2.5.1.2.2. 軸直角方向水平地震力によるせん断応力

軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HY}), は次式で算出する。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

ここで、

F_{HY} : 図3に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

N_{bs} : 図15に示す基礎ボルト本数 (本)

A_b : 図15に示す基礎ボルト有効断面積 (mm²)

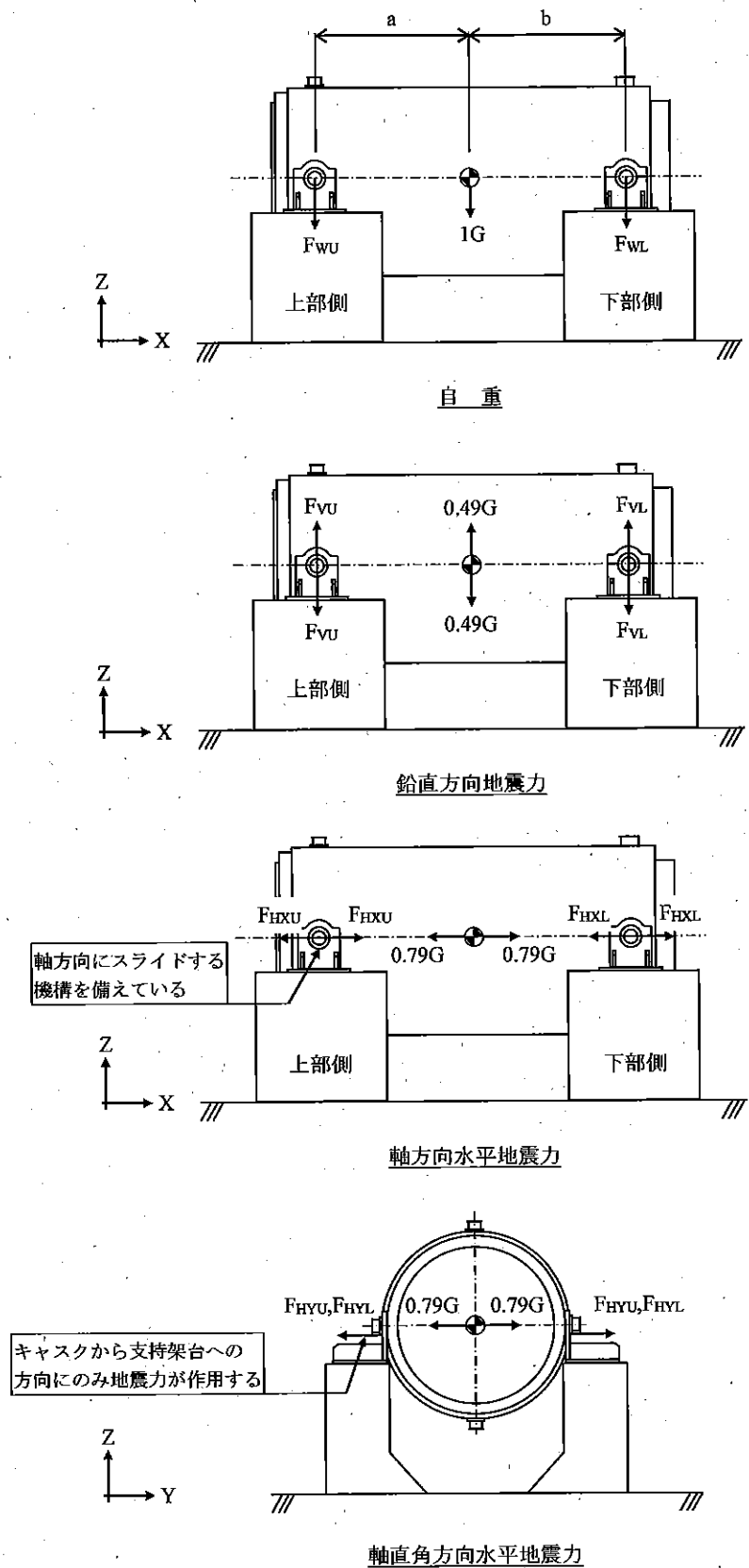


図3 鋼製支持架台に作用する荷重

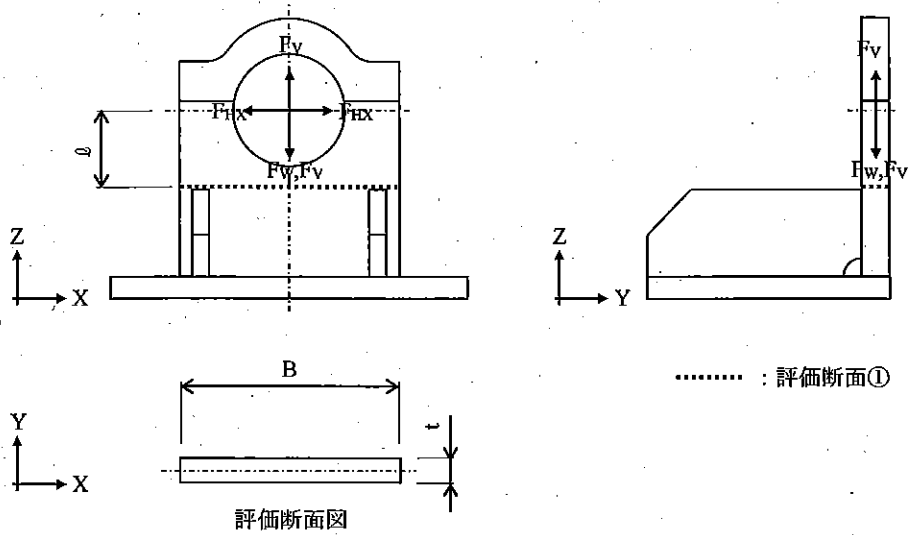


図4 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面①)
 [設計事象 I + S_s, 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

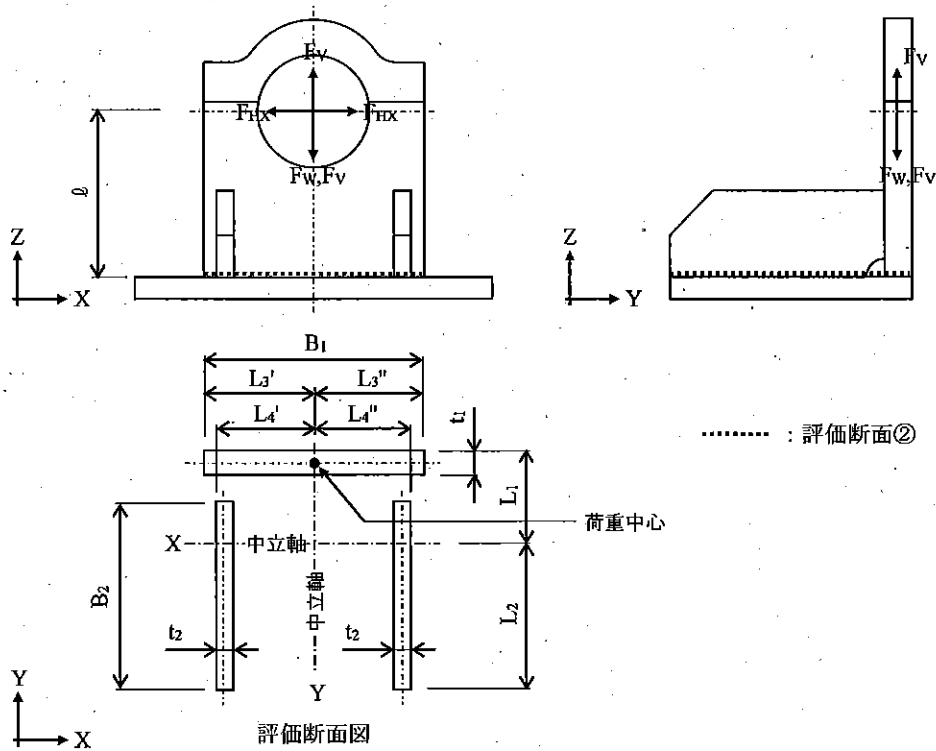


図5 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面②)
 [設計事象 I + S_s, 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

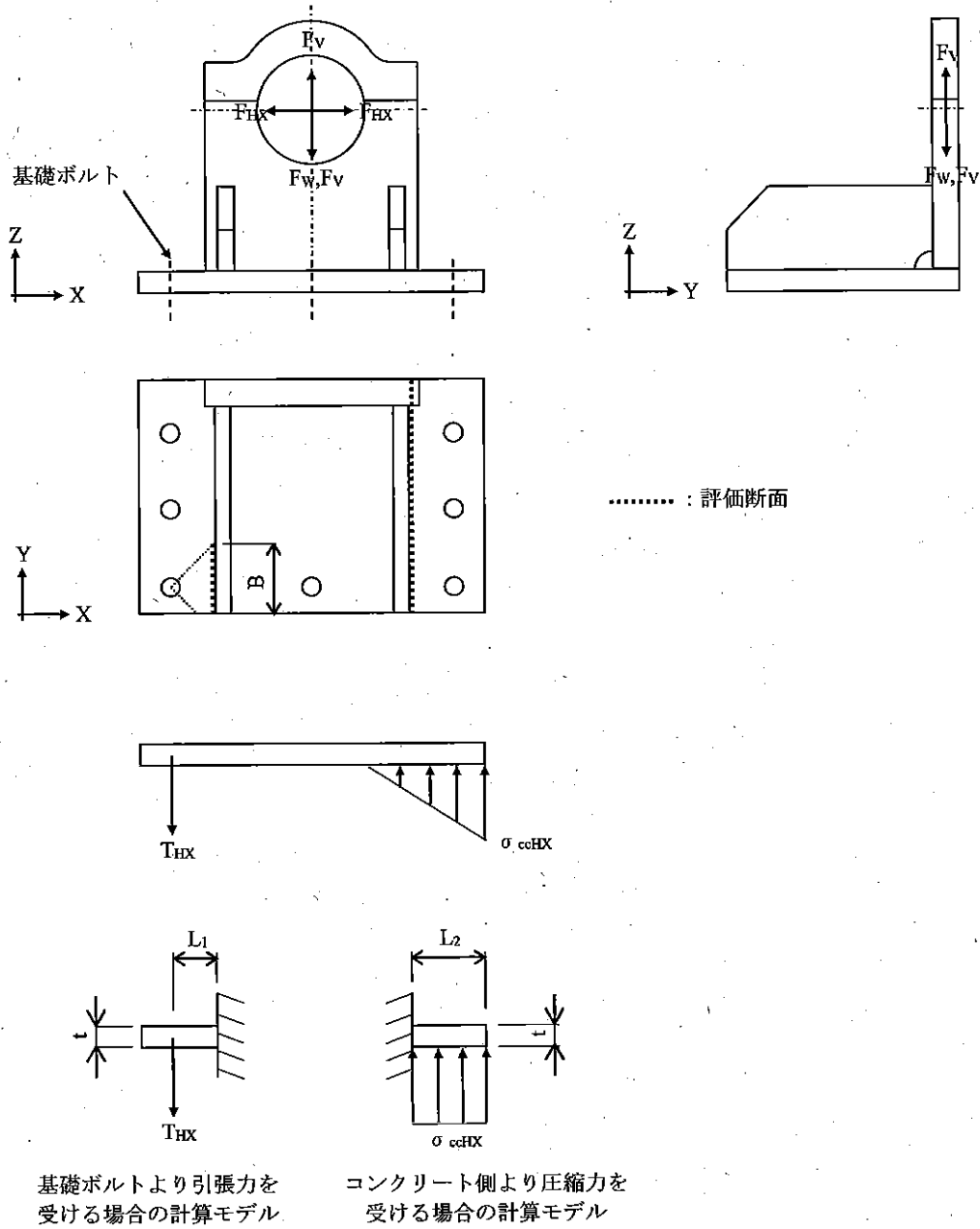


図6 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面③)
 [設計事象 I + S_s, 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

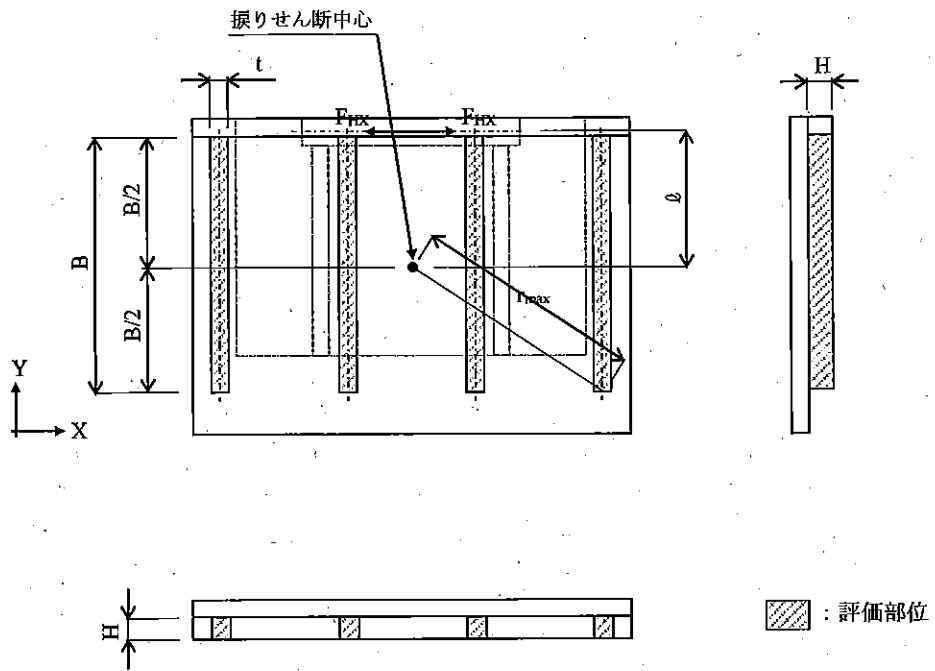


図7 計算モデル図 (埋め込み金物)

[設計事象 I + S_s, (自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力)]

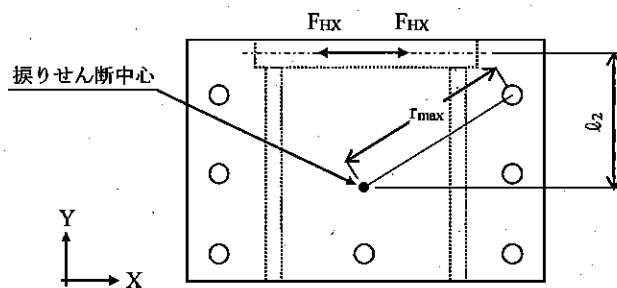
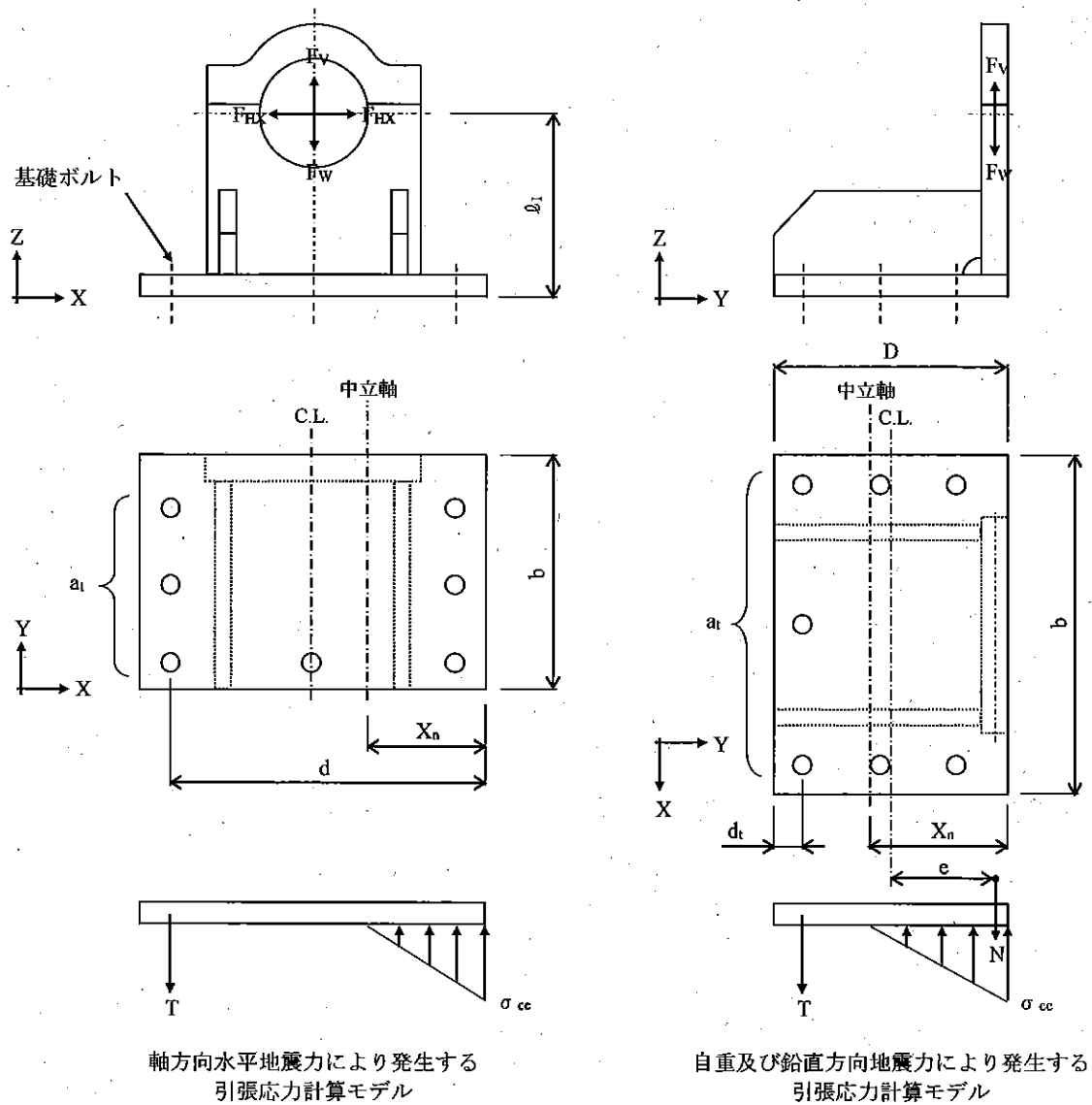


図 8 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S_s, 自重(-Z)+鉛直方向地震力(+Z)+軸方向水平地震力(±X)]

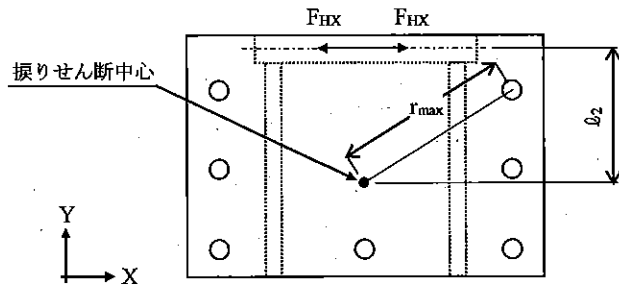
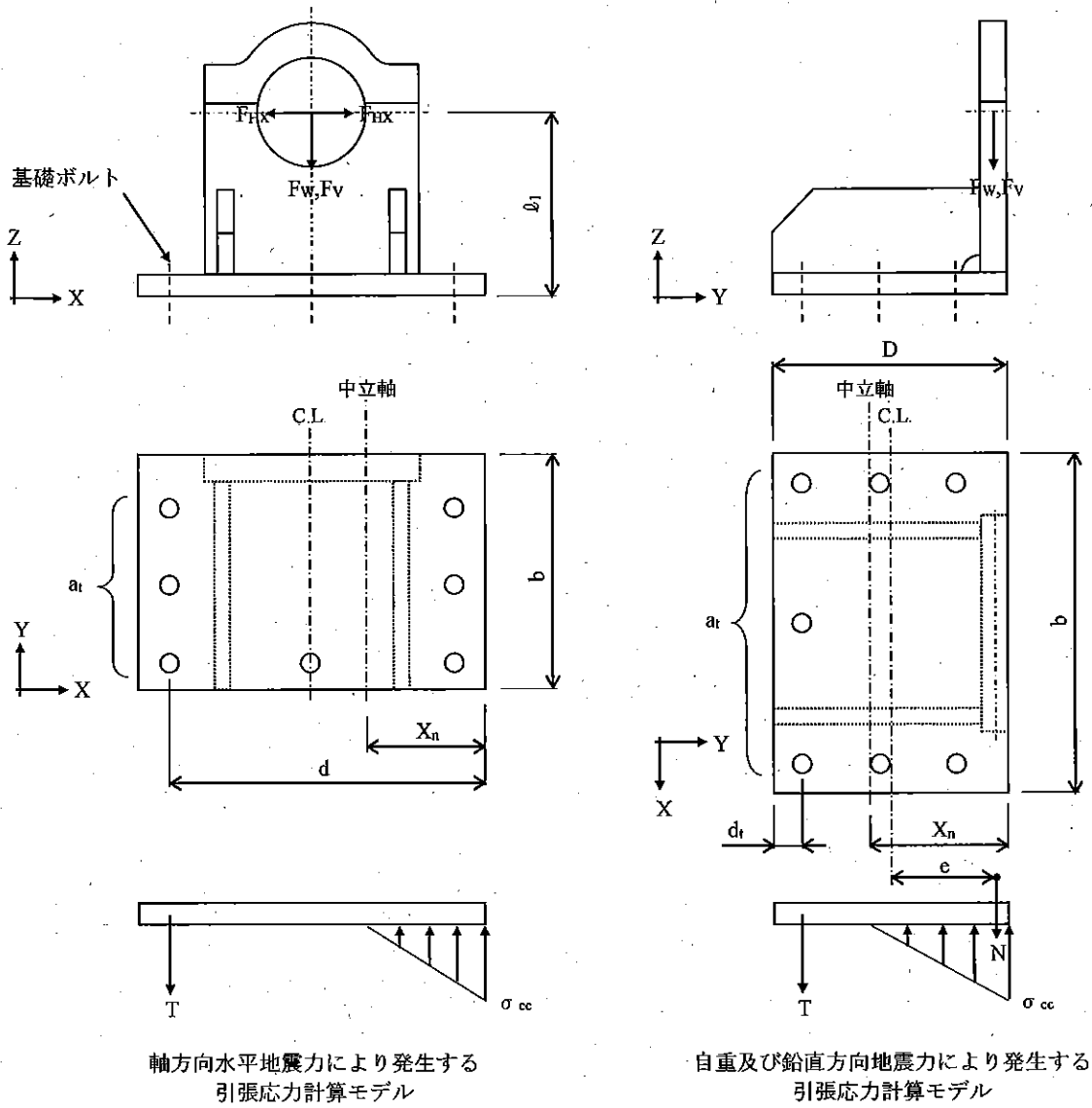


図9 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S_s, 自重(-Z), 自重(-Z)+鉛直方向地震力(-Z)+軸方向水平地震力(±X)]

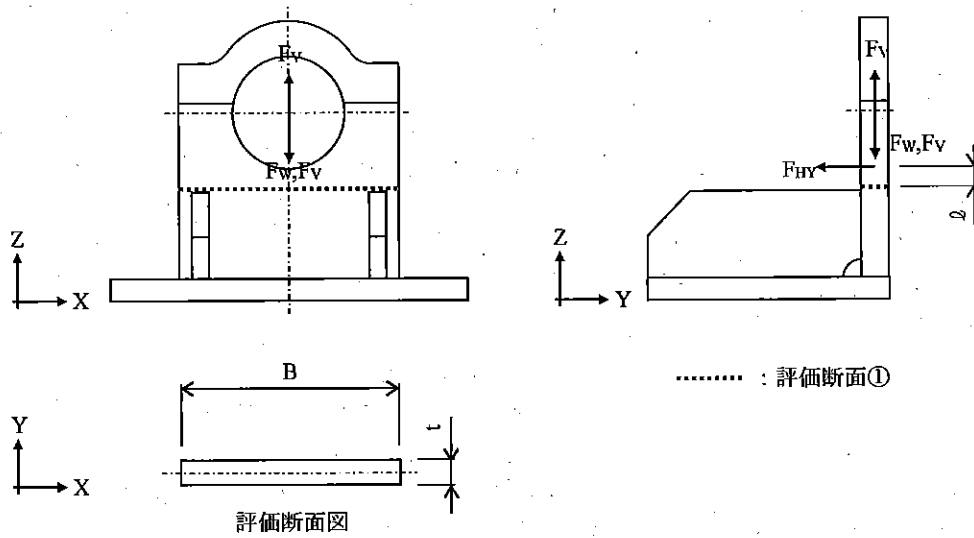


図 10 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面①)
 [設計事象 I + S, 自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力]

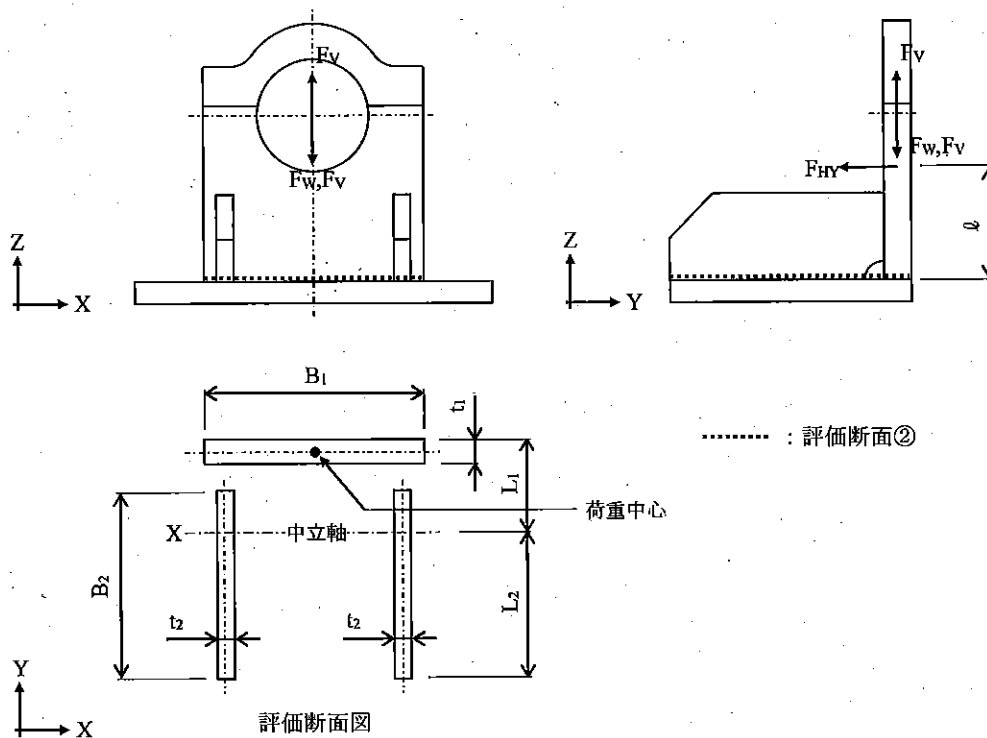
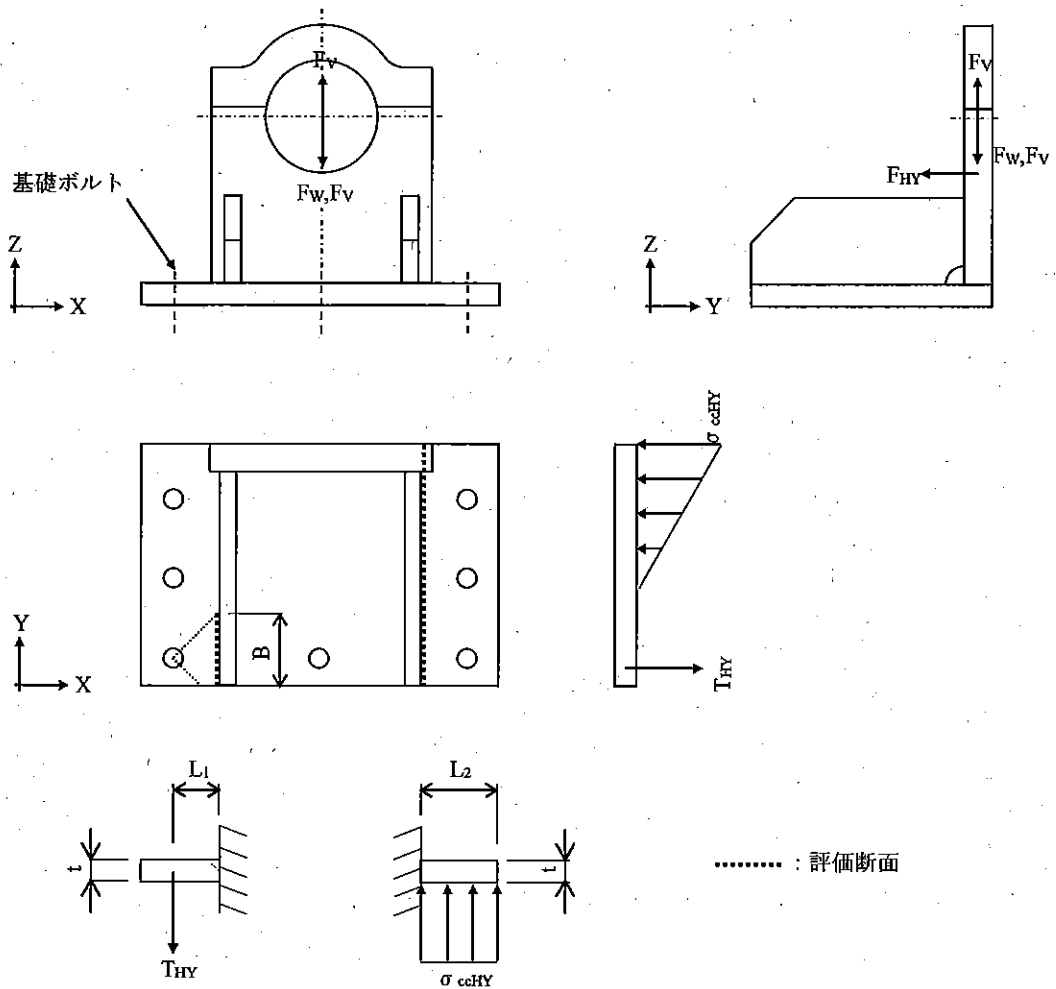


図 11 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面②)
 [設計事象 I + S_s, 自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力]



基礎ボルトより引張力を受ける場合の計算モデル

コンクリート側より圧縮力を受ける場合の計算モデル

図 12 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面③)

〔設計事象 I + S_s, 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力〕

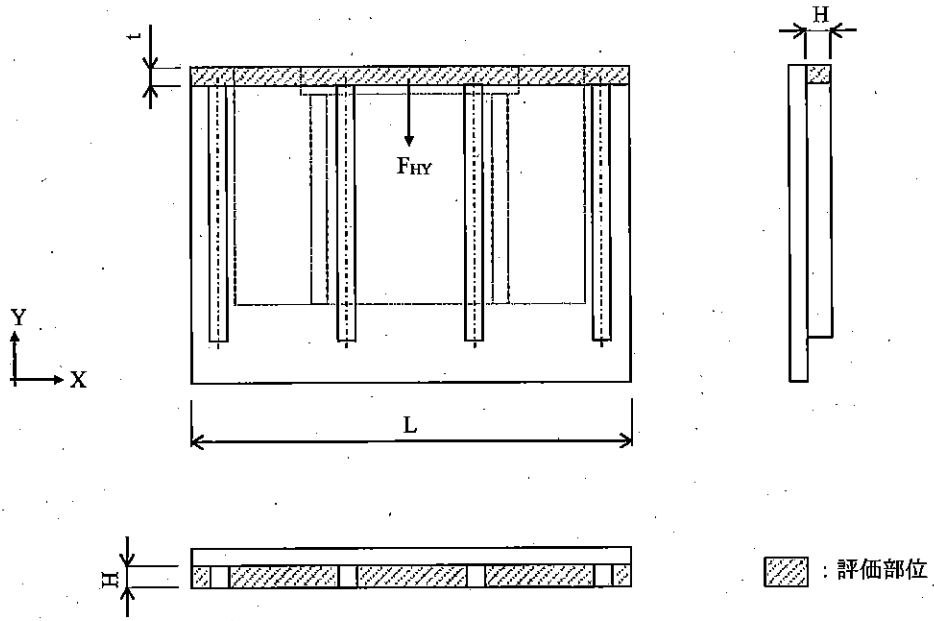
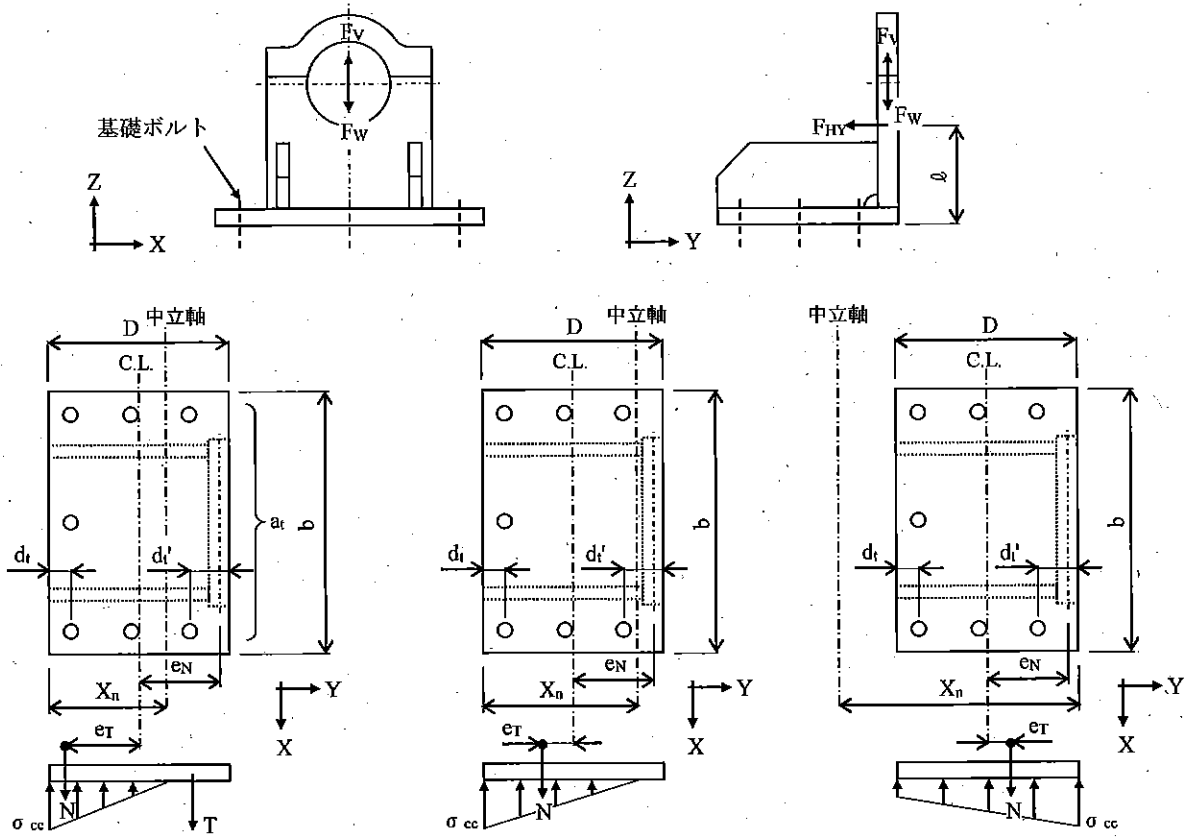


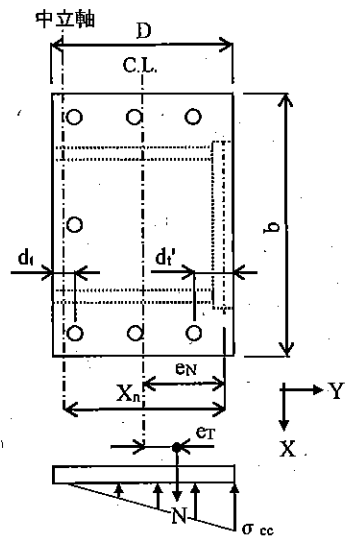
図 13 計算モデル図 (埋め込み金物)
 [設計事象 I + S_s , 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力]



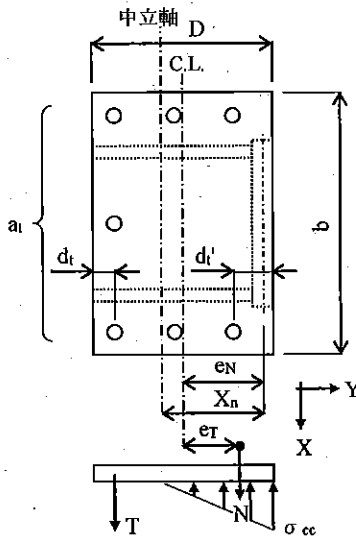
基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (i) $e_T < -(D/6 + d'_t/3)$
 ・基礎ボルトに引張応力発生

基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (ii) $-(D/6 + d'_t/3) \leq e_T < -D/6$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし

基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (iii) $-D/6 \leq e_T < D/6$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし



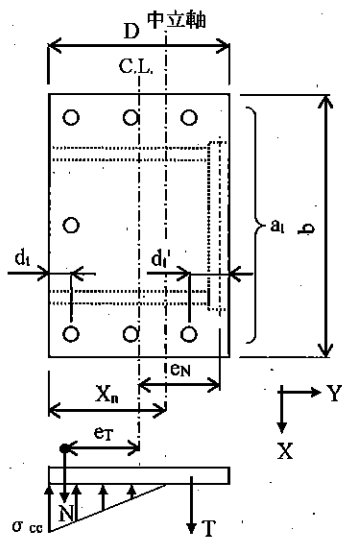
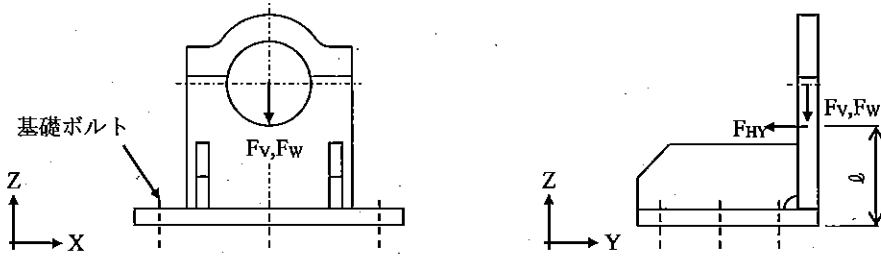
基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (iv) $D/6 \leq e_T < D/6 + d_t/3$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし



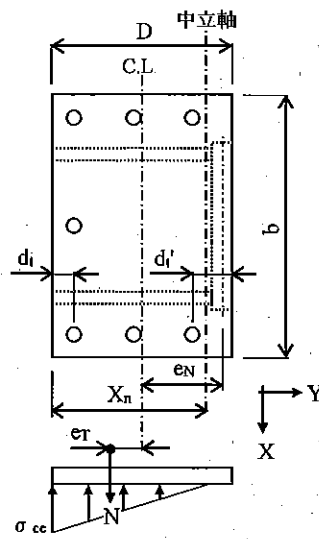
基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (v) $D/6 + d_t/3 \leq e_T$
 ・基礎ボルトに引張応力発生

図 14 計算モデル図 (基礎ボルト)

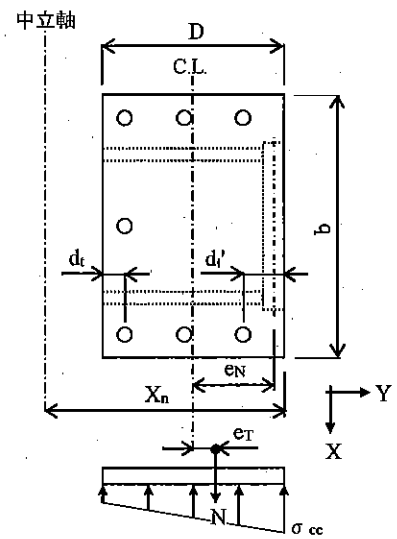
[設計事象 I + S s, 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)]



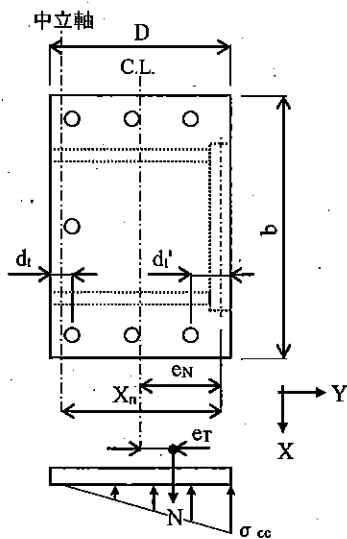
基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (i) $e_T < -(D/6 + d_i'/3)$
 ・基礎ボルトに引張応力発生



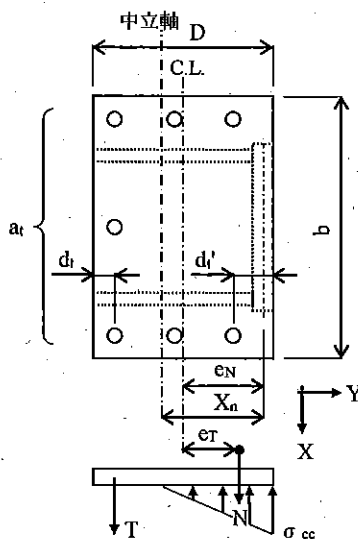
基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (ii) $-(D/6 + d_i'/3) \leq e_T < -D/6$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし



基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (iii) $-D/6 \leq e_T < D/6$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし



基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (iv) $D/6 \leq e_T < D/6 + d_i'/3$
 ・基礎ボルトに引張応力発生なし



基礎ボルトの引張応力計算モデル
 (v) $D/6 + d_i'/3 \leq e_T$
 ・基礎ボルトに引張応力発生

図 15 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S s, 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)]

2.3. 評価結果

鋼製支持架台の応力評価（設計事象 I + Ss, 輸送貯蔵兼用キャスク B）

（単位：N/mm²）

部 位		応力の種類		計 算 値 ^(注)		許容応力	評価
				ケース 1	ケース 2		
鋼製 支持架台	評価 断面①	一次応力	圧縮	15	15	322	OK
			曲げ	37	151	326	OK
			せん断	15	16	188	OK
			組合せ	58	168	326	OK
		一次 + 二次応力	引張・圧縮	10	10	564	OK
			曲げ	74	151	564	OK
			せん断	30	16	324	OK
			座屈	15	15	279	OK
	評価 断面②	一次応力	圧縮	7	7	325	OK
			曲げ	27	28	326	OK
			せん断	7	7	188	OK
			組合せ	35	36	326	OK
		一次 + 二次応力	引張・圧縮	5	5	564	OK
			曲げ	37	24	564	OK
			せん断	13	7	324	OK
			座屈	7	7	280	OK
	評価 断面③	一次応力	曲げ	201	111	326	OK
			せん断	23	13	188	OK
			組合せ	205	114	326	OK
		一次+ 二次応力	曲げ	347	201	564	OK
			せん断	38	22	324	OK

(注) ケース 1：自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力

ケース 2：自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力

埋め込み金物、基礎ボルトの応力評価（設計事象 I + Ss, 輸送貯蔵兼用キャスク B）

（単位：N/mm²）

部 位	応力の種類		計 算 値 (注1)		許容応力(注2)	評 価
			ケース 1	ケース 2		
埋め込み金物	一次応力	曲げ	66	85	270	OK
		せん断	14	19	155	OK
		組合せ	70	91	270	OK
	一次+二次応力	曲げ	131	85	450	OK
		せん断	28	19	258	OK
基礎ボルト (注3)	一次応力	引張	109	79	ケース1：165 ケース2：332	OK
			129	-		
		せん断	193	89	261	OK
	193	89				

(注1) ケース1：自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力

ケース2：自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力

(注2) 基礎ボルトの許容引張応力は、発生せん断応力を考慮し低減させた値

(注3) 上段の値は鉛直方向地震力が上向き(+Z方向)のときの値を示し、下段の値は鉛直方向地震力が下向き(-Z方向)のときの値を示す

3. クレーン

3.1. 設計震度

設計震度を以下のように定める。

$$C_H=0.15$$

$$C_{H1}=2.43$$

$$C_{H2}=0.15$$

$$C_{V1}=1.6$$

$$C_{V2}=1.38$$

C_H ：最大静止摩擦係数より求めた水平方向設計震度（EW方向）

C_{H1} ：水平方向設計震度（NS方向）

C_{H2} ：最大静止摩擦係数より求めた水平方向設計震度（NS方向）

C_{V1} ：ガータ中央にトオリがある場合の固有周期より求まる鉛直方向設計震度

C_{V2} ：ガータ端部にトオリがある場合の固有周期より求まる鉛直方向設計震度

3.2. 応力評価

3.2.1. クレーン本体ガータ

3.2.1.1. 曲げ応力

ガーダに対する最大曲げ応力は図 16 の場合である。

$$M_1 = \frac{m_g \cdot g \cdot l}{8}$$

$$M_2 = \frac{m_t \cdot g \cdot l_1}{4}$$

$$M_3 = \frac{m_m \cdot g \cdot l_1}{4}$$

$$M_V = M_1 + M_2 + M_3$$

$$\sigma_w = \frac{M_V}{Z_{xt}} \cdot (1 + C_{V1})$$

$$M_4 = M_1 \cdot C_H$$

$$M_5 = M_2 \cdot C_H$$

$$M_H = M_4 + M_5$$

$$\sigma_H = \frac{M_H}{Z_{y1}}$$

$$\sigma_t = \sigma_w + \sigma_H$$

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l_1 : トロリがクレーン中央部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (■■■■ mm)

m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (■■■■ kg)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (■■■■ kg)

M_1 : ガーダ質量によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_2 : トロリ質量によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_3 : 主巻定格荷重 (質量) によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_4 : 水平地震力によるガーダ質量に対するガーダ中央部の水平曲げモーメント (N・mm)

M_5 : 水平地震力によるトロリ質量に対するガーダ中央部の水平曲げモーメント (N・mm)

M_H : ガーダ中央部の合計水平曲げモーメント (N・mm)

M_V : ガーダ中央部の合計垂直曲げモーメント (N・mm)

Z_{xt} : ガーダ中央部の X 軸に関する断面係数 (下フランジ側) (■■■■ mm³)

Z_{y1} : ガーダ中央部の Y 軸に関する断面係数 (横行レール側) (■■■■ mm³)

σ_H : M_H によるガーダ中央部の曲げ (引張) 応力 (N/mm²)

σ_t : ガーダ中央部の曲げ (引張) 応力 (N/mm²)

σ_{vt} : M_V によるガーダ中央部の曲げ (引張) 応力 (N/mm²)

3. 2. 1. 2. せん断応力

ガーダに対する最大せん断応力は図 17 の場合である。

$$Q_1 = \frac{m_g \cdot g}{2} \cdot (1 + C_{V2})$$

$$Q_2 = \frac{m_t \cdot g}{2} \cdot \frac{(\frac{l_2}{2} + l_4)}{l} \cdot (1 + C_{V2})$$

$$Q_3 = \frac{m_m \cdot g}{2} \cdot \frac{(\frac{l_2}{2} + l_4)}{l} \cdot (1 + C_{V2})$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\tau = \frac{Q}{A_V}$$

A_V : ガーダ端部のウェブの断面積 (■■■■ mm²)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l_2 : トロリ車輪間距離 (■■■■ mm)

l_4 : トロリが走行給電側クレーン端部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (■■■■ mm)

m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (■■■■ kg)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (■■■■ kg)

Q_1 : ガーダ質量によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q_2 : トロリ質量によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q_3 : 主巻定格荷重 (質量) によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q : ガーダ端部の合計せん断力 (N)

τ : ガーダ端部のせん断応力 (N/mm²)

3. 2. 1. 3. 組合せ応力

$$Q_4 = \left(\frac{m_i \cdot g}{4} + \frac{m_m \cdot g}{4} \right) \cdot (1 + C_{V1})$$

$$\tau_3 = \frac{Q_4}{A_{V1}}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_i^2 + 3\tau_3^2}$$

A_{V1} : ガータ中央部の断面積 (mm^2)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (kg)

Q_4 : 主巻定格荷重(質量)及びトロリ質量によるガータ中央部(横行車輪位置)のせん断力(N)

τ_3 : ガータ中央部(横行車輪位置)のせん断応力(N/ mm^2)

σ_T : ガータ中央部の組合せ応力(N/ mm^2)

σ_t : ガータ中央部の曲げ(引張)応力(N/ mm^2)

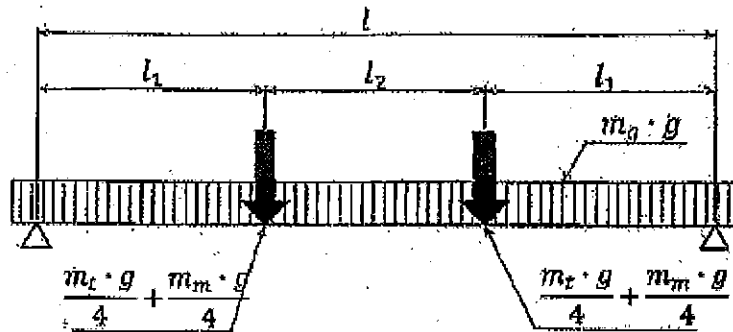


図 16

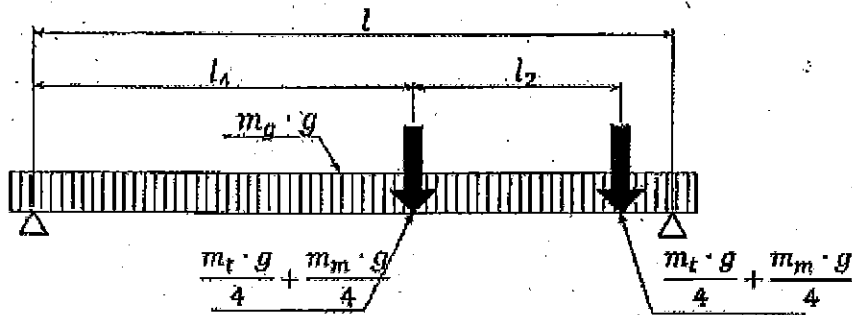


図 17

3.2.2. クレーン脚部

3.2.2.1. 曲げ応力

$$k_1 = \frac{I_{x14} \cdot l_{24}}{I_{x11} \cdot l_{22}}$$

$$m_1 = 3 + 2 \times k_1$$

$$M_{B11} = \left| -\frac{P_{k11} \cdot l_{22}}{4 \cdot m_1} \right|$$

$$P_{k11} = \frac{m_g \cdot g + m_{g2} \cdot g}{2} + m_{g3} \cdot g$$

$$V_{a11} = \frac{P_{k11}}{2}$$

$$M_{B11a} = M_{B11} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{B12} = |V_{a12} \cdot l_{25} - H_{a12} \cdot l_{23}|$$

$$P_{k12} = \frac{m_l \cdot g}{2} \cdot \frac{l_4 + \frac{l_2}{2}}{l}$$

$$H_{a12} = \frac{P_{k12} \cdot l_{25}}{l_{23}} + P_{k12} \cdot l_9 \cdot (l_8 + l_9) \cdot \frac{3}{l_{22} \cdot l_{23} \cdot m_1}$$

$$V_{a12} = P_{k12}$$

$$M_{B12a} = M_{B12} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{B13} = |V_{a13} \cdot l_{25} - H_{a13} \cdot l_{23}|$$

$$P_{k13} = \frac{m_m \cdot g}{2} \cdot \frac{l_4 + \frac{l_2}{2}}{l}$$

$$H_{a13} = \frac{P_{k13} \cdot l_{25}}{l_{23}} + P_{k13} \cdot l_9 \cdot (l_8 + l_9) \cdot \frac{3}{l_{22} \cdot l_{23} \cdot m_1}$$

$$V_{a13} = P_{k13}$$

$$M_{B13a} = M_{B13} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{V1} = (M_{B11} + M_{B12} + M_{B13}) \times (1 + C_{V1})$$

$$M_{V1a} = (M_{B11a} + M_{B12a} + M_{B13a}) \times (1 + C_{V1})$$

$$M_{B14} = \left| \frac{V_{a14} \cdot l_{22}}{2} \right|$$

$$P_{k14} = (P_{k11} + 2 \times P_{k12} + m_{l1} \cdot g) \times C_H$$

$$V_{a14} = \frac{P_{k14} \cdot l_{23}}{l_{21}}$$

$$M_{B14a} = M_{B14} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$\sigma_{V1} = \frac{M_{V1} + M_{B14}}{Z_{x11}}$$

$$\sigma_{V1a} = \frac{M_{V1a} + M_{B14a}}{Z_{x13}}$$

$$M_{B15} = \frac{P_{k15} \cdot l_{23}}{2}$$

$$P_{k15} = \frac{m_g \cdot g + m_{g2} \cdot g + m_{g3} \cdot g + m_{g4} \cdot g + m_{l1} \cdot g + m_{l2} \cdot g}{2} \times C_{H1} + P_{k12} \times C_{H2}$$

$$V_{a15} = \frac{P_{k15} \cdot l_{23}}{l}$$

$$M_{B15a} = M_{B15} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$\sigma_{H1} = \frac{M_{B15}}{Z_{y11}}$$

$$\sigma_{H1a} = \frac{M_{B15a}}{Z_{y13}}$$

$$\sigma_{t11} = \sigma_{V1} + \sigma_{H1}$$

$$\sigma_{t11a} = \sigma_{V1a} + \sigma_{H1a}$$

ここで

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

H_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の水平方向反力 (N)

H_{a13} : 主巻定格荷重(質量)による剛脚下部の水平方向反力 (N)

I_{x11} : 剛脚上部の X 軸に関する断面二次モーメント (■■■■ mm⁴)

I_{x14} : 剛脚側ガータつなぎの X 軸に関する断面二次モーメント (■■■■ mm⁴)

k₁ : 剛脚の剛比 (-)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l₂ : トロリ車輪間距離 (■■■■ mm)

l₄ : トロリが走行給電側クレーン端部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (■■■■ mm)

l₈ : トロリスパン (■■■■ mm)

- l_9 : 剛脚上側軸芯～横行レール中心までの距離 (mm)
 l_{21} : 剛脚軸芯間距離 (下側) (mm)
 l_{22} : 剛脚軸芯間距離 (上側) (mm)
 l_{23} : 剛脚高さ (mm)
 l_{24} : 剛脚長さ (mm)
 l_{25} : 剛脚上下軸芯の差 (mm)
 l_{26} : 剛脚最小断面までの高さ (mm)
 m_1 : 剛脚の不静定時数 (-)
 m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (kg)
 m_{g2} : 反横行給電側ガーダの質量 (kg)
 m_{g3} : 走行給電側剛ガーダつなぎ質量 (kg)
 m_{g4} : 反走行給電側ガーダつなぎ質量 (kg)
 m_{11} : 走行給電側剛脚の質量 (kg)
 m_{12} : 反走行給電側剛脚の質量 (kg)
 m_b : 主巻定格荷重 (質量) (=150000kg)
 m_t : トロリ質量 (ワイヤ, フック含む) (kg)
 M_{B11} : ガーダ質量による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B11a} : ガーダ質量による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B12} : トロリ質量による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B12a} : トロリ質量による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B13a} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B14} : 走行方向水平地震力による剛脚の曲げモーメント (N・mm)
 M_{B14a} : 走行方向水平地震力による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B15} : 横行方向水平地震力による剛脚の曲げモーメント (N・mm)
 M_{B15a} : 横行方向水平地震力による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{V1} : 剛脚の垂直荷重による合計曲げモーメント (N・mm)
 M_{V1a} : 垂直荷重による剛脚最小断面位置 (下部) での合計曲げモーメント (N・mm)
 P_{k11} : ガーダ質量による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k12} : トロリ質量による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k14} : 走行方向水平地震力 (N)
 P_{k15} : 剛脚 1 本に作用する横行方向水平地震力 (N)
 V_{a11} : ガーダ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)
 V_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)
 V_{a13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a14} : 走行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a16} : 横行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

Z_{x11} : 剛脚上部の X 軸に関する断面係数 (mm^3)

Z_{x13} : 剛脚下部の X 軸に関する断面係数 (mm^3)

Z_{y11} : 剛脚上部の Y 軸に関する断面係数 (mm^3)

Z_{y13} : 剛脚下部の Y 軸に関する断面係数 (mm^3)

σ_{vt1} : 剛脚の走行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{ht1} : 剛脚の横行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{t11} : 剛脚の曲げ応力 (N/mm²)

σ_{vt1a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での走行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{ht1a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での横行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{t11a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での曲げ応力 (N/mm²)

3. 2. 2. 2. 圧縮応力

$$P_{k16} = (V_{a11} + V_{a12} + V_{a13}) \times (1 + C_{v1}) + V_{a14} + V_{a15}$$

$$\sigma_{c11} = \frac{P_{k16}}{A_{13}}$$

A_{13} : 剛脚下部の断面積 (mm^2)

P_{k16} : 剛脚軸方向の圧縮力 (N)

V_{a11} : ガーダ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a14} : 走行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a16} : 横行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

σ_{c11} : 剛脚の圧縮応力 (N/mm²)

3.3. 評価結果

クレーン各部応力の評価結果

	応力の種類	算出応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	評価結果
本体ガード	曲げ	146	343	O. K.
	せん断	51	198	O. K.
	組合せ	148	343	O. K.
剛脚 (上部)	曲げ	115	280	O. K.
	圧縮	76	246	O. K.
剛脚 (下部)	曲げ	174	280	O. K.
	圧縮	76	246	O. K.

II 乾式キャスク仮保管設備に関する要目表

乾式キャスク仮保管設備を構成する機器の寸法等の要目について示す。

別表 1-1 乾式貯蔵キャスク (大型)

名 称		使用済燃料乾式貯蔵容器		
種 類	—	密封監視機能付 横置円筒型		
容 量	体	52		
最高使用圧力	MPa	1.6		
最高使用温度	キャスク容器	℃	170	
	バスケット	℃	225	
主 要 寸 法	キャスク 容器	全 長	mm	(5595)
		外 径	mm	(2386)
		胴 内 径	mm	(1460)
		胴 板 厚 さ	mm	■
		底 板 厚 さ	mm	■
		一 次 蓋 厚 さ	mm	■
		一 次 蓋 外 径	mm	(1710)
	バスケット	全 長	mm	■
		中心間距離	mm	■
		内 の り	mm	■
厚 さ		mm	■	
材 料	胴 板	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	一 次 蓋	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	底 板	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	バスケット	—	B-A0 ■	

種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)		冷却方法	材 料	
	放射線 遮へい材 使用済燃料 乾式貯蔵容器 (密封監視機能 付横置円筒型)	円筒部			胴 板
中 性 子 遮へい材			■	レジン	
底部		底 板	■	低合金鋼	
		中 性 子 遮へい材	■	レジン	
蓋部		一 次 蓋	■	自然冷却	低合金鋼
		二 次 蓋	■		ステンレス鋼
		中 性 子 遮へい材	■		レジン

() は公称値を示す。

別表 1-2 乾式貯蔵キャスク (大型) の許容寸法

名称		公称値 ²⁾	許容範囲 ²⁾	根拠
キャスク容器	全長 ¹⁾	mm	5595	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	外径	mm	2386	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴内径	mm	1460	バスケットとの取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴板厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	底板厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋外径	mm	1710	JIS B 0405 に基づいて設定
バスケット	全長	mm	■	キャスク容器との取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中心間距離	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	内のり	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

名称		公称値 ³⁾	許容範囲 ³⁾	根拠
円筒部	胴板	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
底部	底板	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
蓋部	一次蓋	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	二次蓋	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

- 1)全長は二次蓋含む。
- 2)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[使用済燃料乾式貯蔵容器]」による。
- 3)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[放射線遮へい材]」による。

別表 1-3 乾式貯蔵キャスク (中型)

名 称		使用済燃料乾式貯蔵容器		
種 類	—	密封監視機能付 横置円筒型		
容 量	体	37		
最高使用圧力	MPa	1.6		
最高使用温度	キャスク容器	℃	170	
	バスケット	℃	225	
主 要 寸 法	キャスク 容器	全 長	mm	(5595)
		外 径	mm	(2166)
		胴 内 径	mm	(1240)
		胴 板 厚 さ	mm	■
		底 板 厚 さ	mm	■
		一 次 蓋 厚 さ	mm	■
	バスケット	全 長	mm	■
		中 心 間 距 離	mm	■
		内 の り	mm	■
		厚 さ	mm	■
材 料	胴 板	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	一 次 蓋	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	底 板	—	GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)	
	バスケット	—	B-A0 ■	

種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)			冷却方法	材 料
	放射線遮へい材 使用済燃料 乾式貯蔵容器 (密封監視機能 付横置円筒型)	円筒部	胴 板		
中 性 子 遮へい材			■	レジン	
底部		底 板	■	自然冷却	低合金鋼
		中 性 子 遮へい材	■		レジン
蓋部		一 次 蓋	■	自然冷却	低合金鋼
		二 次 蓋	■		ステンレス鋼
		中 性 子 遮へい材	■		レジン

() は公称値を示す。

別表 1-4 乾式貯蔵キャスク (中型) の許容寸法

名称		公称値 ²⁾	許容範囲 ²⁾	根拠
キャスク容器	全長 ¹⁾	mm	5595	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	外径	mm	2166	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴内径	mm	1240	バスケットとの取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴板厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	底板厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋外径	mm	1490	JIS B 0405 に基づいて設定
バスケット	全長	mm	■	キャスク容器との取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中心間距離	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	内のり	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	厚さ	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

名称		公称値 ³⁾	許容範囲 ³⁾	根拠
円筒部	胴板	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
底部	底板	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
蓋部	一次蓋	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	二次蓋	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

1)全長は二次蓋含む。

2)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[使用済燃料乾式貯蔵容器]」による。

3)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[放射線遮へい材]」による。

別表 2-1 輸送貯蔵兼用キャスク B

名 称		金属キャスク		
種 類	—	輸送貯蔵兼用キャスク B		
容 量	体	69		
吊上時重量	t	118.3		
最高使用圧力	MPa	1.0		
最高使用温度	キャスク容器	℃	150	
	バスケット	℃	260	
主 要 寸 法	全 長		mm	5320
	外 径		mm	2482
	キャスク 容器	胴 内 径	mm	1664
		胴 板 厚 さ	mm	
		底 板 厚 さ	mm	
		一 次 蓋 厚 さ	mm	
		一 次 蓋 外 径	mm	1910
		高 さ	mm	5320
	バスケット	外 径	mm	
		高 さ	mm	
内 幅		mm		
プレート厚さ		mm		
材 料	胴		—	GLF1
	一 次 蓋		—	GLF1
	底 板		—	GLF1
	バスケット		—	B-SUS304P-1

種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)		冷却方法	材 料
	放射線遮へい材 輸送貯蔵兼用 キャスク B	円筒部		
中性子遮へい材 トランニオン 周辺部以外				
中性子遮へい材 トランニオン 周辺部				
外 筒				
底部		底 板		GLF1
		中 性 子 遮へい材		
		中 性 子 遮へい材 カバー		
		一 次 蓋		GLF1
蓋部		中 性 子 遮へい材		
		中 性 子 遮へい材 カバー		
		二 次 蓋		

() は公称値を示す。

別表 2-2 輸送貯蔵兼用キャスク B の許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠	
全長	mm	5320	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準	
外径	mm	2482	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準	
キャスク容器	胴内径	mm	1664	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	胴板厚さ	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	底板厚さ	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	一次蓋厚さ	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	一次蓋外径	mm	1910	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	高さ	mm	5320	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
バスケット	外径	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	高さ	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	内幅	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	プレート厚さ	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準

名称		公称値	許容範囲	根拠		
円筒部	胴板	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	中性子遮へい材	トランニオン 周辺部以外	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		トランニオン 周辺部	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	外筒	mm	■	■	JIS による材料公差および 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
底部	底板	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	中性子遮へい材	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	中性子遮へい材カバー	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
蓋部	一次蓋	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	中性子遮へい材	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	中性子遮へい材カバー	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	
	二次蓋	mm	■	■	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値	

別表 3-1 乾式キャスク支持架台 (乾式貯蔵キャスク増設分)

名 称			乾式キャスク支持架台 (乾式貯蔵キャスク増設分)	
材 料	支持架台(上部脚柱下部)		—	SS400
	固定ボルト		—	S35C
	基礎ボルト		—	SS400
主 要 寸 法	支 持 架 台	固定ボルトの間隔	mm	800
		固定具全長	mm	5600
		固定具幅	mm	3300
		基礎ボルトの間隔	mm	800

別表 3-2 乾式キャスク支持架台 (乾式貯蔵キャスク増設分) の許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠
固定具全長	mm	5600	■	メーカー基準
固定具幅	mm	3300	■	メーカー基準 メーカー据付要求
固定ボルトの間隔	mm	800	■	メーカー基準
基礎ボルトの間隔	mm	800	■	メーカー基準

別表 4-1 乾式キャスク支持架台（輸送貯蔵兼用キャスク B分）

名 称			乾式キャスク支持架台 (輸送貯蔵兼用キャスク分)
材 料	鋼製支持架台		SM490A
	基礎ボルト		S45C
主 要 寸 法	鋼 製 支 持 架 台	ボルト穴と反キャスク側 底板端部との距離	mm 70
		ボルト穴とキャスク側底 板端部との距離	mm 190
		底板側端部とボルト穴と の距離	mm 730

別表 4-2 乾式キャスク支持架台（輸送貯蔵兼用キャスク B分）の許容寸法

名 称		公称値	許容範囲	根拠
ボルト穴と反キャスク 側底板端部との距離	mm	70	■	メーカー基準
ボルト穴とキャスク側 底板端部との距離	mm	190	■	メーカー基準
底板側端部とボルト穴 との距離	mm	730	■	メーカー基準

別表 5-1 コンクリートモジュール

名 称			コンクリートモジュール
材 料	ベースプレート	—	SS400
	側板・天板接合プレート	—	SS400
	側板・天板コーナ接合プレート	—	SS400
	アンカーボルト	—	SS400
主 要 寸 法	天板パネル厚さ	mm	200
	側板パネル厚さ	mm	200
	ベースプレート厚さ	mm	19
	側板・天板接合プレート厚さ	mm	6
	側板・天板コーナ接合プレート厚さ	mm	9
	給・排気口	幅	mm
高さ		mm	400

※1: 乾式貯蔵キャスク用コンクリートモジュール

※2: 輸送貯蔵兼用キャスク用コンクリートモジュール

別表 5-2 コンクリートモジュールの許容寸法

名 称		公称値	許容範囲	根拠	
天板パネル厚さ	mm	200	■	メーカー基準	
側板パネル厚さ	mm	200	■	メーカー基準	
ベースプレート厚さ	mm	19	■	JIS G3193	
側板・天板接合プレート厚さ	mm	6	■	JIS G3193	
側板・天板コーナ接合プレート厚さ	mm	9	■	JIS G3193	
給・排気口	幅	mm	1500 ^{※1}	■	メーカー基準
		mm	1300 ^{※2}	■	メーカー基準
		mm	1200	■	メーカー基準
		mm	1140	■	メーカー基準
	高さ	mm	400	■	メーカー基準

※1: 乾式貯蔵キャスク用コンクリートモジュール

※2: 輸送貯蔵兼用キャスク用コンクリートモジュール

別表 6-1 クレーン

名 称			クレーン
材 料	本体ガータ	—	SM490A
	脚	—	SS400
主 要 寸 法	スパン	mm	19000
	ホイールベース	mm	11000
	車輪ツバ高さ	mm	25
	レール高さ	mm	135
	レールピット深さ	mm	135

別表 6-2 クレーンの許容寸法

名 称		公称値	許容範囲	根拠
スパン	mm	19000	■	JIS B8801
ホイールベース	mm	11000	■	メーカー基準
車輪ツバ高さ	mm	25	■	メーカー基準
レール高さ	mm	135	■	メーカー基準
レールピット深さ	mm	135	■	国土交通省における 土木工事施工管理基準 及び規格値等

別表 7 密封監視装置警報設定値

監視対象設備	警報設定値 (kPa abs)
乾式貯蔵キャスク (大型)	294
乾式貯蔵キャスク (中型)	294
輸送貯蔵兼用キャスク B	250

別表 8 除熱監視装置警報設定値

監視対象設備	警報設定値 (°C)
乾式貯蔵キャスク (大型)	77
乾式貯蔵キャスク (中型)	69
輸送貯蔵兼用キャスク B	79

別表 9-1 エリア放射線モニタ

名 称		エリア放射線モニタ
検出高さ	mm	基礎から 600mm 以上 1800mm 以下
設置位置	—	図 1 に示す位置

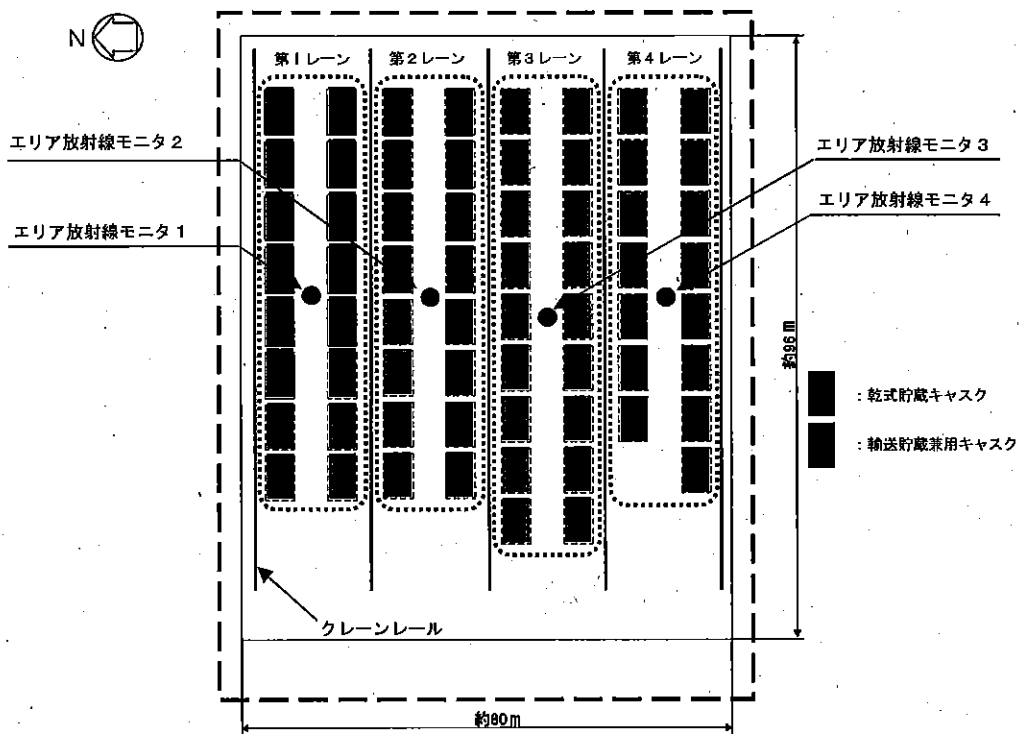


図 1 エリア放射線モニタ配置図

別表 9-2 エリア放射線モニタ警報設定値

警報設定値 (mSv/h)
3.0×10^{-2}

別表.10 地盤, 基礎コンクリート

名 称			判定基準
地 盤	寸法	地盤改良深度	所定深度まで地盤改良されていること
	強度	地盤改良強度	JEAC4616-2009 に適合すること 設計基準強度 : 330 kN/m ²
基 礎 コ ン ク リ ー ト	材料	鉄筋	JIS G 3112 に適合すること 鉄筋材質 : SD345
	寸法	主筋配置	所定ピッチにほぼ均等に配置されていること
		基礎	所定の厚さであること 乾式貯蔵キャスク基礎部 : 1,000mm 輸送貯蔵兼用キャスク基礎部 : 800mm
	強度	コンクリート強度	コンクリート標準示方書に適合すること 設計基準強度 : 24N/mm ²