資料６－９　機器・配管の耐震支持方針

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-9-1

1. 概要

機器・配管の耐震支持方針については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１１「機器・配管の耐震支持方針」による。

資料６－１０　配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-10-1

2. 基本原則 ····· T3-添6-10-2
2.1 解析方法の基本原則 ····· T3-添6-10-2
2.2 耐震計算の基本原則 ····· T3-添6-10-5
2.3 設計の原則及び手順 ····· T3-添6-10-5

3. 標準支持間隔法による配管の耐震計算について ····· T3-添6-10-6
3.1 概要 ····· T3-添6-10-6
3.2 直管部の支持間隔 ····· T3-添6-10-7
3.3 曲がり部の支持間隔 ····· T3-添6-10-10
3.4 集中質量部の支持間隔 ····· T3-添6-10-13
3.5 分岐部の支持間隔 ····· T3-添6-10-15
3.6 支持点の設定方法 ····· T3-添6-10-17
3.7 支持点を設定する上での考慮事項 ····· T3-添6-10-23
3.8 設計上の処置方法 ····· T3-添6-10-25
3.9 標準支持間隔 ····· T3-添6-10-26

4. 支持構造物の耐震計算の方針 ····· T3-添6-10-28
4.1 概要 ····· T3-添6-10-28
4.2 支持装置及び支持架構の耐震計算方法 ····· T3-添6-10-30
4.3 支持装置の選定 ····· T3-添6-10-41
4.4 支持架構の選定 ····· T3-添6-10-46
4.5 埋込板の耐震計算方法 ····· T3-添6-10-48
4.6 埋込板の選定 ····· T3-添6-10-58
4.7 支持構造物の耐震性確認 ····· T3-添6-10-59

1. 概要

本資料は、資料６－１「耐震設計の基本方針」のうち、「9. 耐震計算の基本方針」に基づき、配管及びこれに接続される弁並びにこれらの支持構造物の耐震性について計算の基本方針を説明するものである。

配管の耐震設計を行う場合には、その配管の種別（耐震重要度、外径、温度、圧力等）、形状、設置場所等を考慮して配管を分類し、資料６－１「耐震設計の基本方針」に基づく設計用地震力に対して、必要な機能が損なわれるおそれがないように耐震性を確保していることを確認する。

配管に接続される弁については、配管より厚肉構造のものを使用するため発生応力が小さくなる。従って、弁の耐震計算は、弁質量を負荷した配管の耐震計算により包絡される。

配管及び弁の支持構造物については、資料６－９「機器・配管の耐震支持方針」に示す支持構造物の機能で分類した種類の中から使用する条件を満足するように選定し、耐震性が確保できることを確認する。

なお、耐震計算に用いる寸法は、公称値とする。

本資料の適用範囲は外周建屋及び燃料取扱建屋における以下の配管、弁及びこれらの支持構造物である。

・クラス３管のうち、耐震Ｂクラスの配管
・クラス３管に接続される弁のうち耐震Ｂクラスの弁
・上記の配管及び弁の支持構造物

なお、本申請設備の主配管「使用済樹脂移送容器樹脂出入口ライン接続部～使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）」のうち使用済樹脂移送用フレキシブルホースについては、地震時においても、その柔軟性により、機能を失うことはないことから、耐震性に問題はない。

2. 基本原則

本章では、配管の分類とそれに応じた解析方法の基本原則を示すとともに、配管、弁及びこれらの支持構造物の耐震計算の原則並びに設計の原則及び手順を示す。

2.1 解析方法の基本原則

配管の耐震設計に関しては、その配管の種別（耐震重要度、外径、設計温度、圧力等）、形状、設置場所等を考慮して配管を分類し、各々に適した解析方法により耐震計算を行う。

設計基準対象施設の配管における解析方法の基本原則を第2-1表に示す。

第2-1表　配管の条件と解析方法の基本原則（注1）

耐震クラス	配管の条件（注2）	3次元はりモデルによる地震応答解析	熱応力解析	簡易モデルによる地震応答解析（標準支持間隔法）
B	最高使用温度が150℃を超え、かつ口径が 4B 以上の配管	○	○	－
	上記以外の配管	－	△	○

（注1）○印：適用する解析方法。

△印:地震又は熱膨脹による変位が大きく標準支持間隔法によることが適切でない場合、解析を行う。

（注2）配管の条件における対象設備の具体例を第2-2表に示す。

また、応答解析に用いる減衰定数は、資料６－４「地震応答解析の基本方針」に示した値を用いる。

第2-2表　配管条件における対象設備の例（設計基準対象施設）

配管の条件	対象設備	対象配管
最高使用温度が150℃を超え、かつ口径が4B以上の配管	なし	なし
上記以外の配管	・気体、液体又は個体廃棄物処理設備	・廃棄物処理設備配管

2.2　耐震計算の基本原則

(1) 配管及び支持構造物の耐震計算はJEAG4601等に基づき、耐震設計を実施する。

また、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号、最終改正平成15年7月29日経済産業省告示第277号）に関する内容については、「発電用原子力設備規格　設計・建設規格（2012年版）〈第Ⅰ編　軽水炉規格〉JSME S NC1-2012」（日本機械学会）、及び「発電用原子力設備規格　材料規格（2012年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）に従うものとする。

(2) JEAG4601に従い、許容応力をJSME S NC1 及びJSME S NJ1付録材料図表を用いて計算する際は、配管の最高使用温度に応じた値をとるものとするが、最高使用温度がJSME S NJ1付録材料図表に記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算する。なお、地震時の状態と組み合わせる運転状態における使用温度が最高使用温度よりも高い場合は、当該使用温度を用いることとする。

2.3　設計の原則及び手順

(1) 配管、弁及びこれらの支持構造物は、耐震クラスに応じた地震力に耐え、かつ同時に配管の熱膨脹による応力が過大とならないように応力低減を図るものとする。

(2) 配管、弁及びこれらの支持構造物は、剛に設計することとし、地震荷重、自重、配管の熱膨脹荷重及び機械的荷重に対して十分な強度を有するものとする。

3. 標準支持間隔法による配管の耐震計算について

3.1 概要

標準支持間隔法による配管の耐震計算は、配管を直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部の各要素に分類し、要素ごとに許容値を満足する最大の支持間隔を算出する。標準支持間隔法の適用範囲は第2-1表に基づくこととし、耐震Bクラスの条件で算定を行う。

直管部については、各建屋における地震時の応答解析結果に基づき、配管に生ずる応力が許容応力以下となるように最大の支持間隔を求め、これを直管部に対する標準支持間隔とする。配管の直管部は、この標準支持間隔以内で支持することにより耐震性が確保できる。

なお、直管部の標準支持間隔算出に当たっては、配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数ごとに、解析条件を満足する支持間隔をそれぞれ計算し求める。

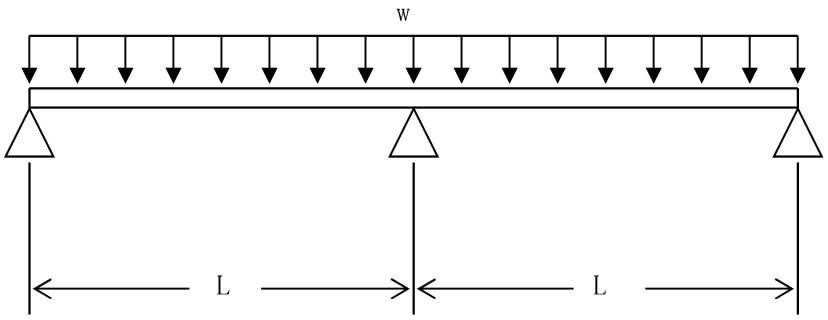
配管の曲がり部、集中質量部及び分岐部については、直管部と同等以上の耐震性を有するように、それぞれ直管部の標準支持間隔に対する支持間隔比を求め、各要素の支持間隔を算出する。配管の曲がり部、集中質量部及び分岐部については、各要素の支持間隔以内で支持することにより耐震性が確保できる。なお、3次元はりモデル解析では、これらの部位に対しては応力係数を考慮しているが、標準支持間隔法では支持間隔比を考慮することにより、3次元はりモデルより保守的な評価となるようにする。また、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で、最も短いものを適用して評価を行う。

本章では、上記により求めた直管部標準支持間隔、曲がり部、集中質量部及び分岐部の支持間隔を基に配管に支持点を設定する場合の例を示す。その他、標準支持間隔法により配管を設計する場合の考慮事項及び標準支持間隔法で設計することが困難な場合の処置方法についても示す。

3.2　直管部の支持間隔

3.2.1　解析モデル

配管を下図のように支持間隔Lで3点支持した等分布質量連続はりにモデル化する。支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし、軸方向及び回転に対しては自由とする。



L　：直管部標準支持間隔

w　：単位長さ当たりの質量

3.2.2　解析方法

配管について、設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して、解析コード「SPAN2000[redacted]」を用いて直管部の標準支持間隔を求める。

3.2.3　解析条件

(1) 設計用地震力

設計基準対象施設の配管については資料６－１「耐震設計の基本方針」に示している設計用地震力を用いて評価を行う。

使用する設計用床応答曲線は資料６－５「設計用床応答曲線の作成方針」に示す設計用床応答曲線を用い、配管の敷設されている床面を包絡し、原則として安全側に谷埋め（ある周期の床応答加速度に対し、その周期より柔側において加速度が小さい場合、即ち「谷」がある場合、剛側の加速度にし「谷」を埋める。（以下「谷埋め」という。））及びピーク保持（床応答加速度が最大となる周期より柔側においても最大の加速度を保持する。（以下「ピーク保持」という。））を行う。

(2) 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる設計用減衰定数は、資料６－４「地震応答解析の基本方針」に示している設計用減衰定数のうち、下表に示す設計用減衰定数を適用する。

なお、適用に当たり配管系の支持点間の間隔は以下の条件を満たすこととする。

配管区分		減衰定数(注1,2)（%）	
		保温材無	保温材有
Ⅲ	Uボルトを有する配管系で、Uボルト（水平配管の自重を架構で受けるもの）の数が4個以上(注3)のもの	2.0	3.0
Ⅳ	配管区分Ⅲに属さないもの	0.5	1.5

（注1）水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

（注2）既往の研究等において試験及び解析等により妥当性が確認されている値。また、金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5%とする。

（注3）解析ブロック端から解析ブロック端までの間に、水平配管の自重を架構で受けるUボルト支持具の数(解析ブロック端は3次元はりモデルと同様に6軸拘束のアンカ若しくは、x,y,zの各方向をそれぞれ2回ずつ拘束するサポート群)

(3) 床区分

解析に当たっては、配管が設置される建物・構築物の床面毎の設計用床応答曲線を使用して各床面の直管部標準支持間隔を求めるものとする。床区分を、第3-1表「設計用床応答曲線区分」に示す。

(4) 配管質量

配管の質量は、配管自体の質量と内部流体の質量を合計した値とする。なお、内部流体については、自重が重くなるように実際の内部流体に係わらず液体にしている。さらに、保温材を施工する配管の質量は保温材の質量も加えた値とする。

(5) 配管応力

配管に生ずる応力は、JEAG4601・補-1984の計算式に基づき地震による応力の他に内圧及び自重による応力を求め、資料６－１「耐震設計の基本方針」に基づき応力評価を行うものとする。許容応力については、資料６－７「機能維持の基本方針」に基づき算定する。

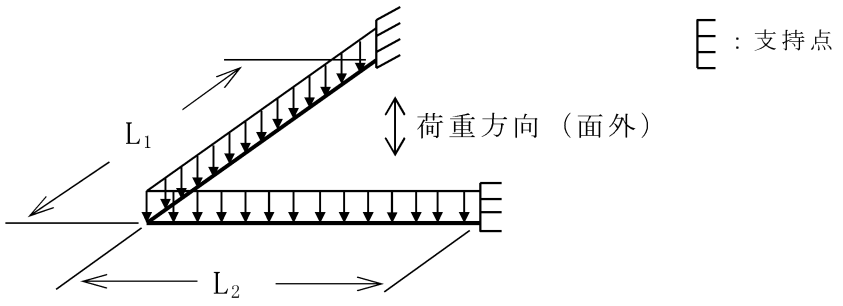
第3-1表　設計用床応答曲線区分

建　屋	床応答曲線高さ E.L.　(m)
外周建屋	
燃料取扱建屋	

3.3　曲がり部の支持間隔

3.3.1　解析モデル

配管の曲がり部は、次に示すようにピン結合両端固定の等分布質量の連続はりにモデル化する。



L_1、L_2	：曲がり部から支持点までの長さ
L_E	：曲がり部支持間隔（$L_E = L_1 + L_2$）
w	：単位長さ当たりの質量
荷重方向	：耐震性の評価方向
面外	：配管で構成される面に対して直角方向

3.3.2　解析条件及び解析方法

① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。

② 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。

③ 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

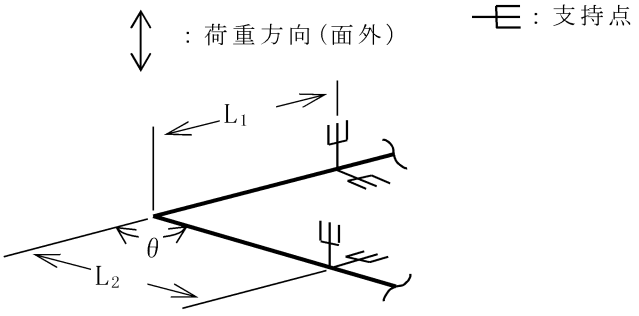
④ ①、②、③項の各条件を満足する理論解を$\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$の関数として$\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$の最大値$\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$を求める。

ただし、L_0は直管部標準支持間隔を表す。L_1、L_Eは「3.3.1　解析モデル」、L_E'は「3.3.3　解析結果及び支持方針」参照。

⑤ 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.3.3　解析結果及び支持方針

解析結果を第3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、曲がり部をはさむ支持構造物間距離を直管部標準支持間隔に対する比として示すものであり、次に示すとおり、第3-1図の許容領域内に配管を支持するものとする。



$L_1 + L_2 \leqq L_E'$

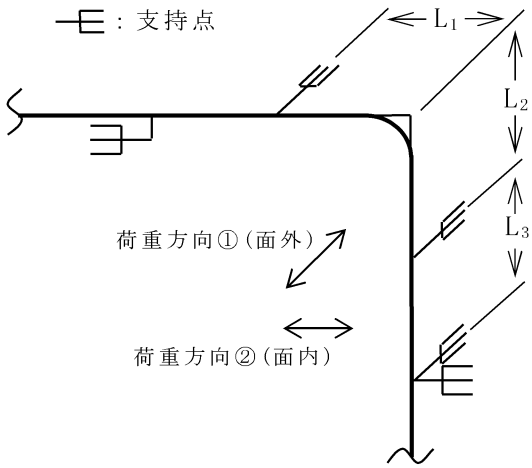
L_E'は、L_0（直管部標準支持間隔）に、
第3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」より求まる
$\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を乗じた長さ。

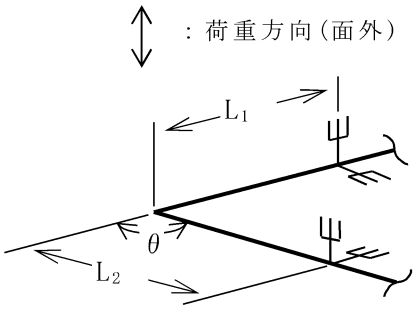
また、配管系及び支持構造物の設計上、L_1又はL_2あるいはその両方を長くする必要がある場合は、面外振動を拘束する支持構造物を設け、次式を同時に満足すること。

荷重方向①(面外)に対して
$L_1 + L_2 \leqq L_E'$

荷重方向②(面内)に対して
$L_2 + L_3 \leqq L_0$

面内：配管で構成される面に
対して平行な方向



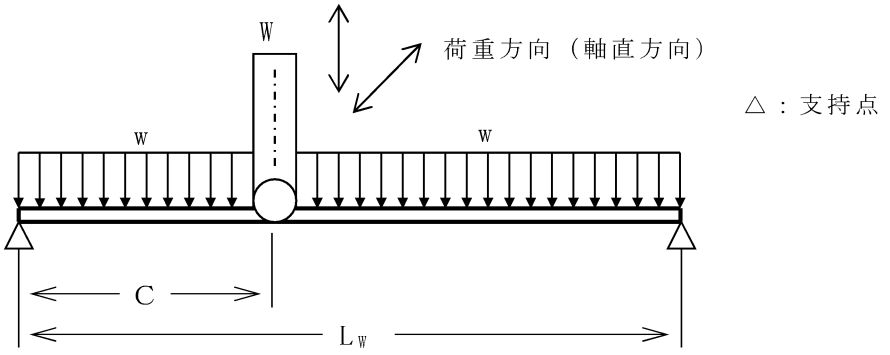


第3-1図　曲がり部支持間隔グラフ

3.4　集中質量部の支持間隔

3.4.1　解析モデル

配管に弁等の重量物が設置される集中質量部は、次のように任意の位置に集中質量を有する両端支持の連続はりにモデル化する。



L_W	：集中質量部支持間隔
C	：支持端から集中質量点までの長さ
w	：単位長さ当たりの質量
W	：集中質量
荷重方向	：耐震性の評価方向

3.4.2　解析条件及び解析方法

① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。

② 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。

③ 自重及び鉛直地震力による集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントよりも小さいこと。

④ ①、②、③項の各条件を満足する理論解を各々$\left(\frac{C}{L_W}\right)$をパラメータとし、$\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$の関数として$\left(\frac{L_W}{L_0}\right)$の最大値を求める。

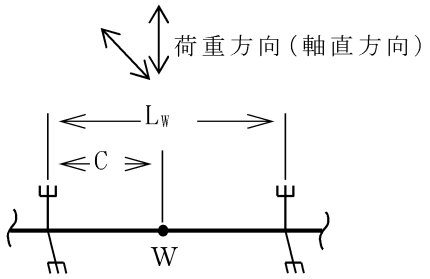
ただし、L_0は直管部標準支持間隔を表す。L_W、C、w、Wは「3.4.1 解析モデル」参照。

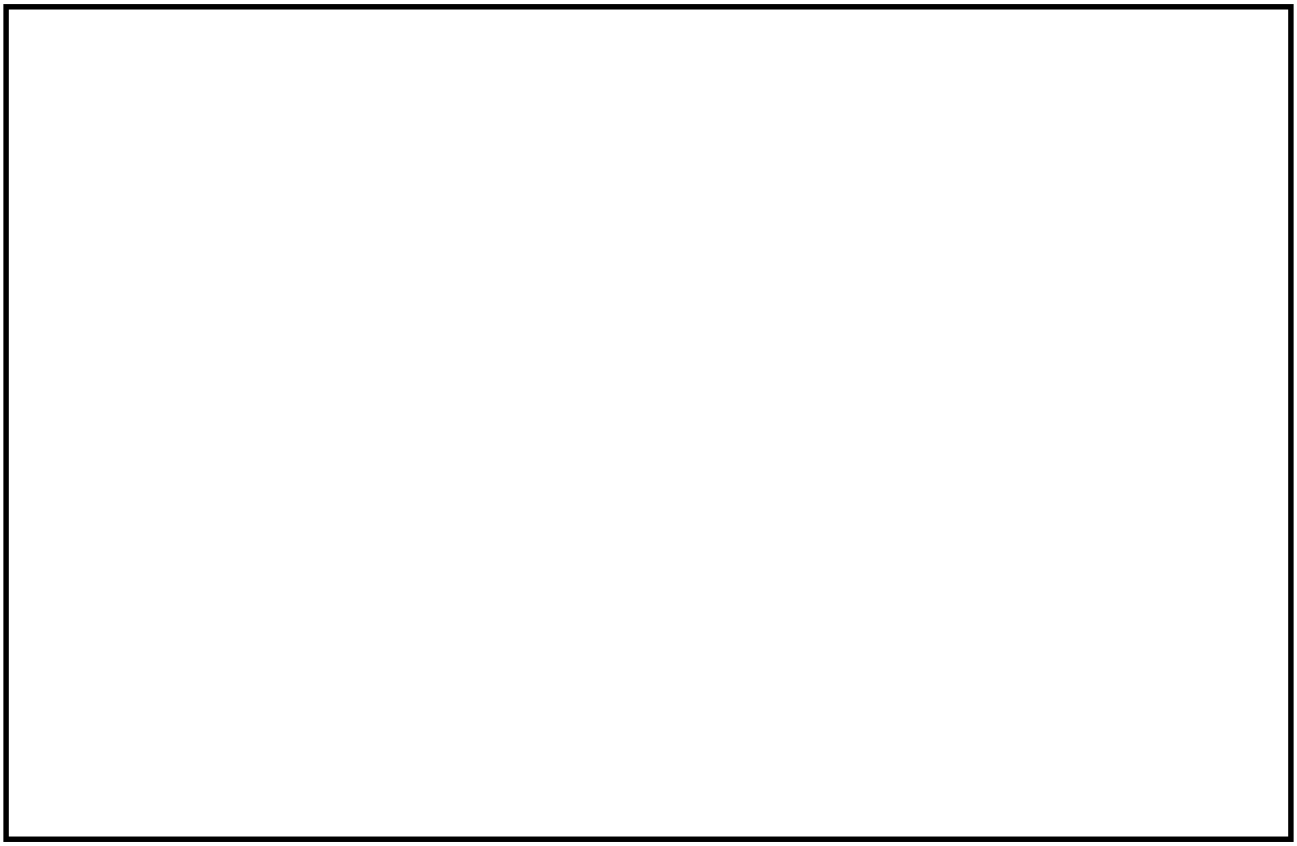
⑤ 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.4.3　解析結果及び支持方針

解析結果を第3-2図「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。第3-2図は、弁等の重量物が設置された場合の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、低温配管中の電動弁、空気作動弁については、配管系及び弁自体の剛性を適切に評価し、弁駆動部の偏心荷重によって過大な荷重が配管に生じないように配管並びに必要に応じ、弁上部を支持する。



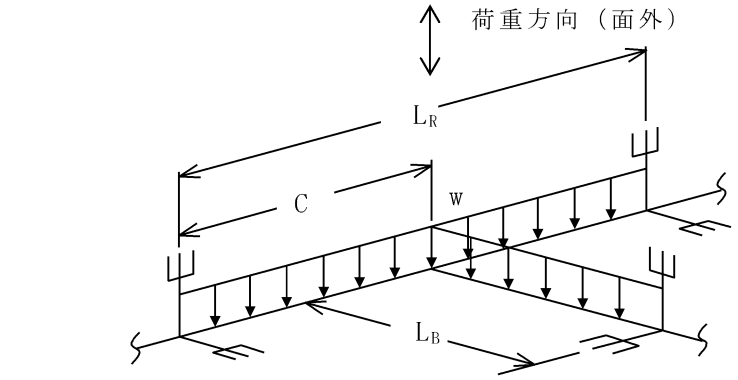


第3-2図　集中質量部支持間隔グラフ

3.5　分岐部の支持間隔

3.5.1　解析モデル

配管の分岐部は、次に示すように分岐部の支持端を単純支持はりとする等分布質量の連続はりにモデル化する。分岐管はピン結合とする。



：支持点

L_R　：分岐部母管長さ

L_B　：枝管長さ

C　　：母管支持点から枝管取付け点長さ

w　　：単位長さ当たりの質量

荷重方向　：耐震性の評価方向

面　外　　：配管で構成される面に対して直角方向

3.5.2　解析条件及び解析方法

① 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。

② 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。

③ 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

④ ①、②、③項の各条件を満足する理論解を各々$\left(\frac{C}{L_R}\right)$をパラメータとし、$\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$の関数として$\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$の最大値を求める。

ただし、L_0は直管部標準支持間隔を表す。L_R、C、L_Bは「3.5.1　解析モデル」参照。

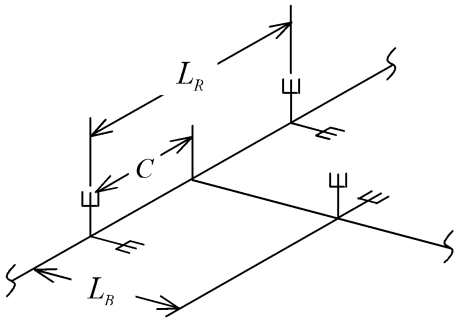
⑤ 支持点間の標準支持間隔比より求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

3.5.3　解析結果及び支持方針

解析結果を第3-3図「分岐部支持間隔グラフ」に示す。第3-3図は、分岐部の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径分岐の場合は、各口径に対応する標準支持間隔のうち最短のものを選定して分岐部支持間隔を求める。

L_R ：分岐部母管長さ
L_B ：枝管長さ
L_0 ：直管部標準支持間隔
C ：母管支持点から
　　枝管取付け点長さ



第3-3図　分岐部支持間隔グラフ

3.6　支持点の設定方法

標準支持間隔法を適用して配管に支持点を設ける場合の手順は、対象とする配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に基づき、直管部標準支持間隔を選定し、この直管部標準支持間隔をもとに各要素（直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部）の支持間隔を定めるとともに、各要素の評価方向が拘束されるように支持点の設定を行う。

3.6.1　直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔

直管部標準支持間隔は、配管仕様（材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体、単位長さ当たりの質量）、建屋、床区分及び減衰定数別に算出していることから、設計する配管仕様、建屋、床区分及び減数定数に応じて選定する。直管部については、この直管部標準支持間隔以内で支持し、また、曲がり部、集中質量部及び分岐部については、各々の支持間隔比に直管部標準支持間隔を乗じた支持間隔以内で支持する。

3.6.2　各要素の評価方向

配管の各要素（直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部）は、これらの形状が持つ特性から、同程度の荷重が負荷されても方向により各要素の応力又は固有振動数への影響が異なるため、最も影響が大きい方向を評価（荷重）方向と特定して、支持間隔を定めている。支持点の設定に当たっては、次に示す各要素の評価方向が拘束されるようにする。

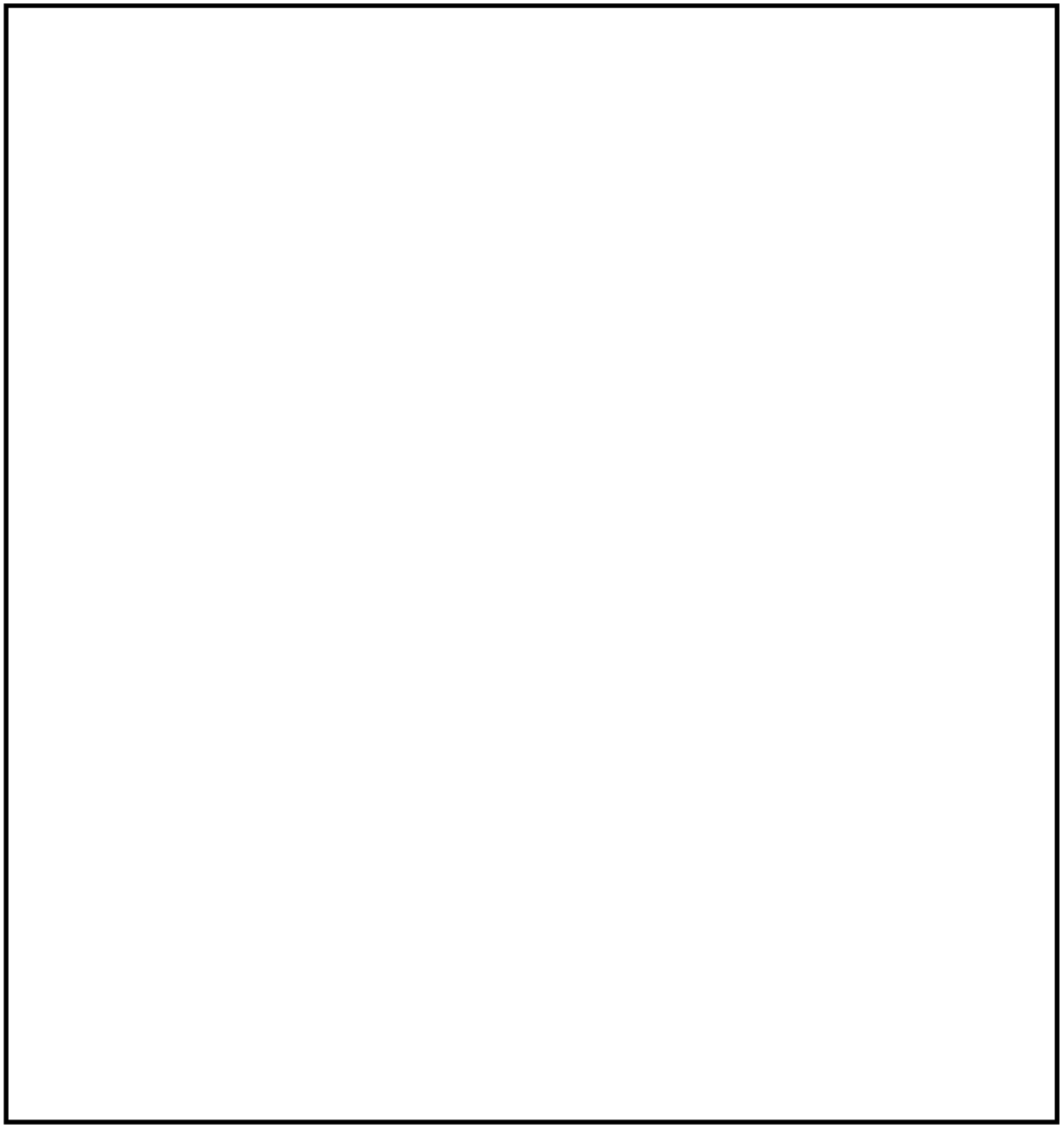
(1) 直管部及び集中質量部の支持間隔は、配管軸直 2 方向
(2) 曲がり部の支持間隔は、曲がり部をはさむ両辺で作る面の面外方向
(3) 分岐部の支持間隔は、母管と分岐管が作る面の面外方向

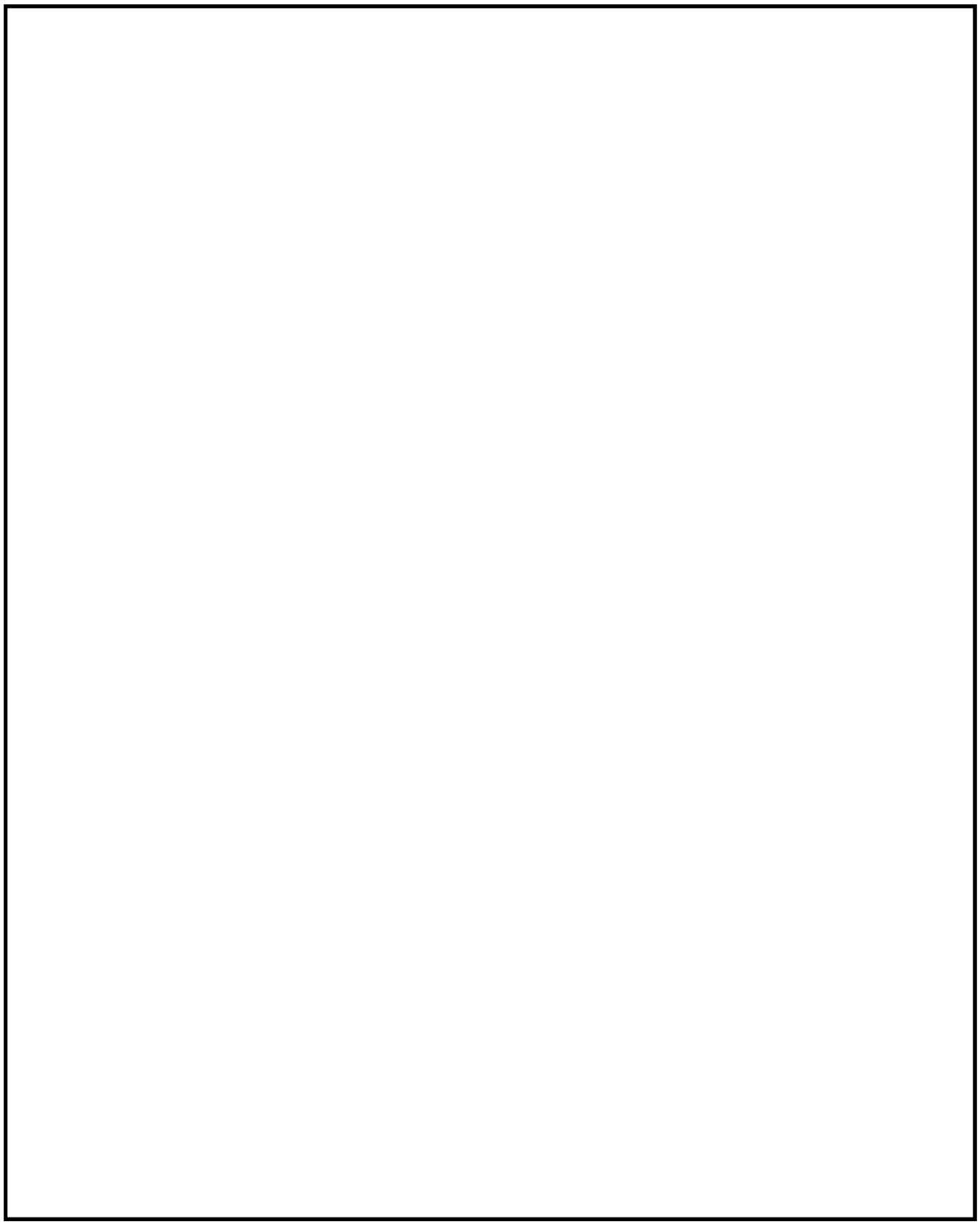
なお、配管軸方向の評価は、配管軸方向の配管質量を集中質量とみなし、それに直交する配管上の支持点で評価することとして、集中質量部の支持間隔を用いる。

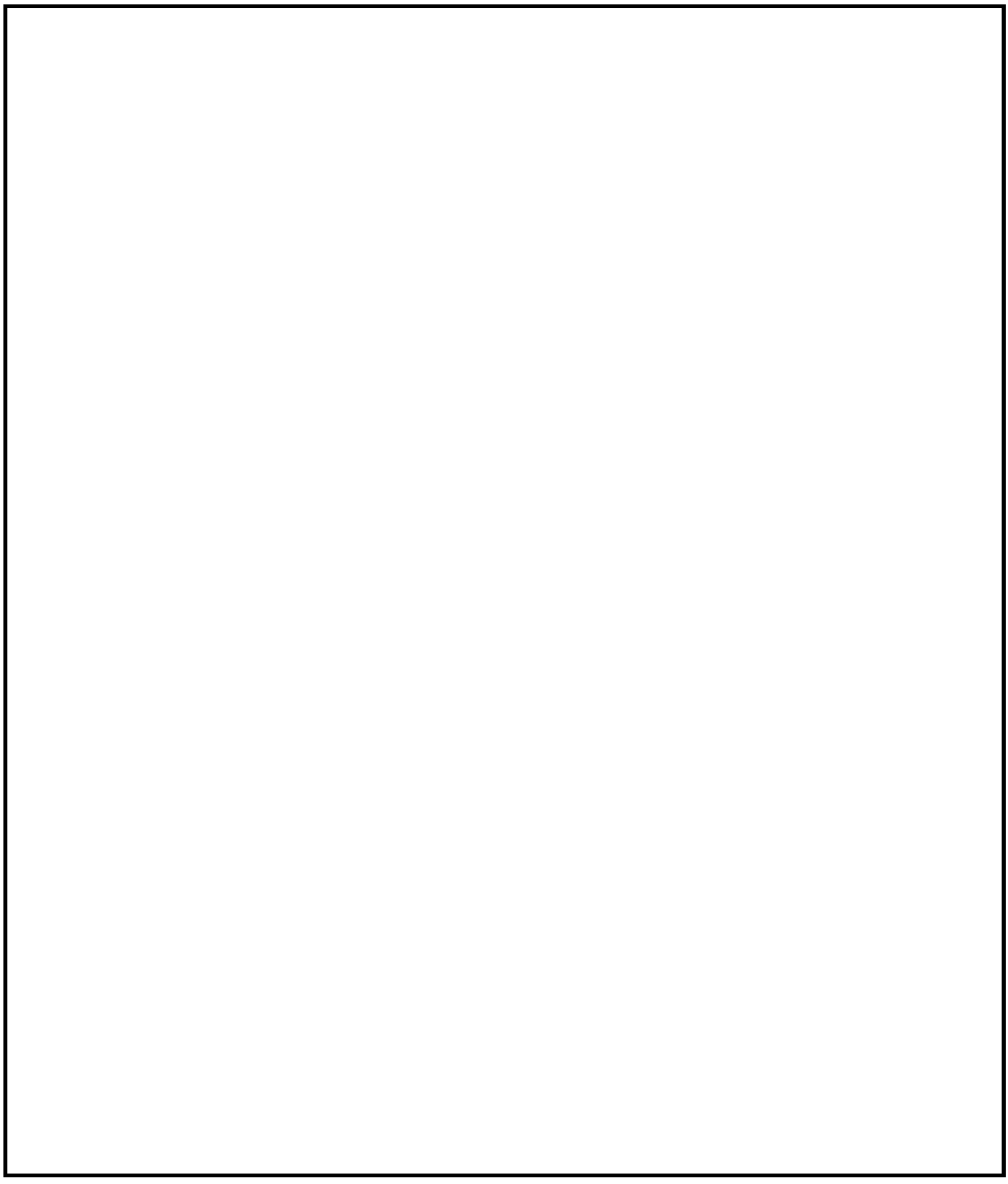
以上を考慮するとともに、各要素の方向（配管軸直と軸方向の3方向）ごとに拘束されていない方向がないようにする。

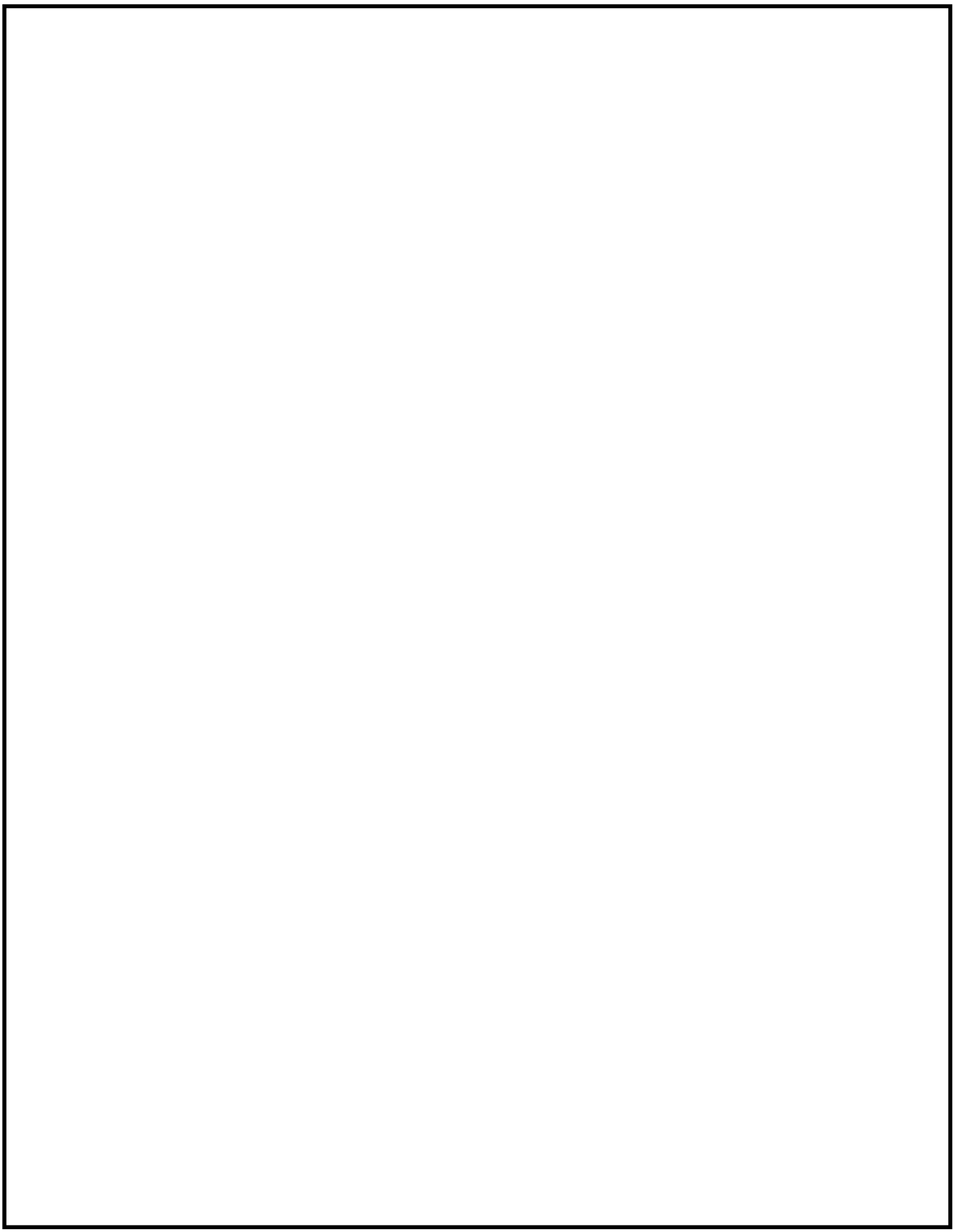
3.6.3　支持点の設定方法及び手順

下記の配管を例に、具体的な支持点の設定方法及び手順を(1)～(9)項に示す。









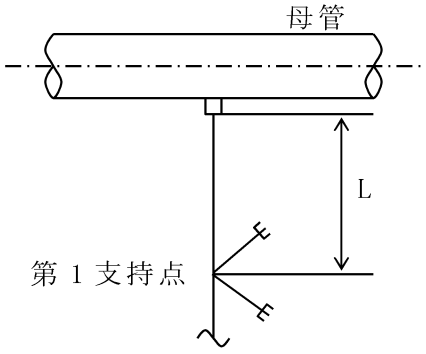
3.7　支持点を設定する上での考慮事項

配管の各要素に対応した支持間隔を満足するとともに、次の事項も考慮して設計する。

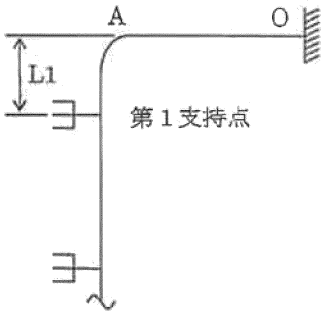
なお、以下に示す「3.7.1　分岐部」及び「3.7.2　機器との接続部」については昭和５６年１０月１７日付け56資庁第7068号にて認可された添付資料１１－２「配管の耐震支持方針」の記載と同様の考慮を行う。

3.7.1　分岐部

配管の分岐部で母管に熱膨張又は地震による変位がある場合は、分岐部から第1支持点までの長さＬを、これらの変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



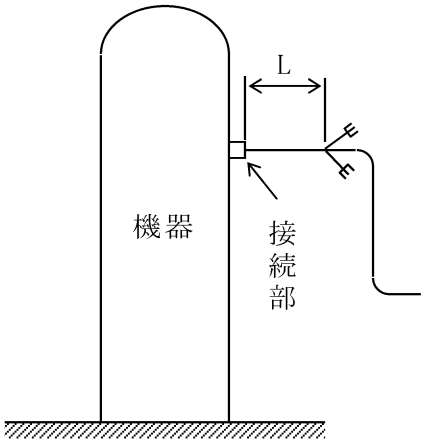
また右図のような曲げ部でＡＯ間の熱膨張変位がある場合は、曲げ部から第１支持点までの長さＬ１を、これらの変位により発生する応力が許容応力以下となるように定める。



3.7.2　機器との接続部

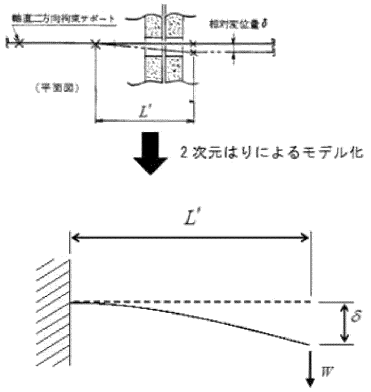
機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部（固定点）近傍で支持することができない場合がある。

この場合のＬは、「3.7.1　分岐部」と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



3.7.3　建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位による発生応力を加味して、配管の設計及び支持方法を定める。



L'	：建屋間をわたる配管の直管部長さ
δ	：建屋間相対変位
$W=\frac{3EI\delta}{L'^2}$	：建屋間相対変位δにより生じる荷重
$M=WL'$	：建屋間相対変位δにより生じるモーメント
$\sigma=\frac{i_2M}{Z}$	：二次応力（配管の状態に応じた応力係数i_2を適用）

3.7.4　弁

配管に弁が設置される場合は、第3-2図「集中質量部支持間隔グラフ」に基づき前後の支持点が決められる。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁質量を負荷することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

3.7.5　建屋階層

支持間隔は床区分ごとに設定されているため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短いものを適用して評価を行う。

3.8　設計上の処置方法

標準支持間隔法による配管の耐震設計においては、各要素の支持間隔又は各要素の支持間隔を組み合わせた支持間隔を用いる。標準支持間隔法によることが困難な場合は、次のいずれかの方法で対処する。

(1) 配管系を3次元はりモデルとして解析を行い、配管の設計及び支持方法を定める。

(2) 当該配管が150℃以下又は口径4B未満であることを確認した上で、直管部標準支持間隔を算出する解析モデルを、当該配管固有の設計条件（制限振動数、適用床区分、適用減衰定数、解析ブロック範囲、配管系内最小必要支持点数、圧力、温度、支持構造物の固有振動数、設計用床応答曲線、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たりの質量）に応じて設定する。

3.9　標準支持間隔

申請対象配管の配管仕様を第3-2表「配管仕様」に、申請対象配管に適用する支持間隔を第3-3表「直管部標準支持間隔」に示す。

なお、配管への標準支持間隔の適用に当たっては、動的地震力による標準支持間隔と静的地震力による標準支持間隔を比較し、短い方を用いることとする。

第3-2表　配管仕様

機器等の区分	機器名	材料	呼び径(B)	外径(mm)	厚さ(mm)	単位長さ当たりの質量(保温材の有無)(kg/m)	内圧(MPa)	温度(℃)	番号(注1)
クラス3管	廃棄物処理設備配管	SUS304TP	2	60.5	3.9				1
		SUS304TP	2	60.5	3.9				2
		SUS304TP	2	60.5	3.9				3

(注1) 表記番号は、第3-3表「直管部標準支持間隔」の番号と対応する。

第3-3表　直管部標準支持間隔

建屋	E.L. (m)	材　　料	呼び径 (B)	保温材の有無	長さ当たりの質量 (kg/m)	解析結果				番号 (注1)
						支持間隔 (m)	固有振動数 (Hz)	一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
外周建屋 燃料取扱建屋	[redacted]	SUS304TP	2	無	[redacted]	3.8	11.5	237	432	1
		SUS304TP	2	無		3.8	11.5	238	432	2
		SUS304TP	2	無		3.7	11.9	226	401	3

（注1）表記番号は、第3-2表「配管仕様」の番号と対応する。

4. 支持構造物の耐震計算の方針

4.1 概要

配管及び弁の支持構造物は、地震時に配管及び弁に発生する荷重を支持する必要がある。支持構造物の設計に当たっては、支持構造物に作用する設計用荷重が、支持構造物の型式ごとに設定されている定格荷重又は最大使用荷重以下となるように支持構造物を選定する。従って、定格荷重又は最大使用荷重に対する支持構造物の健全性を確認することにより、支持構造物の耐震性を確認することができる。

本章では、支持装置、支持架構及び埋込金物から構成される支持構造物の設計原則を示すとともに、支持構造物の型式ごとの定格荷重又は最大使用荷重に対する耐震計算の方針を示す。

なお、支持構造物は、評価の基本式は同一であり、かつ地震荷重が支配的であることから、強度計算を含めた耐震計算の方針を示す。

4.1.1 設計原則

(1) 支持構造物の設計要領

a. 地震荷重、自重、配管の熱膨張荷重及び機械的荷重によって、支持構造物に生ずる応力が許容応力以下となるように設計する。

b. 標準支持間隔法による配管の支持構造物は、直管部標準支持間隔における地震時の支持点荷重を用いて設計を実施する。なお、支持点荷重を低減する必要のある場合は、実支持間隔による荷重を適用する。

(2) 支持構造物の設計に用いる荷重

a. 地震荷重が支配的となる運転温度の低い配管の支持構造物の場合は、弾性設計用地震動Sdによる地震力に、2分の1を乗じた地震力作用時の荷重を標準支持間隔荷重と定義し、標準支持間隔荷重が許容応力状態$B_A S$を基準として設定された定格荷重又は最大使用荷重以下となるように選定する。

b. 支持構造物の型式ごとに許容し得る荷重として設定されている荷重のことを支持構造物の定格荷重又は最大使用荷重と言う。定格荷重は、1方向(取付け方向)のみ拘束機能を有する支持装置に対して、最大使用荷重は、2方向以上の拘束機能を有する支持構造物に対して用いる。

c. 標準支持間隔荷重は、直管部標準支持間隔における3.9項に示す配管の発生応力（σ_{total}）から地震及び自重による応力を求めることで、次の計算式により算出する。なお、地震力は、動的地震力と静的地震力とで比較を行って大きい方を用いる。

（動的地震力が支配的な場合）

$R_{水平}$ ＝ [redacted] （注1）

$R_{鉛直}$ ＝ [redacted] （注1）

（静的地震力が支配的な場合）

$R_{水平}$ ＝ [redacted]

$R_{鉛直}$ ＝ [redacted]

L_0　：直管部標準支持間隔（mm）

Z　：断面係数（mm^3）

λ　：振動数係数

$R_{水平}$ ：水平方向の支持荷重（N）標準支持間隔荷重（N）

$R_{鉛直}$ ：鉛直方向の支持荷重（N）標準支持間隔荷重（N）

σ_{total} ：配管に生ずる応力の合計値（MPa）

（$\sigma_{total} = \sigma_H + \sigma_V + \sigma_d + \sigma_p$）

σ_H　：水平方向地震力により配管に生ずる応力（MPa）

σ_V　：鉛直方向地震力により配管に生ずる応力（MPa）

σ_d　：自重により配管に生ずる応力（MPa）

σ_p　：内圧により配管に生ずる応力（MPa）

（注1）近似式であるが、λを１次モードの振動数係数

λ ＝ [redacted]

とすることで、動的地震力により配管に生ずる応力と支持点荷重の関係を求めることができる。

4.2　支持装置及び支持架構の耐震計算方法

4.2.1　概要

支持装置及び支持架構について、十分な耐震性を有する事を確認するための方法を次に示す。

4.2.2　適用基準

耐震計算は、JEAG4601に基づき実施する。

4.2.3　応力評価の方針

(1) 応力評価

支持装置又は支持架構に、定格荷重又は最大使用荷重が作用した際の発生応力が許容応力以下であることを応力評価により確認する。

(2) 標準支持間隔法を適用する配管の支持装置及び支持架構

定格荷重又は最大使用荷重が作用した場合の発生応力が、許容応力状態B_ASの許容応力以下であることを確認する。

(3) 許容応力

支持装置及び支持架構に適用する許容応力状態を、第4-1表「支持装置及び支持架構に適用する許容応力状態」、各許容応力状態に対する許容応力を、第4-2表「各許容応力状態に対する許容応力」、代表的な建屋における支持架構の設計条件及び許容応力を第4-3表「支持架構の設計条件及び許容応力」に示す。

第4-1表　支持装置及び支持架構に適用する許容応力状態

		許容応力状態
		標準支持間隔法
支持装置	Uボルト	B_AS
	Uバンド	B_AS
	ピン	B_AS
支持架構 (注1)		B_AS

（注1）配管の軸直方向を直接拘束する機能を有する鋼材については、ビームとして支持装置の評価をする。

第4-2表　各許容応力状態に対する許容応力

許容応力状態	許容応力				
	引　張	せん断	圧　縮	曲　げ	支　圧
I_A、II_A	f_t	f_s	f_c	f_b	f_p
B_AS	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$

第4-3表　支持架構の設計条件及び許容応力

建　　屋 (注1)	材　料 (注1)	設計温度 (℃)	F (注2) (MPa)	支持構造物振動数の制限値 (Hz)
外周建屋	[redacted]			[redacted]
燃料取扱建屋				[redacted]

（注1）代表的な建屋における使用材料を示す。同等以上の強度をもつ他の鋼材も使用可能とする。

（注2）支持構造物の許容応力を決定するための基準値Ｆは、JSME S NC1 SSB-3121.1に定める値を用いる。

4.2.4　支持装置及び支持架構の耐震計算式

(1) 記号の定義

支持装置及び支持架構の耐震計算に使用する記号は、次のとおりとする。

	記　　号	単　　位	定　　義
Uボルト及びUバンドの耐震計算に使用するもの	A_0	mm^2	Uボルトの断面積
	B	mm	Uボルトの曲げ径
	D	mm	配管の外径
	d_0	mm	Uボルトの外径
			Uバンドのボルト外径
	F	N	軸方向荷重
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_0	N	Uバンドの軸方向の許容荷重
	F_t	MPa	引張応力
	f_b	MPa	許容曲げ応力
	f_s	MPa	許容せん断応力
	f_t	MPa	許容引張応力
	ℓ	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
	ℓ_1	mm	配管中心からボルト穴までの距離
	ℓ_2	mm	ナット2面幅の半分
	ℓ_3	mm	Uバンドの配管軸方向のボルト穴間の距離
	ℓ_4	mm	Uバンドの対角のボルト穴間の距離
	M_a	N･mm	Uバンドのねじりモーメントの許容モーメント
	M_F	N･mm	曲げモーメント
	M_0	N･mm	ボルトの締付けトルク
	M_P	N･mm	配管軸直方向に生ずるモーメント
	M_Q	N･mm	配管軸直方向に生ずるモーメント
	n	本	ボルトの本数
	P、P′	N	引張方向荷重

	記号	単　位	定　　義
Uボルト及びUバンドの耐震計算に使用するもの	Q	N	せん断方向荷重
	T	N	ボルトの締付け力
	t	mm	Uバンドの厚さ
	w	mm	Uバンドの幅
	μ	―	摩擦係数 [redacted]

	記　号	単　位	定　　義
ピンの強度及び耐震計算に使用するもの	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	d	mm	部品の径
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_m	MPa	組合せ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	f_t	MPa	許容引張応力
	L	mm	クランプの板と板の距離
	M	N･mm	モーメント
	P	N	定格荷重
	Z	mm^3	断面係数

	記　　号	単　　位	定　　義
支持架構の耐震計算に使用するもの	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_t	MPa	引張応力
	f_t	MPa	許容引張応力
	M_0	N・mm	モーメント
	Z	mm^3	断面係数
	P_1	N	せん断方向荷重
	P_2	N	引張方向荷重

(2) 耐震計算式

a. Uボルト

(a) 小口径配管用Uボルト

[redacted]

小口径配管用Uボルトには、せん断方向荷重及び引張方向荷重による引張応力が発生する。また、安全側にせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するとして評価を行う。発生応力は、次の計算式により求める。

[redacted]

評価は、次に示すとおり引張及びせん断応力が許容応力以下であることを確認する。

[redacted]

(b) 中大口径配管用Uボルト

[redacted]

中大口径配管用Uボルトには、座金又はストッパーを設けて支持する。Uボルトには引張方向荷重による引張応力及びせん断方向荷重によるせん断応力が発生するとして評価を行う。発生応力は、次の計算式により求める。

[redacted]

評価は、次に示すとおり引張及びせん断応力が許容応力以下であることを確認する。

[redacted]

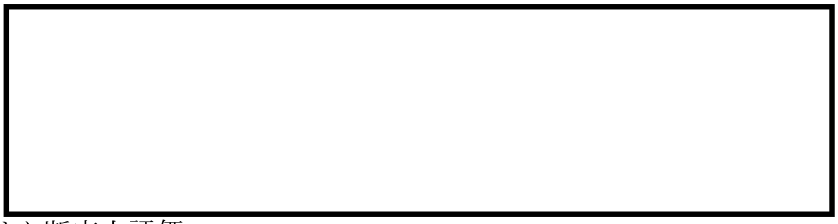
b. Uバンド

Uバンドのボルトには、せん断方向荷重及び軸方向荷重によるせん断応力並びに引張方向荷重により引張応力が発生する。なお、モーメントを拘束するUバンドのボルトは、モーメントによっても、引張応力及びせん断応力が発生する。Uバンドのパイプバンドには、引張方向荷重により曲げ応力が発生する。発生応力は、次の計算式により求める。モーメントを拘束するUバンドについては、4本のボルトによりモーメントを拘束するUバンドの計算式を代表例として示す。

(a) ボルト

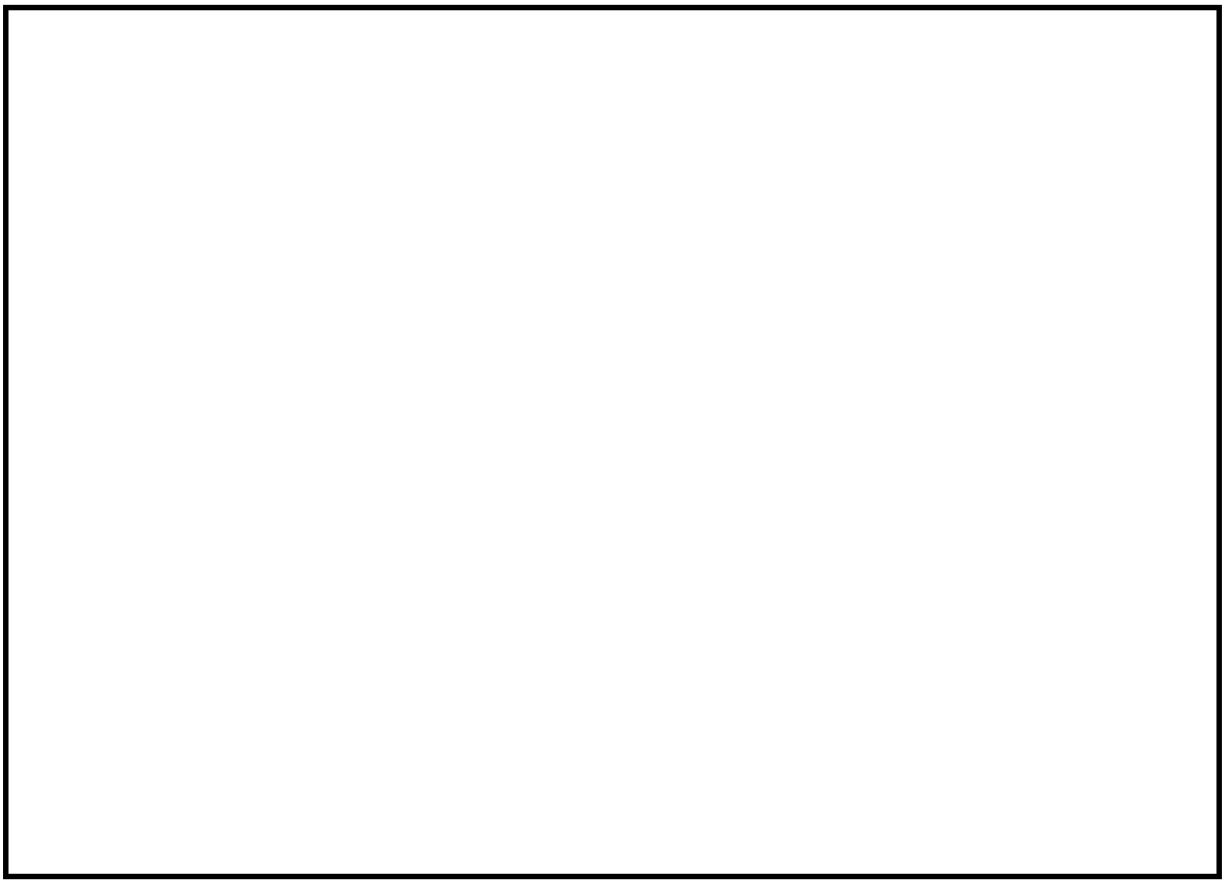
イ. 引張応力評価

引張応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



ロ. せん断応力評価

せん断応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。



ハ．組合せ応力評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

(b) パイプバンド

イ．曲げ応力評価

曲げ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

なお、モーメントを拘束するUバンドにあっては補強リブを設置しており、曲げ応力は十分小さいため評価しない。

Uバンドの軸方向荷重に対する許容荷重は、ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。従って、Uバンドの軸方向の許容荷重は、次の計算式で表され、軸方向荷重が軸方向の許容荷重以下となるようにする。

また、回転方向を拘束するUバンドのねじりモーメントに対する許容モーメントは、ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。従って、Uバンドのねじりモーメントの許容モーメントは、次の計算式で表され、ねじりモーメントが許容モーメント以下となるようにする。

c．ピン

(a) 強度部材

①ピン

(b) 各部材の計算式

イ．ピン（①）

ⅰ．曲げ応力評価

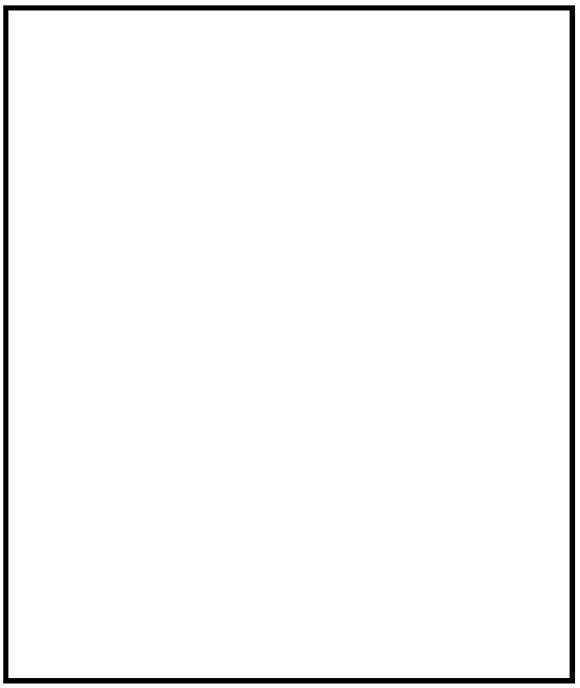
曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。

ⅱ．せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

ⅲ．組合せ応力評価

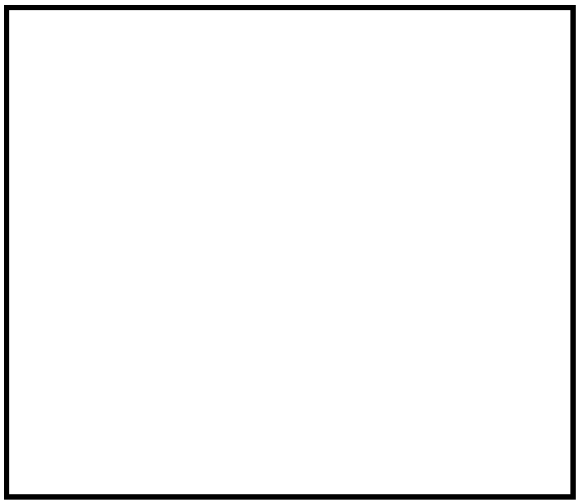
組合せ応力が、許容応力以下であることを確認する。



d. 支持架構

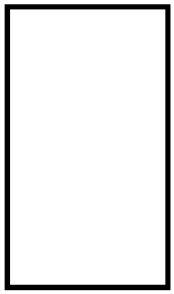
(a) 構造の代表例

支持架構の代表例として門型形状の支持架構について応力の計算式を示す。



(b) 各鋼材の計算式

支持架構の耐震評価は、配管から受ける設計荷重を用いて構造計算により最大発生応力を算出する。発生応力は、次の計算式により求める。



評価は、次に示す組合せ応力が許容応力以下であることを確認する。

4.3　支持装置の選定

4.3.1　選定方法

(1) Uボルト

Uボルトは、標準支持間隔における地震時の最大設計荷重に基づき構造を決めている。したがって、配管口径に合せて、第4-4表「標準Uボルトの選定表」の中から選定することで適用可能である。最大使用荷重は、参考値であり、超えた場合でも耐震評価を実施して適用性の確認を行うことが可能である。型式及び最大使用荷重は代表的なものであり、記載のない型式であっても、同様に設計されている最大使用荷重により選定を行うものとする。主要寸法を、第4-5表「標準Uボルト主要寸法表」に示す。

第4-4表　標準Uボルトの選定表

(単位：kN)

型　式	呼び径 (B)	Uボルト サイズ	ストッパー の有無	最大使用荷重 (注1)	
				P	Q
1	1/2				
	3/4				
	1				
2	1－1/4				
	1－1/2				
	2				
	2－1/2				
	3				
3	4				
	5				
	6				
	8				
4	10				
	12				
	14				
	16				
	18				
	20				
	22				
	24				
	28				
	30				
	36				

(注1) P：引張方向荷重

Q：せん断方向荷重

(注2) WはUボルト2個使用を示す。

第4-5表　標準Uボルト主要寸法表

（単位：mm）

型　式	呼び径 (B)	管外径 D	Uボルト寸法 A
1	1/2	21.7	
	3/4	27.2	
	1	34.0	
2	1－1/4	42.7	
	1－1/2	48.6	
	2	60.5	
	2－1/2	76.3	
	3	89.1	
3	4	114.3	
	5	139.8	
	6	165.2	
	8	216.3	
4	10	267.4	
	12	318.5	
	14	355.6	
	16	406.4	
	18	457.2	
	20	508.0	
	22	558.8	
	24	609.6	
	28	711.2	
	30	762.0	
	36	914.4	

(2) Uバンド

Uバンドは、標準支持間隔における地震時の最大設計荷重に基づき構造を決めている。したがって、配管口径に合せて、第4-6表「標準Uバンドの選定表」の中から選定することで適用可能である。最大使用荷重は、参考値であり、超えた場合でも耐震評価を実施して適用性の確認を行うことが可能である。なお型式及び最大使用荷重は代表的なものであり、記載のない型式であっても、同様に設計されている最大使用荷重により選定を行うものとする。主要寸法を、第4-7表「標準Uバンド主要寸法表」に示す。

第4-6表　標準Uバンドの選定表

（単位：kN）

呼び径 (B)	パイプバンド厚さ (mm)	ボルトサイズ	最大使用荷重 (注1)		
			P	Q	F
1/2					
3/4					
1					
1－1/2					
2					
2－1/2					
3					

（注1）P：引張方向荷重

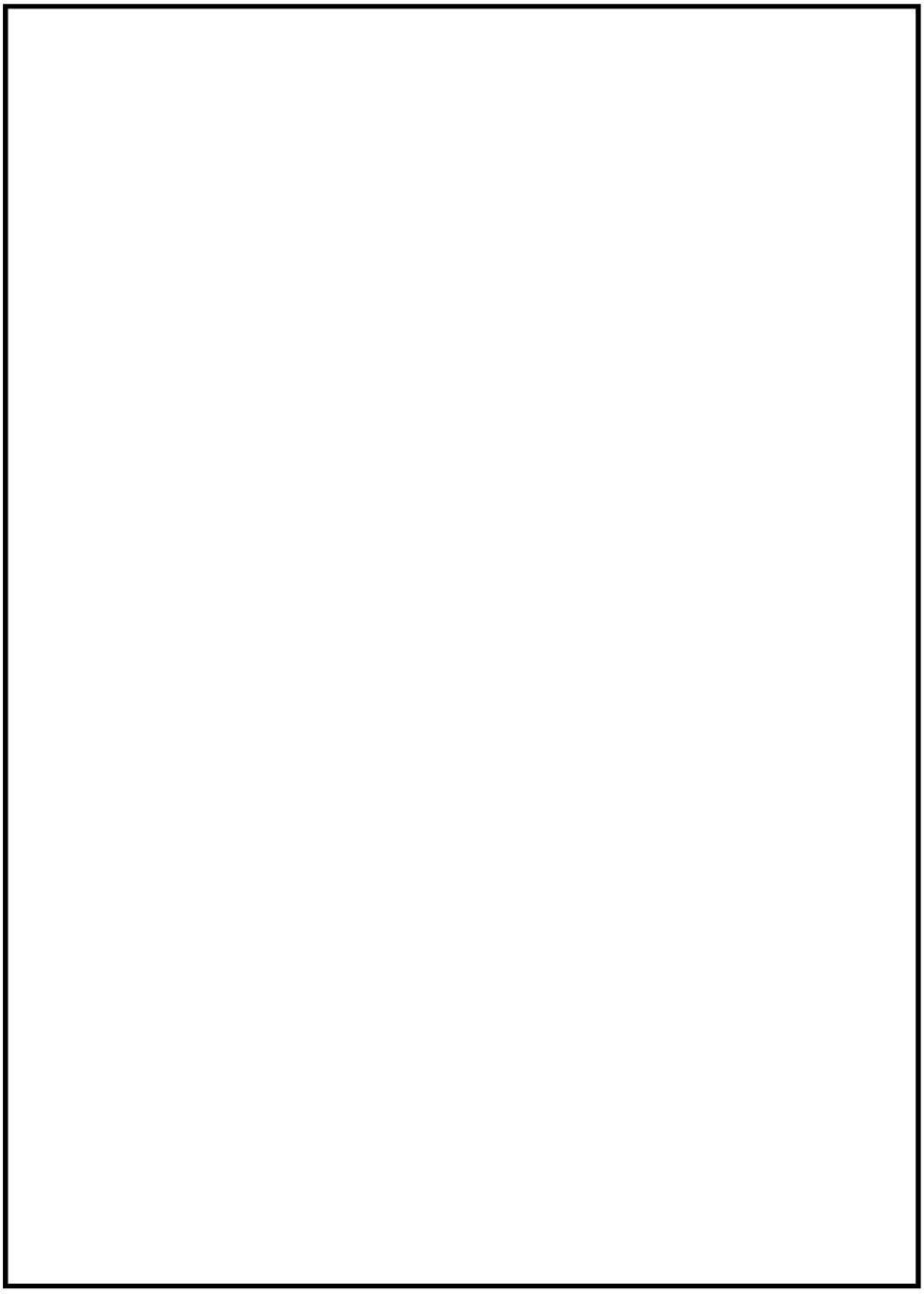
Q：せん断方向荷重

F：配管軸方向荷重

第4-7表　標準Uバンド主要寸法表

（単位：mm）

呼び径 (B)	管外径 D	パイプバンド			ボルトサイズ	締付トルク (N･m)
		R	A	t		
1/2	21.7					
3/4	27.2					
1	34.0					
1－1/2	48.6					
2	60.5					
2－1/2	76.3					
3	89.1					



(3) ピン

ピンは、支持点に発生する設計荷重に基づき、第4-8表「標準ピンの選定表」の中から定格荷重を超えない範囲で近いものを選定する。

なお、定格荷重を超える場合でも個別の耐震評価により、適用性の確認を行うことが可能である。さらに、個別評価でも厳しいケースでは構造の見直しを行う。なお、型式及び定格荷重は代表的なものであり、記載のない型式であっても、同様に設計されている定格荷重により選定を行うものとする。主要寸法を、第4-9表「標準ピン主要寸法表」に示す。

第4-8表　標準ピンの選定表

（単位：N）

型　番	定格荷重
	P
d=17	
d=22	
d=30	
d=35	
d=40	

第4-9表　標準ピン主要寸法表

（単位：mm）

型　番	ピ　　ン	
	d	L
d=17		
d=22		
d=30		
d=35		
d=40		

4.4　支持架構の選定

支持架構に用いる標準的な鋼材表を、第4-10表「鋼材表」に示す。また、基本構造を、第4-11表「基本構造一覧表」に示す。本表に記載する鋼材の中から個々の条件に応じて単独又は組合せで使用するが、同等以上の強度を持つ他の鋼材も使用可能とする。

第4-10表　鋼材表

順　位	形　状 (注2)	断面二次モーメント(cm4) (注1)		単位質量 (kg/m)
		Ix	Iy	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

（注1）表中の方向は、Ix：強軸、Iy：弱軸方向を示す。

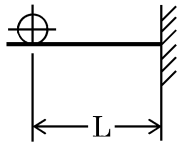
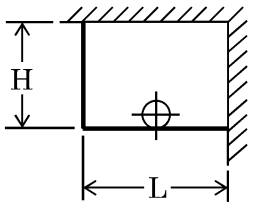
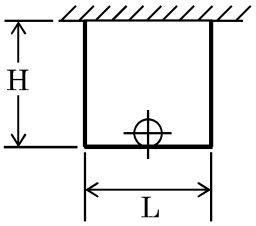
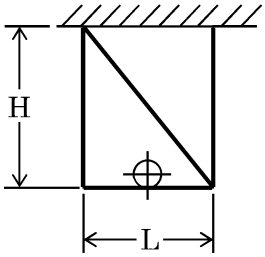
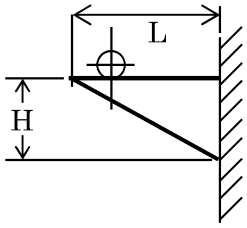
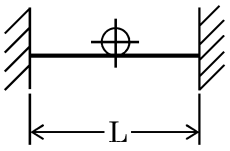
（注2）L：山形鋼

C：溝形鋼

□：角形鋼管

H：H形鋼

第4-11表　基本構造一覧表

タイプ－1	タイプ－2
	
タイプ－3	タイプ－4
	
タイプ－5	タイプ－6
	

4.5　埋込板の耐震計算方法

4.5.1　概要

支持装置及び支持架構用の埋込板について、十分な耐震性を有することを確認するための方法を示す。

4.5.2　適用基準

耐震計算は、JEAG 4601 に基づき実施する。

4.5.3　応力評価の方針

(1) 基本事項

応力評価は、支持架構にあわせて許容応力状態B_ASにおける設計荷重を用いて、許容応力以下であることを確認する。

尚、許容応力は、許容応力状態B_ASのものを用いて実施する。

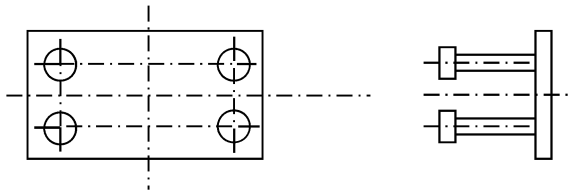
評価は、埋込板の強度部材である次の部位について実施する。

a. ベースプレート
b. スタッドジベル
c. コンクリート

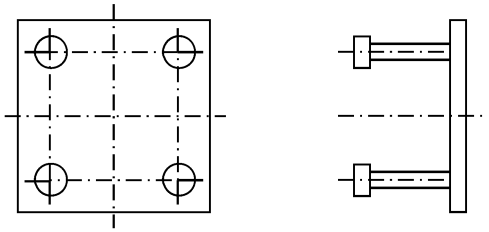
配管及び弁の支持装置及び支持架構用の埋込板には、ベースプレートの寸法及びスタッドジベルの寸法の違いにより複数種類存在するが、第 4-1 図「標準埋込金物の例」に示す標準的な型式 C、E、G の 3 種類に対する耐震評価を実施する。

コンクリートの評価は、JEAG 4601 の「機器・配管系のアンカー部評価法」に基づき耐震計算を実施することとし、ベースプレート及びスタッドジベルの評価は、設計荷重を負荷した場合のこれらの力の釣り合いから耐震計算を実施する。

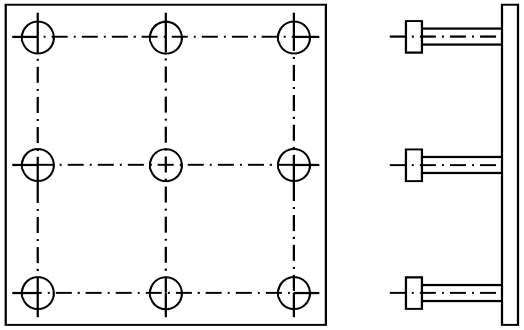
なお、埋込板の最大使用荷重は、ベースプレート、スタッドジベル及びコンクリートのうち評価上最も厳しい部位で決める。



型式C



型式E



型式G

第4-1図　標準埋込金物の例

(2) 許容応力と許容荷重

埋込板に適用する各許容応力状態に対する許容応力及び許容荷重を、第4-12表「許容応力と許容荷重」に示す。

第4-12表(1/2)　許容応力と許容荷重

許容応力状態	ベースプレート	スタッドジベル		コンクリート		
	曲げ応力 (MPa)	引張応力 (注1) (MPa)	せん断応力 (MPa)	引張荷重 (注1) (N)	せん断荷重 (N)	圧縮応力 (MPa)
I_A、II_A	f_b	f_t	f_s	$0.3 \times 0.31 \times A_c\sqrt{F_c}$	$0.4 \times 0.5_{sc}A\sqrt{E_c \cdot F_c}$	$\frac{F_c}{3}$
B_AS	$1.5f_b$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$0.45 \times 0.31 \times A_c\sqrt{F_c}$	$0.6 \times 0.5_{sc}A\sqrt{E_c \cdot F_c}$	$2 \times \frac{F_c}{3}$

(注1) 埋込板の評価では、コンクリート支圧による許容荷重が引張荷重による許容荷重より大きいことから、引張荷重を許容荷重として設定する。

(注2) 許容値は、常温における物性値を用いて算出する。

第4-12表(2/2)　許容応力と許容荷重（基準強度）

材　　質	F (MPa)	Fc (MPa)
SS400 シリコンキルド鋼 (注1)	235	―
コンクリート	―	20.6 (210(kgf/cm^2))

(注1) スタッドジベルの材質は、シリコンキルド鋼又はアルミキルド鋼を用い、許容応力は「頭付きスタッド」(JIS B 1198-1995)に記載の値を使用する。

4.5.4　埋込板の耐震計算式

(1) 記号の定義

埋込板の耐震計算で使用する記号を次に示す。

	記　　号	単　　位	定　　義
埋込板の耐震計算に使用するもの	A_c	mm^2	コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積
	a_t	mm^2	片側スタッドジベルの断面積
	B	mm	ベースプレートの矩形短辺側の長さ
	D	mm	ベースプレートの矩形長辺側の長さ
	d_t	mm	スタッドジベルからベースプレート端までの距離
	E_c	MPa	コンクリートの縦弾性係数
	e	mm	偏心距離
	F	MPa	ベースプレート及びスタッドジベルの許容応力を決定するための基準値
	F_A	N	軸方向荷重
	F_c	MPa (kgf/cm^2)	コンクリートの設計基準強度
	F_X	N	X軸方向の荷重
	F_Y	N	Y軸方向の荷重
	F_Z	N	Z軸方向の荷重
	f_b	MPa	ベースプレートの許容曲げ応力
	f_s	MPa	スタッドジベルの許容せん断応力
	f_t	MPa	スタッドジベルの許容引張応力
	H	mm	支持架構の幅
	L	mm	スタッドジベル間最大距離
	M	N･mm	曲げモーメント
	Mx	N･mm	X軸回りのモーメント
	My	N･mm	Y軸回りのモーメント
	Mz	N･mm	Z軸回りのモーメント
	N	本	スタッドジベルの全本数

	記　号	単　位	定　義
埋込板の耐震計算に使用するもの	N′	本	スタッドジベルの片側本数
	n	－	ボルトの縦弾性係数とコンクリートの縦弾性係数との比
	P	N	コンクリートのコーン状破壊における引張荷重
	P_{ca}	N	コンクリートのコーン状破壊における許容引張荷重
	Q	N	スタッドジベルのせん断荷重
	${}_{sc}A$	mm^2	スタッドジベル1本あたりの断面積
	t	mm	ベースプレートの板厚
	U	mm	支持金物の圧縮側柱面からベースプレート端までの距離
	X_n	mm	圧縮側最外端部から中立軸までの距離
	Z_t	N	スタッドジベルの引張力
	η	mm^2	ベースプレートの曲げ応力評価式に用いる係数 $(a_t \cdot n)$
	σ_b	MPa	スタッドジベルの引張応力
	σ_c	MPa	コンクリートの圧縮応力
	σ_{pc}	MPa	ベースプレートの圧縮側の曲げ応力
	σ_{pt}	MPa	ベースプレートの引張側の曲げ応力
	τ_b	MPa	スタッドジベルのせん断応力

(2) 耐震計算

埋込板には、支持架構より次の荷重が作用する。

a. 軸方向荷重

b. 曲げモーメント

c. せん断荷重

d. 回転モーメント

以上の荷重により、

(a) ベースプレートには、a項とb項の荷重の組合せにより、曲げ応力が発生する。

(b) スタッドジベルには、a項とb項の荷重の組合せにより、引張応力が発生する。また、c項とd項の荷重の組合せにより、せん断応力が発生する。

(c) コンクリートには、a項とb項の荷重の組合せにより、引張応力が発生する。

発生応力及び発生荷重は、「鉄骨柱脚部の力学性状に関する実験的研究（軸圧縮力と曲げモーメントを受ける場合)」（日本建築学会（1982年)）に基づき、次の計算式により求める。

イ．ベースプレートの計算式

（イ）ベースプレートの圧縮側の曲げ応力

ここで

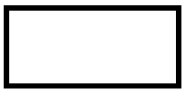
（ロ）ベースプレートの引張側の曲げ応力

ロ．スタッドジベルの計算式

（イ）スタッドジベルの引張応力

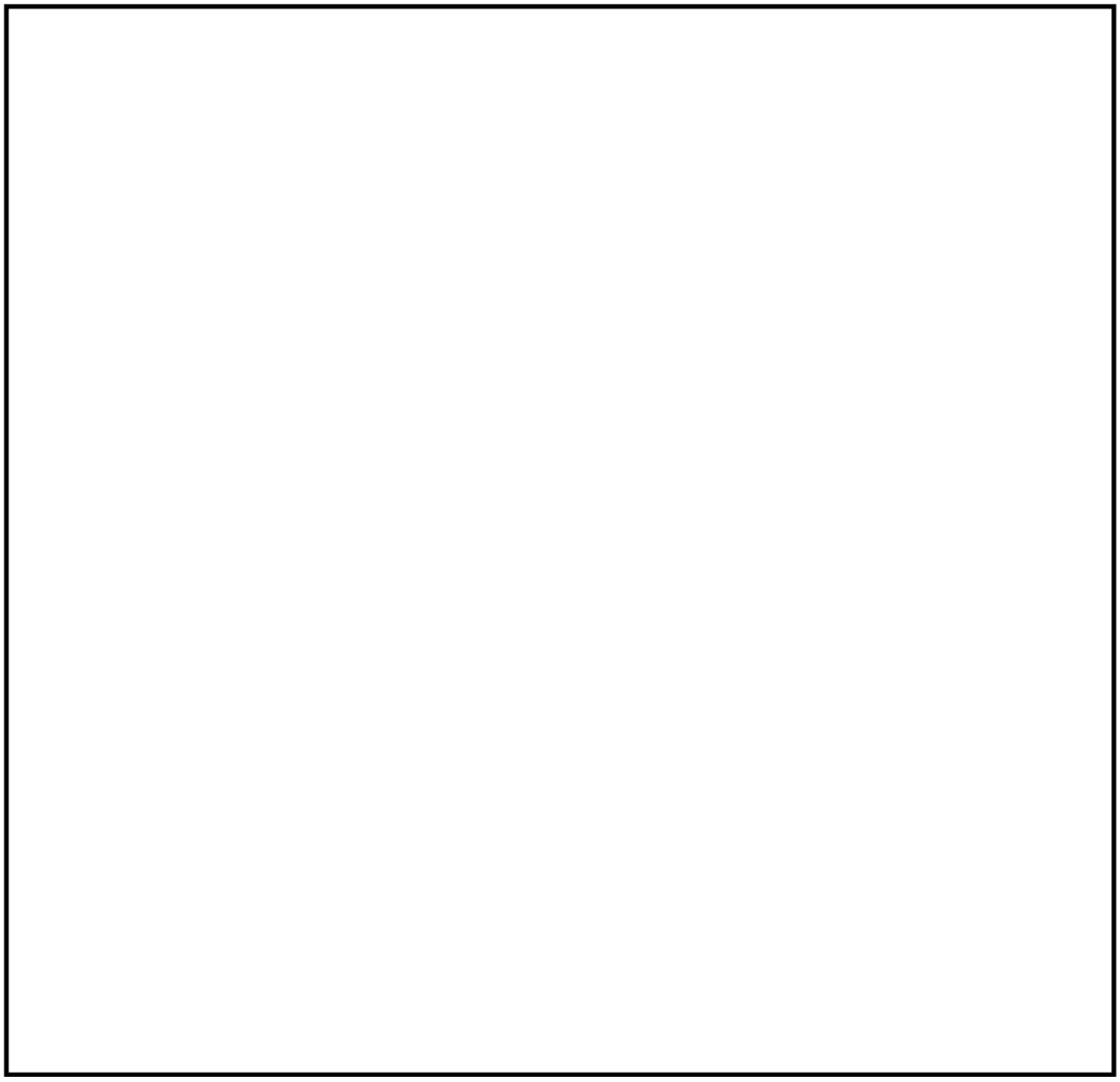
ここで

（ロ）スタッドジベルのせん断応力



ハ. コンクリートの計算式

（イ）コンクリートのコーン状破壊における引張荷重



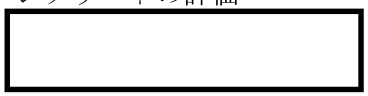
(3) 応力評価

評価は、(2)項で求めた発生応力及び発生荷重が許容値以下であることを確認する。

a. ベースプレートの評価

b. スタッドジベルの評価

c. コンクリートの評価



4.6　埋込板の選定

埋込板は、作用する設計荷重に基づき、第4-13表「標準埋込板の選定」の最大使用荷重の中から最大使用荷重を超えない範囲で近いものを選定する。

なお、最大使用荷重は、埋込板への荷重の作用状態（荷重（軸方向、せん断）及びモーメント（曲げ、回転）の作用比率）に応じて設定できるが、第4-13表「標準埋込板の選定」は、代表的な作用状態について示しており、最大使用荷重を超えた場合でも個別の耐震評価を実施して適用性の確認を行うことが可能である。主要寸法を、第4-14表「標準埋込板の寸法」に示す。

第4-13表　標準埋込板の選定

型　式 (注1)	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN･m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN･m)
C				
E				
G				

第4-14表　標準埋込板の寸法

型式	ベースプレート			スタッドジベル				
	矩形 長辺側の 長さ D (mm)	矩形 短辺側 の長さ B (mm)	板厚 t (mm)	外径 d (mm)	外径 d′ (mm)	長さ ℓ (mm)	本数 N	スタッドピッチ 矩形長辺方向 (mm) × 矩形短辺方向 (mm)
C								
E								
G								

4.7　支持構造物の耐震性確認

4.7.1　概要

各支持構造物について、定められた定格荷重又は最大使用荷重に対して十分な耐震性を有することを確認する。

4.7.2　支持構造物の耐震性確認

耐震性を有することの確認は、次の支持構造物に関して実施する。なお、最大使用荷重を用いて評価を行うものについては、支持構造物の形状が多岐にわたるため、ここでは代表例に対する耐震性の確認を示す。

番号	支持構造物	評価する荷重	適用する許容応力状態	設計温度	表番
①	Uボルト	最大使用荷重	B_AS	150℃ (注1)	第4-15表
②	Uバンド	最大使用荷重	B_AS	150℃ (注1)	第4-16表
③	ピン	定格荷重	I_A、II_A	171℃ (注2)	第4-17表
④	支持架構	最大使用荷重	B_AS	65℃	第4-18表(1/18～18/18) 第4-19表(1/18～18/18)
⑤	埋込板	最大使用荷重	B_AS	21℃	第4-20表(1/3～3/3)

(注1) 本温度は、標準支持間隔を適用する配管条件で最も多く用いられる温度である。

(注2) 本温度は、支持装置の標準設計温度である。ただし、評価上厳しくなる場合は当該支持装置が設置される条件の温度を適用する。

第4-15表　Uボルト

（単位：MPa）

型　式	口　径 (B)	鉛直荷重 (P) (kN)	水平荷重 (Q) (kN)	引張応力		せん断応力		組合せ応力		評　価
				σ_t	$1.5f_t$ (注1)	σ_s	$1.5f_s$ (注1)	$\sigma_t+1.6\sigma_s$	$1.4\times 1.5f_t$ (注1)	
タイプ－１	1/2			32	205	33	118	85	287	○
	3/4			32	205	33	118	85	287	○
	1			33	205	33	118	86	287	○
タイプ－２	1－1/4			35	205	38	118	96	287	○
	1－1/2			36	205	38	118	97	287	○
	2			35	205	38	118	96	287	○
	2－1/2			36	205	38	118	97	287	○
	3			37	205	40	118	101	287	○
タイプ－３	4			57	205	113	118	238	287	○
	5			57	205	113	118	238	287	○
	6			56	198	112	114	236	277	○
	8			56	198	112	114	236	277	○
タイプ－４	10			56	198	112	114	236	277	○
	12			57	198	113	114	238	277	○
	14			57	198	113	114	238	277	○
	16			57	198	113	114	238	277	○
	18			57	198	113	114	238	277	○
	20			57	198	113	114	238	277	○
	22			57	198	113	114	238	277	○
	24			57	198	113	114	238	277	○
	28			57	198	113	114	238	277	○
	30			57	198	113	114	238	277	○
	36			57	198	113	114	238	277	○

第4-16表　Uバンド

（単位：MPa）

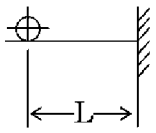
口　径 (B)	鉛直荷重 P (kN)	水平荷重 Q (kN)	軸荷重 F (kN)	引張応力		せん断応力		組合せ応力		曲げ応力		許容荷重 F_0 (kN)	評　価
				σ_t	$1.5f_t$ (注1)	σ_s	$1.5f_s$ (注1)	$\sigma_t+1.6\sigma_s$	$1.4\times1.5f_t$ (注1)	σ_b	$1.5f_b$ (注2)		
1/2				39	205	112	118	219	287	127	236	3.1	○
3/4				39	205	112	118	219	287	119	236	3.1	○
1				39	205	112	118	219	287	136	236	3.1	○
1－1/2				37	205	113	118	218	287	197	236	6.0	○
2				39	198	111	114	217	277	144	236	9.5	○
2－1/2				39	198	111	114	217	277	172	236	9.5	○
3				39	198	111	114	217	277	153	236	9.5	○

第4-17表　ピンの強度及び耐震計算結果

強度部材：①ピン

支持構造物番号	定格荷重	強度部材仕様				曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
						発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	L (mm)	d (mm)	Z (mm^3)	A_s (mm^2)	F_b (MPa)	f_b (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_m (MPa)	f_t (MPa)	
d=17						156	379	23	160	162	278	○
d=22						168	379	27	160	175	278	○
d=30						114	379	22	160	121	278	○
d=35						149	379	26	160	156	278	○
d=40						168	379	24	160	174	278	○

第4-18表(1/18)　支持構造物鋼材選定表
(応力基準による選定表)

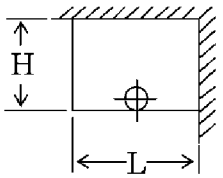


基本形状：タイプ－1
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					87
					174
					45
					90
					154
					92
					154
					135
					116
					132
					59
					116
					120
					116
					105
					152
					145
					164
					72
					143
					146
					139
					125
					184
					116
					170
					99
					111
					94
					101
					154
					151
					166
					57
					139
					155
					130
					139
					129
					135

第4-18表(2/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

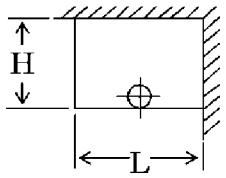


基本形状：タイプ－2
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					16
					32
					80
					158
					78
					156
					167
					144
					24
					48
					118
					140
					98
					120
					131
					114
					45
					87
					125
					52
					154
					113
					95
					153
					65
					126
					180
					71
					122
					150
					122
					107
					87
					166
					177
					90
					154
					90
					149
					130

第4-18表(3/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

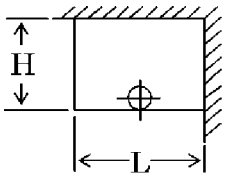


基本形状：タイプ－2
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					17
					34
					83
					165
					81
					162
					174
					151
					25
					50
					123
					144
					100
					123
					135
					120
					46
					89
					128
					52
					154
					115
					99
					159
					67
					129
					183
					71
					123
					152
					127
					112
					88
					169
					178
					90
					154
					94
					156
					137

第4-18表(4/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

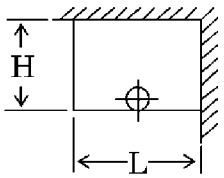


基本形状：タイプー2
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					18
					36
					88
					175
					88
					114
					151
					120
					27
					53
					130
					152
					104
					129
					142
					127
					49
					95
					135
					53
					158
					117
					101
					163
					70
					136
					143
					72
					124
					153
					128
					114
					92
					177
					47
					91
					155
					94
					156
					138

第4-18表(5/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

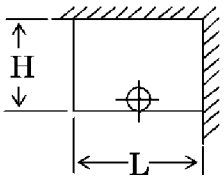


基本形状：タイプ－2
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					19
					37
					91
					182
					92
					120
					136
					126
					28
					54
					134
					158
					108
					135
					148
					133
					50
					98
					140
					55
					163
					120
					104
					166
					73
					141
					149
					74
					127
					157
					130
					116
					96
					183
					48
					93
					159
					95
					158
					139

第4-18表(6/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

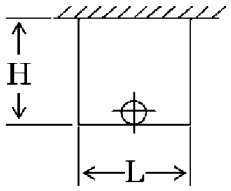


基本形状：タイプ－2
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					19
					38
					94
					186
					97
					125
					142
					130
					28
					55
					137
					161
					112
					139
					154
					139
					52
					101
					143
					56
					98
					123
					106
					174
					75
					145
					153
					76
					130
					159
					133
					117
					98
					188
					49
					95
					162
					97
					161
					141

第4-18表(7/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

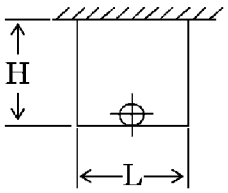


基本形状：タイプ－3
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					30
					60
					148
					171
					107
					128
					135
					113
					34
					68
					170
					145
					114
					132
					137
					111
					48
					94
					133
					51
					150
					106
					147
					141
					65
					127
					179
					68
					117
					143
					118
					104
					86
					164
					174
					88
					149
					89
					147
					129

第4-18表(8/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

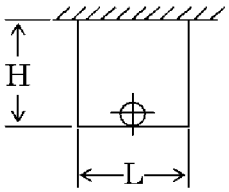


基本形状：タイプ－3
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					44
					88
					127
					52
					155
					116
					100
					161
					49
					96
					138
					53
					158
					114
					96
					154
					60
					120
					170
					62
					105
					127
					103
					165
					74
					144
					152
					74
					126
					152
					123
					107
					92
					177
					46
					90
					152
					88
					146
					128

第4-18表(9/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

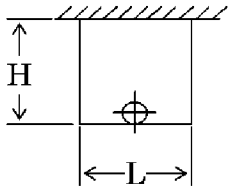


基本形状：タイプ－3
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					81
					161
					174
					93
					164
					106
					182
					137
					84
					167
					178
					90
					156
					96
					160
					141
					95
					189
					48
					96
					163
					96
					160
					139
					108
					122
					54
					106
					108
					103
					194
					149
					121
					136
					59
					117
					118
					112
					100
					147

第4-18表(10/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

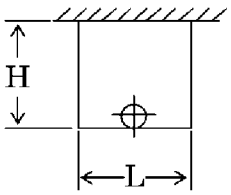


基本形状：タイプ－3
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					117
					136
					68
					135
					149
					152
					140
					134
					119
					137
					64
					127
					136
					135
					123
					176
					130
					148
					66
					131
					134
					129
					117
					170
					142
					161
					70
					140
					142
					135
					121
					178
					155
					175
					76
					150
					151
					143
					128
					190

第4-18表(11/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

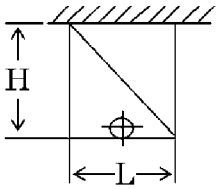


基本形状：タイプー3
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					154
					178
					88
					104
					100
					110
					160
					171
					155
					178
					83
					95
					146
					188
					142
					151
					164
					139
					83
					94
					142
					183
					147
					135
					176
					148
					87
					98
					147
					190
					149
					136
					189
					159
					92
					103
					88
					200
					144
					140

第4-18表(12/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

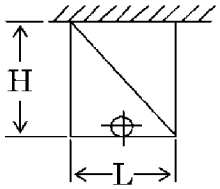


基本形状：タイプー4
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					16
					32
					78
					155
					81
					161
					172
					147
					24
					48
					118
					137
					93
					115
					125
					107
					45
					87
					124
					50
					147
					148
					147
					141
					65
					126
					179
					69
					117
					143
					116
					102
					87
					166
					175
					88
					149
					87
					145
					126

第4-18表(13/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

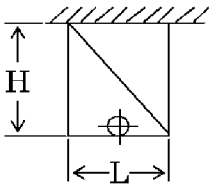


基本形状：タイプ－4
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					17
					33
					83
					164
					96
					127
					142
					125
					26
					50
					123
					143
					96
					124
					138
					123
					46
					90
					128
					51
					151
					109
					150
					150
					67
					129
					183
					70
					120
					146
					119
					105
					88
					169
					178
					89
					151
					89
					148
					130

第4-18表(14/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

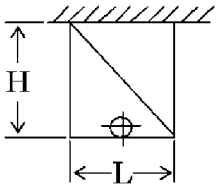


基本形状：タイプ－4
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					20
					38
					95
					189
					158
					143
					130
					118
					28
					55
					135
					157
					109
					153
					138
					147
					50
					97
					137
					53
					157
					113
					98
					157
					71
					137
					145
					72
					124
					151
					124
					109
					93
					178
					47
					91
					155
					92
					153
					134

第4-18表(15/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

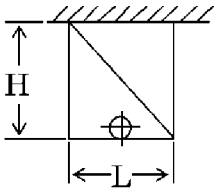


基本形状：タイプ－4
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					22
					42
					105
					159
					150
					111
					104
					142
					30
					59
					145
					169
					146
					146
					143
					132
					53
					102
					144
					55
					163
					116
					104
					166
					75
					144
					152
					75
					127
					155
					127
					112
					97
					186
					48
					94
					159
					94
					156
					137

第4-18表(16/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

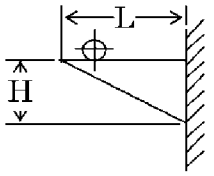


基本形状：タイプ－4
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					26
					51
					127
					97
					132
					145
					135
					131
					32
					62
					153
					180
					183
					142
					156
					137
					55
					107
					151
					57
					98
					120
					112
					172
					78
					150
					157
					77
					131
					159
					129
					114
					101
					193
					50
					97
					163
					96
					159
					139

第4-18表(17/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

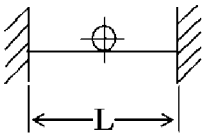


基本形状：タイプ－5
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力 (MPa)
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		
					17
					33
					81
					161
					107
					138
					152
					131
					18
					36
					88
					176
					120
					162
					146
					155
					21
					40
					98
					118
					115
					160
					147
					156
					22
					42
					101
					122
					110
					152
					139
					147
					24
					44
					103
					124
					110
					146
					134
					140

第4-18表(18/18)　支持構造物鋼材選定表

(応力基準による選定表)

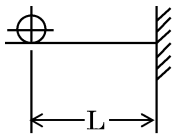


基本形状：タイプ－6
許容値：235MPa

支持架構寸法		荷　重(kN)		鋼材サイズ	発生応力
H(mm)	L(mm)	水　平	鉛　直		(MPa)
					12
					24
					58
					116
					154
					96
					160
					159
					19
					38
					94
					187
					67
					133
					132
					135
					38
					74
					183
					155
					115
					132
					136
					108
					58
					111
					156
					56
					94
					114
					92
					147
					78
					149
					155
					73
					122
					146
					117
					101

第4-19表(1/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

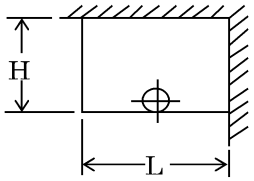


基本形状：タイプ-1
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(2/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

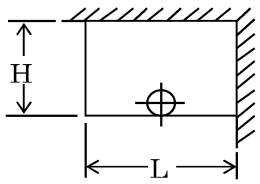


基本形状：タイプー2
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(3/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

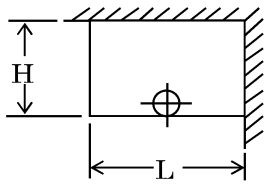


基本形状：タイプ－2
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(4/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

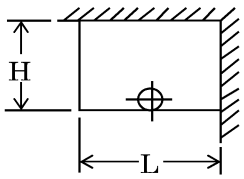


基本形状：タイプ－2
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(5/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

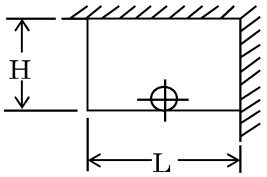


基本形状：タイプ－2
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H （mm）	L （mm）			

第4-19表(6/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

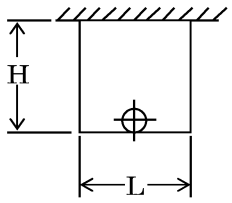


基本形状：タイプー2
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(7/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

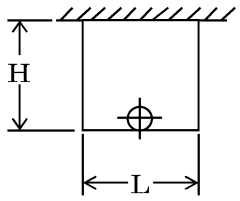


基本形状：タイプー3
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(8/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

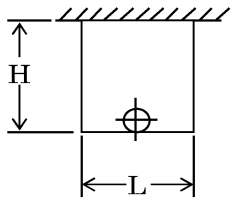


基本形状：タイプ－3
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H （mm）	L （mm）			

第4-19表(9/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

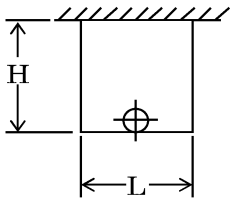


基本形状：タイプ－3
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H （mm）	L （mm）			

第4-19表(10/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

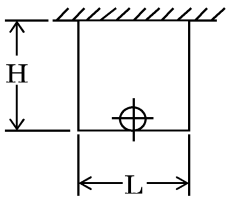


基本形状：タイプー3
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(11/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

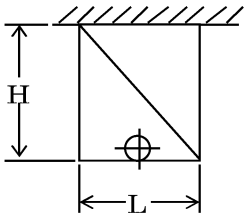


基本形状：タイプー3
最小支持構造物振動数：[redacted]

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(12/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

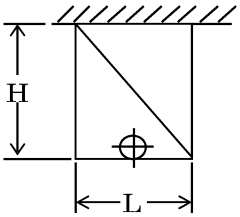


基本形状：タイプ－4
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H （mm）	L （mm）			

第4-19表(13/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

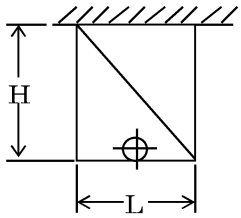


基本形状：タイプ－4
最小支持構造物振動数：[redacted]

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(14/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

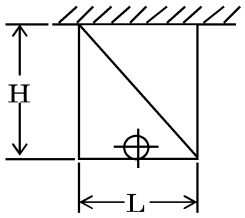


基本形状：タイプ－4
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(15/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

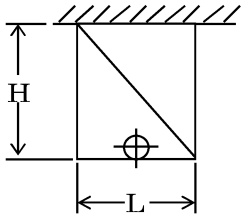


基本形状：タイプ－4
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(16/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

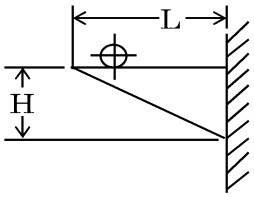


基本形状：タイプ－4
最小支持構造物振動数：[redacted]

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(17/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)

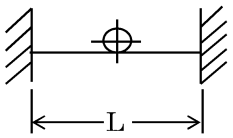


基本形状：タイプ－5
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-19表(18/18)　支持構造物鋼材選定表

(振動数基準による選定表)



基本形状：タイプー6
最小支持構造物振動数：

支持架構寸法		荷　重 (N)	鋼材サイズ	支持構造物 振動数 (Hz)
H (mm)	L (mm)			

第4-20表(1/3)　埋込板の耐震計算結果（ベースプレート、材料：[redacted]）

（単位：MPa）

埋込板型式	ベースプレートの圧縮側の曲げ応力	ベースプレートの引張側の曲げ応力	許容応力	評　価
C	41	265	271	○
E	59	178	271	○
G	26	160	271	○

第4-20表(2/3)　埋込板の耐震計算結果

（スタッドジベル，材料：[redacted]）

（単位：MPa）

埋込板型式	引張応力		せん断応力		組合せ応力		評　価
	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
C	60	235	128	135	264	329	○
E	128	235	117	135	314	329	○
G	114	235	128	135	317	329	○

第4-20表(3/3)　埋込板の耐震計算結果（コンクリート）

（単位：N）

埋込板型式	コンクリート コーン状破壊における引張荷重		評　価
	発生荷重	許容荷重	
C	11,967	24,400	○
E	25,596	32,900	○
G	42,980	57,600	○

資料６－１１　補機（容器）の耐震計算について

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-11-1

1. 概要

補機（容器）の耐震計算については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１４「補機（容器）の耐震計算について」による。

なお、「基礎ボルトの軸断面積（A_b）」及び「ボルトの軸断面積（A_b）」については、「基礎ボルトの有効断面積（A_{be}）」及び「ボルトの有効断面積（A_{be}）」に、それぞれ読み替えるものとする。

資料６－１２　申請設備の耐震計算書

申請設備の耐震計算書は、以下の資料より構成されている。

資料６－１２－１　放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算書

資料６－１２－１－１　使用済樹脂計量タンクの耐震計算書

資料６－１２－１－２　使用済樹脂移送容器の耐震計算書

資料６－１２－１－３　使用済樹脂移送容器トレイの耐震計算書

資料６－１２－１－４　使用済樹脂計量タンク室（堰）の耐震計算書

資料６－１２－１　放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算書

放射性廃棄物の廃棄施設の耐震計算書は、以下の資料より構成されている。

資料６－１２－１－１　使用済樹脂計量タンクの耐震計算書
資料６－１２－１－２　使用済樹脂移送容器の耐震計算書
資料６－１２－１－３　使用済樹脂移送容器トレイの耐震計算書
資料６－１２－１－４　使用済樹脂計量タンク室（堰）の耐震計算書

資料６－１２－１－１　使用済樹脂計量タンクの耐震計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-12-1-1-1

2. 応力評価 ····· T3-添6-12-1-1-1

2.1 基本方針 ····· T3-添6-12-1-1-1

2.2 荷重の組合せ及び許容応力 ····· T3-添6-12-1-1-1

3. 評価結果 ····· T3-添6-12-1-1-4

1. 概要

本資料は、資料６－７「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、使用済樹脂計量タンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

使用済樹脂計量タンクは、設計基準対象施設においてBクラス施設に分類される。

2. 応力評価

2.1 基本方針

応力評価は、資料６－１１「補機（容器）の耐震計算について」に基づく、ラグ支持たて置円筒形の耐震計算方法によって評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

使用済樹脂計量タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態を第2-1表に示す。

2.2.2 許容応力

使用済樹脂計量タンクの許容応力を第2-2表及び第2-3表に示す。

2.2.3 使用材料の許容応力

使用済樹脂計量タンクの使用材料の許容応力評価条件を第2-4表に示す。

第2-1表　荷重の組合せ及び許容応力状態

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	気体、液体又は固体廃棄物処理設備	使用済樹脂計量タンク	B	クラス3容器 (注1)	$D+P_D+M_D+S_B$	B_AS

（注1）クラス3支持構造物を含む。

第2-2表　許容応力（クラス2、3容器）

許容応力 状　　態	許容限界	
	一次一般膜応力	一次応力
$B_A S$	Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	Sy ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。

第2-3表　許容応力（クラス2、3支持構造物）

許容応力状態	許　容　限　界 (注1,2) （ラグ）				許容限界 (注2) （取付ボルト）	
	一　次　応　力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
$B_A S$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_t$	$1.5f_s$

（注1）「鋼構造設計規準　SI単位版」（2002年日本建築学会）等の幅厚比の制限を満足させる。

（注2）応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

第2-4表　使用材料の許容応力評価条件

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)
胴板	SUS304	最高使用温度	65	184	481	137	－
ラグ	SUS304	最高使用温度	65	184	481	－	205
取付ボルト	SCM435	最高使用温度	65	732	870	－	609

3. 評価結果

使用済樹脂計量タンクの評価結果を次頁以降に示す。発生値は評価基準値を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

高浜発電所３号機　使用済樹脂計量タンク　耐震評価結果

1. 設計条件

耐震重要度分類	据付場所 及び床面高さ (m)	構造概要	最高使用圧力 P_r (MPa)	最高使用温度 (℃)
B	燃料取扱建屋 E.L. [redacted]	４ラグ支持 たて置円筒形	0.7	65

2. 設計用加速度

減衰定数 (%)	固有周期 T (s)	動的加速度 (m/s^2)		静的加速度 (m/s^2)		設計加速度 (m/s^2)	
		水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直
1.0	0.028	－	－	2.82	－	2.82	－

3. 機器要目

m_0 (kg)	m_1 (kg)	m_2 (kg)	D_i (mm)	t (mm)	E (MPa)	E_b (MPa)	G (MPa)	H_1 (mm)	H_2 (mm)
[redacted]			500	6	[redacted]				

K_c (－)	K_ℓ (－)	C_1 (mm)	C_2 (mm)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	Z_{sp} (mm^3)	$Z_{s\ell}$ (mm^3)	Z_{st} (mm^3)
[redacted]								

a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)	e (mm)	n (－)	A_{be} (mm^2)	L_b (mm)
[redacted]							

評価部材	S_y (MPa)	S_u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)
胴板	184	481	137	－
ラグ	184	481	－	205
取付ボルト	732	870	－	609

4. 結論

4.1 摩擦力と水平地震力の比較

評価部位	取付ボルト
摩擦力Ｆ(N)	－
水平地震力F_H(N)	－
評価結果	－ （４ラグ支持のためベースプレートと据付面の摩擦力の確認は不要）

4.2 評価結果

評価部材	材料	応力	水平地震力の作用する方向		算出応力（MPa）	許容応力（MPa）
胴板	SUS304	一次一般膜	Z方向	第１ラグ	σ_0＝30	S_o＝184
				第2,4ラグ		
				第３ラグ		
			X方向	第1,4ラグ		
				第2,3ラグ		
		一次	Z方向	第１ラグ	σ_1＝31	S_I＝184
				第2,4ラグ	σ_1＝31	
				第３ラグ	σ_1＝31	
			X方向	第1,4ラグ	σ_1＝31	
				第2,3ラグ	σ_1＝31	
ラグ	SUS304	組合せ	Z方向	第１ラグ	σ_{1s}＝3	1.5f_t＝204
				第2,4ラグ	σ_{2s}＝5	
				第３ラグ	σ_{3s}＝3	
			X方向	第1,4ラグ	σ_{4s}＝5	
				第2,3ラグ	σ_{5s}＝5	
取付ボルト	SCM435	引張	Z方向	第１ラグ	σ_{b1}＝28	1.5f_t＝609
				第2,4ラグ	σ_{b2}＝27	
				第３ラグ	σ_{b3}＝20	
			X方向	第1,4ラグ	σ_{b4}＝33	
				第2,3ラグ	σ_{b5}＝27	
		せん断	Z方向	第2,4ラグ	τ_{b2}＝0	1.5f_s＝351
			X方向	第1,4ラグ	τ_{b4}＝0	
				第2,3ラグ	τ_{b5}＝0	

算出応力はすべて許容応力以下である。

資料６－１２－１－２　使用済樹脂移送容器の耐震計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-12-1-2-1

2.応力評価 ····· T3-添6-12-1-2-1

2.1 基本方針 ····· T3-添6-12-1-2-1

2.2 荷重の組合せ及び許容応力 ····· T3-添6-12-1-2-1

3. 評価結果 ····· T3-添6-12-1-2-4

1. 概要

本資料は、資料６－７「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、使用済樹脂移送容器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

使用済樹脂移送容器は、設計基準対象施設においてBクラス施設に分類される。

2. 応力評価

2.1 基本方針

応力評価は、資料６－１１「補機（容器）の耐震計算について」に基づく、スカート支持たて置円筒形の耐震計算方法によって評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

使用済樹脂移送容器の荷重の組合せ及び許容応力状態を第2-1表に示す。

2.2.2 許容応力

使用済樹脂移送容器の許容応力を第2-2表及び第2-3表に示す。

2.2.3 使用材料の許容応力

使用済樹脂移送容器の使用材料の許容応力評価条件を第2-4表に示す。

第2-1表　荷重の組合せ及び許容応力状態

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	気体、液体又は固体廃棄物処理設備	使用済樹脂移送容器	B	クラス3容器 (注1)	$D+P_D+M_D+S_B$	B_AS

（注1）クラス3支持構造物を含む。

第2-2表　許容応力（クラス2、3容器）

許容応力 状　　態	許容限界 (注1)	
	一次一般膜応力	一次応力
$B_A S$	Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	Sy ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。

（注1）座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

第2-3表　許容応力（クラス2、3支持構造物）

許容応力状態	許　容　限　界 (注1,2) （スカート）				許容限界 (注2) （取付ボルト）	
	一　次　応　力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
$B_A S$	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$	$1.5 f_c$	$1.5 f_b$	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$

（注1）「鋼構造設計規準　SI単位版」（2002年日本建築学会）等の幅厚比の制限を満足させる。

（注2）応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

第2-4表　使用材料の許容応力評価条件

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)
胴板	SUS304	最高使用温度	65	184	481	137	205
スカート	SUS304	最高使用温度	65	184	481	—	205
取付ボルト	SCM435	最高使用温度	65	732	870	—	609

3. 評価結果

使用済樹脂移送容器の評価結果を次頁以降に示す。発生値は評価基準値を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

高浜発電所３号機　使用済樹脂移送容器　耐震評価結果

1. 設計条件

耐震重要度分類	据付場所 及び床面高さ (m)	構造概要	最高使用圧力 P_r (MPa)	最高使用温度 (℃)
B	原子炉補助建屋 E.L.[redacted] 廃樹脂貯蔵庫 E.L.[redacted]	スカート支持 たて置円筒形	0.98	65

2. 設計用加速度

減衰定数 (%)	固有周期 T (s)	動的加速度 (m/s^2)		静的加速度 (m/s^2)		設計用加速度 (m/s^2)	
		水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直
1.0	0.006	－	－	※3.53	－	3.53	－

※ 原子炉補助建屋 E.L.+10.5m に対応する静的加速度及び、廃樹脂貯蔵庫 E.L.+17.2m に対応する静的加速度を包絡した静的加速度を用いる。

3. 機器要目

m_0 (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	D_s (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)	ℓ (mm)	ℓ_s (mm)
[redacted]		1,050	14	[redacted]							

D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	D_4 (mm)	D_5 (mm)	D_6 (mm)	s (-)	n (-)	D_c (mm)	D_{bo} (mm)	D_{bi} (mm)	A_{be} (mm^2)

評価部材	S_y (MPa)	S_u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)
胴板	184	481	137	205
スカート	184	481	－	205
取付ボルト	732	870	－	609

4. 結論

4.1 摩擦力と水平地震力の比較

評価部位	取付ボルト
摩擦力Ｆ(N)	1.8×10^{5}
水平地震力F_H(N)	5.7×10^{3}
評価結果	$F \geqq F_H$より，せん断力は作用しない。

4.2 評価結果

評価部材	材料	応力		算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	SUS304	一次一般膜	周方向	$\sigma_{\phi}=38$	$S_I=184$
			軸方向	$\sigma_{x}=19$	
		組合せ一次		$\sigma_{1}=38$	
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）		$\frac{\alpha\sigma_{xc}}{f_c}+\frac{\alpha\sigma_{xb}}{f_b} \leqq 1$	
				0.01	
スカート	SUS304	組合せ		$\sigma_{s}=2$	$1.5f_t=204$
		圧縮と曲げの組合せ（座屈の評価）		$\frac{\alpha\sigma_{sc}}{f_c}+\frac{\alpha\sigma_{sb}}{f_b} \leqq 1$	
				0.01	
取付ボルト	SCM435	引張		$\sigma_{b}=0$	$1.5f_t=609$

算出応力はすべて許容応力以下である。

資料６－１２－１－３　使用済樹脂移送容器トレイの耐震計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-12-1-3-1

2. 基本方針 ····· T3-添6-12-1-3-2
2.1 構造の説明 ····· T3-添6-12-1-3-2
2.2 評価方針 ····· T3-添6-12-1-3-4

3. 耐震評価箇所 ····· T3-添6-12-1-3-5

4. 応力評価 ····· T3-添6-12-1-3-6
4.1 基本方針 ····· T3-添6-12-1-3-6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力 ····· T3-添6-12-1-3-6
4.3 設計用地震力 ····· T3-添6-12-1-3-8
4.4 応力評価方法 ····· T3-添6-12-1-3-9
4.5 応力評価条件 ····· T3-添6-12-1-3-12

5. 評価結果 ····· T3-添6-12-1-3-13

1. 概要

本資料は、資料６－７「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、使用済樹脂移送容器トレイが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

使用済樹脂移送容器トレイは、設計基準対象施設においてBクラス施設に分類される。

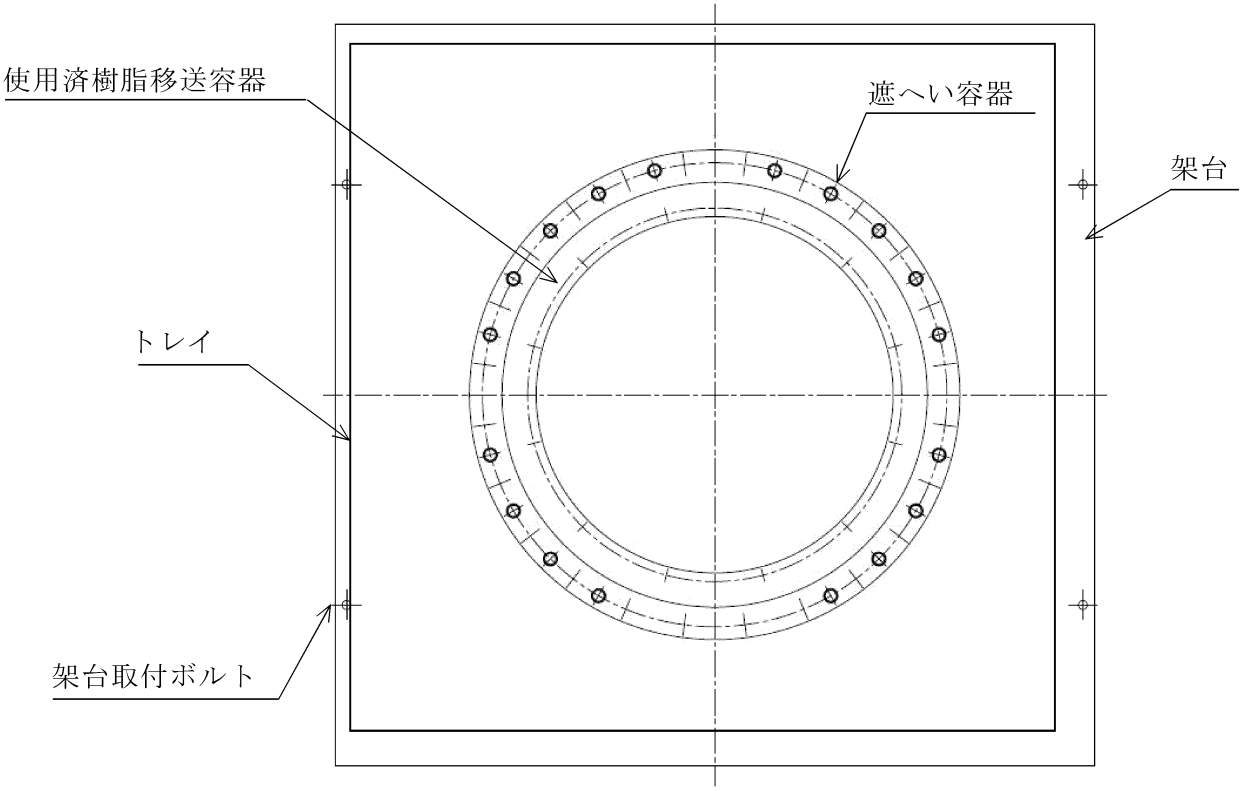
2. 基本方針

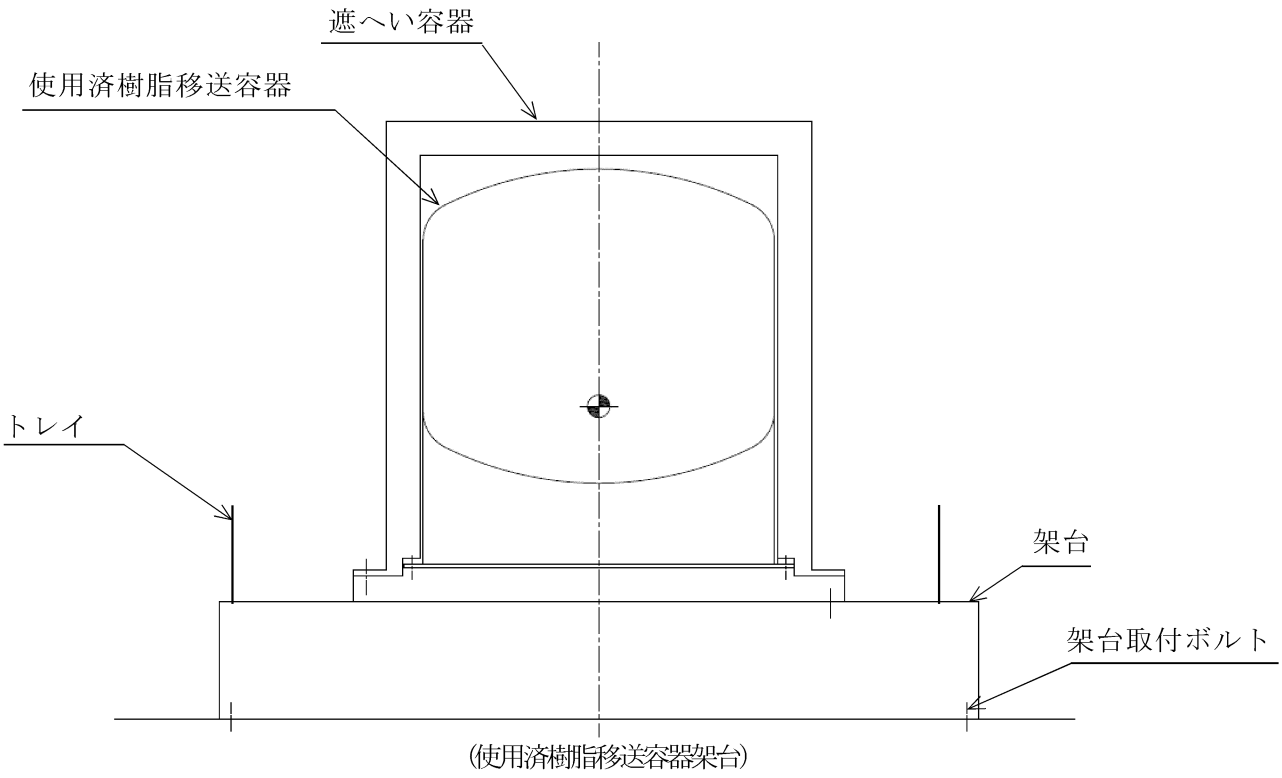
2.1　構造の説明

資料６－９「機器・配管の耐震支持方針」にて設定した機器の支持方針に基づき設計した使用済樹脂移送容器トレイの構造計画を第2-1表に概略構造図を第2-1図に示す。

第2-1表　使用済樹脂移送容器トレイの構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
使用済樹脂移送容器トレイ	使用済樹脂移送容器トレイは、ステンレス製のトレイと、炭素鋼製の架台から構成される堰である。	使用済樹脂移送容器トレイは、十分剛な架台とともに、十分剛な使用済樹脂移送容器架台に架台取付ボルトにより支持・固定される。	第2-1図



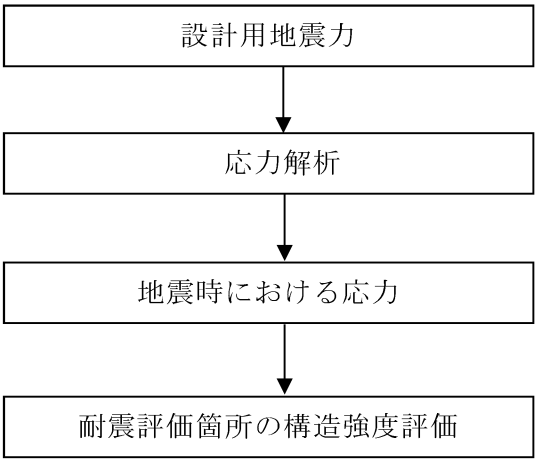


第2-1図　使用済樹脂移送容器トレイの概略構造図

2.2　評価方針

使用済樹脂移送容器トレイの応力評価は、資料６－７「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す使用済樹脂移送容器トレイの部位を踏まえ「3.　耐震評価箇所」にて設定する箇所において、応力等が許容限界内に収まることを、「4.　応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。なお、使用済樹脂移送容器トレイは第2－1表に示す構造計画を踏まえ、剛として扱う。

使用済樹脂移送容器トレイの耐震評価フローを第2-2図に示す。



第2-2図　使用済樹脂移送容器トレイの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

使用済樹脂移送容器トレイの耐震評価は、耐震評価上厳しくなる架台取付ボルトを選定して実施する。

使用済樹脂移送容器トレイの耐震評価箇所については、第2-1図の概略構造図に示す。

4. 応力評価

4.1 基本方針

(1) 地震荷重は、使用済樹脂移送容器トレイの耐震重要度分類、据付場所及び床面高さにより決定される地震力が、使用済樹脂移送容器トレイだけでなく、使用済樹脂移送容器と遮へい容器も含めた場合の重心に働くものとする。

(2) 許容応力について、JSME S NJ1-2012を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。

(3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

使用済樹脂移送容器トレイの荷重の組合せ及び許容応力状態を第4-1表に示す。

4.2.2 許容応力

使用済樹脂移送容器トレイの許容応力を第4-2表に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力

使用済樹脂移送容器トレイの使用材料の許容応力評価条件を第4-3表に示す。

第4-1表　荷重の組合せ及び許容応力状態

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	評価対象部位	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	堰その他の設備	使用済樹脂移送容器トレイ	B	架台取付ボルト	その他の支持構造物	$D+P_D+M_D+S_B$	B_AS

第4-2表　許容応力

許容応力状態	許容限界(注1) (取付ボルト)	
	一次応力	
	引張	せん断
B_AS	$1.5f_t$	$1.5f_s$

(注1) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

第4-3表　使用材料の許容応力評価条件

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	F (MPa)
取付ボルト	SCM435	最高使用温度	65	732	870	609

4.3　設計用地震力

耐震計算に用いる入力地震力には、資料６－５「設計用床応答曲線の作成方針」の「3. 設計用床応答曲線」にて設定した静的震度を用いる。入力地震力による設計用加速度を第4-4表に示す。

第4-4表　設計用加速度（地震力）

据付場所及び床面高さ (m)	静的加速度（m/s^2）		設計用加速度（m/s^2）	
	水平	鉛直	水平	鉛直
原子炉補助建屋 E.L.□ 及び 廃棄物貯蔵庫 E.L.□	※3.53	－	3.53	－

※原子炉補助建屋E.L.□mに対応する静的加速度及び廃棄物貯蔵庫E.L.□mに対応する静的加速度を包絡した静的加速度を用いる。

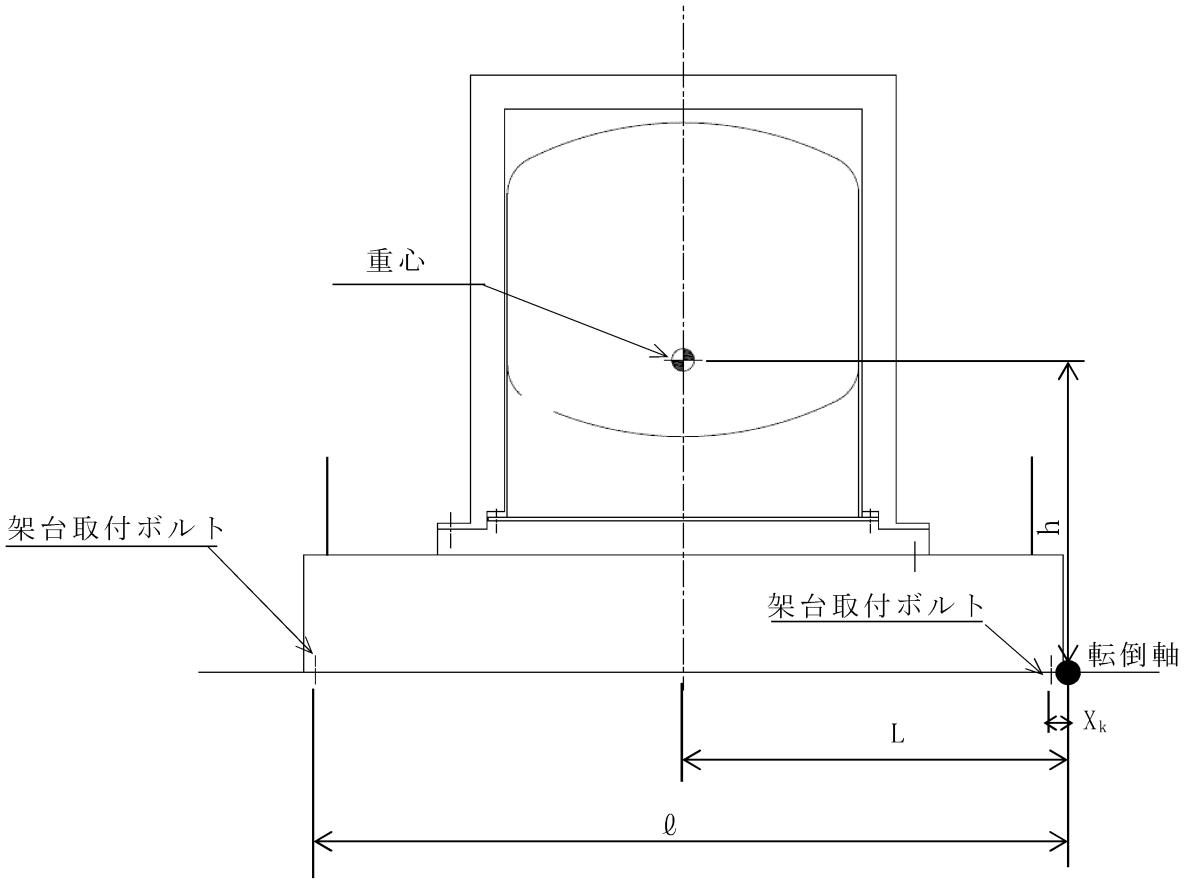
4.4　応力評価方法

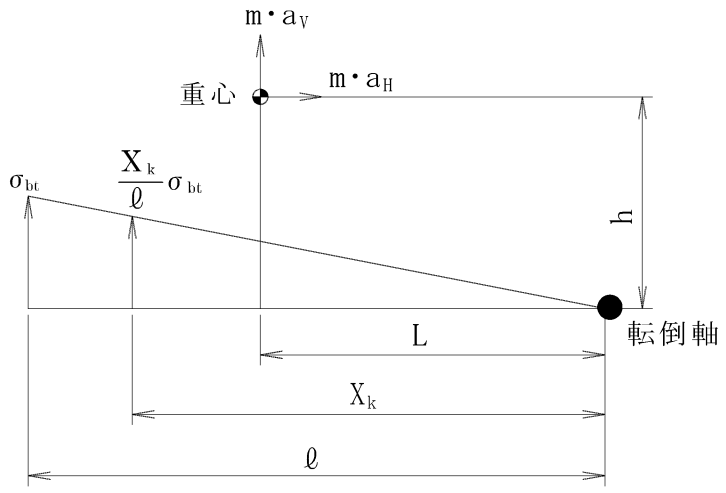
4.4.1　記号の説明

記　号	記号の説明	単　位
m	架台取付ボルトが固定する機器の質量	kg
a_H	水平方向の加速度（地震力）	m/s^2
a_V	鉛直方向の加速度（地震力）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
ℓ	転倒軸から最大引張応力がかかる架台取付ボルトまでの水平距離	mm
L	転倒軸から重心位置までの水平距離	mm
X_k	転倒軸からk番目の架台取付ボルトまでの水平距離	mm
d	架台取付ボルトの谷径	mm
A_b	架台取付ボルト1本当たりの軸断面積	mm^2
α	断面形状による定数	―
n	架台取付ボルトの本数	―
σ_{bt}	架台取付ボルトの最大引張応力	MPa
τ_{bt}	架台取付ボルトの最大せん断応力	MPa

4.4.2　応力計算

第4-4表の加速度が作用した場合にボルトに発生する応力は、次の式により計算する。





(1) 引張応力

機器の転倒モーメントが、すべて取付ボルトの引張力として働くものとする。モーメントの釣合式より、以下のとおり求まる。

(2) せん断応力

機器重心にせん断力が働くものとする。

4.5　応力評価条件

応力評価条件を第4-5表に示す。

第4-5表　応力評価条件

項　目	記　号	単　位	数　値
架台取付ボルトが固定する機器の質量	m	kg	[redacted]
水平方向の加速度(地震力)	a_H	m/s^2	3.53
鉛直方向の加速度(地震力)	a_V	m/s^2	0
据付面から重心までの距離	H	mm	[redacted]
転倒軸から最大引張応力がかかる架台取付ボルトまでの水平距離	ℓ	mm	
転倒軸から重心位置までの水平距離	L	mm	
転倒軸からk番目の架台取付ボルトまでの水平距離	X_k	mm	
架台取付ボルトの谷径	d	mm	
架台取付ボルト1本当たりの軸断面積	A_b	mm^2	
断面形状による定数	α	—	
架台取付ボルトの本数	n	—	
架台取付ボルトの最大引張応力	σ_{bt}	MPa	—
架台取付ボルトの最大せん断応力	τ_{bt}	MPa	—

5. 評価結果

使用済樹脂移送容器トレイの耐震評価結果を第5-1表に示す。発生値は評価基準値を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

第5-1表　評価結果

評価部位	応力分類	項目	算出値（MPa）
架台取付ボルト	引張	発生応力	42
		許容応力	609
	せん断	発生応力	53
		許容応力	351

資料６－１２－１－４　使用済樹脂計量タンク室（堰）の耐震計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-12-1-4-1

2. 基本方針 ····· T3-添6-12-1-4-2
2.1 構造の説明 ····· T3-添6-12-1-4-2
2.2 評価方針 ····· T3-添6-12-1-4-3

3. 耐震評価箇所 ····· T3-添6-12-1-4-4

4.応力評価 ····· T3-添6-12-1-4-5
4.1 基本方針 ····· T3-添6-12-1-4-5
4.2 荷重及び荷重の組合せ ····· T3-添6-12-1-4-5
4.3 許容限界 ····· T3-添6-12-1-4-6
4.4 評価方法 ····· T3-添6-12-1-4-7
4.5 評価条件 ····· T3-添6-12-1-4-11

5.評価結果 ····· T3-添6-12-1-4-13

1. 概要

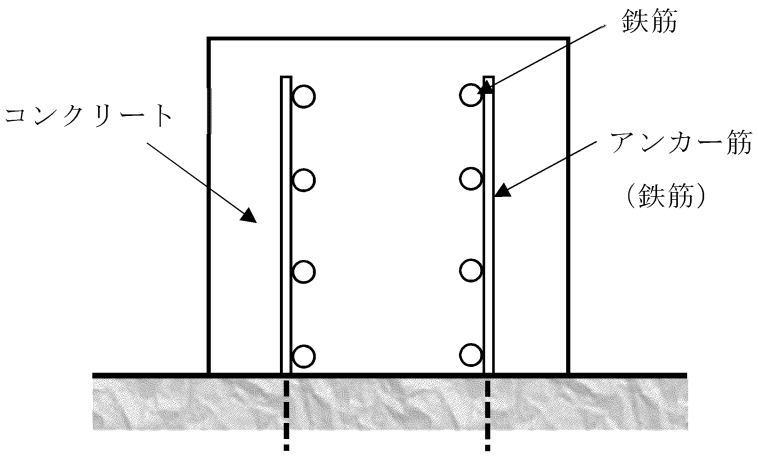
本資料は、資料６－７「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、使用済樹脂計量タンク室（堰）（以下「堰」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

堰は、設計基準対象施設においてＢクラス施設に分類される。

2. 基本方針

2.1　構造の説明

堰は、アンカー筋（鉄筋）により既存躯体と一体化させた鉄筋コンクリート造の構造体とするため、地震時は既存躯体と連動する。堰の概略構造図を第2-1図に示す。

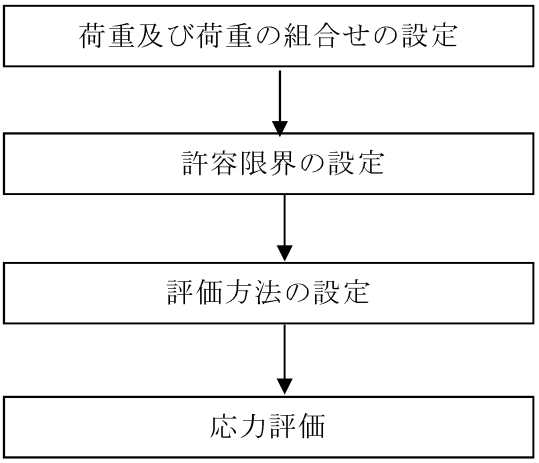


第2-1図　堰の概略構造図

2.2　評価方針

堰の応力評価は、資料６－７「機能維持の基本方針」の「3.1　構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1　構造の説明」にて示す堰の部位を踏まえ「3.　耐震評価箇所」にて設定する箇所において、応力等が許容限界内に収まることを、「4.　応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

堰の耐震評価フローを第2-2図に示す。

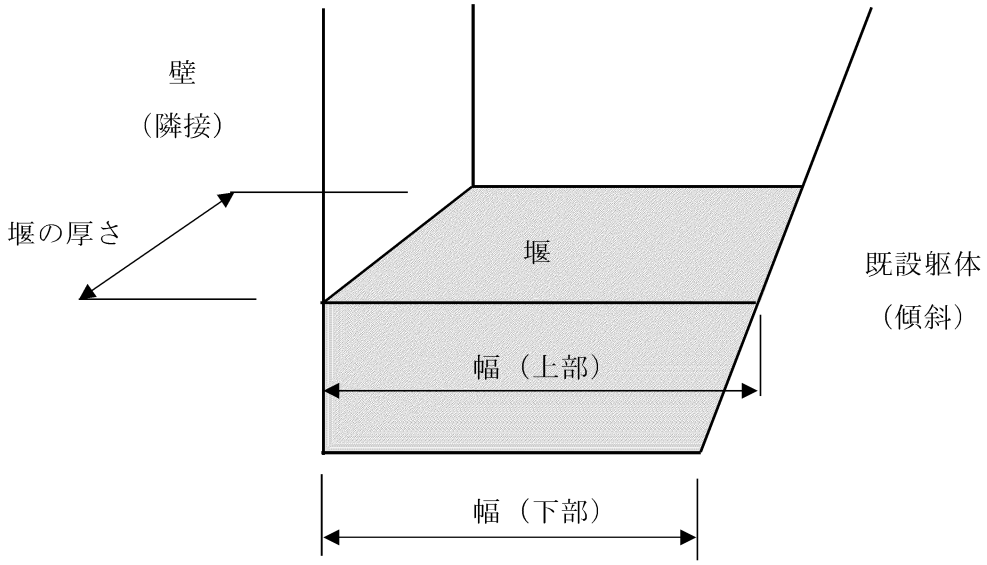


第2-2図　堰の耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

堰に作用する地震荷重により応力が発生するアンカー筋を評価対象箇所として設定する。なお、堰の厚さは650㎜であるが、隣接する壁配筋と同位置に配筋を行うため、計算上の壁厚は600㎜として評価を行う。ただし、堰の自重の算定については保守的に幅650㎜として算出する。また、堰の幅は既存躯体の傾斜により堰の上部と下部とで異なるため、自重の検討については堰上部における幅（最大）を用いる。

堰の設置状況図を第3-1図の設置状況概略図に示す。



第3-1図　設置状況概略図

4. 応力評価

4.1 基本方針

応力評価は、「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010改定）接着系アンカーの設計に基づき耐震評価する。地震荷重については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１７－７－２「原子炉格納施設の地震応答解析」に示す地震応答解析モデル（水平）のうち、堰の設置箇所（E.L.[redacted]m）に一番近く、保守的な数値となる燃料取扱建屋（E.L.[redacted]m）要素番号38の地震層せん断力係数（C_i）に1.5倍を乗じたものを用いることとする。

4.2 荷重及び荷重の組合せ

4.2.1 荷重の種類

(1) 固定荷重（G）

堰の固定荷重として、自重を考慮する。なお、新設堰の幅は既存躯体の傾斜により堰の上部と下部とで異なるため、堰上部における幅（最大値）を用いる。堰の自重を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表　堰の自重

種　類	重　量
鉄筋コンクリート	2.29（kN）

(2) 地震荷重（K）

地震層せん断力係数　1.5 C_i（要素番号 38）＝ 0.24 を用いる。

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第4-2表に示す。

第4-2表　荷重の組合せ

種別	外力の状態	荷重の組み合わせ
短期	地震時	G＋K
備考		G：固定荷重 K：地震荷重

4.3　許容限界

堰の許容限界は、使用するアンカー筋の短期許容荷重を用いる。「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010改定）に基づき算定した短期許容荷重を第4-3表に示す。

第4-3表　アンカー筋の許容荷重

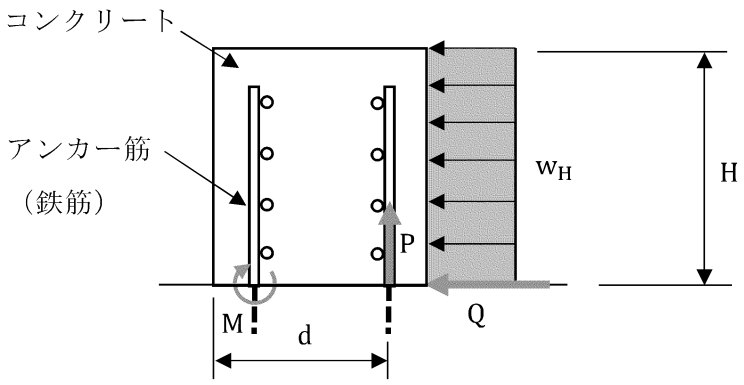
種類	短期許容荷重	
	引張	せん断
SD345	184.2 (kN)	207.9 (kN)

4.4　評価方法

堰に生じる応力は、地震荷重（水平方向）を受けるはりモデルに置き換え、アンカー筋に発生する応力を算定し、各許容限界との比較により耐震性を確認する。

4.4.1 応力算定

地震荷重（水平方向）を受けるアンカー筋に作用するせん断力及び引張力に対する確認を行う。堰に生じる力の概念図を第 4-4 図に示す。



第 4-4 図　アンカー筋に生じる力の模式図

(a)　コンクリートのヤング係数

コンクリートのヤング係数を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010 改定）に基づき次式より算出する。

$$E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3}$$

E_c　：コンクリートのヤング係数（N/mm²）

γ　：コンクリートの気乾単位体積重量（kN/m³）

F_c　：コンクリートの設計基準強度（N/mm²）

(b)　へりあき及びアンカー筋ピッチを考慮した引張力の付着強度

へりあき及びアンカー筋ピッチを考慮した引張力の付着強度を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010 改定）に基づき次式より算出する。

$$\tau_a = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \tau_{bavg}$$

$$\alpha_{1,2,3} = 0.5 \times c_n/(2 \times Le) + 0.5$$

$$\tau_{bavg} = 5 \times \sqrt{F_c/21}$$

τ_a　：へりあき及びアンカー筋ピッチを考慮した引張力の付着強度（N/mm²）

$\alpha_{1,2,3}$　：へりあき及びアンカー筋ピッチによる低減係数（-）
τ_{bavg}　：アンカー筋の基本平均付着強度（N/mm²）
c_n　：へりあき寸法またはアンカー筋ピッチの 1/2（mm）
Le　：有効埋込み深さ（mm）
F_c　：コンクリートの設計基準強度（N/mm²）

4.4.2 アンカー筋の検定

(a) アンカー筋の許容せん断力に対する検定

アンカー筋の許容せん断力を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010 改定）に基づき次式より算出する。

$$Qa = qa \times L'$$

$$qa = \min(qa_1, qa_2, qa_3)$$

$$qa_1 = \varphi_1 \times {}_s\sigma_{qa} \times {}_{sc}a$$

$$qa_2 = \varphi_2 \times {}_c\sigma_{qa} \times {}_{sc}a$$

$$qa_3 = \varphi_2 \times {}_c\sigma_t \times A_{qc}$$　※1　へりあきが十分大きいため省略

$${}_s\sigma_{qa} = 0.7 \times {}_s\sigma_y$$

$${}_c\sigma_{qa} = 0.5 \times \sqrt{F_c \times E_c}$$

$${}_c\sigma_t = 0.31 \times \sqrt{F_c}$$

Qa　：1m あたりの許容せん断力（kN）
L'　：1m あたりのアンカー筋本数（本）　※2　0.645m 内の本数
qa　：アンカー筋１本あたりの許容せん断力（kN/本）
qa_1　：アンカー筋１本あたりのせん断強度の許容せん断力（kN/本）
qa_2　：アンカー筋１本あたりの支圧強度の許容せん断力（kN/本）
qa_3　：アンカー筋１本あたりのコーン状破壊の許容せん断力（kN/本）※1
φ_1, φ_2　：低減係数（-）
${}_s\sigma_{qa}$　：アンカー筋せん断強度（N/mm²）
${}_s\sigma_y$　：アンカー筋規格降伏点強度（N/mm²）
${}_{sc}a$　：アンカー筋の断面積（mm²）
${}_c\sigma_{qa}$　：コンクリートの支圧強度（N/mm²）
F_c　：コンクリートの設計基準強度（N/mm²）
E_c　：コンクリートのヤング係数（N/mm²）
${}_c\sigma_t$　：コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度（N/mm²）
A_{qc}　：有効投影断面積（mm²）

(b) アンカー筋に作用するせん断力に対する検定

アンカー筋に作用するせん断力は次式より算出し、アンカー筋の許容せん断力を下回ることを確認する。

$$Q = K_H \times m$$

Q ：1m あたりのせん断力（kN）

K_H ：水平方向震度（G）

m ：1m あたりの堰重量（kN）

(c) アンカー筋の許容引張力に対する検定

アンカー筋の許容引張力を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010 改定）に基づき次式より算出する。

$$Pa = pa \times L'$$

$$pa = \min(pa_1, pa_3)$$

$$pa_1 = \varphi_1 \times {}_s\sigma_{pa} \times {}_{sc}a$$

$$pa_3 = \varphi_3 \times \tau_a \times \pi \times da \times Lce$$

$${}_s\sigma_{pa} = {}_s\sigma_y$$

Pa ：1m あたりの許容引張力（kN）

L' ：1m あたりのアンカー筋本数（本） ※2 0.645m 内の本数

pa ：アンカー筋１本あたりの許容引張力（kN/本）

pa_1 ：アンカー筋１本あたりの降伏により決まる許容引張力（kN/本）

pa_3 ：アンカー筋１本あたりの付着力により決まる許容引張力（kN/本）

φ_1, φ_3 ：低減係数（-）

${}_s\sigma_{pa}$ ：アンカー筋の引張強度（N/mm^2）

${}_s\sigma_y$ ：アンカー筋規格降伏点強度（N/mm^2）

${}_{sc}a$ ：アンカー筋の断面積（mm^2）

τ_a ：へりあき及びアンカー筋ピッチを考慮した引張力の付着強度（N/mm^2）

da ：アンカー筋径（mm）

Lce ：アンカー筋の強度算定用埋め込み深さ（mm）

(d) アンカー筋に作用する引張力に対する検定

アンカー筋に作用する引張力を構造力学公式集に基づき次式より算出し、アンカー筋の許容引張力を下回ることを確認する。

$$P = M/j$$

$$M = \frac{w_H \times H^2}{2}$$

$$w_H = K_H \times m/H$$

P　：1m あたりの引張力（kN）

M　：曲げモーメント（kN・m）

j　：応力中心間距離（mm）（7/8d）

d　：有効壁厚（mm）

w_H　：単位高さあたりの水平方向地震荷重（kN/m）

H　：堰高さ（m）

K_H　：水平方向震度（G）

m　：1m あたりの堰重量（kN）

(e) 引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社)日本建築学会，2010 改定）に基づく次式により算出し、1 以下であることを確認する。

$$\left(\frac{T}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{R_A}{q_a}\right)^2 \leqq 1$$

$T(P)$　：アンカー筋の発生引張力（kN）

$p_a(P_a)$　：アンカー筋の引張に対する短期許容荷重（kN）

$R_A(Q)$　：アンカー筋の発生せん断応力（kN）

$q_a(Q_a)$：アンカー筋のせん断に対する短期許容荷重（kN）

4.5　評価条件

第 4-5 表　堰の耐震評価に用いる入力値（1/2）

記号	単位	定義	数値
E_c	N/mm^2	コンクリートのヤング係数	22,800
γ	kN/m^3	コンクリートの気乾単位体積重量	23
F_c	N/mm^2	コンクリートの設計基準強度	24.5
τ_a	N/mm^2	へりあき及びアンカー筋ピッチを考慮した引張力の付着強度	3.14
α_1 α_2 α_3	－	へりあき及びアンカー筋ピッチによる低減係数	0.76 0.76 1.00
τ_{bavg}	N/mm^2	アンカー筋の基本平均付着強度	5.40
c_1 c_2 c_3	mm	へりあき寸法またはアンカー筋ピッチの 1/2	100 100 211.5
Le	mm	有効埋込み深さ	190
Qa	kN	1m あたりの許容せん断力	207.9
L′	本	1m あたりのアンカー筋本数	3
qa	kN/本	アンカー筋１本あたりの許容せん断力	69.3
qa_1	kN/本	アンカー筋１本あたりのせん断強度の許容せん断力	69.3
qa_2	kN/本	アンカー筋１本あたりの支圧強度の許容せん断力	71.5
qa_3	kN/本	アンカー筋１本あたりのコーン状破壊の許容せん断力	－
φ_1 φ_2 φ_3	－	低減係数	1.0 2/3 2/3
$_s\sigma_{qa}$	N/mm^2	アンカー筋せん断強度	241.5
$_s\sigma_y$	N/mm^2	アンカー筋規格降伏点強度	345
$_{sc}a$	mm^2	アンカー筋の断面積	287
$_c\sigma_{qa}$	N/mm^2	コンクリートの支圧強度	373.7
$_c\sigma_t$	N/mm^2	コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度	－
A_{qc}	mm^2	有効投影断面積	－
Q	kN	1m あたりのせん断力	0.550
K_H	G	水平方向震度	0.24
m	kN	1m あたりの堰重量	2.29
Pa	kN	1m あたりの許容引張力	184.2
pa	kN/本	アンカー筋１本あたりの許容引張力	61.4
pa_1	kN/本	アンカー筋１本あたりの降伏により決まる許容引張力	99.0

第 4-5 表　堰の耐震評価に用いる入力値（2/2）

記号	単位	定義	数値
pa_3	kN/本	アンカー筋１本あたりの付着力により決まる許容引張力	61.4
${}_s\sigma_{pa}$	N/mm^2	アンカー筋の引張強度	345
da	mm	アンカー筋径	19
Lce	mm	アンカー筋の強度算定用埋め込み深さ	492
P	kN	1m あたりの引張力	0.123
M	kN・m	曲げモーメント	0.055
j	m	応力中心間距離	0.4476
w_H	kN/m	単位高さあたりの水平方向地震荷重	2.75
H	m	堰高さ	0.2

5. 評価結果

堰の耐震評価結果を第 5-1 表に示す。発生応力度又は荷重は許容限界値を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

第 5-1 表　堰の耐震評価結果

評価部位		応力度又は荷重	許容限界値	検定
アンカー筋（鉄筋）	引張			
	せん断			
	組合せ			

資料６－１３　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添6-13-1

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動 ···· T3-添6-13-1

3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果 ·· T3-添6-13-1

3.1 機器・配管系 ····· T3-添6-13-1

4. まとめ ····· T3-添6-13-3

1. 概要

本資料は、資料６－１「耐震設計の基本方針」のうち「9. 耐震計算の基本方針」及び資料６－６「水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力により、施設が有する耐震性に及ぼす影響について評価した結果を説明するものである。

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

高浜発電所の弾性設計用地震動Sd－1～Sd－7について、原則として全ての地震動を評価対象とし、Sd－1～Sd－7から定める入力地震動による地震力に2分の1を乗じたものを用いる。ただし、各施設の評価を行う際には必要に応じてその包絡関係を確認し、代表できると判断できるものについては、個別に代表地震動を選定して評価を行うものとする。

3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果

3.1 機器・配管系

3.1.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を第3-1表に示す。設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を以下の項目より検討し、影響の可能性がある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重複する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平2方向の地震力による影響有無を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合は、水平2方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した。

a. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

横置きの容器などは、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動性状及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した。

b. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板などは、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。

c. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等と言えるもの

配管（定ピッチスパン法にて評価）などは、水平2方向の地震力を想定した場合においても、水平1方向の地震力による応答と同等となるものであり、水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等のものと分類した。

d. 従来評価にて保守性を考慮しており、水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を考慮しても影響が軽微であるもの

従来の評価において十分な裕度が確認されている評価部位については、水平2方向の地震力を考慮しても影響が軽微と考えられるものと分類した。

以上の整理の結果、第3-1表に示す評価対象設備（配管（定ピッチスパン法））の各部位については、c. に該当し、水平2方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理されたため、この観点から抽出される設備はなかった。

(2) 水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じ、さらに新たな応力成分が作用する可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系の設備について、一般的な補機の場合は水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっており、評価上有意なねじれ振動等は発生しない。

一方、水平方向に広がりのある配管系の設備の場合、各構成要素は水平各軸方向に対して均等な構造であり有意なねじれ振動は起こらないが、系全体として考えた場合は、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動モードが想定される配管系の設備は、従来設計よりその振動モードを適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される設備はなかった。

3.1.2　水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

3.1.1項で抽出した結果、耐震性への影響が懸念されるものは抽出されなかった。

3.1.3　まとめ

機器・配管系において、水平2方向の地震力の影響を受ける可能性がある設備（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出した結果、耐震性への影響が懸念されるものは抽出されなかった。

以上のことから、水平2方向及び鉛直方向地震力については、設備が有する耐震性に影響がないことを確認した。

第3-1表　水平2方向入力の影響検討対象設備

設備	部位
配管（定ピッチスパン法）	直管配管(水平、鉛直)
	曲り部、分岐部

4. まとめ

各施設について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した場合、施設の耐震性への影響はないことを確認した。

別添１

溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書

目　　次

別添１－１　溢水防護に係る施設の耐震計算の方針
別添１－２　溢水源としない耐震B，Cクラスの機器の耐震計算書
別添１－３　溢水防護に係る施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

別添１－１

溢水防護に係る施設の耐震計算の方針

目　　次

頁

1. 概要 T3-別添1-1-1

2. 耐震評価の基本方針 T3-別添1-1-2
2.1 評価対象施設 T3-別添1-1-2

3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界 T3-別添1-1-2
3.1 荷重及び荷重の組合せ T3-別添1-1-2
3.2 許容限界 T3-別添1-1-3

4. 耐震評価方法 T3-別添1-1-3
4.1 地震応答解析 T3-別添1-1-3
4.2 耐震評価 T3-別添1-1-8
4.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮 T3-別添1-1-8

5. 適用規格 T3-別添1-1-8

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）（以下「技術基準規則」という）」第12条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合する設計とするため、資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－２「溢水評価条件の設定」にて設定している耐震性を有することから溢水源として設定しない耐震B，Cクラス機器（以下「耐震B，Cクラス機器」という）が、基準地震動Ssによる地震力に対して、溢水伝播を防止する機能を維持するために、耐震性を有することを確認するための耐震計算方針について説明するものである。溢水防護に係る施設及び耐震B，Cクラス機器への基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性の要求は、技術基準規則の第5条及び第50条の対象ではない。

耐震評価は、資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－１「溢水等による損傷防止の基本方針」に示す適用規格を用いて実施する。

耐震B，Cクラス機器の具体的な計算の方法及び結果は、別添１－２「溢水源としない耐震B，Cクラスの機器の耐震計算書」に示す。

2. 耐震評価の基本方針

耐震評価は、「2.1　評価対象施設」に示す評価対象施設を対象として、「3.1　荷重及び荷重の組合せ」で示す基準地震動Ssによる地震力と組み合わすべき他の荷重による組合せ荷重による応力等が、「3.2　許容限界」で示す許容限界内であることを、「4. 耐震評価方法」に示す評価方法を使用し、「5. 適用規格」で示す適用規格を用いて確認する。

耐震B，Cクラス機器は、基準地震動Ssによる地震力に対して、その機能を維持又は保持できる設計とすることを踏まえ、水平2方向及び鉛直方向地震力を適切に組み合わせて実施する。影響評価方法は「4.3　水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮」に示す。

2.1　評価対象施設

評価対象施設は、資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－２「溢水評価条件の設定」にて設定している耐震B，Cクラス機器を対象とする。

2.1.1　耐震B，Cクラス機器

資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－２「溢水評価条件の設定」にて設定している溢水源となり得る流体を内包する耐震B，Cクラス機器を評価対象施設とする。

評価対象施設のうち配管、弁及び支持構造物は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」にて示すSクラスの配管、弁及び支持構造物の構造を踏まえ、応答性状を適切に評価することで適用する地震力に対して構造強度を有する構造とする。

3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

耐震B，Cクラス機器の耐震評価に用いる荷重及び荷重の組合せを、以下の「3.1　荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「3.2　許容限界」に示す。

3.1　荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重の種類

荷重は、溢水起因の荷重との組合せはないため、以下の荷重を用いる。

a. 死荷重（D）

死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

b. 地震荷重（Ss）

地震荷重は、基準地震動Ssによる地震力とする。

c．内圧荷重（P_D）

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、溢水起因の荷重との組合せはないため、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－９「機能維持の基本方針」の「3.1　構造強度上の制限」に示す機器・配管系の荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.2　許容限界

耐震B，Cクラス機器の許容限界は、耐震B，Cクラス機器を資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－２「溢水評価条件の設定」の「2.1.3　地震起因による溢水」において、基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性を有し、機器の破損等により溢水源とならない設計とするため、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－９「機能維持の基本方針」に示している各機器の許容応力状態$\mathrm{IV}_A\mathrm{S}$の許容限界を準用する。

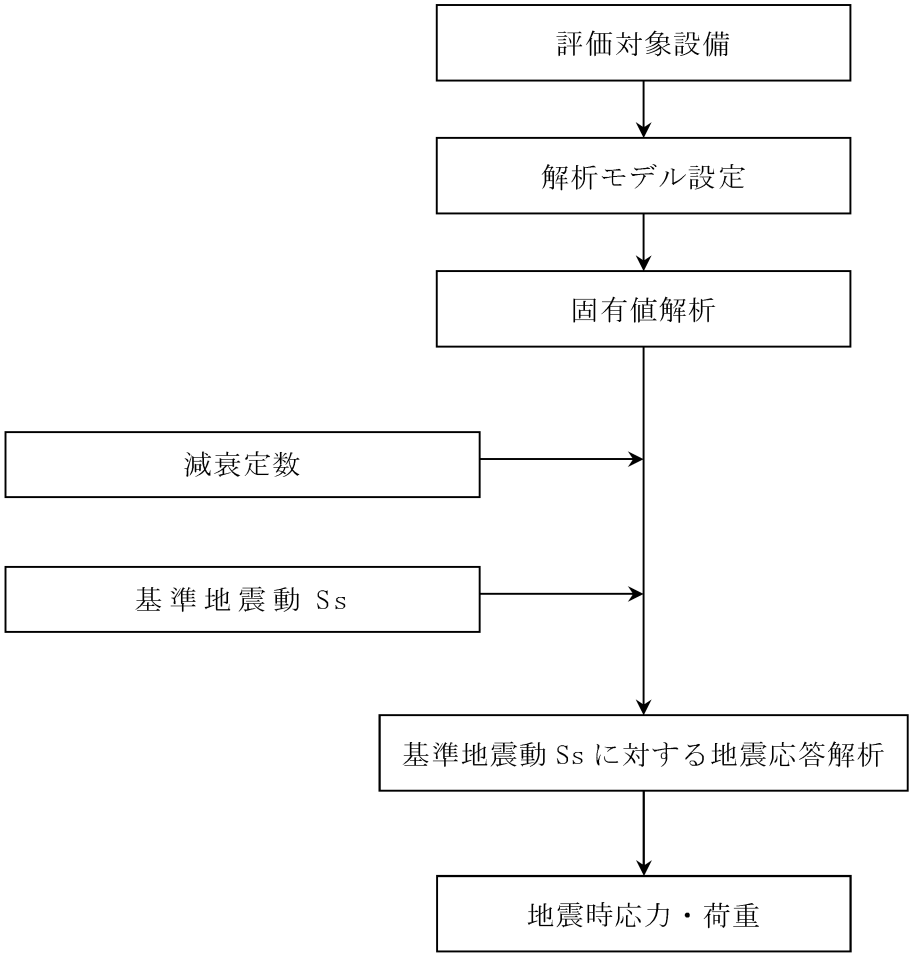
4．耐震評価方法

耐震B，Cクラス機器の耐震評価は、以下の「4.1　地震応答解析」及び「4.2　耐震評価」に従って実施する。

4.1　地震応答解析

耐震B，Cクラス機器の地震応答解析は、以下の「4.1.1　入力地震動」に示す入力地震動、「4.1.2　解析方法及び解析モデル」に示す解析方法及び「4.1.3　設計用減衰定数」に示す減衰定数を用いて実施する。

第4-1図に機器・配管系の地震応答解析の手順を示す。



第4-1図　耐震B，Cクラス機器の地震応答解析の手順

4.1.1　入力地震動

耐震B，Cクラス機器の地震応答解析における入力地震動は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－７「設計用床応答曲線の作成方針」の「4. 設計用床応答曲線（Ss）」に設定している、当該設備設置床の基準地震動Ssにおける設計用床応答曲線（Ss）とする。

4.1.2　解析方法及び解析モデル

耐震B，Cクラス機器の地震応答解析は、以下の方法に従い実施する。

配管系については、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法により応答を求める。

スペクトルモーダル解析法を用いる場合は地盤物性等のばらつきを適切に考慮する。

a. 解析方法

スペクトルモーダル解析法により求める。

b. 解析モデル

配管系の解析モデルを以下に示す。耐震評価に用いる寸法は、公称値を使用する。

(a) 配管

高温配管は、3次元多質点梁モデルに、低温配管は、はり要素分布質量系モデルにそれぞれ置換する。なお、本申請では、低温配管のみが対象である。

4.1.3　設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－６「地震応答解析の基本方針」に設定しているJEAG4601に記載されている減衰定数又は試験等で妥当性が確認された値を用いる。具体的には第4-1表に示す値を用いる。

第4-1表　減衰定数

1. 機器･配管系

対象設備	減衰定数（%）	
	水平方向	鉛直方向
配管系（注1）	0.5～3.0（注1,2）	0.5～3.0（注1,2,3）

（注1）具体的な適用条件を「2. 配管系の減衰定数」に示す。

（注2）既往の研究等において、試験及び解析等により妥当性が確認されている値

（注3）既往の研究等において、設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値

（参考文献）

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究（H12～H13）」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（H7～H10）」

2. 配管系の減衰定数

配管区分		減衰定数(注1) (%)	
		保温材無	保温材有
Ⅲ	Uボルトを有する配管系で、Uボルト（水平配管の自重を架構で受けるもの）の数が4個以上のもの	2.0	3.0
Ⅳ	配管区分Ⅰ、Ⅱ及びⅢに属さないもの	0.5	1.5

（水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用）

（注1）既往の研究等において試験及び解析等により妥当性が確認されている値。また、金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5%とする。

（参考文献）

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究（H12～H13）」

4.2　耐震評価

耐震B, Cクラス機器の耐震評価は、「3.1　荷重及び荷重の組合せ」にて示す、荷重の組み合せに対して、「4.1　地震応答解析」で示した地震応答解析により発生応力を算出し、「3.2　許容限界」にて設定している許容限界に収まることを確認する。

4.2.1　耐震評価方法

(1) 耐震B, Cクラス機器のうち配管の耐震評価

耐震B, Cクラス機器のうち配管の耐震評価は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」に示すSクラスの配管の解析方法を踏まえた評価を行う。

4.3　水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮

基準地震動Ssによる地震力に対して耐震性評価を実施する、耐震性を有することから溢水源として設定しない耐震B, Cクラス機器に関する、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－８「水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2　機器・配管系」の評価方針及び評価方法に基づき評価を行う。

5. 適用規格

資料５「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料５－１「溢水等による損傷防止の基本方針」に記載している以下の指針等を適用する。

・「発電用原子力設備規格　設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))<第Ⅰ編　軽水炉規格>　JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）
・「発電用原子力設備規格　設計・建設規格(2012年版)<第Ⅰ編　軽水炉規格>　JSME S NC1-2012」（日本機械学会）
・「原子力発電所耐震設計技術指針　JEAG4601-1987」(社)日本電気協会
・「原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　JEAG4601・補-1984」(社)日本電気協会
・「原子力発電所耐震設計技術指針　JEAG4601-1991追補版」(社)日本電気協会

溢水源としない耐震B,Cクラスの機器の耐震計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-別添1-2-1

2. 基本方針 ····· T3-別添1-2-2
2.1 位置 ····· T3-別添1-2-2
2.2 構造概要 ····· T3-別添1-2-2
2.3 評価方針 ····· T3-別添1-2-2
2.4 適用規格 ····· T3-別添1-2-2

3. 地震応答解析 ····· T3-別添1-2-4
3.1 基本方針 ····· T3-別添1-2-4

4. 応力評価 ····· T3-別添1-2-4
4.1 基本方針 ····· T3-別添1-2-4
4.2 評価対象部位 ····· T3-別添1-2-4
4.3 荷重及び荷重の組合せ ····· T3-別添1-2-4
4.4 許容限界 ····· T3-別添1-2-6
4.5 評価方法 ····· T3-別添1-2-7

5. 耐震評価結果 ····· T3-別添1-2-7

1. 概要

本資料は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」に基づき、溢水源となり得る流体を内包する耐震B，Cクラス機器のうち、溢水源として設定しない機器が、基準地震動Ssによる地震力に対して、溢水伝播を防止する機能を維持するために、耐震性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「2.1　評価対象施設」に示す構造計画を踏まえ、耐震B，Cクラス機器の「2.1　位置」及び「2.2　構造概要」を示す。

2.1　位置

本申請で設置する耐震B，Cクラス機器の設置建屋及び設置高さは、第5-1表に示し、設置高さに応じた評価を行う。

2.2　構造概要

本申請で設置する耐震B，Cクラス機器のうち配管、弁及び支持構造物の構造は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」にて示すSクラスの配管、弁及び支持構造物を適用できる構造である。

2.3　評価方針

耐震B，Cクラス機器の応力評価は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.1　荷重及び荷重の組合せ」及び「3.2　許容限界」にて設定している、荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、耐震B，Cクラス機器の評価対象部位に作用する応力が許容限界内に収まることを、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法により計算し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

耐震B，Cクラス機器のうち配管、弁及び支持構造物については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」にて示すSクラスの配管、弁及び支持構造物の構造と同様であることから、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」に示すSクラスの配管、弁及び支持構造物の解析方法を用いて評価する。

2.4　適用規格

耐震評価に用いる規格、基準等を以下に示す。

・「発電用原子力設備規格　設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))<第Ⅰ編　軽水炉規格>　JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）
・「発電用原子力設備規格　設計・建設規格(2012年版)<第Ⅰ編　軽水炉規格>　JSME S NC1-2012」（日本機械学会）
・「原子力発電所耐震設計技術指針　JEAG4601-1987」(社)日本電気協会

・「原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　JEAG4601・補-1984」(社)日本電気協会
・「原子力発電所耐震設計技術指針　JEAG4601-1991追補版」(社)日本電気協会

3. 地震応答解析

3.1　基本方針

耐震B，Cクラス機器の地震応答解析は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「4.1　地震応答解析」にて設定している評価方針を踏まえ、耐震B，Cクラス機器の設置建屋及び設置高さに応じて実施する。

4. 応力評価

4.1　基本方針

耐震B,Cクラス機器の応力評価は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「4.2　耐震評価」にて設定している評価方針を踏まえ、応力評価を実施する。

耐震B，Cクラス機器の応力評価は、「4.2　評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「4.3　荷重及び荷重の組合せ」及び「4.4　許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「4.5　評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

4.2　評価対象部位

耐震B，Cクラス機器の評価対象部位は、配管、弁及び支持構造物については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」に示すSクラスの配管、弁及び支持構造物を評価対象部位とする。

溢水対象配管の評価結果は、発生応力と許容応力を踏まえ、評価上厳しい箇所の結果について記載する。

4.3　荷重及び荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.1　荷重及び荷重の組合せ」に示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.3.1　荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重とする。

(1) 死荷重（D）

死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

(2) 地震荷重（Ss）

地震荷重は、基準地震動Ssによる地震力とする。

(3) 内圧荷重（P_D）

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

4.3.2　荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重の組合せを第4-1表に示す。

第4-1表　配管の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価対象部位
$Ⅳ_AS$	$D＋Ss＋P_D$	配管

4.4　許容限界

耐震B，Cクラス機器の評価の許容限界は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「3.2　許容限界」にて設定している許容限界に従って、「4.2　評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、許容応力状態IV_{A}Sの許容応力を用いる。

配管の許容限界を第4-2表に示す。

第4-2表　配管の許容限界

	耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界(注1)			
				一次一般膜応力	一次応力（曲げ応力含む）	一次応力＋二次応力	一次応力＋二次応力＋ピーク応力
配管	B，C	D＋Ss＋P_D	IV_{A}S	0.6Su	左欄の1.5倍の値	Ss地震動のみによる疲労解析(注2)を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。ただし、地震動のみによる一次応力＋二次応力の変動値が2Sy以下であれば、疲労解析は行わない。	

（注1）Sy：設計降伏点　JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に規定される値
Su：設計引張強さ　JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表9に規定される値

（注2）2Sy を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1 PVB-3300（同 PVB-3313を除く。また、Sm は2/3Sy に読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

4.5　評価方法

(1) 溢水防護として要求する機能を踏まえ、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－９「機能維持の基本方針」の「3.1　構造強度上の制限」により、基準地震動Ssによる地震力に対して、耐震性が確保され溢水に至らないことを確認するために、許容応力状態$\mathrm{IV}_{A}S$での許容限界を満足することを確認する。

(2) 減衰定数の考え方は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－６「地震応答解析の基本方針」の「3.　設計用減衰定数」に示す。

(3) 評価に用いる解析コード並びにその適用機器及び使用目的を以下に示す。

耐震B，Cクラス機器のうち配管の標準支持間隔法において耐震最大支持間隔算出に用いるSPAN2000 [redacted] の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

耐震B，Cクラス機器のうち配管の応力評価は、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－１２「配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について」に示すSクラスの配管の解析方法を用いて評価する。

5. 耐震評価結果

溢水対象配管の耐震評価結果を第5-1表に示す。

今回の対象配管はすべて新設の耐震 B,C クラス配管であるが、溢水源として設定しない配管及びその支持構造物については、基準地震動 Ss による地震力に対して耐震性を有するように設計する。

第 5-1 表　耐震評価結果

区分	設置建屋	設備名称（系統）	設置高さ E.L.（m）	材質	外径	評価結果（注1）			
						支持間隔（m）	一次応力（MPa）	許容応力（MPa）	裕度
配管	外周建屋	使用済樹脂移送系統		SUS	60.5	4.8			2.78
	燃料取扱建屋	使用済樹脂移送系統		CS	60.5	4.2			1.60
	補助一般建屋	使用済樹脂移送系統		SUS	48.6	3.8			1.82

（注 1）：配管の評価結果は、設置建屋毎に各系統の裕度(許容値/発生値)が最も厳しくなるものを記載している。

別添１－３

溢水防護に係る施設の水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-別添1-3-1

2. 溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器に関する影響評価 ····· T3-別添1-3-2
2.1 基本方針 ····· T3-別添1-3-2
2.2 評価条件及び評価方法 ····· T3-別添1-3-2
2.3 評価結果 ····· T3-別添1-3-4

1. 概要

本資料は、別添１－１「溢水防護に係る施設の耐震計算の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」に基づき、溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器について、基準地震動Ssによる地震力に対して、溢水伝播を防止する機能を維持するために、耐震性を有することを確認しているため、動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の組合せに関する影響評価について説明するものである。

2. 溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器に関する影響評価

2.1 基本方針

溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器に関する、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－８「水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2　機器・配管系」の評価方針及び評価方法を踏まえて、設備が有する耐震性への影響を評価する。

2.2 評価条件及び評価方法

平成２７年８月４日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料１３－８「水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価方針」を踏まえて、基準地震動Ssによる地震力に対して耐震評価を実施する設備のうち、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組合せた耐震計算（以下「従来の計算」という）に対して、設備の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し、設備が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。影響評価のフローを第2-1図に示す。

(1) 評価対象となる設備の整理

溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器のうち、基準地震動Ssによる地震力に対して機能維持を確認する設備を評価対象とする。（第2-1図①）

(2) 構造上の特長による抽出

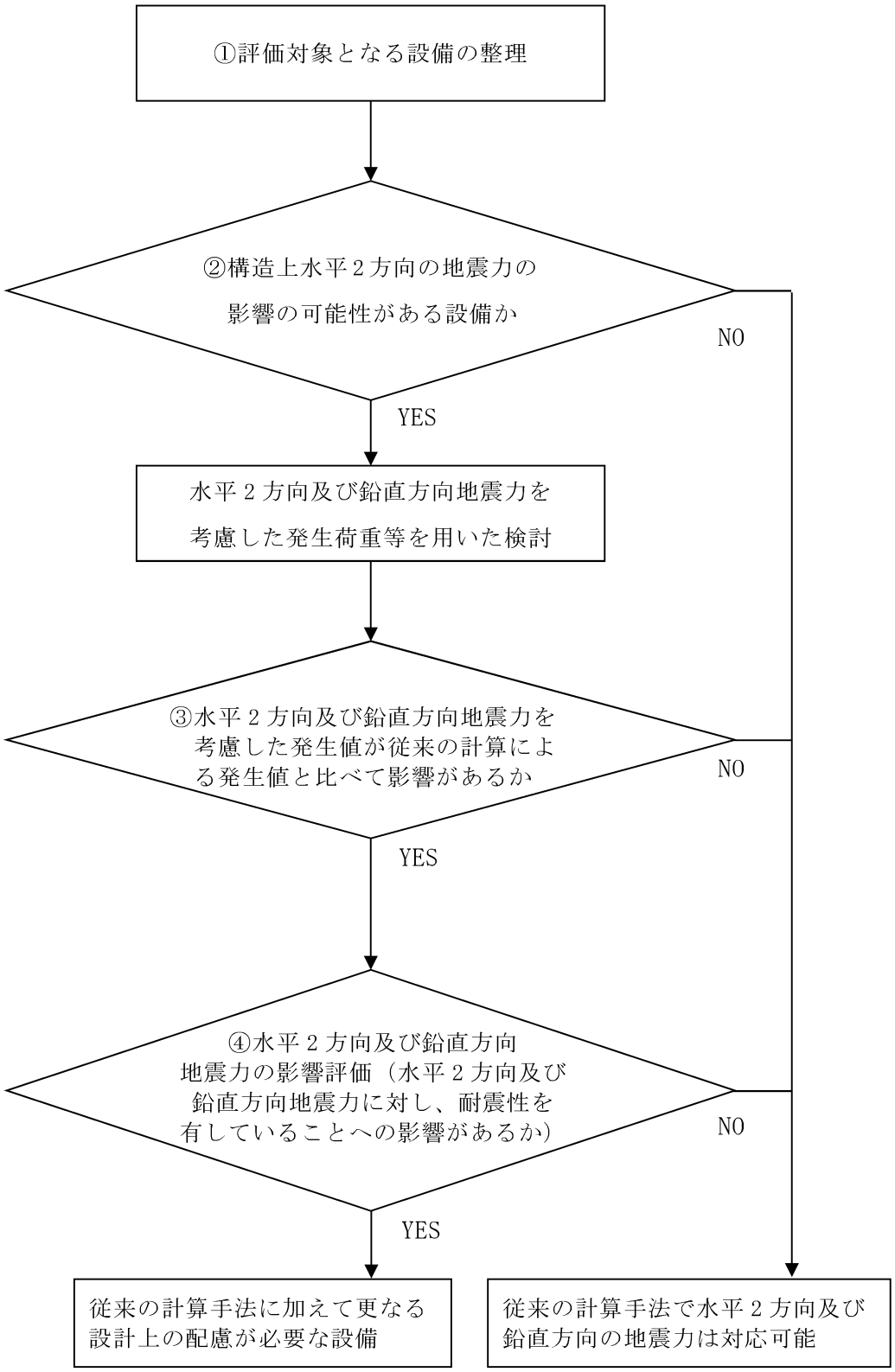
構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点にて検討を行い、水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。（第2-1図②）

(3) 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して、水平2方向の地震力が各方向1：1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力等を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。（第2-1図③）

(4) 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

「(3) 発生値の増分による抽出」の検討において算出された荷重や応力等を用いて、設備が有する耐震性への影響を検討する。（第2-1図④）



第2-1図　水平2方向及び鉛直方向の地震力を考慮した影響評価のフロー

2.3　評価結果

2.3.1　水平２方向及び鉛直方向の組合せの評価設備（部位）の抽出

資料６－１３「水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」の「3.1　機器・配管系」の評価設備（部位）の抽出方法を踏まえ、評価対象設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から、水平2方向の地震力による影響を以下の項目により検討した結果、溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器では対象となる設備はない。

(1) 水平2方向の地震力が重複する観点

評価対象設備は、水平1方向の地震に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平2方向の地震力による影響検討が必要となる可能性があるものとして「配管本体（定ピッチスパン法）」があるが、水平2方向の地震力を想定した場合においても、水平1方向の地震力による応答と同等となるものであり、水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等のものと分類した。

2.3.2　まとめ

溢水防護に係る耐震B，Cクラス機器について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した場合でも溢水防護に係る施設が有する耐震性への影響がないことを確認したため、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法に加えて更なる設計上の配慮が必要な設備はない。

別紙

計算機プログラム（解析コード）の概要

目　　　　　次

頁

1. はじめに ……………………………………………………… T3-別紙-1

2. 解析コードの概要 ……………………………………………… T3-別紙-2

2.1 SPAN2000 ……………………………………………… T3-別紙-2

※本紙に記載の解析コード一覧を第1表に示す。

第1表　機器・配管系の耐震設計に係る解析コード

評価対象	解析コード名	項目	添付資料
配管	SPAN2000 [redacted]	2.1	資料６－１０ 資料６ 別添１－２

1. はじめに

本資料は、資料６「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 SPAN2000 [redacted]

2.1.1 SPAN2000 [redacted]の概要

対象：配管

コード名 / 項目	SPAN2000
開発機関	三菱重工業株式会社
開発時期	[redacted]
使用したバージョン	[redacted]
使用目的	等分布質量連続はりモデルによる 耐震最大支持間隔算出
コードの概要	配管等の耐震設計に用いる目的として開発したメーカオリジナルの計算機コードである。 配管直管部（一般部）について、発生応力、固有振動数等が許容値や制限値を超えない範囲における最大長さを標準支持間隔として求めることが可能であり、加圧水型原子力発電設備において、多くの使用実績を有している。
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	配管を等分布質量連続はりでモデル化し、許容値や制限値を超えない範囲における最大の支持間隔を求めるために使用している。 【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は次のとおりである。 [redacted] ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。

	【妥当性確認(Validation)】 本解析コードの妥当性確認の内容は以下の通りである。 [redacted] ・本解析コードは、配管系で使用される要素形状のうち直管部の支持間隔の算出、発生応力の算出に用いられる。本工事計画で行う支持間隔算出、発生応力算出の用途、適用範囲が、上述の妥当性確認範囲内になることを確認している。 ・使用するバージョンは、既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。

資料７　強度に関する説明書

目　　次

資料７　強度に関する説明書
資料７－１　強度計算の基本方針の概要
資料７－１－１　クラス３機器の強度計算の基本方針

資料７－２　強度計算方法の概要
資料７－２－１　クラス３容器の強度計算方法
資料７－２－２　クラス３管の強度計算方法

資料７－３　強度計算書の概要
資料７－３－１　クラス３容器の強度計算書
資料７－３－２　クラス３管の強度計算書

資料７－１　強度計算の基本方針の概要

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-1-1

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）第17条に規定されている設計基準対象施設に属するクラス３機器について、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することを説明するものである。

このうち、強度計算及び強度評価の基本方針については、以下の資料により構成する。

資料７－１－１　クラス３機器の強度計算の基本方針

資料７－１－１　クラス３機器の強度計算の基本方針

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-1-1-1

2. クラス３機器の強度計算の基本方針 ····· T3-添7-1-1-2

2.1 クラス３機器のうちフレキシブルホースの材料、構造及び強度 ····· T3-添7-1-1-3

1. 概要

クラス３機器の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第17条第1項第3号及び第10号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することが要求されている。

本資料は、クラス３機器となる容器及び管（本申請設備の主配管「使用済樹脂移送容器樹脂出入口ライン接続部～使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）」のうち使用済樹脂移送用フレキシブルホース（以下「フレキシブルホース」という。）を含む。）が十分な強度を有することを確認するための強度計算及び強度評価の基本方針について説明するものである。

2. クラス３機器の強度計算の基本方針

クラス３機器の材料及び構造については、技術基準規則第17条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「技術基準規則の解釈」という。）第17条11において、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））＜第Ⅰ編 軽水炉規格＞JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「JSME 2005/2007」という。）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第Ⅰ編 軽水炉規格＞JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME」という。）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）によることとされている。同解釈において規定されているJSME 2005/2007並びにJSME及び材料規格は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、クラス３機器（フレキシブルホースを除く。）の評価は、JSME及び材料規格による評価を実施する。管継手については、JSME PPD-3415に適合するものを使用する設計とし、管と管を接続する場合は、JSME PPD-3430に適合するものを使用する設計とする。

クラス３機器（フレキシブルホースを除く。）の材料については、材料規格に規定されている材料を使用する設計とする。

また、技術基準規則の解釈の冒頭において「技術基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、技術基準規則に適合するものと判断する。」ことが規定されている。

よって、クラス３機器のうちフレキシブルホースについては、技術基準規則の解釈で引用されるJSME及び材料規格に規定される材料によらないことから、技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス３管の材料、構造及び強度の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠を確認したものを使用する設計とする。

なお、クラス３機器の設計仕様となる最高使用温度等の数値の根拠については、資料２「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」による。

2.1　クラス３機器のうちフレキシブルホースの材料、構造及び強度

技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス３管の材料、構造及び強度の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠を以下のとおり確認する。

(1) 技術基準規則第17条第1項第3号、第10号及び第15号におけるクラス３管への適合性

a. 材料

技術基準規則第17条において、材料の要求は、クラス３機器に使用する材料が、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること並びに工学的安全施設に属するクラス３機器に使用する材料にあっては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであることが要求されている。

フレキシブルホースの材料は、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースが十分な強度及び耐久性を有していることを、以下のとおり、確認していること並びに当該フレキシブルホースは工学的安全施設に該当しないことから、技術基準規則第17条クラス３管の規定を満足している。

(圧力)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を条件としており、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースの耐圧強度が「最高使用圧力」を上回ることを確認している。

(温度)

技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、機器に生ずる最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を条件としており、メーカー基準による試験にて、フレキシブルホースの使用可能な温度が「最高使用温度」を上回ることを確認している。

(荷重)

設計において考慮される荷重は自重及び圧力であり、メーカー基準による評価及び試験にて、これらの荷重に対してフレキシブルホースが十分な強度を有していることを確認している。

(その他使用条件)

技術基準規則第 17 条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが要求されており、メーカー基準による評価及び試験にて、フレキシブルホースが十分な強度及び耐久性を有していることを確認している。

b. 構造及び強度

技術基準規則第17条において、構造及び強度の要求は、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること、クラス３管に属する伸縮継手にあっては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと及び設計上定める条件において、座屈が生じないことが要求されている。

フレキシブルホースの構造及び強度は、フレキシブルホースの主要材料がゴムであり、金属と比較しヤング率が小さく、弾性に優れた材料であることから、全体的な変形は弾性域に抑えられるとともに、その材料特性から疲労破壊及び座屈を考慮する必要はないため、技術基準規則第17条クラス３管の規定を満足している。

c. 主要な耐圧部の溶接部

技術基準規則第17条において、主要な耐圧部の溶接部について、不連続で特異な形状でないものであること等が要求されているが、フレキシブルホースには、主要な耐圧部の溶接部に該当する溶接部がないことから、本要求の対象外である。

上述のa.項及びb.項より、フレキシブルホースについては、技術基準規則のクラス３管の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があることから、技術基準規則第17条に適合している。

資料７－２　強度計算方法の概要

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-2-1

1. 概要

本資料は、資料７－１「強度計算の基本方針の概要」に基づき、クラス３機器が十分な強度を有することを確認するための方法について説明するものであり、以下の資料により構成する。

資料７－２－１　クラス３容器の強度計算方法
資料７－２－２　クラス３管の強度計算方法

資料７－２－１　クラス３容器の強度計算方法

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-2-1-1

2. クラス３容器の強度計算方法 ····· T3-添7-2-1-2
2.1 クラス３容器の規定に基づく強度計算方法 ····· T3-添7-2-1-2
2.1.1 記号の定義 ····· T3-添7-2-1-2
2.1.2 強度計算方法 ····· T3-添7-2-1-8

3. 強度計算書のフォーマット ····· T3-添7-2-1-37
3.1 強度計算書のフォーマットの概要 ····· T3-添7-2-1-37
3.2 記載する数値に関する注意事項 ····· T3-添7-2-1-37
3.3 強度計算書のフォーマット ····· T3-添7-2-1-37

1. 概要

本資料は、資料７－１－１「クラス３機器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス３容器が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第Ⅰ編　軽水炉規格＞ JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME」という。）及び「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものであり、クラス３容器の強度計算方法及び強度計算書のフォーマットにより構成する。

ただし、JSMEに計算式の規定がないフランジの応力計算については、「日本産業規格」（以下「JIS」という。）を準用する。

2. クラス３容器の強度計算方法

2.1　クラス３容器の規定に基づく強度計算方法

2.1.1　記号の定義

クラス３容器の厚さ計算、補強計算、溶接部強度計算及びフランジの強度計算に用いる記号について以下に説明する。

(1) 容器の厚さ計算に使用するもの

	記　　号	単　位	定　　義
容器の厚さ計算に使用するもの	D_0	mm	胴、管台又は鏡板フランジ部の外径
	D_i	mm	胴、鏡板又は鏡板フランジ部の内径
			鏡板の円すい部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径
	d	mm	平板の取付け方法に応じ、JSME　表PVD-3310-1に示す平板の径又は最小内のり
	K	－	平板の取付け方法による係数でJSME 表PVD-3310-1に記載の値
	P	MPa	最高使用圧力
	R_i	mm	さら形鏡板の中央部の内面の半径
	r	mm	円すいのすその丸みの内半径
			さら形鏡板の隅の丸み半径
	S	MPa	最高使用温度における材料規格　Part3　第1章　表3に規定する材料の許容引張応力
	T	℃	最高使用温度
	t	mm	鏡板又は平板の計算上必要な厚さ
	t_1	mm	胴の材料による制限最小厚さ
			内面に圧力を受ける管台の計算上必要な厚さ
	t_2	mm	胴の計算上必要な厚さ
	t_n	mm	管台の実際使用最小厚さ
	t_s	mm	胴、鏡板又は平板の実際使用最小厚さ
	η	－	継手効率
	θ	°	円すいの頂角の1/2

(2) 補強計算及び溶接部強度計算に使用するもの

	記　　号	単　位	定　　義
補強計算及び溶接部強度計算に使用するもの	A_1～A_5	mm^2	補強に有効な面積
	A_r	mm^2	補強に必要な面積
	A_t	mm^2	補強に有効な断面積の和
	D_0	mm	胴又は鏡板フランジ部の外径
	D_i	mm	胴の内径
	d	mm	断面に現われる穴の径
			平板の取付け方法に応じ、JSME　表PVD-3310-1に示す平板の径又は最小内のり
	d_0	mm	管台の外径
	d_0'	mm	胴の実際の穴径
	d_1	mm	ボルト穴の径
	g_1～g_3	mm	溶接部脚長
	h_3	mm	ボルト穴の深さ
	K	－	平板の取付け方法による係数でJSME 表PVD-3310-1に記載の値
	L	mm	補強を要しない穴の中心間距離
	L_s	mm	実際の穴の中心間距離
	ℓ_a	mm	穴の中心線に平行な直線間の距離
	ℓ_b、ℓ_{b1}、ℓ_{b2}	mm	胴板の面に沿う線と胴板の面との距離
	N_1～N_3	－	溶接箇所数
	P	MPa	最高使用圧力
	r	mm	管台突出し部の面取り半径

	記　　号	単　位	定　　義
補強計算及び溶接部強度計算に使用するもの	S	MPa	最高使用温度における材料規格 Part3 第1章 表3に規定する材料の許容引張応力
	t	mm	平板の計算上必要な厚さ
	t_e	mm	強め材の厚さ
	t_n	mm	管台の実際使用最小厚さ
	t_{nr}	mm	管台の補強計算に使用する厚さ
	t_s	mm	胴又は鏡板の実際使用最小厚さ
	t_{sr}	mm	胴の補強計算に使用する厚さ
	W	N	溶接部の負うべき荷重
	W_1～W_6	N	溶接取付部の予想される破断箇所の強さ
	w_0	mm	強め材の外径
	w_i	mm	強め材の穴径
	η	－	穴が長手継手又は周継手を通る効率

(3) フランジの強度計算に使用するもの

	記　　号	単　位	定　　義
フランジの強度計算に使用するもの	A	mm	フランジの外径
	A_b	mm^2	実際に使用するボルトの総有効断面積
	A_m	mm^2	ボルトの必要総有効断面積
	A_{m1}	mm^2	使用状態でのボルトの必要総有効断面積
	A_{m2}	mm^2	ガスケット締付時のボルトの必要総有効断面積
	B	mm	フランジの内径
	b	mm	ガスケット座の有効幅
	b_0	mm	ガスケット座の基本幅（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 表G.3による。）
	C	mm	ボルト穴の中心円の直径
	D_g	mm	ガスケットの外径
	d	mm^3	係数で、ルーズ形フランジの場合は $\frac{U}{V_L} h_0 \cdot g_0^2$
	d_b	mm	ボルトのねじ部の谷径又は軸部の最小径のいずれか小さい値
	e	mm^{-1}	係数で、ルーズ形フランジの場合は $\frac{F_L}{h_0}$
	F_L	－	ルーズ形フランジの係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.5又は附属書G 表G.4による。）
	f	－	ハブ応力修正係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.4又は附属書G 表G.4による。）
	G	mm	ガスケット反力円の直径
	g_0	mm	ハブ先端の厚さ
	g_1	mm	フランジ背面のハブの厚さ
	H	N	内圧によってフランジに加わる荷重
	H_D	N	内圧によってフランジの内径面に加わる荷重
	H_G	N	ガスケット荷重
	H_P	N	気密を保つために、ガスケットに加える圧縮力
	H_T	N	内圧によってフランジに加わる荷重と内圧によってフランジの内径面に加わる荷重との差

	記　　号	単　位	定　　義
フランジの強度計算に使用するもの	h	mm	ハブの長さ
	h_0	mm	$\sqrt{B \cdot g_0}$
	h_D	mm	ボルト穴の中心円からH_Dの作用点までの半径方向の距離
	h_G	mm	ボルト穴の中心円からH_Gの作用点までの半径方向の距離
	h_T	mm	ボルト穴の中心円からH_Tの作用点までの半径方向の距離
	L	－	係数$\left(L=\frac{t \cdot e+1}{T}+\frac{t^3}{d}\right)$
	M	N･mm	フランジに作用するモーメント
	M_0	N･mm	使用状態でのフランジに作用するモーメント
	M_D	N･mm	内圧によってフランジの内径面に加わる荷重によるモーメント
	M_G	N･mm	ガスケット荷重によるモーメント
	M_g	N･mm	ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント
	M_T	N･mm	内圧によってフランジに加わる荷重と内圧によってフランジの内径面に加わる荷重との差によるモーメント
	m	－	ガスケット係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 表G.2による。）
	N	mm	ガスケットの接触面の幅
	n	－	ボルトの本数
	P	MPa	最高使用圧力
	T	－	$K\left(=\frac{A}{B}\right)$の値によって定まる係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.7又は図中の式による。）
	t	mm	フランジの厚さ（ガスケット座面の高さ及びガスケット溝の深さは含めない）
	U	－	$K\left(=\frac{A}{B}\right)$の値によって定まる係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.7又は図中の式による。）
	V_L	－	ルーズ形フランジの係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.8又は附属書G 表G.4による。）
	W	N	ボルト荷重
	W_0	N	使用状態でのボルト荷重

	記　　号	単　位	定　　義
フランジの強度計算に使用するもの	W_g	N	ガスケット締付時のボルト荷重
	W_{m1}	N	使用状態での必要ボルト荷重
	W_{m2}	N	ガスケット締付時の必要ボルト荷重
	Y	－	$K\left(=\frac{A}{B}\right)$の値によって定まる係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.7又は図中の式による。）
	y	MPa	ガスケットの最小設計締付圧力（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 表G.2による。）
	Z	－	$K\left(=\frac{A}{B}\right)$の値によって定まる係数（JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G 図G.7又は図中の式による。）
	σ_H	MPa	ハブの軸方向応力
	σ_R	MPa	フランジの径方向応力
	σ_T	MPa	フランジの周方向応力
	σ_o	MPa	最高使用温度における材料規格　Part3　第1章　表5に規定するボルト材料の許容引張応力
	σ_a	MPa	常温における材料規格　Part3　第1章　表5に規定するボルト材料の許容引張応力
	σ_{fo}	MPa	最高使用温度における材料規格　Part3　第1章　表3に規定するフランジ材料の許容引張応力
	σ_{fa}	MPa	常温における材料規格　Part3　第1章　表3に規定するフランジ材料の許容引張応力（ガスケット締付時）
	σ_{no}	MPa	最高使用温度における材料規格　Part3　第1章　表3に規定するフランジ取付胴部の材料の許容引張応力
	σ_{na}	MPa	常温における材料規格　Part3　第1章　表3に規定するフランジ取付胴部の材料の許容引張応力（ガスケット締付時）

2.1.2　強度計算方法

ここでは、クラス３容器を構成する胴、鏡板、平板及び管台の計算上必要な厚さ、補強計算、フランジの強度計算の計算方法及び評価方法を示す。

材料の許容引張応力は、材料規格 Part3 第1章 表3、表5に応じた値の容器の最高使用温度に応じた値を用いる。材料規格 Part3 第1章 表3、表5記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算し、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算はJSMEに基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

ただし、補強計算には、設計確認値である実際使用最小厚さを使用する。

(1) 胴（JSME PVD-3010（PVC-3100準用））

a. 胴の形状（JSME PVD-3010（PVC-3110準用））

容器の胴の形状は、JSME PVC-3111に適合する円筒形又は円すい形とする。また、容器の継手は、JSME PVC-3112に適合する溶接継手又はフランジ継手を使用する。

b. 胴の厚さの計算（JSME PVD-3010（PVC-3120準用））

胴の厚さは、以下の(a)項及び(b)項から求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

(a) 材料による制限最小厚さ：t_1（JSME PVC-3121）

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたもの・・・・・・・・・・・・・・ 3mm

その他の材料で作られたもの・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1.5mm

(b) 以下の計算式による。

項　　目	適用規格番号	計　　算　　式
円筒形 (内面圧)	JSME PVC-3122(1)	胴の厚さが胴の内半径の1/2以下の場合 $t_2 = \dfrac{P \cdot D_i}{2S \cdot \eta - 1.2P}$ (注1)
	JSME PVC-3122(2)	胴の厚さが胴の内半径の1/2を超えるものは使用しない。

（注1）継手効率ηについては、JSME 表PVD-3110-1のとおりとする。また、容器の胴に同じ大きさの穴を連続してあけるものはない。（JSME PVC-3140）

JSME 表PVD-3110-1 継手効率の値

継手の種類	効　率	
	「発電用原子力設備規格 溶接規格（2012年版） JSME S NB1-2012」（日本機械学会）（以下「溶接規格」という。）N-4100(1)a.項の規定に準じて放射線透過試験を行い、同規格(2)a.項の規定に適合するもの	その他のもの
突合せ両側溶接、裏当金を使用した突合せ片側溶接(溶接後裏当金を取り除いたものに限る)及びこれらと同等以上の効果が得られる方法による溶接	1.00	0.70
裏当金を使用した突合せ片側溶接(溶接後裏当金を取り除いたものを除く)	0.90	0.65
裏当金を使用しない突合せ片側溶接	0.60	0.60
両側全厚すみ肉重ね溶接	0.55	0.55
プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接	0.50	0.50
プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接	0.45	0.45

ただし、品質係数が1未満となる場合は、継手効率は1.00とする。

c. 穴の補強計算（JSME PVD-3120、JSME PVD-3010（PVC-3160準用））

(a) 穴の形（JSME PVD-3121）

容器の胴に設ける穴は、円形又はだ円形とする。

(b) 補強の要否の検討（JSME PVD-3122）

容器の胴に穴をあけた場合、原則として補強をする。

ただし、以下に示す条件を満足する場合は、補強を必要としない。

項　　目	適用規格番号	計　　算　　式
補強を要しない穴の最大径	JSME PVD-3122(1)	(1) 穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が61mm以下で、かつ、胴の内径の1/4以下の穴
	JSME PVD-3122(2)	(2) (1)に掲げるものを除き、穴の径が200mm以下で、かつ、JSME 図PVD-3122-1及び図PVD-3122-2より求めたｄの値以下の穴 (注1) ここで、ｄの値を求める場合に用いるＫの値は以下の式による。 ・円筒形の場合 (注2) $K=\frac{P\cdot D_0}{1.82S\cdot\eta\cdot t_s}$ … (JSME 図 PVD-3122-1 及び図 PVD-3122-2 備考 3(1))

（注1）補強を要しない穴の最大径

補強を要しない穴の最大径を求める計算において、JSME 図PVD-3122-1及び図PVD-3122-2については以下の計算式を用いる。

$$d=8.05\sqrt[3]{D_0\cdot t_s\ (1-K)}$$

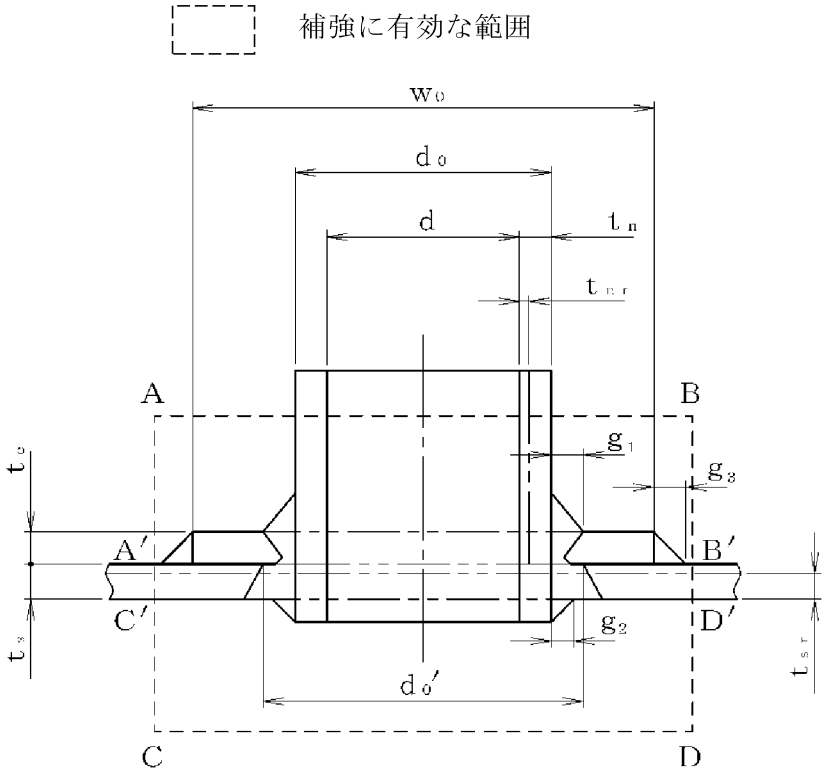
（注2）継手の効率ηは、穴が長手継手を通る場合はJSME PVD-3110に規定する値となり、その他の場合は1.00となるが、あらかじめ後者となるような構造であることを確認していることから、計算書内への記載は省略する。

(c) 補強計算 (JSME PVC-3160)

前述の(b)項の補強の要否を検討において穴の径が補強を要しない穴の最大径より大きい場合は、以下の手順により補強計算を行い、「補強は、穴の中心を含み、かつ、胴板の面に垂直な任意の平面に現れる断面について、補強に有効な範囲内にある補強に有効な面積が補強に必要な面積より大きい」ことを確認する。

また、破断が想定される溶接部の強さが溶接部の負うべき荷重より大きいことを確認する。

補強説明図を第1図に示す。



胴板の面に沿う線 ‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥ ＡＢ＝ＣＤ

穴の中心線に平行な直線‥‥‥‥‥‥‥‥‥ ＡＣ＝ＢＤ

第1図　補強説明図

ｲ. 補強計算に使用する計算上必要な厚さは、以下の計算式により求める値とする。

区　　分	適用規格番号	計　　算　　式
胴 (内面圧)	JSME PVC-3161.2(1)	$t_{sr}=\dfrac{P\cdot D_i}{2S-1.2P}$
管　　台 (内面圧)	JSME PVC-3161.2(2)	$t_{nr}=\dfrac{P\cdot D_i}{2S-1.2P}$

ロ．　補強に有効な範囲、補強に有効な面積及び補強に必要な面積は、以下の計算式により求める値とする。（第1図参照）

項　　目	区　　分	適用規格番号	計　　算　　式
補強に有効な範囲	穴の中心線に平行な直線間の距離	JSME PVC-3161.1(1)	$\left\{\begin{matrix}2d\\d+2(t_s+t_n)\end{matrix}\right\}$ 大きい方を採用 $AB=CD=\ell_a$ (注1)
	胴板の面に沿う線と胴板の面との距離	JSME PVC-3161.1(2)	$\left\{\begin{matrix}2.5t_s\\2.5t_n+t_e\end{matrix}\right\}$ 小さい 方を採用 $AA'=BB'=\ell_b$又はℓ_{b1} $CC'=DD'=\ell_b$又はℓ_{b2}
補強に有効な面積	容器の余肉の断面積	JSME PVC-3161.2(1)	$A_1=(\eta\cdot t_s-F\cdot t_{sr})(\ell_a-d)$ (注2,3,4)
	管台の余肉の断面積	JSME PVC-3161.2(2)	$A_2=2(t_n-t_{nr})\ell_b$ (注5)　$\ell_b\leqq h_2$ $A_2=2(t_n-t_{nr})h_2$ (注5)　$\ell_b>h_2$ h_2：管台の飛出し高さ
	強め材の断面積	JSME PVC-3161.2(2)	$A_3=t_e(\ell_a-d_0)$ 又は$t_e(\ell_a-w_i)$　$\ell_a\leqq w_0$ $A_3=t_e(w_0-d_0)$ 又は$t_e(w_0-w_i)$　$\ell_a>w_0$
	管台突出し部の断面積	JSME PVC-3161.2(2)	$A_4=2t_n\cdot h_1-4r^2\left(1-\frac{\pi}{4}\right)$　$\ell_b\geqq h_1$ $A_4=2t_n\cdot\ell_b$　$\ell_b<h_1$ h_1：管台の突出し長さ
	溶接部の断面積	JSME PVC-3161.2(3)	$A_5=\frac{1}{2}(g_1^2\cdot N_1+g_2^2\cdot N_2+g_3^2\cdot N_3)$
	補強に有効な断面積の和	JSME PVC-3161.2	$A_t=\sum_{i=1}^{5}A_i$
補強に必要な面積		JSME PVC-3161.3(1)	$A_r=d\cdot t_{sr}\cdot F$ (注2,4)
評　　価	A_tはA_rより大きいことを確認する。(注6)		

（注1）計算で求めたℓ_aが、構造上とれない場合は、構造上可能な範囲とする。

（注2）胴の穴の補強計算における係数Ｆについては、断面が長手軸と成す角度を0°とするた

め、1.00となる。（JSME 図PVC-3161.2-1）

（注3）補強に有効な面積における継手の効率ηについては、穴が長手継手を通る構造としていないため、1.00となる。（JSME PVC-3161.2）

（注4）後述する「ホ. 補強計算説明図」におけるCASE 13、16の場合は、補強に有効な面積A_1及び補強に必要な面積A_rを算出する際のｄの値としては、d_0'の値を用いる。

（注5）管台の板厚部分にボルト穴があけられているものについては、穴の最下端までの高さに穴の径を乗じて算出した面積を補強に有効な面積A_2から除外して考える。

（注6）平板の穴の補強計算を行う場合は、補強に有効な面積が、補強に必要な面積の1/2より大きいことを確認する。

ハ. 容器の構造は、下記の要求事項を満足するような設計とする。

(イ) 2以上の穴が、穴の補強に有効な範囲と重なり合う設計とはしない。（JSME PVC-3162）

(ロ) 管台、強め材又は溶着金属は、容器の胴の材料の平均熱膨張係数の0.85倍以上1.15倍以下の材料を選定する。（JSME PVC-3163）

(ハ) 内径が1,500mm以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の1/2（500mmを超える場合は、500mm）を超える場合及び内径が1,500mmを超える胴に設ける穴の径が胴の内径の1/3（1,000mmを超える場合は、1,000mm）を超える場合は、JSME PVC-3161.3の補強に必要な面積の2/3以上の補強に有効な面積が穴の周囲から穴の径の1/4の範囲内にある設計とする。（JSME PVC-3164）

(ニ) 補強に必要な面積の1/2以上の補強に有効な面積は、穴の中心線の両側にある設計とする。（JSME PVC-3165）

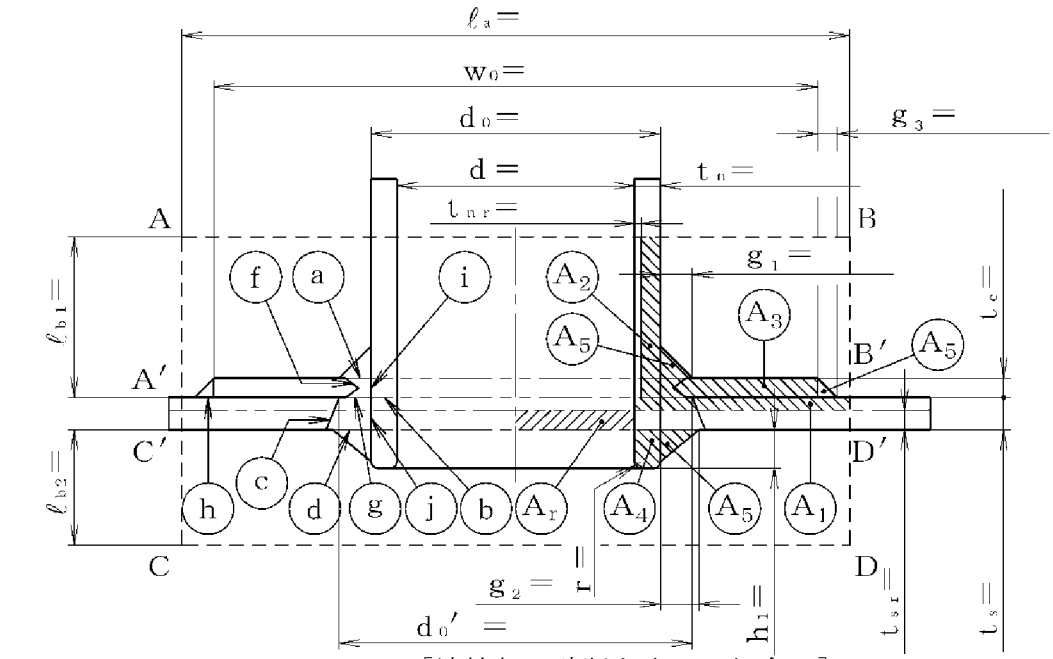
ニ. $S_n < S_s$の場合は、管台、溶着金属又は強め材の補強に有効な面積に、S_n / S_sを乗じるものとする。（JSME PVC-3167）

ここで、S_n：管台、溶着金属又は強め材の材料の許容引張応力

S_s：胴の材料の許容引張応力

ホ. 補強計算説明図

補強計算説明図の代表例（CASE 1～CASE 16）を以下に示す。



［溶接部の破断を生じる組合せ］

W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓙ＋ⓓ

W_3＝ⓗ＋ⓖ＋ⓑ　　W_4＝ⓗ＋ⓒ

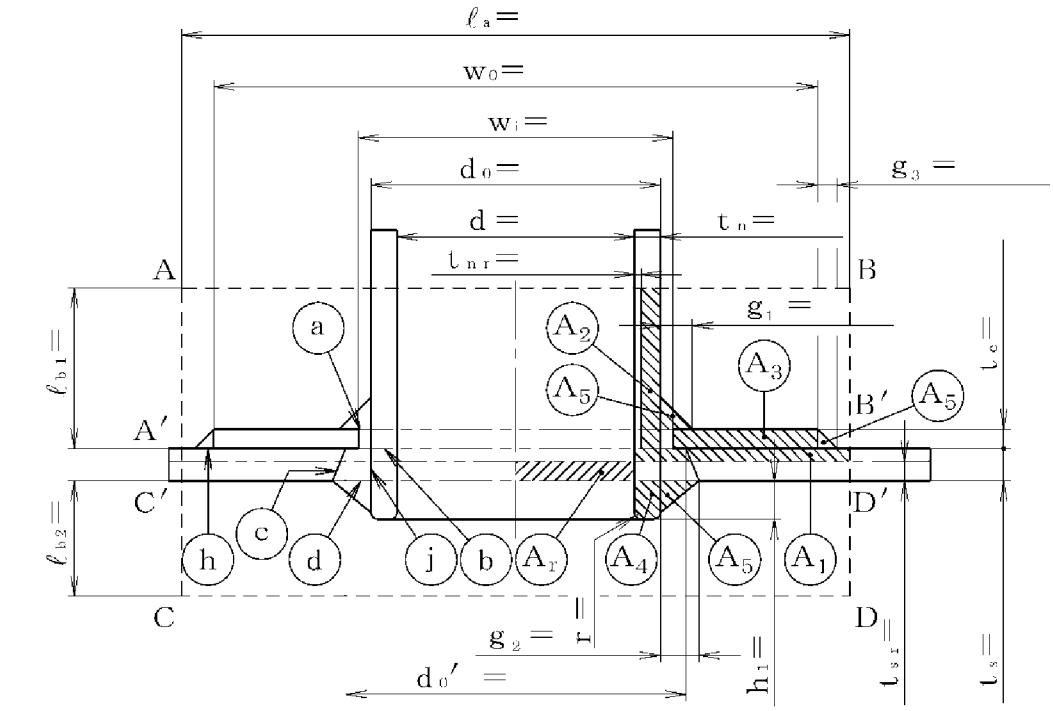
W_5＝ⓕ＋ⓒ　　W_6＝ⓗ＋ⓖ＋ⓙ＋ⓓ

CASE 1

補強に必要な面積

補強に有効な面積

補強に有効な範囲



補強に必要な面積

補強に有効な面積

補強に有効な範囲

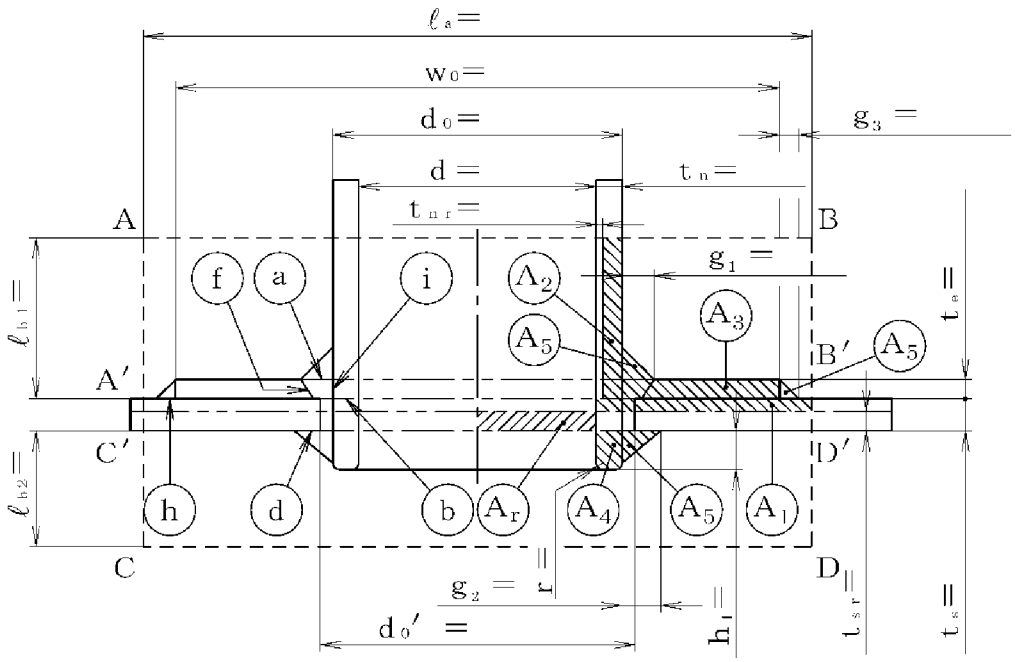
［溶接部の破断を生じる組合せ］

W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ＋ⓓ

W_3＝ⓗ＋ⓑ　　W_4＝ⓗ＋ⓒ

W_5＝ⓐ＋ⓒ　　W_6＝ⓗ＋ⓙ＋ⓓ

CASE 2

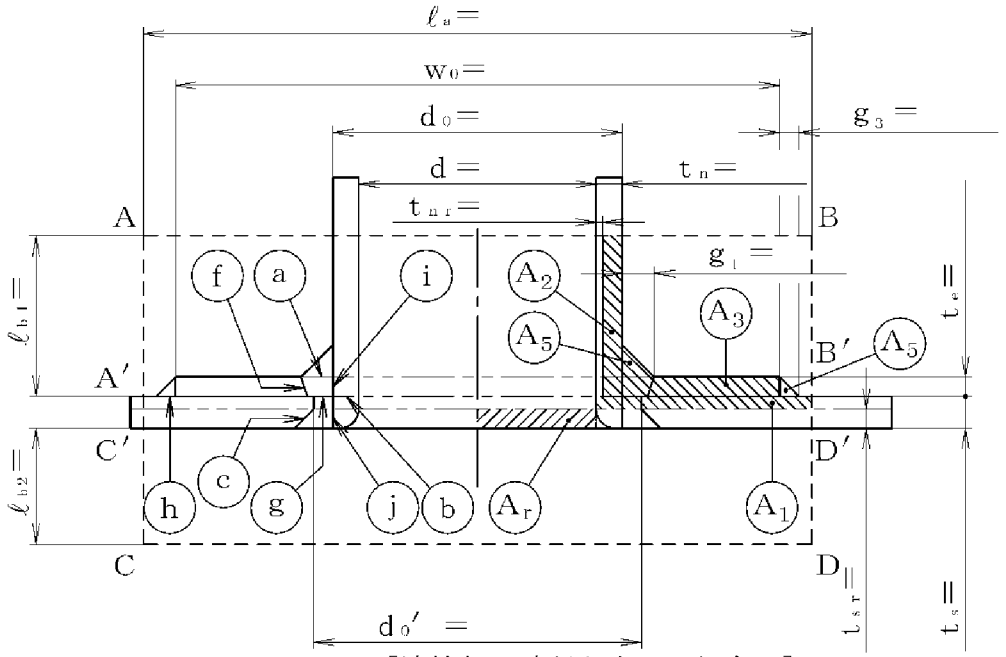


補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

［溶接部の破断を生じる組合せ］

W1＝ⓐ＋ⓑ　　W2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓓ
W3＝ⓗ＋ⓑ　　W4＝ⓕ＋ⓓ
W5＝ⓗ＋ⓓ

CASE 3

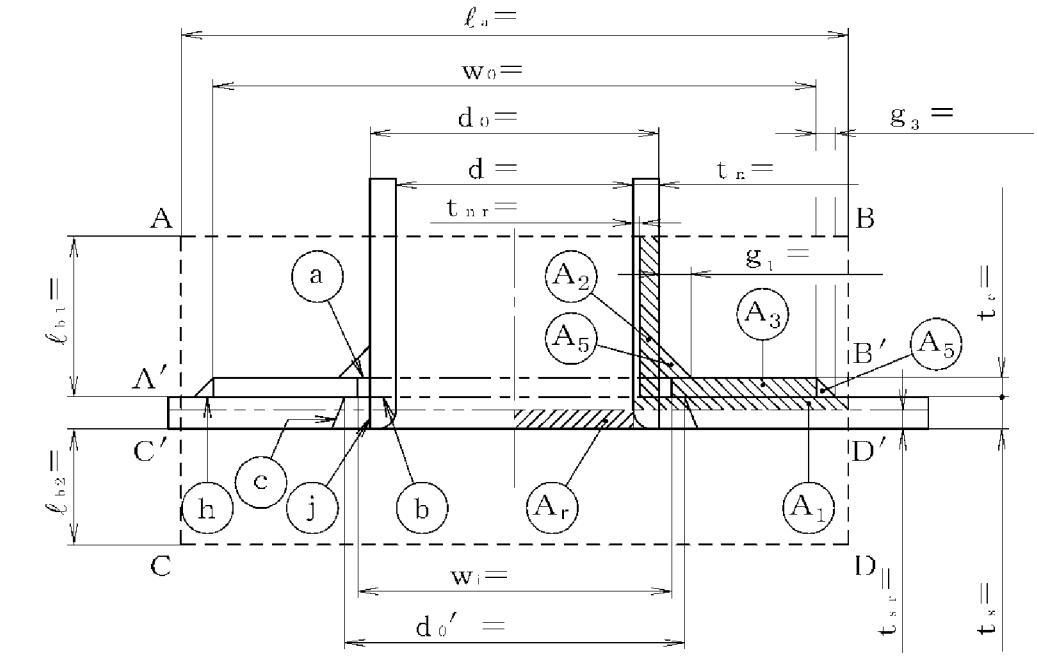


［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

W1＝ⓐ＋ⓑ　　W2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓙ
W3＝ⓗ＋ⓖ＋ⓑ　　W4＝ⓗ＋ⓒ
W5＝ⓕ＋ⓒ　　W6＝ⓗ＋ⓖ＋ⓙ

CASE 4

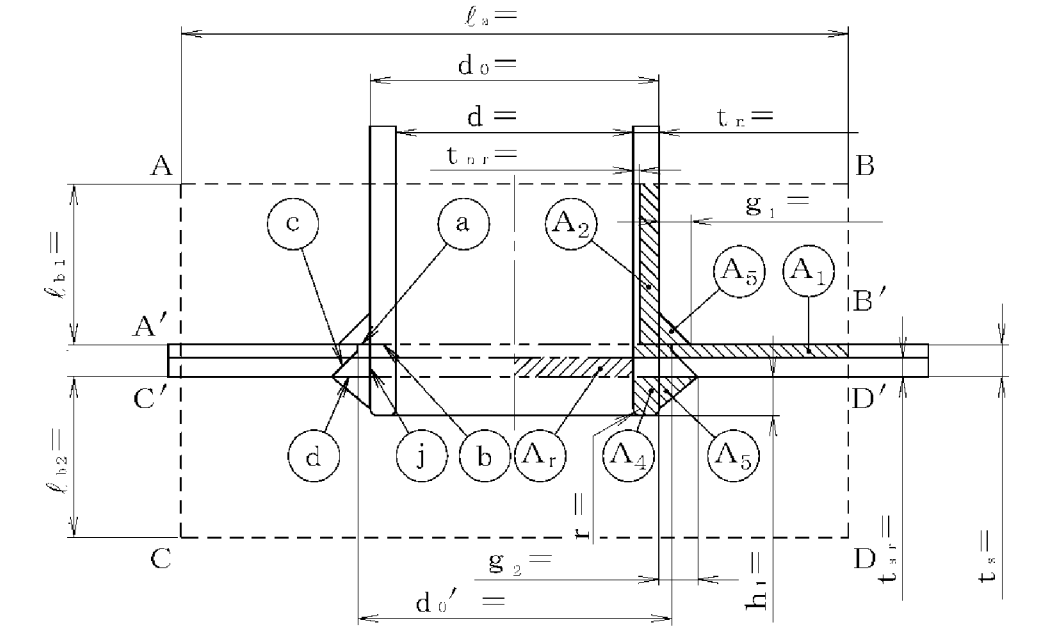


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓗ＋ⓑ　　W_4＝ⓗ＋ⓙ

CASE 5

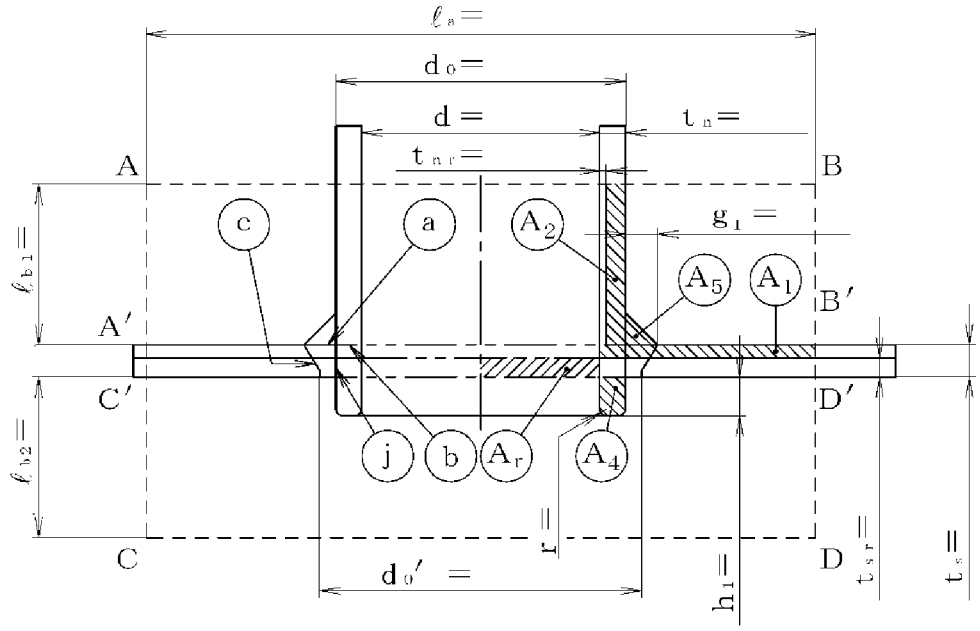


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ＋ⓓ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓒ

CASE 6

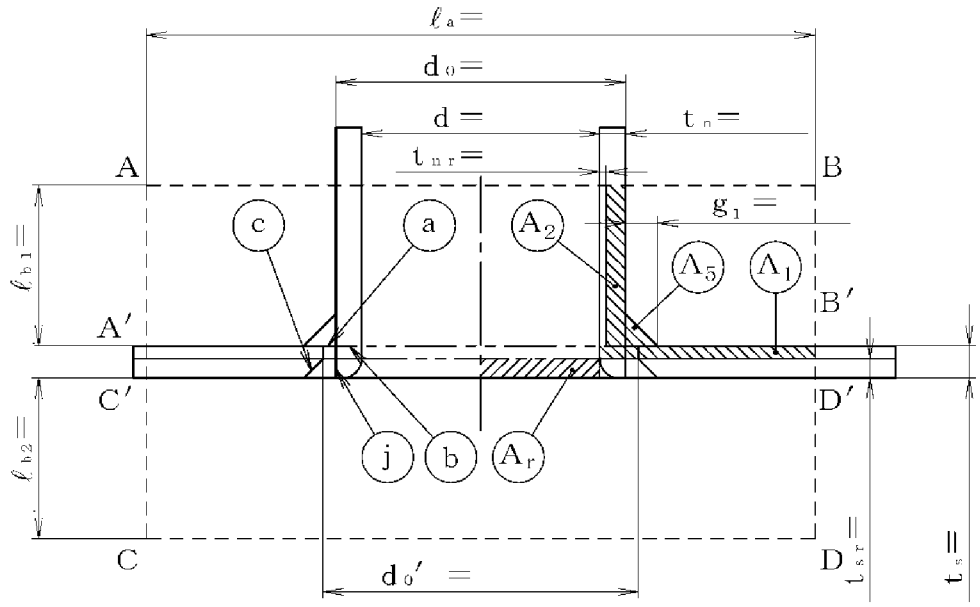


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓒ

CASE 7

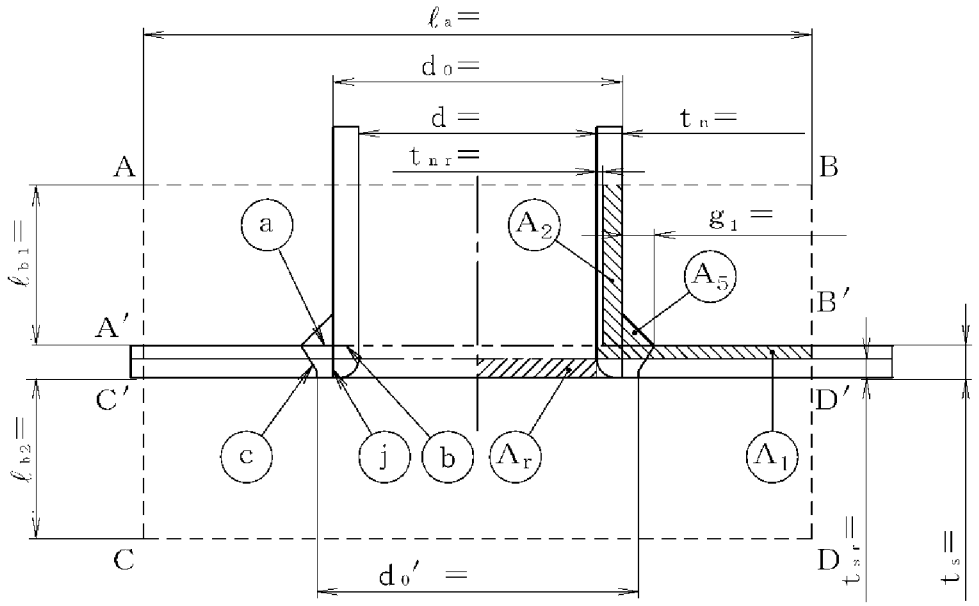


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓒ

CASE 8

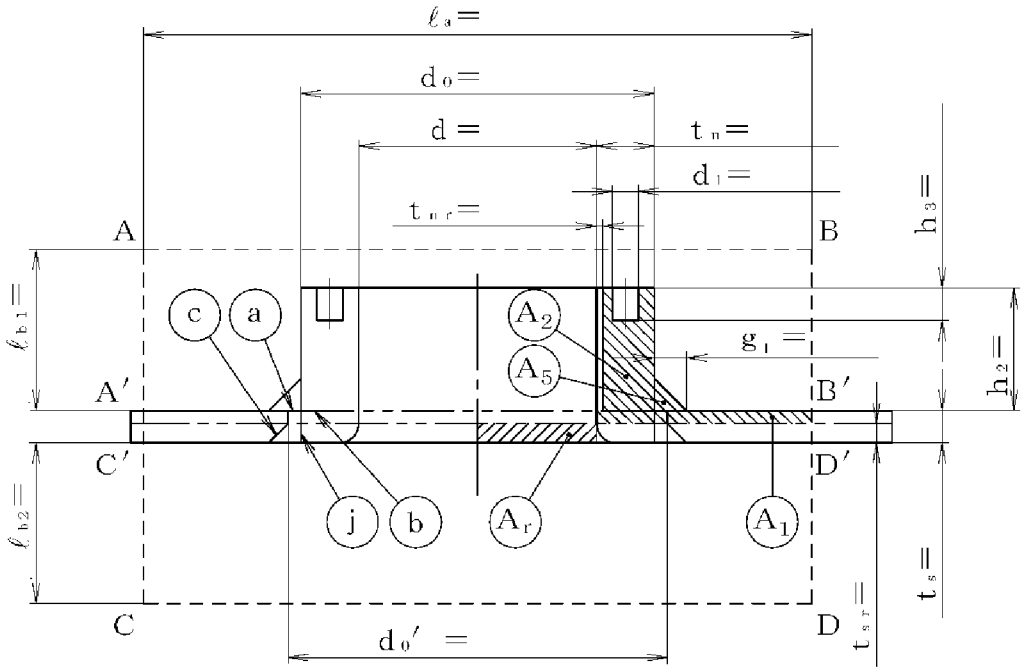


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓒ

CASE 9

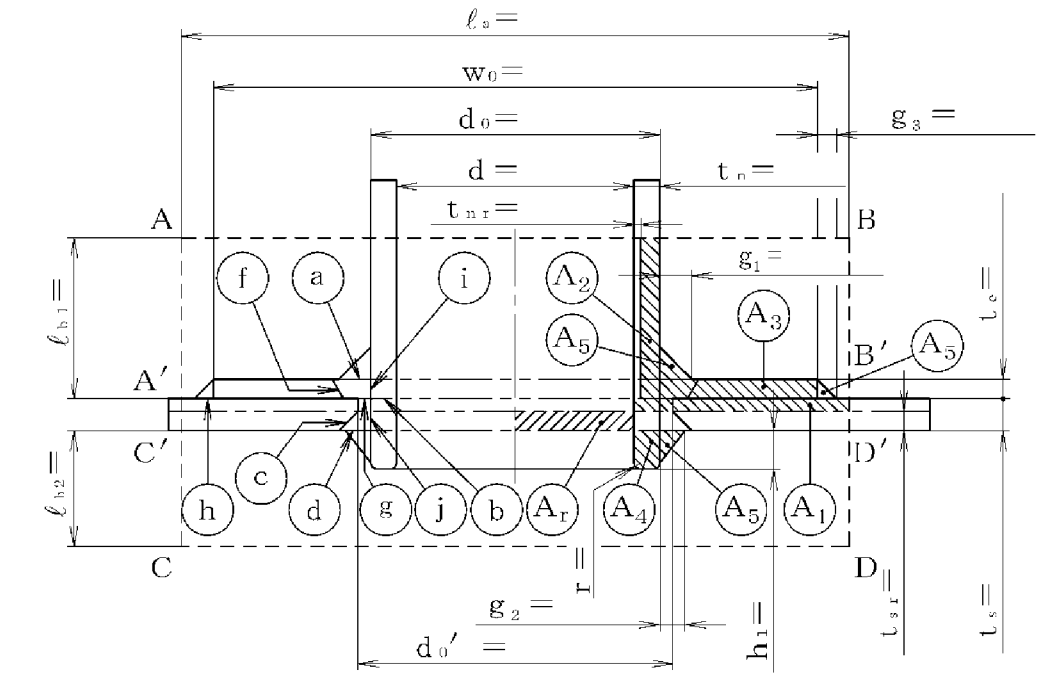


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓑ　　W_2＝ⓐ＋ⓙ

補強に有効な範囲　　W_3＝ⓒ

CASE 10

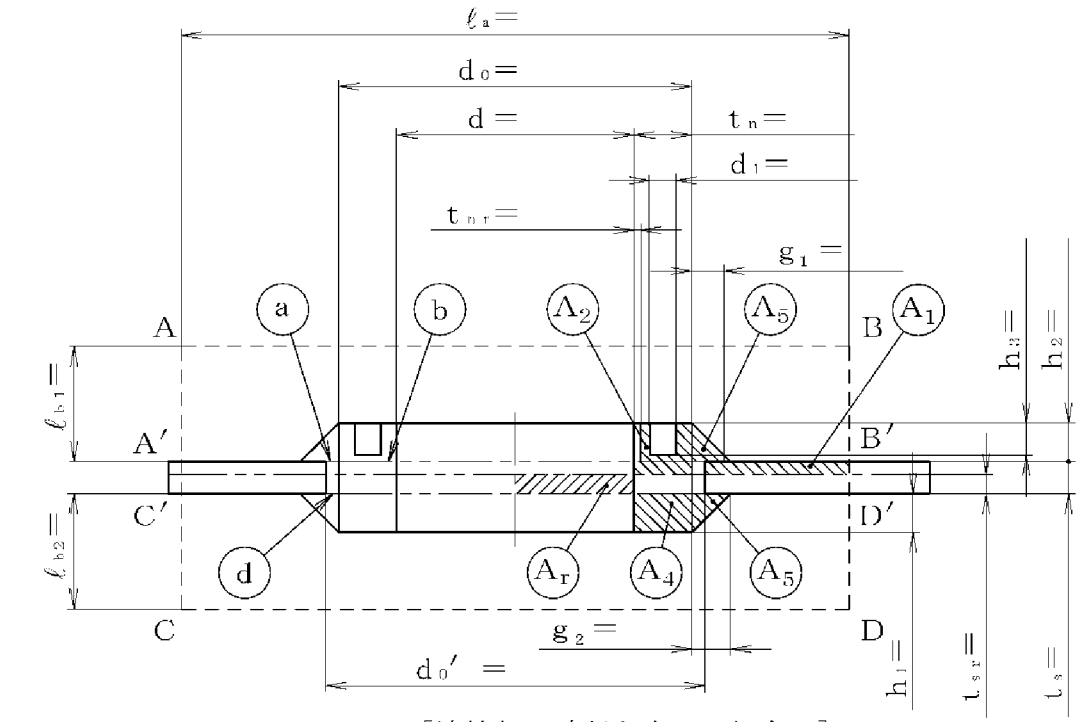


補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

［溶接部の破断を生じる組合せ］

W1＝ⓐ＋ⓑ　　W2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓙ＋ⓓ
W3＝ⓗ＋ⓖ＋ⓑ　　W4＝ⓗ＋ⓒ
W5＝ⓕ＋ⓒ　　W6＝ⓗ＋ⓖ＋ⓙ＋ⓓ

CASE 11

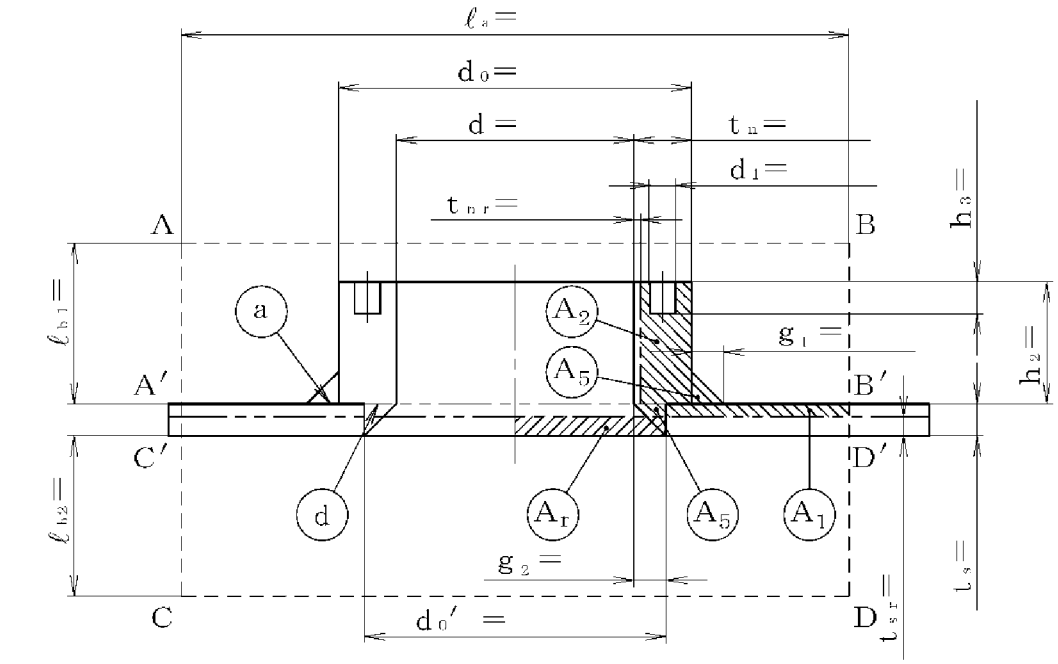


補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

［溶接部の破断を生じる組合せ］

W1＝ⓐ＋ⓑ　　W2＝ⓐ＋ⓓ

CASE 12

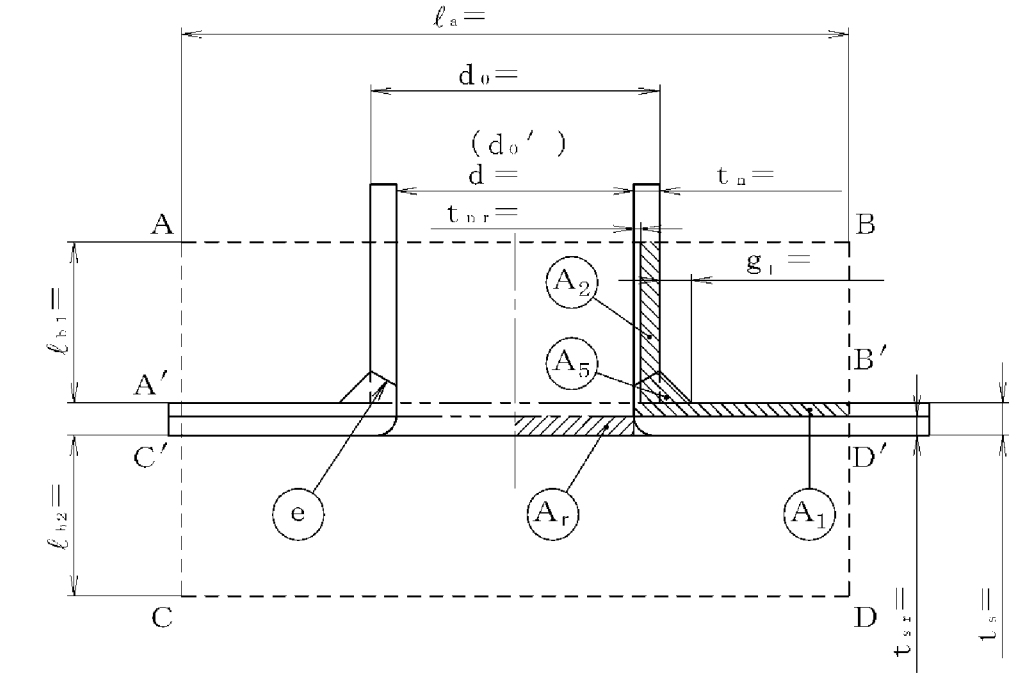


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓐ＋ⓓ

補強に有効な範囲

CASE 13

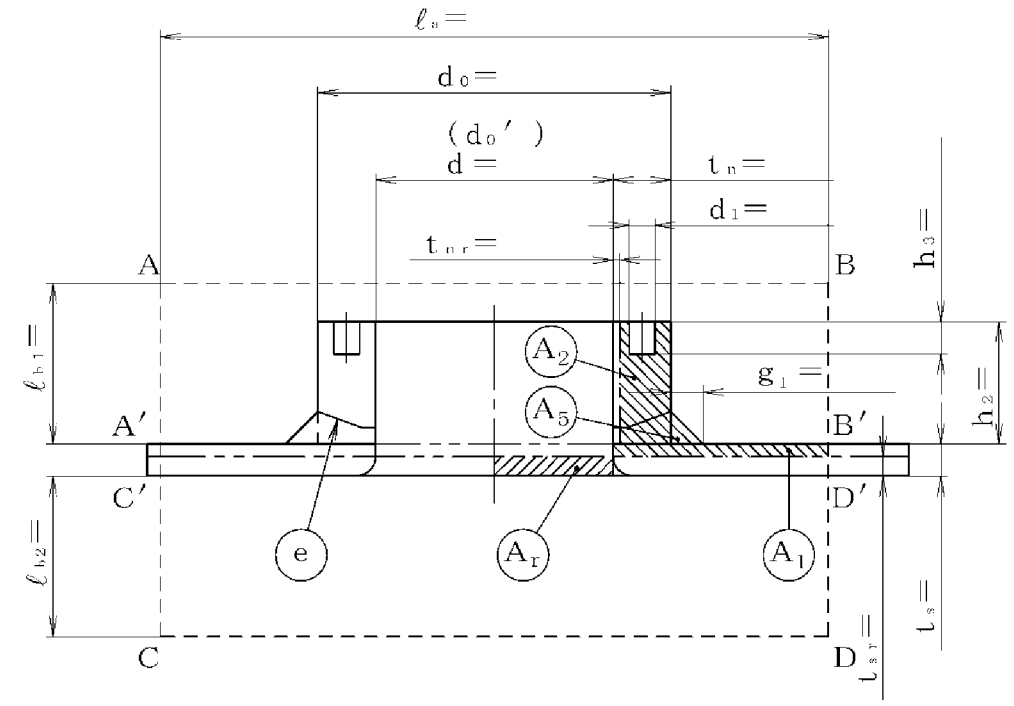


補強に必要な面積　　［溶接部の破断を生じる組合せ］

補強に有効な面積　　W_1＝ⓔ

補強に有効な範囲

CASE 14

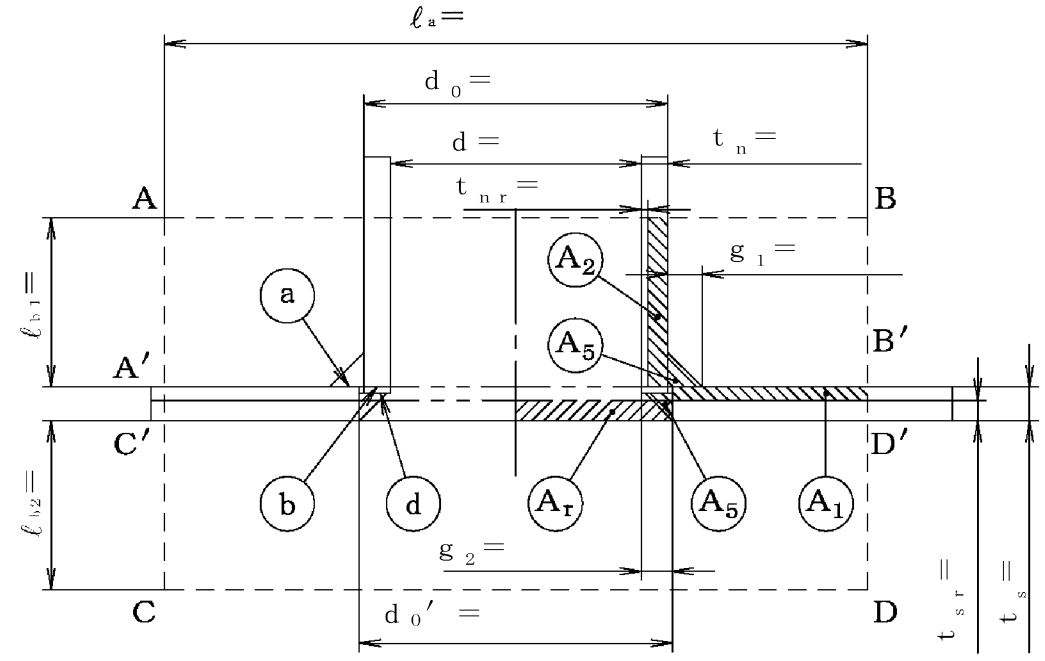


補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

［溶接部の破断を生じる組合せ］

W1＝ⓔ

CASE 15



補強に必要な面積
補強に有効な面積
補強に有効な範囲

［溶接部の破断を生じる組合せ］

W1＝ⓐ＋ⓑ

W2＝ⓐ＋ⓓ

CASE 16

(d) 溶接部の強度計算（JSME PVC-3168及び3169）

ｲ. 溶接部の強度計算は以下による。

項　　目	適用規格番号	計　　算　　式
(注1,2) 溶接部の単位面積当たりの強さ	JSME PVC-3169	すみ肉溶接部せん断　　$\sigma_1 = S \cdot \eta_1$ 突合せ溶接部引張　　$\sigma_2 = S \cdot \eta_2$ 突合せ溶接部せん断　　$\sigma_3 = S \cdot \eta_3$ 管台壁のせん断　　$\sigma_4 = S \cdot \eta_4$
溶接部の強さ	JSME PVC-3169	溶接部の強さは、溶接部の切断する面の断面積と溶接部単位面積当たりの強さの積。ただし、断面積は、片側をとるものとする。 ⓐ $= \frac{1}{2} \pi d_0 \cdot g_1 \cdot \sigma_1$ ⓑ $= \frac{1}{2} \pi d \cdot t_n \cdot \sigma_4$ ⓒ $= \frac{1}{2} \pi d_0' \cdot t_s \cdot \sigma_2$ ⓓ $= \frac{1}{2} \pi d_0 \cdot g_2 \cdot \sigma_1$ 〔CASE 13、16の場合、$\frac{1}{2} \pi (d_0' - 2g_2) g_2 \cdot \sigma_1$〕 ⓔ $= \frac{1}{2} \pi d \cdot t_n \cdot \sigma_3$ ⓕ $= \frac{1}{2} \pi d_0' \cdot t_e \cdot \sigma_2$ ⓖ $= \frac{1}{2} \pi d_0 \frac{(d_o' - d_o)}{2} \sigma_3$ ⓗ $= \frac{1}{2} \pi w_0 \cdot g_3 \cdot \sigma_1$ ⓘ $= \frac{1}{2} \pi d_0 \cdot t_e \cdot \sigma_2$ ⓙ $= \frac{1}{2} \pi d_0 \cdot t_s \cdot \sigma_2$ 〔上述ⓐ～ⓙの溶接部の強さは、前述する「(c)ﾎ. 項補強計算説明図」に示されるものであり、溶接部の形状に従って必要なものを選択する。〕

項　　目	適用規格番号	計　　算　　式
破断が想定される溶接部の強さ	JSME PVC-3169	W_1＝ⓐ＋ⓑ W_2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓙ＋ⓓ W_3＝ⓗ＋ⓖ＋ⓑ W_4＝ⓗ＋ⓒ W_5＝ⓕ＋ⓒ W_6＝ⓗ＋ⓖ＋ⓙ＋ⓓ （上述の組合せは前述する「(c)ﾎ. 項補強計算説明図」のCASE 1についての組合せの例であり、その他のCASEについては、実状に則して組み合わせる。）
溶接部の負うべき荷重	JSME PVC-3168	$W = d_0' \cdot t_{sr} \cdot S$ $-(\eta \cdot t_s - F \cdot t_{sr})(\ell_a - d_0')S$ (注3)
評　　価	JSME PVC-3168	W_1～W_6が各々Wより大きい、又はWが負になることを確認する。(注4)

（注1）溶接部の単位面積当たりの強さの計算式中のη_1～η_4の値については以下のとおりとする。なお、応力除去の有無は、溶接規格第1部表N-X090-3に基づいている。

（JSME 表PVC-3169-1）

区　　分		記　　号	応力除去の有無	
			有	無
すみ肉溶接部せん断		η_1	0.49	0.46
突合せ溶接部	引張	η_2	0.74	0.70
	せん断	η_3	0.60	0.56
管台壁のせん断		η_4	0.70	0.70

（注2）$S_n > S_s$の場合は、S_nをS_sと同等として計算する。（JSME PVC-3166）

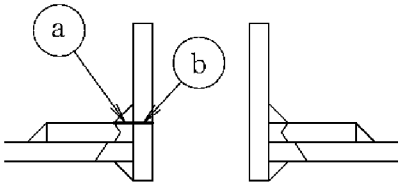
（注3）平板の溶接の強度計算における溶接部の負うべき荷重は、表中計算式により求めた荷重又は以下の計算式により求めた荷重のいずれか小さい方以上あることを確認する。

$W = (A_t - A_1) \cdot S$

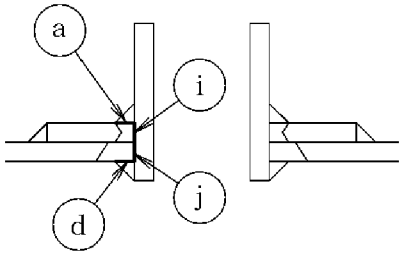
（注4）溶接部の負うべき荷重Wが負の場合は、穴を補強するために必要な荷重を溶接部に期待しないため、計算書中へのW$_1$～W$_6$の記載は「－」とする。

ﾛ. 溶接部の破断を生じる組合せ

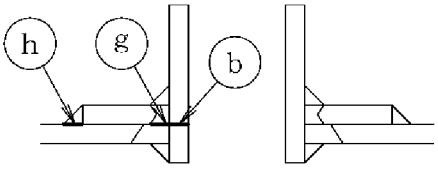
前述する「(c)ﾎ. 項の補強計算説明図」CASE 1について、溶接部の破断を生じる箇所の組合せ例を示す。



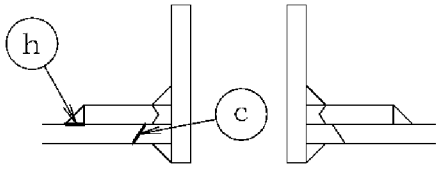
W_1＝ⓐ＋ⓑ



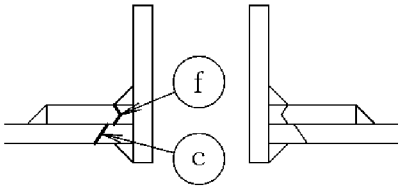
W_2＝ⓐ＋ⓘ＋ⓙ＋ⓓ



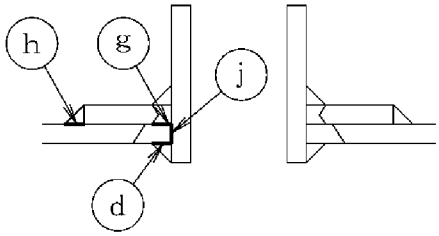
W_3＝ⓗ＋ⓖ＋ⓑ



W_4＝ⓗ＋ⓒ



W_5＝ⓕ＋ⓒ



W_6＝ⓗ＋ⓖ＋ⓙ＋ⓓ

(2) 鏡板（JSME PVD-3200）

a. 鏡板の形状（JSME PVD-3010（PVC-3210準用））

容器の形状は、以下のいずれかの形とする。

(a) さら形の場合で、以下に適合するもの

ｲ. 外径が中央部における内面の半径以上であること。

ﾛ. 隅の丸み半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍（50mm未満の場合は50mm）以上であること。

(b) 円すい形の場合で、すその丸みの内半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍以上であること。

b. 厚さの計算（JSME PVD-3010（PVC-3220準用））

鏡板及びフランジの厚さは、以下の計算式から求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

区　　分		適用規格番号	計　　算　　式
鏡板	円すい形 （中低面）	JSME PVC-3227	(1) 円すいの部分 $t=\frac{P\cdot D_i}{2\cos\theta\left(S\cdot\eta-0.6P\right)}$ (注1) (2) すその丸みの部分 $t=\frac{P\cdot D_i\cdot W}{4\cos\theta\left(S\cdot\eta-0.1P\right)}$ (注1) W：円すい形状による係数 $W=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{D_i}{2r\cdot\cos\theta}}\right)$
	さら形 （中低面）	JSME PVC-3221	$t=\frac{P\cdot R_i\cdot W}{2S\cdot\eta-0.2P}$ (注1) W：さら形鏡板の形状による係数 $W=\frac{1}{4}\left(3+\sqrt{\frac{R_i}{r}}\right)$
フランジ部	さら形 （中低面）	JSME PVC-3220	$t=\frac{P\cdot D_i}{2S\cdot\eta-1.2P}$ (注1)

（注1）継手効率ηは、前述する2.1.2(1)b.(b)項（注1）のJSME 表PVD-3110-1の値を用いる。

c. 穴の補強計算（JSME PVD-3210）

(a) 穴の形（JSME PVD-3211）

容器の鏡板に設ける穴は、円形又はだ円形とする。

(b) 補強の要否の検討（JSME PVD-3212）

容器の鏡板に穴を開けた場合、原則として補強をする必要がある。

ただし、以下に示す条件を満足する場合は、補強を必要としない。

項　　目	適用規格番号	計　　算　　式
補強を要しない穴の最大径	JSME PVD-3212(1)	(1) 61mm以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の1/4以下の穴
	JSME PVD-3212(1)	(2) (1)項に掲げるものを除き、200mm以下で、かつ、JSME 図PVD-3122-1及び図PVD-3122-2より求めたｄの値以下の穴 (注1) ここで、ｄの値を求めるために用いるＫの値は以下の式による。 ・さら形鏡板又は半だ円形鏡板の場合 (注2) $K=\frac{P\cdot D_0}{1.82S\cdot\eta\cdot t_s}$ … JSME 図 PVD-3122-1 及び 図 PVD-3122-2 備考 3(1)
補強を要しない穴を設ける位置	JSME PVD-3212(3)	さら形鏡板についてはすみの曲り部に、半だ円形鏡板については鏡板の中心を中心とし、鏡板のフランジ部の内径の0.8倍を直径とする円外に、円すい形鏡板についてはすその丸みの部分にないこと。
補強を要しない穴の中心間距離	JSME PVD-3212(4)	2つ以上の穴がある場合、その中心間距離が以下に示す値以上であること。 $L=\frac{d_1+d_2}{2(1-K)}$ d_1、d_2：穴の径 ここでＫの値は以下の式による。 ・さら形鏡板又は半だ円形鏡板の場合 $K=\frac{P\cdot D_0}{1.82S\cdot\eta\cdot t_s}$ (注2)

（注1）補強を要しない穴の最大径

補強を要しない穴の最大径を求める計算において、JSME 図PVD-3122-1及び図PVD-3122-2については以下の計算式を用いる。

$$d = 8.05\sqrt[3]{D_0 \cdot t_s\ (1-K)}$$

（注2）補強を要しない穴の最大径及び補強を要しない穴の中心間距離を求める計算に用いる鏡板の継手の効率ηは、穴が継手を通る場合はJSME PVD-3110に規定する効率となり、その他の場合は1.00となるが、あらかじめ後者となるような構造であることを確認していることから、計算書内への記載は省略する。

(3) 平板（JSME PVD-3300）

a. 厚さの計算（JSME PVD-3310）

平板の厚さは、以下の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

適用規格番号	計　　算　　式
JSME PVD-3310	$t = d\sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$ (注1)

（注1）取付け方法（ｎ）の場合は、下表に準じてガスケット締付時のボルト荷重による平板に作用するモーメントを求めＫの値を算出する。その際、JSME PVD-3310の表PVD-3310-1中の記号は、以下のとおり読み替えるものとする。

表PVD-3310-1	定　義	
F	W_g	ガスケット締付時のボルト荷重
d	G	ガスケット反力円の直径
h_g	h_G	ボルト穴の中心円からH_G作用点までの半径方向の距離

b. 穴の補強計算（JSME PVD-3320）

(a) 穴の形（JSME PVD-3321）

容器の平板に設ける穴は、円形又はだ円形とする。

(b) 補強の要否の検討（JSME PVD-3322）

容器の平板に穴を開けた場合は、原則として補強をする必要がある。

穴を開ける場合の板厚は、平板の厚さが以下の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

ただし、穴の径がdの値の1/2以下で、前述する2.1.2(1)項に準じて、穴の補強計算を行う場合は、補強に有効な面積が、補強に必要な面積の1/2より大きいことを確認する。（JSME PVD-3322(1)a.）(注2)

区　　分	適用規格番号	計　　算　　式
穴の径がｄの値の1/2以下の場合	JSME PVD-3322(1)b.	$t = d\sqrt{\frac{2K \cdot P}{S}}$ (注1,3)

(注1) Ｋについては、前述する2.1.2(3)項（注1）による。

(注2) 補強計算に使用する平板の厚さt_{sr}は、JSME PVD-3310の平板の厚さの計算で求めた計算上必要な厚さを使用する。

(注3) Ｋ値は、取付け方法（ｎ）の場合を除き、0.375以上とすることを要しない。

(4) 管台（JSME PVD-3010（PVC-3600準用））

a. 厚さの計算（JSME PVD-3010（PVC-3610準用））

管台の厚さが、以下の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

区　　分	適用規格番号	計　　算　　式
管台 （内面圧）	JSME PVC-3610(1)	$t_1 = \dfrac{P \cdot D_0}{2S \cdot \eta + 0.8P}$ （注1）

（注1）継手効率ηは、前述する2.1.2(1)b.(b)項（注1）のJSME 表PVD-3110-1の値を用いる。

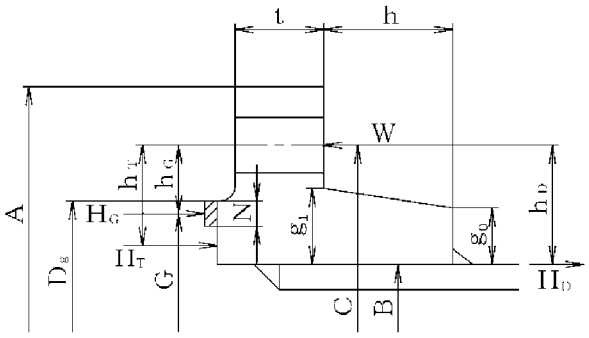
(5) フランジ（JSME PVD-3010（PVC-3700準用））

フランジは、JIS B 2220(2004)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又はJIS B 2239(2004)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、JSME 別表2-1もしくは別表2-2に掲げるもの若しくは必要な強度を有することが確認できたものを使用する。

閉止フランジについては、「Pipe Flanges and Flanged Fittings」（ASME B16.5-2013）に適合するものを使用する。

a. フランジの強度計算は、JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書G（規定）圧力容器のボルト締めフランジに準じて計算及び評価することで、必要な強度を有することを確認する。

フランジ形式を第2図に示す。



ルーズ形フランジ

第2図　フランジ形式

(a) JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」附属書Gに準じたフランジの強度計算

使用状態及びガスケット締付時におけるボルトの強度計算及び評価は、以下の計算式により求められる。

項　　目		計　　算　　式
計算上必要なボルト荷重	ガスケット座の有効幅	b_0 ≦6.35mmの場合 $b = b_0$ b_0 ＞6.35mmの場合 $b = 2.52\sqrt{b_0}$
	ガスケット反力円の直径	b_0 ≦6.35mmのとき $G = D_g - N$ b_0 ＞6.35mmのとき $G = D_g - 2b$
	内圧によってフランジに加わる荷重	$H = \frac{\pi}{4} G^2 \cdot P$
	気密を保つためにガスケットに加える圧縮力	$H_P = 2\pi b \cdot G \cdot m \cdot P$
	使用状態での必要ボルト荷重	$W_{m1} = H + H_P$
	ガスケット締付の必要ボルト荷重	$W_{m2} = \pi b \cdot G \cdot y$
ボルトの総有効断面積及び実際のボルトの総有効断面積	使用状態でのボルトの必要総有効断面積	$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{\sigma_o}$
	ガスケット締付時のボルトの必要総有効断面積	$A_{m2} = \frac{W_{m2}}{\sigma_a}$
	ボルトの必要総有効断面積	A_mは、A_{m1}又はA_{m2}の大きい方の値
	実際に使用するボルトの総有効断面積	$A_b = n\frac{\pi}{4} d_b^2$
	評　　価	A_bはA_mより大きいことを確認する。

項　　目		計　　算　　式
フランジに作用するモーメント	使用状態でのボルト荷重	$W_0 = W_{m1}$
	ガスケット締付時のボルト荷重	$W_g = \frac{A_m + A_b}{2} \sigma_a$
	内圧によってフランジの内径面に加わる荷重	$H_D = \frac{\pi}{4} B^2 \cdot P$
	ガスケット荷重	$H_G = W_0 - H$
	内圧によってフランジに加わる全荷重と内圧によってフランジの内径面に加わる荷重との差	$H_T = H - H_D$
	使用状態でのフランジ荷重に対するモーメントアーム	$h_D = \frac{C - B}{2}$
		$h_G = \frac{C - G}{2}$
		$h_T = \frac{h_D + h_G}{2}$
	使用状態でのフランジに作用するモーメント	$M_0 = M_D + M_G + M_T$ $= H_D \cdot h_D + H_G \cdot h_G + H_T \cdot h_T$
	ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント	$M_g = W_g \frac{C - G}{2}$

使用状態及びガスケット締付時のフランジに作用するモーメントについて、以下の計算を行い、フランジに作用する応力が許容応力より小さいことを確認する。なお、評価する許容応力は、使用状態の場合は最高使用温度、ガスケット締付時の場合は常温における値とする。

項　　目		計　　算　　式 (注1)	許容応力 (注1)
フランジに生じる応力	ハブの軸方向応力	$\sigma_H = \frac{f \cdot M}{L \cdot g_1^2 \cdot B}$	$1.5\sigma_f$
	フランジの径方向応力	$\sigma_R = \frac{(1.33t \cdot e + 1)M}{L \cdot t^2 \cdot B}$	σ_f
	フランジの周方向応力	$\sigma_T = \frac{Y \cdot M}{t^2 \cdot B} - Z \cdot \sigma_R$	σ_f
	組合せ応力	$\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2}$ $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2}$	σ_f

（注1）M、σ_f、σ_nは、それぞれ使用状態に対してはM_0、σ_{f0}、σ_{n0}、ガスケット締付時に対してはM_g、σ_{fa}、σ_{na}とする。

3. 強度計算書のフォーマット

3.1 強度計算書のフォーマットの概要

強度計算書のフォーマットは、容器の種類、構造及び構成部材について、以下の3.3項のフォーマットを必要に応じて組み合わせるものとし、フォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

3.2 記載する数値に関する注意事項

計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の記入欄には [—] として記載する。

3.3 強度計算書のフォーマット

強度計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

FORMAT-1	設計条件
FORMAT-2	容器の胴
FORMAT-3	容器の鏡板
FORMAT-4	容器の平板
FORMAT-5	容器の管台
FORMAT-6	補強計算及び溶接部強度計算
FORMAT-7	フランジの強度計算

FORMAT-1

○○の強度計算書

1. 設計条件

最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T (℃)	機器等の区分
		クラス３容器

FORMAT-2

2. 容器の胴（円筒形）

(1) 内面に圧力を受ける胴

材料	許容引張応力 S (MPa)	胴の内径 D_i (mm)	胴の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	材料による制限最小厚さ t_1 (mm)	計算上必要な厚さ t_2 (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{sr} (mm)	評　価

(2) 穴の径による補強計算の要否

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の要否

FORMAT-3

3. 容器の鏡板（円すい形）

(1) 中低面に圧力を受ける鏡板

材料	許容引張応力 S (MPa)	内径 D_i (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	すその丸みの内半径 r (mm)	継手効率 η		円すい部		すその丸みの部分		評価
							計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	
					(円すい部)	(すその丸みの部分)					

(2) 中低面に圧力を受ける鏡板（フランジ部）

材料	許容引張応力 S (MPa)	フランジ部の内径 D_i (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	評価

(3) 穴の径による補強計算の要否

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の要否

3. 容器の鏡板（さら形）

(1) 中低面に圧力を受ける鏡板

材料	許容引張応力 S (MPa)	鏡板の中央部の内面の半径 R_i (mm)	隅の丸み半径 r (mm)	フランジ部の内径 D_i (mm)	フランジ部の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	フランジ部		鏡板			評価
							計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{sr} (mm)	

(2) 穴の径による補強計算の要否

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の要否

(3) 穴の中心間距離による補強計算の要否

管台名称	補強を要しない穴の中心間距離 L (mm)	実際の穴の中心間距離 L_s (mm)	補強計算の要否
～			

FORMAT-4

4. 容器の平板

名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	穴の径 (mm)	径又は 最小内のり d (mm)	取付け方法	取付け方法 による係数 K	計算上 必要な厚さ t (mm)	実際使用 最小厚さ t_s (mm)	評　価

FORMAT-5

5. 容器の管台

管台名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	管台の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	計算上 必要な厚さ t_1 (mm)	実際使用 最小厚さ t_n (mm)	補強計算に 使用する厚さ t_{nr} (mm)	評　価

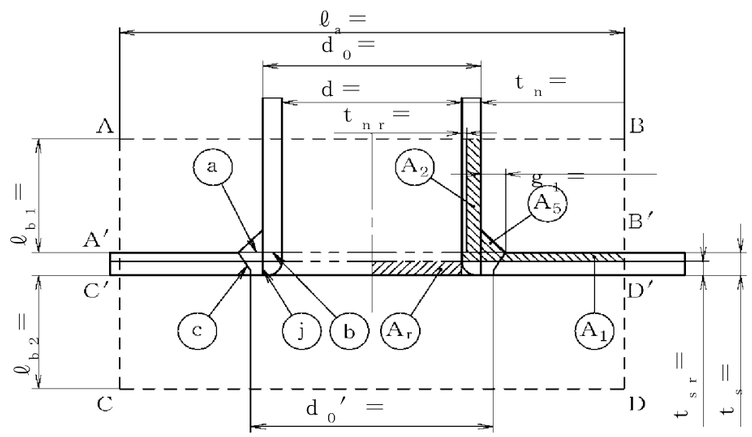
FORMAT-6

6. 補強計算及び溶接部強度計算

項　　目		管台名称	
		○○管台	○○管台
補強に有効な範囲（mm）	胴板又は鏡板の面に垂直な直線 ℓ_a		
	胴板又は鏡板の面に沿う直線 ℓ_b	(ℓ_{b1})	(ℓ_{b1})
		(ℓ_{b2})	(ℓ_{b2})
補強に必要な面積　（mm^2）　A_r			
補強に有効な面積（mm^2）	A_1		
	A_2		
	A_3		
	A_4		
	A_5		
	$A_t=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$		
評　価			

溶接部の負うべき荷重　W（N）			
予想される破断箇所の強さ（N）	W_1		
	W_2		
	W_3		
	W_4		
	W_5		
	W_6		
評　価			

CASE 9



補強に必要な面積
補強に有効な面積　　単位（mm）
補強に有効な範囲

○○管台

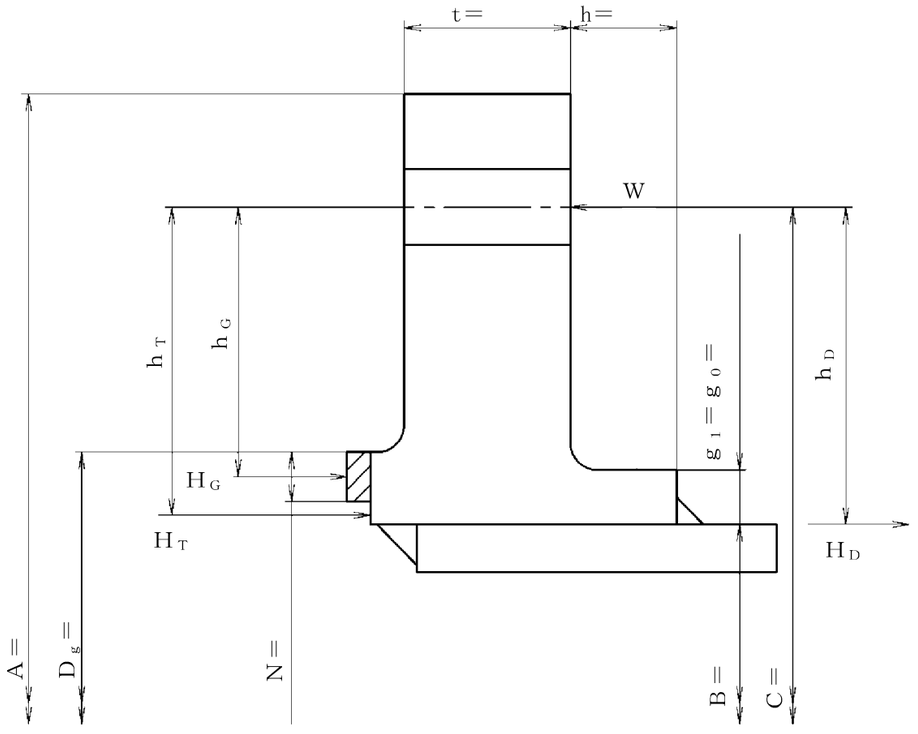
FORMAT-7

7. フランジの強度計算

	材　　料	許容応力(MPa)		ボルト谷径 d_b (mm)	ボルト本数 n	ガスケット寸法 外径D_g×幅N(mm)	ガスケット係数 m	最小設計締付圧力 y (MPa)	ガスケット座の有効幅 b (mm)
		常　温	最高使用温度						
フランジ		σ_{fa} =	σ_{fo} =	—	—	—	—	—	—
フランジ取付胴部		σ_{na} =	σ_{no} =	—	—	—	—	—	—
ボルト		σ_{a} =	σ_{o} =			—	—	—	—
ガスケット		—	—	—	—				

計算上必要なボルト荷重 (N)	使用状態での必要ボルト荷重　W_{m1}	
	ガスケット締付時の必要ボルト荷重　W_{m2}	
ボルトの必要総有効断面積及び実際のボルト総有効断面積 (mm^2)	ボルトの必要総有効断面積　A_m	
	実際に使用するボルトの総有効断面積　A_b	
	評　価	
フランジに作用するモーメント (N・mm)	使用状態でのフランジに作用するモーメント　M_0	
	ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント　M_g	

フランジに生じる応力		使　用　状　態		ガスケット締付時	
		計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
ハブの軸方向応力　σ_H			1.5σ_{fo}=		1.5σ_{fa}=
フランジの径方向応力　σ_R			σ_{fo}=		σ_{fa}=
フランジの周方向応力　σ_T					
応力の組合せ	$\frac{\sigma_H+\sigma_R}{2}$				
	$\frac{\sigma_H+\sigma_T}{2}$				
評　価					



単位(mm)

フランジ形式ールーズ形フランジ（差込み形フランジ）

資料７－２－２　クラス３管の強度計算方法

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-2-2-1

2. フレキシブルホースを除くクラス３管の強度計算方法 ····· T3-添7-2-2-2
2.1 クラス３管の規定に基づく強度計算方法 ····· T3-添7-2-2-2
2.1.1 記号の定義 ····· T3-添7-2-2-2
2.1.2 強度計算方法 ····· T3-添7-2-2-4

3. 強度計算書のフォーマット ····· T3-添7-2-2-6
3.1 強度計算書のフォーマットの概要 ····· T3-添7-2-2-6
3.2 記載する数値に関する注意事項 ····· T3-添7-2-2-6
3.3 強度計算書のフォーマット ····· T3-添7-2-2-6

1. 概要

本資料は、資料７－１－１「クラス３機器の強度計算の基本方針」に基づき、クラス３管（本申請設備の主配管「使用済樹脂移送容器樹脂出入口ライン接続部～使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）」のうち使用済樹脂移送用フレキシブルホース（以下「フレキシブルホース」という。）を除く。）が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格　設計・建設規格（2012年版）＜第Ⅰ編　軽水炉規格＞JSME S NC1-2012」（日本機械学会）（以下「JSME」という。）及び「発電用原子力設備規格　材料規格（2012年版）JSME S NJ1-2012」（日本機械学会）（以下「材料規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものであり、クラス３管の強度計算方法及び強度計算書のフォーマットにより構成する。

ただし、フレキシブルホースについては、資料７－１－１「クラス３機器の強度計算の基本方針」に示すとおり、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第六号）第17条におけるクラス３管の要求に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠を確認したものを使用することとする。

2. フレキシブルホースを除くクラス３管の強度計算方法

2.1　クラス３管の規定に基づく強度計算方法

2.1.1　記号の定義

管の厚さ計算に用いる記号について以下に説明する。

(1) 管の厚さ計算に使用するもの

	記　　号	単　位	定　　義
管の厚さ計算に使用するもの	D_0	mm	管の外径
	P	MPa	最高使用圧力
	S	MPa	最高使用温度における材料規格 Part3 第1章 表3に規定する材料の許容引張応力 (注1)
	t	mm	管の計算上必要な厚さ
	η	－	長手継手の効率 (注2)

(注1) 溶接鋼管又は鍛接鋼管の許容引張応力は、材料規格 Part3 第1章 表3（備考）に規定する材料規格及び非破壊検査程度に応じた品質係数を掛けた値とする。

(注2) 継手の効率についてはクラス３管（JSME PVD-3110）の規定によりJSME PVD-3110に定められたものを用いることとし、以下のとおりである。

JSME 表PVD-3110-1 継手効率の値

継手の種類	効　率	
	「発電用原子力設備規格 溶接規格（2012年版） JSME S NB1-2012」（日本機械学会）（以下「溶接規格」という。）N-7100(1)a.項の規定に準じて放射線透過試験を行い、同規格(2)a.項の規定に適合するもの	その他のもの
突合せ両側溶接、裏当金を使用した突合せ片側溶接(溶接後裏当金を取り除いたものに限る)及びこれらと同等以上の効果が得られる方法による溶接	1.00	0.70
裏当金を使用した突合せ片側溶接(溶接後裏当金を取り除いたものを除く)	0.90	0.65
裏当金を使用しない突合せ片側溶接	0.60	0.60
両側全厚すみ肉重ね溶接	0.55	0.55
プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接	0.50	0.50
プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接	0.45	0.45

ただし、品質係数が1未満となる場合は、継手効率は1.00とする。

2.1.2　強度計算方法

ここでは、クラス３管の計算上必要な厚さ計算の方法を示す。

材料の許容引張応力は、材料規格 Part3 第1章 表3に応じた値の管の最高使用温度に応じた値を用いる。材料規格 Part3 第1章 表3記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算し、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算はJSMEに基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(1) 管の厚さ計算（JSME PPD-3411）

管の厚さは、以下の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを示して、強度に対する要求事項に適合することを確認する。

区　　分	適用規格番号	計　　算　　式
内圧を受ける管	JSME PPD-3411(1)	$t = \frac{P \cdot D_0}{2S \cdot \eta + 0.8P}$ (注1)

（注1）継手効率ηは、前述する2.1.1(1)項（注2）のJSME 表PVD-3110-1の値を用いる。

3. 強度計算書のフォーマット

3.1　強度計算書のフォーマットの概要

強度計算書のフォーマットは、管の種類及び構造について下記3.3項のフォーマットを必要に応じて組み合わせるものとし、フォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

3.2　記載する数値に関する注意事項

フォーマットに挙げた諸元のうち、計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の欄に［　－　］として記載する。

3.3　強度計算書のフォーマット

強度計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

FORMAT-1　管の厚さ計算結果

FORMAT-1

管の厚さ計算結果

設備区分　　施設　　設備　　クラス３管

番号	最高使用 圧　力 (MPa)	最高使用 温　度 (℃)	材　料	許容引張応力 S (MPa)	外　径 D_o (mm)	継手の効率 η	計算上 必要な厚さ t (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
評　価：								

資料７－３　強度計算書の概要

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添7-3-1

1. 概要

本資料は、クラス３機器が十分な強度を有することの確認結果を示すものであり、以下の資料により構成されている。

資料７－３－１　クラス３容器の強度計算書

資料７－３－２　クラス３管の強度計算書

資料７－３－１　クラス３容器の強度計算書

目　　次

頁

1. 放射性廃棄物の廃棄施設のクラス３容器の強度計算書　‥‥‥‥‥‥‥‥‥　T3-添7-3-1-1
（1）使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）の強度計算書　‥‥‥‥‥‥‥‥　T3-添7-3-1-2
（2）使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）の強度計算書　‥‥‥‥　T3-添7-3-1-14

1. 放射性廃棄物の廃棄施設のクラス３容器の強度計算書

(1) 使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）の強度計算書

高浜３号機　使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）の強度計算書

1. 設計条件

最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T (℃)	機器等の区分
0.7	65	クラス３容器

2. 容器の胴（円筒形）

(1) 内面に圧力を受ける胴１（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S (MPa)	胴の内径 D_i (mm)	胴の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	材料による制限最小厚さ t_1 (mm)	計算上必要な厚さ t_2 (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{sr} (mm)	評　価
SUS304	137	500	512	[redacted]	1.5	1.9	[redacted]	1.28	t_sは、t_1及びt_2以上であるため、内面に圧力を受ける胴の強度は十分である。

(2) 内面に圧力を受ける胴２（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S (MPa)	胴の内径 D_i (mm)	胴の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	材料による制限最小厚さ t_1 (mm)	計算上必要な厚さ t_2 (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{sr} (mm)	評　価
SUS304TP	137	102.3	114.3	[redacted]	1.5	0.3	[redacted]	－	t_sは、t_1及びt_2以上であるため、内面に圧力を受ける胴の強度は十分である。

(3) 穴の径による補強計算の要否１（JSME PVD-3122）

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の要否
樹脂入口管台	52.7	61.0	否
樹脂レベルスイッチ管台	102.3	88.1	要
樹脂レベルスイッチ管台	102.3	88.1	要
液レベルスイッチ管台	27.2	61.0	否
液レベルスイッチ管台	27.2	61.0	否
洗浄水入口管台	27.7	61.0	否
窒素入口管台	34.5	61.0	否
圧力逃がし管台	52.7	61.0	否
ドレン管台	52.7	61.0	否

(4) 穴の径による補強計算の要否２ (JSME PVD-3122)

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の 要否
ドレン及びバブリング管台	52.7	62.9	否
仮 設 水 位 計 管 台	21.4	25.5	否

3. 容器の鏡板（円すい形）

(1) 中低面に圧力を受ける鏡板（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S (MPa)	内径 D_i (mm)	円すいの頂角の1/2 θ(°)	すその丸みの内半径 r (mm)	継手効率 η		円すい部		すその丸みの部分		評　価
							計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	
SUS304	137	487.9	30	45	[redacted] (円すい部)	[redacted] (すその丸みの部分)	2.1	[redacted]	1.5	[redacted]	t_sは、t以上であるため、中低面に圧力を受ける鏡板の強度は十分である。

(2) 中低面に圧力を受ける鏡板（フランジ部）（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S (MPa)	フランジ部の内径 D_i (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	評　価
SUS304	137	500	[redacted]	1.9	[redacted]	t_sは、t以上であるため、中低面に圧力を受ける鏡板の強度は十分である。

(3) 穴の径による補強計算の要否（JSME PVD-3212）

管台名称	穴の径 d (mm)	補強を要しない穴の最大径 (mm)	補強計算の要否
樹　脂　出　口　管　台	52.7	61.0	否

4. 容器の平板（JSME PVD-3310,3322）

名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	穴の径 (mm)	径又は最小内のり d (mm)	取付け方法	取付け方法による係数 K	計算上必要な厚さ t (mm)	実際使用最小厚さ t_s (mm)	評　価
点検用管台ふた板	SUSF304	137	－	[redacted]			33.0	[redacted]	t_sは、t以上であるため、平板の強度は十分である。
樹脂出口管台平板	SUSF304	137	[redacted]				25.1		

5. 容器の管台

(1) 胴板に付く管台 (JSME PVD-3010)

管台名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	管台の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t_1 (mm)	実際使用最小厚さ t_n (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{nr} (mm)	評価
樹脂入口管台	SUS304TP	137	60.5	[redacted]	0.2	[redacted]	－	t_nは、t_1以上であるため、管台の強度は十分である。
樹脂レベルスイッチ管台	SUS304TP	137	114.3		0.3		0.26	
樹脂レベルスイッチ管台	SUS304TP	137	114.3		0.3		0.26	
液レベルスイッチ管台	SUS304TP	137	34.0		0.1		－	
液レベルスイッチ管台	SUS304TP	137	34.0		0.1		－	
洗浄水入口管台	SUSF304	137	38.7		0.1		－	
窒素入口管台	SUSF304	137	47.2		0.2		－	
圧力逃がし管台	SUS304TP	137	60.5		0.2		－	
ドレン管台	SUS304TP	137	60.5		0.2		－	

(2) 鏡板に付く管台 (JSME PVD-3010)

管台名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	管台の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t_1 (mm)	実際使用最小厚さ t_n (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{nr} (mm)	評価
樹脂出口管台	SUS304TP	137	60.5	[redacted]	0.2	[redacted]	－	t_nは、t_1以上であるため、内面に圧力を受ける管台の強度は十分である。

(3) 樹脂出口胴に付く管台 (JSME PVD-3010)

管台名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	管台の外径 D_0 (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t_1 (mm)	実際使用最小厚さ t_n (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{nr} (mm)	評価
ドレン及びバブリング管台	SUS304TP	137	60.5	[redacted]	0.2	[redacted]	－	t_nは、t_1以上であるため、内面に圧力を受ける管台の強度は十分である。
仮設水位計管台	SUSF304	137	38.7		0.1		－	

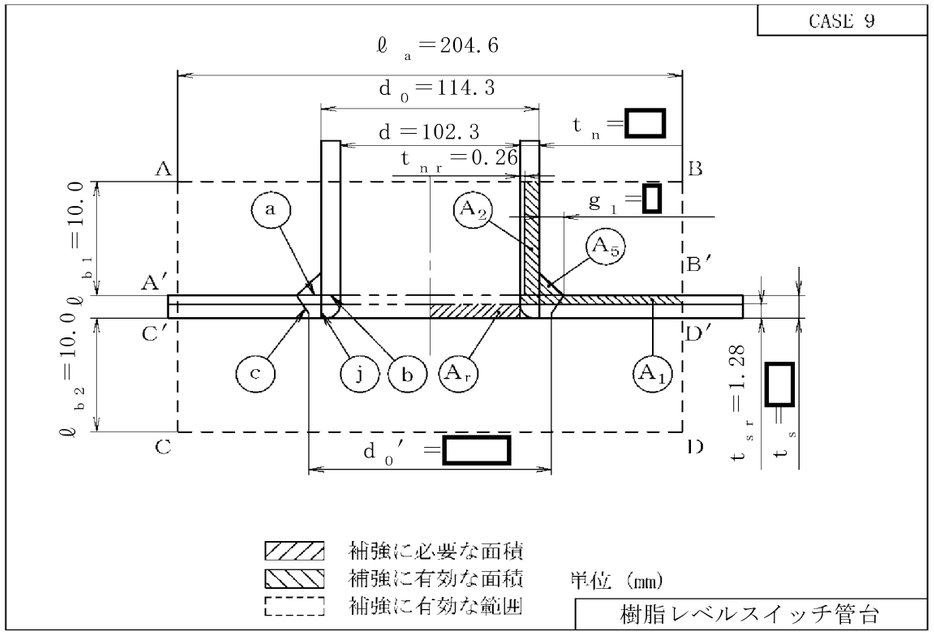
(4) 樹脂出口円すい胴に付く管台（JSME PVD-3010）

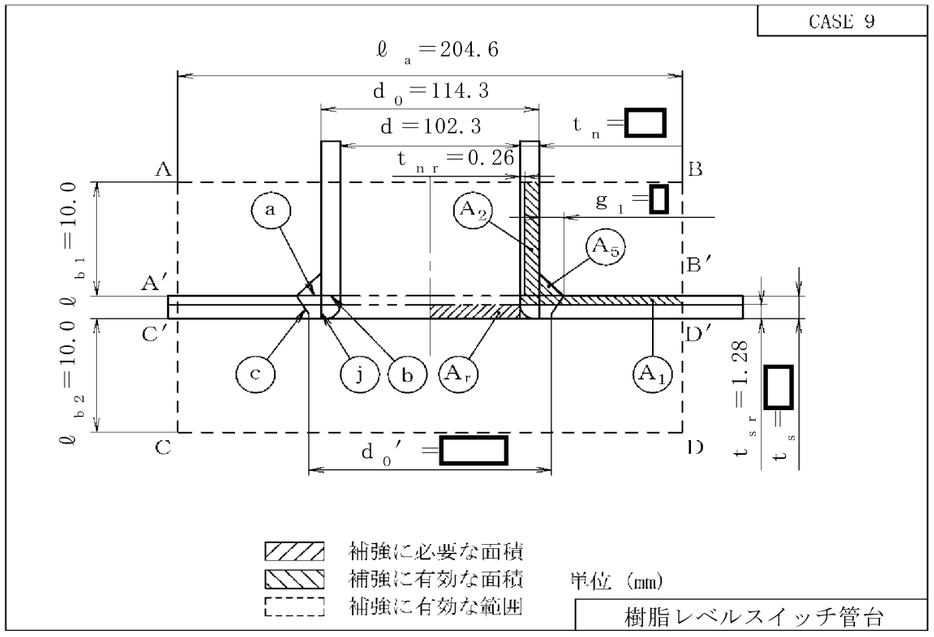
管台名称	材料	許容引張応力 S (MPa)	管台の外径 D_o (mm)	継手効率 η	計算上必要な厚さ t_1 (mm)	実際使用最小厚さ t_n (mm)	補強計算に使用する厚さ t_{nr} (mm)	評　価
樹脂出口接続管台	SUSF304	137	60.5	[redacted]	0.2	[redacted]	－	t_nは、t_1以上であるため、内面に圧力を受ける管台の強度は十分である。

6. 補強計算及び溶接部強度計算（JSME PVD-3010）

項　　目		管台名称	
		樹脂レベルスイッチ管台	樹脂レベルスイッチ管台
補強に有効な範囲（mm）	胴板又は鏡板の面に垂直な直線 ℓ_a	204.6	204.6
	胴板又は鏡板の面に沿う直線 ℓ_b	10.0（ℓ_{b1}）	10.0（ℓ_{b1}）
		10.0（ℓ_{b2}）	10.0（ℓ_{b2}）
補強に必要な面積　（mm^2）　A_r		132	132
補強に有効な面積（mm^2）	A_1	278	278
	A_2	91	91
	A_3	—	—
	A_4	—	—
	A_5	64	64
	$A_t=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$	432	432
評　価		A_tはA_rより大であるので補強は十分である。	A_tはA_rより大であるので補強は十分である。

溶接部の負うべき荷重　W（N）		-10,281	-10,281
予想される破断箇所の強さ（N）	W_1	—	—
	W_2	—	—
	W_3	—	—
	W_4	—	—
	W_5	—	—
	W_6	—	—
評　価		Wが負となるので溶接部の強度は十分である。	Wが負となるので溶接部の強度は十分である。



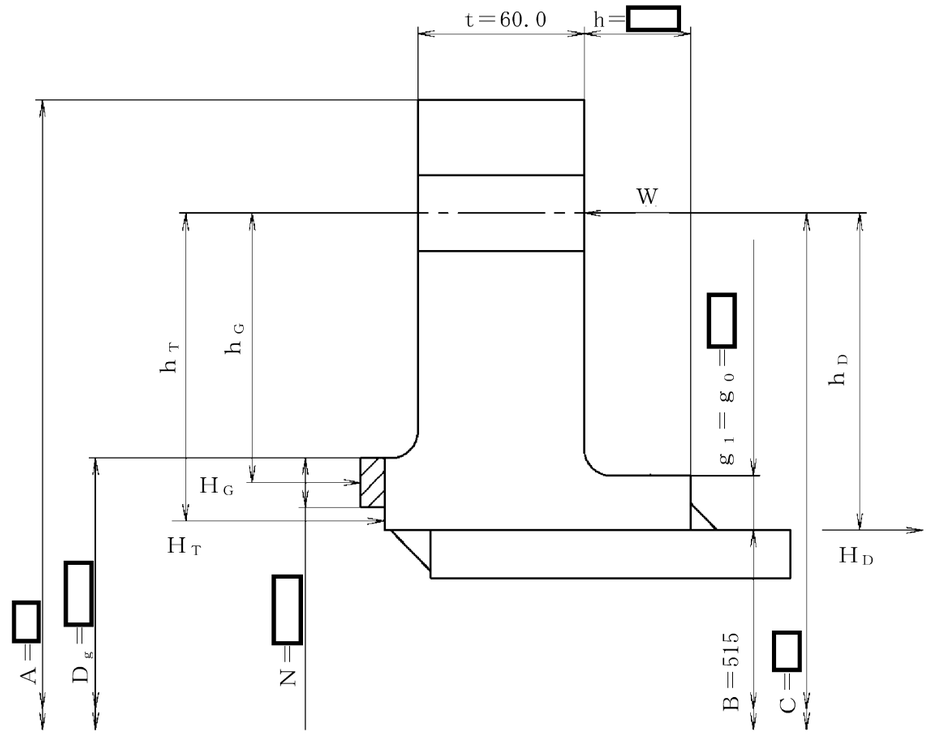


7. フランジの強度計算（JSME PVD-3010）

	材料	許容応力（MPa）		ボルト 谷径 d_b（mm）	ボルト 本数 n	ガスケット寸法 外径D_g×幅N（mm）	ガスケット 係数 m	最小設計 締付圧力 y（MPa）	ガスケット 座の有効幅 b（mm）
		常温	最高使用温度						
フランジ	SUSF304	σ_{fa} ＝137	σ_{fo} ＝137	－	－	－	－	－	－
フランジ取付胴部	SUS304	σ_{na} ＝137	σ_{no} ＝137	－	－	－	－	－	－
ボルト	SCM435	σ_{a} ＝186	σ_{o} ＝186			－	－	－	－
ガスケット	SUS304＋黒鉛	－	－	－	－				

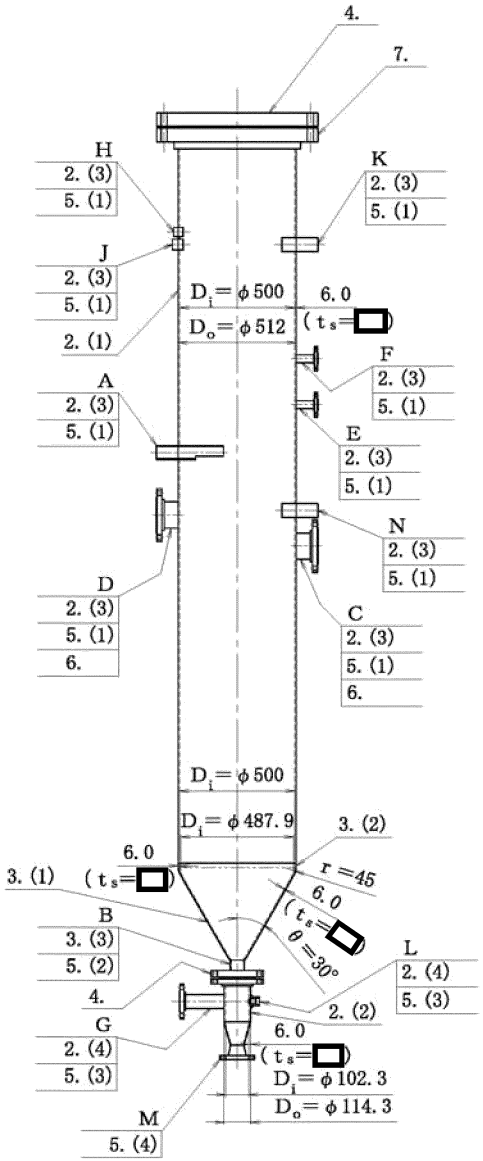
計算上必要なボルト荷重（N）	使用状態での必要ボルト荷重 W_{m1}	2.39×10^5
	ガスケット締付時の必要ボルト荷重 W_{m2}	1.10×10^6
ボルトの必要総有効断面積及び実際のボルト総有効断面積（mm^2）	ボルトの必要総有効断面積 A_m	5.94×10^3
	実際に使用するボルトの総有効断面積 A_b	8.11×10^3
	評　価	$A_b \geqq A_m$でありボルト強度は十分である。
フランジに作用するモーメント（N・mm）	使用状態でのフランジに作用するモーメント M_O	1.26×10^7
	ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント M_g	4.93×10^7

フランジに生じる応力		使用状態		ガスケット締付時	
		計算応力（MPa）	許容応力（MPa）	計算応力（MPa）	許容応力（MPa）
ハブの軸方向応力	σ_H	13	$1.5\sigma_{fo}$＝205	50	$1.5\sigma_{fa}$＝205
フランジの径方向応力	σ_R	4	σ_{fo}＝137	14	σ_{fa}＝137
フランジの周方向応力	σ_T	33		128	
応力の組合せ	$\frac{\sigma_H+\sigma_R}{2}$	9		32	
	$\frac{\sigma_H+\sigma_T}{2}$	23		89	
評　価		算出応力はすべて許容応力以下であるのでフランジ強度は十分である。			



単位(mm)

フランジ形式ールーズ形フランジ（差込み形フランジ）

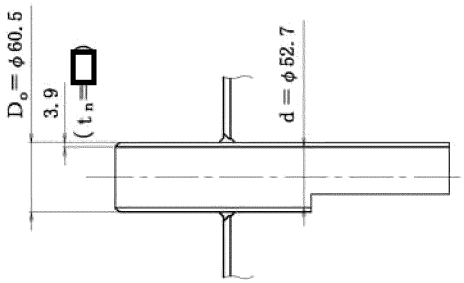


（単位：mm）

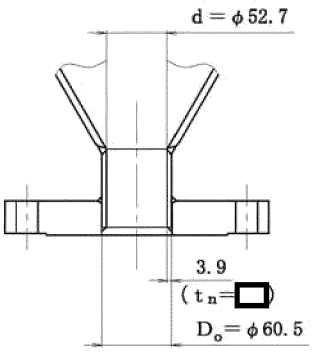
使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）　強度計算説明図（1/4）

番号	名　　称
N	ドレン管台
M	樹脂出口接続管台
L	仮設水位計管台
K	圧力逃がし管台
J	窒素入口管台
H	洗浄水入口管台
G	ドレン及びバブリング管台
F	液レベルスイッチ管台
E	液レベルスイッチ管台
D	樹脂レベルスイッチ管台
C	樹脂レベルスイッチ管台
B	樹脂出口管台
A	樹脂入口管台

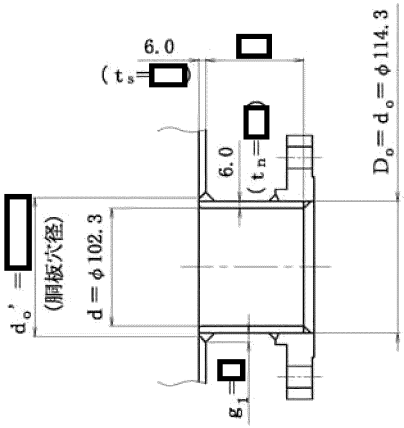
図中の番号は計算項目番号を示す。
アルファベットは管台記号を示す。



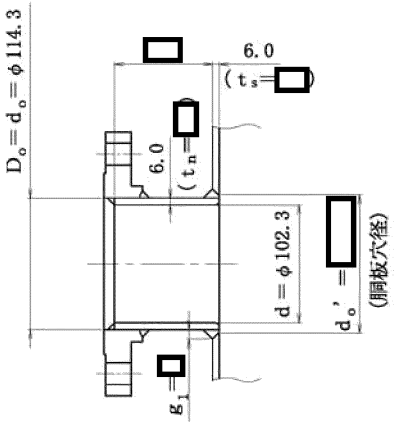
A 樹脂入口管台



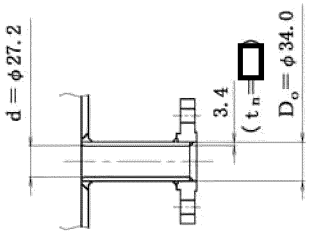
B 樹脂出口管台



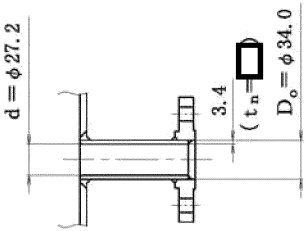
C 樹脂レベルスイッチ管台



D 樹脂レベルスイッチ管台



E 液レベルスイッチ管台

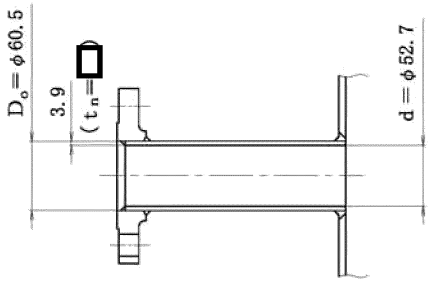


F 液レベルスイッチ管台

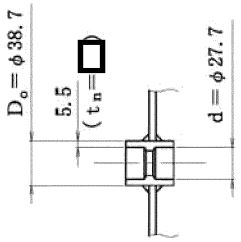
（単位：mm）

※溶接形状は参考とする。

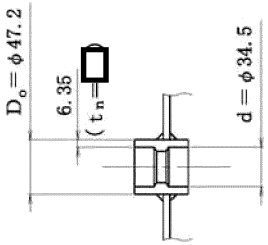
使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）　強度計算説明図（2/4）



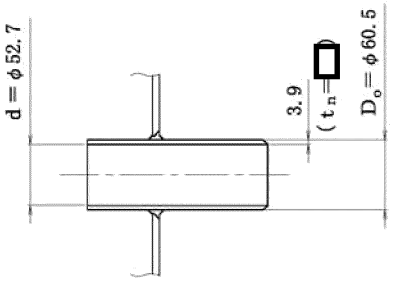
G　ドレン及びバブリング管台



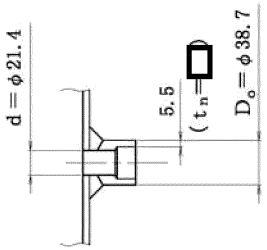
H　洗浄水入口管台



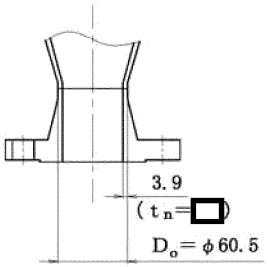
J　窒素入口管台



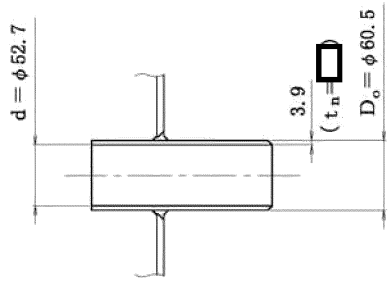
K　圧力逃がし管台



L　仮設水位計管台



M　樹脂出口接続管台

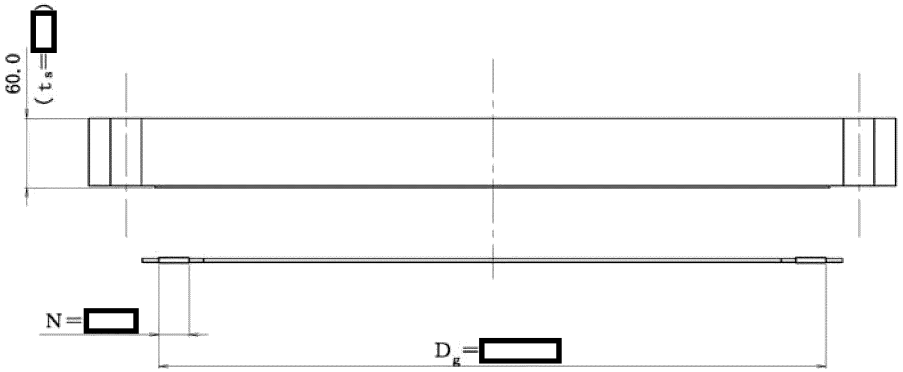


N　ドレン管台

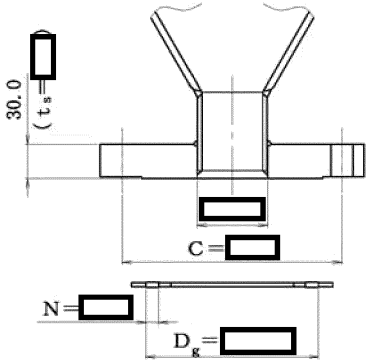
（単位：mm）

※溶接形状は参考とする。

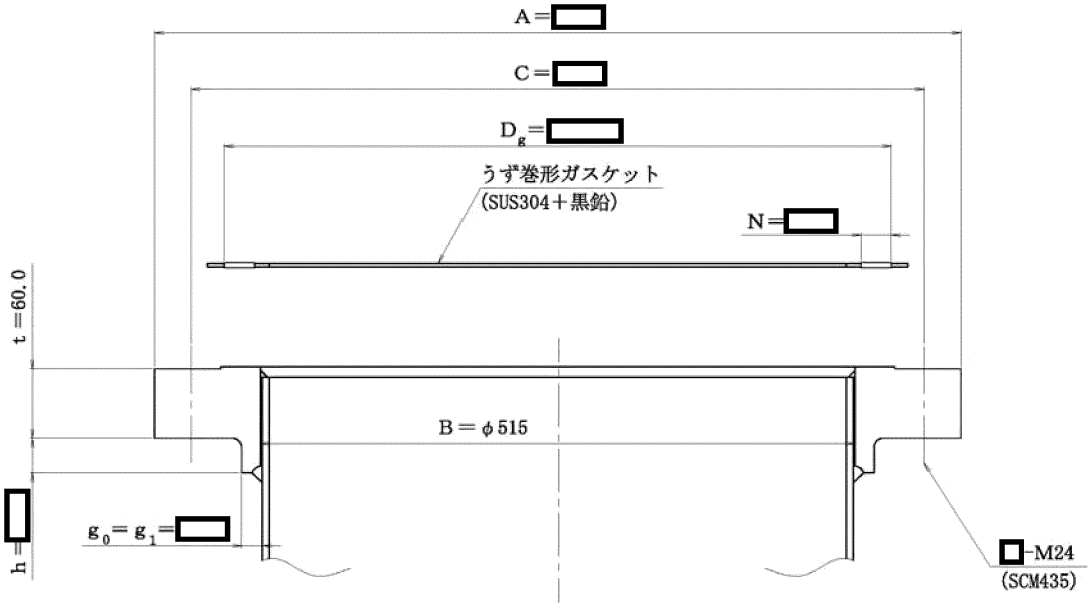
使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）　強度計算説明図（3/4）



点検用管台ふた板



樹脂出口管台平板



点検用管台フランジ
ルーズ形フランジ（差込み形フランジ）

（単位：mm）

※溶接形状は参考とする。

使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）　強度計算説明図（4/4）

(2) 使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）の強度計算書

高浜３号機　使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）の強度計算書

1. 設計条件

最高使用圧力 P （MPa）	最高使用温度 T （℃）	機器等の区分
0.98	65	クラス３容器

2. 容器の胴（円筒形）

(1) 内面に圧力を受ける胴（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S （MPa）	胴の内径 D_i （mm）	胴の外径 D_o （mm）	継手効率 η	材料による制限最小厚さ t_1 （mm）	計算上必要な厚さ t_2 （mm）	実際使用最小厚さ t_s （mm）	補強計算に使用する厚さ t_{sr} （mm）	評　価
SUS304	137	1,050	－	□	1.5	5.4	□	－	t_sは、t_1及びt_2以上であるため、内面に圧力を受ける胴の強度は十分である。

3. 容器の鏡板（さら形）

(1) 中低面に圧力を受ける鏡板（JSME PVD-3010）

材料	許容引張応力 S （MPa）	鏡板の中央部の内面の半径 R_i （mm）	隅の丸み半径 r （mm）	フランジ部の内径 D_i （mm）	フランジ部の外径 D_o （mm）	継手効率 η	フランジ部		鏡板			評　価
							計算上必要な厚さ t （mm）	実際使用最小厚さ t_s （mm）	計算上必要な厚さ t （mm）	実際使用最小厚さ t_s （mm）	補強計算に使用する厚さ t_{sr} （mm）	
SUS304	137	1,050	105	1,050	1,078	□	3.8	□	5.8	□	－	t_sは、t以上であるため、中低面に圧力を受ける鏡板の強度は十分である。

(2) 穴の径による補強計算の要否（JSME PVD-3212）

管台名称	穴の径 d （mm）	補強を要しない穴の最大径 （mm）	補強計算の要否
樹脂入口管台	52.7	61.0	否
樹脂出口管台	52.7	61.0	否
樹脂流動用水入口及びドレン管台	52.7	61.0	否
ベント管台	52.7	61.0	否
洗浄管台	41.2	61.0	否
レベル計取付管台	90.2	156.0	否

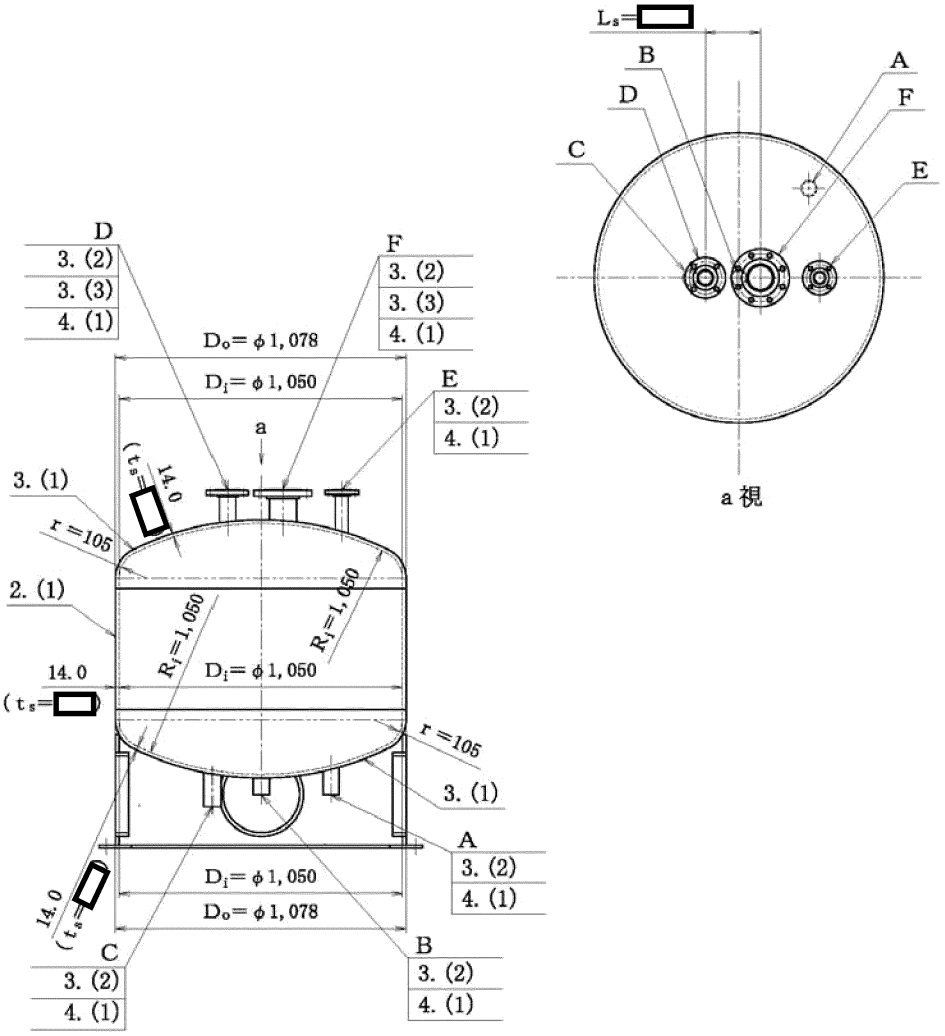
(3) 穴の中心間距離による補強計算の要否（JSME PVD-3212）

管台名称	補強を要しない穴の中心間距離 L （mm）	実際の穴の中心間距離 L_s （mm）	補強計算の要否
ベント管台～レベル計取付管台	116.3	[redacted]	否

4. 容器の管台

(1) 鏡板に付く管台（JSME PVD-3010）

管台名称	材料	許容引張応力 S （MPa）	管台の外径 D_0 （mm）	継手効率 η	計算上 必要な厚さ t_1 （mm）	実際使用 最小厚さ t_n （mm）	補強計算に 使用する厚さ t_{nr} （mm）	評　価
樹脂入口管台	SUS304TP	137	60.5	[redacted]	0.3	[redacted]	－	t_nは、t_1以上であるため、管台の強度は十分である。
樹脂出口管台	SUS304TP	137	60.5		0.3		－	
樹脂流動用水入口及びドレン管台	SUS304TP	137	60.5		0.3		－	
ベント管台	SUS304TP	137	60.5		0.3		－	
洗浄管台	SUS304TP	137	48.6		0.2		－	
レベル計取付管台	SUS304TP	137	101.6		0.4		－	

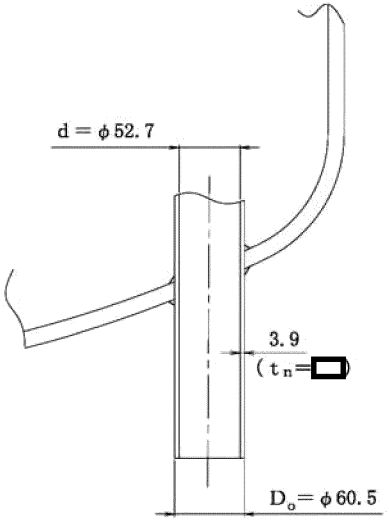


番号	名　　称
F	レベル計取付管台
E	洗浄管台
D	ベント管台
C	樹脂流動用水入口及びドレン管台
B	樹脂出口管台
A	樹脂入口管台

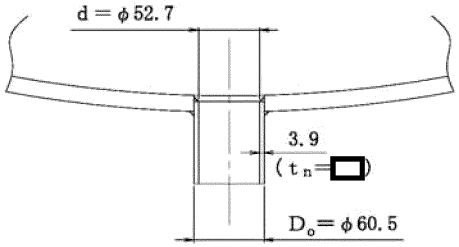
図中の番号は計算項目番号を示す。
アルファベットは管台記号を示す。

（単位：mm）

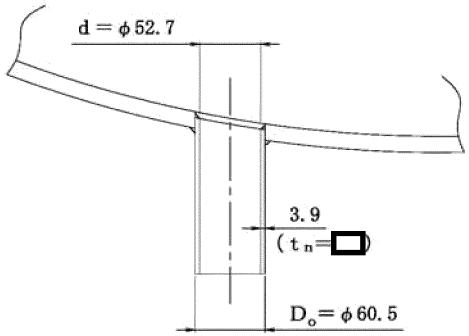
使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）　強度計算説明図（1/2）



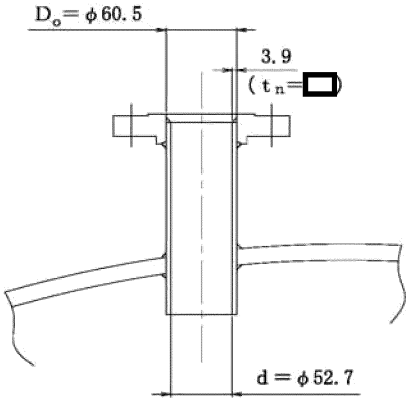
A 樹脂入口管台



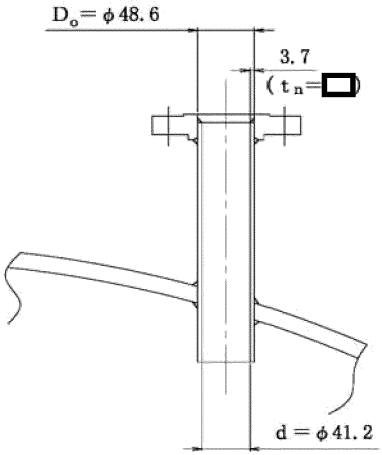
B 樹脂出口管台



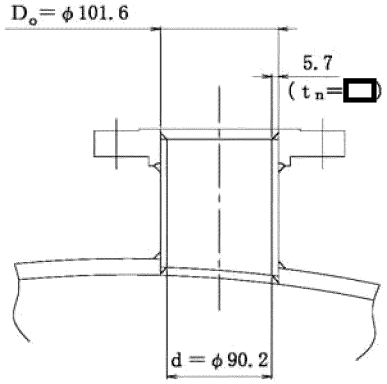
C 樹脂流動用水入口及びドレン管台



D ベント管台



E 洗浄管台



F レベル計取付管台　（単位：mm）

※溶接形状は参考とする。

使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）　強度計算説明図（2/2）

資料７－３－２　クラス３管の強度計算書

目　　次

頁

1. 放射性廃棄物の廃棄施設のクラス３管の強度計算書　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　T3-添7-3-2-1
（1）気体、液体又は固体廃棄物処理設備のクラス３管の強度計算書　・・・・・・・・　T3-添7-3-2-2

1. 放射性廃棄物の廃棄施設のクラス３管の強度計算書

(1) 気体、液体又は固体廃棄物処理設備のクラス３管の強度計算書

1. 気体、液体又は固体廃棄物処理設備のクラス３管の強度計算結果

1.1　管の設計仕様

名称		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
気体、液体又は固体廃棄物処理設備	使用済樹脂貯蔵タンク出口ライン分岐点 ～ 使用済樹脂計量タンク （３・４号機共用）	0.7	65	60.5 (注1)	3.9 (注1)	SUS304TP	1
		0.98	95	60.5 (注1)	3.9 (注1)	SUS304TP	2
	使用済樹脂計量タンク ～ 使用済樹脂移送容器樹脂入口ライン接続部 （３・４号機共用）	0.7	65	60.5 (注1)	3.9 (注1)	SUS304TP	3
		0.98	65	60.5 (注1)	3.9 (注1)	SUS304TP	4
	使用済樹脂移送容器樹脂出入口ライン接続部 ～ 使用済樹脂移送容器 （１・２・３・４号機共用）	0.98	65	60.5 (注1)	3.9 (注1)	SUS304TP	5

（注1）公称値

1.2　管の厚さ計算結果（1/1）（JSME PPD－3411）

設備区分　　放射性廃棄物の廃棄施設　　気体、液体又は固体廃棄物処理設備　　クラス３管

番号	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	材料	許容引張応力 S (MPa)	外径 D_o (mm)	継手の効率 η	計算上必要な厚さ t (mm)	管の厚さ（最小厚さ） (mm)
1	0.7	65	SUS304TP	137	60.5	1.00	0.2	3.9 (3.4)
2	0.98	95	SUS304TP	137	60.5	1.00	0.3	3.9 (3.4)
3	0.7	65	SUS304TP	137	60.5	1.00	0.2	3.9 (3.4)
4	0.98	65	SUS304TP	137	60.5	1.00	0.3	3.9 (3.4)
5	0.98	65	SUS304TP	137	60.5	1.00	0.3	3.9 (3.4)
	以下余白							

評　価：上記鋼管の最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。

資料８　設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

目　　次

資料８－１　設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書
資料８－２　本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

資料８－１　設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添8-1-1
2. 基本方針 ····· T3-添8-1-1
3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等 ····· T3-添8-1-3
3.1 設計、工事及び検査に係る組織
（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。） ····· T3-添8-1-3
3.1.1 設計に係る組織 ····· T3-添8-1-4
3.1.2 工事及び検査に係る組織 ····· T3-添8-1-4
3.1.3 調達に係る組織 ····· T3-添8-1-4
3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査 ····· T3-添8-1-7
3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用 ····· T3-添8-1-7
3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査 ····· T3-添8-1-7
3.3 設計に係る品質管理の方法 ····· T3-添8-1-10
3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化 ····· T3-添8-1-10
3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定 ····· T3-添8-1-10
3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証 ····· T3-添8-1-12
3.3.4 設計における変更 ····· T3-添8-1-22
3.4 工事に係る品質管理の方法 ····· T3-添8-1-22
3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3） ····· T3-添8-1-22
3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施 ····· T3-添8-1-23
3.5 使用前事業者検査の方法 ····· T3-添8-1-24
3.5.1 使用前事業者検査での確認事項 ····· T3-添8-1-24
3.5.2 使用前事業者検査の計画 ····· T3-添8-1-24
3.5.3 検査計画の管理 ····· T3-添8-1-28
3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理 ····· T3-添8-1-28
3.5.5 使用前事業者検査の実施 ····· T3-添8-1-28
3.6 設工認における調達管理の方法 ····· T3-添8-1-33
3.6.1 供給者の技術的評価 ····· T3-添8-1-33
3.6.2 供給者の選定 ····· T3-添8-1-33
3.6.3 調達製品の調達管理 ····· T3-添8-1-33
3.6.4 請負会社他品質監査 ····· T3-添8-1-37
3.6.5 設工認における調達管理の特例 ····· T3-添8-1-37
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ ····· T3-添8-1-38

3.7.1　文書及び記録の管理 …… T3-添8-1-38
3.7.2　識別管理及びトレーサビリティ …… T3-添8-1-42
3.8　不適合管理 …… T3-添8-1-42
4. 適合性確認対象設備の施設管理 …… T3-添8-1-43
4.1　使用開始前の適合性確認対象設備の保全 …… T3-添8-1-43
4.1.1　工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備 …… T3-添8-1-43
4.1.2　設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備 …… T3-添8-1-43
4.2　使用開始後の適合性確認対象設備の保全 …… T3-添8-1-43

様式－1　本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例） …… T3-添8-1-45
様式－2(1/2)　設備リスト（例）（設計基準対象施設） …… T3-添8-1-46
様式－2(2/2)　設備リスト（例）（重大事故等対処設備） …… T3-添8-1-47
様式－3　技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例） …… T3-添8-1-48
様式－4(1/2)　施設と条文の対比一覧表（例）（設計基準対象施設） …… T3-添8-1-49
様式－4(2/2)　施設と条文の対比一覧表（例）（重大事故等対処設備） …… T3-添8-1-50
様式－5　設工認添付書類星取表（例） …… T3-添8-1-51
様式－6　各条文の設計の考え方（例） …… T3-添8-1-52
様式－7　要求事項との対比表（例） …… T3-添8-1-53
様式－8　基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例） …… T3-添8-1-54
様式－9　適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例） …… T3-添8-1-55

添付1　当社におけるグレード分けの考え方 …… T3-添8-1-56
添付2　技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方 …… T3-添8-1-65
添付3　設工認における解析管理について …… T3-添8-1-67
添付4　当社における設計管理・調達管理について …… T3-添8-1-74

1. 概要

本資料は、設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」（以下「設工認品質管理計画」という。）に基づき、設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画、並びに、工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を記載する。

2. 基本方針

本資料では、設工認における、「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」及び「工事に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」を、以下のとおり説明する。

(1) 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画

「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」として、以下に示す2つの段階を経て実施した設計の管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1　設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2　設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.3　設計に係る品質管理の方法」に、調達管理の方法について「3.6　設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7　記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8　不適合管理」に記載する。

また、これらの方法により行った管理の具体的な実績を、様式－1「本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）」（以下「様式－1」という。）に取りまとめる。

a. 実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認対象設備に対する技術基準規則の条文ごとの基本設計方針の作成

b. 前項 a で作成した条文ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則の別表第二に示された事項に対して必要な設計を含む技術基準規則等への適合に必要な設備の設計（作成した条文ごとの基本設計方針に対し、工事を継続又は完了している設備の設計実績等を用いた技術基準規則等への適合に必要な設備の設計を含む。）

これらの設計に係る記載事項には、設計の要求事項として明確にしている事項及びその審査に関する事項、設計の体制として組織内外の相互関係、設計・開発の各段階における審査等に関する事項並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(2) 工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画

「工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」として、設工認申請（届出）時点で設置されている設備、工事を継続又は完了している設備を含めた設工認対象設備の工事及び検査に係る品質管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1　設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2　設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.4　工事に係る品質管理の方法」及び「3.5　使用前事業者検査の方法」に、調達管理の方法について「3.6　設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7　記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8　不適合管理」に記載する。

また、これらの工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を、様式－1に取りまとめる。

工事及び検査に係る記載事項には、工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びその審査に関する事項、工事及び検査の体制として組織内外の相互関係（使用前事業者検査の独立性、資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む。）、工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視測定、妥当性確認及び検査等に関する事項（記録、識別管理、トレーサビリティ等に関する事項を含む。）並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(3) 設工認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備は、必要な機能・性能を発揮できる状態に維持されていることが不可欠であり、その維持の管理の方法について「4. 適合性確認対象設備の施設管理」で記載する。

(4) 設工認で記載する設計、工事及び検査以外の品質保証活動

設工認に必要な設計、工事及び検査は、設工認品質管理計画に基づく品質マネジメントシステム体制のもとで実施するため、上記以外の責任と権限、原子力の安全の確保の重視、必要な要員の力量管理を含む資源の管理及び不適合管理を含む評価及び改善については、「高浜発電所原子炉施設保安規定」（以下「保安規定」という。）の品質マネジメントシステム計画（以下「保安規定品質マネジメントシステム計画」という。）に従った管理を実施する。

また、当社の品質保証活動は、健全な安全文化を育成し及び維持するための活動と一体

となった活動を実施している。

3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等

設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理は、品質マネジメントシステム及び保安規定品質マネジメントシステム計画に基づき実施する。

また、特定重大事故等対処施設にかかわる秘匿性を保持する必要がある情報については以下の管理を実施する。

(1) 秘密情報の管理

「実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイドにおける航空機等の特性等」（平成26年9月18日原子力規制委員会）及び同ガイドを用いて作成した情報を含む文書（以下「秘密情報」という。）については、秘密情報の管理に係る管理責任者を指定し、秘密情報を扱う者（以下「取扱者」という。）の名簿での登録管理を実施する。また、秘密情報を含んだ電子データは取扱者以外の者のアクセスを遮断するためパスワードの設定等を実施する。

(2) セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理

上記(1)以外の特定重大事故等対処施設に関する情報を含む文書については、業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理する。また、特定重大事故等対処施設に係る調達の際、当該情報を含む文書等について業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理することを要求する。

以下に、設計、工事及び検査、調達管理等のプロセスを示す。

3.1　設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）

設工認に基づく設計、工事及び検査は、第3.1-1図に示す本店組織及び発電所組織に係る体制で実施する。

また、設計（「3.3　設計に係る品質管理の方法」）、工事（「3.4　工事に係る品質管理の方法」）、検査（「3.5　使用前事業者検査の方法」）並びに調達（「3.6　設工認における調達管理の方法」）の各プロセスを主管する箇所を第3.1-1表に示す。

第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、担当する設備に関する設計、工事及び検査並びに調達について、責任と権限を持つ。

各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意思疎通を図る。

設計から工事及び検査への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達など、組織

内外や組織間の情報伝達については、設工認に従い確実に実施する。

3.1.1　設計に係る組織

設工認に基づく設計は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.3　設計に係る品質管理の方法」に係る箇所が設計を主管する組織として実施する。

この設計に必要な資料の作成を行うため、第3.1-1図に示す体制を定めて設計に係る活動を実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式－1に取りまとめる。

3.1.2　工事及び検査に係る組織

設工認に基づく工事は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.4　工事に係る品質管理の方法」に係る箇所が工事を主管する組織として実施する。

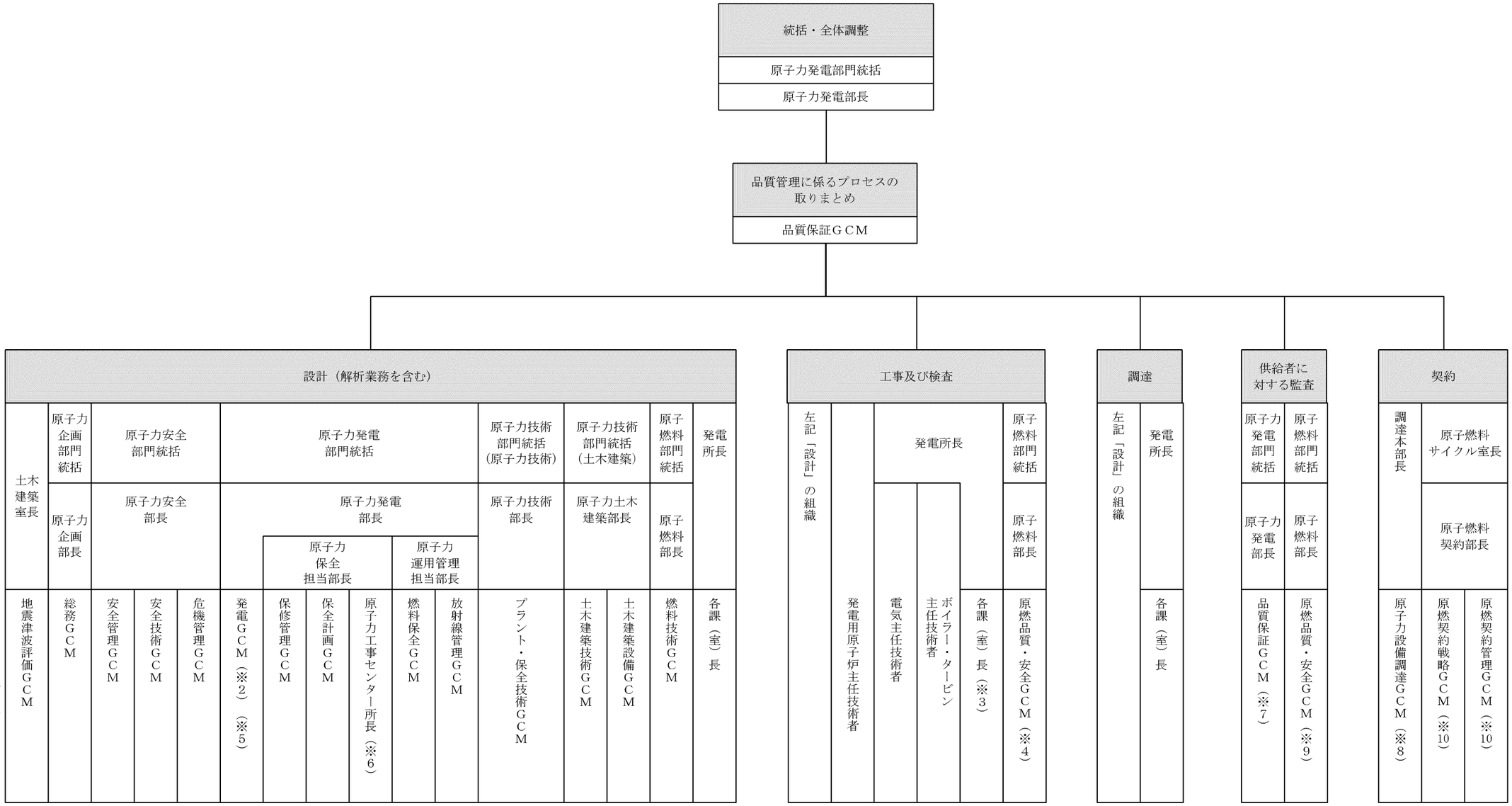
設工認に基づく検査は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.5　使用前事業者検査の方法」に係る箇所が検査を担当する組織として実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式－1に取りまとめる。

3.1.3　調達に係る組織

設工認に基づく調達は、第3.1-1表に示す本店組織及び発電所組織の調達を主管する箇所で実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式－1に取りまとめる。



※１：「Ｇ」は「グループ」、「ＣＭ」は「チーフマネジャー」をいう。
※２：検査（主要な耐圧部の溶接部、燃料体を除く。）に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長（発電所組織においては、技術課長とする。）
※３：主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
※４：燃料体検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
※５：設工認申請書の提出手続きを主管する箇所の長
※６：設工認申請書の取りまとめを主管する箇所の長（設計における変更において原子力工事センター所長が設計を主管する箇所とならない場合は、当該変更に係る設計を主管する箇所の長の代表者とする。）
※７：定期的な請負会社品質監査以外の監査においては、各ＧＣＭ、センター所長又は各課（室）長
※８：これ以外の箇所で行う契約においては、各ＧＣＭ、センター所長又は各課（室）長
※９：原子燃料関係の調達先の監査
※10：原子燃料関係の契約

第3.1-1図　適合性確認に関する体制表

第3.1-1表　設計及び工事の実施の体制

プロセス		主管箇所
3.3	設計に係る品質管理の方法	本店　土木建築室 本店　原子力企画部門 本店　原子力安全部門 本店　原子力発電部門 本店　原子力技術部門 本店　原子燃料部門 発電所　安全・防災室 発電所　所長室 発電所　技術課 発電所　原子燃料課 発電所　放射線管理課 発電所　保全計画課 発電所　電気保修課 発電所　計装保修課 発電所　原子炉保修課 発電所　タービン保修課 発電所　土木建築課 発電所　電気工事グループ 発電所　機械工事グループ 発電所　土木建築工事グループ
3.4 3.5	工事に係る品質管理の方法 使用前事業者検査の方法	本店　土木建築室 本店　原子力企画部門 本店　原子力安全部門 本店　原子力発電部門 本店　原子力技術部門 本店　原子燃料部門 発電所　品質保証室 発電所　安全・防災室 発電所　所長室 発電所　技術課 発電所　原子燃料課 発電所　放射線管理課 発電所　第一発電室 発電所　第二発電室 発電所　保全計画課 発電所　電気保修課 発電所　計装保修課 発電所　原子炉保修課 発電所　タービン保修課 発電所　土木建築課 発電所　電気工事グループ 発電所　機械工事グループ 発電所　土木建築工事グループ
3.6	設工認における調達管理の方法	本店　土木建築室 本店　原子力企画部門 本店　原子力安全部門 本店　原子力発電部門 本店　原子力技術部門 本店　原子燃料部門 発電所　安全・防災室 発電所　所長室 発電所　技術課 発電所　原子燃料課 発電所　放射線管理課 発電所　電気保修課 発電所　計装保修課 発電所　原子炉保修課 発電所　タービン保修課 発電所　土木建築課 発電所　電気工事グループ 発電所　機械工事グループ 発電所　土木建築工事グループ

3.2　設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査

3.2.1　設計及び工事のグレード分けの適用

設工認における設計は、設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含めた設工認対象設備に対し、第3.2-1表に示す「設工認における設計、工事及び検査の各段階」に従って技術基準規則等の要求事項への適合性を確保するために実施する工事の設計である。

この設計は、設工認品質管理計画「3.2.1　設計及び工事のグレード分けの適用」（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に示すグレード分けに従い管理を実施する。

3.2.2　設計、工事及び検査の各段階とその審査

設工認における設計、工事及び検査の各段階と保安規定品質マネジメントシステム計画との関係を第3.2-1表に示す。

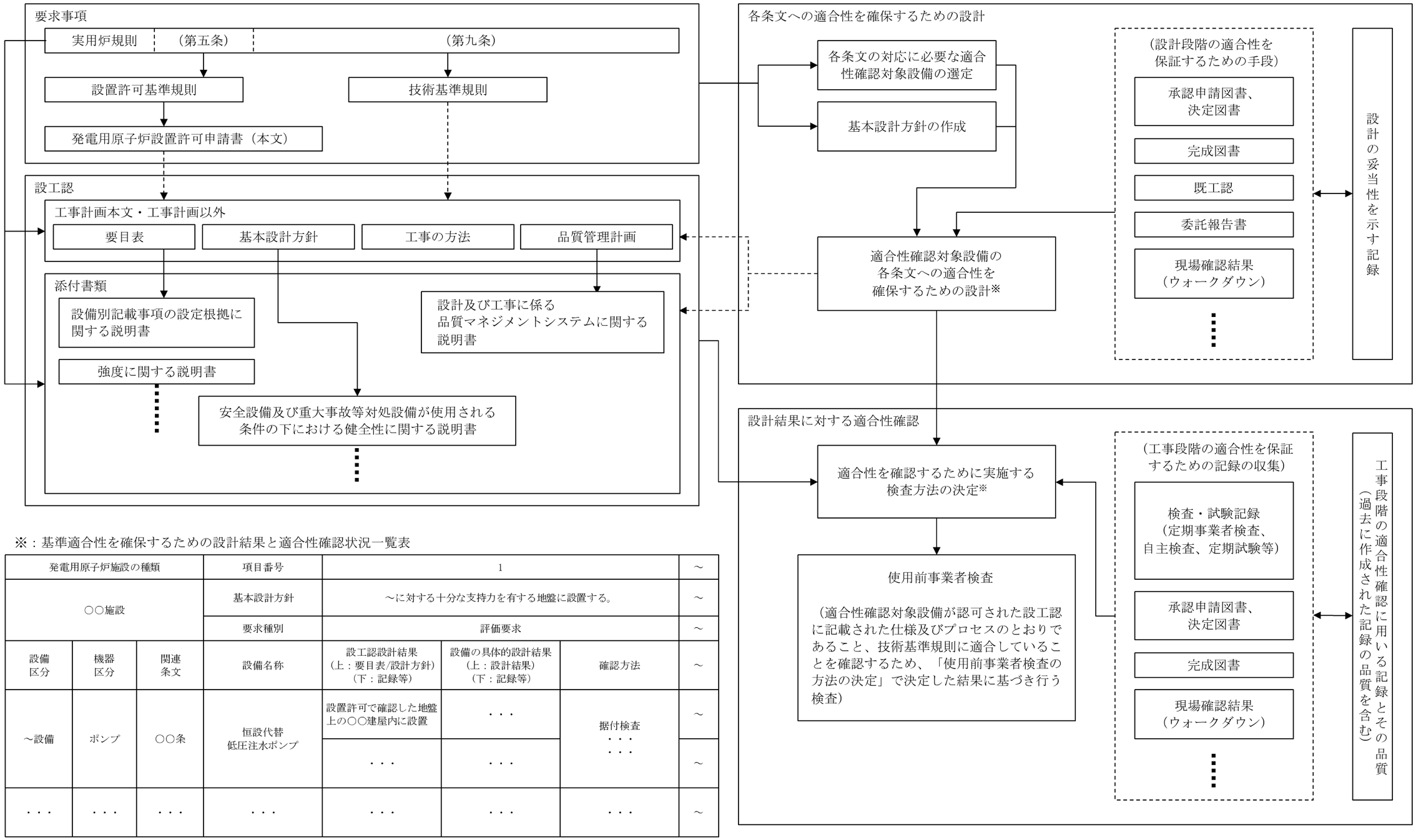
また、適合性確認に必要な作業と検査の繋がりを第3.2-1図に示す。

なお、実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認申請（届出）が不要な工事を行う場合は、設工認品質管理計画のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。

設計又は工事を主管する箇所の長並びに検査を担当する箇所の長は、第3.2-1表に示す「保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目」ごとのアウトプットに対する審査（以下「レビュー」という。）を実施するとともに、記録を管理する。

なお、設計の各段階におけるレビューについては、第3.1-1表に示す設計及び工事を主管する組織の中で当該設備の設計に関する専門家を含めて実施する。

設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な検査は、「3.3　設計に係る品質管理の方法」、「3.4　工事に係る品質管理の方法」、「3.5　使用前事業者検査の方法」及び「3.6　設工認における調達管理の方法」に示す管理（第3.2-1表における「3.3.3(1)　基本設計方針の作成（設計1）」～「3.6　設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。



※：基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表

発電用原子炉施設の種類			項目番号	1			～
○○施設			基本設計方針	～に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。			～
			要求種別	評価要求			～
設備区分	機器区分	関連条文	設備名称	設工認設計結果（上：要目表/設計方針）（下：記録等）	設備の具体的設計結果（上：設計結果）（下：記録等）	確認方法	～
～設備	ポンプ	○○条	恒設代替低圧注水ポンプ	設置許可で確認した地盤上の○○建屋内に設置	・・・	据付検査・・・・・・	～
				・・・	・・・		～
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	～

第 3.2-1 図　適合性確認に必要な作業と検査の繋がり

第 3.2-1 表　設工認における設計、工事及び検査の各段階

各段階			保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目	概　要
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法	7.3.1 設計開発計画	適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計開発に用いる情報	設計に必要な技術基準規則等の要求事項の明確化
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定		技術基準規則等に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.3(1) ※	基本設計方針の作成（設計 1）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報	要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2) ※	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報	適合性確認対象設備に必要な設計の実施
	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	7.3.5 設計開発の検証	基準適合性を確保するための設計の妥当性のチェック
	3.3.4 ※	設計における変更	7.3.7 設計開発の変更の管理	設計対象の追加や変更時の対応
工事及び検査	3.4.1 ※	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計 3）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 7.3.5 設計開発の検証	設工認を実現するための具体的な設計
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施	—	適合性確認対象設備の工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	—	適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していること
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	—	適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する計画と方法の決定
	3.5.3	検査計画の管理	—	使用前事業者検査を実施する際の工程管理
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	—	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査を実施する際のプロセスの管理
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	7.3.6 設計開発の妥当性確認 8.2.4 機器等の検査等	適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認
調達	3.6	設工認における調達管理の方法	7.4 調達 8.2.4 機器等の検査等	適合性確認に必要な、設計、工事及び検査に係る調達管理

※：「3.2.2　設計、工事及び検査の各段階とその審査」で述べている「設計の各段階におけるレビュー」の各段階を示す。

3.3　設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計として、「要求事項の明確化」、「適合性確認対象設備の選定」、「基本設計方針の作成」及び「適合性を確保するための設計」、「設計のアウトプットに対する検証」の各段階を実施する。

以下に各段階の活動内容を示す。

3.3.1　適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

設計を主管する箇所の長は、以下の事項により、設工認に必要な要求事項を明確にする。

・「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号）」（以下「設置許可基準規則」という。）に適合しているとして許可された「高浜発電所発電用原子炉設置変更許可申請書」（以下「設置変更許可申請書」という。）
・技術基準規則

また、必要に応じて以下を参照する。

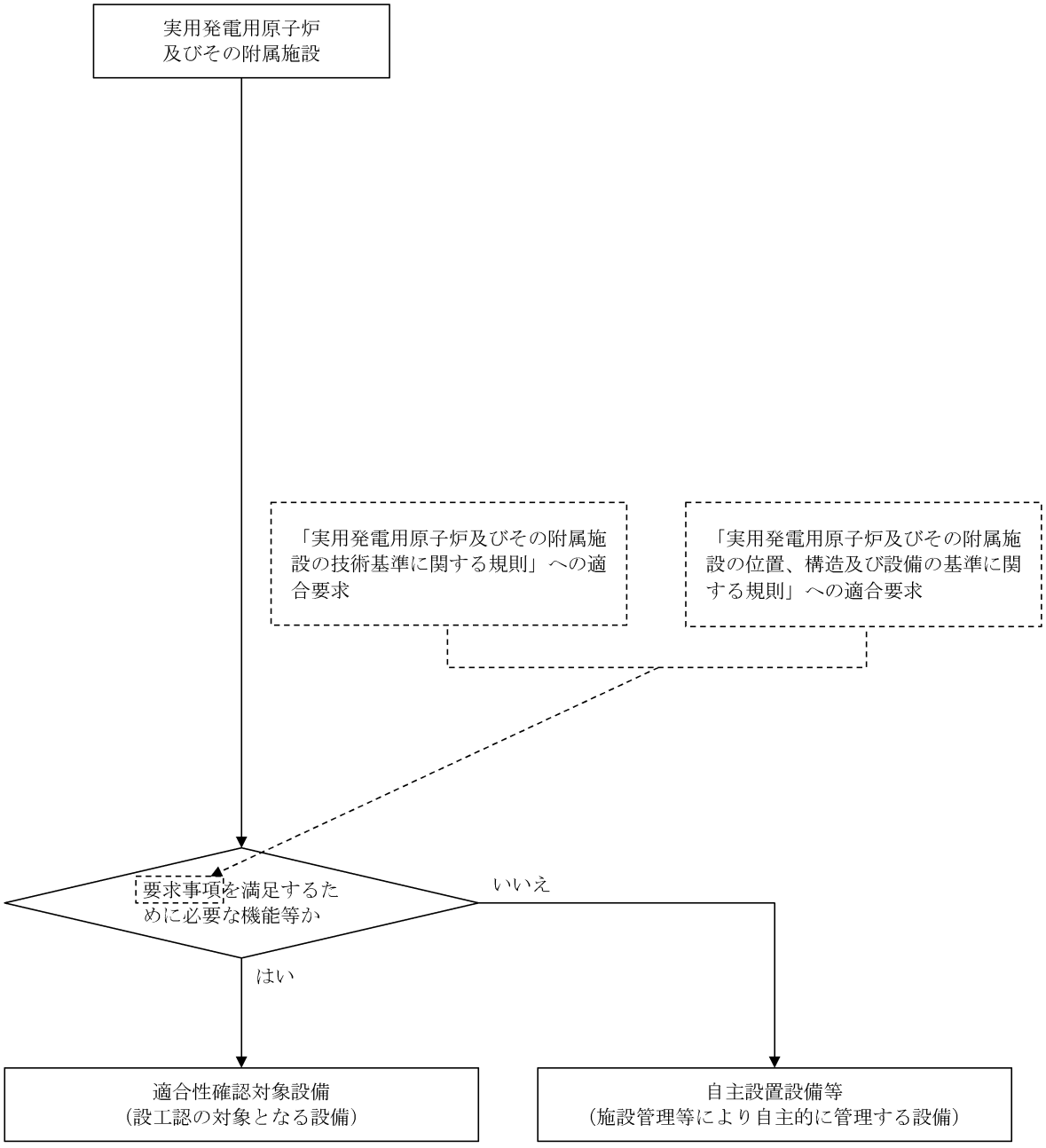
・許可された設置変更許可申請書の添付書類
・設置許可基準規則の解釈
・技術基準規則の解釈

3.3.2　各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備に対する技術基準規則への適合性を確保するため、設置変更許可申請書に記載されている設備及び技術基準規則への対応に必要な設備（運用を含む。）を、実際に使用する際の系統又は構成で必要となる設備を含めた適合性確認対象設備として以下に従って抽出する。

適合性確認対象設備を明確にするため、設工認に関連する工事において追加・変更となる設備・運用のうち、設工認の対象となる設備・運用を、要求事項への適合性を確保するために実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備・運用を考慮しつつ第3.3-1図に示すフローに基づき抽出する。

抽出した結果を様式－2(1/2)～(2/2)「設備リスト（例）」（以下「様式－2」という。）の該当する条文の設備等欄に整理するとともに、設備／運用、既設／新設、要求事項に対して必須の設備・運用の有無、実用炉規則 別表第二の記載対象設備に該当の有無、既工認での記載の有無、実用炉規則 別表第二に関連する施設区分／設備区分及び設置変更許可申請書添付八主要設備記載の有無を明確にする。



第3.3-1図　適合性確認対象設備の抽出について

3.3.3　設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するための設計を以下のとおり実施する。

・「設計1」として、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を基に、必要な設計を漏れなく実施するための基本設計方針を明確化する。
・「設計2」として、「設計1」の結果を用いて適合性確認対象設備に必要な詳細設計を実施する。
・「設計1」及び「設計2」の結果を用いて、設工認に必要な書類等を作成する。
・「設計のアウトプットに対する検証」として、「設計1」及び「設計2」の結果について、検証を実施する。

これらの具体的な活動を以下のとおり実施する。

(1) 基本設計方針の作成（設計 1）

設計を主管する箇所の長は、様式－2で整理した適合性確認対象設備に対する詳細設計を「設計2」で実施するに先立ち、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項に対する設計を漏れなく実施するために、以下により適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに各条文に関連する要求事項を用いて設計項目を明確にした基本設計方針を作成する。

a. 適合性確認対象設備と適用条文の整理

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則への適合に必要な設計を確実に実施するため、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。

(a) 技術基準規則の条文ごとに各施設との関係を明確にし、明確にした結果とその理由を、様式－3「技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）」（以下「様式－3」という。）の「適用要否判断」欄及び「理由」欄に取りまとめる。

(b) 様式－3に取りまとめた結果を、様式－4(1/2)～(2/2)「施設と条文の対比一覧表（例）」（以下「様式－4」という。）の該当箇所の星取りにて取りまとめることにより、施設ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。

(c) 様式－2で明確にした適合性確認対象設備を実用炉規則別表第二の設備区分ごとに、様式－5「設工認添付書類星取表（例）」（以下「様式－5」という。）で機器として整理する。

また、様式－4で取りまとめた結果を用いて、設備ごとに適用される技術基準規則の条番号を明確にし、技術基準規則の各条番号と設工認との関連性を含めて、様式－5で整理する。

b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成

設計を主管する箇所の長は、以下により、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を具体化し、漏れなく適用していくための基本設計方針を技術基準規則の条文ごとに作成する。

なお、基本設計方針の作成に当たっての統一的な考え方を添付2「技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方」に示す。

(a) 様式－7「要求事項との対比表（例）」（以下「様式－7」という。）に、基本設計方針の作成に必要な情報として、技術基準規則の各条文及びその解釈、並びに関係する設置変更許可申請書本文及びその添付書類に記載されている内容を原文のまま引用し、その内容を見ながら、設計すべき項目を基本設計方針として漏れなく作成する。

(b) 基本設計方針の作成に併せて、基本設計方針として記載する事項及びそれらの設工認申請書の添付書類作成の考え方（理由）、基本設計方針として記載しない場合の考え方、並びに詳細な検討が必要な事項として含めるべき実用炉規則別表第二に示された添付書類との関係を明確にし、それらを様式－6「各条文の設計の考え方（例）」（以下「様式－6」という。）に取りまとめる。

(c) (a)及び(b)で作成した条文ごとの基本設計方針を整理した様式－7及び基本設計方針作成時の考え方を整理した様式－6、並びに各施設に適用される技術基準規則の条文を明確にした様式－4を用いて、施設ごとの基本設計方針を作成する。

(d) 作成した基本設計方針を基に、抽出した適合性確認対象設備に対する耐震重要度分類、機器クラス、兼用する際の登録の考え方及び当該適合性確認対象設備に必要な設工認申請書の添付書類との関連性を様式－5で明確にする。

(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）

設計を主管する箇所の長は、様式－2で整理した適合性確認対象設備に対し、変更があった要求事項への適合性を確保するための詳細設計を、「設計1」の結果を用いて実施する。

a. 基本設計方針の整理

設計を主管する箇所の長は、基本設計方針（「3.3.3(1) 基本設計方針の作成」参照）に基づく設計の実施に先立ち、基本設計方針に従った設計を漏れなく実施するため、基本設計方針の内容を以下の流れで分類し、技術基準規則への適合性の確保が必要な要求事項を整理する。

(a) 条文ごとに作成した基本設計方針を設計項目となるまとまりごとに整理する。

(b) 整理した設計方針を分類するためのキーワードを抽出する。

(c) 抽出したキーワードを基に要求事項を第3.3-1表に示す要求種別に分類する。

(d) 分類した結果を、設計項目となるまとまりごとに、様式－8「基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）」（以下「様式－8」という。）の「基本設計方針」欄に整理する。

(e) 設工認の設計に不要な以下の基本設計方針を、様式－8の該当する基本設計方針に網掛けすることにより区別し、設計が必要な要求事項に変更があった条文に対応した基本設計方針を明確にする。

・定義（基本設計方針で使用されている用語の説明）

・冒頭宣言（設計項目となるまとまりごとの概要を示し、冒頭宣言以降の基本設計方針で具体的な設計項目が示されているもの）

・規制要求に変更のない既設設備に適用される基本設計方針（既設設備のうち、過去に当該要求事項に対応するための設計が行われており、様式－4及び様式－5で従来の技術基準規則から変更がないとした条文に対応した基本設計方針）

・適合性確認対象設備に適用されない基本設計方針（当該適合性確認対象設備に適用されず、設計が不要となる基本設計方針）

b. 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（対象設備の仕様を含む。）

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備を技術基準規則に適合したものとするために、以下により、必要な詳細設計を実施する。

また、具体的な設計の流れを第3.3-2図に示す。

(a) 第3.3-1表に示す「要求種別」ごとの「主な設計事項」に示す内容について、「3.7.1 文書及び記録の管理」で管理されている設備図書等の記録をインプットとして、基本設計方針に対し、適合性確認対象設備が技術基準規則等への必要な設計要求事項の適合性を確保するために必要な詳細設計の方針（要求機能、性能目標、防護方針等を含む。）を定めるための設計を実施する。

(b) 様式－6で明確にした詳細な検討を必要とした事項を含めて詳細設計を実施するとともに、以下に該当する場合は、その内容に従った詳細設計を実施する。

ｲ. 評価を行う場合

詳細設計として評価（解析を含む。）を実施する場合は、基本設計方針を基に詳細な評価方針及び評価方法を定めた上で、評価を実施する。

また、評価の実施において、解析を行う場合は、「3.3.3(2)c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理」に基づく管理により品質を確保する。

ﾛ. 複数の機能を兼用する設備の設計を行う場合

複数の機能（施設間を含む。）を兼用する設備の設計を行う場合は、兼用するすべての機能を踏まえた設計を確実に実施するため、組織間の情報伝達を確実に実施し、兼用する機能ごとの系統構成を把握し、兼用する機能を集約した上で、兼用するすべての機能を満たすよう設計を実施する。

ﾊ. 設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合

設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合は、設計が行われることを確実にするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、設計をまとめて実施する側で複数の対象を考慮した設計を実施したのち、設計を委ねた側においても、その設計結果を確認する。

ﾆ. 他号機と共用する設備の設計を行う場合

他号機と共用する設備の設計を行う場合は、設計が確実に行われることを確実にするため、組織間の情報伝達を確実に実施し、号機ごとの設計範囲を明確にし、必要な設計が確実に行われるよう管理する。

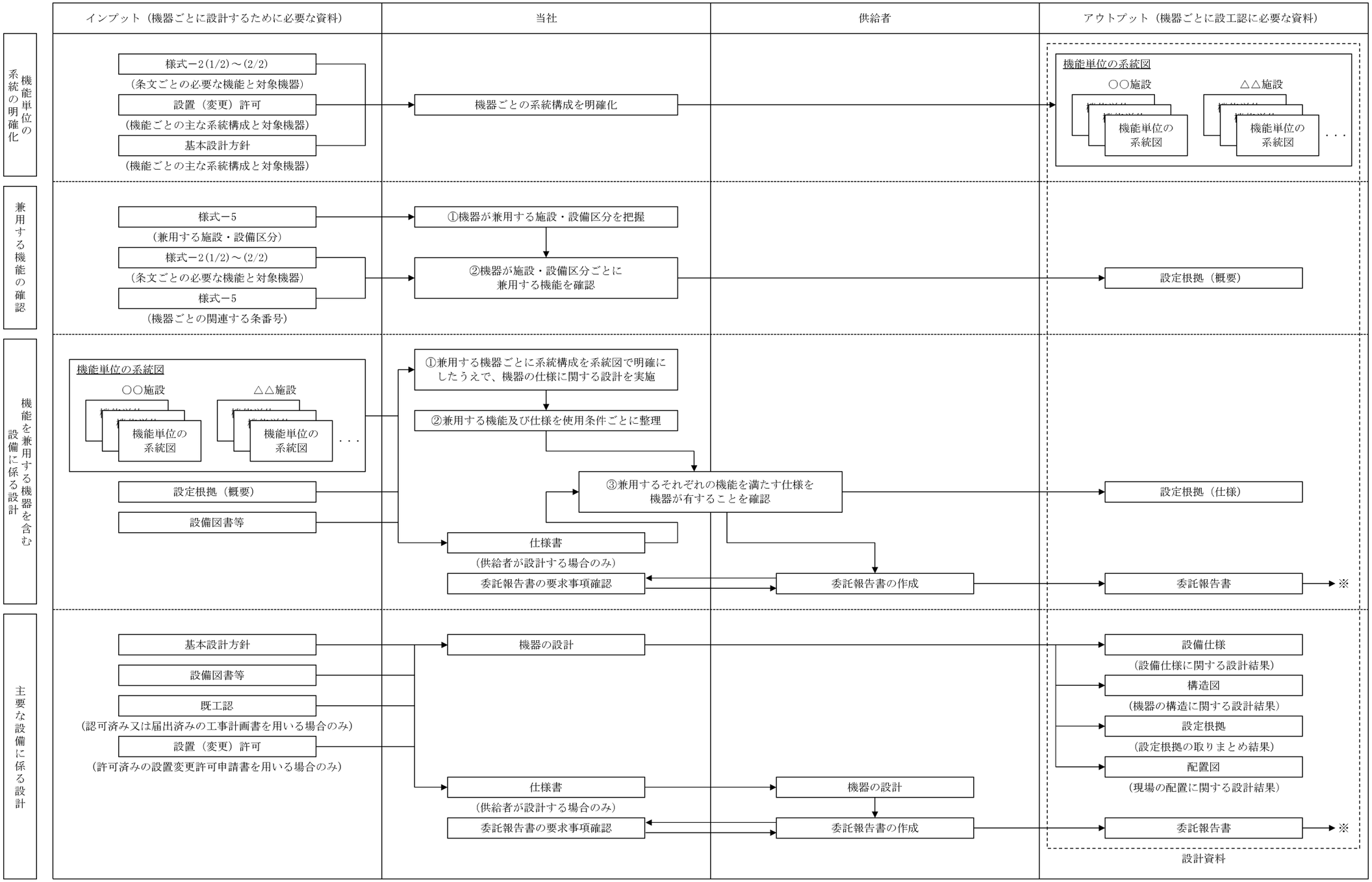
上記ｲ～ﾆの場合において、設計の妥当性を検証し、詳細設計方針を満たすことを確認するために検査を実施しなければならない場合は、条件及び方法を定めた上で実施する。

また、これらの設計として実施したプロセスを様式－1に取りまとめるとともに、設計結果を、様式－8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄に整理する。

(c) 第3.3-1表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、基本設計方針を作成した箇所の長にて、保安規定に必要な対応を取りまとめる。

第3.3-1表　要求種別ごとの適合性の確保に必要となる主な設計事項と
その妥当性を示すための記録との関係

要求種別				主な設計事項	設計方針の妥当性を示す記録
設備	設計要求	設置要求	目的とする機能・性能を有する設備の選定	目的とする機能・性能を有する設備の選定 配置設計	・設計資料 ・設備図書（図面、構造図、仕様書） 等
		機能要求	目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な具体的な系統構成・設備構成	設置変更許可申請書の記載を基にした、実際に使用する系統構成・設備構成の決定	・設計資料 ・系統図 ・設備図書（図面、構造図、仕様書） 等
			目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な設備の具体的な仕様	仕様設計 構造設計 強度設計（クラスに応じて）	・設計資料 ・設備図書（図面、構造図、仕様書） ・インターロック線図 ・算出根拠（計算式等） ・カタログ 等
		評価要求	対象設備が目的とする機能・性能を持つことを示すための方法とそれに基づく評価	仕様決定のための解析 条件設定のための解析 実証試験 技術基準規則に適合していることの確認のための解析 （耐震評価、耐環境評価）	・設計資料 ・有効性評価結果（設置変更許可申請書での安全解析の結果を含む。） ・解析計画（解析方針） ・委託報告書（解析結果） ・手計算結果 等
運用	運用要求		保安規定で定める必要がある運用方法とそれに基づく計画	維持又は運用のための計画の作成	－



※：委託報告書の図面等を設計のインプットとして使用する場合は、当社が承認したのち、設備図書等として取り扱う。
また、供給者が工事にて設計を実施した場合は、委託報告書を総括報告書に読み替える。

第 3.3-2 図　主要な設備の設計

c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

設計を主管する箇所の長は、詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、以下の活動を実施し、品質を確保する。

(a) 調達による解析の管理

基本設計方針に基づく詳細設計で解析を実施する場合は、解析結果の信頼性を確保するため、設工認品質管理計画に基づく品質保証活動を行う上で、特に以下の点に配慮した活動を実施し、品質を確保する。

ｲ. 調達による解析

調達により解析を実施する場合は、解析の信頼性を確保するために、供給者に対し、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（平成26年3月 一般社団法人原子力安全推進協会）」を反映した以下に示す管理を確実にするための品質マネジメントシステム体制の構築等に関する調達要求事項を仕様書により要求し、それに従った品質マネジメントシステム体制のもとで解析を実施させるよう「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達管理を実施する。

なお、解析の調達管理に関する具体的な流れを添付3「設工認における解析管理について」の「別図1」に示す。

(ｲ) 解析業務を実施するに当たり、あらかじめ解析業務の計画を策定し、解析業務実施計画書等により文書化する。

なお、解析業務の計画には、以下に示す事項の計画を明確にする。

・解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）
・使用する計算機プログラムとその検証結果※

※：解析業務実施計画書の作成段階で、使用する計算機プログラムの検証が完了していない場合は、計算機プログラムの検証計画を解析業務実施計画書に記載し当社に提出させ、また計算機プログラム検証後にその結果を当社へ提出させる。

・解析業務の実施体制
・解析結果の検証
・委託報告書の確認
・解析業務の変更管理

・記録の保管管理

(ﾛ) 解析業務に係る必要な力量を定めるとともに、従事する要員（原解析者・検証者）は必要な力量を有した者とする。

ﾛ. 計算機プログラム（解析コード）の管理

計算機プログラムは、評価目的に応じた解析結果を保証するための重要な役割を持っていることから、使用実績や使用目的に応じ、計算機プログラムが適正なものであることを以下のような方法により検証し、使用する。

・簡易的なモデルによる解析解の検算
・標準計算事例を用いた解析による検証
・実験又はベンチマーク試験結果との比較
・他の計算機プログラムによる計算結果との比較　等

ﾊ. 解析業務で用いる入力情報の伝達

当社は供給者に対し調達管理に基づく品質マネジメントシステム上の要求事項として、ISO9001の要求事項に従った文書及び記録の管理の実施を要求し、適切な版を管理することを要求する。

これにより、設工認に必要な解析業務のうち、設備又は土木建築構造物を設置した供給者と同一の供給者が主体となって解析を実施する場合は、解析を実施する供給者が所有する図面とそれを基に作成され納入されている当社所有の設備図書で、同じ最新性を確保する。

また、設備を設置した供給者以外の供給者にて解析を実施する場合は、当社で管理している図面を供給者に提供することで、供給者に最新性が確保された図面で解析を実施させる。

ﾆ. 入力根拠の作成

供給者に、解析業務実施計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした入力根拠書を作成させ、また計算機プログラムへの入力間違いがないか確認させることで、入力根拠の妥当性及び入力データが正しく入力されたことの品質を確保する。

(b) 手計算による自社解析

自社で実施する解析（手計算）は、評価を実施するために必要な計算方法及び入力データを明確にした上で、当該業務の力量を持つ要員が実施する。

また、実施した解析結果に間違いがないようにするために、入力根拠、入力結果及び解析結果について、解析を実施した者以外の者によるダブルチェックを実施し、解析結果の信頼性を確保する。

(3) 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3　設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の「設計1」及び「設計2」で取りまとめた様式－8を設計のアウトプットとして、これが設計のインプット（「3.3.1　適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」及び「3.3.2　各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」参照）で与えられた要求事項に対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、組織の要員に指示する。

なお、この検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

(4) 設工認申請（届出）書の作成

設計を主管する箇所の長は、設工認の設計として実施した「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」及び「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」からのアウトプットを基に、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。

a. 要目表の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、実用炉規則別表第二の「記載すべき事項」の要求に従って、必要な事項（種類、主要寸法、材料、個数等）を設備ごとに表（要目表）又は図面等に取りまとめる。

b. 施設ごとの基本設計方針のまとめ

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(1)b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」で作成した施設ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則別表第二に示された発電用原子炉施設の施設ごとの基本設計方針としてまとめ直すことにより、設工認として必要な基本設計方針を作成する。

また、技術基準規則に規定される機能・性能を満足させるための基本的な規格及び基準を、「適用基準及び適用規格」として取りまとめる。

c. 工事の方法の作成

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備等が、期待される機能を確実に発揮することを示すため、当該工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法を記載するとともに、工事中の従事者及び公衆に対する放射線管理や他の設備に対する悪影響防止等の観点から特に留意すべき事項を「工事の方法」として取りまとめる。

d. 各添付書類の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、基本設計方針に対する詳細設計の結果、及び設計の妥当性に関する説明が必要な事項を取りまとめた様式－6及び様式－7を用いて、実用炉規則別表第二に示された添付書類を作成する。

なお、実用炉規則別表第二に示された添付書類において、解析コードを使用している場合には、添付書類の別紙として「計算機プログラム（解析コード）の概要」を作成する。

e. 設工認申請書案のチェック

設計を主管する箇所の長は、作成した設工認申請書案について、要員を指揮して、以下の要領でチェックする。

(a) 設計を主管する箇所でのチェック分担を明確にしてチェックする。
(b) チェックの結果としてコメントが付されている場合は、その反映要否を検討し、必要に応じ資料を修正した上で、再度チェックする。
(c) 必要に応じこれらを繰り返し、設工認申請書案のチェックを完了する。

(5) 設工認申請（届出）書の承認

「3.3.3(3) 設計のアウトプットに対する検証」及び「3.3.3(4)e. 設工認申請書案のチェック」を実施した設工認申請書案について、設工認申請書の取りまとめを主管する箇所の長は、設計を主管する箇所の長が作成した資料を取りまとめ、原子力発電安全委員会へ付議し、審議及び確認を得る。

また、設工認申請書の提出手続きを主管する箇所の長は、原子力発電安全委員会の審議及び確認を得た設工認申請書について、原子力規制委員会及び経済産業大臣への提出手続きを承認する。

3.3.4　設計における変更

設計を主管する箇所の長は、設計対象の追加又は変更が必要となった場合、「3.3.1　適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」～「3.3.3　設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じ修正する。

3.4　工事に係る品質管理の方法

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく具体的な設備の設計の実施及びその結果を反映した設備を導入するために必要な工事を、「3.6　設工認における調達管理の方法」の管理を適用して実施する。

3.4.1　設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計 3）

工事を主管する箇所の長は、工事段階において、以下のいずれかの方法で、設工認を実現するための具体的な設計（設計3）を実施し、決定した具体的な設備の設計結果（既に工事を着手し設置を終えている設備について、既に実施された具体的な設計の結果が設工認に適合していることを確認することを含む。）を様式－8の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

(1) 自社で設計する場合

本店組織又は発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「設計3」を実施する。

(2) 「設計 3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達し発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達管理として「設計 3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

(3) 「設計 3」を発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達しかつ調達管理として「設計 3」を管理する場合

発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

(4) 「設計 3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達しかつ調達管理として「設計 3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、本店組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

3.4.2　具体的な設備の設計に基づく工事の実施

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく設備を設置するための工事を、「工事の方法」に記載された工事の手順並びに「3.6　設工認における調達管理の方法」に従い実施する。

なお、この工事の中で使用前事業者検査を実施する場合は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で使用前事業者検査を含めて実施する。

また、設工認に基づき設置する設備のうち、既に工事を着手し設置を終えている設備については、以下のとおり取り扱う。

(1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し設置を完了して調達製品の検証段階の適合性確認対象設備については、「3.5　使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備については、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従い、着手時点のグレードに応じた工事を継続して実施するとともに、「3.5　使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

なお、この工事の中で適合性確認を実施する場合は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で実施する。

3.5　使用前事業者検査の方法

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、「検査・試験通達」に従い、工事実施箇所からの独立性を確保した検査体制のもと、実施する。

3.5.1　使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するために、以下の項目について検査を実施する。

①実設備の仕様の適合性確認

②実施した工事が、「3.4.1　設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）」及び「3.4.2　具体的な設備の設計に基づく工事の実施」に記載したプロセス並びに「工事の方法」のとおり行われていること。

これらの項目のうち、①を設工認品質管理計画の第 3.5-1 表に示す検査として、②を品質マネジメントシステムに係る検査（以下「QA 検査」という。）として実施する。

②については工事全般に対して実施するものであるが、工事実施箇所が「3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理」を実施する場合は、工事実施箇所が実施する溶接に関するプロセス管理が適切に行われていることの確認を QA 検査に追加する。

また、QA 検査では上記②に加え、上記①のうち工事実施箇所が実施する検査の、記録（工事実施箇所が採取した記録・ミルシート等。）の信頼性確認（記録確認検査や抜取検査の信頼性確保）を行い、設工認に基づく検査の信頼性を確保する。

3.5.2　使用前事業者検査の計画

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、技術基準規則に適合するよう実施した設計結果を取りまとめた様式－8に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄ごとに設計の妥当性確認を含む使用前事業者検査を計画する。

使用前事業者検査は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第 3.3-1 表の要求種別ごとに第 3.5-1 表に示す確認項目、確認視点及び主

な検査項目を基に計画を策定する。

適合性確認対象設備のうち、技術基準規則上の措置（運用）に必要な設備についても、使用前事業者検査を計画する。

個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式－8 に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

(1) 使用前事業者検査の方法の決定

検査を担当する箇所の長は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3.3-1表の要求種別ごとに定めた第3.5-1表に示す確認項目、確認視点、主な検査項目の考え方を使って、確認項目ごとに設計結果に関する具体的な検査概要及び判定基準を以下の手順により使用前事業者検査の方法として明確にする。第3.5-1表の検査項目ごとの概要及び判定基準の考え方を第3.5-2表に示す。

a. 様式－8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」及び「設備の具体的設計結果」欄に記載された内容と該当する要求種別を基に、検査項目を決定する。

b. 決定された検査項目より、第3.5-2表に示す「検査項目、検査概要、判定基準の考え方について（代表例）」及び「工事の方法」を参照し適切な検査方法を決定する。

c. 決定した各設備に対する以下の内容を、様式－8の「確認方法」欄に取りまとめる。なお、「確認方法」欄では、以下の内容を明確にする。

(a) 検査項目

(b) 検査方法

第 3.5-1 表　要求事項に対する確認項目及び確認の視点

要求種別			確認項目	確認視点	主な検査項目
設備	設計要求	設置要求	名称、取付箇所、個数、設置状態、保管状態	設計要求どおりの名称、取付箇所、個数で設置されていることを確認する。	据付検査 状態確認検査 外観検査
		機能要求	材料、寸法、耐圧・漏えい等の構造、強度に係る仕様（要目表）	要目表の記載どおりであることを確認する。	材料検査 寸法検査 建物・構築物構造検査 外観検査 据付検査 状態確認検査 耐圧検査 漏えい検査 特性検査 機能・性能検査
			系統構成、系統隔離、可搬設備の接続性	実際に使用できる系統構成になっていることを確認する。	
			上記以外の所要の機能要求事項	目的とする機能・性能が発揮できることを確認する。	
		評価要求	解析書のインプット条件等の要求事項	評価条件を満足していることを確認する。	内容に応じて、設置要求、機能要求の検査を適用
運用	運用要求		手順確認	（保安規定） 手順化されていることを確認する。	状態確認検査

第3.5-2表　検査項目、検査概要及び判定基準の考え方について（代表例）

検査項目	検査概要	判定基準の考え方
材料検査	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格※1※2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格等に適合すること。
寸法検査	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内であることを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること。
外観検査	・有害な欠陥のないことを記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。
据付検査 （組立て及び据付け状態を確認する検査）	・常設設備の組立て状態並びに据付け位置及び状態が設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・設工認に記載のとおりに設置されていること。
耐圧検査	・技術基準規則の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを、記録又は目視により確認する。	・検査圧力に耐え、異常のないこと。
漏えい検査	・耐圧検査終了後、技術基準規則の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を、記録又は目視により確認する。	・検査圧力により著しい漏えいのないこと。
建物・構築物構造検査	・建物・構築物が設工認に記載のとおり製作され、組み立てられていること、また関係規格※1※2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること、また関係規格等に適合すること。
機能・性能検査 特性検査	・系統構成確認検査 可搬型設備の実際に使用する系統構成及び可搬型設備等の接続が可能なことを、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・可搬型設備等の接続が可能なこと。
	・運転性能検査、通水検査、系統運転検査、容量確認検査 設計で要求される機能・性能について、実際に使用する系統状態又は模擬環境により試運転等を行い、機器単体又は系統の機能・性能を、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・目的とする機能・性能が発揮できること。
	・絶縁耐力検査 電気設備と大地との間に、試験電圧を連続して規定時間加えたとき、絶縁性能を有することを、記録（工場での試験記録等を含む。）又は目視により確認する。	・目的とする絶縁性能を有すること。
	・ロジック回路動作検査、警報検査、インターロック検査 電気設備又は計測制御設備について、ロジック確認、インターロック確認及び警報確認等を行い、設備の機能・性能又は特性を、記録又は目視により確認する。	・ロジック、インターロック及び警報が正常に動作すること。
	・外観検査 建物、構築物、非常用電源設備等の完成状態を、記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。 ・設工認に記載のとおりに設置されていること。
	・計測範囲確認検査、設定値確認検査 計測制御設備の計測範囲又は設定値を、記録（工場での校正記録等を含む。）又は目視により確認する。	・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。
状態確認検査	・設置要求における機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が、設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が適切であること。
	・評価要求に対するインプット条件（耐震サポート等）との整合性確認を、記録又は目視により確認する。	・評価条件を満足していること。
	・運用要求における手順が整備され、利用できることを確認する。	・運用された手順が整備され、利用できること。
基本設計方針に係る検査※3	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していることを確認する。	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していること。
QA 検査	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていることを確認する。	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていること。

※1：消防法及びJIS
※2：設計の際に採用した適用基準又は適用規格
※3：基本設計方針のうち、各検査項目で確認できない事項を対象とする。

3.5.3　検査計画の管理

検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長は、使用前事業者検査を適切な段階で実施するため、関係箇所と調整の上、発電所全体の主要工程及び調達先の工事工程を加味した適合性確認の検査計画を作成し、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

なお、検査計画は、進捗状況に合わせて関係箇所と適宜調整を実施する。

3.5.4　主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理

主要な耐圧部の溶接部に係る検査を担当する箇所の長は、溶接が特殊工程であることを踏まえ、工程管理等の計画を策定し、溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視を行う。

また、溶接継手に対する要求事項は、溶接部詳細一覧表（溶接方法、溶接材料、溶接施工法、熱処理条件、検査項目等）により管理し、これに係る関連図書を含め、業務の実施に当たって必要な図書を溶接施工工場に提出させ、それを審査、承認し、必要な管理を実施する。

3.5.5　使用前事業者検査の実施

使用前事業者検査は、「検査・試験通達」に基づき、検査要領書の作成、検査体制を確立して実施する。

(1) 使用前事業者検査の独立性確保

検査を担当する箇所の長は、組織的独立した箇所に検査の実施を依頼する。

(2) 使用前事業者検査の体制

使用前事業者検査の体制は、第3.5-1図を参考に検査要領書で明確にする。

なお、検査における役務は、以下のとおりとする。

a. 総括責任者

・発電所における保安に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査を除く。）

・燃料体の工事に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査に限る。）

b. 主任技術者

・検査内容、手法等に対して指導・助言を行うとともに、検査が適切に行われていることを確認する。

・検査要領書制定時の審査並びに検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を審査する。
・発電用原子炉主任技術者は、主に原子炉の核的特性や性能に係る事項等、原子炉の運転に関する保安の監督を行う。
・ボイラー・タービン主任技術者は、主に機械設備の構造、機能及び性能に係る事項等、原子力設備の工事、維持及び運用（電気的設備に係るものを除く。）に関する保安の監督を行う。
・電気主任技術者は、主に電気設備の構造、機能及び性能に係る事項等、電気工作物の工事、維持及び運用（電気的設備）に関する保安の監督を行う。

c. 品質保証責任者
・品質マネジメントシステムの観点から、検査範囲、検査方法等の妥当性の確認を実施するとともに、検査要領書の制定又は改訂が適切に行われていることを審査する。（QA検査を除く。）

d. 検査実施責任者
・検査を担当する箇所の長からの依頼に基づき検査を実施する。
・検査要領書を制定する。また、検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を確認、承認し、関係者に周知する。
・検査員から報告された検査結果（合否判定）が技術基準規則に適合していることを最終確認し、若しくは自らが合否判定を実施し、リリース許可する。

e. 検査員
・検査実施責任者からの指示に従い、検査を実施する。
・検査要領書の判定基準に従い、立会い又は記録の確認により合否判定する。
・検査記録及び検査成績書を作成し、検査実施責任者へ報告する。

f. 助勢員
・検査実施責任者又は検査員からの指示に従い、検査に係る作業を行う。
・検査員の役務内容のうち、合否判定以外を行う。

(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「検査・試験通達」に基づき、「3.5.2(1) 使用前事業者検査の方法の決定」で決定した様式－8の「確認方法」欄で明確にした確認方法に従った使用前事業者検査を実施するための検査要領書を作成する。

また、検査を担当する箇所の長は、検査目的、検査場所、検査範囲、設備項目、

検査方法、判定基準、検査体制、不適合処置要領、検査手順、検査工程、検査用測定機器、検査成績書の事項等を記載した検査要領書を作成し、主任技術者（燃料体に係る検査を除く。）及び品質保証責任者（QA検査は除く。）の審査を経て検査実施責任者が制定する。

なお、検査要領書には使用前事業者検査の確認対象範囲として含まれる技術基準規則の条文を明確にするとともに、適合性確認対象設備ではない使用前事業者検査の対象を明確にする。

各検査項目における代替検査を行う場合、「3.5.5(4) 代替検査の確認方法の決定」に従い、代替による使用前事業者検査の方法を決定する。

(4) 代替検査の確認方法の決定

a. 代替検査の条件

代替検査を用いる場合は、通常の方法で検査ができない場合であり、例えば以下の場合をいう。

・耐圧検査で圧力を加えることができない場合
・構造上外観が確認できない場合
・系統に実注入ができない場合
・電路に通電できない場合
・当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）※

※：「当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）」とは、以下の場合をいう。

・材料検査で材料検査証明書（ミルシート）がない場合
・寸法検査記録がなく、実測不可の場合

b. 代替検査の評価

検査を担当する箇所の長は、代替検査による確認方法を用いる場合、本来の検査目的に対する代替性の評価を実施し、その結果を「3.5.5(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成」で作成する検査要領書の一部として添付し、該当する主任技術者による審査を経て適用する。

なお、検査目的に対する代替性の評価においては、以下の内容を明確にする。

・設備名称

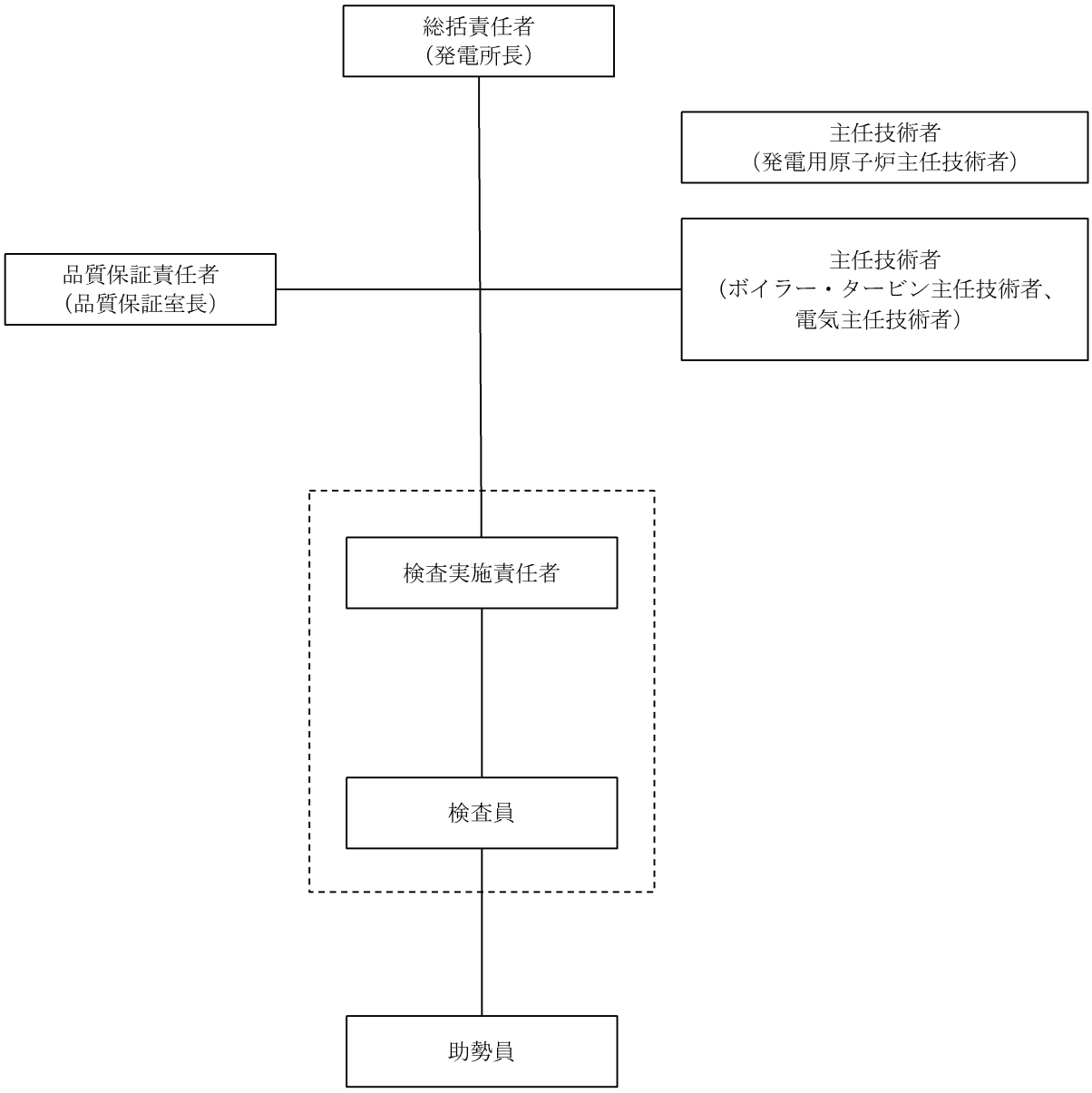
・検査項目
・検査目的
・通常の方法で検査ができない理由
（例）既存の発電用原子炉施設に悪影響を及ぼすための困難性
現状の設備構成上の困難性
作業環境における困難性　等
・代替検査の手法及び判定基準
・検査目的に対する代替性の評価

(5) 使用前事業者検査の実施

検査実施責任者は、検査員等を指揮して、検査要領書に基づき、確立された検査体制のもとで使用前事業者検査を実施し、その結果を検査を担当する箇所の長に報告する。

報告を受けた検査を担当する箇所の長は、検査プロセスが検査要領書に基づき適正に実施されたこと、及び検査結果が判定基準を満足していることを確認したのち、検査結果を受領する。

また、検査を担当する箇所の長は、受領した検査結果を主任技術者に通知する(燃料体に係る検査を除く。)とともに、総括責任者に報告する。



破線部は工事を主管する箇所から組織的独立した者

第3.5-1図　検査実施体制（例）

3.6　設工認における調達管理の方法

調達を主管する箇所の長は、設工認で行う調達管理を確実にするために、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に基づき、以下に示す管理を実施する。

3.6.1　供給者の技術的評価

調達を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。（添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「1. 供給者の技術的評価」参照）

3.6.2　供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、設工認に必要な調達を行う場合、原子力の安全に及ぼす影響、供給者の実績等を考慮し、調達の内容に応じたグレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、契約を主管する箇所の長へ供給者の選定を依頼する。

また、契約を主管する箇所の長は、「3.6.1　供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

3.6.3　調達製品の調達管理

業務の実施に際し、当社においては、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、設計管理及び調達管理に係るグレード分けを適用している。

設工認に適用した機器ごとの現行の各グレードに該当する実績は様式－9「適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）」（以下「様式－9」という。）に取りまとめる。

設工認に係る品質管理として、仕様書作成のための設計から調達までのグレードごとの流れ、各グレードで実施した各段階の管理及び組織内外の相互関係を添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別図1(1/3)～(3/3)」に示す。

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質保証活動を行うに当たって、原子力の安全に及ぼす影響及び供給者の実績等を考慮し、グレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、以下の調達管理に基づき業務を実施する。

また、一般産業用工業品については、(1)の仕様書を作成するに当たり、あらかじめ採用しようとする一般産業用工業品について、原子力施設の安全機能に係る機器

等として使用するための技術的な評価を行う。

(1) 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、以下のa～oを記載した仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理※する。（「3.6.3(2) 調達製品の管理」参照）

※：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス、Cクラス又は「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、設計・開発を適用する場合は、仕様書の作成に必要な設計として、添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「2. 仕様書作成のための設計について」の活動を実施する。

a. 工事又は購入に関する機器仕様（グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）を含む。）

b. 供給者が実施する業務範囲

c. 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する以下の要求事項（出荷許可の方法を含む。）

(a) 法令、基準、規格、仕様、図面、プロセス要求事項等の技術文書の引用

(b) 当社の承認を必要とする範囲（手順、プロセス等）

(c) 適用する法令、基準、規格等への適合性及び技術的な妥当性等を保証するために必要な要求事項

(d) グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に応じた性能、機能、設計のインターフェイス、材料・部品、製作、据付、検査・試験、洗浄、保管、取扱い、梱包、運転上の要求事項等の要求の範囲・程度

(e) 主要部材の品名・仕様（寸法・材質等）、数量

(f) 部材の保存に関する要求事項

(g) 検査・試験に関する要求事項

(h) 特殊な装置等を取り扱う場合、装置等を安全かつ適正に使用するために必要な設備の機能・取扱方法

(i) 設備が安全かつ適正に機能するために必要な運転操作、並びに保守及び保管における注意・考慮すべき事項

d. 要員の適格性確認に関する要求事項

e. 品質マネジメントシステムに関する要求事項

(a) 当社が要求する品質マネジメントシステム規格※

※：ISO9001を基本とし、設工認品質管理計画及び保安規定の要求事項及びIAEA基準の特徴、並びにキャスク問題等の不適合反映の要求事項を考慮した、原子力発電所の保修等に係る品質マネジメントシステム仕様をいう。

(b) 文書・記録に関する要求事項

(c) 外注先使用時における要求事項

f. 特殊工程等に関する要求事項

g. 秘密情報の範囲

h. 不適合の報告及び不適合の処理に関する要求事項

i. 健全な安全文化を育成し及び維持するために必要な要求事項

j. 調達製品を当社に引き渡す場合における調達要求事項への適合の証拠となる記録の提出に関する要求事項

k. 製品の引渡し後における製品の維持又は運用に必要な保安に係る技術情報の提供及びそれらを他の原子炉設置者と共有する場合に必要な措置に関する要求事項

l. 解析業務に関する要求事項（解析委託の管理については、添付3「設工認における解析管理について」参照）

m. 悪天候における屋外機材の安全確保措置

n. 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項

o. 調達を主管する箇所の長が供給先で検査を行う際に原子力規制委員会の職員が同行して工場等の施設に立ち入る場合があることに関する事項

(2) 調達製品の管理

調達を主管する箇所の長は、当社が仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に従い、業務の実施に当たって必要な図書（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス及びBクラス、「別表1(2/2)」に示すSA常設、及び「別表4」に示す業務委託のグレードⅠ、作業計画書等）を供給者に提出させ、それを審査し確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。

(3) 調達製品の検証

調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、グレード分けの区分、調達数量、調達内容等を考慮した調達製

品の検証を行う。

なお、供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

また、調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証を、以下のいずれか1つ以上の方法により実施する。

a. 検査・試験

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、「検査･試験通達」に基づき工場又は発電所で検査・試験を実施する。

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、検査・試験のうち、当社が立会又は記録確認を行う検査・試験に関して、以下の項目のうち必要な項目を含む要領書を供給者に提出させ、それを事前に審査し、承認した上で、その要領書に基づく検査・試験を実施する。

・対象機器名（品名）
・検査・試験項目
・適用法令、基準、規格
・検査・試験装置仕様
・検査・試験の方法、手順、記録項目
・品質管理員における作業記録、作業実施状況、検査データの確認時期、頻度
・準備内容及び復旧内容の整合性
・判定基準
・検査・試験成績書の様式
・測定機器、試験装置の校正
・検査員の資格

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、設工認に基づく使用前事業者検査として必要な検査・試験を適合性確認対象設備ごとに実施又は計画し、設備のグレード分けの区分に応じて管理の程度を決めたのち、「3.5.5　使用前事業者検査の実施」に基づき実施する。

なお、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）については、当社にて機能・性能の確認をするための検査・試験を実施する。

b. 受入検査の実施

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、製品の受入れに当た

り、受入検査を実施し、現品及び記録の確認を行う。

c. 記録の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。

d. 報告書の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。

e. 作業中のコミュニケーション等

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会等を実施することにより検証を行う。

f. 請負会社他品質監査（「3.6.4　請負会社他品質監査」参照）

3.6.4　請負会社他品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成し及び維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、請負会社他品質監査を実施する。

（請負会社他品質監査を実施する場合の例）

・設備：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」に示すAクラス、Bクラス及びCクラスのうち設工認申請等の対象設備並びにSA常設に該当する場合（原則として3年に1回の頻度で実施）

・役務：過去3年以内に監査実績がない供給者で、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表4」に示すグレードⅠに該当する場合

また、供給者の発注先（以下「外注先」という。）について、以下に該当する場合は、直接外注先の監査を行う。

・供給者が実施した外注先に対する品質監査、又は更に外注先が実施した外注又は下請会社の品質マネジメントシステム状況が不十分と判断した場合

・トラブル等で必要と認めた場合

3.6.5　設工認における調達管理の特例

設工認の対象となる適合性確認対象設備は、「3.6　設工認における調達管理の方法」を以下のとおり適用する。

(1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備は、「3.6.1　供給者の技術的評価」から「3.6.3(2) 調達製品の管理」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(3) 調達製品の検証」以降の管理を設工認に基づき管理する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備は、「3.6.1　供給者の技術的評価」から「3.6.3 (1) 仕様書の作成」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(2) 調達製品の管理」以降の管理を設工認に基づき管理する。

3.7　記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1　文書及び記録の管理

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

「3.1　設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」の第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、設計、工事及び検査に係る文書及び記録を、保安規定品質マネジメントシステム計画に示す規定文書に基づき作成し、これらを「原子力部門における文書・記録管理通達」に基づき管理する。

設工認に係る主な記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第3.7-1表に示すとともに、技術基準規則等への適合性を確保するための活動に用いる文書及び記録を第3.7-1図に示す。

(2) 供給者が所有する当社の管理下にない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において供給者が所有する当社の管理下にない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質マネジメントシステム体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計当時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書を、当該設備として識別が可能な場合において、適用可能な設計図書として扱う。

この供給者が所有する設計図書は、当社の文書管理下で第3.7-1表に示す記録として管理する。

当該設備に関する設計図書がない場合で、代替可能な設計図書が存在する場合、供給者の品質マネジメントシステム体制を確認して当該設計図書の設計当時から現在に至るまでの品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための設計図書として用いる。

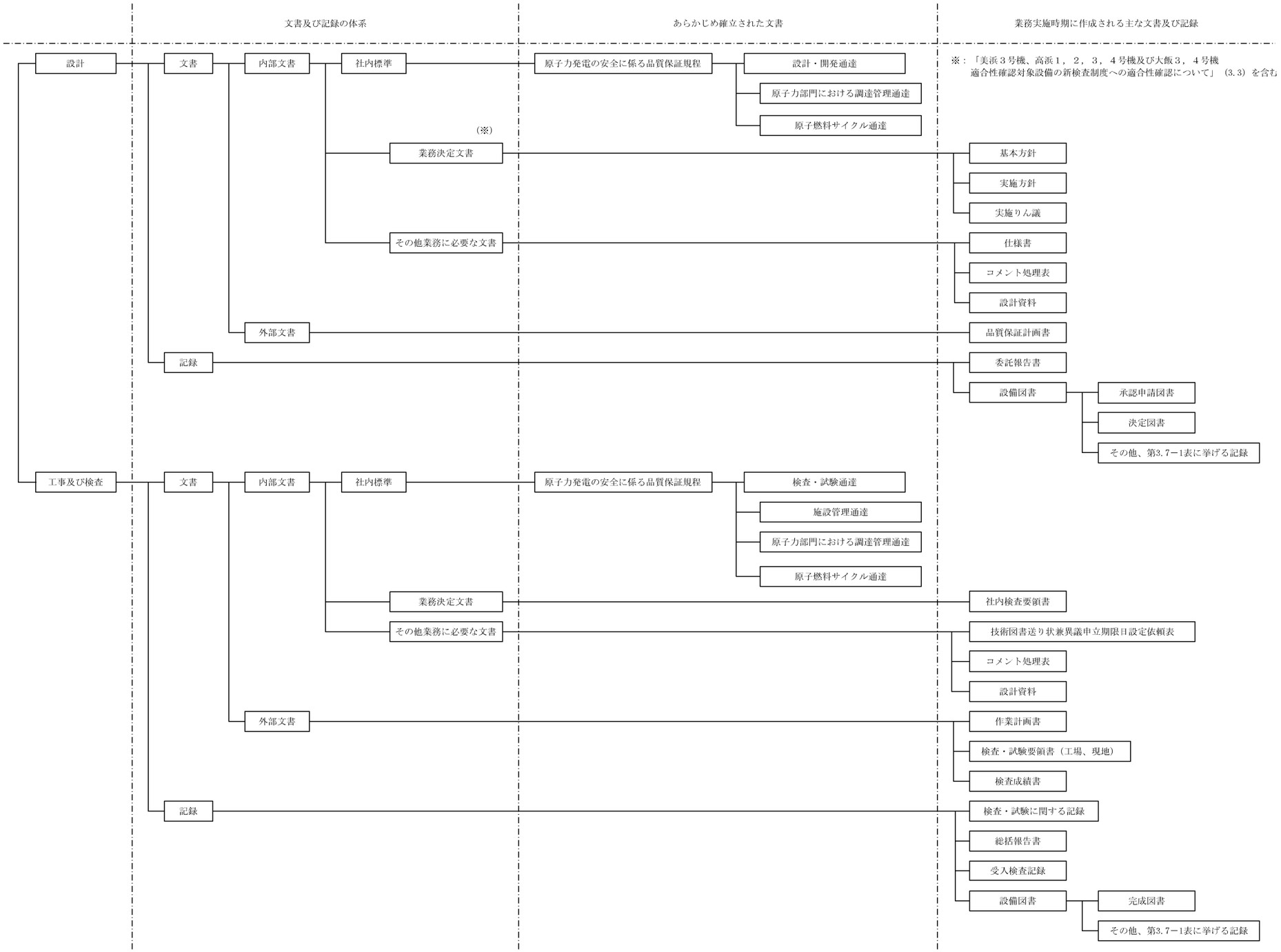
(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合、第3.7-1表に示す記録を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備のうち、既に工事を着手し設工認申請（届出）時点で工事を継続している設備、並びに添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）の設備に対して記録確認検査を実施する場合は、検査に用いる文書及び記録の内容が、使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであること（型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であること。）を確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

第3.7-1表　記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

主な記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
承認申請図書、決定図書	設備の工事中の図書であり、このうち図面等の最新版の維持が必要な図書においては、工事完了後に完成図書として管理する図書
完成図書	品質マネジメントシステム体制下で作成され、建設当時から設備の改造等に併せて最新版に管理している図書
既工認	設置又は改造当時の工事計画書の認可を受けた図書で、当該設工認に基づく使用前検査の合格を以って、その設備の状態を示す図書
設計記録	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録（自社解析の記録を含む。）
委託報告書	品質マネジメントシステム体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果の記録（解析結果を含む。）
供給者から入手した文書・記録	供給者を通じて入手した、供給者所有の設計図書、製作図書、検査記録、ミルシート等
製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等で、設計に関する事項が確認できる図書
現場確認結果 （ウォークダウン）	品質マネジメントシステム体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録



第3.7-1図　設計、工事及び検査に係る品質マネジメントシステムに関する文書体系

3.7.2　識別管理及びトレーサビリティ

(1) 計量器の管理

a. 当社所有の計量器の管理

(a) 校正・検証

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の周期を定め管理するとともに、国際又は国家計量標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証又はその両方を行う。

なお、そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。

(b) 識別管理

ｲ. 計量器管理台帳による識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の状態を明確にするため、計量器管理台帳に、校正日及び校正頻度を記載し、有効期限内であることを識別する。

なお、計量器が故障等で使用できない場合、使用禁止を計量器管理台帳に記載するとともに、修理等で使用可能となれば、使用禁止から校正日へ記載を変更することで、使用可能であることを明確にする。

ﾛ. 有効期限表示ラベルによる識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、計量器の校正の状態を明確にするため、有効期限表示ラベルに必要事項を記載し、計量器の目立ちやすいところに貼り付けて識別する。

b. 当社所有以外の計量器の管理

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、供給者所有の計量器を使用する場合、計量器の管理が適正に行われていることを確認する。

(2) 機器、弁及び配管等の管理

工事を主管する箇所の長は、機器、弁、配管等を、刻印、タグ、銘板、台帳、塗装表示等にて管理する。

3.8　不適合管理

設工認に基づく設計、工事及び試験・検査において発生した不適合については「不適合管理および是正処置通達」に基づき処置を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備の工事は、「施設管理通達」の「保全計画の策定」の中の「設計および工事の計画の策定」として、施設管理に係る業務プロセスに基づき業務を実施している。また、特定重大事故等対処施設に関わる秘匿性を保持する必要がある情報については、3.(1)、(2)に示す「秘密情報の管理」及び「セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理」を実施している。

施設管理に係る業務のプロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連を第4-1図に示す。

4.1 使用開始前の適合性確認対象設備の保全

工事又は検査を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の保全を、以下のとおり実施する。

4.1.1 工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

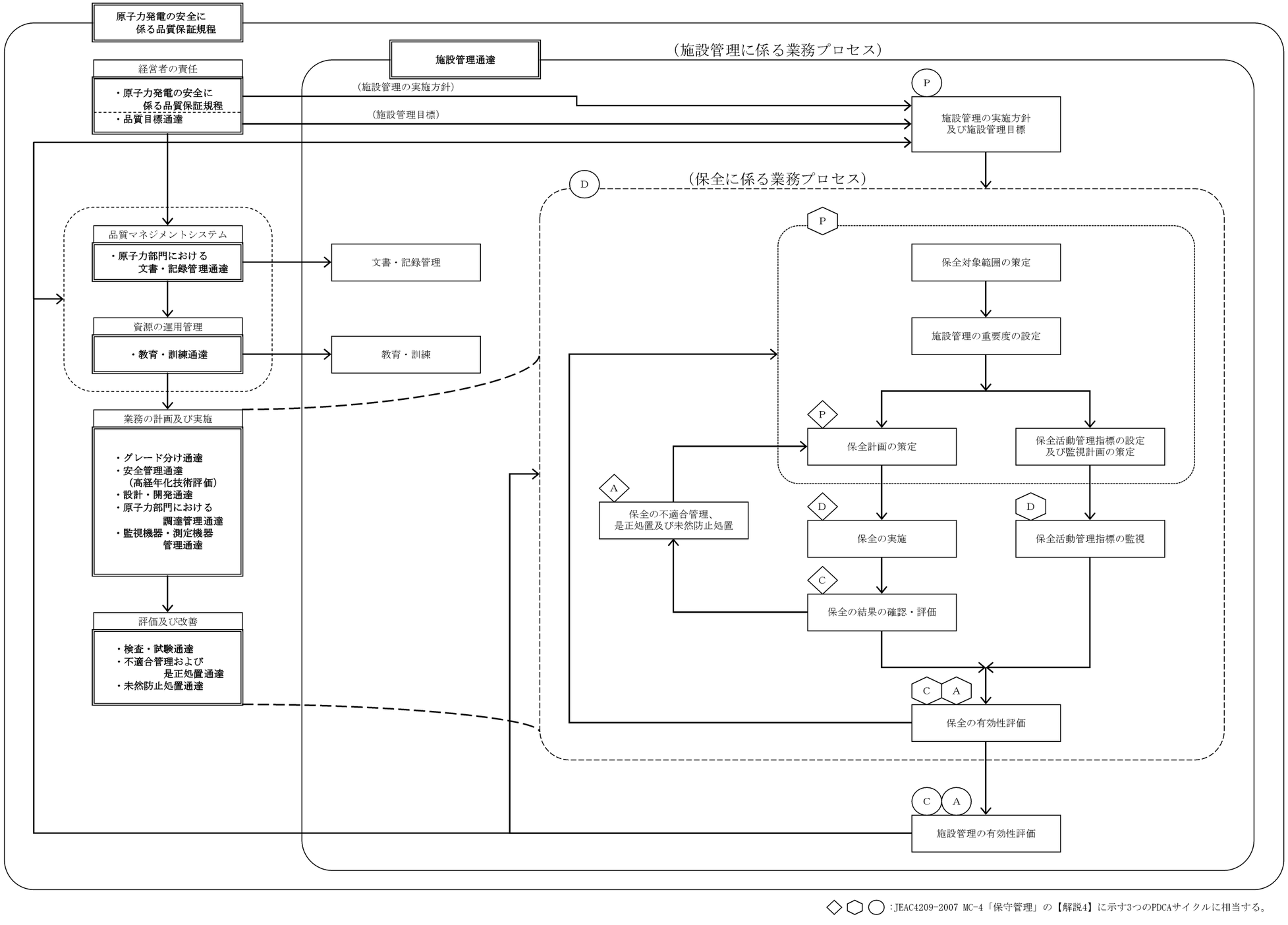
工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.1.2 設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

設工認の認可後に工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.2 使用開始後の適合性確認対象設備の保全

工事を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備について、技術基準規則への適合性を使用前事業者検査を実施することにより確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づき保全重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。



第4-1図　施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連

様式－1

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）

各段階		プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(6) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当　○：関連 原子力事業本部	発電所	供給者	実績（○）／計画（△）	インプット	アウトプット	他の記録類
設計	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化							
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定							
	3.3.3(1)	基本設計方針の作成（設計1）							
	3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）							
	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証							
	3.3.3(4)	設工認申請（届出）書の作成							
	3.3.3(5)	設工認申請（届出）書の承認							
工事及び検査	3.4.1	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）							
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施							
	3.5.2	使用前事業者検査の計画							
	3.5.3	検査計画の管理							
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理							
	3.5.5	使用前事業者検査の実施							
	3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ							

設備リスト（例）（設計基準対象施設）

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設置許可／技術基準規則	設置許可基準規則及び解釈	技術基準規則及び解釈	必要な機能等	設備等	設備／運用	既設／新設	要求事項に対して必須の設備、運用か（○、×）	実用炉規則別表第二の記載対象設備か（○、×）	既工認に記載がされていないか（○、×）	必要な対策が(a),(b),(c)※のうち、どこに対応するか	実用炉規則別表第二に関連する施設・設備区分	設置変更許可申請書添付書類八主要設備記載有無	備考

※：(a)、(b)及び(c)が示す分類は以下のとおり。
(a)：適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの設工認に記載されていない設備
(b)：適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの設工認に記載されている設備
(c)：適合性確認対象外の設備（自主設置設備等）

設備リスト（例）（重大事故等対処設備）

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設置許可基準規則／技術基準規則 条文			技術基準規則及び解釈	設備（既設＋新設）	添付八設備仕様記載	系統	設備種別		設備 or 運用 設備：○ 運用：×	詳細設計に関する事項					フローによる分類※	実用炉規則別表第二に関連する施設・設備区分		今後の設工認記載分類案 ○：要目＋基本設計方針＋関連添付 △：基本設計方針
							既設新設	常設可搬		実用炉規則別表第二の記載対象設備か？ 対象　：○ 対象外：×	既工認に記載されているか？ 記載有：○ 記載無：×	使用目的がDBEと異なるか？ 異なる：○ 同じ　：×	使用条件がDBEと異なるか？ 異なる：○ 同じ　：×	重大事故クラスがDBEと異なるか？ 異なる：○ 同じ　：×				

※：①、②、③及び④が示す分類は以下のとおり。
①：新設の設工認認可対象（要目表に記載）
②：既設のうち使用目的変更・使用条件変更・機器クラスアップのいずれかを伴う設工認認可対象（要目表に記載）
③：既設のうち使用目的変更・使用条件変更・機器クラスアップのいずれも伴わない設工認認可対象（要目表に記載）
④：実用炉規則別表第二の記載要求事項のうち要目表に該当しない設工認認可対象設備（基本設計方針のみに記載）

様式－3

技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）

技術基準規則 第○○条（○○○○○）	条文の分類

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈

対象施設		適用要否判断（○□△）	理由	備考
原子炉本体				
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設				
原子炉冷却系統施設				
計測制御系統施設				
放射性廃棄物の廃棄施設				
放射線管理施設				
原子炉格納施設				
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備			
	常用電源設備			
	補助ボイラー			
	火災防護設備			
	浸水防護施設			
	補機駆動用燃料設備			
	非常用取水設備			
	敷地内土木構造物			
	緊急時対策所			
第7、13条への対応に必要となる施設（原子炉冷却系統施設）				

【記号説明】

○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。
□：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。
△：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。

様式－4(1/2)

施設と条文の対比一覧表（例）（設計基準対象施設）

		総則			設計基準対象施設																																												
条文		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
		適用範囲	定義	特殊な設計	地盤	地震	津波	外部衝撃	立ち入り防止	不法侵入	急傾斜地	火災	溢水	避難通路	安全設備	設計基準対象施設	全交流電源喪失	材料構造	破壊の防止	流体振動	安全弁	耐圧試験	監視試験片	炉心等	熱遮蔽材	一次冷却材	燃料取扱設備	バウンダリ	バウンダリ隔離装置	一次冷却材処理装置	逆止め弁	蒸気タービン	非常用炉心冷却設備	循環設備	計測装置	安全保護装置	反応度制御	制御棒	原子炉制御室	廃棄物処理設備	廃棄物貯蔵設備	汚染の防止	生体遮蔽	換気設備	原子炉格納施設	保安電源設備	緊急時対策所	警報装置等	準用
分類 / 原子炉施設の種類		—	—	—	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	共通	共通	個別	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
原子炉本体																																																	
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設																																																	
原子炉冷却系統施設																																																	
計測制御系統施設																																																	
放射性廃棄物の廃棄施設																																																	
放射線管理施設																																																	
原子炉格納施設																																																	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備																																																
	常用電源設備																																																
	補助ボイラー																																																
	火災防護設備																																																
	浸水防護施設																																																
	補機駆動用燃料設備																																																
	非常用取水設備																																																
	敷地内土木構造物																																																
	緊急時対策所																																																
第7、13条への対応に必要となる施設（原子炉冷却系統施設）																																																	

【記号説明】

○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。

△：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。

－：条文要求を受ける設備がない。

□：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。

施設と条文の対比一覧表（例）（重大事故等対処設備）

		重大事故等対処施設																														
条文		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
		地盤	地震	津波	火災	特重設備	重大事故等対処設備	材料構造	破壊の防止	安全弁	耐圧試験	未臨界	高圧時の冷却	バウンダリの減圧	低圧時の冷却	最終ヒートシンク	CV冷却	CV過圧破損防止	下部溶融炉心冷却	CV水素爆発	原子炉建屋水素爆発	SFP冷却	拡散抑制	水の供給	電源設備	計装設備	原子炉制御室	監視測定設備	緊急時対策所	通信	準用
分類 原子炉施設の種類		共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
原子炉本体																															
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設																															
原子炉冷却系統施設																															
計測制御系統施設																															
放射性廃棄物の廃棄施設																															
放射線管理施設																															
原子炉格納施設																															
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備																														
	常用電源設備																														
	補助ボイラー																														
	火災防護設備																														
	浸水防護施設																														
	補機駆動用燃料設備																														
	非常用取水設備																														
	敷地内土木構造物																														
	緊急時対策所																														

【記号説明】

○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。　　△：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。

－：条文要求を受ける設備がない。　　□：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。

設工認添付書類星取表（例）

○○発電所○○号機　申請対象設備	基本設計方針		要目表	別表第二　添付書類 【記号の定義】○：有　△：既工認読込 ●or▲：主登録側で整理されるもの ■：他号機にて作成　－：無											備考
				設備共通					◇◇施設						
	【耐震重要度分類】※ 耐震重要度分類については、「美浜3号機、高浜1，2，3，4号機及び大飯3，4号機　適合性確認対象設備の新検査制度への適合性確認について」別添3参照 【機器クラス】※ 機器クラスについては、「美浜3号機、高浜1，2，3，4号機及び大飯3，4号機　適合性確認対象設備の新検査制度への適合性確認について」別添3参照 ※運用及び可搬型のSA設備については 斜線とする。 【申請区分】 D-1：耐震基準変更 （耐震Sクラス） （B,Cクラスの Sクラスへの波及的影響） （共振のおそれのある耐震Bクラス設備） D-2：RCPB範囲拡大 D-3：基準変更・追加又は別表変更・追加 D-4：別表該当なし D-5：記載の適正化 D-6：使用前検査未完了分	【設備区分】 設備区分については、 「美浜3号機、高浜1，2，3，4号機及び大飯3，4号機適合性確認対象設備の新検査制度への適合性確認について」別添3参照 【機器クラス】 機器クラスについては、 「美浜3号機、高浜1，2，3，4号機及び大飯3，4号機適合性確認対象設備の新検査制度への適合性確認について」別添3参照 【申請区分】 S-1：SA新設（既設の新規登録含む） S-2：DBのSA使用（条件変更なし） S-3：SA既設条件アップ S-4：SA既設クラスアップ S-5：SA既設使用目的変更 S-6：基本設計方針 S-7：SA別表追加等											

別表第二			機器名	関連条文		兼用する場合の施設・設備区分		設計基準対象施設（DB）			重大事故等対処設備（SA）			要目表											
発電用原子炉施設の種類	設備区分	機器区分		様式－2	様式－4	主登録	兼用登録	耐震重要度分類（当該設備）	機器クラス（当該設備）	申請区分	設備区分（当該設備）	機器クラス（当該設備）	申請区分	「◎」：申請対象（新規） 「○」：申請対象（既工認登録済み） 「□」：申請対象（既工認登録なし） 「△」：記載の適正化 「×」：無											

様式－6

各条文の設計の考え方（例）

<table>
<tr><td colspan="6">第○条（○○○○○）</td></tr>
<tr><td colspan="6">１．技術基準の条文、解釈への適合に関する考え方</td></tr>
<tr><td>No.</td><td>基本設計方針で記載する事項</td><td>設工認資料作成の考え方（理由）</td><td>項・号</td><td>解釈</td><td>添付書類</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">２．設置許可本文のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方</td></tr>
<tr><td>No.</td><td>項目</td><td colspan="3">考え方</td><td>添付書類</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">３．設置許可添八のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方</td></tr>
<tr><td>No.</td><td>項目</td><td colspan="3">考え方</td><td>添付書類</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">４．添付書類等</td></tr>
<tr><td>No.</td><td colspan="5">書類名</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

様式－7

要求事項との対比表（例）

技術基準規則	設工認申請書　基本設計方針	設置許可申請書　本文	設置許可申請書　添付資料八	備　考

様式－8

基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）

○○条

発電用原子炉施設の種類			項目番号						
			基本設計方針						
			要求種別						
設備区分	機器区分	関連条文	設備名称	設工認設計結果 （上：要目表/設計方針） （下：記録等）	設備の具体的設計結果 （上：設計結果） （下：記録等）	確認方法	設工認設計結果 （上：要目表/設計方針） （下：記録等）	設備の具体的設計結果 （上：設計結果） （下：記録等）	確認方法
技術基準要求設備 （要目表として記載要求のない設備）									

様式－9

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）

施設区分／設備区分／機器区分			名　　称	グレードの区分					工事の区分	該当する業務区分※			備　　考
				A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬		保安規定品質マネジメントシステム計画「7．3　設計開発」の適用	業務区分Ⅰ	業務区分Ⅱ	業務区分Ⅲ	
							工事等含む	購入のみ					

※：「業務区分Ⅰ～Ⅲ」とは添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「1.2(1)～(3)」をいう。

当社におけるグレード分けの考え方

当社では業務の実施に際し、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、グレード分けの考え方を適用している。

設計管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3　設計・開発」）及び調達管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4　調達」）に係るグレード分けについては以下のとおりである。

なお、平成25年7月に施行された新規制基準を見据えて、平成25年3月に重大事故等対処設備に対する重要度の考え方を策定し運用を開始した。（別表1(2/2)参照）

1. 当社におけるグレード分けの考え方と適用

設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方とその適用については、以下のとおりである。

1.1　設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方

当社における設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方は、「グレード分け通達」に規定しており、その内容を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

なお、解析単独の調達の場合については、役務の調達として管理し、供給者に対する品質マネジメントシステム上の要求事項にグレード分けを適用している。

1.2　設備の設計・調達の各段階におけるグレードの適用

設備の設計・調達の各段階において「施設管理通達」、「設計・開発通達」、「原子力部門における調達管理通達」、「検査・試験通達」及び「原子燃料サイクル通達」並びに業務決定文書「シビアアクシデント対策設備に係る品質管理活動および保全活動の基本的な考え方」に基づき、別表1(1/2)～(2/2)のグレードに応じた品質保証活動を適用しており、その内容を別表2に示す。

また、設備の設計・調達の業務の流れを、別表2に基づき以下の3つに区分する。

(1) 業務区分Ⅰ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用する場合を対象とし、その業務の流れを別図1(1/3)に示す。

(2) 業務区分Ⅱ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用しない場合並びにSA可搬（工事等含む。）を対象とし、その業務の流れを別図1(2/3)に示す。

(3) 業務区分Ⅲ

SA可搬（購入のみ）を対象とし、その業務の流れを別図1(3/3)に示す。

1.3 調達要求事項と検査・試験におけるグレードの適用

調達要求事項と検査・試験の項目においては、別表1(1/2)～(2/2)のグレードのほか、工事等の範囲、内容の複雑さ、実績等を勘案の上、品質保証活動を適用しており、その内容を別表3に示す。

なお、別表1(1/2)に示すCクラスについては、品質保証計画書の提出を要求しないことから、品質マネジメントシステムに関する要求事項は適用していないが、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請又は設工認届出の対象となる場合は、検査等が追加されることから、品質マネジメントシステムに関する要求事項等を追加している。

また、SA可搬（購入のみ）については、汎用（市販）品であり、原子力特有の技術仕様を要求するものではないことから、供給者に対する要求事項は必要なものに限定している。

なお、具体的な適用は個々の設備により異なることから、仕様書で明確にしている。

1.4 業務委託におけるグレードの適用

解析業務等を委託する場合には、「原子力事業本部他業務委託取扱要綱」に基づき供給者の品質マネジメントシステムに係る要求事項についてグレード分けを適用しており、その内容を別表4に示す。

供給者のグレード分けの考え方は、別表1(1/2)～(2/2)のグレード等に応じて、供給者の品質管理活動を品質保証計画書の提出又は品質監査により確認している。

別表1(1/2)　設計・調達の管理に係るグレード分け

（原子炉施設）

重要度※	グレードの区分
次のいずれかに該当する工事 ○クラス1の設備に係る工事 ○クラス2の設備に係る工事 ・クラス2の設備のうち、「安全設計審査指針」でいう「重要度の特に高い安全機能を有する系統」は、クラス1に分類 ○クラス3の設備及びその他の設備のうち、発電への影響度区分がR3「その故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備」を除く設備に係る工事	Aクラス 又は Bクラス
上記以外の設備に係る工事	Cクラス

※：上記の「クラス 1～3」は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」のクラス 1～3 であり、発電への影響度区分との関係は以下のとおり。

発電への影響度区分	安全上の機能別重要度区分						
	クラス1		クラス2		クラス3		その他
	PS-1	MS-1	PS-2	MS-2	PS-3	MS-3	
R1	A		B				
R2							
R3					C		

R1：その故障により発電停止となる設備

R2：その故障がプラント運転に重大な影響を及ぼす設備（R1 を除く）

R3：上記以外でその故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備

別表1(2/2)　設計・調達の管理に係るグレード分け

（原子炉施設のうち重大事故等対処施設）

重要度	グレードの区分
○特定重大事故等対処施設 ○重大事故等対処設備（常設設備）	SA常設
○重大事故等対処設備（可搬設備）	SA可搬（工事等含む。） 又は SA可搬（購入のみ）

別表2　設計・調達の管理に係る各段階とその実施内容

管理の段階		実施内容	グレードの区分				
			A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
						工事等含む	購入のみ
Ⅰ	工事計画	保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1　個別業務に必要なプロセスの計画」に基づき、工事の基本となる計画を作成する。（設計開発計画と兼ねる場合がある※1)	○	○	○	○	○
Ⅱ	調達要求事項作成のための設計	保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.1　設計開発計画」～「7.3.5　設計開発の検証」に基づき、仕様書作成のための設計を実施する。	○※1	○※1	○※1	－	－
Ⅲ	調達	保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4　調達」に基づき、設計・工事及び検査のための仕様書を作成する。（購入のみの調達を含む。）	○	○	○	○	○
Ⅳ	設備の設計	保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.5　設計開発の検証」に基づき、詳細設計の確認を実施する。	○	○	○	○	－
Ⅴ	工事及び検査	工事は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1　個別業務に必要なプロセスの計画」及び「7.5.1　個別業務の管理」に基づき管理する。 また、検査は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1　個別業務に必要なプロセスの計画」、「7.3.6　設計開発の妥当性確認」、「7.5.1　個別業務の管理」及び「8.2.4　機器等の検査等」に基づき管理する。	○	○	○	○※2,3	○※3
	SA可搬（購入のみ）に対する機能･性能確認	SA可搬（購入のみ）においても、機能・性能を確認するための検査・試験を実施する。	－	－	－	－	○

○：該当あり　－：該当なし

※1：以下の工事における業務は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3　設計・開発」を適用し、それ以外の工事の計画は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1　個別業務に必要なプロセスの計画」を適用している。

【保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3　設計・開発」を適用する工事】

「設計・開発通達」に定めるところの、既設備の原設計を機能的又は構造的に変更する工事であって、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請又は設工認届出を伴う工事のうち、以下のいずれかに該当する工事をいう。

ただし、当社で過去に実績のある工事は除く。（SA常設の場合は海外での実績を含む。）

・Aクラス又はBクラスの機器を対象とした工事

・Aクラス又はBクラスの機器に影響を及ぼすおそれのあるCクラスの機器を対象とした工事

※2：必要な場合は確認を実施する。

※3：当社による受入検査を含む。

別表3　調達要求事項と検査・試験に係るグレード分け

項目＼グレードの区分		A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
					工事等 含む	購入 のみ
調達要求事項	機器仕様	○	○	○	○	○
	適用法令等	○	○	○	○	－
	設計要求事項	○	○	○	○	－
	材料・製作・据付等	○	○	○	○	－
	要員の適格性	○	○	○	○	－
	品質マネジメントシステム要求事項	○	－※1	○	－	－
	不適合の報告・処理	○	－※1	○	○	－
	健全な安全文化を育成し及び維持するための活動	○	－※1	○	－	－
	調達要求事項適合の記録	○	○	○	○	－
	調達後の技術情報提供	○	○	○	○	○
	解析業務	○※2	－※1,※2	○※2	○※2	－
	耐震・強度計算等	○※2	－※1,※2	○※2	○※2	－
検査・試験	材料検査	○	○	○	－※2	－
	寸法検査	○	○	○	－※2	－
	非破壊検査	○	○	○	－※2	－
	耐圧・漏えい検査	○	○	○	－※2	－
	外観検査	○	○	○	○	○
	性能機能検査	○	○	○	－※2	－

○：該当あり　－：該当なし

※1：Cクラスのうち、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請、及び設工認届出の対象設備並びに使用前事業者検査（溶接）の対象設備に適用する。

※2：必要に応じ実施する。

別表4　業務委託に係るグレード分け

グレードの区分	内　容	品質保証計画書	品質監査
グレードⅠ	成果が設備･業務に直接反映される委託 ・関連法令に定める「設工認申請（届出）」及び検査に係る業務 ・重要度分類Aクラス又はBクラスの設備の設計･評価に係る役務　等	○	○
グレードⅡ	成果が設備･業務に直接反映される委託 ・上記以外	―※	―
グレードⅢ	成果が設備･業務に直接反映されない委託	―	―

※：業務に従事する要員の必要な力量等を含めた「品質管理事項の説明書」を、供給者から提出させる。

管理の段階		設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 （記載項目）	証拠書類
		当社	供給者	原子力事業本部 ※1	発電所	供給者			
Ⅰ	工事計画	基本方針の作成		◎	◎	－	設計を主管する箇所の長は、設計の基本となる計画を「基本方針」として作成する。	・3.6　設工認における調達管理の方法	・基本方針
Ⅱ	調達要求事項作成のための設計	設計・開発の計画※2 設計・開発へのインプット レビュー 設計・開発からのアウトプット 設計・開発のレビュー 設計・開発の検証		◎	◎	－	設計を主管する箇所の長は、設計へのインプットとして要求事項を明確にした「実施方針」を作成し、「実施方針」の承認過程で適切性をレビューする。 また、設計に関与する組織間のインターフェイスを明確にし、効果的なコミュニケーション及び明確な責任の割当てを実施する。 工事を主管する箇所の長は、設計からのアウトプットとして「実施りん議」及び「仕様書」を作成し、「実施りん議」及び「仕様書」の承認過程でレビューするとともに、インプットの要求事項を満たしていることを確実にするために検証を実施する。	・3.6　設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議 ・仕様書
Ⅲ	調達	仕様書の作成		◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1　供給者の技術的評価 ・3.6.2　供給者の選定 ・3.6.3　調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
Ⅳ	設備の設計	設計・開発の検証	供給者の設計 詳細設計図書	◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。） また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
Ⅴ	工事及び検査	設計・開発の妥当性確認 （工場での検査・試験） 図書の審査 設計・開発の妥当性確認 （現地での検査・試験）	製　作 現地作業関連図書 現地据付工事 竣　工	－ （◎） ※3	◎ （－） ※3	○	工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。 また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。 工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・作業計画書 ・検査・試験要領書（工場、現地） ・技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 ・コメント処理票 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録 ・総括報告書 ・完成図書

※1：調達本部を含む。

※2：設計・開発の計画は、保安規定品質保証計画「7.1 業務の計画」に基づく実施方針を兼ねる。

※3：（）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図 1(1/3)　業務フロー（業務区分Ⅰ）

管理の段階		設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 （記載項目）	証拠書類
		当社	供給者	原子力事業本部 ※1	発電所	供給者			
Ⅰ	工事計画	実施方針の作成		◎	◎	－	設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6　設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
Ⅱ	調達要求事項作成のための設計			－	－	－	－	－	－
Ⅲ	調達	仕様書の作成		◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1　供給者の技術的評価 ・3.6.2　供給者の選定 ・3.6.3　調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
Ⅳ	設備の設計	調達製品の検証	供給者の設計 詳細設計図書	◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。） また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
Ⅴ	工事及び検査	調達製品の検証 （工場での検査・試験） 図書の審査 調達製品の検証 （現地での検査・試験）	製　作 現地作業関連図書 現地据付工事 竣　工	－ （◎） ※2	◎ （－） ※2	○	工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。 また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。 工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・作業計画書 ・検査・試験要領書（工場、現地） ・技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 ・コメント処理票 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録 ・総括報告書 ・完成図書

※1：調達本部を含む。

※2：（）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図1(2/3)　業務フロー（業務区分Ⅱ）

管理の段階		設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 （記載項目）	証拠書類
		当社	供給者	原子力事業本部 ※1	発電所	供給者			
Ⅰ	工事計画	実施方針の作成		◎	◎	－	設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6　設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
Ⅱ	調達要求事項作成のための設計			－	－	－	－	－	－
Ⅲ	調達	仕様書の作成		◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1　供給者の技術的評価 ・3.6.2　供給者の選定 ・3.6.3　調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
Ⅳ	設備の設計			－	－	－	－	－	－
Ⅴ	工事及び検査	調達製品の検証 （受入検査、社内検査）	出荷	－	◎	○	工事を主管する箇所の長は、必要に応じ供給者から「検査成績書」等を提出させて確認する。 工事を主管する箇所の長は、受入検査を実施し、「受入検査記録」を作成する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・検査成績書 ・受入検査記録 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録

※1 ：調達本部を含む。

別図 1(3/3)　業務フロー（業務区分Ⅲ）

技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方

1. 設置変更許可申請書との整合性を確保する観点から、設置変更許可申請書本文に記載している適合性確認対象設備に関する設置許可基準規則に適合させるための「設備の設計方針」、及び設備と一体となって適合性を担保するための「運用」を基にした詳細設計が必要な設計要求事項を記載する。

2. 技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文以外で詳細設計が必要な設計要求事項（多様性拡張設備等）がある場合は、その理由を様式－6「各条文の設計の考え方（例）」に明確にした上で記載する。

3. 自主的に設置したものは、原則として記載しない。

4. 基本設計方針は、必要に応じて並び替えることにより、技術基準規則の記載順となるように構成し、箇条書きにする等表現を工夫する。

5. 基本設計方針の作成に当たっては、必要に応じ、以下に示す考え方で作成する。

(1) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち、「性能」を記載している設計方針は、技術基準規則への適合性を確保する上で、その「性能」を持たせるために特定できる手段がわかるように記載する。

また、技術基準規則への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

なお、手段となる「仕様」が要目表で明確な場合は記載しない。

(2) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち「運用」は、「基本設計方針」として、運用の継続的改善を阻害しない範囲で必ず遵守しなければならない条件が分かる程度の記載を行うとともに、運用を定める箇所（品質マネジメントシステムの2次文書で定める場合は「保安規定」を記載する。）の呼込みを記載し、必要に応じ、当該施設に関連する実用炉規則別表第二に示す添付書類の中でその運用の詳細を記載する。

また、技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

(3) 設置変更許可申請書本文で評価を伴う記載がある場合は、設工認申請書の添付書類として担保する条件を以下の方法を使い分けることにより記載する。

a. 評価結果が示されている場合、評価結果を受けて必要となった措置のみを設工認申請の対象とする。

b. 今後評価することが示されている場合、評価する段階（設計又は工事）を明確にし、評価の方法及び条件、並びにその評価結果に応じて取る措置の両方を設計対象とする。

(4) 各条文のうち、要求事項が該当しない条文については、該当しない旨の理由を記載する。

(5) 条項号のうち、適用する設備がない要求事項は、「適合するものであることを確認する」という設工認申請の審査の観点を踏まえ、当該要求事項の対象となる設備を設置しない旨を記載する。

(6) 技術基準規則の解釈等に示された指針、原子力規制委員会文書、（旧）原子力安全・保安院文書、他省令等の呼込みがある場合は、以下の要領で記載を行う。

a. 設置時に適用される要求等、特定の版の使用が求められている場合は、引用する文書名及び版を識別するための情報（施行日等）を記載する。

b. 監視試験片の試験方法を示した規格等、条文等で特定の版が示されているが、施設管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先を示すとともに、当該文書名及び必要に応じそのコード番号を記載する。

c. 解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題で記載する。

d. 条件付の民間規格又は設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。

また、設置変更許可申請書の添付書類を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。

なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼込みは行わない。

設工認における解析管理について

設工認に必要な解析のうち、調達（「3.6　設工認における調達管理の方法」参照）を通じて実施した解析は、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人日本原子力技術協会、平成22年12月発行）」に示される要求事項に、当社の要求事項を加えて策定した「原子力発電所保修業務要綱」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」のうち別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な調達管理の実施について」により、供給者への許認可申請等に係る解析業務の要求事項を明確にしている。

これに基づき、解析業務を主管する箇所の長は、調達要求事項に解析業務を含む場合、以下のとおり特別な調達管理を実施する。

なお、事業者と供給者の解析業務の流れを別図1に示すとともに、設工認の解析業務の調達の流れを別図2に示す。

また、過去に国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった不適合事例とその対策実施状況を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

1. 仕様書の作成

解析業務を主管する箇所の長は、解析業務に係る必要な品質保証活動として、通常の調達要求事項に加え、「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」の別紙で定めた「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」を仕様書で追加要求する。

2. 解析業務の計画

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から解析業務を実施する前に下記事項の計画（実施段階、目的、内容、実施体制等）を明確にした解析業務実施計画書を提出させ、仕様書の要求事項を満たしていることを確実にするため検証する。

(1) 解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）
(2) 解析結果の検証
(3) 委託報告書の確認
(4) 解析業務の変更管理

また、解析業務を主管する箇所の長は、供給者の解析業務に変更が生じた場合、及び契約

締結後に当社の特別の理由により契約内容等に変更の必要が生じた場合は、「3.6　設工認における調達管理の方法」に基づき必要な手続きを実施する。

3. 解析業務の実施

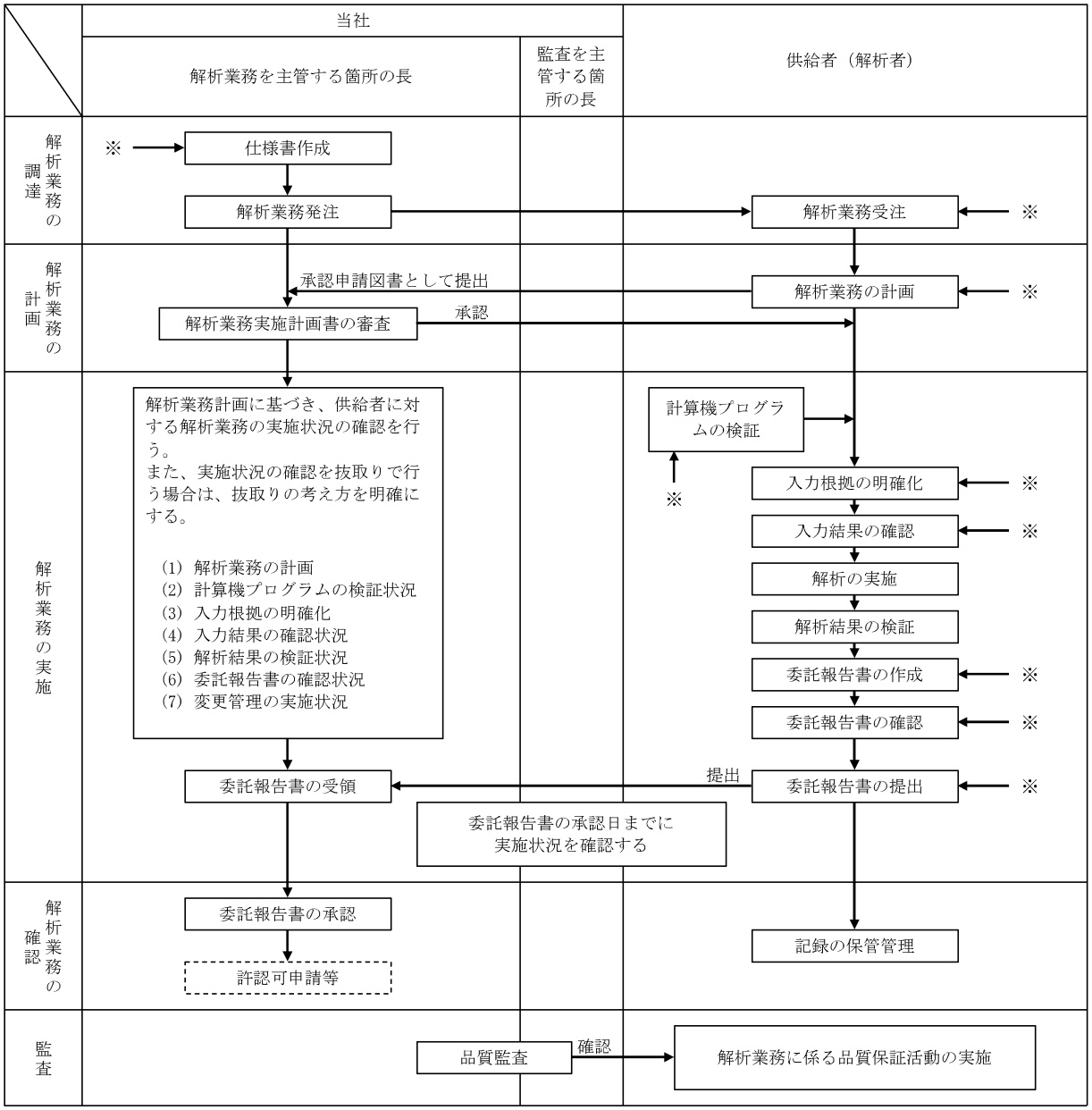
解析業務を主管する箇所の長は、供給者から委託報告書が提出されるまでに解析業務が確実に実施されていることを確認する。

当社の供給者に対する確認は「解析業務実施状況の確認チェックシート」を参考に、確認者を指名し実施する。

具体的な確認の視点を別表2に示す。

4. 委託報告書の確認

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された委託報告書が要求事項に適合していること、また供給者が実施した検証済みの解析結果が適切に反映されていることを確認する。



※：解析業務に変更が生じる場合は、各段階においてその変更を反映させる。

別図1　解析業務の流れ

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 （記載項目）	証拠書類
	当社	供給者	原子力事業本部	発電所	供給者			
仕様書の作成	仕様書の作成		◎	－	－	解析業務を主管する箇所の長は、「仕様書」を作成し、解析業務に係る要求事項を明確にした。	・3.6.1　供給者の技術的評価 ・3.6.2　供給者の選定 ・3.6.3　調達製品の調達管理	・（委託・工事）仕様書
解析業務の計画	解析業務実施計画書の審査、承認	解析業務実施計画書の作成、確認	◎	－	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「解析業務実施計画書」で、計画（解析業務の作業手順／使用する計算機プログラムとその検証結果／解析業務の実施体制／解析結果の検証／委託報告書の確認／解析業務の変更管理／記録の保管管理）が明確にされていることを確認した。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・解析業務実施計画書（供給者提出）
解析業務の実施	解析実施状況の確認	解析業務の実施	◎	－	○	解析業務を主管する箇所の長は、「解析業務実施状況の確認チェックシート」を用いて、実施状況（解析業務の計画状況／計算機プログラムの検証状況／入力根拠の明確化状況／入力結果の確認状況／解析結果の検証状況／委託報告書の確認状況／解析業務の変更管理状況）について確認した。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・解析業務実施状況の確認チェックシート
委託報告書の確認	委託報告書の承認	委託報告書の作成、確認	◎	－	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「委託報告書」で、供給者が解析業務の計画に基づき適切に解析業務を実施したことを確認した。	・3.6.3　調達製品の調達管理	・委託報告書（供給者提出）

別図2　本工事に係る設計・調達の流れ（解析）

別表1(1/2)　国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった

不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事象とその対策	
1	報告年月	平成 22 年 3 月
	件　名	美浜２，３号機耐震バックチェック中間報告書（追補版）の応力評価値誤りについて
	事　象	平成 21 年 3 月 31 日付け※で国等へ提出した「美浜発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書（追補版）」において、美浜２号機及び美浜３号機の一次冷却材管の応力評価値に誤りが確認された。 原因は、エクセルを用いた簡易評価を行う際、「地震応力」と「地震以外の応力」を取り違えて入力してしまったことにより発生したものであった。 ※：本事象は「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（平成 22 年 12 月発行、一般社団法人日本原子力技術協会）」（以下「解析ガイドライン」という。）の制定以前に発生した。
	対策実施状況	対策として、チェックシートの改善、入力フォーム（エクセル）の色分けによる識別及び注意喚起を行った。 また、解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。
2	報告年月	平成 23 年 9 月
	件　名	高浜３，４号機耐震安全性評価報告書の再点検結果の追加報告について
	事　象	原子力安全・保安院文書「九州電力株式会社玄海原子力発電所第３号機の原子炉建屋及び原子炉補助建屋の耐震安全性評価における入力データの誤りを踏まえた対応について（指示）」（平成 23 年 7 月 22 日）を受け、指示があった九州電力と同じ調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データに加え、それ以外の調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データについても自主的に調査を実施した結果、平成 19 年度に実施した高浜３，４号機の原子炉建屋の耐震安全性評価の解析において、3 箇所に入力データ誤りがあることが確認された。 原因は、解析を実施した平成 19 年当時※は解析担当者自身が入力データを確認することになっており、客観的な視点で誤入力をチェックできる体制になっていなかったことによるものであった。 ※：本解析は解析ガイドラインの制定以前に実施していた。
	対策実施状況	解析業務に係る品質管理の充実を図るため、平成 23 年 3 月 8 日に「原子力発電所保修業務要綱指針」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」を改正して解析ガイドラインを反映し、平成 23 年 4 月 8 日に施行して以下のとおり実施している。 ・解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を、「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。 ・「原子力発電所保修業務要綱指針」に基づき、許認可申請等に係る解析業務を調達する場合、「原子力発電所請負工事一般仕様書」の別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」に基づく特別な品質管理を実施する旨を調達文書へ明記することにより、調達要求事項の明確化を図っている。 ・「原子力発電所保修業務要綱指針」に基づき、当社は契約の都度、調達先に対して「原子力発電所保修業務要綱指針」の別紙に基づく業務の実施状況の確認を行っている。 ・上記の事象を受け、更なる改善として、建屋の許認可申請等に係る解析業務については、当社による解析結果の全数チェックを自主的に実施している。

別表1(2/2)　国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった

不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事象とその対策	
3	報告年月	平成 26 年 7 月
	件　名	高浜発電所新規制基準適合性に係る審査会合のうち津波水位評価における入力データ誤りについて
	事　象	高浜発電所の設置変更許可申請書の補正に向けて、高浜発電所の津波影響評価に係るデータの最終確認を実施していたところ、「原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合　高浜発電所津波水位評価」における入力データ誤りを確認した。 入力データ誤りについては、入力根拠書作成段階において、鉛直方向破壊伝播速度と地すべり地形変化分布図より、供給者が「地すべり終了時間」を算出しておらず、「破壊継続時間（120 秒）」を「地すべり終了時間」として誤って入力したものである。 原因は、計算プログラムを変更（地形変化計算プログラムを追加）した際に、当社と供給者で解析に用いる入力根拠書の作成にコミュニケーションが不足していたことによるものであった。
	対策実施状況	原子力部門全体の入力根拠の確認方法を改善するため、解析業務の調達管理に関する品質マネジメントシステムの社内標準「原子力発電所保修業務要綱指針」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」を改正した。

別表2　解析業務を実施する供給者に対する確認の視点

No.	検証項目	当社の供給者に対する確認の視点
1	解析業務の計画	・解析業務に係る必要な力量が明確にされ、また従事する要員（原解析者・検証者）が必要な力量を有していること。 ・解析業務をアウトソースする場合、解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書、文書等で供給者に要求していること。
2	計算機プログラムの検証	・計算機プログラムは、適正なものであることを事前に検証し、リストへ登録していること。 ・バージョンアップがある場合は、その都度検証を行い、リストへ登録していること。 ・リストには、検証された計算機プログラム名称及びバージョンを明記していること。
3	入力根拠の明確化	・解析業務実施計画書に基づき解析ごとに入力根拠を明確にしていること。
4	入力結果の確認	・計算機プログラムへの入力データに間違いがないことを確認していること。 ・エコーバック以外の方法で入力データを確認している場合は、入力桁数についても確認していること。
5	解析結果の検証	・解析結果に問題がないことを、原解析者以外の者が検証していること。
6	委託報告書の確認	・計算機プログラムを用いた解析結果、又は汎用表計算ソフトウェアを用いた計算、若しくは手計算による解析・計算結果を、当社の指定する書式に加工及び編集して、委託報告書としてまとめていること。 ・作成された委託報告書が、解析業務実施計画書の内容を満足していることを確認していること。
7	解析業務の変更管理	・解析業務に変更が生じた場合は、変更内容を文書化し、解析業務の各段階（解析業務の調達、計画及び実施）においてその変更を反映していること。

当社における設計管理・調達管理について

1. 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者（以下「取引先」という。）が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、取引先の評価、登録及び再評価を「原子力部門における調達管理通達」に基づき実施する。

また、設工認については、取引先の評価を実施し、取引先の調達製品を供給する能力に問題はないことを確認しており、必要に応じて監査を実施している。

1.1 取引先の評価

契約を主管する箇所の長は、取引希望先に対して、契約前に信頼性、技術力、実績及び品質マネジメントシステム体制等について調査及び評価を行うものとする。

なお、評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

1.2 取引先の登録

取引先登録とは、評価の結果、取引先として認定することをいう。ただし、調達の都度、評価を行う場合（以下「都度評価」という。）は、取引先登録を省略することができる。

1.3 取引先の再評価

契約を主管する箇所の長は、登録取引先及び都度評価した取引先について、継続取引を行う場合には、経営状態、発注実績及び品質マネジメントシステム体制並びにその状況等についての再評価を定期的又は都度行い、継続取引の可否等を検討する。

なお、再評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

別表1　取引先に係るグレード分け

グレードの区分	対　象
第1種取引先	重要度分類Aクラス又はBクラスの機器施工会社、機器製作会社（メーカ）、機器の運転等業務委託会社
第2種取引先	上記以外の原子炉施設施工会社（土木建築工事施工会社を含む。）、機器製作会社（メーカ）、機器の運転等業務委託会社、第1種取引先又は第2種取引先の代理店
第3種取引先	原子炉施設関連の汎用（市販）品購入先、原子炉施設以外の施工・業務委託会社

2. 仕様書作成のための設計について

設計、工事を主管する箇所の長及び検査を担当する箇所の長は、「施設管理通達」、「設計・開発通達」及び「原子力部門における調達管理通達」に基づき、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス及びCクラス並びに「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3　設計・開発」を適用する場合の仕様書作成のための設計を、設計・調達の管理の各段階（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表2」に示す管理の段階Ⅱ、Ⅳ及びⅤ）において、管理を実施する。

なお、仕様書作成のための設計の流れを別図1(1/2)～(2/2)に示すとともに、仕様書作成のための設計に関する活動内容を以下に示す。

2.1　設計・開発の管理

2.1.1　設計・開発の計画

設計を主管する箇所の長は、以下の事項を明確にした設計・開発の計画を策定する。

(1) 設計・開発の段階（インプット、アウトプット、検証及び妥当性確認）
(2) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認
(3) 設計・開発に関する責任及び権限

2.1.2　設計・開発へのインプット

設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットとして、以下の要求事項を明確にした実施方針等を作成する。

(1) 機能及び性能に関する要求事項
(2) 適用される法令・規制要求事項
(3) 適用可能な場合には、以前の類似した設計から得られた情報
(4) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項

2.1.3　インプット作成段階のレビュー

設計を主管する箇所の長は、実施方針等の承認過程で、実施方針等の適切性をレビューする。

2.1.4　アウトプットの作成

設計を主管する箇所の長は、アウトプットとして仕様書を作成する。

アウトプットは、調達管理に用いられることから、「原子力部門における調達管理通達」の要求事項も満たすように作成する。

2.1.5　アウトプット作成段階のレビュー及び検証

設計を主管する箇所の長は、仕様書の承認過程で、仕様書が「原子力部門における調達管理通達」の要求事項を満たすように作成していることを確認するためにレビューするとともに、仕様書がインプットの要求事項を満たしていることを確実にするために対比して検証する。

インプット及びアウトプットのレビュー及び検証の結果の記録並びに必要な処置があればその記録を維持する。

なお、レビューへの参加者には、工事範囲がまたがる組織の長及び当該設計・開発に係る専門家を含め、必要に応じ、レビュー会議を開催する。

また、検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

2.1.6　設計・開発の検証（設備の設計段階）

設計又は工事を主管する箇所の長は、設計図書及び検査･試験要領書の審査･承認の段階で、調達要求事項を変更する必要が生じた場合、「原子力発電所保修業務要綱」等に基づき変更手続きを行う。

2.1.7　設計・開発の妥当性確認

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事段階で実施する検査・試験の結果により、設計・開発の妥当性を確認する。

2.2　設計・開発の変更管理

設計を主管する箇所の長は、設計・開発の変更を要する場合、以下に従って手続きを実施する。

(1) 次の設計・開発の変更を明確にし、記録を維持する。

a. 仕様書の変更

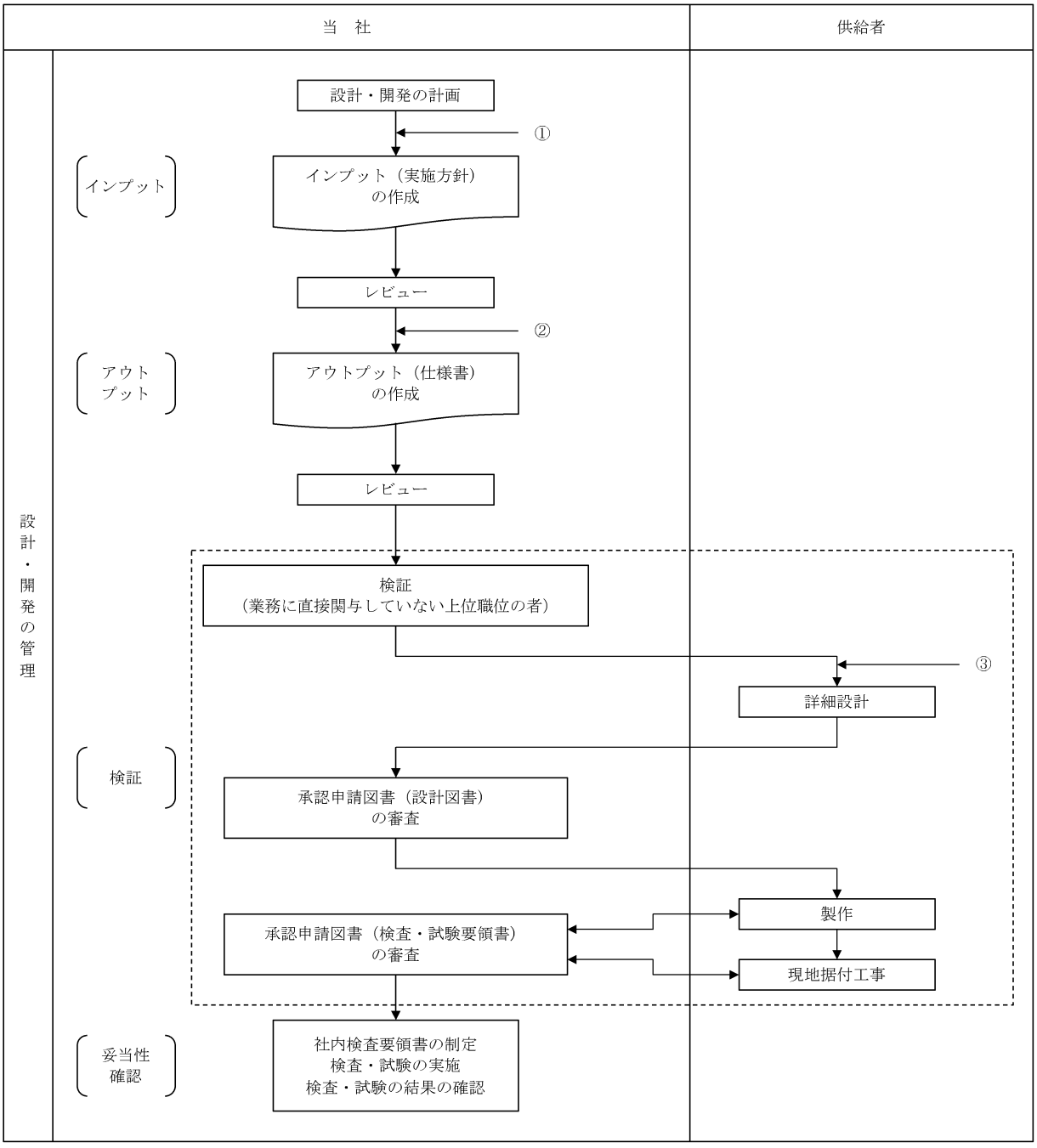
b. 承認申請図書確認以降の調達先での内容変更

(2) (1)の変更に対し、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施す

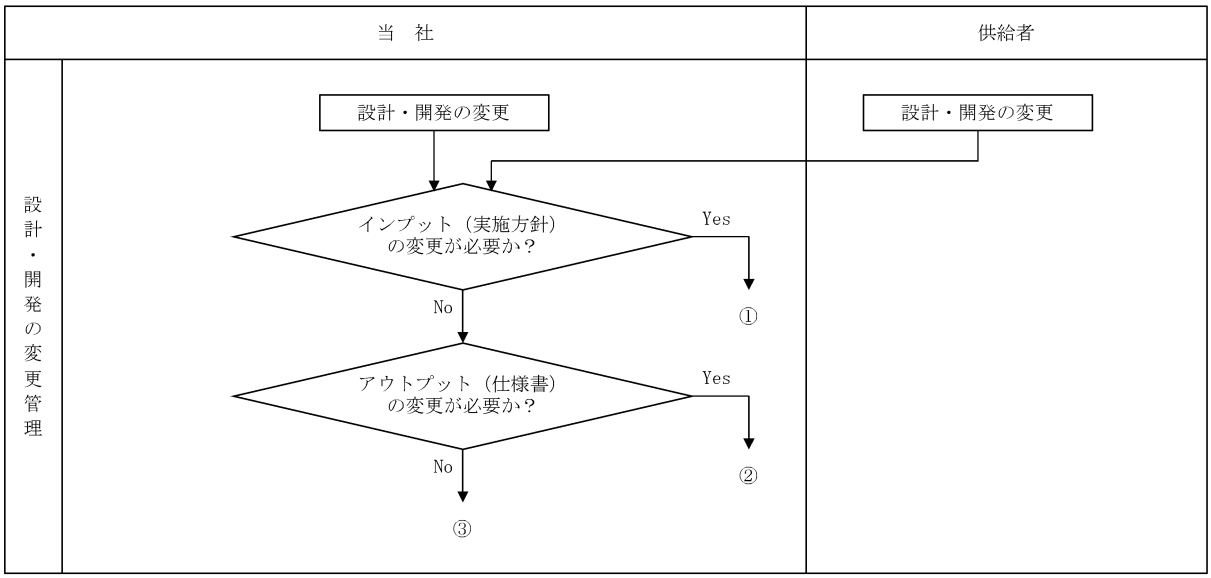
る前に承認する。

(3) レビューには、その変更が、原子炉施設を構成する要素及び関係する原子炉施設に及ぼす影響の評価を含める。

(4) 変更のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を維持する。



別図1(1/2)　設計・開発業務の流れ



別図1(2/2)　設計・開発業務の流れ

資料８－２　本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添8-2-1

2. 基本方針 ····· T3-添8-2-1

3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画 ····· T3-添8-2-1

1. 概要

本資料は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づく設計に係るプロセスの実績、工事及び検査に係るプロセスの計画について説明するものである。

2. 基本方針

高浜発電所第３号機における設計に係るプロセスとその実績について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に示した設計の段階ごとに、組織内外の関係、進捗実績及び具体的な活動実績について説明する。

工事及び検査に関する計画として、組織内外の関係、進捗実績及び具体的な活動計画について説明する。

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレードと実績について説明する。

3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画

「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に基づき実施した、高浜発電所第３号機における設計の実績、工事及び検査の計画について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」の様式－1により示す。

また、適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレードと実績について、「設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書」の様式－9により示す。

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（1/3）

各段階		プロセス(設計対象) 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当　○：関連 原子力事業本部	発電所	供給者	インプット	アウトプット	他の記録類
設計	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	◎	－	－	設置(変更)許可、技術基準規則、設置許可基準規則	－	業務決定文書：高浜発電所　廃樹脂処理装置共用化関連設備設置工事に係る適合性確認について
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	◎	－	－	設置(変更)許可、技術基準規則、設置許可基準規則	様式－2	
	3.3.3(1)	基本設計方針の作成(設計 1)	◎	－	－	様式－2、技術基準規則	様式－3、4	
						様式－2、4、技術基準規則、実用炉規則別表第二	様式－5	
						設置(変更)許可、技術基準規則、実用炉規則別表第二、設置許可基準規則	様式－6、7	
	3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計(設計 2)	◎	－	－	様式－5、様式－7(基本設計方針)	様式－8	設計のレビュー・検証の記録(設計段階)
		添付資料２　設備別記載事項の設定根拠に関する説明書						
		容器に関する設計	◎	－	○	設備図書	設計資料(要目表、設備別記載事項の設定根拠に関する説明書)	
		主配管に関する設計	◎	－	○	設備図書	設計資料(要目表、設備別記載事項の設定根拠に関する説明書)	
		漏えい検出装置又は自動警報装置に関する設計	◎	－	○	設備図書	設計資料(要目表、設備別記載事項の設定根拠に関する説明書)	
		添付資料３　安全設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書						
		健全性に係る設計	◎	－	○	設備図書、配置図、系統図、構造図、運転基準、定期事業者検査要領書、保全プログラム、定期事業者検査以外の試験検査に係る事項(長期計画等)	設計資料(安全設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書)	

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（2/3）

各段階		プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当　○：関連 原子力事業本部	発電所	供給者	インプット	アウトプット	他の記録類
設計	3.3.3(2)	添付資料４　発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書						
		火災防護を行う機器等の選定	◎	－	－	設置（変更）許可	設計資料（発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書）	
		火災区域及び火災区画の設定	◎	－	－	設置（変更）許可、既工認	設計資料（要目表、機器の配置を明示した図面、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書）	
		火災発生防止	◎	－	－	設置（変更）許可、既工認、設備図書、民間規格、関係法令、技術資料（燃焼試験結果）	設計資料（発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書）	
		火災の感知及び消火	◎	－	－	既工認、関係法令	設計資料（発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書）	
		火災防護計画	◎	－	－	運用の措置に関する設計	設計資料（発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書）	
		添付資料５　発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書						
		溢水による損傷防止に関する設計	◎	－	○	設備図書、既工認	設計資料（発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書）	解析業務計画書、解析業務報告書、解析チェックシート
		添付資料６　耐震性に関する説明書						
		地震による損傷防止に関する設計	◎	－	○	設置（変更）許可、JEAG 等の適用規格、既工認、設備図書	設計資料（耐震性に関する説明書）	解析業務計画書、解析業務報告書、解析チェックシート
		添付資料７　強度に関する説明書						
		材料及び構造に係る設計	◎	－	○	JSME、告示第 501 号、既工認、設備図書	設計資料（強度に関する説明書）	解析業務計画書、解析業務報告書、解析チェックシート
		添付資料９　流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力についての計算書						
		漏えい拡大防止堰に関する設計	◎	－	○	設備図書	設計資料（流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力についての計算書、機器の配置を明示した図面及び構造図）	
		添付資料１０　流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書						
		漏えい検出装置又は自動警報装置に関する設計	◎	－	○	設備図書、既工認	設計資料（流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書、検出器の取付箇所を明示した図面、構造図）	

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（3/3）

各段階		プロセス(設計対象) 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当　○：関連 原子力事業本部	発電所	供給者	インプット	アウトプット	他の記録類
設計	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	◎	◎	－	様式－2～8	設計のレビュー・検証の記録(設計の段階)	
	3.3.3(4)	設工認申請(届出)書の作成	◎	－	－	設計－1、2	設工認申請書案	設工認申請書品質チェックシート
	3.3.3(5)	設工認申請(届出)書の承認	◎	－	－	設工認申請書案	設工認申請書	原子力発電安全委員会議事録
工事及び検査	3.4.1	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施(設計3)	－	◎	－	設計資料	様式－8、仕様書	設計のレビュー・検証の記録(工事の段階)
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施	○	◎	○	仕様書	工事記録	
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	－	◎	○	様式－8(中欄)	様式－8(右欄)、使用前事業者検査工程表(計画)	
	3.5.3	検査計画の管理	－	◎	○	使用前事業者検査工程表(計画)	使用前事業者検査工程表(実績)	
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	－	◎	○	使用前事業者検査(溶接)要領書	検査記録	
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	－	◎	○	様式－8	検査要領書	
						検査要領書	検査記録	
	3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ	－	◎	○	－	検査記録	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（1/2）

施設区分／設備区分／機器区分			名　　称	グレードの区分					工事の区分	該当する業務区分※			備　　考
				A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬		保安規定品質マネジメントシステム計画「7．3 設計・開発」の適用	業務区分Ⅰ	業務区分Ⅱ	業務区分Ⅲ	
							工事等含む	購入のみ					
放射性廃棄物の廃棄施設	気体、液体又は固体廃棄物処理設備	容器	使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
			使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
		主配管	使用済樹脂貯蔵タンク出口ライン合流点～使用済樹脂計量タンク（３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
			使用済樹脂計量タンク～使用済樹脂移送容器樹脂入口ライン接続部（３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
			使用済樹脂移送容器樹脂出入口ライン接続部～使用済樹脂移送容器（１・２・３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
	堰その他の設備	原子炉格納容器本体外に設置される流体状の放射性廃棄物を内包する容器からの流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するために施設する堰	使用済樹脂計量タンク室（３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
			使用済樹脂移送容器トレイ（１・２・３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
	原子炉格納容器本体外の廃棄物貯蔵設備又は廃棄物処理設備からの流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置又は自動警報装置	－	使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置（３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	
			使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置（１・２・３・４号機共用）	－	○	－	－	－	－	－	○	－	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（2/2）

施設区分／設備区分／機器区分				名　　称	グレードの区分					工事の区分	該当する業務区分※			備　　考
					A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬		保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計・開発」の適用	業務区分Ⅰ	業務区分Ⅱ	業務区分Ⅲ	
								工事等含む	購入のみ					
その他発電用原子炉の附属施設	火災防護設備	火災区域構造物及び火災区画構造物	－	原子炉補助建屋、燃料取扱建屋（一部１・２・３・４号機共用、一部３・４号機共用）	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。									

※：「業務区分Ⅰ～Ⅲ」とは添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「1.2(1)～(3)」をいう。

資料９　流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添9-1

2. 基本方針 ····· T3-添9-1

3. 漏えいの検出装置の構成 ····· T3-添9-2
3.1 使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置 ····· T3-添9-2
3.2 使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置 ····· T3-添9-2

4. 漏えいの検出装置の計測範囲及び警報動作範囲 ····· T3-添9-3
4.1 使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置 ····· T3-添9-3
4.2 使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置 ····· T3-添9-4

5. 警報表示箇所及び警報表示内容 ····· T3-添9-5

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第38条及び第47条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に関わる放射性廃棄物の廃棄施設のうち流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の構成、計測範囲及び警報動作範囲について説明するものである。

本資料は、原子炉格納容器本体外の流体状の放射性廃棄物（気体状のものを除く。以下同じ。）を処理する設備として、使用済樹脂計量タンク又は使用済樹脂移送容器から流体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これを確実に検出して自動的に警報する装置の構成並びに計測範囲及び警報動作範囲について説明する。

2. 基本方針

流体状の放射性廃棄物を処理する設備から流体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これを確実に検出して自動的に警報する目的で漏えいの検出装置（使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置及び使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置）を設置する。

本装置は、流体状の放射性廃棄物を処理する設備(注1)からの漏えい水を検出する目的で設置する。

使用済樹脂計量タンクからの漏えい水は、当該容器区画内のドレン受け口下流配管に仕切弁を設け、通常本弁を閉とすることにより、本弁の上流配管に集められ、電極式の漏えい検出装置により、漏えいの検出及び警報の発信を行う。

使用済樹脂移送容器からの漏えい水は、当該容器トレイ内の漏えい検出ピットに集められ、電極式の漏えい検出装置により、漏えいの検出及び警報の発信を行う。

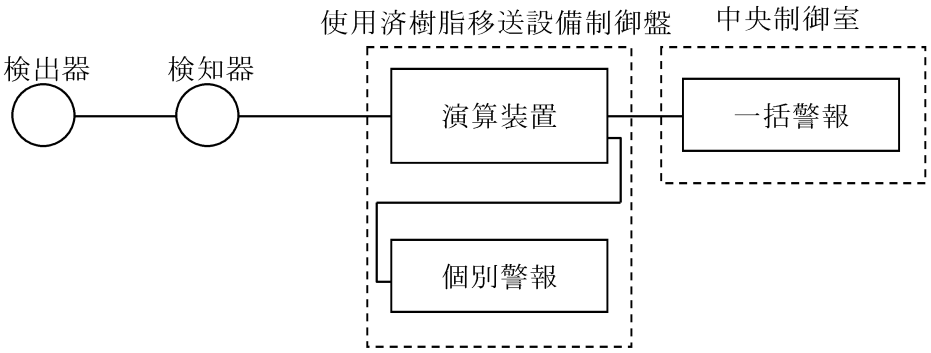
（注1）ここでいう流体状の放射性廃棄物を処理する設備とは、内包する放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上であり、放射性廃棄物を貯蔵する設備(注2)に区分される容器以外の容器とする。

（注2）ここでいう放射性廃棄物を貯蔵する設備とは、内包する放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上であり、かつ当該建屋サンプタンク容量以上の容器とする。

3. 漏えいの検出装置の構成

3.1　使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置

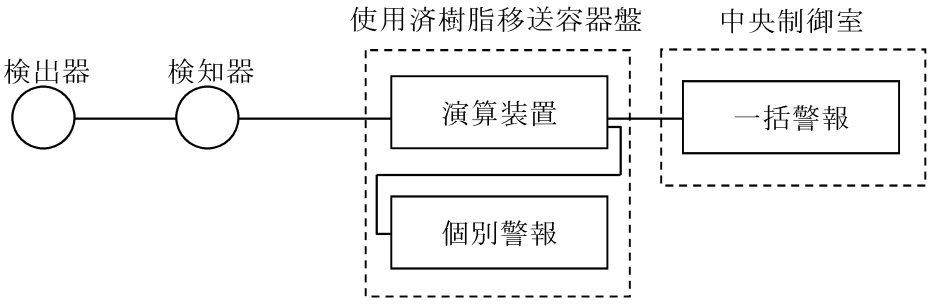
漏えい水の水位検知信号は使用済樹脂移送設備制御盤内の演算装置にて処理され、音とともに使用済樹脂移送設備制御盤に個別警報表示及び中央制御室に一括警報表示を行う。（第1図「使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置の概略構成図」参照。）



第1図　使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置の概略構成図

3.2　使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置

漏えい水の水位検知信号は使用済樹脂移送容器盤内の演算装置にて処理され、音とともに同盤に個別警報表示及び中央制御室に一括警報表示を行う。（第2図「使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置の概略構成図」参照。）



第2図　使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置の概略構成図

4. 漏えいの検出装置の計測範囲及び警報動作範囲

4.1　使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置

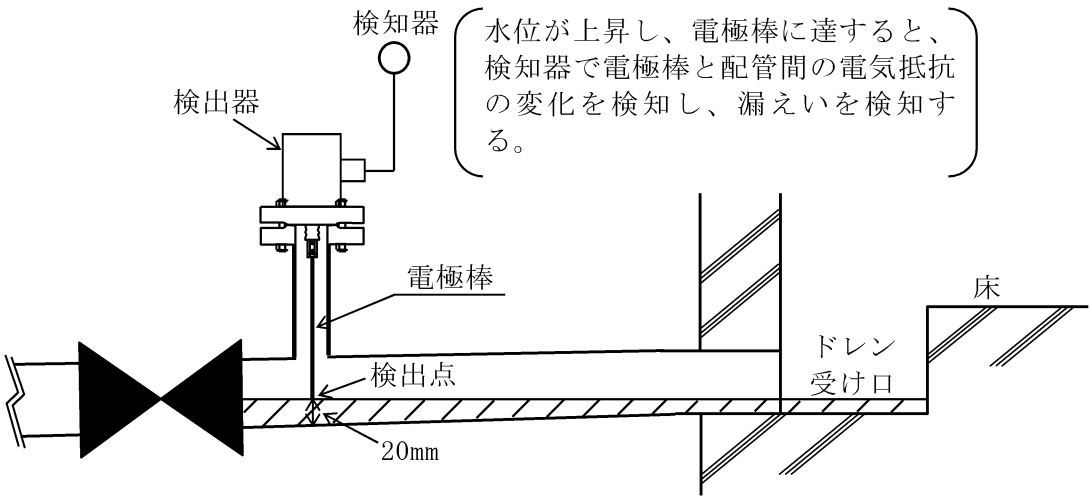
第3図「使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲」に電極式の漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲を示す。

使用済樹脂計量タンクからの漏えい水は、当該容器区画内のドレン受け口下流配管に仕切弁を設け、通常本弁を閉とすることにより、本弁の上流配管に集められる。（ドレン受け口下流配管にはこう配が設けられている。）

集められた漏えい水は、仕切弁の上流配管に設置した電極棒（検出器）により検出され、電極棒は配管底面より20㎜の位置に設置することから、計測範囲及び警報動作範囲は20㎜以上となる。

漏えい水が電極棒に達した場合に、電極棒と配管間の電気抵抗の変化を検知器にて検知し、警報を発信する。設定値を配管底面より20㎜に設定した場合には数リットルの漏えい量で検出可能である。

なお、警報動作水位以上の水位では警報動作状態を継続する。



第3図　使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲

4.2　使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置

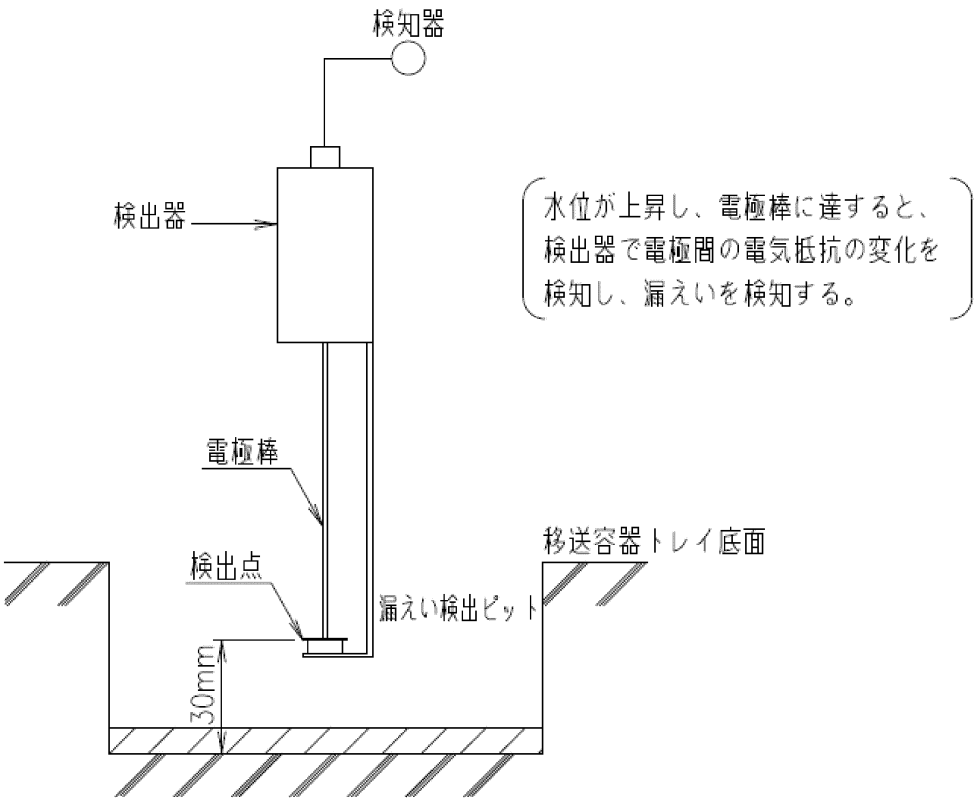
第4図「使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲」に電極式の漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲を示す。

使用済樹脂移送容器からの漏えい水は、当該容器トレイ内の漏えい検出ピットに集められる。（容器トレイにはこう配が設けられている。）

集められた漏えい水は、漏えい検出ピットに設置した電極棒（検出器）により検出され、電極棒は配管底面より30mmの位置に設置することから、計測範囲及び警報動作範囲は30mm以上となる。

漏えい水が電極棒に達した場合に、電極棒間の電気抵抗の変化を検知器にて検知し、警報を発信する。設定値を漏えい検出ピット底面より30mmに設定した場合には数リットルの漏えい量で検出可能である。

なお、警報動作水位以上の水位では警報動作状態を継続する。



第4図　使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置の計測範囲及び警報動作範囲

5. 警報表示箇所及び警報表示内容

漏えい検出装置の警報表示箇所及び警報表示内容について、第1表「警報表示箇所及び警報表示内容」に示す。

第1表　警報表示箇所及び警報表示内容

検出対象	漏えいの検出装置	警報表示内容
使用済樹脂計量タンクの漏えい水	使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置	使用済樹脂移送設備制御盤に個別警報表示及び中央制御室に一括警報表示
使用済樹脂移送容器の漏えい水	使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置	使用済樹脂移送容器盤に個別警報表示及び中央制御室に一括警報表示

資料１０　流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力についての計算書

目　　次

頁

1. 概要 ····· T3-添10-1

2. 堰能力の計算 ····· T3-添10-2
2.1 堰能力の評価方法 ····· T3-添10-2
2.2 計算の前提条件 ····· T3-添10-3

3. 堰能力の計算結果 ····· T3-添10-4

4. 堰能力評価 ····· T3-添10-6
4.1 漏えい拡大防止堰 ····· T3-添10-6

5. 床及び壁の塗料の耐水性並びに塗装範囲の妥当性について ····· T3-添10-7
5.1 耐水性 ····· T3-添10-7
5.2 塗装範囲 ····· T3-添10-7
5.3 貫通部の構造 ····· T3-添10-7

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）（以下「技術基準規則」という）」第39条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合する設計であることを説明するものであり、使用済樹脂計量タンク及び使用済樹脂移送容器の流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大防止能力について説明する。

2. 堰能力の計算

2.1 堰能力の評価方法

2.1.1 原子炉格納容器本体外に設置される流体状の放射性廃棄物（放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上のもの）を内包する放射性廃棄物の廃棄施設の容器について漏えい拡大を防止するための堰（以下「漏えい拡大防止堰」という。）は以下のように評価する。

(1) 流体状の放射性廃棄物を処理する設備

使用済樹脂計量タンクが設置される区画に設ける漏えい拡大防止堰高さは、使用済樹脂計量タンクが設置される区画の床ドレン配管に仕切弁を設け、通常閉の設計としているため、容器内の全保有水を容器が設置される区画内に保持するために必要な堰高さ以上であることを評価する。

また、使用済樹脂移送容器下部に設ける漏えい拡大を防止するためのトレイの高さが、使用済樹脂移送容器内の全保有水をトレイ内に保持するために必要な高さ以上であることを評価する。

2.2　計算の前提条件

漏えい量の計算条件として、容器からの全漏えい量は、容器容量に等しいものとして、使用済樹脂計量タンクの容積は、0.64m^3、使用済樹脂移送容器の容積は、0.65m^3とする。

3. 堰能力の計算結果

2章の条件をベースに計算した必要な堰高さ及び設計堰高さについて、第1表「漏えいの拡大を防止するための堰能力計算結果（放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上の容器）」に示す。

なお、使用済樹脂計量タンクは、3号機原子炉補助建屋のうち床高E.L.[redacted]m階に設置され、使用済樹脂移送容器は、3号機原子炉補助建屋のうち床高E.L.[redacted]m階及び廃樹脂貯蔵庫のうち床高E.L.[redacted]m階に設置される。

第1表　漏えいの拡大を防止するための堰能力計算結果（放射性物質の濃度が37 kBq/cm^{3}以上の容器）

原子炉格納容器本体外設置の流体状の放射性廃棄物を内包する容器（放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上のもの）	設置場所		全漏えい量 (m^3)	区画面積 (注1) (m^2)	見込高さ (注2) (cm)	全漏えい量を貯留するために必要な堰高さ H(cm)	設計堰高さ (cm)	評価
	建屋名	設置E.L. (m)	①	②	③	④＝①÷②×100＋③	⑤	
使用済樹脂計量タンク	3号機 原子炉補助建屋		0.64	5.9	3.4	14.3	20	容器の区画の設計堰高さは、容器の全漏えい量を貯留するために必要な堰高さを満足しており、漏えいの拡大を防止できる。
使用済樹脂移送容器	3号機 原子炉補助建屋		0.65	2.4	2.2	29.3	32	トレイの設計高さは、容器の全漏えい量を貯留するために必要な高さを満足しており、漏えいの拡大を防止できる。
	廃樹脂貯蔵庫		同上	同上	同上	同上	同上	同上

（注1）当該容器設置区画内もしくはトレイの水没面積を示す。

（注2）当該容器設置区画もしくはトレイの底面の床こう配による基準床レベルからの高さの増加分を考慮した値である。

4. 堰能力評価

4.1　漏えい拡大防止堰

流体状の放射性廃棄物を処理する設備の使用済樹脂計量タンクが設置される区画の床ドレン配管には仕切弁を設け、通常閉の設計としているため、第1表「漏えいの拡大を防止するための堰能力計算結果（放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上の容器）」に示すとおり、容器の全漏えい量を容器が設置される区画の堰内に貯留でき、その区画から漏えいすることはないことから、漏えいの拡大を防止できる。

また、流体状の放射性廃棄物を処理する設備の使用済樹脂移送容器は、第1表「漏えいの拡大を防止するための堰能力計算結果（放射性物質の濃度が37kBq/cm^{3}以上の容器）」に示すとおり、容器の全漏えい量を容器下部に設けるトレイ内に貯留でき、トレイから漏えいすることはないことから、漏えいの拡大を防止できる。

5. 床及び壁の塗料の耐水性並びに塗装範囲の妥当性について

5.1 耐水性

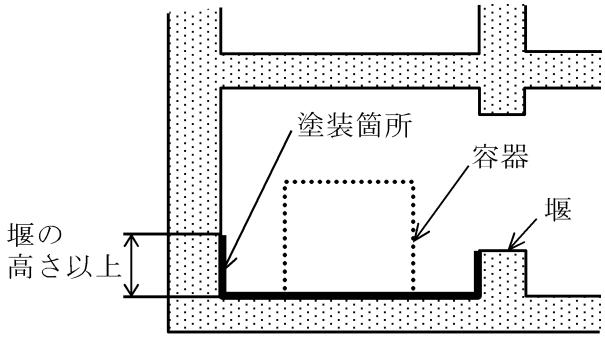
使用済樹脂計量タンクが設置される区画の床、壁の塗装は、エポキシ樹脂系であり、高分子化された塗膜を形成するため、耐水性を有している。

また、使用済樹脂移送容器トレイは、SUS304、SUSF304、SS400の金属材料で製作し、接続部は溶接接合とするので、耐水性を有している。

5.2 塗装範囲

放射性廃棄物の廃棄施設を設置する建屋内の部屋、区画及び通路部の塗装は、第1図「流体状の放射性廃棄物の漏えいを当該容器設置区画内に留めることが可能な場合の塗装範囲」に示すように、床面及び床面より設計堰高さ以上までの壁面並びに堰に実施しているので、漏えいの拡大を防止することができる。

また、使用済樹脂移送容器トレイは、金属材料であるため耐水性を有しており、流体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止することができる。

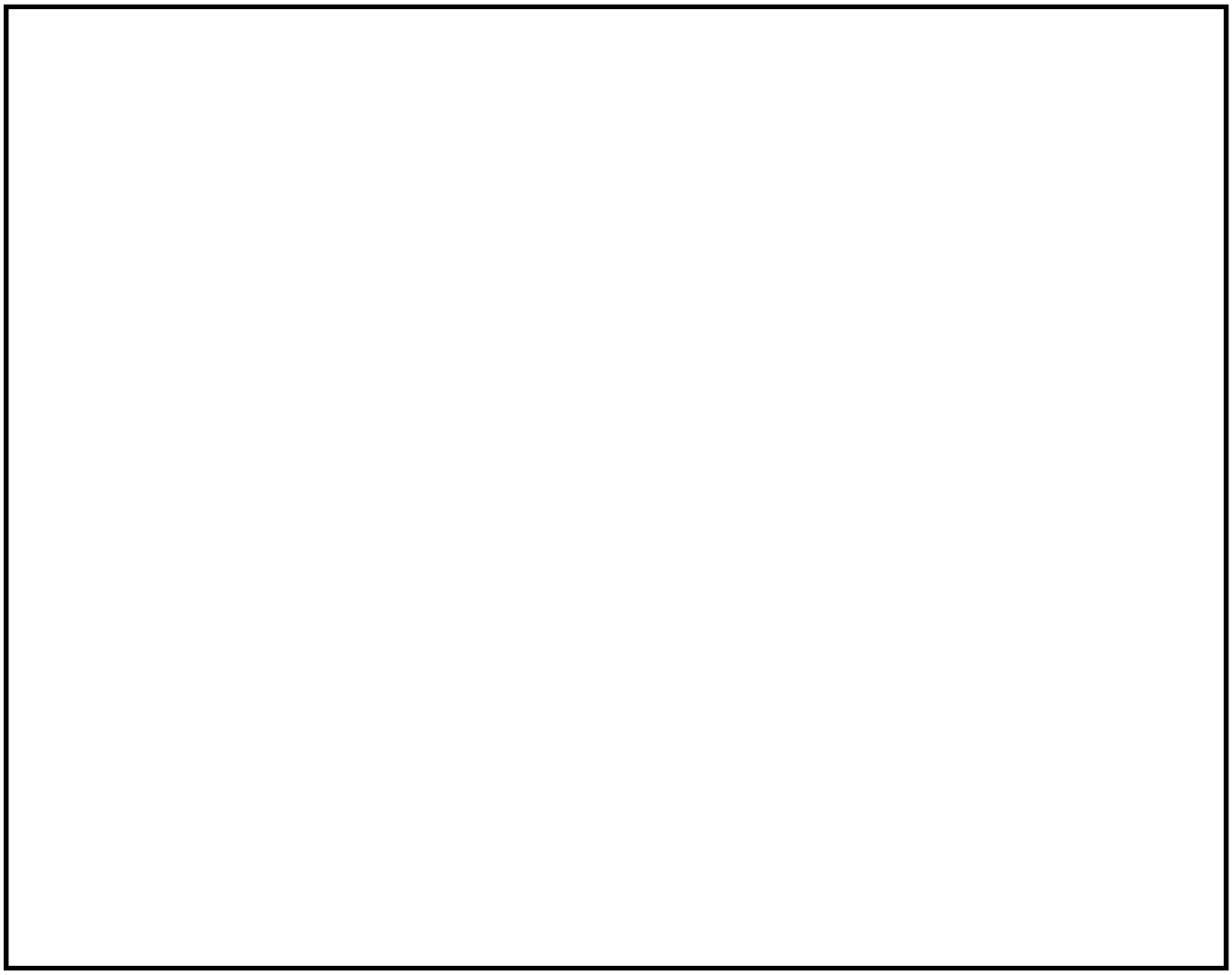


第1図　流体状の放射性廃棄物の漏えいを当該容器設置区画内に留めることが可能な場合の塗装範囲

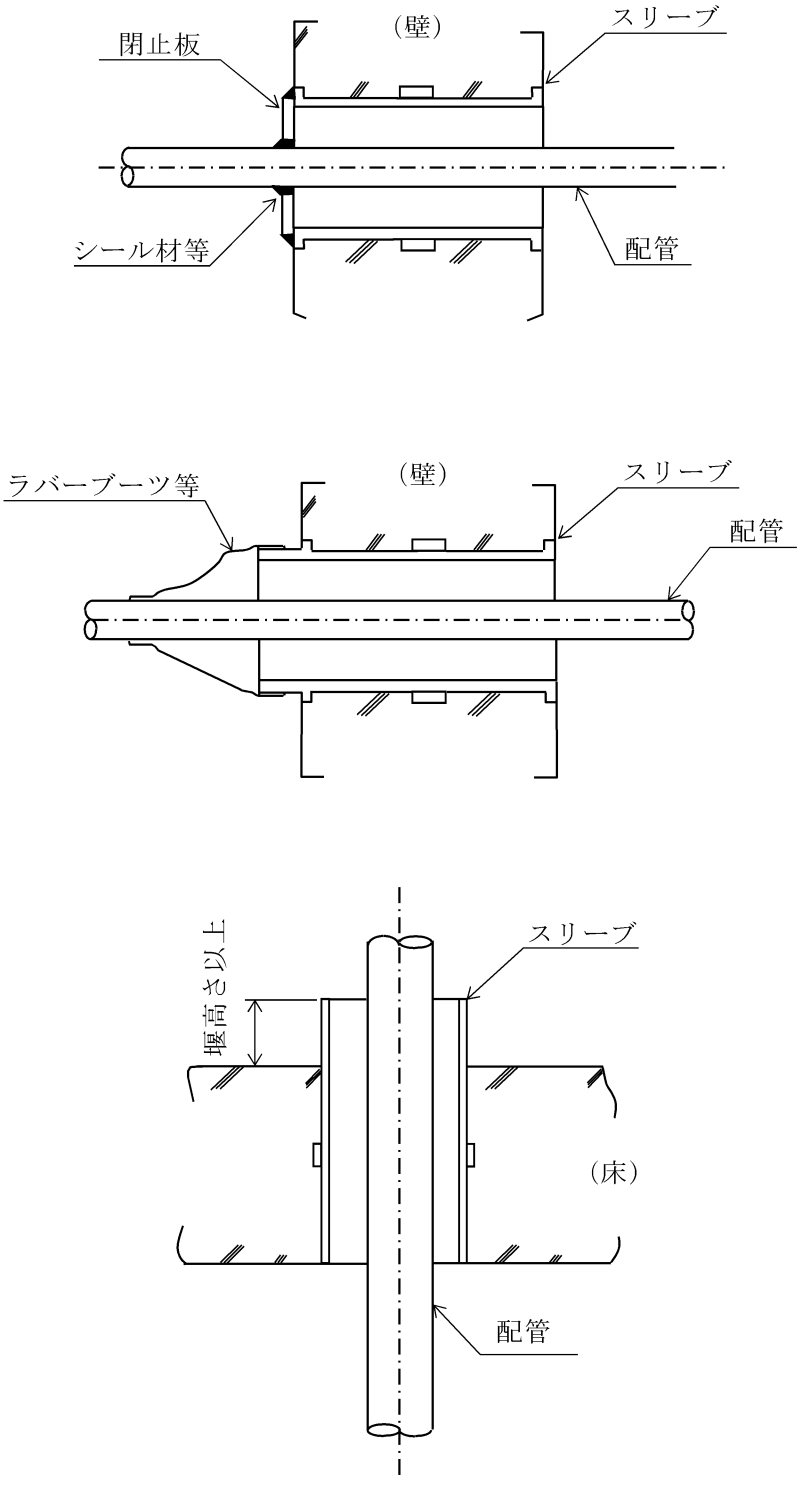
5.3 貫通部の構造

使用済樹脂移送容器トレイの設計堰高さまでのトレイ壁面に設ける貫通部には、シール材等の充てん等を実施し、漏えいを防止している。（第2図参照）

使用済樹脂計量タンクが設置される区画の貫通部は、設計堰高さ以上に設けることを原則としているが、床面及び床面より設計堰高さまでの壁面に設ける貫通部にはシール材等の充てん等を実施し、漏えいを防止している。（第3図参照）



第2図　貫通部の構造図



第3図　貫通部の構造図（閉止板等による漏えい防止図）

(2) 添　付　図　面

目　　次

＜放射性廃棄物の廃棄施設＞

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）
原子炉補助建屋(E.L.[redacted]m)
燃料取扱建屋(E.L.[redacted]m)
【第1-1-1図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）
廃樹脂貯蔵庫(E.L.[redacted]m)
【第1-1-2図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）(1/3)
【第1-1-3図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）(2/3)
【第1-1-4図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）(3/3)
【第1-1-5図】

・【第1-1-3図】～【第1-1-5図】の補足

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面
（堰その他設備）
原子炉補助建屋(E.L.[redacted]m)
燃料取扱建屋(E.L.[redacted]m)
【第1-1-6図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面

（堰その他設備）

廃樹脂貯蔵庫(E.L.[redacted]m)

【第1-1-7図】

・放射性廃棄物の廃棄施設の系統図

（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）

（設計基準対象施設）

【第1-2-1図】

・放射性廃棄物の廃棄施設の構造図

（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）

使用済樹脂計量タンク

【第1-3-1図】

・【第1-3-1図】の補足

・放射性廃棄物の廃棄施設の構造図

（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）

使用済樹脂移送容器

【第1-3-2図】

・【第1-3-2図】の補足

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の構造図

（堰その他設備）

使用済樹脂計量タンク室

【第1-3-3図】

・放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の構造図

（堰その他設備）

使用済樹脂移送容器トレイ

【第1-3-4図】

・放射性廃棄物の廃棄施設の構造図

（流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置）

使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置

【第1-3-5図】

・放射性廃棄物の廃棄施設の構造図

（流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置）

使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置

【第1-3-6図】

・流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の検出器の取付箇所を明示した図面

（流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置）

原子炉補助建屋(E.L.[redacted]m)

燃料取扱建屋(E.L.[redacted]m)

【第1-4-1図】

・流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置の検出器の取付箇所を明示した図面

（流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置）

廃樹脂貯蔵庫(E.L.[redacted]m)

【第1-4-2図】

＜火災防護設備＞

・その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）に係る機器の配置を明示した図面

（火災区域構造物及び火災区画構造物）

原子炉補助建屋

【第2-1-1図】

設計及び工事計画認可申請	第1-1-1図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 （気体、液体又は固体廃棄物処理設備） 原子炉補助建屋（E.L.[redacted]m） 燃料取扱建屋（E.L.[redacted]m）	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-1-2図
高　浜　発　電　所　第　３　号　機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 （気体、液体又は 固体廃棄物処理設備） 廃樹脂貯蔵庫（E.L.　　m）	
関　西　電　力　株　式　会　社	

設計及び工事計画認可申請	第1-1-3図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 (気体、液体又は固体廃棄物処理設備) (1/3)	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-1-4図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 (気体、液体又は固体廃棄物処理設備) (2/3)	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-1-5図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 (気体、液体又は固体廃棄物処理設備) (3/3)	
関 西 電 力 株 式 会 社	

第1-1-3図～第1-1-5図「放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面（気体、液体又は固体廃棄物処理設備）」の補足

（１）配管の寸法許容範囲

工事計画記載の管に関する公称値（外径、厚さ）の許容範囲は次のとおり。

名称			適用寸法	外径（mm）	厚さ（mm）	備考
放射性廃棄物の廃棄施設	管	2B	最大値	61.2	4.4	第1-1-3図～第1-1-5図
			公称値	60.5	3.9	
			最小値	59.8	3.4	
	フレキシブルホース		最大値			
			公称値			
			最小値			

（２）許容範囲の根拠

許容範囲の根拠となる許容差は次のとおり。

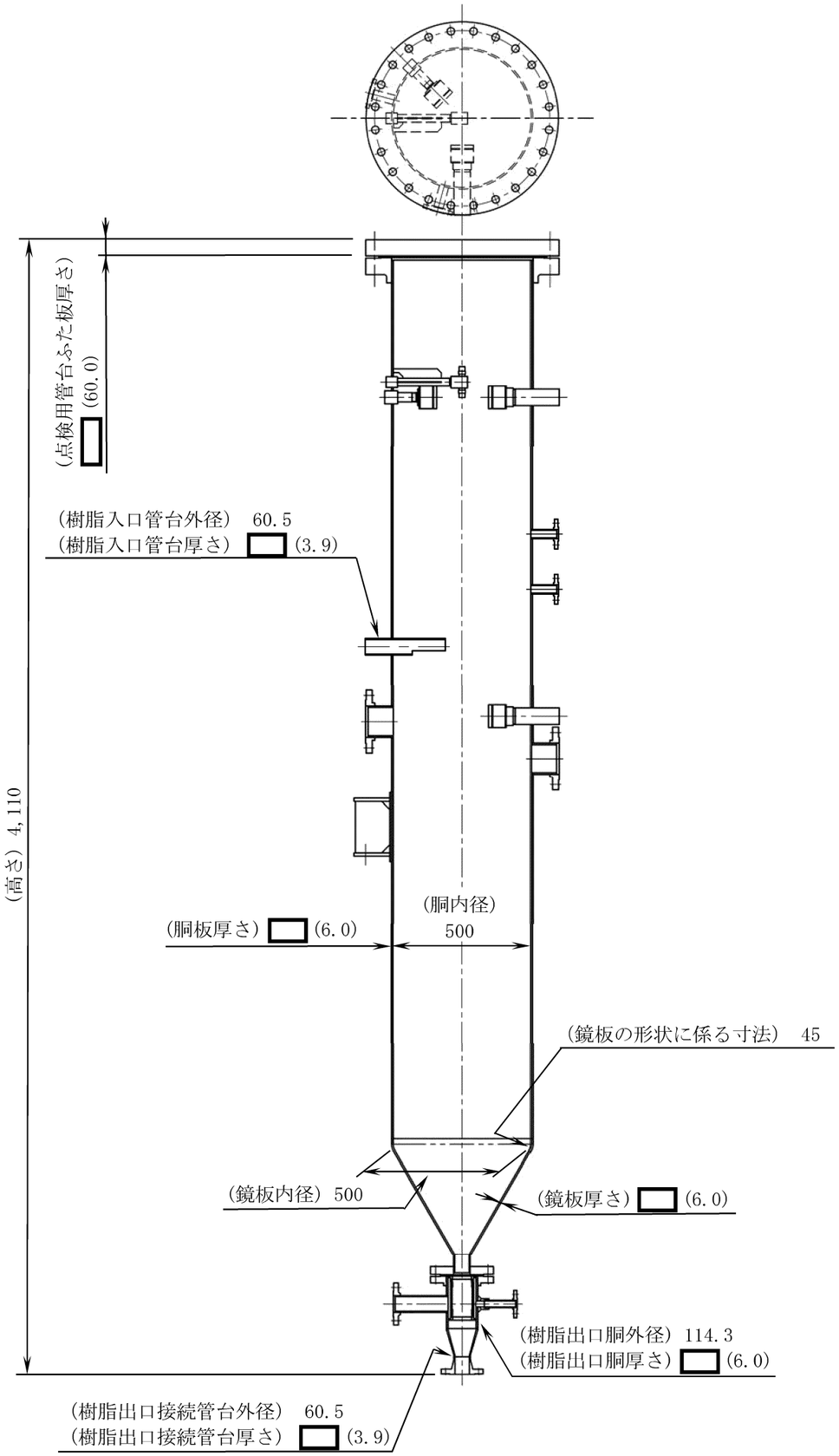
名称			外径（mm）	厚さ（mm）	根拠
放射性廃棄物の廃棄施設	管	2B	公称値±1.0％ （60.5＋0.7/－0.7）	公称値±0.5mm （3.9＋0.5/－0.5）	JIS G 3459
	フレキシブルホース				

出典：日本産業規格　JIS G 3459　「配管用ステンレス鋼鋼管」

設計及び工事計画認可申請	第1-1-6図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 （堰その他設備） 原子炉補助建屋（E.L.[redacted]m） 燃料取扱建屋（E.L.[redacted]m）	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-1-7図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の配置を明示した図面 （堰その他設備） 廃樹脂貯蔵庫（E. L. □m）	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-2-1図
高　浜　発　電　所　第　３　号　機	
放射性廃棄物の廃棄施設の系統図 （気体、液体又は 固体廃棄物処理設備） （設計基準対象施設）	
関　西　電　力　株　式　会　社	



主　要　目　表

種類		－	たて置円筒形
容量		m^3/個	□以上(0.3)
最高使用圧力		MPa	0.7
最高使用温度		℃	65
材料	胴板	－	SUS304
	鏡板	－	SUS304
	樹脂出口胴	－	SUS304TP
	点検用管台ふた板	－	SUSF304
個数		－	1
漏えい防止のための制御方法		－	水位高による流入弁自動閉回路

※３・４号機共用

（単位：mm）

設計及び工事計画認可申請	第1-3-1図
高浜発電所第３号機	
放射性廃棄物の廃棄施設の構造図 （気体、液体又は固体 廃棄物処理設備） 使用済樹脂計量タンク	
関西電力株式会社	

第 1-3-1 図「放射性廃棄物の廃棄施設の構造図(気体、液体又は固体廃棄物処理設備)使用済樹脂計量タンク」の補足

（１）使用済樹脂計量タンクの寸法許容範囲

工事計画記載の使用済樹脂計量タンクに関する公称値の許容範囲は次のとおり。

名称			適用寸法（mm）			備考
			最大値	公称値	最小値	
使用済樹脂計量タンク	胴側	胴内径	[redacted]	500	[redacted]	第1-3-1図
		胴板厚さ		6.0		
	鏡側	鏡板内径		500 (注1)		
		鏡板厚さ		6.0		
		鏡板の形状に係る寸法	– (注2)	45 (注2)	30.7 (注2)	
	樹脂入口管台外径		61.1	60.5	59.9	
	樹脂入口管台厚さ		[redacted]	3.9	[redacted]	
	樹脂出口胴外径		115.4	114.3	113.2	
	樹脂出口胴厚さ		[redacted]	6.0	[redacted]	
	樹脂出口接続管台外径			60.5		
	樹脂出口接続管台厚さ			3.9		
	点検用管台ふた板厚さ			60.0		
	高さ			4,110		

（注1）鏡板の最大内径を示す。

（注2）鏡板のすその丸みの内半径を示す。

（２）許容範囲の根拠

許容範囲の根拠となる許容差等は次のとおり。

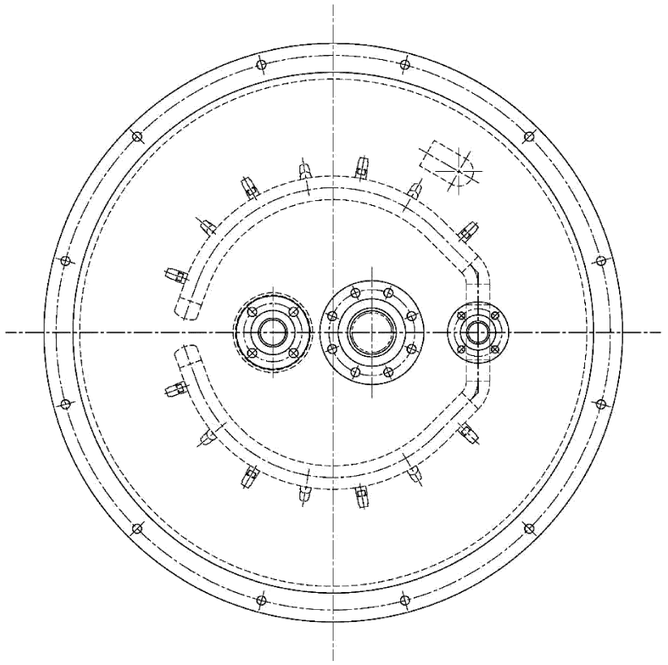
名　　称			許容差	根　拠
使用済樹脂計量タンク	胴側	胴内径	公称値	メーカ基準 及び容量を考慮した値
		胴板厚さ	公称値	JIS G 4304 及びメーカ基準
	鏡側	鏡板内径	公称値	メーカ基準 及び容量を考慮した値
		鏡板厚さ	公称値	JIS G 4304 及びメーカ基準
		鏡板の形状に係る寸法	公称値　上限値なし、30.7mm(注2)	JSME S NC1 円すい胴の形状
	樹脂入口管台外径		公称値　±0.6mm	JIS G 3459
	樹脂入口管台厚さ		公称値	JIS G 3459 及びメーカ基準
	樹脂出口胴外径		公称値　±1.1mm	JIS G 3459
	樹脂出口胴厚さ		公称値	JIS G 3459 及びメーカ基準
	樹脂出口接続管台外径		公称値	メーカ基準
	樹脂出口接続管台厚さ		公称値	メーカ基準
	点検用管台ふた板厚さ		公称値	メーカ基準
	高さ		公称値	メーカ基準

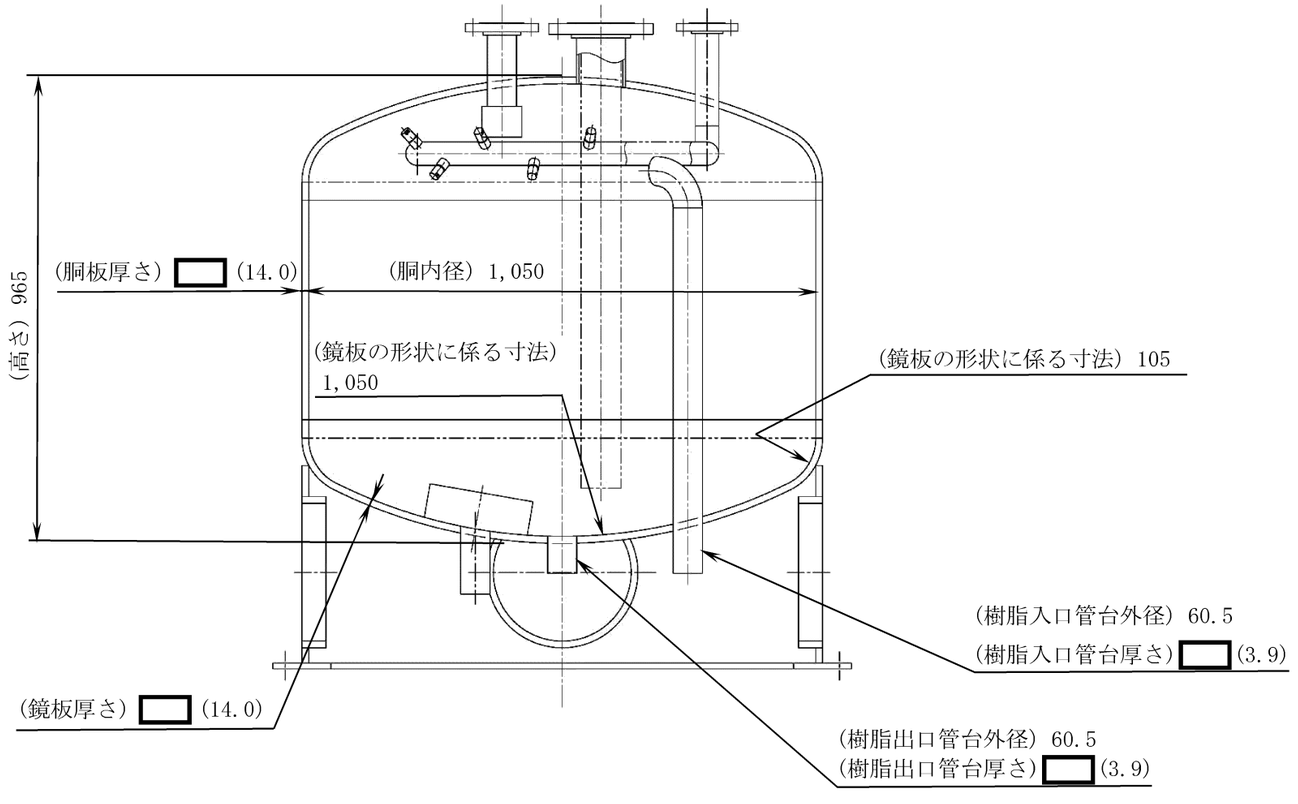
出典：日本産業規格　JIS G 4304　「熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」

日本産業規格　JIS G 3459　「配管用ステンレス鋼鋼管」

（注1）鏡板の最大内径を示す。

（注2）鏡板のすその丸みの内半径を示す。





主 要 目 表			
種類		―	たて置円筒形
容量		m^3/個	□ 以上(0.3)
最高使用圧力		MPa	0.98
最高使用温度		℃	65
材料	胴板	―	SUS304
	鏡板	―	SUS304
個数		―	1
漏えい防止のための制御方法		―	水位高による流入弁の手動閉止操作

※1・2・3・4号機共用

(単位：mm)

設計及び工事計画認可申請	第 1-3-2 図
高浜発電所第３号機	
放射性廃棄物の廃棄施設の構造図 (気体、液体又は固体 廃棄物処理設備) 使用済樹脂移送容器	
関西電力株式会社	

第 1-3-2 図「放射性廃棄物の廃棄施設の構造図(気体、液体又は固体廃棄物処理設備)使用済樹脂移送容器」の補足

（１）使用済樹脂移送容器の寸法許容範囲

工事計画記載の使用済樹脂移送容器に関する公称値の許容範囲は次のとおり。

名称			適用寸法（mm）			備考
			最大値	公称値	最小値	
使用済樹脂移送容器	胴側	胴内径		1,050.0		第1-3-2図
		胴板厚さ		14.0		
	鏡側	鏡板厚さ		14.0		
		鏡板の形状に係る寸法	1,063 (注1) － (注2)	1,050 (注1) 105 (注2)	1,044 (注1) 105 (注2)	
	樹脂入口管台外径			60.5		
	樹脂入口管台厚さ		4.4	3.9	2.9	
	樹脂出口管台外径		61.1	60.5	59.9	
	樹脂出口管台厚さ			3.9		
	高さ			965		

（注1）鏡板の中央部内半径を示す。

（注2）鏡板の隅の丸み半径を示す。

（２）許容範囲の根拠

許容範囲の根拠となる許容差等は次のとおり。

名　　称			許容差	根　拠
使用済樹脂移送容器	胴側	胴内径	公称値	メーカ基準
		胴板厚さ	公称値	JIS G 4304 及びメーカ基準
	鏡側	鏡板厚さ	公称値	JIS G 4304 及びメーカ基準
		鏡板の形状に係る寸法	公称値 +13mm、-6mm(注1)	JIS B 8247
			公称値 +上限値なし、-0mm(注2)	JIS B 8247
	樹脂入口管台外径		公称値 ±0.6mm	JIS G 3459
	樹脂入口管台厚さ		公称値	JIS G 3459 及びメーカ基準
	樹脂出口管台外径		公称値 ±0.6mm	JIS G 3459
	樹脂出口管台厚さ		公称値	JIS G 3459 及びメーカ基準
	高さ		公称値	メーカ基準

出典：日本産業規格　JIS G 4304　「熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」

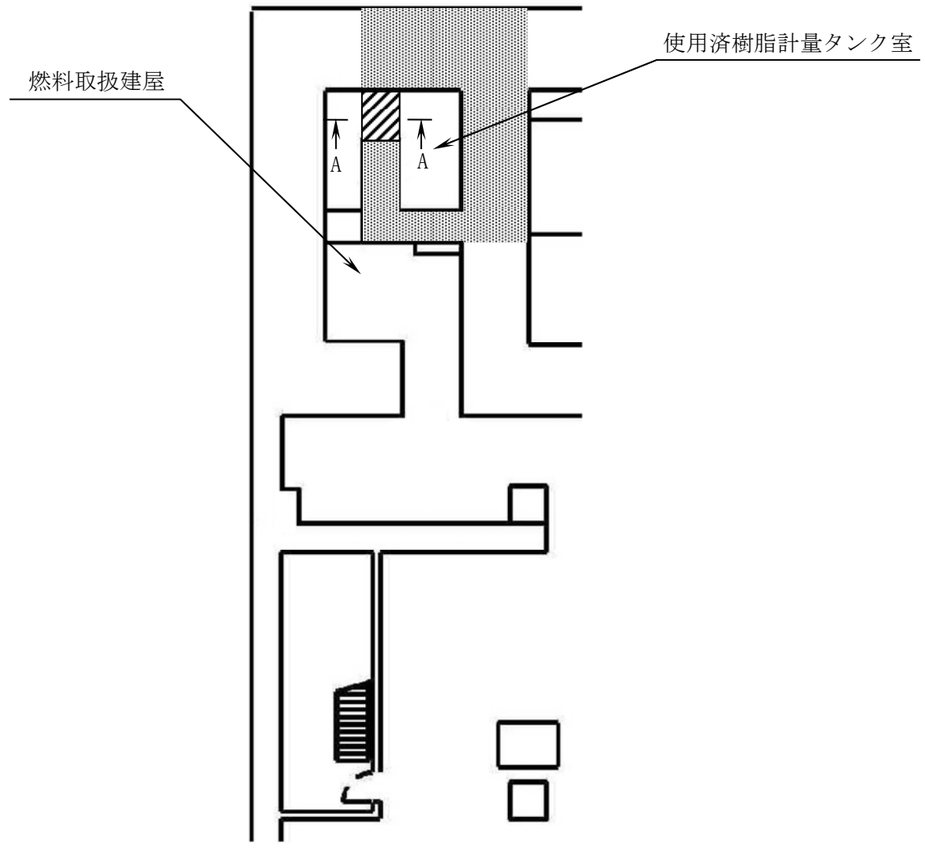
日本産業規格　JIS B 8247　「圧力容器用鏡板」

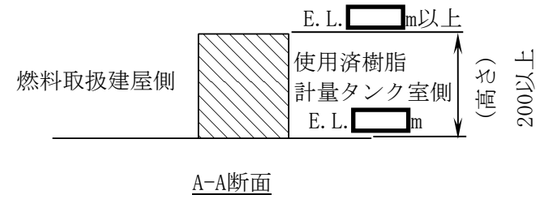
日本産業規格　JIS G 3459　「配管用ステンレス鋼鋼管」

（注1）鏡板の中央部内半径を示す。

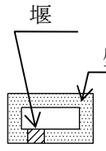
（注2）鏡板の隅の丸み半径を示す。

主　要　目　表		
床面及び壁面の塗装の範囲		床面及び床面から 20 ㎝以上までの壁面
材料	堰	鉄筋コンクリート
	床面及び壁面の塗装	エポキシ樹脂
取付箇所	系統名 （ライン名）	－
	設置床	
	溢水防護上の区画番号	
	溢水防護上の配慮が必要な高さ	





A-A断面

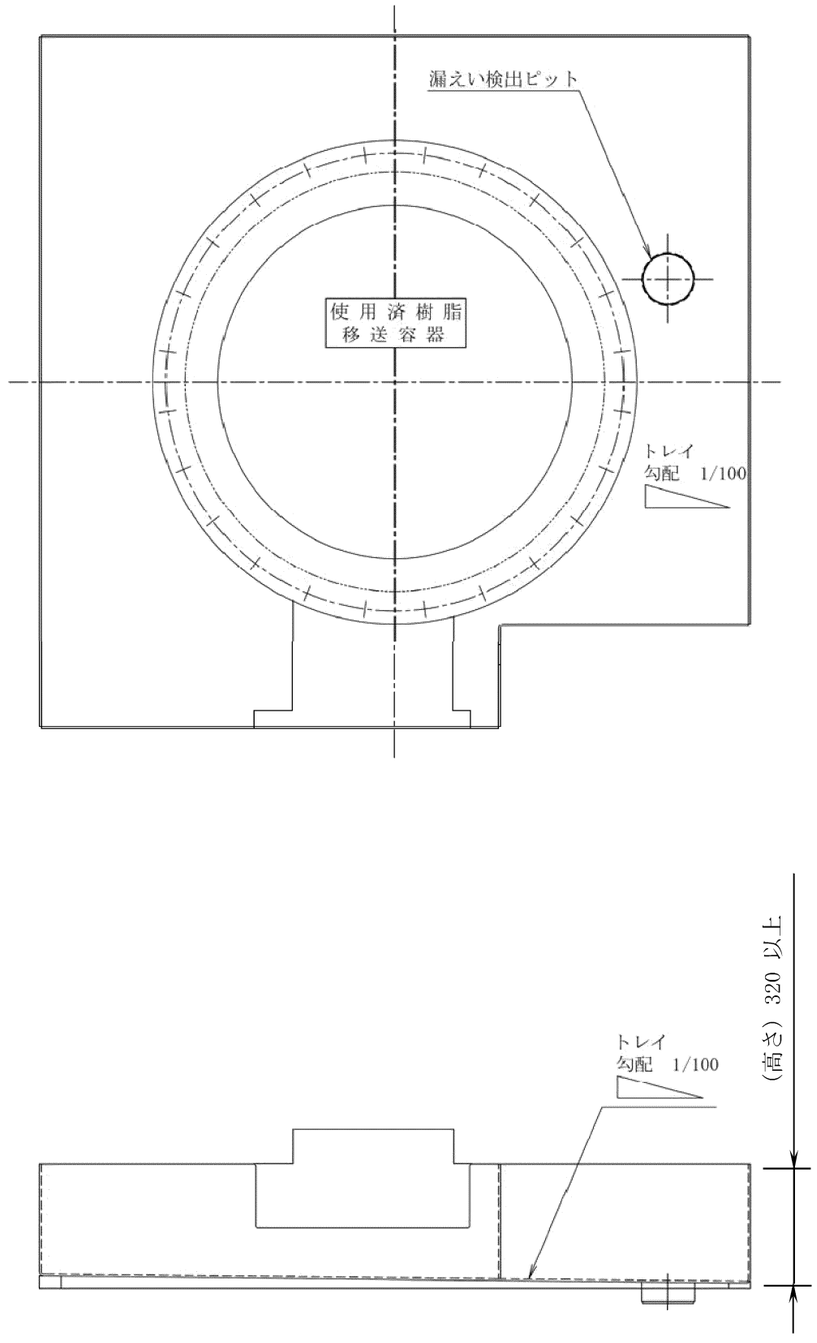


：漏えい拡大防止するための施設

※３・４号機共用

設計及び工事計画認可申請	第 1-3-3 図
高　浜　発　電　所　第　３　号　機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の構造図 （堰その他設備） 使用済樹脂計量タンク室	
関　西　電　力　株　式　会　社	

（単位：㎜）



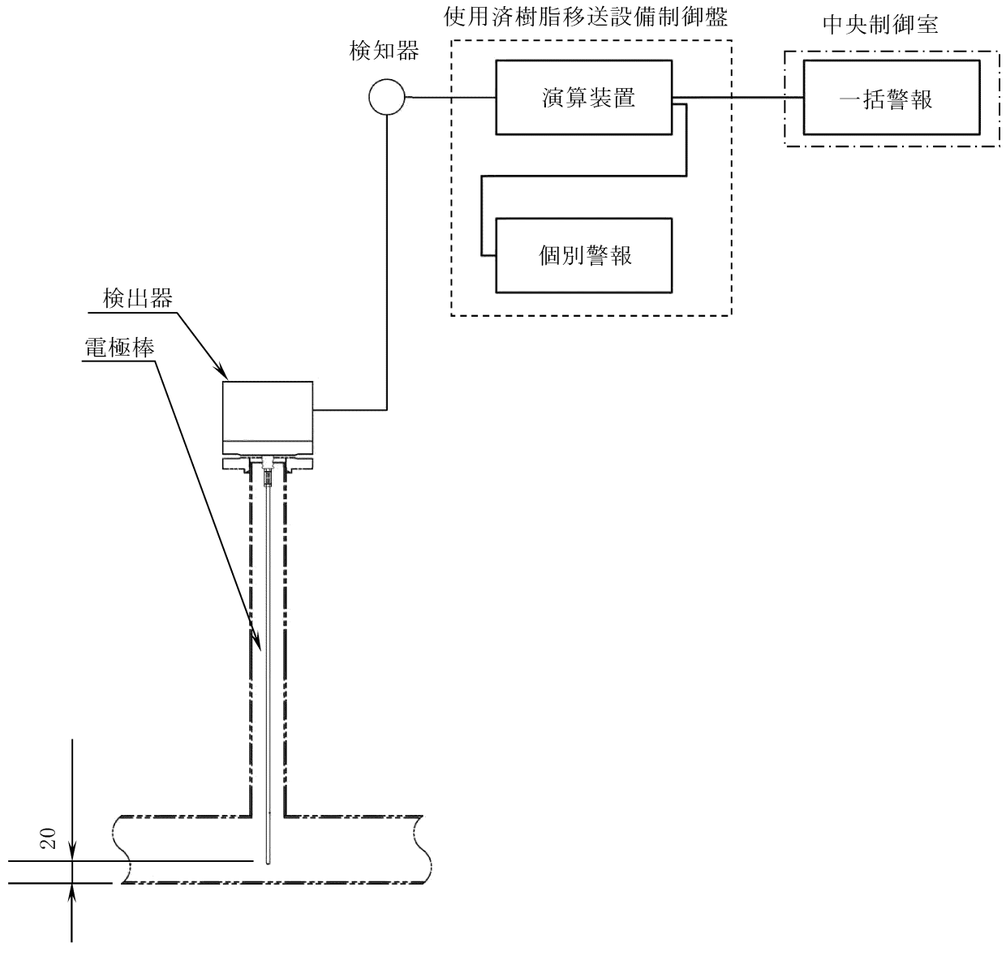
主要目表			
床面及び壁面の塗装の範囲		－	－
材料	堰	－	SUS304 SUSF304 SS400
	床面及び壁面の塗装	－	－
取付箇所	系統名（ライン名）	－	－
	設置床	－	
	溢水防護上の区画番号	－	
	溢水防護上の配慮が必要な高さ		

※１・２・３・４号機共用

（単位：mm）

設計及び工事計画認可申請	第 1-3-4 図
高浜発電所第３号機	
放射性廃棄物の廃棄施設に係る機器の構造図 （堰その他設備） 使用済樹脂移送容器トレイ	
関西電力株式会社	

主　要　目　表		
検出器の種類		電極式
計測範囲		20mm 以上
警報動作範囲		20mm 以上
個数		1
取付箇所	系統名（ライン名）	使用済樹脂計量タンク室 床ドレンライン
	設置床	
	溢水防護上の区画番号	
	溢水防護上の配慮が必要な高さ	

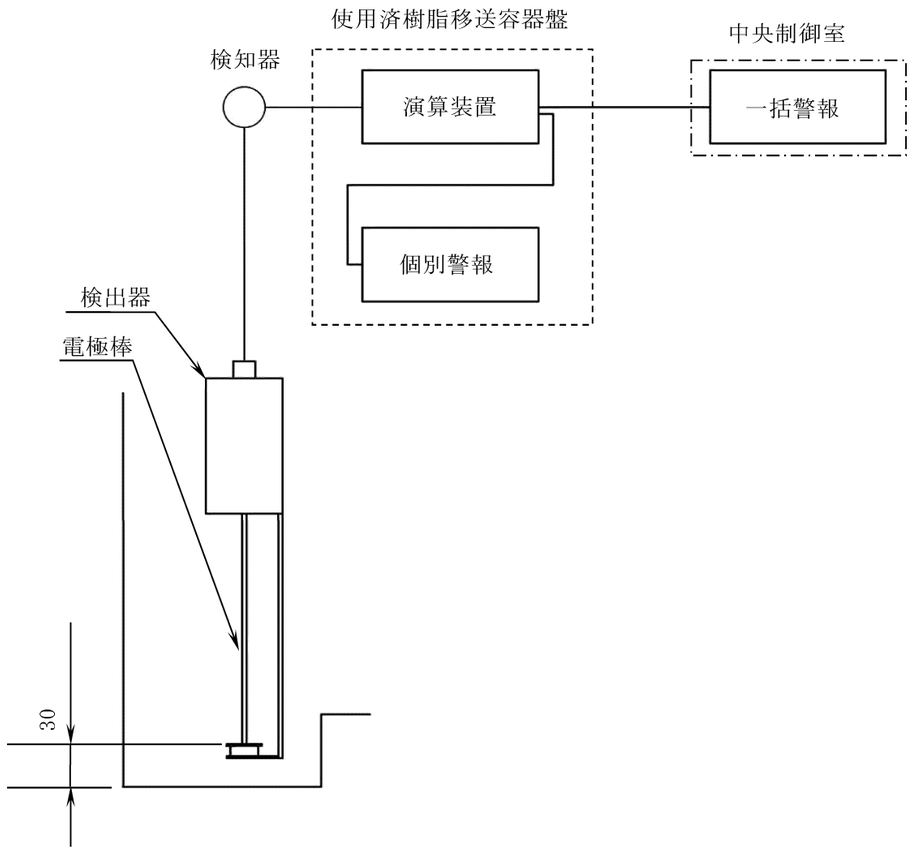


※３・４号機共用

（単位：mm）

設計及び工事計画認可申請	第1-3-5図
高浜発電所第３号機	
放射性廃棄物の廃棄施設の構造図 （流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置） 使用済樹脂計量タンク室漏えい検出装置	
関西電力株式会社	

主　要　目　表		
検出器の種類		電極式
計測範囲		30mm 以上
警報動作範囲		30mm 以上
個数		1
取付箇所	系統名（ライン名）	使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置 ―
	設置床	
	溢水防護上の区画番号	
	溢水防護上の配慮が必要な高さ	



※１・２・３・４号機共用

設計及び工事計画認可申請	第1-3-6図
高浜発電所第３号機	
放射性廃棄物の廃棄施設の構造図 （流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び自動警報装置） 使用済樹脂移送容器トレイ漏えい検出装置	
関西電力株式会社	

（単位：mm）

設計及び工事計画認可申請	第1-4-1図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
流体状の放射性廃棄物の漏えいの 検出装置及び自動警報装置の検出器の 取付箇所を明示した図面 （流体状の放射性廃棄物の漏えいの 検出装置及び自動警報装置） 原子炉補助建屋（E.L.[redacted]m） 燃料取扱建屋（E.L.[redacted]m）	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第1-4-2図
高 浜 発 電 所 第 3 号 機	
流体状の放射性廃棄物の漏えいの 検出装置及び自動警報装置の検出器の 取付箇所を明示した図面 （流体状の放射性廃棄物の漏えいの 検出装置及び自動警報装置） 廃樹脂貯蔵庫(E.L.　　m)	
関 西 電 力 株 式 会 社	

設計及び工事計画認可申請	第2-1-1図

高 浜 発 電 所 第 3 号 機

その他発電用原子炉の附属施設
（火災防護設備）に係る機器の
配置を明示した図面
（火災区域構造物及び
火災区画構造物）
原子炉補助建屋、燃料取扱建屋

関 西 電 力 株 式 会 社