

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電 07 R1
提出年月日	令和 3 年 3 月 31 日

設工認に係る補足説明資料

耐震性設計の基本方針に関する

機器，配管類の類型化に対する分類の

考え方について

日本原燃株式会社

目 次

1. 概要	1
2. <u>類型化に対する検討条件について</u>	1
2.1 <u>既設工認における評価内容</u>	1
3. <u>類型化検討内容</u>	2
3.1 <u>評価手法ごとの類型化に対する考え方について</u>	2
3.2 <u>既設工認時の説明内容に対する類型化の考え方について</u>	3
4. <u>まとめ</u>	4

1. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設、MOX 燃料加工施設の設計基準対象施設及び再処理施設、MOX 燃料加工施設の重大事故等対処施設に対する機器、配管類の耐震計算書において、効率的な説明を行うための類型化の考え方を補足説明するものである。

ここでは、第6条の要求である地震による損傷の防止（以下「第6条」という。）、第6条以外からの要求として火災、溢水、さらに重大事故等対処施設等（以下「第6条以外」という。）に対する耐震評価は膨大な物量であるため、耐震評価が必要となる全ての設備に対する類型化方法を示す。類型化に当たっては既設工認時の評価内容及び既設工認時における説明内容の変更有無に対して行う。

2. 類型化に対する検討条件について

類型化に当たっては、既設工認における評価内容を踏まえ機器、配管類に対する評価手法ごとに分類する。

2.1 既設工認における評価内容

既設工認における機器、配管類に対する耐震評価としては、基本方針である「IV-1-1-10 機器の耐震支持方針」及び「IV-1-1-11 配管類の耐震支持方針」に則り、定型式による評価、計算機プログラムによる評価、標準支持間隔による評価、多質点系はりモデルによる評価の4種類の評価を行っている。

また、耐震計算書は、JEAG4601-1987 に示す5種類の設備区分に対し、各設備の複雑な構造の模擬として固有の振動モードを表現する評価モデル及びモデル化に用いる支持条件、設備の形状に伴うパラメータ等を踏まえた算出式を設定^{*1}し、評価を行っている。

既設工認時における算出式設定の考え方を添付-1、基本方針における定型式の分類について添付-2に示す。

※1：機器の定型式は、計算書作成の基本方針に47種類、個別の耐震計算書に9種類の合計56種類に分類。

これら設工認時の評価内容に対する類型化としては、設備形状に応じた設備固有の振動モードを表現するための固有周期算出式（評価モデル及びモデル化に用いる支持条件）に対して行う。

3. 類型化検討内容

3.1 評価手法ごとの類型化に対する考え方について

3.1.1 機器の評価手法

a. 定型式による評価

定型式による評価は、2.1項に示す通り56種類の定型式により行っており、このうちBクラス設備に対する評価は、基本方針に評価方針を示した上で事業者の管理

にて実施するため、今回の類型化からはBクラス設備に用いる定型式（24種類）を除いた32種類に対して固有周期算出式（評価モデル及びモデル化に用いる支持条件）による類型化を行う。

定型式に対する類型化分類としては、固有周期算出式に用いる評価モデル（1質点系又は2質点系モデル等）、モデル化に用いる支持条件（床支持、壁支持等）が同一である設備ごとに分類することで、分類数は15分類となる。

設備分類ごとの形状及び固有周期算出式を添付-3に示す。

b. 計算機プログラムによる評価

計算機プログラムによる評価は、計算機プログラムの種別に関わらず、モデル化、荷重算出までの過程は計算機プログラム内にモデルの入力条件を設定することでっており、固有周期の算出についても全て計算機プログラム内で行っている。

計算機プログラムによる評価を行っている機器については、定型式による評価を行っている機器に対し、より詳細な評価を行うことを目的に実施していることから、分類数としては定型式による評価と同一の15分類となる。

3.1.2 配管類の評価手法

a. 標準支持間隔による評価

標準支持間隔による評価は、配管類の形状に関わらず、モデル化として全て直管部分に置き換え、直管部標準支持間隔を設定し、荷重算出後の計算についてはJEAGの計算式による評価を行っている。

標準支持間隔による評価を行っている配管類については、固有周期算出式（評価モデル及びモデル化に用いる支持条件）は全て同一であることから、分類としては1分類となる。

b. 多質点系はりモデルによる評価（弁の機能維持評価も含む）

計算機プログラムによる評価は、計算機プログラムの種別に関わらず、モデル化、荷重算出までの過程は計算機プログラム内にモデルの入力条件を設定することでっており、固有周期の算出についても全て計算機プログラム内で行っている。

計算機プログラムによる評価を行っている配管類については、標準支持間隔による評価を行っている配管類に対し、より詳細な評価を行うことを目的に実施していることから、分類数としては標準支持間隔による評価と同一の1分類となる。

3.1.3 加振試験による評価

可搬型設備については、加振試験により妥当性を示すことから、機器及び配管類とは異なる分類として1分類となる。

以上より、再処理事業所における耐震評価に対する分類数としては、機器は評価手法ごとに15分類、配管類は評価手法ごとに1分類、可搬型設備は1分類となる。

再処理事業所における耐震評価に対する類型化体系図を添付-4に示す。

これら評価内容の類型化については既設工認時に説明を行っていることから、今回の設工認申請においては、既設工認時の説明内容の変更有無に対して更なる類型化を行った上で説明対象となる設備の選定を行う。次項では説明内容に対する類型化の考え方を示す。

3.2 既設工認時の説明内容に対する類型化の考え方について

3.2.1 既設工認の説明実績を踏まえた類型化

今回の申請においては、既設工認で説明済みである内容から地震動の変更のみ行っている設備のほか、新設設備、補強等に伴い評価モデルを変更している設備、既設工認時と評価方法は同一であっても評価条件を変更している設備があるため、既設工認時の説明内容からの変更有無に対する類型化を行う。

設工認時の説明内容に対する類型化としては、既設工認時に説明した評価条件等（評価手法、評価モデル、計算式）に対する変更内容ごとに分類を行い、既設工認の説明実績の有無を踏まえると以下の4分類となる。

耐震評価設備説明分類フロー図を添付-5に示す。

<分類>

- ① 新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式のいずれかが説明実績の無い設備（該当設備：新設・補強設備で計算機プログラムによる評価を行う設備）
- ② 新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式全てが既設工認基本方針と同一の設備（該当設備：新設・補強設備で定型式による評価を行う設備）
- ③ 既設工認評価に対して評価条件等を変更した設備（該当設備：既設設備で評価条件を変更した評価を行う設備）
- ④ 既設工認評価にて説明した評価条件等と同一の設備（該当設備：既設設備で評価条件を変更していない設備）

3.2.2 分類ごとの類型化

今回の申請における説明実績を踏まえた類型化としては、①新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式のいずれかが説明実績の無い設備及び③既設工認評価に対して評価条件等を変更した設備が対象となる。

<類型化内容>

- ① 新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式のいずれかが説明実績の無い設備（新設・補強設備で計算機プログラムによる評価を行う設備）

計算機プログラムによる評価を行う設備については、3.1.1項に示した設備形状に応じた類型化を行うが、そのうち補強設備は既設工認にて説明を行った評価モデルを変更しているため、変更した補強内容ごとの類型化を行う。

- ③ 既設工認評価に対して評価条件等を変更した設備（既設設備で評価条件を変更した評価を行う設備）

評価条件を変更した設備（計算式の追加、評価モデル変更等）は、既設工認からの変更内容について類型化を行う。

なお、既設工認にて説明した評価条件等が同一である新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式全てが既設工認基本方針と同一の設備及び④既設工認評価にて説明した評価条件等と同一の設備は、評価に用いる地震動及び計算結果以外は既設工認時に説明した評価と同一であるため、耐震計算書の内容を確認いただく。

説明対象となる代表設備の選定の考え方を次項に示す。

3.2.3 代表設備の選定方法

代表設備の選定に当たっては、3.2.2項の既設工認時の説明内容の変更有無のほか、補足説明資料 耐震建物 01「耐震評価対象の網羅性、既設工認との手法の相違点の整理について」に示す影響評価等の新たに評価を実施した設備を含め、最も効率的な説明となる設備を選定する。

説明を行う代表設備の選定方法を添付－6に示す。

4. まとめ

再処理事業所の耐震評価に対する類型化としては、機器は評価手法ごとに15分類、配管類は評価手法ごとに1分類、可搬型設備1分類となる。

第1回申請設備である安全冷却水B冷却塔の分類としては、「⑬架構型設備＋①新規に設計した設備又は設計を変更した設備のうち、評価手法、評価モデル、計算式のいずれかが説明実績の無い設備」、安全冷却水B冷却塔～前処理建屋の配管については「①標準支持間隔による評価」の代表設備として説明を行う。

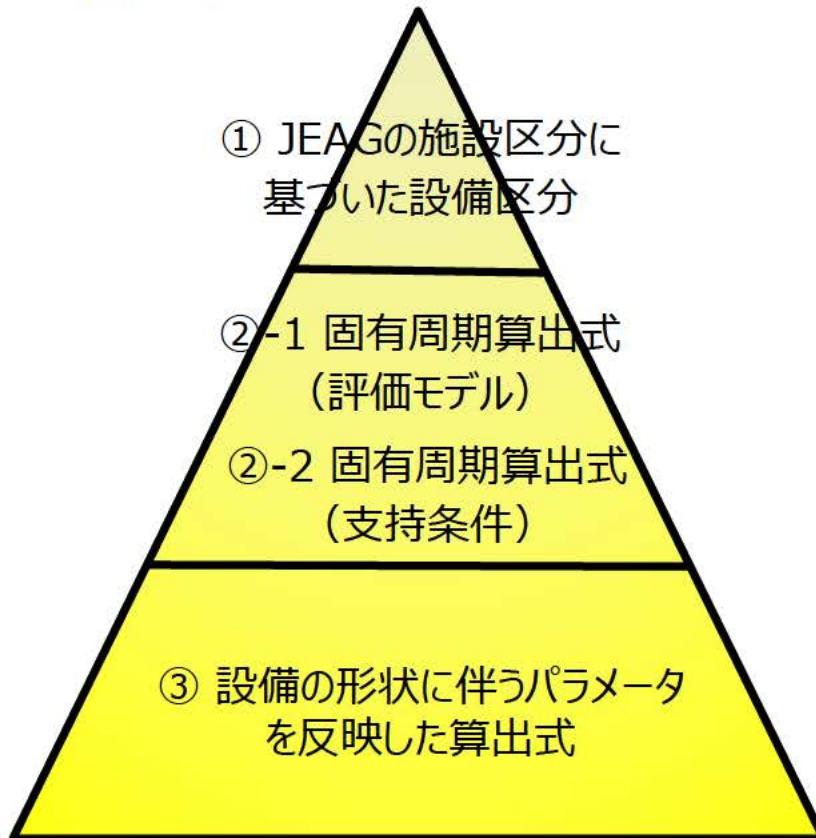
第6条以外の設備及びその他の説明を行う代表設備については、今回示した類型化の全体像を活用し後次回申請以降に説明する。

以上

■ 既設工認の耐震計算書の整理

- 既設工認の耐震計算書は，耐震機能要求からJEAG4601-1987の施設区分に基づき設定している。
- 当社における設備区分は更なる詳細化として，実形状を表現する算出式の設定を行っている。
- 以下に算出式の設定における考え方を体系図及び流れ図を用いて示す。

<詳細化体系図>



<詳細化の流れ図>

① JEAG4601-1987の許容体系による施設区分に基づいた分類としている。

実形状を表現する固有周期の算出式の設定

- ②-1 評価モデルの要素として設備固有の振動モードを表現するため，モデルの質点数の観点により分類している。
- ②-2 固有周期を算出するためのモデル化に用いる条件として，定着部における支持条件の観点により分類している。

実形状を表現する応力の算出式の設定

- ③ 設備形状の違いによる発生応力を表現するため，円筒又は角型，傾斜の有無等の形状に対するパラメータを反映した算出式の観点により分類している。
- なお，配管類についてはパラメータによる応力算出式の違いはない。

今回の類型化に当たっては固有周期算出式（②-1，②-2）の観点で行う。

基本方針における定型式の分類

添付-2

■：Bクラス設備に対する定型式

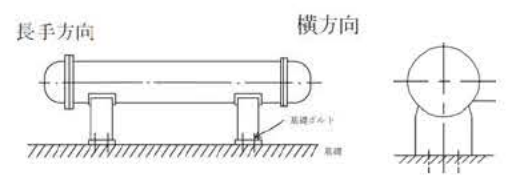
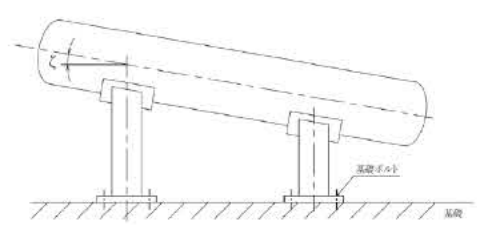
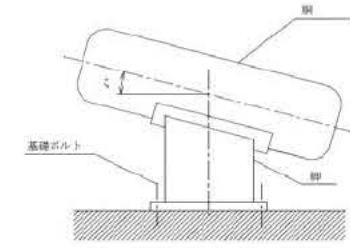
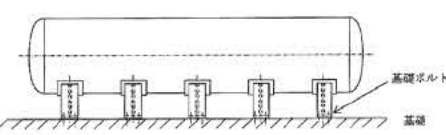

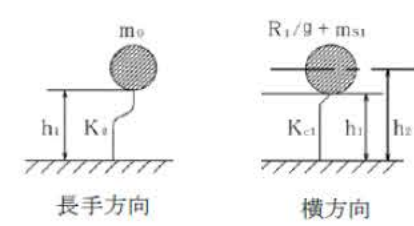
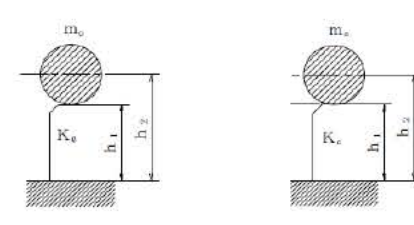
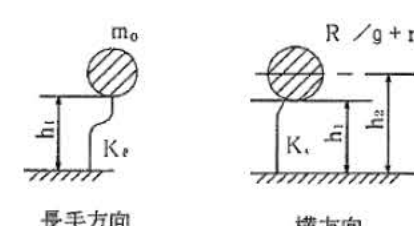
機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針		固有周期算出式による分類	
別添-1	横置一胴円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)	横置型設備
別添-2	中間支持たて置円筒形容器（4ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-3	中間支持たて置円筒形容器（4ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(9)	中間支持設備
別添-4	スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	2	スカート型設備
別添-5	スカート支持たて置円筒形容器（基本設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(2)	スカート型設備
別添-6	たて軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(8)	埋込型設備
別添-7	横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	14	剛体設備
別添-8	横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(14)	剛体設備
別添-9	天井クレーン（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(12)	搬送設備
別添-10	横置一胴円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	1	横置型設備
別添-11	平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	3	平底型設備
別添-12	中間支持たて置円筒形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-13	たて軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類As及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	8	埋込型設備
別添-14	デミスタ（2脚支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	1	横置型設備
別添-15	中間支持たて置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5	片持中間支持設備
別添-16	中間支持たて置角形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-17	中間支持たて置円筒形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(9)	中間支持設備
別添-18	中間支持たて置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(5)	片持中間支持設備
別添-19	デミスタ（1脚支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)	横置型設備
別添-20	フィルタユニット（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(3)	平底型設備
別添-21	四脚たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	6	四脚支持設備
別添-22	四脚たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(6)	四脚支持設備
別添-23	デミスタ（1脚支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	1	横置型設備
別添-24	デミスタ（2脚支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)	横置型設備
別添-25	プレート式熱交換器（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	4	プレート型設備
別添-26	フィルタユニット（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	3	平底型設備
別添-27	フィルタユニット（しゃへい体一体形、耐震設計上の重要度分類Aクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	3	平底型設備
別添-28	平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(3)	平底型設備
別添-29	上部スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(2)	スカート型設備
別添-30	中間支持たて置円筒形容器（長手方向2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5	片持中間支持設備
別添-31	中間支持たて置円筒形容器（長手方向2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(5)	片持中間支持設備
別添-32	中間支持たて置角形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(9)	中間支持設備
別添-33	環状形槽（平底たて置、耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	3	平底型設備
別添-34	環状形槽（平底たて置、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(3)	平底型設備
別添-35	円筒形パルスカラム（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-36	円筒形パルスカラム（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(9)	中間支持設備
別添-37	充てん塔（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-38	ミキサ・セトラ（耐震設計上の重要度分類A s 及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	13	架構型設備
別添-39	ミキサ・セトラ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(13)	架構型設備

機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針		固有周期算出式による分類	
別添-40	グローブボックス等（耐震設計上の重要度分類A及びBクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	13	架橋型設備
別添-41	バッファチューブ（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-42	バッファチューブ（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	（9）	中間支持設備
別添-43	バッファチューブ（小口径タイプ、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	9	中間支持設備
別添-44	バッファチューブ（小口径タイプ、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	（9）	中間支持設備
別添-45	溶媒フィルタ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	（11）	上下支持設備
別添-46	フィルタユニット（しゃへい体一体形、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	（3）	平底型設備
別添-47	中間支持横置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	（5）	片持中間支持設備

個別の耐震計算書に定型式を示している設備		固有周期算出式による分類	
横置円筒形容器（3脚以上支持）		1	横置型設備
中間支持たて置円筒形容器（フランジ固定）		3	平底型設備
ディーゼル機関・発電機		3	平底型設備
矩形電気計装設備		15	矩形型設備
躯体付構造設備		11	上下支持設備
燃料仮置きラック		11	上下支持設備
昇降装置		10	昇降設備
固定式クレーン		7	片持搬送設備
クレーン・台車類		12	搬送設備

注) 分類番号を括弧で記載するものは、事業者管理として評価を行う設備であるため、参考として分類を記載する。

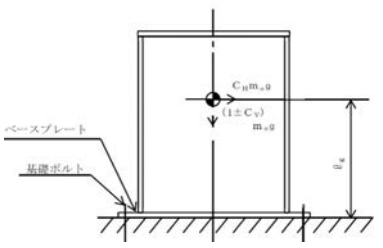
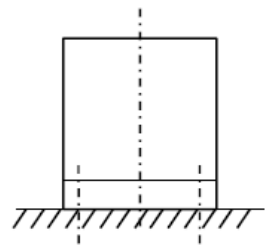
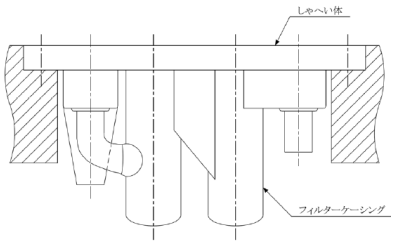
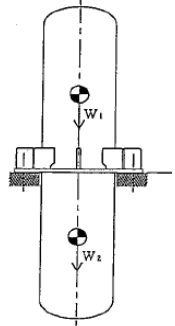
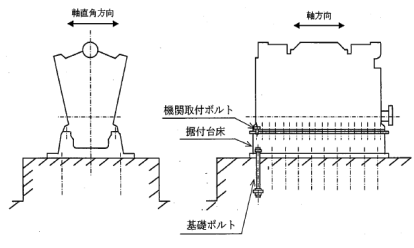
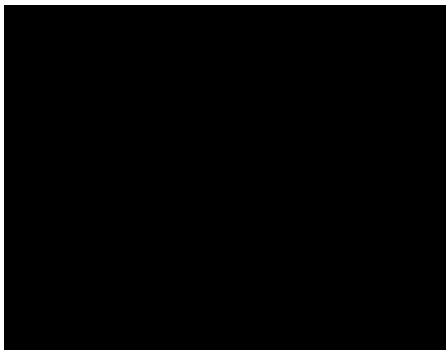
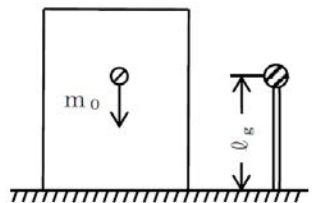
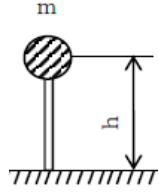
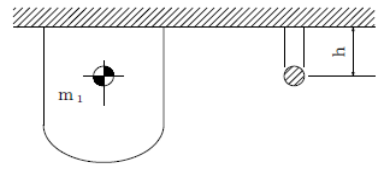
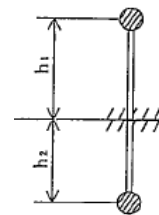
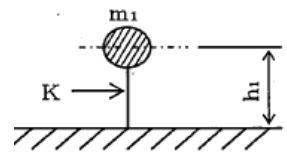
①横置型設備

項目	別添-(1), 10 横置一胴円筒容器	別添-14, (24) デミスタ (2脚支持)	別添-(19), 23 デミスタ (1脚支持)	個別の耐震計算書 横置円筒容器 (3脚以上支持)
構造図				
固有周期算出式 (評価モデル)			 <p data-bbox="1454 882 1958 1029" style="border: 1px solid green; padding: 5px;">1脚支持の場合は、胴部にたわみが生じることから、胴部の変形を考慮する必要がある。このため、脚の変形と胴部の変形を分けて算出している。</p>	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>脚の曲げ及びせん断変形を考慮した固有周期計算式</p> <p>長手方向の固有周期 ばね定数は</p> $K_t = \frac{1}{\frac{h_1^3}{12E_s I_y} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_t}}$ <p>横方向の固有周期 ばね定数は</p> $K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2-h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2-h_1)h_1(h_2-h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s2}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R/g + m_s}{10^3 K_c}}$	<p>長手方向 ばね定数は、</p> $K_t = \frac{1}{\frac{h_1^3}{12E_s I_y} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_t}}$ <p>横方向 ばね定数は、</p> $K_{c1} = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2-h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2-h_1)h_1(h_2-h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s2}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R/g + m_{s1}}{10^3 K_{c1}}}$	<p>長手方向 ばね定数は</p> <p>①脚の変形</p> $K_{t1} = \frac{1}{\frac{h_1^3}{12E_s I_y} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_{t1}}}$ <p>横方向 ばね定数は</p> <p>②胴部の変形</p> $K_{c1} = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2-h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2-h_1)h_1(h_2-h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s2}}}$ <p>固有周期は</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_{c1}}}$	<p>長手方向 ばね定数は、</p> $K_t = \frac{5}{\frac{h_1^3}{12E_s I_y} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_t}}$ <p>横方向 ばね定数は、</p> $K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2-h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2-h_1)h_1(h_2-h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s2}}}$ <p>固有周期は、</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R/g + m_s}{10^3 K_c}}$

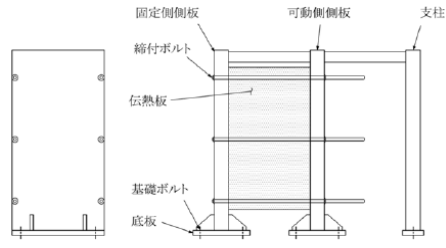
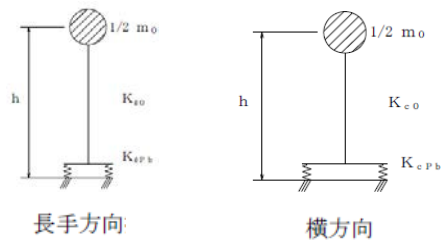
②スカート型設備

項目	別添-4, (5) スカート支持たて置円筒形容器
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>ばね定数Kは</p> $K = \frac{1}{\frac{l^3}{3EI} + \frac{1}{3E_s I_s} (3l^2 l_s + 3l l_s^2 + l_s^3) + \frac{l}{GA_e} + \frac{l_s}{G_s A_{s,e}}}$ <p>固有周期は</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K}}$

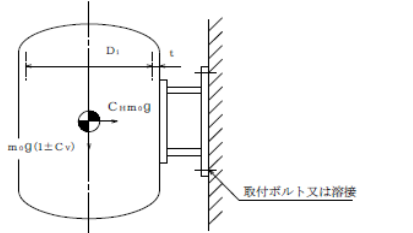
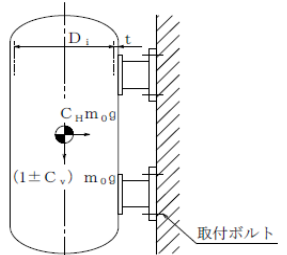
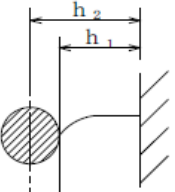
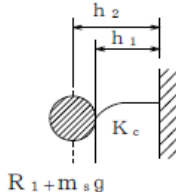
③平底型設備

項目	別添-11, (28) 平底たて置円筒形容器	別添-(20), 26 フィルタユニット	別添-27, (46) フィルタユニット (しゃへい体一体形)	個別の耐震計算書 中間支持たて置円筒形容器 (フランジ固定)	個別の耐震計算書 ディーゼル機関・発電機	別添-33, (34) 環状形槽 (平底たて置)
構造図						
固有周期算出式 (評価モデル)						
固有周期算出式 (支持条件)	<p>ばね定数Kは</p> $K = \frac{1}{\frac{l_g^3}{3EI} + \frac{l_g}{GA_s}}$ <p>固有周期は</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K}}$	<p>ばね定数Kは</p> $K = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{GA_s}}$ <p>固有周期Tは</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{10^3 K}}$	<p>ばね定数Kは</p> $K = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{GA_s}}$ <p>固有周期Tは</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{10^3 K}}$	<p>モデル図が他と異なるように見えるが、上下それぞれに対する計算を実施している。</p> <p>曲げ及びせん断変形によるばね定数K₁</p> $K_1 = \frac{1}{\left(\frac{h_1^3}{3EI} + \frac{h_1}{GA_s}\right)}$ <p>固有周期は</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{W_1}{K_1 g}}$	<p>ばね定数Kは</p> $K = \frac{1}{\frac{h_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_1}{G \cdot A_s}}$ <p>固有周期は</p> $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{K \cdot 1000}}$	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>

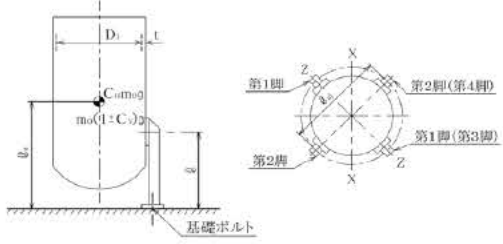
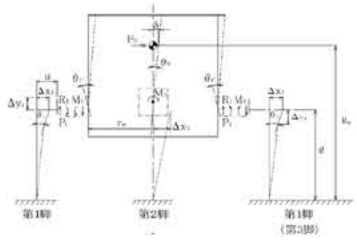
④プレート型設備

項目	別添-25 プレート式熱交換器		
構造図			
固有周期算出式 (評価モデル)			
固有周期算出式 (支持条件)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> <p>長手方向</p> <p>ばね定数</p> $K_f = \frac{1}{\frac{1}{K_{f0}} + \frac{1}{K_{fPB}}}$ $K_{f0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_y} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_f}}$ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> <p>横方向</p> <p>ばね定数</p> $K_c = \frac{1}{\frac{1}{K_{c0}} + \frac{1}{K_{cPB}}}$ $K_{c0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_x} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_c}}$ </td> </tr> </table>	<p>長手方向</p> <p>ばね定数</p> $K_f = \frac{1}{\frac{1}{K_{f0}} + \frac{1}{K_{fPB}}}$ $K_{f0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_y} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_f}}$	<p>横方向</p> <p>ばね定数</p> $K_c = \frac{1}{\frac{1}{K_{c0}} + \frac{1}{K_{cPB}}}$ $K_{c0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_x} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_c}}$
<p>長手方向</p> <p>ばね定数</p> $K_f = \frac{1}{\frac{1}{K_{f0}} + \frac{1}{K_{fPB}}}$ $K_{f0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_y} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_f}}$	<p>横方向</p> <p>ばね定数</p> $K_c = \frac{1}{\frac{1}{K_{c0}} + \frac{1}{K_{cPB}}}$ $K_{c0} = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI_x} + \frac{h}{GA_e}}$ <p>固有周期は</p> $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \times 2K_c}}$		

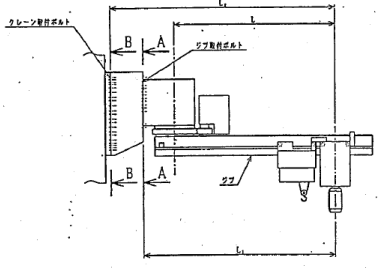
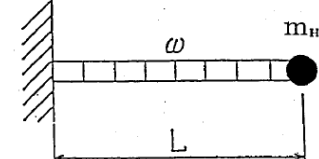
⑤片持中間支持設備

項目	別添-15, (18) 中間支持たて置円筒形容器 (1ラグ支持)	別添-30, (31) 中間支持たて置円筒形容器 (長手方向2ラグ支持)
構造図		
固有周期算出式 (評価モデル)		
固有周期算出式 (支持条件)	<p>ばね定数は</p> $K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2 - h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2 - h_1)h_1(h_2 - h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 K_c}}$	<p>ばね定数は</p> $K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2 - h_1)}{6E_s I_x} + \frac{(h_2 - h_1)h_1(h_2 - h_1/2)}{E_s I_x} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}}$ <p>固有周期は,</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{R_1/(C_H g) + m_s}{10^3 K_c}}$

⑥四脚支持設備

項目	別添-21, (22) 四脚たて置円筒形容器
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>胴重心の変位量δ、ばね定数K及び固有周期Tは</p> $\delta = \Delta_{x1} + \Delta_{r1} + (\ell_g - \ell)\theta_0 + \frac{(\ell_g - \ell)^3}{3EI}F_0 + \frac{(\ell_g - \ell)}{GA_e}F_0$ $K = \frac{F_0}{\delta}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{10^3K}}$

⑦片持搬送設備

項目	個別の耐震計算書 固定式クレーン
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>水平方向</p> $T_H = 2\pi \sqrt{\frac{L^3 \cdot (8m_H + 3\omega \cdot L)}{24 E \cdot I_Y \cdot 10^3}}$ <p>鉛直方向</p> $T_V = 2\pi \sqrt{\frac{L^3 \cdot \{8(m_H + W_F/g) + 3\omega \cdot L\}}{24 E \cdot I_X \cdot 10^3}}$

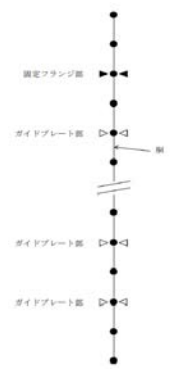
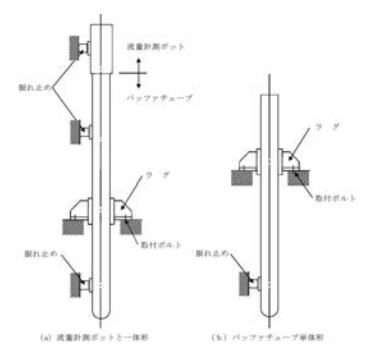
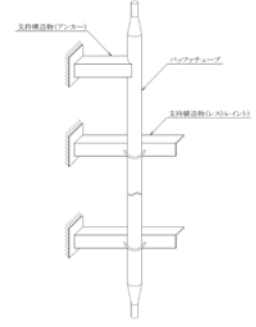
⑧埋込型設備

項目	別添-(6), 13 たて軸ポンプ
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>(1) 計算モデル(1)の固有周期</p> $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_5}{10^3} \left(\frac{L^3}{48E_5I_5} + \frac{L}{4A_{s5}G_5} \right)}$ <p>(2) 計算モデル(2), (3), (4)の固有周期</p> $T_i = 2\pi \sqrt{\frac{m_i}{10^3} \left(\frac{h_i^3}{3E_iI_i} + \frac{h_i}{A_{s,i}G_i} \right)} \quad (i=5, 6, 7)$ <p>(3) 計算モデル(5)の固有周期</p> <p>a. 上部</p> $T_5 = 2\pi \sqrt{\frac{m_5}{10^3} \left(\frac{h_5^3}{3E_5I_5} + \frac{h_5}{A_{s5}G_5} \right)}$ <p>b. 下部</p> $T_6 = 2\pi \sqrt{\frac{(m_6 + m_7)}{10^3} \left(\frac{\frac{h_6^3}{3E_6I_6} + \frac{h_6}{A_{s6}G_6}}{\frac{h_6^3}{3E_6I_6} + \frac{h_6}{A_{s6}G_6} + \frac{\frac{h_7^3}{3E_7I_7} + \frac{h_7}{A_{s7}G_7}}{\frac{h_6^3}{3E_6I_6} + \frac{h_6}{A_{s6}G_6}}} \right)}$ <p>(4) 計算モデル(6)の固有周期</p> <p>a. 上部</p> $T_5 = 2\pi \sqrt{\frac{m_5}{10^3} \left(\frac{h_5^3}{3E_5I_5} + \frac{h_5}{A_{s5}G_5} \right)}$ <p>b. 下部</p> $T_6 = 2\pi \sqrt{\frac{m_6}{10^3} \frac{1}{K}}$ <p>ここで、</p> $\frac{1}{K} = \frac{h_6^3}{3E_6I_6} + \frac{h_6}{A_{s6}G_6} + \frac{\left[\frac{h_6}{A_{s6}G_6} + \frac{h_7^2(3H-h_7)}{6E_7I_7} \right]^2}{\frac{H^3}{3E_6I_6} + \frac{H}{A_{s6}G_6}}$ <p>i=5: 据付面上部 i=6: 据付面下部 (内部ケーシング) i=7: 据付面下部 (外部ケーシング)</p> <p>ここで、h_5, h_7 は据付面より下部の全体重心高さとする。($h_6 = h_7$)</p>

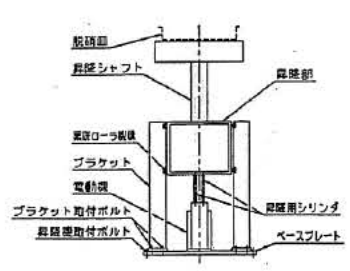
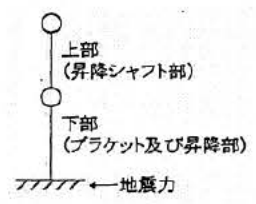
⑨中間支持設備

項目	別添-2, (3) 中間支持たて置円筒形容器 (4ラグ支持)	別添-12, (17) 中間支持たて置円筒形容器 (2ラグ支持)	別添-16, (32) 中間支持たて置角形容器 (2ラグ支持)	別添-35, (36) 円筒形パルスカラム
構造図				
固有周期算出式 (評価モデル)				
固有周期算出式 (支持条件)	<p>振動系の角速度は</p> $10^{-6} \times m_1 m_2 (\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}) \omega^4 - 10^{-3} (\delta_{11} m_1 + \delta_{22} m_2) \omega^2 + 1 = 0$ <p>固有周期は</p> $T = \frac{2\pi}{\omega}$	<p>振動系の角速度は</p> $10^{-6} \times m_1 m_2 (\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}) \omega^4 - 10^{-3} (\delta_{11} m_1 + \delta_{22} m_2) \omega^2 + 1 = 0$ <p>固有周期は</p> $T = \frac{2\pi}{\omega}$	<p>振動系の角速度は</p> $\frac{m_1 m_2}{10^6} (\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}) \omega^4 - \frac{1}{10^3} (\delta_{11} m_1 + \delta_{22} m_2) \omega^2 + 1 = 0$ <p>固有周期は</p> $T = \frac{2\pi}{\omega}$	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>

⑨中間支持設備

項目	別添-37 充てん搭	別添-41, (42) パuffersチューブ (2ラグ支持)	別添-43, (44) パuffersチューブ (小口径タイプ)
構造図			
固有周期算出式 (評価モデル)			
固有周期算出式 (支持条件)	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>

⑩昇降設備

項目	個別の耐震計算書 昇降装置
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>上部、下部のバネ定数は機器評価部材の断面形状より算出するものとする。</p> <p>固有振動数 ω は</p> $\omega^2 = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{k_1 + k_2}{m_1} + \frac{k_2}{m_2} \right) \pm \sqrt{\left(\frac{k_1 + k_2}{m_1} + \frac{k_2}{m_2} \right)^2 - \frac{4k_1k_2}{m_1m_2}} \right\}$ <p>固有周期 T は</p> $T = 2\pi / \omega$


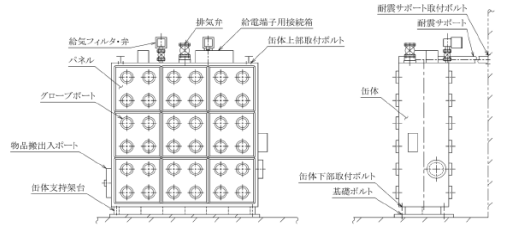
⑩上下支持設備

項目	個別の耐震計算書 躯体付構造設備	個別の耐震計算書 燃料仮置きラック
構造図		
固有周期算出式 (評価モデル)	<p>X方向</p> <p>Y方向</p>	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>X方向</p> $T_1 = \frac{2\pi h^2}{\lambda^2} \sqrt{\frac{m_1 / 1000}{E \cdot h \cdot I_1}}$ <p>Y方向</p> $T_2 = \frac{2\pi h^2}{\lambda^2} \sqrt{\frac{m_2 / 1000}{E \cdot h \cdot I_2}}$	<p>固有振動数</p> $f_i = \frac{\lambda_i}{2\pi \cdot \ell_i^2} \sqrt{\frac{E \cdot I_i}{m_i}} \text{ より,}$ <p>固有周期は</p> $T = \frac{2\pi \ell_i^2}{\lambda_i} \sqrt{\frac{m_i}{E \cdot I_i}}$

⑫搬送設備

項目	個別の耐震計算書 クレーン・台車類
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	<p>3.1.3.1 走行方向 1本のガーダ中央に、トロリの重量の半分の集中荷重として作用する単純支持ばり と仮定して計算する。</p> <p>3.1.3.2 横行方向 1本のガーダ中央に、トロリの重量の半分のばねで支持されていると仮定し て計算する。</p>
固有周期算出式 (支持条件)	<p>走行方向</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l^3 (W_t + W_c)}{96 E I_y g}}$ <p>横行方向</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l (3W_t + 2W_c)}{24 A E g}}$

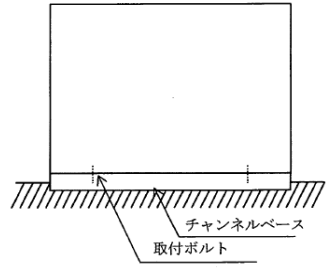
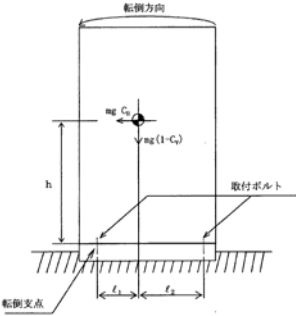
⑬ 架構型設備

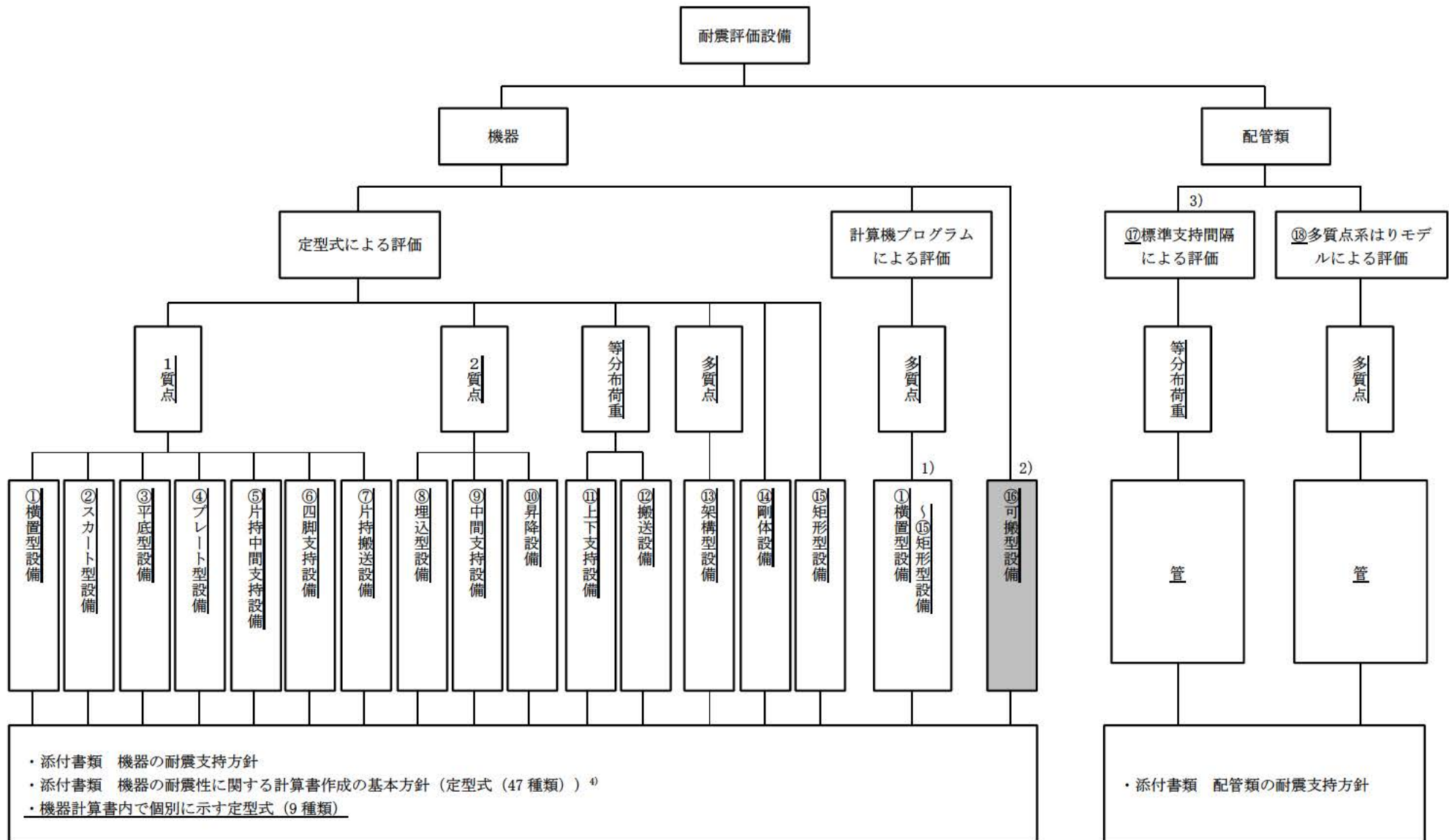
項目	別添-38, (39) ミキサ・セトラ	別添-40 グローブボックス等
構造図		
固有周期算出式 (評価モデル)		
固有周期算出式 (支持条件)	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>	<p>・固有周期は計算機プログラムにより算出している。</p> <p>(注) 本設備の応力算出は、固有周期算出モデルを用いた地震応答解析により求めた荷重を、定型式で計算することで算出している。</p>

⑭剛体設備

項目	別添-7, (8) 横軸ポンプ
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>横軸ポンプは構造的に一個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ下面が基礎ボルトにて固定されている。</p> <p>したがって、全体的に一つの剛体とみなせるため、固有周期は十分に小さく、計算は省略する。</p>

⑬ 矩形型設備

項目	個別の耐震計算書 矩形電気計装設備
構造図	
固有周期算出式 (評価モデル)	
固有周期算出式 (支持条件)	<p>固有周期は加振試験又は機械的衝撃による自由振動試験により求める。</p>



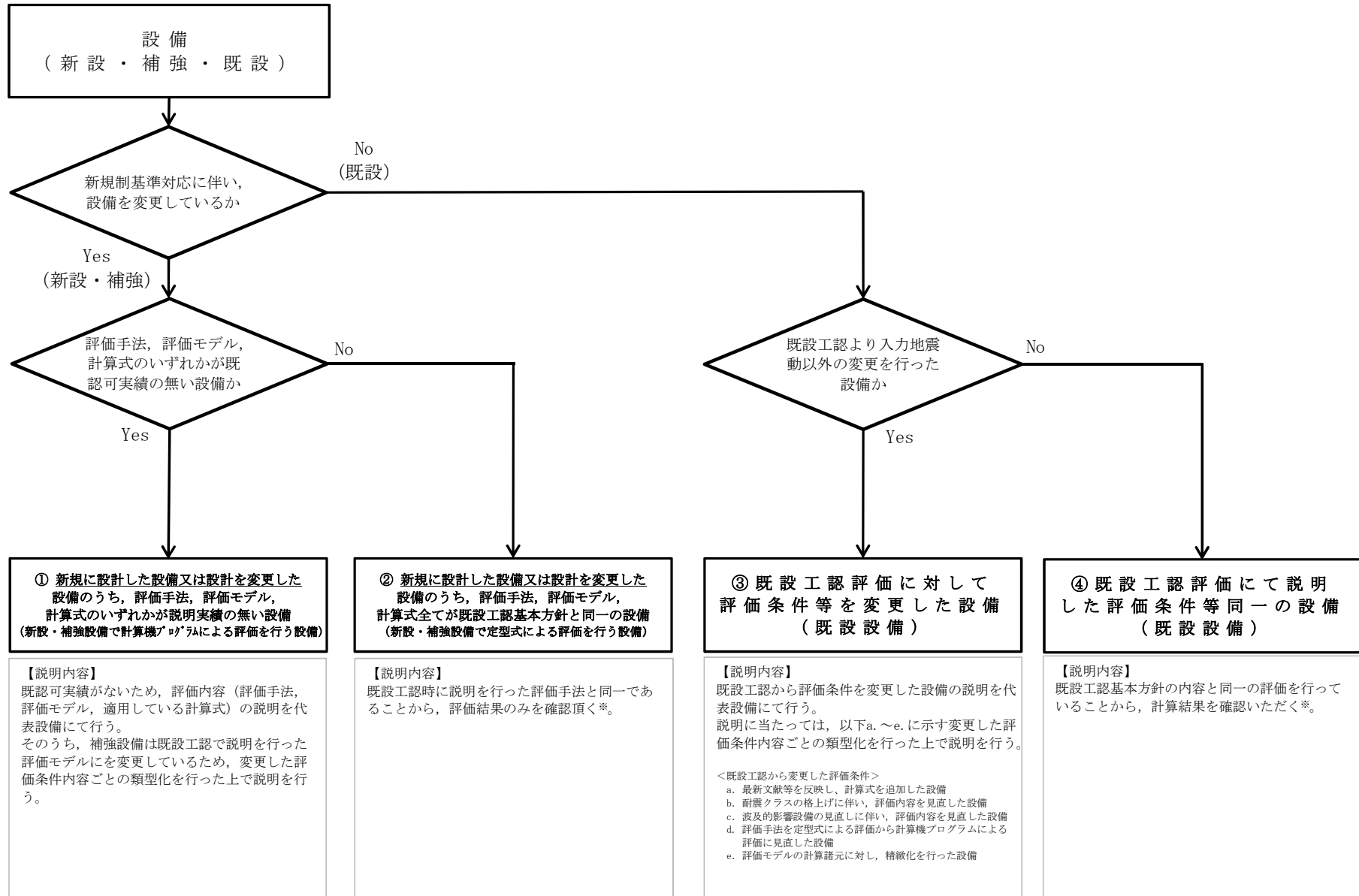
注記 1)： 計算機プログラムによる評価は、定型式による評価を行う設備に対しより詳細な評価を行うことを目的に実施しているため、分類としては定型式による評価の分類に含まれる。

注記 2)： 可搬型設備は、固有周期による評価を行わない設備であるため、固有周期算出式により区別できない設備の一つとして分類する。

注記 3)： 標準支持間隔による評価を行っている設備は配管及びダクトであり、固有周期算出式が全て同一であるため一つの分類とする。

注記 4)： 47種類の内、Bクラス設備に対する24種類の定型式は、事業者管理の評価にて使用するため、類型化から除外する。

耐震評価設備説明分類フロー



*①及び③から選定した説明対象となる設備に対して、類型化を行った上で説明する。

サンプル

今回設工認における主な説明項目（機器・配管類）
（青枠は第1回申請における説明範囲を示す。）

【注記】
 ※1：本表の設備に対する説明は類型化を活用した上で行うため、補足説明資料「附属機電07 機器・配管類」に対する分類の考え方においてその考え方を示す。
 ※2：評価内容及び変更点については設備ごとに解析モデルの変更、評価手法の変更、計算精度の精緻化等、変更内容が多様であることから、代表として説明する内容については添付-6-3-1～添付-6-3-3にて示す。
 ※3：本表における設備名称については、既設工認申請にて記載している、第6条要求の設備を対象として記載しており、第6条要求以外の設備（弁類含む）については後次回申請以降で示す。
 ※4：ダクト等については支持方法が配管と同様であるため、評価手法としては配管と同じ標準支持間隔法を採用した評価を行っている。そのため、本表においては、配管とダクトに対する標準支持間隔を統合し、共通的な設備名称として配管標準支持間隔と示している。
 ※5：本表における説明事項の詳細は添付-6-1にて示す。
 ※6：説明範囲については第1回申請範囲までを示しており、後次回以降の範囲は随時説明する。

【凡例】
 ★：ヒアリングにおいて説明すべき項目（再処理事業所全体に共通する事項） ※ヒアリングで説明を行う申請回数。
 ☆：ヒアリングにおいて説明すべき項目（再処理事業所全体に共通する事項） ※先の申請回数において説明済のため、資料提出のみを予定。
 ●：ヒアリングにおいて説明すべき項目（各機器・配管系それぞれについて個別に説明すべき事項） ※ヒアリングで説明を行う代表説明設備。
 ○：ヒアリングにおいて説明すべき項目（各機器・配管系それぞれについて個別に説明すべき事項） ※代表説明設備で全体の考え方を示しているため、資料提出のみを予定。
 -：該当なし

申請回数	施設区分	主な説明事項 ^{※1}		(1)事業許可との整合性に関する説明事項			(2)既設工認からの変更点に係る説明事項	(3)新規制基準における追加要求事項に係る説明事項	(4)その他先行発電炉の審査実績を踏まえた説明事項等																				
		設備名称 ^{※3,※4}	補足説明資料	一関東の地震動	重大事故評価に対する許容限界	可搬型SA	設備の評価内容及び変更点	水平2方向に対する影響評価	船首方向の動的地震力考慮による設備の浮き上がり等の影響	動的地震力のSRSS組合せ	下位クラス施設の影響	Sd評価結果の記載方法	附属機電の固有周期算出	配管支持構造物の剛性確認方法	配管設計における考慮事項	配管の評価手法	材料特性のばらつき	動的機能維持評価手法の適用	最新知見として得られた減速定数の適用	隣接建屋影響確認	動的機能維持に対する評価内容	電気設備維持に適用する水平方向地震力	等価繰返し回数	屋内設備のアンカー定着部	機電設備の耐震計算書作成	定置式への最新知見の反映	液化化に対する影響確認		
第1回申請	再処理施設	安全冷却水B冷却塔	屋外	★	-	-	※2	● ^{※6}	● ^{※6}	★	★	★	● ^{※6}	-	-	-	★	● ^{※6}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第2回以降	再処理施設	重油クA-1,2,B-1,2	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	☆	当該範囲については、後次回申請にて示す。	※2	当該範囲については、後次回申請にて示す。	☆	☆	当該範囲については、後次回申請にて示す。	☆	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
第2回以降	再処理施設	洗浄廃液受槽	前処理建屋																										
第2回以降	再処理施設	中間*ヶA,B1771分離*ヶ	前処理建屋																										
第2回以降	再処理施設	計測制御用空気貯槽	前処理建屋																										
第2回以降	再処理施設	抽出塔17714*ヶ/A分離*ヶ	分離建屋																										
第2回以降	再処理施設	第1洗浄塔17714*ヶ/A分離*ヶ	分離建屋																										
第2回以降	再処理施設	第2洗浄塔17714*ヶ/A分離*ヶ	分離建屋																										
第2回以降	再処理施設	TBP洗浄塔17714*ヶ/B7ミタ	分離建屋																										

- ①既設工認の評価実績からの類型化として、評価手法ごとに分類。
- ②評価手法ごとに分類したうえで、既設工認の説明実績の内容から設備状況（新設・補強設備）及び評価条件等の変更を踏まえた類型化として分類。

サンプル

類型化における設備分類表（再処理施設）

※1：再処理事業所のうち、再処理施設の設備について示す。
 ※2：本表における設備名称については、既設工認申請にて記載している、第6条要求の設備を対象として記載している。

【分類】①評価対象	①	②		再設設備	補強設備	既設設備
		再設設備	補強設備			
番号	施設区分	設置場所	設備名称	設工認申請 第1回申請	分類申請状況 後次回以降申請	当該範囲については、後次回申請にて示す。
1	再処理施設	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	重油クA-1,2,B-1,2			当該範囲については、後次回申請にて示す。
2	再処理施設	前処理建屋	洗浄廃液受槽			
3	再処理施設	前処理建屋	中間*ヶA,B1771分離*ヶ			
19	再処理施設	前処理建屋	計測制御用空気貯槽			
20	再処理施設	分離建屋	抽出塔17714*ヶ/A分離*ヶ			
			第1洗浄塔17714*ヶ/A分離*ヶ			

<ポイント1>
 「(2) 既設工認からの変更点に係る説明事項」については、設工認における評価内容及び説明実績から評価条件の変更等を踏まえ類型化を実施（左記枠内の①、②参照）。

<ポイント2>
 今回の設工認における主な説明項目である(1), (3), (4)の説明事項を踏まえ、ポイント1を活用した代表設備の選定。