

設工認申請における機器・配管系の耐震評価の説明物量について

1. はじめに

設工認申請における耐震評価の説明としては、既認可実績、耐震評価の特性を踏まえた説明を行うため、各設備の状況に応じた説明物量の算定を行う。

なお、物量の算定にあたっては、設計基準の耐震評価対象数の他、重大事故対処施設に対する（1.2Ss）評価を含める。

2. 各設備の状況

各設備の状況は以下に分類される。

- (1) 新設設備
- (2) 改造設備
- (3) 評価を追加・変更した設備（改造の必要がない設備）

評価を追加・変更した設備については、さらに以下へ分類される。

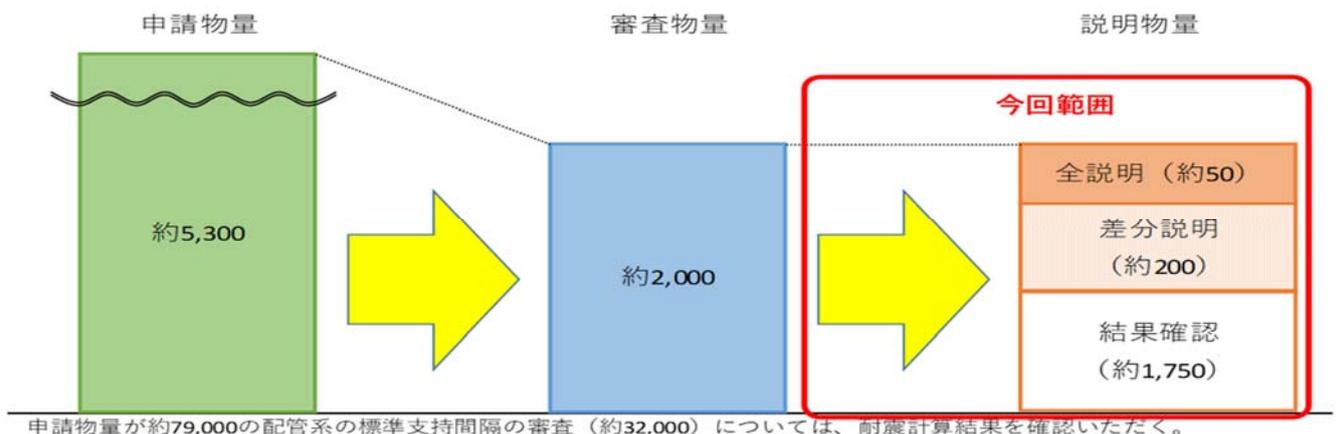
- ①既認可時より耐震評価内容の変更、評価手法の変更、モデルの変更を行った設備（以下「既認可時の評価条件から変更を行った設備」という。）
- ②既認可時と同様の評価条件として、設工認本文記載の内容等に影響を与えない範囲での耐震設計上の保守性を除外した評価を行っている設備（以下「既認可時と同様の評価条件の設備」という。）

3. 対象物量及び説明方法

上記2. 項の（1）、（2）および（3）①に該当する設備は、既認可審査実績が無い設備であるため、新たに審査いただく設備となる。これらは全設備に対する説明を行う。

新たに審査いただく設備については、設備の分類を行った上で代表設備に対する一通りの説明、代表以外の設備は代表設備からの差分の説明を行う。

上記2. 項の（3）②に該当する設備については、既認可と同様の条件で評価を行っていることから、全設備の計算結果を確認いただく。



4. 説明内容、説明モデル対象物量（添付－1 参照）

▶ 新たに審査いただく設備

< 代表設備：対象設備数 25 設備 >

- ・代表設備については、評価手法、形状分類ごとの代表設備に対して、評価モデル、設備固有の振動モードを表現するための拘束条件、応力算出式の設定に対して一通りの説明を行う。
- ・機器の JEAG を基に作成した定型式による評価（以下「定型式による評価」という。）及び配管系の標準支持間隔による評価を行っている 9 分類（7 分類(a) + 2 分類(d)） については、分類内における評価条件の設定方法が全て同一であるため、それぞれ裕度が小さい設備を代表とし合計 9 設備に説明を行う。
- ・計算機プログラムを用いた評価を行っている設備は、設備ごとの形状は異なるが、設備のモデル化、荷重算出まで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行っており、これは計算機プログラムの種別によらず、計算機プログラムを用いる設備の評価プロセスは同様となっている。
- ・これら計算機プログラムを用いた耐震評価における妥当性確認方法としては、モデルの複雑さによらず、全設備に対してチェックシートを用い入力データから出力データまで一貫した確認を行っているため、代表設備に対する評価プロセスを説明することで網羅的な説明は可能である。
- ・ただし、応力算出までの評価式は設備形状や拘束条件に応じた応力算出式を設定しているため、応力算出式ごとの分類を行った 16 分類（6 分類(b) + 10 分類(e)） において、裕度が小さい設備を代表とし合計 16 設備に説明を行う。

< 代表以外の設備：対象設備数 957 設備 >

- ・定型式による評価を行っている設備は、代表設備との差分の説明として、類型化を行った分類ごとのパラメータ式等の違いについて 11 設備（8 分類(f) + 3 分類(h)） に説明を行う。
- ・それ以外の 773 設備（203 設備(j) + 570 設備(k)） は、入力条件、計算結果について確認いただく。
- ・計算式による評価を行っている設備は、代表設備との差分の説明として、モデル化の妥当性、設備固有の振動モードを表現するための拘束条件の違いについて 173 設備（42 設備(g) + 131 設備(i)） に説明を行う。

▶ 改造設備（対象設備数 31 設備）

- ・改造設備については、既認可時からの変更部分として、改造部材の追加等に伴う評価モデル、拘束条件、応力算出式の変更部分を 改造設備全 31 設備(c) に対して説明を行う。

▶ 既認可時と同様の評価条件の設備（対象設備数 1023 設備）

- ・評価を追加・変更した設備のうち②既認可時と同様の評価条件にて評価を行っている 1023 設備（782 設備(1) + 241 設備(m)） は、計算結果について確認いただく。

5. 耐震強度評価以外の評価

- ・耐震強度評価以外の評価としては、水平 2 方向に対する影響評価、動的機能維持評価が該当し、説明数量は約 200 設備となるが、これらは強度評価と共通のモデルを使用しているため、強度評価と合わせて説明を行う。
- ・可搬型設備は加振試験との加速度比較について、約 320 種類の結果を示す。

－ 以 上 －

各設備に対する説明分類表

- 各設備に対する説明方法としては、A. 分類ごとの代表設備に対して一通りの説明を行う、B. 代表設備との差分の説明を行う、C. 計算結果のみ確認いただく3つとなる。
- 既認可時より変更を行っている「新設設備」、「改造設備」、「評価を追加・変更とした設備」のうち、「既認可時より評価内容、評価手法、モデルの変更を行った設備」については説明を行い、「既認可同等として本文記載値に影響ない範囲で評価を行った設備」については計算結果のみ確認いただく。
- A～Cに該当するモデル数を下表に示す。

凡例

「新設設備」、「改造設備」、「既認可時より評価内容、評価手法、モデルの変更を行った設備」の示し方 : ● (一通りの説明を行う評価数
(差分の説明を行う評価数))
 「既認可同等として本文記載値に影響ない範囲で評価を行った設備」の示し方 : ● (計算結果を確認いただく評価数)

設備	分類番号	評価分類名 (参考ー1、2)	(1)新設設備		(2)改造設備		(3)評価を追加・変更とした設備			
			定型式	計算機プログラム	定型式	計算機プログラム	①既認可時より評価内容、評価手法、モデルの変更を行った設備		②既認可同等として本文記載値に影響ない範囲で評価を行った設備	
							定型式	計算機プログラム	定型式	計算機プログラム
機器	1	スカート型設備	● 1(0)(8)	—	—	—	● (9)	● 1(0)	● (32)	—
	2	横置き設備	● 1(3)(6)	● 1(3)	—	—	● (62)	● (4)	● (102)	—
	3	平底円筒型設備	● 1(0)(0)	—	—	—	● (11)	—	● (8)	—
	4	平底環状型設備	—	—	—	—	—	● 1(3)	—	● (22)
	5	横形ポンプ等	—	—	—	—	● 1(1)(113)	—	● (67)	● (6)
	6	盤、フィルタ	● 1(2)(187)	● 1(17)	—	—	● (145)	● (10)	● (282)	● (6)
	7	矩形構造の 架構設備	—	● 1(4) 1(3)	—	● 20	—	● 1(32)	—	● (59)
	8	筒類	—	—	—	● 1	—	● 1(0)	—	—
	9	縦型設備	● 1(3)(2)	● 1(15)	—	—	● (11)	● (17)	● (89)	● (5)
	10	中間支持縦型設備	● 1(0)(0)	—	—	—	● (2)(195)	● 1(11)	● (177)	● (15)
	11	壁支持クレーン	—	—	—	—	—	—	● (1)	—
	12	縦長設備	—	—	—	—	—	● 1(6)	—	● (33)
	13	立形ポンプ	—	—	—	—	● 1(0)(24)	—	● (9)	—
	14	支持部円環型設備	—	—	—	—	—	—	● (4)	● (10)
	15	ラック	—	—	—	—	—	—	● (1)	● (1)
	16	平板型設備	—	—	—	—	—	—	—	● (3)
	17	躯体付構造設備	—	● 1(0)	—	● 1	—	● 1(2)	● (5)	● (14)
	18	昇降設備	—	—	—	—	—	—	● (1)	● (7)
	19	クレーン、台車類	—	—	—	● 9	—	● 1(1) 1(0)	● (4)	● (20)
配管系	1	標準支持間隔 による評価	※	—	※	—	※	—	※	—
	2	多質点系はりモデル による評価	—	—	—	—	—	● 1(45)	—	● (40)
説明する モデル数	A	(a) 7	(b) 6	—	(c) 31	(d) 2	(e) 10	—	—	56
	B	(f) 8	(g) 42	—	—	(h) 3	(i) 131	—	—	184
	C	(j) 203	—	—	—	(k) 570	—	(l) 782	(m) 241	1796

注) 本表の数値は、今後変更となる場合がある

<説明内容、説明モデル対象物量>

新たに審査いただく設備のうち代表設備(25設備) : (a) 7 + (d) 2 + (b) 6 + (e) 10

新たに審査いただく設備のうち代表以外の設備(957設備) : (f) 8 + (h) 3 + (j) 203 + (k) 570 + (g) 42 + (i) 131

改造設備(31設備) : (c) 31

既認可時と同様の評価条件の設備(1023設備) : (l) 782 + (m) 241

※ 標準支持間隔による評価については総数約32,000モデルであるが、標準支持間隔表は、今後配管施工するための設計方針であり、実配管の施工状況は使用前検査にて確認している。
 よって、設工認における評価内容としては、新設、改造、評価を追加・変更とした設備全てに同一の評価を行っているため、新設の代表1モデルに対して一通りの説明を行い、その他の標準支持間隔評価による評価をする配管については、耐震結果のみ確認いただく。

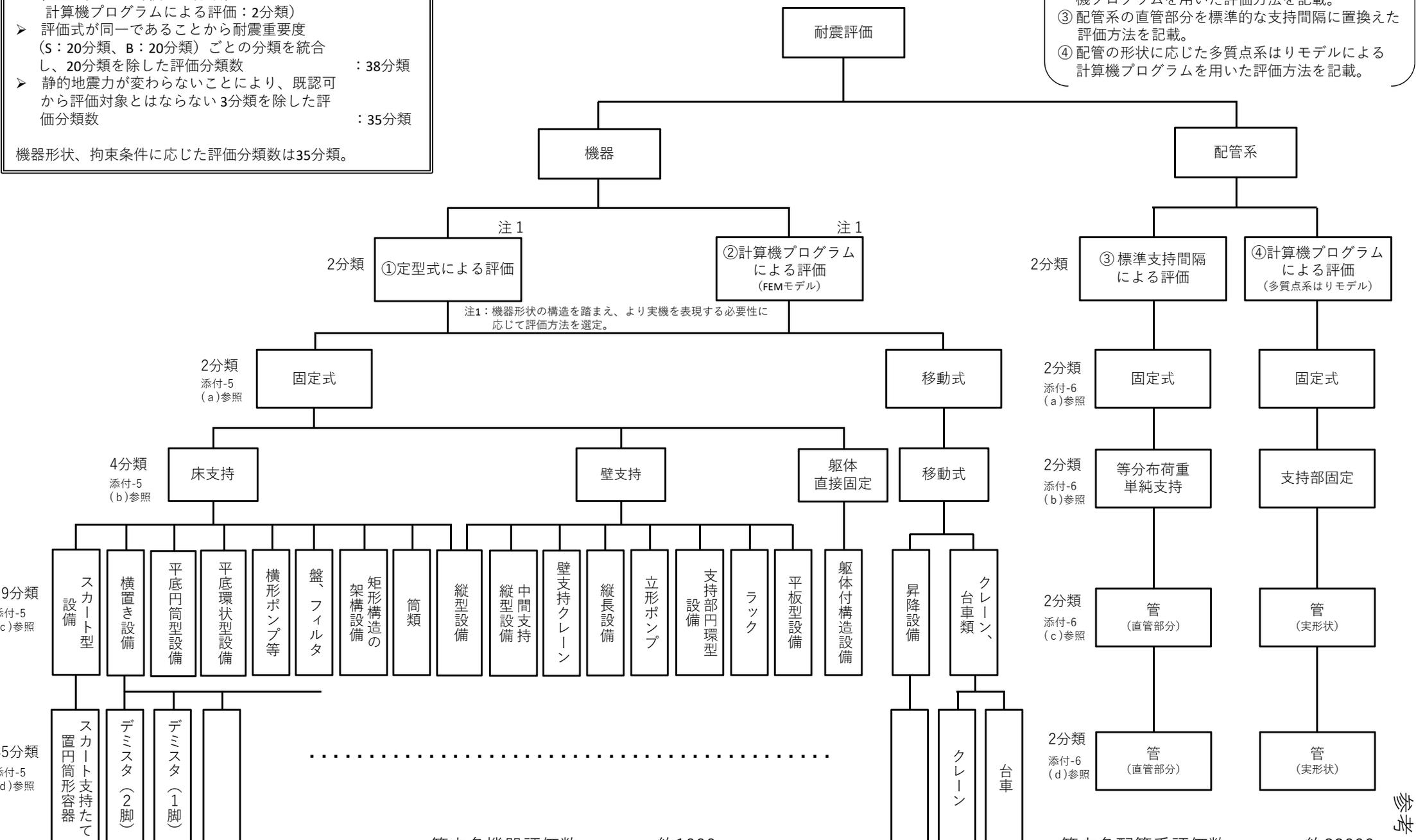
再処理施設の評価対象設備に対する類型化体系図

【機器の評価分類】

- 既認可時における評価分類数 : 58分類
(定型式による評価 : 56分類、
計算機プログラムによる評価 : 2分類)
- 評価式が同一であることから耐震重要度
(S : 20分類、B : 20分類) ごとの分類を統合し、
20分類を除いた評価分類数 : 38分類
- 静的地震力が変わらないことにより、既認可
から評価対象とはならない3分類を除いた評
価分類数 : 35分類

機器形状、拘束条件に応じた評価分類数は35分類。

- ① 定型式による評価方法を記載。
- ② 機器の振動特性に応じたFEMモデルによる計算機プログラムを用いた評価方法を記載。
- ③ 配管系の直管部分を標準的な支持間隔に置換えた評価方法を記載。
- ④ 配管の形状に応じた多質点系はりモデルによる計算機プログラムを用いた評価方法を記載。



第六条機器評価数 : 約1000
 第六条以外機器評価数 : 約1600

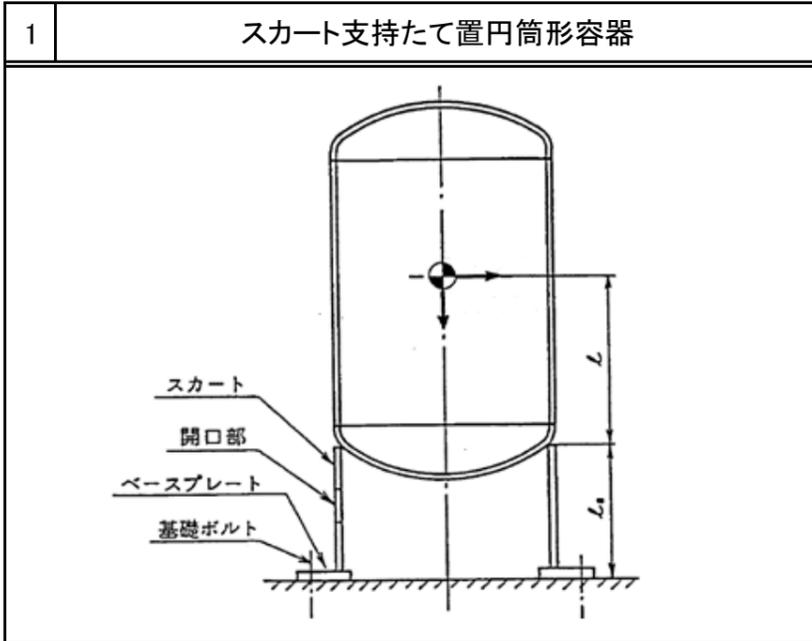
第六条配管系評価数 : 約23000
 第六条以外配管系評価数 : 約16000

[機器]

<分類の考え方>

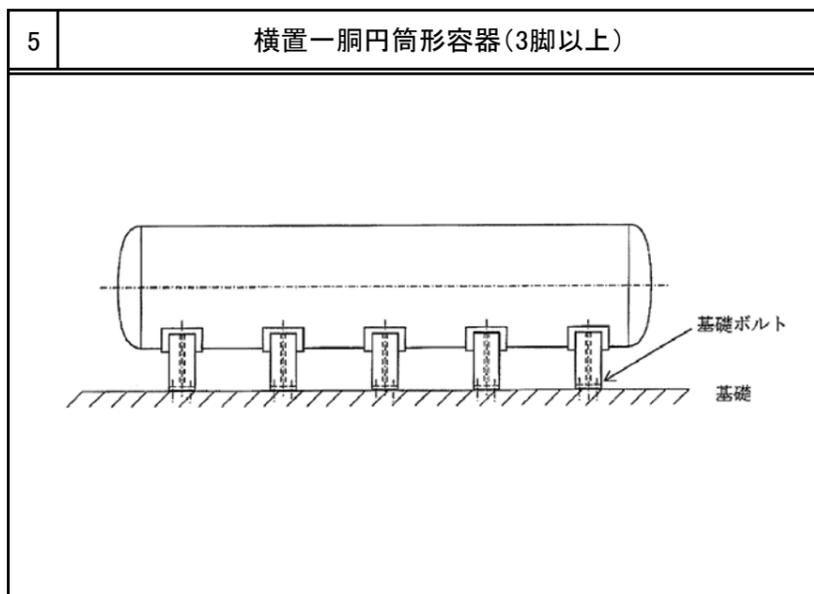
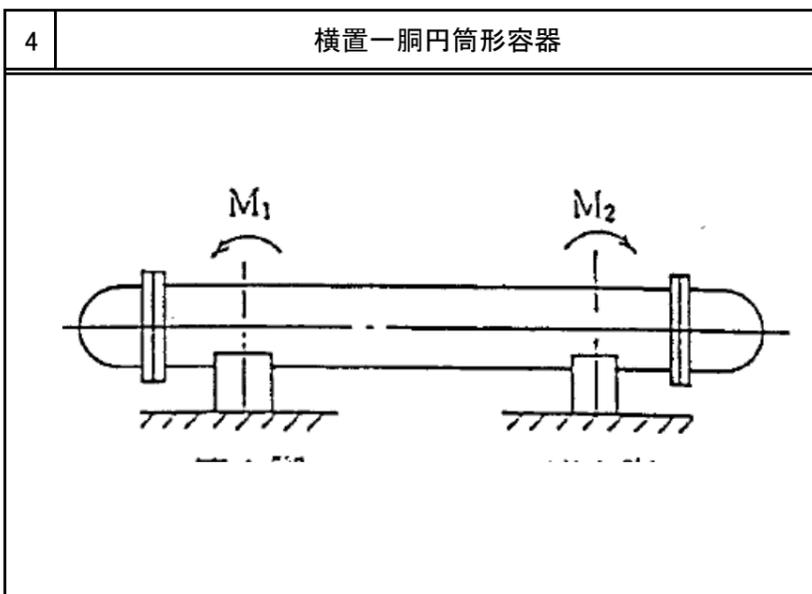
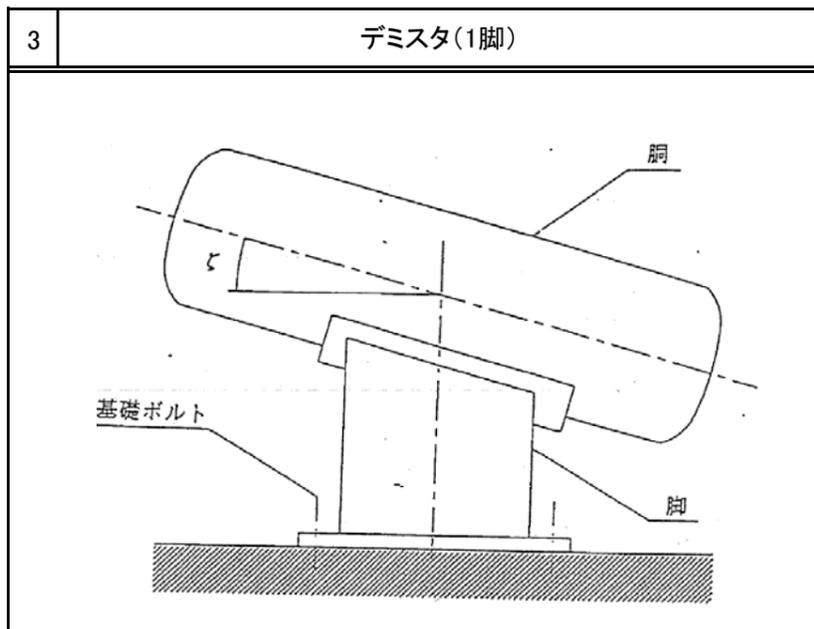
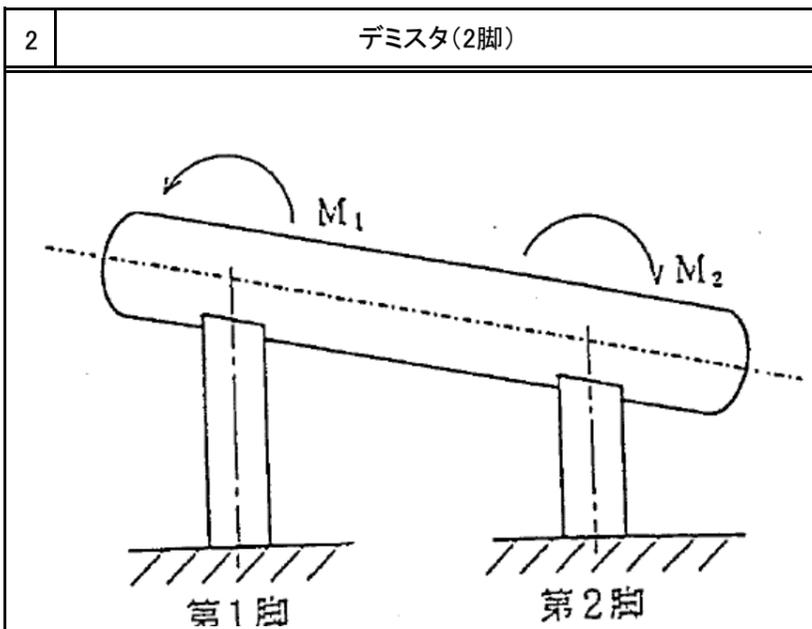
- a. 今回申請対象となる再処理施設の機器分類としては35分類となっており、35分類には、改造がない設備、補強設備、新設設備の全てが包含される。
- b. 35分類は定型式による評価を行っており、その構成としては固有周期及び応力算出式の2つで構成され、全て同一の式となっているが、2つの式の算出過程を形成する、①適用しているモデルの種類、②床、壁との拘束条件である機器の設置向きが横置き、縦置き、支持面が底面、側面、移動式、支持部材が脚、架台③機器の支持点数、その他として④機器の形状である、容器の傾斜有無、容器形状が丸型、角形等の4つの要素は機器ごとに差が生じている。
- c. ①～④の要素のうち、応力算出式に影響を与えるものは①及び②となっており、③及び④については、機器固有のパラメータの式である。
- d. 類型化の方法としては、応力算出式に影響を与える①、②双方が一致することで同一の分類とする。

(1) スカート型設備



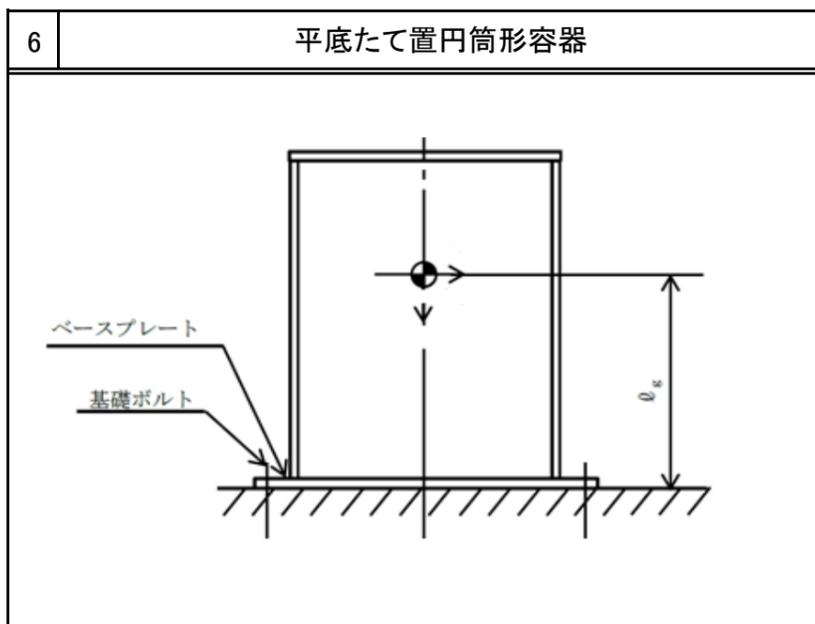
<類型化の観点>
 ・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無い
 ため単独の分類とした。

(2) 横置き設備



<類型化の観点>
 ①評価モデルとして、1質点系でモデル化している。
 ②床との拘束条件として、機器の設置向きは横置き、支持面は本体底面、支持部材は脚で拘束している。
 <異なる点>
 ③機器の支持点数が、1点～複数点で支持しており、機器によって異なる。
 ④機器の形状として、容器の傾斜の有無がある。
 ・パラメータ式である、支持点数による脚への負荷重量、傾斜角の有無によるモーメント算出が異なる。

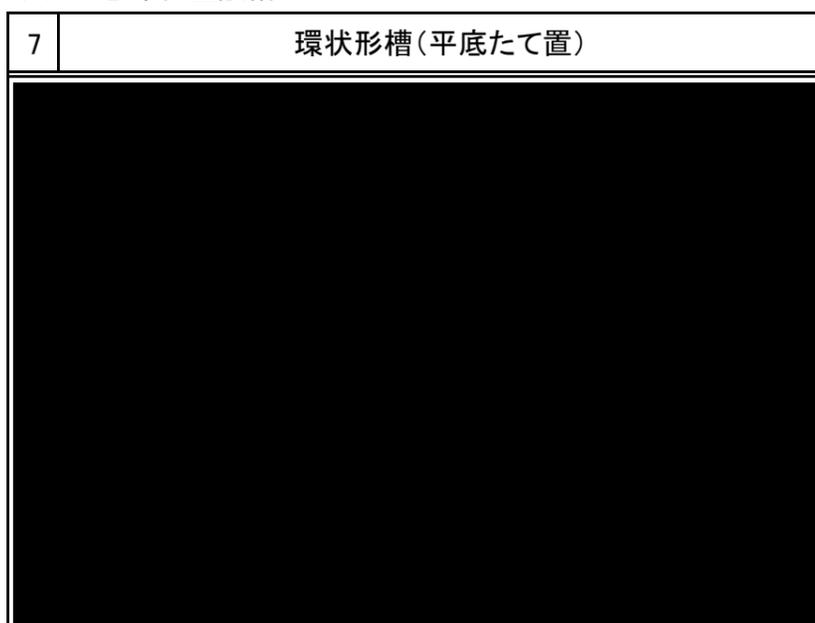
(3) 平底円筒型設備



<類型化の観点>

- ・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無いため単独の分類とした。

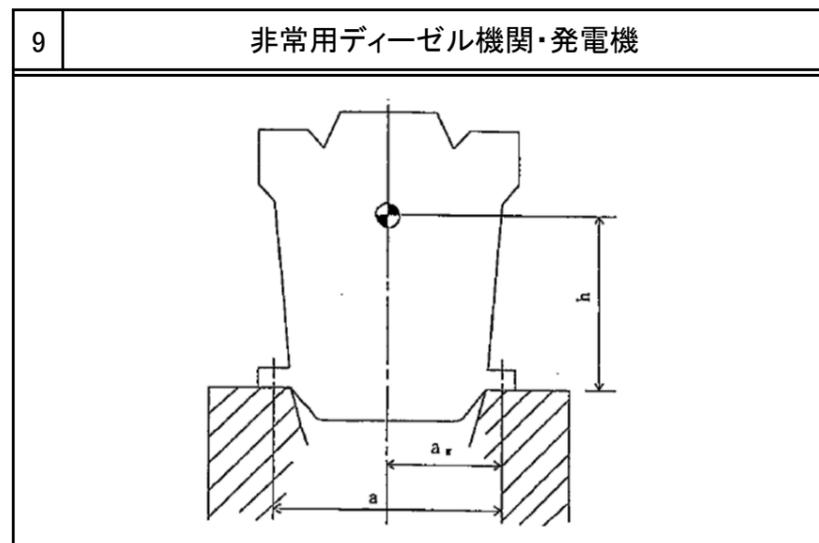
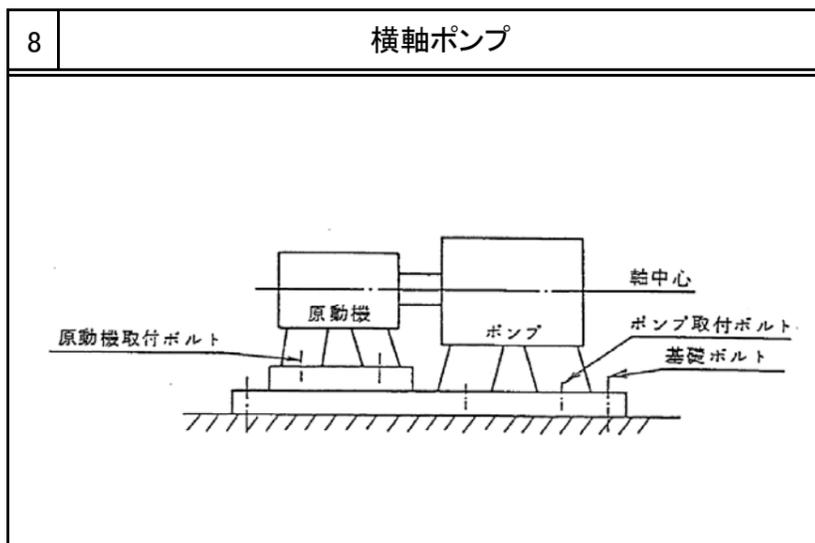
(4) 平底環状型設備



<類型化の観点>

- ・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無いため単独の分類とした。

(5) 横形ポンプ等



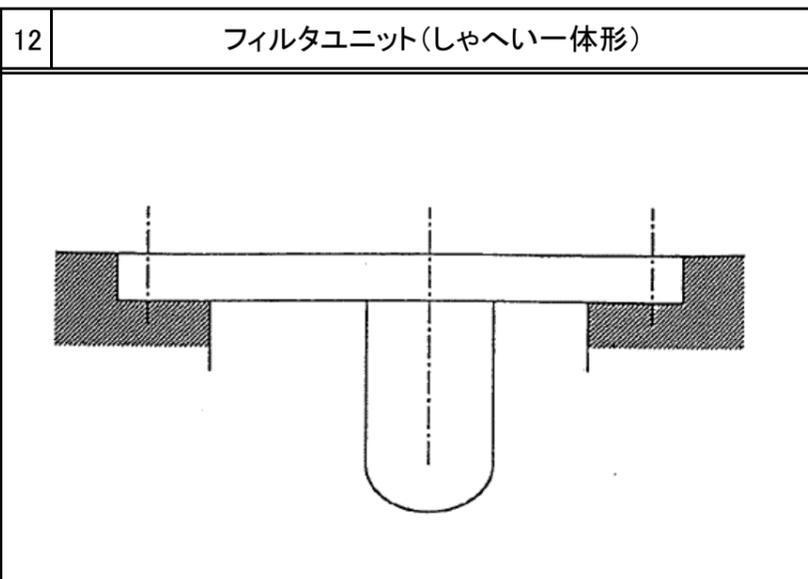
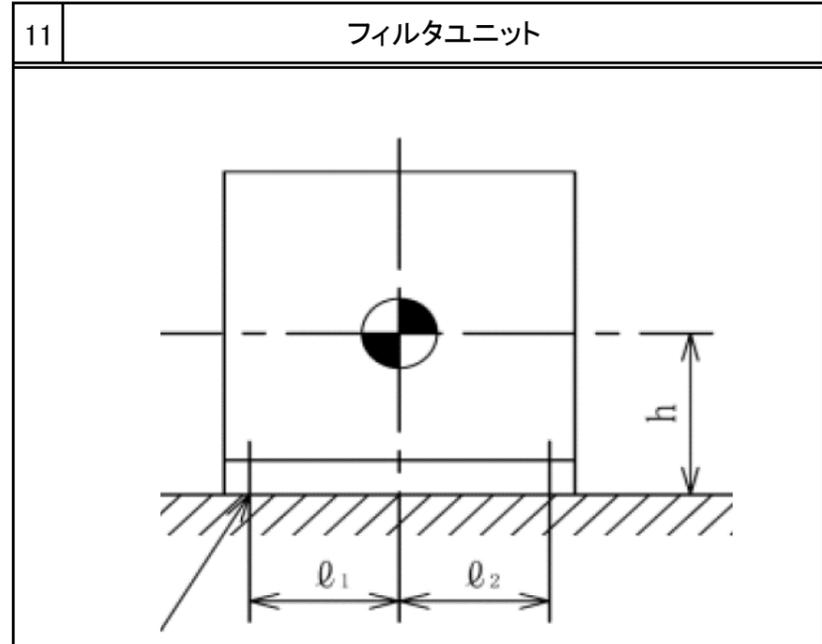
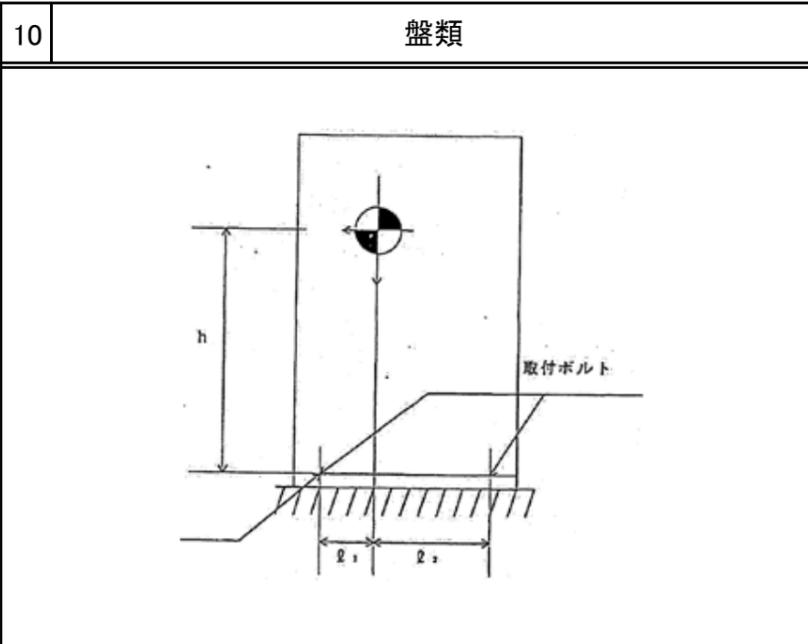
<類型化の観点>

- ①評価モデルとして、1質点系でモデル化している。
- ②床との拘束条件として、機器の設置向きは縦置き、支持面は本体底面、支持部材は架台で拘束している。

<異なる点>

- ③機器の支持点数は、同一である。
- ④機器の形状として、共通架台の有無が異なる。
- ・パラメータ式である、共通架台の有無によるモーメント算出が異なる。

(6) 盤、フィルタ



<類型化の観点>

- ①評価モデルとして、1質点系でモデル化している。
- ②床との拘束条件として、機器の設置向きは縦置き、支持面は本体底面、支持部材は無く、直接床に拘束している。

<異なる点>

- ③機器の支持点数は、同一である。
- ④機器の形状としては、内部品の重量や支持位置が異なる。
・パラメータ式である、内部品の重量、支持位置の違いによるモーメント算出が異なる。

(7) 矩形構造の架構設備(荷重算出までは計算機プログラムにより行い、荷重算出後は定型式による評価を行う機器)

13	ミキサ・セトラ

14	グローブボックス等

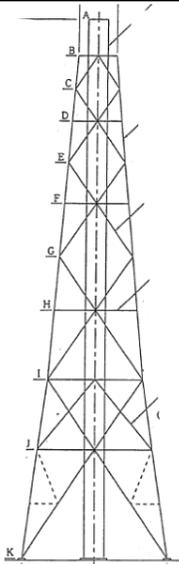
< 類型化の観点 >

- ① 評価モデルとしては、多質点系でモデル化している。
- ② 床との拘束条件としては、機器の設置向きは横置き、支持面は本体底面、支持部材は架台で拘束されている。

< 異なる点 >

- ③ 機器の支持点数及び④ 機器の形状は、モデル化の中で実施しているため、定型式上の差はない。

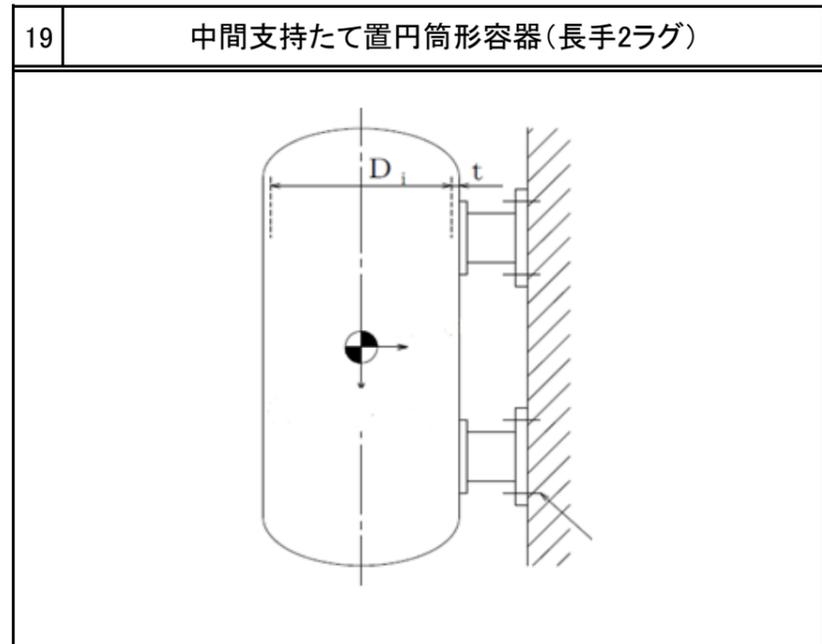
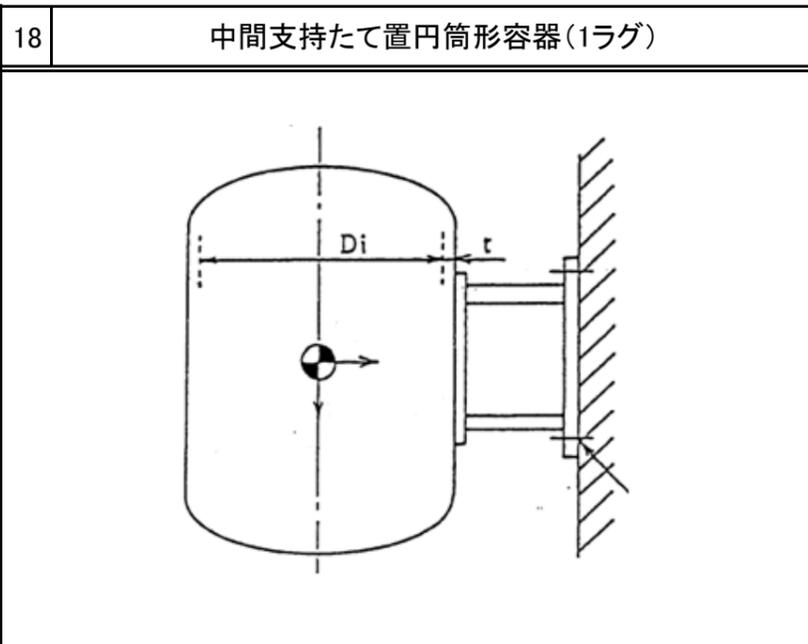
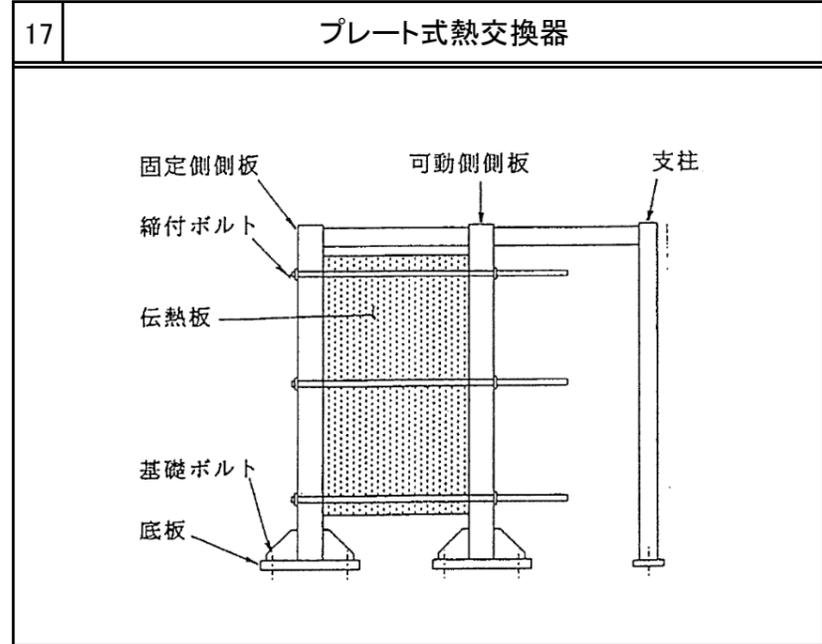
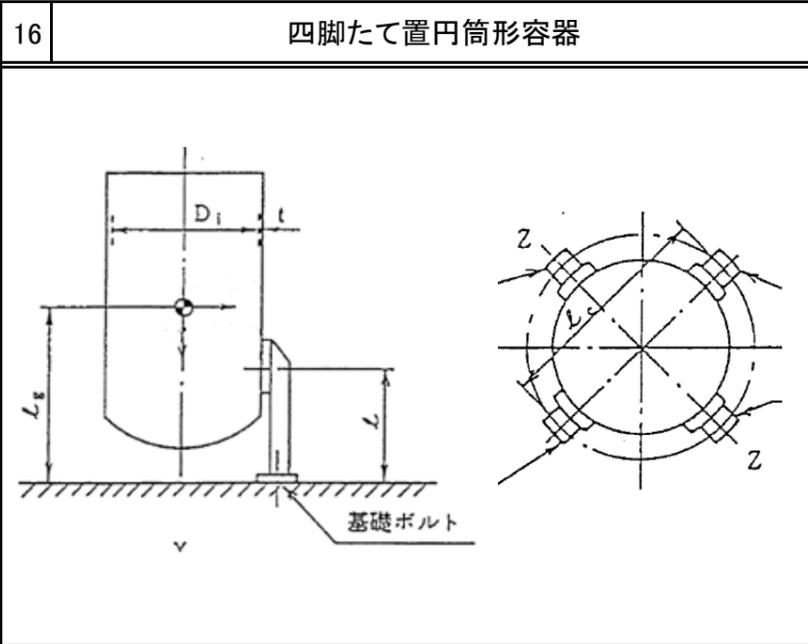
(8) 筒類

15	筒類
	

< 計算機プログラムによる評価 >

・評価モデルの入力条件及び応力算出式が機器ごとに異なるため、本分類については、計算機プログラムによる評価に対して確認を行う。

(9) 縦型設備



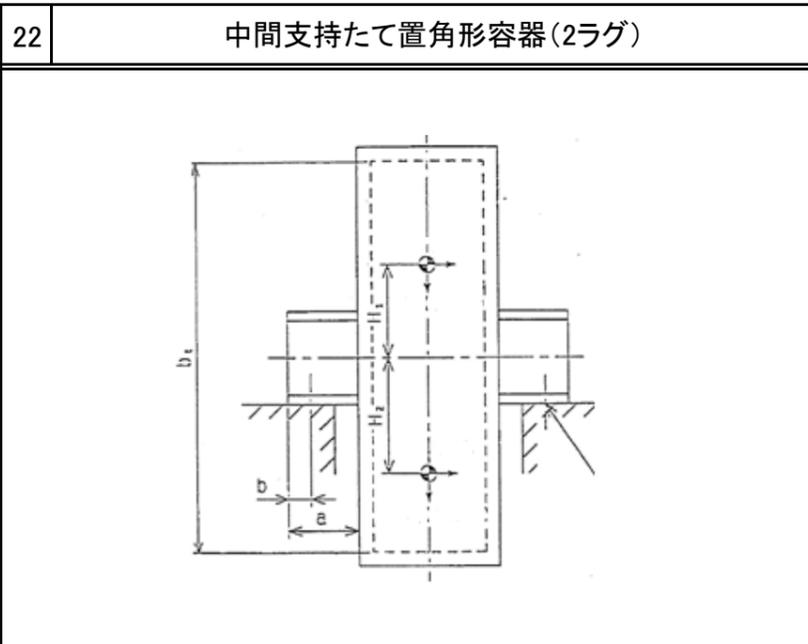
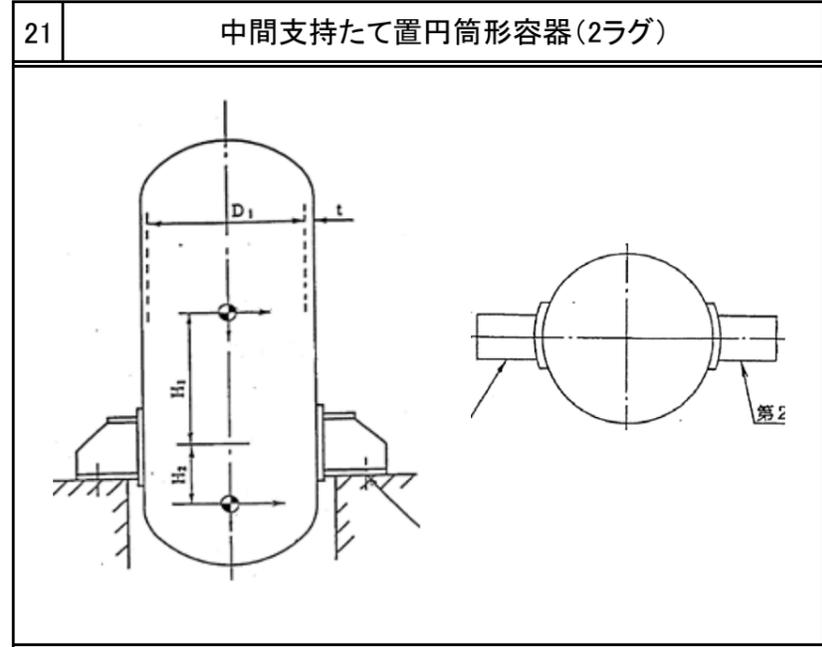
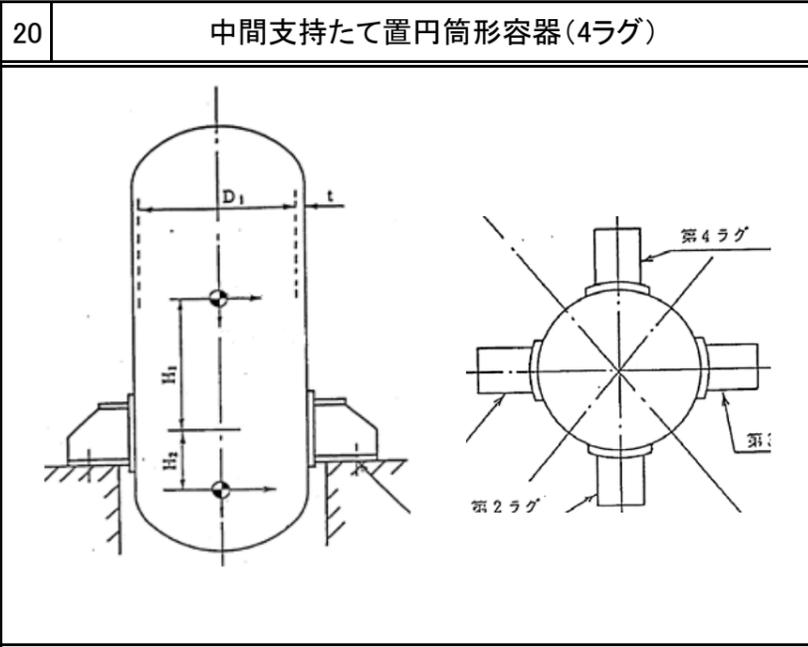
<類型化の観点>

- ①評価モデルとして、1質点系でモデル化している。
- ②床、壁との拘束条件として、機器の設置向きは縦置き、支持面は本体側面、支持部材は脚で拘束している。

<異なる点>

- ③機器の支持点数が、1点～複数点で支持されており、機器によって異なる。
- ④機器の形状として、パラメータ式に影響を与えるものはない。
- ・パラメータ式である、支持点数による脚への負荷重量のモーメント算出が異なる。

(10) 中間支持縦型設備



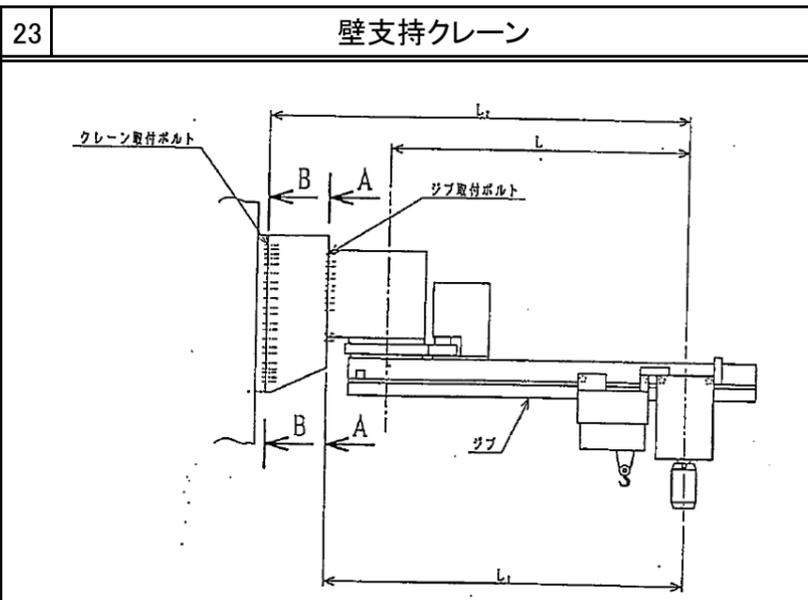
<類型化の観点>

- ①評価モデルとして、2質点系でモデル化している。
- ②床との拘束条件として、機器の設置向きは縦置き、支持面は本体側面、支持部材は脚で拘束している。

<異なる点>

- ③機器の支持点数が、2点～複数点で支持されており、機器によって異なる。
- ④傾斜等の機器の形状としては、容器の形状が円筒形と角形で異なる。
- ・パラメータ式である、支持点数による脚への負荷重量、容器の形状によるモーメント算出が異なる。

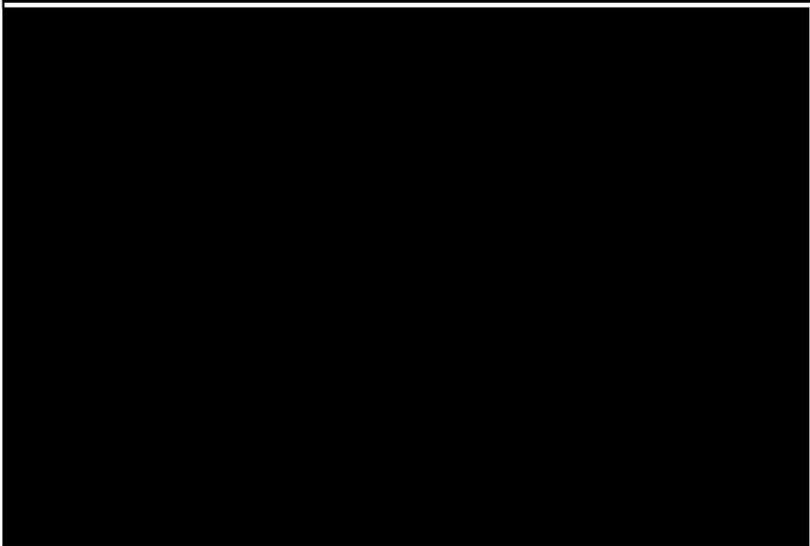
(11) 壁支持クレーン

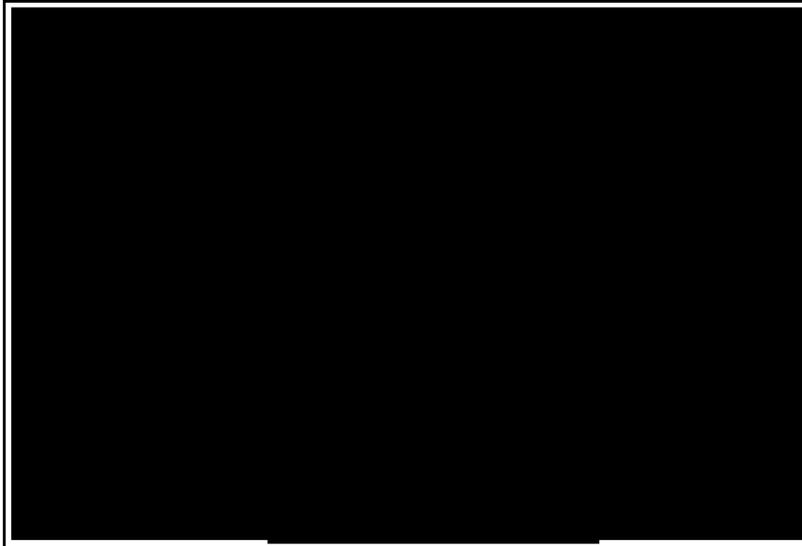


<類型化の観点>

- ・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無いため単独の分類とした。

(12) 縦長設備(荷重算出までは計算機プログラムにより行い、荷重算出後は定型式による評価を行う機器)

24	円筒形パルスカラム
	

25	バッファチューブ(2ラグ)
	

26	バッファチューブ(小口径)
	

27	充てん搭
	

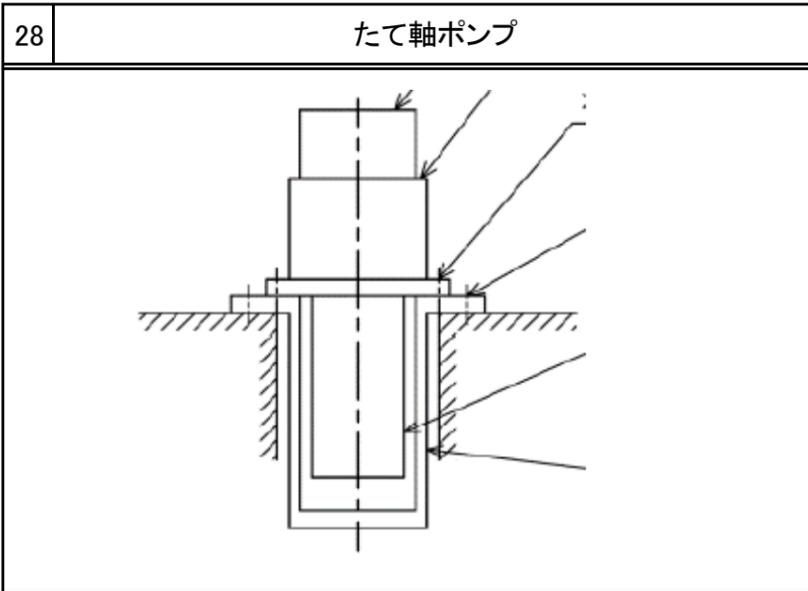
<類型化の観点>

- ①評価モデルとしては、多質点系でモデル化している。
- ②床との拘束条件としては、機器の設置向きは縦置き、支持面は本体側面、支持部材は脚で拘束されている。

<定型式内で異なる点>

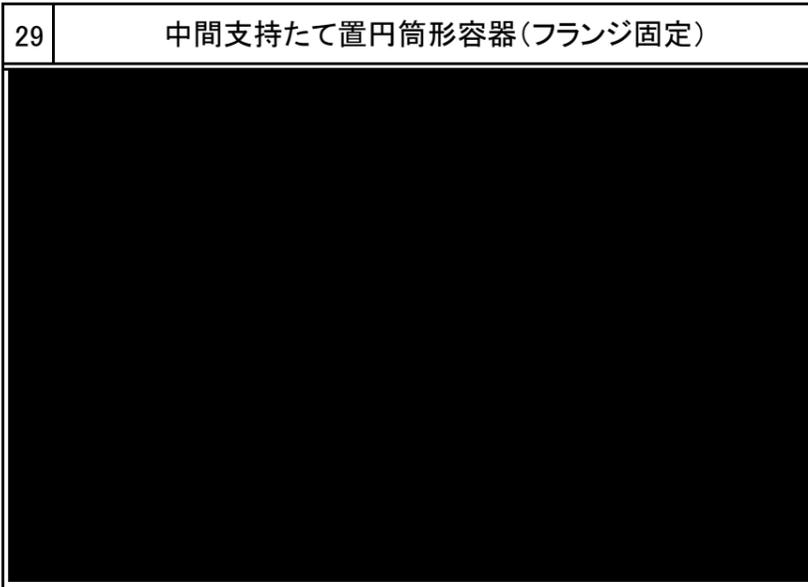
- ③機器の支持点数及び④機器の形状は、モデル化の中で実施しているため、定型式上の差はない。

(13) 立形ポンプ



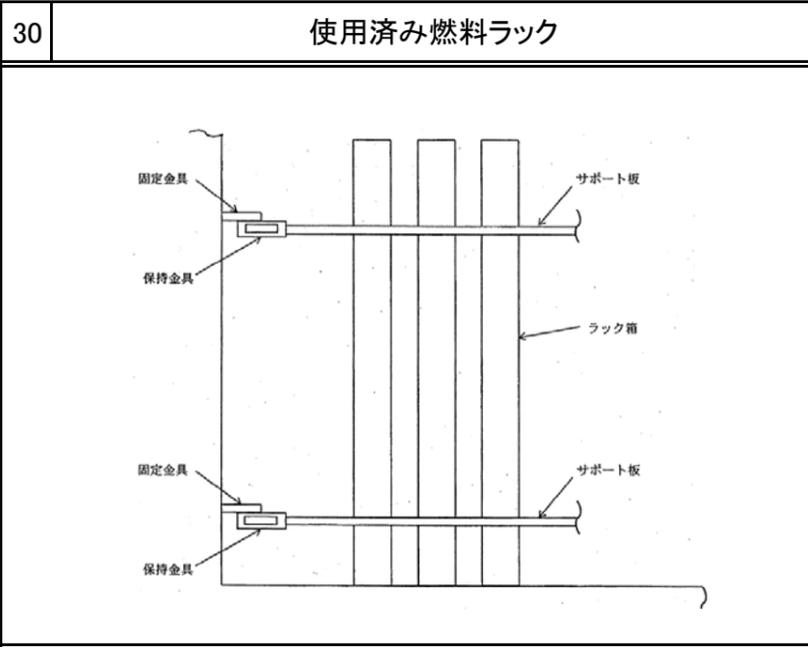
<類型化の観点>
・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無いため単独の分類とした。

(14) 支持部円環型設備



<類型化の観点>
・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無いため単独の分類とした。

(15) ラック



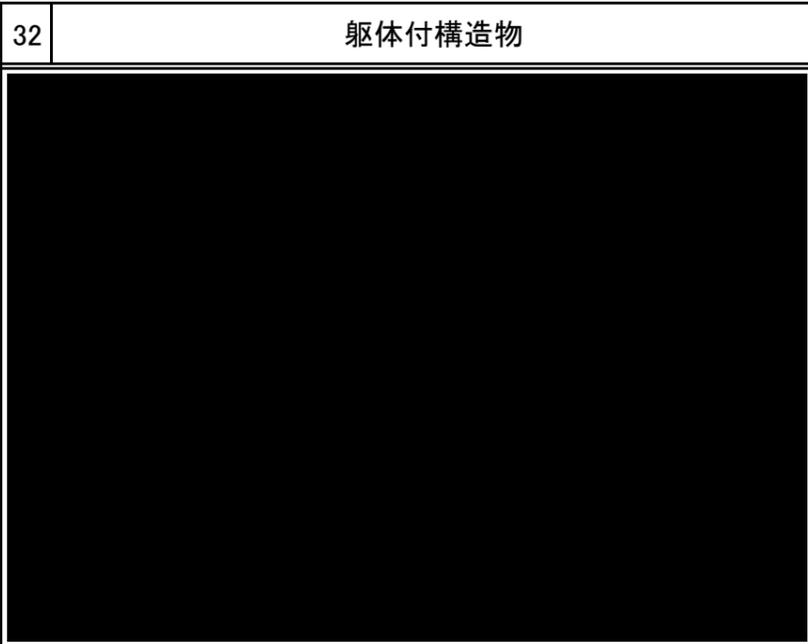
<類型化の観点>
・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無い
ため単独の分類とした。

(16) 平板型設備



<計算機プログラムによる評価>
・評価モデルの入力条件及び応力算出式が機器ごとに異なるため、本分類については、計算機プログラムによる評価に対して確認を行う。

(17) 躯体付構造設備



<類型化の観点>
・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無い
ため単独の分類とした。

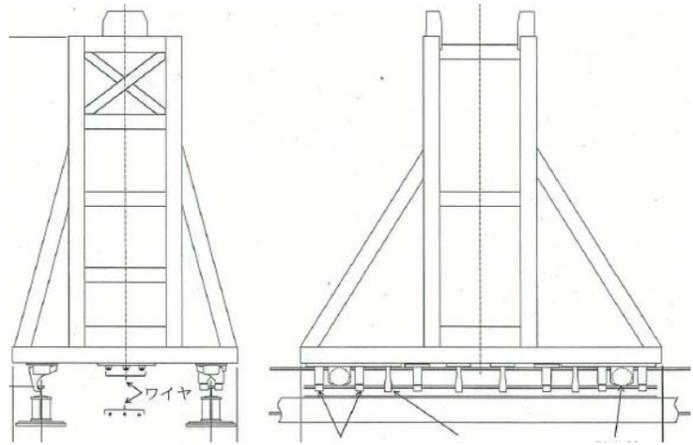
(18) 昇降設備

33	昇降装置

<類型化の観点>
・①評価モデル、②拘束条件共に同一となる機器が無い
ため単独の分類とした。

(19) クレーン、台車類

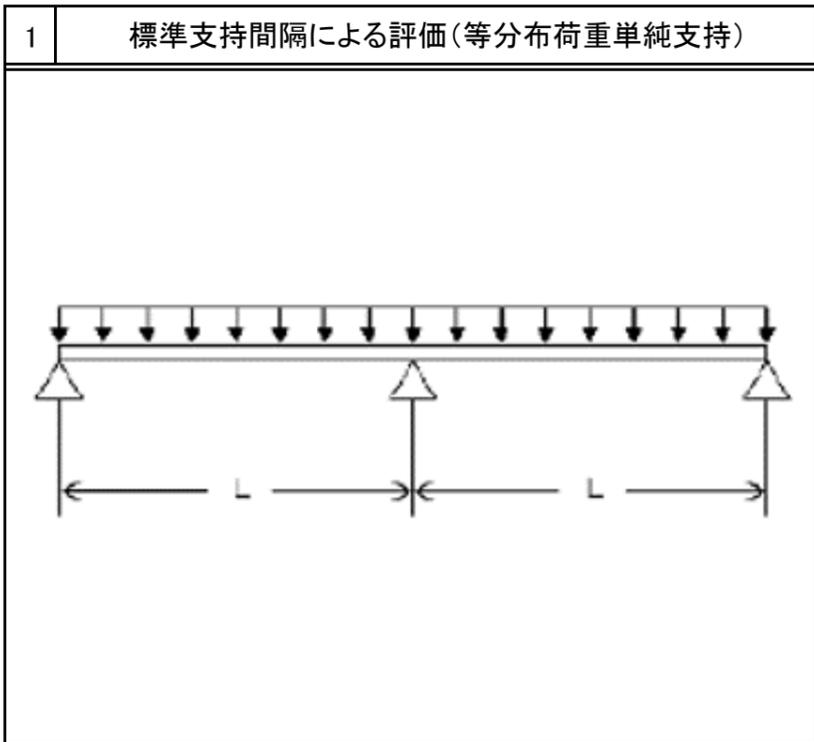
34	クレーン

35	台車
	

<類型化の観点>
①評価モデルとして、1質点系でモデル化している。
②床との拘束条件としては、移動式の機器であるため、拘束されていない。
<異なる点>
③機器の支持点数は、移動式の機器であるため、支持されていない。
④機器の形状として、積載荷重を受ける場所が異なる。
・パラメータ式である、積載荷重を受ける場所の違いによりモーメント算出が異なる。

[配管系]

- a. 配管系の評価ごとに応じた分類については2分類となっている。
- b. 配管系の評価としては、標準支持間隔による評価、計算機プログラムによる評価を行っており、その構成としては①評価モデル、②床、壁との取合点である拘束条件、③応力算出式の3つで構成されている。
- c. 各々の評価の特性について以下に示す。

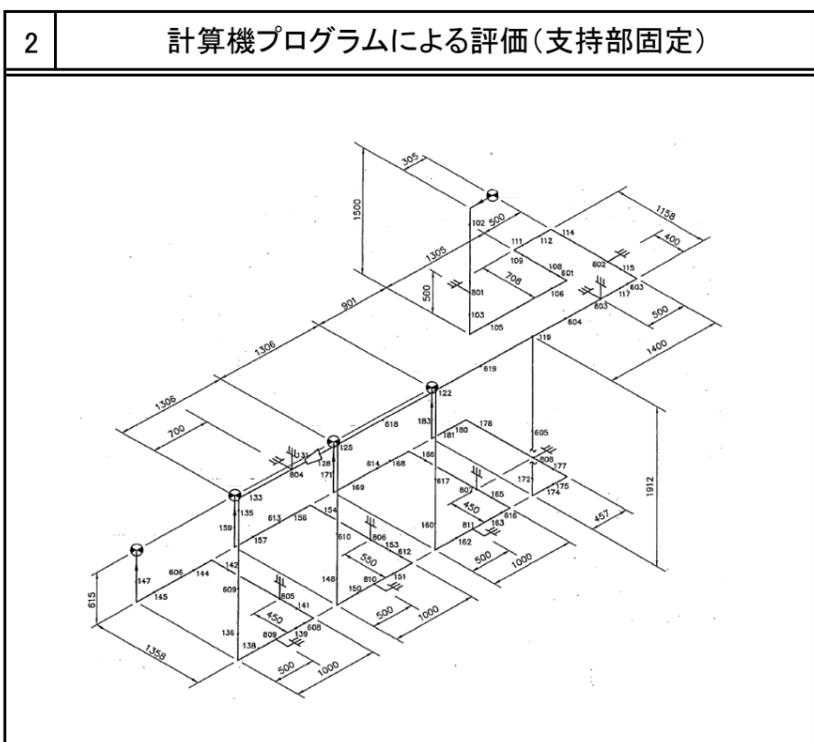


<標準支持間隔による評価>

- ①評価モデルとして、直管部分に置き換え、等分布荷重にてモデル化しているため、全て一致している。
- ②壁、床との拘束条件として、単純支持にて拘束しているため、全て一致している。
- ③応力算出までの評価式は、JEAG等規格基準の式を適用しており、全て一致している。

<異なる点>

- ・同一条件による評価を行っているため、異なる点はない。



<計算機プログラムによる評価>

- ①評価モデルとしては、配管ごとの形状に応じ多質点系はりにてモデル化しているため、配管系によって異なる。
- ②床、壁の拘束条件としては、支持部固定としており、全て一致している。
- ③応力算出までの評価式は、JEAG等規格基準の式を適用しており、全て一致している。

<異なる点>

- ・拘束条件、評価式は同一となっているが、評価モデルが形状ごとに異なっているため、本評価については計算機プログラムによる評価に対して確認を行う。