

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の
規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同
法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条
第 2 項の規定により届け出たところによるものであ
ることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	—	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	有	—	別紙－１に示すとおり
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第２項	別紙－２に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第３項	別紙－３に示すとおり
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第２、３項	別紙－４に示すとおり
第十七条	材料及び構造	有	第１、２項	別紙－５に示すとおり
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	—	—	—

第三条（廃止措置中の再処理施設の維持）

法第五十条の五第二項の認可を受けた場合には、当該認可に係る廃止措置計画（同条第三項において準用する法第十二条の六第三項又は第五項の規定による変更の認可又は届出があったときは、その変更後のもの。以下この条において同じ。）で定める性能維持施設（再処理規則第十九条の四の二第十号の性能維持施設をいう。）については、次章及び第三章の規定にかかわらず、当該認可に係る廃止措置計画に定めるところにより、当該施設を維持しなければならない。

新規熔融炉については、廃止措置中において熔融炉（G21ME10）の安全機能及び運転機能を維持し、固化処理運転を着実に進める。

安全機能を維持するため、既設熔融炉と同様に断熱性の高い耐火レンガ等による温度勾配により、熔融ガラスを閉じ込める構造とし、熔融ガラスと接する部位には耐食性の高い材料を使用する。

また、運転機能を維持するため、以下の設計とする。

- ・既設熔融炉と同様に、接液部耐火レンガ及び主電極には設計寿命 500 本のガラス固化体を製造するために必要な腐食代を設ける。
- ・既設熔融炉と同様に、炉底低温運転*により、炉底部への白金族元素への沈降及び堆積を抑制するとともに、炉底部に残留した白金族元素を多く含むガラスを定期的に除去しながら、運転を継続する。

* 補助電極間電流値の調整により、炉底部の温度を上部のガラス温度よりも低い温度に維持する運転

- ・炉底形状については、既設の四角錐形状から白金族元素の拔出性の向上が見込める円錐形状に変更する。
- ・既設熔融炉の事象反映として、流下停止事象の発生防止対策として、流下ノズルの傾きを抑制するため、流下ノズルを取り付けているインナーケーシングの構造を非対称構造から対称構造に変更する。
- ・また、間接加熱装置発熱体の熱電対の断線事象に対し、熱電対が断線しても、間接加熱装置の運転が継続できるよう、遠隔操作により間接加熱装置のユニットごとに電源を遮断できる構造とする。

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

- 2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

- 2 溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐震重要度分類はSクラスとし、溶融炉（G21ME10）は、廃止措置計画用設計地震動による発生応力に加え、溶融炉（G21ME10）の運転に伴う耐火レンガの熱膨張による発生応力等を考慮しても、構造上の許容限界を超えない設計とする。

溶融炉（G21ME10）及び配管類の耐震性についての計算書を別添－ 1 及び別添－ 2 に示す。計算の結果、廃止措置計画用設計地震動に対して安全性が損なわれるおそれがないことを確認したことから、溶融炉（G21ME10）及び配管類の耐震性について問題はない。

溶融炉（G21ME10）の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成する溶融炉（G21ME10）について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

溶融炉（G21ME10）の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa

3. 評価部位

溶融炉（G21ME10）の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなるケーシング、架台、据付ボルト及び基礎ボルトとする。溶融炉（G21ME10）の概要図を図 3-1 に示す。

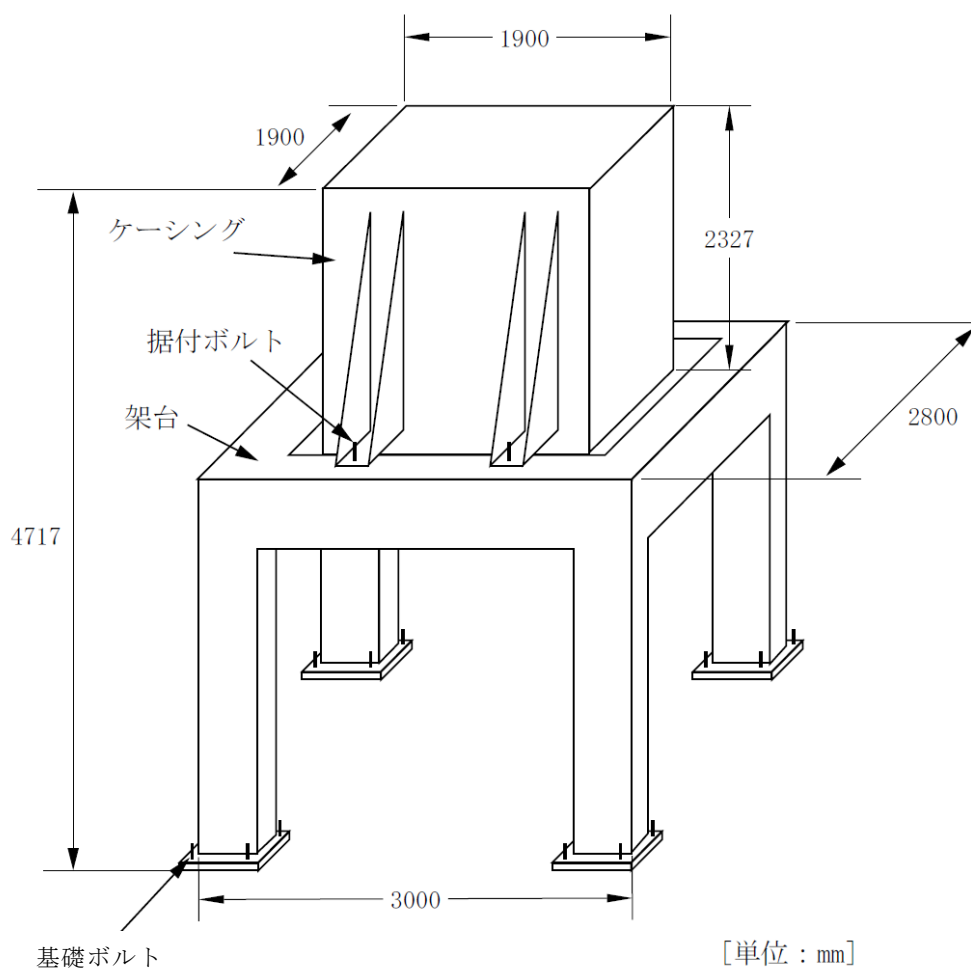


図 3-1 溶融炉 (G21ME10) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、レンガの熱膨張及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、自重について

は設計重量に裕度を考慮して設定し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
ケーシング	一次応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング	一次+二次応力	$3 \times (F/1.5)$
架台	一次応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング 据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング 据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$
架台 基礎ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
架台 基礎ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
熔融炉 (G21ME10)	1.0	1.0

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル (Ss-D、Ss-1、Ss-2 の 3 波包絡。周期軸方向に±10% 拡幅したもの。) を作成し、これを評価に用いた。

熔融炉 (G21ME10) の解析用の床応答スペクトルは、機器据付階 (地下 2 階) のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-3、図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-3 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備	水平方向	鉛直方向
溶融炉 (G21ME10)	解析用の床応答スペクトル (地下 2 階, 減衰定数 1.0%)	解析用の床応答スペクトル (地下 2 階, 減衰定数 1.0%)

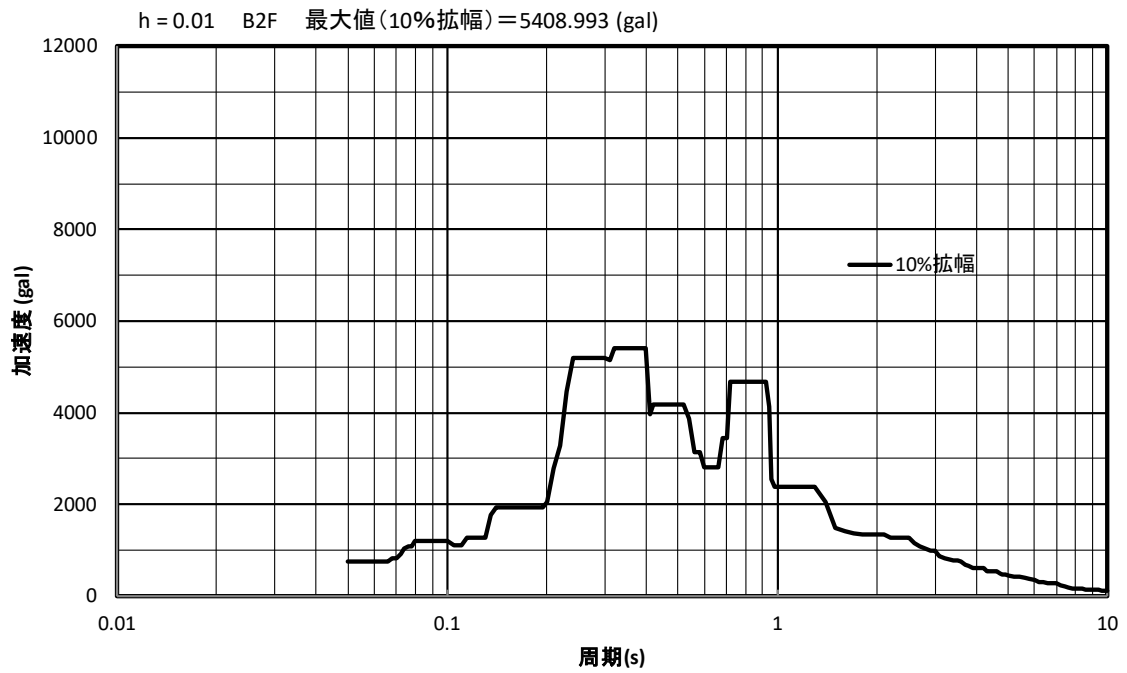


図 4-1 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

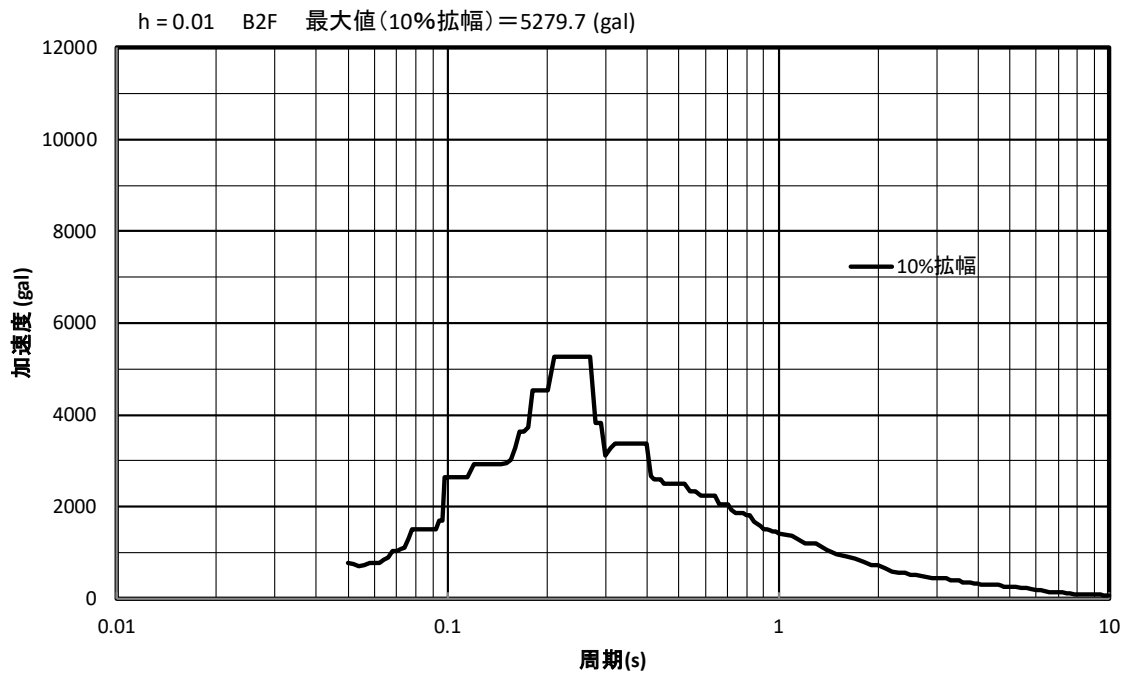


図 4-2 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

4.5 計算方法

熔融炉(G21ME10)の発生応力の計算方法はFEM解析(スペクトルモーダル法)を用いた。解析コードはMSC.Nastran^{※1}を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 MSC Software Corporation, “MSC.Nastran Version 2019 Feature Pack 1” .

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

熔融炉(G21ME10)の解析モデルを図4-3に示す。FEM解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

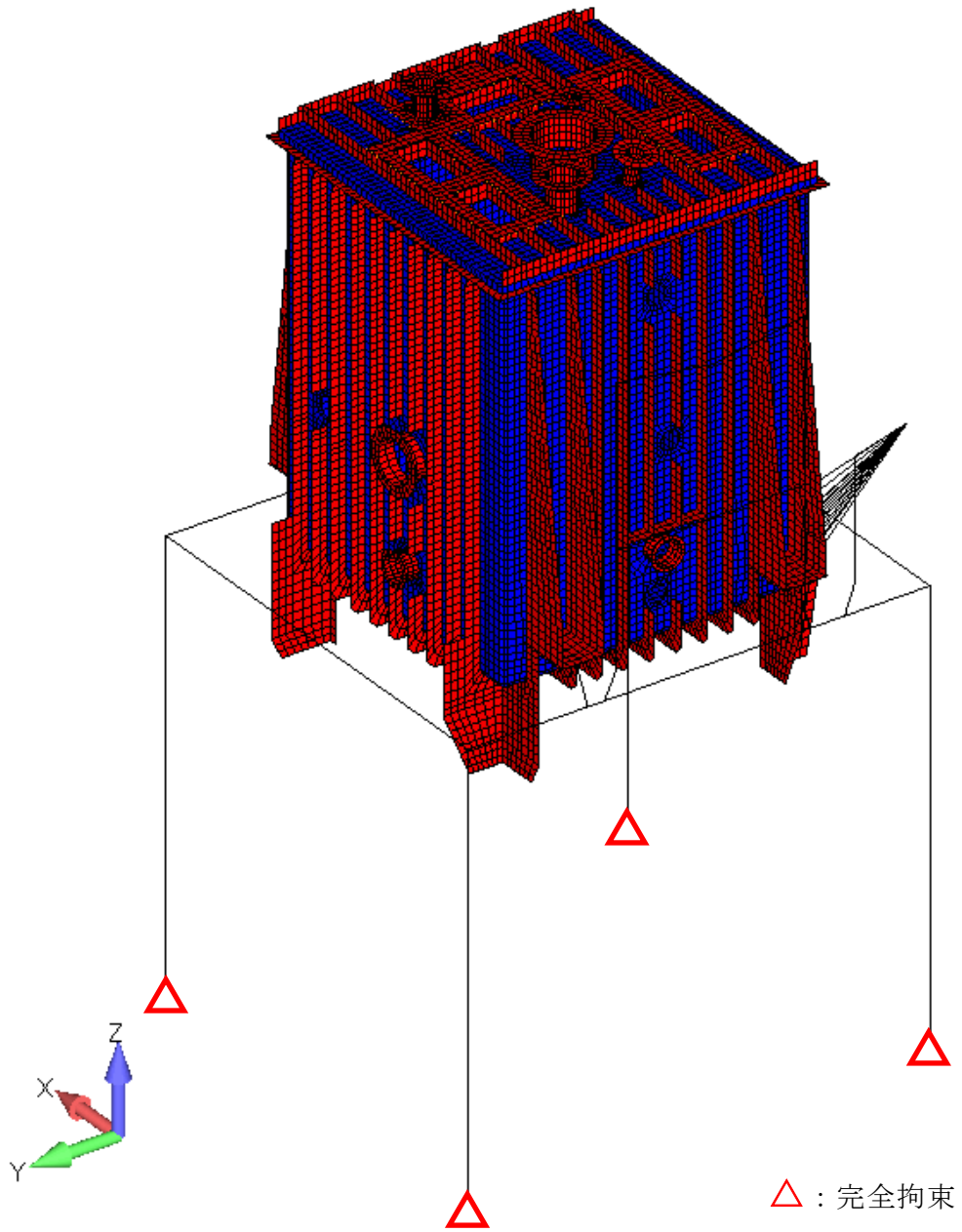


図 4-3 溶融炉 (G21ME10) の解析モデル

4.6.2 諸元

溶融炉 (G21ME10) の主要寸法・仕様を表 4-4 に示す。総重量には、ケーシング、耐火レンガ、電極、結合装置 (G21M11) 及び溶融ガラスを含む。

表 4-4 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
溶融炉 (G21ME10)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3 支持構造物*1
	全長	4717 (mm)
	ケーシング厚さ	12 (mm)
	ケーシング材質	SUS304
	ケーシング設計温度	200 (°C)
	据付ボルト呼び径	M42
	据付ボルト有効断面積*2	1120 (mm ²)
	据付ボルト材質	SUS630
	据付ボルト本数	4 (本)
	架台厚さ	16 (mm)
	架台材質	SUS304
	架台設計温度	45 (°C)
	基礎ボルト呼び径	M42
	基礎ボルト材質	SUS304
	基礎ボルト本数	16 (本)
	総質量 (設計質量)	約 23 (ton)

*1 ケーシング及び架台を対象とする。

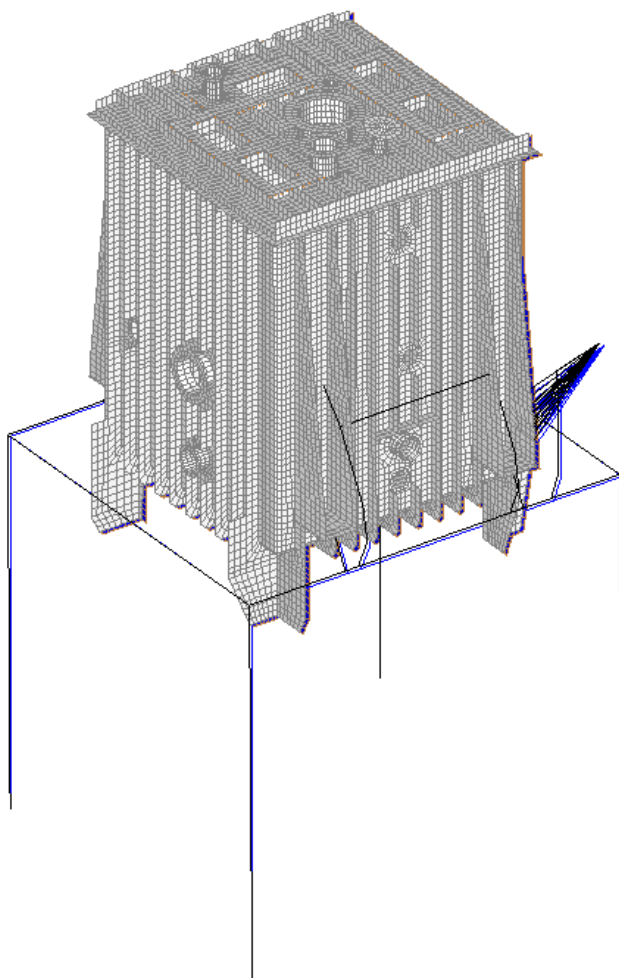
*2 JIS B 1082 に基づく。

4.7 固有周期

溶融炉 (G21ME10) の固有周期及び固有モードを図 4-4 に示す。

1次モード図

固有周期：0.121（秒）



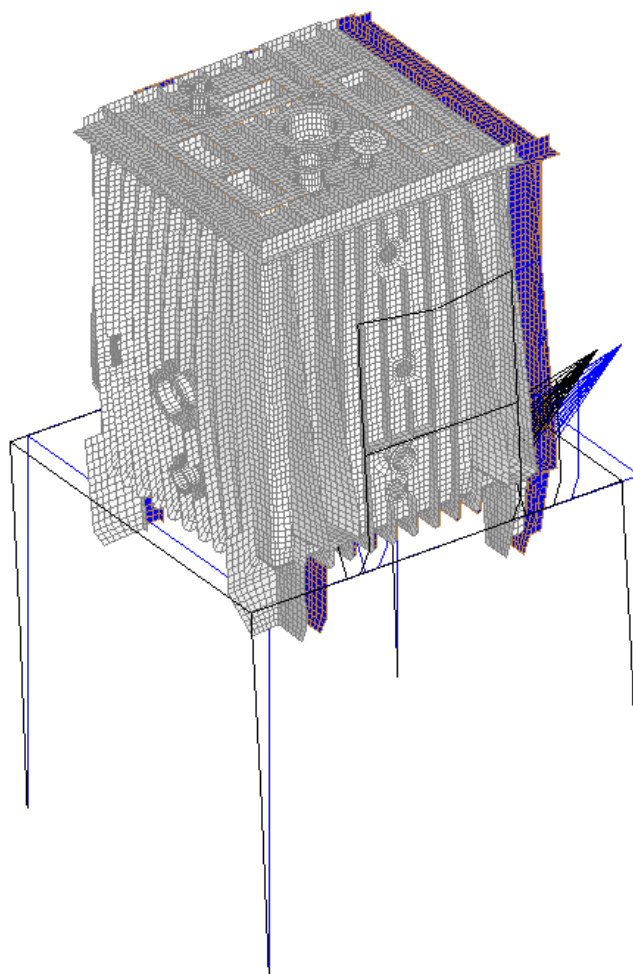
アウトプットセット: Mode 1 8.257069 Hz
変形(1.142): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (1/5)

2次モード図

固有周期：0.084（秒）



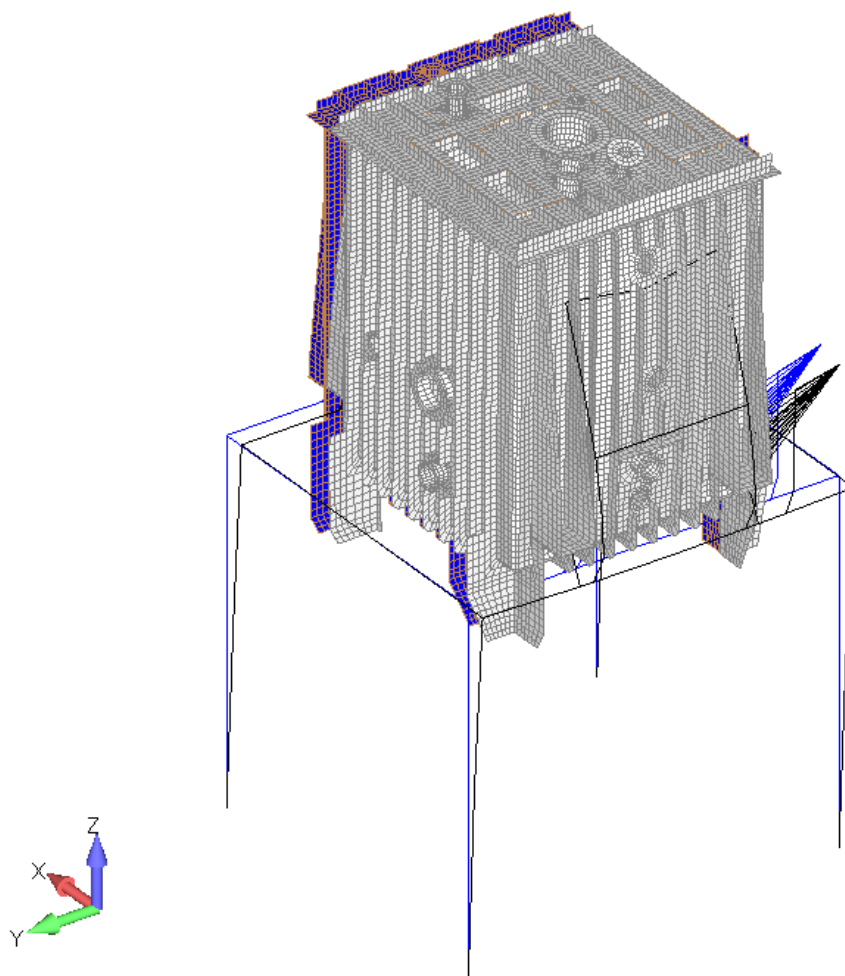
アウトプットセット: Mode 2 11.87771 Hz
変形(0.304): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (2/5)

3次モード図

固有周期：0.076（秒）



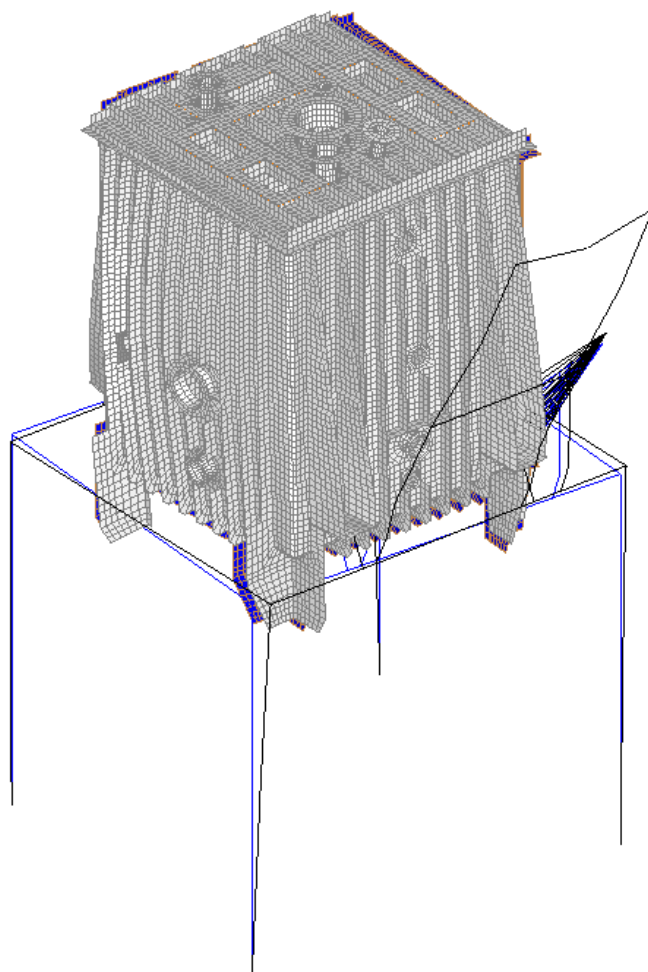
アウトプットセット: Mode 3 13.10807 Hz
変形(0.274): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (3/5)

4次モード図

固有周期：0.051（秒）



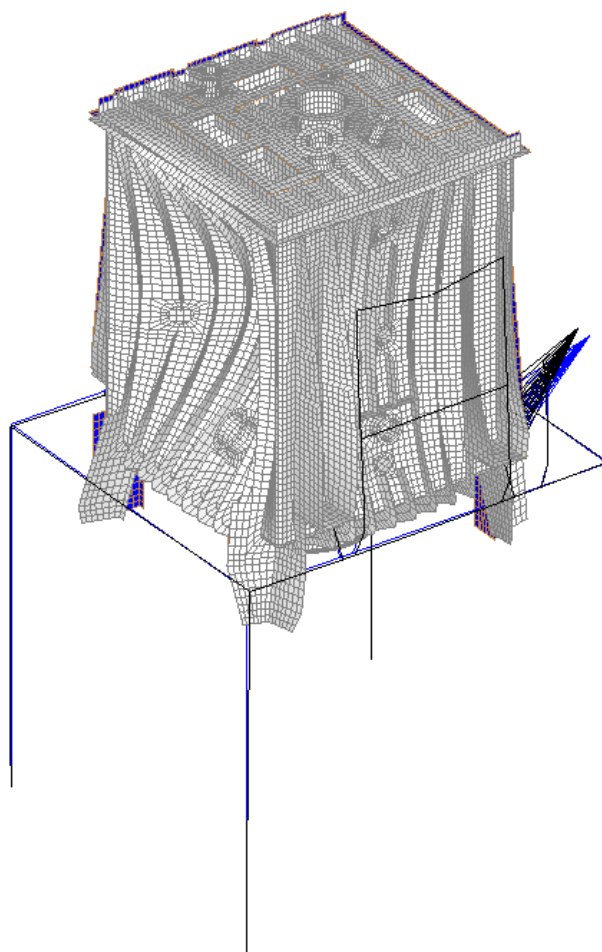
アウトプットセット: Mode 4 19.5776 Hz
変形(0.985): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (4/5)

5次モード図

固有周期：0.043（秒）



アウトプットセット: Mode 5 23.25403 Hz
変形(0.737): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (5/5)

5. 評価結果

評価結果を表 5-1 に示す。ボルトの引張応力及びせん断応力は、計算から得られるボルト 1 本当たりの最大引張荷重及び最大せん断荷重をボルトの有効断面積で割って算出した。

溶融炉（G21ME10）の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{*1}
溶融炉 (G21ME10)	ケーシング	一次	155	194	0.80
		一次+二次	315	388	0.82
	架台	一次	143	246	0.59
	据付ボルト	引張	179	690	0.26
		せん断	76	398	0.20
	基礎ボルト	引張	48	246	0.20
せん断		20	141	0.15	

*1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

配管類の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、熔融炉（G21ME10）に接続される配管類及び配管類が接続される既設の配管等について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

配管類の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)
- (5) 核燃料再処理設備規格 材料規格 HPIS C 108:2016(日本高圧力技術協会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材質の設計引張強さ R 材については、HPIS C 108:2016 表 21 に定める材質の設計引張強さ	MPa

3. 評価部位

配管類の評価部位は、本体の一次応力とする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」、「発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012」及び「核燃料再処理設備規格 材料規格 HPIS C 108:2016」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、配管内部の流体については充填し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
配管	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。なお、保温材で覆われている配管の場合は減衰定数を 1.0%とした。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
配管	0.5	0.5
配管（保温材あり）	1.0	1.0

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル（ S_s-D 、 S_s-1 、 S_s-2 の 3 波包絡。周期軸方向に $\pm 10\%$ 拡幅したもの。）を作成し、これを評価に用いた。各階の床応答スペクトルを図 4-1 から図 4-8 に示す。配管の解析用の床応答スペクトルは、地下 1 階及び地下 2 階の床応答スペクトルを包絡して入力した。

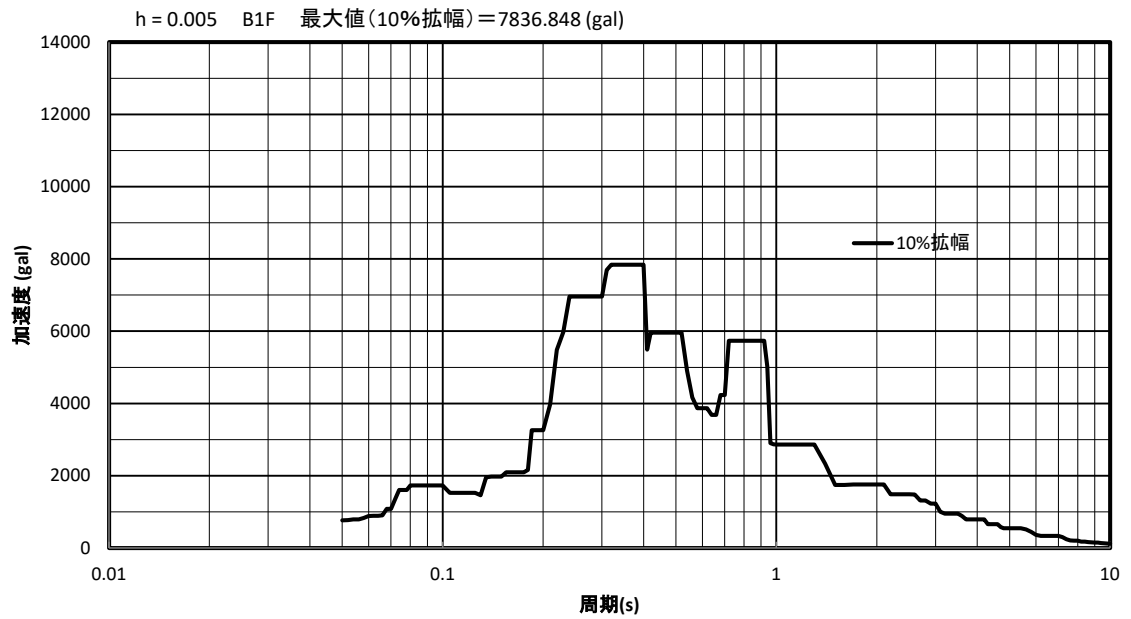


図 4-1 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 1 階，減衰定数 0.5%）

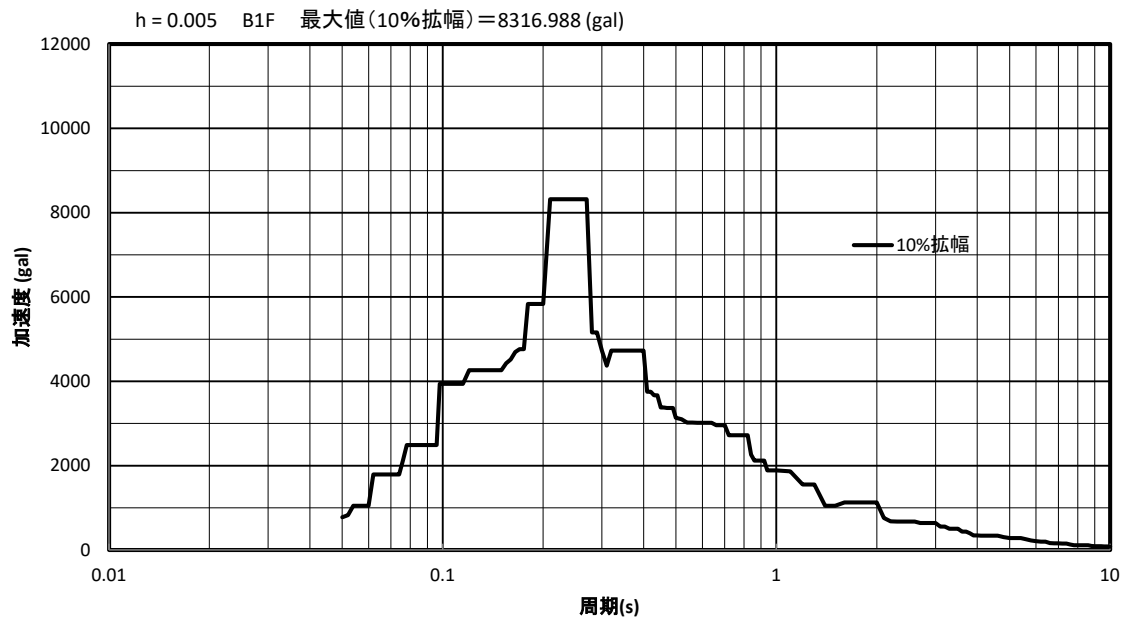


図 4-2 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 1 階，減衰定数 0.5%）

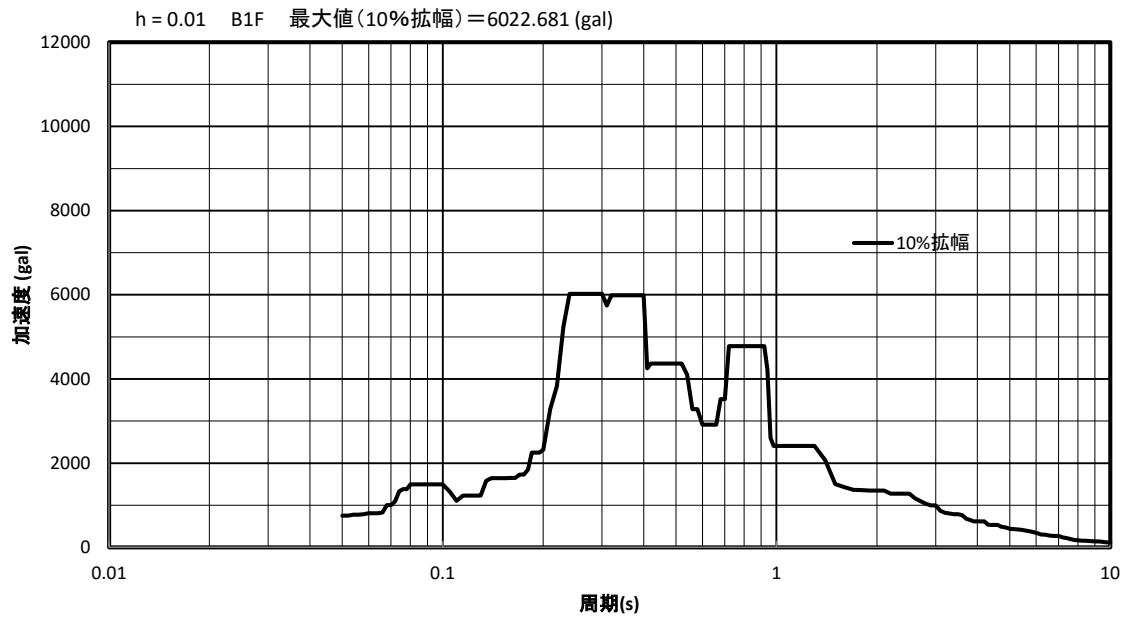


図 4-3 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 1 階，減衰定数 1.0%）

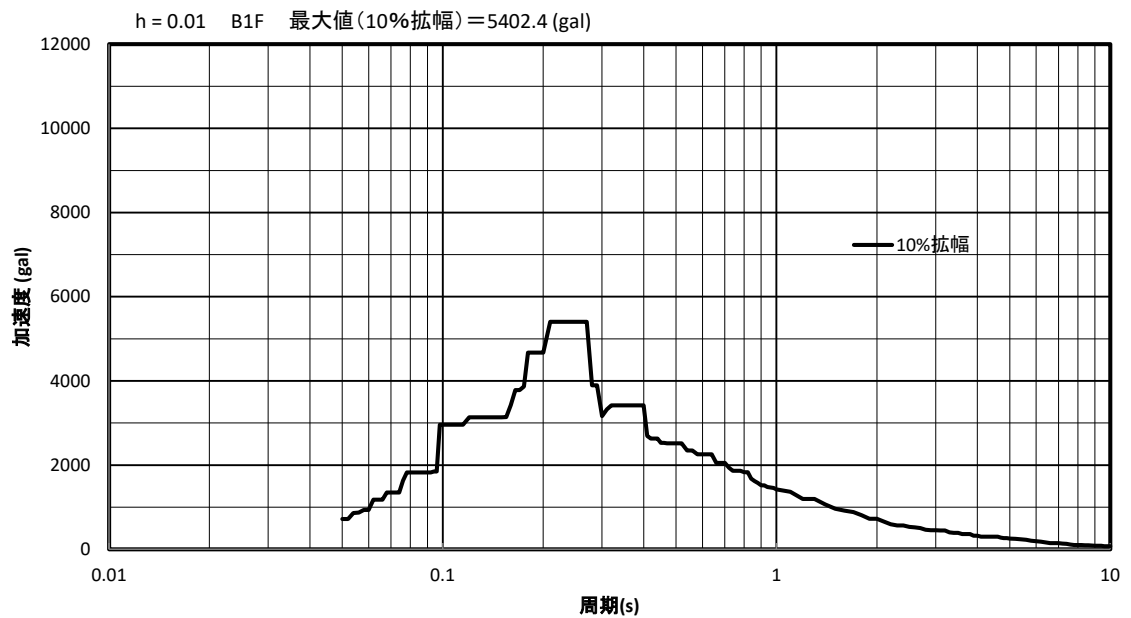


図 4-4 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 1 階，減衰定数 1.0%）

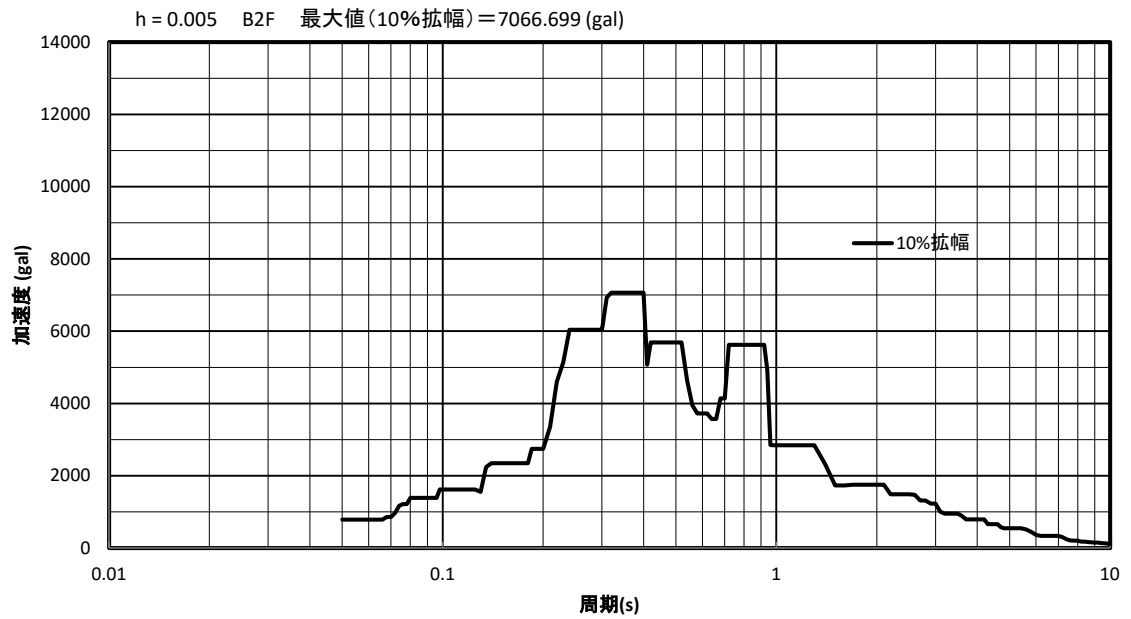


図 4-5 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 0.5%）

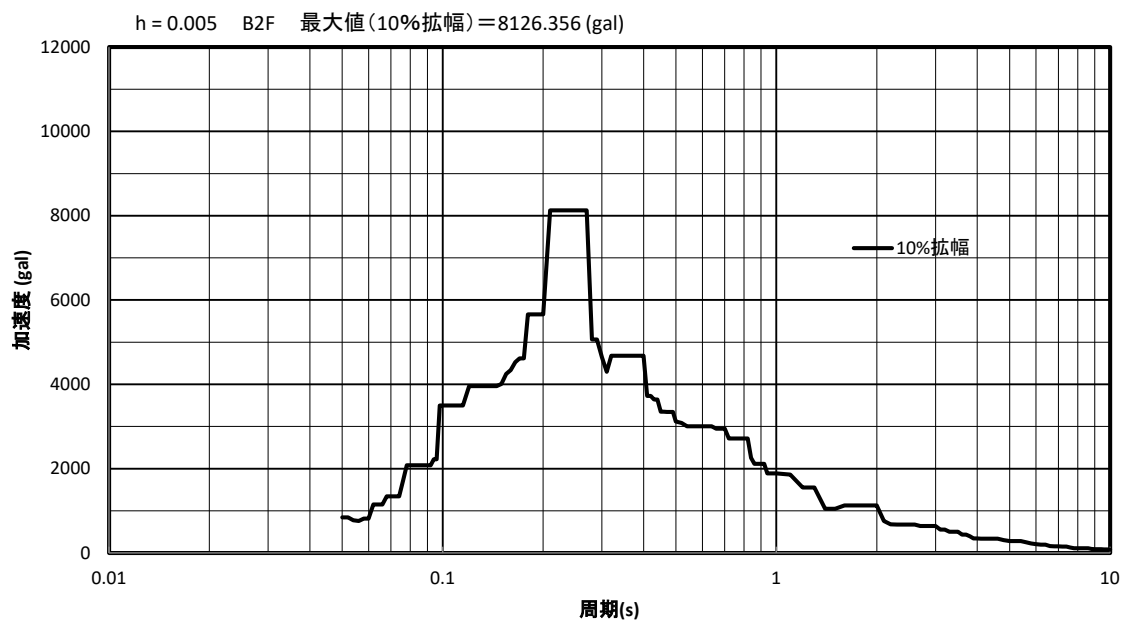


図 4-6 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 0.5%）

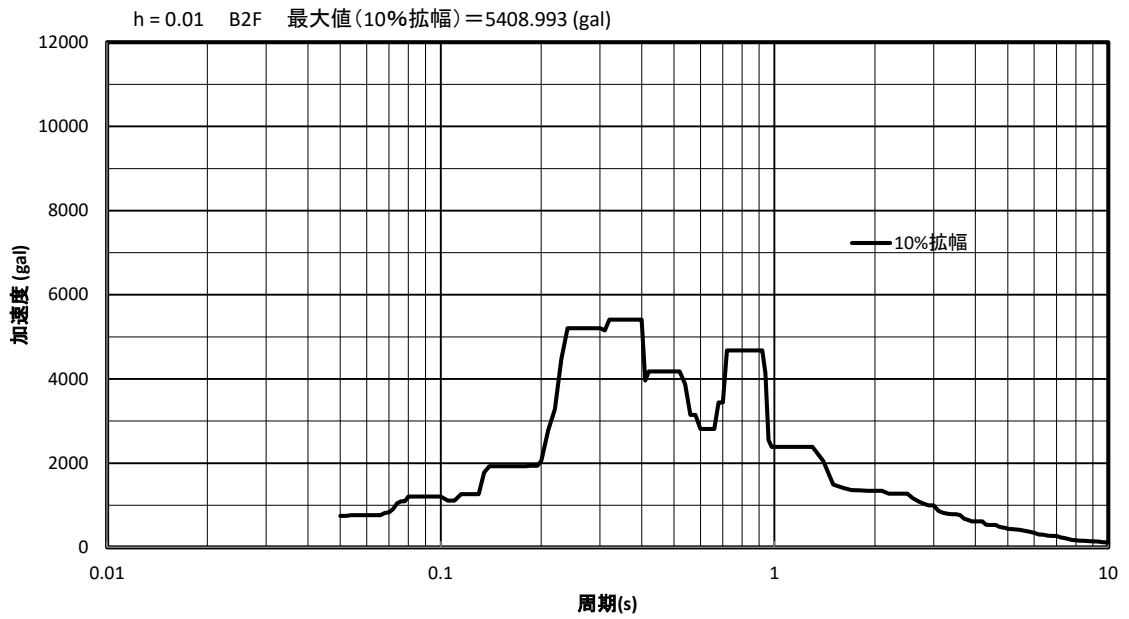


図 4-7 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

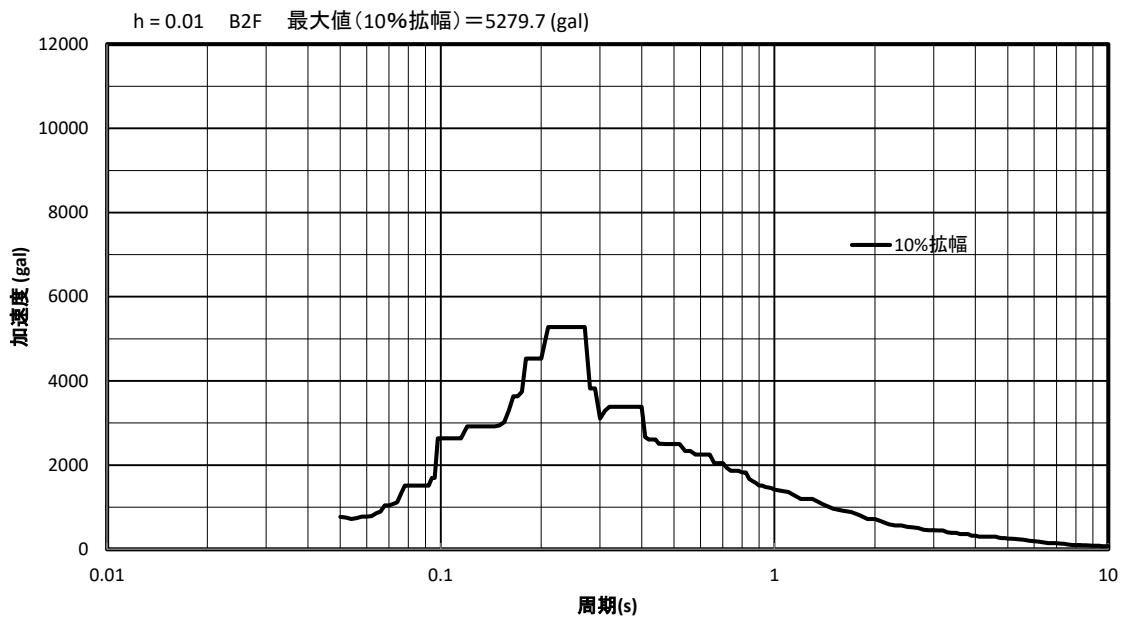


図 4-8 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

4.5 計算方法

配管類の発生応力の計算方法は FEM 解析（スペクトルモーダル法）を用いた。解析コードは ISAP-IV^{※1}を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 株式会社 IHI, “配管構造解析プログラム ISAP-IV, Version: PDOL 004.011, ISAP 001.007, COMB 004.011, PPIP 004.012, REPT 004.011, PLT3 001.003, NPIP 004.012” .
(汎用構造解析プログラム SAP-V をベースに株式会社 IHI が開発した解析コード)

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

配管類の解析モデルを図 4-9 から図 4-45 に示す。FEM 解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

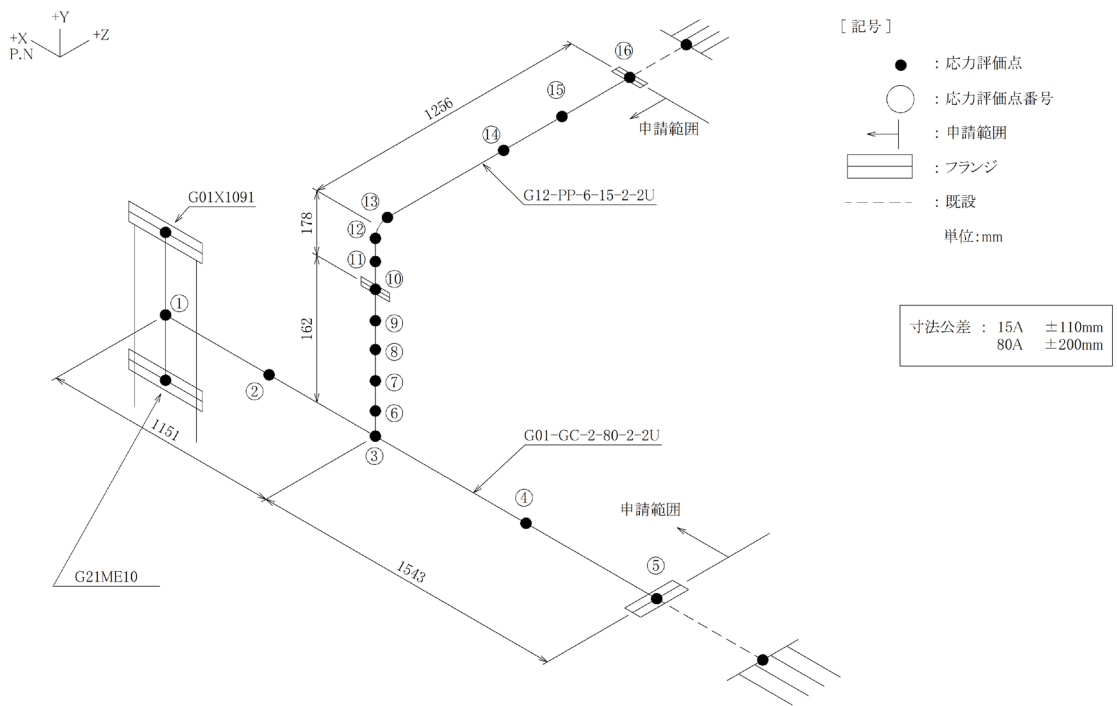


図 4-9 配管類 (KG12-250) の解析モデル (1)

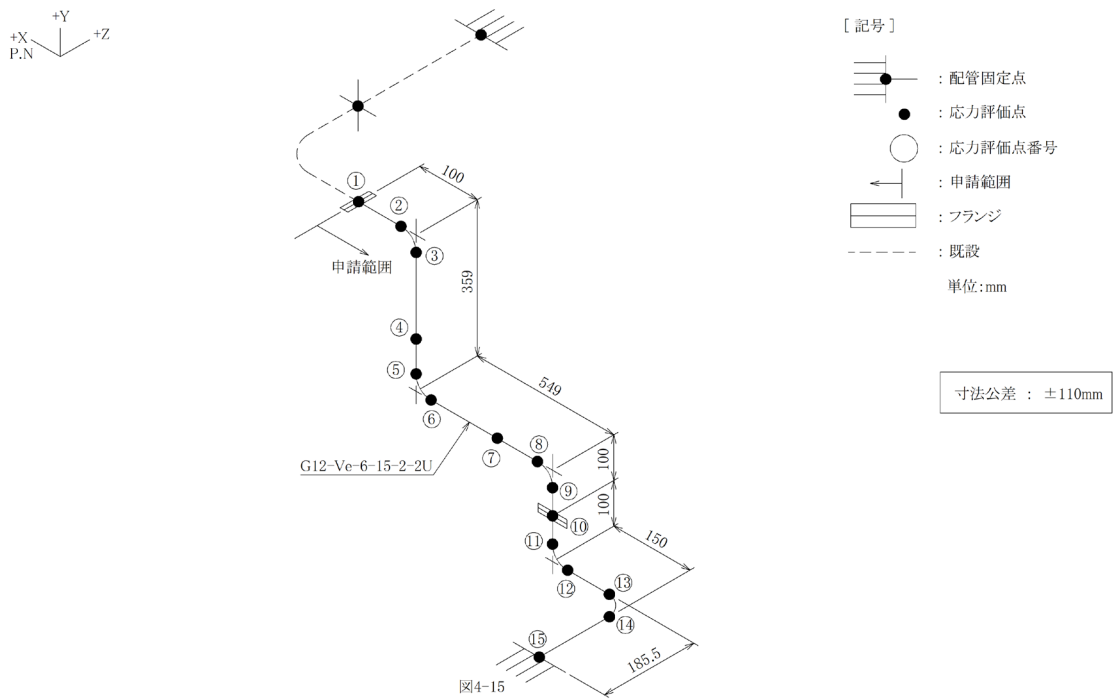


図 4-10 配管類 (KG12-253) の解析モデル (2)

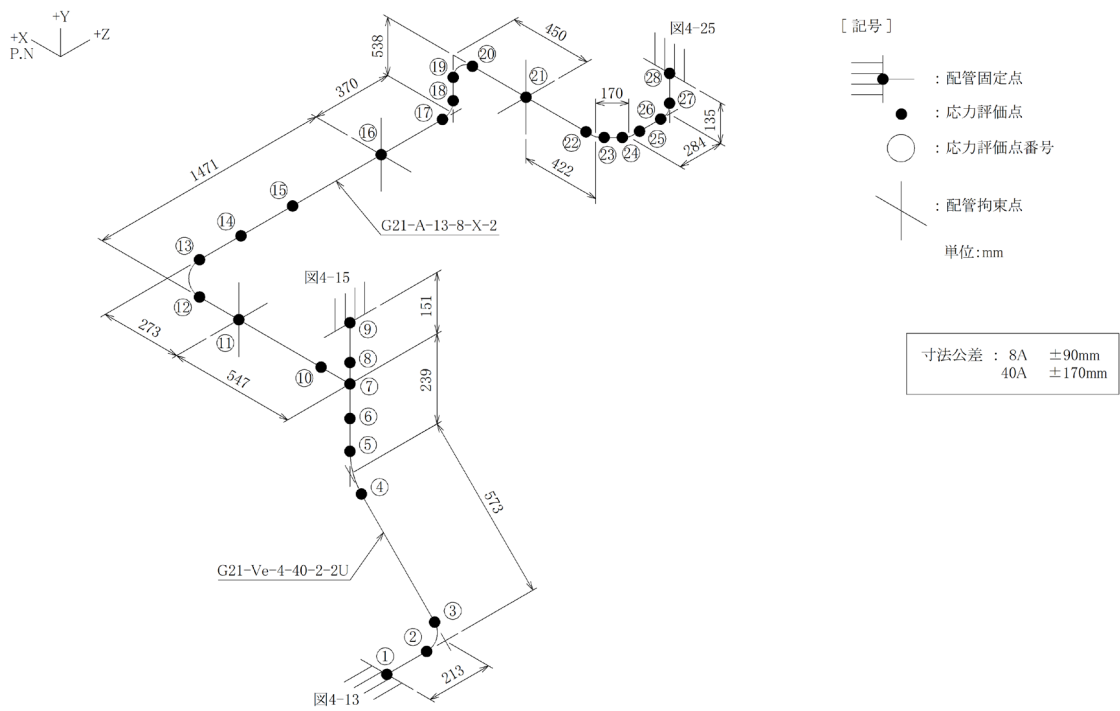


図 4-11 配管類 (KG21-101) の解析モデル (3)

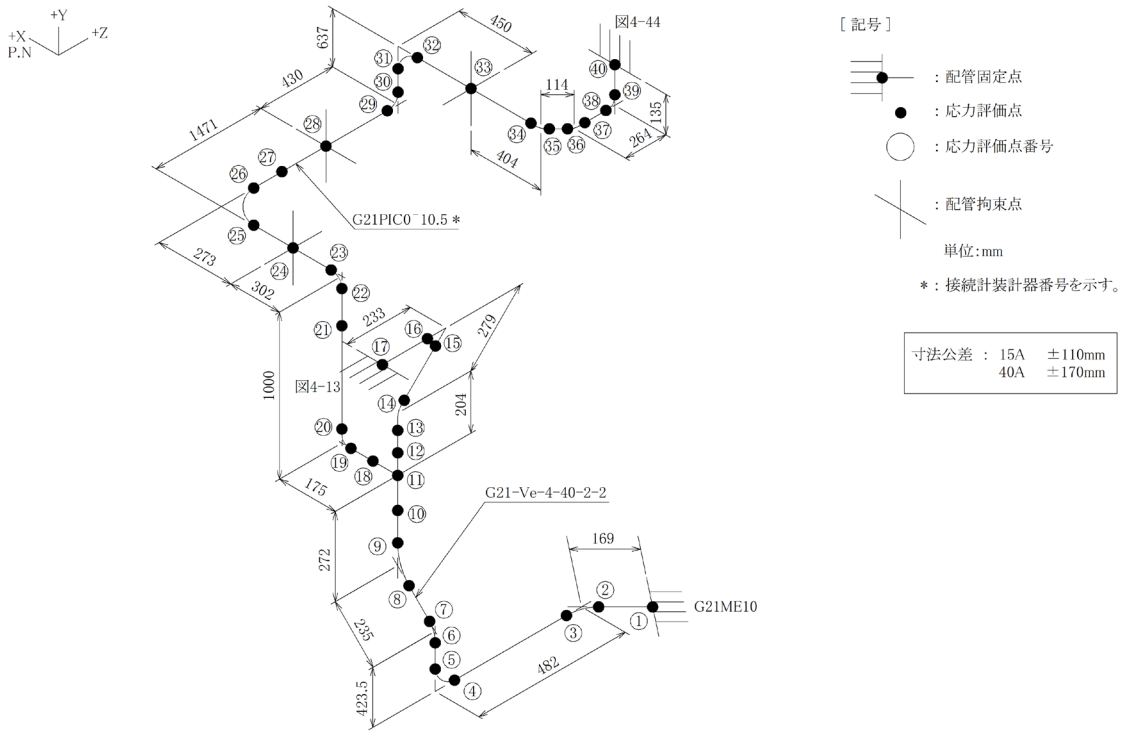


図 4-12 配管類 (KG21-103) の解析モデル (4)

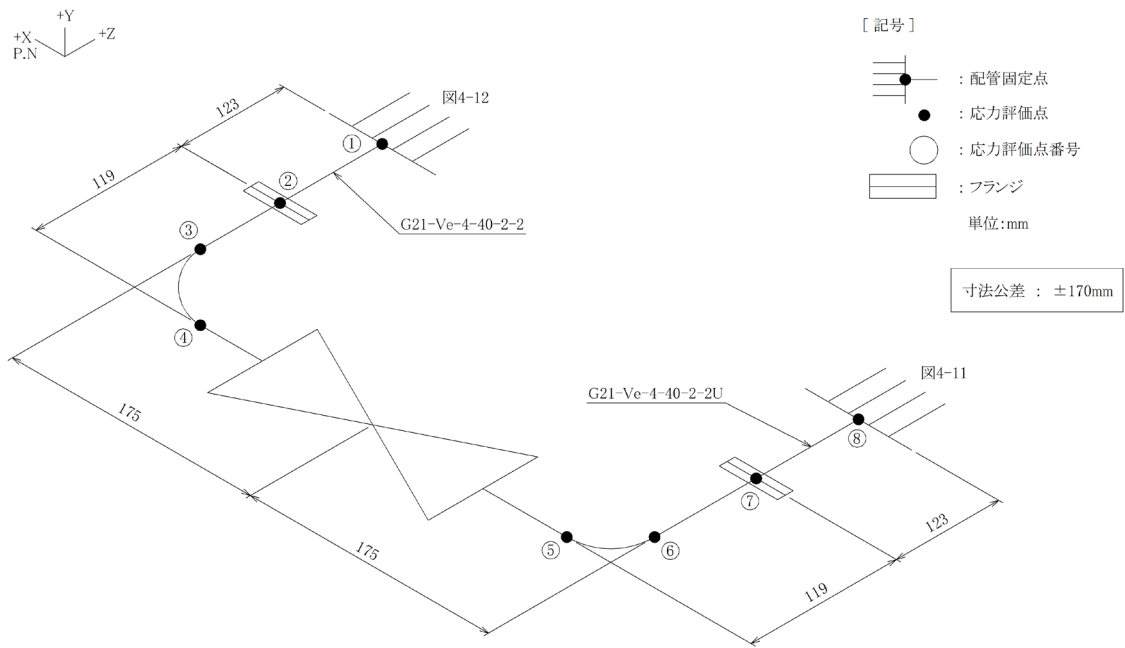


図 4-13 配管類 (KG21-102) の解析モデル (5)

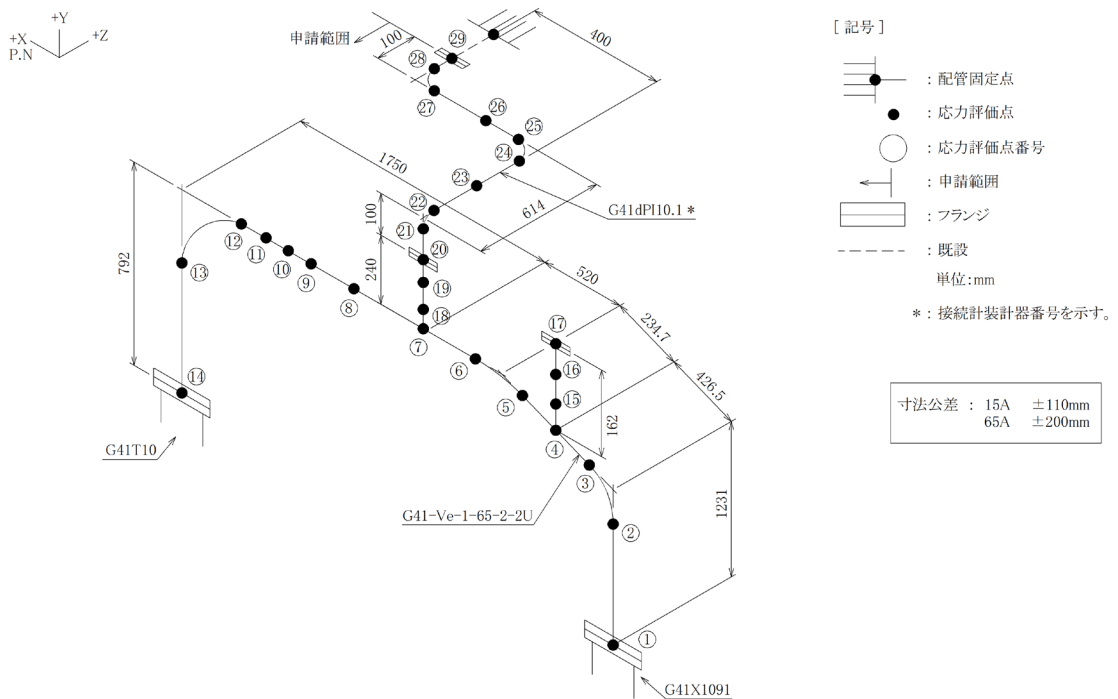
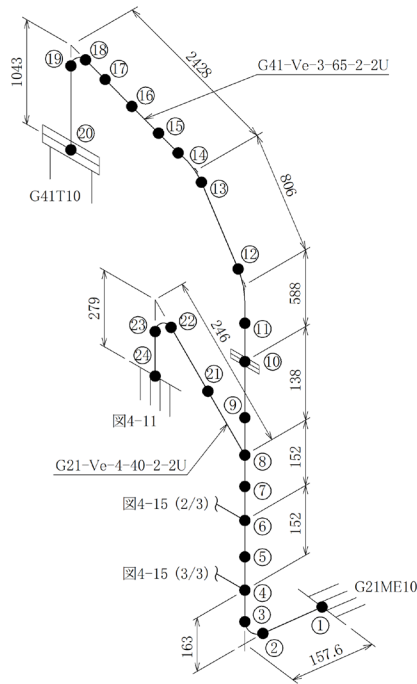
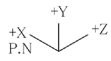


図 4-14 配管類 (KG41-543) の解析モデル (6)

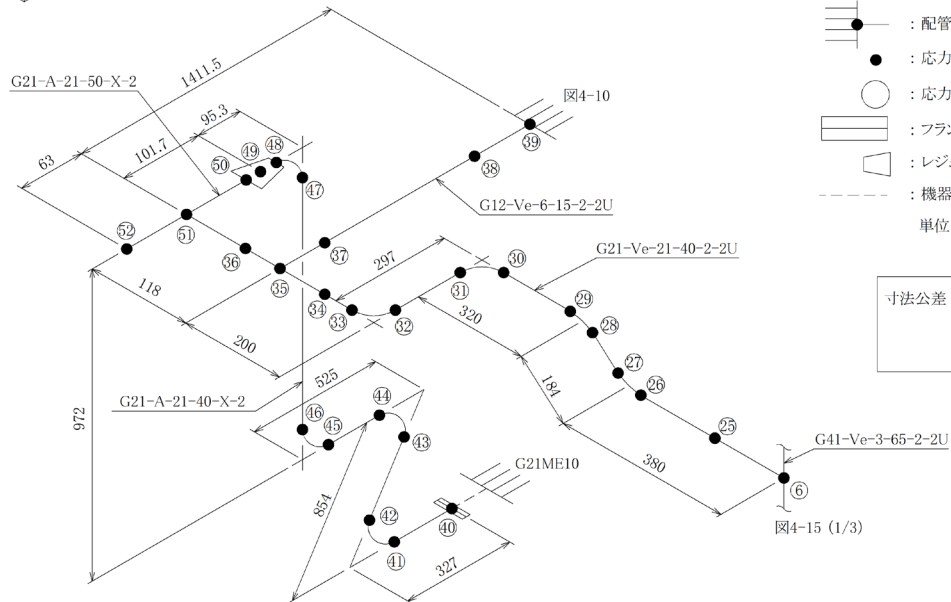
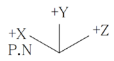


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
- 単位:mm

寸法公差	40A	±170mm
	65A	±200mm

図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (1/3)



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
 - : レジューサ
 - : 機器
- 単位:mm

寸法公差	15A	±110mm
	40A	±170mm
	50A	±190mm
	65A	±200mm

図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (2/3)

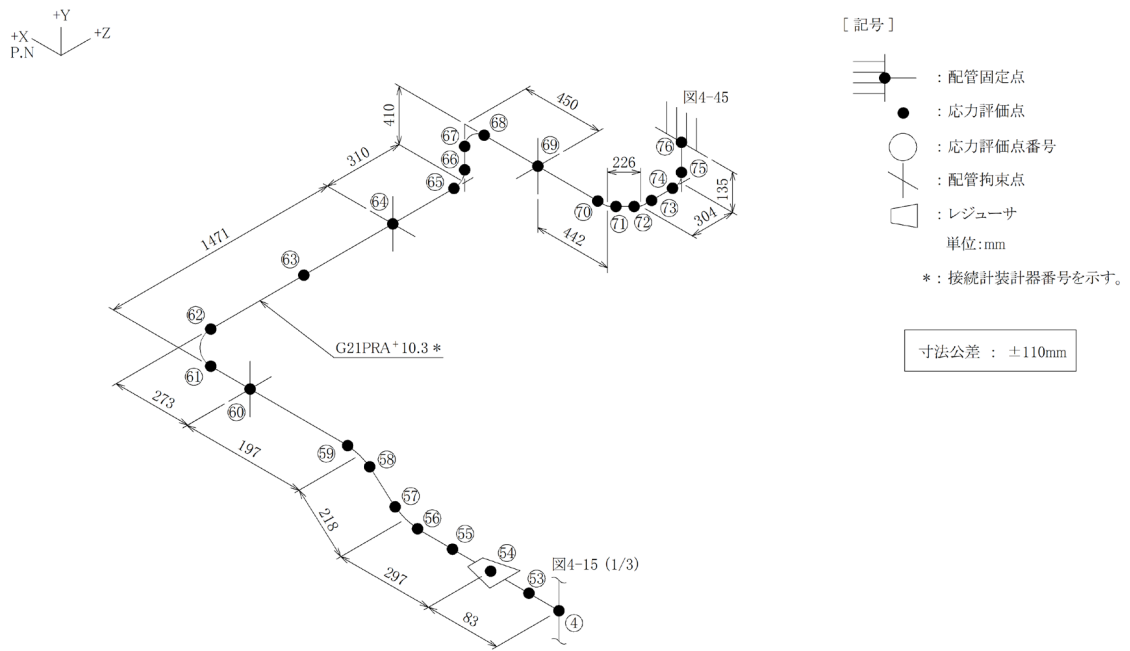


図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (3/3)

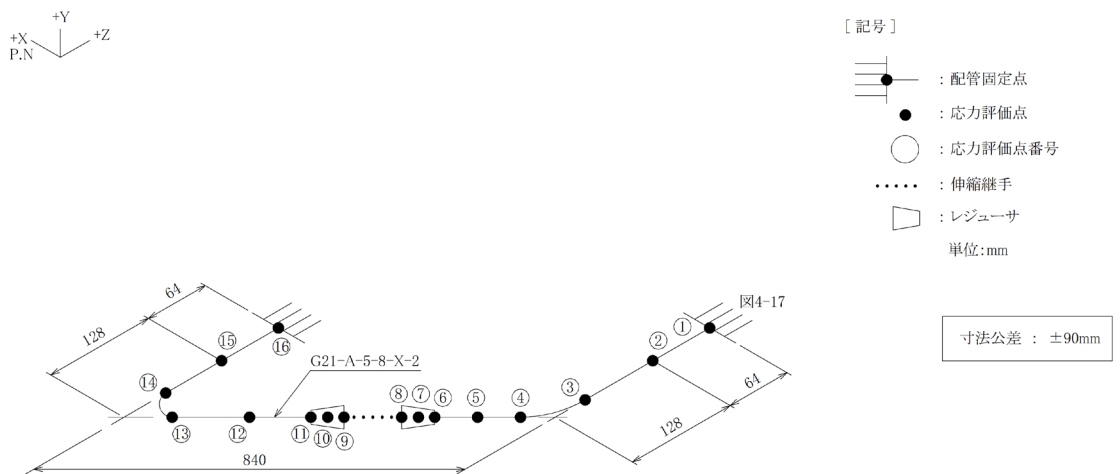


図 4-16 配管類 (KG21-125) の解析モデル (8)

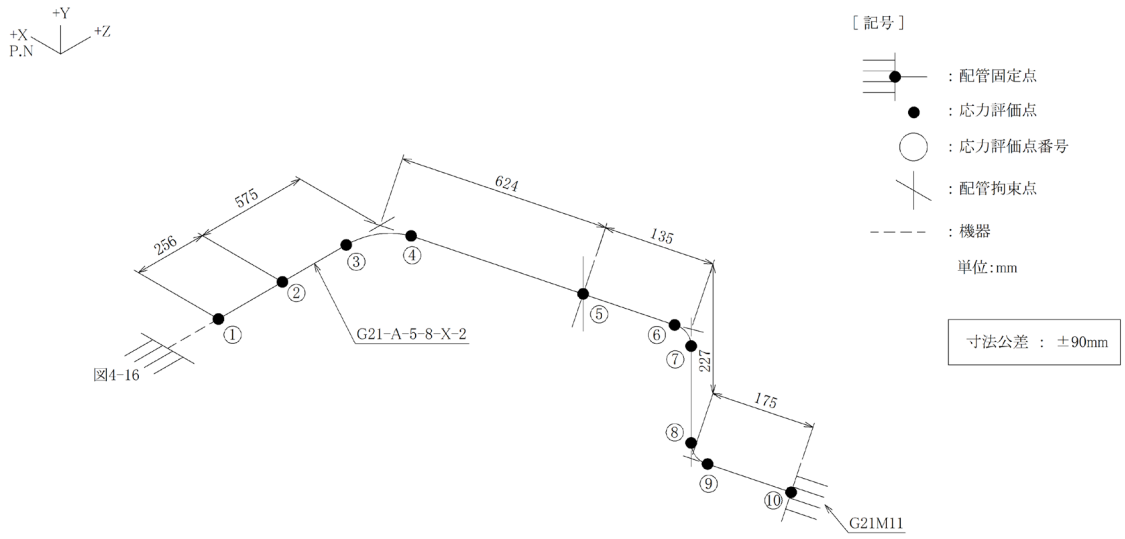


図 4-17 配管類 (KG21-126) の解析モデル (9)

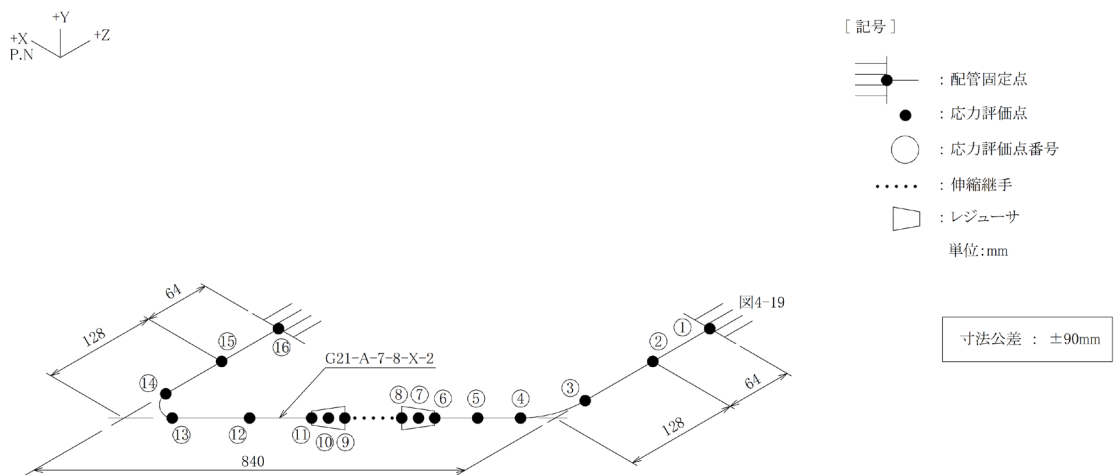


図 4-18 配管類 (KG21-129) の解析モデル (10)

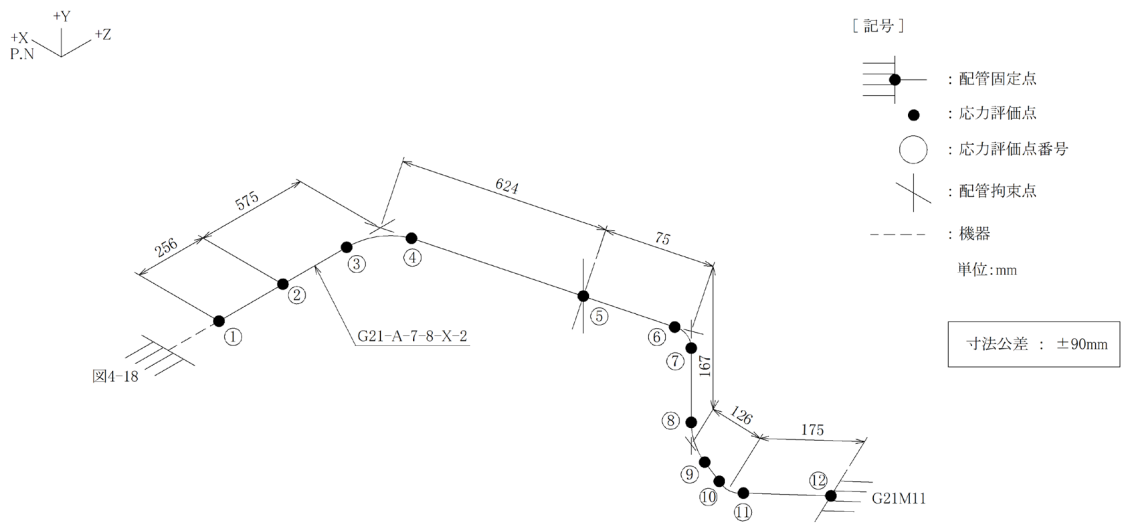


図 4-19 配管類 (KG21-130) の解析モデル (11)

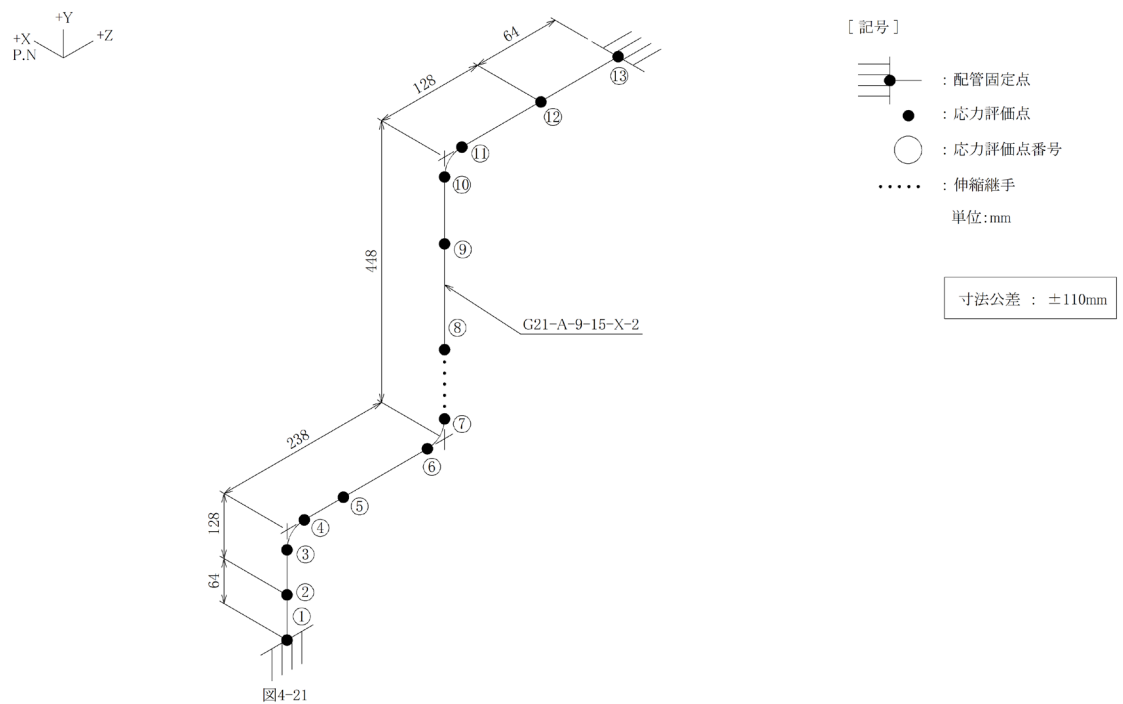
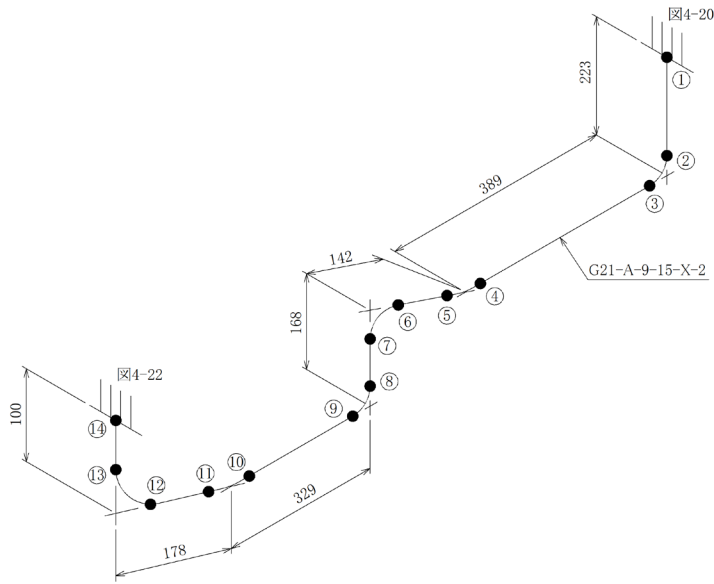
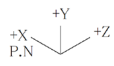


図 4-20 配管類 (KG21-110) の解析モデル (12)



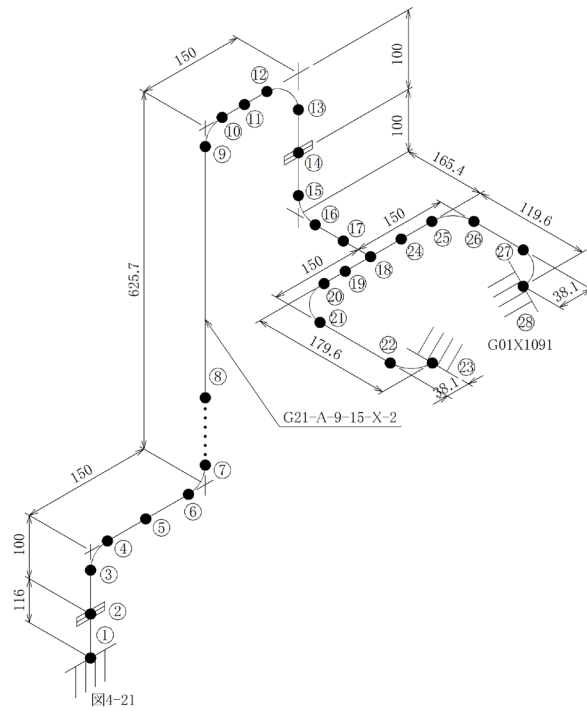
[記号]

- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号

単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-21 配管類 (KG21-111) の解析モデル (13)



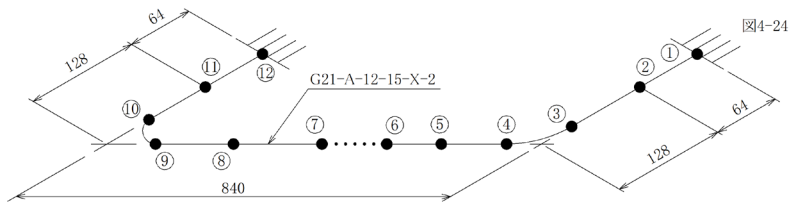
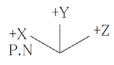
[記号]

- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号

- : フランジ
- : 伸縮継手

寸法公差 : ±110mm

図 4-22 配管類 (KG21-112) の解析モデル (14)

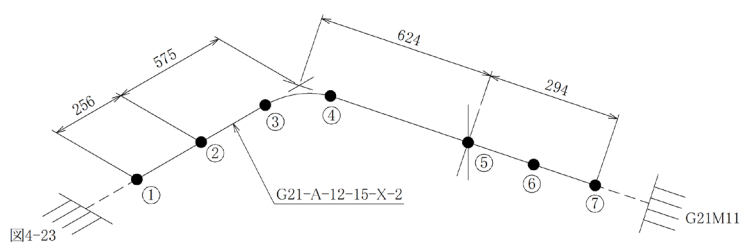
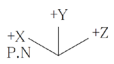


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 伸縮継手
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-23 配管類 (KG21-121) の解析モデル (15)



[記号]

- : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 配管拘束点
 - : 機器
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-24 配管類 (KG21-122) の解析モデル (16)

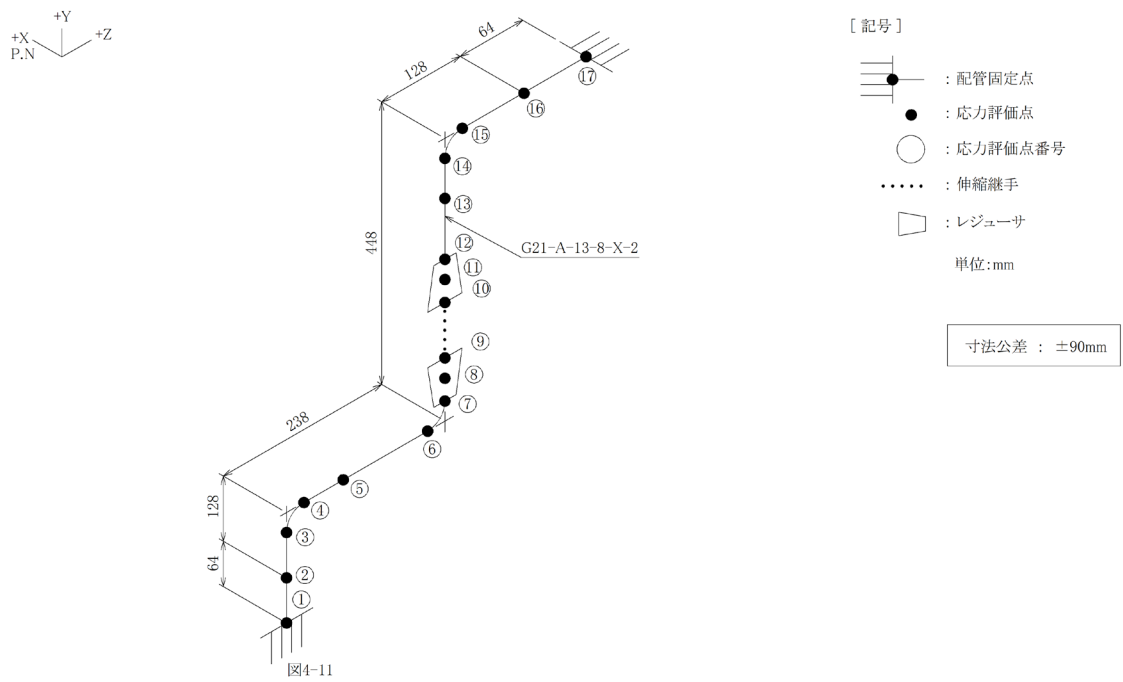


図 4-25 配管類 (KG21-107) の解析モデル (17)

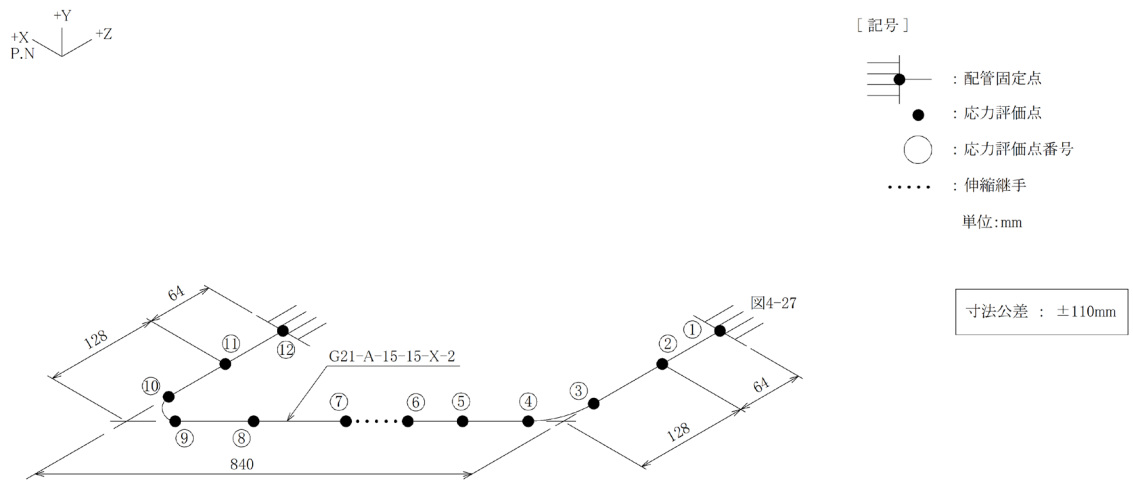
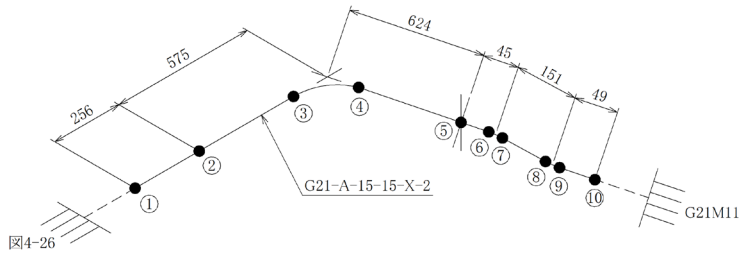


図 4-26 配管類 (KG21-117) の解析モデル (18)

+X
+Y
P.N +Z



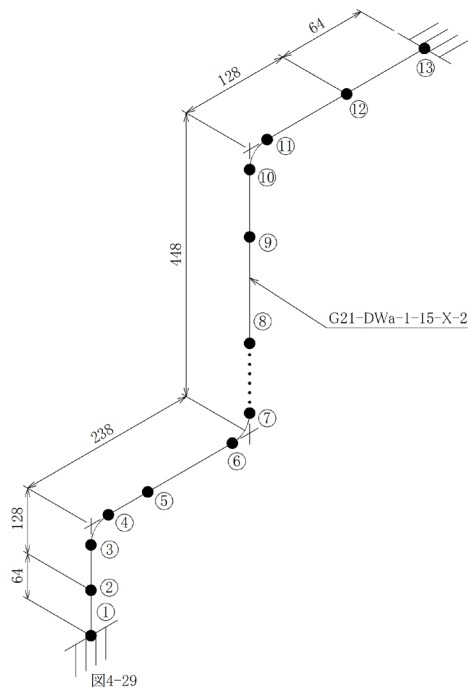
[記号]

- : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - /— : 配管拘束点
 - - - : 機器
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-27 配管類 (KG21-118) の解析モデル (19)

+X
+Y
P.N +Z



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 伸縮継手
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-28 配管類 (KG21-166) の解析モデル (20)

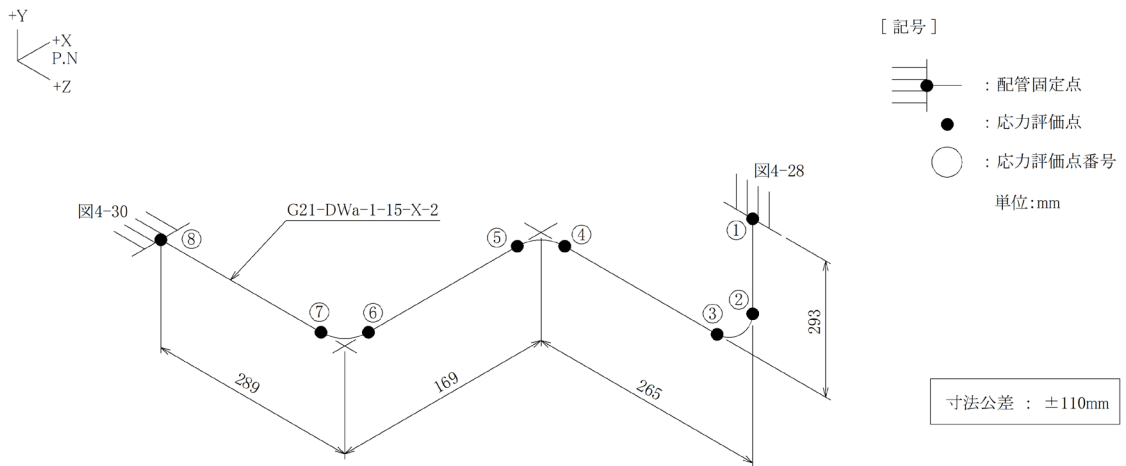


図 4-29 配管類 (KG21-167) の解析モデル (21)

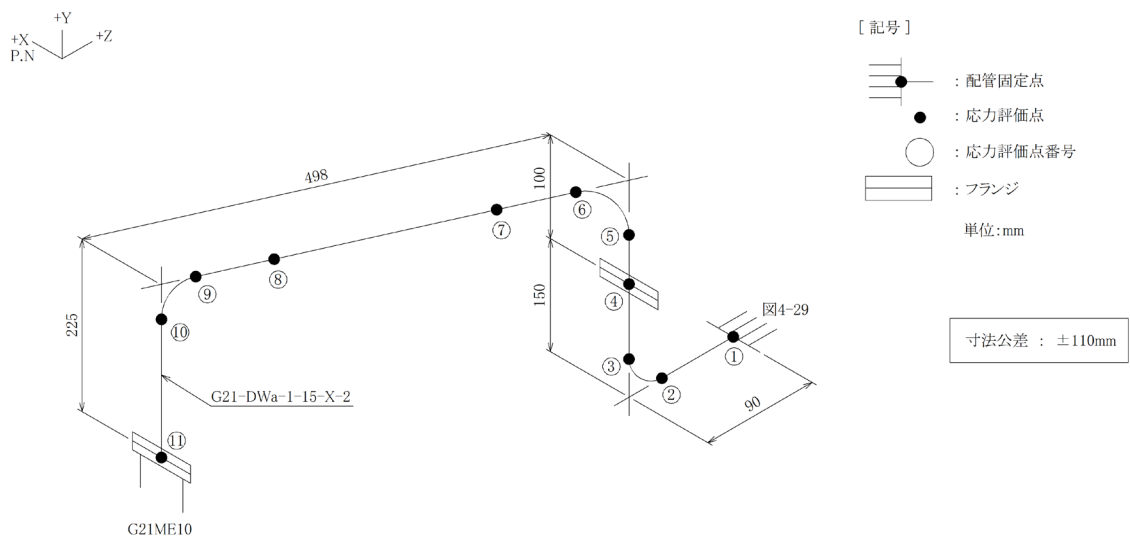


図 4-30 配管類 (KG21-168) の解析モデル (22)

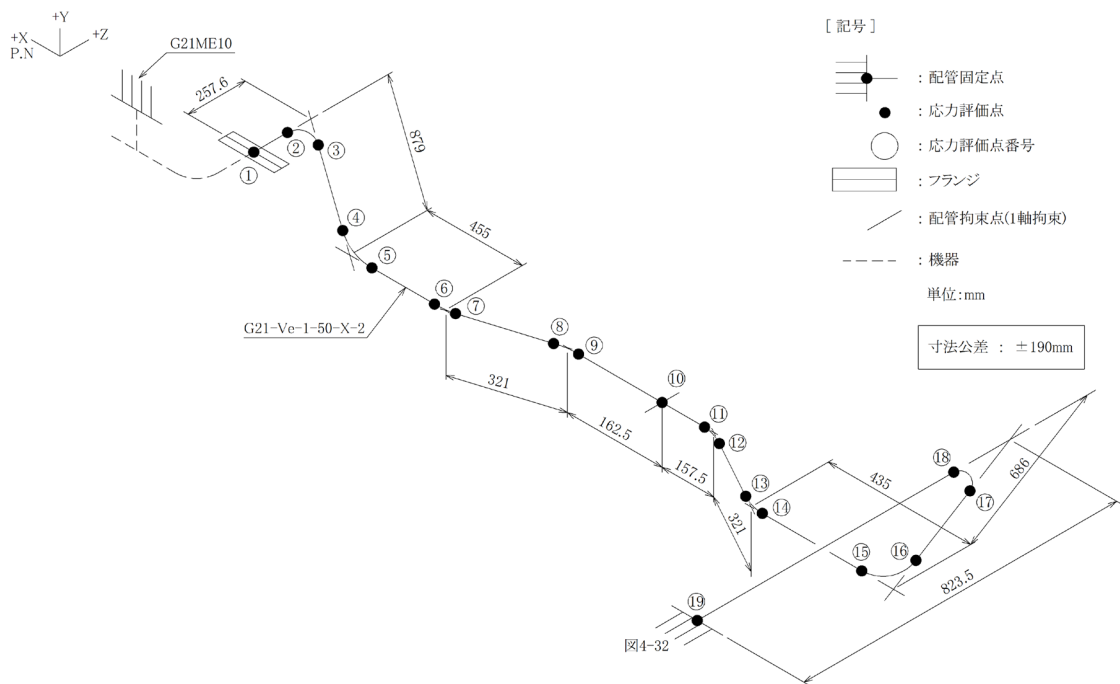


図 4-31 配管類 (KG21-137) の解析モデル (23)

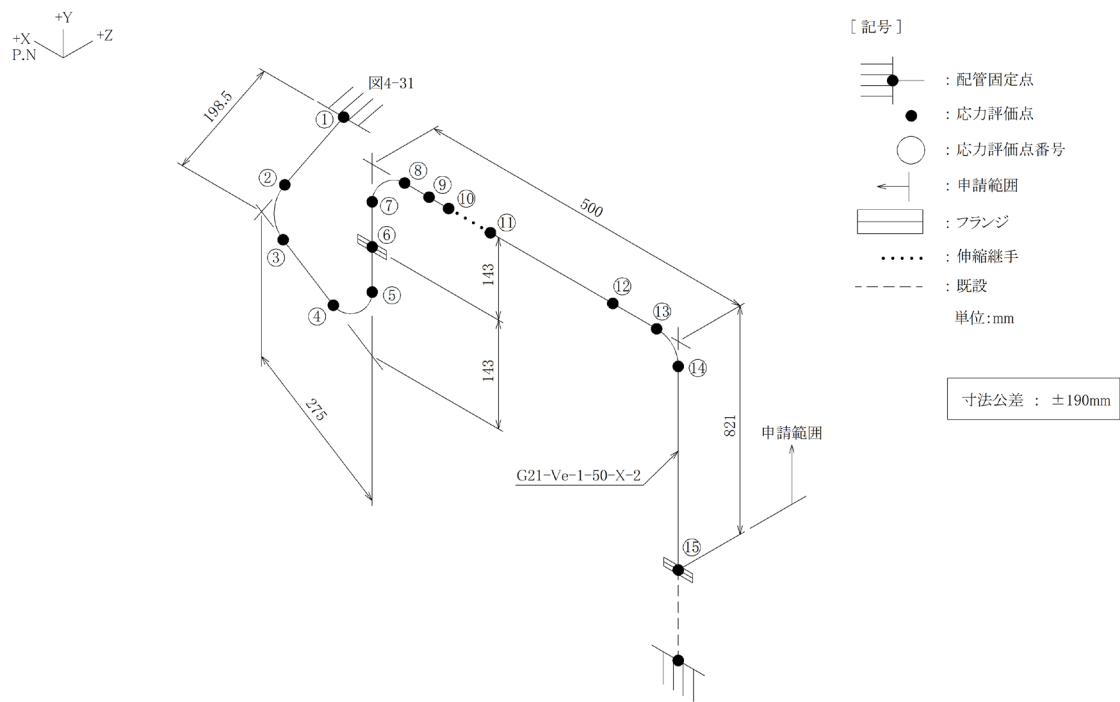
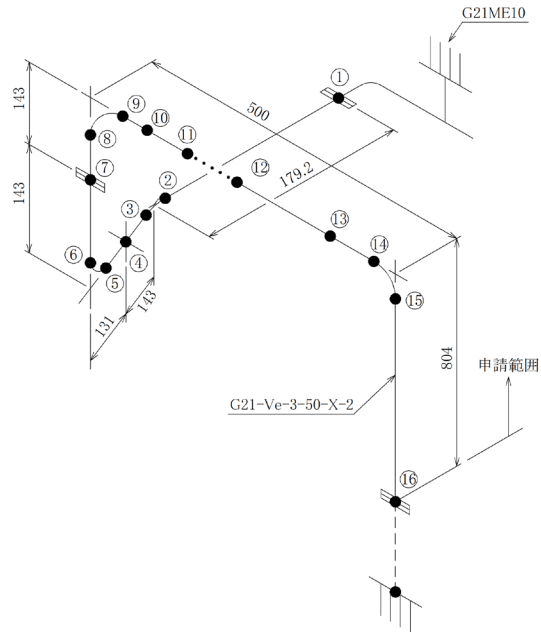
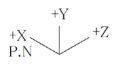


図 4-32 配管類 (KG21-136) の解析モデル (24)



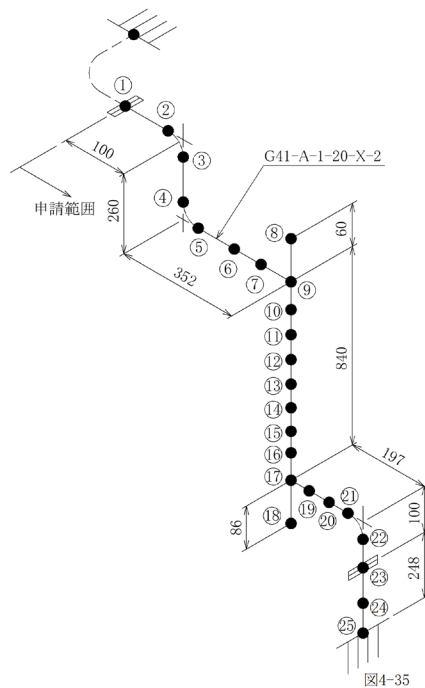
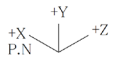
[記号]

- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号
- : 申請範囲
- : フランジ
- : 伸縮継手
- : 配管拘束点
- : 既設
- : 機器

単位:mm

寸法公差 : ±190mm

図 4-33 配管類 (KG21-135) の解析モデル (25)



[記号]

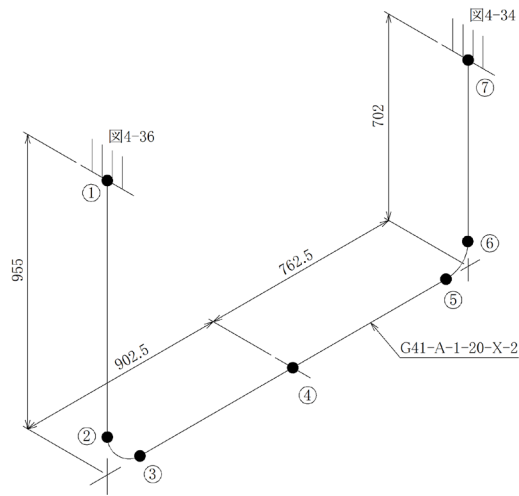
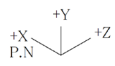
- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号
- : 申請範囲
- : フランジ
- : 既設

単位:mm

寸法公差 : ±130mm

図4-35

図 4-34 配管類 (KG41-537) の解析モデル (26)

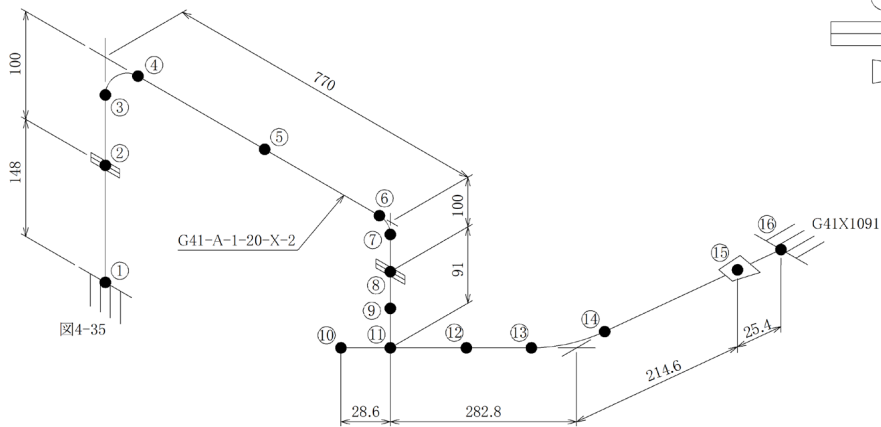
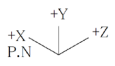


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 配管拘束点(1軸拘束)
- 単位:mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-35 配管類 (KG41-538) の解析モデル (27)



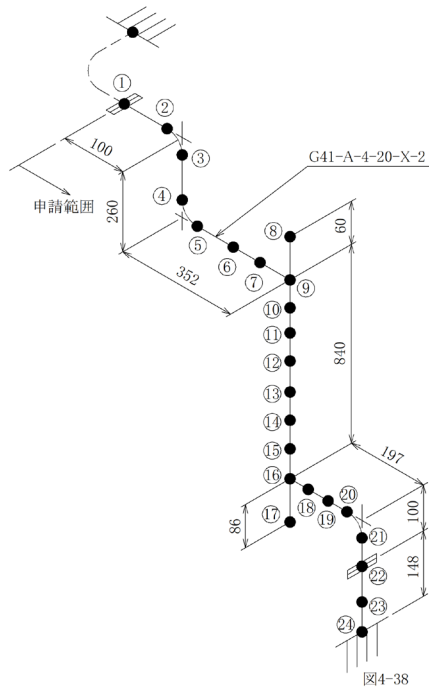
[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
 - : レジューサ
- 単位:mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-36 配管類 (KG41-539) の解析モデル (28)

+X
P,N +Y
+Z



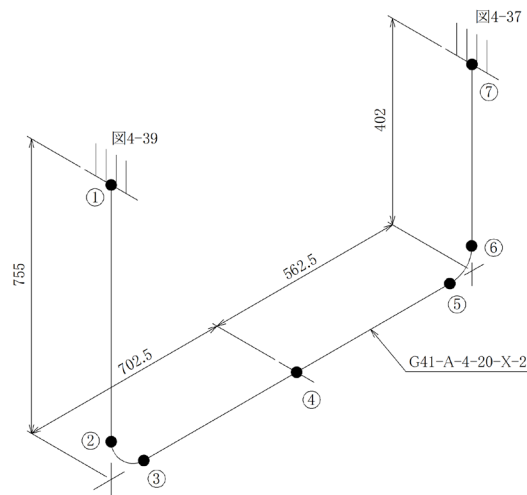
[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 申請範囲
 - : フランジ
 - : 既設
- 単位: mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-37 配管類 (KG41-532) の解析モデル (29)

+X
P,N +Y
+Z



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 配管拘束点(1軸拘束)
- 単位: mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-38 配管類 (KG41-533) の解析モデル (30)

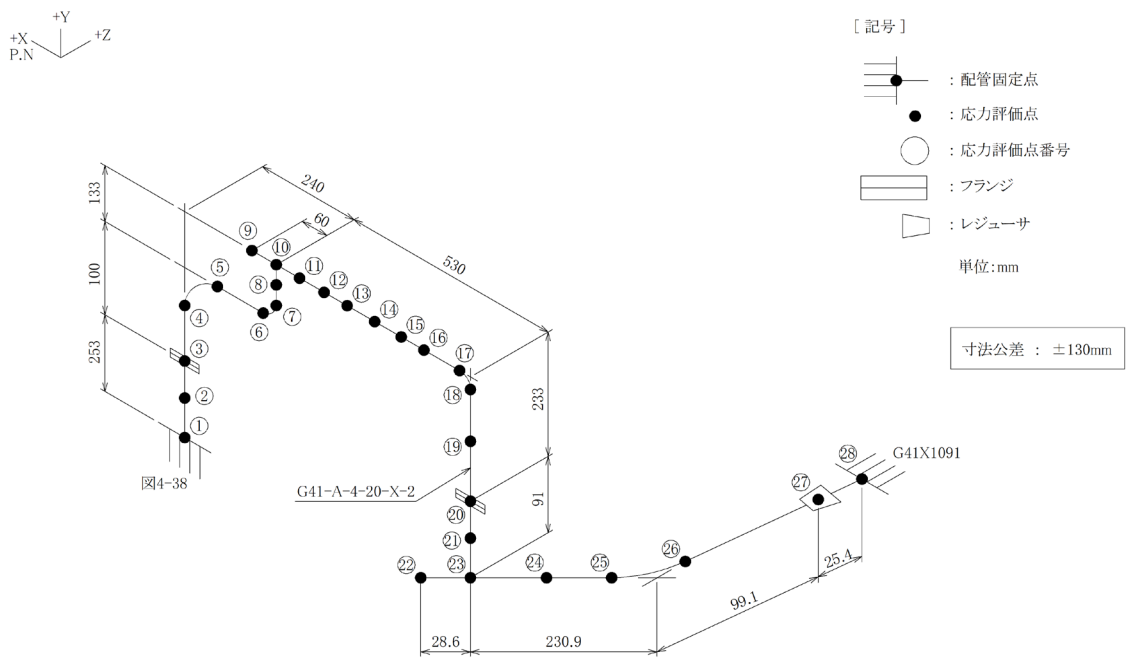


図 4-39 配管類 (KG41-534) の解析モデル (31)

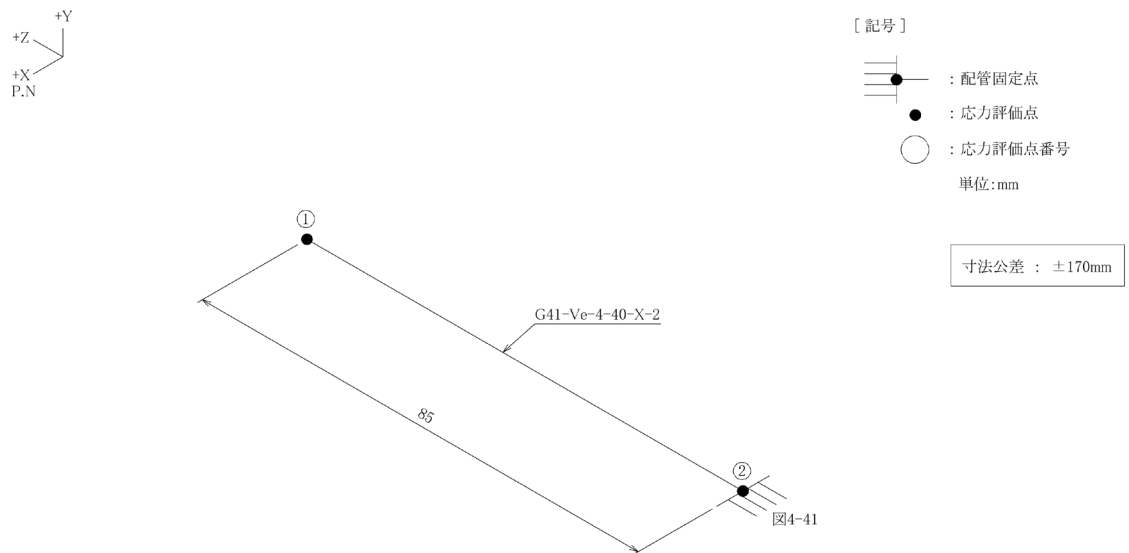


図 4-40 配管類 (KG41-529) の解析モデル (32)

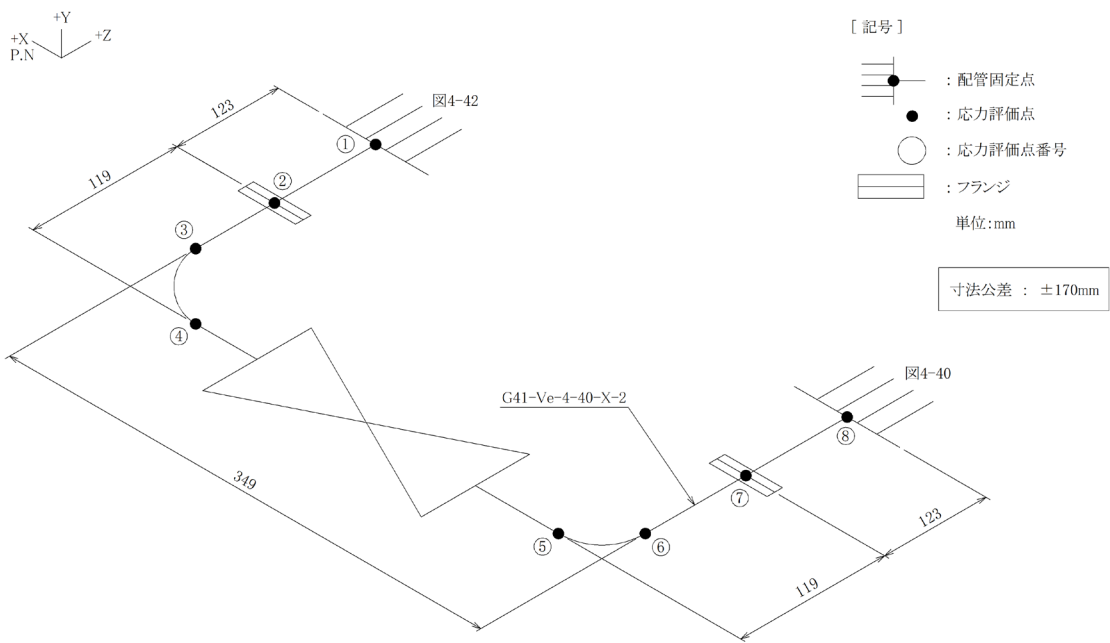


図 4-41 配管類 (KG41-528) の解析モデル (33)

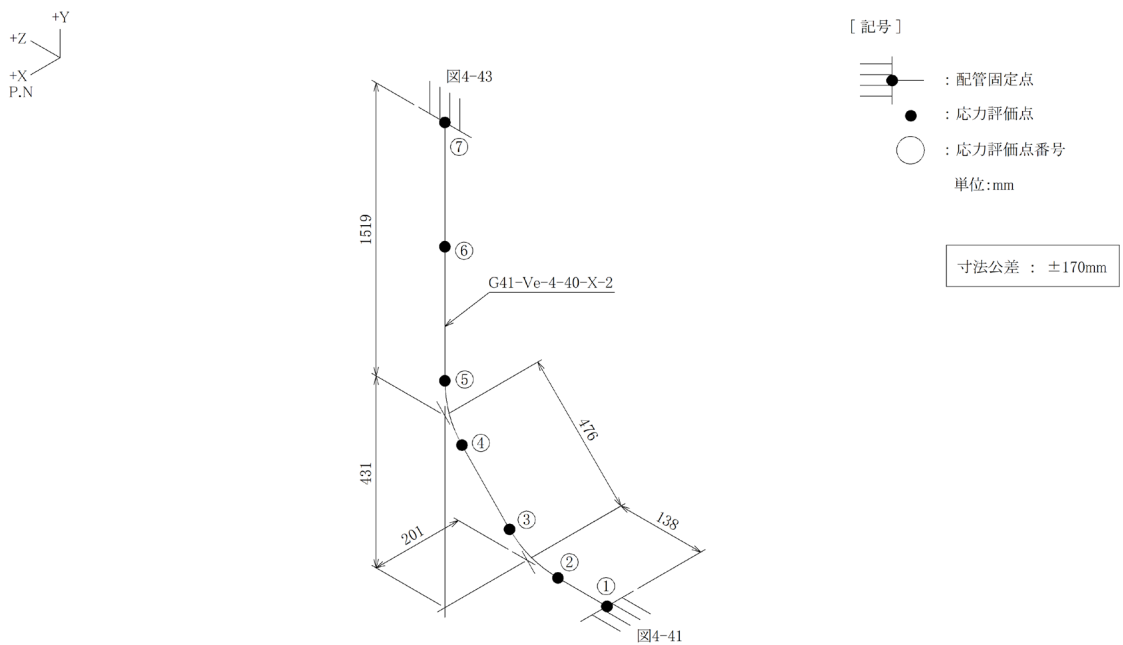


図 4-42 配管類 (KG41-527) の解析モデル (34)

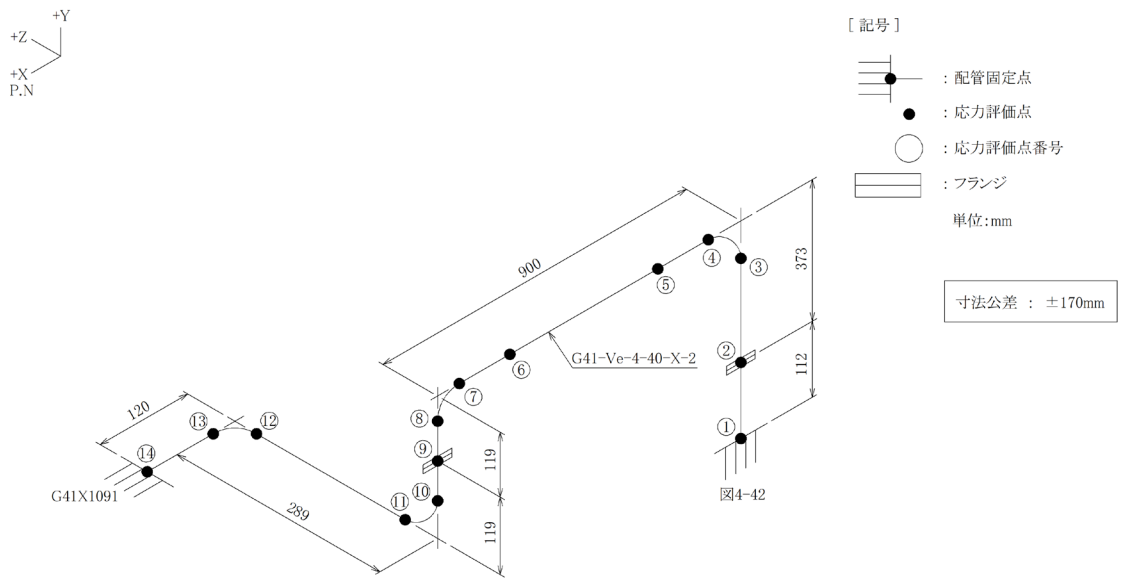


図 4-43 配管類 (KG41-526) の解析モデル (35)

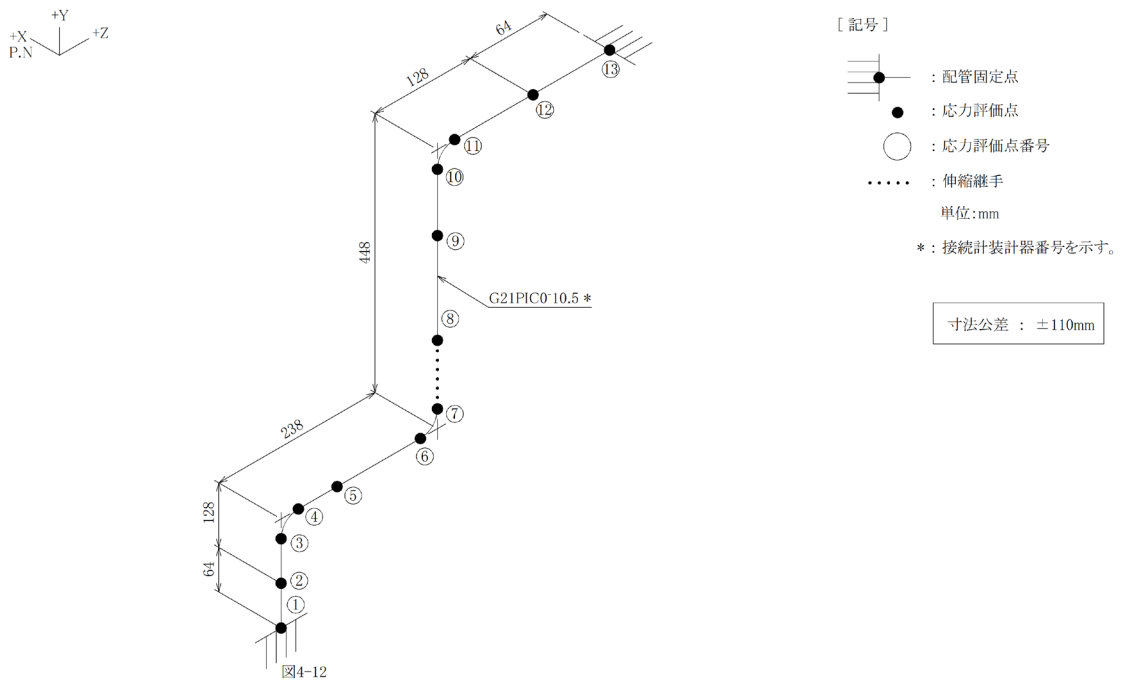


図 4-44 配管類 (KG21-104) の解析モデル (36)

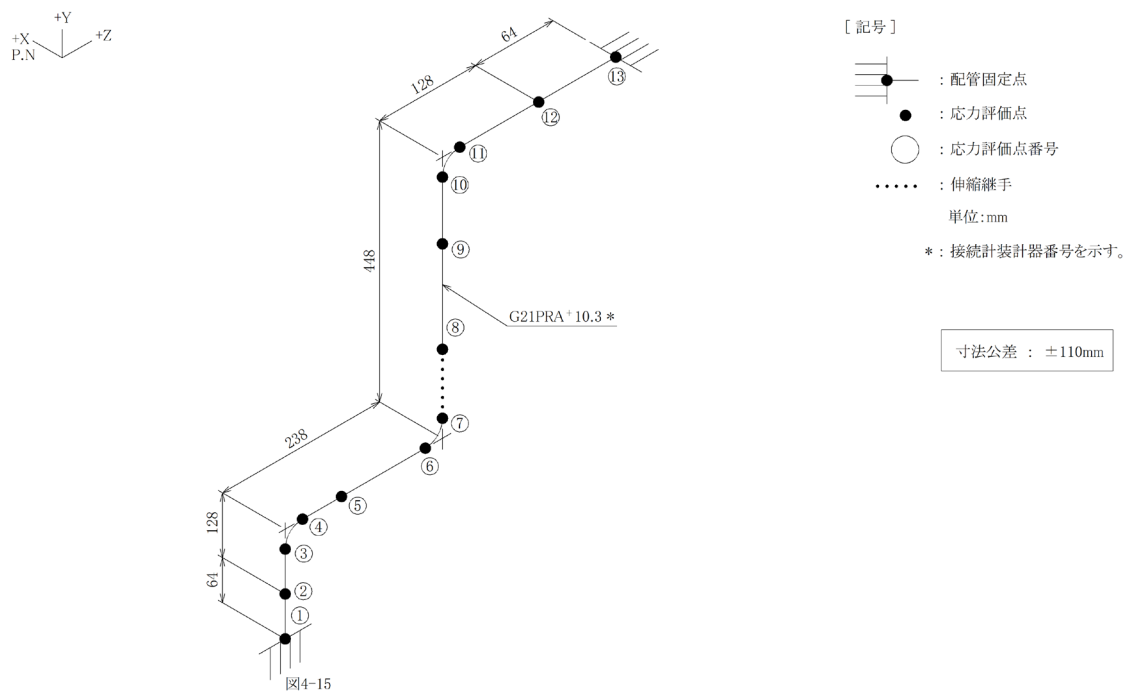


図 4-45 配管類 (KG21-131) の解析モデル (37)

4.6.2 諸元

配管類の諸元を表 4-3 に示す。

表 4-3 配管類の諸元

配管番号	主要材料	呼び径 (A)	呼び 厚さ	最高使用 温度 (°C)	最高使用 圧力 (Pa)	耐震 分類
G01-GC-2-80-2-2U	R-SUSF304ULC	89.1 mm ^{*2}	4.0 mm ^{*3}	60	64k ^{*1}	S クラス
G12-PP-6-15-2-2U	R-SUS304ULC	15	80	95	64k ^{*1}	S クラス
G12-Ve-6-15-2-2U	R-SUS304ULC	15	40	70	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-4-40-2-2	SUS304L	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-4-40-2-2U	R-SUS304ULC	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-1-65-2-2U	R-SUS304ULC	65	80	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-3-65-2-2U	R-SUS304ULC	65	80	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-21-40-2-2U	R-SUS304ULC	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-21-40-X-2	SUS304L	40	20S	400	0.76M	S クラス
G21-A-21-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	0.76M	S クラス
G21-A-5-8-X-2	SUS304L	8	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-7-8-X-2	SUS304L	8	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-9-15-X-2	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-12-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-13-8-X-2	SUS304L	8	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-15-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.76M	S クラス
G21-DWa-1-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.59M	S クラス
G21-Ve-1-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	大気圧	S クラス
G21-Ve-3-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	大気圧	S クラス
G41-A-1-20-X-2	SUS304L	20	40	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-A-4-20-X-2	SUS304L	20	40	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-4-40-X-2	SUS304L	40	20S	65	64k ^{*1}	S クラス
G21PRA ^{+10.3} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21PIC0 ^{-10.5} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G41dPI ^{10.1} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス

*1：外圧を示す。

*2：外径を示す。

*3：厚さを示す。

*4：接続計装計器番号を示す。

5. 評価結果

評価結果を表 5-1 に示す。

配管類の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 評価結果 (1/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G01-GC-2-80-2-2U	18.5	1	33	395	図 4-9 参照
		2	24		
		3	75		
		4	24		
		5	8		
G12-PP-6-15-2-2U		6	50	398	
		7	49		
		8	42		
		9	34		
		10	44		
		11	19		
		12	8		
		13	16		
		14	26		
		15	17		
		16	30		

表 5-1 評価結果 (2/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G12-Ve-6-15-2-2U	18.9	1	24	415	図 4-10 参照
		2	28		
		3	23		
		4	21		
		5	18		
		6	19		
		7	22		
		8	22		
		9	26		
		10	22		
		11	19		
		12	14		
		13	27		
		14	37		
		15	100		

表 5-1 評価結果 (3/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2U		1	3	326	図 4-11 参照
		2	2		
		3	2		
		4	1		
		5	1		
		6	1		
		7	9		
		8	2		
		9	2		
G21-A-13-8-X-2	14.7	10	6	406	
		11	19		
		12	6		
		13	7		
		14	12		
		15	8		
		16	16		
		17	4		
		18	5		
		19	4		
		20	4		
		21	9		
		22	7		
		23	7		
		24	6		
		25	5		
		26	8		
		27	10		
		28	19		

表 5-1 評価結果 (4/37) (1/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2	12.8	1	12	325	図 4-12 参照
		2	6		
		3	5		
		4	4		
		5	4		
		6	3		
		7	3		
		8	4		
		9	4		
		10	4		
		11	20		
		12	5		
		13	4		
		14	4		
		15	8		
		16	10		
		17	17		
G21PICO ⁻ 10.5*	12.8	18	16	406	
		19	20		
		20	22		
		21	4		
		22	21		
		23	16		
		24	10		
		25	5		
		26	7		
		27	9		
		28	13		
		29	5		
		30	5		
		31	6		
		32	6		
		33	10		
		34	4		
		35	4		
		36	4		
		37	4		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (4/37) (2/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PICO 10.5*	12.8	38	4	406	図 4-12 参照
		39	4		
		40	8		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (5/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2	8.5	1	123	325	図 4-13 参照
		2	123		
		3	111		
		4	108		
G21-Ve-4-40-2-2U		5	108	326	
		6	111		
		7	123		
		8	123		

表 5-1 評価結果 (6/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-1-65-2-2U	8.5	1	59	326	図 4-14 参照
		2	20		
		3	14		
		4	26		
		5	16		
		6	17		
		7	29		
		8	24		
		9	20		
		10	18		
		11	12		
		12	15		
		13	27		
		14	50		
		15	75		
		16	48		
		G41dPI10.1*			
18	105			406	
19	58				
20	50				
21	32				
22	25				
23	60				
24	95				
25	83				
26	22				
27	85				
28	126				
29	115				

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (7/37) (1/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-3-65-2-2U	8.7	1	37	326	図 4-15 参照
		2	31		
		3	30		
		4	22		
		5	22		
		6	29		
		7	29		
		8	42		
		9	25		
		10	30		
		11	16		
		12	11		
		13	9		
		14	11		
		15	18		
		16	18		
		17	17		
		18	9		
		19	21		
G21-Ve-4-40-2-2U		20	43		
		21	38		
		22	8		
		23	46		
G21-Ve-21-40-2-2U		24	92		
		25	26		
		26	15		
		27	11		
		28	10		
		29	8		
		30	16		
		31	15		
		32	12		
		33	14		
		34	7		
		35	10		
		36	7		
G12-Ve-6-15-2-2U		37	9	415	
		38	7		
		39	32		

表 5-1 評価結果 (7/37) (2/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-21-40-X-2		40	38	325	
		41	20		
		42	19		
		43	27		
		44	24		
		45	31		
		46	32		
		47	14		
		48	14		
		49	14		
G21-A-21-50-X-2		50	8		
		51	10		
		52	4		
G21PRA* 10.3*	8.7	53	4	406	図 4-15 参照
		54	15		
		55	10		
		56	6		
		57	6		
		58	7		
		59	7		
		60	12		
		61	7		
		62	5		
		63	7		
		64	9		
		65	3		
		66	3		
		67	3		
		68	3		
		69	5		
		70	4		
		71	4		
		72	4		
		73	3		
		74	6		
		75	7		
		76	13		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (8/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-5-8-X-2 (その 1)	16.4	1	69	406	図 4-16 参照
		2	29		
		3	30		
		4	26		
		5	61		
		6	4		
		7	4		
		8	2		
		9	2		
		10	4		
		11	4		
		12	33		
		13	15		
		14	18		
		15	20		
		16	58		

表 5-1 評価結果 (9/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-5-8-X-2 (その 2)	17.9	1	28	406	図 4-17 参照
		2	14		
		3	12		
		4	12		
		5	23		
		6	15		
		7	11		
		8	11		
		9	8		
		10	23		

表 5-1 評価結果 (10/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-7-8-X-2 (その 1)	16.4	1	69	406	図 4-18 参照
		2	29		
		3	30		
		4	26		
		5	61		
		6	4		
		7	4		
		8	2		
		9	2		
		10	4		
		11	4		
		12	33		
		13	15		
		14	18		
		15	20		
		16	58		

表 5-1 評価結果 (11/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-7-8-X-2 (その 2)	17.2	1	29	406	図 4-19 参照
		2	15		
		3	12		
		4	12		
		5	21		
		6	19		
		7	15		
		8	16		
		9	14		
		10	11		
		11	8		
		12	21		

表 5-1 評価結果 (12/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 1)	47.6	1	10	406	図 4-20 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

表 5-1 評価結果 (13/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 2)	58.8	1	4	406	図 4-21 参照
		2	4		
		3	2		
		4	4		
		5	4		
		6	4		
		7	4		
		8	4		
		9	3		
		10	2		
		11	2		
		12	4		
		13	5		
		14	4		

表 5-1 評価結果 (14/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 3)	17.5	1	23	406	図 4-22 参照
		2	7		
		3	6		
		4	2		
		5	28		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	6		
		10	7		
		11	72		
		12	7		
		13	9		
		14	9		
		15	12		
		16	17		
		17	34		
		18	35		
		19	20		
		20	17		
		21	21		
		22	25		
		23	36		
		24	22		
		25	20		
		26	29		
		27	31		
		28	45		

表 5-1 評価結果 (15/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-12-15-X-2 (その 1)	31.3	1	27	406	図 4-23 参照
		2	13		
		3	13		
		4	11		
		5	25		
		6	2		
		7	2		
		8	21		
		9	7		
		10	9		
		11	9		
		12	22		

表 5-1 評価結果 (16/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-12-15-X-2 (その 2)	30.3	1	14	406	図 4-24 参照
		2	7		
		3	7		
		4	6		
		5	12		
		6	6		
		7	6		

表 5-1 評価結果 (17/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-13-8-X-2	25.6	1	30	406	図 4-25 参照
		2	12		
		3	11		
		4	8		
		5	12		
		6	2		
		7	1		
		8	1		
		9	1		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	20		
		14	7		
		15	11		
		16	18		
		17	63		

表 5-1 評価結果 (18/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-15-15-X-2 (その 1)	31.3	1	27	406	図 4-26 参照
		2	13		
		3	13		
		4	11		
		5	25		
		6	2		
		7	2		
		8	21		
		9	7		
		10	9		
		11	9		
		12	22		

表 5-1 評価結果 (19/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-15-15-X-2 (その 2)	30.3	1	14	406	図 4-27 参照
		2	7		
		3	7		
		4	6		
		5	12		
		6	10		
		7	10		
		8	4		
		9	4		
		10	5		

表 5-1 評価結果 (20/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 1)	45.5	1	12	406	図 4-28 参照
		2	7		
		3	6		
		4	5		
		5	6		
		6	3		
		7	2		
		8	2		
		9	5		
		10	5		
		11	7		
		12	10		
		13	26		

表 5-1 評価結果 (21/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 2)	111.1	1	6	406	図 4-29 参照
		2	4		
		3	4		
		4	4		
		5	4		
		6	4		
		7	4		
		8	7		

表 5-1 評価結果 (22/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 3)	38.5	1	37	406	図 4-30 参照
		2	17		
		3	12		
		4	8		
		5	7		
		6	6		
		7	6		
		8	6		
		9	6		
		10	7		
		11	14		

表 5-1 評価結果 (23/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-1-50-X-2 (その1)	17.9	1	18	325	図 4-31 参照
		2	10		
		3	10		
		4	9		
		5	8		
		6	6		
		7	6		
		8	8		
		9	8		
		10	9		
		11	8		
		12	7		
		13	6		
		14	6		
		15	5		
		16	7		
		17	13		
		18	10		
		19	55		

表 5-1 評価結果 (24/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-1-50-X-2 (その 2)	26.3	1	31	325	図 4-32 参照
		2	16		
		3	10		
		4	7		
		5	4		
		6	2		
		7	2		
		8	1		
		9	2		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	2		
		14	2		
		15	8		

表 5-1 評価結果 (25/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-3-50-X-2	20.8	1	12	325	図 4-33 参照
		2	9		
		3	8		
		4	9		
		5	7		
		6	4		
		7	3		
		8	2		
		9	1		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	1		
		14	2		
		15	2		
		16	7		

表 5-1 評価結果 (26/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 1)	8.9	1	35	406	図 4-34 参照
		2	26	325	
		3	12		
		4	50		
		5	60	305	
		6	65		
		7	69	325	
		8	1		
		9	8		
		10	6		
		11	6		
		12	6		
		13	7		
		14	7		
		15	6		
		16	6		
		17	10		
		18	1	305	
		19	84		
		20	58		
		21	38	325	
		22	63		
		23	69		
		24	60		
		25	144		

表 5-1 評価結果 (27/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 2)	13.5	1	38	325	図 4-35 参照
		2	20		
		3	16		
		4	16		
		5	16		
		6	15		
		7	43		

表 5-1 評価結果 (28/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 3)	17.9	1	44	325	図 4-36 参照
		2	23		
		3	22		
		4	17		
		5	10		
		6	15		
		7	20		
		8	23		
		9	20		
		10	1		
		11	21		
		12	20		
		13	20		
		14	27		
		15	77		
		16	41		

表 5-1 評価結果 (29/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 1)	8.9	1	29	406	図 4-37 参照
		2	22	325	
		3	17		
		4	45		
		5	52		
		6	59	305	
		7	63		
		8	1	325	
		9	7		
		10	5		
		11	5		
		12	5		
		13	4		
		14	5		
		15	5		
		16	8		
		17	1		
		18	71	305	
		19	55		
		20	47	325	
		21	75		
		22	85		
		23	75		
		24	136		

表 5-1 評価結果 (30/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 2)	22.7	1	19	325	図 4-38 参照
		2	10		
		3	6		
		4	11		
		5	8		
		6	6		
		7	20		

表 5-1 評価結果 (31/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 3)	10.3	1	110	325	図 4-39 参照
		2	67		
		3	73		
		4	63		
		5	38		
		6	43		
		7	47	305	
		8	41		
		9	1	325	
		10	41	305	
		11	4	325	
		12	4		
		13	4		
		14	4		
		15	4	305	
		16	41		
		17	20		
		18	18	325	
		19	38		
		20	65		
		21	67		
		22	1		
		23	70		
		24	72		
		25	81		
		26	107		
		27	122		
		28	97		

表 5-1 評価結果 (32/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 1)	500	1	1	400	図 4-40 参照
		2	1		

表 5-1 評価結果 (33/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 2)	10.3	1	183	400	図 4-41 参照
		2	114		
		3	98		
		4	96		
		5	96		
		6	98		
		7	114		
		8	183		

表 5-1 評価結果 (34/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 3)	37.0	1	4	400	図 4-42 参照
		2	4		
		3	3		
		4	3		
		5	3		
		6	2		
		7	8		

表 5-1 評価結果 (35/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 4)	29.4	1	22	400	図 4-43 参照
		2	10		
		3	10		
		4	9		
		5	3		
		6	7		
		7	9		
		8	11		
		9	10		
		10	12		
		11	11		
		12	27		
		13	32		
		14	23		

表 5-1 評価結果 (36/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PICO ⁻ 10.5*	47.6	1	10	406	図 4-44 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (37/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PRA*10.3*	47.6	1	10	406	図 4-45 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

*接続計装計器番号を示す。

第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気では有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏えいした場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。
- 8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。
- 9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。
- 10 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。
- 11 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆

発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

1 2 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。

3 溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類には、不燃性材料又は難燃性材料を使用している。

本更新において、上記の設計に変更はないため、影響はない。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

- 2 熔融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、制御室からの圧力、温度状況の確認及び ITV カメラによる外観確認により、検査又は試験（台車と結合装置のインターロックの作動試験）が可能である。

更新後においても、上記の試験が行えることを作動試験により確認する。

- 3 熔融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、遠隔操作により交換等の適切な保守及び修理が可能である。

本更新において、上記の設計に変更はないため、影響はない。

第十七条（材料及び構造）

安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号及び第三号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

- 一 容器等に使用する材料は、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。
- 二 容器等の構造及び強度は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 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。
 - ロ 容器等に属する伸縮継手にあつては、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。
 - ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
- 三 容器等の主要な溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 不連続で特異な形状でないものであること。
 - ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。
 - ハ 適切な強度を有するものであること。
 - ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

- 2 安全機能を有する施設に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。

- 1 廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、設計上の耐圧強度を満足するように製作及び施工を行うとともに、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度を評価し、使用厚さが必要厚さより大きく、設計上要求される強度が十分満足するよう設計する。廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度についての計算書を別添－3に示す。また、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は良好な耐食性を有するステンレス鋼又は耐食耐熱超合金としている。

したがって、本更新において、影響はない。

また、再処理第 2 種機器及び再処理第 2 種管の溶接部については、以下の設計とする。

- ・ 不連続で特異な形状でないこと。
- ・ 溶接による割れのおそれがないこと。
- ・ 健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないこと。
- ・ 適切な強度を有すること。

2 本更新において、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類について、耐圧・漏えい試験を行い、変形及び漏えいがないことを確認する。

廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の
耐圧強度についての計算書

1. 概要

本資料は、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度について、それぞれの耐圧強度計算を行い、配管の必要厚さが使用厚さより十分に小さいこと、管継手（伸縮継手）の耐圧強度については、設計繰返し回数が実際の繰返し回数以上であることを示すものである。

2. 適用規格

適用規格を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (2) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

3. 廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の耐圧強度計算

3.1 計算方法

廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の耐圧強度計算は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づいて行う。計算式を以下に示す。

$$t = \frac{3 P_e \cdot D_0}{4B} + \alpha$$

t	: 胴の計算上必要な厚さ	(mm)
P _e	: 外面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	: 胴の外径	(mm)
α	: 腐食しろ	(mm)
B	: 「JSME S NJ1-2012」 Part3 第3章 図 1, 図 12 より求めた値	

3.2 設計条件

廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の設計条件を表 3-1 に示す。

表 3-1 廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の設計条件

機器番号	最高使用圧力		最高使用 温度 (°C)	胴の外径 D_o (mm)	腐食しろ α (mm)
	内圧 P (MPa)	外圧 P_e (kPa)			
廃気冷却管 (G41X1091)	-	64	400	76.3	3.0
原料供給ノズル (G01X1091)	-	64	400	165.2	2.0
				267.4	

3.3 計算結果

廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の計算結果を表 3-2 に示す。以下に示すとおり、使用厚さは必要厚さを上回ることから、十分な耐圧強度を有している。

表 3-2 廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の計算結果

機器番号	必要厚さ t (mm)	使用厚さ (mm)
廃気冷却管 (G41X1091)	3.4	7.0
原料供給ノズル (G01X1091)	3.0	7.1
	3.2	9.3

4. 配管類の耐圧強度計算

4.1 計算方法

配管類の耐圧強度計算は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づいて行う。計算式を以下に示す。

(1) 内面に圧力を受ける管

$$t = \frac{P \cdot D_0}{2S \eta + 0.8P} + \alpha$$

t	: 管の計算上必要な厚さ	(mm)
P	: 内面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	: 管の外径	(mm)
S	: 許容引張応力	(MPa)
η	: 継手効率	
α	: 腐食しろ	(mm)

(2) 外面に圧力を受ける管

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に示す図により求める。

図から求められない場合は、下式による。

$$t = \frac{3 P_e \cdot D_0}{4B} + \alpha$$

t	: 管の計算上必要な厚さ	(mm)
P _e	: 外面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	: 管の外径	(mm)
α	: 腐食しろ	(mm)
B	: 「JSME S NJ1-2012」 Part3 第3章 図 1, 図 12 より求めた値	

4.2 設計条件

配管類の設計条件を表 4-1 に示す。

表 4-1 配管類の設計条件

配管番号	最高使用圧力		最高使用 温度 (°C)	許容引張 応力 S (MPa)	管の外径 D ₀ (mm)	継手 効率 η	腐食しろ α (mm)
	内圧 P (MPa)	外圧 P _e (kPa)					
G01-GC-2-80-2-2U	-	64	60	-	21.7	-	2.0
	-	64	60	-	89.1	-	2.0
G12-Ve-6-15-2-2U	-	64	70	-	21.7	-	1.0
G12-PP-6-15-2-2U	-	64	95	-	21.7	-	2.0
G21-Ve-4-40-2-2U	-	64	400	-	13.8	-	0.0
	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G21-Ve-4-40-2-2	-	64	400	-	21.7	-	0.0
	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G41-Ve-1-65-2-2U	-	64	400	-	21.7	-	0.0
	-	64	400	-	21.7	-	3.0
	-	64	400	-	76.3	-	3.0
G41-Ve-3-65-2-2U	-	64	400	-	34.0	-	0.0
	-	64	400	-	76.3	-	3.0
G21-A-5-8-X-2	0.76	-	60	115	13.8	1.0	0.0
G21-A-7-8-X-2							
G21-A-12-15-X-2	0.76	-	60	115	21.7	1.0	0.0
G21-A-15-15-X-2							
G21-DWa-1-15-X-2	0.59	-	60	115	21.7	1.0	0.0
G21-A-9-15-X-2	-	64	60	-	21.7	-	0.0
G21-A-13-8-X-2	-	64	60	-	13.8	-	0.0
G21-Ve-1-50-X-2	大気圧		400	91	60.5	1.0	0.0
G21-Ve-3-50-X-2							
G41-A-1-20-X-2	-	64	400	-	27.2	-	0.0
	-	64	400	-	89.1	-	0.0
	-	64	400	-	34.0	-	0.0
G41-A-4-20-X-2	-	64	400	-	27.2	-	0.0
	-	64	400	-	89.1	-	0.0
	-	64	400	-	34.0	-	0.0
G41-Ve-4-40-X-2	-	64	65	-	48.6	-	1.0
G21-Ve-21-40-2-2U	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G21PRA*10.3*	-	64	60	-	21.7	-	0.0
	34.0				0.0		
G21PICO*10.5*	-	64	60	-	21.7	-	0.0
G41dPI10.1*	-	64	60	-	21.7	-	0.0

*：接続計装計器番号を示す。

4.3 計算結果

配管類の計算結果を表 4-2 に示す。以下に示すとおり、使用厚さは必要厚さを上回ることから、十分な耐圧強度を有している。

表 4-2 配管類の計算結果

配管番号		必要厚さ t (mm)	使用厚さ (mm)
内面に圧力を受ける管及び管継手	G21-A-5-8-X-2	0.1	2.2
	G21-A-7-8-X-2		
	G21-A-12-15-X-2	0.1	2.8
	G21-A-15-15-X-2		
	G21-DWa-1-15-X-2	0.1	2.8
外面に圧力を受ける管及び管継手	G01-GC-2-80-2-2U	2.2	3.7
		2.7	4.0
	G12-Ve-6-15-2-2U	1.2	2.8
	G12-PP-6-15-2-2U	2.2	3.7
	G21-Ve-4-40-2-2U	0.2	2.2
		1.4	3.0
	G21-Ve-4-40-2-2	0.2	2.8
		1.4	3.0
	G41-Ve-1-65-2-2U	0.2	2.8
		3.2	4.7
	G41-Ve-3-65-2-2U	3.7	7.0
		0.2	3.0
	G21-A-9-15-X-2	3.7	7.0
		0.2	2.8
	G21-A-13-8-X-2	0.2	2.2
	G21-Ve-1-50-X-2	0.0	3.5
	G21-Ve-3-50-X-2		
	G41-A-1-20-X-2	0.3	2.9
		0.7	4.0
		0.1	3.0
	G41-A-4-20-X-2	0.3	2.9
		0.7	4.0
		0.1	3.0
	G41-Ve-4-40-X-2	1.4	3.0
	G21-Ve-21-40-2-2U	1.4	3.0
	G21PRA ⁺ 10.3*	0.2	3.0
		0.2	2.8
G21PIC0 ⁻ 10.5*	0.2	2.8	
G41dPI10.1*	0.2	2.8	

*：接続計装計器番号を示す。

5. 管継手（伸縮継手）の許容繰返し回数

5.1 計算方法

管継手（伸縮継手）の耐圧強度計算については、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づき行う。なお、伸縮継手のモデル図を図 5-1 に示す。

次の計算式により計算した許容繰返し回数が実際の繰返し回数以上であること。この場合において、実際の繰返し回数が 2 種類以上あるときは、実際の繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値が、1 以下であること。

(1) 許容繰返し回数

$$N = \left(\frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

N : 許容繰返し回数

σ : 次の計算式により計算した値（調整リングが付いていない場合）

$$\sigma = \frac{1.5Et \delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph^2}{2t^2c}$$

E : 材料の縦弾性係数 (MPa)

t : 継手部の板の厚さ (mm)

δ : 全伸縮量 (mm)

n : 継手部の波数の 2 倍の値

b : 継手部の波のピッチの 2 分の 1 (mm)

h : 継手部の波の高さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

c : 継手部の層数

(2) 疲れ累積係数

$$U = U1 + U2 + U3 \leq 1$$

U : 疲れ累積係数

U1 : 通常運転時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

U2 : 据付け時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

U3 : 地震時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

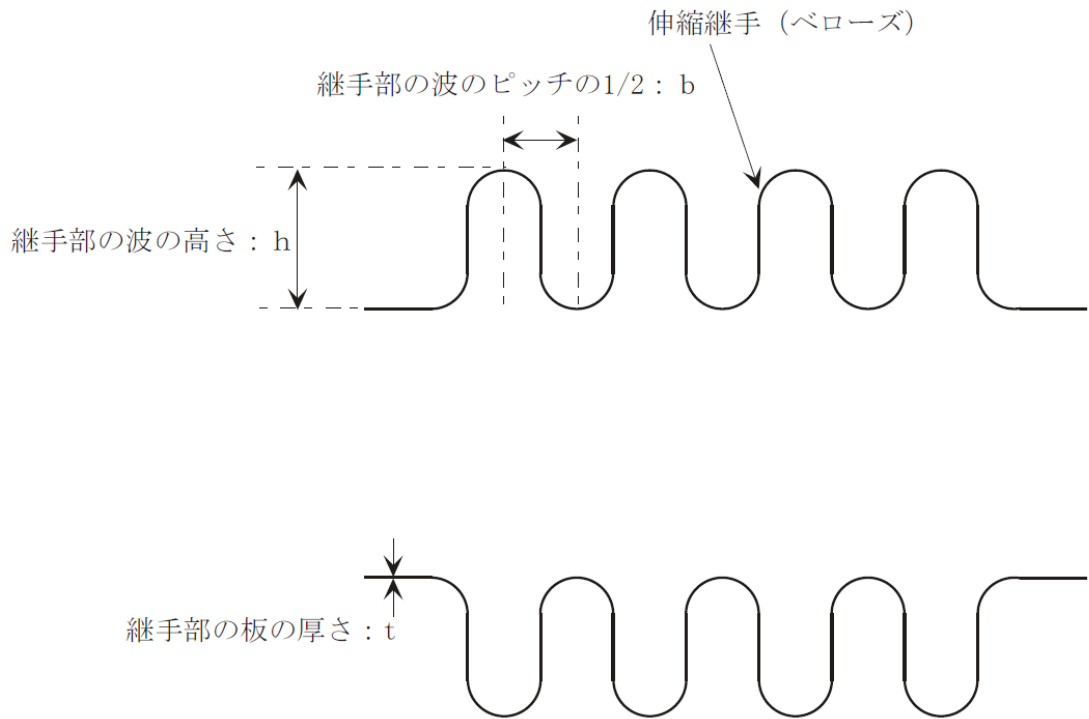


図 5-1 調整リングが付いていない伸縮継手 (ベローズ) のモデル図

5.2 設計条件及び計算結果

管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果を表 5-1 から表 5-6 に示す。表に示すとおり、疲れ累積係数は 1 を下回ることから、十分な耐圧強度を有する。

表 5-1 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（1/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-13-8-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	64k		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	8		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	259	2272	1769
許容繰返し回数 N	504200	252	605
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.040	U3=0.100
疲れ累積係数 U	0.141		

表 5-2 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（2/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-9-15-X-2 G21PRA ⁺ 10.3* G21PICO ⁻ 10.5*		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	64k		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	259	2272	1769
許容繰返し回数 N	504200	252	605
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.040	U3=0.100
疲れ累積係数 U	0.141		

*：接続計装計器番号を示す。

表 5-3 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（3/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-DWa-1-15-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.59M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	319	2332	1828
許容繰返し回数 N	243155	230	539
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.044	U3=0.112
疲れ累積係数 U	0.159		

表 5-4 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（4/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-Ve-1-50-X-2 G21-Ve-3-50-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	大気圧		
最高使用温度 (°C)	400		
呼び径 (A)	50		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	1.43		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	169000		
継手部の波の高さ h (mm)	4		
継手部の波数の 2 倍の値 n	39		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	14.0	11.0
継手部応力 σ (MPa)	136	1903	1495
許容繰返し回数 N	4805802	468	1091
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.022	U3=0.055
疲れ累積係数 U	0.078		

表 5-5 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（5/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-5-8-X-2 G21-A-7-8-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.76M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	8		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	338	2351	1847
許容繰返し回数 N	198583	223	520
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.045	U3=0.116
疲れ累積係数 U	0.164		

表 5-6 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（6/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-12-15-X-2 G21-A-15-15-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.76M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	338	2351	1847
許容繰返し回数 N	198583	223	520
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.045	U3=0.116
疲れ累積係数 U	0.164		

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

参 考 資 料

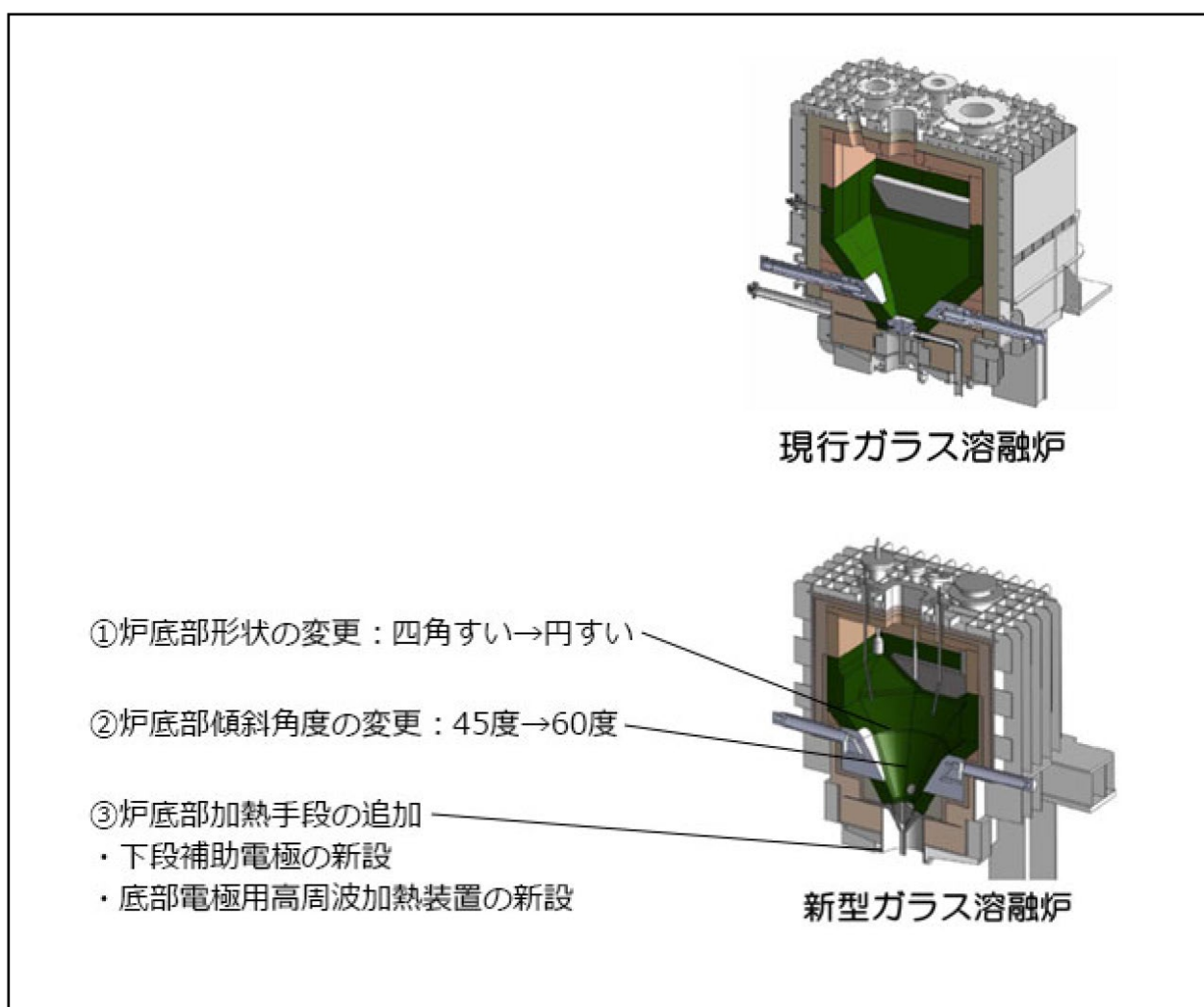
1. 円錐の炉底形状に係る国内外の実績について

1. 円錐の炉底形状に係る国内外の実績について

1. 国内の実績

日本原燃株式会社においては、四角錐の炉底形状を有する現行の溶融炉に対し、新型溶融炉の開発として、2013年から2015年にかけて円錐の炉底形状を有する溶融炉のモックアップ試験を実施した。現行溶融炉及び新型溶融炉の比較図を図1-1に示す。

本モックアップ試験では、設計上の処理能力に相当する廃液供給量において溶融炉の運転が行えることを確認した。



(日本原燃株式会社のホームページより引用)

図 1-1 日本原燃株式会社における現行溶融炉及び新型溶融炉の比較図

2. 国外の実績

ドイツのKIT (Karlsruher Institut fuer Technologie カールスルーエ研究所) においては、1998年から1999年にかけて八角錐の炉底形状を有する溶融炉のモックアップ試験を実施した。モックアップ試験に用いた溶融炉の概要図を図2-1に示す。

その試験結果を踏まえ、KITの敷地内に建設されたVEK (Verglasungseinrichtung Karlsruhe カールスルーエガラス固化施設) にて使用する溶融炉を製作、VEKに設置し、2009年から2010年にかけて、約56 m³の高放射性廃液を固化処理し、123本のガラス固化体を製造した。

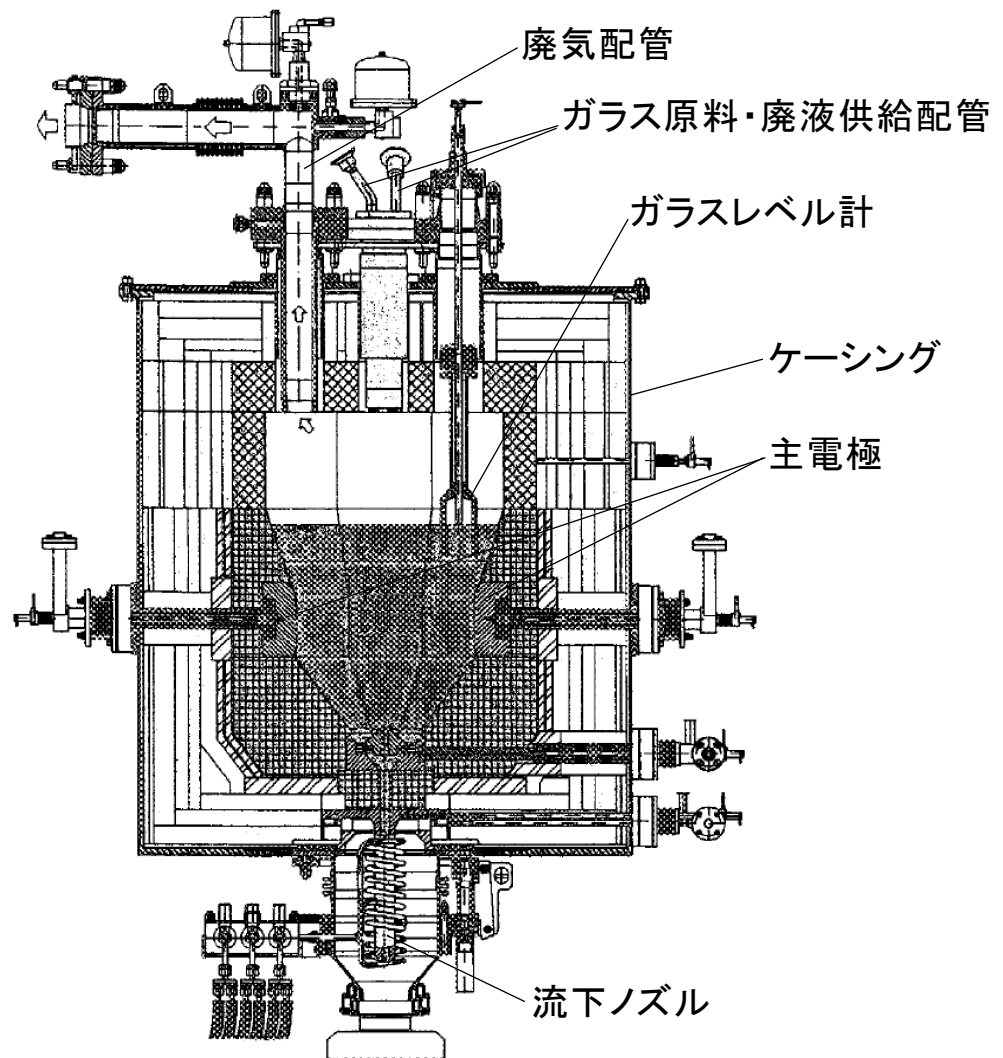


図 2-1 KIT のモックアップ溶融炉の概要図

(別冊 1-34)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設 (TVF) の槽類換気系排風機の一部更新)

その他再処理設備の附属施設（その18）

ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	6
6. 工事の工程	10

別 図 一 覧

- 別図-1 ガラス固化技術開発施設（TVF）槽類換気系のフロー
- 別図-2 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置
- 別図-3 排風機（G41K50、K51）概要図
- 別図-4 排風機（G41K60、K61）概要図
- 別図-5 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フロー

表 一 覧

表-1 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様

表-2 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回、工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の一部更新に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可（63 安（核規）第 761 号）を受けた後、平成 6 年 5 月 13 日に「排風機の一部変更」にて設計及び工事の方法の認可（6 安（核規）第 211 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」のうち、槽類換気系排風機の高経年化対策として熔融炉換気系の排風機（G41K50、K51）及び貯槽換気系の排風機（G41K60、K61）を更新するものである。

ガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の一部更新に関する設計及び工事の計画に係る廃止措置計画の変更認可の申請は、平成 7 年 12 月 1 日の使用前検査合格証（7 安（核規）第 778 号）の取得後、最初のものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

(昭和 32 年法律第 166 号)

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(平成 25 年原子力規制委員会規則第 27 号)

「日本産業規格 (JIS)」

「日本電機工業会規格 (JEM)」

「電気規格調査会標準規格 (JEC)」(電気学会)

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」(日本電気協会)

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」(日本機械学会)

「発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012」(日本機械学会)

「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051」(日本原燃株式会社、株式会社日立製作所)

3. 設計の基本方針

本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の経年劣化の状況を踏まえ、段階的に更新を進めるものであり、本申請にて更新する槽類換気系排風機は、熔融炉（G21ME10）からの廃気と固化セルから取り入れる廃気を洗浄、吸着、ろ過の処理を行ったのち、工程換気系へ送る熔融炉換気系排風機（G41K50、K51）（以下「排風機（G41K50、K51）」という。）及び濃縮器（G12E10）等からの廃気と固化セルから取り入れる廃気を洗浄、吸着、ろ過し、工程換気系へ送る貯槽換気系排風機（G41K60、K61）（以下「排風機（G41K60、K61）」という。）である。

本申請は、既設排風機と同等の性能を有する排風機（G41K50、K51、K60、K61）を製作し、交換するものであり、再処理施設の技術基準に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）第 6 条第 2 項、第 10 条第 1 項第 2 号、第 16 条第 2 項及び第 3 項並びに第 28 条第 1 項第 1 号に規定する技術上の基準を満足するよう行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の性能を有する排風機（G41K50、K51、K60、K61）を製作した後、既設排風機と交換する工事を行う。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟地下2階のアンバー区域である廃気処理室（A0 11）内に設置するルーツ式排風機（ロータリーブロワ）であり、熔融炉換気系に常用1基、予備1基、貯槽換気系に常用1基、予備1基を設置している。排風機（G41K50、K51、K60、K61）の本体及び部品類は、取替えを前提として設計されており、本申請により製作する排風機（G41K50、K51、K60、K61）においても、これらの設計内容に変更はない。

ガラス固化技術開発施設（TVF）槽類換気系のフローを別図-1に、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置を別図-2に示す。

なお、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の更新に合わせ、既設の電動機を予備電動機と交換する。電動機の交換は、平成29年8月29日に「ガラス固化技術開発施設の排風機の電動機交換」にて設計及び工事の方法の認可（原規規発第1708291号）を受け、その後、平成30年11月30日に廃止措置計画の変更認可（原規規発第1811305号）を受けた「分離精製工場等のセル系排風機の電動機交換」のうち、「ガラス固化技術開発施設の排風機の電動機交換」により排風機（G41K50、K51、K60、K61）の予備電動機と交換する。

(2) 仕様

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様を表-1に示す。

表-1 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様

名称	数量	主材料 (適用規格)	容量	参考図面
排風機 (G41K50、K51)	2基	SCS13 (JIS G 5121)	約 6 m ³ /min/基	別図-3
排風機 (G41K60、K61)	2基	SCS13 (JIS G 5121)	約 6 m ³ /min/基	別図-4

付属品、共通台床 1式

(3) 配置

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、既設排風機と同じガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の廃気処理室 (A0 11) に配置する。

(4) 耐震性

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、耐震重要度分類 S クラスとし、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能となるよう耐震性を確保する。

耐震性の評価は、令和 2 年 9 月 25 日に廃止措置計画の変更認可 (原規規発第 2009252 号) を受けた廃止措置計画変更認可申請書の「別紙 6-1-2-5-3-63 排風機 (G41K50、K51) の耐震性についての計算書」及び「別紙 6-1-2-5-3-64 排風機 (G41K60、K61) の耐震性についての計算書」と同様の手法、手順によるものとする。

(5) 材料構造、火災及び溢水の防止

更新する排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の主材料は、既設排風機と同じとする。また、排風機 (G41K50、K51、K60、K61) と接続する既設配管は、既設と同様にフランジ継手で接続する。電源ケーブルは、既設の難燃性ケーブルを接続する。

(6) 保守

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、作業員による直接保守が可能な構造とし、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。保守において交換する部品は、ギヤ、ギヤ締付座金、スプラッター、フリンガー、ベアリングホルダー、ベアリング押さえ、スナップリング、ベアリング、ベアリングナット、ベアリング座金、オイルシール、O リング、メカケース、メカニカルシール、メカ押さえ、メカシールホルダー、サイドカバー、オイルケース、オイルゲージ、シートパッキン、軸スリーブ、軸、Vベルト、ボルト、スタッドボルト、ナット、バネ座金及びプラグであり、これらの予備品を確保し、再処理施設保安規定に基づき、適宜交換する。

5. 工事の方法

本申請に係る排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、再処理施設の事業指定を受けたものである。本申請に係る排風機（G41K50、K51、K60、K61）の更新は、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、材料確認検査、外観検査、作動試験、据付・外観検査により、仕様を満足していることを確認する。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の交換は、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）と接続する配管をフランジ継手部で取り外し、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）、付属品及び既設電動機を共通台床とともに取り外した後、新規製作する排風機（G41K50、K51、K60、K61）、付属品及び予備電動機を共通台床とともに取り付け、既設据付ボルトにより据え付ける。排風機（G41K50、K51、K60、K61）と接続する配管をフランジ継手部で接続した後、試験・検査を適時行う。

取り外した既設排風機、付属品類、共通台床は、放射性廃棄物として保管廃棄する。なお、取り外した電動機は再使用するために必要な整備を行い、性能を確認した上で、予備電動機として適切に保管する。取り外した電動機が再使用できない場合は、放射性廃棄物として保管廃棄する。

槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フローを別図-5 に示す。

本工事において実施する試験・検査項目、検査対象、検査方法、判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対 象： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主材料について材料証明書等により確認する。

判 定： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主材料が、表-1 に示す仕様のとおりであること。

② 外観検査

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観を目視により確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

③ 作動試験(1)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）を作動させ、正常に作動すること、容量を確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が正常に作動するとともに、容量が約 6 m³/min/基以上であること。

④ 据付・外観検査

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）、据付ボルトのナット

方 法：据え付けた排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置及び外観を目視により確認する。据付ボルトの本数を目視により確認する。

据付ボルトのナットに緩みがないことをスパナにより確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が別図-2 に示す配置であること。

また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

据付ボルトの本数が別図-3 及び別図-4 に示す本数であること。据付ボルトのナットに緩みがないこと。

⑤ 作動試験(2)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の起動順序を確認するとともに、

建家内の負圧バランスが保たれていることを確認する。また、排風機

（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であることを確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が起動順序に従って正常に作動するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていること。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であること。

⑥ 作動試験(3)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）故障時の予備機への自動切替を確認するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていることを確認する。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であることを確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の予備機が正常に作動するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていること。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事は、ガラス固化処理運転の停止期間中に行う。
- ③ 本工事は、熔融炉換気系の排風機（G41K50、K51）及び貯槽換気系の排風機（G41K60、K61）の各系統の排風機 1 基の運転を維持した状態で予備側となる排風機を対象に 1 基ずつ交換し、運転中の排風機の点検を強化して行う。また、既設設備に影響を与えないよう、隔離措置、養生を施して行う。
- ④ 本工事は、作業手順、装備、汚染管理、連絡体制等について十分に検討した特殊放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ⑤ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋及び保護メガネ、放射線作業用マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における重量物の運搬は、クレーン、運搬台車等の適切な荷役装置、運搬装置等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑦ 本工事において火気を使用する場合は、可燃物の除去、不燃シートの設置等、火災を防止する措置を講じる。

- ⑧ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を実施するとともに、必要に応じ、除染等の処置を講じて作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。
- ⑨ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

6. 工事の工程

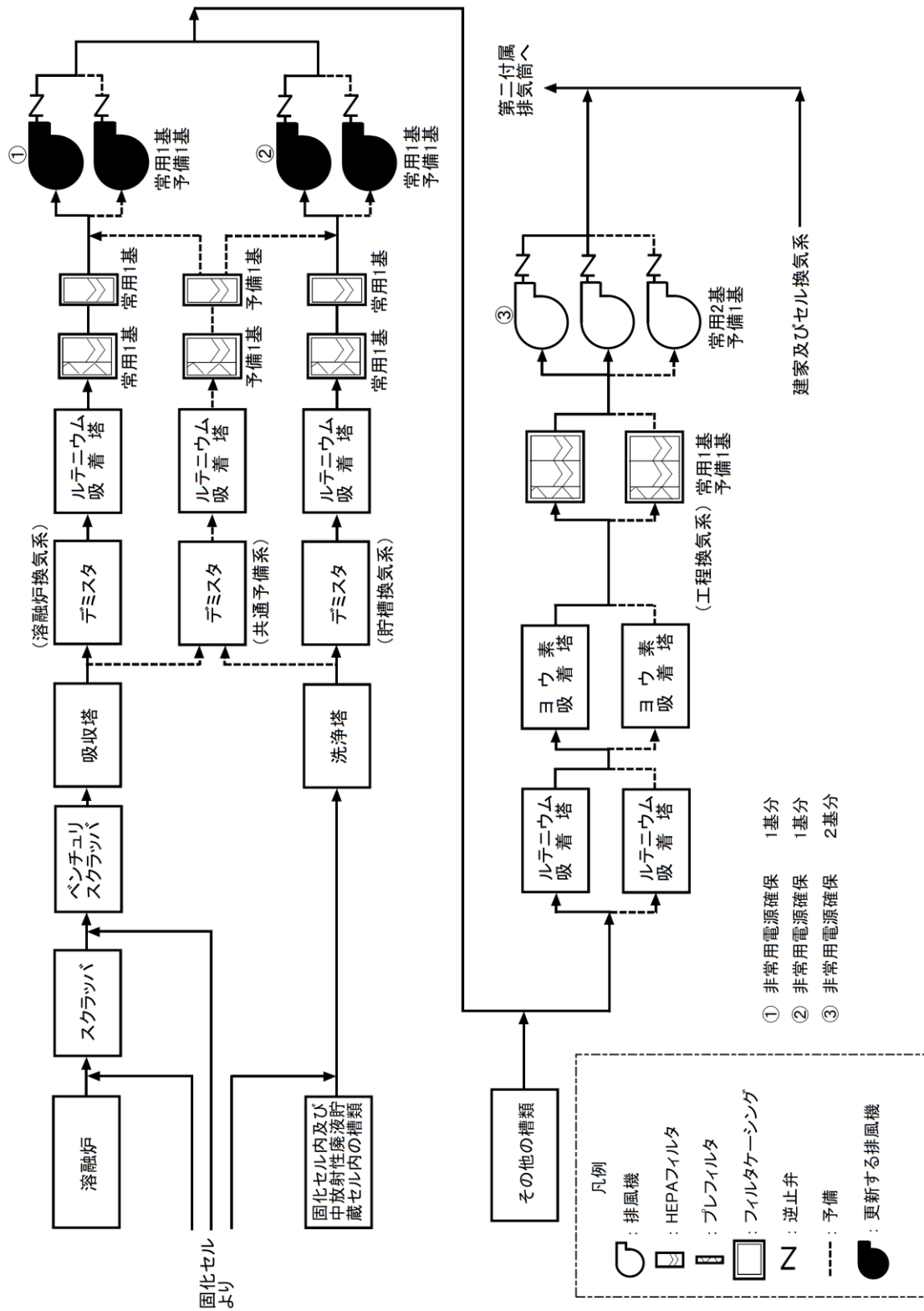
本申請に係る工事の工程を表-2 に示す。

表-2 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事工程表

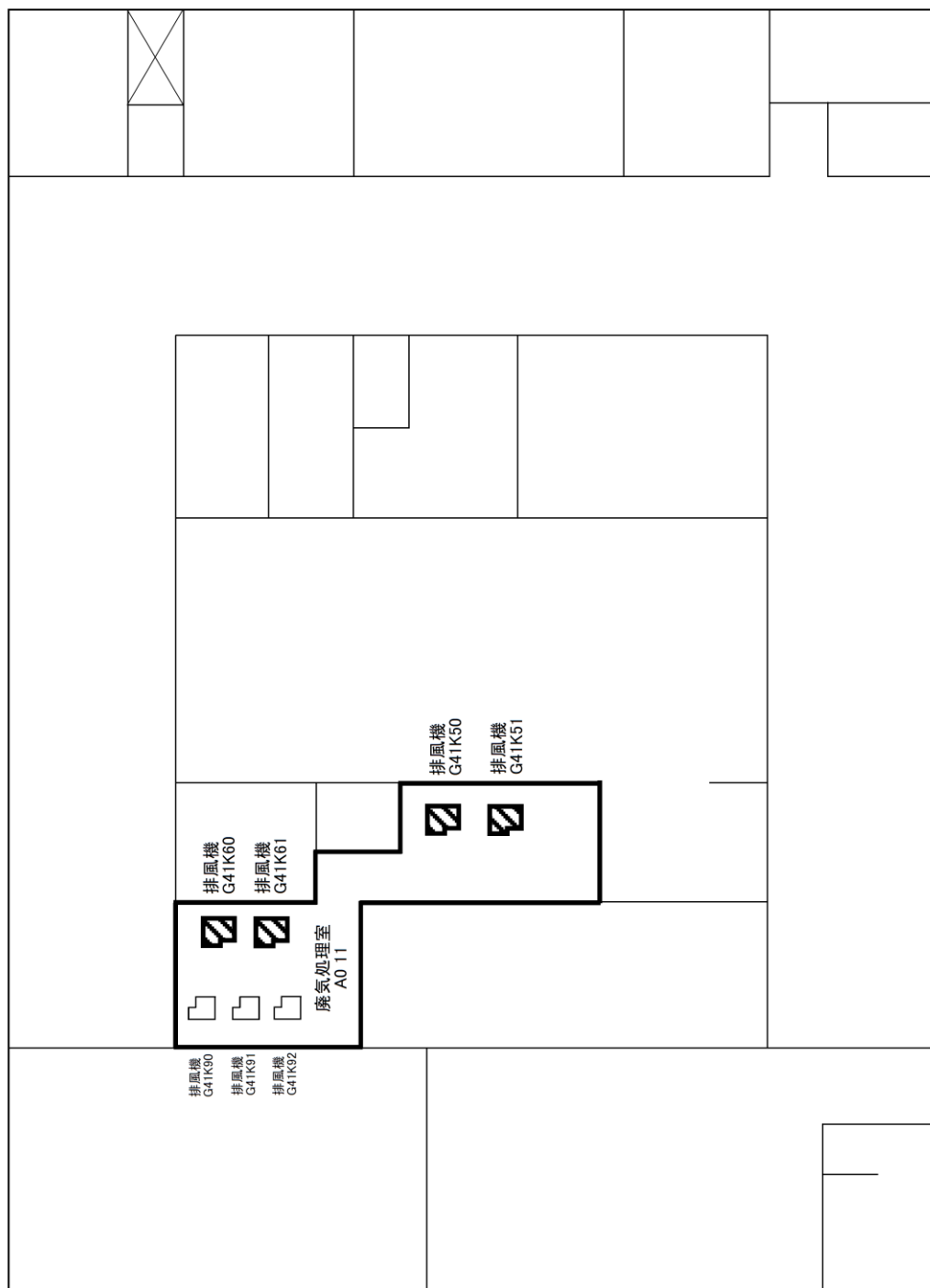
	令和					備考
	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	
槽類換気系排風機の一部更新	G41K50、	G41K60、K61	G41K51			
	製作		工事*			

*：排風機 1 基当たりの工事期間は概ね 1 週間程度であるが、工事及び試験・検査（使用前自主検査）の時期は、ガラス固化処理運転の時期や運転停止中に行う保全作業等の調整を踏まえ 1 基ずつ分けて期間内で実施する。

別 図



別図-1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 槽類換気系のフロー



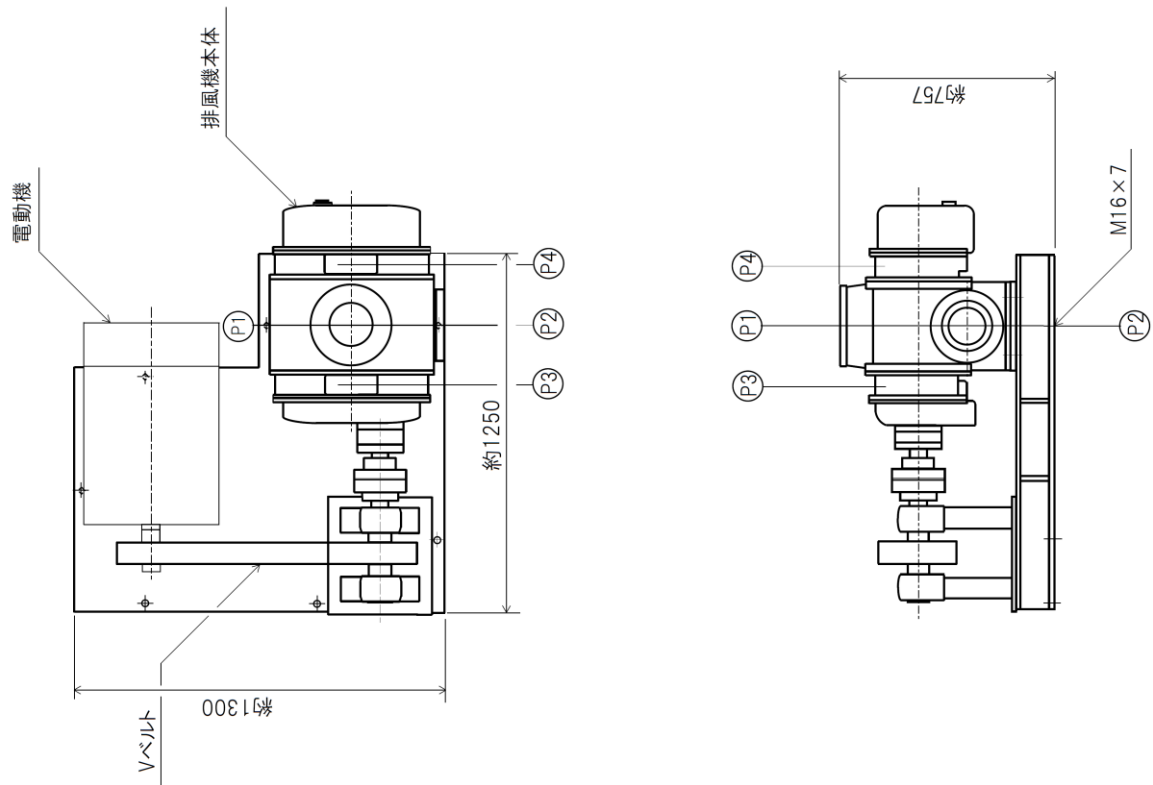
ガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟の平面図(地下2階)

別図-2 排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の配置

基数	2	
設置場所	廃気処理室 A0 11	
設計条件		
流体名	廃気	
容量 (m ³ /min)	約 6	
放射性物質 濃度 (Bq/cm ³)	種類	FP
		< 3.7 × 10 ⁻²
本体主材料	SCS13	
据付ボルト	M16 × 7 (SS400)	

管台一覧表			接続
符号	名称	※寸法	主材料
P1	廃気入口	150A	SCS13
P2	廃気出口	125A	SCS13
P3	還流廃気入口	50A	SCS13
P4	還流廃気入口	50A	SCS13

※ 接続配管との取合を示すものである。

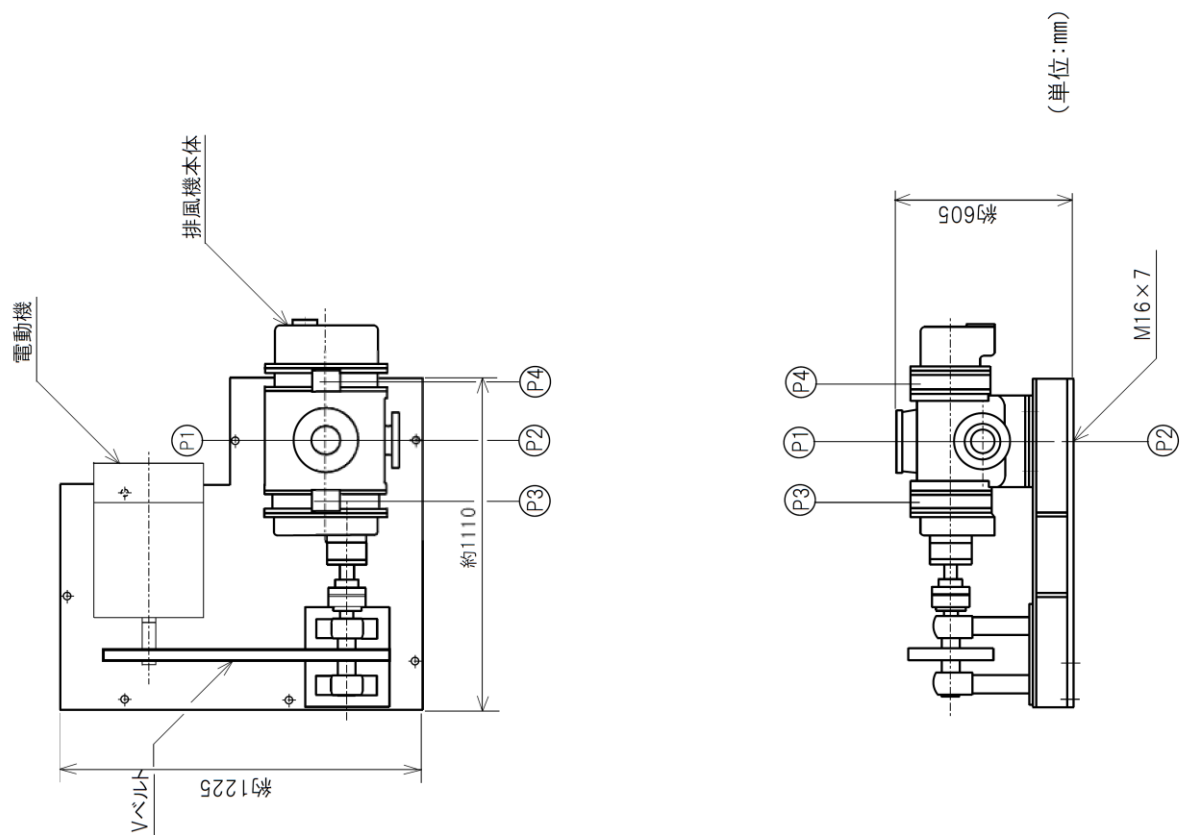


別図-3 排風機 (G41K50、K51) 概要図

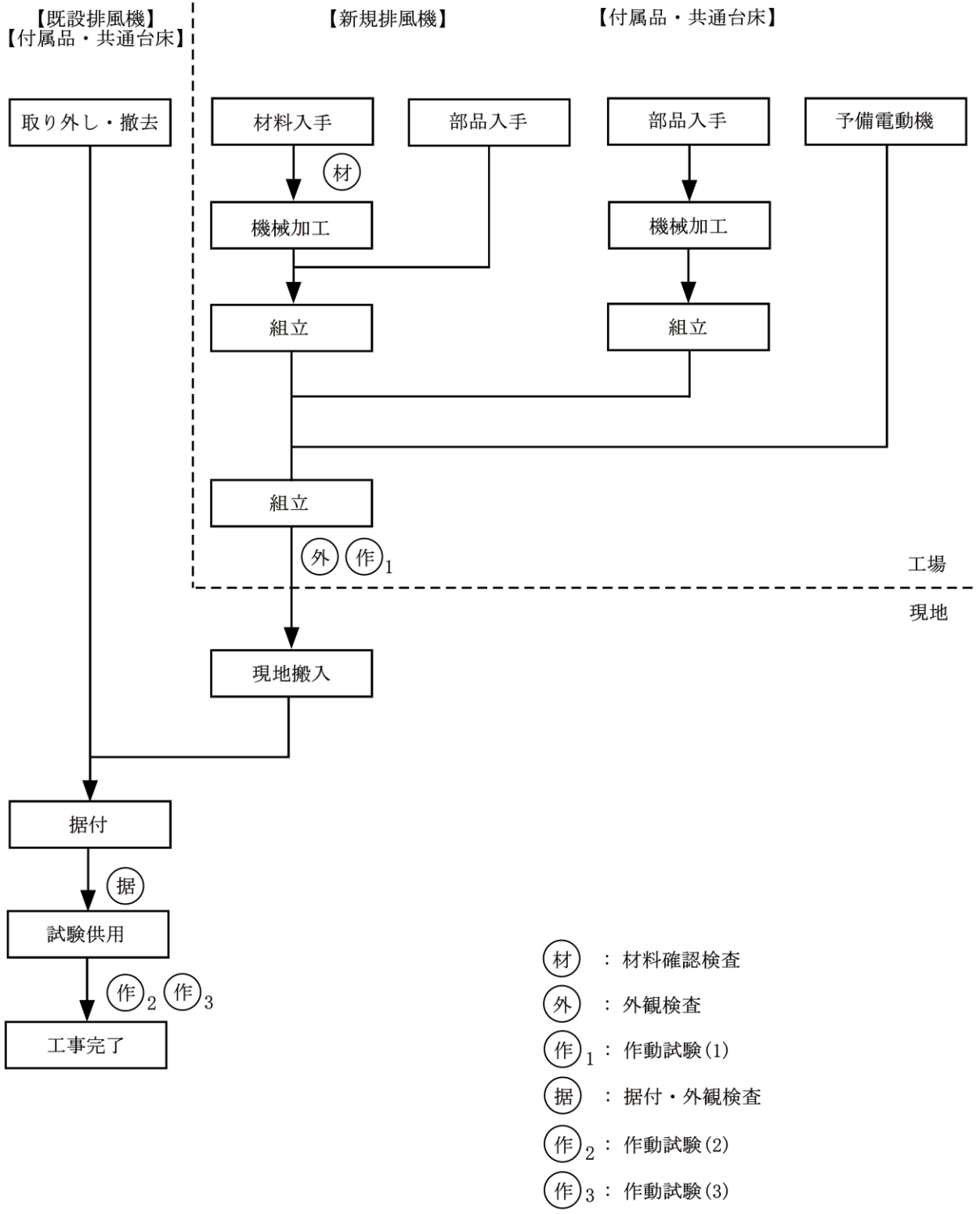
基数	2	
設置場所	廃気処理室 A0 11	
設計条件	廃気	
流体名	廃気	
容量 (m ³ /min)	約 6	
放射性物質 濃度 (Bq/cm ³)	種類	FP
		< 3.7×10 ⁻²
本体主材料	SCS13	
据付ボルト	M16×7 (SS400)	

管台一覧表			接続
符号	名称	※寸法	主材料
P1	廃気入口	100A	SCS13
P2	廃気出口	80A	SCS13
P3	還流廃気入口	50A	SCS13
P4	還流廃気入口	50A	SCS13

※ 接続配管との取合を示すものである。



別図-4 排風機 (G41K60、K61) 概要図



別図-5 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	—	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	—	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙－1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	有	第二号	別紙－2に示すとおり
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙－3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	有	第一号	別紙-4に示すとおり
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	—	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

- 2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

- 2 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、耐震重要度分類 S クラスとして、廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用したとしても耐震性を確保できることから安全性が損なわれるおそれがない。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の耐震性についての計算書を別添－ 1 に示す。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の耐震性についての計算書

1. 概要

槽類換気系排風機の一部更新において工事を行う排風機（G41K50、K51、K60、K61）について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを確認する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠し、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

また、当該設備の地震時及び地震後の動的機能の評価は、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度が機能確認済加速度以下となることを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008（日本電気協会）
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012（日本機械学会）
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012（日本機械学会）
- (5) ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051（日本原燃株式会社、株式会社日立製作所）

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_s	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロー振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ブロー回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F / (1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。排風機（G41K50、K51、K60、K61）の静的解析用震度は、機器据付階のもの（B2F、水平方向：0.86、鉛直方向：0.77）を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力(F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg \sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mg C_P (h + l_1) + M_P - m g l_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の解析モデルを図 4-1 に示す。

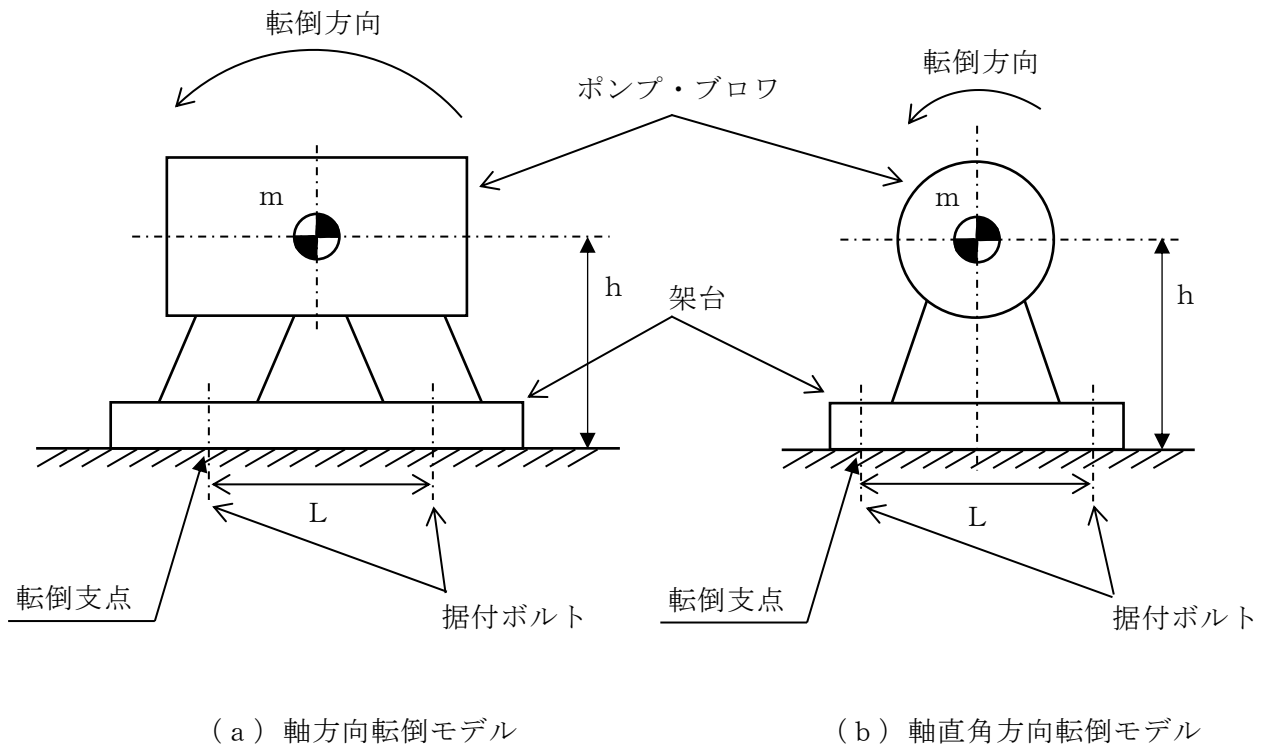


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
排風機 (G41K50、K51)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	975 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 °C
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価 本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	447 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.10
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	1540 (kg)
排風機 (G41K60、K61)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	875 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 °C
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価 本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	415 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.12
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	910 (kg)

4.6 固有周期

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
排風機 (G41K50、K51)	0.05 (秒) 以下
排風機 (G41K60、K61)	0.05 (秒) 以下

5. 動的機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の地震時及び地震後の動的機能維持評価について、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のファンの評価方法を準用し、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度と機能確認済加速度を比較することにより評価を行った。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）は形式がルーツ式であることから、機能確認済加速度は「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051（日本原燃株式会社、株式会社日立製作所）」のものを用いた。機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度

評価対象設備	形式	方向	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50、K51)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2
排風機 (G41K60、K61)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2

6. 評価結果

構造強度評価結果を表 6-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の発生応力は、いずれも許容応力以下であることを確認した。

また、動的機能維持評価結果を表 6-2 に示す。廃止措置計画用設計地震動により排風機 (G41K50、K51、K60、K61) に作用する加速度は機能確認済加速度以下であることを確認した。

表 6-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
排風機 (G41K50、K51)	据付ボルト	引張	11	280	0.04
		せん断	14	161	0.09
排風機 (G41K60、K61)	据付ボルト	引張	7	280	0.03
		せん断	8	161	0.05

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

表 6-2 動的機能維持評価結果

評価対象設備	方向	廃止措置計画用設計地震動により 設備に作用する加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50、K51)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2
排風機 (G41K60、K61)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2

第十条（閉じ込めの機能）

安全機能を有する施設は、次に掲げるところにより、使用済燃料、使用済燃料から分離された物又はこれらによって汚染された物（以下「使用済燃料等」という。）を限定された区域に閉じ込める機能を保持するように設置されたものでなければならない。

- 一 流体状の使用済燃料等を内包する容器又は管に使用済燃料等を含まない流体を導く管を接続する場合には、流体状の使用済燃料等が使用済燃料等を含まない流体を導く管に逆流するおそれがない構造であること。
- 二 セルは、その内部を常時負圧状態に維持し得るものであること。
- 三 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備をその内部に設置するセルは、当該設備からの当該物質の漏えいを監視し得る構造であり、かつ、当該物質が漏えいした場合にこれを安全に処理し得る構造であるとともに当該物質がセル外に漏えいするおそれがない構造であること。
- 四 セル内に設置された流体状の使用済燃料等を内包する設備から、使用済燃料等が当該設備の冷却水、加熱蒸気その他の熱媒中に漏えいするおそれがある場合は、当該熱媒の系統は、必要に応じて、漏えい監視設備を備えるとともに、汚染した熱媒を安全に処理し得るように設置すること。
- 五 プルトニウム及びその化合物並びにこれらの物質の一又は二以上を含む物質（以下この条において「プルトニウム等」という。）を取り扱うグローブボックスは、その内部を常時負圧に維持し得るものであり、かつ、給気口及び排気口を除き、密閉することができる構造であること。
- 六 液体状のプルトニウム等を取り扱うグローブボックスは、当該物質がグローブボックス外に漏えいするおそれがない構造であること。
- 七 密封されていない使用済燃料等を取り扱うフードは、その開口部の風速を適切に維持し得るものであること。
- 八 プルトニウム等を取り扱う室（保管廃棄する室を除く。）及び使用済燃料等による汚染の発生のおそれがある室は、その内部を負圧状態に維持し得るものであること。
- 九 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備が設置される施設（液体状の使用済燃料等の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。）は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 施設内部の床面及び壁面は、液体状の使用済燃料等が漏えいし難いものであること。

ロ 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備の周辺部又は施設外に通ずる出入口若しくはその周辺部には、液体状の使用済燃料等が施設外へ漏えいすることを防止するための堰が設置されていること。ただし、施設内部の床面が隣接する施設の床面又は地表面より低い場合であって、液体状の使用済燃料等が施設外へ漏えいするおそれがないときは、この限りでない。

ハ 工場等の外に排水を排出する排水路（湧水に係るものであって使用済燃料等により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。）の上に施設の床面がないようにすること。ただし、当該排水路に使用済燃料等により汚染された排水を安全に廃棄する設備及び第二十一条第三号に掲げる事項を計測する設備が設置されている場合は、この限りでない。

二 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）と同等の性能を有する排風機と交換するものであり、固化セル（R0 01）の内部を常時負圧状態に維持する機能に変わりがないことを試験・検査により確認する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の仕様の排風機と交換するものであり、排風機の検査又は試験ができるように施設された構造を変更するものではないため影響はない。

3 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の仕様の排風機と交換するものであり、排風機の機能を維持するため適切な保守及び修理ができるように施設された構造を変更するものではないため影響はない。

第二十八条（換気設備）

再処理施設内の使用済燃料等により汚染された空気による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより換気設備が設けられていなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要な換気能力を有するものであること。
- 二 使用済燃料等により汚染された空気が逆流するおそれがない構造であること。
- 三 ろ過装置を設ける場合にあつては、ろ過装置の機能が適切に維持し得るものであり、かつ、ろ過装置の使用済燃料等による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。
- 四 吸気口は、使用済燃料等により汚染された空気を吸入し難いように設置すること。

- 一 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の性能を有する排風機と交換するものであり、換気能力に変わりがないことを試験・検査により確認する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。