

VI. 添付書類

1. 添付資料	03-VI-1
2. 添付図面	03-VI-2

1. 添付資料

- 資料 1 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書
- 資料 2 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
- 資料 3 クラス 1 機器の応力腐食割れ対策に関する説明書
- 資料 4 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書
- 資料 5 耐震性に関する説明書
- 資料 6 強度に関する説明書
- 資料 7 流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書
- 資料 8 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

2. 添付図面

第1図 原子炉冷却系統施設に係る図面

(1) 添 付 資 料

目 次

資料 1 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書

資料 1-1 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（五号）」との整合性

資料 1-2 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（十一号）」との整合性

資料 2 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書

資料 3 クラス 1 機器の応力腐食割れ対策に関する説明書

資料 4 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書

資料 5 耐震性に関する説明書

資料 5-1 耐震設計の基本方針

資料 5-2 波及的影響に係る基本方針

資料 5-3 申請設備に係る耐震設計の基本方針

資料 5-4 耐震計算方法

資料 5-5 耐震計算結果

資料 5-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

資料 6 強度に関する説明書

資料 6-1 強度計算の基本方針

資料 6-2 強度計算方法

資料 6-3 強度計算結果

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

資料 7 流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書

資料 8 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

資料 8-1 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

資料 8-2 本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

資料1 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書

目 次

資料 1 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書

資料 1-1 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（五号）」との整合性

資料 1-2 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（十一号）」との整合性

資料 1 - 1 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（五号）」との整合性

目 次

	頁
1. 概要	03-添1-1-1
2. 基本方針	03-添1-1-1

1. 概要

本資料は、今回の工事の計画において、申請に係る内容が発電用原子炉の設置の許可に抵触するものでないことを説明するものである。

2. 基本方針

今回の工事の計画のうち「設備別記載事項」及び「基本設計方針」の申請に係る内容は、大飯発電所 発電用原子炉設置変更許可申請書（以下「設置許可申請書」という。）の基本方針に記載がなく、今回の工事の計画において詳細設計を行うことから、申請に係る内容は設置許可申請書に抵触するものではない。

資料 1 - 2 発電用原子炉設置変更許可申請書「本文（十一号）」との整合性

目 次

	頁
1. 概要	03-添1-2-1
2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性	03-添1-2-1

1. 概要

本資料は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「法」という。）第43条の3の8第1項の許可を受けたところによる設計及び工事の計画であることが法第43条の3の9第3項第1号で認可基準として規定されており、当該基準に適合することを説明するものである。

2. 発電用原子炉の設置の許可との整合性

今回の設計及び工事計画申請書において、大飯発電所 発電用原子炉設置変更許可申請書（以下「設置許可申請書」という。）の基本方針に従った詳細設計であることに関して、令和2年7月15日付け原規規発第2007155号にて認可の設計及び工事計画書の内容から変更がないことから、設置許可申請書と整合しており、当該基準に適合している。

資料2 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書

目 次

	頁
I. 概要	03-添2-1
1. 原子炉冷却系統施設	03-添2-1-1-1
1.1 概要	03-添2-1-1-1
1.2 一次冷却材の循環設備	03-添2-1-2-1
1.2.1 主配管	03-添2-1-2-1

I. 概要

本資料は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二に基づき、当該申請に係る設備別記載事項のうち容量等の設定根拠について説明するものである。

原子炉冷却系統施設

1. 原子炉冷却系統施設

1.1 概要

本資料は、原子炉冷却系統施設の申請設備に係る仕様設定根拠について説明するものである。

1.2 一次冷却材の循環設備

1.2.1 主配管

名 称		ループ低温側 1 次冷却材管分岐点 及び 弁3V-CS-171 ～ 加圧器
最高使用圧力	MPa	17.16
最高使用温度	℃	343
外 径	mm	114.3
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概 要)</p> <p>本配管は、ループ低温側 1 次冷却材管分岐点及び弁3V-CS-171と加圧器を接続する配管であり、1 次冷却材管から 1 次冷却材、又は充てんポンプから充てん水を加圧器に送るために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力</p> <p>本配管の最高使用圧力は、原子炉容器の最高使用圧力と同じ17.16MPaとする。</p> <p>2. 最高使用温度</p> <p>本配管の最高使用温度は、原子炉容器の最高使用温度と同じ343℃とする。</p> <p>3. 外径</p> <p>本配管の外径は、基本的に先行PWRプラント実績に基づき定めた標準流速における流量が、当該配管に要求される設計流量を上回るものとして決定する。</p> <p>なお、配管の外径は日本産業規格の呼び径に対応する外径とする。</p> <p>一次冷却材の循環設備の配管外径及び標準流速における流量の関係を第1表に示す。</p> <p>本配管の設計流量は <input type="text"/> m³/h (注1) であるため、第1表を基に呼び径4B以上の配管を選定する。以上より、本配管の外径は114.3mm(4B)とする。</p> <p>(注1) 加圧器スプレイ弁1個当たりの容量</p>		

第1表 一次冷却材の循環設備の配管外径及び標準流速における流量の関係

呼び径	外径	厚さ	内径	標準流速	標準流速 (注2) における流量
(B)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (m/s)	E (m ³ /h)
3	89.1	11.1	66.9		
4	114.3	13.5	87.3		

(注2) 標準流速における流量及びその他のパラメータとの関係は以下のとおりとする。

$$C = A - 2B$$

$$E = D \times 3,600 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{C}{1,000} \right)^2$$

資料3 クラス1機器の応力腐食割れ対策に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	03-添3-1
2. 基本方針	03-添3-1
3. 応力腐食割れ発生の抑制策について	03-添3-1

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第17条、第18条及びそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に基づき、クラス1機器及びクラス1支持構造物が応力腐食割れ発生抑制を考慮した設計となっていることを説明するものである。

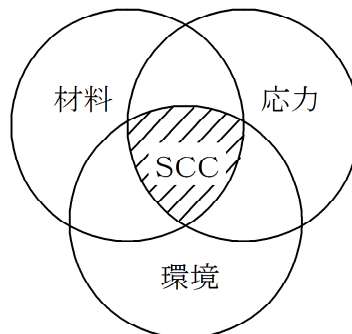
2. 基本方針

申請範囲におけるクラス1機器及びクラス1支持構造物は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME S NC1-2001）及び（JSME S NC1-2005）【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生抑制に対する考慮」（NC-CC-002）（以下、「JSME事例規格」という。）に基づき、応力腐食割れ発生環境下に対する適切な耐食性を有する材料の使用、運転中の引張応力を軽減する設計及び製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減対策の実施、並びに保安規定に基づく水質管理等の応力腐食割れ発生抑制を考慮した設計とする。

3. 応力腐食割れ発生抑制策について

(1) 応力腐食割れ発生前提条件について

応力腐食割れ（SCC）は、材料が特定の応力条件と環境条件にさらされたときに割れを生じる現象であり、下図に示すとおり、材料・応力・環境の3要因が重畳した場合に発生する。



一般的に応力腐食割れを抑制するためには、以下に示すように3要因のうちの1要因以上を取り除く必要がある。

- a. 応力腐食割れ発生環境下において、応力腐食割れ発生の可能性が高い材料の選定を避ける。
- b. 引張応力を軽減する設計と製作時の引張残留応力を低減させる工法や発生した引張残留応力の低減処理技術を採用する。
- c. 応力腐食割れの発生に寄与する腐食環境を緩和する設計と水質管理技術を採用する。

(2) 申請範囲における応力腐食割れ発生の抑制策について

申請範囲におけるクラス1機器及びクラス1支持構造物は、以下を考慮することにより応力腐食割れの発生を抑制している。

a. 配管及び弁

(a) 材料選定

当該部に使用する材料は、炭素含有量を制限 ($C \leq 0.05\%$) したSUS316系材料であり、応力腐食割れの感受性が低く、これまでもPWRの1次系高温環境下における応力腐食割れ対策材料として多く使用されている。

(b) 発生応力

当該部はJSME事例規格に基づき、運転中の引張応力が増大する設計及び製作時の引張残留応力が高くなる工法を避けて設計し、溶接施工に関しては、日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格(JSME S NB1-2012/2013)」に基づき十分な品質管理を行う。

(c) 環境

定格出力運転時の1次冷却材中の溶存酸素及びその他の不純物濃度が十分低くなるよう保安規定に基づく水質管理を行う。

また、塩化物及びフッ化物混入防止対策を行い、塩化物及びフッ化物に起因する応力腐食割れの発生を防止する。

b. 支持構造物

当該部の支持構造物については、1次系高温環境に接液しないこと並びに塩化物及びフッ化物混入防止対策を行い、応力腐食割れの発生を防止している。

資料4 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	03-添4-1
2. 基本方針	03-添4-2
2.1 悪影響防止	03-添4-2
2.2 環境条件等	03-添4-2
2.3 試験・検査性	03-添4-6

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 14 条、第 15 条第 2 項及び第 6 項並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に基づき、安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性について説明するものである。

今回は、健全性として、申請範囲の配管、弁に要求される機能を有効に発揮するための、構造設計に係る事項を考慮して、「機器相互の悪影響（技術基準規則第 15 条第 6 項及びその解釈）」（以下「悪影響防止」という。）、「安全設備に想定される事故時の環境条件（使用条件含む。）等における機器の健全性（技術基準規則第 14 条第 2 項及びその解釈）」（以下「環境条件等」という。）及び「要求される機能を達成するために必要な試験・検査性、保守点検性等（技術基準規則第 15 条第 2 項及びその解釈）」（以下「試験・検査性」という。）を説明する。

2. 基本方針

申請範囲の配管・弁が使用される条件の下における健全性について、以下の 3 項目に分け説明する。

2.1 悪影響防止

申請範囲の配管・弁は、他の設備から悪影響を受け、安全性を損なわないよう、配置上の考慮を行う設計とする。また、発電用原子炉施設間で共用しない設計とする。

なお、設計基準対象施設に考慮すべき地震、火災、溢水、風（台風）、竜巻による他の設備からの悪影響については、波及的影響により安全施設の機能を損なわないことを、「2.2 環境条件等」に示す。

2.2 環境条件等

環境条件等については、申請範囲の配管・弁が想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。

安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮するが、申請範囲の配管・弁において、屋外の天候による影響については屋外配管ではないこと、海水を通水する系統への影響については海水を通水しないこと、電磁波による影響については電磁波の影響を受ける構造ではないことから考慮不要である。

以上のことから、技術基準規則第14条第2項に基づき、申請範囲の配管・弁について、環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響、荷重、周辺機器等からの悪影響並びに冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響に分け、以下(1)から(3)に各考慮事項に対する設計上の考慮を説明する。

(1) 環境圧力、環境温度及び湿度による影響、放射線による影響並びに荷重

・安全施設としての申請範囲の配管・弁は、事故時等における環境条件を考慮し

た設計とする。

- ・原子炉格納容器内の安全施設は、設計基準事故等時に想定される圧力、温度等の格納容器スプレイ水による影響を考慮して、その機能を発揮できる設計とする。
- ・安全施設における主たる流路及びその流路に影響を与える範囲の健全性は、主たる流路とその主たる流路に影響を与える範囲を同一又は同等の規格で設計することにより、流路としての機能を維持する設計とする。

a. 環境圧力

原子炉格納容器内の機器については、使用時に想定される環境圧力が加わっても、機能を損なわない設計とする。

安全施設に対しては、発電用原子炉設置変更許可申請書「十、発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項」（以下「許可申請書十号」という。）ロ．において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の圧力が最も高くなる「原子炉冷却材喪失（原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化）」での最高圧力約 0.308MPa[gage]を包絡する圧力（原子炉格納容器最高使用圧力 0.39MPa[gage]）を設定する。

設定した環境圧力に対して機器が機能を損なわないように、耐圧部にあつては、機器が使用される環境圧力下において、部材に発生する応力に耐えられることとする。

確認の方法としては、環境圧力と機器の最高使用圧力との比較によるものとする。

b. 環境温度及び湿度による影響

安全施設は、事故時等に想定される環境温度及び湿度にて機能を損なわない設計とする。環境温度及び湿度については、設備の設置場所の適切な区分（原子炉格納容器内）に想定事故時に到達する最高値とし、区分の環境温度及び湿度以上の最高使用温度等を機器仕様として設定する。

原子炉格納容器内の安全施設に対しては、「許可申請書十号」ロ．において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の温度が最も高くなる「原子炉冷却材喪失（原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化）」での温度約 132℃を包絡する温度（原子炉格納容器最高使用温度 144℃）及び湿度 100%を設定する。

設定した環境温度に対して機器が機能を損なわないように、耐圧部にあつては、機器が使用される環境温度下において、部材に発生する応力に耐えられる

こととする。

環境温度に対する確認の方法としては、環境温度と機器の最高使用温度との比較によるものとする。

c. 放射線による影響

放射線については、設備の設置場所の適切な区分(原子炉格納容器内)の想定事故時に到達する最大線量とし、当該放射線量に対して、遮蔽等の効果を考慮して、機能を損なわない材料、構造、原理等を用いる設計とする。

安全施設に対しては、「許可申請書十号」ロ.において評価した設計基準事故の中で、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる「原子炉冷却材喪失」を選定し、LOCA時の最大放射線量を包絡する線量として、原子炉格納容器内は1.5MGy/年以下設定する。

第2-1-1表及び第2-1-2表に放射線評価に用いた評価条件等を示す。

d. 荷重

安全施設については、自然現象(地震、風(台風)、竜巻、積雪、火山、津波、高潮及び地滑りの影響)による荷重の評価を行い、それぞれの荷重及びこれらの荷重の組合せにも機能を有効に発揮できる設計とする。

申請範囲の配管・弁が機能を有効に発揮するため、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重を踏まえた耐震設計については、資料5「耐震性に関する説明書」に示す。

また、申請範囲の配管・弁が機能を有効に発揮するため、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力荷重、温度荷重及び機械的荷重を踏まえた十分な構造及び強度を有する設計については、資料6「強度に関する説明書」に示す。

組み合わせる荷重の考え方については、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の「4. 組合せ」に示す。

安全施設の地震荷重及び地震を含む荷重の組合せに対する設計については、資料5「耐震性に関する説明書」のうち資料5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。また、地震以外の荷重及び地震以外の荷重の組合せに対する設計については、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する

る説明書」のうち資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」に基づき実施する。

(2) 周辺機器等からの悪影響

- ・安全施設は、地震、火災、溢水及びその他の自然現象並びに外部人為事象による他設備からの悪影響により、発電用原子炉施設としての安全機能が損なわれないよう措置を講じた設計とする。

波及的影響を含めた地震、火災、溢水以外の自然現象及び外部人為事象に対する安全施設の設計については、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」に基づき実施する。

波及的影響を含めた安全施設の耐震設計については、資料5「耐震性に関する説明書」のうち資料5-1「耐震設計の基本方針」に基づき実施する。

波及的影響を含めた発電用原子炉施設で火災が発生する場合を考慮した安全施設の火災防護設計については、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」の「2. 火災防護の基本方針」に基づき実施する。

波及的影響を含めた発電用原子炉施設内で発生が想定される溢水の影響評価を踏まえた安全施設の溢水防護設計については、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち資料8-1「溢水等による損傷防止の基本設計」に基づき実施する。

(3) 冷却材の性状(冷却材中の破損物等の異物含む。)

- ・安全施設は、日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」(JSME S 012 - 1998)による規定に基づく評価を行い、配管内円柱状構造物が流体振動により破損物として冷却材に流入しない設計とする。
- ・安全施設は、水質管理基準を定めて水質を管理することにより異物の発生を防止する設計とする。

配管内円柱状構造物の流力振動評価については、資料7「流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書」に示す。

2.3 試験・検査性

設計基準対象施設は、健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検、試験又は検査（「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について」に準じた検査を含む。）を実施できるよう分解点検等ができる構造とし、構造・強度を確認又は内部構成部品の確認が必要な設備については、原則分解・開放（非破壊検査含む。）が可能な設計とする。

なお、機能・性能確認、各部の経年劣化対策及び日常点検を考慮することにより、分解・開放が不要なものについては外観の確認が可能な設計とする。

これらの試験及び検査については、使用前事業者検査及び定期事業者検査の法定検査を実施できることに加え、保全プログラムに基づく点検及び日常点検の保守点検内容を考慮する。

機能・性能の確認においては、所要の系統機能を確認する設備について、原則、系統試験及び漏えい確認が可能な設計とする。系統試験においては、試験及び検査ができるテストライン等の設備を設置又は必要に応じて準備する。

以下に操作性及び試験・検査性に対する設計上の考慮を説明する。

(1) 試験・検査性

申請範囲の配管・弁は、以下に示す試験・検査が実施可能な設計とする。

- ・非破壊検査が可能な設計とする。
- ・機能・性能及び漏えいの確認が可能な設計とする。

第 2-1-1 表 放射線の環境条件設定方法※
(設計基準事故時)

対象区画	環境条件設定方法			環境条件
	想定する事象	線源等	線量評価	
原子炉格納容器内	原子炉格納容器内で発生する事象として、原子炉格納容器内に放出される放射性物質の量が多くなることから、原子炉格納容器内の線量が最も高くなる「原子炉冷却材喪失」を想定する。	原子炉設置変更許可申請書 添付書類十「4.2.1 原子炉冷却材喪失」時に原子炉格納容器内に放出される放射性物質の線源強度（第 2-1-2 表）を用いる。	原子炉格納容器自由体積を保存し区画内に線源が均一に分布するとして線量を評価した結果、約 0.5MGy/年となるため、環境条件は ≤ 1.5 MGy/年と設定する。	≤ 1.5 MGy/年

※：平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708254 号にて認可された工事計画の資料 6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等」に記載された表と同じ。

第 2-1-2 表 「原子炉冷却材喪失」時の原子炉格納容器内線源強度※

代表エネルギー (MeV/dis)	積算線源強度 (MeV/1 年間)
0.4	9.4E+23
0.8	2.1E+24
1.3	2.0E+23
1.7	2.6E+23
2.5	1.7E+23

※：平成 29 年 8 月 25 日付け原規規発第 1708254 号にて認可された工事計画の資料 6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等」に記載された表と同じ

資料5 耐震性に関する説明書

目 次

- 資料 5 - 1 耐震設計の基本方針
 - 資料 5 - 2 波及的影響に係る基本方針
 - 資料 5 - 3 申請設備に係る耐震設計の基本方針
 - 資料 5 - 4 耐震計算方法
 - 資料 5 - 5 耐震計算結果
 - 資料 5 - 6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果
- 別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

資料5-1 耐震設計の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	03-添5-1-1
2. 耐震設計の基本方針	03-添5-1-1
2.1 基本方針	03-添5-1-1
2.2 適用規格	03-添5-1-1
3. 設計基準対象施設の耐震重要度分類	03-添5-1-2
3.1 耐震重要度分類	03-添5-1-2
3.2 波及的影響に対する考慮	03-添5-1-2
4. 設計用地震力	03-添5-1-2
5. 機能維持の基本方針	03-添5-1-3
6. 構造計画と配置計画	03-添5-1-3
7. ダクティリティに関する考慮	03-添5-1-3
8. 機器・配管系の支持方針について	03-添5-1-3
9. 耐震計算の基本方針	03-添5-1-3

1. 概要

本資料は、申請設備の耐震設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第5条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。

2. 耐震設計の基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合する設計とする。

申請設備の耐震設計の基本方針は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の2.1項から変更はない。

2.2 適用規格

適用する規格は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の2.2項によるものとする。

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

3. 設計基準対象施設の耐震重要度分類

3.1 耐震重要度分類

耐震重要度分類については、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の3.1項によるものとする。

3.2 波及的影響に対する考慮

波及的影響に対する考慮については、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の3.3項によるものとする。

本工事において、この方針に基づき波及的影響に対する考慮を実施した結果については、資料5-2「波及的影響に係る基本方針」に示す。

4. 設計用地震力

設計用地震力は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の4項によるものとする。

5. 機能維持の基本方針

機能維持の基本方針については、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の5項によるものとする。

6. 構造計画と配置計画

構造計画と配置計画は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の6項によるものとする。

7. ダクティリティに関する考慮

ダクティリティに関する考慮は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の8項によるものとする。

8. 機器・配管系の支持方針について

機器・配管系の支持方針については、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の9項によるものとする。

9. 耐震計算の基本方針

耐震計算の基本方針は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の10項によるものとする。

また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価については、資料5-6「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

資料5-2 波及的影響に係る基本方針

目 次

	頁
1. 概要	03-添5-2-1
2. 基本方針	03-添5-2-1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針	03-添5-2-1
3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点	03-添5-2-1
4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	03-添5-2-2
5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	03-添5-2-2

1. 概要

本資料は、資料5-1「耐震設計の基本方針」の「3.2 波及的影響に対する考慮」に基づき、設計基準対象施設の耐震設計を行うに際して、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

本資料の適用範囲は、設計基準対象施設である。

申請設備の波及的影響に係る基本方針について、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-5「波及的影響に係る基本方針」から変更はない。

2. 基本方針

設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のSクラスに属する施設（以下「Sクラス施設」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、それぞれその安全機能を損なわないように設計する。

3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点

Sクラス施設の設計においては、「設置許可基準規則の解釈の別記2」（以下「別記2」という。）に記載の以下の4つの観点で実施する。

- ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- ② 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響
- ③ 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
- ④ 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

また、上記①～④以外に設計の観点に含める事項がないかを確認する。原子力発電情報公開ライブラリ(NUCIA:ニューシア)から、原子力発電所の被害情報を抽出し、その要因を整理する。地震被害の発生要因が「別記2」①～④の検討事項に分類されない要因については、その要因も設計の観点に追加する。

以上の①～④の具体的な設計方法は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-5「波及的影響に係る基本方針」の3.2～3.5項から変更はない。また、Sクラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に示す。

4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

今回の工事により、設置場所及び下位クラス施設との位置関係や系統構成は変わらないことから、今回の申請設備について波及的影響を考慮すべき下位クラス施設の対象はない。

また、原子力発電情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）から、原子力発電所の被害情報を抽出し、その要因を整理した結果、「別記2」①～④の検討事項に分類されない要因がないことを確認した。

5. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、設計基準対象施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についてもあわせて確認する。

工事段階における検討は、3. 1項の4つの観点のうち、③及び④の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響について、プラントウォークダウンにより実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと、又は間に衝撃に耐えうる障壁、緩衝物等が設置されていること、仮置資材等については固縛等、転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし、仮置機器等の下位クラス施設自体が、明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討を行う。すなわち、下位クラス施設の配置を変更したり、間に緩衝物等を設置したり、固縛等の転倒、落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

また、工事段階における確認の後も、波及的影響を防止するように現場を保持するため、保安規定に機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。

資料 5-3 申請設備に係る耐震設計の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	03-添5-3-1
2. 設備の耐震重要度分類	03-添5-3-2
3. 耐震計算の基本事項	03-添5-3-3
3.1 構造計画	03-添5-3-3
3.2 設計用地震力	03-添5-3-3
3.3 荷重の組合せ及び許容応力	03-添5-3-6

1. 概要

一次冷却設備配管の改造に伴い、配管が十分な耐震性を有することを確認するための耐震設計の基本方針を以下に述べる。

2. 設備の耐震重要度分類

今回の申請設備の耐震重要度分類を第2-1表に示す。

第2-1表 設備の耐震重要度分類

設備名称	機器等の名称	重要度分類
原子炉冷却系統施設 4 一次冷却材の循環設備	一次冷却設備配管 (加圧器スプレイ配管)	(注) Sクラス

(注) 重要度分類は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の添付資料13-4「重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」の2.1項による。

3. 耐震計算の基本事項

3.1 構造計画

配管系は、原則として剛構造とする。

3.2 設計用地震力

3.2.1 静的地震力

静的地震力は、第3-1表の震度に基づき算定する。

第3-1表 静的地震力

区分	重要度分類	水平震度	鉛直震度	摘 要
配管	Sクラス	$3.6C_1$	0.288	(注) C_1 : 機器が設置される建屋の床面ごとの層せん断力係数

(注) 層せん断力係数は下式による。

$$C_1 = R_t A_i C_0$$

R_t : 振動特性係数 0.8

A_i : C_1 の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 0.2

3.2.2 動的地震力

動的地震力は、第3-2表の床応答曲線に基づく動的解析により算定する。

第3-2表 動的地震力

区分	重要度分類	水平地震動	鉛直地震動	摘要
配管	Sクラス	(注1) 設計用床応答曲線 Sd	(注1) 設計用床応答曲線 Sd	(注2) 荷重の組合せは、 二乗和平方根 (SRSS)法による。
		(注1) 設計用床応答曲線 Ss	(注1) 設計用床応答曲線 Ss	(注2) 荷重の組合せは、 二乗和平方根 (SRSS)法による。

(注1) 設計用床応答曲線は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の添付資料13-7「設計用床応答曲線の作成方針」によるものとする。

(注2) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

3.2.3 設計用地震力

Sd地震時の評価では、水平方向と鉛直方向は静的地震力と動的地震力のいずれか大きい方とする。水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。

Ss地震時の評価では、水平方向と鉛直方向は動的地震力とする。

設計用地震力を第3-3表に示す。

第 3-3 表 設計用地震力

許容応力 状 態	水平		鉛直	摘 要
	動的地震力	静的地震力		
Ⅲ _A S	設計用 床応答曲線 Sd (E-W 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	節点ごとに、3 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う
	設計用 床応答曲線 Sd (N-S 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	
	—	静的震度 (3.6C ₁)	静的震度 (0.288)	
Ⅳ _A S	設計用 床応答曲線 Ss (E-W 方向)	—	設計用 床応答曲線 Ss	節点ごとに、2 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う
	設計用 床応答曲線 Ss (N-S 方向)	—	設計用 床応答曲線 Ss	

3.3 荷重の組合せ及び許容応力

3.3.1 記号の説明

記号の説明を第3-4表に示す。

第3-4表 記号の説明 (1/2)

記号	単位	定 義
D	—	死荷重
P	—	地震と組み合わせすべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ、Ⅴは除く）における圧力荷重
M	—	地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ、Ⅴは除く）で設備に作用している機械的荷重
P _L	—	地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き、その後に生じている圧力荷重
M _L	—	地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き、その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
S _d	—	弾性設計用地震動S _d により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力
S _s	—	基準地震動S _s により定まる地震力
Ⅲ _A S	—	JSMEの供用状態C相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
Ⅳ _A S	—	JSMEの供用状態D相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
S _y	MPa	設計降伏点 材料規格 Part3第1章表6に規定される値
S _u	MPa	設計引張強さ 材料規格 Part3第1章表7（ただし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当って（別記-2）」」の要件を付したものに規定される値
S _m	MPa	設計応力強さ 材料規格 Part3第1章表1に規定される値
f _t	MPa	許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME SSB-3121.1(1)により規定される値。ボルト等に対しては、JSME SSB-3131(1)により規定される値
f _s	MPa	許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME SSB-3121.1(2)により規定される値。ボルト等に対しては、JSME SSB-3131(2)により規定される値
f _c	MPa	許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME SSB-3121.1(3)により規定される値

第3-4表 記号の説明 (2/2)

記号	単位	定 義
f_b	MPa	許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME SSB-3121.1(4)により規定される値
f_p	MPa	許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては、JSME SSB-3121.1(5)により規定される値
f_t^* f_s^* f_c^* f_b^* f_p^*	MPa	上記の f_t , f_s , f_c , f_b , f_p の値を算出する際にJSME SSB-3121.1(1)a本文中 S_y 及び $S_y(RT)$ を $1.2S_y$ 及び $1.2S_y(RT)$ と読み替えて算出した値（JSME SSB-3121.3及び3133） ただし、その他の支持構造物の上記 $f_t \sim f_p^*$ においては、JSME SSB-3121.1(1)aのF値は、次に定める値とする。 S_y 及び $0.7S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35S_y$ 、 $0.7S_u$ 又は $S_y(RT)$ のいずれか小さい方の値 また、 $S_y(RT)$ は 40°C における設計降伏点の値
T_L	N	形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重（同一仕様につき3個の試験の最小値又は1個の試験の90%）
S_{yd}	MPa	最高使用温度における設計降伏点 材料規格 Part3第1章表6に規定される値
S_{yt}	MPa	試験温度における設計降伏点 材料規格 Part3第1章表6に規定される値

3.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

荷重の組合せ及び許容応力を第3-5表及び第3-6表に示す。

第3-5表 荷重の組合せ及び許容応力 (クラス1管)

(クラス1管)

項目 区分	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D+P+M+Sd	Ⅲ _A S	1.5Sm ^(注2)	2.25Sm ^(注3) ただし、ねじりによる応力が0.5 5Smを超える場合は、曲げとねじ りによる応力について1.8Smとす る。	^(注3, 4) 3Sm $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sd又はSs地震動} \\ \text{のみによる応力} \\ \text{振幅について評} \\ \text{価する。} \end{array} \right.$	^(注3) Sd又はSs地震動のみに よる疲労解析を行い、 運転状態Ⅰ、Ⅱにおけ る疲労累積係数との和 を1.0以下とする。
	^(注1, 5) D+P _L +M _L +Sd	Ⅳ _A S	2Sm ^(注2)	3Sm ^(注3) ただし、ねじりによる応力が0.7 3Smを超える場合は、曲げとねじ りによる応力について2.4Smとす る。		
	D+P+M+Ss					

(注1) ECCS等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ_ASとする。

(注2) 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ_ASの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

(注3) サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

(注4) 3Smを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME PVB-3300 (同PVB-3313を除く) 又はJSME PPB-3536 (同(3)、(6)及び(7)を除く) の簡易弾塑性解析を用いる。

(注5) 冷却材喪失事故後の状態における圧力荷重P_Lは、負荷の喪失時の圧力Pに比べて小さい。また、冷却材喪失事故後の状態で設備に作用する機械的荷重M_Lはない。このことから、「D+P_L+M_L+Sd」の組合せによる評価は、許容限界が安全側である「D+P+M+Sd」の組合せによる評価にて代表する。

第3-6表 荷重の組合せ及び許容応力（クラス1支持構造物）

（クラス1支持構造物）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 ^(注1, 2, 3) (ボ ル ト 以 外)										^(注2, 8) 許容限界 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一 次 応 力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	^(注7) 座屈	引張	せん断	
S	D+P+M+Sd	Ⅲ _A S	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p	3f _t	^(注4) 3f _s	^(注5) 3f _b	^(注6) 1.5f _p	^(注5, 6) 1.5f _b ,	1.5f _t	1.5f _s	$T_L \times \frac{1}{2} \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	^(注9) D+P _L +M _L +Sd	Ⅳ _A S	1.5f _t *	1.5f _s *	1.5f _c *	1.5f _b *	1.5f _p *	〔Sd又はSs地震動の みによる応力振幅 について評価す る。〕			^(注6) 1.5f _p *	又は 1.5f _c	1.5f _t *	1.5f _s *	$T_L \times 0.6 \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D+P+M+Ss														

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

(注2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注3) 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

(注4) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5f_sとする。

(注5) JSME SSB-3121.1(4)により求めたf_bとする。

(注6) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注7) 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

(注8) コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ_ASの許容応力を一次引張応力に対してはf_t、一次せん断応力に対してはf_sとして、またⅣ_AS→Ⅲ_ASとして応力評価を行う。

(注9) ECCS等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ_ASとする。

3.3.3 使用材料の許容応力

今回の申請設備に使用する材料の許容応力を第3-7表に示す。

第3-7表 使用材料の許容応力

(1) クラス1管

材 料 名	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	適 用
SUS316TP	最高使用温度	343	114	加圧器スプレイ配管

(注) 材料規格 Part3第1章表1による。

資料 5 - 4 耐震計算方法

目 次

	頁
1. 概要	03-添5-4-1
2. 配管の耐震計算方法	03-添5-4-1
2.1 概要	03-添5-4-1
2.2 耐震計算方法	03-添5-4-1
2.3 応力解析	03-添5-4-7
3. 支持構造物の強度及び耐震性に関する説明	03-添5-4-8
3.1 概要	03-添5-4-8
3.2 支持構造物の耐震計算方法	03-添5-4-9

1. 概要

本資料は、資料 5-3 「申請設備に係る耐震設計の基本方針」に従い、配管及び支持構造物の耐震計算方法を説明するものである。

2. 配管の耐震計算方法

2.1 概要

本資料は、資料 5-3 「申請設備に係る耐震設計の基本方針」に基づき、申請範囲及び申請範囲外も含めた解析範囲の配管の計算方法を示す。

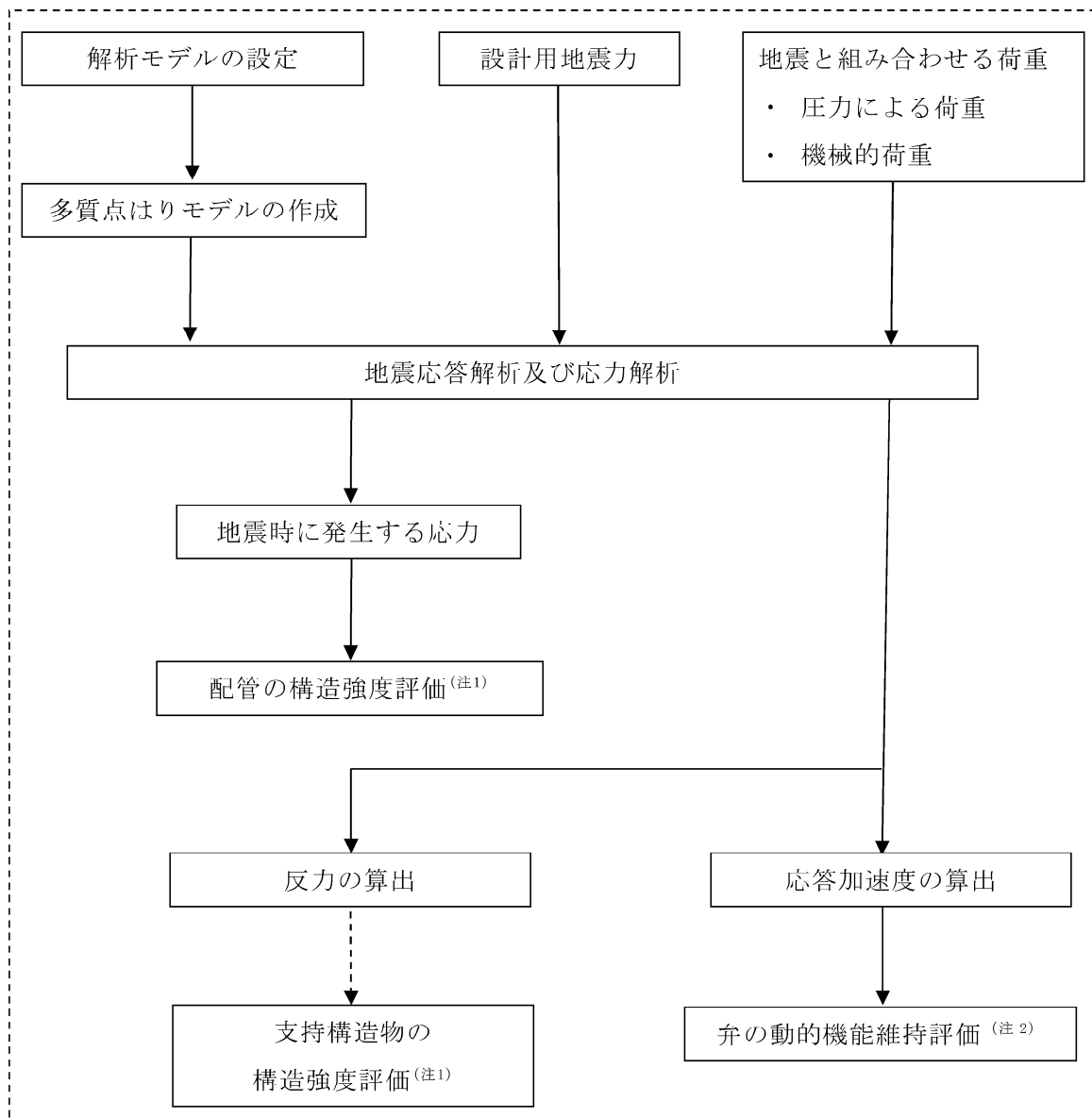
2.2 耐震計算方法

2.2.1 基本事項

計算はスペクトルモーダル法によるものとし、計算に用いる設計用床応答曲線及び適用減衰定数を第 2-2 表「設計用床応答曲線区分及び減衰定数」に示す。

また、荷重の組合せ及び許容応力については、資料 5-3 「申請設備に係る耐震設計の基本方針」に基づくものとする。

配管の耐震評価フローを第 2-1 図に示す。

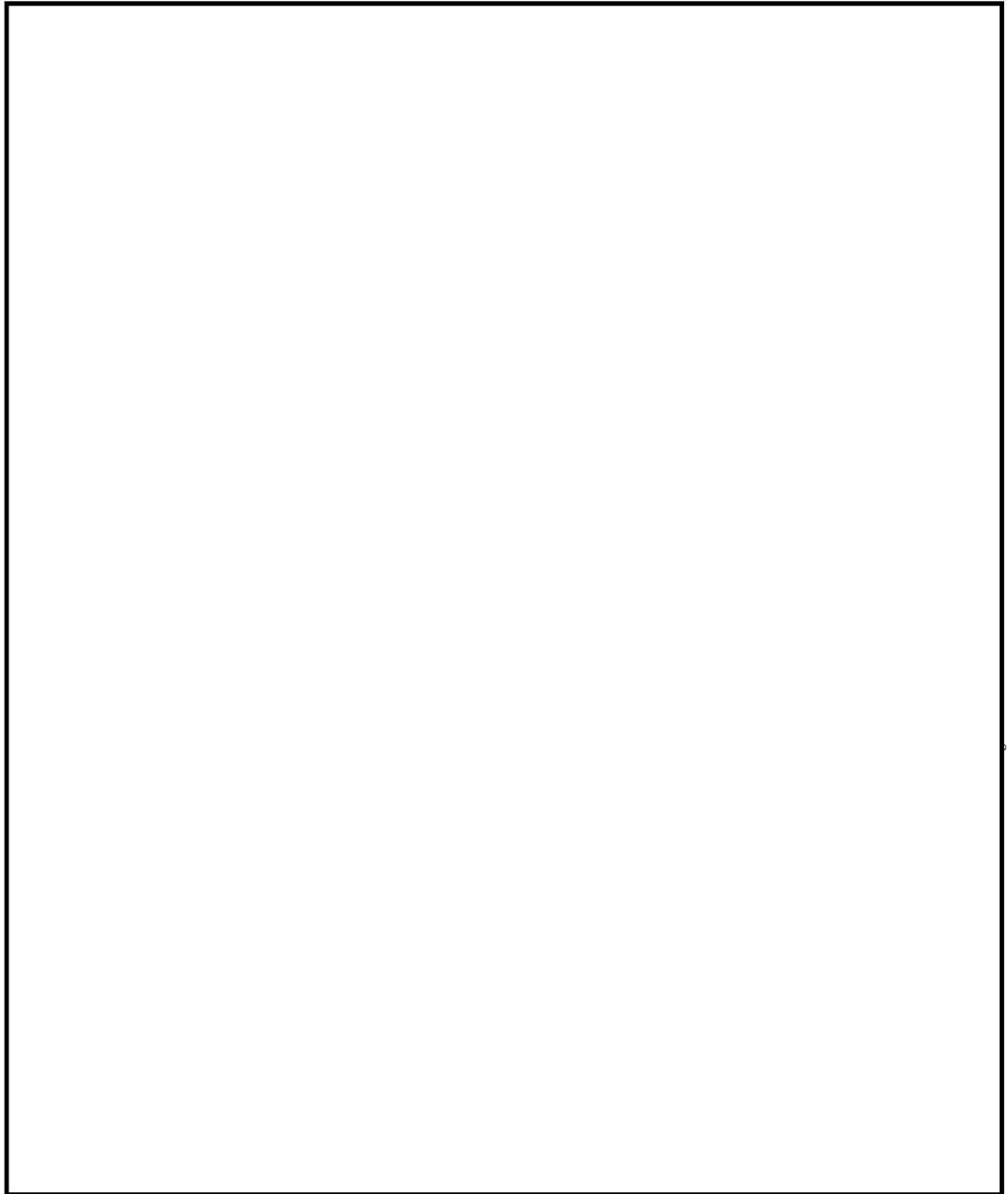


(注1) 本資料にて記載。

(注2) 今回の申請範囲に動的機能維持弁は無い。

第2-1図 配管・配管支持構造物・弁の耐震評価フロー

2.2.2 解析モデルの作成方法



2.2.3 設計用地震力

解析に使用する設計用地震力は、次のとおりである。

(1) 静的地震力

静的地震力を第2-1表に示す。

第2-1表 静的地震力

重要度分類	建 屋	EL. (m)	水平震度	鉛直震度	摘 要
Sクラス	内部コンクリート			0.288	(注1) C _I : 機器が設置される建屋の床面ごとの層せん断力係数

(注1) 層せん断力係数は下式による。

$$C_I = R_t A_i C_0$$

R_t : 振動特性係数 0.8

A_i : C_Iの分布係数

C₀ : 標準せん断力係数 0.2

(2) 動的地震力

動的地震力は、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の添付資料13-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、第2-2表に示す条件の設計用床応答曲線 S_s 及び設計用床応答曲線 S_d を用いて算定した値とする。ブロックごとに、設計用床応答曲線を包絡させて使用する。また、減衰定数は平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

第2-2表 設計用床応答曲線区分及び減衰定数

機 器 名	建 屋	床応答曲線高さ EL. (m)	減衰定数 (%)
一次冷却材の循環設備配管 (加圧器スプレイ配管)	内部コンクリート		2.5

(3) 設計用地震力

Sd地震時の評価では、水平方向と鉛直方向は静的地震力と動的地震力のいずれか大きい方とする。水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。

Ss地震時の評価では、水平方向と鉛直方向は動的地震力とする。

設計用地震力を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 設計用地震力

許容応力 状 態	水平		鉛直	摘 要
	動的地震力	静的地震力		
Ⅲ _A S	設計用 床応答曲線 Sd (E-W 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	節点ごとに、3 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う
	設計用 床応答曲線 Sd (N-S 方向)	—	設計用 床応答曲線 Sd	
	—	静的震度 (2.362)	静的震度 (0.288)	
Ⅳ _A S	設計用 床応答曲線 Ss (E-W 方向)	—	設計用 床応答曲線 Ss	節点ごとに、2 ケースそれぞれ で発生応力を算 出し、最大とな る値について評 価を行う
	設計用 床応答曲線 Ss (N-S 方向)	—	設計用 床応答曲線 Ss	

2.3 応力解析

2.3.1 基本方針

(1) 荷重の組合せ及び許容応力

荷重の組合せ及び許容応力は、資料5-3「申請設備に係る耐震設計の基本方針」によるものとする。

(2) 地震荷重の変動回数

疲労評価に用いる地震荷重の変動回数は、次のとおりとする。

Sd 地震時 回

Ss 地震時 回

2.3.2 応力解析方法

応力解析は、資料6-2「強度計算方法」に準じて行う。

3. 支持構造物の強度及び耐震性に関する説明

3.1 概要

本章は、資料5-3「申請設備に係る耐震設計の基本方針」に基づき、申請範囲及び申請範囲外も含めた解析範囲の配管及び弁の支持構造物の設計原則を示すとともに、支持構造物の種類及び型式ごとの耐震計算の方法を示す。

なお、支持構造物は、強度及び耐震評価における評価の基本式が同一であり、かつ地震荷重が支配的であることから、強度計算を含めた耐震計算の方法を示す。

3.1.1 設計原則

(1) 支持構造物の設計要領

- a. 地震荷重、自重、配管の熱膨張荷重及び機械的荷重^(註)によって、支持構造物に生ずる応力が許容応力以下となるように設計する。
- b. 3次元はりモデルにより解析を行う配管の支持構造物は、地震時や各運転状態で生ずる荷重を算出し、その中で評価上最も厳しい条件で設計を実施する。

(注) 今回の申請を行う管には安全弁等が設置されておらず、評価上有意な機械的荷重（自重は除く。）は作用しない。

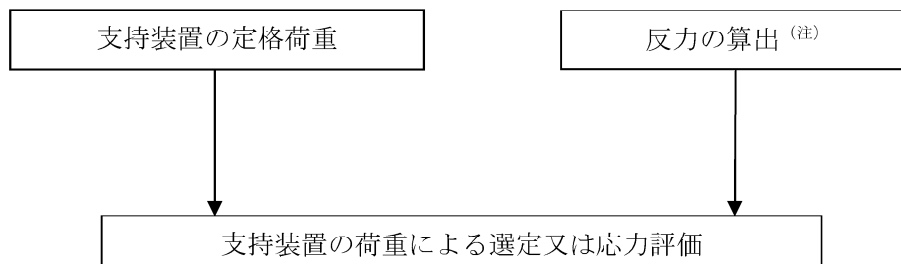
(2) 支持構造物の設計に用いる荷重

- a. 運転温度が高く運転状態Ⅰ及びⅡにおいて発生する荷重が大きい配管の支持構造物の場合は、運転状態Ⅰ及びⅡにおいて発生する荷重と地震時荷重を許容応力状態Ⅰ_A及びⅡ_A（供用状態A及びB）基準に換算した荷重を包絡した設計用荷重を最大発生荷重と定義し、最大発生荷重が許容応力状態Ⅰ_A及びⅡ_A（供用状態A及びB）を基準として支持構造物の型式ごとに許容し得る荷重として設定された定格荷重以下となるか、最大発生荷重による発生応力が許容応力状態Ⅰ_A及びⅡ_A（供用状態A及びB）以下となるように設計する。
- b. 最大発生荷重は、3次元はりモデルの解析結果による支持点荷重より算出する。なお、地震力は、動的地震力と静的地震力とで比較を行って大きい方を用いる。

3.2 支持構造物の耐震計算方法

3.2.1 概要

申請範囲の支持構造物の耐震評価は、支持装置の種類及び型式ごとに最大発生荷重に対し標準的に定められた定格荷重との比較、又は発生応力と許容応力の比較により支持装置が十分な強度を有することを確認する。申請範囲の配管の支持構造物の評価フローを第3-1図に示す。



(注) 3次元はり解析から得られる反力を用いる。

第3-1図 配管支持構造物の評価フロー

3.2.2 基本方針

(1) 評価方針

申請範囲の支持装置の種類ごとの強度及び耐震評価は、以下の支持装置に分類し応力評価を行う。

a. メカニカルスナバ、ロッドレストレイント及びスプリングハンガ

本支持装置の評価は各支持点における最大発生荷重が支持装置の定格荷重以下であることを確認し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。

また、各支持装置の定格荷重における各強度部材の応力評価についても併せて行う。第 3-2 図にメカニカルスナバ、第 3-3 図にロッドレストレイント、第 3-4 図にスプリングハンガの概略図を示す。

(a) メカニカルスナバ



第 3-2 図 メカニカルスナバ概略図

(b) ロッドレストレイント



第 3-3 図 ロッドレストレイント概略図

(c) スプリングハンガ



第 3-4 図 スプリングハンガ概略図

b. Uボルト

Uボルトは配管軸直2方向を拘束する支持装置である。なお、Uボルトには作用する荷重により引張及びせん断応力が発生する。

本評価では、Uボルトに最大発生荷重が作用した場合に生じる最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。第3-5図にUボルトの概略図を示す。



第3-5図 Uボルト概略図

c. Uバンド

Uバンドは配管軸直2方向及び軸方向を拘束する支持装置である。なお、Uバンドには作用する荷重により引張、せん断及び曲げ応力が発生する。また、モーメントを拘束するUバンドは、モーメントも拘束し、モーメントによっても引張応力及びせん断応力が発生する。

本評価では、Uバンドに最大発生荷重が作用した場合に生じる最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。第3-6図にUバンドの概略図を示す。

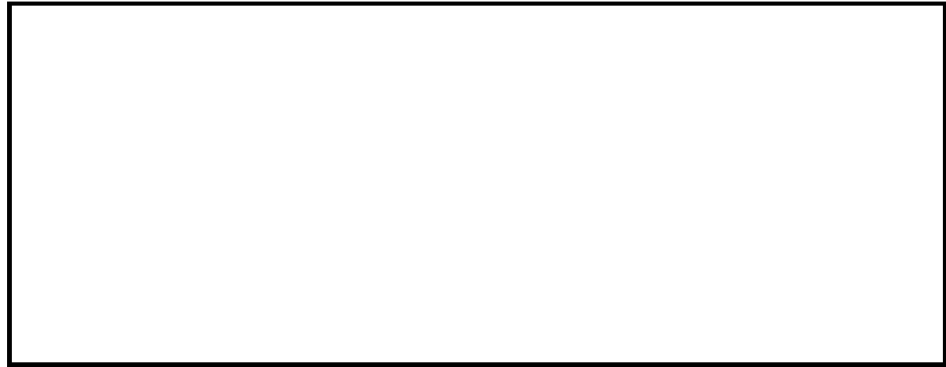


第3-6図 Uバンド概略図

d. ピン

ピンは配管軸直 1 方向支持を目的としており、引張、せん断、支圧及び曲げ荷重が負荷される。

本評価では、ピンに最大発生荷重が作用した場合に生じる最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。第 3-7 図にピンの概略図を示す。



第 3-7 図 ピン概略図

c. サドル

サドルは配管軸直 2 方向もしくは 1 方向支持を目的としており、圧縮荷重が負荷される。

本評価では、サドルに最大発生荷重が作用した場合に生じる最大発生応力と許容応力を比較し、十分な強度及び耐震性を有することを確認する。第 3-8 図にサドルの概略図を示す。



第 3-8 図 サドル概略図

(2) 許容応力

支持装置に適用する許容応力状態を、第3-1表「支持装置に適用する許容応力状態」、各許容応力状態に対する許容応力を、第3-2表「各許容応力状態に対する許容応力」に示す。

第3-1表 支持装置に適用する許容応力状態

		許容応力状態
支持装置	メカニカルスナバ	I _A 、II _A
	ロッドレストレイント	I _A 、II _A
	スプリングハンガ	I _A 、II _A
	Uボルト	I _A 、II _A
	Uバンド	I _A 、II _A
	ピン	I _A 、II _A
	サドル	I _A 、II _A

第3-2表 各許容応力状態に対する許容応力

許容応力 状 態	許容応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧
I _A 、II _A	f _t	f _s	f _c	f _b	f _p
III _A	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p
III _A S					
IV _A	1.5f _t [*]	1.5f _s [*]	1.5f _c [*]	1.5f _b [*]	1.5f _p [*]
IV _A S					

(注) 1.5f_t^{*}、1.5f_s^{*}、1.5f_c^{*}、1.5f_b^{*}及び1.5f_p^{*} は JSME S NC1 SSB-3121.3による。

3.2.3 支持装置の耐震計算式

(1) 記号の定義

支持装置の耐震計算に使用する記号は、第3-3表～第3-7表に示すとおりとする。

第3-3表 スナバの耐震計算に使用する記号の定義 (1/2)

	記号	単位	定義
ス	A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
	A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
ナ	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
バ	B	mm	イーヤ穴部せん断面寸法
			コネクティングチューブイーヤ穴部せん断面寸法
			ユニバーサルブラケット穴部せん断面寸法
			ダイレクトアタッチブラケット穴部せん断面寸法
			クランプ穴部せん断面寸法
			ユニバーサルボックス穴部せん断面寸法
の	C	mm	イーヤ引張断面寸法
			クランプ引張断面寸法
			コネクティングチューブイーヤ引張断面寸法
			ユニバーサルブラケット引張断面寸法
			ダイレクトアタッチブラケット引張断面寸法
耐	C_1	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
	C_2	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
震	D	mm	イーヤ穴径
			クランプ穴径
			コネクティングチューブ外径
			コネクティングチューブイーヤ部穴径
			ユニバーサルブラケット穴径
			ダイレクトアタッチブラケット穴径
計	D_1	mm	ロードコラム外径
			ベアリング押え内径
			ケース内径
			ジャンクションコラムアダプタ外径
算			
に			
使			
用			
す			
る			
も			
の			

第3-3表 スナバの耐震計算に使用する記号の定義 (2/2)

	記号	単位	定義
ス ナ バ の 耐 震 計 算 に 使 用 す る も の	D ₂	mm	ロードコラム内径
			ジャンクションコラムアダプタ内径
			ケース内径
	D ₃	mm	ケース内径
	D ₄	mm	ケース外径
	d	mm	ピンの外径
	E	MPa	縦弾性係数
	F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
	F _c	MPa	圧縮応力
	F _b	MPa	支圧応力
	F _s	MPa	せん断応力
	F _t	MPa	引張応力
	f _c	MPa	許容圧縮応力
	h	mm	すみ肉溶接部脚長
	I	mm ⁴	断面二次モーメント
	i	mm	断面二次半径
	L	mm	コネクティングチューブ長さ
	ℓ _k	mm	座屈長さ
	M	mm	六角ボルト外径
	n	本	六角ボルトの本数
	P	kN、N	定格荷重
	T	mm	クランプ板厚
			コネクティングチューブイーヤ板厚
			ユニバーサルブラケット板厚
			ダイレクトアタッチブラケット板厚
	t	mm	イーヤ穴部板厚
			ケース板厚
ベアリング押え板厚			
コネクティングチューブ板厚			
t ₁	mm	ユニバーサルボックスの厚さ	
t ₂	mm	ユニバーサルボックスの厚さ	
Λ	—	限界細長比	
λ	—	細長比	

第3-4表 ロッドレストレイントの耐震計算に使用する記号の定義 (1/2)

	記号	単位	定義
ロ ッ ド レ ス ト レ イ ン ト の 耐 震 計 算 に 使 用 す る も の	A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
	A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
	B	mm	ブラケットせん断面寸法
			クランプせん断面寸法
			スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
	C	mm	ブラケット引張断面寸法
			クランプ引張断面寸法
			スヘリカルアイボルト溶接部せん断面寸法
			イーヤせん断面寸法
	D	mm	ブラケット穴径
			クランプ穴径
			スヘリカルアイボルトの穴径
			コネクティングパイプ外径
			パイプ外径
	D_1	mm	ターンバックル外径
D_2	mm	ターンバックル内径	
d	mm	ピン外径	
E	MPa	縦弾性係数	
e	mm	スヘリカルアイボルト溶接部のど厚	
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値	
F_c	MPa	圧縮応力	

第3-4表 ロッドレストレイントの耐震計算に使用する記号の定義 (2/2)

	記号	単位	定義
ロ ッ ド レ ス ト レ イ ン ト の 耐 震 計 算 に 使 用 す る も の	F_p	MPa	支圧応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_t	MPa	引張応力
	f_c	MPa	許容圧縮応力
	h	mm	コネクティングパイプすみ肉溶接部脚長 イーヤすみ肉溶接部脚長
	I	mm ⁴	断面二次モーメント
	i	mm	断面二次半径
	L	mm	ピン間距離
	l_k	mm	座屈長さ
	M	mm	スヘリカルアイボルトボルト部外径
	P	kN、N	定格荷重
	R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
	T	mm	ブラケット板厚
			クランプ板厚
			イーヤ板厚
	t	mm	パイプ板厚
スヘリカルアイボルト穴部板厚			
Λ	—	限界細長比	
λ	—	細長比	

第 3-5 表 スプリングハンガの耐震計算に使用する記号の定義 (1/2)

	記号	単位	定義
ス プ リ ン グ ハ ン ガ の 自 重 計 算 に 使 用 す る も の	A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
	a	mm	上部カバー円板の外径
			下部カバー円板の外径
			スプリングの径
	B	mm	イーヤ穴部せん断寸法
			クレビスブラケット穴部せん断寸法
			アイボルト穴部せん断寸法
			クランプ穴部せん断寸法
			ターンバックルの厚さ側切欠き寸法
	b	mm	上部カバー円板の内径
			ピストンプレートの内径
			スプリングの径
			下部カバー円板の径
			ハンガロッド頭部の径
	C	mm	イーヤ引張断面寸法
			クレビスブラケット引張断面寸法
			クランプ引張断面寸法
			ターンバックルの幅側切欠き寸法
	D	mm	クレビスブラケット穴部の径
上部カバー円板外径			
スプリングケース内径			
イーヤ穴部の径			
クランプ穴径			
下部カバー外径			

第3-5表 スプリングハンガの耐震計算に使用する記号の定義 (2/2)

	記号	単位	定義
ス プ リ ン グ ハ ン ガ の 自 重 計 算 に 使 用 す る も の	d	mm	ピンの外径
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_m	MPa	ピンのせん断及び曲げ組合せ応力
	F_p	MPa	支圧応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_t	MPa	引張応力
	G	mm	ターンバックルの厚さ
	H	mm	ターンバックルの幅
	h	mm	すみ肉溶接脚長
	J	mm	スプリングケース切り欠き部の幅
	L	mm	クレビスブラケット及びクランプの板と板の距離
	M	mm	ネジ外径
	M_0	N・mm	設計荷重によるモーメント
	P	kN、N	定格荷重
	T	mm	イーヤ板厚 ピストンプレート板厚 スプリングケース板厚 下部カバーの板厚 クレビスブラケット板厚 クランプ板厚
	T_1	mm	上部カバー板厚
Z	mm ³	断面係数	
β_7	—	応力係数（「新版機械工学便覧」（1987年4月日本機械学会編）A4-図82による）	
β_8	—	応力係数（「新版機械工学便覧」（1987年4月日本機械学会編）A4-図82による）	
β_9	—	応力係数（「新版機械工学便覧」（1987年4月日本機械学会編）A4-図84による）	
β_{10}'	—	応力係数（「新版機械工学便覧」（1987年4月日本機械学会編）A4-図84による）	

第3-6表 Uボルト及びUバンドの耐震計算に使用する記号の定義

	記号	単位	定義
U ボ ル ト 及 び U バ ン ド の 耐 震 計 算 に 使 用 す る も の	A_0	mm^2	Uボルトの断面積
	B	mm	Uボルトの曲げ径
	D	mm	配管の外径
	d_0	mm	Uボルトの呼び径
			Uバンドのボルト呼び径
	F	N	軸方向荷重
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	F_t	MPa	引張応力
	F_0	N	Uバンドの軸方向の許容荷重
	f_b	MPa	許容曲げ応力
	f_s	MPa	許容せん断応力
	f_t	MPa	許容引張応力
	l	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
	l_1	mm	配管中心からボルト穴までの距離
	l_2	mm	ナット2面幅の半分
	l_3	mm	Uバンドの対角のボルト穴間の距離
	l_4	mm	Uバンドの配管軸方向のボルト穴間の距離
	M_a	$\text{N}\cdot\text{mm}$	Uバンドのねじりモーメントの許容モーメント
	M_F	$\text{N}\cdot\text{mm}$	曲げモーメント
	M_0	$\text{N}\cdot\text{mm}$	ボルトの締付けトルク
M_Q	$\text{N}\cdot\text{mm}$	曲げモーメント	
M_P	$\text{N}\cdot\text{mm}$	ねじりモーメント	
n	本	ボルトの本数	
P	N	引張方向荷重	
P'	N	引張方向荷重	
Q	N	せん断方向荷重	
T	N	ボルトの締付け力	
t	mm	Uバンドの厚さ	
w	mm	Uバンドの幅	
μ	—	摩擦係数 ($\mu = 0.15$)	

第 3-7 表 ピンの耐震計算に使用する記号の定義

	記号	単位	定義
ピンの強度及び耐震計算に使用するもの	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	d	mm	部品の径
	F_b	MPa	曲げ応力
	F_m	MPa	組合せ応力
	F_s	MPa	せん断応力
	L	mm	クランプの板と板の距離
	M	$\text{N}\cdot\text{mm}$	モーメント
	P	N	作用する荷重
	Z	mm^3	断面係数

第 3-8 表 サドルの耐震計算に使用する記号の定義

	記号	単位	定義
サドルの強度及び耐震計算に使用するもの	A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
	A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
	F_c	MPa	圧縮応力
	F_s	MPa	せん断応力
	h_1, h_2	Mm	溶接脚長
	L_1	mm	プレート長さ
	L_2	mm	プレート長さ
	P	N	圧縮方向に作用する荷重
	t_1, t_2	mm	プレートの厚み

(2) 耐震計算式

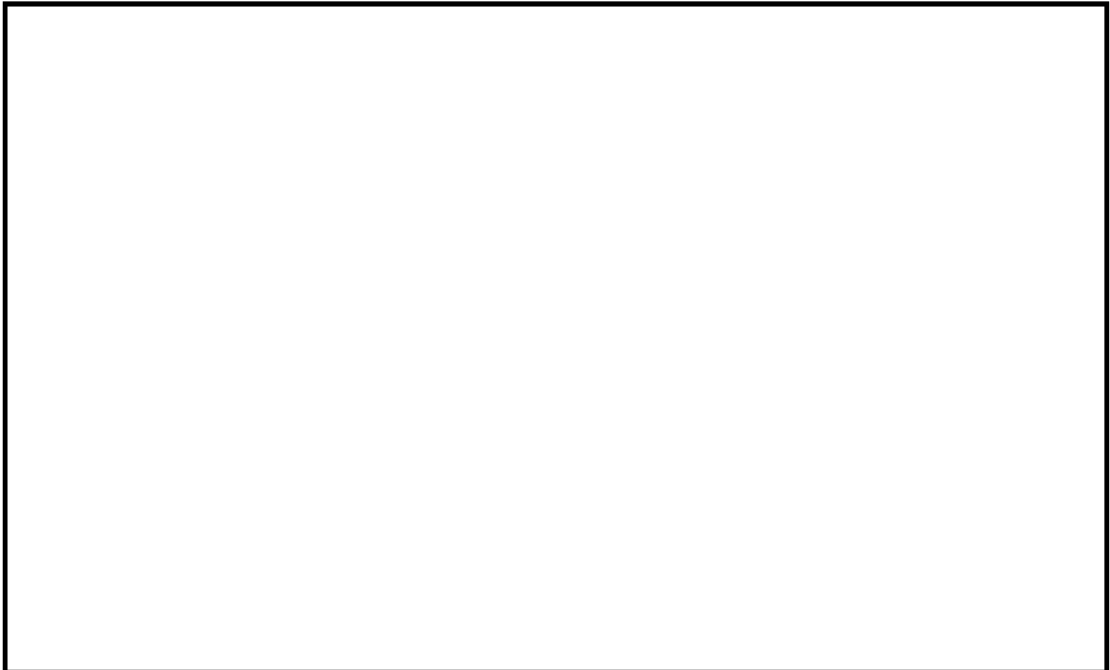
a. メカニカルスナバ

応力評価は、次の強度部材である最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

(a) SMSタイプ

イ. 強度部材

- ①イーヤ、②ロードコラム、
- ③ケース、ベアリング押え及び六角ボルト、
- ④ジャンクションコラムアダプタ、⑤コネクティングチューブ、
- ⑥クランプ、⑦コネクティングチューブイーヤ部、⑧ピン、
- ⑨ユニバーサルボックス、
- ⑩ユニバーサルブラケット及び⑪ダイレクトアタッチブラケット



ρ. 各部材の計算式

(イ) イーヤ (①)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ロ) ロードコラム (②)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ハ) ケース、ベアリング押え及び六角ボルト (③)

i. ケース

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii. ベアリング押え

(i) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

iii. 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(二) ジャンクションコラムアダプタ (④)

i. 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. 溶接部

せん断及び引張応力が、許容応力以下であることを確認する。

(i) せん断応力評価

(ii) 引張応力評価

(ホ) コネクティングチューブ ⑤

i. 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。

--

許容圧縮応力

--

(ハ) クランプ (⑥) 、コネクティングチューブイヤ部 (⑦) 、ユニバーサル
ブラケット (⑩) 及びダイレクトアタッチブラケット (⑪)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

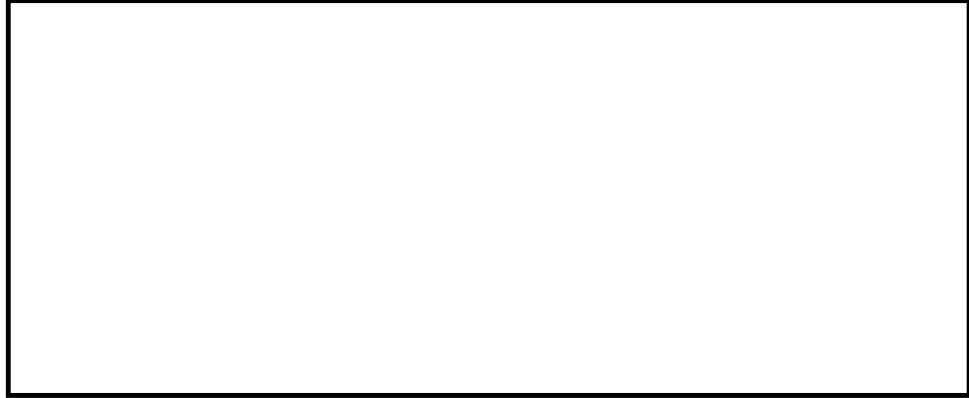
iii. 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ト) ピン (⑧)

i. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



(f) ユニバーサルボックス (⑨)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

b. ロッドレストレイント

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

(a) RSAタイプ

イ. 強度部材

- ①ブラケット、②ピン、③スヘリカルアイボルト、
- ④アジャストナット溶接部、⑤パイプ及び⑥クランプ



ρ. 各部材の計算式

(イ) ブラケット (①) 及びクランプ (⑥)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ロ) ピン (②)

i. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ハ) スペリカルアイボルト (③)

i. 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ニ) アジャストナット溶接部 (④)

i. 引張応力評価

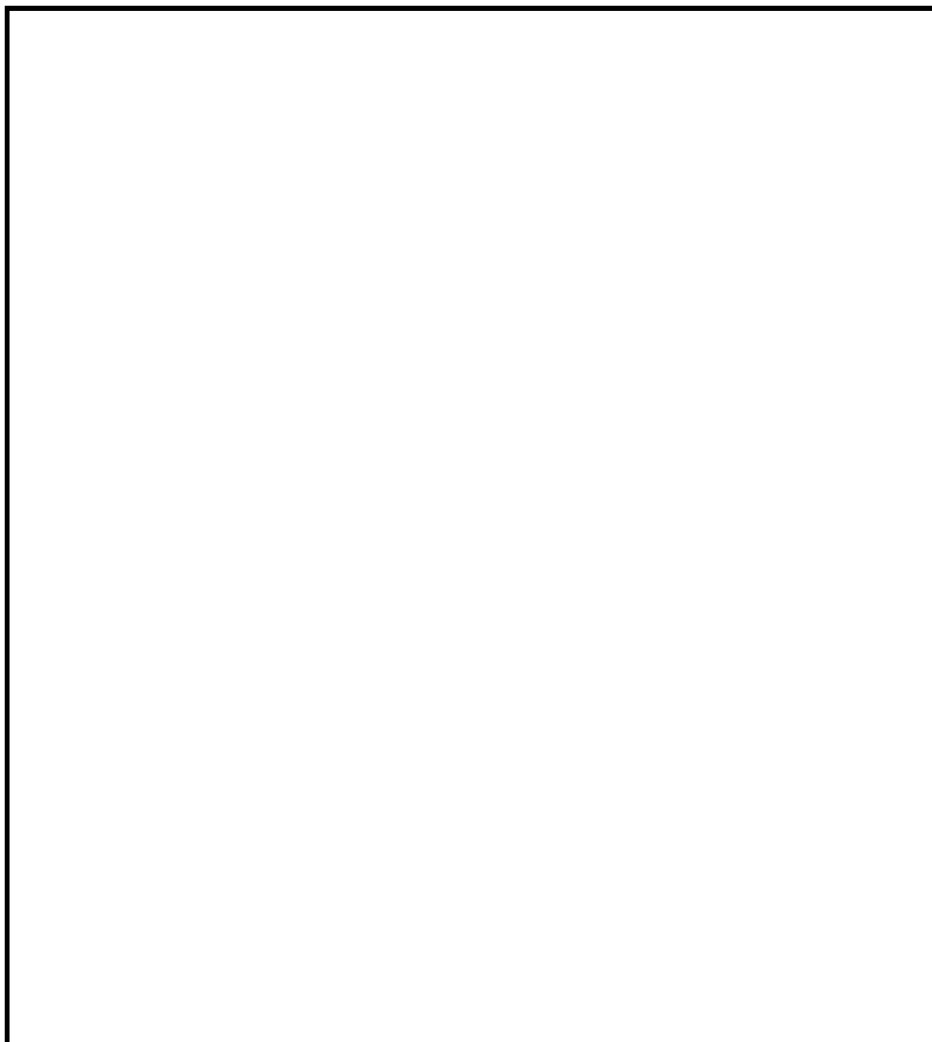
引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(ホ) パイプ (⑤)

i. 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。



(b) RSAMタイプ

イ. 強度部材

- ①ブラケット、②ピン、③スヘリカルアイボルト、
- ④コネクティングパイプ溶接部、⑤パイプ、
- ⑥ターンバックル、⑦イーヤ及び⑧クランプ



ρ. 各部材の計算式

(イ) ブラケット (①) 及びクランプ (⑧)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

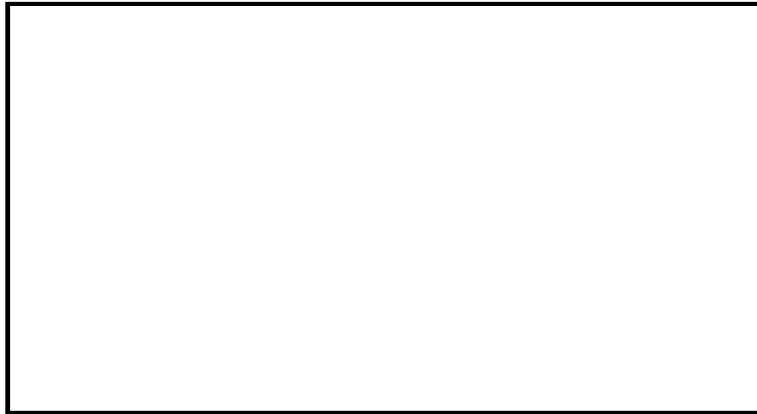
iii. 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

(ロ) ピン (②)

i. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



(ハ) スペリカルアイボルト (③)

i. 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。



ii. ボルト溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. ボルト部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(二) コネクティングパイプ溶接部 (④)

i. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ホ) パイプ (⑤)

i. 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。

--

許容圧縮応力

--

(ハ) ターンバックル (⑥)

i. 引張応力評価

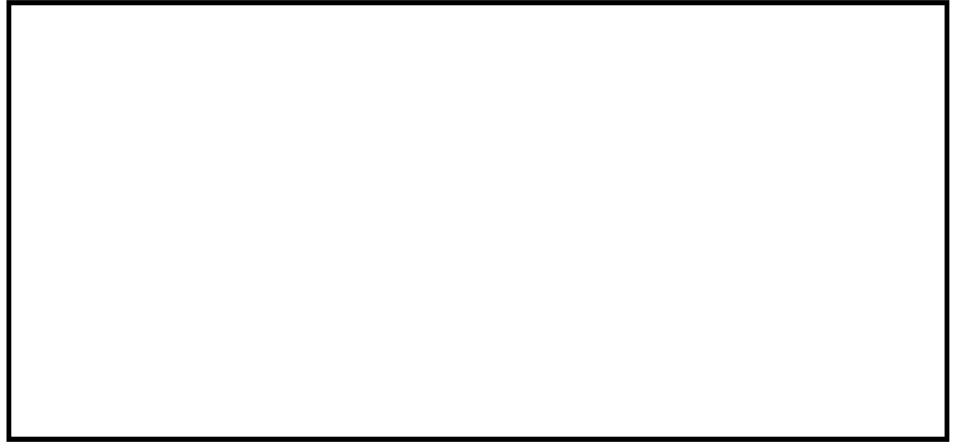
引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

--

(ト) イーヤ (⑦)

i. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



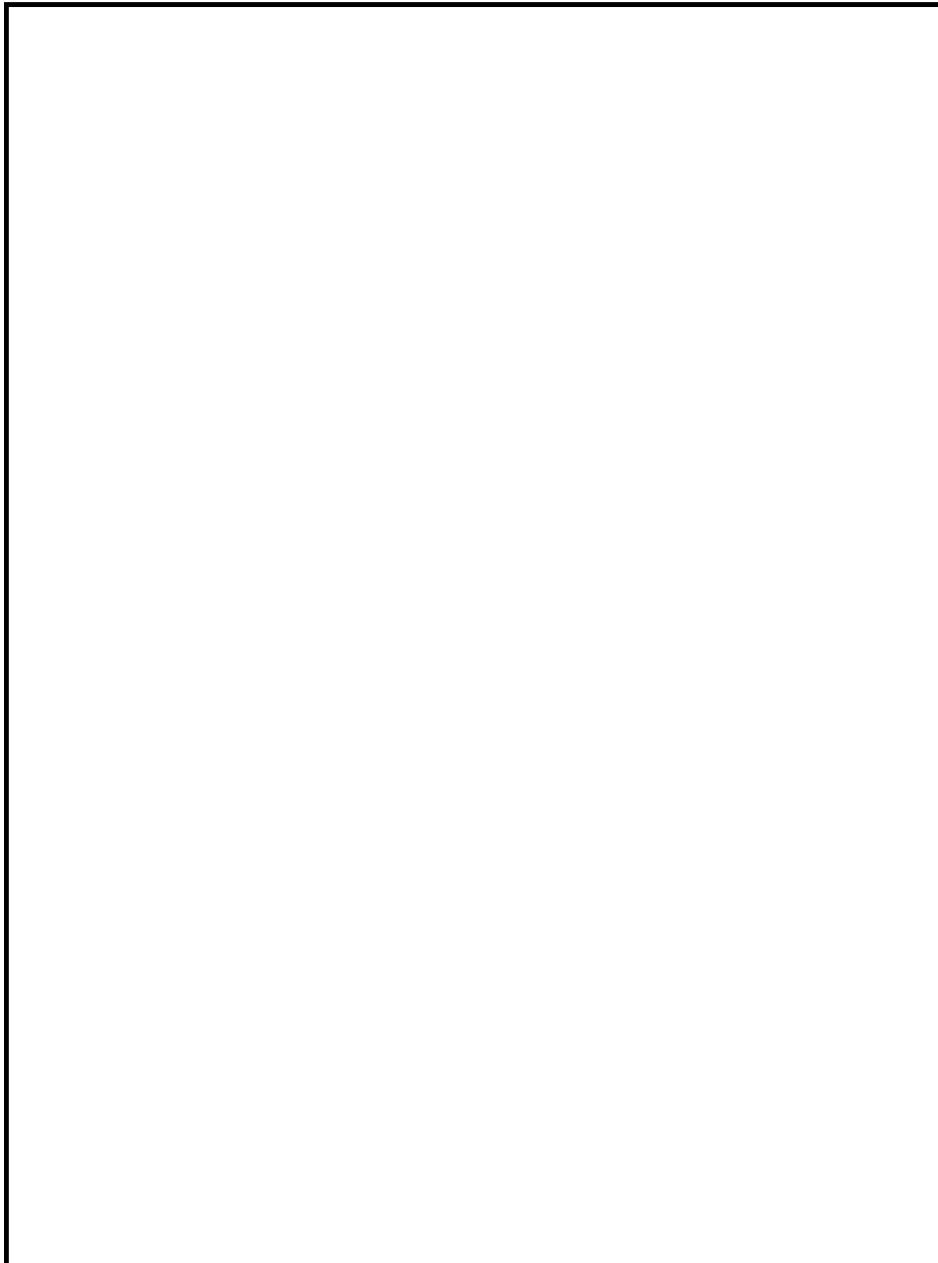
c. スプリングハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力、曲げ応力、支圧応力及び組合せ応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

(a) VSA タイプ

イ. 強度部材

- ①イーヤ、②上部カバー、③バネ座（ピストンプレート）、
- ④ハンガロッド、⑤スプリングケース、⑥下部カバー、
- ⑦ターンバックル、⑧クレビスブラケット、⑨ピン、
- ⑩アイボルト及び⑪クランプ



ロ. 各部材の計算式

(イ) イーヤ (①)

i. 穴 部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii. 溶接部

(i) せん断応力評価

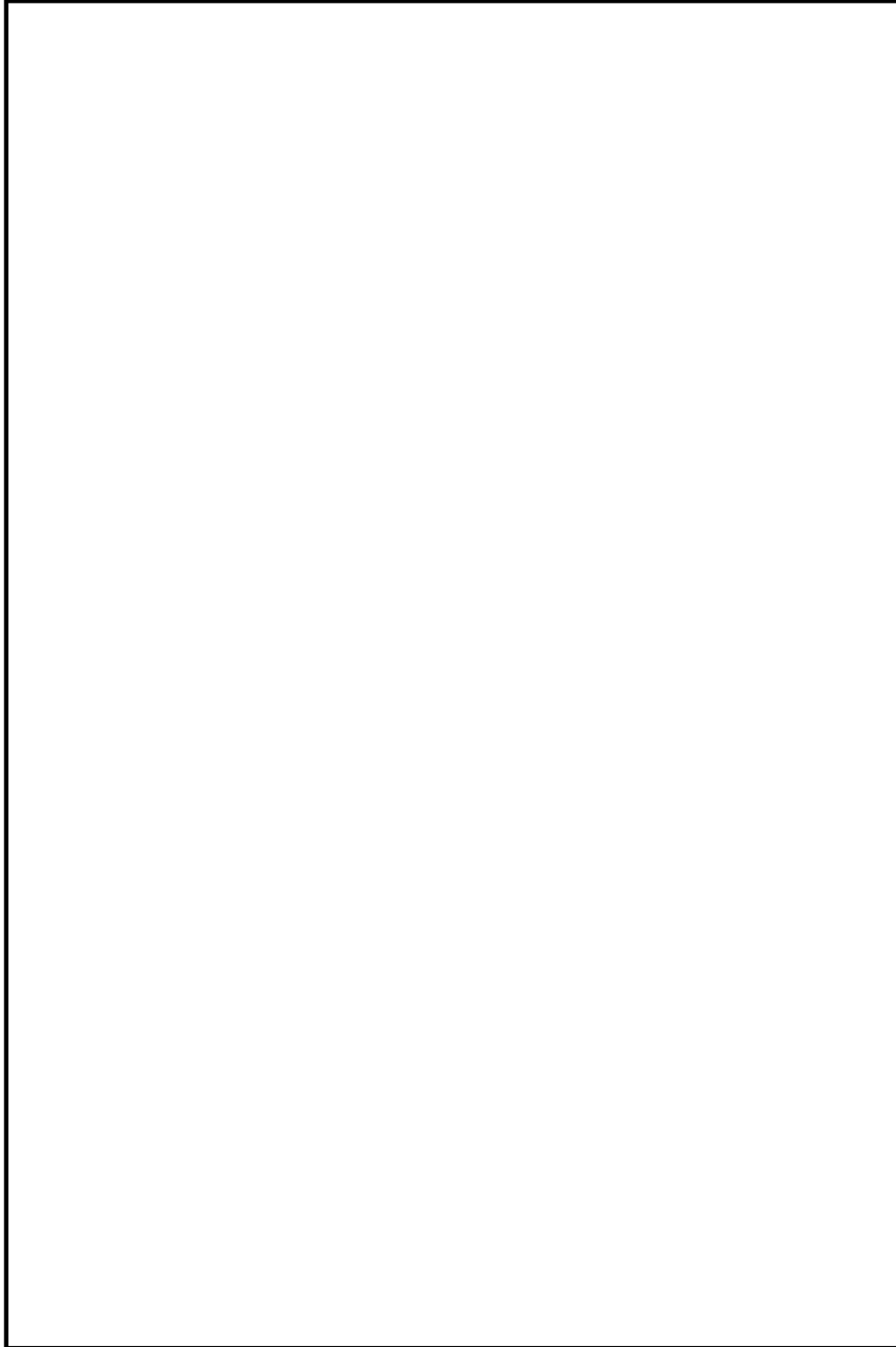
せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ロ) 上部カバー (②)

i. 本 体

(i) 曲げ応力評価

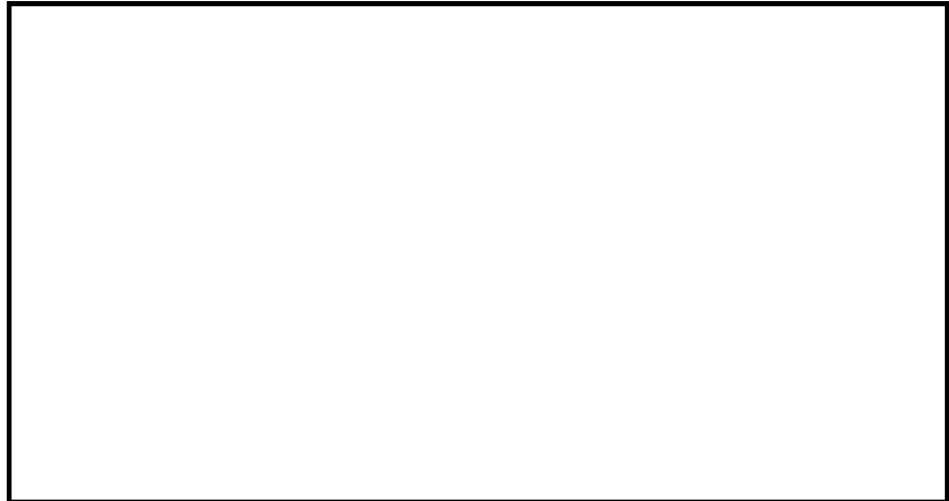
曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii. 溶接部

(i) せん断応力評価

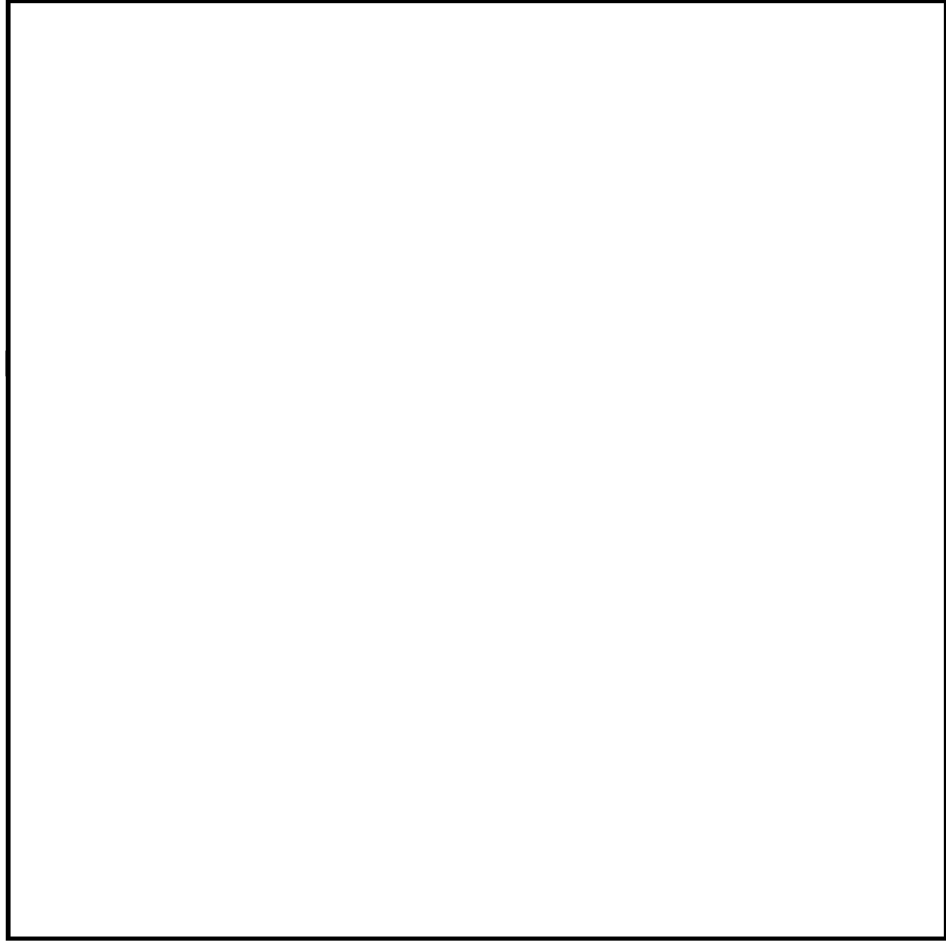
せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



型式 VSA-20～23

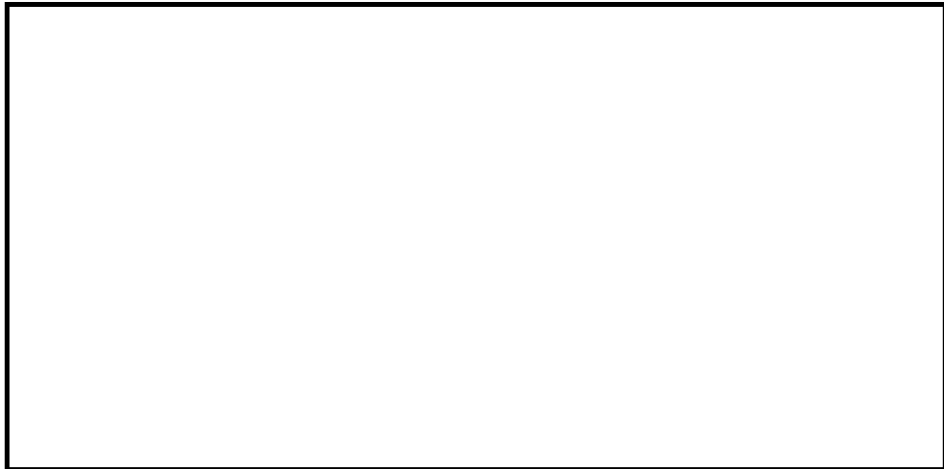
(ハ) バネ座 (ピストンプレート) (③)

i. 曲げ応力評価



(ニ) ハンガロッド (④)

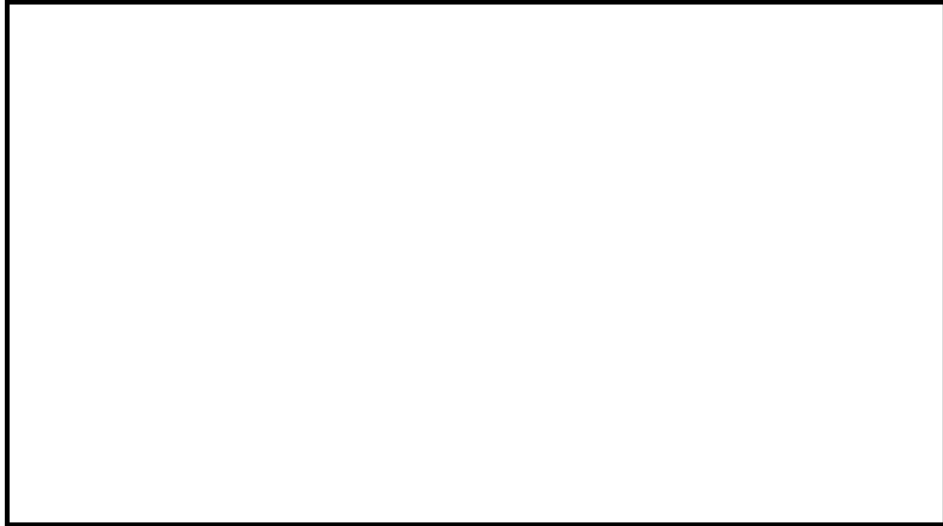
i. 引張応力評価



(ホ) スプリングケース (⑤)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

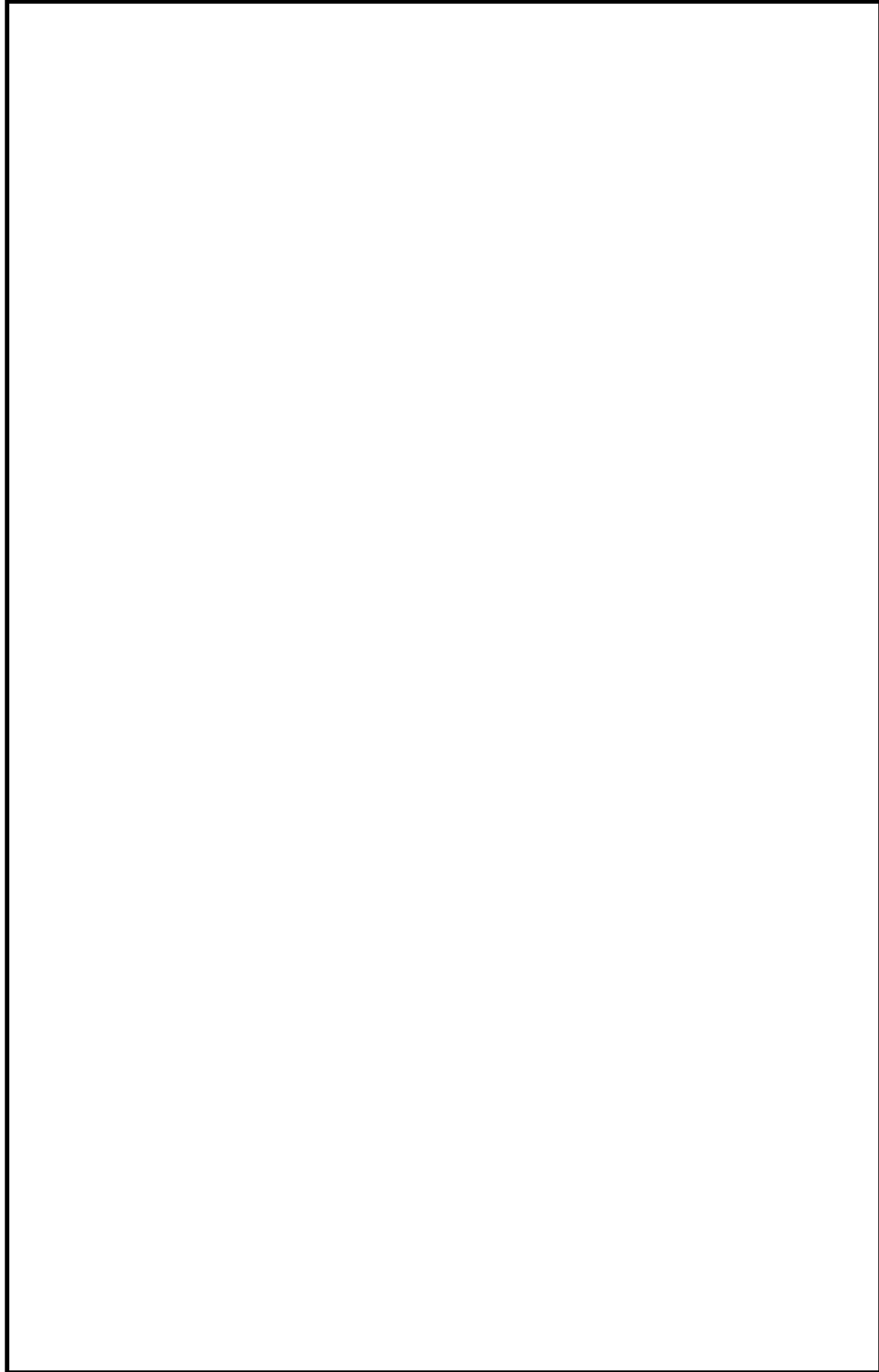


(ハ) 下部カバー (⑥)

i. 本 体

(i) 曲げ応力評価

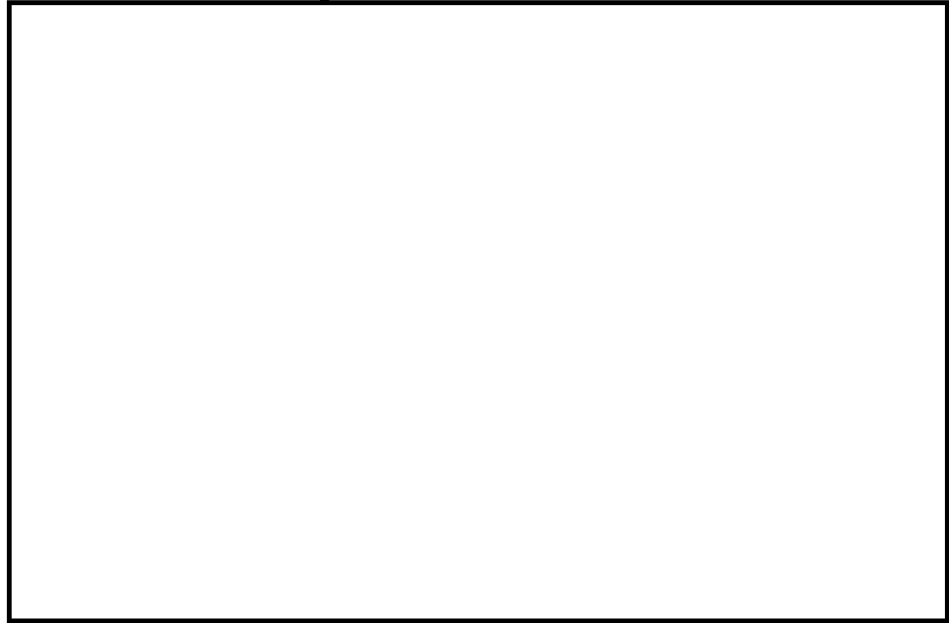
曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii. 溶接部

(i) せん断応力評価

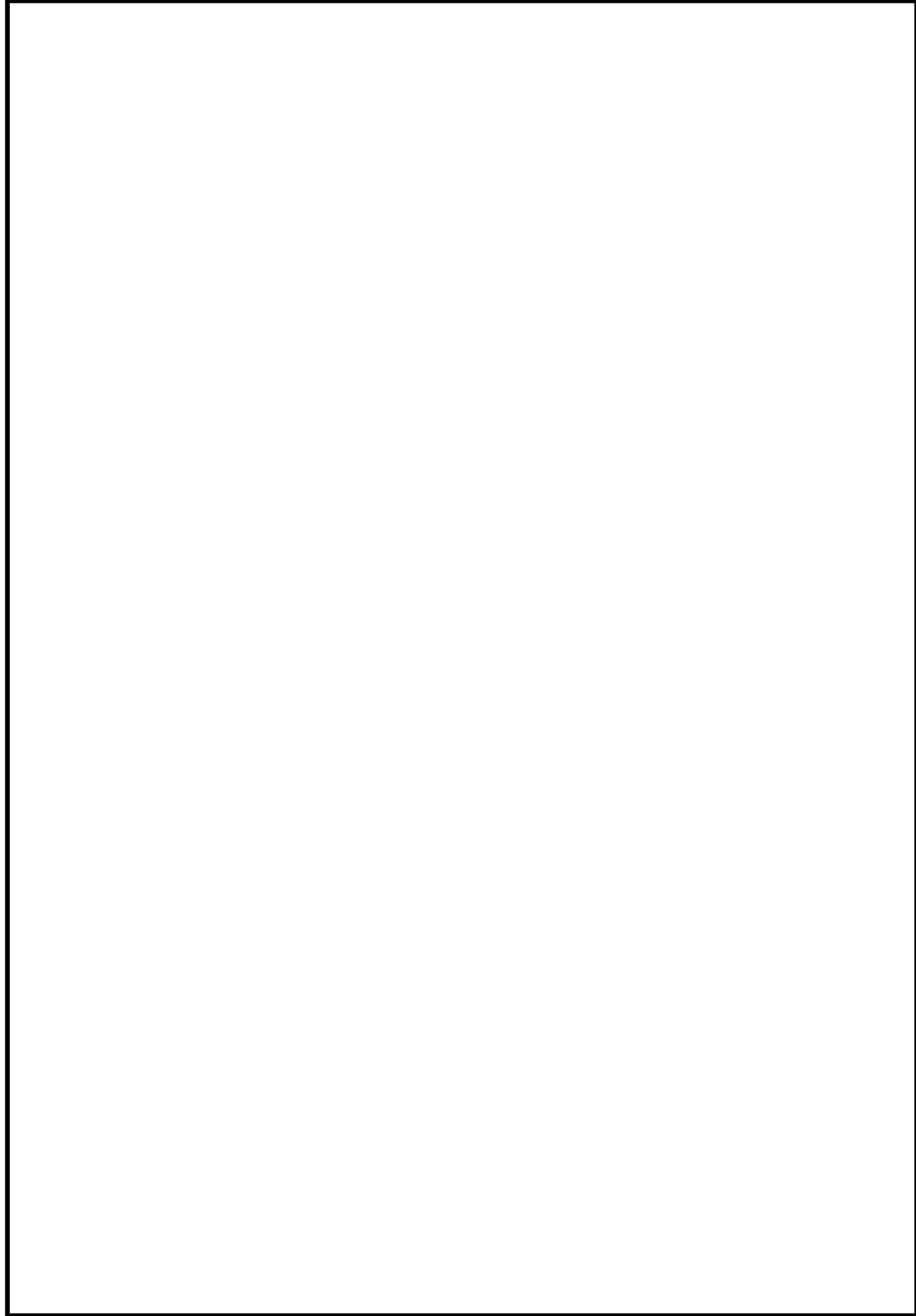
せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



(ト) ターンバックル (㊦)

i. 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(㊦) クレビスブラケット (㊸) 及びクランプ (㊹)

i. 本 体

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii. クレビスブラケット溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力値以下であることを確認する。

(9) ピン (9)

i. 曲げ応力評価

曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. 組合せ応力評価

組合せ応力が、許容応力以下であることを確認する。

(ヌ) アイボルト (㊿)

i. 穴 部

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

ii. ボルト部

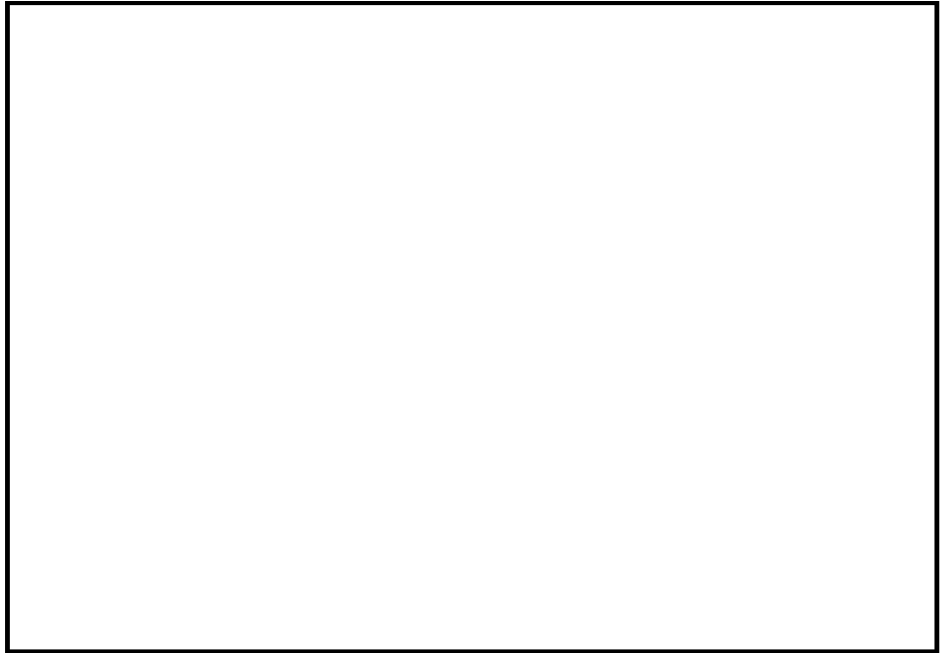
(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

d. Uボルト

(a) 小口径配管用Uボルト

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



e. Uバンド

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

(a) ボルト

イ. 引張応力評価

引張応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

ロ. せん断応力評価

せん断応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

ハ. 組合せ応力評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

(b) パイプバンド

イ. 曲げ応力評価

曲げ応力を計算し、許容値を超えないことを確認する。

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

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

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

f. ピン

応力評価は、次の強度部材に発生する引張応力、せん断応力、支圧応力、曲げ応力及び
組合せ応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

4. 強度部材

① ピン

ロ. 各部材の計算式

(イ) ピン (①)

i. 曲げ応力評価

曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii. せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii. 組合せ応力評価

組合せ応力が、許容組合せ応力以下であることを確認する。

g. サドル

応力評価は、次の強度部材に発生する圧縮応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

4. 強度部材

①プレート



ロ. 各部材の計算式

(イ) プレート ①

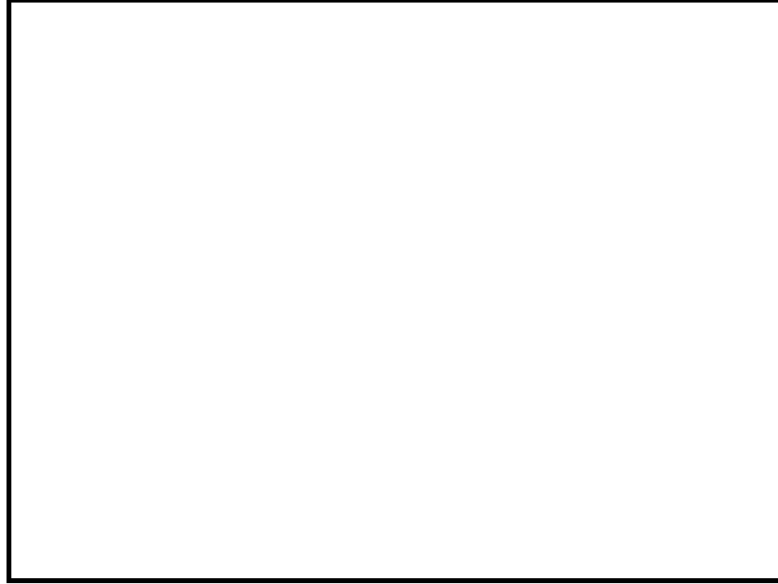
i. 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。



(ロ) 溶接部

ガイドでプレートを拘束するタイプのサドルの溶接部にあつては、せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



資料 5 - 5 耐震計算結果

目 次

	頁
1. 概要	03-添 5-5-1
2. 配管の耐震計算結果	03-添 5-5-1
2.1 概要	03-添 5-5-1
2.2 耐震計算結果	03-添 5-5-1
3. 解析範囲における最大発生応力点の評価	03-添 5-5-23
3.1 概要	03-添 5-5-23
3.2 評価結果	03-添 5-5-23
4. 支持構造物の強度及び耐震性に関する説明	03-添 5-5-26
4.1 概要	03-添 5-5-26
4.2 基本方針	03-添 5-5-26
4.3 支持構造物の評価箇所	03-添 5-5-27
4.4 配管の支持構造物の評価	03-添 5-5-29
4.5 応力評価結果	03-添 5-5-34

1. 概要

本資料は、資料 5 - 4 「耐震計算方法」に従い、配管及び支持構造物の耐震計算結果を説明するものである。

2. 配管の耐震計算結果

2.1 概要

本項は、資料 5 - 4 「耐震計算方法」に従い、配管の耐震計算結果についてまとめたものである。

2.2 耐震計算結果

申請範囲外も含むモデルを作成し、応力計算を行った。モデルの範囲を第 2-1 図「一次冷却材の循環設備配管モデルブロック図（ブロック①）」に示す。

計算条件及び計算結果は、第 2-1 表に記載の図及び表に示す。

なお、計算結果については、申請範囲にある節点数が 15 点以下である場合はすべてを記載するが、16 点以上である場合は下記条件で選んだ 15 点を代表として記載する。

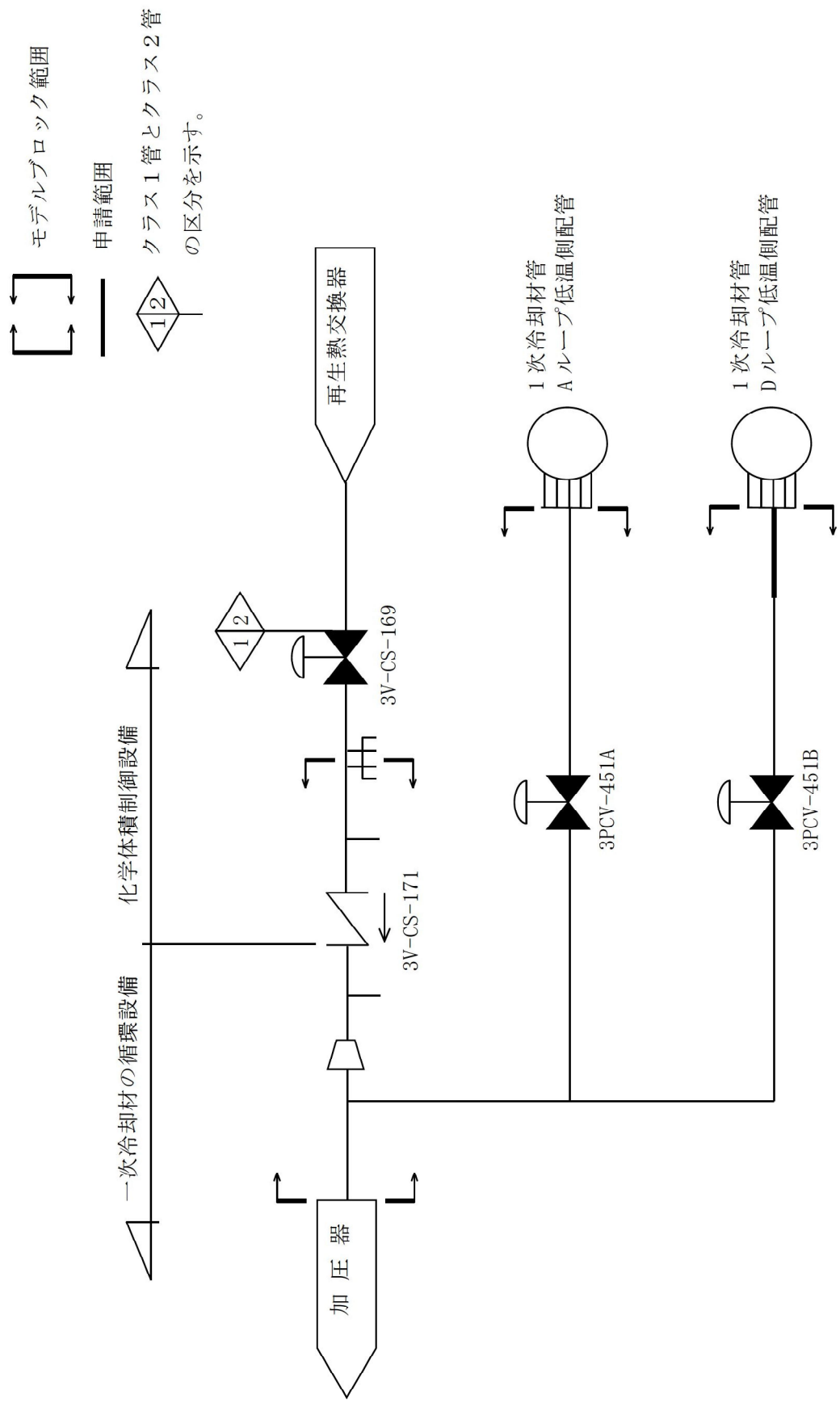


応力計算に使用した計算機コードは「MSAP 」である。

第 2-1 表 計算条件及び計算結果

		ブロック①
配管名称		一次冷却材の循環設備配管
計算条件	配管解析モデル図	第 2-2 図
	配管仕様	第 2-2 表
	質点質量	第 2-3 表
計算結果	固有値表	第 2-4 表
	振動モード図	第 2-3 図～ 第 2-5 図
	地震時の一次応力及び一次＋二次応力 (D+P+M+Sd) (注 1)	第 2-5 表
	地震時の簡易弾塑性解析 (D+P+M+Sd) (注 1)	第 2-6 表
	地震時の疲労累積係数 (D+P+M+Sd) (注 1)	第 2-7 表
	地震時の一次応力及び一次＋二次応力 (D+P+M+Ss)	第 2-8 表
	地震時の簡易弾塑性解析 (D+P+M+Ss)	第 2-9 表
	地震時の疲労累積係数 (D+P+M+Ss)	第 2-10 表
総合評価		第 2-11 表

(注1) 冷却材喪失事故後の状態における圧力荷重 P_L は、負荷の喪失時の圧力 P に比べて小さい。また、冷却材喪失事故後の状態で設備に作用する機械的荷重 M_L はない。このことから、「 $D+P_L+M_L+Sd$ 」の組合せによる評価は、許容限界が安全側である「 $D+P+M+Sd$ 」の組合せによる評価にて代表する。

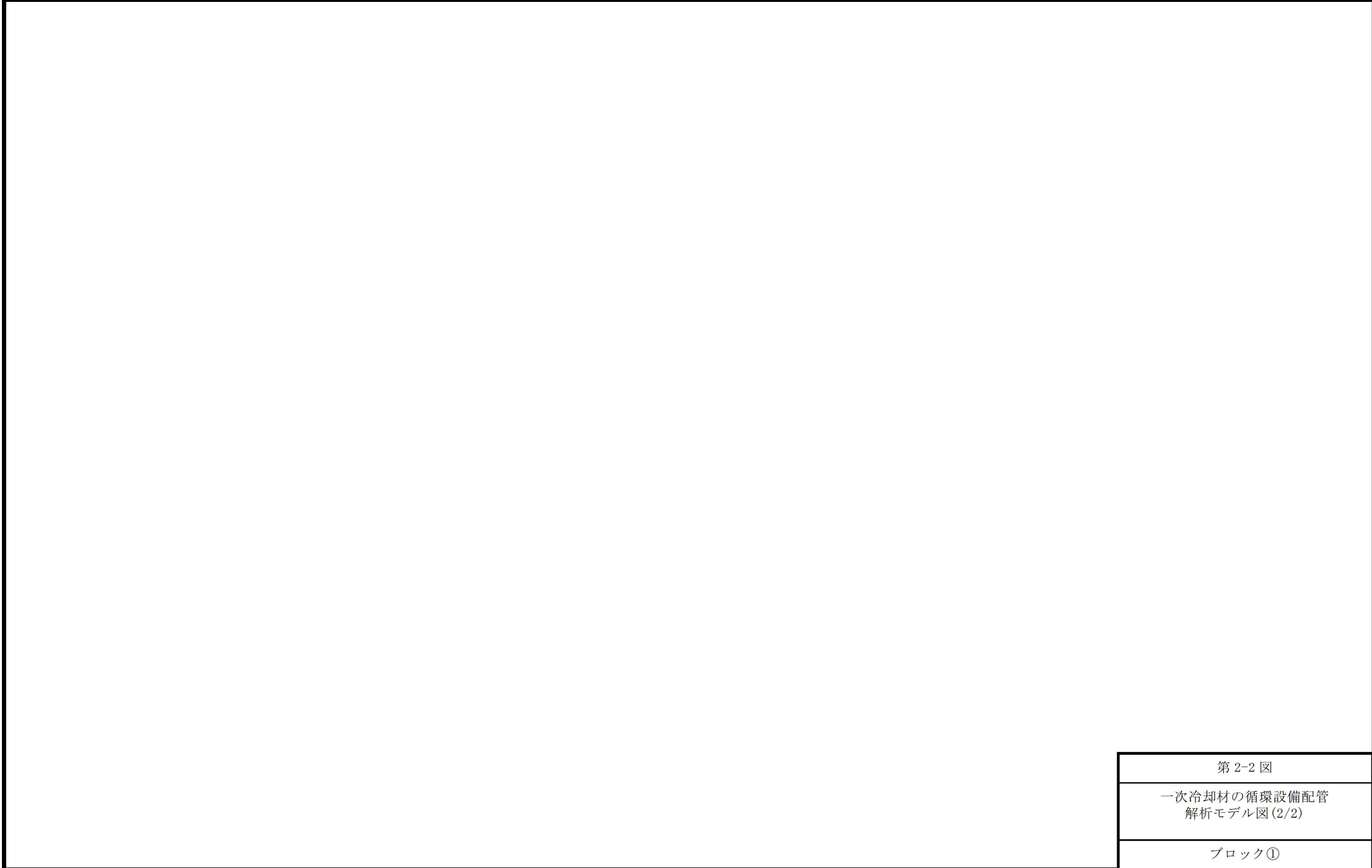


モデルブロック範囲
 申請範囲
 クラス1管とクラス2管
 の区分を示す。

第2-1図 一次冷却材の循環設備配管モデルブロック図（ブロック①）



第 2-2 図
一次冷却材の循環設備配管 解析モデル図(1/2)
ブロック①



第 2-2 図
一次冷却材の循環設備配管 解析モデル図(2/2)
ブロック①

一次冷却材の循環設備配管
(ブロック①)

第 2-2 表 ブロック① 配管仕様

名 称	単 位	節点番号 1201～169 1202～169 169～247～1203 329～247	節点番号 1204～328
外 径	mm	114.3	60.5
厚 さ	mm	13.5	8.7
材 料	—	SUS316TP	SUS316TP
縦弾性係数 ^(注1)	$\times 10^5$ MPa		
最高使用圧力	MPa	17.16	17.16
最高使用温度	℃	343	343
設計応力強さ (S_m)	MPa	114	114

(注4) 節点番号328～329はレギュレーサである。

第 2-3 表 ブロック① 質点質量^(注1) (1/3)

(単位：kg)

節点番号	配 管 ^(注2)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量

第 2-3 表 ブロック① 質点質量^(注1) (2/3)

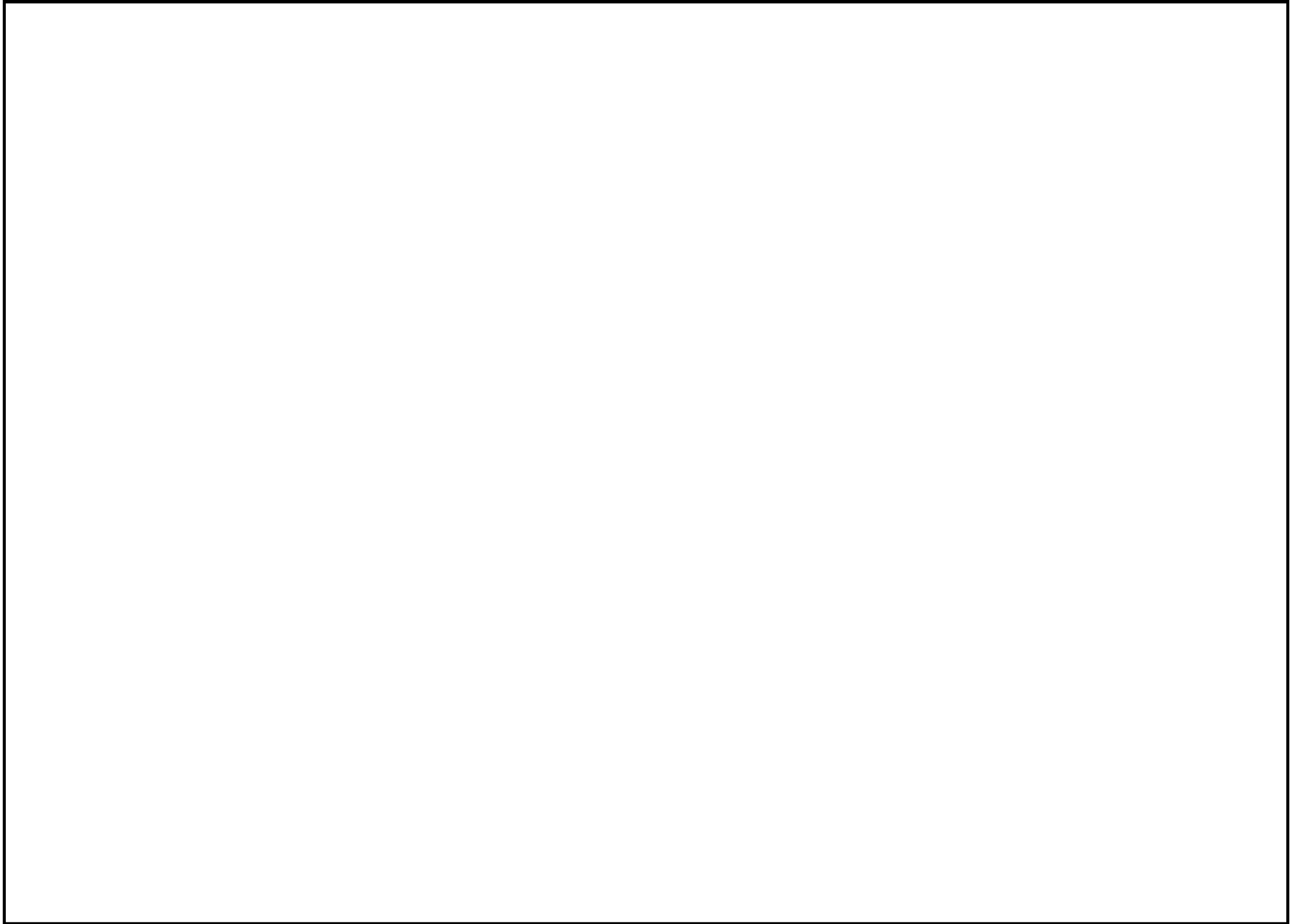
(単位：kg)

節点番号	配 管 ^(注2)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量

第2-3表 ブロック① 質点質量^(注1) (3/3)

(単位：kg)

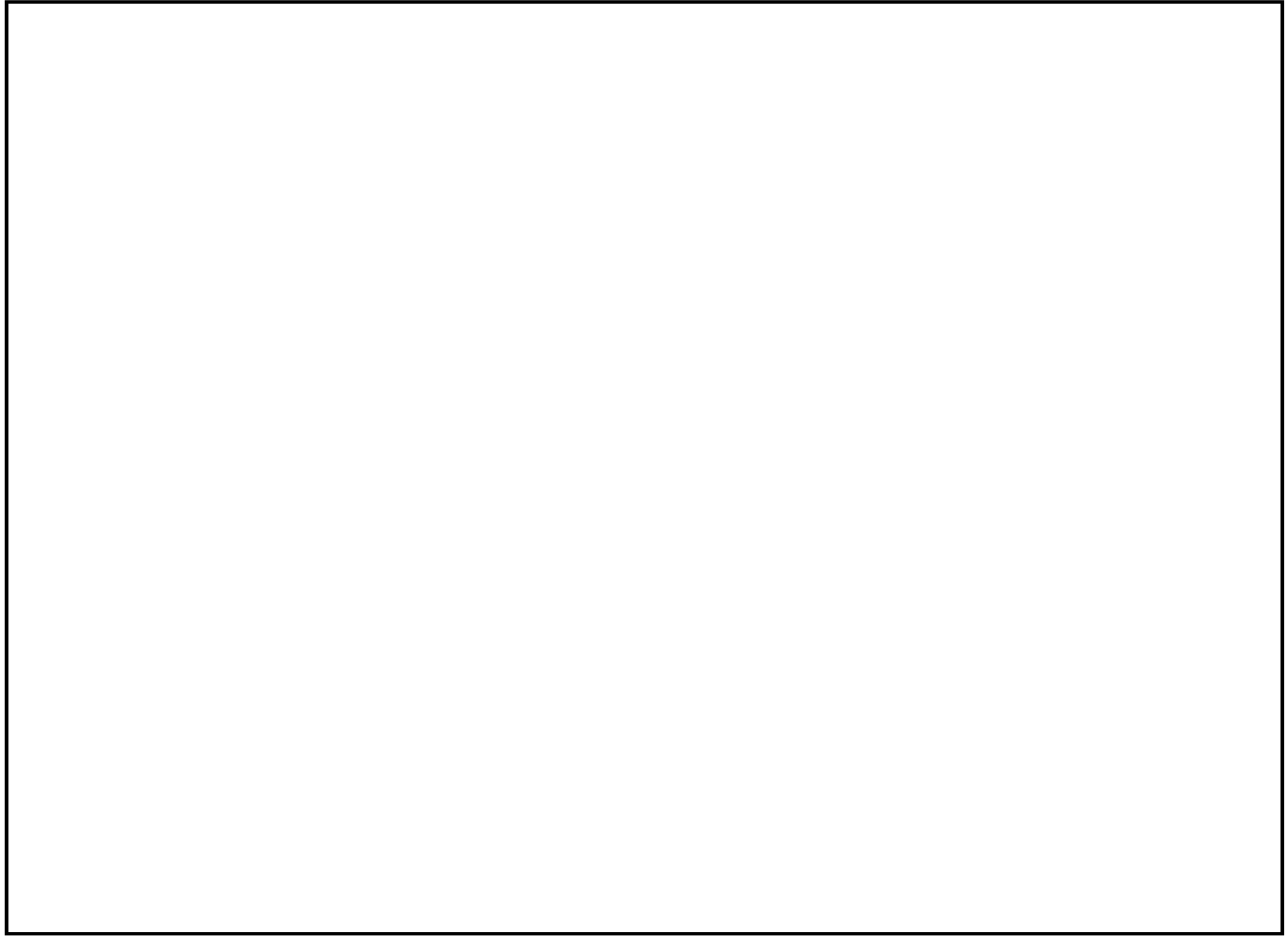
節点番号	配管 ^(注2)	弁	保温材	その他 付加質量	合計質量



第2-3図 ブロック① 振動モード図 (1次 Hz)



第2-4図 ブロック① 振動モード図 (2次 Hz)



第2-5図 ブロック① 振動モード図 (3次 Hz)

第2-5表 ブロック① 地震時の一次応力及び一次+二次応力 (D+P+M+Sd) (注1)

(単位：MPa)

節点 番号	一次応力 (曲げ応力を含む)			一次応力 (ねじりによる応力)		一次応力 (曲げとねじり による応力)		一次+二次応力		
	内圧 による 応力	自重及び 地震 による応力	合計 応力	ねじりに よる応力	許容 応力	曲げと ねじり による応力	許容 応力	地震 による 二次応力	地震による 一次 +二次応力	
1202	38.1	77.8	116	58	62	-	-	62.8	287	
177	38.1	109.3	148	86(注2)		110	206	76.2	355(注3)	
179	38.1	84.0	123	50		-	-	115.0	311	
180	38.1	76.2	115	50		-	-	172.2	332	
182	38.1	79.2	118	41		-	-	107.4	293	
183	38.1	47.7	86	28		-	-	69.3	198	
185	38.1	52.2	91	13		257	-	-	172.5	286
820	38.1	71.4	110	13			-	-	81.1	162
186	38.1	35.5	74	13			-	-	111.3	176
618	38.1	46.3	85	13			-	-	64.1	167
188	38.1	68.3	107	3			-	-	75.7	216
821	38.1	74.9	113	3			-	-	68.0	163
619	38.1	79.6	118	3			-	-	25.8	166
530	38.1	51.3	90	3			-	-	15.3	106
										343

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) ねじりによる応力が許容応力(0.55Sm)を超えているため、曲げとねじりによる応力の評価を行う。

(注3) 許容値を超えているため簡易弾塑性解析を行う。

第2-6表 ブロック① 地震時の簡易弾塑性解析 (D+P+M+Sd)

節点 番号	最小降伏点と 最小引張強さとの比	許容値	供用状態A及びBに おける温度 (°C)	許容値 (°C)	繰返し ピーク応力強さ (MPa)	許容値 ^(注1) (MPa)
177	0.4	0.8	328	430	200	4881

(注1) JSME 添付4-2 3.2における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰返しピーク応力強さ

第 2-7 表 ブロック① 地震時の疲労累積係数 (D+P+M+Sd) (注 1)

節点番号	地震による一次 +二次応力 +ピーク応力 (MPa)	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	地震による 疲労累積係数	供用状態 A 及び B に よる疲労累積係数	合計疲労累積係数	許容値
1202	315	158	0.00022	0.00009	0.00032	1.0
177 ^(注 2)	355	189	0.00058	0.00012	0.00070	
179	311	156	0.00022	0.00010	0.00032	
180	332	166	0.00027	0.00007	0.00034	
182	293	147	0.00018	0.00005	0.00022	
183	198	99	0.00003	0.00000	0.00003	
185	286	143	0.00016	0.00000	0.00017	
820	162	81	0.00000	0.00000	0.00000	
186	176	88	0.00001	0.00000	0.00001	
618	167	84	0.00000	0.00000	0.00000	
188	216	108	0.00005	0.00000	0.00005	
821	163	82	0.00000	0.00000	0.00000	
619	166	83	0.00000	0.00000	0.00000	
530	116	58	0.00000	0.00000	0.00000	

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 簡易弾塑性解析を実施した節点番号

第 2-8 表 ブロック① 地震時の一次応力及び一次＋二次応力 (D+P+M+Ss)

(単位：MPa)

節点 番号	一次応力 (曲げ応力を含む)			一次応力 (ねじりによる応力)		一次応力 (曲げとねじり による応力)		一次＋二次応力		
	内圧 による 応力	自重及び 地震 による応力	合計 応力	ねじりに よる応力	許容 応力	曲げと ねじり による応力	許容 応力	地震 による 二次応力	地震による 一次 ＋二次応力	許容応力
1202	38.1	110.4	149	81		-	-	189.6	500 ^(注2)	
177	38.1	154.3	193	120 ^(注1)		155	274	246.4	658 ^(注2)	
179	38.1	116.4	155	68		-	-	327.5	617 ^(注2)	
180	38.1	105.5	144	68		-	-	482.9	711 ^(注2)	
182	38.1	110.7	149	59		-	-	314.5	583 ^(注2)	
183	38.1	68.7	107	40		-	-	120.8	313	
185	38.1	73.1	112	19		-	-	330.8	504 ^(注2)	343
820	38.1	92.9	131	19	83	-	-	164.4	287	
186	38.1	46.4	85	19		-	-	228.3	326	
618	38.1	64.4	103	18		-	-	128.9	283	
188	38.1	94.3	133	4		-	-	162.2	379 ^(注2)	
821	38.1	103.8	142	4		-	-	149.2	296	
619	38.1	116.0	155	4		-	-	55.9	269	
530	38.1	75.3	114	4		-	-	32.4	171	

(注1) ねじりによる応力が許容応力(0.73Sm)を超えているため、曲げとねじりによる応力の評価を行う。

(注2) 許容値を超えているため簡易弾塑性解析を行う。

第2-9表 ブロック① 地震時の簡易弾塑性解析 (D+P+M+Ss)

節点 番号	最小降伏点と 最小引張強さとの比	許容値	供用状態A及びBに おける温度 (°C)	許容値 (°C)	繰返し ピーク応力強さ (MPa)	許容値 ^(注1) (MPa)
1202	0.4	0.8	328	430	310	4881
177	0.4	0.8	328	430	371	4881
179	0.4	0.8	328	430	348	4881
180	0.4	0.8	328	430	401	4881
182	0.4	0.8	328	430	329	4881
185	0.4	0.8	328	430	284	4881
188	0.4	0.8	328	430	214	4881

(注1) JSME 添付4-2 3.2における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰返しピーク応力強さ

第 2-10 表 ブロック① 地震時の疲労累積係数 (D+P+M+Ss)

節点番号	地震による一次 +二次応力 +ピーク応力 (MPa)	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	地震による 疲労累積係数	供用状態A及びBに よる疲労累積係数	合計疲労累積係数	許容値
1202 ^(注1)	550	456	0.03677	0.00009	0.03686	1.0
177 ^(注1)	658	659	0.14286	0.00012	0.14298	
179 ^(注1)	617	595	0.10101	0.00010	0.10112	
180 ^(注1)	711	740	0.21112	0.00007	0.21119	
182 ^(注1)	583	542	0.07092	0.00005	0.07097	
183	313	157	0.00015	0.00000	0.00015	
185 ^(注1)	504	420	0.02653	0.00000	0.02653	
820	287	144	0.00011	0.00000	0.00011	
186	326	163	0.00017	0.00000	0.00017	
618	283	142	0.00011	0.00000	0.00011	
188 ^(注1)	379	226	0.00116	0.00000	0.00116	
821	296	148	0.00012	0.00000	0.00013	
619	269	135	0.00009	0.00000	0.00009	
530	188	94	0.00001	0.00000	0.00002	

(注1) 簡易弾塑性解析を実施した節点番号

第 2-11 表 ブロック① 総合評価

〔単位：MPa 〔最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く〕〕

機器等の区分	項目		最大値 ^(注4)	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	148 (節点番号 177)	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	86 ^(注5) (節点番号 177)	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	110 (節点番号 177)	206	
		一次+二次応力 ^(注2)	355 ^(注6) (節点番号 177)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4 (節点番号 177)	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328 (節点番号 177)	430
			繰返しピーク応力強さ	200 (節点番号 177)	4881
			疲労累積係数 ^(注3)	0.00070 (節点番号 177)	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	193 (節点番号 177)	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	120 ^(注5) (節点番号 177)	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	155 (節点番号 177)	274	
		一次+二次応力 ^(注2)	711 ^(注6) (節点番号 180)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4 (節点番号 180)	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328 (節点番号 180)	430
繰返しピーク応力強さ	401 (節点番号 180)		4881		
	疲労累積係数 ^(注3)	0.21119 (節点番号 180)	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) ()内は最大値となった節点番号である。

(注5) 許容値を超えているため、一次応力(曲げとねじりによる応力)評価を行う。

(注6) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

第2-11表「ブロック① 総合評価」に示すとおり、管に発生する応力等は全て JEAG4601・補-1984 許容応力編 第2章「耐震Sクラス施設の許容応力」2.2.1「クラス1管の許容応力」に規定される許容値以下であるので、十分な耐震性を有している。

3. 解析範囲における最大発生応力点の評価

3.1 概要

本項は、2.2 項「耐震計算結果」の申請範囲外も含む解析範囲における最大発生応力点を評価したものである。

3.2 評価結果

2.2 項「耐震計算結果」に示すブロック①における応力値の確認結果を第 3-1 表「ブロックの耐震評価確認結果」に示す。

なお、応力計算に使用した計算機コードは「MSAP 」である。

第3-1表 ブロックの耐震評価確認結果

	ブロック①
配管名称	一次冷却材の循環設備配管
耐震評価 確認結果	第3-2表

第3-2表 ブロック① 耐震評価

〔単位：MPa 〔最小降伏点と最小引張強さとの比及び疲労累積係数を除く〕〕

機器等の区分	項目		最大値 ^(注4)	許容値	
クラス1管	Sd 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	187 (節点番号 219)	257	
		一次応力 (ねじりによる応力)	90 ^(注5) (節点番号 1201)	62	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	110 ^(注7) (節点番号 177)	206	
		一次+二次応力 ^(注2)	372 ^(注6) (節点番号 266)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4 (節点番号 266)	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	358 (節点番号 266)	430
			繰返しピーク応力強さ	210 (節点番号 266)	4881
			疲労累積係数 ^(注3)	0.39162 (節点番号 1203)	1.0
	Ss 地震時	一次応力 (曲げ応力を含む)	218 (節点番号 219)	343	
		一次応力 (ねじりによる応力)	126 ^(注5) (節点番号 1201)	83	
		一次応力 (曲げとねじりによる応力)	155 ^(注7) (節点番号 177)	274	
		一次+二次応力 ^(注2)	711 ^(注6、7) (節点番号 180)	343	
		簡易弾塑性解析	最小降伏点と最小引張強さとの比	0.4 ^(注7) (節点番号 180)	0.8
			供用状態A及びBにおける温度(°C)	328 ^(注7) (節点番号 180)	430
繰返しピーク応力強さ	401 ^(注7) (節点番号 180)		4881		
	疲労累積係数 ^(注3)	0.41058 (節点番号 266)	1.0		

(注1) Sd地震には静的地震力による評価を含む。

(注2) 地震による一次+二次応力の変動値

(注3) 地震による疲労累積係数と供用状態A及びBによる疲労累積係数との和を示す。

(注4) ()内は最大値となった節点番号である。

(注5) 許容値を超えているため、一次応力(曲げとねじりによる応力)評価を行う。

(注6) 許容値を超えているため、簡易弾塑性解析を行う。

(注7) 申請範囲内の評価点である。

第3-2表「ブロック① 耐震評価」に示すとおり、管に発生する応力等は全て JEAG4601・補-1984 許容応力編 第2章「耐震Sクラス施設の許容応力」2.2.1「クラス1管の許容応力」に規定される許容値以下であるので、十分な耐震性を有している。

4. 支持構造物の強度及び耐震性に関する説明

4.1 概要

本資料は、資料5-3「申請設備に係る耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、申請範囲の配管に設置する支持構造物が十分な強度及び耐震性を有していることを説明するものである。その評価は支持構造物を含む配管の地震応答解析及び支持構造物の応力評価により行う。

また、支持構造物は、強度及び耐震評価における基本式が同一であることから、強度及び耐震計算を併せて示す。

4.2 基本方針

4.2.1 構造の説明

申請範囲及び申請範囲外も含めた解析範囲に設置される支持装置は次のとおりであり、資料5-4「耐震計算方法」に各支持装置の構造について示す。

- ・メカニカルスナバ
- ・ロッドレストレイント
- ・スプリングハンガ
- ・Uボルト
- ・Uバンド
- ・ピン
- ・サドル

4.2.2 評価方針

申請範囲の解析結果(資料6-3「強度計算結果」及び「2. 配管の耐震計算結果」による。)より得られた最大発生荷重に対し、資料5-4「耐震計算方法」に基づき評価を実施する。

荷重評価は、申請範囲及び申請範囲外も含めた解析範囲に設置される支持装置について行い、応力評価は申請範囲外も含めた解析範囲に設置される支持装置の種類及び型式ごとの最大反力点について行う。

4.3 支持構造物の評価箇所

申請範囲の支持構造物の評価は、種類及び型式ごとの最大反力点の支持装置について、資料5-4「耐震計算方法」に示す各装置の各部位に対して評価を実施する。

申請範囲に設置される支持装置を第4-1表に、申請範囲外も含めた解析範囲における種類及び型式ごとの最大反力点の支持装置を第4-2表に示す。

第4-1表 申請範囲に設置される支持装置

ブロック 番号	支持構造物番号	節点番号 ^(注)	支持装置種類	型式
①	3RC-2-1514R	820	ピン	—
	3RC-2-65N	821	メカニカルスナバ	SMS-6
	3RC-2-66N	821	メカニカルスナバ	SMS-3

(注) 節点番号は「2. 配管の耐震計算結果」による。

第4-2表 解析範囲に設置される支持装置のうち種類及び型式ごとの
最大反力点の支持装置

ブロック 番号	支持構造物番号	節点番号 (注1)	支持装置種類	型式
①	3RC-2-74N	844	メカニカルスナバ	SMS-03
	3RC-2-67N	826	メカニカルスナバ	SMS-06
	3RC-2-1521SN	832	メカニカルスナバ	SMS-1
	3RC-2-73N	838	メカニカルスナバ	SMS-3
	3RC-2-58N	802	メカニカルスナバ	SMS-3
	3RC-2-1526SN	890	メカニカルスナバ	SMS-6
	3RC-2-1525SN	890	メカニカルスナバ	SMS-10
	3RC-2-37R	827	ロッドレストレイント	RSA-1
	3RC-2-46R	835	ロッドレストレイント	RSAM-1
	3RC-2-34R	824	ロッドレストレイント	RSA-3
	3RC-2-10R	805	ロッドレストレイント	RSA-3
	3RC-2-42R	831	ロッドレストレイント	RSAM-3
	3RC-2-78S	844	スプリングハンガ (吊型)	VSA-4
	3RC-2-1512SP	848	スプリングハンガ (吊型)	VSA-10
	3RC-2-1527SP	891	スプリングハンガ (吊型)	VSA-11
	3RC-2-1513SP	818	スプリングハンガ (吊型)	VSA-12
	3RC-2-54R	842	Uボルト	—
	3RC-2-4A	1204	Uバンド	—
	3RC-2-1514R	820 (注2)	ピン	—
	3RC-2-38R	828	サドル	—

(注1) 節点番号は「2. 配管の耐震計算結果」による。

(注2) 申請範囲の評価点である。