

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-10-86 改 02
提出年月日	2023年4月13日

サプレッションチェンバに設置される機器・配管及び
接続配管に適用する設計用地震力に関する補足説明資料

2023年4月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1.	はじめに	1
2.	サブプレッションチェンバに設置される剛構造の機器の評価概要	3
3.	サブプレッションチェンバに設置される剛構造の配管及び接続される配管の評価概要	4
3.1	サブプレッションチェンバ接続配管の配置概要	4
3.2	適用する耐震条件	6
3.2.1	パターンA（原子炉建物内～サブプレッションチェンバ貫通部）	6
3.2.2	パターンB（サブプレッションチェンバ貫通部～サブプレッションチェンバ内）	9
3.2.3	パターンC（原子炉格納容器内～ベント管貫通部）	11
3.2.4	パターンD（ベント管貫通部～サブプレッションチェンバ内）	22
4.	サブプレッションチェンバに設置される柔構造の機器・配管の評価概要	24
5.	まとめ	24

添付資料－1 サブプレッションチェンバ接続配管の地震応答に関する影響確認

1. はじめに

VI-2-9-2-2「サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すとおり、サプレッションチェンバに作用する地震力はスペクトルモーダル解析を用いて算出する。このため、解析から得られたサプレッションチェンバの応答加速度を用いて、サプレッションチェンバに設置される機器・配管を評価するための設計用震度は作成できるが、設計用床応答スペクトルは作成できない。

以上より、サプレッションチェンバに設置される機器・配管のうち、固有周期が0.05秒以下であり剛構造である機器・配管については、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に記載している「サプレッションチェンバ」又は「サプレッションチェンバ（補強リング及びサポート）」の設計用震度を用いて耐震評価を実施する。一方、サプレッションチェンバの設計用床応答スペクトルは作成しないため、固有周期が0.05秒を超え柔構造となる機器・配管については、サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートと連成させた3次元はりモデルを作成し、地震応答解析から得られた地震力を用いて耐震評価を実施する。

本資料は、上記のとおり、サプレッションチェンバに設置される機器・配管は設備ごとに適用する耐震条件が異なることから、サプレッションチェンバに設置される機器・配管の耐震条件について、補足説明するものである。

なお、本資料が関連する図書は以下のとおりである。

- ・ VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」
- ・ VI-2-5-3-1-2「管の耐震性についての計算書（主蒸気系）」
- ・ VI-2-5-4-1-3「残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-4-1-4「管の耐震性についての計算書（残留熱除去系）」
- ・ VI-2-5-4-1-5「ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書（残留熱除去系）」
- ・ VI-2-5-4-1-6「残留熱除去系ストレーナ取付部コネクタの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-4-1-7「残留熱除去系ストレーナ取付部サポートの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-5-1-2「高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-5-1-3「管の耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-5-1-4「ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-5-1-5「高圧炉心スプレイ系ストレーナ取付部コネクタの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-5-1-6「高圧炉心スプレイ系ストレーナ取付部サポートの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-5-2-2「低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書」
- ・ VI-2-5-5-2-3「管の耐震性についての計算書（低圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-5-2-4「ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書（低圧炉心スプレイ系）」
- ・ VI-2-5-5-2-5「低圧炉心スプレイ系ストレーナ取付部コネクタの耐震性についての計算書」

- ・VI-2-5-5-2-6「低圧炉心スプレイ系ストレーナ取付部サポートの耐震性についての計算書」
- ・VI-2-5-5-3-2「管の耐震性についての計算書（高圧原子炉代替注水系）」
- ・VI-2-5-5-4-1「原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書」
- ・VI-2-5-6-1-3「管の耐震性についての計算書（原子炉隔離時冷却系）」
- ・VI-2-5-6-1-4「ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書（原子炉隔離時冷却系）」
- ・VI-2-6-5-24「サプレッションプール水温度の耐震性についての計算書」
- ・VI-2-6-5-30「サプレッションチェンバ温度（SA）の耐震性についての計算書」
- ・VI-2-6-5-31「サプレッションチェンバ温度（SA）の耐震性についての計算書」
- ・VI-2-9-2-9「サプレッションチェンバアクセスハッチの耐震性についての計算書」
- ・VI-2-9-4-4-1-2「サプレッションチェンバスプレイ管の耐震性についての計算書」
- ・VI-2-9-4-4-4-2「管の耐震性についての計算書（残留熱代替除去系）」
- ・VI-2-9-4-5-1-1「管の耐震性についての計算書（非常用ガス処理系）」
- ・VI-2-9-4-5-2-1「管の耐震性についての計算書（可燃性ガス濃度制御系）」
- ・VI-2-9-4-5-4-1「管の耐震性についての計算書（窒素ガス代替注入系）」
- ・VI-2-9-4-6-1-1「管の耐震性についての計算書（窒素ガス制御系）」
- ・VI-2-9-4-7-1-1「管の耐震性についての計算書（格納容器フィルタベント系）」
- ・NS2-補-027-10-14「配管解析における重心位置スペクトル法の適用について」
- ・NS2-補-027-10-45「サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートの耐震評価手法について」

2. サプレッションチェンバに設置される剛構造の機器の評価概要

サプレッションチェンバに設置される剛構造の機器を表 2-1 に示す。表 2-1 に示す機器は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に記載している「サプレッションチェンバ」又は「サプレッションチェンバ（補強リング及びサポート）」の設計用震度を用いて耐震評価を実施する。

表 2-1 サプレッションチェンバに設置され剛構造である機器
(設計用震度を用いて耐震評価を実施する機器)

図書番号	機器名	固有周期 (s) * ¹	据付場所* ²
VI-2-5-5-4-1	原子炉隔離時冷却系ストレーナ		サプレッションチェンバ
VI-2-5-6-1-4	ストレーナ部ティール（原子炉隔離時冷却系）		
VI-2-6-5-24	サプレッションチェンバ温度		サプレッションチェンバ （補強リング及びサポート）
VI-2-6-5-30	サプレッションチェンバ温度（S A）		サプレッションチェンバ （補強リング及びサポート）
VI-2-6-5-31	サプレッションチェンバ温度（S A）		サプレッションチェンバ （補強リング及びサポート）
VI-2-9-2-9	サプレッションチェンバアクセスハッチ		サプレッションチェンバ

注記*1：水平方向及び鉛直方向の1次固有周期のうち、大きい方を記載

*2：VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に記載の構造物名を示す。

3. サプレッションチェンバに設置される剛構造の配管及び接続される配管の評価概要

3.1 サプレッションチェンバ接続配管の配置概要

サプレッションチェンバに設置される剛構造の配管及び接続される配管（以下「サプレッションチェンバ接続配管」という。）は、大別すると以下の4パターンとなる。サプレッションチェンバ接続配管の配置概要を図 3.1-1 に、サプレッションチェンバ接続配管を含む耐震計算書、配管モデル及び各パターンとの対応を表 3.1-1 に示す。

- ・パターンA：原子炉建物内～サプレッションチェンバ貫通部
- ・パターンB：サプレッションチェンバ貫通部～サプレッションチェンバ内
- ・パターンC：原子炉格納容器内～ベント管貫通部
- ・パターンD：ベント管貫通部～サプレッションチェンバ内

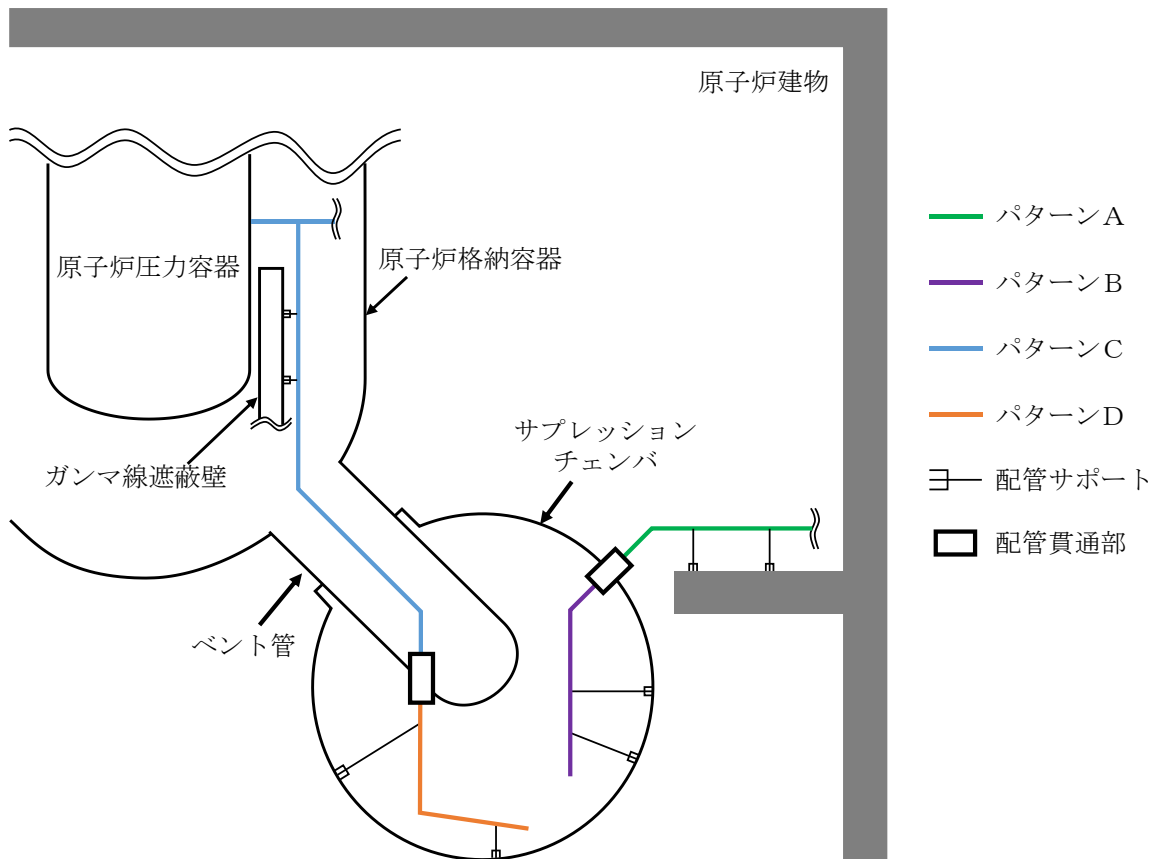


図 3.1-1 サプレッションチェンバ接続配管の配置概要

表 3.1-1 サプレッションチェンバ接続配管を含む耐震計算書、
配管モデル及び各パターンとの対応

管の耐震性についての計算書		配管モデル	パターン
図書番号	系統名		
VI-2-5-3-1-2	主蒸気系	MS-PD-1	C
		MS-PD-2	C
		MS-PD-3	C
		MS-PD-4	C
		MS-PS-6	D
		MS-PS-7	D
		MS-PS-8	D
		MS-PS-9	D
		MS-PS-10	D
		MS-PS-11	D
		MS-PS-12	D
		MS-PS-13	D
		MS-PS-14	D
		MS-PS-15	D
		MS-PS-16	D
MS-PS-17	D		
VI-2-5-4-1-4	残留熱除去系	RHR-R-1	A
		RHR-R-6	A
		RHR-R-7	A
		RHR-R-12	A
		RHR-R-14	A
		RHR-PS-9	B
		RHR-PS-10	B
VI-2-5-4-1-4 VI-2-9-4-4-4-2	残留熱除去系 残留熱代替除去系	RHR-R-2	A
VI-2-5-4-1-4 VI-2-5-5-3-2	残留熱除去系 高压原子炉代替注水系	RHR-R-3	A
VI-2-5-5-1-3	高压炉心スプレイ系	HPCS-R-1	A
VI-2-5-5-2-3	低压炉心スプレイ系	LPCS-R-1	A
VI-2-5-6-1-3	原子炉隔離時冷却系	RCIC-R-1	A
		RCIC-PS-2	B
VI-2-5-6-1-3 VI-2-5-5-3-2	原子炉隔離時冷却系 高压原子炉代替注水系	RCIC-R-4	A
VI-2-9-4-5-1-1 VI-2-9-4-7-1-1	非常用ガス処理系 格納容器フィルタベント系	SGT-R-1	A
VI-2-9-4-5-2-1	可燃性ガス濃度制御系	FCS-R-3	A
		FCS-R-4	A
VI-2-9-4-5-4-1	窒素ガス代替注入系	ANI-R-6SP	A
VI-2-9-4-6-1-1	窒素ガス制御系	NGC-R-1	A

3.2 適用する耐震条件

以下にサプレッションチェンバ接続配管の耐震条件の設定手順を示す。また、具体的な耐震条件についてパターン毎に 3.2.1～3.2.4 項に示す。

○耐震条件の設定手順

STEP1：建物・構築物ごとの耐震支持点数を確認。

STEP2：最も耐震支持点数の多い建物・構築物を選定。

STEP3：配管モデルの重心位置を算出し、当該建物・構築物のうち、重心位置の上階の質点を選定する。

STEP4：配管系に生じる建物・構築物間相対変位を確認し、変位量を設定する。

3.2.1 パターンA（原子炉建物内～サプレッションチェンバ貫通部）

パターンAのモデルは図 3.2.1-1 及び図 3.2.1-2 のとおり、片端がアンカ（機器等の接続部含む）、もう片端がサプレッションチェンバ接続部となるモデルである。設計用床応答スペクトル及び設計用震度は主な支持点である原子炉建物の耐震条件を適用し、サプレッションチェンバとの接続点は相対変位を入力することでサプレッションチェンバの応答を表現する。

なお、今回工認においてサプレッションチェンバは内部質量の考慮方法等を変更しており、サプレッションチェンバの地震応答が大きくなることが予想されることから、サプレッションチェンバの地震応答に関する影響について添付資料-1にて確認した。

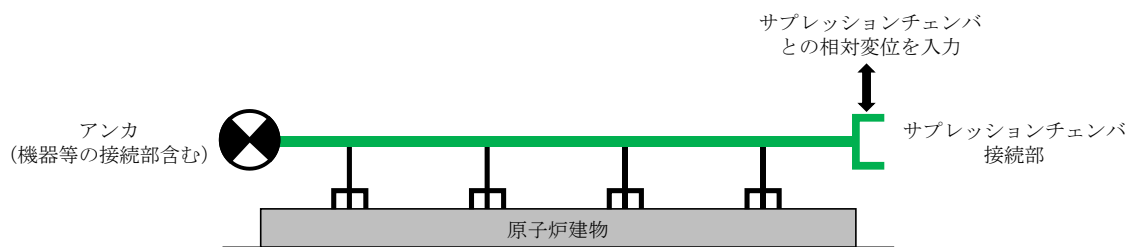


図 3.2.1-1 パターンAの配管モデルのイメージ図

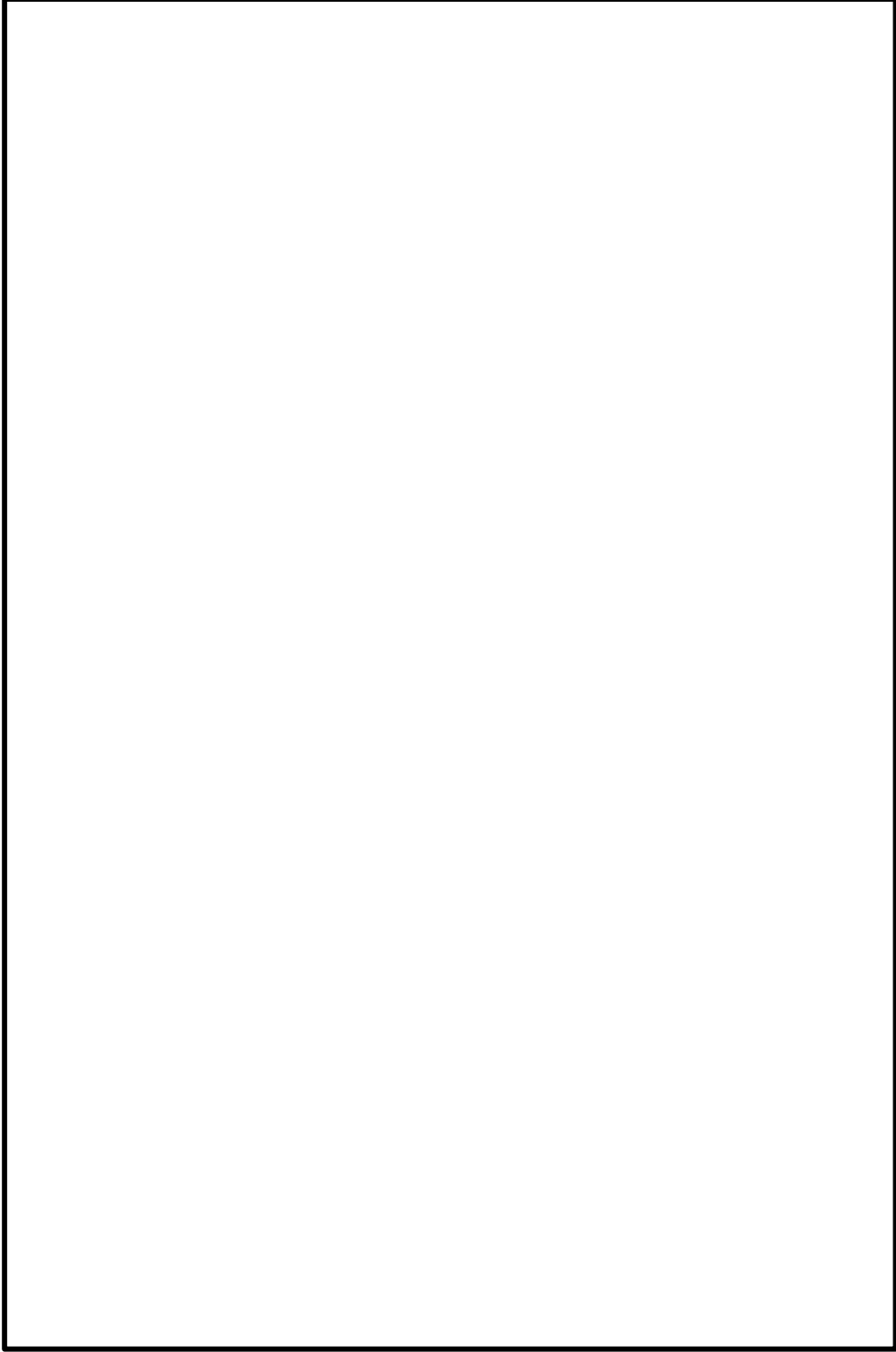


図 3.2.1-2 パターン A の配管モデルの例：RHR-R-7 (1/2)

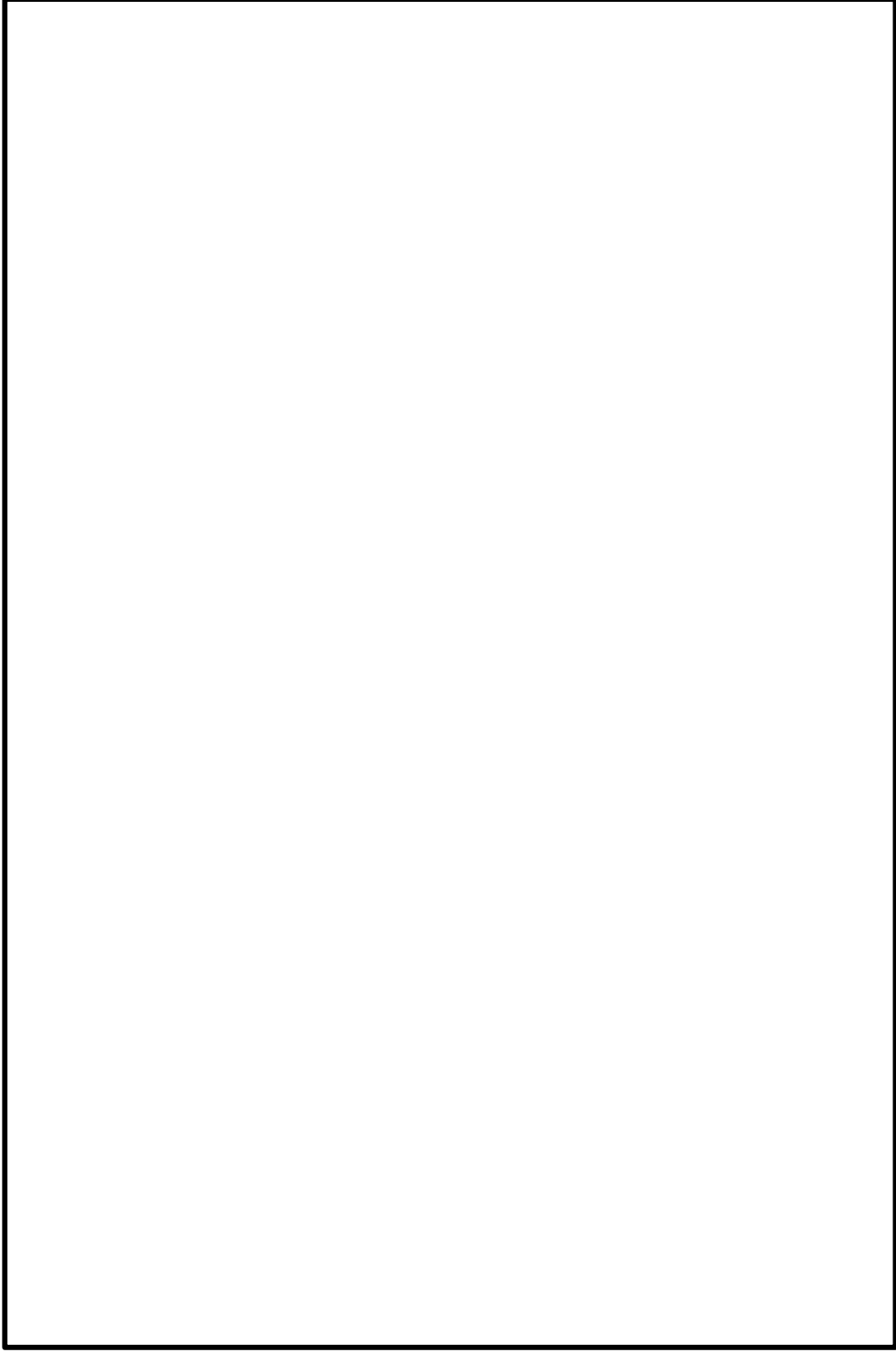


図 3. 2. 1-2 パターンAの配管モデルの例：RHR-R-7 (2/2)

3. 2.2 パターンB（サプレッションチェンバ貫通部～サプレッションチェンバ内）

パターンBのモデルは図 3. 2. 2-1 及び図 3. 2. 2-2 のとおり，片端がフリー端，もう片端がサプレッションチェンバ接続部となるモデルである。設計用床応答スペクトル及び設計用震度は主な支持点であるサプレッションチェンバの耐震条件を適用する。また，パターンBは全ての支持点がサプレッションチェンバであることから，相対変位の入力は不要である。なお，パターンBの配管は全て剛構造である。

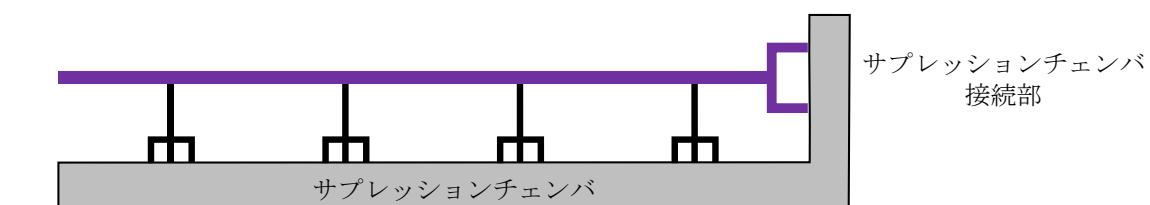


図 3. 2. 2-1 パターンBの配管モデルのイメージ図

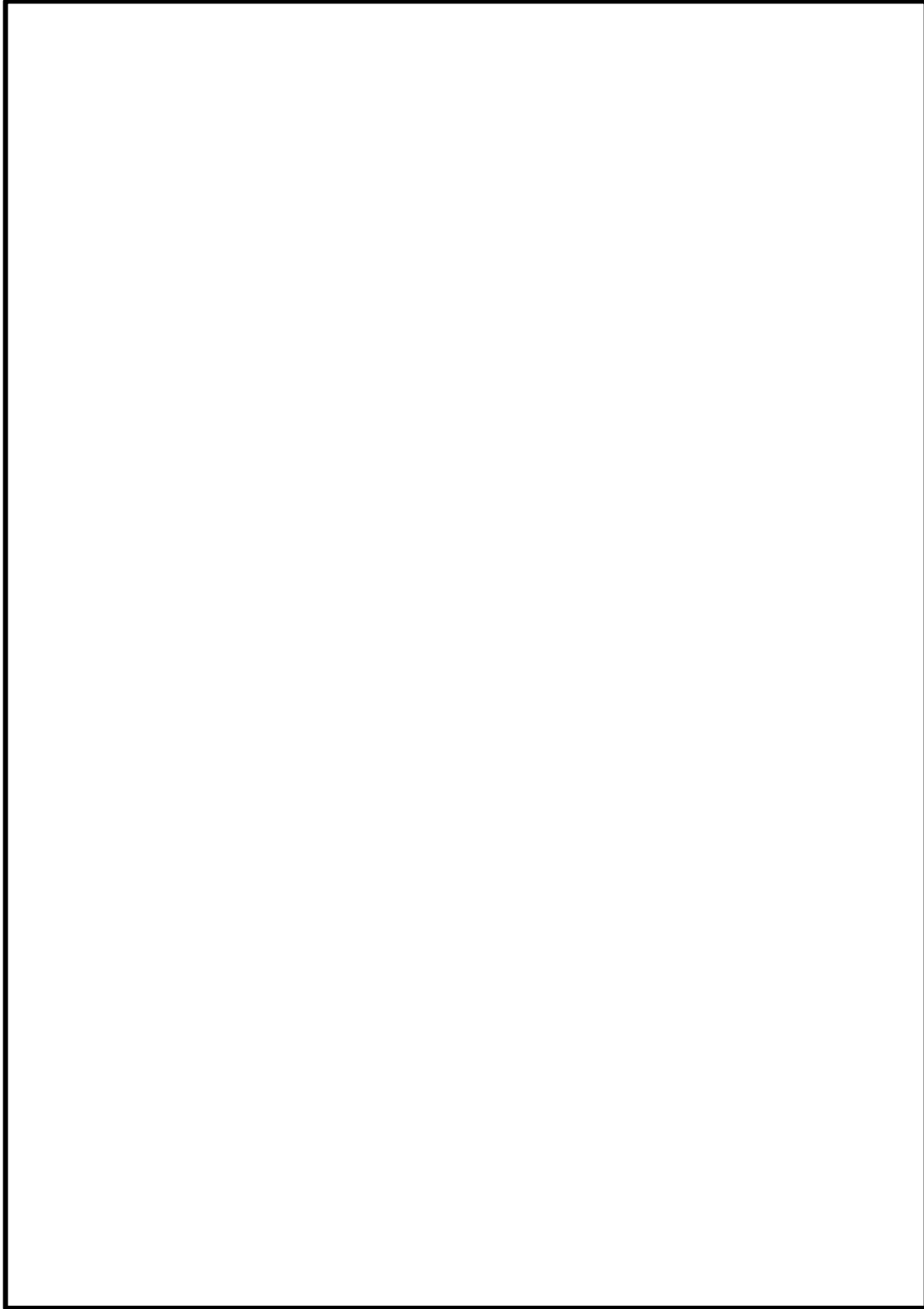


図 3.2.2-2 パターン B の配管モデルの例：RHR-PS-9

3. 2. 3 パターンC (原子炉格納容器内～ベント管貫通部)

パターンCのモデルは図 3. 2. 3-1 及び図 3. 2. 3-2 のとおり、片端が原子炉圧力容器接続部、もう片端がベント管貫通部に接続されるモデルである。設計用床応答スペクトル及び設計用震度は主な支持点であるガンマ線遮蔽壁の耐震条件を適用する。なお、パターンCはサプレッションチェンバに支持点を持たないことから、サプレッションチェンバの耐震条件は適用していない。

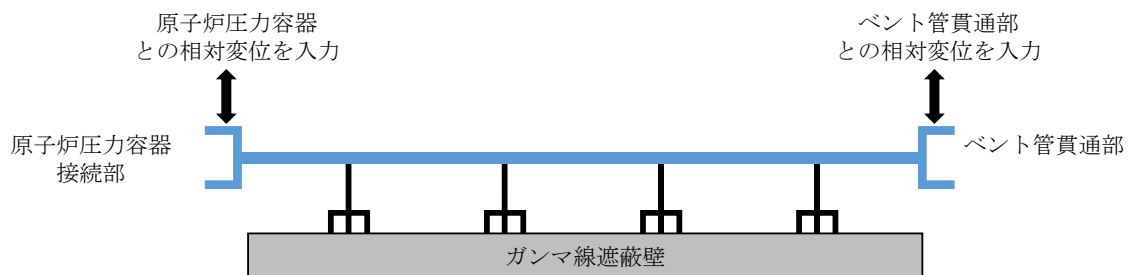


図 3. 2. 3-1 パターンCの配管モデルのイメージ図

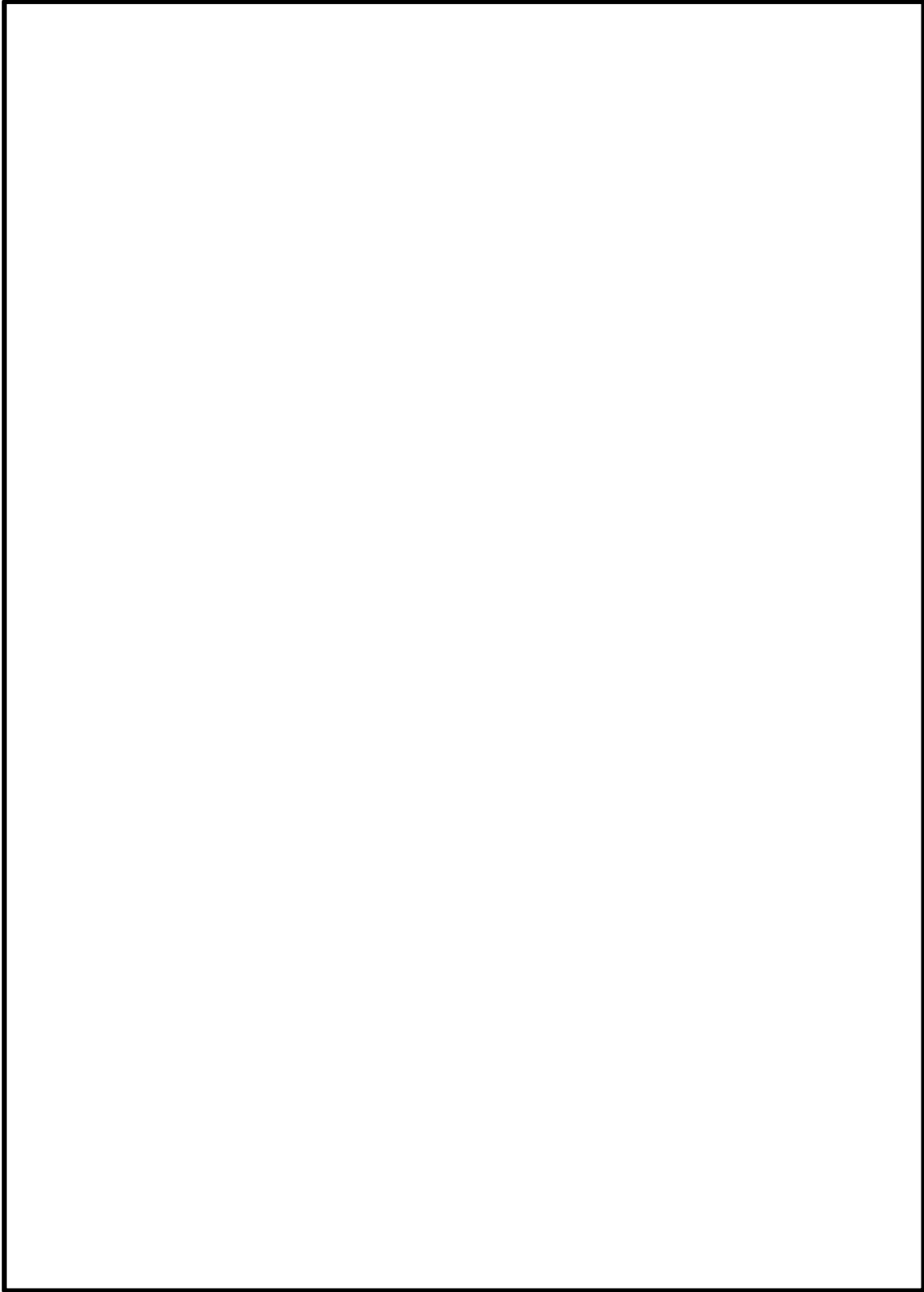


図 3. 2. 3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (1/10)

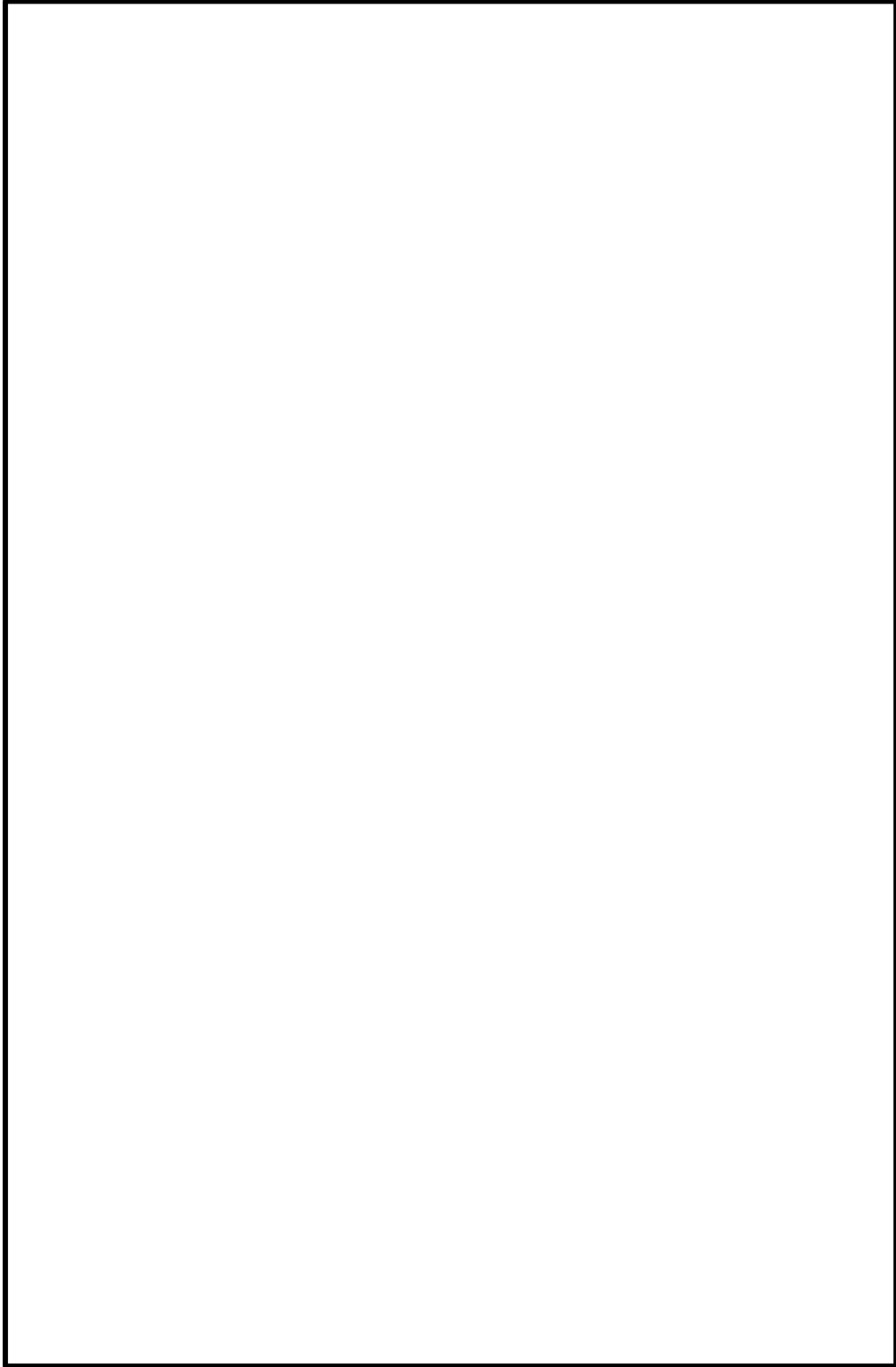


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (2/10)

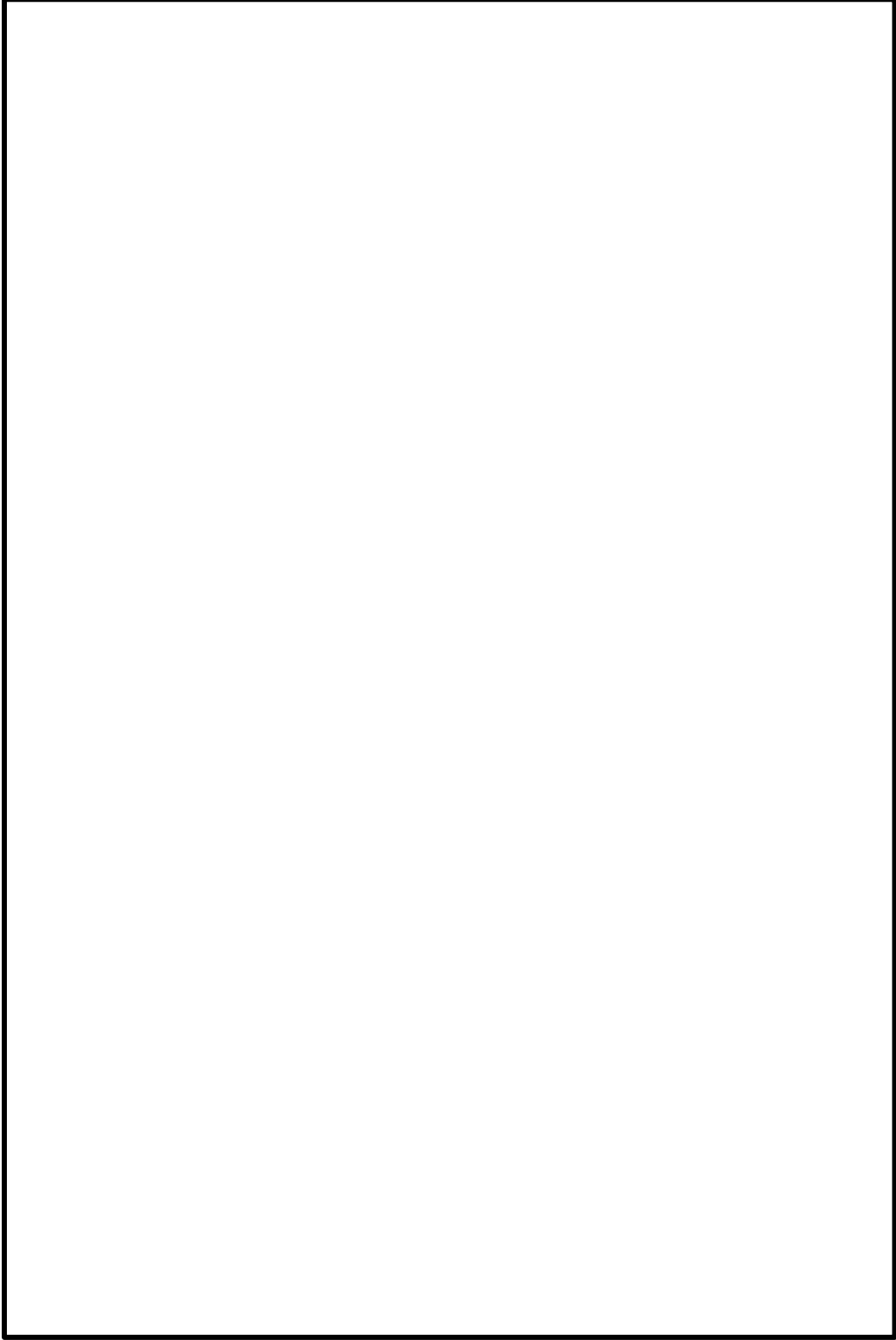


図 3.2.3-2 パターン C の配管モデルの例：MS-PD-4 (3/10)

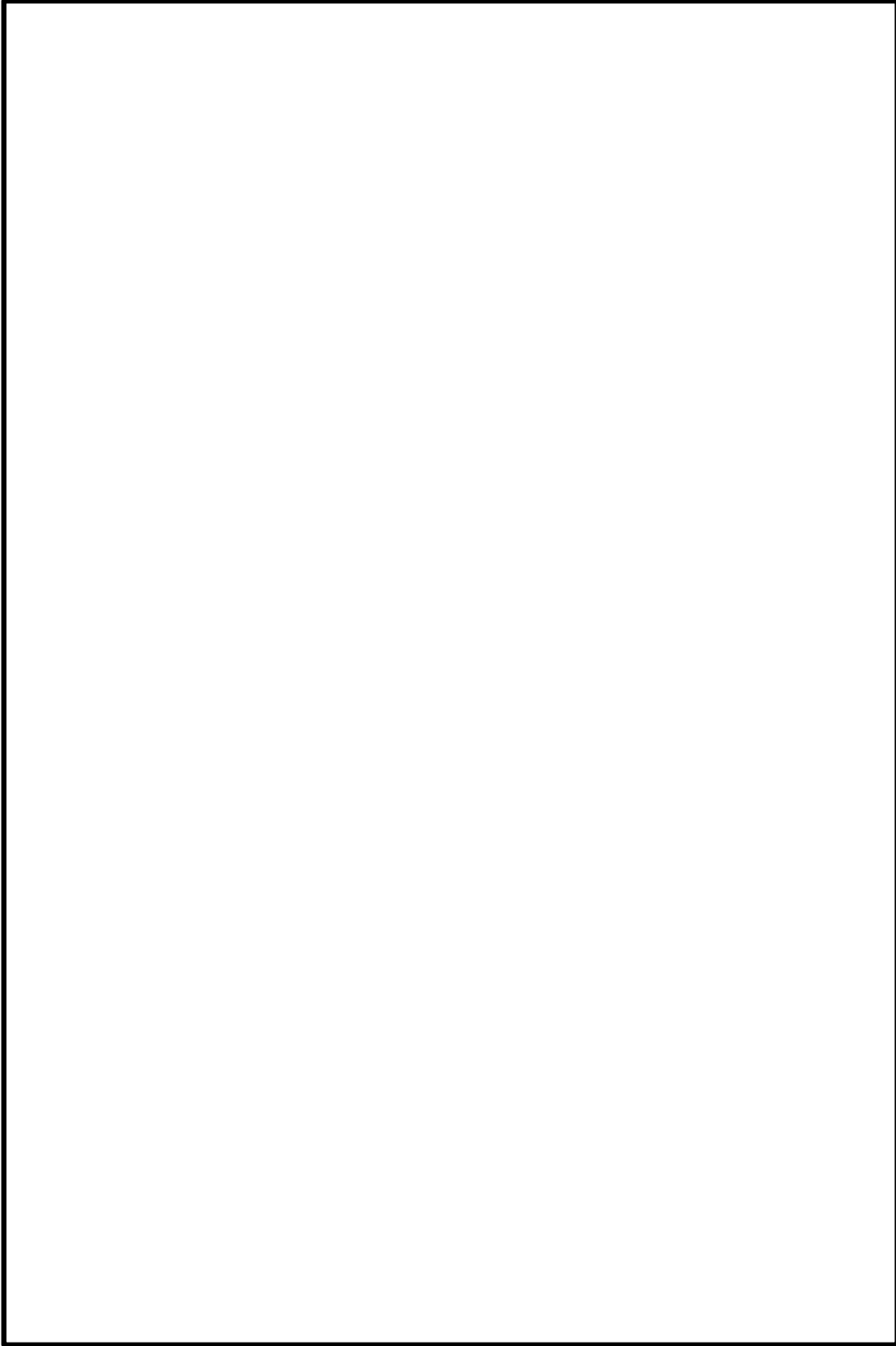


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4（4/10）

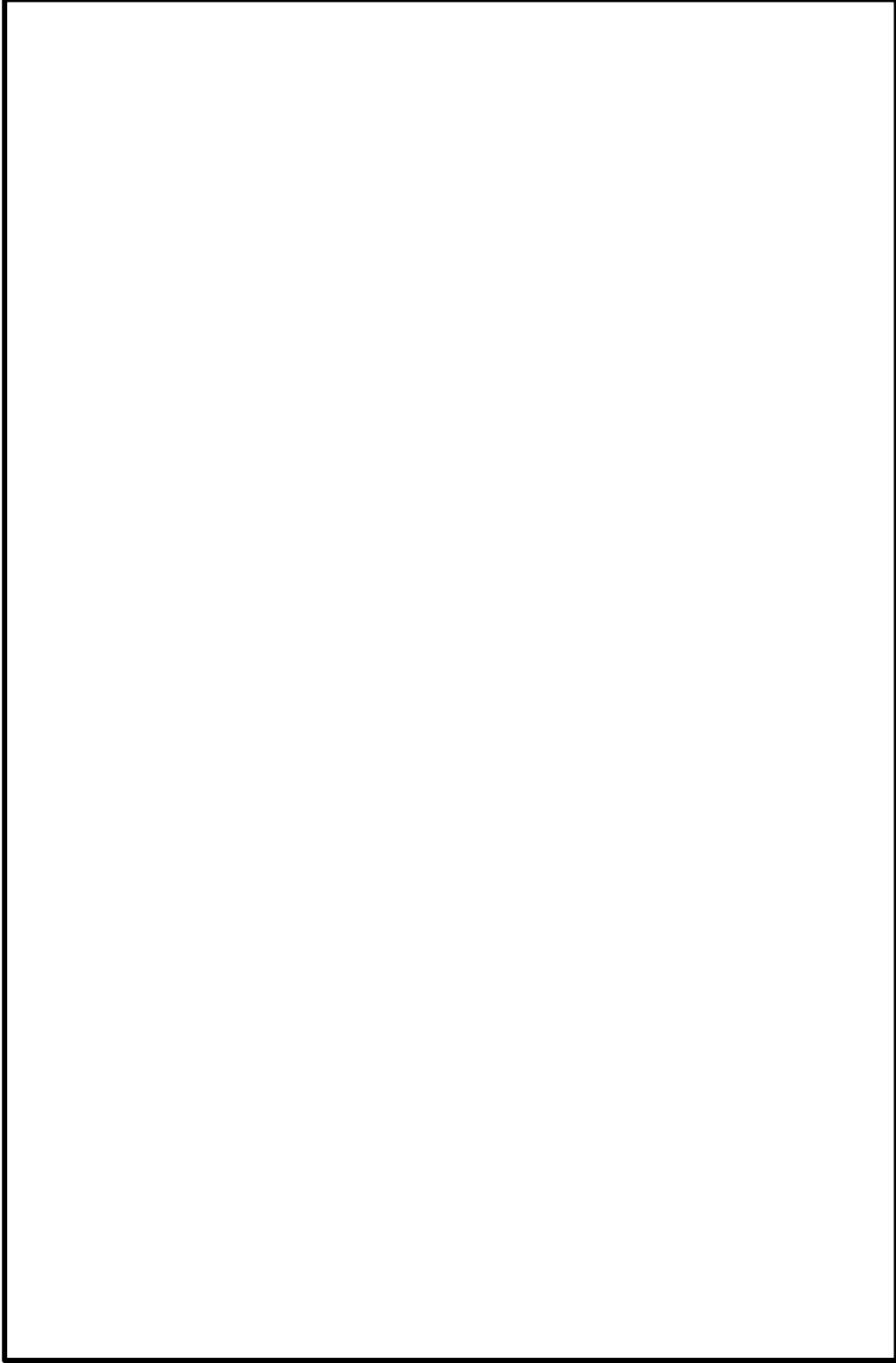


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (5/10)

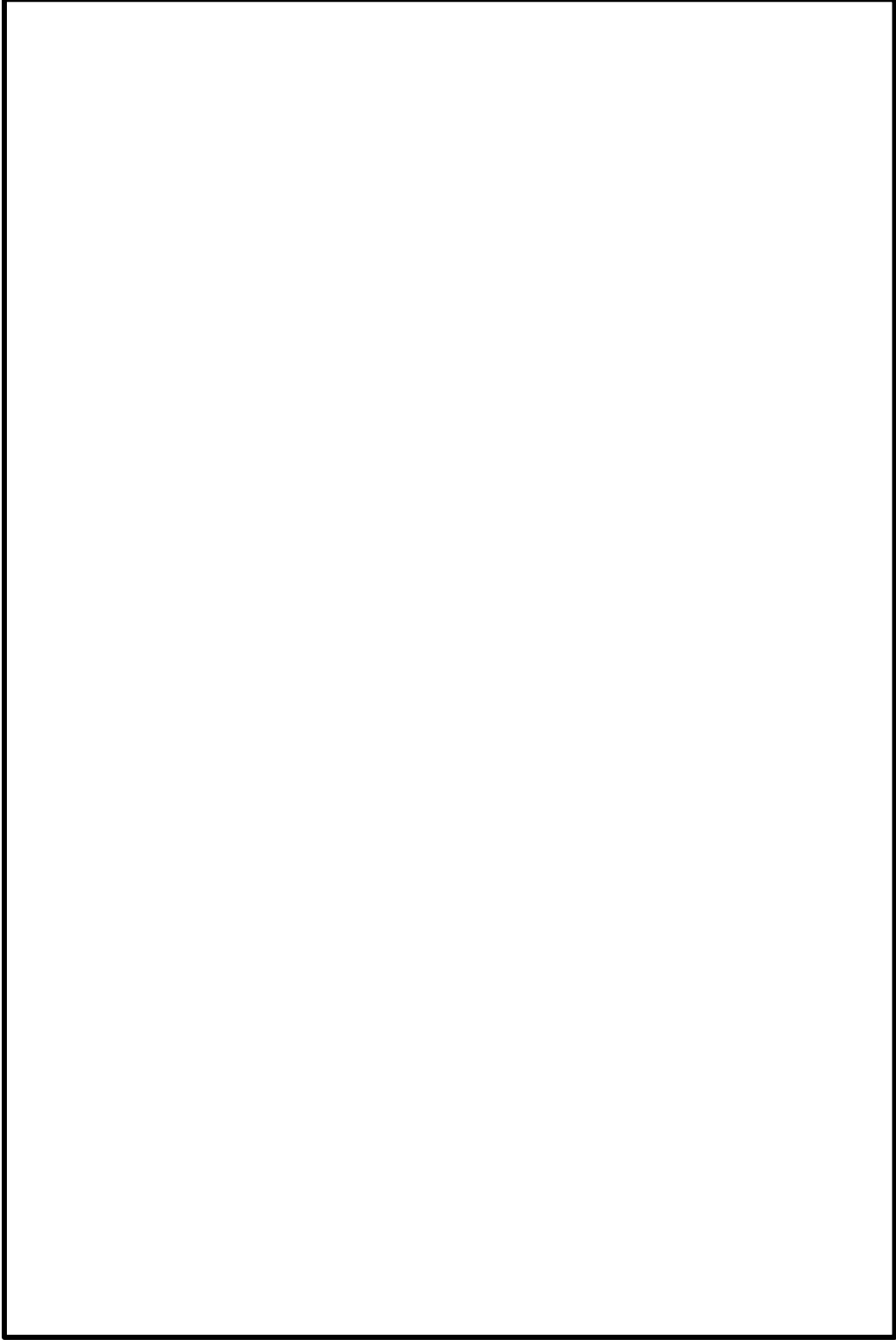


図 3.2.3-2 パターン C の配管モデルの例：MS-PD-4 (6/10)

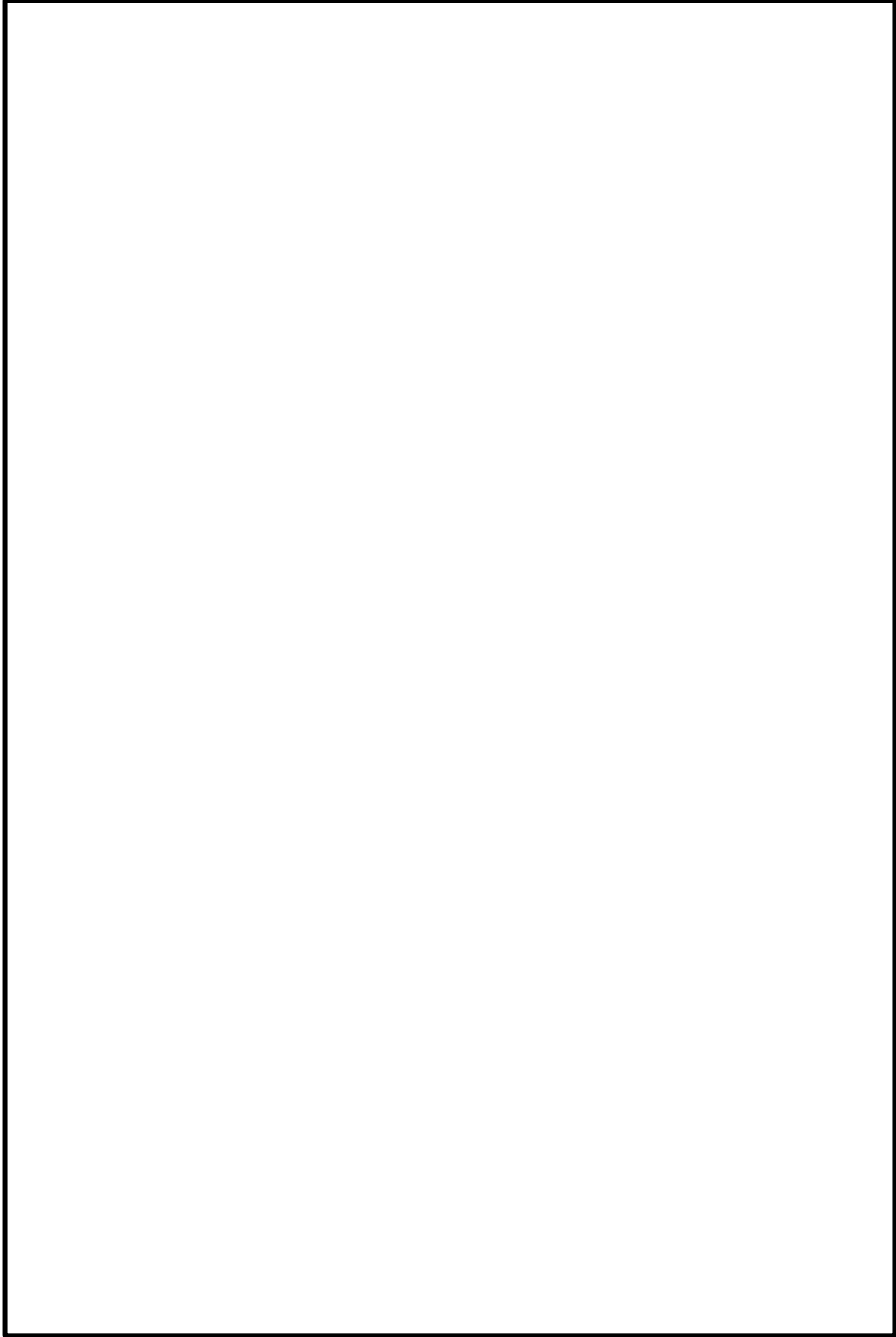


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4（7/10）

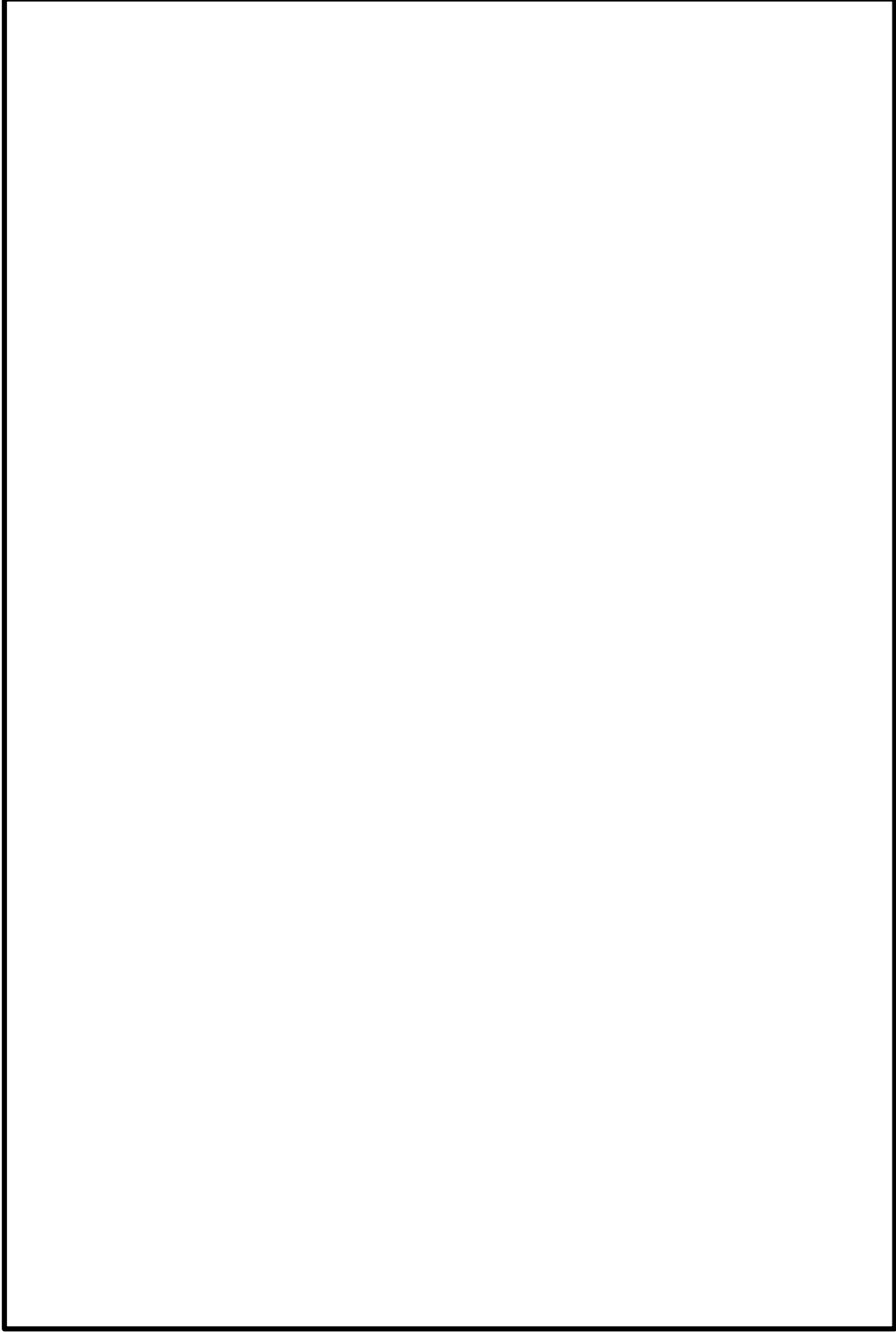


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (8/10)

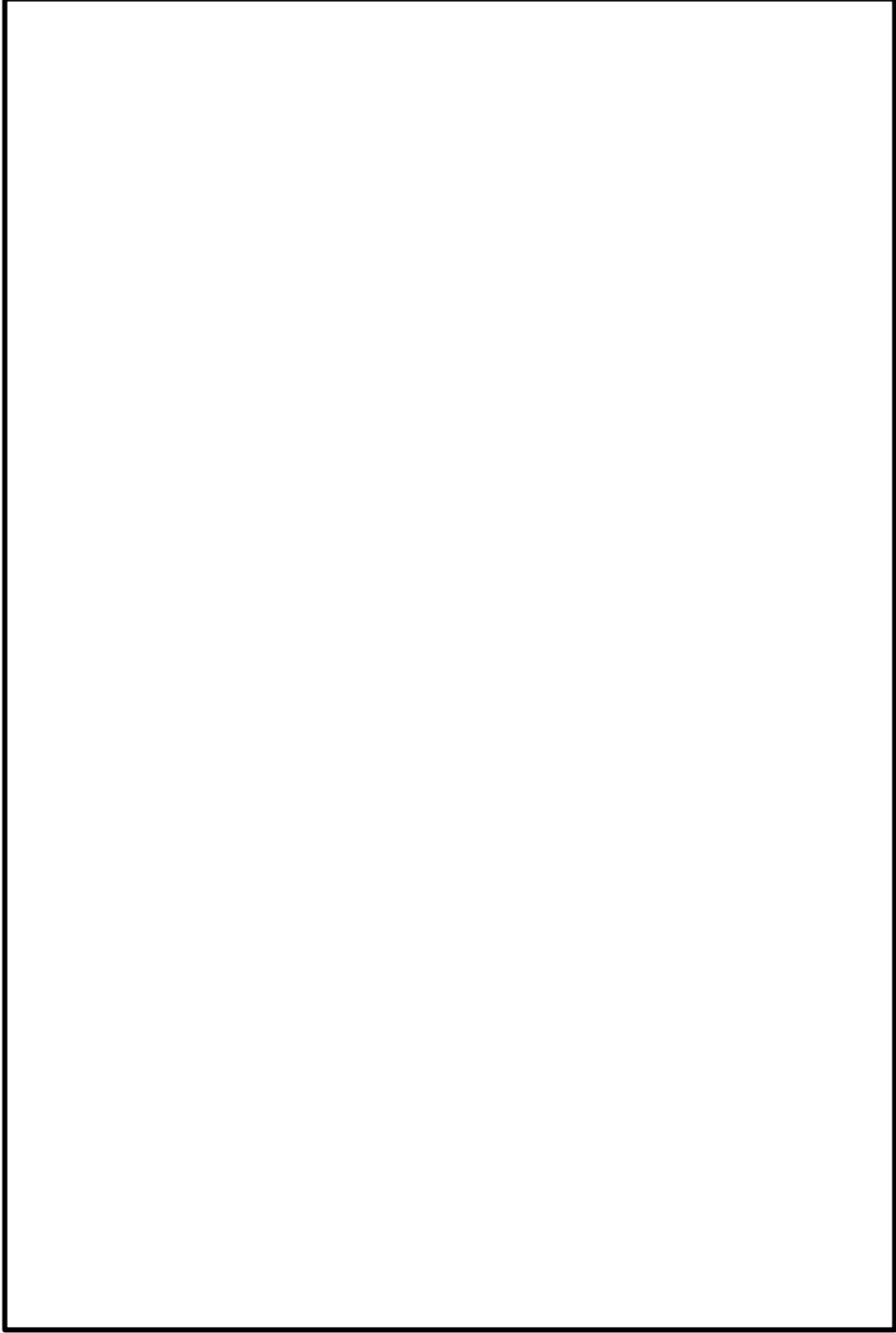


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (9/10)

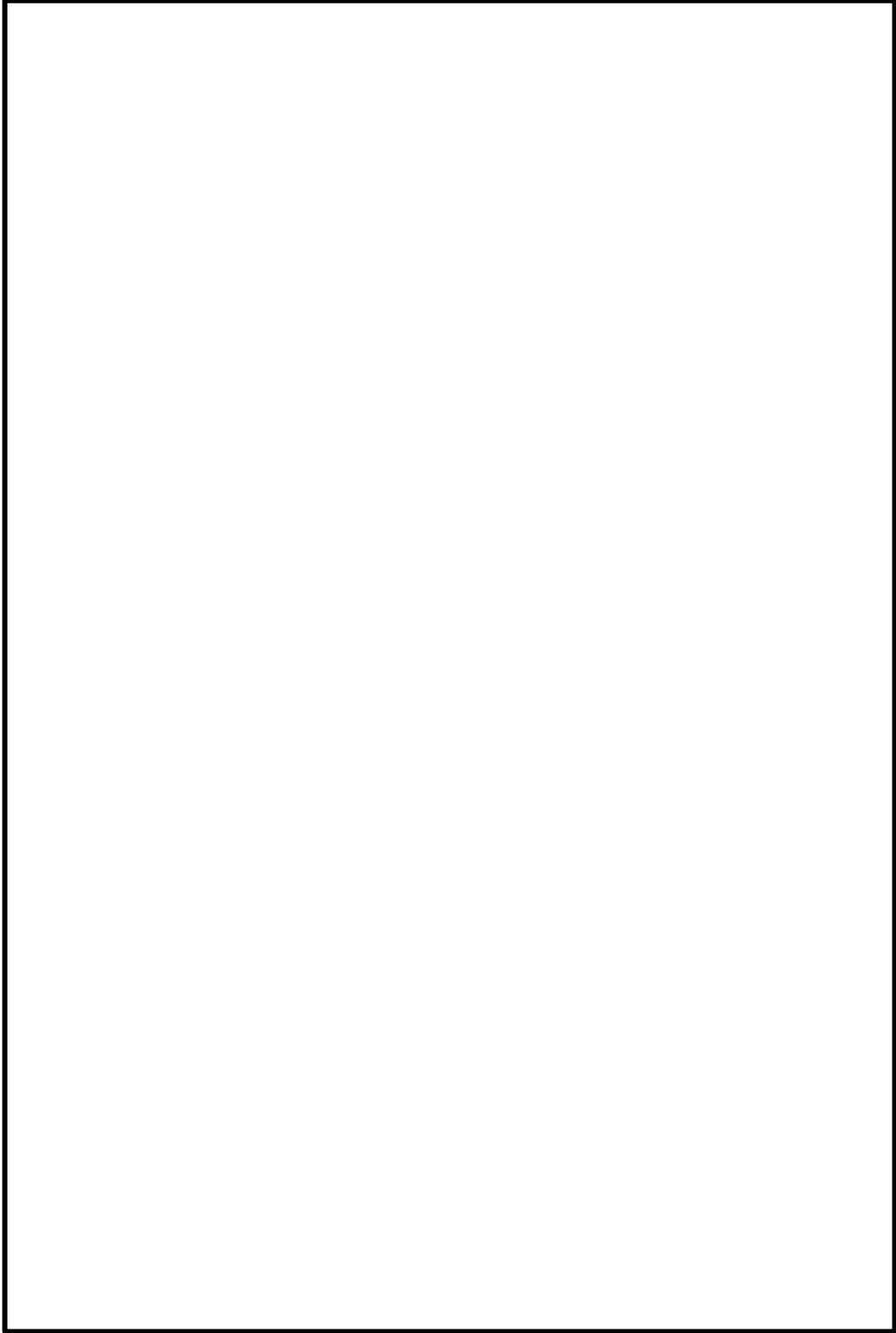


図 3.2.3-2 パターンCの配管モデルの例：MS-PD-4 (10/10)

3.2.4 パターンD (ベント管貫通部～サプレッションチェンバ内)

パターンDのモデルは図 3.2.4-1 及び図 3.2.4-2 のとおり、片端がフリー端、もう片端がベント管接続部となるモデルである。設計用床応答スペクトル及び設計用震度は主な支持点であるサプレッションチェンバの耐震条件を適用し、ベント管との接続点は相対変位を入力することでベント管の応答を表現する。なお、パターンDの配管は全て剛構造である。

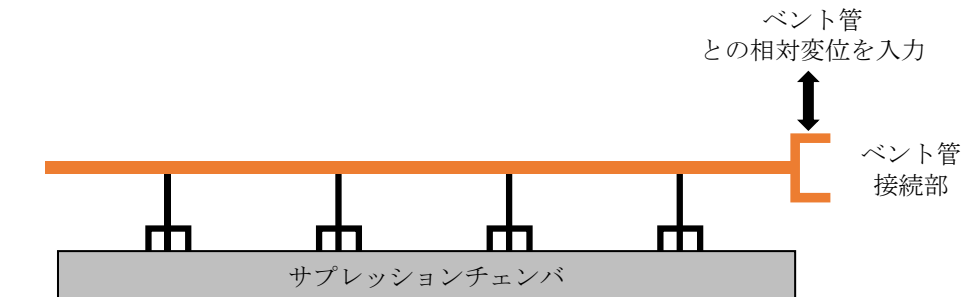


図 3.2.4-1 パターンDの配管モデルのイメージ図

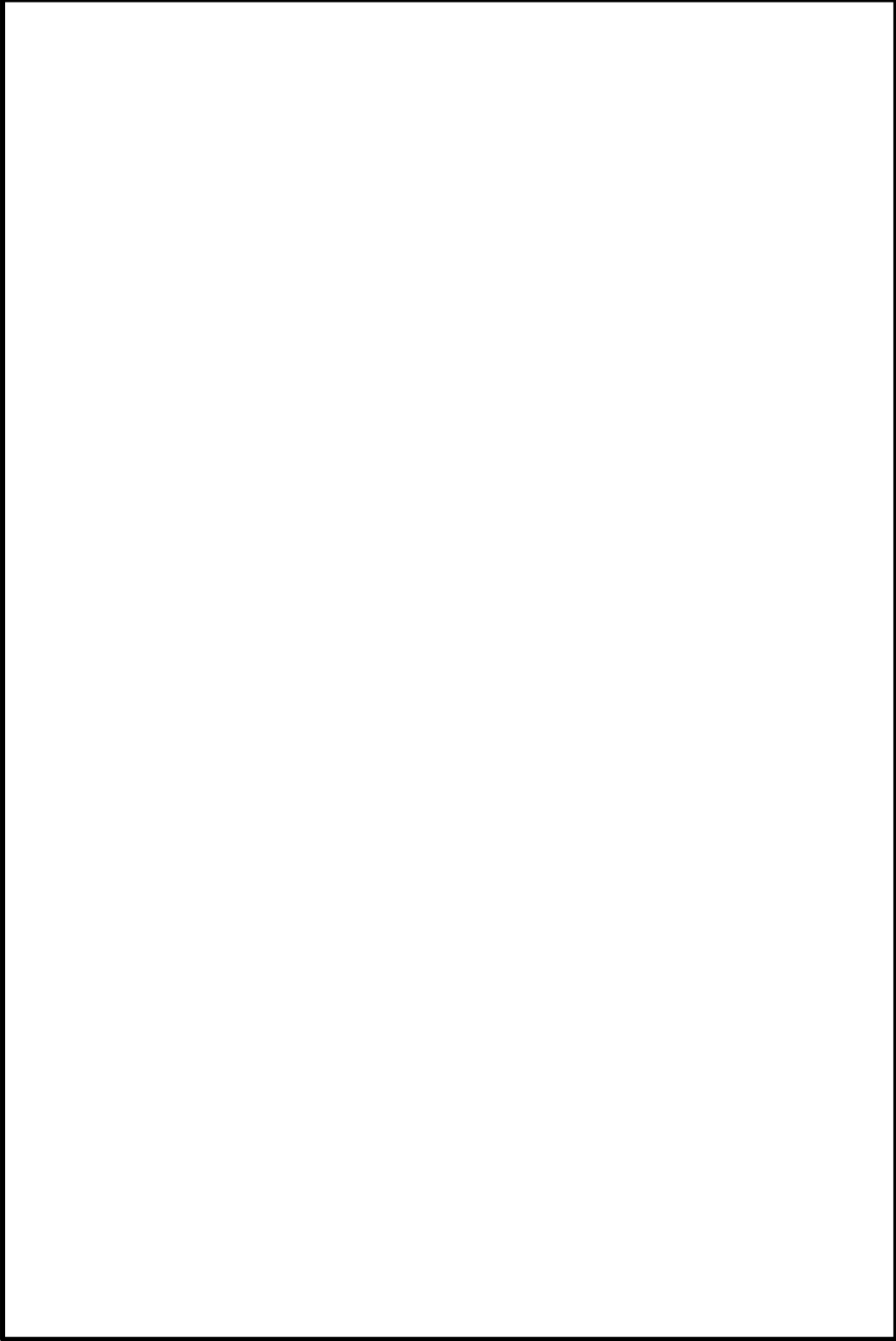


図 3. 2. 4-2 パターンDの配管モデルの例：MS-PS-17

4. サプレッションチェンバに設置される柔構造の機器・配管の評価概要

サプレッションチェンバに設置される柔構造の機器・配管を表 4-1 に示す。表 4-1 に示す機器・配管は、サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートとの連成モデルを作成し、スペクトルモーダル解析にて耐震評価を実施する。なお、高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系の各設備は、残留熱除去系と同形状であることから、各系統で最大となる荷重条件を用いて、評価結果を残留熱除去系の計算書に代表して記載している。そのため、表 4-1 には残留熱除去系の計算書のみを代表して記載する。

表 4-1 サプレッションチェンバに設置され柔構造である機器・配管
(連成モデルを作成して耐震評価を実施する機器・配管)

図書番号	機器名	固有周期(s) *1	解析モデルを記載している耐震計算書
VI-2-5-4-1-3	残留熱除去系ストレナ*2		VI-2-9-2-2「サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」
VI-2-5-4-1-5	ストレナ部ティー (残留熱除去系) *2		
VI-2-5-4-1-6	残留熱除去系ストレナ取付部コネクタ*2		
VI-2-5-4-1-7	残留熱除去系ストレナ取付部サポート*2		
VI-2-9-4-4-1-2	サプレッションチェンバスプレイ管		VI-2-9-4-4-1-2「サプレッションチェンバスプレイ管の耐震性についての計算書」

注記*1：水平方向及び鉛直方向の1次固有周期のうち、大きい方を記載

*2：高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系を含む。

5. まとめ

2. ~4. に記載のとおり、サプレッションチェンバに設置される機器・配管については、剛構造の機器・配管と柔構造の機器・配管それぞれについて適切な耐震条件を適用している。

サブプレッションチェンバ接続配管の地震応答に関する影響確認

1. 概要

島根2号機における配管系の評価は、主な支持点を有する建物・構築物等の地震応答加速度を適用している。パターンA（原子炉建物内～サブプレッションチェンバ貫通部）の配管においても、設計用床応答スペクトル及び設計用震度は主な支持点である原子炉建物の地震応答加速度を適用し、主な支持点を有する建物・構築物等でないサブプレッションチェンバの地震応答加速度は、系全体に影響するものではないことから耐震条件として入力していない。一方で、今回工認においてサブプレッションチェンバは内部質量の考慮方法等を変更したことから、サブプレッションチェンバの地震応答が大きくなることが予想される。

本資料は、サブプレッションチェンバの地震応答を考慮してもサブプレッションチェンバ接続配管の耐震成立性への影響がないことを説明するものである。

2. サプレッションチェンバの地震応答に関する影響確認方針

サブプレッションチェンバ接続配管の耐震評価に対するサブプレッションチェンバの地震応答の影響に関して、今回工認におけるサブプレッションチェンバ接続配管の耐震評価方法がより実態に応じた評価方法であることを定量的に説明するため、サブプレッションチェンバの地震応答の影響が考えられる配管モデルに対し、より実態に応じた精緻な耐震評価として多入力時刻歴応答解析による影響確認を行う。なお、パターンB及びパターンDはサブプレッションチェンバの地震応答加速度を入力としており、パターンCはサブプレッションチェンバに支持点を持たないことから、パターンAの配管モデルについて影響を確認する。

3. 地震応答解析方法

サブプレッションチェンバと原子炉建物の時刻歴応答加速度を用いた多入力時刻歴応答解析を行い、今回工認におけるサブプレッションチェンバ接続配管の耐震評価結果と比較する。なお、地震応答解析モデルにおいて複数の入力点に地震応答加速度を考慮することができる地震応答解析手法として、多入力時刻歴応答解析に加えて多入力スペクトルモーダル解析があるが、より実態に応じた精緻な解析を行う観点で、多入力時刻歴応答解析を用いた。

4. 多入力時刻歴応答解析における入力地震動

サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析に用いる入力地震動は、サプレッションチェンバの一次固有周期で応答加速度が大きい S_s-D （詳細は「サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポートの耐震評価手法について（NS2-補-027-10-45）」を参照）とし、サプレッションチェンバとの接続位置にはサプレッションチェンバの時刻歴加速度、原子炉建物で支持するサポートの位置には設置位置に応じた原子炉建物の時刻歴加速度を入力する。

5. 影響確認

(a) 確認対象配管モデル

サプレッションチェンバの応答影響を定量的に検討するため、以下の手順にて確認対象配管モデルを選定する。

【確認対象配管モデル選定手順】

(1) サプレッションチェンバ近傍の最小裕度点の抽出

パターンAの配管モデル（計16モデル）について、サプレッションチェンバ近傍（ペネ接続部から1つ目の2方向拘束点の間）で一次応力の裕度が最小となる評価点の発生応力をモード及び方向毎に抽出。

(2) 1.0G当たりの応力の算出

スペクトルモーダル解析によるモード毎の応力を原子炉建物の床応答スペクトルの地震応答加速度で除し、モード及び方向毎に1.0G当たりの応力を算出。

(3) サプレッションチェンバの応答影響が大きいモデルの選定

(2)で算出した1.0G当たりの応力にサプレッションチェンバの床応答スペクトルを乗じた後、SRSS及びモード合成した応力（以下「S/C近傍推定応力」という。）を算出し、その裕度が最小となる配管モデルを確認対象配管モデルとして選定。ただし、一次+二次応力の評価にて疲労評価を実施している場合は疲労累積係数が最大の配管モデルを確認対象配管モデルとして選定。

具体的なS/C近傍推定応力の算定方法を添表1に、確認対象配管モデル選定結果を添表2に示す。添表2のとおり、RHR-R-2を確認対象配管モデルとして選定した。

添表 1 S/C 近傍推定応力の算定方法 (RHR-R-2 の例)

モード	固有周期 (S)	① スペクトルモード解析によるモード毎の応力						② 原子炉建物の床応答スペクトルの地震応答加速度						③ 1.0G 当たりの応力 (①/②)						④ サブレンジョンチェンバの床応答スペクトルの地震応答加速度						⑤ S/C 近傍推定応力の算出 (③×④)					
		水平			鉛直			水平			鉛直			水平			鉛直			水平			鉛直			SRSS (MPa)			モード合成*2 (MPa)		
		X 方向 (MPa)	Z 方向 (MPa)	Y 方向 (MPa)	X 方向 (G)	Z 方向 (G)	Y 方向 (G)	X 方向 (MPa)	Z 方向 (MPa)	Y 方向 (MPa)	X 方向 (G)	Z 方向 (G)	Y 方向 (G)	X 方向 (MPa)	Z 方向 (MPa)	Y 方向 (MPa)	X 方向 (G)	Z 方向 (G)	Y 方向 (G)	X 方向 (MPa)	Z 方向 (MPa)	Y 方向 (MPa)	X 方向 (MPa)	Z 方向 (MPa)	Y 方向 (MPa)						
1		2.06	1.33	1.13	3.03	2.94	2.77	0.68	0.46	0.41	7.75	7.75	3.37	5.27	3.56	1.38	6.51														
2		7.94	12.82	0.51	3.13	3.13	3.07	2.54	4.10	0.17	11.01	11.01	3.54	27.96	45.13	0.60	53.10														
3		25.21	26.37	5.96	2.50	3.17	2.75	10.08	8.33	2.17	28.19	28.19	5.91	284.20	234.86	12.82	368.91														
4		0.04	0.04	0.06	2.52	3.21	2.72	0.02	0.02	0.03	33.10	33.10	7.20	0.66	0.66	0.22	0.96														
5		0.25	0.28	0.01	2.55	3.34	2.44	0.10	0.09	0.01	49.58	49.58	11.03	4.96	4.46	0.11	6.67														
6		0.00	0.46	0.00	2.59	3.45	2.19	0.00	0.14	0.00	56.01	56.01	12.91	0.00	7.84	0.00	7.84														
7		0.01	0.00	0.00	2.99	3.70	1.68	0.01	0.00	0.00	24.58	24.58	6.58	0.25	0.00	0.00	0.25														
8		0.00	0.00	0.03	3.03	3.77	1.94	0.00	0.00	0.02	17.09	17.09	6.01	0.00	0.00	0.12	0.12														
9		8.57	0.84	0.71	3.00	3.83	2.04	2.86	0.22	0.35	17.09	17.09	6.01	48.89	3.76	2.10	49.08														
10		0.15	0.91	0.35	2.37	3.50	2.64	0.07	0.27	0.14	7.56	7.56	17.04	0.53	2.04	2.39	3.18														
11		2.90	3.73	0.21	2.09	3.27	2.55	1.39	1.14	0.09	7.37	7.37	11.61	10.24	8.40	1.04	13.29														
12		4.93	13.96	1.75	2.09	3.24	2.46	2.37	4.31	0.72	7.31	7.31	9.34	17.33	31.51	6.72	36.58														
13		0.27	5.20	0.83	2.08	3.18	2.24	0.14	1.64	0.37	6.98	6.98	8.76	0.98	11.44	3.24	11.93														
14		0.05	0.16	0.03	1.74	2.49	2.44	0.03	0.07	0.02	5.82	5.82	5.54	0.17	0.41	0.11	0.46														
15		0.57	2.25	0.41	1.73	2.47	2.45	0.33	0.91	0.17	5.82	5.82	5.54	1.92	5.29	0.94	5.71														
16		0.04	0.02	0.05	1.72	2.23	2.47	0.03	0.02	0.03	5.65	5.65	4.80	0.17	0.11	0.14	0.25														

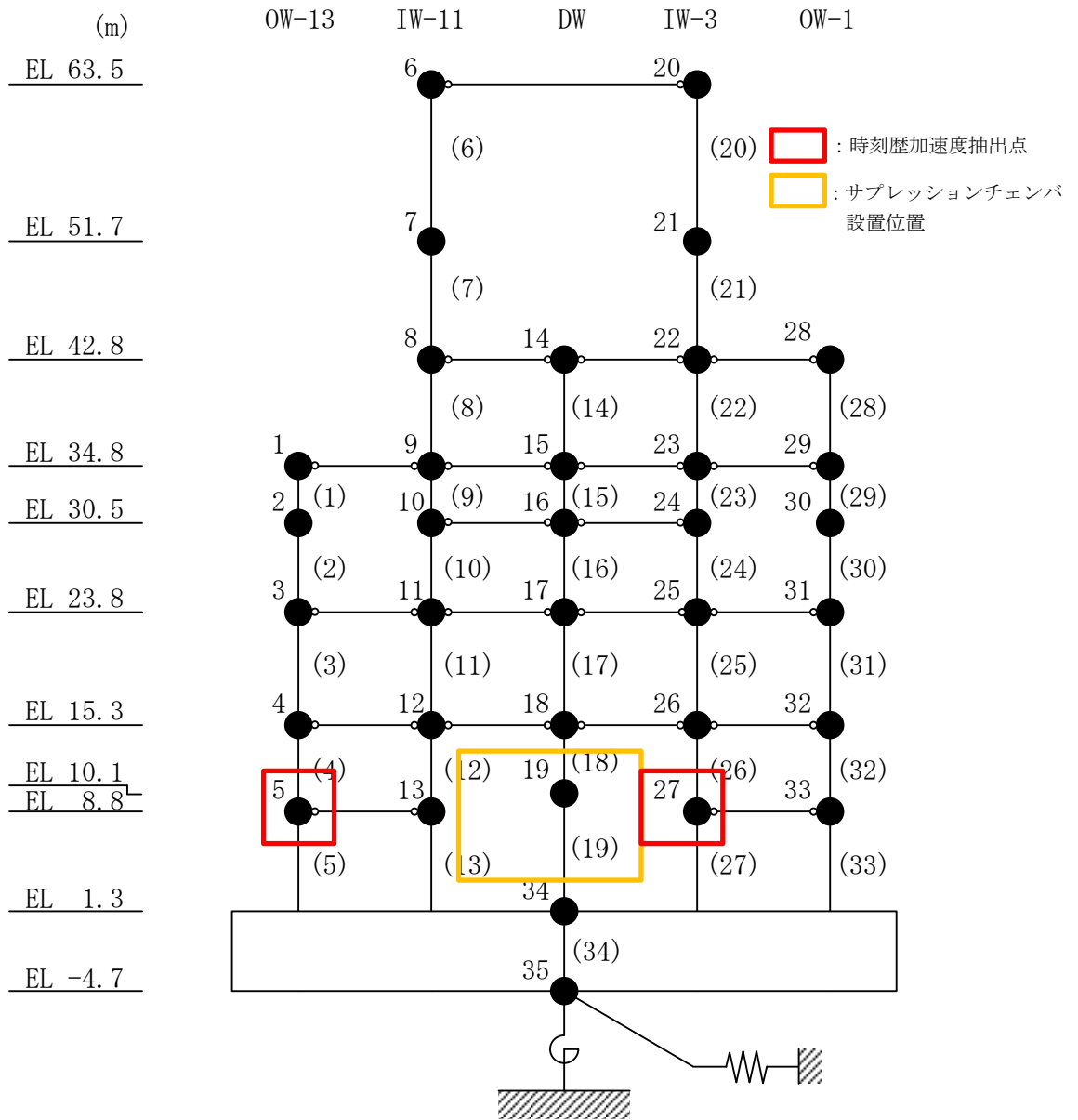
注記*1 : サブレンジョンチェンバの床応答スペクトルは、円筒座標系にて算出しており、①のスペクトルモード解析の座標軸と異なるため、水平方向 (X 方向及び Z 方向) の地震応答加速度は、円筒座標系における水平方向 (円周方向及び半径方向) の最大値とする。

*2 : 各モードの SRSS した応力を二乗和平方根にて足し合わせた応力

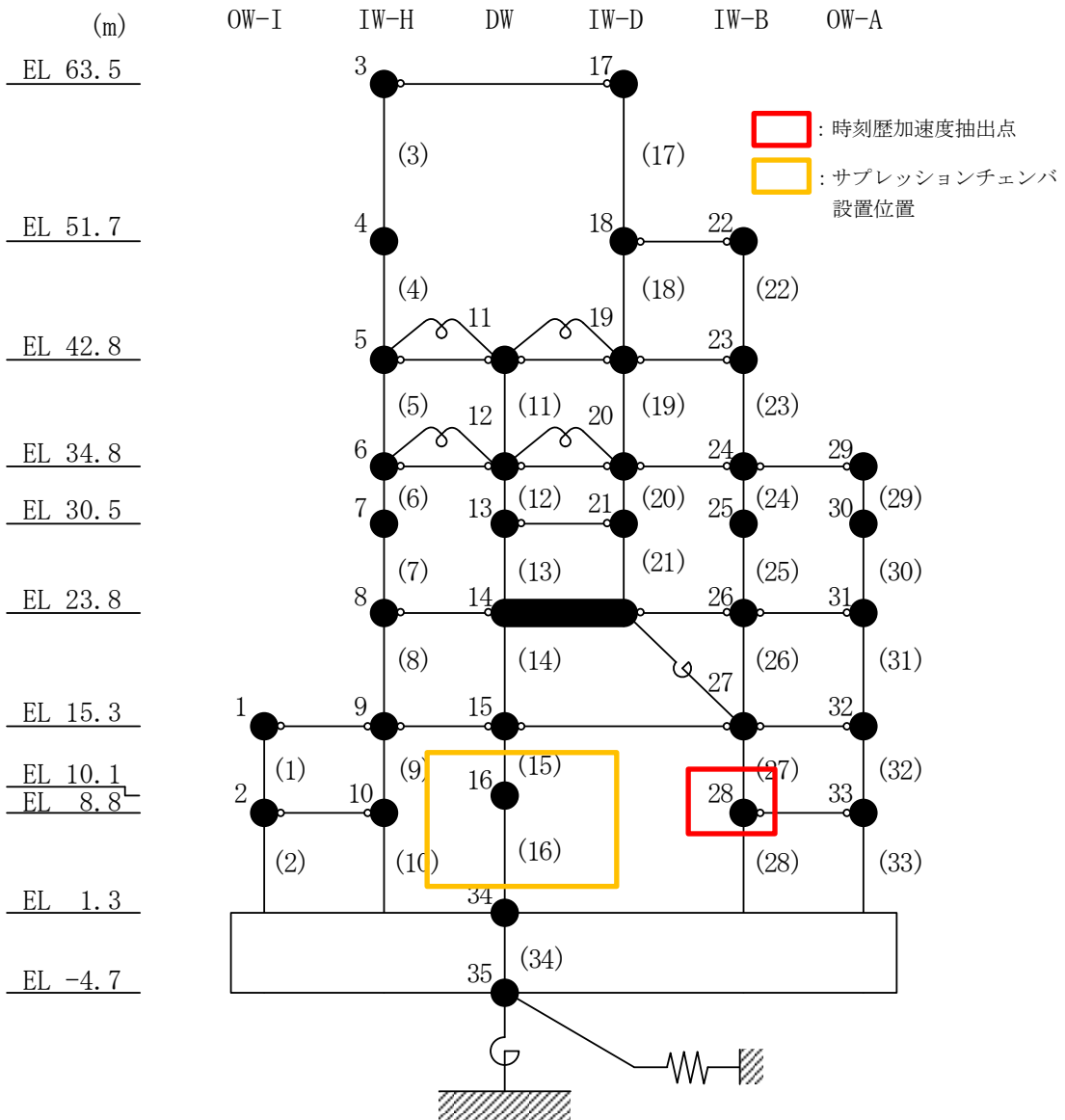
添表 2 確認対象配管モデル選定結果

配管モデル	一次応力				一次+二次応力				備考
	S/C 近傍 推定応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	確認対象	S/C 近傍 推定応力* (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	
RHR-R-1	6	335	55.83	—	172	398	2.31	—	—
RHR-R-2	379	335	0.88	○	912	398	0.43	1.0以上	○
RHR-R-3	127	335	2.63	—	343	398	1.16	—	—
RHR-R-6	54	363	6.72	—	228	414	1.81	—	—
RHR-R-7	95	363	3.82	—	241	420	1.74	—	—
RHR-R-12	109	363	3.33	—	295	414	1.4	—	—
RHR-R-14	10	363	36.3	—	79	420	5.31	—	—
HPCS-R-1	2	335	167.5	—	235	398	1.69	—	—
LPCS-R-1	207	335	1.61	—	547	398	0.72	0.4673	—
RCIC-R-1	139	396	2.84	—	335	438	1.3	—	—
RCIC-R-4	36	363	10.08	—	223	418	1.87	—	—
SGT-R-1	31	363	11.7	—	322	386	1.19	—	—
FCS-R-3	84	363	4.32	—	362	438	1.2	—	—
FCS-R-4	17	363	21.35	—	164	438	2.67	—	—
ANI-R-6SP	—	363	—	—	—	414	—	—	—
NGC-R-1	10	335	33.5	—	94	438	4.65	—	—

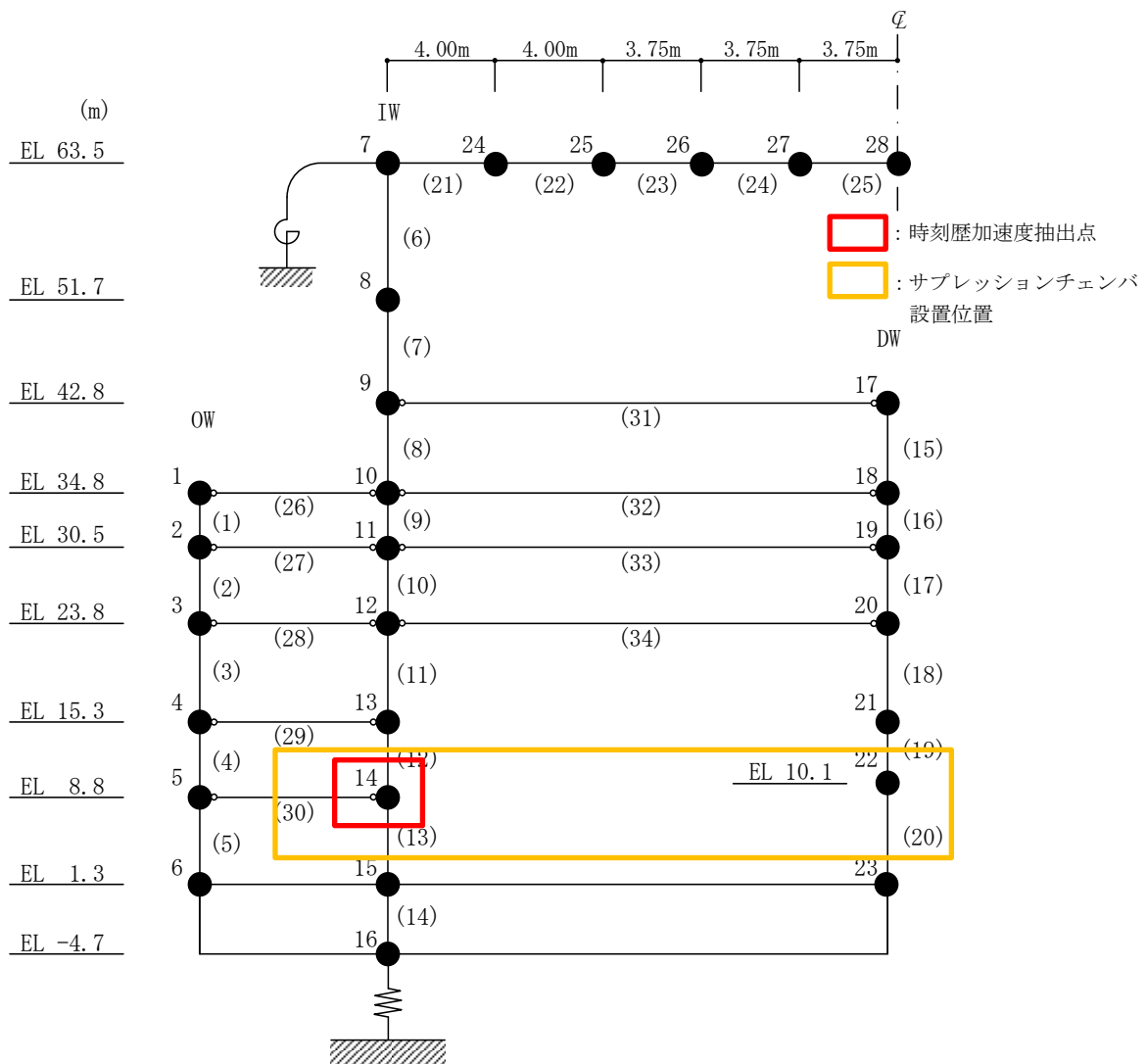
注記*：添表 1 の手法で算出した S/C 近傍推定応力の両振幅ベースの応力に、今回工認のスペクトルモード解析で得られた相対変位による応力を足し合わせて算出した応力



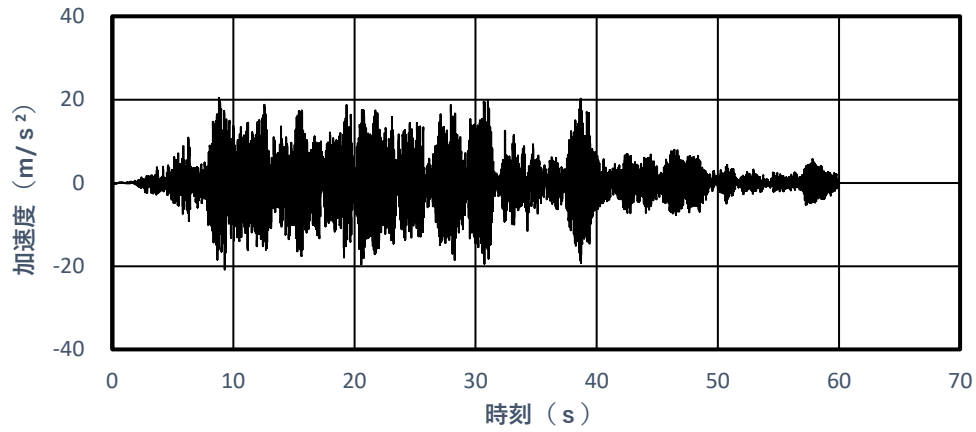
添図 2 原子炉建物の時刻歴加速度取り出し位置 (N S 方向) (1/3)



添図 2 原子炉建物の時刻歴加速度取り出し位置 (EW方向) (2/3)

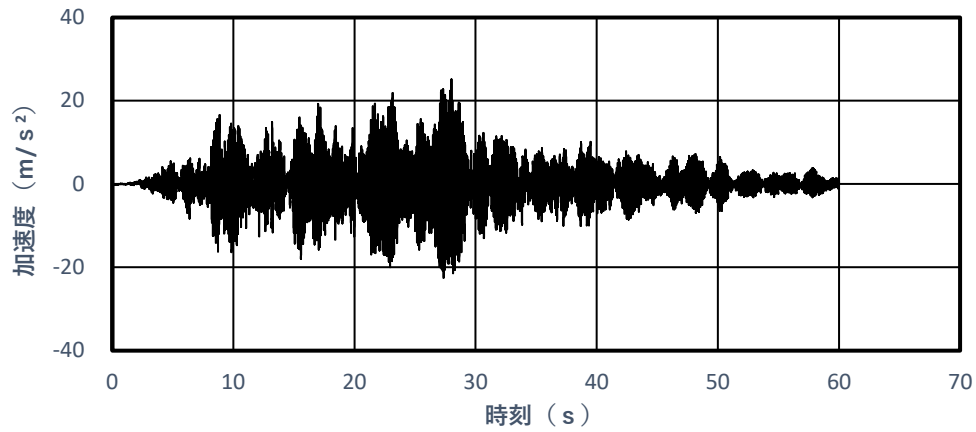


添図 2 原子炉建物の時刻歴加速度取り出し位置（鉛直方向）（3/3）



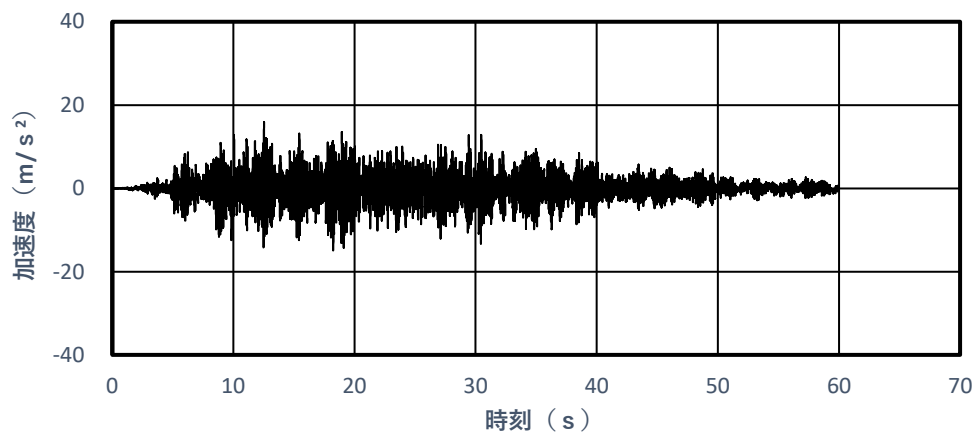
添図3 時刻歴加速度 (1/3)

(S s -D地震動, サプレッションチェンバ, NS方向, 質点番号: 153)



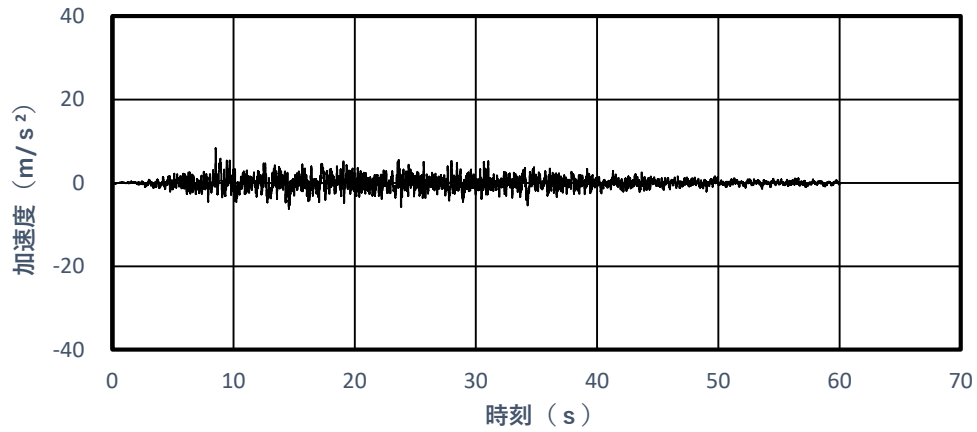
添図3 時刻歴加速度 (2/3)

(S s -D地震動, サプレッションチェンバ, EW方向, 質点番号: 153)



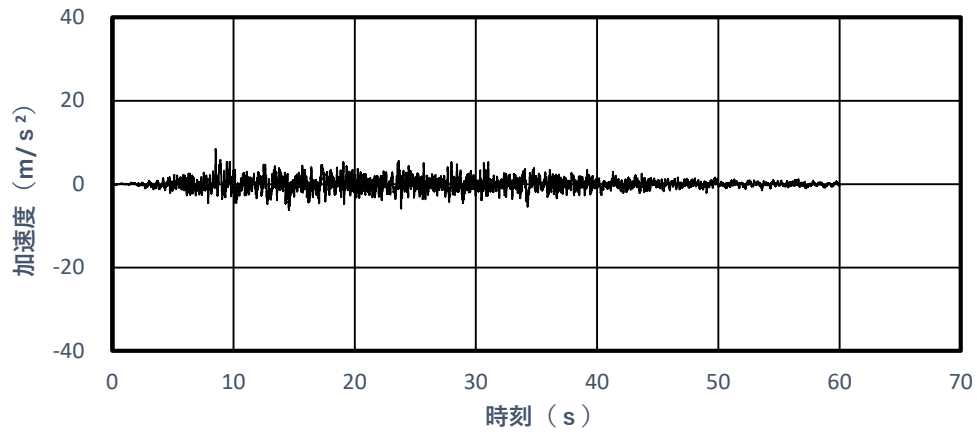
添図3 時刻歴加速度 (3/3)

(S s -D地震動, サプレッションチェンバ, UD方向, 質点番号: 153)



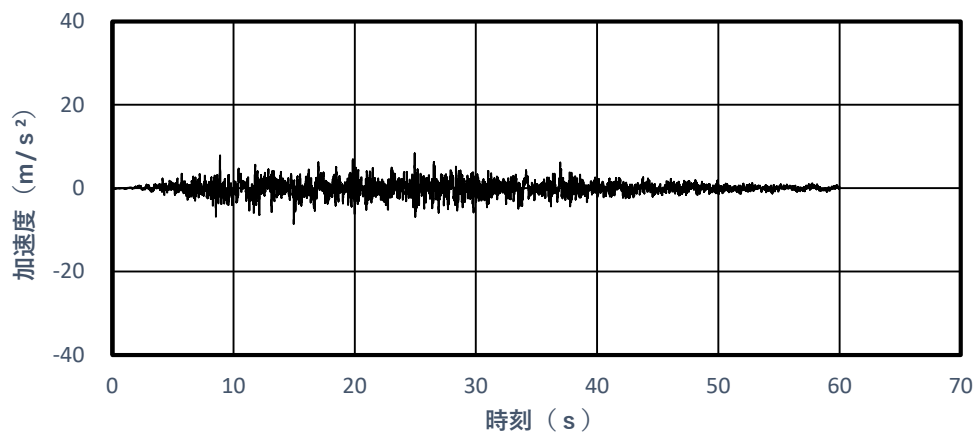
添図4 時刻歴加速度 (1/4)

(S s - D地震動, 原子炉建物 : EL 8.800m, NS方向, 質点番号 : 5)



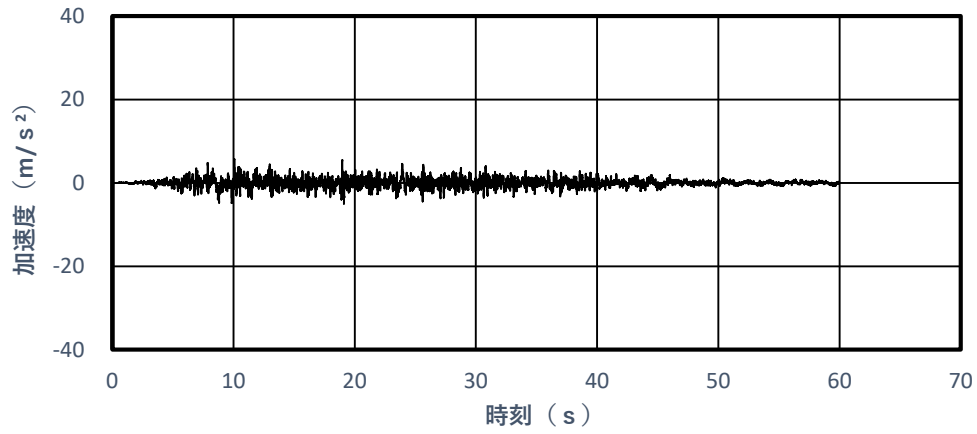
添図4 時刻歴加速度 (2/4)

(S s - D地震動, 原子炉建物 : EL 8.800m, NS方向, 質点番号 : 27)



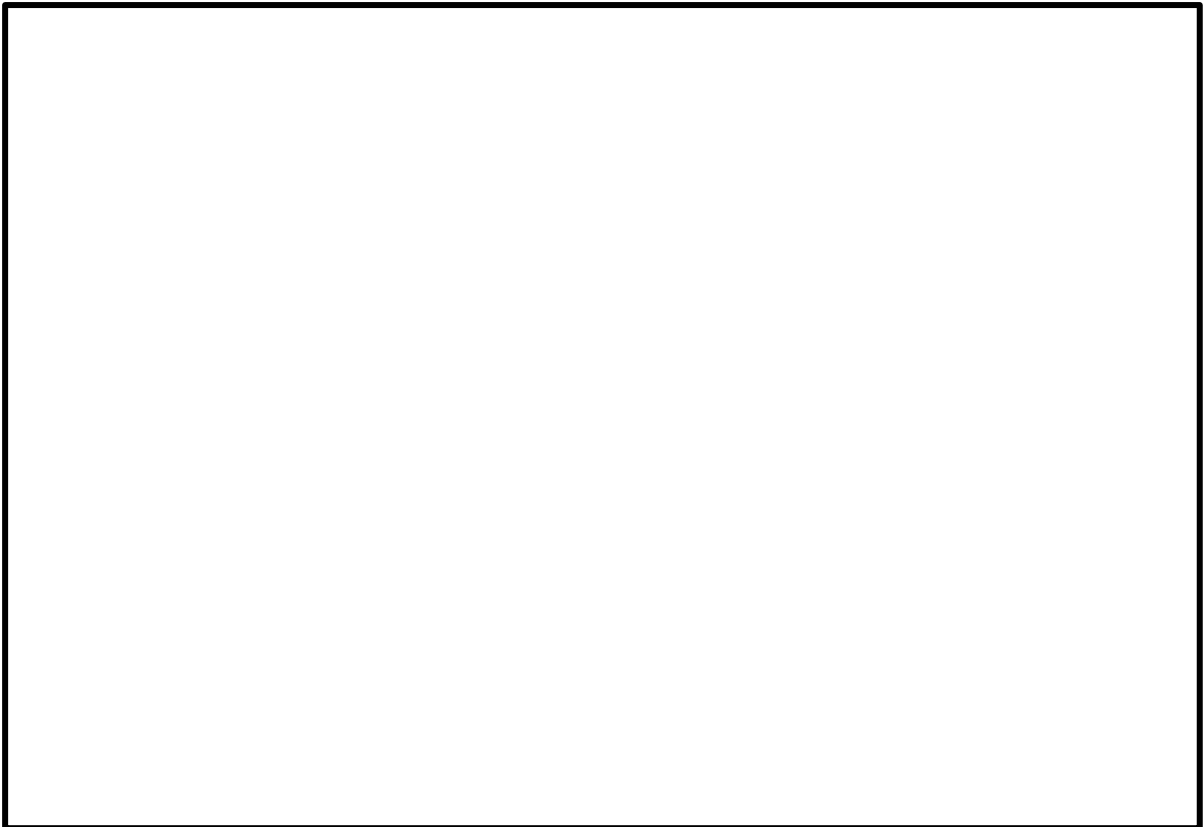
添図4 時刻歴加速度 (3/4)

(S s - D地震動, 原子炉建物 : EL 8.800m, EW方向, 質点番号 : 28)



添図4 時刻歴加速度 (4/4)

(S s - D地震動, 原子炉建物 : EL 8.800m, UD方向, 質点番号 : 14)



添図5 解析モデルと時刻歴加速度入力位置の関係

(c) 影響確認結果

RHR-R-2 の耐震評価に対するサプレッションチェンバの地震応答加速度に関する影響確認として、サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析と今回工認の評価結果を添表 3 に示す。

サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析による発生応力は、今回工認の評価結果に比べて、一次応力と一次＋二次応力で増減はあるものの、大きな差はなく、許容値を十分に満足することを確認した。

また、サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析による発生応力は、S/C 近傍推定応力に比べて、半分以下の値となることを確認した。

添表 3 RHR-R-2 の評価結果

配管 モデル	一次応力			一次+二次応力			
	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数
サプレッションチェンバの 地震応答加速度を考慮した 多入力時刻歴応答解析	147	335	2.27	283	394	1.39	—
今回工認 (配管の重心位置等を考慮し た原子炉建物の設計用床応答 スペクトルを適用したスペク トルモーダル解析)	141	335	2.37	294	394	1.34	—
S/C 近傍推定応力	379	335	0.88	912	398	0.43	1.0 以上

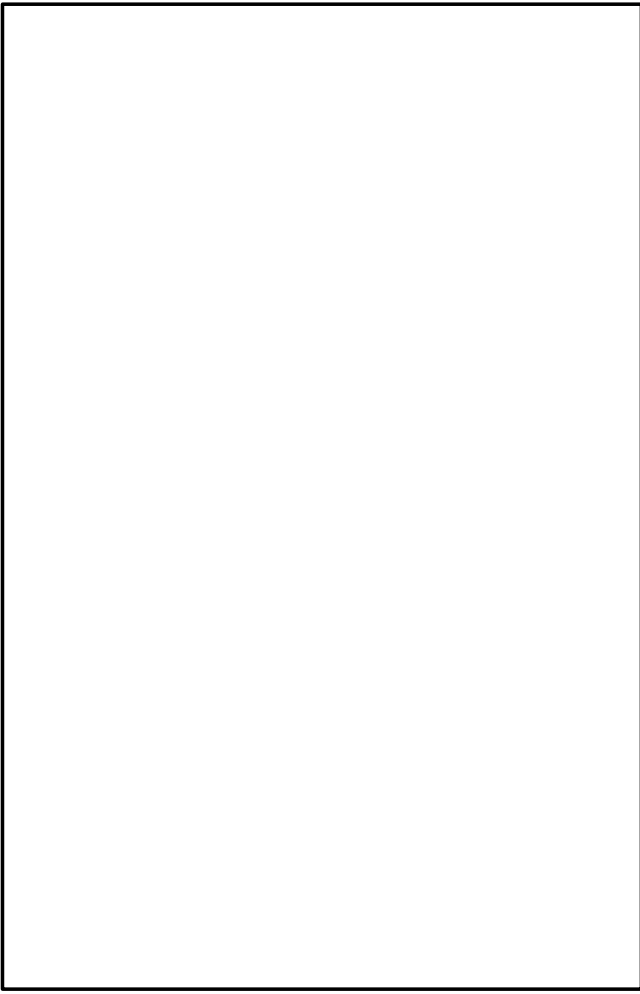
(d) 影響確認結果に対する考察

RHR-R-2 の固有周期とサプレッションチェンバの床応答スペクトルの関係を添図 6 に、モード図を添図 7 に示す。なお、サプレッションチェンバは、円周方向と半径方向で応答傾向が異なることから、直交座標系（ES 方向及び NS 方向）ではなく、円筒座標系（円周方向及び半径方向）にて床応答スペクトルを作成した。添図 6 のとおり、サプレッションチェンバの床応答スペクトルは、水平が 0.085s、鉛直が 0.085s 及び 0.061s でピークを持つ形状である。

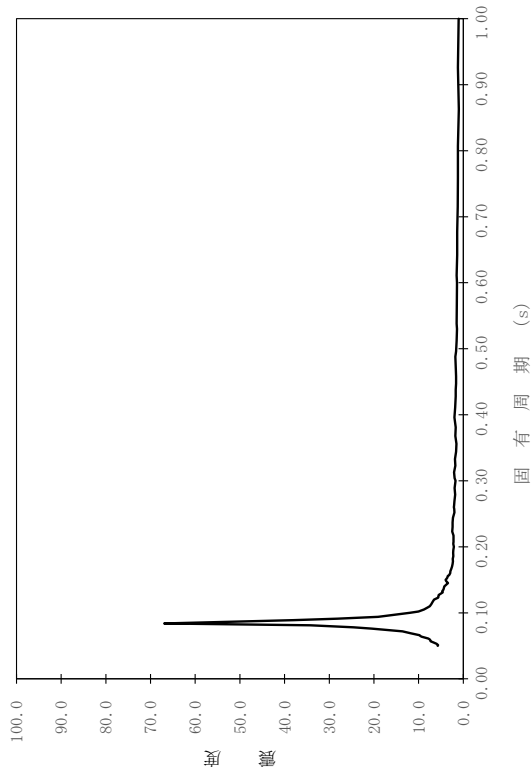
添表 1 のとおり、RHR-R-2 は 2, 3, 12 次モードがサプレッションチェンバ近傍の 1.0G 当たりの応力が比較的高くなるモードとなる。特に 3 次モードにおいてはサプレッションチェンバの床応答スペクトルのピーク近傍のモードであるため、モード毎の S/C 近傍推定応力も 368.91MPa となり、サプレッションチェンバの応答影響が大きいモードである。サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析においても 3 次モードの影響が大きくなるため、スペクトルモーダル解析で算出した応力よりも大きくなったと考えられる。

また、S/C 近傍推定応力は、サプレッションチェンバの床応答スペクトルを適用したスペクトルモーダル解析結果と同等以上*となる応力であり、RHR-R-2 以外の配管モデルは添表 5 のとおり許容応力を超えなかったため、RHR-R-2 以外の配管モデルもサプレッションチェンバの床応答スペクトルを考慮した多入力のスペクトルモーダル解析や時刻歴解析を実施しても許容応力を下回ると考えられる。

注記* : サプレッションチェンバの床応答スペクトルを適用したスペクトルモーダル解析結果と同等になる手法であり、保守的な耐震条件を適用（円周方向及び半径方向の最大値を水平震度として適用）していることから、サプレッションチェンバの床応答スペクトルを適用したスペクトルモーダル解析結果と同等以上の応力となる。



(b) ピーク近傍と配管の固有周期

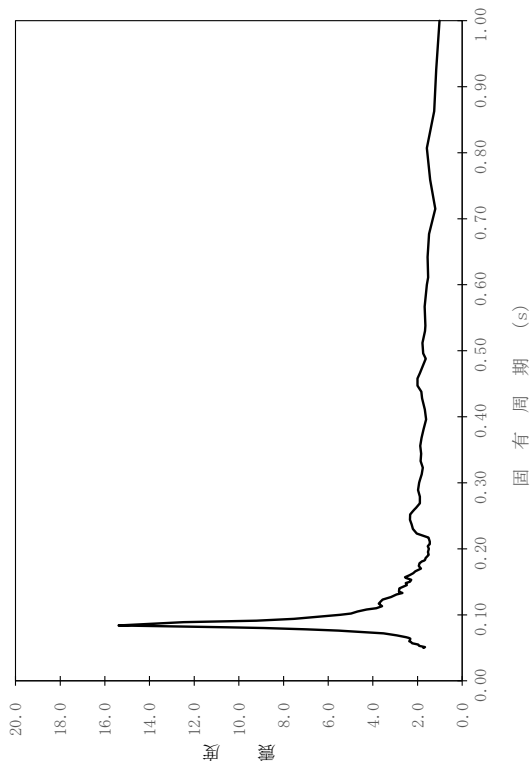


(a) スペクトル全体

添図 6 RHR-R-2 の固有周期とサプレッションチェンバの床応答スペクトルの関係 (半径方向) (1/3)

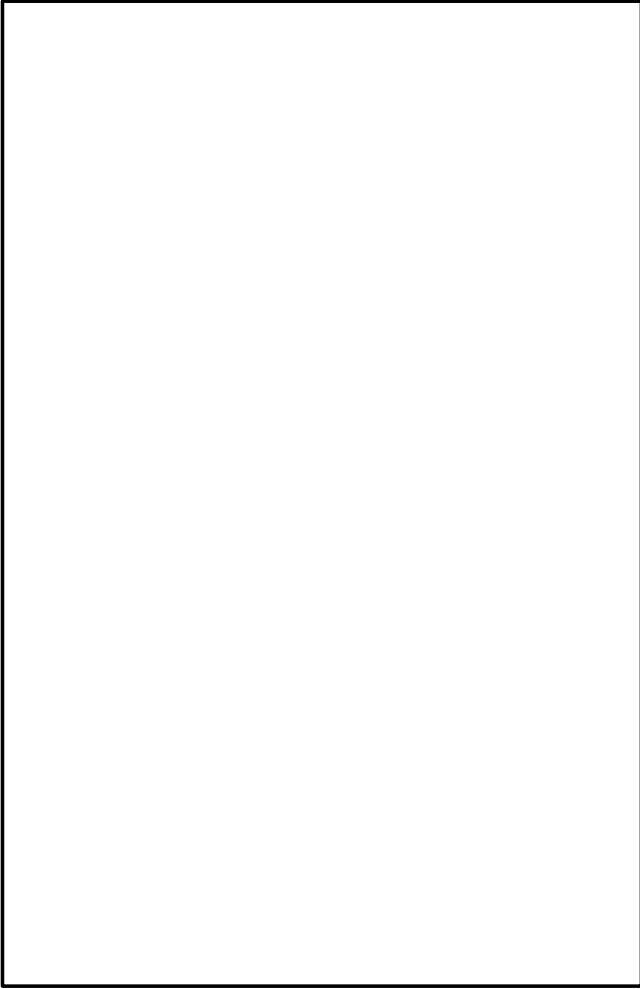
構造物名：サブプレッショントラクションチェンバ
減衰定数：2.0%

標高：EL.11.400～1.300m
波形名：基準地震動 S s



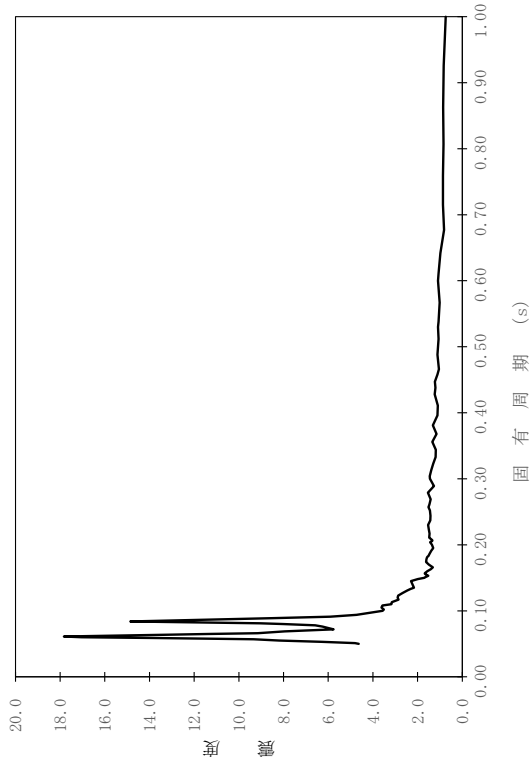
(a) スペクトル全体

添図 6 RHR-R-2 の固有周期とサブプレッショントラクションチェンバの床応答スペクトルトルの関係 (円周方向) (2/3)



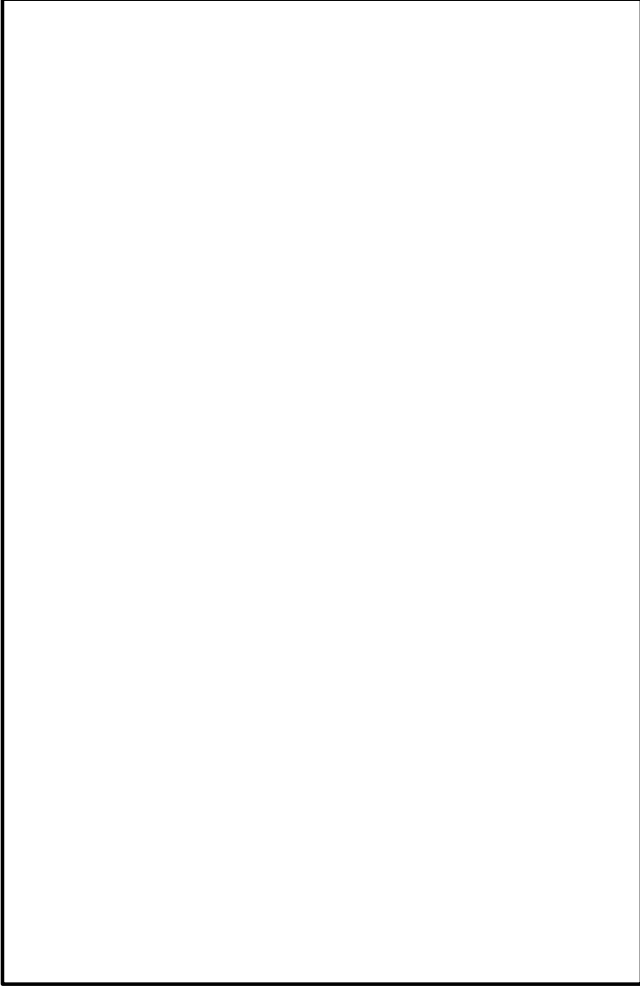
構造物名：サブプレッショシオンチェンバ
減衰定数：2.0%

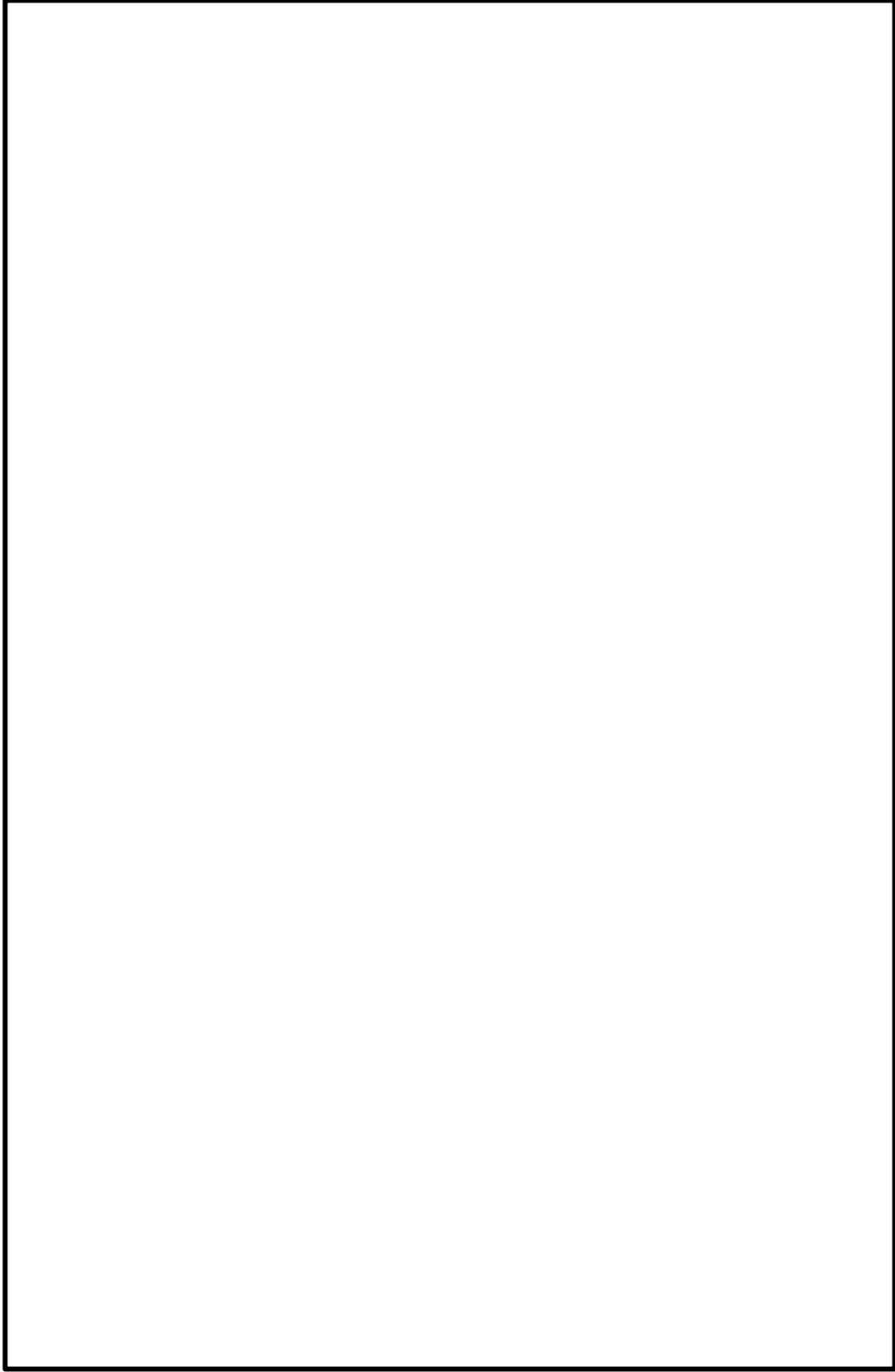
標高：EL.11.400~1.300m
波形名：基準地震動 S s



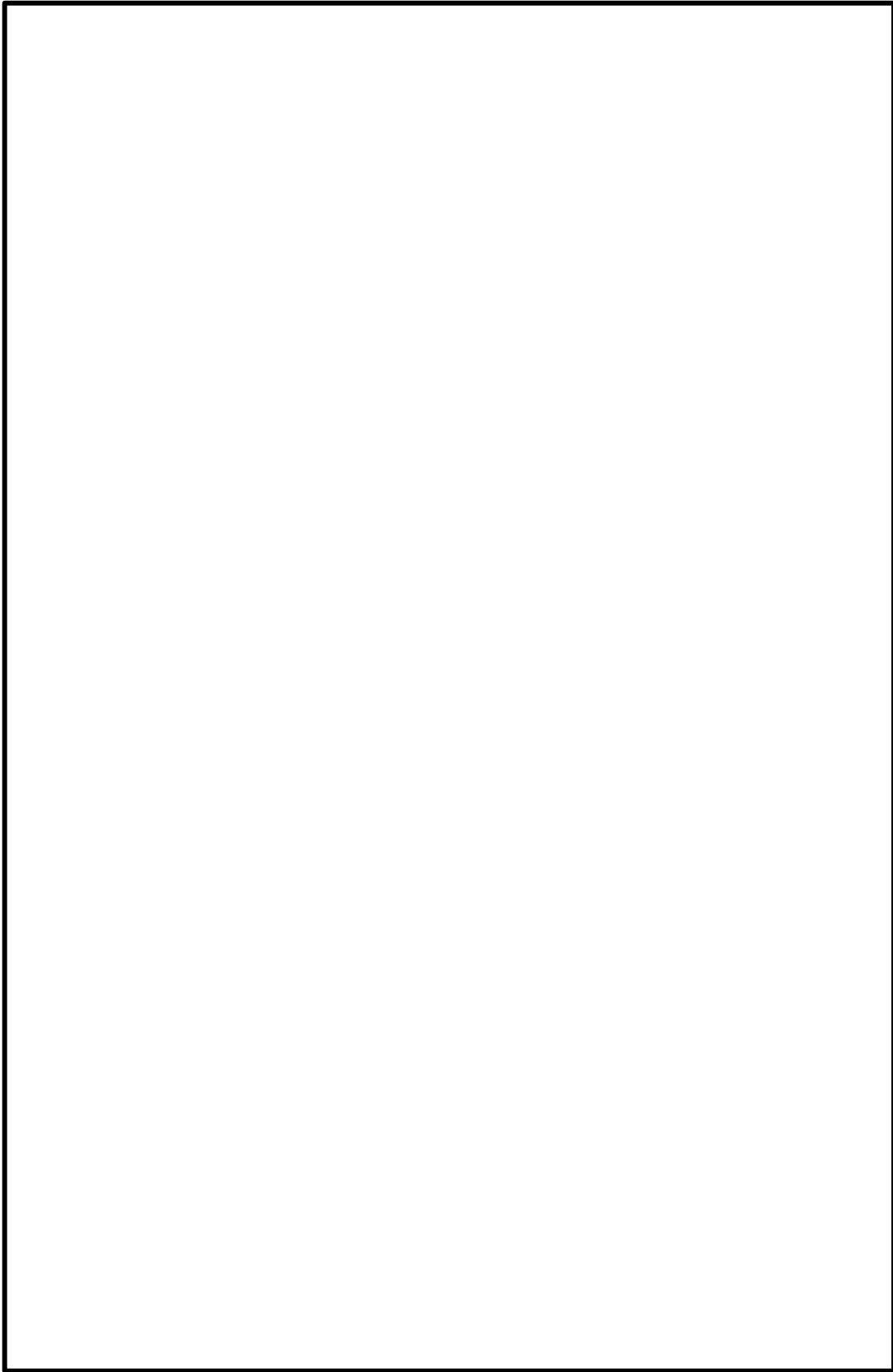
(a) スペクトル全体

添図6 RHR-R-2の固有周期とサブプレッショシオンチェンバの床応答スペクトルの関係 (鉛直方向) (3/3)

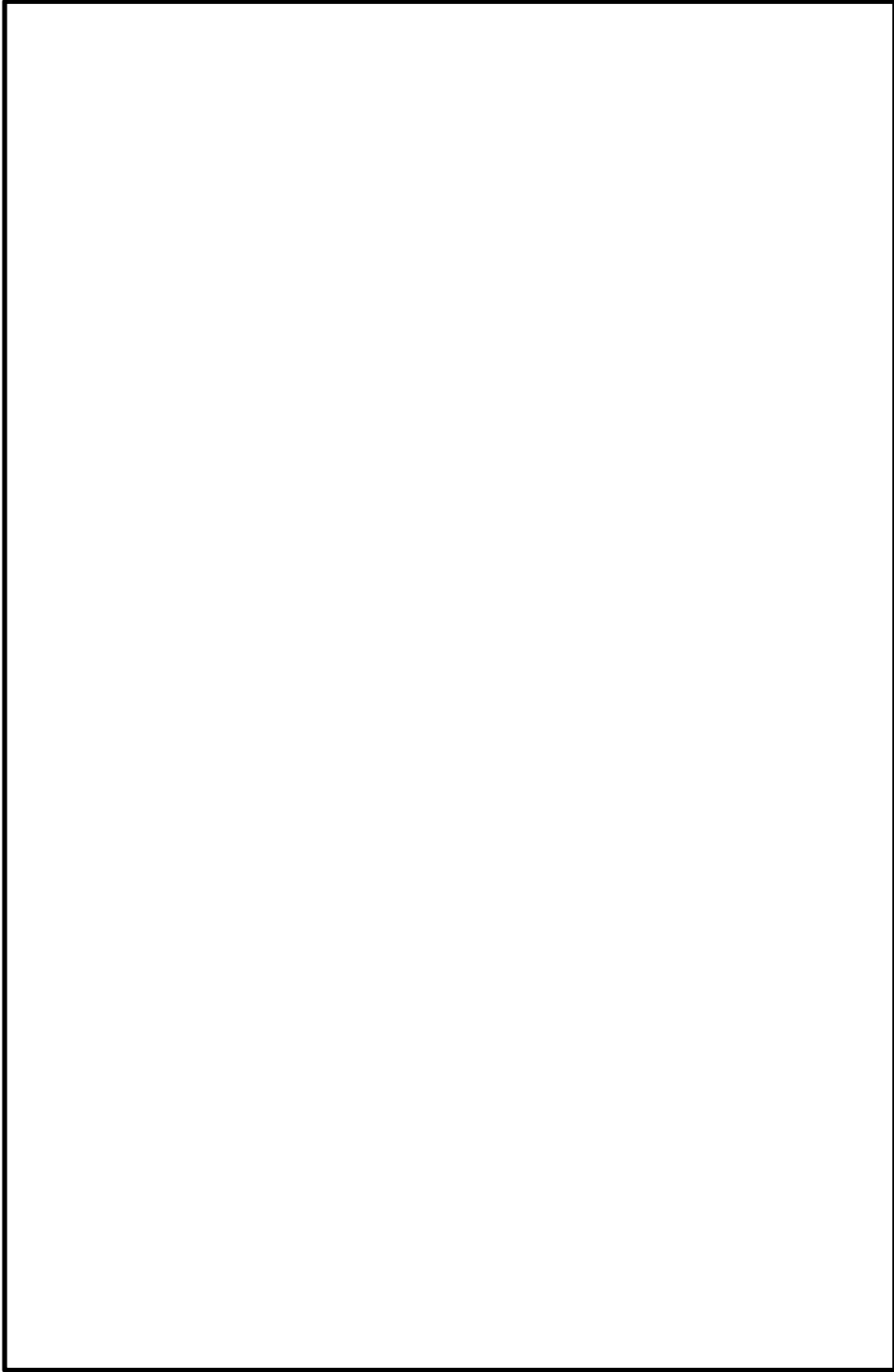




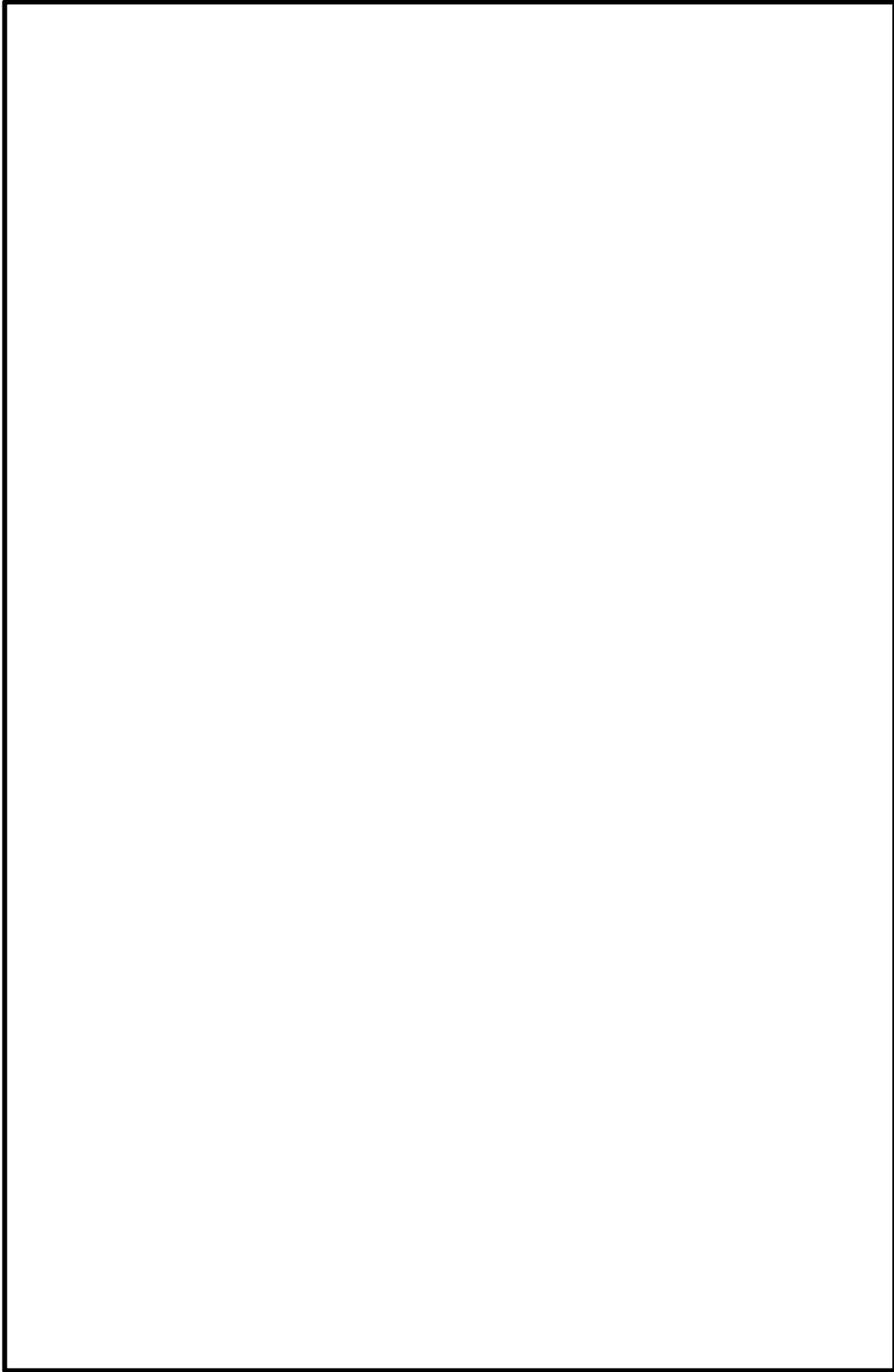
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 1 次モード) (1/16)



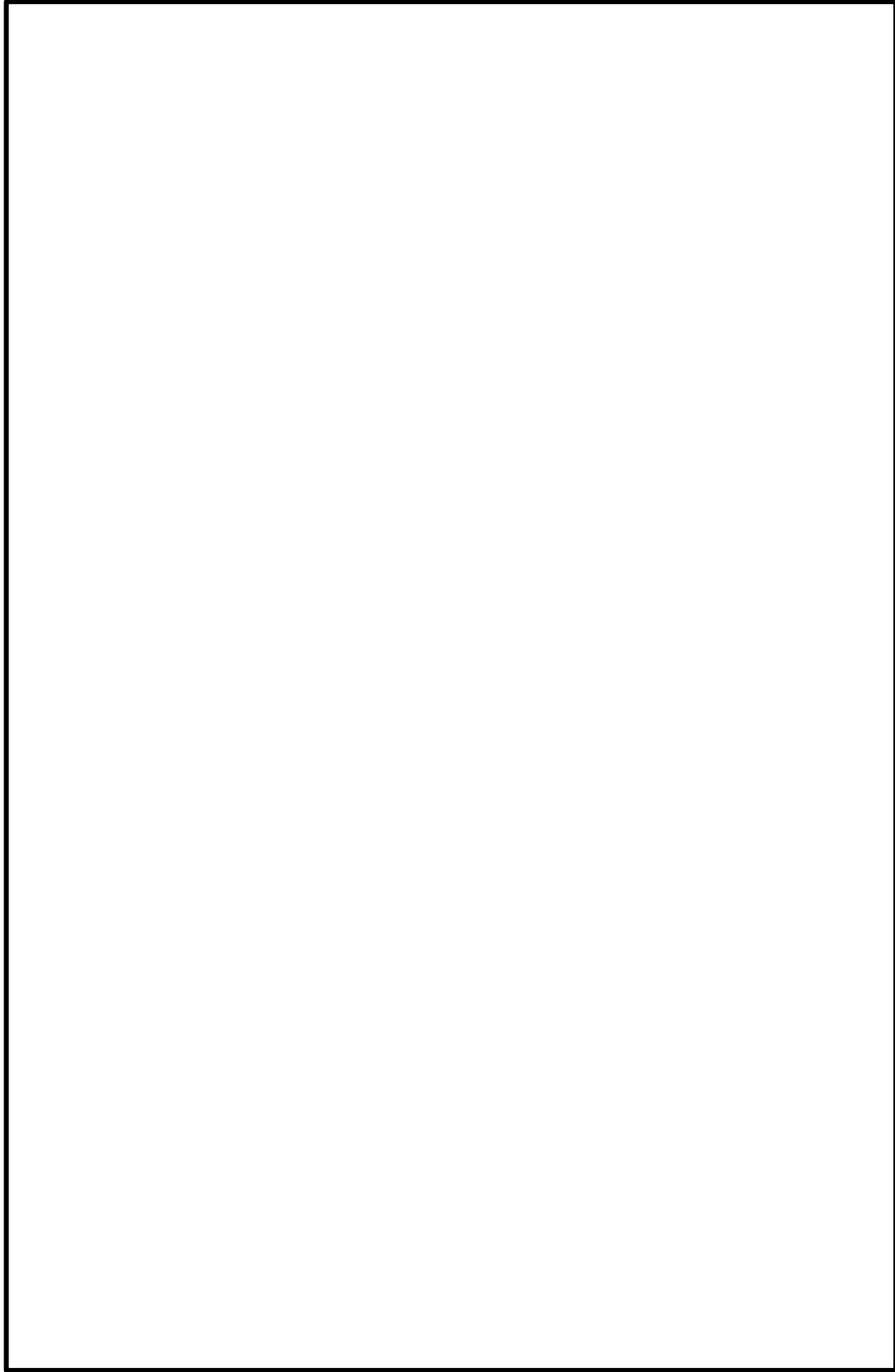
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 2 次モード) (2/16)



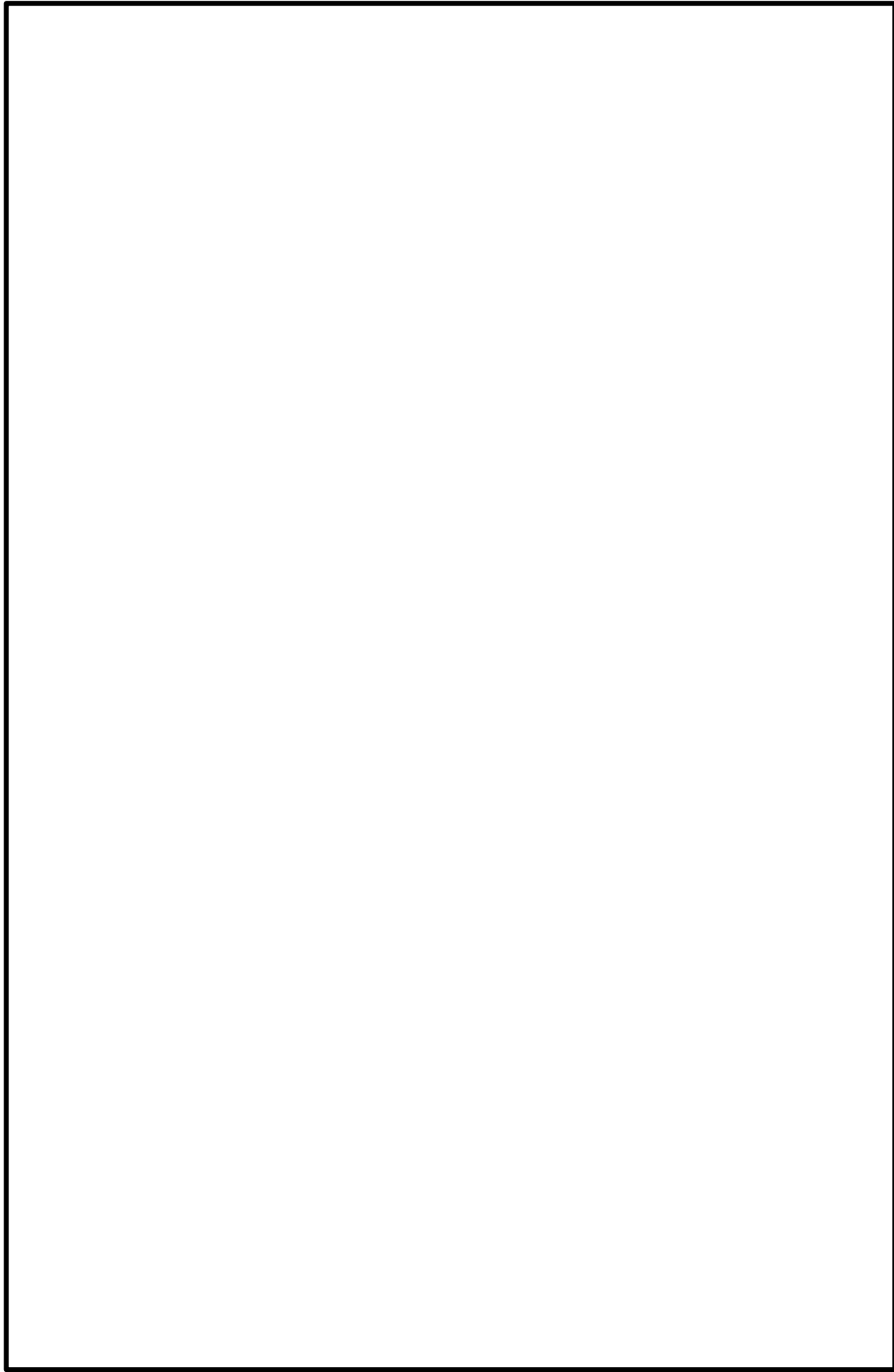
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 3 次モード) (3/16)



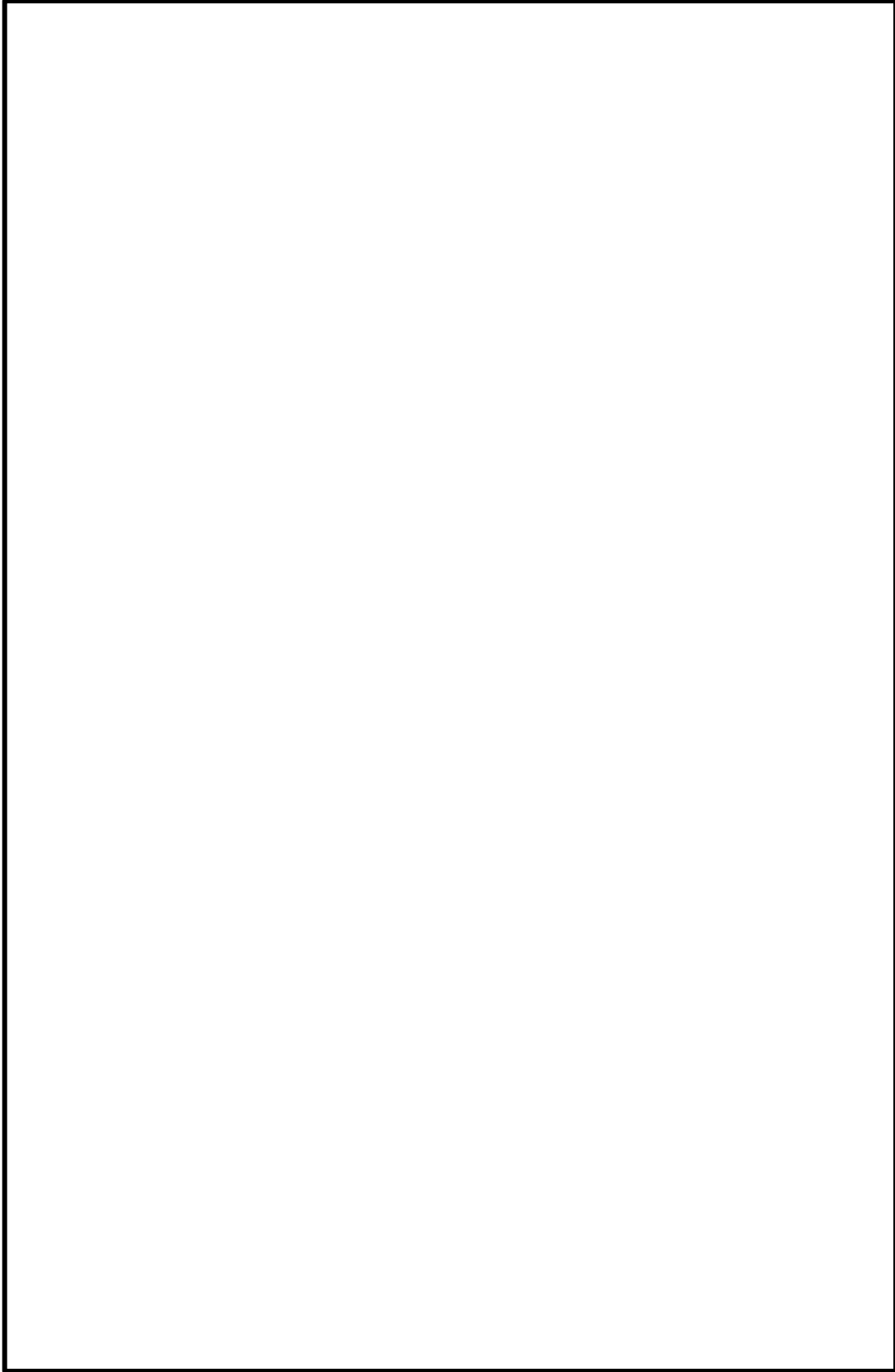
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 4 次モード) (4/16)



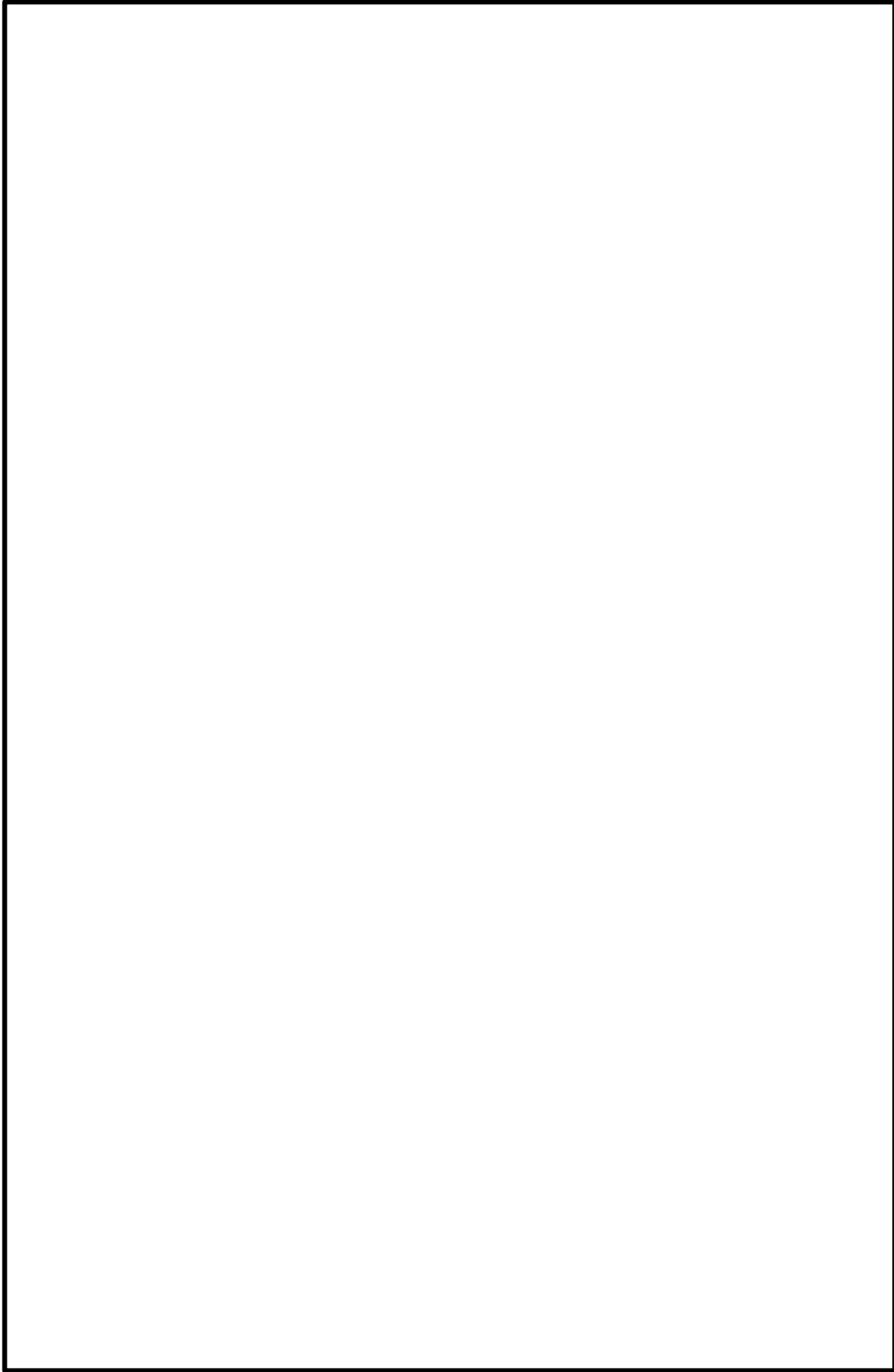
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 5 次モード) (5/16)



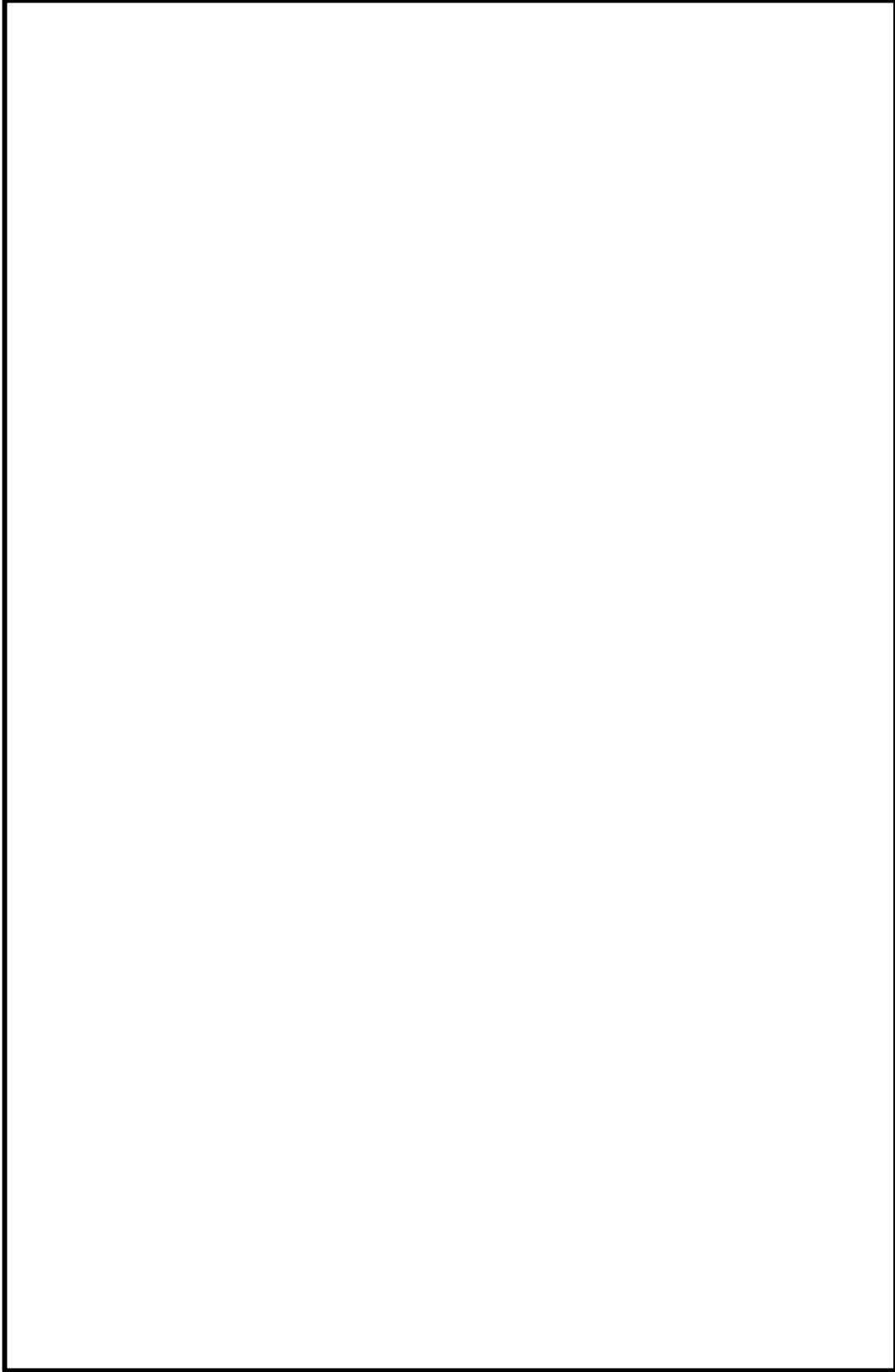
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 6 次モード) (6/16)



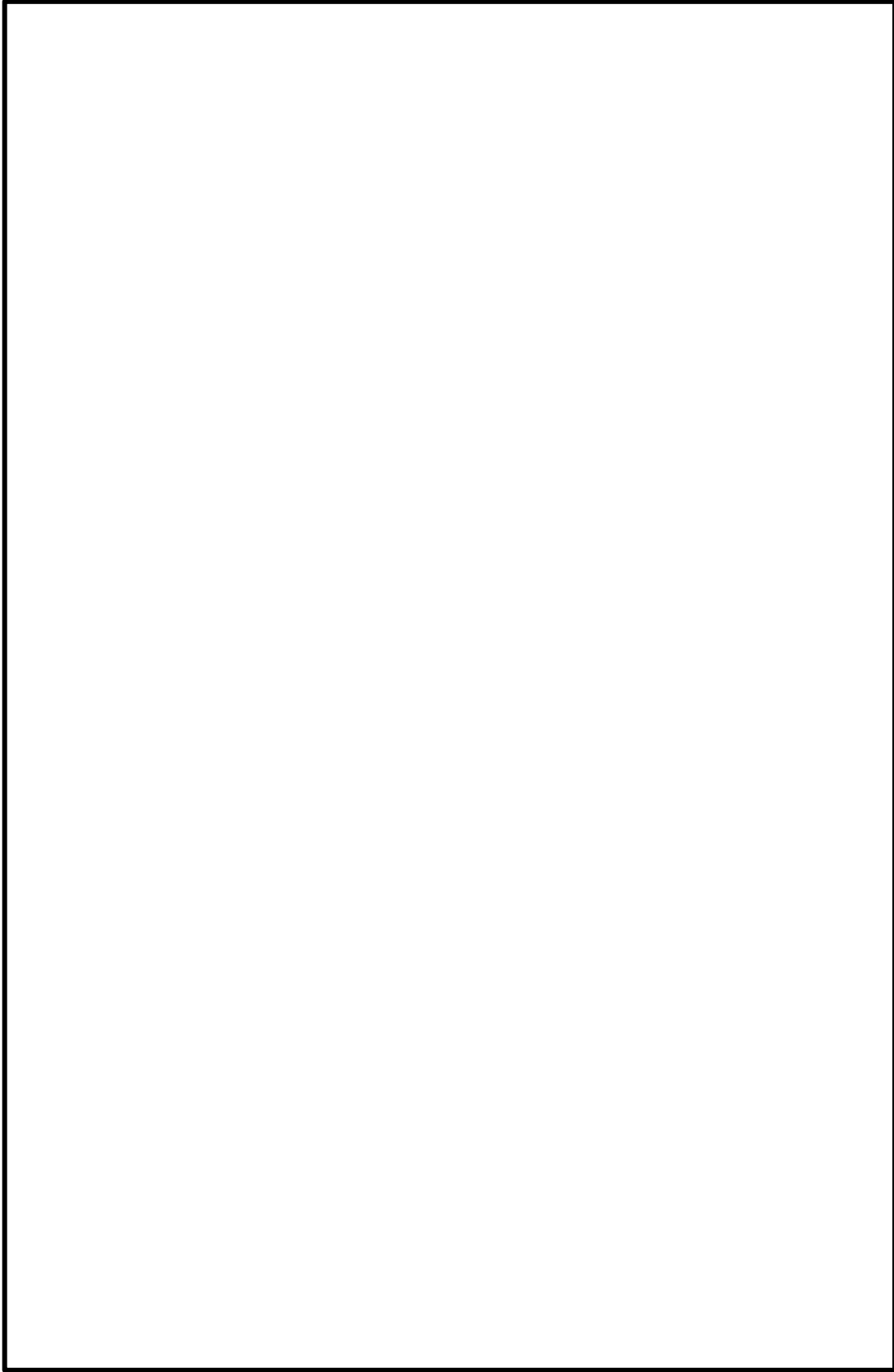
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 7 次モード) (7/16)



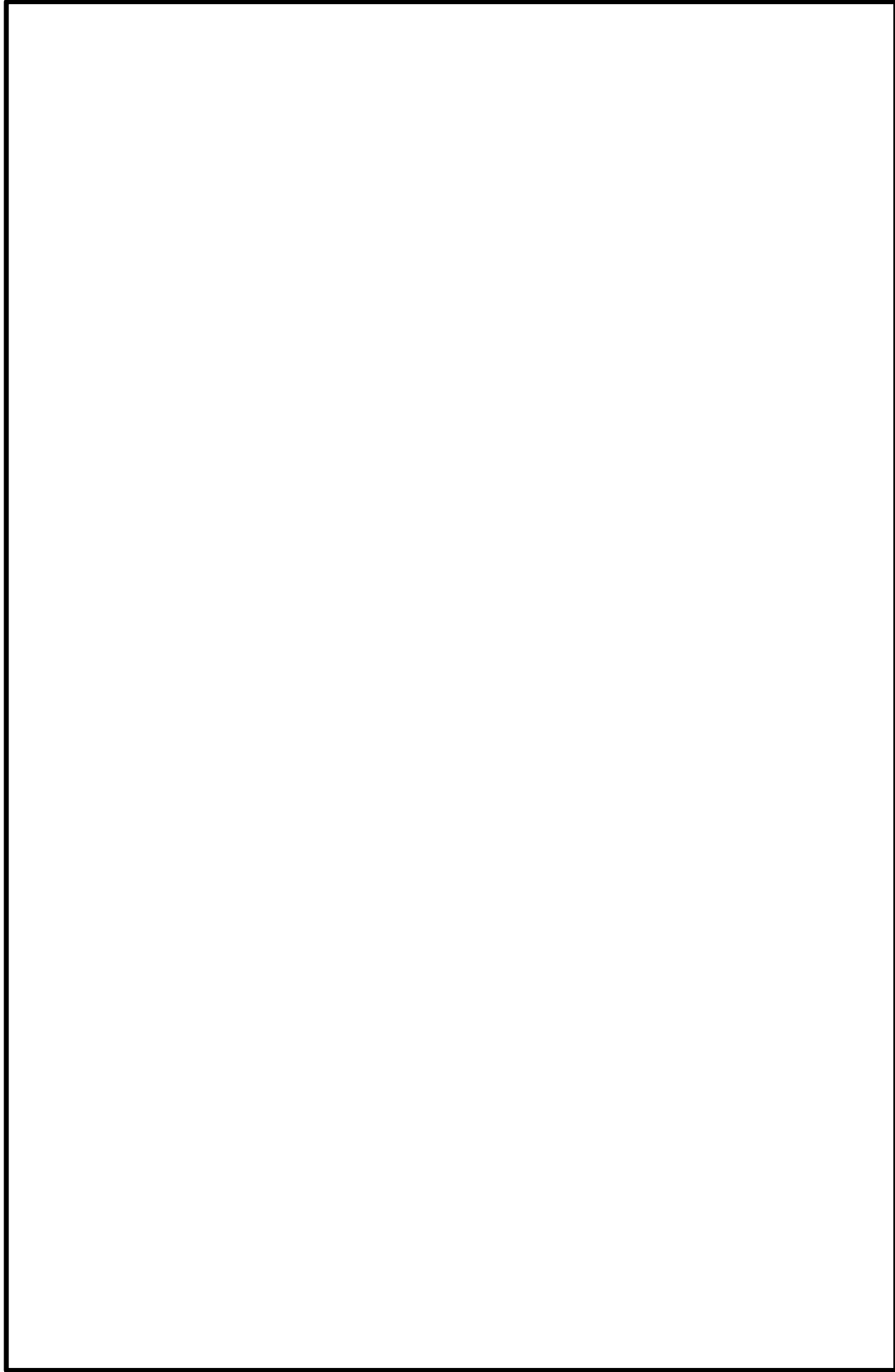
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 8 次モード) (8/16)



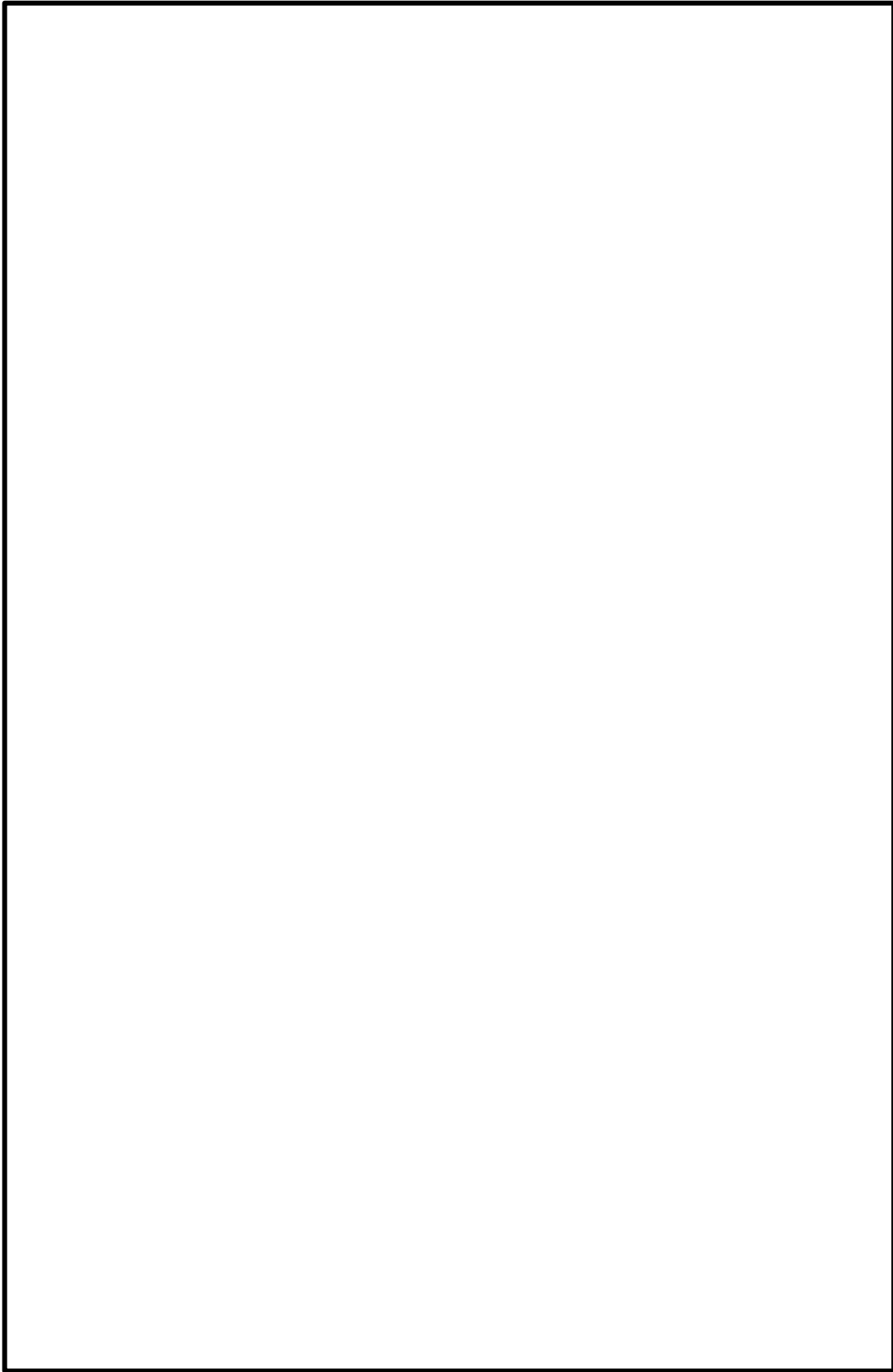
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 9 次モード) (9/16)



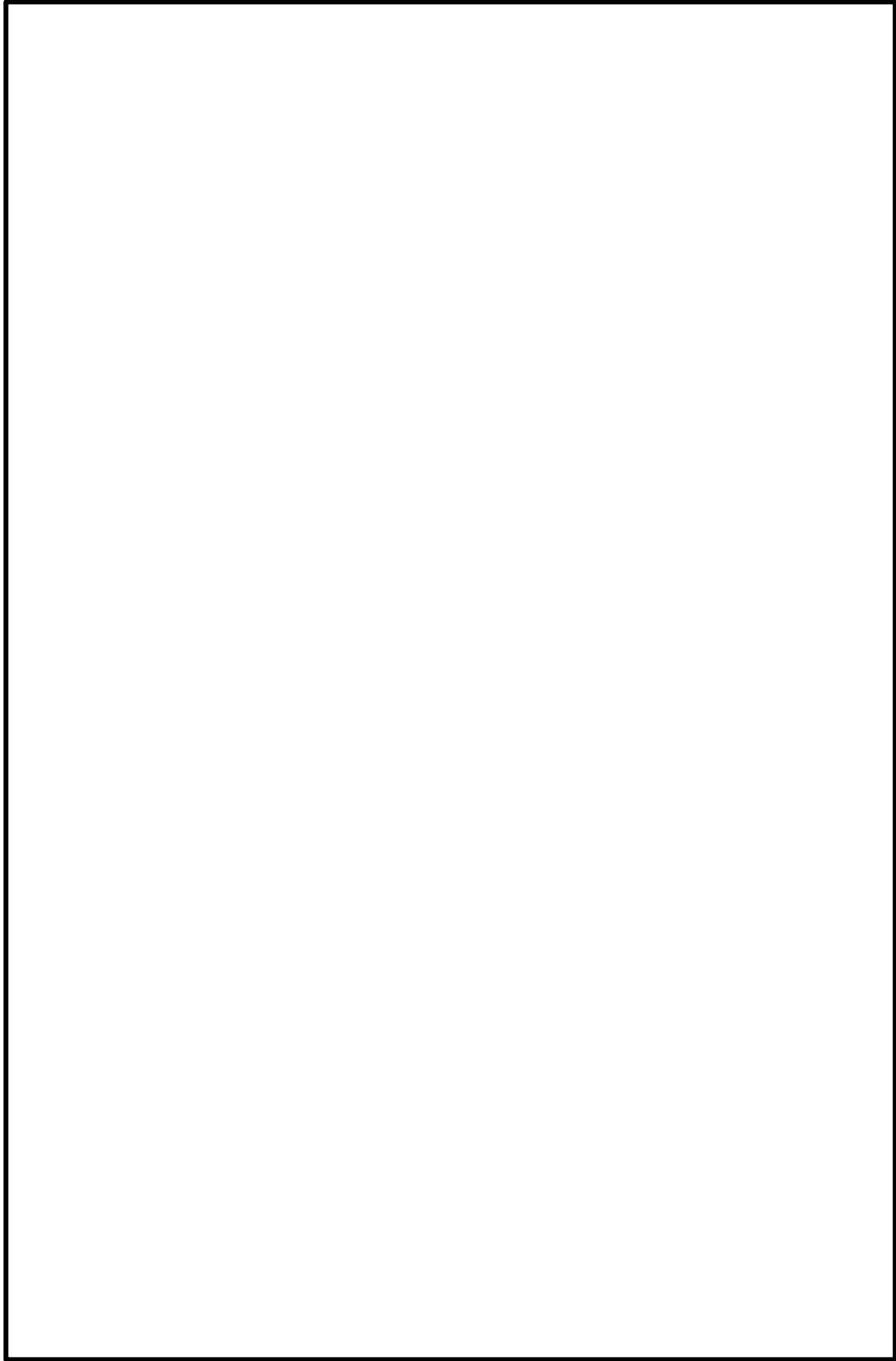
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 10 次モード) (10/16)



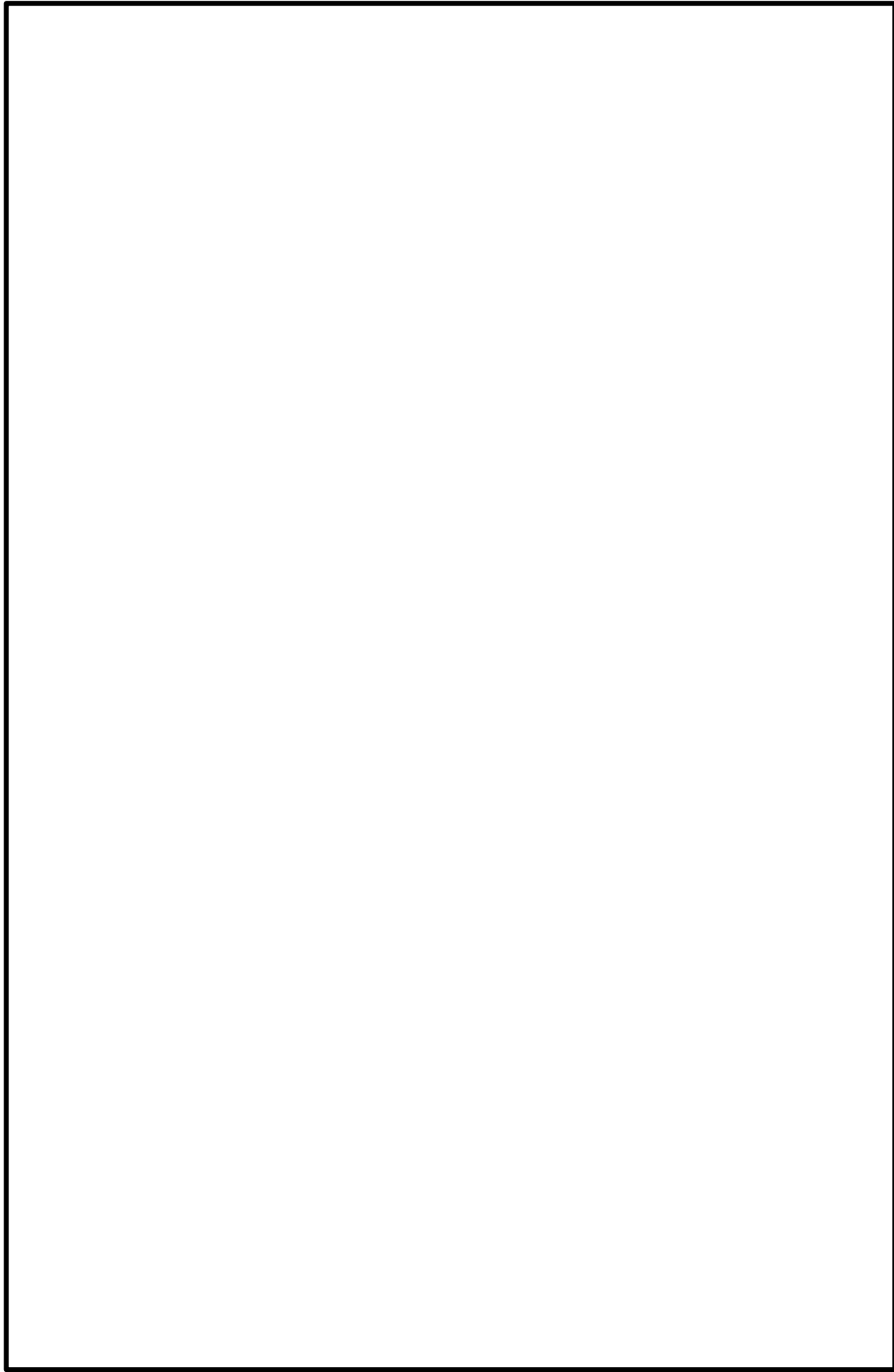
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 11 次モード) (11/16)



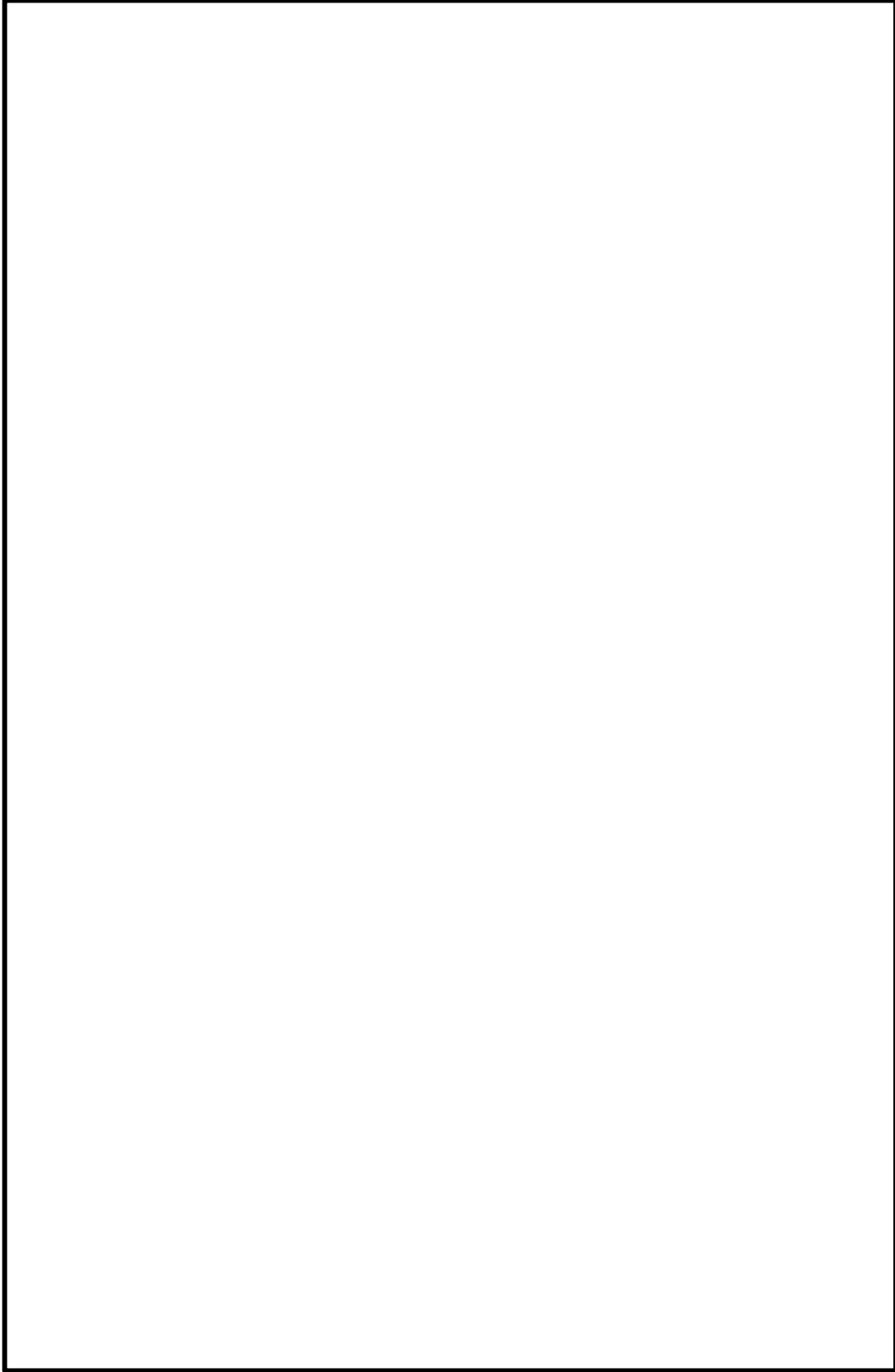
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 12 次モード) (12/16)



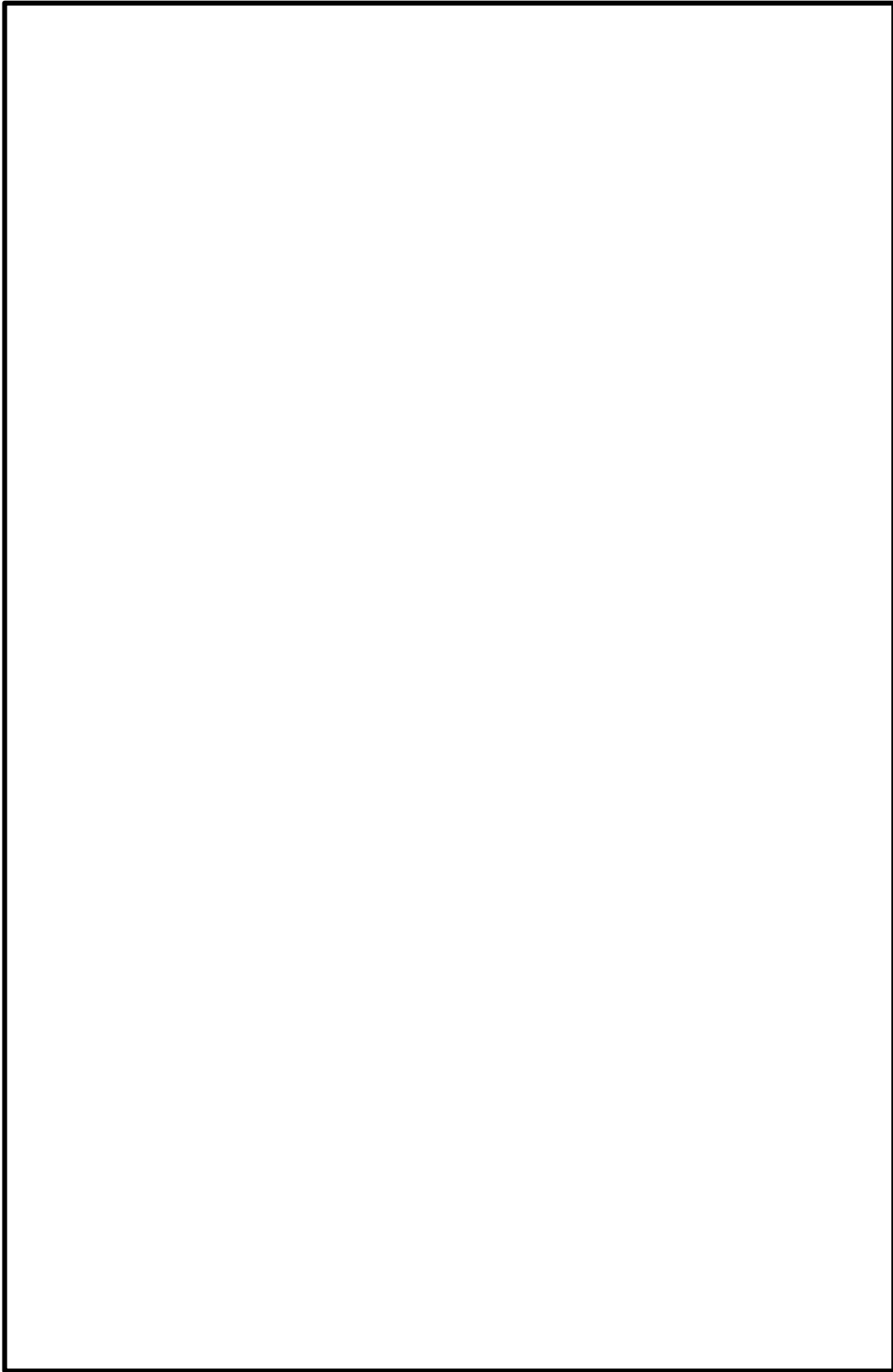
添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 13 次モード) (13/16)



添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 14 次モード) (14/16)



添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 15 次モード) (15/16)



添図 7 振動モード図 (RHR-R-2, 16 次モード) (16/16)

6. 結言

S/C 近傍推定応力の算出の結果、RHR-R-2 以外は S/C 近傍推定応力が許容応力を下回る結果となった。また、RHR-R-2 は、サプレッションチェンバの地震応答加速度を考慮した多入力時刻歴応答解析を行い、多入力時刻歴応答解析による発生応力は、今回工認の評価結果に比べて大きな差はなく、許容値を十分に満足することを確認した。

以上のことから、サプレッションチェンバの地震応答加速度による耐震性への影響はないことを確認した。