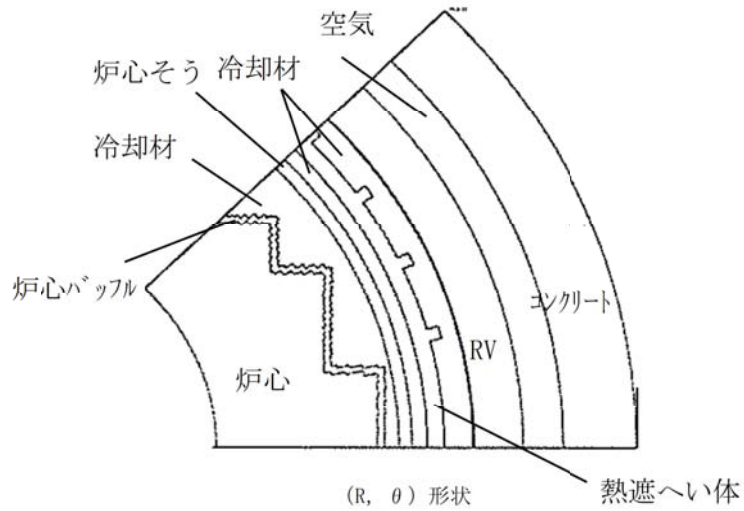


No.	高浜1-IASCC-6 rev1	事象：IASCC								
質 問	<p>(別冊-7-22頁) 炉内構造物のうち炉心支持構造物（炉心そう及び下部炉心板を除く）の使用材料名（JIS等規格による種別）を提示すること。</p>									
回 答	<p>炉心支持構造物（炉心そう及び下部炉心板を除く）の使用材料名を下表に示します。</p> <table border="1" data-bbox="437 801 1311 1037"> <thead> <tr> <th data-bbox="437 801 852 846">部 位</th> <th data-bbox="852 801 1311 846">材 質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="437 846 852 880">上部炉心支持板</td> <td data-bbox="852 846 1311 880" rowspan="5" style="border: 1px dashed black;"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 880 852 913">上部炉心支持柱</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 913 852 947">上部炉心板</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 947 852 981">下部炉心支持柱</td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 981 852 1037">下部炉心支持板</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p>		部 位	材 質	上部炉心支持板		上部炉心支持柱	上部炉心板	下部炉心支持柱	下部炉心支持板
部 位	材 質									
上部炉心支持板										
上部炉心支持柱										
上部炉心板										
下部炉心支持柱										
下部炉心支持板										

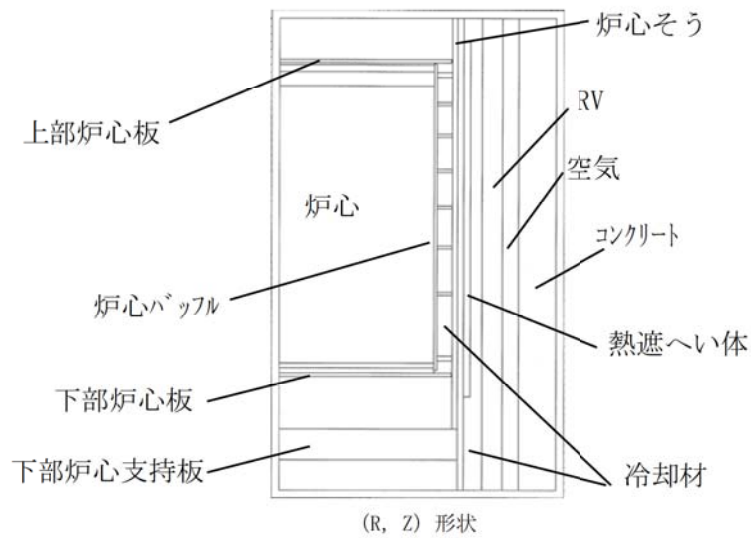
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

No.	高浜1-IASCC-7	事象：IASCC
質問	<p>(別冊-7-40, 43頁) 炉内構造物主要部位の中性子照射量の評価方法及び炉心支持構造物についての運転開始後60年時点での最大中性子照射量(表2.3-4に記載のものは除く)を提示すること。</p>	
回答	<p>中性子照射量は、炉内構造物主要部位における中性子束 ($E > 0.1 \text{ MeV}$) を2次元輸送計算コードDOTにより算出し、運転時間を掛けることで中性子照射量を求めている。</p> <p>DOTコードは、米国のオークリッジ国立研究所で開発された中性子輸送方程式を数値的に解くコードであり、入力パラメータは以下のとおりである。</p> <div data-bbox="459 920 1337 1279" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre> graph LR A[①物性値 (密度, 組成)] --> DOT[DOTコード] B[②遮蔽形状] --> DOT C[③線源スペクトルおよび線源分布] --> DOT D[④核分裂により発生する中性子スペクトル] --> DOT DOT --> E[中性子束 (n/cm²/s)] </pre> </div> <p>炉内構造物主要部位における中性子束は、以下の手順で算出する。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 代表中性子束 (ϕ_{\max})として、炉心の水平断面形状 (R, θ 計算) や垂直断面形状 (R, Z 計算) を用いて、炉内構造物において最大となる中性子束を算出する。 (2) 炉心の水平断面形状 (R, θ 計算) より算出した水平方向の補正係数 (f_r, f_θ) と垂直断面形状 (R, Z 計算) より算出した軸方向の補正係数 (f_z) を用いて、代表中性子束 (ϕ_{\max}) を補正することで炉内構造物主要部位における中性子束分布を算出する。 $\phi(r, \theta, z) = \phi_{\max} \times f_r \times f_\theta \times f_z$ <p style="margin-left: 40px;"> $\phi(r, \theta, z)$: 中性子束分布 ϕ_{\max} : 代表中性子束 f_r : 半径方向の補正係数 f_θ : 周方向の補正係数 f_z : 軸方向の補正係数 </p>	

炉内構造物主要部位における水平断面形状の評価では、下図（R, θ 計算）に示すような形状を入力して、水平方向の補正係数を算出している。



また、炉内構造物主要部位における垂直断面形状（R, Z計算）の評価では、下図に示すような形状を入力して、軸方向の補正係数（ f_z ）を算出している。



以上により算出した炉内構造物主要部位における中性子束に対し、運転開始60年時点での運転時間（約36万時間）を乗じ、炉内構造物主要部位における中性子照射量を算出した結果を表1に示します。

表1 高浜1号炉 炉心支持構造物の中性子照射量

部位	運転開始後 60 年時点の 中性子照射量(n/cm ²)
上部炉心支持板	[Redacted]
上部炉心支持柱	
上部炉心板	
下部炉心支持柱	
下部炉心支持板	

[Redacted]

以上

[Redacted]

No.	高浜1-IASCC-9rev1	事象：IASCC
質 問	<p>(別冊-7-39頁) 炉内構造物（炉心支持構造物を含む）が接する1次冷却材の水質（溶存酸素、溶存水素、pH、塩素濃度、その他の不純物）についての管理値及び実績値（至近サイクルの例）を提示すること。</p>	
回 答	<p>1次冷却材の水質については、分析項目に応じて基準値と標準値を設け、定期的に水質分析を実施し管理しています。</p> <p>基準値：設備の健全性に影響を与える可能性のある値をいい、これを超えるか超えるおそれのある場合は適切な措置を講じる。</p> <p>標準値：設備の健全性を維持していくために、通常管理している値。</p> <p>各分析項目の基準値、標準値および至近サイクルにおける実績値の例を添付1に示します。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	

No.	高浜1-IASCC-10rev1	事象：IASCC
質 問	<p>(別冊-7-40頁)</p> <p>炉内構造物の各部位に対する予防保全等について、応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮（【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(NC-CC-002)）に対応した内容を提示すること。</p>	
回 答	<p>炉内構造物の各部位にはオーステナイト系ステンレス鋼とニッケル基合金（X750）を採用しており、【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(NC-CC-002)によると、応力腐食割れ（SCC）発生因子である「材料」「応力」「環境」を改善することでSCC発生を抑制する対応が示されています。</p> <p>ニッケル基合金（X750）については、PWR水質環境の高応力下でSCC発生の可能性があるが、SCC発生の可能性を低下させるためには固有の熱処理と応力の管理の組み合わせが有効であることが事例規格で示されています。これに対し、炉内構造物のニッケル基合金（X750）使用部位である、支持ピンおよびたわみピンについては、新熱処理材の採用による応力腐食割れ感受性の低減と応力低減化構造のピンへの取替による応力低減対策を実施していることから、SCC発生の可能性は小さいと考えています。</p> <p>オーステナイト系ステンレス鋼については、溶存酸素濃度が低く管理されているPWR水質環境ではSCCは発生し難いことが事例規格で示されています。高浜1号炉においては、1次冷却材の水質を溶存酸素5ppb以下に管理していることからSCC発生の可能性は小さいと考えています。</p> <p>また、オーステナイト系ステンレス鋼で高い中性子照射量を受ける部位については、「材料」が変化することで照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）が生じる可能性があると考えられています。</p> <p>このIASCCに対し、「材料（中性子照射による材料の変化）」「応力」「環境（温度）」の3因子で炉内構造物のうち最も厳しい部位を抽出した結果、最も厳しい部位はバッフルフォーマボルトとなります。バッフルフォーマボルトのIASCCに対しては、高浜1号炉では以下の応力低減への配慮を実施しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・首下の応力集中を低減するための首下形状の変更 ・耐力に対する発生応力の比を低減するため、機械的強度に優れるSUS316CWの採用 <p>また、バッフルフォーマボルトについては、「照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）評価技術に関する報告書（（独）原子力安全基盤機構）」に示された評価ガイドおよび「PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[バッフルフォーマボルト]（（社）原子力安全推進協会）」に基づく評価をした結果、運転開始後60年時点でのボルト損傷本数は管理損傷ボルト本数（ボルト全数の20%）以下であり、安全に関わる機能を維持できることを確認しています。</p> <p>さらに、高浜1号炉については、IASCCへの対策も含めた炉内構造物全体に対する予防保全の推進、信頼性の向上を図る観点から炉内構造物一式の取替を計画しています。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	

No.	高浜1-耐震-6	分類：共通
質 問	<p>建設後の耐震補強の実績がある場合、下記種別（イ、ロ、ハ）ごとに実施時期と工事概要（サポートの撤去、移動、追設、容量変更の要点を含む）を提示すること。</p> <p>イ) 耐震バックチェックに関連した耐震補強ケース（冷温停止状態の維持における評価時点と相違がある場合）</p> <p>ロ) 新規制基準適合申請に関連した耐震補強ケース</p> <p>ハ) 経年劣化事象の評価に関連する耐震補強ケース</p> <p>ニ) イ)、ロ)、ハ) 以外の耐震補強ケース（冷温停止状態の維持における評価時点と相違がある場合）</p>	
回 答	<p>イ) 冷温停止状態の維持における評価時点と相違ありません。</p> <p>ロ) 新規制基準適合申請に関連した耐震補強ケースは、添付1～6のとおりです。</p> <p>ハ) 経年劣化事象の評価に関連する耐震補強ケースは、添付1～6のとおりです。</p> <p>ニ) 冷温停止状態の維持における評価時点と相違ありません。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	

高浜1号機 耐震補強工事(配管以外)

機器名	補強箇所	補強時期	ケース
燃料取替用水タンク			ロ
復水タンク			
制御棒駆動装置			
伸縮継手			ハ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 耐震補強工事(配管関係)

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
1次冷却系 統配管					□
					□
余熱除去系 統配管					□
					□
					□
					□

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
余熱除去系 統配管					□
					□
					□
					□
安全注入系 統配管					□
主蒸気系統 配管					□
					□
					□

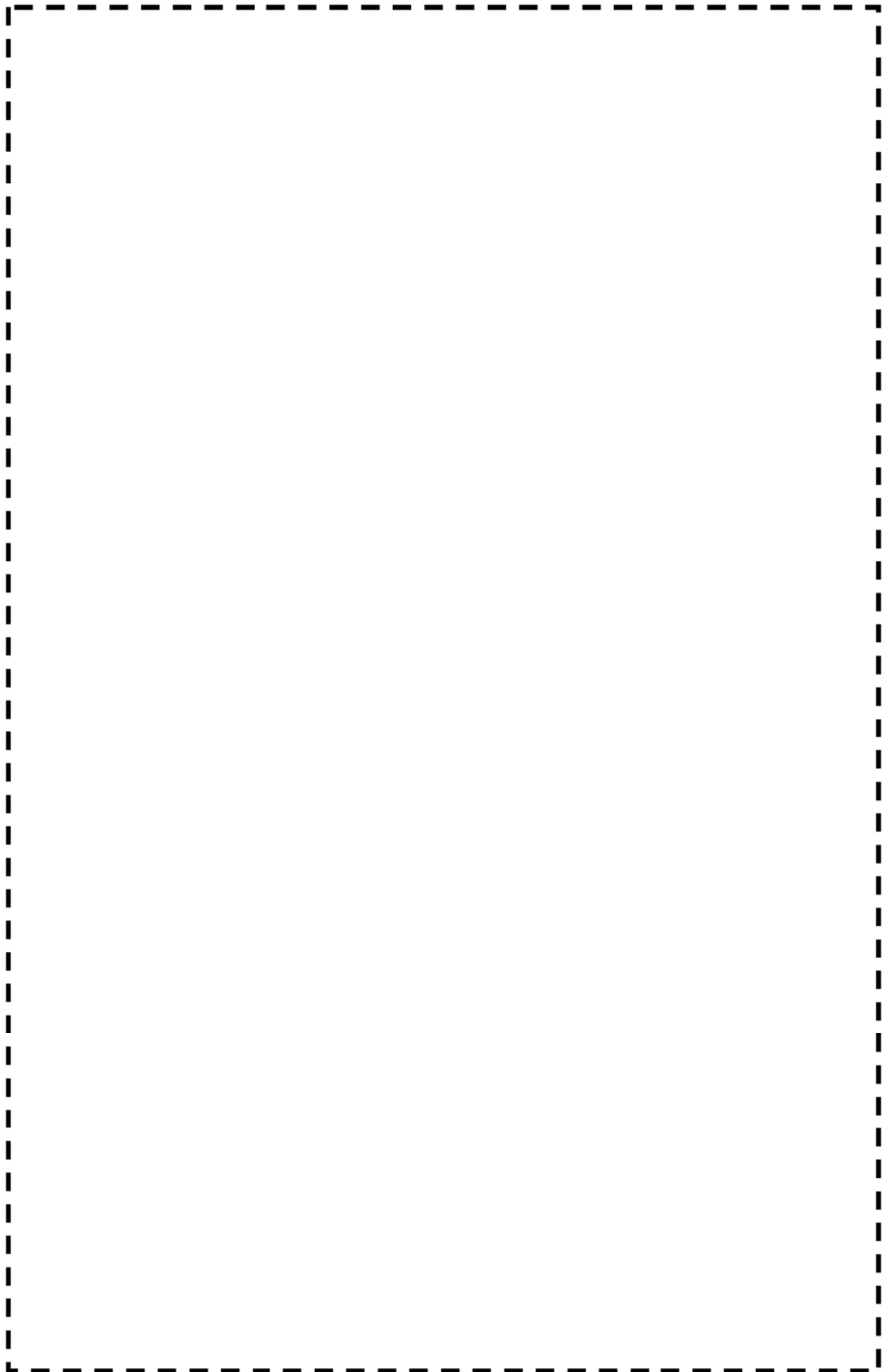
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
主蒸気系統 配管					□
					□
					□
					□

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
主給水系統 配管					ロ
					ロ
					ロ
					ロ
					ロ
SG ブローダ ウン系統配 管					ハ
					ハ
					ハ
化学体積制 御系統配管					ロ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

主蒸気・主給水配管伸縮継手取替

工事目的

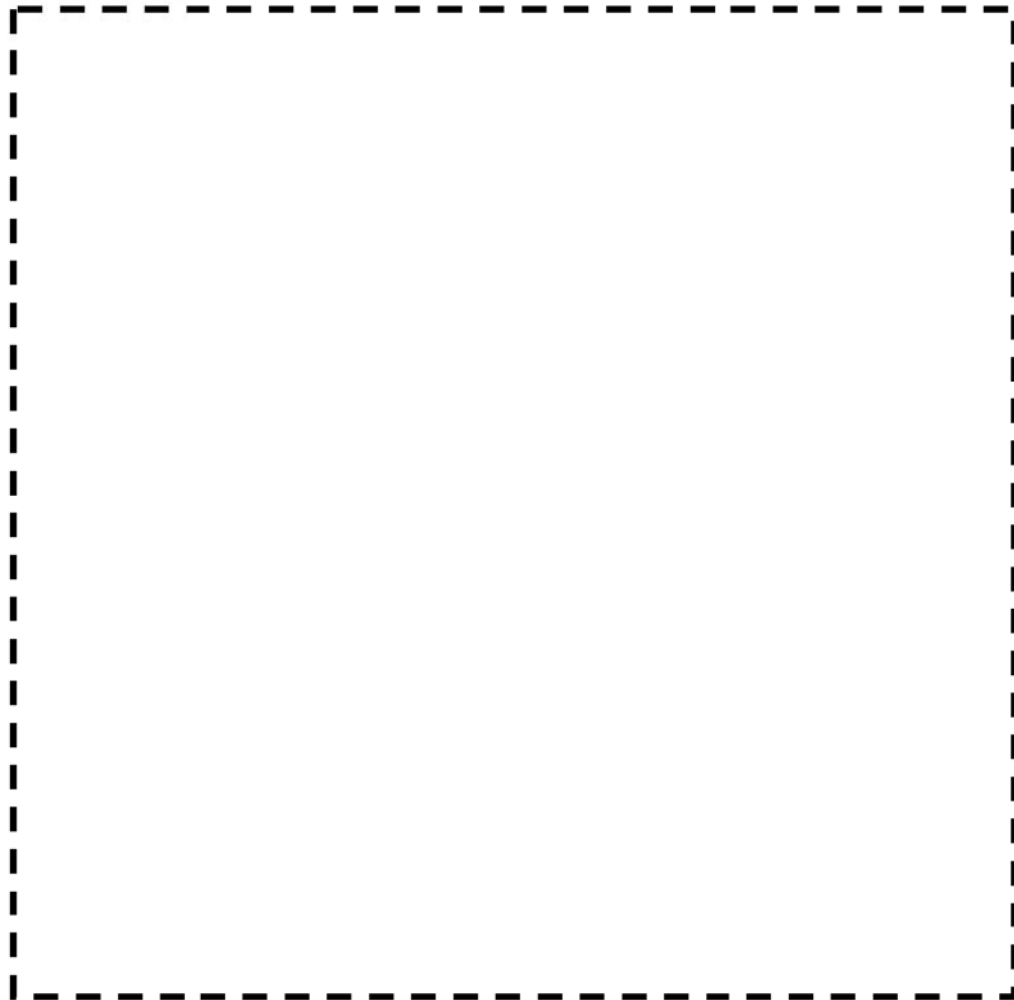
基準地震動を踏まえ設備の耐震裕度を向上させるため、伸縮継手の機能を強化する。

工事概要

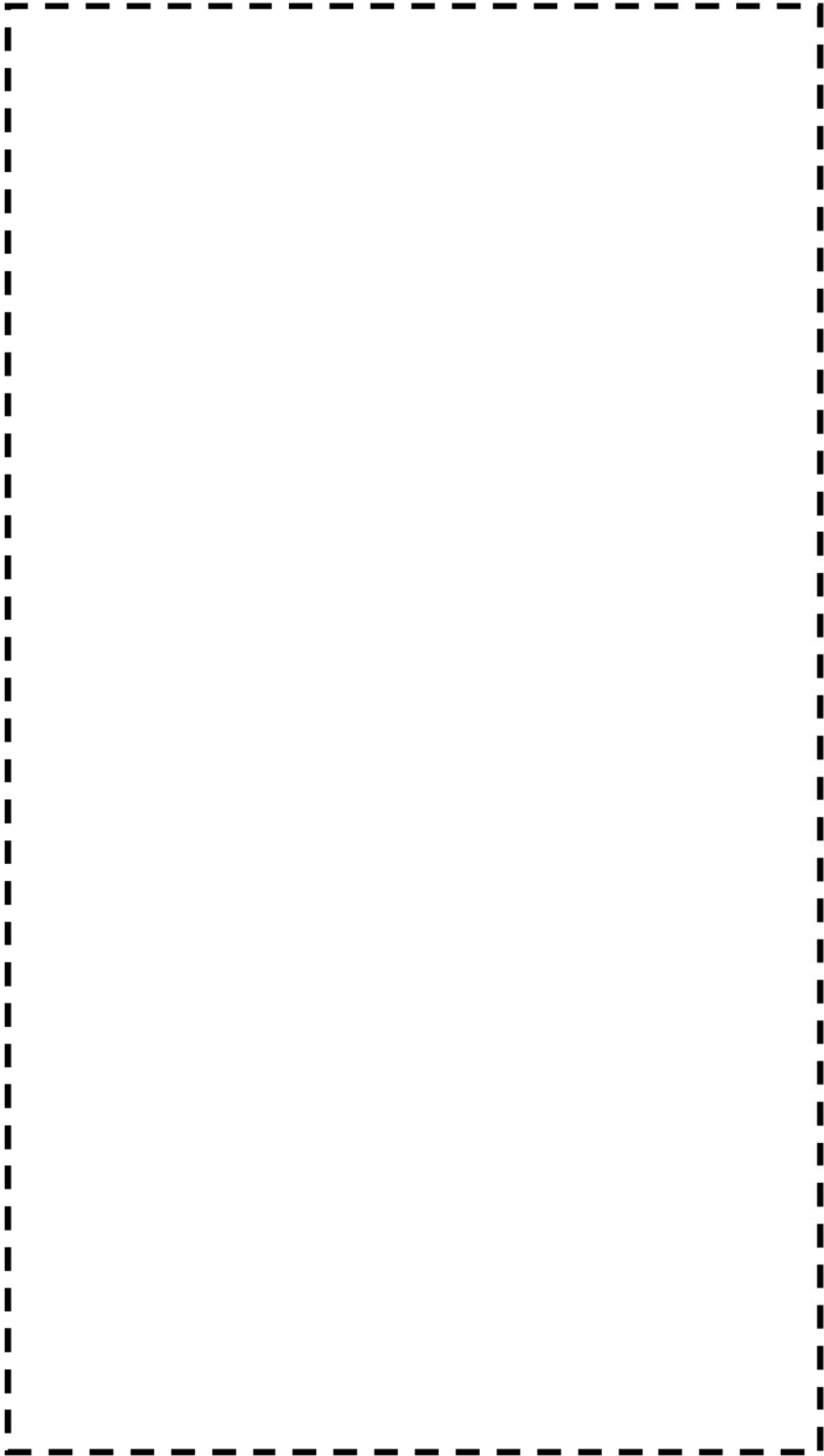
機械ペネトレーションのうち、主蒸気系統および主給水系統伸縮継手について、耐震補強として取替を実施する。

【補強例】

伸縮継手取替例



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



＜中間耐震サポート追設の例（制御棒駆動装置）＞

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

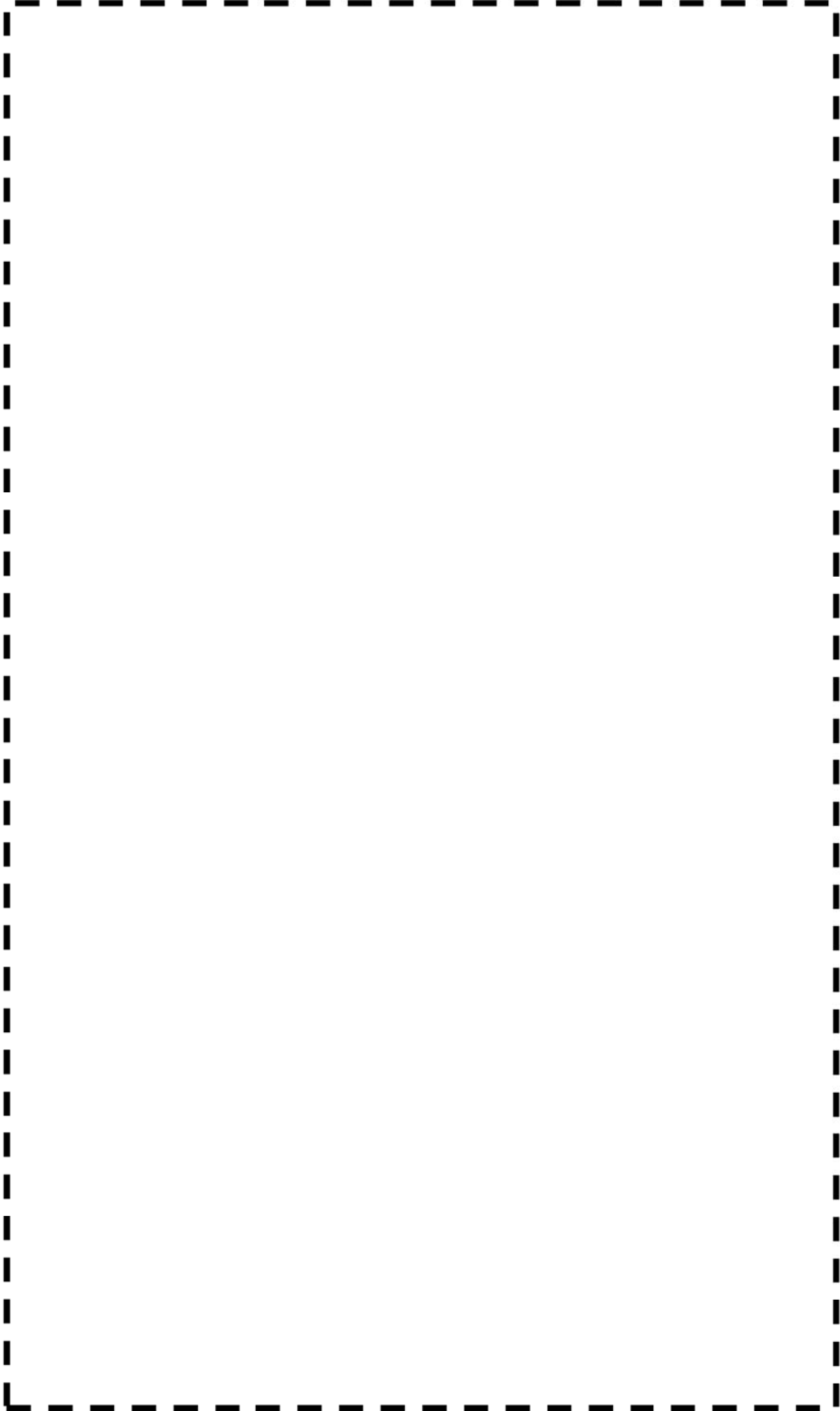


図1 1次冷却系統配管（加圧器サーージ配管（ブロックNo. RC01））

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

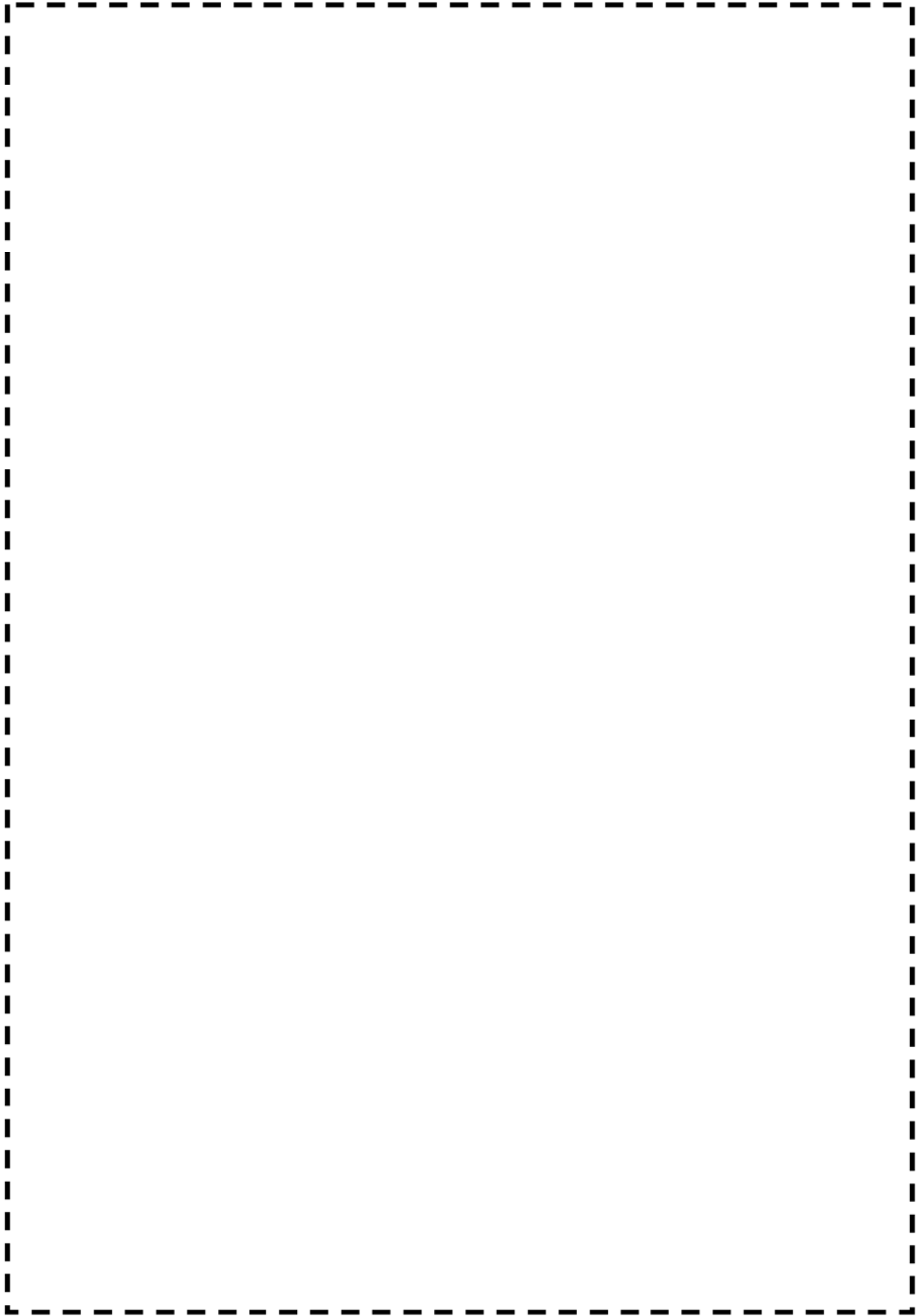


図2 (1/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

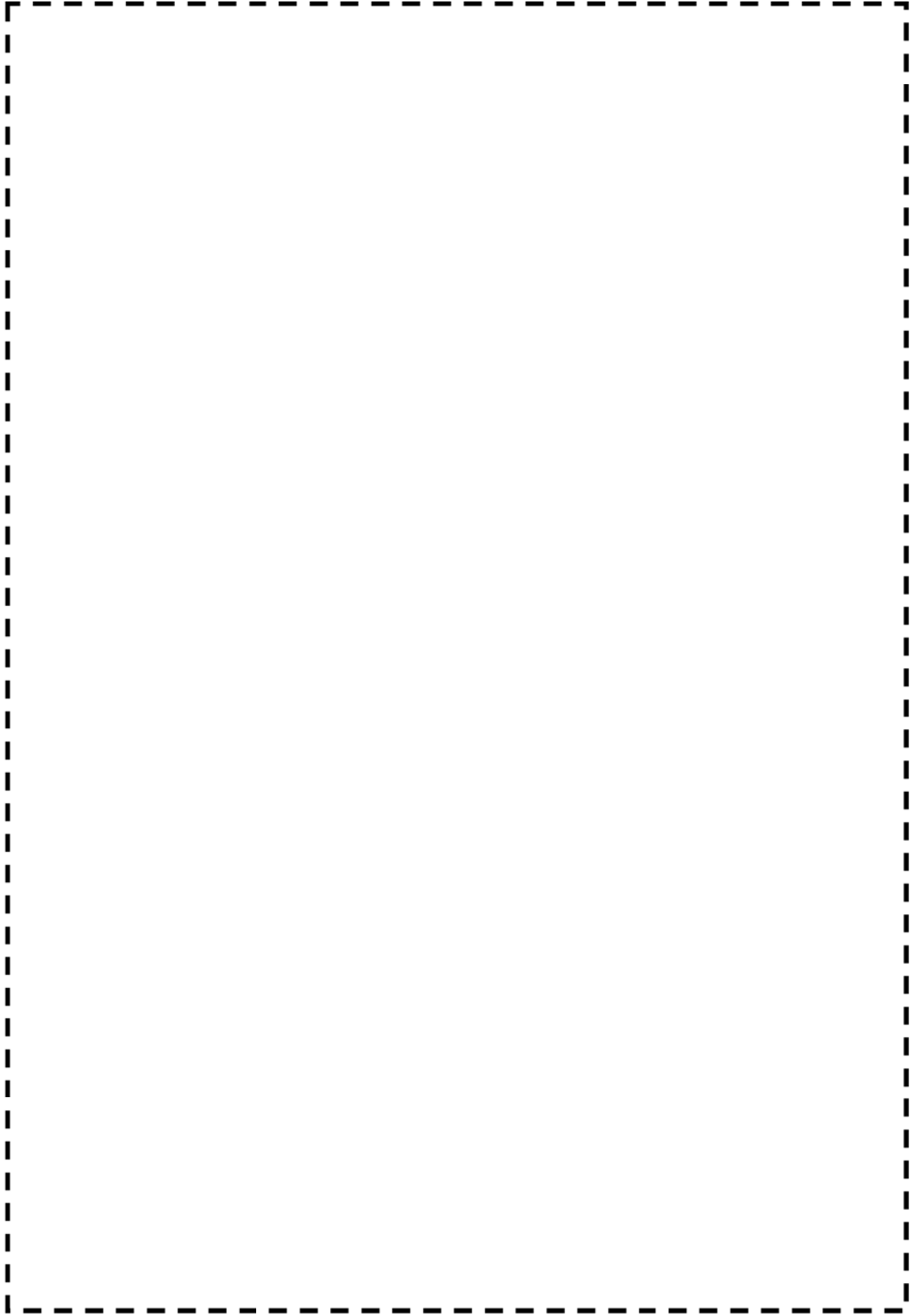


図2 (2/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

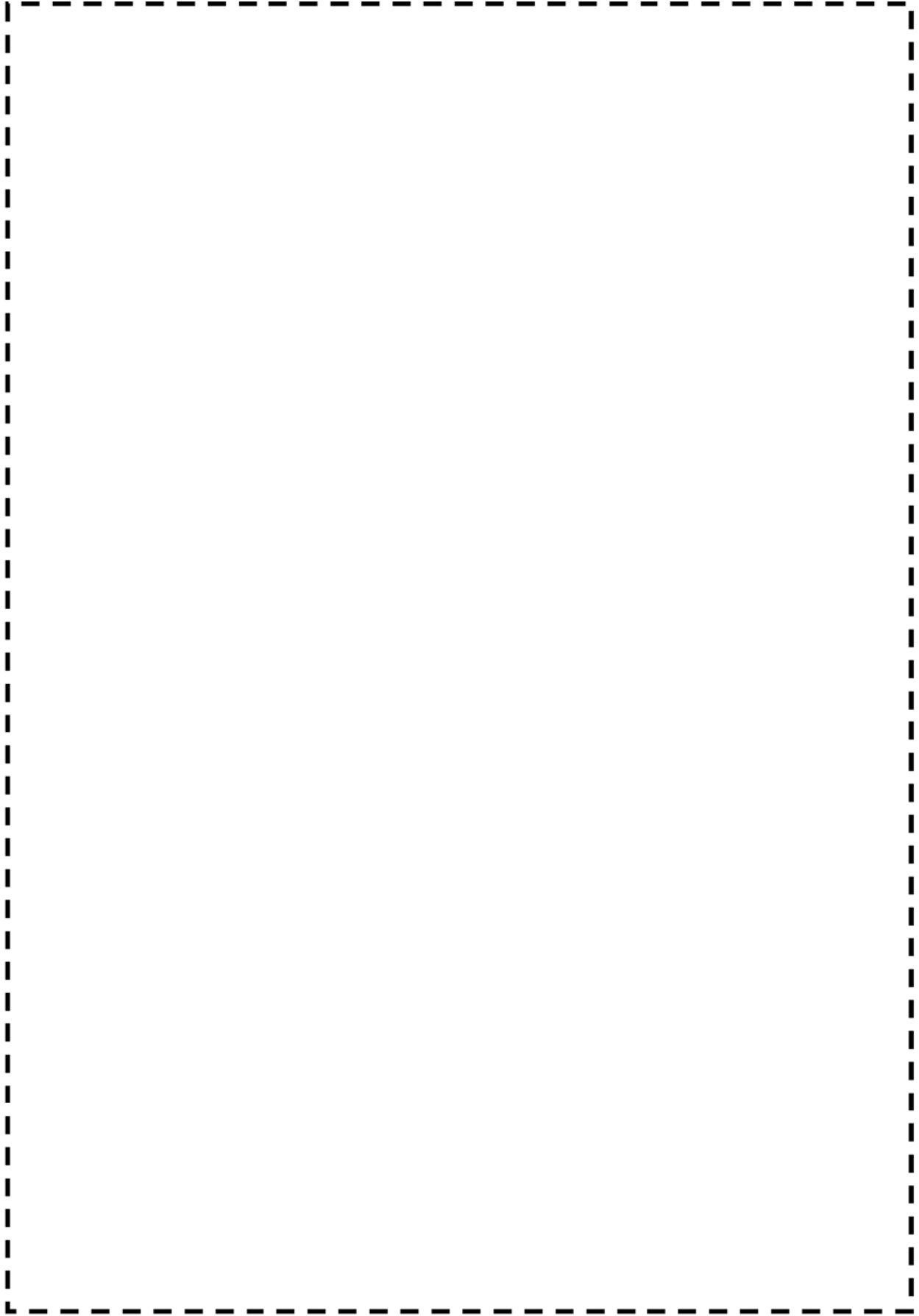


図2 (3/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

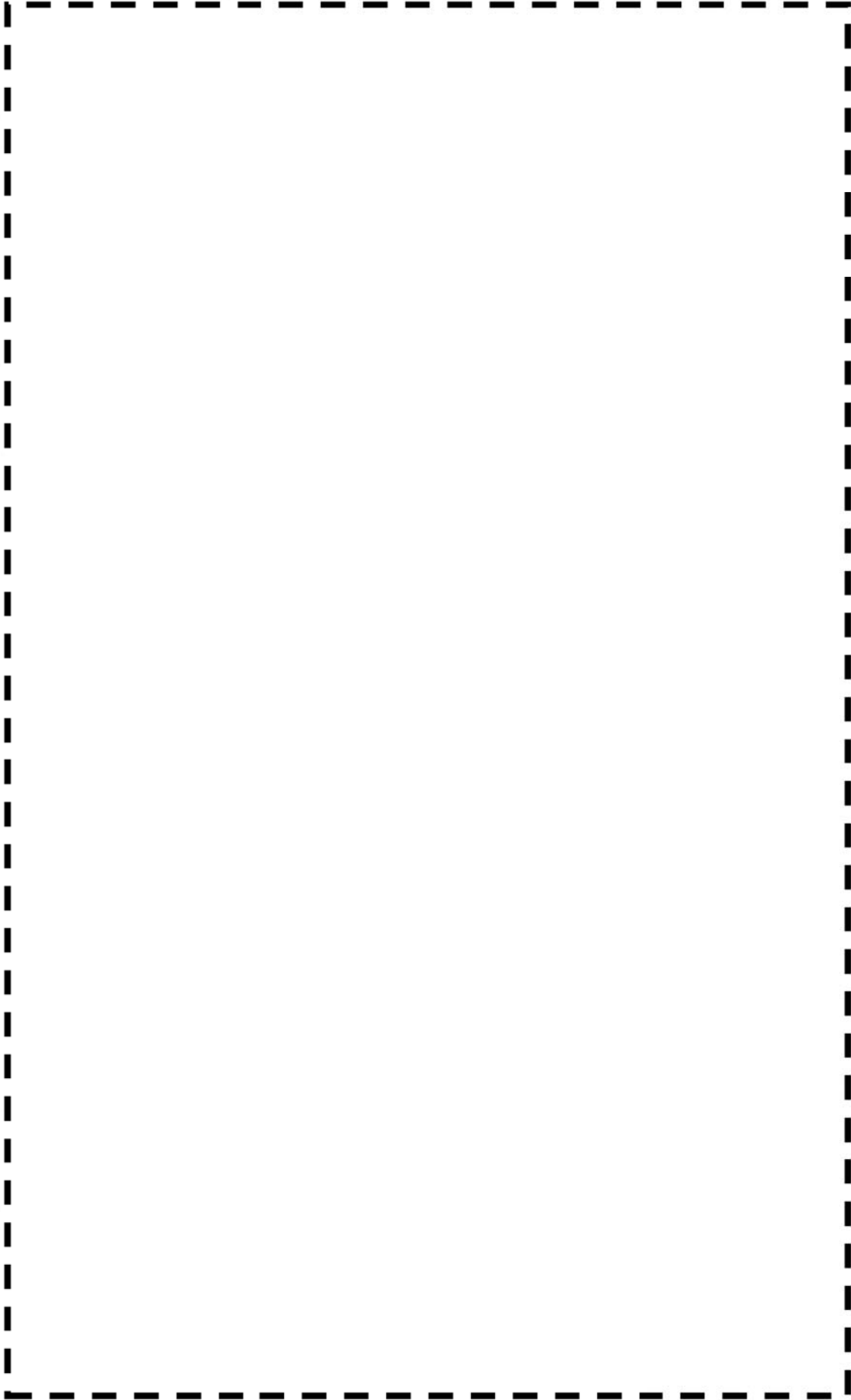


図 3a 余熱除去系統配管 (A-RHR 取水配管 (ブロック No. RH01a))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

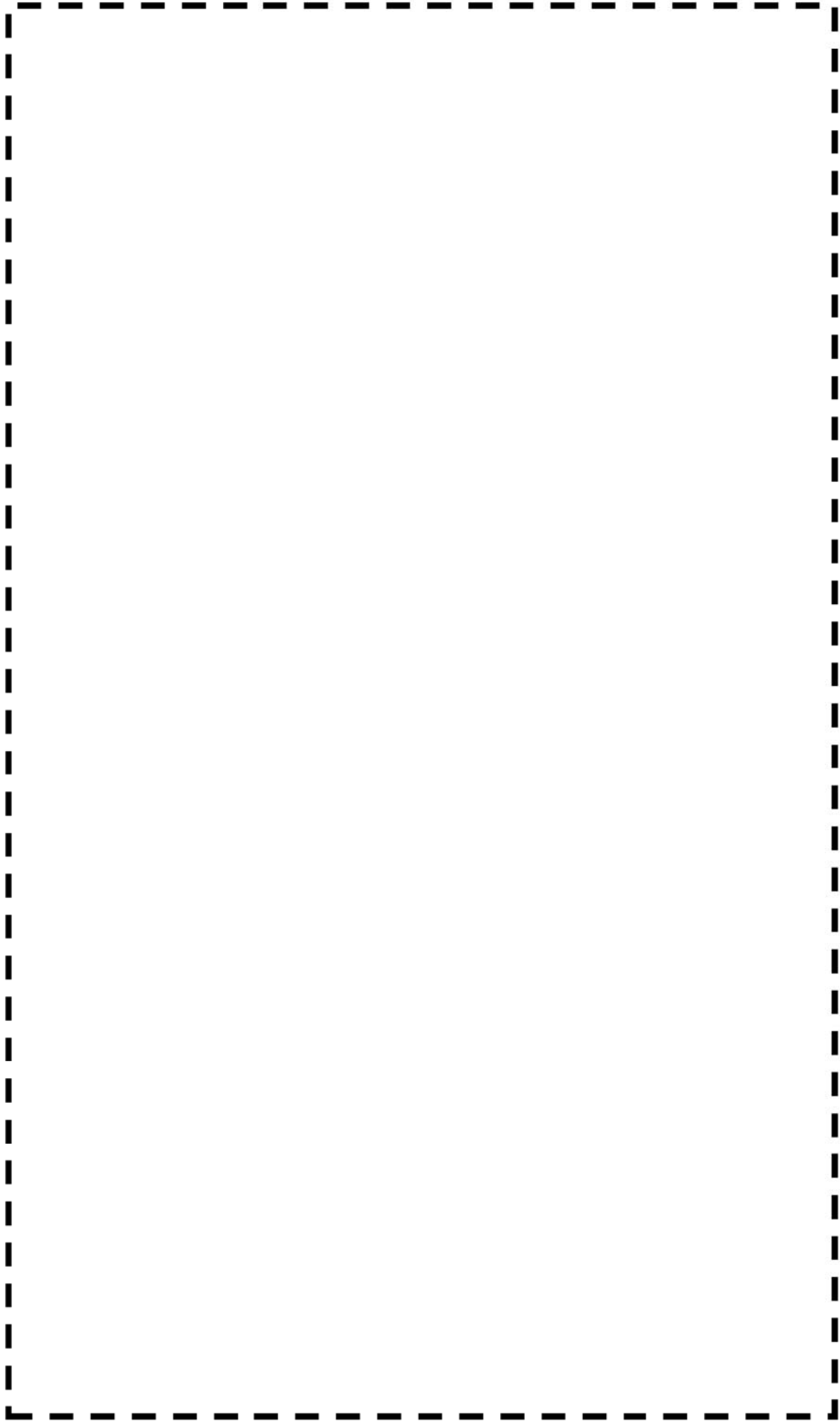


図 3b 余熱除去系統配管 (B-RHR 取水配管 (ブロック No. RH01b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

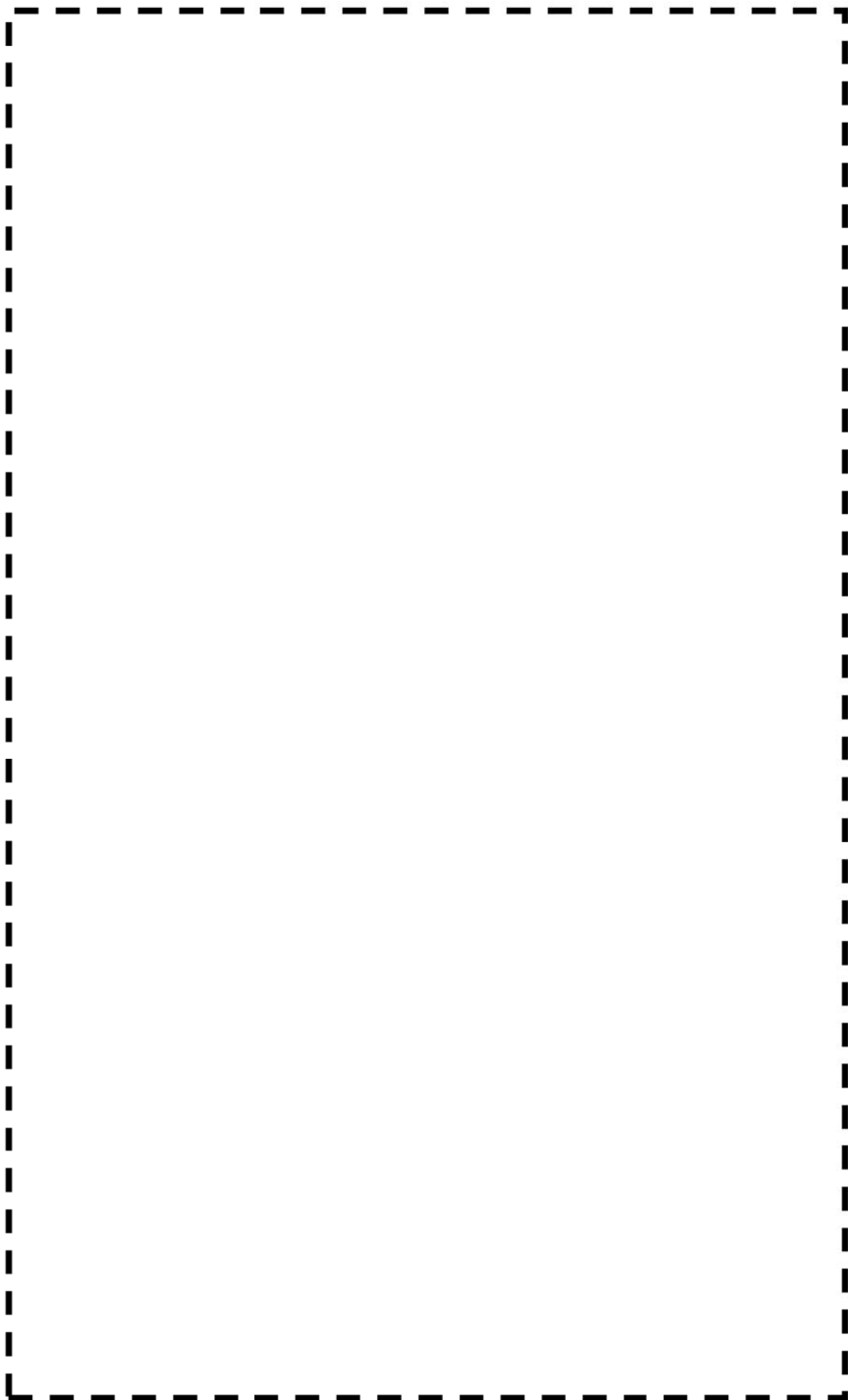


図4 余熱除去系統配管 (B-RHR ポンプ入口配管 (CV外) (ブロック No. RH02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

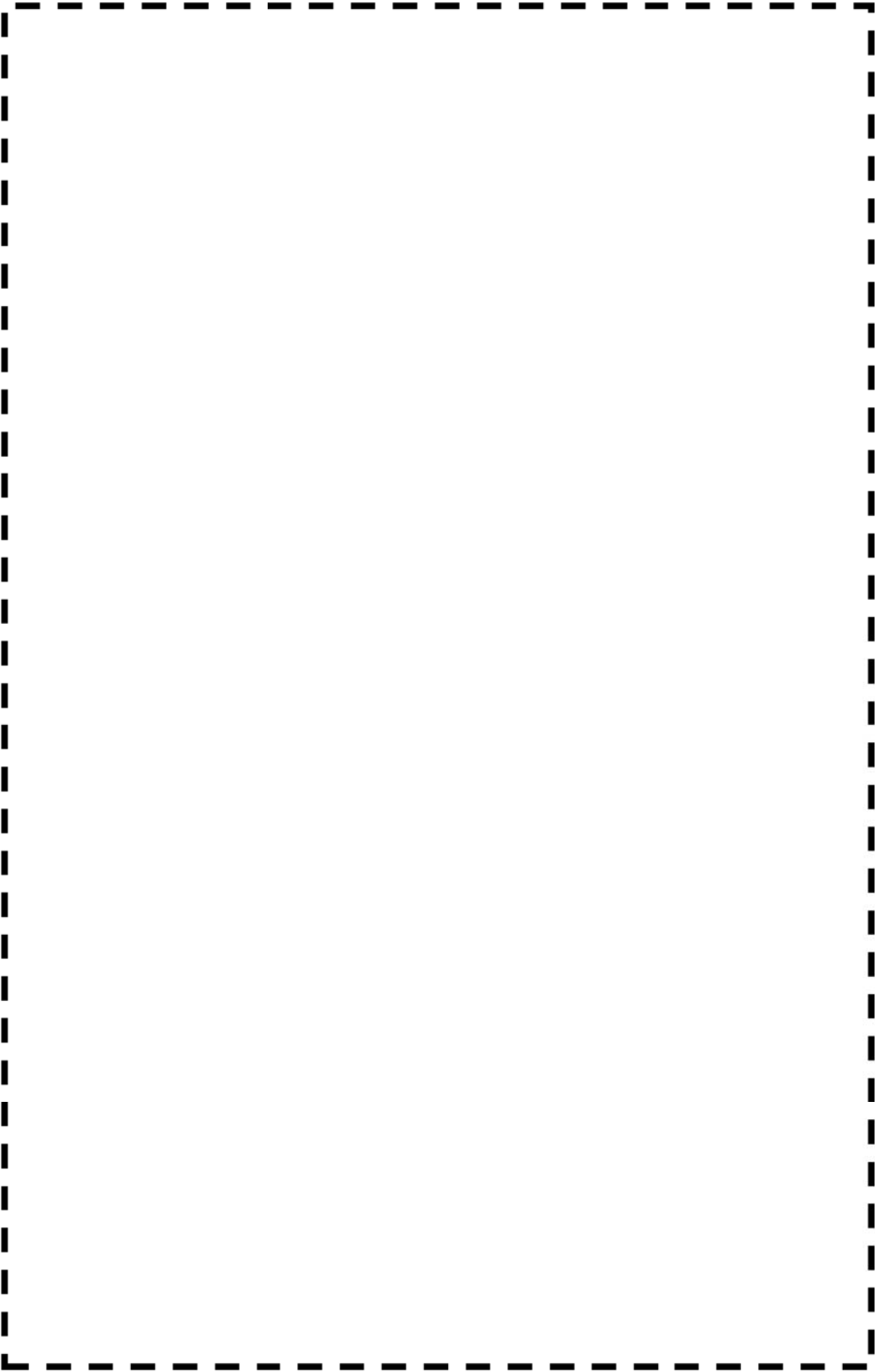


図5 余熱除去系統配管 (B-RHRポンプ出口配管 (CV外) (ブロック No. RH03b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

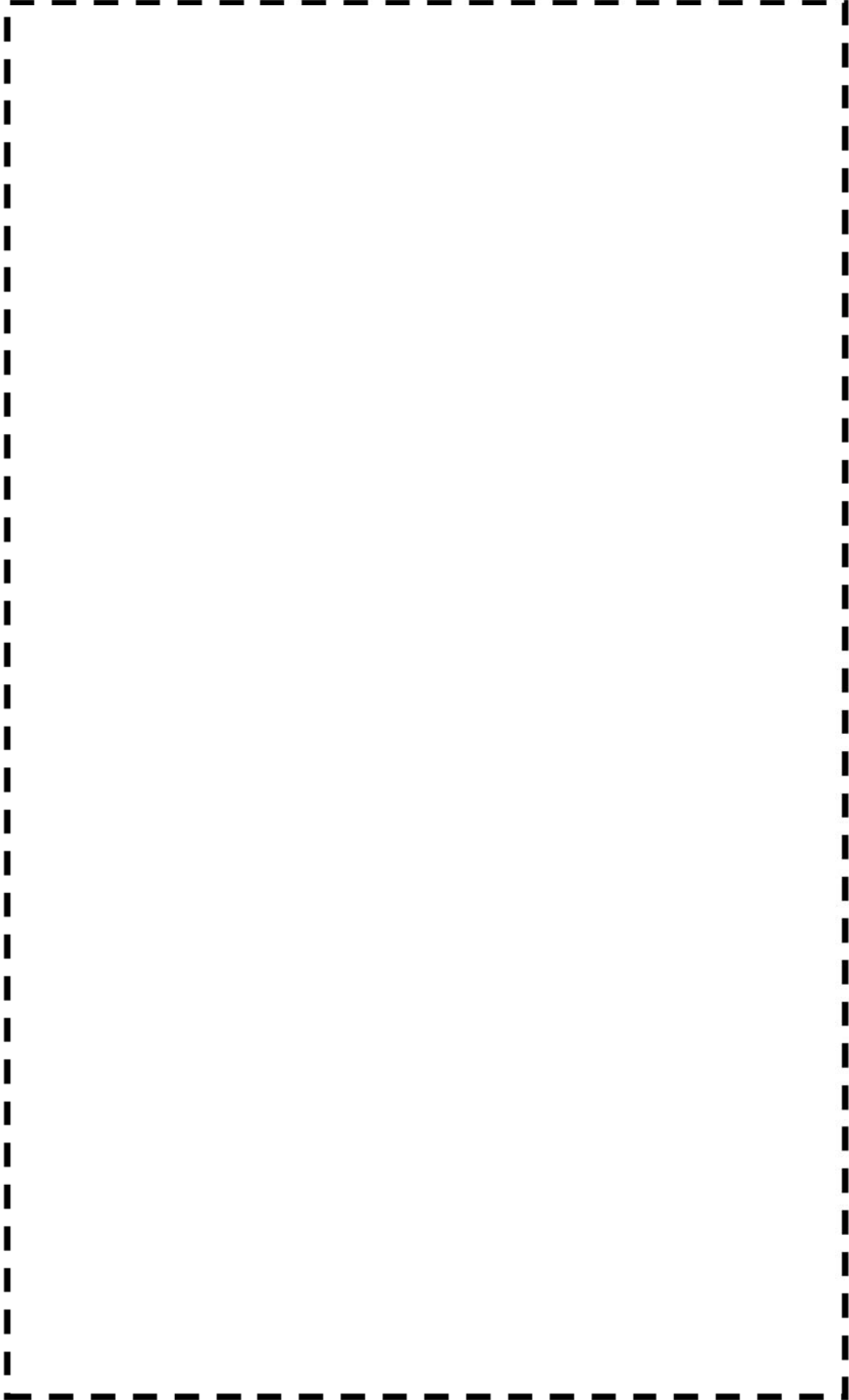


図6 余熱除去系統配管 (A-RIRクーラー) 出口配管 (PEV側) (ブロック No. R106)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

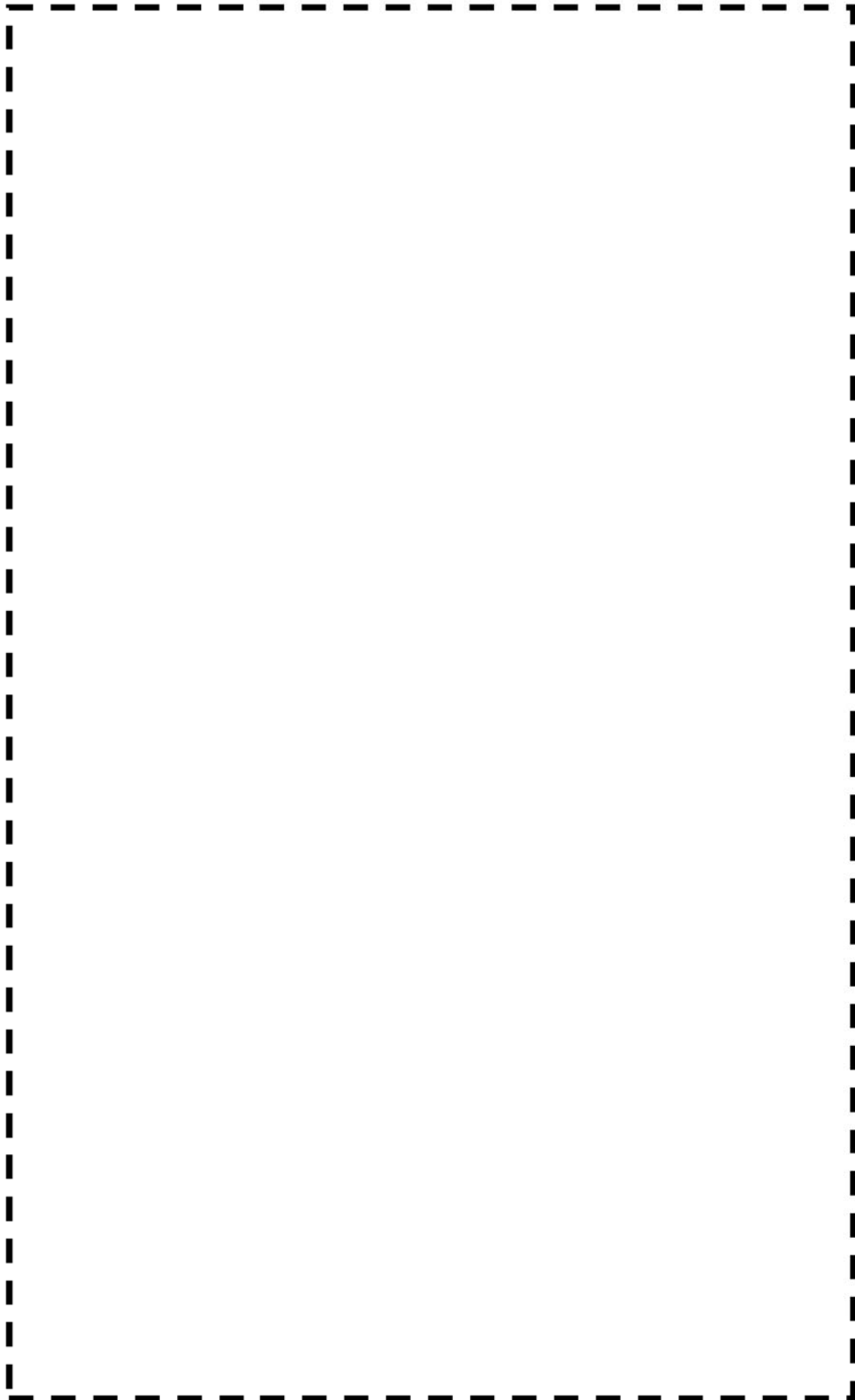


図7 余熱除去系統配管 (B-RIRクーラー出口配管 (PEA側) (ブロック No. RI07))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

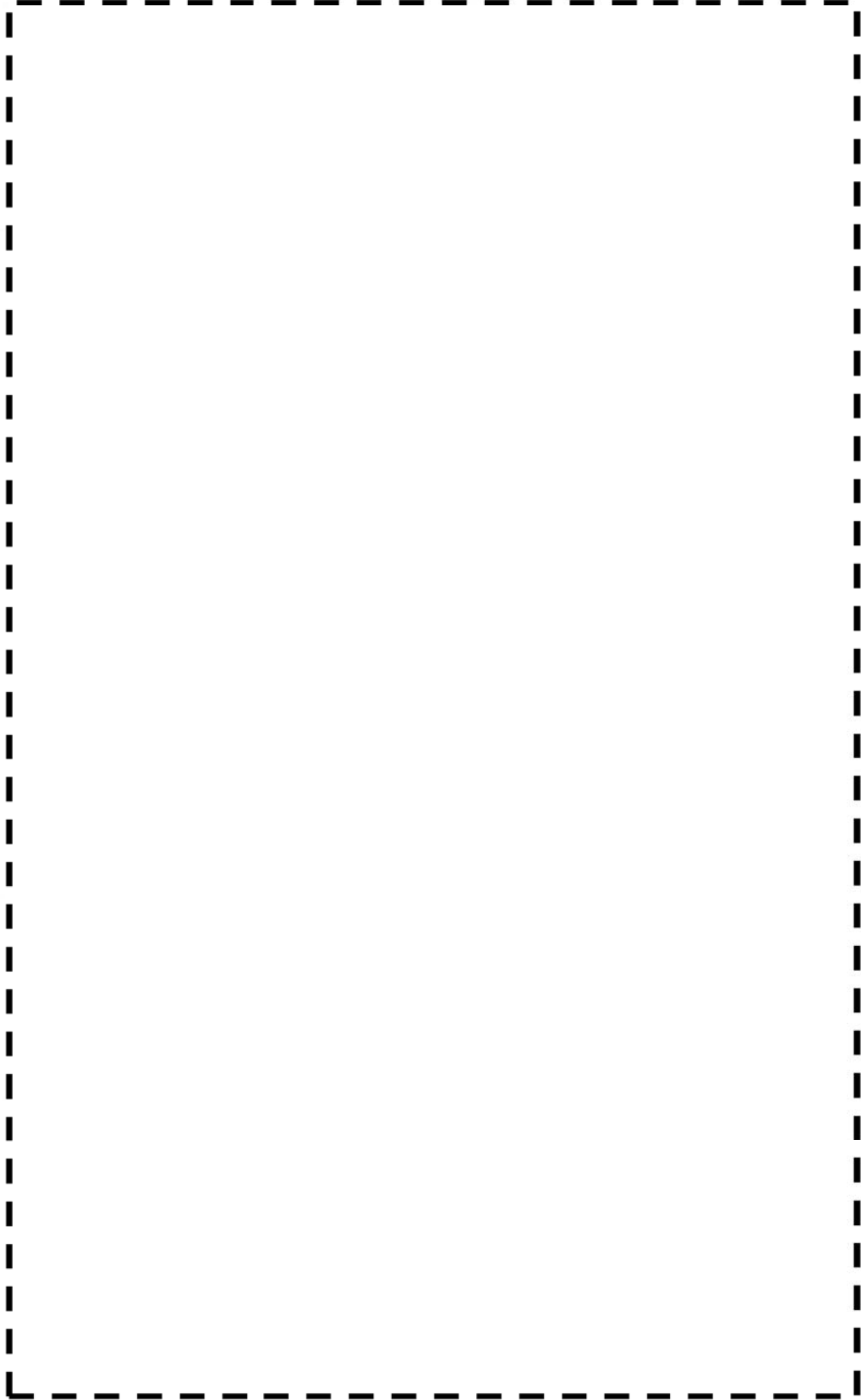


図8 安全注入系統配管 (B-普通圧注入配管 (CY内) (ブロック No. S101b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

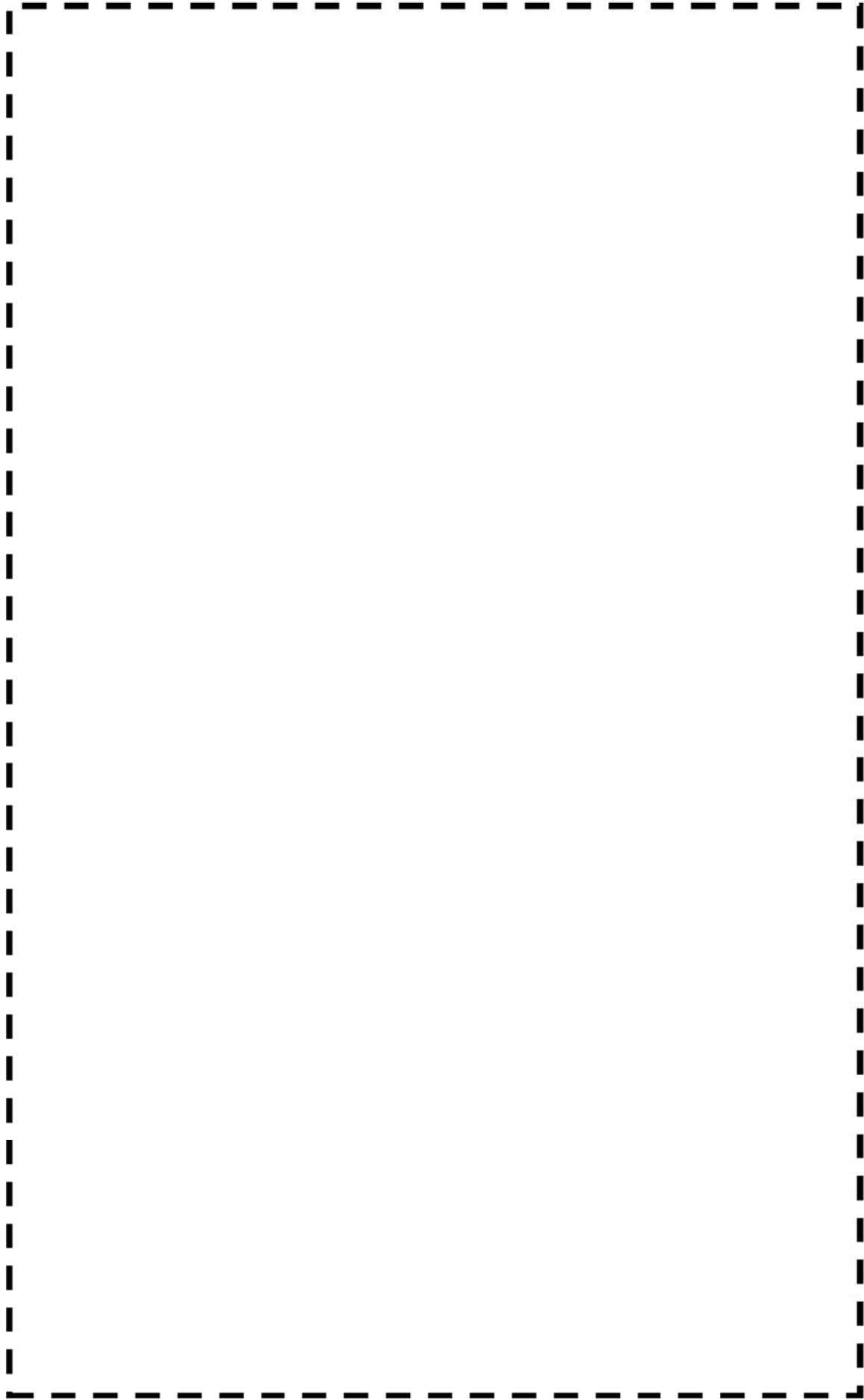


図 9a 主蒸気系統配管 (A-主蒸気配管 (CV 内) (ブロック No. MS01a))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

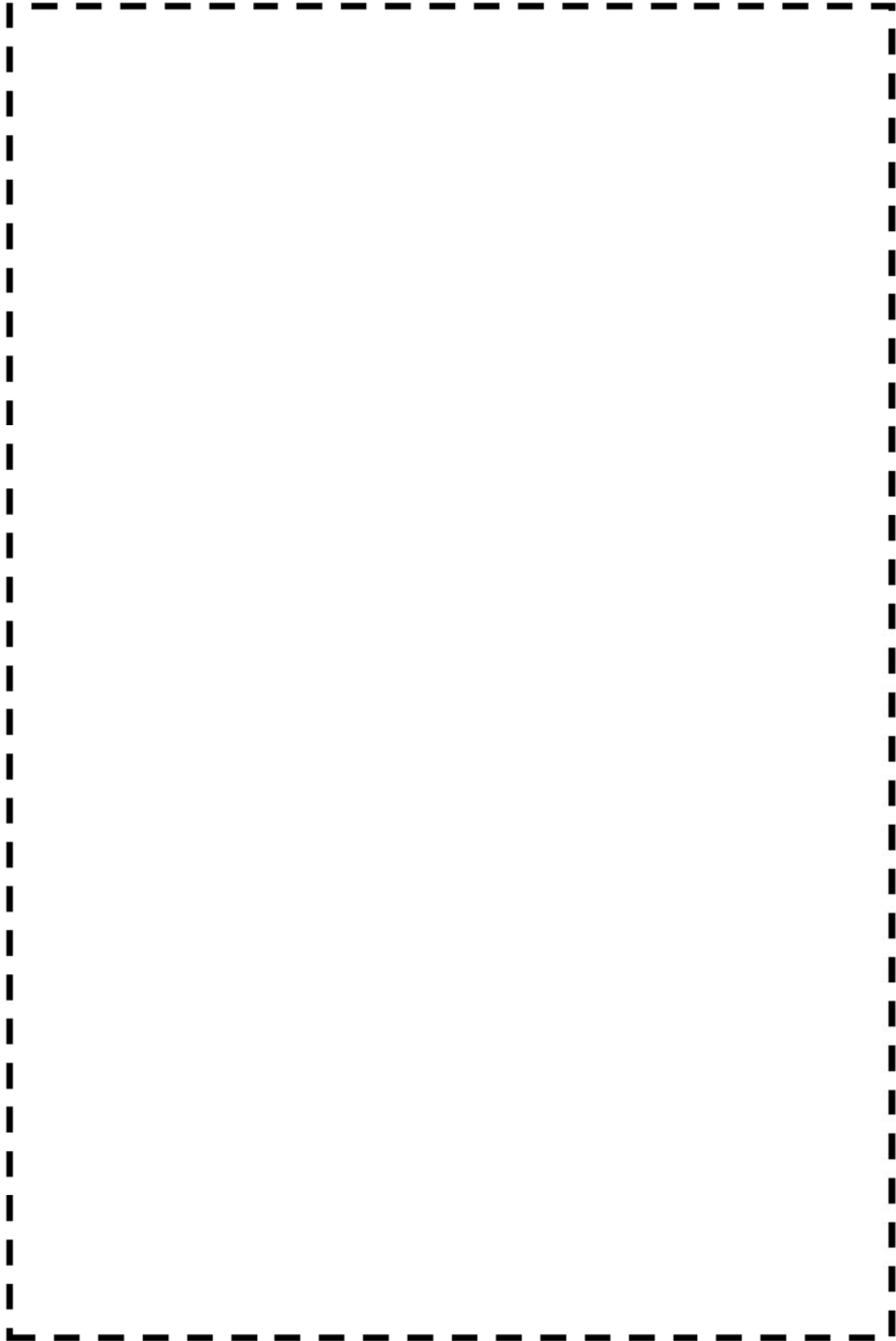


図 9b 主蒸気系統配管 (B-主蒸気配管 (CV 内) (ブロック No. MS01b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

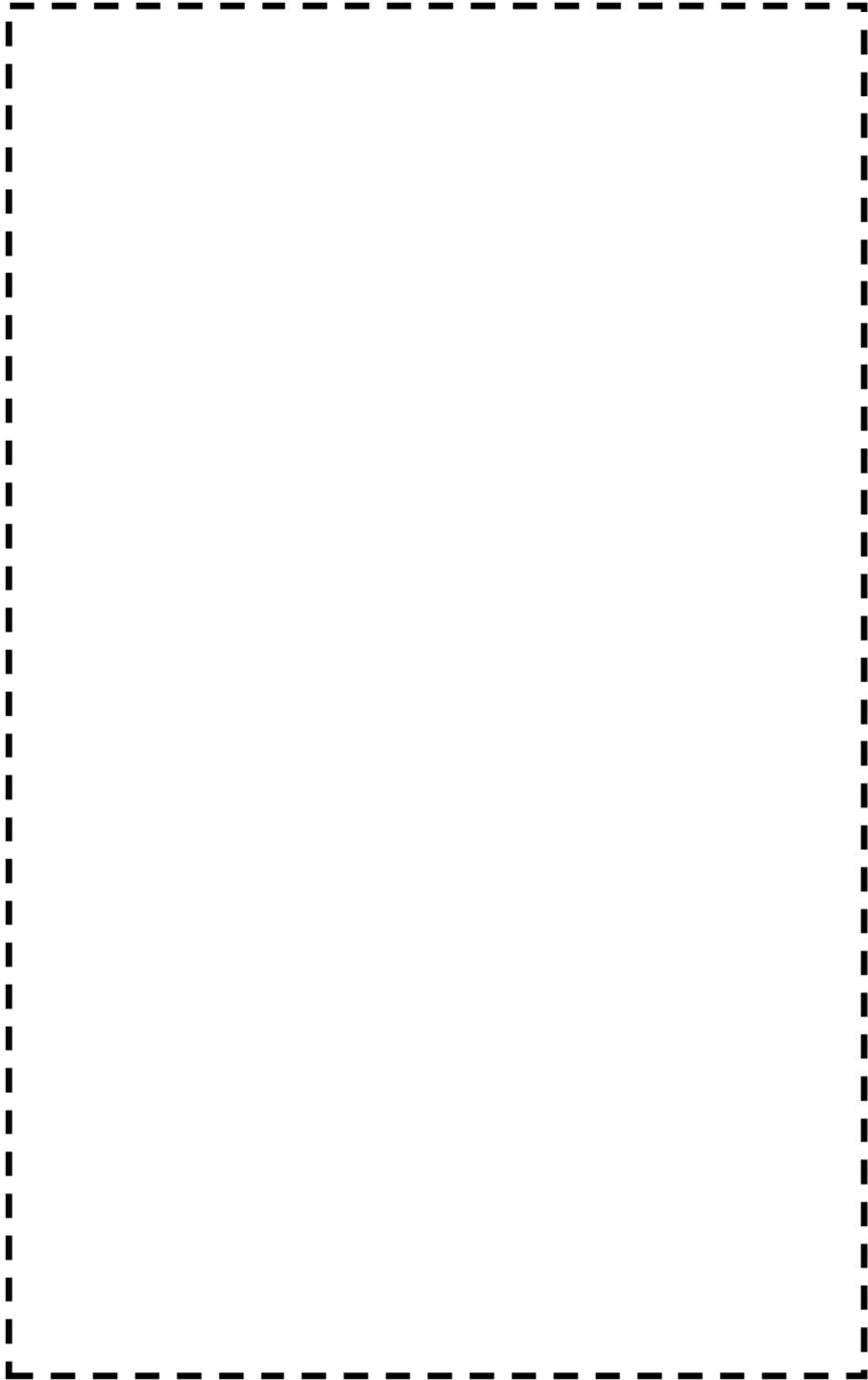


図 9c 主蒸気系統配管 (CV 内) (主蒸気配管 (CV 内) (ブロック No. MS01c))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

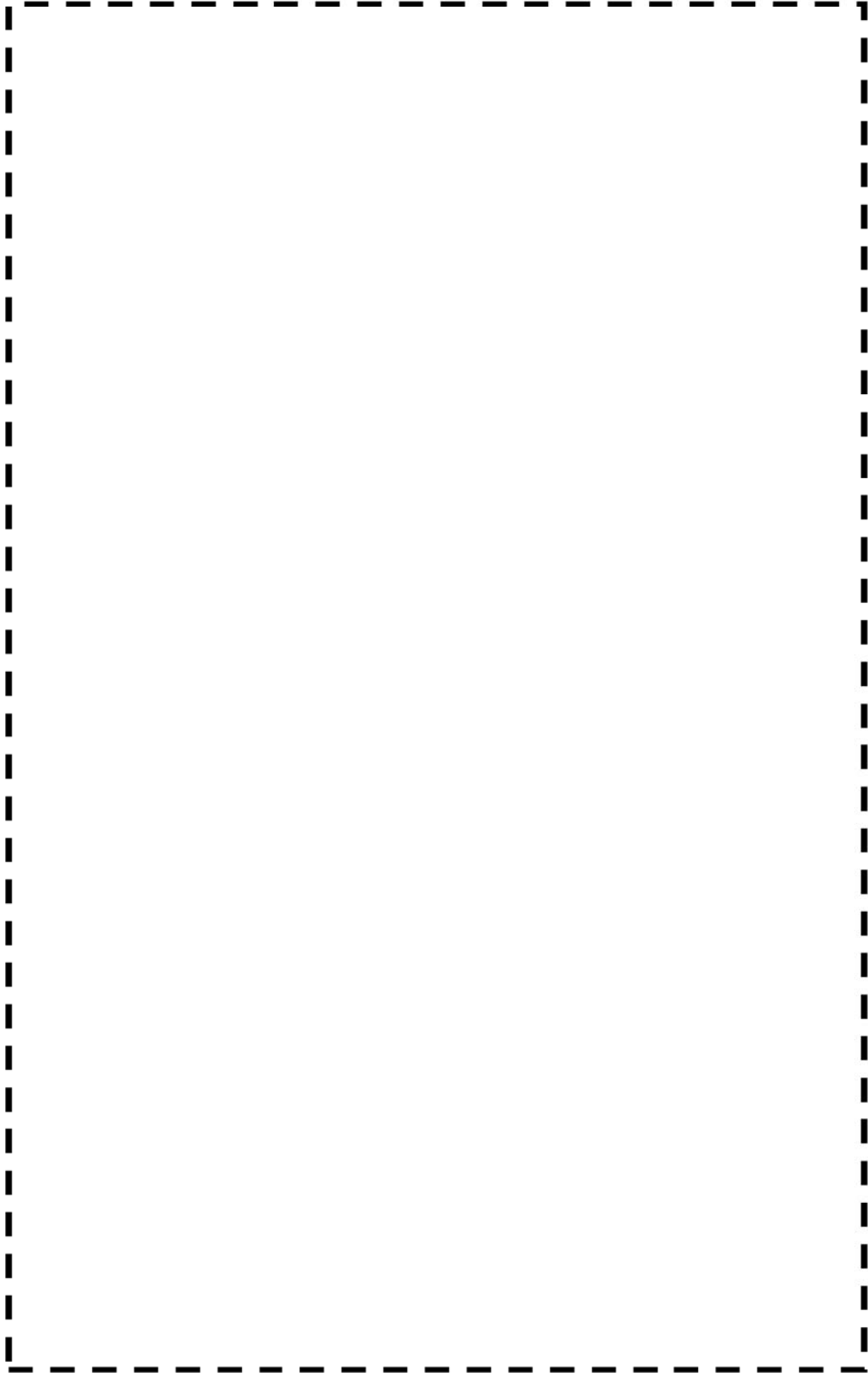


図 10a 主蒸気系統配管 (A-主蒸気配管 (CV 外) (ブロック No. MS01))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

図 10b 主蒸気系統配管 (B-主蒸気配管 (CV 外) (ブロック No. MS02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

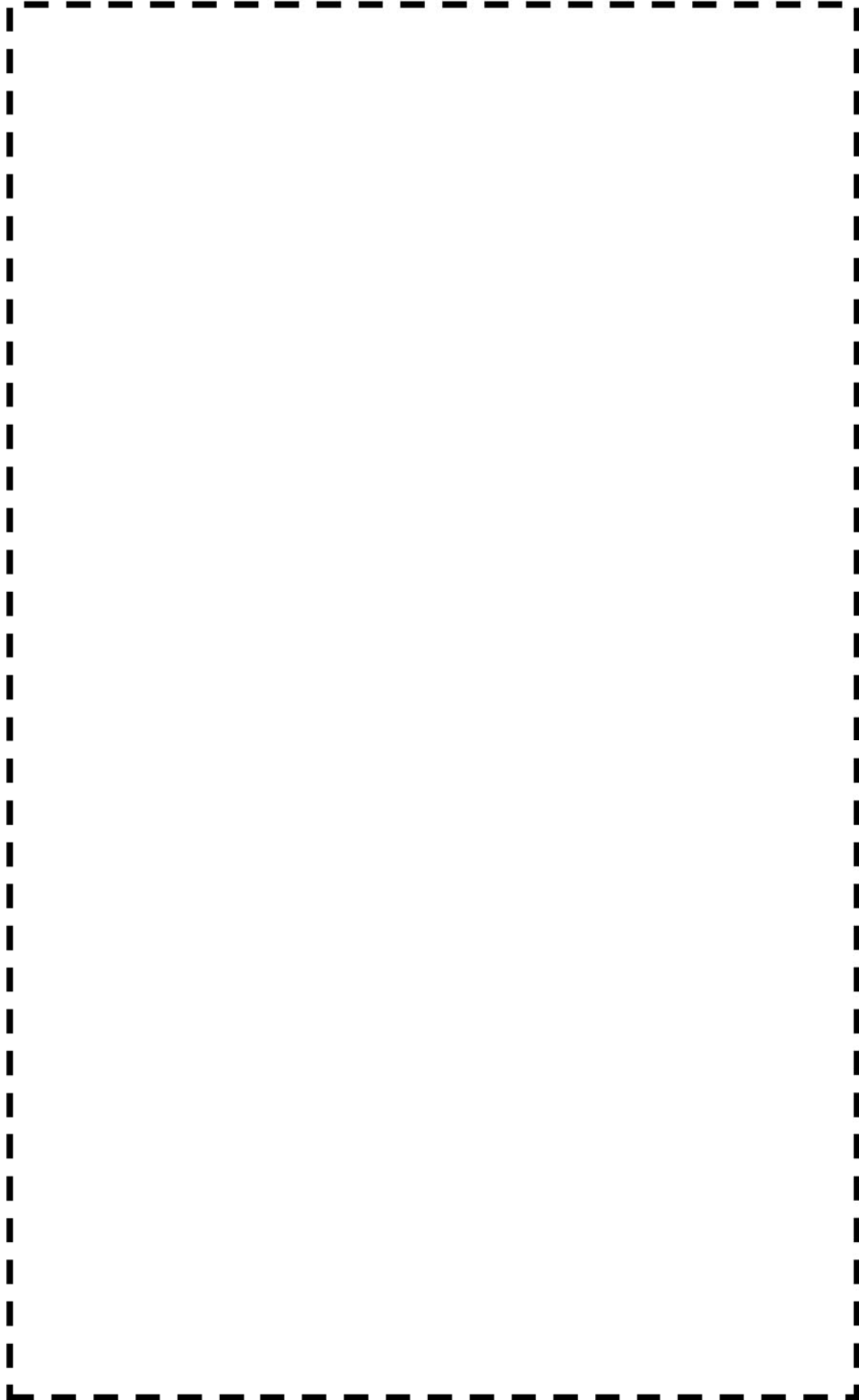


図 10: 主蒸気系統配管 (C-主蒸気配管 (CV 外) (ブロッック No. MS03))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

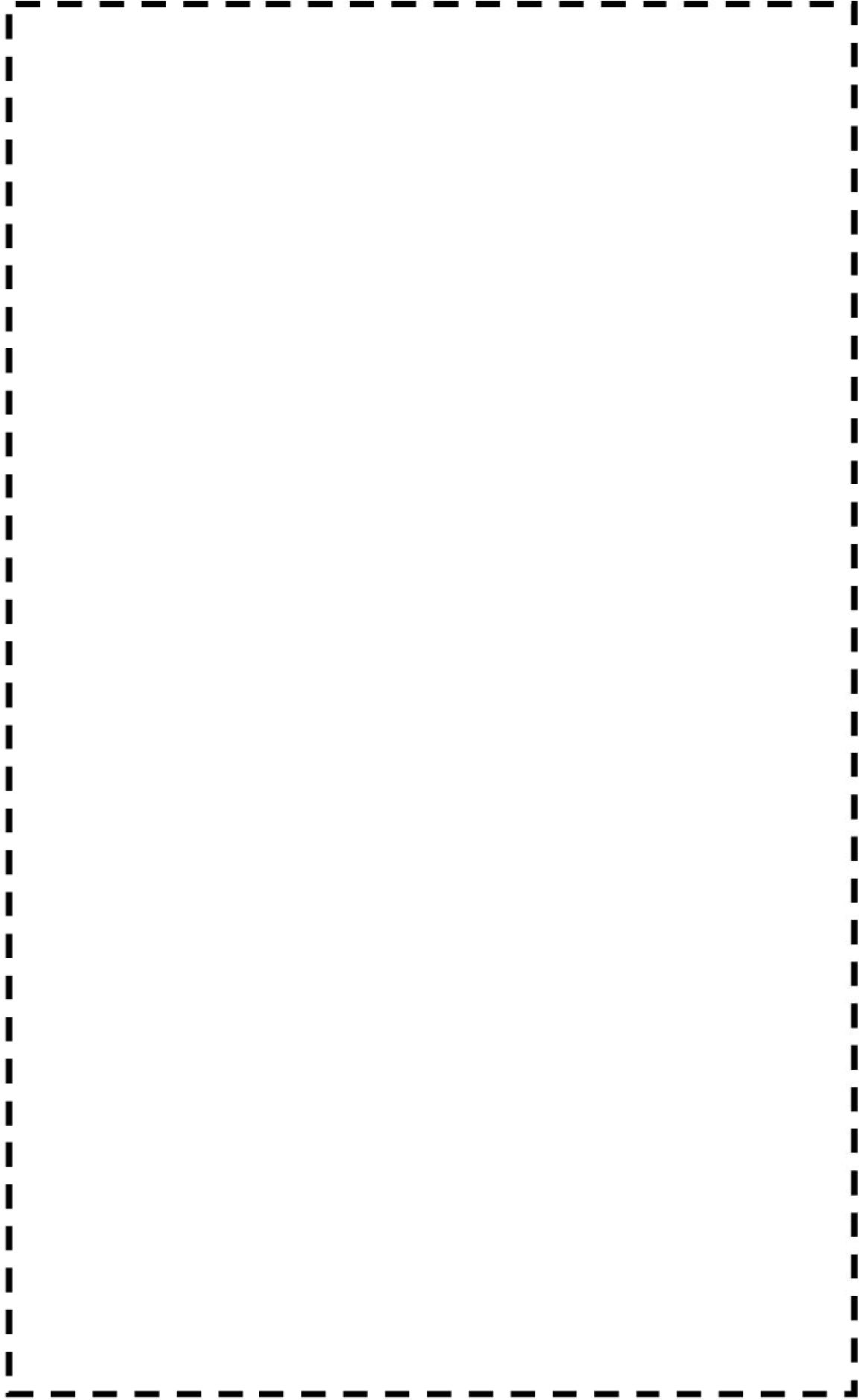


図 11a 土給水系統配管 (A-土給水配管 (CV 内) (ブロック No. FW01a))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

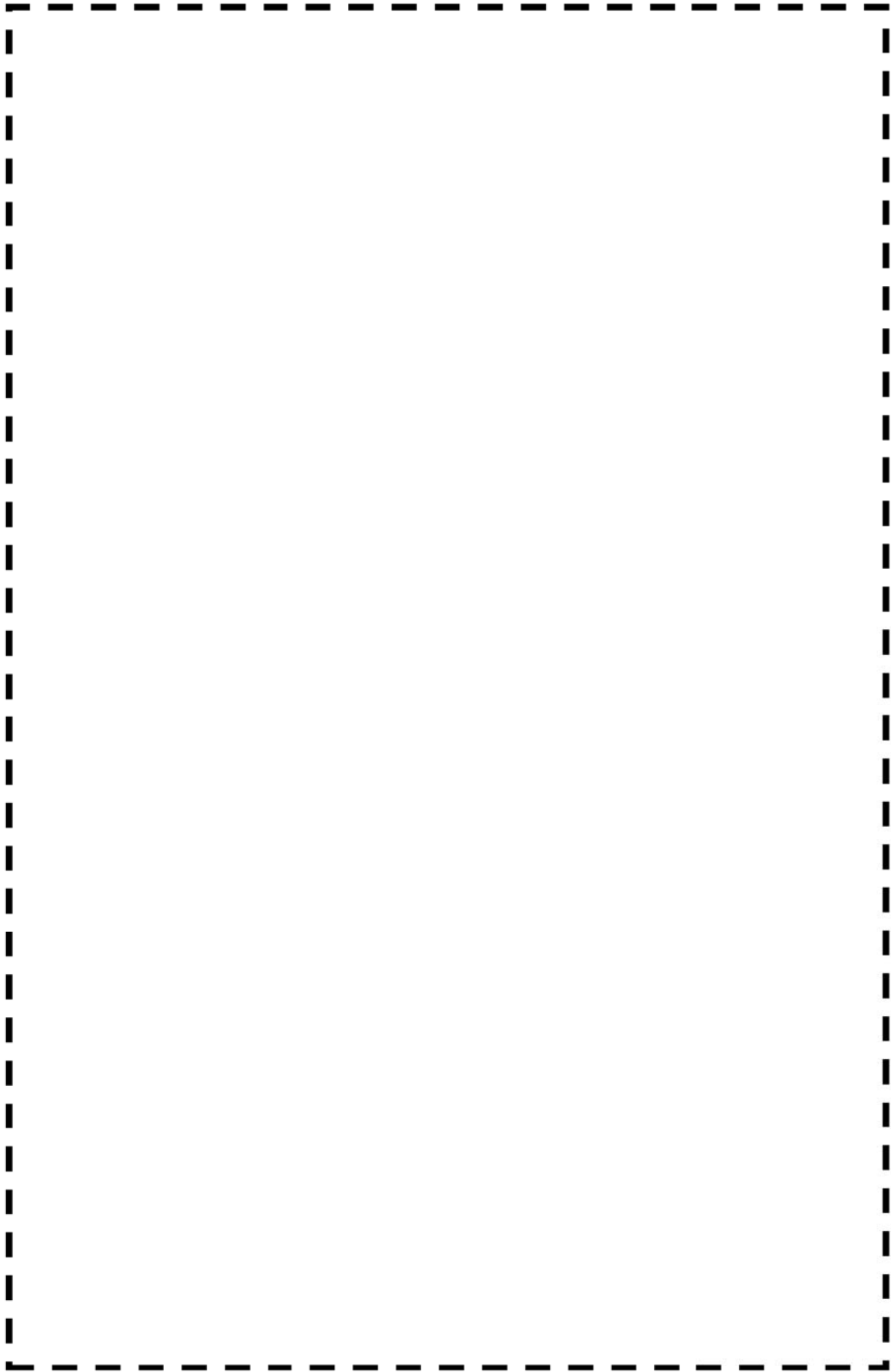


図 11b 主給水系統配管 (B-主給水配管 (CV内) (ブロック No. FW01b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

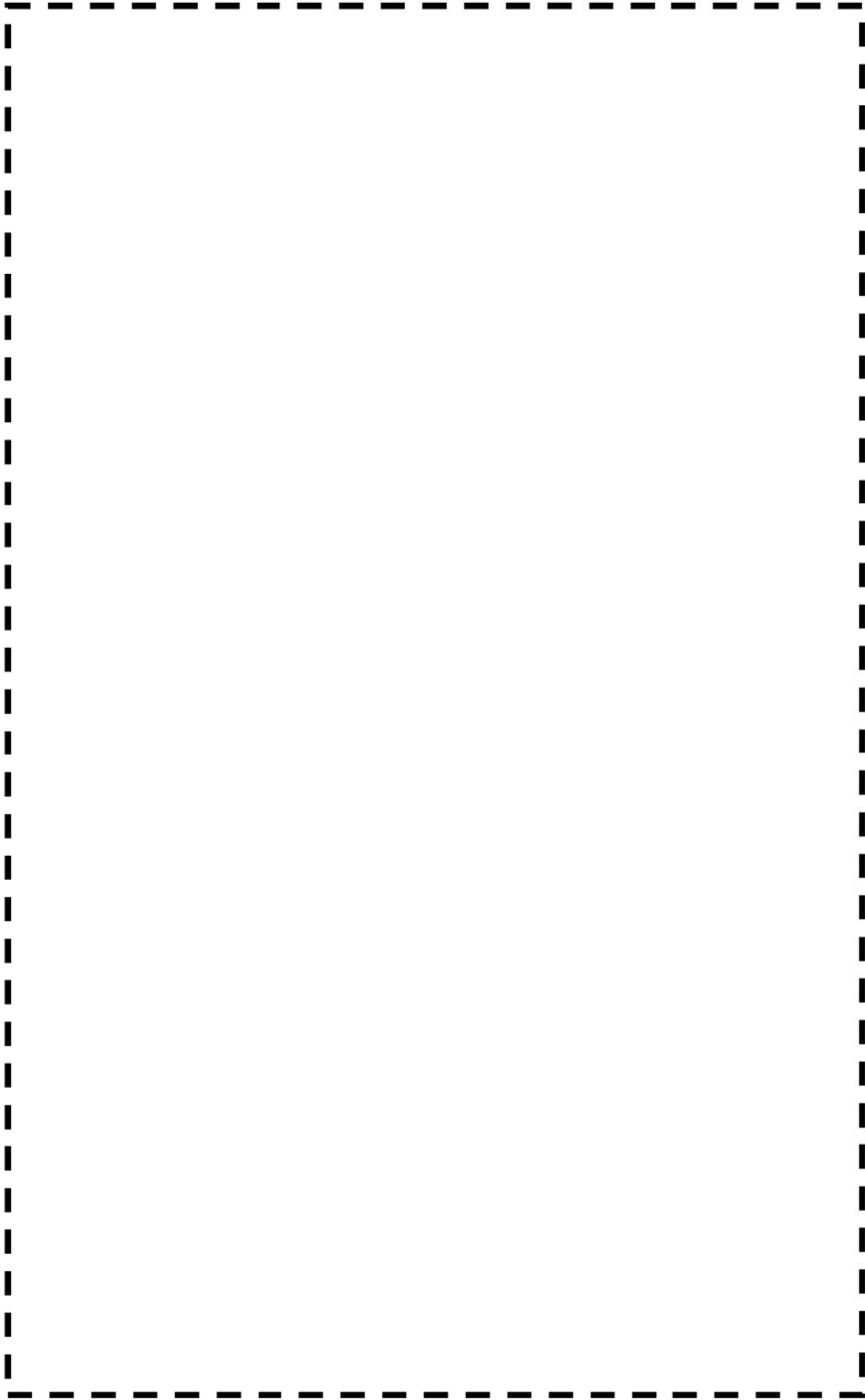


図 11c 主給水系統配管 (CV 内) (ブロック No. PW01c)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

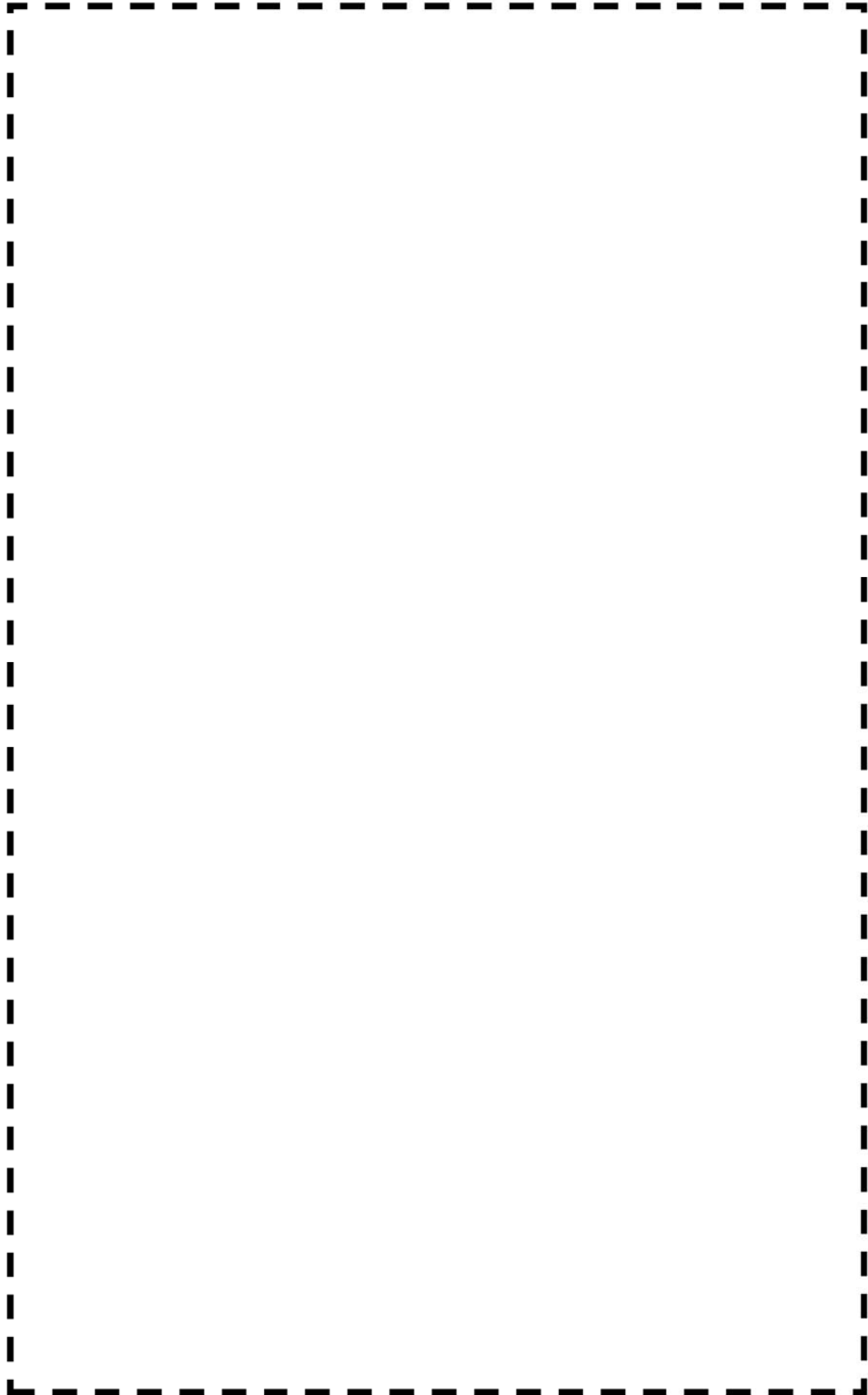


図 12a 主給水系統配管 (A-主給水配管 (CV 外) (ブロッグ No. FRO1))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

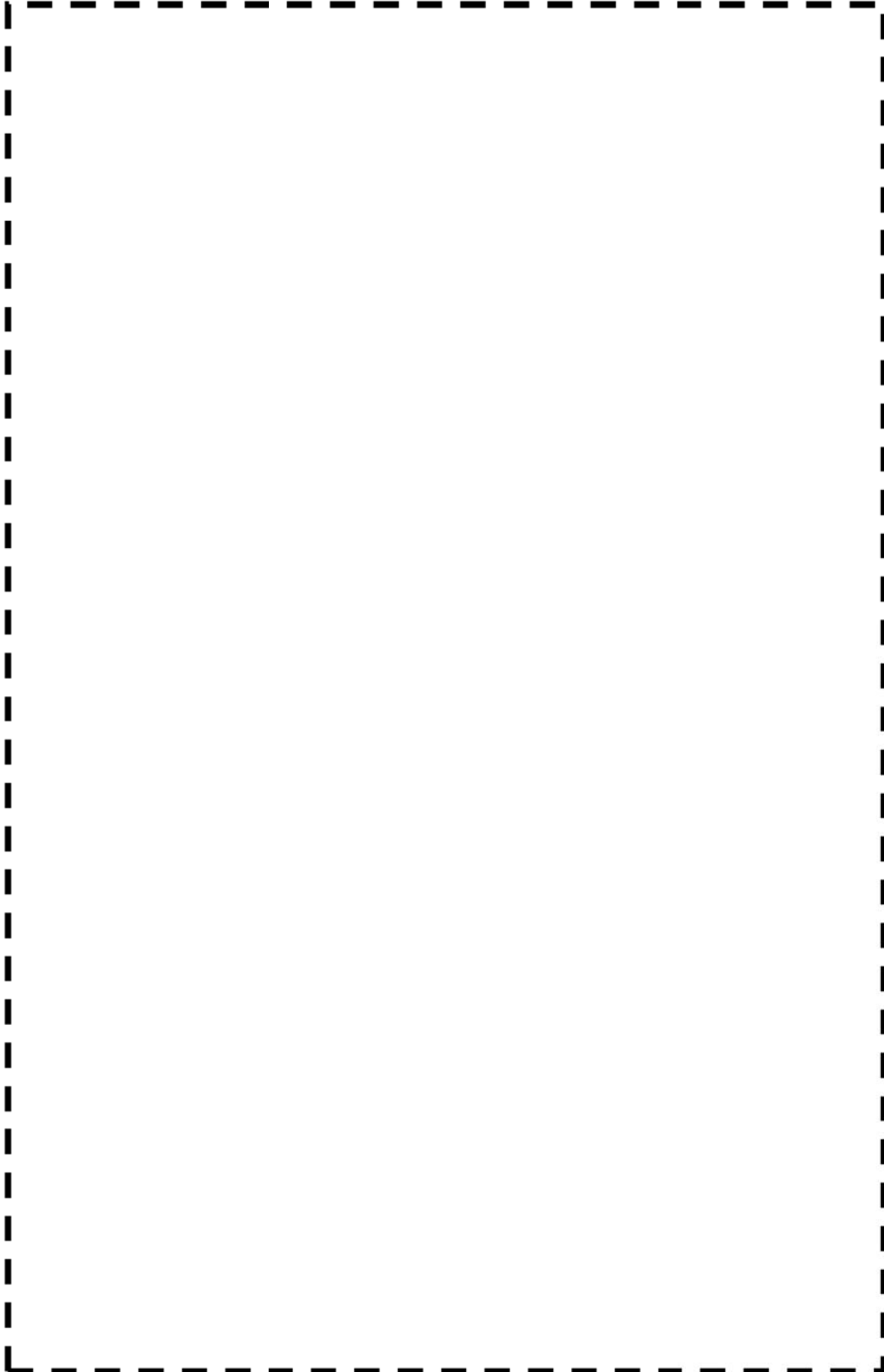


図 12b 主給水系統配管 (B-主給水配管 (CV 外) (ブロック No. FMO2))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

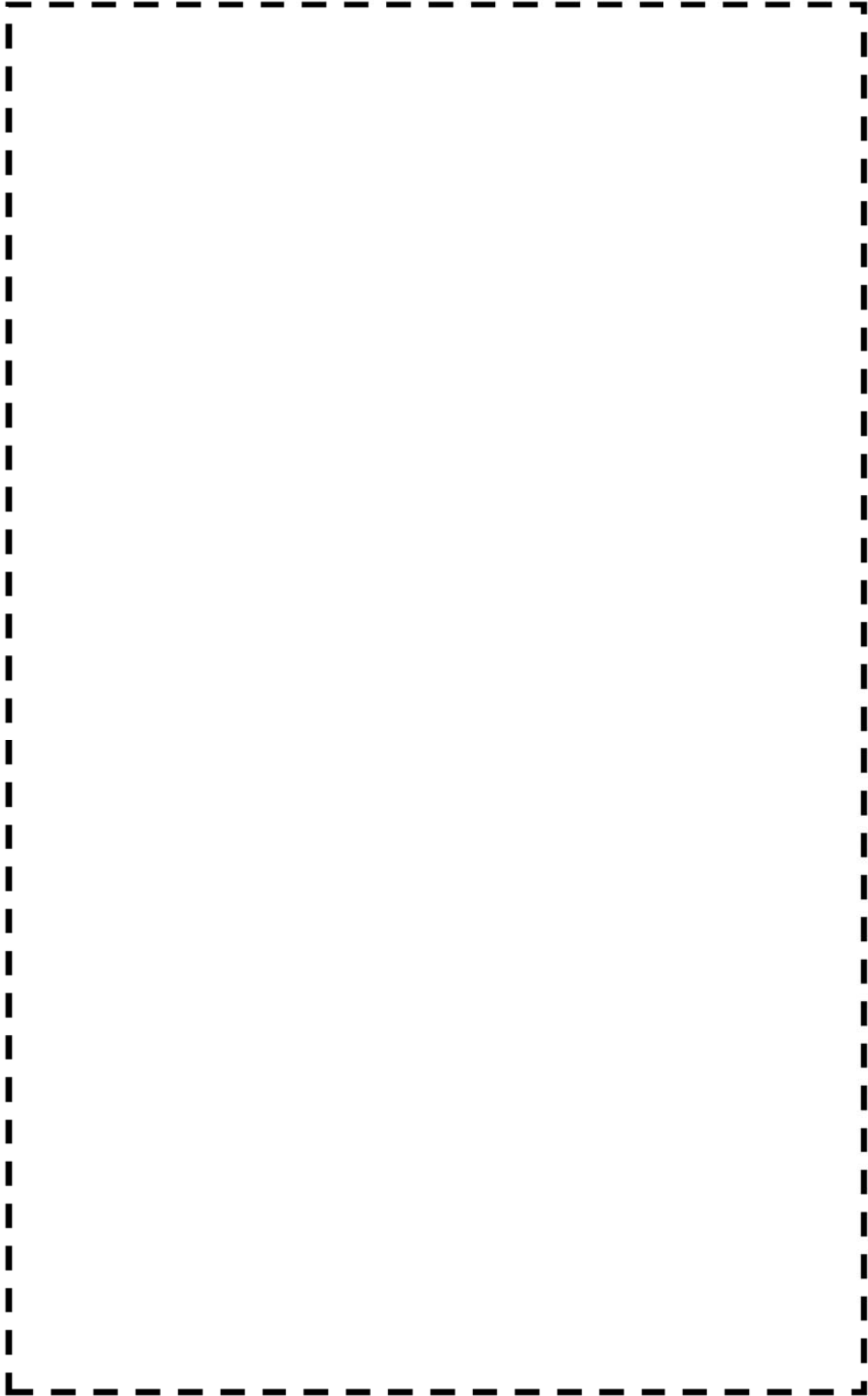


図 12c 主給水系統配管 (C-主給水配管 (CV 外) (ブロック No. FW03))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

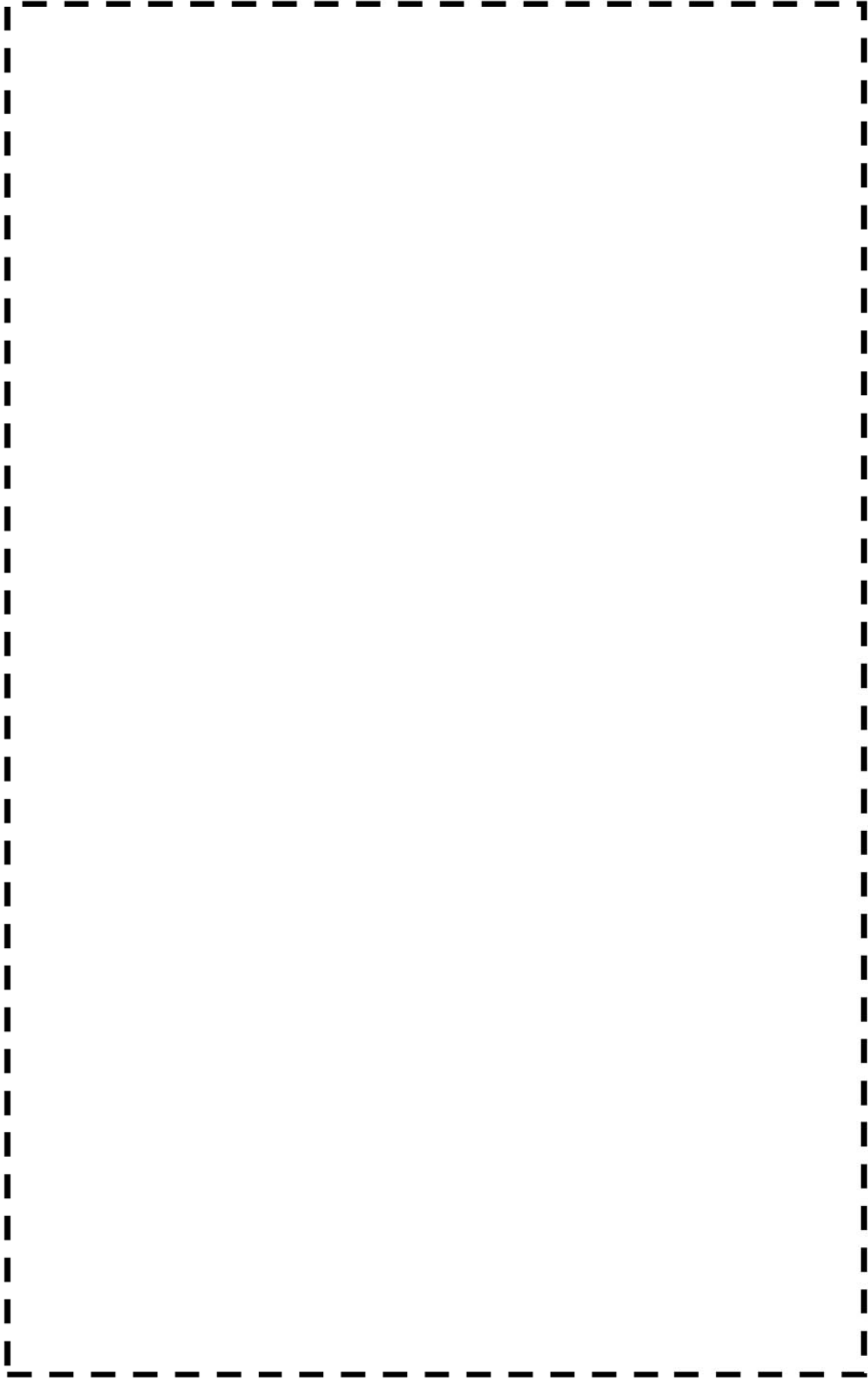


図 1.3a A-SG プロローダウン配管 (CV 外) (ブロック No. bd02a)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

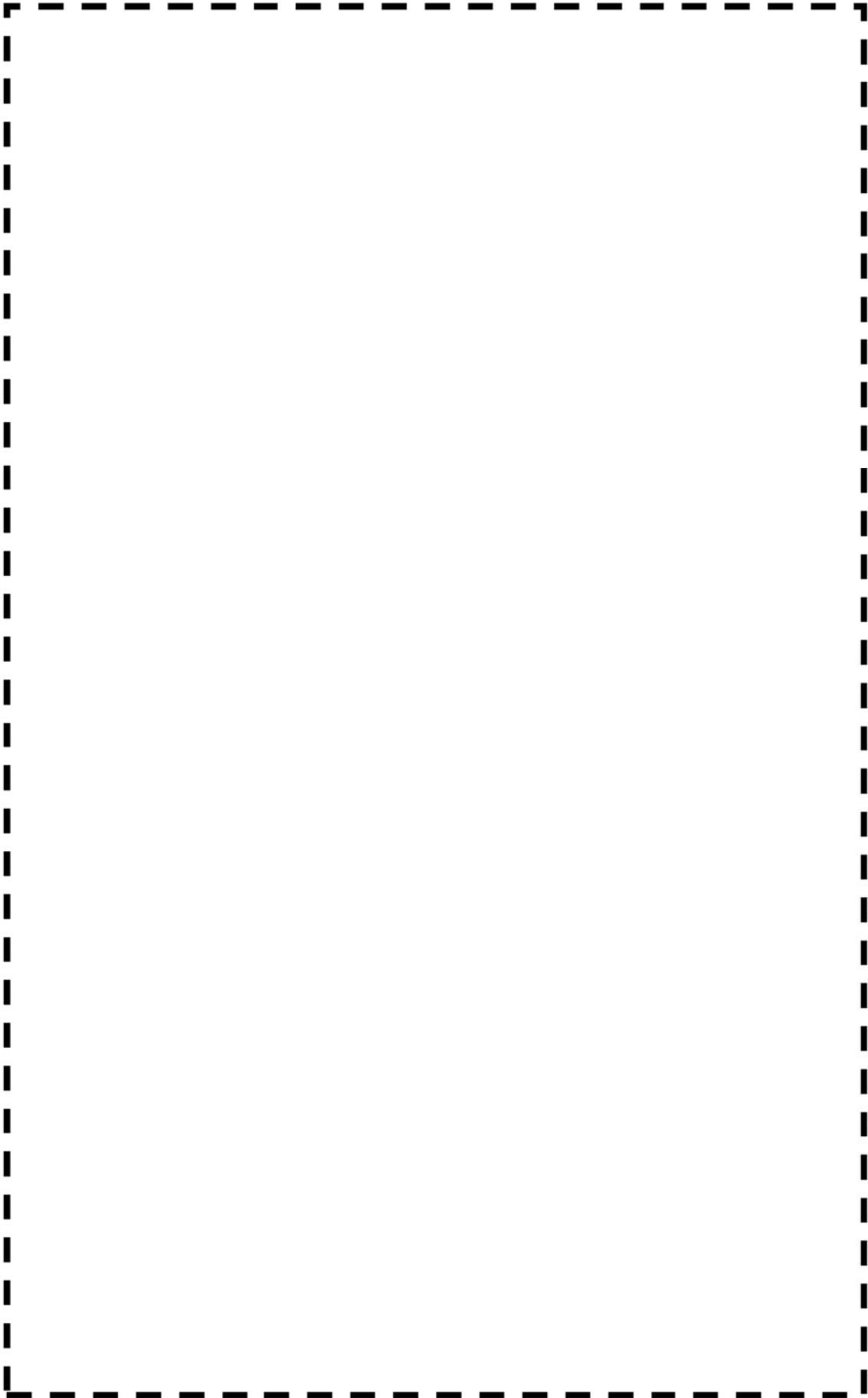


図 13b B-SG プロローダウン配管 (CV 外) (ブロック No. bd02b)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

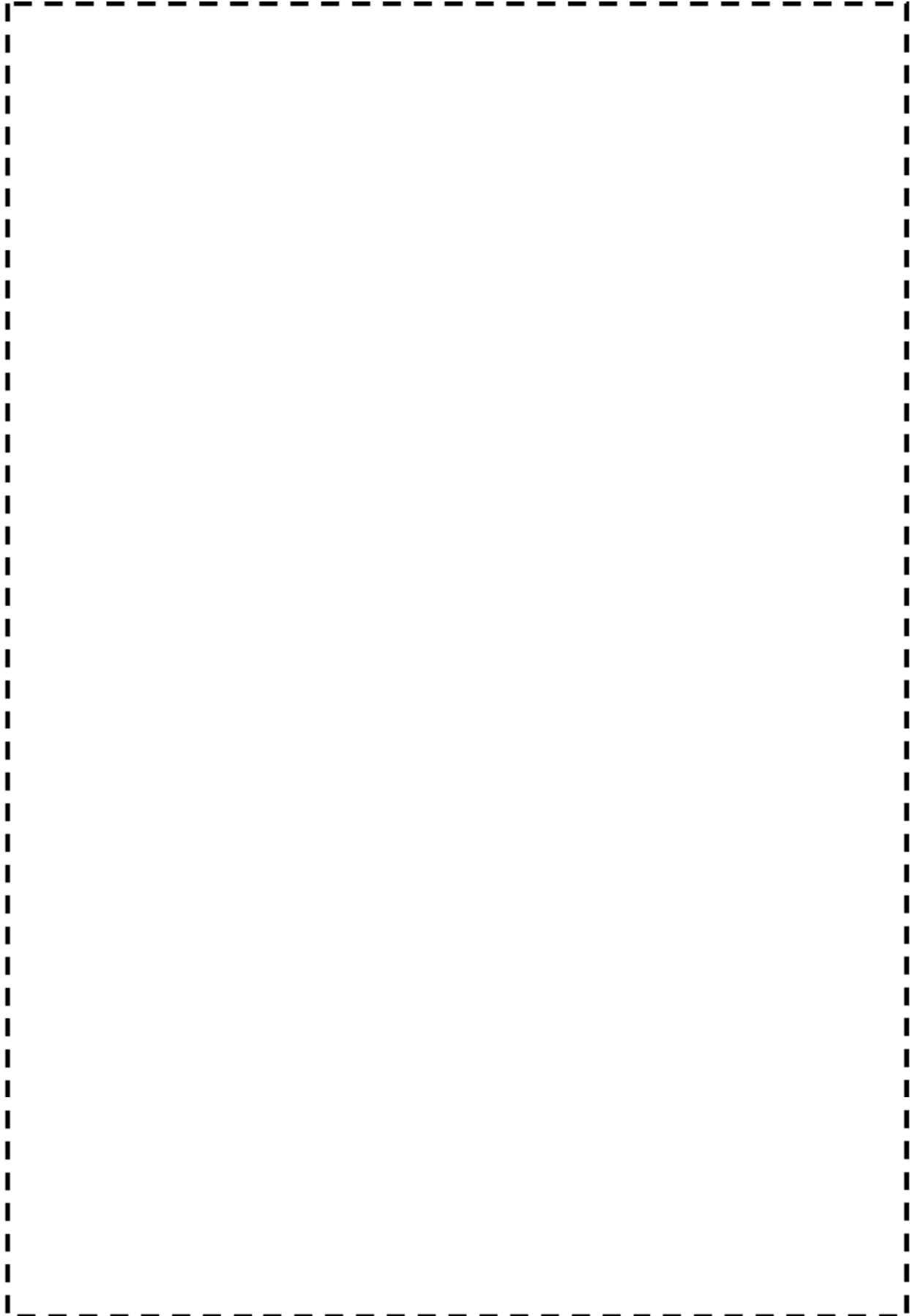


図13c C-SGブローダウン配管(CV外)(ブロックNo.bd02c)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

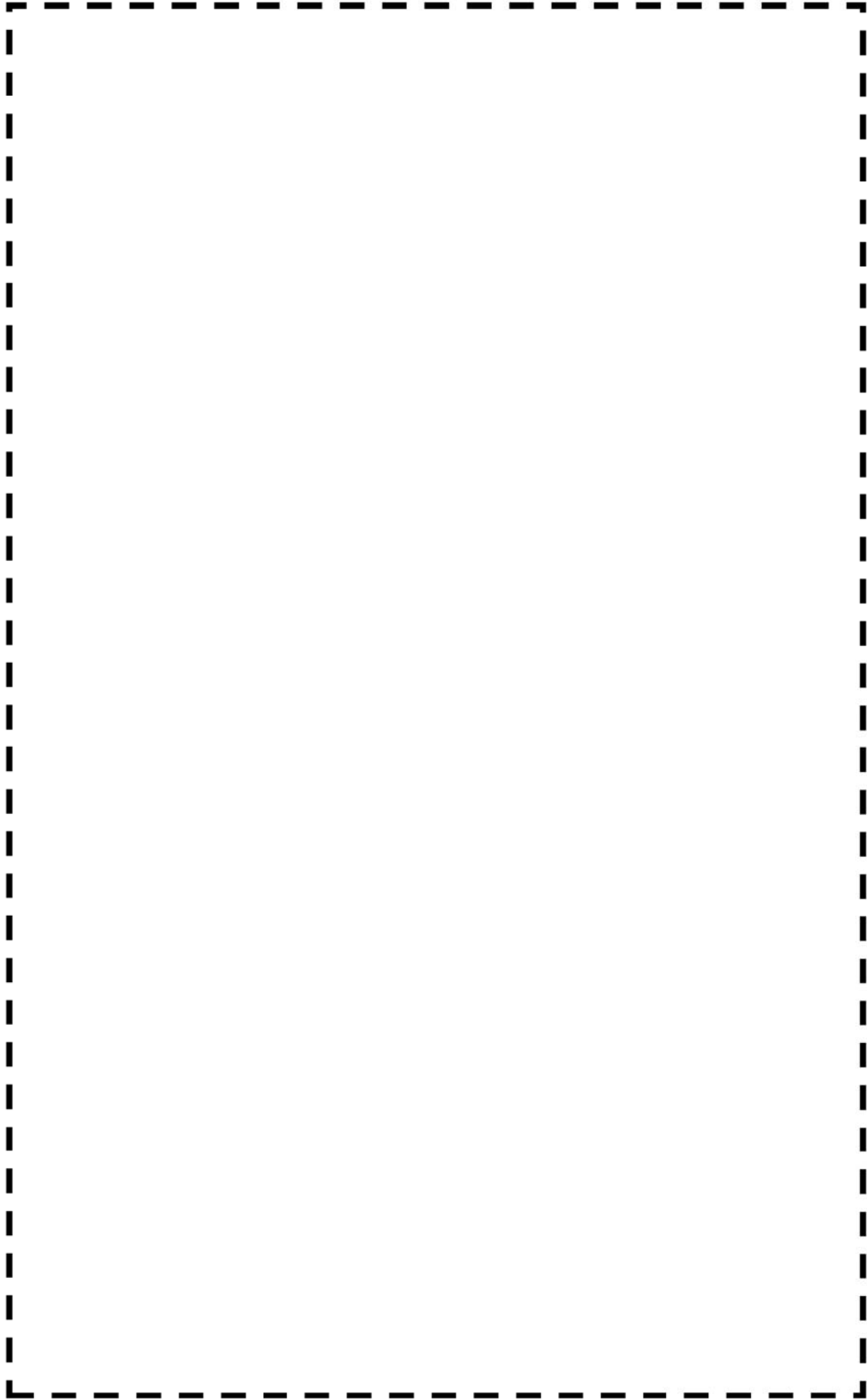


図 14(1/2) 化学体積制御系統配管 (抽出配管 (ブロック No. CS04))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

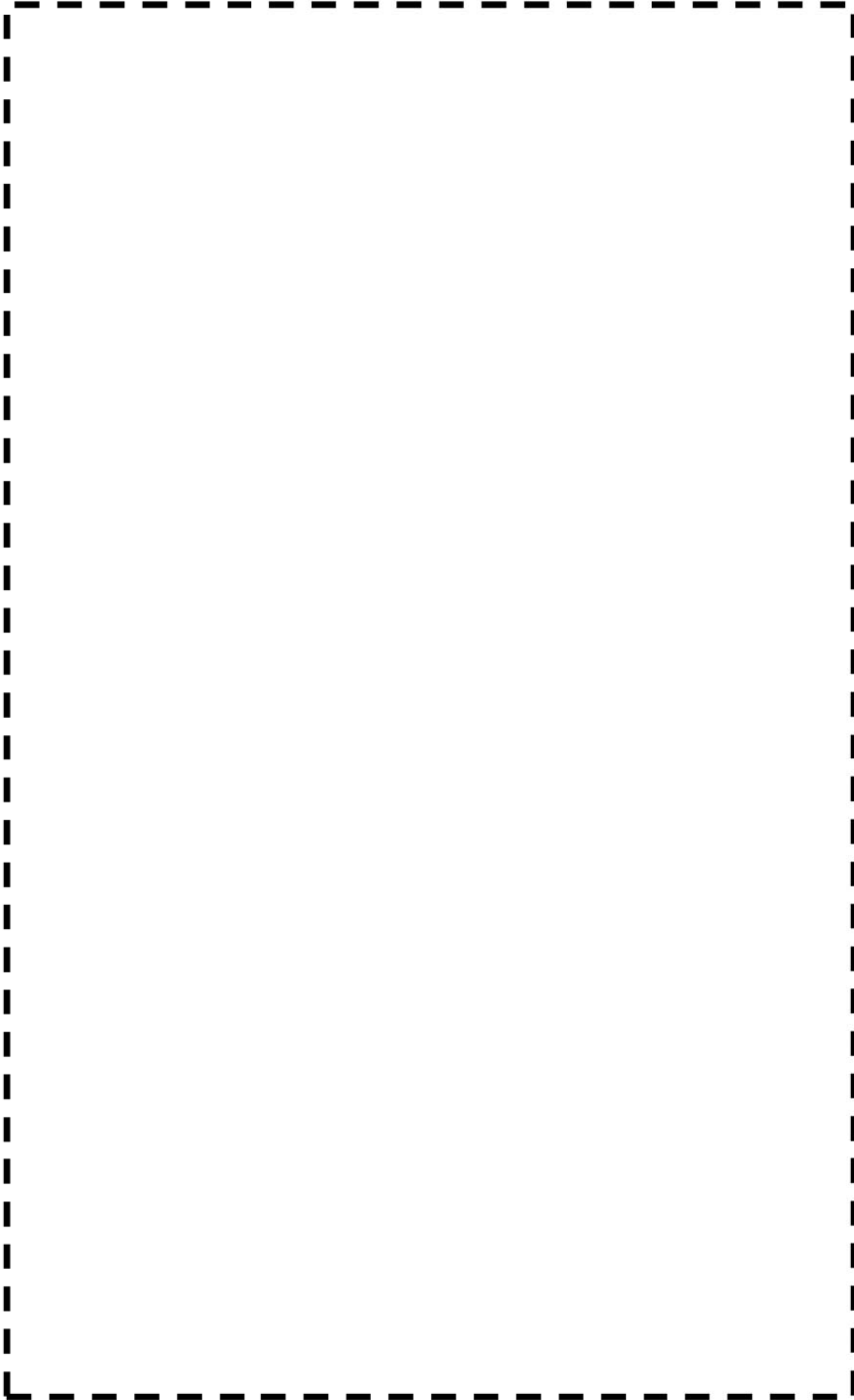


図 14(2/2) 化学体積制御系統配管 (抽出配管 (ブロック No. CS04))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

No.	高浜 1 - 耐震 - 7	事象：耐震												
質 問	<p>工事計画認可審査の内容を踏まえた高経年化技術評価の見直しがある場合、以下の事項について、見直し前後の相違点を整理し提示すること。</p> <p>イ) 評価対象の機器・構造物と経年劣化事象の関係 ロ) 評価条件・手法 ハ) 評価結果</p>													
回 答	<p>工事計画認可申請の審査の内容を踏まえて、劣化状況評価における耐震安全性評価の見直しを行うものは、以下のとおり。</p> <p>1. 制御棒挿入性評価</p> <p>高浜 1 号機の新規制基準への適合に係る工事計画認可申請側で評価手法を見直した再評価を行っており、劣化事象を考慮した耐震安全性評価においても、これに合わせた評価手法として、評価の見直しを行う。</p> <p>イ) 評価対象の機器・構造物と経年劣化事象の関係</p> <p>① 制御棒クラス案内管（案内板）の摩耗を考慮した制御棒挿入性評価 ② 制御棒被覆管の摩耗を考慮した制御棒挿入性評価 ③ バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れを考慮した制御棒挿入性評価</p> <p>※①、②については、案内板及び被覆管の摩耗を重畳させた評価を実施</p> <p>ロ) 評価条件・手法（相違点比較）</p> <table border="1" data-bbox="400 1305 1426 1980"> <thead> <tr> <th></th> <th>現評価（H27.11 補正申請）</th> <th>工認に合せた評価手法反映</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>評価条件</td> <td>燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7</td> <td>燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7</td> </tr> <tr> <td>解析モデル</td> <td>建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率：10%</td> <td>建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率：<u>1%</u></td> </tr> <tr> <td>評価手法</td> <td>《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法</td> <td>《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：<u>スペクトルモーダル解析</u> ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：<u>最大抗力一定</u> ・制御棒クラス案内管：<u>最大抗力一定</u> ・燃料集合体：時刻歴手法</td> </tr> </tbody> </table>			現評価（H27.11 補正申請）	工認に合せた評価手法反映	評価条件	燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7	燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7	解析モデル	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率：10%	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率： <u>1%</u>	評価手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置： <u>スペクトルモーダル解析</u> ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置： <u>最大抗力一定</u> ・制御棒クラス案内管： <u>最大抗力一定</u> ・燃料集合体：時刻歴手法
	現評価（H27.11 補正申請）	工認に合せた評価手法反映												
評価条件	燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7	燃料集合体照射後条件 （照射影響の考慮有り） Ss-1(700gal)～Ss-7												
解析モデル	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率：10%	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率： <u>1%</u>												
評価手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置： <u>スペクトルモーダル解析</u> ・制御棒クラス案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置： <u>最大抗力一定</u> ・制御棒クラス案内管： <u>最大抗力一定</u> ・燃料集合体：時刻歴手法												

ハ) 評価結果

		挿入時間*1		規定時間
		現評価 (H27.11 補正申請)	工認手法反映	
評価 条件	評価地震動	Ss-1～Ss-7	Ss-1～Ss-7	1.8 秒
	照射条件	照射後条件	照射後条件	
地震時挿入時間		1.43		
制御棒クラスタ案内管（案内板）及び被覆管の摩耗を考慮した地震時挿入時間		1.45		
バップルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れを考慮した地震時挿入時間		1.45		

*1：各時間は落下開始から制御棒が全ストロークの85%に至るまでの時間

*2：挿入時間の下段のカッコ内は評価地震動を示す。

2. 炉内構造物等の耐震安全性評価

工事計画認可申請側の評価を踏まえ、燃料集合体の減衰定数を10%から1%へ変更することに伴い、原子炉容器－炉内構造物の連成モデルによる評価を行っている以下の評価について、応力評価及び疲労累積係数の評価の見直しを行う。

イ) 評価対象の機器・構造物と経年劣化事象の関係

No.	評価対象機器（部位）	経年劣化事象
①	原子炉容器（炉心支持金物）	低サイクル疲労
②	原子炉容器（胴部）	中性子照射脆化
③	炉内構造物（上部炉心支持板、上部炉心支持柱、下部炉心支持板、下部炉心支持柱）	低サイクル疲労
④	炉内構造物（下部炉心支持柱）	熱時効
⑤	炉内構造物（シンプルチューブ）	摩耗
⑥	炉内構造物（炉心そう）	中性子照射による靱性低下
⑦	制御棒クラスタ（被覆管）	摩耗

ロ) 評価条件・手法（相違点比較）

	現評価（H27.11 補正申請）	工認に合せた評価手法反映
評価条件	Ss-1(700gal)～Ss-7	Ss-1(700gal)～Ss-7
解析モデル	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率：10%	建屋-RCS-RV-CI-FA 連成モデル FA 減衰率： <u>1%</u>

ハ) 評価結果：再評価を実施中

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 工事計画を踏まえ、影響評価を行うもの

工事計画において、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組合せた耐震計算に対して、設備の構造特性等により水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある部位を抽出し、影響評価を行った結果、耐震性に影響がなく従来の設計手法で対応可能であることが確認されているが、高経年化技術評価の耐震安全性評価においても、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を確認した。

イ) 評価対象の機器・構造物と経年劣化事象の関係

No.	評価対象機器 (部位)	経年劣化事象
①	蒸気発生器 (給水入口管台)	低サイクル疲労
②	1次冷却材ポンプ (支持脚)	低サイクル疲労
③	炉心支持構造物 (下部炉心支持柱)	低サイクル疲労
④	燃料取替用水タンク (基礎ボルト)	腐食 (大気接触部)

ロ) 評価条件・手法

高経年化評価対象設備のうち、工事計画において設備の構造特性等から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があり、水平2方向+鉛直方向地震力の影響評価が行われた部位であって、耐震評価に影響する劣化事象が想定される部位について、影響評価を行った。

ハ) 評価結果

① 蒸気発生器 (給水入口管台) の低サイクル疲労を考慮した影響評価

	疲労累積係数 (許容値 1 以下)		
	通常運転時	地震時	合計
水平1方向+鉛直方向地震動 を考慮した評価結果 ┌──────────┐	0.235	0.008	0.243
水平2方向+鉛直方向地震動 を考慮した影響評価結果 ┌──────────┐	0.235	0.024	0.259

② 1次冷却材ポンプ（支持脚）の低サイクル疲労を考慮した影響評価

	疲労累積係数（許容値1以下）		
	通常運転時	地震時	合計
水平1方向+鉛直方向地震動 を考慮した評価結果	0.235	0.001	0.236
水平2方向+鉛直方向地震動 を考慮した影響評価結果	0.235	0.001	0.236

③ 炉心支持構造物（下部炉心支持柱）の低サイクル疲労を考慮した影響評価

	疲労累積係数（許容値1以下）		
	通常運転時	地震時	合計
水平1方向+鉛直方向地震動 を考慮した評価結果	0.001	0.006	0.007
水平2方向+鉛直方向地震動 を考慮した影響評価結果	0.001	0.028	0.029

※新規制基準への適合に係る工認側で評価手法を見直した再評価をおこなっており、今後これに合わせた評価手法として評価の見直しを行う。

④-1 燃料取替用水タンク（基礎ボルト）の腐食を考慮した影響評価【引張荷重*1】

	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
水平1方向+鉛直方向地震動 を考慮した評価結果			0.70
水平2方向+鉛直方向地震動 を考慮した影響評価結果			0.92

*1：せん断荷重との組合せを考慮した評価

④-2 燃料取替用水タンク（基礎ボルト）の腐食を考慮した影響評価【せん断荷重】

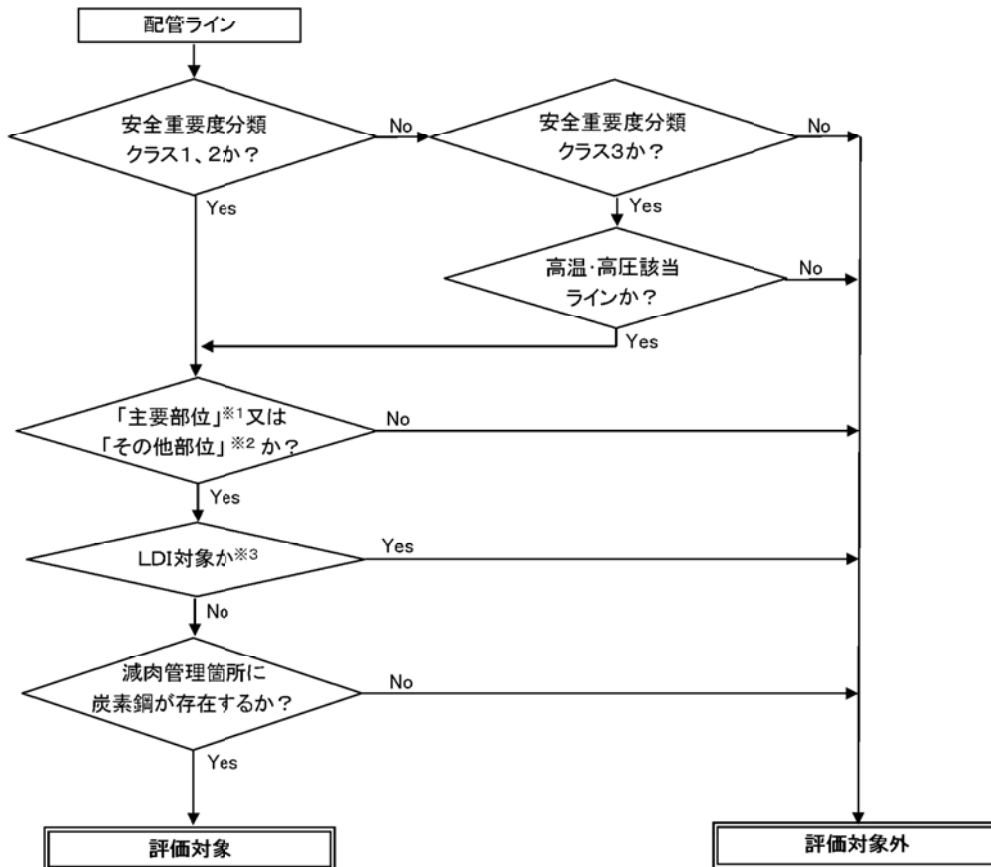
	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
水平1方向+鉛直方向地震動 を考慮した評価結果			0.42
水平2方向+鉛直方向地震動 を考慮した影響評価結果			0.60

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

No.	高浜1-耐震-14	分類：配管
質 問	<p>(3.5.24, 25, 30, 31頁)</p> <p>母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する以下を含む評価の具体的内容を提示すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価仕様 ・解析モデル ・入力（荷重）条件 ・評価対象とした系統ごとのライン数、ラインの抽出根拠及び減肉の種類（配管減肉管理に関する技術規格（日本機械学会）との対応に係る説明を含む。） ・評価対象としたラインに係る耐震重要度区分ごとの範囲、及び評価対象部位（解析モデル図に図示） ・評価結果 	
回 答	<p>1. 評価対象ラインの抽出について</p> <p>高浜1号のPLM評価における「母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）」に対する耐震安全性評価は、発電用原子力設備規格加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（以下「技術規格」という。）等を踏まえて策定した当社の管理指針「2次系配管肉厚の管理指針」に規定する検査対象系統を基に、評価対象ラインを選定し、耐震安全性評価を行っています。選定フローを添付-1に示します。</p> <p>2. 評価対象ライン数</p> <p>その結果、評価対象として抽出され評価を行ったライン数は、系統分類毎にそれぞれ以下のとおりです。</p> <p>主蒸気系統配管：7ライン 主給水系統配管：14ライン 低温再熱蒸気系統配管：1ライン 第3抽気系統配管：1ライン 第4抽気系統配管：3ライン 補助蒸気系統配管：2ライン グランド蒸気系統配管：1ライン 復水系統配管：9ライン ドレン系統配管：19ライン 蒸気発生器ブローダウン系統配管：5ライン</p> <p>3. 評価結果</p> <p>各評価仕様〔各評価用地震、想定減肉（必要最小肉厚or実測データ）、解析手法（梁モデル解析orFEM解析）〕と共に、各ラインの評価結果を添付-2に示します。</p> <p>4. 評価モデル</p> <p>評価対象ラインのうち、PLM評価書に厳しいラインとして代表で記載した応力比の、対象箇所を含む解析モデル図を添付-3に示します。</p>	

配管内面からの腐食（流れ加速型腐食）評価対象ラインの抽出フロー



※1：当社社内指針「2次系配管肉厚の管理指針」において、減肉が発生する可能性があるとし点検対象として選定している部位（「発電用原子力設備規格加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格」の流れ加速型腐食（FAC）による試験対象系統、液滴衝撃エロージョン（LDI）による試験対象系統の試験対象箇所にあたる部位

※2：当社社内指針「2次系配管肉厚の管理指針」において、2次系冷却水が常時流れる系統のうち主要部位に該当しない偏流発生部位

※3：液滴衝撃エロージョン（LDI）については、減肉が発生したとしても局所的であり、応答特性・強度に影響がないことから対象外とし、流れ加速型腐食（FAC）のみを耐震評価対象としているもの

以上

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全箇所1erモデル						60年時点(CO244)モデル						実測データに基づく50年時点(2024年)モデル					
				梁モデル評価			FEM評価			梁モデル評価			FEM評価			梁モデル評価			FEM評価		
				応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価
主蒸気系統	C	湿分機加熱器加熱蒸気管	C	0.68	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	A-主蒸気配管 (CV内)	Sd	1次	0.54	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.21	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	B-主蒸気配管 (CV内)	Sd	1次	0.35	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.42	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	C-主蒸気配管 (CV内)	Sd	1次	0.52	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.20	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	A-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.34	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.41	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	B-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.64	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.24	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	C-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.42	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.48	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	A-主蒸気配管 (CV内)	Sd	1次	0.95	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.24	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	B-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.41	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Ss	1次+2次	0.50	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	S	C-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.88以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ss			1次+2次	0.69以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S	A-主蒸気配管 (CV内)	Sd	1次	0.42	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		Ss	1次+2次	0.69	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S	B-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.87以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		Ss	1次+2次	0.70以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S	C-主蒸気配管 (CV外)	Sd	1次	0.42	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		Ss	1次+2次	0.70	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全箇所+モデル						実測データに基づく 50年時点(2024年)モデル								
				モデル評価			FEM評価			モデル評価			FEM評価					
				応力値/ 許容応力	応力比	評価	応力値/ 許容応力	応力比	評価	応力値/ 許容応力	応力比	評価	応力値/ 許容応力	応力比	評価			
低温再熱蒸気系統	C	低温再熱蒸気管	C	0.25	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第3抽気系統	C	第3抽気管	C	1.42	x	0.36	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		C	第4抽気管(A)	C	1.21	x	0.53	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		C	第4抽気管(B)	C	0.99	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
第4抽気系統	C	第4抽気管(C)	C	1.70	x	1.31	x	0.60	○	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	主給水ポンプ~第6高圧給水加熱器	C	0.33	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	第6高圧給水加熱器~主給水隔離弁	C	0.87	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吸込管(A)	C	0.57	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吸込管(B)	C	0.57	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吸込管(C)	C	0.57	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吐出管(A)	C	0.29	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吐出管(B)	C	0.29	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	給水ブースタポンプ吐出管(C)	C	0.29	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	主給水系統	S	A-主給水配管 (CV内)	Sd	1次	0.50	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ss				1次+2次	0.26	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ss				1次	0.46	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		B-主給水配管 (CV内)	Sd	1次	0.59	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sd	1次+2次	0.50	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次	0.26	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		C-主給水配管 (CV内)	Sd	1次+2次	0.53	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sd	1次	0.52	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次+2次	0.31	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		A-主給水配管 (CV外)	Sd	1次	0.64	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sd	1次+2次	0.84以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次	0.69以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		B-主給水配管 (CV外)	Sd	1次	0.51	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Sd	1次+2次	0.69	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次	0.47	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		C-主給水配管 (CV外)	Sd	1次+2次	0.56	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sd		1次	0.38	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Ss		1次+2次	UF0.275	x	1.22	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
S	C-主給水配管 (CV外)	Sd	1次	0.79以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Sd	1次+2次	0.87以下	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Ss	1次	0.48	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全箇所100モデル						東海1号機(2034年)モデル						東海1号機(2024年)モデル					
				球モデル評価			FEM評価			球モデル評価			FEM評価			球モデル評価			FEM評価		
				応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価
復水系統	C	復水ポンプ～コンナミ取合い～復水ブースタポンプ	C	1.01	x																
	C	復水ブースタポンプ～第1低圧給水加熱器	C	0.88	○																
	C	第2低圧給水加熱器～第3低圧給水加熱器(A)	C	0.34	○																
	C	第2低圧給水加熱器～第3低圧給水加熱器(B)	C	0.86	○																
	C	第2低圧給水加熱器～第3低圧給水加熱器(C)	C	0.99	○																
	C	第3低圧給水加熱器～第4低圧給水加熱器(A)	C	0.43	○																
	C	第3低圧給水加熱器～第4低圧給水加熱器(B)	C	0.43	○																
	C	第3低圧給水加熱器～第4低圧給水加熱器(C)	C	0.43	○																
	C	第4低圧給水加熱器～放気器	C	2.15	x																

評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全面所100モデル						実測データに基づく60年時点(2034年)モデル						実測データに基づく50年時点(2044年)モデル					
				梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価			
				応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価
ドレン系統	C	第6高圧給水加熱器ドレン管(A)	C	0.92	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	第6高圧給水加熱器ドレン管(B)	C	1.01	x	-	0.53	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	第3低圧給水加熱器ドレン管(A)	C	0.77	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	第3低圧給水加熱器ドレン管(B)	C	0.94	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	第3低圧給水加熱器ドレン管(C)	C	1.28	x	-	1.15	x	-	0.94	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	低圧給水加熱器ドレンポンプ吐出管(A)	C	0.35	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	低圧給水加熱器ドレンポンプ吐出管(B)	C	0.53	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	低圧給水加熱器ドレンポンプ吐出管(C)	C	0.80	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(1A)	C	0.38	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(2A)	C	0.57	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(3A)	C	0.66	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(1B)	C	0.39	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(2B)	C	0.60	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレン管(3B)	C	0.39	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分種加熱器ドレンタンクドレン管(A,B)	C	0.71	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全箇所100モデル						実測データに基づく50年時点(2034年)モデル						実測データに基づく50年時点(2044年)モデル					
				梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価		梁モデル評価		FEM評価			
				応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価
ドレン系統	C	湿分離器ドレン管(A)	C	0.51	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分離器ドレン管(B)	C	0.62	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分離器ドレンポンプ吸込管	C	0.95	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	湿分離器ドレンポンプ吐出管	C	3.51	X	0.92	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
グラウンド蒸気系統	C	グラウンド蒸気管	C	2.22	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	スチームコンバータ給水管	C	0.08	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
補助蒸気系統	C	補助蒸気配管(1次系)	C	0.48	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

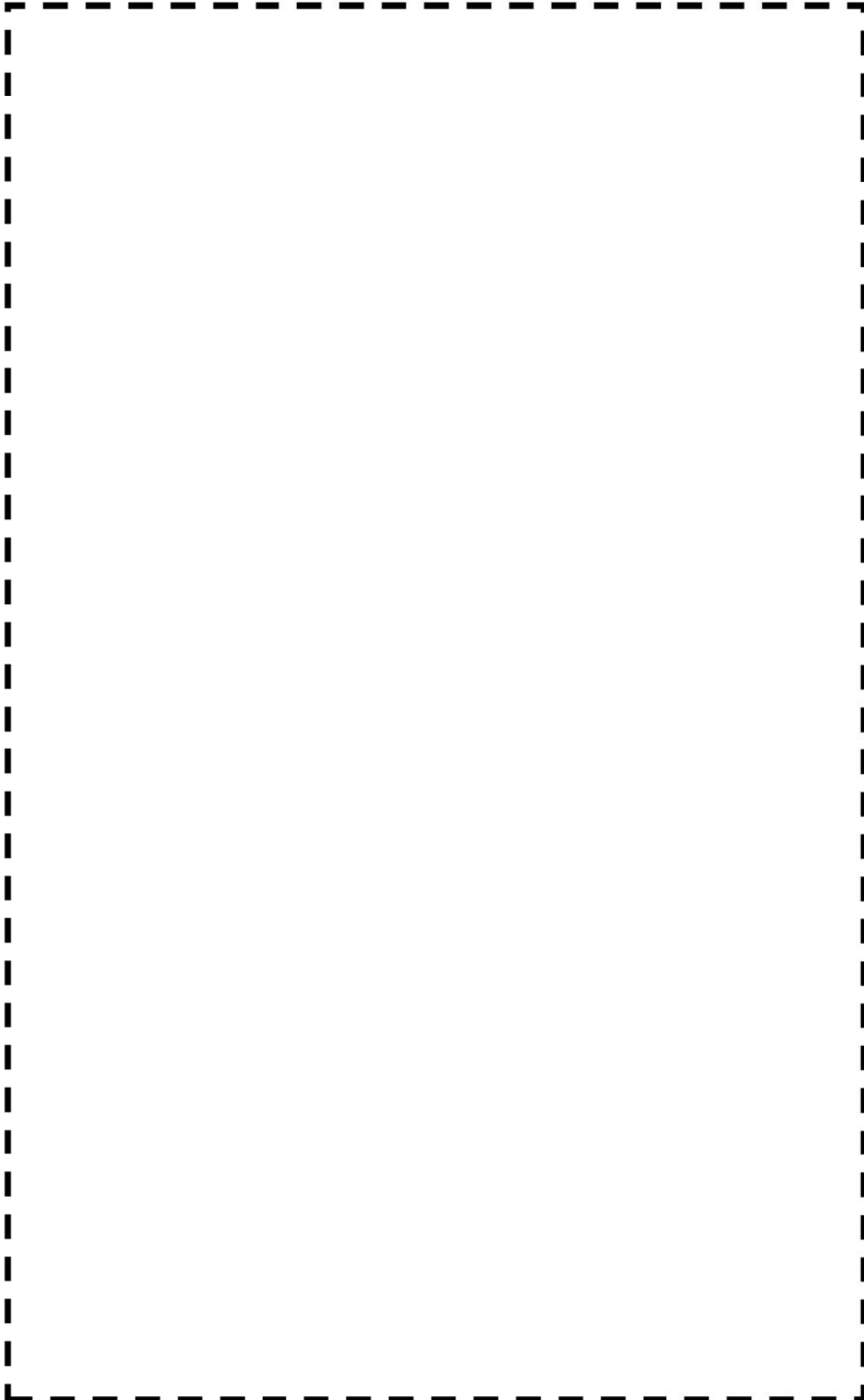
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

高浜1号機 PLM40耐震評価 流れ加速型腐食に対する配管評価結果一覧

系統分類	耐震クラス	配管名称	評価用地震	全層剛性モデル						60年時点(2044年)モデル						実測データに基づく50年時点(2044年)モデル					
				梁モデル評価			FEM評価			梁モデル評価			FEM評価			梁モデル評価			FEM評価		
				応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価	応力値/許容応力	応力比	評価
蒸気発生器 700-700系統配管	S	AルーフSGBD配管 PEN#279CV外 CVBD内	Sd	1次	0.66	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Sd	1次+2次	0.51	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	AルーフSGBD配管 PEN#279CV外 CVBD外	Ss	1次	0.40	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次+2次	1.02	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	BルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD内	Sd	1次	0.67	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Sd	1次+2次	0.41	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	CルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD内	Ss	1次	0.85以下	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次+2次	0.87以下	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	DルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD内	Sd	1次	0.43	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Sd	1次+2次	0.87	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	EルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD内	Ss	1次	0.66以下	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Ss	1次+2次	0.91以下	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S	FルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD外	Sd	1次	0.33	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Sd	1次+2次	0.91	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
S	GルーフSGBD配管 PEN#230CV外 CVBD外	Ss	1次	0.83以下	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Ss	1次+2次	0.42	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

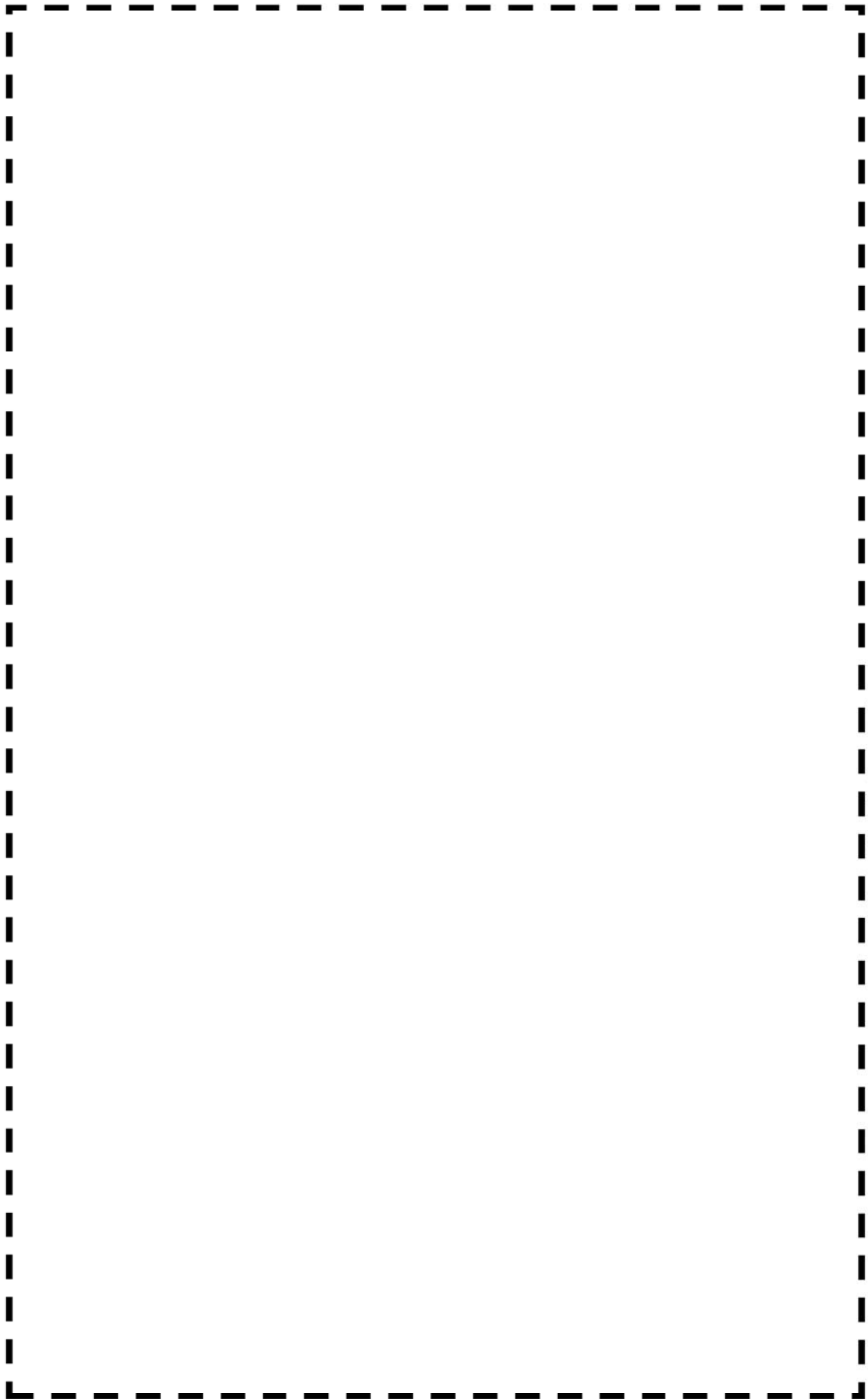
評価書に記載した系統毎の代表設備及びその評価結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



主蒸気系統配管(C-主蒸気配管(CV内)) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

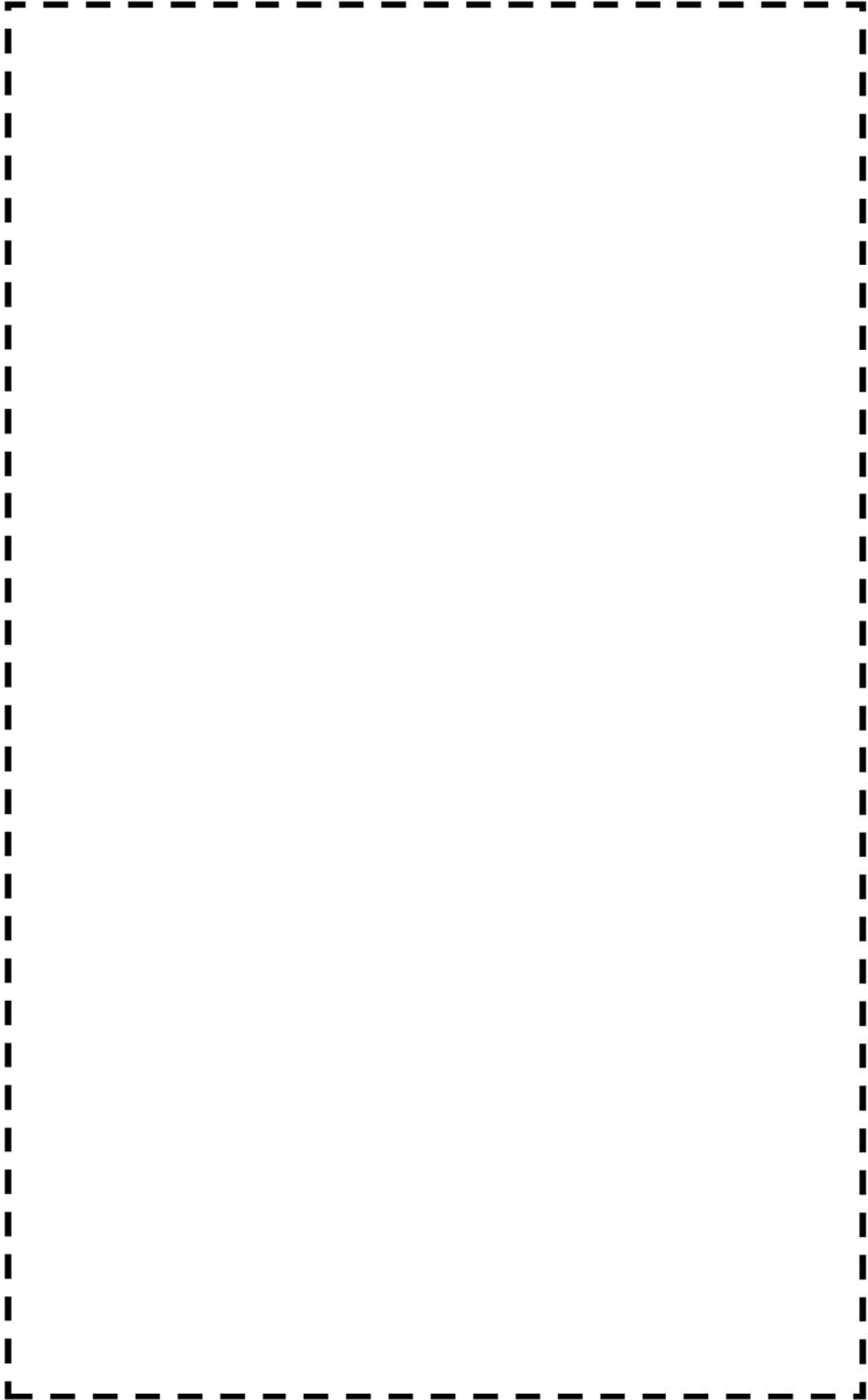


主蒸気系統配管 (B-主蒸気配管 (CV外)) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開するものではありません。

主蒸気系統配管(C-主蒸気配管(CV外)) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

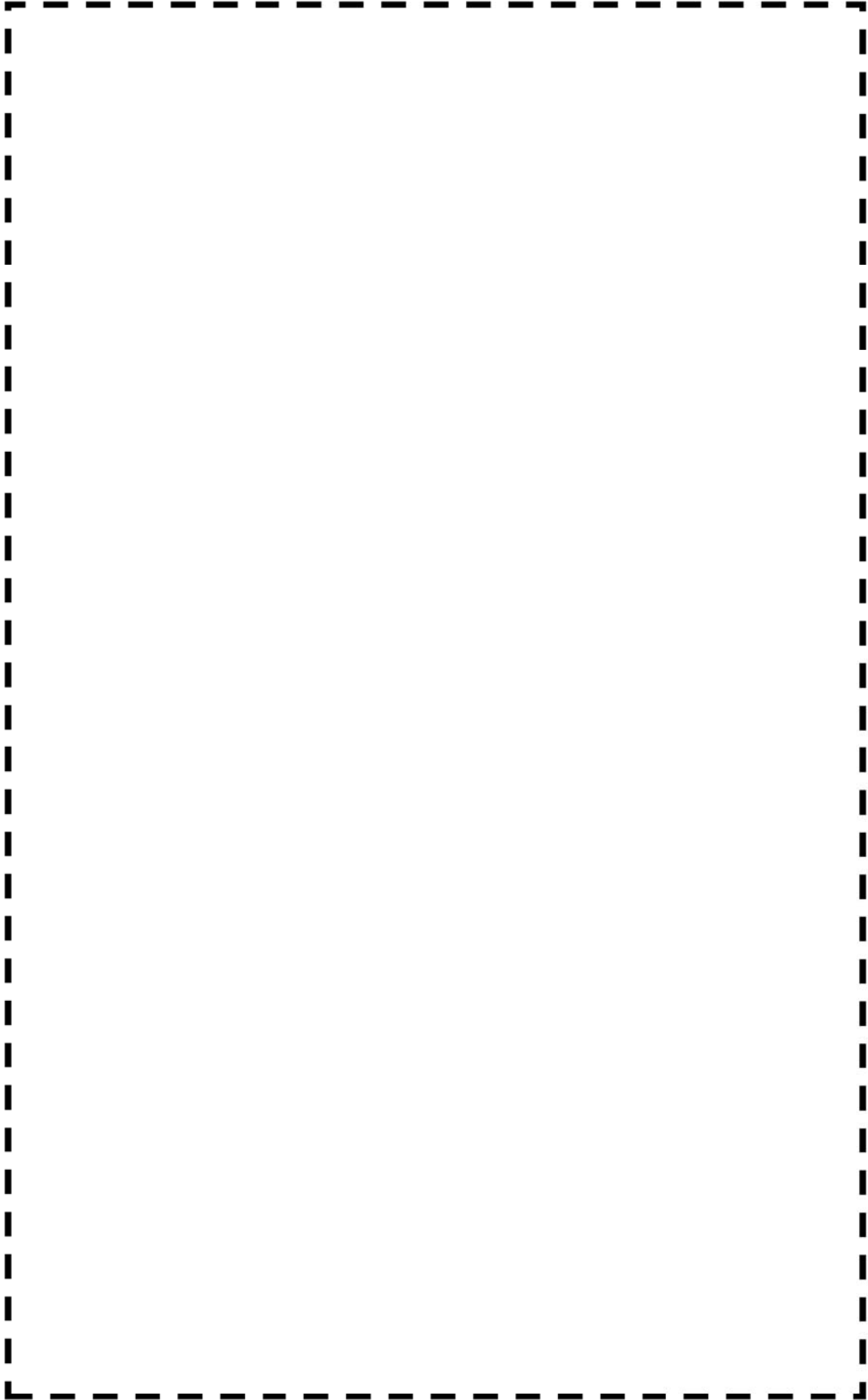


主蒸気系統配管(C-主蒸気配管(CV内)) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

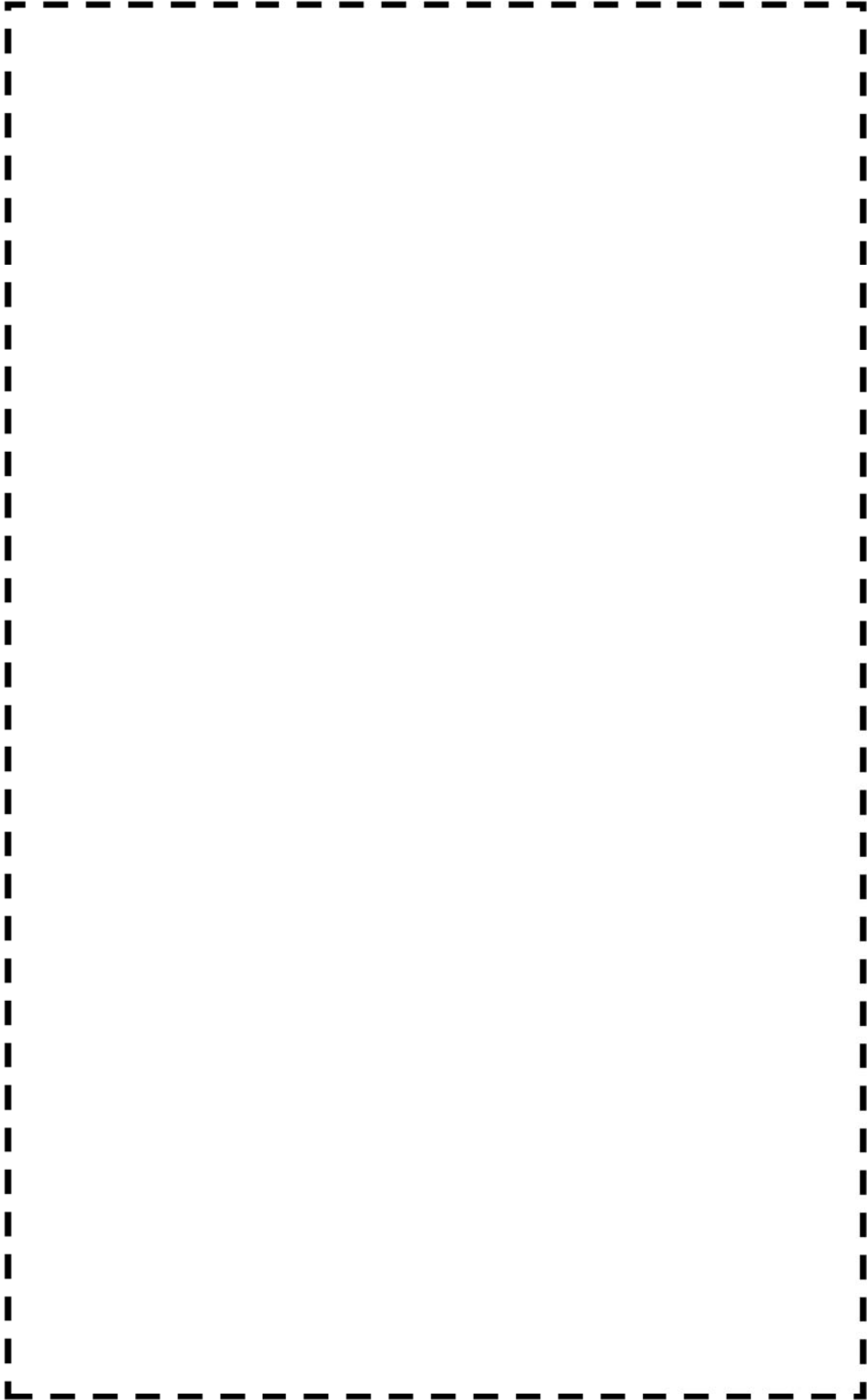
主蒸気系統配管(A-主蒸気配管(CV外)) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



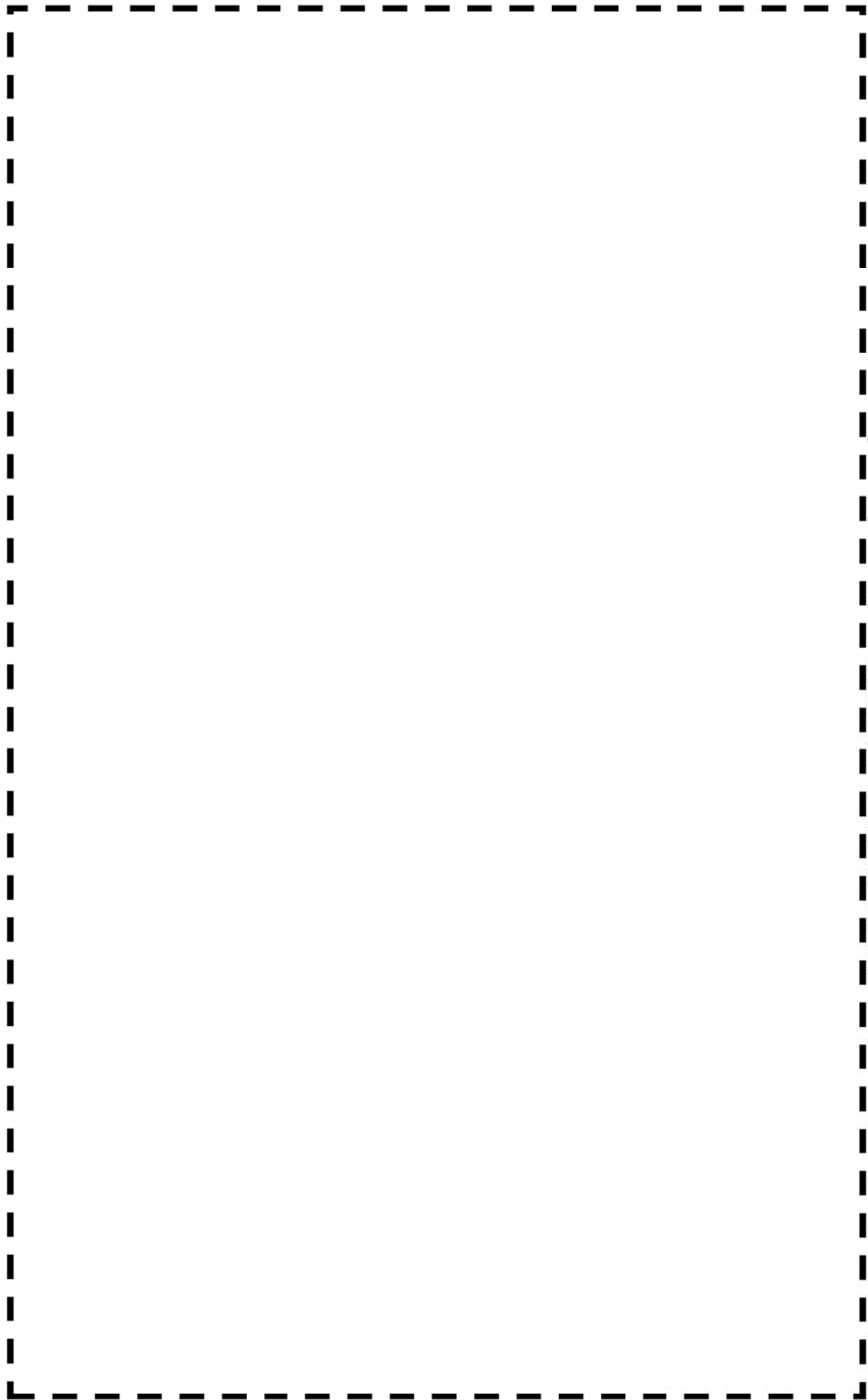
主給水系統配管(A-主給水配管(CV外)) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



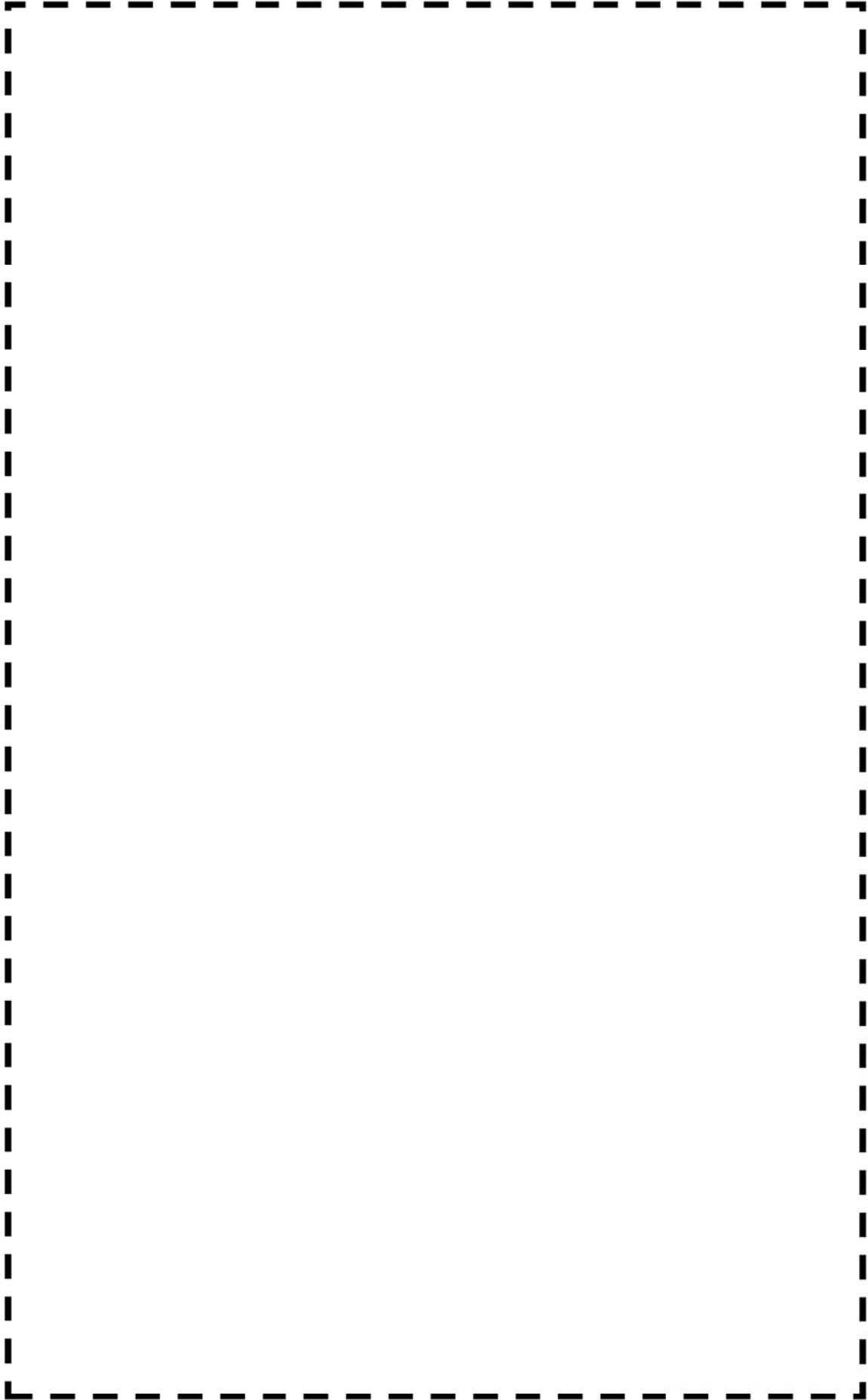
主給水系統配管(B-主給水配管(CV外)) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



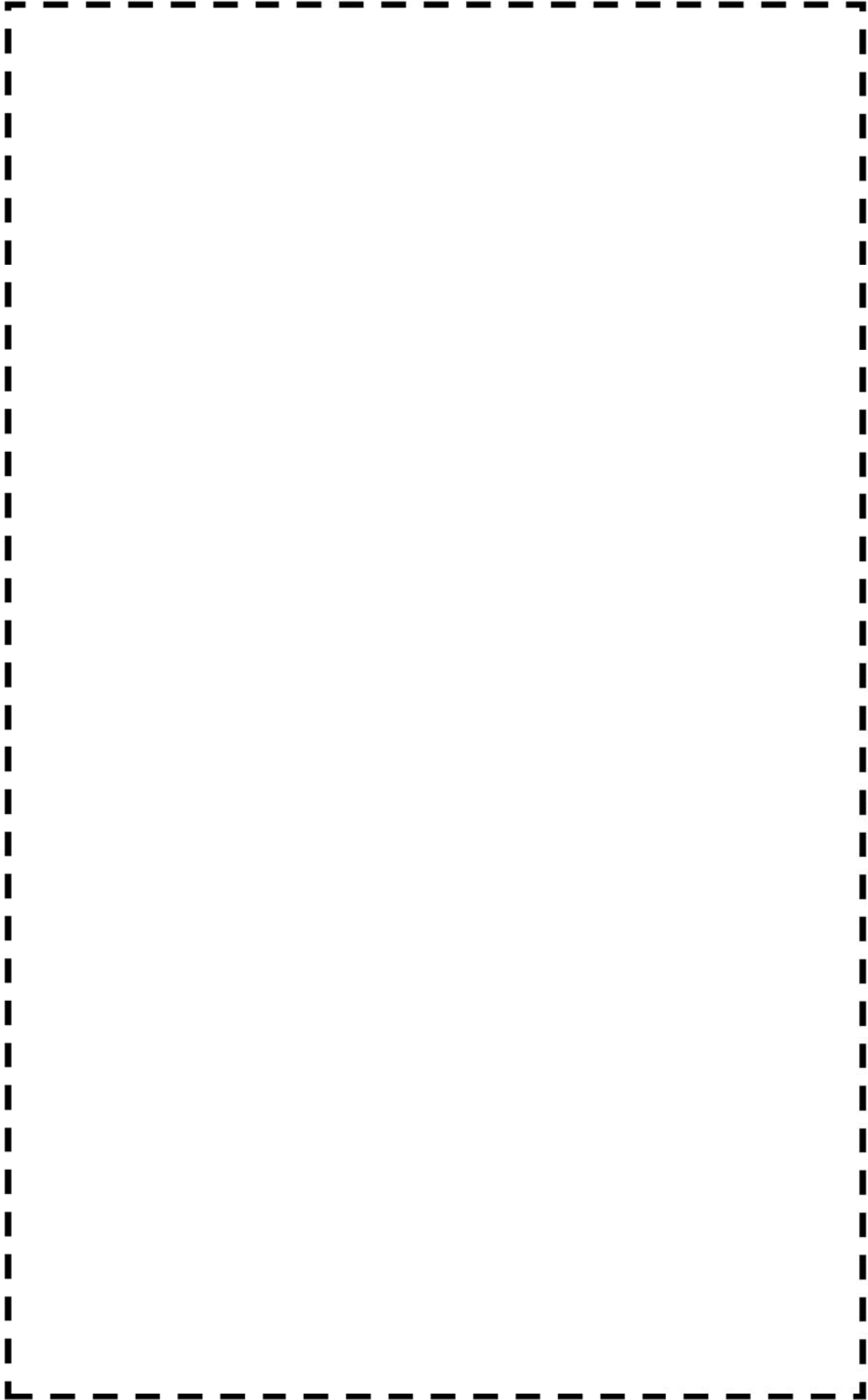
主給水系統配管(C-主給水配管(CV内)) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



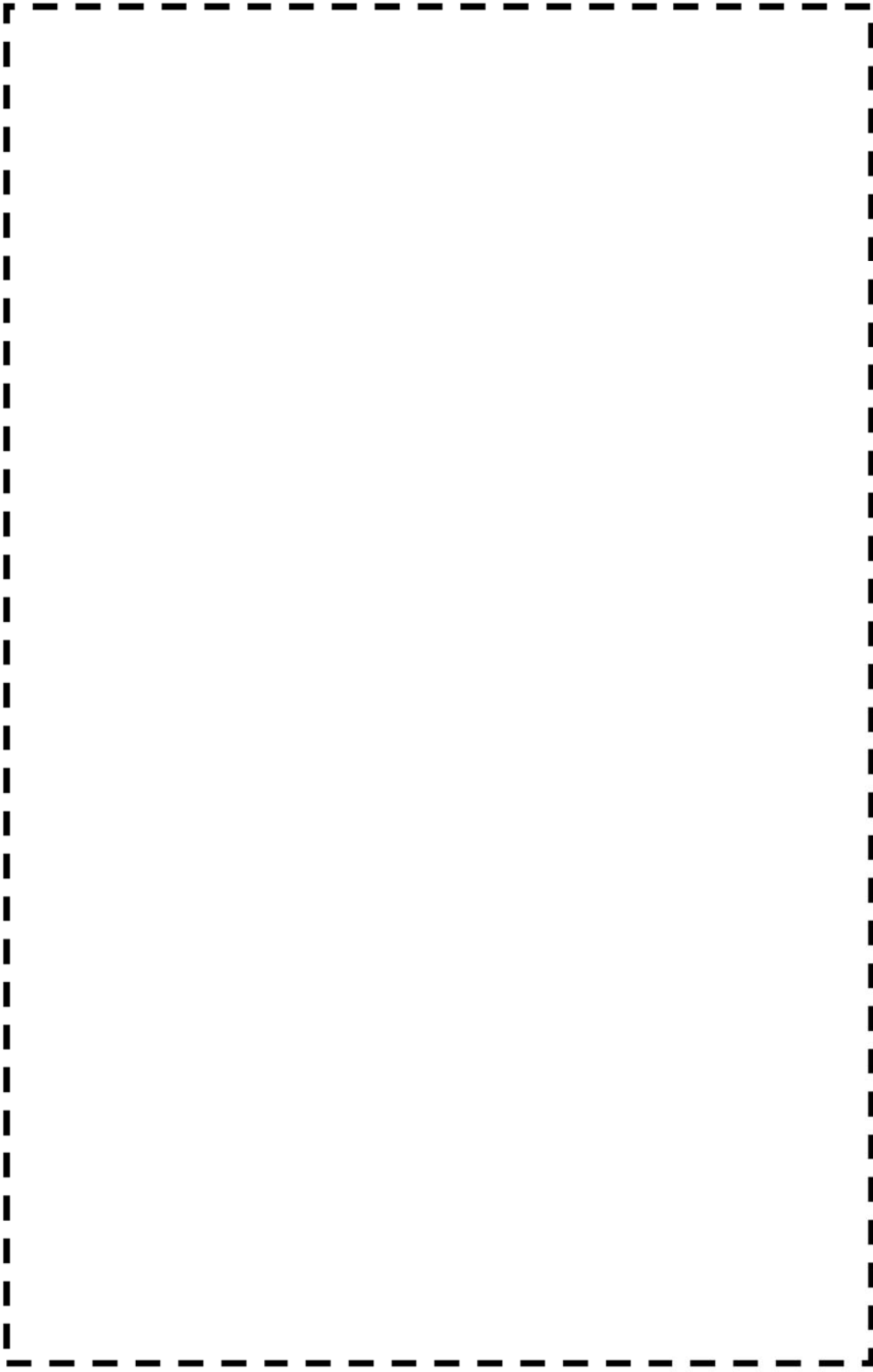
主給水系統配管(B-主給水配管(CV外)) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



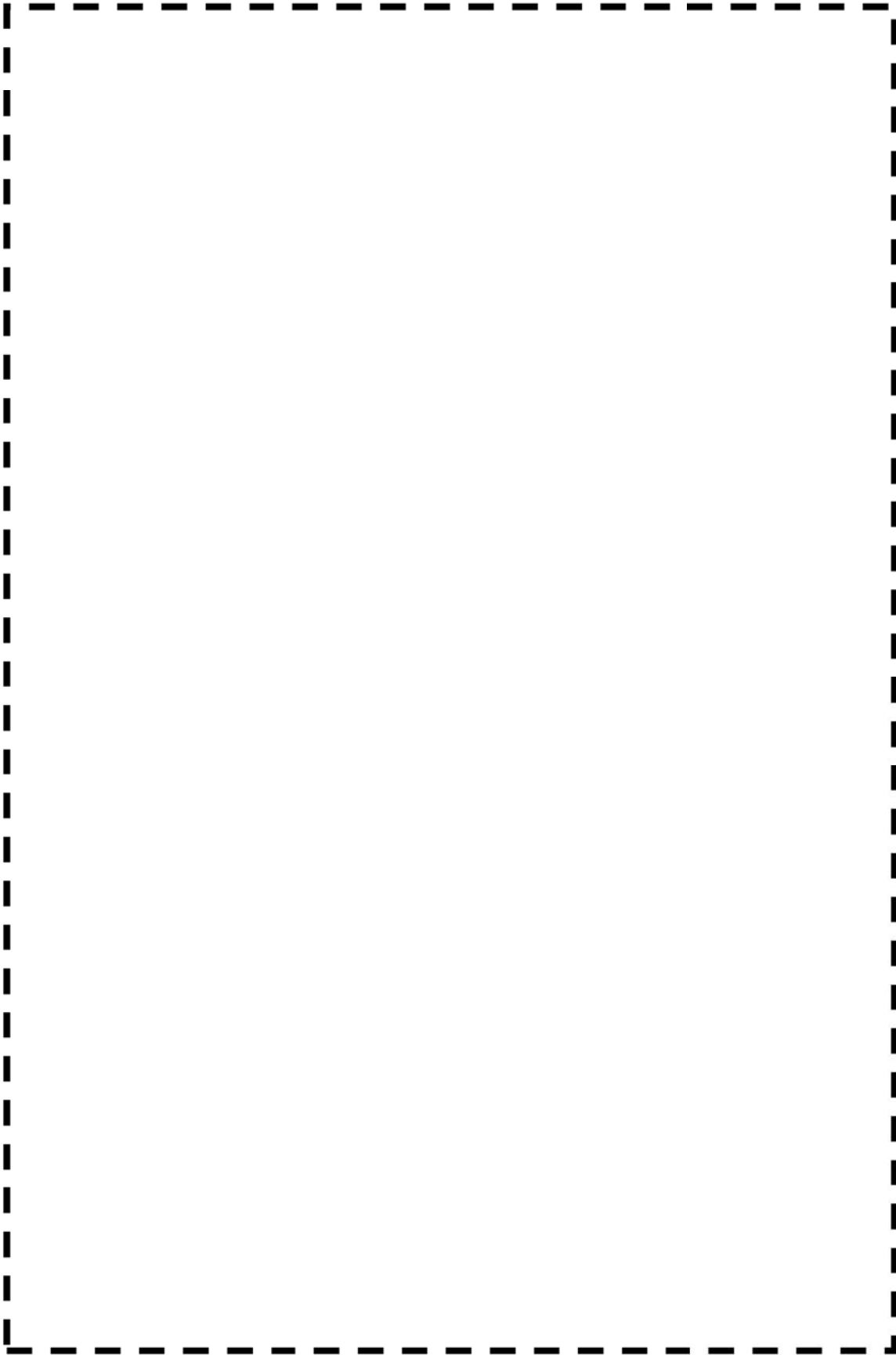
低温再熱蒸気系統配管(低温再熱蒸気管)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



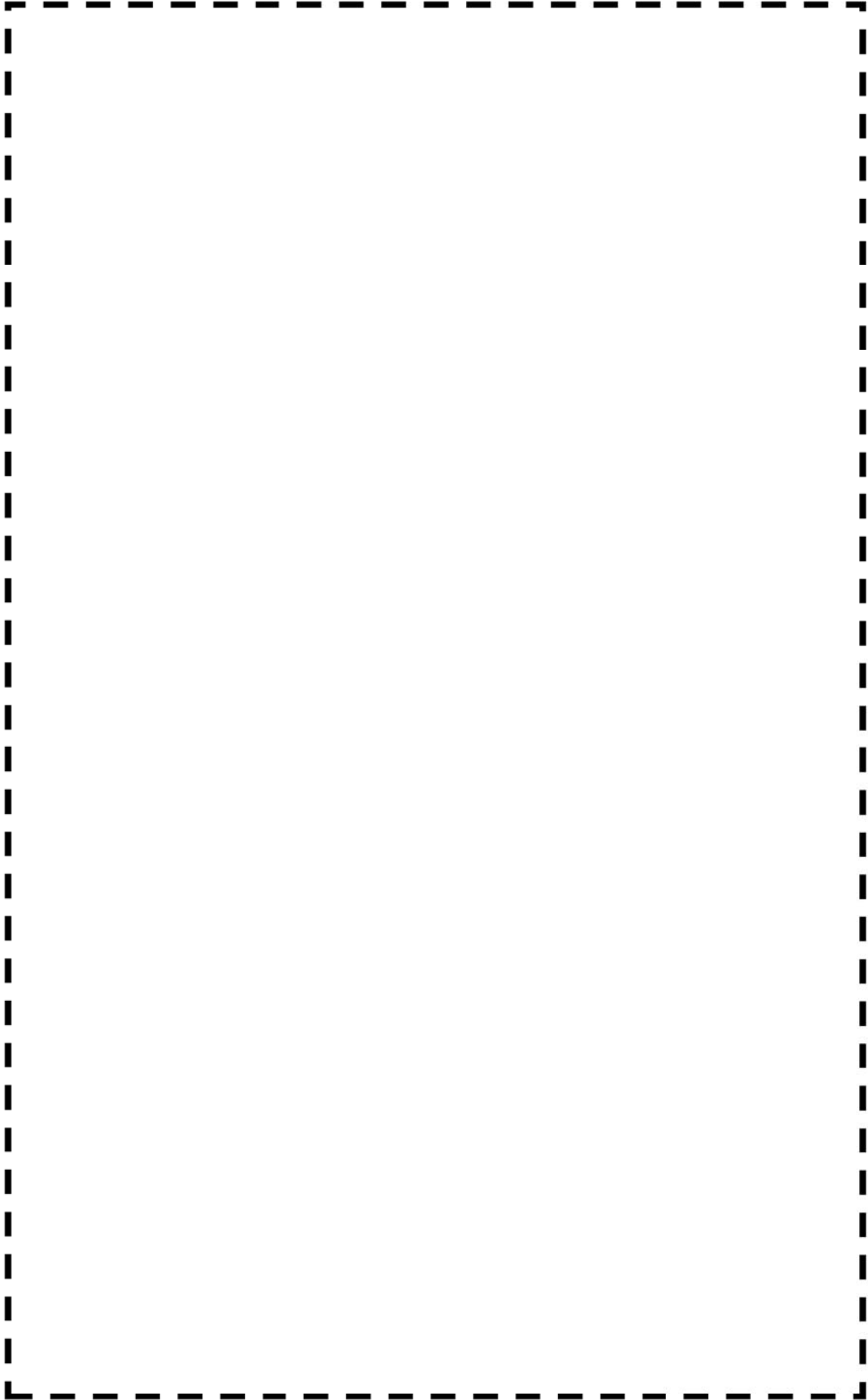
第3抽気系統配管 (第3抽気管)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



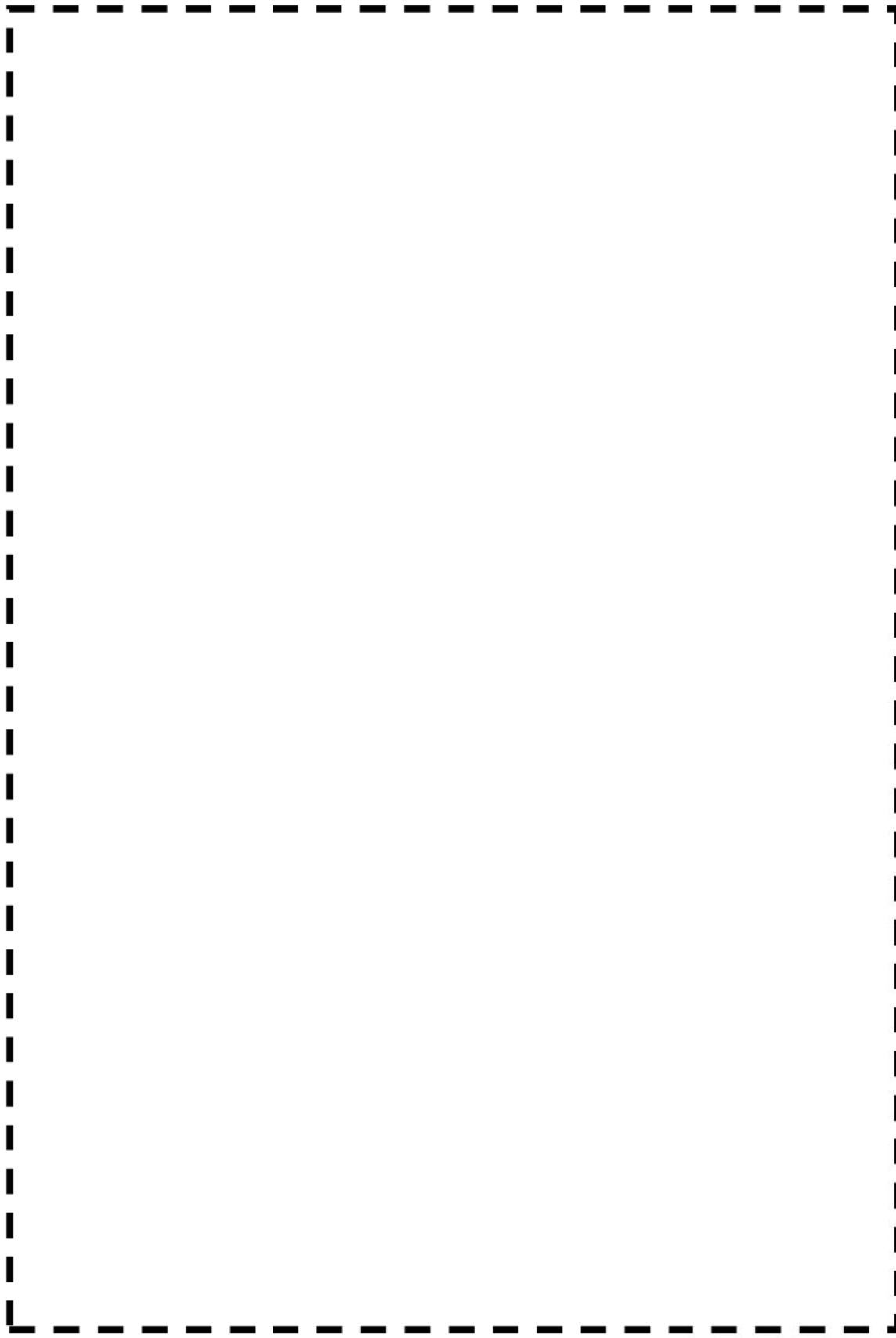
第4抽気系統配管（第4抽気管（C））

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



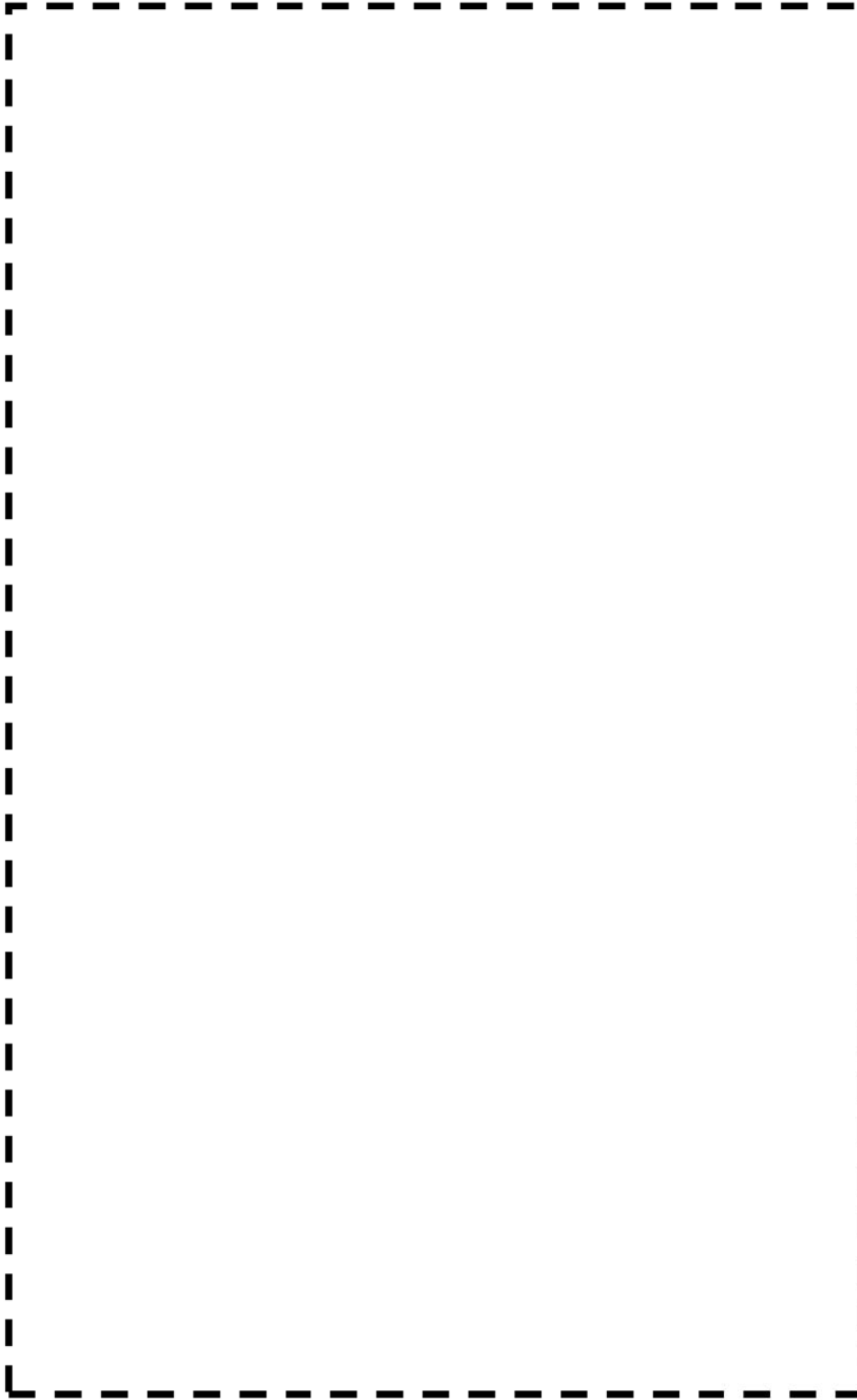
グラウンド蒸気系統配管 (グラウンド蒸気管)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



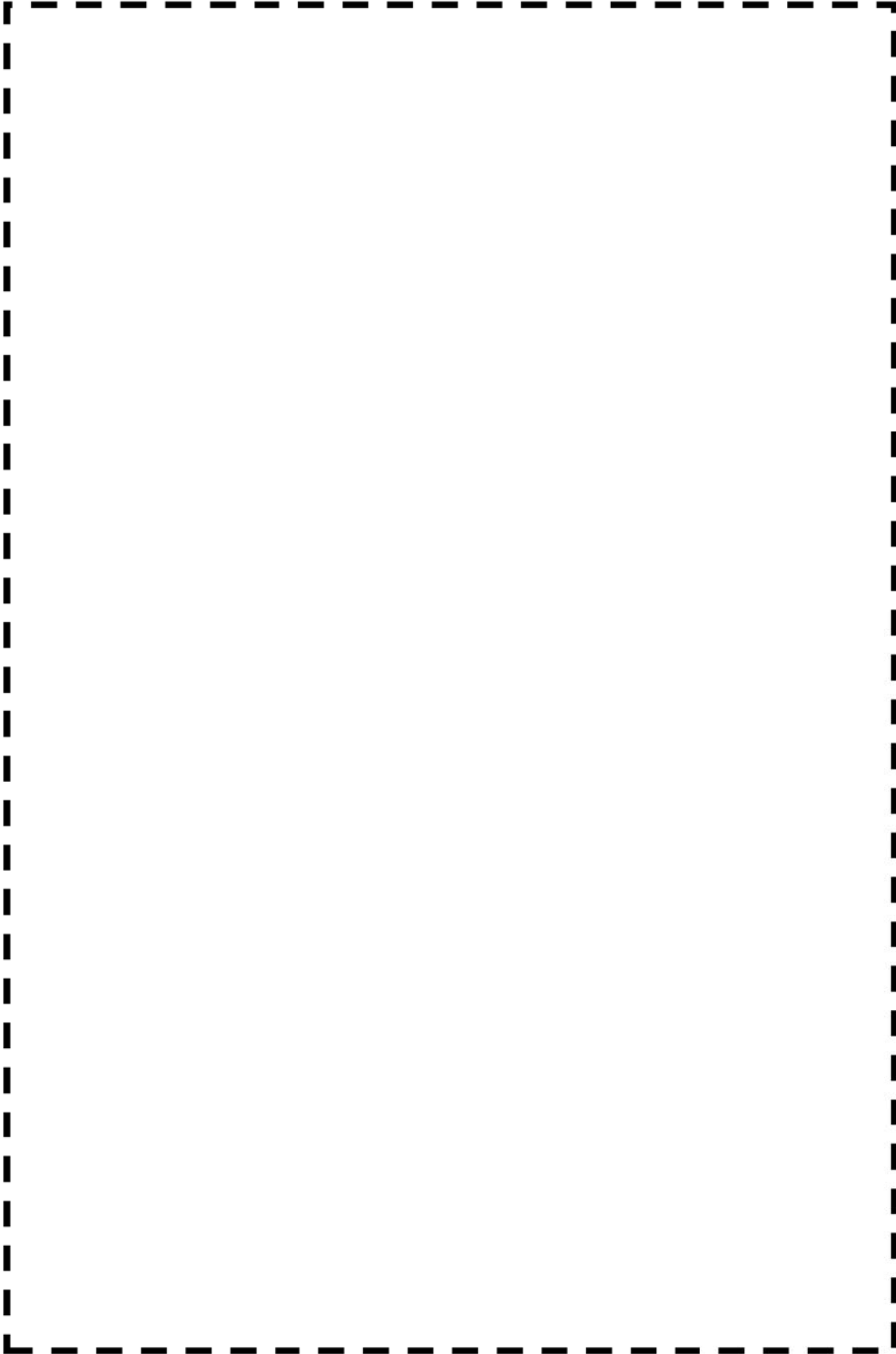
復水系統配管 (第4 低圧給水加熱器～脱気器)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



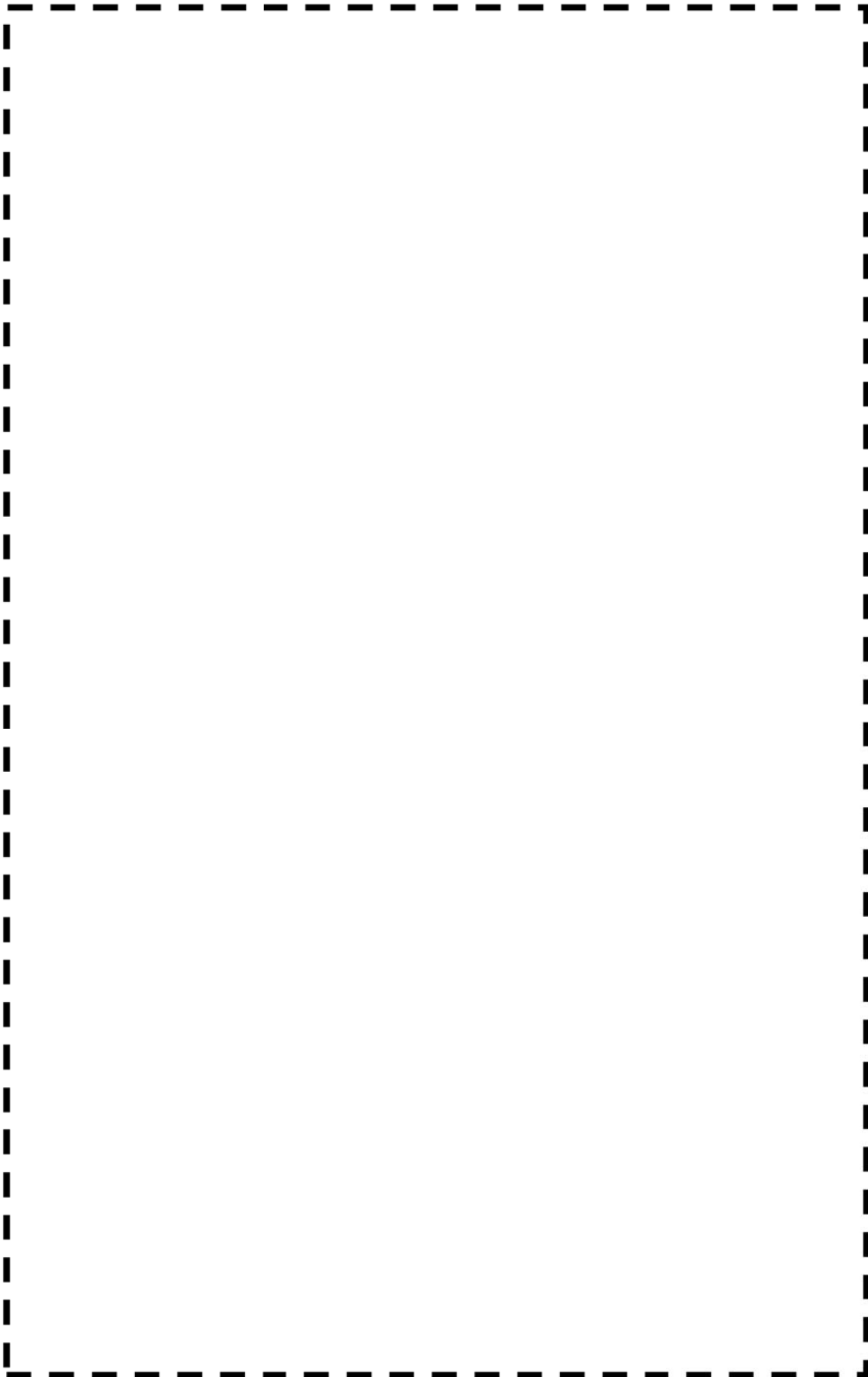
ドレン系統配管（第3低圧給水加熱器ドレン管（C））

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



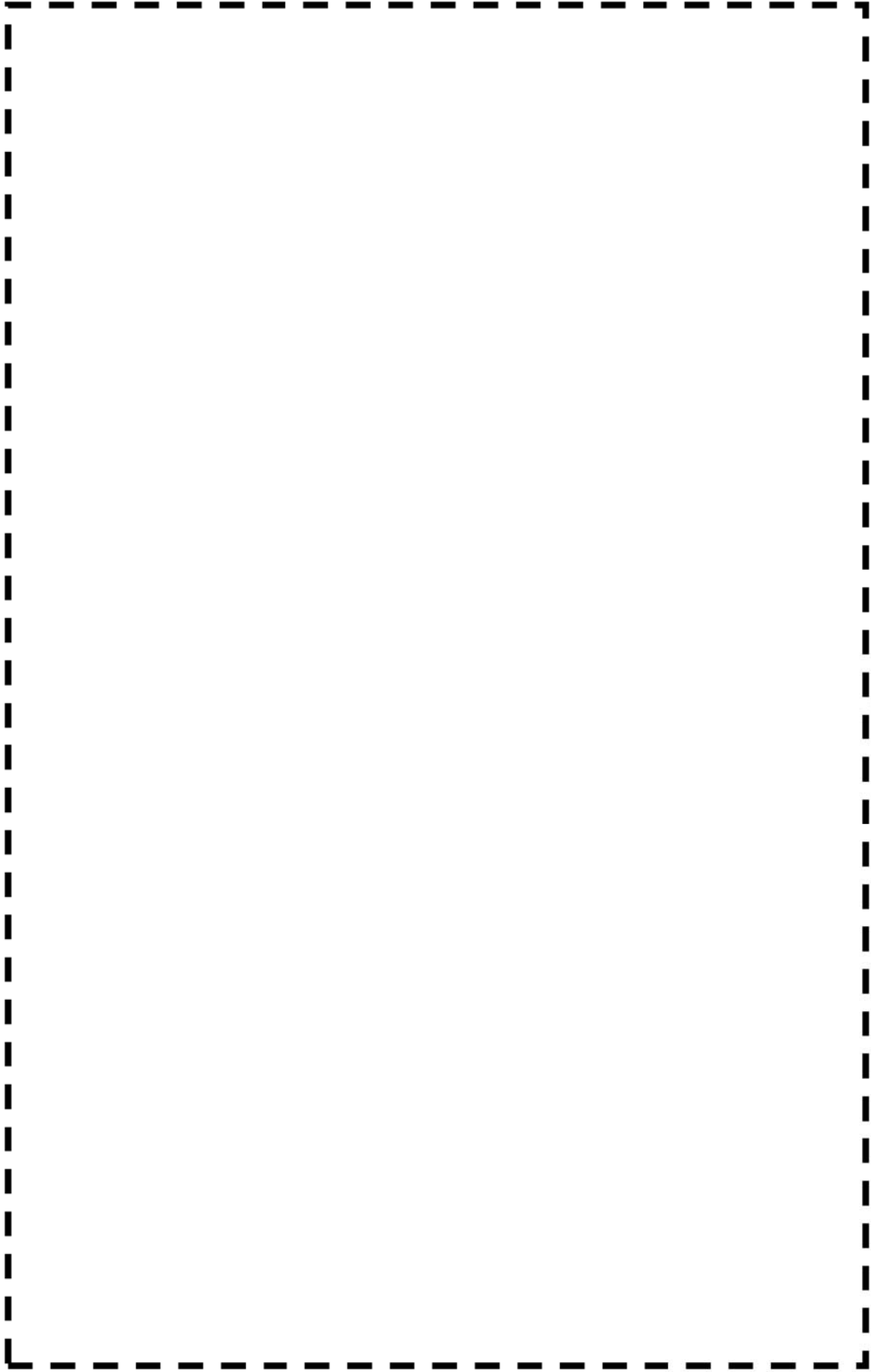
蒸気発生器ブローダウン系統配管(A/ループSGBD配管 PEN#279CV外 CVBD内) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開するものではありません。



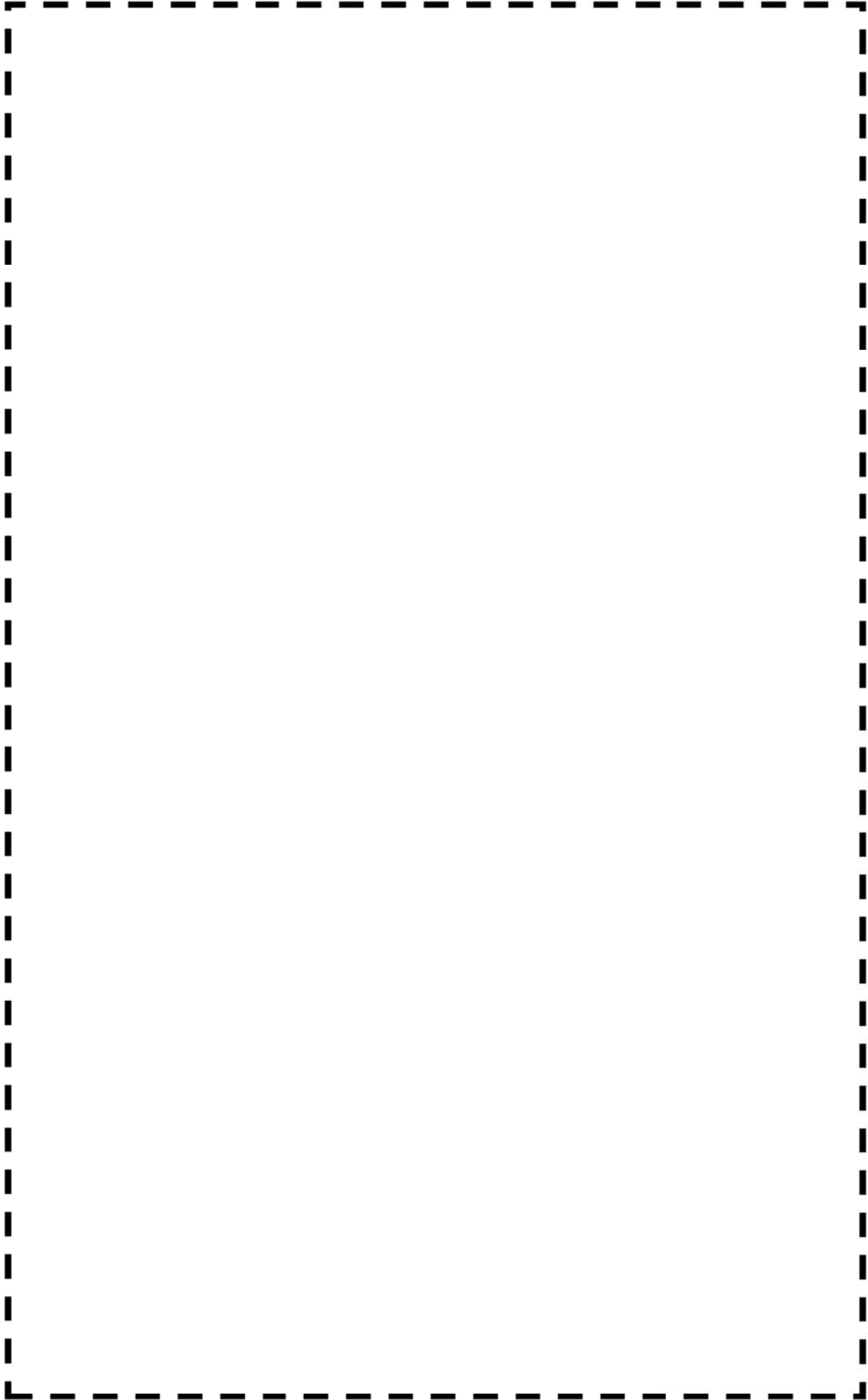
蒸気発生器ブローダウン系統配管(BルーブSGBD配管 PEN#233CV外 CVBD内) 【Ss地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



蒸気発生器ブローダウンシステム配管 (AループSGBD配管 PEN#279CV外 CVBD内) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



蒸気発生器ブローダウン系統配管(A/レープSGBD配管 PEN#279CV外 CVBD外) 【Sd地震】

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

No.	高浜1-耐震-17	事象：耐震
質問	<p>(別冊-16耐震-3.6弁-3.6.44頁)</p> <p>耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として弁と配管の接続部における疲労割れあるいは接続配管の腐食(流れ加速型腐食)が抽出された弁について、地震時の応答加速度が機能確認済加速度を上回らないとする評価の具体的内容(評価仕様、解析モデル、入力(荷重)条件、評価結果を含む)を提示すること。</p>	
回答	<p>1. 動的機能維持評価の対象弁・経年劣化事象の選定</p> <p>弁の地震時の応答加速度が機能確認済加速度を上回らないことを確認すべき対象を以下のとおり選定した。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD Title["①弁と配管の接続部における疲労割れ/②接続配管の腐食(流れ加速型腐食)に対する弁の動的機能維持評価"] --> Q1{"振動応答特性に影響する経年劣化事象か?"} Q1 -- No --> N1["①※1"] Q1 -- Yes --> Q2{"振動応答特性に影響が及ぶ範囲に地震時に動的機能維持(主要弁)が存在するか?"} Q2 -- No --> L1["主給水系統 低圧再熱蒸気系統 第3・4抽気体系統 補助蒸気系統 グランド蒸気系統 復水系統 トレン系統 SQ700-ダウンス系統"] Q2 -- Yes --> L2["主蒸気系統"] L1 --> E["評価対象外"] L2 --> B["評価対象弁の抽出"] B --> C["主蒸気逃がし弁・主蒸気安全弁 → これについて評価を実施する"] </pre> </div> <p>※1: 疲労割れが生じた場合は振動応答に影響を与える可能性があるが、疲労累積係数が1以下であることを確認しているため割れは発生せず、振動応答に影響を与える経年劣化事象ではない</p> <p>※2: 弁そのものの経年劣化事象ではないが、接続配管に流れ加速型腐食が生じた場合は、配管の振動応答特性の変化が弁の応答加速度に影響すると考えられる</p>	

図1 動的機能維持評価の対象弁・経年劣化事象の選定フロー

2. 評価結果

主蒸気逃がし弁および主蒸気安全弁に接続する主蒸気系統配管の、流れ加速型腐食に係る減肉管理部位を必要最小肉厚まで一様に減肉させたモデルを用いて、スペクトルモーダル解析を実施し、対象弁における応答加速度を算出した結果、機能確認済加速度を上回ることがないことを確認した。よって動的機能維持の観点から耐震安全性上問題ないことを確認した。

表1 主蒸気逃がし弁および主蒸気安全弁の動的機能維持評価結果

地震力		主蒸気逃がし弁		主蒸気安全弁	
		応答加速度	機能確認済 加速度	応答加速度	機能確認済 加速度
Ss	水平				
	鉛直				

(注) $G=9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}$

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

No.	高浜 1 - 耐津波 - 1	事象：耐津波
質 問	<p>(本冊/別冊-共通)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）をリストアップしたうえで、耐津波安全性評価の対象設備について、抽出根拠・抽出プロセス及び評価内容を具体的に提示すること。 ・ 経年劣化事象として止水材料の劣化を評価対象としない場合は、その根拠及び妥当性を具体的に示すこと。 	
回 答	<p>高浜 1 号の「浸水防護施設」のうち、耐津波安全性評価対象とした設備について、経年劣化事象の抽出や耐津波安全性評価の要否判断などのプロセスを示す。</p> <p>1. 浸水防護施設について 耐津波安全性評価対象とした浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）については以下のとおり。</p> <p>(1) 津波防護施設：該当なし[高浜 4 号炉設備、1・2・3・4 号炉共用] (2) 浸水防止設備：・ 取水構造物（浸水防止蓋）… a (3) 津波監視設備：・ 潮位計 … b</p> <p>2. 想定される劣化事象※</p> <p>(1) 鉄骨構造物（対象 a）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食 …① ・ 風などによる疲労 …② <p>(2) 計測制御設備（対象 b）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 樹脂の劣化（ケミカルアンカー）③ <p>※：絶縁低下（絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む）、特性変化及び導通不良については、耐津波安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であるため記載は省略する。</p> <p>3. 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出 「2. 想定される劣化事象」で整理した経年劣化事象①～③について、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無について検討したプロセスを下表に整理した。</p>	

表 1 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無検討プロセス

「技術評価」で想定される経年劣化事象		ステップ 1	ステップ 2		ステップ 3	
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象	下記 1)～2)を除く経年劣化事象	○	i	現在発生しておらず、今 後も発生の可能性がない もの、または小さいもの	×	×
			ii	現在発生しているか、ま たは将来にわたって起こ ることが否定できないもの	○	構造・強度上および止水性 上「軽微もしくは無視」で きない事象 ◎ 構造・強度上および止水性 上「軽微もしくは無視」で きる事象 ■
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象 ではない事象	1)	○	ii	現在発生しているか、ま たは将来にわたって起こ ることが否定できないもの	○	構造・強度上および止水性 上「軽微もしくは無視」で きない事象 ◎ 構造・強度上および止水性 上「軽微もしくは無視」で きる事象 ■ ①
	2)		-	-	-	-

○：評価対象として抽出
 -：評価対象から除外
 ×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外
 ■：構造・強度上および止水性上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外
 ◎：耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

以上より、高浜 1 号の「浸水防護施設」については、◎となる対象は無かったことから、経年劣化を考慮した耐津波安全性評価を実施したものはない。

4. 浸水防護施設に使用される止水材料の扱い

浸水防護施設に使用している止水材料は、定期取替品であることから、高経年化評価対象外としている。なお止水材の取替え頻度は以下のとおり。

- ・取水構造物（浸水防止蓋）：10年

以上

No.	高浜 1 - 40年目追加評価 - 4	事象：劣化傾向の評価											
質 問	<p>(別冊-18 40年目追加評価-低サイクル疲労-7頁) スプレイライン用管台及びサージ用管台について、30年目の高経年化技術評価と劣化状況評価における疲労累積係数の相違について定量的な理由を提示すること。</p>												
回 答	<p>加圧器のスプレイライン用管台及びサージ用管台の低サイクル疲労評価について、30年目の高経年化技術評価（以下PLM30という）と劣化状況評価（以下PLM40という）における疲労累積係数の比較を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 加圧器疲労評価結果（疲労累積係数）の比較</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="2">60年時点の予測値</th> </tr> <tr> <th>PLM30</th> <th>PLM40</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スプレイライン用管台</td> <td>0.015 (0.470)</td> <td>0.190 (0.019)</td> </tr> <tr> <td>サージ用管台</td> <td>0.043 (0.082)</td> <td>0.021 (0.051)</td> </tr> </tbody> </table> <p>表内の上段の数値は大気中の疲労累積係数（Uf）を示す。 () 内の数値は接液中の疲労累積係数（Uen）を示す。</p> <p>PLM30とPLM40で疲労累積係数に差異が生じている理由として、入力条件（温度、外荷重）の違い、構造モデルの違い、過渡回数の違い、適用規格の違い等複数の要因が挙げられるが、この中で評価結果に大きな影響を与えていると考える要因についてスプレイライン用管台、サージ用管台それぞれについて説明する。</p> <p>添付1にスプレイライン管台の疲労評価（Uf値）の比較を示す。 添付2にスプレイライン管台の環境疲労評価（Uen値）の比較を示す。 添付3にサージ用管台の疲労評価（Uf値）、環境疲労評価（Uen値）の比較を示す。</p>		部位	60年時点の予測値		PLM30	PLM40	スプレイライン用管台	0.015 (0.470)	0.190 (0.019)	サージ用管台	0.043 (0.082)	0.021 (0.051)
部位	60年時点の予測値												
	PLM30	PLM40											
スプレイライン用管台	0.015 (0.470)	0.190 (0.019)											
サージ用管台	0.043 (0.082)	0.021 (0.051)											

加圧器スプレイ管台の疲労評価 (PLM30とPLM40との比較)

加圧器スプレイ管台の疲労評価に用いた構造モデル図の比較を図 1 に示す。PLM30と PLM40の評価モデルは同等であり、Uf最大点も同等箇所となっている。

しかしながら、表 1 に示すようにUf値が大きく異なっている。

この差は繰返しピーク応力強さの違いが影響しており、それは主に起動・停止時の入力条件がPLM30とPLM40で異なっていることが原因である。

起動・停止時には加圧器スプレイライン固有の過渡として起動時の冷水注入 (加圧器スプレイ)、停止時の冷水注入 (加圧器スプレイ) を複数回想定しているが、PLM30とPLM40では想定した運転モードの相違により冷水注入時の温度差 (加圧器とコールドレグとの温度差) が異なっている。PLM40では設計想定として実運転よりも温度差がより大きい状態でのスプレイを想定している。その結果、繰返しピーク応力強さに差が生じ、PLM40のUfが大きくなったものである。

例えば、過渡組合せ毎のUfが最大となる部分に注目すると、表 2、表 3 に示すようにPLM40でUf最大となる組合せ [] のピーク応力強さは [] であり、PLM30の同等な過渡の組合せ [] のピーク応力強さは [] となっている。

このようなピーク応力の差は他の過渡の組合せでも同様であり、合計Ufとして大きな差になっているものである。

PLM40の評価は、設計条件として加圧器スプレイの通水条件 (温度差) をより裕度を持たせた条件に見直したものであり、より保守的な評価結果となるものである。



図 1 疲労評価におけるPLM30とPLM40の構造モデル比較 (加圧器スプレイ管台)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表2 PLM40における疲労評価結果
(Ufに対して支配的な過渡組合せ)

過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し回数	Uf

表3 PLM30における疲労評価結果
(表2と同等の過渡組合せによるUf)

(改造前) ※

過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し回数	Uf

(改造後) ※

過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し回数	Uf

※ PLM30の評価では、第21回定検 (H14年度) 実施のスペライン改造前、改造後に分けて評価している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

加圧器スプレイ管台の環境疲労評価 (PLM30とPLM40との比較)

加圧器スプレイ管台の環境疲労評価においては、PLM30とPLM40でUenが最大となる点は同じであり、大気中の疲労評価最大点と同等の部位の評価を実施している。

しかしながら、表 1 に示すようにUen値が大きく異なっている。

この差は繰返しピーク応力強さの違いが影響しているが、加圧器スプレイ配管の形状に差があることが原因である。

加圧器スプレイ管台の環境疲労評価では、PLM30、PLM40ともに熱成層の影響を考慮して熱成層が発生する範囲の配管を含めた 3 次元FEMモデルを使って評価を行っている。(ただしPLM30では改造後は熱成層が発生しないとしており、2次元FEMである)

加圧器スプレイ配管は第 2 1 回定検 (H14年度) に改造工事を実施しているが、PLM30では配管改造前と改造後に分けて評価を実施しており、Uen値が高いのは配管改造前の評価によるものである。

図 2 に改造前の加圧器スプレ配管 (熱成層考慮部位)、図 3 に改造後の加圧器スプレ配管 (熱成層考慮部位) の形状を示すが、改造前は熱成層を考慮する配管の水平距離が長く、加圧器管台への垂直配管の長さが短い。このため、改造前の配管では熱成層による過渡が発生した場合の熱変位に伴う加圧器管台への曲げ、捻りが比較的大きく作用することになる。改造によって熱成層を考慮する範囲の配管の水平長さが短くなり、垂直管長さが長くなったことで応力が大きく緩和されたものである。

このため、熱成層を考慮する過渡との組合せにおいてUenが低減し、合計Uenの差異につながっているものである。

PLM40の評価は、改造による影響を考慮して適切に評価を実施したものである。

表 4 PLM30における疲労評価結果
(改造前) (Ufに対して支配的な過渡組合せ)

過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し 回数	Uf	Fen	Uen
(改造後)						
過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し 回数	Uf	Fen	Uen

※ 改造後は参考として改造前の支配的な過渡と同等の組合せを示す。改造前後でUf, Uenが大幅に下がったことを示すものである。

表 5 PLM40における疲労評価結果
(表 4 と同等の過渡組合せによるUen)

過渡組合せ	繰返しピーク 応力強さ (MPa)	Ke	繰返し 回数	Uf	Fen	Uen

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図2 環境疲労評価におけるPLM30の熟成層評価モデル (改造前)

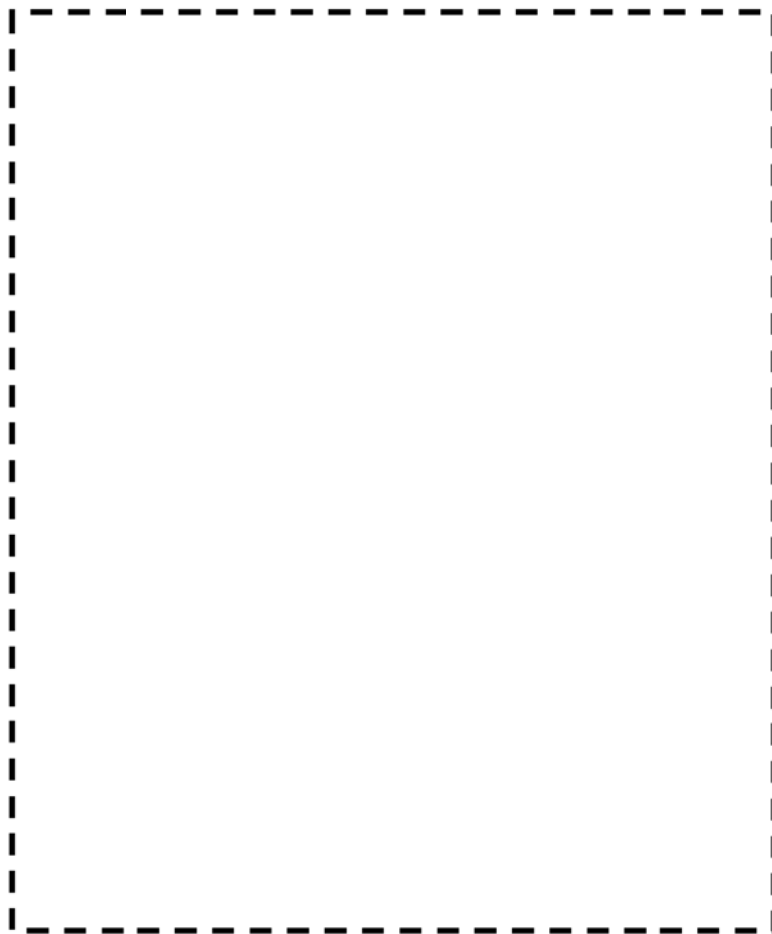


図3 環境疲労評価におけるPLM40の熟成層評価モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

加圧器サージ用管台の疲労評価、環境疲労評価 (PLM30とPLM40との比較)

PLM30とPLM40の加圧器サージ用管台の構造モデルの比較を図4に示す。加圧器サージ用管台はH22年度に行われた改造工事を反映してPLM30とPLM40で管台の評価モデルが異なっている。

このため各評価点の発生応力が異なってくることから、 U_f 、 U_{en} の値に違いが生じているものである。また、PLM40では評価点を増加させており、管台コーナ部付近に新たに評価点を設けたことから、大気中の疲労累積係数が最大になる点が変わっている。

PLM30とPLM40の類似評価点における U_f 値の比較を表6に示す。

各評価点で数値の違いはあるものの、 U_f 値の差は最大でも0.04程度であり、管台形状の差があることを考慮すればほぼ同等の結果であると考ええる。



PLM30

PLM40

図4 PLM30とPLM40の構造モデル比較 (加圧器サージ用管台)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表 6 各評価点におけるUf値の比較 (サージ管台)

PLM30		PLM40	
評価点	Uf	評価点	Uf
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
7		7	
8		8	
9		13	
10		14	
11		15	
12		16	
15		17	
16		18	
-		19	
17		21	
18		22	

赤太字はUf値が最大になった評価点のUf値

青太字はUen値が最大となった評価点のUf値

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。