

参考8 日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(2012年版/2013年追補/2014年追補)」(JSME S NA1-2012/2013/2014)に関する技術評価書の策定について(令和元年6月5日 原規技発第1906051号)(抜粋)

令和元年6月5日 原規技発第1906051号 原子力規制委員会決定

日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(2012年版/2013年追補/2014年追補)」(JSME S NA1-2012/2013/2014)及び関連規格に関する技術評価書について次のように定める。

令和元年6月5日

原子力規制委員会

日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(2012年版/2013年追補/2014年追補)」(JSME S NA1-2012/2013/2014)及び関連規格に関する技術評価書の策定について

原子力規制委員会は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(2012年版/2013年追補/2014年追補)」(JSME S NA1-2012/2013/2014)及び関連規格に関する技術評価書を別添のように定める。

日本機械学会
「発電用原子力設備規格 維持規格
(2012年版/2013年追補/2014年追補) 」
(JSME S NA1-2012/2013/2014)
及び関連規格に関する技術評価書

令和元年6月

原子力規制委員会

3. 維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)及び関連規格の技術的妥当性

3.1 維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)の 2008 年版からの変更点

維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)の 2008 年版からの変更点は、改訂によるもの(添付資料-1)が 198 件あり、各々の変更点について、下表の分類に基づいて整理した。

表 3.1-1 維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)の
2008 年版からの変更点(変更点に関する根拠の分類)

根拠の分類		具体的内容
①	記載の適正化のための変更	・用語の統一 ・表現の明確化 ・題目の修正 ・条項番号の変更 ・単位換算の見直し ・記号の変更
②	関連規格の引用年版等の変更	・関連規格の年版改正の反映 ・新たな関連規格の反映
③	国内外の知見の反映等	・国内外における試験研究成果の反映等
④	技術評価の対象外	・技術評価の対象機器以外の機器に係る変更

3.2 変更点に関する技術評価

維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)の 2008 年版からの変更点(技術評価の対象外の項目を除く)のうち、①に分類される項目については、技術的要求事項の変更がないことを確認した。また、②に分類される項目の検討結果については 3.2.1 に、③に分類される項目の検討結果については 3.2.2 に示す。

なお、過去に技術評価されたものであっても、最新知見の蓄積や技術の進歩等により再度評価の確認が必要と判断した場合には、当該部分を技術評価の対象とした。

3.2.1 関連規格の引用年版等の変更

維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)において、2008 年版から変更又は追加された関連規格を添付資料-2 に示す。年版表記を削除したものが 1 件(3 箇所)、年版を最新のものに変更したものが 3 件(3 箇所)、追加したものが 5 件(9 箇所)の計 9 件である。これらの変更内容のうち、以下の 3 点を技術評価する必要があることを確認した。

これらの技術評価については、次項で述べる維持規格の国内外の知見の反映等に係る技術評価の結果を踏まえることが適切であることから、3.2.2 項の後に改めて記載することとする。

表 3.2.1-1 関連規格の引用年版等の変更に関する事項

No	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
1	渦電流探傷試験指針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸気発生器伝熱管以外の機器への表面試験の一手法としての渦流探傷試験規定を追加 ・ 試験要領は渦電流探傷試験指針 2010 年版を適用する規定を追加 	IA-2533 渦流探傷試験
2	超音波探傷試験規程	<ul style="list-style-type: none"> ・ UT において適用する規格を、超音波探傷試験規程 2004 年版から 2008 年版に変更（欠陥の疑いがある場合のフェーズドアレイ法による探傷試験方法を追加等） ・ 維持規格への適用に当たっての再確認 ・ 供用期間中検査に係るレベル 3 資格者の位置付けについて再確認 	IA-2542 超音波探傷試験 IA-2220 検査計画書
3	伝熱管渦流探傷試験指針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸気発生器伝熱管の供用期間中検査の試験方法として適用する規格を、伝熱管渦流探傷試験指針 2005 年版から 2012 年版に変更（外径 19.05mm 伝熱管に適用する探傷子を用いる試験方法の追加等） 	IA-2543 渦流探傷試験
4	超音波探傷試験システム認証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本文規定を附属書 A とし、新たに WOL に対する PDA 資格試験（附属書 B）及び異種金属継手に関する PDA 資格試験（附属書 C）を追加。 	—

3.2.2 国内外の知見の反映等（維持規格）

維持規格 2012 年版(2014 年追補までを含む。)の 2008 年版からの変更点について、国内外の知見の反映等によると判断した事項及び変更点以外で再度確認を行った事項は下表に示すとおりであり、事項毎に技術的妥当性を検討した。

表 3.2.2-1 国内外の知見の反映等に関する変更事項

No	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
1	供用前検査 ¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> ・ 95℃を超える配管・機器の支持構造物を取り替えた場合の供用前検査は、次の運転中又は定期事業者検査中に行うとしていたものを、当該定期事業者検査中若しくはこれに引き続く運転期間中又は次回定期事業者検査中に行う規定に変更 ・ 建設中の供用前検査の実施時期は原則として耐圧試験後とするが、配管の場合は耐圧試験の前でもよいとのただし書 	IA-2100 供用前検査 IA-2110 供用前検査の実施時期

¹⁰ 発電用原子炉施設の最初の運転開始前又は供用期間中における補修・取替後の運転開始前までに、設備の基本データを採取し、供用期間中の検査の体積試験又は表面試験結果と比較するために行う検査。

		を追加	
2	供用期間中検査 ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> 供用期間中検査の対象機器に補修・取替を行った場合の供用期間中検査は、補修章の規定を適用することを追加 供用期間中検査の実施可能時期を「通常の定期事業者検査期間に先立って」から「定期事業者検査期間以外の時期」も含む時期に変更 	IA-1200 適用区分 IA-2210 供用期間中検査の実施時期
3	標準検査 ¹² 計画	<ul style="list-style-type: none"> 第1回目の検査間隔の起算日を「商業運転開始日」から「商業運転開始日又はそれ以前の起算日」に変更 	IA-2310 検査間隔 IA-2320 検査プログラム
4	検査プログラム ¹³	<ul style="list-style-type: none"> 第2回目以降の検査間隔について、検査時期及び試験順序を変更する場合の規定を追加 試験部位が増加した場合の検査プログラム変更について、検査間隔が10年の場合と7年の場合に分けて、具体的な検査時期と試験量の設定方法を追加 定点サンプリングの適用条件について再確認 	IA-2320 検査プログラム 添付 I-2 検査プログラム適用に当たっての移行措置
5	目視試験	<ul style="list-style-type: none"> VT-1、VT-2、VT-3について、遠隔目視試験における試験対象部までの距離及び角度の範囲を追加 MVT-1 試験における識別確認として、ワイヤと同等の視認性を有するノッチでもよいことを追加 	IA-2520 目視試験 IA-2521 VT-1 試験 IA-2522 VT-2 試験 IA-2523 VT-3 試験 IA-2525 MVT-1 試験
6	系の漏えい試験	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器以外のクラス1機器の試験温度は設計・建設規格¹⁴によるとしていた規定を、設計時又は建設時に定めた機器の最低使用温度に変更 クラス2、3機器のフェライト鋼を含むシステムの試験温度は設計・建設規格によるとしていた規定を、設計時又は建設時に定めた機器の最低使用温度に変更 クラス2、3機器の試験圧力について再確認 	IA-3210 試験圧力および試験温度 IB-3210 試験圧力および試験温度 IB-3230 圧力保持範囲 IC-3230 試験温度 ID-3230 試験温度
7	クラス1機器及びクラス2機器の容器の溶接継手の標準検査	<ul style="list-style-type: none"> 試験程度の一部又は全部を実施せず、その代替として他の溶接継手に対する試験程度に加えて試験を実施する場合、代替とした理由及び代替として実施する試験程度の妥当性を記録することを規定として追加 原子炉圧力容器の溶接継手の試験程度 	表 IB-2500-1 表 IB-2500-2 表 IB-2500-8 表 IC-2500-1 試験カテゴリと試験部位および試験方法

¹¹ 供用期間中に、設備の非破壊試験および漏えい試験を行い、設備の経年変化を確認する行為。

¹² 経年変化事象の検知を目的として、指定された検査間隔、検査プログラムに基づいて行う検査。

¹³ 試験を行うための計画表又は工程表。

¹⁴ 日本機械学会「発電用設備規格 設計・建設規格 <第I編軽水炉規格> (JSME S NCI)」

		について再確認	
8	クラス1機器の耐圧部分の溶接継手の標準検査	<ul style="list-style-type: none"> ・クラス1機器の体積試験の試験範囲を、溶接部の厚さの全厚から内面側1/3へ、溶接止端部から10mmの範囲を5mmの範囲へ変更 ・これに併わせて、管台とセーフエンド、配管の耐圧部分の同種金属の溶接継手に、外面の表面試験を追加 	表 IB-2500-5 表 IB-2500-9 試験カテゴリと試験部位および試験方法 図 IB-2500-17-1 セーフエンド又は管の同種および異種金属溶接継手等
9	ポンプ及び弁の非破壊試験要求	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプのケーシングの内表面(試験カテゴリ B-I-1)の溶接継手及び弁本体の耐圧部分の溶接継手(試験カテゴリ B-M-1)の呼び径100A以上の弁箱の溶接継手について、体積試験又は表面試験を要求していたものを削除 ・ポンプの耐圧部分の溶接継手に対する試験頻度についての規定を削除 	表 IB-2500-11 試験カテゴリと試験部位および試験方法 図 IB-2500-27 弁本体の溶接継手
10	支持構造物の標準検査と欠陥評価	<ul style="list-style-type: none"> ・クラス3機器の支持構造物の範囲はクラス2機器の支持構造物の範囲に準ずるとした規定を削除 ・欠陥評価の判定基準について再確認 	IF-1210 試験対象支持構造物 IF-1220 試験免除支持構造物 IF-1300 支持構造物の範囲 EF-1200 判定基準
11	炉内構造物の標準検査	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉圧力容器及び原子炉容器の容器内部の検査について、検査間隔内での検査の延期を「可」に変更 ・容器内部の検査の試験時期について、第1検査間隔においては最初の燃料交換時及びその後約3年毎としていたものを削除 ・容器内部の試験の範囲及び程度について再確認 	表 IG-2500-1 試験カテゴリと試験部位および試験方法
12	シュラウドサポート、中性子計測ハウジング及び制御棒駆動ハウジングの個別検査 ¹⁵ 計画	<ul style="list-style-type: none"> ・シュラウドサポートについて、試験を実施できない範囲は貫通欠陥として扱うとした規定を削除 ・中性子計測ハウジング及び制御棒駆動ハウジングの試験範囲は試験部位につながるRPV貫通穴周囲およびハウジング外表面のうち接近可能な範囲とする規定を追加 ・中性子束計測ハウジングの個別検査について再確認 	IJG-2510 試験実施時期 表 IJB-2500-B-1 試験カテゴリと試験部位および試験方法 等 表 IJG-2500-B-1 試験カテゴリと試験部位および試験方法 表 IJG-2500-B-2 試験カテゴリと試験部位および試験方法
13	クラス1機器の欠陥評価(評価の流れ)	<ul style="list-style-type: none"> ・欠陥評価の流れにおいて、表面部の指示(割れを除く)及び溶接部内部の指示を「EB-1120 試験に対する評価」で評価可 	EB-1110 評価の流れ EB-1120 試験に対する評価

¹⁵ 特定の構造物の特定の経年変化事象についての評価を含めた検査。

	れ)	能とした ・評価の流れについて再確認	図 EB-1000-1 クラス 1 機器の欠陥評価の流れ
14	クラス 1 機器の評価不要欠陥寸法基準	・フェライト鋼容器の平面欠陥についての評価不要欠陥寸法基準並びにオーステナイト系ステンレス鋼管及びフェライト鋼管の平面欠陥についての評価不要欠陥寸法基準の表中の内部欠陥について、アスペクト比に対応した評価不要欠陥寸法基準値 (式) の指数を変更	表 EB-2000-1 フェライト鋼容器の平面欠陥についての評価不要欠陥寸法基準 表 EB-2000-3 オーステナイト系ステンレス鋼管およびフェライト鋼管の評価不要欠陥寸法基準
15	フェライト鋼容器と管の接合部における機器区分	・容器-管の機器区分点は、セーフエンドと管の溶接部の中央部であったものを、セーフエンドと管の溶接線のセーフエンド側に変更 ・管台先端から厚さ増加位置までの欠陥の許容基準を管から容器の許容基準に変更	EB-1010 適用及び概要 解説整理番号 E-3 容器と管の適用区分
16	クラス 2、3 機器及びクラス MC 容器の欠陥評価	・クラス 2、3 機器に検出された欠陥の評価法を具体的に規定 ・欠陥評価において、有意な欠陥指示が検出された場合、クラス 1 機器と同様に、「第一段階の欠陥評価」及び「第二段階の欠陥評価」を規定 ・クラス MC 容器の評価章の判定基準について再確認	EC クラス 2 機器の欠陥評価 ED クラス 3 機器の欠陥評価
17	欠陥形状のモデル化／欠陥の合体条件評価法	・欠陥の合体条件評価法について、同一平面上にない複数欠陥として扱うものを「(評価期間前の) 最も大きな欠陥を含む平面上に投影」から「評価期間中の予測欠陥寸法が最大となる同一平面上に投影」に変更	添付 E-1 欠陥形状のモデル化、 添付 E-4 欠陥の合体条件評価法
18	応力拡大係数の算出	・対象構造物のモデルを「平板、円筒、管および容器」から「平板および円筒」にまとめ、それぞれについて欠陥形状、応力分布及び応力拡大係数の算出式の見直し及び組合せを再整理	添付 E-5 応力拡大係数の算出
19	K_{Ia} 及び K_{Ic} の規定	・ RT_{NDT} あるいは $rTrs$ のない初期プラントに対して、JEAC4206-2007 ¹⁶ 附属書 E を適用してもよい規定を追加 ・原子炉圧力容器の中性子照射脆化に関する規定を JEAC4201-2007 ¹⁷ 附属書 B の引用に変更 ・母材及び溶接金属の K_{Ic} 曲線の選定につ	添付 E-6 K_{Ia} および K_{Ic} の規定

¹⁶ 日本電気協会「原子力発電用機器に対する破壊靱性の確認試験方法 (JEAC4206)」2007 年版

¹⁷ 日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法 (JEAC4201)」2007 年版

		いて再確認	
20	欠陥評価に用いる荷重	<ul style="list-style-type: none"> 欠陥評価に用いる荷重において、地震による荷重の組合せはJEAC4601・補-1984¹⁸の規定の引用を追加 亀裂進展評価で考慮する溶接残留応力他について再確認 	添付 E-7 欠陥評価に用いる荷重
21	極限荷重評価法	<ul style="list-style-type: none"> クラス2、3配管に対する流動応力について、設計降伏点、設計引張強さの実測値が得られない場合の算出式を追加 表面欠陥に対する極限荷重評価法に内部欠陥に対する極限荷重評価法を追加 添付 E-8 の表をクラス2、3配管へ適用について再確認 	添付 E-8 極限荷重評価法
22	弾塑性破壊力学評価法	<ul style="list-style-type: none"> オーステナイト系ステンレス鋼について、クラス1配管のZ係数をクラス2、3配管に対して適用可とした フェライト鋼管について、クラス2、3配管のZ係数¹⁹と適用範囲の規定を追加 周方向欠陥の図を、従来の扇形表面欠陥から、半楕円表面欠陥と半楕円内部欠陥に変更 塑性崩壊の曲げ応力の評価式に、内部欠陥の式を追加 流動応力の式をクラス1配管及び炉内構造物の場合と、クラス2、3配管の場合に分け、クラス2、3配管の式を追加 	添付 E-9 弾塑性破壊力学評価法
23	2パラメータ評価法	<ul style="list-style-type: none"> 周方向欠陥形状を扇形から半楕円に変更 破壊評価曲線の設定の規定における重複部分を削除 添付 E-5 との整合性について再確認 	添付 E-10 2パラメータ評価法
24	破壊評価法の選択	<ul style="list-style-type: none"> 応力拡大係数を算出する場合の欠陥形状を扇形から半楕円形に変更 引用する添付 E-5 の応力拡大係数算出式を変更 	添付 E-11 破壊評価法の選択
25	フェライト鋼管の欠陥評価に用いる破壊靱性 J_{Ic} の規定	<ul style="list-style-type: none"> クラス2、3配管用のシャルピー吸収エネルギーと破壊靱性の変換式 ($CVM-J_{Ic}$ 式) を追加 	添付 E-12 フェライト鋼管の欠陥評価に用いる破壊靱性 J_{Ic} の規定
26	クラス2機器の試験免除範囲	<ul style="list-style-type: none"> 試験免除の対象範囲について再確認 	IC-1220 試験免除機器

¹⁸ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針重要度分類・許容応力編 (JEAC4601・補)」1984年版

¹⁹ Z係数は許容される欠陥長さの制限である欠陥角度が60°の長さの周方向貫通欠陥を有する配管が塑性崩壊するときの崩壊荷重と延性不安定破壊するときの荷重の比で下記により求める。

$$Z \text{ 係数} = (\text{塑性崩壊荷重} / \text{延性不安定破壊荷重})$$

27	クラス 2 管 の試験程度	・ 試験程度について再確認	表 IC-2500-5 試験カテ ゴリと試験部位および 試験方法
----	------------------	---------------	--

参考9 既工認（新規制一括工認）耐震性に関する説明書（抜粋）


3. 1 次冷却材管の耐震評価箇所

1 次冷却材管の全体図及び管台の評価箇所を第3-1 図に、主管の評価箇所を第3-2 図に示す。



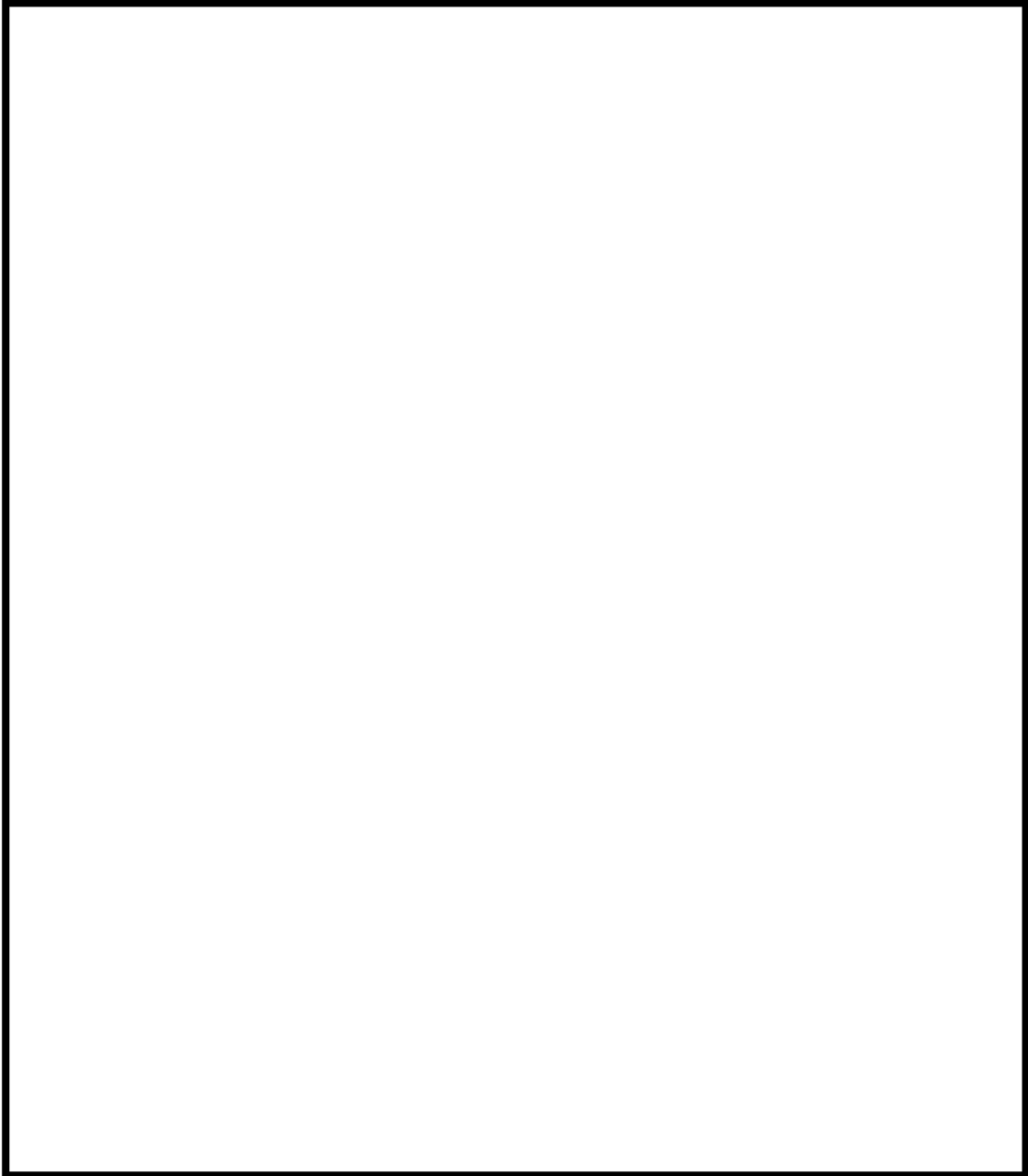
第3-1 図 全体図及び管台の評価箇所

- 3u-添13-17-3-22-4 -

 : 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。


② 1次冷却材管加圧器サージ管台

1次冷却材管加圧器サージ管台の形状、寸法、材料及び評価点を第5-1図に、有限要素解析モデル図を第5-2図に示す。



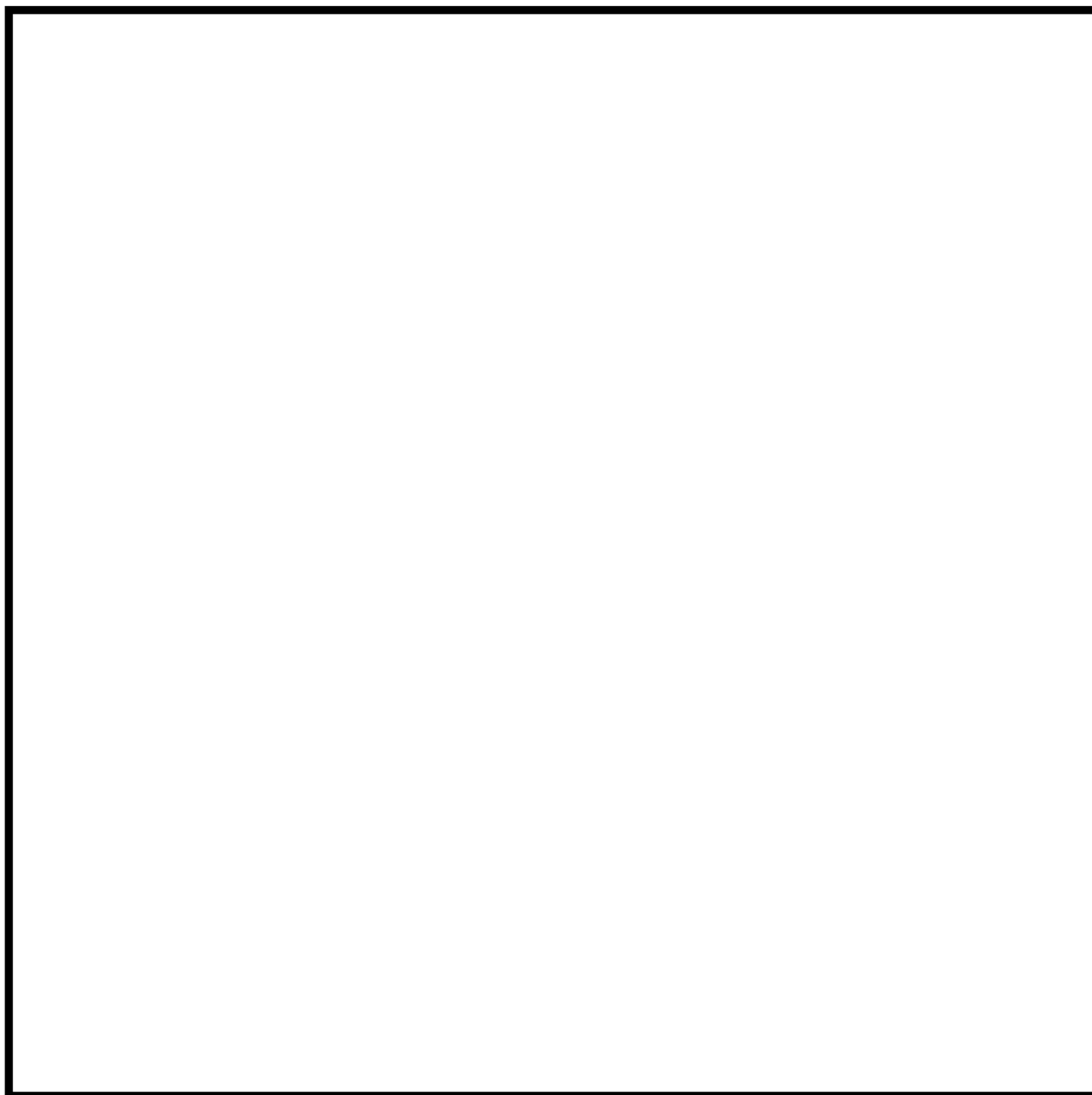
第5-1図 1次冷却材管加圧器サージ管台の形状、寸法、材料及び評価点

- 3u-添13-17-3-22-2824 -

: 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 12B 蓄圧タンク注入管台

12B 蓄圧タンク注入管台の形状、寸法、材料及び評価点を第 5-3 図に、有限要素解析モデル図を第 5-4 図に示す。



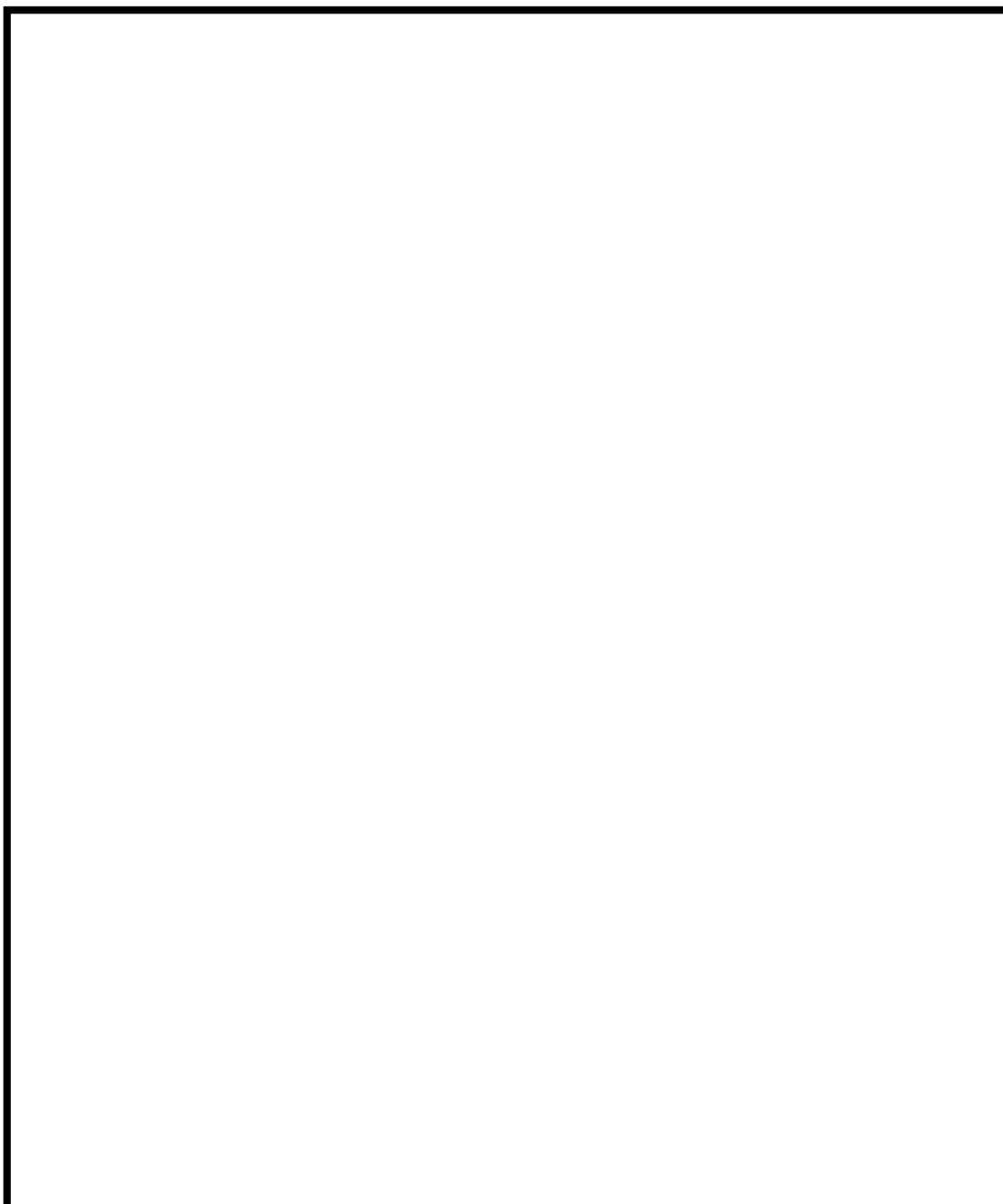
第 5-3 図 12B 蓄圧タンク注入管台の形状、寸法、材料及び評価点

- 3u-添13-17-3-22-2826 -

: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。


④ 3B 充てん管台

3B 充てん管台の形状、寸法、材料及び評価点を第 5-5 図に示す。



第 5-5 図 3B 充てん管台の形状、寸法、材料及び評価点

- 3u-添13-17-3-22-2828 -

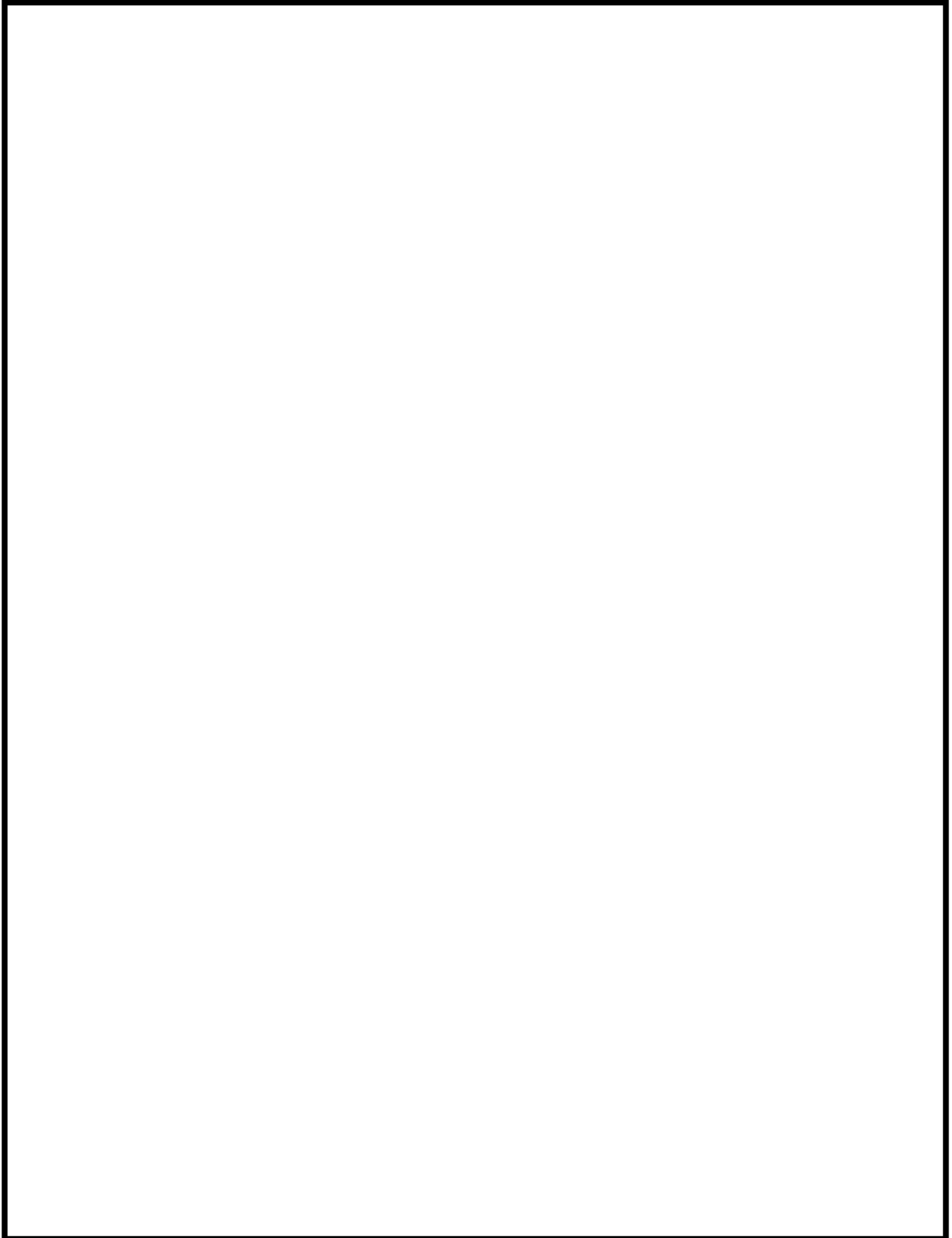
 :枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。


第6-1表 基準地震動Ssによる評価結果 (D+P+M+Ss) (2/2)

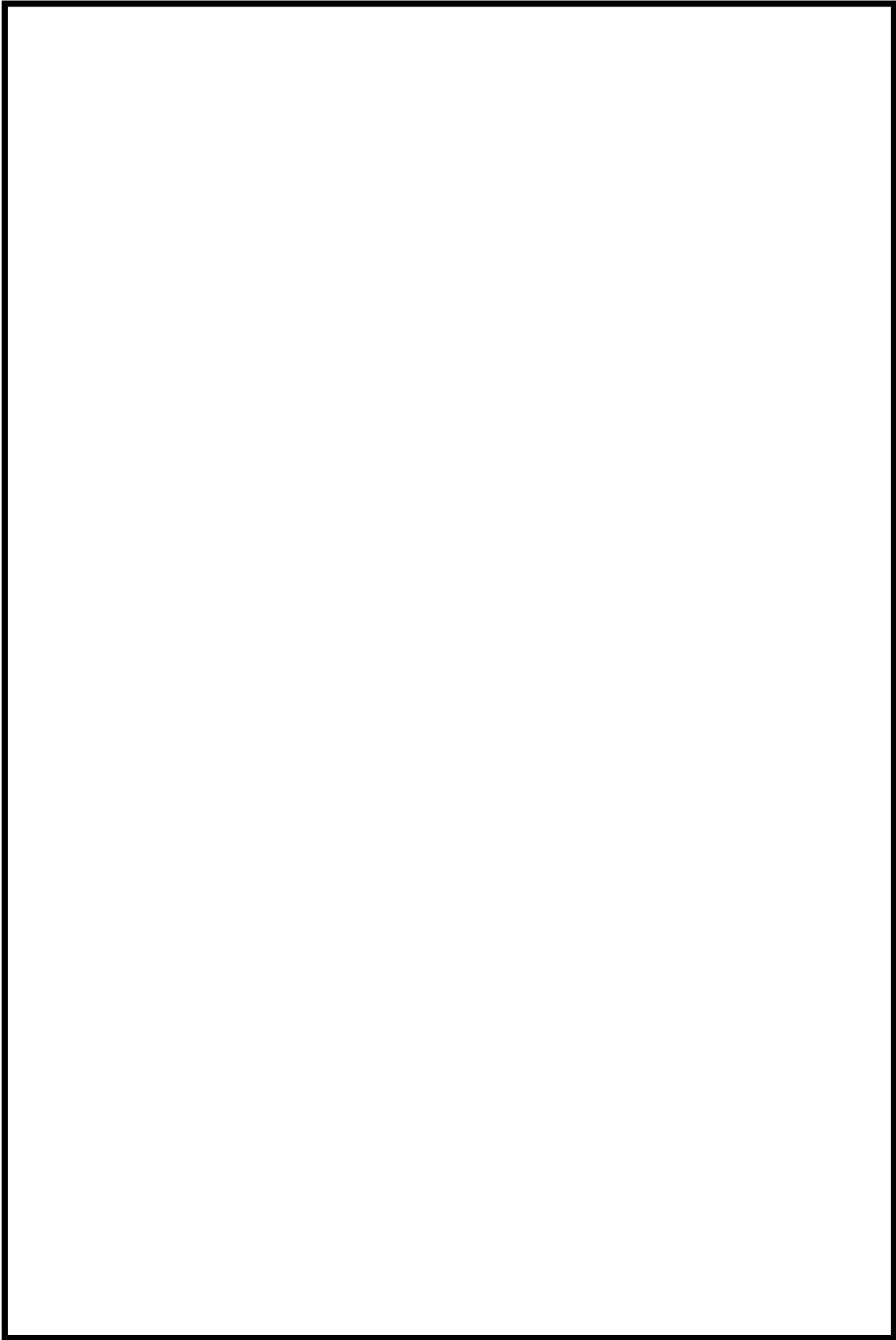
評価対象設備	評価部位	応力分類	発生値	許容値	備考	
原子炉冷却系統施設	1次冷却材管 加圧サーージ管台	一次一般膜 応力強さ (単位 MPa)	114	276	【評価点2, 4】	
		膜応力強さ+曲げ応力強さ (単位 MPa)	173	378	【評価点9L, 10L】	
		一次十二次応力強さ (単位 MPa)	561	345	【評価点4】 ^(注1)	
		疲労評価	0.344	1	【評価点4】	
		一次一般膜 応力強さ (単位 MPa)	105	280	【評価点9L~10L*】	
		膜応力強さ+曲げ応力強さ (単位 MPa)	168	383	【評価点9L, 10L】	
	1次冷却材管 循環設備	12B 蓄圧タンク 注入管台	一次十二次応力強さ (単位 MPa)	558	354	【評価点4】 ^(注1)
			疲労評価	0.203	1	【評価点4】
			一次一般膜 応力強さ (単位 MPa)	105	280	【評価点9L~10C】
		3B 充てん管台	膜応力強さ+曲げ応力強さ (単位 MPa)	145	383	【評価点9L, 10L】
			一次十二次応力強さ (単位 MPa)	484	354	【評価点4】 ^(注1)
			疲労評価	0.065	1	【評価点4】


(注1) 簡易弾塑性解析を実施し、疲労評価により発生値が許容値を満足することを確認している。

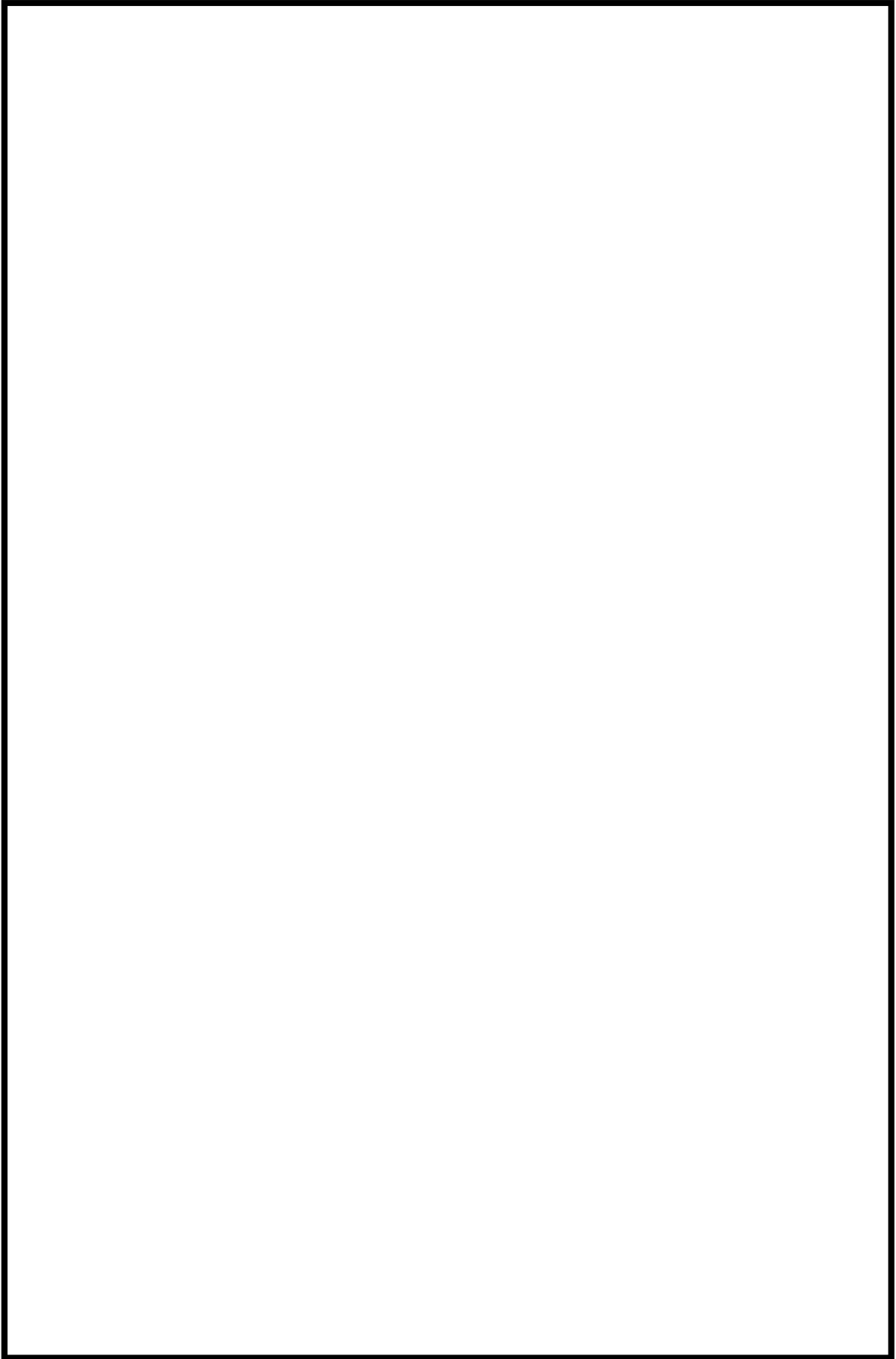
参考 1 0 日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格（2012 年版/2013 年追補/2014 年追補）」
(JSME S NA1-2012/2013/2014) (抜粋)




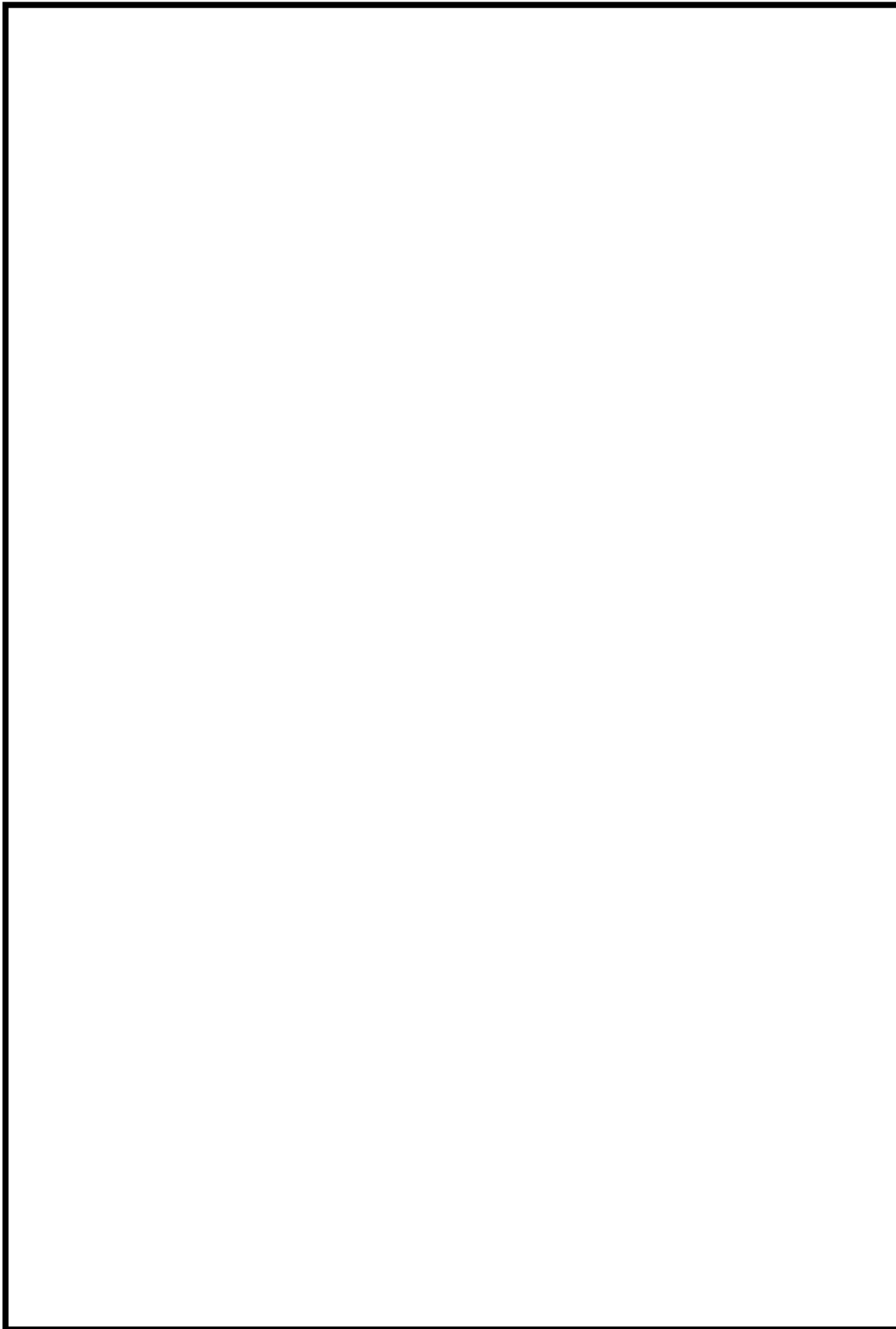
 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




 :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。

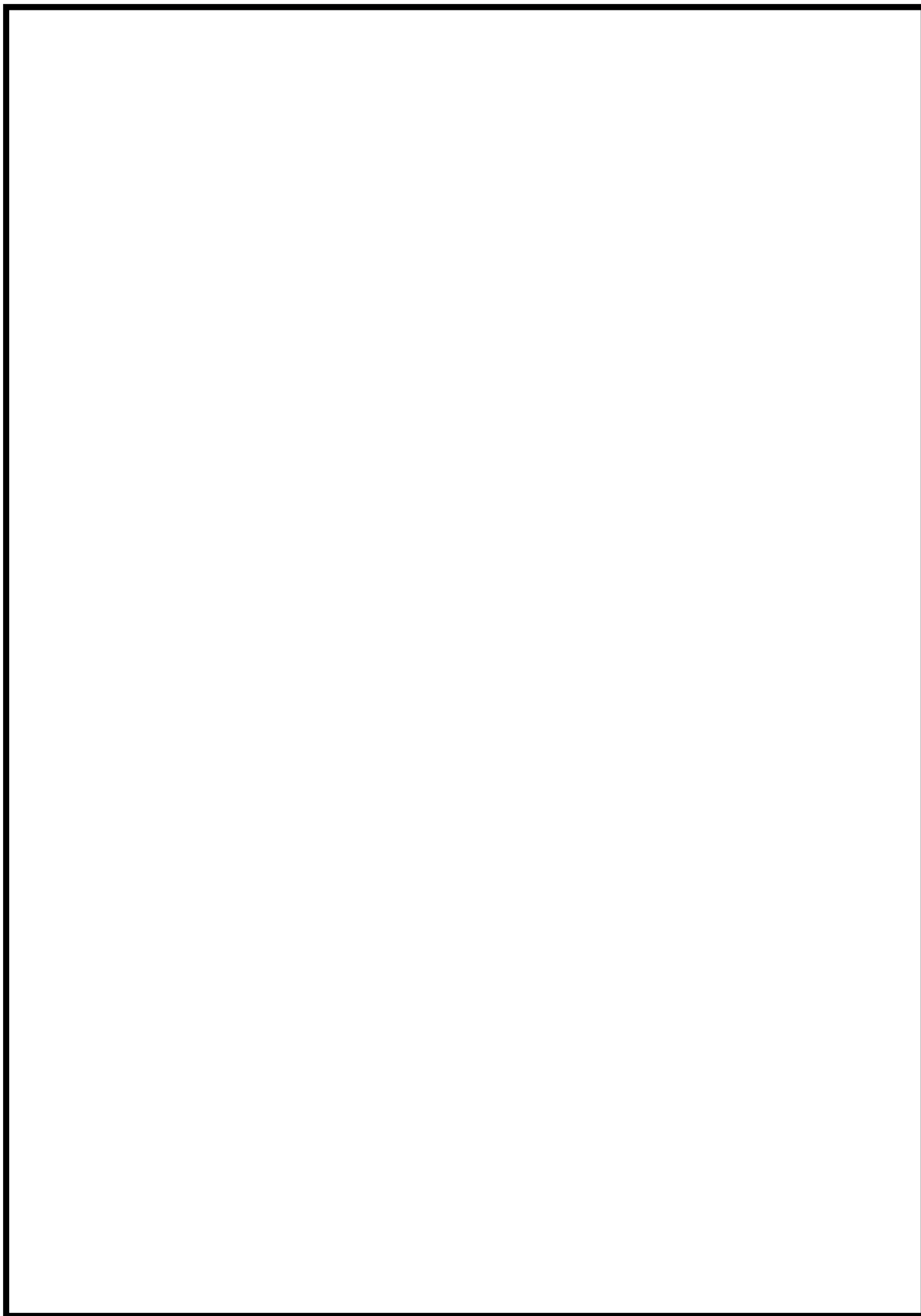



 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

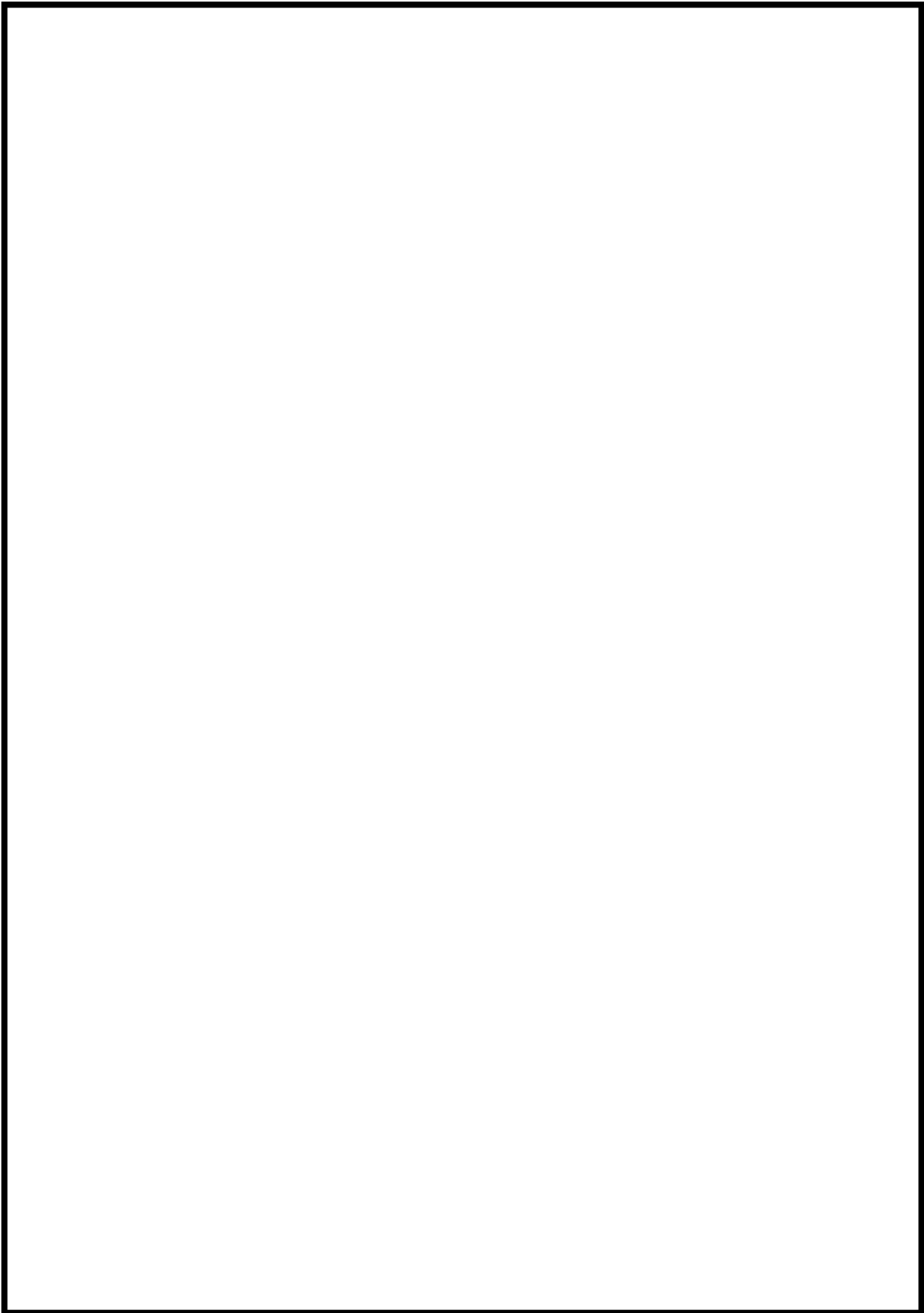



 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

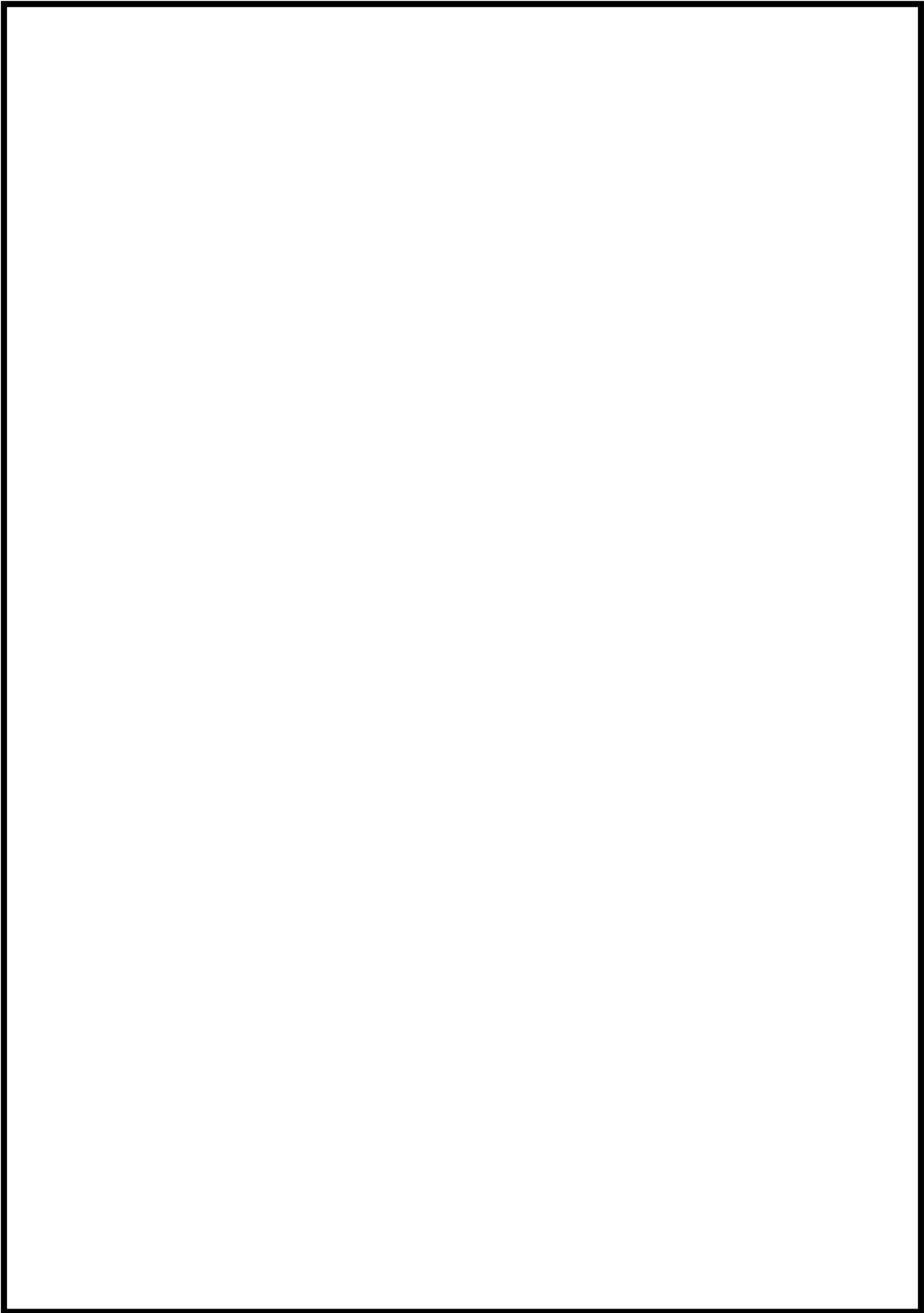
参考 1 1 日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格 (2012 年版)」(JSME S NJ1-2012) (抜粋)




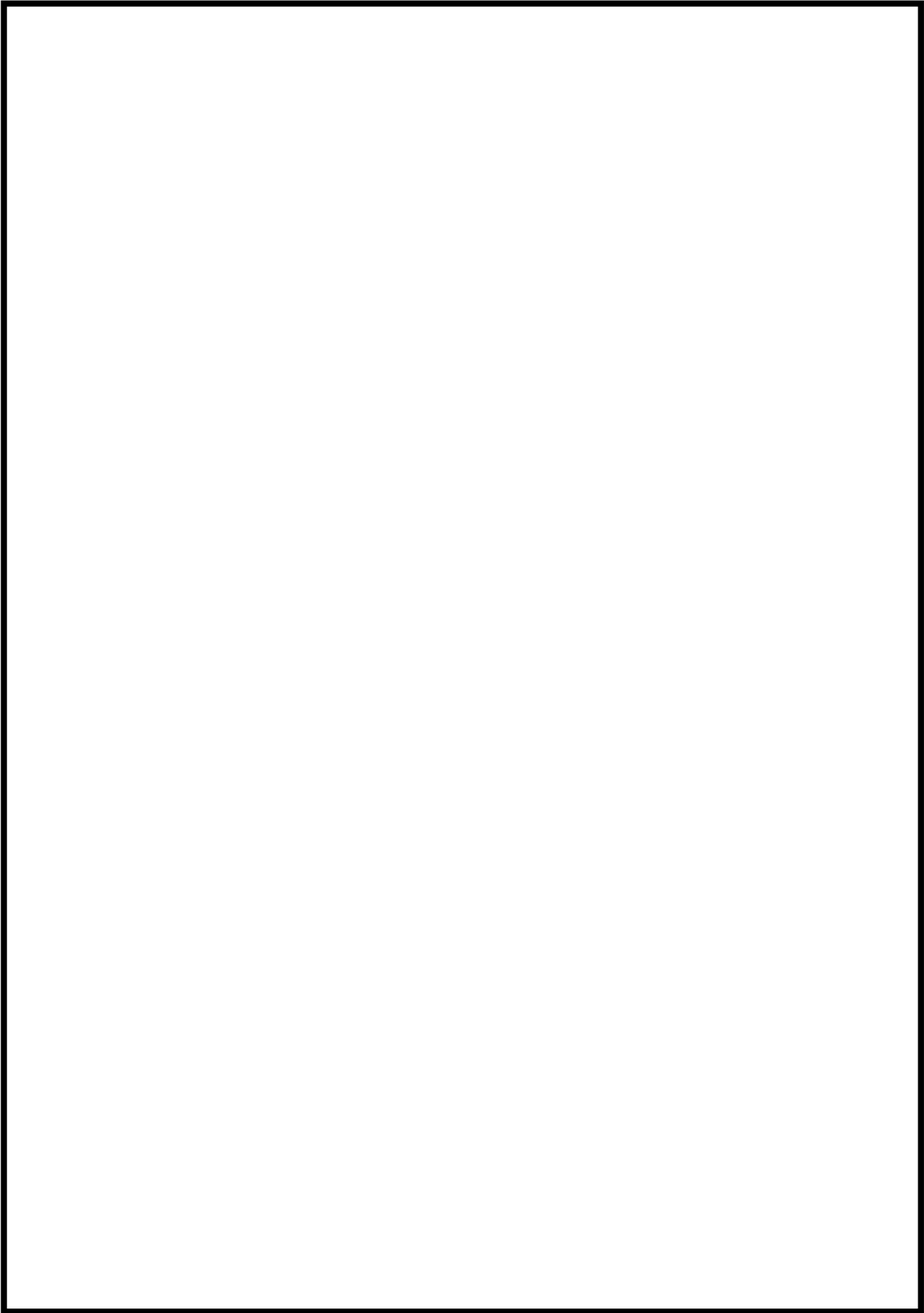
: 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




 :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。



 :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。

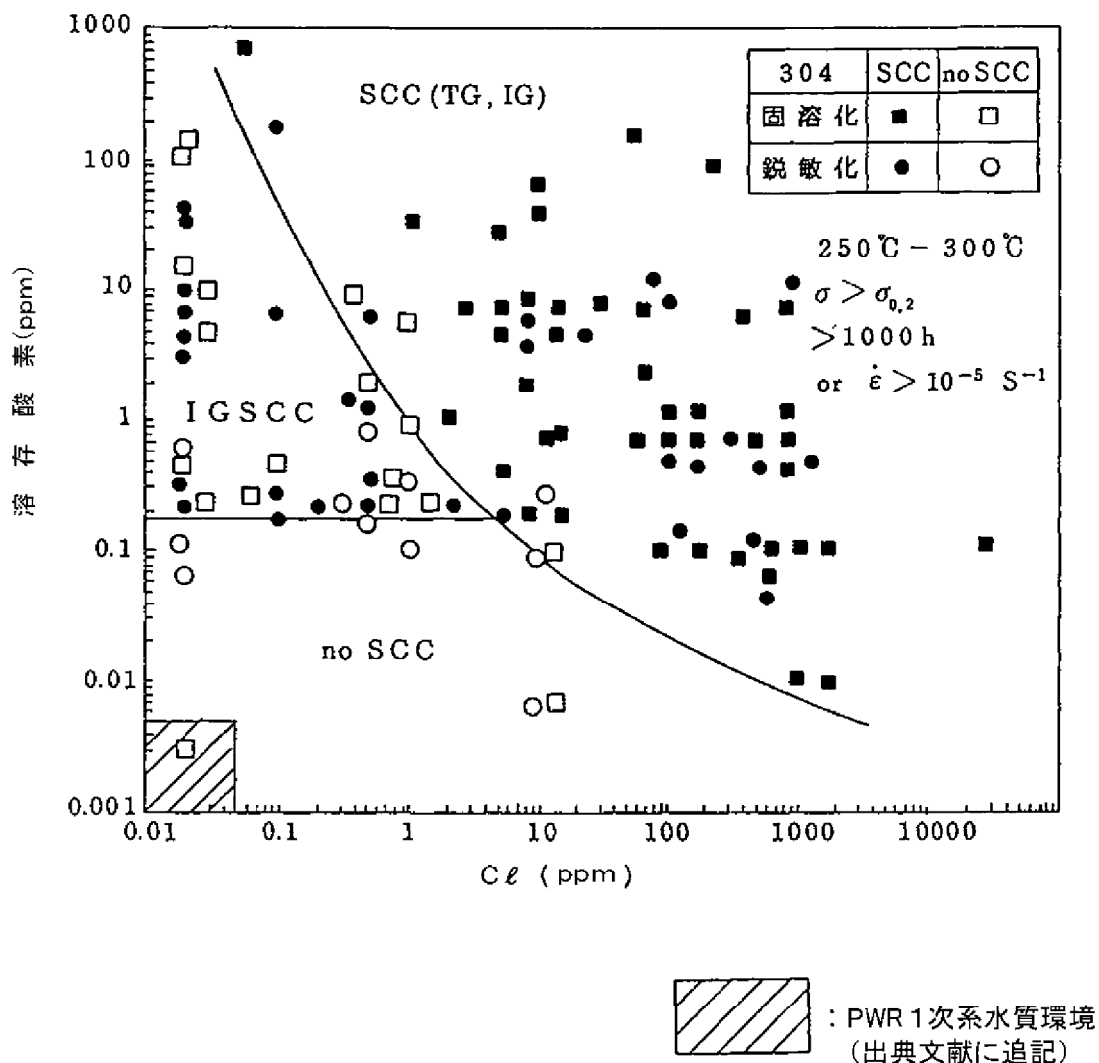
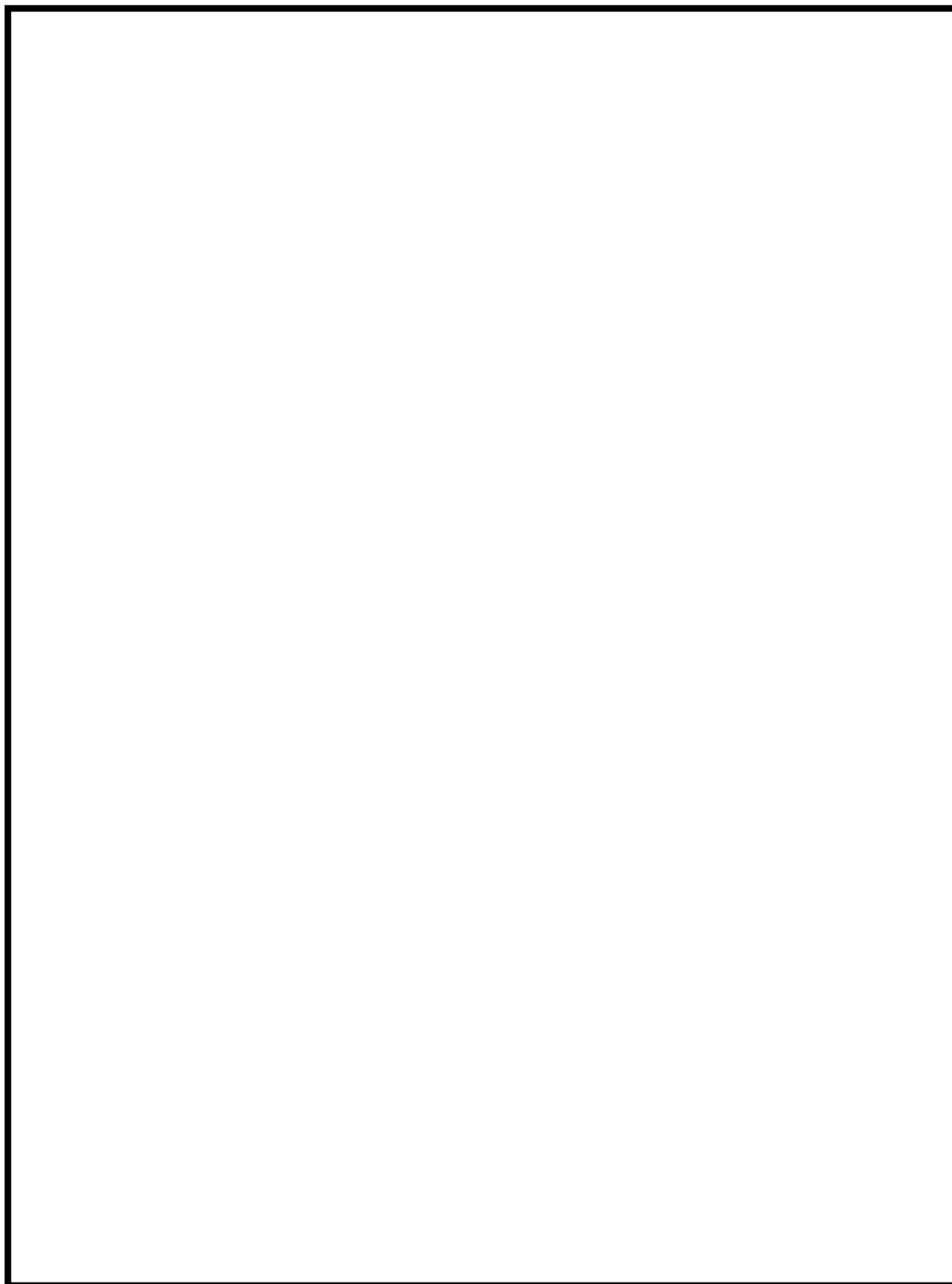



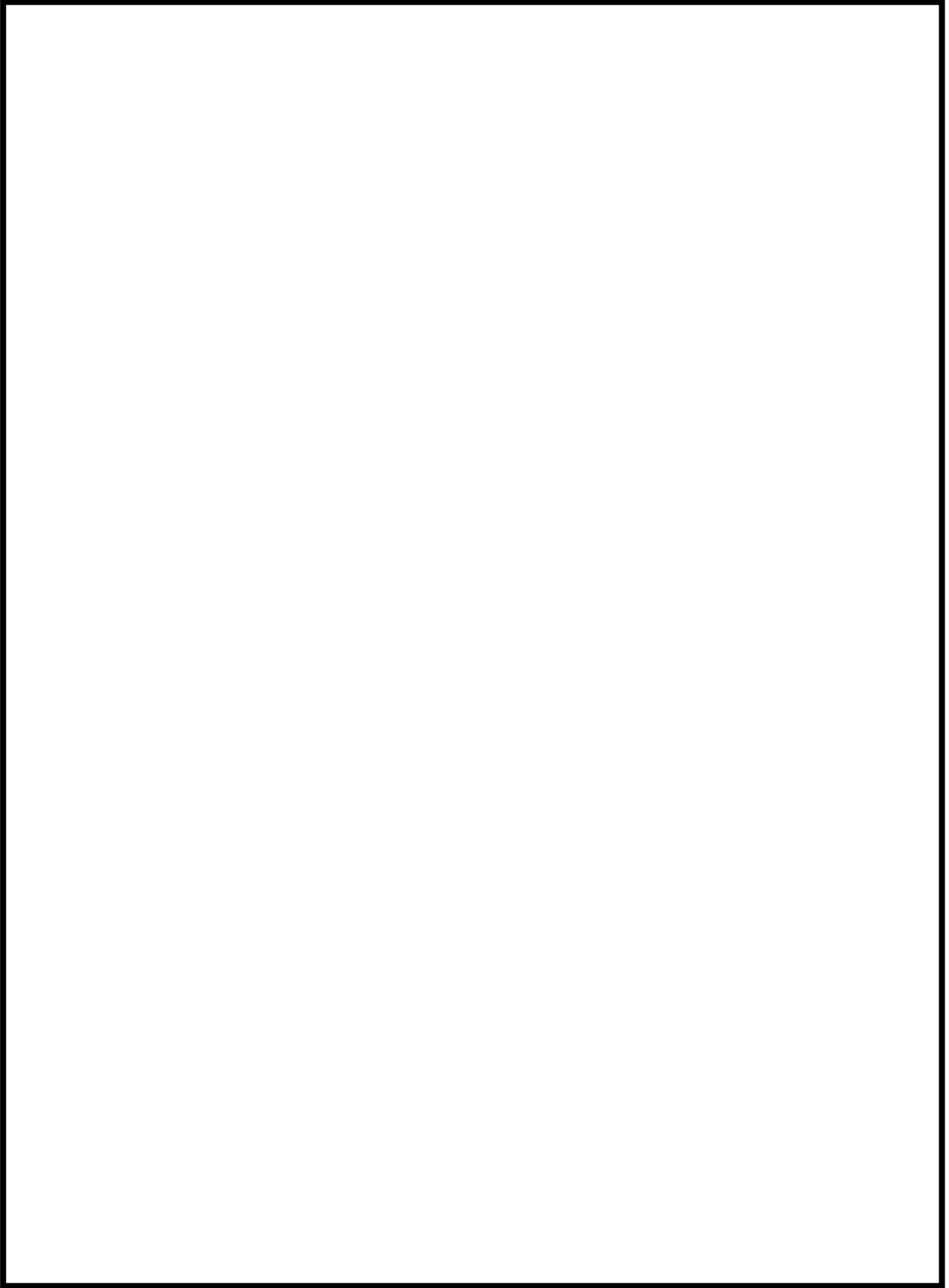
図2. 3-2(1/2) 応力腐食割れに対する溶存酸素と塩化物イオンの効果
 [出典: M. O. Speidel, EPRI-JAPAN corrosion seminar, (1978)]


上図は、高浜発電所 3 号機の申請資料であるが、大飯発電所 3 号機も同様の水質管理を実施していることから、PWR 1 次系水質環境に変更はない。

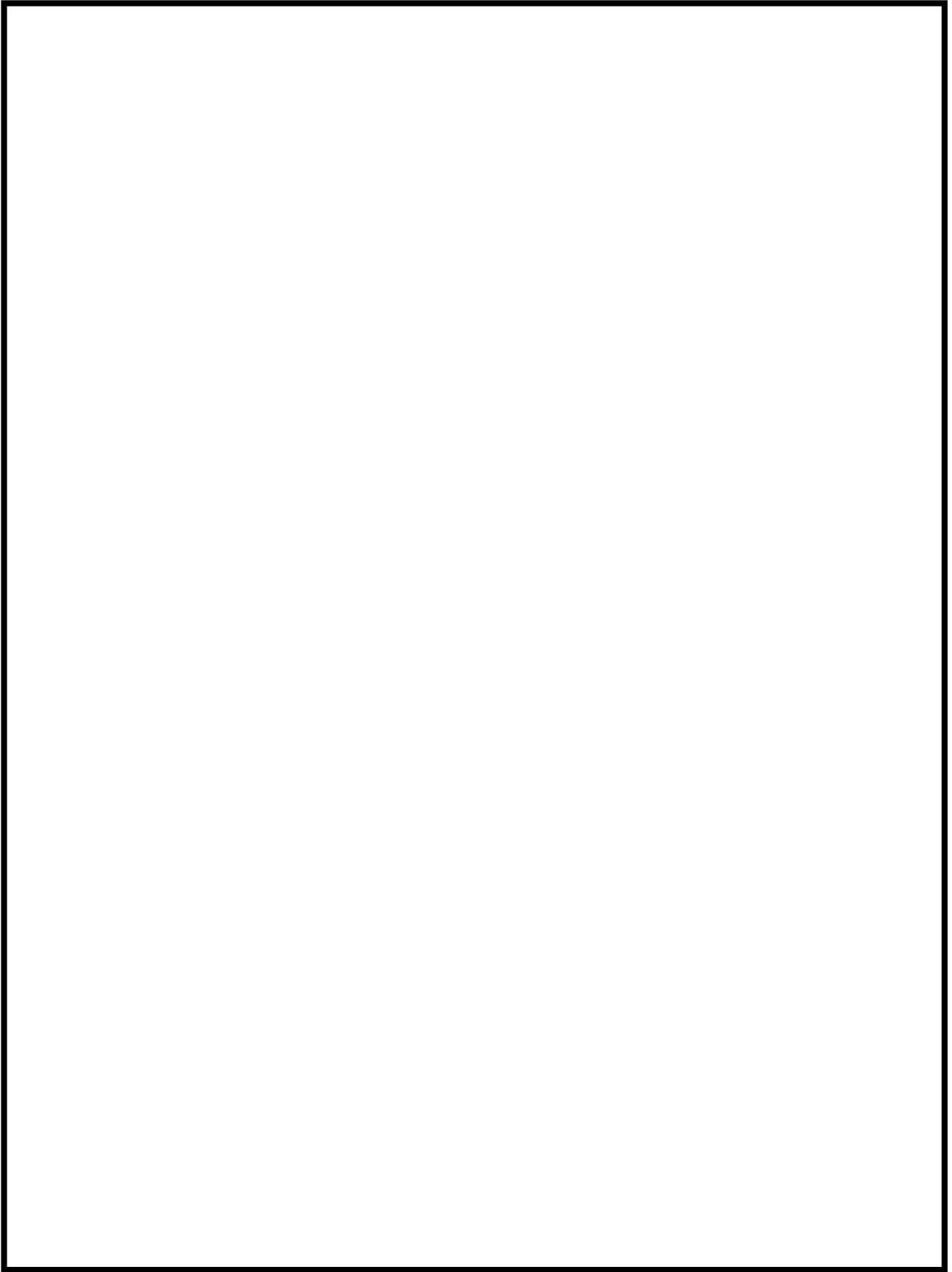
参考 1 2 日本電気協会「原子力発電所配管防護設計技術指針」(JEAG 4613-1998) (抜粋)
及び 日本機械学会「発電用原子力設備規格 配管破損防護設計規格」(JEAG 4613-1998)
(抜粋)




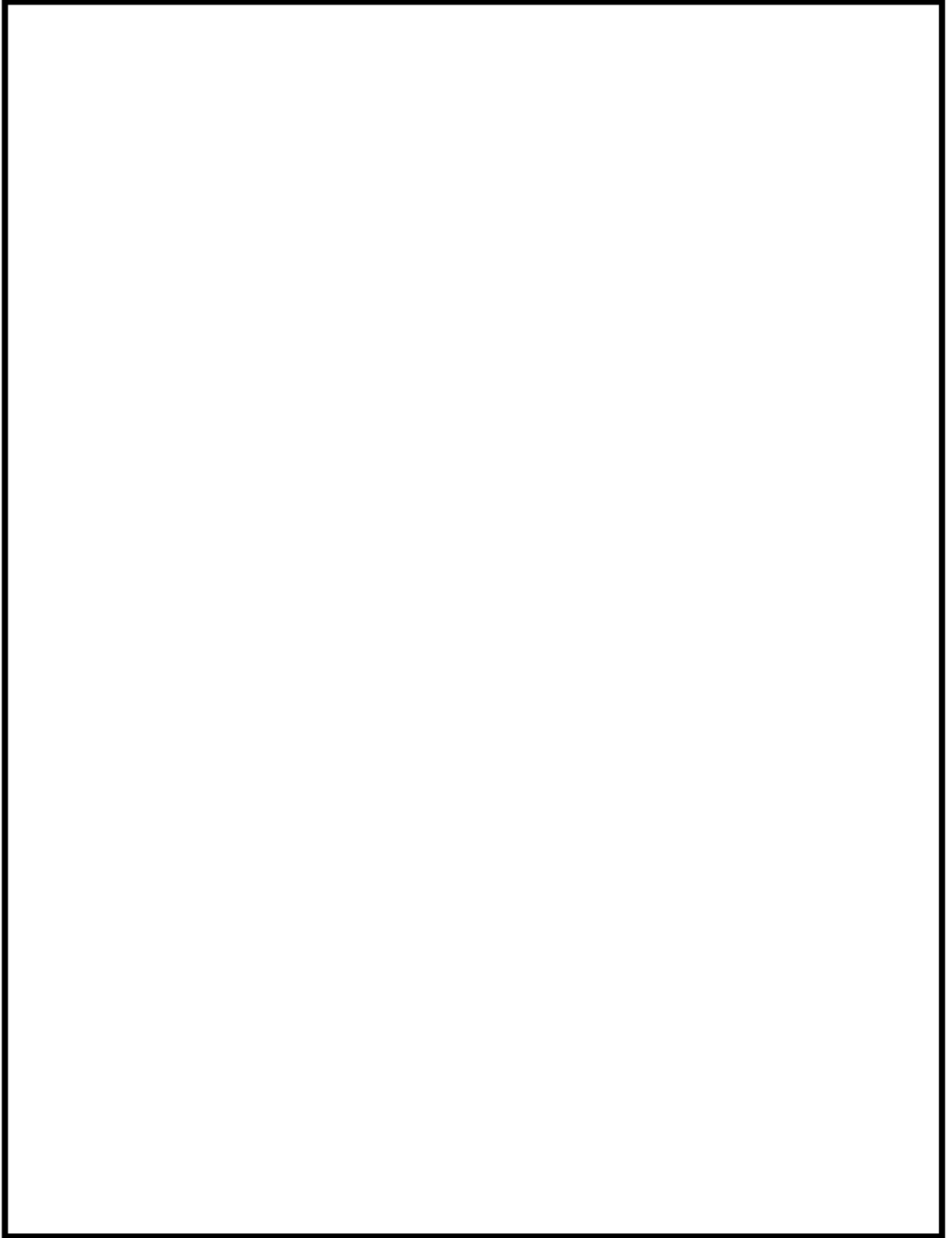
 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




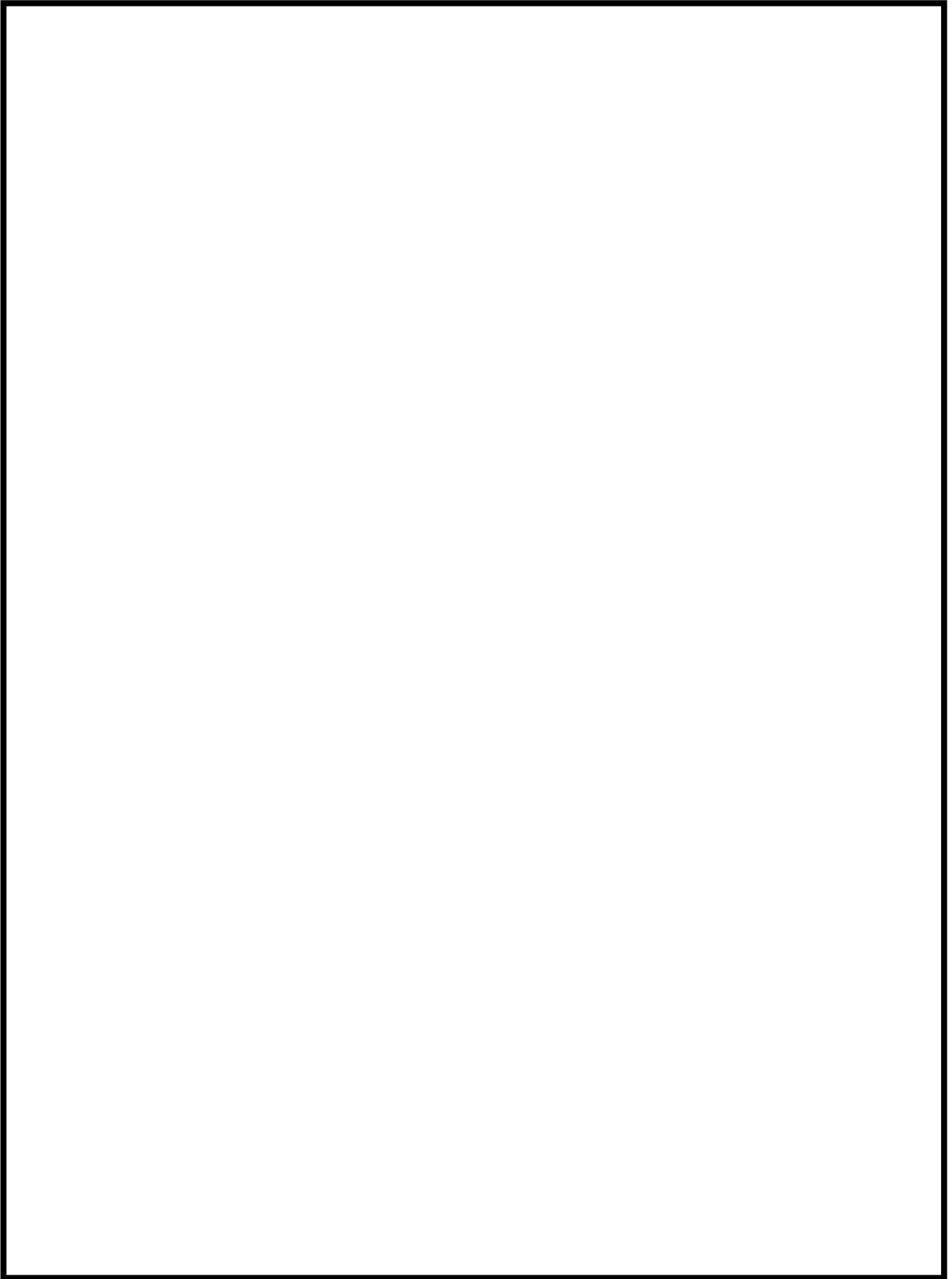
 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




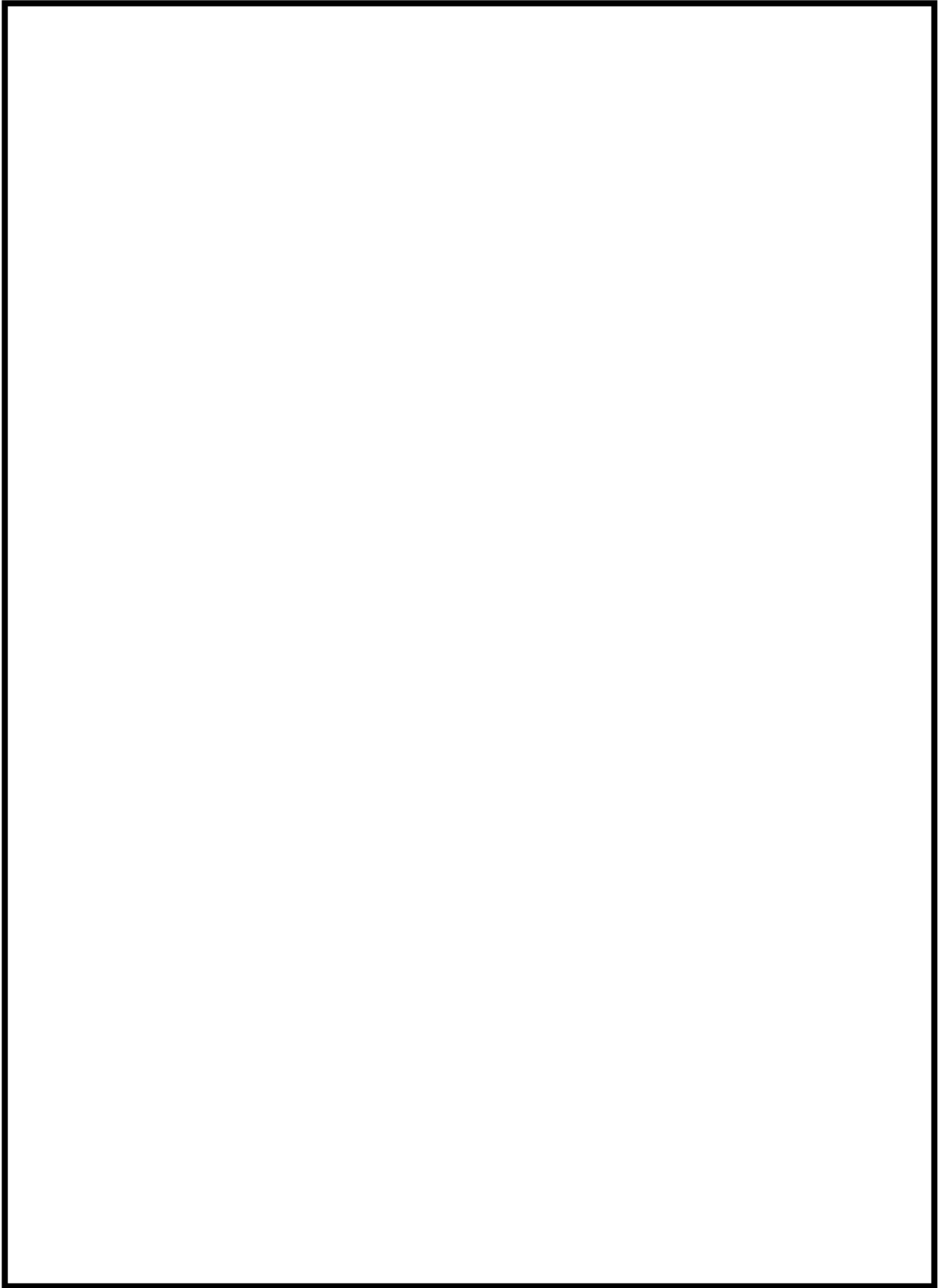
 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




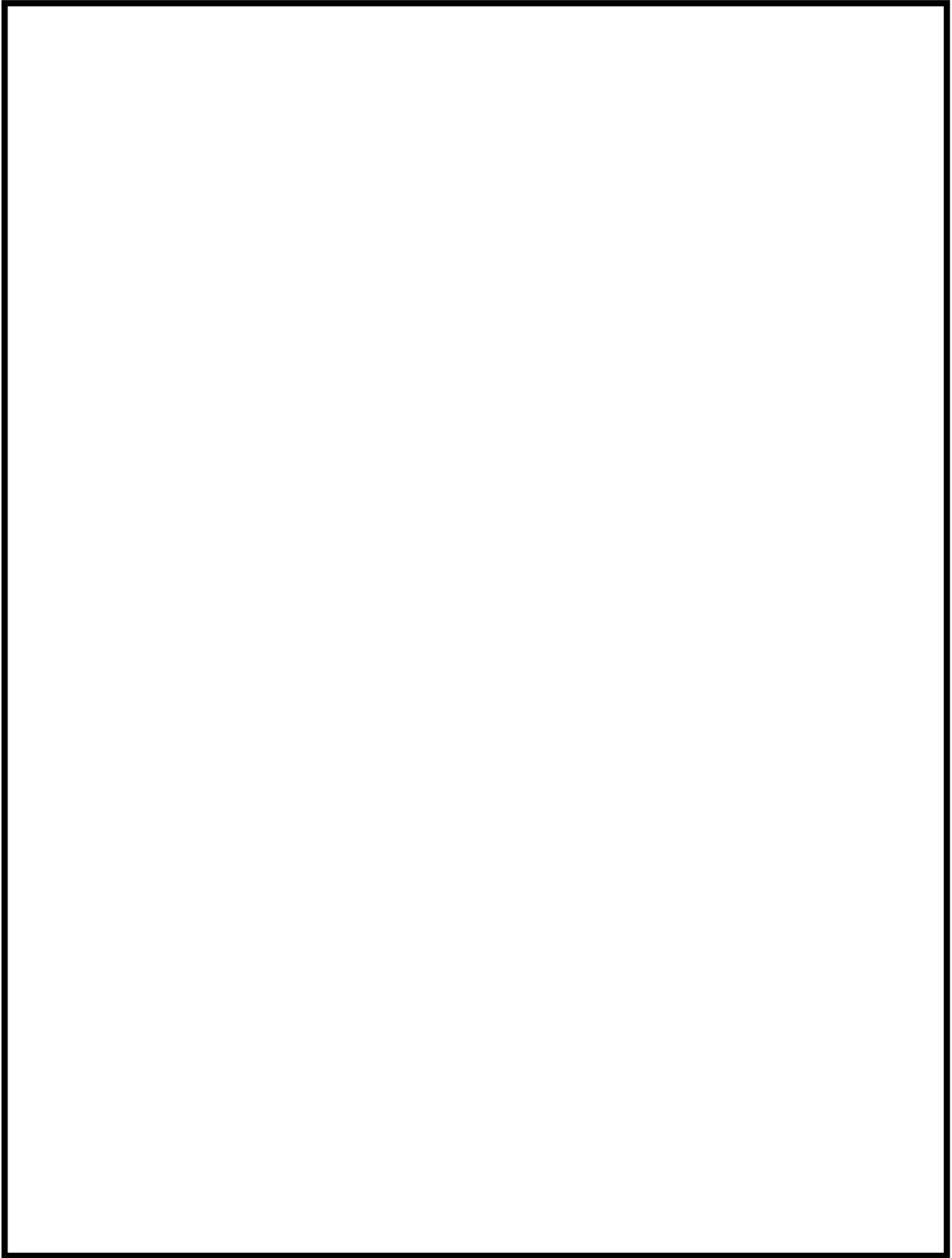
 :枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




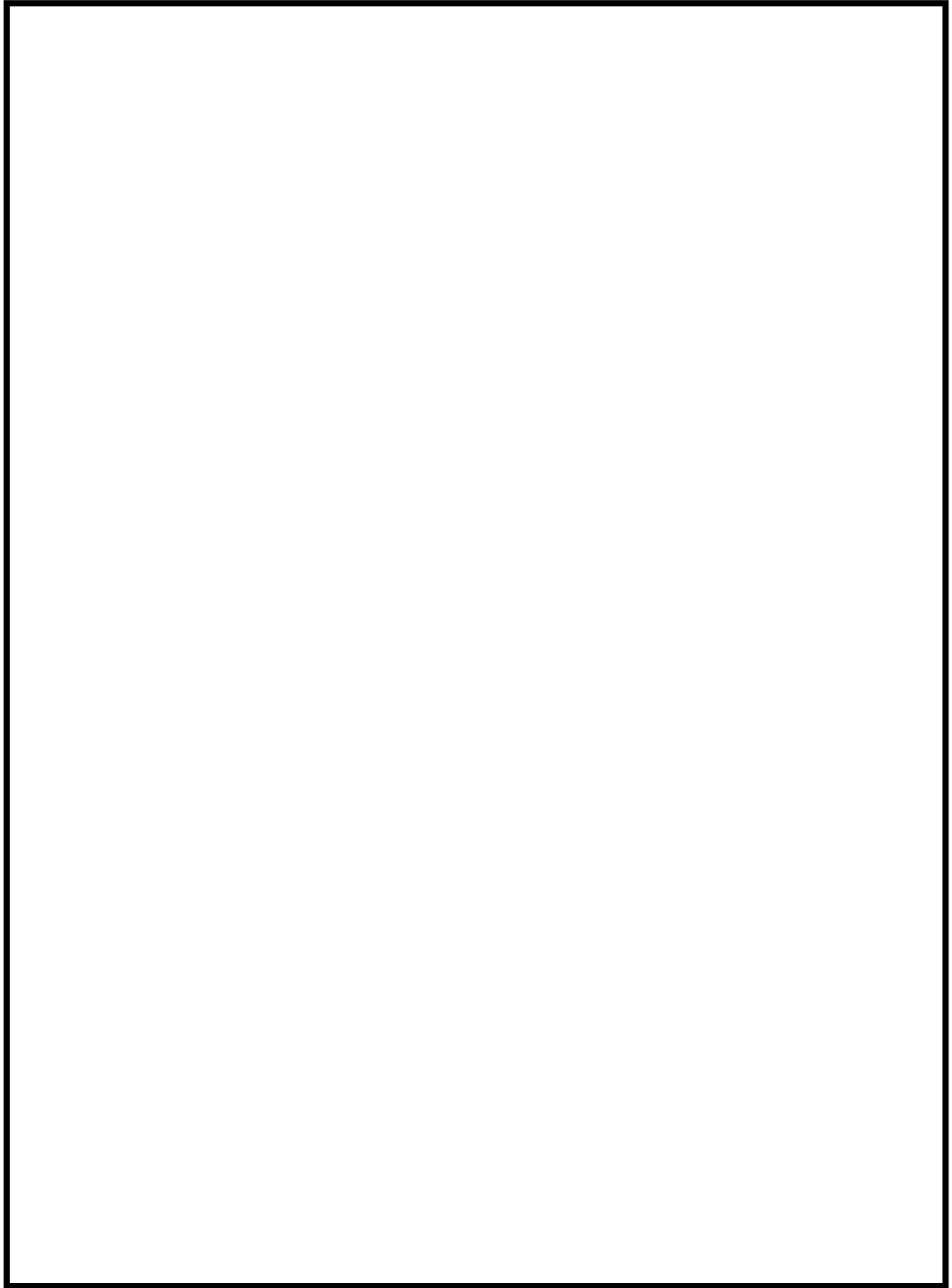
 :枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




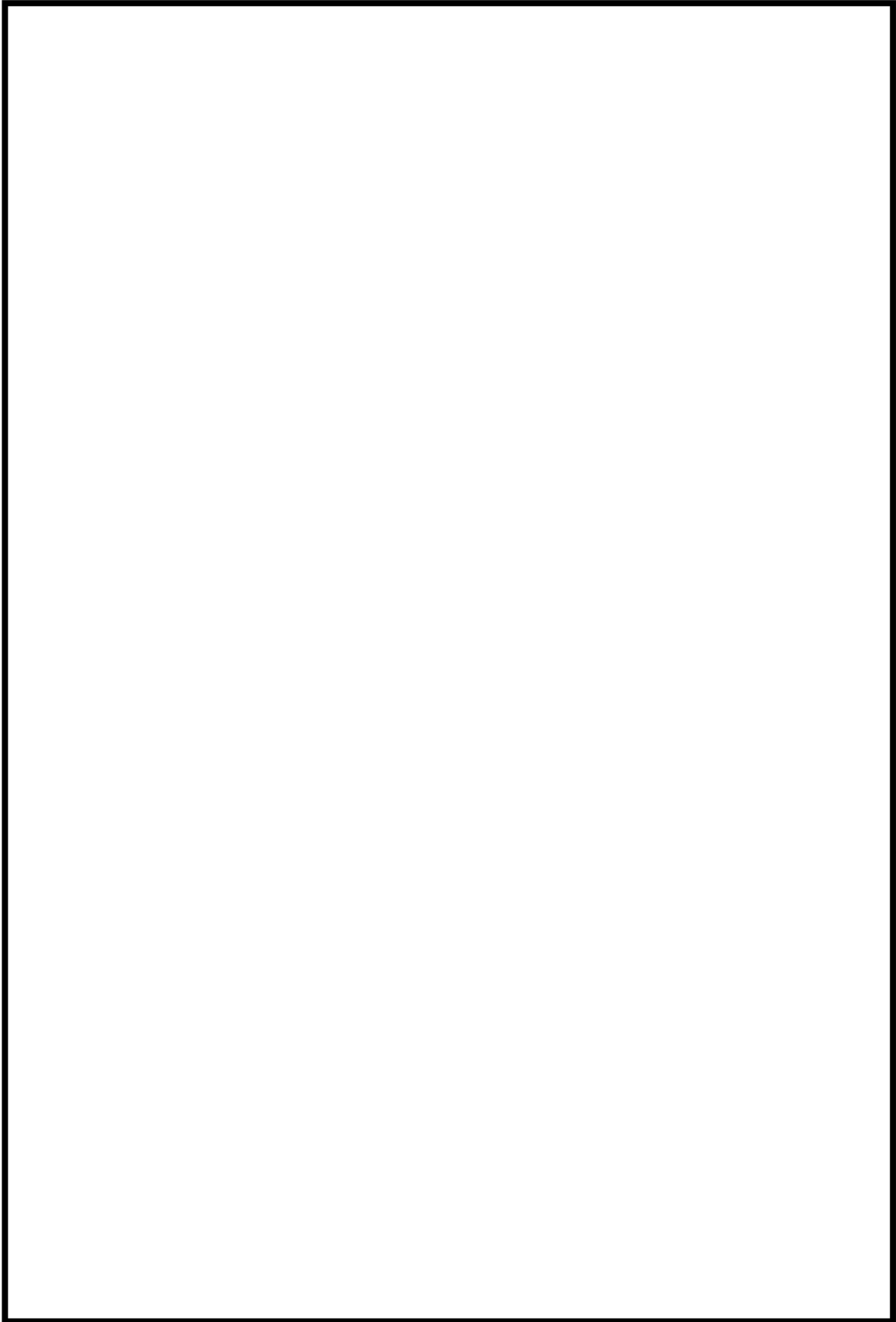
 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




 : 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。

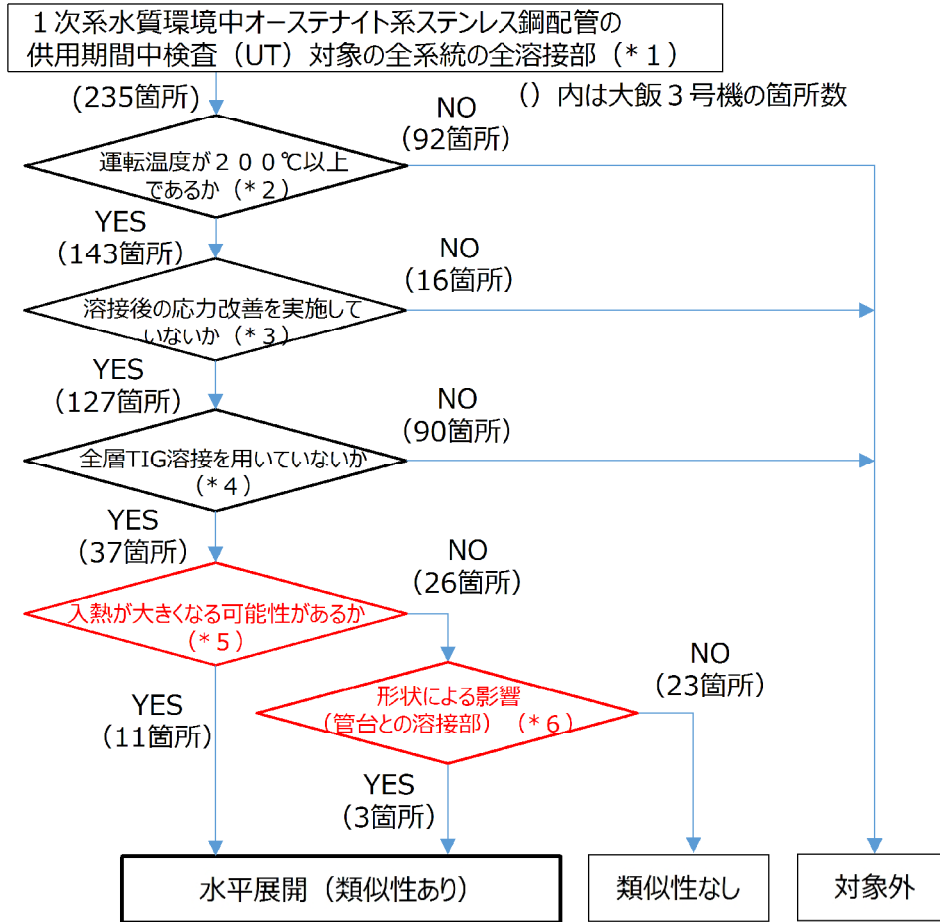


 : 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



 : 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。

参考13 「大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部での事象への対応について (2月12日 公開会合)」 (抜粋)



- (*1) PWR環境中のSCCの進展が認められていないステンレス鋼、初層溶接部が接液しないセットイン管台、及び初層溶接部が除去されているセットオン管台は含まれていない。
- (*2) PWR環境中のSCCの進展への温度の影響を考慮し、運転温度200℃以上の溶接部は抽出対象とする。
- (*3) 残留応力の影響を考慮し、溶接後の応力改善 (バフ研磨やピーニング) を実施していない溶接部は抽出対象とする。
- (*4) 全層TIG溶接は硬化が小さいことを確認していること及び、初層入熱量が小さくできることから、応力についても小さくできることから、全層TIG溶接を用いていない溶接部は抽出対象とする。
- (*5) 経験年数が少ない溶接士が施工した場合、丁寧かつ慎重に作業することにより入熱が大きくなる可能性があることから、実務経験が3年未満の溶接士が施工した溶接部 (入熱の安定する工場溶接を除く) は抽出対象とする。または、補修溶接を実施した場合は、追加で溶接をするため、入熱が大きくなる可能性があることから、補修溶接を実施した溶接部を抽出対象とする。
- (*6) 管台は他の形状と比較して溶接による硬化が生じやすく、モックアップにおいても管台を含む形状で300HVを超える硬さを確認したことから、形状の影響の大きい「管台-エルボ」及び「管台-直管」の溶接部を抽出対象とする。

参考14 大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部の事象を踏まえた既設部
(類似性が高い箇所) への対応

「大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部での事象への対応について
(2月12日 公開会合)」において、今回、加圧器スプレイ配管で見つかった亀裂は、以下の理由から特異な事象であると判断している。

- ▶これまでの ISI で、当社においては11プラントの安全上重要な配管に対し、10年(高経年プラントは7年)の周期で、延べ約3,000箇所の超音波探傷検査を実施してきており、今回の事象を除いて、溶接部近傍の硬化に起因する粒界割れは確認されていない。
- ▶また国内外の PWR プラントにおいても、これまで同様の発生事例の報告はない。
- ▶今回事象を受け、既に大飯3,4号機においては、同様の事象の可能性のある部位全て(80箇所)に対し追加検査を実施し、欠陥がないことを確認している。
- ▶当社プラントの内、最も運転時間の短い大飯3号機(約17万時間)で生じたものであり、それよりも運転時間の長い美浜3号機、高浜1~4号機でも、至近3定検分の ISI* (109箇所) 及び今定検中における本事象と同じ箇所の検査(10箇所)において、欠陥がないことを確認している。

※：運転時間で約20万時間が経過した以降の検査

上記のとおり、本事象は特異であると判断しているが、メカニズムがすべて明らかにはなっていないため、本事象の原因である「過大な溶接入熱」、「形状による影響」を踏まえ、それぞれについて類似性の高い箇所へ水平展開を行う。

具体的には、類似性の高い箇所(14箇所)に対して3定検の間、毎定検、超音波探傷検査を実施し、今回と同様に判定基準*を満足しない欠陥が検出された場合は、取替を実施する運用とする。なお、検査対象・検査頻度は、知見拡充や研究結果を踏まえ検討していく。

本対応については、メカニズムがすべて明らかになっていないことから、水平展開として実施するものである。なお、維持規格に記載の追加検査(IA-2330)については、IA-2330にしたがって、同じ試験カテゴリ内の機器に対して試験程度(表IA-2330-1)を定め2020年9月17日に完了している。

なお、上記の水平展開における対応について、関連する規格・規定事項およびそれを踏まえた具体的な対応方法を以下のとおりである。

対応	関連規格・規定事項	具体的な対応方法
3 定検の間 毎定検検査の 実施	<p>【維持規格】 IA-2320(2)検査プログラムに従って、個別に試験方法、範囲、程度および期間を定めて試験を実施する。</p>	<p>今回の事象を踏まえ、類似性の高い箇所については、左記の要求に従い、通常の検査計画とは切り分け、以下のとおり個別検査として実施する。^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験方法：IA-2500 に基づき超音波探傷試験を実施 ・試験範囲・程度：過大な溶接入熱、形状による影響がある全ての溶接部 ・試験期間：3 定期検査の間,毎定期検査で実施 <p>なお、本対応は、社内標準に基づき是正処置において実施する。</p> <p>※2: 試験方法については、通常と同様に維持規格に基づき実施する。なお、通常の検査計画は、IA-2310(1)に従い、検査間隔は10年と設定し、表 IB-2500-9 で規定する 25%の箇所に対して検査を行うこととしている。</p>
判定基準を超える欠陥が検出された場合の配管取替え	<p>【維持規格】 図 EB-1000-1 において、有意な欠陥指示の場合は、欠陥評価(EB-1310、EB-1320)又は補修・取替(EB-1130)を実施する</p>	<p>維持規格の要求は左記のとおりであり、有意な欠陥指示の場合は、欠陥評価ではなく対策強化として、取替えることとする。</p> <p>なお、本対応は、社内標準に基づき是正処置において実施する。</p>

〈品質マネジメントシステムにおける不適合管理に係る対応〉

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において、設工認に基づく設計、工事及び試験・検査において発生した不適合管理の対応を示している。

IV. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

3.8 不適合管理

設工認に基づく設計、工事及び検査において発生した不適合については、保安規定品質マネジメントシステム計画に基づき処置を行う。

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抜粋

3.8 不適合管理

設工認に基づく設計、工事及び試験・検査において発生した不適合については、「不適合管理および是正処置通達」に基づき処置を行う。

2020年10月20日付け関原発第356号にて申請した
「設計及び工事計画認可申請書」より抜粋

一方で、今回の加圧器スプレイライン配管溶接部の有意な指示については、保安規定の中で定めている定期事業者検査での対応であり、不適合管理の中で以下のとおり実施した。なお、本対応については、設工認における不適合管理と同様のものである。

- ① 定期事業者検査における第一段階評価の結果、判定基準を満足しておらず、「大飯発電所 品質マネジメントシステムに係る不適合管理および是正処置所達」に基づき、不適合管理の手続きとして「不具合・懸案票※1」を発行するとともに、第2段階評価を実施した。

なお、「不具合・懸案票」は、CR※2であり、是正処置プログラム(CAP)の一環として実行されるものである。

- ② 第1回から第4回の大飯3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示に係る公開会合を踏まえ、十分な保守性があることを改めて評価する必要があることから、「不具合・懸案票※」を改定して処置内容を追加し、定期事業者検査において第二段階評価を再度実施した。また、当該部位については、再検査の結果に関わらず、PWR環境下のき裂進展に係る知見拡充のため取替を実施することとした。

※1 原子力保全総合システムで定める不適合および懸案事項を処理する電子媒体の帳票を示す。

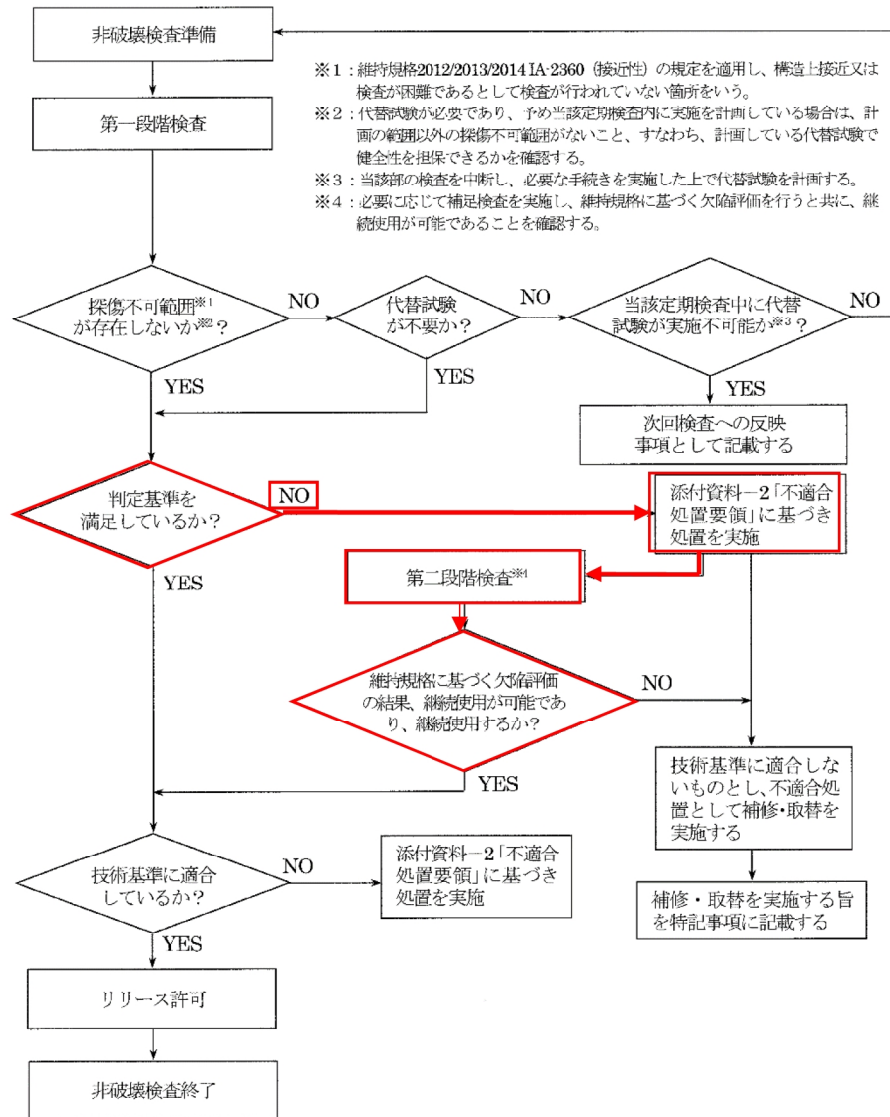
※2 原子力保全総合システム等に入力する状態報告であり、Condition Report の略称を示す。

今後、当該箇所については、溶接時に全層 Tig 溶接を用いて配管取替えを実施するとともに、硬化の可能性を踏まえ「過大な溶接入熱」、「形状による影響」の類似性の高い箇所（14箇所）に対しては、3定検の間、毎定検検査を実施し、今回と同様に判定基準を満足しない欠陥が検出された場合は、配管取替えを実施する運用を是正処置として実施するものである。

第一段階検査、第二段階検査実施時の検査手順 添付資料-3(1/8)

検査手順

1. 検査工程フロー図
(1) 非破壊検査



機器の変形、心合せ不良、傾き、隙間の異常、ボルト締付け部の緩み、部品の破損、脱落及び機器表面における異常がないこと。

また、支持構造物については低温及び高温それぞれの停止状態において、取付状態（低温停止状態のみ）、インジケータの指示値（高温停止状態のみ）、干渉状態、油量（低温停止状態のみ）、油漏れ等の異常がないこと。

b. 表面検査

浸透探傷検査（社団法人日本機械学会JSME S NB1-2007「発電用原子力設備規格 溶接規格」（以下「溶接規格」という。）、JSME S NC1-2005/2007「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下「設計・建設規格」という。）

(a) 溶接部（溶接金属および熱影響部を含み、溶接止端部から母材側へ10mmまでの範囲）（「溶接規格」第1部 第2章 N-1100）

- ア. 割れによる浸透指示模様がないこと。
- イ. 長さ1mmを超える線状浸透指示模様がないこと。
- ウ. 長さ4mmを超える円形状浸透指示模様がないこと。
- エ. 4個以上の円形状浸透指示模様が直線上に並んでいる場合は、隣接する浸透指示模様間の距離が1.5mmを超えること。
- オ. 面積が3750mm²の長方形（短辺の長さは、25mm以上とする）内に円形状浸透指示模様が10個以上含まれないこと。ただし、長さが1.5mm以下の浸透指示模様は算定することを要しない。

(b) 母材部（溶接止端部から母材側へ10mmを超える範囲）（「設計・建設規格」第4章 PVB-2426(1)）

ア. 線状指示模様がある場合、次の表を満足すること。

材料の厚さ (mm)	線状指示模様長さ (mm)
16以下	1.5以下
16を超え50以下	3以下
50を超えるもの	5以下

イ. 円形状指示模様がある場合、次の表を満足すること。

材料の厚さ (mm)	円形状指示模様長さ (mm)
16以下	3以下
16を超えるもの	5以下

- ウ. 4個以上の線状指示模様および円形状指示模様が直線状に並んでいる場合は、隣接する指示模様間の距離が1.5mmを超えること。
- エ. 面積が3750mm²の長方形（短辺が25mm以上）内に1.5mmを超える線状指示模様または円形状指示模様が10個以上含まれないこと。
- オ. いかなる割れもあってはならない。

第一段階検査 判定基準

c. 体積検査

(a) 超音波探傷検査

ア. 溶接部

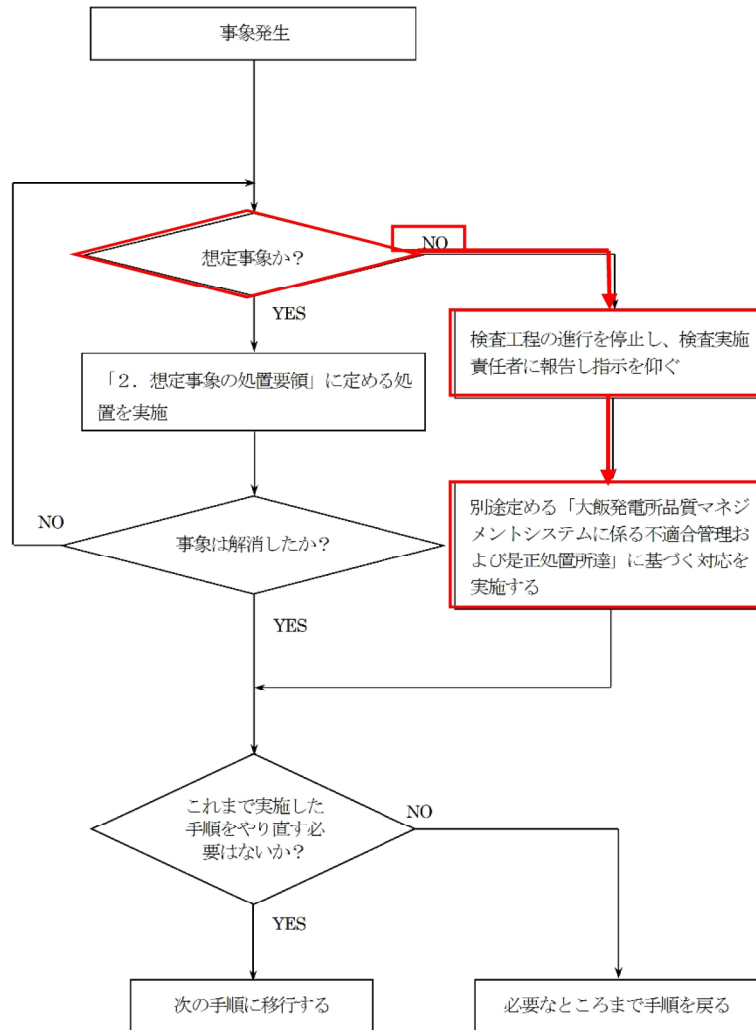
- (ア) 欠陥からの反射波の高さが距離振幅補正曲線の20%以下であること。
- (イ) 欠陥からの反射波の高さが距離振幅補正曲線の20%を超える場合には、その欠陥が判別しその他の有害な欠陥でないこと。

イ. ボルト及びフランジネジ穴のネジ部

- (ア) 対比試験片がある場合
欠陥からの反射波の高さが距離振幅補正曲線の20%以下であること。

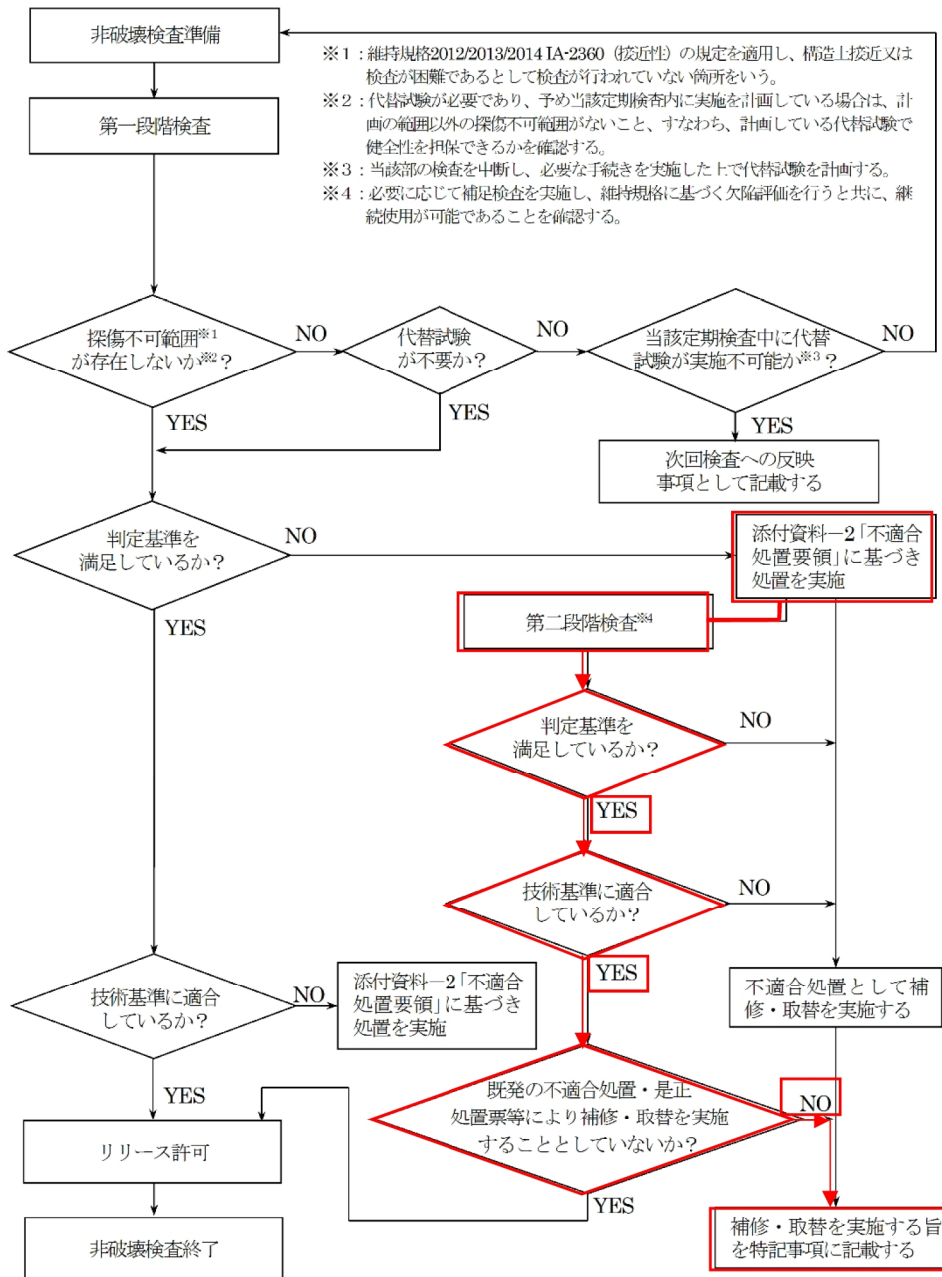
不適合処置要領

1. 検査に影響を与える可能性のある事象発生時における処置フロー



検査手順

1. 検査工程フロー図
(1) 非破壊検査



「関西電力株式会社 大飯発電所 第3号機 第18保全サイクル
 定期事業者検査要領書 クラス1機器供用期間中検査」より抜粋

<① 不具合・懸案票の発行>

不具合件名：加圧器スプレイライン配管溶接部における欠陥の検出について
内容：第3号機第18保全サイクル定期事業者検査 クラス1機器供用期間中検査(03-18-101)にて、「配管 B9.11 B-J 配管の同種金属溶接継手(呼び径100A以上:周継手) 加圧器スプレイライン(Dループ) 溶接線番号:FW-4」を対象としたUT(第一段階検査)を実施した結果、判定基準を満足しない欠陥の検出が認められた。

検討結果(理由)：
当該部について検査要領書の検査手順に基づき、第二段階検査として欠陥評価のための補足検査(フェーズドアレイUTを用いた端部エコー法)を実施し、継続使用が可能であることを確認する。また、維持規格に基づき、当該部と同じ試験カテゴリ内の機器である「B9.11 B-J 配管の同種金属溶接継手(100A以上:周継手)」の「今回計画していた数以上の箇所について」、この停止期間中に追加試験としてUTを実施する。

<② 不具合・懸案票の改訂>

改訂内容：規制庁との公開会合を踏まえた当該部位の再検査及び取替に係る記載の追加

9/1に第二段階検査を実施し継続使用可能であることを確認したが、規制庁との公開会合を踏まえ、十分な保守性があることを改めて評価する必要があると判断したことから、当該部位の再検査を実施する。また、当該部位については、再検査の結果に関わらず、PWR環境下のき裂進展に係る知見拡充のため取替を実施する。

<③ 不具合・懸案票の改訂案>

改訂内容：2/12規制庁との公開会合を踏まえた当該部位の取替え、継続検査及び配管取替えに係る記載の追加

当該部位については、今後、全層Tig溶接を用いた取替えを実施するとともに、硬化の可能性を踏まえ、「過大な溶接入熱」、「形状による影響」の類似性の高い箇所(14箇所)に対し、3定検の間、毎定検で検査を実施し、今回と同様に「判定基準を満足しない欠陥」が検出された場合は、配管取替えを実施する運用とする。

今後の継続検査時の検査手順（案）

検査手順

