

原管発官 R4 第 28 号
令和 4 年 4 月 25 日

原子力規制委員会 殿

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号
東京電力ホールディングス株式会社
代表執行役社長 小早川 智明

設計及び工事計画届出書の一部補正について

令和 4 年 3 月 29 日付け原管発官 R3 第 264 号をもって届出いたしました柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の設計及び工事計画届出書を別紙のとおり一部補正いたします。

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

別紙

柏崎刈羽原子力発電所

第7号機

設計及び工事計画届出書本文及び添付書類補正書

(原管発官 R3 第 264 号設計及び工事計画届出書本文及び添付書類に係るもの)

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 補正項目を記載した書類
2. 補正を必要とする理由を記載した書類
3. 補正前後比較表
4. 補正内容を反映した書類

1. 補正項目を記載した書類

補正項目

補正項目及び補正箇所は下表のとおり。

補正項目	補正箇所
II 工事計画 3. 原子炉冷却系施設 蒸気タービンに係るものにあつては、次の事項 1 蒸気タービン本体に係る次の事項	「3. 補正前後比較表」による。
VI 添付書類 VI-2 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	「3. 補正前後比較表」による。
VI-4 蒸気タービンの耐震性に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-5 蒸気タービンの強度に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-9 蒸気タービンの振動管理に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-10 常用電源設備の健全性に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-11 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 VI-11-1 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	「3. 補正前後比較表」による。

2. 補正を必要とする理由を記載した書類

補正を必要とする理由

令和4年3月29日付け原管発官 R3 第264号にて届出した設計及び工事計画届出書について、誤記修正及び記載の適正化を行うため補正する。

3. 補正前後比較表

【Ⅱ 工事計画 3. 原子炉冷却系統施設 1 蒸気タービン本体に係る次の事項】

補正前		補正後		備考																																																																																																																																												
<p>3. 原子炉冷却系統施設</p> <p>蒸気タービンに係るものについては、次の事項</p> <p>1 蒸気タービン本体に係る次の事項</p> <p>(1) 種類、定格出力、気筒数、主蒸気止め弁の入口の圧力及び温度、組合せ中間弁入口の圧力及び温度、抽気圧力、抽気量、排気圧力、回転速度並びに被動機一体の危険速度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>単位</th> <th>変更前</th> <th>変更後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>種</td> <td>類</td> <td>—</td> <td>くし形6流排気再熱再生復水式</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>定</td> <td>格</td> <td>出力</td> <td>kW</td> <td>1,356,000</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>気</td> <td>筒</td> <td>数</td> <td>—</td> <td>4気筒</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">圧</td> <td>主蒸気止め弁入口</td> <td>—</td> <td>68.2kg/cm²*1</td> <td>6.68MPa*3</td> </tr> <tr> <td>組合せ中間弁入口</td> <td>—</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">温</td> <td>主蒸気止め弁入口</td> <td>℃</td> <td>284</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>組合せ中間弁入口</td> <td>℃</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">抽</td> <td>第1抽気</td> <td>—</td> <td rowspan="6"></td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>第2抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第3抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第4抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第5抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第6抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">抽</td> <td>第1抽気</td> <td>kg/h</td> <td rowspan="6"></td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>第2抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第3抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第4抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第5抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第6抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1 : 68.1668kg/cm²を四捨五入した数値</p> <p>*2 : 建設時第1回工事計画認可申請書(総文発管3第167号、総文発管3第556号をもって一部補正)はドレン量を含む記載となっている。</p> <p>*3 : S I 単位に換算したものである。</p>				単位	変更前	変更後	種	類	—	くし形6流排気再熱再生復水式	同左	定	格	出力	kW	1,356,000	同左	気	筒	数	—	4気筒	同左	圧	主蒸気止め弁入口	—	68.2kg/cm ² *1	6.68MPa*3	組合せ中間弁入口	—			温	主蒸気止め弁入口	℃	284	同左	組合せ中間弁入口	℃			抽	第1抽気	—			第2抽気	—	第3抽気	—	第4抽気	—	第5抽気	—	第6抽気	—	抽	第1抽気	kg/h			第2抽気	kg/h	第3抽気	kg/h	第4抽気	kg/h	第5抽気	kg/h	第6抽気	kg/h	<p>3. 原子炉冷却系統施設</p> <p>蒸気タービンに係るものについては、次の事項</p> <p>1 蒸気タービン本体に係る次の事項</p> <p>(1) 種類、定格出力、気筒数、主蒸気止め弁の入口の圧力及び温度、組合せ中間弁入口の圧力及び温度、抽気圧力、抽気量、排気圧力、回転速度並びに被動機一体の危険速度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>単位</th> <th>変更前</th> <th>変更後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>種</td> <td>類</td> <td>—</td> <td>くし形6流排気再熱再生復水式</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>定</td> <td>格</td> <td>出力</td> <td>kW</td> <td>1,356,000</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>気</td> <td>筒</td> <td>数</td> <td>—</td> <td>4気筒</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">圧</td> <td>主蒸気止め弁入口</td> <td>—</td> <td>68.2kg/cm²*1</td> <td>6.68MPa*3</td> </tr> <tr> <td>組合せ中間弁入口</td> <td>—</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">温</td> <td>主蒸気止め弁入口</td> <td>℃</td> <td>284</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>組合せ中間弁入口</td> <td>℃</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">抽</td> <td>第1抽気</td> <td>—</td> <td rowspan="6"></td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>第2抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第3抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第4抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第5抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第6抽気</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">抽</td> <td>第1抽気</td> <td>kg/h</td> <td rowspan="6"></td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>第2抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第3抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第4抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第5抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>第6抽気</td> <td>kg/h</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1 : 68.1668kg/cm²を四捨五入した数値</p> <p>*2 : ドレン量を含む記載となっている。</p> <p>*3 : S I 単位に換算したものである。</p>				単位	変更前	変更後	種	類	—	くし形6流排気再熱再生復水式	同左	定	格	出力	kW	1,356,000	同左	気	筒	数	—	4気筒	同左	圧	主蒸気止め弁入口	—	68.2kg/cm ² *1	6.68MPa*3	組合せ中間弁入口	—			温	主蒸気止め弁入口	℃	284	同左	組合せ中間弁入口	℃			抽	第1抽気	—			第2抽気	—	第3抽気	—	第4抽気	—	第5抽気	—	第6抽気	—	抽	第1抽気	kg/h			第2抽気	kg/h	第3抽気	kg/h	第4抽気	kg/h	第5抽気	kg/h	第6抽気	kg/h	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>
		単位	変更前	変更後																																																																																																																																												
種	類	—	くし形6流排気再熱再生復水式	同左																																																																																																																																												
定	格	出力	kW	1,356,000	同左																																																																																																																																											
気	筒	数	—	4気筒	同左																																																																																																																																											
圧	主蒸気止め弁入口	—	68.2kg/cm ² *1	6.68MPa*3																																																																																																																																												
	組合せ中間弁入口	—																																																																																																																																														
温	主蒸気止め弁入口	℃	284	同左																																																																																																																																												
	組合せ中間弁入口	℃																																																																																																																																														
抽	第1抽気	—																																																																																																																																														
	第2抽気	—																																																																																																																																														
	第3抽気	—																																																																																																																																														
	第4抽気	—																																																																																																																																														
	第5抽気	—																																																																																																																																														
	第6抽気	—																																																																																																																																														
抽	第1抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第2抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第3抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第4抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第5抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第6抽気	kg/h																																																																																																																																														
		単位	変更前	変更後																																																																																																																																												
種	類	—	くし形6流排気再熱再生復水式	同左																																																																																																																																												
定	格	出力	kW	1,356,000	同左																																																																																																																																											
気	筒	数	—	4気筒	同左																																																																																																																																											
圧	主蒸気止め弁入口	—	68.2kg/cm ² *1	6.68MPa*3																																																																																																																																												
	組合せ中間弁入口	—																																																																																																																																														
温	主蒸気止め弁入口	℃	284	同左																																																																																																																																												
	組合せ中間弁入口	℃																																																																																																																																														
抽	第1抽気	—																																																																																																																																														
	第2抽気	—																																																																																																																																														
	第3抽気	—																																																																																																																																														
	第4抽気	—																																																																																																																																														
	第5抽気	—																																																																																																																																														
	第6抽気	—																																																																																																																																														
抽	第1抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第2抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第3抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第4抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第5抽気	kg/h																																																																																																																																														
	第6抽気	kg/h																																																																																																																																														
K7 ① Ⅱ R0	K7 ① Ⅱ R1	2	2																																																																																																																																													

【VI-2 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】

補正前	補正後	備考
<p style="text-align: center;">K7 ① VI-2 R0</p> <p>1. 概要</p> <p>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2項、第15条第2項及び第4項及びそれらの「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、届出範囲の機器における安全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。</p> <p>今回は、健全性として、機器に要求される機能を有効に発揮するための、系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して、「機器相互の悪影響」（以下「悪影響の防止」という。）、<u>「安全設備に想定される事故等の環境条件（使用条件を含む。）等における機器の健全性」（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」（以下「試験・検査性」という。）を説明する。</u></p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">K7 ① VI-2 R1</p> <p>1. 概要</p> <p>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2項、第15条第2項及び第4項及びそれらの「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、届出範囲の機器における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。</p> <p>今回は、健全性として、機器に要求される機能を有効に発揮するための、系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して、「機器相互の悪影響」（以下「悪影響の防止」という。）、<u>「設備に想定される事故等の環境条件（使用条件を含む。）等における機器の健全性」（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」（以下「試験・検査性」という。）を説明する。</u></p> <p><u>健全性を要求する対象設備について、技術基準規則及びその解釈を踏まえ以下のとおりとする。</u></p> <p><u>「悪影響の防止」については、技術基準規則第15条第4項及びその解釈にて設計基準対象施設に属する設備に対して要求されていることから、安全設備を含めた設計基準対象施設を対象とする。</u></p> <p><u>「環境条件等」については、設計が技術基準規則第14条第2項及びその解釈にて安全機能を有する構築物、系統及び機器（以下「安全施設」という。）に対して要求されているため、安全設備を含めた安全施設を対象とする。</u></p> <p><u>「試験・検査性」については、技術基準規則第15条第2項及びその解釈にて設計基準対象施設に対して要求されており、安全設備を含めた設計基準対処施設を対象とする。</u></p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p style="text-align: center;">2. 基本方針</p> <p>安全設備及び重大事故等対処設備の設計については、令和 2 年 10 月 14 日付け原規規発第 2010147 号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の設計及び工事の計画の添付書類「V-1-1-7 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」による。以下には、本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器による影響を踏まえ、関連する<u>安全設備</u>の設計について記載する。</p> <p>2.1 悪影響の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設に属する設備は、蒸気タービン、発電機及び内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁の破損及び配管の破断、高速回転機器の破損に伴う飛散物により安全性を損なわない設計とする。 <p>本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器の内部飛散物による影響の考慮については、「VI-3 発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書」に示す。</p> <p>2.2 環境条件等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全施設は、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等における環境条件を考慮した設計とする。 ・安全施設は、地震、火災、溢水及びその他の自然現象並びに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。 <p>2.3 試験・検査性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設のうち構造・強度の確認又は内部構成部品の確認が必要な設備は、原則として分解・開放（非破壊検査を含む。）が可能な構造とし、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。 <p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">2. 基本方針</p> <p>安全設備及び重大事故等対処設備の設計については、令和 2 年 10 月 14 日付け原規規発第 2010147 号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の設計及び工事の計画の添付書類「V-1-1-7 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」による。以下には、本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器による影響を踏まえ、関連する<u>設備</u>の設計について記載する。</p> <p>2.1 悪影響の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設に属する設備は、蒸気タービン、発電機及び内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁の破損及び配管の破断、高速回転機器の破損に伴う飛散物により安全性を損なわない設計とする。 <p>本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器の内部飛散物による影響の考慮については、「VI-3 発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書」に示す。</p> <p>2.2 環境条件等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全施設は、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等における環境条件を考慮した設計とする。 ・安全施設は、地震、火災、溢水及びその他の自然現象並びに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。 <p>2.3 試験・検査性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設のうち構造・強度の確認又は内部構成部品の確認が必要な設備は、原則として分解・開放（非破壊検査を含む。）が可能な構造とし、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。 <p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">記載の適正化</p>

K7 ① VI-2 R0

K7 ① VI-2 R1

【VI-4 蒸気タービンの耐震性に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>1. 概要 1</p> <p>2. 適用基準 1</p> <p> <u>2.1</u> 耐震重要度分類 1</p> <p>3. 構造計画 2</p> <p>4. 耐震計算に使用する記号の説明 3</p> <p>5. 固有周期の計算方法 5</p> <p>6. 固有周期の評価及び結果 6</p> <p> 6.1 固有周期の評価 6</p> <p> 6.2 結果 6</p> <p>7. 設計用地震力 7</p> <p>8. 荷重の組合せ及び許容限界 8</p> <p>9. 基礎ボルトの応力計算方法 10</p> <p> 9.1 引張応力 11</p> <p> 9.2 せん断応力 12</p> <p>10. 基礎ボルトの応力の評価 12</p> <p>11. 設計条件 13</p> <p>12. 機器要目 13</p> <p>13. 計算数値 14</p> <p>14. 結論 14</p> <p style="text-align: left;">K7 ① VI-4 R0</p>	<p style="text-align: center;">目 次</p> <p>1. 概要 1</p> <p>2. 適用基準 1</p> <p>3. 耐震重要度分類 1</p> <p>4. 構造計画 2</p> <p>5. 耐震計算に使用する記号の説明 3</p> <p>6. 固有周期の計算方法 5</p> <p>7. 固有周期の評価及び結果 6</p> <p> 7.1 固有周期の評価 6</p> <p> 7.2 結果 6</p> <p>8. 設計用地震力 7</p> <p>9. 荷重の組合せ及び許容限界 8</p> <p>10. 基礎ボルトの応力計算方法 10</p> <p> 10.1 引張応力 11</p> <p> 10.2 せん断応力 12</p> <p>11. 基礎ボルトの応力の評価 12</p> <p>12. 設計条件 13</p> <p>13. 機器要目 13</p> <p>14. 計算数値 14</p> <p>15. 結論 14</p> <p style="text-align: left;">K7 ① VI-4 R1</p>	<p style="text-align: center;">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考												
<p>1. 概要</p> <p>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5条及びその「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、蒸気タービン設備が<u>基準地震動による地震力</u>によってその安全性が損なわれるおそれがないことを説明するものである。</p> <p>2. 適用基準</p> <p><u>耐震計算は、</u>社団法人 日本電気協会 電気技術指針「原子力発電所耐震設計技術指針」（J E A G 4 6 0 1・補- 1984, J E A G 4 6 0 1- 1987）<u>に基づき実施する。</u></p> <p><u>なお、許容応力は、</u>社団法人 日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（J S M E S N C 1-2005/2007）<u>に基づき設定する。</u></p> <p>2.1 <u>耐震重要度分類</u></p> <table border="1" data-bbox="557 936 1377 1152"> <thead> <tr> <th>設 備 名 称</th> <th>機 器 名 称</th> <th>重 要 度 分 類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体</td> <td>蒸気タービン</td> <td>B</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">1</p>	設 備 名 称	機 器 名 称	重 要 度 分 類	3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体	蒸気タービン	B	<p>1. 概要</p> <p>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5条及びその「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、蒸気タービン設備が<u>設計用地震力</u>によってその安全性が損なわれるおそれがないことを説明するものである。</p> <p>2. 適用基準</p> <p><u>本評価において適用する規格、基準等を以下に示す。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・社団法人 日本電気協会 電気技術指針「原子力発電所耐震設計技術指針」（J E A G 4 6 0 1・補- 1984, J E A G 4 6 0 1- 1987） ・社団法人 日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（J S M E S N C 1-2005/2007） <p>3. <u>耐震重要度分類</u></p> <table border="1" data-bbox="1724 974 2543 1190"> <thead> <tr> <th>設 備 名 称</th> <th>機 器 名 称</th> <th>重 要 度 分 類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体</td> <td>蒸気タービン</td> <td>B</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">1</p>	設 備 名 称	機 器 名 称	重 要 度 分 類	3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体	蒸気タービン	B	<p>誤記修正</p> <p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>
設 備 名 称	機 器 名 称	重 要 度 分 類												
3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体	蒸気タービン	B												
設 備 名 称	機 器 名 称	重 要 度 分 類												
3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体	蒸気タービン	B												

K7 ① VI-4 R0

K7 ① VI-4 R1

K7 ① VI-4 R0

3. 構造計画

原則として、耐震上適切な剛性を有する構造とする。蒸気タービン支持構造物の配置説明図を以下に示す。

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	支持構造	主体構造		
蒸気タービン	蒸気タービンの基礎上に設置する。低圧外部車室はソールプレートを用いて基礎を介して基礎ボルトにて固定される。低圧内部車室は低圧外部車室支持部に固定される。	くし形 6 流排気再熱再生復水式高圧タービン 1 台、低圧タービン 3 台、合計 4 台より成る。車室はそれぞれ上・下半車室より成り、ボルトで取付けられている。		

2

補正前

4. 構造計画

原則として、耐震上適切な剛性を有する構造とする。蒸気タービン支持構造物の配置説明図を以下に示す。

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	支持構造	主体構造		
蒸気タービン	蒸気タービンの基礎上に設置する。低圧外部車室はソールプレートを用いて基礎を介して基礎ボルトにて固定される。低圧内部車室は低圧外部車室支持部に固定される。	くし形 6 流排気再熱再生復水式高圧タービン 1 台、低圧タービン 3 台、合計 4 台より成る。車室はそれぞれ上・下半車室より成り、ボルトで取付けられている。		

2

補正後

備考

記載の適正化

補正前		補正後		備考
K7 ① VI-4 R0	4. 耐震計算に使用する記号の説明			記載の適正化
	記号*1	記号の説明	単位	
	A _{bi}	基礎ボルトの軸断面積	mm ²	
	A _{si}	低圧タービンの有効せん断断面積 []	mm ²	
	C _H	水平方向設計震度	—	
	C _T	タービン振動による震度	—	
	d _i	基礎ボルトの呼び径	mm	
	E	縦弾性係数 []	MPa	
	F _i	J S M E S N C 1-2005/2007 の []	MPa	
	F _{bi}	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N	
	f _{si}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa	
	f _{ti}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa	
	f _{tsi}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界	MPa	
	G	せん断弾性係数 []	MPa	
	g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²	
	H _T	タービンの基礎ボルト部における最大両振幅	mm	
	h _i	床から重心までの距離	mm	
	I _i	低圧タービンの断面二次モーメント []	mm ⁴	
	K _i	低圧タービンのばね定数 []	kg/s ²	
	ℓ _i	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm	
	ℓ _{2i}	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm	
M _{Ti}	タービン回転により作用するモーメント	N・mm		
m _i	運転時質量	kg		
N	回転速度 (タービンの定格回転速度)	rpm		
n _i	基礎ボルトの本数	—		
n _{fi}	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—		
P _i	タービン伝達動力	kW		
Q _{bi}	基礎ボルトに作用するせん断力	N		
S _{ui}	J S M E S N C 1-2005/2007 []	MPa		
S _{yi}	J S M E S N C 1-2005/2007 []	MPa		
T _i	低圧タービンの固有周期	s		
π	円周率	—		
K7 ① VI-4 R1	5. 耐震計算に使用する記号の説明			記載の適正化
	記号*1	記号の説明	単位	
	A _{bi}	基礎ボルトの軸断面積	mm ²	
	A _{si}	低圧タービンの有効せん断断面積 []	mm ²	
	C _H	水平方向設計震度	—	
	C _T	タービン振動による震度	—	
	d _i	基礎ボルトの呼び径	mm	
	E	縦弾性係数 []	MPa	
	F _i	J S M E S N C 1-2005/2007 の []	MPa	
	F _{bi}	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N	
	f _{si}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa	
	f _{ti}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa	
	f _{tsi}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界	MPa	
	G	せん断弾性係数 []	MPa	
	g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²	
	H _T	タービンの基礎ボルト部における最大両振幅	mm	
	h _i	床から重心までの距離	mm	
	I _i	低圧タービンの断面二次モーメント []	mm ⁴	
	K _i	低圧タービンのばね定数 []	N/m	
	ℓ _i	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm	
	ℓ _{2i}	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm	
M _{Ti}	タービン回転により作用するモーメント	N・mm		
m _i	運転時質量	kg		
N	回転速度 (タービンの定格回転速度)	rpm		
n _i	基礎ボルトの本数	—		
n _{fi}	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—		
P _i	タービン伝達動力	kW		
Q _{bi}	基礎ボルトに作用するせん断力	N		
S _{ui}	J S M E S N C 1-2005/2007 []	MPa		
S _{yi}	J S M E S N C 1-2005/2007 []	MPa		
T _i	低圧タービンの固有周期	s		
π	円周率	—		
3		3		

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="409 1010 439 1150" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-4 R0</p> <p data-bbox="498 422 724 443">5. 固有周期の計算方法</p> <p data-bbox="540 457 931 478">固有周期は一般に以下の式にて計算される。</p> <p data-bbox="540 493 664 514">低圧タービン</p> $T_i = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i}{K_i}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (5.1)$ <p data-bbox="522 640 1383 699">タービンは構造的に1個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ下面が基礎ボルトにて固定されている。変形によるばね定数Kは以下の式で求める。</p> <p data-bbox="540 714 664 735">低圧タービン</p> $K_i = \frac{1000}{\frac{h_i^3}{3 \cdot E \cdot I_i} + \frac{h_i}{A_{Si} \cdot G}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (5.2)$ <p data-bbox="931 1770 952 1791" style="text-align: center;">5</p>	<p data-bbox="1567 1010 1596 1150" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-4 R1</p> <p data-bbox="1656 422 1881 443">6. 固有周期の計算方法</p> <p data-bbox="1697 457 2196 478">水平方向の固有周期は一般に以下の式にて計算される。</p> <p data-bbox="1697 493 1822 514">低圧タービン</p> $T_i = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i}{K_i}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (6.1)$ <p data-bbox="1679 640 2540 699">タービンは構造的に1個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ下面が基礎ボルトにて固定されている。変形によるばね定数Kは以下の式で求める。</p> <p data-bbox="1697 714 1822 735">低圧タービン</p> $K_i = \frac{1000}{\frac{h_i^3}{3 \cdot E \cdot I_i} + \frac{h_i}{A_{Si} \cdot G}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (6.2)$ <p data-bbox="2095 1770 2116 1791" style="text-align: center;">5</p>	<p data-bbox="2659 447 2822 478">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考																
<p data-bbox="498 428 765 453">6. 固有周期の評価及び結果</p> <p data-bbox="498 464 706 489">6.1 固有周期の評価</p> <p data-bbox="557 495 1012 520">剛構造であることを以下に示す評価式で確認する。</p> $T_{i...} \leq 0.05^* \dots\dots\dots (6.1)$ <p data-bbox="578 646 1121 672">注記* : J E A G 4 6 0 1 - 1987 6.4.3 動的地震力の概要</p> <p data-bbox="498 772 605 798">6.2 結果</p> <p data-bbox="578 804 845 829">タービン固有周期の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="572 829 1071 1001"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>固有周期(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>低圧タービンA (T₁)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>低圧タービンB (T₂)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>低圧タービンC (T₃)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="557 1045 1261 1071">固有周期が 0.05 秒以下のため、全てのタービンについて剛構造と判断される。</p> <p data-bbox="931 1770 952 1795">6</p>	名称	固有周期(s)	低圧タービンA (T ₁)		低圧タービンB (T ₂)		低圧タービンC (T ₃)		<p data-bbox="1676 428 1944 453">7. 固有周期の評価及び結果</p> <p data-bbox="1676 464 1884 489">7.1 固有周期の評価</p> <p data-bbox="1736 495 2190 520">剛構造であることを以下に示す評価式で確認する。</p> $T_i \leq 0.05^* \dots\dots\dots (7.1)$ <p data-bbox="1757 646 2300 672">注記* : J E A G 4 6 0 1 - 1987 6.4.3 動的地震力の概要</p> <p data-bbox="1676 772 1783 798">7.2 結果</p> <p data-bbox="1757 804 2024 829">タービン固有周期の計算結果</p> <table border="1" data-bbox="1751 829 2249 1001"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>固有周期(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>低圧タービンA (T₁)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>低圧タービンB (T₂)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>低圧タービンC (T₃)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1736 1045 2448 1071">固有周期が 0.05 秒以下のため、全てのタービンについて剛構造と判断される。</p> <p data-bbox="1721 1077 2567 1140">なお、タービンは全体的に1つの剛体とみなせるため、鉛直方向の固有周期については十分に小さく、固有周期の計算は省略する。</p> <p data-bbox="2116 1770 2136 1795">6</p>	名称	固有周期(s)	低圧タービンA (T ₁)		低圧タービンB (T ₂)		低圧タービンC (T ₃)		<p data-bbox="2656 415 2825 441">記載の適正化</p> <p data-bbox="2656 751 2825 777">記載の適正化</p> <p data-bbox="2656 1087 2825 1113">記載の適正化</p>
名称	固有周期(s)																	
低圧タービンA (T ₁)																		
低圧タービンB (T ₂)																		
低圧タービンC (T ₃)																		
名称	固有周期(s)																	
低圧タービンA (T ₁)																		
低圧タービンB (T ₂)																		
低圧タービンC (T ₃)																		

K7 ① VI-4 R0

K7 ① VI-4 R1

補正前				補正後				備考																				
<p>7. 設計用地震力</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">耐震 クラス</th> <th colspan="2">適用する地震動等</th> <th rowspan="2">設計用地震力</th> </tr> <tr> <th>水平</th> <th>鉛直</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>静的震度*1 (1.8・C1*2)</td> <td>—</td> <td>静的震度</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1 : 静的震度は、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「V-2-9 機能維持の基本方針」の設計震度を適用する。</p> <p>*2 : C1は標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性および地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。</p> <p>$C1=Rt \cdot A1 \cdot C0$</p> <p>Rt : 振動特性係数 0.8</p> <p>A1 : C1の分布係数</p> <p>C0 : 標準せん断力係数 0.2</p>				耐震 クラス	適用する地震動等		設計用地震力	水平	鉛直	B	静的震度*1 (1.8・C1*2)	—	静的震度	<p>8. 設計用地震力</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">耐震 クラス</th> <th colspan="2">適用する地震動等</th> <th rowspan="2">設計用地震力</th> </tr> <tr> <th>水平</th> <th>鉛直</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>静的震度*1 (1.8・C1*2)</td> <td>—</td> <td>静的震度</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1 : 静的震度は、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「V-2-1-9 機能維持の基本方針」の設計震度を適用する。</p> <p>*2 : C1は標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性および地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。</p> <p>$C1=Rt \cdot A1 \cdot C0$</p> <p>Rt : 振動特性係数 0.8</p> <p>A1 : C1の<u>高さ方向</u>の分布係数</p> <p>C0 : 標準せん断力係数 0.2</p> <p><u>ここに、C1は、建設時の層せん断係数とする。</u></p>				耐震 クラス	適用する地震動等		設計用地震力	水平	鉛直	B	静的震度*1 (1.8・C1*2)	—	静的震度	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>
耐震 クラス	適用する地震動等		設計用地震力																									
	水平	鉛直																										
B	静的震度*1 (1.8・C1*2)	—	静的震度																									
耐震 クラス	適用する地震動等		設計用地震力																									
	水平	鉛直																										
B	静的震度*1 (1.8・C1*2)	—	静的震度																									
7				7																								

K7 ① VI-4 R0

K7 ① VI-4 R1

補正前	補正後	備考
<p>8. 荷重の組合せ及び許容限界</p> <p>蒸気タービン設備の耐震設計において、地震力によって、支持構造物の引張応力及びせん断応力が許容限界を超えないことを確認する。荷重の組合せ及び許容限界は以下のとおりとする。</p> <p>記号の説明</p> <p>[荷重]</p> <p>D : 死荷重</p> <p>P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重</p> <p>M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重</p> <p>[地震]</p> <p>S_B : 耐震Bクラスの設備に適用される地震動により求まる地震力又は静的地震力</p> <p>[許容応力]</p> <p>f_t : 引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力</p> <p>f_s : せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力</p> <p>f_{ts} : 引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界</p> <p>[応力]</p> <p>τ_b : 基礎ボルトに作用するせん断応力</p> <p>[許容応力状態]</p> <p>B_{AS} : Bクラス設備の地震時の許容応力状態</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; left: 135px; top: 480px;">K7 ① VI-4 R0</p>	<p>9. 荷重の組合せ及び許容限界</p> <p>蒸気タービン設備の耐震設計において、地震力によって、支持構造物の引張応力及びせん断応力が許容限界を超えないことを確認する。荷重の組合せ及び許容限界は以下のとおりとする。</p> <p>記号の説明</p> <p>[荷重]</p> <p>D : 死荷重</p> <p>P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重</p> <p>M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重</p> <p>[地震]</p> <p>S_B : 耐震Bクラスの設備に適用される地震動により求まる地震力又は静的地震力</p> <p>[許容応力]</p> <p>f_t : 引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力</p> <p>f_s : せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力</p> <p>f_{ts} : 引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界</p> <p>[応力]</p> <p>σ_b : 基礎ボルトに作用する引張応力</p> <p>τ_b : 基礎ボルトに作用するせん断応力</p> <p>[許容応力状態]</p> <p>B_{AS} : Bクラス設備の地震時の許容応力状態</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); position: absolute; left: 530px; top: 480px;">K7 ① VI-4 R1</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

補正前

K7 ① VI-4 R0

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等)			適用範囲
			一次応力		組合せ (= f_{ts})	
			引張り	せん断		
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$\text{Min}\{1.5 \cdot f_t, 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{t-1.6} \cdot \tau_b\}^*$	蒸気タービン 基礎ボルト

注記*: J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7

9

補正後

K7 ① VI-4 R1

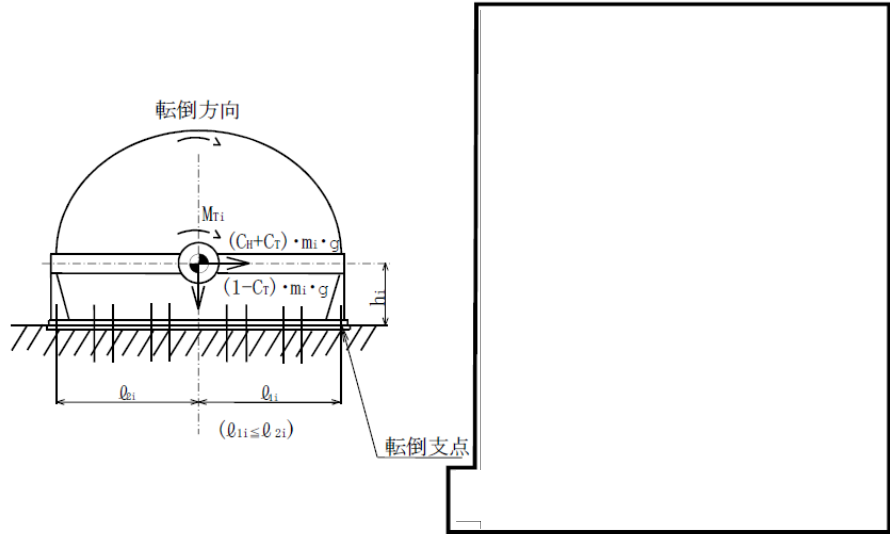
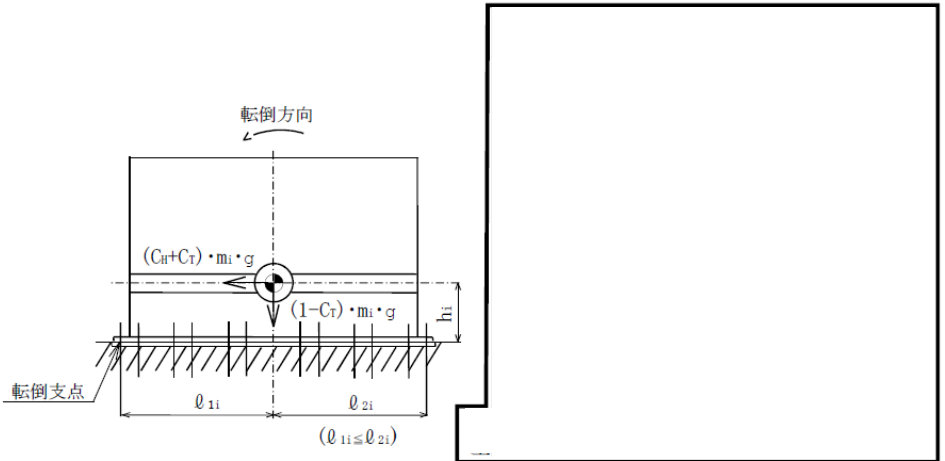
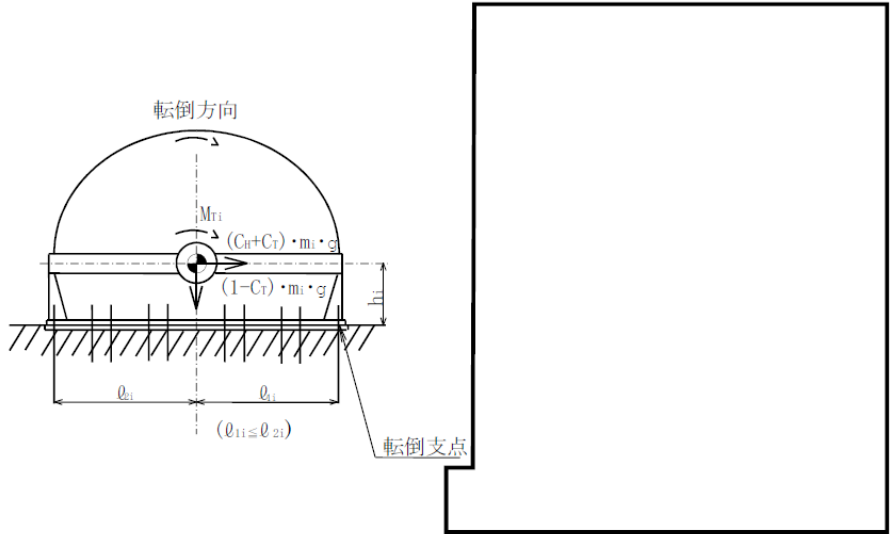
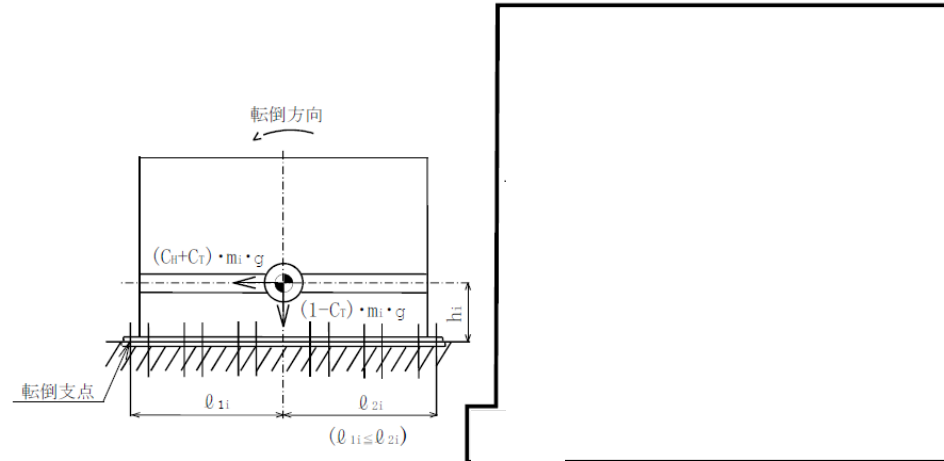
耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等)			適用範囲
			一次応力		組合せ (= f_{ts})	
			引張り	せん断		
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$\text{Min}\{1.5 \cdot f_t, 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{t-1.6} \cdot \tau_b\}^*$	蒸気タービン 基礎ボルト

注記*: J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7

9

備考

記載の適正化

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="498 436 786 462">9. 基礎ボルトの応力計算方法</p> <p data-bbox="519 472 1380 535">基礎ボルトの応力は機器の自重、地震による震度、タービン振動による震度及びタービン回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。</p>  <p data-bbox="409 1012 439 1150">K7 ① VI-4 R0</p> <p data-bbox="756 1087 1113 1113">第1図 計算モデル（軸直角方向転倒）</p>  <p data-bbox="736 1680 1053 1705">第2図 計算モデル（軸方向転倒）</p> <p data-bbox="926 1768 955 1793">10</p>	<p data-bbox="1668 436 1955 462">10. 基礎ボルトの応力計算方法</p> <p data-bbox="1688 472 2549 535">基礎ボルトの応力は機器の自重、地震による震度、タービン振動による震度及びタービン回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。</p>  <p data-bbox="1567 1012 1596 1150">K7 ① VI-4 R1</p> <p data-bbox="1920 1087 2276 1113">第1図 計算モデル（軸直角方向転倒）</p>  <p data-bbox="1899 1680 2217 1705">第2図 計算モデル（軸方向転倒）</p> <p data-bbox="2089 1768 2119 1793">10</p>	<p data-bbox="2656 373 2825 399">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="513 426 649 451"><u>9.1</u> 引張応力</p> <p data-bbox="549 464 1389 525">基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、第1図及び第2図で最外列の基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。</p> <p data-bbox="563 573 789 596">タービン振動による震度</p> $C_T = \frac{Hr}{2} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \right)^2 \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{1000} \dots\dots\dots (9.1)$ <p data-bbox="563 730 1255 753">タービン回転により作用するモーメント (第1図 軸直角方向転倒のみ作用)</p> $M_{Ti} = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P_i \dots\dots\dots (9.2)$ <p data-bbox="563 890 878 913">第1図の引張力 (軸直角方向転倒)</p> $F_{bi} = \frac{(C_T + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i + M_{Ti} - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot l_{1i}}{n_{fi} \cdot (l_{1i} + l_{2i})} \dots\dots\dots (9.3)$ <p data-bbox="563 1087 836 1110">第2図の引張力 (軸方向転倒)</p> $F_{bi} = \frac{(C_T + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot l_{1i}}{n_{fi} \cdot (l_{1i} + l_{2i})} \dots\dots\dots (9.4)$ <p data-bbox="563 1270 649 1293">引張応力</p> $\sigma_{bi} = \frac{F_{bi}}{A_{bi}} \dots\dots\dots (9.5)$ <p data-bbox="563 1430 869 1453">ここで、基礎ボルトの軸断面積は</p> $A_{bi} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (9.6)$ <p data-bbox="563 1602 1383 1625">ただし F_{bi} が負のとき、基礎ボルトには引張力が生じないため引張応力の評価は不要とする。</p> <p data-bbox="931 1772 961 1795">11</p>	<p data-bbox="1656 426 1792 451"><u>10.1</u> 引張応力</p> <p data-bbox="1691 464 2531 525">基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、第1図及び第2図で最外列の基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。</p> <p data-bbox="1706 573 1932 596">タービン振動による震度</p> $C_T = \frac{Hr}{2} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \right)^2 \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{1000} \dots\dots\dots (10.1)$ <p data-bbox="1706 730 2398 753">タービン回転により作用するモーメント (第1図 軸直角方向転倒のみ作用)</p> $M_{Ti} = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P_i \dots\dots\dots (10.2)$ <p data-bbox="1706 890 2021 913">第1図の引張力 (軸直角方向転倒)</p> $F_{bi} = \frac{(C_T + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i + M_{Ti} - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot l_{1i}}{n_{fi} \cdot (l_{1i} + l_{2i})} \dots\dots\dots (10.3)$ <p data-bbox="1706 1087 1979 1110">第2図の引張力 (軸方向転倒)</p> $F_{bi} = \frac{(C_T + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot l_{1i}}{n_{fi} \cdot (l_{1i} + l_{2i})} \dots\dots\dots (10.4)$ <p data-bbox="1706 1270 1792 1293">引張応力</p> $\sigma_{bi} = \frac{F_{bi}}{A_{bi}} \dots\dots\dots (10.5)$ <p data-bbox="1706 1430 2012 1453">ここで、基礎ボルトの軸断面積は</p> $A_{bi} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (10.6)$ <p data-bbox="1706 1602 2525 1625">ただし F_{bi} が負のとき、基礎ボルトには引張力が生じないため引張応力の評価は不要とする。</p> <p data-bbox="2065 1772 2095 1795">11</p>	<p data-bbox="2659 411 2822 434">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="507 426 664 449"><u>9.2</u> せん断応力</p> <p data-bbox="557 464 1273 487">基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。</p> <p data-bbox="557 537 647 560">せん断力</p> $Q_{bi} = (C_H + C_T) \cdot m_i \cdot g \quad \dots \dots \dots (9.7)$ <p data-bbox="557 659 664 682">せん断応力</p> $\tau_{bi} = \frac{Q_{bi}}{n_i \cdot A_{bi}} \quad \dots \dots \dots (9.8)$ <p data-bbox="498 821 774 844"><u>10.</u> 基礎ボルトの応力の評価</p> <p data-bbox="557 858 1121 882">応力については、以下に示す評価式を満足することを確認する。</p> $f_{tsi}^* \geq \sigma_{bi} \quad \dots \dots \dots (10.1)$ $1.5 \cdot \underline{f_{si}} \geq \tau_{bi} \quad \dots \dots \dots (10.2)$ <p data-bbox="557 1108 1041 1131">注記* : $f_{tsi} = \text{Min}\{1.5 \cdot \underline{f_{ti}}, 1.5 \cdot 1.4 \cdot \underline{f_{ti}} - 1.6 \cdot \tau_{bi}\}$</p> <p data-bbox="409 1014 439 1150" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-4 R0</p> <p data-bbox="931 1772 961 1795">12</p>	<p data-bbox="1665 411 1822 434"><u>10.2</u> せん断応力</p> <p data-bbox="1715 449 2430 472">基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。</p> <p data-bbox="1715 522 1804 546">せん断力</p> $Q_{bi} = (C_H + C_T) \cdot m_i \cdot g \quad \dots \dots \dots (10.7)$ <p data-bbox="1715 644 1822 667">せん断応力</p> $\tau_{bi} = \frac{Q_{bi}}{n_i \cdot A_{bi}} \quad \dots \dots \dots (10.8)$ <p data-bbox="1656 806 1932 829"><u>11.</u> 基礎ボルトの応力の評価</p> <p data-bbox="1715 844 2279 867">応力については、以下に示す評価式を満足することを確認する。</p> $f_{tsi}^* \geq \sigma_{bi} \quad \dots \dots \dots (11.1)$ $1.5 \cdot \underline{f_{si}} \geq \tau_{bi} \quad \dots \dots \dots (11.2)$ <p data-bbox="1715 1102 2199 1125">注記* : $f_{tsi} = \text{Min}\{1.5 \cdot \underline{f_{ti}}, 1.5 \cdot 1.4 \cdot \underline{f_{ti}} - 1.6 \cdot \tau_{bi}\}$</p> <p data-bbox="1567 1008 1596 1144" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-4 R1</p> <p data-bbox="2089 1772 2119 1795">12</p>	<p data-bbox="2665 375 2822 399">記載の適正化</p>

K7 ① VI-4 R0

11. 設計条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	タービンの定格回転速度 (rpm)	タービンの基礎ポルト部における最大向振幅 (mm)	タービン振動による震度	周囲環境温 (°C)
蒸気タービン	B	タービン建屋 T.M.S.L. 20.4 *1	$T_{1,2,3} = \square^{*2}$	C _H =0.43	—	N=1500	H _T = \square^{*3}	C _T = \square	\square

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期が0.05秒以下のため剛構造と判断される。(J.E.A.G.4.6.0.1-1987 6.4.3動的地震力の概要より)

\square

12. 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	φ _{1i} (mm)	φ _{2i} (mm)	d _i (mm)	A _{0i} (mm ²)	n _i	n _r	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i *1 (MPa)	f _{si} *2 (MPa)	f _{si} *3 (MPa)	転倒方向	P _i (kW)	M _{ri} (N·mm)
低圧タービンA 基礎ポルト (i=1)																
低圧タービンB 基礎ポルト (i=2)																
低圧タービンC 基礎ポルト (i=3)																

注記*1：F_i値は、 \square

*2：f_{ti} = F_i/2

*3：f_{si} = F_i/1.5√3

13

補正前

K7 ① VI-4 R1

12. 設計条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	タービンの定格回転速度 (rpm)	タービンの基礎ポルト部における最大向振幅 (mm)	タービン振動による震度	周囲環境温 (°C)
蒸気タービン	B	タービン建屋 T.M.S.L. 20.4 *1	$T_{1,2,3} = \square^{*2}$	C _H =0.43 *3	—	N=1500	H _T = \square	C _T = \square	\square

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期が0.05秒以下のため剛構造と判断される。(J.E.A.G.4.6.0.1-1987 6.4.3動的地震力の概要より)

*3：平成4年5月22日付け4資行第3236号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の工事の計画の「IV-3-13 蒸気タービンの耐震性についての計算書」の水平方向設計震度を適用する。

\square

13

補正後

13. 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	φ _{1i} (mm)	φ _{2i} (mm)	d _i (mm)	A _{0i} (mm ²)	n _i	n _r	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i *1 (MPa)	f _{si} *2 (MPa)	f _{si} *3 (MPa)	転倒方向	P _i (kW)	M _{ri} (N·mm)
低圧タービンA 基礎ポルト (i=1)							44	14	211 (40mm<径)	394 (40mm<径)	211	105.5	81.2	軸直角	335700	2.137×10 ⁶
低圧タービンB 基礎ポルト (i=2)							44	14	211 (40mm<径)	394 (40mm<径)	211	105.5	81.2	軸直角	335700	2.137×10 ⁶
低圧タービンC 基礎ポルト (i=3)							44	14	211 (40mm<径)	394 (40mm<径)	211	105.5	81.2	軸直角	335700	2.137×10 ⁶

注記*1：F_i値は、 \square

*2：f_{ti} = F_i/2

*3：f_{si} = F_i/1.5√3

13

記載の適正化

備考

K7 ① VI-4 R0E

13. 計算数値
基礎ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}	Q _{bi}
低圧タービンA基礎ボルト (i=1)		
低圧タービンB基礎ボルト (i=2)		
低圧タービンC基礎ボルト (i=3)		

14. 結論
基礎ボルトに作用する応力の評価 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	算出応力	許容限界
低圧タービンA基礎ボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} =$	
		せん断	$\tau_{b1} =$	
低圧タービンB基礎ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} =$	
		せん断	$\tau_{b2} =$	
低圧タービンC基礎ボルト (i=3)		引張り	$\sigma_{b3} =$	
		せん断	$\tau_{b3} =$	

*2 : $f_{tsi} = 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{ti} - 1.6 \cdot \tau_{bi}$

すべて許容限界以下である。

補正後

K7 ① VI-4 R1E

14. 計算数値
基礎ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}	Q _{bi}
低圧タービンA基礎ボルト (i=1)		
低圧タービンB基礎ボルト (i=2)		
低圧タービンC基礎ボルト (i=3)		

15. 結論
基礎ボルトに作用する応力の評価 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	算出応力	許容限界
低圧タービンA基礎ボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} =$	
		せん断	$\tau_{b1} =$	
低圧タービンB基礎ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} =$	
		せん断	$\tau_{b2} =$	
低圧タービンC基礎ボルト (i=3)		引張り	$\sigma_{b3} =$	
		せん断	$\tau_{b3} =$	

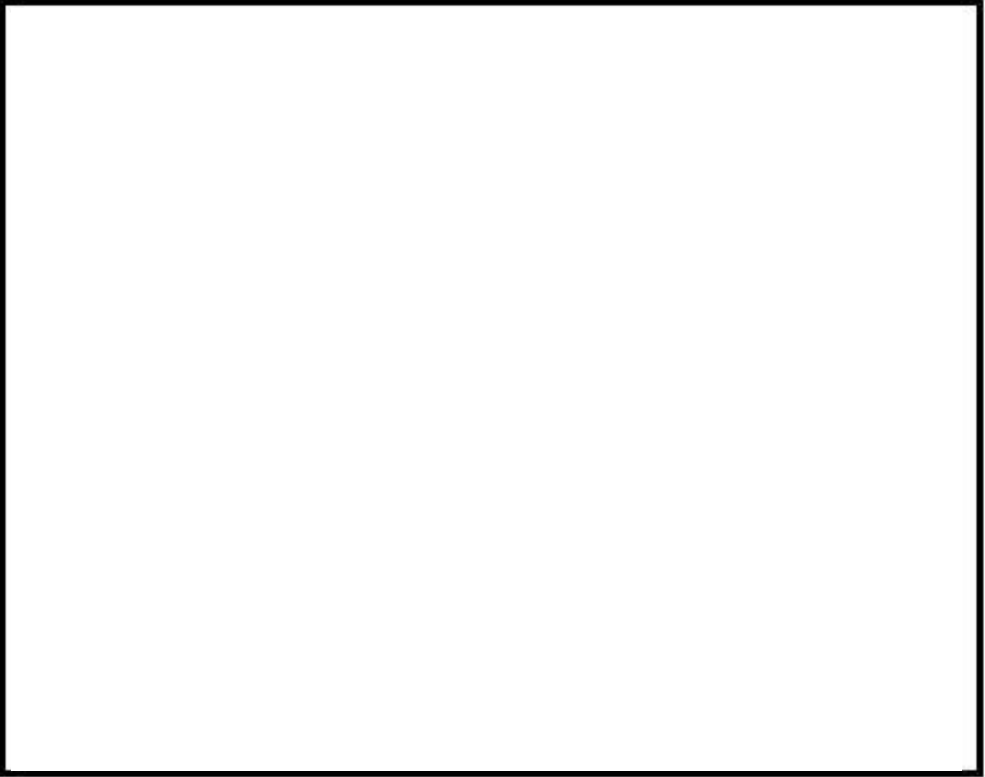
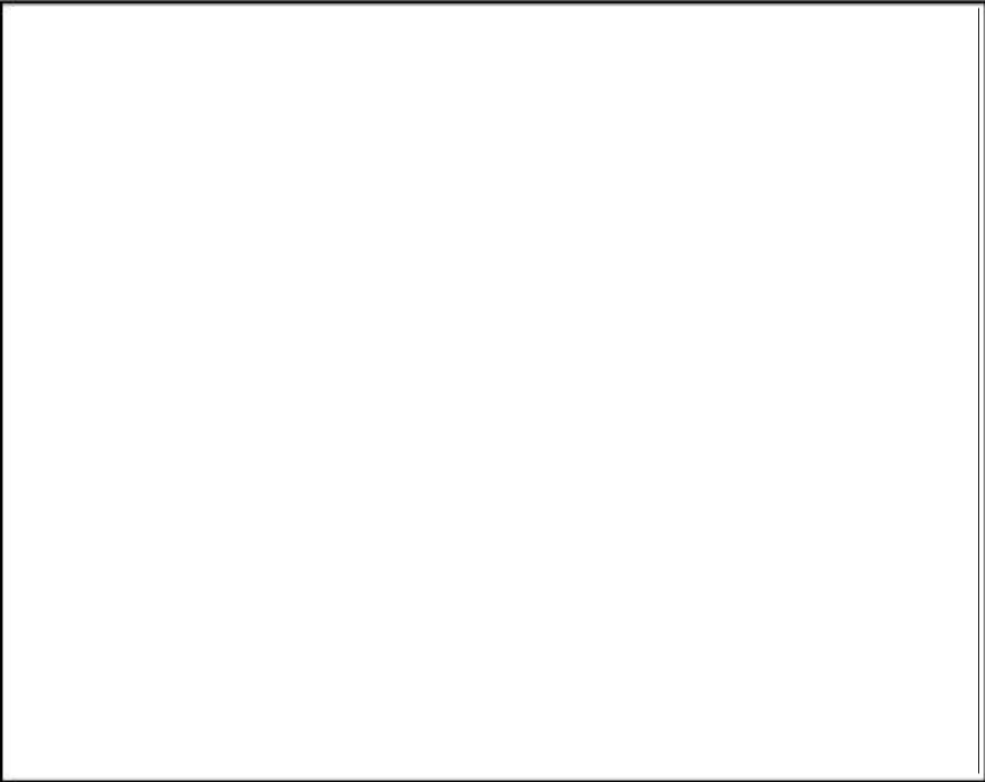
*2 : $f_{tsi} = 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{ti} - 1.6 \cdot \tau_{bi}$

すべて許容限界以下である。

記載の適正化

備考

【VI-5 蒸気タービンの強度に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="371 919 409 1081">K7 ① VI-5 R0</p>  <p data-bbox="973 1801 1012 1829">12</p>	<p data-bbox="1513 926 1552 1087">K7 ① VI-5 R1</p>  <p data-bbox="2125 1822 2163 1850">12</p>	<p data-bbox="2665 856 2822 884">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="350 1045 385 1192" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-5 R0</p> <div data-bbox="454 409 1403 1732" style="border: 2px solid black; height: 630px; width: 320px; margin: 20px auto;"></div> <p data-bbox="914 1856 943 1877" style="text-align: center;">35</p>	<p data-bbox="1498 1087 1534 1234" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-5 R1</p> <div data-bbox="1596 436 2552 1770" style="border: 2px solid black; height: 635px; width: 322px; margin: 20px auto;"></div> <p data-bbox="2062 1898 2092 1919" style="text-align: center;">35</p>	<p data-bbox="2665 583 2825 625" style="text-align: center;">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="371 993 403 1140">K7 ① VI-5 R0</p> <p data-bbox="471 359 655 384">4. 強度評価結果</p> <p data-bbox="495 401 1430 506">円板の強度評価結果を第1表及び第2表に、隔板及び噴口の強度評価結果を第3表に、翼の強度評価結果を第4表から第12表に、車軸の強度評価結果を第13表及び第14表に示す。表に示す通り、蒸気タービンの各部材は十分な強度を有している。</p> <p data-bbox="937 1814 970 1839">38</p>	<p data-bbox="1513 968 1546 1108">K7 ① VI-5 R1</p> <p data-bbox="1611 296 1795 321">4. 強度評価結果</p> <p data-bbox="1635 338 2611 531">円板の強度評価結果を第1表及び第2表に、隔板及び噴口の強度評価結果を第3表に、翼の強度評価結果を第4表から第12表に、車軸の強度評価結果を第13表及び第14表に示す。<u>なお、円板、翼についてはA、B、Cともに同じ形状をしており評価結果に差はないため、区別をしていない。隔板及び噴口の評価については、最も厳しい評価結果となった低圧タービンCの発重機側の評価結果を代表として記載している。</u></p> <p data-bbox="1650 548 2318 573">表に示す通り、蒸気タービンの各部材は十分な強度を有している。</p> <p data-bbox="2095 1820 2128 1845">38</p>	<p data-bbox="2662 375 2822 401">記載の適正化</p>

K7 ① VI-5 R0

第3表 隔板及び噴口の強度評価結果
低圧タービン

段	落	10	11	12	13	14	15	16
最大応力部位		外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	内輪部	内輪部
噴口の断面係数* (軸方向) Z_n (mm ³)								
噴口の断面係数* (周方向) Z_n (mm ³)								
曲げ応力 σ_b (MPa) (軸方向と周方向の合成応力)								
引張強さ σ_t (MPa)								
応力比 σ_t/σ_b								

注記*

44

補正前

K7 ① VI-5 R1

第3表 隔板及び噴口の強度評価結果
低圧タービン (最も厳しい評価結果となった低圧タービンの発電機側の評価結果を代表として記載する)

段	落	10	11	12	13	14	15	16
最大応力部位		外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	内輪部	内輪部
噴口の断面係数* (軸方向) Z_n (mm ³)								
噴口の断面係数* (周方向) Z_n (mm ³)								
曲げ応力 σ_b (MPa) (軸方向と周方向の合成応力)								
引張強さ σ_t (MPa)								
応力比 σ_t/σ_b								

注記*

44

補正後

記載の適正化

備考

【VI-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p>1. 概要</p> <p>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5条及びその「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」に基づいて、蒸気タービンの基礎が、<u>基準地震動による地震力</u>に対してその安全性が損なわれるおそれがないことを示すものである。</p> <p>蒸気タービンの基礎とは、タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える剛性の極めて大きなはり、柱及び壁によって構成される鉄筋コンクリート造の壁付ラーメン架構（以下、T/G架台という）及びそれを支持する基礎スラブをいう。</p> <p>蒸気タービン取替に伴う機器重量増加後の蒸気タービンの基礎の検討として、T/G架台及び基礎スラブの構造健全性について検討し評価を行っている。</p> <p>検討方法及び評価は、建設時第1回工事計画認可申請書（3資庁第6675号平成3年8月23日認可）添付書類「IV-1-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書」の設計荷重条件と今回変更となる機器重量条件を考慮し、柱、はりが現状の鉄筋量で問題のないことを確認している。</p> <p>基礎スラブについては作用する荷重の建設時との比較によって現状の配筋で問題のない事を確認した。接地圧は許容地耐力以下であることを確認している。</p> <p>また、地震荷重については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「<u>V-2-9</u> 機能維持の基本方針」に準拠し、建築基準法に示される震度をもとにした水平震度に基づき震度法により算出している。</p> <p>なお、算定は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 一許容応力度設計法一（1999）」（日本建築学会）及び「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2005）」（日本建築学会）による。</p> <p>蒸気タービンの基礎の概要を表1-1に、蒸気タービンの基礎の状況を明示した図を第1-1～1-5図に示す。</p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>1. 概要</p> <p>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5条及びその「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」に基づいて、蒸気タービンの基礎が、<u>設計用地震力</u>に対してその安全性が損なわれるおそれがないことを示すものである。</p> <p>蒸気タービンの基礎とは、タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える剛性の極めて大きなはり、柱及び壁によって構成される鉄筋コンクリート造の壁付ラーメン架構（以下、T/G架台という）及びそれを支持する基礎スラブをいう。</p> <p>蒸気タービン取替に伴う機器重量変化後の蒸気タービンの基礎の検討として、T/G架台及び基礎スラブの構造健全性について検討し評価を行っている。</p> <p>検討方法及び評価は、建設時第1回工事計画認可申請書（3資庁第6675号平成3年8月23日認可）添付書類「IV-1-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書」の設計荷重条件と今回変更となる機器重量条件を考慮し、柱、はりが現状の鉄筋量で問題のないことを確認している。</p> <p>基礎スラブについては作用する荷重の建設時との比較によって現状の配筋で問題のない事を確認した。接地圧は許容地耐力以下であることを確認している。</p> <p>また、地震荷重については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「<u>V-2-1-9</u> 機能維持の基本方針」に準拠し、建築基準法に示される震度をもとにした水平震度に基づき震度法により算出している。</p> <p>なお、算定は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 一許容応力度設計法一（1999）」（日本建築学会）及び「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2005）」（日本建築学会）による。</p> <p>蒸気タービンの基礎の概要を表1-1に、蒸気タービンの基礎の状況を明示した図を第1-1～1-5図に示す。</p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>誤記修正</p> <p>記載の適正化</p> <p>誤記修正</p>

K7 ① VI-6 R0

K7 ① VI-6 R1

補正前	補正後	備考																										
<p style="text-align: center;">表 1-1 蒸気タービンの基礎の概要</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="text-align: center;">概 要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法</td> <td>・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造</td> </tr> <tr> <td>・架台寸法</td> </tr> <tr> <td>高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>・基礎スラブ</td> </tr> <tr> <td>厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">重 量</td> <td>・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">2</p>		概 要	T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法	・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造	・架台寸法	高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	・基礎スラブ	厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	重 量	・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	<p style="text-align: center;">表 1-1 蒸気タービンの基礎の概要</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="text-align: center;">概 要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法</td> <td>・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造</td> </tr> <tr> <td>・架台寸法</td> </tr> <tr> <td>高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>・基礎スラブ</td> </tr> <tr> <td>厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">重 量</td> <td>・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">2</p>		概 要	T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法	・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造	・架台寸法	高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	・基礎スラブ	厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	重 量	・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>	<p>記載の適正化</p>
	概 要																											
T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法	・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造																											
	・架台寸法																											
	高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	・基礎スラブ																											
厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																												
重 量	・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	概 要																											
T/G 架台・基礎スラブの構造及び主要寸法	・構造 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造																											
	・架台寸法																											
	高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	・基礎スラブ																											
厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																												
重 量	・ T/G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											
	・ T/G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>																											

K7 ① VI-6 R0

K7 ① VI-6 R1

補正前	補正後	備考
<p>3.1.2 地震荷重の算定</p> <p>地震荷重については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機的设计及び工事の計画の「<u>V-2-9 機能維持の基本方針</u>」に準拠し、層せん断力係数に基づき算出する。</p> <p>a. 建築、構築物（架台） Bクラス：層せん断力係数 $1.5C_1$</p> <p>b. 機器、配管系（機器） Bクラス：層せん断力係数 $1.8C_1$</p> <p>ここに、C_1^*は、<u>建設時の層せん断力係数とする。</u></p> <p>注記*：層せん断力係数を算出する際のC_1は、標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p style="text-align: center;">10</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-6 R0</p>	<p>3.1.2 地震荷重の算定</p> <p>地震荷重については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機的设计及び工事の計画の「<u>V-2-1-9 機能維持の基本方針</u>」に準拠し、層せん断力係数に基づき算出する。</p> <p>a. 建築、構築物（架台） Bクラス：層せん断力係数 $1.5C_1$</p> <p>b. 機器、配管系（機器） Bクラス：層せん断力係数 $1.8C_1$</p> <p>ここに、C_1^*は、<u>平成3年8月23日付け3資庁第6875号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機的设计の「IV-1-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書」の層せん断力係数を適用する。</u></p> <p>注記*：層せん断力係数を算出する際のC_1は、標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p style="text-align: center;">10</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-6 R1</p>	<p>誤記修正</p> <p>記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="365 978 394 1129">K7 ① VI-6 R0</p> <div data-bbox="483 285 1389 1801" style="border: 1px solid black; height: 722px; width: 305px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="1397 768 1427 1335">第 3.1.1-1 図 タービン発電機基礎 機器荷重分布図</p> <p data-bbox="958 1822 988 1848">12</p>	<p data-bbox="1531 968 1561 1129">K7 ① VI-6 R1</p> <div data-bbox="1650 291 2555 1795" style="border: 1px solid black; height: 716px; width: 305px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="2564 768 2594 1335">第 3.1.1-1 図 タービン発電機基礎 機器荷重分布図</p> <p data-bbox="2125 1814 2154 1839">12</p>	<p data-bbox="2659 1161 2769 1186">誤記修正</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="379 968 409 1125">K7 ① VI-6 R0</p> <div data-bbox="501 289 1391 1728" style="border: 1px solid black; height: 685px; width: 300px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="1391 905 1421 1184" style="text-align: center;">第 3.2-1 図 解析モデル</p> <p data-bbox="982 1822 1012 1850" style="text-align: center;">14</p>	<p data-bbox="1549 953 1578 1115">K7 ① VI-6 R1</p> <div data-bbox="1670 279 2561 1717" style="border: 1px solid black; height: 685px; width: 300px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="2561 898 2591 1178" style="text-align: center;">第 3.2-1 図 解析モデル</p> <p data-bbox="2154 1822 2184 1850" style="text-align: center;">14</p>	<p data-bbox="2665 636 2822 663" style="text-align: center;">記載の適正化</p>

【VI-9 蒸気タービンの振動管理に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p style="text-align: center;">補正前</p> <p>b. 振動管理目標値 上記バランスの調整は、振動振幅が次の計画値を満足することを目標に行う。</p> <p>危険速度域 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅) 定格回転速度域 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅) 過速度域 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅)</p> <p>(3) 異常時の対策</p> <div style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: 10px; top: 450px;">K7 ① VI-9 R0</p>	<p style="text-align: center;">補正後</p> <p>b. 振動管理目標値 上記バランスの調整は、振動振幅が次の計画値を満足することを目標に行う。</p> <p>危険速度域*1 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅) 定格回転速度域*2 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅) 過速度域*3 <input type="text"/> (軸振動, 両振幅)</p> <p><u>注記*1</u> : 回転周波数とタービンロータの固有振動数が共振する速度域 *2 : 通常運転時の速度域 *3 : 定格回転速度を超えて、オーバースピードする場合の速度域</p> <p>(3) 異常時の対策</p> <div style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: 10px; top: 450px;">K7 ① VI-9 R1</p>	<p style="text-align: center;">備考</p> <p>記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考												
<p data-bbox="457 302 682 331">7.3 翼の固有振動数</p> <div data-bbox="480 340 1454 567" style="border: 1px solid black; height: 108px; width: 328px;"></div> <table border="1" data-bbox="451 579 1448 743"> <tr> <td data-bbox="451 579 795 621">段 落</td> <td data-bbox="795 579 1448 621"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 621 795 663">定 格 回 転 速 度</td> <td data-bbox="795 621 1448 663">1500 rpm (25Hz)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="451 663 635 743">固有振動数</td> <td data-bbox="635 663 1448 743"></td> </tr> </table> <div data-bbox="486 764 1454 877" style="border: 1px solid black; height: 54px; width: 326px;"></div> <p data-bbox="332 966 368 1121" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-9 R0</p> <p data-bbox="926 1822 961 1852">16</p>	段 落		定 格 回 転 速 度	1500 rpm (25Hz)	固有振動数		<p data-bbox="1626 289 1852 319">7.3 翼の固有振動数</p> <div data-bbox="1650 327 2623 596" style="border: 1px solid black; height: 128px; width: 328px;"></div> <table border="1" data-bbox="1620 604 2617 768"> <tr> <td data-bbox="1620 604 1964 646">段 落</td> <td data-bbox="1964 604 2617 646"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1620 646 1964 688">定 格 回 転 速 度</td> <td data-bbox="1964 646 2617 688">1500 rpm (25Hz)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1620 688 1804 768">固有振動数</td> <td data-bbox="1804 688 2617 768"></td> </tr> </table> <div data-bbox="1662 789 2629 903" style="border: 1px solid black; height: 54px; width: 326px;"></div> <p data-bbox="1507 949 1543 1104" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-9 R1</p> <p data-bbox="2101 1806 2136 1835">16</p>	段 落		定 格 回 転 速 度	1500 rpm (25Hz)	固有振動数		<p data-bbox="2659 411 2825 441">記載の適正化</p>
段 落														
定 格 回 転 速 度	1500 rpm (25Hz)													
固有振動数														
段 落														
定 格 回 転 速 度	1500 rpm (25Hz)													
固有振動数														

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="365 951 403 1108" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-9 R0</p> <div data-bbox="498 321 1433 1711" style="border: 2px solid black; height: 662px; width: 315px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="967 1812 1006 1839" style="text-align: center;">24</p>	<p data-bbox="1507 951 1546 1108" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-9 R1</p> <div data-bbox="1635 321 2635 1711" style="border: 2px solid black; height: 662px; width: 337px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="2095 1812 2133 1839" style="text-align: center;">24</p>	<p data-bbox="2665 411 2822 443">記載の適正化</p>

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="379 934 418 1108">K7 ① VI-9 ROE</p> <div data-bbox="575 302 1406 1703" style="border: 1px solid black; height: 667px; width: 280px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="988 1814 1026 1841">25</p>	<p data-bbox="1552 934 1590 1108">K7 ① VI-9 RIE</p> <div data-bbox="1745 302 2576 1703" style="border: 1px solid black; height: 667px; width: 280px; margin: 0 auto;"></div> <p data-bbox="2160 1814 2199 1841">25</p>	<p data-bbox="2665 415 2822 443">記載の適正化</p>

【VI-10 常用電源設備の健全性に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: -40px; top: 50%; transform: translateY(-50%);">K7 ① VI-10 ROE</p> <p>2.3 電気設備の健全性評価 発電機、主変圧器については、これらの構成部品各部の部材温度上昇の制限によって定められるそれぞれの運転制限曲線を全て満足する範囲内で発電機を運転することにより健全性は確保される。 定格熱出力一定運転を行っても、適時電力計及び無効電力計により監視を行い、発電機電気出力を運転制限曲線の範囲内で運転するため、発電機、主変圧器の健全性は確保される。 なお、運転制限曲線によって定まる発電機電気出力の上限値は [] MW（定格電気出力の [] %、力率 []）である。</p> <p>3. 評価のまとめ</p> <p>(1) タービンミサイル評価結果については、蒸気タービンの設計最大出力 [] MW：定格電気出力の [] % で運転した場合でも、発電用原子炉施設へのタービンミサイルの影響を考慮する必要はないとするこれまでの評価結果を変更する必要はないことを確認した。</p> <p>(2) 蒸気タービンを構成する機器の強度及び調速装置の能力については、蒸気タービンの設計最大出力（電気出力で [] MW：定格電気出力の [] %）で運転した場合でも安全上問題がないことを確認した。</p> <p>(3) 電気設備については、[] MW（定格電気出力の [] %、力率 []）を上限とした運転制限曲線の範囲内で運転を行えば設備の健全性に問題がないことを確認した。</p> <p>したがって、定格熱出力一定運転の実施においては、電気出力 [] MW（定格電気出力の [] %）を上限として適時監視を行って運転することにより、発電設備の健全性に問題はない。</p> <p style="text-align: center;">3</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: -40px; top: 50%; transform: translateY(-50%);">K7 ① VI-10 R1E</p> <p>2.3 電気設備の健全性評価 発電機、主変圧器については、これらの構成部品各部の部材温度上昇の制限によって定められるそれぞれの運転制限曲線を全て満足する範囲内で発電機を運転することにより健全性は確保される。 定格熱出力一定運転を行っても、適時電力計及び無効電力計により監視を行い、発電機電気出力を運転制限曲線の範囲内で運転するため、発電機、主変圧器の健全性は確保される。 なお、運転制限曲線によって定まる発電機電気出力の上限値は [] MW（定格電気出力の [] %、力率 []）である。</p> <p>3. 評価のまとめ</p> <p>(1) タービンミサイル評価結果については、蒸気タービンの設計最大出力 [] MW：定格電気出力の [] % で運転した場合でも、発電用原子炉施設へのタービンミサイルの影響を考慮する必要はないとするこれまでの評価結果を変更する必要はないことを確認した。</p> <p>(2) 蒸気タービンを構成する機器の強度及び調速装置の能力については、蒸気タービンの設計最大出力（電気出力で [] MW：定格電気出力の [] %）で運転した場合でも安全上問題がないことを確認した。</p> <p>(3) 電気設備については、[] MW（定格電気出力の [] %、力率 []）を上限とした運転制限曲線の範囲内で運転を行えば設備の健全性に問題がないことを確認した。</p> <p>したがって、定格熱出力一定運転の実施においては、<u>(1)～(3)の条件をすべて満たす</u>、電気出力 [] MW（定格電気出力の [] %）を上限として適時監視を行って運転することにより、発電設備の健全性に問題はない。</p> <p style="text-align: center;">3</p>	<p style="text-align: center;">記載の適正化</p>

【VI-10 別紙3 発電機運転制限範囲及び電気出力（上限値）の算出に関する説明書】

補正前	補正後	備考
<p data-bbox="519 430 1424 493">よって、運転制限曲線によって定まる電気出力の上限値は、<input type="text"/> MW(定格電気出力の<input type="text"/>%)、力率<input type="text"/>となる。</p> <div data-bbox="534 556 1409 1197" style="border: 1px solid black; height: 300px; width: 100%;"></div> <p data-bbox="549 1260 1231 1480"> ——— : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線 (曲線 (1)') : 主変圧器(1450.0 MVA)による運転制限曲線 (曲線 (2)') - · - · - : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線 ▨ : 運転範囲 a点: 使用前検査評価点 (<input type="text"/> MVA, 力率<input type="text"/>) b点: 力率1における主変圧器の出力制限点 (<input type="text"/>) c点: 曲線 (2) 'の右端の点 (<input type="text"/>) </p> <p data-bbox="712 1543 1172 1575" style="text-align: center;"><u>第2図 発電機・主変圧器による運転制限曲線</u></p> <p data-bbox="934 1795 964 1827" style="text-align: center;">3</p>	<p data-bbox="1676 451 2582 514">よって、運転制限曲線によって定まる電気出力の上限値は、<input type="text"/> MW(定格電気出力の<input type="text"/>%)、力率<input type="text"/>となる。</p> <div data-bbox="1662 577 2611 1134" style="border: 1px solid black; height: 265px; width: 100%;"></div> <p data-bbox="1706 1176 2626 1449"> ——— : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線 (曲線 (1)') : 主発電機 (1450.0MVA) による運転制限曲線 (曲線 (2)') - · - · - : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線 ▨ : 運転範囲 a点: 使用前検査評価点 (<input type="text"/> MVA, 力率<input type="text"/>) b点: 力率1における主変圧器の出力制限点 (<input type="text"/>) c点: 曲線 (2) 'の右端の点 (<input type="text"/>) </p> <p data-bbox="1855 1501 2418 1533" style="text-align: center;"><u>第2図 発電機・主変圧器による運転制限曲線</u></p> <p data-bbox="2107 1795 2136 1827" style="text-align: center;">3</p>	<p data-bbox="2656 1501 2834 1533">記載の適正化</p>

【VI-11-1 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】

補正前	補正後	備考
<p>第1図に示す各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意志疎通を図る。 設計から工事への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達等、組織内外又は組織間の情報伝達について、設工認に従い確実に実施する。</p> <p>3.1.1 設計に係る組織 設工認に基づく設計は、第2図に示す設計を主管する箇所(以下「設計を主管する箇所」という。)が実施する。 設計を主管する箇所は、設計に必要な資料(以下「設計資料」という。)の作成を行い、「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とそのレビュー」及び「3.3 設計に係る品質管理の方法」に示すとおり設計結果となっていることを審査・承認する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p>3.1.2 工事及び検査に係る組織 設工認に基づく工事及び検査は、第1表に示す工事を主管する箇所及び検査を担当する箇所を実施する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p>3.1.3 調達に係る組織 設工認に基づく調達は、第1表に示す本社組織及び発電所組織の調達を主管する箇所を実施する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-11-1 R0</p>	<p>第1図に示す各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意志疎通を図る。 設計から工事への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達等、組織内外又は組織間の情報伝達について、設工認に従い確実に実施する。</p> <p>3.1.1 設計に係る組織 設工認に基づく設計は、<u>第1表</u>に示す設計を主管する箇所(以下「設計を主管する箇所」という。)が実施する。 設計を主管する箇所は、設計に必要な資料(以下「設計資料」という。)の作成を行い、「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とそのレビュー」及び「3.3 設計に係る品質管理の方法」に示すとおり設計結果となっていることを、<u>第2図</u>で示された体制で<u>審査・承認</u>する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p>3.1.2 工事及び検査に係る組織 設工認に基づく工事及び検査は、第1表に示す工事を主管する箇所及び検査を担当する箇所を実施する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p>3.1.3 調達に係る組織 設工認に基づく調達は、第1表に示す本社組織及び発電所組織の調達を主管する箇所を実施する。 また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">K7 ① VI-11-1 R1</p>	<p>記載の適正化</p> <p>記載の適正化</p>

4. 補正内容を反映した書類

II 工事計画

II 工事計画

一 発電用原子炉施設

1. 発電用原子炉を設置する事業所の名称及び所在地

名 称	柏崎刈羽原子力発電所
所 在 地	新潟県柏崎市及び刈羽郡刈羽村

2. 発電用原子炉施設の出力及び周波数

出 力	8,212,000kW
1号機	1,100,000kW
2号機	1,100,000kW
3号機	1,100,000kW
4号機	1,100,000kW
5号機	1,100,000kW
6号機	1,356,000kW
7号機	1,356,000kW (今回申請分)
周 波 数	50Hz

3. 原子炉冷却系統施設

蒸気タービンに係るものにあつては、次の事項

1 蒸気タービン本体に係る次の事項

(1) 種類，定格出力，気筒数，主蒸気止め弁の入口の圧力及び温度，組合せ中間弁入口の圧力及び温度，抽気圧力，抽気量，排気圧力，回転速度並びに被動機一体の危険速度

		単位	変 更 前	変 更 後
種	類	—	くし形6流排気再熱再生復水式	同 左
定	格 出 力	kW	1,356,000	同 左
気	筒 数	—	4気筒	同 左
圧力	主蒸気止め弁入口	—	68.2kg/cm ² *1	6.68MPa *3
	組合せ中間弁入口	—		
温度	主蒸気止め弁入口	℃	284	同 左
	組合せ中間弁入口	℃		
抽気圧力 (定格出力時)	第1抽気		—	
	第2抽気		—	
	第3抽気		—	
	第4抽気		—	
	第5抽気		—	
	第6抽気		—	
抽気量 (定格出力時)	第1抽気		kg/h	
	第2抽気		kg/h	
	第3抽気		kg/h	
	第4抽気		kg/h	
	第5抽気		kg/h	
	第6抽気		kg/h	

注記*1 : 68.1668kg/cm²を四捨五入した数値

*2 : ドレン量を含む記載となっている。

*3 : S I 単位に換算したものである。

		単 位	変 更 前	変 更 後
排 気 圧 力		—	真空度 702mmHg	-93.6 kPa*
回 転 速 度		rpm	1,500	同 左
被 動 機 一 体 の 危 険 速 度	1 次	rpm		
	2 次	rpm		
	3 次	rpm		
	4 次	rpm		
	5 次	rpm		
	6 次	rpm		

注記*：S I 単位に換算したものである。

(2) 車室, 円板, 隔板, 噴口, 翼, 車軸の主要寸法及び材料並びに管の最高使用圧力, 最高使用温度, 外径, 厚さ及び材料

a. 円板

		段落	変更前		変更後	
			外径 (mm)	材 料	外径 (mm)	材 料
低 圧 A B C	ター ビ ン 側 / 発 電 機 側	10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				

K7 ① II R0

b. 隔板*

		段落	変更前		変更後	
			外径 (mm)	材 料	外径 (mm)	材 料
低 圧 A B C	ター ビン 側 / 発 電 機 側	10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				

注記*：工事計画届出に伴う関連改造部位。

	段落	変 更 前		変 更 後		
		平均直径 (mm)	材 料	平均直径 (mm)	材 料	
低 圧 B	ター ビン 側	10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
	発 電 機 側	10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				

K7 ① II R0

	段落	変更前		変更後	
		平均直径 (mm)	材 料	平均直径 (mm)	材 料
低 圧 C	ター ビン 側	10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	発 電 機 側	10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
	16				

d. 翼*

	段落	変更前						変更後							
		有効長さ (出口側) (mm)	巾及び厚さ (mm)					材料	有効長さ (出口側) (mm)	巾及び厚さ (mm)					材料
			ϕA	a	a t	ϕB	b			b t	ϕA	a	a t	ϕB	
低 圧 A B C	ター ビン 側 ／ 発 電 機 側	10													
		11													
		12													
		13													
		14													
		15													
	16														

注記* : 工事計画届出に伴う関連改造部位。

e. 車軸

		名 称	変 更 前	変 更 後
低 圧 A	全 長 (mm)			
	直 径	最 大 (mm)		
		最 小 (mm)		
	軸受部直径 (mm)			
	軸受中心間距離 (mm)			
	材 料			
低 圧 B	全 長 (mm)			
	直 径	最 大 (mm)		
		最 小 (mm)		
	軸受部直径 (mm)			
	軸受中心間距離 (mm)			
	材 料			
低 圧 C	全 長 (mm)			
	直 径	最 大 (mm)		
		最 小 (mm)		
	軸受部直径 (mm)			
	軸受中心間距離 (mm)			
	材 料			

K7 ① II R0

蒸気タービン本体材料の機械的性質及び化学成分（規格品を除く）

部品名称	材 料 名	材料記号	機 械 的 性 質			化 学 成 分 %													備 考
			引張 強さ MPa	降状点 (耐力) MPa	伸 び %	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Sn	V	その他	
低圧 円板・低圧 車軸														胴部半径方向					
														胴中心部長手方向					
														胴中心部半径方向					
														端部外周部接線方向					
隔* 板																			
噴* 口														—					
翼*														—					
														—					

注記*：工事計画届出に伴う関連改造部位。

-2 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

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 悪影響の防止	2
2.2 環境条件等	2
2.3 試験・検査性	2
3. 蒸気タービンに対する設計上の考慮について	3

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2項,第15条第2項及び第4項及びそれらの「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,届出範囲の機器における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,機器に要求される機能を有効に発揮するための,系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して,「機器相互の悪影響」(以下「悪影響の防止」という。),「設備に想定される事故等の環境条件(使用条件を含む。等)における機器の健全性」(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」(以下「試験・検査性」という。)を説明する。

健全性を要求する対象設備について,技術基準規則及びその解釈を踏まえ以下のとおりとする。

「悪影響の防止」については,技術基準規則第15条第4項及びその解釈にて設計基準対象施設に属する設備に対して要求されていることから,安全設備を含めた設計基準対象施設を対象とする。

「環境条件等」については,設計が技術基準規則第14条第2項及びその解釈にて安全機能を有する構築物,系統及び機器(以下「安全施設」という。)に対して要求されているため,安全設備を含めた安全施設を対象とする。

「試験・検査性」については,技術基準規則第15条第2項及びその解釈にて設計基準対象施設に対して要求されており,安全設備を含めた設計基準対象施設を対象とする。

2. 基本方針

安全設備及び重大事故等対処設備の設計については、令和 2 年 10 月 14 日付け原規規発第 2010147 号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の設計及び工事の計画の添付書類「-1-1-7 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」による。以下には、本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器による影響を踏まえ、関連する設備の設計について記載する。

2.1 悪影響の防止

- ・設計基準対象施設に属する設備は、蒸気タービン、発電機及び内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する弁の破損及び配管の破断、高速回転機器の破損に伴う飛散物により安全性を損なわない設計とする。

本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器の内部飛散物による影響の考慮については「-3 発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書」に示す。

2.2 環境条件等

- ・安全施設は、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等における環境条件を考慮した設計とする。
- ・安全施設は、地震、火災、溢水及びその他の自然現象並びに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。

2.3 試験・検査性

- ・設計基準対象施設のうち構造・強度の確認又は内部構成部品の確認が必要な設備は、原則として分解・開放（非破壊検査を含む。）が可能な構造とし、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。

3. 蒸気タービンに対する設計上の考慮について

蒸気タービンの設計については、上述の「2.1 悪影響の防止」、「2.2 環境条件等」及び「2.3 試験・検査性」を踏まえて、本届出にて変更する蒸気タービンに係る機器が与える影響について確認した結果、適合性が確認された蒸気タービンのこれまでの設計を変更するものではない。

VI-4 蒸気タービンの耐震性に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 適用基準	1
3. 耐震重要度分類	1
4. 構造計画	2
5. 耐震計算に使用する記号の説明	3
6. 固有周期の計算方法	5
7. 固有周期の評価及び結果	6
7.1 固有周期の評価	6
7.2 結果	6
8. 設計用地震力	7
9. 荷重の組合せ及び許容限界	8
10. 基礎ボルトの応力計算方法	10
10.1 引張応力	11
10.2 せん断応力	12
11. 基礎ボルトの応力の評価	12
12. 設計条件	13
13. 機器要目	13
14. 計算数値	14
15. 結論	14

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5条及びその「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、蒸気タービン設備が設計用地震力によってその安全性が損なわれるおそれがないことを説明するものである。

2. 適用基準

本評価において適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・ 社団法人 日本電気協会 電気技術指針「原子力発電所耐震設計技術指針」（J E A G 4 6 0 1・補- 1984, J E A G 4 6 0 1- 1987)
- ・ 社団法人 日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（J S M E S N C 1 -2005/2007)

3. 耐震重要度分類

設 備 名 称	機 器 名 称	重 要 度 分 類
3. 原子炉冷却系統施設 蒸気タービンに係るものにあ っては次の事項 1 蒸気タービン本体	蒸気タービン	B

4. 構造計画

原則として、耐震上適切な剛性を有する構造とする。蒸気タービン支持構造物の配置説明図を以下に示す。

主要区分	計画の概要		概略構造図	摘要
	支持構造	主体構造		
蒸気タービン	蒸気タービンの基礎上に設置する。低圧外部車室はソールプレートを通じて基礎ボルトにて固定される。低圧内部車室は低圧外部車室支持部に固定される。	くし形 6 流排気再熱再生復水式高圧タービン 1 台, 低圧タービン 3 台, 合計 4 台より成る。車室はそれぞれ上・下半車室より成り, ボルトで取付けられている。		

5. 耐震計算に使用する記号の説明

記号 ^{*1}	記号の説明	単位
A _{bi}	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _{si}	低圧タービンの有効せん断断面積 <input type="text"/>	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _T	タービン振動による震度	—
d _i	基礎ボルトの呼び径	mm
E	縦弾性係数 <input type="text"/>	MPa
F _i	J S M E S N C 1-2005/2007 の <input type="text"/>	MPa
F _{bi}	基礎ボルトに作用する引張力 (1 本当たり)	N
f _{si}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{ti}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{tsi}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界	MPa
G	せん断弾性係数 <input type="text"/>	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
H _T	タービンの基礎ボルト部における最大両振幅	mm
h _i	床から重心までの距離	mm
I _i	低圧タービンの断面二次モーメント <input type="text"/>	mm ⁴
K _i	低圧タービンのばね定数 <input type="text"/>	N/m
l _{1i}	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm
l _{2i}	重心と基礎ボルト間の水平方向距離 *2	mm
M _{Ti}	タービン回転により作用するモーメント	N・mm
m _i	運転時質量	kg
N	回転速度 (タービンの定格回転速度)	rpm
n _i	基礎ボルトの本数	—
n _{fi}	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—
P _i	タービン伝達動力	kW
Q _{bi}	基礎ボルトに作用するせん断力	N
S _{ui}	J S M E S N C 1-2005/2007 <input type="text"/>	MPa
S _{yi}	J S M E S N C 1-2005/2007 <input type="text"/>	MPa
T _i	低圧タービンの固有周期	s
π	円周率	—

記号*1	記号の説明	単位
σ_{bi}	基礎ボルトに作用する引張応力	MPa
τ_{bi}	基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa

注記*1 : A_{bi} , A_{si} , d_i , F_i , F_{bi} , f_{si} , f_{ti} , f_{tsi} , h_i , I_i , K_i , l_{1i} , l_{2i} , M_{ti} , m_i , n_i , n_{fi} , P_i , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , T_i , σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は以下のとおりとする。

$i = 1$: 低圧タービンA

$i = 2$: 低圧タービンB

$i = 3$: 低圧タービンC

*2 : $l_{1i} \leq l_{2i}$

6. 固有周期の計算方法

水平方向の固有周期は一般に以下の式にて計算される。

低圧タービン

$$T_i = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i}{K_i}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (6.1)$$

タービンは構造的に1個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ下面が基礎ボルトにて固定されている。変形によるばね定数Kは以下の式で求める。

低圧タービン

$$K_i = \frac{1000}{\frac{h_i^3}{3 \cdot E \cdot I_i} + \frac{h_i}{A_{Si} \cdot G}} \quad (i=1, 2, 3) \dots\dots\dots (6.2)$$

7. 固有周期の評価及び結果

7.1 固有周期の評価

剛構造であることを以下に示す評価式で確認する。

$$T_i \leq 0.05^* \dots\dots\dots (7.1)$$

注記* : J E A G 4 6 0 1 - 1987 6.4.3 動的地震力の概要

7.2 結果

タービン固有周期の計算結果

名称	固有周期(s)
低圧タービンA (T ₁)	
低圧タービンB (T ₂)	
低圧タービンC (T ₃)	

固有周期が 0.05 秒以下のため、全てのタービンについて剛構造と判断される。

なお、タービンは全体的に1つの剛体とみなせるため、鉛直方向の固有周期については十分に小さく、固有周期の計算は省略する。

8. 設計用地震力

耐震 クラス	適用する地震動等		設計用地震力
	水平	鉛直	
B	静的震度*1 (1.8・C _I *2)	—	静的震度

注記*1 : 静的震度は、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機的设计及び工事の計画の「V-2-1-9 機能維持の基本方針」の設計震度を適用する。

*2 : C_Iは標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性および地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_I = R_T \cdot A_I \cdot C_0$$

R_T : 振動特性係数 0.8

A_I : C_Iの高さ方向の分布係数

C₀ : 標準せん断力係数 0.2

ここに、C_Iは、建設時の層せん断係数とする。

9. 荷重の組合せ及び許容限界

蒸気タービン設備の耐震設計において、地震力によって、支持構造物の引張応力及びせん断応力が許容限界を超えないことを確認する。荷重の組合せ及び許容限界は以下のとおりとする。

記号の説明

[荷重]

D : 死荷重

P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

[地震]

S_B : 耐震Bクラスの設備に適用される地震動により求まる地震力又は静的地震力

[許容応力]

f_t : 引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力

f_s : せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力

f_{ts} : 引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容限界

[応力]

σ_b : 基礎ボルトに作用する引張応力

τ_b : 基礎ボルトに作用するせん断応力

[許容応力状態]

B_{AS} : Bクラス設備の地震時の許容応力状態

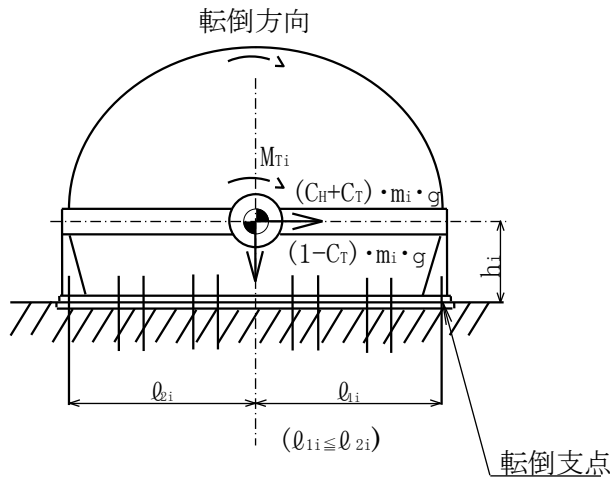
耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界（ボルト等）			適用範囲
			一次応力			
			引張り	せん断	組合せ (= f_{ts})	
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B_{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$\text{Min}\{1.5 \cdot f_t, 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_t - 1.6 \cdot \tau_b\}^*$	蒸気タービン 基礎ボルト

注記*: J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7

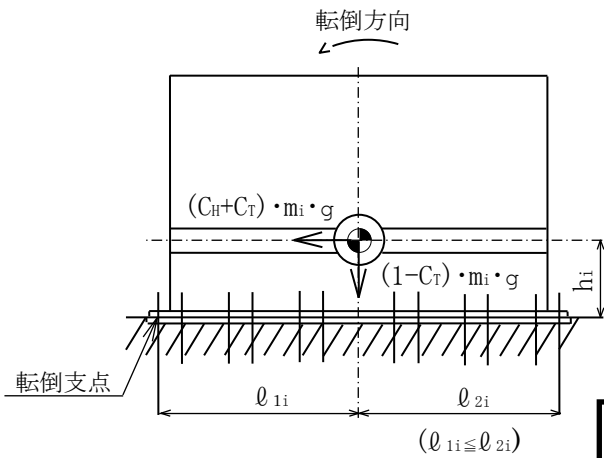


10. 基礎ボルトの応力計算方法

基礎ボルトの応力は機器の自重，地震による震度，タービン振動による震度及びタービン回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。



第1図 計算モデル（軸直角方向転倒）



第2図 計算モデル（軸方向転倒）

10.1 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、第1図及び第2図で最外列の基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

タービン振動による震度

$$C_T = \frac{H_T}{2} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \right)^2 \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{1000} \dots\dots\dots (10.1)$$

タービン回転により作用するモーメント (第1図 軸直角方向転倒のみ作用)

$$M_{Ti} = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P_i \dots\dots\dots (10.2)$$

第1図の引張力 (軸直角方向転倒)

$$F_{bi} = \frac{(C_H + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i + M_{Ti} - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot \ell_{1i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{1i} + \ell_{2i})} \dots\dots\dots (10.3)$$

第2図の引張力 (軸方向転倒)

$$F_{bi} = \frac{(C_H + C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot h_i - (1 - C_T) \cdot m_i \cdot g \cdot \ell_{1i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{1i} + \ell_{2i})} \dots\dots\dots (10.4)$$

引張応力

$$\sigma_{bi} = \frac{F_{bi}}{A_{bi}} \dots\dots\dots (10.5)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積は

$$A_{bi} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (10.6)$$

ただし F_{bi} が負のとき、基礎ボルトには引張力が生じないため引張応力の評価は不要とする。

10.2 せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{bi} = (C_H + C_T) \cdot m_i \cdot g \dots\dots\dots (10.7)$$

せん断応力

$$\tau_{bi} = \frac{Q_{bi}}{n_i \cdot A_{bi}} \dots\dots\dots (10.8)$$

11. 基礎ボルトの応力の評価

応力については、以下に示す評価式を満足することを確認する。

$$f_{tsi}^* \geq \sigma_{bi} \dots\dots\dots (11.1)$$

$$1.5 \cdot f_{si} \geq \tau_{bi} \dots\dots\dots (11.2)$$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min}\{1.5 \cdot f_{ti}, 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{ti} - 1.6 \cdot \tau_{bi}\}$

12. 設計条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	タービンの定格回転速度 (rpm)	タービンの基礎ボルト部における最大両振幅 (mm)	タービン振動による震度	周囲環境温度 (°C)
蒸気タービン	B	タービン建屋 T. M. S. L. 20.4 *1	$T_{1,2,3} = \square$ *2	$C_H = 0.43$ *3	—	N = 1500	$H_T = \square$	$C_T = \square$	\square

注記*1 : 基準床レベルを示す。

*2 : 固有周期が 0.05 秒以下のため剛構造と判断される。(J E A G 4 6 0 1 - 1987 6.4.3 動的地震力の概要より)

*3 : 平成 4 年 5 月 22 日付け 4 資庁第 3236 号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の工事の計画の「IV-3-13 蒸気タービンの耐震性についての計算書」の水平方向設計震度を適用する。

13. 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	\varnothing_{1i} (mm)	\varnothing_{2i} (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm ²)	n_i	$n_{\bar{i}}$	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i^{*1} (MPa)	f_{ti}^{*2} (MPa)	f_{si}^{*3} (MPa)	転倒方向	P_i (kW)	M_{Ti} (N・mm)
低圧タービンA 基礎ボルト (i=1)	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
低圧タービンB 基礎ボルト (i=2)																
低圧タービンC 基礎ボルト (i=3)																

注記*1 : F_i 値は, \square

*2 : $f_{ti} = F_i / 2$

*3 : $f_{si} = F_i / 1.5\sqrt{3}$

14. 計算数値

基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}	Q _{bi}
低圧タービンA基礎ボルト (i =1)		
低圧タービンB基礎ボルト (i =2)		
低圧タービンC基礎ボルト (i =3)		

15. 結論

基礎ボルトに作用する応力の評価

(単位：MPa)

部 材	材料	応力	算出応力	許容限界
低圧タービンA基礎ボルト (i =1)		引張り	$\sigma_{b1} =$	
		せん断	$\tau_{b1} =$	
低圧タービンB基礎ボルト (i =2)		引張り	$\sigma_{b2} =$	
		せん断	$\tau_{b2} =$	
低圧タービンC基礎ボルト (i =3)		引張り	$\sigma_{b3} =$	
		せん断	$\tau_{b3} =$	

*2 : $f_{tsi} = 1.5 \cdot 1.4 \cdot f_{ti} - 1.6 \cdot \tau_{bi}$

すべて許容限界以下である。

VI-5 蒸気タービンの強度に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 蒸気タービン強度設計の基本方針	2
2.1 基本方針	2
2.2 強度評価箇所	2
3. 強度計算の方法	3
3.1 強度評価方法	3
3.1.1 円板強度	4
3.1.2 隔板及び噴口強度	11
3.1.3 翼強度	13
3.1.4 車軸強度	34
4. 強度評価結果	38

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 31 条及びその「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」に基づいて、届出範囲の機器が十分な機械的強度を有することを示すものである。

2. 蒸気タービン強度設計の基本方針

2.1 基本方針

蒸気タービンの強度設計においては、信頼性が確認され十分な実績のある設計方法、安全率等を用いる他、最新の知見を反映することにより、蒸気タービンの各部位において十分な強度を持たせることを基本方針とする。



なお、定格熱出力一定運転を考慮して、仮想的に蒸気加減弁が全開した運転状態（定格蒸気流量の□%相当）での設計最大出力（電気出力で□MW：定格電気出力の□%）で評価する。



また振動に関する強度については、発生しうる最大の振動においても十分な強度を有しており、「VI-9 蒸気タービンの振動管理に関する説明書」にも記載の通り、設計上十分な対策を施している。

2.2 強度評価箇所

強度計算は、蒸気タービンの主要部分である円板、隔板及び噴口、翼及び車軸について実施する。

3. 強度計算の方法

3.1 強度評価方法

各構造物の評価に用いる計算式は、「発電用火力設備の技術基準の解釈（平成 25 年 5 月 17 日制定，令和 3 年 3 月 31 日一部改正）」（以下「解釈」という）及び「機械工学便覧 基礎編 α3 材料力学（2005 年 4 月 25 日発行 日本機械学会編）」（以下「便覧」という）中の式等を用いて行う。

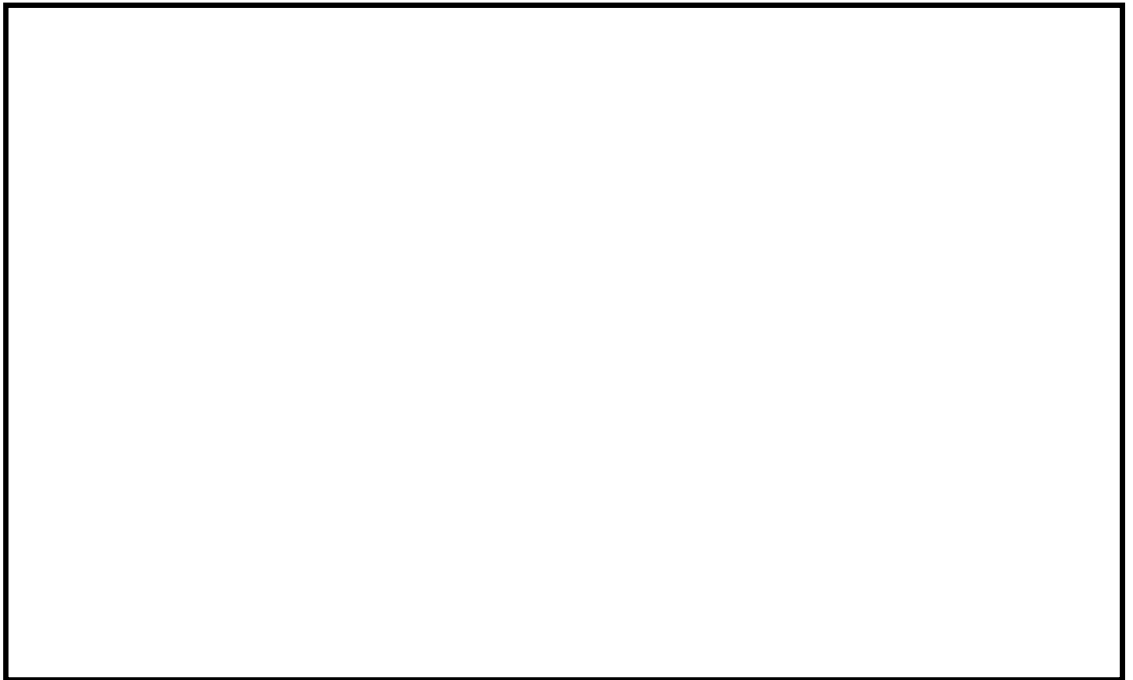
3.1.1 円板強度



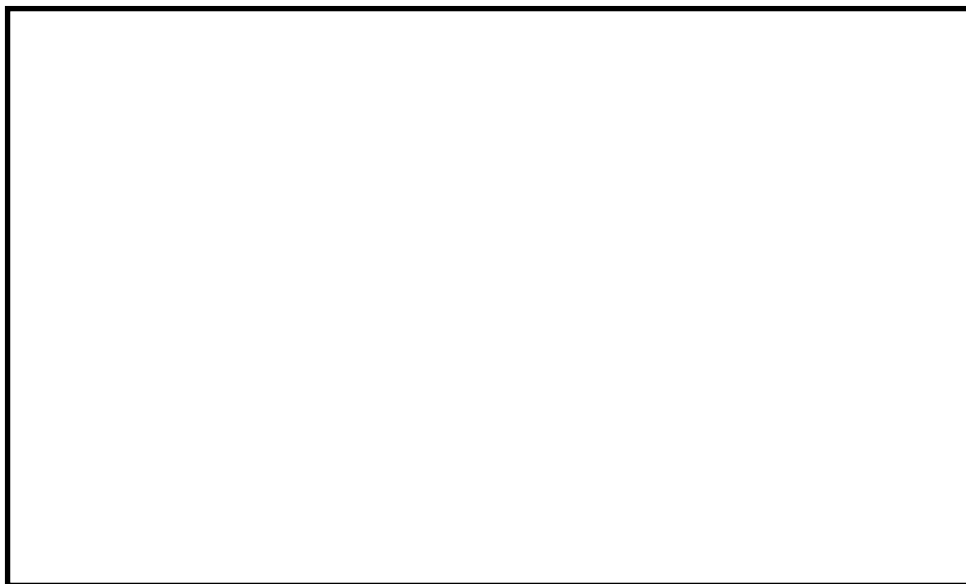
(1) 円板接線応力に対する強度

第1図に円板解析モデルと  を示す。

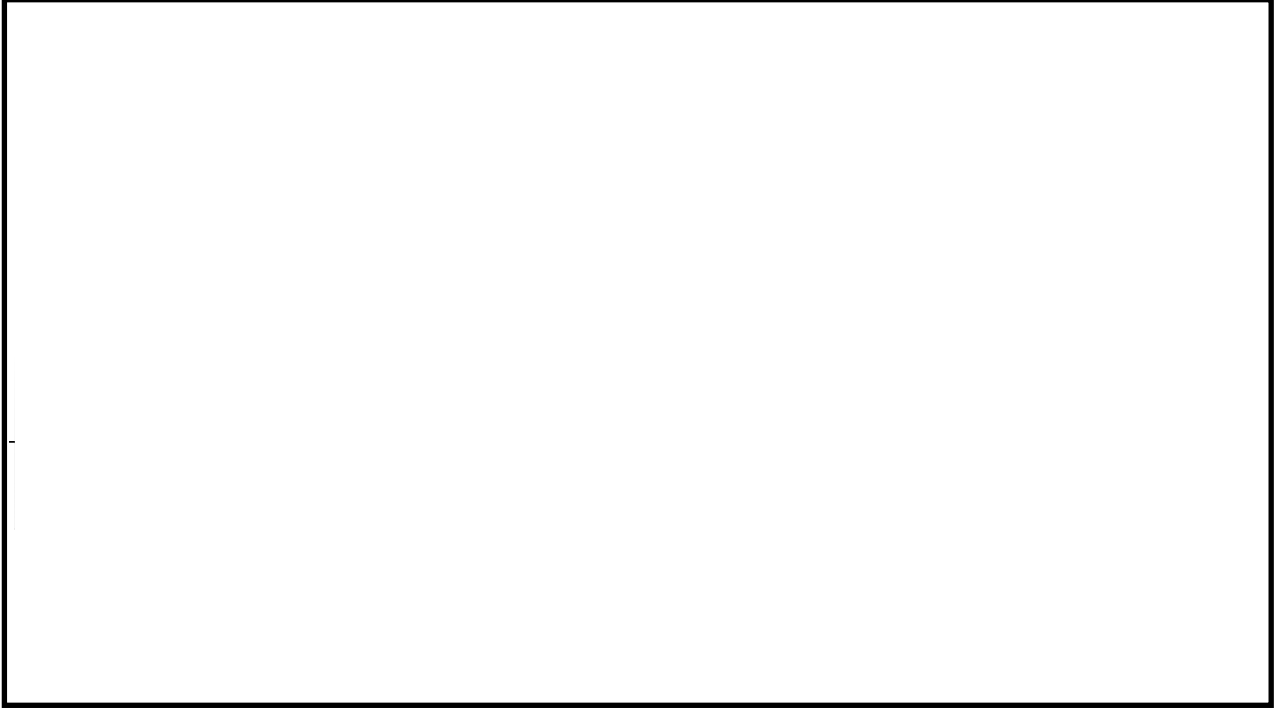
a. 円板接線応力の計算方法



b. 評価



K7 ① VI-5 R0



(2) 翼溝部の強度

a. 遠心応力の計算式

評価箇所よりも外周側の円板翼溝部及び翼の質量、重心位置及び回転速度から、翼溝最下面に作用する遠心力を求め、翼溝部の断面積で割ることにより遠心応力を算出する。なお、翼溝最下面に作用する遠心力については、円板翼溝部及び翼が複雑な3次元形状をしているため、半径方向に幾つかの区間に分割し、数値計算により求める。以下に遠心応力の計算式を示す。第2図に翼溝部の形状及び評価箇所を示す。

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A_g} \dots\dots\dots (3. 4)$$

σ_c : 遠心応力 (MPa)

F_c : 翼溝部に作用する遠心力 (N)

A_g : 翼溝部の断面積 (mm²)

ここで

$$F_c = \sum m_{ci} \cdot r_{ci} \cdot \omega^2 \dots\dots\dots (3. 5)$$

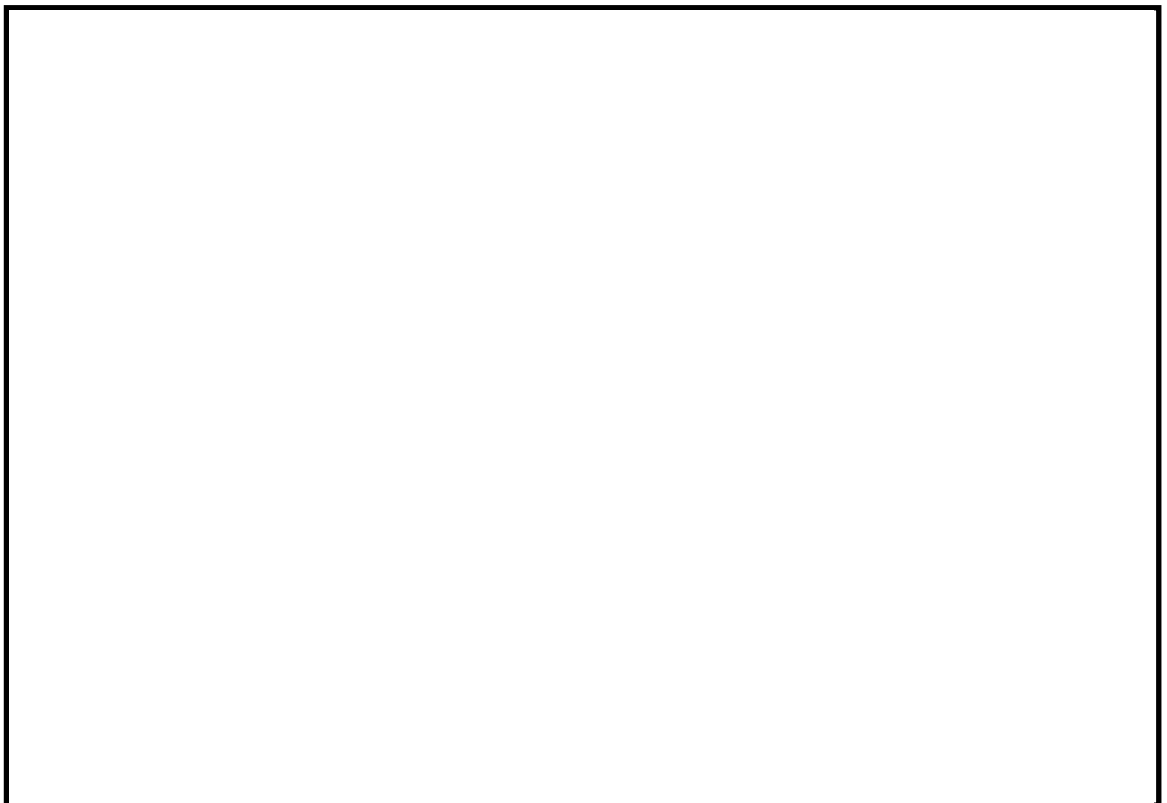
m_{ci} : 区間 i の円板, 翼の質量 (kg)

r_{ci} : 区間 i の円板, 翼の重心半径 (m)

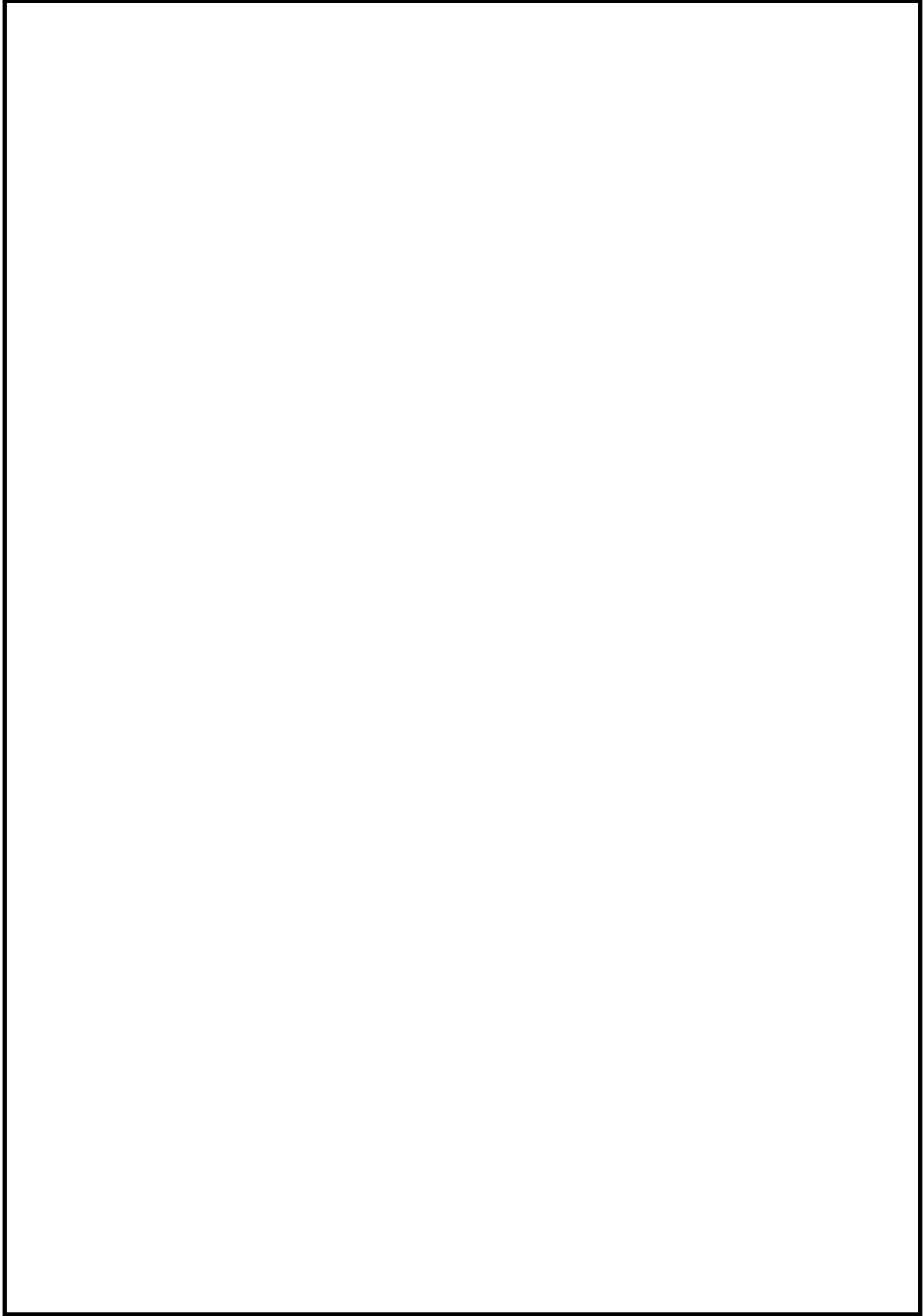
ω : 角速度 (1/s)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \dots\dots\dots (3. 6)$$

N : 回転速度 (rpm)



K7 ① VI-5 R0



(3) 翼溝フック部の強度

a. 遠心応力の計算

翼溝遠心力評価箇所よりも外周側の円板翼溝部及び翼の質量、重心位置及び回転速度から、翼溝フック部に作用する遠心力を求め、翼溝フック部の断面積で割ることによりせん断応力を算出する。各翼溝フック部に作用する荷重が均等になるよう植込部の形状を設計しており、各フック部の荷重分担はほぼ均等となる。なお作用する遠心力については、翼が複雑な3次元形状をしているため、半径方向に幾つかの区間に分割し、数値計算により求める。以下にせん断応力の計算式を示す。第2図に評価箇所を示す。

$$\tau_c = \frac{F_c}{nh \cdot A_g} \dots\dots\dots (3. 14)$$

τ_c : せん断応力 (MPa)

F_c : 翼溝フック部に作用する遠心力 (N)

nh : 翼溝フック数

A_g : 翼溝フック部の断面積 (mm²)

ここで

$$F_c = \sum m_{ci} \cdot r_{ci} \cdot \omega^2 \dots\dots\dots (3. 15)$$

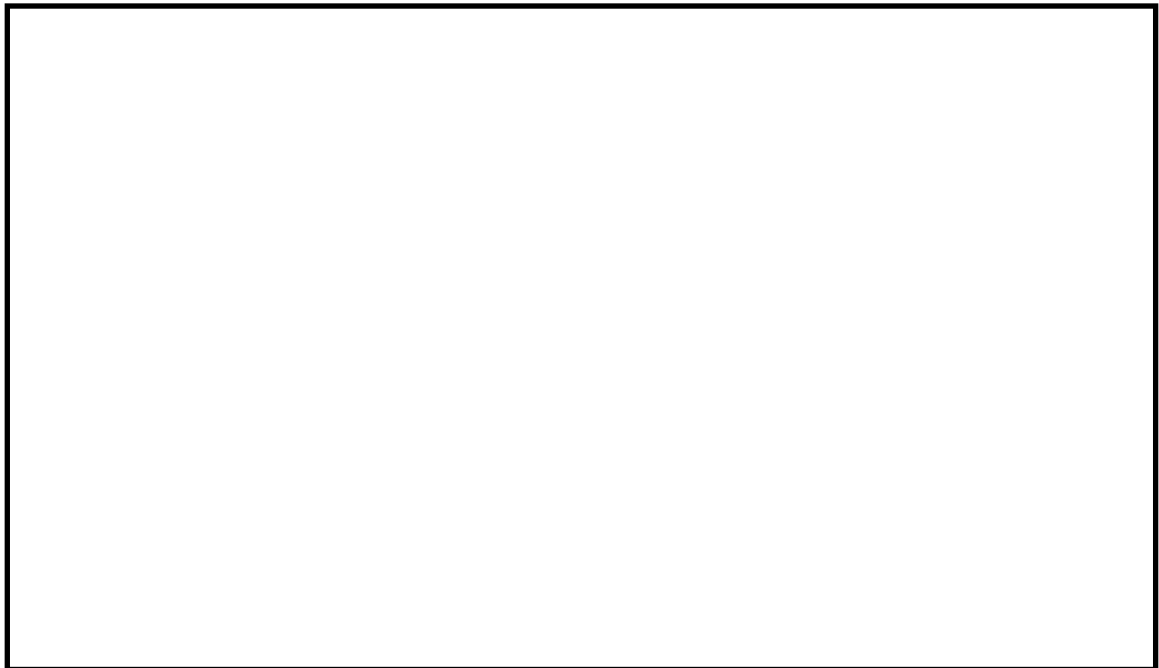
m_{ci} : 区間 i の円板, 翼の質量 (kg)

r_{ci} : 区間 i の円板, 翼の重心半径 (m)

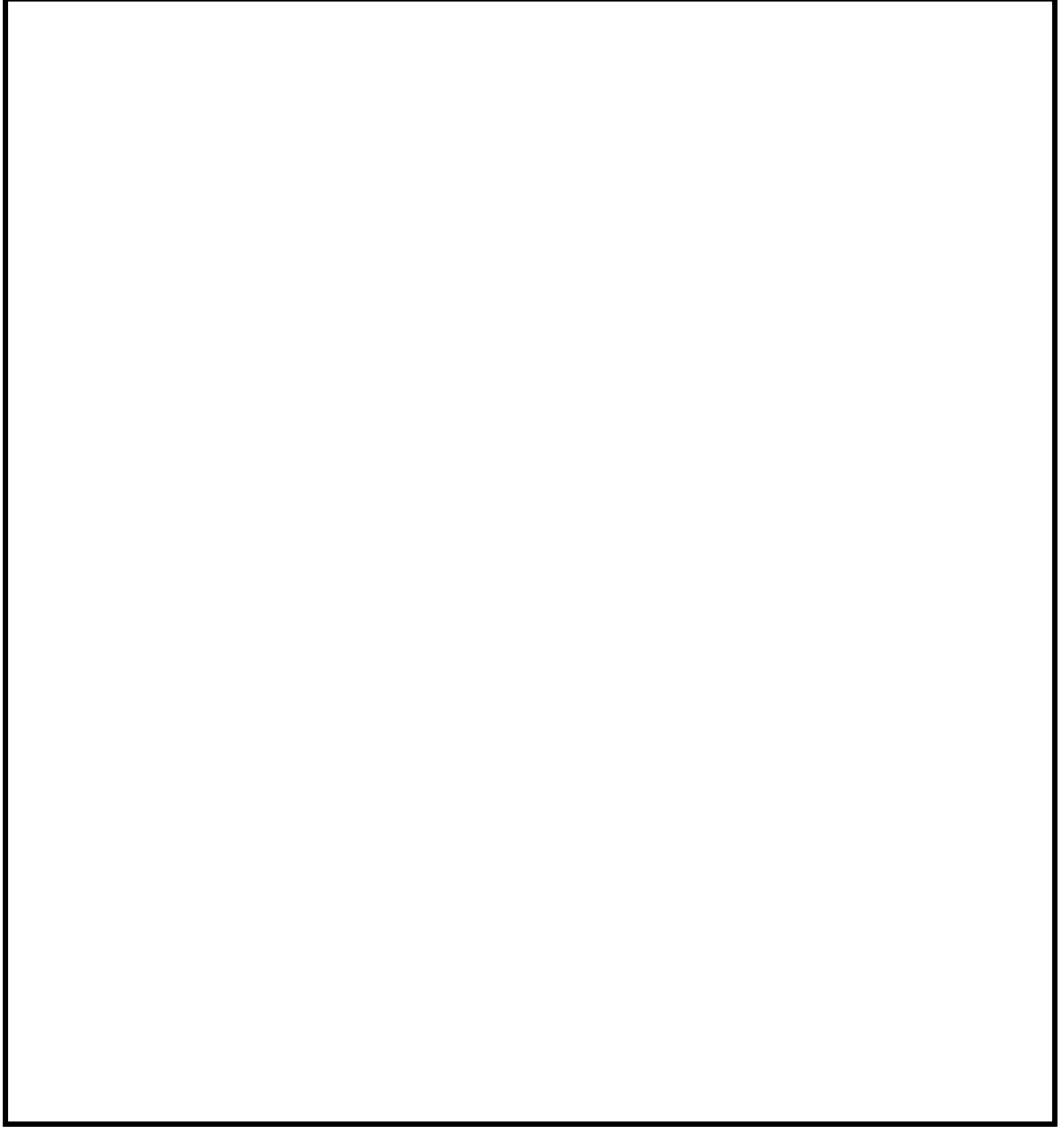
ω : 角速度 (1/s)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \dots\dots\dots (3. 16)$$

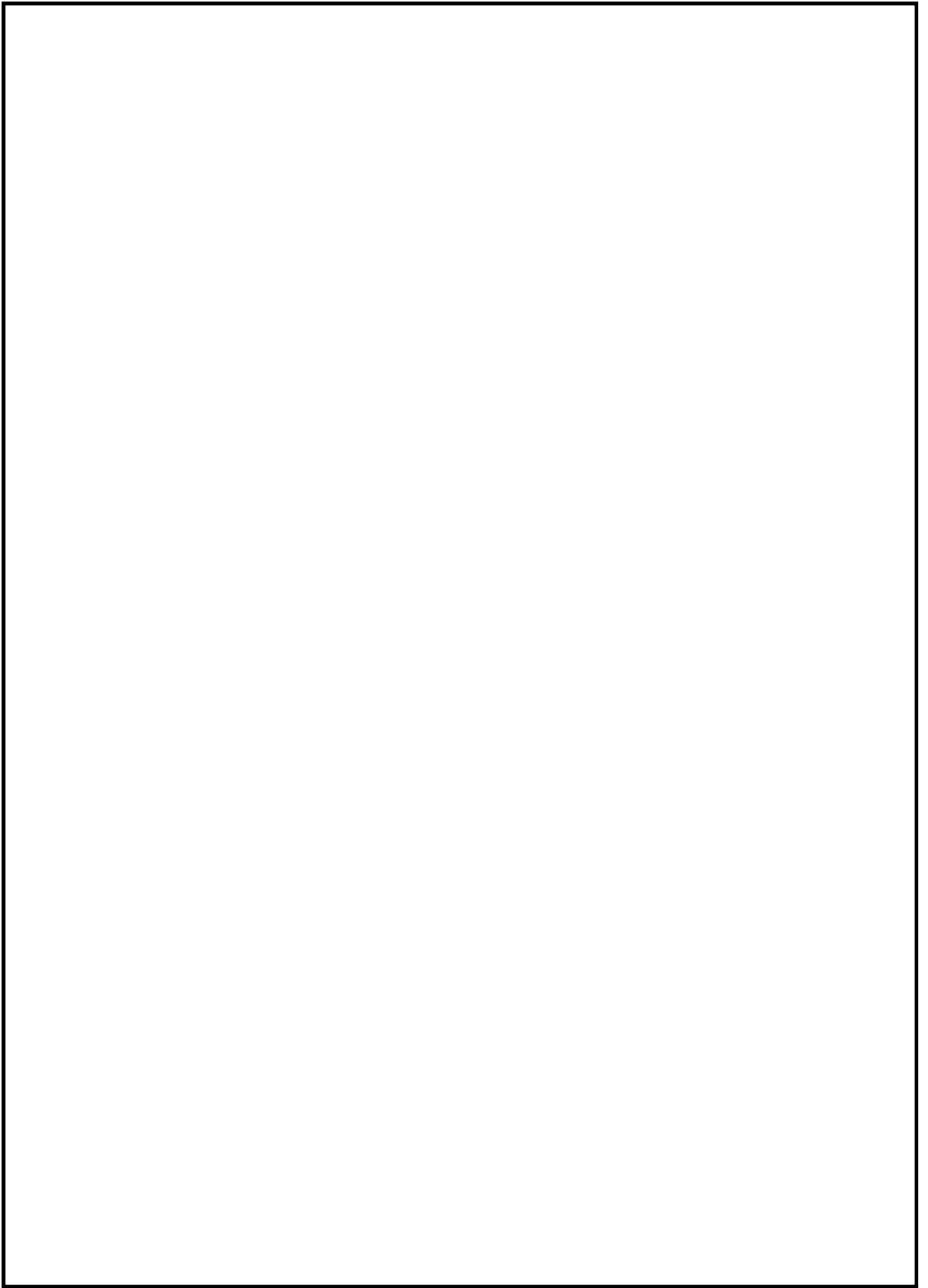
N : 回転速度 (rpm)



K7 ① VI-5 R0



K7 ① VI-5 R0

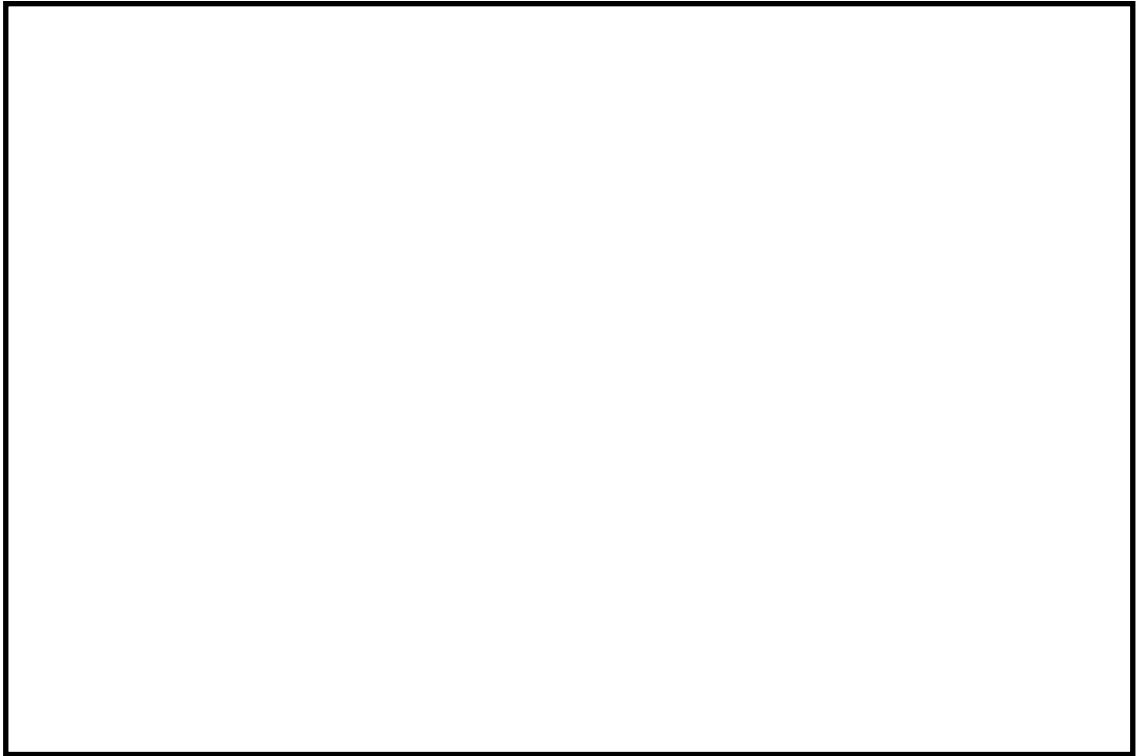


3.1.2 隔板及び噴口強度



(1) 噴口の強度

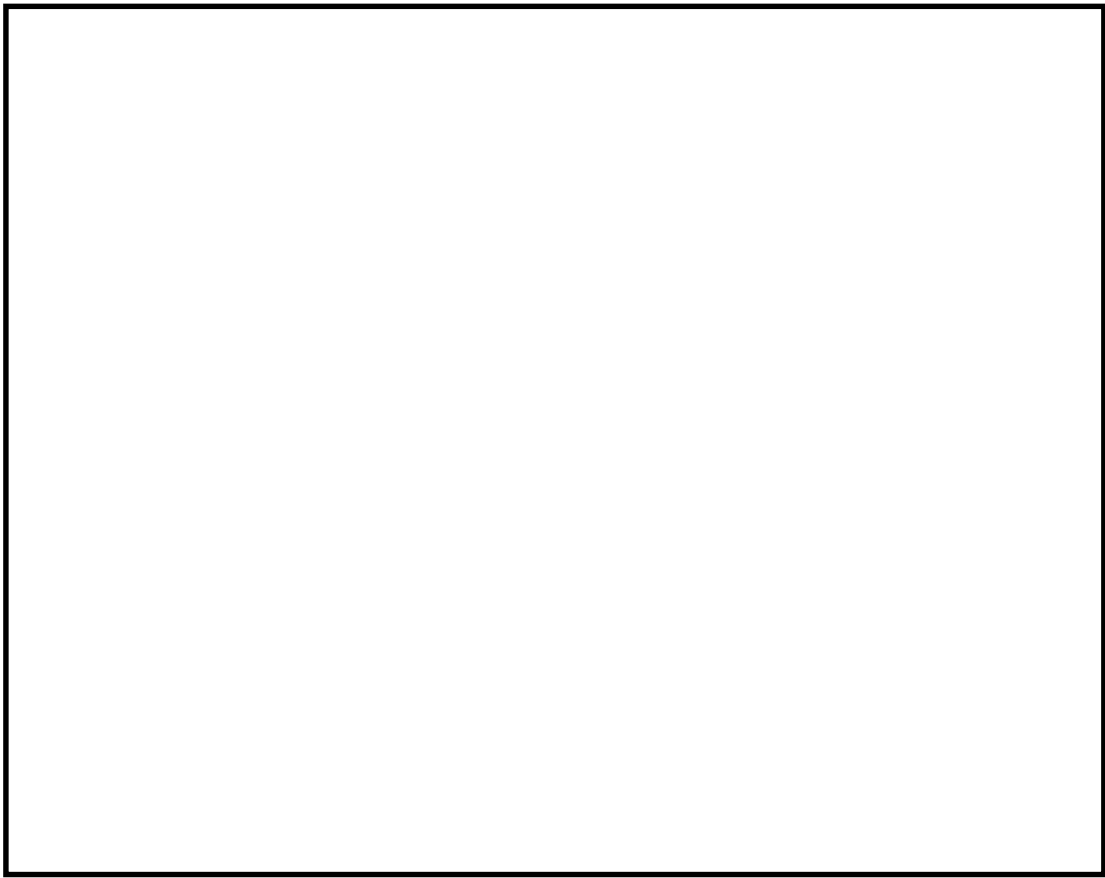
a. 曲げ応力の計算方法



b. 評価



K7 ① VI-5 R1



3.1.3 翼強度



(1) 翼根元の強度

a. 遠心応力の計算式

翼の質量，重心位置及び回転速度から翼根元部に作用する遠心力を求める。なお，翼根元部に作用する遠心力については，翼が複雑な3次元形状をしているため，半径方向に幾つかの区間に分割し，数値計算により求める。

算出された遠心力を翼根元部の断面積で割ることにより遠心応力を算出する。以下に遠心応力の計算式を示す。

第4図に翼の形状及び評価箇所を示す。

$$\sigma_c = \frac{F_v}{A_b} \dots\dots\dots (3. 24)$$

σ_c : 遠心応力(MPa)

F_v : 翼根元に作用する遠心力(N)

A_b : ϕ B部の断面積(mm²)

ここで

$$F_v = \sum m_{vi} \cdot r_{vi} \cdot \omega^2 \dots\dots\dots (3. 25)$$

m_{vi} : 区間 i の翼の質量(kg)

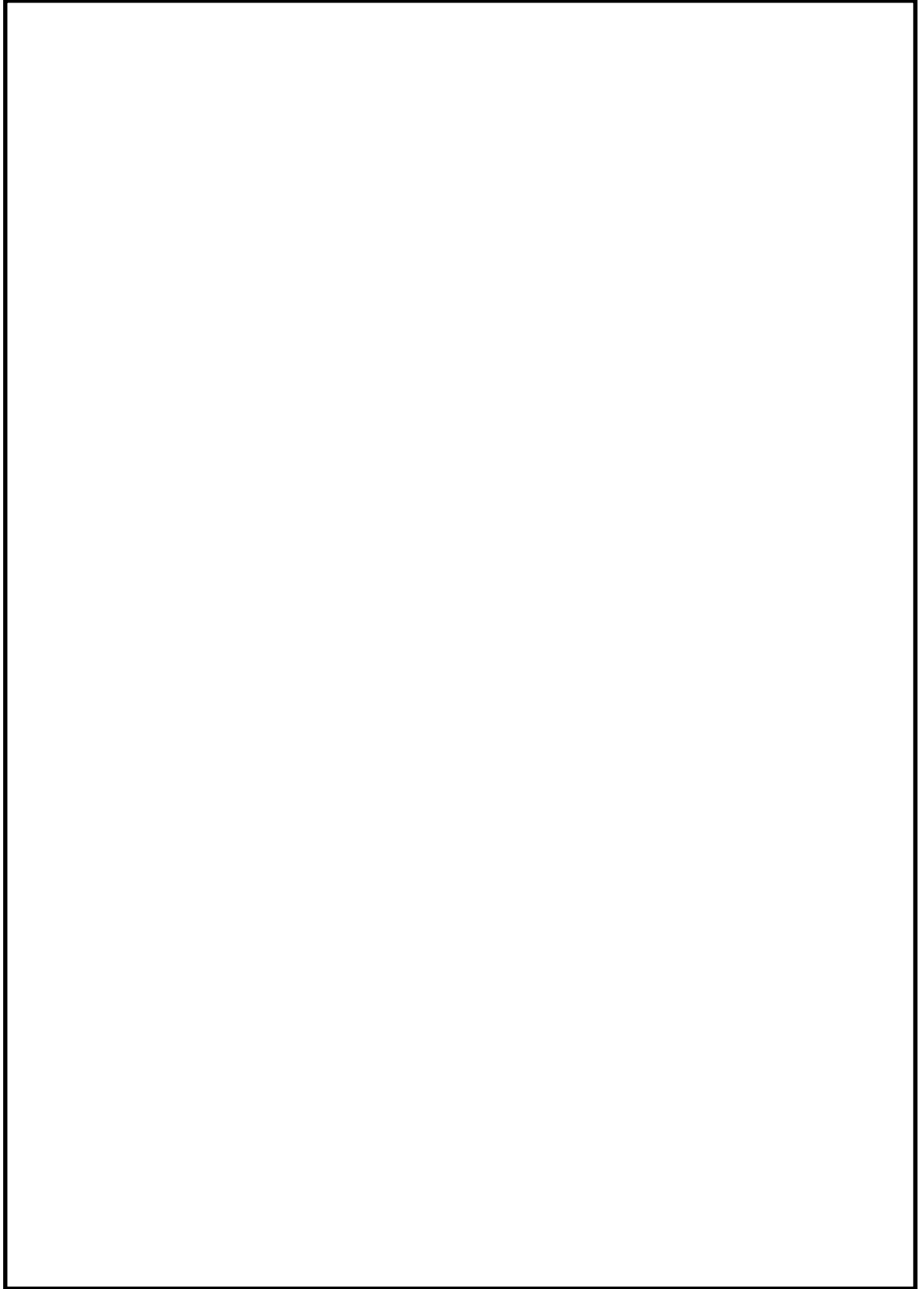
r_{vi} : 区間 i の翼の重心半径(m)

ω : 角速度(1/s)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \dots\dots\dots (3. 26)$$

N : 回転速度(rpm)

K7 ① VI-5 R0



(2) 翼フック部の強度

a. せん断応力の計算式

翼の質量、重心位置及び回転速度から翼フック部に作用する遠心力を求める。算出された遠心力を翼フック部のせん断応力が作用する断面積で割ることによりせん断応力を算出する。

以下にせん断応力の計算式を示す。第5図に翼フック部の形状及び評価箇所を示す。

$$\tau_h = \frac{F_b}{n_h \cdot A_h} \dots\dots\dots (3. 32)$$

τ_h : せん断応力 (MPa)

F_b : 翼フック部に作用する遠心力 (N)

A_h : せん断を受ける翼フック部の断面積 (mm^2)

n_h : 翼フック数

ここで

$$F_b = \sum m_{bi} \cdot r_{bi} \cdot \omega^2 \dots\dots\dots (3. 33)$$

m_{bi} : 区間 i の翼の質量 (kg)

r_{bi} : 区間 i の翼の重心半径 (m)

ω : 角速度 (1/s)

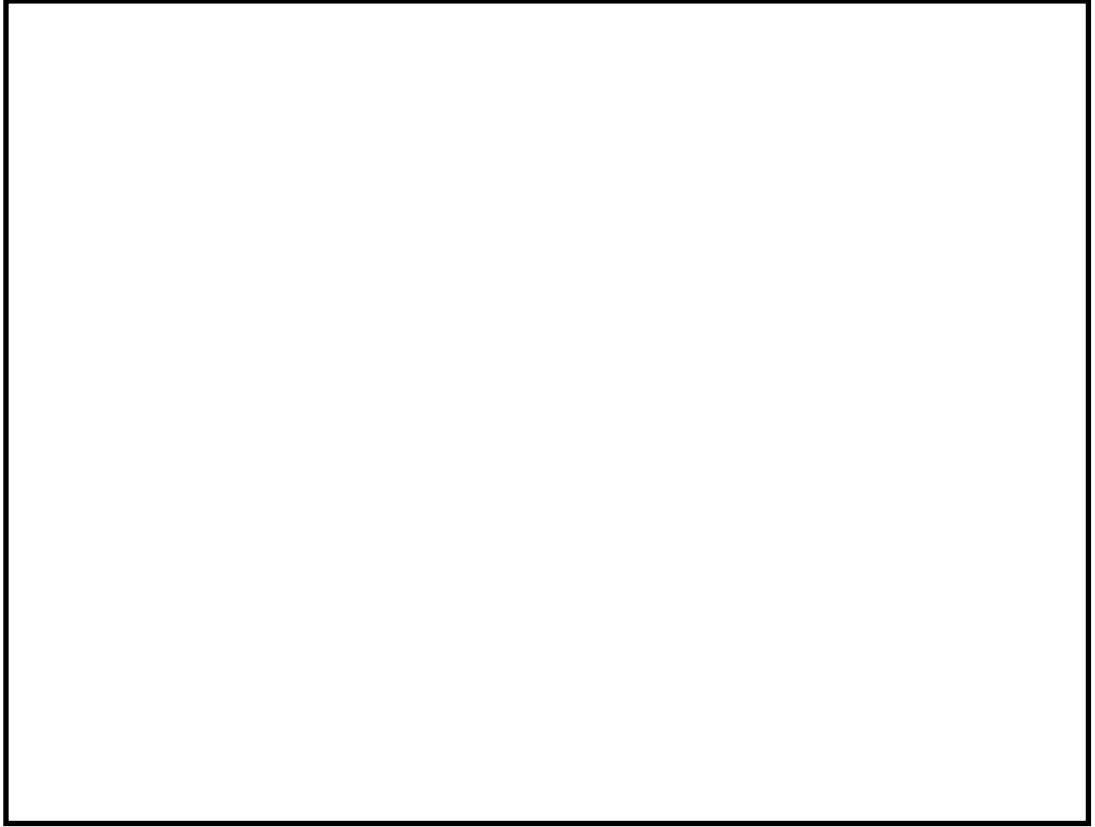
$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \dots\dots\dots (3. 34)$$

N : 回転速度 (rpm)

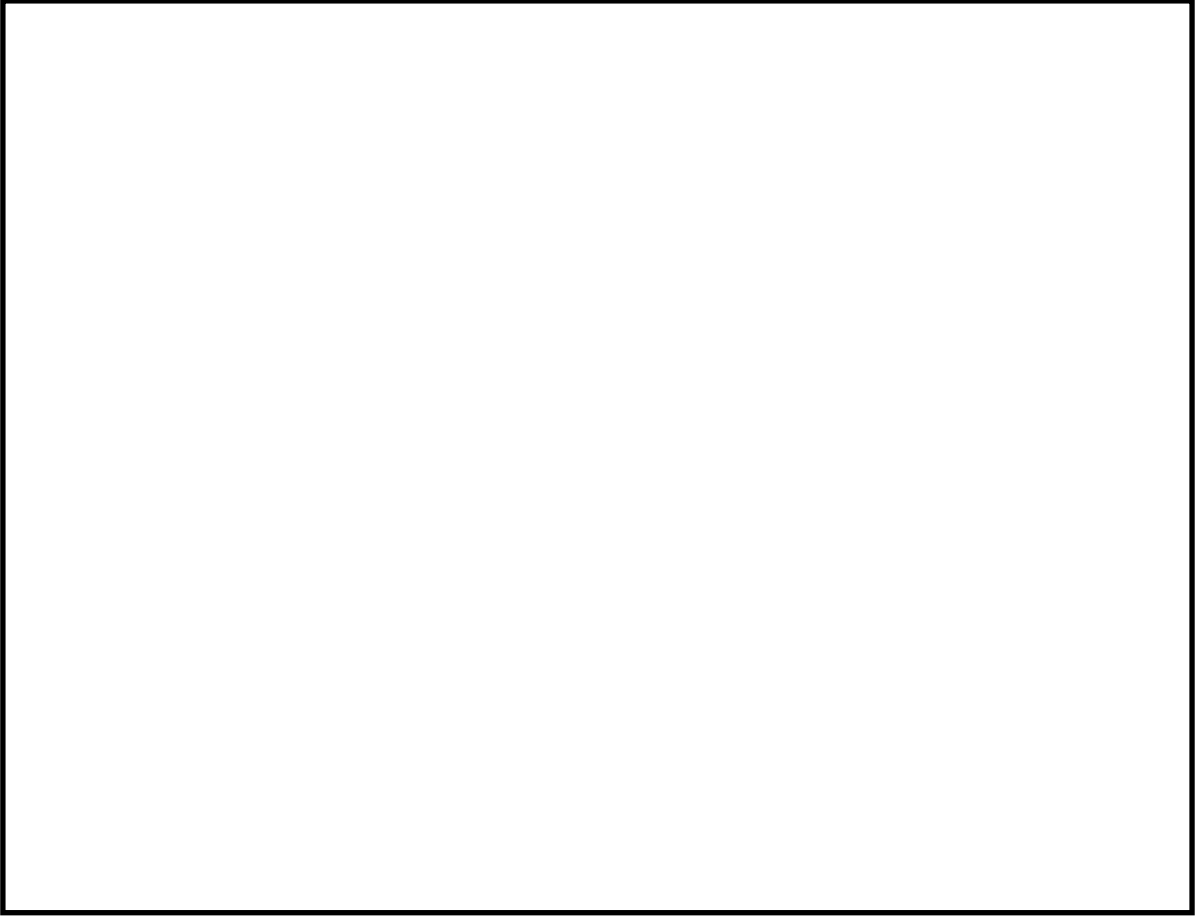
K7 ① VI-5 R0



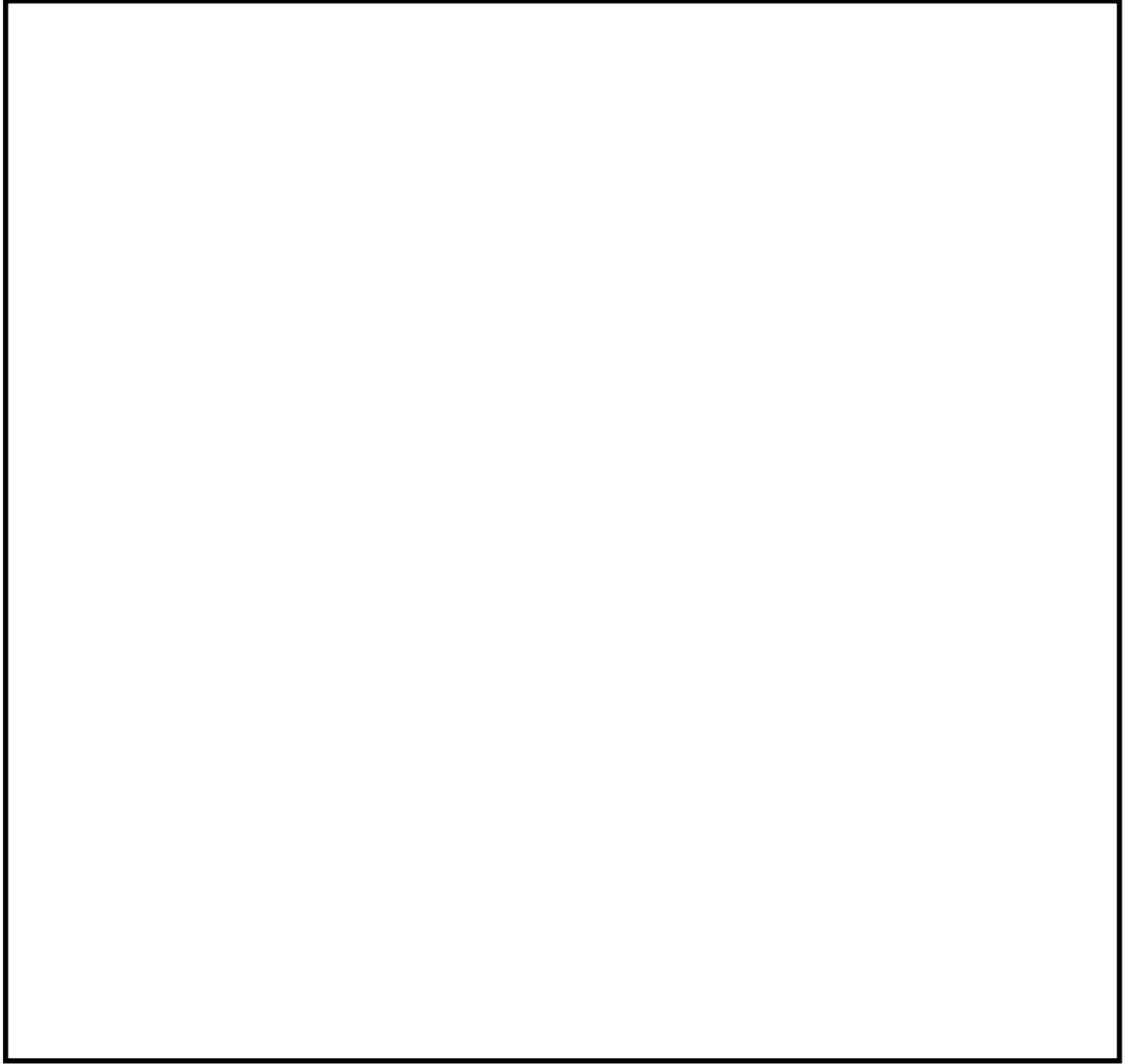
K7 ① VI-5 R0



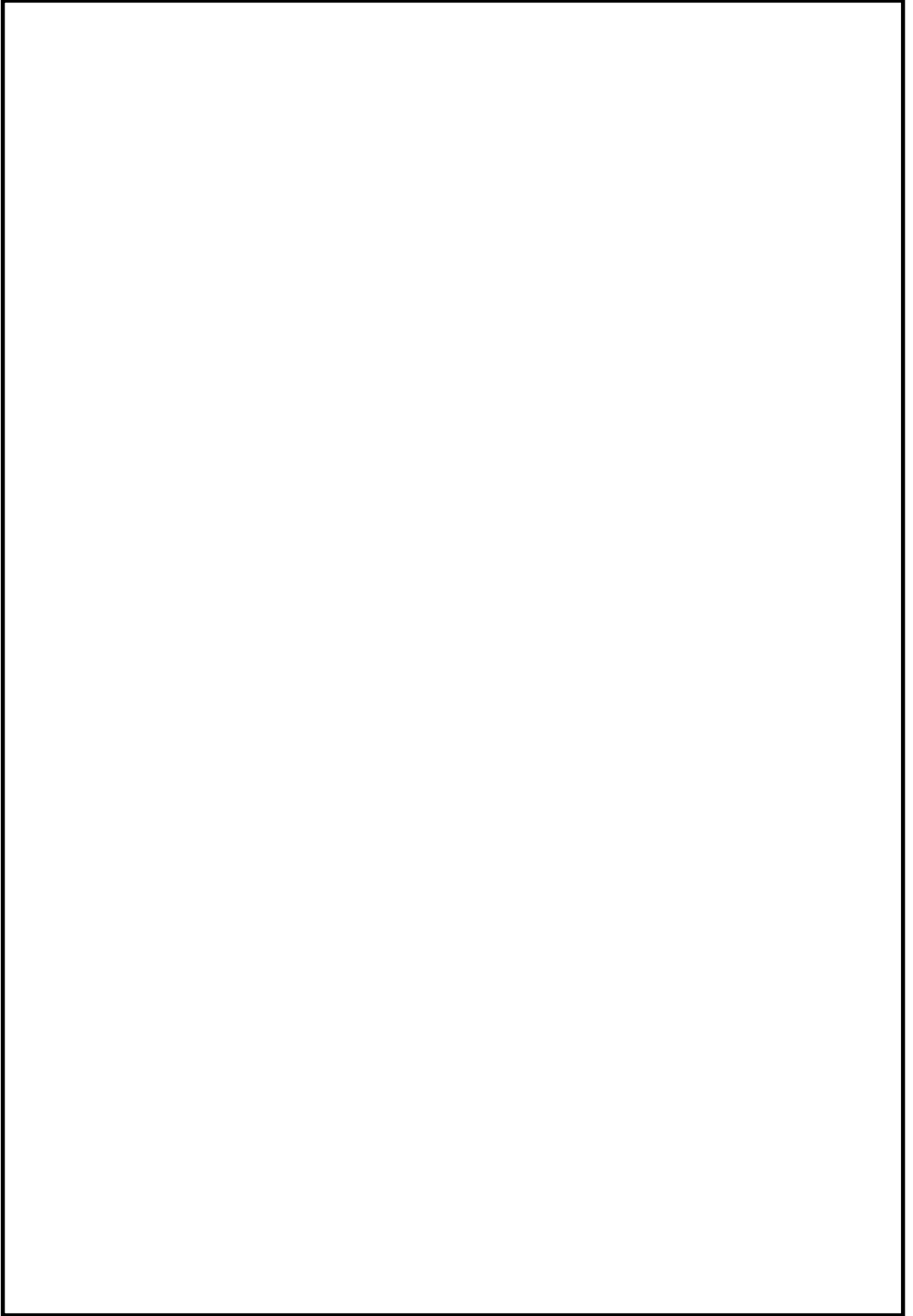
K7 ① VI-5 R0



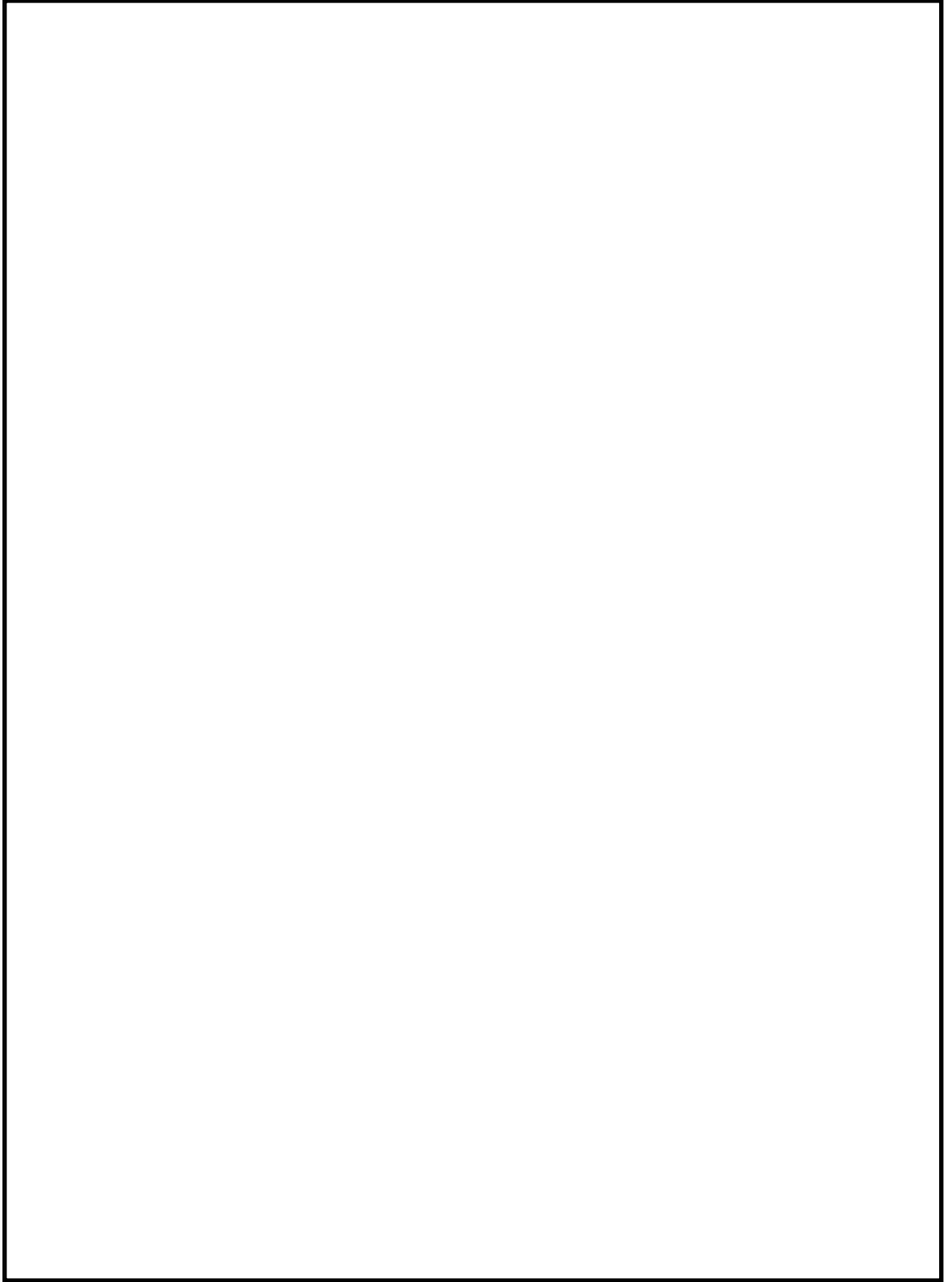
K7 ① VI-5 R0



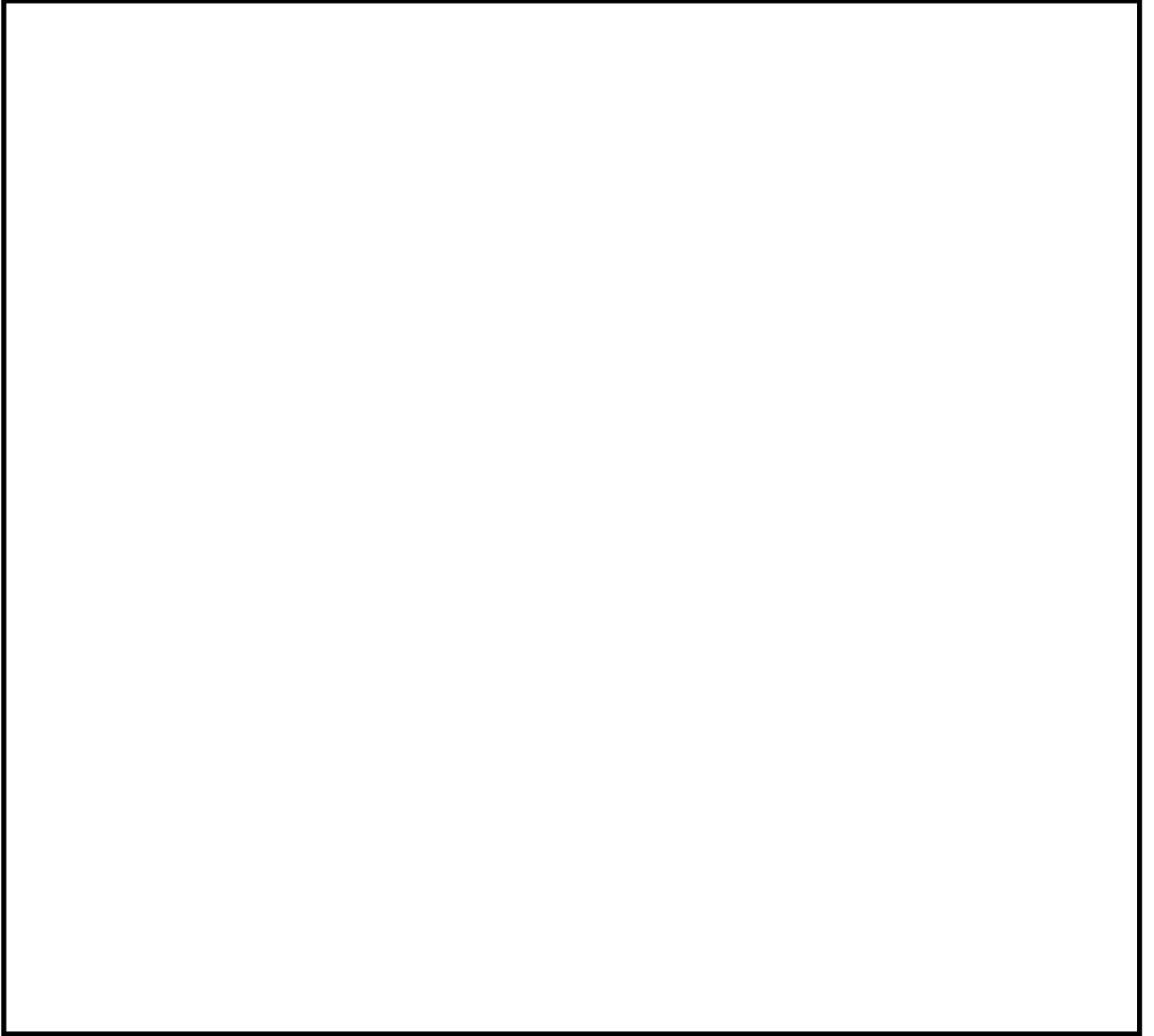
K7 ① VI-5 R0



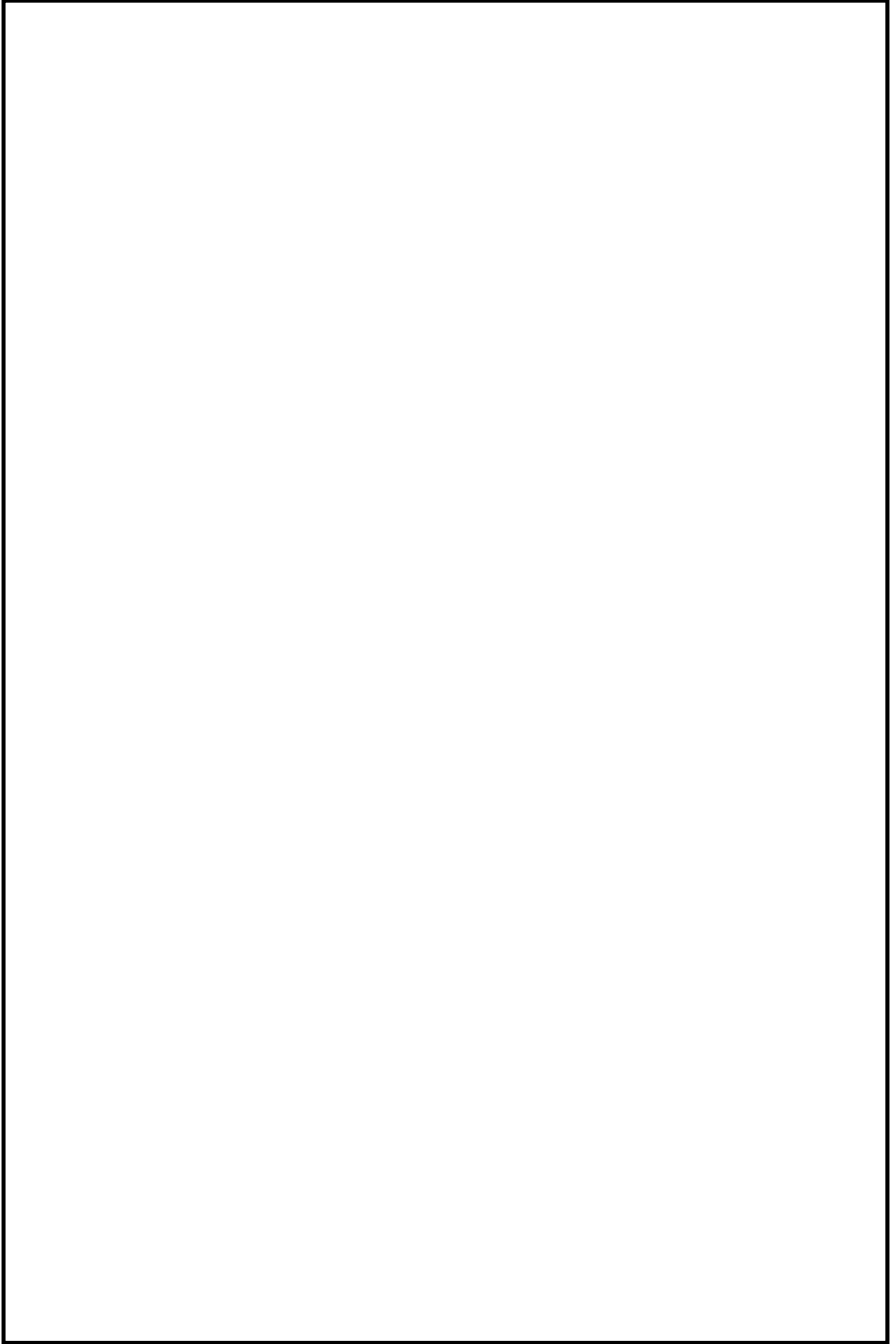
K7 ① VI-5 R0



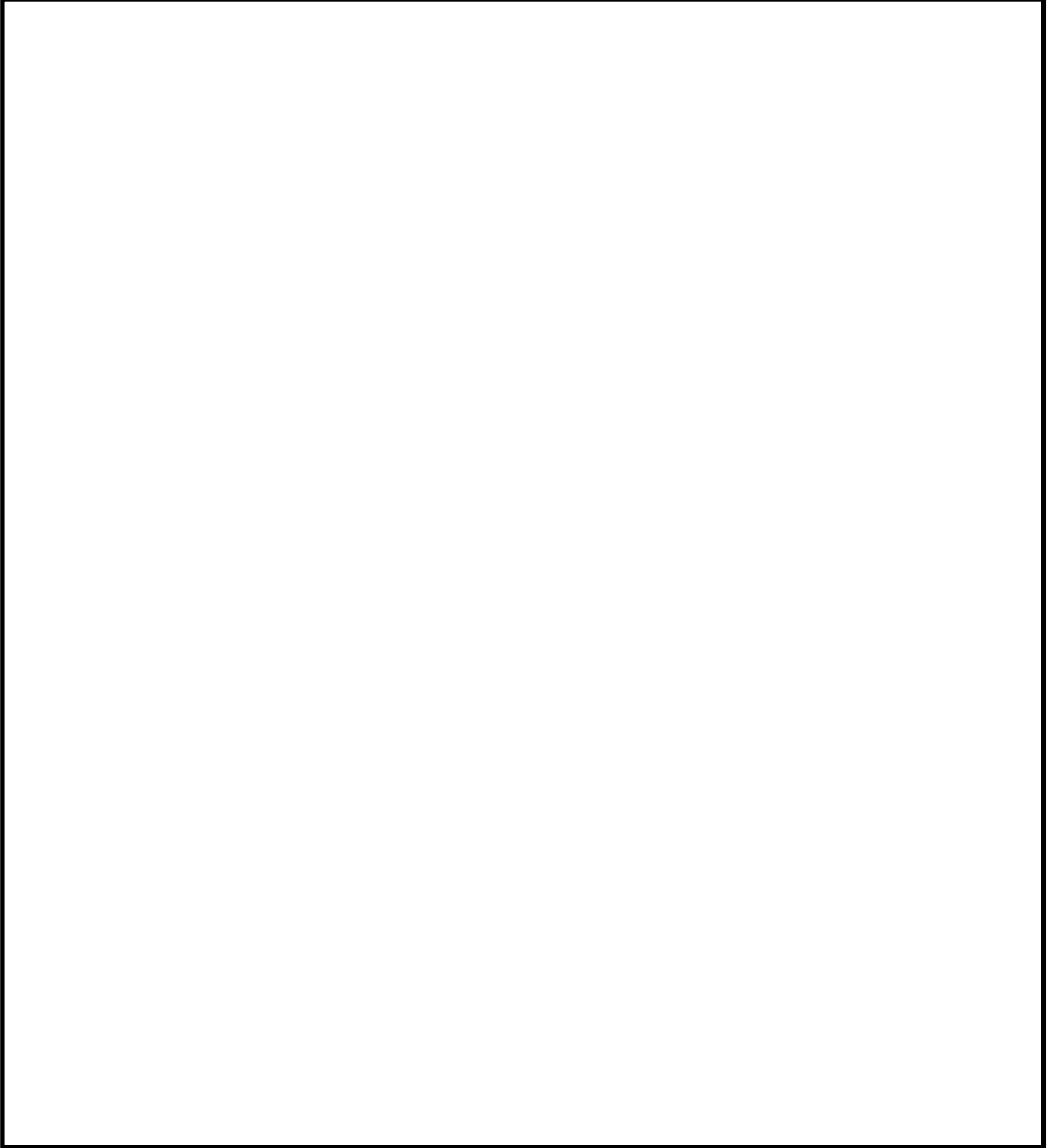
K7 ① VI-5 R0



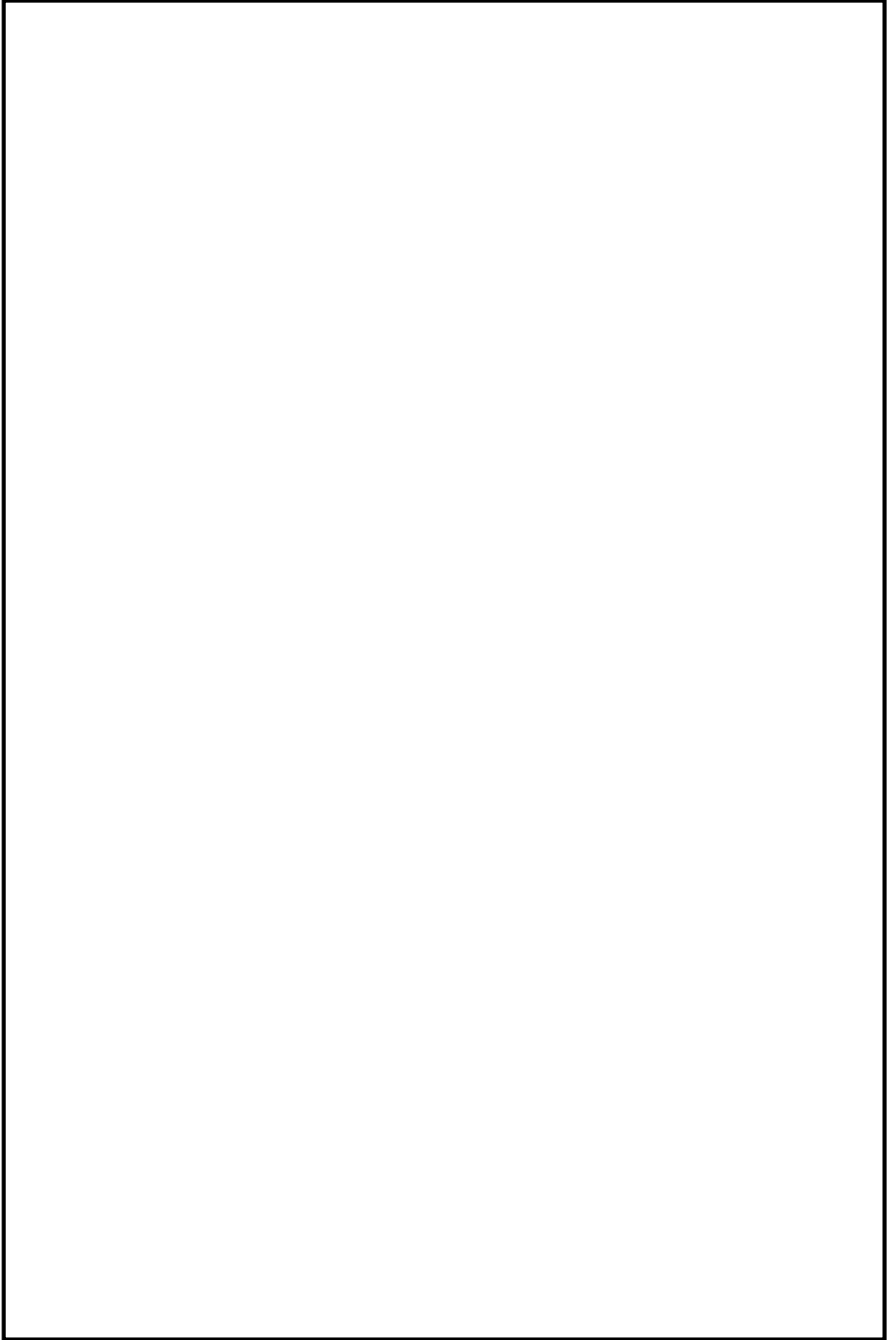
K7 ① VI-5 R0



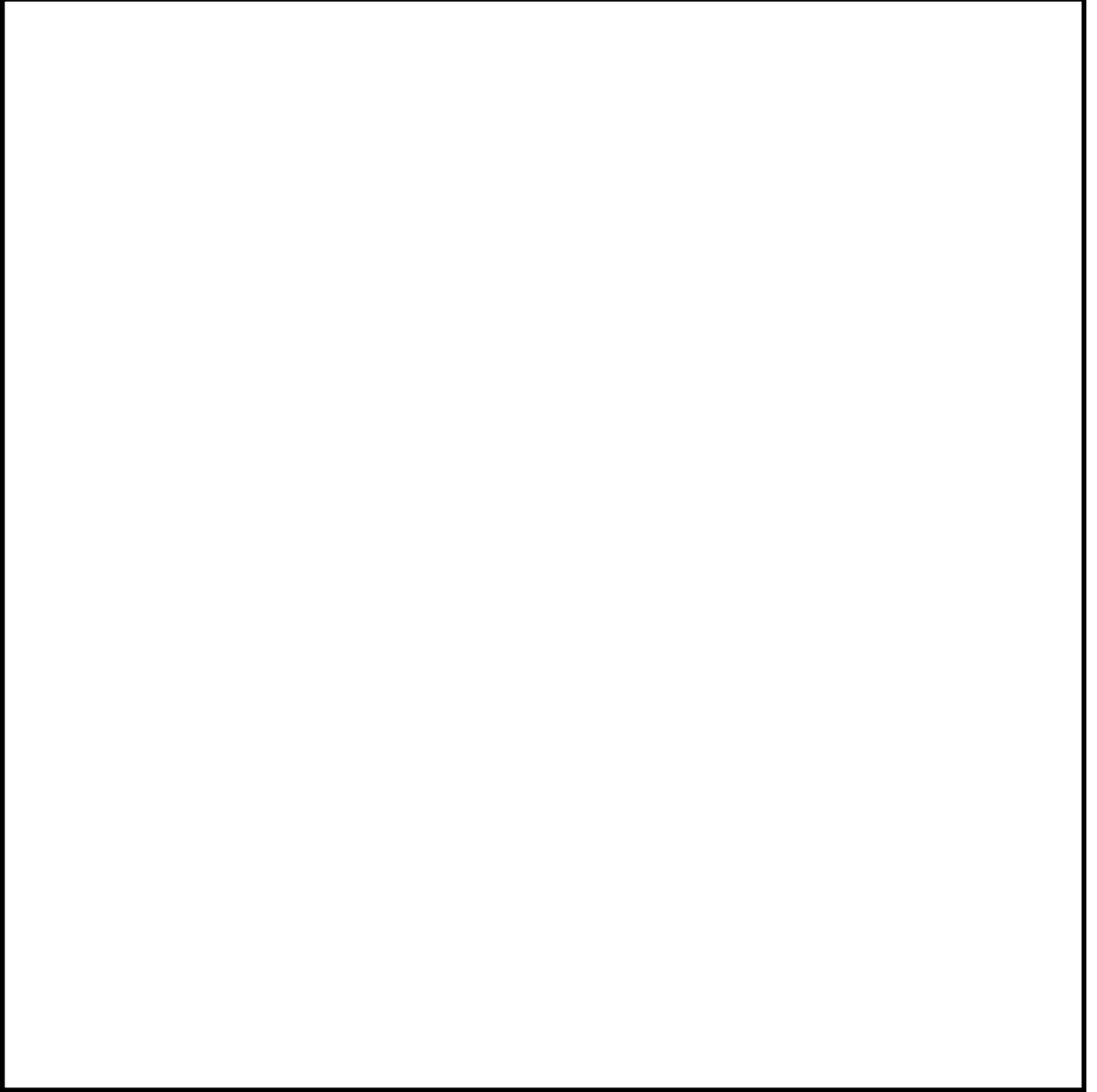
K7 ① VI-5 R0



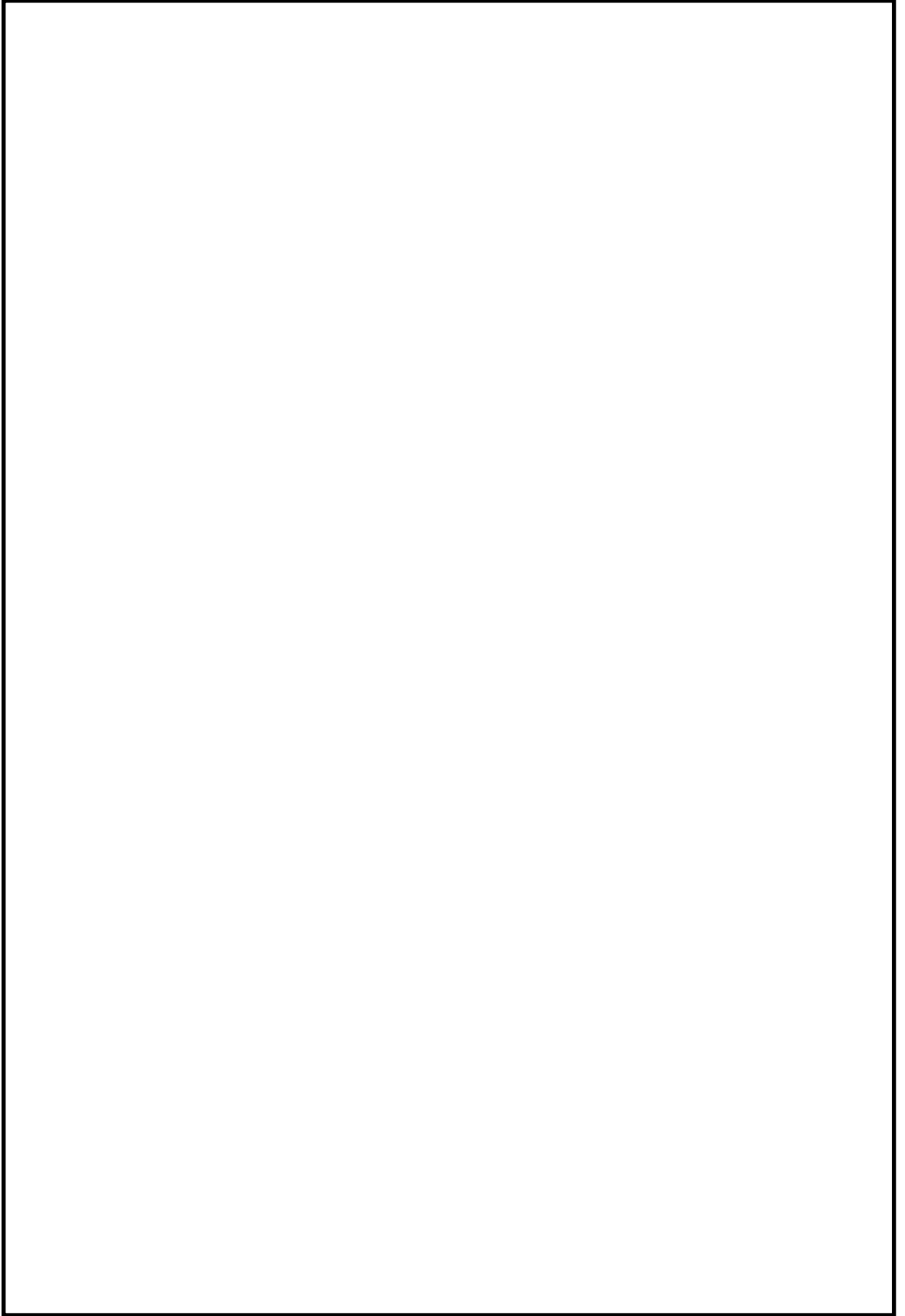
K7 ① VI-5 R0



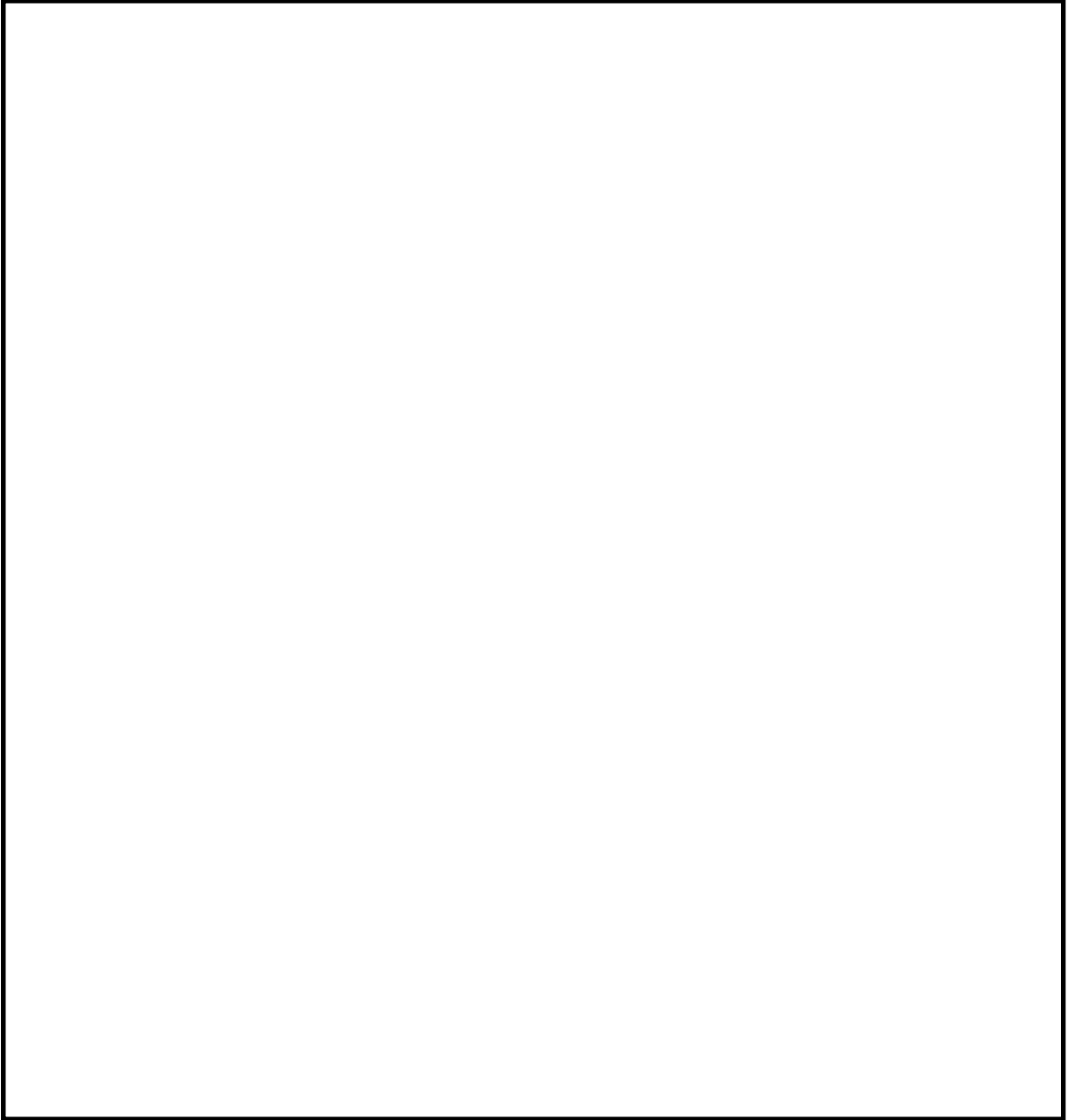
K7 ① VI-5 R0



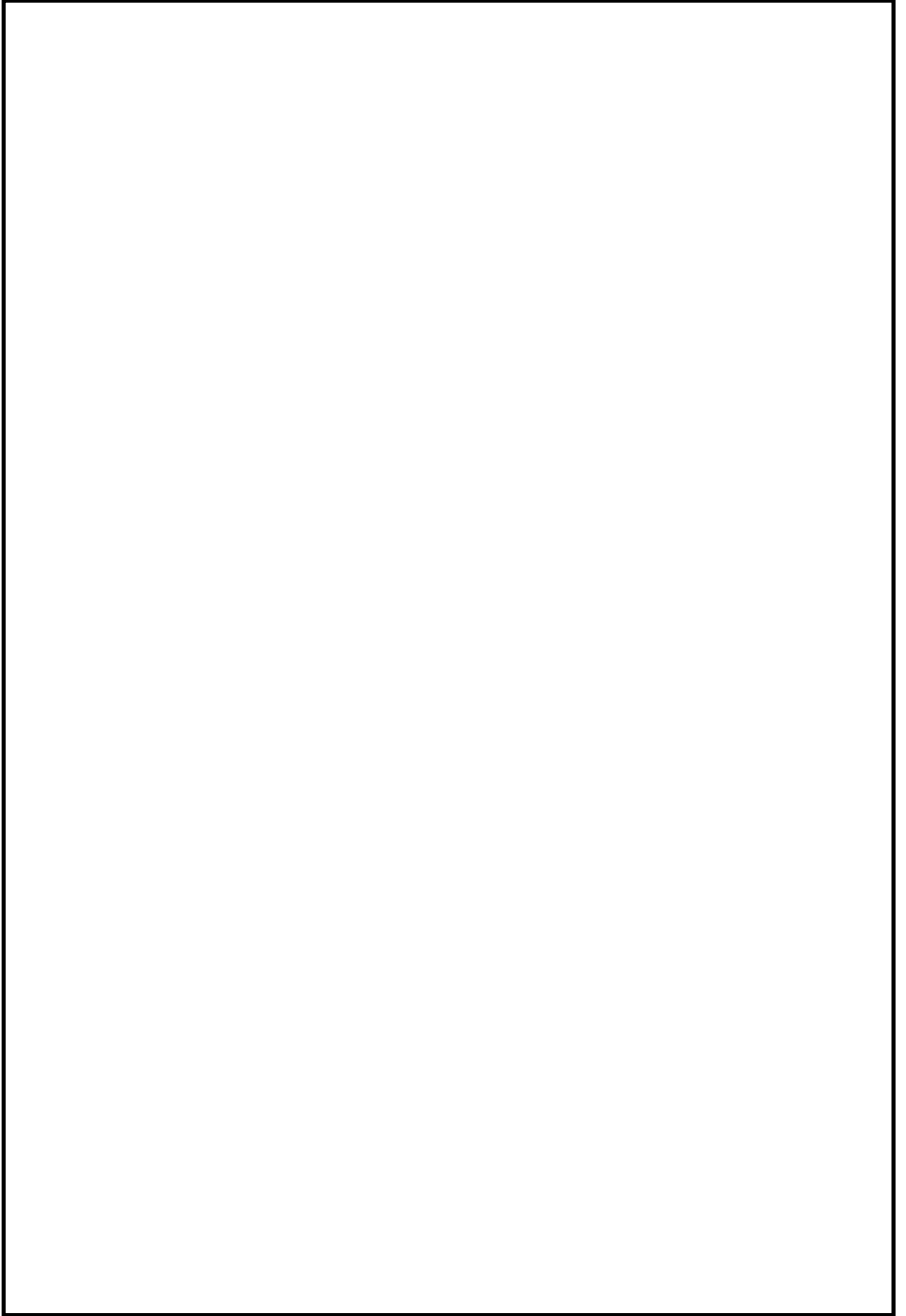
K7 ① VI-5 R0



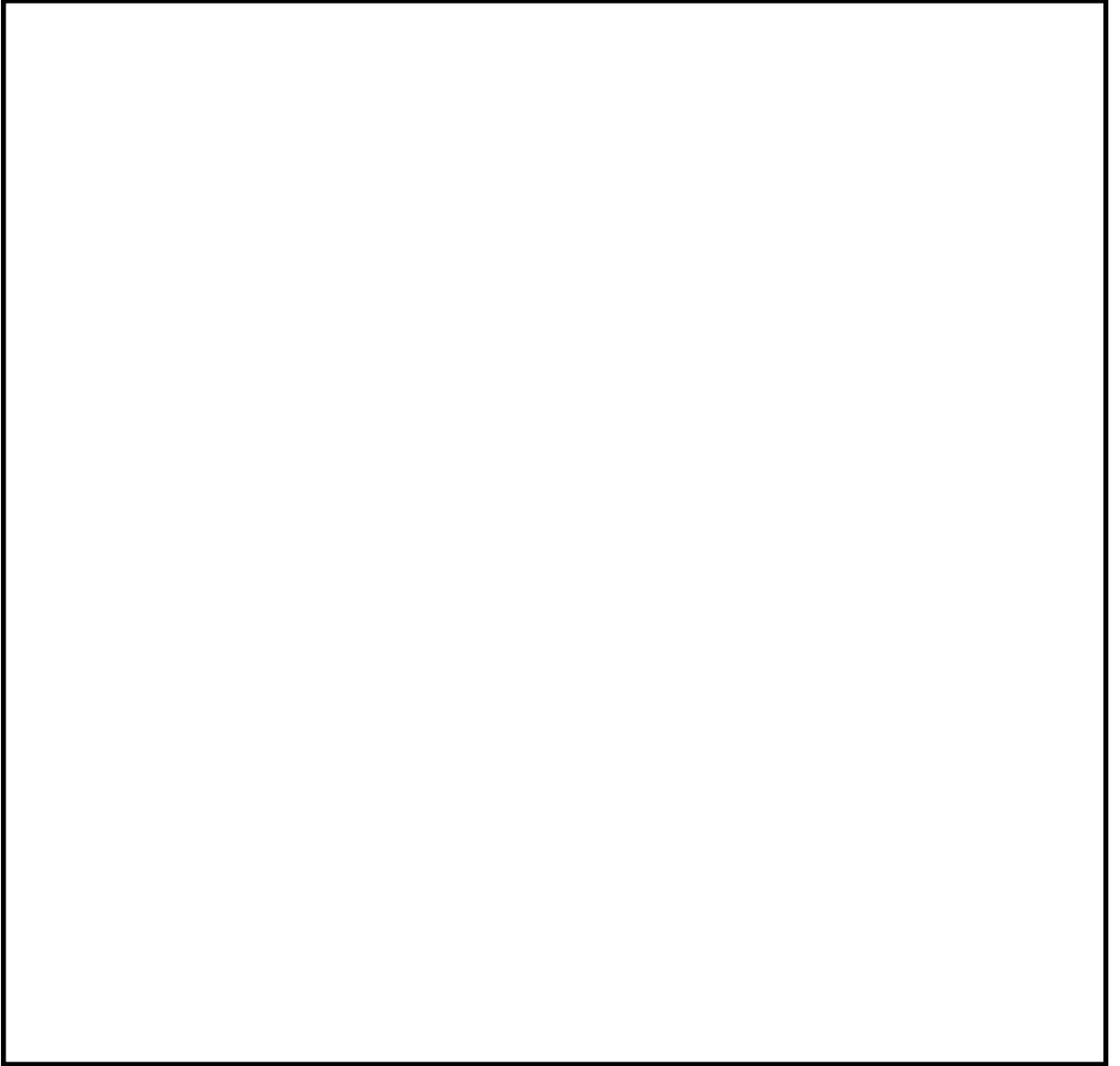
K7 ① VI-5 R0



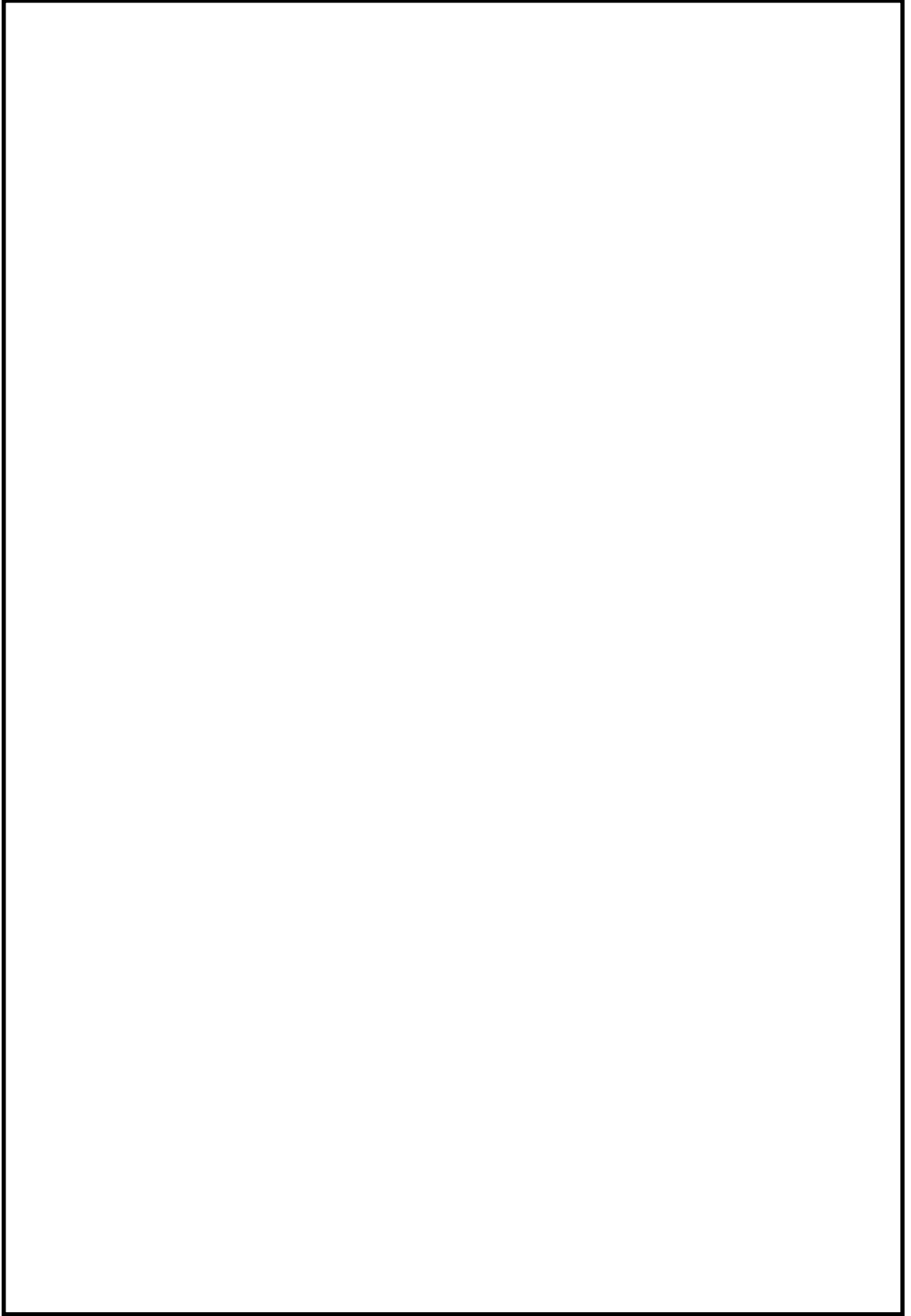
K7 ① VI-5 R0



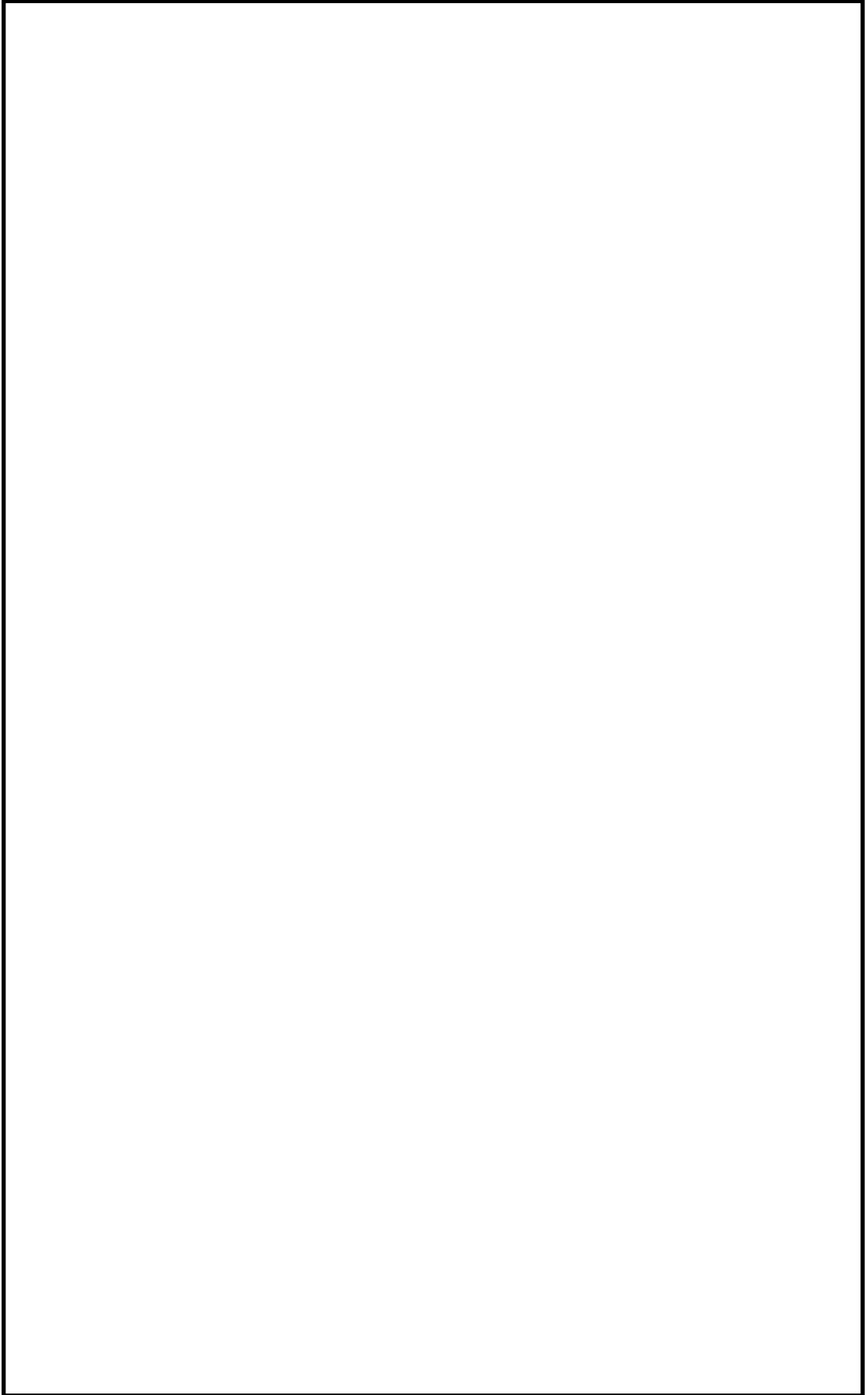
K7 ① VI-5 R0



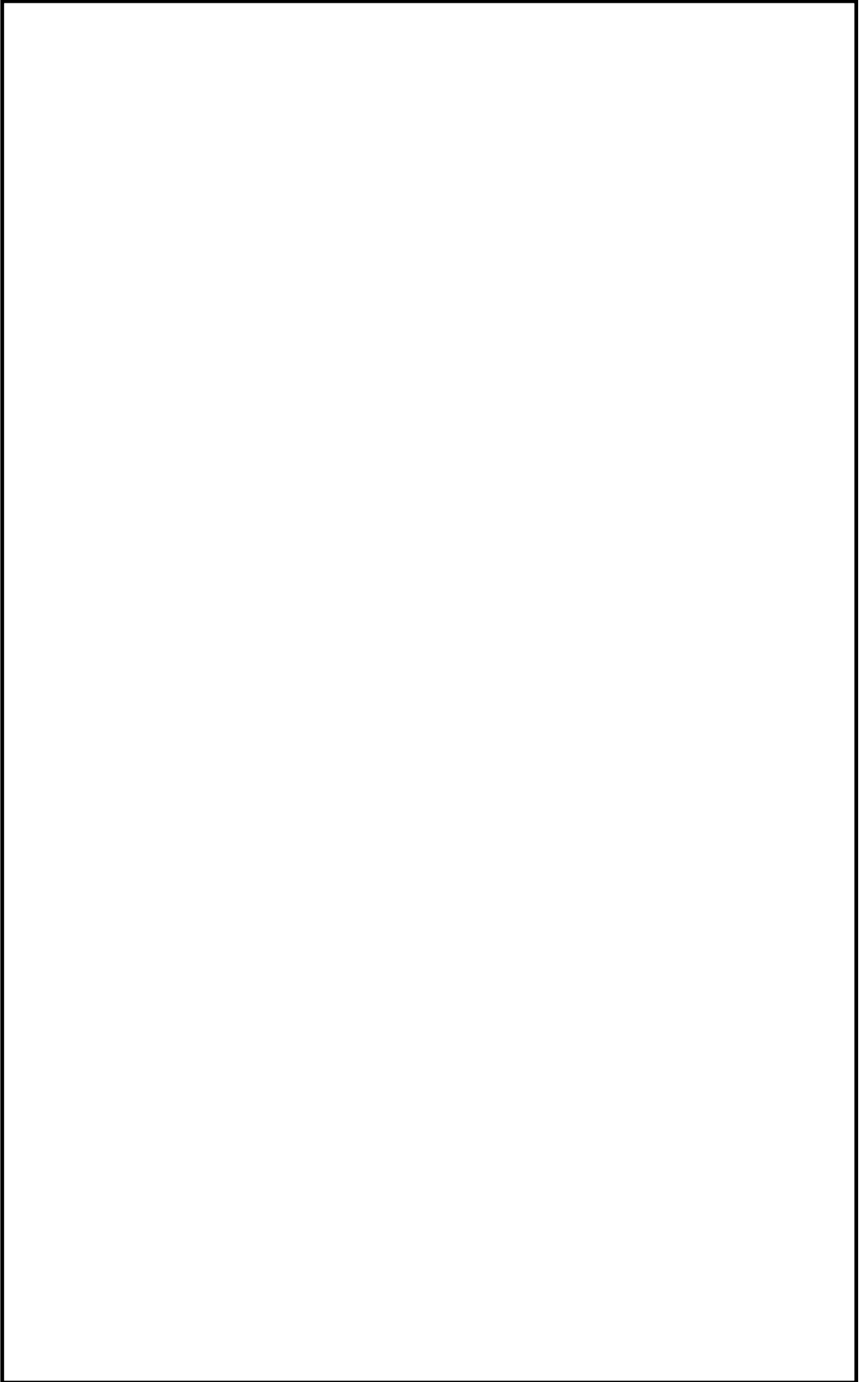
K7 ① VI-5 R0



K7 ① VI-5 R0



K7 ① VI-5 R0



3.1.4 車軸強度

車軸について、設計最大出力運転時及び短絡時の軸振り強度評価及びカップリング強度評価を行う。蒸気条件は定格蒸気流量の103%相当とする。

(1) 軸振り強度

a. 軸振り応力の計算式

以下に示す計算式により、振り応力を算出する。

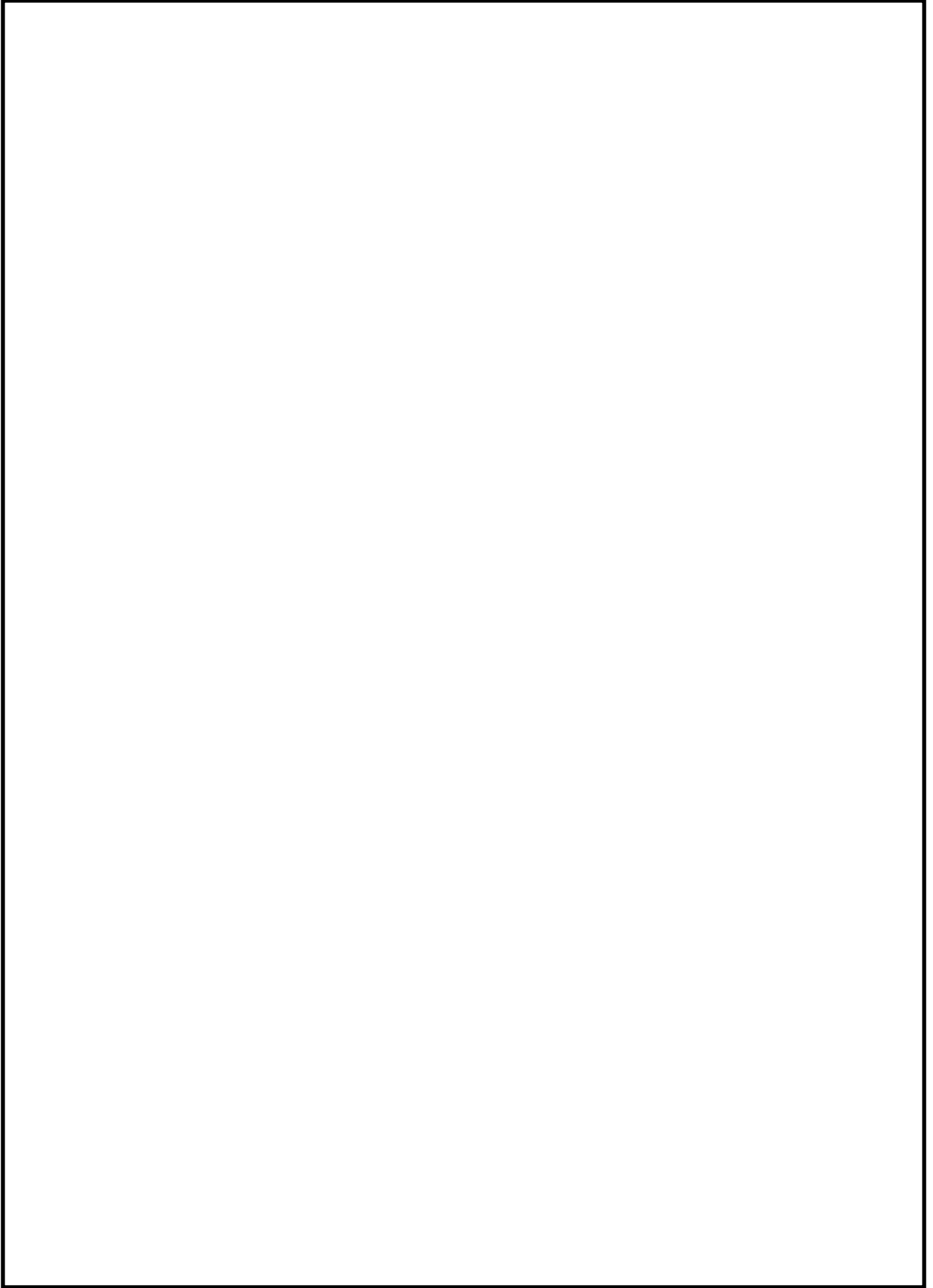
$$\tau_{to} = \frac{16 \cdot D}{\pi \cdot (D^4 - d^4)} \times \frac{60 \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot N} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (3.97)$$

- τ_{to} : 振り応力 (MPa)
- T : 伝達動力 (kW)
- N : 回転速度 (rpm)
- D : 軸外径 (mm)
- d : 軸内径 (mm)

[出典] 便覧α3編 第3章 軸

b. 評価

K7 ① VI-5 R1



(2) カップリング強度

a. カップリングボルトのせん断応力の計算式

以下に示す計算式により，せん断応力を計算する。

$$\tau_s = \frac{F_s}{A_s} \dots\dots\dots (3. 100)$$

τ_s : せん断応力 (MPa)

F_s : ボルトにかかる全せん断力 (N)

$$F_s = \frac{60 \cdot T}{\pi \cdot D \cdot N} \times 10^6 \dots\dots\dots (3. 101)$$

T : 伝達動力 (kW)

D : ボルト中心直径 (mm)

N : 回転速度 (rpm)

A_s : 全ボルト断面積 (mm²)

$$A_s = N_s \times \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \dots\dots\dots (3. 102)$$

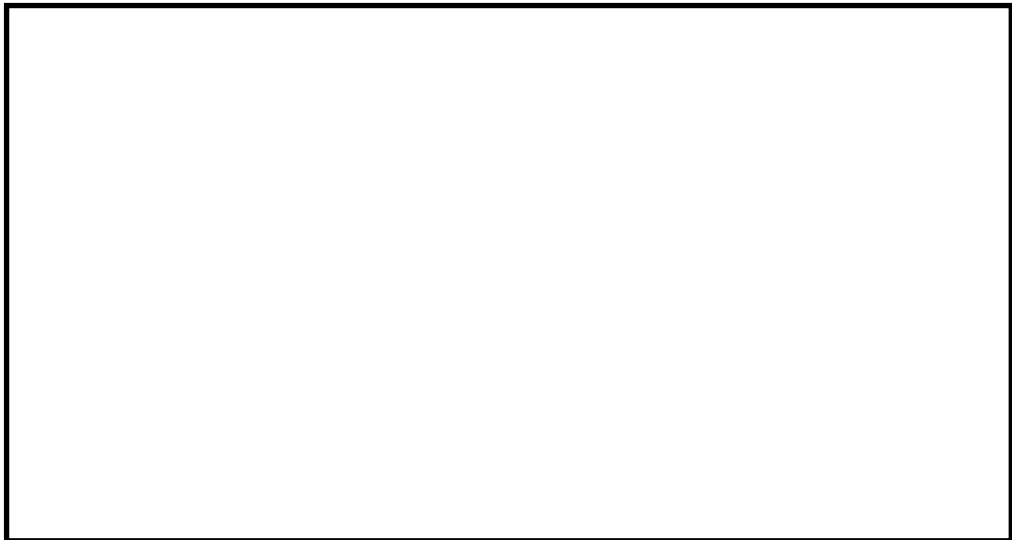
N_s : ボルト本数

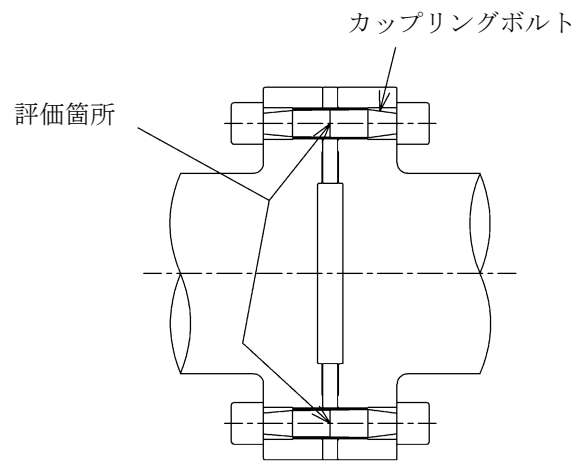
d_o : ボルト外径 (mm)

d_i : ボルト内径 (mm)

b. 評価

第7図に示すカップリングの評価箇所において，以下に示す評価式を満足することを確認する。





第7図 カップリングの評価箇所

4. 強度評価結果

円板の強度評価結果を第 1 表及び第 2 表に、隔板及び噴口の強度評価結果を第 3 表に、翼の強度評価結果を第 4 表から第 12 表に、車軸の強度評価結果を第 13 表及び第 14 表に示す。なお、円板、翼については A, B, C ともに同じ形状をしており評価結果に差はないため、区別をしていない。隔板及び噴口の評価については、最も厳しい評価結果となった低圧タービン C の発電機側の評価結果を代表として記載している。

表に示す通り、蒸気タービンの各部材は十分な強度を有している。

第1表(1/2) 定格回転速度における円板の強度評価結果 (平均接線応力に対する強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
接線方向荷重 <input type="text"/> (N)							
断 面 積 A (mm ²)							
平均接線応力 σ_{av} (MPa)							
引 張 強 さ σ_t (MPa)							
応 力 比 σ_t / σ_{av}							

39

第1表(2/2) 円板の強度評価結果 (平均接線応力に対する強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
接線方向荷重 <input type="text"/> (N)							
断 面 積 A (mm ²)							
平均接線応力 σ_{av} (MPa)							
引 張 強 さ σ_t (MPa)							
応 力 比 σ_t / σ_{av}							

第2表(1/4) 定格回転速度における円板の強度評価結果 (翼溝部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
翼溝部に作用する遠心力 F_c (N)							
<input type="text"/>							
翼溝部に作用する曲げ力 F_{hn}, F_{fn} (N)							
翼溝部の断面積 A_g (mm ²)							
翼フック数または翼フォーク数 n_h, n_f							
遠心応力 σ_c (MPa)							
<input type="text"/>							
合成応力 σ_{cd} (MPa)							
引張強さ σ_t (MPa)							
応力比 σ_t / σ_{cd}							
<input type="text"/>							

第2表(2/4) 円板の強度評価結果 (翼溝部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
翼溝部に作用する遠心力 F_c (N)							
							
翼溝部に作用する曲げ力 F_{hn}, F_{fn} (N)							
翼溝部の断面積 A_g (mm ²)							
翼フック数または翼フォーク数 n_h, n_f							
遠心応力 σ_c (MPa)							
							
合成応力 σ_{cd} (MPa)							
引張強さ σ_t (MPa)							
応力比 σ_t / σ_{cd}							

第2表(3/4) 定格回転速度における円板の強度評価結果 (翼溝フック部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14
翼溝フック部に作用する遠心力 F_c (N)					
翼溝フック部に作用する曲げ力 F_h (N)					
翼溝フック部の断面積*1 A_g (mm ²)					
翼フック数 n_h					
せん断応力*1 τ_c (MPa)					
合成応力*1 τ_{cd} (MPa)					
せん断方向の引張強さ*2 τ_t (MPa)					
応力比*1 τ_t / τ_{cd}					

注記*1

*2 : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

第2表(4/4) 円板の強度評価結果 (翼溝フック部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14
翼溝フック部に作用する遠心力 F_c (N)					
<input type="text"/>					
翼溝フック部に作用する曲げ力 F_b (N)					
翼溝フック部の断面積*1 A_g (mm ²)					
翼フック数 n_h					
せん断応力*1 τ_c (MPa)					
<input type="text"/>					
合成応力*1 τ_{cd} (MPa)					
せん断方向の引張強さ*2 τ_t (MPa)					
応力比*1 τ_t / τ_{cd}					

注記*1

*2 : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

第3表 隔板及び噴口の強度評価結果

低圧タービン（最も厳しい評価結果となった低圧タービンCの発電機側の評価結果を代表として記載する）

段 落	10	11	12	13	14	15	16
最大応力部位	外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	外輪部	内輪部	内輪部
噴口の断面係数* (軸方向) Z_n (mm ³)							
噴口の断面係数* (周方向) Z_n (mm ³)							
曲げ応力 σ_b (MPa) (軸方向と周方向の合成応力)							
引張強さ σ_t (MPa)							
応力比 σ_t / σ_b							

注記* :

第4表(1/2) 定格回転速度における翼の強度評価結果 (翼根元の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
翼根元に作用する遠心力 F_v (N)							
ϕ B部の断面積 A_b (mm ²)							
遠心応力 σ_c (MPa)							
翼有効長さ B_h (mm)							
断面係数 (軸方向) Z_b (mm ³)							
断面係数 (周方向) Z_b (mm ³)							
合成応力 σ_{cb} (MPa)							
引張強さ σ_t (MPa)							
応力比 σ_t / σ_{cb}							

第 4 表 (2/2) 翼の強度評価結果 (翼根元の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14	15	16
翼根元に作用する遠心力 F_v (N)							
ϕ B 部の断面積 A_b (mm ²)							
遠 心 応 力 σ_c (MPa)							
							
翼有効長さ B_h (mm)							
							
断 面 係 数 (軸方向) Z_b (mm ³)							
							
断 面 係 数 (周方向) Z_b (mm ³)							
							
合 成 応 力 σ_{cb} (MPa)							
引 張 強 さ σ_t (MPa)							
応 力 比 σ_t / σ_{cb}							

第5表(1/2) 定格回転速度における翼の強度評価結果 (翼フック部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14
翼フック部に作用する遠心力*1 F_b (N)					
翼フック部の断面積*1 A_h (mm ²)					
翼フック数 n_h					
せん断応力*1 τ_h (MPa)					
合成応力*1 τ_{he} (MPa)					
せん断方向の引張強さ*2 τ_t (MPa)					
応力比*1 τ_t / τ_{he}					

注記*1 :

注記*2 : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

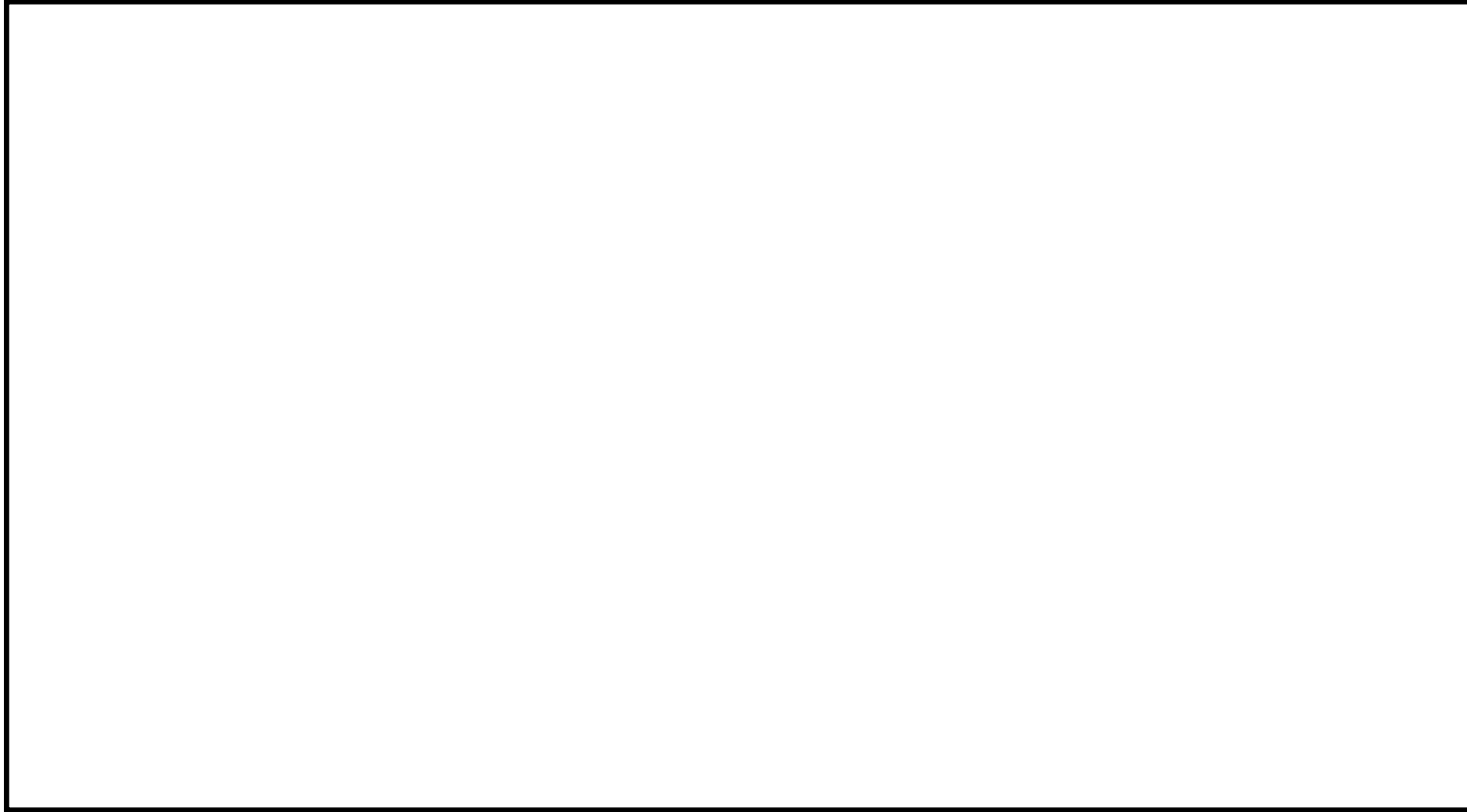
第5表(2/2) 翼の強度評価結果 (翼フック部の強度)

低圧タービン

段 落	10	11	12	13	14
翼フック部に作用する遠心力*1 F_b (N)	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>				
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>					
翼フック部の断面積*1 A_h (mm ²)					
翼フック数 n_h					
せん断応力*1 τ_h (MPa)					
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>					
合成応力*1 τ_{he} (MPa)					
せん断方向の引張強さ*2 τ_t (MPa)					
応力比*1 τ_t / τ_{he}					

注記*1

注記*2 : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

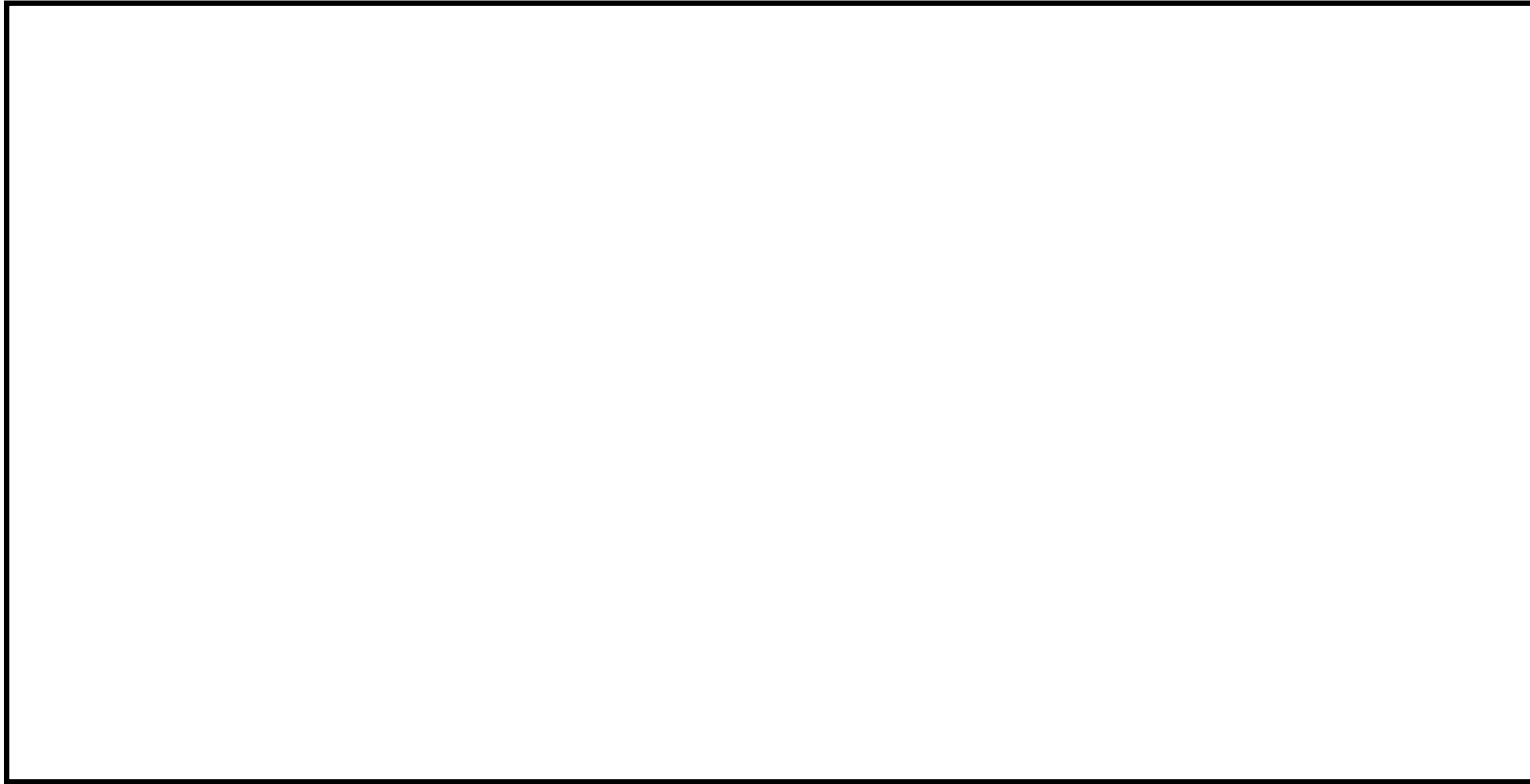


K7 ① VI-5 R0

50



K7 ① VI-5 R0

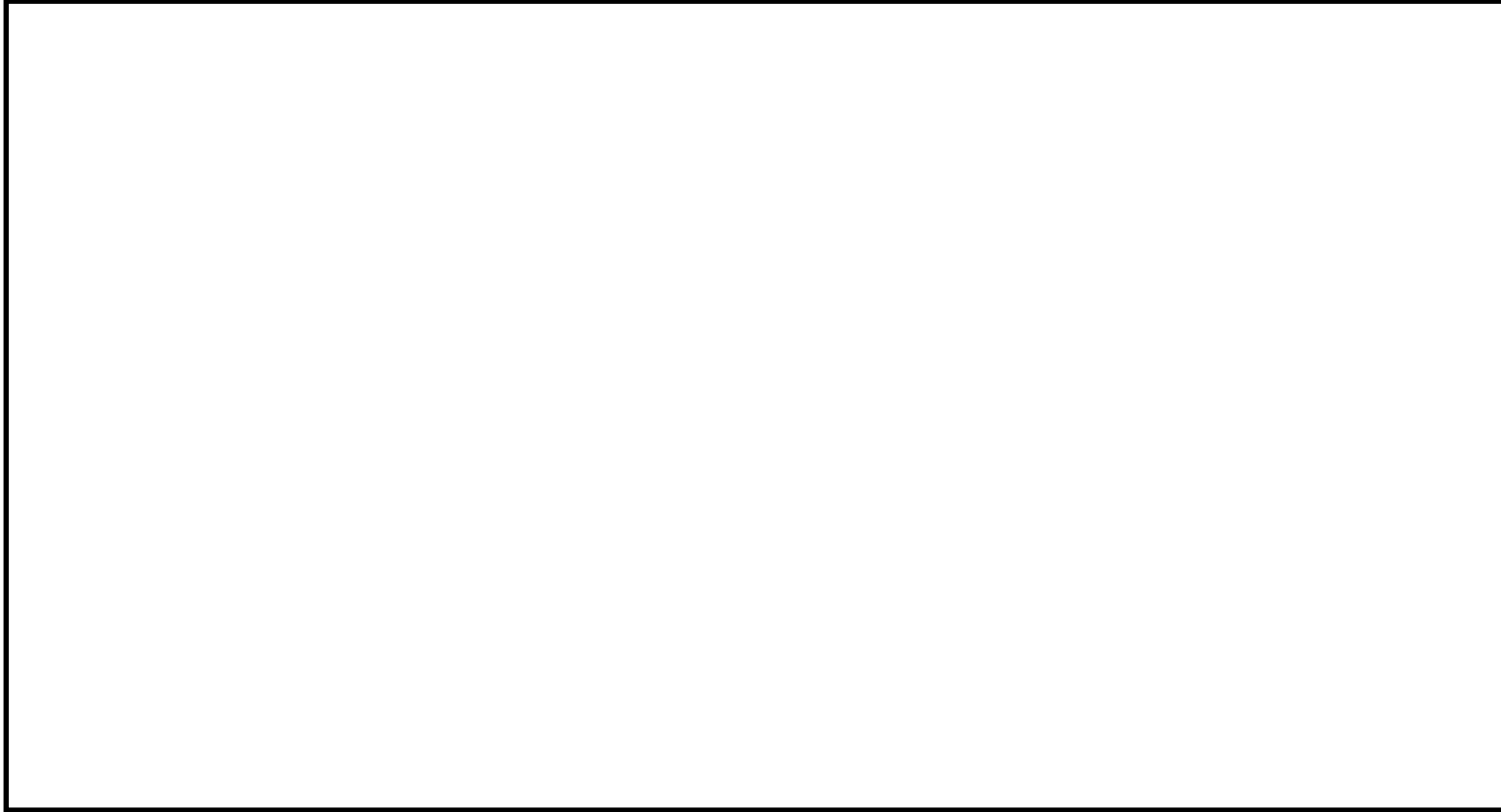


K7 ① VI-5 R0

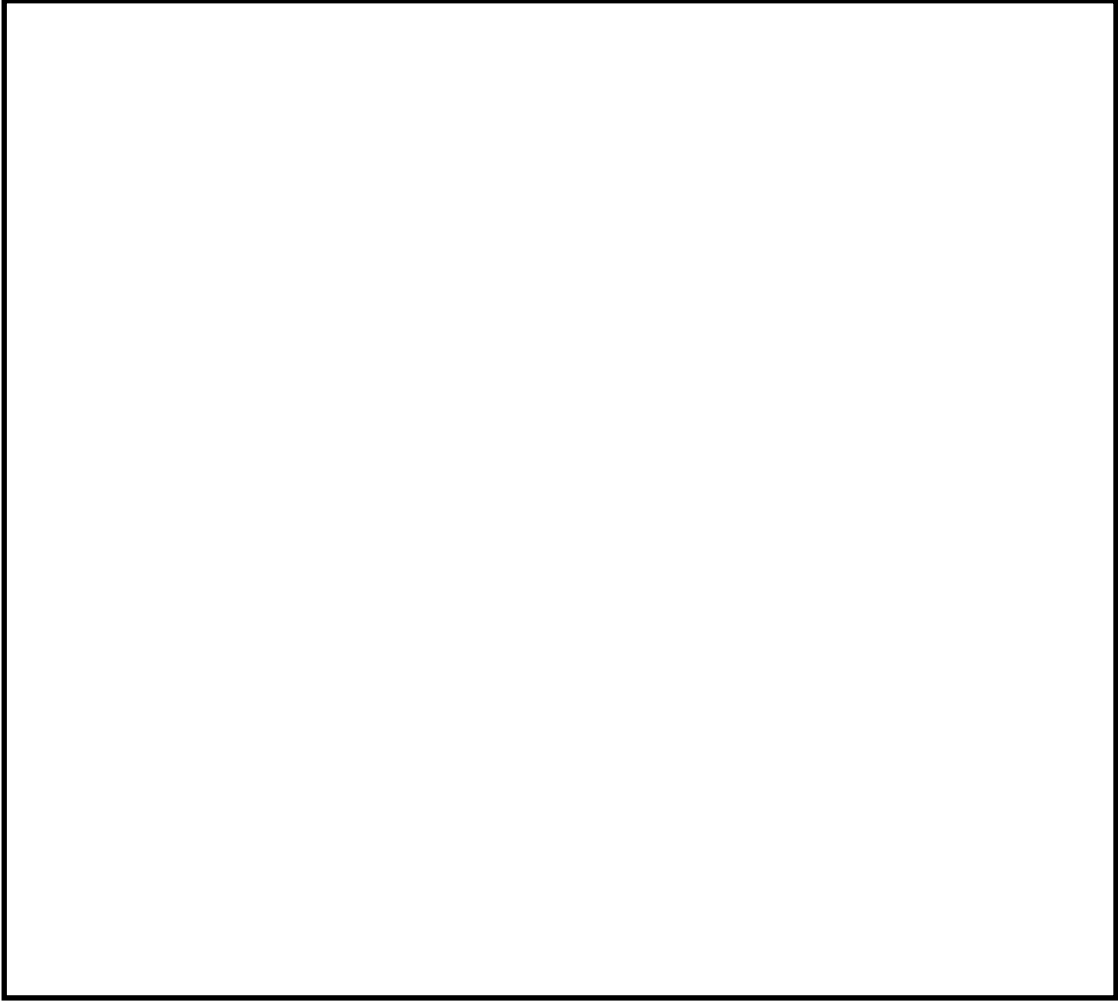


K7 ① VI-5 R0

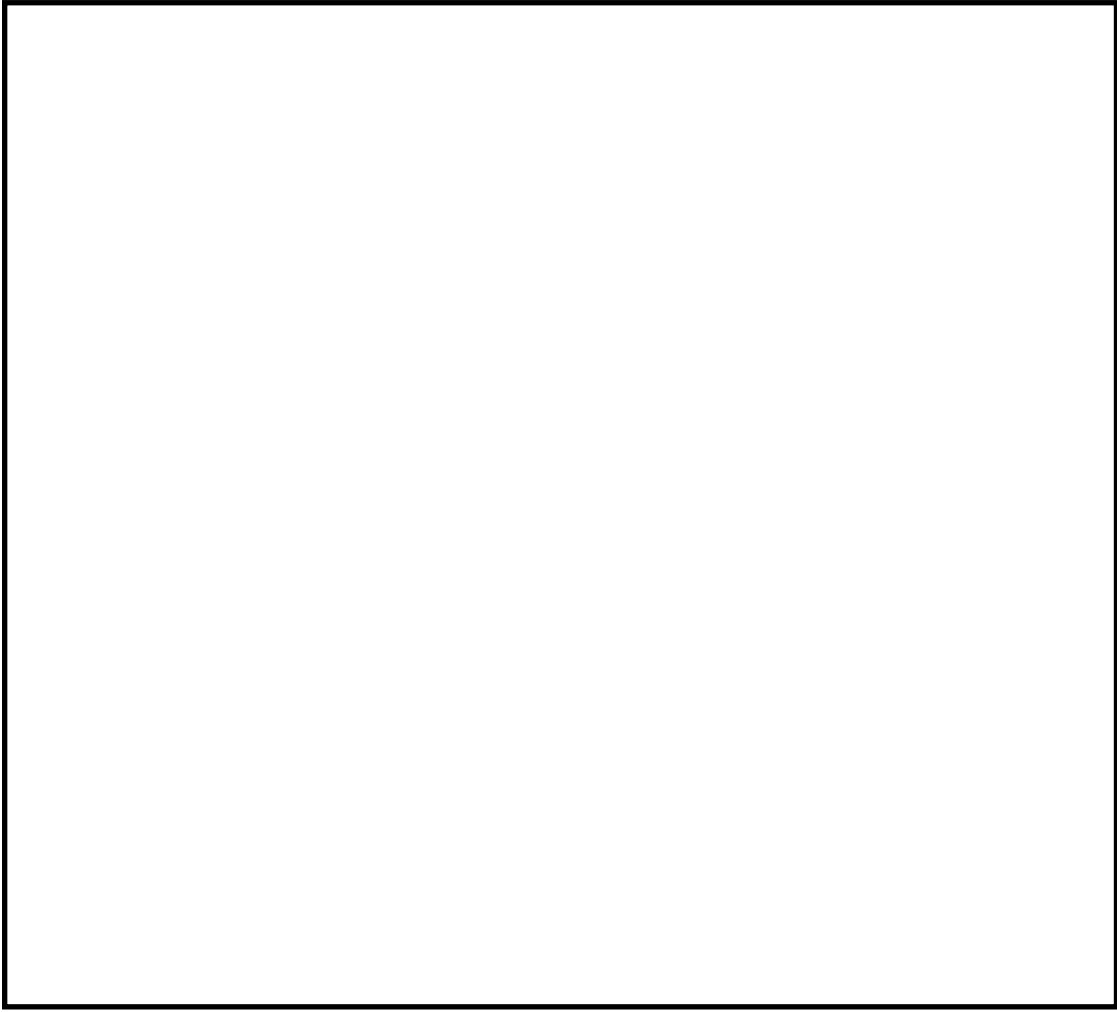




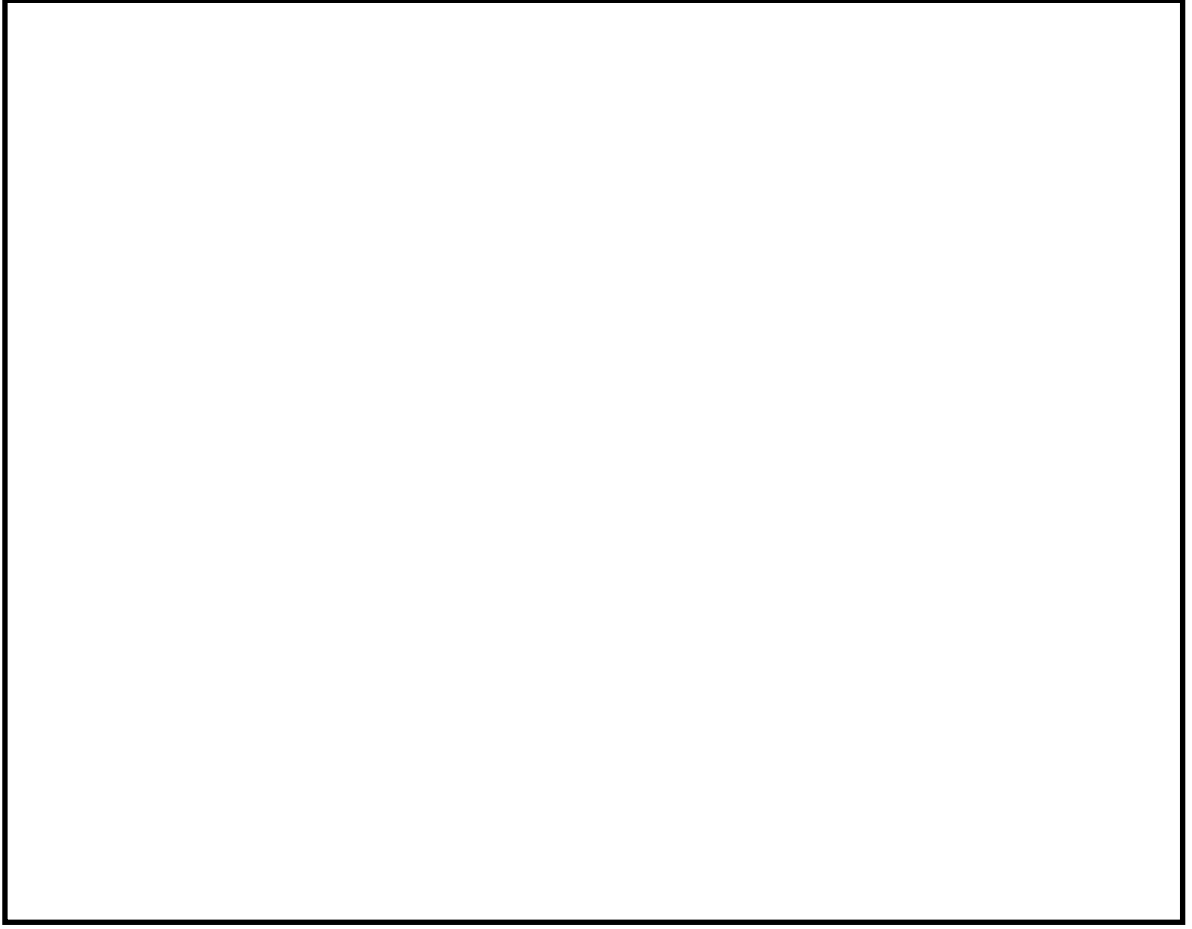
K7 ① VI-5 R0



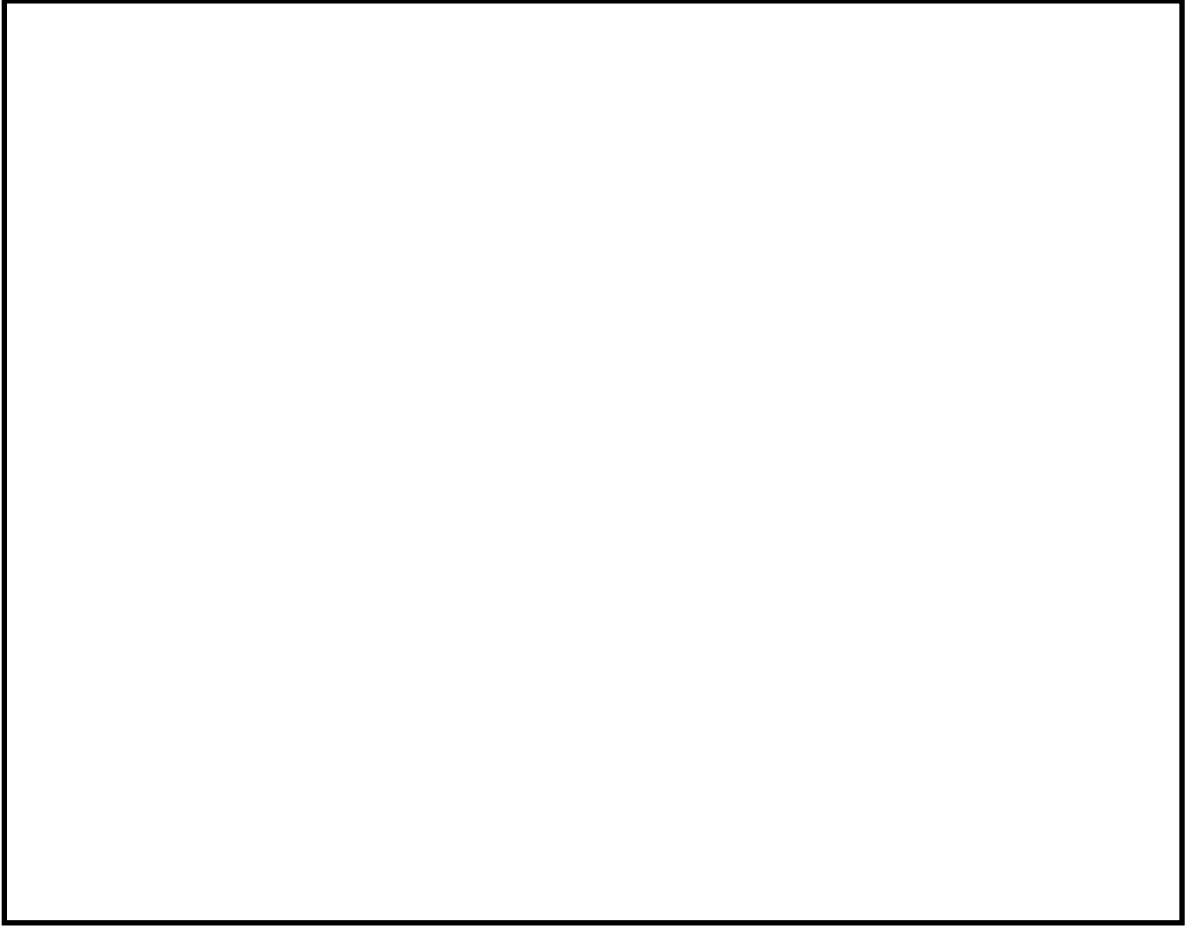
K7 ① VI-5 R0



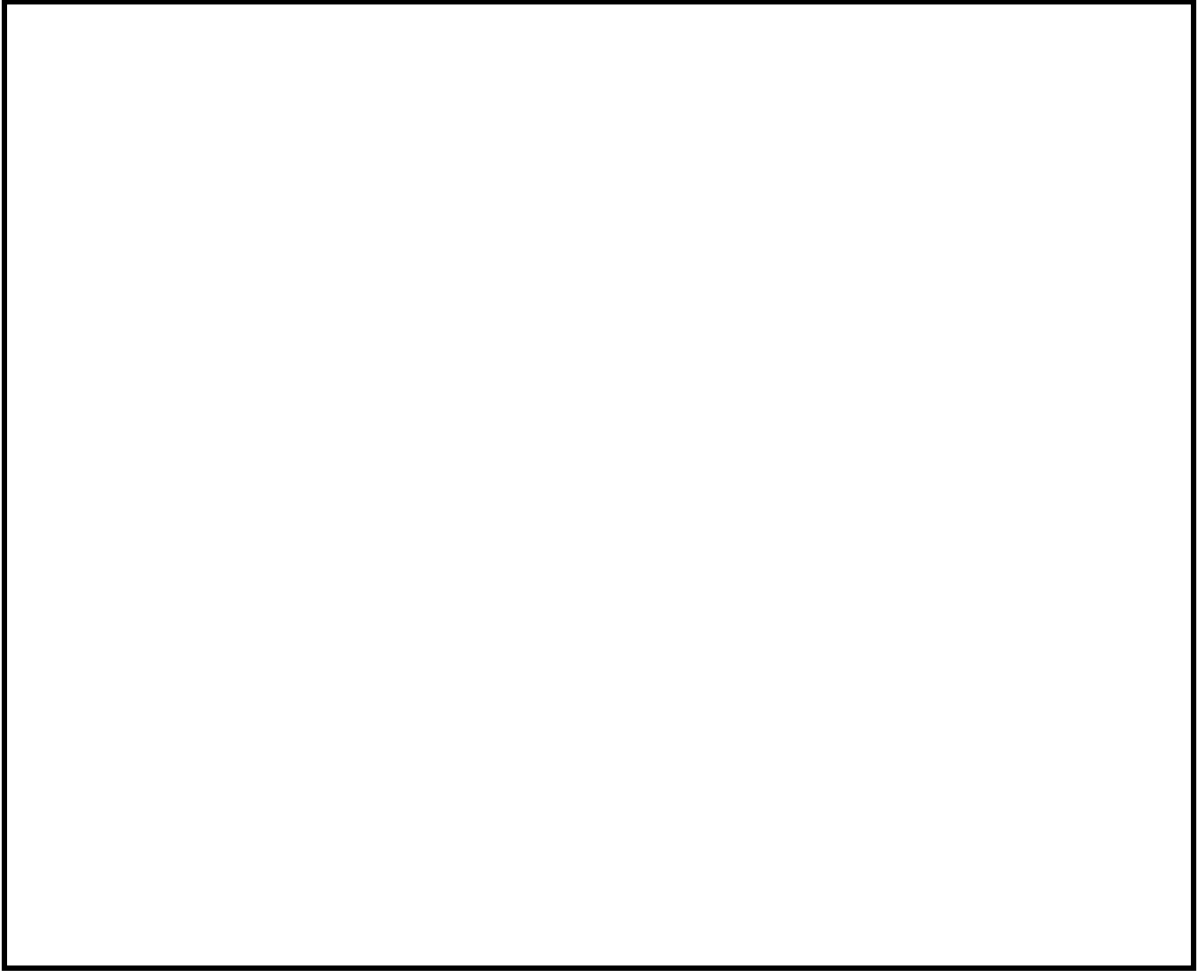
K7 ① VI-5 R0



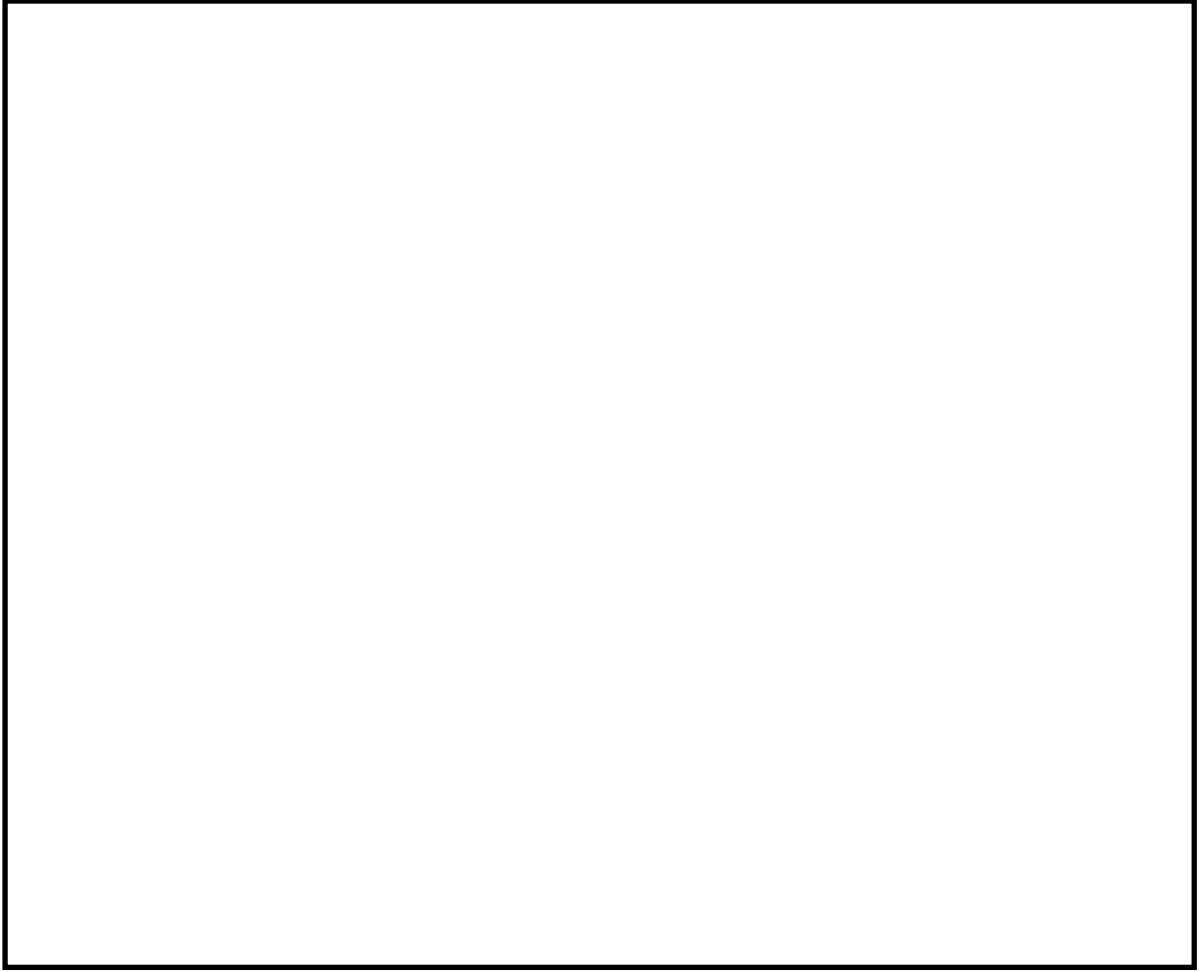
K7 ① VI-5 R0



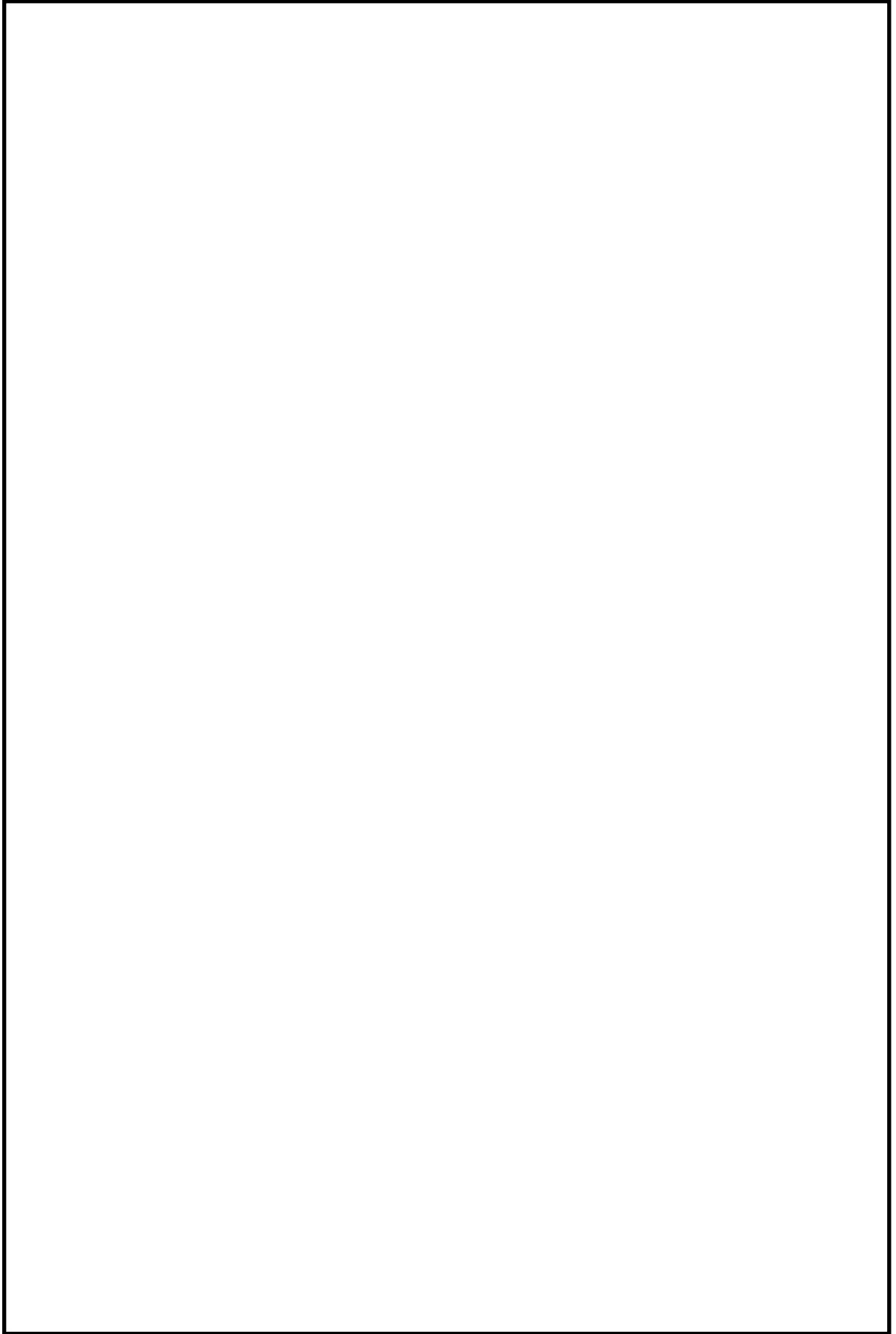
K7 ① VI-5 R0



K7 ① VI-5 R0



K7 ① VI-5 R0



第 13 表 (1/2) 設計最大出力運転時における車軸の強度評価結果 (軸振り強度)

部 位	高圧～低圧A間	低圧A～低圧B間		低圧B～低圧C間		低圧C～発電機間
	第3軸受	第4軸受	第5軸受	第6軸受	第7軸受	第8軸受
伝達動力 T (kW)						
回転速度 N (rpm)	1500	1500	1500	1500	1500	1500
軸外径 D (mm)						
軸内径 d (mm)						
振り応力 τ_{to} (MPa)						
せん断方向の引張強さ* τ_t (MPa)						
応力比 τ_t / τ_{to}						

注記* : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$



第13表(2/2) 短絡時における車軸の強度評価結果(軸振り強度)

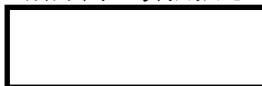
部 位	高圧～低圧A間	低圧A～低圧B間		低圧B～低圧C間		低圧C～発電機間
	第3軸受	第4軸受	第5軸受	第6軸受	第7軸受	第8軸受
伝達動力 T (kW)						
回転速度 N (rpm)						
軸 外 径 D (mm)						
軸 内 径 d (mm)						
振り応力 τ_{to} (MPa)						
せん断方向の引張強さ* τ_t (MPa)						
応 力 比 τ_t / τ_{to}						

注記* : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

第 14 表 (1/2) 設計最大出力運転時における車軸の強度評価結果 (カップリングボルトの強度)

部 位		低圧 A～低圧 B 間	低圧 B～低圧 C 間	低圧 C～発電機間
伝 達 動 力	T (kW)			
回 転 速 度	N (rpm)			
ボルト本数	Ns			
ボルト外径	do (mm)			
ボルト内径	di (mm)			
ボルト中心直径	D (mm)			
せん断応力	τ_s (MPa)			
せん断方向の引張強さ* τ_t (MPa)				
応 力 比	τ_t / τ_s			

注記* : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$



第 14 表 (2/2) 短絡時における車軸の強度評価結果 (カップリングボルトの強度)

		低圧 A～低圧 B 間	低圧 B～低圧 C 間	低圧 C～発電機間
伝達動力	T (kW)			
回転速度	N (rpm)			
ボルト本数	Ns			
ボルト外径	do (mm)			
ボルト内径	di (mm)			
ボルト中心直径	D (mm)			
せん断応力	τ_s (MPa)			
せん断方向の引張強さ*	τ_t (MPa)			
応力比	τ_t / τ_s			

注記* : せん断方向の引張強さ = 引張強さ / $\sqrt{3}$

VI-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 使用材料及び許容応力度	8
3. 柱・はり部の構造評価	9
3.1 荷重の種類及びその組合せ	9
3.2 T/G架台応力の算定方針	13
3.3 T/G架台の断面検定結果	15
4. 基礎スラブ部の構造評価	19

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5条及びその「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」に基づいて、蒸気タービンの基礎が、設計用地震力に対してその安全性が損なわれるおそれがないことを示すものである。

蒸気タービンの基礎とは、タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える剛性の極めて大きなはり、柱及び壁によって構成される鉄筋コンクリート造の壁付ラーメン架構(以下、T/G架台という)及びそれを支持する基礎スラブをいう。

蒸気タービン取替に伴う機器重量変化後の蒸気タービンの基礎の検討として、T/G架台及び基礎スラブの構造健全性について検討し評価を行っている。

検討方法及び評価は、建設時第1回工事計画認可申請書(3資庁第6675号平成3年8月23日認可)添付書類「-1-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書」の設計荷重条件と今回変更となる機器重量条件を考慮し、柱、はりが現状の鉄筋量で問題のないことを確認している。

基礎スラブについては作用する荷重の建設時との比較によって現状の配筋で問題のない事を確認した。接地圧は許容地耐力以下であることを確認している。

また、地震荷重については、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「-2-1-9 機能維持の基本方針」に準拠し、建築基準法に示される震度をもとにした水平震度に基づき震度法により算出している。

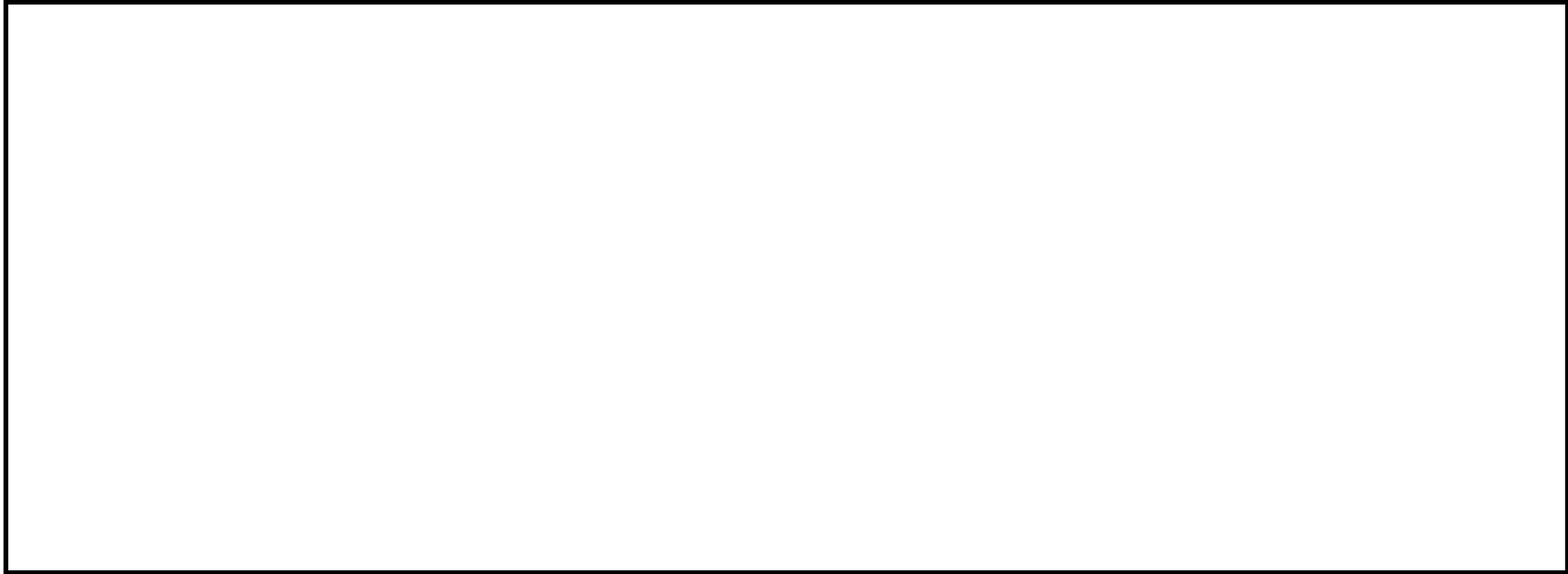
なお、算定は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 許容応力度設計法(1999)」(日本建築学会)及び「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2005)」(日本建築学会)による。

蒸気タービンの基礎の概要を表1-1に、蒸気タービンの基礎の状況を明示した図を第1-1~1-5図に示す。

表 1-1 蒸気タービンの基礎の概要

	概 要
T / G 架台・ 基礎スラブの 構造及び主要 寸法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造 <ul style="list-style-type: none"> 架台 鉄筋コンクリート構造 基礎スラブ 鉄筋コンクリート構造 ・ 架台寸法 <ul style="list-style-type: none"> 高さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/> 長さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/> 幅 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/> ・ 基礎スラブ <ul style="list-style-type: none"> 厚さ <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>
重 量	<ul style="list-style-type: none"> ・ T / G 架台重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/> ・ T / G 架台上機器重量 <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>

K7 ① VI-6 R0



第 1-1 図 平面図 (T. M. S. L 20, 400) (单位 : mm)

K7 ① VI-6 R0



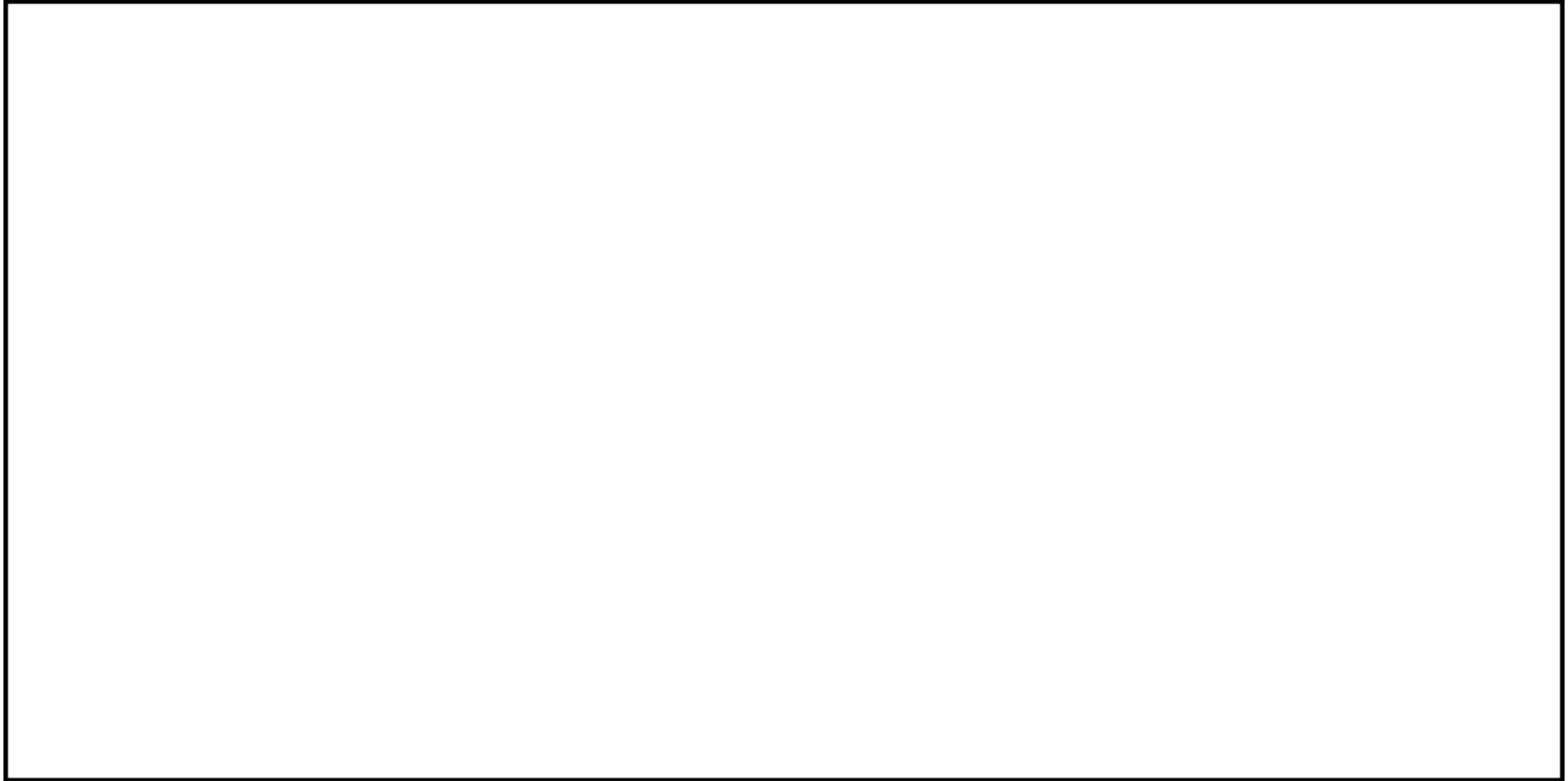
第 1-2 図 平面図 (T. M. S. L 12, 300) (单位 : mm)

K7 ① VI-6 R0



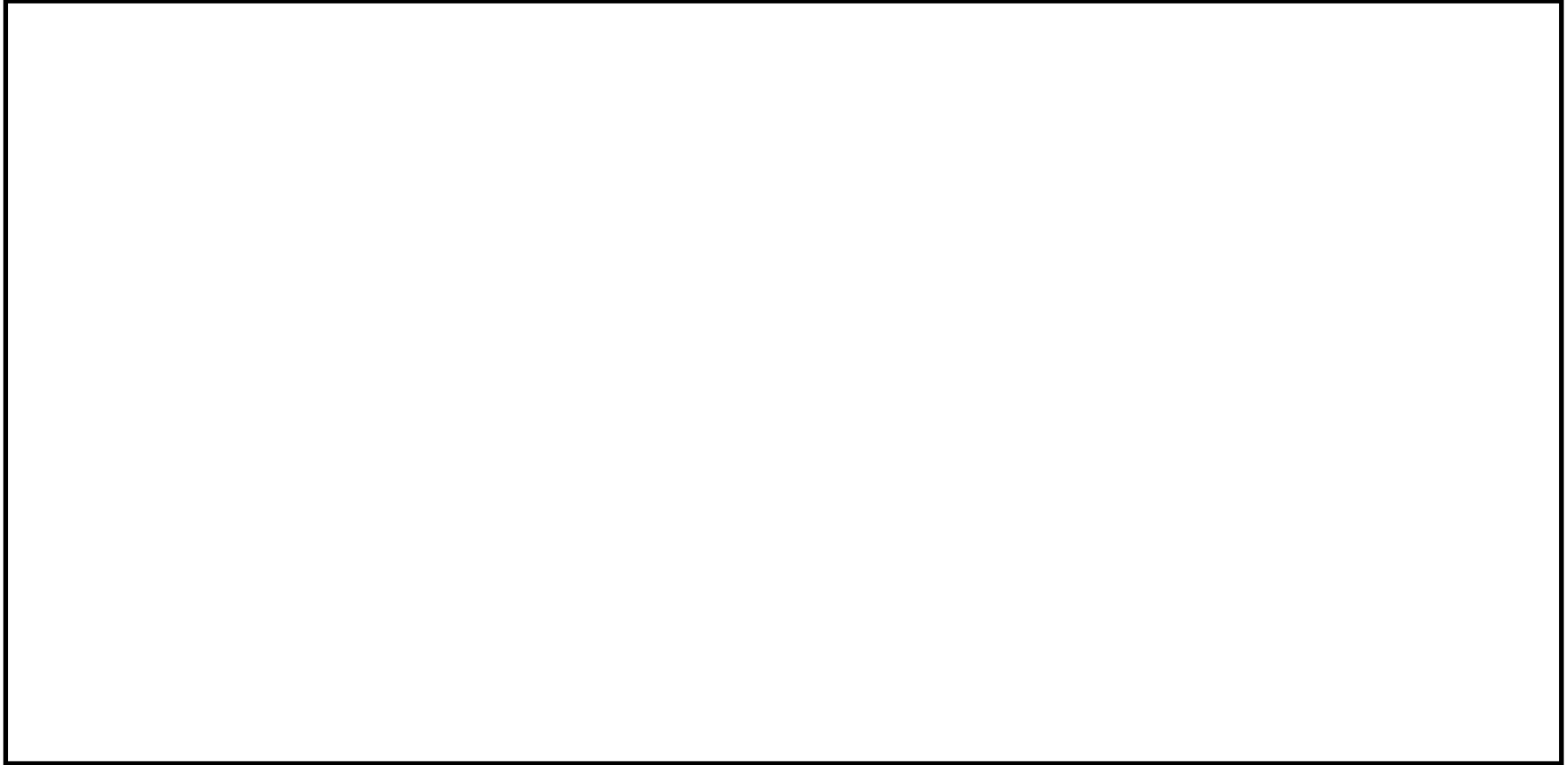
第 1-3 図 平面図 (T.M.S.L -5, 100) (単位 : mm)

K7 ① VI-6 R0



第 1-4 図 断面図 (X2 通り) (単位 : mm)

K7 ① VI-6 R0



第 1-5 图 断面图 (单位 : mm)

2. 使用材料及び許容応力度

T/G架台に使用したコンクリートの設計基準強度は 32.3MPa, 基礎スラブに使用したコンクリートの設計基準強度は 29.4MPa, 鉄筋は, いずれも J I S G 3 1 1 2 に規定される異形棒鋼で, T/G架台及び基礎スラブの主筋に使用したのは S D 345 である。コンクリート, 鉄筋の許容応力度を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 コンクリートの許容応力度 (単位: MPa)

	長期			短期		
	圧縮	引張り	せん断	圧縮	引張り	せん断
T/G架台 普通コンクリート	10.7	—	0.81	21.4	—	1.21
基礎スラブ 普通コンクリート	9.80	—	0.78	19.6	—	1.17

表 2-2 鉄筋の許容応力度 (単位: MPa)

	長期		短期	
	引張り及び圧縮	せん断補強	引張り及び圧縮	せん断補強
S D 345	215 195*	195	345	345

注記*: D 29 以上

なお, 地盤の長期許容地耐力は 220t/m², 短期許容地耐力は 420t/m² であり, これをそれぞれ SI 単位換算し, 長期 2,157kN/m², 短期 4,118kN/m² とする。

3. 柱・はり部の構造評価

以下の荷重条件で、構造健全性が確保されていることを以下のとおり確認している。

3.1 荷重の種類及びその組合せ

3.1.1 荷重の種類

設計として考慮する荷重の種類及びその概要を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 荷重の種類

自重 (D)	D_p : T/G架台自重 W_M : 機器自重 D_l : 遮蔽板自重 P : 配管荷重
定格回転時荷重 (O)	V : 復水器真空荷重 T_t : タービントルク荷重 T_g : 発電機トルク荷重 M_e : 熱膨張反力
非常回転時荷重 (E)	G_{SC} : 発電機短絡荷重 R : ロータ偏心荷重 L : 最終段羽根飛散時荷重 B_T : 弁トリップ荷重
地震荷重 (S)	S_H : Bクラス用地震荷重

3.1.2 地震荷重の算定

地震荷重については，令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の「-2-1-9 機能維持の基本方針」に準拠し，層せん断力係数に基づき算出する。

a. 建築，構築物（架台）

Bクラス：層せん断力係数 $1.5C_1$

b. 機器，配管系（機器）

Bクラス：層せん断力係数 $1.8C_1$

ここに， C_1^* は，平成3年8月23日付け3資庁第6875号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の工事の計画の「-1-6 蒸気タービンの基礎に関する説明書」の層せん断力係数を適用する。

注記*：層せん断力係数を算出する際の C_1 は，標準せん断力係数を0.2とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

3.1.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.1-2 に示す。

表 3.1-2 荷重の組合せ

荷重 ケース	基本の組合せ		許容限界
1	D + O		長期許容応力度
2 3	D + O + E + S		短期許容応力度



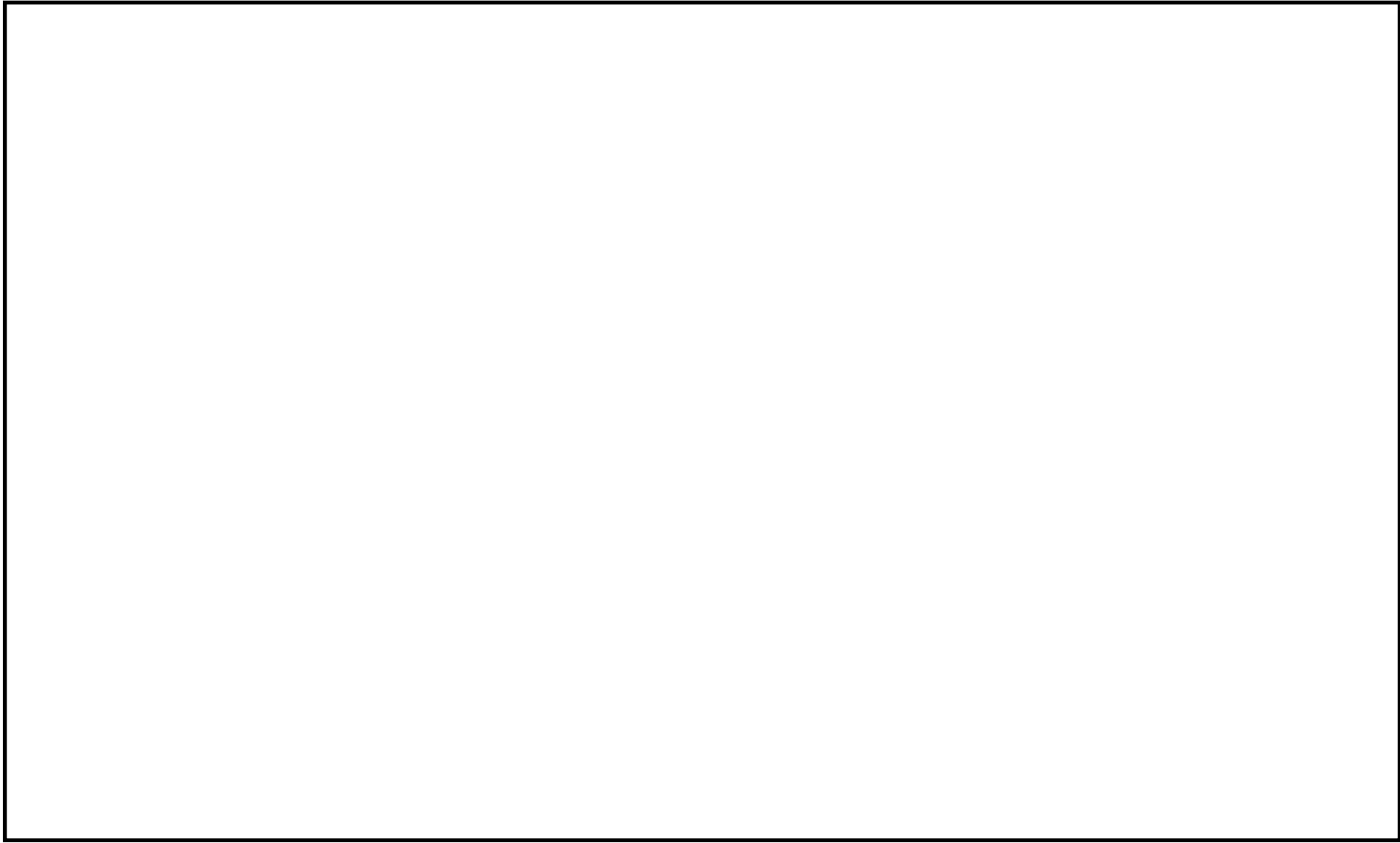
D : 自重 (D_p, W_M, D₁, P)

O : 定格回転時荷重 (V, T_t, T_g, M_e)

E : 非常回転時荷重 (G_{SC}, R, L, B_T)

S : 地震荷重 (S_H)

なお、機器荷重条件を第 3.1-1 図に示す。



第 3.1-1 図 タービン発電機基礎 機器荷重分布図

3.2 T/G架台応力の算定方針



なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

解析に用いる材料の物性値は次のとおりである。

コンクリートのヤング係数 $E = 2.50 \times 10^4$ MPa

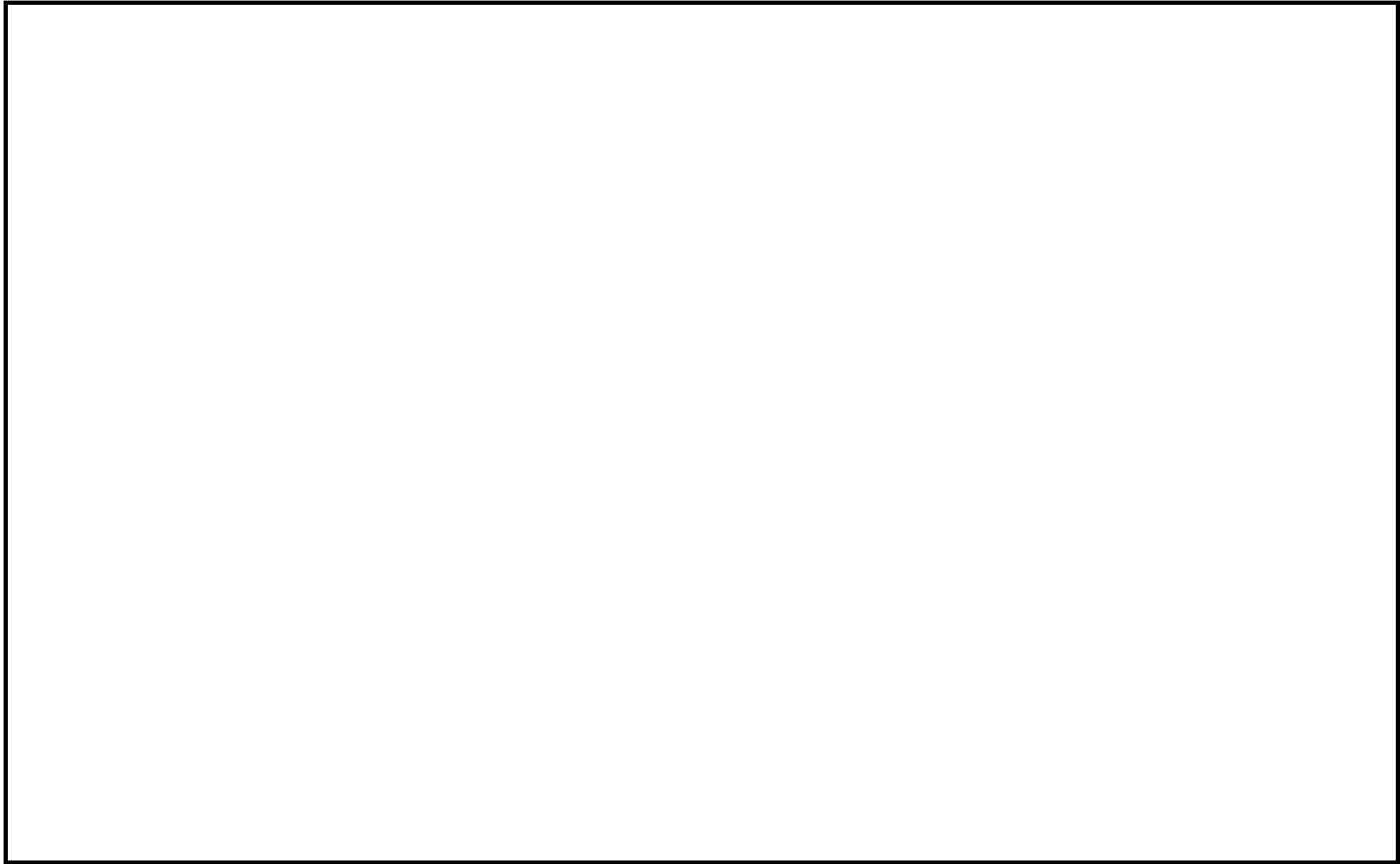
コンクリートのせん断弾性係数 $G = 1.04 \times 10^4$ MPa

コンクリートのポアソン比 0.2

鉄筋コンクリートの単位体積重量 $\gamma = 23.54$ kN/m³ (2.4t/m³をSI単位換算)

応力解析モデルを第 3.2-1 図に示す。

K7 ① VI-6 R1



3.3 T/G架台の断面検定結果

各部材の断面算定は機器荷重変更後の荷重の組合せのうち最も不利な応力について行う。

(1) はり

長方形ばりとして断面算定を行う。

(2) 柱

長方形柱として断面算定を行い、コンクリートの全断面積に対する主筋全断面積の割合は、0.8%以上とする。

例としてY4通りの一層目及び二層目の柱断面 ($_1C X_1Y_4$, $_2C X_1Y_4$) 算定結果を表 3.3-1 及び表 3.3-2 に示す。同様に一層目及び二層目のはり断面 ($_1G Y_4$, $_2G Y_4$) 算定結果を表 3.3-3 に示す。

各表中で使用する記号は下記の通りである。

b	: 材の幅
D	: 材のせい
d	: 曲げ材の圧縮縁から引張鉄筋重心までの距離 (有効せい)
j	: 曲げ材の応力中心距離 ($7d/8$)
N	: 軸力
M	: 曲げモーメント
Q	: せん断力
N_D	: 設計用軸力
M_D	: 設計用曲げモーメント
Q_D	: 設計用せん断力
P_t	: 長方形ばり, 長方形柱の引張鉄筋比
a_t	: 引張鉄筋の断面積
f_s	: コンクリートの許容せん断応力度
α	: はり又は柱のせん断スパン比 M/Qd による割増し係数
f_t	: 鉄筋の許容引張応力度
p_w	: あばら筋比又は帯筋比

表 3.3-1 柱の断面検定結果 (部材: $1C X_1 Y_4$)

柱 記 号		$1C X_1 Y_4$				
位 置		柱 頭		柱 脚		
方 向		X	Y	X	Y	
断面形	$b \times D$ (mm)					
	j (mm)					
	$b D$ ($\times 10^6 \text{mm}^2$)					
	$b D^2$ ($\times 10^{10} \text{mm}^3$)					
長期荷重時	N ($\times 10^3 \text{N}$)					
	M ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)					
	Q ($\times 10^3 \text{N}$)					
短期荷重時	N ($\times 10^3 \text{N}$)					
	M ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)					
	Q ($\times 10^3 \text{N}$)					
設計応力	長期					N_D ($\times 10^3 \text{N}$)
						M_D ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)
						Q_D ($\times 10^3 \text{N}$)
	短期					N_D ($\times 10^3 \text{N}$)
						M_D ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)
						Q_D ($\times 10^3 \text{N}$)
長期	$N_D / b D$ (MPa)					
	$M_D / b D^2$ (MPa)					
	P_t (%)					
短期	$N_D / b D$ (MPa)					
	$M_D / b D^2$ (MPa)					
	P_t (%)					
a_t (mm^2)						
配筋設計	引張側鉄筋					
	断面積 (mm^2)					
せん断力の検討	$f_s b j$ ($\times 10^3 \text{N}$)					
	P_w (%)					
	帯筋					
	帯筋比 (%)					

K7 ① VI-6 R0

表 3.3-2 柱の断面検定結果 (部材: $2C X_1 Y_4$)

柱 記 号		$2C X_1 Y_4$				
位 置		柱 頭		柱 脚		
方 向		X	Y	X	Y	
断面形	$b \times D$ (mm)					
	j (mm)					
	$b D$ ($\times 10^6 \text{mm}^2$)					
	$b D^2$ ($\times 10^{10} \text{mm}^3$)					
長期荷重時	N ($\times 10^3 \text{N}$)					
	M ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)					
	Q ($\times 10^3 \text{N}$)					
短期荷重時	N ($\times 10^3 \text{N}$)					
	M ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)					
	Q ($\times 10^3 \text{N}$)					
設計応力	長期					N_D ($\times 10^3 \text{N}$)
						M_D ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)
						Q_D ($\times 10^3 \text{N}$)
	短期					N_D ($\times 10^3 \text{N}$)
						M_D ($\times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$)
						Q_D ($\times 10^3 \text{N}$)
長期	$N_D / b D$ (MPa)					
	$M_D / b D^2$ (MPa)					
	P_t (%)					
短期	$N_D / b D$ (MPa)					
	$M_D / b D^2$ (MPa)					
	P_t (%)					
a_t (mm^2)						
配筋設計	引張側鉄筋					
	断面積 (mm^2)					
せん断力の検討	$f_s b j$ ($\times 10^3 \text{N}$)					
	P_w (%)					
	帯筋					
	帯筋比 (%)					

K7 ① VI-6 R0

表 3.3-3 はりの断面検定結果

標 高		T. M. S. L. 20,400			T. M. S. L. 7,000					
は り 記 号		2GY4			1GY4					
位 置		X1 端	中 央	X2 端	X1 端	中 央	X2 端			
断面形	b × D (mm)									
	d (mm)									
	j (mm)									
長期荷重	M (×10 ⁶ N・mm)									
	Q (×10 ³ N)									
短期荷重	M (×10 ⁶ N・mm)									
	Q (×10 ³ N)									
設計応力	長期							M _D (×10 ⁶ N・mm)	上げ	
								Q _D (×10 ³ N)	下げ	
	短期							M _D (×10 ⁶ N・mm)	上げ	
								Q _D (×10 ³ N)	下げ	
長期	M _D /f _{tj} (mm ²)							上げ		
								下げ		
短期	M _D /f _{tj} (mm ²)							上げ		
								下げ		
	a _t (mm ²)							上げ		
								下げ		
設計配筋	上げ筋									
	下げ筋									
	断面積 (mm ²)							上げ		
せん断力の検討	f _s b j (×10 ³ N)									
	α									
	α f _s b j (×10 ³ N)									
	P _w (%)									
	配筋							あばら筋		
								あばら筋比 (%)		

K7 ① VI-6 R0

4. 基礎スラブ部の構造評価

タービン建屋の機器，土圧等の荷重には変更がなく，タービン建屋から基礎スラブ部に作用する荷重は，地震時を含めて建設時の値を超えることはない。

T/G架台の柱脚に作用する取替後応力と建設時応力の比較を表 4-1 に示す。なお，建設時より大きくなる部位については，現状の配筋で問題ないことを確認している。

また，接地圧についても許容地耐力以下の $4,118\text{kN/m}^2$ 以下であることを確認している。

表 4-1 柱脚応力の新旧比較

(a) Y1 通り ${}_1C_1$

対象柱脚	Y1 通り ${}_1C_1$			
応力方向	X 方向柱脚応力		Y 方向柱脚応力	
応力種別	$\text{Max } N_x (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_x (\times 10^6\text{Nmm})$	$\text{Max } N_y (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_y (\times 10^6\text{Nmm})$
取替後応力				
建設時応力				
応力比 (取替後/建設時)				

(b) Y4 通り ${}_1C_4$

対象柱脚	Y4 通り ${}_1C_4$			
応力方向	X 方向柱脚応力		Y 方向柱脚応力	
応力種別	$\text{Max } N_x (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_x (\times 10^6\text{Nmm})$	$\text{Max } N_y (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_y (\times 10^6\text{Nmm})$
取替後応力				
建設時応力				
応力比 (取替後/建設時)				

(c) Y6 通り ${}_1C_6$

対象柱脚	Y6 通り ${}_1C_6$			
応力方向	X 方向柱脚応力		Y 方向柱脚応力	
応力種別	$\text{Max } N_x (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_x (\times 10^6\text{Nmm})$	$\text{Max } N_y (\times 10^3\text{N})$	$\text{Max } M_y (\times 10^6\text{Nmm})$
取替後応力				
建設時応力				
応力比 (取替後/建設時)				

VI-9 蒸気タービンの振動管理に関する説明書

目 次

1.	概要	1
2.	製造工場における振動に関する管理	1
2.1	車軸の調整方法	1
2.2	ロータの調整方法	2
3.	発電所における振動に関する管理	3
3.1	据付時の作業管理	3
3.2	定期点検時，試運転時	5
3.3	運転時	7
4.	計測装置	8
4.1	検出器	8
4.2	記録計	9
4.3	指示計	10
4.4	計測装置の使用範囲	10
4.5	精度	11
5.	警報装置	12
5.1	設定値	12
5.2	警報表示	12
5.3	検出器との関係	12
6.	停止装置	13
7.	安全性等に対する説明	14
7.1	軸受諸元	14
7.2	危険速度及び振動モード	15
7.3	翼の固有振動数	16
7.4	翼軸連成ねじり振動	17
7.5	噴口の振動	17
7.6	オイルホイップの対策	17
7.7	流体力による影響	17
8.	添付図	18

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」第31条及びその「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」に基づき、タービンの振動管理が健全であることを説明するものである。

2. 製造工場における振動に関する管理

高速で回転する車軸が振動を発生する要因としては、

機械加工精度

車軸に翼など取付けることによるアンバランスの発生

があり、これらの要因を取り除くため、製造工場において、次のような試験調整を実施する。

2.1 車軸の調整方法

(1) 車軸振れ計測試験

機械加工後の真円性を確認するため、車軸を試験台上にてゆっくり回転させながらダイヤルゲージまたは電気式差動マイクロメータにより振れを計測する。

(2) 管理目標値

とする。

2.2 ロータの調整方法

(1) 試験の種類及び概要

タービンロータはバランス試験装置により、必要な回転試験を行い、振動振幅、振動位相、回転速度などを測定・解析しバランスウエイトの取付位置及び重量を選定して、振動振幅が管理値以下となるよう調整する。

a. 蒸気タービン

(i) 静的バランス調整

(ii) 動的バランス試験

(2) 振動管理値

危険速度域

(軸振動，両振幅)

定格回転速度域

(軸振動，両振幅)

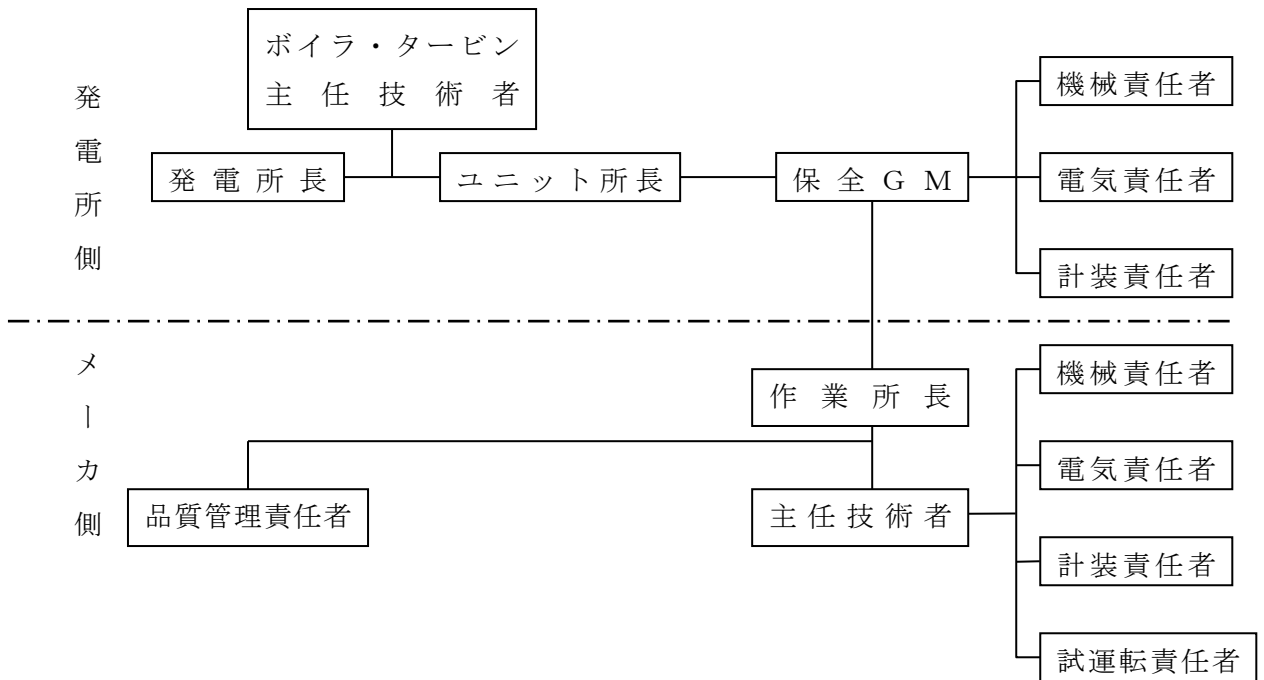
3. 発電所における振動に関する管理

3.1 据付時の作業管理

(1) 一般方針

製作工場において綿密に設計・製作・検査された部品が、発電所において計画どおりに組立・据付復元されるよう作業体制を完備し、据付要領書、管理表などに基づいて厳重に管理しながら作業を進める。

なお、据付中の指揮命令を円滑にするため、体制は次のとおりとする。



(2) 各部の計測及び調整

項目	計測及び調整				
軸受組立	<p>軸受間隙が計画値内にあること及び軸と軸受が均一に接触していることの確認を行う。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>軸受番号</th> <th>間隙値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	軸受番号	間隙値(mm)		
軸受番号	間隙値(mm)				
アライメント					
回転部と静止部の間隙	回転部と静止部の間隙を計測し計画値内であることの確認を行う。				

(3) 点検項目・作業方法

a. 軸受の据付方法

--

軸受廻りのボルトの種類・ゆるみ止め方法

軸受番号	第 1	第 2	第 3	第 4	第 5
用 途					
ボルト サイズ ×本数					
ゆるみ 止め方法					

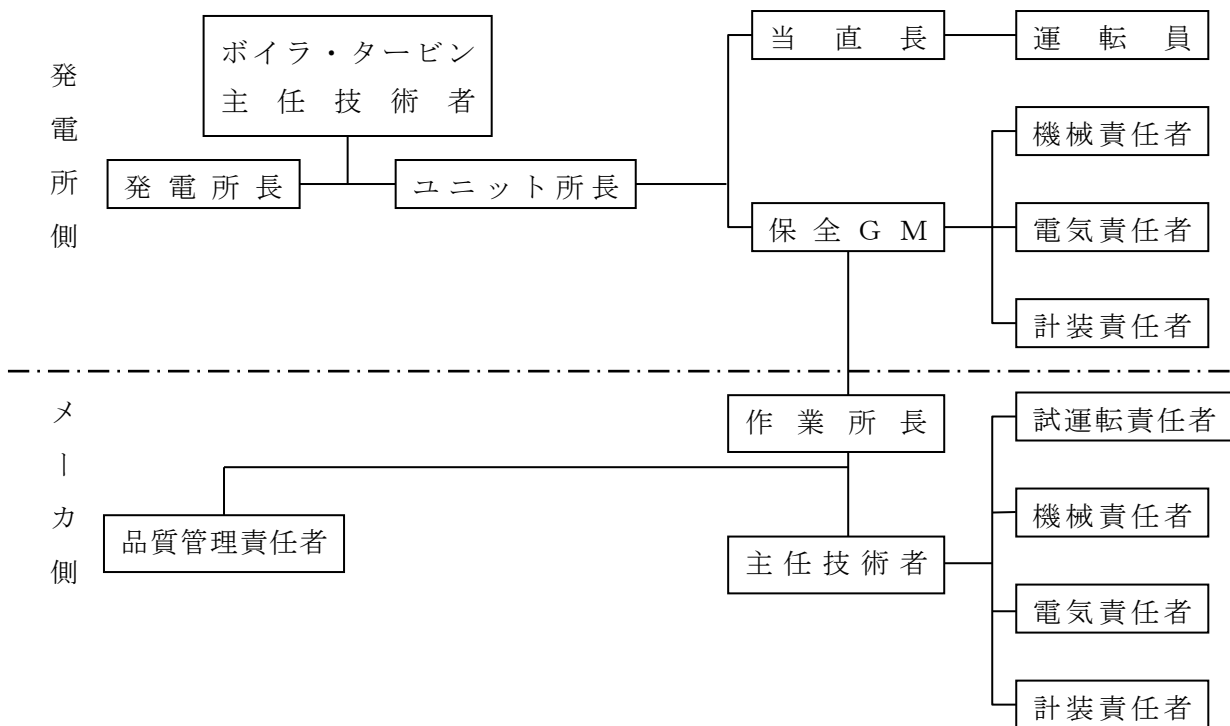
軸受番号	第 6	第 7	第 8	第 9	第 10
用 途					
ボルト サイズ ×本数					
ゆるみ 止め方法					

3.2 定期点検時，試運転時

(1) 一般方針

発電所における試運転の円滑化を図るため，指揮命令系統を整えて所定の人員を配備し，慎重に検討された試運転・調整方案に基づいて試運転を進め，重大事故の発生することのないよう十分な配慮をする。

試運転体制は次のとおりとする。



(2) 振動調整方法

a. 試験の種類及びその概要

b. 振動管理目標値

上記バランスの調整は、振動振幅が次の計画値を満足することを目標に行う。

危険速度域*¹ (軸振動, 両振幅)

定格回転速度域*² (軸振動, 両振幅)

過速度域*³ (軸振動, 両振幅)

注記* 1 : 回転周波数とタービンロータの固有振動数が共振する速度域

* 2 : 通常運転時の速度域

* 3 : 定格回転速度を超えて、オーバースピードする場合の速度域

(3) 異常時の対策

(4) 据付管理

組立時には、軸振動に関係する次の項目について計測及び調整を行う。

項目	計測及び調整
軸受組立	
アライメント	
回転部と静止部の間隙	

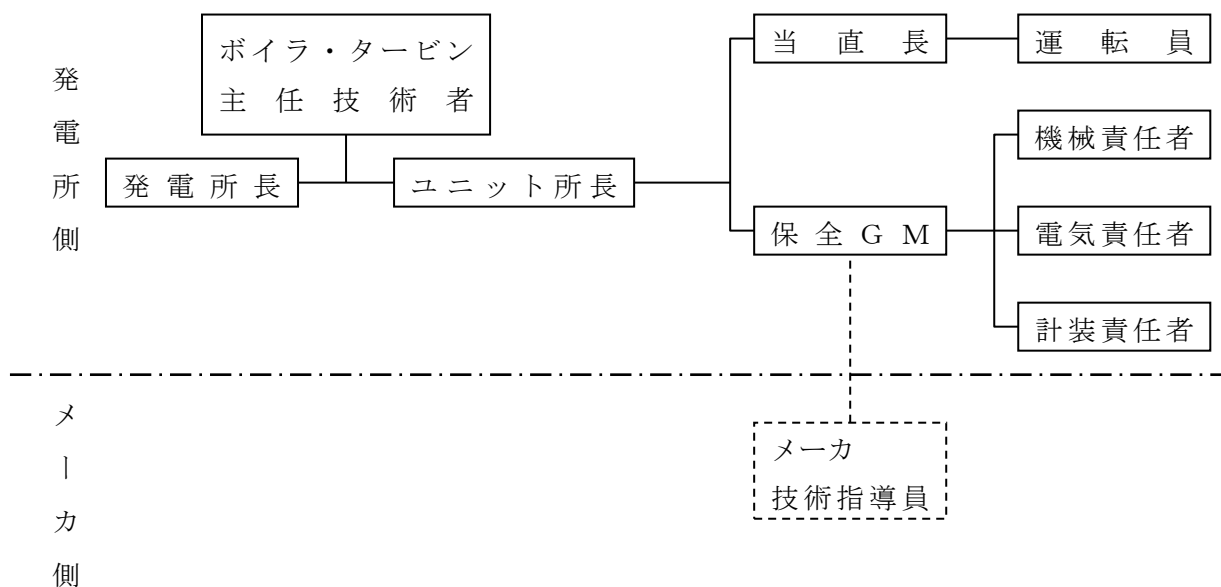
3.3 運転時

(1) 一般方針

運転時は、振動に関係ある各種計測装置に基づいて振動管理を行う。

各種計測装置は定期的に点検調整を行うと同時に、必要に応じて携帯用振動計と併用して管理を行う。

運転時の振動管理体制は次のとおりとする。



(2) 振動調整方法

3.2(2)「振動調整方法」に準じて行う。

(3) 異常時の対策

3.2(3)「異常時の対策」と同様に行う。

4. 計測装置

4.1 検出器

各検出器の形式，検出箇所，検出方向及び取付方法を下表に示す。

種類	形式	検出箇所	検出方向	取付方法	備考
振動振幅					
振動位相角					
偏 心					
回転速度					
出 力					

K7 ① VI-9 R0



4.2 記録計

各記録計の形式，走査数，走査周期，目盛幅，記録範囲及び設置場所を下表に示す。

種類	形式	走査数	走査周期	最小目盛	記録範囲	設置場所	備考
偏 心							
回 転 速 度							
蒸気加減弁 開 度							
タービン バイパス弁 開 度							
振 動 振 幅							
出 力							

4.3 指示計

各指示計の形式，個数，最小目盛，測定範囲及び設置場所を下表に示す。

種類	形式	個数	最小目盛	測定範囲	設置場所
振動位相角					
回転速度					
出力計					

4.4 計測装置の使用範囲

各計測装置の使用範囲及び使用区分を下表に示す。

種類	使用範囲	使用区分	備考
振動計測装置			
偏心計測装置			
回転速度計測装置			
蒸気加減弁開度			
タービンバイパス弁開度			

4.5 精度

各計器の精度を下表に示す。

計 器	精 度
振 動 計	
偏 心 計	
位 相 角 計	
回 転 速 度 計	

--

5. 警報装置

5.1 設定値

各軸受における軸振動振幅の警報値を下表に示す。

(単位：両振幅mm)

種類	検出箇所	
軸振動 振幅		

5.2 警報表示

タービン振動による警報の内容を下表に示す。

種類	内容	表示装置	動作時間	設置場所
注意値警報				
停止値警報				

5.3 検出器との関係

--

6. 停止装置

自動及び手動停止の内容を下表に示す。

種類	形式	使用範囲	設置場所
自動停止			
手動停止			

--

7. 安全性等に対する説明

7.1 軸受諸元

軸受の諸元を下表に，また軸受の構造を第 5-1 図～第 5-3 図に示す。

軸受 番号	軸受 型式	軸受寸法 mm		軸受 面圧 MPa	軸受 油圧 MPa*	油膜 厚さ mm	軸受油温度℃		軸との 偏心率
		直 径	幅				入 口	出 口	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

注記*：油圧はタービン前部軸受台のタービン軸芯位置における標準値を示す。

7.2 危険速度及び振動モード

(1) 危険速度

タービン及び発電機を結合した場合の危険速度は次の通りである。

各モードの危険速度は、通常使用範囲（1455～1515 rpm）から非常調速装置が作動したときに達する回転速度 までの間とならないよう、車軸径を変更することにより剛性を変えることで、危険速度の離調を図る設計としている。なお、定格負荷を遮断した場合に達する回転速度は、非常調速装置が作動する回転速度（1665 rpm）未満である。

1 次
2 次
3 次
4 次
5 次
6 次

--

(2) 危険速度の計算方法

--

(3) 振動モード

--

7.3 翼の固有振動数

--	--

段 落	
定 格 回 転 速 度	1500 rpm (25Hz)
固有振動数	

--

7.4 翼軸連成ねじり振動

7.5 噴口の振動

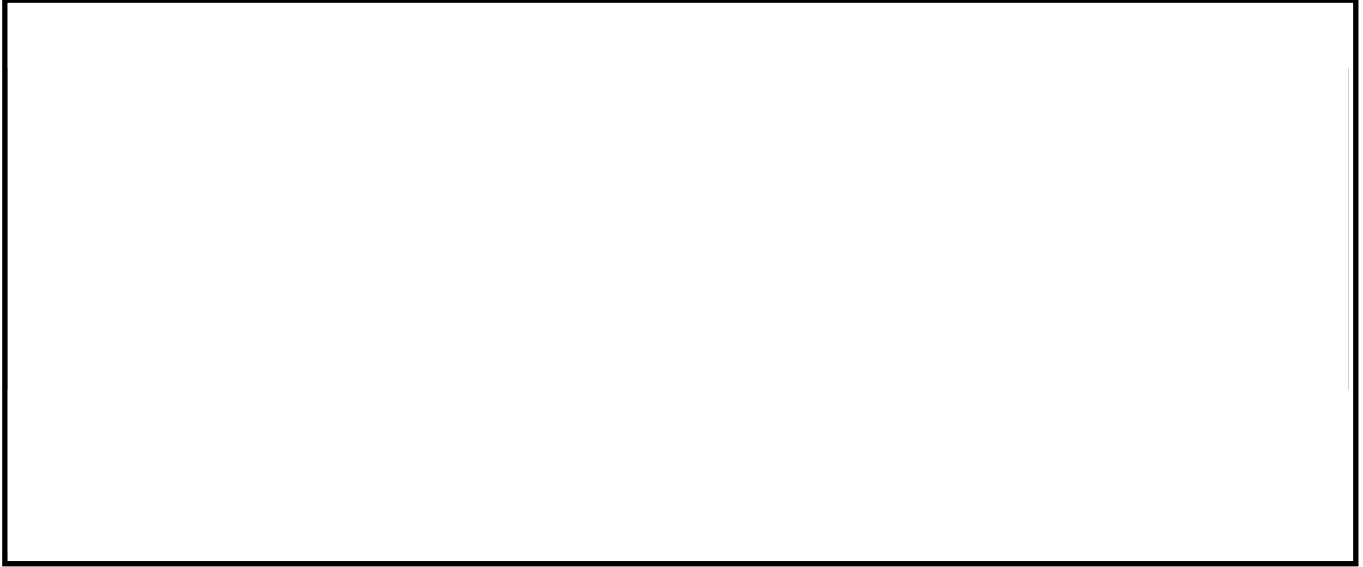
噴口については、高い剛性を保つよう、噴口の両端を円盤状の隔板（内輪・外輪）に固定した形状にするとともに、噴口形状の変更により流体励振力による非同期振動を考慮することで、強度上安全な設計としている。

7.6 オイルホイップの対策

7.7 流体力による影響

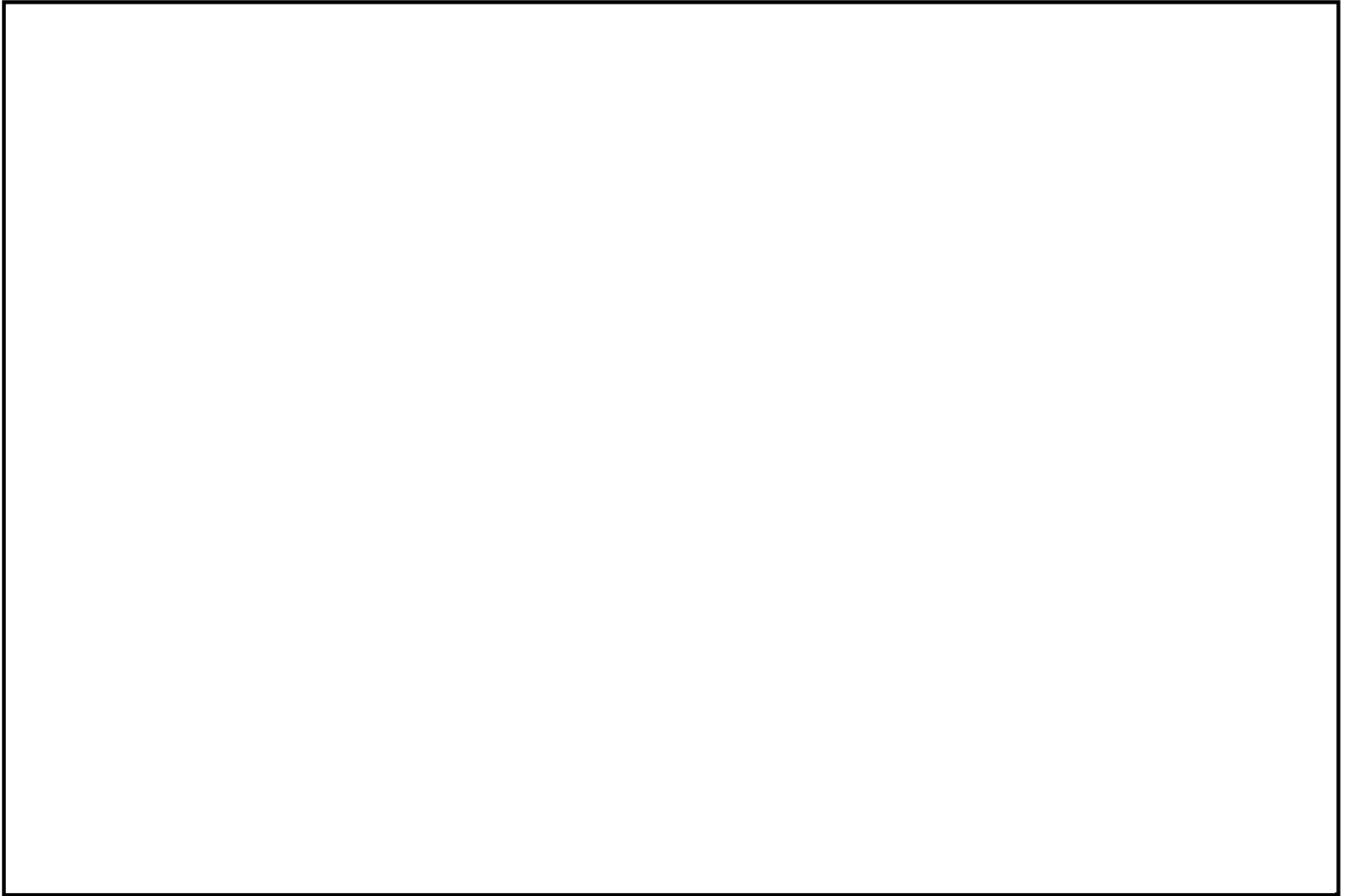
今回採用する長翼は、定格運転時、低負荷運転時および負荷変動時の蒸気流の乱れや抽気による流体加振力の影響を考慮した十分信頼性のある設計としている。

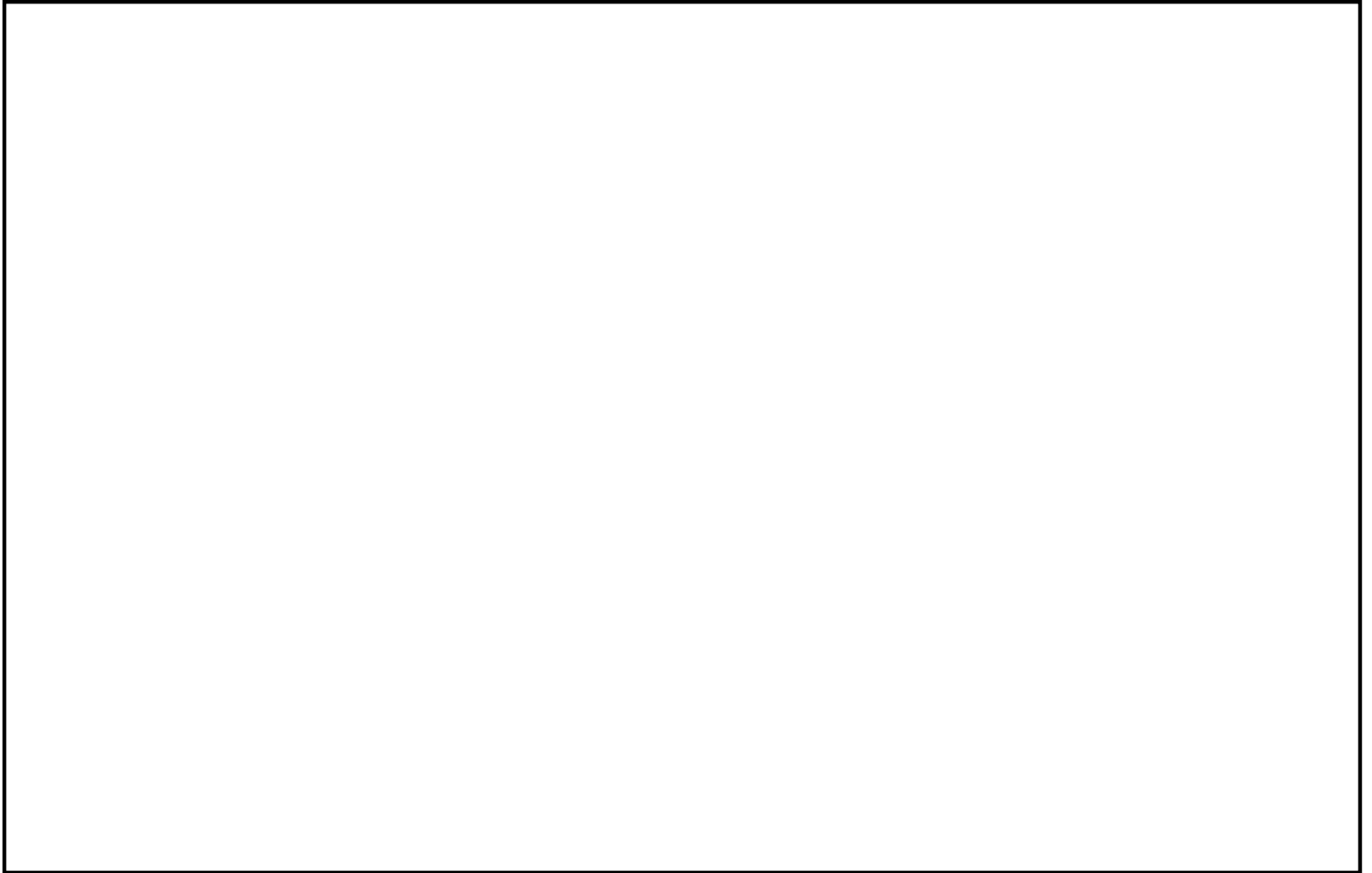
8. 添付図

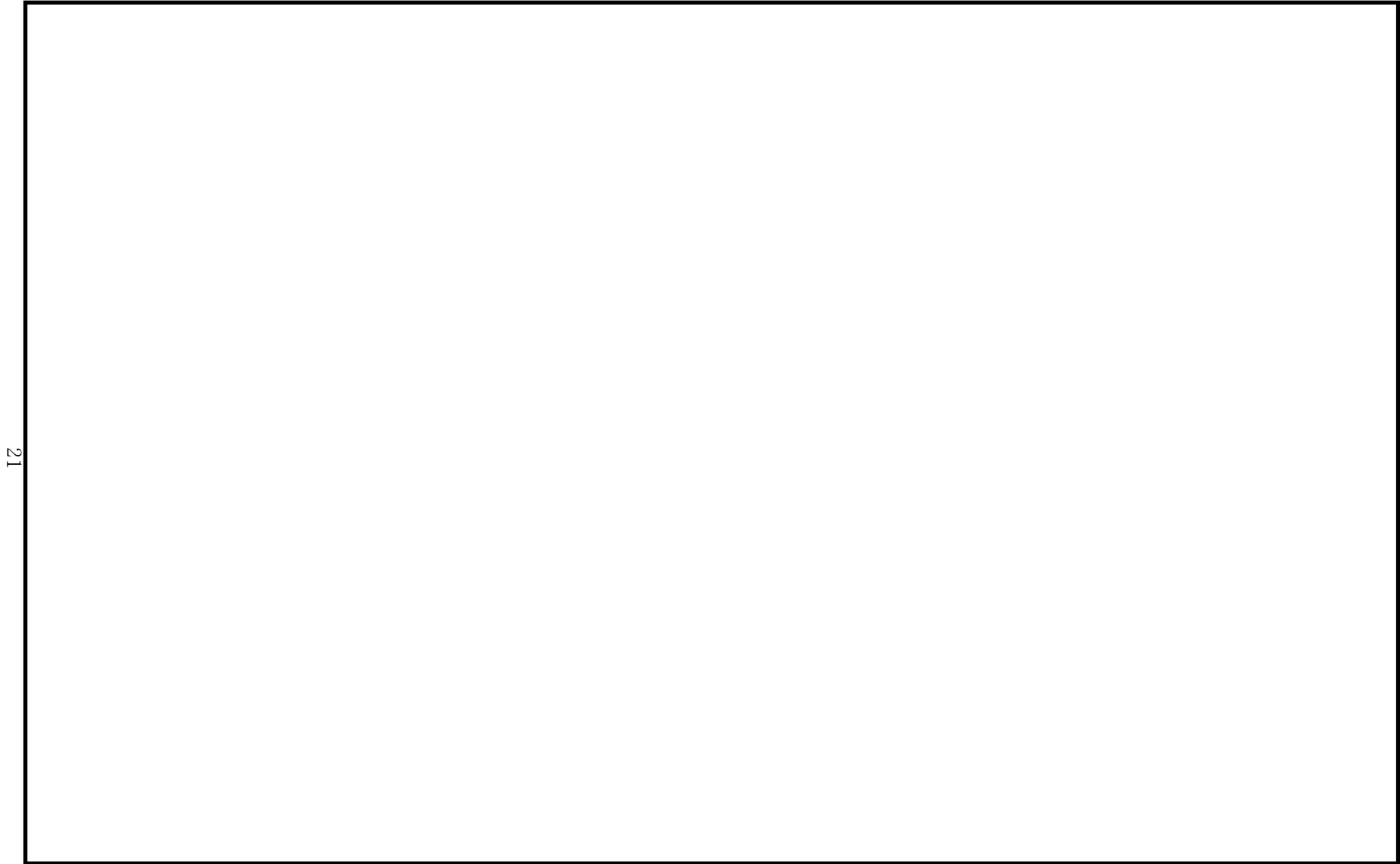


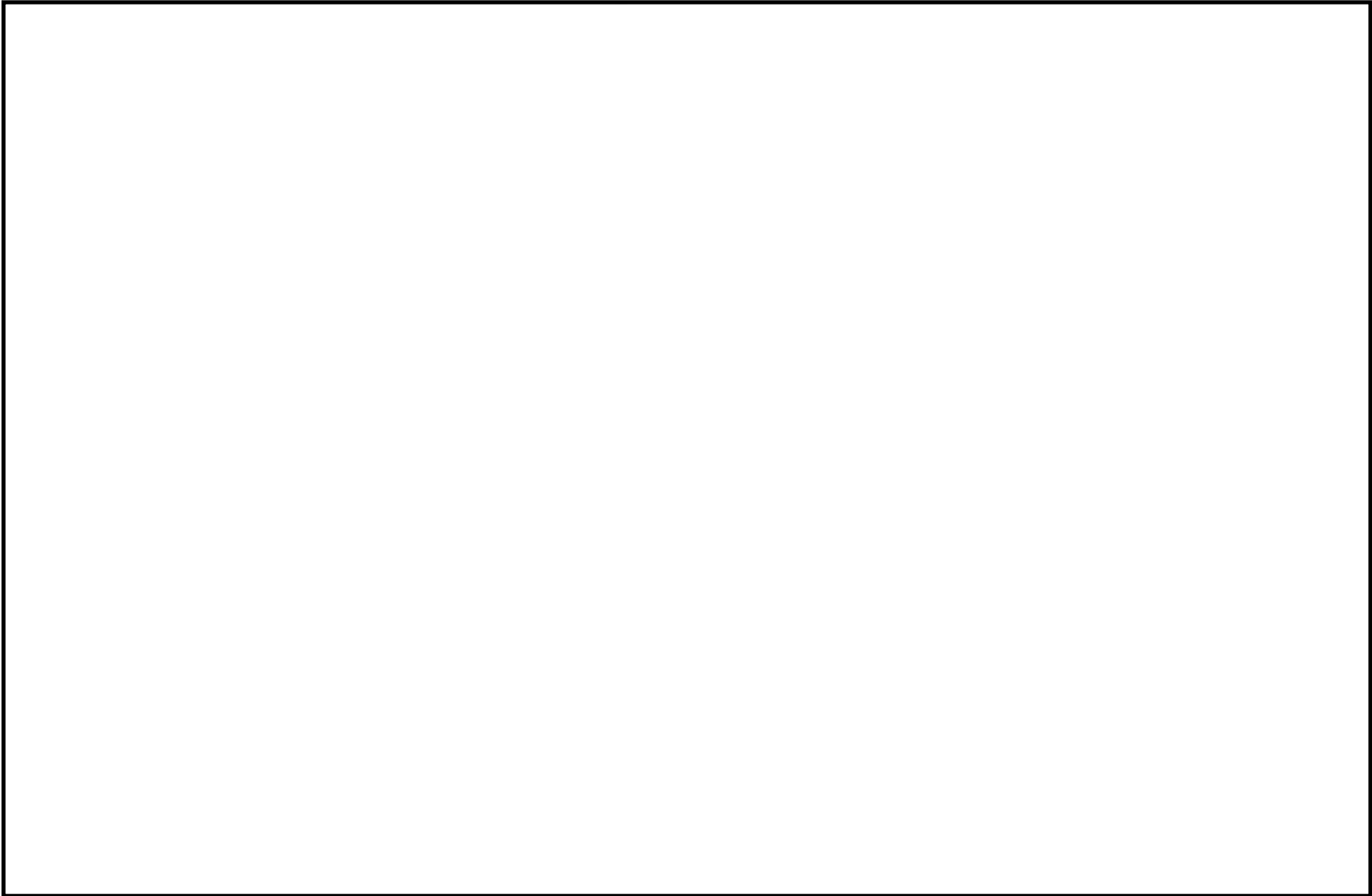
K7 ① VI-9 R0

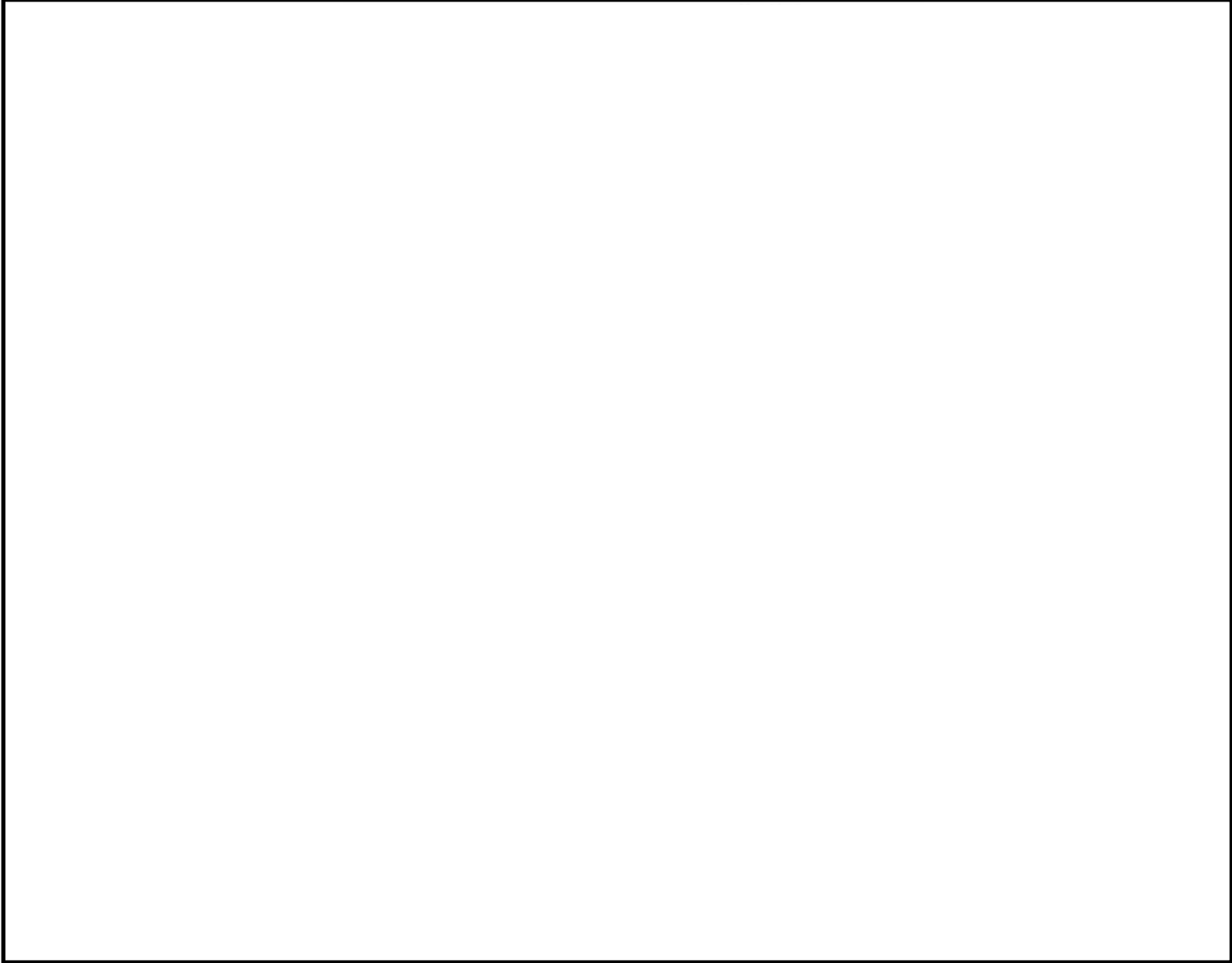


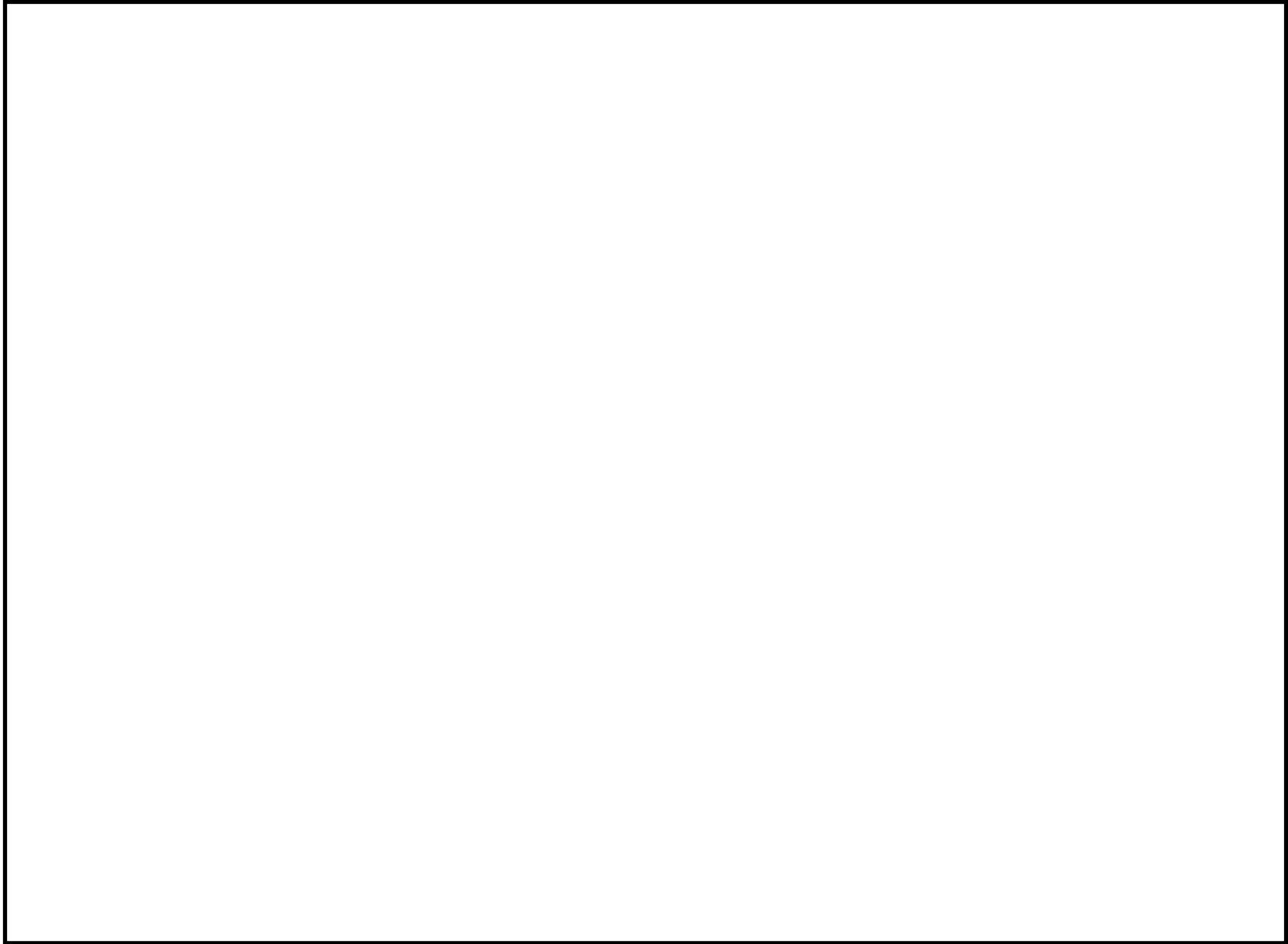




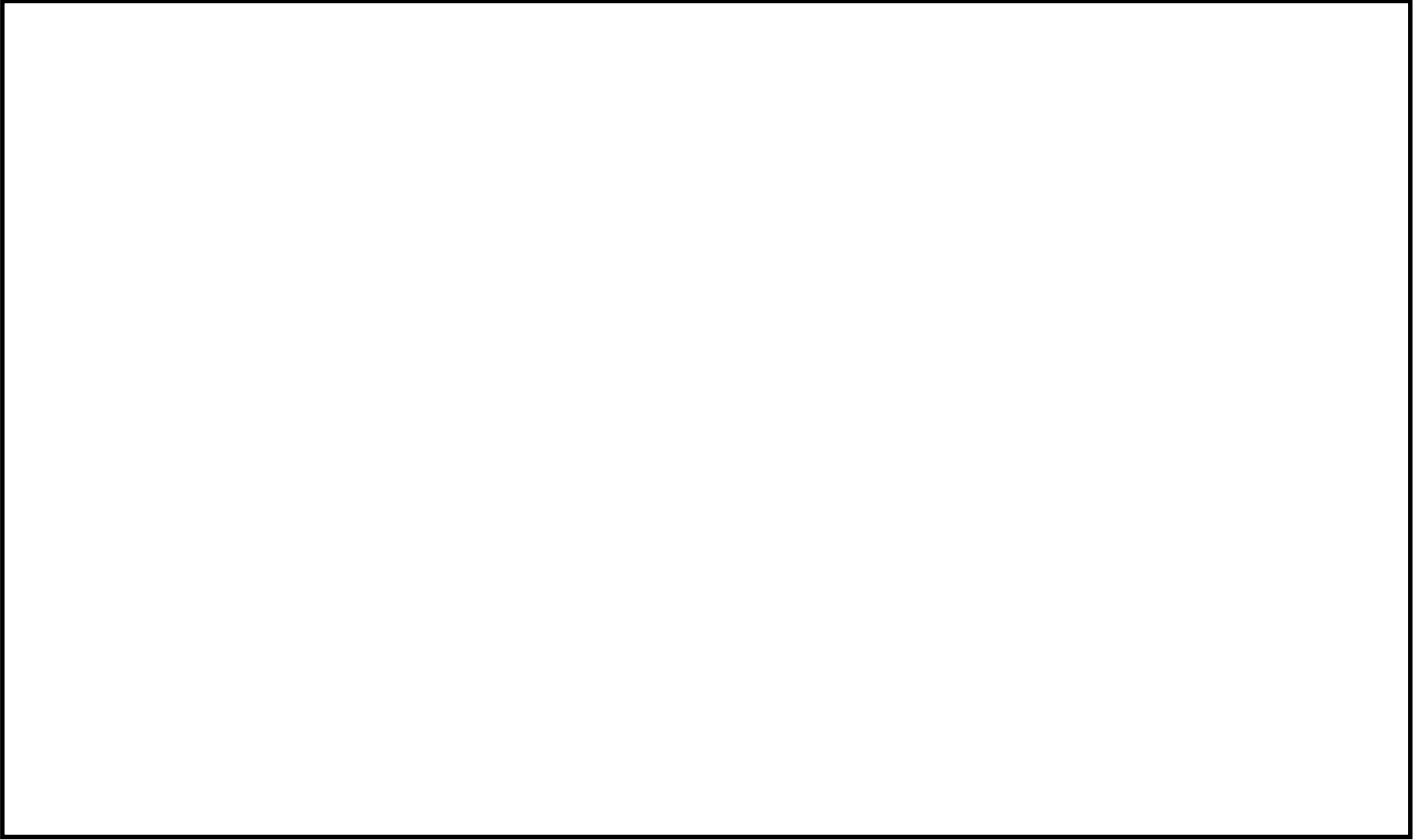








K7 ① VI-9 R1E



VI-10 常用電源設備の健全性に関する説明書

目 次

1. 評価方針	1
2. 設備の健全性評価	1
2.1 タービンミサイル評価	1
2.2 蒸気タービン設備の健全性評価	2
2.3 電気設備の健全性評価	3
3. 評価のまとめ	3

1. 評価方針

柏崎刈羽原子力発電所第7号機（改良型沸騰水型軽水炉：ABWR）における、タービン取替後の定格熱出力一定運転の実施に先立ち、定格熱出力一定運転の実施により蒸気タービンが定格出力を超えて運転する場合の最大の出力状態における、タービンミサイル評価、蒸気タービン設備の健全性評価及び電気設備の健全性評価をそれぞれ実施するとともに、発電設備の健全性が確保できる最大の電気出力を評価する。

なお、本評価書中で用いる電気出力は定格電気出力一定運転における定格電気出力（1356MW）を100%とする。タービン回転速度は定格電気出力一定運転及び定格熱出力一定運転における定格回転速度（1500rpm）を100%とする。また、蒸気流量は原子炉熱出力100%時の蒸気流量を定格蒸気流量100%とする。

2. 設備の健全性評価

2.1 タービンミサイル評価

過去の運転実績から推測される最大の電気出力を上回る条件として、タービン取替後における蒸気タービンの設計最大出力（電気出力で [] MW：定格電気出力の [] %）を用いる。この時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）で非常調速装置作動後のタービン回転速度を評価した結果、定格電気出力一定運転時のタービンミサイル評価に用いるタービン回転速度 [] [] に対し、定格回転速度の [] %であるとの評価結果を得た。また、タービン取替に伴い、定期安全レビューで想定したミサイル源であるタービンのミサイル性状が変更となっても、発電用原子炉施設へのタービンミサイルの影響を考慮する必要はないとするこれまでの評価結果を変更する必要はないことを確認した。

2.2 蒸気タービン設備の健全性評価

- (1) 過去の運転実績から推測される最大の電気出力を上回る条件として、タービン取替後における蒸気タービンの設計最大出力（電気出力で [] MW：定格電気出力の [] %）を用いる。蒸気タービンを構成する機器で、今回の改造範囲に係わる範囲（低圧タービンの円板・隔板・噴口・翼・車軸・カップリングボルト・基礎ボルト）の強度を設計最大出力時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）、電気出力（ [] MW：定格電気出力の [] %）及び非常調速装置が作動した場合に到達するタービン回転速度を上回る回転速度 [] で評価した。

結果は、以下に示すとおりである。

- a. 蒸気タービンの設計最大出力時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）で [] [] 非常調速装置が作動した場合に到達する回転速度は定格回転速度の [] %であるとの評価結果を得た。
この評価結果から、蒸気タービンの円板及び翼の強度の評価について、非常調速装置が作動した場合に到達するタービン回転速度（定格回転速度の [] %）を上回る回転速度 [] で強度評価を実施し、許容値を満足することを確認した。
- b. 低圧タービンの隔板、噴口、翼、車軸及びカップリングボルトについては、蒸気タービンの設計最大出力時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）及び電気出力 [] MW：定格電気出力の [] %）を用いて強度評価を行い許容値を満足することを確認した。
- c. 低圧タービン基礎ボルトの強度については、蒸気タービンの設計最大出力時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）及び電気出力（ [] MW：定格電気出力の [] %）の状態に、地震による荷重などを組合せて評価を行い、許容値を満足することを確認した。

- (2) 蒸気タービンの調速装置については、蒸気タービンの設計最大出力時の蒸気流量（定格蒸気流量の [] %）で負荷遮断した場合の瞬時最大回転速度を評価し、非常調速装置が作動するタービン回転速度（定格回転速度の 111%）未満（定格回転速度の [] %）にする能力を有するものであることを確認した。

2.3 電気設備の健全性評価

発電機，主変圧器については，これらの構成部品各部の部材温度上昇の制限によって定められるそれぞれの運転制限曲線を全て満足する範囲内で発電機を運転することにより健全性は確保される。

定格熱出力一定運転を行っても，適時電力計及び無効電力計により監視を行い，発電機電気出力を運転制限曲線の範囲内で運転するため，発電機，主変圧器の健全性は確保される。

なお，運転制限曲線によって定まる発電機電気出力の上限値は [] MW（定格電気出力の [] %，力率 []）である。

3. 評価のまとめ

- (1) タービンミサイル評価結果については，蒸気タービンの設計最大出力 [] MW：定格電気出力の [] % で運転した場合でも，発電用原子炉施設へのタービンミサイルの影響を考慮する必要はないとするこれまでの評価結果を変更する必要はないことを確認した。
- (2) 蒸気タービンを構成する機器の強度及び调速装置の能力については，蒸気タービンの設計最大出力（電気出力で [] MW：定格電気出力の [] %）で運転した場合でも安全上問題がないことを確認した。
- (3) 電気設備については，[] MW（定格電気出力の [] %，力率 []）を上限とした運転制限曲線の範囲内で運転を行えば設備の健全性に問題がないことを確認した。

したがって，定格熱出力一定運転の実施においては，(1)～(3)の条件をすべて満たす，電気出力 [] MW（定格電気出力の [] %）を上限として適時監視を行って運転することにより，発電設備の健全性に問題はない。

別紙 3 発電機運転制限範囲及び電気出力（上限値）の算出に
関する説明書

目 次

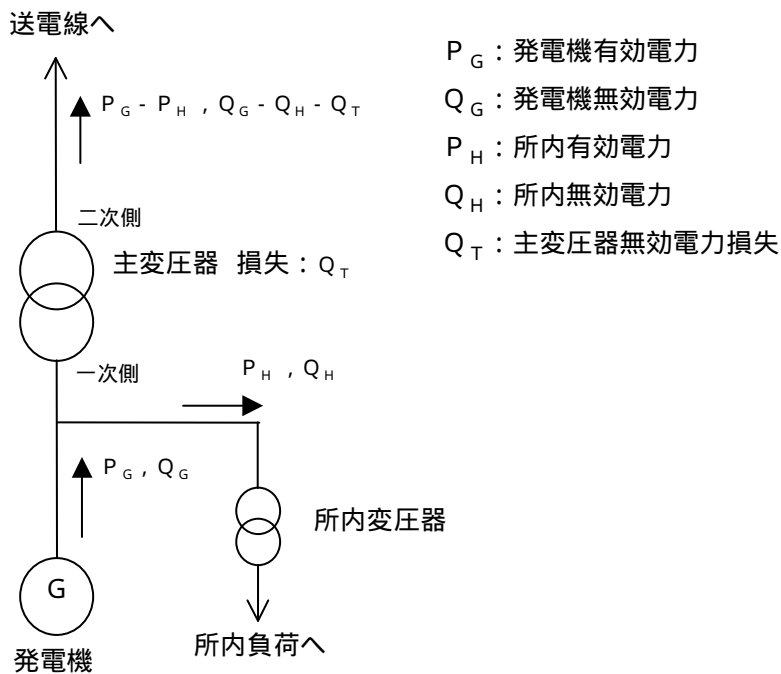
1. 評価方針	1
2. 電源構成及び定数	1
3. 発電機（固定子コイル温度上昇限度）による運転制限	2
4. 主変圧器による発電機運転制限	2
5. 発電機，主変圧器の制限による電気出力上限値の算出	2

1. 評価方針

柏崎刈羽原子力発電所第7号機の電気設備については、発電機、主変圧器の運転制限曲線をすべて満足する範囲内で発電機を運転することにより、電気設備の健全性が確保される。定格熱出力一定運転の実施により、電気出力（有効電力）が増加することから、有効電力が増加する側について発電機の運転制限範囲及び電気出力の上限値を算出する。

2. 電源構成及び定数

発電機で発生した電力は、主変圧器を経由して送電線に電力を供給するルートと、所内変圧器を経由して発電所の運転に必要な電力（所内電力）を供給するルートに分かれる。電源構成を第1図に示す。



第1図 電源構成

これらの電源設備の定数は以下のとおりである。

- | | | | |
|------------------------------|---------|---|---|
| 定格電気出力 | $P_L =$ | <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> | MW |
| 発電機定格容量 | $X_G =$ | <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> | MVA |
| 主変圧器定格容量 | $X_T =$ | <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> | MVA |
| 主変圧器リアクタンス降下率（主変圧器定格容量ベース） | | $\%q_T =$ | <input style="width: 30px; height: 15px;" type="text"/> % |
| 所内率（定格電気出力ベース，所内変圧器による損失を含む） | | $r_H =$ | <input style="width: 30px; height: 15px;" type="text"/> % |
| 所内力率（所内負荷設計値 0.85 を使用） | | $\cos \theta =$ | <input style="width: 30px; height: 15px;" type="text"/> |

上記定数より，所内有効電力 P_H ，所内無効電力 Q_H ，主変圧器無効電力損失 Q_T を求めると以下のとおりとなる。

$$\text{所内有効電力 } P_H = P_L \times r_H / 100 = \boxed{} \text{ MW}$$

$$\text{所内無効電力 } Q_H = (P_H / \cos \theta_H) \times \sin \theta_H = \boxed{} \text{ Mvar}$$

$$\text{主変圧器無効電力損失 } Q_T = X_T \times \%q_T / 100 = \boxed{} \text{ Mvar}$$

3. 発電機（固定子コイル温度上昇限度）による運転制限

発電機は，構成部品各部の温度上昇限度から決められる運転制限曲線を超えない事が運転条件である。このうち，有効電力が増加する側については，固定子コイルの温度上昇限度より運転制限範囲が決められる。運転制限範囲は以下の式で表される。

$$\sqrt{P_G^2 + Q_G^2} \leq X_G \quad \dots\dots\dots (1)$$

よって，運転制限範囲を定める制限曲線は，以下のとおりとなる。

$$P_G^2 + Q_G^2 = \boxed{} \quad \dots\dots\dots (1)'$$

4. 主変圧器による発電機運転制限

主変圧器の定格容量は二次側の通過皮相電力にて定義されているため，二次側通過皮相電力が主変圧器定格容量を超えないことが運転条件である。第 1 図に示すように，二次側の通過皮相電力は，発電機出力から所内電力と主変圧器の無効電力損失を差し引いたものであるので，運転条件を数式で表現すると，

$$\sqrt{(P_G - P_H)^2 + (Q_G - Q_H - Q_T)^2} \leq X_T \quad \dots\dots\dots (2)$$

となり，発電機の出力 (P_G , Q_G) はこの範囲内で運転する必要がある。

よって，2. 項で求めた， P_H , Q_H , Q_T より，運転制限範囲を定める制限曲線は，以下のとおりとなる。

$$(P_G - \boxed{})^2 + (Q_G - \boxed{})^2 = \boxed{} \quad \dots\dots\dots (2)'$$

5. 発電機，主変圧器の制限による電気出力上限値の算出

発電機の電気出力上限値は，発電機，主変圧器による運転制限曲線それぞれの領域を満たす有効電力 P_G の最大値となる。

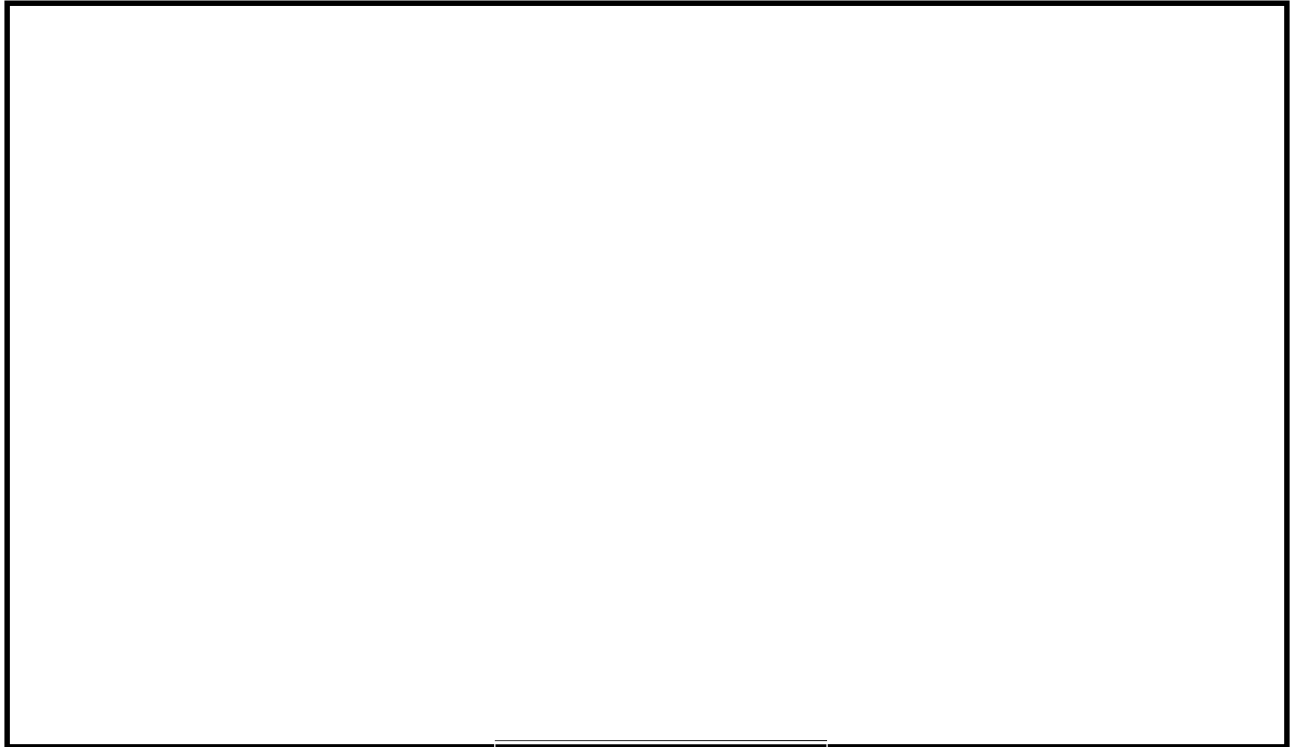
発電機及び主変圧器による運転制限曲線を第 2 図に示す。第 2 図より，曲線 (1)'，(2)' を満たし P_G が最大となる点は，曲線 (2)' の右端の点 (C 点) となり，有効電力，無効電力，力率は以下のとおりとなる。

$$P_{G(\max)} = \boxed{} \text{ MW}$$

$$Q_{G(\max)} = \boxed{} \text{ Mvar}$$

$$\text{力率} = \boxed{}$$

よって、運転制限曲線によって定まる電気出力の上限値は、 MW(定格電気出力の %), 力率 となる。



- : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線 (曲線 (1))'
- : 主発電機 (1450.0MVA) による運転制限曲線 (曲線 (2))'
- . - . - : 発電機固定子コイル温度上昇限度による運転制限曲線
- : 運転範囲

- a 点 : 使用前検査評価点 MVA, 力率)
- b 点 : 力率 1 における主変圧器の出力制限点)
- c 点 : 曲線 (2) 'の右端の点)

第 2 図 発電機・主変圧器による運転制限曲線

VI-11-1 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

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	1
3.	設計及び工事の計画における設計，工事及び検査に係る品質管理の方法等	3
3.1	設計，工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む）	3
		*2, 5
3.1.1	設計に係る組織	4
3.1.2	工事及び検査に係る組織	4
3.1.3	調達に係る組織	4
3.2	設工認における設計，工事及び検査の各段階とそのレビュー	8
3.2.1	設計及び工事のグレード分けの適用	8
3.2.2	設計，工事及び検査の各段階とそのレビュー	8
		*1, 3, 4
3.3	設計に係る品質管理の方法	12
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	12
		*1, 3
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	12
		*3
3.3.3	設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証	14
3.3.4	設計における変更	24
		*1, 2, 3
3.4	工事に係る品質管理の方法	24
3.4.1	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）	24
		*1, 3, 4
3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施	25
3.5	使用前事業者検査の方法	26
3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	26
		*4
3.5.2	使用前事業者検査の計画	26
3.5.3	検査計画の管理	31
		*6
3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	31
3.5.5	使用前事業者検査の実施	31
		*6
3.6	設工認における調達管理の方法	36
3.6.1	供給者の技術的評価	36
		*5

3.6.2	供給者の選定	36	
			*5
3.6.3	調達製品の調達管理	36	
			*2, 3, 5, 6
3.6.4	受注者品質監査	39	
			*6
3.6.5	設工認における調達管理の特例	39	
3.7	記録, 識別管理, トレーサビリティ	40	
			*6
3.7.1	文書及び記録の管理	40	
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ	43	
3.8	不適合管理	43	
4.	適合性確認対象設備の施設管理	44	
			*5
4.1	使用開始前の適合性確認対象設備の保全	44	
4.1.1	設工認申請(届出)時点で設置されている設備	44	
4.1.2	設工認の認可(届出)後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備	44	
4.2	使用開始後の適合性確認対象設備の保全	44	
様式-1	本設工認に係る設計の実績, 工事及び検査の計画(例)	46	
様式-2	設備リスト(例)	47	
様式-3	技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方(例)	48	
様式-4(1/2) ~ (2/2)	施設と条文の対比一覧表(例)	49	
様式-5-1(1/2) ~ (2/2)	技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表(例)	51	
様式-5-2	設工認添付書類星取表(例)	53	
様式-6	各条文の設計の考え方(例)	54	
様式-7	要求事項との対比表(例)	55	
様式-8	基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表(例)	56	
様式-9	適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績(設備関係)(例)	57	
添付1	建設当時の品質マネジメントシステム体制	58	
添付2	当社におけるグレード分けの考え方	61	
添付3	技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方	69	
添付4	設工認における解析管理について	71	
			*2, 3
添付5	当社における設計管理・調達管理について	80	
			*2, 3, 5, 6

注：本資料に記載する事項と下記「発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイド」に定める記載事項との関連を頁番号の下に示す。

注記*1：設計の要求事項として明確にしている事項及びそのレビューに関する事項

*2：設計の体制として組織内外の相互関係

- *3：設計開発の各段階におけるレビュー等に関する事項並びに外部の者との情報伝達に関する事項等
- *4：工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びそのレビューに関する事項
- *5：工事及び検査の体制として組織内外の相互関係（資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む）
- *6：工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視，測定，妥当性確認及び検査等に関する事項（記録，識別管理，トレーサビリティ等に関する事項を含む）並びに外部の者との情報伝達に関する事項等

1. 概要

本資料は、設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」（以下「設工認品質管理計画」という。）及び「柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定」（以下「保安規定」という。）に基づき、設工認の「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（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号）」（以下「技術基準規則」という。）等に対する適合性の確保に必要な設計に係る品質管理の方法で行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画について記載するとともに、工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を記載する。

2. 基本方針

本資料では、設工認における、「設計に係る品質管理の方法で行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」及び「工事に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」を、以下のとおり説明する。

(1) 設計に係る品質管理の方法で行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画

「設計に係る品質管理の方法で行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」として、以下に示す 2 つの段階を経て実施した設計の管理の方法を「3. 設計及び工事の計画における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とそのレビュー」に、品質管理の方法について「3.3 設計に係る品質管理の方法」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理及びトレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また、これらの方法で行った管理の具体的な実績を、様式-1「本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）」（以下「様式-1」という。）に取りまとめる。

- ・「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和 53 年 12 月 28 日通商産業省令第 77 号）」（以下「実用炉規則」という。）の別表第二「設備別記載事項」に示された設備に対する技術基準規則の条文ごとの基本設計方針の作成
- ・作成した条文ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則の別表第二に示された事項に対して必要な設計を含む技術基準規則等への適合に必要な設備の設計（作成した条文ごとの基本設計方針に対し、設工認申請（届出）時点で設置している設備、並びに工事を継続又は完了している設備の設計実績を用いた技術基準規則等への適合に必要な設備の設計を含む。）

これらの設計に係る記載事項には、設計の要求事項として明確にしている事項及びそのレビューに関する事項、設計の体制として組織内外の相互関係、設計・開発の各段階にお

けるレビュー等に関する事項並びに外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(2) 工事及び検査に係る品質管理の方法，組織等についての具体的な計画

「工事及び検査に係る品質管理の方法，組織等についての具体的な計画」として，設工認申請（届出）時点で設置している設備，工事を継続又は完了している設備を含めた設工認対象設備の工事及び検査に係る品質管理の方法を「3. 設計及び工事の計画における設計，工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には，組織について「3.1 設計，工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む）」に，実施する各段階について「3.2 設工認における設計，工事及び検査の各段階とそのレビュー」に，品質管理の方法について「3.4 工事に係る品質管理の方法」及び「3.5 使用前事業者検査の方法」に，調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に，文書管理，識別管理及びトレーサビリティについて「3.7 記録，識別管理，トレーサビリティ」に，不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また，これらの工事及び検査に係る品質管理の方法，組織等について具体的な計画を，様式-1に取りまとめる。

工事及び検査に係る記載事項には，工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びそのレビューに関する事項，工事及び検査の体制として組織内外の相互関係（使用前事業者検査の独立性，資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む。），工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視，測定，妥当性確認及び検査等に関する事項（記録，識別管理，トレーサビリティ等に関する事項を含む。）並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(3) 設工認対象設備の施設管理

設工認に基づく，技術基準規則等への適合性を確保するために必要となる設備（以下「適合性確認対象設備」という。）は，設工認申請（届出）時点で設置している設備も含まれているが，これらの設備は，必要な機能・性能を発揮できる状態に維持されていることが不可欠であり，その維持の管理の方法について「4. 適合性確認対象設備の施設管理」で記載する。

(4) 設工認で記載する設計，工事及び検査以外の品質保証活動

設工認に必要な設計，工事及び検査は，設工認品質管理計画に基づく品質マネジメントシステム体制の下で実施するため，上記以外の，責任と権限（保安規定品質マネジメントシステム計画「5. 経営責任者等の責任」），原子力安全の重視（保安規定品質マネジメントシステム計画「5.2 原子力安全の確保の重視」），必要な要員の力量管理を含む資源の管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「6. 資源の運用管理」）及び不適合管理を含む評価及び改善（保安規定品質マネジメントシステム計画「8. 評価及び改善」）については，保安規定品質マネジメントシステム計画に従った管理を実施する。

また、当社の品質保証活動は、健全な安全文化を育成及び維持するための活動と一体となった活動を実施している。

なお、設工認申請（届出）時点で設置している設備の中には、現在のような健全な安全文化を育成及び維持するための活動を意識した活動となっていなかった時代に導入している設備もあるが、それらの設備についても現在の健全な安全文化を育成及び維持するための活動につながる様々な品質保証活動を行っている。（添付 1「建設当時から品質マネジメントシステム体制」の「別表 1」参照）

3. 設計及び工事の計画における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等

設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理は、保安規定品質マネジメントシステム計画として記載している品質マネジメントシステムに基づき実施する。

また、特定重大事故等対処施設にかかわる秘匿性を保持する必要がある情報については以下の管理を実施する。

(1) 秘密情報の管理

「実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイドにおける航空機等の特性等」（平成 26 年 9 月 18 日原子力規制委員会）及び同ガイドを用いて作成した情報を含む文書（以下「秘密情報」という。）については、秘密情報の管理に係る管理責任者を指定し、秘密情報を扱う者（以下「取扱者」という。）の名簿での登録管理を実施する。また、秘密情報を含んだ電子データは取扱者以外の者のアクセスを遮断するためパスワードの設定等を実施する。

(2) セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理

上記(1)以外の特定重大事故等対処施設に関する情報を含む文書については、業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理する。また、特定重大事故等対処施設に係る調達の際、当該情報を含む文書等について業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理することを要求する。

以下に、設計、工事及び検査、調達等のプロセスを示す。

3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む）

設工認に基づく設計、工事及び検査は、第 1 図に示す本社組織及び発電所組織に係る体制で実施する。

また、設計（「3.3 設計に係る品質管理の方法」）、工事（「3.4 工事に係る品質管理の方法」）、検査（「3.5 使用前事業者検査の方法」）並びに調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」）の各プロセスを主管する箇所を第 1 表に示す。

第 1 表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、担当する設備に関する設計、工事及び検査、調達について、責任及び権限を持ち、各プロセスを主管する箇所に属するグループが実施する設工認に係る活動を統括する。

第1図に示す各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意志疎通を図る。

設計から工事への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達等、組織内外又は組織間の情報伝達について、設工認に従い確実に実施する。

3.1.1 設計に係る組織

設工認に基づく設計は、第1表に示す設計を主管する箇所（以下「設計を主管する箇所」という。）が実施する。

設計を主管する箇所は、設計に必要な資料（以下「設計資料」という。）の作成を行い、「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とそのレビュー」及び「3.3 設計に係る品質管理の方法」に示すとおり設計結果となっていることを、第2図で示された体制で審査・承認する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

3.1.2 工事及び検査に係る組織

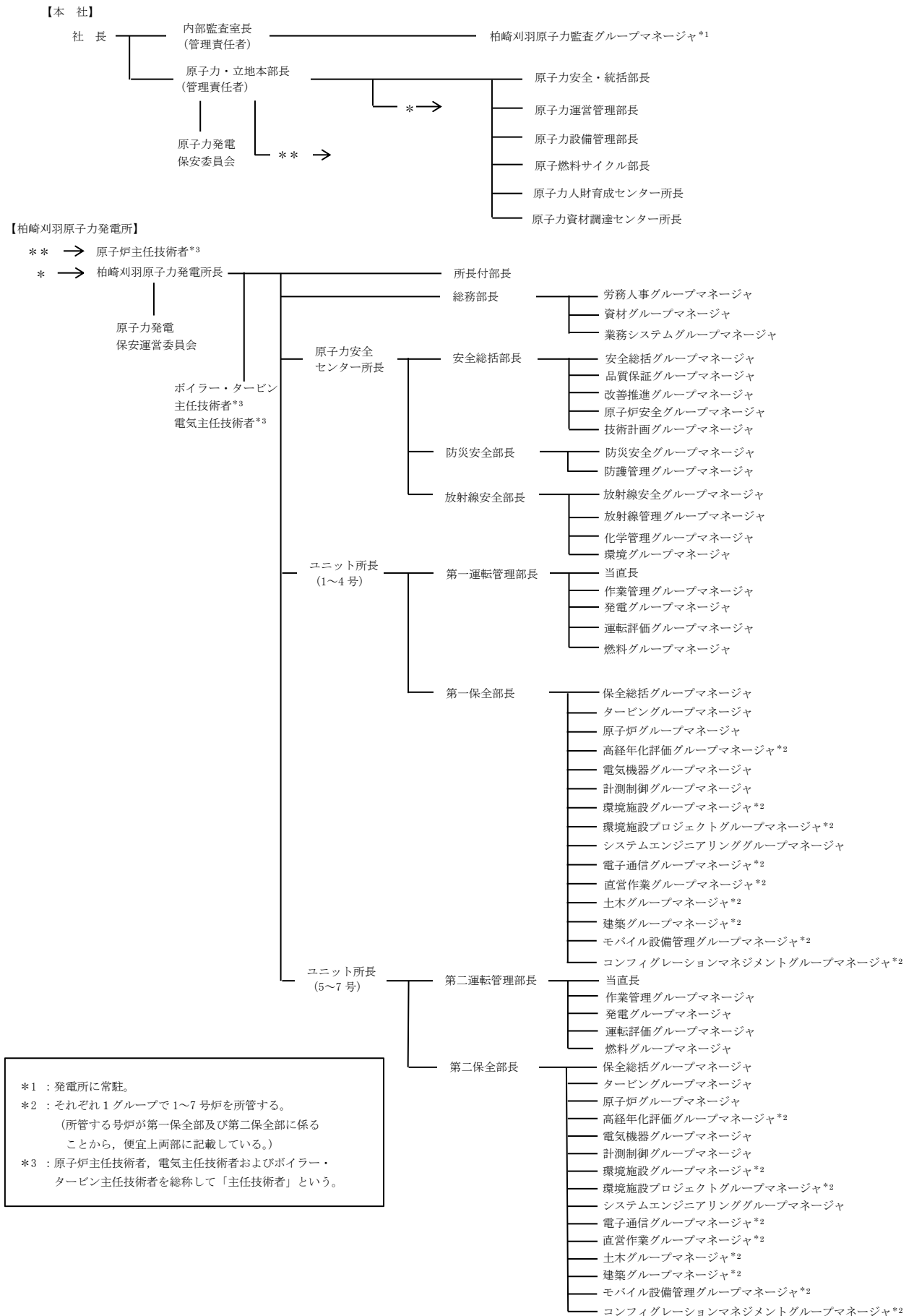
設工認に基づく工事及び検査は、第1表に示す工事を主管する箇所及び検査を担当する箇所を実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

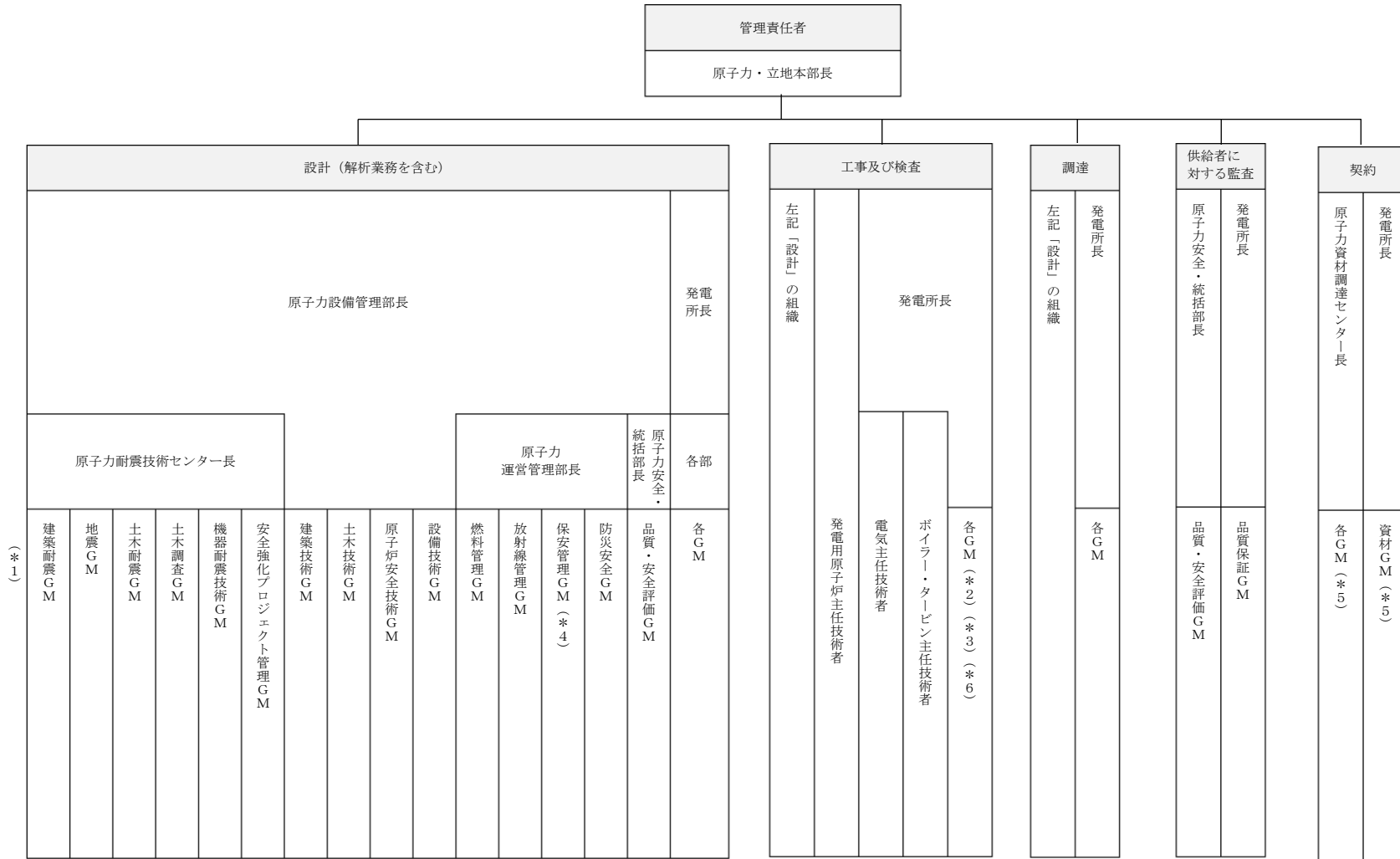
3.1.3 調達に係る組織

設工認に基づく調達は、第1表に示す本社組織及び発電所組織の調達を主管する箇所を実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。



第1図 本社組織及び発電所組織に係る体制



注記*1: 「GM」は「グループマネージャ」をいう。
 *2: 検査の取りまとめを主管する箇所の長 (保安規定 5 条, 107 条の 4 の発電所組織安全統括GMのことをいう。なお, 安全統括GMは, 工事を実施しない中立な立場の者である。)
 *3: 品質管理担当 (発電所組織においては, 安全統括GMとする。)
 *4: 本社組織の保安規定の取りまとめを主管する箇所の長
 *5: これ以外の箇所で行う契約においては, 各GM
 *6: 検査を担当する箇所の長 (保安規定 107 条の 4 の安全統括GMが指名する検査実施GMのことをいう。)

第2図 設工認の各プロセスに関する体制

第1表 各プロセスを主管する箇所

プロセス		主管箇所	
3.3	設計に係る品質管理の方法	(本社) 原子力安全・統括部 原子力運営管理部 原子力設備管理部	(発電所) 総務部 安全総括部 防災安全部 放射線安全部 第一運転管理部 第二運転管理部 第一保全部 第二保全部
3.4	工事に係る品質管理の方法	(本社) 原子力設備管理部	(発電所) 総務部 安全総括部
3.5	使用前事業者検査の方法		防災安全部 放射線安全部 第一運転管理部 第二運転管理部 第一保全部 第二保全部
3.6	設工認における調達管理の方法	(本社) 原子力安全・統括部 原子力運営管理部 原子力設備管理部 原子力資材調達センター	(発電所) 総務部 安全総括部 防災安全部 放射線安全部 第一運転管理部 第二運転管理部 第一保全部 第二保全部

3.2 設工認における設計，工事及び検査の各段階とそのレビュー

3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用

設計及び工事のグレード分けは，原子炉施設の安全上の重要性に応じて，添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」に示すグレード分けの考え方を適用し，管理を実施する。

設工認における設計は，設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含めた設工認対象設備に対し，第 2 表に示す「設工認における設計，工事及び検査の各段階」に従って技術基準規則等の要求事項への適合性を確保するために実施する設備の設計である。

このうち，「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計 1）」及び「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）」における設計は，一律のグレードとし，全ての適合性確認対象設備を「3.3 設計に係る品質管理の方法」に示す設計で管理する。「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」以降の段階で新たに設計及び工事を実施する場合は，設計及び工事のグレード分けの考え方を適用し，管理を実施する。

3.2.2 設計，工事及び検査の各段階とそのレビュー

設工認における必要な設計，工事及び検査の流れは，設工認品質管理計画のとおりである。

設工認における設計，工事及び検査の各段階と保安規定品質マネジメントシステム計画との関係を第 2 表に示す。

(1) 実用炉規則別表第二対象設備に対する管理

適合性確認に必要な作業と検査の繋がりを第 3 図に示す。

設計，工事を主管する箇所又は検査を担当する箇所の長は，設計，工事及び検査の各段階において要求事項に対する適合性を確認した上で，次の段階に進める。

また，設計，工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は，第 2 表に示す「保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目」ごとのアウトプットに対するレビューを実施する。設計の各段階におけるレビューは，保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.4 設計・開発のレビュー」に基づき設計の結果が要求事項を満たせるかどうかを評価し，問題を明確にし，必要な処置を提案する。

適切な段階において第 2 図に示された箇所で当該設備の設計に関する力量を有する専門家を含めて設計の各段階におけるレビューを実施するとともに，「文書及び記録管理基本マニュアル」に基づき記録を管理する。

設計におけるレビューの対象となる段階を第 2 表に「*」で明確にする。

なお，実用炉規則別表第二対象設備のうち，設工認申請（届出）が不要な工事を行う場合は，設工認品質管理計画のうち，必要な事項を適用して設計，工事及び検査を実施し，認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること，技術基準規則に適合していることを使用前事業者検査により確認する。

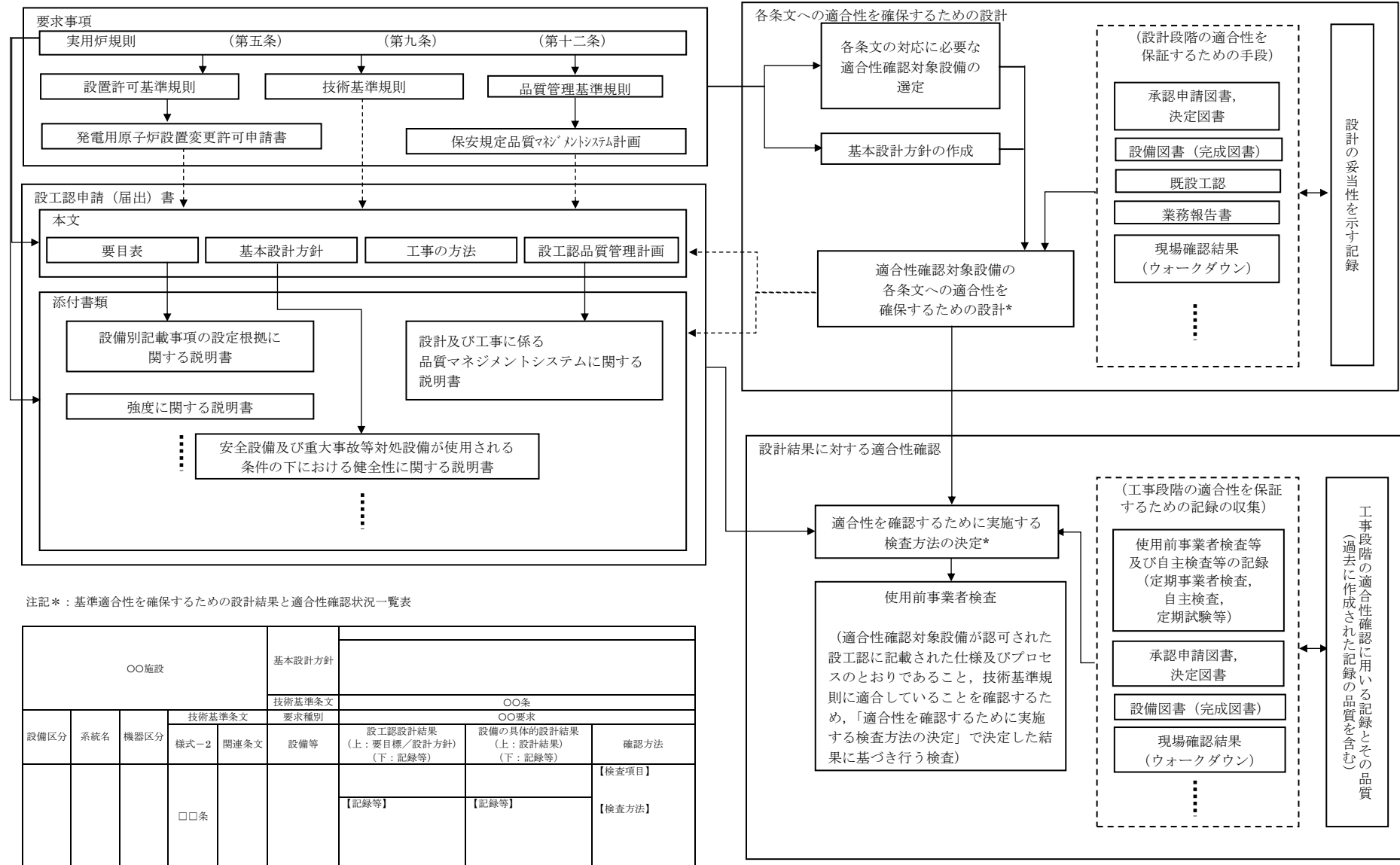
(2) 主要な耐圧部の溶接部に対する管理

設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な検査は、「3.4 工事に係る品質管理の方法」、「3.5 使用前事業者検査の方法」及び「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す管理（第 2 表における「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」～「3.6 設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを使用前事業者検査により確認する。

第2表 設工認における設計、工事及び検査の各段階

各段階		保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目	概要	
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法	7.3.1 設計・開発の計画	適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計・開発へのインプット	設計に必要な技術基準規則等の要求事項の明確化
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定		技術基準規則等に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.3(1)*	基本設計方針の作成(設計1)	7.3.3 設計・開発からのアウトプット	要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2)*	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計(設計2)	7.3.3 設計・開発からのアウトプット	適合性確認対象設備に必要な設計の実施
	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	7.3.5 設計・開発の検証	技術基準規則への適合性を確保するために必要な設計の妥当性の確認
	3.3.4*	設計における変更	7.3.7 設計・開発の変更管理	設計対象の追加や変更時の対応
工事及び検査	3.4.1*	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施(設計3)	7.3.3 設計・開発からのアウトプット 7.3.5 設計・開発の検証	設工認を実現するための具体的な設計
	3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施	—	適合性確認対象設備の工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	—	適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していること
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	7.1 業務の計画 7.3.6 設計・開発の妥当性確認	適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する計画と方法の決定
	3.5.3	検査計画の管理	—	使用前事業者検査を実施する際の工程管理
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	—	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査を実施する際の工程管理
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	8.2.4 機器等の検査等	認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認
調達	3.6	設工認における調達管理の方法	7.4 調達 8.2.4 機器等の検査等	適合性確認に必要な設計、工事及び検査に係わる調達管理

注記* : 「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とそのレビュー」でいう、保安規定品質マネジメントシステム計画の「7.3.4 設計・開発のレビュー」対応項目



第3図 適合性確認に必要な作業と検査の繋がり

3.3 設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計を、「設計及び工事に係る品質管理の方法等について」に基づき、要求事項の明確化、適合性確認対象設備の選定、基本設計方針の作成及び適合性を確保するための設計、設計のアウトプットに対する検証の各段階を実施する。

以下にそれぞれの活動内容を示す。

3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

設工認に必要な要求事項は、以下のとおりとする。

- ・「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）」（以下「設置許可基準規則」という。）に適合しているとして許可された「柏崎刈羽原子力発電所発電用原子炉設置変更許可申請書」（以下「設置変更許可申請書」という。）
- ・設置許可基準規則
- ・技術基準規則

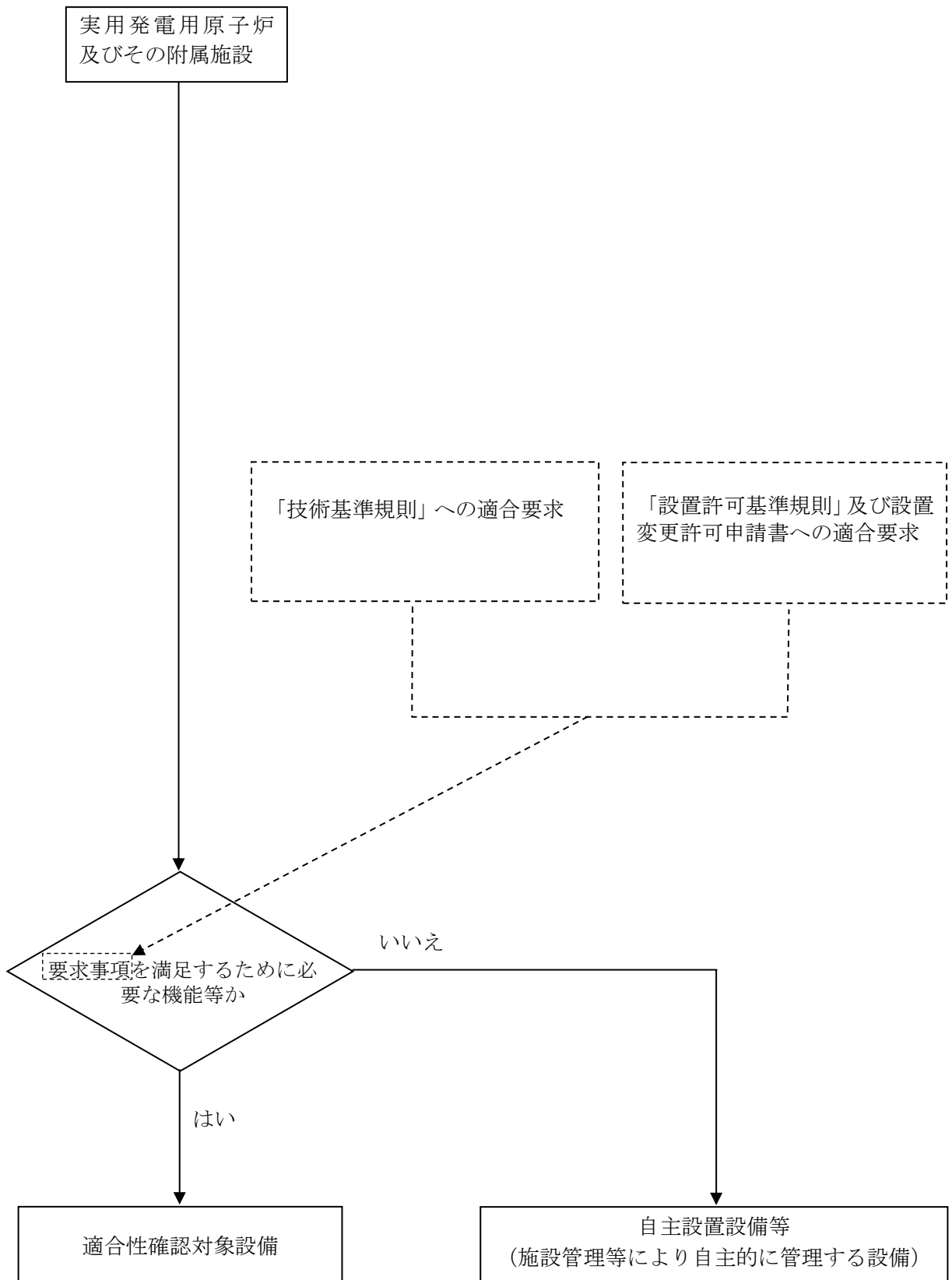
また、必要に応じて以下を参照する。

- ・設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備に対する技術基準規則への適合性を確保するため、設置変更許可申請書に記載されている設備及び技術基準規則への対応に必要な設備（運用を含む。）を、実際に使用する際の系統又は構成で必要となる設備を含めて、適合性確認対象設備として以下に従って抽出する。適合性確認対象設備を明確にするため、設工認に関連する工事において追加・変更となる設備・運用のうち、設工認の対象となる設備・運用を、要求事項への適合性を確保するために実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備・運用を考慮しつつ、第4図に示すフローに基づき抽出する。

抽出した結果を様式-2「設備リスト」（以下「様式-2」という。）の該当する条文の「設備等」欄に整理するとともに、設備／運用、既設／新設、追加要求事項に対して必須の設備・運用の有無、実用炉規則別表第二のうち要目表に該当の有無、実用炉規則別表第二に関連する施設・設備・機器区分等を、様式-2の該当する各欄で明確にする。



第4図 適合性確認対象設備の抽出について

3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するための設計を以下のとおり実施する。

- ・「設計1」として、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を基に、必要な設計を漏れなく実施するための基本設計方針を明確化する。
- ・「設計2」として、「設計1」の結果を用いて適合性確認対象設備に必要な詳細設計を実施する。
- ・「設計1」及び「設計2」の結果を用いて、設工認に必要な書類等を作成する。
- ・「設計のアウトプットに対する検証」として、「設計1」及び「設計2」の結果について、検証を実施する。

また、これらの具体的な活動を以下のとおり実施する。

(1) 基本設計方針の作成（設計1）

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対する詳細設計を「設計2」で実施するに先立ち、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項に対する設計を漏れなく実施するために、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに、各条文に関連する要求事項を用いて設計項目を明確にした基本設計方針を作成する。

a. 適合性確認対象設備と適用条文の整理

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則への適合に必要な設計を確実に実施するため、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。

- (a) 技術基準規則の条文ごとに各施設との関係を明確にし、明確にした結果とその理由を、様式-3「技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方(例)」(以下「様式-3」という。)の「適用要否判断」欄及び「理由」欄に取りまとめる。
- (b) 様式-3に取りまとめた結果を、様式-4(1/2)「施設と条文の対比一覧表(設計基準対象施設)(例)」(以下「様式-4(1/2)」という。), 様式-4(2/2)「施設と条文の対比一覧表(重大事故等対処設備)(例)」(以下「様式-4(2/2)」という。)の該当箇所の星取りにて取りまとめることにより、施設ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。
- (c) 様式-2で明確にした適合性確認対象設備を、実用炉規則別表第二の施設区分ごとに、様式-5-1(1/2)「技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表(設計基準対象施設)(例)」(以下「様式-5-1(1/2)」という。), 様式-5-1(2/2)「技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表(重大事故等対処設

備) (例) 」 (以下「様式-5-1 (2/2) 」という。) 及び様式-5-2「設工認添付書類星取表 (例) 」 (以下「様式-5-2」という。) で機器として整理する。

また、様式-4 (1/2) , 様式-4 (2/2) で取りまとめた結果を用いて、施設ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にし、技術基準規則の各条文と設工認との関連性を含めて様式-5-1 (1/2) , 様式-5-1 (2/2) で整理する。

b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成

設計を主管する箇所の長は、以下により、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を具体化し、漏れなく適用していくための基本設計方針を技術基準規則の条文ごとに作成する。

なお、基本設計方針の作成に当たっての統一的な考え方を添付3「技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方」に示す。

(a) 様式-7「要求事項との対比表 (例) 」 (以下「様式-7」という。) に、基本設計方針の作成に必要な情報として、技術基準規則の各条文及びその解釈、並びに関係する設置変更許可申請書本文及びその添付書類に記載されている内容を原文のまま引用し、その内容を確認しながら、設計すべき項目を基本設計方針として漏れなく作成する。

(b) 基本設計方針の作成にあわせて、基本設計方針として記載する事項及びそれらの技術基準規則への適合性の考え方 (理由) , 基本設計方針として記載しない場合の考え方、並びに詳細な検討が必要な事項として含めるべき実用炉規則別表第二に示された添付書類との関係を明確にし、それらを様式-6「各条文の設計の考え方 (例) 」 (以下「様式-6」) という。) に取りまとめる。

(c) (a) 及び (b) で作成した条文ごとの基本設計方針を整理した様式-7及び基本設計方針作成時の考え方を整理した様式-6、並びに「3.3.3(1)a. (b)」で作成した各施設に適用される技術基準規則の条文を明確にした様式-4 (1/2) , 様式-4 (2/2) を用いて、施設ごとの基本設計方針を作成する。

(d) 作成した基本設計方針を基に、抽出した適合性確認対象設備に対する耐震重要度分類、機器クラス、兼用する際の登録の考え方及び当該適合性確認対象設備に必要な設工認書類との関連性を様式-5-2で明確にする。

(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計 (設計2)

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対し、今回新たに設計が必要な基本設計方針への適合性を確保するための詳細設計を、「設計1」の結果を用いて実施する。

a. 基本設計方針の整理

設計を主管する箇所の長は、基本設計方針（「3.3.3(1)b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」参照）に基づく設計の実施に先立ち、基本設計方針に従った設計を漏れなく実施するため、基本設計方針の内容を以下の流れで分類し、技術基準規則への適合性の確保が必要な要求事項を整理する。

- (a) 条文ごとに作成した基本設計方針を設計項目となるまとまりごとに整理する。
- (b) 整理した基本設計方針を分類するためのキーワードを抽出する。
- (c) 抽出したキーワードを基に要求事項を第3表に示す要求種別に分類する。
- (d) 分類した結果を、設計項目となるまとまりごとに、様式-8「基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）」（以下「様式-8」という。）の「基本設計方針」欄に整理する。
- (e) 設工認の設計に不要な以下の基本設計方針を、様式-8の該当する基本設計方針に網掛けすることにより区別し、設計が必要な要求事項に変更があった条文に対応した基本設計方針を明確にする。
 - ・定義（基本設計方針で使用されている用語の説明）
 - ・冒頭宣言（設計項目となるまとまりごとの概要を示し、冒頭宣言以降の基本設計方針で具体的な設計項目が示されているもの）
 - ・規制要求に変更のない既設設備に適用される基本設計方針（既設設備のうち、過去に当該要求事項に対応するための設計が行われており、様式-4（1/2）、様式-4（2/2）及び様式-5-1（1/2）、様式-5-1（2/2）で従来の技術基準規則から変更がないとした条文に対応した基本設計方針）
 - ・適合性確認対象設備に適用されない基本設計方針（当該適合性確認対象設備に適用されず、設計が不要となる基本設計方針）

第3表 要求種別ごとの適合性の確保に必要な主な設計事項と
その妥当性を示すための記録との関係

要求種別			主な設計事項	設計方針の妥当性を示す記録
設備	設計 要求	設置 要求	必要となる機能・性能を有する設備の選定	設置変更許可申請書に記載した機能を持つために必要な設備の選定 配置設計 ・設計資料 ・設備図書（図面，構造図，仕様書） 等
		系統 構成	目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な具体的な系統構成・設備構成	設置変更許可申請書の記載を基にした，実際に使用する系統構成・設備構成の決定 ・設計資料 ・有効性評価結果（設置変更許可申請書での安全解析の結果を含む） ・系統図 ・設備図書（図面，構造図，仕様書） 等
		機能 要求	目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な設備の具体的な仕様	仕様設計 構造設計 強度設計（クラスに応じて） 耐震設計（クラスに応じて） 耐環境設計 配置設計 ・設計資料 ・設備図書（図面，構造図，仕様書） ・インターロック線図 ・算出根拠（計算式等） ・カタログ 等
		評価 要求	対象設備が目的とする機能・性能を持つことを示すための方法とそれに基づく評価	仕様決定のための解析 条件設定のための解析 実証試験 技術基準規則に適合していることを確認するための解析 ・設計資料 ・解析計画（解析方針） ・業務報告書（解析結果） ・手計算結果 等
運用	運用要求	保安規定で定める必要がある運用方法とそれに基づく計画	維持又は運用のための計画の作成	—

- b. 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（対象設備の仕様の決定含む）

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備を技術基準規則に適合したものとするために、以下により、必要な詳細設計を実施する。

また、具体的な設計の流れを第5図に示す。

- (a) 第3表に示す「要求種別」ごとの「主な設計事項」に示す内容について、「3.7.1 文書及び記録の管理」で管理されている設備図書や「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達からの業務報告書等の記録をインプットとして、基本設計方針に対し、必要な詳細設計の方針（要求機能、性能目標、防護方針等を含む。）を定め、適合性確認対象設備が、技術基準規則等の設計要求事項への適合性を確保するための詳細設計を実施する。

なお、設工認申請（届出）時点で設置されている設備については、その設備が定めた詳細設計の方針を満たす機能・性能を有していることを確認した上で、設工認申請（届出）に必要な設備の仕様等を決定する。

- (b) 様式-6で明確にした、詳細な検討を必要とした事項を含めて詳細設計を実施するとともに、以下に該当する場合は、その内容に従った詳細設計を実施する。

イ. 評価を行う場合

詳細設計として評価（解析を含む。）を実施する場合は、基本設計方針を基に詳細な評価方針及び評価方法を定めた上で、評価を実施する。

また、評価の実施において、解析を行う場合は、「3.3.3(2)c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理」に基づく管理により品質を確保する。

ロ. 複数の機能を兼用する設備の設計を行う場合

複数の機能（施設間を含む。）を兼用する設備の設計を行う場合は、兼用するすべての機能を踏まえた設計を確実に実施するため、組織間の情報伝達を確実に実施し、兼用する機能ごとの系統構成を把握し、兼用する機能を集約した上で、兼用するすべての機能を満たすよう設計を実施する。

ハ. 設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合

設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合は、設計が確実に行われるようにするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、設計をまとめて実施する側で複数の対象を考慮した設計を実施したのち、設計を委ねた側においても、その設計結果を確認する。

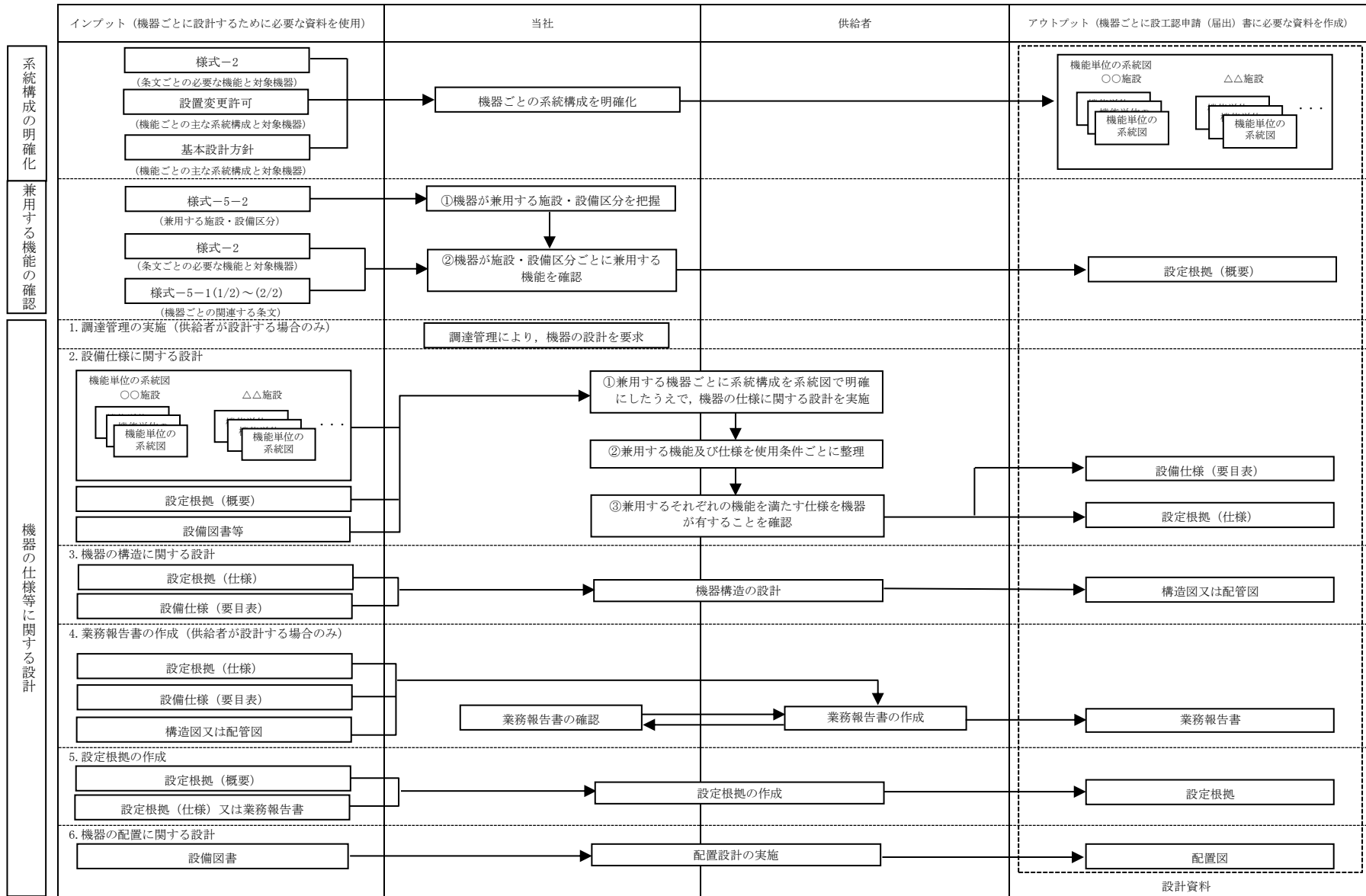
二. 他号機と共用する設備の設計を行う場合

様式-2を基に他号機と共用する設備の設計を行う場合は、設計が確実に行われるようにするため、組織間の情報伝達を確実に実施し、号機ごとの設計範囲を明確にし、必要な設計が確実に行われるよう管理する。

上記のイ.～ニ.の場合において、設計の妥当性を検証し、詳細設計方針を満たすことを確認するために使用前事業者検査等及び自主検査等（以下「検査等」という。）を実施しなければならない場合は、条件及び方法を定めた上で実施する。

また、これらの設計として実施したプロセスを様式-1に取りまとめるとともに、設計結果を、様式-8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄に整理する。

- (c) 第3表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、本社組織の保安規定の取りまとめを主管する箇所の長にて、保安規定に必要な対応を取りまとめる。



第5図 主要な設備の設計

c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

設計を主管する箇所の長は、詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、以下の活動を実施し、品質を確保する。

(a) 調達による解析の管理

基本設計方針に基づく詳細設計で解析を実施する場合は、解析結果の品質を確保するため、設工認品質管理計画に基づく品質保証活動を行う上で、特に以下の点に配慮した活動を実施し、品質を確保する。

イ. 調達による解析

調達により解析を実施する場合は、解析の品質を確保するために、供給者に対し、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（2021年6月改定、一般社団法人原子力安全推進協会）」を反映した以下に示す管理を確実にするための品質マネジメントシステム体制の構築等に関する調達要求事項を仕様書により要求し、それに従った品質マネジメントシステム体制の下で解析を実施させるよう「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達管理を実施する。

なお、解析の調達管理に関する具体的な流れを添付4「設工認における解析管理について」の「別図1」に示す。

(イ) 解析業務を実施するにあたり、あらかじめ解析業務の計画を策定し、解析業務の計画書により文書化する。

なお、解析業務の計画書には、以下に示す事項の計画を明確にする。

- ・実施目的
- ・内容（実施方法）
- ・体制
- ・時期

(ロ) 解析業務に係る必要な力量を確保するとともに、従事する要員（原解析者・検証者）は必要な力量を有した者とする。

ロ. 計算機プログラム（解析コード）の管理

計算機プログラムは、評価目的に応じた解析結果を保証するための重要な役割を持っていることから、使用実績や使用目的に応じ、計算機プログラムが適正なものであることを以下のような方法により検証し、使用する。

- ・実機運転データとの比較
- ・大型実験／ベンチマーク試験結果との比較
- ・他の計算機プログラムによる計算結果との比較
- ・簡易モデル（サンプル計算例）、標準問題を用いた解析結果との比較 等

ハ. 解析業務で用いる入力情報の伝達について

当社及び供給者は、それぞれの品質マネジメントシステムに基づき文書及び記録の管理を実施していることから、設工認に必要な解析業務のうち、設備又は土木建築構造物を設置した供給者と同一の供給者が主体となって解析を実施する場合は、解析を実施する供給者が所有する図面とそれを基に作成され納入されている当社所有の設備図書で、同じ最新性を確保する。

また、設備を設置した供給者以外の供給者にて解析を実施する場合は、当社で管理している図面を供給者に提供することで、供給者に最新性が確保された図面で解析を実施させる。

ニ. 入力根拠の作成

供給者に、解析業務計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした入力根拠書を作成させ、計算機プログラムへの入力間違いがないか確認させることで、入力根拠の妥当性及び入力データが正しく入力されたことの品質を確保する。

(b) 手計算による自社解析

自社で実施する解析（手計算）は、評価を実施するために必要な計算方法及び入力データを明確にした上で、当該業務の力量を持つ要員が実施する。

また、実施した解析結果に間違いがないようにするために、入力根拠、入力値及び解析結果について、解析を実施した者以外が確認を実施し、解析結果の信頼性を確保する。

(3) 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の「設計1」及び「設計2」に基づき作成した設計資料について、これが設計のインプット（「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」及び「3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」参照）で与えられた要求事項に対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、原設計者以外の力量を有する者に実施させる。

(4) 設工認申請（届出）書の作成

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備を様式-2に取りまとめるとともに、設工認の設計として実施した「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」及び「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」からのアウトプットを基に、「設計及び工事計画届出書本文及び添付資料他参考資料作成・確認要領」に従って、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。

a. 要目表の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、実用炉規則別表第二の「設備別記載事項」の要求に従って、必要な事項（種類、主要寸法、材料、個数等）を設備ごとに表（要目表）又は図面等に取りまとめる。

b. 施設ごとの「基本設計方針」及び「適用基準及び適用規格」の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(1)b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」で作成した施設ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則別表第二に示された発電用原子炉施設の施設ごとの基本設計方針としてまとめ直すことにより、設工認として必要な基本設計方針を作成する。

また、技術基準規則に規定される機能・性能を満足させるための基本的な規格及び基準を、「適用基準及び適用規格」として取りまとめる。

c. 工事の方法の作成

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備等が、期待される機能を確実に発揮することを示すため、当該工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法を記載するとともに、工事中の従事者及び公衆に対する放射線管理や他の設備に対する悪影響防止等の観点から特に留意すべき事項を「工事の方法」として取りまとめる。

d. 各添付書類の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果、図面等の設計資料及び基本設計方針に対して詳細な設計結果や設計の妥当性に関する説明が必要な事項を取りまとめた様式-6及び様式-7を用いて設工認と実用炉規則別表第二の関係を整理した様式-5-2を基に添付書類を作成する。

なお、実用炉規則別表第二に示された添付書類において、解析コードを使用している場合には、添付書類の別紙として「計算機プログラム（解析コード）の概要」を作成する。

e. 設工認申請（届出）書案のチェック

設計を主管する箇所の長は、作成した設工認申請（届出）書案について、「設計及び工事計画届出書本文及び添付資料他参考資料作成・確認要領」に基づき、以下の要領で本社及び発電所の関係箇所のチェックを受ける。

(a) 本社及び発電所の関係箇所でのチェック分担を明確にしてチェックする。

(b) 本社及び発電所の関係箇所からチェック結果として、コメントが付されている場合は、その反映要否を検討し、必要に応じ資料を修正した上で、再度チェックする。

(c) 必要に応じこれらを繰り返し、設工認申請（届出）書案のチェックを完了する。

(5) 設工認申請（届出）書の承認

「3.3.3(3) 設計のアウトプットに対する検証」及び「3.3.3(4)e. 設工認申請（届出）書案のチェック」を実施した設工認申請（届出）書案について、設計を主管する箇所の長は作成した資料を取りまとめ、「保安全管理基本マニュアル」に基づき原子力発電保安運営委員会へ付議し、審議及び確認を得る。原子力発電保安運営委員会での審議、確認が終了した後、原子力発電保安委員会に付議し、審議及び確認を得る。

原子力発電保安委員会の審議及び確認を得た設工認申請（届出）書について、発電所 第二保全部長の承認を得る。

3.3.4 設計における変更

設計を主管する箇所の長は、設計対象の追加又は変更が必要となった場合、「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」～「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じ修正する。

3.4 工事に係る品質管理の方法

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）及び、その結果を反映した設備を導入するために必要な工事を、「3.6 設工認における調達管理の方法」を適用して実施する。

3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）

設工認において、工事を主管する箇所の長は、工事段階において、以下のいずれかの方法で、設工認を実現するための設備の具体的な設計（設計3）を実施し、決定した具体的な設計結果を様式-8の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

また、設工認申請（届出）時点で設置されている設備について、既に実施された具体的な設計の結果が設工認に適合していることを確認し、様式-8の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

(1) 自社で設計する場合

工事を主管する箇所の長は、「設計 3」を実施し、適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）との照合を行う。

また、詳細設計の検証を行う。

設計の妥当性確認については「3.5.2 使用前事業者検査の計画」で策定する使用前事業者検査にて行う。

- (2) 「設計3」を本社組織の工事を主管する箇所の長が調達し発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達管理として「設計3」を管理する場合
 本社組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。
 また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。
- (3) 「設計3」を発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達しかつ調達管理として「設計3」を管理する場合
 発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。
 また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。
- (4) 「設計3」を本社組織の工事を主管する箇所の長が調達しかつ調達管理として「設計3」を管理する場合
 本社組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。
 また、本社組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく設備を設置するための工事を、「工事の方法」に記載された工事の手順並びに「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い実施する。

ただし、設工認に基づく設備のうち、設工認申請（届出）時点で設置されて新たな工事を伴わない範囲の適合性確認対象設備がある場合については、「3.5 使用前事業者検査の方法」以降の検査段階から実施する。

また、設工認に基づき設置する設備のうち、既に工事を着手し工事を継続している設備又は着手し設置を終えている設備については、以下のとおり取り扱う。

- (1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備
 設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し設置を完了して調達製品の検証段階の適合性確認対象設備については、「3.5 使用前事業者検査の方法」から実施する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備については、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い、着手時点のグレードに応じた工事を継続して実施するとともに、「3.5 使用前事業者検査の方法」から実施する。

なお、この工事の中で使用前事業者検査を実施する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で、使用前事業者検査を含めて実施する。

3.5 使用前事業者検査の方法

検査の取りまとめを主管する箇所の長は、工事を主管する箇所の長の依頼を受け、工事を主管する箇所から独立した箇所の長を、検査を担当する箇所の長として指名する。

工事を主管する箇所の長は、保安規定に基づき使用前事業者検査の計画（検査項目、検査方法及び検査実施時期）を策定する。

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「使用前事業者検査等及び自主検査等基本マニュアル」に従い、工事を主管する箇所からの独立性を確保した検査体制の下、検査要領書を制定し、使用前事業者検査を実施する。

3.5.1 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査では、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するために、以下の項目について検査を担当する箇所の長が検査を実施する。

① 実設備の仕様の適合性確認

② 実施した工事が、「3.4.1 設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計 3）」及び「3.4.2 設備の具体的な設計に基づく工事の実施」に記載したプロセス並びに「工事の方法」のとおり行われていること。

これらの項目のうち、①を第4表に示す検査として、②を品質マネジメントシステムに係る検査（以下「QA 検査」という。）として実施する。

また、QA 検査では上記②に加え、上記①のうち工事を主管する箇所（供給者を含む。）が実施する検査（工事を主管する箇所が採取した記録・ミルシートや検査における自動計測等。）の信頼性の確認（記録確認検査や抜取検査の信頼性確保）を行い、設工認に基づく検査の信頼性を確保する。

3.5.2 使用前事業者検査の計画

工事を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備が認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、技術基準規則に適合するよう実施した設計結果を示した様式-8 の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄ごとに設計の妥当性確認を含む使用前事業者検査を「確認方法」欄に取りまとめ、検査項目、検査方法を明確にする。

ただし、主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査については、「使用前事業者検査等及び自主検査等基本マニュアル」に従い対象範囲を確認し、検査実施時期を定めた検査実施計画を作成する。

なお、使用前事業者検査は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3表の要求種別ごとに第4表に示す確認項目、確認視点及び主な検査項目を基に、様式-8の「確認方法」欄に取りまとめる。

また、適合性確認対象設備のうち、技術基準規則上の措置（運用）に必要な設備についても、使用前事業者検査を様式-8の「確認方法」欄に取りまとめ、検査項目、検査方法を明確にする。

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査の実施にあたり、工事を主管する箇所の長が策定した検査計画を以下の観点で確認することで、検査の信頼性を確保する。

- ① 対象設備に対し検査項目、検査方法が適切に設定されていること。
- ② 検査実施時期が設備の工事工程に対して、適切な時期に計画されていること。

個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

第4表 要求種別に対する確認項目及び確認視点

要求種別		確認項目	確認視点	主な検査項目		
設備	設計要求	設置要求	名称, 取付箇所, 個数, 設置状態, 保管状態	設計要求のとおり の名称, 取付箇所, 個数 で設置されていること を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・据付検査 ・状態確認検査 ・外観検査 	技術基準規則の 要求事項に対し, 適合してい ることを確認する ための検査方法 を整理し, 様 式-8 にまとめ る。 (検査概要につ いては, 「3.5.5 使用前事業者検 査の実施」参照)
		系統構成	系統構成, 系統隔離, 可搬設備の 接続性	実際に使用できる系 統構成になっている ことを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・機能・性能検査 	
		機能要求	容量, 揚程 等の仕様 (要目表)	要目表の記載のと おりであることを確 認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・材料検査 ・寸法検査 ・建物・構築物構造 検査 ・外観検査 ・据付検査 ・耐圧検査 ・漏えい検査 ・機能・性能検査 ・特性検査 ・状態確認検査 	
			上記以外 の所要の機能 要求事項	目的とする機能・性能 が発揮できることを 確認する。		
		評価要求	評価のイン プット条件等 の要求事項	評価条件を満足して いることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・状態確認検査 	
			評価結果を設 計条件とする 要求事項	内容に応じて, 設置要 求, 系統構成, 機能要 求として確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・内容に応じて, 設 置要求, 系統構 成, 機能要求の検 査を適用 	
運用	運用要求	手順確認	(保安規定) 手順化されているこ とを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・状態確認検査 		

(1) 使用前事業者検査の方法の決定

使用前事業者検査の実施に先立ち、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3表の要求種別ごとに定めた第4表に示す確認項目、確認視点及び主な検査項目の考え方を使って、確認項目ごとの設計結果に関する具体的な検査概要を以下の手順により使用前事業者検査の方法として明確にする。

なお、第4表の主な検査項目ごとの検査概要及び判定基準の考え方を第5表に示す。

- a. 様式-8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄及び「設備の具体的設計結果」欄に記載された内容と該当する要求種別を基に、検査項目を決定する。
- b. 決定された検査項目より、第5表に示す「検査項目、検査概要及び判定基準の考え方について（代表例）」及び「工事の方法」を参照し適切な検査方法を決定する。
- c. 決定した各設備に対する検査方法は、様式-8の「確認方法」欄に取りまとめる。
なお、「確認方法」欄では、以下の内容を明確にする。
 - ・検査項目
 - ・検査方法

第5表 検査項目、検査概要及び判定基準の考え方について（代表例）

検査項目	検査概要	判定基準の考え方
材料検査	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格*1、*2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格等に適合すること。
寸法検査	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内であることを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること。
外観検査	・有害な欠陥のないことを記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。
据付検査 (組立て及び据付け状態を確認する検査)	・常設設備の組立て状態並びに据付け位置及び状態が設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・設工認に記載のとおりに設置されていること。
耐圧検査	・技術基準規則の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを、記録又は目視により確認する。	・検査圧力に耐え、異常のないこと。
漏えい検査	・耐圧検査終了後、技術基準規則の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を、記録又は目視により確認する。	・検査圧力により著しい漏えいのないこと。
建物・構築物構造検査	・建物・構築物が設工認に記載のとおり製作され、組み立てられていること、また関係規格*1、*2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること、また関係規格等に適合すること。
機能・性能検査 特性検査	・系統構成確認検査*3 実際に使用する系統構成及び可搬型設備等の接続が可能なことを、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・可搬型設備等の接続が可能なこと。
	・運転性能検査、通水検査、系統運転検査、容量確認検査 設計で要求される機能・性能について、実際に使用する系統状態又は模擬環境により試運転等を行い、機器単体又は系統の機能・性能を、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・目的とする機能・性能が発揮できること。
	・絶縁耐力検査 電気設備と大地との間に、試験電圧を連続して規定時間加えたとき、絶縁性能を有することを、記録（工場での試験記録等を含む）又は目視により確認する。	・目的とする絶縁性能を有すること。
	・ロジック回路動作検査、警報検査、インターロック検査 電気設備又は計測制御設備について、ロジック確認、インターロック確認及び警報確認等を行い、設備の機能・性能又は特性を、記録又は目視により確認する。	・ロジック、インターロック及び警報が正常に動作すること。
	・外観検査 建物、構築物、非常用電源設備等の完成状態を、記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。 ・設工認に記載のとおりに設置されていること。
	・計測範囲確認検査、設定値確認検査 計測制御設備の計測範囲又は設定値を、記録（工場での校正記録等を含む）又は目視により確認する。	・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。
状態確認検査*4	・設置要求における機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が、設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が適切であること。
	・評価要求に対するインプット条件（耐震サポート等）との整合性確認を、記録又は目視により確認する。	・評価条件を満足していること。
	・運用要求における手順が整備され、利用できることを確認する。	・運用された手順が整備され、利用できること。
基本設計方針に係る検査*5	・機器等が設工認に記載された工事の方法及び基本設計方針に従って据付けられ、機能及び性能を有していることを確認する。	・機器等が設工認に記載された工事の方法及び基本設計方針に従って据付けられ、機能及び性能を有していること。
品質マネジメントシステムに係る検査	・事業者が設工認に記載された品質マネジメントシステムに従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていることを確認する。	・事業者が設工認に記載された品質マネジメントシステムに従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていること。

注記*1：消防法及びJIS

*2：設計の際に採用した適用基準又は適用規格

*3：通水検査を分割して検査を実施する等、使用時の系統での通水ができない場合に実施（通水検査と同系統である場合には、検査時に系統構成を確認するため不要）

*4：検査対象機器の動作確認は、機能・性能検査を主とするが、技術基準規則54条の検査として、適用可能な手順を用いて動作できることの確認を行う場合は、その操作が可能な構造であることを状態確認検査で確認する。

*5：基本設計方針のうち、各検査項目で確認できない事項を対象とする。

3.5.3 検査計画の管理

検査の取りまとめを主管する箇所の長は、使用前事業者検査を適切な段階で実施するため、関係箇所と調整の上、発電所全体の主要工程を踏まえた使用前事業者検査工程表を作成し、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理

検査を担当する箇所の長は、溶接が特殊工程であることを踏まえ、製作工程中の検査項目ごとの溶接のプロセス検査を実施するため、工程管理等の計画を策定し、溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視を行う。

また、溶接継手に対する要求事項は、溶接部詳細一覧表（溶接方法、溶接材料、溶接施工法、熱処理条件、検査項目等）により管理し、これに係る関連図書を含め、業務の実施に当たって必要な図書を溶接施工工場に提出させ、それを審査、承認し、必要な管理を実施する。

3.5.5 使用前事業者検査の実施

検査を担当する箇所の長は、「使用前事業者検査等及び自主検査等基本マニュアル」に準じて、検査要領書を制定、検査体制を確立して使用前事業者検査を実施する。

(1) 使用前事業者検査に係る要員の力量確保及び教育・訓練

使用前事業者検査に従事する者は、あらかじめ教育・訓練を受講し、検査に必要な力量を有する者とする。

(2) 使用前事業者検査の独立性確保

検査の取りまとめを主管する箇所の長は、工事を主管する箇所と組織的に独立した箇所に検査の実施を依頼する。

(3) 使用前事業者検査の体制

検査を担当する箇所の長は、検査要領書で明確にする第 8 図に示す使用前事業者検査の体制を、当該検査における力量を有する者で構成する。

a. 所長

所長は、発電所における保安に関する業務を統括管理するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。

b. 総括責任者（ユニット所長）

ユニット所長は、所管ユニットにおける運転及び保全の業務を統括管理する。

- c. 総括責任者（原子力安全センター所長）（QA検査）
原子力安全センター所長は、発電所における品質保証体系の総括に係る業務を統括管理する。
- d. 主任技術者（原子炉主任技術者、ボイラー・タービン主任技術者、電気主任技術者）
主任技術者は、担当検査について保安上の観点から検査要領書を確認するとともに、検査を担当する箇所から独立した立場で検査に立会うか記録を確認し、指導・助言を行う。
- ・原子炉主任技術者は、主に原子炉の核的特性や性能に係る事項等、原子炉の運転に関する保安の監督を行う。
 - ・ボイラー・タービン主任技術者は、主に機械設備の構造、機能及び性能に係る事項等、原子力発電工作物の工事、維持及び運用（電氣的設備に係るものを除く。）に関する保安の監督を行う。
 - ・電気主任技術者は、主に電気設備の構造、機能及び性能に係る事項等、原子力発電工作物の工事、維持及び運用（電氣的設備）に関する保安の監督を行う。
- e. 品質管理担当
品質管理担当は、品質管理上の観点から、検査内容等への指導・助言を行う。
- f. パフォーマンス向上会議
パフォーマンス向上会議は、検査における不適合に関わる管理方針の審議・決定を行う。
- g. 検査を担当する箇所の長
検査を担当する箇所の長は、自らが検査実施責任者を行うか、検査実施責任者を指名する。
- h. 検査実施責任者
検査実施責任者は、検査に関わる業務の総括管理を行い、検査に対して最終的な責任を有する。
検査の判定基準を定めるとともに検査要領書を承認し、検査判定者に検査の実施を指示する。
検査に立会うか記録を確認し、検査判定者が行う確認・評価について技術基準適合性等を確認した後これを判定し、次工程への引渡しを許可するとともに検査成績書の承認を行う。
その後、検査終了を検査の取りまとめを主管する箇所の長に報告する。
また、検査判定者の役割を自ら行うことができる。（文書の作成・審査の重複兼務を除く）

i. 検査判定者

検査判定者は、検査に立会うか記録を確認し、検査要領書に定められた手順に基づき行なわれたことを確認・評価し、ホールドポイントを解除する。

また、採取データ等が判定基準内にあることについて確認・評価を行い上位者に報告する。

j. 設備管理を主管する箇所の長（当直長を含む）及び運転員

設備管理を主管する箇所の長は、検査の実施に関わる作業許可を行う。

なお、許可した検査であっても、原子炉施設の保安上必要な場合は、検査実施責任者に対し、検査の中断を命ずることができる。

また、設備管理を主管する箇所の長は、検査実施責任者からの依頼を受けたプラント設備の検査に関わる運転操作について、総括的な責任を担う。

運転員は、設備管理を主管する箇所の長の指示の下、検査に関わる業務のうち運転操作に関わる業務について、検査判定者の依頼により遂行する。

k. 工事を主管する箇所の長（作業担当者を含む）

工事を主管する箇所の長は、使用前事業者検査の実施が必要な場合には、検査の取りまとめを主管する箇所の長に検査を担当する箇所の長の指名を依頼する。

また、検査対象設備の施設管理に関わる業務の責任を担う。

工事を主管する箇所のメンバーは作業担当者として検査に携わる。

1. 作業助勢員

作業助勢員は、検査判定者の指示により検査助勢を行う。

(4) 使用前事業者検査の検査要領書の作成

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「使用前事業者検査等及び自主検査等基本マニュアル」に準じて、「3.5.2(1) 使用前事業者検査の方法の決定」で決定し、様式-8の「確認方法」欄で明確にした確認方法及び「工事の方法」を基に、使用前事業者検査を実施するための検査要領書を制定する。

検査要領書には、検査目的、検査対象範囲、検査項目、検査方法、判定基準、検査体制、検査工程、不適合管理、検査手順、検査用計器、検査助勢を請負企業等へ依頼する場合は当該企業の管理に関する事項、検査の記録の管理に関する事項、検査成績書（様式）を記載し、品質管理担当の審査を経て、検査実施責任者がこれを承認し、該当する主任技術者が確認する。

なお、検査要領書には使用前事業者検査の確認対象範囲として含まれる技術基準規則の条文を明確にする。

実施する検査が代替検査となる場合は、「3.5.5(5) 代替検査の確認方法の決定」に従い、代替による使用前事業者検査の方法を決定し、評価結果を検査要領書に添付するとと

もに、代替検査により実施することを要領書（検査項目、検査方法及び判定基準）に記載する。

(5) 代替検査の確認方法の決定

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査実施にあたり、以下の条件に該当する場合には代替検査の評価を行い、その結果を当該の検査要領書に添付する。

a. 代替検査の条件

代替検査を用いる場合は、通常の方法で検査ができない場合であり、例えば以下の場合をいう。

- ・当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）*
- ・耐圧検査で圧力を加えることができない場合
- ・構造上外観が確認できない場合
- ・系統に実注入ができない場合
- ・電路に通電できない場合 等

注記*：「当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）」とは、以下の場合をいう。

- ・材料検査で材料検査証明書（ミルシート）がない場合
- ・寸法検査記録がなく、実測不可の場合

b. 代替検査の評価

検査を担当する箇所の長は、代替検査による確認方法を用いる場合、本来の検査目的に対する代替性の評価を実施し、その結果を「3.5.5(4) 使用前事業者検査の検査要領書の作成」で制定する検査要領書の一部として添付し、該当する主任技術者による確認を経て適用する。

なお、検査目的に対する代替性の評価においては、以下の内容を明確にする。

- ・設備名称
- ・検査項目
- ・検査目的
- ・通常の方法で検査ができない理由
（例）既存の発電用原子炉施設に悪影響を及ぼすことによる困難性
現状の設備構成上の困難性
作業環境における困難性 等
- ・代替検査の手法及び判定基準
- ・検査目的に対する代替性の評価*

注記*：記録の代替検査の手法、評価については「3.7.1 文書及び記録の管理」に従い、記録の成立性を評価する。

(6) 使用前事業者検査の実施

検査実施責任者は、検査判定者を指揮して、検査要領書に基づき、確立された検査体制の下で使用前事業者検査を実施する。

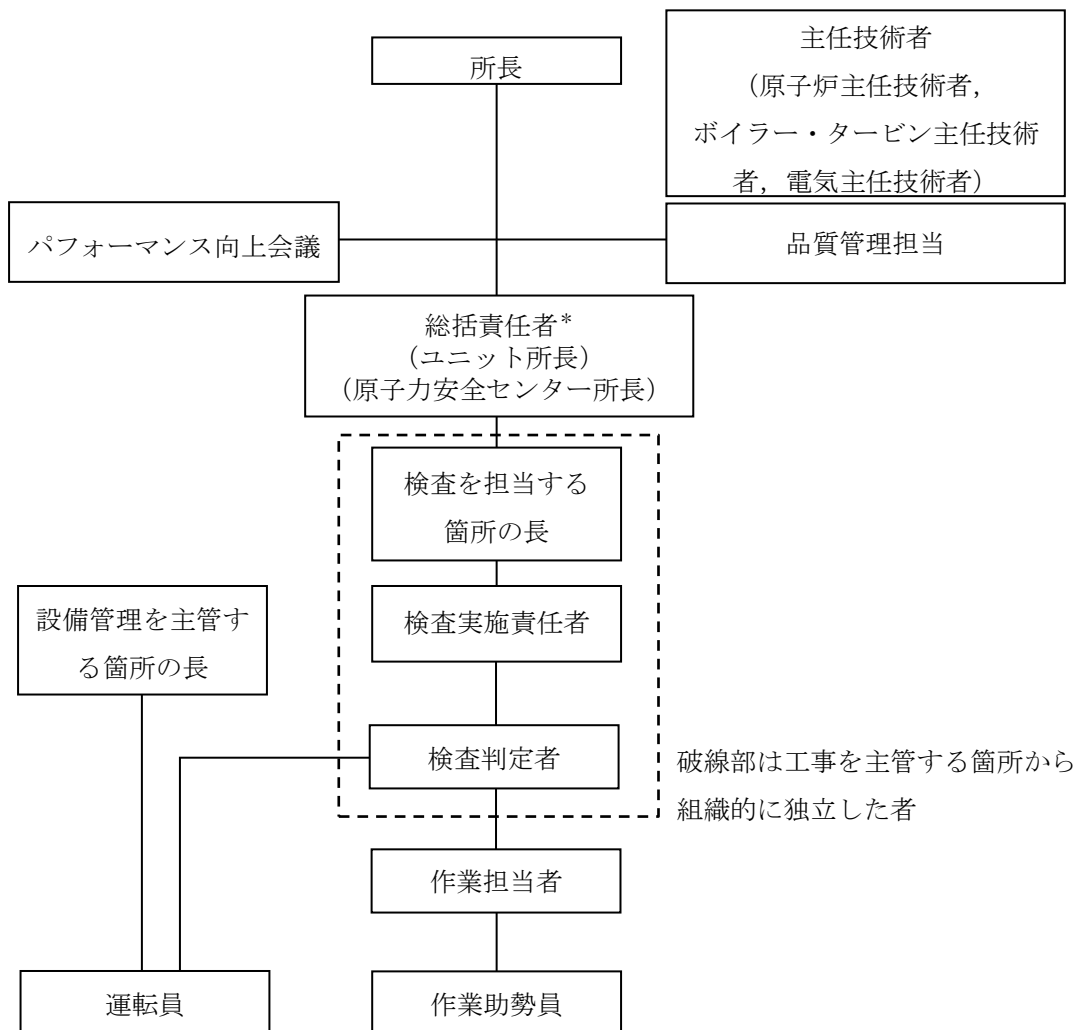
検査判定者は、検査が検査要領書に定めた検査手順に基づき行なわれたことの確認・評価を行うとともに、検査結果が判定基準を満足することの確認・評価を行う。

検査判定者又は検査実施責任者は、ホールドポイントを解除する。

作業担当者は、検査の実施において変更した処置の復旧を確認する。

検査実施責任者は、検査判定者が実施した確認・評価を踏まえ、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを判定する。

検査実施責任者は、検査成績書を承認し、主任技術者の確認を受け、検査を担当する箇所の長に検査結果を報告する。



注：各個別の検査においては、関係のない者は除かれる。

*：QA 検査では原子力安全センター所長とする。

第 8 図 検査実施体制 (例)

3.6 設工認における調達管理の方法

契約及び調達を主管する箇所の長は、設工認で行う調達管理を確実にするために、「調達管理基本マニュアル」に基づき、以下に示す管理を実施する。

3.6.1 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。（添付 5「当社における設計管理・調達管理について」の「1. 供給者の技術的評価」参照）

3.6.2 供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、設工認に必要な調達を行う場合、原子力安全に及ぼす影響や供給者の実績等を考慮し、調達の内容に応じたグレード分けの区分（添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表 3」参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、契約を主管する箇所の長へ供給者の選定を依頼する。

また、契約を主管する箇所の長は、「3.6.1 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

3.6.3 調達製品の調達管理

業務の実施に際し、原子力安全に及ぼす影響に応じて、調達管理に係るグレード分けを適用する。

一般産業用工業品の調達管理の方法及び程度は、原子炉施設の安全機能に係る構造、システム又は機器並びにその部品であって、原子炉施設向けに設計及び製造されたものと同様にグレード分けに従った対応を行う。

本設工認に適用した要目表に示す適合性確認設備の調達において、設工認申請（届出）時点で既に調達を開始している場合は、適用した各機器のグレード分けの区分を様式-9「適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）」（以下「様式-9」という。）に取りまとめる。

設工認に係る品質管理として、仕様書作成のための設計から調達までの各段階の管理及び組織内外の相互関係を添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」の別図 1（1/3）～（3/3）に示す。

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質保証活動を行うに当たって、原子力安全に及ぼす影響に応じたグレード分けの区分（添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表 3」参照）を明確にした上で、以下の調達管理に係る業務を実施する。

なお、一般産業用工業品については、(1)の仕様書を作成するに当たり、あらかじめ採用しようとする一般産業用工業品について、原子炉施設の安全機能に係る機器等として使用するための技術的な評価を行う。

(1) 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、以下の a.～t. を記載項目の例として、必要な調達要求事項を記載した仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理する。
 (「3.6.3(2) 調達製品の管理」参照)

- a. 目的及び概要
- b. 技術審査（図書審査）
- c. 適用法令等
- d. 工事仕様，購入品目及び数量，業務内容
- e. 工事場所，納入場所，実施場所
- f. 社給材料及び貸与機器品目，数量，供給者の実施すべき管理項目
- g. 安全対策，保安対策
- h. 品質マネジメントシステムに関する要求事項
- i. トレーサビリティに関する要求事項
- j. 検査等
- k. 供給者の管理体制
- l. 知的財産の管理
- m. 提出図書
- n. 要員の適格性確認に係る要求事項
- o. 不適合の報告及び処理に関する要求事項
- p. 健全な安全文化を育成及び維持するための活動に関する必要な要求事項
- q. 解析業務に関する要求事項（添付4「設工認における解析管理について」参照）
- r. 検証及び検収条件
- s. 一般産業用工業品を原子炉施設に使用するに当たっての評価に必要な要求事項
- t. 供給者の工場等で検査等又はその他の業務を行う際の原子力規制委員会の職員による当該工場等への立入りに関する事項

(2) 調達製品の管理

調達を主管する箇所の長は、当社が仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、仕様書の調達要求事項に従い、業務の実施に当たって必要な図書（品質保証計画書（添付2「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表4」に示す品質管理グレードⅠ及びⅡが該当）、作業要領書、検査等の要領書等）を供給者に提出させ、それを審査し確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。

(3) 調達製品の検証

調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、グレード分けの区分、調達数量、調達内容等を考慮した調達製品の検証を行う。

なお、供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達製品の供給者からの出荷の可否の決定の方法を明確にした上で、検証を行う。

また、調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証を、以下のいずれか1つ以上の方法により実施する。

a. 検査等

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、「調達管理基本マニュアル」、
「使用前事業者検査等及び自主検査等基本マニュアル」に基づき工場又は発電所で設計の妥当性確認を含む検査等を実施する。

また、調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、当社が立会又は記録確認を行う検査等に関して、供給者に以下の項目を例として必要な項目を含む要領書を提出させ、それを当社が事前に審査し、承認した上で、その要領書に基づく検査等を実施する。

- ・対象機器名（品名）
- ・検査等の項目
- ・適用法令，基準，規格
- ・検査等の装置仕様
- ・検査等の方法，手順，記録項目
- ・作業記録，作業実施状況，検査データの確認時期，頻度
- ・準備内容及び復旧内容の整合性
- ・判定基準
- ・検査等の成績書の様式
- ・測定機器，試験装置の校正
- ・検査員の資格

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、設工認に基づく使用前事業者検査として必要な検査等を適合性確認対象設備ごとに実施又は計画し、品質管理グレードに応じて管理の程度を決めたのち、「3.5.5 使用前事業者検査の実施」に基づき実施する。

可搬式ポンプ等の一般産業用工業品を購入する場合で、設備個々の機能・性能を調達段階の工事又は検査の段階の中で確認できないものについては、当社にて受入後に、機能・性能を確認するための検査等を実施する。

b. 受入検査の実施

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、製品の受入れにあたり、受入検査を実施し、現品及び記録の確認を行う。

c. 記録の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。

d. 報告書の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。この内、設計を調達した場合は供給者から提出させる提出図書に対して設計の検証を実施する。

e. 作業中のコミュニケーション

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会等を実施することにより検証を行う。

f. 供給者に対する品質監査（「3.6.4 受注者品質監査」参照）

3.6.4 受注者品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成及び維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、受注者品質監査を実施する。

（受注者品質監査を実施する場合の例）

定期監査： 添付2「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」に示す品質管理グレードIの業務の継続的な供給者に対し実施する場合。（原則として1回/3年）

ただし、定型的な部品のみを継続的に納入している供給者及びJIS規格品を継続的に納入している供給者（いずれもISO9001等の認証を有している供給者に限る）については、定期監査の対象から除外できる。

臨時監査： 品質マネジメントシステムの不備若しくは実行上の不備が原因で、調達対象物に重要な不適合を発生させた供給者に対し実施する場合。

また、供給者の発注先（以下「外注先」という。）について、以下に該当する場合は、直接外注先に監査を行う場合がある。

- ・当社が行う供給者に対する監査において、供給者における外注先の品質保証活動の確認が不十分と認められる場合
- ・トラブル等で必要と認めた場合

3.6.5 設工認における調達管理の特例

設工認の対象となる適合性確認対象設備は、「3.6 設工認における調達管理の方法」を以下のとおり適用する。

(1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(2) 調達製品の管理」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(3) 調達製品の検証」以降の管理を設工認に基づき管理する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(1) 仕様書の作成」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付 2「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(2) 調達製品の管理」以降の管理を設工認に基づき管理する。

3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1 文書及び記録の管理

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達を含む）」の第 1 表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、設計、工事及び検査に係る文書及び記録を、保安規定品質マネジメントシステム計画に示す規定文書に基づき作成し、「文書及び記録管理基本マニュアル」に従って管理する。

設工認に係る主な記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第 6 表に示すとともに、技術基準規則等への適合性を確保するための活動に用いる文書及び記録を第 9 図に示す。

設工認では、主に第 9 図に示す文書及び記録を使って、技術基準規則等への適合性を確保するための設計、工事及び検査を実施するが、これらの中には、柏崎刈羽原子力発電所第 7 号機の建設当時（1992 年 2 月工事着工）からの記録等、過去の品質マネジメントシステム体制で作成されたものも含まれているが、建設以降の品質マネジメントシステム体制が品質管理基準規則の文書及び記録の管理に関する要求事項に適合した体制となっていることから、保安規定品質マネジメントシステム計画に基づく品質マネジメントシステム体制下の文書及び記録と同等の品質が確保されている。

(2) 供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質マネジメントシステム体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計当時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書を、当該設備として識別が可能な場合において、適用可能な設計図書として扱う。

この供給者が所有する設計図書は当社の文書管理下で第 6 表に示す記録として管理する。

当該設備に関する設計図書がない場合で、代替可能な設計図書が存在する場合、供給者の品質マネジメントシステム体制を確認して当該設計図書の設計当時から現在に至るまでの品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための設計図書として用いる。

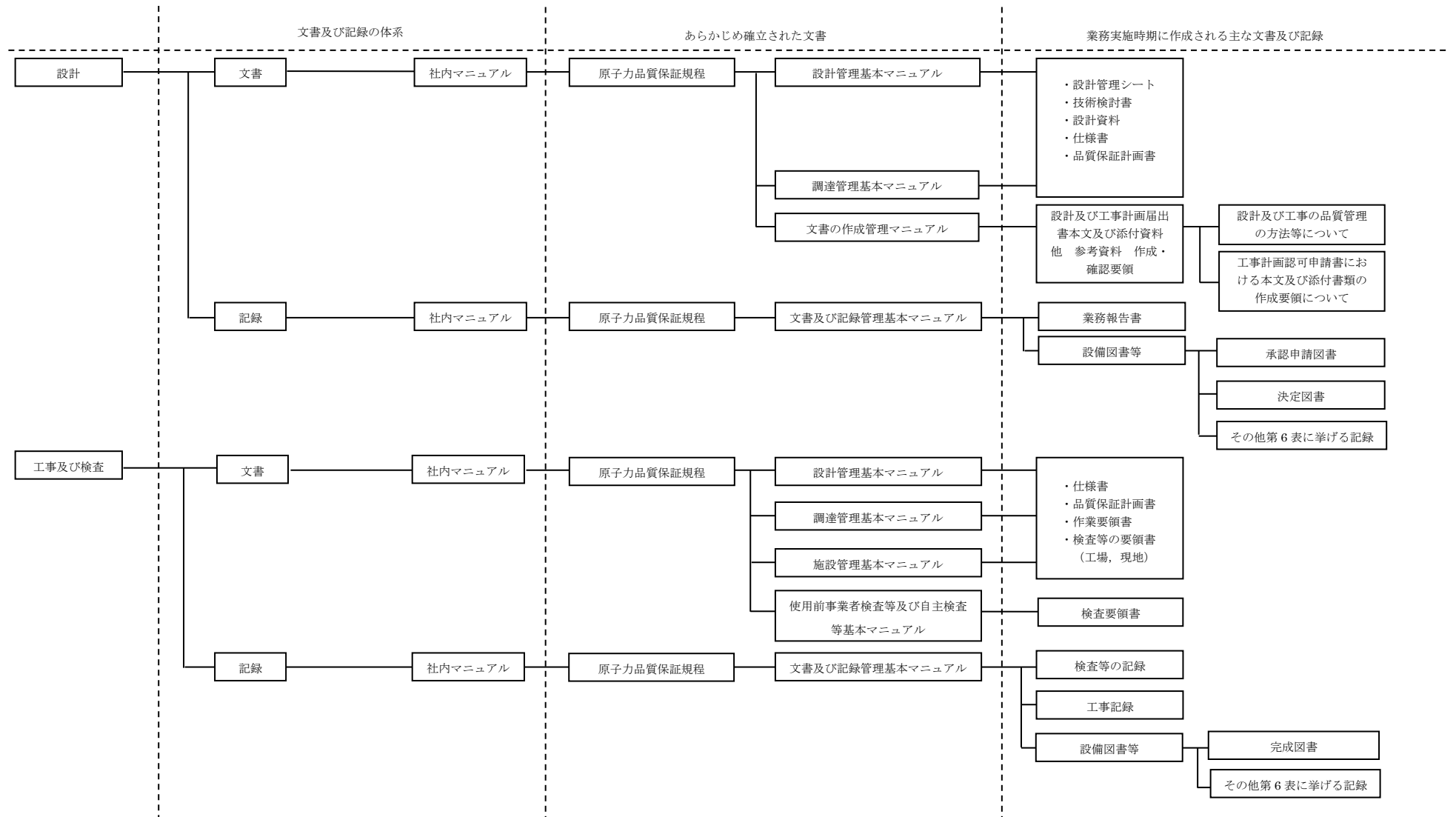
(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合、第6表に示す記録を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備には、設工認申請（届出）時点で設置されている設備、一般産業用工業品を使った可搬設備等も含まれているため、検査に用いる文書及び記録の内容が使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであること（型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であること）を確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

第6表 記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

主な記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
設備図書 (完成図書)	品質マネジメントシステム体制下で作成され、建設当時から設備の改造等にあわせて最新版に管理している図書
承認申請図書, 決定図書	設備の工事中の図書であり、このうち図面等の最新版の維持が必要な図書においては、工事完了後に完成図書として管理する図書
既設工認	設置又は改造当時の設工認の認可を受けた図書で、当該設工認に基づく使用前事業者検査の合格をもって、その設備の状態を示す図書
設計記録	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録 (自社解析の記録を含む)
工事記録	設置又は改造当時の設備の点検状況を記録した図書 (検査記録等を含む)
業務報告書	品質マネジメントシステム体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果の記録 (解析結果を含む)
供給者から入手した 設計図書等	供給者を通じて入手した供給者所有の設計図書、製作図書等
製品仕様書又は仕様が 確認できるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等で、設計に関する事項が確認できる図書
現場確認結果 (ウォークダウン)	品質マネジメントシステム体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録



第9図 設計、工事及び検査に係る品質マネジメントシステムに関する文書体系

3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ

(1) 計測器の管理

a. 当社所有の計測器の管理

(a) 校正・検証

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の周期を定め管理するとともに、国際又は国家計量標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証又はその両方を行う。

なお、そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。

(b) 識別管理

イ. 計測器管理台帳による識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、計測器管理台帳に、校正日及び校正頻度を記載し、有効期限内であることを識別し管理する。

なお、計測器が故障等で使用できない場合は、使用不可表示や保管場所からの撤去等の適切な識別を実施する。

ロ. 校正期限ラベル等による識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、計測器の校正の状態を明確にするため、校正期限ラベルに必要事項を記載して計測器の目立ちやすいところに貼り付ける等により識別する。

b. 当社所有以外の計測器の管理

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、供給者所有の計測器を使用する場合、「計測器管理マニュアル」に基づき、計測器が適切に管理されていることを確認する。

(2) 機器、弁、配管等の管理

機器、弁、配管類について、刻印、タグ、銘板、台帳、塗装表示等にて管理する。

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「不適合管理及び是正処置・未然防止処置基本マニュアル」に基づき処置を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

設工認に基づく工事は、「施設管理基本マニュアル」の「保全計画の策定」の中の「設計及び工事の計画の策定」として、施設管理に係る業務プロセスに基づき業務を実施する。また、特定重大事故等対処施設に関わる秘匿性を保持する必要がある情報については、「3. (1) 秘密情報の管理」及び「3. (2) セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理」に示す「秘密情報の管理」及び「セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理」を実施している。

なお、施設管理に係る業務のプロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連を第 10 図に示す。

4.1 使用開始前の適合性確認対象設備の保全

適合性確認対象設備の保全は、以下のとおり実施する。

4.1.1 設工認申請（届出）時点で設置されている設備

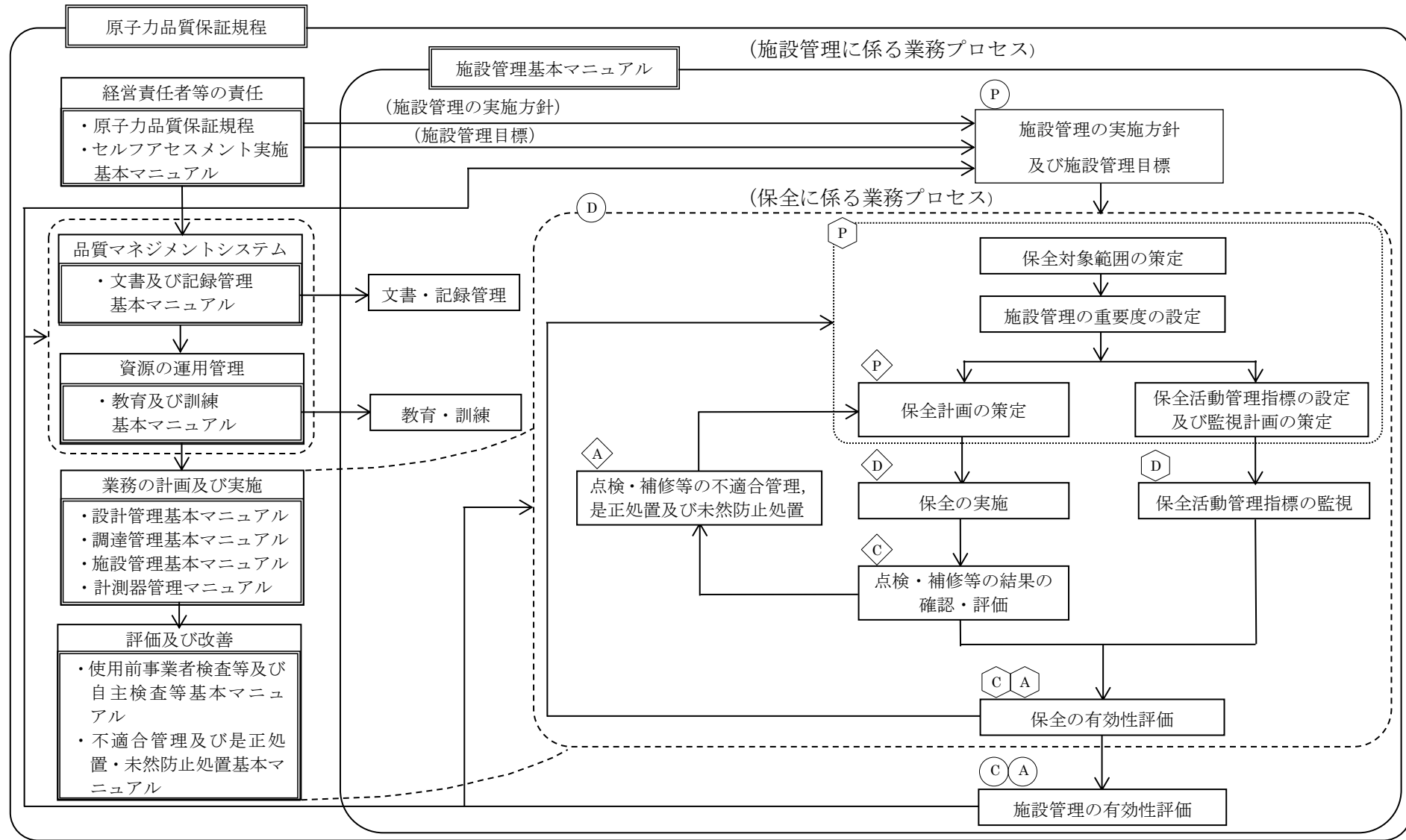
工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.1.2 設工認の認可（届出）後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

設工認の認可（届出）後に工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.2 使用開始後の適合性確認対象設備の保全

適合性確認対象設備について、技術基準規則への適合性を使用前事業者検査を実施することにより確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づき施設管理の重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。



◇ ○ ○ : JEAC4209-2007 MC-4「保守管理」の【解説4】に示す3つのPDCAサイクルに相当する。

第10図 施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連

本設工認に係る設計の実績，工事及び検査の計画（例）

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当 ○：関連			インプット	アウトプット	他の記録類
		本社	発電所	供給者			
設計	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化					
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定					
	3.3.3 (1)	基本設計方針の作成（設計1）					
	3.3.3 (2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）					
	3.3.3 (3)	設計のアウトプットに対する検証					
	3.3.3 (4)	設工認申請（届出）書の作成					
	3.3.3 (5)	設工認申請（届出）書の承認					
工事 及び 検査	3.4.1	設工認に基づく設備の具体的な設計の実施（設計3）					
	3.4.2	設備の具体的な設計に基づく工事の実施					
	3.5.2	使用前事業者検査の計画					
	3.5.3	検査計画の管理					
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理					
	3.5.5	使用前事業者検査の実施					
	3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ					

技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方(例)

技術基準規則 第〇条【第〇～〇項：変更〇〇】 (〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇)		条文の分類 (〇〇〇〇)	
対象施設	適用要否判断		理由
	1		
原子炉本体			
核燃料物質の 取扱施設及び貯蔵施設			
原子炉冷却系統施設			
計測制御系統施設			
放射性廃棄物の廃棄施設			
放射線管理施設			
原子炉格納施設			
その他 発電用 原子炉 の 附属 施設	非常用電源設備		
	常用電源設備		
	補助ボイラー		
	火災防護設備		
	浸水防護施設		
	補機駆動用燃料設備		
	非常用取水設備		
	敷地内土木構造物		
	緊急時対策所		
共通条文への対応に必要な施設 * (原子炉冷却系統施設)			
<p>【備考欄】 注記*：安全避難通路，火山，外部火災，竜巻等への対応に必要な設備の基本設計方針は原子炉冷却系統施設にて整理。 [記号説明] ○：条文要求に追加・変更がある，又は要求事項への適合性を確認する必要がある設備がある。 △：条文要求に追加・変更がなく，要求事項への適合性を確認する必要がある設備もない。 ー：条文要求を受けない設備がない。 □：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。</p>			

施設と条文の対比一覧表（重大事故等対処設備）（例）

重大事故等対処施設																															
条文	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	
	地盤	地震	津波	火災	特重設備	重大事故等対処設備	材料構造	破壊の防止	安全弁	耐圧試験	未臨界	高圧時の冷却	バウンダリの減圧	低圧時の冷却	最終ヒートシンク	PCV冷却	PCV過圧破損防止	下部溶融炉心冷却	PCV水素爆発	原子炉建屋水素爆発	SFP冷却	拡散抑制	水の供給	電源設備	計装設備	原子炉制御室	監視測定設備	緊急時対策所	通信	準用	
分類	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通	
原子炉施設の種類																															
原子炉本体																															
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設																															
原子炉冷却系統施設																															
計測制御系統施設																															
放射性廃棄物の廃棄施設																															
放射線管理施設																															
原子炉格納施設																															
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備																														
	常用電源設備																														
	補助ボイラー																														
	火災防護設備																														
	浸水防護施設																														
	補機駆動用燃料設備																														
	非常用取水設備																														
	敷地内土木構造物																														
緊急時対策所																															
共通条文への対応に必要となる施設*（原子炉冷却系統施設）																															
【備考欄】	○：条文要求に追加・変更がある，又は追加設備がある。													注記*：安全避難通路，火山，外部火災，竜巻等への対応に必要な設備の基本設計方針は原子炉冷却系統施設にて整理。																	
	△：条文要求に追加・変更がなく，追加設備もない。																														
	一：条文要求を受ける設備がない。																														
	□：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。																														

技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表（設計基準対象施設）（例）

○○施設							条	第○条			第○条			第○条				
							項	○項			○項			○項				
必要な機能等	施設区分	設備区分		機器区分	設備／運用	技術基準条文	機器名称	基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面	基本設計方針	添付資料	添付図面		
		技術基準要求設備(要目表として記載要求のない設備)																

技術基準規則と設工認書類との関連性を示す星取表（重大事故等対処設備）（例）

○○施設							条	第○条			第○条			第○条			第○条				
							項	○項			○項			○項			○項				
							要求														
系統機能等	施設区分	設備区分		機器区分	設備 ／ 運用	技術基準 条文	機器名称	基本 設計 方針	添付資料	添付図面	基本 設計 方針	添付資料	添付図面	基本 設計 方針	添付資料	添付図面	基本 設計 方針	添付資料	添付図面		
		技術基準要求設備(要目表として 記載要求のない設備)																			

設工認添付書類星取表（例）

別表第二					機器等				基本設計方針				要目表	別表第二添付書類								備考				
									技術基準条文		兼用する場合の施設・設備区分			設計基準対象施設 (DB)		重大事故等対処設備 (SA)		施設共通					各施設			
発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分		様式-2	関連条文	主基線	兼用基線	附帯重要度分類	機器クラス	設備分類	機器クラス														
柏崎刈羽原子力発電所第〇号機 申請対象設備																										

各条文の設計の考え方（例）

第〇条（〇）					
1. 技術基準規則の条文，解釈への適合性に関する考え方					
No.	基本設計方針で記載する事項	適合性の考え方（理由）	項・号	解釈	説明資料等
①					
②					
③					
④					
⑤					
2. 設置許可本文のうち，基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方			説明資料等
①					
②					
③					
3. 設置許可添人のうち，基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方			説明資料等
①					
②					
③					
4. 詳細な検討が必要な事項					
No.	記載先				
a					
b					
c					

要求事項との対比表 (例)

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	設工認申請書 基本設計方針 (前)	設工認申請書 基本設計方針 (後)	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可, 技術 基準規則及び基本設 計方針との対比	備 考

基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表 (例)

○○施設				基本設計方針							
技術基準条文				○○条							
設備区分	系統名	機器区分	技術基準条文		要求種別		○○要求				
			様式-2	関連条文	設備等	設工認設計結果 (上：要目表/設計方針) (下：記録等)	設備の具体的設計結果 (上：設計結果) (下：記録等)	確認方法	設工認設計結果 (上：要目表/設計方針) (下：記録等)	設備の具体的設計結果 (上：設計結果) (下：記録等)	確認方法
			□□条			【記録等】	【記録等】	【検査項目】 【検査方法】			【検査項目】 【検査方法】
			△△条			【記録等】	【記録等】	【検査項目】 【検査方法】			【検査項目】 【検査方法】
			○○条			【記録等】	【記録等】	【検査項目】 【検査方法】			【検査項目】 【検査方法】
技術基準要求設備 (要目表として記載要求のない設備)			□□条			【記録等】	【記録等】	【検査項目】 【検査方法】			【検査項目】 【検査方法】
			△△条			【記録等】	【記録等】	【検査項目】 【検査方法】			【検査項目】 【検査方法】

建設当時の品質マネジメントシステム体制

1970年に公布された米国連邦規則10CFR50付録B「Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plant and Fuel Reprocessing Plants」を参考に、1972年に（社）日本電気協会によって「原子力発電所の品質保証手引」（J E A G 4 1 0 1-1972）が制定された。その後、「原子力発電所の品質保証方針」（J E A G 4 1 0 1-1981）が制定され、その内容を参考として、当社は「品質保証基本計画書」並びにこれらを具体化した文書等を定めることにより最初の品質マネジメントシステム体制を構築した。

これ以降、J E A G 4 1 0 1の改正を適宜反映しており、柏崎刈羽原子力発電所第7号機（1992年2月工事着工）の建設当時から、発電所の工事に関する品質を確保してきた。

2003年には「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の改正により、品質保証計画書を保安規定に定めることが義務化され、それにあわせて、J E A G 4 1 0 1からJ E A C 4 1 1 1「原子力発電所における安全のための品質保証規程」に移行されたことを受けて、当社の品質マネジメントシステム体制を再構築した。

2013年には「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」（以下「品証規則」という。）が施行され、当社の品質マネジメントシステム体制に品証規則に基づく管理を追加した。

2020年には、「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律（2017年法律第15号）」の施行に伴い、品質管理基準規則が施行され、当社の品質マネジメントシステム体制は現在に至っている。

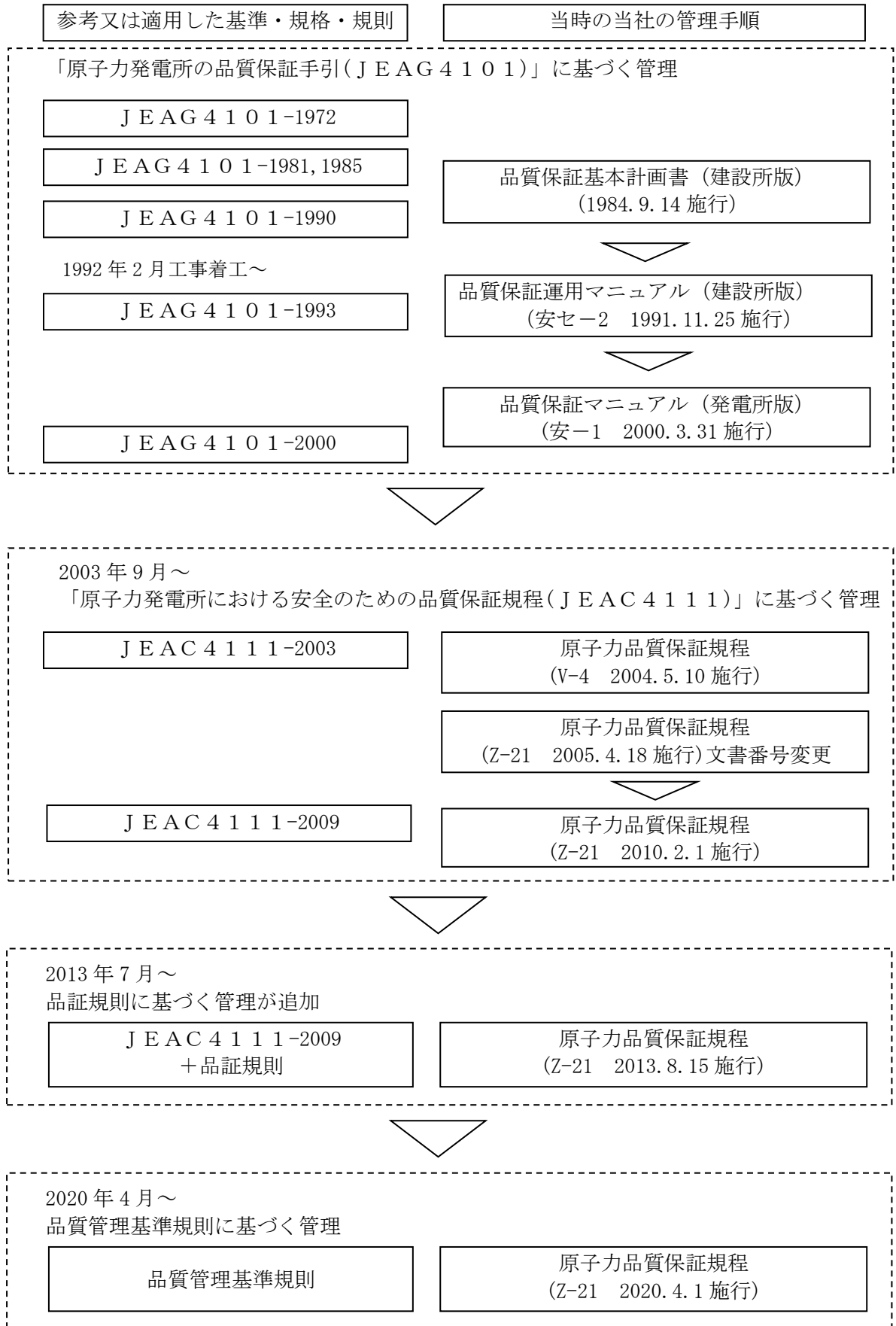
このような品質保証活動の中で、一貫して行ってきた根幹となる品質保証活動について、健全な安全文化を育成及び維持するための活動につながる視点を用いて整理した結果を別表1に示す。

また、建設当時の文書及び記録に関する管理とそのベースとなる民間規格の変遷及びそれらが品質管理基準規則と相違ないことを別図1に示す。

別表1 健全な安全文化を育成及び維持するための活動につながる品質保証活動

	品質管理基準規則解釈	対応する主なトレイツ又は社内活動
1	原子力の安全及び安全文化の理解が組織全体で共通のものとなっている。	(社内活動) 安全文化に関する社内教育および評価・醸成活動の展開全般。 【PA】すべての職員が原子力安全に責任を負う。
2	風通しの良い組織文化が形成されている。	【WE】組織内において相手への信頼や尊重の姿勢が浸透している。 【CO】安全に焦点を置いたコミュニケーションをする。
3	要員が、自らが行う原子力の安全に係る業務について理解して遂行し、その業務に責任を持っている。	【PA】すべての職員が原子力安全に責任を負う。
4	全ての活動において、原子力の安全を考慮した意思決定が行われている。	【DM】原子力安全の確保、またはそれに影響を与える意思決定は、体系的で、厳密に、かつ徹底的に考え抜かれたものでなければならない。
5	要員が、常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を持ち、原子力の安全に対する自己満足を戒めている。	【QA】一人ひとりが、原子力固有のリスクを認識し、過信することなく、現行の状況や活動に疑問を投げかけ続ける。
6	原子力の安全に影響を及ぼすおそれのある問題が速やかに報告され、報告された問題が対処され、その結果が関係する要員に共有されている。	【PI】安全に影響を及ぼす可能性のある問題点を速やかに特定、十分に評価し、重要度に応じた処理や是正を即座に行う。
7	安全文化に関する内部監査及び自己評価の結果を組織全体で共有し、安全文化を改善するための基礎としている。	【CL】安全の維持・向上について、学ぶ機会を重んじ、学びを実践する。 (下位項目に監査、自己評価結果の共有・活用を明示)
8	原子力の安全には、セキュリティが関係する場合があることを認識して、要員が必要なコミュニケーションを取っている。	(社内活動) セキュリティに関する社内教育。 【CO】安全に焦点を置いたコミュニケーションをする。

凡例【 】: 健全な原子力安全文化を体現する各人・リーダー・組織の特性(略称:トレイツ)
(2014年11月11日制定)の主要要素



別図1 文書及び記録に関する管理と文書体系の変遷

当社におけるグレード分けの考え方

当社では業務の実施に際し、保安活動の重要度に応じて、グレード分けの考え方を適用している。設計管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計・開発」）及び調達管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」）に係るグレード分けの基本的な考え方については、以下のとおりである。

1. 設計管理におけるグレード分けの基本的な考え方

設計管理に関する品質保証活動については、保安規定品質マネジメントシステム計画の「7.3 設計・開発」を適用することから、原子力発電プラントを構成する構築物、システム、装置、機器及びそれらの運用業務（運転手順を除く）に関する新設計・新技術の導入あるいは設計変更のうち、「設計管理基本マニュアル」に基づき設計管理対象を判断して設計管理を実施している。

設計管理におけるグレード分けは、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づく安全上の機能別重要度（安全性）と発電への影響度（信頼性）に応じて設定した別表 1 に示す重要度区分、並びに重大事故等対処設備においては当該設備の機能の重要性を踏まえ、別表 2 のとおり設計管理区分（I_s, I, II, III, 対象外）を設定しグレード分けを実施している。

設工認における設計管理に関する活動内容とその標準的な業務フローを別図 1 (1/3) に示す。

2. 調達管理におけるグレード分けの基本的な考え方

調達管理に関する品質保証活動については、保安規定品質マネジメントシステム計画の「7.4 調達」を適用することから、物品、工事及び役務等の全ての調達業務に対し、「調達管理基本マニュアル」に基づき調達管理を実施している。

ただし、原子力安全を実現するための保安活動に直接関係しない調達（構内の植木剪定、構内道路の舗装、バスの運行、事務本館の清掃、事務用品の調達等）及び「原子燃料調達基本マニュアル」に基づく原子燃料の調達に必要な調達については適用を除外している。

調達管理におけるグレード分けは、原子力安全に及ぼす影響に応じて、別表 2 に示す「設計管理基本マニュアル」に定める設計管理区分、「重要度分類・保全方式策定マニュアル」に定める保全重要度等を踏まえ、別表 3 のとおり品質管理グレード（I～IV）を設定しグレード分けを実施している。

また、一般産業用工業品についても調達要求事項に適合していることを確認できるように、品質管理グレード（I～IV）を定めている。

調達対象物の品質管理グレードに応じた要求項目と管理項目について、別表 4 に示す。

設工認における調達管理に関する活動内容とその標準的な業務フローを別図 1 (2/3) 及び別図 1 (3/3) に示す。

別表1 重要度区分

重要度区分		定義
大分類	小分類	
A	a	設計基準対象施設の範囲で、原子炉の安全機能又は放射線防護機能を維持していく上で重要となる設備 (MS-1, 2, PS-1, 2)
	a'	設計基準対象施設の範囲で、当該機器等の故障、破損により直ちに発電停止、あるいは管理上の制限により、プラントの信頼性に影響を与える設備 *MS-3, PS-3 であっても、直ちに発電停止、出力低下に至るものは、運転上重要と考え、重要度は「A」とする
B	b	設計基準対象施設の範囲において、重要度区分 A 以外で、原子炉の安全機能又は放射線防護機能を維持していく上で重要となる設備 (MS-3, PS-3)
	b'	設計基準対象施設の範囲において、重要度区分 A 以外で、該当機器等の故障、破損により直ちにプラントの停止あるいは出力低下に至ることはないが、点検、修理を行うためにプラントの信頼性に影響を与える設備
S	a	シビアアクシデント対策設備であって、当該設備の使用、故障、破損により以下に示す影響を与える設備 ・プラント通常運転に影響を与えるもの ・設計基準事故時の安全機能に影響を与えるもの ・重大事故等の発生時の SA 機能に影響を与えるもの
C	c	重要度区分 A, B, S 以外の設備
—	g	設備に共通的な設計 (例) 耐震設計, 遮へい設計, 配置設計, 火災防護設計, 溢水防護設計, 津波防護設計, 外部事象設計等

別表 2 設計管理区分

設計管理区分	所掌	適用される設計管理の対象
区分 I s	本社	<ul style="list-style-type: none"> ・プラントの基本設計及びそれに関わる設計変更 ・プラント詳細設計のうち、重要度区分 A に該当する設備に適用する新設計及びそれに関わる設計変更 ・重要度区分 A に該当するものであって、設計管理区分 I に該当する設計管理対象項目のうち、当社原子力部門で初めて導入する新設計及びそれに関わる設計変更 ・重要度区分 S に該当するものであって、本社の設計担当箇所の長が本社での検討を必要と認めた重要な新設計及びそれに関わる設計変更 ・設計管理区分の原則によらず本社の設計担当箇所の長が本社での検討を必要と認めた重要な新設計及びそれに関わる設計変更
区分 I	本社又は発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・プラントの基本設計及びそれに関わる設計変更 ・プラント詳細設計のうち、重要度区分 A, S に該当する設備に適用する新設計及びそれに関わる設計変更
区分 II	本社又は発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・プラント詳細設計のうち、重要度区分 A, B, S に該当する設備に適用する新設計及びそれに関わる設計変更
区分 III	本社又は発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・区分 II に該当する設計変更で、過去に設計内容が承認され、妥当性確認が完了しているもの ・プラント詳細設計のうち、重要度区分 S に該当する設備に適用する軽微な設計変更 ・プラント詳細設計のうち、工事実施に伴うプラント安全設計への影響(波及的影響を含む)が有る新設計及びそれに関わる設計変更のうち、区分 I s から II のいずれにも該当しないもの
対象外	本社又は発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・プラント詳細設計のうち、重要度区分 A から C, S に該当する設備に適用する新設計及びそれに関わる設計変更のうち、区分 I s から III のいずれにも該当しないもの

注：区分 I から区分 III の取り扱い区分の詳細は、以下に則る。

- ・設計管理区分の詳細は、別途定める系統毎の設計管理対象項目と系統別グレード区分の具体例により設定する。
- ・当社原子力部門において、過去に設計内容が承認され、妥当性確認が完了しているものについては、設計管理区分を 1 グレード下げて管理できる。
- ・上記に基づき判断し、区分 II で実績がある場合は区分 III とする。
- ・設計管理対象件名の適用範囲が複数の系統に関わる場合は、一番上位の設計管理区分を設定する。

別表3 品質管理グレード

品質管理 グレード	設計管理 区分	「解析実施状況調査」 等，プロセスの実施 状況確認による検証	保全重要度	安全機能上の 重要度分類	マニュアルで定 める社員が遵守 すべき事項
I	I s, I	○			
II			1, 2		○
III			3, 4	MS-3, PS-3	
IV			3, 4	ノンクラス	

注：型式特定品の購買及び軽微な工事（委託）は1グレード，部品，消耗品の購買は2グレード
下げて適用する。ただし，品質管理グレードIの調達はグレードを下げる適用は行わない。

別表4 調達対象物の品質管理グレードに応じた要求項目と管理項目

要求項目／管理項目	I	II	III	IV
調達先の登録・選定・更新 ・原子力登録取引先からの見積依頼先選定 ・原子力取引先登録時の図書による技術審査	○ ○	○☆ ○☆	○☆ ○☆	× ×
品質保証規格等の要求 ・ J E A G 4 1 2 1 に基づく品質保証活動 ・ 品質マニュアルまたは品質保証計画書の提出 ・ 提出図書のトレーサビリティの確保 ・ 調達製品（物品）のトレーサビリティの確保（シリアル番号，ロット番号等） ・ 受注者の発注先選定における技術的能力及び品質マネジメントシステム体制の評価 ・ 受注者の発注先に対する管理	○☆ ○☆ ○ ○☆ ○ ○	○☆ ○☆ ○ ○☆ ○ ○	○☆ × ○ ○☆ × ○	× × × × × ×
調達先の評価・再評価 ・ 設計管理区分 I s 及び I の対象となる調達における見積依頼時の技術審査 ・ 新規登録取引先が含まれる調達における初回見積依頼時の技術審査 ・ 履行成績表等の作成による再評価 ・ 調達先監査の実施（臨時，定期監査等）	○ ○ ○ △	× ○ ○ △	× × × △	× × × △
履行管理及び検証 ・ 受注者が実施する性能確認試験・検査の立会確認 ・ 受注者が実施する性能確認試験・検査の記録確認 ・ 受注者が実施する性能確認以外の試験・検査に対する監理員の確認 ・ 成果物として提出を要求した提出図書等による当社要求仕様との適合性確認 ・ 調達先監査の実施（重度の不適合が確認された場合等） ・ 許認可解析における「解析実施状況調査」等プロセスの実施状況確認 ・ 設計管理基本マニュアルに基づき設定した妥当性確認のための試験・検査	○ × ○ ○ △ ○ ○	× ○ ○ ○ △ × ○	× ○ ○ ○ △ × ○	× ○ ○ ○ △ × ○

(記号の解説)

○：必ず適用

△：「調達先監査の実施マニュアル」に基づき適用

×：原則適用しない（ただし，調達製品の品質管理上の事由により，請求箇所の判断で適用する）

☆：J I S 及び A S M E 規格への適合品を当該製品の製造について認定された受注者から購入する場合は，適用を除外することができる（本条件においては，J I S マーク表示制度並びに N スタンプ制度により，その製品の品質等が保証されることから，これら項目の適用を除外する）

管理の段階	設計, 工事及び検査の業務フロー		組織内外の相互関係 ◎: 主管箇所 ○: 関連箇所			実施内容*	保安規定品質マネジメントシステム計画 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	本社	発電所	供給者			
計画	原子炉施設の設計・開発に関する計画		◎	◎	—	設計を主管する箇所の長は、原子炉施設の設計・開発に関する計画を策定する。	・ 7.3.1 設計・開発の計画	・ 設計管理シート
調達の ための設計	設計・開発へのインプット		◎	◎	—	設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットとして要求事項を明確にした設計管理シートを作成する。	・ 7.3.2 設計・開発へのインプット ・ 7.3.3 設計・開発からのアウトプット ・ 7.3.4 設計・開発のレビュー ・ 7.3.5 設計・開発の検証	・ 設計管理シート
	設計・開発のレビュー					設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットとして明確にした要求事項の適切性について、設計管理の区分によりデザインレビュー会議等を通じてレビューを受ける。		・ 設計管理シート
	設計・開発からのアウトプット					設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットで与えられた要求事項を満たすように設計・開発からのアウトプットとして仕様書を作成する。		・ 設計管理シート
	設計・開発の検証					設計を主管する箇所の長は、設計・開発からのアウトプットが設計・開発へのインプットとして与えられた要求事項を満たしていることを確実にするために、計画されたとおりに検証を実施する。		・ 設計管理シート
調達	供給者の評価・選定、発注		◎	◎	○	調達を主管する箇所の長は、必要な調達要求事項を記載した仕様書にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。契約を主管する箇所の長は、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。	・ 7.4 調達	・ 仕様書
設備の 詳細設計	設計・開発の検証		◎	◎	◎	調達を主管する箇所の長は、供給者が行う活動を供給者から提出された「品質保証計画書」により確認する。調達を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確認するため、供給者の詳細設計の結果を「設計図書」等により確認する。	・ 7.3.5 設計・開発の検証	・ 品質保証計画書 ・ 設計図書
	供給者の設計					供給者の設計		詳細設計図書
工事及び 検査	設計・開発の妥当性確認 (工場での検査等)		—	◎	◎	工事を主管する箇所の長は、「検査等の要領書(工場)」に基づき、供給者が実施する検査等について、その結果を立会い又は記録確認により確認する。	・ 7.3.6 設計・開発の妥当性確認	・ 検査等の要領書 (工場)
	図書の審査					現地作業関連図書		・ 作業要領書
	設計・開発の妥当性確認 (現地での検査等)					現地据付工事		・ 検査等の要領書 (現地)
						設計を主管する箇所の長は、工事段階で実施する検査等の結果等により、設計・開発の妥当性を確認する。		・ 設計管理シート ・ 検査等の要領書 ・ 工事記録

注記*: 一般産業用工業品の設計管理も同フローにて対応

別図1 (1/3) 設計管理フロー

管理の 段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の 相互関係 ◎: 主管箇所 ○: 関連箇所			実施内容*	保安規定品質マネジメント システム計画 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	本 社	発 電 所	供 給 者			
計 画	原子炉施設等の 調達に関する計画		◎	◎	—	調達を主管する箇所の長は、原子炉施設等の調達に関する計画を策定する。	・ 7.4.1 調達プロセス	
調 達	仕様書の作成		◎	◎	○	調達を主管する箇所の長は、必要な調達要求事項を記載した仕様書を作成し、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。契約を主管する箇所の長は、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。	・ 7.4.2 調達要求事項	・ 仕様書
詳 細 設 計	調達製品の検証 ↓ 調達製品の妥当性確認 (工場での検査等)		◎	◎	◎	調達を主管する箇所の長は、供給者が行う活動を供給者から提出された「品質保証計画書」により確認する。調達を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確認するため、供給者の詳細設計の結果を「設計図書」等により確認する。		・ 品質保証計画書 ・ 設計図書
工 事 及 び 検 査	図書の審査 ↓ 調達製品の妥当性確認 (現地での検査等)		—	◎	◎	供給者の設計 ↓ 詳細設計図書	7.4.3 調達製品の検証	検査等の要領書 (工場) --- 作業要領書 --- 検査等の要領書 (現地) --- 検査等の要領書 ・ 工事記録
	製造 ↓ 現地作業関連図書					工事を主管する箇所の長は、「検査等の要領書 (工場)」に基づき、供給者が実施する検査等について、その結果を立会い又は記録確認により確認する。		
	現地据付工事					工事を主管する箇所の長は、「検査等の要領書 (現地)」に基づき供給者が実施する検査等について、その結果を立会い又は記録確認により確認する。		
						調達を主管する箇所の長は、工事段階で実施する検査等の結果等により、調達製品の検証を実施する。		

注記*: 一般産業用工業品の調達管理も同フローにて対応

別図 1 (2/3) 調達管理フロー (1)

管理の 段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の 相互関係 ◎: 主管箇所 ○: 関連箇所			実施内容*	保安規定品質マネジメント システム計画 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	本 社	発 電 所	供 給 者			
計 画	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">原子炉施設等の 調達に関する計画</div>		◎	◎	—	調達を主管する箇所の長は、原子炉施設等の調達に関する計画を策定する。		
調 達	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">仕様書の作成</div>		◎	◎	○	調達を主管する箇所の長は、必要な調達要求事項を記載した仕様書を作成し、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。契約を主管する箇所の長は、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・7.4.1 調達プロセス ・7.4.2 調達要求事項 	<ul style="list-style-type: none"> ・仕様書
工 事 及 び 検 査	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">調達製品の検証</div>		—	◎	◎	調達を主管する箇所の長は、供給者から提出される「検査成績書」等の資料が全て提出されていることを確認し、調達製品の受入検査を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・7.4.3 調達製品の検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・検査等の要領書 ・検査成績書

注記*: 一般産業用工業品の調達管理も同フローにて対応

別図1 (3/3) 調達管理フロー (2)

技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方

1. 設置変更許可申請書との整合性を確保する観点から、設置変更許可申請書本文に記載している、適合性確認対象設備に関する設置許可基準規則に適合させるための「設備の設計方針」、及び設備と一体となって適合性を担保するための「運用」を基にした詳細設計が必要な設計要求事項を記載する。
2. 技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文以外で詳細設計が必要な設計要求事項がある場合は、その理由を様式-6に明確にした上で記載する。
3. 自主的に設置したものは、原則記載しない。
4. 基本設計方針は、必要に応じて並び替えることにより、技術基準規則の記載順となるように構成し、箇条書きにする等表現を工夫する。
5. 基本設計方針の作成に当たっては、必要に応じ、以下に示す考え方で作成する。
 - 5.1 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち、「性能」を記載している設計方針は、技術基準規則への適合性を確保する上で、その「性能」を持たせるための手段が特定できるように記載する。
また、技術基準規則への適合性の観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要な運用を付加する場合も同様に記載する。
なお、手段となる「仕様」が要目表で明確な場合は記載しない。
 - 5.2 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち「運用」は、「基本設計方針」として、運用の継続的改善を阻害しない範囲で必ず遵守しなければならない条件が分かる程度の記載を行うとともに、運用を定める箇所（品質マネジメントシステムの二次文書で定める場合は「保安規定」を記載する。）の呼び込みを記載し、必要に応じ、当該施設に関連する実用炉規則別表第二に示す添付書類の中でその運用の詳細を記載する。
また、技術基準規則の本文及び解釈への適合性の観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要な運用を付加する場合も同様に記載する。
 - 5.3 設置変更許可申請書本文で評価を伴う記載がある場合は、設工認申請書の添付書類として担保する条件を以下の方法を使い分けることにより記載する。
 - ・評価結果が示されている場合、評価結果を受けて必要となった措置のみを設工認申請対象とする。
 - ・今後評価することが示されている場合、評価する段階（設計又は工事）を明確にし、評価の方法及び条件、並びにその評価結果に応じて取る措置の両方を設計対象とする。
 - 5.4 各条文のうち、要求事項が該当しない条文については、該当しない旨の理由を記載する。
 - 5.5 各項号のうち、適用する設備がない要求事項は、「適合するものであることを確認する」という審査の観点を踏まえ、当該要求事項の対象となる設備を設置しない旨を記載する。
 - 5.6 技術基準規則の解釈等に示された指針、原子力規制委員会文書、(旧)原子力安全・保安院文書、他省令等と呼び込む場合は、以下のとおり記載する。
 - ・設置時に適用される要求等、特定の版の使用が求められている場合は、引用する文書名及び版を識別するための情報（施行日等）を記載する。
 - ・監視試験片の試験方法を示した規格等、条文等で特定の版が示されているが、施設管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先の表示に加え、当該文書名とそのコード番号（必要時）を記載する。
 - ・解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題（必要に応じ、上位の表題でも可能）で記載する。

- 条件付の民間規格又は設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。また、設置変更許可申請書の添付書類を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼び込みは行わない。

設工認における解析管理について

設工認に必要な解析のうち調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」参照）を通じて実施した解析については、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人原子力安全推進協会，2021年6月改定）」に示される要求事項を踏まえて策定した「許認可解析の検証マニュアル」，「購入共通仕様書 [原子力]」，「委託共通仕様書 [原子力]」及び「追加仕様書作成および運用マニュアル」により，供給者への許認可申請等に係る解析業務の要求事項を明確にしている。

解析業務を主管する箇所の長は，解析業務の調達にあたり，以下のとおり調達管理を実施する。

なお，当社と供給者の解析業務の流れを別図1に示すとともに，設工認における解析業務の調達の流れを別図2に示す。

また，過去に国に提出した解析関係書類でデータ誤りがあった不適合事例とその対策実施状況を別表1に示す。

1. 仕様書の作成

解析業務を主管する箇所の長は，「許認可解析の検証マニュアル」，「購入共通仕様書 [原子力]」，「委託共通仕様書 [原子力]」及び「追加仕様書作成および運用マニュアル」に基づき，解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書で要求する。

2. 解析業務の計画

解析業務を主管する箇所の長は，供給者から解析業務を実施する前に解析業務実施計画書の提出を受け，仕様書の要求事項を満たしていることを確認する。

また，解析業務を主管する箇所の長は，供給者の解析業務に変更が生じた場合，及び契約締結後に当社の特別な理由により契約内容等に変更の必要が生じた場合は，「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき必要な手続きを実施する。

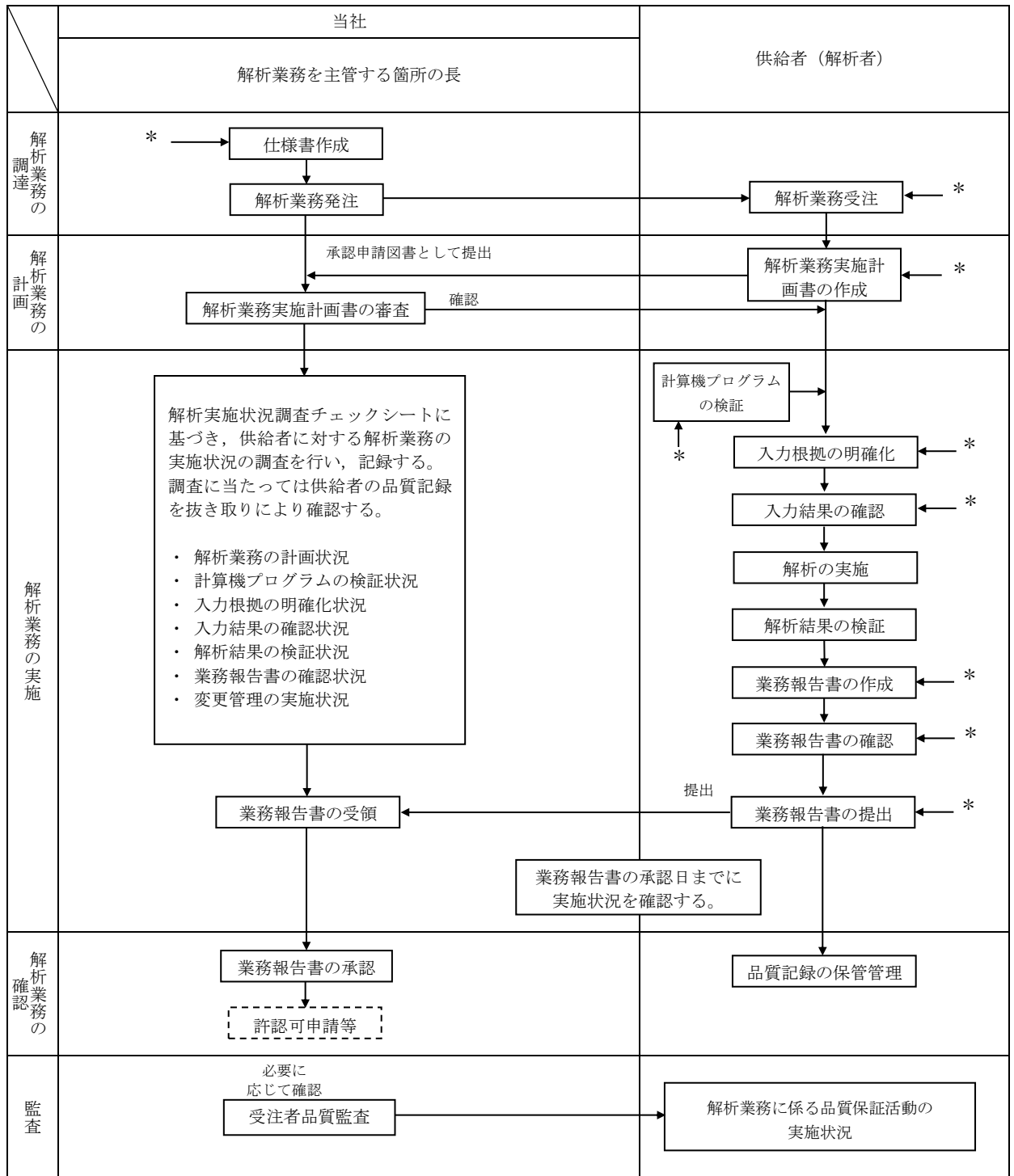
3. 解析業務の実施

解析業務を主管する箇所の長は，供給者から業務報告書が提出されるまでに供給者に対し解析実施状況の調査を行い，解析業務が確実に実施されていることを確認する。供給者に対する調査は「解析実施状況調査チェックシート」に基づき実施する。

具体的な確認の視点を別表2に示す。

4. 業務報告書の確認

解析業務を主管する箇所の長は，供給者から提出された業務報告書が要求事項に適合していること，また供給者が実施した解析結果が適切に反映されていることを確認する。



注記*：解析業務に変更が生じた場合は、各段階においてその変更を反映させる。

別図1 解析業務の流れ

管理の段階	設計・工事及び検査の業務フロー		組織内外の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関係箇所			実施内容	本説明書記載項目	証拠書類
	当社	供給者	本社	発電所	供給者			
仕様書の作成	仕様書の作成		◎	◎	—	解析業務を主管する箇所の長は、「仕様書」を作成し、解析業務に係る要求事項を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 供給者の技術的評価 3.6.2 供給者の選定 3.6.3 調達製品の調達管理 	・(委託・購買)仕様書
解析業務の計画	解析業務実施計画書の審査,承認	解析業務実施計画書の作成,確認	◎	◎	○	解析業務を主管する箇所の長は、「仕様書」で明確にした解析業務に係る要求事項が供給者から提出された「解析業務実施計画書」に適切に反映され、解析業務に係る内容が明確にされていることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	・解析業務実施計画書 (供給者から提出)
解析業務の実施	解析実施状況の確認	解析業務の実施	◎	◎	○	解析業務を主管する箇所の長は「解析実施状況調査チェックシート」を用いて、実施状況(解析業務の計画状況/計算機プログラムの検証状況/入力根拠の明確化状況/入力結果の確認状況/解析結果の検証状況/業務報告書の確認状況/変更管理の実施状況)について確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	・解析実施状況調査 チェックシート
業務報告書の確認	業務報告書の承認	業務報告書の作成,確認	◎	◎	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「業務報告書」で、供給者が解析業務の計画に基づき適切に解析業務を実施したことを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	・業務報告書 (供給者から提出)

別図2 設工認における解析業務の調達の流れ

別表 1(1/5) 国に提出した解析関係の報告書等でデータ誤りがあった
不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事例とその対策	
1	報告年月	2005年12月
	件名	9×9燃料許認可解析における入力不具合
	事象	<p>9×9燃料導入のための設置変更許可申請書に記載の解析のうち、福島第二原子力発電所第3,4号機及び柏崎刈羽原子力発電所第2,5号機の、プラント安定性、運転時の異常な過渡変化、原子炉冷却材流量の喪失及び原子炉冷却材ポンプの軸固着を解析するコード(プラント動特性解析コードREDY)への入力(ドップラ反応度)にミスがあった。</p> <p>ドップラ反応度(Δk)を\$単位($\Delta k/\beta$)に換算するにあたり、他プラント用の入力データ作成に用いているエクセルシートをコピーして、ドップラ反応度をエクセルシートに打ち込んだが、その際に遅発中性子割合(β)の値を修正しなかった。</p> <p>当該解析メーカでは入力生データを設定根拠資料とし、結果を社内他部署用に別途取りまとめている。ここで審査、承認されているのは取りまとめられた社内他部署用資料であり、それに記載されているβの値は誤っていたため入力生データの誤りが見逃された。設定根拠(入力生データ)まで遡って確認しなかったところに原因があると推定される。</p>
対策実施状況	<p>【解析者側】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主たる解析コードだけでなくコード間のデータ加工作業を含む手順書整備 ・各プロセスの審査方法明確化 <p>【発注者側】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析者に対する解析実施状況調査の実施 ・解析者に対する監査の実施 ・解析実施状況調査に係る能力の向上 	

別表 1(2/5) 国に提出した解析関係の報告書等でデータ誤りがあった
不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事例とその対策	
2	報告年月	2006年9月
	件名	事故時における原子炉制御室等の従事者の被ばく評価における記載誤り
	事象	<p>2005年12月27日付のNISA 指示文書「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」に基づき報告した、原子炉制御室等の従事者の被ばく評価結果のうち、福島第一原子力発電所第4号機の主蒸気管破断（仮想事故）時における原子炉制御室等の従事者の実効線量の評価記載値に、誤りがあることが判明した。</p> <p>更に前述の不適合を受け、報告書に他の誤りがないか確認したところ、福島第一原子力発電所第3、4号機の通常外気取り込み量に誤りがあり、主蒸気管破断（仮想事故）時の評価記載値に影響があることが判明した。具体的には、福島第一原子力発電所第3、4号機の中央制御室の空調は3号機側に2系列、4号機側に1系列あり、通常2系列運転であるが、入力条件として3系列全てが運転している場合の流量が用いられていた。</p> <p>なお、通常外気取り込み量はLOCA（仮想事故）時の評価の入力にもなっていたが、事故直後の大気中への放射性物質放出の寄与の違いから、評価記載値への影響はなかった。</p> <p>当該線量の評価において、線量評価コードからのアウトプットをExcel 計算シートに手入力で転記し実効線量を計算していたが、その際に転記ミスが生じていた。</p> <p>3号機の入力条件の設定に使用した中央制御室空調系のフローダイアグラムでは、3、4号機の合計の定格流量か3号機のみ定格流量かが必ずしも明確でなかった。加えて、3号機と4号機はプラントメーカーが異なっており、解析にあたりメーカー間で空調の条件を交換していたが、その取り合いの管理に対する認識が不足していた。</p>
対策実施状況	<p>解析メーカーに対し、コード間の値の転記箇所が多いものについては、コードの使用頻度や転記箇所数を踏まえ、値の受け渡しを自動化する、ないし、転記方法を改善することを依頼した。</p> <p>誤解の余地のある図面については、改善を行う。</p> <p>プラントメーカーの異なる複数プラントに跨る入力条件については、入力条件の相互レビュー等により、妥当性確認を確実にを行う。</p>	

別表 1(3/5) 国に提出した解析関係の報告書等でデータ誤りがあった
不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事例とその対策	
3	報告年月	2009年3月
	件名	柏崎刈羽原子力発電所第7号機 タービン建屋の地震応答解析における補助壁の取扱いの不適合
	事象	<p>新潟県中越沖地震後の設備健全性評価と耐震安全性評価において、柏崎刈羽原子力発電所第7号機 タービン建屋の地震応答解析における耐震壁及び補助壁の取扱いに不適合があることを確認した。</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所第7号機 タービン建屋の弾塑性解析で用いる、汎用の表計算ソフトにより算出した建屋の復元力特性（応力-ひずみ関係）において、本来耐震壁と補助壁を考慮すべきところを補助壁が一部考慮されていなかったため、建屋の耐力を過小評価していたというもの。</p> <p>従来考慮していなかった補助壁を考慮するよう解析メーカーに指示し、解析担当者は、その指示により補助壁の諸元を表計算ソフトに入力したものの、表計算ソフトの加算範囲を変更しなかった。またその計算式の検証を行っていなかったため、入力データ作成時に補助壁の耐力が地震応答解析プログラムへの入力値として加算されていないことに気づけなかった。</p>
	対策実施状況	<ul style="list-style-type: none"> ・入力根拠の確認において、入出力条件の作成等に表計算ソフトを使用している場合は、表計算ソフトの計算式が、妥当な方法で検証されている、又は検算が実施されていることを確認する。 ・実質的な審査の実施状況の確認において、今回の補助壁のように、従来と異なる条件で解析を実施する場合（解析条件等に変更がある場合）には、特に不適合が生じやすいことを認識し、不適合の発生防止のための取り組み等の検討がなされていることを確認する。 ・実質的な審査の実施状況の確認において、表計算ソフト等を使用している場合に、標準化を図る等、組織的に管理されているか確認する。

別表 1(4/5) 国に提出した解析関係の報告書等でデータ誤りがあった
不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事例とその対策	
4	報告年月	2010年5月
	件名	新潟県中越沖地震後の設備健全性評価における地震応答解析の算出値の妥当性に係る確認不足
	事象	<p>新潟県中越沖地震後の設備健全性評価において、時刻歴解析の算出値の妥当性に係る確認が不十分であった。</p> <p>具体的には、RCW配管の時刻歴解析で用いているWilson-θ法において、時間ステップの刻みが十分に細かく設定されていなかった（本件では0.01秒刻み）ため、時刻歴解析の算出値が十分に収束した値になっていなかった。</p> <p>本事象は、時刻歴解析における積分計算の手法として、時間刻みが解の妥当性に与える影響が大きいWilson-θ法を用いたにもかかわらず、大きな時間刻み（0.01秒）を用いて計算を行い、かつ得られた解について妥当性の確認を行っていなかったことにより発生したものである。</p> <p>解析実施メーカーは、本解析で用いたSAP（時刻歴解析の汎用コード）を許認可解析以外の業務で従来から使用しており、新規性に該当しないとしてDRを実施せず、従来の解析条件を配管系の許認可解析業務に対しても継続的に適用していた。</p> <p>また、解析実施メーカーが新規性なしと判断したことについて、解析実施状況調査において問題がないか確認できていなかった。</p>
	対策実施状況	新規性の有無の確認観点のひとつとして、他の業務で使用実績のある解析手法であっても、許認可解析に初めて用いる場合は新規性があると判断することとした。

別表 1(5/5) 国に提出した解析関係の報告書等でデータ誤りがあった
不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事例とその対策	
5	報告年月	2018年8月
	件名	柏崎刈羽原子力発電所第1号機 耐震安全性評価等における高圧及び低圧炉心スプレイ系配管評価の誤りについて
	事象	<p>2010年に実施した柏崎刈羽原子力発電所第1号機の「新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価」及び「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価における高圧及び低圧炉心スプレイ系配管（CS配管）の耐震評価において、計算機プログラム NASTRAN の応答スペクトル解析を実施していたが、そこで本来使用するべきではない計算式が使用されており、解析結果が低く算出されていることが確認された。</p> <p>【解析者側】 ○NASTRANにて応答スペクトル解析を行う際の注意点の周知が不足していた。 ○解析入力データの作成にあたり先行プラントの解析入力データを流用した際に、流用元のデータの妥当性に対する確認が不足していた。 ○解析結果の検証方法の妥当性に関する検討が不足していた。</p> <p>【発注者側】 ○解析実施状況調査における以下の観点での確認不足。 ・先行プラントの解析入力データを流用するにあたり流用元の解析入力データの入力根拠まで遡って妥当性を確認しているか。 ・解析結果の検証の妥当性をどのように確認しているか。（傾向分析の比較対象をどのように選定しているか）</p>
対策実施状況	<p>【解析者側】 ○本事象に係る再発防止教育を行う。 ○以下を委託先解析要領に追加する。 ・解析を行う際に計算機プログラムの取扱マニュアル等の注意事項を確認する。 ・先行プラントの解析入力データを流用する際は、全データの妥当性を確認する。 ・解析結果の検証においては傾向分析の対象選定について検討する。</p> <p>【発注者側】 ○解析実施状況調査において以下の観点到留意し、調査を行う。 ・先行プラントの解析入力データを流用するにあたり流用元の解析入力データの入力根拠まで遡って妥当性を確認しているか。 ・解析結果の検証の妥当性をどのように確認しているか。（傾向分析の比較対象をどのように選定しているか）</p>	

別表2 解析業務を実施する供給者に対する確認の視点

No.	確認項目	供給者に対する確認の視点
1	解析業務の計画状況	<ul style="list-style-type: none"> ・解析業務に係る必要な力量が明確にされ、また、従事する要員（原解析者・検証者）が必要な力量を有していること。 ・解析業務の作業手順、解析結果の検証、業務報告書の確認等について、計画（どの段階で、何を目的に、どのような内容で、誰が実施するのか）を明確にしていること。 ・解析業務をアウトソースする場合、解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書、解析業務実施計画書等で供給者に要求していること。
2	計算機プログラムの検証状況	<ul style="list-style-type: none"> ・計算機プログラムは、適正なものであることを事前に検証し、計算機プログラム名称及びバージョンをリストへ登録していること。（バージョンアップがある場合は、その都度検証を行い、リストへ登録していること） ・登録されていない計算機プログラムを使用する場合は、その都度検証を行うこと。
3	入力根拠の明確化状況	<ul style="list-style-type: none"> ・解析業務実施計画書に基づき解析ごとに入力根拠を明確にしていること。
4	入力結果の確認状況	<ul style="list-style-type: none"> ・計算機プログラムへの入力が正確に実施されたことをエコーバック等により確認していること。
5	解析結果の検証状況	<ul style="list-style-type: none"> ・解析結果が解析業務実施計画書で定めたチェックシート等により検証されていること。
6	業務報告書の確認状況	<ul style="list-style-type: none"> ・計算機プログラムを用いた解析結果、汎用表計算ソフトウェアを用いた計算、又は手計算による解析・計算結果を、当社の指定する書式に加工、編集して業務報告書としてまとめていること。 ・作成された業務報告書が、解析業務実施計画書の内容を満足していることを確認していること。
7	変更管理の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> ・解析業務に変更が生じた場合は、変更内容を文書化し、解析業務の各段階においてその変更を反映していること。

当社における設計管理・調達管理について

1. 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者（以下「取引先」という。）が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、取引先の審査、登録及び登録の更新を「原子力取引先登録マニュアル」に基づき実施する。

取引先の審査、登録及び登録の更新の基準は、「原子力取引先登録マニュアル」に以下のとおり定めている。

1.1 取引先の審査

契約を主管する箇所の長は、登録希望取引先に対し、契約前に提供能力、信頼性、技術力、実績、品質マネジメントシステム体制等について審査を実施する。また、登録希望取引先の経営内容審査・技術審査の内容を総合的に判断し、登録の可否を判定する。

なお、技術審査は「取引先登録における技術審査マニュアル」に基づき、技術箇所に依頼して実施する。

1.2 取引先の登録

契約を主管する箇所の長は、審査の結果、登録対象となった取引先について、取引先単位で購入・工事請負・委託に登録を分類し、登録分類ごとに購買については機器分類の内訳、工事請負については工事種類の内訳、委託については委託業務区分の内訳を明らかにした上で取引先の管理を行う。

1.3 取引先の登録更新

契約を主管する箇所の長は、取引先の登録更新にあたり取引先への登録更新の意思確認と登録更新審査を実施した上で、登録更新を行う。登録更新の有効期間は3年間とし、前回登録更新日が属する年度から3年度後の年度末までとする。（原則として登録有効期間内に取引先の再評価を行う）

2. 設計管理・調達管理について

設計及び工事を主管する箇所の長並びに検査を担当する箇所の長は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計・開発」を適用する場合は、「設計管理基本マニュアル」に基づき、以下に示す「2.1 設計・開発の計画」から「2.8 設計・開発の変更管理」までの設計管理に係る仕様書の作成のための各段階の活動を実施する。

また、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計・開発」の適用外で保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」を適用する場合は、「調達管理基本マニュアル」に基づき、「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す仕様書の作成のための各段階の活動を実施する。

なお、仕様書作成のための設計・開発業務の流れを別図1に示す。

2.1 設計・開発の計画

以下の事項を明確にした設計・開発の計画を策定する。

- ・設計・開発の性質、期間及び複雑さの程度
- ・設計・開発の段階
- ・設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認並びに管理体制
- ・設計・開発に関する責任（説明責任を含む。）及び権限
- ・設計・開発に必要な組織の内部及び外部の資源

この設計・開発は、設備、施設、ソフトウェアの設計・開発並びに原子力安全のために重要な手順書等の新規制定及び重要な変更を対象とする。

また、計画には、不適合及び予期せぬ事象の発生を未然に防止するための活動を含める。

2.2 設計・開発へのインプット

設計・開発へのインプットとして、以下の要求事項を明確にした設計管理シートを作成する。

- ・機能及び性能に関する要求事項
- ・適用可能な場合には、以前の類似した設計から得られた情報
- ・適用される法令・規制要求事項
- ・設計・開発に不可欠なその他の要求事項

2.3 設計・開発のレビュー

設計・開発へのインプットとして明確にした要求事項の適切性について、設計管理の区分によりデザインレビュー会議等を通じてレビューを受ける。

なお、デザインレビュー会議等の参加者には必要に応じ、レビューの対象となっている設計・開発に関連する部門を代表する者及び当該設計・開発に係る専門家を含めて多面的にレビューを行う。

このレビューの結果の記録、及び必要な処置があればその記録を維持する。

2.4 設計・開発からのアウトプット

設計・開発へのインプットで与えられた要求事項を満たすように設計・開発からのアウトプットとして仕様書を作成する。

2.5 アウトプット作成段階のレビュー及び検証

仕様書承認の過程で、仕様書が「調達管理基本マニュアル」の要求事項を満たすように作成していることを確認するためにレビューするとともに、設計・開発からのアウトプットが設計・開発へのインプットとして明確にした要求事項を満たしていることを確実にするために、計画されたとおりに、検証を実施する。なお、設計・開発の検証は原設計者以外の者が実施する。

また、アウトプットのレビュー、検証の結果の記録及び必要な処置があればその記録を維持する。

2.6 設計・開発の検証（設備の設計段階）

設計図書及び検査等の要領書を審査・承認する段階で、調達要求事項を満足していることを検証し、検証の結果の記録及び必要な処置があればその記録を維持する。

2.7 設計・開発の妥当性確認

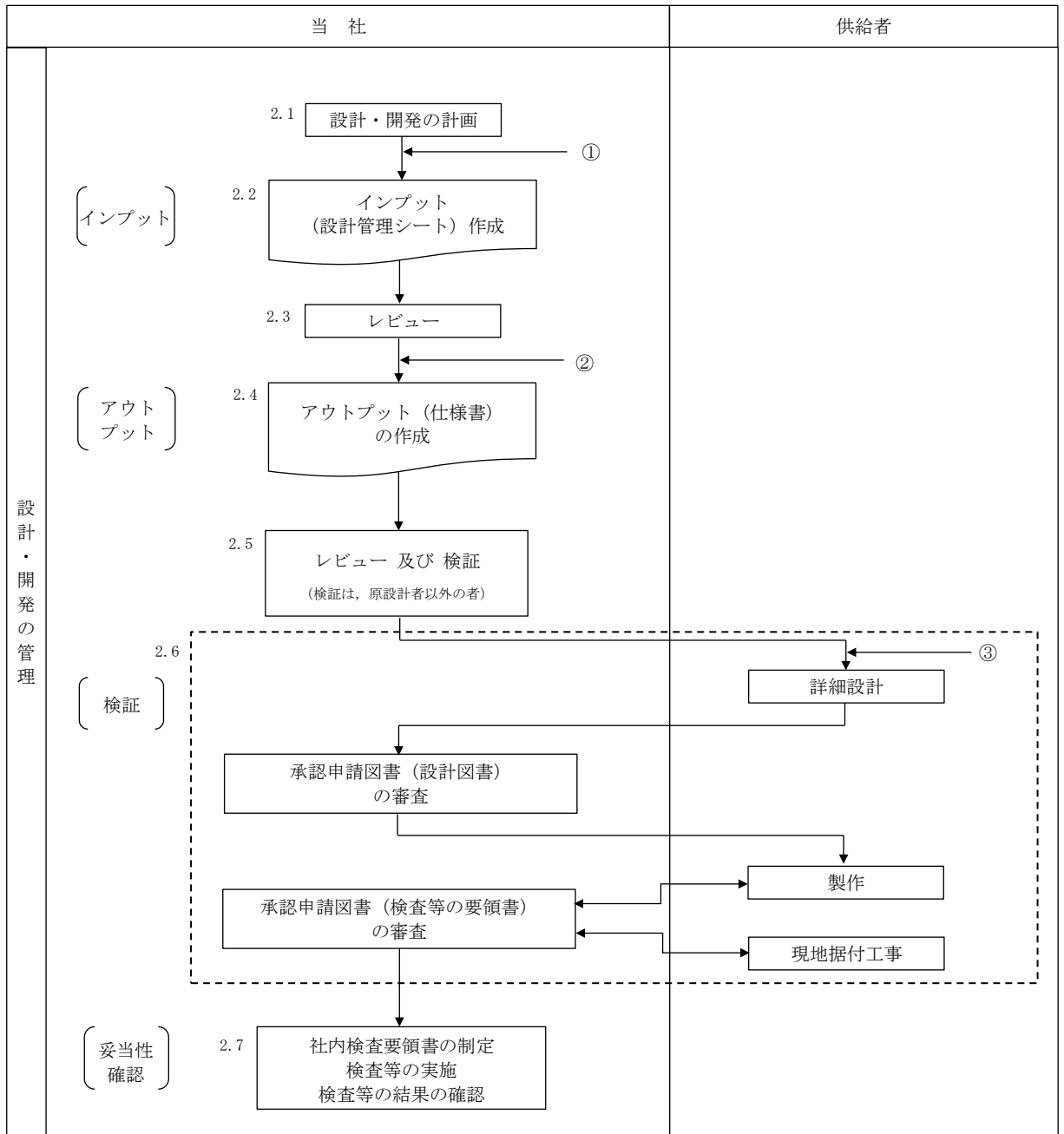
結果として得られる業務・原子炉施設が、指定された用途又は意図された用途に応じた要求事項を満たしていることを確実にするために、計画した方法に従って実施する検査等の結果等により、設計・開発の妥当性を確認する。

この妥当性確認は、原子炉施設の設置後でなければ実施することができない場合は、当該原子炉施設の使用を開始する前に実施する。

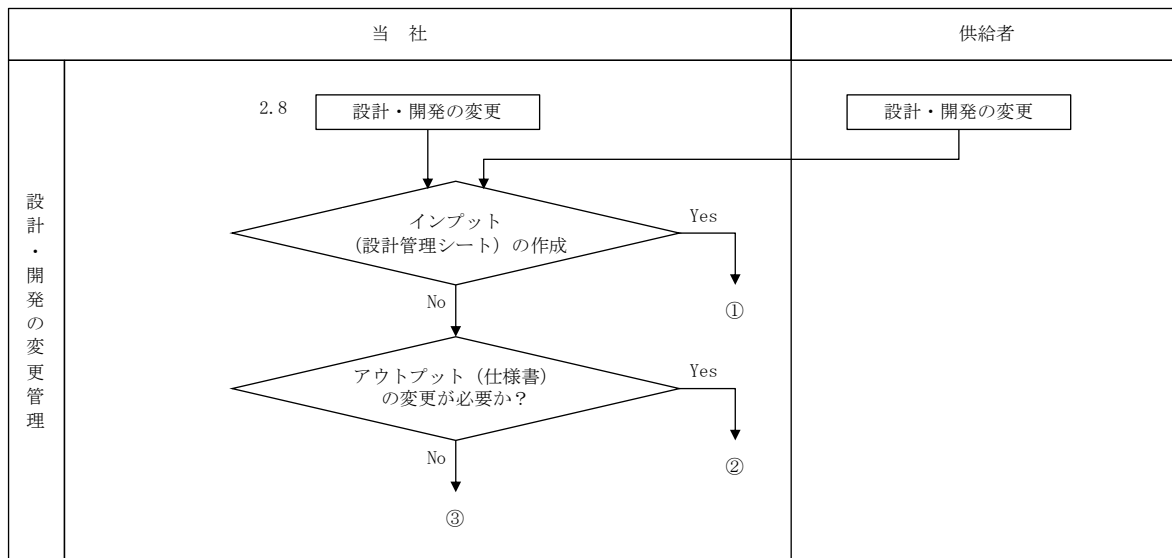
2.8 設計・開発の変更管理

設計・開発の変更を要する場合、変更の内容を明確にし、以下に従って手続きを実施する。

- ・設計・開発の変更を明確にし、記録を維持する。
- ・変更に対して、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施する前に承認する。
- ・設計・開発の変更のレビューには、その変更が、当該の原子炉施設を構成する要素（材料又は部品）及び関係する原子炉施設に及ぼす影響の評価を含める。
- ・変更のレビュー、検証及び妥当性確認の結果の記録、及び必要な処置があればその記録を維持する。



別図1(1/2) 設計・開発業務の流れ



別図1(2/2) 設計・開発業務の流れ