

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。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-013 改0
提出年月日	平成29年12月18日

V-1-1-4-4-1 設定根拠に関する説明書
(制御棒)

名 称		制御棒
落 下 速 度	m/s	<input type="text"/> 以下
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本説明書は、制御棒の落下速度に制限が必要であることを示すものである。</p> <p>1. 落下速度の設定根拠</p> <p>制御棒の自由落下は、制御棒ブレードの下端構造物に可動部分のない水力学的な制御棒 落下速度リミッタによって、その速度が <input type="text"/>以下となるように設計されている。</p> <p>この制御棒の落下速度は、原子炉設置変更許可申請書において、原子炉施設の安全設計の妥当性を確認するために想定される制御棒落下事故の解析条件に用いられ、その解析においては、制御棒価値ミニマイザで許容する最大価値 <input type="text"/>の制御棒が、何らかの原因によって、カップリングから離れ、炉心内に固着した状態から自重によって落下するような事故が起きても、落下速度を抑え、反応度の急速な投入による燃料UO₂の最大エンタルピが設計上の制限値を超えないことを確認している。</p> <p>なお、制御棒落下速度リミッタは、制御棒案内管に適切なギャップを持って上下動できるようにしたかさ形のピストンであり、スクラム時の急速な制御棒挿入に対して抵抗が小さく、落下に対してのみ大きい抵抗が生じる構造を持つものである。</p>		

V-1-1-4-4-2 設定根拠に関する説明書

(制御棒駆動機構)

名 称		制御棒駆動機構
最高使用圧力	MPa	8.62
最高使用温度	℃	302
駆 動 速 度	mm/s	<input type="text"/>
挿 入 速 度	kW/個	全ストロークの <input type="text"/> 挿入まで <input type="text"/> 以下 (定格圧力で全炉心平均)
個 数	—	185 (予備 37)
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設 <p>制御棒駆動機構は、通常運転時には、通常の運転操作に必要な速度で制御棒を炉心に挿入、引抜きを行い、緊急時には急速に制御棒を炉内に挿入して原子炉スクラム（原子炉緊急停止）を行うために設置する。</p> 重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に使用する制御棒駆動機構は、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として設置する制御棒駆動機構の最高使用圧力は、原子炉圧力容器の最高使用圧力に合わせ、8.62 MPa とする。</p> <p>制御棒駆動機構を重大事故等時において使用する場合の圧力は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、8.62 MPa とする。</p>		

2. 最高使用温度の設定根拠

設計基準対象施設として使用する制御棒駆動機構の最高使用温度は、原子炉压力容器の最高使用温度に合わせ、302 °Cとする。

制御棒駆動機構を重大事故等時において使用する場合は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、302 °Cとする。

3. 駆動速度の設定根拠

制御棒駆動機構の駆動速度は、運転時における正常の制御棒パターンから最大速度で引き抜かれても、燃料に熱的損傷を与えないことを考慮し、

制御棒駆動機構を重大事故等時において使用する場合は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、

4. 挿入時間の設定根拠

制御棒駆動機構の挿入時間は、スクラム時に主蒸気隔離弁閉鎖などの過渡時に燃料の熱的損傷を防止することを考慮し、全ストロークの挿入まで以下（定格圧力で全炉心平均）とする。

制御棒駆動機構を重大事故等時において使用する場合は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し全ストロークの挿入まで以下（定格圧力で全炉心平均）とする。

5. 個数の設定根拠

制御棒駆動機構は、設計基準対象施設として制御棒に合わせ 185 個設置し、保守点検用の予備品として 37 個保管する。

制御棒駆動機構は、設計基準対象施設として 185 個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-7 設定根拠に関する説明書

(制御棒駆動水圧設備 水圧制御ユニットアキュムレータ)

名 称		水圧制御ユニットアキュムレータ	
容 量	L/個	18 以上 (18)	
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06	
最 高 使 用 温 度	℃	66	
個 数	—	185	
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設 <p>水圧制御ユニットアキュムレータは、設計基準対象施設として急速に制御棒を炉心内に挿入して発電用原子炉をスクラム（原子炉緊急停止）する場合に制御棒駆動機構のスクラム時の駆動源として、加圧された駆動水を制御棒駆動機構に供給するために設置する。スクラム時、制御棒を炉心に挿入するために制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な容量を確保するために設置する。</p> 重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に計測制御系統施設のうち制御棒駆動水圧設備として使用する水圧制御ユニットアキュムレータは、以下の機能を有する。</p> <p>水圧制御ユニットアキュムレータは、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <p>系統構成は、原子炉緊急停止系による発電用原子炉の停止失敗時において、水圧制御ユニットアキュムレータにより駆動水をスクラム弁を介して制御棒駆動機構へ送水し、制御棒を挿入することで発電用原子炉を未臨界に移行する設計とする。</p> 			

1. 容量の設定根拠

設計基準対象施設として使用する水圧制御ユニットアキュムレータの容量は、制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な駆動水量 \square に余裕を見込み、18 L/個以上とする。

水圧制御ユニットアキュムレータは、重大事故等時において設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、容量は設計基準対象施設と同仕様で設計し、18 L/個以上とする。

公称値については要求される容量と同仕様として18 L/個とする。

注記*：制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な駆動水量について

全ストロークスクラムに必要な駆動水量

= (挿入有効断面積) × (全挿入までのストローク)

= \square

= \square = \square L

ここで、挿入有効断面積 : \square cm²

全挿入までのストローク : \square cm

上記から、制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な駆動水量は \square Lとする。

2. 最高使用圧力の設定根拠

設計基準対象施設として使用する水圧制御ユニットアキュムレータの最高使用圧力は、主配管「(駆動水ポンプ吐出管) 駆動水ポンプより駆動水フィルタまで」と同仕様で設計し、12.06 MPa とする。

水圧制御ユニットアキュムレータは重大事故等時において設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、使用圧力は設計基準対象施設と同仕様で設計し、12.06 MPa とする。

3. 最高使用温度の設定根拠

設計基準対象施設として使用する水圧制御ユニットアキュムレータの最高使用温度は、主配管「(駆動水ポンプ吐出管) 駆動水ポンプより駆動水フィルタまで」と同仕様で設計し、66 °C とする。

水圧制御ユニットアキュムレータは重大事故等時において設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、使用温度は設計基準対象施設と同仕様で設計し、66 °C とする。

4. 個数の設定根拠

水圧制御ユニットアキュムレータは、設計基準対象施設として急速に制御棒を炉心に挿入して発電用原子炉をスクラム(原子炉緊急停止)する場合に制御棒駆動機構のスクラム時の駆動源として、加圧された駆動水を供給するために制御棒駆動機構に合わせ 185 個設置する。

水圧制御ユニットアキュムレータは、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために、設計基準対象施設として 185 個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-8 設定根拠に関する説明書

(制御棒駆動水圧設備 水圧制御ユニット窒素容器)

名 称		水圧制御ユニット窒素容器
容 量	L/個	18 以上 (18)
最高使用圧力	MPa	12.06
最高使用温度	℃	66
個 数	—	185
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設 <p>水圧制御ユニット窒素容器は、制御棒駆動機構のスクラム時の駆動源となる水圧制御ユニットアキュムレータに高圧の窒素ガスを供給するための設備であり、スクラム時、制御棒を炉心に挿入するために制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な容量を確保するために設置する。</p> 重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に計測制御系統施設のうち制御棒駆動水圧設備として使用する水圧制御ユニット窒素容器は、以下の機能を有する。</p> <p>水圧制御ユニット窒素容器は、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <p>系統構成は、原子炉緊急停止系による発電用原子炉の停止失敗時において、水圧制御ユニット窒素容器及び水圧制御ユニットアキュムレータにより駆動水をスクラム弁を介して制御棒駆動機構へ送水し、制御棒を挿入することで発電用原子炉を未臨界に移行する設計とする。</p> 		

1. 容量の設定根拠

設計基準対象施設として使用する水圧制御ユニット室素容器の容量は、制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な容量 10 L*に余裕を見込み、18 L/個以上とする。

水圧制御ユニット室素容器は、重大事故等時において設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、容量は設計基準対象施設と同仕様で設計し、18 L/個以上とする。

公称値については要求される容量と同仕様として 18 L/個とする。

注記*：制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な容量について

全ストロークスクラムに必要な容量

= (挿入有効断面積) × (全挿入までのストローク)

= × / 1000

= L

ここで、挿入有効断面積 : cm²

全挿入までのストローク : cm

上記から、制御棒駆動機構が全ストロークスクラム可能な容量は L とする。

2. 最高使用圧力の設定根拠

設計基準対象施設として使用する水圧制御ユニット窒素容器の最高使用圧力は、主配管「(駆動水ポンプ吐出管) 駆動水ポンプより駆動水フィルタまで」と同仕様で設計し、12.06 MPa とする。

水圧制御ユニット窒素容器を重大事故等時において使用する場合は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、使用圧力は設計基準対象施設と同仕様で設計し、12.06 MPa とする。

3. 最高使用温度の設定根拠

設計基準対象施設として使用する当該窒素容器の最高使用温度は、主配管「(駆動水ポンプ吐出管) 駆動水ポンプより駆動水フィルタまで」と同仕様で設計し、66 °C とする。

水圧制御ユニット窒素容器を重大事故等時において使用する場合は、設計基準対象施設として使用する場合と同様の使用方法であるため、使用温度は設計基準対象施設と同仕様で設計し、66 °C とする。

4. 個数の設定根拠

水圧制御ユニット窒素容器は、設計基準対象施設として急速に制御棒を炉心内に挿入して発電用原子炉をスクラム(原子炉緊急停止)する場合に制御棒駆動機構のスクラム時の駆動源として、加圧された駆動水を供給するために制御棒駆動機構に合わせ185個設置する。

水圧制御ユニット窒素容器は、設計基準対象施設として185個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-10 設定根拠に関する説明書
(制御棒駆動水圧設備 主配管 (常設))

名 称		アキュムレータから 制御ユニット内アキュムレータ充填水配管合流点
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	49.8
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、アキュムレータから制御ユニット内アキュムレータ充填水配管合流点を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、原子炉スクラム初期において制御棒駆動機構ハウジングへ制御棒駆動水を供給するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、アキュムレータの最高使用圧力と同じ、12.06 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、アキュムレータの重大事故等時における使用圧力と同じであるため、12.06 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、アキュムレータの最高使用温度と同じ、66 ℃ とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるアキュムレータの使用温度と同じであるため、66 ℃ とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、49.8 mm とする。</p>		

名 称		制御ユニット内アキュムレータ充填水配管合流点から 制御ユニット内挿入配管合流点
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	33.4
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、制御ユニット内アキュムレータ充填水配管合流点から制御ユニット内挿入配管合流点を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、原子炉スクラム初期において制御棒駆動機構ハウジングへ制御棒駆動水を供給するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、アキュムレータの最高使用圧力と同じ、12.06 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、アキュムレータの重大事故等時における使用圧力と同じであるため、12.06 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、アキュムレータの最高使用温度と同じ、66 ℃ とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるアキュムレータの使用温度と同じであるため、66 ℃ とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、33.4 mm とする。</p>		

名 称		制御ユニット内挿入配管合流点から 挿入配管制御ユニット出口
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	33.4
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、制御ユニット内挿入配管合流点から挿入配管制御ユニット出口を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、制御棒挿入時、制御棒駆動機構ハウジングへ制御棒駆動水を供給するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、アキュムレータの最高使用圧力と同じ、12.06 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、アキュムレータの重大事故等時における使用圧力と同じであるため、12.06 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、アキュムレータの最高使用温度と同じ、66 ℃とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるアキュムレータの使用温度と同じであるため、66 ℃とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、33.4 mm とする。</p>		

名 称		挿入配管制御ユニット出口から 制御棒駆動機構ハウジング
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	33.4, 47.0, 48.1, 50.0, 26.7
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、挿入配管制御ユニット出口から制御棒駆動機構ハウジングを接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、制御棒挿入時、制御棒駆動機構ハウジングへ制御棒駆動水を供給するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、アキュムレータの最高使用圧力と同じ、12.06 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、アキュムレータの重大事故等時における使用圧力と同じであるため、12.06 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、アキュムレータの最高使用温度と同じ、66 ℃ とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるアキュムレータの使用温度と同じであるため、66 ℃ とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、33.4, 47.0, 48.1, 50.0, 26.7 mm とする。</p>		

名 称		制御棒駆動機構ハウジングから 引抜配管制御ユニット入口
最 高 使 用 圧 力	MPa	12.06
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	26.7, 42.0, 40.1, 39.0
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、制御棒駆動機構ハウジングから引抜配管制御ユニット入口を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、制御棒引抜時、制御棒駆動機構ハウジングから制御棒駆動水を排出するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、アキュムレータの最高使用圧力と同じ、12.06 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、アキュムレータの重大事故等時における使用圧力と同じであるため、12.06 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、アキュムレータの最高使用温度と同じ、66 ℃ とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるアキュムレータの使用温度と同じであるため、66 ℃ とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、26.7, 42.0, 40.1, 39.0 mm とする。</p>		

名 称		引抜配管制御ユニット入口から 制御ユニット内引抜配管合流点
最 高 使 用 圧 力	MPa	8.62
最 高 使 用 温 度	℃	138
外 径	mm	26.7
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、引抜配管制御ユニット入口から制御ユニット内引抜配管合流点を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、制御棒引抜時、制御棒駆動機構ハウジングから制御棒駆動水を排出するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、スクラム排水容器の最高使用圧力と同じ、8.62 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、スクラム排水容器の重大事故等時における使用圧力と同じであるため、8.62 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、スクラム排水容器の最高使用温度と同じ、138 ℃ とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるスクラム排水容器の使用温度と同じであるため、138 ℃ とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、26.7 mm とする。</p>		

名 称		制御ユニット内引抜配管合流点から弁 C12-127
最 高 使 用 圧 力	MPa	8.62
最 高 使 用 温 度	℃	138
外 径	mm	26.7
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、制御ユニット内引抜配管合流点から弁 C12-127 を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、原子炉スクラム時、制御棒駆動機構ハウジングから制御棒駆動水を排出するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、スクラム排出水容器の最高使用圧力と同じ、8.62 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、スクラム排出水容器の重大事故等時における使用圧力と同じであるため、8.62 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、スクラム排出水容器の最高使用温度と同じ、138 ℃とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるスクラム排出水容器の使用温度と同じであるため、138 ℃とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量を基に設定しており、重大事故等時に使用する制御棒駆動水量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、26.7 mm とする。</p>		

V-1-1-4-4-3 設定根拠に関する説明書
(ほう酸水注入系 ほう酸水注入ポンプ)

名 称		ほう酸水注入ポンプ
容 量	m ³ /h/個	9.78 以上 (9.78)
吐 出 圧 力	MPa	8.5 以上 (8.5)
最 高 使 用 圧 力	MPa	吸込側 1.04 吐出側 9.66
最 高 使 用 温 度	℃	66
原 動 機 出 力	kW/個	37
個 数	—	2
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設 <p>ほう酸水注入ポンプは、設計基準対象施設として運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に計測制御系統施設のうちほう酸水注入設備として使用するほう酸水注入ポンプは、以下の機能を有する。</p> <p>ほう酸水注入ポンプは、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <p>系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプにより発電用原子炉に十分な量のほう酸水を注入することで発電用原子炉を未臨界に移行する設計とする。</p> <p>重大事故等時に原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として使用するほう酸水注入ポンプは、以下の機能を有する。</p> <p>ほう酸水注入ポンプは、原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、発電用原子炉を冷却するために設置する。</p>		

系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプによりほう酸水注入系統を介してほう酸水貯蔵タンクの水を原子炉に注水することで、発電用原子炉を冷却し、重大事故等の進展の抑制が可能な設計とする。

重大事故等時に原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備として使用するほう酸水注入ポンプは、以下の機能を有する。

ほう酸水注入ポンプは、炉心の著しい損傷が発生した場合において、熔融炉心のペDESTAL（ドライウエル部）への落下を遅延又は防止するために設置する。

系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプによりほう酸水貯蔵タンクの水を原子炉に注水することで、熔融炉心を冷却し、ペDESTAL（ドライウエル部）への落下を遅延又は防止できる設計とする。

1. 容量の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの容量は、でタンクの有効容積を原子炉に注入する必要があることから、を上回るものとし、 $9.78 \text{ m}^3/\text{h}/\text{個}$ 以上とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの容量は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、 $9.78 \text{ m}^3/\text{h}/\text{個}$ 以上とする。

公称値については要求される容量と同仕様として $9.78 \text{ m}^3/\text{h}/\text{個}$ とする。

2. 吐出圧力の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの吐出圧力は、 0 MPa からほう酸水注入系を必要とする最大運転圧力に至るまでの全圧力範囲で原子炉に定格注量を注入できるものとする。すなわち、原子炉圧力容器内の圧力逃がし安全弁の安全弁機能の第一段圧力である 7.78 MPa の時にも注入できるよう、それを上回る 8.5 MPa 以上とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの吐出圧力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準と同じ 8.5 MPa 以上とする。

公称値については要求される吐出圧力と同じ 8.5 MPa とする。

3. 最高使用圧力の設定根拠

3.1 吸込側の最高使用圧力

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの吸込側の最高使用圧力は、ポンプ入口管の最高使用圧力と同じ 1.04 MPa とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの吸込側の圧力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準と同仕様で設計し、1.04 MPa とする。

3.2 吐出側の最高使用圧力

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの吐出側の最高使用圧力は、ほう酸水注入ポンプの吐出圧力を上回る圧力とし、9.66 MPa とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの吐出側の圧力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、9.66 MPa とする。

4. 最高使用温度の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの最高使用温度は、ほう酸水貯蔵タンクの最高使用温度と同仕様として 66 °C とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの温度は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、66 °C とする。

5. 原動機出力の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水注入ポンプの原動機出力は、定格流量点での軸動力を基に、容量及び吐出圧力を考慮して設定する。

$$P_u = \frac{10^3}{60} \times Q \times p$$

$$\eta = \frac{P_u}{P} \times 100$$

$$P = \frac{10^3 \times Q \times p}{60 \times \eta / 100}$$

(日本工業規格 J I S B 8 3 1 1 (2002)「往復ポンプー試験方法」)

P : 軸動力 (kW)

P_u : 水動力 (kW)

Q : 容量 (m³/min)

p : 吐出圧力 (MPa)

η : ポンプ効率 (%)

$$\eta = \eta_m \times \eta_g \times \eta_v \times 10^{-4} = \boxed{} \div \boxed{}$$

$$\eta_m : \text{ポンプ機械効率 (\%)} = \boxed{}$$

$$\eta_g : \text{減速機効率 (\%)} = \boxed{}$$

$$\eta_v : \text{ポンプ容積効率 (\%)} = \boxed{}$$

$$P = \frac{10^3 \times 0.163 \times 8.5}{60 \times \boxed{} \div 100} = \boxed{} \div \boxed{}$$

上記より、ほう酸水注入ポンプの原動機出力は軸動力 $\boxed{}$ を上回る出力とし、37 kW/個とする。

重大事故等対処設備として使用するほう酸水注入ポンプの原動機出力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様とし、37 kW/個とする。

6. 個数の設定根拠

ほう酸水注入ポンプ（原動機含む）は、設計基準対象施設としてほう酸水を原子炉へ送水するために必要な個数である各系列に1個とし、合計2個設置する。

ほう酸水注入ポンプ（原動機含む）は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設として2個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-4 設定根拠に関する説明書
(ほう酸水注入系 ほう酸水貯蔵タンク)

名 称		ほう酸水貯蔵タンク	
容 量	m ³ /個		(19.5)
最 高 使 用 圧 力	MPa	静水頭	
最 高 使 用 温 度	℃	66	
個 数	—	1	
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設 <p>ほう酸水貯蔵タンクは、設計基準対象施設として制御棒の挿入不能の場合に発電用原子炉に注入するほう酸水を貯蔵するために設置する。ほう酸水の濃度は 15℃において 13.4 wt%以上であり、定期的に試料採取を行うことによって確認する。</p> 重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に計測制御系統施設のうちほう酸水注入設備として使用するほう酸水貯蔵タンクは、以下の機能を有する。</p> <p>ほう酸水貯蔵タンクは、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために設置する。</p> <p>系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプにより、十分な量のほう酸水を発電用原子炉へ注入することで発電用原子炉を未臨界に移行する設計とする。</p> <p>重大事故等時に原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として使用するほう酸水貯蔵タンクは、以下の機能を有する。</p> <p>ほう酸水貯蔵タンクは、原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、発電用原子炉を冷却するために設置する。</p> <p>系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプによりほう酸水貯蔵タンクの水を原子炉に注水することで、発電用原子炉を冷却し、重大事故等の進展の抑制が可能な設計とする。</p> 			

重大事故等時に原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備の原子炉格納容器安全設備として使用するほう酸水貯蔵タンクは、以下の機能を有する。

ほう酸水貯蔵タンクは、炉心の著しい損傷が発生した場合において、溶融炉心のペデスタル（ドライウエル部）への落下を遅延又は防止するために設置する。

系統構成は、ほう酸水貯蔵タンクを水源としたほう酸水注入ポンプによりほう酸水貯蔵タンクの水を原子炉に注水することで、溶融炉心を冷却し、ペデスタル（ドライウエル部）への落下を遅延又は防止できる設計とする。

1. 容量の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水貯蔵タンクの容量は、ほう酸水の最小貯蔵量 を上回る容量として、タンク内有効容積 とタンク内無効容積 を合計した を基に設定しており、1個の容器に貯蔵するのに必要な容量は とする。

ほう酸水貯蔵タンクを重大事故等時において使用する場合の容量は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、 とする。

公称値については要求される容量である を上回る容量として、19.5 m³/個とする。

注記*：ほう酸水の貯蔵量について

ほう酸水の貯蔵量は、ほう酸水を注入して原子炉を冷温停止に至らせ、その状態を余裕を持って維持するのに必要な原子炉冷却材中のボロン濃度を考慮する。

必要ボロン濃度は、停止余裕を 以上にするのに必要なボロン濃度 に、不完全混合に対する余裕をとって とする。

ここで、ほう酸水は五ほう酸ナトリウム溶液が使用されているため、必要ボロン濃度から五ほう酸ナトリウムの量に換算する。

必要ボロン濃度に対するボロン量は、原子炉冷却材水量が 416×10^3 kg であるため、
 $416 \times 10^3 \times \text{} \times 10^{-6} = 416 \text{ kg}$

となる。そして五ほう酸ナトリウム中のボロン含有率は であることから、五ほう酸ナトリウムの量に換算すると、必要五ほう酸ナトリウム量は、以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{必要五ほう酸ナトリウム量} &= 416 \times \frac{100}{\text{} \div \text{} \text{ kg} \end{aligned}$$

また、五ほう酸ナトリウムの設計飽和温度 15 °C における溶解度は [] で、溶液の比重 [] である。したがって、ほう酸水の貯蔵量は、

$$\text{貯蔵量} = \frac{\text{必要五ほう酸ナトリウム量 (kg)}}{\text{五ほう酸ナトリウム飽和溶解度} \cdot \text{密度 (kg/m}^3\text{)}}$$

$$= \frac{[]}{[] \times 10^3}$$

$$= []$$

上記から、ほう酸水の貯蔵量は [] (最小) とする。

2. 最高使用圧力の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水貯蔵タンクの最高使用圧力は、ほう酸水貯蔵タンクが大気開放であることから、静水頭とする。

ほう酸水貯蔵タンクを重大事故等時において使用する場合の圧力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、静水頭とする。

3. 最高使用温度の設定根拠

設計基準対象施設として使用するほう酸水貯蔵タンクの最高使用温度は、保温用電気ヒータによりほう酸水を 27±3 °C に維持していることから、これを上回る 66 °C とする。

ほう酸水貯蔵タンクを重大事故等時において使用する場合の温度は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同仕様で設計し、66 °C とする。

4. 個数の設定根拠

ほう酸水貯蔵タンクは、設計基準対象施設として制御棒の挿入不能の場合に原子炉に注入するほう酸水を貯蔵するために 1 個設置する。

ほう酸水貯蔵タンクは、運転時の異常な過渡変化時において原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、原子炉を未臨界に移行するため、設計基準対象施設として 1 個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-5 設定根拠に関する説明書

(ほう酸水注入系 安全弁及び逃がし弁)

名 称		C41-F029A, B
吹 出 圧 力	MPa	9.66
個 数	—	2

【設 定 根 拠】

(概要)

安全弁 C41-F029A, B は、主配管「ポンプ出口より爆破解放弁まで（ポンプ出口バイパス管含む）」上に設置する逃がし弁である。

安全弁 C41-F029A, B は、設計基準対処施設として、主配管「ポンプ出口より爆破解放弁まで（ポンプ出口バイパス管含む）」の圧力が最高使用圧力になった場合に開動作して最高使用圧力以下に維持するために設置する。

重大事故等対処設備としては、重大事故等時に主配管「ポンプ出口より爆破解放弁まで（ポンプ出口バイパス管含む）」の圧力が、設計基準対象施設として使用する場合の最高使用圧力になった場合に開動作して設計基準対象施設として使用する場合の最高使用圧力以下に維持する。

1. 吹出圧力の設定根拠

設計基準対象施設として使用する安全弁 C41-F029A, B の吹出圧力は、当該逃がし弁が接続する配管の最高使用圧力に合わせ、9.66 MPa とする。

安全弁 C41-F029A, B を重大事故等時において使用する場合の吹出圧力は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設と同じ 9.66 MPa とする。

2. 個数の設定根拠

安全弁 C41-F029A, B は、設計基準対象施設として「ポンプ出口より爆破解放弁まで（ポンプ出口バイパス管含む）」の圧力を最高使用圧力以下に維持するために必要な個数である各系列に 1 個とし、合計 2 個設置する。

重大事故等時対処設備として使用する安全弁 C41-F029A, B は、設計基準対象施設と同様の使用方法であるため、設計基準対象施設として 2 個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

V-1-1-4-4-6 設定根拠に関する説明書

(ほう酸水注入系 主配管 (常設))

名 称		タンクよりポンプまで (ポンプ入口管)
最 高 使 用 圧 力	MPa	1.04
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	89.1
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、ほう酸水貯蔵タンクとほう酸水注入ポンプを接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、ほう酸水貯蔵タンクのほう酸水をほう酸水注入ポンプに供給するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、補給水系の最高使用圧力と同じ、1.04 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、設計基準対象施設として使用する場合の圧力以下であり、1.04 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、ほう酸水貯蔵タンクの最高使用温度と同じ、66 ℃とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるほう酸水貯蔵タンクの使用温度と同じであるため、66 ℃とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用するほう酸水注入系ポンプの容量を基に設定しており、重大事故等時に使用するほう酸水注入ポンプの容量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、89.1 mm とする。</p>		

名 称		ポンプ出口より爆破開放弁まで (ポンプ出口バイパス管含む)
最 高 使 用 圧 力	MPa	9.66
最 高 使 用 温 度	℃	66
外 径	mm	48.6, 49.1
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、ほう酸水注入ポンプと爆破開放弁を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、ほう酸水貯蔵タンクのほう酸水をほう酸水注入ポンプにより原子炉圧力容器に注入するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、ほう酸水注入ポンプの吐出側の最高使用圧力と同じ、9.66 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、重大事故等時におけるほう酸水注入ポンプの吐出側の使用圧力と同じであるため、9.66 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、ほう酸水注入ポンプの最高使用温度と同じ、66 ℃とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時におけるほう酸水注入ポンプの使用温度と同じであるため、66 ℃とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用するほう酸水注入系ポンプの容量を基に設定しており、重大事故等時に使用するほう酸水注入ポンプの容量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、48.6 mm, 49.1 mm とする。</p>		

名 称		爆破開放弁より原子炉压力容器まで
最 高 使 用 圧 力	MPa	9.66
最 高 使 用 温 度	℃	302
外 径	mm	48.6, 49.1
<p>【設 定 根 拠】 (概要)</p> <p>本配管は、爆破開放弁と原子炉压力容器を接続する配管であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、ほう酸水貯蔵タンクのほう酸水をほう酸水注入ポンプにより原子炉压力容器に注入するために設置する。</p> <p>1. 最高使用圧力の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用圧力は、ほう酸水注入ポンプの吐出側の最高使用圧力と同じ、9.66 MPa とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の圧力は、重大事故等時におけるほう酸水注入ポンプの吐出側の使用圧力と同じであるため、9.66 MPa とする。</p> <p>2. 最高使用温度の設定根拠</p> <p>設計基準対象施設として使用する本配管の最高使用温度は、原子炉压力容器の最高使用温度と同じ、302 ℃とする。</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の温度は、重大事故等時における原子炉压力容器の使用温度と同じであるため、302 ℃とする。</p> <p>3. 外径の設定根拠</p> <p>本配管を重大事故等時において使用する場合の外径は、重大事故等時に使用するほう酸水注入系ポンプの容量を基に設定しており、重大事故等時に使用するほう酸水注入ポンプの容量が設計基準対象施設として使用する場合の容量と同仕様であるため、本配管の外径はメーカー社内基準に基づき定めた基準流速を考慮し、選定した設計基準対象施設の外径と同仕様で設計し、48.6 mm, 49.1 mm とする。</p>		

V-1-1-4-4-11 設定根拠に関する説明書

(起動領域計装)

名 称		起動領域計装	
		中性子源領域	中間領域
個 数	—	8	
<p>【設定根拠】 (概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計基準対象施設 起動領域計装は、設計基準対処施設として炉心における中性子束密度を計測するとともに、計測結果を表示し、記録し、及び保存するために設置する。 ・ 重大事故等対処設備 重大事故等時に使用する起動領域計装は以下の機能を有する。 <p>起動領域計装は、重大事故等が発生し、計測機器（非常用のものを含む。）の故障により当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを計測することが困難となった場合において当該パラメータを推定するために有効な情報を把握するために設置する。</p> <p>起動領域計装の装置の構成、計測範囲等については、添付資料V-1-5-1「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」による。</p> <p>1. 個数の設定根拠 起動領域計装は、設計基準対象施設として8個設置する。</p> <p>起動領域計装は、設計基準対象施設として8個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。</p>			

V-1-1-4-4-12 設定根拠に関する説明書

(出力領域計装)

名 称		出力領域計装
個 数	—	172 (43)
<p>【設定根拠】</p> <p>(概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設 <p>出力領域計装は、設計基準対象施設として炉心における中性子束密度を計測するとともに、計測結果を表示し、記録し、及び保存するために設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等対処設備 <p>重大事故等時に使用する出力領域計装は以下の機能を有する。</p> <p>出力領域計装は、重大事故等が発生し、計測機器（非常用のものを含む。）の故障により当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを計測することが困難となった場合において当該パラメータを推定するために有効な情報を把握するために設置する。</p> <p>出力領域計装の装置の構成、計測範囲等については、添付資料V-1-5-1「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」による。</p> <p>1. 個数の設定根拠</p> <p>出力領域計装は、設計基準対象施設として 172 個設置する。</p> <p>出力領域計装は、設計基準対象施設として 172 個設置しているもののうち 43 個を重大事故等対処設備として使用する。</p>		