東海第二発電所　審査資料	
資料番号	SA設-C-1　改78
提出年月日	平成29年10月27日

東海第二発電所

重大事故等対処設備について

平成29年10月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち，□は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

下線部：今回提出資料

目　　次

1　重大事故等対処設備

2　基本設計の方針

2.1　耐震性・耐津波性

2.1.1　発電用原子炉施設の位置

2.1.2　耐震設計の基本方針 【39 条】

2.1.3　耐津波設計の基本方針【40 条】

2.2　火災による損傷の防止 【41 条】

2.3　重大事故等対処設備の基本設計方針 【43 条】

2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について

2.3.2　容量等

2.3.3　環境条件等

2.3.4　操作性及び試験・検査性について

3　個別設備の設計方針

3.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備 【44 条】

3.2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 【45 条】

3.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 【46 条】

3.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備 【47 条】

3.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備 【48 条】

3.6 原子炉格納容器内の冷却等のための設備 【49 条】

3.7 原子炉格納容器内の過圧破損を防止するための設備 【50 条】

3.8 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備 【51 条】

3.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備 【52 条】

3.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備 【53 条】

3.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 【54 条】

3.12 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備 【55 条】

3.13 重大事故等の収束に必要となる水の供給設備 【56 条】

3.14 電源設備 【57 条】

3.15 計装設備 【58 条】

3.16 原子炉制御室 【59 条】

3.17 監視測定設備 【60 条】

3.18 緊急時対策所 【61 条】

3.19 通信連絡を行うために必要な設備【62 条】

別添資料-1 基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する津波防護方針について

~~別添資料-2 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備（格納容器圧力逃がし装置）について~~

~~別添資料-3 代替循環冷却の成立性について~~

~~別添資料-4 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について~~

3.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備【44 条】

基準適合への対応状況

6.7　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

6.7.1　概　　要

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（以下「ＡＴＷＳ」という。）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必要な重大事故等対処設備を設置する。

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備の系統概要図を第 6.7－1 図から第 6.7－5 図に示す。

6.7.2　設計方針

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備として重大事故等対処設備（代替制御棒挿入機能による制御棒挿入，原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制及びほう酸水注入）を設ける。

なお，原子炉緊急停止失敗時に自動減圧系が作動すると，高圧炉心スプレイ系，低圧注水系及び低圧炉心スプレイ系から大量の冷水が注水され，出力の急激な上昇につながるため，自動減圧系の起動阻止スイッチにより自動減圧系及び過渡時自動減圧機能による自動減圧を阻止する。

(1)　フロントライン系故障時に用いる設備

a.　代替制御棒挿入機能による制御棒挿入

原子炉が運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止していない場合の重大事故等対処設備として代替制御棒挿入機能による制御棒挿入を使用する。

代替制御棒挿入機能による制御棒挿入は，検出器（原子炉圧力及び原

子炉水位），論理回路及び代替制御棒挿入機能用電磁弁で構成し，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）の信号により全制御棒を全挿入させて原子炉を未臨界にできる設計とする。

代替制御棒挿入機能による制御棒挿入は，制御棒が自動挿入しない場合に，手動によるスイッチ操作で制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットを作動させることにより制御棒挿入が可能な設計とする。

具体的な設備は，以下のとおりとする。

・ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）

・ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチ

・制御棒（3.3　原子炉停止系）

・制御棒駆動機構（3.3　原子炉停止系）

・制御棒駆動系水圧制御ユニット（3.3　原子炉停止系）

その他，設計基準事故対処設備である非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機を重大事故等対処設備として使用する。

b.　原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制

原子炉が運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止していない場合の重大事故等対処設備として原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制を使用する。

原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制は，検出器（原子炉圧力及び原子炉水位），論理回路，原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器で構成し，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レ

ベル２）の信号により原子炉再循環ポンプ２個を自動停止させ，原子炉の出力抑制が可能な設計とする。

原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制は，原子炉再循環ポンプが自動停止しない場合に，手動によるスイッチ操作で原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器を開放させることが可能な設計とする。

具体的な設備は，以下のとおりとする。

・ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）

・原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチ

・低速度用電源装置遮断器手動スイッチ

その他，設計基準事故対処設備である非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機を重大事故等対処設備として使用する。

c.　自動減圧系の起動阻止スイッチによる原子炉出力急上昇防止

ＡＴＷＳが発生した場合に，自動減圧系の起動阻止スイッチを２個作動させることで原子炉の自動による減圧を防止する設計とする。

具体的な設備は，以下のとおりとする。

・自動減圧系の起動阻止スイッチ

その他，設計基準事故対処設備である非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機を重大事故等対処設備として使用する。

d.　ほう酸水注入

ＡＴＷＳが発生した場合に，ほう酸水を注入することにより原子炉を

未臨界にする設計とする。

ほう酸水注入は，ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクを使用する。

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炉心に十分な量のほう酸水を注入可能な設計とする。

具体的な設備は，以下のとおりとする。

・ほう酸水注入ポンプ（3.3　原子炉停止系）

・ほう酸水貯蔵タンク（3.3　原子炉停止系）

その他，設計基準事故対処設備である原子炉圧力容器及び非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機を重大事故等対処設備として使用する。

制御棒，制御棒駆動機構，制御棒駆動系水圧制御ユニット，原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチ，低速度用電源装置遮断器手動スイッチ，ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，設計基準事故対処設備であるとともに，重大事故等時においても使用するため，「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」に示す設計方針を適用する。ただし，多様性，位置的分散を考慮すべき対象の設計基準事故対処設備はないことから，「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」のうち多様性，位置的分散の設計方針は適用しない。

原子炉圧力容器については，「3.5 原子炉圧力容器」に示す。

非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機については，「10.2 代替電源設備」に示す。

6.7.2.1　多様性，位置的分散

基本方針については，「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）の論理回路の電源は，直流125V 充電器２Ａ及び直流 125V 充電器２Ｂを用いた直流電源から給電することで，非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機から給電する原子炉緊急停止系の論理回路の交流電源に対して多様性を有する設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）の論理回路は，原子炉緊急停止系の論理回路から電気的・物理的に分離し，独立した盤として異なる区画に設置することで，共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，検出器から代替制御棒挿入機能用電磁弁まで原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とすることで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）の論理回路の電源は，直流 125V 充電器２Ａ及び直流 125V 充電器２Ｂを用いた直流電源から給電することで，非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機から給電する原子炉緊急停止系の論理回路の交流電源に対して多様性を有する設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）の論理回路は，原子炉緊急停止系の論理回路から電気的・物理的に分離し，独立

した盤として異なる区画に設置することで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，検出器から原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器まで原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とすることで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわれない設計とする。

ほう酸水注入系は，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと共通要因によって同時に機能を損なわないよう，ほう酸水注入ポンプを非常用交流電源設備である２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機からの給電により駆動することで，アキュムレータにより駆動する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットに対して多様性を有する設計とする。

ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，原子炉建屋原子炉棟内の制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと異なる区画に設置することで，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと共通要因によって同時に機能を損なわないよう位置的分散を図る設計とする。

6.7.2.2　悪影響防止

基本方針については，「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，検出器から代替制御棒挿入機能用電磁弁まで，原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とし，配線用遮断器及びヒューズで電気的に分離することで，原子炉緊急停止系に悪影響を及ぼさない設計とする。また，ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）により動作する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，設計基準事故対処設備として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，検出器から原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器まで，原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とし，配線用遮断器及びヒューズで電気的に分離することで，原子炉緊急停止系に悪影響を及ぼさない設計する。また，ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

ほう酸水注入に使用するほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，設計基準事故対処設備として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設

計とする。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，過渡時自動減圧機能と自動減圧系で阻止スイッチを共用しているが，スイッチの接点で分離することで，自動減圧系に悪影響を及ぼさない設計とする。

6.7.2.3　容 量 等

基本方針については，「1.1.7.2 容量等」に示す。

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備として使用するＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，重大事故等時において，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）の信号の計器誤差を考慮して確実に作動する設計とする。

制御棒駆動系水圧制御ユニットは，設計基準事故対処設備としての仕様が重大事故等時において，発電用原子炉を未臨界にするために必要な制御棒を全挿入することが可能な駆動水を有する容量に対して十分であるため，設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備として使用するＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，重大事故等時において，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）信号の計器誤差を考慮して確実に作動させることで，原子炉再循環ポンプ２個を自動停止する設計とする。

ほう酸水注入に使用するほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，設計基準事故対処設備としての仕様が，重大事故等時において．発電用原子炉を未臨界にするために必要な負の反応度添加率を確保するための容量に対して十分であるため，設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

6.7.2.4　環境条件等

基本方針については，「1.1.7.3 環境条件等」に示す。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。また，中央制御室での操作が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）により動作する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，原子炉格納容器内及び原子炉建屋原子炉棟内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。また，中央制御室での操作が可能な設計とする。

ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，原子炉建屋原子炉棟内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。

ほう酸水注入系の操作は，重大事故等時において，中央制御室で可能な設計とする。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，中央制御室内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。また，中央制御室での操作が可能な設計とする。

6.7.2.5　操作性の確保

基本方針については，「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」

に示す。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，重大事故等時において，他の系統と切り替えることなく使用可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各４個，論理回路２チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチは，中央制御室のスイッチでの操作が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）により動作する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，操作不要な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，重大事故等時において，他の系統と切り替えることなく使用可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各４個，論理回路４チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチは，中央制御室のスイッチにより操作が可能な設計とする。

低速度電源装置遮断器手動スイッチは，中央制御室のスイッチにより操作が可能な設計とする。

ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクを使用するほう酸水注入系は，重大事故等時において，設計基準事故対処施設として使用する場合と同じ系統構成で使用する設計とする。

ほう酸水注入ポンプは，中央制御室の操作盤のスイッチにより操作が可能な設計とする。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，中央制御室のスイッチでの操作が可能な設計とする。

6.7.3　主要設備及び仕様

緊急停止失敗時に原子炉を未臨界にするための設備の主要設備及び仕様を第6.7－1 表に示す。

6.7.4　試験検査

基本方針については，「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）による制御棒緊急挿入に使用する論理回路は，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，模擬入力による動作確認，校正及び設定値確認が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）により動作する制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，原子炉の停止中に分解検査として表面状態の確認が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチによる電磁弁の開閉動作確認が可能な設計とする。

また，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操

作により制御棒の全引き抜き位置からのスクラム性能確認が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）による原子炉出力抑制に使用する論理回路は，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，模擬入力による動作確認，校正及び設定値確認が可能な設計とする。

原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操作による遮断器の動作確認が可能な設計とする。

低速度用電源装置遮断器手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操作による遮断器の動作確認が可能な設計とする。

ほう酸水注入系は，原子炉の運転中又は停止中に機能・性能及び漏えいの有無の確認並びに弁の開閉動作の確認が可能な設計とする。

ほう酸水注入ポンプは，原子炉の停止中に分解及び外観の確認が可能な設計とする。

ほう酸水貯蔵タンクは，原子炉の運転中又は停止中にほう酸濃度及びタンク水位の確認による，ほう酸質量の確認及び外観の確認が可能な設計とする。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，原子炉の停止中にスイッチによる論理回路の確認が可能な設計とする。

第 6.7－1 表　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備（常設）の設備仕様

(1)　ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）

個　　数　　1

(2)　ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチ

個　　数　　2

(3)　ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）

個　　数　　1

(4)　原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチ

個　　数　　4

(5)　低速度用電源装置遮断器手動スイッチ

個　　数　　2

(6)　制御棒

兼用する設備は以下のとおり。

・原子炉停止系

・緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

種　　類	十字型
中性子吸収材	ボロンカーバイド粉末
有 効 長 さ	3,632mm
個　　数	185

(7)　制御棒駆動機構

兼用する設備は以下のとおり。

・原子炉停止系

・緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

最高使用圧力	8.62MPa[gage]
最高使用温度	302℃
個　　数	185

(8)　制御棒駆動系水圧制御ユニット

兼用する設備は以下のとおり。

・原子炉停止系

・緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

種　　類	円筒縦型（ピストン式）
容　　量	18L／個
最高使用圧力	12.0MPa[gage]
最高使用温度	66℃
個　　数	185

(9)　ほう酸水注入ポンプ

兼用する設備は以下のとおり。

・ほう酸水注入系

・緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

・原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備

・原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備

種　　類	水平３連プランジャポンプ

個　　数	1（予備 1）
容　　量	9.78m^3／h
全　揚　程	870m
最高使用圧力	9.66MPa[gage]
最高使用温度	66℃
材　　料	ステンレス鋼

(10)　ほう酸水貯蔵タンク

兼用する設備は以下のとおり。

・ほう酸水注入系

・緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

・原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備

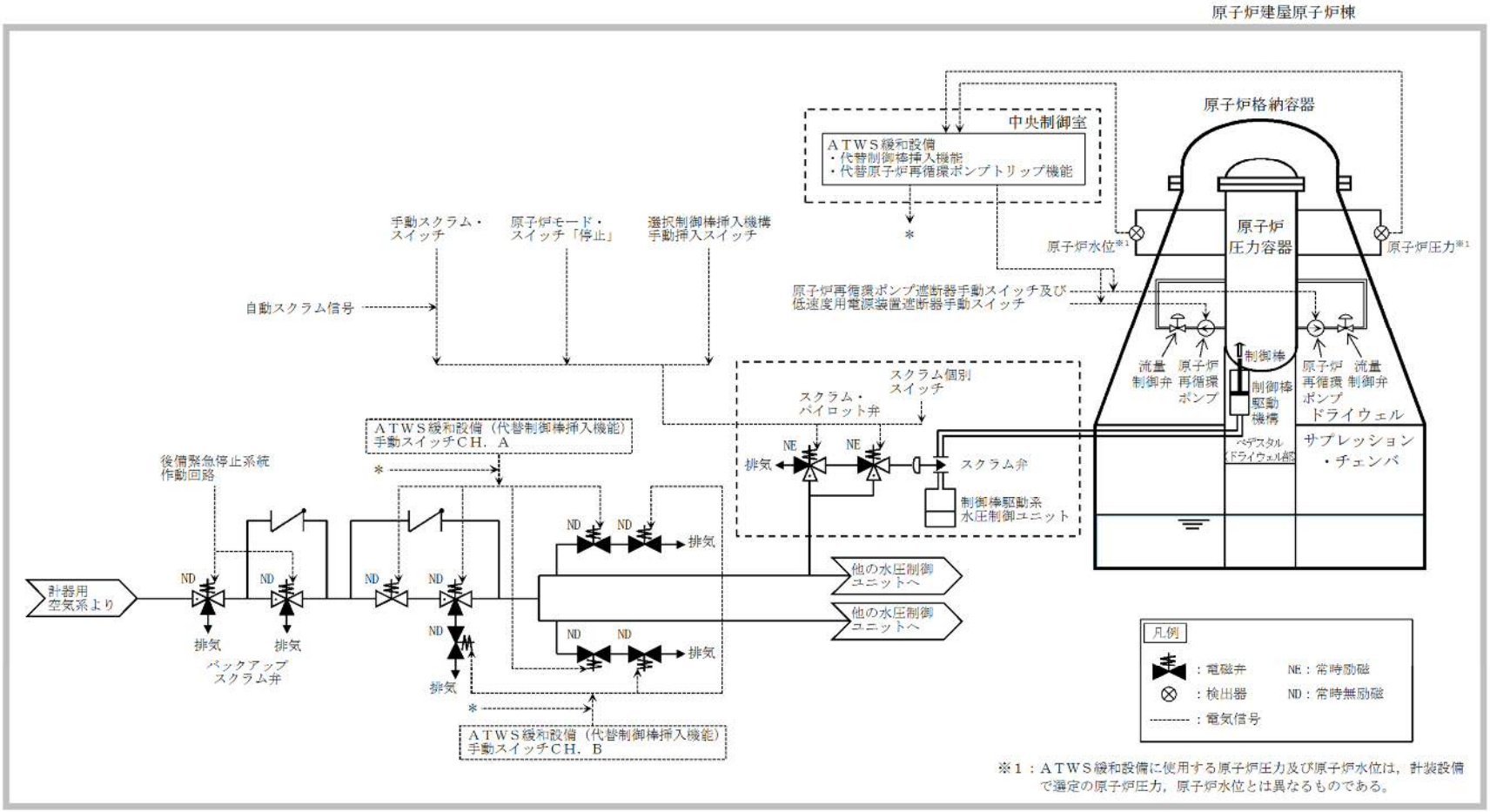
・原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備

・重大事故等の収束に必要となる水の供給設備

種　　類	円筒縦型
個　　数	1
容　　量	19.5m^3
最高使用圧力	静水頭
最高使用温度	66℃
材　　料	ステンレス鋼

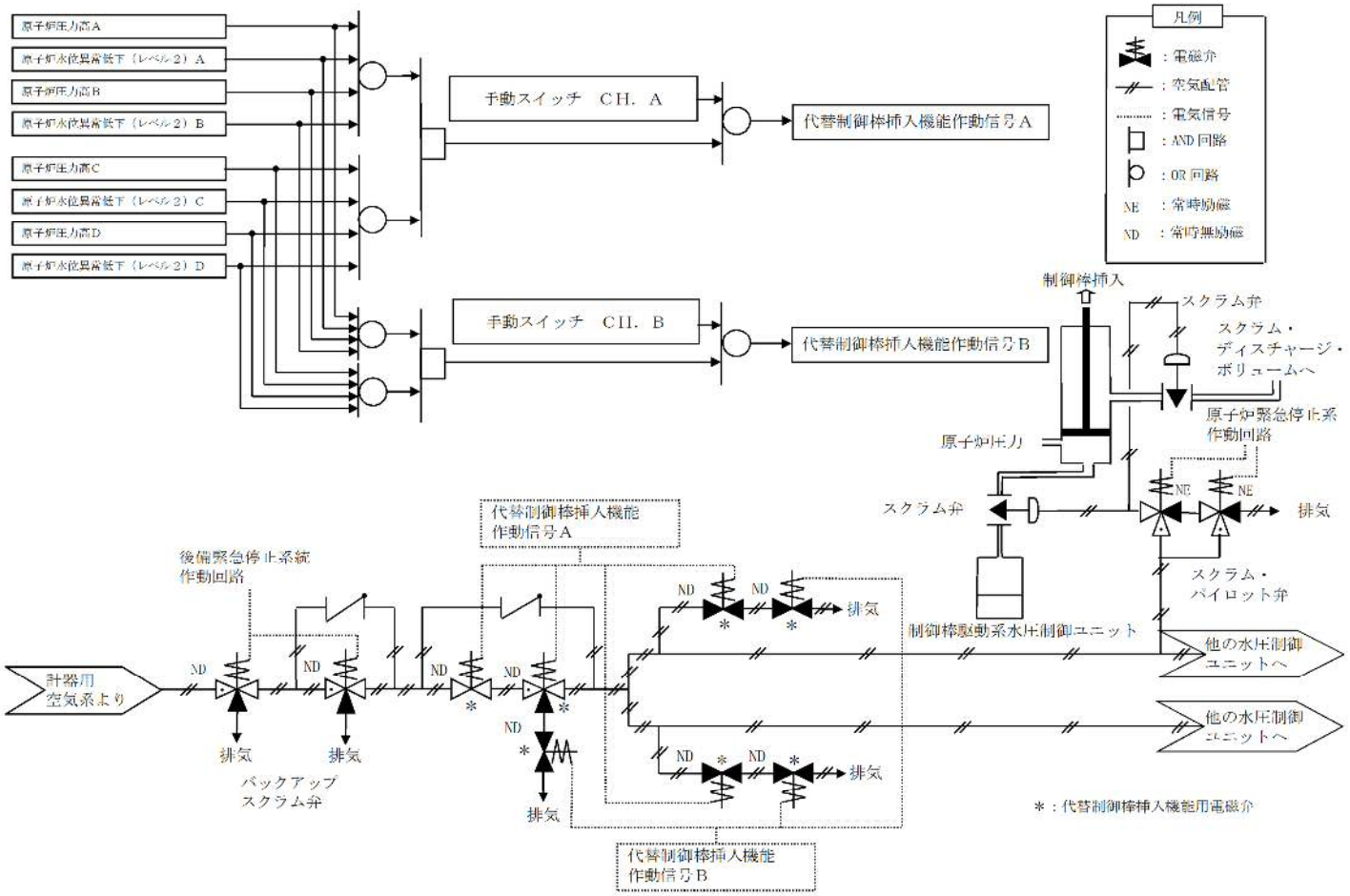
(11)　自動減圧系の起動阻止スイッチ

個　　数	2



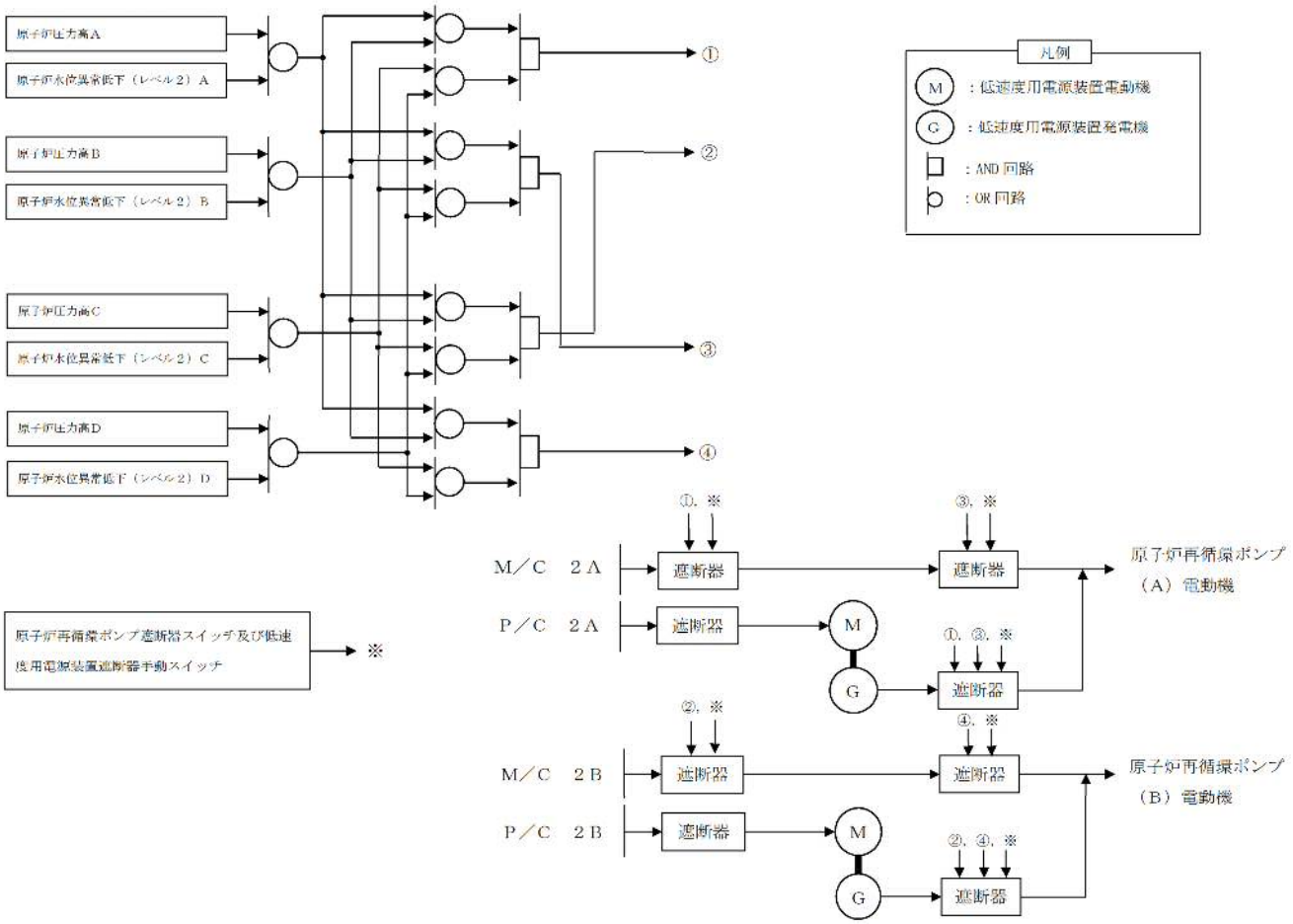
第 6.7－1 図　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備　系統概要図

（代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入及び原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制）



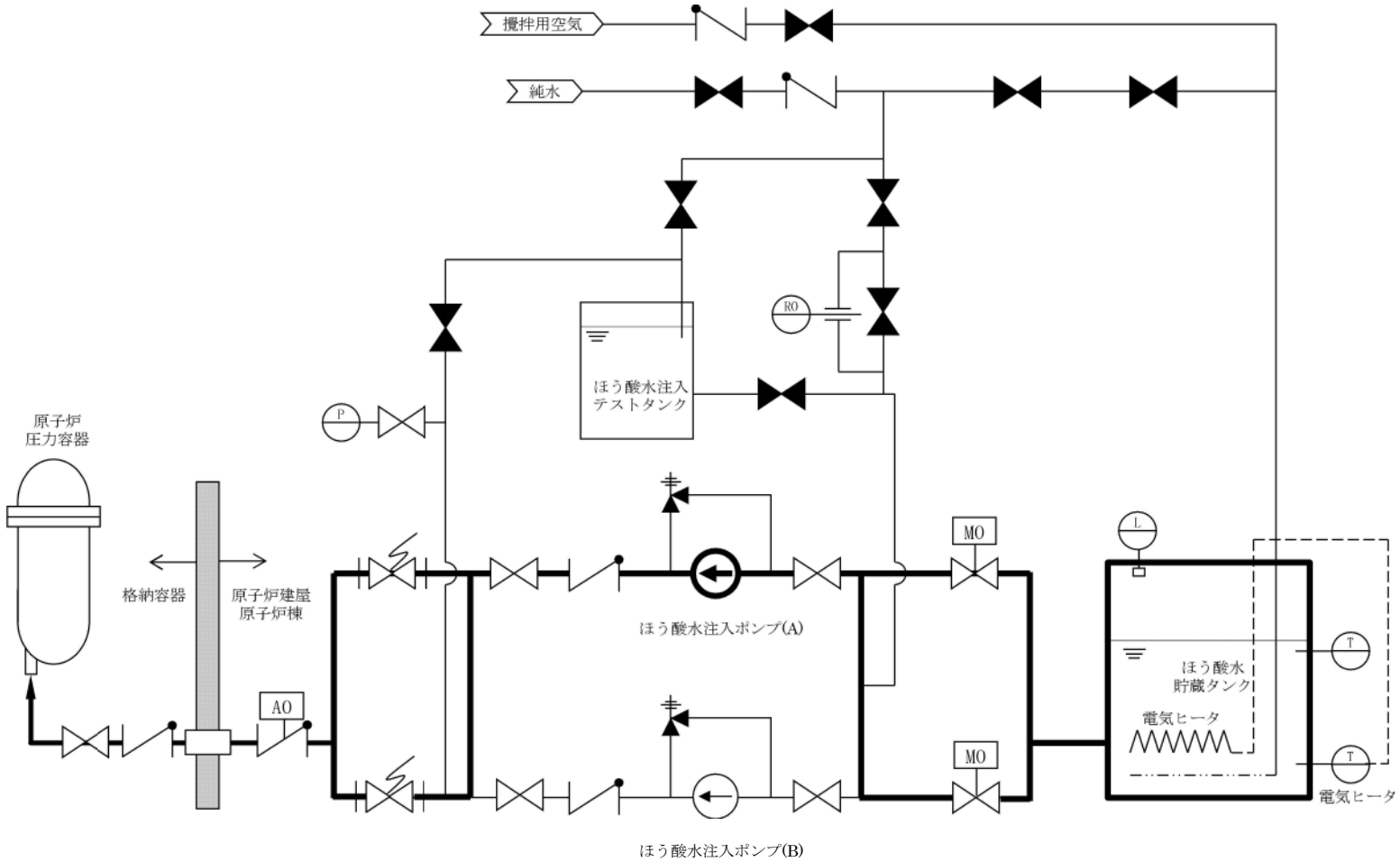
第 6.7－2 図　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備　系統概要図

（代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入）



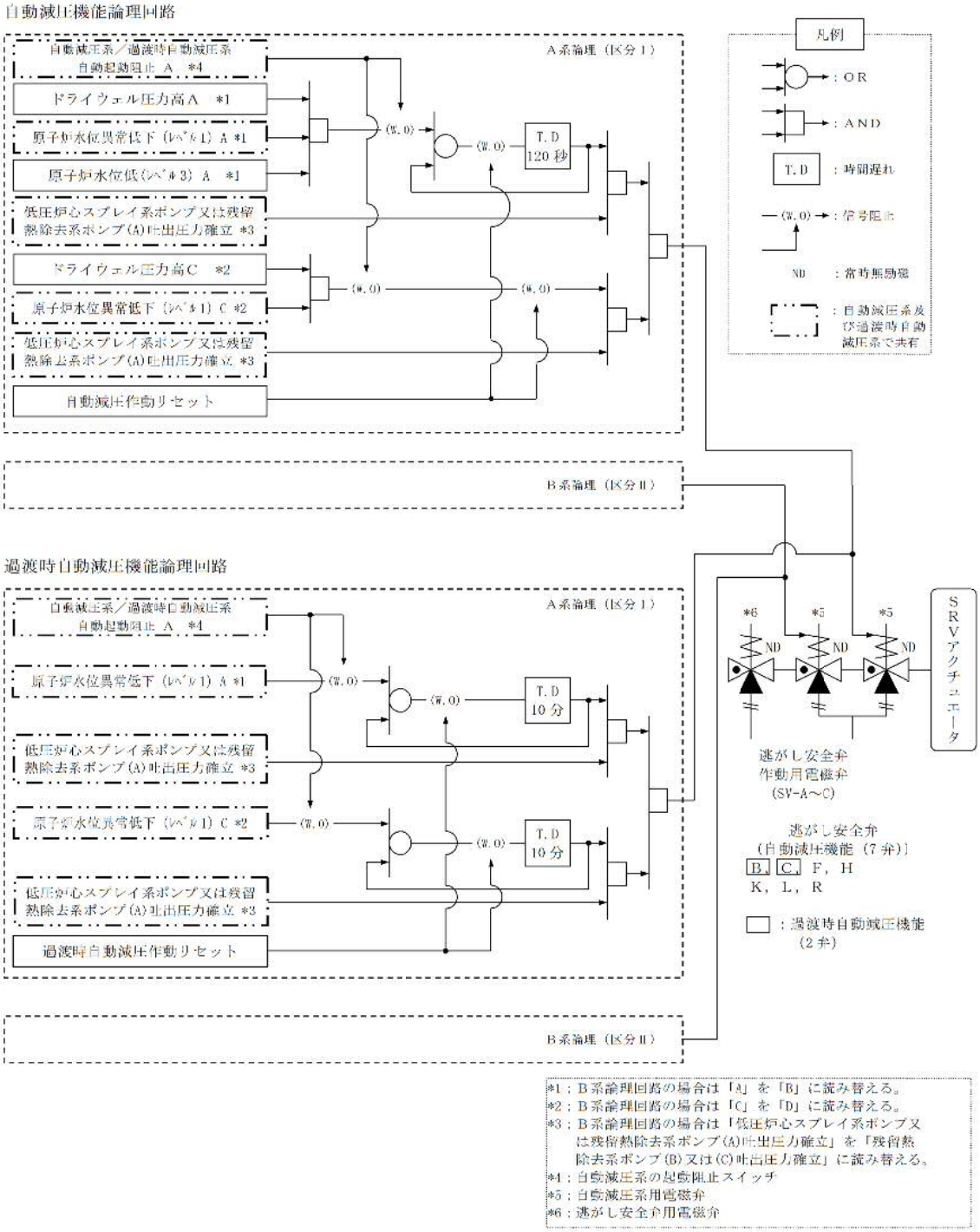
第 6.7－3 図　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備　系統概要図

（原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制）



第 6.7－4 図　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備　系統概要図

（ほう酸水注入）



第6.7－5図　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備系統概要図

（自動減圧系の起動阻止スイッチによる原子炉出力急上昇防止）

3.1　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備【44条】

＜　添付資料　目次　＞

3.1　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

3.1.1　設置許可基準規則第44条への適合方針

(1)　代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入

（ｉ）　ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）（設置許可基準規則解釈の第2項（1）ａ））

(2)　原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制

（ｉ）　ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）（設置許可基準規則解釈の第2項（1）ｂ））

(3)　ほう酸水注入

（ｉ）　ほう酸水注入系（設置許可基準規則解釈の第2項（1）ｃ））

(4)　原子炉出力急上昇の防止

（ｉ）　自動減圧系の起動阻止スイッチ

(5)　原子炉手動スクラム

（ｉ）　手動スクラム・スイッチ

（ⅱ）　原子炉モード・スイッチ「停止」

(6)　選択制御棒挿入機構による原子炉出力抑制

（ｉ）　選択制御棒挿入機構

(7)　制御棒手動挿入

（ｉ）　スクラム・パイロット弁継電器用ヒューズ

（ⅱ）　計器用空気系配管・弁

（ⅲ）　スクラム個別スイッチ

（ⅳ） 制御棒駆動系，制御棒手動操作系

(8) 給水系，原子炉給水制御系

（ｉ） 給水系，原子炉給水制御系

3.1.2 重大事故等対処設備

3.1.2.1 ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）

3.1.2.1.1 設備概要

3.1.2.1.2 主要設備の仕様

(1) 制御棒

(2) 制御棒駆動機構

(3) 制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット

3.1.2.1.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.1.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(2) 操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

(3) 試験・検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

(4) 切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

(6) 設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

3.1.2.1.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

3.1.2.2 ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）

3.1.2.2.1 設備概要

3.1.2.2.2 主要設備の仕様

3.1.2.2.3　設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.2.3.1　設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1)　環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(2)　操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

(3)　試験・検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

(4)　切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

(5)　悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

(6)　設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

3.1.2.2.3.2　設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1)　容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(2)　共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(3)　設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

3.1.2.3　ほう酸水注入系

3.1.2.3.1　設備概要

3.1.2.3.2　主要設備の仕様

(1)　ほう酸水注入ポンプ

(2)　ほう酸水貯蔵タンク

3.1.2.3.3　設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.3.3.1　設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1)　環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(2)　操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

(3)　試験・検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

(4)　切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

(5)　悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

(6)　設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

3.1.2.3.3.2　設置許可基準規則第43条第2項への適合方針（常設重大事故等対処設備の安全設計方針に対する適合性）

(1)　容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(2)　共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(3)　設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

3.1.2.4　自動減圧系の起動阻止スイッチ

3.1.2.4.1　設備概要

3.1.2.4.2　主要設備の仕様

3.1.2.4.3　設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.4.3.1　設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1)　環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(2)　操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

(3)　試験・検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

(4)　切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

(5)　悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

(6)　設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

3.1.2.4.3.2　設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1)　容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(2)　共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(3)　設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

3.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備【44条】

【設置許可基準規則】

（緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備）

第四十四条 発電用原子炉施設には，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必要な設備を設けなければならない。

（解釈）

1　第44条に規定する「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」とは，発電用原子炉が緊急停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力又は原子炉圧力等のパラメータの変化から緊急停止していないことが推定される場合のことをいう。

2　第44条に規定する「発電用原子炉を未臨界に移行するために必要な設備」とは，以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

(1) ＢＷＲ

ａ）センサー出力から最終的な作動装置の入力までの原子炉スクラム系統から独立した代替反応度制御棒挿入回路（ＡＲＩ）を整備すること。

ｂ）上記1の「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」に，原子炉出力を制御するため，原子炉冷却材再循環ポンプを自動で停止させる装置を整備すること。

ｃ）十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入設備（ＳＬＣＳ）を整備すること。

（2）ＰＷＲ

ａ）上記1の「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」に，原子炉出力を抑制するため，補助給水系ポンプを自動的に起動させる設備及び蒸気タービンを自動で停止させる設備を整備すること。

ｂ）上記1の「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」には，化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備による十分な量のほう酸水注入を実施する設備を整備すること。

3.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備

3.1.1 設置許可基準規則第44条への適合方針

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（以下「ＡＴＷＳ」という。）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させるために必要な重大事故等対処設備として，ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能），ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）及びほう酸水注入系を設ける。

（1）代替制御棒挿入機能による制御棒挿入

（ｉ）ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）（設置許可基準規則解釈の第2項（1）ａ））

原子炉が運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止していない場合の重大事故等対処設備として代替制御棒挿入機能による制御棒挿入を使用する。

代替制御棒挿入機能による制御棒挿入は，検出器（原子炉圧力及び原子炉水位），論理回路及び代替制御棒挿入機能用電磁弁で構成し，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）の信号により全制御棒を全挿入させて原子炉を未臨界にできる設計とする。

代替制御棒挿入機能による制御棒挿入は，制御棒が自動挿入しない場合に，手動によるスイッチ操作で制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットを作動させることにより制御棒挿入が可能な設計とする。

(2) 原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制

（ｉ）ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）（設置許可基準規則解釈の第2項（1） ｂ））

原子炉が運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止していない場合の重大事故等対処設備として，原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制を使用する。

原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制は，検出器（原子炉圧力及び原子炉水位），論理回路，原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器で構成し，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）の信号により原子炉再循環ポンプ2個を自動停止させ，原子炉の出力抑制が可能な設計とする。

原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制は，原子炉再循環ポンプが自動停止しない場合に，手動によるスイッチ操作で原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器を開放させることが可能な設計とする。

(3) ほう酸水注入

（ｉ）ほう酸水注入系（設置許可基準規則解釈の第2項（1） ｃ））

ＡＴＷＳが発生した場合に，ほう酸水を注入することにより原子炉を未臨界にする設計とする。

ほう酸水注入は，ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクを使用する。

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炉心に十分な量のほう酸水を注入可能な設計とする。

(4) 原子炉出力急上昇の防止

(ｉ) 自動減圧系の起動阻止スイッチ

ＡＴＷＳが発生した場合に，自動減圧系の起動阻止スイッチを2個作動させることで原子炉の自動による減圧を防止する設計とする。

なお，原子炉緊急停止失敗時に自動減圧系が作動すると，高圧炉心スプレイ系，低圧注水系及び低圧炉心スプレイ系から大量の冷水が注水され，出力の急激な上昇につながるため，自動減圧系の起動阻止スイッチにより自動減圧系及び過渡時自動減圧機能による自動減圧を阻止する設計とする。

なお，緊急停止失敗時に原子炉を未臨界にするための自主対策設備として，以下を整備する。

(5) 原子炉手動スクラム

(ｉ) 手動スクラム・スイッチ

手動スクラム・スイッチを操作することで，制御棒のスクラム動作が可能であるため，手動スクラム・スイッチを整備する。

(ⅱ) 原子炉モード・スイッチ「停止」

原子炉モード・スイッチを「停止」位置に切替えることで，制御棒のスクラム動作が可能であるため，原子炉モード・スイッチを整備する。

(6) 選択制御棒挿入機構による原子炉出力抑制

(ｉ) 選択制御棒挿入機構

あらかじめ選択した制御棒を自動挿入する機能であるため未臨界の維持は困難であるが，原子炉出力を抑制する手段として有効であるため選択制御棒挿入機構を整備する。

(7) 制御棒手動挿入

(ｉ) スクラム・パイロット弁継電器用ヒューズ

全制御棒全挿入完了までに時間を要し，想定する事故シーケンスグループに対して有効性を確認できないが，スクラム・パイロット弁継電器用ヒューズを引き抜くことでスクラム・パイロット弁電磁コイルの電源を遮断することで，制御棒のスクラム動作が可能であるため，制御棒を挿入する手段としてスクラム・パイロット弁継電器用ヒューズを整備する。

(ⅱ) 計器用空気系配管・弁

全制御棒全挿入完了までには時間を要し，想定する事故シーケンスグループに対して有効性を確認できないが，現場に設置してある計器用空気系配管内の計器用空気を排出し，スクラム弁ダイアフラムの空気圧を喪失させることでスクラム弁を開とすることが可能であるため，制御棒を挿入する手段として計器用空気系配管・弁を整備する。

(ⅲ) スクラム個別スイッチ

全制御棒全挿入完了までには時間を要し，想定する事故シーケンスグループに対して有効性を確認できないが，現場に設置してある当該スイッチを操作することで制御棒のスクラム動作が可能であるため，制御棒を挿入する手段として，スクラム個別スイッチを整

備する。

（ⅳ）制御棒駆動系，制御棒手動操作系

全制御棒全挿入完了までには時間を要し，想定する事故シーケンスグループに対して有効性を確認できないが，手動スクラム・スイッチ，原子炉モード・スイッチ又はスクラム・パイロット弁継電器用ヒューズの操作完了までの間，又はこれらの操作が実施できない場合に，制御棒を手動にて挿入する手段として有効であるため，制御棒手動操作系，制御棒駆動系を整備する。

(8) 給水系，原子炉給水制御系

（ｉ）給水系，原子炉給水制御系

耐震Ｓクラスではなく Ｓｓ機能維持を担保できないが，給水系，原子炉給水制御系による原子炉への給水量の調整が可能であれば，原子炉水位を低下でき，原子炉の出力抑制の手段として有効であるため，給水系，原子炉給水制御系を整備する。

3.1.2 重大事故等対処設備

3.1.2.1 ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）

3.1.2.1.1 設備概要

原子炉の運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止しない事象が発生した場合に，原子炉を未臨界にするため代替制御棒挿入を行うための機能を設けるものである。

本系統は，原子炉圧力高又は原子炉水位低異常低下（レベル２）の場合に，代替制御棒挿入信号を発信する回路構成とする。原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各4個，論理回路2チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

また，中央制御室のスイッチでの操作により，代替制御棒挿入回路を作動させることが可能な設計とする。

なお，ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）により作動する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットについて，重大事故等対処設備として整備する。重大事故等対処設備一覧を第3.1－1表に示す。

第3.1－1表　ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）に関する重大事故等対処設備一覧

設備区分		設備名
主要設備		ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）【常設】 ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチ【常設】 上記ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）にて作動する設備として，以下の設備を整備する。 制御棒【常設】 制御棒駆動機構【常設】 制御棒駆動系水圧制御ユニット【常設】
関連設備	付属設備	－
	水源	－
	流路	制御棒駆動系配管・弁【常設】
	注水先	－
	電源設備※1（燃料給油設備含む）	非常用交流電源設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機【常設】 燃料給油設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 軽油貯蔵タンク【常設】 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】
	計装設備※2	平均出力領域計装【常設】 起動領域計装【常設】 原子炉圧力【常設】 原子炉圧力（ＳＡ）【常設】

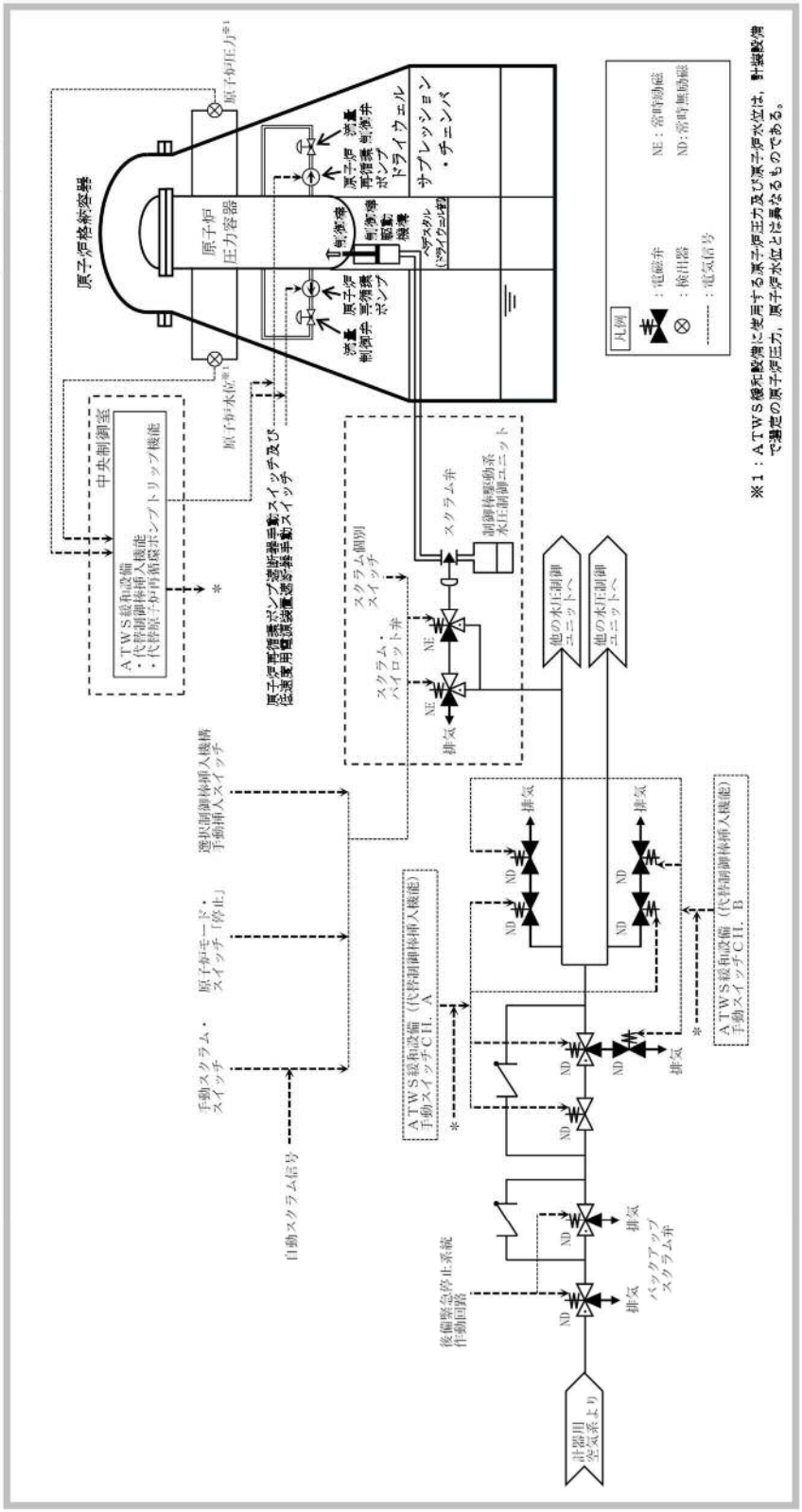
※1：電源設備については「3.14電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※2：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるための操作に必要な計装設備。なお，計装制御設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

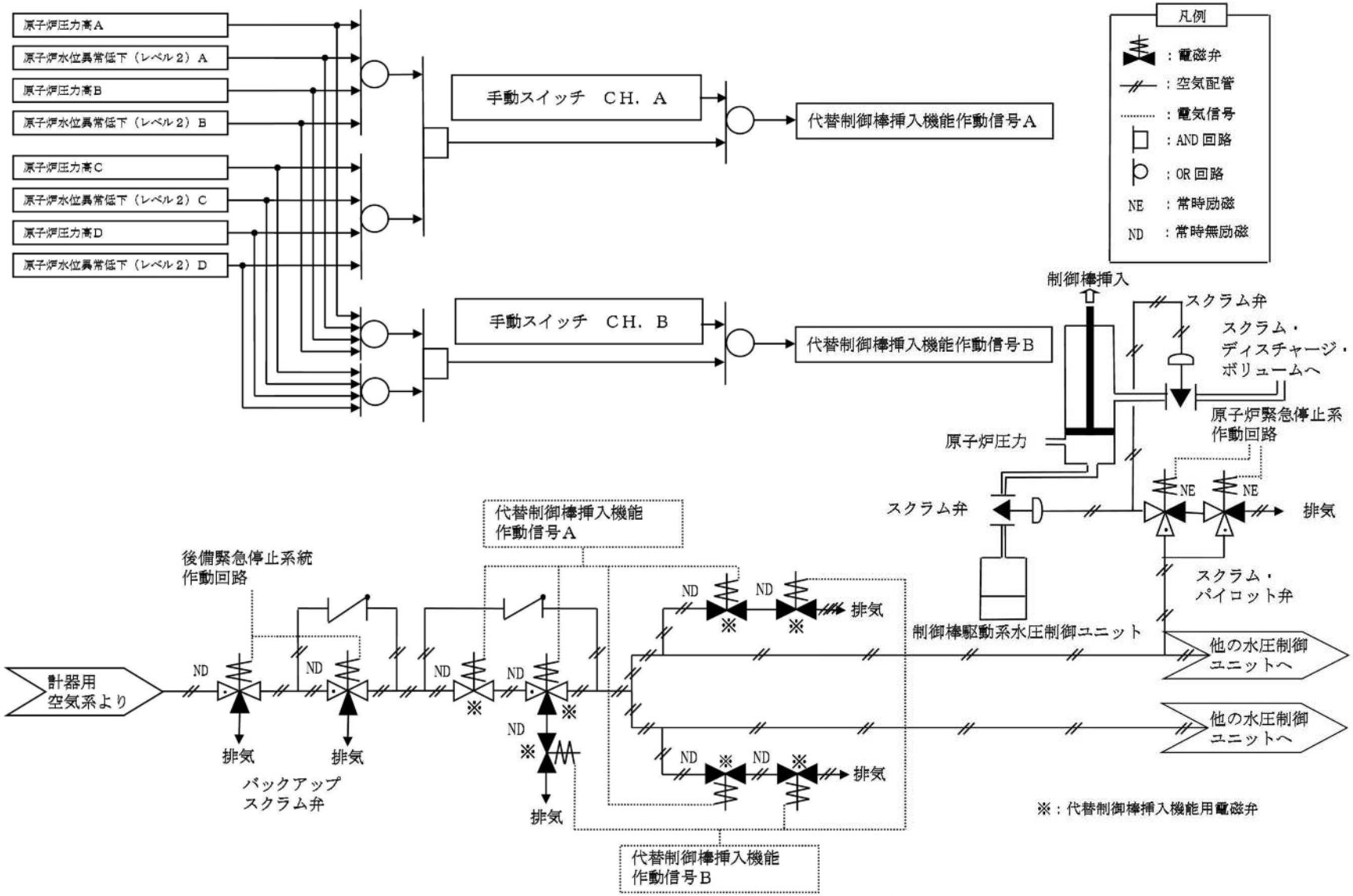
なお，ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，以降，代替制御棒挿入機能という。

3.1.2.1.2 主要設備の仕様

第3.1－1図にＡＴＷＳ緩和設備概要図，第3.1－2図に代替制御棒挿入機能の作動回路の説明図を示す。



第3.1－1図　ＡＴＷＳ緩和設備概要図



第 3.1－2 図　代替制御棒挿入機能説明図

主要設備の仕様を以下に示す。

（1） 制御棒

種　　類：十字形

中性子吸収材：ボロンカーバイド粉末

有 効 長 さ　：3,632mm

個　　数：185

取 付 箇 所　：原子炉格納容器内

（2） 制御棒駆動機構

最高使用圧力：8.62MPa[gage]

最高使用温度：302℃

個　　数：185

取 付 箇 所　：原子炉格納容器内

（3） 制御棒駆動系水圧制御ユニット

種　　類：円筒縦形（ピストン式）

容　　量：18L／個

最高使用圧力：12.0MPa[gage]

最高使用温度：66℃

個　　数：185

取 付 箇 所　：原子炉建屋原子炉棟3階

（4） ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチ

個　　数：2

取 付 箇 所　：中央制御室

3.1.2.1.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.1.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.3　環境条件等」に示す。

代替制御棒挿入機能は，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内に設置される設備であることから，その機能を期待される重大事故等時における中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内の環境条件を考慮し，第3.1－2表に示す設計とする。

また，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，原子炉格納容器内及び原子炉建屋原子炉棟内に設置される設備であることから，その機能を期待される重大事故等時における原子炉格納容器内及び原子炉建屋原子炉棟内の環境条件を考慮し，以下の第3.1－2表に示す設計とする。

第3.1－2表 想定する環境条件

環境条件	対応
環境温度･環境圧力・湿度／屋外の天候／放射線／荷重	設置場所である原子炉格納容器内，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内で想定される環境温度，環境圧力，湿度及び放射線条件に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置する設備ではないため，天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを踏まえ，機器の損傷等の影響を考慮した設計とする。（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す。）
津波	津波を考慮し防潮堤及び浸水防止設備を設置する設計とする。
風（台風），竜巻，積雪，火山の影響	原子炉格納容器内，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内に取り付けるため，風（台風），竜巻，積雪及び火山の影響を受けない。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても電磁波による影響を考慮した設計とする。

（44－3－2，3，7，8）

（2）操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

代替制御棒挿入機能は，原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各4個，論理回路2チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

代替制御棒挿入機能により作動する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，操作不要な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチは，中央制御室のスイッチでの操作が可能な設計とする。

中央制御室のスイッチを操作するに当たり，運転員の操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また，スイッチは，機器の名称等を表示した銘板の取付けにより，運転員の操作性及び監視性を考慮して確実に操作可能な設計とする。以下の第3.1－3表に操作対象機器を示す。

第3.1－3表　操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作方法	操作場所
代替制御棒挿入機能用電磁弁	無励磁→励磁	スイッチ操作	中央制御室

（44－2－3，7）

(3) 試験検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

（ｉ）要求事項

健全性及び能力を確認するため，原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

代替制御棒挿入機能は，制御棒挿入機能の作動信号を発信する設備であり，運転中に試験又は検査を実施する場合には，誤操作等によりプラントに外乱を与える可能性があり，かつ，試験中又は検査中は機

能自体が維持できない状態となるため，第3.1－4表に示すように停止中に機能・性能の確認が可能な設計とする。

代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入に使用する論理回路は，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，模擬入力による動作確認，校正及び設定値確認が可能な設計とする。

ＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチによる電磁弁の開閉動作確認が可能な設計とする。

また，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操作により制御棒の全引き抜き位置からのスクラム性能確認が可能な設計とする。

第3.1－4表　代替制御棒挿入機能及びＡＴＷＳ緩和設備（代替制御棒挿入機能）手動スイッチの試験検査

原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能検査	校正及び設定値確認 論理回路確認 電磁弁の開閉動作確認 （44－5－2，5，6，7）

制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは第3.1－5表に示すように原子炉の停止中に機能・性能検査及び分解検査が可能な設計とする。

制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，機能・性能試験として制御棒を全引き抜き位置からスイッチ操作によりスクラムさせ，スクラム時間について性能の確認を行うことが可能な設計とする。

また，分解検査として，浸透探傷試験により性能に影響を及ぼす指示模様がないこと，目視により性能に影響を及ぼす恐れのある傷，割

れ等がないことについて，制御棒駆動機構，制御棒駆動系水圧制御ユニット部品の表面状態の確認を行うことが可能な設計とする。

第3.1－5表 制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットの試験検査

原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能検査	スクラム性能の確認
	分解検査	制御棒駆動機構，制御棒駆動系水圧制御ユニット部品の表面状態を，試験及び目視により確認
	外観検査	制御棒外観

（44－5－8，10，11，14～16，18，19）

（4）切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

（ｉ）要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては，通常時に使用する系統から速やかに切替えられる機能を備えるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

代替制御棒挿入機能は，重大事故等時において，他の系統と切り替えることなく使用可能な設計とする。

制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，本来の用途以外の用途として使用するための切替えが不要であり，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットの使用にあた

り切り替えずに使用可能な設計とする。

（44－4－2）

（5）悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

（ｉ）要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

代替制御棒挿入機能は，検出器から代替制御棒挿入機能用電磁弁まで，原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とし，配線用遮断器及びヒューズで電気的に分離することで，原子炉緊急停止系に悪影響を及ぼさない設計とする。また，代替制御棒挿入機能は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

代替制御棒挿入機能により動作する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，設計基準事故対処設備として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

（44－2－2，3，44－8－1～11）

（6）設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作及び復旧作業を行うことができるよう，放射線量が高くなる

おそれが少ない設置場所の選定，設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については「2.3.3　環境条件等」に示す。

代替制御棒挿入機能の手動回路について，操作が必要な機器の設置場所，操作場所を第3.1－6表に示す。代替制御棒挿入機能用電磁弁は，中央制御室で操作を行う設計とし，操作場所の放射線量が高くなるおそれが少ないため操作が可能である。

なお，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは，原子炉格納容器内及び原子炉建屋原子炉棟内に設置されている設備であるが，代替制御棒挿入機能により自動で動作し，操作不要な設計とする。

第3.1－6表　操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
代替制御棒挿入機能用電磁弁	原子炉建屋原子炉棟3階	中央制御室

（44－3－7）

3.1.2.1.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

（1）容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

（ⅰ）要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.2　容量等」に示す。

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備として使用する代替制御棒挿入機能は，重大事故等時において，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）の信号の計器誤差を考慮して確実に作動する設計とする。また，スクラム不作動時に作動する設備であることを考慮し，「原子炉圧力高」の信号で作動する設計とし，原子炉水位低（レベル３）スクラム発生時の制御棒挿入失敗時に作動する設備であることを考慮し，「原子炉水位異常低下（レベル２）」で作動する設計とする。

制御棒駆動系水圧制御ユニットは，設計基準事故対処設備としての仕様が重大事故等時において，原子炉を未臨界にするために必要な制御棒を全挿入することが可能な駆動水を有する容量に対して十分であるため，設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

（44－6－2，3，6，7）

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

（ｉ）要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし，二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって，同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は，この限りでない。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

敷地内に二以上の原子炉施設はないことから，代替制御棒挿入機能，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットは共用しない。

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

（ｉ）要求事項

常設重大事故防止設備は，共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

代替制御棒挿入機能の論理回路の電源は，非常用交流電源設備である２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機の交流から直流125V充電器２Ａ及び直流125V充電器２Ｂを用いた直流電源から給電することで，非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機から給電する原子炉緊急停止系の論理回路の交流電源に対して多様性を有する設計とする。

代替制御棒挿入機能の論理回路は，原子炉緊急停止系の論理回路から電気的・物理的に分離し，独立した盤として異なる区画に設置することで，共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

代替制御棒挿入機能は，検出器から代替制御棒挿入機能用電磁弁まで原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独

立した構成とすることで,原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

代替制御棒挿入機能は,原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで,原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

（44－2－2，3，44－8－1～11）

3.1.2.2 ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）

3.1.2.2.1 設備概要

原子炉が運転を緊急に停止していなければならない状況にもかかわらず，原子炉出力のパラメータの変化から緊急停止しない事象が発生した場合に，原子炉出力を制御するため，原子炉再循環ポンプを停止させることを目的とした機能を設けるものである。

本系統は，原子炉圧力高又は原子炉水位低異常低下（レベル２）の場合に，代替原子炉再循環ポンプトリップを行う回路構成とする。原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各4個，論理回路4チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

重大事故等対処設備一覧を第3.1－7表に示す。

第3.1－7表　ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）に関する重大事故等対処設備一覧

設備区分		設備名
主要設備		ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）※3【常設】 原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチ 低速度用電源装置遮断器手動スイッチ
関連設備	付属設備	原子炉再循環ポンプ遮断器 低速度用電源装置遮断器
	水源	－
	流路	－
	注水先	－
	電源設備※1（燃料給油設備含む）	非常用交流電源設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機【常設】 燃料給油設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 軽油貯蔵タンク【常設】 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】
	計装設備※2	平均出力領域計装【常設】 起動領域計装【常設】 原子炉圧力【常設】 原子炉圧力（ＳＡ）【常設】

※1：電源設備については「3.14電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。

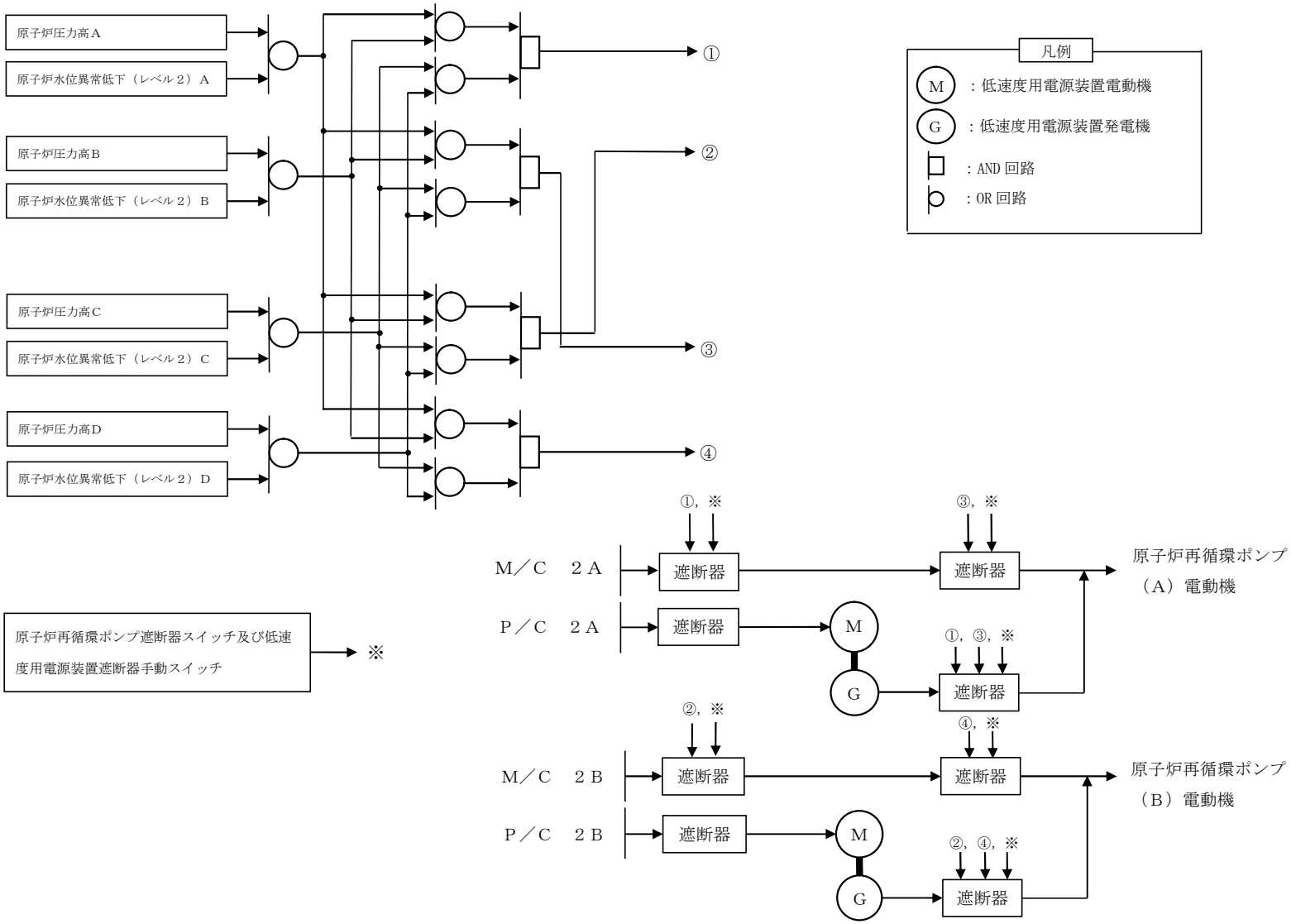
※2：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるための操作に必要な計装設備。なお，計装制御設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※3：タービン・トリップ又は発電機負荷遮断直後の原子炉出力を抑制するため，主蒸気止め弁閉又は蒸気加減弁急速閉の信号により，原子炉再循環ポンプ2台を同時にトリップする機能（原子炉再循環ポンプトリップ機能）の代替機能を有する設備。

なお，ＡＴＷＳ緩和設備（代替原子炉再循環ポンプトリップ機能）は，以降，代替原子炉再循環ポンプトリップ機能という。

3.1.2.2.2 主要設備の仕様

第3.1－3図に代替原子炉再循環ポンプトリップ機能の作動回路の説明図を示す。



第 3.1－3 図　代替原子炉再循環ポンプトリップ機能説明図

3.1.2.2.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.2.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内に設置される設備であることから，その機能を期待される重大事故等が発生した場合における，中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内の環境条件を考慮し，以下の第3.1－8 表に示す設計とする。

第3.1－8表 想定する環境条件

環境条件	対応
環境温度・環境圧力・湿度／屋外の天候／放射線／荷重	設置場所である中央制御室，原子炉建屋付属棟及び原子炉建屋原子炉棟内で想定される環境温度，環境圧力，湿度及び放射線条件に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置する設備ではないため，天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを踏まえ，機器の損傷等の影響を考慮した設計とする。（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）
風（台風），竜巻，積雪，火山の影響	中央制御室，原子炉建屋付属棟，原子炉建屋原子炉棟内に設置するため，風（台風），竜巻，積雪及び火山の影響を受けない。
津波	津波を考慮し防潮堤及び浸水防止設備を設置する設計とする。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても，電磁波による影響を考慮した設計とする。

（2）操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，原子炉圧力高及び原子炉水位異常低下（レベル２）の検出器各4個，論理回路4チャンネルで構成し，論理回路の各チャンネルは原子炉圧力高の「1 out of 2 twice」論理又は原子炉水位異常低下（レベル２）の「1 out of 2 twice」論理の成立で自動的に作動する設計とする。

原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチは，中央制御室のスイッチにより操作が可能な設計とする。

低速度電源装置遮断器手動スイッチは，中央制御室のスイッチにより操作が可能な設計とする。

中央制御室のスイッチを操作するに当たり，運転員の操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また，スイッチは機器の名称等を表示した銘板の取付けにより，運転員の操作性及び監視性を考慮して確実に操作可能な設計とする。以下の第3.1－9表に操作対象機器を示す。

第3.1－9表 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作方法	操作場所
原子炉再循環ポンプ遮断器	入／切	スイッチ操作	中央制御室
低速度用電源装置遮断器	入／切	スイッチ操作	中央制御室

（44－3－7）

（3） 試験検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

（ｉ） 要求事項

健全性及び能力を確認するため，発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

（ⅱ） 適合性

基本方針については，「2.3.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，原子炉再循環ポンプトリップ機能の作動信号を発信する設備であり，運転中に試験又は検査を実施する場合には，誤操作等によりプラントに外乱を与える可能性があり，かつ，試験中又は検査中は機能自体が維持できない状態となるため，第3.1－10表に示すように停止中に機能・性能の確認が可能な設計とする。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能による原子炉出力抑制に使用する論理回路は，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，模擬入力による動作確認，校正及び設定値確認が可能な設計とする。

原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操作による遮断器の動作確認が可能な設計とする。

低速度用電源装置遮断器手動スイッチは，原子炉の停止中に機能・性能の確認が可能なように，スイッチ操作による遮断器の動作確認が可能な設計とする。

第3.1－10表 代替原子炉再循環ポンプトリップ機能，原子炉再循環ポンプ遮断器手動スイッチ及び低速度用電源装置遮断器手動スイッチの試験・検査

原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能検査	校正及び設定値確認 論理回路確認 遮断器の動作確認

（44－5－3，5，6）

（4）切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

（ｉ）要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては，通常時に使用する系統から速やかに切替えられる機能を備えるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止について」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，重大事故等時において，他の系統と切り替えることなく使用可能な設計とする。

（44－4－3）

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

（ｉ）要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，他の設備に悪影響を及ぼさないよう以下の措置を講じる設計とする。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，検出器から原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器まで，原子炉緊急停止系の検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とし，配線用遮断器及びヒューズで電気的に分離することで，原子炉緊急停止系に悪影響を及ぼさない設計する。また，代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

（44－2－2，3，44－8－1～11）

(6) 設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の復旧作業を行うことができるよう，放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定，設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.3　環境条件等」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，現場における作業が不要な設計とする。

なお，中央制御室の制御盤にて手動による原子炉再循環ポンプを手動停止させる場合について，操作が必要な機器の設置場所，操作場所を第3.1－11表に示す。スイッチは，中央制御室で操作を行う設計とし，操作場所の放射線量が高くなるおそれが少ないため操作が可能である。

第3.1－11表 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
原子炉再循環ポンプ遮断器	原子炉建屋付属棟地下1階 原子炉建屋付属棟地下2階	中央制御室
低速度用電源装置遮断器	原子炉建屋原子炉棟4階	中央制御室

（44－3－7）

3.1.2.2.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.2　容量等」に示す。

緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備として使用する代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，重大事故等時において，原子炉圧力高又は原子炉水位異常低下（レベル２）信号の計器誤差を考慮して確実に作動させることで，原子炉再循環ポンプ2個を自動停止する設計とする。

（44－6－4，5）

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

（ｉ）要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし，二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって，同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は，この限りでない。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

敷地内に二以上の原子炉施設はないことから，代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は共用しない。

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

（ｉ）要求事項

常設重大事故防止設備は，共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能の論理回路の電源は，非常用交流電源設備である２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機の交流から直流125V充電器２Ａ及び直流125V充電器２Ｂを用いた直流電源から給電することで，非常用交流電源設備の２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機から給電する原子炉緊急停止系の論理回路の交流電源に対して多様性を有する設計とする。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能の論理回路は，原子炉緊急停止系の論理回路から電気的・物理的に分離し，独立した盤として異なる区画に設置することで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，検出器から原子炉再循環ポンプ遮断器及び低速度用電源装置遮断器まで原子炉緊急停止系の

検出器からスクラム・パイロット弁に対して独立した構成とすることで，原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわない設計とする。

代替原子炉再循環ポンプトリップ機能は，原子炉緊急停止系の電源と電気的に分離することで原子炉緊急停止系と共通要因によって同時に機能を損なわれない設計とする。

（44－2－2，3，44－8－1～11）

3.1.2.3 ほう酸水注入系

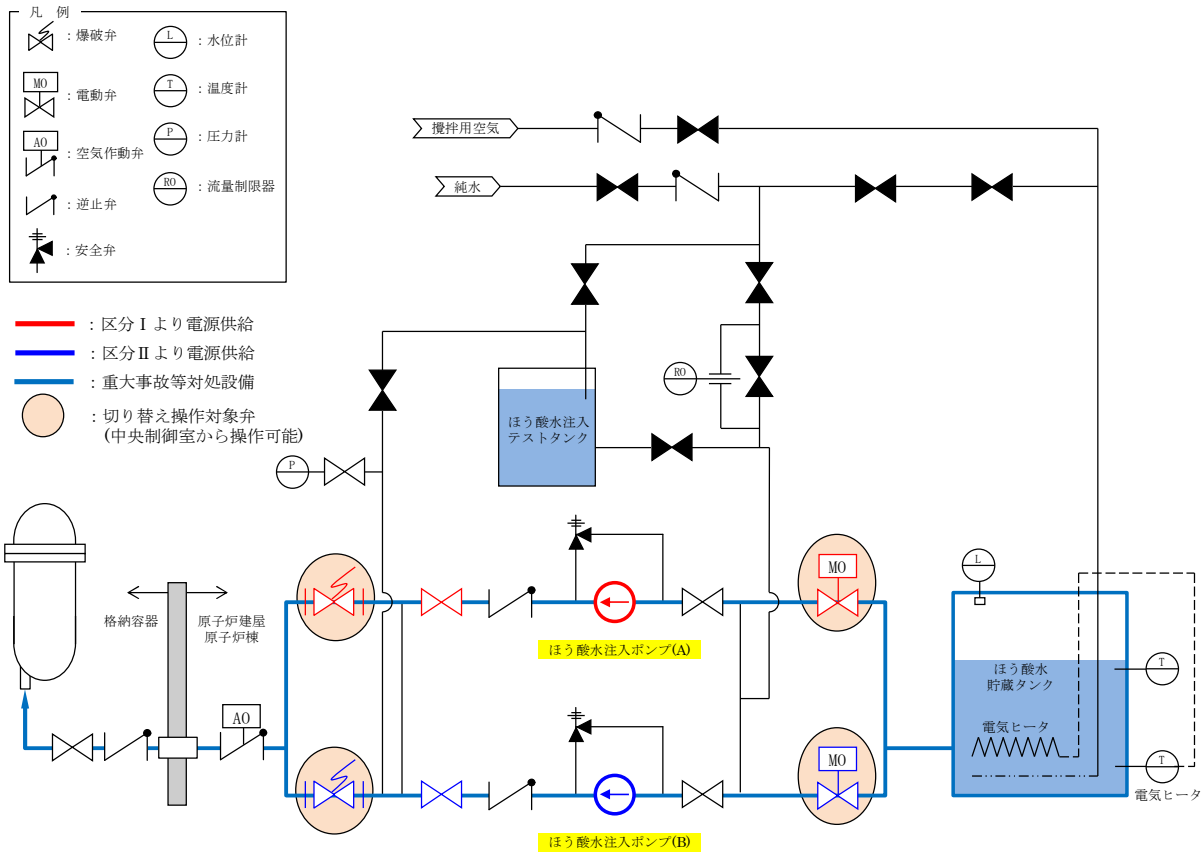
3.1.2.3.1 設備概要

原子炉緊急停止系，制御棒及び制御棒駆動系水圧制御ユニットの機能が喪失した場合においても，原子炉を臨界未満に維持することを目的として，十分な反応度制御能力を有するほう酸水注入系を設置しているものである。

本系統は，ほう酸水である五ほう酸ナトリウム溶液を貯蔵するためのほう酸水貯蔵タンク，ほう酸水貯蔵タンクから原子炉にほう酸水を注入するためのほう酸水注入ポンプ等で構成され，炉心底部のほう酸水注入ノズルから原子炉へほう酸水を注入することで，原子炉を未臨界にするものである。

本系統は，中央制御室からの手動操作により，ほう酸水注入系起動用キー・スイッチを「ＳＹＳ．Ａ（又はＢ）」位置にすることで，ほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁が「全閉」から「全開」となり，ほう酸水注入ポンプが起動し，原子炉へほう酸水を注入する。

本系統全体の系統概要図を第3.1－4 図に，本系統に関する重大事故等対処設備一覧を第3.1－12 表に示す。



第3.1－4 図 ほう酸水注入系 系統概要図

第3.1－12表 ほう酸水注入系に関する重大事故等対処設備一覧

設備区分		設備名
主要設備		ほう酸水注入ポンプ【常設】 ほう酸水貯蔵タンク【常設】
関連設備	付属設備	－
	水源	－
	流路	ほう酸水注入系　配管・弁【常設】
	注入先	原子炉圧力容器【常設】
	電源設備※1（燃料給油設備含む）	非常用交流電源設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機【常設】 燃料給油設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 軽油貯蔵タンク【常設】 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】
	計装設備※2	平均出力領域計装【常設】 起動領域計装【常設】 サプレッション・プール水温度【常設】 残留熱除去系系統流量【常設】 残留熱除去系熱交換器入口温度【常設】 残留熱除去系熱交換器出口温度【常設】 残留熱除去系海水系系統流量【常設】
	計装設備（補助）※3	ほう酸水注入ポンプ吐出圧力

※１：電源設備については「3.14電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※２：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるための操作に必要な計装設備。なお，計装制御設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※３：重大事故等対処設備を活用する手順等の着手の判断基準として用いる補助パラメータ

3.1.2.3.2 主要設備の仕様

(1) ほう酸水注入ポンプ

種　　類：水平3連プランジャポンプ

容　　量：9.78m^3／h

全　揚　程：870m

最高使用圧力：9.66MPa[gage]

最高使用温度：66℃

台　　数：1（予備1）

取 付 箇 所 ：原子炉建屋原子炉棟5階

原動機の出力：37kW

(2) ほう酸水貯蔵タンク

種　　類：円筒縦型

容　　量：19.5m^3

最高使用圧力：静水頭

最高使用温度：66℃

基　　数：1

取 付 箇 所 ：原子炉建屋原子炉棟5階

3.1.2.3.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.3.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(ⅰ) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

(ⅱ) 適合性

基本方針については，「2.3.3 環境条件等」に示す。

ほう酸水注入系のほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，原子炉建屋原子炉棟に設置される設備であることから，その機能を期待される重大事故等が発生した場合における，原子炉建屋原子炉棟内の環境条件を考慮し，以下の第3.1－13表に示す設計とする。

また，ほう酸水注入ポンプの操作は，中央制御室における操作盤上での起動用キー・スイッチから遠隔操作可能な設計とする。

（44－3－4，5，6）

第3.1－13表 想定する環境条件

環境条件	対応
環境温度･環境圧力・湿度／屋外の天候／放射線／荷重	設置場所である原子炉建屋原子炉棟で想定される環境温度，環境圧力，湿度及び放射線条件に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置する設備ではないため，天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを踏まえ，機器の損傷等の影響を考慮した設計とする。（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）
津波	津波を考慮し防潮堤及び浸水防止設備を設置する設計とする。
風（台風），竜巻，積雪，火山の影響	原子炉建屋原子炉棟に設置するため，風（台風），竜巻，積雪及び火山の影響を受けない。
電磁的障害	機械装置のため，電磁波の影響は受けない。

(2) 操作性（設置許可基準規則第 43 条第 1 項二）

（ｉ） 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

（ⅱ） 適合性

基本方針については，「2.3.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

ほう酸水注入ポンプの操作は，ＡＴＷＳ事象発生時において，中央制御室内の環境条件（被ばく影響等）を考慮の上，中央制御室における操作盤上での起動用キー・スイッチにより操作可能な設計とする。

ほう酸水注入ポンプの起動操作は，原子炉出力抑制により原子炉出力を抑制した後，中央制御室からの手動操作により，ほう酸水注入系

起動用キー・スイッチを「ＳＹＳ．Ａ（又はＢ）」位置にすることで，ほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁が「全閉」から「全開」となり，ほう酸水注入ポンプが起動することで，原子炉へほう酸水を注入する。

第3.1－14表に操作対象機器を示す。

第3.1－14表 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作方法	操作場所
ほう酸水注入ポンプ（Ａ又はＢ）	停止→起動	キー・スイッチ操作	中央制御室
ほう酸水貯蔵タンク出口弁（Ａ又はＢ）	弁閉→弁開	キー・スイッチ操作	中央制御室
ほう酸水注入系爆破弁（Ａ又はＢ）	弁閉→弁開	キー・スイッチ操作	中央制御室

操作場所である中央制御室内は，運転員の操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また，操作対象であるほう酸水注入系起動用キー・スイッチについては中央制御室操作盤上に設置され，銘板をつけることで識別可能とし，運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作可能な設計とする。

（44－3－5）

また，ほう酸水注入ポンプは並列に2台設置され，1台を予備とすることで多重性を備えた設計とし，必要なときに確実にほう酸水を注入できるよう，ポンプの吐出側に並列に2個の爆破弁を設けることで，確実に原子炉へほう酸水を注入することが可能な設計とする。

なお，ほう酸水貯蔵タンクについては，操作不要な設計とする。

（44－4－4）

(3)　試験検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

（ｉ）　要求事項

健全性及び能力を確認するため，発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

（ⅱ）　適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

ほう酸水注入系のほう酸水注入ポンプは，原子炉運転中に機能・性能検査を，また，停止中に機能・性能検査，分解検査及び外観検査が可能な設計とする。

ほう酸水貯蔵タンクは，原子炉運転中に機能・性能検査を，また，停止中に機能・性能検査，開放検査及び外観検査が可能な設計とする。

なお，操作対象弁であるほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁は，原子炉停止中に弁の弁作動確認が可能な設計とする。

試験検査については，表3.1－15表に示す。

第3.1－15表　ほう酸水注入系の試験検査

原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能検査	運転性能の確認 漏えいの確認 ほう酸質量の確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	分解検査	ポンプ部品の表面状態を試験及び目視により確認
	外観検査	タンク外観
運転中	機能・性能検査	運転性能の確認 漏えいの確認 ほう酸質量の確認

ほう酸水注入ポンプは，機能・性能検査として，脱塩水（純水）をテストタンクから循環させ，吐出圧力，系統（ポンプ廻り）の振動，異音，異臭及び漏えいについて運転性能の確認を行うことが可能な設計とする。

また，分解検査として，浸透探傷検査により性能に影響を及ぼす指示模様が無いこと，目視により性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂，打こん，変形及び摩耗の有無の確認を行うことが可能な設計とする。

ほう酸水貯蔵タンクは，機能・性能検査として，中性子吸収材である五ほう酸ナトリウムの質量が原子炉を十分臨界未満に維持できるだけの反応度効果を有する量を満足することとし，ほう酸水貯蔵タンクのほう酸濃度及びタンク水位の確認を行うことにより，ほう酸質量の確認が可能な設計とする。

また，外観検査として，タンク本体外観に傷や漏えい痕がないことについてほう酸水貯蔵タンク外表面状態の確認を行うことが可能な設計とする。

操作対象弁であるほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁は，作動確認として，これら操作対象弁がスイッチの操作により弁が作動することの確認が可能な設計とする。

ほう酸水注入ポンプ，ほう酸水貯蔵タンク及び操作対象弁であるほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁は，原子炉の運転中又は停止中における検査を行う際の接近性を考慮した必要な作業空間を備え，構造上接近又は検査が困難とならない設計とする。

（44－5－9，12，13，17，20，21）

(4)　切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

（ｉ）　要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては，通常時に使用する系統から速やかに切替えられる機能を備えるものであること。

（ⅱ）　適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

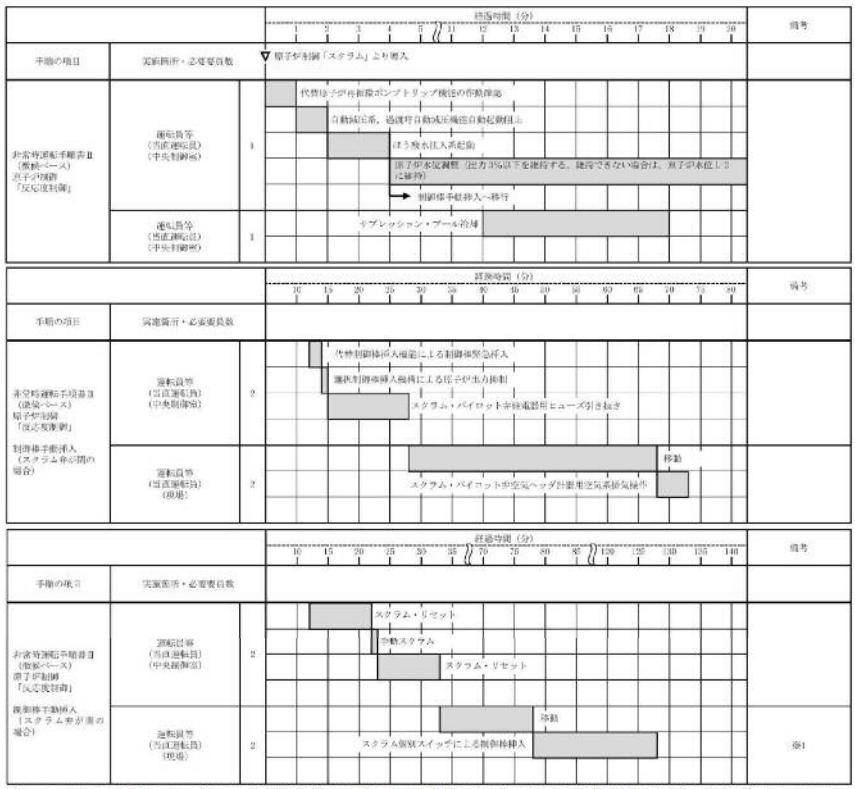
ほう酸水注入系は，本来の用途である原子炉へのほう酸水注入以外の用途として使用することはない。

原子炉へのほう酸水注入の際に操作が必要となるほう酸水注入ポンプ，ほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁は，中央制御室内における操作盤上の起動用キー・スイッチにより，速やかに操作が可能な設計とし，中央制御室でのほう酸水注入開始操作における所要時間は想定として1 分以内となる。

(44－4－4)

また，ほう酸水注入系によるほう酸水の注入は，原子炉自動スクラム又は手動スクラムを実施しても，原子炉スクラムが成功しない場合に実施される操作であり，原子炉スクラム失敗からほう酸水注入系起動まで及びほう酸水注入系起動から制御棒手動挿入までが，第3.1－5図で示すタイムチャートのとおり速やかに切替えることが可能な設計とする。

切替え操作対象機器については，第3.1－14表に示したとおりとなる。



※1：スクラム個別スイッチによる制御棒挿入以降は，制御棒手動挿入又は制御棒駆動水圧系引抜配管ベント弁からの排水操作を実施する。

第3.1－5図 原子炉の緊急停止対応タイムチャート※

※：「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況についての1．1 で示すタイムチャート

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

（ｉ） 要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

（ⅱ） 適合性

基本方針については，「2.3.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

ほう酸水注入系に使用するほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵

タンクは,設計基準事故対処設備として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで,他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

(44－4－4)

(6) 設置場所(設置許可基準規則第43条第1項六)

(ⅰ) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作及び復旧作業を行うことができるよう,放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定,設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

(ⅱ) 適合性

基本方針については,「2.3.3 環境条件等」に示す。

ほう酸水注入系の系統構成に操作が必要な機器の設置場所,操作場所を第3.1－16 表に示す。

ほう酸水注入ポンプ,ほう酸水貯蔵タンク出口弁及び爆破弁は,原子炉建屋原子炉棟に設置されている設備であるが,中央制御室から操作可能な設計とする。

なお,ほう酸水貯蔵タンクについては,操作不要な設計とする。

(44－3－4,5,6)

第3.1－16表 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
ほう酸水注入ポンプ（A）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室
ほう酸水注入ポンプ（B）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室
ほう酸水貯蔵タンク出口弁（A）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室
ほう酸水貯蔵タンク出口弁（B）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室
ほう酸水注入系爆破弁（A）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室
ほう酸水注入系爆破弁（B）	原子炉建屋原子炉棟5階	中央制御室

3.1.2.3.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針（常設重大事故等対処設備の安全設計方針に対する適合性）

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

（ｉ） 要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

（ⅱ） 適合性

基本方針については，「2.3.2 容量」に示す。

ほう酸水注入系に使用するほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，十分な反応度制御能力を有する容量とした設計とし，設計基準事故対処設備の容量等の仕様が，重大事故等時において，発電用原子炉を未臨界にするために必要な負の反応度添加率を確保するための容量に対して十分であるため，設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

ほう酸水注入ポンプ1台あたりの容量は，十分な反応度制御能力を満足するための設計上の許容注入時間（設計ボロン濃度を設計ボロン

注入速度で注入する時間）で注入可能な流量を確保する設計とする。

ほう酸水貯蔵タンク容量は，原子炉を未臨界にするために必要なほう酸水濃度の設計値を確保するために必要なほう酸水溶液の有効容量以上の容量を確保可能な設計とする。

（44－6－8～12）

(2)　共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

（ｉ）　要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし，二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって，同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は，この限りでない。

（ⅱ）　適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

敷地内に二以上の原子炉施設はないことから，ほう酸水注入系のほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは共用しない。

(3)　設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

（ｉ）　要求事項

常設重大事故防止設備は，共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ） 適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

ほう酸水注入系は，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと共通要因によって同時に機能を損なわないよう，ほう酸水注入ポンプを非常用交流電源設備である２Ｃ　非常用ディーゼル発電機及び２Ｄ　非常用ディーゼル発電機からの給電により駆動することで，アキュムレータにより駆動する制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットに対して多様性を有する設計とする。

ほう酸水注入ポンプ及びほう酸水貯蔵タンクは，原子炉建屋原子炉棟内の制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと異なる区画に設置することで，制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動系水圧制御ユニットと共通要因によって同時に機能を損なわないよう位置的分散を図る設計とする。

ほう酸水注入系の設計基準事故対処設備との多様性及び位置的分散について，第3.1－17表に示す。

（44－3－6，8）

第3.1－17表　多様性及び位置的分散

	設計基準事故対処設備	重大事故等対処設備
項目	制御棒 制御棒駆動系水圧制御ユニット	ほう酸水注入系
機器	アキュムレータ	ほう酸水注入ポンプ
	原子炉建屋原子炉棟3階	原子炉建屋原子炉棟5階
水源	不要	ほう酸水貯蔵タンク
	－	原子炉建屋原子炉棟5階

駆動用空気	不要	不要
潤滑油	不要	不要
冷却水	不要	不要
駆動電源	不要	非常用ディーゼル発電機
	－	原子炉建屋原子炉棟付属棟地下1階

3.1.2.4 自動減圧系の起動阻止スイッチ

3.1.2.4.1 設備概要

原子炉緊急停止失敗時に自動減圧系が作動すると，高圧炉心スプレイ系，低圧注水系及び低圧炉心スプレイ系から大量の冷水が注水され，出力の急激な上昇につながるため，自動減圧系の起動阻止スイッチにより自動減圧系及び過渡時自動減圧機能による自動減圧を阻止するため自動減圧系の起動阻止スイッチを設けるものである。重大事故等対処設備一覧を第3.1－18表に示す。

第3.1－18表　自動減圧系の起動阻止スイッチに関する重大事故等対処設備一覧

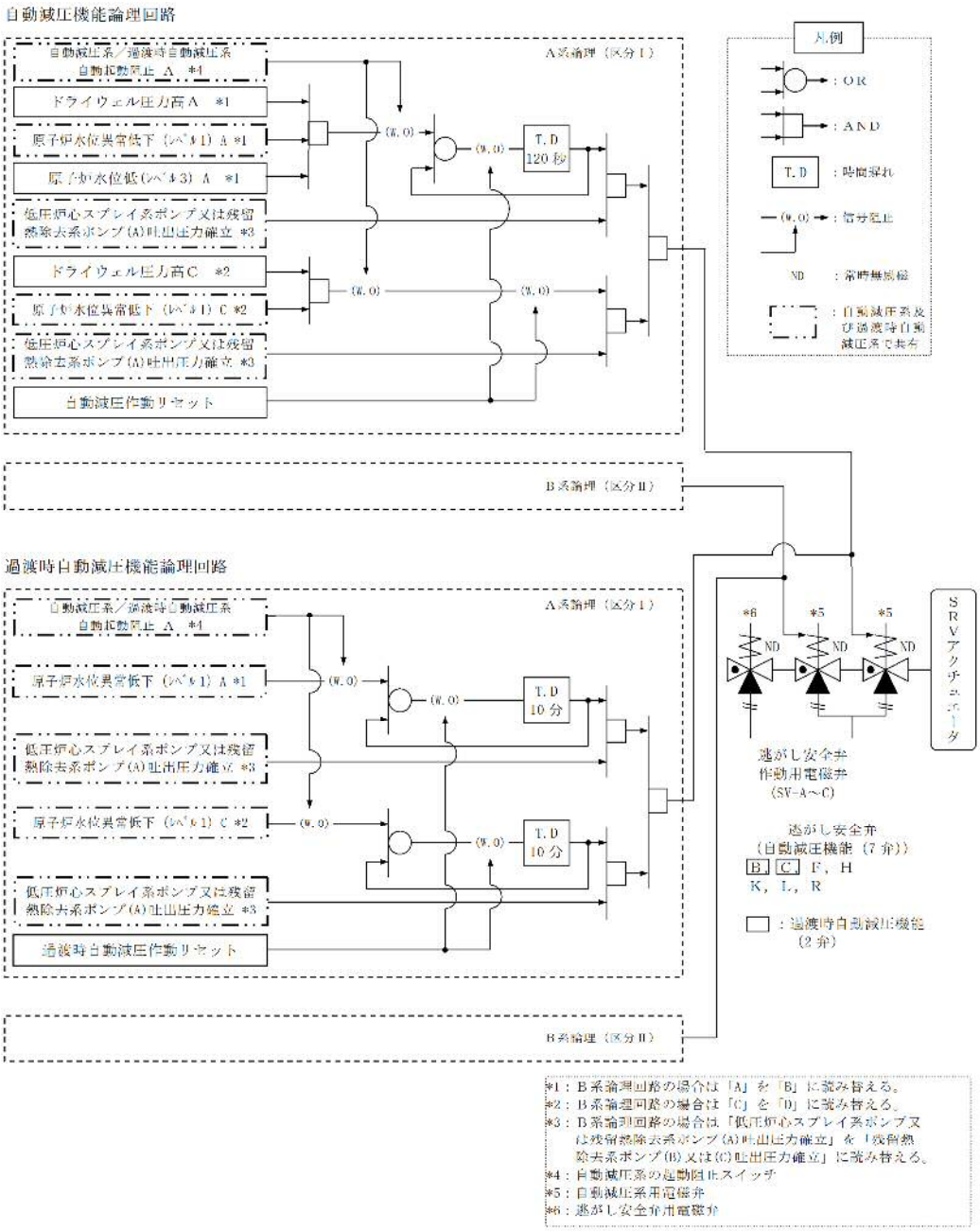
設備区分		設備名
主要設備		自動減圧系の起動阻止スイッチ【常設】
関連設備	付属設備	－
	水源	－
	流路	－
	注水先	－
	電源設備※1（燃料給油設備含む）	非常用交流電源設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機【常設】 燃料給油設備 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機　燃料移送ポンプ【常設】 軽油貯蔵タンク【常設】 ２Ｃ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】 ２Ｄ　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ【常設】
	計装設備※2	－

※1：電源設備については「3.14電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※2：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるための操作に必要な計装設備。なお，計装制御設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

3.1.2.4.2 主要設備の仕様

第3.1－6図に自動減圧系，過渡時自動減圧機能の作動回路図を示す。



第 3.1－6 図　自動減圧系の起動阻止スイッチによる原子炉出力急上昇防止概要図

3.1.2.4.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.1.2.4.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.3　環境条件等」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，中央制御室に設置される設備であることから，その機能を期待される重大事故等が発生した場合における，中央制御室の環境条件を考慮し，以下の第3.1－19表に示す設計とする。

第3.1－19表　想定する環境条件

環境条件	対応
環境温度･環境圧力・湿度／屋外の天候／放射線／荷重	設置場所である中央制御室で想定される環境温度，環境圧力，湿度及び放射線条件に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置する設備ではないため，天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを踏まえ，機器の損傷等の影響を考慮した設計とする。（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す。）。
津波	敷地に遡上する津波を考慮し防潮堤及び浸水防止設備を設置する設計とする。
風（台風）・竜巻・積雪・火山の影響	中央制御室に取り付けるため，風（台風），竜巻，積雪及び火山の影響を受けない。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても電磁波による影響を考慮した設計とする。

(2) 操作性（設置許可基準規則第43条第1項二）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，中央制御室のスイッチでの操作が可能な設計とする。自動減圧系の起動阻止スイッチは，運転員の操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また，操作対象については銘板を付けることで識別可能とし，運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作可能な設計とする。以下の第3.1－20表に操作対象機器を示す。

第3.1－20表 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法
自動減圧系の起動阻止スイッチ	通常→阻止	中央制御室	スイッチ操作

(3) 試験・検査（設置許可基準規則第43条第1項三）

（ｉ）要求事項

健全性及び能力を確認するため，発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」

に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチの機能・性能検査は，第3.1－21表に示すように停止中に実操作による論理回路確認(自動減圧系の起動阻止スイッチの機能確認を含む）が可能な設計とする。

第3.1－21表 自動減圧系の起動阻止スイッチの試験・検査

原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能検査	論理回路確認（自動減圧系の起動阻止スイッチの機能確認を含む）

(4) 切替えの容易性（設置許可基準規則第43条第1項四）

（ｉ）要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては,通常時に使用する系統から速やかに切替えられる機能を備えるものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については,「2.3.4　操作性及び試験・検査性について」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは,本来の用途以外には使用しない設計とする。

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第43条第1項五）

（ｉ）要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは,過渡時自動減圧機能と自動減圧系で阻止スイッチを共用しているが,スイッチの接点で分離することで，自動減圧系に悪影響を及ぼさない設計とする。

(6) 設置場所（設置許可基準規則第43条第1項六）

（ⅰ）要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作及び復旧作業を行うことができるよう,放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定,設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については「2.3.3　環境条件等」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは中央制御室の制御盤のスイッチでの操作が可能な設計とし,操作位置の放射線量が高くなるおそれが少ないため操作が可能である。以下の第3.1－22表に操作対象機器設置場所を示す。

第3.1－22表 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
自動減圧系の起動阻止スイッチ	中央制御室	中央制御室

3.1.2.4.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

（ｉ）要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.2　容量等」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは，設計基準事故対処施設で使用のものと同仕様のスイッチで設計するため，必要な容量に対して十分である。

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

（ｉ）要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし，二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって，同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は，この限りでない。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

敷地内に二以上の原子炉施設はないことから，自動減圧系の起動阻止スイッチは共用しない。

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第43条第2項三）

（ｉ）要求事項

常設重大事故防止設備は,共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう,適切な措置を講じたものであること。

（ⅱ）適合性

基本方針については，「2.3.1　多様性，位置的分散，悪影響防止等について」に示す。

自動減圧系の起動阻止スイッチは,設計基準事故対処設備である自動減圧系盤と共通要因によって同時に機能を損なわれないよう,中央制御室内で位置的分散を図る設計とする。