

泊発電所 3 号機 誤操作を防止するための措置について

平成 2 5 年 1 0 月 2 9 日
北海道電力株式会社

1. はじめに
2. 基本設計方針
3. 中央制御室の誤操作防止について
4. 現場の誤操作防止について
5. 中央制御室の操作の容易性について
6. 現場の操作の容易性について
7. 新規制基準への適合状況

- 本資料は、設計基準対象施設の誤操作の防止対策及び安全施設が容易に操作できる設計について説明するものである。

2. 基本設計方針（設置許可基準規則第10条第1項）

設計基準対象設備の操作・監視（中央制御室及び現場）は、誤操作を防止するための措置を講じるため以下の設計としている。

- （1）運転員の誤操作を防止するため、盤の配置、操作器具等の操作性に留意するとともに、状態表示及び警報表示により原子炉施設の状態が正確、かつ、迅速に把握できる設計としている。また、保守点検において誤りを生じにくいよう留意した設計としている。
- （2）運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故（以下、「設計基準事故等」という。）発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計としている。
- （3）現場において運転員の誤操作を防止するため、複数台設置する機器については、各建屋毎に機器の配列を統一した設計としている。また、各機器・各部屋は識別管理及び重要度に応じた弁・現場盤・部屋の施錠管理をする設計としている。

2. 基本設計方針（設置許可基準規則第10条第2項）

安全施設を容易に操作可能（中央制御室及び現場操作）とするため、以下の設計としている。

- (1) 中央遠隔化
起動・停止時、通常運転時、設計基準事故等発生時に必要な操作は、中央制御室から可能な設計としている。
- (2) 運転員の負担軽減のための自動化
自動化により、運転員の負担軽減を図る設計としている。
- (3) 中央制御室は、耐震クラスの高い原子炉補助建屋に設置し、放射線防護措置（遮蔽、換気空調）、火災防護措置（消火設備の設置等）等を講じることにより、設計基準事故等発生時に当該操作が必要となった事象が同時にもたらす環境条件においても、運転員が容易に操作可能な設計としている。

2. 基本設計方針（設置許可基準規則第10条第2項）

（4）起動・停止時、通常運転時、設計基準事故等発生時に容易に操作可能とするため、当該操作が必要となる事象が同時にもたらず環境条件、及び機能・操作性を考慮した配置設計としている。

- ・ その機能に応じた耐震クラスの建屋に配置する。
- ・ 重要度に応じて多重性及び分離配置とする。
- ・ 床面から操作が可能な位置に配置する。
- ・ ハンドルは操作用通路に向ける。
- ・ 複数の弁が配置される場合は、弁ハンドル間距離を確保する。
- ・ 流量調節弁は、流量計が読み取れる配置とする。
- ・ 高所弁の排除
- ・ 現場盤、遮断器等の操作器は運転員の操作可能な高さに設置する。
- ・ 従業員の放射線防護に配慮した遮蔽設計及び機器の配置を行う。

3. 中央制御室の誤操作防止について

(1) 泊発電所3号機中央制御盤の特徴について（補足説明資料）

泊発電所3号機における新型中央制御盤については、運転員の負担軽減を目的として、より一層の監視性及び操作性を高めた設計としている。

【特徴】

- ・ 監視及び操作の機能を集中したコンパクトコンソールの適用
- ・ 運転員の情報共有化等を目的とした大型表示盤の適用
- ・ 監視及び操作の集約化を図ったタッチオペレーションの適用により、運転員の負担軽減、監視性及び操作性の向上を図っている。

(2) 設計基準対象施設の運転及び保守における誤操作防止について（補足説明資料）

「中央制御盤の構成」、「中央制御室の環境条件」、「中央制御室の配置」、「表示機能、警報機能及び操作機能」等、誤操作することなく適切に運転操作するための対策を講じている。また、設計基準事故等の発生後、一定時間の運転員操作がなくても安全機能を確保する設計としている。

(3) 運転員の誤操作防止について（補足説明資料）

- ・ QMSに基づいた計画的なシミュレータ訓練（社内、社外）及びOJT教育等により習熟を図り誤操作防止に努めている。
- ・ 運転操作においては、指差・呼称等の基本動作を確実に実施し、操作前後及び操作中においても、複数の監視計器類を確認することにより、誤認に起因する誤操作防止に努めている。

4. 現場の誤操作防止について（1 / 3）

（1）施錠管理

誤操作によりプラントの安全上重要な機能に障害をきたす恐れがある盤、機器、弁等に施錠管理を行っている。

（2）識別管理

誤操作によりプラントの安全上重要な機能に障害をきたす恐れがある盤、機器、弁等に色分けによる識別、及び弁名称・盤名称等の銘板による識別を行っている。

（3）保守点検時の誤操作防止

点検対象機器をタグ札により明確にすることにより、当該機器の誤操作を防止している。

（4）運転員の誤操作防止

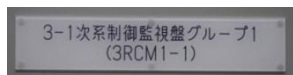
- ・ QMSに基づいた計画的なOJT教育等により習熟を図り誤操作防止に努めている。
- ・ 運転操作においては、指差・呼称等の基本動作を確実に実施することにより誤操作防止に努めている。

4. 現場の誤操作防止について (2 / 3)

制御盤の識別(例)



原子炉安全保護盤



常用系制御盤

計器の識別 (例)



安全保護系計器

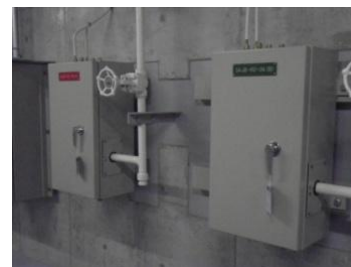


常用系計器

現場操作盤の識別 (スイッチカバー) (例)



現場盤の識別(例)



不要負荷切り離し対象盤の識別 (反射テープ) (例)



4. 現場の誤操作防止について (3 / 3)

弁・機器の識別(例)



電動弁
(赤：Aトレン)
(緑：Bトレン)



機器 (ファン)
(赤：Aトレン)
(緑：Bトレン)

弁の識別(例)



放射性液体の
放出に係る弁



放射性気体の
放出に係る弁



薬品の放出に係る弁



油の放出に係る弁



施錠管理(開)対象弁



隔離対象弁

配管・ダクトの識別(例)



給水系統



蒸気系統



原子炉補機
冷却水系統



原子炉補機
冷却海水系統



水消火
系統



燃料油
系統



潤滑油
系統



薬品系統



換気空調
系統



号機の識別(例)



5. 中央制御室の操作の容易性について（1 / 5）

(1) 起動・停止時、通常運転時、設計基準事故等発生時に操作が必要となる設備については、運転員の負担軽減等を目的として、監視・操作の容易化を図った設計としている。

➤ 中央遠隔化

起動・停止時、通常運転時、設計基準事故等発生時に必要な操作は、中央制御室から可能な設計としている。

- ・安全性確保のために中央制御室からの操作が要求されるもの

【具体例】

- 原子炉施設の安全性を確保するための急速な手動操作
(急速な手動による原子炉の停止及び停止後の原子炉の冷却の確保のための操作)
- 反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る操作
- 非常用炉心冷却設備その他の非常時に原子炉の安全を確保するための操作

➤ 運転員の負担軽減のための自動化

自動化により、運転員の負担軽減を図る設計としている。

【具体例】（補足説明資料）

- 主給水制御弁／主給水バイパス制御弁自動切替
- 蒸気発生器水張制御自動化
- 再循環モードへの自動切替
- SGTR時2次系汚染拡大防止一括隔離スイッチ設置

5. 中央制御室の操作の容易性について (2 / 5)

(2) 同時にもたらされる環境条件への対策

設計基準事故等発生時に必要な操作は、当該操作が必要となった事象が同時にもたらす環境条件を考慮しても、中央制御室から可能な設計としている。

▶考慮する中央制御室の環境条件

中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象として以下が考えられるが、いずれの場合でも中央制御室での操作性（操作の容易性）に影響を与えることはない。

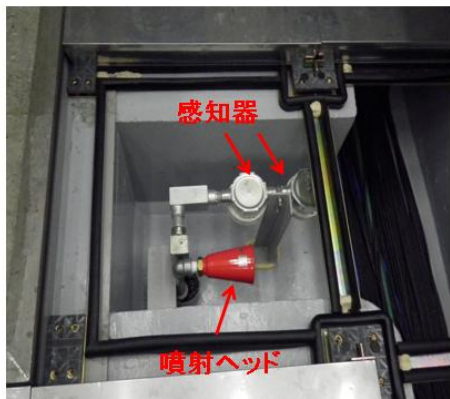
起回事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	中央制御室での操作性（操作の容易性）に与える影響
地震	内部火災	地震により中央制御室に火災が発生することはないが、万一火災が発生した場合でも、次頁(3/5)のとおり火災防護措置を講じていることから、操作性に影響を与えることはない。(詳細は内部火災評価による。)
	内部溢水	中央制御室回りに溢水源はなく、操作性に影響を与えることはない。中央制御室回りにおける火災発生時には、消火水が中央制御室へ流入する可能性があるが、操作性に影響を与えるほどの流入量とはならない。(詳細は内部溢水評価による。)
	余震	余震等が継続した場合においても、14頁(5/5)のとおり対応・対策することで操作性に影響を与えることはない。
	外部電源喪失に伴う短時間の照明等の所内電源の喪失	ディーゼル発電機が起動することにより、照明等の所内電源の喪失は短時間であることから、操作性に影響を与えることはない。仮に、短時間の全交流動力電源喪失に至った場合でも、非常灯及び運転コンソール(安全系FDP)の電源は喪失することなく、非常灯及び運転コンソール自らが放つ光により運転員の操作性に影響を与えることなく対応可能である。
竜巻・台風	外部電源喪失に伴う短時間の照明等の所内電源の喪失	
積雪(暴風雪)		
落雷		
外部火災	外部電源喪失に伴う短時間の照明等の所内電源の喪失	
	ばい塵発生による中央制御室内雰囲気悪化	

5. 中央制御室の操作の容易性について (3 / 5)

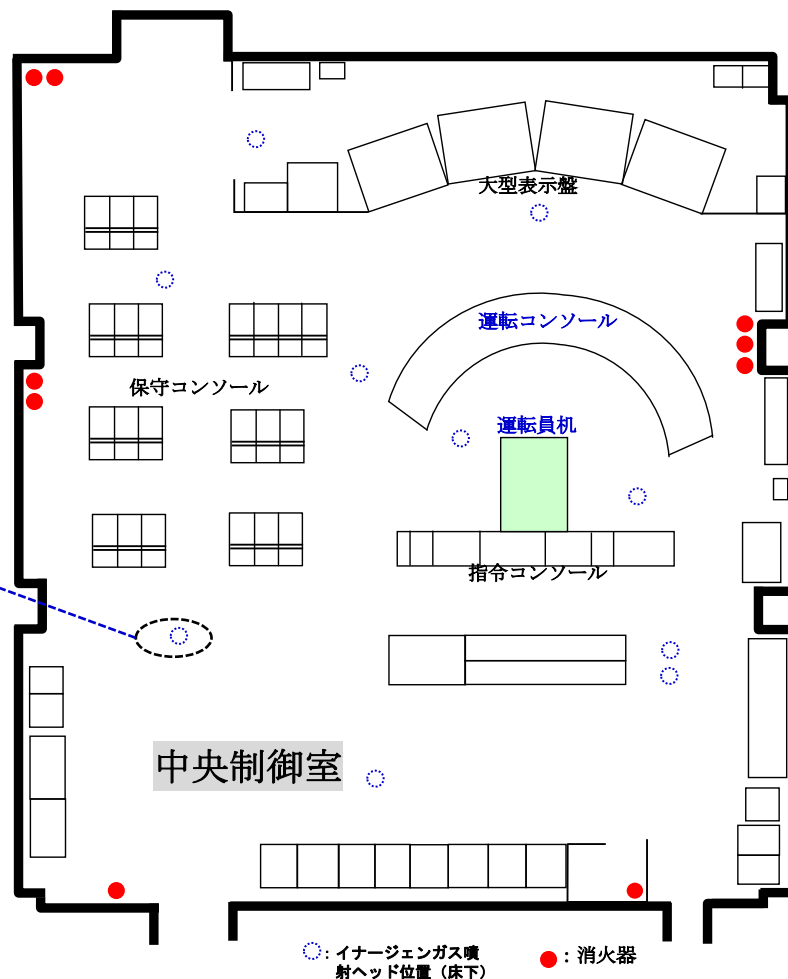
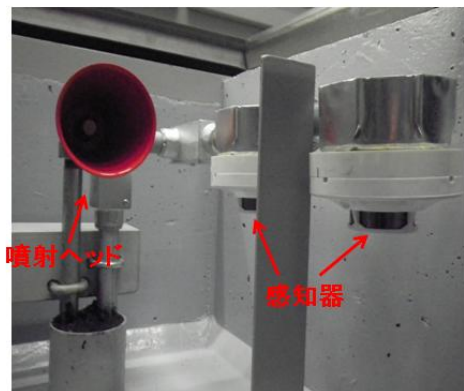
(3) 中央制御室における火災及び地震等発生時の対応 (1 / 3)

- 中央制御室には、火災への早期対応が可能ないように室内に消火器を複数台設置しており、火災発生時には速やかに消火することができる。また、デジタル化により従来盤から比較して本数が格段に低減されているケーブルが床下のフロアケーブルダクトに収められているが、当該箇所でも火災が発生した場合にも、イナージェンガス(自動又は手動)を放出することにより消火することができる。
- 運転員は定期的に初期消火訓練を実施しており、火災発生時には速やかに消火活動を行うことができる。

上視野



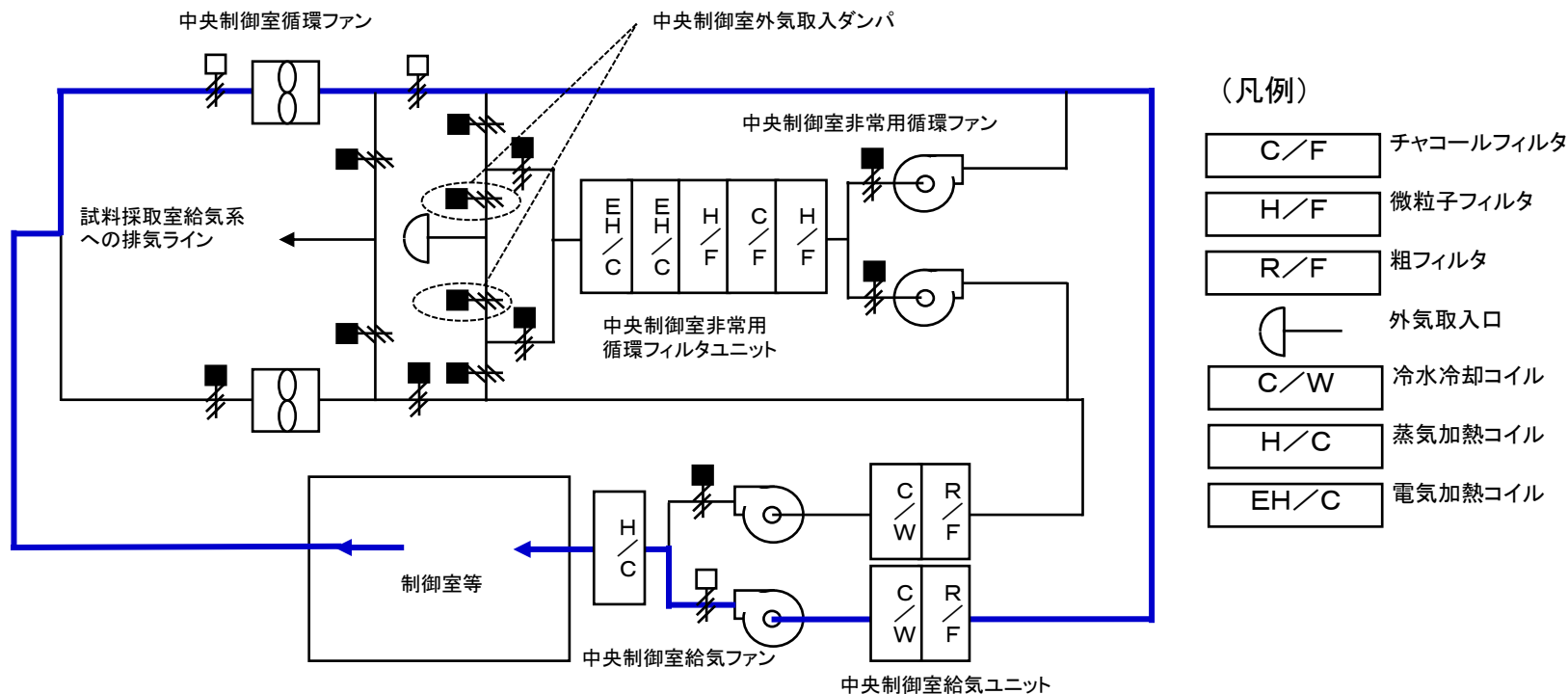
ダクト内視野



5. 中央制御室の操作の容易性について (4 / 5)

(3) 中央制御室における火災及び地震等発生時の対応 (2 / 3)

- 外部火災発生時には、中央制御室の空調系を閉回路循環運転とすることにより、運転員によるプラント監視・操作に影響を与えることはない。

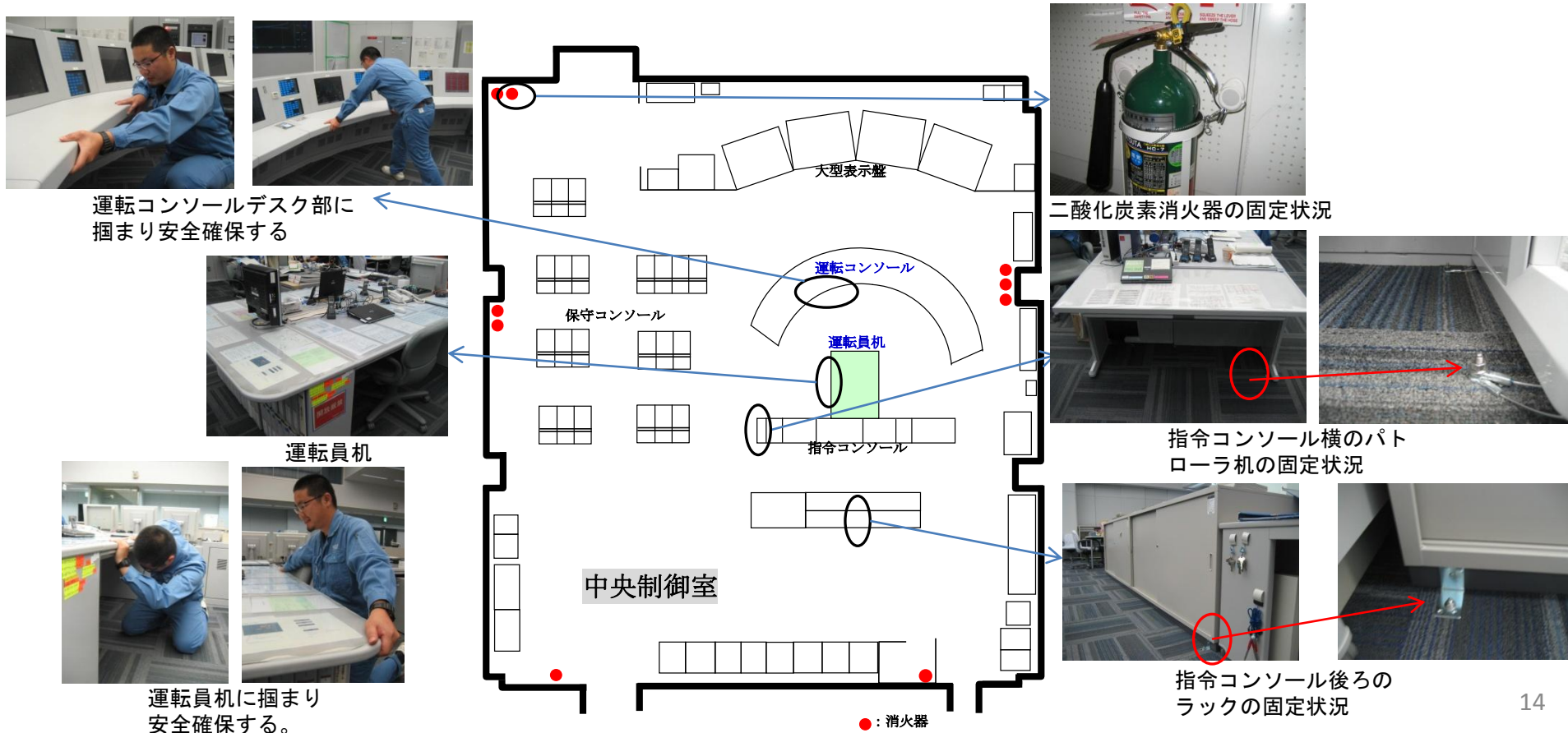


中央制御室換気設備の概要図(閉回路運転モード) (A系統運転時の場合)

5. 中央制御室の操作の容易性について (5 / 5)

(3) 中央制御室における火災及び地震等発生時の対応 (3 / 3)

- 地震発生時には、運転員機、又は運転コンソールのデスク部に掴まることにより運転員の安全確保が図られる。また、運転員は、座った(立ち膝)状態でも運転コンソールでの監視・操作が可能であり、余震継続時にもプラント監視・操作性に大きな影響はない。
- 中央制御室内に配備されているラック等については、地震発生時に運転コンソール等へ悪影響を及ぼさないように確実に固定されている。
- 中央制御室内に配備されている消火器(二酸化炭素消火器、ABC粉末消火器)については、地震発生時に誤って誤動作し、運転操作に悪影響を及ぼさないように確実に固定されている。



6. 現場の操作の容易性について

現場に設置する弁は、機能・操作性を考慮して配置している。

➤床面から操作が可能な位置に配置する。

【具体例】床あるいは操作用架台から弁ハンドルまで1.5m以内
困難な場合は、恒設架台、移動式架台等を設置

➤ハンドルは操作用通路に向ける。

➤複数の弁が配置される場合は、弁ハンドル間距離を確保する。

【具体例】弁ハンドル間距離は100mm程度を目安

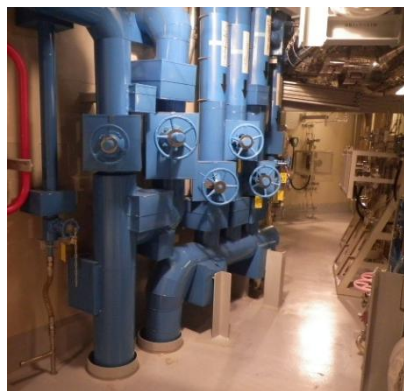
➤流量調節弁は、流量計が読み取れる配置とする。

➤高所弁の排除

弁の配置・操作(例)



複数弁の配置(例)



流量調節弁と
流量計の配置(例)



設置許可基準規則 第十条（誤操作の防止）

新規制基準の項目	適合状況
<p>設計基準対象施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <p>1 第1項に規定する「誤操作を防止するための措置を講じたもの」とは、人間工学上の諸因子を考慮して、盤の配置及び操作器具並びに弁等の操作性に留意すること、計器表示及び警報表示において発電用原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるよう留意すること並びに保守点検において誤りを生じにくいよう留意すること等の措置を講じた設計であることをいう。また、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計であることをいう。</p>	<p>（規制要求変更なし）</p> <p>設計基準対象施設の運転及び保守における誤操作を防止するため、「中央制御盤の構成」、「中央制御室の環境条件」、「中央制御室の配置」、「表示機能、警報機能及び操作機能」、「保守点検に対する配慮」の人間工学上の設計を配慮した措置を講じている。</p> <p>また、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、一定時間の運転員操作がなくても安全機能を確保する設計としている。</p>

設置許可基準規則 第十条（誤操作の防止）

新規制基準の項目	適合状況
<p>(新規要求事項)</p> <p>2 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <p>2 第2項に規定する「容易に操作することができる」とは、当該操作が必要となる理由となった事象が有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件（余震等を含む。）及び施設で有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件を想定しても、運転員が容易に設備を運転できる設計であることをいう。</p>	<p>中央制御室及び現場にて操作すべき対象となる弁等の機器は、耐震性の高い建屋に設置するとともに、地震防護措置（地震発生時に移動する可能性のあるラック等の固定等）、放射線防護措置（遮蔽及び換気空調）、火災防護措置（消火設備の設置等）を講じている。また、地震等の結果、発生する可能性のある外部電源喪失に伴う照明等の所内電源喪失時においても運転操作に必要な照度を確保できる設計としている。これらのことから、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、同時にもたらされる環境条件を想定しても、「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」第十条第1項の設計基準対象施設の誤操作を防止するために講じている措置により、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時においても、運転員は容易に運転操作が可能である。</p>