

東海第二発電所 重大事故等対処施設の設置について 【所内常設直流電源設備(3系統目)設置】

2020年8月6日
日本原子力発電株式会社

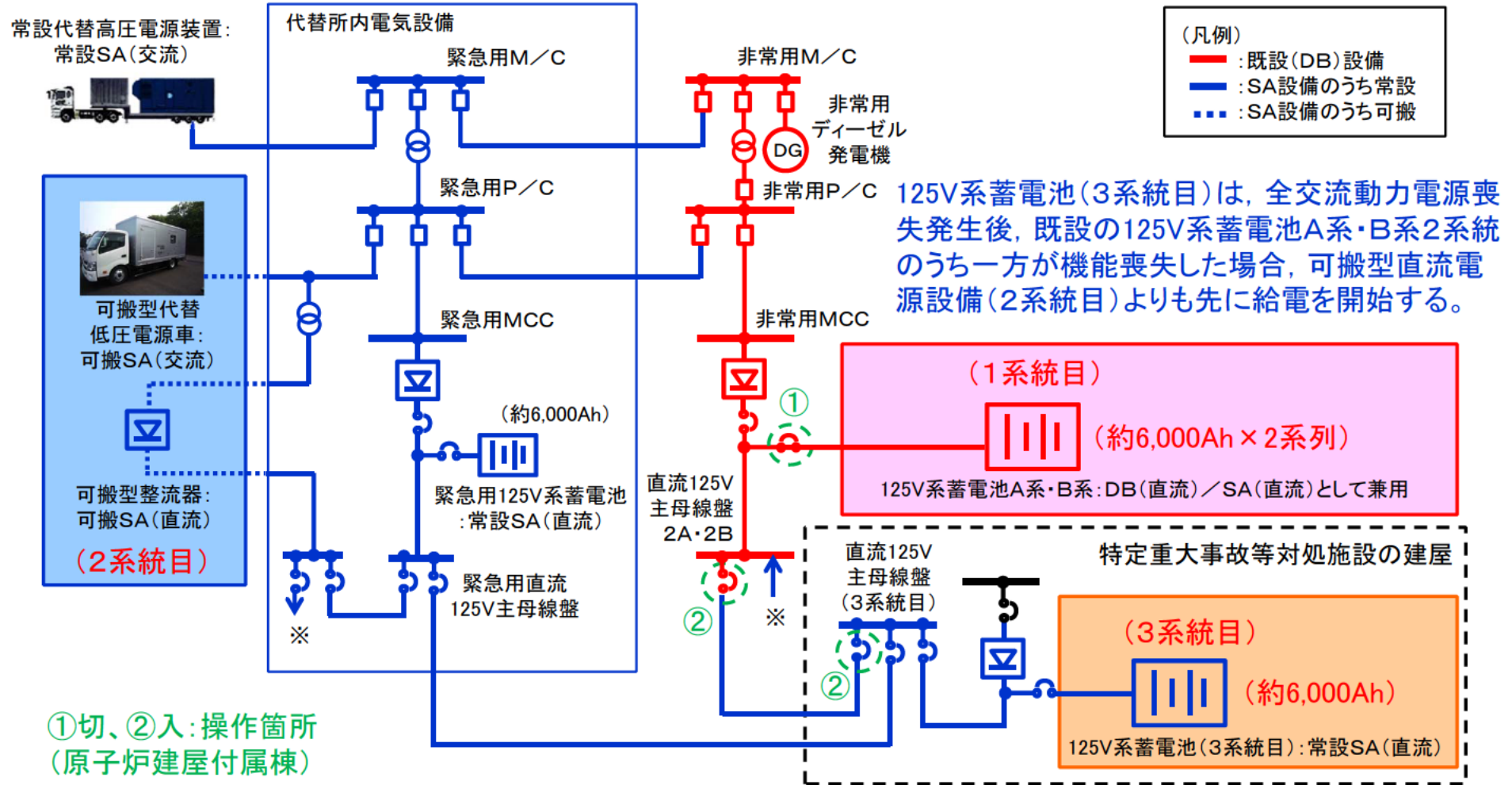
本資料のうち、の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. 所内常設直流電源設備(3系統目)の概要
2. 所内常設直流電源設備(3系統目)の基準適合性について
3. 所内常設直流電源設備(3系統目)の設備仕様
4. 所内常設直流電源設備(3系統目)の電源系統図
5. 所内常設直流電源設備(3系統目)の設置場所
6. 所内常設直流電源設備(3系統目)の容量根拠
7. 所内常設直流電源設備(3系統目)の給電に対する優先順位
8. 所内常設直流電源設備(3系統目)の特に高い信頼性について

1. 所内常設直流電源設備(3系統目)の概要(1/2)【設備】



➤ 更なる信頼性を向上するため、設計基準事故対処設備の電源が喪失(全交流動力電源喪失)した場合に、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力を供給するため、特に高い信頼性を有する3系統目の所内常設直流電源設備として、125V系蓄電池(3系統目)を設置する。



<変更申請書>

➤ 本文五号、添付書類八(設備関係)

38条地盤、39条地震、40条津波、41条火災、43条SA全般、57条電源、58条計装※ ※電源の文言追加のみの修正

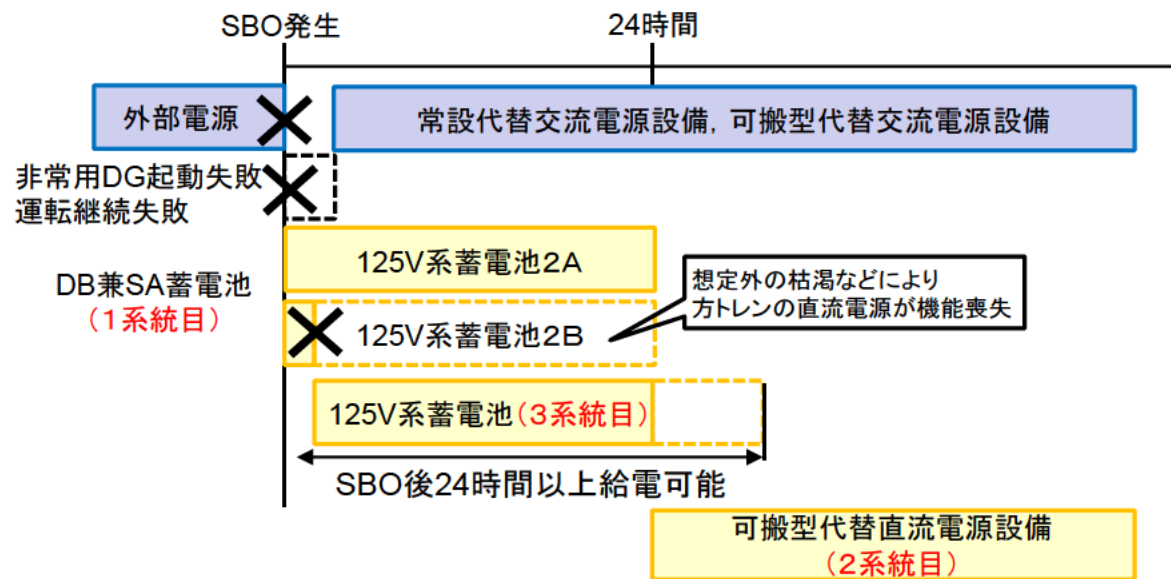
1. 所内常設直流電源設備(3系統目)の概要(2/2)【手順】



➤ 125V系蓄電池(3系統目)を設置するに当たり、運用方法を決定し、手順を定める。

【基本的な運用想定】

- ・125V系蓄電池A系・B系2系列のうち、1系列において、想定外の枯渇等による機能喪失があった場合に、給電開始する。
- ・給電を開始し、24時間以上にわたって給電を継続する。
- ・可搬型直流電源設備の準備が完了次第、同設備からの給電に切り替え、更に長期にわたる給電を可能とする。



<変更申請書>

➤ 本文十号、添付書類十(手順)

重大事故等防止技術的能力基準1.0, 重大事故等防止技術的能力基準2.1

1.14電源等の手順, 1.15事故時計装※ ※電源の文言追加のみの修正

2. 所内常設直流電源設備(3系統目)の基準適合性について(1/5)



➤ 設置許可基準への適合のための設計方針及び設置許可変更内容は以下のとおり。

設置許可基準への適合のための設計方針	設置許可の変更内容
<p>第38条 重大事故等対処施設の地盤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤に設置する。 ・重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。 ・将来活動する可能性のある断層等の露頭がない地盤に設置する。 	<p>左記設計方針により重大事故等対処施設に設置する設備として、所内常設直流電源設備(3系統目)を追加</p>
<p>第39条 地震による損傷の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動による地震力に対して重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。 	<p>左記設計方針により設置する常設耐震重要重大事故等対処設備及び常設重大事故緩和設備として、所内常設直流電源設備(3系統目)を追加</p>
<p>第40条 津波による損傷の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。 	<p>左記設計方針により設置する津波防護対象設備として、所内常設直流電源設備(3系統目)を追加</p>
<p>第41条 火災による損傷の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災発生防止、火災感知及び消火の措置を講じるものとする。 	<p>(2/5)(3/5)にて説明</p>
<p>第43条 重大事故等対処設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常設重大事故等対処設備としての要求事項を満足する設計とする。 	<p>常設重大事故等対処設備に所内常設直流電源設備(3系統目)を追加。1系統目及び2系統目との比較については、(5/5)にて説明</p>
<p>第57条 電源設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備(3系統目)を設置する。 	<p>(4/5)(5/5)にて説明</p>
<p>第58条 計装設備</p>	<p>計装設備の電源に所内常設直流電源設備(3系統目)を追加</p>

2. 所内常設直流電源設備(3系統目)の基準適合性について(2/5)



➤ 内部火災の基本事項について

「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」の第四十一条において火災防護対策が第八条の解釈に準ずるものとされ、第八条で「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に適合することを要求されている。審査基準を踏まえ、火災の発生防止、火災の感知及び消火のそれぞれを考慮した火災防護対策を実施する。

対策項目	東海第二発電所 重大事故等対処設備(許可済SA設備)	東海第二発電所 125V系蓄電池(3系統目) ＜特定重大事故等対処施設の建屋内に設置＞
火災の発生防止	<ul style="list-style-type: none"> ・発火性又は引火性物質に対して火災の発生防止対策を実施（発生した水素換気及び検知対策、電気系統の過電流防止対策等） ・重大事故等対処施設の内、主要な構造材等は不燃性材料又は難燃性材料を使用 ・落雷、地震等の自然現象による原子炉施設内の構築物、系統及び機器の火災の発生防止対策を実施(耐震設計等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・125V系蓄電池(3系統目)から発生する水素の換気及び水素検知器の設置、電気系統の過電流防止対策等を実施 ・125V系蓄電池(3系統目)の主要な構造材等は不燃性材料又は難燃性材料を使用 ・125V系蓄電池(3系統目)は、<input type="text"/>内に設置すること等により、落雷、地震等の自然現象による原子炉施設内の構築物、系統及び機器の火災の発生防止対策を実施(耐震設計等)
火災の感知	<ul style="list-style-type: none"> ・火災感知器は、環境条件や火災の性質を考慮して型式を選定し、固有の信号を発する異なる種類を組み合わせ設置 ・火災感知設備は、全交流電源喪失時においても火災の感知を可能にするため電源確保を行い、中央制御室で常時監視できるよう設計 	<ul style="list-style-type: none"> ・125V系蓄電池(3系統目)を設置する区画の環境条件や火災の性質を考慮して火災感知器の型式を選定し、固有の信号を発する異なる種類を組み合わせ設置 ・火災感知器は、全交流電源喪失時においても火災の感知を可能にするために電源確保を行い、中央制御室及び<input type="text"/>で常時監視できるよう設計
火災の消火	<ul style="list-style-type: none"> ・火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となるところには、自動又は手動操作による固定式消火設備を設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・125V系蓄電池(3系統目)を設置する区画は、煙の充満により消火活動が困難となるところとして固定式の自動消火設備を設置

- 上表のとおり、許可済SA設備と所内常設直流電源設備(3系統目)は、**火災の発生防止、感知及び消火対策の基本方針に差異はない。**
- 所内常設直流電源設備(3系統目)における火災感知・消火設備の選定については、次頁に示す。

➤ 火災感知・消火設備の選定について

感知設備

基本的な感知設備の設計方針は既設建屋と同じであり、環境条件や火災の性質を考慮し火災が早期に感知できるよう、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及びアナログ式でない炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせる。

- 125V系蓄電池(3系統目)は、水素を内包する設備であり、蓄電池を設置する区画は空調機器による機械換気を行うことにより水素濃度を燃焼限度濃度未満の雰囲気とすることから、感知器は防爆式ではなく通常の**アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器による異なる種類の感知器を組み合わせる**。
- 125V系蓄電池(3系統目)は、特定重大事故等対処施設の建屋に設置することから、中央制御室及び で監視できる設計とする。

消火設備

基本的な感知設備の設計方針は既設建屋と同じであり、各建屋、設備の状況に合わせて適切な消火設備を設置する。

- 125V系蓄電池(3系統目)は、 の専用の部屋に設置することから、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして、**固定式の自動消火設備を設置**する。
- 125系蓄電池(3系統目)は、電気設備であり水による消火が適さないことから、**電気絶縁性の高いハロンガスを用いた全域ハロン消火設備を設置**する。

2. 所内常設直流電源設備(3系統目)の基準適合性について(4/5)



- 設置許可基準規則 第五十七条の要求について、設備及び設置場所に対する考慮事項を以下のとおり整理する。

設置許可基準規則		設計基準対象施設	重大事故等対処施設			
		第33条第2項	第57条第1項 b) 【1系統目】	第57条第1項 c) 【2系統目】	第57条第2項 【3系統目】	第57条第1項 e) 【代替所内電気設備】
対象設備		<ul style="list-style-type: none"> 125V系蓄電池A系, B系, HPCS系 中性子モニタ用蓄電池A系, B系 	<ul style="list-style-type: none"> 125V系蓄電池A系, B系 	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型代替低圧電源車 可搬型整流器 	<ul style="list-style-type: none"> 125V系蓄電池(3系統目) 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急用125V系蓄電池
設備に対する考慮事項	多重性又は多様性	<ul style="list-style-type: none"> A系, B系及びHPCS系の多重化 	<ul style="list-style-type: none"> A系及びB系いずれの系統に対しても給電可能 	<ul style="list-style-type: none"> A系及びB系いずれの系統に対しても給電可能 	<ul style="list-style-type: none"> A系及びB系いずれの系統に対しても給電可能 	<ul style="list-style-type: none"> SA系に給電可能
	号炉間の共用	<ul style="list-style-type: none"> 共用しない設計 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
耐震性		<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと 弾性設計用地震動による地震力または静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、概ね弾性状態に留まる範囲で耐えられること 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれる恐れがないこと 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと 弾性設計用地震動による地震力または静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、概ね弾性状態に留まる範囲で耐えられること 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと
設置場所に対する考慮事項	地震	<ul style="list-style-type: none"> 適用される地震力に対して安全上支障がないことが確認された建屋に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 地震による周辺斜面の崩壊を受けない場所に適切に保管 	<ul style="list-style-type: none"> 適用される地震力に対して安全上支障がないことが確認された建屋に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	津波	<ul style="list-style-type: none"> 津波の影響を受けない場所に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	火災	<ul style="list-style-type: none"> 火災発生防止, 感知・消火及び影響軽減対策を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 火災発生防止, 感知・消火対策を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	溢水	<ul style="list-style-type: none"> 溢水による影響を考慮した設置高さ(場所)に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外に設置(分散配置) 	<ul style="list-style-type: none"> 溢水による影響を考慮した設置高さ(場所)に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	外部からの衝撃	<ul style="list-style-type: none"> 頑健性を確保した建屋に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外に設置(分散配置) 	<ul style="list-style-type: none"> 頑健性を確保した建屋に設置 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
位置的分散		<ul style="list-style-type: none"> A系, B系及びHPCS系の区画分離 	<ul style="list-style-type: none"> A系及びB系の区画分離 	<ul style="list-style-type: none"> A系, B系及びHPCS系と位置的分散 	<ul style="list-style-type: none"> A系, B系, HPCS系及び可搬型代替直流電源設備と位置的分散 	<ul style="list-style-type: none"> A系, B系及びHPCS系と位置的分散

2. 所内常設直流電源設備(3系統目)の基準適合性について(5/5)



➤ 技術的能力基準への適合性については、以下の設計とする。

- 「第10.1表 重大事故等対策における手順書の概要」に所内常設直流電源設備(3系統目)を用いた手順を反映
- 所内常設直流電源設備(3系統目)を用いた手順の有効性を確認(1.14に反映)
- 「第5.2-4表 大規模損壊発生時の対応操作一覧」に所内常設直流電源設備(3系統目)を用いた手順を反映

- アクセスルートの確保(屋内アクセスルートの確保)
既許可の内容から変更はなく, 問題ないことを確認(1.14にて確認)

- 手順書の整備, 教育及び訓練の実施並びに体制の整備
重大事故等発生時に的確かつ柔軟に対処できるよう, 手順書を整備し, 教育及び訓練を実施するとともに, 要員を確保する等の必要な体制を整備する。(1.14にて確認)

3. 所内常設直流電源設備(3系統目)の設備仕様



- 所内常設直流電源設備(3系統目)の125V系蓄電池(3系統目)は、既設の直流電源設備である125V系蓄電池A系・B系でも使用する制御弁式蓄電池を採用する。
- 125V系蓄電池(3系統目)の仕様は以下のとおり。

名称	仕様	
125V系蓄電池 (3系統目)	型式	鉛蓄電池
	組数	1
	容量	約6000Ah
	電圧	125V

制御弁式鉛蓄電池は、ベント型鉛蓄電池に比べて以下の点で優位性がある。

○1組での大容量実装が可能

制御弁式鉛蓄電池1組の最大容量の約3000Ahを採用しており、ベント型蓄電池の1組の最大容量(約2400Ah)以上となっている。1系統あたりの部品構成数が少なくなる事は全体の故障発生を小さくする優位性があることに加え、設置スペースの縮小が可能となる。なお、3000Ahを並列に接続することにより6000Ahとして使用している。

○エネルギー保持性能が高い

ベント型よりエネルギー保持特性が高く、自己放電率が高い。

○水素放出量が小さい

過充電時の水素放出量はベント型に比べて少ない。(必要換気量も約2割小さくする事が可能)

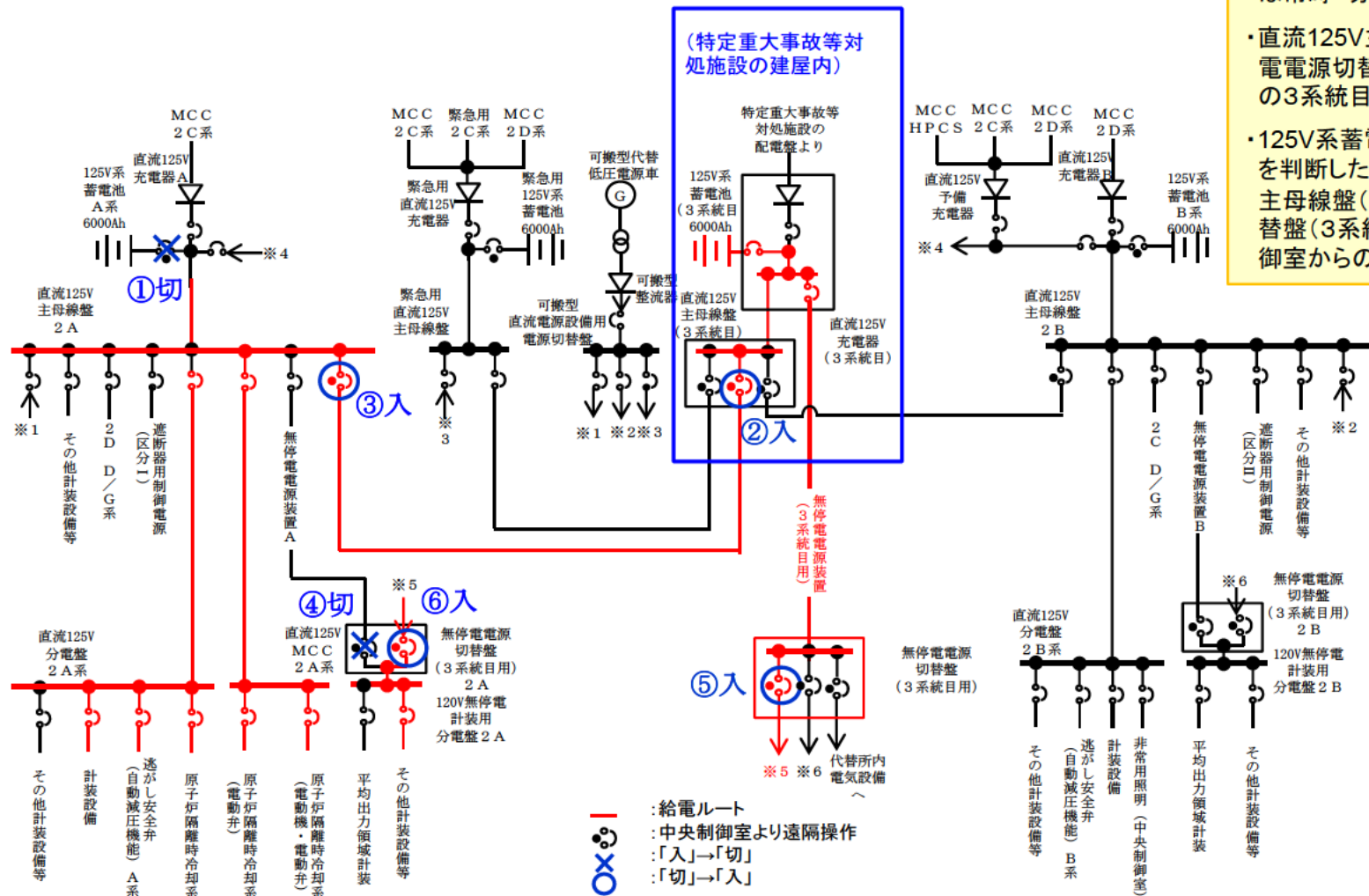
○不具合発生時の早期対応が可能

鉛蓄電池として生産流通で主流型となっており、故障時等の入替えや部品手配についてベント型より余裕がある。

4. 所内常設直流電源設備(3系統目)の電源系統図【操作手順】(A系統の場合)

- 所内常設直流電源設備(3系統目)は、特に高い信頼性(耐震性等)を確保するために、特定重大事故等対処施設の建屋内に設置する。電源切替操作は、中央制御室にて以下①～⑥の6箇所を実施。

- ・直流125V主母線盤(3系統目)及び無停電電源切替盤(3系統目用)のNFBは常時「切」
- ・直流125V主母線盤2A・2B及び無停電電源切替盤(3系統目用)2A・2Bの3系統目側電源側NFBは常時「切」
- ・125V系蓄電池(3系統目)の使用開始を判断した場合、速やかに直流125V主母線盤(3系統目)、無停電電源切替盤(3系統目用)等のNFBを中央制御室からの遠隔操作で投入する。



5. 所内常設直流電源設備(3系統目)の設置場所



- 所内常設直流電源設備(3系統目)は、地震、津波(敷地に遡上する津波を含む。)、溢水、火災、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた特定重大事故等対処施設の建屋内に配置する設計とする。
- 設計基準事故対処設備と同時に機能を損なうおそれがないようにディーゼル発電機及び所内常設直流電源設備と位置的分散を図る。さらに可搬型代替直流電源設備とも位置的分散を図る。

設備名称	設置場所	設置高さ
125V系蓄電池2A系	原子炉建屋付属棟	EL. +10.5m
125V系蓄電池2B系	原子炉建屋付属棟	EL. +8.2m
125V系蓄電池HPCS系	原子炉建屋付属棟	EL. +10.5m
125V系蓄電池(3系統目)		
2C・2Dディーゼル発電機	原子炉建屋付属棟	EL. +0.7m
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	原子炉建屋付属棟	EL. +0.7m
可搬型代替低圧電源車	可搬型重大事故等対処設備 保管場所(西側) 可搬型重大事故等対処設備 保管場所(南側) 予備機置場	EL. 約+23m EL. 約+25m EL. 約+8m
可搬型整流器	可搬型重大事故等対処設備 保管場所(西側) 可搬型重大事故等対処設備 保管場所(南側)	EL. 約+23m EL. 約+25m
(参考) 緊急用125V系蓄電池	原子炉建屋廃棄物処理棟	EL. +8.2m EL. +10.5m

6. 所内常設直流電源設備(3系統目)の容量根拠(1/2)



- 125V系蓄電池(3系統目)の容量については、全交流動力電源喪失(SBO)時に24時間以上にわたる直流電力の供給に必要な容量を以下のとおり算出し、それを上回る約6000Ahとした。

$$C = \frac{1}{L} \{K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + K_4 (I_4 - I_3)\}$$

$$= \frac{1}{0.8} \{24.32 \times 1208 + 24.31(252 - 1208) + 23.32(236 - 252) + 15.32(157 - 236)\}$$

$$= 5694\text{Ah}$$

1440分間給電での必要容量(Ah)	C	
保守率	L	0.8
容量換算時間	K ₁	24.32
	K ₂	24.31
	K ₃	23.32
	K ₄	15.32
負荷電流 (負荷容量の大きいB系記載)	I ₁	1208
	I ₂	252
	I ₃	236
	I ₄	157

(参考文献:「据置蓄電池の容量算出方法」(電池工業会規格SBA S 0601-2014))

125V系蓄電池(3系統目)の容量は、5694Ahを上回る約6000Ahを有しているため、24時間以上(1440分以上)の給電が可能である。

よって、負荷切離しを行わずに8時間(ただし、「負荷切離しを行わずに」には、中央制御室において簡易な操作で負荷の切り離しを行う場合を含まない。)、その後必要な負荷以外を切り離して16時間の合計24時間にわたり、重大事故等時の対応に必要な設備に電力の供給を行うことが可能である。

6. 所内常設直流電源設備(3系統目)の容量根拠(2/2)



- SBO時の負荷切り離し操作については、1時間に行うものは中央制御室から、8時間以降に行うものは現場から可能な設計とする。
- 125V系蓄電池(3系統目)の負荷電流(A)の積上げは以下のとおり。

負荷名称	負荷電流(A) (負荷容量の大きいB系を記載)				備考
	0~1分	1分~60分	60分~540分	540分~1440分	
メタルクラッド開閉装置遮断器制御電源	555	0	0	0	※1
パワーセンタ遮断器制御電源	154	0	0	0	※1
2D非常用ディーゼル発電機初期励磁	(200)	0	0	0	※1、2
中央制御室直流非常灯	15	15	15	15	
直流計測制御電源	120	120	120	66	※1
非常用ガス処理系・非常用ガス再循環系制御盤	50	0	0	0	
計測装置 (格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W、S/C)、原子炉圧力、原子炉水位 等)	16	16	16	16	
ATWS緩和設備用伝送器	3	3	3	0	※1
主蒸気逃がし安全弁	2	2	2	2	
非常用無停電電源装置B	(80)	(80)	(64)	(42)	※1、3、4
無停電電源装置(3系統目)	80	80	64	42	※1、3、4
安全パラメータ表示システム(SPDS)	16	16	16	16	
遠隔切替回路	8	0	0	0	
負荷余裕	189	0	0	0	
合計	1208	252	236	157	

└──┬──┘
└──┬──┘
└──┬──┘
└──┬──┘

I_1
 I_2
 I_3
 I_4

※1: SBO発生後、8時間以降に一部負荷の切離し

※2: メタルクラッド開閉装置及びパワーセンタ遮断器の引外しと重複がないため、最大値となるメタルクラッド開閉装置及びパワーセンタ遮断器引外しの数値を使用する。

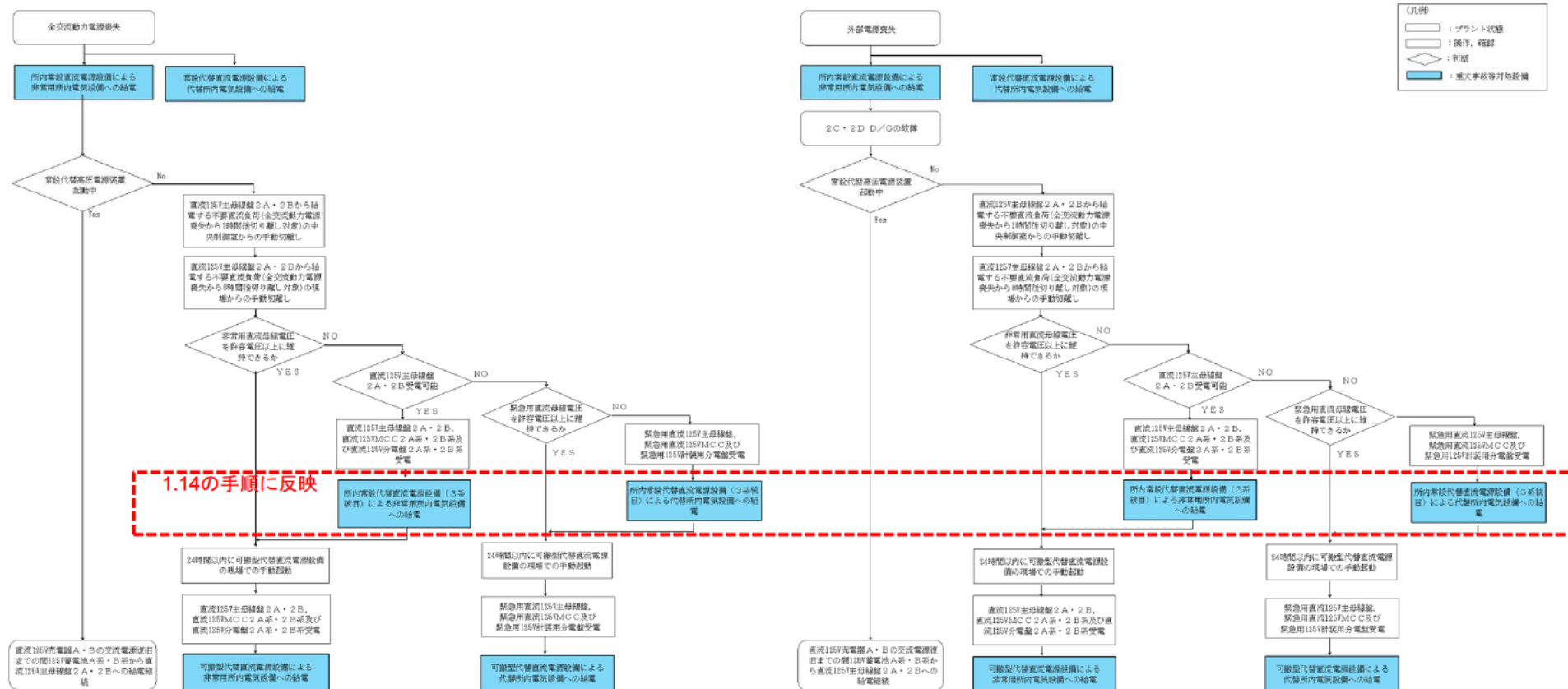
※3: SBO発生後、1時間以内に一部負荷の切離し

※4: 非常用無停電電源装置Bは、無停電電源装置(3系統目)と同時に使用することはないため、切替後の数値を使用する。

7. 所内常設直流電源設備(3系統目)の給電に対する優先順位



- 全交流電源喪失時, 直流負荷は125V系蓄電池A系・B系から自動給電される。交流動力電源設備が復旧できない場合は, 125V系蓄電池A系・B系により24時間以上にわたって給電が継続される。
- 125V系蓄電池A系・B系の機能が喪失した場合, 125V系蓄電池(3系統目)を使用する。なお, 可搬型代替直流電源設備の準備が完了した場合には, 同設備から給電することにより, 長期にわたる負荷への給電を可能とする。



8. 所内常設直流電源設備(3系統目)の特に高い信頼性について



- 所内常設直流電源設備(3系統目)の特に高い信頼性を確保するため、以下を考慮した設計としている。
 - ・所内常設直流電源設備(3系統目)の特に高い信頼性については、主として、基準地震動 S_s に対しその機能を失わないことに加え、弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とすることで、**重大事故等対処設備としての耐震性を向上し、特に高い信頼性を確保**する。
 - ・125V系蓄電池(3系統目)を**特定重大事故等対処施設の建屋内に設置**する設計とすることで、地震、津波(敷地に遡上する津波を含む。)、溢水、火災、外部からの衝撃による影響、既存のDB・SA設備との位置的分散等の考慮事項に確実に対応することで、高い信頼性を確保する。
 - ・**制御弁式鉛蓄電池**を採用することで、ベント型での蓄電池1組あたり最大容量(約2400Ah)以上の約3000Ahを実装(並列に接続することにより6000Ahとして使用)する設計としている。また、ベント型に比べて高いエネルギー保持性能、少ない水素排出量といった利点に加え、現在主流となる型式を採用することで、不具合対応時の部品供給の優位性といった利点も活用できる。