

資料2-1



高浜発電所第1、2号機
所内常設直流電源設備（3系統目）設置工事に係る
設計及び工事計画認可申請について

関西電力株式会社

2020年8月27日

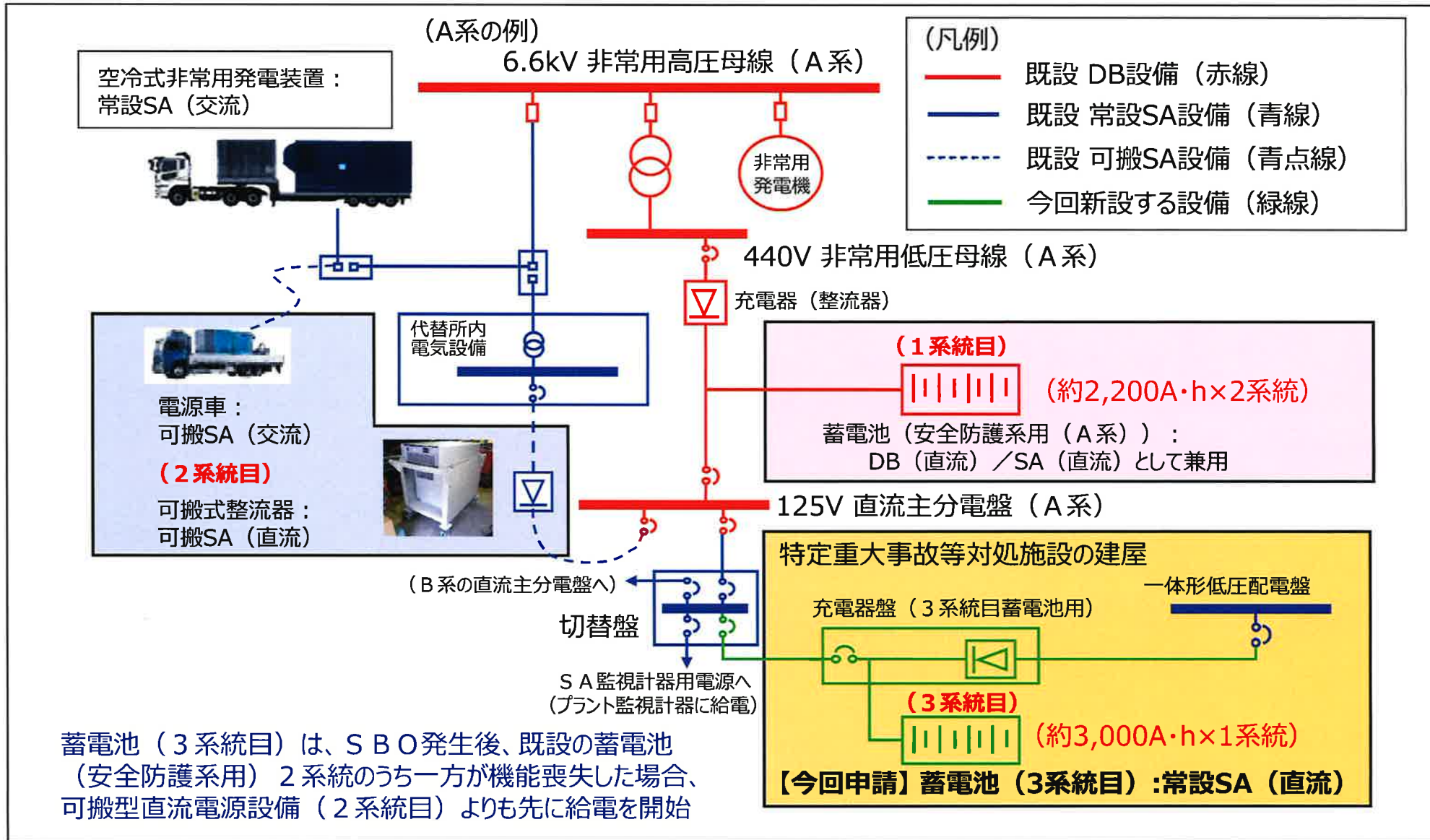


高浜発電所第1、2号機所内常設直流電源設備（3系統目）について、工事概要及び技術基準への適合性について説明する。

説明項目	ページ番号
1. 所内常設直流電源設備（3系統目）の概要	2
2. 所内常設直流電源設備（3系統目）設置工事の全体工程	3
3. 設計及び工事計画認可申請書の概要	4～6
4. 所内常設直流電源設備（3系統目）の基本設計	7
5. 所内常設直流電源設備（3系統目）の詳細設計	8～13
6. 技術基準規則適合のための設計方針等について	14～16

1. 所内常設直流電源設備（3系統目）の概要

所内常設直流電源設備（3系統目）の給電系統図



3. 設計及び工事計画認可申請書の概要（1 / 3）

（1）設計及び工事計画概要

高浜1号機及び2号機について、技術基準規則第72条に基づき、特に高い信頼性を有する所内常用直流電源設備（3系統目）として、蓄電池（3系統目）1系統を設置する。

蓄電池（3系統目）は、常設重大事故等対処設備として既設の蓄電池（安全防護系用）と同様の機能が要求されており、その**基本設計方針については平成28年6月10日付け原規規発第1606104号にて認可された工事計画と同様である。**ただし、**特に高い信頼性の要求に対して、既設設備との位置的分散や高い耐震性を確保する観点から特定重大事故等対処施設（以下、特重施設という。）の建屋等に設置する方針のため、地震、津波その他の自然現象等への対応については、令和2年2月20日付け原規規発第2002201号にて認可された特重施設の工事計画による**としている。

技術基準規則	技術基準規則の解釈
<p>（電源設備） 第七十二条 2 発電用原子炉施設には、第四十五条第一項の規定により設置される非常用電源設備及び前項の規定により設置される電源設備のほか、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するための常設の直流電源設備を施設しなければならない。</p>	<p>第72条（電源設備） 2 第2項に規定する「常設の直流電源設備」とは、以下に掲げる措置又はこれと同等以上の効果を有する措置を行うための設備とする。 a) <u>更なる信頼性を向上するため、負荷切り離し（原子炉制御室又は隣接する電気室等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。）を行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電気の供給を行うことが可能であるもう1系統の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）を整備すること。</u></p>

3. 設計及び工事計画認可申請書の概要（2 / 3）

(2) 工事計画（本文）等

所内常用直流電源設備（3系統目）設置工事について、今回の設計及び工事計画認可申請書（本文）の記載概要を以下に示す。具体的な申請内容については、7ページに示す。

施設の種類		本文の記載概要（既工認からの変更箇所）
その他発電用 原子炉の附属 施設	非常用電源設備	<p>蓄電池（3系統目）の要目表を追加</p> <p>基本設計方針の変更（個別項目）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「第2章 3.1常設直流電源設備」に所内常設直流電源設備（3系統目）として設置する蓄電池（3系統目）の設計方針を追加 ・「第2章 5.主要対象設備 表1 非常用電源設備の主要設備リスト」に蓄電池（3系統目）を追加 <p>基本設計方針の変更（共通項目）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「第1章 2.1地震による損傷の防止 第2.1.2表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類」に蓄電池（3系統目）を追加 ・「第1章 2.3外部からの衝撃による損傷の防止 2.3.1.3(1)a.竜巻」において、屋内の重大事故等対処設備の竜巻防護対策に位置的分散を考慮した配置を追加 ・「第1章 5.1.1.5環境条件等」において、重大事故等対処設備の設置場所に特重施設の建屋を追加
	火災防護設備	<p>基本設計方針の変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「第2章 1.1設計基準対象施設及び重大事故等対処施設」において、火災区域及び火災区画に特重施設の建屋等を追加。森林火災及び竜巻（風（台風）を含む。）からの防護対策に特重施設を追加。火災感知設備の電源及び監視場所に特重施設内の設備及び場所を追加。
	浸水防護施設	<ul style="list-style-type: none"> ・変更なし
各施設区分（全般）		<ul style="list-style-type: none"> ・2020/4/1の新検査制度施行に伴い、「工事の方法」を記載 「IV.設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」を記載

3. 設計及び工事計画認可申請書の概要 (3 / 3)

(3) 添付書類

実用炉規則別表第二に従い、以下の添付書類を添付している。主な添付書類の詳細については、8～13ページの「5. 所内常設直流電源設備（3系統目）の設計」にて説明をする。

添付書類		記載概要	ページ番号
資料 1	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	工事計画が設置許可の基本方針に従った設計であることを説明する。	-
資料 2	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	蓄電池（3系統目）の容量等の設定根拠について説明する。	8
資料 3	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	「多重性、多様性及び位置的分散」、「悪影響防止」、「環境条件等」並びに「操作性及び試験・検査性」について説明し、技術基準規則第54条（重大事故等対処設備）に適合していることを示す。	9,10
資料 4	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	火災発生防止、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行うことを説明し、技術基準規則第52条（火災による損傷の防止）に適合していることを示す。	11,12
資料 5	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	溢水の発生により要求される機能を損なうおそれがある場合に、 溢水防護対策その他の適切な処置を実施することを説明 し、技術基準規則第54条（重大事故等対処設備）に適合していることを示す。	13
資料 6	耐震性に関する説明書	技術基準規則第50条（地震による損傷の防止）に適合しており、また、第72条（電源設備）の特に高い信頼性の要求を受けて、 基準地震動Ss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に加え、弾性設計用地震動Sd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概ね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とすることについて説明 する。	13
資料 7	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	「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づき、 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画 、並びに、 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示す。	-

4. 所内常設直流電源設備（3系統目）の基本設計

（1）基本設計方針

主な変更箇所として、その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）の基本設計方針に、蓄電池（3系統目）からの電力供給に係る記載を追加している。具体的な追記内容は、以下の下線部のとおり。

3. 直流電源設備及び計器用電源設備

3. 1 常設直流電源設備

（略）

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所内常設直流電源設備（3系統目）として、蓄電池（3系統目）を使用する。

蓄電池（3系統目）は、充電器（3系統目蓄電池用）（400Aのものを1個）より、A直流母線へ、又はB直流母線へ、電力を供給できる設計とする。

この設備は、負荷切り離しを行わずに、24時間（ただし、「負荷切り離しを行わずに」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。）にわたり、電力の供給を行うことが可能な設計とする。

また、蓄電池（3系統目）及びその電路は、特に高い信頼性を有する直流電源設備とするため、基準地震動 S_s 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に加え、弾性設計用地震動 S_d 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、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

蓄電池（3系統目）を使用した直流電源は、蓄電池（3系統目）から直流主分電盤までの系統において独立した電路で系統構成することにより、蓄電池（安全防護系用）並びに電源車及び可搬式整流器を用いた電源系統に対して独立した設計とする。

蓄電池（3系統目）は、原子炉補助建屋内のディーゼル発電機及び蓄電池（安全防護系用）に対して、に設置することで位置的分散を図る設計とする。

また、蓄電池（3系統目）は、原子炉補助建屋から100m以上の離隔距離を確保した複数箇所に分散して保管する電源車及び原子炉補助建屋内の可搬式整流器を用いた可搬型直流電源設備に対して、に設置することで、位置的分散を図る設計とする。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. 所内常設直流電源設備（3系統目）の詳細設計（1／6）

(1) 蓄電池（3系統目）の容量設定根拠（添付資料2詳細、以下は1号の例）

蓄電池(3系統目)の必要容量は、全交流動力電源喪失時に必要な直流負荷へ電力を供給する容量を以下の通り算出し、3,000Ah/組とする。蓄電池(3系統目)の容量の算出にあたっては、A系よりも負荷の大きいB系により行うこととし、その負荷を第1表に示す。

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

$$= \frac{1}{0.8} \{23.90 \times 653 + 23.89 \times (433 - 653) + 22.92 \times (440 - 433) + 22.90 \times (58 - 440)\}$$

$$= 2,205Ah$$

第1表 蓄電池負荷積上げ(蓄電池(3系統目)) (単位:A)

負荷名称	0~10秒	10~60秒	1~59分	59~60分	60~1440分
3-1Bパワーセンタ(常用)	16.4	1.4	1.4	1.4	0.0
1B-ディーゼル発電機盤	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0
1B補助建屋直流分電盤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1変圧器室直流分電盤	20.0	4.0	4.0	4.0	0.0
1号機界磁遮断器引外し回路(Bトレイン)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0
1B-ディーゼル発電機界磁	68.0	1.0	1.0	1.0	0.0
1B電動補助FWP起動盤	29.4	29.4	2.0	2.0	0.0
1Bタービン動補助給水ポンプ起動盤	49.4	49.4	4.2	4.2	4.2
起動変圧器直流分電盤	20.0	4.0	4.0	4.0	4.0
メタクラ遮断器試験盤(2次系)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1B計器用電源	140.0	140.0	140.0	140.0	0.0
4-1Bメタクラ(常用)	34.0	69.0	4.0	4.0	0.0
1D計器用電源	140.0	140.0	140.0	140.0	0.0
1SA監視計器用電源	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
1B中央制御室直流分電盤	35.6	32.7	32.7	32.7	0.0
1B500kVリレー室直流分電盤	8.7	8.7	8.7	8.7	0.0
1-CRDF電磁ブレーキ盤(電源B)	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
直流主分電盤負荷遠隔停止操作盤(B側)	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0
1B1 500kVリレー室直流分電盤	16.8	16.8	16.8	16.8	0.0
直流非常灯分電盤	20.8	20.8	20.8	20.8	0.0
M/C・直流母線電圧変換器(B系)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合計(A)	652.3	570.4	432.8	439.6	57.4
評価に使用する電流値	653		433	440	58

C	: 1,440分間(24時間)給電での必要容量(Ah)	
L	: 保守率	=0.8
K ₁	: 容量換算時間(時)	=23.90
K ₂	: 容量換算時間(時)	=23.89
K ₃	: 容量換算時間(時)	=22.92
K ₄	: 容量換算時間(時)	=22.90
I ₁	: 負荷電流(A)	=653
I ₂	: 負荷電流(A)	=433
I ₃	: 負荷電流(A)	=440
I ₄	: 負荷電流(A)	=58

(参考文献:「据置蓄電池の容量算出法」
(SBA S 0601-2014))

以上より、蓄電池(3系統目)の容量は、2,205Ahを上回る3,000Ah/組とする。

5. 所内常設直流電源設備（3系統目）の詳細設計（2／6）

(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（添付資料3詳細）

a. 多様性及び位置的分散

所内常設直流電源設備（3系統目）は、設計基準事故対処設備と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、可能な限り多様性、独立性、位置的分散を考慮して適切な措置を講じた設計とする。

① 自然現象に対する考慮

【地震、地滑り、津波】

- ・ 所内常設直流電源設備（3系統目）が設置される特重施設の建屋等の地盤の評価及び耐震設計、耐津波設計については、特重施設の工事計画による。
- ・ 所内常設直流電源設備（3系統目）の耐震設計については、資料6「耐震性に関する説明書」に基づき実施する。

【風(台風)、落雷、生物学的事象】

- ・ 風(台風)、落雷及び生物学的事象に対して、損傷の防止が図られた特重施設の建屋内に設置する。

【竜巻、森林火災及び高潮】

- ・ 竜巻及び森林火災に対して、設計基準事故対処設備と位置的分散が図られた特重施設の建屋内に設置する。
- ・ 高潮に対して津波防護対策を行うことにより影響を受けない設計とする。

これらの設計については、特重施設の工事計画による。

② 外部人為事象に対する考慮

- ・ 航空機墜落による火災、火災の二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）、輸送車両の発火、漂流船舶の衝突及び飛来物（航空機落下）に対して、設計基準事故対処設備と位置的分散が図られた特重施設の建屋内に設置する。

これらの設計については、特重施設の工事計画による。

③ 火災、溢水に対する考慮

- ・ 資料4「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」、資料5「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に基づき実施する。

④ サポート系に対する考慮

- ・ サポート系として所内常設直流電源設備（3系統目）に供給される電力を考慮し、充電元となる電源は、設計基準事故対処設備と可能な限り異なる交流電源とする。

b. 悪影響防止

所内常設直流電源設備（3系統目）は、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。他の設備に悪影響を及ぼす要因としては、地震、火災、風（台風）及び竜巻並びに他の設備への系統的な影響を考慮する。

① 地震、火災による影響

- ・資料6「耐震性に関する説明書」、資料4「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」に基づき実施する。

② 風(台風)及び竜巻による影響

- ・設計基準事故対処設備と位置的分散が図られた特重施設の建屋内に設置することで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。設計については、特重施設の工事計画による。

③ 他の設備への系統的な影響(電氣的な影響を含む。)

- ・他の設備に悪影響を及ぼさないように、遮断器の操作によって、通常時の系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成及び系統隔離をすることにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

c. 環境条件等

所内常設直流電源設備（3系統目）は、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、荷重及びその他の使用条件において、その機能が有効に発揮できるよう、その設置（使用）場所に応じた耐環境性を有する設計とするとともに、操作が可能な設計とする。その他の使用条件として環境圧力、湿度による影響、電磁波による影響及び周辺機器等からの悪影響を考慮する。

d. 操作性及び試験・検査性

所内常設直流電源設備（3系統目）は、想定される重大事故等が発生した場合においても、操作環境、操作準備及び操作内容を考慮して確実に操作できる設計とする。また、健全性及び能力を確認するため、電圧測定が可能な設計とする。

(3) 火災防護対策（添付資料4詳細）

a. 火災区域及び火災区画の設定

- ・所内常設直流電源設備（3系統目）に係る火災区域及び火災区画の設定については、特重施設の工事計画による。

b. 火災の発生防止

① 所内常設直流電源設備（3系統目）の火災発生防止

- ・蓄電池を設置する火災区域又は火災区画（蓄電池室）は、水素濃度検知器を設置し、水素検知により警報を発する設計とする。また、蓄電池室は排気ファンによる機械換気を行う設計とし、換気空調設備が停止した場合には、警報を発する設計とする。
- ・蓄電池室には、発火源となる直流開閉装置やインバータを設置しない設計とする。
- ・電気系統は、過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により、故障回路を早期に遮断する設計とする。

② 不燃性材料又は難燃性材料の使用

- ・主要な構造材及び建屋の内装材は、不燃性材料又は同等の性能を有する材料、換気空調設備のフィルタは難燃性材料、屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油を内包しないものを使用する設計とする。
- ・所内常設直流電源設備（3系統目）に使用するケーブルは、難燃ケーブルを使用する設計とする。

③ 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止

- ・自然現象に対する火災発生防止対策として、避雷設備を設置する設計、耐震設計、森林火災から防護する設計、及び竜巻から防護する設計とする。

c. 火災の感知及び消火

- ・火災感知器は、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、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合せて設置する設計とする。

5. 所内常設直流電源設備（3系統目）の詳細設計（5／6）

- ・ 火災受信機盤は、中央制御室で常時監視でき、非常用電源からの受電も可能な設計とする。また、緊急時対策所及び特重施設内においても、監視できる設計とする。
- ・ 消火設備は、消火対象の特徴を考慮して、スプリンクラー又はガス消火設備等を設置する設計とする。**蓄電池室には全域ハロン消火設備を設置する設計**とする。各消火設備は、消防法施行令に基づく容量等を確保し、全交流動力電源喪失を想定した電源の確保を考慮した設計とする。
- ・ 所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備及び消火設備は、地震時及び地震後において基準地震動Ssによる地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする。

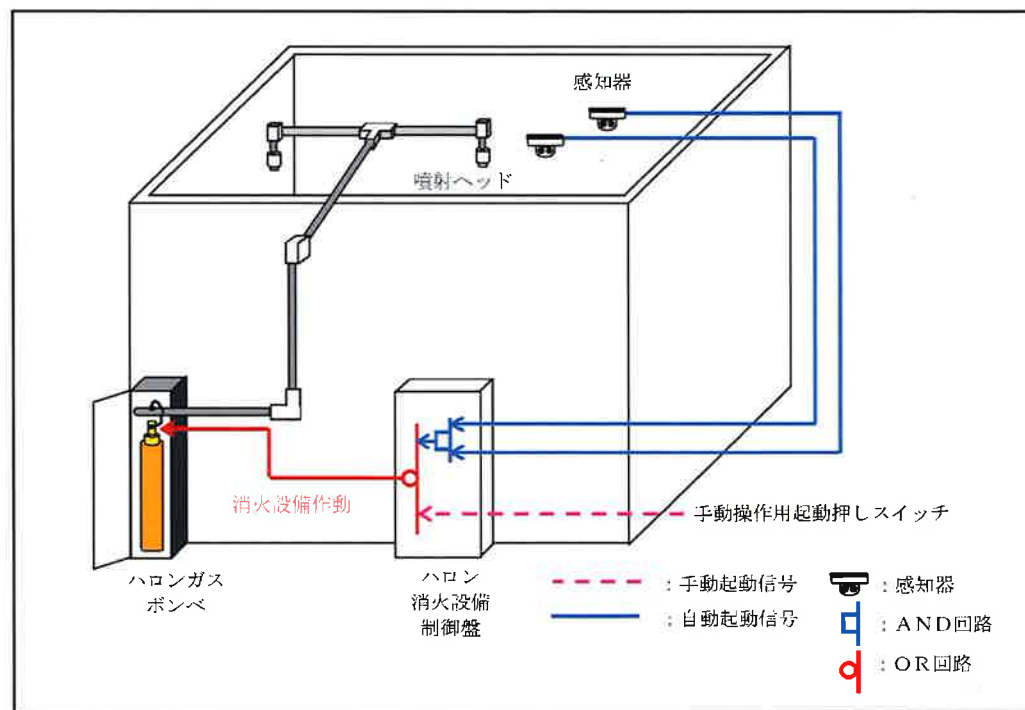


図1：全域ハロン消火設備構成図

（4）溢水防護対策（添付資料5詳細）

蓄電池（3系統目）及び充電器（3系統目蓄電池用）を防護すべき設備とし、溢水による機能影響を評価した。

① 溢水評価

- ・ 没水影響については、防護すべき設備を設置する溢水防護区画は溢水源がなく、溢水防護区画外からの溢水影響もないことから、防護すべき設備が没水して要求される機能を損なうおそれのないことを確認した。
- ・ 被水影響については、設計基準事故対処設備との配置も含めて位置的分散が図られており、要求される機能を損なうおそれはないことを確認した。
- ・ 蒸気影響については、防護すべき設備の設置場所に高エネルギー配管がない設計とするため、評価不要とした。

② 建屋外からの流入防止に関する溢水評価

- ・ 屋外タンクで発生する溢水の影響及び地下水による溢水への影響はない。

（5）耐震設計（添付資料6詳細）

① 蓄電池（3系統目）、充電器（3系統目蓄電池用）

基準地震動 S_s 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に加え、弾性設計用地震動 S_d 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、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計であるかを評価し、いずれも、応力の発生値は評価基準値を満足していることを確認した。

6. 技術基準規則適合のための設計方針等について（1 / 3）

	技術基準規則	基本設計方針（主な変更例を示す）	添付書類他について
<p>第50条 地震による損傷の防止（第1項）</p>	<p>一 常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）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こと。</p> <p>三 常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）基準地震動による地震力に対して重大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こと。</p>	<p>既工事計画の基本設計方針内の重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類の表に蓄電池（3系統目）を追加 第2. 1. 2表 重大事故等対処施設（主要設備）の設備分類 に「蓄電池（3系統目）」を追加（T1-II-3-11-41）</p>	<p>・耐震性に関する説明書 所内常設直流電源設備（3系統目）の設置に伴い、十分な耐震性を有することを確認した。</p>
<p>第52条 火災による損傷の防止（第1項）</p>	<p>一 火災の発生を防止するため、次の措置を講ずること。 イ 発火性又は引火性の物質を内包する系統の漏えい防止その他の措置を講ずること。 ロ 重大事故等対処施設には、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、次に掲げる場合は、この限りでない。 （1） 重大事故等対処施設に使用する材料が、代替材料である場合 （2） 重大事故等対処施設の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、重大事故等対処施設における火災に起因して他の重大事故等対処施設において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合 ハ 避雷設備その他の自然現象による火災発生を防止するための設備を施設すること。 ニ 水素の供給設備その他の水素が内部に存在する可能性がある設備にあつては、水素の燃焼が起きた場合においても重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう施設すること。 ホ 放射線分解により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講ずること。</p> <p>二 火災の感知及び消火のため、火災と同時に発生すると想定される自然現象により、火災感知設備及び消火設備の機能が損なわれることがないように施設すること。</p>	<p>既工事計画に蓄電池（3系統目）を設置する特定重大事故等対処施設の建屋等の情報を追加 建屋内、原子炉格納容器、アニュラス及び[]内の火災区域は、耐火壁により囲まれ、他の区域と分離されている区域を、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設並びに壁の配置を系統分離も考慮して、火災区域として設定する（T1-II-8-4-3-3）</p>	<p>・発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 所内常設直流電源設備（3系統目）の設置に伴い、火災発生防止、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が図られていることを確認した。</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

6. 技術基準規則適合のための設計方針等について（2 / 3）

技術基準規則	基本設計方針（主な変更例を示す）	添付書類他について
<p>第54条 重大事故等 対処設備 （第1、2 項）</p> <p>第1項 一 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こと。</p> <p>二 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こと。</p> <p>三 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必要な箇所の保守点検（試験及び検査を含む。）ができること。</p> <p>四 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つては、通常時に使用する系統から速やかに切り替えられる機能を備えること。</p> <p>五 工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないこと。</p> <p>六 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ずること。</p> <p>第2項 一 想定される重大事故等の収束に必要な容量を有すること。</p> <p>三 常設重大事故防止設備には、共通要因（設置許可基準規則第二条第二項第十八号に規定する共通要因をいう。以下同じ。）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、適切な措置を講ずること。</p>	<p>既工事計画に所内常設直流電源設備（3系統目）設置場所である特定重大事故等対処施設の建屋の記載を追加中央制御室内、原子炉補助建屋内、緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）内及び[]の重大事故等対処設備は、重大事故等時におけるそれぞれの場所の環境条件を考慮した設計とする。（T1-II-3-11-92）</p> <p>既工事計画に所内常設直流電源設備（3系統目）設置場所である特定重大事故等対処施設の建屋の記載を追加屋内の重大事故等対処設備は、竜巻による風圧力による荷重に対し、環境条件を考慮して竜巻による荷重により機能を損なわないように、重大事故等対処設備を内包する施設により防護する、若しくは位置的分散を考慮した配置により、機能を損なわない設計とすることを基本とする。（T1-II-3-11-54）</p>	<p>・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他 所内常設直流電源設備（3系統目）の設置に伴い、想定される重大事故等が発生した場合の使用条件等での健全性について確認した。</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

6. 技術基準規則適合のための設計方針等について (3 / 3)

技術基準規則		基本設計方針 (主な変更例を示す)	添付書類他について
第72条 電源設備 (第2項)	<p>発電用原子炉施設には、第四十五条第一項の規定により設置される非常用電源設備及び前項の規定により設置される電源設備のほか、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するための常設の直流電源設備を施設しなければならない。</p>	<p><u>既工事計画に所内常設直流電源設備 (3系統目) に関する記載を追加</u> 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所内常設直流電源設備 (3系統目) として、蓄電池 (3系統目) を使用する。(T1- II -8-1-4-4)</p>	<p>・単線結線図他 所内常設直流電源設備 (3系統目) が、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において、炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止する機能を有した常設の直流電源設備であることを確認した。</p>
第78条 準用 (第2項)	<p>原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令第四条から第十六条まで、第十九条から第二十八条まで及び第三十条から第三十五条までの規定は、重大事故等対処施設に施設する電気設備について準用する。</p> <p>(例：原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令 第4条) 電気設備は、感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。</p>	<p><u>既工事計画からの変更なし</u> 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に施設する電気設備 (以下、「電気設備」という。) は、感電又は火災のおそれがないように接地し、充電部分に容易に接触できない設計とする。(T1- II -3-11-110)</p>	<p>・基本設計方針のとおり</p>

・第8条 (立ち入りの防止)、第9条 (発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止)、第10条 (急傾斜地の崩壊の防止)、第13条 (安全避難通路等)、第47条 (警報装置等)、第49条 (重大事故等対処施設の地盤)、第51条 (津波による損傷の防止) についても、重大事故等対処設備に対する要求であり関係条文となるが、本工事計画において、既工事計画の適合性確認結果に影響を与えるものではない。

參考資料

所内常設直流電源設備 (3系統目) に関する2019年9月25日 発電用原子炉設置変更許可の概要

- 蓄電池 (3系統目) は、既設の直流電源設備である蓄電池 (安全防護系用) で採用されているベント形鉛蓄電池と同等の信頼性を有し、構造や性質が異なる制御弁式鉛蓄電池を採用する。
- 蓄電池 (3系統目) の仕様は以下のとおり。

名称	仕様	
蓄電池 (3系統目)	型式	鉛蓄電池
	組数	1
	容量	約3,000A・h
	電圧	143V (浮動充電時)

制御弁式鉛蓄電池は、ベント形鉛蓄電池に比べて以下の点で優位性がある。また、同じ鉛蓄電池であるが、構造や性質が異なるため多様性を図っているともいえる。

- 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3,000A・hを採用しており、ベント形蓄電池の 1組の最大容量 (約2,400A・h) 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。
- エネルギー保持性能が高い
ベント形よりエネルギー保持特性が高く、自己放電率が低い。
- 水素放出量が小さい
過充電時の水素放出量はベント形に比べて少ない。(必要換気量も 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
鉛蓄電池としての生産流通で主流型となっており、故障時等の入れ替えや部品手配についてベント形より余裕がある。

(参考) 発電用原子炉設置変更許可の概要 (2 / 5)

➤ 設置許可基準第57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】
対象設備		蓄電池（安全防護系用）	蓄電池（安全防護系用）	可搬式整流器	蓄電池（3系統目）
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系及びB系の多重化 ベント形鉛蓄電池 	<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 ベント形鉛蓄電池 	<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 可搬設備 	<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 制御弁式鉛蓄電池
	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
	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssによる地震力に対して、その安全機能が保持できること 弾性設計用地震動Sd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こと 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssによる地震力に対して、その安全性が保持できること 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssによる地震力に対して、その安全性が保持できること 	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動Ssによる地震力に対して、必要な機能が保持できること 弾性設計用地震動Sd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
	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
	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"> 火災発生防止及び感知・消火対策を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
	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"> 屋内に設置（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
	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"> 屋内に設置（分散配置） 	<ul style="list-style-type: none"> 頑健性を確保した建屋に設置
	位置的分散	<ul style="list-style-type: none"> A系及びB系の区画分離 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池（安全防護系用）と位置的分散 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池（安全防護系用）及び可搬式整流器と位置的分散

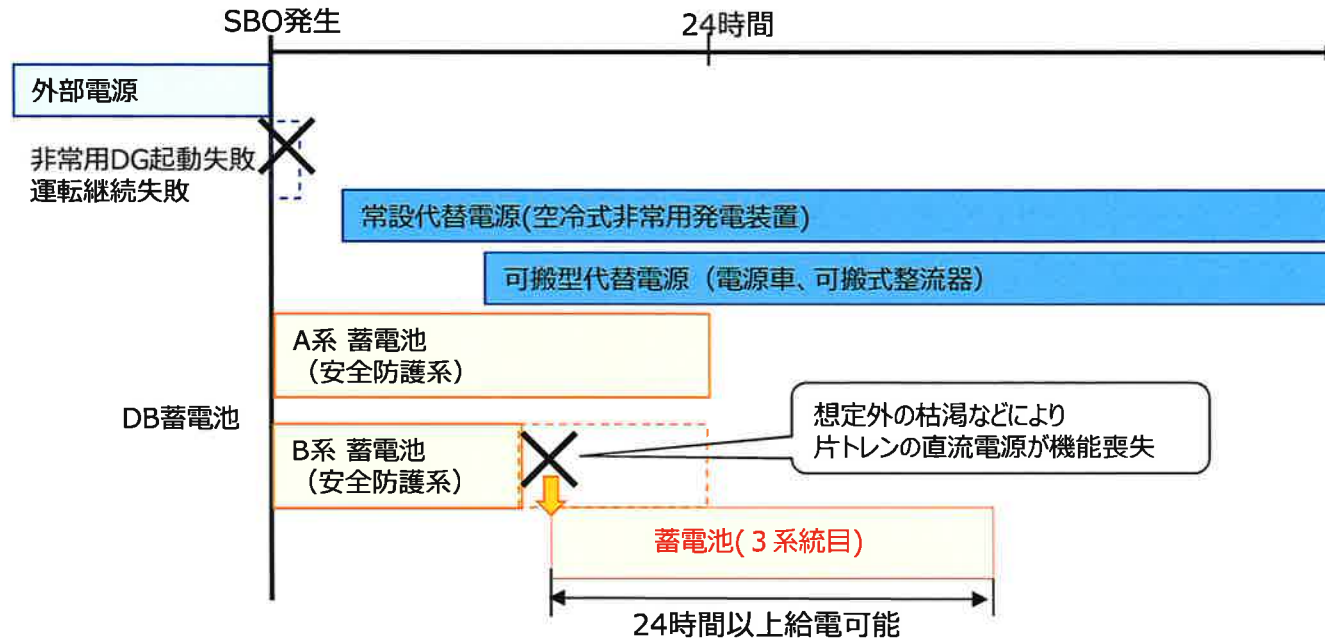
 : 特に高い信頼性

(参考) 発電用原子炉設置変更許可の概要 (4 / 5)

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

【基本的な運用想定】

- 蓄電池 (安全防護系用) 2系統のうち、1系統において、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。
- 給電開始から24時間に渡り給電可能となる。



<変更申請書>

➤本文十号、添付書類十 (手順)

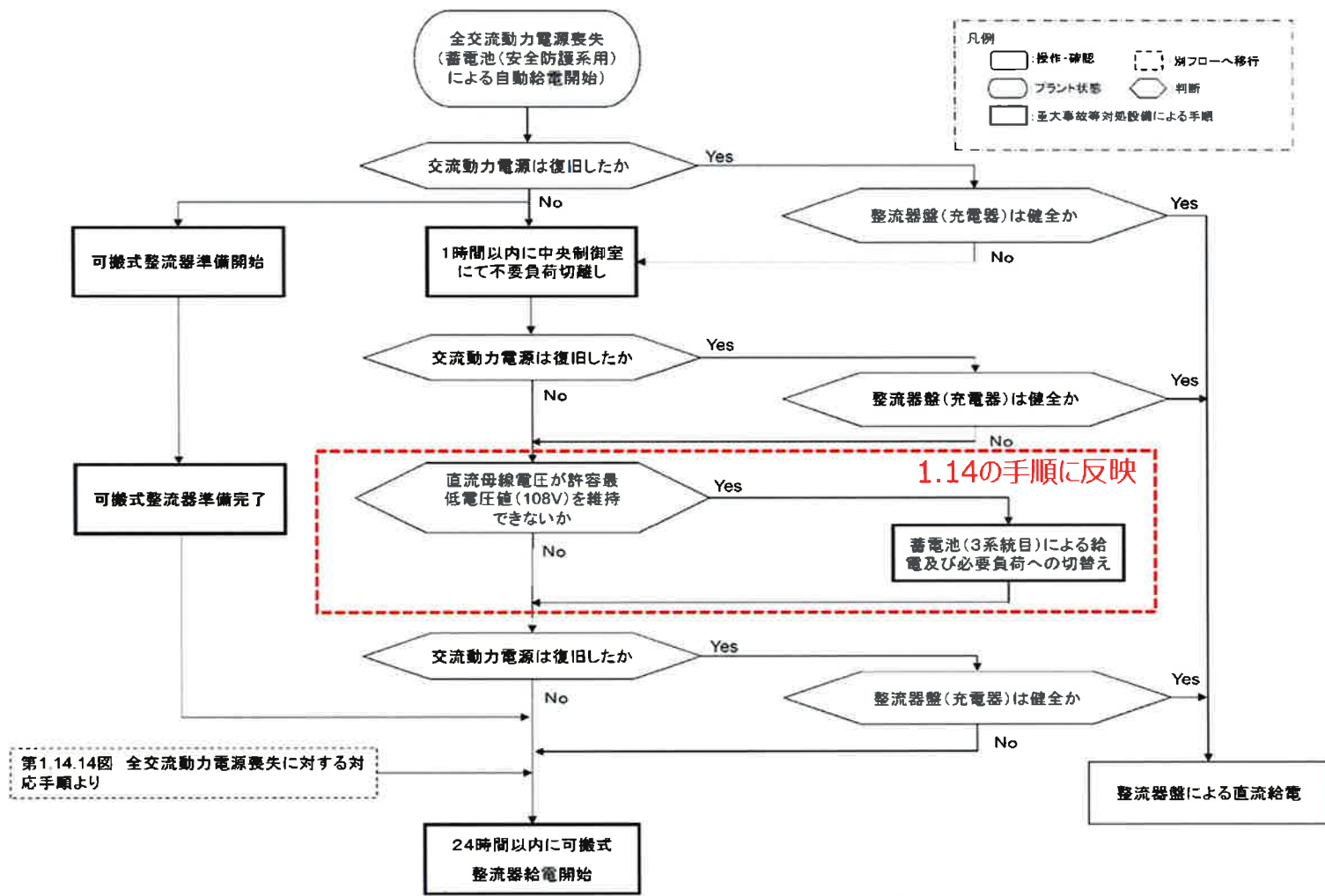
重大事故等防止技術的能力基準1.0、重大事故等防止技術的能力基準2.1

1.14電源等の手順、1.15事故時計装^{※1}

※1 : 電源の文言追加のみの修正

(参考) 発電用原子炉設置変更許可の概要 (5 / 5)

- 全交流動力電源喪失時、直流負荷は蓄電池（安全防護系用）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、蓄電池（安全防護系用）により、24時間以上にわたって給電が継続される。
- 蓄電池（安全防護系用）の機能が喪失した場合、蓄電池（3系統目）を使用する。なお、可搬式整流器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、長期にわたる直流負荷への給電を可能とする。

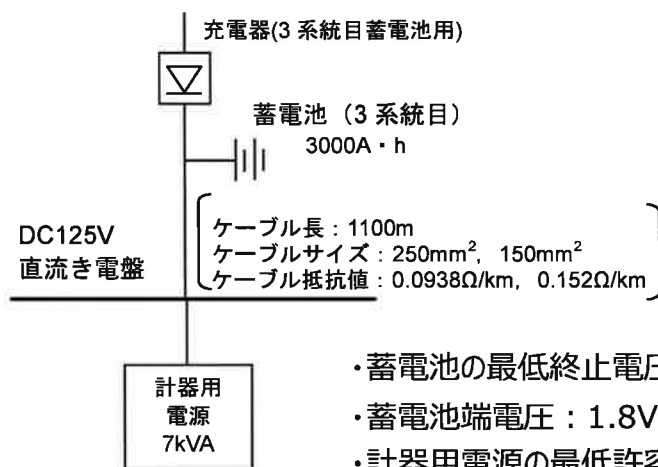


(参考) 蓄電池 (3系統目) 直流電路の電圧降下評価

- 蓄電池 (3系統目) の電圧は、電圧降下を考慮しても負荷の最低許容電圧に対して余裕のある設計とする。
- 蓄電池 (3系統目) の直流電路電圧降下計算ならびに評価結果を以下に示す。

○評価条件

- ・ 負荷電流 : SBO時に継続的に長期給電する負荷電流は、計器用電源の定格電流 (約50A) 、その他を含めて約70Aとする。
- ・ ケーブル長 : 配線予定総長は約1,100m (建屋外 約900m + 既設建屋内 約200m)
- ・ ケーブルサイズ : 建屋外 250sq×2条、既設建屋内 150sq×1条



【電圧降下の算出式】

$$\Delta V_{C1} = \frac{2 \times L \times R \times I}{1000} (V)$$

R : ケーブルの抵抗値 (Ω / km)

L : ケーブル巨長 (m)

I : 負荷電流 (A)

ΔV_{C1} : ケーブル内許容電圧降下 (V)

○電圧降下及び評価結果

- ・評価条件から電圧降下を計算すると以下のとおり約10.2Vとなる。

$$\Delta V_1 = \frac{2 \times 900 \times 0.0938 \times 70 \div 2}{1000} + \frac{2 \times 200 \times 0.152 \times 70}{1000} = 10.1654 \cong 10.2 (V)$$

- ・蓄電池端電圧115.2V > 負荷の最低許容電圧100V + 電圧降下10.2V = 110.2Vであることから、蓄電池 (3系統目) の電圧は、電圧降下分を考慮しても負荷の最低許容電圧に対して余裕のある設計である。

(参考) 本工事計画における技術基準規則の適合性について (1 / 2)

今回の設計及び工事計画認可申請における技術基準規則の適合性について下記の通り示す。

技術基準規則	考え方
(第8条) 立ち入りの防止	本工事計画は、立ち入りの防止が図られた区域内の特定重大事故等対処施設の建屋内に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、特定重大事故等対処施設の建屋における立ち入りの防止に関する設計は、既工事計画において、適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第9条) 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	本工事計画は、人の不法な侵入や不正アクセス行為等の防止が図られた区域内の特定重大事故等対処施設の建屋内に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、特定重大事故等対処施設の建屋における人の不法な侵入等の防止に関する設計は、既工事計画において、適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第10条) 急傾斜地の崩壊の防止	本工事計画は、急傾斜地崩壊危険区域でない地域に設置されている特定重大事故等対処施設の建屋内に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、特定重大事故等対処施設の建屋における急傾斜地の崩壊の防止に関する設計は、既工事計画において、適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第13条) 安全避難通路等	本工事計画は、安全避難通路等が設定された特定重大事故等対処施設の建屋内に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、所内常設直流電源設備（3系統目）設置に伴い、特定重大事故等対処施設の建屋内の安全避難通路等に関する設計を変更するものではなく、既工事計画において適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第47条) 警報装置等	本工事計画は、警報装置等が設定された特定重大事故等対処施設の建屋内に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、所内常設直流電源設備（3系統目）設置に伴い、特定重大事故等対処施設の建屋内の警報装置等に関する設計を変更するものではなく、既工事計画において適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。

(参考) 本工事計画における技術基準規則の適合性について (2 / 2)

今回の設計及び工事計画認可申請における技術基準規則の適合性について下記の通り示す。

技術基準規則	考え方
(第49条) 重大事故等対処施設の地盤	本工事計画は、十分な支持性能を持つ地盤に設置されている特定重大事故等対処施設の建屋に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、特定重大事故等対処施設の建屋を設置する地盤の支持性能は、既工事計画において適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第50条) 地震による損傷の防止	所内常設直流電源設備（3系統目）が、地震による損傷の防止が図られた設計であることを確認する必要があるため、工事の内容（本申請内容）に関連し、技術基準に適合していることを確認した。
(第51条) 津波による損傷の防止	本工事計画は、津波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に所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する工事であり、津波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の設計は、既工事計画において適合性が確認された状態と同じであり、適合性が確認された内容を変更するものではないことは明らかである。
(第52条) 火災による損傷の防止	所内常設直流電源設備（3系統目）が、火災による損傷の防止が図られた設計であることを確認する必要があるため、工事の内容（本申請内容）に関連し、技術基準に適合していることを確認した。
(第54条) 重大事故等対処設備	所内常設直流電源設備（3系統目）が、重大事故等対処設備としての機能を有する設計であることを確認する必要があるため、工事の内容（本申請内容）に関連し、技術基準に適合していることを確認した。
(第72条) 電源設備	所内常設直流電源設備（3系統目）が、電源設備に該当するため、工事の内容（本申請内容）に関連し、技術基準に適合していることを確認した。
(第78条) 準用	所内常設直流電源設備（3系統目）が、原子力発電工作物に係る電気設備に該当し、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」への適合性を確認する必要があるため、工事の内容（本申請内容）に関連し、技術基準に適合していることを確認した。

(参考) 技術基準規則第54条及び第72条に基づく設計の整理 (1 / 3)

凡例 ○：該当 -：該当しない

所内常設直流電源設備（3系統目）に係る基本設計方針 （4 非常用電源設備の基本設計方針、適用基準及び適用規格（1）基本設計方針より）	第54条 該当項目 （主な記載）	第72条第2項該当項目		備考
		電気の 供給	特に高い 信頼性	
・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所内常設直流電源設備（3系統目）として、蓄電池（3系統目）を使用する。	-	○	○	
・蓄電池（3系統目）は、充電器（3系統目蓄電池用）（400A のものを1個）より、A 直流母線へ、又は B 直流母線へ、電力を供給できる設計とする。	○ (規則第2項 第1号)	○ (容量)	-	
・この設備は、負荷切り離しを行わずに、24 時間（ただし、「負荷切り離しを行わずに」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。）にわたり、電力の供給を行うことが可能な設計とする。	○ (規則第2項 第1号)	○ (容量)	-	
・また、蓄電池（3系統目）及びその回路は、特に高い信頼性を有する直流電源設備とするため、基準地震動Ss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に加え、弾性設計用地震動Sd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、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。	○ (規則第1項 第1号)	-	○	特に高い信頼性として、SA設備に要求されるSs地震動評価に加え、弾性評価も実施
・蓄電池（3系統目）を使用した直流電源は、蓄電池（3系統目）から直流主分電盤までの系統において独立した回路で系統構成することにより、蓄電池（安全防護系用）並びに電源車及び可搬式整流器を用いた電源系統に対して独立した設計とする。	○ (規則第2項 第3号)	○ (もう一系統の 電源)	-	本申請による新設範囲は蓄電池（3系統目）から切替盤までの回路。切替盤から直流主分電盤までの回路の独立は既工認にて審査済。
・蓄電池（3系統目）は、原子炉補助建屋内のディーゼル発電機及び蓄電池（安全防護系用）に対して、 <input type="text"/> に設置することで、位置的分散を図る設計とする。	○ (規則第2項 第3号)	-	○	特に高い信頼性として <input type="text"/> に設置し、位置的分散を強化
・また、蓄電池（3系統目）は、原子炉補助建屋から100m 以上の離隔距離を確保した複数箇所に分散して保管する電源車及び原子炉補助建屋内の可搬式整流器を用いた可搬型直流電源設備に対して、 <input type="text"/> に設置することで、位置的分散を図る設計とする。	○ (規則第3項 第5号)	-	-	可搬SA設備は、常設SA設備と異なる場所に保管が必要（常設SA設備の後設置となるため、方針記載）
・電源車及び可搬式整流器を使用した直流電源は、空冷式のディーゼル発電機を使用し、原子炉補助建屋内の蓄電池（安全防護系用）及び <input type="text"/> の蓄電池（3系統目）に対して、電源車は原子炉補助建屋から100m 以上の離隔距離を確保した複数箇所に分散して保管し、可搬式整流器は原子炉補助建屋内の異なる区画に分散して保管することで、多様性及び位置的分散を図る設計とする。	○ (規則第3項 第5号)	-	-	可搬SA設備は、常設SA設備と異なる場所に保管が必要

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考) 技術基準規則第54条及び第72条に基づく設計の整理 (2 / 3)

凡例 ○：該当 -：該当しない

所内常設直流電源設備（3系統目）に係る基本設計方針 (資料3 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より、地震・津波・溢水・火災を除く)	第54条 該当項目 (主な記載)	第72条該当項目		備考
		電気の 供給	特に高い 信頼性	
2. 基本方針 2.1 多様性及び位置的分散 (1) 自然現象 b. 風（台風）、竜巻、落雷、生物学的事象、森林火災及び高潮 ・風（台風）、落雷及び生物学的事象に対して、これらの自然事象による損傷の防止が図られた[]に設置する。	○ (規則第2項第3号)	-	-	
・竜巻及び森林火災に対して、設計基準事故対処設備を設置若しくは保管する建屋と位置的分散が図られた[]に設置する。	○ (規則第2項第3号)	-	○	特に高い信頼性として、 []に設置し、位置的分散を強化
・高潮に対して津波防護対策を行うことにより影響を受けない設計とする。	○ (規則第2項第3号)	-	-	
(2) 外部人為事象 a. 航空機墜落による火災、火災の二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）、輸送車両の発火、漂流船舶の衝突及び飛来物（航空機落下） ・設計基準事故対処設備を設置若しくは保管する建屋と位置的分散が図られた[]に設置する。	○ (規則第2項第3号)	-	○	特に高い信頼性として、 []に設置し、位置的分散を強化
(5) サポート系 ・サポート系として所内常設直流電源設備（3系統目）に供給される電力を考慮し、充電元となる電源は、設計基準事故対処設備と可能な限り異なる交流電源とする。	○ (規則第2項第3号)	-	-	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考) 技術基準規則第54条及び第72条に基づく設計の整理 (3 / 3)

凡例 ○：該当 -：該当しない

所内常設直流電源設備（3系統目）に係る基本設計方針 （資料3 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より、地震・津波・溢水・火災を除く）	第54条 該当項目 （主な記載）	第72条該当項目		備考
		電気の 供給	特に高い 信頼性	
2.2 悪影響防止 (3) 風（台風）及び竜巻による影響 ・所内常設直流電源設備（3系統目）は、設計基準事故対処設備を設置若しくは保管する建屋と位置的分散が図られた に設置することで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。	○ (規則第1項第5号)	-	-	
(4) 他の設備への系統的な影響（電気的な影響を含む。） ・所内常設直流電源設備（3系統目）は、他の設備に悪影響を及ぼさないように、遮断器の操作によって、通常時の系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成及び系統隔離をすることにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。	○ (規則第1項第4号, 第5号)	-	-	
2.3 環境条件等 環境条件については、技術基準規則第54条第1項第1号、第6号に基づき、所内常設直流電源設備（3系統目）は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。	○ (規則第1項第1号, 第6号)	-	-	
2.4 操作性及び試験・検査性 操作性及び試験・検査性については、技術基準規則第54条第1項第2号、第3号、第4号に基づき、所内常設直流電源設備（3系統目）は、確実に操作できる設計とする。	○ (規則第1項第2号, 第3号,第4号)	-	-	