

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	DB14 r. 4. 0
提出年月日	令和4年8月5日

## 泊発電所3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について  
(設計基準対象施設等)

第14条 全交流動力電源喪失対策設備

令和4年8月  
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 第14条：全交流動力電源喪失対策設備

### <目 次>

#### 1. 基本方針

- 1.1 要求事項の整理
- 1.2 追加要求事項に対する適合性
  - (1) 位置、構造及び設備
  - (2) 安全設計方針
  - (3) 適合性説明
- 1.3 気象等
- 1.4 設備等（手順等含む）

#### 2. 全交流動力電源喪失対策設備

- 2.1 概要
- 2.2 蓄電池（非常用）の配置について
- 2.3 蓄電池（非常用）の容量について
  - 2.3.1 蓄電池（非常用）（トレンA）
  - 2.3.2 蓄電池（非常用）の給電時間評価（トレンA）
  - 2.3.3 蓄電池（非常用）（トレンB）
  - 2.3.4 蓄電池（非常用）の給電時間評価（トレンB）
- 2.4 必要な直流設備について
- 2.5 計測制御用電源設備の構成
- 2.6 蓄電池（非常用）の保守について

#### (参考資料)

1. 蓄電池の容量算出方法
2. 代替非常用発電機による代替電源（交流）からの給電
3. 所内常設蓄電式直流電源設備
4. 保守率選定の考え方

#### 3. 技術的能力説明資料

別添 技術的能力説明資料

## < 概 要 >

1 . において、設計基準事故対処設備の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する泊発電所 3 号炉における適合性を示す。

2 . において、設計基準事故対処設備について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

3 . において、追加要求事項に適合するための技術的能力（手順等）を抽出し、必要となる運用対策等を整理する。

## 1. 基本方針

### 1.1 要求事項の整理

全交流動力電源喪失対策設備について、設置許可基準規則第 14 条及び技術基準規則第 16 条において、追加要求事項を明確化する（表 1）。

表 1 設置許可基準規則第 14 条及び技術基準規則第 16 条 要求事項

設置許可基準規則 第 14 条 (全交流動力電源喪失対策設備)	技術基準規則 第 16 条 (全交流動力電源喪失対策設備)	備考
<p>発電用原子炉施設には、<u>全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作すること</u>ができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備 (安全施設に属するものに限る。) を設けなければならぬ。</p>	<p>発電用原子炉施設には、<u>全交流動力電源喪失時から重大事故等 (重大事故に至るおそれがある事故 (運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。以下同じ。)) 又は重大事故をいう。以下同じ。)) に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備を施設しなければならぬ。</u></p>	<p>追加要求事項</p>

## 1.2 追加要求事項に対する適合性

### (1) 位置, 構造及び設備

#### (3) その他の主要な構造

(i) 本原子炉施設は、(1)耐震構造、(2)耐津波構造に加え、以下の基本の方針のもとに安全設計を行う。

##### a. 設計基準対象施設

#### (i) 全交流動力電源喪失対策設備

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分に対し、十分長い間、原子炉を安全に停止し、かつ、原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性の確保のための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池（非常用）を設ける設計とする。

【説明資料(2.1) (2.3)】

### (2) 安全設計方針

#### 1. 安全設計

##### 1.1 安全設計の方針

###### 1.1.1 基本の方針

###### 1.1.1.12 全交流動力電源喪失対策設備

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間に対し、十分長い間、原子炉を安全に停止し、かつ、原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池（非常用）を設ける設計とする。

【説明資料(2.1) (2.3)】



### (3) 適合性説明

#### 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備

発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間に対し、十分長い間、原子炉停止系の動作により原子炉を安全に停止し、1次冷却系においては1次冷却材の自然循環、2次冷却系においてはタービン動補助給水ポンプ及び主蒸気安全弁の動作により一定時間冷却を行えたとともに原子炉格納容器の健全性を確保するための工学的安全施設が動作することができるよう、制御電源の確保等これらの設備に必要な容量を有する蓄電池（非常用）を設ける設計とする。

【説明資料(2.1) (2.3)】

### 1.3 気象等

(該当なし)

### 1.4 設備等（手順等含む）

#### 5.11.2 設計方針

##### (9) 補助給水設備

補助給水設備を設け、主給水管破断時等、通常の給水設備の機能が失われた場合でも、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱を除去できる設計とする。補助給水ポンプは、電動補助給水ポンプ2台とタービン動補助給水ポンプ1台で構成し電動補助給水ポンプは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続する等、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性又は多様性及び独立性を有する設計とする。なお、タービン動補助給水ポンプは、全交流動力電源喪失時にも主蒸気安全弁の動作とあいまって、重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、原子炉停止後の冷却ができる設計とする。

#### 5.11.3.4 給水設備

##### (6) 補助給水設備

###### a. タービン動補助給水ポンプ

タービン動補助給水ポンプは、全交流動力電源喪失時、すなわち、外部電源及び非常用所内交流電源の喪失並びに制御用圧縮空気設備及び原子炉補機冷却水設備の機能が喪失した場合においても、主蒸気管から分岐した蒸気で駆動され、蒸気発生器へ給水できる。また、タービン動補助給水ポンプの運転に必要な弁等は蓄電池（非常用）を電源としており、中央制御盤から操作及び監視を行うことができる。

本原子炉施設の所内動力用電源は、外部電源として電力系統に接続される275kV送電線4回線の他に、非常用所内電源としてディーゼル発電機設備を2系列設けているので、全交流動力電源喪失は極めて少ないと考えられる。仮に、全交流動力電源が喪失した場合には、1次冷却材ポンプ電源電圧低等の信号により、原子炉は自動的に停止する。

また、原子炉停止後の炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱は、重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、1次冷却設備においては1次冷却材の自然循環、2次冷却設備においては主蒸気安全弁の動作及びタービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水により除去され、原子炉の冷却を確保できる。

なお、安全保護系及びタービン動補助給水ポンプの作動並びに中央制御盤における運転監視に必要な電源は、全交流動力電源喪失時にも蓄電池（非常用）から給電するので、重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、枯渇することはない。



以上のことから、重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、全交流動力電源の喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる。

タービン動補助給水ポンプは以下の場合に自動起動する。

- (a) 3基のうちいずれか2基の蒸気発生器水位低
- (b) 常用高圧3母線のいずれか2母線の電圧低

【説明資料(2.1) (2.3)】

## 10.1 非常用電源設備

### 10.1.2 設計方針

#### 10.1.2.2 全交流動力電源喪失

原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間に対し、十分長い間、原子炉を安全に停止し、かつ、原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池（非常用）を設ける設計とする。

【説明資料(2.1) (2.3)】

### 10.1.3 主要設備

#### 10.1.3.4 直流電源設備

直流電源設備は、第10.1.3図に示すように、蓄電池（非常用）2組に加え、蓄電池（常用）2組の合計4組のそれぞれ独立した蓄電池、充電器、直流コントロールセンタ等で構成し、蓄電池（非常用）2組のいずれの1組が故障しても残りの系統でプラントの安全性を確保する。また、これらは、多重性及び独立性を確保することにより、共通要因により同時に機能が喪失することのない設計とする。直流母線は125Vであり、うち蓄電池（非常用）2組の電源の負荷は、工学的安全施設等の開閉器作動電源、電磁弁、計測制御用電源設備（無停電電源装置）等である。

4組の蓄電池は、据置型蓄電池で独立したものであり、蓄電池（非常用）2組は非常用低圧母線に接続された充電器で浮動充電する。

また、蓄電池（非常用）の容量は1組当たり約2,400 Ahであり、原子炉を安全に停止し、かつ、原子炉の停止後に炉心を一定時間冷却するための設備が動作するとともに原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの動作に必要な容量を有している。

この容量は、例えば、原子炉が停止した際に遮断器の開放動作を行うメタルクラッド開閉装置（約50A）、原子炉停止後の炉心冷却のためのタービン動補助給水ポンプ起動盤（タービン動補助給水ポンプ非常用油ポンプ、タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口

弁等) (約170A)、原子炉の停止、冷却、原子炉格納容器の健全性を確認できる計器に電力供給を行う計測制御用電源設備(無停電電源装置)(約290A)及びその他制御盤の待機電力等(約170A)の負荷へ電力供給を行った場合においても、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間に対し、1時間以上電力供給が可能な容量である。

【説明資料(2.1)(2.3)(2.4)】

#### 10.1.3.5 計測制御用電源設備

計測制御用電源設備は、第10.1.4図に示すように非常用として計装用交流母線8母線、また、常用として計装用交流母線8母線及び計装用後備母線5母線で構成し、母線電圧は100Vである。

非常用の計測制御用電源設備は、非常用低圧母線と非常用直流母線に接続する無停電電源装置等で構成する。

無停電電源装置は、外部電源喪失及び全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間においても、直流電源設備である蓄電池(非常用)から直流電力が供給されることにより、無停電電源装置内の変換器を介し直流を交流へ変換し、非常用の計装用交流母線に対し電力供給を確保する。そのため、炉外核計装の監視による原子炉の安全停止状態の確認、1次冷却材温度等の監視による原子炉の冷却状態の確認、及び原子炉格納容器圧力、格納容器内温度の監視による原子炉格納容器の健全性の確認を可能とする。

原子炉保護設備等の重要度の特に高い安全機能を有する設備に関する負荷は、非常用の計装用交流母線に接続する。多重チャンネル構成の原子炉保護設備への給電は、チャンネルごとに分けて分離及び独立性を持たせる。

なお、非常用の計装用交流母線のうち4母線は、計装用後備変圧器からも受電できる。

【説明資料(2.1)(2.5)】

#### 10.1.4 主要仕様

メタルクラッド開閉装置、パワーコントロールセンタ、ディーゼル発電機設備、直流電源設備及び計測制御用電源設備の主要仕様を第10.1.1表から第10.1.5表に示す。

#### 10.1.5 試験検査

##### 10.1.5.2 蓄電池(非常用)

蓄電池(非常用)は、定期的に電解液面の検査と補水、電解液の比重とセル電圧の測定及び浮動充電電圧の測定を行い、健全性を確認する。

【説明資料(2.6)】

#### 10.1.6 手順等

- (1) 電気設備に要求される機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (2) 電気設備に係る保守管理に関する教育を実施する。

【別添】

第10.1.4表 直流電源設備の主要仕様

- (1) 非常用
  - a. 蓄電池
    - 型式 鉛蓄電池
    - 組数 2
    - 容量 約2,400Ah (1組当たり)
    - 電圧 約130V
  - b. 充電器
    - 型式 サイリスタ整流装置
    - 台数 2
    - 充電方式 浮動 (常時)
  
- (2) 常用
  - a. 蓄電池
    - 型式 鉛蓄電池
    - 組数 2
    - 容量 約2,000Ah (1組当たり)
    - 電圧 約130V
  - b. 充電器
    - 型式 サイリスタ整流装置
    - 台数 2
    - 充電方式 浮動 (常時)
  - c. 予備充電器
    - 型式 サイリスタ整流装置
    - 台数 1
    - 充電方式 浮動
  
- (3) 直流コントロールセンタ
  - 型式 屋内用鋼板製自立形抽出式
  - 台数 4
  - 母線容量 約600A (非常用) × 2台  
約800A (常用) × 2台



第10.1.5表 計測制御用電源設備の主要仕様

(1) 非常用

a. 計装用インバータ（無停電電源装置）

型式 静止型インバータ

台数 4

容量 約25kVA（1台あたり）

電圧 100V

(2) 常用

a. 計装用インバータ（無停電電源装置）

型式 静止型インバータ

台数 3

容量 約60kVA（1台あたり）

電圧 100V

b. 計装用定電圧装置

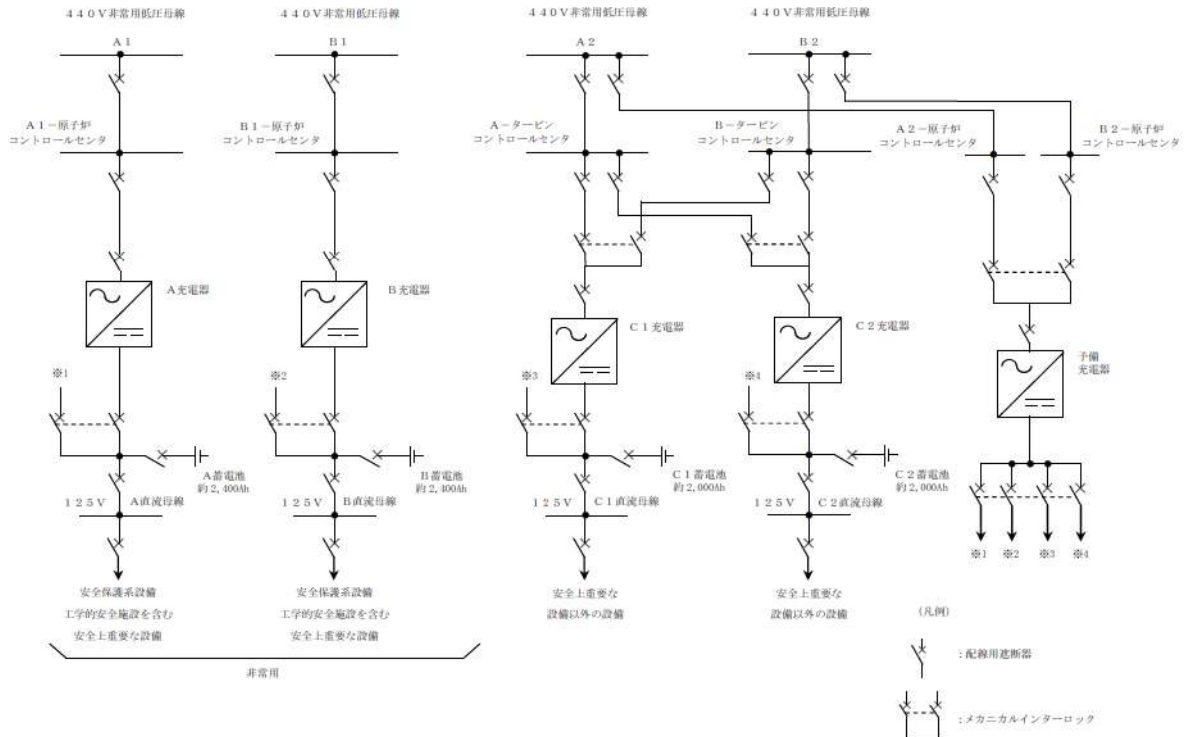
型式 静止型インバータ

台数 2

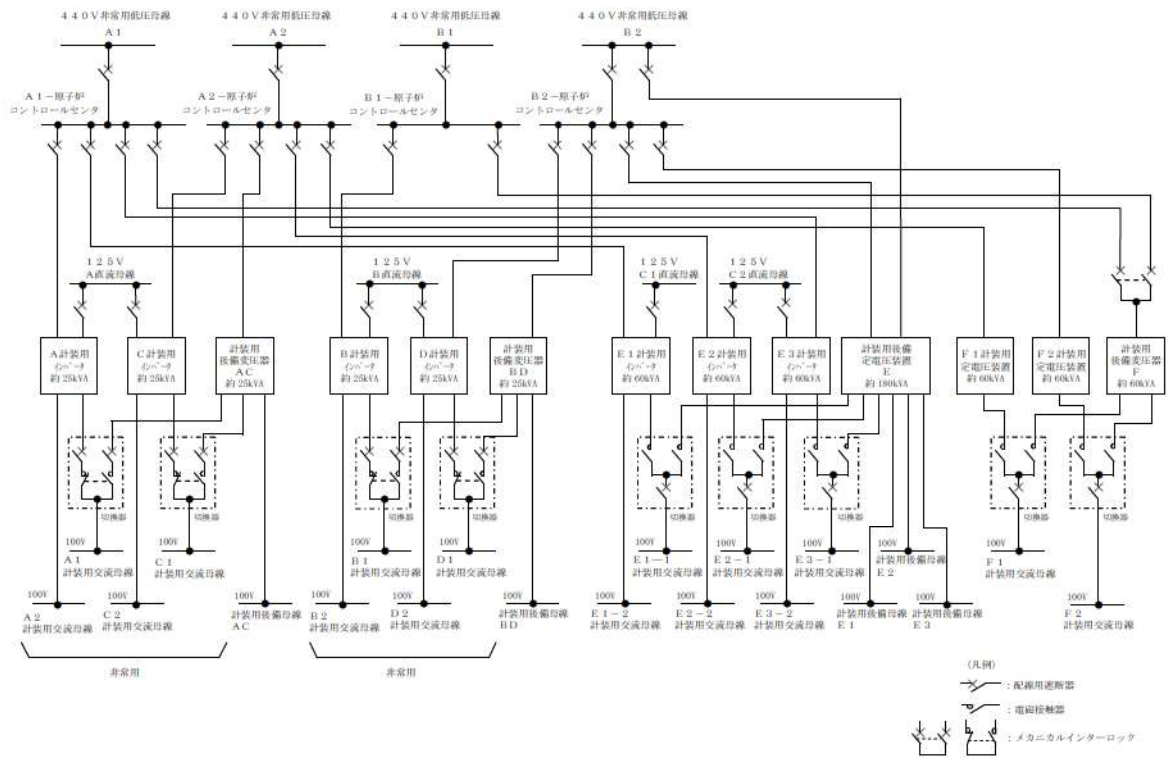
容量 約60kVA（1台あたり）

電圧 100V





第10.1.3 図 直流電源設備単線結線図



第10.1.4 図 計測制御用電源設備単線結線図

## 2. 全交流動力電源喪失対策設備

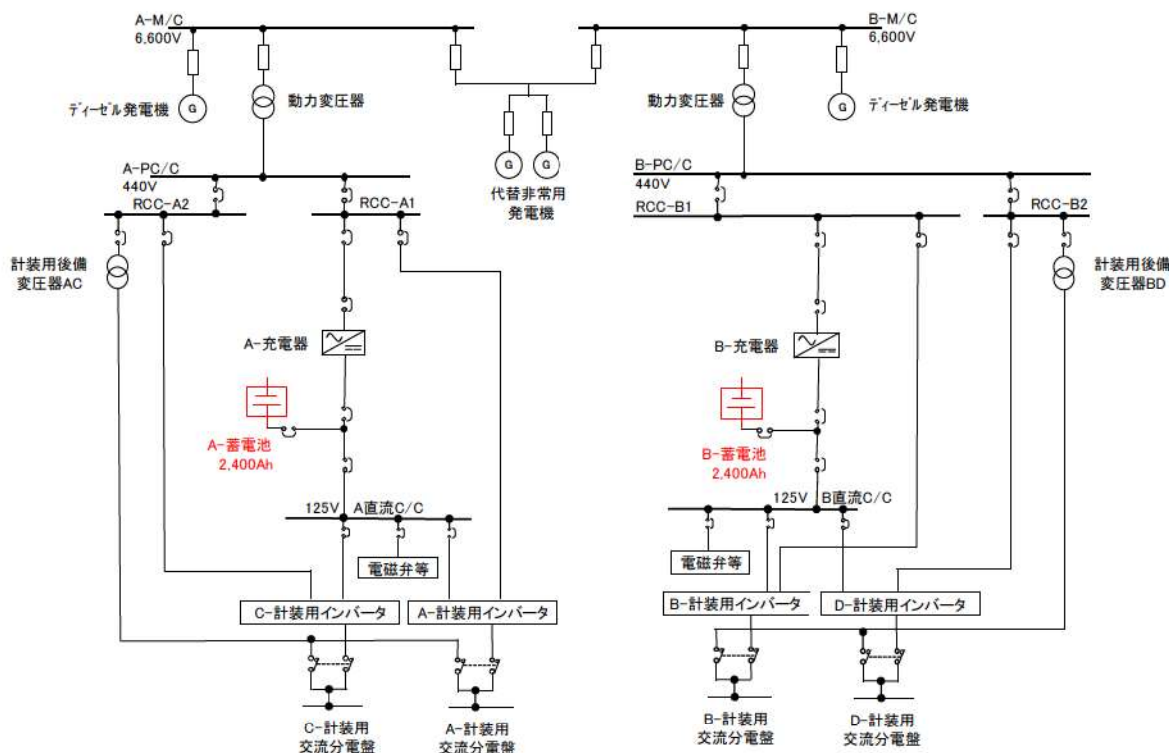
### 2.1 概要

非常用の直流電源設備は、2系統のそれぞれ独立した蓄電池、充電器、直流コントロールセンタ等で構成し、直流母線電圧は125Vである。これら2系統の電源の負荷は、工学的安全施設等の開閉器作動電源、電磁弁、無停電電源装置等であり、いずれかの1系列が故障しても残りの1系列で原子炉の安全は確保できる。

また、万一、全交流動力電源が喪失した場合でも、安全保護系及び制御棒クラスタによる原子炉停止系の動作により原子炉は安全に停止でき、停止後の原子炉の崩壊熱及びその他の残留熱も、1次冷却系においては1次冷却材の自然循環、2次冷却系においてはタービン動補助給水ポンプ及び主蒸気安全弁により原子炉の冷却が可能であり、原子炉格納容器の健全性を確保できる。

蓄電池（非常用）は据置型蓄電池で、独立したものを2組設置し、非常用低圧母線にそれぞれ接続された充電器で浮動充電する。

蓄電池室内の水素蓄積防止のための換気設備等を設置している。



非常用所内電源構成概略図

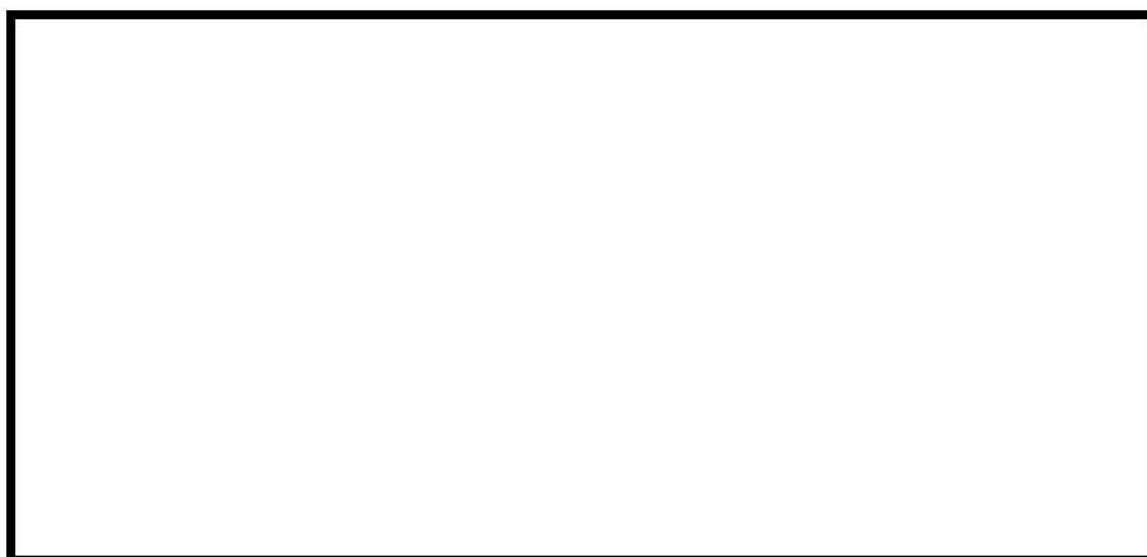
全交流動力電源喪失（外部電源喪失と非常用所内交流動力電源喪失の重畳）に備えて、非常用の直流電源設備は、原子炉の安全停止、停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性を確保するための設備の動作に必要な電源を一定時間（代替非常用発電機からの給電が開始可能となる約25分間）以上まかなう蓄電池容量を確保している。

## 2.2 蓄電池（非常用）の配置について

蓄電池（非常用）の配置を以下に示す。蓄電池（非常用）およびその附属設備は、非常用2系統を各々別の場所に設置しており、共通要因により機能を喪失しないよう多重性及び独立性を確保することとし、地震、津波、内部火災、溢水の観点から、これら共通要因により機能が喪失しないよう頑健性を有していることを確認している。

これにより、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合にも、機能が確保される設計とする。（設置許可基準第33条（保安電源）まとめ資料2.2.1.1.3「非常用電源設備の配置」参照）

共通要因	対応(確認)方針	状況
地震	設計基準地震動に対して、十分な耐震性を有する設計とする。	設計基準地震動に対して、建屋及び安全系の電気設備が機能維持できる設計としている。
津波	設計基準津波に対して、浸水や波力等により機能喪失しない設計とする。	施設の設置された敷地において、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している。また、取水路及び放水路から施設へ流入させない設計としている。
火災	適切な耐火能力を有する耐火壁（障壁）で分離を行うか、適切な遠隔距離で分離した配置設計とする。	安全補機開閉器室等は、3時間耐火能力を有する耐火壁（障壁）により分離した設計としている。（厚さ150mm以上のコンクリート壁を満足する、200mm以上を有している。） 外部火災については、外部火災影響評価にて、設備、居住空間に影響を及ぼさないことを確認している。
溢水	想定すべき溢水（没水、蒸気、被水）に対し、影響のないことを確認、もしくは溢水源等に対して溢水影響のないよう設備対策を実施する。	配置エリアにおいて、溢水源となる機器、配管等は存在しない。また、消火については、ハロン消火設備による消火を行うことから、配置エリアにおける消火水の放出はない。隣接するエリアにおける内部溢水に対しては、配置エリア外からの溢水流入を防止する対策（止水板）を施すことにより系統機能を失わないことを内部溢水影響評価で確認する。



蓄電池（非常用）配置図  
T. P. 10. 3m

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



## 2.3 蓄電池（非常用）の容量について

### 2.3.1 蓄電池（非常用）（トレンA）

蓄電池（非常用）から必要な負荷（タービン動補助給水ポンプの起動回路、ディーゼル発電機の起動回路、計装用インバータ等）への給電時間は、一定の時間（交流電源喪失から代替非常用発電機による給電開始までの時間（約25分））に対して、十分余裕がある。

C	250分給電時の蓄電池容量 (Ah)	—
L	保守率	0.9
K <sub>1</sub>	容量換算時間 (時) (250分)	6.51
K <sub>2</sub>	容量換算時間 (時) (249分)	6.49
K <sub>3</sub>	容量換算時間 (時) (245分)	6.44
K <sub>4</sub>	容量換算時間 (時) (1分)	1.62
I <sub>1</sub>	負荷電流 (A) (60秒)	656.8
I <sub>2</sub>	負荷電流 (A) (5分)	361.8
I <sub>3</sub>	負荷電流 (A) (249分)	316.7
I <sub>4</sub>	負荷電流 (A) (250分)	368.7

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

$$= \frac{1}{0.9} \left\{ 6.51 \times 656.8 + 6.49 \times (361.8 - 656.8) \right. \\ \left. + 6.44 \times (316.7 - 361.8) + 1.62 \times (368.7 - 316.7) \right\}$$

$$= 2,395 \text{ Ah}$$

$$< 2,400 \text{ Ah (蓄電池容量)}$$

#### ① 250分給電時蓄電池容量

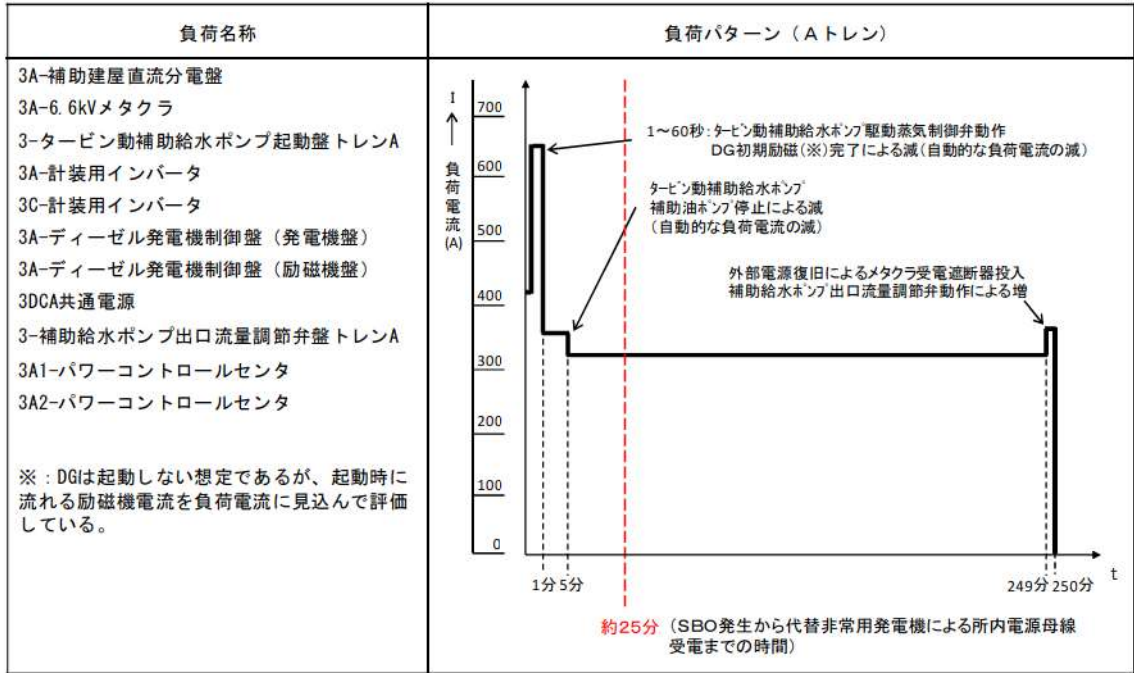
負荷名称	0~1秒	1~60秒	1~5分	5~249分	249~250分
3A-補助建屋直流分電盤	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
3A-6.6kVメタクラ	43.6	41.6	1.6	1.6	21.6
3-タービン動補助給水ポンプ起動盤トレンA	59.4	167.5	47.5	2.4	2.4
3A-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3C-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3A-ディーゼル発電機制御盤（発電機盤）	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
3A-ディーゼル発電機制御盤（励磁機盤）	0.1	140.1	0.1	0.1	0.1
3DCA 共通電源	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤トレンA	1.9	1.9	6.9	6.9	38.9
3A1-パワーコントロールセンタ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3A2-パワーコントロールセンタ	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
合計電流 (A)	410.7	656.8	361.8	316.7	368.7

#### ② 負荷パターン

2.3.2 蓄電池（非常用）の給電時間評価（トレンA）

蓄電池（非常用）の負荷パターンは以下のとおりである。

蓄電池（非常用）の容量は、代替非常用発電機の給電開始までの時間（約25分）に対し、十分な給電時間を有している。





### 2.3.3 蓄電池（非常用）（トレンB）

蓄電池（非常用）から必要な負荷（タービン動補助給水ポンプの起動回路、ディーゼル発電機の起動回路、計装用インバータ等）への給電時間は、一定の時間（交流電源喪失から代替非常用発電機による給電開始までの時間（約25分））に対して、十分余裕がある。

C	230分給電時の蓄電池容量 (Ah)	—
L	保守率	0.9
K <sub>1</sub>	容量換算時間 (時) (230分)	6.18
K <sub>2</sub>	容量換算時間 (時) (229分)	6.16
K <sub>3</sub>	容量換算時間 (時) (225分)	6.09
K <sub>4</sub>	容量換算時間 (時) (1分)	1.62
I <sub>1</sub>	負荷電流 (A) (60秒)	673.8
I <sub>2</sub>	負荷電流 (A) (5分)	376.3
I <sub>3</sub>	負荷電流 (A) (229分)	331.2
I <sub>4</sub>	負荷電流 (A) (230分)	385.7

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

$$= \frac{1}{0.9} \left\{ 6.18 \times 673.8 + 6.16 \times (376.3 - 673.8) \right. \\ \left. + 6.09 \times (331.2 - 376.3) + 1.62 \times (385.7 - 331.2) \right\}$$

$$= 2,384 \text{ Ah}$$

$$< 2,400 \text{ Ah (蓄電池容量)}$$

① 230分給電時蓄電池容量

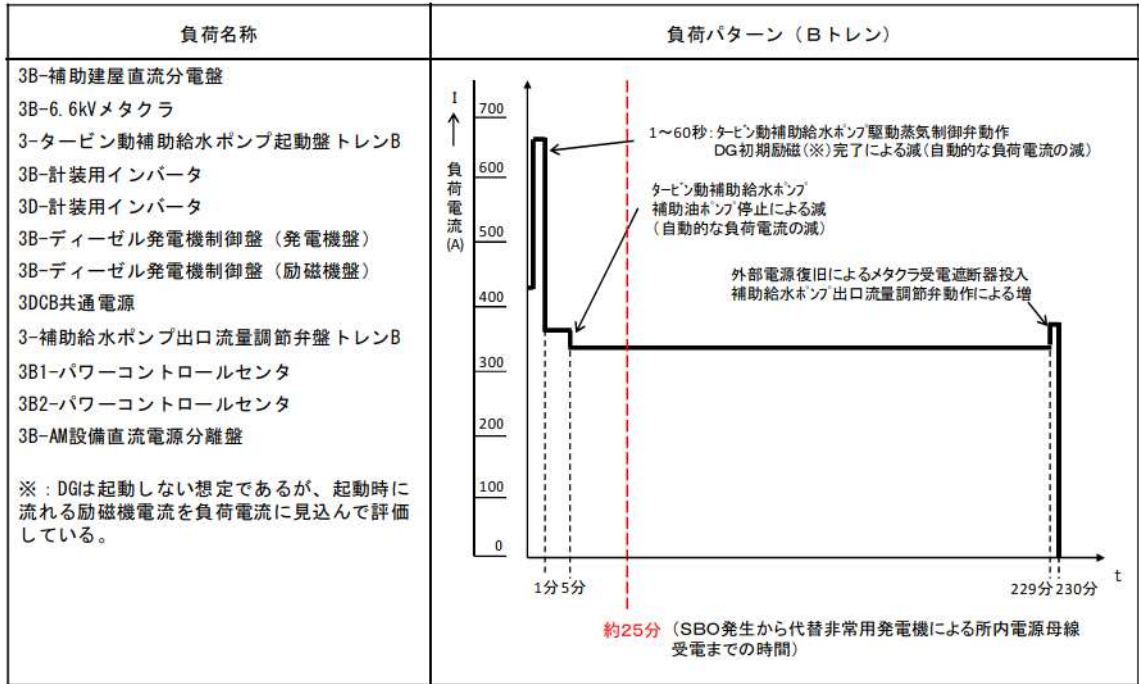
負荷名称	0~1秒	1~60秒	1~5分	5~229分	229~230分
3B-補助建屋直流分電盤	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
3B-6.6kVメタクラ	43.6	41.6	1.6	1.6	21.6
3-タービン動補助給水ポンプ起動盤トレンB	59.4	167.5	47.5	2.4	2.4
3B-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3D-計装用インバータ	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0
3B-ディーゼル発電機制御盤（発電機盤）	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
3B-ディーゼル発電機制御盤（励磁機盤）	0.1	140.1	0.1	0.1	0.1
3DCB 共通電源	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤トレンB	1.0	1.0	3.5	3.5	38.0
3B1-パワーコントロールセンタ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3B2-パワーコントロールセンタ	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3B-AM 設備直流電源分離盤	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
合計電流 (A)	427.7	673.8	376.3	331.2	385.7

②負荷パターン

2.3.4 蓄電池（非常用）の給電時間評価（トレンB）

蓄電池（非常用）の負荷パターンは以下のとおりである。

蓄電池（非常用）の容量は、代替非常用発電機の給電開始までの時間（約25分）に対し、十分な給電時間を有している。



## 2.4 必要な直流設備について

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約 25 分間に最小限必要な直流設備は以下のとおり。

### (1) 全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な設備 (代替電源から給電が開始されるまで)

	判断及び操作	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
原子炉停止	全交流動力電源喪失及びプラントトリップの確認	—	—	出力領域中性子束 中間領域中性子束 中性子源領域中性子束 1次冷却材圧力(広域) 加圧器水位 蒸気発生器水位(狭域) 蒸気発生器水位(広域) 主蒸気ライン圧力
原子炉冷却	タービン動補助給水ポンプの起動及び補助給水流量確立の確認	タービン動補助給水ポンプ 蒸気発生器 補助給水ピット	—	補助給水流量 蒸気発生器水位(狭域) 蒸気発生器水位(広域) 補助給水ピット水位
サポート系	早期の電源回復不能判断及び対応	代替非常用発電機 ディーゼル発電機燃料油貯油槽	可搬型タンクローリ —	—
原子炉冷却	1次冷却材漏えいの判断	—	—	1次冷却材圧力(広域) 加圧器水位 原子炉格納容器圧力 格納容器内温度 格納容器内高レンジエリアモニタ(高レンジ) 格納容器内高レンジエリアモニタ(低レンジ) 格納容器再循環サンプ水位(広域) 格納容器再循環サンプ水位(狭域)
原子炉冷却	補助給水系の機能維持の判断	タービン動補助給水ポンプ 蒸気発生器 補助給水ピット	—	補助給水流量 蒸気発生器水位(狭域) 蒸気発生器水位(広域) 補助給水ピット水位

青字：蓄電池からの直流給電で使用可能

必要最小限の重大事故等対処設備は、重大事故等対策の有効性評価「全交流動力電源喪失」を参照した。

(参考) 全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な設備  
(代替電源から給電が開始された以降)

	判断及び操作	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
原子炉冷却	1次冷却材ポンプ封水戻り隔離弁等の閉止	—	—	—
原子炉冷却	蒸気発生器2次側による炉心冷却	主蒸気逃がし弁 タービン動補助給水ポンプ 蒸気発生器 補助給水ピット ディーゼル発電機燃料油貯油槽	可搬型大型送水ポンプ車 可搬型タンクローリー	1次冷却材温度(広域-高温側) 1次冷却材温度(広域-低温側) 1次冷却材圧力(広域) 補助給水流量 主蒸気ライン圧力 蒸気発生器水位(狭域) 蒸気発生器水位(広域) 補助給水ピット水位
原子炉冷却	蓄圧注入系動作の確認	蓄圧タンク	—	1次冷却材圧力(広域)
サポート系	アニュラス空気浄化系及び中央制御室非常用循環系の起動	B-アニュラス空気浄化ファン B-アニュラス空気浄化フィルタユニット 中央制御室循環ファン 中央制御室給気ファン 中央制御室給気ユニット 中央制御室非常用循環ファン 中央制御室非常用循環フィルタユニット 代替非常用発電機 ディーゼル発電機燃料油貯油槽	アニュラス全量排気弁操作用可搬型窒素ガスボンベ 可搬型タンクローリー	—
原子炉冷却	蓄圧タンク出口弁閉止	蓄圧タンク出口弁	—	1次冷却材圧力(広域) 1次冷却材温度(広域-高温側) 1次冷却材温度(広域-低温側)
原子炉冷却	蒸気発生器2次側による炉心冷却の再開	主蒸気逃がし弁 タービン動補助給水ポンプ 蒸気発生器 補助給水ピット	—	1次冷却材温度(広域-高温側) 1次冷却材温度(広域-低温側) 1次冷却材圧力(広域) 補助給水流量 主蒸気ライン圧力 蒸気発生器水位(狭域)



	判断及び操作	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
				蒸気発生器水位（広域） 補助給水ピット水位
原子炉冷却	代替格納容器スプレィポンプによる代替炉心注水	代替格納容器スプレィポンプ 燃料取替用水ピット 代替非常用発電機  ディーゼル発電機燃料油貯油槽 【B-充てんポンプ（自己冷却）】	可搬型タンクローリー	1次冷却材温度（広域-高温側） 1次冷却材温度（広域-低温側） 1次冷却材圧力（広域） 加圧器水位 燃料取替用水ピット水位 原子炉容器水位 代替格納容器スプレィポンプ出口積算流量
格納容器健全性の確保	格納容器内自然対流冷却及び高圧再循環運転	燃料取替用水ピット A-高圧注入ポンプ（海水冷却） 格納容器再循環サンブ 格納容器再循環サンブスクリーン C, D-格納容器再循環ユニット 代替非常用発電機 ディーゼル発電機燃料油貯油槽	可搬型大型送水ポンプ車 可搬型タンクローリー 可搬型温度計測装置	格納容器内温度 原子炉格納容器圧力 格納容器圧力（AM用） 格納容器再循環ユニット入口温度/出口温度 燃料取替用水ピット水位 格納容器再循環サンブ水位（広域） 格納容器再循環サンブ水位（狭域） 高圧注入流量 加圧器水位 1次冷却材温度（広域-高温側） 1次冷却材温度（広域-低温側）
原子炉冷却	蒸気発生器2次側による炉心冷却の継続	電動補助給水ポンプ 補助給水ピット 主蒸気逃がし弁 蒸気発生器 代替非常用発電機 ディーゼル発電機燃料油貯油槽	可搬型大型送水ポンプ車 可搬型タンクローリー	1次冷却材温度（広域-高温側） 1次冷却材温度（広域-低温側） 1次冷却材圧力（広域） 補助給水流量 主蒸気ライン圧力 蒸気発生器水位（狭域） 蒸気発生器水位（広域） 補助給水ピット水位
サポート系	原子炉補機冷却系の復旧作業	-	-	-

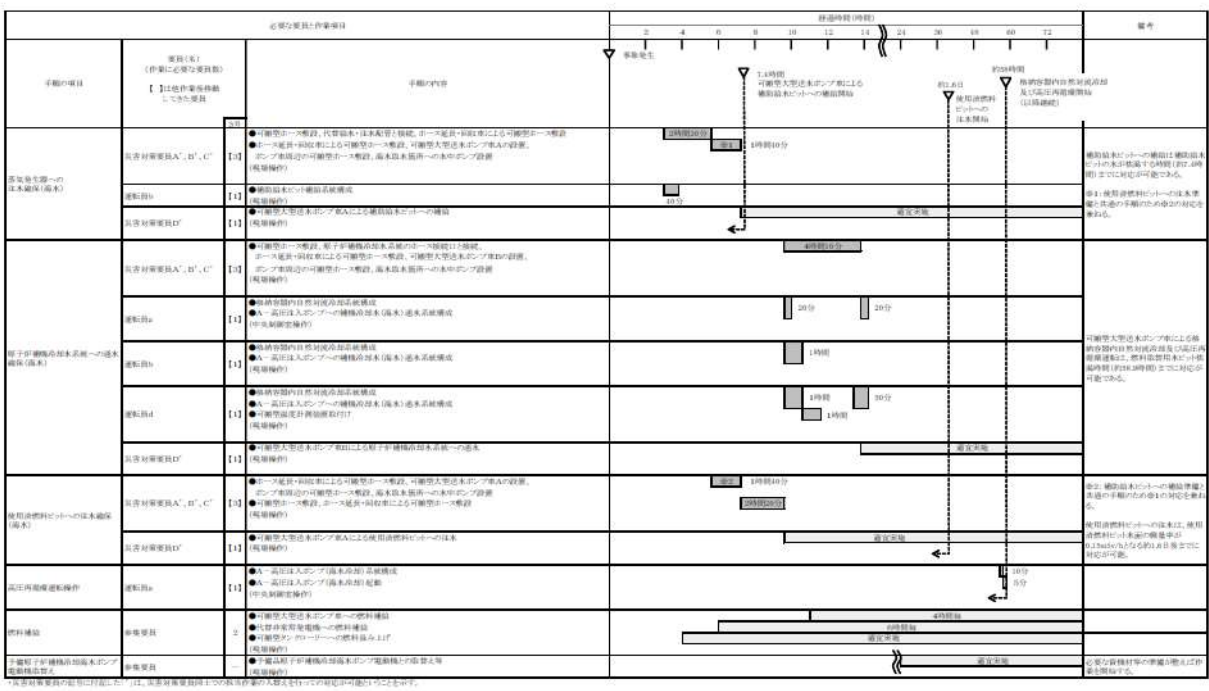
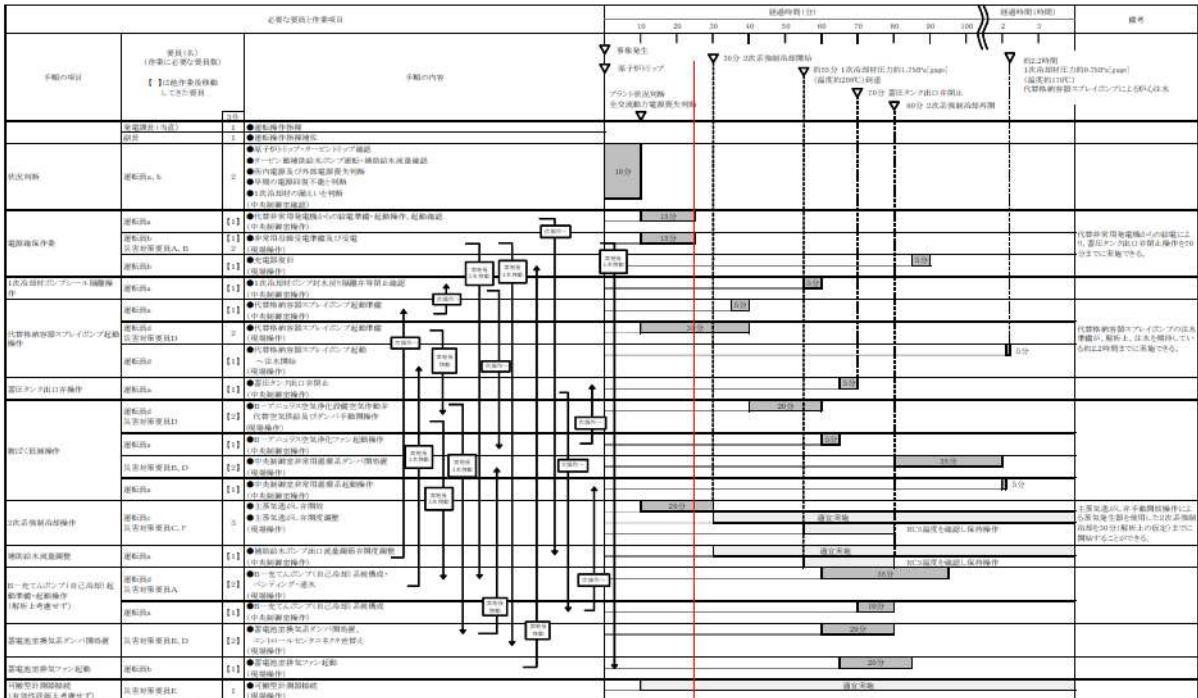
【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

赤字：交流電源が必要な負荷

青字：蓄電池からの直流給電で使用可能



(参考) 全交流動力電源喪失の作業と所要時間  
(外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失+RCPシールドOCA)



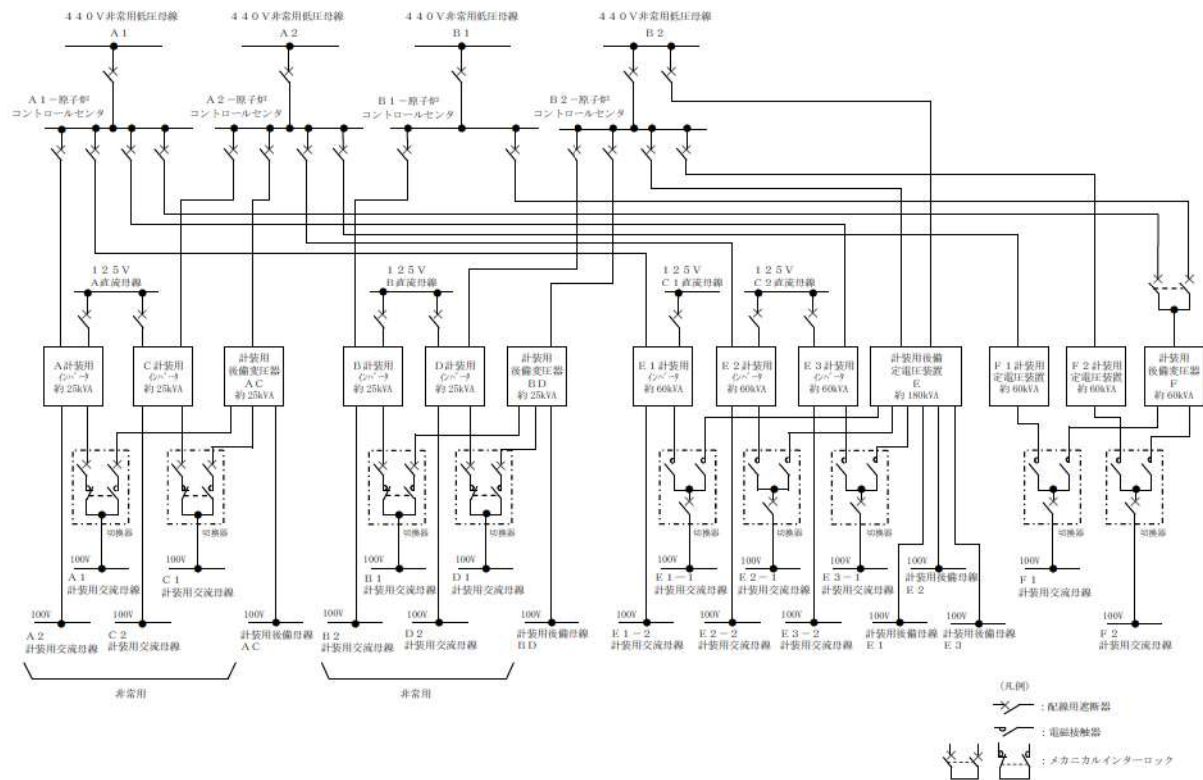
## 2.5 計測制御用電源設備の構成

計測制御用電源設備は、第10.1.4図に示すように非常用として計装用交流母線8母線、また、常用として計装用交流母線8母線及び計装用後備母線5母線で構成し、母線電圧は100Vである。

非常用の計測制御用電源設備は、非常用低圧母線と非常用直流母線に接続する無停電電源装置等で構成する。

原子炉保護設備等の重要度の特に高い安全機能を有する設備に関する負荷は、非常用の計装用交流母線に接続する。多重チャンネル構成の原子炉保護設備への給電は、チャンネル毎に分離し、独立性を確保する。

なお、非常用の計装用交流母線4母線は、計装用後備変圧器からも受電できる設計とする。



## 2.6 蓄電池（非常用）の保守について

蓄電池（非常用）は、以下の点検を実施し、健全性を確認している。

### ■ 巡視点検

#### ○ 蓄電池点検

期間：1回／日

内容：外観の異常有無、異音、異臭、液位、液漏れ有無等の確認  
蓄電池電圧指示値確認

### ■ 日常点検

#### ○ 蓄電池点検

期間：1回／月

内容：外観点検（液位、液漏れ、損傷有無等確認）  
電圧及び比重測定（電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認）

#### ○ 均等充電

期間：1回／運転サイクル（プラント運転時に実施）

内容：均等充電（均等充電を実施する）  
電圧及び比重測定（電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認）

### ■ 定期点検

#### ○ 蓄電池点検

期間：1回／定検

内容：外観点検（液位、液漏れ、損傷有無等確認）  
電圧及び比重測定（電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認）

#### ○ 均等充電

期間：1回／定検（プラント停止時に実施）

内容：均等充電（均等充電を実施する）  
電圧及び比重測定（電圧、電解液比重、温度を測定し異常の有無を確認）

#### ○ 容量試験

期間：1回／定検

内容：容量試験（電圧及び比重測定結果から判定基準に対して裕度の少ない数セルを選定し、規定容量があることを確認）

### ■ 定期事業者検査

#### ○ 機能・性能検査

期間：1回／定検

項目：電圧、比重、温度、液位

### ■ 蓄電池交換

#### ○ 蓄電池交換

期間：1回／17年

内容：交換を行う

参考資料 1 蓄電池の容量算出方法

1. 計算条件

- (1) 蓄電池容量算定法は下記規格による。  
電池工業会規格「据置蓄電池の容量算出法」(SBA S 0601-2001)
- (2) 蓄電池温度は+10°Cとする。
- (3) 放電終止電圧は1.80V/セルとする。
- (4) 保守率は0.9とする。
- (5) 容量算出の一般式

$$C_n = \frac{1}{L} [K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1})]$$

ここで、

C : 蓄電池容量

L : 保守率

K : 容量換算時間

I : 放電電流

サフィックス 1, 2, 3..., n : 放電電流の変化順に付番

2. 計算例 (蓄電池 (非常用) (トレン A))

蓄電池 (非常用) (トレン A) の場合、1 分間、5 分間、250 分 (4.2 時間) 給電での必要容量の内、最大となる  $C_{250\text{min}} = 2,395\text{Ah}$  が必要容量となる。

**1 分間給電**

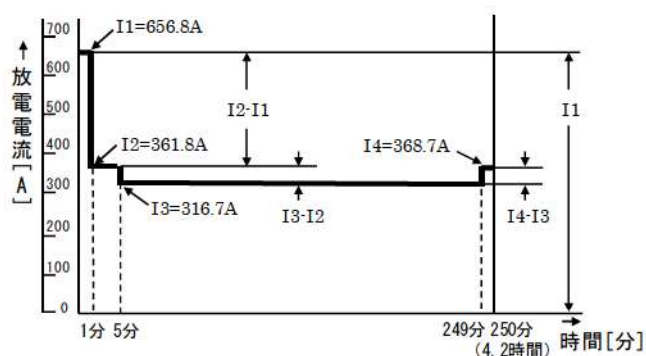
$$C_{1\text{min}} = \frac{1}{0.9} (1.62 \times 656.8) = 1183\text{Ah}$$

**5 分間給電**

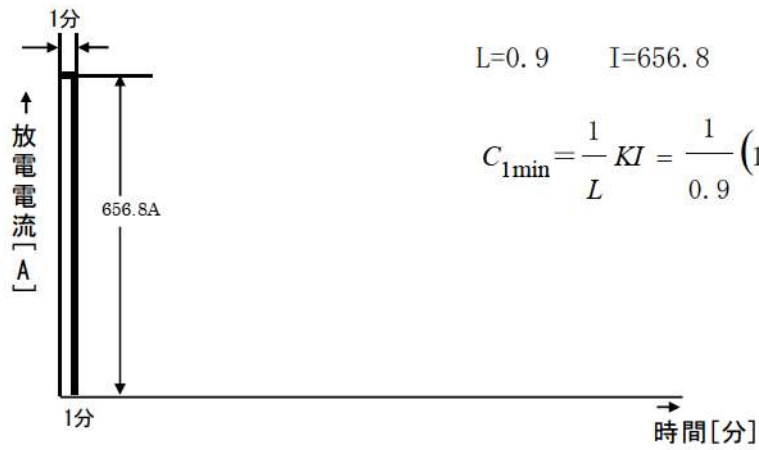
$$C_{5\text{min}} = \frac{1}{0.9} \{1.77 \times 656.8 + 1.74 \times (361.8 - 656.8)\} = 722\text{Ah}$$

**250 分間給電 (※)**

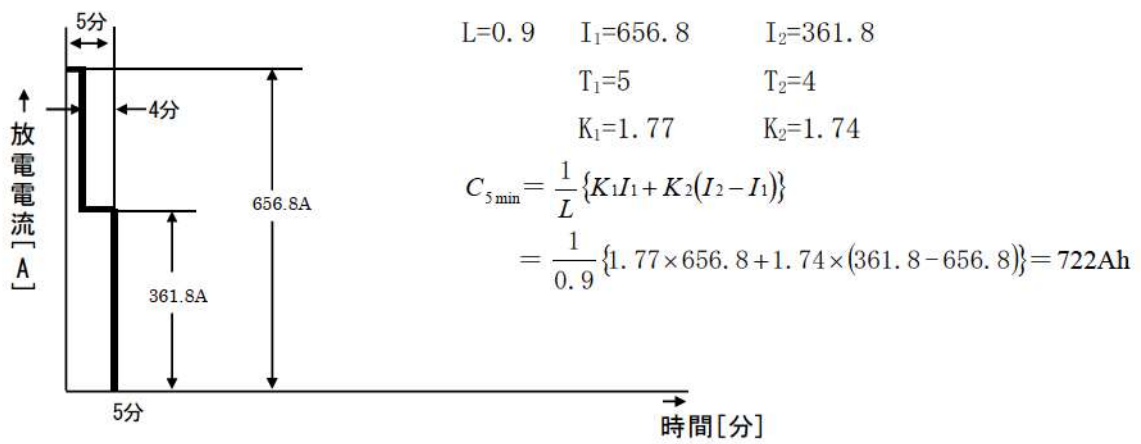
$$C_{250\text{min}} = \frac{1}{0.9} \{6.51 \times 656.8 + 6.49 \times (361.8 - 656.8) + 6.44 \times (316.7 - 361.8) + 1.62 \times (368.7 - 316.7)\} = 2395\text{Ah}$$



給電開始から1分後までの蓄電池必要容量  $C_{1\min}=1,183\text{Ah}$

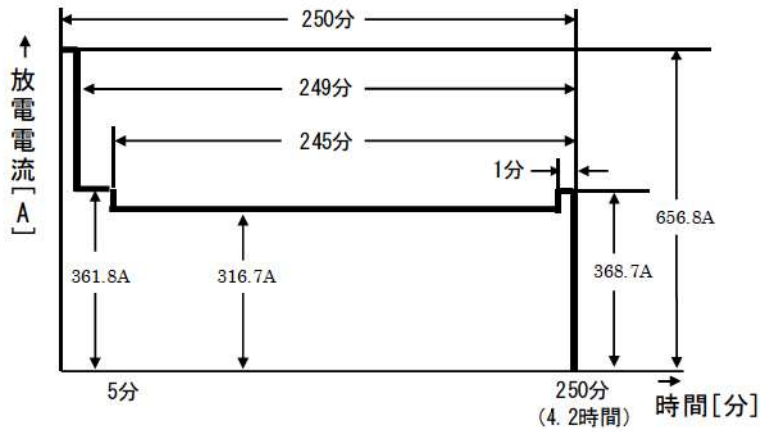


給電開始から5分後までの蓄電池必要容量  $C_{5\min}=722\text{Ah}$





給電開始から 250 分後までの蓄電池必要容量  $C_{250\text{min}} = 2,395\text{Ah}$



$$\begin{array}{cccccc}
 L=0.9 & I_1=656.8 & I_2=361.8 & I_3=316.7 & I_4=368.7 \\
 & T_1=250 & T_2=249 & T_3=245 & T_4=1 \\
 & K_1=6.51 & K_2=6.49 & K_3=6.44 & K_4=1.62
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 C_{250\text{min}} &= \frac{1}{L} \{K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + K_4 (I_4 - I_3)\} \\
 &= \frac{1}{0.9} \{6.51 \times 656.8 + 6.49 \times (361.8 - 656.8) \\
 &\quad + 6.44 \times (316.7 - 361.8) + 1.62 \times (368.7 - 316.7)\} = 2395\text{Ah}
 \end{aligned}$$

参考資料 2 代替非常用発電機による代替電源（交流）からの給電

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの時間については、代替非常用発電機による代替電源（交流）からの給電操作に要する時間約 15 分に、状況判断に要する時間 10 分を加え約 25 分を見込んでいる。

代替非常用発電機による代替電源（交流）からの給電

		経過時間（分）						備考
		10	20	30	40	50	60	
手順の項目	要員(数)		約15分 代替非常用発電機による 電源復旧開始 ▽					
代替非常用発電機 による代替電源 （交流）からの給 電	運転員 （中央制御室）	1	■	■				
				■				
	運転員 （現場）	1	■	■				
				■				
	災害対策要員	2	■	■				
				■				

参考資料 3 所内常設蓄電式直流電源設備

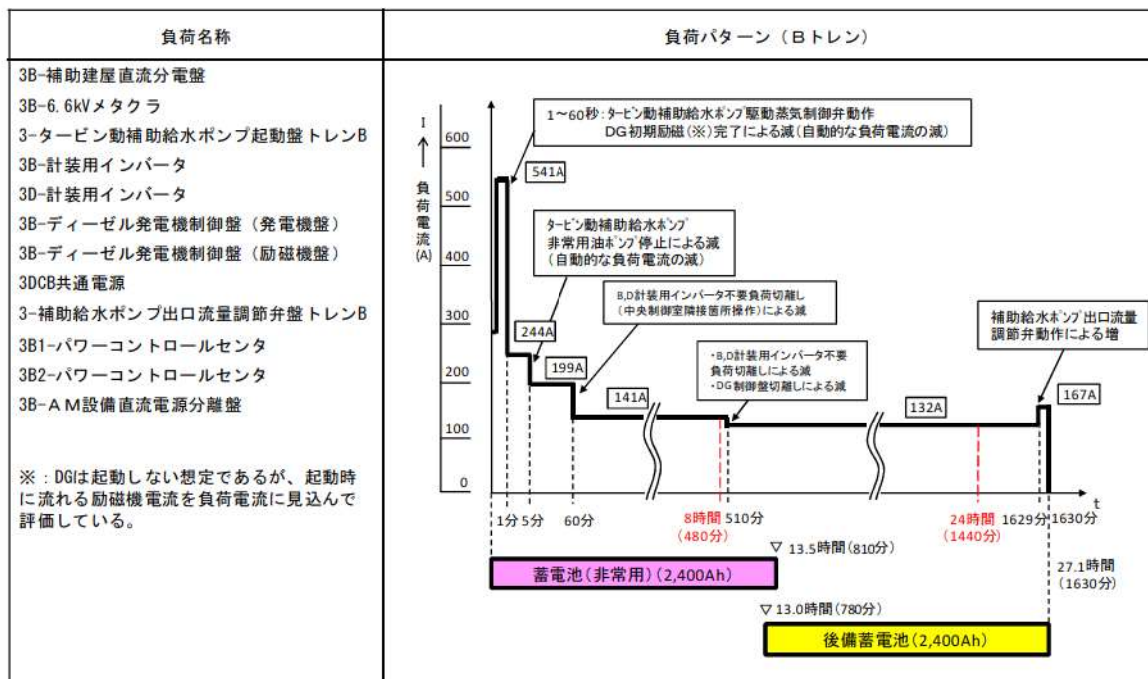
蓄電池（非常用）は、重大事故等対処設備として要求される所内常設蓄電式直流電源設備と兼用しており、設置許可基準規則 57 条（電源設備）解釈 1 b）において以下の規定がある。

所内常設蓄電式直流電源設備は、負荷切り離しを行わずに 8 時間、電気の供給が可能であること。ただし、「負荷の切り離しを行わずに」には、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残り 16 時間の合計 24 時間にわたり、電力の供給を行うことが可能であること。

上記の要求事項を満足するために、代替電源設備を含む交流電源の復旧見込みがない場合は、全交流動力電源喪失発生後 1 時間までに中央制御室又は隣接する安全系計装盤室にて不要直流負荷を切り離し、8 時間以降に中央制御室下階の安全補機開閉器室の計装用交流分電盤及び直流コントロールセンタで更に不要負荷を切り離す手順を整備している。

従って、蓄電池（非常用）は、「全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約 25 分間に対し、1 時間以上電力供給が可能な容量」としている。

(トレンB)

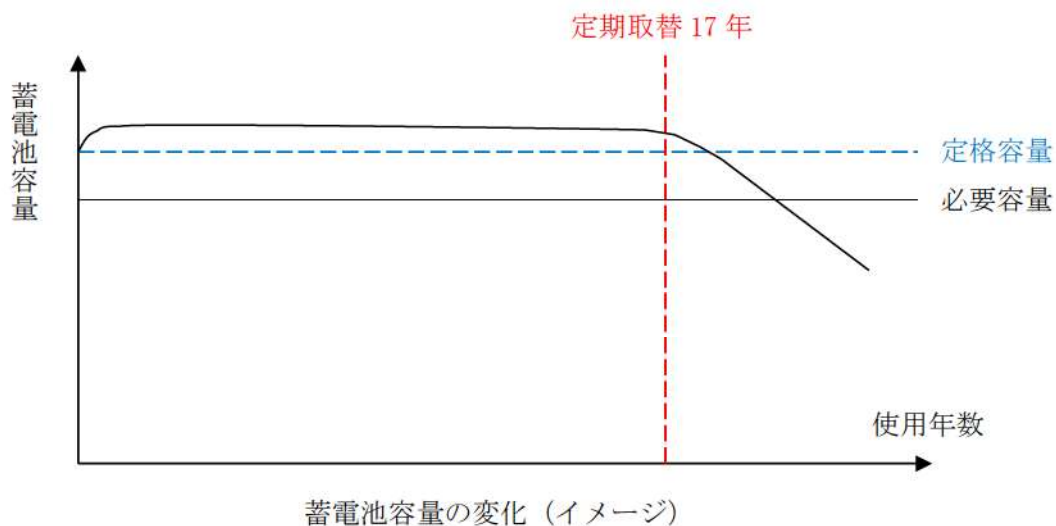


#### 参考資料4 保守率選定の考え方

蓄電池の容量は、使用開始から寿命までの間変化し、使用年数を経るに従い容量低下する。蓄電池容量設計に際し、予め使用条件に応じた保守率を設定し容量に余裕を持った設計とする。

当社原子力発電所では以下の理由で保守率を0.9に設定している。

- ①日常点検および定期点検の実施により異常のないことを確認している。
- ②定期点検により、蓄電池の容量が90%（保守率0.9相当）以上あることを確認している。  
(定格容量 > 必要容量 / 保守率)





# 泊發電所 3 号炉

## 技術的能力説明資料 全交流動力電源喪失対策設備

## 14 条 全交流動力電源喪失対策設備

### 【追加要求事項】

#### 14 条 全交流動力電源喪失対策設備

発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。

#### 【解釈】

第14条について、全交流動力電源喪失（外部電源喪失及び非常用所内交流動力電源喪失の重畳）に備えて、非常用所内直流電源設備は、原子炉の安全停止、停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性の確保のために必要とする電気容量を一定時間（重大事故等に対処するための電源設備から電力が供給されるまでの間）確保できること。

下線部は追加要求事項

非常用所内直流電源設備は、原子炉の安全停止、停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性の確保のために必要とする電気容量を一定時間（重大事故等に対処するための電源設備から電力が供給されるまでの間）確保できること。

重大事故等に対処するための電源設備から電力が供給されるまでの間に必要となる容量の蓄電池を設置する。

蓄電池（非常用）2組（既設）  
（容量：約2,400Ah/組）

■ 運用による対応  
■ 設備による対応

技術的能力に係る運用対策等（設計基準）

【14条 全交流動力電源喪失対策設備】

対象項目	区分	運用対策等
蓄電池（非常用）	運用・手順	—
	体制	（通常体制）
	保守・点検	蓄電池に要求される機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
	教育・訓練	蓄電池に係る保守管理に関する教育を行う。