

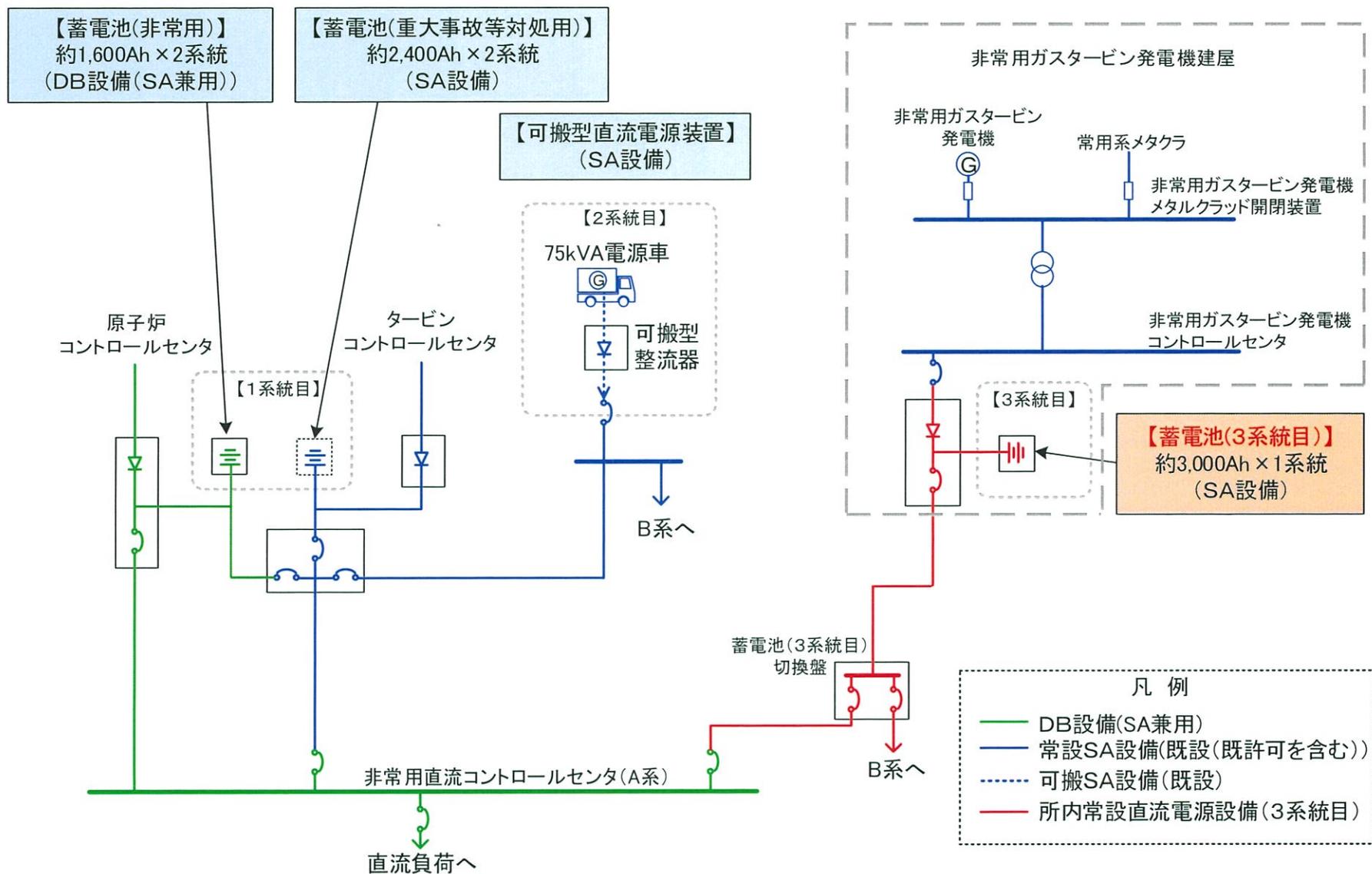
伊方発電所 3号機 所内常設直流電源設備(3系統目)設置工事に係る 工事計画認可申請の概要について

令和元年 5月 7日

四国電力株式会社

1. 所内常設直流電源設備(3系統目)設置工事の概要(3/6)

(3) 蓄電池(3系統目)からの給電系統概要図



1. 所内常設直流電源設備(3系統目)設置工事の概要(5/6)

(5) 所内常設直流電源設備(3系統目)の設備配置図



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

工事計画認可申請 資料 3

伊方発電所第3号機

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第54条（第1項第4号、第2項第1号及び第3項を除く。）及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に基づき、重大事故等対処設備として所内常設直流電源設備（3系統目）が使用される条件の下における健全性について説明するものである。また、技術基準規則第72条第2項及びその解釈に基づき、所内常設直流電源設備（3系統目）に考慮している位置的分散についても説明する。

今回、健全性として、所内常設直流電源設備（3系統目）に要求される機能を有効に発揮するための、系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して、「多重性、多様性、独立性に係る要求事項を含めた多重性、多様性、位置的分散に関する事項」（以下「多重性、多様性及び位置的分散」という。）、「共用化による他号機への悪影響も含めた、機器相互の悪影響」（以下「悪影響防止」という。）、「安全設備及び重大事故等対処設備に想定される事故時の環境条件（使用条件含む）等における機器の健全性」（以下「環境条件等」という。）及び「要求される機能を達成するために必要な操作性、試験・検査性、保守点検性等」（以下「操作性及び試験・検査性」という。）を説明する。

2. 基本方針

所内常設直流電源設備（3系統目）が使用される条件の下における健全性について、以下の4項目に分けて説明する。

2.1 多重性、多様性及び位置的分散

重大事故等対処設備の多重性、多様性及び位置的分散については、平成28年3月23日付け原規規発第1603231号にて認可された工事計画（以下「既工事計画」という。）の資料6「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」において、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能が共通要因によって同時に損なわれるおそれがないように、可能な限り多様性、独立性、位置的分散を考慮した設計することとしており、所内常設直流電源設備（3系統目）の多重性、多様性及び位置的分散の設計方針は、既工事計画による。

また、所内常設直流電源設備（3系統目）は、常設重大事故等対処設備である蓄電池（重大事故等対処用）が使用できない状況下において使用することから、蓄電池（重大事故等対処用）との位置的分散を図る設計とする。また、可搬型重大事故等対処設備である可搬型直流電源設備との位置的分散も図る設計とする。

3. 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の
防止について

1. はじめに

所内常設直流電源設備（3系統目）への人の不法な侵入等の防止については、平成28年3月23日付け原規規発第1603231号にて認可された工事計画の資料6「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」の別添3「発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について」の設計方針に影響を与えるものではなく、核物質防護上の措置が必要な区域の設定等に変更はない。



本資料では、所内常設直流電源設備（3系統目）を含めた発電用原子炉施設に対する人の不法な侵入等の防止の設計を以下に示す。

2. 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について

発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するため、区域の設定、人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁による防護、巡視、監視、出入口での身分確認や持ち込み点検、施錠管理及び情報システムへの外部からのアクセス遮断措置を行うことにより、接近管理、出入管理及び不正アクセス行為の防止を行える設計とする。

核物質防護上の措置が必要な区域については、探知施設を設け、警報、映像等を集中監視するとともに、核物質防護措置に係る関係機関等との通信連絡を行う設計とする。さらに、防護された区域内においても、施錠管理により、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な接近を防止する設計とする。

また、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷する恐れがある物件の持ち込み（郵便物等による発電所外からの爆破物及び有害物質の持ち込みを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、持ち込み点検を行える設計とする。

さらに、不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を防止するため、核物質防護対策として、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じた不正アクセス行為を受けることがないように、当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する設計とする。なお、所内常設直流電源設備（3系統目）に係る設備は、電気通信回線を通じて外部と接続しないため、情報システムに該当するものはない。

3. 出入管理及び持ち込み物品の点検等について

人の不法な侵入等を防止するため、発電所内に区域を設定し、その区域を人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁によって防護するとともに、その境界等において、警備員や設備により、巡視、監視等を行うことにより、接近管理及び出入管理を実施している。

また、不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件の持ち込みを防止するため、持ち込み点検を実施している。具体的には、以下のとおり実施する。

(1) 立入者の管理

常時立入者については、その身分及び立入りの必要性を確認の上、予め届け出て立入りを認めたことを証明する書面等（以下「証明書等」という。）を発行し、立入りの間、常に胸部等の容易に確認できる部位に取り付けさせ、警備員や設備による本人確認や手荷物の点検等を実施している。

また、常時立入者以外の者についても、その身分及び立入りの必要性を確認の上、証明書等を発行し、立ち入りの際に所持させ、警備員や設備による本人確認や手荷物の点検等を実施している。

さらに、発電用原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な接近を防止するため、当該設備は、防護された区域内においても施錠管理する設計とする。

(2) 車両の管理

発電所内で業務を行うために立入る車両については、その立入りの必要性を確認の上、証明書等を発行し、立入りの際には掲示させ、警備員によって許可車両であることの確認、車両内部等の点検を実施している。

発電所内で業務を行うための車両以外の車両については、発電所内への立入りを原則禁止している。

(3) 探知施設

接近管理及び出入管理を効果的に実施するため、監視装置のモニターにより集中的に監視を行うことのできる詰所（以下「総合警備所」という。）を設けている。

また、人の侵入が確認できる侵入検知器や監視カメラ等の監視装置により監視するとともに、発電所構内を巡視している。

(4) 通信連絡設備

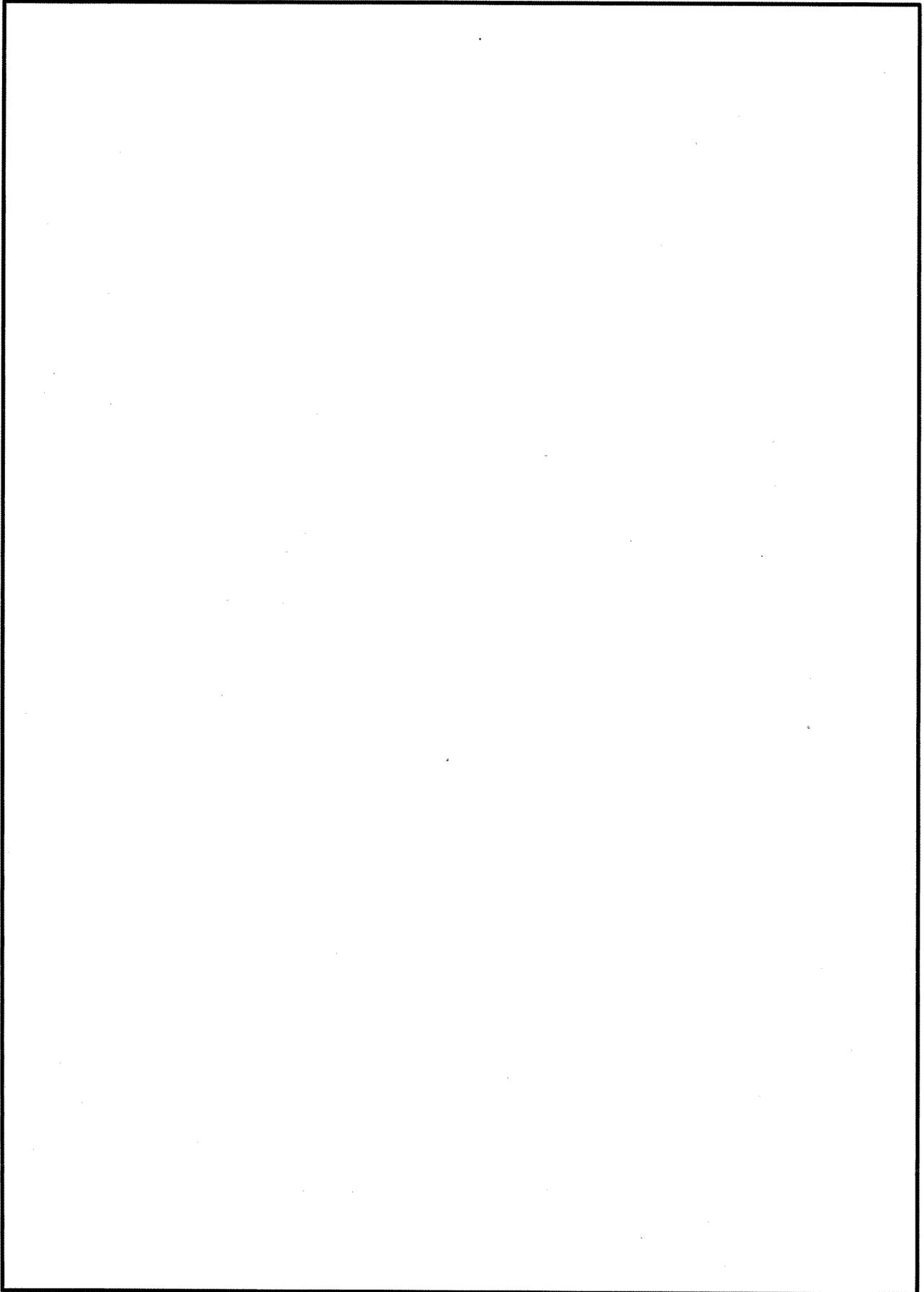
治安当局への通報連絡を迅速かつ確実にを行うことができるように、総合警備所

に、PHS、固定電話等を確保している。

(5) 物品の管理

郵便物等による発電所外からの爆破物及び有害物質を含む妨害破壊行為の用に供され得る物品の持ち込みが行われないように、警備員により、持込み物品の点検を実施している。

また、必要な箇所においては、予め申請し許可された物品であることの確認及び金属を探知することができる装置による点検も実施している。



本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密または防護上の機密に属しますので公開できません。

伊方発電所安全審査資料	
資料番号	GT-2-2
提出年月日	平成29年10月4日

伊方発電所3号炉
設置許可基準規則等への適合性について
(非常用ガスタービン発電機)
補足説明資料

平成29年10月
四国電力株式会社

自然現象（洪水）による火災発生防止について

伊方発電所敷地周辺の地形及びダム等の配置並びに敷地内の溪流を図1及び図2に示す。

伊方発電所敷地前面海域には流入する河川はなく、発電所敷地内には溪流があるものの流域面積は小さく構内排水路で集水し海域へ排出することができ、伊方発電所周辺においてはダムの崩壊により発生した洪水により影響を及ぼすような河川はない。

伊方発電所の敷地境界から南西約2.3kmに亀ヶ池、東南東約1.7kmに伊方ダムが存在するが、発電所が面する伊予灘側とは丘陵部を挟んだ反対の宇和海側である。

以上のことから、敷地が洪水による被害を受け、非常用ガスタービン発電機建屋及び非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽において火災が発生することはないと考えられる。

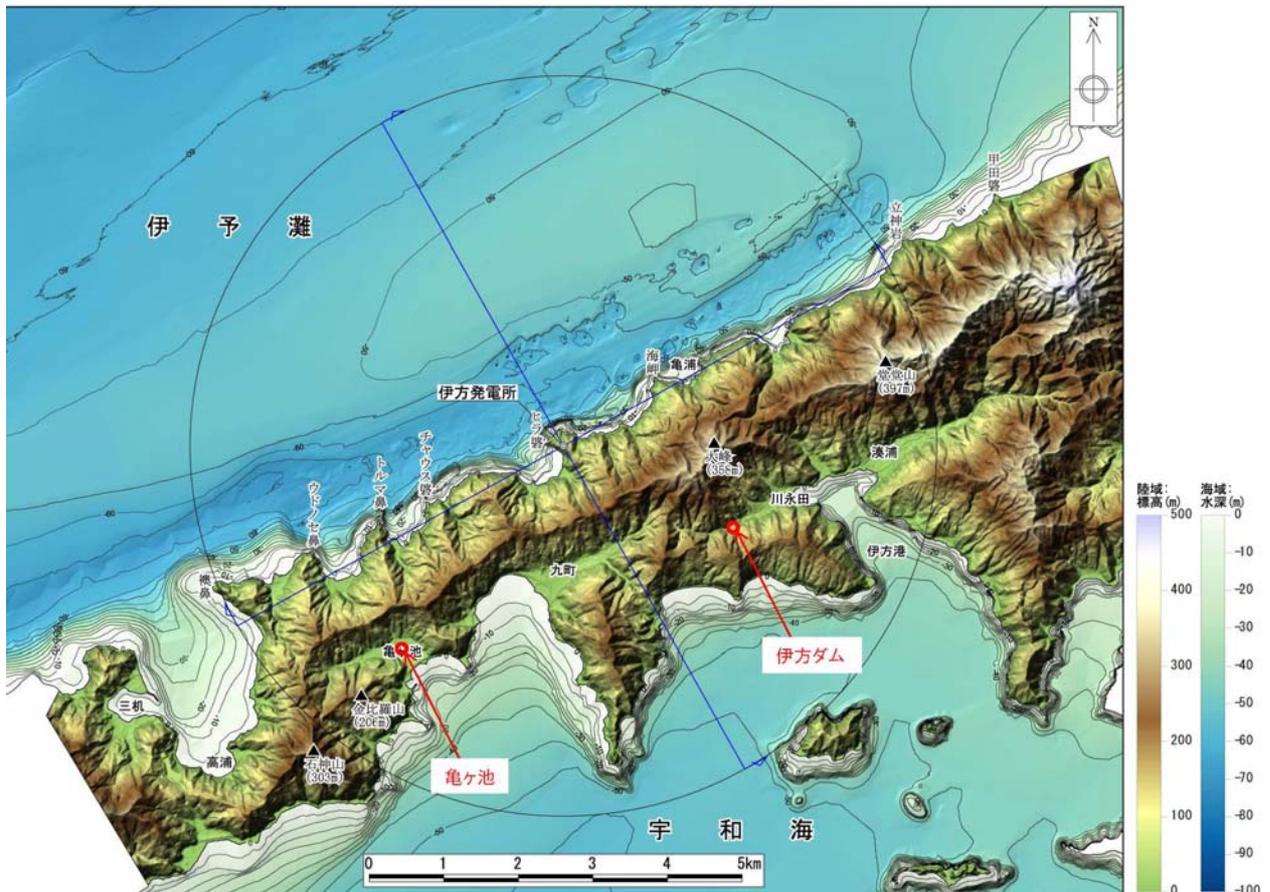


図1 伊方発電所敷地周辺の地形とダム等の位置

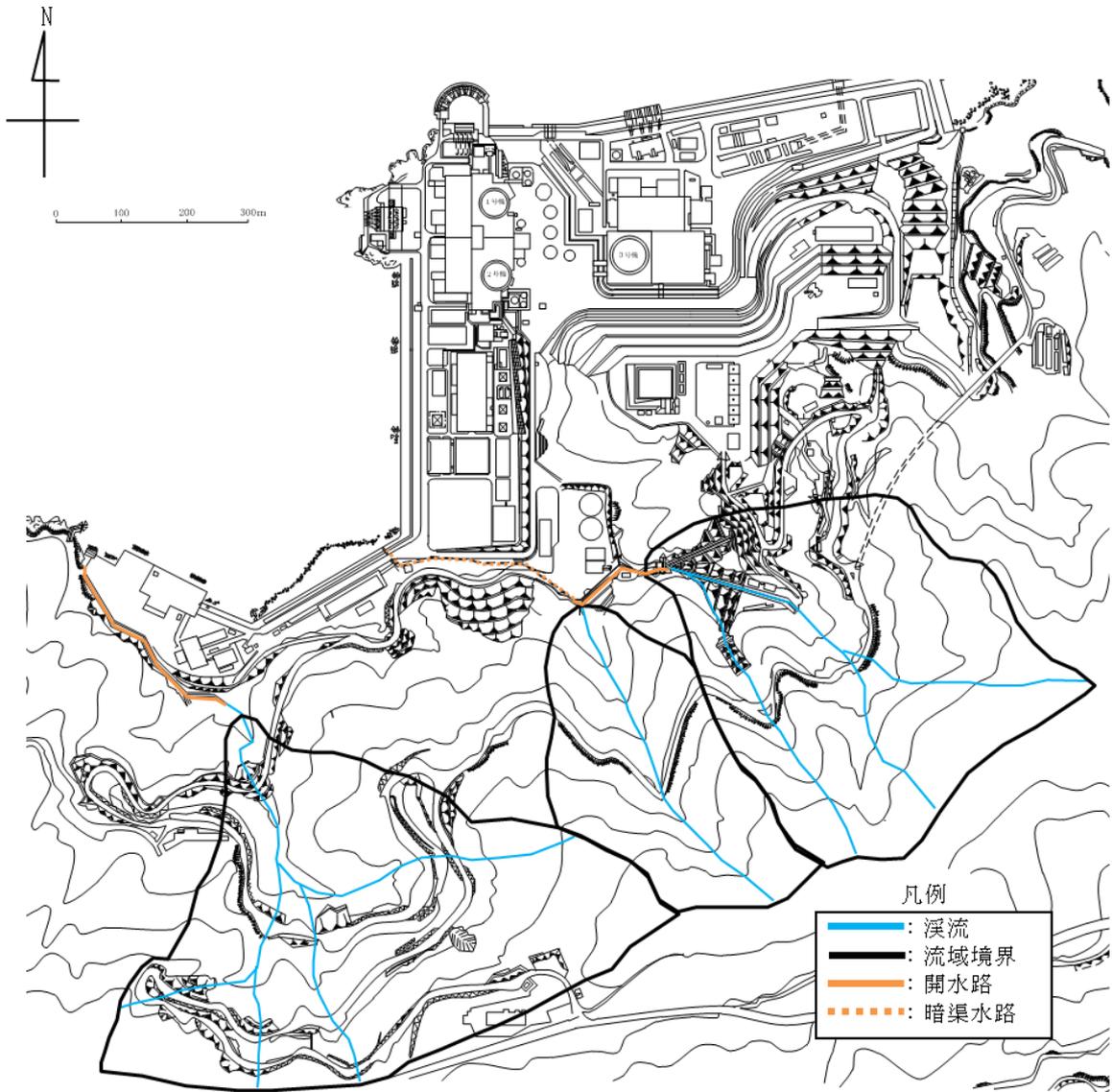
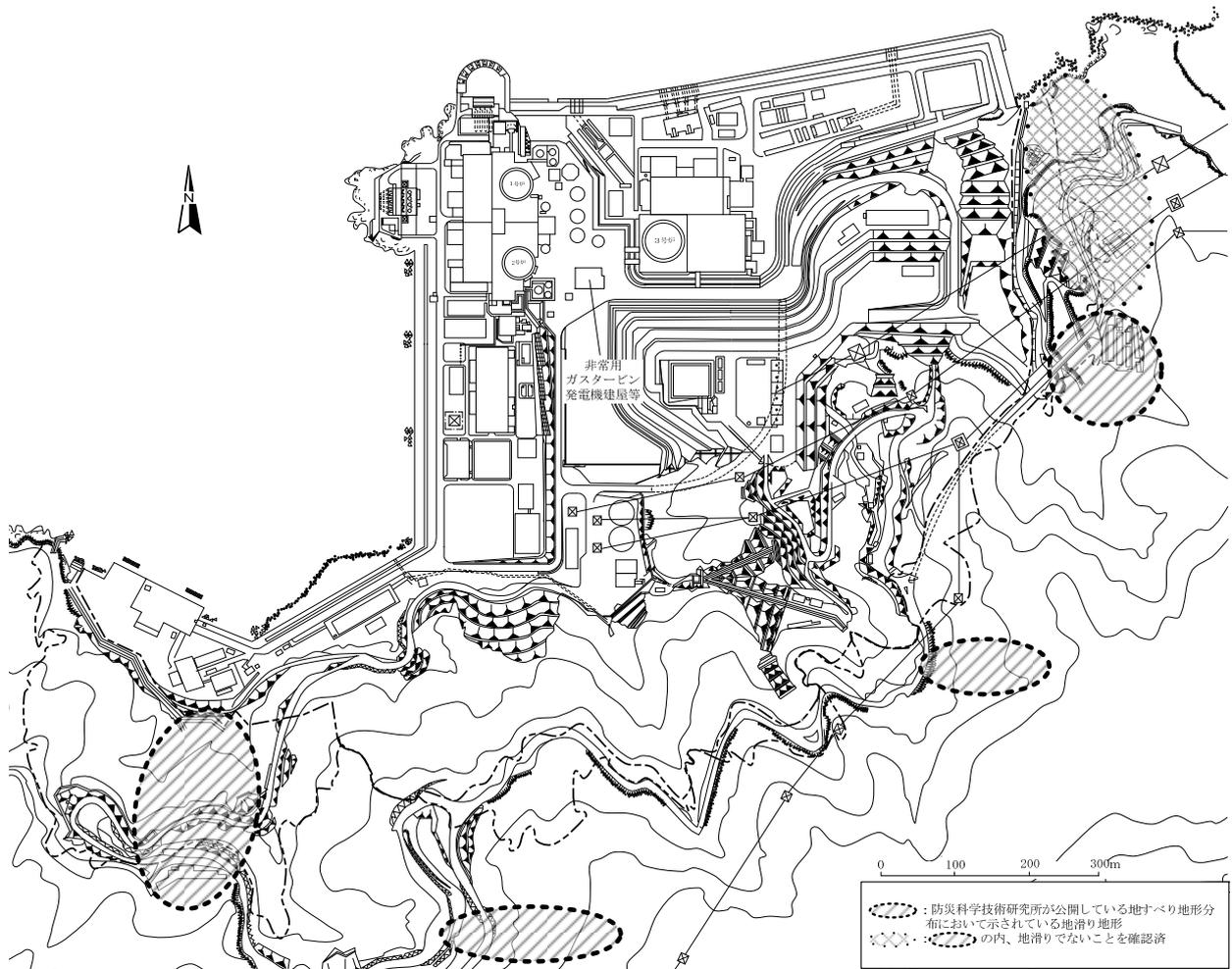


図2 伊方発電所敷地内の溪流

自然現象（地滑り）による火災発生防止について

伊方発電所周辺の地滑り地形は図1に示すとおりであり、非常用ガスタービン発電機建屋及び非常用ガスタービン発電機燃料油貯油槽（以下「非常用ガスタービン発電機建屋等」という。）の周辺には地滑り箇所は存在せず、非常用ガスタービン発電機建屋等において火災が発生することはないと考えられる。



※1 防災科学技術研究所が公開している地滑り地形分布図は、国土地理院が撮影した4万分の1のモノクロ空中写真の実体視判読結果をもとに作成されたものである。このため、発電所敷地に近接した比較的大きな敷地東側の地滑り地形については、北側について当社独自に現地踏査を行い地滑りではないことを確認している。なお、当該箇所には溪流が存在するものの、敷地外の海域に直接流入していることから、溪流に沿った地域に地滑りが発生した場合においても土砂が発電所敷地内に流入することはないと判断され、非常用ガスタービン発電機建屋等に影響することはない。

図1 伊方発電所周辺における地滑り地形の分布図

2. 火災の発生防止に係るもの

2.1 蓄電池室可搬型排気ファンの設計について

(1) 目的

本項は、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書4.1(1)b(c).項に示す所内常設直流電源設備（3系統目）用として配備する蓄電池室可搬型排気ファンの設計について補足説明するものである。

(2) 内容

蓄電池（3系統目）から発生する水素濃度を燃焼限界濃度未満とするために、蓄電池（3系統目）を設置する蓄電池室の必要換気量は、14（m³/min）程度となる。

蓄電池（3系統目）を設置する蓄電池室の必要換気風量について表2-1に示す。

表 2-1 蓄電池（3系統目）を設置する蓄電池室の必要換気風量

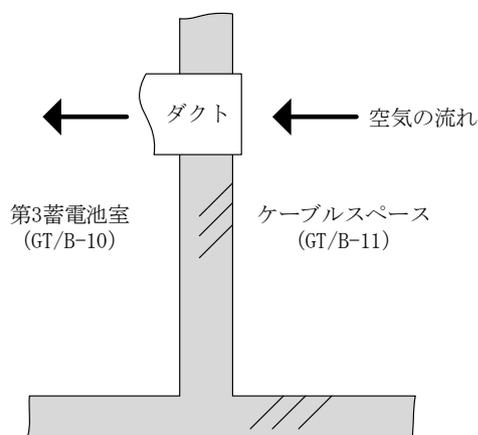
蓄電池（3系統目）仕様		必要換気風量 ^{注1}
容量	セル数	
SNS 3000Ah/10h	62	14 m ³ /min

注1 蓄電池室の水素排気の換気量は「原子力発電所の火災防護規程」（JEAC4626）にて引用されている「蓄電池室に関する設計指針」（SBA G0603）をベースに決定。

可搬型排気ファンは上記の必要換気量を上回る容量を有するファンを選定する設計とする。

2.2 第3蓄電池室の給気について

第3蓄電池室の換気は蓄電池室排気ファンにて行い、第3蓄電池室の給気は、図2.1に示すとおりケーブルスペース（GT/B-11）と第3蓄電池室（GT/B-10）の境界壁にダクトを設けて行う設計とする。



防護すべき設備が発生を想定する溢水により要求される機能を損なうおそれがある場合には、防護対策その他の適切な処置を実施する。

溢水評価条件の変更により評価結果が影響を受けないことを確認するために、溢水防護区画において、各種対策設備の追加及び資機材の持込みにより評価条件としている可燃性物質の量及び滞留面積に見直しがある場合は、溢水評価への影響確認を行うこととし、保安規定に定めて管理している。

2.1 防護すべき設備の設定

防護すべき設備として所内常設直流電源設備(3系統目)を設定する。防護すべき設備設定の具体的な内容を資料5-2「防護すべき設備の設定」に示す。

2.2 溢水評価条件の設定

(1) 溢水源及び溢水量の設定

溢水源及び溢水量の設定については、平成28年3月23日付け原規規発第1603231号にて認可された工事計画(以下「既工事計画」という。)の資料8-1「溢水等による損傷防止の基本方針」の「2.2(1)溢水源及び溢水量の設定」及び令和2年3月26日付け原規規発第2003261号にて認可された工事計画(以下「GTG工事計画」という。)の資料6-1「溢水等による損傷防止の基本方針」の「2.2(1)溢水源及び溢水量の設定」に示す溢水源及び溢水量の設定に関する設計から変更はない。

また、使用済燃料ピット以外のスロッシングによる溢水、その他の溢水及び放射性物質を含む液体を内包するその他の設備からの溢水については、平成31年2月6日付け原規規発第19020613号にて認可された工事計画の資料資料2-3「溢水評価条件の設定」の「2. 溢水源及び溢水量の設定」に示すとおり、溢水評価条件が既工事計画から変更ないことを確認している。

溢水源及び溢水量の設定の具体的な内容を資料5-3「溢水評価条件の設定」の「2. 溢水源及び溢水量の設定」に示す。

(2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護区画及び溢水経路の設定については、既工事計画の資料8-1「溢水等による損傷防止の基本方針」の「2.2(2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定」に示す溢水防護区画及び溢水経路の設定に関する設計から変更はない。

溢水防護区画及び溢水経路の設定の具体的な内容を資料5-3「溢水評価条件の設定」の「3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定」に示す。

2.3 溢水評価及び防護設計方針

伊方発電所 3 号炉 所内常設直流電源設備 (3 系統目) の設置について

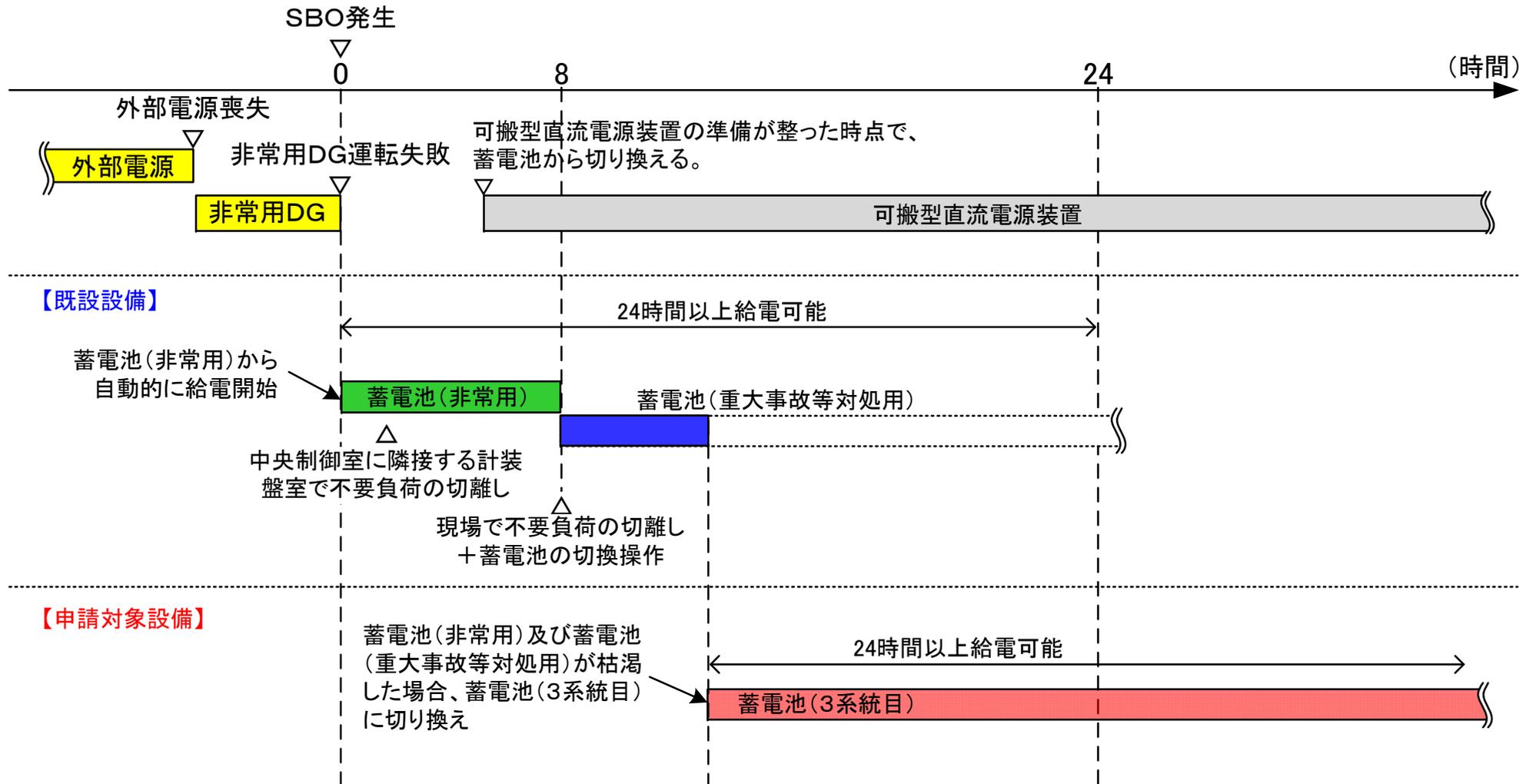
平成 2 9 年 1 2 月 2 1 日
四国電力株式会社

1. 所内常設直流電源設備(3系統目)の概要(2/2)

【蓄電池(3系統目)の容量】

○SBO発生後は、蓄電池(非常用)及び蓄電池(重大事故等対処用)の組合せにより24時間以上の給電を可能としているが、蓄電池(非常用)又は蓄電池(重大事故等対処用)の想定外の枯渇等により使用できない場合に蓄電池(3系統目)を使用する。

○蓄電池(3系統目)の容量としては、24時間にわたり給電可能な容量とする。



第3直流電源の電路による損失の考え方について

1. 仕様について

蓄電池（3系統目）の仕様を以下に示す。

型	式	鉛蓄電池
組	数	1
容	量	3,000Ah
電	圧	138V（浮動充電時）

2. 蓄電池単電圧から直流コントロールセンタまでの電圧降下の影響について
蓄電池（3系統目）及び電路の設計については、放電による蓄電池電圧の低下及び電路の電圧降下を考慮しても、負荷端において必要な電圧が維持できるように蓄電池の個数及びケーブルサイズを設計する必要がある。

蓄電池（3系統目）のセル数は、62セルを設置する。放電末期の電圧111.6V（=1.8V×62セル）においても負荷端の電圧が最低許容電圧以上となるよう設計している。

(1) ケーブルサイズ選定における基本式

$$\Delta V_{c1} = \frac{2 \times L \times R \times I}{1000} (V)$$

R : ケーブルの抵抗値 (Ω/km)

L : ケーブル互長 (m)

I : 負荷電流 (A)

ΔV_{c1} : ケーブル内許容電圧降下 (V)

この式を用いて各部のケーブルによる電圧降下を算出する。

(2) 電圧降下の影響評価結果

a. 評価条件

(a) 蓄電池端電圧

蓄電池の放電終止電圧を1.8Vとしていることから、蓄電池端電圧を1.8V×62セル=111.6Vとする。

(b) 負荷の最低許容電圧

直流負荷のうち最も評価が厳しい設備として、計装用インバータの最低許容電圧100Vを満足させるように設計する。

(c) 負荷電流

SBO時に継続的に長期給電する負荷電流は、計器用インバータの電流(約80A)にその他を含めて約100Aとする。

(d) ケーブル長およびケーブルサイズ

- ・蓄電池(3系統目)～蓄電池(3系統目) 切換盤
: 250sq×2c×2条、400m
- ・蓄電池(3系統目) 切換盤～直流C/C
: 250sq×2c×1条、100m

b. 評価結果

評価条件から求められる電圧降下は、以下のとおり約5.5Vとなる。

$$\Delta V_1 = \frac{2 \times 400 \times 0.0919 \times 100 \div 2}{1000} + \frac{2 \times 100 \times 0.0919 \times 100}{1000} = 5.514 \cong 5.5(V)$$

上記結果より負荷の最低許容電圧と電圧降下分を考慮しても余裕のある設計としている。

(蓄電池端電圧111.6(V) > 負荷の最低許容電圧100 + 電圧降下5.5 = 105.5(V))

直流コントロールセンタの負荷である計装用インバータの直流入力電圧の許容電圧は100～140V(メーカー設計仕様)であり、蓄電池の放電終止までの間、負荷に必要な電圧を維持できると評価できる。

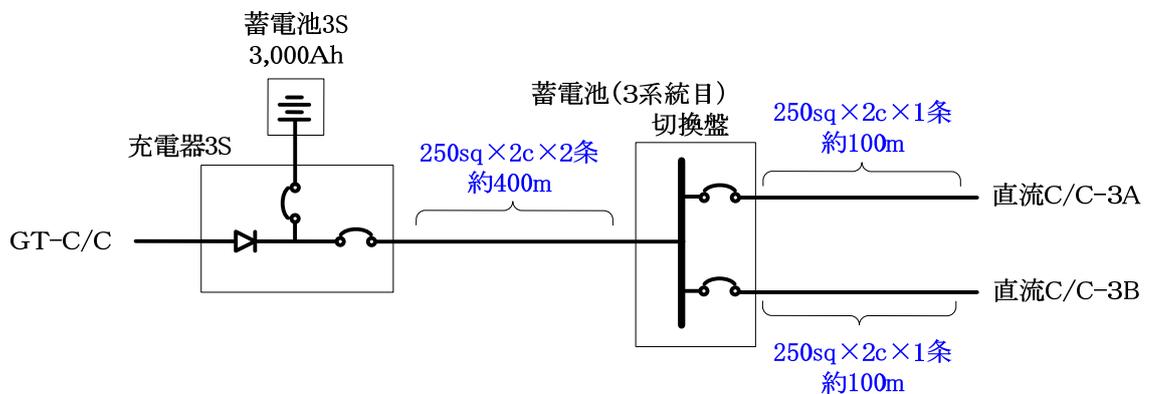


図1 蓄電池(3系統目)の直流系統概要図

3. 蓄電池放電時のケーブル対地容量成分による初期充電電流及び対地間の漏れ電流の影響について

蓄電池容量については、SBA規格に基づき、負荷に必要な電流を24時間にわたって供給するために必要な2,806Ahを上回る3,000Ahで設計している。この値は、蓄電池が負荷供給を開始してから24時間後も放電終止に至らないことを保証するものである。

ただし、蓄電池放電時の出力電流が負荷電流以外に消費されると実質的に蓄電池容量が目減りすることになるため、そのような問題がないことを以下のとおり確認している。

- ・蓄電池（3系統目）の待機状態において、建屋間ケーブルは常に充電状態であるため、建屋間ケーブルが長距離であったとしても、蓄電池放電時にケーブルの対地静電容量成分によって初期充電電流が消費されることはない。
- ・また、ケーブルの対地間絶縁抵抗値は、保守管理を通じて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で規定される $0.1\text{M}\Omega$ 以上に維持されているため、蓄電池単電圧が放電初期の最も高い138Vでも、対地間の漏れ電流は 0.00138A 以下であり、対地間の漏れ電流による影響はない。

以上より、ケーブルの初期充電電流及び漏れ電流の影響はなく、蓄電池が放電終止に至ることはなく、負荷に必要な電流を24時間にわたって供給できる。

4. ケーブルにおいて発生する損失影響を考慮した蓄電池の個数（セル数）について

上記2. 及び3. 項の評価結果より、蓄電池（3系統目）が負荷に必要な電圧及び電流を24時間にわたって供給できる設計であると評価できるが、ケーブルにおいて発生する損失影響の観点からも以下のとおり評価している。

- ・ケーブルの損失が0であったと仮定した場合、蓄電池（3系統目）に必要な個数は56個（計装用インバータの最低許容電圧／蓄電池1個の最低終止電圧 $=100\text{V}/1.8\text{V}=55.6$ ）となる。
- ・一方、ケーブルの損失（電圧降下 5.5V ）を考慮した場合、必要な個数は59個（ケーブルの電圧降下／蓄電池1個の最低終止電圧 $=5.5\text{V}/1.8\text{V}=3.1$ 、 $55.6+3.1=58.7$ ）となる。
- ・今回、蓄電池（3系統目）はケーブル損失を考慮して1組あたり最低限必

要な59個を上回る62個で設計しており、ケーブルの損失が0の場合に必要な56個より6個多い設計となっている。

- ・蓄電池6個分の発電電力は負荷電流100Aで $1.8V \times 6個 \times 100A = 1,080W$ 、ケーブルの損失は電圧降下 $5.5V \times 100A = 550W$ のため、6個分の増強によってケーブルの損失を十分に補っていると言える。

5. まとめ

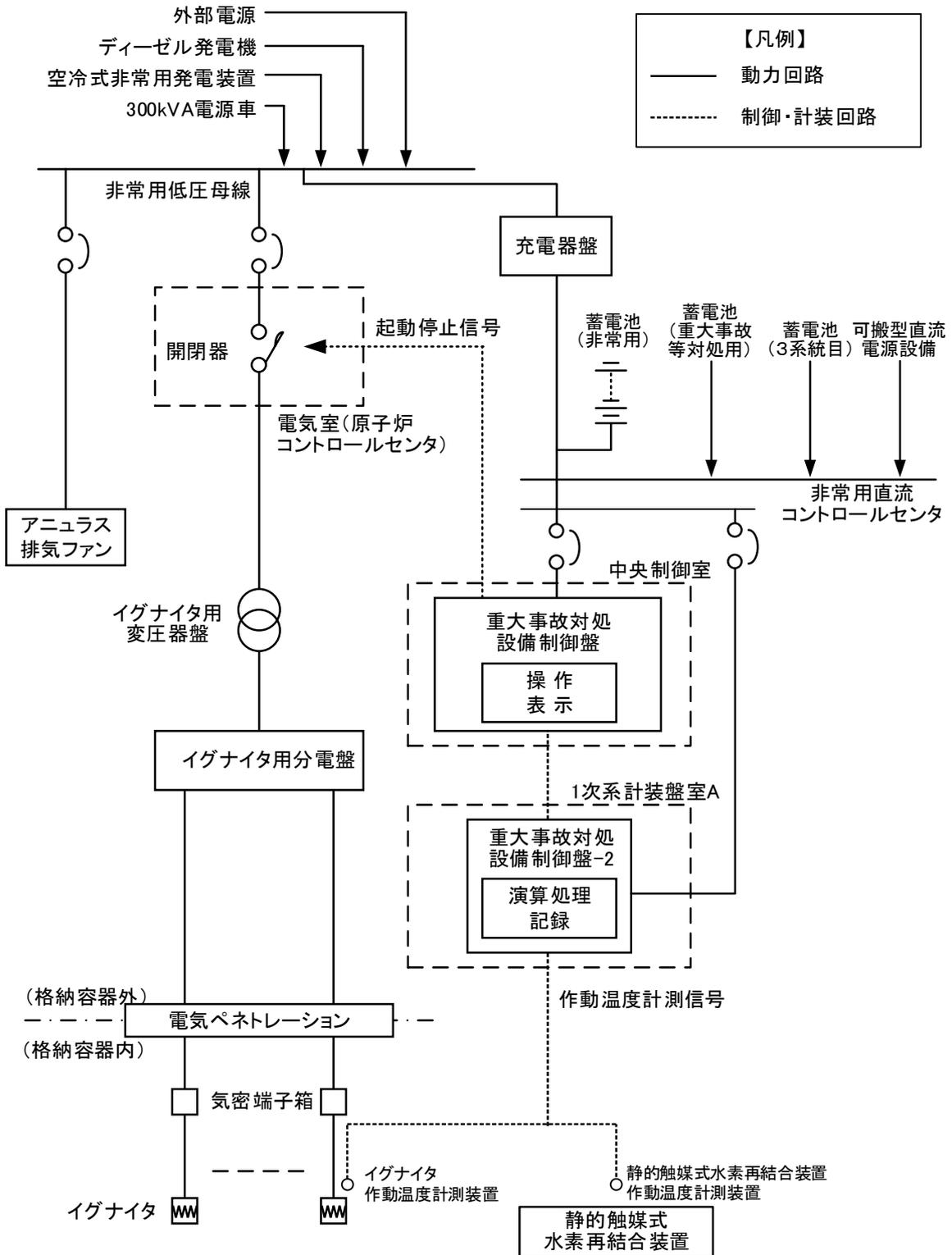
以上より、蓄電池（3系統目）は、容量3,000Ahの蓄電池を62個設置することで、建屋間ケーブルが長距離であることを考慮しても、負荷に必要な直流電力（電圧×電流）を24時間にわたって供給できる能力を有していると評価できる。

以 上

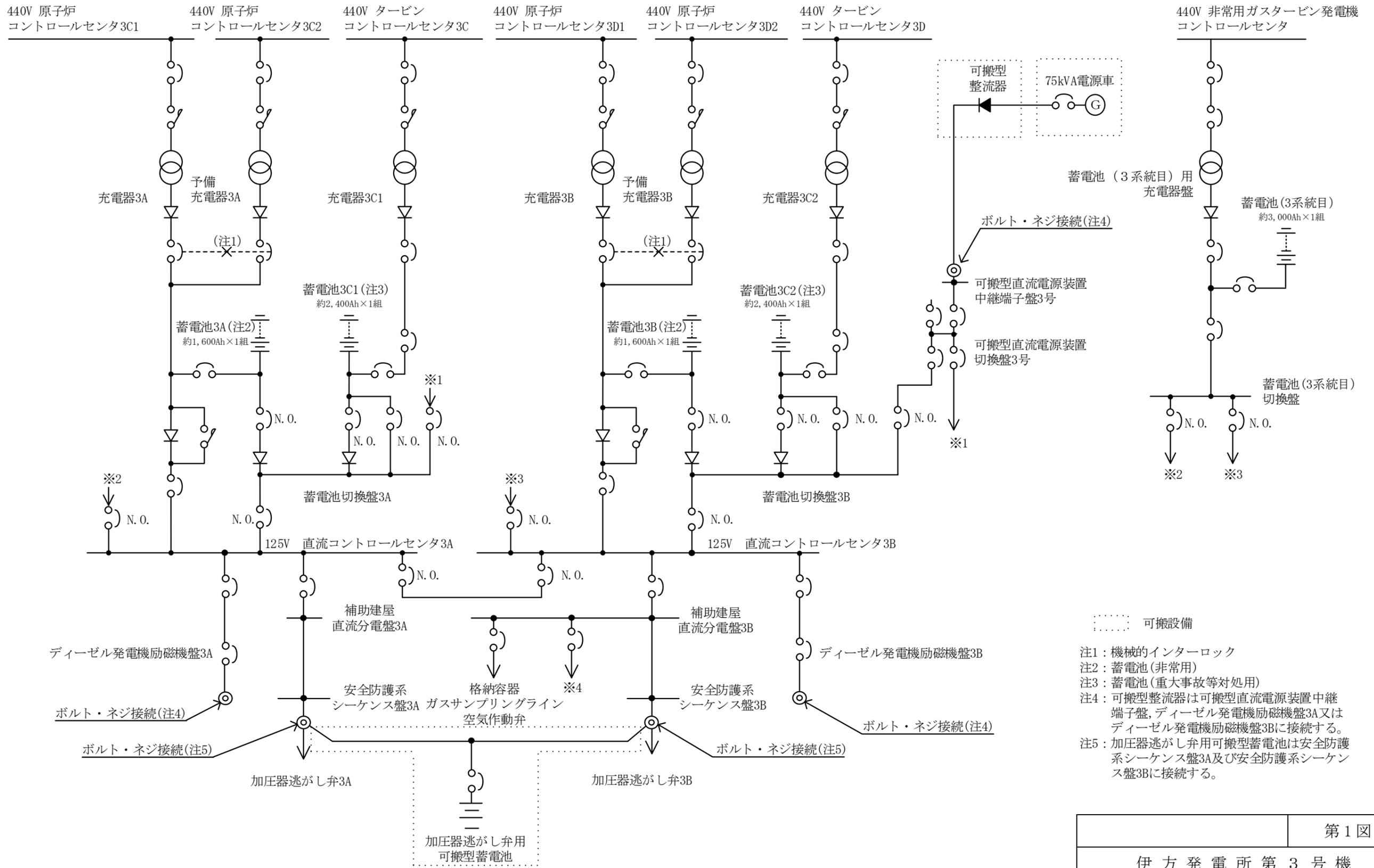
原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書

工事計画認可申請 資料 7

伊方発電所第3号機



第2-1図 系統構成図



供給先	負荷
※4 重大事故対処設備制御盤及び重大事故対処設備制御盤-2	・静的触媒式水素再結合装置作動温度計測装置 ・イグナイタ作動温度計測装置 等

第1図	
伊方発電所第3号機	
単線結線図	
四国電力株式会社	