

所内電源A系の停止および負傷者発生について

2024年7月16日



東京電力ホールディングス株式会社

目次

1. 事案概要

2. 工事概要

【補足】工事概要図

3. 時系列

4. 事実関係

5. 本事案の問題点と対策

6. 保安検査で確認された問題と対策について

<参考1> 福島第一原子力発電所構内図

<参考2> 管路立ち上げに関する認識の相違について

<参考3> 2024年3月25日 現場事前確認の状況

<参考4> 免震重要棟復電時におけるガスタービン発電機の停止に関する原因と対策について

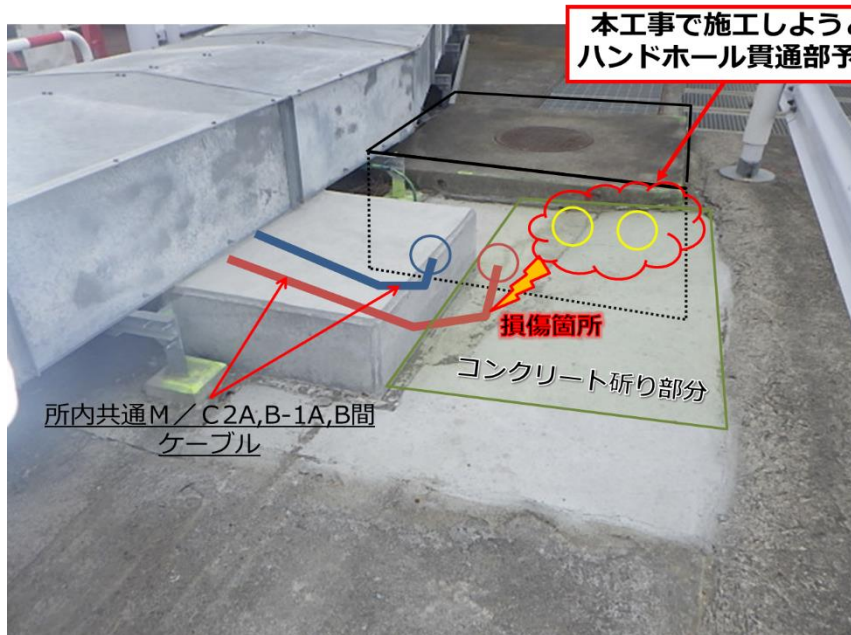
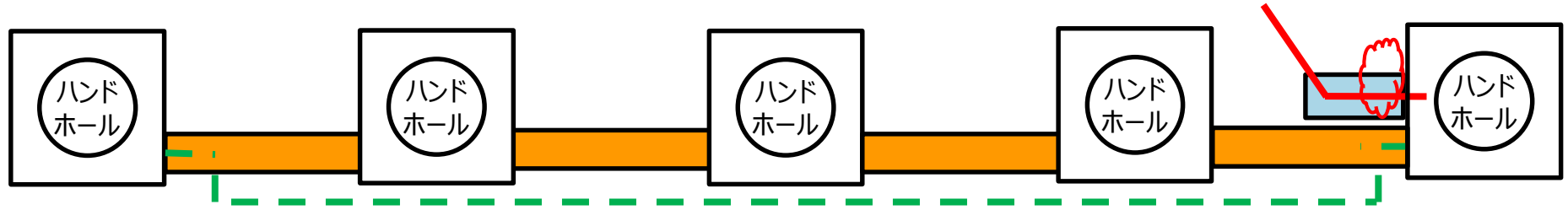
<参考5> 免震重要棟の電源構成について

1. 事案概要

- 4月24日午前10時43分頃、所内電源A系が停止。
- 各プラントの安定状態を維持する機能（原子炉注水、使用済燃料プール冷却、原子炉格納容器ガス管理設備等）は運転を継続しており、モニタリングポスト、敷地境界連続ダストモニタのパラメータについても有意な変動なし。その後、所内電源については、当該事故点を除き、同日、午後4時3分頃に復旧を完了。
- 放出中のALPS処理水希釈放出設備については、所内電源A系の停止に伴い自動で放出を停止したが、ALPS処理水希釈放出設備に異常は確認されなかったことから、同日、午後5時16分にALPS処理水希釈放出設備の運転を再開。
- 所内電源A系が停止した同時刻に、構内の大型機器点検建屋西側において、掘削作業(コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業)に従事していた協力企業作業員の負傷が確認された。現場状況を確認したところ、当該掘削作業によりケーブルが損傷し、所内電源A系が停止した。
- 負傷者については意識があり、また、放射性物質による汚染なし。発電所構内の入退域管理棟救急医療室にて医師の診察を受け、緊急搬送の必要があると診断されたことから、午前10時57分に救急車を要請し、医療機関へ搬送。診断の結果、「右頬部・右前腕2度熱傷」と診断され、入院はせず帰宅。

2. 工事概要

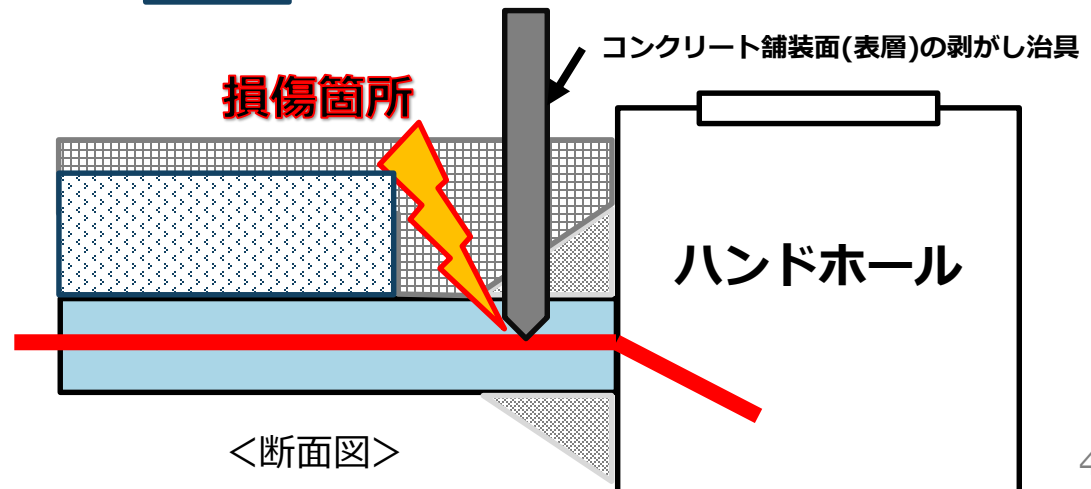
構内配電線の埋設管路の補修(リルート)に伴い、屋外舗装箇所の掘削工事を実施していた。当日は、このうち、コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業を実施していたもの。



現場状況写真

<凡例>

- ・・・ 構内配電線ケーブル (リルート)
- ・・・ 所内共通M/C A系ケーブル
- ・・・ 所内共通M/C B系ケーブル
- ・・・ コンクリート (表層)
- ・・・ コンクリート
- ・・・ 砕石
- ・・・ 管路



<断面図>

【補足】工事概要図

■ 平面図

所内共通M/C B系ケーブル用管路

所内共通M/C A系ケーブル用管路

コンクリート巻き

リルート用地上電路

ハンド
ホール

ケーブルトレイ

舗装面（表層）剥がし箇所

既設埋設管路

ガードレール

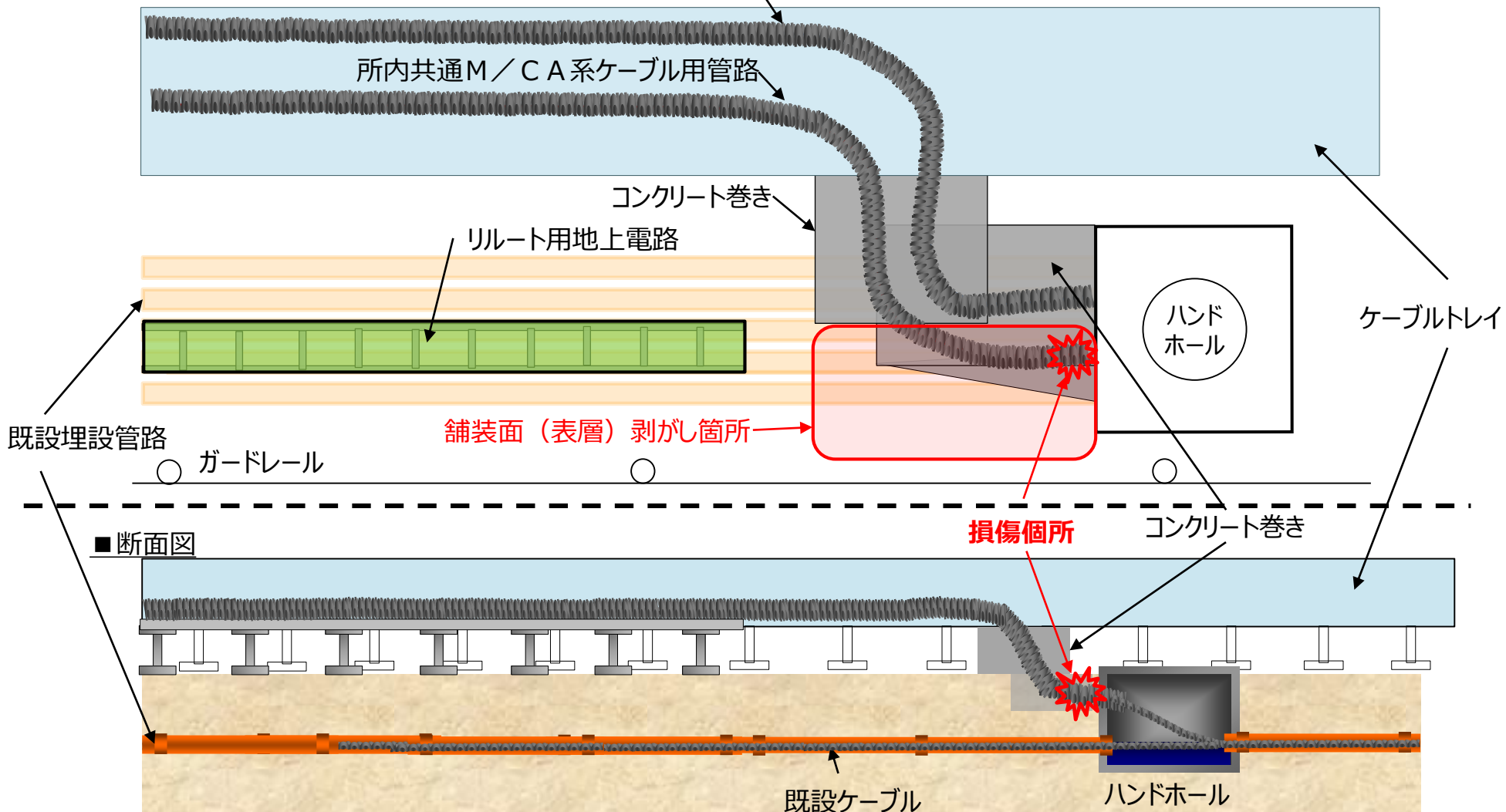
損傷箇所

コンクリート巻き

■ 断面図

既設ケーブル

ハンドホール



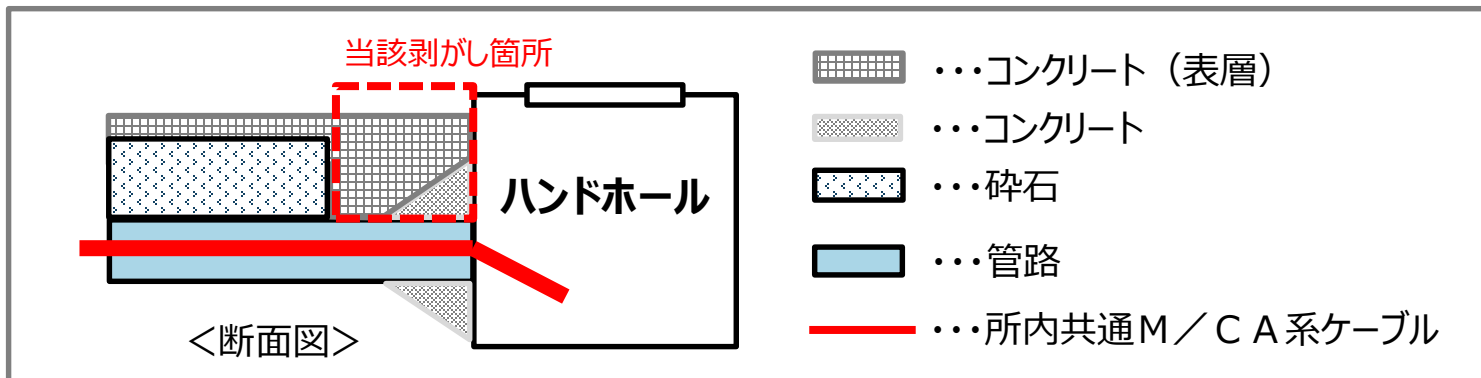
3. 時系列

2023年8月		<ul style="list-style-type: none">配電・電路Gは、隣接で埋設工事を実施するグループ（電気技術G）と必要な管路の施工について相談
2023年10月		<ul style="list-style-type: none">当該工事の仕様書作成（隣接するケーブル埋設工事で管路を施工する旨を記載）
2023年12月		<ul style="list-style-type: none">隣接するケーブル埋設工事の完了
2024年2月		<ul style="list-style-type: none">当該工事の工事発注（隣接するケーブル埋設工事の施工情報未確認）
3月18日		<ul style="list-style-type: none">当社（配電・電路G）の安全事前評価を実施（隣接するケーブル埋設工事の施工情報未確認）
3月25日		<ul style="list-style-type: none">元請企業の事前検討会と現場事前確認（2023年8月に相談した管路の未施工を確認）
4月8日		<ul style="list-style-type: none">準備作業含め当該箇所の作業開始
4月24日	9：30頃	<ul style="list-style-type: none">ハンドホールのコンクリート舗装面(表層)剥がし作業開始
	10：43頃	<ul style="list-style-type: none">所内共通M/C A系ケーブル損傷に伴う所内共通M/C1A停止 ※電源停止（免震重要棟M/C、M/C3A、5A、7A） ALPS処理水希釈放出設備(移送設備)停止アークによる被災
	11：34頃	<ul style="list-style-type: none">入退域管理棟救急医療室から病院へ搬送
	16：03頃	<ul style="list-style-type: none">電源復旧完了
	17：16頃	<ul style="list-style-type: none">ALPS処理水 放出再開
	19：45頃	<ul style="list-style-type: none">診断結果「右頬部、右前腕2度熱傷」入院なし

4. 事実関係

【当日の作業状況】

- 当日は、コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業を行う計画であり、作業班（作業班長1名、作業員3名の体制）は、要領書に従い実施していた。
- 当該剥がし箇所（ハンドホール近接部）は、コンクリート舗装面と、埋設管路とハンドホールを固定しているコンクリート部とが一体構造となっていた。
- このため、当該作業班は、埋設管路とハンドホールを固定しているコンクリート部まで剥がし作業を継続した結果、埋設管路及びケーブルの損傷に至った。



- 当社及び当該元請企業は、事前の現場確認にて、埋設管路及び充電されたケーブルが布設されていることは認識していた。
- 当社は、当該工事全体としてはケーブル損傷リスクがあることは認識しており、当日の作業はコンクリート舗装面(表層)の剥がし作業であり、ケーブルを損傷させることはないと考えていた。したがって、作業班に対して具体的な注意喚起を徹底するよう、元請企業に指示していなかった。
- 当該元請企業も、当社と同様に考えていたため、作業班に対して具体的な注意喚起を徹底していなかった。

5. 本事案の問題と対策について

□ 当社の問題点

- 当社は、現場事前確認において埋設管路の存在（変化）に気づいたものの、**コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業だけであればケーブルを損傷させる恐れは無いと判断し**、埋設管路の詳細なルート等を調査し関係者に共有しないまま、元請け企業に対して事前に確認せずに**作業許可をした**。
- 当社は今回のコンクリート舗装面(表層)の剥がし作業において、ケーブルを損傷させることがないと考え、作業班に対して**具体的な注意喚起を徹底するよう**、元請企業に**指示していなかった**。

<対策>

1. 当社は、現場で変化を確認した際は、**一旦立ち止まり**、関係者全員に**最新の現場確認結果を共有**した上でリスク評価を行い、停電作業の要否や作業計画の見直しも含めて検討・実施する。
2. 上位職は、工事監理員へ現場事前確認等の結果や内容を具体的に聞き取り指導、助言をする。確認の結果、安全事前評価や事前検討会と比較して変化があれば、再度、工事監理員と事前検討を行う。
3. 充電部近接作業(※)に関するリスク評価において、事前の現場確認を踏まえた作業班に対する**具体的な注意喚起事項を抽出し**、元請企業に対して**作業班全員への周知徹底を指示する**。
4. **充電部近接作業については**、作業前に現場確認を行った上で実施するとともに、たとえ今回のようなコンクリート舗装面(表層)の剥がし作業においても、**当社が立ち会うこととする**。
5. 当社は、元請企業の対策について定期的に履行確認をする。

(※) 充電部近接作業：充電された高圧電路などの近くで行う作業のこと

5. 本事案の問題と対策について

□当該元請企業の問題点

- 当該元請企業も、現場事前確認において埋設管路の存在（変化）に気づいたものの、**コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業だけであればケーブルを損傷させる恐れは無いと考え**、埋設管路の詳細なルート等の調査を依頼し詳細を確認しないまま、当社工事監理員に**先行して作業したい旨を相談し許可を得た**。
- 当該元請企業は、工事全体としてケーブルを損傷させるリスクがあることを、作業班に対して**具体的な注意喚起を徹底していなかった**。

<対策>

1. 元請け企業も、現場で変化を確認した際は、**一旦立ち止まり作業を中止する**。関係者全員に**最新の現場確認結果を共有**した上でリスク評価を行い、停電作業の要否や作業計画の見直しも含めて当社と検討・実施する。
2. **当該元請企業工事担当者は、必ずTBM-KYに参加**し、作業範囲に注意箇所がある場合は、現地で詳細な状況を自ら確認（今回はHH蓋開閉）し**作業班へ注意喚起と指導を行う**。

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
<p>①事前現場確認後の安全事前評価未実施</p>	<p>2024年3月25日、配電・電路G 監理員は、事前現場確認において、仕様書と比較して現場状態が一致していない事を確認。</p> <p>後で、安全事前評価を行えばよいと思い込み工事担当者へコンクリート舗装面（表層）の剥がし作業許可を与えた。</p> <p>結果して、現場状況の把握ができておらず、事前現場確認後の安全事前評価未実施。</p>	<p>安全事前評価や事前検討会と比較して変化があれば、再度、関係者全員と安全事前評価や事前検討会を実施。</p> <p>安全対策の不足がないこと、及び新たなリスクがないか確認できるまで作業に着手しない</p> <p>2024年5月21日：工事監理マニュアル再教育完了 風化防止：現場事前確認（兼事前検討会）後のアフターKYおよび電気G開催の定期的な勉強会にて補填</p>
<p>②充電部近接作業であることの認識不足</p>	<p>配電・電路G 監理員は、充電された地中ケーブル近傍での掘削作業において、今までの経験からコンクリート舗装面（表層）剥がしただけであれば埋設管路が出て来る事が無かったため、適用すべきガイドを用いた計画をせず、工事立会いを計画しなかった。</p>	<p>作業前に現場確認を行った上で充電部近接作業箇所については、たとえ今回のようなコンクリート舗装面(表層)の剥がし作業においても、リスクとして認識し当社監理員が立会いする。</p> <p>2024年5月21日：安全対策仕様書、埋設物試掘作業および不明管取り扱いガイド再教育完了 風化防止：年1回実施</p>

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
<p>③現場状況を踏まえた作業管理不備</p>	<p>2024年4月19日、協力企業工事担当者は、既設埋設管路が深さ300mm程度でコア抜きされていることを確認した。</p> <p>既設埋設管路の埋設位置は、基本舗装構造の表層コンクリート以下であり、砕石層が出てくるものと思い込んだ。</p> <p>監理員は、工事担当者から相談を受け、コンクリート舗装面（表層）の剥がし作業であれば、隣接するケーブル埋設工事の工事進捗、詳細なルート、深さ等を確認しなくてもケーブル損傷に至るリスクはないものと考え、工事担当者へ作業許可を与えてしまった。</p>	<p>監理員は、現場事前確認等の実施結果で、現場に変化を確認した際は一旦立止り、最新の関係情報を再調査し、関係者全員に共有した上で、再度、安全事前評価（兼事前検討会）をする。</p> <p>この評価結果を、必要に応じて契約仕様や工事計画へ反映し、リスク回避のための計画変更等を行う。</p>

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
<p>④調達要求事項の変更管理不備</p>	<p>2024年3月25日、配電・電路G監理員は、事前現場確認において、仕様書と比較して現場状態が一致していない事を確認したが、仕様書変更、<u>再度の安全事前評価等を実施しなかった。</u> また、配電・電路G上位職は、<u>監理員からの報告もなく具体的な現場の状況まで聞き取りが出来ず再度の安全事前評価の実施指示が出来なかった。</u></p>	<p>監理員は、1F構内で毎日、様々な近接工事が実施されていることを認識し、仕様書と比較して現場状態が一致していない場合は一旦立止り、上位職への報連相を実施する。報連相を受けた上位職は、助言・指導を行う。 監理員は、その結果を関係者全員に共有し、最新の現場確認結果を踏まえ、再度、安全事前評価（兼事前検討会）をする。この評価結果を、必要に応じて契約仕様や工事計画へ反映し、リスク回避のための計画変更等を行う。</p> <p>2024年5月21日：安全対策仕様書、埋設物試掘作業および不明管取り扱いガイド再教育完了 風化防止：年1回実施</p>
<p>⑤ガイド遵守不履行</p>	<p>2024年3月25日、配電・電路G監理員は、コア抜き2孔が不足となり試掘が必要となったが、適用すべきガイドを用いた計画をせず、隣接するケーブル埋設工事に関して<u>追加の埋設物調査を実施しなかった。</u></p>	<p>監理員は、仕様書作成段階で、試掘や掘削が必要な箇所がある場合、1F試掘ガイドに基づいて実施した埋設物調査結果をもとに、現場で作業実施者と点検し、現場の変化を確認次第、<u>追加の埋設物調査を実施する。</u></p> <p>2024年5月21日：配電・電路G全監理員で埋設物試掘作業および不明管取り扱いガイドの再教育完了 風化防止：年1回再周知</p>

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
⑥調達要求事項不備	2024年2月、配電・電路Gは、電気技術Gに相談した施工について、実施されていない状況で工事が完了していたが、現場確認することなく管路立上げの工事が実施されているものとして、 <u>仕様変更することなく発注した。</u>	<p>監理員は、発注段階で他の主管G工事などが現場近隣で競合し、尚且つ仕様書作成段階で不確定な情報がある場合、他の主管Gと協議した内容について<u>確定情報を仕様書へ記載し、供給者の元請企業に発注する。</u></p> <p>2024年5月21日：工事監理マニュアル、電気設備設計・作業標準ガイド、業務運用手引きについて配電・電路G監理員全員に再教育完了 風化防止：年1回実施</p>
⑦安全事前評価不備	2024年3月18日、配電・電路G監理員は、安全事前評価（机上評価）において、2023年8月に電気技術Gに相談した内容の進捗を確認しないまま、仕様書にて配電・電路G使用予定の管路が <u>地上に立ち上がっているものとして、出席者へ説明した。</u>	<p>監理員は、他の主管G工事などが現場近隣で競合し、尚且つ仕様書作成段階で不確定な情報がある場合、または変化があることを事前に知っている場合は、安全事前評価実施前までに他の主管G <u>工事の進捗状況を当該Gに確認したうえで、安全事前評価を実施する。</u></p> <p>2024年5月21日：安全対策仕様書、埋設物試掘作業および不明管取り扱いガイド再教育完了 風化防止：年1回実施</p>

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
⑧担当G間の業務依頼不備	2023年8月、配電・電路G監理員は、他の主管Gへ追加工事を依頼する場合は、GM間で業務依頼文書で正式に取り交し完了報告を受領することで依頼した業務の完了を確認する必要があるが、 <u>文書による業務依頼を実施していなかった。</u>	監理員は、他の主管Gと協議した内容について確定情報を仕様書へ記載する。 協議した内容を他の主管Gへ依頼する際は、GMが <u>業務依頼書を正式に取り交し完了報告を受領して確定情報とする。</u>
⑨作業計画作成不備	2023年10月、配電・電路G監理員は、コア抜き施工予定の <u>確定情報を確認することのないまま仕様書に『電気技術G工事にて実施』する旨を記載したため、不確定な作業計画の作成に至った。</u>	2024年5月21日：工事監理マニュアル、電気設備設計・作業標準ガイド、業務運用手引きについて配電・電路G監理員全員に周知完了 風化防止：年1回実施

上位職の関与

課題①～⑨の改善策について、配電・電路GM・TLは日々のMM・EMの中で監理員とコミュニケーションにより助言・指導と定着確認を行う。

その他主管GのGM・TLは、監理員へ適切な報連相をするよう上位職の関与を強め、積極的なコミュニケーションを図る。

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
<p>⑩保全部門による操作手順書作成の不備 （免震重要棟復電時におけるガスタービン発電機の停止関連）</p>	<p>保全部門は、2013年にガスタービン発電機の手順書を新規作成するにあたり、使用した設備図書にガスタービン発電機が自動停止するインターロックがあることは記載されていたが、ガスタービン発電機と免震重要棟M/C間のインターロックの取り合いを示す<u>設備図書が不足していた。</u> 2013年の手順書作成時は、現場の線量が高く、現地での試験や実動作ができなかったため、机上で限られた資料で作成し、インターロックの検証は行わなかった。</p>	<p>保全部門は、実施計画対象でインターロックがある設備において、設置企業が複数に跨る設備については、インターロック取り合い箇所の設備図書の不足がないように、工事追加仕様書にて<u>設備図書の提出を求める</u>ことをマニュアルへ反映する。 （2024年6月27日 改訂済）</p>
<p>⑪運用時の確認不足 （免震重要棟復電時におけるガスタービン発電機の停止関連）</p>	<p>運転部門は、当該設備別操作手順書を保全部門が2013年に作成した手順書及び、設備図書を参照して作成し、保全部門に手順書の妥当性を確認していたものの、遮断器「所内共通M/C_5A-6B」の<入>操作時点でガスタービン発電機が停止するインターロック（商用復電）が記載された設備図書がなく、<u>インターロックの確認が十分ではなかった。</u></p>	<p>運転部門は、当該設備別操作手順書について、手順を見直す。 （2024年4月26日 改訂済）</p> <p>運転部門は、既に制定している設備別操作手順書のうち、現時点で試験や実動作で妥当性が確認できていない<u>他の手順書について、調査のうえ手順の妥当性を再確認する。</u> （2024年6月27日 手順の妥当性再確認を完了）</p>

6. 追加で確認された問題と対策について

課題	問題	対策
⑫免震重要棟の電源構成に係る実施計画記載との齟齬について	実施計画では、免震重要棟の電源設計区分はI-1であり、設備機能要求として、単一故障かつ外部電源喪失時においても安全機能を維持すること、 また、設計方針として、電源供給、システム設備ともに多重化設計もしくはシステム設備を多様化し、それぞれに異系統の電源を供給することとされているが、実際の負荷設備は多重化されておらず、 <u>電源構成が実施計画の記載とは異なる状態であった。</u>	実施計画上の免震重要棟の電源設計区分について、適切に見直しを図る。

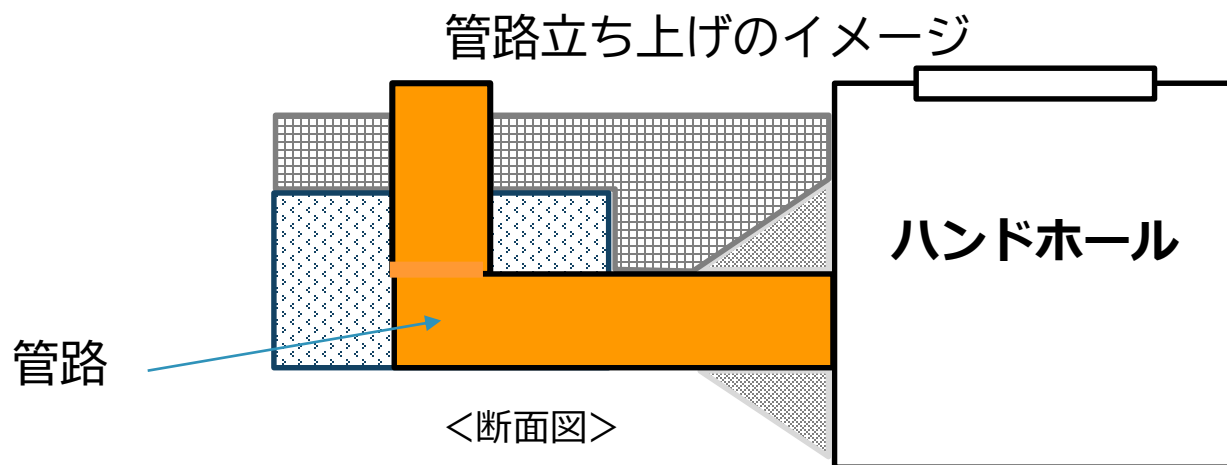
<参考 1> 福島第一原子力発電所構内図



福島第一原子力発電所 構内図

<参考2> 管路立ち上げに関する認識の相違について

	配電・電路グループ	電気技術グループ
2023.08	当該箇所の管路の立ち上げを相談 これにより、電気技術G側の工事で施工して もらえると思い込んでいた	口頭による相談のみであり、正式な依頼は 別途くると考えた
2023.10	電気技術Gの関連工事において管路の立ち 上げがされることを前提に工事を設計（仕 様書作成）	配電・電路Gが作成した仕様書について協 議の依頼はなかった
2023.12	—	配電電路から正式な依頼がなく、管路の 立ち上げはそれぞれの工事で実施すると考 え、工事を施工完了
2024.03	現場事前確認にて管路が立ち上がっていな いことを確認	—



<参考 3> 2024年3月25日 現場事前確認*の状況

今回の状態	元請け工事担当者	工事監理員	配電・電路GM・TL
<p>配電・電路Gの使用予定管路がハンドホールから地上へ立上がっていないことが判明し仕様書と比較して一致していない事を確認した</p>	<p>隣接するケーブル埋設工事の竣工状況について配電・電路Gへ確認を依頼した</p>	<p>監理員は関電工から依頼を受け隣接するケーブル埋設工事に関する事前検討会等の日時調整を開始した</p>	<p>2024年3月26日 チームリーダーは、工事監理員へ現場事前確認の結果を聞き取りした際、安全対策に関する不足点や新たなリスクの有無について問題ない旨を確認したが、監理員の報告もなく具体的な現場の状況まで聞き取りができなかった</p>
<p>コンクリート舗装面（表層）の剥がし作業だけであれば、隣接するケーブル埋設工事の工事進捗、詳細なルート、深さ等を確認しなくてもケーブル損傷に至るリスクはないものと判断した</p>	<p>不足した2孔のコア抜きをする事を前提に試掘が必要と考え、先行して作業したいと思い、監理員へ作業許可の相談をし、許可を得たことから再度の事前検討会を行なわなかった</p>	<p>工事担当者から相談を受け、今までの経験からコンクリート舗装面（表層）剥がしだけであれば埋設管路が出て来る事が無かったため、事前に確認せずに作業許可を与えていた。尚、試掘が必要となったが隣接するケーブル埋設工事に関して追加の埋設物調査を実施しなかった</p>	

*：至近で発生した災害に伴う作業点検ではなく、従前からの安全対策仕様書に基づく作業前安全点検

<参考 4>

免震重要棟復電時におけるガスタービン発電機の停止に関する原因と対策について
(2024年5月16日 公表資料)

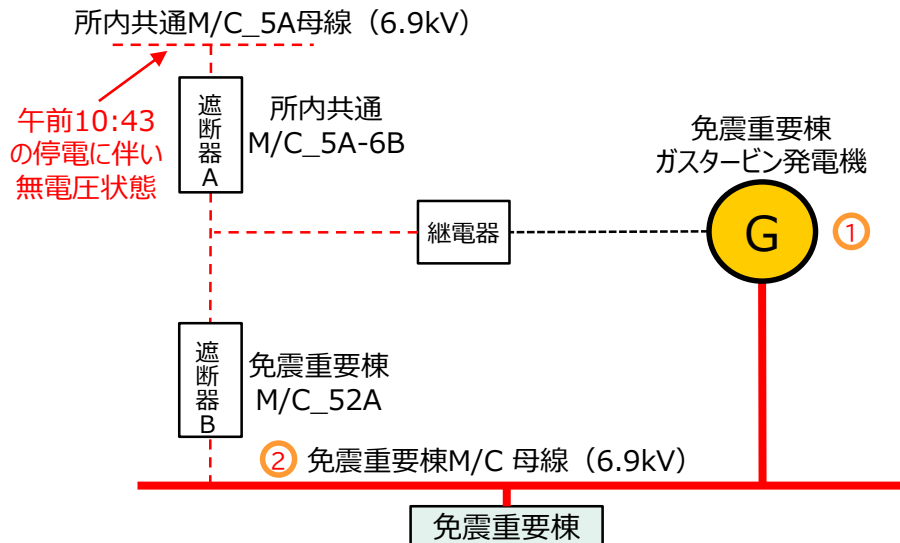
- 4月24日午前10時43分頃、構内の大型機器点検建屋西側において、構内配電線の埋設管路の補修に伴い、屋外舗装箇所の掘削作業（コンクリート舗装面(表層)の剥がし作業）を実施していたところ、ケーブルを損傷させ所内電源A系が停止しました。
- 所内電源A系停止に伴い、免震重要棟M/C（メタルクラッド：高圧電源盤）の電圧がなくなったことから、午前10時43分に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限「※免震重要棟の維持に必要な交流高圧電源母線が受電されていること」の逸脱を判断しました。なお、免震重要棟M/C母線については、午前10時43分に免震重要棟ガスタービン発電機が自動起動し、午前11時30分に現場で免震重要棟M/C母線の復電を確認したことから、運転上の制限逸脱からの復帰を判断しております。
- 同日午後2時23分頃、所内電源A系の復旧作業の過程において、ガスタービン発電機が自動停止し、免震重要棟の電源が喪失*したことから、午後2時23分に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限（※前掲参照）の逸脱を判断しました。
* 免震重要棟における重要計器の監視は、無停電電源装置等により継続
- なお、免震重要棟の電源については、午後2時43分に所内共通M/C5A側からの受電により免震重要棟M/Cの復電を確認したことから、午後2時43分運転上の制限逸脱からの復帰を判断しております。

<以上、4月25日までにお知らせ済み>

- 免震重要棟の電源復旧作業は、予め定められた手順書に沿って進めており、所内共通M/C_5A母線の復電を確認した後、「所内共通M/C_5A-6B」（以下、遮断器A）を<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する予定でしたが、遮断器Aの<入>操作後にガスタービン発電機が自動停止したことを確認しています。
- 調査の結果、「免震重要棟M/C_52A」（以下、遮断器B）の上流電源側の電圧回復を継電器が検知すると、ガスタービン発電機に対して停止信号が発信されるインターロックになっており、遮断器Aの<入>操作によりガスタービン発電機が自動停止したことが判明しました。
- 当該手順書については、ガスタービン発電機停止後に遮断器Aを<入>操作する手順に見直すと共に、今回の事案を踏まえ、他の操作手順書（試験や実動作で妥当性が確認されていないもの）について、手順の妥当性を再確認してまいります。

1. 免震重要棟における電源切替状況と時系列

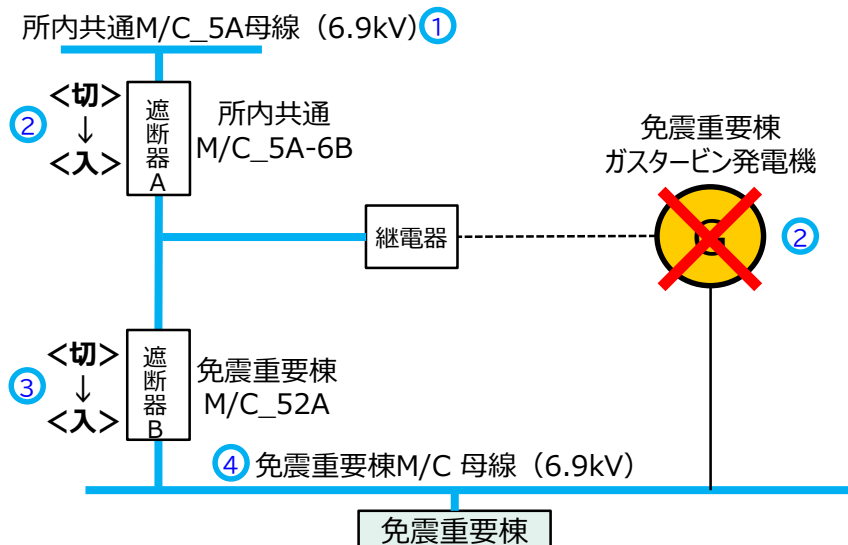
ガスタービン発電機起動までの流れ



【主な時系列 (4月24日)】

- ▶ 午前10:43頃 所内共通M/C_A系ケーブル損傷に伴い所内共通M/C_1A停止
所内共通M/C_1Aより給電されている免震重要棟M/C、M/C_3A、M/C_5A、M/C_7Aについても電源停止
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱判断 (ALPS処理水希釈放出設備 [移送設備] 停止ならびに当該作業に従事していた協力企業作業員が被災)
- ▶ 午前10:43頃 免震重要棟ガスタービン発電機が自動起動 ①
- ▶ 午前11:30頃 現場にて免震重要棟M/C母線の復電を確認 ②
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱からの復帰を判断

ガスタービン発電機停止から復電までの流れ

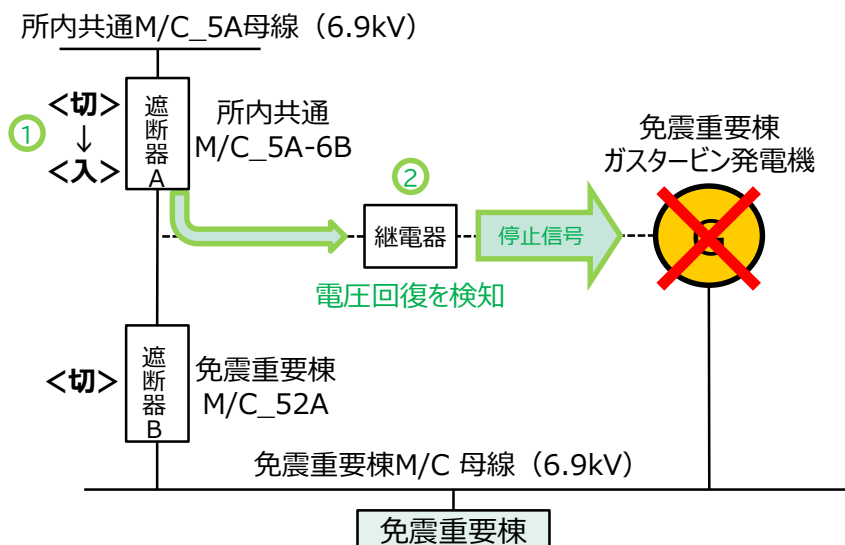


【主な時系列 (4月24日)】

- ▶ 午後 2:19頃 所内共通M/C_5A母線の復電を確認 ①
- ▶ 午後 2:23頃 免震重要棟M/Cの復旧操作において、遮断器Aを<入>操作した際にガスタービン発電機が自動停止 ②
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱判断
なお、免震重要棟の重要計器は、無停電電源装置等で監視継続 (停電に伴い免震重要棟の照明、空調は停止)
- ▶ 午後 2:43頃 遮断器Bを<入>操作 ③
- ▶ 午後 2:43頃 免震重要棟M/C母線の復電を確認 ④
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱からの復帰を判断

2. ガスタービン発電機の自動停止の原因

- 免震重要棟M/Cの復旧操作については、所内共通M/C_5A母線の復電を確認後、予め定められた手順書に沿って遮断器Aを<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する予定でしたが、遮断器Aの<入>操作により、ガスタービン発電機が自動停止しました。
- 調査の結果、遮断器Bの上流電源側の電圧回復を継電器が検知すると、ガスタービン発電機に対して停止信号が発信されるインターロックになっており、遮断器Aの<入>操作によってガスタービン発電機が自動停止したことが判明しました。
- 免震重要棟M/Cの電源は、所内共通M/Cもしくはガスタービン発電機のどちらか一方の給電であり、遮断器Bの上流電源側の電圧回復を継電器が検知すると、ガスタービン発電機に対して停止信号が発信されるインターロックとなっていますが、遮断器Aの<入>操作後（免震重要棟M/C母線の復電前）にガスタービン発電機を停止する手順となっていました。



【免震重要棟ガスタービン発電機の停止時の状況】

- ① 遮断器Aを<入>操作
- ② 遮断器Aを<入>操作したことにより復電し、電圧回復を検知する継電器から停止信号が発信され、ガスタービン発電機が自動停止

※予め定められていた手順書では、停電切替が前提であり、遮断器Bは<切>状態で、遮断器Aを<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する手順だった。
※なお、ガスタービン発電機の自動停止後は、遮断器Bの<入>操作を行い、遮断器A側からの受電によって免震重要棟M/Cを復電させた。

3. 原因と対策

- 免震重要棟M/Cの常用電源（遮断器Aおよび遮断器B）の復旧操作にあたって使用した手順書が、遮断器Aの〈入〉操作時点でガスタービン発電機が自動停止するインターロックを考慮した手順となっていなかった原因は以下の通りです。

<原因>

- ・2013年に今回使用した手順書の基となる手順書を作成していたが、その際に使用した設備図書には、電圧回復を検知するとガスタービン発電機が自動停止するインターロックがあることは記載されていたものの、具体的な電圧回復の検出箇所は記載されていなかった。
- ・また、当時、現場の線量が高く、現地での試験や実動作ができなかったため、具体的な電圧回復の検出箇所を確認して、それを踏まえた手順を手順書に反映することができなかった。
(本手順書の使用は今回が初めてであり事前に気付くことができなかった)

- 本件を踏まえ、以下の対策を行います。

<対策>

- ・当該手順書について、ガスタービン発電機の手動停止後に遮断器Aを〈入〉操作する手順に見直し。
- ・既に制定している手順のうち、現時点で試験や実動作で妥当性が確認できていない他の操作手順書について、調査のうえ手順の妥当性を再確認する。
(なお、福島第一原子力発電所に設置しているディーゼル発電機 [実施計画に記載] については、試験または実動作で操作手順書の妥当性を確認済み)

<参考 5>

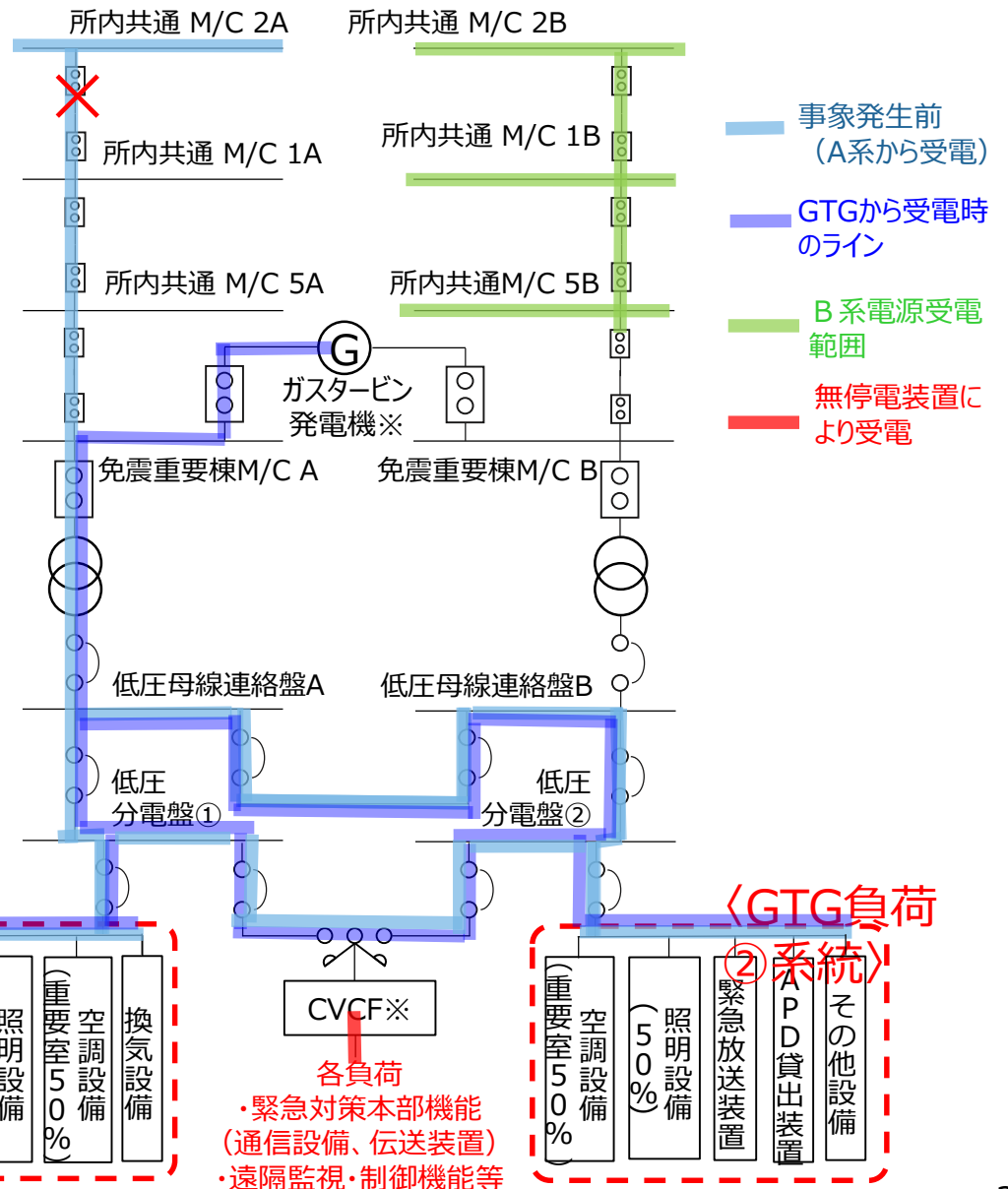
免震重要棟の電源構成について

(2024年6月20日 第20回特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合 資料2-1)

- 4月24日、構内配電線の埋設管路の補修に伴い、屋外の舗装箇所の掘削作業を行っていたところ、地中に埋設されていたケーブルを損傷させ、所内電源A系が停止した。
- この影響により、免震重要棟M/C（メタルクラッド：高圧電源盤）の電圧が一時的になくなる事象が発生したものの、以下の通り、免震重要棟に要求される機能には影響がなかった。
 - ・ 電源停止中の監視は、CVCFからの電源供給により監視が可能であった。
 - ・ ガスタービン発電機（GTG）が設計通り自動起動（電圧確立までは40秒程度）し、空調はその後手動起動を実施。
 - ・ その他免震重要棟に求められる機能（汚染検査やAPD貸し出し）についても、人的な対応を実施。
- 一方、実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限（LCO）、「免震重要棟の維持に必要な交流高圧電源母線が受電されていること」については、LCO逸脱を判断した。また、本事象をきっかけに、実施計画Ⅱ2.7及び2.14の記載について、現場との不整合を確認した。
- 以上から、免震重要棟に求められる安全機能及び電源構成について、再整理を行った。
- 再整理の結果を踏まえ、今後、実施計画の見直しを行っていく。併せて、今回の事象の対応実績を踏まえ、電源停止時の信頼性の向上、対応の負荷軽減の観点から、設備の改善や手順の見直しを行っていく。

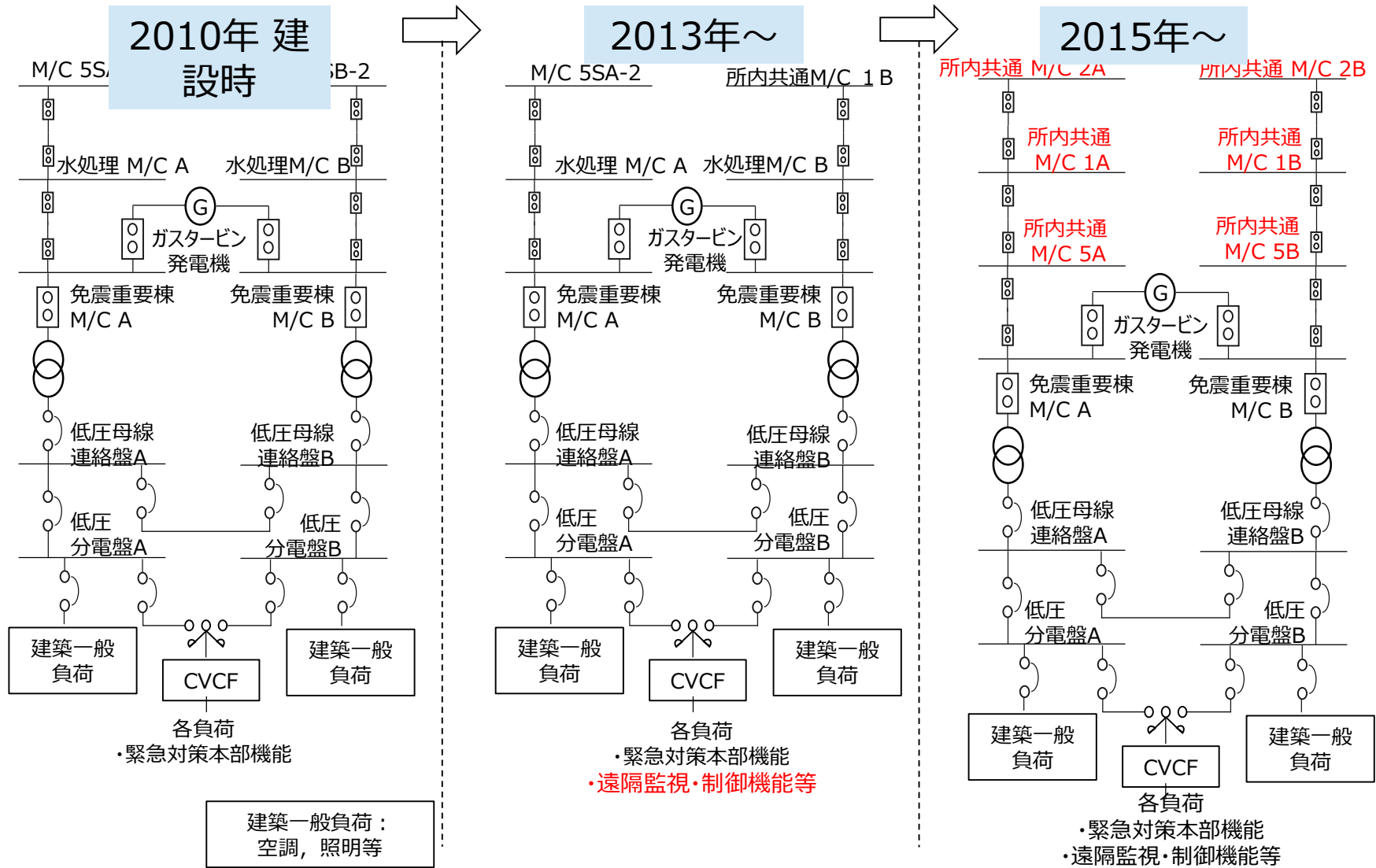
1-1. 免震重要棟の負荷構成および所内電源喪失時の電源確保の考え方 TEPCO

- 現在の電源構成については、炉注水設備電源とは異なり「電源供給：多重化、負荷：単一」、新設当時からガスタービン発電機運転時間確保のため必要に応じて負荷を切り離す考え方。
- 通常時、免震重要棟電源は全てA系電源にて受電している。A系の電源停止時にガスタービン発電機受電がB系切替より優先される理由は、B系への切替は手動切替を行うことになり、その間停電状態が継続するため、停電時間の短縮を目的として、ガスタービン発電機を起動（約40秒後にA系高圧母線を復電）してからB系へ手動切替(A系の復旧が早い場合はA系への再切替)を行う。また、この運用は、免震重要棟設置時(2010年)から変更されていない。(今回はA系の復旧が速いと判断されたためB系切替は実施していない)
- B系への切替を手動としている理由については、A系の電源停止の事故原因が内部(高圧盤内母線事故など)にあった場合、切替先のB系側所内電源に事故影響が波及し、健全側の所内電源系に影響を与える可能性があるため、高圧電源については運転員による安全確認を行ってから、手動による切替を基本としている。そのため、CVCFによる給電で監視機能は継続できるようにしている。



1 - 2. 免震重要棟電源構成の変遷

■ 免震重要棟建設当時（2010年）は緊急対策本部機能のための負荷構成であったが、震災以降2013年実施計画策定時にGTG起動までの時間も遠隔監視・制御機能等が維持できるようCVCFに追加され現在に至る（2015年はM/Cの更新のみ）



- 免震重要棟の交流高圧電源母線の受電については、LCOが設定されており、除外規定には該当しないことから、以下の通り、2回のLCO逸脱を判断した。
 - (1回目) 所内電源A停止により免震重要棟M/Cの電圧がなくなってから、GTGが起動して現場にて免震重要棟M/C母線の復電を確認するまでの間。
 - (2回目) 所内電源A系からの復旧作業の過程において、GTGが自動停止し、免震重要棟M/Cの電圧がなくなってから、所内共通M/C5A側からの受電により、免震重要棟M/C母線の復電を確認するまでの間。*
- ※ 電源復旧作業は、予め定められた手順書に沿って進めており、所内共通M/C_5A母線の復電を確認した後、「所内共通M/C_5A-6B」(以下、遮断器A)を<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する予定であったが、遮断器Aの<入>操作後にガスタービン発電機が自動停止したことを確認したため。

実施計画Ⅲ第1編第29条 (抜粋)

第29条 (所内電源系統)

所内電源系統は、表29-1で定める事項を運転上の制限とする。ただし、以下の場合には運転上の制限を満足していないとはみなさない。

- (1) 送電線事故等による瞬停時及び計画的に電源切替等により一時的に停止する場合。
- (2) 第18条、第25条及び第27条で要求される設備が、各条の第1項に定める事項の実施により運転上の制限を満足している場合。*1

表29-1

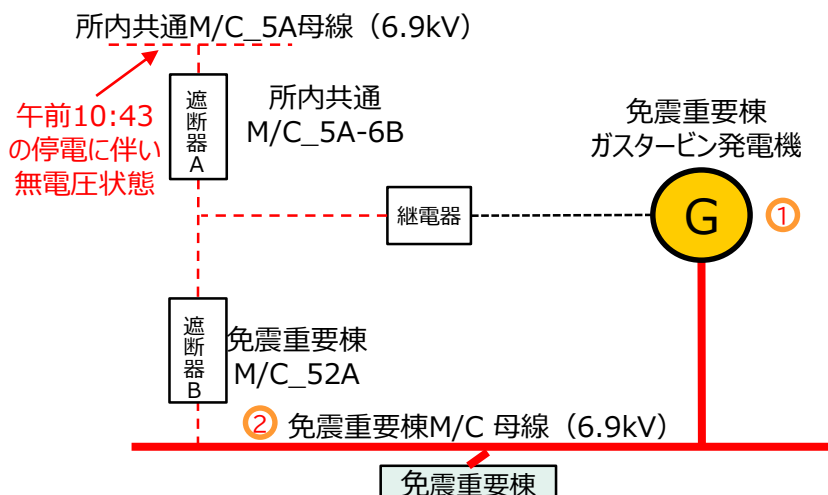
項目	運転上の制限
所内電源系統	第18条、第25条及び第27条*2で要求される設備並びに免震重要棟の維持に必要な交流高圧電源母線が受電されていること

*1：2回目の改定時（2019年5月22日）に追加

*2：第18条（原子炉注水系）、第25条（格納容器内の不活性雰囲気維持機能）、第27条（汚染水処理設備）

参考. 免震重要棟における電源切替状況と時系列

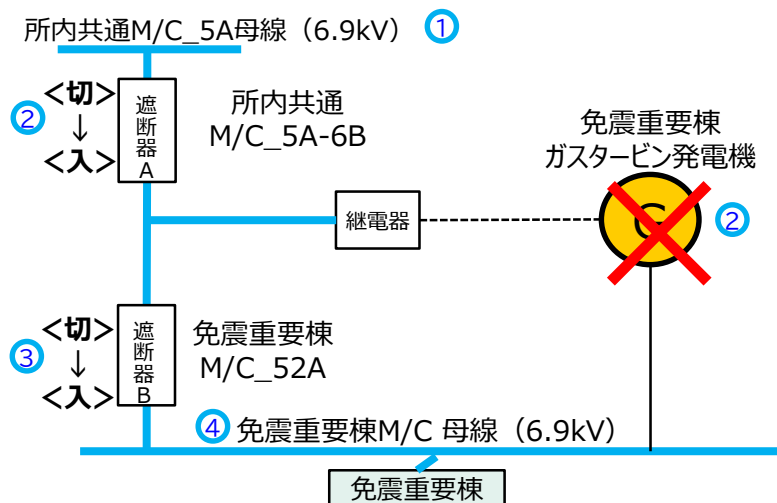
ガスタービン発電機起動までの流れ



【主な時系列 (4月24日)】

- 午前10:43頃 所内共通M/C_A系ケーブル損傷に伴い所内共通M/C_1A停止
所内共通M/C_1Aより給電されている免震重要棟M/C、M/C_3A、M/C_5A、M/C_7Aについても電源停止
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱判断 (ALPS処理水希釈放出設備 [移送設備] 停止ならびに当該作業に従事していた協力企業作業員が被災)
- 午前10:43頃 免震重要棟ガスタービン発電機が自動起動 ①
- 午前11:30頃 現場にて免震重要棟M/C母線の復電を確認 ②
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱からの復帰を判断

ガスタービン発電機停止から復電までの流れ



【主な時系列 (4月24日)】

- 午後 2:19頃 所内共通M/C_5A母線の復電を確認 ①
- 午後 2:23頃 免震重要棟M/Cの復旧操作において、遮断器Aを<入>操作した際にガスタービン発電機が自動停止 ②
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱判断
なお、免震重要棟の重要計器は、無停電電源装置等で監視継続 (停電に伴い免震重要棟の照明、空調は停止)
- 午後 2:43頃 遮断器Bを<入>操作 ③
- 午後 2:43頃 免震重要棟M/C母線の復電を確認 ④
同時刻に実施計画Ⅲ第1編第29条で定める運転上の制限の逸脱からの復帰を判断

2-2 免震重要棟の電源に関する実施計画 II 2.7の記載について

所内高圧母線に接続する主な負荷及び電源設備の設計区分の考え方

表-1. 所内高圧母線に接続する主な負荷及び電源設備の設計区分 (A系電源)

所内高圧母線	所内高圧母線に接続する主な負荷	接続する主な負荷	設計区分		電源設備		備考	
			設計区分	電源設備	設計区分	電源設備		
所内共通 M/C1A	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
所内共通 M/C3A	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
所内共通 M/C3C	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
所内共通 M/C4A	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
所内共通 M/C4C	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
所内共通 M/C5A	②-2 免震重要棟 放射線計測装置 放射線計測装置	原子炉格納容器内電源投入設備	○	○	II-1	二重化	二重化	
		使用済燃料プール設備	○	○	II-1	単一	多重化	同一施設内の多重性
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	
		放射線計測装置	○	○	II-1	二重化	二重化	

今回の事象をきっかけに、実施計画 II 2.7に記載されてる免震重要棟の電源設備の設計区分が I-1 に対し、現場が II-2であり、異なっていることを確認した。

具体的には、負荷への電源供給形態は同じ（二重化）であるが、設備の多重性については、I-1が二重化あるのに対して、II-2は、単一となっている。

区分	負荷への電源供給形態	設備多重性
----	------------	-------

所内共通 M/C5A	免震重要棟受電設備	監視室・制御室	免震重要棟	○	-	○	I-1	二重化	二重化
	サブドレン浄化設備高圧変圧器盤 A	サブドレン他水処理施設	サブドレン他浄化設備	-	-	-	I-1	二重化	二重化
		放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設	増設多核種除去設備	-	-	-	I-1	二重化	二重化
	高性能多核種除去設備変圧器盤A	放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設	高性能多核種除去設備	-	-	-	I-1	二重化	二重化

2-2 免震重要棟の電源に関する実施計画 II 2.7の記載について

■区分 I

設備機能要求：単一故障かつ外部電源喪失時においても安全機能維持すること

設計方針：電源供給，システム設備ともに多重化設計もしくはシステム設備を多様化し，それぞれに異系統の電源を供給

■区分 II

設備機能要求：単一故障時かつ外部電源喪失時において，長期の安全機能の喪失がないこと
(機能要求に時間的裕度あり)

設計方針：電源を切替方式にて2系統を供給

■区分 III

設備機能要求：区分 I，II 以外

設計方針：電源供給，システム設備ともに単一

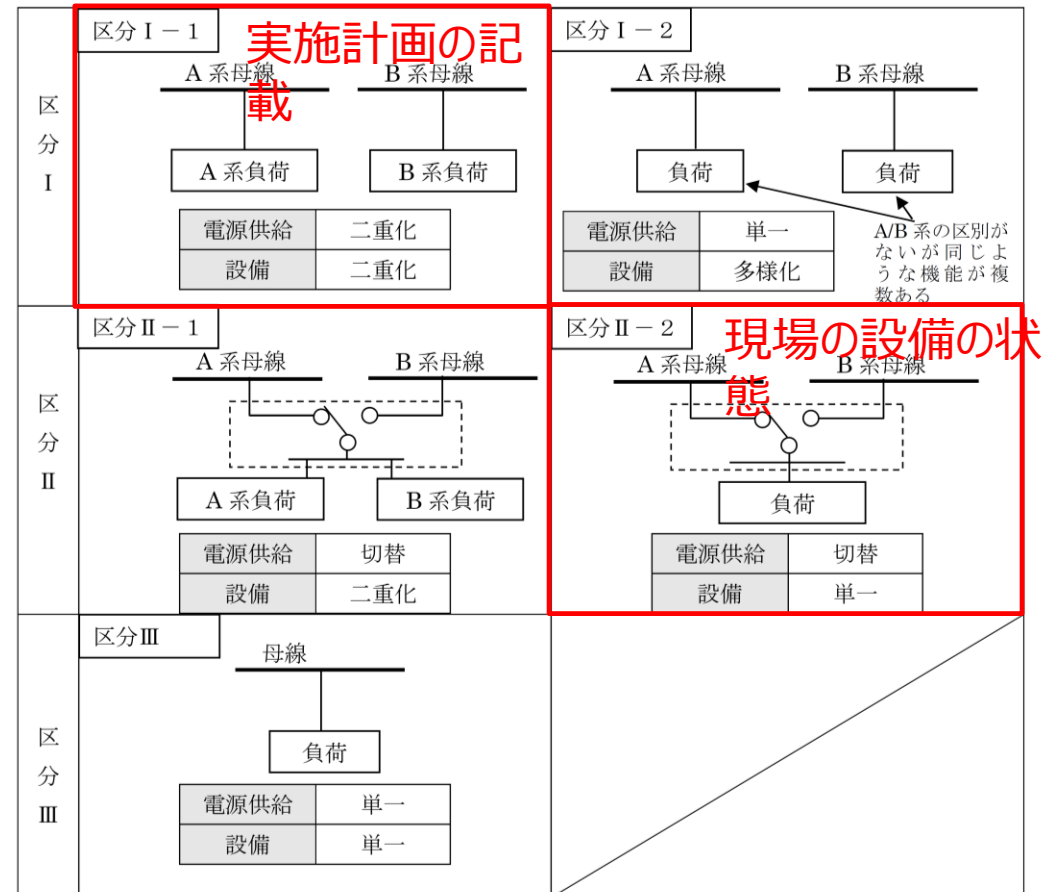


図-1 電源設備設計に関する区分別概要単結

2.14.1.5 主要な機器

(1) 設備概要

監視装置は、現場からのパラメータ信号等を受信して表示するモニタにより構成され、制御装置は、警報、操作機器により構成される。

(2) 免震重要棟集中監視室

a. 監視・制御装置

免震重要棟集中監視室は、原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の冷却温度、未臨界状態、汚染水処理設備など主要なパラメータ及び運転状況の集中的な監視、総合的な判断ができ、また必要な操作が行えるような監視・制御装置を設置する。

監視装置の故障により、各設備の誤動作を引き起こさない構成とする。

また、免震重要棟集中監視室で監視不能となった場合でも、各設備の設置箇所又は1～4号機の中央制御室においても主要なパラメータを監視することが可能な構成とする。

監視・制御装置は、運転員の誤操作、誤判断を防止するために、パラメータの識別表示を行う等の配慮を行う。また、操作器具は、運転員の誤操作を防止するために、保護カバー等を用いて識別する。

b. 放射線防護設備

免震重要棟は、過度な被ばくをしないように、十分なコンクリート厚とする等

の遮へいにより、適切な放射線防護措置を講じた設備とする。

また、空調設備についても、外気取り入れにおいて、高性能フィルター及びチャコールフィルターを設置し、室内ダストの低減を図る構成とする。

なお、放射線防護に必要な防護衣、防護マスク等の防護具類を備える。

c. 電源構成

免震重要棟の電源は、異なる系統の所内高圧母線から受電できる構成とし、外部電源喪失の場合でも非常用所内電源、さらにガスタービン発電機から受電できる構成とする。

受電の順番を意図して記載したものではないが、所内高圧電源が喪失した場合に、非常用所内電源からの受電が優先されるように読める。

3-1. 1F免震重要棟に関する要求事項（措置を講ずべき事項）

- 免震重要棟に係わる安全機能及び電源構成について、再整理を行うため、「措置を講ずべき事項」※の要求について以下の通り整理した。その結果、①監視、②緊急時対策所（監視以外）の2つに分類される。
- この内①監視については、現場での監視および免震重要棟（遠隔監視）のいずれかで確認をしている。

II. 設計、設備について措置を講ずべき事項より抜粋

1. 原子炉等の監視 <1～4号炉>

①監視に関する要求事項

- 原子炉圧力容器内・格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の冷却温度、未臨界状態など主要パラメータ及び運転状況の監視を可能とすること。特に、異常時の状態を把握し、対策を講じるために必要なパラメータ及び運転状況については記録が可能であること。
- 緊急時の対応手順等を整備すること。
- 3. 原子炉格納施設雰囲気監視等
 - 原子炉格納容器内気体の抽気・ろ過等によって、環境へ放出される放射性物質の濃度及び量を監視するとともに、達成できる限り低減すること。
 - 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内における未臨界状態を監視するとともに、臨界を防止すること。
- 4. 不活性雰囲気維持
 - 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内等に滞留している水素ガス等の濃度を監視・抑制するとともに、水素爆発を予防するために、窒素その他のガスによる不活性雰囲気を維持すること。ただし、燃料取出し等特別な場合を除く。
- 6. 電源の確保
 - 重要度の特に高い安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器が、その機能を達成するために電力を必要とする場合においては、外部電源（電力系統）又は非常用所内電源のいずれからも電力の供給を受けられ、かつ、十分に高い信頼性を確保、維持し得ること。
 - 外部電源系、非常用所内電源系、その他の関連する電気系統の機器の故障によって、必要とされる電力の供給が喪失することがないよう、異常を検知しその拡大及び伝播を防ぐこと。

1.3. 緊急時対策

②緊急時対策所（監視以外）の要求事項

- 緊急時対策所、安全避難経路等事故時において必要な施設及び緊急時の資機材等を整備すること。
- 適切な警報系及び通信連絡設備を備え、事故時に特定原子力施設内に居るすべての人に対する指示ができるとともに、特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備は、多重性及び多様性を備えること。

※ 「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について（平成24年11月17日原子力規制委員会決定）」を参照

3 - 2. ①監視に関する要求事項について

- 1 F廃炉設備は、事故以降、急場で設置してきており、事故後初期は、現場での監視や操作が基本となっていた。
- その後、運転員の被ばくや負荷の低減、監視のしやすさ等の観点から、免震重要棟内に遠隔監視設備を設置してきており、CVCFからの電源供給とすることで、信頼性を向上させてきた。
- 上記の通り、免震重要棟の遠隔監視の機能については、信頼性を向上させてきており、機器の故障時は、故障機器の交換等により速やかに復旧することとしているが、仮に遠隔監視が喪失した場合でも、以下の通り、「長期の安全機能の喪失がない」ものとする。
 - 免震重要棟で監視している主要なプラントパラメータについては、現場設備でも監視が可能である。
 - また、事故後時間の経過とともに、燃料デブリや使用済燃料の崩壊熱が低下し、プラントパラメータの変化が緩やかで、仮に注水停止や冷却停止等が発生した場合でも、事象進展速度が遅い状況にある。
 - よって、運転プラントのような異常時の操作等の即時対応を求められものではなく、現場に出向して監視を行うことは可能である。
- なお、免震重要棟の遠隔監視機能は、震災前に設置された建物・機器を流用して機能を追加したものであるが、信頼性向上を図るべき箇所については、今後も継続して検討していく。
 - 1 Fの現状における監視については、免震重要棟及び現場設備いずれからも可能としている。【補足1】
 - 燃料デブリや使用済燃料に対する注水停止や冷却停止のリスクについては、事象進展速度に時間的裕度がある。【補足2】

【補足1】 免震重要棟で監視している主要なパラメータと現場設備での監視可否について

- 免震重要棟で監視している主要なパラメータと現場盤での監視可否の状況を以下に示す。
現状、必要なパラメータは免震重要棟集中監視室と現場いずれからも監視可能である。

免震重要棟集中監視室及び現場における既存設備の監視項目（抜粋）

機能保有箇所	機能 ※監視室・シールド中操 で出来ること	原子炉注水設備		原子炉格納容器内 窒素封入設備	原子炉格納容器 ガス管理設備		使用済燃料プール 循環冷却設備	ホウ酸水注入設備	電気系統
免震重要棟 集中監視室	パラメータ監視	○		○	○		○	○（レベルのみ）	○
	状態監視	○		○	○		○	○（レベルのみ）	○
	警報監視	○		○	○		○	○	○
	実施計画要求監視 項目及び頻度	炉注水 流量	RPV/PCV 温度	窒素封入量	Xe135濃度	水素濃度	水位／水温	水位／温度	電圧
		1回/日	1回/日	1回/日	1回/1時間	1回/日	1回/日	1回/月	1回/週
	Ⅲ-1-18		Ⅲ-1-25	Ⅲ-1-24	Ⅲ-1-25	Ⅲ-1-20	Ⅲ-1-23	Ⅲ-1-28、29	
現場	現場等でのパラメータ 監視可否	○		○	○		○	○	○
	現場盤場所	T/B2階		高台	T/B2階		RW/B	高台	現場電源盤

上記の免震重要棟の電源供給については、無停電電源装置およびGTGにより担保されていた。

【補足 2】 免震重要棟の監視機能が喪失した場合の現場監視の成立性 **TEPCO**

■ 免震重要棟の監視機能が喪失した場合の現場監視の成立性

燃料デブリや使用済燃料の温度上昇率、燃料デブリによる水の放射線分解で発生する水素については、以下の知見が得られており、時間余裕があることから、現場での監視は十分可能。

現場設備の機能喪失時の時間余裕

1Fにおけるリスク		現在得られている知見
デブリ	注水停止	<ul style="list-style-type: none"> 注水停止試験※を実施し、<u>温度上昇が緩やか（最大でも2号機RPV底部温度：0.2℃/h程度）であることを確認</u> <u>初期温度を40℃とした場合、LCO（RPV底部温度：80℃）まで8日程度</u> 24時間の注水停止を許容したLCOの見直しを実施 <p>※注水停止期間（最長） 1号機：5日間， 2号機：3日間， 3号機：7日間</p>
	窒素封入停止時の水素爆発 （可燃限界4%までの時間余裕）	<p>RPV内の水素濃度：<u>25～30日程度</u> （PCV内の水素濃度：<u>150日～160日程度</u>）</p>
使用済燃料	冷却停止	<p>冷却を停止した場合のプール水の温度 1,2,5,6号：<u>LCO※1に到達しない</u>， 3, 4号機は、使用済燃料の取り出しが完了 共用プール：<u>LCO※1まで14日程度</u>（初期温度：32℃）</p> <p>※1 65℃（1号機のみ60℃）</p>

3-3. ②緊急時対策所（監視以外）の要求事項について

- 免震重要棟に係わる監視以外の機能は、以下の通りであるが、今回の電源停止期間中の必要な機能に対する評価は、空調についてはガスタービン発電機自動起動後に手動による起動、汚染検査やAPD貸し出しについては人的な対応を行っており、免震重要棟に求められる機能は維持できた。
- 一方、今回の事象で、手動による対応や人的対応を行ったものについて、信頼性の向上や負荷軽減の観点から、設備の改善や手順の見直しを行っていく。（詳細は参考1参照）

免震重要棟に求められている監視以外の機能

機能		機能維持	必要な機能に対する評価	信頼性向上等 検討対象設備
緊急時対策所	入退域管理、汚染検査の機能	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電機が停止し電源喪失した際は、体表面モニタは全て停止し、代替測定として、<u>人手により汚染検査を実施</u> 	汚染検査設備 (体表面モニタ)
			<ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電機が停止し電源喪失した際は、一時使用不可となった。社員が免震重要棟へ行き、<u>オフラインAPD及び記帳入域を呼びかけた</u> 	入退域管理設備 (入退域管理装置、APD貸し出し装置)
	発電所内外への通報連絡等に必要な通信機能	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ 衛星携帯電話、原子力統合防災ネットワーク、消防機関とのホットラインは<u>使用可能</u> ・ 社内の音声通信手段（社内のPHS、携帯電話）が<u>使用可能</u> 	-
	照明・空調	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所内電源A系停止に伴い空調停止し、ガスタービン発電機起動後に<u>手動起動</u> 	空調
<ul style="list-style-type: none"> ・ 所内電源A系停止に伴い<u>一般照明はOFF</u>となり非常照明とPCやモニタの明かりとなった ・ ガスタービン発電機起動後に自動起動した。 			照明	

4. 今回の事象を踏まえた実施計画の見直し

【実施計画Ⅱ】

- 今回の事象をきっかけに、実施計画Ⅱ 2.7および2.14の記載について、現場の設備の状態との不整合を確認した。
- 免震重要棟に係わる安全機能及び電源構成について、再整理を行った結果、CVCFの接続により、遠隔監視の信頼性を向上させてきたものの、仮に、免震重要棟の監視機能（遠隔監視）が喪失した場合でも、現場の設備等により必要なパラメータの監視把握が可能であること、また、免震重要棟に求められる機能は、GTGの設置、人的対応により維持できることを確認した。
- 今回の事象を踏まえ、信頼性の向上や対応の負荷軽減の観点から、設備の改善や手順の見直しを行っていく。また、今後、これらを踏まえて、実施計画と現場の整合を図っていく。

【実施計画Ⅲ第1編第29条LCO】

- 免震重要棟M/Cの一時的な電源停止が発生し、LCO逸脱を宣言したものの、免震重要棟に求められる安全機能上、問題がなかったこと、また、LCO逸脱判断後に要求される措置（電源復旧）は、GTGの自動起動により達成されることから、実態に合わせてLCOの見直しを行っていく。
- 具体的には、GTGが設計通りに自動起動した場合には、LCO逸脱とはしない等の除外規定の追加を検討する。

以下、参考資料

(参考1) 免震重要棟に求められる機能(1/2)

機能		実施計画上要求事項	設備構成の考え方	当日の状況	追加対策要否
免震重要棟	監視機能	<p>(監視室・制御室) 2.14.1.2 要求される機能 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の主要パラメータ及び運転状況が監視できること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 免震重要棟集中監視室は、原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の冷却温度、未臨界状態、汚染水処理設備など主要パラメータ及び運転状況が監視できる構成としている。 免震重要棟の電源は、異なる系統の所内高圧母線から受電できる構成とし、外部電源喪失の場合でも非常用所内電源、さらにガスタービン発電機から受電できる構成とする。 必要に応じて各設備の設置箇所又は1～4号機の中央制御室の計測機器を監視する等により、必要なパラメータの把握を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内及び使用済燃料貯蔵設備内の使用済燃料等の主要パラメータ及び運転状況は監視継続できていた。* 電源喪失後、自動でガスタービン発電機が起動し受電した。なお、常用電源復旧時にインターロック動作によってガスタービン発電機が停止し電源喪失した際においても監視は継続できていた。 	追加対策不要

※受電切替に伴う電源喪失時はCVCF等により、監視機器への給電は継続されていた

なお、一部ダスト放射線モニタは、現場機器であるデータ伝送機器が所内電源A系停止により機能喪失したため遠隔監視ができなかったが、

所内電源B系負荷の機器にて現場での監視機能を維持していた。

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備の監視は所内電源A系停止により機能喪失した後、B系に切り替え復旧した。

(参考 1) 免震重要棟に求められる機能(2/2)

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
免震 重要棟	緊急時 対策所 機能	外部電源喪失時においても専用の非常用発電機により緊急時対策所へ給電可能である。	バックアップとしてガスタービン発電機により受電可能である。	所内共通母線A系機能喪失後、ガスタービン発電機自動起動により給電を継続した。	追加対策不要
		放射性物質の異常放出等のプラントの異常や地震・津波等の自然災害を検知。	SPDS・集中監視端末・環境監視端末により、遠隔でMPデータ等のプラントパラメータを常時監視する。	常時監視を維持していた。	追加対策不要
			地震検知は6号機地震計により5・6号中操から地震情報を入手できる。津波は津波監視用Webカメラが設置されており、集中監視室で監視できる。	6号機地震計は影響はなく、免震重要棟緊対所は音声通信手段によりは地震計の情報を入手できていた。津波監視用Webカメラは常時監視できていた。	追加対策不要
		特定原子力施設内及び特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備として防災業務計画に定める以下を準備することで、多重性及び多様性を備える。	事業者防災業務計画に定める設備を設置している。	社外向け通信機材の不具合は確認されなかった。衛星携帯電話、原子力統合防災ネットワーク、消防機関とのホットラインは使用可能であった。	追加対策不要
			社内の音声通信手段（社内のPHS、携帯電話）が使用可能であり、コミュニケーションは取れていた。	追加対策不要	

(参考 1) 免震重要棟に求められる機能を担うために必要な機能(1/4) **TEPCO**

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
免震 重要棟	入退 管理	緊急時対策本部（非管理区域）へ入域する際、入域する者の身体及び身体に着用している物の表面汚染密度が、法令に定める表面汚染密度の10分の1を超えないような措置を講じる。	体表面モニタ及び携行品モニタを設置し汚染検査を実施。	<ul style="list-style-type: none"> ・電源喪失体表面モニタ（3台）は、ガスタービン発電機より受電し、測定可能であった。携行品モニタは、停止したが、配備されている表面汚染測定用サーベイメータにより測定は可能であった。 ・ガスタービン発電機が停止し電源喪失した際は、体表面モニタは全て停止し、代替測定として、人手により汚染検査を実施。 	追加対策 検討対象
		管理対象区域に立入る場合は、個人線量計を着用すること。	APD貸し出し装置及び入退域管理装置を設置し、当該設備でAPDによる入域処理を実施。	当日は、電源停止により一時使用不可となった。社員が免震重要棟へ行き、オフラインAPD及び記帳入域を呼びかけたが、結果として当該措置による入域者はなし。	追加対策 検討対象

(参考 1) 免震重要棟に求められる機能を担うために必要な機能(2/4) **TEPCO**

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
免震 重要棟	監視室 空調	<p>(監視室・制御室)</p> <p>2.14.1.2 要求される機能 (2) 放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮へい等の放射線防護上の措置を講じること。</p> <p>2.14.1.3 設計方針 (1) 免震重要棟集中監視室 b. 放射線及び火災防護 運転員が監視室・制御室内に入り一定期間とどまることができるように遮へいその他の適切な放射線防護措置を講じた設計とする。</p> <p>2.14.1.5 主要な機器 b. 放射線防護設備 免震重要棟は、過度な被ばくをしないように、十分なコンクリート厚とする等遮へいにより、適切な放射線防護措置を講じた設備とする。</p> <p>また、空調設備についても、外気取り入れにおいて、高性能フィルター及びチャコールフィルターを設置し、室内ダストの低減を図る構成とする。なお、放射線防護に必要な防護衣、防護マスク等の防護具類を備える。</p>	<p>(換気設備) 事故後30日間に渡り、緊急時対策要員が安全に滞在し事故処理にあたる事が出来ること。 エアフィルターユニット：緊急時外気取入用として、プレフィルタ、高性能フィルタ、チャコールフィルタで構成 外気調和機：緊急時には全外気を導入する 100%×1 系統 (非常時GTGから受電)</p> <p>(空調設備) ビルマルチエアコンN+ 1 系統 (1 系統予備) (電源は 2 系統分散し、非常時 GTGから受電)</p> <p>(放射線防護) 必要な防護衣、防護マスク等の防護具類を準備</p>	<p>所内電源A系停止に伴い空調停止し、ガスタービン発電機起動後に手動起動した。</p> <p>当日は放射線モニタ等から出向抑制はされていないため、放射線防護上特に対策はしていない。</p>	追加対策 検討対象

(参考 1) 免震重要棟に求められる機能を担うために必要な機能(3/4) **TEPCO**

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
免震 重要棟	緊対室 空調	<p>※以下は管理対象区域でWゾーンに全て適用</p> <p>(放射線防護及び管理) Ⅲ-3-3-1-1-2 現状の管理対象区域について、放射線業務従事者の滞在時間等を考慮して、エリアの区画や換気空調系の設置により、放射性物質によって汚染された物の放射性物質の密度及び空気中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域等とするよう措置を行う。</p> <p>Ⅲ-3-3-1-1-4 免震重要棟並びに飲食及び喫煙を可能とするために設ける区域においては、換気空調により、放射性物質によって汚染された物の放射性物質の密度及び空気中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域として設定できるよう措置を行う。</p>	<p>(換気設備) 事故後30日間に渡り、緊急時対策要員が安全に滞在し事故処理にあたる事が出来ること。 エアフィルターユニット：緊急時外気取入用として、プレフィルタ、高性能フィルタ、チャコールフィルタで構成 外気調和機：緊急時には全外気を導入する 100%×1 系統 (非常時GTGから受電)</p> <p>(空調設備) ビルマルチエアコンN+ 1 系統 (1 系統予備) (電源は2 系統分散し、非常時GTGから受電)</p> <p>(放射線防護) 必要な防護衣、防護マスク等の防護具類を準備</p>	<p>所内電源A系停止に伴い空調停止し、ガスタービン発電機起動後に手動起動した。</p> <p>当日は放射線モニタ等から出向抑制はされていないため、放射線防護上特に対策はしていない。</p>	追加対策 検討対象

(参考 1) 免震重要棟に求められる機能を担うために必要な機能(4/4) **TEPCO**

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
免震 重要棟	監視室 照明	※なし	照度50%×2系統 (A系B系2系統の電源か ら受電, 非常時GTGから受 電)	<ul style="list-style-type: none"> ・所内電源A系停止に伴い 一般照明はOFFとなり非常 照明とPCやモニタの明かりと なった。 ・ガスタービン発電機起動後 に自動起動した。 	追加対策 検討対象
	緊対室 照明	※なし	照度50%×2系統 (A系B系2系統の電源か ら受電, 非常時GTGから受 電)	<ul style="list-style-type: none"> ・所内電源A系停止に伴い 一般照明はOFFとなり非常 照明とPCやモニタの明かりと なった。 ・ガスタービン発電機起動後 に自動起動した。 	追加対策 検討対象

(参考1) 旧事務本館 (1 - 4号入退域管理設備) の機能(1/2)

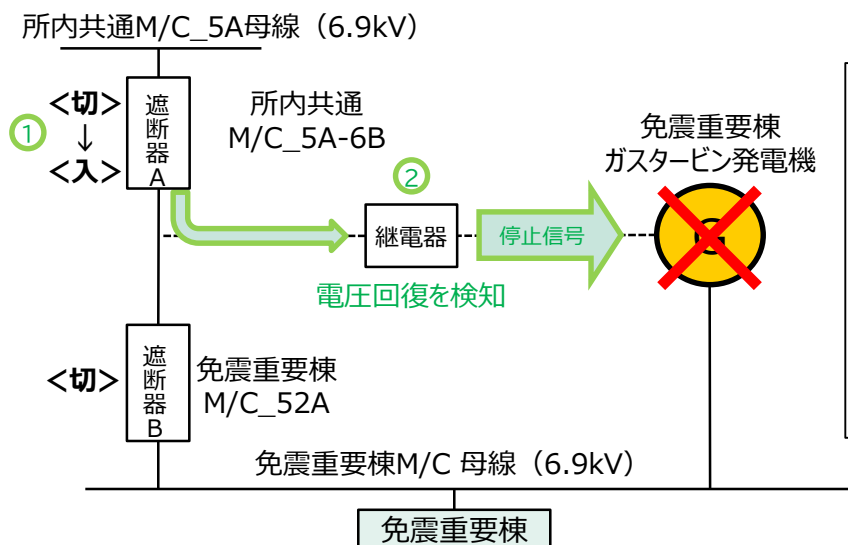
機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
旧事務 本館	入退管理	1～4号機側より旧事務本館（汚染のおそれのない管理対象区域）に移動する場合は、身体及び身体に着用している物の表面汚染密度を確認する。	体表面モニタ及び携行品モニタを設置し汚染検査を実施。当該モニタの電源は、1系統受電（構成の多重化なし）	電源停止による左記モニタの停止時は、代替測定として、人手により汚染検査を実施。	追加対策 検討対象
	照明	※なし	1系統受電 （構成の多重化なし） ※免震重要棟とは別系統	所内電源A系停止に伴い一般照明はOFF非常照明ON、A系からB系に切り替え後に復電。 ガスタービン停止時にはA系復電されていたため照明はON	追加対策 検討対象

(参考 1) 旧事務本館 (1 - 4号入退域管理設備) の機能 (2/2)

機能		実施計画上 要求事項	設備構成の 考え方	当日の状況	追加対策要否
旧事務 本館	空調	<p>※以下は管理対象区域でWゾーンに全て適用</p> <p>(放射線防護及び管理)</p> <p><u>Ⅲ-3-3-1-1-2</u> 現状の管理対象区域について、放射線業務従事者の滞在時間等を考慮して、エリアの区画や換気空調系の設置により、放射性物質によって汚染された物の放射性物質の密度及び空气中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域等とするよう措置を行う。</p> <p><u>Ⅲ-3-3-1-1-4</u> 免震重要棟並びに飲食及び喫煙を可能とするために設ける区域においては、換気空調により、放射性物質によって汚染された物の放射性物質の密度及び空气中の放射性物質濃度が法令に定める管理区域に係る値を超えるおそれのない区域として設定できるよう措置を行う。</p>	<p>(換気設備) エアフィルターユニット：プレフィルタ、高性能フィルタ、で構成 外気調和機：全外気を導入する。 構成の多重化なし 電源：1系統受電</p> <p>(空調設備) 構成の多重化なし 電源：1系統受電</p> <p>(放射線防護) 必要な防護衣、防護マスク等の防護具類を準備。</p>	<p>所内電源A系停止に伴い空調停止し、A系からB系に切り替えた後に手動起動した。</p> <p>ガスタービン停止時にはA系復電されていたため空調は機能していた。</p> <p>当日は放射線モニタ等から出向抑制はされていないため、放射線防護上特に対策はしていない。</p>	<p>追加対策 検討対象</p>

(参考2) ガスタービン発電機の自動停止の原因

- 免震重要棟M/Cの復旧操作については、所内共通M/C_5A母線の復電を確認後、予め定められた手順書に沿って遮断器Aを<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する予定でしたが、遮断器Aの<入>操作により、ガスタービン発電機が自動停止しました。
- 調査の結果、遮断器Bの上流電源側の電圧回復を継電器が検知すると、ガスタービン発電機に対して停止信号が発信されるインターロックになっており、遮断器Aの<入>操作によってガスタービン発電機が自動停止したことが判明しました。
- 免震重要棟M/Cの電源は、所内共通M/Cもしくはガスタービン発電機のどちらか一方の給電であり、遮断器Bの上流電源側の電圧回復を継電器が検知すると、ガスタービン発電機に対して停止信号が発信されるインターロックとなっていますが、遮断器Aの<入>操作後（免震重要棟M/C母線の復電前）にガスタービン発電機を停止する手順となっていました。



【免震重要棟ガスタービン発電機の停止時の状況】

- ① 遮断器Aを<入>操作
- ② 遮断器Aを<入>操作したことにより復電し、電圧回復を検知する継電器から停止信号が発信され、ガスタービン発電機が自動停止

※予め定められていた手順書では、停電切替が前提であり、遮断器Bは<切>状態で、遮断器Aを<入>操作し、ガスタービン発電機を手動停止する手順だった。
※なお、ガスタービン発電機の自動停止後は、遮断器Bの<入>操作を行い、遮断器A側からの受電によって免震重要棟M/Cを復電させた。