

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第946回

令和3年2月16日（火）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第946回 議事録

1. 日時

令和3年2月16日（火） 14：30～15：47

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

山形 浩史 緊急事態対策監
田口 達也 安全規制管理官（実用炉審査担当）
川崎 憲二 安全管理調査官
関 雅之 企画調査官
義崎 健 管理官補佐
鈴木 征治郎 主任安全審査官
照井 裕之 安全審査官
西内 幹智 安全審査官
畠山 凌輔 安全審査官
桐原 大輔 調整係長

四国電力株式会社

黒川 肇一 常務執行役員 原子力本部 原子力部長
中村 充 原子力部 運営グループリーダー
石井 康隆 原子力部 運営グループ 副リーダー
大矢根 圭佑 原子力部 運営グループ 担当
高須賀 大輔 原子力部 運営グループ 担当
立石 真一 原子力部 核物質防護・工事グループ 副リーダー

井門 賢一 原子力部 安全グループ 副リーダー

高須賀 仁 原子力部 安全グループ 担当

東京電力ホールディングス株式会社

山本 正之 本社 原子力・立地本部 副本部長 兼 原子力設備管理部長

橋本 睦 本社 原子力設備管理部 課長

遠藤 亮平 本社 原子力設備管理部 設備技術グループ 課長

江谷 透 本社 原子力設備管理部 設備計画グループ 課長

片山 正幸 本社 原子力設備管理部 設備技術グループ 副長

樺澤 光 本社 原子力設備管理部 設備技術グループ 担当

佐野 将哉 本社 原子力設備管理部 設備技術グループ 担当

対馬 啓介 本社 原子力設備管理部 設備技術グループ 担当

4. 議題

(1) 四国電力(株)伊方発電所の保安規定変更認可申請について

(2) 東京電力ホールディングス(株)柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画の審査について

(3) その他

5. 配付資料

資料1-1 伊方発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請について

資料1-2 伊方発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書 審査資料

資料2-1 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 D/Gに関する高エネルギーアーク損傷対策に係る設計及び工事計画認可申請の概要について

資料2-2 補足説明(柏崎刈羽原子力発電所第7号機 D/Gに関する高エネルギーアーク損傷対策に係る設計及び工事計画認可申請の概要について)

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第946回会合を開催します。

本日の議題は、議題(1)四国電力株式会社伊方発電所の保安規定変更認可申請について、議題(2)東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の設計及び工事の計画の申請についてです。

本日は、プラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症の対策のため、テレビ会議システムを利用しております。

音声等が乱れた場合にはお互いにその旨を伝えるようお願いいたします。

議事に入ります。

最初の議題は、議題(1)四国電力株式会社伊方発電所の保安規定変更認可申請についてです。

それでは、資料について説明を始めてください。

○四国電力（高須賀（大）） 四国電力、高須賀でございます。

それでは、令和2年11月27日に申請いたしました伊方発電所原子炉施設保安規定の変更認可申請の内容について御説明させていただきます。

資料ですけれども、お手元に資料1-1、それから、資料1-2の2種類がございます。資料1-1が今回の変更認可申請の概要資料でございます、資料1-2が審査資料でございます。説明は資料1-1に基づきまして御説明させていただきます。

それでは、資料1-1の表紙をめくっていただきまして、右下1ページを御覧ください。

まず、申請案件ですが、今回(1)のaにある特定重大事故等対処施設の設置と合わせて申請しております。

本資料での説明内容は、(1)のb項、伊方発電所3号炉の所内常設直流電源設備（3系統目）の設置に伴う変更及びc項、特定重大事故等対処施設に係る有毒ガス防護による変更の赤字の箇所となります。

次のページ、右下2ページを御覧ください。本ページは申請概要を説明しております。

下の表に示しますとおり、一つ目として、所内常設直流電源設備（3系統）の設置に伴って第84条にLC0、A0Tを追加、第88条の青旗作業リストに追加、また、添付3に手順を追加いたします。

二つ目に、特重施設に係る有毒ガス防護による変更では、添付2、添付3に特重施設に係る有毒ガス発生時の防護に関する手順を追加いたします。

この2件となります。

次のページ、3ページを御覧ください。ここでは所内常設直流電源設備（3系統目）の変更概要を御説明いたします。

まず、左側の系統構成では、SB0時の対応に必要な直流負荷として緑色の蓄電池（非常用）、青色の蓄電池（重大事故等対処用）に加えて、赤色の蓄電池（3系統目）を新たに設置いたします。

右側の基本的な運用を御覧ください。SB0発生後、可搬型直流電源装置を準備しつつ、8時間以内に蓄電池（非常用）から蓄電池（重大事故対処用）へ切り替えます。しかし、ここで蓄電池（非常用）及び蓄電池（重大事故対処用）が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）を使用することとしております。

蓄電池（3系統目）は、給電開始から24時間以上の給電が可能とする設計でございます。

次のページ、4ページを御覧ください。こちらでは保安規定第84条（重大事故等対処設備）の変更内容を示してございまして、いわゆるLC0の設定の内容となっております。

左下の図にある赤の下線部が今回の変更箇所として、蓄電池（3系統目）は蓄電池（非常用）及び蓄電池（重大事故対処用）が使用できない場合のバックアップとして設置したものであることから、保安規定変更に係る基本方針を踏まえて設置された蓄電池（非常用）及び蓄電池（重大事故対処用）と同様なLC0及びサーベイランスを定めてございます。

次のページ、右下5ページを御覧ください。ここでは要求される措置及びAOTについて説明してございます。

モード1から4では、蓄電池（3系統目）が動作不能の場合、対応するDB設備及び同等な機能を有すSA設備が動作可能であることを確認することで、AOTを30日に設定してございます。

モード5、6及び使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間は速やかに安全確保に必要な措置を実施することとしております。

次のページ、6ページを御覧ください。こちらでは保安規定第88条、いわゆる青旗作業リストに追加しております。

蓄電池（3系統目）は1系統のみの設備であり、適用モードによらず運転上の制限が設定されていることを踏まえ、モード1～6以外で点検することを青旗作業リストに明記し追加しております。

次のページ、7ページを御覧ください。ここでは設置変更許可における運用方針と保安規定における手順等の記載の整合性について説明しております。

左側には設置許可申請書本文第10.1表重大事故等対策における手順書の概要、右側には保安規定の添付3を記載しておりますが、設置許可の運用方針と保安規定の手順が整合していることをそれぞれ赤の下線で示しているものでございます。

以上で所内常設直流電源設備（3系統目）の御説明は終わります。

続いて、特重施設に係る有毒ガス防護の対応について御説明させていただきます。

次のページ、8ページを御覧ください。こちらは保安規定審査基準の改正について経緯等を記載してございます。

最新である令和元年12月25日付改正の保安規定審査基準では、以下のとおり、有毒ガス発生時に講ずべき措置、重大事故等の対応における発生した有毒ガスからの運転員等の防護について、保安規定に定めることが要求されております。

次のページ、9ページを御覧ください。ここでは許可、設工認、保安規定の説明内容等の全体図を整理したものでございまして、右下の保安規定のところの規定する内容との関係を示したものになりますが、後に御説明しますように、運用事項を保安規定に反映いたしております。詳細について割愛させていただきます。

次のページ、10ページをお願いいたします。ここでは令和2年1月29日に許可をいただきました設置変更許可申請において、これに対応する伊方3号炉の運転段階で遵守すべき活動を左下に記載の①～⑤までの5項目としてまとめております。これに対応する保安規定への反映概要を右側に記載しております。

反映概要の左上にあります第17条の3の2（有毒ガス発生時の体制の整備）は、防護対象となる「運転員等」に「特重施設による対応を行う要員」を追加してございます。

また、その右にある第17条の5についても同様でございます。

次に、左下の添付2は、特重施設の中央制御室の有毒ガス対応と同様の限りとなり、①～④の反映として防護対象となる「運転員等」に「特重施設による対応を行う要員」を追加及び換気設備の隔離を追加しております。

次に、右下にあります添付3には、添付2の対応に加えて、APC等による大規模損壊発生時における特重施設を用いた対応が赤下線のとおり追加となっております。

次のページ、右下11ページを御覧ください。ここでは令和2年3月30日に許可をいただきました中央制御室及び緊急時対策所の有毒ガス防護の対策との相違を記載しております。

特重施設に係る有毒ガス防護を規定することに伴い、前ページにありました①～⑤の項目に関する対策について既認可から追加する事項を11ページから13ページにかけて黄色マ

一カーで示してございます。反映内容は、先ほど御説明させていただきましたので、割愛させていただきます。

それでは、14ページを御覧ください。ここでは附則で定めている保安規定適用時期とイメージ図を記載しております。

蓄電池（3系統目）は第3項、特重施設に係る有毒ガス防護は第4項にそれぞれ運用開始時期を規定しております。いずれも特重施設に関連する規定を適用する日に合わせて適用することとしております。

説明は以上となります。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問、コメントはございますか。

○西内審査官 原子力規制庁の西内です。

今回の会合では蓄電池（3系統目）に係る手順と、あと有毒ガス防護について説明をいただきましたけれども、そのうち蓄電池（3系統目）についてです。

3系統目の蓄電池については、非常用の蓄電池と、あとSA用の蓄電池のこれらが想定外の枯渇等で使用できない場合に使用するということですが、具体的な切替手順について、まず説明をお願いしたくて、資料1-2のほうの通しページ109ページになります。この通しページ109ページを用いて、まず具体的な切替手順について説明をお願いできますでしょうか。

○四国電力（立石） 四国電力、立石でございます。

切替手順といたしまして、SB0が発生してから蓄電池（3系統目）までの切替手順を御説明いたします。

まず、SB0が発生いたしますと原子炉コントロールセンタ3C1、A系であれば3C1からの交流の電力供給が途絶えますので、まず蓄電池3Aから自動的に左側の電路を通して直流コントロールセンタ3Aに給電されます。この蓄電池3A、蓄電池（非常用）ですけれども、これが枯渇するような場合においては、次に蓄電池3C1、蓄電池（重大事故対処用）のことです。こちらに切り替えます。こちらに切り替えるタイミングで蓄電池3Aは切離しを行います。蓄電池3C1については、109ページの電路の「×②」と書いたMCCB、ここを通じて直流コントロールセンタ3Aに給電されます。蓄電池3C1が想定外の枯渇で24時間もたないような場合においては、蓄電池3Sと書いた蓄電池（3系統目）、こちらに切り替えます。このタイミングでここに書いています①、②、③の手順でやります。③につきましては、SB0後8時間以内であれば、この操作がありますし、8時間以降であれば、事前に負荷を切り離

してございますので、③の手順はありません。

以上が手順になります。

○西内審査官 規制庁、西内です。

ありがとうございます。了解しました。

その上で明確化しておいてほしいのは、今、説明の中で蓄電池3A、DB用バッテリーからまずSA用のバッテリーに切り替える際に原子炉コントロールセンタから直流母線、直流コントロールセンタのほうに下りてくる遮断器、ここも切り離すというふうにおっしゃったと思うんですけども、そういう理解でよろしいですか。

○四国電力（立石） 四国電力、立石でございます。

109ページに書いてございます系統図は少し簡略化してございまして、正確には同じ資料、資料1-2の63ページ、第1.14.25図に蓄電池（3系統目）による代替電源（直流）からの給電概略系統図というのがございます。こちらに全てのMCCBを網羅的に書いていまして、先ほどの109ページに書いてありましたMCCBはこの図でいくと、左側、125V直流母線3Aと書いている一つ上の左側のMCCBです。ドロップと呼ばれる整流器、ダイオードがあるところの下のMCCBが109ページに書いていたMCCBになります。

手順の中で切り離すMCCBというのは、蓄電池3Aと書いた蓄電池の出口から左に入るMCCBがありまして、こちらを切り離すのが正確な手順になります。

以上です。

○西内審査官 規制庁、西内です。

そうした場合に、ちょっと気になっているのが、原子炉コントロールセンタから直接直流母線のほうに下りてくるラインの遮断器、直流母線から上流に上がっていく一番最初の接点があると思うんですけど、ここの部分は接続されたままだけど、いわゆる整流器を逆流するような形にはならないので、第3バッテリーを使用するときには不要な系統に流れ込むようなラインにはなっていないという理解でよろしいですか。確認したいのは、そういう趣旨です。先ほど、審査資料の109ページ側で示したときには、少し不要なラインに電流が流れるような懸念が生じるような図だったので、そこの部分を明確化しておいてほしいという趣旨です。まず、その理解でいいですか。

○四国電力（立石） 四国電力、立石でございます。

その理解で問題ありません。直流コントロールセンタの一つ上のMCCBまでは加電されますけども、それ以上の上流には行くことはございません。

以上です。

○西内審査官 規制庁、西内です。

了解しました。この図と合わせて見ると、大変よく分かるんですけども、先ほどのページだけを見ると、誤解を与えるような表現になるかなと思いますので、少し審査資料の充実化というのはまた改めてお願いできればと思います。趣旨は了解しました。よろしくお願ひします。

○四国電力（立石） 四国電力、立石です。

拝承いたしました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

○関調査官 規制庁の関です。

本件、まとめですけれども、今回扱っているのは申請があったうちの第3直流電源に関わる部分、それから、有毒ガス防護に関わる部分、この二つについてのお話になっています。

本件については申請以降、事実確認を中心に進めてきておりまして、有毒ガス防護については、審査実績があるプラントから比べますと、伊方発電所の場合は薬品タンクを収容している建屋における手順に少しほかのプラントと違いが出ていると私は理解をしております。ここの部分については、具体的な手順などについて引き続き事実確認を進めてまいりたいと考えております。

本件については、特定重大事故等対処施設に係る情報を多分に含んでおりますので、引き続きセキュリティが保たれた手段で事実確認のほうを進めていくということを考えています。

それから、第3電源部分についても、今回の確認事項も含めて、引き続き確認のほうを進めていきたいと考えております。これでまた論点が出てきた場合については改めて審査会合をすることも考えておりますが、現時点ではそれほど大きいものは見つかっていないというふうに理解をしております。このような形で進めたいと考えております。

私からは以上です。

○四国電力（中村） 四国電力、中村でございます。

今後の対応、承知しました。

以上です。

○山中委員 そのほか何かございますか。よろしいですか。

それでは、これで議題の1を終了いたします。

ここで一旦休息し、15分後、15時5分再開といたします。

(休憩 四国電力退室 東京電力入室)

○山中委員 再開します。

次の議題は議題(2)東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機の設計及び工事の計画の審査についてです。

それでは、資料について説明を始めてください。

○東京電力(橋本) 東京電力ホールディングスの橋本でございます。

それでは、本日は2021年1月20日に申請しております柏崎刈羽7号機のD/Gに関する高エネルギーアーク損傷に係る設計及び工事認可申請書について御説明させていただきます。

今回の申請内容は、平成29年8月に施行されました技術基準規則45条に関する工事計画の内容に関するものでございます。

説明の流れとしましては、まず、一通り資料を御説明させていただきまして、御質問に回答させていただくという形で進めさせていただきたいと思っております。

それでは、お手元のパワーポイントの資料を御確認ください。

1枚めくっていただきます。2ページ目になりますが、こちらは目次になっております。

御覧の内容で3項目、説明させていただきたいと思っております。

続きまして、3ページ目でございます。こちらは29年8月改正の技術基準45条についての改正後、改正前、対応方針として整理いたしております。

45条の第3項第1号が高エネルギーアーク損傷(HEAF)に関する要求事項として追加された項目となっております。1号の対応について7ページに後でまとめております。

3項の第2号のところについては、改正前の下線部のところと同じですので、既に認可いただきました既工認と同じでございますので、新たな対策はございません。

以降、4ページ、5ページは同様の内容ですので詳細説明は割愛させていただきます。

4ページも続きでございまして、続きまして、5ページになります。5ページの前半部分は、前までのページと同様で、技術基準の改正後、前、対策について記載しております。

後半部分の審査ガイドにつきましては、新設されておまして、対応方針としては、HEAFに係る対策の評価に用いるデータや設備対策が審査ガイドを踏まえたものであることを確認いただくこととしております。

審査ガイドの対応については、26ページにあります参考2にまとめておりますので、そ

ちらを御覧ください。26ページになります。参考2-1でございます。審査ガイドの1章のところは総則です。2から4章までについて整理しております。

2章はアーク放電を発生させる試験の方法、3章はアーク火災発生の評価、4章はHEAFに係る対策の判断基準というふうになっております。ガイドの考え方に逸脱することなく実施しております。

ポイントとしましては、2.1の電気盤の選定、28ページに記載のあります4.のHEAFに係る対策の判断、基準値ですが、こちらは参考資料3等において詳細を説明させていただくこととしております。

27ページはガイドのとおりとしております。

28ページのほうが参考2-3ですが、こちらはしきい値に係る解析の評価でございます。こちらのしきい値についてもガイドではHEAFの試験の結果に基づいて解析評価したものとなっておりますが、既認可の工認と同様、D/Gの試験においても解析の評価は用いずにHEAF試験の結果から遮断器の遮断時間等を評価しております。

6ページに戻っていただきます。6ページです。今回の技術基準の改正はバックフィットでありまして、経過措置が定められております。附則の第2条第3項は、非常用発電機に接続される電気盤以外に対する経過措置でございます。この部分については既に認可いただいております。

第4項については、非常用発電機に接続される電気盤に対する経過措置でありまして、今回、設工認申請にて対応させていただくものでございます。

続きまして、7ページでございます。前までのページ、6ページまでを踏まえまして対応方針をまとめております。御覧のとおりになっておりまして、詳細は以降のページで説明させていただきます。

8ページ、お願いいたします。8ページですが、HEAF対策が必要な電気盤につきましては、解釈45条の第4項にて、重要安全施設への電力供給に係る電気盤、当該電気盤に影響を与えるおそれがある電気盤となっておりますので、その抽出を示しております。このフローを流しまして、左下のHEAF対策が必要な電気盤に対してHEAF対策を行うということとなっております。

抽出しましたが、非常用D/Gに接続される電気盤以外の電気盤については、設工認で認可済みのものとなっております。

続きまして、9ページでございます。前の抽出フローに基づきまして抽出した電気系統

の概要を示しております。

HEAF対策の電気盤は非常用D/Gに接続される電気盤が該当します。赤色のハッチングの遮断器が今回の設工認にて対象になるもので、緑のハッチングの遮断器につきましては既工認のHEAF対策にて対応している箇所となります。非常用D/G給電時にこの緑色のハッチングのところも電力供給に関わる電気盤として示されますので、表示しております。

続きまして、10ページでございます。高エネルギーアーク火災の試験の概要になります。

試験方法ですが、審査ガイドを踏まえまして、短絡電流値、印加電圧等を設定して実施しております。

11ページです。アーク放電を発生させる試験の試験体の選定方法でございます。

試験体の代表性の詳細については参考資料のほうにまとめております。まず、29ページ、参考3-1のほうを御覧ください。29ページ、参考3-1でございます。

HEAF試験で用いた試験体とプラント実機の同等性について説明をしております。既工認のほうでも同様の説明をさせていただいておりますが、アーク火災発生メカニズムを踏まえますと、記載のとおり、四つのパラメータが考えられます。1番としまして密閉性の程度、2番で高温ガスの滞留場所、3番で可燃物、4番でアークエネルギーとなります。そのうち②と③のパラメータは主な要因でありまして、電気盤選定の同等性に影響を与えるおそれがあるというふうに考えております。

次、30ページ、参考3-2でございます。②の高温ガスの滞留場所についての御説明になります。

表1に示しましたとおり、実機と試験体につきましては、それぞれJEM、JEC等に基づいて製造されております。既工認と同様に高温ガスの滞留場所については同等性を有しているというふうに考えております。

続きまして、31ページでございます。参考3-3、可燃物に対する同等性でございます。

③の高温ガスの滞留場所にある可燃物ですが、表2のほうに示しますとおり、実機の絶縁物の耐熱温度につきましては、試験体の絶縁物の耐熱温度と比べて同等以上となっております。これらも既工認と同様でございます。可燃物についても同等性を有しているというふうに考えております。

以上のことから、HEAF試験に用いた電気盤は、実際に発電所内で使用されております電気盤と同等の電気盤を選定しておりまして、同等性を有しているというふうに考えております。

11ページのほうに戻っていただきます。11ページのほうですが、したがいまして、今回の試験結果は代表性のある試験というふうに考えております。

続きまして、12ページでございます。アーク火災の評価方法についてでございます。

火災の発生の有無のほうですが、盤内についてはアーク放電後、電気盤の盤外の炎の有無を目視で確認しております。電気盤の盤内につきましては発熱速度を測定することにより確認しております。

13ページを御覧ください。13ページのほうです。前のページでアーク火災の評価方法を踏まえまして、評価結果並びに試験結果を示しております。

今回、14.7MJ、16.6MJ、32.3MJの三つのエネルギーで試験をしております。発熱速度の測定においては、盤内の火災が発生している場合、グラフが右肩上がりとなります。右側のグラフが発熱速度のグラフでございますが、その右側のグラフにおいて32.3、ちょっと見づらいますが、紫の線のみ値が上昇しておりますので、それ以外は上昇せずに収束しております。そのことから、32.3MJのときのみ火災が発生したというふうに評価しております。左のグラフの赤線で示す16.6MJ以下ではアーク火災は発生しておりません。それより上の32.3MJでアーク火災ありの結果が得られたことから、審査ガイド並びに測定の誤差を踏まえまして、しきい値のほうは16MJとしております。

しきい値の保守性等については、既工認と同様に整理しておりますが、後段のほうで説明させていただきたいと思っております。

14ページでございます。アーク火災発生の防止のためのしきい値を踏まえた実機プラントの遮断器のイメージを表しております。

15ページになります。以上の結果より、アーク火災が発生しなかったアークエネルギーは16.6MJとなりまして、しきい値は誤差等保守性を考慮して16MJというふうに設定しております。

16ページからが実機のプラントに展開した設計例になります。C系の単結で示してありまして、詳細については、内容は17ページで説明させていただきます。

17ページでございます。柏崎刈羽7号機の今回の申請しておりますHEAF対策について示したものでございます。

まず、下側のイメージ図、単線結線図のほうですけれども、青色のバツで、Mと書いてありますモーターのところですけど、ここの遮断器でHEAFが発生した場合の御説明です。ここについては、従来、設置しております51の保護リレー、D/Gの上から点々で出ている

ところですが、そこで事故を検出して、青の矢印で示しますとおり、非常用D/Gの受電遮断器を開放して事故を収束いたします。この対策は、従来、既存より設置しております51の保護回路にて実現しております。

続きまして緑色のバツ、D/Gの受電遮断器のところでHEAFが発生した場合については、D/Gの受電遮断器は開放できない、事故発生のために開放できないこととなりますので、この場合、緑色のバツの遮断器とD/G本体の間に遮断器はもう一個ございませんので、緑色の矢印で示しますとおり、D/Gの停止及び消磁コンタクタの投入によりD/G励磁をダウンしまして、事故収束をするという対策になっております。

この対策については、上のブロック図でいきますと、赤色のラインを追加することで実現しております。既存の51の保護リレーにタイマー動作を追加いたしまして、一定時間作動を継続した場合には、緑色のバツのD/G遮断器でHEAFが発生しているというふうに捉えまして、D/G停止及び遮断器のコンタクタを投入することでHEAF火災への進展を防止するものでございます。

もともと非常用D/Gの保護ロジックの中には、発電機の内部故障、比率差動とか書いてありますが、などの事故が発生した場合に、D/Gを停止するインターロックが存在します。発電機の内部故障という状態は、機関そのものの故障に当たる重故障というような、相当するものですが、D/Gの遮断器にてHEAFが発生した場合のインターロック上は、重故障扱いとしまして機関を停止するというようにしております。

なお、タイマーの設定値以内で51保護リレーが復帰した場合は、青線の矢印でD/G受電遮断器で事故収束ができておりますので、D/G自体は停止させることをいたしません。柏崎刈羽7号機の場合は、既存の51リレーを流用することで通常の51保護リレーの動作といったD/Gの外部事故の場合の不要に停止しない、D/Gを停止しないという設計思想がございしますが、それを変更せずに大規模な改造を行わずに対策を行うということにしております。

よって、今回停止するD/Gの停止の回路は、HEAF対策として設置するものでして、非常用D/Gの保護装置を変更するものではございません。

なお、D/Gが起動しているということは、LOCAなどの原子炉側での事故が発生しております。ECCSの信号が発信しております状態でございます。ですので、電源系統は多重化されておまして、非常用D/Gは1系統あれば、原子炉冷却など安全停止することができまますので、多系統のディーゼル発電機がございまして、D/G停止するというのをHEAFのインターロックとして加えるものでございます。

続きまして、18ページでございます。最終的な設計のアウトプットを示しております。しきい値については、一応右端に書いてございます16MJでございます。D/Gを停止するケース、1番目、3番目、5番目と、あとは、D/G受電遮断器のケース、いずれにおきましても、表に示しますとおり、16MJ以下となっております。

次に、ここでしきい値の保守性、誤差について御説明させていただきたいと思っておりますので、32ページの参考4-1のほうを御覧ください。32ページの参考4-1でございます。既工認の同様の考えでございますが、アーク火災発生のメカニズムを踏まえますと、試験結果はアークエネルギーに依存すると考えております。このため、アーク火災発生防止のしきい値の設定に当たっては、アーク火災発生の評価に含まれる誤差、アークエネルギーの測定誤差、保護継電器、遮断器の動作時間の誤差、三つの要素を考慮しております。

次のページでございます。33ページでございます。参考4-2になります。アーク火災発生の評価に含まれる誤差ですが、真のしきい値は火災が発生した最初のアークエネルギーであります緑色の下側の破線ですね。16.6MJの線と火災が発生しなかった最小のアークエネルギーの間に発生します。この緑の間のどこかに赤の点線がかかっていますが、ここに本当のしきい値があるだろうと考えております。しきい値については、真のしきい値よりも小さいところ、赤の破線の下側のほうに設定しておりますので、保守性を有しているというふうに考えております。

また、アークエネルギーの測定誤差については、電力中央研究所にて測定しておりますので、その表のほうの誤差に示しますとおり0.8%であります。これを考慮しても16.46MJとなりまして、そこをさらに切り捨てまして16MJというふうに設定しておりますので、十分に保守性があるというふうに考えております。

続きまして34ページ、参考4-3でございます。保護継電器、遮断器の動作時間の誤差については、設計値に動作誤差を含んでおりまして、記載のとおり誤差をプラスしております。この誤差をプラスしましても、しきい値は16MJになるようにしておりますので、十分保守性を有しているというふうに考えております。

続きまして、35ページ、参考4-4でございます。遮断器の遮断時間の設計における保護継電器等の動作時間の誤差の考え方について御説明させていただきます。図1のフロー図と図2、短結を用いました停止までの流れで一連の動作を示しております。

まず、中段のほうの赤バツで示しますM/C側の遮断器でHEAFが発生した場合のほうでございますが、フローにございますとおり、(1)のHEAF発生、(2)の保護継電器の動作、(3)

の補助リレーの動作、(4)の遮断器開放と4ステップございます。この(2)の保護リレー動作までには下のオレンジのところを書いてあります⑥の保護継電器の動作時間の設定に⑦の誤差を含んでおります。

もう一つのパターン、上段側でございますけど、D/Gの受電遮断器でのHEAF発生、青バツのところでございますが、には同じようにフローで言いますと、(1)のHEAFの発生、(2)の保護継電器動作、(3)タイマー動作、(4)の補助リレー等動作、D/G停止と五つのステップがございます。ここでも同様に、(2)の保護継電器動作までには①に示します保護継電器の動作時間に②の誤差を含みます。また、タイマーの動作につきましては、③のタイマーの動作に④の誤差を含んでおります。また、(4)の補助リレー等の動作につきましても⑤で書いております電流の停止までの時間の中に補助リレーの誤差を考慮した最大時間を設定しております。

以上のように、保護継電器や補助リレー、タイマー等、遮断器などの開放時間の誤差を含む最大値を積み上げて設計しておりまして、その結果でもしきい値であります16MJ以下となるように設定しております。

36ページ、参考4-5でございます。参考4-4で申し上げさせていただきました考え方に基づきまして、柏崎刈羽の7号機のA系の非常用ディーゼル発電機の給電時間を例に示したものでございます。上に書いてあります表に書いてありますとおり、誤差を入れまして①、②、③、③-1、③-2、③-3というところを踏まえまして、積み上げた結果をもちまして、表で記載のとおり、16MJ以下というふうになるように設定しております。

19ページのほうに戻っていただきます。19ページになります。51保護リレーのインターロックの追加が既設のD/Gのほうの基準適合性に対して悪影響を及ぼすことがないように考慮する事項を示しております。D/Gについては多重性、独立性を持つ設計、あるいは、機器の破損、損傷に伴い飛散物による安全性を損なうことがないように設計しておりますが、今回、51保護リレーのインターロックを追加するというにおきましても、影響を及ぼさないよう既設の保護リレーと同様にD/Gの制御盤の中に設置しております。

51保護リレーの故障によってD/Gの安全機能の遂行、D/Gの起動になりますけれども、遂行が阻害することのないように保守管理等による管理を行うよう設計しております。地震、火災、溢水等におきましてもD/Gの保護リレーの変更が安全機能を損なわせることがないように設計しております。

続きまして、20ページでございます。今回の工事計画の概要を示したものでございます。

①の非常用電源設備の基本設計方針、適用規格・基準など、先行の手続と同様でございます。①～⑥の申請内容と、その記載内容について概要を記載しております。

21ページになります。審査のスケジュールでございます。1月に申請させていただきまして、御覧のようなスケジュールで検討しているところでございます。

御説明のほうは以上になります。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメントございますか。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

パワーポイント46ページをお願いします。まず、先行との設計の考え方の違いについて御説明をお願いします。

○東京電力（橋本） 東京電力ホールディングスの橋本でございます。

それでは、お手元パワーポイントの46ページを用いまして、先行で審査認可いただいておりますPWRさんとの比較について御説明させていただきます。

まず、当社側の設計でございますけれども、右側のほうでございます。もともと設置しております51の保護リレー、こちら、先ほどパワーポイント17ページで御説明させていただきました内容と同じでございます。51保護リレーに赤色のライン、タイマーの追加とインターロックで機関停止と消磁コンタクタ停止まで行くラインを追加しております。青バツで示しておりますとおり、HEAFがD/Gの外、外部側の負荷側の遮断器が発生した場合は、従来より設置済みの51保護リレーで事故を検出しまして、青色の線で示しますとおり、D/Gの受電遮断器を開放させて事故収束します。緑バツのときは、同じくD/Gの受電遮断器がHEAF発生しますので、遮断器は動きませんので、D/Gを停止して消磁コンタクタを停止するという内容でございます。ここは御説明のとおりでございます。

この対策につきましてはブロック線図の赤色のラインで対策を行いまして、既存の51リレー、青字で書いてございますけれども、「既設流用」と書いてございます。こちらのほうに矢印が書いていますが、タイマーを追加しまして、ある一定時間以上、51リレーの動作を、過電流を検知し続けますと、上側の矢印に行きましてD/Gの機関停止、D/G本体の停止と、右側へ行きますと消磁コンタクタの投入ということを行うようにしております。既存のタイマーに動作を追加して一定時間継続して止めるということで事故の進展を阻止するものです。

もともとのこのインターロックの違いがPWRさんとございまして、内部故障発生した場合には、これ、説明が重複しますけれども、D/Gの機関を停止するというところのインター

ロックと別で51リレーとしましては、受電遮断器の外側での事故というふうに扱っておりますので、ここを重故障扱いにするというのがHEAFの対策になります。

PWRさんの場合ですが、左側のほうです。もともと51というのは、ちょっと見づらくて恐縮ですが、左上のブロック図を見ていただきますと、D/Gの機関停止の信号として入っております。ただし、SI信号が発生しますと、原子炉事故対応の場合は、この51のリレーというのは過電流を検知しても信号をキャンセルするようなインターロックとなっております。このため、当社のように51保護リレーの追設ということでは対応しづらいと。既存のD/Gの設計思想を変えてしまうということになりますので、50のインターロックを、真ん中のほうで青字で書いてありますけれども、そこを追加することになったというふうに理解しております。

このように下のブロック図が単結のほうですけれども、ここが違いが分かりやすいかと思いますが、青色のバツ、D/Gの外側の負荷側の遮断器でHEAFが発生しましても、青の矢印が遮断器の停止とD/Gの機関停止と2個行っているかと思いますが、ここでD/G自体も止めてしまうというところが違うことになっているかなと思っております。

簡単に言いますと、先行のPWRさんとは設計当初からのD/Gのインターロック、51の設計の思想が相違しておりまして、既存の51保護リレーを活用できるかどうかはず違いました、D/Gの外部故障である負荷側の遮断器でのHEAF発生時、青バツのところですけど、この遮断器でのHEAF発生でD/G本体を止めるか、当社のようにそこは遮断器開放のみで対応するかというところがPWRさんとの相違というふうに考えております。

以上でございます。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。先行との違いの理解を進めるために、50と51リレーの違いを簡単に説明していただきたいのと、あと、先ほどの17ページの説明でもありましたけれども、KK7の場合はD/Gをなるべく止めたくないというところがありましたけれども、もう一度なるべく止めたくないとする理由を説明をお願いします。

○東京電力（橋本） 東京電力の橋本でございます。

50と51ですけれども、どちらも過電流を検知するものでございまして、電流の大小はございますけれども、即時動くというのが50でして、51のほうは時限をもって動くというところが違います。どちらにしても過電流を検知するということでは同じですけれども、多少電流の大きさ、動作の時間というところに違いがございます。

あと、2個目の御質問ですけれども、D/Gを止めない理由としましては、これもすみません、重複させてしまいますけれども、当社の場合、51への過電流というのはD/Gの外部側、外部故障というふうに捉えておりますので、遮断器を開放すれば事故点が除去できるというふうに考えております。

D/G本体まで止めてしまうと、D/Gの内部故障かどうかということを判別できませんし、D/Gが故障もしていませんので、事故時、本当にD/Gが必要なときにD/Gをスタンバイしておくという方法を確保しておるといふところの設計思想の違いというふうに考えております。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

50と51のリレーの違いはまず理解をしまして、そのD/Gを止めない理由の説明ですけれども、先ほども説明がありましたが、ほかのD/Gもあります。ほかのD/Gがあるのであれば、今注目しているD/Gを止めてしまっても問題はないと思いますけれども、それでもあえて今注目しているD/Gをなるべく止めないとする考え方というのはどういうところにあるのでしょうか。

○東京電力（橋本） 東京電力の橋本でございます。

おっしゃいますとおり、多系統、柏崎刈羽の場合は三つD/Gがございますので、単一故障を考えますと、当該のD/Gというのは止めてしまってもあとの2個がございますが、内部故障ではない外部故障をメインとしました51の保護リレーの考え方としましては、従来の設計方針としては、外部の故障でありますので、まずは遮断器を切って事故点を切ると。内部故障ではないので、D/Gとしては動かしたままにしておくところが設計思想でございますので、なるべくそこを崩さずにD/Gの遮断器についてはHEAFが発生すれば、そこは内部故障と捉えてD/G本体を停止しにいくというインターロックの追加にしたものでございます。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

理解しました。

結局のところ、D/Gをなるべく不必要には止めたくないという設計思想の下、どういう回路を組むかというのを考えたときに、先行のように、今はない50というものを新たにつけようとする、50というのは瞬時に短絡を検知して動いてしまうので、そうしてしまうとD/Gが早く止まってしまうと、そういうことはKK7としては避けたいので、50をあえて持

ってきていろいろ工夫してD/Gがすぐに止まらないようにするよりは、既にある51というものにタイマーをつけてやれば、簡単に対応できるということで、このような設計方針を採用したということで理解しましたけれども、それでよろしいでしょうか。

○東京電力（橋本） 東京電力の橋本でございます。

御認識のとおりでございます。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。

次なんですけれども、まさにタイマーという話が今回出てきていて、そのタイマーの設定時間について確認をしたいんですけれども、このタイマーの設定時間、どのように設定したのかというところを御説明いただけますでしょうか。

○東京電力（橋本） パワーポイントのほうの46ページのほうを御覧ください。こちらに赤字でブロック図のほうに記載しておりますけれども、「タイマー：新設」というふうでございます。ここで矢印が書いてあるところに概念を記載しております。D/Gの外部故障時にはタイマーの設定値以内にD/G受電遮断器を開放すれば、青バツのことですけど、短絡電流を遮断することでD/G自体は停止します。そこで51がクリアになれば、D/G内部の故障ではないと、遮断器より内側の故障ではないというふうに分かります。

また、それ以上にしまして、かつ、D/Gの受電遮断器でHEAFが発生した場合、遮断器は切れませんので、事故電流が流れ続けますと。そうすると、アーク火災に発展しますので、このD/Gの受電遮断器でHEAFが発生した場合には、HEAF火災に発生するまで、要するに16MJに至るまでの間に、それよりも短い時間でD/Gを停止させるという間で設定しております。

補足説明資料のほうの64からその辺の御説明をさせていただいておりまして、ちょっと設定時間のほうは企業秘密になっておりますので、概念としてそういうふうにご設定させていただきまして、64ページ記載のような時間の内数で設定しているということでございます。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

タイマーの設定時間については、一番守るべきところというのはHEAF火災に至ることを阻止する、それまでの間に起動をしっかりかけないといけないというのは絶対守るべきところで、プラスして、KK7の場合は、不要なD/G停止を避けるためにある程度の時間は待つと、その二つがあるわけなんですけれども、その考え方は理解をしております、今、補足説明

資料のほうで65ページとかですね。タイムチャートが書いてあるわけなんですけれども、そこで、ここは言ってもいいと思うんですけど、51保護リレーの動作時間については、前の64ページとかに誤差が+7%という値があって、その値を盛り込んだ値が書いてあるんですけれども、その65ページのチャートの①、②、③、④とかという部分の時間設定なんですけれども、これについては、特段、資料上、誤差をどう考慮したかという記載がない状態になっていまして、それぞれ誤差がプラスなのか、マイナスなのかということによって、今、このタイマー最小設定時間というのが誤差をどう考慮するかによって、その時間が大きくなったり、小さくなったり、また、タイマーの次のページの最大設定時間のほうも同様に、誤差の取り入れ方によって、その値が、秒数が変わってくると思うんですけれども、まず、①～④とかの部分について、どういう誤差を考慮していて、この数値を導き出したのか、その誤差を考えた場合と考えなかった場合でもそれぞれ値が変わるんですけど、それがどのように、今決められているタイマーの設定時間に影響があるのか、ないのかというのを御説明ください。

○東京電力（橋本） まず、補足の64ページから記載しておりますところにつきましては、タイマー等誤差を考慮しまして最長時間で記載しております。誤差を考慮した時間の内数でありますと、受電遮断器が動作する前にD/G本体を停止するということになりまして、設計思想のほうに影響しておりますので、最長時間のほうで短いほうの時間は決めております。長いほうにつきましては、先ほど御説明を差し上げましたとおり、HEAFが発生しないしきい値がありましたように16MJにならないようということをございしますが、このところは、誤差はパワーポイントの35ページを御覧いただきたいんですけれども、こちらで御説明させていただきましたとおり、上の段のほうですね。こちらで保護継電器の誤差については②の誤差、タイマー動作については④の誤差、補助リレー等のところについては誤差を含んだ最長の時間というところでD/Gが停止するというところまで書いてありますけれども、下のところは、遮断器の開放ですね。外側のところなんですけれども、ここも保護継電器については②の誤差、補助リレー等につきましては誤差を含んだ最長時間で計算しております。最大の最短の時間のほうは、この下のフローのほうの一番かかる時間で遮断器は停止したところ、それ以上というところで設定した数字を64ページのほうに記載しております。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。補足のほうの65ページの①～④とかの誤差というのは、何%とかという

のは今言えるんですか。51リレーのほうは+7%というのは書いてあったんですけど。

○東京電力（橋本） 東京電力の橋本でございます。

補足の63ページのほうを御覧ください。表6-2のところですけど、誤差パターン4と書いておまして、そこにタイマーがありまして、この表のところに誤差、タイマーは書いております。

補助リレーのほうは、誤差を含んだ時間ということで最大動作時間というふうにメーカー保証値になっておりますので、そちらのほうで誤差を含んだ最長の時間ということで書いておりますので、誤差自体でどれぐらいというところは規定がございません。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

すみません、今、最後の部分のメーカー保証値という部分というのは、どこに書いてありますか。

○東京電力（橋本） 東京電力の橋本でございます。

ここは、表の中には入れておりませんで、例えば補足の63ページの一番上のほうでいきますと、これ、パワーポイントの資料と同じですけども、補助リレー動作のところの⑧、図6-2のところの⑧のところですね。ここで遮断器の開放時間等というところに補助リレーも入っておりまして、ここに括弧書きで「誤差を含んだ最大値」というふうに記載しております。分かりづらくて申し訳ございません。

以上です。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

分かりました。その辺の説明が現状見られないので、きちんと誤差を考慮した上でタイマーの設定時間が上限と下限の中で、上限、下限がずれてもその間に収まっているということは理解をするんですけども、今の御説明、メーカー保証値云々というところもちょっと分かるようにしておいていただきたいので、そこはもう記載の充実化だけは図っておいていただければと思います。よろしいでしょうか。

○東京電力（橋本） 東京電力、橋本でございます。

了解いたしました。補足説明資料のほうに追加させていただきまして、御説明させていただきます。

○桐原係長 規制庁の桐原です。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか何かございますか。よろしいですか。

事業者側から何かございますか。

○東京電力（橋本） 東京電力、特にございません。

○山中委員 それでは、以上で議題2を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、本日18時からプラント関係（非公開）、2月18日金曜日、プラント関係（公開）、2月19日金曜日、地震・津波関係（公開）の会合を予定しております。

第946回審査会合を閉会いたします。