

原子炉安全小委員会燃料ワーキンググループ（連絡会）  
議事録

日 時：平成 22 年 8 月 30 日（月） 10：00～12：00  
場 所：経済産業省別館 10 階 1028 共用会議室

出席者：	主	査	寺井	隆幸
	委	員	阿部	弘亨
			天谷	政樹
			大橋	弘士
			木下	幹康
			更田	豊志
			古田	照夫
			前田	誠一郎
			三島	嘉一郎

敬称略・順不同

寺井主査 それでは「燃料ワーキンググループ」第12回会合を始めさせていただきますが、既に御連絡があったようですけれども、本日は杉原委員が御欠席ということで定足数に満たなくなってしまう成立しないのですが、予定どおり議事を進めさせていただいて、今後の取扱いにつきましては事務局から御提案いただくことにさせていただければと思います。

定足数の確認は、今、不成立ということで既に御紹介いただきましたが、もう一回お願いでしょうか。よろしく申し上げます。

青木統括安全審査官 本日は10名の予定でございましたけれども、急遽杉原委員が風邪で御欠席となりましたので、9名の委員に御出席いただいております。このうち臨時委員は6名の出席の予定でございましたが、5名となりまして定足数6名以上という要件を満たさなくなりましたので、今日は不成立となります。つきましては、本日用意させていただいております資料は連絡会という形で御説明をさせていただきます、御質問等にお答えしていきたいと思っております。

それから、前回WG以降、私ども事務局に異動がございましたので御紹介させていただきます。

原子力発電安全審査課長の山田でございます。

山田原子力発電安全審査課長 7月30日付で原子力発電安全審査課長を拝命いたしました山田でございます。いろいろと勉強させていただきながら早めにちゃんとできるようにしたいと思いますので、どうかよろしくお願いいたします。

青木統括安全審査官 本日の会合でございますけれども、原子力安全保安院における委員会等につきましては、原則として公開で行うということでございますが、本会議におきましては企業秘密、知的財産に関わる情報を取り扱いますことから非公開とさせていただいております。この場合でも非公開となる対象部分をマスキングした上で後日資料、議事要旨等を公開させていただく予定であります。

それでは、配付資料の確認をさせていただきます。

一番上に座席表がございます。次に委員名簿、議事次第がございます。議事次第「4. 配付資料」にリストがございます。本日は2つ資料を用意させていただいております。

燃料W12-1「燃料ワーキンググループコメント回答(その3)」。

燃料W12-2は議題と同じタイトルでございますけれども「高燃焼度17行17列A型燃料集合体からの一次冷却材中の放射性物質の漏えいについて(案)」。

これは私ども保安院のクレジットを付けた見解書といたしますか、評価書といたしますか、私どもの考え方をまとめた資料でございます。

机上配付資料といたしまして「燃料体設計認可申請書(大飯発電所1、2、3、4号機)」。

それから、これまでのWGの配付資料でございます。

配付資料につきましては以上でございます。

寺井主査

どうもありがとうございました。もし資料に不備等ございましたら事務局へお申し出いただければと思います。よろしゅうございますでしょうか。

それでは、早速でございますが、本日の議事に入りたいと思います。本日の議題はこれまでと同様、高燃焼度 17 行 17 列 A 型燃料集合体からの一次冷却材中の放射性物質の漏えいについてであります。本日は対策燃料の設計に関するコメント回答と、これまでの検討内容及び対策燃料の評価などについて、とりまとめを行いたいということで予定をしております。

それでは、事務局より御説明をお願いいたします。

竹内建設班長 それでは、お手元の燃料 W12 - 1 「燃料ワーキンググループコメント回答(その3)」ということで、こちらにつきましては前回の WG におきまして御説明させていただきました「17×17A 型高燃焼度燃料 対策燃料設計について」という、前回資料ですと燃料 W11 - 1 ということで、お手元には青いファイルの一番最後の方にとじております。

前回資料ですと W11 - 1 と W11 - 2 の 2 部構成でございます、W11 - 1 の御説明をした内容について御回答させていただくということでございます。

W12 - 1 の資料を 1 枚めくっていただきまして、前回いただきましたコメントの一覧ということで表を付けてございます。前回の議事からこちらでピックアップさせていただいたものとして NO.1 ~ 6 までございまして、そのうち No.6 につきましては前々回の資料に対するコメント回答でございます。

順番に御説明させていただきたいと思います。2 枚めくっていただいて No.1 ということで、ページ数としては 1 - 1 でございます。対策 A 型燃料と B 型燃料が隣接する場合において、B 型燃料の健全性が確保されることをより詳細に示すことということで、こちらのコメントにつきましては前回資料の W11 - 1 の後ろに付けております別添という内容がございます。この別添というのは B 型燃料の製造メーカーであります原子燃料工業の方で、対策 A 型燃料が隣接した場合の B 型燃料の健全性が確保されるかということ、原子燃料工業が分析した内容となっております、内容的には別添 - 5 とか別添 - 6 で絵で示してございますが、対策 A 型と B 型燃料間でのサブチャンネル解析によりまして、水の流れがどのように分布するかといった内容で御説明をさせていただいたものです。

これに対しまして、あくまでこの内容は水の行き来をやりとりしたものであって、具体的に B 型燃料に本当に問題がないのかどうか、振動しないのかという点につきまして、より詳細な評価をするようにという御指摘でございましたので、それについて回答させていただきます。

W12 - 1 の資料に戻りまして、回答欄に入らせていただきます。「1 . はじめに」は更に事業者から聞き取った内容でございます。本評価は対策 A 型燃料と B 型燃料が隣接した場合における B 型燃料の健全性を示すために、以下に述べる 2 つの観点から B 型燃料の設計者であります原子燃料工業が流動解析を用いて評価を行った内容でございます。

2つの観点といたしまして と をこのページに示しております。 の中に3つポツがございます。2つのポツにつきましては前回資料でも御説明をしましたが、もともとB型燃料といいますのは、燃料棒の下端がノズルに付いているボトムオン構造になっているということ、A型燃料のように一番下の支持格子より更に下に燃料棒が突き出している構造となっておらず、一番下の最下部支持格子は片持ちではなくて両支えの構造になっているということ、対策A型燃料とB型燃料の圧損はおおむね同じになっているということで、集合体に流れ込む一次冷却材の流量としてはほぼ同じになるということでございます。

3つ目のポツといたしましては、今回新たに原子燃料工業がCFD解析を行った結果を示しております。

といたしましては、同様にCFDにおきましてA型燃料と対策A型燃料が隣接した場合の、燃料集合体内部の流動の評価を行っております。

1 - 4ページは下部ノズルの整流効果について、 の観点から確認した内容でございます。図1に対策A型燃料と、図2にB型燃料の下部ノズル上面から10mm上のところにおける、CFD解析結果による軸流速の分布を示したものでございます。この図には下部ノズル流路及び炉心板の流路孔も併せて記載しております。この点線になるところがそうです。黒丸のところとか、B型の燃料ですとこの模様が穴になっております。

断面内の最大流速の値を確認することで、流速分布の整流効果の定量を指標としたものでございます。上と下を比べますとB型燃料につきましては最大流速が8.2m/sということで、下部燃料の整流効果というのは上の対策燃料の最大流速8.5m/sという分布からしても、ほぼ同じような整流効果になっていることを確認したということでございます。

1 - 5ページは、その次のページに示しております対策A型燃料とA型燃料それぞれ、B型燃料に隣接した場合の軸流速分布の評価位置でございます。これはこれまで御説明した内容と同じ位置での評価位置を、1 - 6ページに示した内容になってございます。

図4の上の方が対策A型燃料が隣接した場合のB型燃料の流速分布でございますが、下の図と比べまして若干赤色は多くなっておりますけれども、比較的平坦な流速分布になっているという内容でございます。

1 - 7ページをごらんください。こちらはCFDによって解析いたしました燃料棒の位置に応じた上の図が横流れ強度と、下の図6が軸流速を示したものでございます。B型燃料の場合ですと、上の図で横流れ強度が最も大きいのは2 - 2位置の燃料棒でございますが、青色のA型と隣接した場合と赤色の対策A型の隣接した場合とでは、横流れ強度は変わっていないということが得られているということと、下の図でも対策A型が隣接した場合でも、それほど大きな軸流速に変化はないということでございます。

以上のような結果をもってB型燃料には問題はないということでございます。

1 - 3ページをごらんください。「4 . まとめ」といたしまして、対策A型燃料とB型燃料が隣接した場合におけるB型燃料の健全性ということで、先ほども御説明いたしました 、 の観点からCFD解析を行って評価をいたしました。その結果、B型燃料といたしま

しても対策 A 型と同等の耐フレッティング性能を有することが確認できたということでございます。

以上が B 型燃料のより詳細な評価を行った結果を御説明いたしました。

2 - 1 ページ、No. 2 といたしまして摩耗体積の評価例に示された A 型燃料と、対策 A 型燃料の評価結果に大きな違いが見られることについて、この理由を説明することということで、これは前回 WG 資料の W11 - 1 の 26 ページをごらんください。前回、対策 A 型燃料の摩耗体積の評価結果を御説明いたしましたときに、W11 - 1 の 26 ページの図をお示しいたしまして、対策前の A 型燃料ですと非常に大きな幅を持って、1.0 の時点で漏えいに至るといふ摩耗体積に対しまして、対策 A 型ですと図の右側でございますように非常に小さくなっている。なぜこんなに小さくなるのかきちんと説明するようにといった御指摘でございましたので、以下回答させていただきます。

2 - 2 ページ、この図は若干細かくて見づらいところでございますが、これまでの A 型燃料と対策 A 型燃料の摩耗体積の評価結果を上の方の図に示したもので、その下に内訳を示して比較したものでございます。評価条件といたしましては前回 WG でお示した内容と同じように、ウラン燃料棒で漏えいが確認されている振動の大きい 3 - 2 位置ウラン燃料棒を評価対象といたしまして、B 型燃料体が 4 体隣接している。炉心の位置としては中心の隣の流速が非常に大きいところ、で 3 サイクル照射した場合ということで評価したものでございます。

摩耗体積の下の図の一番下のところに比摩耗量とばね力残存率というのがございまして、これにつきましては対策 A 型燃料と同じ条件を設定してございます。このうち比摩耗量のところに青線で横棒が引いてありますのは、これは比摩耗量  $\mu$  ということで実験等から得られました比摩耗量の平均値、その上の赤い線につきましては比摩耗量の 2 分を考慮した  $\mu + 2$  を比摩耗量として設定しております。更にばね力は同じ。その上 2 つところで A 型燃料のワークレートと対策 A 型燃料のワークレートの 2 種類を示してございます。

A 型燃料のワークレートを見ますと、3 サイクル目の途中でワークレートがばね力の低下に伴って徐々に大きくなっていくんですが、途中で若干片方だけ離れている状態で摩耗が進行していくと、あるところでギャップ条件に至るといふことで、ここの赤い線が急に跳ね上がって摩耗が進展していく。平均値は  $\mu$  の場合でありまして 3 サイクルの途中でギャップ条件に至りまして、急激に摩耗が進展していく。その結果が上の図の赤い傾きを持った図、それから、青いひし形の傾きを持った図ということで、摩耗評価を行ってございます。

対策 A 型燃料のワークレートにつきましては前日も御説明いたしましたが、A 型燃料に比べまして励振力が低く抑えられたということで、3 サイクル目につきましてもリフトオフ状態であることは変わりませんが、3 サイクルの照射終了後までギャップ状態には至らないという結果になってございまして、その結果、一番上の図で赤丸と青三角に示してございます摩耗体積になるということで、この差によって摩耗体積は小さくなるとい

う評価になってございます。

以上が対策 A 型の摩耗評価の内訳でございます。

次に No. 3 ということで 3 - 1 ページをお開きください。No. 3 のコメントといたしまして、対策 A 型燃料の評価手法と A 型燃料の評価手法との違いを説明すること。こちらにつきましても阿部先生から前回の WG におきまして、これまで前々回の WG で摩耗評価手法を御説明しておりますが、そのときは A 型燃料がなぜ漏えいに至ったかというメカニズムを説明する上での摩耗進展評価手法を示しております。前回の対策燃料につきましても摩耗評価手法を説明しておりましたが、本当に同じ手法であるのかという御質問がございましたので、それについて御説明いたします。

3 - 2 ページ、上が A 型燃料、下が対策 A 型燃料の摩耗評価の流れをお示したものでございます。上と下を比べますと、基本的には燃料集合体の中の流速もしくは励振力を燃料棒振動解析モデルに入れまして、ワークレートを求めて、更に摩耗評価をするといった流れは何回も御説明いたしましたと同じでございます。ただし一番左の入口のところ、A 型燃料の場合ですと炉内の軸流速分布から、CFD で求めました軸流速と横流れといったところから励振力を計算で求めているのに対しまして、対策 A 型燃料につきましても B 型燃料と対策 A 型燃料の二体流水試験で得られました励振力を、そのまま用いているところでございます。

3 - 3 ページ、一番上の図は前回の W11 - 1 の 15 ページにもお示ししてございますが、これは二体流水試験を行った結果の でございますけれども、もともと A 型燃料ですと励振力が非常に厳しい 3 - 2 位置が非常に小さくなって、この測定結果ですと流路孔中央 5 - 5 の燃料棒における励振力が最も大きくなってございますので、評価は 3 - 2 の燃料棒評価をしておりますが、励振力の入力としては最も大きかった 5 - 5 の励振力のデータを入れたというものでございます。

図 3 でございますけれども、その結果前回お示ししている摩耗体積といたしましては、実測励振力で求めた値を入れております。今回御参考で示しておりますが、CFD 励振力と記載しているものがございますけれども、これがこれまでと同じ計算手法に基づいて励振力を決めた場合の励振力ということで、励振力を計算で求めた場合の方が小さくなるということで、対策 A 型燃料でお示ししている摩耗体積評価としては、実測に基づくものを入れたという点が異なるということでございます。

No. 4 の 4 - 1 ページをごらんください。対策 A 型燃料の励振力測定結果と流動解析結果について、傾向に相違があるように見えるが、これを説明すること。こちらにつきましては阿部先生からいただいたコメントでございますけれども、前回資料 W11 - 1 の 15 ページをごらんください。下の右の図が対策前の A 型燃料の励振力を求めたものでございます。上の方が対策 A 型燃料の励振力を測定した結果ということで、上と下を比べますと対策 A 型燃料の方が励振力がぐっと下がって、5 - 5 と同じようになっている。これは先ほど示した図と同じものでございますが、こういった結果が得られているのに対して、19 ペ

ージをごらんください。

青、緑、赤の図がございますけれども、このうち下の図が横流れを示したものでございますが、緑が対策A型燃料の横流れを示したものでございますけれども、3 - 2位置と5 - 5位置を比べますと依然として3 - 2位置の横流れが大きい。励振力というのは横流れの影響が支配的なはずであるから、こういった5 - 5と3 - 2で違いがあるのに励振力がぐっと下がるのは何かおかしいのではないかという御指摘でございました。今回それについて4 - 1ページに戻って御説明をさせていただきます。

4 - 3ページはA型燃料と対策A型燃料の単体での軸流速、横流れ強度、励振力を示した図でございます。青がA型、緑が対策A型でございます。真ん中の図の(b)横流れ強度は対策A型でも若干横流れは発生しているということと、下の(c)励振力でも3 - 2の軸横流れは若干A、Bで減っているということで、対策A型の励振力としては減少しているということが結果として得られております。

4 - 4ページは2体並べた場合の軸流速と横流れ強度を示したものでございます。(b)の真ん中のところですが、横流れの図で3 - 2位置は単体のときの横流れに比べて、B型燃料が隣接いたしますと対策A型であっても横流れが大きい。しかし(c)励振力の図では、一律励振力が下がった結果になっているということでございます。

4 - 1ページに戻っていただきまして、軸流と横流れ流速、強度と同義でございますが、この関係からどのように励振力を求めるか御説明したものでございます。3つ目の段落からでございますけれども、CFD解析の結果を基に励振力を求める際には、軸流速及び横流れ強度の両方が用いられているということでございます。

単位周波数辺りの励振力の2乗であるパワースペクトル密度、これも前回からお示しておりますが、このパワースペクトル密度が流速の3乗に比例するという関係があることから、励振力 $W$ は軸流速と横流速から下に示しております関数 $W = a \cdot V_a^{1.5} + b \cdot V_b^{1.5}$ ここで $V_a$ は軸流速、 $V_b$ は横流速で、 $a$ 、 $b$ は係数を用いているものでございまして、係数 $a$ 、 $b$ につきましては単体流動振動試験から軸流速と横流速の異なる燃料棒の振動振幅と、解析の振動振幅が一致するように複数のデータからこの関係を求めて、この式を用いているということでございます。

このCFD解析により求めました励振力につきましては、先ほど示した4 - 3ページと4 - 4ページに示した内容でございまして、(c)励振力の三角のところは解析結果になるものでございますが、傾向としては一致しているという結果になってございます。

4 - 5ページと4 - 6ページでございますが、4 - 5ページはA型燃料のもので、4 - 6ページにつきましては対策A型燃料でございますけれども、4 - 6ページの対策A型燃料で御説明いたしますと、上の図が軸流速で真ん中の(b)が横流れ強度、流速に相当するものですが、これを先ほどの式に入れた結果が(c)燃料棒下端の励振力となりまして、(c)で大体5 - 5と3 - 2はおおむね同じような値にはなっておりますが、やはり軸流速の影響もあって大体このような結果になるというものでございます。これが励振力とC

F Dの軸流速と横流れの関係を示した内容でございます。

次のコメントをさせていただきます。5 - 1 ページをごらんください。No. 5 のコメントといたしまして、対策 A 型燃料の 55GWd/t までの適用性について説明すること。こちらにつきましては前回もそうですが、先ほどの No. 2 の回答で 2 - 2 ページでもお示ししておりますけれども、3 サイクルで照射が終了するという最も厳しい条件で炉内の中心位置にあるということで、このサイクルで 55GWd/t まではいきませんが、照射が終了する場合を例にて評価してありましたけれども、本当に 55GWd/t までいくのかどうかといった評価を示したものでございまして、評価条件としては同じでございます。

5 - 3 ページ、これは先ほどの No. 2 の 2 - 2 ページでお示した 3 サイクルを、更に同じ条件で、ばね力は照射緩和いたしますけれども、その分を考慮して 4 サイクル目まで照射した場合、摩耗体積はどうかといった結果でございまして、4 サイクル目の途中で赤い点線を示してございますが、この場合ですと実際にこういう使い方はいたしませんけれども、4 サイクル目の途中で燃料集合体最高燃焼度の 55GWd/t まで到達するというところでございまして、これは 4 サイクル燃焼させた場合ですと上の摩耗体積のところ、ちょうど被覆管肉厚の 10% 相当に差しかかっておりますが、少なくとも 55GWd/t にいくまでには、摩耗体積といたしましては被覆管肉厚の 10% を下回る。これは燃料体設計認可申請書にも記載している内容でございますけれども、このようになっているということでございます。

5 - 2 ページに、3 サイクル燃やした場合と 4 サイクル照射した場合の摩耗体積の分布といたしましては、若干 4 サイクルの方が当然大きくなりますけれども、貫通に至るような摩耗には至らないという評価になってございます。

最後の No. 6 のコメントでございますが、こちらにつきましては対策燃料というよりは、出光委員から今回の原因対策の中で P I E の結果等を御説明した際に、支持格子による燃料棒の保持状態につきまして、支持格子の中に上下に支持板がございまして、真ん中にばねがあるということでございますが、上と下の支持板で摩耗の仕方がもし異なっているのであれば、片方だけ著しく摩耗が進行している可能性があるのではないかという観点での御指摘でございます。

読み上げさせていただきますが、支持格子による燃料棒保持状態について、上下の支持板で均等に燃料棒が保持されるのではなく、上下の支持板で燃料棒の保持状態に違いがあり得ることが示唆されている。またこの結果、上下の支持板で均等に燃料棒が保持されている状態と比べ、どちらかの支持点で摩耗がより進展し得ることが想像できる。これらのことは考慮された上で検討・評価は実施されているかという内容でございます。

こちらにつきましては 6 - 3 ページ、これも前回、前々回等でもお示した燃料棒の保持状態を示したものでございますけれども、現状の摩耗評価では寿命初期ではすべてのばね板、支持板が燃料棒と接触しているものでございますが、第 2 サイクルからリフトオフの発生を仮定して、一部の支持板の接触が離れるものとしておりまして、この図の中で点

線で丸で囲った部分がありますが、これが片方離れた状態を表してモデル化しているということでございまして、リフトオフ発生当時は片方が離れることをモデル化して、摩耗の評価を行っているということで、御指摘の点は考慮しているということになります。ただし、リフトオフの状態ですべての支持点が離れるということで、摩耗評価をしております。その結果、ワークレートが大きくなるという内容でございます。

大飯4号機の漏えい燃料棒の最下部支持格子位置では、いずれの支持板ないしばね板位置でも燃料棒に摩耗痕が見られており、これまでの外観観察した範囲では、支持板間あるいはばね板間で摩耗の程度に差はないように見られる。したがって、いずれの支持板、ばね板から摩耗が進行したのかは、現時点では必ずしも明確になっていないということでございます。

前回、W11-2のPIEの外観観察結果につきまして若干御紹介いたしましたが、その1つ上の第8支持格子では、ばね板と上側の支持板位置の燃料棒に摩耗痕が認められるということでございますけれども、下の支持板には摩耗が認められていないということでございまして、第8支持格子のところでは一部の支持板、ばね板から摩耗が進展し始めた可能性が考えられるとしているものでございますが、いずれにしてもこちらはグリッド、燃料棒ともに基本的にはジルカロイベースのものでございます。

6-2ページ、これらの解釈につきましては今後のPIEにおきまして、摩耗形状測定や支持格子の摩耗痕の深さ・体積の測定の結果を総合的に検討することで、摩耗進展状況の評価をさせていただきます。また、燃料棒外径測定・セルサイズ測定により、各支持格子の燃料棒保持状態を確認し、摩耗痕の大小関係の要因を検討するというので、今後このPIEの中で詳しくまた分析していくと聞いてございます。

ちょっと駆け足でしたが、コメント回答の御説明は以上でございます。

寺井主査 どうもありがとうございました。No.1～6までのコメントに対する回答について御説明をいただきました。ただいまいただいた御回答につきまして御意見をいただければと思いますが、どこからでも結構ですけれども、よろしくお願いをいたします。阿部委員、どうぞ。

阿部委員 前回えらい大活躍をってしまったみたいなんですけれども、御説明いただいた内容なんですけど、私から出させていただいた質問についてはいただいた御説明で十分かと思っておりますので、納得いたしました。ありがとうございます。

ただ、1つだけコメントがありまして、全体的なコメントなのかもしれないんですけども、当初私が質問申し上げたのは、出ていた資料を私が読み損ねていて、自分の理解が足りなくて理解できていないのかと思っていたんですけど、実はそうではなくて、後出しじゃんけんのように新たな説明が出てきて、こうですよという説明になっているわけです。こういう資料の出し方というのはいかがなものかという気がいたします。

うがった見方をすれば、隠しておきたくて隠していたものが指摘されたので出てきたこ

とになるわけで、そういう姿というのは健全とはとらえ難いので、是非保安院さんから電力さん、メーカーさんにその旨は伝えていただきたいと思う次第です。

以上です。

寺井主査 ありがとうございます。ただいまのコメントにつきまして、いかがでしょうか。

竹内建設班長 確かにWGの資料の中では、御指摘を受けて初めて今回御回答差し上げる部分もございましたが、我々としてはどこまで出すかというのがございますけれども、ある程度いろんな資料等では見ている部分はありますが、WGの中で御質問を受けると回答しづらいといえますか、その場できちんとした説明ができない部分もあるので、宿題としていただいた部分もございます。今後そういった点につきましては十分注意したいと思います。

寺井主査 ありがとうございます。

青木統括安全審査官 要するに我々の詰めが足りなくて、十分な御説明ができなくて宿題をいただいてお返しをするという、行ったり来たりを何度かさせていただいたことになるんですけども、しっかり詰めていくということだと思えます。反省しております。

阿部委員 私が申し上げているのは、これは技術的な説明をしているわけですから、技術的な説明としてきちんと完結していなければいけないと思えます。なので、例えばワークレートの評価にしても、今までほとんど横流れの絵ばかり見せていただいていた、軸方向というのは前々回の資料にちょこっとあっただけで、ほとんどないんです。そういう資料を見せられて、そうするとやはり我々は印象としてワークレートというのは横流れに起因しているんだなと思うし、素人目にも何となく理解しやすい。

ところが、出てきた資料を見てみると軸方向も同じ重みをかけて評価してやって、では軸方向流れは出ているかという点と出ていない。これは技術的な説明としてきちんとできていないので、メーカー側から説明が上がってくるときに、メーカーが出したがらなかったのか、あるいは何か別の理由があるのではないかとどういった見方で見られてしまう。しかもこれは公開される資料ですから、こういうふうなことをやっているのは、どちらに対しても、要するに官に対しても産に対しても第三者から不信感が出てきてしまう。そういうことがないように説明をしなければいけないのに、その姿勢が説明側に足りないのではないかとというのが私の指摘です。

ですから、技術的な根拠というものはきちんと出していただきたい。それを指摘したかったということです。

寺井主査 ありがとうございます。恐らくメーカーさんも事業者さんも誠意をもって対応していただいているとは思えますけれども、なかなかどこまで客観的なデータが出せるかという判断になると、難しい部分もあるのかなと思えます。ですからそこは保安院さんのある種のチェックと、もう一つはそういう指摘が出ることで自身がこのWGの意味がもしもありません。ですから、それはそれでこのWGの機能としては健全に機能しているか

なという見方も多分できると思うんですけども、引き続きその辺りのところは保安院さんに、より客観的な視点からの判断をできるような資料を出してもらえるように、事業者さんを御指導いただければと思います。よろしく願いいたします。

ほかのコメントはいかがでしょうか。三島委員、どうぞ。

三島委員 前々回、最初に厳しい位置に置いたのが、後になって厳しい位置に置いたのかという質問をさせていただいたと思うんですけども、前回私は欠席でしたのでどういう議論があったのかわからないんですが、それに関連して2 - 2の図1とか、それに似た図が後ろの方にも出ていたと思うんですけども、これは多分同じ条件の位置にずっと1サイクル、2サイクル、3サイクル置いたときに、摩耗がどう進行するか計算されたんだと思うんですが、もしこの図を極端な場合最初は全然厳しくない条件で、最後の方で厳しい条件に置いたとか、逆に最初に厳しい条件のところにおいて、燃焼が進んだ時点でそれほど流動的には厳しくないところにおいて、それによってこの図が摩耗体積の進行の図がどう変わるのか教えていただきたい。

竹内建設班長 今おっしゃられたような、例えば2サイクル目の炉心流量が比較的小さい位置に置いた場合どうなるかとか、そういった比較の図というのはつくっておりませんけれども、口頭で申し上げますと、基本的にはワークレートは励振力で決まってくる。あとはばねの支持力が照射とともに下がってくるということでございますので、それとも関連はいたしますが、基本的には励振力がどの程度になるかということで、摩耗体積が変わってくるかと思えますけれども、2 - 2ページで示した内容が最も励振力が大きい場合で、ワークレートも最も大きくなる場合を示したものでございますので、仮に途中のところで流動条件が流速の低いところに装荷された場合ですと、ワークレートとしては小さい方向に行くことになると思えますので、いずれにせよトータル的な結果といたしましては、最終3サイクル燃やしたところの摩耗体積は低くなるのではないかと考えておりました、こちらの図を代表として示したものでございます。

三島委員 おっしゃることはわかるんですけども、私が気にしているのは同じような条件に置いた燃料集合体でも、リークが発生したのと発生していないものがあります。その理由が何なのか。ですから、燃料集合体がどの位置に置かれたという履歴が関係しているのか、していないのか。その説明がまだ完全にはクリアーになっていないのではないかと。前回どういう議論があったかはわからなかったもので、その辺が私としてはまだクリアーになっていないかなと思ったんです。

青木統括安全審査官 W10 - 2の64ページをごらんください。グレーのインデックスの後ろに付いています。絵があると思うんですけども、摩擦係数を超えた場合、水の流れによって励振力を受けるわけですが、流れが弱いとそもそも振動させる力が弱いわけですけれども、その力がある一定値、摩擦係数による抵抗を超えたときに初めてすべりが発生するというので、その時点でワークレートを発生しますので、ですから流れが弱くて励振力が弱い場合には、グリップされたままですべりが発生しない状況になると思います。

ある程度流れが出てきますとすべりが発生し始めて摩擦が始まるわけですが、今、評価していますのは最大の流れのもので評価しておりますので、これの内数になるということですが。

ですから、場所によりますけれども、比較的流れの弱いところにずっと置き続けた場合には、そもそも摩耗なんて一切発生しないこともあるでしょうし、今回のように一番厳しいところにずっと置き続ければ、これだけ摩耗しますということでございます。

ただ、原因がいろんな要因の重畳だということですので、燃料ピンの太さのばらつきもありましょうし、ばねの照射緩和のばらつきもありましょうし、いろんなばらつきがあって、それが重畳してということでございますので、必ずしも厳しいところに置いたものが厳しい結果が出るかという、そうでもないというのがこれまでの経験だと理解しております。

三島委員 今回の御説明だと、ほとんど流体的な理由で摩耗が進行するということですね。多分そうだと思うんですけども、それと同時にばね力も低下して、それとの兼ね合いもあるかなと思うので、そうしますと流体力だけだと燃焼度とはほとんど関係なしに、どの流体の条件のところにもどういう時間置いたかということだけで決まると思うんですが、もしもばね力の低下も関係しているとすると、やはり燃焼度に影響するかなとも思えるし、その辺がどうなのかなというのがまだクリアーになっていないです。

もしばね力の支持力がほとんど関係なくて、流体条件による摩耗だけで決まるとしたら、燃焼度に関係なしにどういう流体条件のときに、どれぐらいの時間を置いたら危なくなるかとか、その辺で割と単純に判断ができると思うんですけども、本当にばね力なんかの低下、照射時間も効いてくるとすると流体力だけでは決まらないかなと思ったので、その辺をクリアーにしたかったです。

寺井主査 よろしゅうございますか。ほかにいかがでしょうか。更田委員、どうぞ。

更田委員 直接コメント回答につながらないんですけども、対策A型燃料が入ってくる炉心にA型燃料はもうないんですか。

竹内建設班長 存在いたします。

更田委員 そうだとすると、A型燃料はこれまで以上に圧損の大きい下部ノズルを持った燃料と隣接する機会が増えるわけですね。B型はそうだし対策A型も下部ノズルの圧損を高めている。ですから、燃焼度を抑えるといってもA型にしてみると、炉心ではこれまで以上に圧損の大きな下部ノズルを持った燃料と隣合わせになる頻度が高くなると思うんですけども、それは燃焼度をたしか38 GWd/tに抑えるので回避できるという御判断なんでしょうか。見せていただいているのだとすると、これから対策A型が入ってくるのだとすると、共存性で見なければいけないのは対策A型と隣接する場合のA型燃料はどうか。それが出てきていないように思うんですけども、この辺りはいかがでしょうか。

青木統括安全審査官 下部ノズルそのものの圧損はBと同等でございますけれども、その上の部分の最下部グリッドのところはA型と対策A型は同じ位置でございますので、B

型と比較するよりはより条件がいいのではないかと思います。

寺井主査 多分A型に及ぼす影響がB型と対策A型でどちらが大きいかという話だと思うんです。これまでB型が隣接したときに38,000 MWd/tで抑えているので、B型の隣に対策A型が来ても、それよりは緩い条件になるという御判断だと思いますけれども、よろしゅうございますでしょうか。木下委員、どうぞ。

木下委員 単純に流れの観点だけですが、この場合は対策A型燃料の方に対策していないA型燃料から最下部支持格子と第8支持格子とか、その辺で流れ込むものが発生することになると考えていいんですか。それとも、その辺は余り考えないんですか。流れの解析そのものは提示されていないと思うので、ちょっとお伺いしたところです。

寺井主査 今おっしゃったのは、A型と新型A型が隣接したときという話ですね。

木下委員 今の話の続きです。

竹内建設班長 今回は下部ノズルだけ交換しますが、そこから上は同じでございます。例えば燃料W11-1の別添-4に、A型燃料とB型燃料集合体ということで2つ並べた漫画を描いてございます。今回の対策も位置関係といいますか、下部ノズルだけ取り換えるので構造としては同じものになりますけれども、今回はA型燃料からB型燃料に横流れが発生いたしましたのは、A型燃料集合体の下部ノズルの上に異物フィルターがあって、少し隙間を開けて一番下の最下部の支持格子がございます。その隣にB型が並びますと、ちょうど一番下の最下部支持格子とB型燃料の最下部支持格子との間で、流路のパスが10mmぐらいできる。これによって横流れが発生する。

A型燃料集合体の下部ノズルの下から入った水が、一番下の下部ノズルに入ろうとするときに、横を見ると口が開いているという状態で横流れが発生します。これは対策A型になっても口が開いている状態は変わりませんので、若干横流れは依然としては流れます。ただし、対策A型燃料集合体とA型燃料集合体が並んだ場合ですと、一番下の最下部支持格子の位置関係は変わりませんので、そうすると恐らく口が開いている状況ではないので、横流れというのはB型が並んだ場合に比べると、それほど発生しないのではないかとということで確認はしておりますので、そこは問題ないのではないかと考えております。

寺井主査 要するに異物フィルターはそのまま残っているということですね。ですから、そこのところは余り変わらない。更田委員、どうぞ。

更田委員 私がお尋ねしたのも、必ずしも今回のメカニズムによるフレッシング云々ということだけではなくて、例えば対策A型が炉心に入ってくることで対策A型とB型は下部ノズルが比較的圧損を高めてあって、A型は下部ノズルの圧損が小さい。どのぐらいの体数、A型が炉心に残るかかわからないですけれども、そうすると例えば軸流速はA型の部分がほかに比べて高まるのではないかとと思うんですが、それがどの程度なのか、許容できるものなのかということを押さえておられるかどうかという意味でお尋ねしました。

寺井主査 どうぞ。

竹内建設班長 今の御指摘に関して、定量的にどうかということまでは確認しており

ません。

更田委員 A型の体数はどのくらいになるのでしょうか。例えば具体的に炉心で2サイクル目に残っているA型は。

竹内建設班長 今、炉心に半々くらいA型燃料が入っていることになりますので、100体くらいはあるのではないかと思います。

更田委員 取替炉心で対策A型が入ってきたら、A型も相当数残ることになるわけですね。であればそんなに局所的に軸流速が高まることはないだろうという判断で差支えないと思います。

青木統括安全審査官 A型燃料の周辺にB型燃料を1体、2体、3体、4体と配置したときに、A型にどれだけ周りから流れ込んでくるかという評価をさせていただきます。周りの燃料の影響というのはお隣の燃料の影響を考えておけばいいんだと思うんですけども、お隣の更にその先からの燃料の影響というのは分散して、そんなに影響はないのではないかなと思うんですが、お隣からの影響ということであれば、今、言ったように4体隣接まで評価しておりますので、その中におさまるのではないかなと思います。

更田委員 わかりました。

寺井主査 よろしゅうございますか。その他コメントいかがでしょうか。木下委員、どうぞ。

木下委員 今の話と少し逆のことになるんですけども、W11-1の別添-6に前回原子燃料工業さんのサブチャンネル解析の結果を示してあるんですけども、それによりますと今回の図で言うとW12-1の1-5ページの図、つまり対策AとBあるいはAとBの比較図があるんですけども、サブチャンネル解析によると、ちょうど第8支持格子のところでB型からA型に流れが入り込んでいるという部分があると思います。

今の更田委員の話とは逆で、BからAに入るという話なんですけども、こういう横流れが発生したときに振動、つまり第8支持格子以下ですから大体40cmくらいバンドル部があると思うんですけども、その少し横に力が働くのかなという感じがしているんですけども、その辺は定量的にどう考えていらっしゃるのか、ちょっと確認しておきたいと思いました。影響でもいいです。影響がないと考えていらっしゃるなら、そう説明していただければと思います。

青木統括安全審査官 後の資料でも御説明しようと思っているんですけども、一番わかりやすいのが、これまで何の影響も出ていなかったセル位置が5行5列目辺りの燃料棒に対する軸流、横流、励振力。軸流、横流の組み合わせは勿論違いますけれども、励振力に換算したときの大きさというのが、今や対策燃料にすれば一番厳しかった2行3列目辺りのものが、今の5行5列目辺りのレベルまで落ちてきているというのは、解析の結果からと実験の結果からと両方示してもらっていますので、今の5行5列目のところでこれまでトラブルは報告されておりませんので、このレベルまで低減しておれば問題ないのではないかと考えております。

木下委員 今回の話は、先ほどから議論になっている最下部支持格子の下の断面図での議論だと思うんですけども、ちょっと気になったのはその上のバンドル部、先ほど 40cm と言いましたが、それくらいの部分での力が全体の振動に影響する可能性がないわけではないのかなと気になりましたので、その辺です。サブチャンネル解析で気になったのは、いわゆる詳細解析ではないので、一応流れはありますよということしか言っていないので、それは本当に振動の観点から見ると、燃料棒全体の振動になってしまうと思うんですけども、そういう懸念があるのかなと思っています。

寺井主査 いかがでしょうか。

青木統括安全審査官 流体力による振動というのは、あらかじめ評価するのが非常に難しいわけですけども、もともと A 型燃料が設計されたときには、やはり横流れというのを気にして実験までやって、影響はないということを実時としては確認していたので、まさか最下部グリッドの下に突き出ている部分に、これだけの励振力がかかるとは考えていなかったもので、その部分の測定はやっていませんでしたということで、もとの設計で今の第 9 支持格子と第 8 支持格子の間、支持格子の材質を中間部は変えていますので、だからその振動の仕方というのは変わってくるのではないかとということで、当初設計のころからその振動は気にされていて、実験により問題はないことの確認は事前になされていたと理解しております。

寺井主査 よろしゅうございますか。その辺については基本設計の段階で検討されているという返事でございます。三島委員、どうぞ。

三島委員 前回の議論も完全にはフォローできていないんですけども、設計変更について、今までのお話だとこういう変更をしても大丈夫かなという気はしてきたんですが、設計変更という観点から W11 - 1 の 4 ページ「対策燃料の設計のねらい」で幾つかの項目を書かれています。

単純に考えたら一番下のグリッドから突き出ている燃料棒の長さを短かくする、あるいは一番先端を押さえれば振動はおさまると考えられるんですけども、そうすると余り燃料集合体の抵抗とか圧損を変えずにやろうとすると、一番下端を押さえるやり方を工夫すれば、それで問題は解決するかなと思っていたんですが、そういう対策をとられなかった理由というのは何かあるんでしょうか。

青木統括安全審査官 今回、下部ノズルだけ取り換えるというのが暫定対策ではないかという御指摘も前回いただいていたけれども、4 ページにあるもの全部対策するのが最終的なものであります。今、既に工場で生産をしている燃料につきましては組み立てが仕上がっている燃料なんかにつきましては、取り込める対策は取り込みたいということで、下部ノズルだけだったらねじどめなので、外して下部ノズルを取り換えることは可能なので、ここだけ先に取り込んだ燃料をつくりたいということです。

三島委員 おっしゃることはわかるんですけども、下部ノズルも変えずに先端だけ押さえる工夫をすれば、問題は解決するのではないかと思ったんです。下部ノズルまで設計

変更する必要があるのかどうかです。

青木統括安全審査官 それは恒久対策として、下部ノズルは変える必要がないのではないかとということですか。

三島委員 直観的にその方が影響が少ないのではないかと思ったんです。一番最初にお話したように、一番下の支持部と上流方向に突き出ている部分の長さが長くなっているかがあって、それに加えて横流れが大きくなって振動が発生する。それを抑えようとするとして下端のスペーサーの位置を少し下にずらすか、あるいはそのままだとすると、先端を何かの形で押さえれば、それで振動が収まるのではないかと予想していたんですけども、そういう設計をとらなかったというのはなぜかということなんです。

青木統括安全審査官 恒久対策としてこれから製作する燃料についてはすべての対策を取り込みたいと考えていて、申請が来ればまた当WGでお諮りをしようと思っておりますけれども、その中では9段目の支持格子の位置を下げて、下に突き出ている部分を短くするといったことまで対策として考えられております。今回はそれに間に合う対策を既存のものについてやりたいということで提案されています。

下部ノズルは恒久対策として要らないのではないかとというのは、そうかもしれませんがけれども、要因分析、原因分析をするといろんな原因の重畳だということがわかっておりますので、それぞれの原因をつぶせるものはつぶしに行くというのが基本だと思いますので、そうすると下部ノズルの圧損の違いによって、そのことで横流れが生じているというのも1つの原因ではありますので、そのための対策として下部ノズルを変えるというのは意味のある対策ですので、やりたいというものをやらなくていいというのはあれかなと思います。

最下部の支持格子を下に下げるためには、その下の異物フィルターが邪魔になりますものですから、9段目を上に上げているんですけども、下部ノズルの対策をすれば恐らく穴が小さくなりますので、それで異物対策になると思いますので、異物対策フィルターがなくなれば支持格子も下まで持っていけるということで、もとの設計に戻せるような形になると思いますので、そこはちょっと複合的に絡まっていますけれども、やはり下部ノズルまで手を入れないことには支持格子を下げるにも障害があるので、変えざるを得ないのではないかと思います。

三島委員 設計変更の趣旨は大体わかっているんですけども、注意しないといけないのは原因がわかって、今回は下部ノズルの圧損というのがかなりクローズアップされているんですが、そのことだけに目をとられて下部ノズルを設計変更しないといけないということで設計すると、炉心全体に与える影響もあるわけです。燃料集合体の圧損が大きくなっていることもありますので、その影響は小さいと思うんですけども、そういうことよりも全体のバランスから考えて、どこを設計変更するのが一番いいのかという観点から考えた方がいいのではないかと私は思います。

寺井主査 御指摘どうもありがとうございました。多分これは事業者さんから出てくる

申請に対して、保安院さんがどう御指導されるか、あるいは御判断されるかという部分がありますので、最終的には出てこないものを保安院さんからこうしてはと言うのはなかなか難しいお立場だろうと思うんです。その辺のところは1つありますし、それから、これはあくまでも暫定対策という位置づけだと理解しておりますので、大幅な新しい燃料についての設計変更に関しては、全体を見た整合性も含めて再度検討をする必要があるかもしれないという気はいたします。それはそれでまた次のフェーズという御判断だと思います。保安院さん、そういう理解でよろしゅうございますか。

青木統括安全審査官 一応ほかへの影響、A型とB型と異なる燃料との共存性について、事前に十分チェックできていなかったというのが反省点ですから、今回対策燃料を入れることによって、ほかへの悪影響がないのかということでも十分気を配るとというのが教訓だと思うんですけれども、そういう意味で今回下部ノズルを取り換えたことで、下部ノズル同士の比較では圧損は同じ程度になりますが、それでもって下部ノズルのすぐ下流側の流況は多少改善はあると思うんですけれども、燃料集合体全体としての圧損としては3%ほど増えてしまいますので、これが炉内で悪影響はないのか、DNBRに影響はないのかといったところも勿論チェックはしております。

事前の評価の枠の中だということでも影響はないとの結論をいただきました。それは御説明させていただいておるんですけれども、その点は我々も気をつけて見なければいけないと思っております。

寺井主査 ありがとうございます。ほかに御意見はございませんでしょうか。よろしゅうございますか。

前回いただいたコメント No.1～6までで、今日御欠席の委員は出光委員だけでございますが、No.6については大体先ほどの説明でよろしいのではないかと思いますけれども、これは再度出光委員に御確認をいただくということでお願いをしたいと思います。

その他 No.1～5につきまして御質問いただいた、あるいはコメントいただいた先生は今日おられますが、先ほど阿部先生からは回答に関しては結構だ。今後の取扱い、あるいは対応について御検討くださいということでしたけれども、ほかの先生方がいいかでしょうか。

No.1につきまして木下委員、三島委員、いかがでしょうか。よろしゅうございますか。

No.2につきましては大橋委員、阿部委員ですが、大橋委員、コメントございますか。

大橋委員 大体よろしいんだと思いますけれども、なぜA型燃料のときと対策A燃料のときに、基礎になるロジックが変わってきたのかという辺りが、まだ少し理解できないところがあるかなと、私自身の理解ができないところがあるかなという感じはいたします。

寺井主査 ありがとうございます。やや中身が最初余り明確に示されていなかったという阿部委員からの御指摘もあるかと思っておりますので、その辺のところは今後資料をお出しいただくときに御注意いただくということで、お願いをしたいと思います。

No.3～5は阿部委員で、これはよろしゅうございますね。

No. 6 につきましては先ほど言ったような取扱いをお願いをしたいと思います。

それでは、W12 - 1 に対するコメント回答につきましては、一応審議終了とさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

引き続きましてW12 - 2 の御説明をお願いします。これは本件に関する今後の対応について、保安院でどうお考えかということについての御説明でございます。それでは、御説明よろしくをお願いします。

青木統括安全審査官 それでは、燃料W12 - 2 の資料を御説明いたします。

本日はWGとしては不成立となっておりますので、専門家の方々の御意見を伺って我々もポジションを決めるというふうにしておりまして、今日はお伺いできるかなと思っておりましてけれども、WGとしては不成立でございますので、また改めて確認をさせていただこうと思っておりますが、御意見がございましたら是非この場でお聞かせいただければと思います。

「1 .はじめに」ですが、近年、高燃焼度 17 行 17 列型燃料(以下「A 型燃料」という。)において、放射性物質の漏えいが発生しております。保安院は同型の燃料集合体を使用しているPWRを、運転する事業者による推定原因及び対策について、専門家の意見を踏まえて検討を行っております。

また、事業者はこれまで得られた知見を基に、下部ノズルの設計変更を行うことを計画しており、関電大飯 1 ~ 4 号に向けた燃料体の設計認可申請が提出されております。

以下、これまでの検討内容を整理するとともに、対策燃料の妥当性及び今後の対応についてとりまとめたというものです。

「2 . 燃料からの放射性物質漏えいの推定原因」。A 型燃料からの放射性物質漏えいの原因は、最下部支持格子の特定セル位置におけるフレット磨耗であると推定されております。これは集合体内の流動分布、圧損・構造の異なる燃料との隣接、炉内装荷位置の流速といった流動要因と構造・照射要因が重畳し、燃料集合体内の特定の燃料棒の振動が大きくなるためと考えられ、これらについては流動解析、流水試験、振動解析により、最下部支持格子の磨耗が大きくなるという評価結果が示されております。

照射後試験において、大飯 4 号の漏えい燃料棒の最下部支持格子の位置に磨耗痕が認められておりますけれども、現時点において他の漏えい原因は確認されておられません。

以上のことから、現状では漏えいの原因をフレット磨耗と推定することが妥当であると考えております。

「3 . 現行燃料について」。A 型燃料からの放射性物質漏えいの原因は最下部支持格子部のフレット磨耗であると推定できます。したがって、フレット磨耗であれば燃料集合体の装荷期間を短縮することで、その発生の可能性を低減させることが可能と考えられ、できる限り漏えいを防止しようとする観点から、A 型燃料を運用制限の下に継続使用することは妥当である。

なお、事業者はこの運用制限を当面継続するものとしておりますが、照射後試験による

知見を基に、今後 A 型燃料の運用制限緩和を検討するとしております。

ここまでは私どもが判断をして、既に我々の見解をプレス発表で示していますということで、御説明をさせていただいたところでございます。

「4. 対策燃料について」。燃料体の設計認可申請書及び事業者から提出された資料、WG で御説明させていただきました一連の資料でございますが、これらによると対策 A 型燃料は A 型燃料の下部ノズルを小径多孔流路の改良下部ノズルに変更した燃料であり、圧損・構造の異なる燃料と隣接した場合の圧損差を低減し、燃料集合体内の流れを整流化することができるとしています。

この結果、対策 A 型燃料では部分モデル二体流水試験及びフルモデル流水試験により、燃料棒の励振力と振動が計測したいずれの燃料棒位置でも、A 型燃料でフレットング摩耗が生じていない 5 - 5 セル位置と、同程度まで低減していることが確認されております。この傾向は流動解析結果からも確認されております。

また、対策 A 型燃料に対して測定された励振力に基づき摩耗評価した結果、及び流動解析結果に基づき励振力を設定して摩耗評価を実施した結果のいずれにおいても、燃料寿命末期 55GWd/t までの間、摩耗量は被覆管肉厚の 10% 以下となり十分に小さく、燃料からの放射性物質漏えいを生じる可能性が小さいことが確認されております。

対策 A 型燃料の若干の説明ですが、先ほども申しましたように燃料メーカーには既に製造済、もしくは製造中の燃料が存在しており、これらに対しては下部ノズルへの設計変更が適用可能である。下部ノズルは燃料集合体にねじ止め固定しているため、取り外して交換することができるものです。

更に、異なる設計の燃料との混在時の影響評価として、B 型燃料に対策 A 型燃料が隣接した場合の B 型燃料の燃料棒の水力振動への影響について、サブチャンネル解析及び本日お示ししました流動解析により、問題ないことが確認されております。また、熱水力的共存性につきましても、DNB 特性上問題のないことが確認されております。

以上のことから、対策 A 型燃料の設計は妥当と判断するものでございます。

なお、フレットング摩耗による一次冷却材への放射性物質の漏えいは、ごくわずかであること及び環境への放射性物質の影響もないことから、安全上の問題はないと考えております。

「5. 今後の対応」でございますけれども「5.1 照射後試験による知見の拡充」。現在実施中及び今後実施予定の照射後試験の結果に基づき、漏えい発生状況を把握し、関連する知見を拡充していく予定でございます。

「5.2 新設計燃料について」。現在、事業者は抜本対策である新設計燃料の導入準備を進めており、今後準備が整い次第、新規に製造する燃料集合体に対して適用したいとしております。

この新設計燃料については、燃料体設計認可申請が提出されましたならば、審査を実施する予定でございます。

「5.3 異なる設計の燃料との混在時の影響評価」でございますが、今回の燃料からの放射性物質漏えいの推定原因の1つとして、異なる設計の燃料との混在による影響が示唆されておりますが、この影響につきましては今回流水試験、流動解析により評価を行ったところでございます。

今後、燃料集合体内の流動に影響を与えるような設計変更を行う際は、今回の事例を踏まえて改めて評価することが必要だと考えております。

以上が私ども保安院の見解でございますが、燃料WGで御了解いただければ、案を取って実行に移していきたいと考えております。

以上です。

寺井主査 どうもありがとうございました。正式には本日は定足数の関係から燃料WGは成立しないということでございますが、是非御意見をいただきまして、修正すべき点があれば最終バージョンまでに修正を入れたいと思いますが、どこからでも結構ですけれども、コメントをお願いします。更田委員、どうぞ。

更田委員 異なる設計の燃料が隣接したことによる不具合、いわゆる共存性の問題ですけれども、共存性を原因とした問題への対処として、問題を生じた側の燃料に対策を講じていく。これは果たしてそれで正しいのかどうか。要するに、場合によっては問題を生じなかった燃料の方に対策を講じることの方が、炉心全体として考えたらベターだということとはあり得るんだと思うんです。

先ほど主査から、保安院さんの立場はあくまで申請されたものを見る立場だからと言うんですけれども、共存性の問題は難しいところをはらんでいて、申請してこない側にそちらを直せという指導が、ある意味全体として見たらベターだということはあるんだと思うんです。こういった共存性の問題を今後どう見ていくかというのは、非常に難しいところをはらんでいるんだろうと思うんですが、ともすれば壊れた方の負けということで、何回か前のWGで申し上げましたが、自分にとっては元気だけでも、周りをやっつけるという燃料が出てきたときに、お前こそ直せというのが正しいと思うんですが、結局今の状態では壊れた者負けになる。これはどう対処していかれるか。簡単ではないと思うんですけれども、必ずしも壊れた方の燃料に対処をずっと講じていくというやり方が、いい炉心ができ上がっていくとは思えないものですから、いかがでしょう。

青木統括安全審査官 事業者が原子炉を運用していくに当たり、どのような燃料設計がよいのか。これはまさしく最終的には電気を使う方々のメリットに一番なる方法をとるように、電力会社が判断するんだと思いますけれども、私どももその件はよく見ていかなければいけないかなと思いますが、痛めつけた方が、強い方が常に勝者だということではないんだろうと思います。恐らく対策として有効で、コストミニマムになるような方策を事業者は模索しているんだろうと思いますけれども、そのことがひいては安全性が当然確保されつつ、電気の供給を受ける受益者のメリットにもなるということで、そういうところが模索されていくんだろうと思います。

寺井主査 多分、どういう割合で燃料を入れていくとか、どういったものを入れていくというのは最終的には事業者にあると思うんです。これは製造メーカーではないと思うんです。ですから、最終的な判断を事業者がどうされて、それを基に申請されたものを保安院でどう判断するかという話になると思うので、申請をしていただくときに新しく入れる燃料のみならず、炉心全体への影響であるとか、あるいはほかのタイプの燃料への影響も十分に御検討いただくことが、基本的には一番大事なのかなと思いますけれども、そういった文言とか表現というのは書き込むことは可能ですか。

青木統括安全審査官 書くとしたら、一番最後のところですね。

寺井主査 その辺りだと思います。事業者の責任において、その辺の影響評価をきっちりやってくださいということではないかと思います。

青木統括安全審査官 考えてみます。

寺井主査 ちょっと御検討ください。更田委員はそういう御趣旨の発言だと思います。三島委員、どうぞ。

三島委員 漏えい原因はフレットングと推定されているんですけども、確かにそうだろうと思うんですが、最後まで摩耗だけでいって、それで漏れたのかどうかというのは確定しているのかどうか分からないんですけども、ある程度まで摩耗が進行して、あるところまでいったら例えば疲労か何かで亀裂が進展して、漏えいしたという可能性というのは、前回私は欠席していたのでそういう議論があったのかどうかよく分からないんですが、それはないと断定されているのでしょうか。

もしそうでないとすると、例えば漏えいの原因はフレットング摩耗というのが大きな原因だろうと思いますので、漏えいの第一原因をフレットング摩耗と推定するとか、そういうことである程度最終的には何かあるかもしれないというのは、におわしておいた方がいいのではないかという気がするんです。

寺井主査 いかがでしょうか。多分そういう形がいいのかなと。第一原因とか主な原因とか、そういった表現に少し残しておいた方がいいのかなという感じがしますが、いかがでしょうか。

青木統括安全審査官 ありがとうございます。貫通している部分の写真を見るまでは、これで間違いはないとはまだ言えないと思いますので、おっしゃるとおりにしたいと思います。

寺井主査 ありがとうございます。天谷委員、どうぞ。

天谷委員 「3. 現行燃料について」のなお書きなんですが「今後、A型燃料の運用制限緩和を検討するとしている」とありまして、これは運用制限緩和の可能性はあるということによろしいんですか。対策燃料とか設計変更することと整合がとれないような気がしてきました。

寺井主査 これは38,000 MWd/tを55,000 MWd/tに戻すという可能性ですね。

青木統括安全審査官 これは既にA型燃料、従来燃料を照射してしまっただけで手をつけられ

ない、今さら改造もできない燃料です。これは2サイクルで燃焼度制限をかけて取り出すことになっておりますけれども、解析のところが精緻化が進みましたら、場合によってはこの位置だったら3サイクル燃やしても問題ないという評価ができれば、3サイクル燃やすことも考えたいと事業者は言っております。そのことを書いております。

寺井主査 よろしゅうございますか。これは検討するとしているだから、事業者がそういう検討をするとしているということで、保安院としてはそれでOKかどうかという判断は、ここでは出ていないという理解でよろしいですか。

青木統括安全審査官 はい。

寺井主査 ほかにいかがでしょうか。古田委員、どうぞ。

古田委員 今のところで、天谷委員から御指摘があったことに一言ですけれども、この表現で御回答いただいた青木統括からの話が、我々は説明を受けたら理解できるんですが、第三者が見たときにわかる表現になっているかなというのは、もう一回工夫していただく必要があるのかなという感じがしたんですけれども、いかがでしょうか。

青木統括安全審査官 ありがとうございます。必ずしもこれは書かなければいけないものでもないので、消すことを考えたいと思います。

寺井主査 確かにちょっと違和感を感じますね。ここは判断ではなくて、事業者が言ってきたことをそのまま書いているわけで、ややスタンスが違うかなという感じがします。

大橋委員、どうぞ。

大橋委員 言わずもがなのことなんですけれども、先ほどの更田委員のおっしゃったことを、例えば人間関係に置き換えてみると、いじめられた方が反省していじめた方に合わせるのか、いじめた方がもっと反省しなければいけないのかという問題と関わるような、人間関係の場合は非常にわかりやすく、その場合には第3の道を考えるのがベターだと思うんですけれども、そういう意味でもう少し高い位置から壊れた燃料と壊した燃料との関係を、妥協してもっと別のやり方をする行き方もあるのかなと思ったんですけれども、それはいかがでしょうか。

寺井主査 いかがでしょうか。どういうふうに表現に盛り込むかというところは少し工夫しなければいけないかもしれませんが、全体的な話としては先ほど更田委員から御指摘があったことと、私が少しコメントしたことで大体包括できているかなと思います。その辺のところは保安院さんの方でそういう表現が適切であるということであれば、加筆あるいは追加していただく。あるいは表現を少し工夫していただくことかなと思いますけれども、そういうことでよろしゅうございますか。

更田委員、どうぞ。

更田委員 この文書は外に公開される前提なんですか。

青木統括安全審査官 特にそういうルールがあるわけではないんですけれども、WGのこれまでの御議論で評価書のようなものというお話がございましたのと、御議論いただいでいて最終的にどこを目指しているのか見えないといけなないので、我々の考えをお示しし

て、御賛同いただけるかどうかという意味合いもあります。

今の御質問の公開するの点では、この場で正式な資料としてお配りはしていませんので、当然会議の資料としては公開されます。

我々が考えておりますのは、申請されている燃料体設計認可をする際には、我々はこの考え方で専門家の御意見も伺った上で、こういう判断をして今回申請のあったものは認可しましたという形で、ホームページで認可しましたというのはいつもお知らせするルールになっておるんですけれども、その辺で併せてこれも掲示できればいいのかなと考えております。

更田委員 ありがとうございます。ちょっと余計なことを申し上げますと、一次冷却材中への放射性物質の漏えいについてというタイトルにならざるを得ないんだと思うんですけれども、WGで少しは議論があったと思うんですが、要するに安全上の問題でないという表現は必ずしも正しいのかもしれないかどうかは別として、今回は系統的な要因があって破損してはいるけれども、もうちょっと広げて言うと、これは別のところで議論していることもあってなんですが、今回の事象にしたって安全上の問題でないという表現はそのままストレートに正しいのかわかりませんが、どこかにそういうことを書けないものかなと思うんですが、それはいかかでしょうか。

青木統括安全審査官 今回お配りしている資料の中では、3ページ目の上のところでお書きで入れております。「4.対策燃料について」は妥当だという判断をしておきながら、でもフレッティング摩耗は所詮こんなもんなんですという言い訳的にこの位置に置いたんですが、もともとは「3.現行燃料について」で運用制限をかけることによって継続使用することは妥当だと我々はプレス発表をいたしましたけれども、あのときに使っていたフレーズです。ですから3.の下に入れても構わないし、今回判断をします4.の下に入れてもいいしということで、後者を選択したということでございます。

更田委員 余計な話なんですけれども、できれば今回起きた話だって大した話ではないというのが、よりクリアーな方がとは思ったんですが、わかりました。理解しました。

寺井主査 一応記載はしていただいているということですね。多分こういう資料というのはもともとプレス発表は当初されていて、安全上の問題ではないということが既に明示されていると思うんですけれども、こういう資料というのは資料だけで公開すると当然独り歩きすることになりますので、なるべく重要なことは繰り返し書いていただくのがいいのかなという気はします。ただ4.で書いていただいているので、全部読めばそのところは理解していただけることにはなりますが、記載する場所も含めて再度御検討いただければと思います。

古田委員、どうぞ。

古田委員 ちょっと確認したいんですが、今日はWGの正式な会合でないということだから、これはそのまま現時点では公開されるものと理解しなくていいんですね。違うんですか。

青木統括安全審査官 今日ではWGではございませんけれども、連絡会という形で開催させていただきますので、その結果についてはいつもと同じように保安院のホームページ上で、開催してこういう資料をお配りしましたということで、ちょっと遅れますけれども、議事要旨と議事録もいずれは載せる予定です。ですから、資料につきましては遅れてになりますけれども、ホームページに載ります。

古田委員 先ほどの一次冷却材中への放射性物質の漏えいというのは、確かに4番目に置くよりは3番目の現行燃料に置いて、明確にされておいた方が私個人的にはいいのではないかと思います。勿論4番目の対策燃料について書かれるのであっても、当然余り関係ないという形で、現行と変わったものではないから大丈夫なんですという観点でいいのではないかと思います。

もう一点気になってきているのは「4. 対策燃料について」で、先ほど来2ページの下の方の5行目ぐらいから出ている共存性の問題で、先ほども御指摘があったようにB型燃料に対して対策A型は書いてあるんですけども、現行A型と対策A型について触れておかなくて本当にいいんでしょうかというのが、ちょっと気になっているんですが、何らかの形でどこかに、ここでなくてもいいんですけども、対策A型は現行のものと同じだけしか変えていない、ほとんど変わらないという議論をしていたわけですから、それをどこかに入れておいた方が、公開されたときには親切かなという気がしています。

以上です。

寺井主査 今回の件はよろしゅうございますか。今日はいろいろその辺も御議論が出たと思いますので、よろしく願います。三島委員、どうぞ。

三島委員 2点ほどあるんですけども、1つは確認なんですけど、今、言われているA型というのはスペーサーの材質をジルカロイに変えた。両端はインコネルでした。当初のA型とは設計変更があったわけです。歴史的に言えば当初のA型とB型との両立性というのは問題を起こしてなくて、今回のA型で問題が起こったということなんでしょうか。

青木統括安全審査官 48,000 MWd/t のときには問題はありませんでした。今おっしゃったように支持格子の材質を変更してというのは、これは55,000 MWd/t まで高燃焼度化した際に中性子経済をよくするためにということで、中間部の支持格子の材質を変更して、強度を持たせるために分厚くなってしまったので、圧損が大きくなったので、その部分は下部ノズルで低圧損のものを使いましたという、55,000 MWd/t から採用されたということです。

三島委員 それで気になったのが、先ほど喧嘩両成敗みたいな議論がありましたけれども、その際にはやはり歴史的な経緯というか、それもちゃんと踏まえて判断した方がいいのではないかという気がします。要するに、その時点で見ると強いものが弱いものをいじめたとか、そういうことだけではなくて、歴史的にどういう経緯をたどってそういう設計変更があって問題が起こったのか。それも踏まえて判断すべきだと私は思います。

先ほどの3ページ目の安全上の問題はないと考えているという表現ですけれども、問題

はないと言い切ると、じゃあ何でここで議論しているのかということもあり得るので、例えば原子炉の安全性に及ぼす影響は小さいとか、そういう表現にした方がいいのではないかと思ったんですけれども、余り大きな問題ではないです。

寺井主査 ありがとうございます。2点いただきましたが、多分1点目はA型を展開してきたときに、今回こういう問題が生じたというところの経緯を少し書き込めないかということ、2点目は安全上の問題はないという表現が少しきつ過ぎるのではないかという御指摘でございますが、いかがでしょうか。

青木統括安全審査官 既にプレス発表したものにはこのように書いておまして、要するにフレティング摩耗が起こることそのものが、安全上問題ないんだと言っているのではなくて、それによって一次冷却材中に放射性物質が微量漏えいしたとしても、量が少なく安全上問題はないんだという言い方にたしかになっていたと思います。検討してみますけれども、影響は少ないという言い方をすると影響があるんだろうとなってしまうし、安全上問題がないんだと言ってしまうと、何で検討しているんだとなるんです。

済みません、なかなか解がないんですが、既に我々の見解として出したものにはこう書いておりましたので、差支えなければこれでいけないかなと思います。

三島委員 もうプレスの方にはそう出されているわけですね。ではいいかなと思うんですけれども、ちょっと気になりました。

寺井主査 多分、今回のこのWGといえますか、こういう検討を始めたのは系統的なトラブルといえますか、そういうことにつながらないかという懸念が最初の動機だったと思うんですけれども、そういうのを書き込むことはいかがですか。そこまでやるとやり過ぎですか。そこまでやると三島委員の今の御意見については、それなりに説明できるかなという気がします。

三島委員 そんな大げさなことではなくて、文章で揚げ足をとられないかなと思ったので、申し上げただけです。

青木統括安全審査官 ちょっと考えさせてください。

系統的か系統的でないかといったところの議論になると、かなり指針に踏み込んだ話で哲学的なことになってきまして、なかなか答えを出しづらいところもありますので、たまたま幸いにして今回の対策燃料である程度有効性が確認できましたので、フレティング摩耗は起こるかもしれないけれども、前よりいいからまあいいかみたいな形で了解ではなくて、これだったら対策として有効であるということで、系統的なものもないと思って認めようということでございますので、系統的なものがどこというところの議論に触れなくても、今回の判断はできると考えております。

寺井主査 ありがとうございます。その辺のところも含めて文章を見直していただくということをお願いできればと思います。前田委員、どうぞ。

前田委員 2ページ目の一番最後のところで、熱水力共存性についても問題はないとあるんですけれども、もともと今回のやり方につきましては支持格子の圧損が増えるので下

部の圧損を減らしたという対策をとっていたんですが、それによって横の流れとか共存性の問題が生じたわけなんですけれども、今回はそれを比較的メッシュを細かくして圧損を増やした対策をとったということです、基本的には集合体全体としての圧損が増えてきているということが避けられないと思います。

そういった場合に対策A型の流量が若干減って、DNBとしては従来に比べては少し厳しくなる可能性があると思うんですが、それについてはこういった形で確認されているということなんですけれども、今回のWGの資料では特に御説明がなかったんですが、この件については確認されているということですのでよろしいのでしょうか。

青木統括安全審査官 下部ノズルの下流直近のところで横流れが出ます。下から2段目ぐらいのところでは平均化してしまって、燃料の有効長の上の部分では流れは均一化されてしまっていて、DNBの厳しくなる場所では全く何も変わらないという評価になります。

これらのことにつきましては前回の資料の中で共存性ということで、燃料W11-1の27ページで核的共存性、熱水力共存性でお示しをしております。

寺井主査 前田委員、いかがですか。

前田委員 了解いたしました。

寺井主査 ありがとうございます。更田委員、先ほど手を挙げられておりましたが。

更田委員 統括からお話があった系統的というものの判断は、これもまた別の席でなんですけれども、私もやはり系統的という判断を避けた経験があって、結局は少数か否かという表現になったんですが、確かに系統的かどうかというと、今回のものを例えば系統的だと考えて見たときに扱いがどうなるかというと、指針を触ると判断がどんどん難しくなるので、現実的には系統的である云々というよりは、少数体であるかどうかということと、先ほど安全上と申し上げたのは炉心の中で2本、3本壊れたところで、それが安全上の問題ではなくて、むしろ財産保護だから炉を止める、止めないは事業者側の判断というのが、はっきりわかる世の中にしたいという個人的希望を持っておりまして、少しでもそちらに向けてというふうにキャンペーンをはっているところなんです。

あたかも一次冷却材の放射性物質のレベルが有意に高まって、別にあそこでレベルを決めているのは破損件数のために決めているのではなくて、むしろ別の要件で全く外の環境に対する影響からさかのぼって決まってきたものだからずっと小さい。よく事業者のプレス発表には制限値に比べてずっと小さいのとありますが、そういう問題ではなくて、こんなことは構わないんだという日が来るのか来ないのかわかりませんが、リーカーが出て止める止めないの判断はあくまで事業者の判断であって、しかも規制をさせる側にとっても安全上の問題としてとらえていないということが、はっきり示される文章に少しでも近づいていってくればと期待をいたします。

もう一つは非常にくだらない話なんですけれども、5.2の中に新設計燃料については申請されれば審査をすると書いてあるんですが、当たり前の話ではないかと思うんですけれども、

これはどういうことなのかなと。当たり前の話をそのまま書いたということなんだろうと思うんですが。

青木統括安全審査官 妥当でなければ場合によっては拒否することがあるということでしょう。そういう意味を含めての話です。

寺井主査 実施するというだけでなく、認めるとは限らないですから。

更田委員 なるほど。わかりました。

寺井主査 その辺のところは今後適切にお考えください。更田委員のポジティブキャンペーンも私はウェルカムで、少し意識を変えていく必要があるかなという気がしています。

三島委員、どうぞ。

三島委員 先ほどの更田委員の御発言に反対するように受け止められたかもしれないんですけども、私も全く同感で同じようなことを言いたいんですが、文章によっては揚げ足とりで全く逆の効果で、そちらの方にばかり注意がいて、本当に言いたいことが伝わらないということを懸念してああいう意見を申し上げた。その辺に気をつけた方がいいかなという気がしたんです。

寺井主査 ありがとうございます。ほかに御意見、コメントございますか。W12-2につまましていかがでしょうか。よろしゅうございますか。特に御意見ございませんか。古田委員、どうぞ。

古田委員 揚げ足とりみたいで恐縮ですけども、一番最後の今後の対応のところなんですけど、5.1に照射後試験による知見拡充とあります。最終的には知見を拡充していく予定である。これは予定は要らないのではないですか。していくと書いて結構ではないですか。そういうようなところが先ほどの審査を実施する予定であるとか、予定ではなくて實際上、受けたら審査すればいいんだと思います。そういうところが皆さん気になっていらっしゃるんだろうという気がいたします。

1つだけ、ついでで確認させていただきたいんですが、今後実施予定の照射後試験の結果に基づきという、これはどのくらいのスパンをスケジュール的に考えられているのかどうか、最後にちょっと確認させていただきたいと思います。

竹内建設班長 前々回に御紹介したとおりなんですけれども、若干説明いたします。一応今年度いっぱいぐらいかけて最終的な結果が出てくる。ただし、これは大飯の運び込まれている1体のみのものでして、その分が今年度いっぱいということでございます。

寺井主査 いかがでしょうか。

古田委員 別のものはやらないんですか。1体だけですか。

青木統括安全審査官 その後もつながっていきますので、よろしく願いいたします。

古田委員 そういうふうにきちんとやっていただければ、私としてはいいと思います。

寺井主査 非常に貴重な機会だと思いますので、是非この辺は徹底的にやっていただきたいと思います。ほかはいかがでしょうか。よろしゅうございますか。

それでは、一応資料W12-2の審議はこれで終わりました、今日は非常に貴重な御意見

をたくさんいただきましたので、是非保安院さんの方で今日いただいた意見を勘案して、修文をお願いできればと思います。

本日は残念ながら連絡会となってしまいましたけれども、予定をしておりました議題は以上でございます。委員の先生方から何か全般に関してでも結構ですが、御意見はございますでしょうか。よろしゅうございますか。

それでは、本日はWGとして成立しておりませんので、今後の予定等特にどうすべきかというところの事務連絡を、事務局からお願いいたします。

青木統括安全審査官 本日はありがとうございました。また早々に開催させていただきたいと思いますので、日程調整をさせていただいて、改めてお知らせさせていただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

配付資料でございますけれども、例のごとく机上配付資料は置いていっていただいて、また次回に御用意させていただきますので、よろしくお願いいたします。

以上です。

寺井主査 どうもありがとうございました。それでは、予定した時間よりも少し早いですけれども、これをもちまして本日の会議を終了いたします。長時間にわたる御審議、誠にありがとうございました。