

平成27年（ネ）第454号 MOX燃料使用差止請求控訴事件

控訴人 石丸ハツミ、外97名

被控訴人 九州電力株式会社

## 控訴審準備書面（3）

2016（平成28）年2月23日

福岡高等裁判所 第4民事部 御中

控訴人ら訴訟代理人

弁護士 冠 木 克 彦

弁護士 武 村 二三夫

弁護士 大 橋 さ ゆ り

弁護士 谷 次 郎

被控訴人の控訴審準備書面1の第1ないし第4について、以下のとおり反論を行う。

## 第1 「第1」MOXペレットの焼きしまり・スエリングに関するガスバブルスエリング及び計算モデルについて

### 1 ガスバブルスエリングを考慮した計算等が示されていないこと

#### (1) 控訴人の指摘

控訴人らは、被控訴人の「準備書面13」25頁の【計算式—10： 焼きしまり及びスエリング ( $\Delta r / r$ )】にガスバブルスエリングによる記載がなく、固体スエリングしか考慮していないことを指摘した。

なお、輸入燃料体検査申請書では「気泡の移動、合体及び成長によりガスバブルスエリングは起こる」と説明されている。その仕組みを説明すれば以下のとおりである。

金属は単結晶の結晶粒の集合体であり、結晶粒間の境目は粒界と呼ばれている。結晶粒内 (intra-granular) で核分裂により発生したガスは熱運動等で結晶粒界 (inter-granular) に運ばれ、粒界に集まり合体して泡 (バブル) となり粒界を押し広げるような効果をもたらす。これがガスバブルスエリングであり、結晶粒内で生じる固体の核分裂生成物より大きな効果をもたらすことになる。

#### (2) 被控訴人の答弁

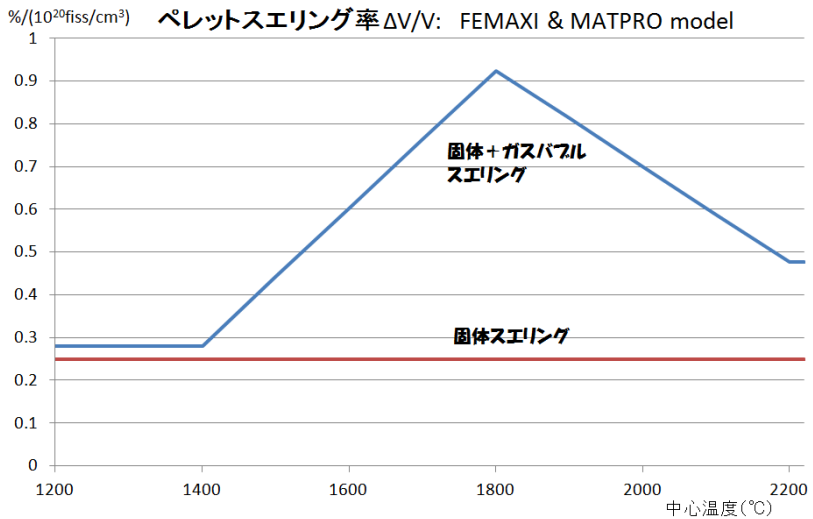
これに対し被控訴人は、控訴審準備書面1の第1において、「【計算式—10】は、主要な計算式のみを記載したものであり、ガスバブルスエリングに関する記載を含めて詳細にわたるものについての記載を省いているにすぎない」と述べている。

#### (3) 問題点

しかし、被控訴人はそのFINEコードを用いた結果によって国の審査を申請し、許可を受けているのである。仮に主要な計算式でない場合でも、計算結果に影響する効果はすべてきちんと説明するのが当然ではないだろうか。これほど国 (監督官庁) や住民の生活環境をないがしろにする態度が許されてよいのだろうか。

実は、ガスバブルスエリングは固体スエリングに比べてけっして主要ではないのではなく、次頁の図が示す $UO_2$ スエリングモデルではあるが、ガスバブルスエリングの方が主要な役割を果たしている。

右図は、甲100の335頁に書かれているUO<sub>2</sub>スエリングモデルのうち、固体FPスエリングについては(2)のFEMAXI-IIIモデルを採用し、



ガスバブルスエリングをも含めたトータルなスエリングについては(3)のMATPRO-Version 09によって計算した結果である。

固体スエリングでは

体積が  $10^{20}$  fissions/cm<sup>3</sup> 当たり 0.25%

の率で増加するのに対し、トータルスエリングはペレット中心温度が 1800°C (通常運転でのペレット中心部温度) において、

0.924%

となっている。

それゆえガスバブルスエリングは

$0.924 - 0.250 = 0.674\% / (10^{20} \text{ fissions/cm}^3)$

となり、固体スエリングの約 2.7 倍になっている。

ただし、スエリングはモデルによって相当な差があることに留意せざるを得ない。ここで引用した甲100でも様々なモデルがあり、前記のモデルはかなり大きいスエリングをもたらす。

なお、MOXに関するスエリングモデルについては記述がない。

このように、スエリングにとって大きな影響を与えうるガスバブルについて、被控訴人は主要ではない、として記述を無視している。

#### (4) まとめ

被控訴人は、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングの計算式に関して、ガスバブルスエリングに関する記載をせず、根拠も示さずにそれが主要なものではないとして省略した、とする。

また、被控訴人が書証として提出する輸入燃料体検査申請書にガスバブ

ルスエリングモデルを温度領域に分けて説明しているが、パラメータの数値がいったい書かれていない（乙B20号証の9、2-7頁）。

さらに、また上記書証では、ペレットの焼きしまり、固体及びガスバブルスエリングによる体積変化予測に対するFINEコードの実証性について「ペレット体積の実測値と予測値の比較を図3-4に示すが、ペレットの焼きしまり及びスエリングモデルは実測値を適切に予測している」と書かれているが、その肝心の図3-4は完全な白抜きである（乙B20号証の9、2-7頁）。

繰り返し指摘しているように、被控訴人は、玄海原発3号機について、その安全性に欠ける点がないことについて、相当の根拠を示し、かつ必要な資料を提出した上で主張立証する必要がある。被控訴人は、ガスバブルスエリングについては、計算式も、パラメータも、またガスバブルスエリングも含めて計算したとするFINEコードの実測値と予測値の比較も示されていないが、これは上記の「相当の根拠を示し、かつ必要な資料を提出した上で主張立証」をしたことには到底ならないのである。

福島原発事故を踏まえてもなおこのような情報隠しがまかり通るとすればそれは驚くべきことといわなければならない。

2 次に、被控訴人は「(2)について、控訴人らは、「スエリング」と「FPガス放出」とを混同している」と述べている。混同の内容は、スエリングはFPガスが内部に留まる現象であり、「FPガス放出」は外部に出る現象であるのに、これらを混同していると批判しているのである。

しかし、これこそ被控訴人の短絡的理解に他ならない。

控訴人らは控訴審準備書面(1)の4頁において、FPガスがペレット外に多く放出されれば、それだけペレット内部に留まる割合が減るので、それだけスエリングが抑えられると述べているのである。その意味でFPガス放出率とガスバブルスエリングは決して無関係なのではなく、MOXではウランより放出率が大きいので、それだけスエリングが抑えられると指摘しているのである。

つまり、少なくともこの挙動から、MOXとウランのスエリング挙動の差異が生じる可能性がある」と指摘したのである。逆に言えば、被控訴人が両者のスエリングを同じとするためには、ガスバブルスエリングを無視せざるを得なくなるということの意味している。

実際のウラン燃料のガスバブルスエリングモデルの中には、F P ガス放出率(F G R)を組み込んだものもあり(甲100、336頁(5) Studsvik)、FGRが増えればスエリングは下がるようになっている。ただし、MOXでどうなるかの定量的な解析は見当たらない。

結果的にいろいろな効果が重なった結果、輸入燃料体検査申請書の図3-3(2)が示すように、実際の測定値としてMOXとウランの違いが現象していると考えられることができる。

それゆえ、図3-3(2)こそが、MOXとウランのスエリングの違いを如実に示しているものとして捉えるべきである。

## 第2 「第2」MOXペレットの焼きしまり及びスエリングと「1/3MOX報告書」について

ここで被控訴人は、「1/3MOX報告書(付録1)燃料設計手法について」の3か所からおよその趣旨を引用しているが、一番肝心な結論は、「FINEコードは妥当性が確認されている」と結論付けているということであろう。

上記報告書は、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについてはウラン燃料と同じモデルを用いたこと、F P ガス放出率については別のモデルを用いたとし、結論としては「これらのコードは、実用炉及び試験炉における照射データ等により、妥当性が確認されている」と記載している(乙A2、966頁)。つまり、場面に応じて同じモデルを用いたり、異なるモデルを用いて検討したのち、コードのレベルにおいては妥当性が確認されたとしているのである。

被控訴人は、輸入燃料体検査申請書の中でFINEコードの妥当性が確認されたことを踏まえ、MOXペレットの焼きしまり/スエリングのモデルを検討し、図3-3(1)ないし図3-3(3)を引用して、それらが示す事実に基づいてMOXとウランのスエリング同等性を論じている(甲12p1-12)。

そこで、その同じ趣旨に基づいて、控訴人らは最もデータが豊富で信頼性の高い図3-3(2)を取り上げ、その事実に基づいて、MOXとウランのスエリングに微妙な差異があることを導き出し、わずか0.3%程度の差異に基づいてギャップ再開が起こり得ることを具体的に示したのである。

もし内圧に、より大きな余裕があれば、この程度の微妙な差異など無視され

て、「同等」を「同一」と置き換えても何ら差し支わりは起こらないところだった。しかし、内圧の余裕がわずか1.0%しかないという玄海3号機のMOXの実情では、この差異は決して無視できるものではなく、ギャップ再開という危険をもたらすものである。

被控訴人は「同じモデルを用いることの妥当性を積極的に承認しているか否か」を議論する実益はない」と述べているが、控訴人らが問題にしているのは「実益」などではなく、危険性が及ぶかどうかなのである。福島原発事故を踏まえれば、「1/3MOX報告書」の妥当性も含めて厳しく点検すべきなのは当然である。

### 第3 「第3」水—ジルコニウム反応、「第4」被覆管外側の冷却水について

ここでの内容は、通常運転中で燃料棒の外側が冷却水に接して冷却されているとは言え、サーマルフィードバックが現に起こった場合を前提にしている。

控訴人らは原審において、この問題について主に2014年10月30日付追加準備書面において既に論じたところであるが、念のため再言する。

#### 1 まず核沸騰から膜沸騰への移行について再確認しておく。

追加準備書面4頁に引用した、原子力発電技術読本(甲97)の図2.20(沸騰流体における熱流束と過熱度との関係)及びその説明が示すように、

- ① 大きな容器に水を入れ、水中に加熱した針金を浸し、
- ② 横軸に加熱体表面温度と水の飽和温度との差( $\theta_1 - \theta_w$ )すなわち過熱度を取り、縦軸に被覆管外表面から冷却水への熱流を示す熱流束(単位面積・単位時間あたりに流れる熱量(kcal/m<sup>2</sup>h))を取りグラフ化する。
- ③ 図のBC間では針金に蒸気泡ができる「核沸騰」の領域である。
- ④ 図のCD間では加熱面の蒸気膜は不安定となり、D点以降は「膜沸騰」の領域であるが、過熱度は急速にR点に移る。

R点の過熱度は約800℃なので、被覆管温度は加圧された水の飽和温度(沸点)346℃を約800℃上回る1146℃にたちまち達することになる。

その結果、被覆管温度は、水—ジルコニウム反応が本格開始する900℃に容易に達するということになる。

この原子力発電技術読本は、研究者を対象としたものではなく、原子力技術者の養成のため作成されたものであり、原子力技術者として当然知っておくべき内容が記述されている（甲97、はしがき）。核沸騰から膜沸騰への急速な移行は広く知られた事実であり、「沸騰現象は軽水炉における緊要な問題である」（甲97、35頁）、とした上で、C点（核沸騰領域）を少しでも超えて加熱すると急速にR点に移り、「この状態では針金の温度は急速に高温となり、普通その温度は加熱体の強度を損なうほど高い値（E）になる。これは燃料被覆材の熔融破壊を意味するものであ」として、原子力技術者に対して強く警鐘を鳴らしているのである（甲97、36頁）。

## 2 被控訴人は、控訴人らの主張、

「ペレットの熱が被覆管に伝わる」から膜沸騰状態に達すると、

「ペレットの熱が被覆管に伝わりにくくなる」からサーマルフィードバックに至る

という二つの主張が相容れず、矛盾していると論難する。

しかし、いま前提にしているのは、サーマルフィードバックが起こり、ペレット中心温度が融点近くまで上昇した場合である。

このときはギャップ再開が起こってギャップの熱伝達率が通常より落ちているため「ペレットの熱が被膜管に伝わりにくくなり」、サーマルフィードバックに至ると言える。

とはいえ、熱の流れは止まるのではなく、温度勾配（温度差／距離）と熱伝達率の積に比例するように熱は流れて、被覆管に伝わる。すなわち、外側の冷却水に触れている被膜管と、被膜管内にあって中心温度が融点近くまで上昇しているペレットの間で、温度差が拡大することで温度勾配が大になり、熱伝達率が低下するといっても温度勾配の急上昇により両者の積は間違いなく大きくなる。それに比例して「ペレットの熱は被覆管に伝わる」のであるから、被覆管温度が上がり、表面は膜沸騰状態になるのである。

ギャップ再開が生じてサーマルフィードバックに至る一方で、被覆管の内外の温度差が急速に開く事態の下で被覆管の外側に高熱が伝わり、膜沸騰が生じることが、何ら相矛盾はしないのである。

## 3 要するに、ギャップ再開によりサーマルフィードバックの生じた状態に至れば、被覆管の外側の冷却水程度では対応できず、たちまち炉心熔融と被覆

管の水-ジルコニウム反応が生じて、重大事故につながることは必定だということである。

以 上