

事件番号 平成28年（行ウ）第49号, 同第134号, 同第157号

高浜原子力発電所1号機及び2号機運転期間延長認可処分等取消請求事件

2021年（令和3年）11月15日 口頭弁論期日 名古屋地方裁判所

原告ら準備書面（77）

（PTS評価計算に関する部分への反論）

要旨の陳述

原告ら代理人 弁護士 井上功務

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

1

ここまでの原告主張、被告反論の概要

<原告>

- ① J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 では、強制対流だけの場合の熱伝達率が設定されておらず「上向き of 自然対流と下向き of 強制対流が共存するケース」しか設定されていないこと
- ② J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 では代表長さが設定されていないこと
- ③ 原子力圧力容器の構造上 Jackson-Fewster 式を適用するのは不合理であること

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

2

ここまでの原告主張、被告反論の概要

<被告>

㊦、㊧に対して、

財団法人発電設備技術調査会の調査報告（乙E41のp14）で
Jackson-Fewster式は国内PWRプラントに適用できることを調査報告している。

Jackson-Fewster式は、実験等によってPTS事象の熱伝達率の評価に適用できることが確認されている。

→ J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 は基準として合理的

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

3

ここまでの原告主張、被告反論の概要

＜被告＞

財団法人発電設備技術調査会の調査報告（乙E41のp14）



「原子炉圧力容器近傍で、上向き of 自然対流と下向き of 強制対流が共存する場での熱伝達率について、Jackson-Fewsterの研究、**三菱重工（株）の研究**（乙B109）以下、「本件実験的研究」という）等の調査を行い。自然対流と強制対流が共存する場での熱伝達率は、次に示すJackson-Fewsterの式で評価できることを確かめた。」

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

4

三菱重工（株）の研究（乙B109）の問題点①

「1. まえがき…筆者らは等温加熱の併行平板からなる装置を用いて、大気圧状態の空気を媒介とした opposing flow の複合対流伝熱に関する実験を行ったので結果につき報告する。」 浮力が強制対流を助長する方向に作用する場合を並行流共存対流(Aiding flow)、逆向きに作用する場合を対向流共存対流(Opposing flow)と表現しているものと思われる。」

一方、原発においては、…

冷却水が注入されるとダウンカメラ一部の流れについては、**蒸気と水の気液二相流**となることが想定されている。

つまり、全く状況が異なる。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

5

三菱重工（株）の研究（乙B109）の問題点①

…そもそも、被告も主張しているとおりに、

Jackson-Fewster式は実験によって得られた結果を再現するための**実験式**である。

実験条件と異なる場合には、Jackson-Fewster式が利用できる場合であるかは**別途確認を要する**。

三菱重工（株）の研究の実験はあくまで**空気を利用した実験**にすぎず、原発の大破断LOCAという事故環境下でも適用することができるのかについて**確認がとれていない**。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

6

三菱重工（株）の研究（乙B109）の問題点②

査読（投稿された論文をその学問分野の専門家が読んで、内容の査定を行うこと）を経していない論文であると思われる。

その内容に誤りがないかなどの第三者による評価を得ていないのであり、その信頼性に問題がある。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

7

Jackson-Fewster式の想定する構造と
現実の構造がかけ離れている点

<原告>

Jackson-Fewster式は**細長い**

(内径98.4mm及び全長7000mm) 垂直加熱円管を用いて水を下降流として行った熱伝達の実験結果に基づき、共存対流領域の熱伝達相関式として提案されたもの

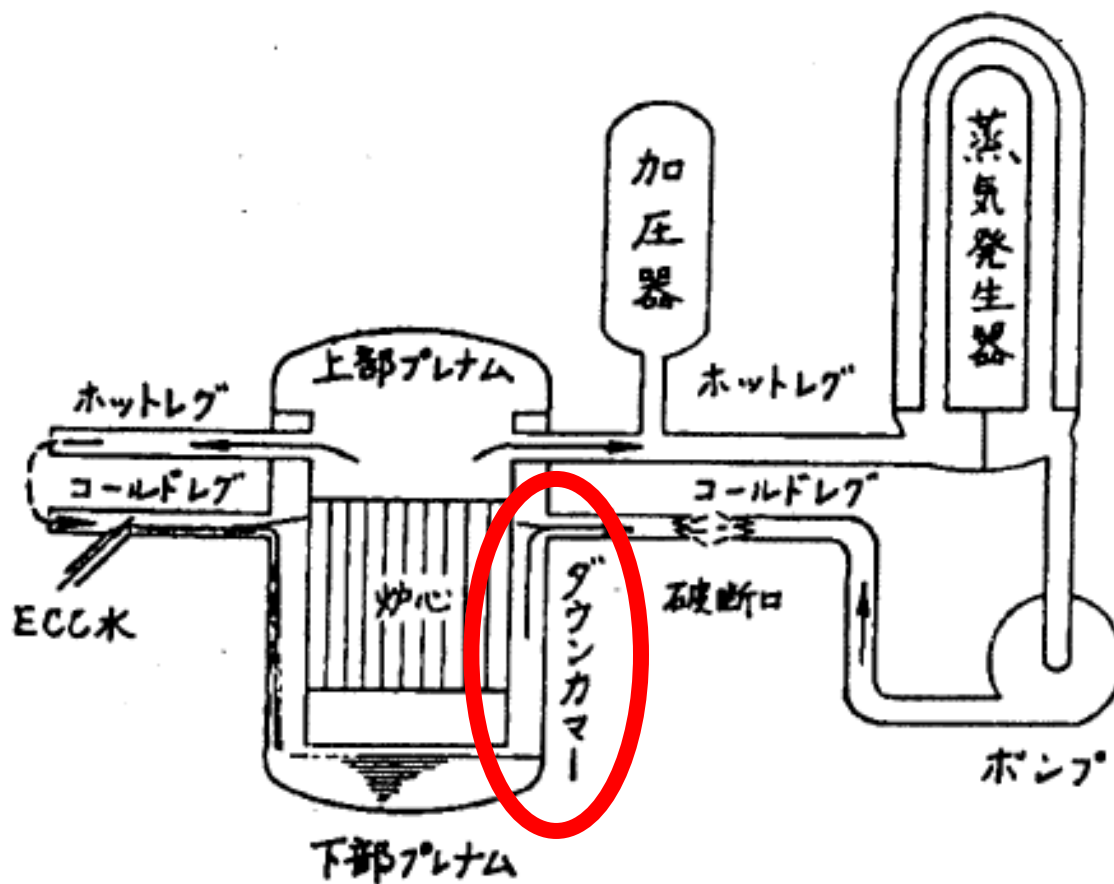
圧力容器のダウンカマの円環部分は内径4m程度、長さ7m程度

全くその構造上の形状が異なることを指摘している。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

8

Jackson-Fewster式の想定する構造と
現実の構造がかけ離れている点



【甲E62第1図】

第1図 PWR・LOCA の概念図

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

9

Jackson-Fewster式の想定する構造と
現実の構造がかけ離れている点

<被告>

- ・ **財団法人発電設備技術調査会の調査報告** (乙E41のp14)
- ・ **三菱重工(株)の研究** (乙B109)

「2. 実験装置 本件試験に用いた装置の概略を図1に示す。テストセクションは、**高さ4 m**、流路巾0.6 m、平行平板の隙間 $\delta = 0 \sim 0.25$ m間可変である」

「3 実験結果及び考察 ……**すきま $\delta = 0.02, 0.1, 0.25$** の条件下で行った」

→細長い構造をしている。

原告の指摘する構造の違いを何ら解決していない。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

10

代表長さ

$$\frac{Nu}{Nu_0} = \left\{ 1 + \frac{4500 Gr}{Re^{21/8} Pr^{1/2}} \right\}^{0.31}$$

Jackson-Fewster式

「Gr」とは、平均のグラスホフ数

「Re」とは、レイノルズ数

→ 「長さ」を含む無次元数

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

11

代表長さ

「代表長さ」の取り方は、
その冷却水の流れ様式によって異なる。

- 平板上の流れでは、
入り口（平板の先端、 $x = 0$ の位置）からの距離を代表長さ
- 管内流れでは、
円管の場合は直径を代表長さ

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

12

代表長さ

原子炉のドーナツ状の円環部の流れ

- ・ 冷却水が円環部を満たす場合、通常は円環を円管の直径と等価にとる「水力直径 = $4 \times \text{流路断面積} / \text{濡れぶち長さ}$ 」を代表長さとしなければならない。
- ・ 冷却水が円環部を満たさない場合、圧力容器壁面上を流れる可能性がある。
この場合は、平板上の流れということになり、入り口（平板の先端、 $x = 0$ の位置）からの距離を「代表長さ」としなければならない。

1 Jackson-Fewster式による熱伝達率に評価が不合理

13

代表長さ

事故によって冷却水がどのような状態で流れるのかによって代表長さの取り方が異なってくる。すなわち、事故時に想定される冷却水の流れ方が設定されていなければ、代表長さを定めることはできない。

J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 の定め方では、円環の中が冷却水で満たされている場合を想定しているのか、満たさない場合を想定しているのか分からない。

**→代表長さの取り方が分からない
なぜなら、設定が不十分**

→ J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 の定める式は代表長さが設定されていない点も不合理

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

14

<被告>

被告は大破断 L O C A において一次冷却材が**沸騰することを認めつつも**、冷却材が**沸騰する時間帯は短時間**であり、破壊靱性遷移曲線が P T S 状態遷移曲線に**接近する時間帯と異なる**ので、デッドクロスするか否かの判定に**沸騰熱伝達率は関係ない**。



証拠

「**電気事業連合会の規制委のコメントに対する回答**」 (乙B113)

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

15

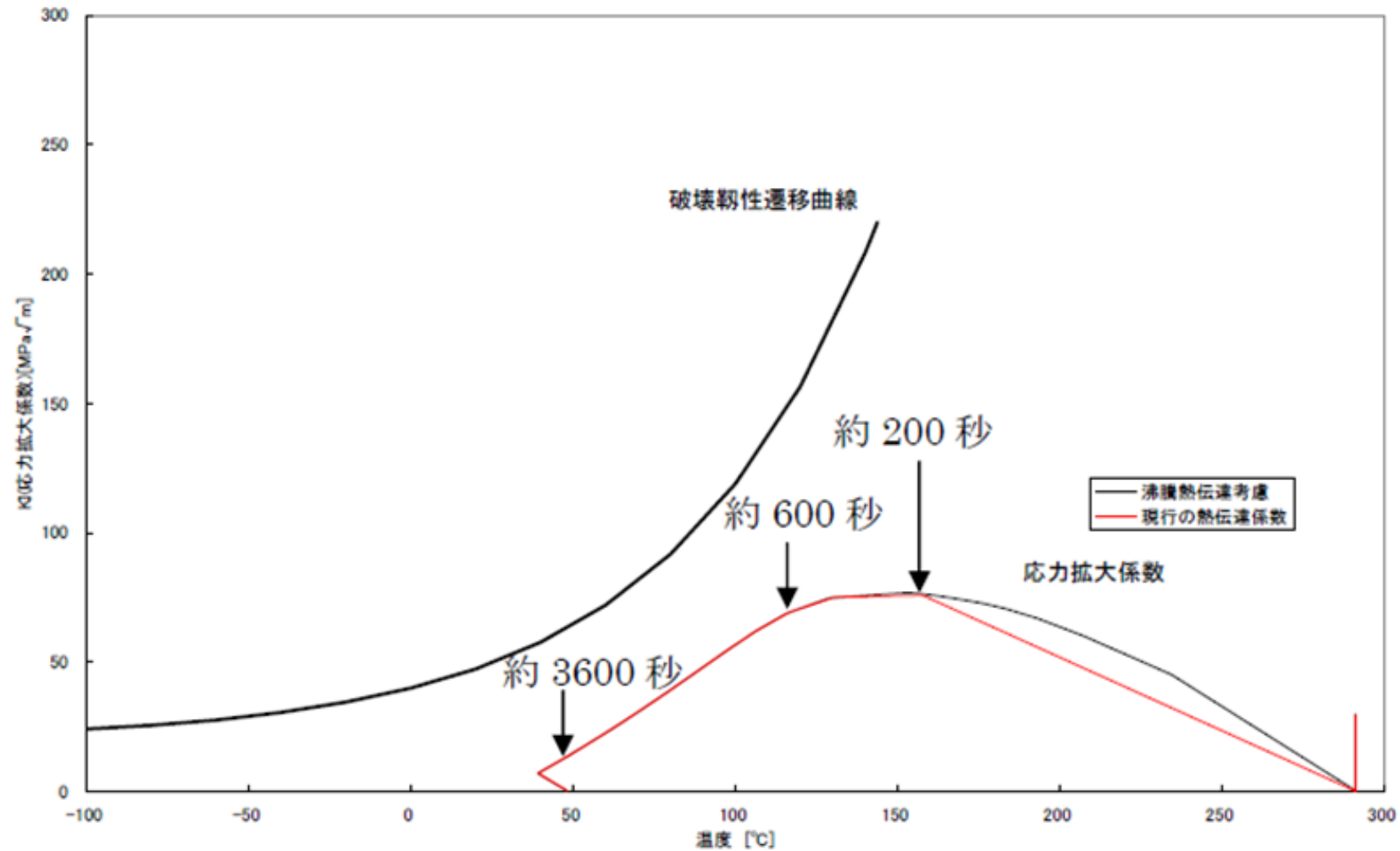


図4 沸騰熱伝達を考慮した場合との応力拡大係数の比較
(注：横軸は想定欠陥深さ位置(母材内面から 10mm 位置)での温度)

【ZB113】

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

16

「電気事業連合会の規制委のコメントに対する回答」 (乙B113)

→ **クラッド** が考慮されている点が問題。

基準である J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 では、クラッドの存在を考慮してはならないことになっている。

被告が、反論の根拠とした「**電気事業連合会の規制委のコメントに対する回答**」では、

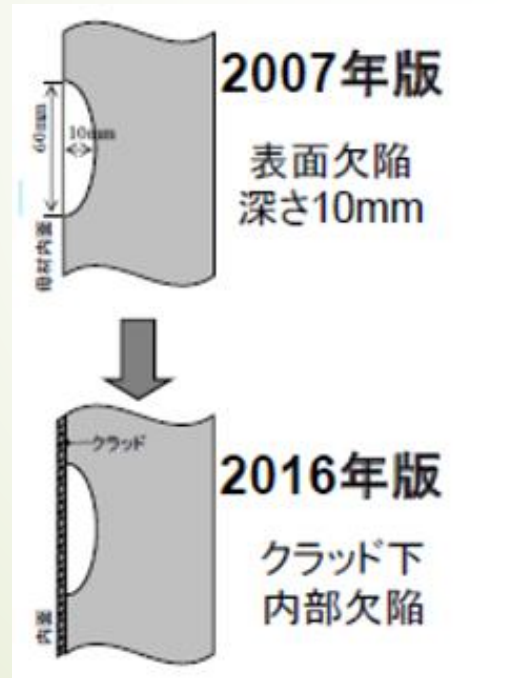
J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 が許していない「クラッドあり」という条件設定をした上で、事後的にその安全性を検討しているものであり、**原告の主張に対する反論の根拠として全く不十分。**

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

17

文理解釈①

- ① J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 では最大仮想欠陥の設定で、
「半楕円表面欠陥」
明らかにクラッドがないことを前提

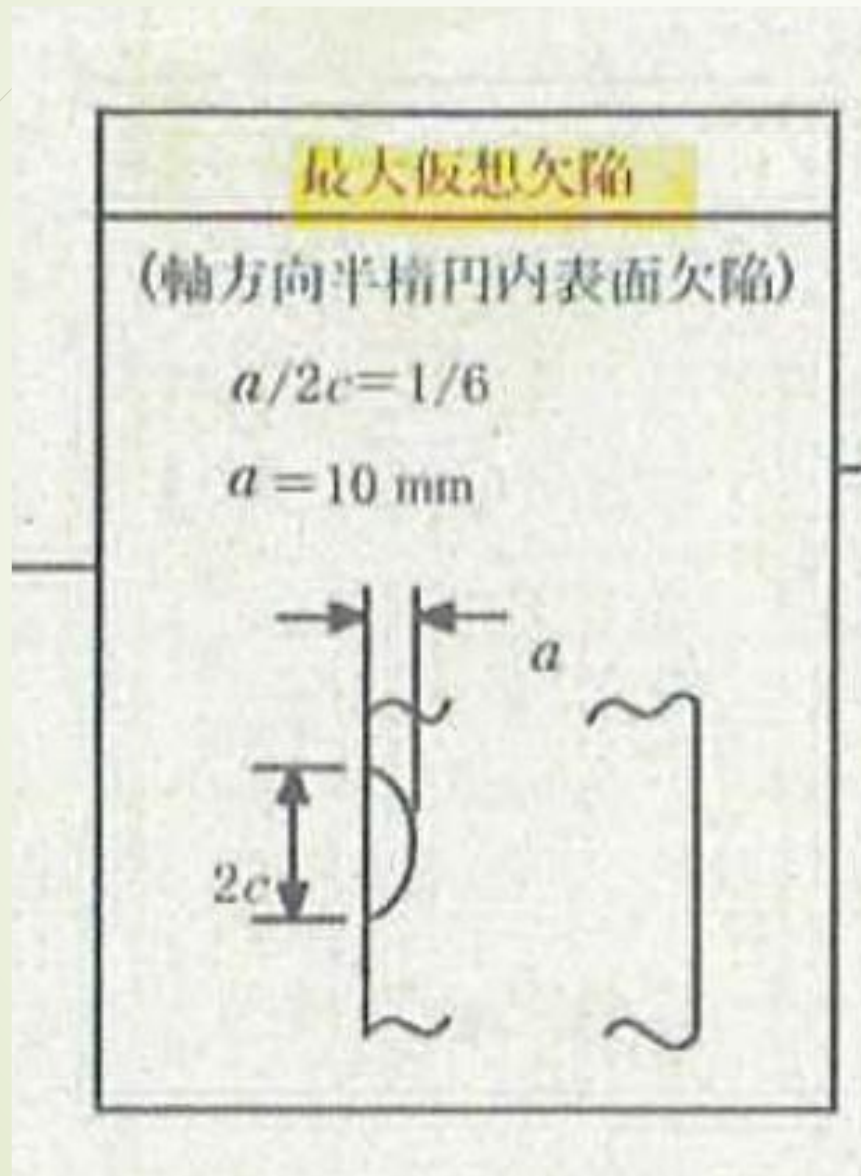


クラッドがあるという前提であれば、「半楕円欠陥」という表現になるはず。

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

18

文理解釈②



【原告準備書面 7 7 図 2】

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 の「F A - 2 0 0 0 用語の定義」
「(6) 炉心領域」の中で、原子炉压力容器について、

「原子炉压力容器（**板**又は鍛造品とその溶接部を含む胴部）」
と定義されている。

クラッドは溶接装置によって金属を溶融して肉盛りするものである
ので、「**板**」とは言えない。

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

20

文理解釈④

J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 の中で、「クラッド」が出てくる箇所

- 「（解説－附属書 A－3 2 2 0）
原子炉圧力容器の**供用状態 A 及び B の評価方法**」
「4. 許容基準」において、
「（...クラッドの残留応力は無視）」（解 2 1 頁）。
- 解 2 2 頁の表「解説－附属書表 A 3 2 2 0－1 限界圧力の計算結果
（**供用状態 A および B ...**）」や 2 3 頁の表「解説－附属書表 A－3 2 2 0
－2 耐圧試験温度の計算結果」にも「クラッド」という言葉が出てくる。

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

21

文理解釈④

J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 では、
「供用状態A」から「供用状態D」まで定義されている。

A、B、C、Dの順で通常の運転から外れていき、**供用状態D**では安全設計上異常な事態、例えば1次冷却喪失事故などが想定されており、
P T S 事象は供用状態D

「供用状態A」とは、運転状態において負荷されている状態を表し、
「供用状態B」とは、「健全性を維持しなければいけない」ような負荷状態を表わす。
いずれもP T S 事象は問題にならない供用状態でしか、クラッドを記載していない。

2 沸騰熱伝達率を考慮していないのは不合理

J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 は、

- ・ **P T S 事象の評価フローの図**ではクラッドを記載していない。
- ・ P T S 事象とは関係のない**供用状態 A や B**においてはクラッドを明記している。

→その供用状態に応じて、**クラッドを想定する場合と想定しない場合を使い分けている。**

→J E A C 4 2 0 6 - 2 0 0 7 は P T S 事象の場合には文理上クラッドを考慮していないのが明らか。

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

23

被告は熱伝達率を把握していなかったことを認めたこと

原告の熱伝達率に関する被告への求釈明

- ①被告は、PTS評価において、参加人がどのような熱伝達率を用いたのかを把握していたのか、
- ②その熱伝達率の評価が適切かどうか審査したのか
- ③審査をしたのであれば、いかなる審査をしたのか

求釈明から、2年経過・・・

回答

- ①は「把握していない」
- ②・③については「審査していない」

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

24

熱伝達率は、流動様式や流体の種類、速度、伝熱面の形状などによって変わり、その評価のいかんによって、PTS状態遷移曲線の評価に大きく影響を与える。

PTS状態遷移曲線を導き出すにあたって、熱伝達率をどのような数値に設定したのか、また、核沸騰等の過渡条件をどのように考えているのかは、PTS状態遷移曲線が合理的なものであるか否かを判断するにあたって重要な情報。

規制サイドは、PTS状態遷移曲線が合理的なものであるか否かについて、慎重の上にも慎重を期して審査を行わなければならない。

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

25

被告はP T S状態遷移曲線を導き出すにあたって、熱伝達率の値が重要な意味を持つことを被告においても認識されていた。

どのような熱伝達率の想定を用いてP T S状態遷移曲線を導き出したかは、被告が審査会合等において参加人から聴取を行うことは容易にできる

被告は、どのような熱伝達率の想定を用いてP T S状態遷移曲線を導き出したか参加人から聴取すべきだったのであり、これをさせずに申請書に記載された結果だけをみて審査を行い、認可の判断をした被告の審査過程には、明白な過誤欠落がある

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

26

被告の反論

<被告>

熱伝達率を確認する義務がないことの根拠

- ①法令上、審査において逐一全ての計算過程等を確認する法的義務は導かれず、その必要性も相当性もない
- ②本件各原子炉のPTS状態遷移曲線は、30年経過時の高経年化技術評価時においても確認されている
- ③PTS状態遷移曲線の設定における熱伝達率の変化による影響は限定的である

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

27

①法令上、審査において逐一全ての計算過程等を確認する法的義務は導かれず、その必要性も相当性もないとの主張について

デッドクロスが生じないよう慎重の上にも慎重を期して審査を行うべきとの観点から、申請書を鵜呑みにするのではなく、どのような熱伝達率の想定を用いてPTS状態遷移曲線を導き出したか参加人から聴取すべき

聴取をすること自体さほど難しいことではなく、審査会合等で説明するよう参加人に求めれば足りる

「品質保証体制」はあくまで「仕組み」であって制度的担保に過ぎず、直接的に事業者を規制するものではなく、それを過度に過信するのは極めて危険

このような主張がまかり通るのであれば、被告の審査が申請書の形式面が整っていることだけを確認するような、なおざりな審査であったとしても許されうることになってしまう

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

28

②本件各原子炉のPTS状態遷移曲線は、30年経過時の高経年化技術評価時においても確認されているとの主張について

運転期間延長認可制度は、福島第一原発事故の反省を踏まえ、同事故以前から存在した高経年化技術評価制度では事業者の自主性に委ねる部分が大きく老朽炉対策として不十分なものであったという観点から、同制度に加えて特別に設けられた許認可制度である。従って、30年経過時の高経年化技術評価との対比で目立った変化がなければそれ以上の審査が不要であるとするのは、このような運転期間延長認可制度が定められた趣旨を没却する

伊方最高裁（最高裁平成4年10月29日第一小法廷判決）は、原発が深刻な災害を引き起こすおそれがあることにかんがみ、右災害が万が一にも起こらないようにするため、安全性につき、科学的、専門技術的見地から、十分な審査を行う必要がある

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

29

③PTS状態遷移曲線の設定における熱伝達率の変化による影響は限定的であるとの主張について

<被告>

玄海原発に関する試算結果を含めて取りまとめた乙B108によれば、熱伝達率を $5\text{ kW/m}^2\text{K}$ 又は $10\text{ kW/m}^2\text{K}$ と設定して試算しても、PTS状態遷移曲線と破壊靱性遷移曲線との交差は発生していないなどとして、PTS状態遷移曲線の設定における熱伝達率の変化による影響は限定的である

3 熱伝達率を把握しなかった被告の審査過程の過誤欠落

30

③PTS状態遷移曲線の設定における熱伝達率の変化による影響は限定的であるとの主張について

- ・ 熱伝達率は、熱移動の様式によって異なり、代表的な様式の数値の範囲において、最大で $20 \text{ kW/m}^2\text{K} \sim 100 \text{ kW/m}^2\text{K}$ 程度となるとされている
- ・ 熱伝達率は冷却期間中激しく変動して一定ではないと一般的に考えられており、当然PTS状態遷移曲線の形状も変化する
- ・ 被告が指摘する乙B108においても、確かに熱伝達率 $1 \sim 10 \text{ kW/m}^2\text{K}$ でデッドクロスは生じていないものの、「 ∞ 」でクロスが生じ、 $5 \text{ kW/m}^2\text{K}$ では破壊靱性遷移曲線と相当近接しており、 $10 \text{ kW/m}^2\text{K}$ では破壊靱性遷移曲線と極めて近接している

その他の原子炉においては、原子力圧力容器の状態によって、破壊靱性値が異なりPTS状態遷移曲線も異なるのであるから、本件原発において一桁程度の熱伝達率であってもデッドクロスの危険性は十分にあるのであって、熱伝達率の変化による影響が限定的であるなどとは到底いえない