

平成21年10月19日  
経済産業省  
原子力安全・保安院

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の  
漏えい燃料発生に係る最終報告に対する評価について

原子力安全・保安院は、平成21年10月19日(月)に東京電力(株)から提出のあった「柏崎刈羽原子力発電所7号機 漏えい燃料発生に係る原因および対策について」の報告について、漏えい燃料棒特定等のために東京電力が実施した各種検査・点検結果から、漏えいのあった燃料棒の特定、漏えい発生の原因等については妥当であると評価いたしました。

東京電力の報告概要

柏崎刈羽原子力発電所第7号機は、平成21年7月23日に気体廃棄物処理系<sup>1</sup>の高感度オフガスモニタ<sup>2</sup>の指示値にわずかな上昇傾向が認められた。その後高感度オフガスモニタの指示値は再度上昇をしたことから、燃料棒の被覆管に微小な孔が発生したと判断した。このため、7月29日に当該範囲の近傍にある制御棒5本を全挿入する出力抑制法<sup>3</sup>により、漏えいを抑制し、安定した運転を継続することができた。9月26日に燃料交換のために原子炉を停止し、燃料集合体の SHIPPING 検査<sup>4</sup>等を実施した。

今般の報告書では漏えいのあった燃料の詳細調査の結果が以下のとおり報告された。

(1) 漏えい燃料の点検調査結果

SHIPPING 検査により漏えいのあった燃料集合体を特定した後、漏えいのあった燃料集合体を使用済燃料プールに移動し、水中カメラによる漏えい燃料集合体の外観検査や、燃料棒全数について超音波検査<sup>5</sup>ならびにファイバースコープによる詳細点検を実施した。

全燃料集合体872体についてSHIPPING 検査を実施し、出力抑制を実施した箇所の燃料集合体(57-50)1体に漏えいがあることを確認した。

漏えいのある燃料集合体について、各燃料棒(74本)に超音波検査を実施し燃料棒のピンホールの有無を調査した。検査の結果、浸水の疑いのある燃料棒は見つからなかった。

<sup>1</sup> 気体廃棄物処理系とは、復水器に流入する「水素」、「酸素」および「気体状の放射性物質(希ガス)」を処理する系統

<sup>2</sup> 燃料棒の被覆管にあいた微小な孔からごく微量なガス状の放射性物質が原子炉水中へ漏れ出すような事象を早期に発見する目的で補助的に設置された装置

<sup>3</sup> 漏えい燃料が発生した場合、制御棒の操作により出力を抑制し、漏えい燃料の特定及び漏えいを抑制しながら運転を継続する手法

<sup>4</sup> 燃料集合体の周囲の水圧を減少させた際に出てくるガスを捕集し、ガス内の放射性希ガスを分析することにより、漏えい燃料が否かを判断する検査方法

<sup>5</sup> 燃料棒の内部に原子炉水が浸水したかを確認し、燃料棒のピンホールの有無を判断する検査。燃料棒の被覆管に超音波を入射させ、燃料棒の内部に水があった場合に被覆管内で多重反射した超音波が反射効率が下がることにより減衰することを利用して、水の無い場合との反射波の高さの違いから浸水の有無を判断する。

漏えいのあった燃料集合体について、水中テレビカメラにより燃料集合体の外観観察を実施し、外観観察、透過光による燃料棒間隔の確認を実施した。その結果、1本（A 4<sup>6</sup>）の燃料棒で燃料棒表面の酸化膜の一部に剥離が確認された。

漏えいのあった燃料集合体について、ファイバースコープ<sup>7</sup>によりすべてのスペーサ<sup>8</sup>近傍の燃料棒表面の詳細観察を実施した。

- ・スペーサおよびスペーサ近傍の燃料棒に変形・損傷は確認されなかった。
- ・A 4 燃料棒の表面では、二次水素化<sup>9</sup>による体積膨張の影響と思われる酸化膜の剥離が、燃料棒の周方向に連続して発生していることを確認した。
- ・A 4 燃料棒の第6スペーサの下部に金属らしきワイヤー状の異物（長さ 約30mm、直径 約0.2mm）を確認した。異物はスペーサに固定された状態で燃料棒に接触しており、燃料棒表面には線状模様が認められた。

## （2）漏えい燃料発生の原因について

漏えい燃料が発生した原因については、設計・製造等に起因した要因および中越沖地震による影響ではなく、点検により発見されたA 4 燃料棒の第6スペーサ位置にあるワイヤー状の異物によるフレッキング<sup>10</sup>によりピンホールが発生したものと推定した。

## （3）燃料交換について

燃料漏えいのあった漏えい燃料を新燃料に取り替える。

炉内に装荷された燃料で異物フィルターの無いものは、異物フィルター付きに取り替える。

## 保安院の評価

### （1）漏えいのあった燃料の特定について

東京電力は、炉心内に装荷されている燃料集合体全数 872 体に対して SHIPPING 検査を実施し、漏えい燃料 1 体を特定しました。漏えい燃料の特定に当たっては当該燃料集合体（座標 57-50）の放射性希ガスの計数率が他の燃料集合体に比べ極めて高いことを確認しており、漏えい燃料の特定が適切になされたものと評価します。

東京電力はこの燃料集合体に対し、さらに超音波検査、水中テレビカメラによる燃料集合体外観観察、ファイバースコープ点検を実施しました。

超音波検査の結果では、浸水のあった燃料棒は見つからなかったが、これは漏えいを生じた孔が、極めて小さなものであるため燃料棒への浸水がわずかであったことから超音波検査では発見できなかったものと考えられます。

しかしながら、水中テレビカメラによる観察では、当該燃料集合体のうち特定の 1 本の燃料棒（座標 A 4）で燃料棒表面の酸化膜の一部に剥離が確認されています。

さらに、当該燃料棒（座標 A 4）のファイバースコープによる観察では、酸化膜の剥離の原因となったと思われる二次水素化による体積膨張が確認されており、当該燃料棒（座標 A 4）が漏えい燃料棒であることを示しています。

<sup>6</sup> 燃料集合体の中の燃料棒の位置を示す座標

<sup>7</sup> 光ファイバーを束にして、その一端にレンズを、もう一端にアイピースを取り付けたもので狭隘部を観察するための道具

<sup>8</sup> 燃料集合体の中で燃料棒を支持するための格子板

<sup>9</sup> 燃料棒のピンホールから内部に浸水し、その水が放射線により水素と酸素に分解し、燃料被覆管が水素化により脆くなり膨らみを生じるもの。

<sup>10</sup> 機械的な振動により金属同士がこすれて、一方がえぐれる現象をいう。

これらのことから、漏えいのあった燃料棒（座標A4）の特定が適切になされたものと評価します

（2）漏えいの原因について

東京電力は、水中テレビカメラによる観察やファイバースコープによる点検を実施しました。その結果、当該燃料棒（座標A4）の第6スペーサ下部に金属らしきワイヤー状の異物が発見され、表面に接触痕（フレッティング痕）が発見されています。

このこと及び過去の漏えい燃料の事例等から、東京電力が漏えいの原因について、当該燃料棒（座標A4）に付着した異物等により燃料被覆管に損傷が生じたものと推定することは、妥当であると考えます。

（3）燃料交換について

漏えいのあった燃料を漏えいのない新燃料に取替えること及び異物フィルター付きのものへの交換などの異物の混入防止対策を徹底することとしています。

東京電力によるこれらの対応については異物対策を充実させるものとして適切であると考えます。

**【本発表資料のお問い合わせ先】**

原子力安全・保安院

原子力発電検査課長 山本 哲也

担当者：上戸、金子

電話：03 - 3501 - 1511（内線）4871

03 - 3501 - 9547（直通）