

柏崎刈羽原子力発電所7号機の漏えい 燃料発生に係る報告に対する評価について

平成21年8月
原子力安全・保安院

1. 経緯

- ・平成21年5月 9日 7号機起動試験開始
- ・平成21年6月19日 7号機起動試験終了
- ・平成21年6月29日 保安院は7号機の継続的な運転に安全上の問題はないと判断
- ・平成21年7月22日 地元自治体(新潟県、柏崎市、刈羽村)が営業運転への移行を了承
- ・平成21年7月23日 放射性排ガス処理設備内の放射性濃度にわずかな上昇が確認される。東京電力から保安院に対し定期検査延長の要請
- ・平成21年7月30日 保安院は東京電力より漏えい燃料発生の原因と対策に係る報告書を受理
- ・平成21年7月31日 保安院は東京電力の報告書に対する評価結果をとりまとめ
- ・平成21年7月31日～8月5日 東京電力は、出力抑制法を採用し上昇操作を実施

2. 事象の概要(その1)

7月23日から24日にかけて、7号機において気体廃棄物処理系の**高感度オフガスモニタ**※の指示値の上昇が確認された。

※高感度オフガスモニタとは

- ・漏えい燃料の発生を早期に発見する目的で補助的に設置されたモニタ。
- ・排ガス放射線モニタよりも約500倍高い感度を有している。

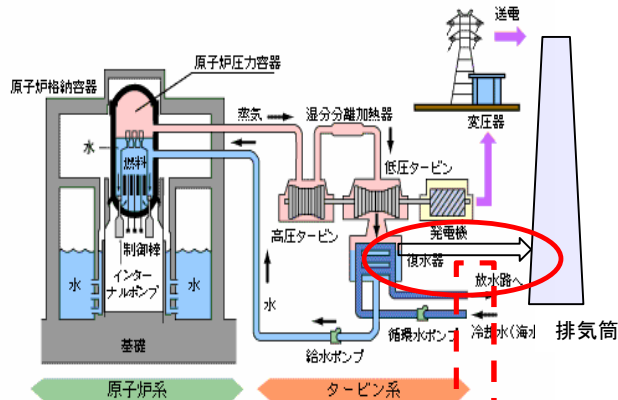
高感度オフガスモニタ指示値(キセノン133)

(通常値)0.7cps



(7月24日:最大)316cpsが検出される。

※N-13, Xe-135, Xe-138については異常なし



拡大

排気筒モニタ
→変化なし
(異常なし)

排ガス放射線モニタ
→変化なし
(異常なし)

高感度オフガスモニタ

活性炭式
ガスホールド
アップ塔

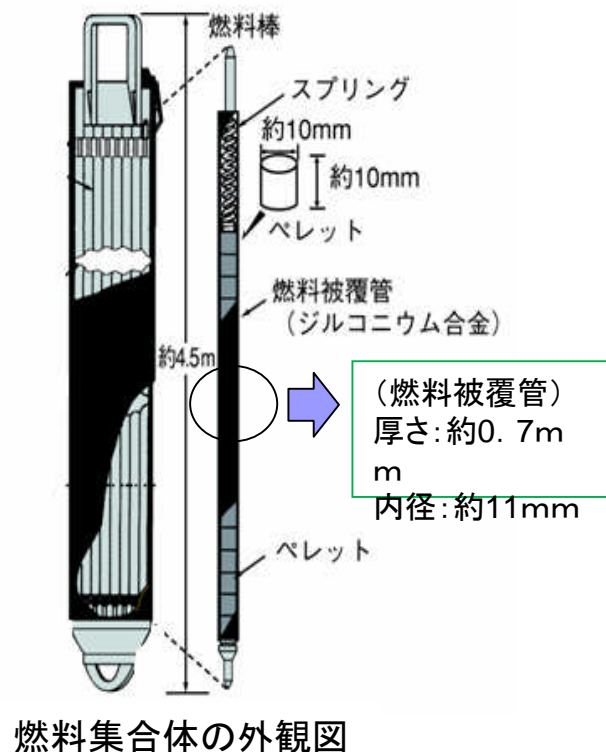
排気筒



保安院検査官は現場の指示値の状況について確認を行いました。

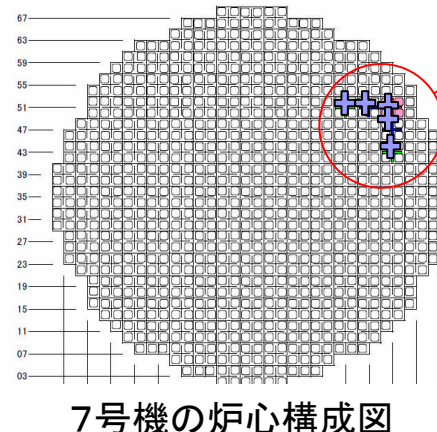
2. 事象の概要(その2)

- 排ガス放射線モニタの指示値に変動は確認されていないものの、**高感度オフガスモニタ**の指示値が上昇し続けていたことから、東京電力は今回の事象は**漏えい燃料の発生が原因**であると判断。
- 漏えい燃料を特定するための調査として、**出力抑制法***を実施することとした。



※出力抑制法とは

- 制御棒の挿入・引き抜きにより漏えい燃料の装荷範囲を特定し、その位置に制御棒を挿入して漏えい燃料の出力を抑制することで、漏えい拡大を抑制する手法
- これまでに国内で12例の採用実績がある。(柏崎刈羽では、5例の採用実績がある)



調査の結果、漏えいが特定された燃料集合体の部位

→今回制御棒5本を挿入して出力を抑制する。

+: 制御棒

燃料漏えいにおける出力抑制法を適用した過去の運転実績(BWR、12プラント)

事業者	プラント	サイクル	サイクル開始時期	オフガス指示値上昇時期	サイクル開始からオフガス指示値上昇までの期間	停止期間	指示値上昇後から停止までの期間	漏えい体数	炉水I-131濃度(Bq/g)上昇前	炉水I-131濃度(Bq/g)上昇後	備考
東京電力	柏崎刈羽2号	5	H7.11.6	H8.4.18	約5ヶ月	H8.12.15	約8ヶ月 (PST適用後の運転期間は約2ヶ月)	1	$3\sim 5 \times 10^{-2}$	$3\sim 5 \times 10^{-2}$	定検まで
	柏崎刈羽6号	3	H11.4.25	H11.8.16 H12.5.28	約4ヶ月 約13ヶ月	H12.5.29	約9ヶ月 約24時間	1 1	6.0×10^{-2} $5\sim 7 \times 10^{-2}$	8.3×10^{-2} 1.6×10^1	2体目燃料漏えいまで
	福島第一6号(注1)	17	H13.2.9	H13.2.26	約0.5ヶ月	H13.5.16	約3ヶ月	1	$3\sim 5 \times 10^{-2}$	1.4×10^{-1}	中間停止まで(注1)総合負荷性能検査前の定期検査中に漏えいが発生し、総合負荷性能検査を受検、約3ヶ月運転した事例
	柏崎刈羽7号	4	H13.2.11	H13.7.21	約5ヶ月	H14.4.9	約9ヶ月	2	7.2×10^{-2}	2.6×10^{-1}	定検まで
	柏崎刈羽1号	14	H16.4.8	H17.4.26 (高感度オフガスモニタのみ)	約13ヶ月	H17.6.13	約2ヶ月	1	2.8×10^{-2} (注2)	2.8×10^{-2} (注2)	定検まで
	福島第一4号	21	H18.3.3 (中間停止後の再起動)	H18.5.21 (高感度オフガスモニタのみ)	約2.5ヶ月	H18.10.2	約4ヶ月	1	2.0×10^{-2}	4.2×10^{-1}	中間停止まで
	柏崎刈羽7号	7	H17.6.23	H18.7.17	約12ヶ月	H18.8.23	約1ヶ月	1	2.8×10^{-2}	7.5×10^{-1}	定検まで
	福島第一4号	22	H19.5.2	H19.6.14 (高感度オフガスモニタのみ)	約1.5ヶ月	H20.3.28	約9.5ヶ月	1	3.6×10^{-2}	6.9×10^{-2}	定検まで
	福島第一3号	22	H18.7.7	H19.8.1 (高感度オフガスモニタのみ)	約13ヶ月	H19.8.31	約1ヶ月	1	3.5×10^{-2}	4.2×10^{-2}	定検まで
	東北電力	女川3号	3	H16.9.10	H17.7.2	約10ヶ月	H17.8.16	約1ヶ月 (PST適用後の運転期間)	1	1.8×10^{-2} (平均: 1.5×10^{-2})	2.8×10^{-2}
女川3号		4	H18.3.23	H19.4.10	約12.5ヶ月	H19.5.10	約1ヶ月 (PST適用後の運転期間)	1	1.52×10^{-2}	2.79×10^{-2}	定検まで
北陸電力	志賀2号	2	H20.5.16	H21.4.12	約11ヶ月	H21.7.10	約3ヶ月 (PST適用後の運転期間は約2.5ヶ月)	1	$約 3 \times 10^{-2}$	$約 3 \times 10^{-2}$	定検まで

(注2)よう素濃度の上昇はなかったことから平均値記載

青色掛けは出力抑制法を採用して長期間運転(6ヶ月以上)を実施した例

3. 東京電力の報告書に対する保安院の評価

平成21年7月30日、東京電力より漏えい燃料発生に係る原因と対策の報告書が提出された。保安院では、7月31日、以下の評価をとりまとめた。

①現時点での燃料漏えいに関する安全性について (東京電力)

- ・原子炉水中のよう素131濃度に関する制限
→保安規定での制限値(1.3×10^3 ベクレル/グラム)に対し、現時点では 3×10^{-2} ベクレル/グラム(制限値の1万分の1未満)
- ・放射性物質の放出管理(排気筒からのよう素131等の放出量)
→保安規定でのよう素131の放出管理目標値(2.3×10^{11} ベクレル/年)に対し、現時点では、排気筒放射線モニタの指示値は検出限界値以下

(保安院の評価)

- ・保安規定の制限値に抵触するものではなく、周辺公衆の受ける放射線量は十分に低く保たれており、安全上の問題はない。

②燃料漏えいの原因

(東京電力)

- ・燃料からの漏えいが発生した原因は、設計・製造・運転等に起因した要因及び中越沖地震による影響ではなく、**異物等を原因とする偶発的事象**と推定。

(保安院の評価)

- ・製造時の燃料体検査の記録やプラント試験における健全性評価等の結果から、設計・製造・運転等に起因したものでない。
- ・また、中越沖地震による設備健全性の確認における、地震力による応答解析の結果、水中カメラによる外観目視点検による確認等から、中越沖地震による影響によるものではない。
- ・これらのこと及び過去の燃料からの漏えいの原因等から、東京電力が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。
- ・放射性物質の半減期が長いキセノン133等の濃度が上昇し、半減期が短いキセノン138等の濃度変化が少ないことから、燃料被覆管の損傷は、ピンホール程度の孔と推定していることも妥当。

③定格出力への上昇に伴う監視の強化について

(東京電力)

- ・監視を強化するため毎1時間に1回、高感度オフガスモニタおよび関連パラメータのデータ採取を行うとともに、原子炉水中のよう素濃度の測定及び監視、気体廃棄物の手分析についても、通常よりも頻度を高めて実施する。

(保安院の評価)

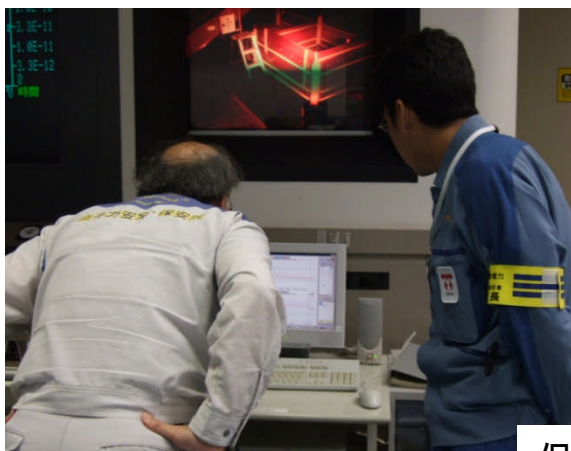
- ・本取り組みは、漏えいの状態を適切に監視するものと評価する。
- ・また、東京電力が漏えい燃料の監視に関連するパラメータの指示値が有意な上昇を示した場合などにおいてプラント停止を含めた対応を予定していることは、適切なものと評価する。

④今後の対応

- 東京電力は、燃料漏えい箇所に制御棒を挿入した状態で、当該範囲の出力を抑制しながら、定格出力まで上昇させる計画としている。
- このような状態で運転を継続する場合には、原子炉水中のよう素濃度の制限や放射性物質の放出管理目標値などの保安規定の要求事項を満たす必要がある。
- また、定格出力までの上昇操作においては、原子炉の熱的制限値などに関する保安規定の要求事項を満たす必要があります。さらに、出力抑制法により燃料からの漏えいを低減した状態を維持すること、よう素などの放射性物質の監視を強化することが必要。
- このため、保安院としては、**今後、東京電力が出力上昇操作を実施する際には、これらの要求事項を満たしているかについて確認を行う。**

4. 保安院の対応

今回の出力上昇操作について、保安院の検査官が立ち会い、中央制御室の指示値に異常がないことを確認。



保安院検査官は指示値に異常がないことを確認しました。

(参考)出力上昇操作の経緯

- ・7月31日 出力上昇開始(800MWeより上昇)
- ・8月 4日 21:30定格電気出力到達
- ・8月 5日 1:30定格熱出力到達

(排気筒放射線モニタの指示値:検出限界値以下(8月5日10:00現在)、
原子炉水中のよう素131の濃度: 2.2×10^{-2} ベクレル/グラム(8月4日9:10現在)(制限値の1万分の1未満))

5. 今後の予定

- ・保安院は、今回の出力上昇操作及び定格熱出力一定運転における各種パラメータの結果から燃料からの漏えいを低減した状態を維持して運転できるかどうかの評価について東京電力から報告を求め、当院として評価を行います。