

島原本広第511号
平成25年1月7日

島根県知事 溝口善兵衛様

中国電力株式会社
常務取締役 島根原子力本部
本部長 古林行雄

島根原子力発電所における燃料集合体ウォータ・ロッド
曲がりに係る調査結果について（中間報告）

平成24年11月28日付「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」（原管B発第121127001号）に基づき、本日、添付のとおり原子力規制委員会へ報告しましたので、島根原子力発電所周辺地域住民の安全確保等に関する協定第8条第1項（9）に基づきご連絡いたします。

添付

島根原子力発電所における燃料集合体ウォータ・ロッド曲がりに係る調査結果
について（中間報告）

以上



電安燃管第15号
平成25年1月7日

原子力規制委員会 殿

広島市中区小町4番33号
中国電力株式会社
取締役社長 荻田 知英

島根原子力発電所における燃料集合体ウォータ・ロッド
曲がりに係る調査結果について（中間報告）

平成24年11月28日付「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」（原管B発第121127001号）に基づき、島根原子力発電所における燃料集合体ウォータ・ロッド曲がりに係る調査結果をとりまとめましたので、別紙のとおり報告いたします。

別紙 中国電力株式会社 島根原子力発電所における燃料集合体ウォータ・ロッド曲がりに係る調査結果について（中間報告）

以上

別 紙

中国電力株式会社 島根原子力発電所における
燃料集合体ウォータ・ロッド曲がりに係る

調査結果について

(中間報告)

平成25年1月

中国電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 指示事項	1
3. 指示事項に対する当社の対応状況	2
3. 1 燃料集合体についての状況確認	2
3. 1. 1 確認結果	2
3. 2 チャンネルボックスの脱着履歴等のある燃料集合体の点検状況	3
3. 2. 1 サンプル数選定の考え方	3
3. 2. 2 燃料集合体外観点検体数	4
3. 2. 3 点検方法	5
3. 2. 4 燃料集合体外観点検結果	5
3. 3 今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体の点検状況	5
3. 3. 1 燃料集合体外観点検体数	5
3. 3. 2 点検方法	5
3. 3. 3 燃料集合体外観点検結果	6
4. 今後の対応	6

1. はじめに

東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所第5号機において、平成24年10月16日に使用済燃料プールに貯蔵されている燃料集合体2体のウォータ・ロッドに曲がりが確認された旨、東京電力（株）から原子力規制委員会（以下、「委員会」という。）に報告された。東京電力（株）では、この事案を受けて委員会から発出された指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」（原規防発第121017001号）に基づき、平成24年10月26日に原因究明のための調査方針および調査計画について、また、平成24年11月6日に点検結果について委員会に中間報告を行った。

本報告書は、上記報告を受けて委員会から平成24年11月28日に当社に対して発出された指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」（原管B発第121127001号）に基づき実施している当社島根原子力発電所における燃料集合体の調査状況について中間報告するものである。

なお、委員会指示事項のうち、「指示事項2. および3.」の燃料集合体外観点検は、現在も調査を継続して実施しているため、今後も進捗に応じた適切な時期に報告を行う。

2. 指示事項

指示事項1. 原子力発電所の燃料集合体について以下の事項を確認の上、平成25年1月7日までに委員会に報告すること。

- ① 燃料集合体の取り替え回及び製造メーカー
- ② チャンネルボックスの新品・再使用品等の区分とその数
- ③ 燃料集合体へのチャンネルボックスの取り付け方法
- ④ 再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体及び点検等によりチャンネルボックスを脱着した履歴のある燃料集合体の数及び所在場所

指示事項2. 再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体及びチャンネルボックスの脱着した履歴のある燃料集合体の異常の有無等について、統計上十分なサンプル点検を実施し、その結果についても平成25年1月7日までに委員会に報告すること。

指示事項3. 原子炉内に装荷している燃料集合体又は今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体のうち、再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体又はチャンネルボックスの脱着履歴のある燃料集合体について、当該燃料集合体を装荷した原子炉を起動する前に点検を実施し、その結果について速やかに委員会に報告すること。

指示事項4. 2. 3のそれぞれの点検において、燃料集合体の異常が確認された場合、その状況把握及び原因究明を行い、その結果について速やかに委員会に報告

すること。

3. 指示事項に対する当社の対応状況

3. 1 燃料集合体についての状況確認（指示事項1. 対応）

島根原子力発電所 1号機, 2号機, 3号機（以下, 各々「島根1号機」, 「島根2号機」, 「島根3号機」という。）の燃料集合体のうち, 平成24年12月25日現在で発電所内に存在する燃料集合体を対象とした。

3. 1. 1 確認結果

(1) 「指示事項1.」の①, ②および④に関する各号機別の確認結果を添付資料-1に示す。

① 島根1号機

燃料プールに貯蔵されている全燃料集合体798体のうち, チャンネルボックス（以下, 「C/B」という。）の脱着履歴のある燃料集合体が63体あるが, 再使用C/Bを装着した燃料集合体は存在しない。なお, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体のうち8体を次サイクルにおいて原子炉に装荷する予定としている。

（添付資料1-1参照）

② 島根2号機

燃料プールに貯蔵されている全燃料集合体2,088体のうち, 再使用C/Bを装着した燃料集合体は75体, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体は71体（C/B上部（クリップ）欠損調査対象燃料4体を除く。）である。

また, 原子炉内に装荷されている全燃料集合体560体のうち, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体は11体（C/B上部（クリップ）欠損調査対象燃料1体を除く。）である。なお, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体のうち4体を次サイクルにおいて原子炉に装荷する予定としている。

（添付資料1-2参照）

③ 島根3号機

燃料プールに貯蔵されている燃料集合体872体は全て新燃料であり, 再使用C/Bを装着した燃料集合体およびC/Bの脱着履歴のある燃料集合体は存在しない。

（添付資料1-3参照）

(2) 「指示事項1.」の③に関して, 島根1号機, 島根2号機における燃料集合体への水中でのC/Bの取付方法を添付資料-2に示す。なお, 島根3号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施している。

島根原子力発電所では, 下部タイプレートにフィンガスプリング^{*1}を採用していないため, 手動式チェーンブロックを使用することでC/Bの装着が可能で

あり、C/B取扱具とC/Bの自重のみによりC/Bが下部タイプレートの側面を通過することから、過大な荷重を付加することなく装着できる。また、C/B装着時には水中カメラによりC/B下端部を常時監視している。

これに加え平成16年より、手動式チェンブロックの下に荷重計を設置し、常時、荷重を監視しながら作業を実施している。

また、作業は当社社員の立会いのもと実施している。

(添付資料-2参照)

なお、島根1号機、島根2号機の燃料集合体へのC/Bの水中での取付作業は、元請企業として(株)日立GEニュークリア・エナジー(従来は、(株)日立製作所)(以下、「日立GE」または「日立」という。)、(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン(以下、「GNF-J」という。)および原子燃料工業(株)(以下、「NFI」という。)が実施している。

(添付資料-3参照)

※1 フィンガスプリングは、C/Bと下部タイプレートの間隙からC/Bの外側へ漏れ出る冷却材の流れを制限するために、下部タイプレートに取付けられている金具であり、フィンガスプリング付き燃料の場合、下部タイプレートへのC/B通過時に、上から大きな力を加える必要がある。

3. 2 チャンネルボックスの脱着履歴等のある燃料集合体の点検状況

(指示事項2. 対応)

指示事項2. に基づき、島根1号機、島根2号機に存在する燃料集合体について抜取による点検を実施した。点検対象とする燃料集合体は、以下の考え方に基づき選定した。

なお、島根3号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施していることから、点検の対象外とした。

3. 2. 1 サンプル数選定の考え方

サンプル数は、「カテゴリ分類」と「抜取数」で選定した。

(1) カテゴリ分類

島根1号機、島根2号機とも下部タイプレートにフィンガスプリングを採用しておらず、C/Bの取付は手動式チェンブロックにより、過大な荷重をかけることなくC/B取扱具とC/Bの自重のみで装着する手順であり、現在に至るまで基本的に作業手順の変更は行っていないことから、以下のカテゴリ分類を行った。

① プラント：島根1号機、島根2号機

② 作業企業：元請企業毎^{※2}

③ C/B脱着理由：再使用C/B装着、検査等に伴うC/Bの脱着

※2 作業企業は、作業毎に作業手順に差異が生じないように、各作業企業の図書を

当社が承認（管理）することで統一しているが、当社の承認は元請企業毎に行っていることから、作業体制は元請である日立または日立GE、GNF-J（島根1号機のみ）、NFI（島根1号機のみ）で区別した。

(2) 抜取数

① 抜取数決定における基本的な考え方は以下のとおりであり、抜取数は、カテゴリ毎に5体とした。

- ・ J I S Z 9 0 0 2（計数規準型一回抜取検査）の考え方に準拠した。
- ・ 本点検ではカテゴリ毎の燃料集集体数が少ないことから、抜取対象となる母数の大きさが小さいため、J I S Z 9 0 0 2の解説に基づき「超幾何分布」を適用した。
- ・ 不良率は、現時点でウォータ・ロッド曲がりが確認されている東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所第5号機における発生確率に余裕を見込み50%とした。
- ・ 検知確率は、島根1号機、島根2号機とも下部タイプレートにフィンガスプリングを採用しておらず、C/Bの取付に当たって過大な荷重をかける必要がないこと等から95%とした。

（添付資料－4参照）

② 平成15年10月に島根1号機で発生した燃料スペーサずれ事象の再発防止として平成16年以降「荷重計管理」を採用していることから、平成16年以降にC/Bの脱着を行った燃料集集体について念のためカテゴリ毎に2体を追加点検することとした。

3. 2. 2 燃料集集体外観点検体数

3. 2. 1の考え方にに基づき、燃料集集体外観点検体数は表1-1、表1-2のとおり島根1号機17体、島根2号機12体とした。

表1-1 カテゴリ別抜取体数

プラント	作業企業	C/B脱着理由	対象 ^{※3} 体数	抜取体数
島根1号機	日立	検査等によるC/B脱着	24体	5体
	GNF-J	検査等によるC/B脱着	5体	5体 ^{※4}
	NFI	検査等によるC/B脱着	10体	5体
島根2号機	日立	再使用C/B装着	75体	5体
		検査等によるC/B脱着	55体	5体

※3 対象体数には、今回の点検に伴うC/B脱着は含まない。

※4 5体のうち2体は、次サイクルに原子炉に装荷する予定の燃料集集体であり、下記「指示事項3.」の点検対象燃料と重複している。

表1-2 追加抜取体数（平成16年度以降）

プラント	作業企業	C/B脱着理由	対象 ^{※3} 体数	抜取 体数
島根1号機	日立	検査等によるC/B脱着	24体	2体
島根2号機	日立	検査等によるC/B脱着	23体	2体

※3 対象体数には、今回の点検に伴うC/B脱着は含まない。

3. 2. 3 点検方法

点検対象の燃料集合体をチャンネル着脱機に移動した後、C/Bを取外して、水中カメラによる外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む燃料集合体の異常の有無を確認した。

3. 2. 4 燃料集合体外観点検結果（平成24年12月25日時点）

島根2号機の点検対象燃料集合体12体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

（添付資料-5参照）

3. 3 今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体の点検状況（指示事項3. 対応）

指示事項3. に基づき、島根1号機、島根2号機の次サイクルで原子炉に装荷予定の当該燃料集合体について点検を実施した。

なお、島根3号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施していることから、点検の対象外とした。

3. 3. 1 燃料集合体外観点検体数

今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体のうち、C/Bを脱着した履歴のある燃料集合体は、表2のとおり島根1号機で8体^{※5}、島根2号機で4体ある。

※5 島根1号機の8体のうち2体は、上記「指示事項2.」の点検対象燃料と重複している。

表2 次サイクルで原子炉に装荷予定のうち点検対象燃料集合体体数

		島根1号機	島根2号機
原子炉内	検査等によるC/B脱着	0体	4体
燃料プール	検査等によるC/B脱着	8体	0体

3. 3. 2 点検方法

3. 2. 3と同じ。

3. 3. 3 燃料集合体外観点検結果（平成24年12月25日時点）

(1) 島根1号機

島根1号機の点検対象燃料集合体8体のうち2体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

（添付資料－6参照）

(2) 島根2号機

島根2号機の点検対象燃料集合体4体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

（添付資料－7参照）

4. 今後の対応

指示事項2. および3. について、今後、継続して島根1号機の燃料集合体外観点検を実施し、2月上旬に点検結果を報告する予定である。

（添付資料－8参照）

また、指示事項2. および3. の点検において、燃料集合体の異常が確認された場合、その状況および原因究明を行い、その結果について速やかに報告する。

以上

添付資料目次

- 添付資料－1－1 島根原子力発電所1号機 チャンネルボックス脱着実績
- 添付資料－1－2 島根原子力発電所2号機 チャンネルボックス脱着実績
- 添付資料－1－3 島根原子力発電所3号機 チャンネルボックス脱着実績
- 添付資料－2 燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業概要図（水中）
- 添付資料－3 燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業体制
- 添付資料－4 燃料集合体外観点検におけるサンプリング数について
- 添付資料－5 島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果（燃料プール内）
- 添付資料－6 島根原子力発電所1号機 燃料集合体外観点検結果
（次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体）
- 添付資料－7 島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果
（次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体）
- 添付資料－8 今後の調査計画

島根原子力発電所1号機 チャンネルボックス脱着実績(平成24年12月25日現在)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B脱着実績					新燃料時以外のC/B脱着実績				
			取付 方法	脱着時期	作業企業	原子炉 差押体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	備考	体数 ^{※1}	脱着時期	作業企業
8×8BJ	JNF (第15回～第16回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
		新品	気中	H2～H3	日立	0体	10体	0体	-	SFP 0体	-	-
	NFI (第15回～第16回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
高燃焼度 8×8	JNF (第17回～第21回)	新品	気中	H2～H3	日立	0体	18体	0体	-	SFP 4体 ^{※2}	H8～H11	日立
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
	NFI (第17回～第21回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
9×9	JNF, GNF-J (第22回, 第28回～第29回)	新品	気中	H5～H10	日立	0体	84体	0体	-	SFP 10体 ^{※2}	H6～H18	日立
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 1体 ^{※2}	H18	GNF-J
	NFI (第22回～第28回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
9×9	JNF, GNF-J (第22回, 第28回～第29回)	新品	気中	H5～H10	日立	0体	118体	0体	-	SFP 15体 ^{※2}	H8～H17	日立
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 4体 ^{※2}	H18～H20	NFI
	NFI (第22回～第28回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
9×9	JNF, GNF-J (第22回, 第28回～第29回)	新品	気中	H12～H21	GNF-J	0体	264体	16体	-	SFP 11体 ^{※2}	H14～H23 H24	日立, 日立GE
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 4体 ^{※2}	H21	GNF-J
	NFI (第22回～第28回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-
			気中	H12～H20	NFI	0体	304体	0体	-	SFP 8体 ^{※2}	H18～H23	日立, 日立GE
			水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 6体 ^{※2}	H20～H23	NFI
			水中	-	-	0体	798体	16体	-	SFP 63体		

注:島根原子力発電所においてはC/Bの脱着時に適度な荷重をかける必要がないことから、柏崎刈羽1号(平成10年)のスペースサザレ事象に対しては対策不要とした。
 ※1:SFP貯蔵体数及び原子炉差押体数のうち、新燃料時以外のC/B脱着実績(外観点検など)をもつ燃料の体数を記載。(同一燃料で複数回実績がある場合も1体とカウント)
 ※2:検査等に伴うC/Bの脱着実績であり、C/Bの再使用は実施していない。

用途	C/B
チャンネルボックス	チャンネルボックス
SFP	燃料プール
NFV	新燃料貯蔵庫
8×8BJ	新設8×8シムコウムライナ燃料
高燃焼度8×8	高燃焼度8×8燃料
9×9	9×9燃料
JNF, GNF-J	現(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
NFI	原子燃料工業(株)
日立, 日立GE	現日立GEニュークリア・エナジー(株)

島根原子力発電所2号機 チャンネルボックス脱着実績(平成24年12月25日現在)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B装着実績				新燃料時以外のC/B脱着実績				備考		
			取付 方法	装着時期	作業企業	原子炉 装荷体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	備考	体数 ^{*1}		脱着時期	作業企業
新型 8×8	JNF (初装荷)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 18体 ^{*3}	H4, H24	日立, 日立GE	
		新品	気中	S63	日立	0体	261体	0体		SFP 8体 ^{*2}	H3~H4	日立	
8×8BJ	JNF (第1回~第3回)	再使用	水中	H4	日立	0体	48体 ^{*3} ×4 ^{*4} ×5 ^{*5}	-	-	SFP 6体 ^{*3}	H6~H7	日立	C/B上部(クリップ) 穴埋調整対象 燃料4体を含む
		新品	気中	H1~H4	日立	0体	399体	0体		SFP 27体 ^{*2}	H4~H11 H24	日立, 日立GE	
高燃焼度 8×8	JNF (第4回~第8回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 3体 ^{*3}	H11~H14	日立	
		新品	水中	H10	日立	0体	1体	0体		SFP 0体	-	-	
9×9	JNF, GNF-J (第9回~第17回)	新品	気中	H5~H10	日立	0体	791体	0体		SFP 27体 ^{*2}	H8~H16 H24	日立, 日立GE	
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-	
9×9	NFI (第12回~第17回)	新品	気中	H12~H23	GNF-J	396体	528体	28体		SFP 12体 ^{*2}	H15~H21 H24	日立, 日立GE	C/B上部(クリップ) 穴埋調整対象 燃料1体を含む
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-	
9×9	NFI (第12回~第17回)	新品	気中	H16~H23	NFI	164体	60体	0体		SFP 1体 ^{*2}	H22	日立GE	
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 0体	-	-	
						560体	2,088体	28体				SFP 102体 炉内 12体	

注:島根原子力発電所においてはC/Bの装荷時に過大な荷重をかける必要がないことから、相崎列羽1号(平成10年)のスペーサ等取外しは対策不要とした。
 ※1:SFP貯蔵体数及び原子炉装荷体数のうち、新燃料時以外のC/B脱着実績(外観点検など)をもつ燃料の体数を記載。(同一燃料で複数回実績がある場合も1体とカウント)
 ※2:換装等に伴うC/Bの脱着実績であり、C/Bの再使用は実施していない。
 ※3:C/Bを再使用した体数
 ※4:48体のうち、2体は使用中のC/Bの脱着の実績あり
 ※5:「指針事項2」に基づき燃料集合体の外観点検を抜き取りにて実施。なお、作業企業は日立GEで実施した。

C/B	用途
SFP	チャンネルボックス
NFV	燃料プール
8×8	新燃料貯蔵庫
8×8BJ	新型8×8燃料
9×9	新型8×8ジルコニウムライナ燃料
NFI	高燃焼度8×8燃料
NFI	9×9燃料
NFI	現網グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
NFI	原子燃料工業
日立, 日立GE	現日立GEニュークリア・エナジー(株)

島根原子力発電所3号機 チャンネルボックス脱着実績 (平成24年12月25日実績)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B装着実績						新燃料時以外のC/B脱着実績				
			取付 方法	装着時期	作業企業	原子炉 薬筒体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	備考	体数	脱着時期	作業企業	備考
9×9	GNF-J (初装荷)	再使用	水中	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		新品	気中	H22~H23	日立GE	0体	872体	14体		SFP 0体	-		
							0体	872体	14体			0体	

用語	チャンネルボックス
C/B	燃料ブール
SFP	新燃料貯蔵庫
NFV	9×9燃料
9×9	燃料
GNF-J	原子力発電所3号機チャンネルボックス
日立GE	日立GEニュークリア・エナジー(株)