

平成21年6月30日

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所6号機における制御棒 駆動機構と制御棒の結合不良に関する原因と対策について

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、本日（6月30日）平成20年6月27日に報告のあった東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所6号機（改良型沸騰水型：定格電気出力135万キロワット）における制御棒駆動機構と制御棒の結合不良について、その中長期的な対策に係る最終報告の提出を受けました。

本事象については、平成20年9月12日、東京電力(株)から原因と対策に係る中間報告が提出され、当院において評価した結果、中長期的な対策として、結合作業を確実に実施するための設備の導入等、人間の判断ミスや操作ミスにより制御棒の結合不良が起きにくくするような対応を行うよう指示を行い、それを受け、今回の最終報告の提出があったものです。

東京電力(株)は、中長期的な対策について、結合作業の確実性向上の観点から必要な作業手順及び確認方法の変更を行うとともに、結合不良が起きにくくするよう必要な操作及び確認作業の自動化を行うこととしており、当院は、本対策については妥当なものであると考えます。

1. 東京電力(株)からの報告の要点

・中長期的な対策

(1) 制御棒駆動機構と制御棒との結合作業が確実にできるよう、以下の方針により、制御棒取替え装置の改造を実施する。

ア．柏崎刈羽原子力発電所6号機（以下「K6」という。）及び同発電所7号機（以下「K7」という。）での作業手順を比較した結果、作業手順が単純であり、これまで結合不良が発生したことがないK7の手順を採用することとし、制御棒駆動機構に制御棒の全荷重をかけた状態で制御棒を回転させ、自然に下降、結合させることにより、確実な結合ができる手順に見直す。

イ．制御棒駆動機構と制御棒の結合状態の確認について、結合作業前の荷重（制御棒）と結合作業後の荷重（制御棒＋制御棒駆動機構接続部品）をそれぞれ計量し、結合作業後において制御棒駆動機構接続部品

分の荷重が増加したことで判定する方法に変更する。

ウ．結合状態の確認の信頼性を向上させる観点から、制御棒の高さ位置が通常状態と異なる結合不良の状態が発生した場合には、次の作業手順（燃料支持金具の取付け）が完了しないよう新たなインターロックを設ける。

エ．操作や人的判断の誤りを防止し結合状態をより確実に確認できるよう、制御棒を制御棒駆動機構に着座させた以降、結合作業後の結合確認までの手順について、操作及び確認を自動化する。

（２）制御棒結合作業後の試験において、制御棒分離検出信号が発生している状態では、結合確認試験を行うための制御棒引き抜き操作ができないよう新たなインターロックを設ける。（対策実施済み）

２．原子力安全・保安院の対応

本事象については、平成２０年９月１２日、東京電力(株)から原因と対策に係る中間報告が提出されています。

当院では、中間報告に対して評価を行った結果、推定原因及び短期的な対策については妥当と判断しました。一方、制御棒駆動機構と制御棒の結合不良は安全上重要な問題であること、また、品質保証に係る不適合（保安規定違反）が確認されたこと等から、東京電力(株)に対して厳重に注意するとともに、中長期的な対策として、結合作業の確実性向上の観点から、確実に実施するための設備の導入、制御棒駆動機構と制御棒の結合を確実に検知する設備の導入等、人間の判断ミスや操作ミスにより制御棒の結合不良が起きにくくするような対応を行うよう指示したところです。

今回提出された東京電力(株)の中長期的な対策については、結合作業の確実性向上の観点から必要な作業手順及び確認方法の変更を行うことにしていること、また、人間の判断ミスや操作ミスにより制御棒の結合不良が起きにくくするよう必要な操作及び確認作業の自動化を行うこととしていることから、本対策は妥当なものであると考えます。

当院は、中間報告において実施することとした短期的な対策等について、これまでも保安検査等を通じて確認を行っているところです。今後、東京電力(株)が行うこととしている中長期的な対策についても、引き続き、保安検査等を通じて確認していくこととします。

また、同様の事象の再発防止を確実なものとするため、同型の原子炉を持つ中部電力(株)及び北陸電力(株)に対して本件を踏まえた対応について指示しているところですが、その対応状況についても、引き続き、保安検査等を通じて確認していくこととします。

(参考)

1. 本件事象の概要

東京電力(株)は、定期検査中のK6において、制御棒駆動機構の動作試験を実施していたところ、うち1体の制御棒駆動機構と制御棒が結合していないことを確認し、当該制御棒駆動機構が必要な機能を有していないことから、平成20年6月27日、法令報告対象と判断し当院へ報告した。

2. INES評価結果

(INES評価委員会(平成21年2月5日開催)での評価結果)

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
-	-	1	1

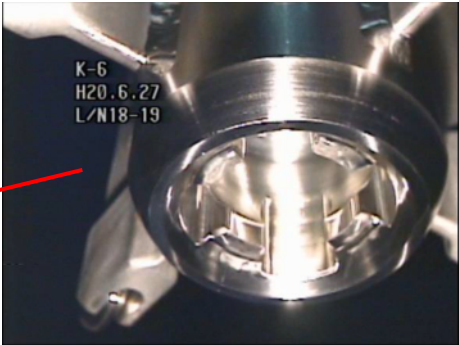
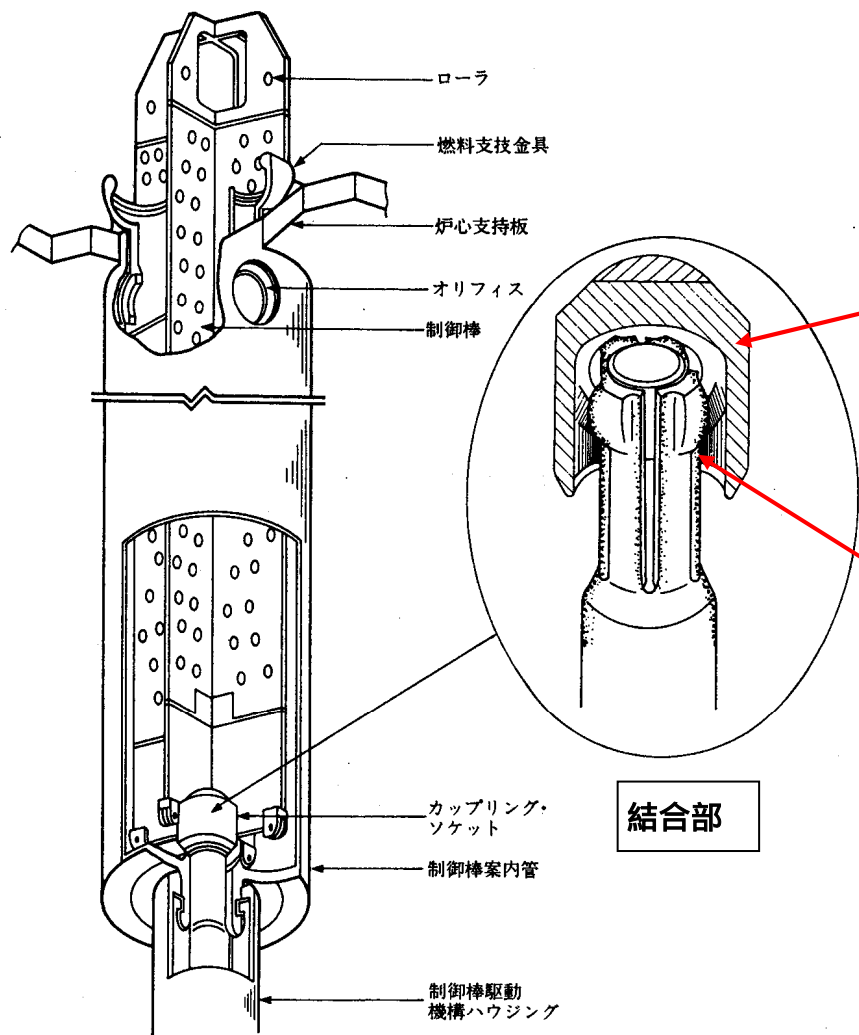
(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院 原子力事故故障対策室

担当者：田村、関

電話：03-3501-1511(内線4911)

03-3501-1637(直通)



CRカップリングソケット
(CR側カップリング部)



FMCRDカップリング部
(FMCRD側カップリング部)

改良型沸騰水型原子炉 (A B W R) の制御棒駆動機構と制御棒の結合部の構造

対策前後の概略図

	(ア) 制御棒と制御棒駆動機構の結合	(イ) 結合確認	(ウ) 燃料支持金具取り付け
対策前	<p>回転 荷重の一部を制御棒駆動機構へかける はめ合いが合うと荷重計の指示値が変化</p>	<p>吊上げ</p>	<p>制御棒取替装置 燃料支持金具 制御棒 制御棒駆動機構</p> <p>通常状態 結合不良状態</p>
	<p>制御棒を回転させ、はめ合いが一致した時点の荷重計の変化を確認する。</p>	<p>結合状態でつり上げ、荷重計を目視確認する。</p>	<p>結合不良の状態でも燃料支持金具の取り付けができる。</p>
対策後	<p>回転 全荷重を制御棒駆動機構へかける 制御棒が自然に下降</p>	<p>制御棒の荷重を計量 結合前 結合後 良否 吊上げ</p>	<p>ストップ 制御棒が通常位置以外では、ストップにより、制御棒取替装置はこれ以上下降しない</p> <p>通常状態 結合不良状態</p>
	<p>制御棒の全荷重を制御棒駆動機構にかけた状態で制御棒を回転させると、はめ合いが一致したところで制御棒が自然に下降する。</p>	<p>結合前と結合後の荷重を計量し、結合後が重くなったことを機械により判定する。</p>	<p>結合不良状態ではストップにより燃料支持金具を下降できず取り付けられない。</p>
(エ) 取り付けから結合確認までを自動化			

東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所 6号機における制御棒駆動機構と制御棒の結合不良に係る中間報告と当院の対応について

平成20年9月12日、東京電力(株)から本件事象について、推定原因と短期的な対策に係る中間報告の提出を受けた。

1. 東京電力(株)からの報告の要点

(1) 推定原因

中間報告によると、本件事象の発生原因は、制御棒駆動機構と制御棒の結合作業及び結合確認試験が適切に行われなかったことによるものであった。

結合作業において結合不良が生じた原因

- ・制御棒の取付・取外作業時、各作業手順において、重要な事項がチェックされるような手順となっておらず、取付時の荷重変化に関する注意事項等の記載等が不十分であった。
- ・結合作業後の荷重による確認作業において、工事担当者が確認すべき荷重の目安値を思い違いをし、チェックされないまま作業が進んだ。

結合確認試験で正しく判定できなかった原因

- ・結合確認試験で使用された手順書(チェックシート)が不適切であり、制御棒分離検出信号を解消せずに試験を実施したため、正しい判定とならなかった。

(2) 対策

短期的対策

ア. 結合部が適切に結合出来なかったことへの対策

- ・結合作業のチェックシートを見直し、作業上重要なポイントの明確化を行うとともに、重要な荷重計の確認についてはダブルチェック出来るように作業体制を変更する。
- ・水中カメラにより結合状態を直接確認する。

イ. 結合確認試験で正しく判定できなかったことへの対策

- ・試験において、正しい手順を反映したチェックシートを作成するとともに、制御棒分離検出信号を解消してから試験を実施する手順とする。
- ・本試験を定期事業者検査と位置づけて実施する。
- ・保安規定に制御棒駆動機構と制御棒が結合していることの確認行為について記載する。

中長期的対策

ア. 結合部が適切に結合出来なかったことへの対策

- ・作業性を考慮した制御棒取替装置の改善を検討する。

イ. 結合確認試験で正しく判定できなかったことへの対策

- ・試験時に制御棒分離検出信号が発生した状態では結合確認試験に移行出来ないようなインターロックを設置する。

2. 原子力安全・保安院の対応

当院は中間報告時点での推定原因及び対策は概ね妥当。

しかしながら、制御棒駆動機構と制御棒の結合不良は安全上重要な問題であること、また品質保証に係る不適合（保安規定違反）が確認されたこと等から、本件を踏まえ、東京電力(株)に対し厳重に注意するとともに、結合作業の確実性向上の観点から、確実に実施するための設備の導入、制御棒駆動機構と制御棒の結合を確実に検知する設備の導入等、人間の判断ミスや操作ミスにより制御棒の結合不良が起きにくくするような対応を行うよう指示した。

また、本件事象を受けて、K6と同型の原子炉を所有している中部電力(株)（浜岡原子力発電所5号機（以下「浜岡5号」という。））及び北陸電力(株)（志賀原子力発電所2号機）に対して、同様の事例が発生していないか調査したところ、原子炉起動前に是正されたものの、制御棒駆動機構と制御棒の結合不良が、浜岡5号の平成19年の定期検査時に1体確認された。

以上の調査結果を踏まえ、同様の事象の再発防止策を確実なものとするため、中部電力(株)及び北陸電力(株)に対して本件事象を踏まえた対応を指示した。