

柏崎刈羽原子力発電所 6 号機 制御棒駆動機構と制御棒の結合不良について（最終報告）の概要

1. 事象の概要（平成 20 年 6 月 27 日お知らせ済み）

定期検査中の当社柏崎刈羽原子力発電所 6 号機（改良型沸騰水型、定格出力135万 6 千キロワット）において、平成20年 6 月 2 日より制御棒駆動機構（以下 F M C R D、全205体）の地震後健全性確認作動試験*を行っていたところ、6月27日、1体の F M C R D が制御棒（以下 C R）と結合していないことが確認された。その後の調査の結果、当該機器に有意な損傷はなく、また、残りの204体の F M C R D については C R と結合していることを確認した。

* F M C R D の地震後健全性確認作動試験

地震後の設備点検のうち、制御棒駆動機構の基本点検として挿入・引抜き等の動作確認、結合確認等を実施して健全性を確認する試験。

2. 作業履歴に関する調査結果（平成20年 7 月10日お知らせ済み）

F M C R D と C R は回転式結合機構により噛み合わせて結合しているため、当該結合部を切り離すためには、F M C R D もしくは C R を 45 度回転させる必要がある。このため F M C R D もしくは C R を回転させる作業履歴について調査した結果、第 8 回定期検査（平成19年 5 月24日から継続実施）の際に実施した C R 取替時（平成19年 6 月 5 日）に結合不良が生じ、その後、平成19年 6 月24日に実施した結合確認試験においても結合不良を発見できなかったことが分かった。

3. 原因調査結果（平成20年 9 月12日お知らせ済み）

【C R 取替作業において結合不良が生じた原因】

C R の取付作業は、原子炉上部から C R 取替装置を用いて C R を吊り降ろし F M C R D と結合させるが、同装置に設置された荷重計の指示変化を確認することにより取付作業が適切に実施されているかを確認している。

C R 取付・取外作業におけるチェックシートが、各作業手順において重要な事項がチェックされるようになっておらず、取付時の荷重変化に関する注意事項の記載等が不十分であったことから、作業員は、C R と中空ピストンの位相角（凹凸）が完全に一致していない状態において、取付作業を実施したため結合不良の状態となった。

その後、当該 C R を吊り上げ、その荷重が C R と中空ピストンの合計荷重（約100キログラム）となっていることにより結合不良がないことを確認する際、工事担当者の思い込みにより、C R の荷重（約70キログラム）のみがかかっていることをもって、問題ないと判断した。

【結合確認試験において正しい判定ができなかった原因】

平成19年の定期検査では、C R の取替えのみを実施したが、結合確認試験において使用しているチェックシートは、F M C R D 分解点検後の結合確認を想定したものであった。結合確認試験は、試験前の段階で C R の分離検出信号が発生している状態で試験を実施した場合、正しい判定とならない（結合不良の状態でも結合状態が「良」と判定される）が、チェックシートにその旨を記載していなかった。このため、平成19年に実施した当該 C R の結合確認試験では、試験前から C R の分離検出信号が発生していた状態にもかかわらず、これを解消せずに試験を実施したため、結合不良を発見することができなかった。

4. 過去の類似事例の調査結果（平成20年 9 月12日お知らせ済み）

過去の類似事例を調査した結果、当該 C R の他に以下の 2 例を確認した。

当該号機の第 6 回定期検査（平成 16 年）における C R の取替作業において、1 体の制御棒に結合不良が発生。取付作業後の結合確認試験において、結合不良を確認したため、再度、取付作業を実施。なお、作業の一環である結合確認試験において結合不良を確認し、その後、良好に取り付けられたことから、不適合としては扱っていなかった。

当該号機の今定期検査における C R の取替作業において、別の制御棒 1 体について結合不良が発生。取付作業後の結合確認試験において、結合不良を確認したため、再度、取付作業を実施。なお、不適合として処理中であったが、作業中の不具合であり、作業の一環として実施された結合確認試験において確認された事象であったことから、他社等へ情報提供する事象として取り扱わなかった。

5. 対策

（1）短期的対策（平成20年 9 月12日お知らせ済み）

結合部が適切に結合出来なかったことへの対策

- ・ C R 取付・取外作業におけるチェックシートの見直し
 - 作業上重要なポイントの明確化、判定基準の明確化等
 - 重要な確認項目について、ダブルチェック出来るような作業体制の構築
- ・ 水中カメラにより C R と F M C R D の結合部の結合状況を直接確認（当面の対応）

結合確認試験で正しく判定できなかったことへの対策

- ・ 結合確認試験におけるチェックシートの作成
 - C R 取替と F M C R D 分解点検の各々の作業に適したチェックシートを作成
 - 制御棒分離検出信号が発生している場合は、制御棒分離検出信号を解消してから結合確認試験をすることをチェックシートに明記
- ・ 結合確認試験の重要性を踏まえ、結合確認試験を定期事業者検査と位置づけて実施
- ・ 保安規定に C R と F M C R D が結合していることの確認行為について記載

（2）中長期的対策

結合部が適切に結合出来なかったことへの対策

従来、中空ピストンに C R の荷重の一部をかけながら、水中カメラによる目視で C R を約 45 度回転させ、はめ合いが合った時点における荷重の変化を確認する方法を採用してきたが、C R と F M C R D をより確実に結合させるため、今後は、以下の対策にて、より確実な C R の結合ができるように制御棒取替装置の改造を行う。

- C R 取付作業については、これまでに結合不良事象が発生していない 7 号機における作業手順と同様に、中空ピストンに C R の全荷重をかけた状態で、C R 回転動作中に C R を自然に下降させることにより、はめ合いを合わせる手順を採用し、確実に結合できるよう見直しを図る。
- 結合確認をホールドポイントとし、その確認については、C R と中空ピストンが結合していることを確実に判定できるよう、荷重による判定方法を採用するとともに、信頼性の更なる向上の観点から、結合不良の状態では燃料支持金具（F S）がストッパにより着座できないようにすることで、結合不良の状態での作業終了を防止する。
- 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にするため、C R 取付作業の操作を自動化する。

結合確認試験で正しく判定できなかったことへの対策

- ・ 制御棒分離検出信号の発生状態において、結合確認試験のための C R 引き抜き操作ができないようインターロックを設置（対策実施済み）

以上