添付資料

制御棒駆動機構（ＣＲＤ）動作不良の
原因調査結果および再発防止対策（概要）

１．動作不良の発生および動作不良発生部位の特定

○　平成 22 年 11 月下旬の事象発生からその後の動作確認調査において，全 205 体のＣＲＤのうち 18 体に，動作不良（通常の出力変更に使用する電動機駆動※1において，制御棒が一時的にスムーズに挿入できない事象）を確認した。

○　動作不良の発生部位を特定するため，ＣＲＤを構成する主要部品ごとに正常に機能するかどうかを確認した結果，動作不良はＣＲＤ本体内で発生していることを特定した。

○　ＣＲＤ本体を分解点検した結果，動作不良が発生したＣＲＤは，駆動用ねじ※2にへこみ・傷が認められ，また，ＣＲＤ外部から混入した異物等を確認したことから，動作不良はＣＲＤ本体内の駆動用ねじが関係していると判断した。

２．動作不良の原因調査結果

全てのＣＲＤの分解点検，動作不良の再現試験等を行った結果，動作不良の原因は，以下の３点が重なり合って，駆動用ねじの抵抗力（回転抵抗）が増大し，電動機の駆動力を超えたことであることを確認した。

原　因	調査結果の概要
①駆動用ねじへの異物の噛み込み	○　ＣＲＤ本体内で確認した異物について調査・分析した結果，原子炉圧力容器内の水（建設期間中であり最終清掃前の水）に含まれる異物と同様のものであることを確認した。 ○　駆動用ねじが，原子炉圧力容器内の水と一緒にＣＲＤ内に混入した異物を噛み込み，駆動用ねじの抵抗力が増大することを確認した。
②ＣＲＤ結合部のはめ合い※3不足	○　ＣＲＤ本体とスプールピース※4の結合部（以下「ＣＲＤ結合部」という）のはめ合い状況を確認したところ，ＣＲＤ本体とスプールピースがしっかりと結合していなかったものがあることを確認した。 ○　ＣＲＤ本体とスプールピースがしっかりと結合してない場合，ねじ軸の心が安定せず，ねじ軸のボール走行面とボールの接触が不安定になり，ねじ軸のボール走行面が損傷することで，駆動用ねじの抵抗力が増大することを確認した。
③ねじ軸ボール走行面の初期表面状態による摩擦抵抗の増大	○　ＣＲＤ本体を構成する各部品の表面観察により，初期のねじ軸ボール走行面の表面は摩擦抵抗が大きいことがわかった。 ○　ボール走行面の摩擦抵抗が大きいと，ボールの転がりが悪くなることによってねじ軸のボール走行面に微小な傷が発生し，駆動用ねじの抵抗力が増大することを確認した。

３．再発防止対策

原因調査結果を踏まえ，以下のとおり再発防止対策を講じることとした。

なお，全てのＣＲＤに対して以下の対策を講じたうえで，原子炉本体に据付け，動作確認試験を実施した結果，同様の動作不良が発生しないことを確認した。

原　　因	再発防止対策
①駆動用ねじへの異物の噛み込み	○ 全てのＣＲＤを取り外し，工場において分解点検，清掃を行うとともに，ねじ軸等の部品の取替えを行った。 ○ ＣＲＤ内に異物が混入することを防止するため，原子炉圧力容器内の清掃を行った。 ○ ＣＲＤ内に異物が混入することを防止するために流している水の流量管理を徹底した。
②ＣＲＤ結合部のはめ合い不足	○ ＣＲＤ結合部のはめ合い不足が発生しないようにするため，歯面の手入れ・仕上げを念入りに行い，結合部がスムーズに結合できることを確認した。 ○ ＣＲＤ本体とスプールピースの結合においては，はめ合い状況を慎重に確認しながら取付けを行った。
③ねじ軸ボール走行面の初期表面状態による摩擦抵抗の増大	○ ボール走行面の摩擦抵抗を低減するため，全ての駆動用ねじを往復駆動させてボール走行面を滑らかにしたうえで取付けた。

※１　通常時は電動機駆動により制御棒を挿入・引抜する。これに対し，原子炉緊急停止（スクラム）時は，通常の電動機駆動とは異なる水圧駆動により急速挿入する。本事象は，電動機駆動時の動作不良であり，緊急時に原子炉を安全に停止する機能が損なわれるものではない。

※２ 駆動用ねじ（添付図参照）
電動機の回転運動を制御棒の上下運動（挿入・引抜）に変換するためのもの。ねじ軸とナットの間にボールを入れることにより摩擦を減らして軽く転動させる。

※３ はめ合い（添付図参照）
スプールピース側の軸とＣＲＤ本体側軸穴とのはまり具合

※４ スプールピース（添付図参照）
電動機の回転力をＣＲＤ本体へ伝達するための連結部

以　上

・添付図「制御棒駆動機構（ＣＲＤ）の構造について」