

平成17年10月7日
経済産業省
原子力安全・保安院

東京電力(株)福島第一原子力発電所5号機の手動停止の 原因と対策に係る東京電力(株)からの報告及び検討結果について

定格熱出力一定運転中の福島第一原子力発電所5号機（沸騰水型：定格電気出力78万4千キロワット）において、炉心スプレイ系^{※1}（以下「CS」という。）ポンプ（B）の定例試験を実施したところ、系統に必要な流量が確保できないため、現場調査を行ったところ、テストバイパス弁^{※2}（以下「当該弁」という。）に不具合が生じているものと推定し、原子炉を手動停止した事象に関し、東京電力(株)は、本日（平成17年10月7日）、原子力安全・保安院（以下「当院」という。）に対し、原因と対策に係る報告書を提出した。

当院は、当該報告書の内容について検討した結果、原因の推定及びこれらの対策等は妥当であると考える。

1. 原因と対策に係る東京電力(株)の報告書の要点

(1) 調査結果

当該弁を調査したところ、当該弁の弁棒が折損していたため、当該弁棒の破損の原因を調査したところ以下のことが分かった。

- ① 弁棒の破面観察結果から、当該弁棒は繰り返し応力により疲労破壊した可能性がある。
- ② CSポンプ（B）定例試験の運転時において、当該弁を開けることにより弁棒が振動し、当該弁の開度が約21%の時に最も大きく振動する。
- ③ 振動により当該弁棒の破損部位に加わるピーク応力は、ネッキブッシュ^{※3}摺動面端部を考慮した結果、約2300MPaとなり、疲労曲線から当該応力に相当する破断に至るまでの繰り返し回数は約300回となる。
- ④ 当該弁の使用履歴から、CSポンプ（B）運転時の流量調整における弁の開閉操作中には一時的に開度が約21%の状態となるため、その際の振動によって繰り返しピーク応力が発生し、疲労が累積する。
- ⑤ 当該弁と同型弁であるA系テストバイパス弁の弁棒には、傷等は観察されなかったが、この弁棒をB系の当該弁に組み込み、CSポンプ（B）を運転したところ、浸透探傷試験（PT）にて弁棒表面に線状の指示模様が観測された。指示模様部の断面観察及び破面観察を行った結果、破面にはビ

一チマークが観察された。

当該弁は、前回定期検査において、福島第一原子力発電所6号機（以下「6号機」という。）のテールガイド^{※4}の折損事象の水平展開として、弁の構造をテールガイド^{※5}方式からネッキブッシュガイド方式^{※6}に変更する工事を行っており、当該設計変更時の検討内容等について調べたところ以下のことが分かった。

- ① 当該弁の設計変更においては、設計管理マニュアル（以下「マニュアル」という。）に基づく設計検討会の開催等を行うべきだったが、6号機の技術図書による検討内容をそのまま適用することで十分と考え、マニュアルに基づく所定の手続きを実施しなかった。
- ② 設計変更について、使用条件に応じた検討を行わなかった。
- ③ ネッキブッシュガイド方式を円盤形の弁に採用する場合の十分な検討がなされなかった。
- ④ 当該弁採用時における弁の動作確認試験において、現場での確認が不十分であった。

(2) 推定原因

今回の事象は、前回定期検査において、当該弁の構造を従来のテールガイド方式からネッキブッシュガイド方式へ変更したことによって、流量調整時に、当該弁棒が振動すること、また、振動により弁棒とネッキブッシュ摺動面端部が繰り返し当たることで、局所的に高いピーク応力が加わること、その結果、疲労によるき裂が発生し、弁の開閉操作毎にき裂が進展し、破損に至ったものと推定された。

さらに、当該弁の設計変更にあたり、マニュアルに基づく手続きにより検討を行うべきであったが、所定の手続きを踏まずに当該設計変更を行ってしまった。

(3) 対策

- ① 当該弁及びA系の同型弁をネッキブッシュガイド方式からテールガイド方式に変更し、応力の発生を抑制する。なお、テールガイド部は形状等を変更し、強度を向上させる。また、念のため、弁棒の材質を現状のSUS431から引張り強度の高いSUS630へ変更する。
- ② 設計管理を行う部署は、定期検査の計画立案時に、改造・修理工事件名をリスト化し、マニュアルに基づく手続き要否の判断をするとともに、他の部署による設計管理の実施状況を再確認する。また、設計管理業務に係わる関係者に対し、マニュアルについての研修を行う。

2. 当院の評価と今後の対応

当院として、東京電力㈱から提出された原因と対策に係る報告書について検討した結果、炉心スプレイ系（B）テストバイパス弁が正常に作動しない事象の原因の推定及びこれらに対する対策等は妥当であると考えている。

なお、当院としては、これらの対策等の実施状況について、適宜確認していくこととする。

※1 炉心スプレイ系（CS）

非常用炉心冷却系の一つで、冷却材喪失事故時、炉心の過熱による燃料及び被覆管の破損を防止するため、炉心上部より冷却水をスプレイし冷却するための系統（A系、B系の2系統ある）。

※2 テストバイパス弁

CSポンプの定例試験時に流量調整用として使用する弁。

※3 ネッキブッシュ

弁蓋はめ輪。弁棒が弁蓋を貫通する部分のバックシート部分。

※4 テールガイド

弁体底部に付属し、弁を閉める際の位置決め用の棒状の部品。

※5 テールガイド方式

弁体に付属したテールガイドを弁箱に設けたさや状のガイド部で受ける構造。

※6 ネッキブッシュガイド方式

弁蓋に取り付けたネッキブッシュ部にて弁棒をガイドする構造。

（INESによる暫定評価）

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0—	0—

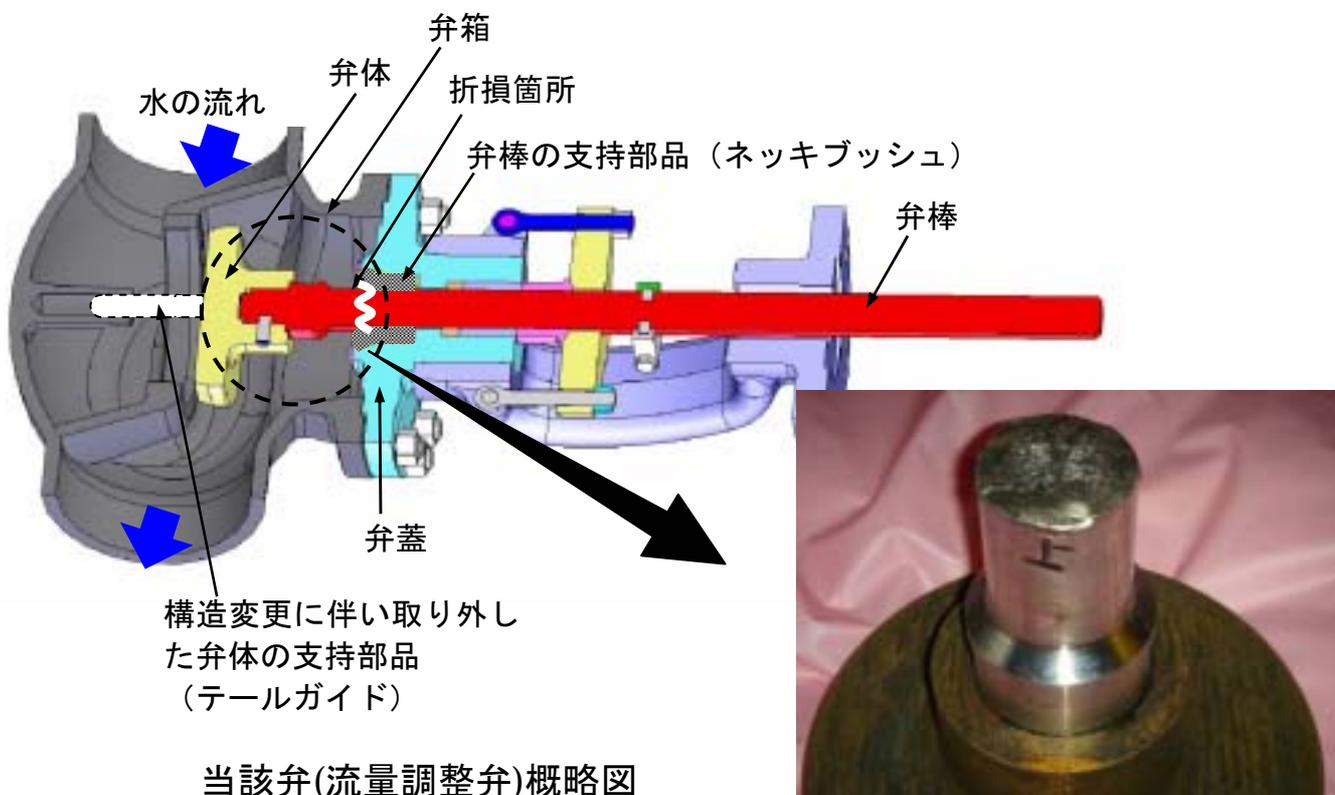
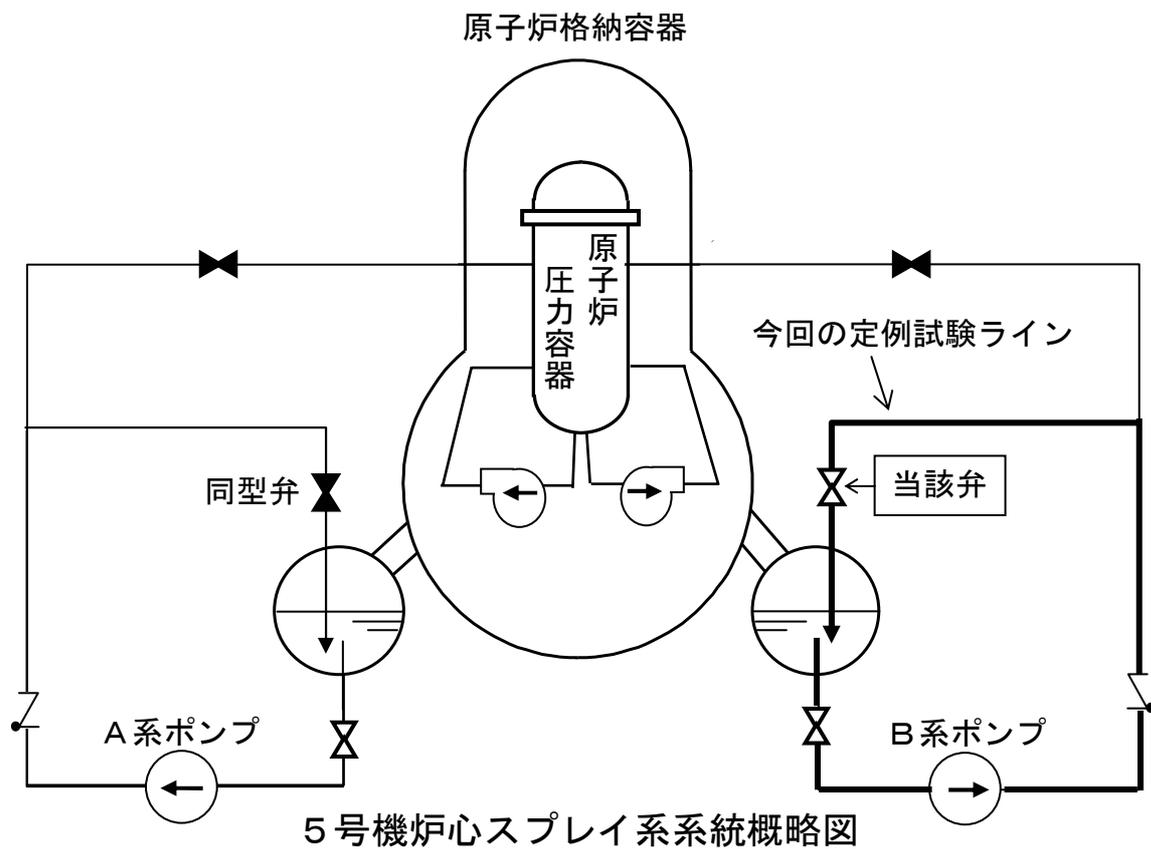
【本発表資料のお問い合わせ先】

原子力安全・保安院

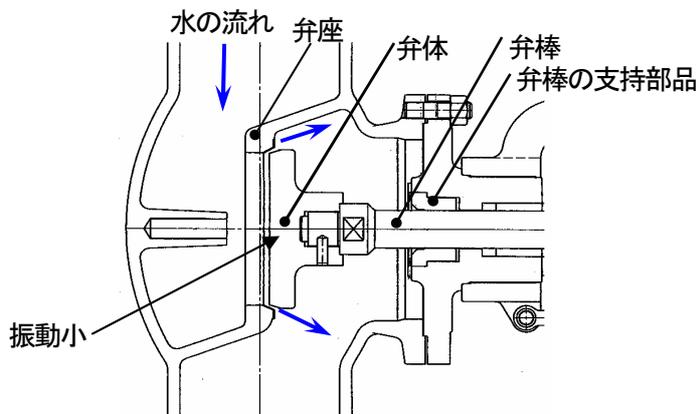
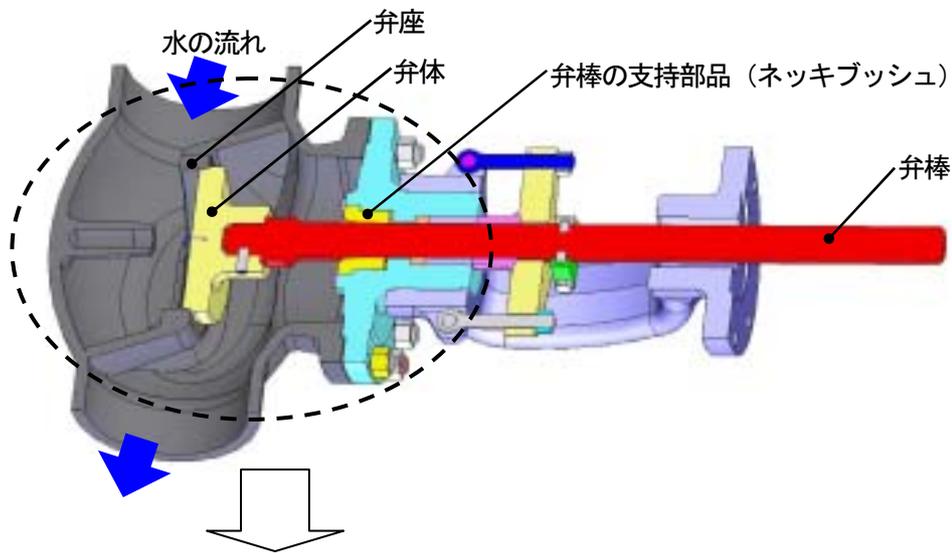
原子力防災課原子力事故故障対策室 市村、中島

電話：03-3501-1511（内）4911

03-3501-1637

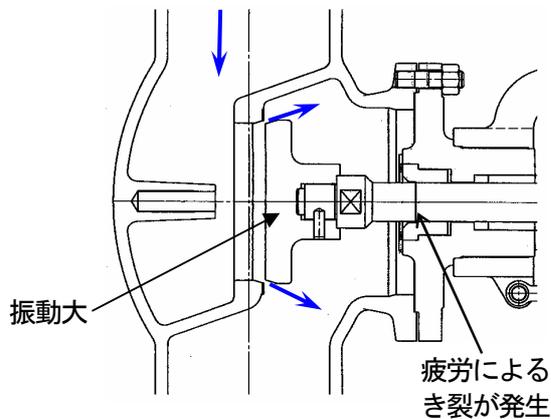


5号機炉心スプレイ系調査結果概略



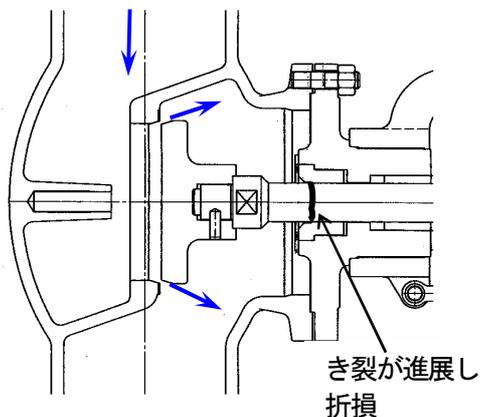
・弁の開き初め

弁の開き初め（弁開度0%～約20%）は、弁体が弁座の範囲内にあるため拘束され、弁体・弁棒の振動は小さい。



・疲労によるき裂の発生

弁体が弁座の範囲を離れると弁体の押さえがなくなり、大きく振動（開度約21%で最大となる。）し弁棒に疲労によるき裂が発生した。



・き裂の進展・折損

疲労により発生したき裂が、その後の炉心スプレイ系の定例試験により進展し、今回の定例試験の弁開操作時に折損した。

弁棒折損の推定メカニズム