

発電所名	志賀原子力発電所1号機	日時	平成14年4月2日11時00分(出力降下開始)
件名	原子炉冷却材再循環ポンプ(A)号機の点検・調整のための原子炉手動停止について		
事象発生箇所	設備名	原子炉冷却系統設備	
	系統名	原子炉冷却材再循環系	
	装置名	ポンプ装置	
	標準装置名	原子炉再循環ポンプ	
	機器名	電動ポンプ	
	部品名	軸封部、カップリング(流体継手を含む)	
発生前の電気出力	540万kW	発見時のプラント状況	第7回定期検査(調整運転中)
放射能の影響	無し		
発見方法	運転監視	発電停止時間	14時間1分
原因分類	その他		
国への法令報告根拠	実用炉則24条2項	国際原子力事象評価尺度(INES)	0-
事象発生状況	<p>第7回定期検査中の志賀原子力発電所1号機は、平成14年3月14日に発電を開始し、定格出力(540MWe)で調整運転中であつた。原子炉冷却材再循環ポンプ(A)号機(以下「PLRポンプ(A)」)というの軸振動値は、これまでの運転実績に比べ高い値であるが、変動なく安定していた。</p> <p>この運転状態において、PLRポンプ(A)の周波数分析結果から、ポンプの回転数成分以外に卓越した振動成分がないこと、また、軸軌跡分析結果から、ポンプの回転は正常な軌跡を示していることより、回転体と静止部品との接触等がないことが確認された。</p> <p>さらに、モータの振動、シールキャビティ温度と圧力は、これまでの運転実績とほぼ同じ値で安定に推移しており、その他の運転パラメータについても、有意な変化は認められなかったことから、運転を継続した。</p> <p>しかしながら、平成14年4月2日1時頃から、PLRポンプ(A)の軸振動値に変動が認められた。変動時の軸振動値は、0.32~0.345mmであり、「PLRポンプ(A)モータ振動大」警報(ポンプ軸振動大及びモータ振動大を示す警報)の設定値0.38mm未満であつた。</p> <p>軸振動値は、変動が収束した後は、変動前の値に比べ高めの値で推移していたが、再び変動する可能性が否定できないので、今後の安定運転に万全を期すため、念のため点検・調整を実施することとし、平成14年4月2日11時00分より発電機の出力降下を開始し、16時59分に発電機を解列、19時41分に原子炉を手動停止した。</p> <p>なお、本事象による外部への放射能の影響はなかった。</p>		

原因調査の概要

1. 原子炉格納容器内の点検結果
平成14年4月2日の停止時に原子炉格納容器内の点検を実施した結果、PLRポンプ(A)の外観に異常は認められなかった。
なお、PLRポンプ(B)、その他の配管、弁及びサポート等についても、外観に異常は認められなかった。

2. 原因調査
PLRポンプ(A)の軸振動値が変動する要因について分析を行い、これに基づき以下の調査を実施した。

(1)ポンプの確認
a. ポンプ本体
軸振動値の変動後の周波数分析結果から、ポンプの回転数成分以外に卓越した振動成分がないこと、また、軸軌跡分析結果から、ポンプの回転は正常な軌跡を示していることより、回転体と静止部品との接触等がないことが確認された。
また、ポンプの製造記録を確認した結果、回転体と静止部品のクリアランスは設計どおり製造されており、ポンプ軸振動大の警報の設定値(0.38mm)以下では接触することがないことを確認した。

b. メカニカルシール
今回停止後に分解点検を実施した結果、メカニカルシール摺動面には、通常認められる摺動跡は確認されたが、損傷、異物混入の痕跡は認められず、また、コイルスプリング、Oリング等の各構成部品についても異常は認められなかった。
さらにメカニカルシール摺動面の摩耗量測定及び最大表面粗さ測定を実施した結果、異常は認められなかった。

(2)モータの確認
軸振動値の変動時の軸受温度、モータ振動、モータ巻線温度を確認した結果、変化は認められなかった。また、今回停止後の点検において、モータの軸受部の油面レベルに異常は認められなかった。

(3)軸継手(以下カップリングという)部の確認
今回停止後の分解点検前に、ランナウト測定(振れ測定)を実施し、回転体の振れが許容値以内であることを確認した。
また、カップリング部の分解点検を実施したが、スペーサブラグとモータ軸下端間並びにスペーサカップリングとポンプ軸上端間に異物の混入及び損傷は認められず、スペーサブラグとモータ軸下端の当たり面も今回の停止前後で比較した結果、変化がないことが確認された。

(4)計器不良
今回停止後、振動計の取付状態を確認した結果、ゆるみ等の異常は認められず、また、計器の精度は許容値以内であることが確認された。

(5)運転記録の確認
第7回定期点検調整運転中における軸振動値の変動時の原子炉圧力と温度、PLRポンプ速度、原子炉補機冷却水温度、シールキャビティ温度と圧力を確認した結果、いずれも通常運転範囲内であった。また、メカニカルシールのシールパージ水が正常に供給されていることが確認された。

(6)関連調査
なお、今回、PLRポンプ(A)の軸振動値は警報設定値未満で問題なく運転継続していたが、これまでの運転実績に比べ高めに推移していたことから、あわせて要因を分析し、調査した。

a. ポンプの確認
(a)ポンプ本体
第7回定期点検調整運転中におけるポンプ軸振動値の周波数分析、軸軌跡分析結果では、異常は認められなかった。ポンプの製造記録を確認した結果、回転体と静止部品のクリアランスは設計どおりであり、接触することがないことを確認した。
至近の分解点検を実施した第4回定期点検時の組立記録を確認した結果、ポンプは正常に組み込まれていることを確認した。また、これ以後第7サイクルまでポンプは正常に運転している。

(b)メカニカルシール
今回停止後に分解点検を実施した結果、異常がないこと、また、メカニカルシールは正常に組み込まれていることを確認した。

(c)配管・サポート
原子炉格納容器内点検時においてポンプにつながる配管、サポート等について点検を実施した結果、異常は認められなかった。

b. モータの確認
至近の軸受の分解点検を実施した第6回定期点検時の組立記録を確認した結果、軸受が正常に組立てられていることを確認した。また、第7サイクルでのモータの振動に異常は認められなかった。
第7回定期点検調整運転中の軸受温度、モータ巻線温度に異常は認められなかった。また、今回停止後の点検において、モータの軸受部の油面レベルに異常は認められなかった。

c. カップリング部の確認
今回停止後の分解点検前に、ランナウト測定を実施し、回転体の振れが許容値以内であること及び締付ボルトに緩みのないことが確認された。また、カップリング部の分解点検を実施したが、スペーサブラグとモータ軸下端間並びにスペーサカップリングとポンプ軸上端間に異物の混入及び損傷は認められなかった。
第7回定期点検時の組立記録を確認した結果、スペーサブラグとモータ軸下端の当たり面の面積が許容値を満足していること及びカップリング部の分解後においても第7回定期点検時の記録と変化のないことが確認された。

d. 計器不良
今回停止後、振動計の取付状態を確認した結果、ゆるみ等の異常は認められず、また、計器の精度は許容値以内であることが確認された。

e. 運転記録の確認
第7回定期点検調整運転中の原子炉圧力と温度、PLRポンプ速度、原子炉補機冷却水温度、シールキャビティ温度と圧力を確認した結果、前サイクルに比べて有意な変化は認められなかった。

f. 点検・調整後のPLRポンプ(A)試験運転結果
カップリング部の点検・調整後、原子炉を停止した状態で加圧しポンプの試験運転を実施し、軸振動値が改善されたことを確認した。

<p>事象の原因</p>	<p>(1)軸振動値の変動の原因 分解・点検の結果及び運転・保守記録の確認から、異常は認められず、軸振動値の変動時にシールキャビティ温度が上昇していることから、メカニカルシールの摺動面の当たりが偶発的に変化することにより、シールキャビティ温度が上昇するとともに、摺動面の摩擦抵抗が増加し、軸がぶれて軸振動値が変動したものと推定される。</p> <p>(2)軸振動値がこれまでの運転実績に比べ高くなった原因 分解・点検の結果及び運転・保守記録の確認から異常は認められず、軸振動値が高くなったのは、ポンプの組立時に生じるわずかな不釣合いによる偶発的なものと考えられる。</p> <p>なお、今回確認されたスペーサプラグとモータ軸下端における外周部の均一でない当たり面も軸振動値を高めた要因であると推定される。</p>
<p>再発防止対策</p>	<p>(1)PLRポンプ(A)メカニカルシール及びカップリング部を分解し、手入れ後、再調整・組立てを実施した。さらに念のため以下の対策を実施した。</p> <p>(2)メカニカルシールの摺動部品等を新品に取り替えた。</p> <p>(3)スペーサプラグとモータ軸下端における外周部の当たり面が均一となるように、当たり面を管理した。</p>

原子炉冷却材再循環ポンプの概要図

