

# 原子炉冷却材再循環ポンプ(PLRポンプ)の信頼性向上

## PLRポンプメカニカルシールの安定性の改善・改良技術の開発

### Improvement in the Reliability of the Primary Loop Recirculation Pump(PLR)

#### Development of Technology to Improve Reliability and Stability of the PLR Pump Mechanical Seal

(原子力部 運営グループ)

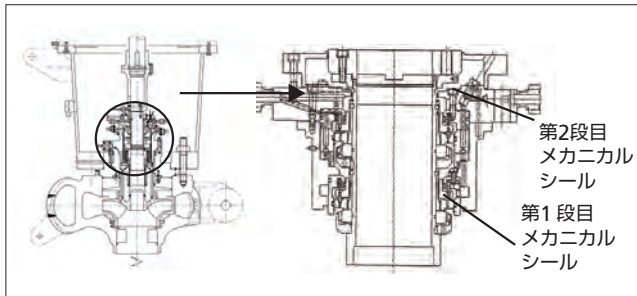
(Operation & Maintenance Group, Nuclear Power Department)

沸騰水型原子炉(BWR)で用いられる原子炉冷却材再循環ポンプ(PLRポンプ)は軸封装置としてメカニカルシールを用いており、メカニカルシールのシール材にはセラミックを使用している。近年、シール材に適したセラミックを開発出来たことから、この材料のPLRポンプ用メカニカルシール導入について報告する。

The Primary Loop Recirculation Pump of Boiling Water Reactors use mechanical seals made of ceramics as a pump shaft seal device. In recent years, ceramics suitable for such material has been successfully developed; this paper describes the introduction of the new material of PLR pump seal.

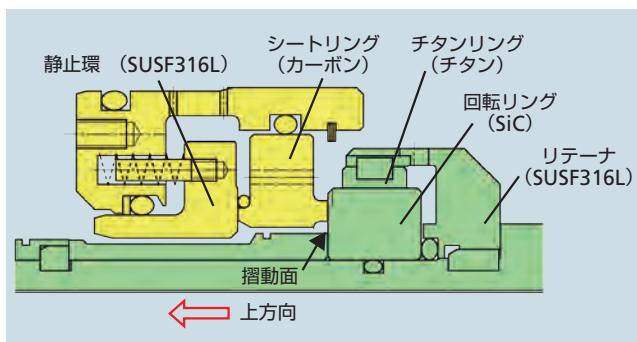
## 1 メカニカルシール構造

PLRポンプの代表的な構造を第1図に示す。



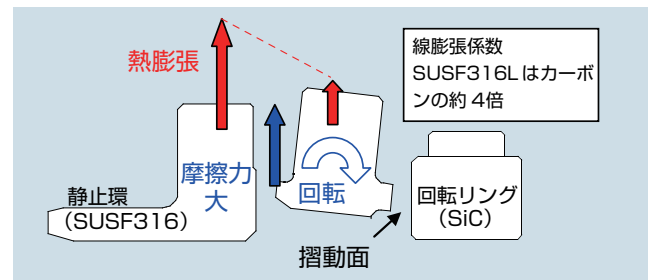
第1図 PLRポンプ及びシールカートリッジ

PLRポンプ用メカニカルシールは、THD(サーモイドロダイナミック)形タンデムメカニカルシールである。シールの主要構成部品は回転側には回転リングと回転を伝達するリテーナ、チタンリング、静止側には軸方向に可動するシートリング、及び押付け力を与える静止環があり第2図のように互いに密接した状態で作動する。



第2図 現行シール構造

このメカニカルシールにはシールの冷却等を目的として高圧のパージ水を外部から注入している。このパージ水の流れは、回転リングからシートリング、静止環へと流れるようになっており、摺動部の温度変化がシートリング、静止環へと影響する。そのため、ポンプに装着され



第3図 現行シール背面摩擦力

た状態で流体圧力が加わるか温度上昇があると、シートリング背面と静止環の接面で両部品のヤング率や線膨張係数の違いによって生じる収縮率の差により、径方向の摩擦力と滑りが生じる(第3図参照)。

また、回転リングの材質であるSiCは、SiCの熱伝導率が小さいほど、摺動面と背面の温度差が大きくなり摺動発熱面歪により摺動面は内当り傾向を示す。

## 2 要素試験

### 2.1 現行シールでの温度ハンチング事象

実機においてSiCを変更したことにより、メカニカルシール室の温度が周期的に上下し不安定事象を示し、次の対策を検討した。

- ①回転リングの材質であるSiCの熱伝導率を小さくする。
- ②静止環の材料をカーボン材質に近い線膨張係数の近い材質を使用する。

### 2.2 温度ハンチング確認試験

温度ハンチング確認試験において、現行シールは実機同様の温度ハンチングが再現した(第4図、第1表Case1)。現行SiCより熱伝導率の低い従来SiC及び改良SiCへの変更で温度ハンチングに対する改善が確認できた(第1表Case2、Case3)。

回転リングを改良SiCと静止環をチタン合金とした組合せによりより安定した結果が得られると考え、試験を実施した結果、温度変動もなく非常に良好な結果が得ら

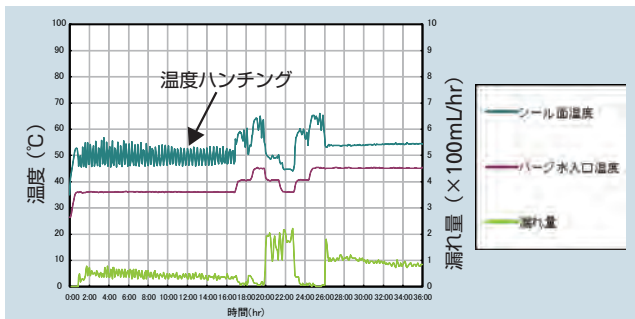
れた(第5図、第1表Case4)。

第1表 温度ハンチング確認試験結果

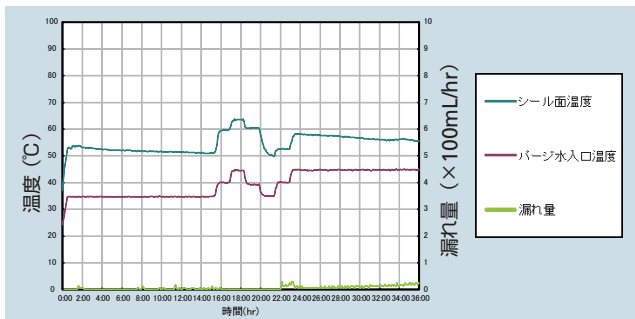
Case	回転リング	静止環材料	ハンチング有無	備考
Case1	現行 SiC	SUSF316L	有(第4図)	現行シール
Case2	従来 SiC	SUSF316L	無	従来シール
Case3	改良 SiC	SUSF316L	無	—
Case4	改良 SiC	チタン合金	無(第5図)	改良シール

## 2.3 温度ハンチング確認試験のまとめ

要素試験の結果から、(1) SiC材料改善としてSiCの熱伝導率を下げる等があげられ、(2) 静止環材質の線膨張係数をステンレス鋼より小さいチタン合金を用いることでシートリングに近づける方法が推奨された。



第4図 現行シール



第5図 改良シール

## 3 実証試験

### 3.1 目的

供試メカニカルシールの寿命および信頼性を総合的に評価することを目的として以下の4種類の試験を実施した。

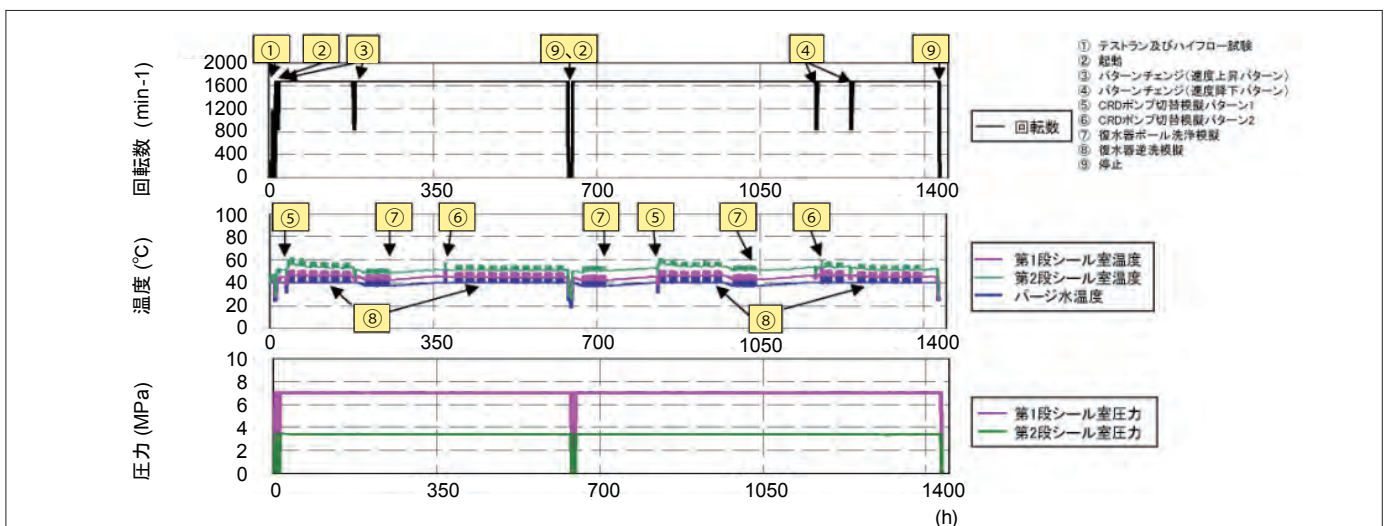
- (1) 動特性試験：メカニカルシールに影響する、温度変化試験、回転数変化試験、軸振動変化試験他
- (2) 長時間信頼性実証試験：通常の実機運転条件を模擬し、メカニカルシールの信頼性を確認する試験。定常運転条件に、テストランおよびハイフロー試験、起動・停止、制御棒駆動水ポンプ切替模擬パターン等を追加する形で1400時間の試験を実施。
- (3) 特別運転試験：実際のプラントやPLRポンプの運転で検討されている事象に対し、起動・停止、スクラム運転等メカニカルシールの機能への影響を確認する試験。
- (4) 特殊運転試験：メカニカルシールにとって特に厳しくなる条件に対し、その影響を確認するため、シール損傷模擬試験、異物混入試験等を実施。

### 3.2 試験結果

(1) 動特性試験では、シール室温度はパージ水の変動に追従して上昇、下降し、特異な温度変動は見られなかった。また、(2) 長時間信頼性試験、(3) 特別運転試験および(4) 特殊運転試験においてもシール室温度、シール室圧力ともに特異な変動は見られず、温度ハンチングは発生せず良好なシール性能を示した。第6図に長時間信頼性試験結果を示す。

## 4 まとめ

改良シールの要素試験及び実機の運転パターンを模擬した試験条件にて確認を実施したところ、改良シールの運転は良好であり、実プラントへ導入できる見通しを得ることができた。



第6図 長時間信頼性試験結果



執筆者/西川 覚