

93A型1次冷却材ポンプ用改良型No.1シールの開発完了 - 実機プラントで安定運転中

Improved Shaft Seal for 93A Type Reactor Coolant Pump

佐々木康弘*¹
Yasuhiro Sasaki

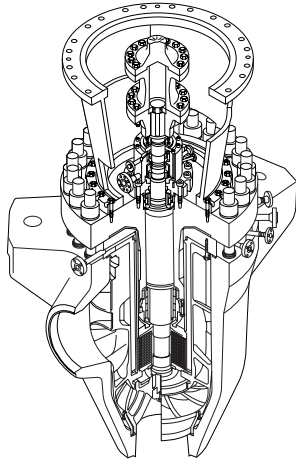
小幡一之*¹
Kazuyuki Obata

久井治*²
Osamu Hisai

松尾俊彦*²
Toshihiko Matsuo

小松直隆*³
Naotaka Komatsu

上原秀和*⁴
Hidekazu Uehara



1. はじめに

加圧水型原子力発電所で稼動している1次冷却材ポンプ(RCP: Reactor Coolant Pump)は、原子炉で発生した熱エネルギーを一次冷却材に伝え、同冷却材を蒸気発生器・原子炉と循環させる役割を担っており、プラント運転中は常に稼働しているポンプである。このRCPの軸貫通部からの一次冷却材の系外漏えいを防止する軸シールはポンプの運転継続に直結するため、安定した性能を有することが要求される。

軸シールは、3段のシールで構成され、主シールである第1段シール(以下No.1シール)は高差圧条件での長時間(約1年間)運転に対して経年的な特性変化が小さい非接触限定漏えい式を採用している(図1)。

従来のNo.1シールではシール周りの圧力、温度、水質等の変化(外乱)により特性が変化する事象が生じ、最悪の場合はプラントの運転継続に影響を与える恐れもあった。本報ではこのような不安定事象を防止する対策として特性安定化を図った改良型No.1シ

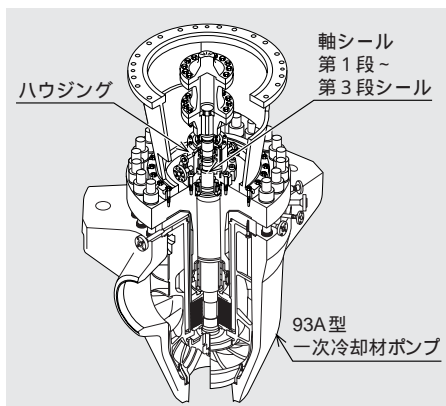


図1 93A型1次冷却材ポンプ
ポンプの鳥瞰図と軸シールの説明。

ルについて紹介する。

2. No.1シールの機能

15 MPaの一次冷却材の圧力を0.3 MPaまで減圧する機能を有するNo.1シールは、回転側のシールランナと静止側のシールリングで構成され、シールランナとシールリングはともにセラミック材料でできたフェースプレートとこれを固定する金属材料のリテーナ等から構成される(図2)。二個のフェースプレートは向き合って配置され、シールリングのフェースプレート面には僅かなテーパ加工が施されており、このテーパのシールリングに作用する力と隙間がバランスする機能により隙間が一定に保たれ、ポンプ運転中はシールからの漏れ量を制御している。従来シールは、外乱によりフェースプレートが僅かに変形し、テーパ量が変化することで、漏れ量が変化する性質を有していた(図2(a))。

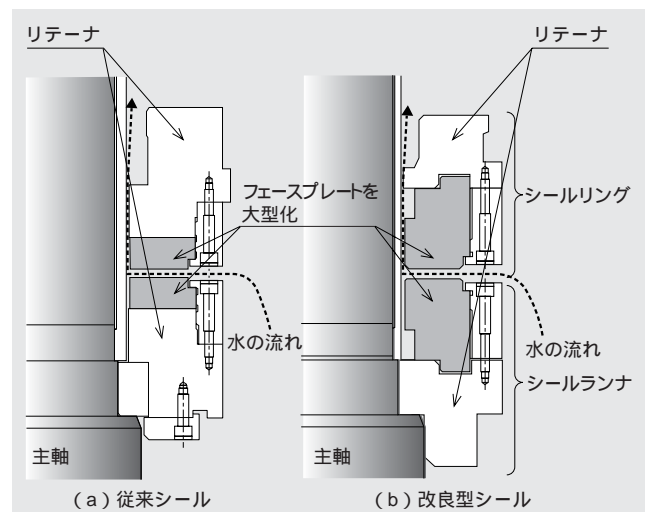


図2 改良型シールの特徴 従来シールからの改良点。

*¹ 神戸造船所原子力プラント設計部軽水炉プラント設計課
*² 高砂製作所ポンプ・水車部原子力ポンプグループ

*³ 技術本部高砂研究所機器・自動化装置研究室長
*⁴ 技術本部高砂研究所機器・自動化装置研究室

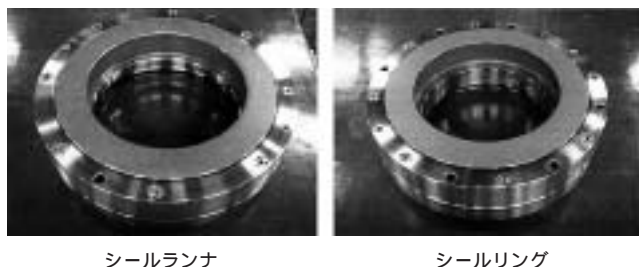


図3 改良型シール シールランナ及びシールリングの写真を示す。

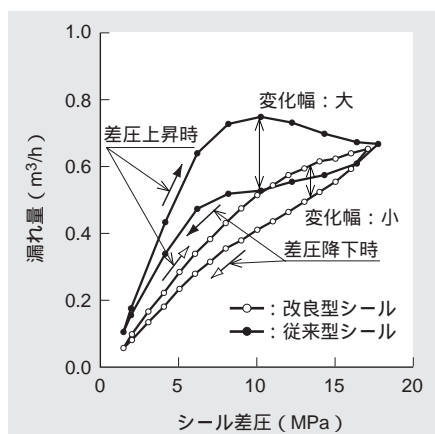


図4 シール特性 シール差圧に対する漏れ量の特徴を現用シールと改良型シールで比較。

3. 改良型 No.1 シールの特徴

従来シールに比べて、外乱に対して安定した特性を有す改良型 No.1 シールを開発した(図2(b))。

3.1 従来シールからの改良点

従来シールはシールに作用する圧力による変形に対して、フェースプレートがリテーナの変形に追従する設計としている。このため2つの部品の接触状態や外乱の影響によりフェースプレートに加わる力が異なり、直径約300mmのフェースプレートに対して僅か数 μm の変形状態の差異によって、同じ運転条件であっても特性が異なることを当社研究で確認している。

改良型シールではこのフェースプレートを大型化して剛性を高め、外乱に対する変形量が小さくなるように改善を行った。セラミック材料も従来シールの Al_2O_3 (酸化アルミナ)から各種特性に優れた Si_3N_4 (窒化珪素)に変更した(図3)。さらに、シールランナの主軸との取り合い、シールリングの静止側との取り合いを従来シールと同一にすることで、従来シールと同一のメンテナンス性を確保すると共に、ポンプ本体の改造をすることなく、改良型シールを装着可能にしている。

3.2 検証試験結果

改良型 No.1 シールの安定した特性を検証するため

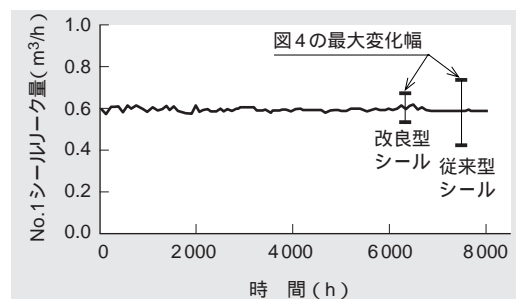


図5 連続運転試験結果 長時間安定した漏れ量であることを示す。

に、実機条件を模擬した検証試験を行った。試験では、実機で起こりうる外乱や想定される劣化モードを模擬した条件においても、改良型 No.1 シールの特性が安定していることの確認を行った(図4)。また、実機は約1年間連続運転されるため、同様の模擬条件で累計1年相当(約8000時間)の運転試験を行い、長時間安定した特性を有することを確認した(図5)。

4. 実機適用について

改良型 No.1 シールは、開発完了に伴い、平成16年10月中旬より実機への適用を開始し、現在、安定した運転を継続中である。今後、同一型式のRCP向けに順次改良型 No.1 シールを適用予定であると共に、新設プラントや既存の他型式のRCPに対しても同一コンセプトの改良型シールを適用していく予定である。

5. ま と め

原子力発電所の運転継続に直結する重要機器であるRCPに採用されている No.1 シールの特性安定化を図り、安定したプラント運転を達成するため、改良型 No.1 シールの開発を完了すると共に、実機への適用も開始した。

今後、お客様のニーズに応じて順次実機適用を推進し、プラントの安定稼働に貢献していくこととしたい。



佐々木康弘



小幡一之



久井治



松尾俊彦



小松直隆



上原秀和