

5本ノズル型ジェットポンプの性能回復に関する研究

Studies on Recovering Method of 5-nozzle type Jet Pump Efficiency

中部電力株式会社 電力技術研究所	熊野 秀樹	Hideki YUYA	Member
中部電力株式会社 原子力部	原 哲也	Tetsuya HARA	Member
中部電力株式会社 原子力部	鈴木 純也	Junya SUZUKI	Member
中部電力株式会社 電力技術研究所	伊藤 圭介	Keisuke Itou	Member
中部電力株式会社 電力技術研究所	鍵谷 幸生	Yukio Kagiya	Member
三重大学 工学部機械工学科	社河内敏彦	Toshihiko SHAKOUCHI	

The degradation of 1-nozzle type Jet Pump (JP) efficiency by crud deposition has been recognized in some BWRs. In order to remove crud, we must clean each or all of JP inner surface. The increase in cleaning surface area induces the increase in outage period and cost, therefore, in the previous study we looked for the most effective cleaning portion at inner surface for efficiency recovery. In this study, for the 5-nozzle type JP, we evaluated the effect of crud portion on decrease in efficiency of 5-nozzle type JP and found that the most effective cleaning portion for this type JP was also inner surface of Throat.

Keywords: Jet Pump, Efficiency, Crud deposition, Cleaning, Nozzle, Throat, Diffuser, Friction loss

1. 緒言

沸騰水型原子炉 (BWR) においては、原子炉内部の冷却材を循環させるためにシュラウドの周囲にジェットポンプ (JP) と呼ばれる静止型ポンプを設置しているタイプが多数を占めている。JP や原子炉再循環ポンプ等により構成される原子炉再循環系は炉心流量 (冷却材の再循環流量) の制御を目的とするため、炉心流量は JP 性能劣化の影響を受ける。

近年、炉水中のクラッド (鉄酸化物等) が JP の内面に付着し、粗度の増大に伴い性能が低下し、達成可能な炉心流量が低下する事象が報告されている。この対策としては、性能低下が起きにくい構造への改良、または、短時間でクラッドを除去し性能を回復する方法の考案などが求められる。

これまで、当社は三重大学、(株)東芝との共同研究により、1本ノズル型 JP の形状改良による性能向上や性能回復方法を報告してきた[1]~[4]。また、現実的な対処法である洗浄については、スロート (インレットミキサー) 内面を洗浄すれば効率的に性能回復できる可能性が示唆された。しかし、5本ノズル型 JP がクラッド付着によって性能低下した場合の効率的な洗浄方法

については十分に検討していないのが現状である。

本研究では、5本ノズル型 JP におけるクラッド対策について検討したので報告する。

2. 試験と結果

2.1 試験内容の検討

JP のノズル部やスロート部は、再循環系の中で流速が最も速く、クラッドが付着しやすい。また、表面粗さの影響は一般に、配管口径の増大に伴い小さくなるため、クラッド付着の影響は再循環系の中で JP 部が最も大きく受ける。従って、以下に示す通りクラッド付着量の影響把握試験は JP について実施した。

2.2 試験装置

Fig. 1 に示すとおり、実機 JP の 1/5 サイズのモックアップ試験装置を用いた。

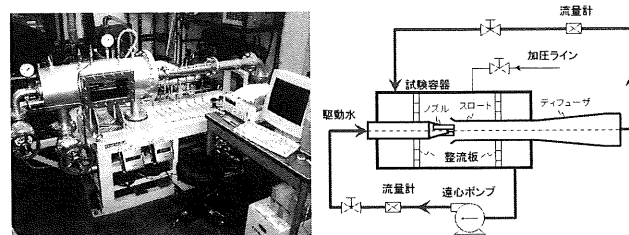


Fig. 1 JP 試験装置外観と系統図

連絡先:熊野秀樹, 〒459-8522 名古屋市緑区大高町
20-1, 中部電力(株)電力技術研究所, 電話: 050-7772-2833,
e-mail: Yuya.Hideki@chuden.co.jp

2.3 クラッド付着模擬試験

クラッド付着量の性能劣化への影響を把握するため、模擬クラッドによる性能低下度を測定した。なお、指標となる JP 性能 (η) は流量比 (M) と圧力比 (N) を用いて(1)式で与えられる。

$$\eta = M \times N \quad (1)$$

(1) ノズル

Fig.2 に示すように出口付近に3種類の粗度のサンドペーパーを張り付け、サンドペーパーを張り付ける前のノズルに対しての性能低下量を実測した。その結果、Fig.2 の右の表に示すように、低下量は最大でも 1.5% 程度であることがわかった。

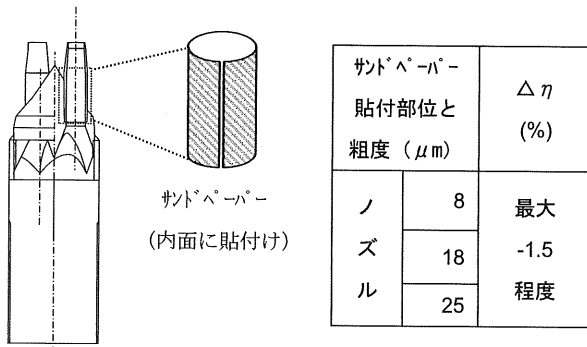


Fig.2 ノズル内面粗さと性能測定結果

(2) スロート、ディフューザ

Fig.3 に示すとおり、模擬クラッドとしてサンドペーパーをスロート3箇所やディフューザ1箇所に順次貼り付けていき、性能の低下度を実測した。

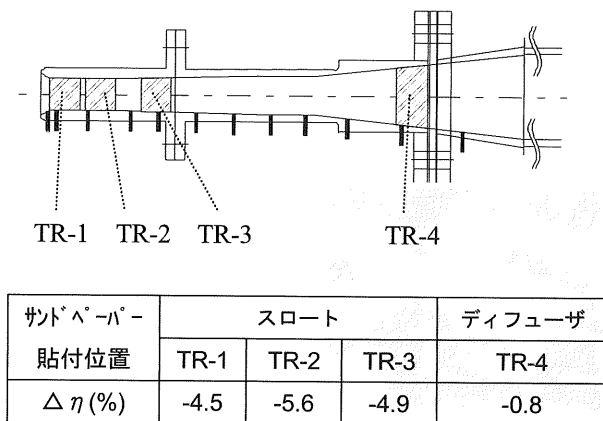


Fig.3 サンドペーパー貼付位置と性能測定結果

測定の結果、Fig.3 下に示す表のように、粗度 $25\mu\text{m}$ のサンドペーパーをスロート入口 (TR-2) に貼り付けた場合に最も大きな性能低下を示した。また、TR-2 に貼り付けるサンドペーパーの粗さを 8, 18, $25\mu\text{m}$ と変えて性能測定を行った結果、粗さの増大と共に性能低下度も大きくなる傾向を示した。

3. 結論

再循環系全体へのクラッド付着に対し、口径や流速の観点から洗浄を検討すべき箇所として JP を選定した。さらに、模擬クラッドを付与した JP モックアップ試験体にて性能測定試験を行い、以下の知見を得た。

- 1) ノズル部にクラッド模擬で $25\mu\text{m}$ の粗面のサンドペーパーを付与しても性能へ及ぼす影響は小さい。
- 2) スロート、ディフューザに $25\mu\text{m}$ の粗面のサンドペーパーを付与した場合、ノズル部より比較的大きな性能低下が見られた。影響の最も大きい粗面位置はスロート入口部近くであり、また、この部位は粗度の影響を受けやすい。

4. まとめ

原子炉再循環系のクラッド付着による性能低下に対しては、JP スロート入口側のクラッド除去が最も効果的であるとの知見を得た。

参考文献

- [1] ジェットポンプの効率的な性能回復に関する研究 保全学会 第4回学術講演会 2007.7.3 (福井大学)
- [2] Y. Yamazaki et al., "Studies on Mixing Process and Performance Improvement of Jet Pump", Trans. of JSME, Series B, Vol. 71, No.701 (2005), pp. 147-153.
- [3] Y. Yamazaki et al., "Effect of Throat Surface Roughness on Jet Pump Performance", Trans. of JSME, Series B, Vol. 72, No.720 (2006), pp.1895-1900.
- [4] H. Yuya et al., "Studies on recovery of BWR jet pump efficiency", 15th International Conference on Nuclear Engineering, (Nagoya, Japan), 2007, ICONE15-10266.