

原子力用クロスフィン熱交換器の開発

Development of Cross Fin Heat Exchanger for Nuclear Power Plant

* 栄 久晴

株式会社 IHI

IHI では、原子力発電設備の非常用冷却装置として空冷式クロスフィン熱交換器(CFE)の開発を行っている。本 CFE は、産業用に開発された高性能の冷却技術を適用し、従来器に比べ小型・軽量化が可能であり、原子力規格に適合する構造を有する。本発表では、CFE 実証機の設計、製作及び性能試験について報告する。

キーワード：クロスフィン熱交換器、空冷式熱交換器、非常用冷却装置、バイメタル伝熱管、ロウ付け

1. 緒言

原子力発電設備では、安全対策として冷却機能多重化を考慮し、海水系熱交換器に代わる空冷式非常用冷却装置(代替 RHR 二次冷却等)の導入が検討されている。ただし要求熱交換量(10 MW 程度)を満たし、現状サイト内に設置するには、極力装置を小型・軽量化することが強く求められている。本状況を鑑み、弊社では産業用に開発された高性能の冷却技術[1]を適用し、かつ原子力規格に適合する CFE の開発を進めている。現在、実証機は製作の最終段階にあり、本年度中に性能試験を実施する予定である。

2. 実証機

本実証機(CFE ユニット)は、図 1 に示すようにプレートフィン方式の伝熱ユニット、ファン及び架構等から構成される。実機では、要求熱交換量に応じて本ユニットを必要台数組合せて構成する。

本機では、フィンの伝熱促進機構及びフィン・伝熱管のロウ付けにより高い冷却性能を実現し、従来型 AFC(ラウンドフィン型)[2]に比べて小型・軽量化が可能である。伝熱管はバイメタル方式とし、内管には、原子力規格適合材料を、外管には伝熱特性及び耐食性(塩害等)に優れた材料を用いる。また、内管と水室は、溶接により気密性を確保している。本構造により本 CFE は、原子力規格の適合構造となっている。また、ファンには軸流ファンを用い、装置の小型化及び冷却風量の増加を計っている。

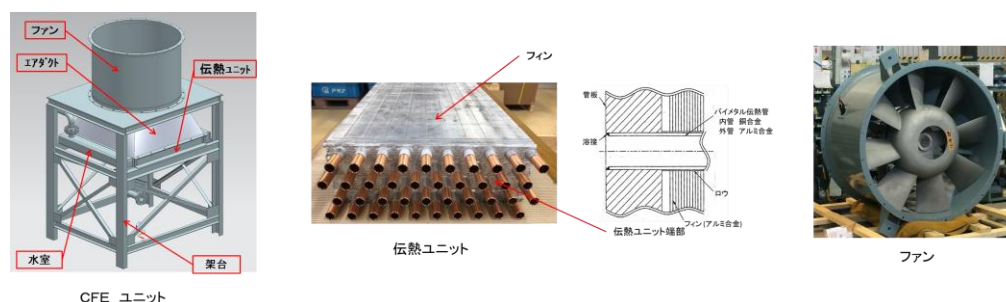


図 1 原子力用クロスフィン熱交換器 (実証機)

3. 性能試験

性能試験では、実機の使用条件に近くなるように海沿いの屋外に実証機を設置する。実証機には、温水を循環供給し、ファンによる温水の空冷を行う。運転時の出入口の流体(温水、空気)の温度、流量を計測し、本データより総括熱伝達係数を求める。これを理論計算や解析コード(HTRI)で求めた値と比較して冷却性能を評価する。実際の気象条件(気温、湿度等)の変化を考慮し、連続運転状態でデータを計測する。また、流体の圧力損失や伝熱ユニット廻りの風量等の基礎特性の確認試験を行う予定である。

4. 纏め

昨年度は小型要素試験体を用いて伝熱ユニットの構造及び製作性を確認したが[3]、本年度は、実証機の製作を行い、実機サイズの製作技術を概ね確立できた。特に重要構成部品である伝熱ユニットは、バイメタル管の形成及びフィン・伝熱管のロウ付技術を確立した。本年度は、性能試験により性能の実証及び基礎特性の確認を行い、次年度は、長期運転の安定性及び耐候性の確認を行う予定である。

参考文献

- [1] 柴田豊, “空調用熱交換器の高性能化における研究課題”, No.07-5 日本機械学会工学コンファレンス 2007 講演論文集, 京都, 11.23-34 (2007)
- [2] 宮本仁志, 花輪純, “再処理プラントにおける空冷式熱交換器の建設”, 火力原子力発電, 49 [12], 1714-1721 (1998).
- [3] 栄久晴, “原子力用クロスフィン熱交換器の開発”, 日本原子力学会 2017 年秋の大会 予稿集, 2B18 (2017)

* Hisaharu Sakae
IHI Corporation.