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。ここでは、本 CFE の概要および開発状況について報告する。

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、事故時の安全対策として冷却機能多重化を実現するために、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)の導入が計画されている。ただし、空冷式は水冷式に比べ冷却性能が劣るため要求熱交換量(10 MW 程度)を満たすには、装置の寸法、重量が大きくなる。従って、現状のサイト内に設置するには、冷却装置を極力小型･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、かつ原子力規格にも適合する CFE の開発を進めている。

2. 装置概要

本 CFE の基本ユニットは、図 1 に示すようにプレートフィン方式の伝熱エレメント、ファン及び架構から構成される。全体装置は、要求熱交換量に応じて必要台数のユニットを組合せて構成する。

本 CFE 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[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、管内管には、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。これにより本 CFE は、原子力規格の適合構造となっている。

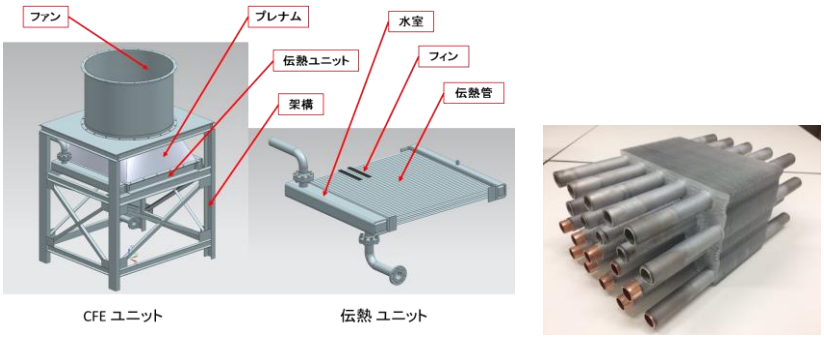

図 1 原子力用クロスフィン熱交換器の基本ユニットと要素試験体

3. 開発状況

基本設計では、小型伝熱エレメントの風洞試験データ及び熱交換器解析コード(HTRI)による解析を基づいて本 CFE の性能及びサイジング評価を行った。また、詳細設計では、製作性、耐食性、冷却性能、耐震性等の要求を考慮し、機器仕様及び詳細構造を検討した。

製作面では、伝熱管とフィンのロウ付けおよびバイメタル管の成形が製作上の重要課題となる。このため、要素試験では、材質、製法を変えた複数の試験体(図 1)を製作し、製作性、接合性、接触性等の特性評価を行うことで製作技術を確立した。

4. 纏め

原子力用 CFE は、高い冷却性能を有し、従来機に比べ小型・軽量化が可能であることを設計により確認した。また、要素試験により主な製作技術を確立できた。現在は、実機スケールのユニット試験機を設計・製作中であり、本年度中に運転・性能試験を実施し、性能実証を行う予定である。

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 日本機械学会光学コンファレンス 2007 講演論文集, 京都, 2007.11.23-34
[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).

*Hisaharu Sakae
IHI Corporation.