

第55回冷凍技士研修会【施設見学会】

プレート式熱交換器の歴史と最新技術

最勝寺 公英 Kimihide SAISHOJI

1. はじめに

今回の冷凍技士研修会は、プレート式熱交換器のトップメーカーとしてグローバルに事業を展開させているアルファ・ラバル㈱のご好意で、2023年6月1日に同社の湘南センター（図1）にて開催させていただいた。当日は同社の林氏、江川氏、山田氏による熱交換器の進化の歴史、最新技術の勉強会（図2）とともに、メンテナンス可能なガasketプレート式熱交換器のアッセンブリ工場を見学させていただいた。

2. 概要

同社は、日本の冷凍業界で仕事を行ってきた筆者にとって、プレート式熱交換器を製造している会社としての印象が強かったが、スウェーデンを本社とし、プレート式熱交換器を扱うエネルギー事業本部、フード&ウォーター事業本部、マリン事業本部の3つの大きな事業形態から構成されているとの説明を受け、興味深いものがあった。フード&ウォーター事業本部では食品加工、水処理分野を手がけ、マリン事業本部では船用製品を100年以上前から生産されてきたとのことで、驚きと興味がさらに深まった。1870年代には世界初の連続式クリーム分離機を開発し、1930年代にはやはり世界初のプレート式熱交換器を世に送り出している。また、現在でも日々研究開発を続け、新しい挑戦を行っており、研究開発のための予算はかなり大きいとのことである。熱交換器の新しい技術を常に世界に発信されていると感じた次第である。

3. 勉強会

勉強会では、プレート式熱交換器の優れている点、また得意ではない点を含めて詳細に説明していただいた。コンパクトで熱交換の効率が高い点がプレート式熱交換器の一番の魅力であるが、一方でプレート式熱交換器は薄い金属プレートを使用することから、一般的に高耐圧性に弱いとされており、昨今は比較的高耐圧仕様のプレート式熱交換器のシリーズ化が進んでいるとのことである。直接問合せをすることで、冷凍設備設計の裾野も



図1 湘南センター正面玄関



図2 勉強会風景

広がるものと感じた。

4. 工場見学

現場でのプレート式熱交換器のメンテナンスに立ち会わない限り見るのが少ない、ガasket形状とプレート内部を見学することができた（図3）。耐圧プレート（固定フレーム）の形状は知っていたが、青字面に輝く銀色の配管接続貫通部の製作方法など初めて知ることも多く、大変勉強になった（図4）。



図3 ガスケット形状とプレート内部



図4 耐圧プレート(固定フレーム)

5. 社内におけるプレート式熱交換器の歴史

前述した製作機器の歴史の概略を以下に記載する。日本では、1991年にCBシリーズのプレート式熱交換器で設計強度確認試験を経て、熱交換器としての型式認定を受領した。

- 1878年 濾過遠心分離器、クリーム分離機の開発
- 1931年 ミルク殺菌器としてプレート式熱交換器を販売、世界初
- 1938年 同上、プレス成型プレート $t=1.0\text{ mm}$
- 1951年 工業用大型プレート式熱交換器の開発
- 1960年 ヘリンボーン(V型波状)プレート式熱交換器の開発
- 1977年 ブレージングプレート式熱交換器の開発
- 1980年 ツインプレート式熱交換器の開発
- 1986年 ダブル・ウォール式熱交換器の開発
- 1987年 グラファイト製プレート式熱交換器の開発
- 1989年 アルファバップ 蒸発用プレート式熱交換器の開発
- 1994年 全溶接型プレート式熱交換器の開発
- 2000年 Tシリーズ 蒸気用プレート式熱交換機の開発
- 2001年 シェル&プレート式熱交換機の開発
- 2003年 アルファノバ ステンレスプレート式熱交換器の開発
- 2005年 TLシリーズ 空調用温度差接近型のプレート式熱交換器の開発
- 2013年 カーブフローの導入(低流量でも安定した媒体の分配が可能になった)
- 2018年 フレックスフローの導入(A流体とB流体の流量が大きく異なる場合でも、それぞれの流路設計により圧損と性能の問題点をクリアした)

6. 主要な製品形態と冷媒対応

直接、冷媒でブラインなどを冷却する蒸発器として使用する場合や、冷却水によって凝縮などを行う水冷凝縮器として使用する場合、主に下記の(a)~(c)のプレート式熱交換器が主流となっている。プレート式熱交換器は熱の伝達効率が大きいので、シェル&チューブ型の熱交換器と比べて小型、軽量、安価である。また、(d)のような廃熱回収などを目的とした高温ガスと液体の熱交換器も存在する

(a) ブレージングプレート式熱交換器

小型・軽量でCO₂冷媒、アンモニア冷媒、フルオロカーボン冷媒などで蒸発器、凝縮器などに利用されている。耐圧フレームを持つガスケットプレート式熱交換器と比較すると、小型で比較的安価である。ブレージング材料は、冷媒の特質によって、銅・SUSの選択が可能。

(b) ツインプレート式熱交換器

比較的大型のアンモニア冷媒用の熱交換器として使用されるケースが多い。冷媒側は溶接構造となっていて冷媒漏洩に強く、ブライン冷却の場合のブライン側はガスケット構造のため、分解が可能で凍結膨張に強い。また、SUS、チタンなどのプレート選択が可能である。

(c) シェル&プレート式熱交換器

このタイプは、上記のプレート式熱交換器よりも耐圧強度が高く、両側冷媒に対応できるため、主にアンモニア/CO₂システムのカスケードコンデンサーに利用されている。

(d) 高温ガス対応 GTL シリーズ (新製品)

GTLシリーズは高温ガス(750℃以上にも対応可)の冷却用として開発された熱交換器で、廃熱回収や燃料電池・水電解装置などの高温ガスが絡む幅広い分野のアプリケーションで使われている。求められる交換熱量などの能力に応じて5種類のラインナップがある。

7. おわりに

勉強会や工場見学を通して、基本的なことから最新のことまで長時間にわたって詳細に技術紹介をしていただき、とても興味深い研修会となりました。また、最寄りの寒川駅から参加者全員の送迎を手配いただくなど、ご担当いただいた方々には大変親切にいただきました。簡単ではありますが、この場を借りて感謝の意をお伝えしたいと思います。

最勝寺 公英 Kimihide SAISHOJI

最勝寺 PEG 技術士事務所
Saishoji PEG PE. Office
所長

原稿受理 2023年8月10日