

## 先進の熱交換器で社会に貢献

住友精密工業株式会社  
支配人(熱交換器部門)

安 孫 子 哲 男

### 1. はじめに

住友精密工業株式会社は、第二次大戦前の航空機プロペラ製造事業を出発点とした会社で、熱交換器事業も戦後の航空エンジン用熱交換器製造にその端を発している。

この時の小型・軽量で高性能な熱交換器設計製造技術を核に、新幹線等の鉄道車両用や深冷分離技術による空気分離、石油化学工業などのプラント用に発展させて現在に至っている。

最近ではエネルギーの有効利用やCO<sub>2</sub>削減につながる新しい分野で、耐熱合金を用いた高温プロセス用途のコンパクト熱交換器や触媒反応器の実用化に取り組んでいる。

### 2. コンパクト熱交換器の代表「プレートフィン型」

プレートフィン型とは、プレートとコルゲートフィンを交互に積み重ねたもので、ろう付技術により一体化されて熱交換器のコア部を形成する。プレートはチューブプレートともいい、各通路間の仕切りであり一次伝熱面となる。またコルゲートフィンとは二次伝熱面(拡大伝熱面)であり、通路の流体の圧力に対する強度部材の働きもすると共に様々な形状を持たせることにより流体を乱流化し、熱伝達を促進する。

本熱交換器の基本構造を図1に、またコルゲートフィンの種類を図2に示す。本熱交換器の最大の特徴は、そのコンパクト性にあり、単位容積当たりの伝熱面積は700～7,000 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>にも達する。さらに多流体同時熱交換ができることも大きな特徴であり他の方式より優れる点である。

コルゲートフィンの形状には主として次の4種類がある。

#### ①プレーンフィン

最も単純な形状で性能的には細い円管に類似。相変化を伴う流体や液体、許容圧力損失の小さい通路に用いる。

#### ②パーフォレートフィン

ある面積率で規則的な円孔を持つ。熱伝達性能はプレーン型よりも優れる。流体の出入り口や分配部にも用いられる。

#### ③セレートフィン(オフセットフィン)

コルゲートの位相が流れ方向に対して半ピッチ程度ずれた切り欠きがある。これが温度境界層を寸断するため、熱伝達性能が高く4種では最も優れているが圧力損失も高い。

#### ④ヘリンボーンフィン(ウェイビーフィン)

コルゲートの位相が流れ方向に対して波状に変化している。熱伝達性能はセレートフィンに次いで高い。

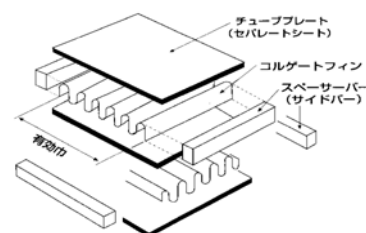


図1 基本構造

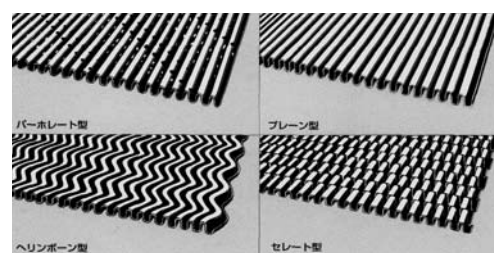


図2 コルゲートフィンの種類

プレートフィン型熱交換器は緻密なコルゲートフィンにより他に比べて高い伝熱面密度を得るだけではなく、高温側と低温側の伝熱面積、伝熱面(フィン)の種類を目的に応じて自由に選択できるので、流体の多様な組み合わせが可能となる。

一方、構造は複雑で数多くの部品を一体化接合して漏洩のない圧力容器とすることが求められる。これには高精度な部品加工と高度なろう付技術や溶接技術が必要とする。

### 3. 航空機・鉄道車両分野

本事業のルーツである航空分野ではジェットエンジンの軸受潤滑油の冷却や機内空調システム用など様々な箇所に、主にアルミニウム製が使用されている。小型・軽量が最も求められる分野である。また新幹線車両のモーター制御に使用されるパワーエレクトロニクス素子の冷却には冷媒沸騰式などの高容量放熱器が不可欠である。代表例を図3、図4に示す。



図3 旅客機用客室空調装置（エアサイクル空調システム）

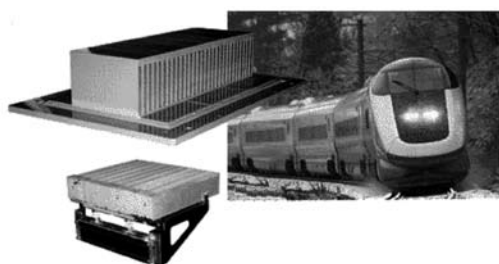


図4 新幹線車両用 冷媒沸騰式素子冷却器

### 4. プラント・エネルギー分野

空気分離装置やエチレンプラント等の深冷分離プラントではこのアルミニウム製プレートフィン型がなければ成り立たないまでに標準的に採用されている。空気分離とは、空気を冷却液化し沸点差を使用して酸素・窒素・アルゴンなどに分ける極低温の技術であるが、流体の種類が多く、その冷熱を徹底して利用する合理的なシステムとなっており、温度効率の高いこの熱交換器が原料空気の冷却や窒素の凝縮、酸素の気化など



図5 空気分離装置用主熱交換器

様々なところに用いられる。図5は代表的な主熱交換器を示す。

エネルギー分野には極低温のまま輸入されたLNGを、流下する海水を熱源として気化させるチューブ式のアルミニウム製気化装置もあり、高い世界シェアを有する。



図6 オープンラック型 LNG 気化装置

### 5. 温暖化防止に向けた新分野

プレートフィン型の使用圧力域、温度域については、素材・部品・強度設計及び接合技術（ろう付、溶接）に依存しており関連項目は多岐に亘る。最高設計圧力は概ね10MPa程度であり、高温になれば材料強度の温度依存性に従い低下する。

最も多く用いられるアルミニウムでは設計温度は200℃まで、ステンレス鋼は700℃レベルまで適用される。さらに高ニッケル銅やニッケル系耐熱合金を用いれば800～1,000℃付近までその範囲を拡げることができる。

最近、発電用ガスタービンや固体酸化物型燃料電池、さらに小型のGas to Liquid (GTL) などの新しい高温プロセス分野における熱交換器の需要が増大してきた。

図7は、タービン排ガスの熱エネルギーを回収して発電効率を高める再生式ガスタービンシステムの事例で、シンプルな構成ながらコンバインドサイクルにも匹敵する効率が得られる。再生熱交換器の技術が効率向上のキーになっている。

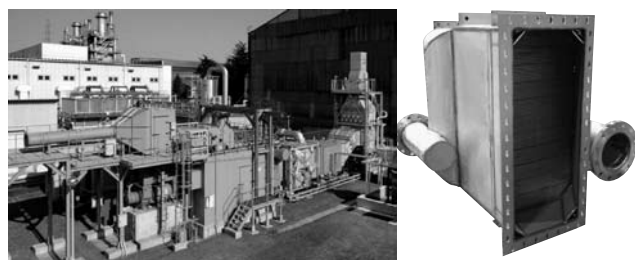


図7 発電用再生式ガスタービンシステムと再生熱交換器

一方、小型 GTL は油田随伴ガスのフレア(燃焼処理)をなくし有効利用するといった、CO<sub>2</sub> 削減対策に直結するところで活用されようとしている新技術である。GTL プロセスとは、メタン主成分の随伴ガスから触媒反応で主成分が H<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> の合成ガスを導き、さらに触媒反応で合成粗油を作り出す技術である。ここではプレートフィン型熱交換器の通路内に触媒を充填して反応器として機能させているが、コンパクトで且つすばやい反応を実現するものである。図 8 にその模式図を示す。

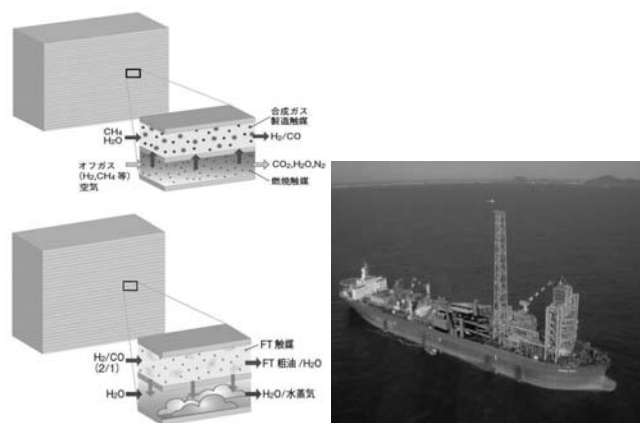


図 8 SMR 反応器 (上)、FT 反応器と GTL プラント (イメージ)

再生可能エネルギーの利活用を進めながら、化石燃料、中でも、ピークオイルは既に過ぎたのではないかとともいわれる石油を大切に且つ地球環境を悪化させない様々な方法で活用せねばならない時代が当面続くと見られる。この技術は油田フレア問題の現実的で有力なソリューションと期待されている。

## 6. おわりに

大震災と原発事故を体験した我が国は、経済性と地球温暖化防止という大きな命題の中で持続可能なエネルギーと電力の供給の方向性を定め、政策を打ち出す必要に迫られている。エネルギー需給の多様化を図り、保有する CO<sub>2</sub> 削減技術の最大限の活用、特に海外展開が重要である。

熱エネルギーを大切に取り扱う住友精密の技術は、分散発電システムの高効率化のみならず、バイオマス・太陽熱・風力・地熱などの再生可能エネルギー利用発電の分野でも生かせるものであり、それらの開発と実用化に一層の貢献をしたいと考えている。

(冶金 昭和 48 年卒)