

氏 名	大 島 敏 男
	おお しま とし お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 560 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	フィン付管型冷却凝縮器および蒸発冷却器の研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 水 科 篤 郎 教 授 佐 藤 俊 教 授 桐 栄 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はフィン付管で構成されている冷却凝縮器および蒸発冷却器の設計方法を確立するために行った理論的並びに実験的研究をまとめたもので5章よりなっている。

第1章では既往の研究と本研究の目的について述べている。冷却凝縮器および蒸発冷却器の両者においてはフィンの表面と空気流の間に熱と物質の同時移動が起るため、いわゆるフィン効率 η は複雑なものとなるにもかかわらず、従来の研究はこの点を充分明らかにしてないことを指摘し、本研究はこれを考慮した設計法の確立を目的とすることを述べている。

第2章ではまず熱と物質の同時移動を伴う場合のフィン効率 η を2つの近似法により理論的に求めている。その1は、1断面においてフィンの根本から先端までの温度範囲では蒸気圧は温度の直線的関数として表わされるものとして、見かけの熱伝達係数を求め、それからフィン効率 η を求める最も簡略化した方法であり、その2は、蒸気圧と温度の関係を厳密に満足するとした場合のより精密な方法であるが、これら2方法をいずれも電子計算機を用いて解いている。

つぎに上記の計算結果を実験的に確かめるために管軸に平行なごく短い2枚のフィンをもった管よりなる冷却凝縮器を作り、空気-水蒸気混合ガスを用いて冷却凝縮の実験を行い、フィン部の温度分布および全伝熱量を実測し、これらの実測値を上述の2つの計算法による結果と比較している。その結果2つの計算法はほとんど差異はなく、実測値ともよく一致している所から、装置設計を目的とする工学的計算の場合には、より厳密ではあるが、計算時間の長くなる第2の方法よりも、近似的ではあるがより簡単な第1の方法で充分であると結論している。

第3章は実際のフィン付管冷却凝縮器の設計法につき記述している。実際の冷却凝縮器においては、ガスの流れる方向に温度および蒸気濃度が変化してゆく。従って見かけの熱伝達係数が変化し、フィン効率も変化してゆく。著者はこの点を考慮し、第2章で述べた2つの方法をガス流のある断面に適用しつつガス流の状態変化に従って逐次に計算してゆく、第1、第2の方法と第2章の第1の簡略法をガス流の入口、

出口および中間点の3断面に適用し、伝熱面積をいわゆる三点簡略計算法から求める最も簡単な第3の方法とを提案し、これらの計算をいずれも電子計算機によって行った。

その結果第1の方法はガスの流れ方向のフィン効率の分布に関しては、より厳密な第2の計算法と異なる結果を示すが、ガスの温度分布に関しては第2の計算法と全く一致することを確認した。

次にこれらの計算結果を実験的に確かめるために、まず管軸に平行な4枚のフィンをつけた内管と外管の間の2重管環状部に空気-水蒸気、空気-メタノール、空気-トルエン系のガス混合物を流して、冷却凝縮の実験を行った。ついで管軸に直角なフィンをつけた管群にガス流が直交する直交流型冷却凝縮器により空気-水蒸気系ガス混合物を流して実験を行った。

その結果伝熱面積の算出のためには第1および第3の方法といえども工学的目的では充分使用できる精度をもつことを示している。また冷却凝縮器内の冷却水の温度分布（すなわち局所伝熱量の分布）の実測値は第1の計算法の結果とよく一致することを示している。

したがって、伝熱面積の算出には最も簡略化した第3の方法で充分であり、装置内部のガスおよび冷却水の温度分布を予測するためには次に簡単な第1の方法で充分であると結論している。

ついで上述と同様の考え方による設計法を拡張して管軸に平行なフィン、直角なフィン以外の各種形状のフィン付管の冷却凝縮器についても適用する方法につき述べている。

第4章はフィン付管型蒸発冷却器、すなわち噴霧水蒸発型空冷フィン付管熱交換器に関する研究結果につき述べている。

この場合は冷却凝縮器の場合と熱および物質の移動方向が逆ではあるが、フィン効率は前者の場合と同様に考えられるとして、このフィン効率を用い、3点簡略計算法により伝熱面積を計算し、実験装置の実際の面積と比較することにより噴霧の最適方法を見出した。この条件により実験を進めた結果、次の事を明かにした。

- (1) 空気中への噴霧水の蒸発により、空冷単独の場合より、はるかに大きい伝熱量がえられる。
 - (2) 適当な噴霧状態を得るためには、最小限界噴霧水量が存在し、本実験では 0.03 kg/kg —乾き空気—であった。
 - (3) 噴霧後の空気温度は、空気が水蒸気で飽和されると考えて推算した値を用いて計算を進めてよい。
- これらの検討を行うのに、すべて3点計算法を用いたが、計算値と実測値との関係を理論的考察通りに説明できることから、逆に噴霧水蒸発型空冷熱交換器を設計するためには、フィン効率を考慮して3点簡略計算法を用いればよいと結論している。

第5章は結論で、本論文の概要を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文はフィン付管で構成されている、冷却凝縮器および蒸発冷却器の設計方法を確立するために行った理論的並びに実験的研究をまとめたものであり、研究成果は次のごとくである。

1. 冷却凝縮器および蒸発冷却器の両者においては、フィンの表面と空気流の間に熱と物質の同時移動が起るため、フィン効率は顕熱のみを伝熱するときにくらべ複雑になるが、著者はこのフィン効率を求め

る2つの近似法を提案している。その1は、1断面においてフィンの根本から先端までの温度範囲では蒸気圧は温度の直線的関数として表わされるものとして、見かけの熱伝達係数を求め、それからフィン効率を求める最も簡略化した方法であり、その2は蒸気圧と温度の関係を厳密に満足とした場合のより精密な方法である。

2. 上記の計算結果を実験的に確かめるために、管軸に平行なごく短い2枚のフィンをもった管よりなる冷却凝縮器により、フィン部の温度分布および全伝熱量を実測し、これらの実測値と上述の2方法による計算結果を比較して、2つの計算法の妥当性を確かめている。

3. 実際の冷却凝縮器においては、ガスの流れる方向に温度および蒸気濃度が変化してゆく。このためフィン効率も変化するが、著者はこの点を考慮し、上述の2計算方法をガス流のある断面に適用しつつ、ガス流の状態変化に従って逐次に計算してゆく、第1、第2の設計計算法と上述のその1の簡略法をガス流の入口、出口および中間点の3断面に適用し、伝熱面積をいわゆる三点簡略計算法から求める最も簡単な第3の方法を提案した。

4. 上述の設計計算の結果を実験的に確かめるために、管軸に平行な4枚のフィンをつけた内管と外管よりなる2重管冷却凝縮器と、管軸に直角なフィンをつけた管群にガス流が直交する直交流型冷却凝縮器により実験を行った。その結果伝熱面積の算出のためには最も簡単な第3の方法で充分であると結論している。

5. 上述と同様の考え方を拡張して、各種形状のフィンにも適用する計算法を提案している。

6. 噴霧水蒸発型空冷フィン付管冷却器のフィン効率は冷却凝縮器の場合と同様に考えられるものとして、このフィン効率を用い3点簡略計算法により伝熱面積を計算する方法を提案した。

7. 噴霧水蒸発型空冷フィン付管冷却器の実験装置を製作し、噴霧の最適な場合の実験結果と上述の設計計算結果とが一致することを示した。

以上要するに本論文は、フィン付管で構成される冷却凝縮器および蒸発冷却器について、初めて統一的研究を行ない、これらの機器の設計法を確立したものといえよう。したがって学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。