

氏 名	勝 田 勝 太 郎
	かつ だ かつ た ろう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 747 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 1 月 23 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	滴状凝縮に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 佐 藤 俊 教授 水 科 篤 郎 教授 岐 美 格

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は滴状凝縮の機構とそれによる伝熱過程の解明を目的として行われた、組織的な実験的並びに解析的研究の結果をまとめたもので2編8章からなっている。

第1編は滴状凝縮に関する基本的事項、特に初期凝縮滴生成の機構と凝縮滴のあり方に影響する基礎的要素との関係を明らかにしたものであって、第1章は序論として、従来のこの方面の研究成果を整理・検討し、凝縮液滴の核の生成や滴の成長過程についての従来の種々の考え方をまとめ、系統的な研究が極めて少なく、且つ各種の考え方にも問題点の多いことを指摘し、本研究が行われた背景、意義を明確にしている。

第2章では、まず滴状凝縮に及ぼす凝縮表面状況の影響を予備的に検討し、滴形成や限界付着直径に及ぼす、促進剤の種類、面の姿勢・粗さなどの影響を調べると共に、実験条件の設定に指針を与え、ついで初期凝縮機構を解明するための詳細な実験を行い、その結果について検討を加えている。凝縮の初期が薄い膜形成から始まるか、微小滴の集合から成り立つのかの解明は、滴状凝縮伝熱における大半の熱量が、この初期凝縮の際に伝えられることから重要である。著者はこの初期凝縮機構を顕微干涉計を用いて写真観察して詳細に凝縮過程の進展を追求した結果、最初不安定な凝縮核の発生が見られ、これが密度を増して不安定な薄膜状の拡がりとなり、ついで安定な最小滴が出現するという過程を刻明に把えている。さらに滴の成長過程についても時間的経過に対する詳細な観測結果をまとめ、平均滴径と特定滴径の関係や、付着面積比の変化の検討を行う一方、凝縮核発生から最小滴出現までの過程の理論的考察を加え、実験結果の裏付けと定量的比較を行い、観察結果の妥当性を明らかにしている。

第2編は滴状凝縮熱伝達に関する各種の巨視的支配因子の影響を系統的に明らかにするために行われた実験的な研究結果をまとめたものであって、第1章の序論では、従来のこの分野に対する諸家の結果を検討し、滴状凝縮伝熱を支配する複雑な多くの要因を基本的問題および実際装置における問題に整理し、本研究の如き系統的な実験研究の必要性を強調している。

第2章では最も基本的姿勢である垂直平面壁表面における滴状凝縮熱伝達に対して、影響因子として飽和蒸気圧力、冷却水量、冷却材温度および冷却壁材質をとり、それらの相互関係を考慮に入れつつ総合的傾向を実験的に確かめている。すなわち、冷却壁として、熱伝導率の良好な銅、その低いステンレスおよび炭素板を、また後者は水に濡れない面としての特徴も考えて使用し、この3種の伝熱面について、上記の諸条件を種々変化させて、これらが熱負荷、熱伝達並びに蒸気と表面との温度差の伝熱現象の主体をなす3要素に対し、どのような影響を及ぼすかを組織的に調査・整理して検討を加えている。

第3章では、滴状凝縮伝熱には落下滴の掃除作用の効果が大きいことを考慮して、凝縮面の傾きがどのような影響を示すかを調べている。面の傾きを水平面に対し 0° から 180° の間を 15° おきに变化せしめて、傾斜角と付着滴の成長・分布、付着面積との関係を明らかにし、同時に第2章と同様の実験を各傾斜角に対して実施した結果をまとめている。

第4章では実用装置において最も普通に採用される姿勢の基本として、水平円管外面での滴状凝縮について研究している。実験では管の局所的な位置での凝縮伝熱量を測定しうよう工夫された測定装置により、管周囲に沿っての熱負荷および熱伝達率の分布を明らかにし、さらに管径の影響や、単管のみならず鉛直方向に3列の管配列状態における各管の伝熱様式の変化のあり方などを検討し、管群など実用装置に対して有用な資料を提供している。

第5章では以上各章で個々に検討された結果を相互に比較検討し、総合的考察を加えることにより、統一的立場から滴状凝縮伝熱を把えて、より普遍性のある整理を行うべき指針を与え、また沸騰伝熱との関連性を明らかにせんとしたものであって、冷却方法を合理的に評価するには如何なる因子を選ぶべきか、熱貫流に占める各部の熱抵抗の割合は面の姿勢などの巨視的条件によって如何なる相互関係にあるか、沸騰特性曲線に相当して、同様の整理が可能か、また核沸騰におけると同様に最大熱負荷状態が見出しうるか、さらにはそれは如何なる条件の下に可能かなどを検討し、膜状凝縮における整理方法の、この場合への適用性についても論じており、この方面の研究に有用な指針を与えている。

第6章は上述の結果をまとめて結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

凝縮伝熱は膜状凝縮と滴状凝縮に区別され、熱伝達が良好である点からは後者が優れ、機器設計上も滴状凝縮を利用する要求が強いが、前者に比し現象が複雑であるために、研究上も実際上も未解決の問題が多く、未だ充分に利用されるに至っていない。

本論文は凝縮滴形成に至る初期凝縮過程など滴状凝縮の機構を明らかにすると共に、現象の複雑さを出来るだけ整理してその特徴を明確にし、さらに実用上の適用を容易ならしめる資料を与えるために、支配基礎因子の個別的影響並びに相互関連のあり方を組織的に検討した研究をまとめたもので、その成果はつぎのように要約される。

1. 初期凝縮機構を詳細に追究し、最初不安定な凝縮核が発生し、これが密度を増して、不安定な膜状の拡がりを見せて後、安定な最小滴が出現することを見出し、また安定最小滴の大きさについても貴重な資料を得、且つ凝縮核発生から最小滴出現までの過程を理論的に考察して、観測結果の妥当なことを確か

めた。

2. 滴の成長，合体，落下に対する時間的変化を調査し，滴付着面積，平均付着滴径や落下滴限界径に及ぼす促進剤，凝縮面姿勢，面の粗さなどの影響，並びにそれらの変化と滴状凝縮伝熱との関連を明らかにした。

3. 垂直平面壁について，滴状凝縮伝熱に及ぼす蒸気圧力，流速，冷却壁材料，冷却水の流量と温度等の巨視的支配因子の影響を組織的に検討し，付着滴のために壁内部の熱流に縮流を生ずるなど，実際装置における凝縮伝熱が単に表面現象として把握し得ないで，熱貫流として把える必要のあることを明らかにし，実用的には冷却水レイノルズ数と蒸気圧力を主因子として整理式が得られることを示した。

4. 伝熱面姿勢の影響を明らかにするため，各種傾斜角度の傾斜平面，水平円管および管列群について，局所的な変化並びに曲率の影響をも含めて，伝熱特性の詳細な資料を提供した。

5. 個別的成果の綜括的考察並びに沸騰伝熱特性との対比により，滴状凝縮伝熱のより普遍的な把え方に対する有用な指針を与え，また最大熱負荷状態を見出す条件を明らかにした。

以上要するに本研究は，滴状凝縮伝熱の機構とその特徴を明確にすると共に，これを実際的に利用する上に多くの有用な資料を提供したものであって，学術上並びに工業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。