



気液二相流タービンに関する研究

高木, 茂男

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

1985-03-31

(Date of Publication)

2015-04-20

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲0528

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1000528>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍) ^{たか}高 ^き木 ^{しげ}茂 ^お男 (山口県)
 学位の種類 工学博士
 学位記番号 工博い第5号
 学位授与の要件 学位規則第5条第1項該当
 学位授与の日付 昭和60年3月31日
 学位論文題目 気液二相流タービンに関する研究

審査委員 主査教授 赤川浩爾
 教授 松本隆一 教授 木村雄吉
 教授 岩田一明

論文内容の要旨

1973年秋の石油ショック以来、新エネルギーの開発・省エネルギーが重要な課題となっており、その一環として地熱発電プラントや排熱回収プラントの開発が行なわれている。このようなプラントでは乾き度の低い蒸気、あるいは飽和水から効率よく仕事を取り出す事が重要とされ、この目的に適する動力発生システムの開発に関する研究が近年盛んに行なわれている。このような動力発生システムのうち、蒸気と水を分離する事なく二相流の状態のまま膨張させて動力を取り出す二相膨張機を含むシステムはトータルフローシステムと呼ばれ、高いエネルギー変換効率を実現する可能性を持つシステムとして、あるいは経済的に有利となり得るシステムとして一部で注目されている。このトータルフローシステムに対する研究は次の二種の観点より行なわれている。すなわち、システム構成の最適化を目的としてシステム全体の性能特性を解明する研究、およびシステムの中核となる二相膨張機の高性能化を目的として膨張機の考案あるいはその性能特性の解明を意図する研究がある。本論文ではこれら二つの観点に関連する問題を取扱った。すなわち、第I編はトータルフローシステムに関する熱力学的考案であり、第II編は二相膨張機として有用と考えられるヘロー型タービンに関する実験的、理論的研究である。

まず、第I編についてその内容の要旨を章ごとに順を追って記す。第1章では地熱・排熱利用を目的とするシステムに関する主にサイクル論的な従来の研究を紹介すると共に第I編の概要を示した。第2章ではトータルフローシステムの主な使用対象である地熱資源について概説した後、その条件に応じて従来より考案されている種々のシステムをトータルフローシステム以外のものも含めて紹介し

た。第3章では、トータルフローシステムの特性を解明するために必要な熱力学的関係式を示し、これらを基礎として一段トータルフローシステム、および二段トータルフローシステムの諸特性を示す式を明らかにした。第4章では、蒸気および水の物性値を直接用いて第3章に示した式による数値計算による解析を行なった。まず、飽和水、あるいは低乾き度湿り蒸気に対してその保有エネルギーが理想的に仕事に変換された場合の断熱熱落差を評価して、その値が動力用としてもかなり大きい事を明らかにした。次に一段トータルフローシステムについて、主として一段フラッシュシステムとの比較という面からその特性を明らかにし、ここに用いられる二相膨張機に要求される効率を明らかにした。さらに、二段トータルフローシステムについて、これを構成する各膨張機の出力比などの諸特性、および一段フラッシュタービンシステムに対するシステム効率の増分に対する入口条件および出口条件の影響を明らかにしてシステムを構成する際の基礎的資料を得た。なお、ここでは飽和水を利用する場合について述べた。第5章では、入口条件が湿り蒸気の場合の二段トータルフローシステムの特性を数値計算により解析し、乾き度を含む入口条件のシステム効率に対する影響を明らかにした。特に入口乾き度のシステム効率に対する影響が明示された事によって、本システムの有利な入口乾き度の範囲を評価する事ができた。最後に第6章において、第5章までの各章で得られた結論をまとめて記した。

次に、第II編についてその内容の要旨を章ごとに順を追って記す。第1章では各種二相膨張機に関する従来の研究を紹介し、本研究の概要を説明した。第2章では本研究で扱ったターボ型に属する純反動型タービンであるヘロー型タービンの原理を述べ、二相膨張機としての適性について説明した。また、基礎的特性として単相流で作動する場合の理論出力、および効率の定義について述べた。第3章では二相流により作動する場合の効率特性を理解する際の基礎式であると共に、実験データの解析を行なう際の基礎式でもある二速度モデルによる二相流のエネルギー式を、静止座標系、および回転座標系の各々に対して明らかにした。また、これらのエネルギー式に基づく解析モデルにより、タービン内流路の損失特性、およびノズル出口部でのスリップ比のヘロー型タービンの効率特性に対する影響を明らかにした。第4章では空気-水二相流によるヘロー型タービンの試験結果を示した。実験装置の構成を示した後、供試タービンの寸法形状について説明した。本研究では出力100W前後、ノズル回転半径86~224mmのヘロー型タービンを用いた。実験方法について述べた後、第3章のエネルギー式に基づいてタービン効率、ノズル出口部のスリップ比、各種損失などの算出式を明らかにした。次に実験結果を示し、出力特性、効率特性、タービンにおける各種損失について述べた。水流量一定のもとで空気流量を増大すると出力は増大するが効率は低下し、この効率は乾き度のみにより定まる事、二相流の場合には単相流の場合に比べてタービン内流路損失の流入エネルギーに対する比が非常に大きい事などを明らかにした。続く第5章においても第4章と同様、空気-水二相流によるヘロー型タービンの試験結果を示したが、ここではタービンの形状寸法の影響を扱った。ヘロー型タービンは最適回転数を任意の値に選んで設計できる可能性がある事などが示された。また、透明アクリル樹脂製タービンによるタービン内流路における流動状況についても述べた。タービン内では水と空気分離と再混合が生じており、これが二相流に対する流路内損失が大きい一因である事が明らかになった。また、

このような分離はタービン内流路形状を改良する事によって緩和させる事ができる事が示された。第6章の結論では、以上の各章で得た結論をまとめて示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は地熱発電、排熱回収プラントなどにおいて、熱水を作動媒体とする動力発生装置に関する研究結果を述べたものである。

これらのプラントでは乾き度の低い蒸気、あるいは飽和水から効率よく仕事を取り出すことが重要であって、近年の燃料資源問題に対する省エネルギー対策の一つとして研究されるべき問題である。

この問題に関しては研究は次の二種の観点から行う必要がある。すなわち第一はシステムの構成の最適化を目的として、システム全体の性能特性を解明すること、第二はシステムの中核となる二相膨張機の高性能化のための研究である。

本論文はこの観点から2編から構成されている。すなわち第1編は「トータルフローシステムに関する熱力学的考察」であり、第2編は「ヘロー型タービンに関する基本的特性」である。その内容は次の通りである。第1編の第1章ではこの研究の目的と従来の研究の概要、第2章は地熱利用システムの各種構成法が示されている。第3章ではトータルフロータービンシステムの特性を解明するための熱力学的研究であって、一段トータルフローシステムおよび二段トータルフローシステムの諸特性の理論式が導びかれている。それにより最適中間温度の解析がなされている。第4章では第3章の式にもとづいて、入口が飽和水の場合の数値計算結果により、関係因子の影響が調べられている。第5章では入口が湿り蒸気の場合について論じられている。これらによってトータルフロータービンシステムの計画指針が明らかにされていて、有用な資料となっている。

第2編の構成は次のようである。第1章は本研究の目的と従来の研究が述べられている。第2章では純反動型タービンとしてのヘロー型タービンの基本特性、第3章では気液二相ヘロー型タービンに関する理論解析がなされ、各因子の性能に及ぼす影響が明らかにされている。第4章、第5章では各種構造のタービンに対する実験により効率特性および各種損失の分析がなされている。これによって気液二相流タービンを設計する際の基本概念が明らかにされていて、有用な資料を提供している。

以上のように、本研究はトータルフロータービンシステムの熱力学的解析により最適計画を示すとともに、気液二相流ヘロー型タービンを実験的、理論的に研究して、熱工学および動力工学、技術の分野において重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。

よって、論文提出者高木茂男は、工学博士の学位を得る資格があると認める。