

審査の結果の要旨

氏名 水野 寛之

世界では水不足が深刻な問題となっており、海水淡水化が大きな注目を集めている。本論文は、省エネルギーでかつ周辺海域への環境影響が小さい革新的な海水淡水化プロセスの開発を目指し、海水淡水化プロセスをスケールの析出が生じない領域まで海水を蒸発させる濃縮プロセスと、海水を塩と淡水に分ける蒸発・乾固プロセスに分割し、それぞれについて自己熱再生技術を適用することで大幅な省エネルギー化を図る基礎的な研究を行ったものであり、7章より構成されている。

第1章は、本論文の緒論であり、研究の背景として現在の海水淡水化プロセスと製塩プロセスの概要とその課題がまとめられ、研究目的が述べられている。

第2章では、自己熱再生技術を用いた蒸発法海水濃縮淡水化プロセスを提案し、従来の多段フラッシュ法と比べてエネルギー消費を4分の1以下にできることを明らかにしている。さらに、自己熱再生蒸発法では、回収率が大きくなるにつれエネルギー原単位が小さくなり、ほぼ逆浸透膜法のそれと同程度となることを見出している。

第3章では、海水淡水化で排出する濃縮海水の水分を蒸発させ製塩することで濃縮海水を排出させないプロセスとして、塩粒子を流動化させた中に濃縮海水を滴下させ水分を蒸発させ塩分を塩粒子表面に析出させ造粒させる流動層蒸発プロセスを提案している。さらに、蒸発器に流動層を利用することで伝熱面へのスケール析出を抑制できることを実験的に確認している。

第4章では、流動層蒸発器を利用した乾燥プロセスを安定的に運転することが可能な条件の明確化を行うために、流動層内に海水を供給した際の層内の流動挙動について実験的に検討を行うとともに、流動層内で凝集体が成長・堆積する現象を説明する物理モデルを構築し、実験による検証を行っている。

第5章では、第3章で提案された自己熱再生に基づく流動層蒸発プロセスに関して、プロセスシミュレーターを用いてエネルギー消費量を試算し、既存の多重効用蒸発プロセスと比較して、約70%近くエネルギー消費量を削減できることを明らかにしている。

第6章では、提案した自己熱再生に基づく蒸発法海水濃縮プロセスと、その濃縮海水を蒸発・乾固させる自己熱再生に基づく流動層蒸発器を用いた乾燥プロセスを組み合わせ、濃縮海水が発生しない海水淡水化プロセスを考え、その省エネルギー性を評価している。その結果、従来の逆浸透膜濃縮プロセスと多重効用蒸発プロセスを組み合わせたプロセスに対して、エネルギー消費量を70～80%程度削減できることを明らかにしている。

第7章は、本論文の結論であり、提案した海水淡水化プロセスが、従来技術と比較して大幅な省エネルギー化が図れ、かつ周辺海域への環境影響が小さいプロセスであると総括している。

以上要するに、本論文は、自己熱再生技術を、蒸発法海水濃縮プロセスと流動層濃縮海水蒸発・乾固プロセスに適用することで、大幅な省エネルギー化が可能でかつ周辺海域への環境影響が小さい革新的海水淡水化プロセスを開発したものであり、機械工学およびエネルギー工学に大きな貢献をするものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。