

氏 名 大 森 隆 夫  
おお もり たか お  
 学位の種類 工 学 博 士  
 学位記番号 工 博 第 874 号  
 学位授与の日付 昭 和 59 年 11 月 24 日  
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当  
 研究科・専攻 工 学 研 究 科 化 学 工 学 専 攻  
 学位論文題目 HEAT TRANSFER IN INDIRECT-HEAT  
 AGITATED DRYER  
 (間接加熱型攪拌乾燥器における伝熱)

論文調査委員 (主 査)  
 教 授 桐 榮 良 三 教 授 荻 野 文 丸 教 授 佐 田 榮 三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は最近急激に需要の高まってきた材料攪拌型伝導乾燥器の設計の基礎資料となる加熱面と充分攪拌されている粒粉体材料間の伝熱係数を理論的ならびに実験的に求めることを目的としたものである。さらにこの研究に基づいてより高性能の乾燥器を着想し、それに関する伝熱係数について実験と推算を行った。全文は5章よりなっている。

第1章は緒言で従来の研究を調査してこの方面の研究の僅小であることを述べると共に、比較的小型の乾燥器に用いられる固定壁面が加熱される型式と小型から大型までに用いられる近年開発された加熱面が攪拌材料内を回転し乍ら加熱する回転加熱面型式の2種が存在するのでこの両者についての伝熱機構を明らかにすること、さらにこの研究に基づいてより高性能の乾燥器を着想してその伝熱に関する基礎実験を行うことを述べている。

第2章においては固定加熱面より攪拌粒粉体材料への伝熱係数を実験的に求めているが、この機構の解析にあたり、①加熱面と粒子第1層間の伝熱抵抗②これにつづく粒子層内での伝熱抵抗③粒子層本体の伝熱抵抗に分けた。①は Schlünder の提出したモデルが適用され、③については現在の所完全混合として近似的に取扱うとした。②については従来は熱浸透モデルによっていたのに対し、この種の乾燥器の構造上必ず存在する壁面と攪拌翼間の間隙が伝熱に著しい抵抗を与えることに着目して新しくモデルを提出した。

すなわちこの間隙の伝熱抵抗について有効熱伝導距離の考え方を導入して、②はこれと熱浸透モデルの直列の組合せになるとした。有効熱伝導距離を間隙距離、翼の円周速度、翼形状および材料粒子形状の関数とする実験式を示している。これらからこの種乾燥器の伝熱機構を明らかにした。

第3章は加熱面が材料内で回転する型式であり、伝熱の機構としては前章の加熱面と材料間の間隙抵抗については考慮する要がない。ただし回転面と粒子の接触時間をいかにとるかに問題がある。著者は多用される回転コイル加熱を例にとり、各種の傾斜を持った円筒形加熱面と移動する材料層間の伝熱機構を著

者の開発した熱流束発生装置を用いて簡単に測定した。接触時間としては、粒子流れ方向に円筒型加熱面に接する長さを粒子と加熱円筒の相対速度で割ることにより示されることを明らかにし、解析結果と実験結果の一致を示している。この結果が連続コイルによる加熱面回転乾燥器の伝熱係数とよい一致を示すことを実験的にも確かめた。

第4章においては、第3章の型式において加熱装置が回転軸にとりつけられるため、極めて大きな回転動力を要し、構造も強固となる欠点により、現実には加熱面の1/3程度までしか材料が入れられなく、伝熱面が有効に作動していないことに着目して、装置底部より、最小流動化速度以下の少量のガス（空気）を送入することを発案して、動力が著減することを認めた。この種の装置の実用化においてこのガスの吹込による伝熱係数への影響をその基礎として求める必要があり、その測定を行って殆ど影響がないことを知り、また材料は全加熱面を掩う高さまで供給できることを明らかにした。

第5章では以上の結果のまとめと今後の問題点を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

伝導加熱による粒粉体材料の攪拌型乾燥器は熱風乾燥に比して省エネルギーであることと環境保全機器が少なくすむことに基づいて、近年急激に需要が増加しているが、その設計基礎となる伝導加熱面と攪拌されている粒粉体材料間の伝熱係数に関する研究は極めて乏しく、経験的に攪拌翼の円周速度の1/3乗に比例するなどとされるに過ぎなかった。この乾燥器には固定壁を加熱面とし材料を機械的に攪拌する型式と、加熱面が例えばロータリーコイルのように軸にとりつけられて材料内を回転し乍ら伝熱を行う2型式があり、これらの伝熱機構を明らかにし、さらに新しい高性能の乾燥器の展開をはかる必要性は極めて高い。

著者はまず固定加熱面型式の乾燥器について、その伝熱機構を明らかにするためにモデルを提出した。これは①加熱面と粒子第1層間の伝熱抵抗、②それ以上の層における伝熱抵抗、③層本体における伝熱抵抗よりなるが、著者は特に②についてこの種装置に必然的に存在する壁面と攪拌翼間の間隙に関して、伝導伝熱となる有効層厚さを仮定し、さらに定時間間隔の攪拌による熱浸透の抵抗が直列に存在するモデルを提出し、有効層厚さを伝熱面・翼間間隙の大きさ、翼の回転速度および形状、さらに粒子の形状等の関数とし、広く実験条件をかえて実験を行い、実験式を提出した。本モデルと実験式によりこの型式の伝熱機構をはじめて明らかにして設計の基礎を与えた。

ついで加熱面回転型式の乾燥器について、その代表的型式の一つであるロータリーコイルをとりあげた。その基礎研究として粒子層に対して相対速度を有する加熱円筒を種々の角度に接触させて伝熱係数の測定実験を行った。実験については著者の考案した熱流束発生装置を用いて迅速簡単に伝熱係数を求める方法を開発した。加熱面上に粒子が接触する時間についてモデルを提出し、伝熱係数の計算は前出の①の抵抗とこの接触時間を有する②熱浸透の抵抗の和とする式より求めて、実験結果を整理した。さらにロータリーコイル型乾燥器を試作して実験値を求め推算値との一致を確かめている。これによりこの種の装置の伝熱係数を一般的に求める方法が明らかとなった。

これらの実験を通じて回転加熱面型式の方が伝熱係数が大きいことが知られるが、攪拌軸に加熱面をと

りつけて回転する所要動力は極めて大きく、このため一般には材料は加熱面の 1/3 程度までしか充填されえないことに注目して、装置底部から最小流動化速度以下の少量のガス（空気）を送ることにより所要動力を著減させる方法を考案した。この装置化にあたり、基礎実験として少量のガスを送ったときの回転加熱面と材料間の伝熱係数を求めて、無通気時と比較して伝熱係数は変化しないことを実験的にも計算からも確かめた。これらから、全回転加熱面を有効に使用できるまで材料を保有し、少量のガスを底部より送り、総合動力としても少なくすむ高性能のこの種装置開発の基礎を与えた。

以上の内容を含む本論文は攪拌伝導乾燥器の設計の基本となる加熱面から粒粉体層への伝熱係数の推算法を明らかにし、さらに高性能の乾燥器の開発の基礎を与えたもので学術上、工業上貢献する所が少なくない。

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。

また昭和59年10月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。