

【258】

氏名	林 信 也 はやし しん や
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 52 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 6 月 22 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	乾 燥 過 程 の 機 構 解 析 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 桐 栄 良 三 教授 吉 田 文 武 教授 水 科 篤 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、乾燥機構を熱と物質の同時移動現象として解明し、さらにその結果の乾燥装置設計への適用を考察したもので、2編、8章よりなっている。

第1編は固体乾燥機構の実験的及び理論的解明である。本研究では現象をより複雑にし、物理化学的に未知の問題を多くのこしている水分と材料との相互作用の問題が影響する吸着性材料を取り扱わないこととし、もっぱら非吸着性、非多孔質の粒体及び粉体材料層の乾燥を対象としている。

第1章においてはこのような非吸着性の粒体及び粉体材料層の乾燥実験についてのべ、ここで得られた実験結果を以下5章にわたって種々の観点から解析を加えている。すなわち本章では以下の章への序論として、乾燥特性に関する実験結果の概要を整理説明している。一般に乾燥速度曲線は恒率乾燥期間、減率乾燥第1段および第2段にわけられるが、本研究での努力の多くは減率乾燥期間の解析に払われている。

第2章ではまず乾燥を伝熱過程としてみた場合について、乾燥の全期間における空気と材料間の境膜伝熱係数を検討している。

第3章は本研究の実験結果を拡散方程式によって解析しようとした試みを記述している。すなわち、従来、具体的に拡散方程式の解を水分分布の実験結果に適用した試みは非常に少ないので、本研究において水分分布の実験結果より水分移動係数を実測し、これにもとづいて種々の拡散方程式の解を計算し、従来の Fick の法則にもとづく解析の限界を明らかにしている。これらの拡散方程式の解と実験結果との最も著しい不一致は、減率第1段終期より第2段に至る期間であって、拡散方程式の解による水分分布は、表面においてなかなか0に近づかないのに反して、実際の水分分布は表面含水率は0になり、減率第2段に入ると表面から乾いた層が形成されることである。

第4章ではこれにもとづいてまず減率乾燥第2段の乾燥機構にふれ、蒸気拡散として乾燥速度を解析した。この章では漸近到達温度を定義してその解析を行ない、あわせて減率乾燥第2段における層内温度分布を、一般化された境界移動を伴う伝熱方程式の解として計算して、実験結果とよく一致することを確

めている。本章において減率第2段の乾燥機構が説明されたので、減率乾燥第1段においては、液体水分移動と共に蒸気移動が共存しておこっていることを推測し、これを確かめる実験を行なっている。

第5章は乾燥過程における全水分移動量のうちの液体水分移動と、蒸気移動との比率を、局所液体水分移動率を定義して求めた。この値は主に含水率によって影響されるもので、液体水分移動に蒸気移動がはじめてあらわれる限界の含水率と、蒸気移動のみになる限界含水率とを、各材料について整理している。これらの含水率を乾燥機構と比較し、減率乾燥に対する新しいモデルを考えている。またこの限界の含水率に対応する層内における水分の存在状態についても検討している。

第6章は第5章において考えたモデルに基づき、減率乾燥第1段の乾燥速度を、一種の擬定常状態の近似で解析した結果を述べている。さらに同じ機構により、減率乾燥第2段を解析している。これにより減率乾燥速度が新しい観点から解析されている。以上のように第2章より第6章までは、非吸着性の粒体および粉体材料層の特に減率乾燥特性について、解析の順をおって記述したものである。

第II編は、乾燥装置内における乾燥過程解析を試み、その設計への適用を考察したものである。乾燥装置内においては、乾燥条件は不定常状態になるため乾燥装置内の乾燥過程をこの状態における熱および物質の同時移動として取扱わねばならない。本編では実際問題への応用が最も多く、かつ解析の比較的簡単な粒粉体材料の連続熱風乾燥器についての解析を行なっている。

第7章では粒粉体材料の乾燥特性を種々の実験例より明らかにした。これをもとに減率乾燥期間の過程解析を装置内の熱および物質移動をあらわす微分方程式にもとづいて行ない、熱風温度、材料温度、材料含水率の関係を明らかにしている。

第8章では第7章の考察をもとにして、従来の設計方法よりもさらに精度のよい、簡易設計法を提案している。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、乾燥過程を熱と物質の同時移動現象として取り扱う目的で、主として、非吸着性、非多孔質の粒体及び粉体材料層の乾燥の研究を行ない、その機構を解明している。すなわち、従来、乾燥過程は本質的には熱と物質の同時移動を伴った現象であるにもかかわらず、主として物質移動過程の観点からのみ取り扱われていた。本研究ではこの点に着目し、対象としている諸種の材料層について精密かつ広範な条件のもとに乾燥実験を行ない、乾燥速度とともに材料内水分分布および温度分布を測定し、それらの結果を用いて、乾燥機構ことに減率乾燥期間の機構に関して新しいモデルを作って解明を行なった。

まず材料層内の水分移動を Fick の法則に基づく水分拡散により取り扱う従来の方法を検討し、それが特別の場合をのぞき多くの場合適用されないことを明らかにした。このことは乾燥過程における水分移動機構が単純な水分移動ではなく、熱移動、液体水分移動、蒸気移動の複雑な相互の関連による機構に基づいて行なわれていることを示しておくため、以下これらに着目し、解析をすすめている。

減率乾燥第2段において形成される乾いた層を通しての熱伝導および蒸気移動をこれらの同時移動として解析することにより、漸近到達温度を見出して、それに理論的根拠をあたえ、乾燥速度式を物性定数のみより導出している。さらにこの期間について、より一般的な境界条件の下に境界移動を伴う熱伝導方

程式の解を導き、層内温度分布を求め、これが実験値とよく一致することを認めている。

減率乾燥第1段については、まず液体水分移動率を定義してこれの定量的解析を行ない、材料層中における液体水分移動量と蒸気移動量の割合、および水分存在状態との関連を明らかにした。この結果に基づき乾燥過程を境界移動を伴う液体水分移動および蒸気移動としての新しいモデルをつくりこれを一種の擬定常状態の近似の下に解いて、減率乾燥速度を統一的に解析することに成功した。

これらは乾燥過程を固体内における熱と物質の同時移動を伴う現象として取り扱ったもので、従来、解析不可能であった多くの問題点を明らかにして、乾燥速度曲線の理論的予測に新しい展開をもたらしたものである。

さらに工業的に最も多く用いられている粒粉体材料の連続式熱風乾燥器内の過程解析およびそれに基づく設計法を同じく熱と物質の同時移動を考慮した観点から求めた。この成果は実際の設計にもまた乾燥装置の制御にも実用されている。

以上のように本論文は乾燥過程を熱と物質の同時移動現象として解析し、さらに実際の装置設計にも適用したもので、学術上、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。