

氏名	今 駒 博 信 いま こま ひろ のぶ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 882 号
学位授与の日付	昭 和 60 年 3 月 23 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	DRYING MECHANISM OF HYGROSCOPIC POROUS BODY (親水性多孔質材料の乾燥機構)

論文調査委員 (主査) 教授 桐 榮 良 三 教授 江 口 彌 教授 橋 本 健 治

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は親水性材料の乾燥機構を解析するため材料の空隙構造について並列ポアモデルを用い、材料内水蒸気移動についてはダスティガスモデルにより、吸着された水分子の移動については修正ホッピングモデルを、さらに微細毛管内の凝縮水の移動については修正コゼニイ・カーマンモデルを用いてこれらが並列して起こるとする統一の移動モデルを提出した。各移動に関する移動物性値に関しては可能な限り簡単な物理化学実験による測定あるいは推算法により求めた。このモデルと移動物性値に基づき親水性材料の乾燥機構を解析して乾燥中の材料内水分分布、全圧分布などを数値計算により求めた。他方活性アルミナを材料として、真空下ならびに大気圧下での実験を行い、その結果と対照して推算法の正しさを立証している。さらに非親水性材料はより簡単な場合として同じモデルにより推算できるとし、素焼アルミナの乾燥実験の結果と推算結果を比較して、全乾燥期間に亘り提出した方法が適用できることを示した。

すなわち親水性材料乾燥中の水分および蒸気の移動について、統一した移動モデルを提出し、移動特性値は従来のように乾燥実験から求められた値を全く用いることなく、簡単な物理化学実験から求めている。さらにこれらに基づく移動方程式の解をえるための数値計算法を展開した。他方活性アルミナを用いる実験を行ってその結果と推算結果を対照して一致を確かめ、モデルおよび計算法の正しさを検証したものである。

論文は8章よりなり、1章においては本論文の目的を述べ、2章においては乾燥機構に関するモデルを提出すると共にモデルに基づく脱着等温線の推算値が実験値とよく一致することを示し、また材料内の蒸気、表面吸着水および毛管内凝縮水の移動については統一した移動方程式で表現することを述べている。

3章および4章においては2章で示した移動方程式中の移動物性値の測定について述べている。3章では材料内の空隙構造と空隙内の蒸気移動特性値の決定について示し、蒸気移動についてはダスティガスモデルによることを述べている。4章では表面吸着水の移動を修正ホッピングモデルに基づく移動係数として、毛管凝縮水の移動を修正コゼニイ・カーマンモデルからの移動係数として、一連の実験から同時に両

者を求めるための測定法とその計算法を新しく提案した。特に後者の値は従来は乾燥実験の結果として求められていたものであるが、本法は乾燥によらない最初の方法である。

5章においては2ないし4章で述べた推算法について、蒸気移動の最も簡単な場合として等温真空乾燥条件をとり、材料に活性アルミナを用いて、その実験結果と推算結果を対照し、水分分布曲線および乾燥曲線の一致から上述の方法の適用できることを述べている。

6章においてはより一般的な空気・水蒸気の共存の場となる大気圧下の対流乾燥実験を同じく活性アルミナを用いて行い、水分分布および材料内全圧分布についての実験との比較からこの計算法が適用できることを示した。

7章においては親水性材料に対して提案したこの推算法がより簡単な場合として親水性材料よりは大きな孔径を有する多孔質非親水性材料に対しても全乾燥期間に対して適用できることを述べ、素焼アルミナ材料の乾燥実験の結果と推算結果を比較して、十分の精度で適用できることを示している。

8章は提出したモデルの利点とさらに今後追究すべき問題点とについて述べたものである。

#### 論文審査の結果の要旨

親水性材料は全乾燥期間を通じて、材料内部で水の移動と蒸気の移動が共存して起こる系であり、材料の空隙構造は数ナノメートル径の極めて微細な毛細管よりなる。乾燥における最も複雑な系であるこの種材料の乾燥機構の解析は久しく望まれていながら現在まで極めて不十分なものであった。本論文はこの機構解析において、適切なモデルをたて、移動物性値をできる限り簡単な物理化学実験あるいは推算より求め、計算手法を展開して、材料内の水分分布、水蒸気圧分布、全圧分布を推算し、これらを実験結果と対照してその精度を検証したもので、一貫した機構解析の立場からはじめて提出された論文として評価される。

著者はまず材料中に保有される水分を吸着水と微細毛管に保有される凝縮水とに分け、前者は表面拡散により水分子の状態、後者は毛管内の凝縮水の流れにより移動するとした。さらに同時に材料内空隙においては、その場所における含水率と平衡な水蒸気圧が存在し、それが水蒸気圧勾配により分子およびグムッセン拡散し、さらに材料内に発生する全圧勾配に基づく流れによる移動が生じ、これらがすべて並列に起こるとするモデルを設定した。

蒸気の移動については、流れ係数、有効拡散係数をこの種材料に対して求めるための簡単で正確な物理化学的実験手法をとり、これらの値を用いてダスティガスモデルに基づく移動流束の計算手法を展開した。

一方水の移動については、吸着水については修正ホッピングモデルにより水分子の移動流束を計算し、毛細管内の凝縮水流れについては並列ポアモデルに基づいて、水の存在部分に関してコゼニイ・カーマン式が適用されるとするモデルを用いた。この場合も毛細管の水による飽和度により流れ係数が変化するとして、それが飽和度の1乗に比例することを物理化学的実験結果から明らかにした。これにより従来最も不分明であり、乾燥実験そのものの結果を用いて移動係数を求めていた方法によることなく、水分子と凝縮水の移動流束を求めることができた。

これら蒸気の移動と水の移動の微分方程式を連立させ、計算機により解き、水分分布、水蒸気圧分布および全圧分布が求められることを示した。

以上を検証するために材料として活性アルミナを選んで、まず真空下での等温乾燥実験において材料内水分分布が計算とよく一致することを確かめた。さらに大気圧下における等温乾燥実験により、より一般的な場合についても高い精度で推算値と一致することを認めて、本モデルの妥当性を立証した。さらにより大きな毛細管 ( $10^{-1} \sim 10^3 \mu\text{m}$ ) に水を保有する非親水性材料の毛細管内の水の流れについても前述の推算法が適用されることをアルミナ素焼材料を用いて実験的に検証し、親水性材料のより簡単な場合としてこの種材料の全乾燥期間も一貫して本モデルで解析できることを明らかにした。

以上本論文は親水性材料の乾燥機構を明らかにしたばかりではなく、この考え方に基づく各種操作の物質移動現象の解析に資する所が大きく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論文として価値あるものと認める。

また、昭和60年2月28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。