

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 攪拌を併用する粉粒体反応装置に関する研究  |
| Author(s)    | 東稔, 節治  |
| Citation     |   |
| Issue Date   |   |
| Text Version | none  |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/11094/29356">http://hdl.handle.net/11094/29356</a> |
| DOI          |   |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|         |  |
|---------|--|
| 氏名・(本籍) | 東 稔 節 治  |
| 学位の種類   | 工 学 博 士  |
| 学位記番号   | 第 1083 号   |
| 学位授与の日付 | 昭 和 42 年 1 月 30 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  | 攪拌を併用する粉粒体反応装置に関する研究   |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教授 大竹 伝雄<br>(副査)<br>教授 小森 三郎 教授 三川 礼 教授 松田 住雄<br>教授 堤 繁 教授 大河原六郎 教授 吉川 彰一<br>教授 戸倉仁一郎 教授 新良宏一郎 教授 阿河 利男<br>教授 角戸 正夫 教授 桜井 洸 教授 守谷 一郎 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は工業的粉粒体反応装置において粉体特性にもとづく装置内の架橋・凝集等の異状現象を防止するために攪拌羽根を挿入する方式を採用し、攪拌による粉粒体の流動・混合特性および伝熱特性の解明とこれらの基礎にもとづく装置設計法の確立を目的とした研究であって、緒論、本文 3 部および結論とからなっている。

緒論では本研究の意義について述べている。

すなわち、粉粒体は比表面積が大で化学反応性が顕著である反面、内部摩擦抵抗が大であるために現在利用されている工業的反應装置（固定層、流動層）において粒子架橋・凝集現象および局所的過熱をおこし、粉粒体の連続供給や温度制御が困難となり、大量処理に際して装置自動化に大きな障害となっている。この障害を取り除くためには、粒子層へ攪拌羽根を挿入して均一流動化する方式を採用することが必要であると指摘している。

第 1 部は粉粒体反応装置における攪拌による粒子流動並びに混合特性の知見を明らかにしたもので 3 章に分けられる。まず第 1 章で粉粒体供給装置の流出機構について口形の複雑な円環状オリフィスは相当水力直径を採用することによって円形オリフィスと関連づけること、円筒槽では粉粒体は流出口で絞り効果のため相当な粒子層高まで流速分布が形成されるが、統計的解析によって運動機構が明らかにしうることを示している。また粉粒体が供給管から攪拌粒子層へ流出されるとき、流量は粒子滞留量と粉体流動波面の影響をうける。これについて流出機構として新しく粉体波面による供給管口の閉塞部と開放部を考慮する変化模型を適用して、これらの相互関係を理論的に解析している。第 2 章では攪拌槽の半径方向混合特性をとり扱い、混合過程が見かけ上拡散現象類似とし、二種粉粒体濃度分布から半径方向混合係数を算出し、混合機構が羽根挿入部分 (I) と羽根一槽壁間部 (II) とで異なることを確かめている。第 3 章では粒子移動層の半径方向並びに流れ方向混合機構について、

層高が管径に比較して大である管型移動層では、流速が小なるとき層内に流速差が生じるが、流速が大なるとき押し出されとなること、さらに定常時の実測濃度分布から半径方向混合係数を算出し、操作因子との関係を整理している。粒子層高が槽径に比して低い槽型移動層では、粒子滞留時間分布の実測値から層内完全混合条件について検討し、多段化によって管型移動層の特性に接近することを示している。

第2部は粒子層の伝熱速度・温度分布の予知に必要とされる伝熱特性に関するもので3章からなっている。まず第4章は攪拌槽の伝熱特性としての半径方向の有効熱伝導度並びに壁部伝熱係数を簡便な図解法を考案して実測温度分布から算出し、これらの係数について第2章で明らかにした混合機構との相似性を適用して操作因子の関係を整理している。第5章では管型移動層の半径方向伝熱機構を解析し、実測温度分布から有効熱伝導度並びに壁部伝熱係数を算出し、第3章で解明した混合機構との相互関係を検討している。槽型移動層の伝熱では、完全混合条件のもとに壁部伝熱係数を求め、操作因子との関係を整理している。第6章は粒子移動を伴う伝熱機構について、移動粒子塊の合一・分離過程における非定常伝導伝熱を考慮する理論模型を提出し、有効熱伝導度、壁部伝熱係数の理論式を導出し、実験結果と比較することによって混合過程と伝熱過程の相互関係が統一的に解析できることを明らかにしている。

第3部は粉粒体反応装置の設計法について、第1部および第2部で解明した粒子移動特性との関係をもとに検討したもので3章に分けられる。第7章では粒子反応機構について、固体反応界面の活性点での反応過程と気体の粒内および境膜内拡散現象が組合される過程を解析している。酸化鉄の水素還元速度を実測し、界面での水蒸気の吸着機構をもとに界面化学反応速度式を導き、その適用性を検証している。第8章では攪拌槽粉粒体反応装置の設計法について、第1部および第2部で明らかにした半径方向混合並びに伝熱機構が粒子反応速度におよぼす効果を考慮し、反応率密度関数を新しく導入して物質収支、熱収支にもとづく設計方程式を導出した。炭酸塩の熱分解実験結果との検討によって、設計理論の妥当性を確かめている。第9章は多段移動層粉粒体反応装置の設計法において、従来の解法では複雑化していたのを、反応率密度関数を用いることによって各段反応率の関係を簡便で一般的な形で表示し、各段不等温、不等容積であるときにも適用できる合理的な設計方程式を導いている。酸化鉄の水素還元実験結果をもとに、先にえた流動・混合特性並びに伝熱特性の基礎資料と粒子反応速度の知見とを合せた設計方程式からの計算値を検討して、これらの諸関係の適用性を確かめている。

結論では以上の結果が総括されている。

## 論文の審査結果の要旨

工業的に利用されている粉粒体反応装置において、粒子架橋・凝集現象および局所的過熱らの異状現象のために、操作の連続および自動化に障害をきたし、反応遂行上から粒子流動が常に良好に保持されることが強く要求される。本研究では異状現象の防止法として、攪拌を併用する新しい方式を開

発している。粉粒体を用いる工業反応工程においては、攪拌による粒子移動特性が重要とされているのかかわらず、機構上の知見は未だに見当たらない現状である。

本論文ではこのような見地のもとに、攪拌による粒子移動機構について新しい基礎理論を提出し、装置内の粒子流れ機構、粒子混合機構および伝熱機構の3機構相互の関連性を明確にし、多くの実験結果にもとづいて理論の合理性、妥当性を確認している。さらに粉粒体反応装置設計法について検討し、攪拌槽および多段移動層反応装置において粒子移動現象と反応過程の相関を理論的に解析し、実験結果との比較によって、装置設計理論を確立している。このように本論文は粉粒体反応工程の設計および開発に貴重な資料と指針を提供するもので、粉体触媒を用いる合成化学、反応工学、粉体工学の発展に貢献するところ大であると考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。