

氏名	葭村雄二 よしむらゆうじ
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第 698 号
学位授与の日付	昭和 56 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	粒子充填層による清澄汙過に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 吉岡直哉 教授 井伊谷鋼一 教授 寺島 泰

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は逆滲透、吸着などの高次の水処理に対する前処理操作として重要性を増して来た粒子充填層による清澄汙過法について、微粒子が汙材面に捕捉される機構を理論的に解析することによって、任意の操作条件における汙過性能を推定する方法を確立するために行った研究の結果をまとめたもので、序論、総括を含め 7 章より成っている。

第 1 章は序論で、本汙過法についての過去の研究結果を概観し、その問題点を指摘すると共に本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、本研究で採用される粒子軌跡の解析にもとづく汙過性能の推定法が、気相中と同様液相においても適用できることを、簡単な流れ場のモデルにより確かめている。即ち単一の円筒に対して液体が直角に流れる時、液中の微粒子がこの円筒面に到達するまでの軌跡を計算することによって、種々の条件下における捕集効率を算出した。次いで一本の硝子繊維と球形のラテックス粒子を用いたモデル実験により、実際の捕集状態を観測し、両者が十分に一致することを確認している。

第 3 章では球形粒子充填層の隙間の流れを桑原の式で近似し、懸濁粒子に作用する種々の力を考慮した運動方程式の数値計算により粒子の軌跡を求め、これより汙層が清浄な場合の汙過性能の指標である初期汙過係数をいくつかの無次元量の関数として求めている。またガラス球を汙材とし、ラテックス粒子を懸濁粒子として汙過実験を行い、得られた汙過係数の実測値を計算値と比較して十分に一致することを示した。ただ汙過速度が大きい場合に実測値は計算値より著しく小となる場合のあることを認めた。また汙材粒子が砂粒のように非球形である場合は、その代表径として流体透過法より求められる比表面積径を採用すればよいことを確かめている。

第 4 章では懸濁粒子として非球形のカオリンを用いて実験を行い、その代表径としてはストークス径を採用すればよいこと、又著しく針状又は板状である粒子を除けば、コールタカウンタによって迅速に測定できる等体積球相当径で代用してもよいことを認めた。またこの場合においても汙過速度が大となるに従い、汙過係数の実測値が理論値より小さい側に偏倚する場合のあることを認めた。

第5章では、上述の偏倚が、汙材上に捕捉された粒子に働く掃流力が、汙材—粒子間の付着力を超える時におこる脱着現象によるものと考え、まずその基礎資料として粒子—汙材間の付着力の実測を行っている。即ち遠心法と剪断流れ法を用い、分離力が変化した時の付着粒子の脱着状態の観測からその系における付着力分布を求めている。また液中の電解質濃度の変化により電気二重層反発力が変化する場合の付着力分布への影響を明らかにしている。

第6章では第5章で得られた付着力の分布値から推定される付着効率を導入して、第3、4章の計算結果を補正することによって、汙過速度の増大に伴う汙過係数の理論値よりの偏倚をかなりの精度で説明できることを明らかにした。

第7章は総括で本研究の主要な結論をまとめ、清澄汙過装置の設計に占める意義をのべると共に、尚今後解決すべき問題点について言及している。

論文審査の結果の要旨

粒子充填層による清澄汙過法は水処理等において広く実施されているが、個々の操作条件に対する汙過効率の推定は、実験的、経験的なデータによらざるを得ないのが現状である。本論文はエアロゾル汙過に対して近年用いられて来た粒子軌跡の解析による汙過効率の推定法 (Trajectory Analysis) を、液相の場合に特有な種々の作用力と条件を考慮して充填層汙過に適用することを試みた研究の結果をまとめたもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. 粒子軌跡の解析による捕集効率の推定法が液相にも適用可能であることを、単一の円筒（硝子繊維）に直交する液流中の球形微粒子（ラテックス粒子）が円筒上に捕捉される状況の観測と理論計算の一致によって確かめている。

2. 粒子充填層汙過のモデルとして、汙材粒子と懸濁粒子が共に球形である場合について、汙材隙間の流れを桑原の式で近似し、粒子に働く流体の抗力、重力、ファンデルワールス力等を考慮して懸濁粒子の軌跡を解析した。この結果に拡散の効果を重畳して求められる汙過効率を実測値と比較し、粒子間の電気二重層反発力が無視でき、捕捉粒子の掃流力による脱着が無い時両者は十分に一致することを認めている。

3. 汙材粒子が砂粒などのように非球形である場合にはその比表面積径を、懸濁粒子がカオリン粒子のように非球形の場合にはストークス径、又は等体積球相当径を代表径としてとれば、上述の結果が準用できることを実験結果より明らかにしている。

4. 液流速が大なる場合、汙過効率の実験値が理論値より小さい側に偏倚する傾向がある。その理由として、汙材上に捕捉された粒子に作用する液の掃流力が、粒子—汙材間に作用する付着力を超える時に起る脱着現象によるものとし、まず粒子—汙材間の付着力を遠心法と剪断流れ法により測定した。この結果を掃流力の推定値と比較することにより付着効率を算出し、上述の理論値を補正することによってその偏倚を説明できることを示している。

5. 脱着がおこらない条件下の初期汙過係数（汙材層が清浄に近い時の汙過性能をあらわす指標）をいくつかの無次元量の関数として表わす推算式を上述の数値計算結果よりまとめている。

6. 粒子—汙材間に電気二重層による反発力があると考えられる場合についても、これが汙過性能に及

ばす影響を付着効率を用いて明らかにしている。

以上要するに本論文は粒子充填層型清澄汙過器の操作の初期における性能を系の物性値と操作変数のみから予測する手法を、粒子軌跡の解析と精緻な実験により確立しようとするものであり、その対象が汙過操作の初期における性能に限られ、粒子捕捉量の増大に伴う性能の変化については今後の研究に俟つ処が多いとは云え、汙過現象の理解と装置設計法の基礎としての多くの有益な知見を与えるものであり、学術上實際上寄与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。