

【275】

氏 名 上 田 光 三 郎
う え だ こう さぶ ろう

学 位 の 種 類 工 学 博 士

学 位 記 番 号 論 工 博 第 772 号

学 位 授 与 の 日 付 昭 和 50 年 3 月 24 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 固 液 系 の 汙 過 機 構 に 関 す る 研 究

(主 査)
論 文 調 査 委 員 教 授 吉 岡 直 哉 教 授 井 伊 谷 鋼 一 教 授 高 松 武 一 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は固液系の汙過現象を汙滓汙過と清澄汙過の両者の場合につき主として汙過機構の点から理論的実験的に検討した結果をまとめたもので2編よりなっている。

第1編は主として非平面汙葉による汙滓汙過についての研究結果をのべている。まず第1章では汙滓汙過についての既往の研究結果を概説し、問題点の所在を明らかにしている。第2章では形状が平面でない汙葉による汙滓汙過として、円筒面、球面、および扁平回転楕円体面の3種の非平面汙葉上に非圧縮性汙滓が生成する場合について、直交曲線座標を用いてその汙過過程を統一的に論じ、汙液量と汙過時間の関係を簡潔な無次元式によって表わしうることを示した。また汙材抵抗を考慮する必要がある場合の補正法についても明らかにしている。さらにこれらの理論を炭酸カルシウムスラリーによる実験と比較してその妥当性を確認している。

第3章においては圧縮性汙滓の場合の非一次元汙過解析の準備として、円筒汙葉を例として汙滓内に働く圧縮圧力の分布の求め方について考察し、流れの方向およびそれに直角の方向に働く両圧縮圧力の比としての粒子圧縮圧力係数を考慮した理論式を導いた。またこれを数値計算によって解き、円筒汙葉の外面に汙滓が生成する場合の実験値と比較してその妥当性を確かめた。第4章においては同じく円筒汙葉の内面に汙滓が生成する場合について上述の理論がそのままでは実験と一致しないことに着目し、この場合に汙過の進行とともに、汙滓内の一部において圧縮圧力の弛緩現象の起ることを明らかにし、これに対しては汙滓圧縮の非可逆性を考慮すればよいことを示した。

第5章においては平面汙葉上の汙滓汙過の進行過程を簡潔に表現するために、土質力学の分野において De Jager が圧密現象の解析に用いた手法を利用し、汙過開始時の粒子の位置を示す Lagrange の座標と圧縮ひずみの概念を用いて得られる簡潔な拡散形の偏微分方程式の数値解により、汙滓内の汙液の流速分布や圧縮圧力の分布を求めている。

第2編では稀薄な粒子懸濁液の砂充填層による汙過の機構についての研究結果をのべている。まず第1

章においては清澄汙過における捕集機構について概説し、既往の諸研究を概観し問題点の所在を明らかにしている。第2章では非付着性、非凝集性の系として、イースト・砂系の清澄汙過についての実験結果をのべ、この場合に一度捕捉された粒子が群をなして層内を低速で移動する特殊な現象のあることを示した。また充填粒子をあらかじめ界面活性剤により被覆することにより、懸濁粒子との付着力を増し汙過性能を著しく向上させうることを示した。第3章では凝集性を有する懸濁粒子の捕集現象を対象として、付着力、凝集力が支配する付着領域、凝集領域の概念を用いて確率過程論的に考察し、それぞれの領域における捕集速度式を導いた。またこの考えに基づいて粒子を捕集した汙過層の圧力上昇を示す式を導いた。これらの結果をカオリン・砂系の清澄汙過実験の結果に適用し、この解析法の妥当性を確かめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は液体中に懸濁する固体微粒子を分離する方法の一つである汙過法に関して、原液中の粒子濃度の大きい場合の汙滓汙過と、稀薄な場合の清澄汙過の両者につき、主としてその汙過速度と汙過機構について研究した結果をまとめたもので2編よりなっている。第1編においては従来あまりとりあげられなかった非平面汙葉による汙滓汙過すなわち汙材形状が平面でなく、汙滓の生長が非一次的に起る場合について、汙滓の生長に伴う汙過速度の変化を非圧縮性および圧縮性汙滓に対して理論的実験的に検討している。また第2編においては清澄汙過装置として広く用いられる粒子充填層による急速汙過の機構を、懸濁粒子と汙材粒子との間の付着性、懸濁粒子相互間の凝集性を考慮して主として実験的に検討している。得られた結果の主なものは以下の通りである。

1. 非平面汙葉の代表的形状として円筒、球および扁平回転楕円体形汙葉をとりあげ、汙滓汙過の場合において、直交曲線座標を用いることによりその汙過速度、汙滓内液圧分布などの関係が統一的に解析できることを示し、まず汙滓が非圧縮性であるとして汙材抵抗を考慮に入れて汙液量と汙過時間の関係を簡単な無次元式で表わし、その結果を実験的に確認した。

2. 次に汙滓が圧縮性の場合について、円筒汙葉上に定圧汙過条件下に生成する汙滓層内の圧縮圧力の分布を、粒子圧縮圧力係数を考慮に入れて考察しその理論式を求めた。この式を用いた数値計算の結果は円筒汙葉の外面に汙滓が生成する場合の実験結果とよく一致することが確かめられた。また円筒汙葉の内面に汙滓が生成する場合には、汙滓厚みの増大とともに汙滓内のある部分で圧縮圧力の弛緩がおこることを述べ、この場合には汙滓圧縮の非可逆性を考慮すればよいことを示した。

3. 平面汙葉上における汙滓汙過では、汙滓内各点において圧密が進行し、汙滓の厚さ方向に液流量が変化し、また固体粒子の汙材方向への移動速度を考慮する必要があるため、固定座標系を使った従来の解析結果は非常に複雑な形で表現されてきた。著者は汙過開始時における粒子の位置を示す Lagrange の座標と圧縮ひずみの概念を用いる De Jager の圧密解析の手法を汙過現象に応用し、簡潔で厳密な基礎式を導き、その数値解より汙液流速分布、液圧および圧縮圧力の分布などを求めうることを示した。

4. 砂充填層などによる清澄汙過現象について実験的に検討し、これをより定量的に把握するには充填粒子と懸濁粒子の間の付着力、懸濁粒子相互の凝集力のレベルで検討する必要があることをのべ、これらの力の大小により汙層内に粒子が捕捉されて行く機構がいかに変化するかを、それらに対応する実験例の

解析により明らかにし、圧損失の増大を同じ基礎の上に立って考察している。これらは汙過条件の範囲の拡大やデータの蓄積の点において今後につまべきものを残すが、この方面の研究をさらに精密化する上に一つの指針を与えるものと考えられる。

以上要するに本論文は固液系の汙過現象について従来明らかでなかった諸問題について理論的実験的に検討を加え、非一次元汙過および清澄汙過現象の理解に多くの有用な知見を与えるものであって、学術上、工業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。