

氏名	菱 谷 智 幸		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博乙第 3448 号		
学位授与の日付	平成12年 3月25日		
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)		
学位論文の題目	密度依存を考慮した地下水および物質移動の数値解析に 関する研究		
論文審査委員	教授 西垣 誠	教授 奥村 樹郎	教授 藤井 弘章

### 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

近年、地盤環境保全の観点から、放射性廃棄物、農薬、重金属や有機塩素系化合物などによる広域的な地下水汚染が社会的な問題となっている。また、地下水利用に伴う塩水化といった課題も古くから残されている。このため、様々な地下水汚染問題に関する定量的な予測解析手法の確立が望まれている。一般に地下水汚染は、移流分散方程式によってモデル化され、これまで多くの研究がなされてきた。移流分散方程式は、解析手法により数値解析上の不安定さや数値誤差の問題があり、従来の研究では、数値解析における安定性や精度に関する基礎的な研究が多く、現実の問題に対してその解析手法が演算時間や必要な記憶容量の面で、精度良く実規模の解析を効率的に行えるかどうかといった課題が残されてきた。

本研究では、実問題に対して適応可能な移流分散解析手法の開発を目的とし、最初に従来の解析手法の検討を行い、実問題に適用する際の問題点や課題について検討した。また、密度依存を考慮した飽和・不飽和浸透方程式について検討を行い、Grlerkin法によって定式化を行うとともに、移流分散方程式について検討し、オイラー法とラグランジュ法の長所を融合したオイリアン・ラグランジアン法（以下、EL法）によって定式化を行った。

次に、EL法を実問題に適応するため、新しい手法の提案を行った。第一に、均質地盤にのみ適応可能であった、連続移動粒子追跡法を不均質地盤においても適応出来るように拡張した。第二に、従来のEL法の演算内容を検討し、移流項の演算時間を短縮するため、移動粒子の位置探査を効率的に行う「ブロック探査法」を提案した。本ブロック探査法により、2次元および3次元モデル解析例で大幅に演算時間を短縮できることを示した。

また、本手法の妥当性の検証を行うため、理論解や実験結果および既存解析コードによる解析結果と比較検討を行い、本2次元および3次元解析手法の妥当性を検証した。さらに、比較解析から得られた知見から、移流分散解析を実問題に適用する場合の問題点を示した。

これらの成果により、数値的安定性と解析精度を確保し、記憶容量や演算時間の点において、現実の地下水汚染問題の予測解析に対応できる2次元および3次元の解析手法を示した。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、精度良く実規模の地下水中の物質移動解析を効率的に行うための移流分散解析手法を開発したものである。様々な地下水汚染問題に適応するため、密度依存を考慮した飽和・不飽和浸透方程式について検討を行い、Galerkin 法によって定式化を行うとともに、移流分散方程式について検討し、オイラー法とラグランジュ法の長所を融合したオイリアン・ラグランジアン法（以下、EL 法）によって定式化を行っている。

次に、EL 法を実問題に適応するため、新しい手法の提案を行っている。第一に、均質地盤のみに適応可能であった、連続移動粒子追跡法を不均質地盤においても適応出来るように拡張し、第二に、従来の EL 法の演算内容を検討し、移流項の演算時間を短縮するため、移動粒子の位置探査を効率的に行う「ブロック探査法」を提案している。このブロック探査法により、2次元および3次元モデル解析例で大幅に演算時間を短縮できることを示している。

ここで開発した解析手法の妥当性を調べるため、理論解や実験結果および既存解析コードによる解析結果と比較検討を行い、2次元および3次元解析手法の妥当性を検証している。また、比較解析から得られた知見から、移流分散解析を実問題に適用する場合の問題点を示している。

以上のように本研究は、数値的安定性と解析精度を確保し、記憶容量や演算時間の点において、現実の地下水汚染問題の予測解析に適応するための数値解析手法の研究をしており、本論文は博士學位論文に値するものと認定する。