水平管内気液二相流れの数値解析

これまで，気液二相の管内流に関する研究は，垂直管および水平管ともに非常に多くの研究がある．これらの研究は，ほとんどが実験的研究である．また，気液二相系も空気－水系が非常に多い．これは，原子力分野や機械工学分野においては，空気－水系を多く扱うために，空気－水系の評価が重要であることに起因している．その一方で，その他の気液二相系（例えば，ガス－高粘度液体系やガス－非ニュートン液体系等）や液々流の研究に対しては，基礎的データの蓄積も十分でなく，多くの研究課題が残っている．空気－水系の気液二相流れに対しても，一つの大きな Challenging な問題は数値解析による流動状態予測である．近年，気液二相流や液々流などの界面を有する流れを数値解析するための方法論が飛躍的に進歩し，またコンピュータ性能の飛躍的な高性能化も相伴って，気液二相流や液々流の詳細解析が可能となってきた．しかし，界面を介して密度変化が 1000 倍もジャンプする気液二相流の厳密解析は，未だ非常に難しい問題である．実際，厳密に気液の密度比を 1000 に設定した解析は少なく，これまでは，界面を介して不連続変化を緩和させるための人工的な界面厚さを導入し，気液物性の急激な変化を回避する方法がとられてきた．しかし，この人工的な数値界面厚さは，物理条件によっては実現象とは異なった解を与えることが分かっている．本研究では，密度や粘度の Sharp な不連続変化を厳密に維持して解析を行う Sharp Interface 法に基づいた方法論をベースとした強力な数値解析コードを開発し，水平配管内を流れる気液（空気−水）二相流れの数値解析を試みた．様々な条件で，管内流動状態予測が可能であるかを調べた．

本研究で発展させた数値解析手法は非常にロバスト(強力)な方法で，気液二相の流入速度が 10 m/s 程度に至る非常に厳しい条件に対しても解が安定的に得られ，管内流動状態予測を可能とした．