

비선형 위상공간에서의 기포 분율 신호의 회귀지도(Return Map)분석을 이용한 수직 상향 이상유동의 유동패턴분류

Flow Identification of Vertical Upward Two-Phase Flow using the Return Map of the Void Fraction Signal in the Nonlinear Phase Space

김남석, 이재영

한동대학교

경북 포항시 북구 흥해읍

요약

이상유동의 기포 분율에 대한 임피던스 신호는 매우 비선형적인 특성을 가진다. 본 연구에서는 유동양식선도 구성을 위한 지표로서, 기존의 확률밀도함수(PDF)보다 비선형성이 더 고려되는 확장된 지표를 개발하였다. 이를 위해 평균상호정보량(average mutual information) 기법 및 민감도분석법을 적용하여 지연시간과 매립차원을 계산하였으며, 이를 환경변수로 하여 2차원 위상공간에서 비선형 신호의 끌개를 구성하였다. 구성된 끌개를 2차원 위상공간에서의 회귀지도(return map) 및 3D PDF에 의하여 분석한 결과 다양한 분기(bifurcation)를 나타내는 유동패턴들 간의 특징을 확인하였다. 이렇게 구성된 새로운 지표를 내경 25.3mm와 50.8mm의 수직관 유동의 실험자료에 적용한 후 유동양식선도를 구성하였으며, 그 결과 기포류, 캡 기포류, 슬러그류, 처언류, 환형류의 5가지 유동패턴을 명확히 구분 지었다. 이를 통해 본 연구는 비선형 카오스 분석에서 얻어진 새로운 지표가 수직 이상유동 패턴을 분류하는 객관적 지표임을 입증하였다.