

입자가 포함된 유동장에서 유체속도와 입자속도의 동시 측정기법

김 동 옥, 이 대 영^{*}, 이 윤 표
한국과학기술연구원 열유동제어연구센터

Simultaneous Measurement of Fluid Velocity and Particle Velocity in the Particle-Containing Fluid Flow

Dong-Xu Jin, Dae-Young Lee^{*}, Yoon-Pyo Lee
*hermal/Flow Control Research Center, Korea Institute of Science & Technology(KIST),
Seoul 136-791, Korea*

요 약

필터의 특성이나 입자 fouling에 대한 연구에서는 유동 속에서 입자의 거동, 즉 유체의 속도와 입자의 속도를 동시에 알아야 할 필요가 있다. 입자가 아주 작고 입자밀도와 유체밀도와 차이가 별로 없을 때는 입자가 유동을 잘 따라간다고 볼 수 있지만 입자와 유체의 밀도가 많이 다르거나 입자의 크기가 어느 정도 이상이면 중력과 관성으로 인해 입자의 속도지연이 야기되므로 입자의 속도와 유체의 속도를 각각 측정하여야 한다. 안정된 유동이거나 유동의 주기성이 뛰어나면 유체의 속도와 입자의 속도를 따로 측정하여 비교할 수 있지만 그렇지 못할 경우에는 유체속도와 입자속도를 동시에 측정하여야 하며 이로 인한 어려움이 따를 수 있다.

유체의 속도는 기본적으로 PIV로, 큰 입자의 속도는 PTV로 측정할 수가 있다. Choi et al.⁽¹⁾는 두 대의 CCD 카메라와 광학필터를 사용하여 PIV와 PTV 측정을 수행하였고, Wereley et al.⁽²⁾는 한대의 CCD 카메라로 작은 입자와 큰 입자의 영상을 동시에 획득한 후 큰 입자들의 이미지만 추출하여 PTV 이미지로, 큰 입자가 제거된 영상은 PIV 이미지로 사용하여 큰 입자의 속도와 유체의 속도를 동시에 얻었다. 하지만 큰 입자의 영향으로 인한 PIV 측정의 오차를 줄이기 위해 큰 입자의 농도를 아주 작게 할 수밖에 없었다.

본 연구에서는 한 대의 CCD 카메라로 큰 입자의 농도가 높은 상황에서도 PIV와 PTV 측정을 동시에 수행할 수 있게끔 큰 입자의 존재로 인한 PIV 측정결과의 오차를 최소화하는 방법을 제안하였다. 본 연구에서는 PIV 측정의 오차를 줄이기 위해 원래 PIV+PTV의 통합 이미지에서 큰 입자를 추출한 후 그 위치에 탐색영역의 평균밝기를 대입하여 PIV 이미지로 하였다. 검증계산 결과에 의하면 본 방법으로 구한 유체의 속도는 탐색영역에서 큰 입자의 면적비가 20%일 때도 큰 입자의 존재로 인한 영향의 거의 받지 않음을 확인하였다.

참고문헌

1. Choi, H. M, Kurihara, T., Monji, H. and Matsui, G., 2002, Measurement of particle/bubble motion and turbulence around it by hybrid PIV, Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 12, pp. 421-428.
2. Wereley, S. T., Akonur, A. and Lueptow, R. M., 2002, Particle-fluid velocities and fouling in rotating filtration of a suspension, Journal of Membrane Science, Vol. 209, pp. 469-484.