

Uni-flow vortex tube의 직경에 따른 미세입자 분리특성 해석연구

서 원 준¹⁾ · 류 혜 립²⁾ · 이 태 행³⁾ · 명 태 식⁴⁾ · 임 석 연⁵⁾

충남대학교 대학원 기계공학과¹⁾ · 충남대학교 대학원 기계공학교육전공²⁾ · 공주대학교 신소재공학부 금속재료전공³⁾
한밭대학교 기계공학과⁴⁾ · 충남대학교 기계·재료공학교육과⁵⁾

Numerical analysis study of fine particle separation characteristics according to the diameter of uni-flow vortex tube

Wonjun Seo¹⁾ · Hyerim Ryu²⁾ · Taehaeng Lee³⁾ · Taesik Myung⁴⁾ · Seokyeon Im⁵⁾

Chungnam National University¹⁾, Chungnam National University²⁾, Kongju National University³⁾
Hanbat National University⁴⁾, Chungnam National University⁵⁾

Key words : CFD(전산유체역학), Exhaust gas(배기가스), Fine particle(미세입자), Separation efficiency(분리효율)

* 교신저자, E-mail: imsy@cnu.ac.kr

대기로 방출되는 배기가스에서 오염 물질을 제거하는 기술의 개발은 다년간 주요 관심사였다. 화석연료를 사용하는 내연기관에서 주로 발생하는 블랙 카본(Black carbon)은 장기간 흡입 시 폐 기능과 인지능력 저하를 유발하는 것으로 알려져 있다.

Vortex tube는 사이클론 집진장치와 내부 유동 패턴이 유사하여 원심력을 이용해 미세 입자를 분리할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 선박용 디젤엔진에 uni-flow vortex tube를 부착하여 실험하기 전 단계로 수치 해석 시뮬레이션을 통해 tube 내경에 따른 적용 유량 및 미세 입자 분리 효율을 비교 분석하고자 하였다.

Uni-flow vortex tube의 내경은 30~80 mm까지 10 mm 간격으로 모델링을 하였으며, 입구 압력은 0.12 bar로 고정하였다. Vortex tube의 저온공기유량비 또한 0.8로 고정하였다. 일반적으로 블랙 카본의 사이즈는 1 μm 이하로 알려져 있으나 다양한 상황을 고려하기 위해 0.5~10 μm 까지 0.5 μm , 그리고 0.05~0.5 μm 까지 0.05 μm 간격으로 해석을 진행하였다.

수치해석결과, vortex tube 내부 직경 사이즈에 따라 입구 체적 유량의 차이를 보였다. 입구 체적 유량은 배기가스 처리 용량을 의미하기 때문에 내경 80mm가 선박용 디젤엔진에 대응하기에 적합하다고 판단된다. 입자 거동 시뮬레이션 결과, 모든 vortex tube 내경 크기 조건에서 2 μm 이상의 입자는 86% 이하의 분리 효율을 보였으며, 분리되지 않은 입자는 tube 내부에 잔류하였다. 하지만 1.5 μm 이하의 크기를 가지는 입자의 경우 90% 이상 분리되었다. 해석을 통해, 실제 실험에 적용하기 위한 내경의 크기는 80 mm에서 가장 적합한 것으로 판단된다.

Acknowledgments

이 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022R1A2C1012848, NRF-2022R1A4A1030333)