

바이오 가스 발전기용 S-DPF의 Urea 유동 균일도 향상을 위한 시스템 설계 해석 연구

이 희 찬¹⁾ · 방 호 원¹⁾ · 박 세 웅¹⁾ · 박 기 영¹⁾ · 이 성 욱^{*2)}

국민대학교 자동차공학전대학원¹⁾ · 국민대학교 자동차공학과²⁾

System Design Analysis Study to Improve Urea Flow Uniformity of S-DPF for Bio-gas Generator

Huichan Lee¹⁾ · Hyowon Bang¹⁾ · Saewoong Park¹⁾ · Giyoung Park¹⁾ · Seangwock Lee^{*2)}

Graduate School of Automotive Engineering Kookmin University¹⁾

Department of Automotive Engineering Kookmin University^{*2)}

Key words :SCR(선택적 촉매 감소기술), DPF(디젤 미립자 필터), CFD(전산유체역학), Urea(요소), Injection(분사), Flow Uniformity(유동 균일도)

* 교신 저자, E-mail: energy@kookmin.ac.kr

세계적으로 모든 내연기관에서 배출되는 PM과 NOx 저감은 필수적인 추세이며, 디젤기관의 SCR / DPF 장치 장착은 의무화가 되었다. SCR은 선택적 촉매 감소 기술(Selective Catalyst Reduction)의 약자로 요소수 형태의 암모니아 수용액 또는 Urea 수용액을 환원제로 사용하며, 배기가스 내에 분사하여 촉매 반응을 통해 물과 질소로 환원시키는 후처리 장치이다. DPF는 디젤 미립자 필터(Diesel Particulate Filter)의 약자로 배기가스에 포함된 PM을 포집하고, 일정 포집량을 충족하면 재연소로 제거하는 후처리 장치이다. 후처리 장치를 단순화하면서 PM과 NOx를 동시에 저감이 가능하도록 위해 SCR과 DPF를 통합한 S-DPF 장치 개발이 수행되고 있다. S-DPF는 패키지 형태에 따라서 전단에 각기 다른 형태의 배기관 형상이 적용되며, 본 연구에 사용된 S-DPF는 L자형 Elbow 배기관 형상을 사용하였다. 기존 시스템은 S-DPF 전단의 배기관에서 Urea-SCR 분사 노즐이 수평으로 장착되었으며, 일부 Urea가 S-DPF 하단으로 흐르는 문제가 발생하였다. 이런 문제는 Urea 석출 현상을 일으킬 수 있으며, 불균일한 유동 균일도를 갖게 되어 S-DPF의 NOx 저감 효율 감소시키는 결과를 초래한다. 본 연구에서는 Elbow 길이, Mixer 위치와 개수, Diffuser 각도, Injection 각도 등의 변수를 활용하여 Urea 유동 균일도를 향상시키는 것을 목표로 하였다. 본 연구는 ANSYS社의 Fluent 소프트웨어를 활용하여 Urea Injection 경향성을 분석하고, 배기가스의 모든 유량 조건에 범용적으로 대응이 가능한 최적 설계 지표를 제안하였다. Mixer의 위치와 개수, Injection 각도는 유동 균일도에 직접적인 영향을 미쳤고, Elbow의 길이는 Urea Particle 처짐과 촉매 반응 시간에 영향을 미쳤다. 디퓨저는 특정 각도보다 증가하면 유동 균일도가 하락하는 현상을 확인하였다. 이와 같이 다양한 설계 변수 변경을 통해 유동 균일도를 개선하고 적절한 배압을 갖는 설계안을 제시하여 L자형 Elbow를 사용한 S-DPF에서 나타나는 문제점을 해결하고 Urea의 반응시간을 확보하여 NOx 저감 효율을 증대시켰다.

*이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0017120, 2023년 산업혁신인재성장지원사업)

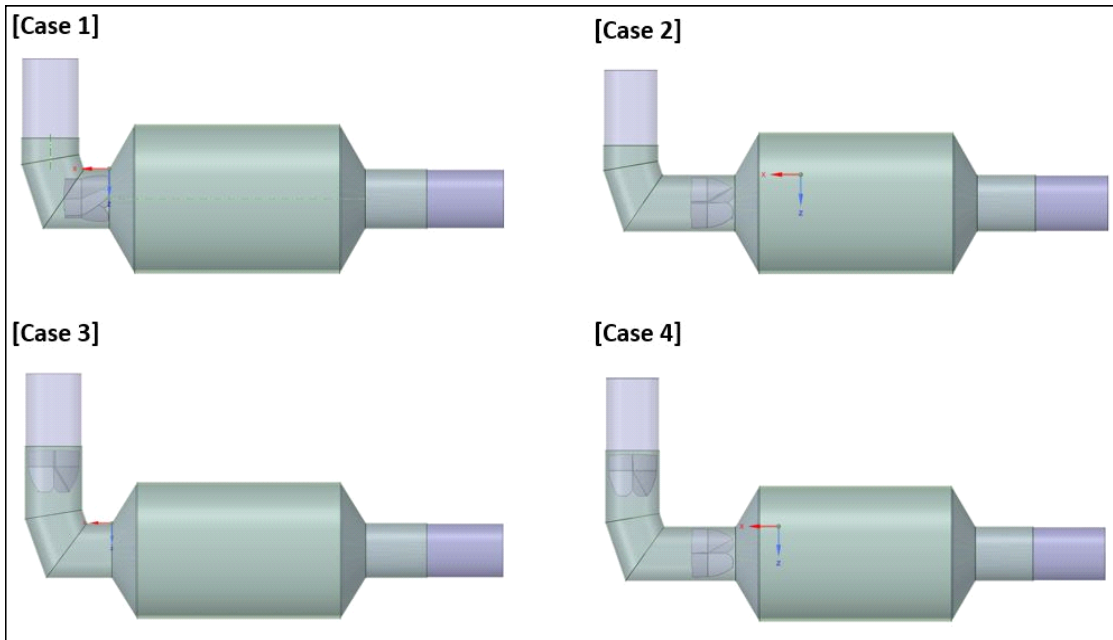


Photo. 1 Various CFD model of S-DPF

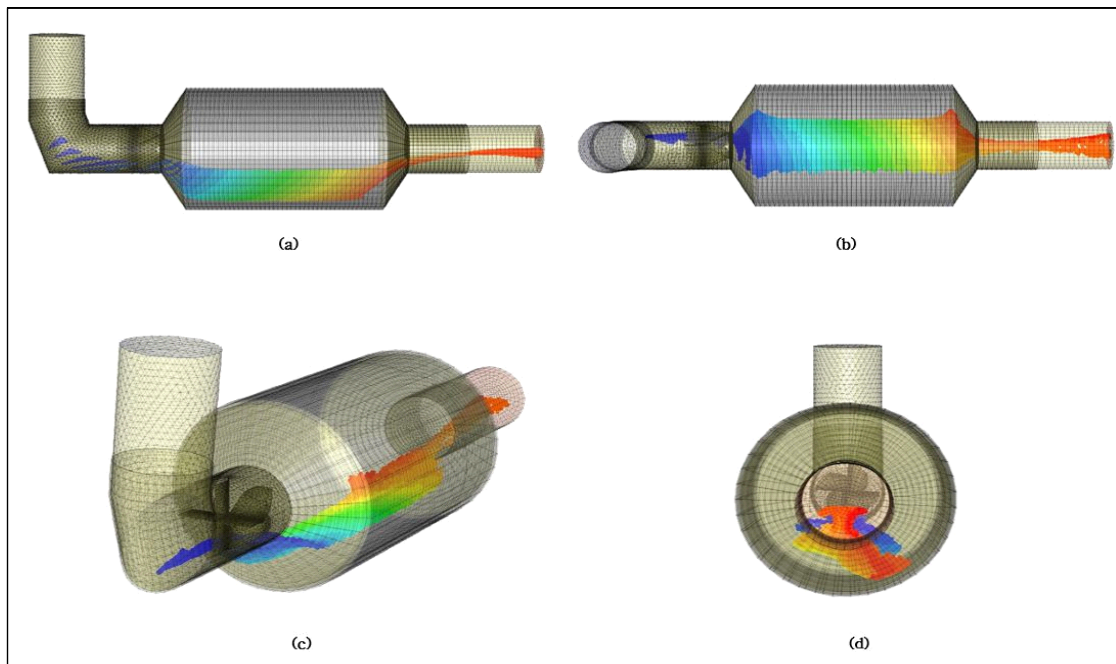


Photo. 2 Particle track contours of original S-DPF

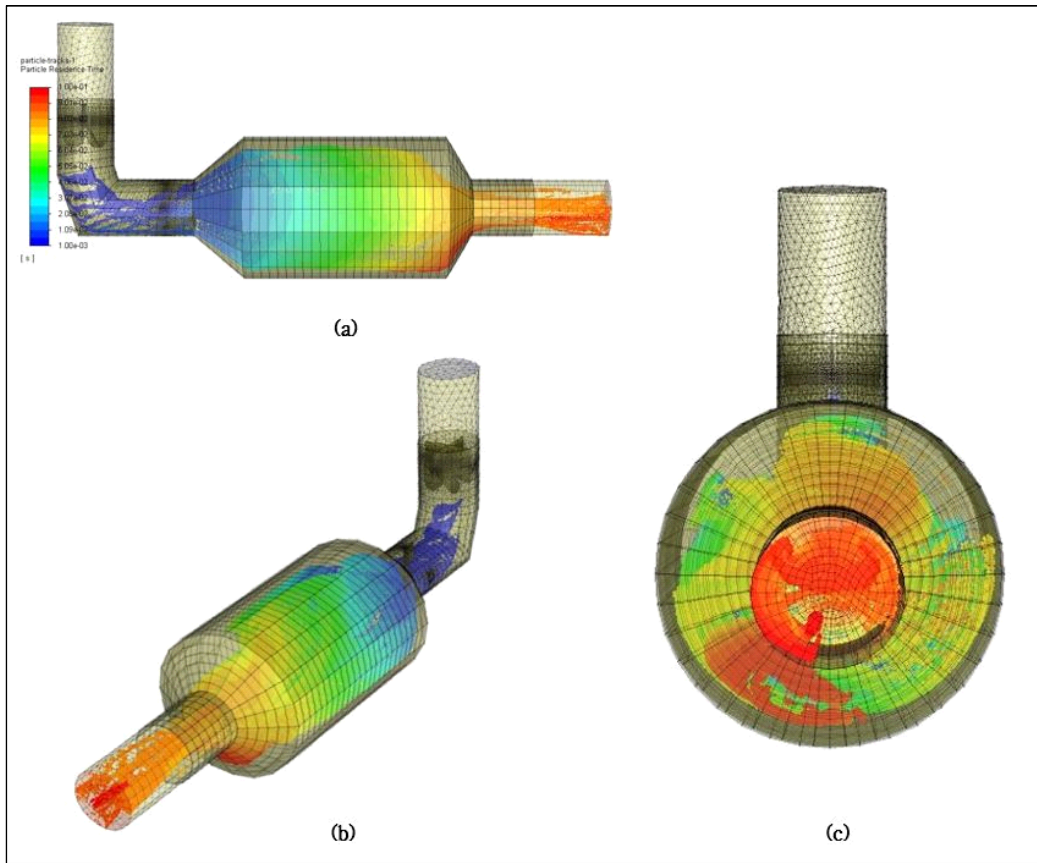


Photo. 3 Particle track contours of optimized S-DPF model