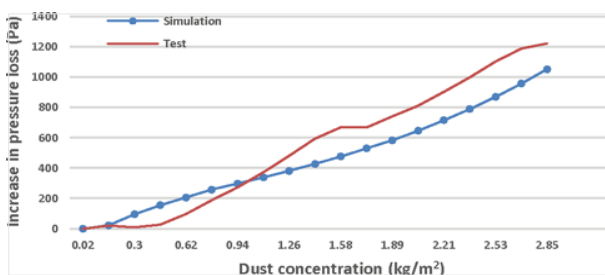


엔진 내 공기 여과 시스템에 대한 준-경험적 과도상태 CFD 시뮬레이션

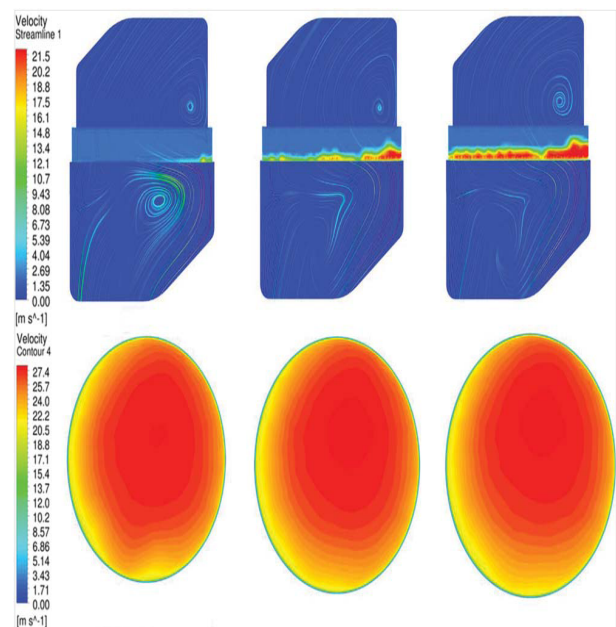
밀집된 도시 환경에서 차량을 보다 용이하게 운행하고, 또한 연료 효율을 개선하기 위해서는, 목표 성능을 고려하는 동시에 가능한 한 이를 소형화해야 한다. 이러한 소형화 추세는 엔진룸의 크기에도 영향을 미침에 따라 이전보다 축소된 공간 내 공기 필터 박스를 보관해야 하는 상황이 되었지만, 그럼에도 불구하고 압력 강하를 야기하지 않고 적재 용량을 줄여야 하며, 결과적으로 여과 효율을 손실시키지 않아야 한다. CFD 시뮬레이션의 유연성 및 비용 절감 효과로 인해 이는 필터 설계의 최적화에 있어서도 중요한 역할을 수행한다. 그러나 현재 통용되는 모델링 프레임워크의 경우, 먼지량이 증가함에 따라 필터 박스를 통과하는 공기 흐름이 변화되는 시간-중속성을 거의 고려하지 않고 있다. 이에 불보자동차는 공기 여과 시스템을 구성하는 필터 요소에 먼지가 적재된 공기 흐름 거동을 시뮬레이션하고자 3D 준-경험적 과도상태 CFD 예측 모델 개발을 통해, 필터 요소에 가해지는 시간-중속 특성의 먼지 하중을 해석하고 공기 필터 박스의 진수명에 걸친 유동 거동을 계산할 수 있는 실제 산업 맞춤형 모델을 제시하였다. 연구진이 구현한 준-경험적 시뮬레이션 알고리즘은 플리티드 필터의 유동 흐름과 관련한 다양한 연구 결과로부터 파생된 서브 모델들을 통합화한 것이다. 필터 요소는 이방성으로 먼지 하중에 중속하는 다공성 매체로써 모델링하였으며, 필터 형상, 필터 페이지의 재료 물성 및 먼지 입자 분포 등과 같은 정보를 모델에 입력하였다. 또한 본 연구에서는 필터 요소로의 먼지 패턴을 기록하는 실험(필터 페이지의 투과성 및 필터 요소로의 먼지 누적 패턴 평가)을 진행하여, 이를 통해 수치해석 결과를 검증하였다. 연구 결과, 필터 요소 내부에 형성된 전반적인 먼지 하중 뿐만 아니라 이의 분포 정도를 예측할 수 있었으며, 압력 강하 경향은 실제 실험 데이터와 상당히 일치하였다. 본 연구를 통해 도출된 주요 결론으로, 첫번째, 먼지 입자들이 필터 요소의 주입구 표면에 축적되는 것을 확인할 수 있었다. 두번째, 먼지 커버 하우징에 재순환 영역이 발견되었으며, 필터 요소 내부 투과성이 감소함에 따라 공기 흐름 또한 이의 경로를 변경하였다. 세번째, 먼지 하중이 증가함에 따라 배출구에서의 속도 분포 양상에 있어 미묘한 변화가 관측되었다.



[실험 대상 필터가 내장된 공기 필터 박스]



[압력 강하 결과 비교(수치 해석 vs 실제 실험)]



[시간 진행에 따른(10/60/100%) 필터 박스의 xz 방향 유선 속도(먼지)고형분율(위쪽) 변화 및 배출구에서의 속도 분포(아래쪽)]

원 제 목	Semi-Empirical CFD Transient Simulation of Engine Air Filtration Systems
출 처	SAE International Journal of Passenger Cars : Mechanical Systems(9(1) : 2016)
원 저 자	Hongwen Wu 외 연구진