LPI 연료필터 유동해석

이창국*, 김창수**, 박성영*
*공주대학교 기계자동차공학부
**공주대학교 일반대학원 기계공학과
e-mail : sungyoung@kongju.ac.kr

Flow Simulation of LPI Fuel Filter

Chang-Kook Lee*, Chang-Su Kim**, Sung-Young Park*
*Div. of Automotive & Mechanical Engineering, Kongju National University
**Mechanical Engineering Dept, Graduate School, Kongju National University

요 약

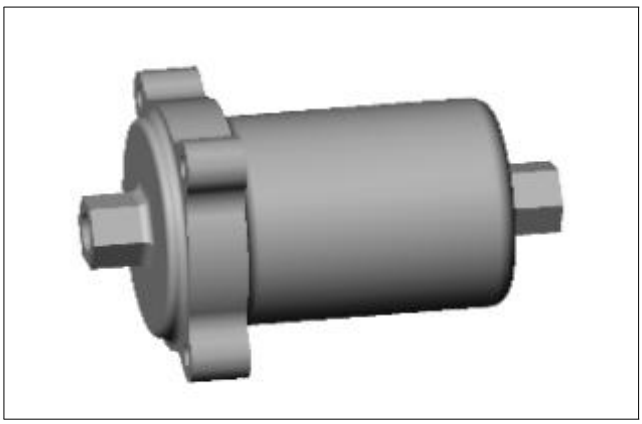
본 논문에서는 엔진의 엔진성능, 안전성 및 내구성에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 LP 연료필터의 유동 특성을 분석하고자 하였다. LP 연료필터를 3차원 모델링하였으며, 유동해석을 위하여 계산격자를 구성하고 유동해석을 수행하였다. 유동장을 분석하여 입구부를 거쳐 연료필터를 지나 출구부까지 유동이 원활한 것을 확인하였고, LP 연료의 유동장은 필터내에서 양호한 것으로 판단된다. 또한, 연료필터 내부의 압력강하량을 분석하였으며, 질량유량이 증가함에 따라 압력강하량이 증가하였다.

1. 서 론

자동차 산업의 급속한 발전과 아울러 최근 십 여년 동안 자동차 배기가스에 대한 규제가 점점 엄격해지고 있다. 사회적으로 환경보호, 특히 대기 보존에 대한 인식이 저변에 확산되면서 여러 가지 환경친화적 대체연료가 모색되고 있다[1]. 이에 따라 엄격하게 강화되는 배기가스 규제를 만족시키고 환경친화적인 차량의 개발을 위하여 많은 연구가 진행되었다. 청정 연료 중 하나인 LP(Liquid Propane) 연료는 자동차의 대체연료로써 출력, 연비향상 및 배기규제 만족을 위하여 지속적인 기술 개발이 이루어지고 있다. LPI 시스템은 흡기관내 연료를 분사하는 액상분사방식이며 기존 믹서 방식의 LPG 자동차와 비교했을 때 출력 상승 및 연비 저감의 효과를 볼 수 있다[2]. 그 중 LPI 연료필터는 엔진성능, 안전성 및 내구성에 직접적인 영향을 미칠 수 있어 신 엔진의 개발과 함께 적정 요구 성능을 만족할 수 있어야 하는 고 신뢰성 부품이다. 그러나 국내완성차업계에서는 핵심기술만 보유하고, 연료필터 등 비핵심 부품분야는 부품업계 자체기술로 개발된 제품을 장착하게 되므로, 국내자동차부품사의 기술과 부품신뢰성이 더욱 요구된다[3]. 본 연구에서는 상용 소프트웨어인 Solid Works를 이용하여 연료필터를 모델링하고, FloWorks를 적용하여 연료필터 내부의 LP연료의 유동 특성을 분석하였다.

2. 연료필터 모델 및 해석 방법

본 연구에 사용된 연료필터 모델은 현재 양산되어 상용화된 연료필터이다. 그림 1은 LPI 연료필터의 모델을 보여주고 있다. 해석 모델의 구조는 출구부와 연결되는 좌측부의 UPPER CAP, 입구부와 연결되는 우측부의 LOWER CASE로 구분되며 UPPER CAP에는 필터가 연결되어 있다.

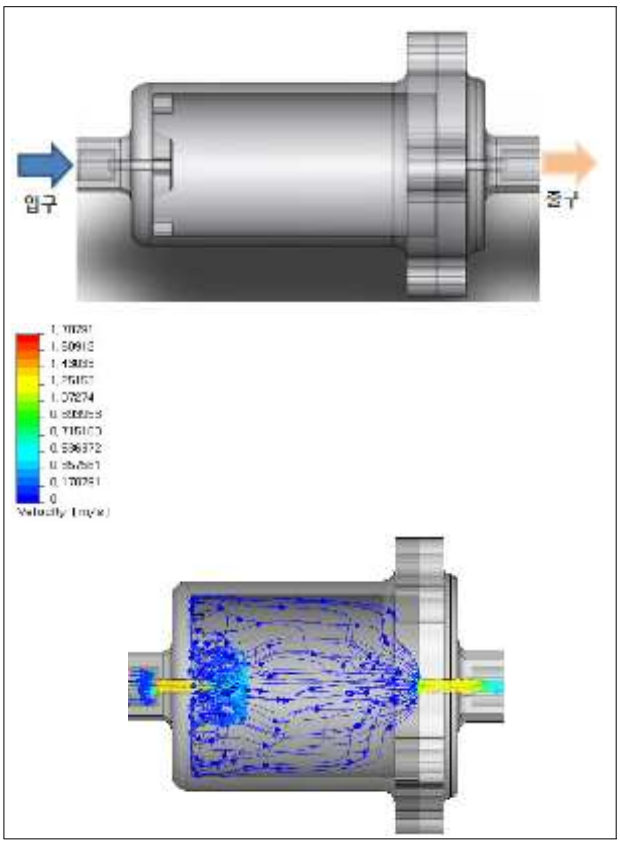


[그림 1] LPI 연료필터 모델

유동해석은 유동해석 소프트웨어가 내장된 상용 3-D 모델링 툴(FloWorks)을 사용하였다[4]. 커버와 캡의 재료는 알루미늄을 사용하였으며, 약 14만개의 유동 계산 격자를 구성하였다. 해석에 사용된 유체는 LP 연료의 구성성분인 액상 프로판(C_3H_8)으로 가정하였으며, 입구 측에 질량유량을 설정하여 해석을 수행하였다.

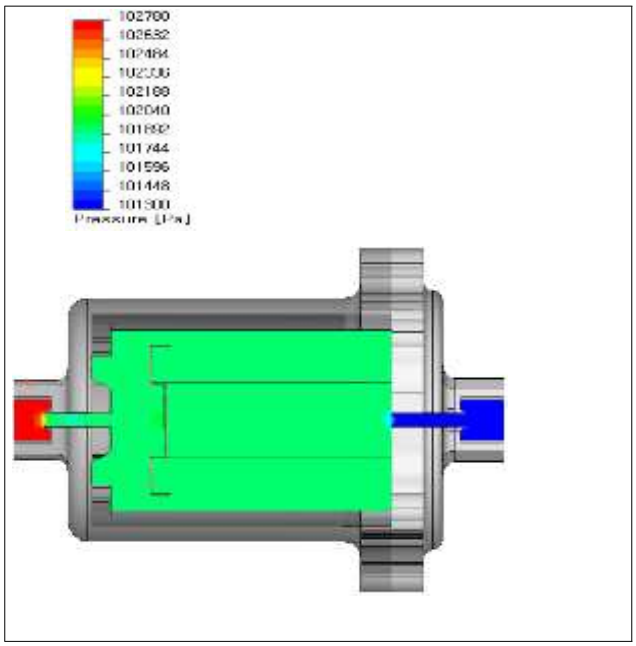
3. 해석 결과 및 고찰

연료필터는 엔진의 엔진성능, 안전성 및 내구성에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 중요한 부품이다. 특히 입구에서부터 출구까지 유동의 흐름과 압력은 연료필터의 설계에 매우 중요한 성능인자이다. 그림 2는 연료필터 내의 연료 유동장을 보여주고 있다. 연료는 입구부를 거쳐 유동이 없는 필터 끝단을 지나서 출구부까지 유동이 원활하게 흐르는 것을 확인할 수 있다.



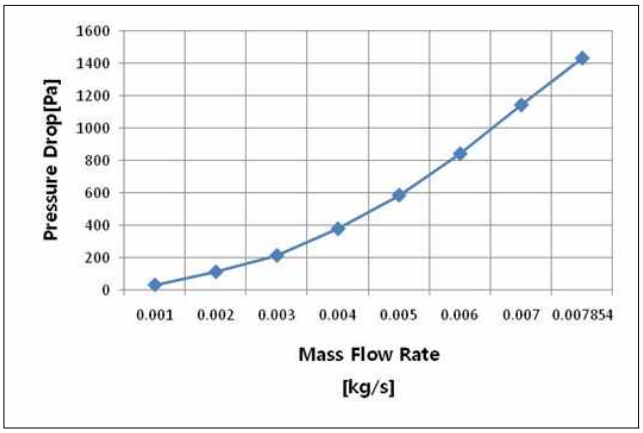
[그림 2] 유동 해석 결과

그림 3은 연료필터 내부의 압력분포를 보여주고 있다. 연료필터 내부에서 압력 변동이 미미한 것은 입구부 단면적 대비 필터 내부의 단면적이 상대적으로 크기 때문이다.



[그림 3] 연료필터의 압력차

그림 4는 유량에 따른 압력강하량을 보여주고 있다. 질량유량이 증가함에 따라 압력강하량이 증가하는 경향을 보이고 있다.



[그림 4] 질량유량에 따른 연료필터의 압력강하량

4. 결 론

본 논문에서는 엔진의 엔진성능, 안전성 및 내구성에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 연료필터의 유동 특성을 분석하고자 하였다.

1. LP 연료필터를 3차원 모델링하였으며, 유동해석을 위하여 계산격자를 구성하고 유동해석을 수행하였다.

2. 유동장을 분석하여 입구부를 거쳐 연료필터를 지나 출구부까지 유동이 원활한 것을 확인하였다. LP 연료의 유동장은 필터 내에서 양호한 것으로 판단된다.
3. 연료필터 내부의 압력강하량을 분석하였으며, 질량유량이 증가함에 따라 압력강하량이 증가하였다.

참고문헌

[1] 임무창, 명차리, 박심수, 박정남, 김성근 “터빈방식 연료펌프로 구성된 LPI 연료공급 시스템의 LPG 조성비에 따른 토출성능 및 엔진적용성에 관한 연구” Transactions of KSAE, Vol. 15, No. 3, pp.99-105, 2007.

[2] G. Lee, J. Kim, C. Myung, S. Park, "Experimental investigtion in flow rate performance and LPLi engine application if turbine pump with various composition ratio of LPG fuel", SAE paper No. 2007-01-3629, 2007.

[3] 김진용, 나병철, 박승욱, 서준호, 이계철 “LPI연료필터 성능 평가 기술 개발에 관한 연구”, 한국자동차공학회 2005년도 추계학술대회논문집 pp.605~610.

[4] NIKA GmbH, "COSMOS-FloWorks User's Manual", 2007.