

오일분리기의 성능분석

김창수*, 박성영**

*공주대학교 일반대학원 기계공학과

**공주대학교 생산기술연구소

e-mail:sungyoung@kongju.ac.kr

Performance Analysis of a Oil Separator

Chang-Su Kim*, Sung-Young Park**

*Mechanical Engineering Dept., Graduate School, Kongju National University

**Industrial Technology Research Institute, Kongju National University

요 약

본 논문은 진산해석을 통하여 일반적으로 가솔린엔진에 적용되는 오일분리기의 성능을 분석하였다. 현재 상용화된 제품을 해석한 결과 Labyrinth부분에서는 포집 능력이 거의 없는 것을 확인하였다. 오일 입자 포집효율이 전체적으로 분포되지 않고 5개의 작은 홀이 있는 격판 부분에서만 집중적으로 나타나는 것을 확인하였다. 또한, 일반적인 Cyclone형태의 오일분리기보다 압력강하량이 높은 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

연소실로 유입되는 블로바이가스(Blow-by gas)와 오일입자들은 오일소모와 흡기계의 오염을 유발하는 등의 여러 가지 문제점을 가지고 있다.

블로바이가스란 고온고압으로 연소한 가스가 피스톤 링과 그루브의 틈새 등을 통하여 실린더 내벽과 피스톤 링 사이로 유출되는 가스를 말하며, 그 주된 성분은 미연 탄화수소, 수분 및 oil mist 등으로 구성된다. 이러한 블로바이가스는 실린더 헤드 커버를 거치면서 냉각, 응축되어지는 과정을 통하여 오일화 되어 흡기계로 유입되면서 신기 및 EGR가스 등과 접촉하여 흡기계를 오염시키는 주된 원인이며 엔진의 배출물 등에도 영향을 미친다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 일반적으로 오일분리기(Oil separator)를 설치하여 비교적 큰 오일입자들을 분리한다. 따라서 오일분리기의 성능은 흡기계의 청정도 유지와 유해배기가스 저감에 중요한 역할을 담당하고 있다[1].

오일분리기의 종류에는 크게 디젤용 엔진에서 대표적으로 사용되는 원심력을 이용한 Cyclone형태가 있으며, 가솔린 엔진에 사용되는 Labyrinth형태의 오일세퍼레이터가 있다. 그 외에도 철조망과 같이 사이사이에 장애물을 두어 오일을 포집하는 Wire형태의 오일세퍼레이터 등도 있다[2].



[그림 1] 일반적인 가솔린엔진용 헤드커버

본 연구에 사용된 모델은 현재 상용화된 일반적인 가솔린 엔진의 헤드커버에 들어가는 labyrinth형 구조로서 해석적으로 모델링하고 계산하여 성능과 효율을 예측하고자 하였다.

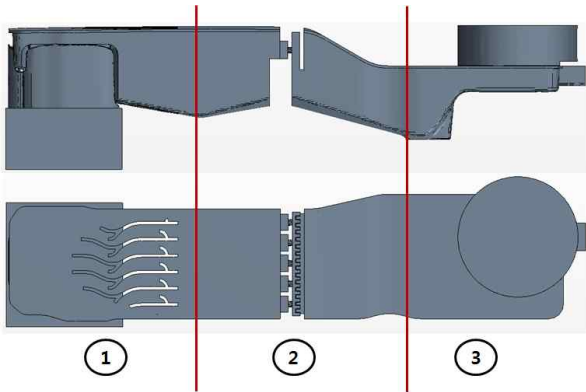
2. 본론

2.1. 해석모델

블로바이 홀로부터 유입되는 오일입자의 포집효율을 계산하기 위하여 상용 소프트웨어인 Star-CD[3]를 사용하였다. 일반적으로 10 μ m이하의 오일입자를 함유한 블로바이 가스는 저밀도 다상유체이기 때문에 가스의 유동과 입자유동을 분리(uncoupled)하여 계산하였다[4]. 유동 해석을 통해 속도 및 압력차를

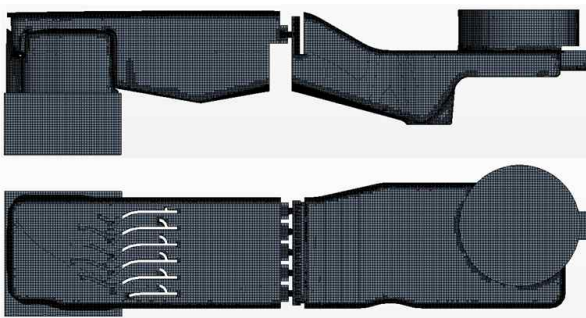
분석하고, 해석된 모델을 이용하여 각 오일입자 크기별로 10,000개의 입자를 투입하여 오일의 포집 성능을 분석하였다.

그림 2의 해석 모델에서 1부분은 비교적 단순하게 설계되어졌으며, 2부분에서는 5개의 작은 홀을 통과하고 격판에 직접 오일입자들이 충돌하여 포집 효율을 높인 것이 특징이다. 이는 오일 입자의 포집효율 면에서는 우수한 성능을 보이지만, 협소한 홀 단면적으로 인해 압력 강하량 측면에서는 열악한 성능을 나타낼 것으로 예상된다.



[그림 2] 해석 모델

그림 3은 ccm+를 이용하여 격자를 생성한 모델이다. 격자 모델은 직사각형 모양의 격자를 사용하였으며, 100만개의 격자로 구성되었다. 해석을 위한 난류 모델은 k-Epsilon/RNG 모델을 사용하였으며, 일반적으로 사용되는 유량인 60l/m을 속도로 환산하여 입구의 경계조건을 결정하였다.

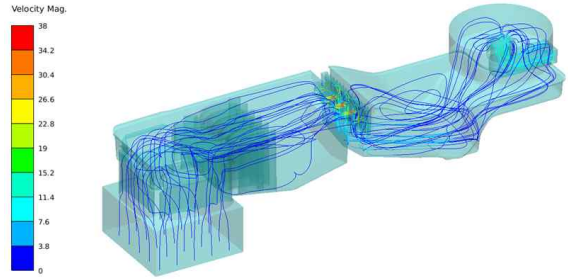


[그림 3] 격자

2.2. 해석결과

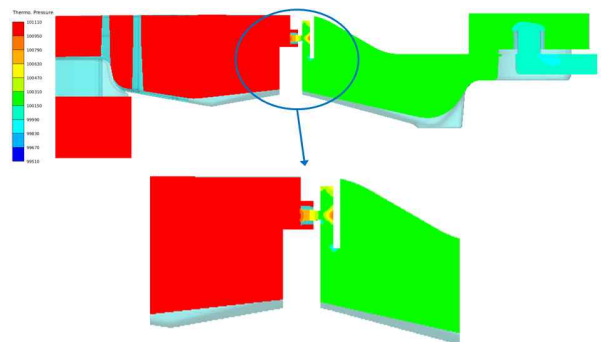
그림 4는 속도를 이용하여 유동을 나타낸 것으로 그림 2에서 설명한 바와 같이 1부분에서는 단순한 모양으로 인해 유선이 원활하게 흘러나가는 것을 확

인 할 수 있다. 이러한 원활한 유선 형태는 가스 유동을 타고 흐르는 오일입자들의 포집효율을 감소시키는 원인으로 작용할 수 있다. 2부분에서는 작은 홀의 영향으로 속도가 상승하며, 유선이 수직으로 충돌하고 있다. 이는 포집 효율에서는 유리한 성능을 나타낼 수 있지만, 작은 홀의 영향으로 인해 압력 강하량이 증대될 것으로 판단된다.



[그림 4] 유동 흐름

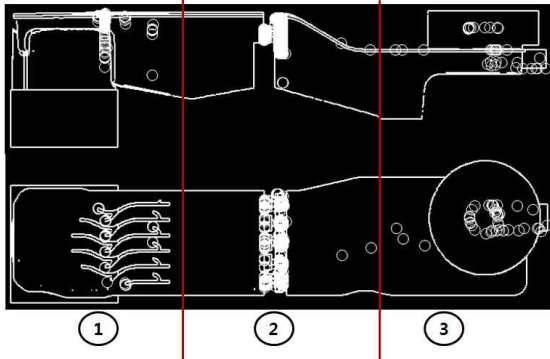
그림 5는 모델의 출구부를 중심으로 하여 측면에서의 압력값을 나타낸 그림이다. 예상했던 바와 같이 2부분의 작은 홀에서 압력이 급격히 증가하는 것을 확인 할 수 있다. 일반적인 Cyclone형태의 오일 분리기에서 유량이 60l/m일 때, 압력차가 1000Pa이 하인 점을 감안한다면 본 연구에 사용된 모델에서는 입구측과 출구측의 압력차가 1,200Pa 정도로 일반적인 Cyclone형태의 오일분리기보다 압력강하량이 높게 나온 것을 확인 할 수 있었다.



[그림 5] 압력 분포

그림 6은 오일 입자 포집 위치를 나타낸 것이다. 그림 2에서 예상했던 바와 같이 2부분에서 5개의 작은 홀을 통과하고 격판에 직접 오일입자들이 충돌하여 포집 효율이 가장 높았고, 그 외의 부분에서는 오일을 거의 포집하지 못하는 것을 볼 수 있다. 계

산 결과 2부분에서 포집된 오일이 97%정도였고, 2와 3부분을 합쳐 3%정도에 머무는 것을 확인하였다.



[그림 6] 오일 입자 포집 위치(2.90 μ m)

3. 결론

본 연구는 일반적인 가솔린 엔진의 헤드커버에 들어가는 labyrinth형 오일분리기를 해석적으로 모델링하고 계산하여 성능과 효율을 분석하였다. 해석 결과 5개의 작은 홀 부분에서 대부분의 오일을 포집하고 그 외의 부분에서는 오일을 거의 포집하지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 일반적인 Cyclone형태의 오

일분리기보다 압력강하량이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에 사용된 모델에서 labyrinth부분을 보강하여 오일 포집 효율을 높이고, 5개의 작은 홀 부분의 최소 단면적을 넓혀준다면 오일 포집 효율과 압력강하량 모두를 만족할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] C. Song, et al., "An Experimental Study on the Optimization of Plastic Cylinder Head Cover for the Reduction of Oil Carry Over", KSAE 2008 Annual Conference, pp.200-200, 2008.
- [2] Franz Koch, et al., "Lubrication and Ventilation System of Modern Engines-Measurements, Calculations and Analysis", SAE Paper, 2002-01-1315, 2002.
- [3] CD-adapco, "Star-CD V4.06.011 User's Manual", 2009.
- [4] K. Kim, "Numerical Simulation of Blow-by gas and Oil Droplet Separation", Proceedings of KSAE Fall Conference, pp.612-617, 2006.