

## DPF 파손 유형별 영향 및 OBD 신호 기반 예측에 관한 연구

목 지 훈<sup>1)</sup>·조 인 수<sup>2)</sup>·김 우 택<sup>3)</sup>·김 대 국<sup>4)</sup>·이 진 옥<sup>\*5)</sup>

송실대학교 기계공학부<sup>1,2,3,4,\*5)</sup>

### A study on the effects of DPF Damage types and their prediction using OBD signal

Ji Hun Mok<sup>1)</sup> · In Su Cho<sup>2)</sup> · Woo Taek Kim<sup>3)</sup> · Dae Kuk Kim<sup>4)</sup> · Jin Wook Lee<sup>\*5)</sup>

*Department of Mechanical Engineering, Undergraduate school, Soongsil University, Seoul 06978, Korea<sup>1,4)</sup>,*

*Department of Mechanical Engineering, Graduate school, Soongsil University, Seoul 06978, Korea<sup>2,3)</sup>,*

*5, \* School of Mechanical Engineering, Soongsil University, Seoul 06978, Korea<sup>\*5)</sup>*

**Key words** : Diesel Particulate Filter(후처리장치), Particulate matter (입자상물질), DPF Damage type (후처리장치 손상 종류), Damage analysis(손상 해석), ANSYS(앤시스)

\* 이진옥, E-mail:immanuel@ssu.ac.kr

자동차용 후처리장치를 진단하는 여러가지 방법중에서, 포집된 PM을 재생하기 위한 신호 중 하나인 배기차압 데이터를 활용하는 방법이 있으나 DPF 필터의 손상과 막힘을 구하기 어려운 점이 있다<sup>1,2)</sup>.

본 논문의 목적은 X-선 계측 위치 최적화를 위하여, 후처리시스템의 진단해석을 통해 파손 유무에 따른 성능 변화를 선형적으로 예측하고자 대표적인 파손을 변수로 적용하여 수치해석을 수행하여 파손별 특성을 분석함이다.

그림 1은 연구대상차량의 DPF 배기라인을 나타낸 것으로, 실제 차량에서 배기분석 계측기로 측정된 DPF 배출량에 따른 기본적인 특성을 분석하였다. DPF가 retro-fit으로 장착된 2003, 2004년식 SUV용 OBD 데이터를 활용하였다.

배출물 데이터는 포터블 PM 측정기를 사용하여 PM 배출농도가 0%, 1%, 2%인 차량의 데이터로 선정하였으며, 정규 주행모드가 아닌 실제 자동차 소유주가 실제 도로를 주행한 데이터로 운전자 및 운전환경이 다른 특징이 있다.

또한 다양한 DPF의 파손 종류를 그림 2와 같이 모델링하여 ANSYS Fluent를 이용하여 수치해석을 수행하였다. 먼저 후처리시스템 내부 파손상태를 pinhole 파손, melting 파손, cracking 파손으로 분류하였다. 미세한 Crack을 후처리장치의 차압으로 진단하기는 어려운 것으로 판단되기에 PM 센서와 같은 추가적인 데이터를 활용할 경우 진단이 가능할 것으로 보인다.

연구결과, Melting이 진행됨에 따라 압력차는 약 0.9 / 0.94 / 0.7 mbar 로 낮아졌다. 이러한 현상은 필터 용융 깊이가 증가할수록 사라진 필터(용융된 공간)에 의해 감소된 점성 및 관성 저항으로 필터 내부에서의 압력강하 감소에 의한 것으로 판단되며 차압값으로 손상 정도도 유추할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 Pinholes의 개수가 1, 3개 늘어남에 따라 압력차는 각각 약 1.29 / 1.28 mbar로 증가하였다. 이와 같은 결과는 유입되는 연소가스가 필터 입구에서 1차로 저항이 발생한 후 pinholes 파손 구간에서 압력강하가 발생하고, 입구에서 계속 유입되는 기체에 의해 재압축되는 반복적인 과정이 Pinholes 내부에서 수반되어 연소가스의 유동 저항이 증가한 결과로 판단된다.

그림 3은 실제 retrofit 차량의 OBD 데이터에서 재생기간 및 재생 전후 기간 동안 온도 변화를 box chart를 이용하여 통계적인 경향성을 나타낸 것이다. 두 온도의 차를 비교한 결과, 운전자의 성향과 무관하게 OBD 온도 하위 25%의 온도 변동폭이 PM 배출물이 증가할수록 감소하는 것을 확인할 수 있었다. PM 배출물량이 증가할수록, 온도변화폭이 감소하는 것은 DPF 또는 담체의 손상이 발생하여 필터링 성능이 하락되어 내부 기체의 유동이 원활하게 된 것이라고 유추할 수 있었다.



Figure 1. Structure of full exhaust line

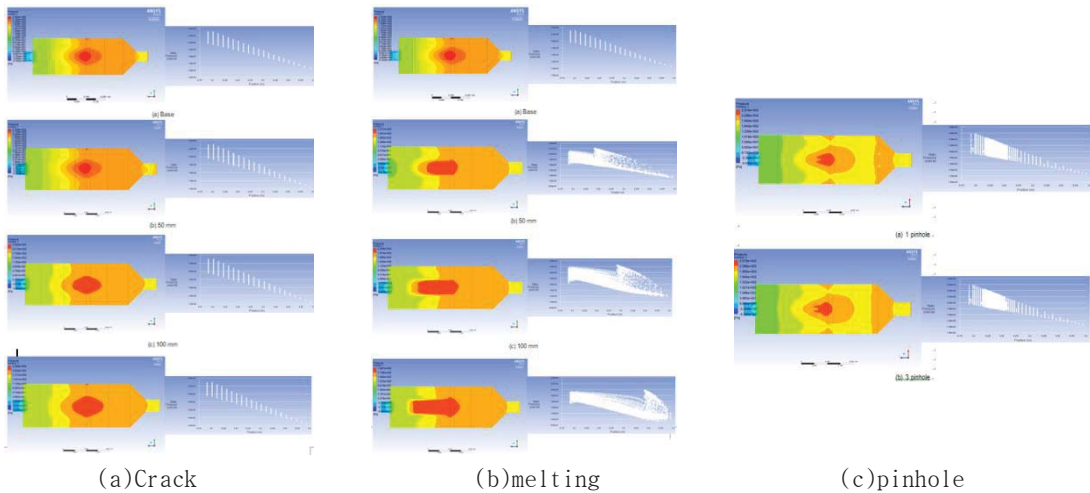


Figure 2. Pressure results of different damage type

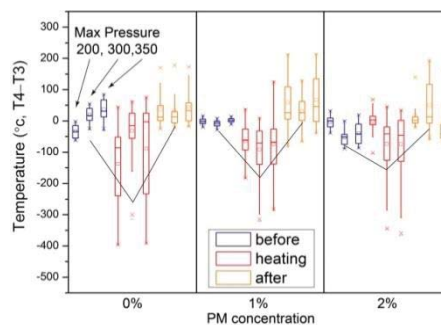


Figure 3. Statics analysis with temperature

#### Reference

1. Cloudt, R., "Diagnostics Development for Cost-Effective Temperature Sensor based Particulate Matter OBD Method," SAE Int. J. Passeng. Cars - Electron. Electr. Syst. 7(2):573-582, 2014, <https://doi.org/10.4271/2014-01-1550>.
2. York, A., Watling, T., Ramskill, N., Gladden, L. et al., "Visualization of the Gas Flow Field within a Diesel Particulate Filter Using Magnetic Resonance Imaging," SAE Technical Paper 2015-01-2009, 2015, <https://doi.org/10.4271/2015-01-2009>.