

디젤엔진 배기가스의 PM저감용 세라믹필터 집진장치

여과특성에 관한 연구

이광식* · 김기호* · 오정원* · 이영필*

Analysis of Filtration Characters Ceramic filter Collectors for PM removal of Diesel Engine exhaust gas

K.S Lee* , Ki ho Kim* , Jeong won Oh** , Young pill Lee*

ABSTRACT

Collectors connected to diesel engine exhaust pipe for application of PM reduction facilities which was used to reduce PM from the exhaust gas produced from ship, Filtration performance of PM was tested. In this system, it was confirmed that the bag house can remove over 90 percent of PM from a lot of high temperature and high pressure gases produced in diesel engine. The results obtained from performance test show the potential possibility for commercialization of ceramic filter collectors which is applied to reduction facilities of flue gas produced from a diesel engine on the ship.

Key Words : Porous ceramic filter, Diesel engine exhaust gas emission, Ceramic soot Collector, Filtration

본 연구에서는 선박에서 발생하는 디젤엔진 배기가스의 PM 저감용 집진장치의 여과성능 연구를 위해 디젤발전용 엔진에 세라믹필터 집진장치를 설치하고 PM의 여과 성능을 실험하였다.

실험에 적용된 발전기는 750kW급 발전기로서 엔진은 두산 상용엔진을 사용하였으며 Table 1, Table2에 주요 제원을 나타내었다. PM여과실험장치는 디젤발전용 엔진과 세라믹필터 집진장치로 이루어져 있으며 Fig.1에 실험장치 개략도를 나타내었다.

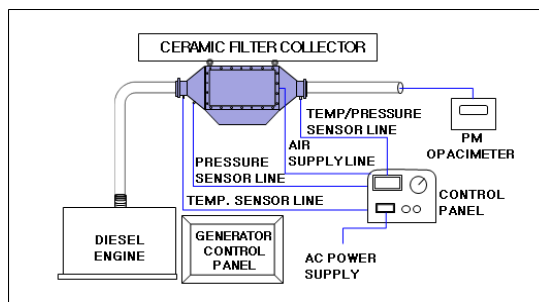


Fig. 1 Schematic diagram of Exhaust gas emission systems.

Table 1 Specifications of the test engine

* (주)신텍 기술연구소

† 연락저자, Jeongwon.oh@seentec.com

TEL : (055)210-7141 FAX : (055)-210-7596

Description	Specifications
Manufacturer	Doosan Infracore
Model	P222FE-2
Type	4행정,수냉,수직직렬형
엔진 최대출력(Rating)	1115 PS/1800 RPM
엔진 정격출력(Rating)	998 PS/1800 RPM
Displacement	21,927 cc
Fuel	Diesel
Fuel consumption	상용출력의 5%부하시:152 lit/hr

Table 2 Specifications of the test generator

Description	Specifications
Standby rating	750Kw(938KAV)
Prime rating	682Kw(852KVA)
Current	1424 A
Voltage	380/220 Volts
Frequency	60 Hz
Rated speed	1,800 RPM

여과재는 알루미늄재질의 다공성 세라믹필터를 적용하였으며 고온에 대한 저항성과 내구성이 강한 소재로 기공의 크기는 최대 10 μ m, 기공율이 57%로 통기성이 높아 고온 다량의 배기가스 처리에 적합하도록 제작하였으며 Fig2 에 세라믹필터와 집진장치를 나타내었다. 세라믹필터 집진장치의 Filtration 메커니즘은 하부쪽이 막힌 필터

Media 층을 통과한 후 필터의 상부 입구로 배출되는 구조로, Sheet type의 세라믹필터를 연속으로 배치한 후 상부와 하부를 금속캡으로 고정하여 24 개의 필터를 Module로 조립한 구조로 제작되었다. Separation 메커니즘은 고압의 Cleaning Air를 이용, 여과된 PM을 털어내는 Pulse jet cleaning system을 적용하고 있어 장치의 집진과 세척이 연속적으로 가능한 구조로 설계되어 있다. 분리된 PM은 장치의 하부로 포집되어 별도 처리되도록 구성되어 있다.

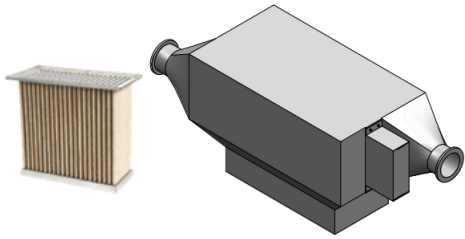


Fig. 2 Ceramic filter & Collector

시험방법은 ISO 8178 Test mode D2 모드에 의해 수행하였고 전체부하의 10%, 20%, 50%, 75%, 100%, 110%의 부하조건으로 발생하는 PM을 측정하였다. 집진장치 전단에서 시동조건(Key on에서 1800rpm 무부하 조건)을 3회 실시하였으며 이후 부하를 증가시키면서 규정된 부하운전조건에서 연속 측정을 1회 실시하였다. 배출되는 가시매연의 농도는 광투과식 매연측정장치 (Opacimeter, AVL 439)를 사용하여 측정하였고, 집진장치의 후단으로 PM측정 프로브를 이동하여 동일한 절차로 실험하였다.

발전기성능은 710Kwe 부하까지 성능저하가 없었으며 배기온도는 Max 375℃로 엔진 spec인 650℃이하수준이었다. 배기압력은 Max 350mmAq 이하이고 집진장치 전후차압은 Max 300mmAq 수준으로 엔진spec인 1000mmAq를 만족하였다. 무부하 및 Full부하조건에서 PM저감효율은 90% 이상 수준이었다.

다공성 세라믹필터는 1200℃이상의 고온에서 소결 제작되므로 온도 및 열충격에 대한 저항성이 높다. 석탄가스화공정에서 발생하는 분진의 초정 집진용으로 개발된 세라믹필터는 Al₂O₃ 소재의 지지층과 표면에 1~5μm 크기의 미세기공층이 분포되어 있으며, 여과공정으로 PM이 필터 표면층을 통과하면서 적층된 PM층에 의해 차압이 상승하면 주기적으로 고압의 역세공기를 반대방향으로 주입, 필터 표면층의 PM을 분리시키는 원리로 연속 작동한다.

발전기의 Full부하 운전으로 필터에 400℃이상의 디젤엔진 고온 배기가스와 집진장치에 530mmAq의 압력이 전달되는 조건에서 필터의 압력은 2

25mmH₂O를 유지하고 집진장치에 별도의 ID FAN이 없이 엔진발생 배압만으로 연속적인 필터링이 가능한 특성을 가진다. 실험결과 디젤발전기 엔진에서 발생하는 고온의 배기가스를 배기관에 직접 연결하여 PM을 여과가 가능한 세라믹 필터 집진장치의 성능을 실험하였고, 고온 고압의 배기가스에 적합한 필터와 장치 성능을 확인할 수 있었다.

최근 해양오염에 대한 관심이 높아지고 있고 IMO(국제해사기구)를 중심으로 Tier3등 국제적인 환경규제의 발효가 시작되는 시점에서 항행선박의 배기가스 저감설비의 대안으로 개발이 가능할 것이다. 선박에 설치된 대기오염저감설비는 배기가스 중 질소산화물과 황산화물을 대상으로 하고 있으나, 배기가스에 포함된 PM의 사전제거가 기존설비의 성능효율 향상에 중요하며 이는 자동차의 매연저감설비의 경우에서 충분히 확인할 수 있는 점이다.

후 기

본 연구는 지식경제부 에너지기술개발사업(2011T100100233)의 지원을 받았습니다.

참고 문헌

- 1)Hopke, P.K., Receptor Modeling in Environmental Chemistry, John Wiley & Sons, New York,(1985)
- 2)Filters & Filtration Handbook, Ken Sutherland,(2008)
- 3)Perry's Chemical Engineers,Green Perry(2007)
- 4)IMO,"Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixtyeighth Session"2010. 4.12.