

가스엔진 구동 히트펌프(GHP)용 배출가스 저감 촉매의 내구성 및 열화 분석

송 윤 석¹⁾ · 김 현 준¹⁾ · 이 상 경²⁾ · 이 태 형³⁾ · 강 정 호^{*1)}

한국자동차연구원¹⁾, 에코닉스²⁾, 가센³⁾

Durability and Degradation Analysis of an Emission Reduction Catalyst for Gas Engine-Driven Heat Pumps(GHP)

Yunseok Song¹⁾ · Hyunjun Kim¹⁾ · Sangkyoung Yi²⁾ · Tachyung Lee^{*3)} · Jeongho Knag^{*1)}

Korea Automotive Technology Institute¹⁾, ECONIX CO., LTD²⁾, Gasen CO., LTD³⁾

Key words : GHP(Gas engine heat pump), EHP(Electric heat pump), Emission, Carbon Monoxide(CO), Nitrogen oxides(NO_x), THC(Total Hydro Carbons)

* 교신저자, jhkang@katech.re.kr

최근 건물 냉난방 시스템에서 전력 피크 저감 및 에너지 효율 향상을 목적으로 가스엔진 히트펌프(GHP)의 보급이 확대됨에 따라 기존 GHP 운용 시 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 탄화수소(THC)와 같은 배출가스 배출 문제가 대두되고 있으며 이에 대한 기준과 규제가 강화되고 있다. 국내에서도 환경부 고시 제2023-42호의 배출가스 측정 모드에서 GHP의 배출가스 저감설비는 CO < 90 ppm, THC < 90 ppmC, NO_x < 15 ppm 미만의 배출 성능을 확보해야 하며, 배출가스 저감설비에 대해 3,000시간 내구 시험 또는 500시간 내구 시험 후 회귀분석을 통해 3,000시간 성능을 평가해야 한다.

본 연구에서는 GHP의 연료인 CNG에 적합한 삼원촉매(TWC)를 개발하고 이를 적용하였으며 촉매 전/후단의 산소센서를 설치하여 피드백 제어를 통해 이론공연비($\lambda=1$)를 유지하여 배출가스 저감 성능을 최적화하였다. 한편, 환경부 고시에서는 내구 시험의 가동 조건 및 시간 비율을 엔진 회전수 기준으로만 제시하고 있어 엔진 부하 조건이 고려되지 않는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 실제 GHP의 작동 부하를 반영하기 위해 배출가스 측정 모드를 반복하여 내구 시험을 진행하였고 촉매의 열화성을 분석하였다.

시험 결과, 촉매 전단에서의 배출가스는 THC 610.23 ppmC, NO_x 1359.14 ppm, CO 4580.24 ppm으로 측정되었으며, 촉매 적용에 따라 배출가스는 99.6% 저감되고 배출가스 규제를 충족하였다. 또한 650시간 내구 시험 전후의 배출가스를 비교한 결과 성능 저하는 확인되지 않았으며 내구 촉매 전/후단의 성분 분석 결과, 촉매 전단은 피독 되었으나 촉매 후단은 피독되지 않음을 확인하였다. 실험을 통해 촉매의 저감 성능과 내구성을 확인하였다.

* [본 연구는 환경부 산하 한국환경산업기술원(KEITI)의 ‘GHP용 초저공해 엔진 및 배출가스 저감 장치 개발’ (과제번호 RS-2023-00266231) 지원을 받아 수행되었습니다.]