

메탈 Electrically Heated 담체의 응축수에 의한 부식 가속 내구 시험법 고찰

이 상 호¹⁾ · 오 광 철^{*1)} · 장 성 욱²⁾ · 정 병 규¹⁾ · 이 경 복¹⁾

한국자동차연구원¹⁾ · 세종공업(주)²⁾

A Study of Corrosion Acceleration Durability Test Method by Condensate of Metal Electrically Heated Substrate

Sangho Lee¹⁾ · Kwangchul Oh^{*1)} · Seonguk Jang²⁾ · Byeonggyu Jeong¹⁾ · Kyoungbok Lee¹⁾

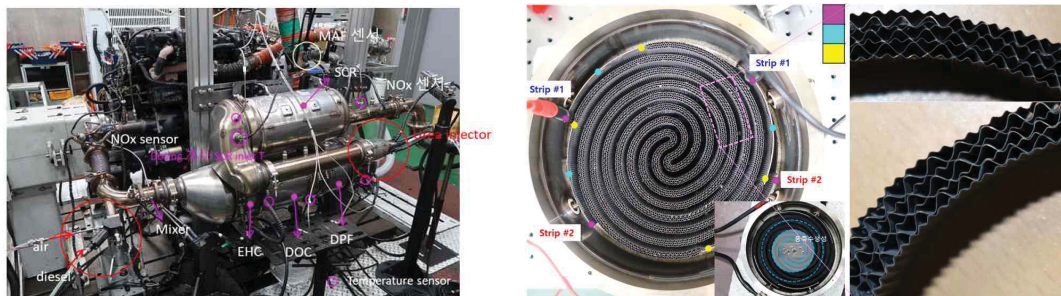
Korea Automotive Technology Institute^{*1)}, Sejong Ind.Co.,LTD²⁾

Key words : EHC(Electrically Heated Catalyst, 전기적 가열 촉매), Condensate(응축수), High-Temperature Oxidation Corrosion(고온 산화 부식), Accelerated Durability Test(가속 내구 시험)

* 교신저자 성명, E-mail: kcoh@katech.re.kr

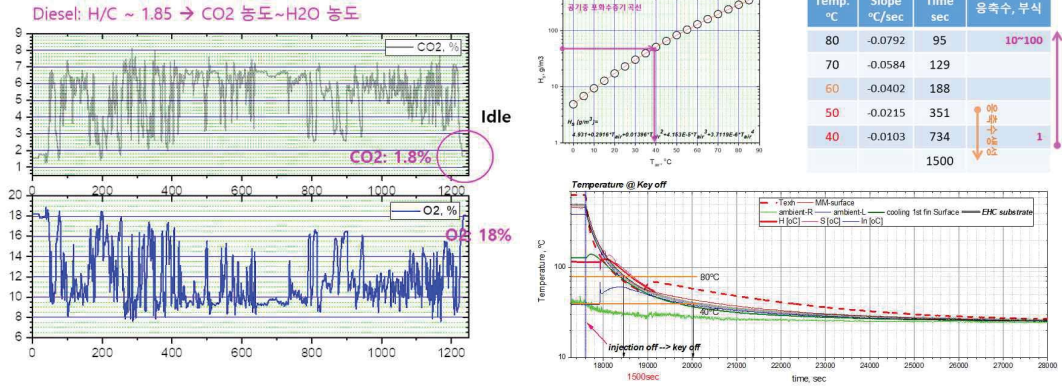
전세계적으로 승용 자동차 뿐만 아니라 건설기계 및 농기계에 대한 대기환경 규제가 날로 강화되고 있다. 현재 국내·외 여러 제조사는 130~560kW급 건설기계/농기계의 기준 NOx 배출량 0.4 g/kWh, PM 배출량 0.025 g/kWh 이하를 만족하는 후처리 시스템을 개발을 완료하여 유럽의 Stage V 배기 규제에 대응하고 있으나, 향후 미국의 Tier 5 및 유럽의 Post Stage V 규제는 NOx, PM 등과 같은 배기가스에 대한 규제가 더욱 엄격해지며, 입자수(PN)에 대한 규제 역시 실시될 것으로 예측된다. 이러한 배기규제 강화에 대응하고, 선진국 이상의 기술 수준을 확보하기 위해 배기 열관리(Thermal Management) 기술의 적극적인 개발이 필요하다.

현재 국내의 건설기계 및 농기계의 NOx 규제는 일반적으로 암모니아를 환원제로 적용하는 SCR(선택적 촉매환원) 시스템이 적용되어 대응하고 있으나, 이러한 SCR 시스템은 초기 냉간 시동 시 및 저온 운전 구간에서의 NOx 저감률이 낮다는 문제를 가지고 있다. 따라서 배기 열관리 기술 개발의 일환으로 초기 온도를 상승시켜 냉간 시동 및 저온 운전 구간에서도 NOx 저감 효율을 확보할 수 있는 EHC를 개발하고, 실차에 적용할 수 있는 신뢰성과 내구성을 확보하고자 하였다. EHC는 메탈 재질로 제작되어 전압을 가하면 열을 발생시켜 효율적으로 NOx를 저감시킬 수 있는 온도까지 배기 온도를 증가시킨다. 차량 운행 중 가열된 배기 온도는 운행 종료 후 시동이 off 되면 점차 식으면서 주변 온도와의 온도 차에 의해 응축수가 생성된다. 이러한 응축수에는 차량에서 배출되는 NOx와 같은 산성 물질이 포함되어 있기 때문에 메탈 재질인 EHC와 접촉하면 녹 발생과 부식이 진행될 수 있으며, 전압을 인가하여 가열하는 EHC 특성상 부식으로 떨어진 layer가 다른 layer와 접촉하며 쇼트를 일으켜 제품의 파손을 야기할 수 있다. 이와 같이 응축수에 의한 피해를 방지하며 제품의 신뢰성 및 내구성을 확보하기 위하여 응축수에 의한 부식 가속 내구 시험법에 대한 고찰이 이루어졌다.



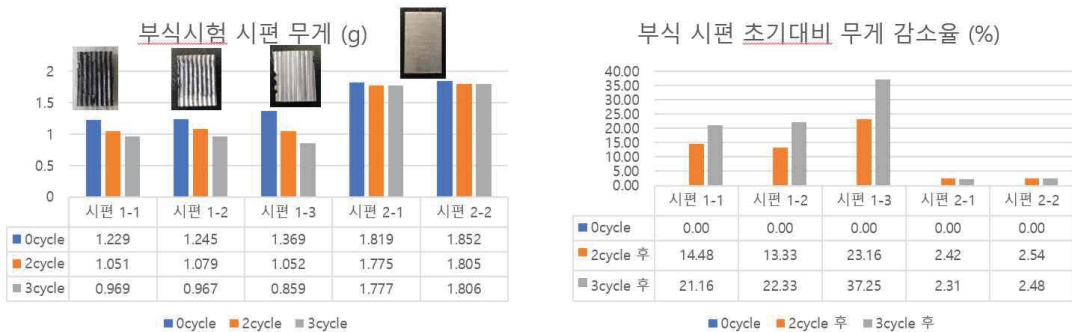
<그림1. EHC 적용된 Post Stage V 후처리장치와 EHC 담체 >

가속 시험은 신뢰도 90%의 10년 또는 8,000 시간 동작을 보증하는 것을 목표로 하였다. 먼저 응축수에 의한 부식 환경을 고려해보면 운전 후 시동을 끄고 방치시에 배기관내의 온도가 감소하면서 응축수가 생성된다. key-off시의 배기 조건을 분석(그림2)해보면 배기 온도가 100℃ 이상, H₂O 농도 2% 이하(IDLE 조건)의 조건에서 시동 off 한 후, 상온까지 자연 냉각된다. 이때 시간 경과에 따른 온도변화를 통해 각 온도에서의 공기 중 포화수증기 곡선을 이용하여 단위 부피당 생성될 수 있는 응축수의 양을 계산하고 각 온도구간에서 체제시간을 계산하였다.



<그림2. Key-off 시 배기 조건 및 응축수 생성 검토>

배기가 냉각되며 생성된 응축수가 EHC 표면에 접촉하여 부식을 가속화시킬 수 있는 요인들을 파악하였고, 응축수의 온도, 응축수의 pH 농도, 형성된 액막의 두께 등과 같은 가속 factor로 구분했다. 베이스 식을 이용하여 시험 시간과 시료 수의 상관식을 유도할 수 있고, 이를 통해 목표 신뢰도를 달성하기 위한 시험 시료수에 따른 시험 시간을 계산하였다. 가속 factor에 따른 부식의 가속화를 고려하여, 부식 가속 조건에서 시험 시료 5개로 100시간 시험 시 목표 신뢰도를 확보할 수 있음을 도출하였다.



<그림 3. 약의 부식시험 예시: 모사 응축수 침지 시험(pH=1.5, 80°C, Dipping 시험)시 부식 검토>

본 연구는 환경부 미세먼지 사각지대 해소 저감 실증화 사업의 “Post Stage-V 대응 EHC 통합형 후처리 시스템 개발” 과제의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.