

자동차 캐니스터의 흡착 및 탈착 특성과 예측 모델 개발에 대한 연구

서 승 희¹⁾, 박 수 한²⁾, 황 대 규³⁾, 박 종 성³⁾

건국대학교 기계공학과¹⁾, 건국대학교 기계항공공학부²⁾, 코리아에프티 주식회사³⁾

Study on Adsorption and Desorption Characteristics, and Development of Prediction Model of Automotive Canister

Seunghye Seo¹⁾ · Suhan Park²⁾ · Taekyu Hwang³⁾ · Jongseong Park³⁾

School of Mechanical Engineering, Konkuk University¹⁾, School of Mechanical and Aerospace Engineering, Konkuk University²⁾, Korea Fuel-Tech Corp.³⁾

Key words : Automotive Canisters (자동차 캐니스터), Evaporative Emission(증발가스), Activated carbon (활성탄), Adsorption (흡착), Desorption (탈착), prediction simulation model (예측 시뮬레이션 모델)

교신저자, E-mail: 박수한, suhanpark@konkuk.ac.kr

2050 탄소중립 정책에 따른 자동차 배기가스 규제 강화로 인해, 하이브리드 차량의 선호가 증가함과 동시에 e-Fuel과 같은 탄소중립 연료가 적용 가능한 내연기관 자동차의 개발 필요성이 대두되고 있다. 특히 자동차 연료의 증발가스 배출 규제 대응을 위해, 해당 차량의 특성을 반영한 자동차 캐니스터 성능 최적화가 필수적이다. 하이브리드 차량의 경우 기존 내연기관 차량대비 엔진 사용 시간이 줄어들어 캐니스터의 흡착 성능 향상이 필요하다. e-Fuel 증발가스의 경우, 기존 가솔린 연료와 다른 성분을 가지고 있어, 이에 알맞은 캐니스터 설계가 필요하다. 따라서 자동차 캐니스터 충전제인 활성탄에 대하여, 흡착층의 온도변화와 증발가스의 농도 및 질량 변화를 주요 요소로 캐니스터 성능을 분석하여 최적화하기 위해 본 연구를 수행하였다.

먼저, 자동차 캐니스터 시제품에 부탄과 질소를 연료증발가스로 흡·탈착 실험을 진행하였다. 실험 환경은 외기 온도 약 24-29℃, 습도 약 47-60%로 조성하였다. 실험 조건은, 흡착 시 연료증발가스 유입 유량은 40g/hr, 60g/hr로 각각 설정하고, 연료증발가스인 부탄:질소 혼합비율은 각 유량 조건마다 5:5, 7:3, 9:1로 설정하였다. 탈착 시 공기 공급유량은 25L/min, 탈착 시 Bed Volume(활성탄 충전 부피)은 2100BV로 설정하였다. 실험 절차는, Break-through 질량이 2g에 도달했을 때 흡착을 종료하고, 3분간 휴지 후 탈착을 실시하였다. 탈착 진행 시간은 계산식 (1)을 이용하여 산정하였으며, 해당 계산식은 ‘한국자동차공학회 표준 자동차용 캐니스터의 성능 시험방법’¹⁾을 참고하였다.

실험 결과, 평균 총 흡착질량은 유량이 40g/hr일 때 125.8g, 60g/hr일 때 109.8g으로 나타났으며, 평균 흡착 시간은 유량이 40g/hr일 때 약 102분, 60g/hr일 때 약 56분이었다. 유효 흡착률을 파악하기 위해 계산식 (2)를 활용하여 BWC(Butane Working Capacity)를 계산한 결과, 유량이 40g/hr일 때 평균 5.9g/100ml, 60g/hr일 때 평균 5.23g/100ml였다. 이 실험 결과를 통해 유량이 낮을수록, 보다 늦게 Break-through점에 도달하여 많은 흡착량을 가지며, 이로써 유효흡착 또한 더욱 많이 일어나는 경향을 파악할 수 있었다. 이를 바탕으로 유량과 증발가스 혼합비율에 따른 흡착성능의 상관관계를 보다 분명하게 파악하기 위하여, 해당조건을 더욱 세분화하여 추가 실험을 진행하였다. 또한 실험 데이터를 활용하여, 흡·탈착 질량 및 온도 변화 예측 모델을 개발하였다.

본 연구를 통하여, 흡·탈착 실험 데이터를 통해 각 차량에 최적화된 캐니스터 설계에 기초 자료를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 예측 모델을 통해 활성탄 흡착층의 온도와 증발가스 농도 및 질량의 변화를 예측해 볼 수 있을 것이라 기대한다.

$$\text{공급시간(min)} = \frac{\text{Bed Volume}}{\text{탈착 시 공기 유량}} \quad (1)$$

$$\text{Butane Working capacity} = \frac{\text{흡착 후 캐니스터 무게} - \text{이전 실험 탈착 후 캐니스터 무게}}{\text{활성탄 부피}} \quad (2)$$

¹⁾ KSAE 0028: 2017 한국자동차공학회 표준 자동차용 캐니스터의 성능 시험방법

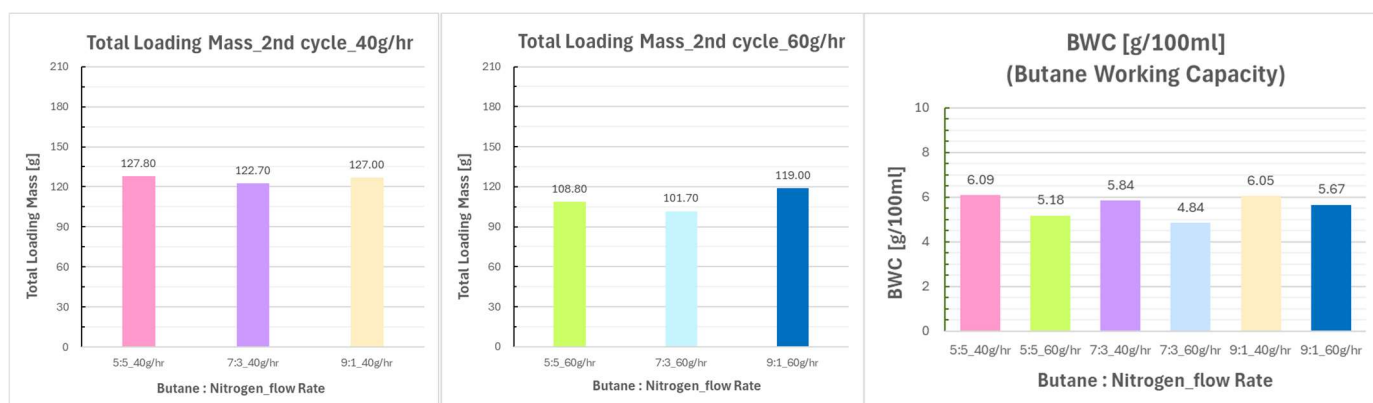


Figure. 1 Experiment result_ Total Loading Mass & BWC

Acknowledgements

이 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 연구비 지원(20018834)으로 수행되었습니다. 지원 기관에 감사드립니다.