

# 상용 Cu-SCR 촉매의 질소산화물 저감 성능 향상을 위한 연구

서충길\*

\*호원대학교 기계자동차공학과  
e-mail:ckseo@howon.ac.kr

## A Study on the Improvement of NO<sub>x</sub> Reduction Performance of Commercial Cu-SCR Catalysts

Choong-Kil Seo\*

\*Dept. of Mechanical &amp; Automotive, Howon University

### 요 약

이 연구는 상업용 차바사이트 Cu-SCR 촉매의 NO<sub>x</sub> 저감 성능 향상을 위하여 조촉매와 H<sub>2</sub>가 공존시 성능에 미치는 영향을 파악하는 것이다. Cu-SCR+7wt%TiO<sub>2</sub> 촉매는 평균 61%의 가장 높은 NO<sub>x</sub> 전환율과 200~500℃의 전체 온도 범위에서 넓은 윈도우를 나타냈다. 800℃ 24h 동안 열적 열화된 4종의 Cu-SCR 촉매의 경우, Fresh Cu-SCR 촉매(-11%)에 비해, 조촉매 TiO<sub>2</sub> 담지량이 2, 5, 7wt% 담지된 촉매는, NO<sub>x</sub> 정화 성능이 -19%, -19%, -20%로 감소하였다. TiO<sub>2</sub>가 2wt% 담지된 2. Cu-SCR+2wt%TiO<sub>2</sub> 촉매의 de-NO<sub>x</sub> 성능이 개선되었다. 조촉매 TiO<sub>2</sub>는 산성(acidity) 계열로 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>가 산화하면서 발생하는 탄소 피독에 대해 내구성이 향상되었다. TiO<sub>2</sub>가 담지되지 않은 촉매보다도(1. Cu-SCR) 2, 7wt%TiO<sub>2</sub>가 담지된 Cu-SCR 촉매의 16.5g/L C 조건에서 NO<sub>x</sub> 정화 능력이 향상되었다. H<sub>2</sub> 0.5%가 배출가스 중에 공존 시 TiO<sub>2</sub> 함량이 클수록 NO<sub>x</sub> 전환율이 컸다.

### 1. 서론

COVID-19 전염병 확산으로 인하여 전 세계적으로 폭발적인 사망사고 증가와 사회·경제적인 피해가 가속화되고 있다. 또한 산업화로 인하여 대기오염과 지구온난화 등과 같은 환경문제를 해결하기 위하여 글로벌 탄소 제로화 정책을 추진하고 있다. 그러나 그린자동차가 차지하는 시장 점유율에 비해 내연기관의 비중은 아직도 약 90% 이상을 차지하고 있으며, 2023~2034년에는 더욱 더 강력해진 Euro 7 배기규제가 강화될 계획이다.

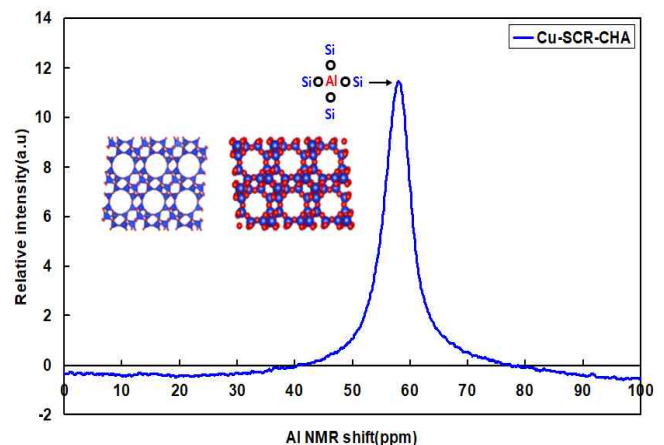
이 연구는 현재 상용화된 디젤자동차용 Cu-SCR [1] 촉매의 질소산화물 저감 능력 향상을 위하여 조촉매와 H<sub>2</sub> 공존시 성능에 미치는 영향을 파악하고자한다.

### 2. 조촉매 담지량에 따른 De-NO<sub>x</sub> 성능

Cu-SCR 촉매는 상용 촉매의 De-NO<sub>x</sub> 성능 향상을 위하여 TiO<sub>2</sub> 담지량을 0, 2, 5, 7wt% 4종류 촉매를 함침법으로 제조하였다. 상용 Cu-SCR의 코팅량은 약 180g/L이며, TiO<sub>2</sub>를 담체(substrate, 400CPSI: Cell Per Square Inch)에 함량별로 담지하였고, 500℃에서 2h 동안 공기로 소성하였다.

그림 1은 상용 차바사이트(CHA) Cu-SCR 촉매의 Al NMR 피크를 나타내고 있다. Al NMR(JNM-ECA 600(JEOL Ltd.,

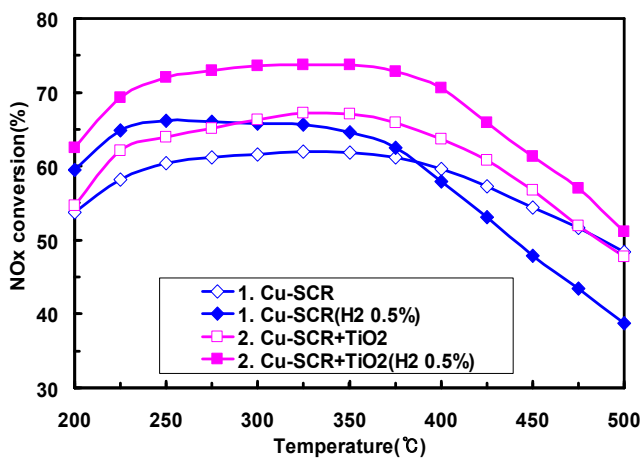
Japan) 분석은 Al의 분자 구조를 파악하는 분석법이며, 59.4ppm에서 발생한 주요 피크의 중심에는 4면체 구조(Al<sup>IV</sup>)의 산소(O)를 형성하고 있다. 차바사이트 제올라이트의 pore 사이즈는 3.8Å이며 8ring 구조로 기존 ZSM-5(5.6Å)와 β 제올라이트(6.7Å) pore 보다 사이즈가 작아 엔진에서 배출되는 응집된 탄소에 구조적으로 coking이 잘 안되는 장점을 가지고 있다 [2].



[그림 1] Cu-SCR 촉매의 Al NMR Spectra

그림 2는 H<sub>2</sub> 0.5%가 공존할 때, TiO<sub>2</sub> 함량이 De-NO<sub>x</sub> 성능에 미치는 영향을 파악하였다. 1, 2번 Cu-SCR 촉매는 공통적

으로  $H_2$  0.5%가 공존하게 되면,  $400^\circ C$  이하 온도에서 de- $NO_x$  성능이 약 5-10% 향상되며,  $425^\circ C$  이상 온도에서 반대로 de- $NO_x$  성능이 감소하고 있다. 특히 저온에서 활성이 크며  $H_2$ 가 공존 시  $NO_x$  분해 능력을 향상시키기 때문에 de- $NO_x$  성능이 대폭 향상되었다.  $TiO_2$  담지량이 많은 7wt%가 담지된 2번 Cu-SCR 촉매는 Fresh 촉매에 비해  $H_2$  0.5% 공존 시,  $400^\circ C$  이하에서 8~20% 이상 저·중 온도 영역에서 de- $NO_x$  성능 개선이 대폭적으로 증가하였다.  $TiO_2$  함량이 제일 큰 2. Cu-SCR+7wt% $TiO_2$  촉매의 de- $NO_x$  성능이 가장 우수하다.  $TiO_2$  함량이 클수록 환원능력이 크며,  $H_2$ 가 공존 시  $NO_x$  분해 능력을 더욱 더 촉진시키므로 유해가스 저감 능력이 향상되었다.



[그림 2] Cu-SCR 촉매의 조촉매  $TiO_2$  담지와  $H_2$  공존시  $NO_x$  저감 성능

#### 참고문헌

- [1] 서충길, “SCR 촉매에 포함된 조촉매 영향”, 산학기술학회 논문지, 제19권 9호, pp. 474-481, 9월, 2018년.
- [2] 서충길, 이경석 “상용 구리와 철 SCR 촉매의 유해가스 전환 특성”, 국제자동차공학저널지, 제21권 6호, pp. 1401-1408, 12월, 2020년.