

## PE8) 첨가제에 의한 SCR 촉매의 수은 산화활성 증진 효과

### Enhancement Effect of Elemental Mercury Oxidation Activity for SCR Catalyst by Additions

김동화 · 이인영 · 이정빈  
 한국전력공사 전력연구원

#### 1. 서 론

석탄화력발전소의 배기가스에는 석탄에 함유된 수은이 연소과정에서 증기상 형태로 전환되어 방출되며, 기체상 수은( $Hg^0$ ), 산화수은( $Hg^{2+}$ ) 및 입자상 수은( $Hg^p$ )의 3종으로 존재한다. 입자상 수은은 발전소에 설치된 전기집진기에서 제거가 쉽게 제거가 되며 수용성인 산화수은 또한 배연탈질설비와 습식탈황설비에서 효과적으로 제거가 가능하다. 그러나, 원소수은은 특성상 물에 불용성으로 습식탈황설비에서 제거하기가 쉽지 않으며, 미국 등 선진국에서는 활성탄과 같은 흡착제를 사용하여 제거하는 기술이 개발되고 있지만, 설비 운영에 따른 추가적인 비용이 소요되므로 경제적인 측면에서 현장 적용에는 어려움이 따른다. 국내의 거의 모든 석탄화력발전소에는 배연탈질설비와 배연탈황설비가 설치되어 있으므로 기존 설비를 원소수은 제거기술로 활용할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 SCR 촉매의 원소수은 산화 활성을 증진시키기 위하여 SCR 촉매 제조시, 원소수은 산화 반응에 효과적인 것으로 알려진 금속 성분을 다량 함유하고 있는 중유화력발전소 연소회를 첨가하여 배기가스 중의 질소산화물 제거 뿐 아니라 함께 배출되는 원소수은의 산화율을 높일 수 있는 효과를 관찰하였다.

#### 2. 연구 방법

SCR 촉매를 제조함에 있어, 타이타니아 담체위에 바나듐함량이 1%인 SCR 촉매와 첨가제로 사용된 중유발전소 연소회의 원료배합을 달리한 총 8개의 SCR 촉매를 제조하여 기존 발전소에서 사용중인 상용 SCR 촉매와 비교 실험을 수행하였다. 원소수은 산화성능 실험 장치는 석탄화력발전소의 배기가스 조건과 유사하게 만들 수 있도록 시스템을 구성하였으며, 크게 모사가스 공급장치, 수은공급장치, 산화촉매반응기, 수은 종별 분석을 위한 수은 분석장치로 나누어진다. 모사가스로는 질소,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $NO$ ,  $SO_2$ , 수증기와 SCR 촉매 시험용  $NH_3$ 를 base 가스로 공급할 수 있도록 하였고, 산화제인 염화수소가스를 사용하여 SCR 촉매의 원소수은 산화실험을 진행하였다. 분석기로는 원소수은과 총 수은을 동시에 측정할 수 있는 증기상 수은 종별 분석기(Mercury/DM-6B, Nippon Instruments Corporation)를 사용하여 반응 전, 후의 원소수은과 산화수은의 농도를 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

표 1은 촉매 제조시 첨가제로 사용된 제조된 국내 중유화력발전소에서 발생하는 연소회의 중량비를 나타낸 것이며, 연소회의 조성은 연료인 중유의 종류와 연소조건에 따라 달라질 수 있다.

Table 1. Chemical compositions of heavy oil fly ash.

	Si	Al	Na	Ca	Mg	Fe	Ni	Co	V	K
wt(%)	0.04	1.86	9.23	0.68	0.51	8.32	20.93	0.25	58.02	0.16

SCR 촉매들의 질소산화물 제거율 변화를 측정하였는데, 동일 조건하에서 각 촉매들의 질소산화물 제거율에는 큰 변화가 없이 거의 일정한 활성을 유지하였으며, 본 연구에서 제조된 SCR 촉매들이 질소산화물 제거를 위한 SCR 촉매로서의 특성을 지닌 것으로 확인되었다. 원소수은 산화성능을 측정한 결과,

상용촉매나 증유연소회를 첨가하지 않은 촉매에 비하여 증유연소회가 첨가된 촉매들의 원소수는 산화율이 증가하였으며, 중량비 1-7%에서 4%의 비율로 첨가시킨 SCR 촉매의 원소수는 산화율이 가장 높게 나타났다. 표 1의 증유화력발전소에서 수득한 연소회의 원소 분석결과에서 연소회에는 원소수는 산화반응에 효과적인 것으로 알려진 V, Fe, Ni 등 다량의 금속입자들을 다량 함유하고 있어 이들이 원소 수은의 산화반응에 매우 효과적으로 기여한 것으로 보여지며, 과량 첨가시에는 오히려 원소수은 산화율이 점점 감소하는 경향을 나타내었다. 본 연구로부터 증유발전소의 폐기물인 연소회가 SCR 촉매상에서 질소산화물 제거 성능은 유지하면서 원소수은의 산화성능을 증가시킴을 확인할 수 있었으며, 체계적인 후속 연구를 통하여 첨가효과를 지속적으로 평가할 예정이다.

Table 2. NOx removal and elemental mercury oxidation abilities of SCR catalysts (Hcl con. 10ppm).

Catalysts	Fly ash contents(%)	NOx removal(%)	Elemental mercury oxidation(%)
SCR0	0.0	94	74
SCR1	1.0	93	83
SCR2	2.0	94	88
SCR3	3.0	94	91
SCR4	4.0	95	95
SCR5	5.0	93	92
SCR6	6.0	94	88
SCR7	7.0	93	87
Commercial SCR	-	93	68

### 참 고 문 헌

Carl Richardson, Tom Machalek, Scott Miller, Chuck Dene, and Ramsay Chang (2002) Effect of NO<sub>x</sub> Control Processes on Mercury Speciation in Utility Flue Gas, Air & Waste Manage. Assoc., 52, 941-947.

U.S. EPA (2002) Characterization and management of residues from coal-fired power plants.