

## TiO<sub>2</sub> 및 ZrO<sub>2</sub>를 이용한 고온수에서의 Cobalt 흡착 특성 연구

김유환, 김광락, 김은기, 성기웅, 배성렬\*

한국원자력연구소  
\*한양대학교 화학공학과

### Studies on Cobalt Adsorption in high temperature water using TiO<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub>

Yu-Hwan Kim, Kwang-Rag Kim, Eun-Kee Kim, Ki-Woung Sung and  
Seong-Youl Bae\*

Korea Atomic Energy Research Institute, P.O.Box 105, Daejeon 305-606  
\*Dept. of Chem. Eng., Hanyang Univ., Ansan 425-791

#### 1. 서 론

원자력발전소에서는 가동년수가 증가함에 따라 <sup>51</sup>Cr, <sup>95</sup>Zr, <sup>59</sup>Fe, <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co와 같은 방사성부식생성물들이 원자로계통수를 따라 이동하여 방사선 준위가 점점 높아진다. 이들은 원자로 보수 및 검사시에 방사선 피폭을 초래하는 원인핵종들로서 그 중에도 <sup>60</sup>Co은 5.3년의 긴 반감기와 1.17 내지 1.33 MeV의 높은 감마선준위를 가지는 방사성핵종으로서 인체에 대한 방사선 피폭방지를 위해서 우선적으로 관리되어야 하는 주요 방사선원으로 고려되고 있다. 그러므로 <sup>60</sup>Co으로의 방사화가 우려되는 Co 성분을 중심으로 한 방사성 부식생성물의 원인이 되는 원소성분들을 제거하는 방법으로 현재는 이온형태나 입자상의 방사성부식생성물을 흡착하거나 여과하여 제거하는 이온교환수지나 필터를 주로 사용하고 있는데 이들의 소재는 주로 폴리스타이렌과 같은 유기고분자물질들이며 이들은 수지의 특성상 고온에서 열분해를 일으키는 취약점을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 300 °C, 160 Kg/cm<sup>2</sup>의 계통수 환경에 가까운 조건에서 사용이 가능한 TiO<sub>2</sub> 및 ZrO<sub>2</sub>를 제조하고 이들 흡착제를 사용하여 Co 성분의 고온 흡착 실험을 수행하였다. 이들 흡착제의 사용은 기존 원자력발전소의 열교환 과정에 필요한 계통들을 단순화시킬 수 있고 아울러 많은 양의 열손실을 없앨 수 있으며, 계통을 보호하기 위한 우회 배관 및 관련 제어 명령들이 제거될수 있어 계통운전의 편의성까지도 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 2. 실험

금속알콕사이드 가수분해법에 의한 TiO<sub>2</sub>와 졸-겔법에 의한 ZrO<sub>2</sub>계의 흡착제를 제조하였으며, TiO<sub>2</sub> 및 ZrO<sub>2</sub>계의 흡착제 제조시 pH 변화와 소결온도 변화에 따른 Co<sup>2+</sup> 흡착용량, 비표면적 및 X선 회절분석등을 알아보았다. 20~250 °C 온도 범위의 고온수에서 이들 흡착제의 Co<sup>2+</sup> 흡착 특성을 Autoclave를 이용한 회분식 흡착 실험으로 살펴보았다. Co<sup>2+</sup> 이온의 농도분석은 atomic absorption spectroscopy (Perkin-Elmer 5100PC)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1.은 금속알콕사이드 가수분해법에 의해 제조된  $TiO_2$ 흡착제의 X선 회절 분석 결과를 나타낸 것이다. 고온, 고압에서 기계적 강도를 갖게 하기 위해  $100 \sim 800^\circ C$ 의 온도범위에서 열처리를 하여 고온수에서 장시간 현탁시킨후 현미경으로 관찰한 결과  $500^\circ C$  이상의 열처리 온도에서 anatase와 소량의 rutile 상이 같이 공존한 안정된 기계적 특성을 보여주었다. Fig. 2.는 금속알콕사이드 가수분해법에 의한  $TiO_2$ 제조시 최종 pH가  $Co^{2+}$ 흡착 용량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. pH 9 이상에서 제조한  $TiO_2$  powder가 흡착 용량이 우수하였다. 이는 pH가 비표면적에 미치는 영향을 실험으로 관찰한 결과 pH 상승에 따라 비표면적이 증가함으로 흡착용량이 증대된다고 볼 수 있다. (Fig. 3. 참조) Fig. 4.는 pH 9에서 제조된  $TiO_2$ 의 흡착온도 변화에 따른 흡착 용량을 나타낸 것이다. Fig. 4.에서 보는바와 같이 흡착온도가 높을수록 새로운 코발트를 함유하는 복합산화물의 생성 촉진으로 인해  $Co^{2+}$  흡착 용량이 증가하였다.  $TiO_2$  및  $ZrO_2$ 의 흡착제를 여러 실험조건에서 제조하여 고온에서  $Co^{2+}$  흡착용량을 알아본 결과, 고온에서는  $TiO_2$ 가  $ZrO_2$  보다 우수 하였다.  $TiO_2$ 는 원자로계통수 조건에서 Co 성분을 중심으로 한 용해성 방사성부식생성물 제거에 응용될 수 있는 고온흡착제로 개발 가능성이 있음이 밝혀졌다.

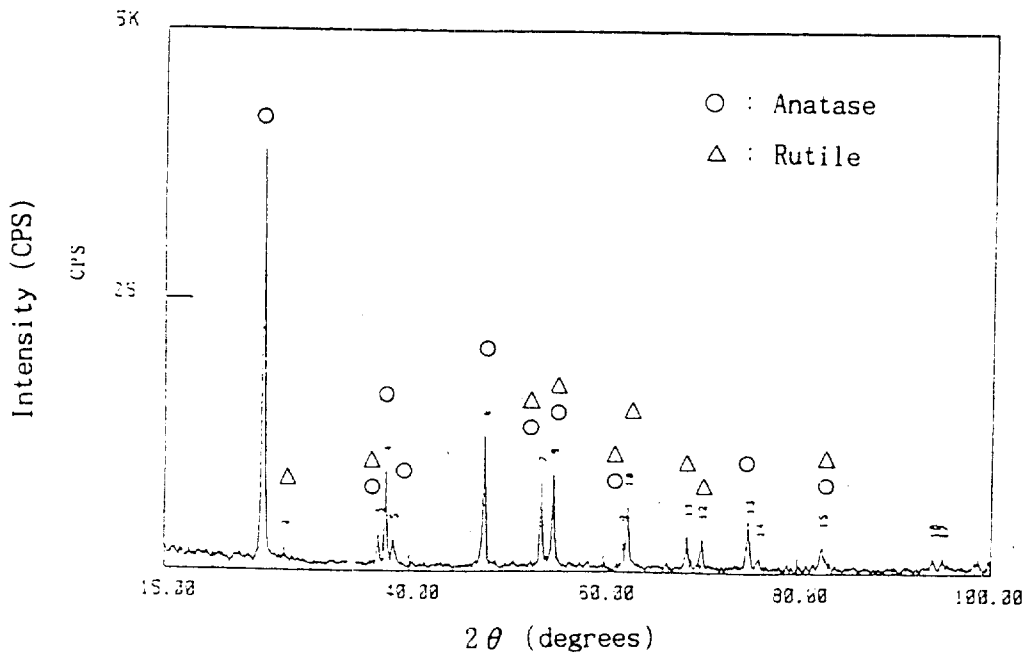


Fig. 1. X-ray diffractometry analysis of prepared  $TiO_2$ .

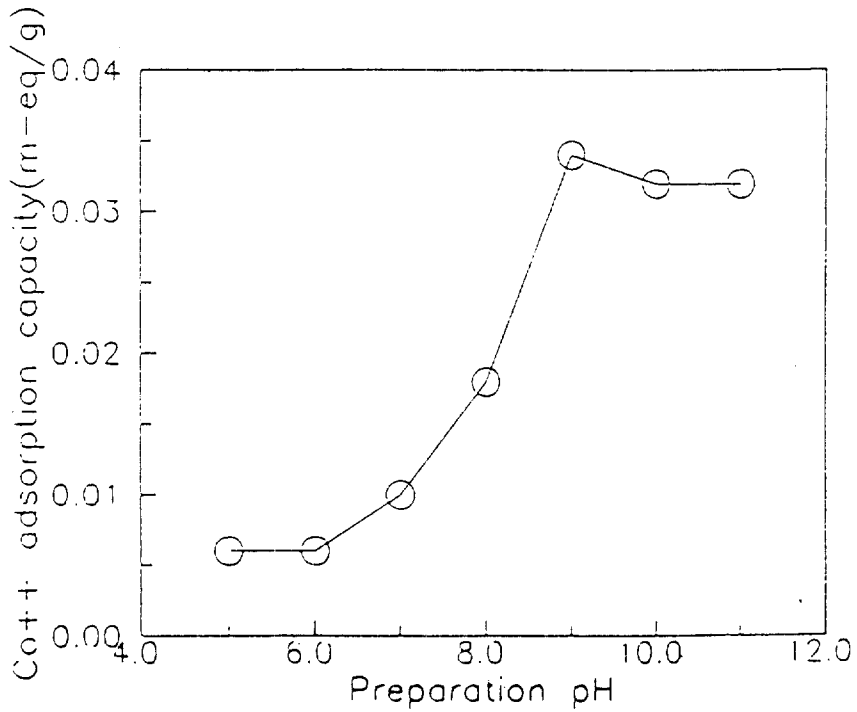


Fig. 2. Effect of preparation pH on Co<sup>2+</sup> adsorption capacity of TiO<sub>2</sub>.

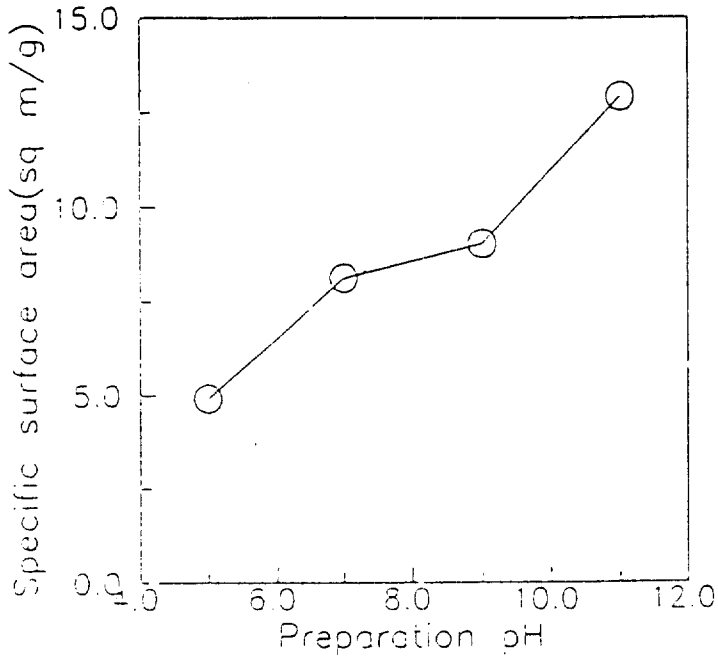


Fig. 3. Effect of preparation pH on specific surface area of TiO<sub>2</sub>.

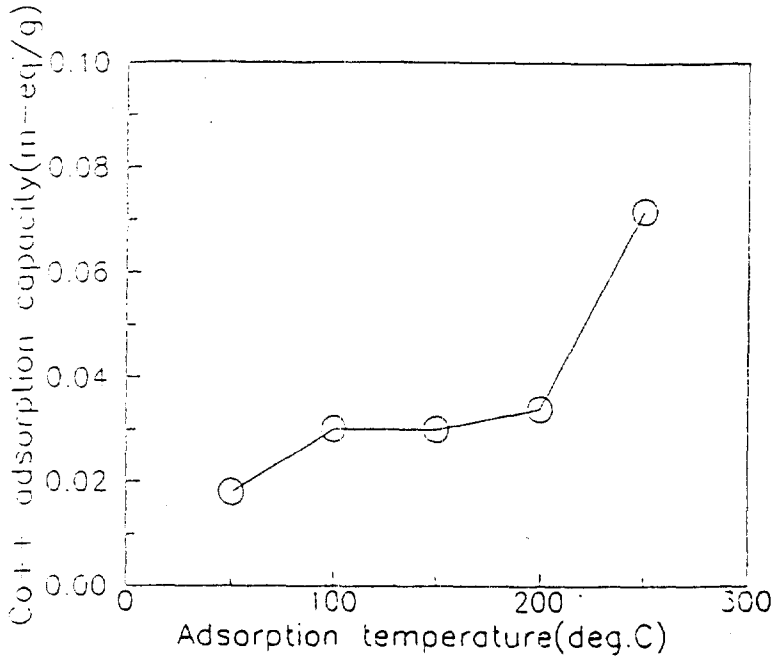


Fig. 4. Variation of  $\text{Co}^{2+}$  adsorption capacity of  $\text{TiO}_2$  with adsorption temperature.

#### 4. 참고문헌

- 1) N. Michael, W. D. Fletcher, M. J. Bell, and D.E.Croucher, *Inorganic Ion-Exchange Materials for Waste Purification in CVTR*, Westinghouse Electric Corporation Report CVNA-135, 1961.
- 2) P. H. Tewari and W. Lee, "Adsorption of Co(II) at the Oxide-Water Interface", *J. Colloid Interface Sci.*, 52(1), 77 (1975).
- 3) P. H. Tewari, R. H. Tuxworth, and W. Lee, "Specific Adsorption of Co(II) by  $\text{ZrO}_2$  and  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ", *Proceedings of Symposium on Oxide Electrolyte Interfaces*, Electrochemical Society, 1973.
- 4) P. H. Tewari and N. S. McIntyre, "Characterization of Adsorbed Cobalt at the Oxide-Water Interface", *AIChE Symp. Ser.*, 71(150), 134 (1975).