

## CO<sub>2</sub> pellet 분사에 의한 제염 공정 연구

이중명, 이승일\*, 정종현, 오원진, 최왕규, 강 용\*

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

\*충남대학교, 대전광역시 유성구 궁동 220번지

[ijm7606@kaeri.re.kr](mailto:ijm7606@kaeri.re.kr)

방사성 물질을 취급하는 핵연료주기시설의 수명기간동안 다양한 유지보수 작업이 필요하며, 이 유지보수 작업 중 작업자의 피폭저감과 시설의 안전관리를 위해 제염은 필수적이다. 핵주기 시설을 대상으로 기존에 입증되어 사용 중인 제염공정으로는 크게 습식제염공정과 건식제염공정기술을 들 수 있다. 습식제염공정은 사용되는 분사체의 종류에 따라 고압의 물이나 액체를 사용한 고압액체분사 제염공정으로서 제염 후 발생하는 액상이나 고상의 부생성물을 생성하여 2차 폐기물을 발생시킨다. 최근에 주목을 받고 있는 건식제염기술 중의 하나인 CO<sub>2</sub> pellet 분사 제염법은 장비 파손이나 장비 분해 없이 현장에서 적용할 수 있고 기존의 유해화학물질, 고압수 분사와 연마성 모래분사와는 달리 2차 폐기물 처리·처분의 추가적인 비용이 들지 않는 장점을 가지고 있다. 이러한 기술적 특성을 갖고 있는 CO<sub>2</sub> pellet 건식분사 제염기술을 개발하기 위해 새로운 기능을 갖는 장치의 설계·제작과 CO<sub>2</sub> pellet 분사제염 공정변수를 파악하여 최적의 제염조건을 확립하기 위한 연구를 수행하였다.

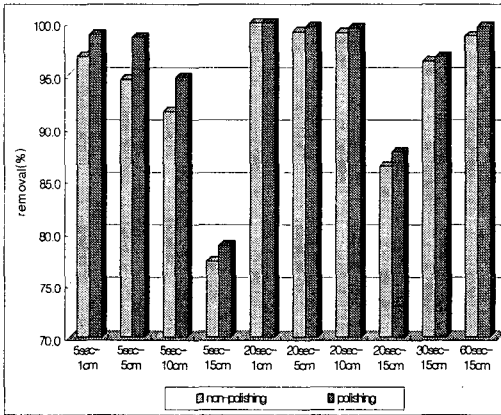


Fig. 1. CO<sub>2</sub> pellet decontamination results for CsNO<sub>3</sub> loose contamination(7mm-7Kgf/cm<sup>2</sup>).

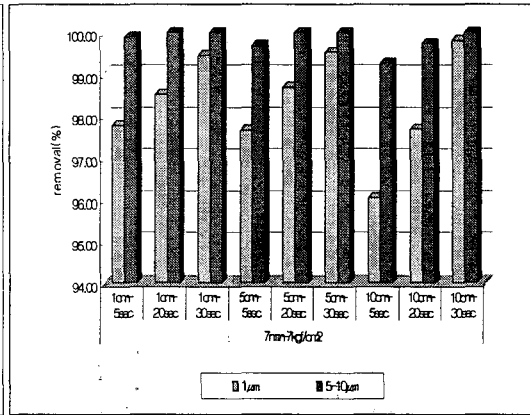


Fig. 2. CO<sub>2</sub> pellet decontamination results for Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contamination (polishing).

방사성 오염시편을 사용한 hot test 수행 전에, 비방사성 실험을 위해 hot cells내 오염을 모사할 수 있는 화합물형 오염, 분진형 오염 및 oil형 오염시편을 제조하였다. 화합물 오염시편으로는

CsNO<sub>3</sub> 용액을 48hr 동안 50℃의 oven에서 단순 건조시킨 비교착성 오염시편과 400℃의 고온에서 24hr동안 산화시킨 고착성 오염시편을 제조하였고, 분진형 오염시편은 SUS 304 모재에 1μm, 5-10 μm 크기의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 입자를 alcohol에 용해한 후 도포하여 제조하였으며, oil오염 시편은 구리스 오일 (Dow Corning corp.)을 SUS304 모재에 일정 두께로 도포하여 제조하였다. 제염효과는 XPS 및 제염 전·후 정밀 무게측정에 의해 산정하였다.

화합물 오염에 의한 제염 실험결과, 비교착성 오염의 경우 분사거리 15cm를 제외하고, 분사시간 20sec에서 95% 이상의 제거율을 나타내었으며, 30sec의 접촉시간에서는 15cm의 분사거리에서도 95% 이상의 제거율을 나타내었다. 고착성 오염의 경우 분사거리와 접촉시간이 증가함에 따라 제거율이 증가하였는데, 분사거리보다는 접촉시간의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 분사거리 1cm, 5cm에서 20sec간 접촉시켰을 때, 96% 정도의 제거율을 나타내었다. 또한 5Kgf/cm<sup>2</sup>의 분사압력조건에서도 7Kgf/cm<sup>2</sup>의 압력조건에서의 조작변수 변화에 따른 제거거동과 유사하였으나 5% 정도 낮은 제염효과를 나타내었다. 비교착성 오염에 비해 고착성 오염의 제거효율이 보다 낮았으며, 특히 5sec의 접촉시간에서는 약 10% 이상 낮았다. 이는 오염물질이 화학적으로 결합된 고착성 오염 형태에 기인한 것으로 판단된다. 그리고 분진형 오염 제염결과는 화합물형 오염과 마찬가지로 분사거리, 분사압력, 분사시간이 증가함에 따라 제염효율이 높음을 알 수 있었다. 입자크기별로는 5-10μm 오염입자의 제염효율이 1μm에 비해 제염효율이 2~3% 정도 높았다. 이는 오염입자의 표면 결합력이 오염입자의 크기에 반비례하기 때문으로 사료된다. 5-10μm 오염입자의 경우 99.5%의 제거율을 나타내었다. 점도가 높은 오일 오염에 대해 80% 이상의 제거효율을 얻기 위해서는 90sec의 분사시간이 필요하였으며, 95%의 제거율을 얻기 위해서는 최소 120sec 정도의 분사시간이 필요하였다. 분진 및 화합물 오염과 마찬가지로 분사시간 및 분사압력의 증가에 따라 제염효율이 증가함을 알 수 있었다. pellet의 크기가 증가함에 따라 제염효과가 약간 증가하였는데, 이는 pellet 크기의 증가에 따라 kinetic 에너지가 증가하였기 때문으로 사료된다. 분사제염시 발생하는 impact force에 영향을 미치는 중요한 인자로서 분사압력, pellet 크기는 증가하고, 분사거리는 가까울수록 증가함을 알 수 있었다.

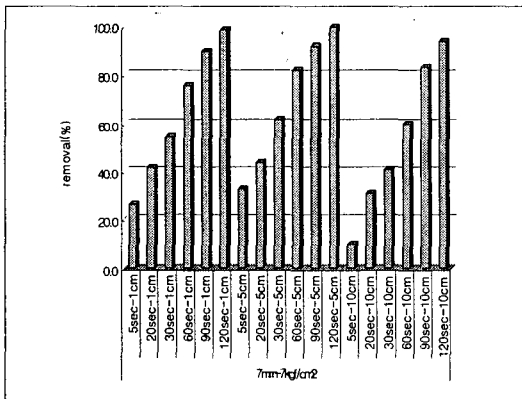


Fig. 3. CO<sub>2</sub> pellet decontamination results for Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contamination (polishing).

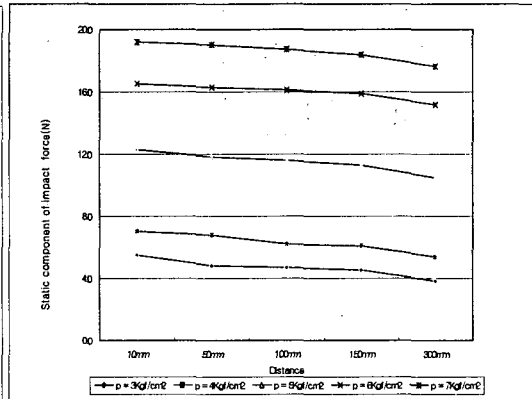


Fig. 4. CO<sub>2</sub> pellet decontamination results for oil contamination.