

펠렛화된 CO₂의 분사제염에 따른 공정의 영향 및 변화연구

이중명, 이승일*, 정종현, 오원진, 최왕규, 강 용*
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
 *충남대학교, 대전광역시 유성구 궁동 220번지
 ljm7606@kaeri.re.kr

Hot cell내 고방사성 물질로 오염된 방사성 물질의 취급장비나 시설의 유지보수 또는 방사선 안전관리를 위해 주기적인 제염이 필요하다. CO₂ pellet 건식분사 제염법은 장비 파손이나 장비 분해 없이 현장에서 적용할 수 있고 기존의 화학제를 사용한 화학 제염법, 고압수나 연마성 모래 분사법과 달리 2차 폐기물 처리의 추가적인 비용이 들지 않는 장점을 가지고 있다. 이러한 특성을 갖고 있는 CO₂ pellet 건식분사 제염 공정변수 변화실험을 통해 최적의 CO₂ 분사제염 공정을 확립하기 위한 연구를 수행하였다.

CO₂ pellet 분사 제염공정에 영향을 미치는 공정변수를 크게 Impact force와 Thermal energy로 분류하였고, 주요 공정변수로는 분사압력, 분사거리 및 각도와 pellet의 크기를 변화하여 실험을 수행하였다. 실험결과, 분사압력이 증가하고, pellet 크기가 커짐에 따라 Impact force는 비례하여 증가하는 경향을 나타냈으며, 3~7Kgf/cm²의 분사압력에서 범위에서 분사거리가 증가함에 따라 Impact force가 감소하는 경향을 나타내었다. 그래서, 효과적인 분사제염을 위해서는 분사압력이 증가할수록, 그리고 pellet 크기는 3mm보다는 7mm가 효과적이며, 분사거리가 최소 10cm 이상의 거리에서 분사거리가 가까울수록 제염효과는 증가하였고, 90°의 분사각에서 최적의 제염효과를 나타내었다.

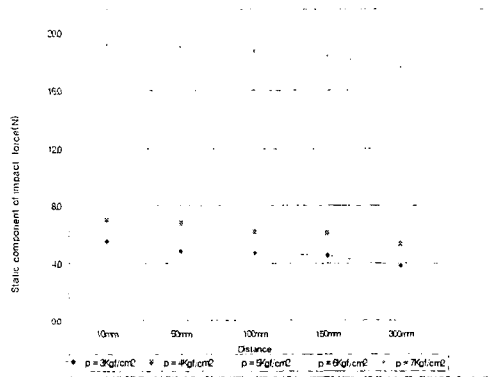


Fig. 1. The impact force of the CO₂ pellet blasting distance.

분사 제염효과에 있어 50%이상의 제염성능을 차지하는 열특성 인자에 의한 제염결과를 실험한 결과, 분사시간 80sec에서 일어난 온도 전이현상은 분사된 CO₂ pellet의 속도에너지가 오염 표면에 충돌 후 열로 변화된 결과이며, 모재의 손상 없이 효과적인 제염결과를 얻기 위해서는 분사압력조건이나 오염표면 온도변화에 의해 이 전이온도(-38℃) 미만으로 유지하는 것이 필요함을 알 수 있었다.

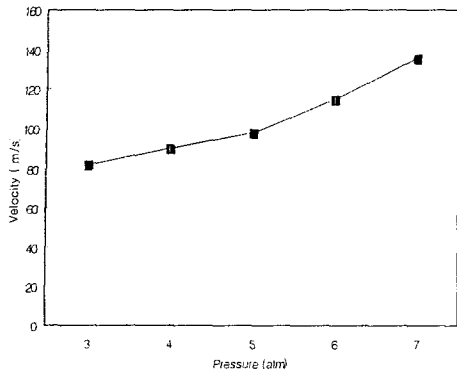


Fig. 2. The blasting velocity of the CO₂ pellet blasting pressure.

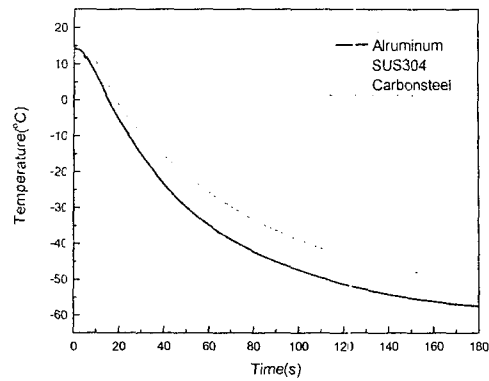


Fig. 3. The temperature variation of the CO₂ pellet blasting.

분사제염 공정변수 중 제염에 큰 영향을 미치는 분사압력 따른 속도를 측정하였다. 측정결과를 보면, 분사압력 3Kgf/cm²에서 분사속도가 약 83m/s를 나타냈으며, 7Kgf/cm² 분사압력에서는 약 139m/s를 나타내었다. 전체적인 경향을 보면, 분사압력이 증가함에 따라 분사속도도 증가하는 경향을 나타냈으며, 분사압력 5Kgf/cm² 이상에서 분사속도의 증가폭이 커짐을 알 수 있었다. 이는 CO₂ 분사제염시 보다 효율적인 제염이 이루어지기 위해서는 5Kgf/cm² 이상의 분사압력이 필요함을 알 수 있었다. 또한, 방사성 물질의 취급장비나 시설에서 일반적으로 많이 이용하고, 접할 수 있는 대표적인 금속인 알루미늄, SUS304, Carbon steel 등 저질별로 나누어 CO₂ pellet의 분사에 의한 분사 제염시 온도변화에 실험을 실시하였다. 실험결과, 분사제염 시간이 증가할수록 제염되는 시편의 온도가 떨어지는 경향을 나타냈으며, 그 중에서도 알루미늄이 다른 금속시편에 온도의 하강 경향이 컸으며, 그 다음으로 Carbon steel, SUS304의 순으로 시편의 온도 하강이 이루어지는 것을 알 수 있었다. 그 이유로는 열전도율이 알루미늄>Carbon steel>SUS304로 열전도율이 큰 금속시편이 분사제염에 의한 온도변화의 차가 크기 때문이다. 따라서, 다른 금속 시편에 비해 같은 조건에서는 알루미늄의 오염시편이 제염효율이 더 클 것으로 사료된다.