

CO₂ Pellet을 이용한 원자로 상부헤드 제염 방안 연구

김병래, 박근택, 김병표

고려검사주식회사, 부산광역시 사상구 괘법동 584-5

kic@koreandi.co.kr

1. 서론

경수로형 원자력발전소의 원자로 상부헤드는 수명기간동안 다양한 유지보수 및 검사작업이 필요하며, 이 유지보수 및 검사작업에 의한 방사선작업종사자의 신체오염 및 오염물질의 확산을 방지하고, 보수 및 검사 결과의 신뢰성 향상을 위해 원자로 상부헤드 표면의 제염 및 이물질제거작업은 필수적이다. 제염방법으로는 크게 습식제염과 건식제염이 있으며, 습식제염은 제염 후 액상의 부생성물을 생성하여 2차 폐기물을 발생시키고 제염시 사용한 액체를 완전히 제거하지 않으면 설비에 부식 등의 영향이 있을 가능성이 있으므로, 여기서는 최근에 주목받고 있는 건식제염방법 중 하나인 CO₂ Pellet 고압분사 방법을 이용하여 설비에 영향을 주지 않는 원자로 상부헤드 표면 제염 방안을 연구하고자 한다.

2. CO₂ Pellet을 이용한 제염원리

아래와 같이 CO₂ Pellet 분사장비(그림 1)에서 고압공기에 의하여 고속으로 분사된 CO₂ Pellet이 그림2와 같이 제염대상물의 표면에 충돌하면 CO₂ Pellet의 성질(비중: 1.529, 공기보다 약 1.5배 무겁기 때문에 밑으로 가라 앉는다. 경도 : 2mohs, 광물 10등급 중 2등급인 석고와 같다.)을 이용하여 표면의 오염물질을 초저온(-78.5℃)으로 급속 동결시키게 되고 오염물질의 주변온도 차이에 의해 수축되면서 수많은 균열을 일으킨다. CO₂ Pellet은 그 균열을 통하여 오염물질 사이로 침투됨과 동시에 승화하면서 부피가 800배 이상 팽창하여 오염물질만을 위로 들어올리며, 초저온으로 동결된 오염물질들은 CO₂ Pellet 분사장비의 풍압(허용공기 압력 : 0Kg/cm² ~ 9.8Kg/cm²)에 의해 표면에서 쉽게 분리되는 원리를 이용한다.

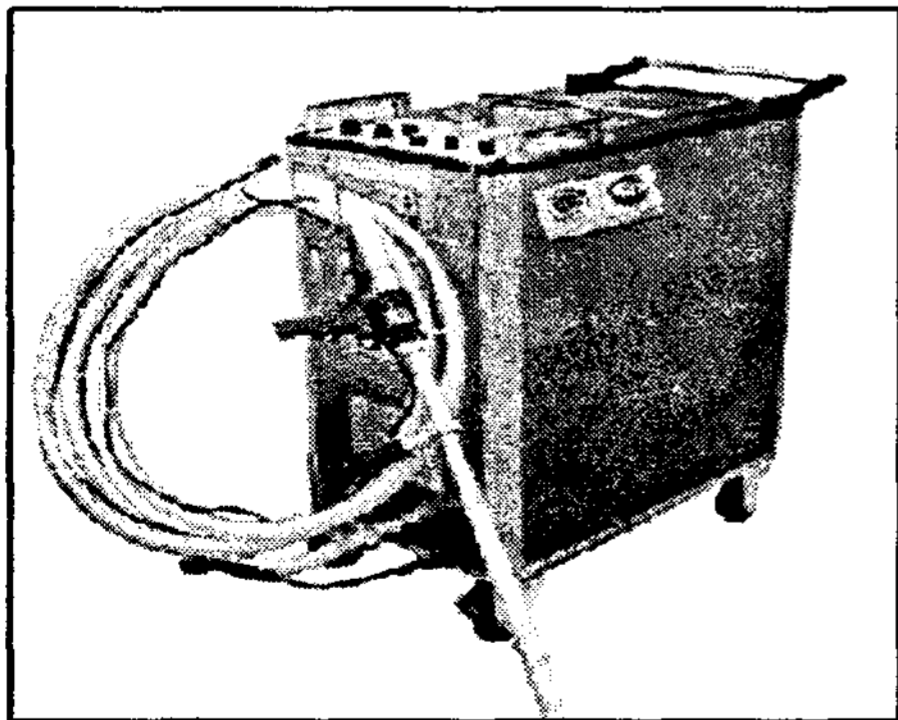


그림1. CO₂ 제염장비

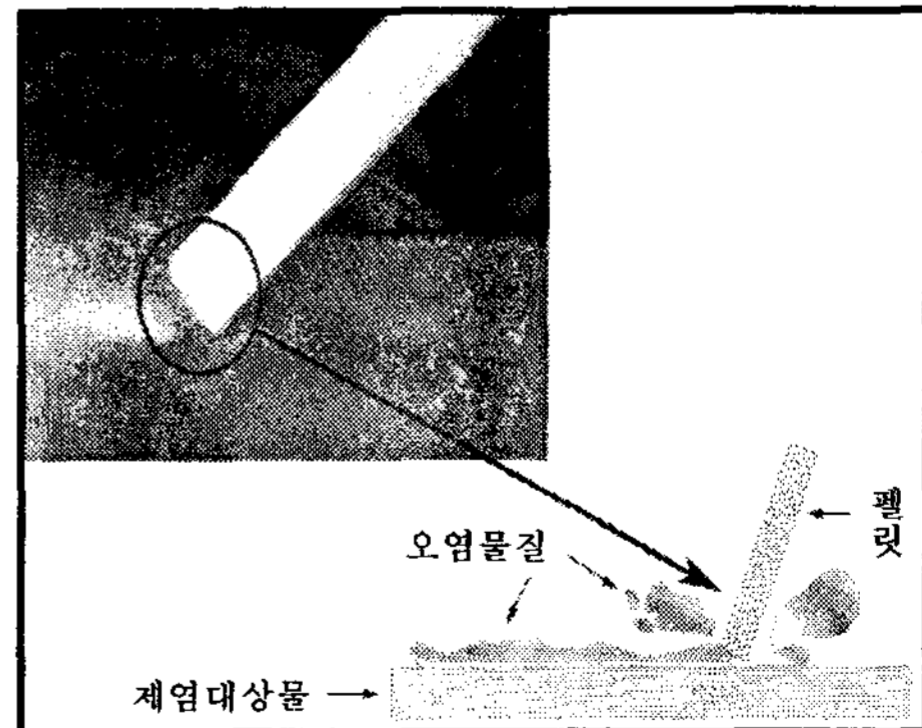


그림2. CO₂의 제염원리

3. 제염실험

CO₂ Pellet을 고압분사하는 제염장비를 이용하여 오염된 원자로 상부헤드 표면을 대상으로 실험하였다. 제염전 원자로 상부헤드 표면의 표면오염도는 최대 25.2 Bq/cm² 측정되었다. 제염 방법으로는 건식제염방법 중 하나인 CO₂ 제염장비를 이용 고압공기에 의하여 고속으로 분사된 CO₂ Pellet이 표면의 오염물질을 제거하는 방식으로 제염작업을 수행하였으며, 그 결과 표면오염도는

최대 1.86 Bq/cm² 로 측정되어 오염은 제거된 것으로 나타났다.



그림3. 제염 전

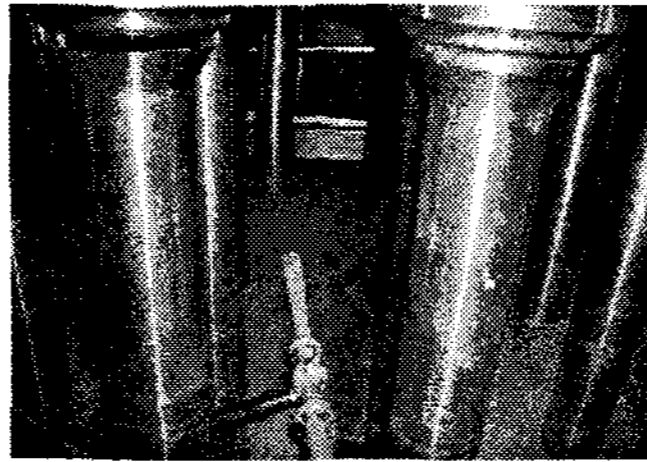


그림4. 제염 중



그림5. 제염 후

4. 결론

CO₂ Pellet을 이용하는 제염장비는 방사선작업종사자가 접근 불가능한 원자로 상부헤드 표면 중심부까지 제염하고 이물질 제거함으로써, 원자로 상부헤드 유지보수/검사작업으로 인한 방사선 작업종사자 신체오염 및 오염물질의 확산을 방지하는데 뛰어난 효과를 보는 것으로 나타났다. 향후 원전 및 원자력관련 시설 방사선관리구역내의 구조물 가운데 육안으로 확인 가능하나 접근이 불가능한 곳의 제염 및 이물질제거 작업에 사용되리라 기대되어 진다.

제염작업시 작업자가 접근 불가능한 곳의 오염물질 비산방지 대책은 계속 연구되어야할 과제이다.