

변환시설 발생 해체금속폐기물의 용융제염처리

황두성, 김동호*, 이규일, 최윤동, 박진호, 정운수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

*한일원자력주식회사, 경기도 만안구 안양7동 202-4

dshwang@kaeri.re.kr

변환시설의 해체 시 발생한 해체폐기물은 2009년 현재까지 약 354톤이며, 이들 중 탱크, 배관, 반응기, 펌프류 등의 해체금속폐기물이 약 191톤으로 54%를 차지하고 있다. 이들 해체금속폐기물은 제염 처리공정을 통하여 전량 자체처분폐기물로 전환시키는 것을 목표로 두고 있다. 이는 오염된 금속류를 효과적으로 제염한 다음 자체처분시킴으로서 방사성폐기물에 대한 처분비용을 저감할 수 있기 때문이다. 해체금속폐기물 중 스테인레스강 해체폐기물은 질산 용액을 사용한 초음파화학제염공정으로 제염한 후 자체처분폐기물로 53톤을 전환하였다. 탄소강 해체물의 경우 스팀제염공정으로 제염한 결과 제염 효율은 좋았으나 변환시설 가동 중 유지 보수를 위하여 페인팅을 하였던 해체물의 경우 페인트를 제거하지 않을 경우 스팀제염장치로는 제염이 안 되었다. 탄소강 해체금속폐기물은 약 117톤 발생하였으며, 이들 중 모터, 펌프 등을 제외한 제염 대상 폐기물은 약 80톤이며, 이들을 용융 제염 및 감용을 위하여 기초 연구를 수행한 결과를 바탕으로 약 180kg/batch 용량의 금속용융제염 설비를 제작 설치하여 탄소강 해체금속폐기물 용융제염 처리를 수행 중에 있다.

금속용융은 장치가 간단하고 폐기물 처리량이 비교적 적고 단속적인 운전에 매우 효과적인 고주파 유도로를 사용하였다. 용융장치는 고주파 발전장치와 용해로체로 구성된 고주파 유도설비와 냉각계통으로 구성된다. 고주파발전장치는 철제 200kg을 용해할 수 있는 용량을 갖추었으며, 실험 및 실제 처리 등 용해로체의 크기 변경이 필요할 경우에는 고주파발전기의 출력 주파수를 변경할 수 있게 하였다. 용융장치의 발전기 부분의 입력전원은 3상, 440V, 60Hz이며, 출력전원은 200kW, 출력주파수는 1kHz, 3kHz, 5kHz로 구성되어 있으며, 회당 180kg의 폐기물을 용융할 시에는 3kHz로 고정하여 사용하였다. 용해로체 부분 중 고주파유도가열부는 heating coil 및 절연부로 구성되어 있고, 그 외 support frame과 lever로 구성되어 있다. 용해로체와 고주파 발전장치의 냉각을 위한 냉각설비는 냉각기와 냉매의 저장을 위한 저장조로 구성되어 있으며, 냉각기의 용량은 20RT이다.

용융로체의 직경은 약 28cm로 크기가 큰 해체물의 장입이 어려워 작은 크기로 세절을 해야만 하며, 용융로의 용량을 증가시킬 경우 해체물을 작은 크기로 세절하는 비용을 절감할 수 있을 것이다. 용융 중 시료 채취는 매 배치마다 수행하였으며, 그림 3과 같은 시료 채취용 주형 틀에 국자모양의 채취기로 채취하였다. 해체물의 용융시 ingot를 생성하기 위해서 주괴틀에 용융물을 장입하기 전 시료를 채취하였다. 그림4는 생성된 ingot이며, 이들의 방사능농도는 배치마다 차이는 있지만 최대 0.05 Bq/g 이하로 나타나 자체처분 폐기물로 전량 전환 가능하였다. 그림5는 해체물에 함유된 우라늄과 불순물을 제거한 슬래그로 방사능농도는 약 12Bq/g 으로 나타났으며, 이들의 발생량은 약 3wt% 정도로 폐기물 발생량이 작았다. 따라서 금속폐기물의 경우 용융제염으로 처리할 경우 폐기물 발생량을 최대로 줄일 수 있어 처리 효율이 기타 처리 공정보다 효율적인 것으로 판단된다.

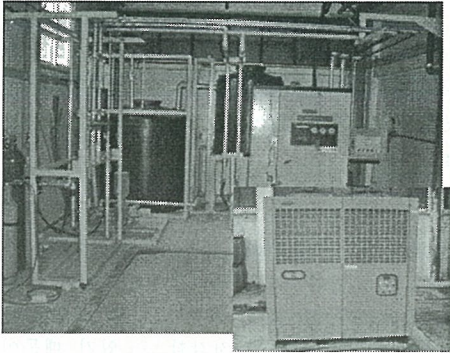


그림 1. 고주파 발생장치 및 냉각설비

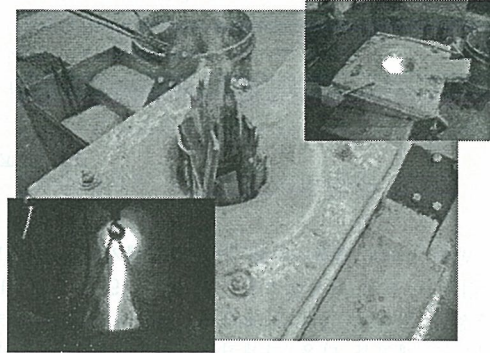


그림 2 용융로체

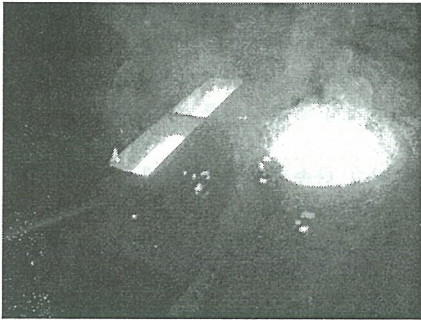


그림 3 분석용 시료채취



그림 4 용융 후 생성된 Ingot

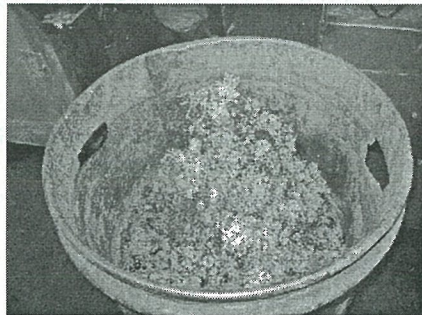


그림 5 용융 중 발생한 슬래그