

플라즈마 용융로 배출장치 개념설계

황석주*, 황영환, 김천우

한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

*hsjhjh@khnp.co.kr

1. 서론

전 세계적으로 원전은 일반적으로 설계수명 약 40~60 년으로 현재 원전 해체산업은 성장기에 진입했다고 볼 수 있다. 원전에서 발생하는 폐기물을 안전하게 처리 및 처분하는 것은 매우 중요한 사항이며 원전의 해체 시 발생하는 폐기물은 금속, 콘크리트, 토양 등 종류도 다양할 뿐 아니라 발생량 또한 방대하다. 그 중에 대부분이 금속으로 분류되고 있다. 전 세계적으로 향후 50 년 동안 스테인레스강 약 95만 톤, 탄소강 870만 톤, 구리 220만 톤이 발생할 것으로 예측하고 있다 [1]. 원전에서 규모가 큰 구성품(열교환기, 습분 분리기, 증기발생기) 교체나 해체 시 발생하는 다량의 금속폐기물을 그대로 수용하기에는 부족한 폐기물 처분장 문제뿐만 아니라, 지속적으로 처분 단가의 증가가 예상되므로 방사성 금속폐기물의 효과적인 감용 및 재활용 기술이 요구된다[2]. 따라서 원전 해체 시 발생하는 금속폐기물의 처리를 위해서는 대용량 금속 폐기물 처리시스템 개발이 필요하다. 이에 따라 현재 다양하게 연구중인 폐기물 처리기술중 하나인 대용량(1.5 MW급) 플라즈마 용융로 시스템의 용융물을 효과적으로 배출시키기 위한 배출장치의 개념설계에 관한 연구를 수행하였다.

2. 본론

2.1 플라즈마토치 용융로 시스템

1.5 MW급 플라즈마토치 용융로 시스템은 토치로부터 발생하는 고온플라즈마를 이용하여 원전에서 발생하는 가연성 및 비가연성 방사성폐기물을 추가적인 전처리 없이 200 L 드럼형태로 용융로에 투입하여 방사성폐기물의 저감과 처분요건을 충족을 위해 물리적 특성을 구분하지 않고 처리할 수 있는 용융기술이다.

플라즈마 용융로의 측면에는 유리(슬래그) 용융물이 배출되는 배출구가, 바닥에는 금속용융물을 배출하는 배출구가 위치하며 각각의 배출구로부터 배출된 용융물은 몰드이송장치의 몰드에 저장되도록 설계된다(Fig. 1).

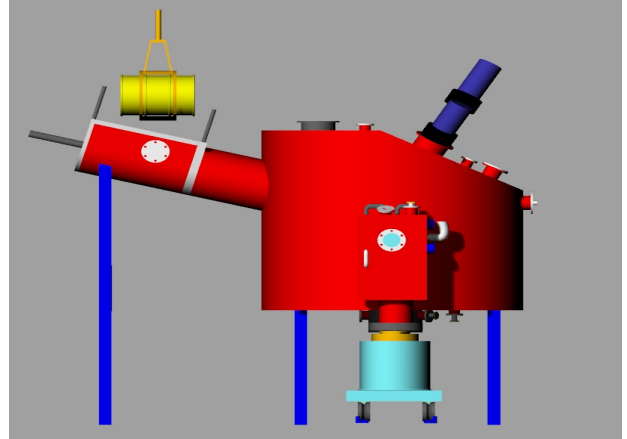


Fig. 1. Plasma Melter System.

2.2 측면배출

측면배출은 용융로에 부착된 배출롬 형태로 용융로의 측면 상·하부에서 용융물이 배출관을 통해 배출되는 구조이다. 배출은 각각의 배출관 게이트의 상·하 운동을 통해 제어된다.

상부 배출관은 플라즈마토치로 용융된 용융물의 상부에 있는 슬래그 및 유리가 배출되고 측면 하부 배출관은 슬래그 및 금속을 배출하도록 설계하였다.

측면에 구성된 배출롬은 별도의 열원(저항발열체)이 설치되어 용융물이 응고되지 않고 몰드로 배출되도록 설계하였고 상·하부 배출관은 발열재질로 제작하여 배출시 용융물의 응고로 게이트의 움직임에 방해가 되지 않도록 설계하였다(Fig. 2).

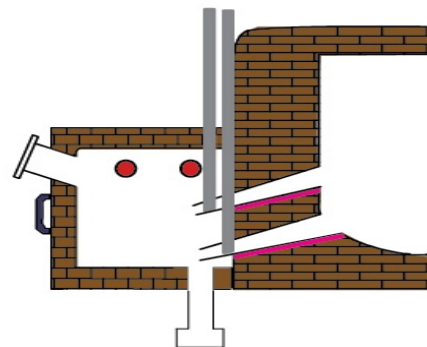


Fig. 2. Side Drainage.

2.3 바닥배출

바닥배출은 측면배출을 통해 용융물 상부의 슬래그가 배출된 다음 금속용융물을 바닥 배출구를 통해 배출한다. 바닥배출은 유도가열방식을 채택하여 배출시 배출구를 가열하여 금속용융물이 배출될 수 있는 온도에 도달하면 용융물이 배출될 수 있도록 설계하였다. 배출구는 외부의 공기와 접촉을 차단하기 위해 보온덕트로 용융물 수납 몰드와 연결되어 용융물의 온도감소가 최소화되도록 설계하였다 (Fig. 3).

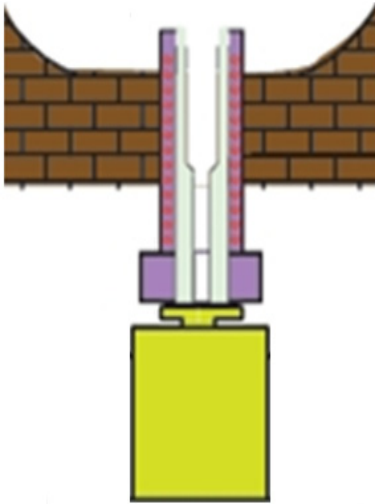


Fig. 3. Bottom Drainage.

2.4 몰드이송장치

몰드이송장치는 몰드에 쌓인 금속용융물의 석순현상을 방지하고 금속용융물이 균질하게 쌓이도록 몰드가 열구조체로 예열되도록 설계하였다. 또한 몰드가 보온덕트와 밀봉이 되도록 scissor-lift system을 장착하여 상·하 이동이 가능하도록 설계하였다(Fig. 4).

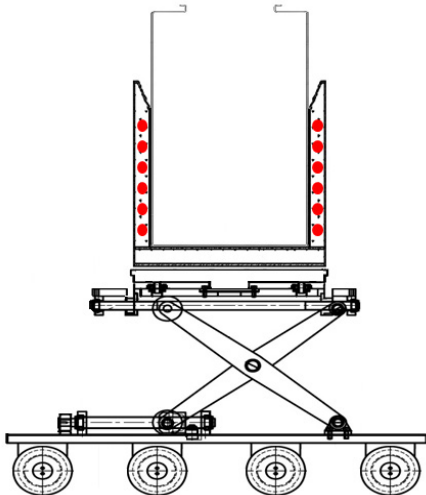


Fig. 4. Mold transfer equipment.

3. 결론

원전의 금속폐기물을 처리하기 위해 개발중인 대용량 플라즈마 용융로 시스템의 장치 중 하나인 배출장치는 폐기물 저장과 처분시 인수기준을 맞추기 위한 중요 장치이다. 대용량 플라즈마 용융로 시스템 제작을 위해 배출장치 개념설계 연구를 통해 향후 상세설계를 위한 자료로 활용할 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] Recycling and reuse of radioactive material in the controlled nuclear sector, EUR18041EN, Euro Commission.
- [2] B-Y Min, et, al. Journal of Korea Society of Waste Management Vol. 29 No. 7 603-615(2012).