

PW-P009

방사성 폐기물 유리화를 위한 이송식 아크 플라즈마 전산해석

고주영¹, 최수석²

제주대학교 에너지공학과

방사성 폐기물의 운반이나 장기 보관 시 방사성 물질의 침출을 차단하기 위한 유리화 기술을 실현하기 위해 이송식 아크 플라즈마에 대해 전산해석을 수행하였다. 본 연구에서는 운전전류나 아크길이와 같은 운전조건 변화에 따른 열플라즈마의 특성 변화 뿐만 아니라 150 kW급 고출력 이송식 아크 플라즈마의 최적 설계를 위하여 핵심 부품인 파일럿 노즐의 길이와 직경 변화에 따른 예상 용융영역을 전산해석 하여 방사성 폐기물의 유리화 기술을 상업적으로 이끌어내는데 기초 자료를 제공하고자 하였다. 노즐직경은 4, 5, 6 mm로 변화시켰으며, 길이는 2, 4, 6mm로 하였다. 이러한 다양한 설계조건에 대하여 운전변수로는 전류 200 A, 방전 기체인 알곤의 유량 15 L/min, 아크 길이 2 cm로 고정하였다. 전산해석 결과 노즐 직경이 작을수록 아크압축 효과에 의해 중심부에서 최고 온도가 높은 열플라즈마 제트를 발생시킬 수 있으나, 반경방향으로 온도구배가 커서 고온 구간이 급격히 감소하는 경향이 예상되었다. 반면 노즐직경이 증가할수록 아크 압축효과는 줄어들지만 반경방향으로 온도가 완만히 감소하여 콘크리트가 대부분인 유리화 대상물질을 충분히 용융시킬 수 있는 2,600°C 이상의 고온 면적이 넓어지게 될 것으로 예상되었다. 또한, 노즐길이가 줄어들 경우 아크방전의 안정성은 다소 떨어질 수 있으나 수 있으나 고온의 열플라즈마 제트가 반경방향으로 효과적으로 넓어질 수 있음이 예측되었다. 따라서 고온 영역의 확장 관점에서 이송식 아크 플라즈마 토치를 제작할 경우 아크의 안정성을 유지하는 범위 내에서 파일럿 노즐의 직경을 크게 하고 길이는 짧게 하는 것이 효과적인 유리화를 위해 유리할 것으로 예상되었다.

Keywords: 방사성 폐기물, 아크, 플라즈마, 전산해석, 유리화

PW-P010

저주파 및 고주파 구동 대기압 플라즈마 제트의 특성 비교

권양원, 백은정, 엄인섭, 조혜민, 김선자, 정태훈

동아대학교 물리학과

저주파 (수십 kHz)와 고주파 (13.56 MHz)로 구동되는 대기압 플라즈마 제트를 발생시키고, 인가전압 (혹은 인가전력)과 기체 유량에 따른 대기압 플라즈마의 특성을 비교하였다. 고주파에서 발생된 플라즈마는 저주파의 경우보다 안정적이었으며, 인가전압 (혹은 인가전력)이 증가함에 따라 플라즈마 기체온도는 상승하였고, 고주파 제트의 기체온도는 저주파 제트 보다 높았으나 330 K이하인 것을 확인하였다. Optical Emission Spectroscopy (OES)를 이용하여 저주파와 고주파의 광 방출 특성을 측정하였다. 저주파에서는 N_2^+ (391.4 nm)의 intensity 증가가 두드러지게 나타났지만 고주파 제트에서는 N_2 , N_2^+ 의 intensity는 감소하였으며, OH, NO, H_α , O와 같은 활성 산소 종 (Reactive Oxygen Species)이 저주파 제트 보다 높게 측정되었다. Boltzmann plot method를 이용한 분석을 통해 저주파와 고주파 영역에서의 플라즈마 전자 여기 온도를 측정하였다. 또한 자외선 흡수분광법을 이용하여 플라즈마-액체 계면에서의 OH이 입자밀도를 측정하여 OES방법으로 측정된 OH 밀도와 비교하였다. 그리고 화학적 측정법 (terephthalic acid solution)을 이용하여 액체 내의 OH의 농도를 측정하였다.

Keywords: 대기압 플라즈마 제트 (Atmospheric Pressure Plasma Jet), 광 방출 분광학 (Optical Emission Spectroscopy), 자외선 흡수 분광법 (Ultraviolet Absorption Spectroscopy), OH 밀도 (OH concentration)