

영구자석을 이용한 STS304 파이프 제염

김중화, 조천휘, 이경호, 진동식, 홍용호, 정윤창*, 김덕정*

(주)액트, 대전광역시 유성구 관평동 705 한밭대학교 기술상용화센터 3층

*한국수력원자력(주), 부산광역시 기장군 장안읍 고리 215번지

jhk@actbest.com

1. 서론

원자력발전소에서 발생하는 금속성 방사성폐기물을 습식 제염공정으로 제염할 경우 강산류를 사용하기 때문에 액상의 2차폐기물이 다량으로 발생되고 이를 중화처리 하는데 많은 비용이 들고 있다. 따라서 원자력발전소에서 발생하는 금속성 방사성폐기물을 효과적으로 제염을 하기 위해서는 제염설비의 운전이 용이하고 제작비용이 저렴하며 액상의 2차폐기물이 습식 제염공정보다 적게 발생하는 자기장을 이용한 제염장치의 개발 및 최적의 제염공정을 도출하고 이의 적용이 필요한 실정이다.

2. 실험 및 결과

[그림 1]과 같이 영구자석을 이용한 제염장치와 [그림 2]와 같이 직경이 1 mm, 길이가 5 mm인 자성연마입자로 자성체가 아닌 STS304 파이프 내·외면의 페인트를 제거하는 기초 성능실험을 수행하였다. [그림 3]과 같이 모터의 회전속도를 1,500 rpm, 연마시간이 15분 경과되면 [그림 4]와 같이 STS304 파이프 내·외면의 페인트는 거의 제거되었다.

그리고 STS304 플레이트 표면에 Co 및 Ni 산화막을 형성한 후, 연마 전·후 STS304 플레이트의 질량과 표면상태를 비교하였다. 산화막 형성은 2시간 동안 500 °C까지 일정하게 전기로를 가열한 후, 500 °C에서 1시간 30분 동안 가열하였다. 이후 3시간 30분 동안 서서히 온도를 내리면서 산화막을 형성하였다. 산화막 모의시편에 대한 연마 전·후의 질량분석은 한국원자력연구원에서 유도결합플라즈마 원자방출분광 분석기(ICP-AES, Inductive Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy)를 이용하여 수행하였다. Co 및 Ni 모의시편의 연마 전 질량은 각각 330 μg과 943 μg, 연마 후 질량은 각각 223 μg과 218 μg으로 나타났으며, 표면상태는 [그림 5]와 같다.

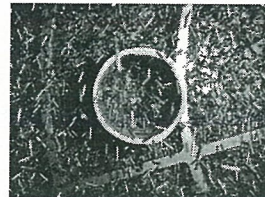
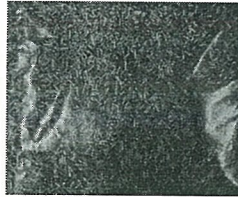
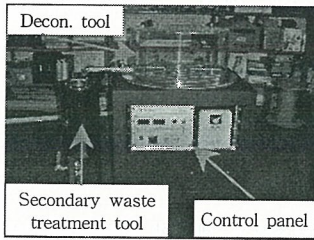
한편, 고리 제1발전소의 방사선관리구역 내에서 발생한 오염된 STS304 파이프 시편을 대상으로 제염 전·후의 검출핵종, 방사능농도 및 표면 상태를 비교하였다. [표 1]에 나타난 바와 같이 15분 동안 제염을 하였을 때, 제염 전에는 ^{60}Co 등 6개 핵종이 검출되었고 총 방사능농도는 2.2074×10^2 Bq/g으로 나타났다. 제염 후에는 ^{60}Co 등 6개 핵종이 검출되었으며 총 방사능농도는 6.2971×10^1 Bq/g으로 나타났다. 제염 후에 Mn이 검출된 원인은 다른 시편을 제염한 후 자성연마입자와 제염용기 내 오염물질을 제거하지 않고 실험을 수행하였기 때문이다. 그리고 제염 전·후 표면상태는 [그림 6]과 같다.

3. 결론

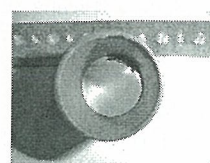
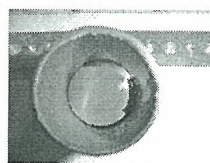
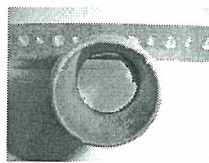
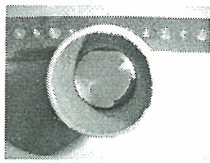
본 연구에서는 영구자석을 이용한 제염장치의 개발 및 이에 대한 기초 성능실험을 통하여 제염조건을 도출한 후, 고리 제1발전소에서 실증실험을 하였다. 모터의 회전속도를 1,500 rpm, 직경이 1 mm이고 길이가 5 mm인 자성연마입자로 비교적 오염도가 낮은 STS304 파이프 시편을 15분 동안 제염하였을 때 제염계수는 3.2로 나타났다. 따라서 본 제염장치로 STS304 파이프 내·외면의 페인트와 오염물질을 제거할 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 전력산업연구개발사업(과제번호: R-2007-2-090)으로 수행되었으며 이에 감사사를 드립니다.



[그림 1] 영구자석을 이용한 제염장치 [그림 2] 자성연마입자 [그림 3] 자성연마입자의 운동상태



(a) 초기 상태

(b) 5분 경과

(c) 10분 경과

(d) 15분 경과

[그림 4] STS304 파이프의 연마 전·후 표면 상태



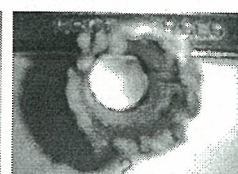
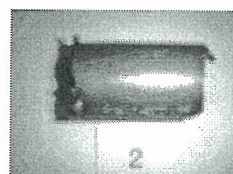
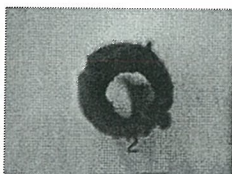
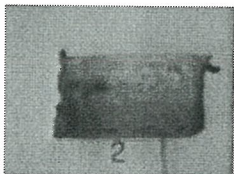
(a) 연마 전

(b) 연마 후

그림 5. Co 및 Ni 산화막 모의시편의 연마 전·후 표면상태

[표 1] STS304 파이프 시편의 제염 전·후 검출핵종 및 방사능농도

제염시간	검출핵종	방사능농도(Bq/g)	
		제염 전	제염 후
15분	Mn-54	-	5.9679×10^{-1}
	Co-58	1.7429×10^1	5.8309×10^0
	Co-60	7.5492×10^1	2.8453×10^1
	Sb-125	5.8514×10^0	3.1617×10^0
	Ag-110m	1.8417×10^1	-
	Cs-134	1.4376×10^0	-
	Cs-137	8.4110×10^1	2.4929×10^1
	Total	2.0274×10^2	6.2971×10^1



(a) 제염 전

(b) 제염 후

[그림 6] STS304 파이프 시편의 제염 전·후 표면상태