

## 복합제염장치를 이용한 금속방사성폐기물 제염 고찰

홍용호, 이경호, 제한경, 김민수, 김희경, 최은석

(주)액트, 대전시 유성구 관평동 705

hyh@actbest.cm

### 1. 서론

최근 방사성폐기물의 처리·처분에 대한 일반 국민들의 깊은 관심과 함께 사회·문화적으로도 매우 민감한 문제로 대두되고 있다. 우리나라의 경우 원자력이용시설에서 발생되는 방사성폐기물 중 금속 방사성폐기물은 이미 상당한 양에 이르고 있으며, 이를 처리하기 위해서 처리기술이 다양하게 연구 개발 되고 있지만 어느 하나의 제염장치에서 방사능 물질을 100% 제거할 수는 없었다. 또한, 화학제를 사용한 화학제염기술은 유기산 및 무기산 등 강산류를 사용하기 때문에 액상의 2차폐기물이 다량으로 발생되고 이를 중화처리 하는데 많은 처리비용이 들고 있다.

이러한 여러 가지 문제점들을 해결하기 위한 방법으로 다양한 제염장치를 복합적으로 구성하여 어느 하나의 제염처리가 아닌 복합 제염장치에 의한 제염처리를 순차적으로 거치면서 100%에 가까운 제염효과를 갖도록 하고 제염으로 인한 2차폐기물 발생량을 최대한 억제할 수 있는 복합제염장치를 개발하기 위한 실험을 실시하게 되었다.

### 2. 실험 및 결과

본 연구는 연구자석을 이용한 제염장치 및 초음파 제염에 대한 기초 성능실험을 통하여 제염방법을 결정하고 물과 에어를 통한 세정작업으로 인해 발생하는 2차폐기물 처리시 발생하는 문제점 등을 보완하여 설비를 구성한 후 이를 영광 2발전소 방사선안전팀의 도움을 받아 실증실험을 하게 되었다. 또한, 시편(자성연마재)의 크기 및 형상은 제염대상 물품의 재질 및 크기, 그 형상에 따라 달리 할 수 있으나  $\varnothing 0.15 \sim \varnothing 2.5 \text{mm} \times 2 \sim 8 \text{mm}$ 로 제작하는 것이 바람직하였고, 자성연마재의 경우 직경( $\varnothing$ )과 길이(mm)가 클수록 연마력이 높으므로 스테인리스 스틸이나 강철은 0.5mm 이상 적용하고 티타늄이나 알루미늄, 황동, 아연 등 연한 재질은 0.5mm이하를 선택하여 Test를 수행하였다.

### 가. 복합제염장치 구성

- ① 자기장제염부 : 자기력을 통한 자성연마재의 자전과 공전운동에 의해 상기 제염대상 물품을 제염처리
- ② 초음파제염부 : 초음파 세척하여 제염처리
- ③ 세정부 : 고압으로 분사되는 물과 에어를 통해 세척
- ④ 열풍건조부 : 세척된 제염대상 폐기물을 건조
- ⑤ 제염폐액 처리부 : 초음파 제염부로부터 배출된 제염폐액을 필터링 처리
- ⑥ 제어부 : 중앙컨트롤 장치

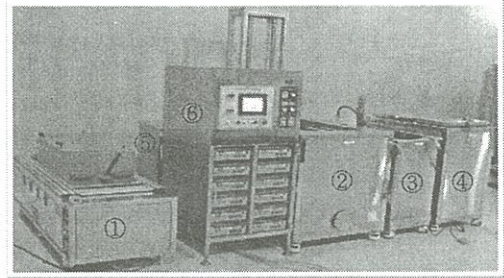


Fig. 1. 복합제염장치

### 나. 오염된 금속폐기물 시편

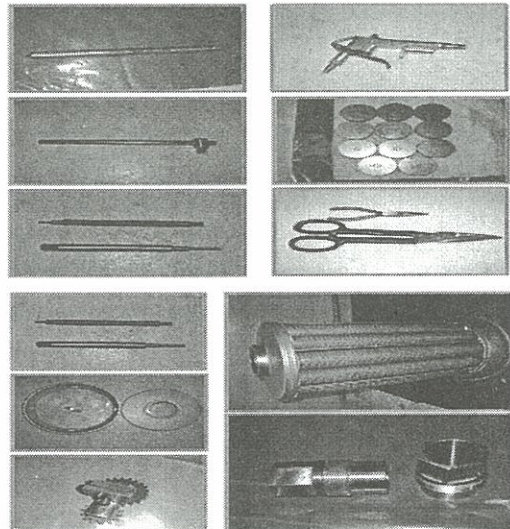


Fig. 2. 금속방사성폐기물

다. Test 사진

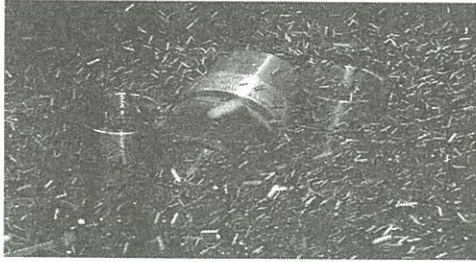


Fig. 3. 자성연마 입자의 운동상태

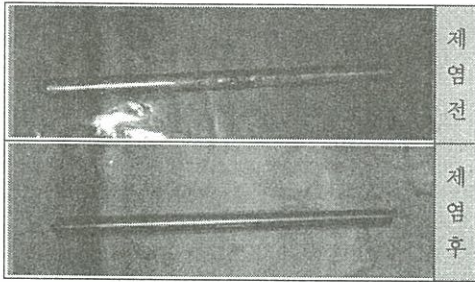


Fig. 4. 제염 전·후 시편

라. 제염 전·후 오염도 결과

No	시편명	크기	오염도(cps)			
			제염전	자기장(RPM)		초음파 15분 제염
				1500	1800	
1	STS Pipe B-1	φ5×10 cm	450	44	-	BKG
2	STS Pipe B-2	φ5×10 cm	432	38	-	BKG
3	STS Pipe C-1	φ5×30 cm	780	34	-	BKG
4	STS Pipe D-1	φ5×10 cm	532	30	-	BKG
5	STS Pipe E-1	φ3×30 cm	810	48	-	BKG
6	Aluminum Cap-2	φ5 cm	487	28	-	BKG
7	STS 눈금자-1	30 cm	531	40	-	BKG
8	STS Pipe B-3	φ5×10 cm	1,210	-	28	BKG
9	STS Pipe B-4	φ5×10 cm	1,302	-	30	BKG
10	STS Pipe E-2	φ3×30 cm	1,352	-	38	BKG
11	STS 눈금자-2	20 cm	1,152	-	32	BKG
12	Pb 플레이트-1	10×10 cm	1,260	-	32	BKG
13	STS Pipe B-6	φ5×10 cm	442	38	-	BKG

- ▶ 제염시간 : 15분, 주파수 : 29 kHz,
- 전류 : 4 A, 물 온도 : 35 °C, 제염제 : 150 g
- ▶ 백그라운드 : 24 cps

3. 결론

복합제염장치 설비를 구성하기 위해서는 각각의 장비가 갖는 특성을 파악하고 단점을 서로 보완할 수 있는 장비로 구성하였다. 자기장을 이용한 제염설비의 경우 자기력을 통한 자성연마제의 자전과 공전을 이용하여 제염대상 금속폐기물을 제염처리 하는데 오염된 표면과 미세한 틈이나 볼트의 홈에 붙어있는 고착성 오염도에 대한 제염효과는 아주 탁월하나 방사화된 금속폐기물의 오염은 완벽하게 제거하지 못했고, 초음파제염의 경우 표면에 오염도가 고착이 되었을 경우 제거하기 힘든 단점을 보였다. 이러한 장비들의 단점을 상호 보완하기 위해 자기장제염설비와 초음파제염설비를 복합적으로 구성하여 Test한 결과 유리성 및 고착성 오염을 거의 제거할 수 있었다. 또한, 초음파 제염설비로 2차 제염한 금속폐기물들에 전이될 수 있는 방사성입자를 추가로 제거하기 위해 높은 압력의 에어와 살수로 3차 제염을 하고 최종 마무리로 열풍으로 건조하였다. 이렇게 해서 최종 금속폐기물의 오염도를 거의 100% 제거가 되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 고압 세척시 발생되는 다량의 제염폐액을 필터로 재순환시켜 계속 사용함으로써 제염후 발생할 수 있는 2차 폐기물량을 최대한 억제하도록 설비 구성을 마무리 하였다.

4. 감사의 글

Test에 도움을 주신 영광원자력본부 제2발전소 방사선안전팀과 협력업체 직원분들께 감사의 말씀을 드립니다.