

하이브리드(Hybrid) 제염방법 개선으로 방사성폐기물 처분비용 절감

이승준, 장대성, 구병진, 안승건*, 이상욱*

선광원자력안전(주), 부산광역시 기장군 장안읍 길천길 96-1번지

*선광원자력안전(주), 서울시 구로구 구로동 106-4번지

lsc1823@yahoo.co.kr

1. 서론

본 과제의 선정 배경으로는 고리 1발전소 노후 설비교체 등으로 금속류 방사성폐기물 발생량이 증가되었고, 발생된 금속류를 기존의 수공정에 의한 작업 방법만으로는 많은 양의 금속류를 제염하기엔 어려움이 있고 또한 적기에 미처리 시 장기 감쇠저장 공간부족 등의 문제점이 발생할 수 있어 개선의 필요성을 인식하게 되었다. 목표 달성을 위한 대책으로 다양한 기계설비를 이용한 하이브리드 제염공정을 적용하여 금속류 제염방안을 효율적으로 개선하고자 한다.

2. 본론

2.1 하이브리드(Hybrid) 제염적용 실험

적합한 제염방안을 도출하기 위해 단계별 적용 시험을 실시하였다. 하이브리드 제염이란? 다양한 형태의 방사성폐기물을 제염하기 위하여 습식제염과 건식제염을 혼용하여 최적화된 제염기법을 말하며, 고압살수·스팀분사 등의 습식제염과 연삭·절삭·블라스트 등의 건식제염이 있다.



Fig. 1. hybrid decontamination application equipment.

2.1.1 고압살수 제염(계거성 오염)

사전 브러쉬 및 수세미 등을 사용하여 방사성오염물질을 유리시킨 후 최대압력 230bar 정도의 고압살수기를 이용하여 초당 약 5~10cm 정도의 속

도로 세척한다. 적용시험 결과 유리성 오염은 고압살수 및 Scrubbing제염을 병행하면 오염 제거가 용이하나 고착성오염 제거에는 보완 방안이 필요했다. 또한 액체폐기물 발생량이 과다하며 폐기물 발생량 대비 제염계수는 만족할 수준에 미치지 못하였다.

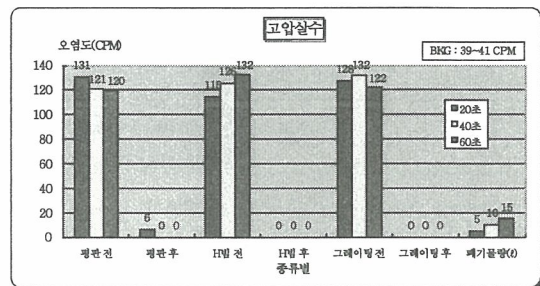


Fig. 2. high pressure water spray decontamination trend.

2.1.2 고압스팀 제염(계거성 오염)

사전 브러쉬 및 수세미 등을 사용하여 방사성오염물질을 유리시킨 후 최대 토출압력 12bar 정도로 20, 40, 60초 단위로 초당 약 5~10cm 정도의 속도로 스팀 분사기로 세척한다. 위 적용시험 결과 유리성 오염은 스팀제염 및 Scrubbing제염을 병행할시 가장 효과적으로 유리성오염 제거가 가능하나 고착성 오염은 제염 대상물의 표면 연삭작업이 필요한 것으로 판단되었다.

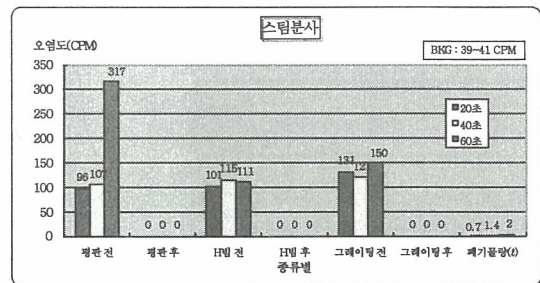


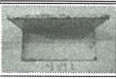
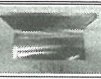


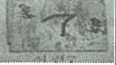

Fig. 3. steam jet decontamination trend.

2.1.3 연삭, 절삭 제염(고착성 오염)

고착성 오염이 확인된 일정한 형태의 철재류 표면을 연삭·절삭장비를 사용하여 약 0.1~0.2mm정

도 연마 후 스팀분사기로 오염물질을 유리시킨다. 직접법 오염검사 결과에 따라 감마핵종분석을 실시하고 필요 시 위항을 반복한다. 기계연삭·절삭 작업의 장점은 기계적 취급으로 작업의 연속성 및 제염효율이 우수하며, 단점은 형태에 따라 부분적으로 적용이 가능하고 일정규격으로 전처리가 필요하다. 그리고 다양한 형태에 적용 가능한 인텍스, 척 등을 추가 보강할 필요성이 있다.

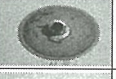





Table 1. grinding and cutting work results.

시료명	오염도(Bq/cm ²)		금속형상	
	제염전	제염후	(전)	(후)
철재1	1.6	N/D		
철재2	1.2	N/D		
철재3	1.4	N/D		

2.1.4 shot blast 제염(고착성 오염)

고착성 오염이 확인된 비교적 복잡한 형상의 대상물에 대하여 건식연마(shot Blast) 장비로 크기 및 형상에 따라 실제 분사시간을 각각 적용하여 표면의 고착 오염을 제거한 후 스팀분사기 또는 세척수로 오염물질을 유리시킨다. 블라스트 가공이 필요한 주대상물은 금속표면에 흡착성이 매우 높은 페인트로 도장된 금속시편, 빔, 전동캡, 원형 파이프 등이며, 연마제 종류는 Aluminum Oxide 이며 일반적인 고착성오염 제염방법으로 제염이 힘든 특이형상 또는 오염 정도가 비교적 미미한 철재 표면의 오염제거에 적용 하였다.

Table 2. shot blast work results.

시료명	오염도(Bq/cm ²)		금속형상	
	제염전	제염후	(전)	(후)
철재1	0.9	N/D		
철재2	1.3	N/D		
철재3	0.6	N/D		

2.2 하이브리드(Hybrid) 제염공정 적용

기존의 제염방법을 개선하여 신기술이 적용된다. 양한 종류의 습식·건식 제염방법을 활용하면 철재류 자체처분 확대는 물론이고, 방사성폐기물 감

용 프로세스가 개선되어 방사성폐기물의 획기적 저감이 가능하다. 개선 공정에 의한 작업 시 금속류 제염 작업시간은 약 50%정도 감소되었고, 제염효율은 2~3배 정도 향상 되었다. 그 내용은 Fig. 4 및 Table 3에 나타내었다.

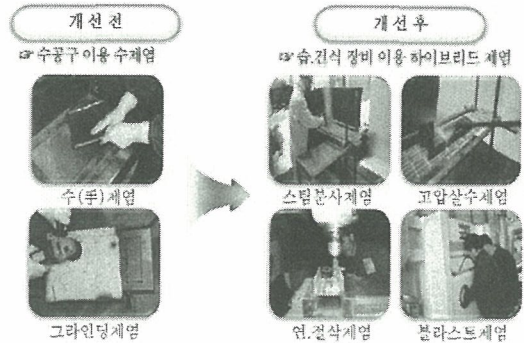


Fig. 4. Work process.

Table 3. use time per work and radioactive contamination.

구분	시편명	오염도(Bq/cm ²)		작업 시간(분)	비고 (m ³)	
		전	후			
기존	수공구	평판1	1.11	BKG	36	0.72
		평판2	1.18	BKG	38	0.72
		빔류	1.48	BKG	54	1.08
개선	습식 제염	평판1	1.13	BKG	9	0.72
		평판2	1.22	BKG	8	0.72
		빔류	1.48	BKG	10	1.08
	건식 제염	평판1	1.20	BKG	13	0.72
		평판2	1.18	BKG	15	0.72
		빔류	1.54	BKG	18	1.08

3. 결론

본 하이브리드 제염 적용실험 결과를 정리해 보면 금속폐기물의 유리성오염 제거는 습식 제염 방법이 효율적이며, 고착성오염의 경우 건식 제염이 효과적이라 판단된다. 철재류의 형상 및 오염준위에 따라 적합한 여러 가지 제염방안(hybrid 제염)을 병행하면 최상의 효과를 기대 할 수 있다.

4.참고문헌

- [1] 중·저준위 방사성폐기물 관리(한수원 표준기행 방사선-12).
- [2] 처분제한치 미만의 방사성폐기물 자체처분(한수원 표준기행 방사선-20).