

## 방사능 함유 폐윤활유 정제설비를 이용한 정제작업 전·후 비교 분석

이세엽, 김동균, 문기원, 유보중, 전호동

(주)한국원자력엔지니어링, 경북 경주시 천북면 오야리 12-45번지

kdk5109@hanmail.net

국내 원자력 발전소의 운전주기가 늘어남에 따라 미처리 상태로 보관중인 방사성 함유 폐윤활유의 양 또한 증가 추세에 있다. 발생 폐기물의 처리방법에 대한 다양한 연구가 국내·외적으로 진행되고 있고 일반적인 고형화 폐기물의 저감화 기법은 상당한 발전을 이루고 있다. 반면에 액상 폐기물중 경상 및 계획예방정비 기간중 1차계통 운전설비에서 발생하는 폐윤활유의 처리에 대한 연구는 미미한 것이 사실이며 1996년 처음으로 외국업체에 의하여 처리작업 수행후 근래까지 그 실적이 전무하였다. 현재 원자력발전소에서 발생하는 폐윤활유는 방사성폐기물 자체처분에 관한 규정(과기부 고시 제2001-30호)에서 명시한 허용기준 및 농도, 소각후 피폭방사선량 평가 결과가 허용기준 미만인 경우 자체처분 토록 허용하고 있으나 허용기준 이상인 폐윤활유는 각 원자력발전소별로 자체 보관하고 있는 실정이었다.

2004년에 이르러 당사에 의하여 독자적인 기술 및 설비를 이용한 정제작업이 국내최초로 수행되어 자체처분 가능한 폐윤활유와 방사능 농축 폐윤활유로 분류함으로써 영구처분 대상 폐기물의 발생량을 저감할 수 있었으며 원자력발전소의 안전에 대한 지속적인 관심과 강화된 규제 노력은 발생 폐기물 특히, 폐윤활유의 적정한 보관 및 유지가 요구됨에 따라 2006년 중반까지 미처리 폐윤활유의 정제처리작업을 용역으로 수행하였다.

본 논문에서는 방사능 함유 폐윤활유 정제작업에 이용한 설비의 기본 개념과 정제성능 실증시험 결과를 기술하고 정제작업 전·후의 폐윤활유에 대한 비교 분석을 하고자 한다.

표 1. 과기부 고시 제2001-30호 및 정제처리시 허용기준 및 핵종별 농도

| 구분          | 과기부 고시(제2001-30호) | 정제처리 요구기준         | 비 고 |
|-------------|-------------------|-------------------|-----|
| H-3         | 100 Bq/g 이하       | 50 Bq/g 이하        |     |
| C-14 및 갑마핵종 | 100 Bq/g 이하       | 1Bq/g 이하          |     |
| 피폭선량        | 개 인               | 10 $\mu$ Sv/yr 미만 | 좌 동 |
|             | 집 단               | 1 Man-Sv 미만       | 좌 동 |

### ○ 정제설비의 기본 개념

정제설비의 주요 구성은 전처리 탱크, 다단계 필터하우징, 정유기, 건조기로 이루어져 있으며 1차계통에서 발생한 폐윤활유의 화학적 성질, pH, 기타 고형물과의 혼재 형태 등에 따라 폐유와 수분 등의 불순물을 물리적인 분리 또는 화학적 처리에 의한 침전 등1차적인 전처리 작업후 정제를 수행한다. 정제처리는 폐윤활유의 조건에 따라 필터링, 정유처리, 건조법을 이용하며

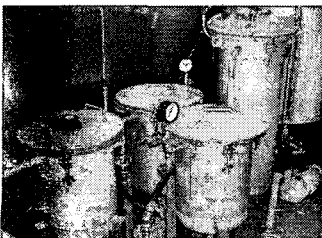


그림 1. 전처리 설비

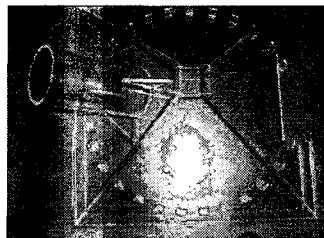


그림 2. 배기체 회수후드

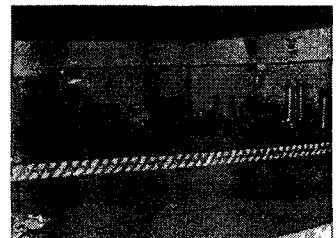


그림 3. 주정제 설비

① 필터처리법은 폐유중에 함유되어 있는 방사성 미립자를 입도가 달리한 다단계 필터처리

를 통하여 함유한 슬러지 및 일정 수준의 수분을 제거하는 방법으로 방사능 물질 제거율은 30% 대에 이른다. ② 정유리법은 필터를 통과한 극미세입자가 정유조 내부로 유입되면 폐유의 유동방향과 평행하고 일정한 간격으로 다층 배열된 고전압 전극판에 의해 형성된 정전계를 통과하면서 전하를 띄게된 미립자가 필터에 의해 제거되는 원리를 이용한다. ③ 건조처리법은 정유기 통과한 폐유내 H-3 및 C-14의 제거를 목적으로 폐유의 종류 및 특성에 적합한 온도를 일정시간 유지하여 H-3 및 C-14를 제거하는 설비이다. 분석결과에 따라 화학침전법 및 상기한 처리법중 단위설비를 이용한 재처리를 수행하여 자체처분기준에 만족하는 정제폐유를 생산한다.

○ 정제전·후 결과의 비교

2006년도 원전본부별 방사능 함유 폐유활유 정제작업은 최초 폐유활유 정제설비의 정제성능 만족여부에 대한 검증후 작업을 수행하였다. 성능 검증은 경수로형 발전소와 중수로형 발전소에서의 주요 핵종이 상이한 관계로 영광 및 월성본부에서 각각 1회에 걸쳐 대상 핵종에 대한 정제성능 검증을 실시하였다. 검증 결과는 표 2에 나타난 바와 같이 감마핵종의 경우 MDA 미만이었으며 H-3 및 C-14의 경우 모두 기준치 미만을 만족하였다.

검증시험후 각 원전본부별 방사능 함유 폐유활유 정제작업은 총 552 드럼에 대하여 수행하였으며 생성된 정제드럼은 표 3에서와 같이 자체처분을 만족하는 결과를 얻었다. 정제결과에 의하면 로형별 주요핵종 및 방사능이 상이하며, 경수로의 경우 감마핵종 이외에 C-14 및 H-3의 농도는 상대적으로 낮고 H-3의 경우 10E-02 ~ 10E-01 수준이다. 반면에 중수로의 경우 감마핵종에 비해 H-3 및 C-14가 주요 핵종임을 알 수 있다.

표 2. 방사능 함유 폐유활유 정제작업 수행전 설비 검증결과

단위: Bq/g

| 시료 번호 | 감마       |       | H-3    |       | C-14   |       | 비 고       |
|-------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|
|       | 정제전      | 정제후   | 정제전    | 정제후   | 정제전    | 정제후   |           |
| 1     | 4.66E-02 | < MDA | -      | -     | -      | -     | 2006년(영광) |
| 2     | 2.61E-01 | < MDA | -      | -     | -      | -     | "         |
| 3     | 4.29E-01 | < MDA | -      | -     | -      | -     | "         |
| 4     | 6.11E-02 | < MDA | -      | -     | -      | -     | "         |
| 5     | 2.93E-01 | < MDA | -      | -     | -      | -     | "         |
| 6     | 3.09E-01 | < MDA | -      | -     | -      | -     | "         |
| 7     | 2.31E-02 | < MDA | 1397.2 | 40.67 | 0.5    | < MDA | 2007년(월성) |
| 8     | 1.40E-02 | < MDA | 208.8  | 34.61 | -      | -     | "         |
| 9     | 3.26E-02 | < MDA | 3067.9 | 38.72 | 1003.2 | < MDA | "         |
| 10    | 3.68E-02 | < MDA | 3394.5 | 28.96 | 1332.9 | < MDA | "         |
| 11    | 5.06E-02 | < MDA | 1792.9 | 19.24 | 776.2  | < MDA | "         |
| 12    | 1.49E-02 | < MDA | 339.0  | 30.91 | 1.7    | < MDA | "         |

표 3. 본부별 방사능 함유 폐유활유 정제전·후 비교

단위: Bq/g

| 구 분     | 영 광 | 고 리      | 울 진      | 월 성      | 비 고      |
|---------|-----|----------|----------|----------|----------|
| 처리량(드럼) | 170 | 47       | 35       | 300      |          |
| 감 마     | 전   | 2.57E+00 | 1.17+00  | 7.23E-01 | 1.23E+00 |
|         | 후   | <MDA     | <MDA     | <MDA     | <MDA     |
| H-3     | 전   | -        | 1.71E+00 | -        | 7.60E+03 |
|         | 후   | 1.66E+00 | 2.06E-01 | 9.97E-02 | 3.67E+01 |
| C-14    | 전   | -        | 4.66E-01 | -        | 4.85E+04 |
|         | 후   | 3.22E-01 | 9.41E-02 | 1.51E-01 | 5.16E-02 |