

LRDPS 성능개선을 위한 전처리 방안 연구

심성보 · 이상진 · 양호연

원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

ssb1125@khnp.co.kr

영광3발전소 액체방사성 폐기물처리계통에는 원심분리기와 이온교환설비인 LRDPS(Liquid Radioactive Demineralizer Package System)이 있으나 원심분리기 성능저하로 인한 LRDPS 성능저하로 액체방사성폐기물 관리에 많은 어려움이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 LRDPS로 유입되는 방사성폐액의 수질을 개선함으로써 액체방사성 폐기물처리계통이 정상적인 기능을 회복하도록 하고자 LRDPS의 보완공정으로 막분리 공정을 적용하기 위한 연구를 수행하게 되었다.

발전소에서 발생된 실제 폐액 적용을 통한 각 막의 처리 성능을 확인하기 위하여 실험실 규모의 전처리장치와 소규모 SIES(Selective Ion Exchange System) 실험장치를 제작하여 사용하였다. 실험에 사용된 정밀여과 분리막(Microfiltration)은 PHILOSEP RCM-8060(막면적 28m²)이고, 한외여과 분리막(Ultrafiltration)은 PHILOSEP HUF-8040(막면적 35m²), 나노분리막(Nanofiltration)은 Film Tec.사의 NF-4040(막면적 7.6m²)이며 역삼투막(Reverse Osmosis)은 Film Tec.사의 BW30LE-4040(막면적 7.6m²)이며 소규모 SIES장치의 활성탄과 이온교환수지는 현재 영광3발전소에서 사용하는 모델을 이용하였다. 처리대상폐액은 Chemical Waste Tank와 HTDS폐액을 사용하였으며 폐액특성을 표1에 나타내었다.

처리대상 폐액은 200리터 저장탱크에 수집후 막으로 공급하였다. 정밀여과분리막은 1kg/cm²주입 유량 65 l/min, 투과수량 50 l/min 조건이었으며 역세는 25초/30분으로 하였다. 나노분리막 장치는 정밀여과분리막 투과수를 주입유량 13 l/min, 투과수량 4.5 l/min의 유량조건과 8kg/cm²의 압력으로 공급하였다. 소규모 SIES장치에는 활성탄과 양이온, 음이온 및 혼상이온교환수지를 각 5리터씩 충전하였고 나노분리막 투과수를 원수로 60 l/min의 유량으로 공급하여 실험하였다. 각 공정의 처리성능을 판단하기 위하여 PH, 전도도, TSS(Total Suspended Solid) 및 방사능 농도를 분석하였다.

Chemical Waste Tank와 HTDS폐액을 MF-NF-RO-SIES 배열과 UF-NF-RO-SIES배열로 각각 처리하였으며 그중 화학폐액탱크 폐액의 처리결과를 표2~표5에 나타내었다. 현탁고형물은 정밀여과분리막과 한외여과분리막을 통과하면서 대부분 제거되었으며 핵종분석결과를 통해 다가의 이온이 막에서 제거됨을 확인하였다.

표 1 영광3발전 처리대상 폐액

| 폐액 | PH | 총부유고체(ppm) | 방사능(Bq/cc) | 방사성핵종 |
|----------|-------------|------------|------------|--|
| 화학탱크 | 6.79 ~ 6.99 | 15 ~ 21 | 1.11E-01 | Mn-54, Co-58, 60 |
| 고용존고형물탱크 | 6.54 ~ 6.62 | 3 ~ 6 | 2.79E+02 | Mn-54, Co-57,58,60, Fe-59, Sb-122,124 |

표 2 Chemical Waste Tank 폐액 실험결과(멤브레인배열 MF-NF-RO)

| 구 분 | A원수 | AMF | ANF | ARO |
|------------|---------------------|----------|------|------|
| pH | 6.79 | 7.16 | 6.31 | 6.14 |
| TSS (ppm) | 15 | 3 | 3 | 2 |
| 방사성 핵종 | Mn-54, Co-58, 60 | Co-58 | N/D | N/D |
| 방사능(Bq/cc) | 1.10E-01 | 1.80E-02 | | |

표 3 Chemical Waste Tank 폐액 실험결과(멤브레인배열 UF-NF-RO)

| 구 분 | B원수 | BUF | BNF | BRO |
|------------|---------------------|----------|-----|------|
| pH | 6.99 | 7.27 | 6.8 | 6.58 |
| TSS (ppm) | 21 | 3 | 3 | 3 |
| 방사성 핵종 | Mn-54, Co-58, 60 | Co-58 | N/D | N/D |
| 방사능(Bq/cc) | 1.11E-01 | 1.63E-02 | | |

표 4 고용존고형물탱크 폐액 실험결과(멤브레인배열 MF-NF-RO)

| 구 분 | A원수 | AMF | ANF | ARO |
|------------|--|---|-----------------|---------------------|
| pH | 6.62 | 6.55 | 6.72 | 6.02 |
| TSS (ppm) | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 방사성 핵종 | Mn-54, Co-57, 58, 60, Fe-59, Sb-122, 124 | Mn-54, Co-57,58, Co-60, Fe-59, Sb-124 | Mn-54, Co-58 | Mn-54, Co-58, 60 |
| 방사능(Bq/cc) | 1.82E+02 | 2.20E+02 | 4.06E-01 | 1.41E+00 |

표 5 고용존고형물탱크 폐액 실험결과(멤브레인배열 UF-NF-RO)

| 구 분 | B원수 | BUF | BNF | BRO |
|------------|---|--|-----------------|---------------------|
| pH | 6.54 | 6.54 | 6.72 | 5.98 |
| TSS (ppm) | 6 | 1 | 1 | 1 |
| 방사성 핵종 | Mn-54, Co-57, 58,60, Fe-59, Sb-122, 124 | Mn-54, Co-57,58,60, Fe-59,Sb-124 | Mn-54, Co-58 | Mn-54, Co-58, 60 |
| 방사능(Bq/cc) | 2.79E+02 | 2.60E+02 | 4.60E-01 | 1.46E+00 |