

## PRIDE 시설 설계를 위한 공정연계요건

정원명, 유길성, 조일제, 이은표, 홍동희, 구정희, 이원경, 김호동  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

wmchoung@kaeri.re.kr

선진핵연료주기공정인 파이로공정(Pyroprocess)은 건식처리공정으로서 누적되는 사용후핵연료의 재고량을 감축하고, 처분대상 폐기물량을 최소화하여 처분장의 활용을 극대화함으로써 처분장의 규모를 줄일 있도록 Cs, Sr 등 관리대상 핵종을 분리하여 관리하며, 장반감기 핵종인 TRU 원소는 분리하여 SFR 연료로 사용함으로써 핵변환을 통하여 처분장의 관리기간을 획기적으로 단축할 수 있도록 할 수 있는 혁신적인 공정으로서 민감한 핵종인 Pu의 전용가능성을 원천적으로 배제함으로써 핵확산저항성 측면에서도 유리한 사용후핵연료 처리공정이다.

현재 한국원자력연구원에서 개발 중에 있는 파이로공정의 공학규모 실증에 앞서 개발된 단위공정들을 연계한 파이로종합공정(Integrated Pyroprocess)의 공학규모 실증에 앞서 공정간 연계성과 원격운전 및 유지보수의 효율성, 시설 운영에 따른 안전성 등을 확인하기 위하여 NU(Natural Uranium)를 사용한 Cold Test를 수행하기로 결정하고 파이로종합공정의 시험에 필요한 파이로종합시험시설(PRIDE: Pyroprocess Integrated DEMonstration facility)의 건설을 계획하게 되었다. PRIDE 시험시설은 현재 시설의 가동을 중단하고 제염해체 중에 있는 변환시설을 개조하여 활용하기로 하였다.

본 연구에서는 현재까지 개발된 Pyroprocess 일관공정의 공정요건 및 공정개념과 기존 시설여건을 기준으로 PRIDE 시설 구축에 필요한 Inert 분위기 모의셀의 규모 및 유틸리티를 포함하는 부대설비 등의 상세설계 수행에 고려되어야 하는 공정처리용량, 설치되는 공정장치의 범위, 공정의 우라늄 물질수지, PRIDE 시설 내 우라늄 Inventory, 공정장치 규모 및 배치요건, 유틸리티 공급요건 등 공정연계요건을 개발하여 설계에 반영함으로써 파이로공정의 효율적인 공정운전과 시설의 안전성이 확보되도록 하였다.

공정의 처리용량은 PRIDE 시설 구축이 ESPF(Engineering Scale Pyroprocess Facility)의 건설에 앞서 개발된 파이로종합공정의 Cold Mock-up 시험을 통한 공학적 검증을 목표로 하고 있으므로 공정의 처리용량을 계획된 ESPF와 동일한 규모인 연간 처리용량을 10 MT-U를 기준으로 Batch 또는 1일 처리용량은 50 kg-U/batch or 50 kg-U/day로 설정하였다. PRIDE 시설 내에 공정장치의 범위는 활용하게 되는 기존시설의 제약으로 인하여 Ar 분위기 하에서 운전되는 공정장치의 시험에 중점을 두기로 하고, Ar 분위기 모의셀 만을 설치하기로 하여 그림 1의 점선 안에 표기된 공정장치로 제한하기로 하였다.

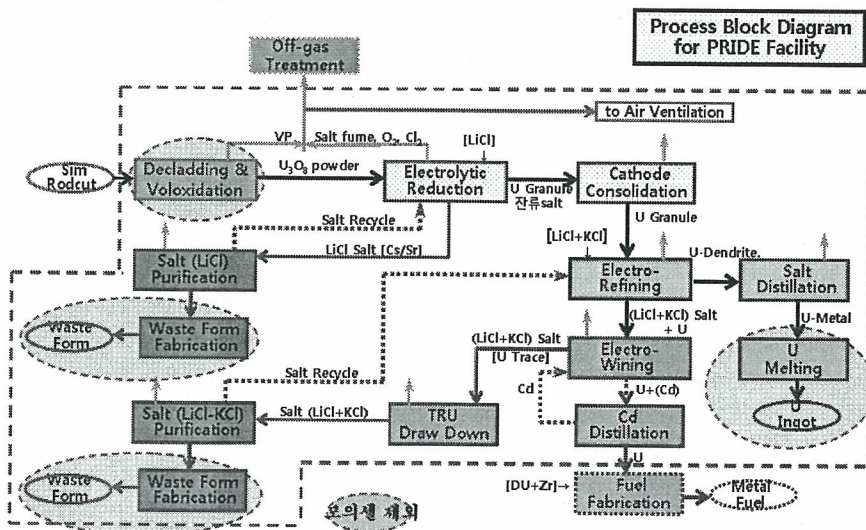


그림 1. PRIDE 시설에 설치되는 파이로종합공정 공정흐름도

PRIDE 시설에 설치되는 공정장치의 배치는 전해환원공정 → 전해정련공정 → 전해제련공정으로 연계되도록 공정물질 material flow를 고려하고, 폐용융염 처리공정은 LiCl 정제공정과 공용염 정제공정으로 분리하여 LiCl 정제공정은 전해환원공정과 LiCl 정제공정, 공용염(LiCl-KCl) 정제공정은 전해제련공정과 공용염 정제공정으로 연계되도록 하였으며, Ar 분위기 모의셀의 공간 제약으로 인해 일부 공정장치는 모의셀 외부에 설치하도록 하였으며, 공정운전 및 유지보수를 위한 주변 공간 등을 고려하여 그림 2와 같이 배치되도록 하였다.

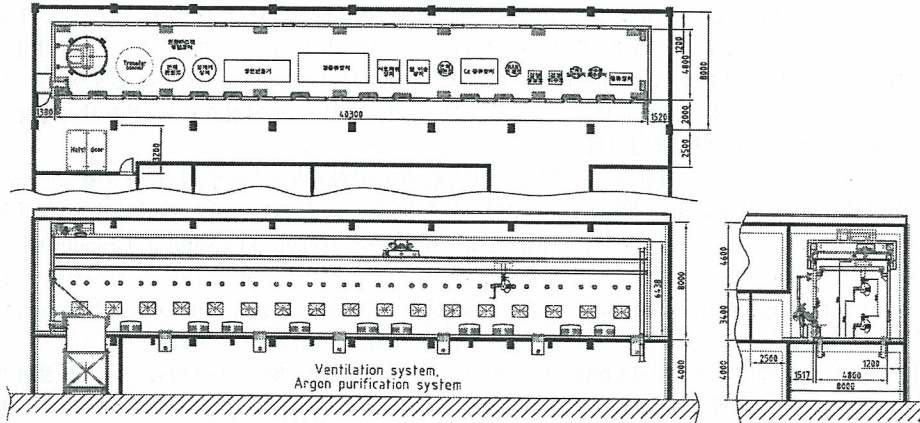


그림 2. PRIDE 시설 Ar 모의셀 배치도