

PRIDE 시설의 기본설계

정원명, 유길성, 조일제, 이은표, 홍동희, 구정희, 이원경, 김호동
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150-1)
wmchoung@kaeri.re.kr

현재 연구개발 중인 파이로공정은 차세대 핵연료주기공정으로서 사용후핵연료의 공정처리 과정에서 환경에 대한 부하저감, 안전성 제고, 유용한 자원의 재활용, 핵확산저항성, 경제성 등의 관점에서 기존 핵연료주기 공정에 비해 혁신적인 기대를 갖고 개발 중에 있는 공정이다. 국내에서 개발되고 있는 파이로공정의 실용화를 위한 공학규모의 실증에 앞서 개발된 각 단위공정들을 연계한 일관공정(Integrated Pyroprocess)의 공정간 연계성과 원격운전 및 유지보수의 효율성, 시설 운영에 따른 안전성 등을 확인하기 위하여 공정에서 요구되는 불활성 분위기의 대형 모의셀과 부대설비들을 갖춘 시설을 확보하여 천연 우라늄 또는 감손우라늄을 사용하여 Cold Test를 수행하기로 하였다. 이에 따라 파이로 일관공정 시험 시설인 PRIDE 시설(Pyroprocess Integrated DEMonstration facility)의 건설을 계획하고, 가능한 소요 비용을 최소화하기 위하여 현재 제염해체 중에 있는 변환시설을 개조하여 활용하기로 하였다. 본 기본설계 연구에서는 변환시설을 파이로 종합공정 시험시설로 개조하기 위하여 확정된 파이로 종합공정의 공정기능 및 공정특성을 고려하여 공정요건을 표 1에 표기된 내용과 같이 확정하였으며, 이를 기준으로 효율적인 공정운전과 시설운영을 고려하여 그림 1과 같이 배치설계를 수행하였다.

표 1. 파이로 단위공정별 요건

| 단위공정 | 공정 Step | 전열기 용량 (220 V / 3상) | 냉각수 유량 | 배관 Size (유속) | 장치 위치 (분위기) |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------------|
| Voloxidation | 플랫 분말압 | 130 kW | 5 l/min | 1/2 inch (0.42 m/s) | 1층 (Air 분위기) |
| Electrolytic Reduction | 전해정련 | 120 kW | 10 l/min | 1/2 inch (0.83 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | Cathode Consolidation | 100 kW | 10 l/min | 1/2 inch (0.83 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| Electro-Refining | 전해정련 | 150 kW | - | - | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | Salt Distillation | 120 kW | - | - | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | U Melting | 200 kW (440 V / 3상) | - | 1 inch | 1층 (Air 분위기) |
| Electro-Winning | 전해정련 | 60 kW | 10 l/min | 1/2 inch (0.83 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | Cd Distillation | 90 kW | 15 l/min | 3/4 inch (0.64 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | Draw Down | 60 kW | 10 l/min | 1/2 inch (0.83 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| Salt Waste Treatment | LiCl Purification | 120 kW | 20 l/min | 3/4 inch (0.93 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | LiCl-KCl Purification | 100 kW | 20x2 l/min | 3/4 inch (0.93 m/s) | 2층 모의셀 (Ar 분위기) |
| | Salt Waste Form Fabrication | 120 kW | - | - | 1층 (Air 분위기) |

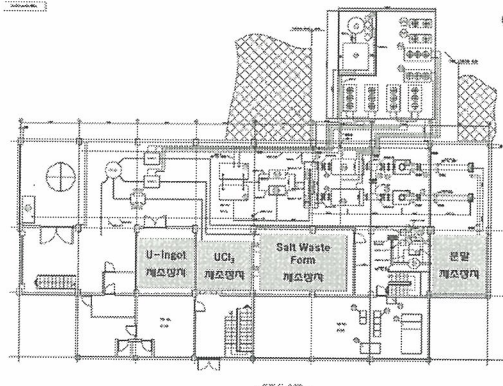


그림 1. 1층 공정장치 및 부대설비 배치도

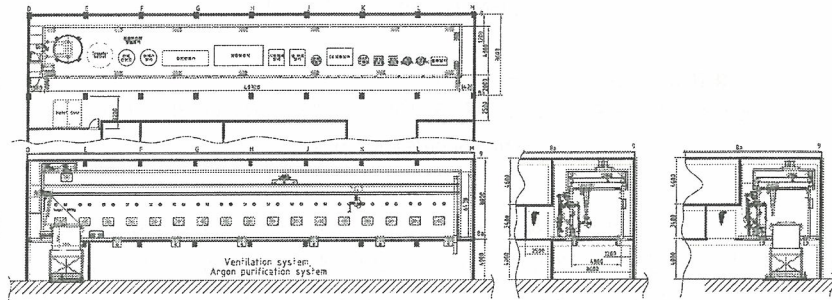


그림 2. 2층 모의셀 및 공정장치 배치도

그리고 아르곤 가스 공급계통(계통도 그림 3 참조), 환기계통, 냉각수 공급계통(그림 4 참조), 전원 공급계통, 압축공기 공급계통 등 부대시설 분야별 계통 구성 및 용량 산정 등 기본설계를 수행하여 PRIDE 시설의 시공을 위한 상세설계를 위한 기본 자료로 활용하였다.

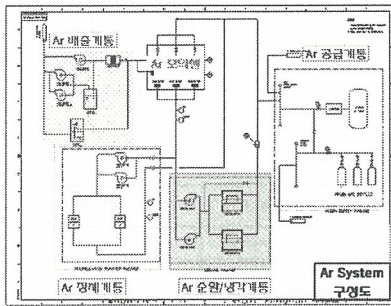
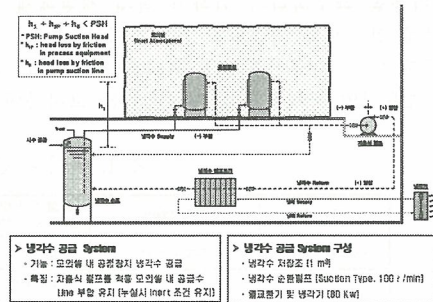


그림 3. Ar 가스 공급시스템 계통도



- | | |
|--|---|
| <p>> 냉각수 공급 System</p> <ul style="list-style-type: none"> · 기능: 모의셀 내 공정장치 냉각수 공급 · 특징: 자용식 밸브를 적용 모의셀 내 공급수 Line 부설 위치 (누설시 Inert 조건 유지) | <p>> 냉각수 공급 System 구성</p> <ul style="list-style-type: none"> · 냉각수 차압조 11 m · 냉각수 순환펌프 (Suction Type, 100 t/min) · 열교환기 및 냉각기 (80 Kw) |
|--|---|

그림 4. 냉각수 공급시스템 계통도