

## 아르곤셀 설계방안

홍동희, 유길성, 정원명, 이은표, 조일제, 권기찬, 이원경, 구정희.  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150  
[ndhhong@kaeri.re.kr](mailto:ndhhong@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

파이로 종합시험 시설의 아르곤셀은 공정의 특성으로 인하여 불활성(아르곤) 분위기를 유지하여야 하며, 외부에 방사성물질의 확산을 방지하기 위하여 셀은 항상 부압을 유지하여야 한다. 아르곤셀의 일정한 압력을 유지하기 위하여 압력에 따라 아르곤가스를 공급하고 방출하는 시스템을 구축하여야 하며, 차폐창 등을 통하여 유입 될 수 있는 외부의 공기에 오염된 아르곤가스의 순도를 유지하기 위하여 아르곤 정제설비를 설치하여 오염된 아르곤가스를 순환시켜 정제하여야 한다. 또한, 순환시스템에 공정장치의 운전으로 인하여 셀 내부에서 발생하는 열량을 냉각장치를 설치하여 냉각함으로써 아르곤셀 내부의 온도를 일정하게 유지하여야 한다.

본 연구에서는 아르곤셀의 설계를 위하여 필요한 기본적인 요건들을 자료 분석을 통하여 정립하고, 셀의 운영 중에 영향을 미칠 수 있는 요인을 분석 하였다.

### 2. 아르곤셀 설계요건

공정장치가 설치 운영되는 아르곤셀은 아르곤공급계통, 정화계통, 냉각계통 및 배기계통으로 구성되며 시스템설계를 위한 요건은 표 1과 와 같다.

표 1. 아르곤셀 요건

계통	설계요건	비고
아르곤공급계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 탱크용량은 아르곤셀에 1회 충전 할 수 있는 양으로 함</li> <li>○ 아르곤의 순도는 99.999% 이상으로 하며, 공급시스템은 One-through로 함</li> <li>○ 주공정설비로 공급되는 아르곤가스의 압력은 3 kg/cm<sup>2</sup> 로 함</li> <li>○ 비상시를 대비하여 비상공급 시스템을 설치.</li> </ul>	
아르곤정화계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 셀의 공기 유입량( Leak Rate)은 셀 체적의 0.02 %/day 로 함</li> <li>○ 셀 유지조건은 산소농도 50 ppm, 수분 농도 50 ppm이하로 함</li> <li>○ 정화계통은 정화기 2 대를 설치하여 1대는 Stand-by 기능을 함</li> </ul>	
냉각계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 셀의 온도를 일정하게 유지하도록 아르곤가스를 순환하여 냉각시키며, 냉각방식은 공냉식으로 함</li> <li>○ 아르곤셀 내부 온도는 25 ~40℃를 유지함</li> <li>○ 냉동기는 Module식으로 설치하여 열 부하에 따라 운전되고 Stand-by 기능도 갖도록 함</li> </ul>	
아르곤배출계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 셀의 적정압력의 유지를 위하여 압력이 높을 경우 아르곤 가스를 강제 배출하고, 압력이 낮을 경우 아르곤을 공급함.</li> <li>○ 알곤셀의 모든 배기구에는 HEPA Filter를 설치하여 오염물질의 외부 유출을 방지 함</li> <li>○ 배기 및 과압 방지계통 배관을 통해 외부공기가 셀로 역류되는 것을 방지하기 위해 실 포트(Seal Pot)를 설치함.</li> <li>○ 셀에 과도하게 압력이 상승하거나, 압력이 급격히 저하 시 셀의 구조물 손상을 방지하도록 안전밸브를 설치함</li> </ul>	

### 3. 아르곤셀 시스템의 구성

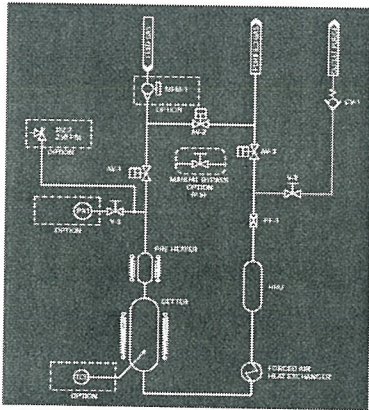


그림 1 정화시스템 Flow diagram

아르곤가스 정화시스템은 셀내 유입된 산소로 인하여 오염된 아르곤가스를 순환시켜 그림 1에서 보는 바와 같이 정화장치를 통과하면서 산소가 수소와 반응하여 H<sub>2</sub>O로 변환되고, 건조제를 사용하여 수분을 제거함으로써 H<sub>2</sub>O 및 O<sub>2</sub>를 일정하게 관리하는 시스템이다. 정화장치는 셀의 오염도에 따라 다양하게 운전이 가능하면서도 stand-by 기능을 할 수 있도록 모듈 형태로 설치하여야 한다. 또한, 아르곤셀은 운영중에 가열로를 500 °C 이상으로 가열하고, 조명을 위하여 백열등을 지속적으로 사용함으로써 셀 내부 온도와 압력이 상승한다. 셀 내부 온도의 급격한 상승은 셀 압력을 상승 시킬 수 있으므로 셀은 항상 일정한 온도(25~40 °C)를 유지하여야 한다. 따라서 셀의 온도 상승을 방지하기 위하여 순환시스템을 이용하여 냉각하여야 한다.

### 3. 아르곤셀 압력변화 요인

기상관측 자료에 의하면 대전지방의 대기압은 하루에도 많은 변화가 있으며, 월중에도 최고치와 최저치는 많은 차이가 난다. 이는 시설운영 시에 셀의 압력을 일정하게 유지하기 위하여 아르곤셀에서 아르곤을 방출하거나 유입하여야 함을 의미하므로 충분히 고려하여야 한다.

또한, 온도 변화는 계절에 따라 많은 변화가 있으며, 일 중에도 차이가 많다. 외부기온이 떨어질 경우에도 아르곤셀은 보온 등의 수단을 강구하여 외부기온에 의한 영향은 크게 미치지 않는 것으로 예상되나, 기온의 변화에 따른 셀 내부 열량의 증가 및 내부에서 발생하는 열량은 냉각시스템으로 조절되어야 한다. 그러나 셀의 냉각기능에 이상이 생길경우에 대비하여 아르곤을 방출하거나 유입하여 셀의 압력을 조절하는 방안도 강구 하여야 한다.

### 4. 결론

본 연구에서는 파이로 종합시험시설의 아르곤셀 아르곤가스 정화 및 냉각시스템을 국내. 외의 유사시설과 장치 제작업체를 통하여 확보한 자료들을 사전에 분석하여 우리의 공정에 적합한 설계 요건을 설정하여 경제적이고 효율적인 시설의 설계를 수행하고자 하였다.

또한, 분석한 자료들은 2008년 중에 엔지니어링 회사와 협력하여 기본 및 상세설계를 완료하고 2009년에 시설을 구축하여, 아르곤정제 및 냉각시스템에 관한 추가적인 연구가 수행되면 향후 불활성 분위기에서 수행하는 공정 시스템에 유용하게 활용될 것으로 예상된다.

### 5. 참고자료

- 1) ANL-7959 Hot Fuel Examination Facility/North Facility Safety Report, February 1975, Argonne National Laboratory
- 2) The EBR-II Fuel Cycle Story, Charles E. Stevenson, American Nuclear Society