

Pyro Mock-up 시설 설계를 위한 공정요건 개발

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

선진핵연료주기공정으로서 차기 세대를 위하여 현재 연구개발 중인 건식핵연료주기공정(Pyroprocess)은 사용후핵연료의 공정처리 과정에서 환경에 대한 부하저감, 안전성 제고, 유용한 자원의 재활용, 핵확산저항성, 경제성 등의 관점에서 기존 핵연료주기공정에 비해 혁신적인 기대를 갖고 개발하고 있는 공정이다. 한국원자력연구원에서는 현재까지 개발된 건식핵연료주기공정의 단위공정들을 연계한 일관공정(Integrated Pyroprocess)의 공학규모 Cold Test를 수행하기로 하고, 이를 위하여 NU(Natural Uranium)를 사용하는 Pyroprocessing Mock-up 시설의 건설을 계획하게 되었다.

본 연구에서는 건설될 Pyro Mock-up 시설이 공정특성을 고려한 안전성과 효율성을 확보할 수 있도록 Pyro Mock-up 시설 설계를 위한 공정요건을 도출하였다. Pyro Mock-up 시설의 처리용량은 10 MT-HM/batch를 처리하는 규모로 설정되었으며, 공정의 물질수지 설정을 위한 사용후핵연료의 기준사양을 농축도 4.5 wt%, 연소도 45,000 MWD/MTU, 냉각기간 5년 된 PWR 사용후핵연료를 기준으로 각 단위공정에서 목표로 하는 공정수율을 적용하였다. Pyro Mock-up 시설에 설치되는 선진핵연료주기 일관공정은 탈피복 및 분말화, 전해환원, 전해정련, 전해제련, 폐염 정제/회수 및 고화처리 등의 단위공정으로 구성된다. 주요 공정요건으로 기준 공정도, 공정조건 및 물질수지, 공정장치 규모 및 배치요건, 공정장치의 주변 및 반응기 내부의 분위기 요건과 공정운전을 위한 원격조작 요건 등을 포함하는 공정운전 및 유지보수 특성, 유틸리티 공급조건, 공정폐기물 특성에 대한 내용을 포함하고 있으며, Pyro 공정이 고온의 용융염 매질에서 반응성이 있는 화학물질들을 취급하게 되는 되므로 공정운전으로 인한 작업자의 위험을 최소화하기 위하여 방사성 물질로 인한 위해 특성과 화학적 독성 또는 화재로 인한 위해 특성에 대한 분석을 통하여 이에 대비한 설계요건을 제시하였다.