

파이로 실증시설 종합안전 설계 적용성 평가

유길성, 조일제

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150-1)

yougil@kaeri.re.kr

1. 서론

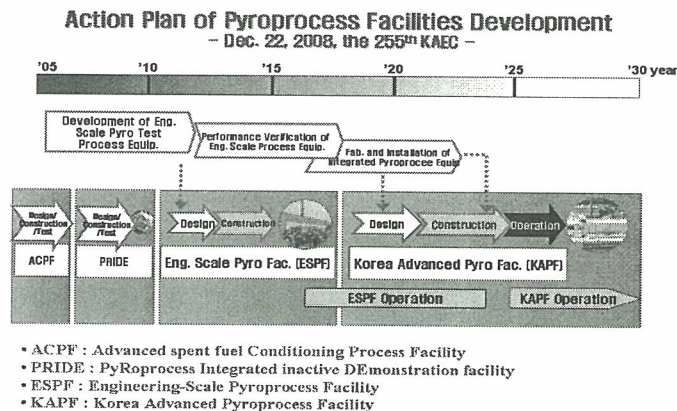
한국원자력연구원은 2008년 12월 22일 제 255차 원자력위원회에서 결정된 “미래 원자력시스템 개발 Action Plan”을 실현하여 국가 미래 에너지 문제 및 사용후핵연료의 관리문제를 근본적으로 해결하기 위한 연구 과제들을 수행해오고 있다. 그 중 하나가 파이로프로세서 공정개발이다. 1997년부터 요소기술 연구가 착수되어, 2001년부터 약 6년간에 걸쳐 파이로프로세서의 전처리 공정 및 전해환원 공정에 대한 실험실 규모 실증시설인 ACPF(Advanced spent fuel Conditioning Process Facility)를 개발 하였다. 또한 향후 파이로프로세서 기술의 상용화를 위해 2016년까지 약 10톤/년 규모의 공학규모 파이로프로세서 실증시설(ESPF)을 건설하고 이를 기초로 2025년까지 100톤/년 규모의 파이로 상용시설(KAPF)을 건설하여 여기서 나온 우라늄 및 TRU 물질을 이용해 2030년까지 개발 예정인 소듐냉각 고속로에 필요한 핵연료를 제작, 공급하는 계획을 가지고 있다.

이 논문에서는 파이로프로세서 실증시설 개발의 가장 중요한 인자중 하나인 시설의 안전성 확보를 위해 최근 미국 DOE에서 2008년 3월부터 발효 및 적용하고 있는 DOE-STD-1189-2008 (Integration of Safety into the Design Process)에 대해서 알아보고 국내 파이로 실증시설의 설계 시 이의 적용성 문제를 분석, 평가해 보았다.

2. 본론

2.1 파이로프로세서 시설 개발 Action Plan

KAERI는 국가 미래원자력시스템 개발의 Action Plan(그림참조)에 따라 파이로프로세서의 개발을 추진 중이다. 현재 실험실 규모 파이로 시설(ACPF)의 개발을 완료하고 공학규모 일관공정 Inactive 시설(PRIDE)에 대한 개발을 진행 중이다. 또한 2012년부터는 공학규모 Active 실증시설(ESPF)의 설계 및 건설을 계획 중이며, 2025년까지 파이로프로세서 상용시설(KAPF)을 건설할 예정이다.



2.2 종합안전 설계 분석

DOE-STD-1189-2008은 DOE의 위험 등급 1, 2 및 3 원자력 시설들을 새로 건설하거나 변경하고자 할 때 과제 관리, 엔지니어링 설계 및 안전성 분석 업무의 상호 연관문제를 어떻게 취급할 것인지를 안내하기 위해 2008년 3월에 제정 및 발표 되었다. 또한 이것은 “DOE Order (O) 413.3A, Change (Chg) 1, Program and Project Management for the Acquisition of Capital Assets”에서 설계단계의 과제관리 요건에서 사용된 안전성 개념 및 설계단계의 기본핵심 안전규정인 “DOE O 420.1B, Facility Safety”에서의 시설 안전성 범위를 기술하고 있다. 이 standard의 핵심내용은 다음과 같다.

1) IPT(Integrated Project Teams)의 중요성, SDIT(Safety Design Integration Team) 및 이 팀들간의

효율적인 조정성

- 2) SDS(Safety Design Strategy) 개발
- 3) 개념설계 단계에서의 시설 수준의 DBA(Design Basis Accidents) 개발
- 4) SSCs(Structures, Systems 및 Components)의 안전성 및 설계 기준을 위한 Objective Radiological Criteria의 개발
- 5) DOE O 420.1B와 관련 guide들에서 제공된 원자력 안전설계 요건(Nuclear Safety Design Criteria)의 설정 및 적용
- 6) CSDR(Conceptual Safety Design Report), PSDR(Preliminary Safety Design Report) 및 PDSA(Preliminary Documented Safety Analysis)의 준비를 위한 지침서 개발
- 7) 위험 및 기회평가의 정의

3. 종합안전 설계 적용성 평가

이 standard를 한국원자력위원회가 승인한 Action Plan(파이로 시설개발 분야)에 적용 시 시설의 초기설계 단계부터 인허가 기관(정부 및 한국원자력안전기술원)과의 긴밀한 협력 및 이를 위한 세밀한 계획 수립이 요구되며, 시설의 개념설계 이전단계부터 안전성에 대한 더욱 철저한 분석 및 초기설계 단계의 안전개념 반영이 요구되는 것으로 평가 되었다.