

## 파이로 시스템 요구사항 분석 및 프레임 설계

박희성, 최종대, 김호동

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

parkhs@kaeri.re.kr

### 1. 서론

핵연료주기 파이로 시설의 성공적인 건설을 위해서는 최상위 설계요건으로부터 하부시스템의 공정장치 설계까지 기술 추적성을 확보해야 하며 이를 통해 변경관리를 체계적으로 수행할 수 있어야 한다. 그러나 현재 파이로 시스템의 현황은 파이로 시설 설계 보다는 연구에 중심을 두고 있기 때문에 공학규모 일관공정 시험시설(PRIDE)과 공학규모 파이로 실증 기술개발(ESPF) 건설에 필요한 인력/예산/일정을 효율적으로 관리하기가 어려운 실정이다.

PRIDE와 ESPF의 성공적인 구축을 위해서는 파이로 시설의 최상위 설계요건을 충족시킬 수 있으며, 비용과 일정을 종합적으로 관리하고, 파이로 기술의 추적성(Traceability)을 확보하는 것이 필수 조건이다. 미국 INL에서 수행되었던 차세대 핵연료주기 시설 건설에서 좋은 예를 확인할 수 있다[1]. 미국의 나사[2]와 ITER[3]에서는 오래전부터 요구공학과 시스템엔지니어링 기법을 도입하여 프로젝트 전반에 걸친 오류와 불확실성들을 체계적으로 관리하고 있다.

본 논문에서는 파이로 시스템의 전 수명주기(full-life cycle)에 대한 이해당사자들의 요구 사항과 기술 추적성을 체계적이고 과학적으로 분석할 수 있게 해주는 전산환경에 대하여 설명한다. 전산환경 시스템은 CRADLE 소프트웨어를 사용하여 구현되었다. 파이로 설계에 사용된 모든 공학적 데이터들과 형상관리 결과를 단일 데이터베이스에서 관리하며, 파이로 체계공학(시스템 엔지니어링)과 과제 관리로 구분하여 설계되었다.

### 2. 본론

#### 2.1 파이로 시스템 요구사항 도출

요구사항은 모든 프로젝트의 기본으로 이해당사자(Stakeholder)가 추구하는 시스템으로부터 얻고자 하는 것뿐만 아니라 그 얻고자 하는 것을 충

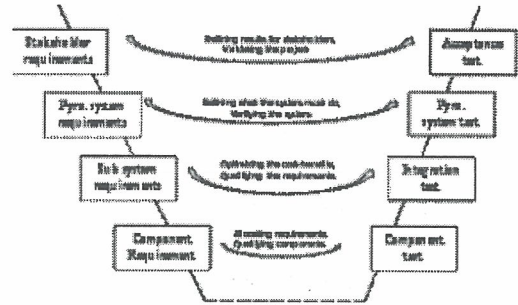


Fig. 1. 파이로 시스템 요구사항 계층구조

족시키기 위해서 시스템이 반드시 해야 하는 일을 정의한다. 합의된 요구사항은 시스템 개발 계획을 수립하는 근거가 되고 또한 프로젝트 종료 시 개발된 시스템에 대한 인수근거가 된다. 그림 1은 파이로 시설 건설의 전 수명주기 동안 수행해야 할 과업들과 요구조건들의 관계를 보여주고 있다. 파이로 시스템은 크게 유틸리티와 구조물의 안전 설계 그리고 방사선 안전 설계를 포함한 시설과 공정장치 그리고 파이로 공정 운전과 유지보수에 필요한 부대 장비들로 구성된다. 파이로 시설은 특히 사용후핵연료를 취급하는 시설이기 때문에 안전과 관련한 법적 요건들을 충족시켜야 된다. 안전과 관련하여 준수해야 될 법적 요건들을 살펴보면 다음과 같다.

#### O For Safety

- Title 10CFR (Nuclear Safety Management)
- Subpart B (Safety Basis Requirements)
- DOE Order 420.1B (Facility Safety)
- DOE Order 413.3 Project Management

#### O For Safeguards and Security

- 2005 DOE Design Basis

그림 2는 PRIDE 시설을 구성하고 있는 대표적인 요구사항들이다.

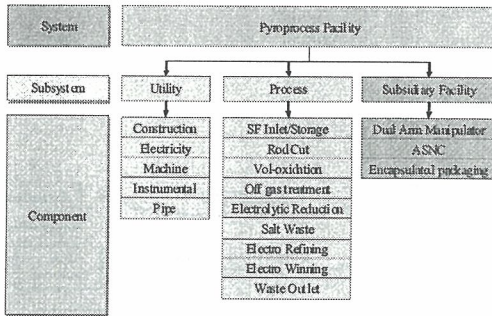


Fig. 2. 파이로 시스템의 요구사항 구조도

### 2.2 파이로 시스템 인터페이스

파이로 시스템을 구성하고 있는 인터페이스 정의는 구성요소들끼리 반드시 협업이 이루어져야 하기 때문에 필수적인 사항이다. 내부 인터페이스는 파이로 시스템을 구성하는 하부 시스템과 컴포넌트들간의 인터페이스를 정의함으로써 파이로 시스템이 요구하는 기능들을 수행한다. 내부 인터페이스는 인터페이스 물리적 구조도(PAD:Physical Architecture Diagram)를 통해 구현이 가능하며, 그림 3과 같이 시각화할 수 있다. 파이로 시스템의 내부 인터페이스를 그림 3에 나타내었다.

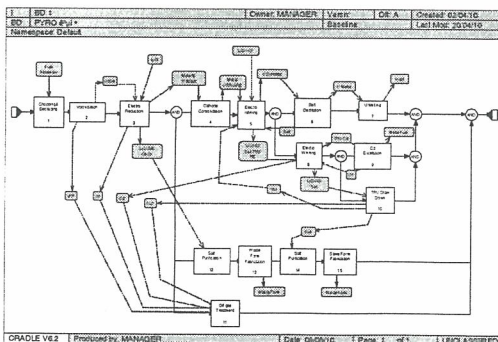


Fig. 3. 파이로 시스템 인터페이스

### 3. 결론

파이로 시스템(PRIDE)의 기술 추적성을 확보하기 위해 전산 환경을 구축하고 있다. 파이로 업무

프로세스를 통한 요구사항을 도출하였으며, 기술 추적성을 위한 데이터 구조를 설계하였다. 샘플 데이터 입력을 통해 검증을 수행한 결과 시스템 엔지니어링이 요구하는 환경이 구현되었음을 확인하였다. 구축된 시스템은 최상위 요구사항이 하부 설계 내용에 어떤 영향을 미치는지를 확인할 수 있는 유용한 도구로 활용될 것이다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력증강기 연구개발비의 지원으로 수행하였습니다.

### 5. 참고문헌

- [1] Charles V. Park, "High-Level Functional and Operational Requirements for the Advanced Fuel Cycle Facility". INL-EXT-06-12059, December 2006.
- [2] Linda Rosenberg, "Requirements Management at NASA", Proceedings of the 5th International Symposium on Requirements Engineering (RE'01).
- [3] S. Chiochio, et al, "System Engineering and Configuration Management in ITER", Fusion Engineering and Desing 82 (2007) 548-554.