

# 원자력발전소 해체를 위한 해체 전환단계 동안의 구조물, 계통 및 기기 재분류 방안

이병식, 이동진, 최광순\*, 정완일  
한국전력기술(주), 경상북도 김천시 혁신로 269  
\*kschoi@kepco-enc.com

## 1. 서론

Structures, Systems, Components(이하 SSCs) 등급 재분류의 목적은 해체운전 동안 해체활동을 지원하는데 필요한 계통들로만 운전계통을 제한함으로써 유지보수비용을 절감하고, 안전성관련계통을 비안전성관련계통으로 재분류함으로써 운영기술지침서 요건을 줄이는데 있다. 이를 위해 본 논문에서는 등급관점 및 기능관점에 근거하여 해체활동을 지원하고 사용후핵연료의 안전한 저장을 지원하는데 필요한 SSCs를 식별하고 재분류하는 방안을 개발하였다.

## 2. 본론

### 2.1 해체전환 세부단계별 정의

해체전환단계는 본격적인 해체를 시작하기 위한 준비단계에 해당되며, 본 논문에서는 즉시해체 및 핵연료아일랜드로의 개조를 가정하여 해체전환 세부단계를 설정하였다.

#### 2.1.1 해체전환단계 세부단계 설정의 필요성

원전이 운전을 정지하고 해체에 돌입할 때까지 여러 단계가 존재하며, 각 단계별로 SSCs의 등급은 계속 변경된다. 해체전환단계 동안 등급적 관점에서의 크게 변경되는 세부단계를 설정하고 각 단계별 구분을 사전에 정의함으로써 다음과 같은 이점이 발생하게 된다.

- 해체전환단계 동안의 주요 역무인 SSCs의 제거, 신규설치, 개조를 기준으로 세부단계가 구분되므로 해체전환 작업이 용이하게 된다.
- SSCs의 체계적인 관리가 가능하게 된다.

#### 2.1.2 세부단계별 정의 및 주요 활동

- 1단계(사용후핵연료인출단계) : 운전종료부터 노심으로부터 사용후핵연료인출 완료시점까지
  - 1차 냉각수 펌프, 제어봉 구동 모터, 원자로 제어 판넬, 기타 다양한 원자로 제어 매커니즘 및 계측계통으로의 전력공급 차단

- 노심내의 핵연료를 사용후핵연료저장조로 이송하는 작업
- 해체전환단계 동안 발생하는 폐기물의 취급, 처리, 저장 및 처분을 위한 준비
- 2단계(해체전환수행단계) : 사용후핵연료인출 완료시점부터 해체전환단계 종료시점까지
  - 계통의 배수 및 배기
  - 사용후핵연료 아일랜드로의 개조
  - 해체를 위한 시설의 개조
  - 해체를 위해 불필요하며 제거가 가능한 계통의 제거
  - 해체를 위해 새롭게 필요한 계통의 설치

### 2.2 등급관점에서의 SSCs 재분류 기준

본 논문에서는 안전등급, 내진범주, 전기등급, 품질등급 중 안전등급을 기준으로 SSCs 재분류 기준을 소개하며, 나머지 등급에 대해서는 Table 1의 등급간의 상호관계를 참조하도록 한다.

- 안전등급 1,2 분류기준
  - 해체단계동안 안전등급 1,2로 분류되는 SSCs는 없음.
- 안전등급 3 분류기준
  - 안전등급 3 의 설비를 보유하고 있는 원자로건물 외부의 한정된 공간으로부터 방사성물질을 제거하는 기능
  - 제어실 또는 소외의 사람을 위한 방사선 차폐 기능
  - 습식 저장된 사용후핵연료의 냉각유지 기능
  - 안전등급 3 의 설비가 수행하는 안전기능을 보장하는 기능
  - 안전등급 3 의 설비에 구동전원이나 동력을 공급하는 기능
  - 안전등급 3 의 설비가 안전기능 수행에 필요한 수동 또는 자동작동을 위하여 정보를 제공하거나 그 설비를 제어하는 기능
  - 안전등급 3 의 설비가 안전기능의 수행에 필요한 동력을 공급하거나 신호를 공급 또는 처리하는 기능

- 안전등급 3 의 설비가 적절한 안전기능을 수행하도록 보장하거나 유지하기 위한 수동 또는 자동연동 기능
- 안전등급 3 의 설비와 운전원을 위하여 적절한 환경을 제공하는 기능

Table 1. Classification Table

	안전 등급	내진 범주	전기 등급	품질 등급
원자로냉각재 압력경계	1			
원자로 안전정지 및 냉각계통, 격납용기 계통	2		해당 없음	
안전관련 보조계통		I		Q
안전관련 공기조화계통 및 전기설비	3		1E	R
폐기물 관리 계통 및 방사선 안전관련 설비		II		T
인허가관련 품목	비안 전 등급	I, III	비 1E	R
기타 비안전관련 설비		II,III		S

### 2.3 기능관점에서의 SSCs 재분류 기준

원전을 구성하는 SSCs는 운전이 계속되어야 하는 SSCs, 비용 및 관리 등의 측면에서 해체전환단계 동안 제거되어야 하는 SSCs, 운전은 하지 않으나 제거도 하지 않는 SSCs로 구분할 수 있다. 이러한 SSCs 재분류는 해체 단계별로 수행되고, 데이터베이스로 관리되어야 한다.

#### 2.3.1 운영필요 SSCs

운영 중인 원전의 운영기술지침서의 정의에 따라 해체 중에도 완전히 운전 가능한 상태를 유지해야 하는 SSCs를 운영필요 SSCs로 지정한다. 운영필요 SSCs에는 1) 운영기술지침서에 의해 사용후핵연료의 안전 저장과 핵연료 인출 운전에 필요하거나 사용후핵연료의 안전저장을 위한 보호계통, 보조계통 또는 지원계통으로 사용후핵연료의 안전저장을 지원하는 SSCs와 2) 격리 기능을 담당하거나, 시설거주 관련, 용수재고량, 그리고/또는 운반 기능, 방사성폐기물 관련 기능 또는 계통 능력 등과 같이 일반부지 유지요건을 지원하기 위해 그 기능이 유지되어야 하는 SSCs들이 있다.

#### 2.3.2 제거가능 SSCs

제거가능 SSCs에는 해체 운영에 불필요하므로 시설에서 즉시 절단해서 물리적 제거가 가능한 SSCs가 해당된다. 제거가능 상태로 구분되는 SSCs는 무제한적인 절단을 할 수 있기 때문에 반드시 계통 단위의 평가(system-by-system evaluation)를 수행한 후 분류되어야 한다.

#### 2.3.3 제거불가 SSCs

제거불가 SSCs는 불필요 하지만 간섭이나 구조적인 문제로 시설에서 독립적으로 제거할 수 없는 SSCs가 해당된다.

## 3. 결론

해체전환단계는 본격적인 원전 해체에 앞서 해체를 보다 경제적이고 안전하게 수행하기 위한 준비 단계에 해당된다. 이를 위한 중요한 작업 중 하나가 바로 SSCs를 재분류하여 해체전환단계 동안 수행할 작업을 용이하게 하는 것이라 할 수 있다. 현재 한국전력기술(주)에서는 본 논문에서 제시한 재분류 기준을 좀더 정교화하는 작업을 수행중에 있으며, 이를 바탕으로 실제 해체 프로젝트 수행 중 활용이 가능한 재분류 DB를 작성해 나갈 예정이다.

## 4. 참고문헌

- [1] IAEA, "Safety Considerations in the Transition from Operation to Decommissioning of Nuclear Facilities", SRS-36, 2004.
- [2] IAEA, "Transition from Operation to Decommissioning of Nuclear Installations", TRS-420, 2004.