

## 원전해체 시나리오 건전성 확보를 위한 시스템아키텍처 구축방안

이선기, 안재열, 송건호, Mark R. Morton\*

현대엔지니어링(주), 서울시 양천구 목동 917-9 현대41타워

\*Polestar Applied Technology Inc., 601 Williams BLVD, Suite 3A, Richland, USA

sklee@hec.co.kr

### 1. 서론

해체는 수명종료, 영구폐쇄를 위한 사유가 발생할 때 부지를 무제한으로 사용하기 위해 이루어지는 일체의 활동으로 정의할 수 있다. 국내의 경우 수명연장의 가능성이 높아지고 있어 해체사업의 현실성에 대해 논란이 제기되고 있으나 결국 원전은 해체되고 부지는 재사용될 것이다. 국내의 경우 아직 해체사업수행에 필요한 관련 규제사항들이 법제화되지 못한 상태이나 규제기관을 중심으로 해체계획서 고시안 및 해체규제제도개선방안이 작성되고 있다.

해체경험에 있어 국내의 경우 연구용원자로 해체사업을 수행한 적이 있으나 경험을 원전해체사업으로 일반화시키기에는 시스템의 차이 및 운전이력의 차이 때문에 많은 제한이 있을 것으로 판단된다. 그러나 연구용원자로 해체사업과 병행하여 추진된 국내의 제염 및 해체분야의 요소기술개발은 많은 성과를 거두었다.

해체사업에 있어 시나리오 선정은 가장 중요하며 비용추정에 증대한 영향을 미친다. 이 때문에 시나리오의 건전성을 체계적으로 보증하기 위한 방안을 제안할 필요가 있다. 이를 위해 이 논문은 ERA(Element Relation Association) 및 체계공학 프로세스를 접목하여 시나리오 건전성을 확보하기 위한 방안을 개념적으로 제시하고자 한다.

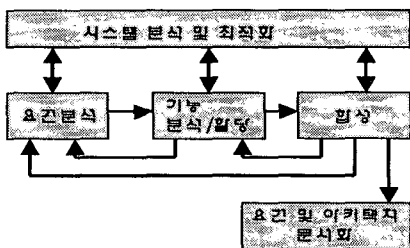


그림 1. 요구사항 및 아키텍처 정의

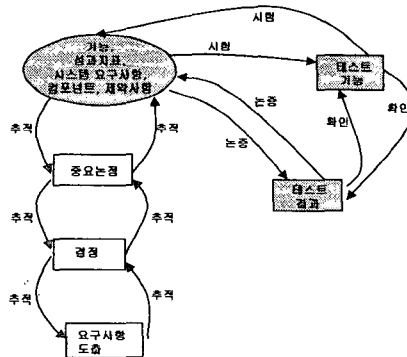


그림 2. ERA 도해

### 2. 해체시나리오 및 프로세스의 건전성 개선방안

해체시나리오는 즉시해체와 지연해체로 나눌 수 있고 미국 NRC분류에 따르면 SAFSTOR, ENTOMB, DECON로 나뉜다. 지연해체의 경우 휴면기간에 따라 다양한 지연해체 시나리오가 가능하다. 국내의 선행연구에 따르면 중저준위 방사성폐기물처분장 운영을 전제로 할 경우에는 DECON.방안을 해체방안의 기본으로 합이 타당할 것으로 판단되나 처분장의 확보가 어려울 경우는 SAFSTOR 방안에서 휴면기간을 조정하는 대체전략의 수립이 유용할 것으로 추정한다.

이런 결과는 선행연구를 배경으로 하기 때문에 여기서는 이의 진정성 여부를 검증하기 보다는 이 결과를 교훈으로 받아들이고 DECON.을 대상 해체시나리오로 가정한다. 해체시나리오는 프로세스들의 총체로 정의할 수 있고 각 프로세스는 하부프로세스로 구분가능하다. 하부프로세스는 여러 기능들의 시퀀스로 정의되며 각 기능은 일정한 자원을 필요로 한다. DECON.시나리오는 휴면기간의 S&M자원을 고려하지 않는다.

문제는 과연 프로세스들이 현행 기술과 법적요구사항을 일관되게 반영하고 있는가이다. 요구사항은 그 성격에 따라 기술, 비기술, 규제, 경제, 사회, 정치 요소로 구분할 수 있다. 요구사항은 상충되지 말아야 하며 프로세스에 반영되어야 한다. 즉, 프로세스에 반영되지 않는 요구사항이 있다

면 여기엔 두 가지 가능성이 있다. 첫째, 프로세스 설계를 잘못했거나, 둘째, 불필요한 요구사항이 존재하는 것이다. 따라서 이러한 가능성을 체계적으로 분석시키기 위한 접근이 필요하다.

이 논문에서는 요구사항이 명확히 정의될 때까지 최하위 수준(leaf node)으로 분해하고 최하위 수준의 요구사항과 프로세스 상의 각 기능과의 연관성을 추적하는 메카니즘을 제시한다. 이 메카니즘은 요구사항이 완전하고, 일관되며, 검증 및 논증가능하게 한다. 단일 요구사항은 다수의 기능을 필요로 할 수 있으나 단일 기능은 다수의 요구사항으로 추적되어선 안 된다. 이것이 프로세스의 건전성을 보장하는 핵심이다.

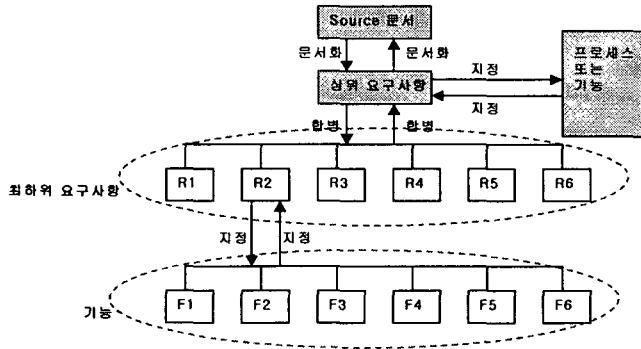


그림 3. 요구사항 분해 및 건전성 확보 메카니즘

### 3. 사례연구

그림 3의 추적관계는 새로운 것은 아니며 체계공학에서 일반적 접근이기 때문에 체계공학을 널리 적용하고 있는 미국의 우주항공, 군사산업분야에서는 신기술개발을 위해 일반적으로 적용되고 있다. 이 논문은 상기 추적관계를 방사성폐기물분야에 적용한 사례를 소개하면서 같은 논리가 원전해체사업에 적용될 수 있다는 정당성을 제시한다.

미에너지성이 만든 국가운송프로그램(NTP)의 “통합 및 계획그룹”은 방사성물질 운송과 관련한 요구사항을 식별하는 업무를 수행하기 위해 체계공학 접근을 이용하여 소스문서의 식별, 요구사항 추출, 기능분석 수행, 운송요구사항 관리 데이터베이스 구축을 하였다. 추출된 요구사항은 미에너지성의 선적용 표준운송규약개발을 위해 사용될 예정이었으나 참조한 자료가 수년전 것이라 사용 여부를 확인하지 못했다.

요구사항 데이터베이스를 개발한 목적은 네 가지이다. 첫째, 방사성물질의 운반과 관련된 모든 위험물질에 관한 요구사항을 식별한다. 둘째, 운송기능, 방사성물질 흐름에 따라 요구사항을 구분한다. 셋째, 미에너지성 표준운송규약개발 및 운송프로그램관리지침을 지원하기위해 사용될 수 있는 포괄적인 요구사항 집합을 개발한다. 넷째, 운송비용을 절감하는 방법을 식별한다. 개발된 데이터베이스는 미에너지성의 규약표준화절차를 검토하기 위해 사용되었다.

### 4. 결론

체계공학, 그림 3의 추적관계는 의사결정자가 규제사항에 적합한 절차, 기능 및 요구사항을 정할 수 있게 하며 기능에 비용과 같은 자원을 할당하면 프로세스 또는 시나리오에서 필요한 총 자원의 양을 예측할 수 있어 효율적 자원관리를 할 수 있다. 사례는 해체사업에도 위에서 제시된 접근방법이 적용될 수 있음을 예시한다.

### 참고문헌

1. Thane W. Bolander (GTI), Mark E. John (Bechtel BWXT Idaho, LLC), and Rich L. Fawcett (Bechtel BWXT Idaho, LLC), "Radioactive Material Transportation Requirements for the Department of Energy," INCOSE