



원전의 수명 관리 모델

원전 설비에 대한 포괄적이고 실제적인 정보를 담고 있는 정보 모델이 데이터 중심적 관리의 핵심이다. 이 디지털 정보 모델은 원전 설비나 설비를 구성하고 있는 부분들의 상세 사항을 적정 수준까지 보여줄 뿐 아니라 특정된 규칙에 맞도록 데이터를 저장, 분류, 전달해 주고 상호 연결도 시켜준다. 여기서의 데이터란 현재 운영중인 설비의 특성은 물론, 가동 변수, 중량, 부품들의 크기, 재질의 유형, 설치되어 있는 설비들의 상대적 위치와 관련 부품들의 배치 상태 등을 담은 데이터와 운영 데이터를 말한다.

데이터 중심적 관리 모델을 채택함으로써 발전소의 설계부터 건설, 가동, 유지 및 보수 그리고 폐쇄에 이르기까지 원전의 수명 주기 전 과정을 단순화하고 표준화할 수 있게 된다.

원자력발전소는 수십만 가지의 부품으로 이루어진 설비들과 전력 생산 과정에 의해 따로 떨어져 있는 공간이나 건물들 안에 자리잡고 있는 복잡하고 다양한 발전 시스템들을 서로 연결시키는 10km 이상의 배관 등으로 구성된 위험성이 크고 기술 집약적인 시설인데 가동 연한이 100년을 넘길 수도 있다.

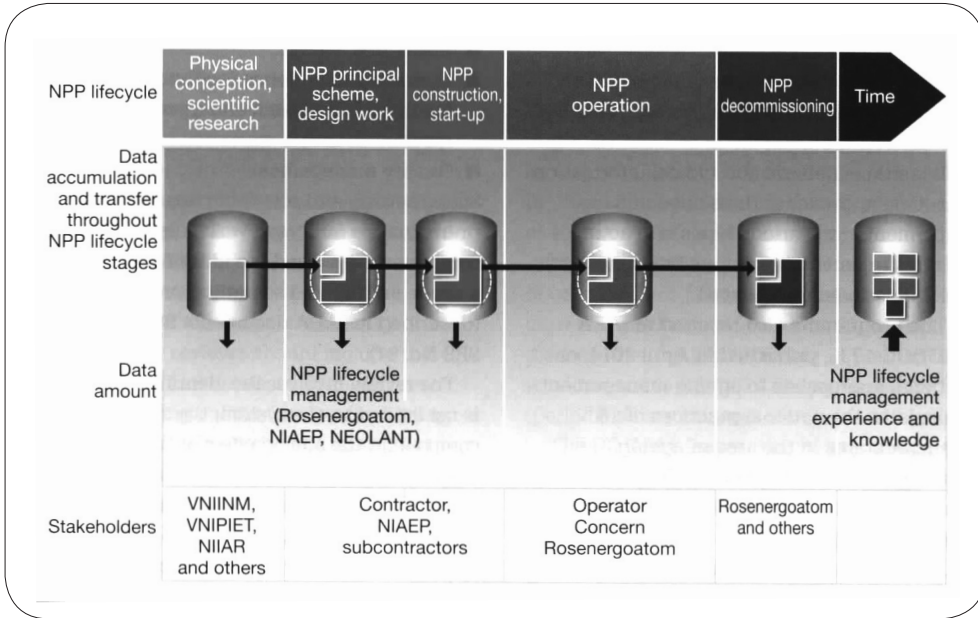
원전이 가동되는 전체 기간에 걸쳐 수없이 많은 협력 업체들이 가동에 참여하게 되고, 전문적 기술 인력들이 계속 바뀌게 되며, 유지 및 보수 과정에서 장비나 설비들이 개조 또는 교체되면서 설비의 개선 작업이 반복적으로 이루어지고 있다.

이 모든 과정에서 향후 발생하는 원전 운영상의 의사 결정 상황마다 유용하게 쓰일 수 있는 방대한 양의 데이터와 전문 지식들이 생산되는데, 최신 데이터뿐만 아니라 새로운 유형의 데이터들도 주기적으로 생기게 마련이다.

원전 가동상 각각의 과정이 각기 다른 주체들에 의해서 관리되고 데이터의 관리, 저장 및 처리 과정의 기준도 각각 다르게 적용하기 때문에 원전의 수명 관리는 매우 복잡할 수밖에 없지만 수명 관리 업무상의 결정을 내릴 때마다 각 관리 주체들은 각기 한정된 데이터 자료들을 참조하여 처리하고 있는 실정이다.

그런데 그 데이터 자료들은 이전의 각 과정에서 부분적으로 생성된 것들이기 때문에 일례로 발전소가 건설되는 단계에서는 불필요하여 단지 추정만 해놓은 데 불과했던 자료들이 완공 후 운영상에서는 필수적인 데이터 자료가 되는 경우도 있다.

따라서 과정별로 습득된 지식의 이전이나 그 지식에 대한 교육, 그리고 새로운 기술과 IT 시스템의 통합 작업은 매우 중요한 것이다. 축적된 데이터들을 반드시 적절하게 분류하고 다른 형태로도 전환시켜 제공할 수 있을 만한 상태로 가공하여 각 과정별로 분류되어 접속이 가능하도록 만들어야 하는데 보안상의 이유는 물론 상업적인 목적으로 전용할 수 없도록 접근권을 제한해야 한다. 그렇지만 모든 정보를 빠짐없이 저장하여 활용이 가능하



도록 만드는 것이 원칙이다.

러시아는 최근 (러시아형 VVER-TOI 원자로뿐 아니라 다른 프로젝트에도 적용이 가능한) 획기적인 데이터 집중적 원전 라이프 사이클 관리 기술(NPP LC Management Technology)을 개발하여 부분적으로 실행하고 있는데, 생산되는 데이터의 저장, 접속, 그리고 상호 교환을 위한 지침서와 소프트웨어 패키지로 구성되어 있다.

데이터 집중적 관리 방식은 원전의 설계, 건설, 운영, 그리고 폐쇄까지의 전 과정을 좀 더 통합적으로 처리할 수 있게 해 줄뿐 아니라 원전의 통상적인 수명 주기를 다음과 같이 단순화하고 표준화시킬 수 있다:

- 원전의 설계 - 설계문서의 수정과 비용의 추정
- 원전의 건설 - 건물 공사와 설비의 설치에 소요되는 비용의 업데이트
- 설비의 배치와 관리

- 설비와 배관의 가동 연한 관리
- 유지 및 보수의 관리
- 방사능 안전의 확보
- 사고 방지 조치의 실행
- 운영 인력과 유지보수 기술자의 교육
- 계약한 협력 업체 사이의 정보 교환
- 핵폐기물의 처리

이 데이터 중심적 관리 방식은 기존의 서류 중심적 관리보다 진일보한 엔지니어링 데이터의 관리시스템이다. 데이터 중심적 관리로 전환하면 데이터를 저장, 분석하고 쉽게 가공하여 원전 운영상의 결정과 기술상의 결정을 내리는 데 크게 도움을 줄 수 있다.

원전 설비에 대한 포괄적이고 실제적인 정보를 담고 있는 정보 모델이 데이터 중심적 관리의 핵심이다. 이 디지털 정보 모델은 원전 설비나 설비를 구성하고 있는 부분들의 상세 사항을 적정 수준까지 보여줄 뿐 아니라

특정된 규칙에 맞도록 데이터를 저장, 분류, 전달해 주고 상호 연결도 시켜준다.

여기서의 데이터란 현재 운영중인 설비의 특성은 물론, 가동 변수, 중량, 부품들의 크기, 재질의 유형, 설치되어 있는 설비들의 상대적 위치와 관련 부품들의 배치 상태 등을 담은 데이터와 운영 데이터를 말한다.

또한 정보 모델은 원전 설비를 구성하는 모든 단위들에 대한 정보와 함께 그와 관련된 설계와 준공에 대한 기록, 그리고 운영 기록 등을 사용자가 즉시 찾아낼 수 있게 해준다.

정보 모델의 또 하나의 중요한 이점은 제공되는 정보들이 다음과 같은 상호 작용 방식으로 표시된다는 것이다.

- 가상 현실 상황과 입체 음향 3D 모델
- 일반적 2D 설계 방식의 공정 흐름도와 도면
- 2D와 3D GIS, 지도
- 구형의 조망 방식
- 정보 분석 패널
- 투입된 자원과 시간을 감안한 4-5-6D 모델

이러한 디스플레이 방식은 동시간에 한꺼번에 구현되므로 사용자가 각 분야들로 끊임 없이 이동하면서 볼 수 있다. 또 이 방식이 가지고 있는 데이터간의 교차적 시각화 작업에 의한 분석 능력은 이전에 통상적으로 쓰이던 처리 방식보다 훨씬 뛰어난 능력을 보여줄 수 있다.

이 원전 정보 모델은 설계 단계부터 CAD 시스템으로

2D와 3D를 상호 연계해주는 모델로 제작되는데, 결과물은 거의 설계대로 나오기 때문에 사용자들이 공간적 충돌이나 시간-공간적인 충돌 현상을 찾아낼 수 있게 하며 시뮬레이션을 통해 최적화된 구성 작업을 할 수 있게 해준다.

정보 모델은 원전의 건설 공사가 마무리되기 전부터 설비 등의 조달과 설치 작업, 준공 검사, 레이저 스캐닝과 구형 조망, 장비의 데이터 자료 작성 따위의 작업을 하게 된다. 그레아만 현재 진행되고 있는 작업을 모니터링하여 시각화할 수 있고 하청업체 인력을 포함하여 설비와 장비를 설치하는 모든 인력들의 교육과 관리에 활용할 수 있다.

원전이 준공된 다음 가동에서부터 폐쇄까지의 단계에서는 자동화된 공정 제어 시스템 같은 운영 시스템들과 정보 모델을 함께 통합해 온라인으로 원전 설비들로부터 나오는 데이터를 업그레이드 하게 된다.

각각의 단계에서 정보 모델로 지원할 수 있는 작업의 분야로서는 계획된 보수 작업을 위한 훈련, 각종 검사, 유지보수 차트의 시각적 모니터링, 핵폐기물의 산출 등이 있다.

이와 같이 정보 모델과 경영 및 기술적 직무 분야들을 통합하여 정리한 원전 업무 전체의 형상 데이터를 확보하게 되면 원전 수명 관리의 효율성을 극대화할 수 있다. 🍌

- <NEI> Vol.60 No.733

