

## 가동 원전 I&C Upgrade 수행 방법론에 관한 연구

성찬호, 정학영, 조성제, 강성곤  
한국수력원자력(주)

### 서론

원전의 기본 수명을 40년으로 가정할 때, 이 기간 중 발전소 운용에 필수적인 신뢰성, 운전성, 안전성 및 가용성을 최상의 조건으로 유지하기 위해서 발전소 운용 기간 중 I&C 계통 및 기타 설비의 유지보수 및 upgrade는 필수 사항이 되고 있다. 더구나, 기존 설비의 단순교체 뿐만 아니라 디지털화로 인한 보다 강화된 상태로의 변화는 기기단종, 노화, 부품공급 중단 등으로

인해 유지보수 비용이 증가하는 기존 아날로그 설비의 문제점을 해결 가능하도록 한다. 원전 I&C 설비의 upgrade 방법에는 한번에 모든 설비를 개선하는 방법과 예방정지기간을 이용하여 점차적으로 설비를 개선하는 방법으로 나눌 수 있다. 본 논문은 이 두 가지 방법에 대한 특징을 알아보고, 후자의 방법에 대해 보다 구체적인 방법론을 제시하고자 한다. 선순위를 선정한다.

### I&C Upgrade 방법론 비교 분석

#### 예방정지기간을 이용한 I&C Upgrade 수행 방법

1. 발전소 전체 대상 시스템의 평가: 대상 시스템의 신뢰성, 노화상태, 성능성, 경제성, 시스템 중요도 등에 대한 객관적인 평가를 수행한다
2. 표준화 지침 적용: 대상시스템 및 플랫폼에 대해 장기적 Upgrade 수행을 고려하여 표준화 지침을 개발하여 적용한다. (비안전계통, 안전계통, 통신원칙, MMI 원칙, 공정기기제어 원칙, 등)
3. 수행단계 분류: 각 시스템의 평가결과에 따라 우선순위를 선정하고, Upgrade에 따라 문제해결이 가능한, 그리고 높은 우선순위 별로 시스템들을 공통된 수행단계(3~4개 단계)로 분류한다. (2~3 개의 예방정지기간을 한 단위의 수행단계로 분류)
4. 수행단계내 논리적 그룹핑: 수행단계내에서 예방정지기간 뿐 아니라 발전소 운전 영향, 제어실변화 전략, 물리적 제약, 안전등급, 기능성과 공유기반 사항, 투자예산 등을 고려하여 수행 우

### Upgrade 수행단계 분류

준비단계 : 표준화지침개발/ 플랫폼선정/ 시스템별 경제성 평가/ 우선순위 선정 등을 수행한다.

1 단계 : 심각한 노화나 신뢰성에 문제가 있는 시스템을 포함하며, 장기적 Upgrade 수행에 있어 타 시스템에 영향이 큰 시스템(발전소컴퓨터 시스템, 중요제어시스템, 네트워크 구축, 원자로순환계통, 보호계통 등)을 우선적으로 선정한다.

2 단계 : 비용이득을 고려하여, 노화나 신뢰성 문제가 중간 정도인 시스템을 포함시킨다. 주로 독립형 시스템이나 안전관련시스템 등을 포함한다

3 단계 : 대체로 노화의 정도가 심각하지 않는 나머지 시스템을 포함시킨다

비교항목	일괄개선	점진적 개선
Upgrade 수행시기	- 전체 I&C 설비에 대한 안전성, 신뢰성, 경제성 등의 최적 분기점을 찾아 한번수행 - 수행 시기 선정의 어려움	- 예방정지기간을 이용하여 장기적으로 점진적으로 수행
투입 인력 및 비용	- 초기 수행비용 및 인력소요 과다요구	- 예방정지기간별로 비용 및 인력소요 분배
Upgrade 수행준비	- 설비평가기간, 전체설계기간, 경제성분석, 대상설비 시행계획, 테스트 등 장기간의 준비기간 소요 예상	- 예방준비기간에 따라 개선 대상설비 분류하여 상대적으로 시간 절약 가능
경제성	- 초기비용과 향후 유지보수 비용, 투자회수율, 가용성 등에 대한 경제성 평가 검증 미비	- 장기적인 비용투자, 투자회수율, 가용성 등에 대한 경제성 평가 검증 미비
수행 위험부담	- 여러 설비의 동시 개선에 따른 위험성 증가	- 순차적 개선을 수행함으로써 위험률 저감
설비 일관성/유지보수	- 설비 플랫폼을 일관화 하거나 플랫폼 수를 줄일 수 있음 - 설비 호환성 증대 - 유지보수 용이, 전체 점검 및 관리 용이	- 장기적인 수행에 따르는 설비 호환성 문제 있음 - 유지보수가 상대적으로 어려움
:	:	:

수행단계 분류 적용 예 (고리 2 발)

수행 단계		수행 계획
1 단계	예방정지기간 1	Plant Computer (including Plant Network)
	예방정지기간 2	Process Control System - Turbine Control System/Rod Control System/ - Solid State Protection System (SSPS)
2 단계	예방정지기간 3	- Digital Radiation Monitoring System(DRMS)/ - Temperature Scan/Rod Position Indicator
	예방정지기간 4	- Turbine Supervisory Equipment (TSE)/ Seismic Monitorin - Nuclear Instrumentation (NIS)/ Operator Aid Computer
3 단계	예방정지기간 5 이 후	- In-core Instrumentation/ Boron Recycle/ Heater Drain