

형상관리와 국내외 원전 동향

고민혁* · 이대성

부산가톨릭대학교

Configuration Management and Domestic and International nuclear power plant trends

Min-Hyuck Ko* · Daesung Lee

Catholic University of Pusan

E-mail : gomin2480@gmail.com / dslee@cup.ac.kr

요 약

국내와 국외를 통틀어서 현재까지 원전사고가 수차례 있었고 이로 인한 크고 작은 피해가 있었다. 해외는 이러한 사고를 줄이기 위해서 형상관리라는 기술을 도입하여 원전 운영에 대한 안전성과 신뢰성을 향상 시켜왔다. 본 논문에서는 형상관리에 관한 기본적인 정보와 국외 원전의 형상관리 도입 성공사례들을 통해서 국내에 적용 가능한 기술적 부분을 확인하고 이를 국내 원전에 맞게 보완하여 새로이 적용할 수 있는지를 알아본다.

ABSTRACT

There have been several nuclear accidents at home and abroad so far, and there have been major and small damages. Overseas, in order to reduce such accidents, the safety and reliability of nuclear power plant operations have been improved by introducing a technology called Configuration Management. Through basic information on Configuration Management and successful cases of introducing Configuration Management from overseas nuclear power plants, this paper checks the technical parts applicable to Korea and examines whether they can be newly applied by supplementing them for domestic nuclear power plants.

키워드

Nuclear plant, Nuclear accident, Configuration Management, System engineering

1. 서 론

형상관리(CM: Configuration Management)란 제품의 성능, 기능 및 물리적 속성과 요구사항, 설계 및 운영 정보의 일관성 등을 전체 수명 기간 안에 설정하고 유지하기 위한 프로세스이다. CM 학회에서는 시설, 설비, 장치에 대한 주요 특성(변수, 기능 등)들을 체계적으로 관리하여 항상 제 기능이 확실하게 발휘할 수 있게 하는 관리 기법이라 정의하고 있다[1]. 또한, 국제원자력기구(IAEA: international Atomic Energy Agency)의 기

술보고서(TECDOC-1335, 2003)에서는 시설 및 설비의 구조물·계통·기기(SSC: Structure, system and Component) 주요 특성들을 식별하여 문서화하고, 설비 변경들이 올바르게 도출, 평가, 승인, 발행, 실행, 검증 및 기록되고 관련 문서에 반영됨을 확실하게 하는 관리 기법이라 정의하고 있다[2]. 형상 관리는 군사 공학 조직에서 무기 시스템, 군용 차량 및 정보 시스템과 같은 복잡한 시스템의 변경 사항을 관리하는데 널리 사용된다. 이 외에도 형상 관리는 ITIL(IT Infrastructure Library)에서 정의하는 IT 서비스의 관리나 도로, 교량, 운하, 댐, 건물과 같은 다른 산업 공학 부분의 다른 도메인 모델과 함께 사용되기도 한다[3].

* speaker

원자력 발전소의 형상관리는 설계요건에 따른 설계 및 엔지니어링 정보가 실제 플랜트에 반영되어 운영됨으로써 원전의 건전성을 유지할 수 있도록 하는 활동이다. 본 논문에서는 국외 원자력 발전소의 사고사례와 형상관리 도입 과정 및 이후의 동향을 파악하고 형상관리 도입 성공사례를 연구하여 이를 국내 원자력 발전소에 접목해 지금보다 더 발전된 안전성을 확보할 수 있는지에 대한 연구를 진행하였다.

II. 국내외 원전 동향

2.1 국외 원전 동향

지금까지 세계적으로 원전사고 사례는 여러 번 있었다. 그중 대표적으로 몇 가지를 제시하자면 1957년에는 러시아에서 발생한 지하 유동성 폐기물저장고에서 발생한 폭발로 인한 키쉬팀 사고와 영국의 윈드스케일 원전 화재사고가 있다. 1979년에는 스리마일섬 원자력 발전소에서 장치 결함으로 인해 발생한 사고가 있었으며, 이후 1986년 최악의 원전사고라 불리는 우크라이나의 체르노빌 사건이 있었다. 최근, 2000년대로 와서는 대표적으로 2011년 일본의 후쿠시마 원전사고가 있었다.

이러한 CM과 관련된 원전사고들이 전 세계적으로 있었기에 미국에서는 원전 장비와 시스템 관리에 안전성을 확보하기 위해서 1990년 초부터 형상관리 의무를 적용해왔다. 미국의 규제기관은 과거 30년 동안 CM 문제로 4개의 후기 원전을 영구 정지시켰으며, 8개의 후기 원전에 대해서는 2년 이상의 가동을 정지시킨 사례가 있다. 캐나다에서는 CM 문제가 발생한 Pickering 원전 8개 호기를 1996년에 가동을 중단하였고 이후 형상관리를 수행하기 시작했다. 슬로베니아에서는 Krsko 원전에 1991년부터 1995년까지 형상관리를 전면적으로 적용하였으며 현재 세계 최고의 연속운전 기록 및 제로 강제정지 성능을 달성하는 모습을 보여왔다.

IAEA TEC-1335(2003) 보고서에 따르면 CM 적용 후 원전 사고가 25% 이상 감소했다는 보고가 있으며 시설과 설비의 신뢰도가 향상됨으로써 이용률이 증가했으며 설계단계에서 오류 발생을 최소화하여 안전성을 향상시켰다[2].

2.2 국내 원전 동향

국내 원자력 발전소 현황으로는 2021년 기준으로 운영 중인 원전이 총 24개가 있으며, 건설 중인 원전 4개가 있다. 국내 원전은 후쿠시마 원전 사고 이후 원전 운전의 안정성에 대한 우려가 증가하기 시작했다. 또한, 시간이 지나며 발생하는 원전의 설비 및 기기의 고장이나 정지하는 문제가 발생하기 시작하여 기기에 대한 신뢰도가 저하됐다. 따라서, 이후 있을 원자력 발전소 건설과

운영의 신뢰성 및 효율성 향상을 위해 주요 기기와 부품에 대한 형상관리 시스템을 구축하는 것에 초점을 맞추기 시작하여 2006년부터 부분적으로 가동 중인 원전에 적용하기 시작하였으며 새로 건설되는 원전에도 적용하려 하는 추세이다.

III. 형상관리 원전적용 현황

형상관리의 적용 범위는 설비와 사업의 특성에 따라 크게 변화되는데 보통 SSC, 전산설비, 문서, 시험 및 지원 기기, 설비 공간, 예비품, 훈련, 교본 등에 형상관리가 적용된다. 적용 시점에 관해서는 이미 가동 중인 원전은 규제요건에 따라 최대한 조속하게 진행되어야 한다. CM Program & Plan을 수립하고 설계기반문서(Design Bases Document)를 작성한다. 그다음, CM 불일치사항을 도출해 낸 후 이 불일치사항에 대한 조치를 시행한다. 하지만 형상관리 체계 없이 장기간 운전해온 가동 원전의 경우에는 Design Basis 재건이 필요한데 이는 보통 3년에서 6년 정도가 소요된다[4].

형상관리의 원전적용 시 시설 및 설비 종사자들이 CM 업무 수행을 위한 절차, 책무, 권한 책임을 충분히 이해할 수 있게 지속적인 교육이 필요하다. 이를 위해 CM의 개념과 정의, 용어, 절차 등에 관한 정보를 확실히 숙지해야 하며 CM 적용으로 인한 영향을 확실하게 인지하고 이해하고 있어야 한다. CM 운영 상태 평가 및 향후 조치계획을 수립하고 CM Health Report 등의 보고서를 위해 CM 평가 또한 수립해야 한다. 평가 항목으로는 미국원자력발전협회(INPO: Institute of Nuclear Power Operations)의 보고서 INPO AP-929에서 발표한 Maintenance Backlogs, Preventive Maintenance Completions, Temporary Modifications, Miss-positioning Events, Modifications Issued But Not Worked, Margin Management, Operability Assessment 등이 있다[5].

V. 결 론

형상관리는 관리 대상에 대한 정확성 및 운영 편의성의 획기적 향상과 안전성 등의 향상을 위해서 앞으로도 계속 연구되고 여러 시설 등에 적용할 수 있는지 확인해야 하는 이론적 기술로 볼 수 있다. 국내 원전에서는 아직 부분적으로 도입되었고 완전한 형상관리 기술이 도입되지 않았으나 추후 건설되는 원전에 대해서는 형상관리 기술을 완전하게 도입함으로써 이전보다 더 향상된 안전성과 설계단계에서의 효율성 및 건설 및 계획 수립으로 발생하는 금전적인 문제에 대해서도 이득을 취할 수 있을 것이라 기대하고 있다. 따라

서 타 국의 원전에서의 형상관리 도입에 성공적인 사례를 통해 국내 원전에 알맞은 형상관리 기법을 연구하고 도입하는 것이 가장 최선이라고 생각한다.

References

- [1] ANSI/EIA-649B, “National Consensus Standard for Configuration Management”, *TechAmerica.*, 2011. 4. 1.
- [2] IAEA, “Configuration management in nuclear power plants” *IAEA-TECDOC-1335*, 2003. 1.
- [3] MIL-HDBK-61A, “Military Handbook: Configuration Management Guidance”, *Department of Defense*, 2001. 2. 7.
- [4] IAEA, “Information Technology for Nuclear Power Plant Configuration Management”, *IAEA-TECDOC-1651*, 2010. 7
- [5] INPO, “Configuration Control Poces Description”, *INPO-AP-929*, 1998. 5