

선진핵주기기시설 화재방호 기준개발을 위한 안전요소 분석

정승영, 추연희, 송민철

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62

k504jisy@kins.re.kr

1. 서론

한국원자력안전기술원(KINS)은 파이로공정을 기반으로 한 선진핵주기기시설(AFC) 인허가를 위한 규제기술을 개발 중이다. 국내 핵주기기시설의 화재방호규정 또한 아직 수립전이며, 추후 핵주기기시설의 건설과 인허가절차가 진행될 경우 적용할 화재방호규정은 현행 원전의 화재방호규준¹⁾을 근간으로 핵주기기시설만의 특성을 고려하여 국제규준을 참조하는 방식으로 행해질 것이다. 이에 본 연구에서는 국내 핵주기기시설의 화재방호지침 마련을 위하여 미국과 일본의 관련법규 및 규격, 지침 등의 현황을 조사하고 국내의 적용성을 분석하였다.

2. 본론

2.1 핵주기기시설의 주요특성 분석

국내원자력법에서는 핵주기기시설을 정련, 가공 및 변환, 사용후연료 처리시설로 분류하고 있다. 핵주기기시설만이 갖는 고유특성으로는 시설별로 상이하며, 화재방호 특성상 중요한 글로브박스 설비 및 사용후핵연료 처리사업의 유기용매 등 인화성물질에 관한 것과 가공사업의 소결설비 등을 그 특징으로 들 수 있다. 원자로와 핵주기기시설의 화재방호에 대한 주요개념은 같지만, 각각의 설비마다의 특징에 따라 화재로부터 보호할 중요시설이 분류된다(Fig.1 참조). 원자로에서는 「안전기능」을 갖춘 설비(이상발생방지계통, 이상영향완화계통)의 보호가 가장 중요하지만 핵주기기시설에서는 「안전상 중요한 시설」의 보호가 중요하다. 또한 원자로에서는 핵연열반응 정지, 노심냉각, 방사성물질의 격납이 주가 됨에 반해, 핵주기기시설은 각 공정에서의 임계안전, 방사성물질의 격납을 위한 Hot-cell의 기밀유지 및 내부의 산소/수소농

도제한, 금속의 산화반응제어, 고온공정에서의 전기적 및 화학적 안전성, 기타 가연성물질의 사용제한 등이 중요한 안전 요소로 분류될 수 있다.

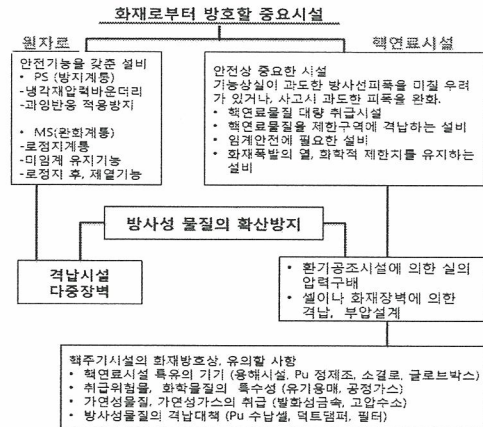


Fig. 1. Comparison of fire protection concept for NPP and FCF.

2.2 일본 핵주기기시설 화재방호 규제체계 분석

일본의 원자로 및 핵주기기시설의 화재방호규제법규는 「핵연료물질, 핵연료물질 및 원자로의 규제에 관한 법률」에서 그 기본체계를 정하고 있다.

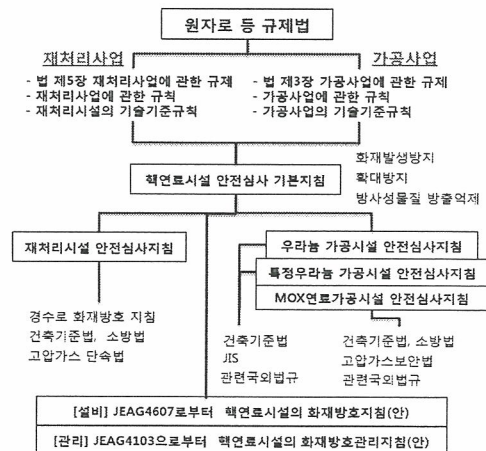


Fig. 2. Fire protection regulations and guidance for fuel cycle facilities in Japan.

1) 소망 및 건축관련 법규와 원자력법 제12조 제2호, 제22조 제2호, 제44조 제3항 및 동법 시행령 제102조 제1항 제4조 및 제165조 제1항 제4호의 규정에 의해 제정된 시행규칙(원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙)제14조와 제59조, 그리고 이에 의거한 교과부고시 2건이 있다.

특히 경수로에 관한 안전심사지침과 화재방호지침은 원자로안전을 위한 3대 기본원칙²⁾하에 상세화가 이루어져 있으며, NFPA 801[1]을 중심으로 NFPA규격을 참조하여 JEAG 4607 및 JEAG 4103의 발전소 방호지침의 핵연료시설로의 적용성을 검토하여 초안작성이 진행되고 있다[2].

2.3 미국 핵주기기시설 화재방호 규제체계 분석

미국의 핵주기기시설의 화재관련 지침 및 기준은 Fig 3과 같다. 특히 NFPA 801은 사업자(건설인허가 신청자)가 시설의 화재방호설계나 운영상 지켜야 할 민간지침이며 NRC의 적합성 심사지침인 NUREG-1520³⁾과 NUREG-1718이 추가 된다.

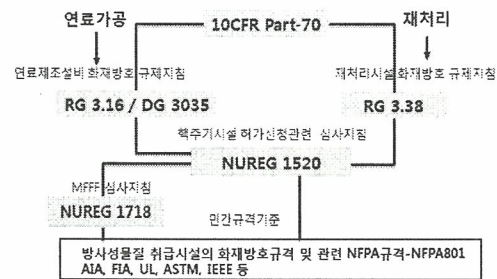


Fig. 3. Fire protection regulations and guidance for fuel cycle facilities in USA.

NFPA규격과 NUREG Code는 신청측, 규제측이라는 입장차이가 있어 중점을 두는 방법은 다르지만 기술내용은 거의 유사하다. 두 가지 모두 화재심층방어를 제1목표로 화재발생방지, 신속한 감지 및 소화, 안전장치의 방호대책 등의 세부항목으로 나누어 서술하고 있다. 심사지침에서도 민간지침이 광범위하게 활용되고 있으므로 사업자가 핵연료시설의 설계에서 운영, 관리시 적용할 화재방호관련 사안은 NFPA 규격체제로 대부분이 커버되는 것이다. NFPA 801은 방사성물질을 취급하는 시설에서 화재 및 폭발위험을 감소시키기 위한 화재방호요건이 기술되어 있어 방사성물질의 저장, 취급, 사용에 관련된 시설의 설계, 건설, 운전 및 규제책임을 갖는 사업자에게 요건과 가이드라인을 제시하는 것이다. R.G 3.16과 3.38 및 NUREG 등의 규준에서 다루는 주요내용은 일반 기능/건물구조·시설/환기계통/글로벌박스/스프링클러계통/특수자동소화계통/방화용수계통/수동소화

활동장비/화재검출·경보계통/기체처리장비/가연성물질/품질보증프로그램/절차·조직·훈련 등 설비와 관리체계를 포함한다.

2.4 국내 핵주기기시설 화재방호 규정 개발방향

미국 및 일본의 핵주기기시설 화재방호규준을 바탕으로 핵주기기시설 화재방호지침 작성시 법적 적용범위를 제한하고, 가연물 및 발화원, 시설의 규모 및 고유 특수설비에 대한 대책 등 핵연료시설만의 특성을 고려하여야 하며, 방출되는 방사성물질의 억제를 주요 포인트로 둔다. 또한 소방법 및 건축기준법, 원자력관련 법령 등에 맞추어 사용용어를 일원화하며 해외규준을 참고할시 기존법령과 상충되는 부분이 없는지 확인하여 국내법규표준을 적용하여야 할 것이다.

3. 결론

국내 핵주기기시설의 건설을 앞두고 인허가와 관련한 여러 사안 중 화재방호규정을 수립하기 위한 선행작업으로 미국 및 일본의 핵주기기시설 화재방호기준과 법적체계를 분석하였다. 미국은 인허가에서 사업건설·운영에 이르기까지 NFPA를 중심으로 행해지며, 일본의 경우 원자로 화재방호규정을 근간으로 핵연료시설의 특성을 감안하여 화재방호지침초안이 작성 중에 있다. 국내 원자로방호지침의 경우 NFSC(화재안전기준)와 NFPA를 기반으로 세부지침이 마련 중에 있으므로 이를 참고로 하며, 원자로 방호지침의 핵연료시설로의 적용성 검토시 NFPA 801을 참고하는 것이 효과적이며 핵연료시설의 특수성을 어느 정도 커버할 것으로 본다. 또한 세부지침 작성시 국내소방관계법과 상충되는 범위가 없는지 확인하여 핵연료시설만의 고유특성을 적용한 화재방호지침이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부가 주관하는 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] NFPA801, Standard for Fire Protection for Facilities Handling Radioactive Materials.
- [2] JNES, 2009年度 核燃料施設火災防護等調査・試験に係わる調査報告書, 2010年度 10月.

2) 화재발생방지, 화재탐지 및 소화, 화재영향완화

3) Standard review plan for the review of license application for a fuel cycle facility