

# 원전 화재방호 현안기술 및 산학연 협업 전문화 방안

2015. 10. 28

한수원 중앙연구원

지문학

# 발 표 내 용

## I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## II. 산학연 협력 전문화 방안

## III. 원자력 학회 의견



# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

- 원전 화재방호 기술기준 이원화 해소에 따른 후속조치
- 화재위험도분석에 관한 기술기준 (개정안 : 2015.09)
- 화재방호 수립 및 이행에 관한 규정 (개정안 : 2015.09)
- Conventional 원전의 요구 기술
- 주제어실 거주성 (Operator Habitability)
- 운전원 수동조치 (Operator Manual Action)
- RIPB fire protection and Fire PSA
- 화재 모델링 (존, CFD) 및 V&V
- 고에너지 아크고장 (HEAF), 설계기준 초과 화재 (다중화재, 광역화재)

# I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ 원전 화재방호 기술기준 이원화 해소에 따른 후속조치

### ■ 기술기준 이원화

■ 원자력안전위원회 : 원자력법, 고시, 심사기준/지침, 현장점검

■ 국민안전처(소방방재청) : 소방관계법, 설치기준, 시설점검

### ■ Up to the present

■ 원안위 : 고시 개정, 심사기준/지침 정립

■ 국민안전처 : 원전 국가화재안전기준 (NFSC 605)

### ■ At present

■ Power block 내부 : 원안위 관련 기준 적용

■ Outside : 기존 소방관계법 적용

# I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

❖ 원전 화재방호 기술기준 이원화 해소에 따른 후속조치

❖ 현안사항

❖ 관련 법조항의 적용기준 명문화

❖ 건설원전의 인허가 프로세스 확립

❖ 소방설비 및 용품에 대한 인증/검증 기준 정립

❖ 화재진압을 위한 외부소방대 훈련, 지원

❖ Interfacing works

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

❖ 원전 화재방호 기술기준 이원화 해소에 따른 후속조치

❖ 기술개발

❖ 관련법 조항 명문화 : 법리 해석 및 유효성

❖ 건설원전 인허가 주관기관, 감리, 인허가 서류/검토범위

❖ 소방설비 및 용품의 국내 and/or 해외 인증 및 검증기준

❖ 외부소방대 훈련, 관리규정 (PB 내부, 관리지역, 일반지역)

❖ Interfacing work : 점검(항목, 주기), DOR, 전문인력/조직

# I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

- ❖ 화재위험도분석에 관한 기술기준 (개정안 : 2015.09)
  - ❖ 소방시설의 설계, 시공, 준공에 대한 제3자 감리 (7조)
  - ❖ 감리의 자격 : 소방시설공사업법에 따름 (7조)
  - ❖ 국민안전처 화재안전기준에 따른 설계기준 (8조)
  - ❖ 경력을 가진 전문가에 의한 화재위험도분석보고서 작성 (12조)
  - ❖ 화재안전정지분석보고서 작성 (전문가 요건 없음)
  - ❖ 재검토기한 : 2017년 12월 31일



# I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

- ❖ 화재방호 수립 및 이행에 관한 규정 (개정안 : 2015.09)
  - ❖ 화재위험도 분석 (= 화재재해분석 + 화재안전정지분석)
  - ❖ 화재방호계통의 성능확인 : 소방시설관리업자 점검
  - ❖ 점검기준 : 소방시설 설치/유지 및 안전관리에 관한 법률 적용
  - ❖ 이행현황 점검을 위한 전문가 경력을 구체화
    - ❖ 원자력분야 : 기술사 또는 10년 이상 유경험자
    - ❖ 화재방호분야 : 소방기술사



# I. 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ Conventional 원전의 수요기술

■ 용어 : 원안법 vs 소방관계법, 국내 vs 해외, 원전 설계국 용어

## ■ Fire protection features

■ 결정론적 방법에 의한 안전정지 성공경로 다중화

■ 현실적으로 물리적 구분, 구획, 격리 불가능

## ■ 소화설비

■ 수계소화설비

■ 가스계소화설비

■ 미분무소화설비

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ 미분무소화설비 (water mist fire protection system)

### ■ 근거

■ NFPA-803, NFPA-750 , 국가화재안전기준 (NFSC-104A ; 2011),

■ RG 1.189, 원안위 (KINS) 심사지침 / 기준

### ■ 미분무소화설비 화재실증실험 수행 : 2013~2015 (한수원)

■ 소화성능 실험, 전기설비 화재실험 (전기절연성, 누설전류)

■ 적용화재 : 일반가연물, 케이블 주류화재, 케이블+전기캐비닛 화재

■ 일반설계도서 및 특별설계도서 개발 완료 (2015.03)

### ■ 소방산업기술원 미분무소화설비 인증기준 제정 (2015.02)

■ 화재실증실험, 고전압시험 (10만 볼트)

■ 적용화재 : A, B, C급 화재

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

- Conventional 원전의 성능 회복 (Bath tub / reliability recovery)
  - 화재경보설비 : 신기술 적용, 감지기, 중계기, 주경보반
  - 원전 고유특성을 고려한 감지설비 : 내방사선, 내습, 내열
  - 소방시설의 Aging을 고려한 설비개선 : 소화, 감지, 배관, 밸브 등
  - 전기화재로 인한 다중오동작 (Multiple spurious operation/actuation)
    - Hot shorts, shorts to ground, open circuits
    - 단일오동작, 다중오동작, 오동작에 따른 영향 및 대응전략(설비개선)
    - NEI 00-01, EPRI approach, 해위(미국) 원전의 MSO 조치

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ 주제어실 거주성 (Operator Habitability)

- 내부 또는 외부원인 (화재, 독성, 방사선, 기타) 운전원 거주성
- 감지 및 제어기능 상실로 인한 운전원 이동 (대체, 전용실)
- HE, FSF, HFE, HRA 등 운전원 오류에 대한 신뢰성 평가

## ■ 운전원 수동조치 (Operator Manual Action)

- 수동조치의 범위 (주제어실 외부)
- 수동조치에 의한 결정론적 요건 면제를 위한 정성적/정량적 평가
- 관련 절차서 개발 (Normal, abnormal, EOP, others)

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ RIPB fire protection and Fire PSA

- NFPA 803/804 vs NFPA 805

- RG 1.189, RG 1.205

- NUREG/CR 6850

- RG 1.189 rev.2

## ■ 화재 모델링 (존, CFD) 및 V&V

- Fire modeling : zone model, CFD model, Others

- Verification and Validation

- NUREG-1824, NUREG-1934, EPRI reports

# I . 원전 화재방호 현안 및 기술 수요

## ■ 고에너지 아크고장 (HEAF)

■ HEAF : High energy arching fault

■ 국제공동 연구 : OECD/NEA, NRC/SNL/NIST/대학

■ 화재 vs 폭발 : 마하 0.3 이하 화재전파, 압력파, 충격파

## ■ 설계기준 초과 화재 (다중화재, 광역화재)

■ 설계기준 화재에 따른 설계, 운영









■ 설계기준 초과화재에 대한 연구개발

■ 다중화재, 광역화재에 대한 새로운 조명

■ 해체원전 화재방호계획서 및 시차별 (형상 변화에 따른) 관리방안과 규정/지침

## II. 산학연 협력 전문화 방안

### 필요기술

-  화재방호 일반설계기준
-  화재방호 규정 및 지침
-  전기 및 제어회로 분석
-  화재모델링 및 확인검증 (V&V) 기술
-  화재 리스크 정량화 및 Fire-PSA
-  원전 화재방호 규제기술 변동사항 및 사업자 입장의 대응/개선/보완기술
-  주제어실 거주성 평가, 방배연 기술
-  HE, PSF, HFE, HRA, CDF evaluation



## II. 산학연 협력 전문화 방안

### ■ 기술문서

- 10CFR50 Appendix A, 10CFR50 Appendix R, 10CFR50.48
- NUREG-0050, APCSB 9.5-1, CMEB 9.5-1, SPLB 9.5-1, NUREG 0800 9.5-1
- NUREG-1805, NUREG/CR-6850, NUREG-1824, NUREG-1934
- 원안위 고시, 심사지침 / 심사기준
- RG 1.174, RG 1.189, RG 1.205
- NEI 00-01, NEI 04-02,
- GL 86-10 and supplement, GL 88-20 and supplement 4 (IPEEE)
- Fire SDP
- NFPA handbook, SFPE handbook, SFPE ignition handbook, NFPA guidance
- Fire modeling guides, SAREX, AIMS/IPRO zone, MOSAIQUE

## II. 산학연 협력 전문화 방안

### ■ 산학연 협력 방안

#### ■ 산업체

- 가동원전 및 건설원전(해외)의 화재방호 시설/설비 관리 및 성능확보 (인허가 요건과 규정 기반)
- 산업체 근무자의 능력 배양 및 신규직원을 통한 핵심기술 범위 확장

#### ■ 대학

- 원전 화재방호 요구기술에 대한 학과 개설 및 핵심기술 분야 인재 양성
- 산업체, 연구소, 관련기관(학회, 협회, 정부, 이해당사자) 상호간의 정보교류 통로

#### ■ 연구소

- 화재방호 핵심기술, 요소기술 개발 및 해외 선진기술 전수를 통한 국내 실용화 기술 접목
- 화재실증실험, 규제기술 개발, 최신기술 습득, 미래 실용화 기술 배양

#### ■ 기타

- 정부, 규제기관, 인증기관, 학회, 협회, 산업인력공단(명장, 현장교수)등의 통합정보 관리
- 해외 원전, 연구소, 실험장치 기반 기관, 규제기관, 대학 등을 통한 해외 선진기술 습득

## II. 산학연 협력 전문화 방안

### ■ 산학연 협력 방안 (의견)

#### ■ 약칭 : NFPEG (원전 화재방호 전문가 그룹)

■ 목적 : 원전 화재방호 규제, 기술적 현안, 기술개발, 자문, Roadmap 개발 등

■ 대상 : 산학연 기관별 전문가 2~3 인

■ 회의주기 : 준계/주계 원자력학회 또는 필요시 상시

■ 운영방법 : 소속/법적지위 /조직과 규모/재원/독립성과 유용성?

#### ■ 전문가 Network 운영 : 개인신상 및 보안을 고려한 공개 가능 정보망

■ 국내 및 해외 전문가 정보 구축 (개인, 기관, 단체)

■ 전문 분야별 체계 분류 및 정보유지

■ 관련분야를 포함한 포괄적 전문가 운영 체제

### Ⅲ. 원자력학회 의견

❖ 제목 : 원전 화재방호 강화에 대한 원학회 의견 (‘15.8.21)

❖ 배경 : 원자력 이슈위원회를 통한 학회 의견 제시

❖ 주요내용

❖ 원전 화재방호 규제체계 개선에 관한 의견

❖ 원전 화재방호 역량강화에 대한 의견

### Ⅲ. 원자력학회 의견

#### ❖ 원전 화재방호 규제 체계 개선에 관한 의견

- ❖ 주민과 환경을 방사선 위험로부터 보호
- ❖ 원전 화재방호 관리체계의 일원화 및 전문성/DOR
- ❖ 원자력안전분야와 화재방호분야의 협력
- ❖ 원자력 규제기관과 소방관계기관의 협업

#### ❖ 원전 화재방호 역량강화에 대한 의견

- ❖ R&D 수행 및 전문가 육성, 외부전문가 영입, 원전현장의 화재방호 강화
- ❖ 원전화재방호 규제 선진화(연구) 병행 및 화재로 유발되는 노심손상확률 감소
- ❖ 한국원자력학회의 화재방호 역량강화를 지원
  - ❖ “열수력 및 안전” 연구부회 산하에 화재방호 전문분과 신설 (2015.7월 이사회 승인)
  - ❖ “원자력정책, 인력 및 협력” 연구부회의 규제 선진화(연구)를 위한 지속적 관심 및 지원

# 감사합니다

생활의 여유와  
즐거움을 주는 원자력 에너지 !!

