


꿈꾸는 에너지
아름다운 미래

중대사고관리 유효성 평가

2016. 5. 10

서 미 로

(mrseo9710@khnp.co.kr)

 한국수력원자력주
중앙연구원



목 차

I. 배경

II. 중대사고 분야 R&D 현황

III. 중대사고관리 유효성 평가

IV. 중대사고 대처능력 적절성 평가

V. 중대사고 대응능력 확보를 위한 제언



I. 배경

◆ 전 원전 사고관리계획 수립 필요

- 신규원전은 2016년 6월, 가동원전은 2019년 6월 기한
- 기존 발전소별 EOP, SAMG, EDMG, EP 연계

◆ 중대사고관리전략 유효성 평가

- 후쿠시마 사고 후속조치 등 중대사고 대처 설비 개선 진행
- 중대사고 분야 신규 현안 제기
- 중대사고 분야 분석 기술 개선
- 기존 중대사고관리전략의 실효성 및 전략의 효과 재검토 필요

실효성있는 한수원 **중대사고 대응체계** 및 실제적 능력



중대사고관리전략 유효성 평가 및 실제적 훈련



불확실성 저감 및 중대사고 연구 Infra 확보

II. 중대사고분야 R&D 현황 [1]

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 기존 한수원 중대사고 연구 분야

- 전 원전 확률론적 안전성평가(PSA) 및 중대사고관리지침서(SAMG) 개발
- 후쿠시마 후속조치 (2015년 종결)
 - 4-1. 피동형 수소제거 설비 설치 : PAR
 - 4-2. 격납건물 배기 및 감압설비 : CFVS
 - 4-3. 원자로비상냉각수 외부충수유로 확보 평가
 - 4-4. 중대사고 교육훈련 강화
 - 4-5. **중대사고관리전략 유효성 평가 및 개정**
 - 4-6. 전 원전 정지저출력 SAMG 개발 (정지저출력 PSA)
 - 4-A3. 전 원전 EDMG 개발
- 중대사고 종합해석 코드 개발 및 해석체계 구축
- 중대사고시 원자로건물 파손방지를 위한 여과배기계통 개발
- 월성 1호기 스트레스테스트 지원

◆ 기존 연구는 중대사고관리 기본적인 틀을 수립

◆ 후쿠시마 사고 이후 대처설비 및 취약점 보완에 주력

II. 중대사고분야 R&D 현황 [2]

◆ 추가적인 한수원 중대사고 현안

- 월성 1호기 스트레스테스트 후속 안전성 개선사항 이행 요구
 - ST⑦-1&2. **중대사고 대처능력 적절성 평가 및 대응전략 수립**
 - ST⑧ 원자로격실 외부주입 유로설치
 - ST⑩ **수소점화기 설치 검토 (수소제어설비 성능, 수소거동 평가 포함)**
 - ST⑪ SFP 균열 및 파손을 가정하여 설비보강 및 중대사고 관리방안
- 후쿠시마 후속조치 (4-5 및 4-6 ; 전 원전 해당) 향후 계획 요구
 - 증기폭발, 증기급증, MCCI 평가
 - 필수기기/계기 생존성 평가
 - 수소연소하중 평가

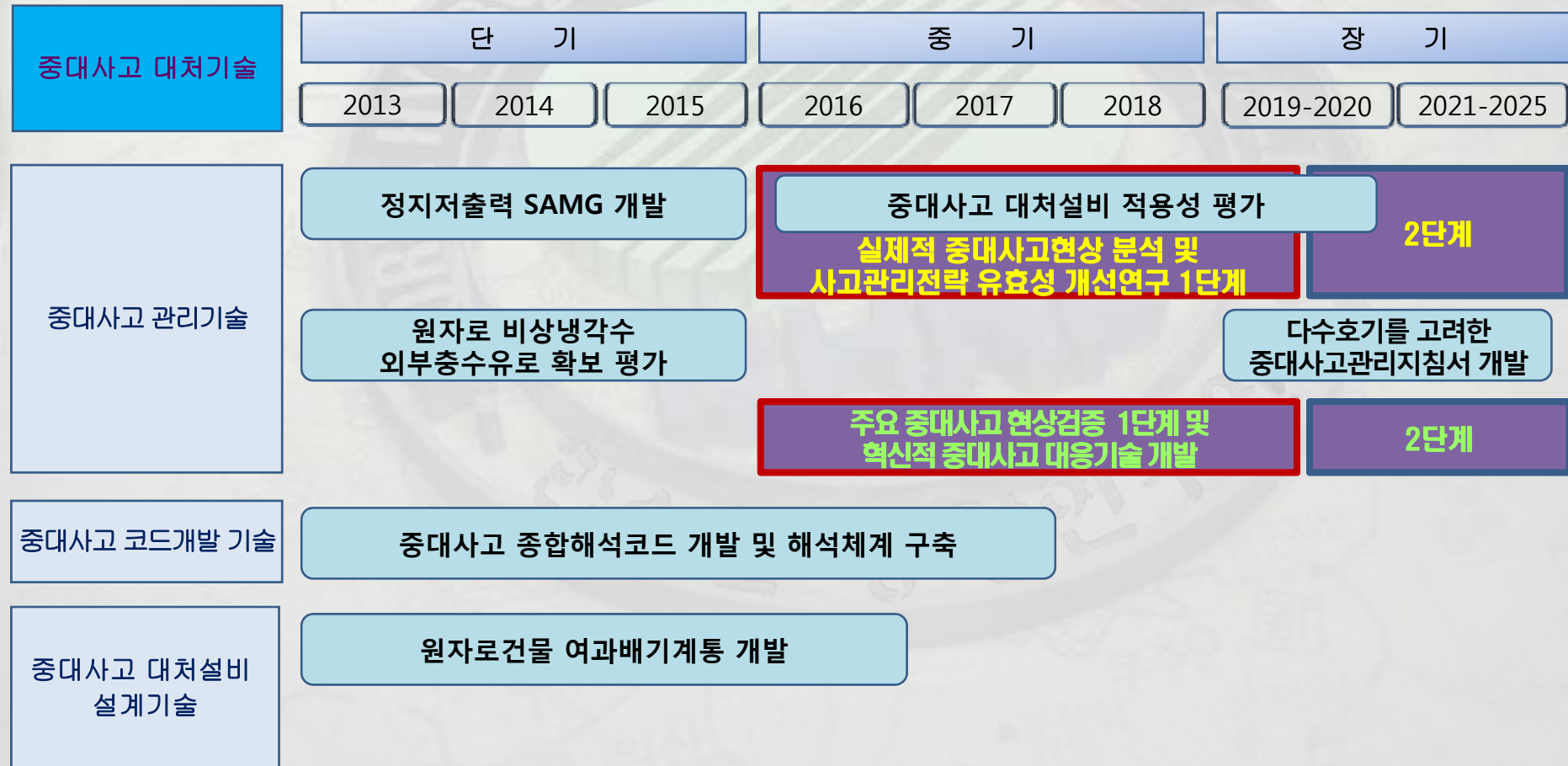
◆ SAMG 유효성 및 적절성에 대한 평가 요구증가

- 중대사고 현상 및 분석의 불확실성 저감 노력 필요
- 개선된 분석 모델 및 분석 기법 도입
- 국내 원전 운영 Practice를 반영한 개선안 및 기술배경 수립 필요

II. 중대사고분야 R&D 현황 [3]

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 한수원 중장기 R&D Road Map 중대사고분야 수정 예정



III. 중대사고관리 유효성 평가 (1)

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

사고관리전략 유효성 평가 및 개선연구

발전소 기본 입력모델 개선 (MAAP5/ISAAC5 Parameter File)

일반 기본
입력모델 개발

중대사고 대처능력 적절성 평가
3차원 수소 거동 평가 및 연소하중
증기폭발 및 급증
MCCI

중대사고 대처설비 생존성 평가
중대사고 환경 (온도, 압력, 습도,
지진, 침수, 방사선, 화염) 분석
필수기기별 EQ 기반 생존성 평가

학술연구 지원을
위한 MAAP
Working Group
구성 예정

중대사고관리전략 유효성 평가 및 개선안 도출

중대사고관리전략 및 기술배경서 개선

사고대응 능력 확보 및 국민적 신뢰 증진

III. 중대사고관리 유효성 평가 (2)

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 목적

- 월성 1호기 ST 안전개선사항 및 후쿠시마 후속조치 향후 연구 이행
- SAMG 수립의 기술배경인 중대사고 현상(전산분석) 불확실성 저감
- 입력모델 개선 및 가동원전 주요 현안 현상에 대한 상세분석 수행
 - 분석체계 개선 : MAAP4/ISAAC4 → MAAP5/ISAAC5
 - MCCI 현상, 수소제어설비 성능 평가 및 수소거동 분석, 증기폭발 및 급증

◆ 수행방법

- 3단계로 진행
 - 1단계 : CANDU형 및 OPR1000형 원전 중대사고 대처능력 적절성 평가 모델 개발
월성1 및 한울5,6 평가 모델 개발 [진행중]
 - 2단계 : 실제적 시나리오 기반 중대사고 진행 및 현상 분석 [기획중]
월성1 및 한울5,6 상세분석 수행 및 고리3,4/한울1,2 평가모델 개발
 - 3단계 : 고리3,4/한울1,2 상세분석 수행, 기기생존성 평가,
중대사고관리 유효성 평가 및 기술배경 수립 [예정]

IV. 중대사고 대처능력 적절성 평가 [1]

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 발전소 기본 입력 모델 개선

- 가동원전 MAAP4/ISAAC4에서 MAAP5/ISAAC5 분석 체계로 개선
- QA수준으로의 MAAP5 Parameter File 개발 및 검증
- 국부적인 현상 상세분석을 위한 다중격실 모델
- 주요 현안 모델에 대한 불확실성 인자 파악

◆ 국내 원전 일반 (Generic) 기본 입력 모델 개발

- OPR1000형 대상으로 고유 설계정보를 배제한 Parameter File 개발
- 모델 불확실성 평가 및 민감도 분석 등 비영리기관(학계) 연구지원
- 국내 MAAP Working Group 결성으로 교육 및 기술교류 활성화 예정

◆ MCCI 상세 분석

- MAAP5.0.4/ISAAC 5.0.1 및 다중 격실 모델 (Cavity 상세 분석) 사용
- Basaltic콘크리트에서의 사고조건별 BMT현상 및 수소 등 기체 발생 분석
- MELCOR 코드 도입 및 비교 분석 예정
- MCCI 완화를 위한 중대사고관리 전략 적절성 평가

IV. 중대사고 대처능력 적절성 평가 [2]

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 수소제어설비 성능평가 및 수소거동 평가

- 3차원 수소 거동 해석 모델 개발
 - 격납건물 3차원 CAD 모델 개발
 - 다차원 해석코드 분석 : GASFLOW 및 COM3D, 상용 CFD 코드
 - MAAP5/ISAAC5 연계 : 사고환경 및 수소생성은 MAAP5 사용
- 사고조건에 따른 수소혼합, 응축 등 거동 평가
- 연소가능성 및 연소현상 평가
- 가동원전 수소제어설비(PAR, 수소점화기) 성능평가
- 기존 SAMG 수소제어전략 적절성 평가 수행

◆ AICC[단열등체적연소] 수소연소하중 평가

- 보수적 가정에서의 수소연소하중 평가: 핵연료 피복재 75% 이상 산화 조건
- 중대사고 과도상태에서 기체 조성에 의한 수소연소하중 평가
 - 과도상태의 수소연소하중, 원전별 중대사고 분석이 선행되어야 함
 - MAAP5/ISAAC5를 사용한 수소 거동 경계조건 생성

IV. 중대사고 대처능력 적절성 평가 (3)

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 증기폭발 및 급증 현상 상세 분석

- FCI 현상에 의한 증기폭발 분석 체계 수립
 - 증기폭발력 평가 코드 도입 및 입력모델 개발
 - 중대사고 환경분석(MAAP5/ISAAC5)-증기폭발력 평가(TEXAS/TRACER 등)-구조물 건전성 평가 (ABAQUS/LS DYNA 등)체계 수립
- 가동원전 증기폭발 및 증기급증 현상에 의한 격납건물 건전성 평가
- 증기폭발 및 증기급증 현상 인자 파악
- 기존 SAMG 증기폭발 방지 및 완화 조치 적절성 평가

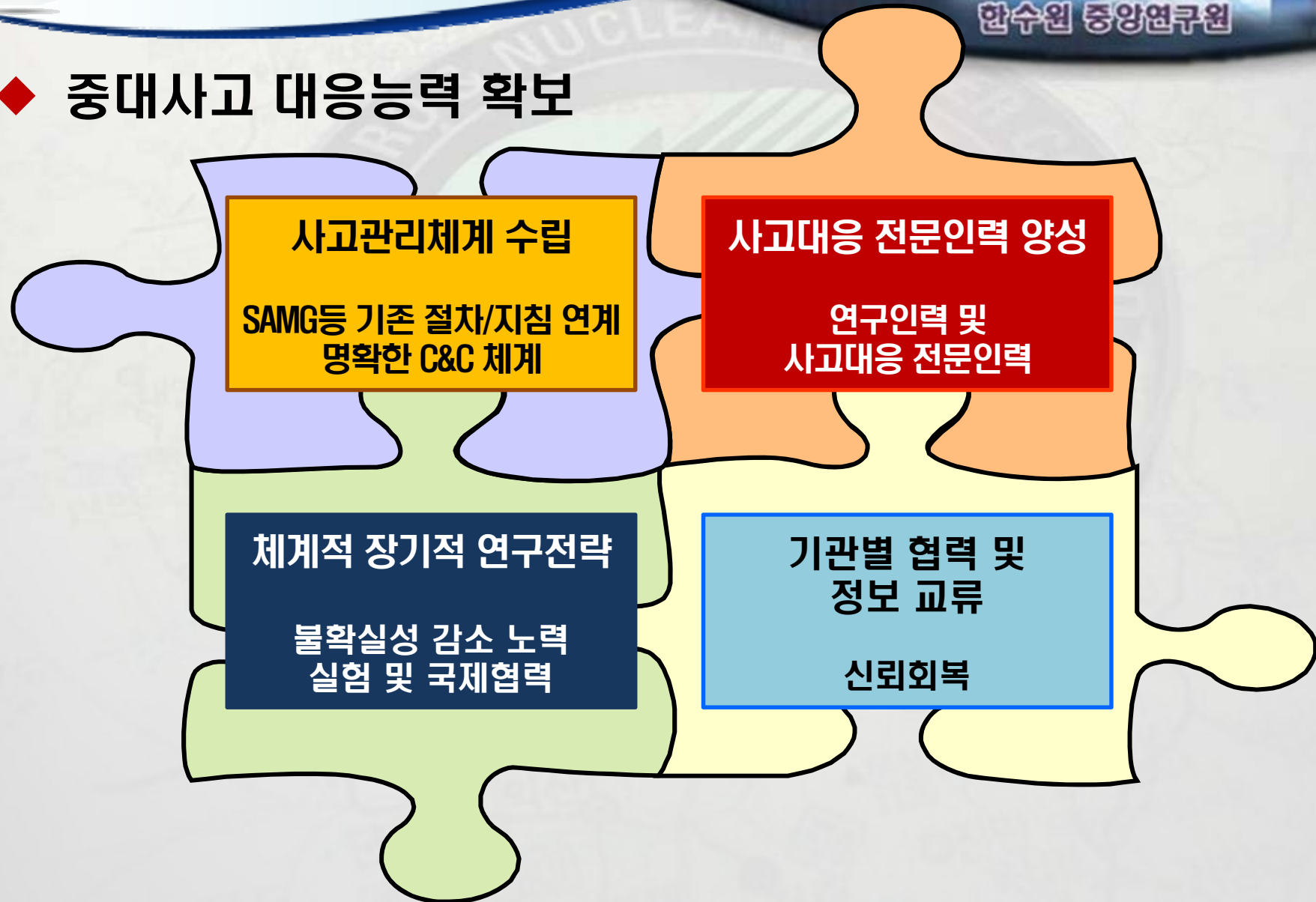
◆ 중대사고관리전략 취약점 분석 및 개선안 도출

- 현상 상세 분석결과에 근거한 중대사고관리전략 적절성 평가
- 중대사고관리전략 유효성 평가 방법론 개발 (ROAM 등)
- 3단계에서 종합적으로 중대사고관리전략 개선 및 기술배경 수립

V. 중대사고 대응능력 확보를 위한 제언

GLOBAL TOP
한수원 중앙연구원

◆ 중대사고 대응능력 확보



감사합니다.

친환경 에너지 기업



한국수력원자력주