

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |         |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|-------|
| RFP번호                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3-2-5                                  | 공모유형    | 품목공모형 |
| 사업명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 원전해체 경쟁력 강화 기술개발사업 - 안전성 강화 해체 선도기술 개발 |         |       |
| RFP명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 중수로 해체 특수폐기물 물리화학적 분리/감용 및 안정화 기술 개발   |         |       |
| PM분야                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 원자력(RB 분야 : 원전해체)                      | 보안과제 여부 | 일반    |
| 1. 추진배경                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |         |       |
| <p>□ 추진배경</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내에 있는 4기의 CANDU 가압중수로 중 월성1호기는 '19년 12월 영구정지 이후 해체 계획이 수립되고 있으나, 개발된 경수로 해체폐기물 처리기술 적용이 어려운 다양한 중수로 발생 특수폐기물 처리기술 확보가 시급함</li> <li>- 선진국들이 경험을 보유한 경수로와 달리 중수로 해체는 아직 활성화되고 있지 않아, 월성1호기 해체는 상용 중수로 원전 해체의 최초 사례가 될 것으로 예상</li> <li>- C-14/H-3 함유 중수로 폐기물로는 중수, 폐유 등이 함유된 제염지 폐기물, 폐흡착제(폐흡습제) 등이 있으며, 처리 및 처분 적합성을 확보할 수 있는 기술 개발 필요</li> <li>- 본 과제에서 대상으로 하는 <b>복합폐기물</b>은 C-14/H-3가 함유된 중수와 감마 핵종이 포함된 폐유가 제염지에 스며들어 있는 형태로 발생하게 되어 기존 상용기술의 적용 한계로 이의 안전 처리(분리, 감용 등) 및 최종 처분을 위한 고화기술 개발 필요</li> <li>- 중수로 증기 회수 계통에서 발생하는 <b>폐흡착제(폐흡습제)</b>는 흡착된 핵종들(C-14, H-3)의 열적 안정성이 낮고 물에 쉽게 용해되는 특성이 있어 처분 적합성 확보를 위해서는 안정화 기술을 통해 방사성 핵종들의 물리적, 화학적 안정성을 높여야 함. 따라서, 흡착된 핵종들의 휘발이 제한되는 온도 내에서 높은 안정성을 가지는 고화 매질을 개발하고 고화체의 처분 적합성 검증(처분 환경에서의 장기 침출성능)이 필요</li> </ul> |                                        |         |       |
| 2. 연구개발목표                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |         |       |
| <p>□ 사업목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종 목표 : 중수로 해체 특수폐기물별 물리화학적 분리/감용 및 안정화 기술 및 상용규모 설비 개발(목표 TRL: 8 (현재 TRL 수준 4))</li> <li>- 복합폐기물 감용 상용규모 장치 제작 및 검증, 잔류물 고형화 기술개발(처분 인수기준 만족)</li> <li>- 폐흡착제(폐흡습제) 안정화 상용규모 장치 제작 및 검증(처분 인수기준 만족)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |         |       |
| 3. 연구내용 및 성과목표                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |         |       |
| <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 복합폐기물 물리화학적 분리/감용 기술 개발</li> <li>- 복합폐기물 특성 평가 및 단위 분리/감용 처리조건 도출</li> <li>- 상용규모(200 L/batch) 장치 설계, 제작 및 검증</li> <li>- 감용 잔류물 고형화 기술 개발 및 처분적합성 검증(처분 인수기준 만족)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |         |       |

○ 폐흡착제(폐흡습제) 안정화 기술 개발

- 폐흡착제 특성 평가 및 안정화 매질 및 공정 도출
- 상용규모(200 L/batch) 장치 설계, 제작 및 검증
- 폐흡착제 안정화 처분적합성 검증(처분 인수기준 만족)

| 단계  | 년차   | 연차별 주요 기술개발 내용 및 성과목표                                                                                                          |
|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1단계 | 1차년도 | ○ 복합폐기물 및 폐흡착제 발생 특성 및 해외 처리 사례 분석<br>○ 복합폐기물 및 폐흡착제 폐기물 방사선학적/물리화학적 특성 분석<br>○ 폐흡착제 안정화 매질 후보군 도출 및 시험 평가                     |
|     | 2차년도 | ○ 복합폐기물 물리적 분리기술 도출<br>○ 복합폐기물 감용 프로토 타입 장치 제작 및 시험<br>○ 폐흡착제 안정화 매질 선정 및 고화 조건 도출                                             |
|     | 3차년도 | ○ 복합폐기물 발생 제염지 감용기술 운전 변수 정립<br>○ 복합폐기물 발생 중수 및 오일 처리 방안 도출<br>○ 복합폐기물 감용 잔류물의 처분적합성 확보를 위한 고형화 방안 도출<br>○ 폐흡착제 안정화 상용규모 장치 설계 |
| 2단계 | 4차년도 | ○ 복합폐기물 감용 상용규모 장치 설계 및 제작<br>○ 폐흡착제 안정화 상용규모 장치 제작 및 시운전<br>○ 복합폐기물 및 폐흡착제 상용규모 장치 운전 절차서 개발                                  |
|     | 5차년도 | ○ 복합폐기물 감용 상용규모 장치 시운전 및 후처리 공정 개발<br>○ 복합폐기물 감용 잔류물 고형화 제조 조건 도출<br>○ 폐흡착제 안정화 상용규모 장치 운전조건 도출 및 검증                           |
|     | 6차년도 | ○ 복합폐기물 감용 상용규모 장치 시스템 구축 및 성능 검증<br>○ 폐흡착제 및 복합폐기물 잔류물 고화체 처분 적합성 검증                                                          |

○ 장비구축 내용

| 장비<br>품번 | 장비명              | 주요용도              | 구축시점 |
|----------|------------------|-------------------|------|
| 1        | 복합폐기물 감용 상용규모 장치 | 복합폐기물 감용 기술 검증 시험 | 4차년도 |
| 2        | 폐흡착제 안정화 상용규모 장치 | 폐흡착제 안정화 기술 검증 시험 | 4차년도 |

□ 성과목표 (목표 TRL : 8)

| 구분     | 목표                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 정성적 성과 | ○ 복합폐기물 감용기술 개발<br>○ 폐흡착제 안정화 기술 개발<br>○ 복합폐기물 감용 잔류물 고형화 기술 개발                                                                                                                                                    |
| 정량적 성과 | ○ 복합폐기물 감용기술 상용규모(200 L/batch) 검증<br>- 시멘트고화(폐기물 비율 30 wt%) 대비 처분부피 1/2이하<br>○ 복합폐기물 및 폐흡착제 안정화 기술 상용규모(200 L/batch) 검증<br>○ 처분 대상 폐기물의 처분 인수기준 만족<br>(압축강도 $\geq 3.44\text{MPa}$ , 침출지수 $\geq 6$ , 침수 및 열순환 시험 등) |

#### 4. 특기사항

○ 총괄주관연구개발기관 : 산업계

○ 기타 사항

- 특수폐기물의 물리화학적 특성 분석과 특수폐기물 특성자료를 기반으로 원천기술 및 핵심기술 개발은 학계 또는 연구계가 수행하며, 상용규모 장치 설계/제작과 운용 및 성능검증은 산업계가 수행함
- 처분인수기준 만족 여부 확인과 함께 원자력환경공단과의 고화체 인수적합성 분석 및 협의의 수행 결과를 포함하여야 함
- 모든 연구개발 분야는 방사성 동위원소를 취급하므로 과제 수행 시 원자력안전법 및 이를 위임한 방사선 안전관리 등의 기술기준과 관련한 절차 및 규정(배가스의 경우 원안위 고시 소각기준)을 따라야 함
- 검증 목표 달성 여부는 외부 전문가 또는 인증된 기관의 평가를 통해 실제 또는 모의 폐기물을 이용하여 도출된 결과를 이용하여 판단

#### 5. 연구개발기간 및 연구개발비

○ 총연구기간/정부출연금 : '24.04 ~ '29.12 (총 69개월, 3년+3년의 2단계) / 70억원 내외

○ '24년 연구기간/정부출연금: 9개월(1차년도 9개월) / 8억원 내외

○ 정부출연금 연차별 예산(안)

(단위 : 억원)

| 기술개발 내용                              | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 5차년도 | 6차년도 | 합계 |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|----|
| 중수로 해체 특수폐기물 물리화학적 분리/감용 및 안정화 기술 개발 | 8    | 10   | 10   | 20   | 10   | 12   | 70 |

※ 정부 예산 확보 상황에 따라 변경 가능