

1	C-1-1	과제제안요구서(RFP)
---	-------	--------------

사업구분	원자력 안전규제기술개발-원자력 안전규제 기초·기반기술 개발		
단위과제명	안전해석 규제검증코드의 차세대 비경수형 원자로 적용성 검토 연구		
과제유형	코드·규제방법론(C,M) ( ● ) / 데이터베이스·장비·시스템(E, D, S) (   )		
보안등급	일반과제	공모구분(과제유형)	지정공모(RFP지정)
총 예산/연구기간	총 550백만원 내외 / '25~'27년(총 3년)		

#### ■ 과제 최종목표

- 차세대 비경수형 원자로의 안전해석 수행에 활용될 규제전산코드 확보를 위해 현행 규제검증코드의 개선 필요 항목 도출

	성능목표
정량	차세대 비경수형 원자로 노형별 PIRT 및 안전현안 분석 결과
정성	차세대 비경수형 원자로의 안전해석 수행을 위한 규제검증코드 개선점 파악

#### ■ 과제 추진 필요성

- 인공지능 활용 일상화 및 데이터센터 확대 등으로 급증하는 미래 전력수요 대응을 위해 국내외 산업계는 대기압 운전 및 피동안전계통 도입 등 기존 대형원전 대비 안전성을 향상시킨 차세대 비경수형 원자로에 대한 연구·개발을 적극적으로 수행하고 있음
- 이에 국가과학기술자문회의에서 심의 의결된 「차세대 원자력 확보를 위한 기술개발 및 실증 추진방안」(2024년 6월)은 국내에서 개발되는 차세대 원자로의 적기 적용을 위해 다양한 노형에 대한 규제절차 및 방식을 2030년대 초까지 마련하도록 주문하였음
- 하지만 국내 원전 인허가 체계 및 규제기술은 경수형 원전에 국한되어 있어, 차세대 비경수형 원자로의 인허가에 대응하기 위해서는 관련 안전성 검증 평가방법론 및 전산코드 등에 대한 연구 지원이 필요함
- 원자로 안전성 평가를 위한 규제검증코드를 새로 개발하는 것은 시간 및 비용 소요 측면에서 비효율적이기 때문에, 현재 사용되고 있는 전산코드 분석 후 차세대 비경수형 원자로에 대한 적용성을 검토하는 것이 필요함

#### ■ 단계별 연구목표

1단계 (1차년도) 총 1.5억원 내외	2단계 (1차년도~2차년도) 총 4억원 내외
<ul style="list-style-type: none"> <li>해외 비경수형 원자로 인허가 체계 분석 및 사전 설계검토 사례분석</li> <li>국내 비경수형 원자로 설계 및 전산코드 개발 현황 등 기초자료 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비경수형 원자로 주요 현상 및 안전현안 분석</li> <li>비경수형 원자로 적용을 위한 안전해석 규제검증 코드 개선방향 제시</li> </ul>

#### ■ 1단계 연도별 연구내용 및 범위

##### ○ 1차년도('25년, 1.5억원) 내외

- 비경수형 원자로 단계별(원형로, 실증로, 초도호기 등) 해외 인허가 규제요건 등 규제체계 분석
  - 비경수형 원자로 규제경험 국가(미국, 캐나다, 일본 등)의 규제체계 분석
- 국내 비경수형 원자로(SFR, HTGR, MSR, HPR)의 안전성 평가를 위한 기초자료 분석
  - 국내 노형별 설계개념 분석
  - 국내 개발자 그룹의 전산코드 개발현황 및 적용계획 분석

#### ■ 2단계 연도별 연구내용 및 범위

##### ○ 1차년도('26년, 2억원) 내외

- 노형별(SFR, HTGR, MSR, HPR) 주요 현상 PIRT 및 안전현안 분석
  - 국내·외 노형별 PIRT 수행결과 분석 및 미수행 노형에 대한 PIRT 수행
  - 국내·외 노형별 계통열수력/안전해석 관련 안전현안 도출결과 분석 및 신규 안전현안 분석
- 국내·외 노형별 인허가기준사건(Licensing Based Event, LBE) 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 성능 평가
  - 노형별 사건분류, 허용기준 및 인허가기준사건 분석
  - 노형별 개발자 그룹 전산코드의 주요 해석성능 평가
- 연구성과의 규제활용계획 및 수립
  - 노형별 PIRT 수행 및 안전현안 도출 결과를 분석하여, 안전해석 결과에 영향을 미칠 것으로 예상되는 규

제검증코드(MARS-KS)의 수정필요 항목(서브루틴 등) 정의에 활용																															
- 노형별 사건분류, 허용기준 및 인허가기준사건 분석 결과는 현행 안전성분석보고서(SAR)와의 격차분석에 활용																															
○ 2차년도('27년, 2억원 내외)																															
<div>■ 국내 비경수형 원자로의 안전성 평가를 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 검토</div> <div>- 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 노형별 적용성 평가</div> <div>- 노형별 인허가기준사건 분석을 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 수정필요 항목 도출</div> <div>- 노형별 수정필요 항목에 대한 MARS-KS 코드 개선 방향 제시</div>																															
■ 연도별 추진 계획																															
<table><tr><th>구분</th><th>단위 연구개발 내용</th><th>예상 성과물</th></tr><tr><td>1단계 1차년도 (2025)</td><td><div>• 비경수형 원자로 단계별(원형로, 실증로, 초도호기 등) 해외 인허가 규제요건 등 규제체계 분석</div><div>• 미·캐나다의 비경수형 원자로 노형별 인·허가 및 사전설계검토(PAR, VDR) 사례분석</div><div>• 국내 비경수형 원자로(SFR, HTGR, MSR, HPR)의 안전성 평가를 위한 기초자료 분석</div></td><td><div>• 비경수형 원자로 규제경험 국가(미국, 캐나다, 일본 등)의 규제요건 및 규제체계 분석</div><div>• 카이로스 파워를 포함한 미·캐나다 비경수형 원자로에 대한 인·허가 및 사전설계검토 사례 및 규제현황 분석</div><div>• 국내 노형별 설계개념 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 개발현황 및 적용계획 분석</div></td></tr><tr><td>2단계 1차년도 (2026)</td><td><div>• 노형별(SFR, HTGR, MSR, HPR) 주요 현상 PIRT 및 안전현안 분석</div><div>• 국내·외 노형별 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 성능 평가</div></td><td><div>• 국내·외 노형별 PIRT, 계통열수력/안전해석 관련 안전현안 도출결과 및 신규 안전현안 분석</div><div>• 노형별 사건분류, 허용기준, 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹 전산코드의 주요 해석성능 평가</div></td></tr><tr><td>2단계 2차년도 (2027)</td><td><div>• 국내 비경수형 원자로의 안전성 평가를 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 검토</div></td><td><div>• 노형별 인허가기준사건 분석을 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 및 수정필요 항목 도출</div><div>• 안전해석 규제검증코드 (MARS-KS) 개선 방향 제시</div></td></tr></table>						구분	단위 연구개발 내용	예상 성과물	1단계 1차년도 (2025)	<div>• 비경수형 원자로 단계별(원형로, 실증로, 초도호기 등) 해외 인허가 규제요건 등 규제체계 분석</div> <div>• 미·캐나다의 비경수형 원자로 노형별 인·허가 및 사전설계검토(PAR, VDR) 사례분석</div> <div>• 국내 비경수형 원자로(SFR, HTGR, MSR, HPR)의 안전성 평가를 위한 기초자료 분석</div>	<div>• 비경수형 원자로 규제경험 국가(미국, 캐나다, 일본 등)의 규제요건 및 규제체계 분석</div> <div>• 카이로스 파워를 포함한 미·캐나다 비경수형 원자로에 대한 인·허가 및 사전설계검토 사례 및 규제현황 분석</div> <div>• 국내 노형별 설계개념 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 개발현황 및 적용계획 분석</div>	2단계 1차년도 (2026)	<div>• 노형별(SFR, HTGR, MSR, HPR) 주요 현상 PIRT 및 안전현안 분석</div> <div>• 국내·외 노형별 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 성능 평가</div>	<div>• 국내·외 노형별 PIRT, 계통열수력/안전해석 관련 안전현안 도출결과 및 신규 안전현안 분석</div> <div>• 노형별 사건분류, 허용기준, 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹 전산코드의 주요 해석성능 평가</div>	2단계 2차년도 (2027)	<div>• 국내 비경수형 원자로의 안전성 평가를 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 검토</div>	<div>• 노형별 인허가기준사건 분석을 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 및 수정필요 항목 도출</div> <div>• 안전해석 규제검증코드 (MARS-KS) 개선 방향 제시</div>														
구분	단위 연구개발 내용	예상 성과물																													
1단계 1차년도 (2025)	<div>• 비경수형 원자로 단계별(원형로, 실증로, 초도호기 등) 해외 인허가 규제요건 등 규제체계 분석</div> <div>• 미·캐나다의 비경수형 원자로 노형별 인·허가 및 사전설계검토(PAR, VDR) 사례분석</div> <div>• 국내 비경수형 원자로(SFR, HTGR, MSR, HPR)의 안전성 평가를 위한 기초자료 분석</div>	<div>• 비경수형 원자로 규제경험 국가(미국, 캐나다, 일본 등)의 규제요건 및 규제체계 분석</div> <div>• 카이로스 파워를 포함한 미·캐나다 비경수형 원자로에 대한 인·허가 및 사전설계검토 사례 및 규제현황 분석</div> <div>• 국내 노형별 설계개념 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 개발현황 및 적용계획 분석</div>																													
2단계 1차년도 (2026)	<div>• 노형별(SFR, HTGR, MSR, HPR) 주요 현상 PIRT 및 안전현안 분석</div> <div>• 국내·외 노형별 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹의 전산코드 성능 평가</div>	<div>• 국내·외 노형별 PIRT, 계통열수력/안전해석 관련 안전현안 도출결과 및 신규 안전현안 분석</div> <div>• 노형별 사건분류, 허용기준, 인허가기준사건 분석 및 개발자 그룹 전산코드의 주요 해석성능 평가</div>																													
2단계 2차년도 (2027)	<div>• 국내 비경수형 원자로의 안전성 평가를 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 검토</div>	<div>• 노형별 인허가기준사건 분석을 위한 안전해석 규제검증코드(MARS-KS)의 적용성 및 수정필요 항목 도출</div> <div>• 안전해석 규제검증코드 (MARS-KS) 개선 방향 제시</div>																													
■ 연도별 연구성과 계획																															
<table><tr><td rowspan="5">연구성과</td><td>구분</td><td>2025</td><td>2026</td><td>2027</td><td>합계</td></tr><tr><td>국내·외 SCI(개)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>안전기술보고서(개)</td><td>2</td><td>2*</td><td>2</td><td>6</td></tr><tr><td>단위성과물(개) (C,D,E,M,S)</td><td></td><td></td><td>1(방법론)</td><td>1</td></tr><tr><td>특허(건)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						연구성과	구분	2025	2026	2027	합계	국내·외 SCI(개)					안전기술보고서(개)	2	2*	2	6	단위성과물(개) (C,D,E,M,S)			1(방법론)	1	특허(건)				
연구성과	구분	2025	2026	2027	합계																										
	국내·외 SCI(개)																														
	안전기술보고서(개)	2	2*	2	6																										
	단위성과물(개) (C,D,E,M,S)			1(방법론)	1																										
	특허(건)																														
*노형별 PIRT 분석결과보고서 1건 포함																															
■ 추진체계 및 특이사항																															
■																															
■ 활용계획 및 기대효과																															
<div>■ 차세대 비경수형 원자로(SFR, HTGR, MSR, HPR)의 인허가 심사 시 규제검증코드를 활용한 안전성 평가는 필수적으로 수행되어야 하나, 현행 규제검증코드의 체계로는 차세대 노형에 대한 적용이 어려워 본 연구성과를 활용하여 현행 규제검증코드의 수정 필요 분야 등 개선점을 정의할 수 있을 것으로 기대됨</div> <div>■ 또한 본 연구에서 도출된 개선 방향을 활용하여 규제검증코드의 확장버전 개발 기간을 단축할 수 있을 것으로 판단되며, 개발된 규제검증코드를 활용하여 차세대 노형별 인허가 심사에 적기 대응이 가능할 것으로 기대됨</div>																															
■ 기타사항																															
■ 해당 없음																															