

관리번호		2024-패키지-세라믹-08		과제 유형		<input checked="" type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 병렬형 <input type="checkbox"/> 일반형		
산업기술분류1		대분류	세라믹	중분류		생활 세라믹	소분류	시멘트·콘크리트
산업기술분류2		대분류	-	중분류		-	소분류	-
융합분류		<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음						
해당여부		<input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 해외연계 <input checked="" type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 안전과제						
		<input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형R&D <input checked="" type="checkbox"/> 대형통합형 <input type="checkbox"/> 보안과제						
과제명	총괄	소성온도 100℃ 저감 저온소성 시멘트 제조 및 활용기술 개발						
	1세부	소성온도 100℃ 저감 저온소성 순환자원 원료대체 기술						
	2세부	저온소성 클링커 연속제조 공정기술 및 예열·냉각공정 고효율화 기술개발						
	3세부	저온소성 클링커 활용을 위한 시멘트 및 응용제품 제조 기술개발						
1 개요 및 필요성		<p>○ (개요)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 제조공정에서 화석연료 연소기인 탄소배출을 저감하기 위하여, 반도체 슬러지 등 순환자원 원료를 광화제로 활용한 저온소성 클링커 원료 및 제조 기술 개발 - 광화제 연속 사용 및 클링커 품질 유지가 가능한 공정 개발·최적화 기술 및 저온소성에 적합한 소성로, 예열기 및 냉각기 등 각종 제반 공정 시스템 고효율화 - 저온소성 클링커의 상용화를 위하여 보통포틀랜드 시멘트 규격을 충족하는 시멘트 제조기술 및 응용제품별 요구품질 부합화 기술 개발 - 반도체 부산물 등 순환원료를 활용 저온소성 클링커의 CO₂ 감축 효과 정량평가 방법 도출 <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 산업 탄소중립을 위하여 소성공정 중 에너지 사용량을 저감하고 CO₂를 감축하는 기술의 개발이 필요하며, 반도체 부산물 등을 활용하여 소성 온도 저감 가능 - 광화제 등 저온소성형 원료 적용에 따른 설비 안정성 및 품질 일관성 저하 문제를 해결하기 위한 공정 개선 요소 및 운영 기술 개발 필요 - 저온소성 공정 적용시 보통포틀랜드시멘트 및 혼합시멘트 제조기술, 응용제품 제조기술 개발 필요 <p>○ (기대효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반도체 부산물 등 순환자원을 광화제로 활용하여 클링커 소성온도를 100℃ 이상 저감시킨 저온소성 클링커 생산기술을 확보함으로써 화석연료 사용량 감소와 탄소배출 저감에 기여 - 저온소성 클링커 연속생산 시 광화제 성분 대기배출 위험 저감기술, 설비 내 적분 발생 제어기술, 분진 및 클링커 배출 현열 회수 시스템 기술 확보 - 유연탄 사용량을 저감한 저온소성 포틀랜드 시멘트 제조 및 활용 기술 개발을 통하여 시멘트 산업 탄소중립에 기여하고, 반도체 슬러지 등 순환자원의 안정적 활용 체계를 마련하여 국내 산업생태계 강화 						

2. 연구목표

- 최종목표 : 반도체 부산물 및 순환자원 등을 활용하여 시멘트 클링커 소성온도를 100℃ 이상 낮추어 클링커를 연속 생산하는 기술을 확보하고, 이를 활용한 응용제품 제조기술 및 저온소성을 위한 예열, 냉각 시스템을 고효율화하여 시멘트 산업의 탄소배출을 저감하는 기술 개발
(TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 7 단계)
 - 국내산 반도체 슬러지 등 순환자원의 원료의 품질특성 규명, 소성온도 100℃ 이상 저감 저온소성 클링커 제조를 위한 원료 배합기술 개발
 - 저온소성 클링커 연속 제조 및 클링커 품질 유지가 가능한 공정 기술 개발
 - 저온소성에 적합한 예열기, 소성로 및 냉각기 등 고효율 소성 시스템 기술 개발
 - 저온소성 클링커를 활용한 시멘트 및 이를 활용한 시멘트 응용제품 제조 기술개발
- 역할 및 기능
 - 세부과제를 종합관리 및 사업추진방향 조정(마일스톤 관리)
 - 연구개발을 통해 획득된 유무형의 성과물관리, 사업화 전략 수립 지원
 - 사업성과(실적) 공유, 관리 및 보고 총괄 등

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
 - 1단계 : 30개월 이내, 2단계 : 24개월 이내
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 180억원 이내 (1차년도 : 20억원 이내)
 - 총괄주관연구개발비 : 총 연구개발비 0.9억원 이내 (1차년도 : 0.1억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 비징수

관리번호	2024-패키지-세라믹-08-01		사업구분	소재부품패키지형		
산업기술분류1	대분류	세라믹	중분류	생활 세라믹	소분류	시멘트·콘크리트
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	소성온도 100℃ 저감 저온소성 시멘트 제조효율 향상 및 활용기술 개발					
세부과제명	(1세부) 소성온도 100℃ 저감 저온소성 순환자원 원료대체 기술					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반도체 슬러지 등 순환자원 원료를 광화제로 활용한 저온소성 클링커용 원료 배합 및 시멘트 제조 기술 개발 - 저온소성 클링커의 소성온도 저감 및 CO₂ 감소 효과에 대한 정량평가 기술개발 <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 제조 시 소성공정은 원료의 주요 화학성분(CaO, SiO₂, Al₂O₃ 등)을 고온에서 반응시켜 광물로 합성하는 공정으로 시멘트 품질을 좌우하는 핵심 공정임 - 시멘트 소성공정은 1,400℃ 이상의 고온이 요구되며, 유연탄 및 대체 연료 연소로 인해 다량의 CO₂가 발생되며, 시멘트 전체 제조공정 발생 CO₂의 약 30%를 차지함 - 반도체 제조공정에서 산업부산물인 반도체 슬러지가 국내 다량 발생하고 있어, Up-Cycling을 통한 고부가가치화 방안 마련이 필요 - 반도체 슬러지의 주성분은 CaF₂로 수입 원료인 형석을 대체해 시멘트 소성온도를 낮추기 위한 광화제로 활용될 수 있으나, 시멘트 제조공정에 활용할 수 있는 수준의 활용기술 개발 필요 - 저온소성 클링커 제조기술 확보를 위하여, 저온소성 원료물질로 사용 가능한 순환자원의 발굴 및 활용기술 개발 요구 <p>○ (기대효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반도체 부산물 등 순환자원을 광화제로 활용하여 클링커 소성온도를 100℃ 이상 저감시킨 저온소성 클링커 생산기술을 확보함으로써 화석연료 사용량 감소와 탄소배출 저감에 기여 - 기존 수입에 의존하고 있는 형석의 수입대체 및 다량 발생하고 있는 반도체 슬러지의 재활용 증대 효과 기대 					
2. 연구목표	<p>○ 최종목표 : 저온소성 성분이 함유된 순환자원 원료를 적용한 소성온도 100℃ 이상 저감 클링커 제조 기술 확보 (TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 7 단계)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내산 반도체 슬러지 등 순환자원의 원료의 화학성분, 유해성분, 광물조성, 열적 안정성 등 품질특성 규명 					

- 소성온도 100℃ 이상 저감 저온소성 클링커 제조를 위한 원료 배합기술 개발
- 반도체 슬러지 등 순환자원 원료가 함유된 클링커의 저온 광물합성 메커니즘 규명
- 저온소성 클링커의 현장 소성로 규모 제조기술 확보
- 불소(F) 화합물 배출 억제를 위한 원료 중 불소 함유량 관리기준 도출
- 순환자원 광화제 첨가의 클링커 제조 에너지 저감 및 온실가스 배출 저감 효과 평가

○ 개발목표

성능지표			단위	달성목표	국내 최고 수준	세계 최고수준 (보유국, 기업/기관명)	
1	원료 관련	클링커중 F 함량		%	≥ 0.13	-	≥ 0.13 (영국, Blue Circle Industries PLC)
3	클링커 제조 공정	공정배출먼지		mg/Nm³	≤ 30	≤ 30	≤ 30 (영국, Blue Circle Industries PLC)
4		불소화합물 배출		PPM	≤ 2	≤ 2	≤ 2 (영국, Blue Circle Industries PLC)
5		f-CaO		%	≤ 2	≤ 2	≤ 2 (영국, Blue Circle Industries PLC)
6	시험제조 규모			hr	≥ 48	-	- (영국, Blue Circle Industries PLC)
7	클링커 품질	초결		분	≥ 60	≥ 60	≥ 60 (영국, Blue Circle Industries PLC)
8		종결		hr	≤ 10	≤ 10	≤ 10 (영국, Blue Circle Industries PLC)
9		28일 압축강도		MPa	≥ 42.5	≥ 42.5	≥ 42.5 (영국, Blue Circle Industries PLC)
10		안정 도	오토클레이브	%	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8 (영국, Blue Circle Industries PLC)
			르샤틀리에	mm	≤ 10	≤ 10	≤ 10 (영국, Blue Circle Industries PLC)
11	CO₂ 배출 저감량			kgCO₂-eq/t-clk'	≥ 5	-	≥ 5 (영국, Blue Circle Industries PLC)
12	소성온도 저감			℃	≥ 100	-	≥ 100 (영국, Blue Circle Industries PLC)

* (7),(8),(9),(10) 클링커 품질은 시멘트를 제조하여 평가

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 57억원 이내 (1차년도 : 7억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당 없음

관리번호	2024-패키지-세라믹-08-02		사업구분	패키지형		
산업기술분류1	대분류	세라믹	중분류	생활 세라믹	소분류	시멘트·콘크리트
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	소성온도 100℃ 저감 저온소성 시멘트 제조 및 활용기술 개발					
세부과제명	(2세부) 저온소성 클링커 연속제조 공정기술 및 예열·냉각공정 고효율화 기술개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 제조공정 CO₂ 배출을 저감하면서, 저온소성 시멘트의 제조가 가능한 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> (1) 광화제 연속 사용 및 클링커 품질 유지가 가능한 공정 개선·최적화 (2) 저온소성에 적합한 예열기, 소성로 및 냉각기 등 각종 제반 공정 시스템 고효율화 <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광화제 등 저온소성형 원료 적용에 따른 설비 안정성 및 품질 일관성 저하 문제*를 해결하기 위하여 공정 개선 요소 및 운영 기술 최적화 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 저온소성 원료 적용시 클링커 액상 생성 온도, 휘발도 변화, 액상량 및 점성변화 등으로 소성 설비내 적분 문제 심화 및 액상에 의한 내화물 침식 등 발생 - 실제 규모 설비를 대상으로 연속 생산 공정 시험, 제품 품질 유지가 가능한 공정 요소 기술 개발, 종합 열효율 등을 고려한 최적 운영 기술 개발 필요 - 국내 기존 공정 시스템은 고온소성형 클링커 제조에 최적화되어 있어, 소성로, 예열기 Cyclone, Cooler 등 제반 공정시스템을 개선하여 저온소성 시멘트에 적합한 제조 환경 구축 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 시멘트 제조공정에 투입된 열 에너지는 클링커 합성반응 에너지, 배가스 및 분진 현열(예열기측), 클링커 현열(Cooler측), 방사열(기타 손실) 등의 형태로 배출되어 이를 최소화해야 함 * 저온소성된 클링커는 온도 및 현열이 기존 클링커보다 낮아 저온소성에 적합한 고효율 설비 기술 개발이 필요 <p>○ (기대효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저온소성 클링커 연속생산 시 광화제 성분 대기배출 위험 저감기술, 설비 내 적분 발생 제어기술, 분진 및 클링커 배출 현열 회수 시스템의 최적 설계 및 설치(시공) 기술 확보를 통해 국내 시멘트사 전체로 확대 적용 가능 - 저온소성에 의한 소성공정 에너지 사용량 저감 및 현열 회수 효율 개선으로 시멘트 공정의 주연료이며 전량 수입에 의존하는 유연탄 사용량 저감 효과 					
2. 연구목표	<p>○ 최종목표 : 저온소성 클링커 연속제조 공정 개발 및 시스템 고효율화를 통한 에너지 사용량 및 탄소배출량 저감 (TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 7 단계)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저온소성 클링커 연속 제조 및 클링커 품질 유지가 가능한 공정 기술 개발 					

- 원료 및 클링커 품질변동 최소화 및 설비 운영 핵심 요소 기술
- 액상 및 휘발 성분에 의한 적분 발생 등 공정문제 대응 기술
- 저온소성에 적합한 예열기, 소성로 및 냉각기 등 고효율 소성 시스템 기술 개발
- 예열기 Top Cyclone 집진효율 향상을 통한 시스템 최적 설계 기술
- 저온소성용 광화제 성분 등의 공정제어 기술
- Cooler 냉각 효율 향상을 통한 클링커 현열 회수율 증대 및 시스템 최적 설계 기술

○ 개발목표

성능지표				단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	연속 제조 기술	소성로 연속운전 시간		일	≥ 15	≥ 15	≥ 15 (미국, Claudius Peters)
2		클링커 f-CaO		%	≤ 2.0	≤ 2.0	≥ 15 (미국, Claudius Peters)
3	클링커 품질	응결	초결	분	≥ 60	≥ 60	≤ 120 (미국, Claudius Peters)
4			종결	hr	≤ 10	≤ 10	≤ 120 (미국, Claudius Peters)
5		28일 압축강도		MPa	≥ 42.5	≥ 42.5	≥ 42.5 (EU, EN197 42.5 기준)
6	예열기 효율 향상	Top cyclone 집진효율		%	≥ 90	-	≥ 90 (일본, TEC)
7		예열기 배가스 및 분진의 현열 배출 저감		kcal/kg-clk'	≥ 5	-	≥ 5 (일본, TEC)
8	냉각기 효율 향상	클링커 냉각기 열회수효율		%	≥ 70	-	≥ 70 (미국, Claudius Peters)
9		net 열소비 감소		kcal/kg-clk'	≥ 15	-	≥ 15 (미국, Claudius Peters)
10	CO ₂ 배출 저감량			kgCO ₂ -eq/t-clk'	≥ 7	-	≥ 5 (영국, Blue Orde Industries PLC)

* (4),(5),(6) 클링커 품질은 시멘트를 제조하여 평가

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 68억원 이내 (1차년도 : 8 억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당 없음

관리번호	2024-패키지-세라믹-08-03		사업구분	소재부품패키지형		
산업기술분류1	대분류	세라믹	중분류	생활 세라믹	소분류	시멘트·콘크리트
산업기술분류2	대분류	-	중분류	-	소분류	-
총괄과제명	소성온도 100℃ 저감 저온소성 시멘트 제조효율 향상 및 활용기술 개발					
세부과제명	(3세부) 저온소성 클링커 활용을 위한 시멘트 및 응용제품 제조 기술개발					
1. 개요 및 필요성	<p>○ (개요)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저온소성 클링커의 상용화를 위하여 보통 포틀랜드 시멘트 규격을 충족하는 시멘트 제조기술 및 응용제품 제조 기술 개발 - 저온소성 시멘트의 활용확산을 위한 안정성 평가 및 표준화 기반 확보 <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반도체 슬러지에 포함된 CaF_2 성분[*]에 의해 온실가스 배출의 감소가 가능하나, 슬러지의 성분과 사용량이 클링커 품질에 영향[*]을 미치므로 저온소성 클링커 상용화를 위한 품질확보 기술 필요 * 시멘트 4대 광물상(C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF) 생성율과 클링커 내 잔류 불소(F)성분이 시멘트의 경화 특성에 영향 - 저온소성 클링커는 기존 클링커 대비 피분쇄성 및 수화활성도 등이 달라, 분쇄입도, 혼합재 투입량 및 종류 선정 등 품질확보 기술개발 및 활용방안 마련 필요 <p>○ (기대효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제조 공정시 유연탄 사용량이 적은 저온소성 클링커를 활용한 포틀랜드 시멘트 제조 및 활용 기술 개발을 통하여 시멘트 산업 탄소중립 기여 - 저온소성 시멘트 활용을 통하여 반도체 슬러지 등 순환자원의 안정적 활용 기반을 구축하며, 국내 산업생태계 경쟁력 강화 					
2. 연구목표	<p>○ 최종목표 : 저온소성 클링커를 활용한 시멘트 제품 및 이를 활용한 응용제품 제조 기술 개발</p> <p>(TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 7 단계)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저온소성 클링커를 활용한 혼합재의 혼합분쇄특성 평가 및 이를 활용한 시멘트 제조 기술 확보 * 혼합재 : 석고, 석회석, 고로슬래그 등 무기질 첨가재 - 저온소성 시멘트 활용 응용제품 제조 및 장기안정성[*] 확보기술 개발 * 응용제품 : 레디믹스트콘크리트, 모르타르 배합제품 및 프리캐스트콘크리트 제품 등 * 장기안정성 : 동결융해 저항성, 염소이온 침투저항성 - 저온소성 시멘트 환경안정성 평가 - 저온소성 시멘트의 표준화 가이드라인 도출 * 해외 저온소성 시멘트 관련 표준화 현황조사 결과 및 품질평가 결과 반영 					

○ 개발목표

성능지표				단위	달성목표	국내 최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	시멘트 품질	응결	초결	분	≥ 60	≥ 60	≥ 60 (영국, Blue Circle)
2			종결	hr	≤ 10	≤ 10	≤ 10 (영국, Blue Circle)
3		28일 압축강도		MPa	≥ 42.5	≥ 42.5	≥ 42.5 (영국, Blue Circle)
4		안정 도	오토클레이브	%	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8 (영국, Blue Circle)
5			르샤틀리에	mm	≤ 10	≤ 10	≤ 10 (영국, Blue Circle)
6	콘크리트 품질	압축강도		%	≥ 95	≥ 95	-
7		슬럼프		%	≥ 95	≥ 95	-
8		공기량		%	4.5	4.5	4.5 (영국, Blue Circle)
9		염소이온 침투 저항성		Coulombs	≤ 2000	≤ 2000	≤ 2000 (영국, Blue Circle)
10		동결융해		%	≥ 80	≥ 80	≥ 80 (영국, Blue Circle)
11	시멘트 응용제품			종	≥ 2	-	-
12	저온소성시멘트 환경 안정성 평가			건	≥ 1	-	-
13	저온소성시멘트 표준화 가이드라인			건	≥ 1	-	-

* (6),(7) 보통 포틀랜드 시멘트 적용 콘크리트 대비

* (12) 납, 구리, 비소, 수은, 카드뮴, 6가크롬, 불소 등에 대한 환경 안정성, 수도용 자재 및 제품의 위생안전기준 공정시험방법에 의한 위생안전 기준 이하 및 토양오염 우려기준(1지역) 만족

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 54개월 이내 (1차년도 : 6개월 이내)
- 정부연구개발비 : 총 정부연구개발비 55억원 이내 (1차년도 : 5억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당 없음