

최종보고서(일반과제용)										보안등급	
										일반[☒], 보안[☐]	
중앙행정기관명	국토교통부					사업명		사업명		일반사업	
전문기관명	국토교통과학기술진흥원					내역사업명		국토교통기술촉진연구사업			
공고번호	-					총괄연구개발 식별번호		-			
						연구개발과제번호		21CTAP-C151778-03			
국가과학기술 표준분류	EI0402	40%	EI0410	15%	EI1102	15%	EI0499	15%	EI0404	15%	
총괄연구개발명	국문	-									
	영문	-									
연구개발과제명	국문	건설 구조물 누수원천 차단을 위한 -30℃ 및 15mm 거동 대응형 비경화 방수재료 및 공법 개발									
	영문	Development of Non-hardening Waterproofing Material with Response Properties -30℃ and 15mm Substrate Movement for Fundamental Water-leakage Prevention in Concrete Structures									
주관연구기관	기관명	서울과학기술대학교 산학협력단					사업자등록번호		210-82-08420		
	주소	(우) 01811 서울특별시 노원구 공릉로 232 서울과학기술대학교					법인등록번호		-		
주관연구책임자	성명	오상근					직위		교수		
	연락처	직장전화	02-970-6559			휴대전화		010-5238-2955			
		전자우편	ohsang@sseoultech.ac.kr			국가연구자번호		1014 1938			
연구개발기간	전체	2019. 04. 05 - 2021. 12. 31(2년 7개월)									
	1년차	2019. 04. 05 - 2019. 12. 31(7개월)									
	2년차	2020. 01. 01 - 2020. 12. 31(1년)									
	3년차	2021. 01. 01 - 2021. 12. 31(1년)									
연구개발비 (단위 : 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비			그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금		
					지방자치단체		기타 (상대국부담금)		합계		
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	500,000	16,800	150,000	-	-	8,400	45,000	525,200	195,000	720,200	-
1년차	100,000	3,400	30,000	-	-	2,000	5,000	105,400	35,000	140,400	-
2년차	200,000	6,700	60,000	-	-	3,200	20,000	209,900	80,000	289,900	-
3년차	200,000	6,700	60,000	-	-	3,200	20,000	209,900	80,000	289,900	-
공동연구기관 등	기관명	책임자	직위	휴대전화		전자우편		비고			
								역할 기관유형			
공동연구기관	신소재융합연구소	최수영	책임연구원	010-5435-4220		csyung777@naver.com		공동 중소기업			
	호북공업대학교	贺行洋	교수	+86 139-8600-0379		hxy.cn@126.com		공동 학계			
	湖北大工防水科技有限公司	储劲松	연구원	+86 139-9560-9398		184122338@qq.com		공동 중소기업			
위탁연구기관	-	-	-	-		-		-			
연구기관 외 기관	-	-	-	-		-		-			
연구개발담당자 실무담당자	성명	김수연					직위		연구교수		
	연락처	직장전화	02-977-6692			휴대전화		010-3163-9446			
		전자우편	ksr1115@seoultech.ac.kr			국가연구자번호		1101 2583			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 12월 20일

주관연구책임자 : 오 상 근

주관연구기관의 장 : 서울과학기술대학교 산학협력단 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하



< 요약 >

사업명		일반사업				총괄연구개발 식별번호			-		
내역사업명		국토교통기술촉진연구사업				연구개발과제번호			21CTAP-C151778-03		
국가과학기술 표준분류		EI0402	40%	EI0410	15%	EI1102	15%	EI0499	15%	EI0404	15%
총괄연구개발명		-									
연구개발과제명		건설 구조물 누수원천 차단을 위한 -30℃ 및 15mm 거동 대응형 비경화 방수재료 및 공법 개발									
전체 연구개발기간		2019. 04. 05 - 2021. 12. 31(2년 7개월)									
총 연구개발비		총 천원 (정부지원연구개발비 : 천원, 기관부담연구개발비 : 천원, 지방자치단체 : 천원, 그 외 지원금 : 천원)									
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[✓] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]				기술성숙도		착수시점 기준(3단계) 종료시점 목표(7단계)			
연구개발과제 유형		지정공모 [✓] 자유공모 []									
연구개발과제 특성		실용화									
연구 개발 목표 및 내용	최종 목표	건설 구조물 누수원천 차단을 위한 -30℃ 및 15 mm 거동 대응형 비경화 방수재료 및 공법 개발									
	전체 내용	(주관기관 : 서울과학기술대학교) - 핵심성과물 ① : 비경화형 타입 방수재의 한중 공동품질 기준안 - 핵심성과물 ② : 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 - 핵심성과물 ③ : 비경화형 타입 방수재에 대한 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 - 핵심성과물 ④ : 비경화형 타입 방수재의 현장 유지관리 매뉴얼 (공동기관1/참여기관 1 : 신소재융합연구소) - 핵심성과물 ① : JC/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 - 핵심성과물 ② : -30℃ 저온환경 및 15 mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 - 핵심성과물 ③ : 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 - 핵심성과물 ④ : 기초배합설계 및 시험배합을 통한 배합비 관련 데이터 베이스 (공동연구기관 2 : 호북공업대학교) - 핵심성과물 ① : 비경화형 타입 방수재의 한중 공동품질 기준안 - 핵심성과물 ② : 비경화형 타입 방수재에 대한 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 - 핵심성과물 ③ : 비경화형 타입 방수재의 현장 유지관리 매뉴얼 (참여기관 2 : 湖北大工防水科技有限公司) - 핵심성과물 ① : 중국 지역별 기후 특성 및 기후 특성에 따른 하자 분석 데이터 - 핵심성과물 ② : -30℃ 저온 환경 및 15 mm 거동 대응 성능을 가지는 비경화 방수재 시제품									
	1년차	목표	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교) - 한중 시험평가항목 분석 - 성능평가 데이터베이스 구축 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - 기본 배합비 설정 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - 중국 기후 분석 - 성능평가 데이터베이스 구축 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 하자사례 조사 및 분석								
	내용	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교)									

			- 한국 KS F 4935 전 항목 시험평가 및 분석 - 중국 JC/T 2428 전 항목 시험평가 및 분석 - 성능평가 데이터베이스 구축 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - JC/T 성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합 - -30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석 - 시제품 제작 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - 중국 기후 특성 분석 - JC/T 2428 전 항목 시험평가 및 분석 - 성능평가 데이터베이스 구축 및 한중 공동품질기준 정립 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석
	2년차	목표	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교) - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능에 대한 시험 환경 확보 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능에 대응 가능한 시제품 제작 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능에 대한 시험 환경 확보 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작
		내용	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교) - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능 확보를 위한 시험체 제작 및 시험환경 조성 - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능 확보를 위한 시험평가 및 분석 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - 기초 배합설계 및 시험배합 진행 - 시험평가 및 분석, Master 샘플 조성 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능 확보를 위한 시험체 제작 및 시험환경 조성 - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응성능 확보를 위한 시험평가 및 분석 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 시제품 제작
3년차		목표	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교) - 시방서 정립 - 유지관리 매뉴얼 정립 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - 배합비 도출 - 현장 모니터링 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - 시제품 방수재 현장적용 기술 개발 - 시방서 정립 - 유지관리 매뉴얼 정립 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 시제품 제작 - 현장 모니터링
		내용	○ 주관연구기관(서울과학기술대학교) - 누수 원천 차단을 위한 시공 기술 및 시방서 정립

		- 연구내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립 ○ 공동연구기관 1 / 참여기업 1(신소재융합연구소) - 시제품 배합비 도출 - 시제품 현장 모니터링 검증 및 Mock-up 검증평가 모니터링 ○ 공동연구기관 2(호북공업대학교) - 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 시공 기술 개발 - 누수 원천 차단을 위한 시공 기술 및 시방서 정립 - 연구내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립 ○ 참여기업 2(湖北大工防水科技有限公司) - 최적배합비를 근거로 한 시제품 제작 - 시제품 현장 모니터링 검증 및 Mock-up 검증평가 모니터링
--	--	---

연구개발성과	▪ 중국 규격을 만족하는 비경화 타입의 방수재료 및 제조 기술 ▪ -30℃ 극저온 환경과 15 mm 거동 대응 성능을 확보한 방수재 및 공법
--------	---

연구개발성과 활용방안 및 기대효과	가. 기술적 측면
	▪ 공동 기술 개발 연구를 통한 韓·中 양국 간 기술 교류 및 전파 촉진 ▪ 중국 방수 시장에서 활용되고 있는 기술, 방수재, 제도 등에 대한 명확한 자료 확보 ▪ 국내에 한정되지 않고 보다 넓은 환경 조건에 대한 비경화 타입 방수재의 품질 성능 자료 구축 ▪ 국내 현장 적용 외에도 국외 현장 적용을 통해 비경화 타입 방수재 기술에 대한 완성도를 향상
	나. 경제적 · 산업적 측면
	▪ 중국과의 공동 기술 개발 연구를 통한 비경화 타입의 방수재 개발로 중국 시장 진출을 위한 교두보 역할 및 중국 산업과의 공동 기술개발 및 연구 활성화 ▪ 극한 환경 조건에서 구조물의 누수하자문제를 방지하여 구조물 내구성 확보로 사용수명 확대 및 유지관리 비용 절감 ▪ 연구 개발을 통해 제조된 비경화 타입 방수재의 적용이 필요한 국가로의 기술 및 제품 수출 활성화
	다. 사회적 측면
	▪ 전 세계적으로 최고 품질 방수재 및 공법 기술을 확보한 것에 대한 국위선양 ▪ 韓·中 양국 간 잦은 기술 교류 및 방문을 통해 우호도 증진 ▪ 중국과의 공동 기술 연구를 통한 품질 성능 개질 및 개선, 제품 개발로 국내 방수 시장과 제도 및 규격에 있어 국제 공동 연구 진행에 대한 벤치마킹 선례를 남김 ▪ 극한 환경에서의 방수재 품질 저하로 인한 누수하자문제를 방지함으로써 구조물 사용자의 생활환경 안전 및 만족도에 기여

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	해당없음
-----------------------	------

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국문핵심어 (5개 이내)	방수	비경화형 타입 방수재	저온 환경	거동 대응	품질기준
------------------	----	----------------	-------	-------	------

영문핵심어 (5개 이내)	Waterproofing	Non-hardening waterproofing material	Low temperature environment	Substrate	Quality standard
------------------	---------------	--	--------------------------------	-----------	------------------

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	01
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	07
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	17
4. 목표 미달 시 원인분석	33
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	34
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	34

별첨자료(참고문헌 등) - 기타 제출자료 참조 -

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 최종 목표

○ 최종 목표

- 본 연구의 최종 목표는 “중국 시장 개척을 위한 극조건 대응형 건설 구조물 누수 원천 차단 기술 개발”로써 핵심 개발 요소
 - 첫째, 중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 성능 항목과 상응하는 공동품질기준 마련
 - 둘째, -30℃ 저온환경에서의 성능 발현 및 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능한 성능을 동시에 가지는 제품을 개발



<그림 1> 연구개발 최종 목표

○ 최종 목표 설정 근거

- 설정된 최종 목표에 따른 As-Is, To-Be 분석을 진행함

<표 1> As-Is, To-Be 분석 결과

수행 목표	As-Is	To-Be
중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동품질기준 마련	• 중국은 비경화형 썰재를 활용한 방수재 제조에 대한 원천기술이 없으나, 단체표준을 마련을 통해 성능 기준을 마련 • 우리나라는 비경화형 썰재를 활용한 방수재 제조에 대한 원천기술을 보유하고 있으나, 관련 표준이 전무함. • 중국 시장 진출을 위해서는 중국의 NEEDS인 제조기술 전수 및 중국 표준에 상응하는 성능 확보를 위한 품질기준이 필요함.	• 우리나라 원천기술을 바탕으로 중국과의 공동 연구를 통해 국내 성능 목표치 보다 상향된 (중국 표준 JC/T 2428-2017에 상응) 한중 공동품질기준을 개발함 • 한중 공동품질관리 기준에 상응하는 저온환경 및 거동 대응 성능 제품의 제조 기술의 개발과 한중 공동품질관리 체계를 확보함
-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능한 제품 개발	• 우리나라가 원천기술로 보유하고 있는 제조기술로 생산한 비경화 썰재의 성능은 KS F 4935 기준으로 내한성 -20±1℃가 최저온 기준이며, 구조물 거동의 경우, 국토교통부 공동구표준시방서 상 온도조건 -10℃에서 거동 폭 최대 10mm로 설정되어 있어 성능한계가 있음. • 중국의 일부지역은 최저 -30℃의 기온환경이 조성되며, 계절별 기온차가 커 구조물의 균열 거동 폭이 크게 발생되어 중장기적으로 방수층 손상이 우려됨. • 중국 전 지역(특히 북방지역)을 대상으로 개발 대상 제품 및 공법 적용을 위해 현재 우리나라가 보유한 원천 제조기술을 바탕으로 성능한계를 극복할 수 있는 제품이 요구됨.	• 우리나라 원천제조기술을 기반으로 국내 성능한계를 극복할 수 있는 제조 배합비의 개선, 성능 검증 연구를 추진함. • 배합비 개선에 따라 제조된 시제품에 대한 성능목표치(품질기준) 만족 여부를 평가함 • 성능 목표치(품질기준)가 -30℃ 저온환경, 거동폭 15mm 이상에 대응하는 시제품을 개발함 • 개발된 제품의 생산을 위한 한중 공동특허 등록 및 생산 설비 구축 계획 수립

○ 세부 목표

- 최종 목표에 따른 기술개발 세부 목표는 다음 표 2와 같음

<표 2> 기술개발 세부 목표

최종 성과 목표	세부 목표	성격	설정근거
중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동품질기준 마련	(성과 1) 중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 항목 성능 기준에 상응하는 한중 공동품질기준 마련 ▶ 기존 한국 제품과 중국 제품의 품질 비교 ▶ 품질관리 요구성능(30℃, 거동 15mm 조건 반영) 항목의 선정 ▶ 공동 품질관리 항목 및 품질 기준 설정 ▶ 시험방법의 개발 및 결정	품질관리 기준 개발	To-Be 분석 결과 참조
-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제품 개발	(성과 2) (성과 1)의 성과와 동시에 -30℃ 저온환경에서 성능발현 및 15mm 균열 거동에 대응 가능한 성능 확보 제조 기술 개발 ▶ -30℃ 저온환경에서 15mm 균열 거동 대응 성능 발현이 가능한 방수재 제조 기술의 개발	시제품 개발	
	(성과 3) 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발 ▶ 개발된 시제품의 현장 적용(Mock-Up)을 통한 시공 및 품질 관리 지침 마련	실무 기술 지침 개발	

○ 기술 성숙도

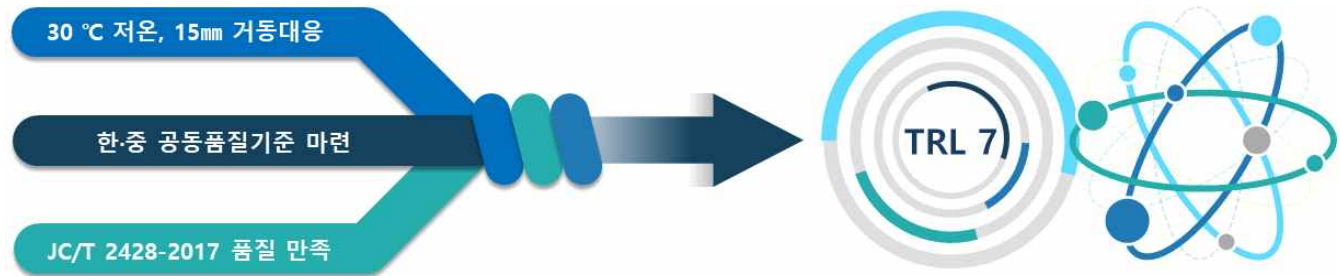
- 본 연구의 최종 기술개발 성숙도는 실용화 단계인 TRL7(실제 환경 시작품 데모단계)로 설정하였으며, 이를 목표로 연구개발을 진행함
- 이에 연구종료 후에도 개발된 기술의 활용성을 확보하고, 한중 공동 품질기준을 마련하여 국내 개발제품의 중국시장 진출을 목표로 함

<표 3> 최종성과물의 기술성숙도 설정(1)

구분		연구착수	연구종료	단계별 설명	
기초연구 단계	TRL 1	☐	☐	TRL 1	이론적 연구단계
	TRL 2	☐	☐	TRL 2	기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	■	☐	TRL 3	실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	☐	TRL 4	실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐	☐	TRL 5	유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	☐	TRL 6	유사환경 기술시험 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	■	TRL 7	실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	☐	TRL 8	시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	☐	TRL 9	현장적용/사업화 단계

<표 4> 최종성과물의 기술성숙도 설정(2)

최종성과물	기술성숙도(TRL)		설정근거
	연구착수시	연구종료시	
중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 성능 항목과 부합하고 -30℃ 저온환경 하 15 mm 거동대응성능을 확보한 비경화 형 방수재료(셀재) 및 시공기술의 개발과 한·중 공동품질기준 마련	TRL 3	TRL 7	- TRL 3 : 우리나라의 원천 제조 기술 수준과 중국의 기초생산 수준을 고려하여 양국의 제품에 대한 실험적 증명 단계에서부터 연구 수행이 가능함. - TRL 7 : 실용화단계의 실제 환경 시제품 데모 단계로서 추가적인 공동연구 없이도 한·중 공동품질기준 마련을 통해 실용화 및 사업화까지 도달할 수 있는 기술적·제도적 발판을 마련할 수 있음.



<그림 2> 기술 성숙도 설정목표

2) 연구개발과제의 년차별 목표

○ 1차년도

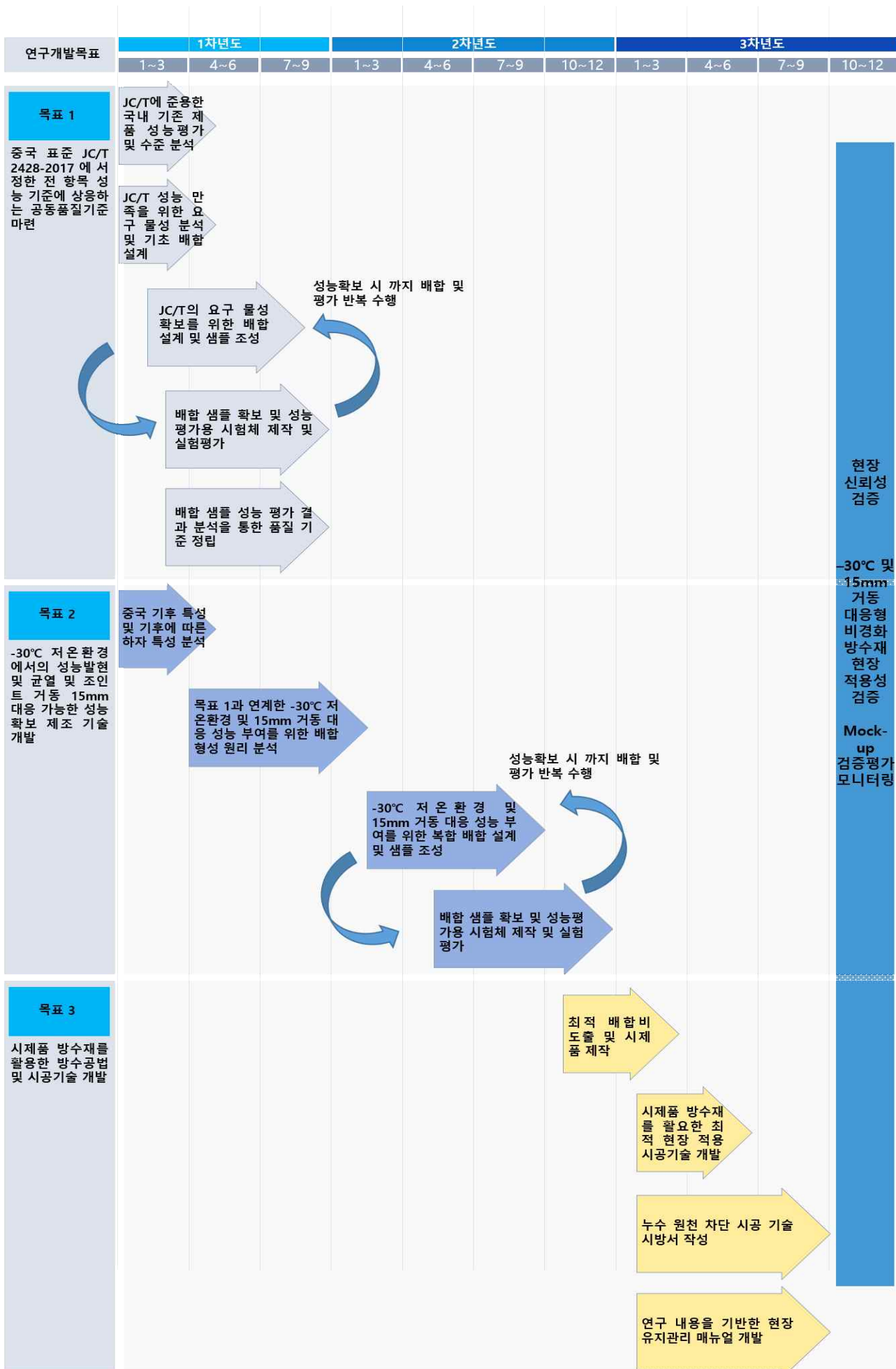
- 1차년도 목표 (1) : 중국 표준 JC/T 2428에 명시된 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동품질기준 마련
- 1차년도 목표 (2) : -30℃ 저온환경에서의 성능발현, 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보
제조기술 개발
 - JC/T를 준용한 국내 기존 제품 성능평가 및 수준 분석
 - JC/T 성능 만족을 위한 요구 물성 분석 및 기초 배합 설계
 - JC/T의 요구 물성 확보를 위한 배합 설계 및 샘플 조성
 - 배합 샘플 확보 및 성능 평가용 시험체 제작 및 실험평가
 - 배합 샘플 성능 평가 결과 분석을 통한 품질기준 정립
 - 중국 기후 특성 및 기후에 따른 하자 특성 분석
 - 목표 1과 연계된 -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석

○ 2차년도

- 2차년도 목표 (1) : -30℃ 저온환경에서의 성능발현, 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보
제조기술 개발
- 2차년도 목표 (2) : 시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술 개발
 - -30℃ 저온환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 복합 배합 설계 및 샘플 조성
 - 배합 샘플 확보, 성능평가용 시험체 제작 및 실험 평가
 - 최적 배합비 도출 및 시제품 제작

○ 3차년도

- 3차년도 목표 (1) : 시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술 개발
 - 최적 배합비 도출 및 시제품 제작
 - 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공기술 개발
 - 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 작성
 - 연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 개발



<그림 3> 연구 진행 계획

<표 5> 차년도별 연구개발 목표

구분	연구개발목표	현재 국내·외 기술수준	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (연구비)	추진일정			
							1분기 (1/4)	2분기 (2/4)	3분기 (3/4)	4분기 (4/4)
1차년도 (2019)	중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 한중 공동 품질 기준 마련	평가 자료 없음	국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토(시험평가)	성능평가 보고서 1건	중국 표준 JC/T 2428-2017 의 전 항목 성능 기준에 상응하는 한중 공동 품질기준 마련	20 % (133,400)	-			
			국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석(시험평가)	성능평가 보고서 1건						
			JC/T 요구성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합(Lab 배합)	보고서 1건						
			Master 샘플 조성	보고서 1건						
			배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항 목 시험평가, 물성분석	보고서 1건						
			한중 공동품질기준(안) 마련	보고서 1건						
			논문(각 국가 학술지 게재)	학술지 논문 1건						
	-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조 기술 개발	평가 자료 없음	JC/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	특허 출원 1건						
2차년도 (2020)	-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조 기술 개발	평가 자료 없음	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석	보고서 1건	-30℃ 저온환경에 서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조 기술 개발	40 % (266,700)				
			중국 지역별 기후 특성 분석	보고서 1건						
			중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석	보고서 1건						
			-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석	보고서 1건						
			-30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 기초배합설계 및 시험배합	보고서 1건						
			Master 샘플 조성	보고서 1건						
			배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석	보고서 1건						
			-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	특허 출원 1건						
3차년도 (2021)	시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술	평가 자료 없음	논문(각 국가 학술지 게재)	학술지 논문 1건						
			최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작	시작품 1건						
			시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링	모니터링 보고서 1건	시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술 개발	40 % (266,700)				
			누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립	시방서 1건						
			연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립	유지관리 매뉴얼 1건						
			논문(국내 학술지 게재)	학술지 논문 1건						
			시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	특허 출원 1건						

■ 최종 시제품 개발 목표치

<표 6> 최종시제품 개발 목표치

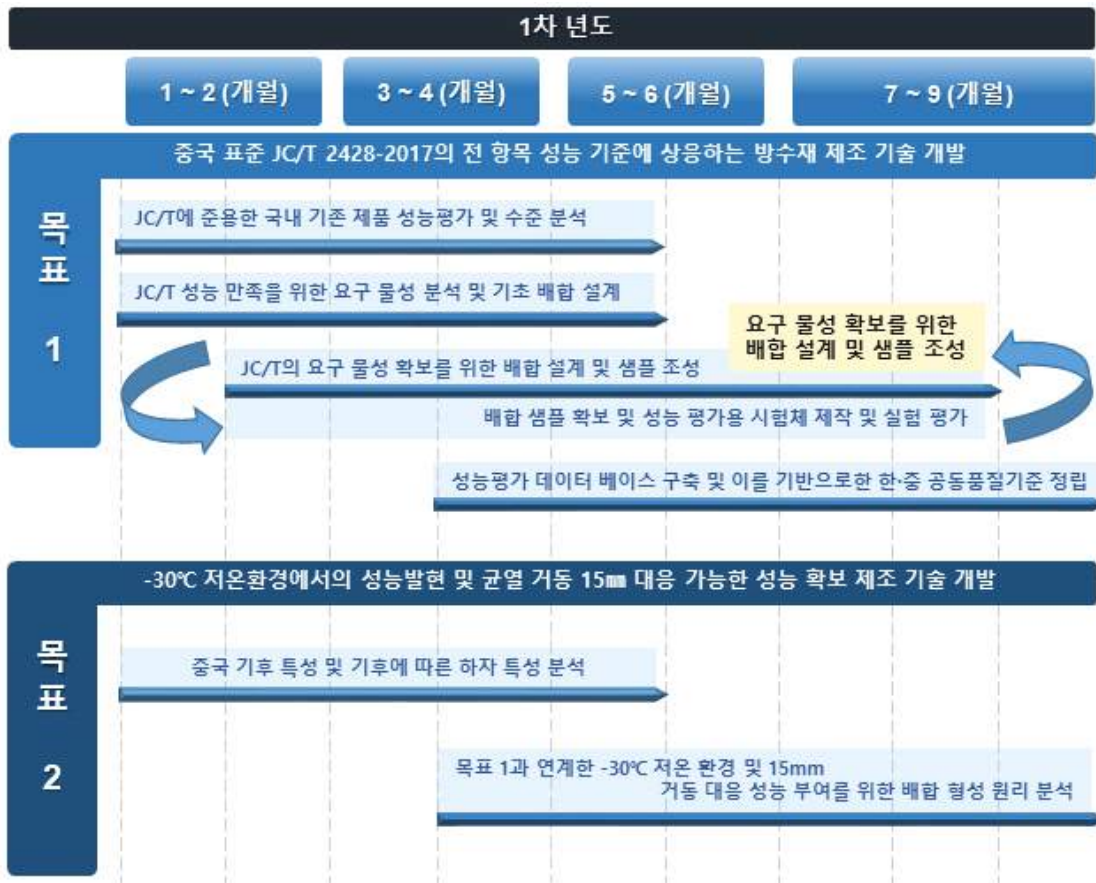
평가 항목		단위	전체 항목에서 차지하는 비중(%)	세계최고 수준	연구개발 전 국내수준	개발 목표치						평가 방법
				성능수준	성능수준	1차년도 (2019년)		2차년도 (2020년)		3차년도 (2021년)		
						목표치	달성여부(O/X)	목표치	달성여부(O/X)	목표치	달성여부(O/X)	
1. 점화온도		℃	1	평가 자료 없음	평가 자료 없음	130 이상	O	150 이상	O	180 이상	O	JC/T 2428-2017 非固化橡胶 沥青防水涂料 料
2. 고형분		%	1			80 이상	O	90 이상	O	98 이상	O	
3. 접착성능	건조표면	-	1			80%	O	90%	O	100%	O	
	습윤표면	-				5 이상	O	10 이상	O	15 이상	O	
4. 연장성능		mm	1			이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
5. 저온유연성		-	1			이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
6. 내열성		℃	1			5 이상	O	10 이상	O	15 이상	O	
7. 열노화	연장성능	mm	1			이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
	저온유연성	-				이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
8. 내산성 (황산)	외관	-	1			이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
	신장성능	mm				5 이상	O	10 이상	O	15 이상	O	
	질량변화	%				±5	O	±3	O	±2	O	
9. 내산성 (알칼리)	외관	-	1			이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O	
	신장성능	mm				5 이상	O	10 이상	O	15 이상	O	
	질량변화	%		±5	O	±3	O	±2	O			
10. 내염성 (염화나트륨)	외관	-	1	이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O			
	신장성능	mm		5 이상	O	10 이상	O	15 이상	O			
	질량변화	%		±5	O	±3	O	±2	O			
11.자가치유성능		-	1	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
12. 탈유성		mm	1	5 이하	O	3 이하	O	2 이하	O			
13. 응력에 의한 늘어짐	무처리	mm	1	50 이하	O	40 이하	O	35 이하	O			
	70℃	mm		투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
14. 차수성		-	1	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
15. 투수저항성		-	1	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
16. 습윤면부착성		-	1	이상 없음	O	이상 없음	O	이상 없음	O			
17. 구조물 거동대응성		-	1	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
18. 수증유실저항성		%	1	질량 변화 -0.1% 이내	O	질량 변화 -0.1% 이내	O	질량 변화 -0.1% 이내	O			
19. 내화학적성	염산	%	1	질량 변화 -0.1% 이내	질량 변화 -0.1% 이내	질량 변화 -0.1% 이내	O	질량 변화 -0.1% 이내	O	질량 변화 -0.1% 이내	O	KS F 4935 2008 점착 유연형 고무아스팔트계 누수보수용 주입형 실링재
	질산											
	황산											
	염화나트륨											
	알칼리											
20. 온도의존성		-	1	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O	투수되지 않음	O			
21. 구조물 거동대응성		-	80	-20℃, 10mm 균열대응	-20℃, 10mm 균열대응	-20℃, 15mm 균열대응	O	-25℃, 15mm 균열대응	O	-30℃, 15mm 균열대응	O	LH 표준시방서

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

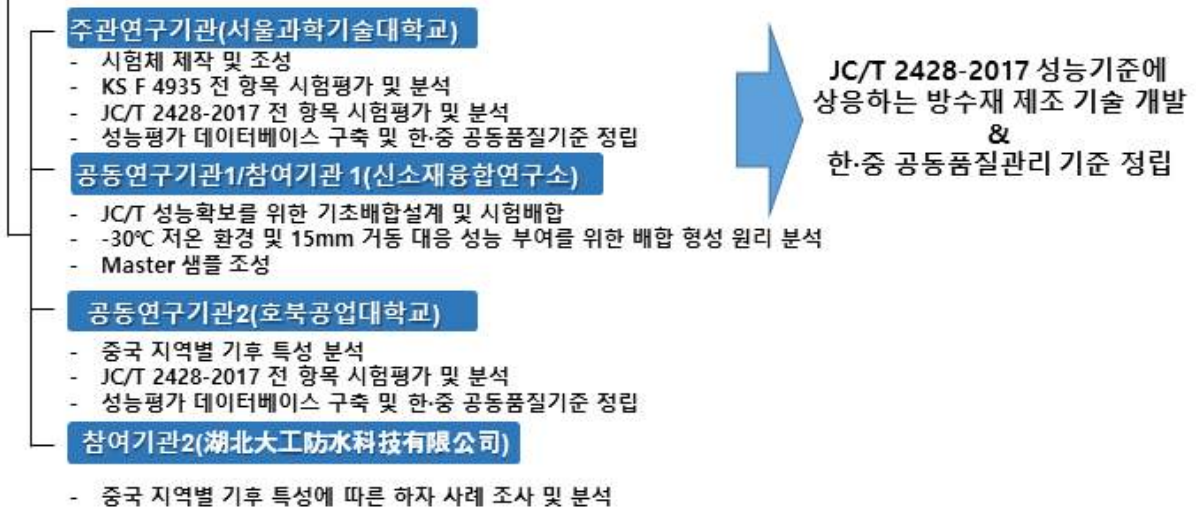
1) 개발 목표 및 내용, 범위

○ 1차년도

① 개발 목표



1차 년도



<그림 4> 1차년도 개발 목표

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(서울과학기술대학교)

- ✓ 국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토(시험평가)
- ✓ 국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석
- ✓ 한·중 공동품질기준(안) 마련

✓ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석

✓ 논문(국내 학술지 게재)

- 공동연구기관 1/참여기관 1(신소재융합연구소)

✓ JC/T 요구성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합(Lab 배합)

✓ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석

✓ Master 샘플 조성

✓ JC/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안)출원

- 공동연구기관 2(호북공업대학교)

✓ 중국 지역별 기후 특성 분석

✓ 중국 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석

✓ 한중 공동품질기준(안) 마련

✓ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석

✓ 논문(중국 학술지 게재)

- 참여기관 2(湖北大工防水科技有限公司)

✓ 중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석

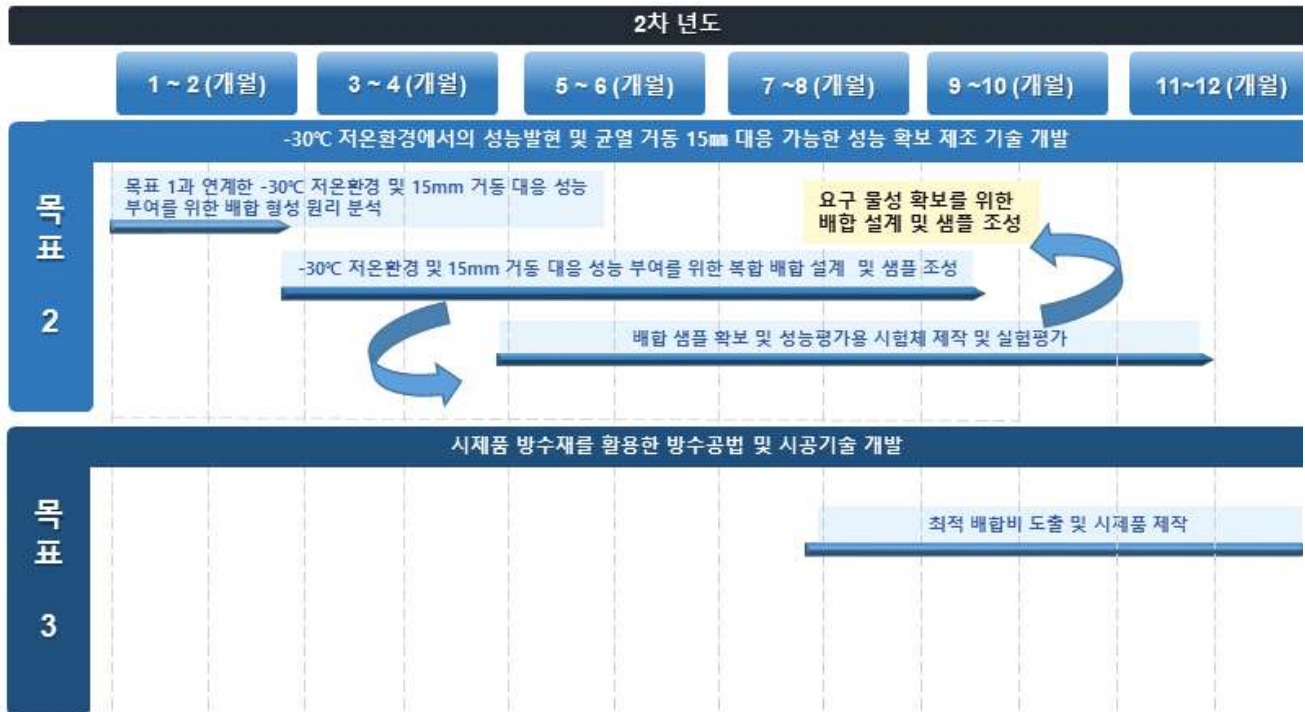
<표 7> 1차년도 수행 기관별 연구 참여 범위

1차 년도		수행기관			
연구개발 목표	주요 연구내용	서울과기대	신소재	호북공대	湖北大工 防水科技 有限公司
		주관	공동1/참여1	공동2	참여2
중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목에 성능상응하 는 품질기준 마련	국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토 (시험평가)	●		○	
	국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석	●		○	
	중국 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석	○		●	
	배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석	●		●	
	한중 공동품질기준(안) 마련	●		●	
	논문(각 국가 학술지 게재)	●		●	
	JC/T 요구성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합(Lab 배합)		●		
	C/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안)출원		●		
	Master 샘플 조성		●		
-30℃ 저온환경에 서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발	중국 지역별 기후 특성 분석			●	○
	중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석			○	●
	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석		●		○

● 책임, ○ 협력

○ 2차년도

① 개발 목표



2차 년도



<그림 5> 2차년도 개발 목표

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(서울과학기술대학교)

- ✓ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석
- ✓ 논문(국내 학술지 게재)
- ✓ 한·중 국제공동 생산 협력 MOU 체결

- 공동연구기관 1/참여기관 1(신소재융합연구소)

- ✓ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석
- ✓ -30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 기초배합설계 및 시험배합
- ✓ Master 샘플 조성

- ✓ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원
- ✓ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석
- ✓ 2차년도 연구 결과 및 내용 국외 SCI(E) 논문 게재
- 공동연구기관 2(호북공업대학교)
 - ✓ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석
 - ✓ 논문(중국 학술지 게재)
- 참여기관 2(湖北大工防水科技有限公司)
 - ✓ 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작

<표 8> 2차년도 수행 기관별 연구 참여 범위

2차 년도		수행기관			
연구개발 목표	주요 연구내용	서울과기대	신소재	호북공대	湖北大工 防水科技 有限公司
		주관	공동1/참여1	공동2	참여2
-30℃ 저온환경에서 의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조 기술 개발	배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석	●	○	●	
	논문(각 국가 학술지 게재)	●		●	
	국외 SCI(E) 논문 게재		●		
	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원		●		
	한·중 국제공동 생산 협력 MOU 체결	●			
	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석		●		○
	-30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 기초배합설계 및 시험배합		●		○
	Master 샘플 조성		●		○
시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작		○		●

● 책임, ○ 협력

○ 3차년도

① 개발 목표



3차 년도



<그림 6> 3차년도 개발 목표

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(서울과학기술대학교)
 - ✓ 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립
 - ✓ 연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립
 - ✓ 논문(국내 학술지 게재)
 - ✓ 한·중 기업 수출입 수행 계약서 체결
- 공동연구기관 1/참여기관 1(신소재융합연구소)
 - ✓ 최적 배합비 도출
 - ✓ 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원
 - ✓ 시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링
 - ✓ 3차년도 연구 결과 및 내용 국외 SCI(E) 논문 게재

- 공동연구기관 2(호북공업대학교)

- ✓ 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립
- ✓ 연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립
- ✓ 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작 및 시제품 현장 MOUK-UP 모니터링 검증 혹은 -30℃ 저온 대형 시험 장치 활용 검증 모니터링 실시
- ✓ 논문(중국 학술지 게재)

- 참여기관 2(湖北大工防水科技有限公司)

- ✓ 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작
- ✓ 시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링

<표 9> 3차년도 수행 기관별 연구 참여 범위

3차 년도		수행기관			
연구개발 목표	주요 연구내용	서울과기대	신소재	호북공대	湖北大工 防水科技 有限公司
		주관	공동1/참여1	공동2	참여2
시제품 방수재를 활용한 방수공법 및 시공기술	누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립	●		○	
	연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립	●		○	
	논문(국내 학술지 게재)	●		●	
	국외 SCI(E) 논문 게재		●		
	시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원		●		
	최적 배합비 도출		●		
	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작		○		●
	한·중 기업 수출입 수행 계약 체결	●	○	○	○
	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작 및 시제품 현장 MOUK-UP 모니터링 검증 혹은 -30℃저온 대형 시험 장치 활용 검증 모니터링 실시	○	○	○	●

● 책임, ○ 협력

2) 추진 전략 및 방법

<표 10> 연구개발 추진전략 및 방법

	수행기관	추진전략 및 방법	성과	연차
연구개발 범위	주관기관	⇒ 국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토(시험평가) ⇒ 국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석 ⇒ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석 ⇒ 한·중 공동품질기준(안) 마련 ⇒ 논문(국내 학술지 게재)		1차 년도
	공동기관1/ 참여기관1	⇒ JC/T 요구성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합(Lab 배합) ⇒ Master 샘플 조성 ⇒ JC/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원 ⇒ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석	특허출원 1건 특허등록 건 논문 2건 시제품 건 S/W 건 기타 건	
	공동기관 2	⇒ 중국 지역별 기후 특성 분석 ⇒ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석 ⇒ 한·중 공동품질기준(안) 마련 ⇒ 논문(중국 학술지 게재)		
	참여기관 2	⇒ 중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석		
	주관기관	⇒ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석 ⇒ 논문(국내 학술지 게재)		2차 년도
	공동기관1/ 참여기관1	⇒ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석 ⇒ -30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 기초배합설계 및 시험배합 ⇒ Master 샘플 조성 ⇒ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석 ⇒ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	특허출원 1건 특허등록 건 논문 2건 시제품 건 S/W 건 기타 건	
	공동기관 2	⇒ 배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 -30℃ 및 15mm 거동 폭 대응 성능 확보 여부에 대한 시험평가, 물성분석 ⇒ 논문(중국 학술지 게재)		
	참여기관 2	⇒ 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작		
	주관기관	⇒ 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립 ⇒ 연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립 ⇒ 논문(국내 학술지 게재) ⇒ 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권(특허 또는 실용신안)공동 출원	특허출원 1건 특허등록 건 논문 2건 시제품 1건 S/W 건 기타 건	3차 년도
	공동기관	⇒ 누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립 ⇒ 연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립 ⇒ 논문(중국 학술지 게재)		
	참여기관 1	⇒ 최적 배합비 도출 ⇒ 시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권(특허 또는 실용신안)공동 출원		
	참여기관 2	⇒ 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작 ⇒ 시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링		

3) 추진 체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	건설 구조물 누수원천 차단을 위한 -30℃ 및 15mm 거동 대응형 비경화 방수재료 및 공법 개발	주관연구책임자 (오상근)외 총 10명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
대 기 업	0	0
중견기업	0	0
중소기업	2	5
대 학	2	5

주관 연구 기관
서울과학기술대학교
연구책임자명 (오상근)외 2명
담당기술개발내용
✓ 국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토 ✓ 국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석 ✓ Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석 ✓ 한중 공동품질기준(안) 마련

공동기관1 / 참여기관1
신소재융합연구소
연구책임자명 (최수영)외 2명
담당기술개발내용
✓ -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석 ✓ 기초 배합 설계 및 시험 배합 ✓ MASTER 샘플 조성 및 최적 배합비 도출

공동기관2
호북공업대학교
연구책임자명 (He Xing Yang)외 1명
담당기술개발내용
✓ 중국 지역별 기후 특성 분석 ✓ 중국 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석 ✓ Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석 ✓ 한중 공동품질기준(안) 마련

참여기관2
湖北大工防水科技有限公司
연구책임자명 (Chu Jin Song)외 1명
담당기술개발내용
✓ 중국 지역별 하자 사례 조사 및 분석 ✓ 시제품 생산 ✓ 현장 모니터링 평가

4) 추진 일정

<표 11> 1차년도 추진일정

1차년도												
일련 번호	연구내용	추진 일정									연구 개발비 (천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토(시험평가)										133,400	오상근 (과기대)
2	국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석											오상근 (과기대)
3	JC/T 요구성능확보를 위한 기초배합설계 및 시험배합											최수영 (신소재융합연구소)
4	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석											최수영 (신소재융합연구소)
5	Master 샘플 조성											최수영 (신소재융합연구소)
6	배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석											오상근 (과기대)
												호북대 (He Xing Yang)
7	JC/T 2428-2017에 부합한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권 출원											최수영 (신소재융합연구소)
8	중국 지역별 기후 특성 분석											호북대 (He Xing Yang)
9	중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석											湖北大工公司 (Chu Jin Song)
10	논문 (학술지 게재)										오상근 (과기대)	
											호북대 (He Xing Yang)	

<표 12> 2차년도 추진일정

2차년도													
일련 번호	연구내용	추진 일정											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석												
2	-30℃ 저온 환경 및 15mm 거동 대응 성능 부여를 위한 기초배합설계 및 시험배합												
3	Master 샘플 조성												

<표 13> 2차년도 추진일정 (계속)

1차년도															
일련 번호	연구내용	추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
4	배합설계 및 시험배합 결과 Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가, 물성분석													266,700	오상근 (과기대)
															호북대 (He Xing Yang)
															최수영 (신소재융합연구소)
5	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작												湖北大工公司 (Chu Jin Song)		
6	-30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능을 확보한 비경화형 타입 방수재 제조기술 지적재산권 출원												최수영 (신소재융합연구소)		
7	논문 (학술지 게재)														오상근 (과기대)
															호북대 (He Xing Yang)

<표 14> 3차년도 추진일정

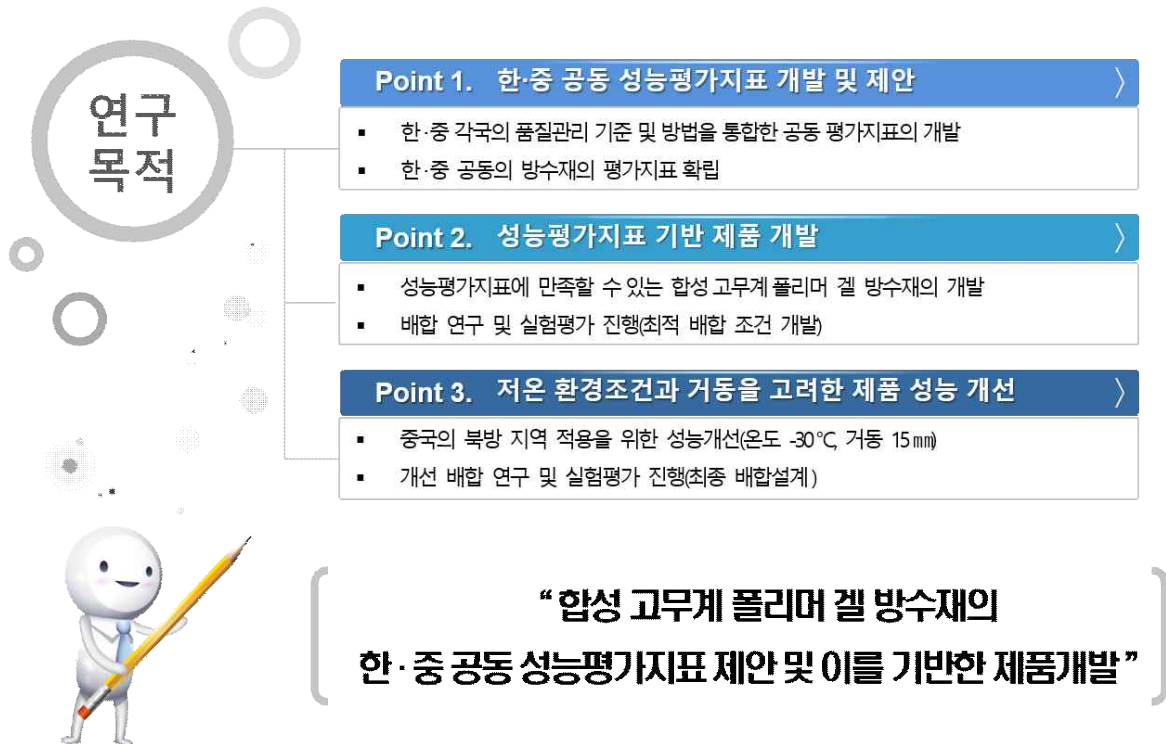
3차년도															
일련 번호	연구내용	추진 일정												연구 개발비 (천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	최적 배합비 도출													266,700	최수영 (신소재융합연구소)
2	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작														湖北大工公司 (Chu Jin Song)
3	시제품 방수재를 활용한 최적 현장 적용 시공 기술 지적재산권 출원														최수영 (신소재융합연구소)
4	누수 원천 차단 시공 기술 시방서 정립														오상근 (과기대)
															호북대 (He Xing Yang)
5	연구 내용을 기반한 현장 유지관리 매뉴얼 정립														오상근 (과기대)
															호북대 (He Xing Yang)
6	시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링														최수영 (신소재융합연구소)
															湖北大工公司 (Chu Jin Song)
7	논문 (학술지 게재)														오상근 (과기대)
														호북대 (He Xing Yang)	

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 내용

○ 연구의 구체적인 목적

- 본 연구는 3차년에 걸쳐 다음 그림과 같이 한·중 공동 성능평가지표 및 기준을 제시하고, 제시된 기준에 부합된 제품을 개발하는 것에 우선 목적을 두었으며, 이후 개발된 제품의 성능을 극적으로 향상시켜 저온 환경 및 균열거동환경에서의 대응성을 확보하는 것에 목적을 두고 연구를 진행함.



<그림 7> 연구의 목적

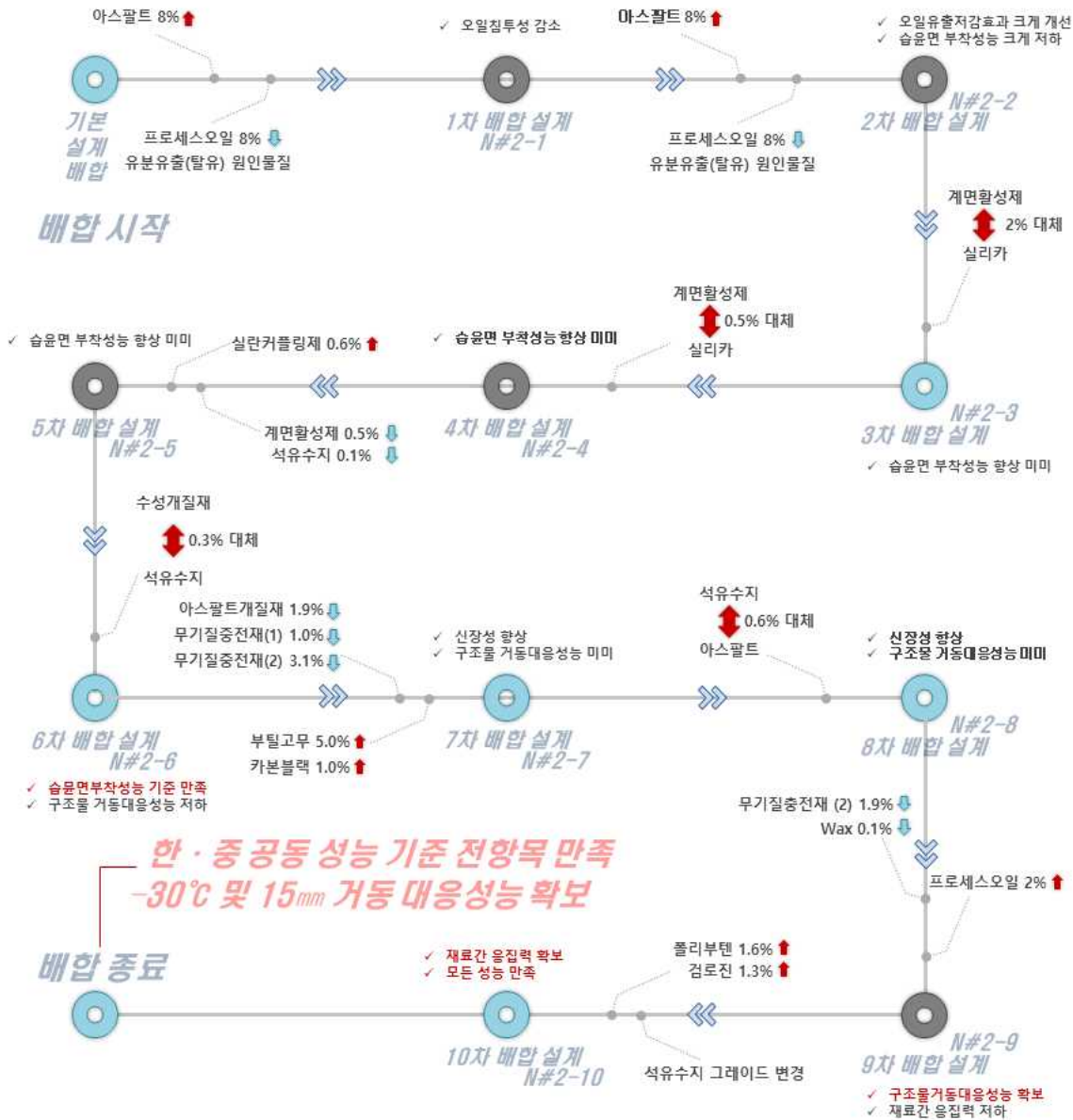
○ 연구의 내용 및 결론 도출 과정



<그림 8> 연구의 내용 및 진행과정

- 1차 연구에서의 주 연구 내용은 한국 및 중국의 기존 비경화셀재의 성능을 분석하여 기술 수준은 파악하고, 실제 연구에서 목표로하고 있는 성능 개선치까지의 도달 방법을 도출하는 과정으로 연구를 진행함.
- 또한 한국 및 중국의 관련 표준을 근거로 양국이 공동으로 품질관리가 가능할 수 있는 공동품질기준(안)을 제시함으로써 실제 연구를 통해 개발되는 제품의 성능 기준을 설정함.
- 소재개발에 있어 1차적으로 저온 -30℃ 및 균열거동폭 15mm에서의 대응성을 확보할 수 있는 소재를 개발하였음.

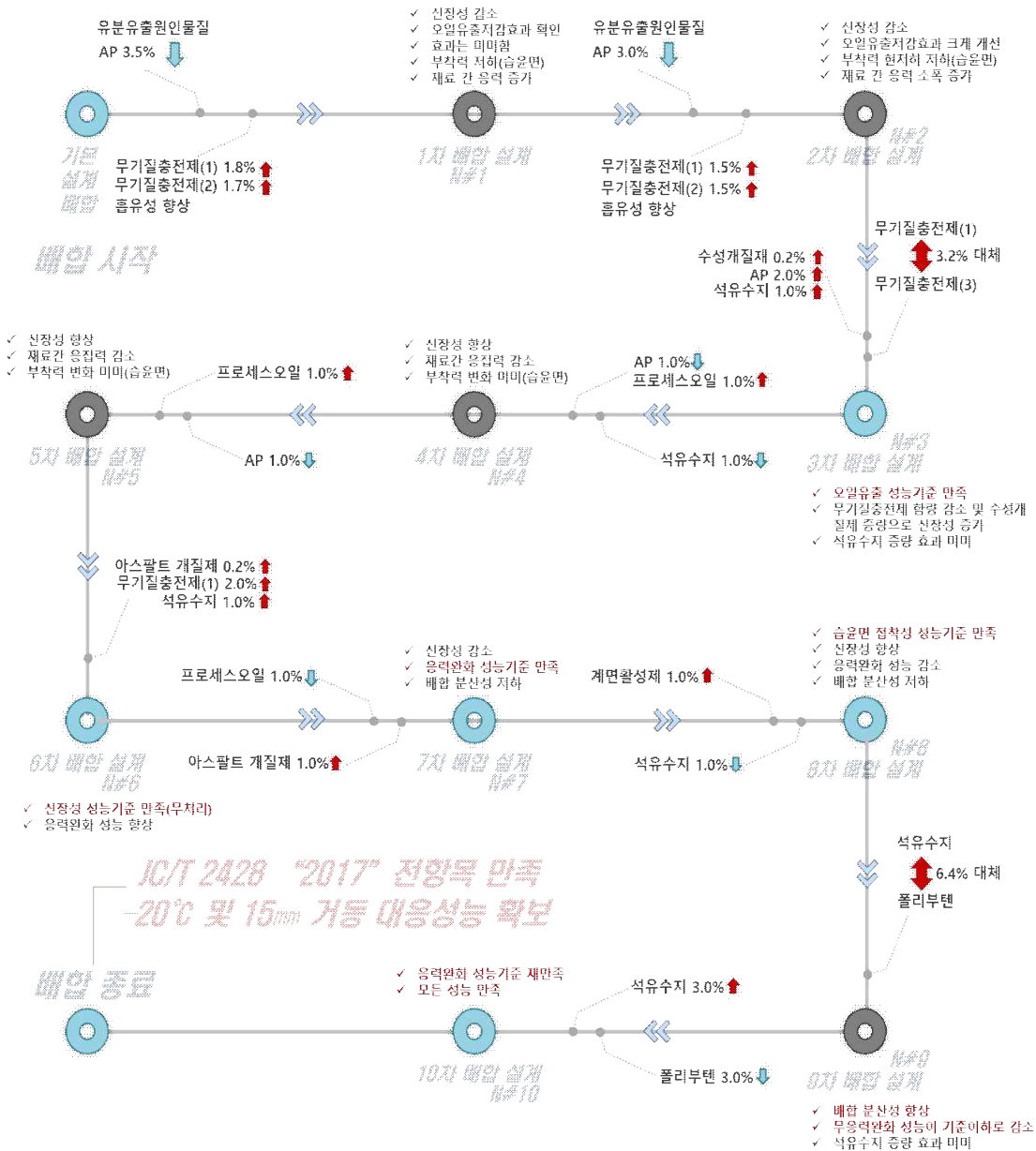
개선 배합설계 진행 과정



<그림 9> 1차년도 배합 진행 과정 종합 개념도

- 2차 연구는 정립된 한중공동품질관리기준에 준하여 개발된 제품에서 대하여 성능개선 연구를 중심으로 진행하였으며, 이를 위해 반복적인 배합 연구 및 평가를 진행함.
- 연구 과정에서 도출된 최적 배합비는 저온 -30℃ 및 균열거동폭 15mm에서의 대응성을 확보할 수 있는 비경화셀재의 제조배합으로 세계 최초로 극한 환경에서 대응 가능한 방수소재를 개발함.

개선 배합설계 진행 과정



<그림 10> 2차년도 배합 진행 과정 종합 개념도

- 3차 연구는 2차 연구를 통해 개발된 소재에 대한 시공관련 매뉴얼 및 품질관리 매뉴얼 정립을 목적으로 현장 적용평가를 통해 이를 검증하였으며, 장기간의 모니터링을 통한 성능 적정성을 평가함.
- 또한 중국의 참여기업과의 수출입계약을 체결함으로써 상용화를 위한 기반을 확립함.

2) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

<1차년도>

(주관연구기관) 서울과학기술대학교

■ 핵심성과물 A : 중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준 마련

▪ 단위 성과물 A-1 : 국내 기존 제품의 성능수준 분석

- 국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토 <---- 성능평가 보고서 1건 달성 완료
- 국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석 <---- 성능평가 보고서 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 A-2 : 배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석

- Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가 <---- 시험평가 3건 달성 완료
- 배합비별 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 <---- DB 구축 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 A-3 : 한·중 공동 품질기준 마련

- 공동 품질관리 항목 및 품질기준 결정 <---- 도출 결정(안) 1건 달성 완료
- 시험방법 개발 및 결정 <---- 도출 결정(안) 1건 달성 완료
- 논문(국내 학술지 게재) <---- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

(공동연구기관 1 / 참여기업 1) 신소재융합연구소

■ 핵심성과물 D : 중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준에 준하는 방수재 개발

▪ 단위 성과물 D-1 : 기초배합설계 및 시험배합

- 원재료 구성 및 구성물별 기능 분석 <---- 기능 분석 1건 달성 완료
- 배합설계 및 Lab배합, Master 샘플 조성 <---- 샘플 배합 3건 달성 완료
- JC/T 표준에 준한 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원 <---- 특허 출원 1건 달성 완료
- 국외 SCI(E) 논문 게재 <---- 국외 학술지(SCI) 1건 달성 완료

■ 핵심성과물 D : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발

▪ 단위 성과물 D-2 : 기초배합설계 및 시험배합

- -30℃ 저온환경 및 15mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석 <---- 배합 원리 분석 1건 달성 완료

(공동연구기관 2) 호북공업대학교

■ 핵심성과물 E : 중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준에 준하는 방수재 개발

▪ 단위 성과물 E-1 : 자료조사 및 분석

- 중국 지역별 기후특성 분석 <---- 기후특성 분석 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 E-2 : 중국 제품의 성능수준 분석

- 중국 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준 분석 <---- 수준 분석 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 E-3 : 배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석

- Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전항목 시험평가 <---- 시험평가 3건 달성 완료
- 배합비별 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 <---- DB 구축 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 E-4 : 한·중 공동 품질기준 마련

- 공동 품질관리 항목 및 품질기준 결정 <---- 도출 결정(안) 1건 달성 완료
- 시험방법 개발 및 결정 <---- 도출 결정(안) 1건 달성 완료
- 논문(중국 학술지 게재) <---- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

(참여기업 2) 湖北大工防水科技有限公司

■ 핵심성과물 G : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발

▪ 단위 성과물 G-1 : 자료조사 및 분석

- 중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석 <---- 하자 사례 조사 1건 달성 완료
- 하사사례 분석으로 통한 요구 성능 도출 <---- 도출 결정(안) 1건 달성 완료

<2차년도>

(주관연구기관) 서울과학기술대학교

■ 핵심성과물 A : 중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준 마련

▪ 단위 성과물 A-2 : 배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석

- Master 시료의 시험체 조성 및 개발된 방법에 준하여 시험평가 <---- 시험평가 3건 달성 완료
- 배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 <---- DB 구축 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 A-3 : 한·중 국제공동 생산 협력

- 한·중 국제공동 생산 협력 MOU 체결 <---- MOU 협약서 1건 달성 완료

■ 핵심성과물 B : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15 mm 대응 가능성 검증

▪ 단위 성과물 B-1 : -30℃ 저온환경 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능성 검증 방법 개발

- 국내 저온환경 및 거동 평가 방법 조사 <---- 평가 방법 조사 1건 달성 완료
- 기온 및 거동 조건의 조성 및 평가 가능한 시험방법 개발 <---- 시험방법 개발 2건 달성 완료
- 논문(국내 학술지 게재) <---- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

(공동연구기관 1 / 참여기업 1) 신소재융합연구소

■ 핵심성과물 D : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발

▪ 단위 성과물 D-2 : 기초배합설계 및 시험배합

- 원재료 구성 및 구성물별 기능 분석 <---- 기능 분석 1건 달성 완료
- 배합설계 및 Lab배합, Master 샘플 조성 <---- 샘플 배합 3건 달성 완료
- 배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 및 최적 배합 도출 <---- 최적 배합 도출 3건 달성 완료
- -30℃ 및 15mm 거동 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원 <---- 특허 출원 1건 달성 완료
- 국외 SCI(E) 논문 게재 <---- 국외 학술지(SCI) 1건 달성 완료

(공동연구기관 2) 호북공업대학교

■ 핵심성과물 F : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15mm 대응 가능성 검증

▪ 단위 성과물 F-1 : -30℃ 저온환경 성능발현 및 균열 거동 15mm 대응 가능성 검증 방법 개발

- 중국의 저온환경 및 거동 평가 방법 조사 <---- 평가방법 조사 1건 달성 완료
- 기온 및 거동 조건의 조성 및 평가 가능한 시험방법 및 장치 개발 <---- 시험방법 및 장치 개발 1건 달성 완료
- 논문(중국 학술지 게재) <---- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

▪ 단위 성과물 F-2 : 배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석

- Master 시료의 시험체 조성 및 개발된 방법에 준하여 시험평가 <---- 시험평가 3건 달성 완료
- 배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 <---- DB 구축 1건 달성 완료

(참여기업 2) 湖北大工防水科技有限公司

■ 핵심성과물 G : 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발

▪ 단위 성과물 G-2 : 시제품 제작

- 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작 <---- 최종 배합설계 1건 달성 완료

<3차년도>

(주관연구기관) 서울과학기술대학교

■ 핵심성과물 B : -30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15 mm 대응 가능성 검증

- 단위 성과물 B-1 : -30℃ 저온환경 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능성 검증 방법 개발

- 수출입 수행 계약 체결

←--- 수출입 계약서 1건 달성 완료

■ 핵심성과물 C : 개발된 시제품 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 마련

- 단위 성과물 C-1 : 극한조건에서의 시공 및 품질관리 지침 개발

- 연구 내용을 토대로 개발된 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 개발

←--- 시방서, 유지관리 지침서 2건 달성 완료

- 논문(국내 학술지 게재)

←--- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

(공동연구기관 1 / 참여기업 1) 신소재융합연구소

■ 핵심성과물 D : 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발

- 단위 성과물 D-3 : 시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링

- Mock-up 검증평가 항목 작성

←--- 검증평가 항목 1건 달성 완료

- 검증평가 모니터링

←--- 모니터링 보고서 1건 달성 완료

- 개발된 방수재의 시공기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원

←--- 특허 출원 1건 달성 완료

- 국외 SCI(E) 논문 게재

←--- 국외 학술지(SCI) 1건 달성 완료

(공동연구기관 2) 호북공업대학교

■ 핵심성과물 F : 개발된 시제품 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 마련

- 단위 성과물 F-3 : 극한조건에서의 시공 및 품질관리 지침 개발

- 연구 내용을 토대로 개발된 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 개발

←--- 시방서, 유지관리 지침서 2건 달성 완료

- 논문(중국 학술지 게재)

←--- 학술지 게재 논문 1건 달성 완료

(참여기업 2) 湖北大工防水科技有限公司

■ 핵심성과물 G : 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발

- 단위 성과물 G-3 : 시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링

- Mock-up 검증평가 항목 작성

←--- 검증평가 항목 1건 달성 완료

- 최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작 및 시제품 현장 Mock-up 모니터링 검증 혹은 -30℃저온 대형 시험 장치 활용 검증 모니터링 실시

←--- 모니터링 보고서 1건 달성 완료

<표 15> 정성적 연구개발 성과 달성도

구분	핵심 성과물 (CTE)		단위 성과물		성과점검기준										
					질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	해당기관	예산 (백만원)		
주관	A	중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준 마련	A-1	국내 기존 제품의 성능수준 분석	①	국내 기존 제품의 KS F 4935 성능확보여부 검토	1건	완료(100%)	건수 확인	성능평가 보고서	2	서울과학 기술대학교	240		
					②	국내 기존 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석	1건	완료(100%)	건수 확인	성능평가 보고서	2				
			A-2	배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석	①	Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T 전 항목 시험평가	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	3				
					②	배합비별 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2				
			A-3	한·중 공동 품질기준 마련	①	공동 품질관리 항목 및 품질기준 결정	1건	완료(100%)	도출 결정(안) 확인	보고서	2				
					②	시험방법 개발 및 결정	1건	완료(100%)	도출 결정(안) 확인	보고서	2				
					③	논문(국내 학술지 게재)	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	2				
					④	한·중 국제공동 생산 협력 MOU 체결	1건	완료(100%)	건수 확인	MOU 협약서	1				
			B	-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 및 조인트 거동 15 mm 대응 가능성 검증	B-1	-30℃ 저온환경 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능성 검증 방법 개발	①	국내 저온환경 및 거동 평가 방법 조사	1건	완료(100%)	건수 확인			보고서	1
							②	기온 및 거동 조건의 조성 및 평가 가능한 시험방법 개발	2건	완료(100%)	건수 확인			보고서	2
	③	논문(국내 학술지 게재)					1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	1				
	④	한·중 기업 수출입 수행 계약 체결					1건	완료(100%)	건수 확인	수출입 계약서	2				
	B-2	배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석			①	Master 시료의 시험체 조성 및 개발된 방법에 준하여 시험평가	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	2				
					②	배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2				
	C	개발된 시제품 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 마련	C-1	극한조건에서의 시공 및 품질관리 지침 개발	①	연구 내용을 토대로 개발된 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 개발	2건	완료(100%)	건수 확인	사방서, 유지관리 지침서	2				
					②	논문(국내 학술지 게재)	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	3				

공동1 /참여 1	D	중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동 품질기준에 준하는 방수재 개발	D-1	기초배합설계 및 시험배합	①	원재료 구성 및 구성물별 기능 분석	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1	신소재 융합연구소	291.8
					②	배합설계 및 Lab 배합, Master 샘플 조성	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	4		
					③	JC/T 표준에 준한 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	출원 1건	완료(100%)	건수 확인	출원증명서	2		
					④	국외 SCI(E) 논문 게재	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	2		
		-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발	D-2	기초배합설계 및 시험배합	①	-30℃ 저온환경 및 15 mm 거동대응 성능 부여를 위한 배합 형성 원리 분석	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1		
					②	원재료 구성 및 구성물별 기능 분석	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1		
					③	배합설계 및 Lab 배합, Master 샘플 조성	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	4		
					④	배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축 및 최적 배합 도출	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	4		
					⑤	-30℃ 및 15 mm 거동 방수재 제조기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	출원 1건	완료(100%)	건수 확인	출원증명서	2		
					⑤	국외 SCI(E) 논문 게재	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	2		
		시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발	D-3	시제품 현장 모니터링검증 Mock-up 검증 평가 모니터링	①	Mock-up 검증평가 항목 작성	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2		
					②	검증평가 모니터링	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2		
					③	개발된 방수재의 시공기술 지적재산권(특허 또는 실용신안) 출원	출원 1건	완료(100%)	건수 확인	출원증명서	2		
					④	국외 SCI(E) 논문 게재	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	2		
공동2	E	중국 표준 JC/T 2428-2017의 전 항목 성능 기준에 상응하는 공동품질기준 마련	E-1	자료조사 및 분석	①	중국 지역별 기후특성 분석	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1	호북 공업대학교	188.4
			E-2	중국 제품의 성능수준 분석	①	중국 제품의 JC/T에 준용한 성능평가 및 수준분석	1건	완료(100%)	건수 확인	성능평가 보고서	2		
			E-3	배합설계 및	①	Master 시료의 시험체 조성 및 JC/T	3건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2		

참여2	F		E-4	시험배합 Master 시료의 성능분석	②	전 항목 시험평가 배합비별 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축	이상 1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2	湖北大工防水科技有限公司	-	
					한·중 공동 품질기준 마련	①	공동 품질관리 항목 및 품질기준 결정	1건	완료(100%)	도출 결정(안) 확인	보고서			2
						②	시험방법 개발 및 결정	1건	완료(100%)	도출 결정(안) 확인	보고서			2
						③	논문(중국 학술지 게재)	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집			3
		-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능성 검증	F-1	-30℃ 저온환경 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능성 검증 방법 개발	①	중국의 저온환경 및 거동 평가 방법 조사	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1			
					②	기온 및 거동 조건의 조성 및 평가 가능한 시험방법 및 장치 개발	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2			
					③	논문(중국 학술지 게재)	1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	3			
			F-2	배합설계 및 시험배합 Master 시료의 성능분석	①	Master 시료의 시험체 조성 및 개발된 방법에 준하여 시험평가	3건 이상	완료(100%)	건수 확인	보고서	2			
					②	배합비별 조성 조건에 따른 물성 변화 특성 및 성능 DB 구축	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2			
			개발된 시제품 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 마련	F-3	극한조건에서의 시공 및 품질관리 지침 개발	①	연구 내용을 토대로 개발된 방수재의 시공 및 품질관리 매뉴얼 개발	2건	완료(100%)	건수 확인	사방서, 유지관리 지침서			2
	②	논문(중국 학술지 게재)				1건	완료(100%)	건수 확인	논문집	3				
	G	-30℃ 저온환경에서의 성능발현 및 균열 거동 15 mm 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발	G-1	자료조사 및 분석	①	중국 지역별 기후 특성에 따른 하자 사례 조사 및 분석	1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	1			
					②	하자사례 분석으로 통한 요구 성능 도출	1건	완료(100%)	도출 결정(안) 확인	보고서	1			
		시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발	G-2	시제품 제작	①	최적 배합비를 근거로 한 시제품 제작	최종 배합설계 1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	3			
					G-3	시제품 현장 모니터링 검증 Mock-up 검증평가 모니터링	①	Mock-up 검증평가 항목 작성	1건	완료(100%)	건수 확인			보고서
			②	검증평가 모니터링			1건	완료(100%)	건수 확인	보고서	2			
계											100		720.2	

(2) 정량적 연구개발성과

구분		정량적 성과 목표									비고
		1차년도		2차년도		3차년도		합계			
		목표	달성치	목표	달성치	목표	달성치	목표	달성치	달성도 (%)	
국외 논문 게재	SCI	1	1	1	1	1	2	3	4	초과달성 (133)	
	비SCI										
	계	1	1	1	1	1	2	3	4	초과달성 (133)	
국내 논문 게재	SCI		2		2				4	초과달성	
	비SCI	1		2		2	2	5	2	(40)	
	계	1	2	2	2	2	2	5	6	초과달성 (120)	
특허 출원	국내	1	1	1	1	1	1	3	3	달성 (100)	
	국외										
	계	1	1	1	1	1	1	3	3	달성 (100)	
특허 등록	국내				1				1	추가달성	
	국외										
	계				1				1	추가달성	
인력 양성	석사										
	박사										
	계										
기술 이전	계약건수										
	계약액										
	징수액										
국제 표준화	기고서 제출										
	기고서 채택										
	표준안 채택										
국내 표준화	기고서 제출										
	기고서 채택										
	표준안 채택										
등록 · 기탁 대상 성과물	보고서 원문		3		3	1	7	1	13	초과달성 (1,300)	
	연구시설·장비	2	2	1	1			3	3	달성 (100)	
	기술요약정보										
	생명 자원	생명정보									
		생물자원									
		신품종									
	소프트웨어										
화학물											
기타	시제품		1	1	1			1	2	초과달성 (200)	
	성과 홍보		1		1		1		3	초과달성	
	일자리 창출										
	국제 협력 및 수출입 협약			1	1	1	1	2	2	달성 (100)	

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Oil Leakage Property Assessment for Selection of Optimal Emulsion based Non-curable Synthetic Polymer Rubberized Gel (ENC-SPRG) as Waterproofing Material in Underground Concrete Structures	MDPI (materials)	김동범	-	Switzerland	MDPI (materials)	해외 SCI	19.11	2076-3417	100%
2	점착유연형 고무아스팔트계 실재의 한중 공동 품질관리 규정 개발을 위한 제품 및 기술기준 현황 조사	한국건설순환자원학회 논문집	안기원	7(4)	대한민국	한국건설순환자원학회	국내 SCI	19.12	2288-3320	100%
3	非固化橡胶沥青防水涂料的研究进展	Building Materials World Magazine (建材世界)	He Xing Yang	*	China	Building Materials World Magazine (建材世界)	중국 국내 SCI	19.11	-	100%
4	Evaluation of Sheet-Coated Composite Waterproofing Joint Types by Analysis of Tensile Strength Change and Concrete Displacement Resistance Testing under Environmental Degradation	MDPI (materials)	정창표 오상근	-	Switzerland	MDPI (materials)	해외 SCI	20.05	2076-3417	100%
5	지하 콘크리트 구조물 누수부위에 시공되는 5계열 보수재료의 유실 저항 성능 평가 연구	한국구조물진단유지관리공학회 논문집	김수연 오상근	24(5)	대한민국	(사) 한국구조물진단유지관리공학회	국내 SCI	20.10	2234-6937	100%
6	热固化, 提高高容量高压水泥的耐久性 湿式粉碎活性化砂浆	Construction & Building Materials	Xingyang H	-	중국	Construction & Building Materials	중국 국내 SCI	20.11	-	100%
7	Crack-Bridging Property Evaluation of Synthetic Polymerized Rubber Gel (SPRG) through Yield Stress Parameter Identification	MDPI (materials)	이종용	14	Switzerland	MDPI (materials)	해외 SCI	21.12	2076-3417	100%
8	Analysis of Viscosity Change and Oil Leakage Characteristics	MDPI (applied sciences)	최수영	-	Switzerland	MDPI (applied sciences)	해외 SCI	22. 01	2076-3417	100%

	according to CaCO ₃ Particle Size and Antisettlement Agent Content on Bituminous Emulsion Mastic									
9	점착형 복합 방수시트의 표준(안)제정을 위한 구조물 거동대응성능 시험방법 개선 및 검증 평가 연구	한국건축시공 학회논문집	김수연	12(4)	대한민국	한국건축시 공학회	국내 KCI	21. 08	1598-2033	100%
10	Improving durability of heat-cured high volume fly ash cement mortar by wet-grinding activation	Construction and Building Materials	Jin-Yang	289(2021)	United Kingdoms	Elsevier Ltd.	해외 SCI	21.04	9500618	100%

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표 내용	발표자	발표 일시	장소	국명
1	제7회 한중일방수심포지움	韓國 防水技術의 未來와 東Asia 國際 協力 研究 方向	오상근	2019.10.11	와세다대학	일본
2	제 7회 한중일방수심포지움	地下 構造物에 適用되는 防水材料의 耐震性能設計를 위한 品質檢證 基本 性能評價項目 提案 研究	김수연	2019.10.11	와세다대학	일본
3	한국건축시공 학회 2019 가을학술발표대회	비경화 방수재의 한·중 공동품질기준 마련 및 성능개선 연구	최수영	2019.11.01	한국교통 대학교	대한민국
4	한국건축시공 학회 2019 가을학술발표대회	비경화 방수재의 한·중 공동품질기준 마련 및 성능개선 연구	안기원	2019.11.01	한국교통 대학교	대한민국
5	한국건축시공 학회 2021 봄학술발표대회	고무 아스팔트 쉘의 한중 공동 품질기준 제정을 위하여 국내 재료를 중국업체표준 JC/T 2428의 부착강도 적용시 기본물성 확보 여부 확인	안기원	2021.05.20	제주	대한민국
6	한국건축시공 학회 2021 봄학술발표대회	철도교량에 거동발생 시 응력분포 분석에 따른 적정 방수재료 선정을 위한 평가 방법	오규환	2021.05.20	제주	대한민국
7	한국건축시공 학회 2021 봄학술발표대회	방수재료의 거동대응성능 시험시 비 구속조건에서의 구조물 거동 대응성능 평가의 한계와 향후 개선 방안 제안	안기원	2021.11.12	서울	대한민국

☐ 기술 요약 정보

- 해당사항 없음 -

☐ 보고서 원문

번호	연도	보고서 명	발간일	등록 번호
1	2019	(국토교통기술촉진사업 - 국제공동연구) 국내 고무 아스팔트 썰재의 한국산업표준 KS F 4935에 대한 품질기준 적정성 검토 연구	2019. 10	-
2	2019	(국토교통기술촉진사업 - 국제공동연구) 국내 고무 아스팔트 썰재의 한국산업표준 JC/T 2428에 대한 품질기준 적정성 검토 연구	2019. 10	-
3	2019	Development of Non-hardening Waterproofing Material with Response Properties -30℃ and 15mm Substrate movement for fundamental water-leakage prevention in concrete structures	2019. 10	-
4	2021	-30℃ 및 구조물균열거동 15mm 대응성 평가 장치를 활용한 성능 평가 보고서	2021. 12	-
5	2021	使用-30℃和建築物裂縫活动15mm应对性评价装置进行的性能评价报告	2021. 12	-
6	2021	-30℃ 및 구조물균열거동 15mm 대응성 평가 장치를 활용한 성능 평가 보고서	2021. 12	-

☐ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

- 해당사항 없음 -

[기술적 성과]

☐ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율	활용 여부
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호		
1	출원	비경화형 썰재를 기반으로한 자착식 방수시트	대한민국	주식회사 신소재융 합연구소	19.10.29.	10-2019-0135031	-	-	-	100%	
2	등록	비경화 썰재 및 이를 활용한 방수 공법	대한민국	주식회사 신소재융 합연구소	20.10.08.	10-2020-0130088	주식회사 신소재융 합연구소	21.04.14	10-2242313	100%	
3	출원	비경화 썰재의 조성물 및 이의 비경화 썰재가 적용된 방수시트	대한민국	주식회사 신소재융 합연구소	21.12.31.	10-2021-0194245	-	-	-	100%	

○ 지식재산권 활용 유형

- 해당사항 없음 -

☐ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

- 해당사항 없음 -

☐ 신기술 지정

- 해당사항 없음 -

☐ 기술 및 제품 인증

- 해당사항 없음 -

☐ 표준화

- 해당사항 없음 -

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	비경화방수재	2021.03	주식회사 신소재융합연 구소,	405, Yuewang Building 10, Lejiancheng Phase II, Lizhi Road, Hongshan District, Wuhan city, Hubei Province,China	건축 및 토목구조물 외방수	36개월	-	-
2	비경화방수재	2021.03	湖北大工防水 科技有限公司	405, Yuewang Building 10, Lejiancheng Phase II, Lizhi Road, Hongshan District, Wuhan city, Hubei Province,China	건축 및 토목구조물 외방수	36개월	-	-

□ 현장적용

- 해당사항 없음 -

□ 기술 실시(이전)

- 해당사항 없음 -

□ 사업화 투자실적

- 해당사항 없음 -

□ 사업화 현황

- 해당사항 없음 -

□ 매출 실적(누적)

- 해당사항 없음 -

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과			비경화 썬재 개발		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		3년		
	소요예산(천원)		5억		
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			-	10억	30억
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	0	10%	20%
		국외	0	0.01%	0.02%
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		비경화 썬재를 활용한 자착형타입의 시트 및 점착형 타입의 방수시트 및 공법 비경화 썬재를 활용한 습윤면 접착이 가능한 타입의 방수시트 및 공법		
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
			0	0	0
	수 출		0	2,000,000	5,000,000

☐ 고용 창출

번호	사업화명	사업화 업체명	고용창출 인원(명)		합계(명)
			2025년	2030년	
1	비경화 실험	신소재융합연구소	5	5	10
합계					

☐ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	3
		생산인력	2
	개발 후	연구인력	8
		생산인력	7

☐ 비용 절감(누적)

- 해당사항 없음 -

☐ 경제적 파급 효과

(단위 : 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수, 명)	기타
해당 연도	비경화 실험	완료	0	0	0	1	
기대 목표		완료	50억	50억	50억	10	

☐ 산업 지원(기술지도)

- 해당사항 없음 -

☐ 기술 무역

- 해당사항 없음 -

[사회적 성과]

☐ 법령 반영

- 해당사항 없음 -

☐ 정책활용 내용

- 해당사항 없음 -

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용
	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 시공관리 매뉴얼	신규	설명서	2021. 12	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 시공관리 매뉴얼”(이하 ‘시공관리 매뉴얼’)은 최저 -30℃ 내외로 저온환경이 조성되며, 계절에 따른 기온 차가 커 구조물의 균열 거동 폭이 크게 발생(10 mm 이상)할 것으로 예상되는 극한 환경 조건에서 대응이 가능한 소재를 활용하여, 해당 지역에 시공되는 구조물의 누수 하자를 미연에 방지할 수 있는 방수 설계 및 시공에 관련한 정보를 제공
	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 유지관리 매뉴얼	신규	설명서	2021. 12	“극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 유지관리 매뉴얼”(이하 ‘유지관리 매뉴얼’이라 한다)은 비경화 방수재를 활용한 구조물 방수공법 적용시 누수 예방 및 유지관리를 위한 가이드라인(Guideline)
	应对极端环境 (-30℃及15mm活动) 的非固化防水材料施工管理手册	신규	설명서	2021. 12	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 시공관리 매뉴얼”(이하 ‘시공관리 매뉴얼’)은 최저 -30℃ 내외로 저온환경이 조성되며, 계절에 따른 기온 차가 커 구조물의 균열 거동 폭이 크게 발생(10 mm 이상)할 것으로 예상되는 극한 환경 조건에서 대응이 가능한 소재를 활용하여, 해당 지역에 시공되는 구조물의 누수 하자를 미연에 방지할 수 있는 방수 설계 및 시공에 관련한 정보를 제공
	应对极端环境-30℃及15mm活动) 的非固化 防水材料维护管理手册	신규	설명서	2021. 12	“극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동) 대응형 비경화 방수재 유지관리 매뉴얼”(이하 ‘유지관리 매뉴얼’이라 한다)은 비경화 방수재를 활용한 구조물 방수공법 적용시 누수 예방 및 유지관리를 위한 가이드라인(Guideline)
	비경화방수재 한·중공동품질기준 및 품질시험방법(안)	신규	기준	2021. 12	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동)에서 조성되는 철근 콘크리트조 건축물 및 그 밖의 구조물에 대한 외벽 방수 시 적용되는 비경화방수재의 품질기준(안) 및 시험방법에 대하여 규정
	非固化防水材料的中·韩共同质量标准及质量检验方法 (案)	신규	기준	2021. 12	극한환경(-30℃ 및 15 mm 거동)에서 조성되는 철근 콘크리트조 건축물 및 그 밖의 구조물에 대한 외벽 방수 시 적용되는 비경화방수재의 품질기준(안) 및 시험방법에 대하여 규정

□ 신진연구자 채용

- 해당사항 없음 -

□ 전문 연구 인력 양성

- 해당사항 없음 -

□ 산업 기술 인력 양성

- 해당사항 없음 -

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

- 해당사항 없음 -

□ 국제화 협력성과

- 해당사항 없음 -

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	성과 발표회	한국건축시공학회	사회이슈 해결유형 및 국제공동연구 시장개척형 연구 성과 발표회	2019. 11
2	한중공동연구 회의 초청	호북공업대학교	Invitation for International Joint Research Project Discussion and Special Seminar Participation	2019. 11
3	연구 발표회	한국건설방수학회	한국건설방수학회 창립기념 학술발표회 및 제1회 정기총회	2020. 11
4	연구 발표회	한국건설방수학회	한국건설방수학회 2021 가을학술발표대회	2021. 09

□ 포상 및 수상 실적

- 해당사항 없음 -

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

- 해당사항 없음 -

[그 밖의 성과](해당 시 작성)

- 해당사항 없음 -

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성)

- 해당사항 없음 -

2) 목표 달성 수준

연구 개발 목표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 중국 표준 JC/T 2428-2017에서 정한 전 항목 성능 기준에 상응하는 한중 공동품질기준 마련 - 기존 한국 제품과 중국 제품의 품질 비교 - 품질관리 요구성능(30℃, 거동 15mm 조건 반영) 항목의 선정 - 공동 품질관리 항목 및 품질 기준 설정 - 시험방법의 개발 및 결정	○ 한중 공동품질기준(안) 제시 완료 - 기존 한국 제품과 중국 제품의 품질 비교완료 - 품질관리 요구성능(30℃, 거동 15mm 조건 반영) 항목에 따라 품질기준 설정 완료 - 공동 품질관리 항목 및 품질 기준 설정 완료 - 시험방법의 개발에 따라 공동품질기준(안) 제시	100%
○ -30℃ 저온환경에서 성능발현 및 15mm 균열 거동에 대응 가능한 성능 확보 제조기술 개발 - -30℃ 저온환경에서 15mm 균열 거동 대응 성능 발현이 가능한 방수재 제조 기술의 개발	○ -30℃ 저온환경에서 성능발현 및 15mm 균열 거동에 대응 가능한 성능 및 제조기술 확보에 따른 시제품 개발 완료 - -30℃ 저온환경에서 15mm 균열 거동 대응 성능 발현이 가능한 방수재 제조 기술의 한국 중국 공동 개발 완료	
○ 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발 - 개발된 시제품의 현장 적용(Mock-Up)을 통한 시공 및 품질관리 지침 마련	○ 시제품 방수재를 활용한 현장 적용 기술 개발 완료 - 개발된 시제품의 현장 적용(Mock-Up)을 통한 시공 및 모니터링 완료 - 시공 매뉴얼 및 유지관리 매뉴얼 개발 완료	

4. 목표 미달 시 원인분석

- 해당사항 없음 -

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 우리나라 원천기술을 바탕으로 중국과의 공동 연구를 통해 국내 성능 목표치 보다 상향된 (중국 표준 JC/T 2428-2017에 상응) 한중 공동품질기준을 개발에 기여함
- 한중 공동품질관리 기준에 상응하는 저온환경 및 거동 대응 성능 제품의 제조 기술의 개발과 한중 공동품질관리 체계의 구축에 기여함
- 우리나라 원천제조기술을 기반으로 국내 성능한계를 극복할 수 있는 제조 배합비의 개선 등에 기여함
- 배합비 개선에 따라 제조된 시제품에 대한 성능목표치(품질기준) 만족 여부를 평가하여 방수재로써의 활용도 검증에 기여함
- 성능 목표치(품질기준)가 -30℃ 저온환경, 거동폭 15mm 이상에 대응하는 시제품 개발에 기여함
- 개발된 제품의 생산을 위한 한중 공동특허 등록 및 생산 설비 구축 등에 기여함

6. 연구개발성과 관리 및 활용 계획

① 한중 공동 품질기준 및 시험방법의 표준 제안 계획

- 현재 공동연구기관인 호북공업대학교와, 중국 내 표준시방 및 단체표준 제정을 위해 협의 중에 있으며, 관련 단체와도 접촉을 통해 방안을 마련 중에 있음.
- 국내의 경우, 사단법인 한국건설방수학회 등과 협의를 통해 국내 단체표준 등이 마련을 위한 계획 수립이 진행 중이며, 본 연구결과물에 대한 홍보도 진행 예정임.

② 중국 이외 극한 지역에 보급 확산을 위한 시장 개척 방안

- 연구의 목표 지역이 중국 북방지역 임에 따라 우선적으로 본 연구의 참여기업 및 참여의사를 타진한 기업을 중심으로 중국 북방지역의 보급을 계획하고 있음.
- 중국이외의 지역(국가)의 경우, 현재 참여의사를 타진한 기업의 거래국가를 중심으로 보급이 가능할 것으로 판단하고 있으며, 이를 위해서는 중국 북방지역에서의 우선적인 기술보급 성능검증이 요구됨.

구분	회사명	회사 주소	대표자
1	北京辉腾科创防水技术有限公司	- 北京朝阳区高碑店民俗文化街1376号产业园1-1-128室 (发票邮寄:百子湾苹果北区3-B-602刘会计13521709629)	-
2	吉林省财渊科技股份有限公司	- 长春市经济技术开发区浦东路与会展大街交汇处双安家园1幢1单元103号房	-
3	吉林省名扬防水工程有限公司 Jilin Mingyang Waterproof Engineering Co., LTD	- 长春市二道区东环城路5688号吉林省正茂生产资料交易市场(一期)5号楼116号 - No. 116, Building 5, Jilin Zhengmao Means of Production Trading Market (Phase I), No. 5688, East Huancheng Road, Erdao District, Changchun city	孟庆雨 Meng Qingyu
4	艾斯莱特(天津)科技有限公司 Aslet (Tianjin) Technology Co., LTD	- 天津自贸试验区(中心商务区)迎宾大道1988号2-304 - 2-304, 1988 Yingbin Avenue, Tianjin Pilot Free Trade Zone (CBD)	金琴实 Kim Geum-sil

③ 향후 중국시장에 대한 경제성 분석

- 본 연구의 참여기업과 상기 참여의사를 밝힌 기업을 통해 시장현황 및 분석을 진행하고 있으며, 북방 지역의 경우, 적정 방수공법이 부재함에 따른 문제 해결이 가능해짐에 따라 긍정적이며, 적극적인 도입 의사를 타진하고 있음.
- 명확한 시장현황 및 분석 자료를 현재 시점에서 제시할 수는 없으나, 향후 시장 조사 완료 후 객관적 자료를 바탕으로 자재원가를 산정하여 시장에 진입하는 것으로 계획하고 있음.

④ 기타 성과관리 및 활용계획

- 공동 기술 개발 연구를 통한 韓·中 양국 간 기술 교류 및 전파 촉진
- 중국 방수 시장에서 활용되고 있는 기술, 방수재, 제도 등에 대한 명확한 자료 확보
- 국내에 한정되지 않고 보다 넓은 환경 조건에 대한 비경화 타입 방수재의 품질 성능 자료 구축
- 국내 현장 적용 외에도 국외 현장 적용을 통해 비경화 타입 방수재 기술에 대한 완성도를 향상
- 중국과의 공동 기술 개발 연구를 통한 비경화 타입의 방수재 개발로 중국 시장 진출을 위한 교두보 역할 및 중국 산업과의 공동 기술개발 및 연구 활성화
- 극한 환경 조건에서 구조물의 누수하자문제를 방지하여 구조물 내구성 확보로 사용수명 확대 및 유지 관리 비용 절감
- 연구 개발을 통해 제조된 비경화 타입 방수재의 적용이 필요한 국가로의 기술 및 제품 수출 활성화
- 전 세계적으로 최고 품질 방수재 및 공법 기술을 확보한 것에 대한 국위선양
- 韓·中 양국 간 잦은 기술 교류 및 방문을 통해 우호도 증진
- 중국과의 공동 기술 연구를 통한 품질 성능 개질 및 개선, 제품 개발로 국내 방수 시장과 제도 및 규격에 있어 국제 공동 연구 진행에 대한 벤치마킹 선례를 남김
- 극한 환경에서의 방수재 품질 저하로 인한 누수하자문제를 방지함으로써 구조물 사용자의 생활환경 안전 및 만족도에 기여

< 별첨 >

별첨 자료

1. 참고문헌

2. 총 연구개발기간 성과점검기준표 및 증빙자료

3. 세부 정량적 연구개발성과 증빙자료(총 연구개발기간 성과점검기준표 실적 증빙자료에 기 포함되어 있는 증빙 자료 제외)

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 ‘건설 구조물 누수원천 차단을 위한 -30℃ 및 15mm 거동 대응형 비경화 방수재료 및 공법 개발’ 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.