

연구개발성과 활용계획서

A. 과제 일반정보

사 업 명	건설기술연구사업	과학기술표준분류	
과 제 유 형	☐ 기초 ☐ 응용 ☒ 개발	실용화대상여부	☒ 실용화 ☐ 비실용화
연구과제명	현장적용성 개선 및 활용을 위한 에폭시 피복 철근 개발	과 제 구 분	☒ 일 반 ☐ 연구단 ☐ 사업단
주관연구기관	서경대학교	연구책임자	김 지 상
총 연구기간	2016년 09월 29일 ~ 2019년 09월 28일 (36개월)		
총 연구개발비 (단위 : 천원)	정부출연금	민간부담금	합계
	850,000	225,500	1,140,000
공동연구기관	(주)평화엔지니어링, (주)에코바		
참 여 기 업	참여기관 중 중소기업(2)개, 중견기업(1)개, 대기업()개		
구 분	성과활용책임자	성과활용실무자	
성 명	김 지 상	강 원 혁	
소속기관/부서	서경대학교	서경대학교	
E-mail	zskim@skuniv.ac.kr	kwh9312@hanmail.net	
연락처	010-5455-3060	010-3619-9312	

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제26조(연구개발성과의 보고) 제2항에 의
거 연구개발성과 활용계획서를 제출합니다.

붙임 1. 성과총람 원고 1부.

2. 기술소개자료 각 1부(기술별).

2019 년 11월 27일

주관(협동) 연구기관장 : 이 석 형 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

B. 요소기술 정보

□ 요소기술 총괄

과제명 (세부과제명)	해당 기관명	핵심연구 성과	요소기술*	정부출연금 (백만원)	기술실시계약 대상여부**	비고
현장적용 성 개선 및 활용을 위한 에폭시 피복 철근 개발	주관 : 서경대 학교	에 폭 시 피복철근 의 역학 적 특성 검증	- 일반철근 대비 기존 에폭시 피복철근의 성능 평가 - 기존 에폭시 피복철근 대비 개발 에폭시 피복철근의 구조성능(부착력) 검증 - 기존 에폭시 피복철근 대비 개발 에폭시 피복철근의 현장 적용성능(절단, 충격, 굽힘 등) 검증 - 개발 에폭시 피복 철근을 적용한 RC 휨 부재의 구조 성능검증	395	비대상	
	공동 : (주)에 코바	에폭시 피복철근 개발	- 철근 피복용 친환경 에폭시 분체도료 선별 - 에폭시 도료 피복 장치 개발 및 에폭시 피복 철근 제조공법 개발 - 에폭시 피복철근 제조방법의 경제성 강화 방안 제시	339	비대상	
	공동 : (주)평 화엔지 니어링	에 폭 시 피복철근 현장적용 및 활용 기술개발	-에폭시 피복철근의 적용 사례분석 및 유지관리비 집행 실적 분석 -현장 적용 모니터링 -개발 에폭시 피복철근의 경제적 효과분석(LCC 및 CO2 분석)	116	비대상	
	위탁 : 한국콘 크리트 학회	에 폭 시 피복철근 의 제조· 설계·시 공 지침 작성	- 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공에 관한 기준 및 규격 분석 - 에폭시 피복철근의 설계적용성 연구 - 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공 지침 작성 - 콘크리트 건설기준(KDS 14 20 00 및 KCS 14 20 00) 개정안 작성	109	비대상	
연구단 운영비				-		
합 계						

- 귀 기관의 R&D를 통해 창출된 주요 요소기술 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)
- 요소기술: R&D 성과물을 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

구 분	1-가
요소기술명	에폭시 피복철근 개발
기술개요	친환경 에폭시 분체 도료를 사용, 15초 180° 굽힘 가능, 보통 철근 대비 90% 이상 부착성능이 확보되는 에폭시 피복 철근 개발
관련 키워드	에폭시 피복철근, 분체도료, 피복 철근 제조공법, 현장 적용성
기술 분류	실험을 통한 검증
성과물 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☒ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☒ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

구 분	1-나
요소기술명	에폭시 피복철근 제조·설계·시공 지침 작성
기술개요	생애주기측면에서의 예산절감 및 공용중 SOC시설물의 성능향상을 위해 설계단계부터 예방적유지관리 개념을 도입할 수 있도록 개발 에폭시 피복철근의 현장적용성 확대를 위해 현장 모니터링 및 LCC분석을 실시하여 활용방안을 제시
관련 키워드	유지관리비용, LCC, 모니터링, 현장 적용성, CO ₂
기술 분류	실제환경검증
성과물 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☒ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

* 본 보고서는 R&D 성과물의 유형을 아래와 같이 분류하고 있습니다. 내용을 충분히 숙지하시고 귀 기관이 수행한 R&D 과제의 성과물에 해당하는 것을 선택해 주십시오.

번호	구분	내용	예시
1	공법/기법	기존 장비와 자재 등을 활용하되, 새로운 절차 및 방법을 제시	시공방법, 설계기법, 분석/평가기법
2	장비/장치	새로운 기계적 구조나 작동원리를 활용하여 기존 장치와 설비를 대체	기계, 로봇, 부품, 측정장치
3	재료/자재	새로운 원료, 재료를 활용하여 기존의 것을 대체	FRP, 강화 콘크리트, 철강재료
4	S/W	새로운 Data Base, 해석 및 설계 방법을 적용한 컴퓨터 프로그램	설계 프로그램, 사업관리시스템, 데이터베이스
5	시스템	다양한 장치와 S/W가 결합하여 일체로 활용되는 유형	고속철도, 경량전철, 공조시스템
6	기준/지침(안)	각종 법령, 건설공사기준, 지침 등	건설교통 법령, 설계기준, 시공기준 안전기준, 표준
7	기 타	(경제성분석에 따른 경제적 효과)	인프라구축, 정책기획 등

** 아래 기술수명주기 분류를 참조하시어 해당되는 단계를 선택해 주십시오.

번호	구분	내용
1	기술도입기	기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
2	기술성장기	기술개발국 및 일부 선진국에서 활용되고 있는 단계
3	기술성숙기	선진국 사이에서 활발한 기술이전이 일어나며, 기술의 표준화가 되어가는 단계
4	기술쇠퇴기	선진국에서 개도국으로 기술이전이 활발하게 일어나고, 선진국에서는 기술의 가치가 저하되나, 개도국에서는 아직 시장의 가치가 높은 기술

C. 성과활용 네트워크 정보

- 귀 기관의 R&D를 통해 개발된 기술을 활용하기 위해 필요한 시험·검증, 현장적용 및 수요기업 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

요소기술 구분	1-가	요소기술명	예폭시 피복철근 개발
구 분		주체명	
연구개발성과 시험·검증기관		서경대학교 산학협력단	
연구개발성과 수요기업			
연구개발성과 현장적용 기관·업체			
연구개발성과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관			

요소기술 구분	1-가	요소기술명	예폭시 피복철근 제조·설계·시공 지침 작성
구 분		주체명	
연구개발성과 시험·검증기관		해당없음(평화)	
연구개발성과 수요기업		해당없음(평화)	
연구개발성과 현장적용 기관·업체		해당없음(평화)	
연구개발성과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		해당없음(평화)	

D. 성과 정보

- 귀 기관의 성과 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 본 과제를 통해 발생한 성과를 기재해 주십시오.

1. 특허등록

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	1-가	구조용 철근의 수지코팅 장치 및 방법	제10-1568183	2015/11/05	(주)에코바, (주)평화엔지니어링
A-2	1-가	운반설비 및 이를 포함하는 피복철근 제조설비	제 10-1864392 호	2018/05/29	(주)에코바
A-3	1-나	냉각설비 및 이를 포함하는 피복철근 제조설비	제 10-1885345 호	2018/07/30	(주)에코바
A-4	1-나				
A-5	1-나				

2. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자
B-2	1-가	비SCI	직접인발시험과 보-단부 시험을 이용한 에폭시 도막 철근의 부착특성	한국건설순화자 원학회 논문집	2288-3320	김지상	Vol.7 (No.3)	271	278	2019.09
B-2	1-가	비SCI	에폭시 피복철근 현장적용을 위한 품질 기준 및 시공 품질관리 개선에 관한 연구	한국건설순화자 원학회 논문집	2288-3320	정찬구	Vol.6 (No.3)	190	198	2018.09
B-3	1-가	비SCI	An Experiment on Bond-Slip Behavior of Epoxy Coated Rebar Made by IGBT Method	Defect and Diffusion Forum	1662-9507	김지상	Vol.382	241	245	2018.01
B-4	1-가	비SCI	고강도 콘크리트 인장부재의 인장강화효과와 균열거동	한국건설순화자 원학회 논문집	2288-3320	김지상	Vol.6 (No.1)	50	58	2018.03
B-5	1-가	비SCI	직접 인발 시험을 이용한 에폭시 도막 철근의 부착특성	한국건설순화자 원학회 논문집	2288-3320	김지상	Vol.5 (No.3)	298	304	2017.09

3. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
E-1	1-가						
E-2	1-나						

4. 신기술 지정

No.	요소기술 구분	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호
F-1	1-가					
F-2	1-나					

5. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
C-1	1-가	◦ ECB-D29X12M	2018.07	(주)에코바	간포교	현장시험시공
C-2	1-나	◦ ECB-D16X12M	2018.07	(주)에코바	간포교	현장시험시공

6. 현장시험*

No.	요소기술 구분	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
D-1	1-가	에폭시 피복철근 현장적용시험	2017.11.10.~11.21	서경대학교 토목건축공학과 야외실습실	-철근 상·하차, 취급 -철근 배근 및 조립 -콘크리트타설 및 양생
D-2	1-나	에폭시 피복철근 교량 현장시험시 공	2019.04.22.~	국도31호 간포교 교량 개축공사 현장 (강원도 영월)	• 교량 상부슬래브 철근 배근 및 조립 모니터링 -철근 배근 및 조립, 보수 등

* 현장시험: 개발기술의 보완이나 검증을 위하여 실험현장에 최초로 시험·적용하는 행위

7. 표준/인증

No.	요소기술 구분	인증번호 (규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관
K-1	1-가					
K-2	1-나					

8. 정책 채택

No.	요소기술 구분	구 분	정책명	관련기관 (담당부서)	시행일시	채택내용
L-1	1-가					
L-2	1-나					

9. 법령 반영

No.	요소기술 구분	구분	활용구분 (신규/개선)	명 칭	해당조항	시행일시	관리부처	제정/개선내용
M-1	1-가							
M-2	1-나							

10. 설계기준, 시방서, 지침에 반영

No.	요소기술 구분	구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	설계기준/시방서/지침 명칭	반영일시	반영내용
J-1	1-가	지침	개선	에폭시피복철근	2019.08	별첨
J-2	1-나					

11. 기술실시계약

No.	요소기술 구분	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수일자	징수금액 (천원)	계약 유형
G-1	1-가								
G-2	1-나								

12. 사업화/제품화

No.	요소기술 구분	사업화명	사업화내용	업체명	사업자 등록번호	매출액(원)	매출발생년도	고용실적(명)
H-1	1-가	인천검단 신도시 도시시설물 터널공사	사면보강공사	(주)경동 건설	222-81 -14888	16,974,335	2018	
H-2	1-나	제천 쓰레기 매립장 확장공사	사면보강공사	(주)대한 지오엔씨	224-81 -27981	31,617,654	2018	
H-3	1-다	영월군 국도31호선 간포교 교량 개축공사	교량개축공사	(주)효성	225-81-0268 2	15,730,000	2019	

13. 현장적용(시공)**

No.	요소기술 구분	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사시작일	공사종료일	공사금액(천원)***
I-1	1-가	원주국토관리청 정선도관리사무소	(주)효성	영월군 국도31호선 간포교 교량 개축공사 현장	2017.06.22	-	
I-2	1-나						

** 현장적용(시공): 사업화주체(기업)가 개발기술을 실제 공사현장(수주)에 적용하여 매출이 발생하는 경우

***공사금액: 당해 기술이 적용된 공사의 총공사금액

E. 성과활용 정보

- 귀 기관의 성과활용 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	에폭시 피복철근 개발
----	-----	-------	-------------

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용“ 이란?
 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 성과물은 그 성과가 활용되었습니까? (1)
1. 예, 활용되었습니다.
2. 아니오, 활용되지 않았습니다.
2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 성과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 성과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
I	기술 개발 단계	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
	☐ 완료	
II	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	
III	실용화 추진 단계(마케팅)	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰 등) 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중	
IV	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계
	☒ 초기발생 ☐ 지속발생	

3. 위 2에서 I~III단계라고 응답한 경우, R&D 성과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)
1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다.
2. 아니요, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	• 쏫트 분사각도를 45도로 개선하여, 표면거칠기 조도를 강화하고 철근-콘크리트 부착력을 90% 이상으로 확보 • 유도전열장치의 IGBT도입 • 공냉식 냉각 도입
II	기술 검증·보완 단계	• 직접인발실험 및 휨거동 실험을 통한 성능검증
III	실용화 추진 단계	• 국도 31호선 간포교 교량 개축공사 시험시공
IV	시장 수용 단계	• 인천시,제천시,화성군에서 발주한 사업에 에폭시 피복철근 현장 적용.

구분	1-나	요소기술명	에폭시 피복철근 제조·설계·시공 지침 작성
----	-----	-------	-------------------------

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용“이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

1. 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 성과물은 그 성과가 활용되었습니까? (1)

1. 예, 활용되었습니다. 2. 아니오, 활용되지 않았습니다.

2. 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 성과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 성과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
I	기술 개발 단계	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
	☐ 완료	
II	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	
III	실용화 추진 단계(마케팅)	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰 등) 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중	
IV	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	

3. 위 2에서 I~III단계라고 응답한 경우, R&D 성과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)

1. 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다. 2. 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.

4. 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 Ⅲ단계라고 응답한 경우, Ⅰ단계, Ⅱ단계, Ⅲ단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
Ⅰ	기술 개발 단계	제조·설계·시공 지침 초안 (안)작성
Ⅱ	기술 검증·보완 단계	· Mock-Up TEST를 통해 개발제품의 적용성 검증 · 해상교량 유지관리사례를 통한 예폭시 피복철근의 LCC 산출
Ⅲ	실용화 추진 단계	· 국도 31호선 간포교 교량 개축공사 시험시공
Ⅳ	시장 수용 단계	

F. 성과활용 계획

- 귀 기관의 성과활용 계획에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	애폭시 피복철근 개발		
1. 동 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.					
단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	■ 완료	■ 완료	■ 완료	■ 완료	■ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ■ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ■ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ■ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ■ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ■ 완료
	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
III	■ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ■ 진행중	☐ 준비 ■ 진행중	☐ 준비 ■ 진행중	☐ 준비 ■ 진행중
	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
IV	■ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ■ 지속발생	☐ 초기발생 ■ 지속발생	☐ 초기발생 ■ 지속발생	☐ 초기발생 ■ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주제*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계				
II	기술 검증·보완 단계				
III	실용화 추진 단계				
IV	시장 수용 단계				

* 주제: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 성과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
설계기준/지침	개선	콘크리트 건설기준(KDS 14 20 00 및 KCS 14 20 00) 개정안 작성

구분	1-나	요소기술명	에폭시 피복철근 제조·설계·시공 지침 작성
----	-----	-------	----------------------------

1. 동 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계				
II	기술 검증·보완 단계		성과보고서		
III	실용화 추진 단계		신기술인증		
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 성과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용
설계기준/지침	개선	콘크리트 건설기준(KDS 14 20 00 및 KCS 14 20 00) 개정안 작성

국토교통연구개발사업 성과총람 원고

주관연구기관명	서경대학교
연구책임자명	김 지 상

I. 과제 기본정보

사업명	건설기술연구사업	
최상위과제명	현장적용성 개선 및 활용을 위한 에폭시 피복철근 개발	
(핵심·세부) 과제명	현장적용성 개선 및 활용을 위한 에폭시 피복철근 개발	
연구책임자 정보	(성 명) 김 지 상 (전 화) 010-5455-3060 (이메일) zskim@skuniv.ac.kr (소 속) 서경대학교	

II. 연구개발 배경 및 목표

1. 연구배경

- 국내 해양구조물 및 부식환경에 노출된 철근콘크리트 구조물현장에 에폭시 피복철근 사용시, 대량화 생산설비를 구축하여 가격경쟁력& 품질의 우수성 및 공급의 안정성을 확보하고자함
- 국내는 지난 30년 동안 도로 등과 같은 시설물들에 대한 집중적인 투자, 국내의 경제성장은 물론 국민소득의 향상 등 사회 환경의 급속한 변화로 인하여 고성능의 사회기반시설이 요구되고 있는 실정이며 시설물의 증가에 따라 중·장기적인 정책과 추진전략이 마련되고 시행해야 할 필요성이 커지고 있어 발주자가 자발적으로 시설물의 기능을 유지하고 장수명화가 이루어지도록 하여 재해는 물론 사회적 비용을 줄이고자 함. 선진국의 경우 SOC시설의 이용도 제고와 안전성 확보에 주안점을 두고 기존 SOC시설에 대한 유지관리를 강화하고 신규 SOC시설의 경우 기획·설계단계부터 유지관리를 고려하는 추세임.
- 현재까지 국내는 SOC시설물의 유지관리에 대한 예방적 차원의 대응보다는 초기비용 측면만을 고려한 건설 정책이 우선적으로 선택되고 있는 등 유지관리에 대한 사회적 인식 부족으로 고성능 기반의 사회기반 시설물이 설계 초기단계에서 계획되지 못하고 있으며 그로 인한 유지관리비용이 과다 발생하는 경우가 증가하는 실정임.
- 선진국의 경우 예방차원의 안전 및 유지관리정책을 채택하여 사전에 시설물의 안전관리수준을 고려해 건설공사를 추진하는 것을 원칙으로 하고 있으며 Value Engineering 및 생애주기비용(Life Cycle Cost : 이하 LCC)분석기법을 적용하여 건설공사 이전 단계인 기획·설계단계에서부터 이루어지고 있음.
- SOC시설물처럼 시설물의 장수명을 요구하는 경우 초기비용뿐만이 아닌 유지관리비 및 폐기처분비를 포함하는 총 비용이 중요한 문제이므로 시설물의 LCC가 최소가 되는 최적의 건설 및 유지관리 대책이 필요하나 실제 축적된 자료의 부족으로 인해 표준화할 수 있는 샘플의 수가 부족한 경우가 대부분이며 관련 연구가 절실한 상황임.

2. 연구목표

- 구조성능 및 현장적용성능이 확보된 에폭시 피복철근 개발
- 에폭시 피복철근의 역학적 특성 검증
- 에폭시 피복철근 현장적용 및 활용기술 개발
- 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공지침 작성

Ⅲ. 연구개발 내용 및 성과물

1. 주요 연구내용

(1) 에폭시 피복철근 개발

- 에폭시 피복철근의 15초 이내 180°이상 절곡시 벗겨짐이나 갈라짐이 발생하지 않는 피복 철근 장치 및 제조기술 개발
- 콘크리트 내에 에폭시 피복철근 부착력은 일반철근 대비 90% 이상 될 수 있는 피복철근 제조기술 개발
- 숏트 분사각도를 45도로 개선하여, 표면거칠기 조도(roughness)를 강화하고 철근-콘크리트 부착력을 90% 이상으로 확보
- 유도전열장치 (고주파 전열장치)의 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 도입
- 공냉식 냉각 도입
- D13~D32 중 3종 이상 에폭시피복철근 개발

(2) 에폭시 피복철근의 구조성능 및 현장적용성능 검증

- 콘크리트와의 부착력이 90% 이상 확보되는지에 대한 구조성능 검증
- 15초 이내 180° 굽힘에 대해서 피복이 벗겨지거나 갈라짐이 없는지에 대한 현장 적용성능 검증
- 에폭시 피복 철근의 휨부재 적용 구조성능 평가
- 에폭시 피복철근 설계가이드 작성

(3) 에폭시 피복철근의 실용화 연구

- 에폭시 피복철근을 활용한 구조물의 생애주기비용 분석
- 에폭시 피복철근의 현장적용성 모니터링 및 평가
- 에폭시 피복철근 시공 특기사항 도출

(4) 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공지침 작성

- 에폭시 피복철근 관련 각국의 제조 규격, 설계 및 시공 기준 분석
- 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공 지침작성
- 콘크리트 건설기준(KDS 14 20 00 및 KCS 14 20 00) 개정안 작성

2. 연구개발 성과

(1) 에폭시 피복철근 개발

- 친환경 에폭시 분체 도료 선정
- 일반철근 대비 기존 에폭시 피복철근 성능
- 에폭시 수지 피복철근 장치 개발
- 피복철근 대량생산 기술 개발



분체도료

(2) 에폭시 피복철근의 구조성능 및 현장적용성능 검증

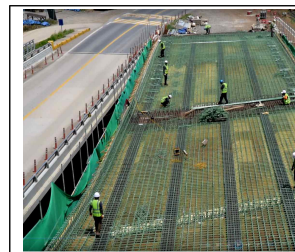
- 개발 에폭시 피복철근 구조성능 및 현장적용 성능
- 휨 부재 구조성능 평가



휨 부재 구조실험

(3) 에폭시 피복철근의 실용화 연구

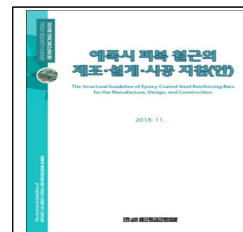
- 적용사례 및 유지관리비 집행실적 조사
- 현장 적용 모니터링
- 에폭시철근의 LCC 분석
- 에폭시철근의 경제적 효과분석



현장적용시험

(4) 에폭시 피복철근의 제조·설계·시공지침 작성

- 에폭시 피복철근 기준 및 규격 검토
- 제조·설계·시공 지침 초안
- 에폭시 피복철근 제조·설계·시공 지침 작성
- 제조·설계·시공 지침 완성



지침

3. 연구개발 성과

(1) 공공적 성과

- 설계단계부터 건설사고 위험요소를 선제적으로 관리하는 생애주기형 건설공사 안전관리체계를 구현할 수 있는 가장 적합한 연구임.
- 에폭시 피복철근의 가공매뉴얼, 시공지침, 설계예제집 등은 위탁기관인 (사)콘크리트학회에서 발간하고, 이를 적극적으로 홍보하여 널리 확산시키고 장기적으로는 콘크리트 구조 기준 및 콘크리트 표준시방서 등의 국가 기준에 반영할 수 있음.
- 건설현장의 안전관리체계를 개선하려는 국가정책에 크게 기여할 것으로 예상됨.

(2) 기술적 성과

- 기존 에폭시 제조 방식이 아닌 분사형 도료 분포를 통하여 새로운 기술력이 확보됨으로써 국내외 학술발표를 통하여 기술력 전파 가능

(3) 학술적 성과

- 콘크리트에 매입된 철근의 부식을 감소로 동일환경에서 수명을 연장할 수 있어 건설비용의 중복투자 방지, 보수·보강 비용 절감 등 생애주기비용 최소화
- 국가 주요자산인 SOC 장수명화와 효율적 활용을 유도하여 미래의 경제적 부담 완화하는데 기여
- 구조물의 장수명화로 CO₂ 절감 기여

(4) 경제적 성과

- 콘크리트에 매입된 철근의 부식을 감소로 동일환경에서 수명을 연장할 수 있어 건설비용의 중복투자 방지, 보수·보강 비용 절감 등 생애주기비용 최소화
- 국가 주요자산인 SOC 장수명화와 효율적 활용을 유도하여 미래의 경제적 부담 완화하는데 기여
- 구조물의 장수명화로 CO₂ 절감 기여

(5) 기타 성과

- 현장적용성을 개선한 에폭시 피복철근의 경우 해외 수출 시장이 충분하며, 향후 관련 분야 기술의 선도가능.

IV. 활용계획 및 기대효과

1. 활용계획

- 본 과제를 통하여 개발될 에폭시 피복철근은 염해(제설제 염해 포함), 중성화, 동결융해 및 화학적 침식 등에 의해 열화되는 콘크리트 구조물에 포괄적으로 활용
- 주요 적용 가능 SOC시설물
 - 해상교량, 항만 RC구조물, 해안인접 공항 RC시설물
 - 연속철근콘크리트포장(CRCP)
 - 하천횡단 각종 RC시설물
 - 동결방지제를 살포하는 도로교의 콘크리트 상판, 신축이음부 교각, 난간 등

2. 기대효과

- 피복철근의 성능을 증진시켜 피복철근 활용에 대한 신뢰성 개선 ⇨ 구조물의 장수명화 및 고내구성화에 기여
- 설계단계부터 예방적 유지관리를 실시하여 구조물의 장수명화 유도 ⇨ 건설비용의 중복투자 방지, 보수·보강 비용 절감, 생애주기 비용 최소화 ⇨ 미래의 경제적 부담 완화, 국가재원의 투자효율 증대
- SOC 시설물의 빈번한 보수·보강 및 교체 공사로 인한 교통 체증(교통차단)을 감소시킴 ⇨ 국민 삶의 질 향상
- 내구수명 증가 ⇨ 시설물의 노후화로 인한 사회적 불안감 해소

3. 선진 기술수준과의 기술격차 해소

- 부착력 개선(기존 KS 표준 80% 이상에서 90%이상 확보되는 에폭시피복철근개발)
- ASTM 기준 및 ISO 기준 상회하는 품질확보

