

**2018년도 주요사업 연구개발계획서**

**도로변 유동인구 밀집지역 미세먼지 저감  
및 실증 기술 개발**

2018. 5.

인프라안전연구본부, 국민생활연구본부

< 연구과제 총괄표 >

(단위: 백만원)

연구 과제명	국 문	도로변 유동인구 밀집지역 미세먼지 저감 및 실증 기술 개발			
	영 문	Development of Proof Technique for Particulate Matters Reduction in Urban Roadside			
연구과제 책임자	부서	인프라안전연구본부			
	성명/직급	박 희 문 / 연구위원			
4대 전략목표 (대과제)	지속 가능한 국민 생활환경 확보	성과목표 (중과제)	국민생활 유해환경 문제 해결 솔루션 제공		
	<NTIS 등록 정보>				
연구성격	기초( )응용(O) 개발( )	과학기술인등록번호	1012 9641		
6T 관련 기술코드	대기오염물질 저감 및 제거기술 ( 050111 )	국가중점 과학기술 코드	오염 물질 제어 및 처리 기술 ( 030204 )	기술수명 주기 코드	성장기 ( 02 )
키워드	국 문	미세먼지, 실증기술, 테스트베드			
	영 문	Particulate Matters, Proof Technique, Testbed			
총연구 기간	2018. 5. 1. ~ 2020.12.31. (총 3 년)				
해당 연도 연구기간	2018. 5. 1. ~ 2018.12.31. (1/3차년도)				
과제 연구비	구분	합계	1차년도 (2018)	2차년도 (2019)	3차년도 (2020)
	총연구비	6,800	800	3,000	3,000
	직접비	4,400	400	2,000	2,000
	내부인건비	2,400	400	1,000	1,000
	내부인건비 /직접비 비율	55	100	50	50
위탁연구 (해당 없음)	위탁과제명			위탁기관명	
	위탁연구개발비				
국제공동 연구 (해당 없음)	외국명	-	연구책임자		
	연구기관명	-	공동연구개발비		

- 목 차 -

1. 연구개발의 필요성.....	1	4.1 연구 추진체계.....	12
1.1 연구 필요성.....	1	4.2 연구 추진전략.....	12
1.2 국내외 현황.....	1	4.2.1 전체 연구기간 추진전략.....	12
1.2.1 국내 현황.....	1	4.2.2 해당 연도 추진전략.....	13
1.2.2 국외 현황.....	1	5. 성과활용 계획 및 기대효과.....	13
2. 연구개발 목표 및 내용.....	2	5.1 활용 방안.....	13
2.1 연구개발 목표.....	2	5.2 수요처 실용화 추진.....	13
2.1.1 최종 목표.....	2	5.3 파급효과(기술적, 경제적, 사회적).....	14
2.1.2 해당 연도 연구목표.....	2	6. 예산 및 참여 인력.....	15
2.1.3 WBT 달성 목표.....	3	6.1 총 연구비.....	15
2.2 연구내용.....	4	6.2 참여 인력 규모.....	15
2.2.1 전체 연구내용.....	4	6.3 팀 편성표.....	15
2.2.2 해당 연도 연구추진 일정.....	5	6.4 자문위원.....	16
2.3 기술 지도.....	6	6.5 자문위원 외 전문가 활용.....	16
2.3.1 거시 TRM.....	6	6.6 주요 연구기자재 및 시설.....	16
2.3.2 미시 TRM.....	6	6.7 예산 내역.....	18
2.3.3 특허 지도.....	7	7. 평가의견 반영 내역.....	22
2.4 타 사업 연계성과 차별성.....	9	8. 주요 연락처.....	23
2.4.1 연구개발과제의 연계성 강화 및 중복 방지를 위한 조사.....	9		
2.4.2 검토 결과.....	10		
3. 성과지표.....	11		
3.1 성과지표 및 연차별 목표.....	11		
3.2 성과지표 설명 및 측정방법.....	11		
3.3 성과지표의 목표치 도출 근거.....	11		
4. 추진체계 및 전략.....	12		

## < 과제 총괄 연구계획서 >

연구과제명 : 도로변 유동인구 밀집지역 미세먼지 저감 및 실증 기술 개발

### 1. 연구개발의 필요성

#### 1.1 연구 필요성

- 도로변 미세먼지 농도가 도시대기 평균 미세먼지 농도에 비해 4-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  높게 나타나며, 도심지 (초)미세먼지의 주요 배출원은 도로 이동오염원인 것으로 규명
- 특히 도로미세먼지에 취약한 도로변 유동인구 밀집지역 (버스정류장, 보행로, 스쿨존 등)에 대한 도로인프라 기반의 미세먼지 저감 융복합 기술 개발에 대한 필요성 대두
- 도로미세먼지 저감을 위한 필터, 광촉매, 활성탄소섬유 등 요소기술 개발은 활발하게 진행 중에 있으나 실제 도로인프라 적용에 필요한 융복합 기술 개발은 아직 미비함
- 다양한 도로 미세먼지 제거 기술의 평가기법 정립 및 효과 검증을 위한 실증 인프라가 필요
- 본 연구는 KICT 2018-2021 전략목표 “지속 가능한 국민 생활환경 확보” 달성을 위한 “국민생활 유해환경 문제 해결 솔루션 제공” 성과목표에 부합함

#### 1.2 국내외 현황

##### 1.2.1 국내 현황

- 2017년 8월에 발표된 정부 100대 국정과제 중 58번째 과제는 미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기 환경 조성으로 선정됨
- 2015년 기준미세먼지 관련 대기관리시장의 총 매출액은 약 6조원 규모임
- 도로변 미세먼지 저감과 관련된 대기오염 통제관련 시장은 2014년 대비 22.5%의 높은 성장을 보이며 전체 대기관리산업에서 차지하는 비중도 +2.2%p 증가추세임

##### 1.2.2 국외 현황

- 세계 대기오염 관리 시장은 2014년~2019년 기간 동안 5.2%의 성장률을 보이며 2019년에는 784억 달러규모까지 성장할 것으로 전망
- 미국은 광촉매를 도로포장 및 구조물에 적용하여 자동차에서 배출되는 질소산화물 제거 및 셀프클리닝 기능 관련 연구 및 현장적용을 수행
- 스웨덴에서는 도로변 초미세먼지를 측정하고 이를 기반으로 전반적인 운영 현황을 평가 기술 및 실증 인프라 환경을 구축함

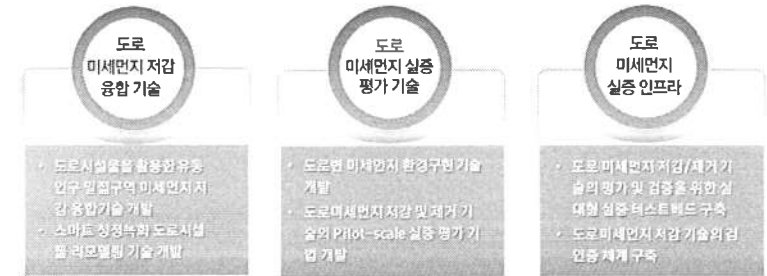
### 2. 연구개발 목표 및 내용

#### 2.1 연구개발 목표

##### 2.1.1 최종 목표

- 청정 도로환경 구현을 위한 도로변 유동인구 밀집구역의 미세먼지 저감 융합 기술 개발 및 실증 인프라 구축을 목표로 함

도로 미세먼지 저감 융합 기술 개발 및 실증 인프라 구축



##### 2.1.2 해당 연도 연구목표

###### 가. 연구목표

- 미세먼지 저감 요소기술의 도로시설물 적용성 평가
  - 국내외 도로 미세먼지 저감 요소기술 분석
  - 미세먼지 저감기술의 도로시설물 적용성 분석
  - 현재 상용화된 미세먼지 저감 기술의 버스정류장 시범 적용
- 도로 미세먼지 저감기술 실증 평가 기법 제안
  - 국내외 도로 인프라 기반 미세먼지 측정/평가기술 조사 분석
  - 도로 미세먼지 환경구현 설비 기본설계
  - 도로 미세먼지 저감기술 실증평가 기법 제안
- 도로 미세먼지 저감 기술 실증 인프라 기본 설계 제안
  - 미세먼지 저감 기술의 평가를 위한 실증 시험 시설 기본 설계 수행
  - 미세먼지 저감 기술의 평가를 위한 소형 시험장비 구축

수도비중향상대책

2.1.3 WBT 달성 목표

WBT	WBT 근거 및 보유 기관	현재 KICT 기술 수준	연차별 기술수준 달성 목표	최종 기술수준 달성 목표
미세먼지 저감 실증 인프라 구축 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 미세먼지 저감 기술 평가는 대부분 실내시험으로 진행됨. 실제 조건을 고려한 실증시험 인프라 구축이 필요</li> <li>세계 최초 (WFT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 실증시험 시설 전유하며 주로 실내시험을 통한 성능 평가 단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1차년도 : 기본설계</li> <li>2차년도 : Pilot Scale</li> <li>3차년도 : 4,000m<sup>3</sup> 급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4,000m<sup>3</sup>급 미세먼지 저감 실증시험 시설 구축</li> </ul>
도로변 유동인구 밀집지역 미세먼지 저감 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>실규모 실증을 통한 도로 미세먼지 저감 기술의 효과 목표는 거의 없음. 중국 초대형 공기청정기 운영에 따른 질감 목표는 20%/10km<sup>2</sup> 임</li> <li>중국 지구환경연구소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감을 위한 융복합 기술 개발 도입기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>버스이용자 중심 도로 미세먼지 저감을</li> <li>2차년도 : 10%</li> <li>3차년도 : 20%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>버스이용자 중심 도로 미세먼지 저감을 20% 달성</li> </ul>

2.2 연구내용

2.2.1 전체 연구내용

구 분	1차년도 (2018년)	
	목표	세부 연구내용
세부과제 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 요소기술의 도로시설물 적용성 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 도로 미세먼지 저감 요소기술 분석</li> <li>미세먼지 저감기술의 도로시설물 적용성 분석</li> <li>현재 상용화된 녹화시스템 및 저감 기술의 버스정류장에 시범 적용</li> </ul>
세부과제 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감기술 실증 평가 기법 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 도로 인프라 기반 미세먼지 측정/평가 기술 조사 분석</li> <li>도로 미세먼지 환경구현 설비 기본설계</li> </ul>
세부과제 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감 기술 실증 인프라 기본 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 기술의 평가를 위한 실증 시험 시설 기본 설계 수행</li> </ul>

구 분	2차년도 (2019년)	
	목표	세부 연구내용
세부과제 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로시설물을 활용한 미세먼지 저감 융합기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로시설물을 활용한 미세먼지 저감 융합 기술 성능 고도화</li> <li>버스정류장 미세먼지 저감 성능 고도화</li> </ul>
세부과제 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로미세먼지 저감 기술 평가 시스템 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 실증 평가를 위한 실험환경 구축</li> <li>도로미세먼지 저감 기술의 실증 평가 기법 개발</li> </ul>
세부과제 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로미세먼지 저감 및 제거 기술의 Pilot-scale 실증 평가 인프라 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 기술의 평가를 위한 실증 시험 시설 상세 설계 수행</li> <li>미세먼지 저감 기술의 실증 평가를 위한 Pilot-scale 시험 인프라 구축</li> </ul>

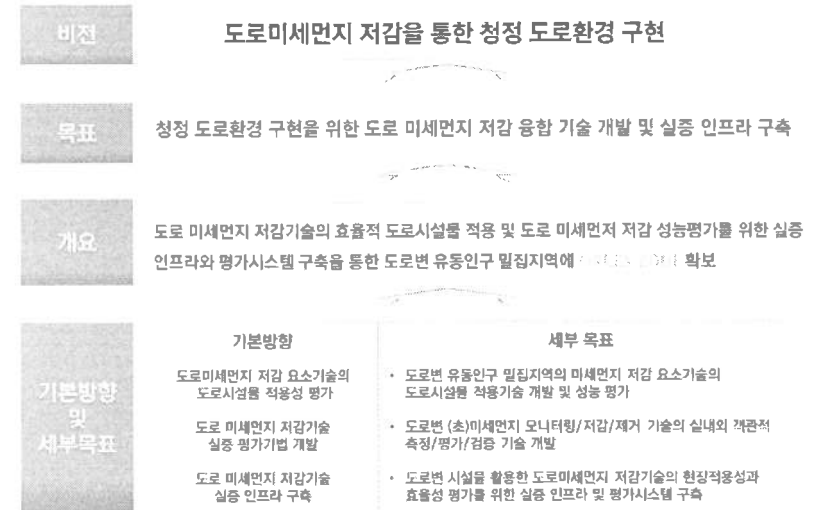
구 분	3차년도 (2020년)	
	목표	세부 연구내용
세부과제 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장적용을 통한 도로 미세먼지 융복합 기술 최적인 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 융복합 기술의 현장 적용</li> <li>도로 미세먼지 저감 융합 기술 최적인 도출</li> </ul>
세부과제 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감 및 제거 기술 평가 및 검증 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로미세먼지 모니터링/저감/제거 기술의 평가 기법 개발</li> <li>도로미세먼지 모니터링/저감/제거 기술의 평가 기법 검증 및 보완</li> </ul>
세부과제 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감 기술의 검증을 위한 실대형 실증 인프라 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 미세먼지 저감 기술 평가 검증을 위한 실증 테스트베드 구축(연천SOC성능시험장 활용)</li> <li>도로변 미세먼지 관련 규제/법/제도 개선 방안 도출</li> </ul>

### 2.2.2 해당 연도 연구추진 일정

해당 연도 대표 성과물 (연구활동지표)	점검기준	점검방법	시작일 /종료일
세부과제			
도로 미세먼지 저감 요소기술의 도로시설물 적용성 평가 결과	- 도로미세먼지 저감기술의 현장 시범적용	보고서	18.5.1 / 18.11.31
도로 미세먼지 재현 시스템 설계	- 도로미세먼지 재현 성능의 타당성	보고서	18.5.1 / 18.11.31
미세먼지 실증 인프라 기본 설계안	- 미세먼지 실증 인프라 설계의 타당성	설계서	18.5.1 / 18.11.31

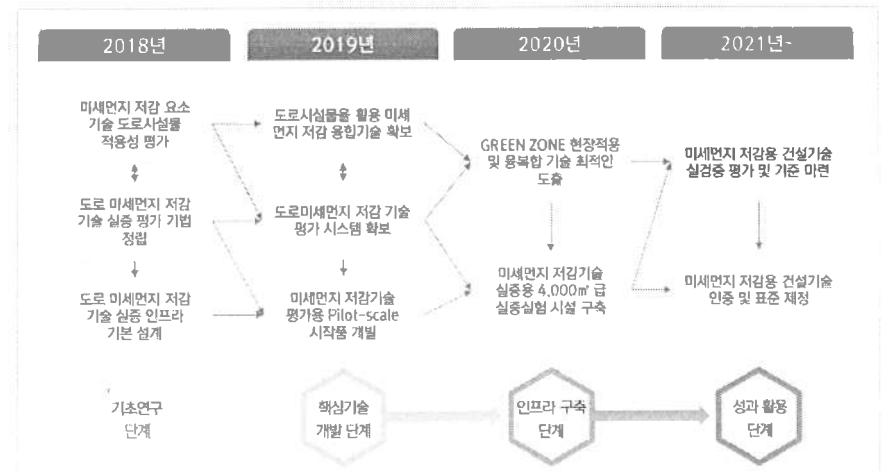
### 2.3 기술 지도(Technology Road Map)

#### 2.3.1 거시 TRM



\* Green Zone: 도심지 유동인구 밀집지역(버스정류장, 스쿨존, 노인보호구역 등)에 미세먼지 저감기술을 도로시설물(버스정류장, 가드레일, 가로등, 버스전용차로포장 등)에 적용하여 도로변 보행자를 미세먼지로부터 보호할 수 있는 구역

#### 2.3.2 미시 TRM



2.3.3 특허 지도(Patent Map) :

**특허 동향 분석**

**연도별 특허동향**

- ✓ 도심지 도로변 미세먼지 저감을 위한 청정도로시스템 구축 기술의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간인 1974년부터 최근 2015년까지 증감을 반복하며 증가하는 추세를 나타냄
- ✓ 최근에 특허 출원이 급격히 증가하는 추세를 나타내었는데 이는 한국이 2014년부터 특허 출원이 급증하여 영향을 준 것으로 파악됨

**내·외국인 특허출원 동향**

- ✓ 도심지 도로변 미세먼지 저감을 위한 청정도로시스템 구축 기술의 주요출원국의 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 한국, 미국, 일본 및 유럽 모두 내국인의 특허 출원 비중이 높은 것으로 나타남
- ✓ 한국, 미국 및 일본은 내국인의 특허 출원 비중이 매우 높은 것으로 나타남

**기술시장 성장단계**

- ✓ 특허기술을 기반으로 한 도심지 도로변 미세먼지 저감을 위한 청정도로시스템 구축 기술의 성장단계는 최근 출원인수와 출원건수가 급격하게 증가하는 형태로, 본격적으로 해당 기술분야의 연구개발 활동이 이루어지고 있는 단계로 해석할 수 있음

**상위 출원인 분석**

- ✓ 도심지 도로변 미세먼지 저감을 위한 청정도로시스템 구축 기술과 관련하여 일본 국적 기업인 FUJI EKECTRIC, 미국 국적 기업인 ECOLAB USA 등이 상위 1,2위의 주요 출원인으로 파악되었으며, 그 뒤를 이어 독일의 CONSTRUCTION RESEARCH & TECHNOLOGY, 한국의 포스코 및 한국건설기술연구원이 상위 3, 4 및 5위를 차지한 것으로 분석됨
- ✓ 주요 출원인의 기관특성 비중을 살펴본 결과, 출원인 중 80%가 산업계, 20%가 연구계로 나타나, 해당 기술은 산업계의 연구개발 활동이 활발한 것으로 판단할 수 있음

순위	출원인명	출원인국	출원건수
1	FUJI ELECTRIC	JP	12
2	ECOLAB USA	US	10
3	CONSTRUCTION RESEARCH & TECHNOLOGY	DE	8
4	포스코	KR	7
5	한국건설기술연구원	KR	6

**핵심특허 정성분석**

**도로변 미세먼지 모니터링**

**도로변 미세먼지 제거기술 (핵심소재 및 도로인프라 응용)**

**건설공사 및 먼지발생 (제거장치 기술)**

**핵심특허 정성분석**

- ✓ 최근 미세먼지 이슈가 증가한 만큼 특허출원이 크게 증가하였고 한국 출원인이 상위권을 차지하고 있어 기술적 역량을 가지고 있음.
- ✓ 특히 한국건설기술연구원이 주요 출원인으로서 실제 기술개발 가능성이 매우 높은 것으로 판단
- ✓ 도로 미세먼지 제거를 위한 기능성 핵심 소재 기술 관련(도로인프라 응용 기술)하여 상위10위의 주요 출원인에는 상대적으로 특허출원이 저조하여 기술사업화 단계보다 연구개발 시작 단계인 것으로 파악됨

2.4 타 사업 연계성과 차별성

2.4.1 연구개발과제의 연계성 강화 및 중복 방지를 위한 조사

비고	연구과제명 및 내용	수행기관 (연구책임자)	연구기간	연구비 총액	발주기관
기수 행	도로 터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리 장치 사업화 (내용) 도로 터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리 기술 개발	(주)리트코 (이승환)	2015-2017	1,224 백만원	국토교통과 과학기술진흥 원
기수 형	터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리용 촉매필터 시스템 개발 (내용) 도로 터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리 장치 개발	아주대학교 산학협력단 (홍민선)	2011-2014	846백 만원	국토교통과 과학기술진흥 원
기수 행	도시 인공지반의 자연생태계복원을 위한 기술개발 (내용) 빗물의 토양침투성이 뛰어난 포장용 녹화시제품 개발연구	(주)한설그린 (옥승엽)	2006-2007	134백 만원	환경부
수행 중	공공휴게시설용 재생에너지 생산/공급 자립형 제품모델개발 (내용) 정류장 등 공공시설에 필요한 에너지를 지열을 이용하여 공급하는 체계를 구축하는 연구	(주)미래에너지 (홍기호)	2017-2018	145.1 백만원	중소기업청

2.4.2 검토 결과

연구과제명	검토 결과	연계 방안 및 차별화 방안
도로 터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리 장치 사업화	<p>[유사한 점] 도로 인프라에서 적용가능한 미세먼지 저감 기술</p> <p>[차이 점] 미세먼지 저감 및 평가 기술 부재, 터널내부에 국한된 점</p> <p>[벤치마킹 할 점] 도로 미세먼지 저감에 필요한 요소기술로 활용 가능</p>	도로 인프라 전반에 걸쳐 미세먼지 저감 융합 기술 개발 및 평가로 특정 소재 기술 개발 연구와는 차별성이 있음
터널 내 미세먼지 및 유해가스 처리용 촉매필터 시스템 개발	<p>[유사한 점] 도로 인프라에서 적용가능한 미세먼지 저감 기술</p> <p>[차이 점] 미세먼지 저감에 필요한 요소기술에 국한</p> <p>[벤치마킹 할 점] 도로 미세먼지 저감에 필요한 요소기술로 활용 가능</p>	도로 인프라 전반에 걸쳐 미세먼지 저감 융합 기술 개발 및 실증 인프라 구축 연구로 특정 소재 기술 개발 연구와는 차별성이 있음
도시 인공지반의 자연생태계복원을 위한 기술개발	<p>[유사한 점] 도시가로, 보도, 정류장 캐노피 등에 적용 가능한 녹화용 시제품 개발 연구</p> <p>[차이 점] 공기정화 기능 부재</p> <p>[벤치마킹 할 점] 관수가 어려운 정류장에 빗물을 최대한 담을 수 있는 토양활용</p>	빗물의 토양침투성이 뛰어난 포장용 녹화시제품 개발한 사례로 정류장 녹화에 참고자료로 활용 가능함
공공휴게시설용 재생에너지 생산/공급 자립형 제품모델개발	<p>[유사한 점] 정류장에 신재생에너지로 전류 공급 한다는 점</p> <p>[차이 점] 지열 활용</p> <p>[벤치마킹 할 점] 없음</p>	정류장 등 공공시설에 필요한 에너지를 지열을 이용하여 공급하는 체계를 구축하는 연구임. 정류장 에너지원 획득에 참고자료로 활용 가능함

### 3. 성과지표

#### 3.1 성과지표 및 연차별 목표

성과지표	과거 실적			목표			실용화 목표(해당 시)	중장기 목표
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021~2022 2	2023~2028 8
성과지표 (독립형)	미세먼지 저감을 위한 건설기술의 개발 및 저감 효율성 실검증 연구 전무			미세먼지 저감을 위한 건설기술 실증	미세먼지 저감 건설기술 실내 성능평가 용 Pilot-scale 시제품 개발 및 설계	미세먼지 저감 건설기술 성능평가 용 4,000㎡급 실증시험 시설 구축	미세먼지 저감용 건설기술 실검증 평가 및 기준 마련	미세먼지 저감용 건설기술에 대한 인증 및 표준 제정(안) 개발

#### 3.2 성과지표 설명 및 측정방법

성과지표	성과지표 설명	측정방법
개발기술 현장 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 건설기술 실증 연구를 위한 Living-Lab 구축</li> <li>유동인구 밀집구간(버스정류장 등) 적용</li> <li>초기 개발기술 적용 후, 지속적인 모니터링을 통한 개발기술 Follow-up</li> <li>서울특별시 지자체 관내 버스정류장 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대표 유동인구 밀집구간(버스정류장 등) 개발기술 현장 적용 (증빙자료 : 공문, 보고서 등)</li> </ul>
실검증 실험시설 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 성능평가용 실내 Pilot-scale 시제품 제작</li> <li>도심지 미세먼지 발생 환경 구현(공기흐름, 미세먼지 농도, 미세먼지 측정 등)을 통한 개발 기술의 실검증 성능평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실검증 실험시설 구축 : 4,000㎡</li> </ul>

#### 3.3 성과지표의 목표치 도출 근거

성과지표	목표치 도출근거
SCI(E) 논문 게재	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수 논문 도출을 위해 R 지표 제시</li> <li>- [산정근거] IF 합계 <math>45억 원 \times 0.1 \times 0.8 = 3.6</math></li> </ul>
개발기술 현장 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 저감 건설기술 현장 적용 및 성능평가</li> <li>- [산정근거] 현장적용 : 2018년 서울시 적용 예정 <math>45억 원 \times 0.2 \times 1.3/10 = 1.17</math></li> </ul>
실검증 실험시설 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>실검증 실험시설 구축 공정률</li> <li>- [산정근거] 4,000㎡급 실증시험 시설 구축 2018년 구성 및 설계, 2019년 공정률 40%, 2020년 공정률 100%</li> </ul>

\* 국내외 실검증 실험시설 구축 전무, 실검증 실험시설 구축을 위한 사전 검증용 실내 Pilot-scale 시제품 제작

### 4. 추진체계 및 전략

#### 4.1 연구 추진체계

- 건설연 인프라안전연구본부와 국민생활연구본부의 강점인 도로인프라/청정녹화/기능성 요소기술/대기환경 제어/도로통합관리 분야 융복합 연구를 기반으로 미세먼지 관련 정부부처, 공공기관, 기업체 등과의 협업을 통한 도심지 도로변 미세먼지 통합 대응시스템 개발 추진
- 환경제어 및 측정 분야 객원연구원 및 자문위원 활용을 통하여 미세먼지 저감 기술 평가를 위한 실증 인프라 구축의 완성도를 높일 계획임
- 청정 도로시스템 시범적용을 통한 중앙정부/지자체 차원의 도심지 미세먼지 저감 정책을 반영한 검증 체계 구축 추진 협의

#### 4.2 연구 추진전략

##### 4.2.1 전체 연구기간 추진전략

- 연구는 총 4단계로 구성하며, 1단계에는 미세먼지 저감 융복합 기술 확보 단계임.
- 2단계에는 미세먼지 저감 평가 기법 및 융복합 기술 적용이며 3단계에서는 미세먼지 저감 기술 실증 인프라 구축을 수행하며 4단계에서는 미세먼지 저감기술 검증 체계 구축 순서로 추진
- 미세먼지 저감기술 실증 평가를 위한 인프라 구축을 위한 연천SOC실증센터 내 실험테스트베드 및 평가 시스템 구축





#### 4.2.2 해당 연도 추진전략

- 국내외 미세먼지 저감 기술 개발 현황 분석을 통해, 도로시설물 적용에 적합한 융복합 요소기술 선정 평가
- 국내외 미세먼지 측정/평가 기술 조사를 통한 도로 미세먼지 저감 실증 평가 기법 제안
- 도로 미세먼지 저감 기술 실증 인프라 구축에 필요한 기본 설계 수행 및 소형 미세먼지 측정 및 평가 장비 구축

### 5. 성과활용 계획 및 기대효과

#### 5.1 활용 방안

- 도로변 유동인구 밀집지역에 상시적 미세먼지 저감기술 적용을 통해 보행자 친화적 청정 도로환경 제공
- 도로미세먼지 저감을 위한 기술/공법의 현장적용성 및 저감 효율성 실증 인프라 구축을 통해 다양한 기술의 실효성 검증
- 정부 차원에서의 미세먼지 정책 수립 근거 확보를 통한 정부 정책 지원
- 중소기업 기반 건설소재·장비 국내시장 활성화 및 최근 급증하는 대기환경 해외시장 선점
  - ※ 세계 환경산업 규모는 9,240억 달러에 이르며, 그 중 대기분야는 528억 달러로 전체의 5.7%(EBI Report 3000, 2013)

#### 5.2 수요처 실용화 추진 계획

수요처명	적용대상 성과물	적용시기	적용형태	적용효과(정량적)
국가기관(국토교통부, 환경부, 지자체 등)	도로 미세먼지 저감 기술 실증 인프라	연구개발 완료 후 2년 이내	정책, 제도, 성능인증	도로 미세먼지 30% 저감
설계사, 시공사	도로 시설물 활용 도로 미세먼지 저감 기술	연구개발 완료 후 2년 이내	기술이전을 통한 사업화	도로 미세먼지 30% 저감
<b>중소 중견기업 지원 방안</b>				
기업명	적용 성과물	적용시기	적용형태	적용효과
삼현피에프	도로 시설물 활용 도로 미세먼지 저감 기술	연구개발 완료 후 2년 이내	기술 이전 등	기술료 등

#### 5.3 파급효과(기술적, 경제적, 사회적)

본 연구개발을 통해 도출된 성과의 기술적, 경제적, 사회적 파급효과는 다음과 같음

구분	기술적 효과	경제적 효과	사회적 효과
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 체계적인 도로비산먼지 인벤토리 구축, 평가 및 관리 체계 확립을 통해 과학적·종합적으로 도로 대기질을 모니터링 및 관리를 함으로써 도로비산먼지 대응 정책의 실효성 확보</li> <li>■ 고령화 시대에 부합하는 도로 서비스 및 대기질 체계 개선을 통해 건강위해성 해소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전 세계적으로 급속히 진행되고 있는 대기환경 사업의 핵심 기술영역에 해당하는 미세먼지 저감·제거 기술 선도 및 해외시장 선점</li> <li>■ 세계 환경산업 규모는 9,240억 달러에 이르며, 그 중 대기분야는 528억 달러로 전체의 5.7%임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 도로재비산에 의해 발생하는 미세먼지(PM2.5)는 전체 미세먼지(PM2.5)배출량의 7%에 해당</li> <li>■ 도로먼지 제거를 통해 배출량을 감소하고 국민 삶의 질 향상</li> </ul>
파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 환경부, 도로재비산 먼지 저감 시범사업 타당성 조사 연구 (2008)</li> <li>■ 광주과학기술원, (초)미세먼지 피해저감을 위한 과학기술연구 (2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Environmental Business International, "EBI Report 3000" (2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 국립환경과학원, 대기오염배출량 (2011)</li> </ul>

6. 예산 및 참여 인력

6.1 총 연구비

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	계
총연구비	800	3,000	3,000	6,800
직접비	400	2,000	2,000	4,400
내부인건비	400	1,000	1,000	2,400
내부인건비/직접비 비율	100	50	50	55

6.2 참여 인력 규모 (당해 연도)

(단위 : M/Y)

구분	정규직					위촉직(일용직 포함)			
	선임 위원급	위원급	수석급	원급	소계	위원급	수석급	원급 이하	소계
참여율 기준	1.0	1.9	2.1	1.0	6.0	-	0.9	0.5	1.4
인원 기준	2	3	4	2	10	-	2	5	7

6.3 팀 편성표

구분	성명	부서	직급	인건비(천원)	참여율(%)	
정규직	팀장	박희문	인프라안전연구본부	연구위원	70,000	61.4
	팀원	곽종원	인프라안전연구본부	신임연구위원	20,000	82.8
		황성도	인프라안전연구본부	연구위원	60,000	9.77
		박정준	인프라안전연구본부	수석연구원	20,000	95.8
		백철민	인프라안전연구본부	수석연구원	60,000	77.4
		윤태영	인프라안전연구본부	수석연구원	20,000	33.5
		양성린	연구전략기획본부	진임연구원	50,000	94.8
		문수영	국민생활연구본부	수석연구원	30,000	45.0
		김현수	국민생활연구본부	신임연구위원	30,000	30.0
		장대회	국민생활연구본부	연구위원	30,000	30.0
김효만	국민생활연구본부	진임연구원	10,000	30.0		
위촉직	이수형	인프라안전연구본부	수석연구원	10,000	8.8	
	최지영	인프라안전연구본부	수석연구원	10,000	69.5	
외부인력	손정탄	인프라안전연구본부	연구보조원	10,000	77.3	
	한영남	인프라안전연구본부	연구보조원	10,000	105.6	
	김연태	인프라안전연구본부	신진연구원	10,000	30.0	
	박기수	인프라안전연구본부	신진연구원	20,000	30.0	
	이강훈	인프라안전연구본부	신진연구원	10,000	30.0	
계				480,000		

6.4 자문위원(협의필요)

성명	소속	직위	전문 분야
한정대	한국환경공단	팀장	대기환경측정 및 관리
최연우	서울특별시	팀장	도로시설관리
백종은	서울시품질시험소	센터장	도로시설관리
정윤석	한국생활환경시험원	선임연구원	첨단건설재료
박준서	한국화학융합시험원	책임연구원	도로포장재료
이현중	세종대학교	교수	도로포장설계 및 재료
임지선	한국화학연구원	선임연구원	탄소소재
김중호	전남대학교	교수	미세먼지 저감소재 및 평가
남창진	(주)푸르밀	영업팀장	벽면녹화 식생
김광진	농촌진흥청	수석연구원	실내용 공기정화 녹화시스템 개발

6.5 자문위원 외 전문가 활용 (객원연구원 등)

성명	국명	소속 및 직위	진공 및 학위	초청활용 기간	활용내용	소요경비 (단위:원)
송지현	대한민국	세종대학교 교수	환경공학 박사	2018.06.~ 11.(6개월)	미세먼지 측정 및 정량법	800만원

6.6 주요 연구기자재 및 시설

기자재 및 시설명	규격	수 량	용 도	보유기관	확보방안
아스팔트 빔 레오미터 (BBR)	RHE-102	1	아스팔트 바인더의 저온 휨유동시험	KICT	보유
아스팔트 빔 레오미터 부속장치 (BBR 부속장치)	TCS-01	1	아스팔트 바인더의 저온 휨유동시험	KICT	보유
아스팔트레오미터		1	아스팔트 바인더의 고온과 중온 동적유동전단시험	KICT	보유
아스팔트 바인더 시험장비 (레오미터 DSR)	AR1500EX	1	아스팔트 바인더의 고온과 중온 동적유동전단시험	KICT	보유

아스팔트 바인더 시험장비의 UHP 부대장비		1	아스팔트 골재 적착면 평가시험	KICT	보유
PAV		1	장기노화 모사시험	KICT	보유
아스팔트함량측정기	Asphalt Content Test	1	아스팔트함량측정시험	KICT	보유
열풍순환식 오븐		1		KICT	보유
인스트론장비		1	재하실험	KICT	보유
만능재료실험기 (MTS)	아스팔트 시험용	2	재하실험	KICT	보유
빔 피로시험장비 (Beam Fatigue Tester)	C57600	1	재하실험	KICT	보유
포장가속시험기	Dynatest	1	Full-Scale 포장공용성 검증	KICT	보유
동결융해시험기		1	콘크리트 동결손상 정도 평가	KICT	보유
데이터로거	TDS-503	1	계측데이터 수집용	KICT	보유

6.7 예산 내역  
가. 예산총괄표

비목	세목	세세목	당해 연도 예산(천원)	비율(%)	
인건비	내부인건비	내부인건비(현금)	400,000		
	외부인건비	외부인건비(현금)	80,000	20.0	
	타기관인건비	타기관인건비(현금)			
	학생인건비	학생인건비(현금)			
직접비	연구장비·재료비	연구시설·장비의 설치·구입·임차비 및 부대경비	60,000	15.0	
		시약·재료 구입비 및 시험 분석료	5,000	1.3	
		전산 처리·관리비	3,000	0.8	
		시제품·시작품·시험설비 제작경비	110,000	27.5	
		국외여비	21,000	5.3	
	연구활동비	인쇄·복사·인화·슬라이드 제작비	8,000	2.0	
		공공요금			
		제세공과금 및 수수료			
		전문가 활용비	10,000	2.5	
		국내외 교육훈련비			
		기술정보수집비·도서 등 문헌구입비			
		회의장 사용료	1,000	0.3	
		세미나 개최비	1,000	0.3	
		학회·세미나 참가비	3,000	0.8	
		원고료·번역료·통역료·속기료	3,000	0.8	
		기술도입비			
		연구개발서비스 활용비	1,000	0.3	
	연구사업 조정 및 관리비				
	연구과제 추진비	국내여비	4,600	1.2	
		사무용품비	1,000	0.3	
		연구환경유지비			
		회의비	4,000	1.0	
		식대	2,000	0.5	
		특근매식비	2,400	0.6	
	연구수당	연구수당	72,000	18.0	
	위탁연구 개발비	위탁연구 개발비	위탁연구개발비		
	공동연구 개발비	공동연구 개발비	공동연구개발비		
간접비	연구지원비	지원인력 인건비			
		기관공통지원경비-공공요금 및 제세공과금			
		기관공통지원경비-건물·시설장비 유지관리비			
		기관공통지원경비-수용비 및 수수료			
	연구실안전관리비	6,000	1.5		
	연구보안관리비				
	연구윤리활동비				
성과활용 지원비	산업재산권출원등록비	2,000	0.5		
	과학문화활동비				
직접비 계			400,000	100	
총연구비			800,000		

나. 국외여비

해당 연도 국외여비							
차수	성명/직급	횟수	산출 내역	금액(원)			
1	장대회/연구위원	1	$[(35\$+78\$)\times 1,100\text{원}\times 6\text{일}] + (136\$ \times 1,100\text{원}\times 5\text{박}) + 1,000,000\text{원(왕복)}$	2,500,000			
	백철민/수석연구원	1	$[(35\$+78\$)\times 1,100\text{원}\times 6\text{일}] + (136\$ \times 1,100\text{원}\times 5\text{박}) + 1,000,000\text{원(왕복)}$	2,500,000			
	양성린/전임연구원	1	$[(35\$+78\$)\times 1,100\text{원}\times 6\text{일}] + (136\$ \times 1,100\text{원}\times 5\text{박}) + 1,000,000\text{원(왕복)}$	2,500,000			
	소계			7,500,000			
	출장 목적 및 사유		미세먼지 감축을 위한 건설기술 적용현장 방문				
	당해 연구개발과제 관련 내용		미세먼지 감축을 위한 건설기술 적용 현장 방문을 통한 건설기술의 감축 효율성 및 업무협의				
	국내에서 관련 정보를 입수하기 어려운 이유		국내 미세먼지 감축을 위한 건설기술 현장 적용이 극히 드물며, 기술의 종류 역시 국한적으로 국외 다양한 건설기술(흡착, 제거, 감축 등) 적용 현황과 효율성 등의 현황을 파악하고 개발기술의 적용 방향 설정의 기초자료 확보				
	출장자	백철민, 장대회	출장 목적지 및 기관	일본			
	출장기간	('18. 07.)					
	차수	성명/직급	횟수	산출 내역	금액(원)		
2	박희문/연구위원	1	$[(35\$+78\$)\times 1,200\text{원}\times 9\text{일}] + (136\$ \times 1,200\text{원}\times 7\text{박}) + 3,000,000\text{원(왕복)}$	4,500,000			
	백철민/수석연구원	2	$[(35\$+78\$)\times 1,200\text{원}\times 9\text{일}] + (136\$ \times 1,200\text{원}\times 7\text{박}) + 3,000,000\text{원(왕복)}$	4,500,000			
	양성린/전임연구원	2	$[(35\$+78\$)\times 1,200\text{원}\times 9\text{일}] + (136\$ \times 1,200\text{원}\times 7\text{박}) + 3,000,000\text{원(왕복)}$	4,500,000			
	소계			13,500,000			
	출장 목적 및 사유		유럽의 미세먼지 관련 정책, 기술, 기준, 연구, 실험센터 구축 등 동향파악				
	당해 연구개발과제 관련 내용		미세먼지 측정방법을 포함하여 건설기술의 미세먼지 감축 관련 정책, 기술, 기준, 연구동향 등을 검토하여 실증센터 구축 시, 미세먼지 감축 성능평가 방법 검토				
	국내에서 관련 정보를 입수하기 어려운 이유		유럽도시의 미세먼지 농도가 높아 이를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이를 통한 다양한 솔루션을 확보하고 있어 이러한 자료를 획득하고 국내 현황에 맞도록 기술 검토가 필요				
	출장자	박희문, 백철민, 양성린	출장 목적지 및 기관	영국, 스위스			
	출장기간	('18. 09)					
	합계			21,000,000			

다. 연구장비·재료비

해당 연도 연구장비·재료비						
구분	품명	규격	단위	수량	단가	금액
구입	실내 미세먼지측정기	광산량정기	EA	1	20,000,000	20,000,000
구입	현장 미세먼지측정기	광산량정기	EA	1	20,000,000	20,000,000
구입	미세먼지 발생 재현 장치	-	EA	1	20,000,000	20,000,000
구입	실험소모품	-	식	5	1,000,000	5,000,000
구입	전산소모품	-	EA	15	200,000	3,000,000
제작	버스정류장 구조체 신규조성	1	식	1	20,000,000	20,000,000
제작	드라이미스트 및 환경센서, IoT 컨트롤박스	1	식	1	20,000,000	20,000,000
제작	태양광 전기공급	1	식	1	10,000,000	10,000,000
제작	정류장 내 벽면녹화 구축	1	식	1	20,000,000	20,000,000
제작	관수공급을 위한 토공사	1	식	1	10,000,000	10,000,000
제작	실증 실험시설 구축 기본설계	1	식	1	30,000,000	30,000,000
합 계						178,000,000

- 필요성 및 용도

구분	품명	구매·제작·설치 완료일	필요성 및 용도
연구시설·장비	실내미세먼지측정기	2018. 06.	- 광산란법을 이용한 실내 미세먼지 측정 장치 구매
	현장미세먼지측정기	2018. 08.	- 광산란법을 이용한 현장 미세먼지 측정 장치 구매
	미세먼지 발생 재현장치	2018. 09.	- 실내 미세먼지 평가를 위한 미세먼지 발생 및 재현 장치 구매
시작품/시제품/시험설비 제작	버스정류장 구조체 신규조성	2018.07.	- 미세먼지/열섬저감 기능의 녹지, 태양광 패널 등의 부속 시설물 설치 시 기존 버스정류장 구조체가 이를 감당할 수 없는 구조일 경우 정류장 구조체 신규조성 필요
	드라이미스트 및 환경센서, IoT 컨트롤 박스	2018.07.	- 정류장의 미세먼지 일부와 열섬저감을 위해 드라이미스트와 환경센서 설치 및 이를 제어하는 IoT 컨트롤 박스 필요
	태양광 전기공급	2018.07.	- 정류장 내 신재생에너지를 이용한 전기공급을 위한 태양광 패널 및 부속 시설 설치
	정류장 내 벽면녹화 구축	2018.07.	- 미세먼지 저감을 위한 공기정화기능의 벽면녹화 시스템 구축
	관수공급을 위한 토공사	2018.07.	- 녹화구조체 및 미스트에 관수를 위해 수도관 연결을 위한 토공사 수행
	실증 실험시설 구축 기본설계	2018.12.	- 미세먼지 저감 건설기술의 성능평가를 위한 4,000㎡급 실증 실험시설 구축 기본설계

7. 평가의견 반영 내역

평가의견	반영내용	비고
- 환경부 관측 대기에서 침착되는 미세먼지 양과 건설연 도로변 연구용합성과 필요	- 본 과제 연구성과의 환경부 관측 미세먼지 저감에 대한 영향성을 향후에 평가하도록 하겠음	
- 이월예산 과제와 통합 필요	- 이월예산 과제 추진내용인 연천SOC센터 미세먼지 실험동 설계를 본 과제에 통합하겠음	p.3, p.18 반영
- 미세먼지 저감목표 달성을 위한 개발 기술의 적응성 및 구체적 근거, 20% 달성 논거 제시 필요	- 미세먼지 저감 요소기술별 실증평가를 통하여 미세먼지20% 저감목표 달성에 필요한 융합 기술을 제시하도록 하겠음	
- 저감 기술 변화는 실증평가와 인프라 구축에 집중이 필요할 것으로 판단됨	- 본 과제에서 미세먼지 저감 기술의 실증 평가를 위한 인프라 구축에 집중하겠음	
- 기존 국가 R&D와 차별화 위한 실증·인증 시스템 부분에 초점	- 기존 국가 R&D 연구와의 차별화를 위하여 미세먼지 저감기술 실증평가를 위한 시스템 구축에 집중하겠음	
- R&D 성과물의 실전장 Test-bed와 성능검증도 긴요	- 연천 SOC 실증센터에 미세먼지 저감 실증 인프라 구축을 통한 성능 검증 수행할 계획임	
- 이월예산과제(0.7억원)는 본 예산에 포함하여 추진 검토(실험시설 구축 관점) → 숨 예산 5억 이하로 감액	- 이월예산 과제 추진내용인 미세먼지 실험동 설계를 본 과제에서 수행하도록 하겠음	p.3, p.18 반영
- 이전 수행성과(한지 흡진 필터) 연계 활용 검토	- 기 연구원에서 개발된 미세먼지 저감 기술을 본 과제에서 활용하도록 하겠음	
- 실증 인프라가 미세먼지 저감을 정확히 측정하기 위해서는 인프라에 대한 보다 구체적인 계획이 필요	- 1차년도에 미세먼지 측정 및 평가 기술의 분석 및 평가를 통하여 구체적인 인프라 구축 계획을 제시하겠음	

## 8. 주요 연락처

구 분	성명	직급	부서	내선
연구책임자 (연구과제)	박희문	연구위원	인프리연구본부	323
총괄 담당자 (실무자)	백철민	수석연구원	인프리연구본부	613
담당자	문수영	수석연구원	국민생활연구본부	324