시 민

주무관	도로관리팀장	도로관리과장	안전총괄관	★안전총괄실장	
협 조	*교통운영과장* *포장안전팀장* *포장조사평가팀장* *주무관* *주무관* *주무관* *주무관*				

문서번호	도로관리과-3561
결재일자	2019.3.4.
공개여부	대시민공개
방침번호	

I·SEOUL·U

- 급변하는 기후·환경에 대응하기 위한 -

서울형 친환경 도로포장 추진계획

2019. 2.

서울특별시

【도로관리과】

I·SEOUL·U 너와 나의 서울

서울특별시

사전 검토항목

☞ 해당사항이 있는 부분에 ' ■ ' 표시하시기 바랍니다. *(※ 비고 : 필요시 검토내용 기재)*

구 분	사전 검토항목 점검 사항	검토 완료	해당 없음	비 고
정책의제 형성	◆ 정책현안에 대해 현황과 실태를 검토하였습니까? - 현황자료(통계자료 등) 및 실태조사서 검토 타지자체 유사정책 및 국내외 사례 분석 등	■	□	
	◆ 시민 및 관련전문가 의견을 반영하였습니까? - (시민참여) 청책토론회, 시민공모, 설문조사 등 - (전문가 자문) 자문위원회, TF운영, 타당성 검토조사 등	□	■	
정책수립	◆ 정책화를 위한 제반 법규(근거법령 및 규칙, 지침 등)는 검토하였습니까? - (선거법) 공직선거법 등 각종 법률 저촉여부 - (성별분리통계) 성별분리통계 분석 등	□	■	
	◆ 정책(사업) 집행의 직·간접적 영향 및 효과성을 분석하였습니까? - (갈등) 이해관계 당사자 간 갈등 및 대책 마련 - (사회적 약자) 사회적 약자에 대한 배려 등 - (일자리) 일자리 창출, 직·간접 채용, 전문인력 양성, 창업지원 - (안전) 시민 안전 위험요인 및 대책, 안전 관리 등	□	■	
정책집행	◆ 타기관, 민간단체 등과의 협의·협력 및 이견 조정 등을 검토하였습니까? - (타기관) 타기관(중앙정부, 지자체), 민간(단체) 등의 자원 활용 방안 - (자치구 영향) 자치구 행정·인사·재정 부담 및 적정성, 파급효과 분석 등	■	□	
	◆ 정책·계획 등의 지속가능성을 검토하였습니까? - (지속가능성) 지역경제 발전, 사회적 형평성, 환경보전 등	■	□	
정책홍보	◆ 국내외 정책(사업)홍보방안을 검토하였습니까? - (홍보) 국내보도자료, 기자설명회, 현장설명회 - (정책영문화) 영문제목·요약, 해외언론보도, 외국어 홈페이지 게시 등	■	□	
기타사항	◆ 불필요한 외국어·외래어 표현 대신 바른 우리말을 사용하였습니까?	■	□	
	◆ 공개 여부를 "비공개"로 설정했다면 법적근거를 명확히 검토하였습니까? (정보공개법 제9조 제1항 제1호~제8호)	■	□	

목 차

Ⅰ. 추진배경 1

Ⅱ. 그간 추진사항 2

Ⅲ. 도입현황 및 실태분석 3

Ⅳ. 정책목표 12

Ⅴ. 단계별 추진방안 13

Ⅵ. 서울형 친환경 포장 추진계획 16

1. 미세먼지 저감 포장 16

2. 도로소음 저감 포장 18

3. 이용환경 개선 포장 20

4. 자원 신·재생 포장 18

Ⅶ. 행정사항(예산계획, 협조사항, 추진일정) 19

- 급변하는 기후·환경에 대응하기 위한 -

서울형 친환경 도로포장 추진계획

최근 미세먼지 증가, 교통소음 문제, 폭염 장기화 등 기후·환경 변화에 대응하는 미래지향적 친환경 포장 기술 도입으로 쾌적한 도로환경 조성

Ⅰ 추진배경

□ 서울형 친환경 도로포장 시행 정책기반 조성

○ 안전·쾌적·장수명 도로관리를 위한 "도로포장 유지관리 기본계획" 실현('18.4.)

- 쾌적한(Calm) 도로 : 친환경 포장기술 개발·적용

○ 2019년 신년 업무보고('19.1.25)

- 미세먼지 및 도심열섬 저감, 에너지 생산형 도로 추진을 위한 포장 신기술 적용

□ 기후·환경 변화에 대응한 도로포장 분야 지원대책 마련 필요

○ 서울의 미세먼지는 세계 주요도시의 1.5~3배 수준이며, 자동차 배기가스 및 건설·산업 현장의 비산먼지 등으로 미세먼지 지속 증가 예상

➡ ※ 미세먼지(㎍/㎥, '14년) : 서울 46, 도쿄 28, 파리 28, 워싱턴 D.C 16

○ 기후변화에 의한 온도상승으로 재난 수준의 폭염과 도심열섬 현상 심화

➡ ※ 최근 5년간 서울시 폭염현황

구 분	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년
최고온도	35.8℃	34.4℃	36.6℃	35.4℃	39.6℃
폭염특보	7일	9일	41일	33일	43일

○ 대규모 교통량 및 복잡한 도심공간에서 교통소음 심각하나, 방음시설 설치 곤란 등으로 교통소음 줄이기 한계

○ 온실가스 감축 및 에너지 고갈에 대비 도로자원 신·재생 환경 조성 필요

○ 전용차로 훼손, 빗물 튀김 등으로 도로 이용환경 저하 및 폐기물 처리 문제 발생

Ⅱ 그간 추진사항

□ 미세먼지 대응 … [중온, 광촉매 포장]

○ ’10.10. : 중온 아스팔트 포장 시험시공

○ ’18. 4.10 : 공기질 개선 도로포장 기술개발 업무협약 체결

- 서울시 ↔ ㈜비앤디네트웍스(중소벤처기업부 주관 국책연구과제 수행업체)

○ ’18. 6.28 : 광촉매 시험 포장(강남대로 양재역 일대)

○ ’18. 7.~11. : 광촉매 포장기술 효과분석

□ 도로소음 대응 … [저소음 포장]

○ ’15. 9. : 배수성·저소음 포장 확대 시행계획 수립

○ ’16. 6. : 배수성·저소음 포장 아스팔트 시방서 마련

○ ’16.~’18. : 배수성·저소음 포장 시험시공

□ 폭염 및 도심열섬 대응 … [차열성 포장]

○ ’15. 7. : ‘차열성 도로포장 재료 및 기술개발 용역’ 착수

○ ’15. 9. : 1차 시험시공(마들로) 및 성능평가

○ ’15.11.~’16.6. : 국내 차열도료 개발 및 사전시공(품질시험소 진입도로 등)

○ ’16.11. : 2차 시험시공(마들로, 대학로) 및 성능평가

□ 이용환경 개선 및 자원 신재생 … [고내구성 칼라포장, 재생아스콘 포장 등]

○ ’08. 2. : 서울시 순환골재 등의 활용촉진에 관한 규정 제정

○ ’18. 6. : 태양광 도로포장 외국 사례 조사(공무 국외출장)

- 프랑스(COLAS Wattway), 독일(SOLMOVE의 Solar-Carpet), 네덜란드(Ooms의 SolaRoad)

Ⅲ 도입현황 및 실태분석

친환경 포장 기술 현황

※ ( )는 기술개발 중인 포장

- 미세먼지 저감 : 중온 포장, (광촉매 포장)
- 도로소음 저감 : 배수성·저소음 포장, (비배수성·저소음 포장)
- 이용환경 개선 : 고내구성 칼라포장, (차열성 포장), (고강성·배수성 포장)
- 자원 신·재생 : 재생아스콘 포장, (태양광 포장), (폐플라스틱 활용 포장)

1 미세먼지 저감 포장

☐ 중온 포장 … [기술 상용화 단계]

○ 포장기능 : 생산과정에서 사용연료를 줄여 오염 발생원을 감소

- 점도를 낮추는 기술(첨가제 투입)을 사용하여 가열 아스팔트 혼합물에 비해 30℃ 정도 낮은 온도(약 140℃)에서 생산 및 시공이 가능한 기술
- 유해가스(NOx, CO 등) 저감 및 조기 교통개방(45분 단축) 가능

〈 가열 아스팔트 생산 및 시공 〉

〈 중온 아스팔트 생산 및 시공 〉

○ 현장시공 : '10.10월 사당로 이수역구간 59a 첫시공, 이후 사업소별로 소규모 시험시공 실시

〈 중온 포장 시험시공('10.10월) 〉

〈 중온 포장 8년 경과('18.8월) 〉

○ **도입경과 : 외국은 '90년대부터 개발·적용, 국내는 '08년에 첫 도입**

- 유럽, 미국은 '97년 교토협약(지구온난화 방지)에 따라 '90년대부터 중온 포장기술을 개발, 현재 아스팔트 포장의 30~40%를 적용
- 국내는 '08년 "저탄소 녹색성장 전략 국가 비전"이 제시되어 같은해 부산지방국토관리청 관할 도로에서 첫 시험포장 이후 부산·경남지역에서는 현재 조달항목으로 지정하여 중온 포장 적극 시행중

○ **효과 및 실태분석 → 적극적인 포장 확대 필요**

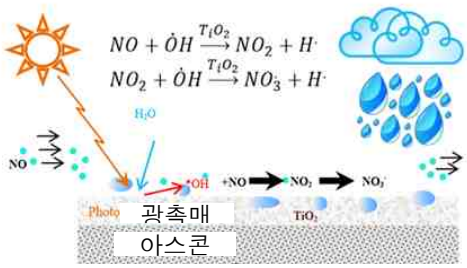
- 아스콘 생산단계의 오염물질 발생원 감소로 미세먼지 총량 저감에 기여
  - ▸ 생산연료 감소 : 일반포장재에 비해 20~36%↓
  - ▸ 오염물질 감소 : 일반포장재에 비해 NOx 21~62%↓, CO 22~75%↓
- 서울에서는 '10.10월 사당로 외에 적용 사례가 거의 없고, 소량 생산시 생산성 효율 저하(일반⇌중온 전환 생산시 청소, 세팅 등 불편)로 생산이 곤란한 실정

➡ **시험시공으로 나타난 내구성 및 품질관리 문제를 '10년 이후에 해소, 국토부 시방규정 마련, 경남·부산지역은 조달품목으로 등록하여 일반 포장으로 사용**

☐ 광촉매 포장 … [기술개발 초기 단계]

○ **포장기능 : 질소산화물(NOx) 저감**

- 빛에 활성화되는 광촉매재(TiO_2)를 포장면에 코팅하여 미세먼지를 발생시키는 질소산화물(NOx)을 인체에 무해한 질산염(HNO_3)으로 환원



○ **현장시공 : '18.6월 강남대로 양재역 구간 75a 시험시공**

- 시공방법 : 광촉매재를 액체에 희석, 분사노즐을 통해 포장면에 코팅
- 시 공 자 : 중소벤처기업부의 국책연구과제 수행사 ㈜비앤디네트웍스

〈 양재역 시험시공 위치도 〉

〈 광촉매재 코팅 〉

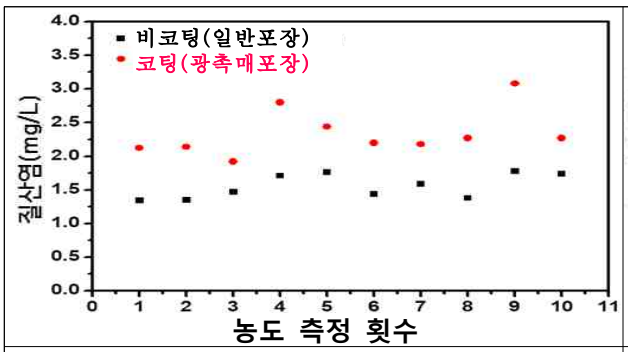
〈 포장완료 차로 〉

○ **도입경과 : 외국은 '15년부터, 국내는 '18년부터 기술개발 · 적용**

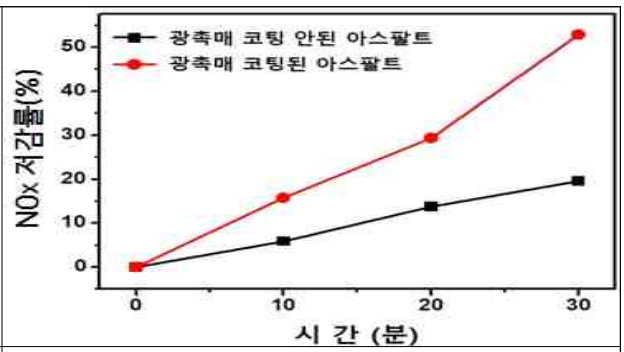
- 유럽·미국, 일본 등에서 '15년부터 건물외벽과 보도에 시공
- 우리시는 세계 최초로 국책연구과제로 광촉매 차도포장 기술을 개발중인 업체와 공동으로 '18년부터 기술실용화 추진 중임

○ **효과 및 실태분석 → NOx 저감기술 지속향상 필요**

- 분해된 질소산화물 흡착 효과는 광촉매재 코팅 포장면이 일반 포장면보다 현장시험에서 1.5배 ↑, 실내시험에서 2.7배 ↑



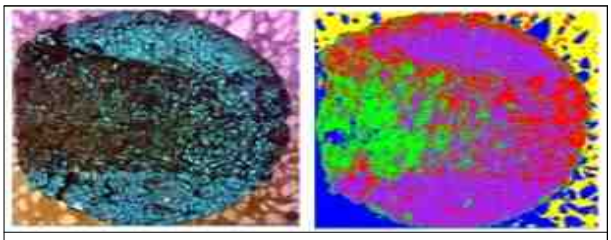
〈 현장실험 결과 〉



〈 실내실험 결과 〉

- 광촉매재의 부착력은 실내시험(바퀴통과시험)을 통해 확인한 결과 자동차 1만대 통행 후 탈락되는 비율은 28% 수준(72% 잔류)

시료에 대한 Wheel Tracking 시험



차량바퀴 통과후 코팅 탈락된 시료와 이미지

- 각 차로별로 미끄럼 저항값을 측정한 결과 평균치는 시공전(비코팅) 53BPN, 시공후(코팅) 51BPN이며, 간선도로 허용기준(47BPN 이상) 준수

➡

◆ **NOx 저감성능 및 재료 부착성능은 기술구현 초기 수준, 기술향상 필요**

- NOx 저감성능은 실내시험 결과 수준(일반포장재의 2.7배)의 성능 확보
- 포장면 부착성능은 최소 3년 이상 지속

◆ **도로공간에서 NOx 저감성능 검증을 위한 공인된 현장 측정기준 필요**

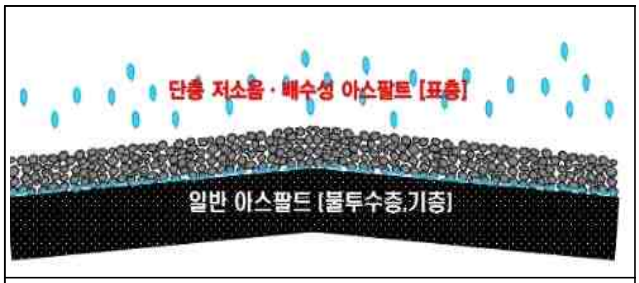
- 공인된 측정기준은 실내실험은 있으나 현장실험은 아직 없는 실정임

2 도로소음 저감 포장

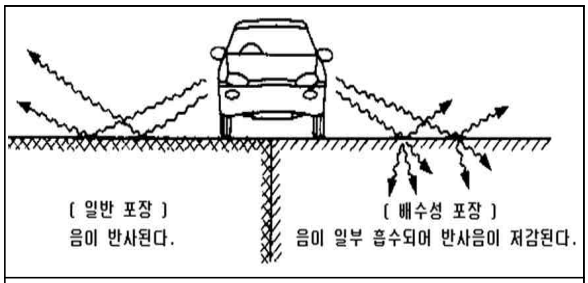
☐ 배수성·저소음 포장 … [기술 상용화 단계]

○ **포장기능 : 포장층 내부의 많은 공극을 통해 배수 및 소음 흡수**

- 공극이 소음을 흡수하는 원리를 활용, 포장층 내에 형성된 공극(약 20%)으로 타이어 마찰음을 흡수하고 고인 노면수를 배수 처리



〈 저소음 포장 단면도 〉



〈 소음 저감 개요도 〉

○ **현장시공 : '99.5월 시흥동 시흥대로 구간(57a) 최초시공, 현재까지 22,040a(잔류 45%) 시공**

- '99년부터 에코팔트로 시작하여 SBS, SRA, 배수성 등 다양한 재료 사용, '13년까지 연간 2,000a씩 포장후 장기적 효과(저소음, 내구성)가 급속 저하됨에 따라 '14년부터 연간 320a로 축소

구 분	계	'07 이전	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
시공면적(a)	22,040	8,373	2,287	4,113	1,453	2,456	263	1,497	199	686	187	407	119
잔류면적(a)	9,827	1,765	409	2,040	625	2,174	210	1,442	〃	250	〃	〃	〃
잔류율	45%	21%	18%	50%	43%	88%	80%	96%	100%	36%	100%	100%	100%
소음저감(dB)		평균 3~4									2~4	3~11	12

○ **도입경과 : 유럽·미국 '80년대 초, 일본 '95년, 국내는 '90년대 후반 도입**

○ **효과 및 실태분석 → 현장적용 확대와 기술향상 필요**

- '99년부터 현장에 적용하여 친환경 포장 중에서 시공경험이 가장 많음
- 현재 저소음 포장은 준공시 평균 9dB 소음 감소, 도심 주요교통소음 6개 관리지역 평균소음은 주간 69.2~70.7dB(야간 65.8~69.7dB)

※ 교통소음측정 : 노출인구분석을 통한 교통소음 저감사업 용역결과('18년, 도로시설과)

- 양호한 저소음 포장 시 발생소음은 평균 56.8~61.7㏈로 감소되어 교통소음 규제치(주간 야간) 이내로 관리 가능

※ 도로소음 기준 : 주거지역 주간 68dB(야간 58dB), 상업지역 주간 73dB(야간 60dB)

➡
- ◆ 준공 후 3년까지 저소음 성능 유지되며 이후 공극 막힘 등으로 효과 감소 및 조기파손 가능, 지속적인 기술향상(포장기술, 사후관리기술) 추진 필요
- ◆ 주택가, 학교, 병원 등 소음 저감이 필요한 곳에는 저소음 포장 정비주기를 일반포장과 구별, 소음기준 이하인 경우 재포장하는 방안 필요

☐ 비배수성·저소음 포장 … [기술개발 진행 단계]

○ **포장기능 : 공극이 큰 배수성 포장의 조기파손 해소, 미세공극 활용 소음저감**

- 일반 표층의 굵은 골재(⌀13㎜, ⌀19㎜)보다 작은 골재(⌀5㎜, 단립도 70%)를 사용하여 박층(T=2㎝)으로 시공, 노면의 골재 사이 미세공극을 통해 타이어 마찰음 흡수, 공극률이 적어 빗물침투 차단으로 동결융해 및 조기파손 방지

※ 시공방법 : 표층(T=5㎝) 포설후 박층 저소음 포장(T=2㎝) 시공(총 두께 7㎝)

○ **현장시공 : '18.5월 중구 신당동 청구로 구간(26a) 최초 시공**

○ **도입경과 : '16년도 기술개발 후 국내 시험시공(약 17회) 사례 있음**

○ **효과 및 실태분석 → 시험시공 확대 추진 필요**

- '18.5월 청구로에서 첫 시험시공 결과 주변포장보다 12.5㏈ 감소
  (주변 일반포장 81.8dB, 저소음 포장 69.2dB)
- 시험시공은 '16년부터 실시되었으나, 성능평가 실적이 없어 장기적 효과(저소음, 내구성)는 알 수 없음(서울시 시공구간은 금년부터 조사 예정)
- 포장비는 일반표층의 1.7배 수준(T=2㎝ 박층 346만원/a, 일반 200만원/a)

➡
- ◆ 다양한 지점과 장기간 경과시 저소음 효과 지속 평가 필요
- ◆ 저소음 효과가 유지되는 경우 배수성·저소음 포장에 비해 겨울철 동결융해 저항성이 높아 조기파손 예방 가능

3 이용환경 개선 포장

☐ 버스전용차로 고내구성 칼라 포장 … [기술 상용화 단계]

○ 포장기능 : 적색 SMA 골재와 산화철 안료, 고내구성 첨가제를 아스팔트 바인더와 배합하여 포장재 생산, 포장색도와 수명 장기유지

버스전용차로 일반포장
('18.8 송파대로 포장 및 차선 손상 현황)

버스전용차로 장수명 칼라포장(서울시 특허)
('19.1 현재 6년 경과, 공항로 백석초교앞)

○ 현장시공 : '12.10 공항로 백석초교앞(9a) 첫 시험시공 후 마곡지구, 오정대로 화곡지구 등 버스차로에 확대(서울시 시공 240a)

○ 도입경과 : '95년 네덜란드에서 자전거도로 시인성·내구성 향상을 위해 개발, 이후 미국·유럽 등 버스차로 적용, 국내는 서울시 최초 도입

○ 효과 및 실태분석 → 포장 확대 추진 필요

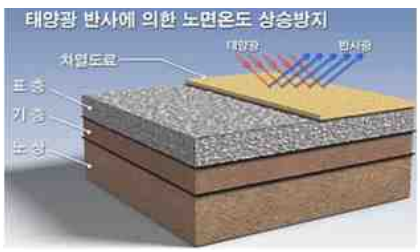
- 색도와 포장 내구성이 장기 유지되므로 잦은 보수로 인한 차량운행 불편해소, 쾌적한 도로환경 유지
- 포장비(T=10㎝ 기준)는 SMA포장의 2.2배(SMA 308만원/a, 칼라 677만원/a)

➡ 포장비용이 상대적으로 높으나 버스차로의 시인성 향상 및 쾌적한 도로 이용환경 유지 필요구간을 대상으로 포장 확대 필요

☐ 차열성 포장 … [기술개발 진행 단계]

○ 포장기능 : 태양열 반사→포장체 축척열 감소

- 열반사 성능이 우수한 특수 안료를 배합한 차열 도료를 포장면에 코팅하여 태양광 반사, 포장체의 열 흡수 방지



○ 현장시공 : '15년부터 노원구 마들로, 종로구 대학로 시험시공(37a)

시공구분	구 간	시공일	면 적(연장)	저감효과
일본산 시험시공	노원구 마들로	'15.9	1,560㎡(130m)	준공시 10.4℃↓ / 2년후 4.2℃↓
국내산 시험시공	노원구 마들로	'16.11	960㎡(80m)	준공시 5.3℃↓ / 10개월후 3.4℃↓
일본산 시험시공	종로구 대학로	'16.11	1,170㎡(195m)	준공시 5.2℃↓ / 10개월후 3.8℃↓

※ '10.11월 남부순환로 공항동 구간(3a) 최초 차열효과 검증 시험시공(측정방법 미확립)

○ 도입경과 : 2020년 도쿄 올림픽을 위해 일본에서 2000년초 기술개발, 현재 도심열섬이 심각한 지역 적용, 국내는 서울시 최초 도입

○ 효과 및 실태분석 → 시험시공 확대 추진 필요

- 버스 교통량이 적거나 배수성 포장구간은 양호, 버스교통량 많거나 밀입도 포장에서 일부 도료 소실률 높음(일반적으로 2년 후 부분 소실, 일본과 유사)

➡ 지속적인 시험시공 등으로 기술향상 유도 필요

□ 고강성·배수성 포장 … [기술개발 진행 단계]

○ 포장기능 : 전량 굵은골재 사용, 강성을 높이고 형성된 공극으로 배수 처리

- 단입도 굵은골재(⌀8~⌀11㎜, 95%)에 결합재(바이오 폴리우레탄)를 배합하여 많은 공극을 통해 배수를 빠르게 시키고, 굵은골재로만 차량하중을 받도록 강성을 높여서 소성변형 방지

○ 현장시공 : '18.7월 정릉로 국민대앞 버스정류소 구간 첫 시험시공(1a)

○ 도입경과 : '11년 보도, 자전거도로 포장재로 세계 최초 개발, 하동에 첫 시공(시공사례 137건), 차도는 서울시에서 첫 시험시공 실시

○ 효과 및 실태분석 → 시험시공 확대 추진 필요

- 배수 성능은 높으나 포장비용이 일반표층의 3.4배로 고가임

➡
◆ 장기 공용성능 평가 실적이 없어 조기파손 등 성능 확인 필요
◆ 빗물 고임에 따른 도로이용 불편지역(특히 사람이 많은 정류소 부근)을 대상으로 배수 목적의 포장 적용 필요

4 자원 신·재생 포장

☐ 재생아스콘 포장 … [기술 상용화 단계]

○ 포장기능 : 유지보수 시 발생된 폐아스콘에서 골재를 분리하여 재활용

- '08.2월 '서울특별시 순환골재 등의 활용촉진에 관한 규정'과 누적된 폐기물의 처리 곤란 등으로 폐아스콘에서 골재를 분리하여 재사용

※ 재생아스콘 : 폐아스콘(순환골재)을 25% 이상 함유한 아스팔트 혼합물

○ 현장시공 : '14년까지 재활용 증가 후 내구성 저하 문제 등으로 감소 추세

- 연평균 재활용은 발생량(337,720톤)의 13%

구 분	계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
발생량(톤)	3,039,480	256,628	229,313	243,874	338,496	334,267	408,420	434,749	399,550	394,183
재활용량(톤)	395,462	36,572	31,508	41,308	48,507	54,287	33,760	40,722	58,117	50,681
재활용률	13%	14%	14%	17%	14%	16%	8%	9%	15%	13%

○ 도입경과 : 재생아스콘은 산업화가 빠른 미국 '56년, 유럽 '70년, 일본 '77년부터 일찍 사용, 국내는 '08년부터 의무 시행

○ 효과 및 실태분석 → 적극적인 포장 확대 추진 필요

- 재생시 다시 반복 파쇄되므로 골재 강도 저하, 굵은 골재량 감소, 잔골재량 증가 등 불리한 조건으로 중차량이 많은 간선도로 표층에 직접 사용 곤란

◆ 철저한 재료생산 품질관리와 불합리한 가격 조정 등으로 포장 확대

➡ ◆ 아스팔트 포장 기층 또는 이면도로 포장에 사용 가능하며, 신설 도로 보조기층재 등으로 재생 골재를 사용하도록 하는 관리지침 마련 필요

☐ 폐플라스틱 활용 포장 … [기술개발 초기 단계]

○ 포장기능 : 폐플라스틱의 구조적 화학적 성질을 이용하여 인조골재, 바인더, 기존 포장재 성능을 높이는 첨가제 등으로 재생

폐플라스틱으로 만든 바인더
(아스팔트 유제 대체재, 인도)

폐플라스틱으로 만든 골재
(인조 포장골재, 영국)

폐플라스틱으로 만든 첨가제
(포장재 성능 향상, 외국, 한국)

○ **현장시공 : '11.6월부터 재생아스콘, 섬유보강 아스콘 등 시험시공**

- '11.6월 신내동 신내로, 도봉동 마들로 구간 개질제 첨가 재생아스콘(28a)
- '15.10월 역촌동 서오릉로 구간에 섬유보강(첨가제) 아스콘(3a)

○ **도입경과**

- 2000년대 초 폐플라스틱을 활용하여 인도는 아스팔트 바인더 대체재 개발 '16년까지 대도시에 의무적용(33,600㎞ 포장)
- 영국은 인조골재를 개발하여 지방도에 시험시공(주로 신설도로에 포장, 기존 도로는 재생아스콘 위주로 포장)
- 국내는 '11년 건설기술연구원에서 첨가제를 개발하여 서울시(1곳)를 포함 국도(5곳), 고속도로(6곳)에 시험시공 시행

○ **효과 및 실태분석 → 재생아스콘 이용률 고려하여 적용**

- 신설 포장도로가 부족한 인도의 경우 폐플라스틱 확용 포장이 더 효율적이나 우리시와 같이 포장률 100%인 도로는 기존 폐아스콘 재사용이 더욱 중요

➡ **포장의 성능을 높이는 첨가제(개질제) 등에 적극적인 기술개발 유도**

□ 태양광 패널 포장 … [기술개발 시작 단계]

○ **포장기능 : 태양열을 전기로 바꾸는 얇은 패널을 포장면 부착, 전력 생산**

○ **현장시공 : 현재 에너지기술평가원에서 국책연구과제로 개발중이며 '18.12월 인천시 남동발전소 내에 시제품(30㎡) 시공**

○ **기술동향 : 네덜란드는 '14년 자전거도로 포장, 프랑스는 '16년 차도 포장 실시**(국내외 28건 시공 후 모니터링 중)

○ **효과 및 실태분석 → 신기술 도입 필요**

- 전력생산 : 발전용량 133W/m^2(일일 발전량은 일조량에 따라 차이)
- 시공상 문제점 : 정밀한 노면 평탄화 필요, 시공시 적정온도 유지 필요
- 관리상 문제점 : 주변포장 보다 소음이 높게 발생, 패널 들뜸 현상 발생
- 포장비는 일반표층의 33배 수준(태양광 67백만원/a, 일반 2백만원/a)

➡ **국산기술 활성화를 통해 조기 실용화하여 도로자원을 미래 자원고갈에 대응하는 에너지 신·재생 기반시설로 전환 필요**

Ⅳ 정책목표

안전하고 쾌적한 장수명 서울도로

2022년까지
서울형 친환경 도로포장 기술마련

2027년까지
친환경 도로포장 완성

미세먼지 저감

- 미세먼지 발생원 저감 포장 적용 확대
- 발생된 미세먼지 흡착 포장 기술향상
- 포장 적용지침 마련

도로소음 저감

- 배수성・저소음 포장 적용 확대
- 비배수성·저소음 포장 시험시공 및 현장적용
- 포장 적용지침 마련

이용환경 개선

- 고내구성 칼라포장 적용 확대
- 차열성 포장 시험시공 및 현장적용
- 고강성·배수성 포장 시험시공 및 현작적용
- 포장 적용지침 마련

자원 신·재생

- 재생아스콘 포장 의무 적용 확대
- 에너지 재생포장 기술 도입
- 포장 적용지침 마련

Ⅴ 단계별 추진방안

1 기술향상 단계

☐ 기술개발 초기단계 포장 : 공동연구, 테스트베드 제공

○ 추진대상 : 광촉매 포장, 태양광 포장 등

○ 추진계획

- 시기적으로 도입이 필요한 신기술에 대해서는 테스트베드 제공 등 공동개발 적극 추진(여건에 따라 직접 투자 병행)
- 기 시험시공 실적이 있는 신기술에 대해서는 미흡사항이 개선되는 방향으로 지속적인 시험시공 추진
- 현장 적용 시험시공 시 행정절차 간소화 및 테스트베드 제공 등 협력 체계 적극 유지

☐ 기술향상이 필요한 포장 : 시험시공 추진, 내구성 확보

○ 추진대상 : 비배수성·저소음 포장, 차열성 포장, 고강성·배수성 포장 등

※ 중온+재활용 포장, 광촉매+차열성 포장 등 시너지효과를 극대화 할 수 있는 방향으로 복합 포장기술 개발 유도

○ 추진계획 : 서울시 도로환경에 적합한 포장기술로 개발될 수 있도록 시험시공 추진 및 우수기술 검증위원회 검증절차 이행

☐ 상용화 된 포장 : 적용지침 마련, 적정 가격 경쟁유도

○ 추진대상 : 중온 포장, 배수성·저소음 포장, 고내구성 칼라 포장, 재생아스콘 포장 등

○ 추진계획 : 서울지역 환경에 필요한 기술 보완과 포장 적용지침 마련, 고비용 포장은 연차별 물량 확대를 통해 가격 경쟁 유도

2 확대적용 단계

☐ 정책적 확대 시행

○ 기술이 상용화 되고 국내 사용 실적이 많은 친환경 포장은 적용 가능한 도로를 대상으로 기 확보된 노후포장도로 정비 예산을 활용 적극 시행

- 중온 포장은 연차별로 확대하여 일반적인 유지보수 포장으로 정착 추진
- 재생아스콘 포장은 사용량의 40% 이상을 목표 확대 적용(단, 중차량 통행으로 포트홀 발생이 우려되는 간선도로 표층은 제외)
- 배수성·저소음 포장은 주거지역, 학교, 병원 등 소음저감 필요구간 추진
- 고내구성 칼라 포장은 버스전용차로의 시인성 향상 필요구간과 파손 주기가 짧은 구간을 대상으로 추진

☐ 행정적 지원 강화

○ 기술 보완이 필요하고 고비용 포장(배수성·저소음, 고내구성 칼라)은 일정 규모 현장 적용하면서 기술 보완과 적정 비용이 형성되도록 경쟁 유도

○ 최적의 기능 발휘를 위한 친환경 포장기준 수립(소음, 열섬, 물튀김, 그늘 등)

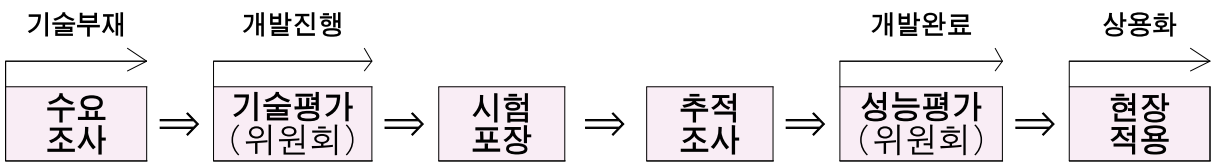
○ 친환경 포장 중 조달 품목에 미 등록되어 구매가 원활하지 못한 포장은 조달품목으로 등록할 수 있도록 적극 유도

☐ 신기술 도입 활성화

○ 서울형 친환경 포장 구현에 필요한 신기술 선제적 도입

○ 우수기술 인정 평가위원회 검증을 통한 민간기술 개발 유도 및 동기 부여

- 추진대상 : 시험시공 단계 포장 또는 상용화 되었으나 기술보완이 필요한 포장
- 우수기술 인정 평가절차(서울기술연구원의 서울기술뱅크와 협업 추진)



※ 인정된 우수 포장은 전국에 전파·홍보, 포장 적용 확대 유도 및 개술개발 동기부여

3 유지관리 단계

☐ 친환경 포장 시행구간은 일반포장과 구분, 지속 유지관리

○ 포장대상 구간은 목적한 기능이 지속 유지될 필요가 있는 곳 선정

- 친환경 포장 시공(시험시공 포함)은 기능별 적절한 포장대상 구간에 실시하고, 동일 구간 재포장 시 동일한 친환경 포장 의무 시행

※ 신기술 포장의 경우 시험시공 위주의 일회성으로 종료되면서 대부분 후속 유지 포장은 일반포장으로 전환되는 실정임

○ 포장공법별 유지관리계획

- 동일 친환경 포장 지속 유지 : 중온 및 재생아스콘 포장 외 친환경 포장
- 특별 관리 : 특수한 기능에 따른 별도 관리(나머지는 일반포장 유지보수체계에 따름)
  - ▸ 배수성·저소음 포장 : 시공후 일정기간 성능보증 시공 유도(시공 후 5년간 보증 등)
  - ▸ 태양광 패널 포장 : 패널, 발전장치 훼손 예방 위한 정기 점검 실시
  - ▸ 광촉매, 차열성 포장 : 코팅 재료 손실에 따른 정기 점검 및 재도포 실시

☐ 시공 후 하자 원인 규명조사 및 유지보수 지속 이행

○ 시공 후 일정기간(법정기간 2년) 동안 하자 발생에 따른 조치

※ 시공 전 발주처 승인 사항에 대한 면책, 하자 보수 범위 및 회수 등

○ 하자보수를 위한 동일한 재료 공급 및 시공을 위한 유지관리 이행 합의

☐ 신기술 포장 적용구간 공용성평가 추적조사 실시

○ 신기술은 시공 후 장기간 적용 현장 환경(기온, 강수량, 교통량, 지반특성 등)에 따라 사전에 규명되지 못한 하자 발생이 잦으므로 장기간 사후평가 실시

○ 시공 및 공용기간 동안 발생된 품질저하 및 시공하자 등에 대한 개선

○ 향후 확대 적용 시 예상되는 재료 및 시공 품질관리 및 개선

○ 추적조사(5년 주기) 결과를 바탕으로 신기술 포장 확대, 유지, 축소, 보류 등 정책적 결정

Ⅵ 서울형 친환경 포장 추진계획

1 미세먼지 저감 포장

NOx, CO_2, CO 등 대기오염물질을 흡수·분해하거나 원천 예방하는 포장 관리기술을 적극 발굴 개발하여 저공해 Clean Road 조성

□ 추진방향

○ 오염물질 발생원을 감소시켜 미세먼지 발생원 근본적 저감

- 추진방안 : 아스콘 생산과정에서 사용연료를 줄여 미세먼지 총량 저감에 기여
- 대상기술 : 중온 포장(상용중), 상온 포장(기술개발 착수 단계)

※ 상온 포장은 국내·외 기술개발 착수 단계의 기술로 거의 생산연료를 사용하지 않는 무공해 포장생산 기술임(신기술 개발 적극 유도 필요)

○ 발생된 오염물질을 흡착하여 미세먼지 발생량 저감

- 추진방안 : 미세먼지 원인물질(질소산화물 등)을 분해 흡착하여 도로상에서 발생되는 미세먼지 저감에 기여
- 대상기술 : 광촉매 기술을 활성화시켜 다양한 기술들이 개발되도록 유도 필요

□ 추진과제

○ 미세먼지 발생원 저감 포장 적용 확대(중온 포장)

※ 일정규모 포장(품질확보 차원) 위해 타 기관(경기도, 인천시, 국토교통부, SH, LH) 등과 합동 대응 필요

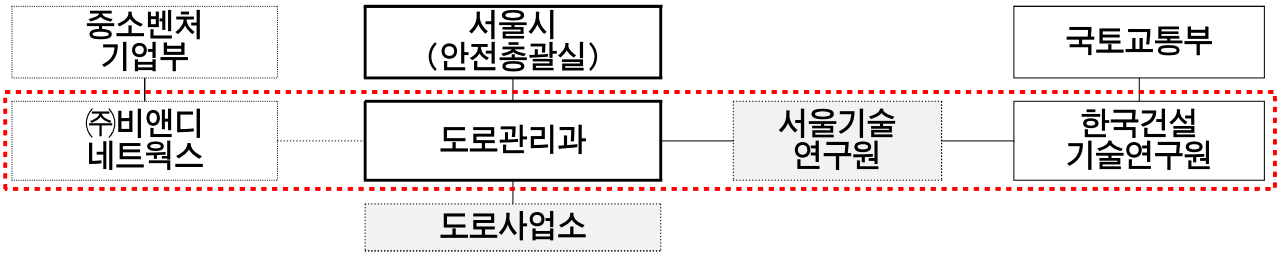
○ 발생된 미세먼지 흡착 포장 기술향상 추진(광촉매 포장 등)

※ 국책연구단과 협업하여 공인된 현장 검증기준 개발

○ 미세먼지 저감 포장 현장 적용지침 마련

☐ 광촉매 포장 기술개발 협업체계

○ 서울시, 서울기술연구원, 건설기술연구원, 비앤디네트웍스(개발사) **공동 추진**



☐ 세부 추진계획

① 중온 포장 : 확대 적용 및 지침 마련

적용확대 및 지침마련 (2019년)
- ◦ 중온 포장 적용 확대
  - 포장규모 : 총 1,000a(사업소별 균등 시공)
  - 소요예산 : 총 2,000백만원(1,000a×2백만원)
- ◦ 미세먼지 저감포장 현장 적용지침 마련
  - ※ 장기공용성 평가 조사용역에 포함 시행

↓

단계별 확대 (2020년)
- ◦ 도로사업소 별 연간 2개소 이상 확대 시공

↓

상용화 (2021년~)
- ◦ 적용 지침에 따라 체계적 시행

② 광촉매 포장 : 기술향상 시험시공 및 기술 실용화

기술개발 (2019년)
- ◦ 광촉매 포장 기술향상 및 검증 2차 시험시공
  - 포장규모 : 8개차로, L=625m, A=150a
  - 소요예산 : 총 50백만원(시험포장비)

↓

실증적 검증 (2020년 ~ 2022년)
- ◦ 광촉매 포장 성능향상 결과에 따라 단계별 시험시공 확대 추진으로 기술 실용화

↓

실용화 (2023년~)
- ◦ 시방규정 및 적용지침에 따라 광촉매 포장 현장 적용

2 도로소음 저감 포장

타이어 마찰음을 흡수하거나 충격음을 감소시키는 등의 포장관리 신기술을 발굴 및 개발하여 정온한 Calm Road 조성

☐ 추진방향

○ 차량의 노면 마찰음 흡수를 통한 도로소음 저감

- 추진방안 : 차량의 노면 마찰음을 흡수하는 포장기술을 도입하여 발생되는 소음을 낮추는데 기여
- 대상기술 : 배수성·저소음 포장(상용중), 비배수성·저소음 포장(개발·상용중)

○ 포장 요철 평탄화를 통한 도로소음 저감

- 추진방안 : 포장 요철의 주된 원인이 맨홀 침하, 굴착복구 포장침하 등의 집중 정비 및 예방을 통해 도로소음 저감에 기여
- 기 추진대책 : 불량맨홀 신기술 정비, 굴착복구 종합개선대책

☐ 추진과제

○ 배수성·저소음 포장 확대 시공 및 포장 적용지침 마련

○ 환경부의 소음저감대책에 반영되도록 관련규정 개정 추진

○ 비배수성·저소음 포장 성능검증 시험시공 추진

○ 소음 저감 포장 현장 적용지침 마련

☐ 세부 추진계획

① 배수성·저소음 포장 : 확대 적용 및 관리지침 마련

적용확대

2019년

◦ 배수성·저소음 포장 현장 적용
- 포장규모 : A=410a(차도 전폭 시공)
- 소요예산 : 1,800백만원(포장비)

◦ 저소음 포장 현장 적용지침 마련

※ 기 시행된 장기공용성평가 조사연구 용역에 포함 시행

단계별 확대
2020년~2023년

◦ 배수성·저소음 포장 시공구간 확대
- 시공후 2년 경과시 소음저감 효과 6㏈ 내외 유지 목표

◦ 장기공용성 추적연구 지속 이행

상용화
2024년~

◦ 배수성·저소음 포장 적용지침에 따라 필요구간에 체계적 적용
- 시공후 2년 경과시 6㏈ 이상 소음저감 효과 유지 목표

② 비배수성 · 저소음 포장 : 성능검증 시험시공 및 확대 적용

성능평가
2019년

◦ 비배수·저소음 포장 성능검증 시험시공
- 포장규모 : A=30a(차도 전폭 시공)
- 소요예산 : 100백만원(30a×3.4백만원)

시공확대
2020년 ~ 2021년

◦ 저소음 효과에 따라 미세공극 박층 저소음 포장 적용 확대

◦ 장기 공용성평가 조사연구 지속 시행
- 배수성·저소음 포장의 문제점(동결융해 파손) 해소와 성능 만족 시 비배수성·저소음 포장으로 저소음 포장 추진

상용화
2022년~

◦ 적용지침에 따라 비배수성·저소음 포장 시행

③ 환경부 소음 저감대책에 반영 : 관련규정 개정

지침 마련
2019년~2021년

◦ 기 포장된 저소음 포장 성능평가 실시

◦ 저소음 포장 대상도로의 포장 기준 마련
※ 환경부, 국토교통부, 건설기술연구원 등 공동참여 추진(자문 등)
※ 기 시행된 장기공용성평가 조사연구 용역에 포함 시행(1~3차년도 수행)

법령 개정
2022년~

◦ 소음·진동 관리법 개정 등 소음 관리대책 반영 추진
- 저소음 포장의 소음저감 수준에 따라 직접 또는 간접대책으로 반영

3 이용환경 개선 포장

폭염 등의 도심열섬, 빗물 고임, 버스차로 시인성 향상 등 도로이용 환경을 쾌적하게 확보하는 Nice Road 조성

☐ 추진방향

○ 폭염과 도심열섬 완화를 통한 쾌적한 도로환경 조성
- 추진방안 : 태양열을 반사시키는 포장기술을 도입하여 포장체 내에 축적되는 열을 감소시킴으로 도심열섬을 완화하는데 기여
- 대상기술 : 차열성 포장(개발·상용중), 쿨링시스템(개발중)

○ 물고임으로 불편을 겪는 이용시민의 도로이용환경 개선 추진
- 추진방안 : 빗물 튀김, 차량 미끄럼사고 방지 위해 배수가 빠른 포장 도입
- 대상기술 : 배수성 포장(상용중), 고강성·배수성 포장(개발·상용중)

○ 시인성과 내구성이 높은 포장기술을 통해 버스전용차로 이용환경 개선 추진
- 추진방안 : 고내구성 칼라 포장기술을 도입하여 차선 훼손에 따른 버스차로 시인성을 높이고 많은 중차량 통행으로 잦은 파손 감소에 기여
- 대상기술 : 장수명 칼라 포장(상용중)

☐ 추진과제

○ 차열성 포장 기술향상을 위한 시험시공

○ 고강성·배수성 포장 성능검증을 위한 시험시공 추진

○ 버스전용차로 고내구성 칼라 포장 적용 확대

○ 이용환경 개선 포장 현장 적용지침 마련

☐ 세부 추진계획

① 차열성 포장 : 기술향상 시험시공

시험시공
2019년

◦ 차열성 포장 기술향상 및 검증 3차 시험시공
- 포장규모 : A=38a(가능한 차도 전폭 시공)
- 소요예산 : 410백만원(38a×11백만원)

◦ 이용환경 개선 포장 현장 적용지침 마련

시공확대 2020년 ~ 2022년	◦ 장기공용성평가 지속 실시 및 효과에 따라 차열성 포장 적용 확대
상용화 2022년~	◦ 적용지침에 따라 차열성 포장 현장 적용

② 고강성·배수성 포장 : 성능검증 시험시공 및 확대 적용

시험시공 2019년	◦ 고강성 · 배수성 포장 성능검증 시험시공 - 소성변형 저항성, 사후 배수성 유지능력 등 성능 검증
시공확대 2020년 ~ 2021년	◦ 고강성·배수성 포장 시험시공 지속 추진 - 버스전용차로의 정류소구간 구간, 차도 물고임 구간 등에 적용 ◦ 장기 공용성평가 지속 실시 및 효과에 따라 포장 적용 확대
상용화 2022년~	◦ 적용지침에 따라 고강성·배수성 포장 현장 적용

③ 고내구성 칼라 포장 : 확대 적용 및 적용지침 마련

적용확대 2019년	◦ 고내구성 칼라 포장 현장 적용 시범시공 - 시공위치 : A=150a(버스전용차로 시공) - 소요예산 : 1,000백만원(150a×6.7백만원)
단계별 확대 2020년~ 2022년	◦ 장기공용성평가 지속 실시 및 검증된 성능에 따라 포장 적용 확대
상용화 2023년~	◦ 적용지침에 따라 고내구성 칼라 포장 현장 적용

4 자원 신·재생 방안

미래 자원고갈 대비 태양 등 자연 에너지를 신재생하고 폐아스콘 등 건설 폐기물을 재활용하는 등 도로상의 자원을 순환시키는 Recycle Road 조성

☐ 추진방향

○ 철거되는 건설폐기물의 재활용을 통해 도로자원 순환 환경 구축

○ 도로상에서 존재하는 태양 등 무한 에너지를 신재생하는 도로 환경 구축

※ 태양광 포장은 국산기술 활성화를 위해 '17년부터 국책연구과제로 개발(에너지기술평가원+ 솔라플렉스) 중인 차도 태양광 패널을 도입, 기술 실용화 공동 추진

☐ 추진과제

○ 태양광 패널 포장 신기술 도입, 자원 신 · 재생 포장 적용지침 마련

○ 재생아스콘 포장 적용구간 확대 및 품질관리 기준 마련

☐ 세부 추진계획

① 태양광 패널 포장 : 신기술 도입, 신·재생 포장 적용지침 마련

시험시공 (2019년)

- ◦ 태양광 패널 포장 신기술 도입 시험시공
  - 포장규모 : A=3a(L=100m, 1개 차로)
  - 소요예산 : 100백만원(협업을 통해 비용의 50% 부담)
- ◦ 자원 신·재생 포장 현장 적용지침 마련

실용화 (2020년~2023년)

- ◦ 태양광 패널 포장 성능향상 결과에 따라 시험시공 추가 시행
  - 발전효율, 파손 저항성, 발생 소음도, 미끄럼 저항성 등 평가
- ◦ 장기 공용성평가 실시 및 효과에 따라 포장 적용 확대

② 재생아스콘 포장 : 확대 적용 및 품질관리기준 마련

적용확대 (2019년~2020년)

- ◦ 재생아스콘 포장 적용 구간 확대 및 사용 의무 시행
  - '19년 목표는 전체 계획포장 규모의 17% 재생아스콘 사용
  - '20년 목표는 전체 계획포장 규모의 20% 재생아스콘 사용
- ◦ 재생아스콘 품질관리기준 마련(기 시행중, '18.6~'20.6)

상용화 (2021년~)

- ◦ 재생아스콘 사용량 지속 확대
  - '21년부터 단계별 증가 '23년부터는 의무사용 규정 40% 준수
- ◦ 품질향상을 위해 장기 공용성평가 지속 실시

Ⅶ 행정사항

☐ 예산 투자계획

○ 2022년 도로포장 기본계획 보완수립 시까지 친환경 도로포장 기반 구축

(단위 : 백만원)

사 업 명	2019년		2020~2022년	추진방법
	규모	예산	예산	
총 계	1,801a	6,100	11,350	'19년도 친환경 도로포장 예산 : 61억원 (일반예산 포함시 177억원)
① 미세먼지 저감 포장	1,150a	2,050	200	
◦ 중온 포장	1,000a	2,000	-	사업소별로 균등 시공
◦ 광촉매 포장	150a	50	200	성능향상을 위한 2차 시험시공 (개발사와 공동 부담)
② 도로소음 저감 포장	440a	1,900	5,700	
◦ 배수성 · 저소음 포장	410a	1,800	5,400	내구성+소음저감 효과 기술향상에 따라 확대(도로소음 관리대상 구간에 적용)
◦ 비배수성 · 저소음 포장	30a	100	300	배수성 포장의 동결융해 파손 문제를 해소하기 위한 성능검증 시험포장 추진
③ 이용환경 개선 포장	208a	1,550	4,650	
◦ 차열성 포장	38a	410	1,230	저소음 포장구간 대상 기술향상 시험시공 추진
◦ 고내구성 칼라 포장	150a	1,000	3,000	버스차로 시인성 및 내구성 확보 필요 구간 적용 ('20년부터는 일반예산으로 시행)
◦ 고강성 · 배수성 포장	20a	140	420	기 개발된 포장기술을 시범 현장 적용 ('20년부터 물고임 구간 조사후 시행)
④ 자원 신·재생 포장	3a	100	300	
◦ 태양광 패널 포장	3a	100	300	국내 · 외 신기술 도입
◦ 재생아스콘 포장	(5,820a)	(11,640)	-	일반포장 정비 예산으로 시행
⑤ 포장 적용지침 마련	4식	500	500	미세먼지 저감, 소음 저감, 한경 개선, 자원 신 · 재생 포장 현장 적용지침 등 기술용역

※ ⑤ 포장 적용지침 마련 예산('19년 5억원) : 친환경 포장 장기공용성평가 조사용역에 포함하여 기 집행

▢ 관련부서 협조사항

○ **'19년도 친환경 포장 시공 협조**

- 공통사항 : 중온 포장, 재생아스콘 포장은 각 사업소별로 균등 배분 시행, 그 외 친환경 포장은 각 사업소별로 1건 이상 시행
- 버스전용차로 고내구성 칼라 포장(150a) : 남부·강서도로사업소 우선 시행
- 광촉매 포장(150a), 태양광 패널 포장(3a) : 도로관리과 시행
  (공사에 대한 유관기관 협의 및 안전관리는 관할 도로사업소에서 지원)

※ 성능보증 포장(47a) : 동부도로사업소('17년부터 5년간 시험시공 시행)

○ **광촉매 포장 등 신기술 성능향상 시험시공 공동 추진**

- 협조기관 : 국토교통부, 서울기술연구원, 한국건설기술연구원
- 주요내용 : 시험시공 과정에서의 자문, 성능 및 기술 평가·검증 공동 참여

▢ 향후 추진일정

○ **'19. 3.~4. : '19년도 친환경 도로포장 대상지 현장 조사**

○ **'19. 5. : '19년도 친환경 포장 공사 발주**

○ **'19. 6. : '19년도 친환경 포장 공사 시공**(1개월 이내)

○ **'19. 5~12. : 친환경 포장 공용성평가 및 적용지침 마련 용역**(1차년도)
(4차 년도까지 계속 시행)

○ **'20.~ '22. : 친환경 포장 시공 확대 및 적용지침 마련. 끝.**