20TBIP-C1
25188-04

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( ), 발간등록번호(11-B552989-000349-01)

**국토교통기술사업화지원사업 최종보고서**

R&D / 20TBIP-C125188-04

# RSBS개질제를 이용한 복층 저소음 포장 공법의 상용화 기술 개발 최종보고서

**2021.02.04.**

**주관연구기관 / ㈜포이닉스**
**공동연구기관 / 한국건설기술연구원**

**국토교통부**
**국토교통과학기술진흥원**

RSBS개질제를 이용한 복층저소음포장 공법의 상용화 기술개발 최종보고서
2021
국토교통과학기술진흥원
국토교통부

제출문

# 제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

'RSBS개질제를 이용한 복층 저소음 포장 공법의 상용화 기술 개발' (연구개발 기간 : 2017.04.01 ~ 2020.12.31) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2021.02.04.

주관연구기관명 : ㈜포이닉스 (김병채) (인)
공동연구기관명 : 한국건설기술연구원 (한승헌) (인)



주관연구기관책임자: 김병채
공동연구기관책임자: 이문섭

| 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다. |
|---|

# 보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>20TBIP-C125188-04</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2017.04.01.~ 2020.12.31.</td><td>단계구분</td><td>/ 총 4차년도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국토교통기술사업화지원사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">국토교통기술사업화지원사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">RSBS개질제를 이용한 복층 저소음 포장 공법의 상용화 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김 병 채</td><td>해당단계 참여연구원 수</td><td>총: 명<br>내부: 명<br>외부: 명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부: 천원<br>민간: 천원<br>정부외: 천원<br>상대국: 천원<br>계: 천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총: 22 명<br>내부: 14 명<br>외부: 8 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:1,886,000천원<br>민간:1,260,000천원<br>정부외: 천원<br>상대국: 천원<br>계:3,146,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">㈜포이닉스<br>한국건설기술연구원</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명: Texas state University</td><td colspan="2">연구책임자: 이순제</td></tr>
</table>

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

| | |
|---|---|
| 연구개발성과의 보안등급 및 사유 | · 일반<br>· 신청기술은 환경부 신기술 인증 제367호, 기술검증 제178호, 특허 10-1046746 등 기술등록 되어있으며, 중소기업 기술 활용 사업화기술 개발에 목적이 있음. |

9대 성과 등록·기탁번호

| 구분 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설·장비 | 기술요약 정보 | 소프트웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 생명정보 | 생물자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | 1 | 4 | | | | 2 | | | | | |

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설·장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | NTIS 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| 요약 | 보고서 면수 121 |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 1. 기존 RSBS 복층포장 성능 검증<br>- 개선을 위한 저소음 아스팔트 바인더 기초연구 및 실내 공용성 평가 수행<br>- 개선을 위한 기초자료 확보<br>2. RSBS 복층포장 성능 개선<br>- 개선을 위한 저소음 아스팔트 바인더 개선 연구<br>· 기존 건식 바인더를 습식 바인더로 개선, PG82-22를 82-34로 등급 향상<br>- 개선된 재료의 공용성 평가<br>· '배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침, 국토교통부, 2020.08'의 바인더, 혼합물 성능평가 기준 만족<br>3. RSBS 복풍포장 성능 검증<br>- 현장 시험시공을 통한 RSBS 복층저소음배수성 아스팔트 포장의 성능평가<br>· 표층 구성, 다짐장비, 다짐횟수의 영향 등에 대한 성능검증을 통해 최적 단면, 최적 시공방법 개발<br>· 최종 개발제품의 시공 실적 확보<br>· 최종 개발제품의 성능 확인 및 공인시험성적서 발급<br>- 기존 포장 모니터링<br>· 기 시공현장의 균열률, 평탄성, 소성변형 등 노면상태를 평가하여, 서울시 포장상태지수(SPI)로 평가한 결과, 포장의 상태가 '양호'한 것으로 확인<br>· 시공현장의 노면소음을 CPX측정장비로 측정한 결과, 차량속도 60㎞/h 이상에서 9dB(A) 이상의 소음저감이 가능한 것을 확인하였으며, 기 시공현장에서 2017년~2020년 소음측정 결과, 연평균 약 0.22dB(A) 소음이 증가하는 경향을 확인<br>4. RSBS 복층포장 시방서 개발<br>- 성능보증에 대한 구체적 기준 마련<br>· 하자보증, 2년 → 성능보증, 5년에 대한 기준 마련<br>· 보증보험가입을 통해 일반 아스콘포장 대비 소음저감 7dB(A) 보장과 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리와 같은 내구성 관련 보증 항목 및 기준 마련<br>· 유지보수매뉴얼 정립<br>- RSBS 복층 저소음배수성 포장의 설계기준 및 시방서 개발<br>· 재료, 생산, 시공 단계별 품질관리 방안을 마련하고 설계기준, 시방서 정립<br>5. RSBS 복층포장 사업화<br>- 개선된 재료 및 공법에 대한 현장 실용화 방안 검토<br>· 현장적용 방안을 도출하여 비즈니스모델 수립에 활용<br>- 마케팅 전략 수립<br>· 제품의 시장성분석 및 평가가, SWOT분석 수행<br>· 차별화, 고급화 전략 수립 및 매출액 목표 설정<br>- 비즈니스 모델 수립<br>· 수요처 특성별 분류를 통한 시장 타겟팅 및 특성별 영업전략 설정<br>· 신규포장 Business Model, 유지관리 Business Model 수립 | |

# 요약문

| | |
|---|---|
| 연구의<br>목적 및 내용 | • 국내 최초로 Radial type의 SBS 습식바인더를 개발하여 바인더의 내구성 및 소음저감 성능을 향상시키고 성능 보증 방안 마련 및 사업 활성화<br>- 습식바인더 개발에 따른 제품균일화<br>- 바인더 PG등급 향상<br>- 성능보증 기준 마련<br>- RSBS 복층 저소음 아스팔트 포장 공법의 배합설계 기준 및 시방서 개발 |
| 연구개발성과 | • 습식바인더 개발에 따른 내구성 향상<br>- 고성능 습식 RSBS개질바인더를 개발하여 복층구조의 저소음배수성 아스팔트의 성능과 기능 향상<br>- PG82-22에서 PG82-34 등급으로 기술 향상<br>• 성능보증 기준 마련<br>- 공용에 따른 내구불량, 기능저하현상 등에 대한 대책 마련 및 유지관리 절차 등을 체계적으로 갖추어 유지관리매뉴얼 개발을 개발하고 5년 품질보증제를 도입함<br>- 공극회복 전용 장치(청소차량) 개발 및 시험운행 평가<br>• RSBS 복층 저소음 아스팔트 포장 공법의 배합설계 기준 및 시방서 개발<br>- 현장 시험시공을 통한 공용성능 평가 수행<br>- 배합설계 기준 개발 및 생산 및 시공 품질관리 시방지침서 개발<br>- 배합설계 소프트웨어 개발<br>• 사업화<br>- 2018년~2020년 사업화 71건, 매출액(288.8억원) 달성<br>• 홍보<br>- 학술대회 발표 및 논문집 게재를 통한 홍보 및 언론사 신문기사를 통한 홍보, 박람회 전시부스 참여 등을 통해 적극적인 기술 홍보 |
| 연구개발성과의<br>활용계획<br>(기대효과) | • 고가의 소음저감구조물을 대체하고 5년 성능보장을 실시함으로써 시공비 및 유지보수 비용 절감 등 국가예산 절감 가능<br>• 유지관리 지침을 토대로 유지관리 수행하여 공용수명을 연장하고, 소음저감성능 9dB(A)을 장기간 유지가능하도록 함<br>• 환경영향평가에 7dB(A) 소음저감대책으로 반영되어, 방음벽을 낮추고 소음저감구조물이 없는 '생활친화형도로' 구현<br>• 국토교통부 "배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침"에 8㎜골재입도 반영되어 확대 적용 가능<br>• 시험포장을 통해 확인한 복층포장 구조를 표층과 기층의 동시 포장에 적용하여 내구성을 증대하고 공기 단축 실현 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 국문핵심어<br>(5개 이내) | 복층 | 습식<br>RSBS개질제 | 저소음 배수성 | 고내구성 | 성능보증 |
| 영문핵심어<br>(5개 이내) | Double layer | Wet type RSBS modifier | Low noise porous | High durability | Performance guarantee |

# 〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 6
가. 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 6
나. 사업화 기술 개요 ····· 8
다. 기술 동향 분석 및 사업화 전망 ····· 28
라. 내부역량 분석 ····· 31
마. 연구개발 목표 ····· 33

2. 연구수행내용 및 성과 ····· 37
가. 연구내용 및 결과 ····· 37
나. 연구개발 성과 ····· 103

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 119
4. 연구개발성과의 활용 계획 등 ····· 121

# 1. 연구개발과제의 개요

## 가. 연구개발의 배경 및 필요성

- 저탄소 녹색성장기본법의 온실가스 감축정책 중 하나인 온실가스·에너지 목표 관리 제도의 이행에 필요한 사항들을 규정하는 온실가스·에너지 목표관리 운영 지침 확정·고시(2011.03.16.)

- 도로는 대표적인 사회간접자본으로 우리나라 도로부분 투자액을 살펴보면 연평균 순수 도로분야에 약 15조원 규모의 예산이 투입되고 있으나, 잦은 유지보수의 교통지체, 소음 민원증가, 유지보수 예산 증가 등의 문제가 지속적으로 발생되고 있음

- 소음진동규제법에서 규정하고 있는 우리주변에서 발생하는 생활환경소음에는 교통소음, 공사장소음, 공장소음 및 사업장소음 등 다양한 형태의 소음원들이 존재하는데, 특히 이들 중 교통소음에 속하는 “도로교통소음”은 다른 소음원에 비하여 노출의 빈도가 높고 지속적으로 발생하여 쉽게 생활 환경 주변에서 민원의 대상이 됨.

- 산업의 발전과 도시의 발달로 인하여 각종 건물의 신설이 계속 추진되고 밀집화됨에 따라 도로교통소음은 계속 높아져 인접한 주거지역, 학교, 병원 등이 각종 소음에 노출되어 많은 고통을 초래하게 되고 이에 따라 소음저감 대책의 필요성이 증가함.

- 우리나라의 여건은 좁은 국토로 인하여 도로와 주거지역이 인접하게 되었고 주거형태도 고층 아파트화되고 있음. 현재 소음저감대책으로 사용되는 방음벽은 저층부에는 소음저감효과가 있으나 중·고층부는 소음저감효과가 없고, 일부 층은 방음벽상단의 반사음에 의하여 소음도가 증가하며, 방음벽 등을 설치 시 2차 환경문제인 시야차단, 환기방해, 위압감, 통행불편 등을 야기하고 또한 비용이 고가이므로 비경제적임.

- 최근에는 고층부의 소음저감을 위하여 방음터널이 설치되고 있으나, 방음벽에 비해 매우 고가인 설치비와 터널내부에서 일어나는 환기, 채광, 사고시 비상대피 등의 문제가 대두되고 있으며 고층부까지 소음저감효과가 있으나, 현장 여건과 설치비용의 문제로 충분한 연장을 확보하기 어려워 소음저감치가 크지 않은 문제점이 있음.

- 이를 보완하기 위해 방음시설물을 대체하기 위해 관련기관에서 저소음포장의 확대요구가 증가하였으나, 저소음포장의 생산 및 시방 기준이 불분명하여 내구성이 우려될 뿐만 아니라 포장의 성능을 측정하는 방법 또한 법제화되어 있지 않아 저소음포장의 소음저감성능을 일괄적으로 -3dB(A)로 단정짓는 사례가 발생함.

- 기존의 저소음단층포장은 소음저감효과가 크지 않아 소음저감성능을 향상시키기 위해 충분한 내구성을 발휘 하는 새로운 기술이 필요함.

- 또한, 도로포장의 경우 자재생산과 현장시공의 주체가 이원화되어 하자 발생 시 책임

소재가 불분명하여 유지보수에 애로사항이 있고, 그 보증기간 또한 2년이기 때문에 장기간 공용 후 파손 시 유지보수에 예산이 과다하게 소요됨.

■ 복층 저소음 포장은 도로교통 소음을 도로 표면에서 원천적으로 소멸, 저감시키는 음원대책으로 기존의 방음시설인 방음벽과 방음터널보다 매우 경제적이므로 활성화가 필요한 실정임.

■ 따라서, 복층 저소음 포장의 소음 저감성능을 장기간 유지시키고, 내구성능을 증대시키기 위하여 재료의 성능 향상이 필요한 실정이며, 복층 저소음 포장의 국가 기준 미비로 현장 적용성에 어려움이 발생하므로 배합설계 품질기준 및 시공 기준(안)을 마련할 필요가 있음.

표 1. 기술개발 성숙도 수준

| 구분 | | 표기 | 단계별 설명 |
|---|---|---|---|
| 기초연구단계 | TRL 1 | □ | 【기초실험】 기본원리발견 |
| | TRL 2 | □ | 【개념정립】 기술개념과 적용분야의 확립 |
| 실험 단계 | TRL 3 | □ | 【실험적 증명】 분석과 실험을 통한 기술개념 검증 |
| | TRL 4 | □ | 【실험실 성능평가】 연구실 환경에서의 Working Model 개발 |
| 시작품 단계 | TRL 5 | □ | 【시제품 제작】 유사 환경에서의 Working Model 검증 |
| | TRL 6 | ■ | 【시제품 성능평가】 유사 환경에서의 Proto type 개발 |
| 실용화 단계 | TRL 7 | □ | 【시제품 신뢰성평가】 실제 환경에서 시제품 데모 |
| | TRL 8 | □ | 【시제품 인증】 시제품 시험평가 및 신뢰성 검증 |
| 사업화 단계 | TRL 9 | □ | 【사업화】 상용제품생산 |

## 나. 사업화 기술 개요

(1) 사업화 대상기술 정의

<table>
<tr><td>신청분야</td><td colspan="6">중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화</td></tr>
<tr><td>기술명</td><td colspan="6">방사형 SBS(Radial type SBS ; RSBS) 개질제를<br>이용한 복층 포장 구조에 의한 도로교통소음 저감 기술</td></tr>
<tr><td>과제분류</td><td colspan="6">신제품개발(　　), 기존제품개선( ○ ), 신공정/공법개발(　　),<br>기존공정/공법개선(　　), 기타(　　)</td></tr>
<tr><td>권리구분</td><td colspan="6">(특허권, 실용신안권, 의장등록, 프로그램, 저작권, 기타(환경부 신기술))</td></tr>
<tr><td>지식<br>재산권명</td><td colspan="6">아스팔트 개질제가 폐타이어칩이나 고무칩과 혼합된 저소음 복층 포장<br>조성물, 저소음 복층 포장공법</td></tr>
<tr><td rowspan="2">권리자<br>(발명자)</td><td>성명</td><td>김병채</td><td>법인등록<br>번호</td><td>135811-0092832</td><td rowspan="2">비<br>고</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>주소</td><td colspan="3">경기도 수원시 영통구 광교로 105<br>경기R&DB센터 520호</td></tr>
</table>

(2) 사업화 대상기술 개요

■ 방사형 SBS(Radial type SBS ; RSBS)를 주원료로 한 아스팔트 포장용 개질제를 사용하여 포장의 내구성을 높이고, 소공극(8mm) 골재를 상부층에, 대공극(13mm) 골재를 하부층에 포설하여 복층 구조를 형성시켜, 공극률을 22% 이상으로 높게 함으로써 도로 교통 소음 저감효과를 향상시킨 기술

(3) 사업화 대상기술 범위

■ 소음 저감을 위하여 소 공극을 상부 층에, 대 공극을 하부 층에 복층구조로 형성시켜 일반포장에 비해 도로교통소음을 통상 9dB(A) 저감시키는 기술

■ 방사형 SBS(RSBS) 개질제를 이용하여 공극률을 22% 이상으로 높게 하고, 내구성을 향상시키는 기술

(4) 사업화 대상기술의 원리

■ 본 기술은 크기가 다양하고 많은 공극을 표층에 형성시킨 복층포장구조로써 타이어/

노면(Tire/Pavement)의 상호작용(압축, 팽창)에 의해 타이어패턴과 노면에서 발생하는 공기량의 대부분을 공극으로 투과시켜 노면으로 배출되는 공기량을 줄여 에어펌핑음을 저감함

■ 표층 상부층의 8mm골재는 작고 많은 공극을 형성시켜 공명기[혼(Horn)음, 오르간 파이프(Organ pipe)음, 헬몰츠(Helmholtz)]에서 발생하는 공명음이 적게 발생됨. 즉 공명음은 복층구조내의 크고 작은 골재사이의 좁은 공극으로 통과하면서 흐름저항이 증가(유속 감소)됨으로 더욱 저감됨.

■ 복층구조의 표층 상부층에는 8mm 골재를 사용하여 노면의 거칠기를 개선함으로써, 타이어 진동음의 발생을 감소시킴.

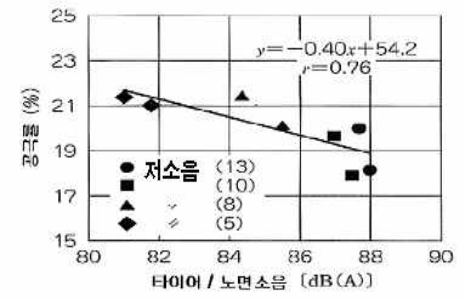
■ 자동차의 주행으로 타이어 트래드와 노면에서 발생하는 공기의 압축 및 팽창이 공극내에 작용하여 상부층의 공극을 막은 오염물질을 쉽게 여과·청소하게 됨. 압축이 증가할 경우에는 작은 공극에 있는 작은 입자를 큰 공극으로 밀어내어 침투시키고(여과), 감소할 경우에는 노면으로 흡입(청소)하는 원리임. 이 원리는 모래여과지에서의 역세척 원리와 비슷함.

■ 방사형구조를 가진 Plant Mix type의 RSBS개질제를 이용하여 결합력을 높이고, 기계적 강도를 향상시켜 공극률과 복층구조를 유지하고, 탈리를 방지하여 내구성을 향상시킴.

(5) 사업화 대상기술의 우수성

(가) RSBS 개질제를 이용하여 공극률을 22% 이상으로 높게 하고, 내구성을 향상시키는 기술

- 본 기술은 아스팔트 혼합물을 2층으로 포장하여 하부층은 최대 굵은 골재 13mm를 사용하여 공극률을 22% 이상으로 제작하고, 상부층은 최대 굵은 골재 8mm를 사용하여 22% 이상으로 제작하여 소음을 저감하는 기술임.
- RSBS 저소음복층포장은 포장체 내의 공극률이 22% 이상으로써, 저소음단층 포장에 비하여 공극률이 2~4% 이상 향상되었음. 이론적 소음 감소량은 아래 식에 의해서 산출할 수 있으며 저소음 단층포장의 경우 공극률이 20%로써 소음발생량이 85.5dB(A), RSBS저소음 복층포장의 경우 공극률이 22%로써 약 80.5dB(A)로 저소음 단층포장에 비하여 5dB(A)를 더 저감시킬 수 있는 것으로 계산됨.




$y = -0.40X + 54.2$

$dB(A) = -2.5(\text{공극률}) + 135.5$

여기서, $y$=공극률(%)

$X$=타이어/노면소음(dB(A))

그림 1. 소음레벨과 공극률의 관계

- 또한 공극률과 흡음계수를 비교한 <그림 2>를 살펴보면 가청주파수 대역에서 공극률이 높을수록 발생소음의 흡음이 좋아지는 것을 알 수 있음. 따라서 본 기술이 실현시킨 22% 이상의 공극률은 기존의 포장재보다 2~4% 이상 공극률이 높기 때문에 소음저감 효과가 우수함.

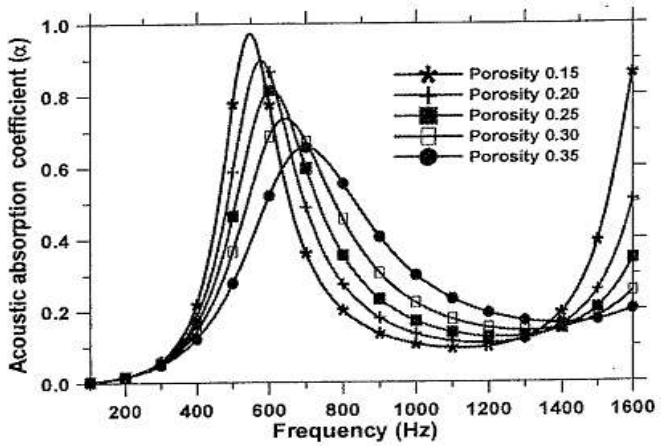



그림 2. 공극률과 흡음계수의 관계

- RSBS개질제는 Radial type의 SBS를 주원료로 개발되어 기존의 Linear type의 SBS보다는 한단계 진보된 재료임. RSBS는 Styrene과 Butadiene이 사방으로 연결되어 아스팔트와 용해시 골재간의 결합력, 피복두께 등 품질을 향상시켜 포장면의 변형과 안정성이 떨어지는 문제점을 방지하며, 골재의 탈리를 막고 내구성을 향상시킴.

표 2. RSBS개질 아스팔트(RSBS Binder) 시험결과 - 한국건설생활환경시험연구원

| 시험항목 | 단위 | 품질기준 | 시험결과 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 결과값 범위 | 4회 평균 |
| 연화점 | ℃ | 80 이상 | 86~90 | 88 |
| 신도(15℃, 5㎝/min) | ㎝ | 50 이상 | 58~71 | 64 |
| 공용성 등급 (PG) | - | PG 82-22 | PG 82-22 | PG 82-22 |

표 3. RSBS복층저소음배수성 혼합물 시험결과 - 한국건설생활환경시험연구원

| 항목 | | 시험방법 | 품질기준 | 시험결과 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 골재 구분 | 결과값 범위 | 4회 평균 |
| 공극률 (%) | | KS F 2397<br>KS F 2366<br>KS F 2364 | 22이상 | 상부층(8 mm) | 22~24 | 23.2 |
| | | | | 하부층(13 mm) | 22~23 | 22.5 |
| 칸타브로 손실률 (%) | 20℃ | KS F 2492 | 20 이하 | 상부층(8 mm) | 9~11 | 10.2 |
| | | | | 하부층(13 mm) | 8~12 | 10.5 |
| | -20℃ | KS F 2492 | 30 이하 | 상부층(8mm)<br>하부층(13mm) | 10.0~15.6 | 12.4 |
| 인장강도비 (TSR, 1회동결) | | - | 0.85 이상 | 상부층(8 mm) | 0.86~0.87 | 0.87 |
| | | | | 하부층(13 mm) | 0.86~0.89 | 0.87 |
| 실내투수계수 (㎝/sec) | | KS F 2494 | 0.01 이상 | 상부층(8 mm) | 0.18~0.22 | 0.2 |
| | | | | 하부층(13 mm) | 0.19~0.25 | 0.21 |

- 연화점은 아스팔트가 연해지는 온도로써 일반아스팔트는 45~50℃로 여름철의 높은 기온으로 인해 소성변형이 쉽게 발생하는데, <표 2>와 같이 복층 저소음 아스콘은 연화점이 80℃이상으로 여름철 고온에서도 소성변형이 쉽게 발생하지 않음.
- 신도는 15℃에서 아스팔트가 늘어나는 길이를 측정하는 시험법으로 <표 2>과 같이 결과값이 높을 수록 균열에 대한 저항성이 우수함을 나타냄.
- 공용성 등급 PG(Performance Grade)에 의한 아스팔트 바인더는 PG 46-XX 보다 PG 82-XX 인 것이 소성변형에 대한 저항성이 더욱 크며, PG XX-10 보다 PG XX-22인 것이 저온 균열에 대한 저항성이 큼. RSBS 복층 저소음 포장은 <표 2>과 같이 공용성 등급 82-22로 고온과 저온에서 모두 최고 등급임.
- RSBS 복층 저소음 배수성 혼합물의 시험결과 <표 3>와 같이 공극률 22%로 매우 우수하며 칸타브로 손실률도 10%내외로, 공극률이 매우 높으면서 칸타브로 손실률이 매우 낮아 골재의 비산 저항성이 우수함.

- 특히 RSBS 복층 포장 상·하부층 혼합물에 대한 칸타브로 손실률(-20℃)의 시험 결과, <표 3>와 같이 평균 12.4%로 20℃에서의 칸타브로 손실률 시험 결과(상·하부층 평균 : 10.2~10.5%)와 큰 차이가 없음. 이에 따라 저온에서의 골재 탈리 또는 박리에 대한 저항성이 매우 우수한 것으로 판단됨.
- 인장강도비(TSR)는 동결과 수분에 대한 내구성을 측정하는 시험법으로 <표 3>와 같이 평균 0.87로 겨울철 동결융해와 여름철 장마에 의한 수분저항성이 매우 우수함.

(나) 도로교통소음을 일반포장에 비해 9dB(A) 이상, 저소음 단층포장에 대비 약 6dB(A) 저감시키는 기술.

- 본 기술은 크기가 다양하고 많은 공극을 형성시킨 복층포장구조로써 타이어/노면(Tire/Pavement)의 상호작용(압축, 팽창)에 의해 타이어패턴과 노면에서 발생하는 공기량의 대부분을 공극으로 투과시켜 노면으로 배출되는 공기량을 줄여 에어펌핑음을 저감함.
- 표층 상부층의 8mm골재는 작고 많은 공극을 형성시켜 공명기[혼(Horn)음, 오르간파이프(Organ pipe)음, 헬몰츠(Helmholtz)]에서 발생하는 공명음이 적게 발생됨. 즉 공명음은 복층구조내의 크고 작은 골재사이의 좁은 공극으로 통과하면서 흐름저항이 증가(유속 감소)됨으로 더욱 저감됨.
- 복층구조의 표층 상부층에는 8mm 골재를 사용하여 노면의 거칠기를 개선함으로써, 타이어 진동음의 발생을 감소시킴.
- 9dB(A)의 소음저감치는 소음을 $1/2^3$ 줄이는 수치로, 일반포장도로에 100대의 차량이 통행하여 소음도가 73dB(A)인 경우, 복층 저소음 배수성 포장 시공 시 9dB(A)이 저감되어 64dB(A)로 조용해질 수 있음. 이는 12.5대의 차량이 통행하는 것에 해당함. 또한 9dB(A)의 소음저감은 14m 높이의 방음벽과 동일한 수준의 저감효과임
- 표층 상부층은 8mm의 작은 골재를 사용하여 22% 이상의 공극율을 확보함은 물론 노면의 평탄성을 향상시킴으로써 도로교통소음의 주원인인 타이어/노면 마찰음을 저감시키고, 높은 공극률을 통해 에어펌핑음 감소 효과를 증가시켜 궁극적으로 <표 4>, <표 5>와 같이 일반포장에 비해 9dB(A), 저소음 단층포장에 비해 6dB(A), 콘크리트포장에 비해 13dB(A)이상 소음을 저감시킴.
- 국토부에서 발표한 국내 대형차 혼입률 조사결과. 전국 국도의 약 90%, 고속도로의 약 70%가 대형차 혼입률이 10% 내·외이며, 복층 저소음 배수성 포장은 기 시공 현장들을 통해 혼입률 15%까지도 소음저감효과가 9dB(A)이상 발휘되는 것을 확인하였음. 특히, 해외 free-flowing 도로와 교통조건이 유사한 국내 고속도로의 경우 대형차 혼입률이 30%까지 높아져도, 소음저감효과가 동일하게 나타났으며, 일교통량 10만대 이상인 국도에서도 저소음효과가 그대로 나타나는 것을 확인하였음.

- <표 4>에서 복층 저소음 배수성 포장은 차량속도 60km/h 이상에서 일반 밀입도 포장 대비 -9dB(A), 단층 저소음 배수성 포장 대비 -6dB(A) 저감이 가능함이 확인되었음.
- 차량속도에 대한 변수는 차량속도가 빠르면 빠를수록 소음도는 증가하지만 복층포장의 소음저감효과는 더 커지므로 소음저감효과 -9dB(A)는 어떠한 도로라도 적용이 가능함.
- 추가로 <표 5>는 한국건설생활환경시험연구원, 서울특별시 보건환경연구원의 등가소음도 측정결과 및 장·단점을 비교하였고, 대상기술이 타사 저소음포장 대비 약 6dB(A) 더 높은 소음저감 성능이 확인되었음.

표 4. 복층 저소음포장 적용현장 소음저감 성능분석 사례

| 측정근거 | 환경부 소음·진동공정시험기준 / 국제 공인 시험 기준 ISO 11819-2 CPX(Close Proximity method) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 현장명 | ① 용인시 흥덕지구 국도 42호선 **(기술검증 현장평가)** | ② 세종시 국도1호선 우회도로 **(기술검증 현장평가)** | ③ 창원시 감계지구 | ④ 남양주 별내지구 | ⑤ 광양시 남해고속도로 | ⑥ 부산시 좌동 |
| 측정기관 | 한국건설기술연구원<br>한국환경산업기술원 | 한국건설기술연구원<br>한국환경산업기술원 | 창원시<br>도로개발사업소 입회 측정 | 자체측정<br>(LH공사 환경평가단 소음측정 결과 검수) | 한국도로공사<br>전남지역본부 입회 측정 | 부산광역시<br>건설본부 입회 측정 |
| 측정기간 | 2015.01.06.~2015.04.05. | 2015.01.06.~2015.04.05. | 2014.12.15. | 2015.08.15. | 2015.11.20.~2015.11.27. | 2015.11.24. |
| 측정시기 | 공용 17개월 후 | 공용 30개월 후 | 공용 1개월 후 | 공용 1개월 후 | 공용 1개월 후 | 공용 1개월 후 |
| 비교대상 | 동일선상의<br>일반아스콘포장 | 동일선상의<br>단층저소음(-3dB(A))<br>포장 | 동일선상의<br>일반아스콘포장 | 시공 전·후<br>단층저소음(-3dB(A))<br>포장 | 동일선상의<br>시멘트콘크리트<br>(+3dB(A)) | 시공 전·후<br>일반아스콘포장 |

소음측정 결과

| 측정방법 | 구 분 | 최소 | 최대 | **평균** | 최소 | 최대 | **평균** | 최소 | 최대 | **평균** | 최소 | 최대 | **평균** | 최소 | 최대 | **평균** | 최소 | 최대 | **평균** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 등가소음 | 교통량 [대/30분] | 323 | 847 | **640** | 156 | 965 | **540** | 234 | 270 | **252** | 858 | 1,074 | **996** | 816 | 990 | **903** | 1,110 | 1,167 | **1,140** |
| | 대형차 혼입률 [%] | 3.0 | 12.0 | **5.5** | 2.2 | 17.4 | **10.9** | 13.3 | 18.2 | **15.9** | 8.0 | 14.0 | **10.5** | 9.7 | 13.0 | **11.4** | 2.7 | 3.0 | **3.0** |
| | 주행속도 [km/h] | 59.2 | 78.7 | **72.5** | 67.0 | 76.5 | **72.3** | 40.0 | 70.0 | **50.0** | 60.0 | 80.0 | **67.0** | 90.0 | 120.0 | **108.0** | 60.0 | 80.0 | **78.0** |
| | 소음측정 결과 | **평균 9.1dB(A) 저감** | | | **평균 7.8dB(A) 저감** | | | **평균 9.1dB(A) 저감** | | | **평균 6.3dB(A) 저감** | | | **평균 13.1dB(A) 저감** | | | **평균 9.2dB(A) 저감** | |
| | 측정횟수 | 30분 단위 등가소음, 21회 (주·야간) | | | 30분 단위 등가소음, 26회 (주·야간) | | | 10분 단위 등가소음, 3회 (주간) | | | 10분 단위 등가소음, 6회 (주간) | | | 10분 단위 등가소음, 12회 (주간) | | | 10분 단위 등가소음, 3회 (주간) | |
| CPX | 속도 (km/h) | 50 | 60 | 70 | 80 | 50 | 60 | 70 | 80 | 60 | | 80 | | 100 | 120 | | 70 | 80 | |
| | 소음도차 dB(A) | 8.3 | 9.5 | 10.5 | 11.2 | 5.8 | 6.4 | 6.8 | 7.2 | 11.2 | | 10.9 | | 14.5 | 15.4 | | 10.2 | 11.2 | |
| | 평균 dB(A) | **9.9** | | | | **6.6** | | | | **11.2** | | **10.9(일반포장대비)** | | **15.0** | | | **10.7** | | |

표 5. RSBS저소음 복층포장과 타사 저소음 단층포장 비교표

| 제품명 | | RSBS복층저소음 배수성포장 | A | B | C |
|---|---|---|---|---|---|
| 노선명 | | 동탄원천로 | 거여동길 | 언주로 | 삼성로 |
| 구조 | | 복층 | 단층 | 단층 | 단층 |
| 포장두께 | | 5cm | 5cm | 5cm | 5cm |
| 내구성 | | 우수 | 양호 | 양호 | 양호 |
| 용해성 | | 우수 | 해당사항없음 | 불량 | 불량 |
| 장점 | | - RSBS개질제 사용<br>- 내균열성 우수<br>- 대량/소량 생산 우수 | - 대량생산 우수 | - 대량/소량 생산 우수 | - 내균열성 우수 |
| 단점 | | - 시공비 다소 높음 | - 소량생산 곤란<br>- 일반 아스팔트 혼입 가능성 많음<br>- 재료의 상분리현상 발생 | - 제품생산시 냄새가 심함 | - 빠른 용해가 곤란 |
| 포장전 | 소음도 (dB(A)) | 75.2 | 70.4 | 74.8 | 71.1 |
| 포장직후 | 소음도 (dB(A)) | 66.2 | 67.1 | 72 | 68.3 |
| | 소음저감 (dB(A)) | ▽9 | ▽3.3 | ▽2.8 | ▽2.8 |

(측정기관 : 한국건설생활환경시험연구원, 서울특별시 보건환경연구원)

(다) 8mm와 13mm의 작고 큰 골재를 사용함으로써, 소음저감성능 유지에 필요한 공극의 Clogging현상을 억제하는 기술

- Clogging현상은 복층포장의 공극을 막는 현상으로 포장 후 시간이 경과할수록 소음저감 성능을 저하시킴. 따라서 Clogging현상을 막는 것이 소음저감 성능 유지에 필수적임.
- 상부층에는 8mm 작은 골재를 이용하고 하부층에는 크기가 큰 13mm 골재를 이용하여, 상부층에서 작은 골재에서 작은 돌가루나 오염물질 등과 같은 작은 입자를 여과하여 하부층의 공극이 막히는 Clogging 현상을 억제함. 이때 여과되지 않은 작은 입자나 오염물질은 하부층의 큰 공극을 통과하여 배출됨.
- 자동차의 주행으로 타이어 트래드와 노면에서 발생하는 공기의 압축 및 팽창이 공

극 내에 작용하여 상부층의 공극을 막은 오염물질을 쉽게 청소하게 됨. 압축이 증가할 경우에는 작은 공극에 있는 작은 입자를 큰 공극으로 밀어내어 침투시키고 감소할 경우에는 노면으로 흡입하는 원리임. 이 원리는 모래여과지에서의 역세척 원리와 비슷함.

- Clogging 청소시험 결과 : 자체평가

Clogging 청소시험 결과 RSBS저소음 복층포장은 상부층의 필터 역할로 인하여 <표 6>와 같이 "표면 청소 후 시편에 함유된 건조오염물④" 은 상부층에 8mm 골재를 사용한 RSBS저소음 복층포장이 13mm 골재를 사용한 저소음 단층포장에 비하여 18.3%P (=(8.2-6.7)÷8.2×100%)만큼 공극 막힘이 감소하는 것으로 나타났으며, 또한 "오염물 청소량⑦" 도 9.41%P (=(46.5-42.5)÷42.5×100%)만큼 청소효과가 우수한 것으로 측정됨.

표 6. Clogging 청소시험 결과 - 자체평가

(단위 : g)

| 구 분 | RSBS저소음 복층포장 | 저소음 단층포장 |
|---|---|---|
| ① 시편 무게 | 2207.4 | 2223.1 |
| ② 오염물 투입량 | 50 | 50 |
| ③ 표면 청소 후 건조된 시편 + 잔류오염물 | 2214.1 | 2231.3 |
| ④ 표면 청소 후 시편에 함유된 건조오염물 (③-①) | 6.7(13.4%) | 8.2(16.4%) |
| ⑤ 진공 청소 후 건조된 시편 + 잔류오염물 | 2210.9 | 2230.6 |
| ⑥ 진공 청소 후 시편에 함유된 잔류오염물 (⑤-①) | 3.5(7%) | 7.5(15%) |
| ⑦ 오염물 청소량 (②-⑥) | 46.5(93%) | 42.5(85%) |

(6) 사업화 대상기술의 독창성

(가) RSBS 개질제를 이용하여 공극률을 22% 이상으로 높게 하고, 내구성을 향상시키는 기술

- RSBS개질제는 Radial type의 SBS를 주원료로 개발되어 기존의 Linear type의 SBS보다는 한 단계 진보된 재료임. RSBS는 <그림 3>과 같이 Styrene과 Butadiene이 사방으로 연결되어 아스팔트와 용해시 골재간의 결합력, 피복두께, 내구성 등 품질을 향상시켜 저소음•배수성 아스팔트의 가장 큰 문제점인 탈리를 막을 수 있고. Linear type의 SBS를 사용한 포장체에서 구현할 수 없었던 22%이상의 공극률이 가능해짐.

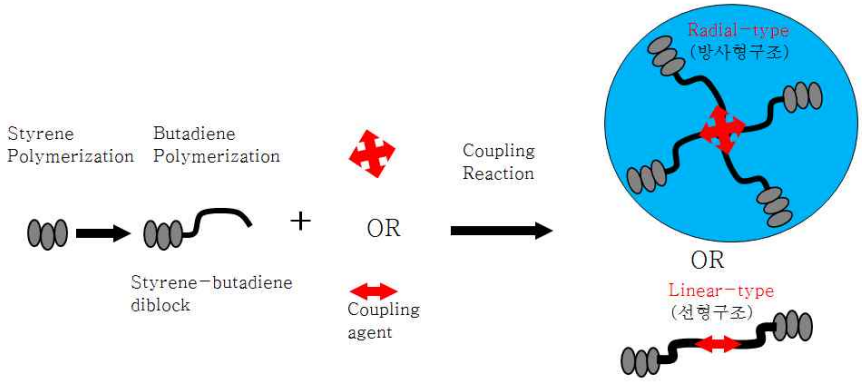



그림 3. RSBS 개질제의 분자구조도

- RSBS개질제의 특징
  - <그림 3>의 분자구조도와 같이 Styrene Butadiene Styrene을 4개의 작용기가 있는 Coupling agent와 결합시켜 방사형의 구조를 가짐
  - 중/고분자량(20만~35만)의 SBS 형성
  - 선형구조에 비하여 분자량 및 점도가 매우 높음
  - 아스팔트 개질시 고온특성이 우수하며, 특히 탄성 복원력 등이 뛰어남
  - 인장강도 등 기계적 물성과 결합력 등이 우수함
  - 높은 공극률과 복층구조를 실현하여 도로소음을 저감시킨다.

- RSBS 개질제의 용해성
  - 기존 개질제(Plant mix-type)의 단점
  · 빠른시간내에 플랜트에서 용해가 곤란함
  · 용해성 부족으로 탈리, 포트홀, 소성변형 등이 발생할 수 있음
  - RSBS개질제의 개선사항
  · 빠른 용해성으로 혼합물 생산시 제품 완성도가 높음
  · 저장안정성에 대한 위험도가 없음
  · 정량 포장되어 안정적인 혼합물을 생산가능
  · 대량 및 소량생산에 구애 받지 않음
  - RSBS 개질제 melting point 시험
  · 국내에서 사용되는 타사 Plant Mix-type은 건조기에서 180℃로 10분간 가열하여도 완전히 용해되지 않으나, RSBS개질제는 <그림 4>와 같이 완전 용해됨.



RSBS 개질제 완전 용해되지 않은 기존 개질제

그림 4. RSBS개질제 용해 모습

- 일반적으로 포장체의 공극률을 20% 이상으로 높일 경우에는 포장체 강도 지표인 칸타브로손실률이 기준치를 만족하기 어려우나, RSBS개질제를 이용하면 공극률 20% 이상에서도 칸타브로손실률 기준을 충분히 만족함과 동시에 작은 골재를 사용하는 경우에도 공극률과 내구성을 유지함.
- 한국건설생활환경시험연구원의 공인시험성적서와 자체평가결과 <표 7>과 같이 RSBS로 제작된 시편의 칸타브로손실률은 공극률 22%일 때 복층포장 7%, 상부층 4%, 하부층 5%로 품질기준치 20%이하 대비 월등한 품질수준을 나타내고 있으며, Linear type SBS로 제작된 시편의 칸타브로손실률은 공극률 20%일 때 18%로 RSBS로 제작된 시편 대비 3~5배의 높은 차이를 보이고 있음. 또한 마샬안정도도 RSBS로 제작된 시편이 월등한 품질은 나타내고 있음.
- 따라서, 공극률이 22% 이상으로 높더라도 RSBS개질제를 이용한 포장체는 포장면의 변형과 안정성이 떨어지는 문제점을 방지하며, 골재의 탈리를 막고 내구성을 향상시킴

표 7. 개질제별 공극률에 따른 안정도와 칸타브로손실율 비교

| 시험명 | 기준 | 단위 | 개질제 및 골재구분 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Linear type SBS | | RSBS (Radial type SBS) | | |
| | | | 8mm | 13mm | 8mm | 13mm | 복층 |
| 공극률 | 22이상 | % | 20 | 21 | 22 | 22 | 22 |
| 안정도 | 5000이상 | N | 5103 | 6100 | 7534 | 7732 | 9085 |
| 칸타브로 손실율 | 20이하 | % | 18 | 22 | 4 | 5 | 7 |

(나) 표층내에 소음저감을 위한 소(小)공극을 상부층(上部層)에, 대(大)공극을 하부층(下部層)에 복층구조로 형성시키는 기술

- 도로 포장면의 최상층인 표층면 5cm를 상부층은 2cm, 하부층은 3cm의 복층으로 포장하며, 상부층은 8mm의 작은 골재를 사용하여 2~4mm 작은 공극을 다수 형성시키고, 하부층은 13mm 골재를 사용하여 4~8mm의 공극을 형성시킴.

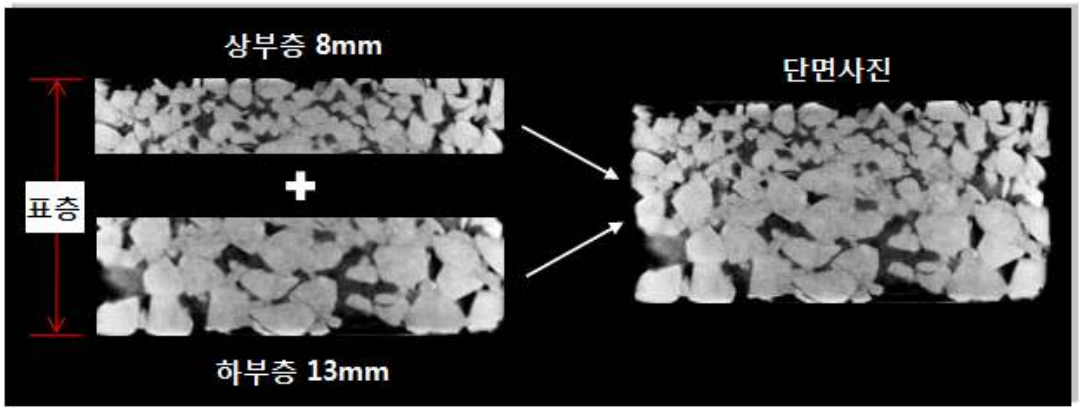



그림 5. RSBS저소음 복층포장 구조도 및 단면사진

- RSBS복층저소음포장 시편에 형성된 공극의 크기와 수량을 측정하기 위한 목적으로 퍼티를 활용하여 채취한 요철측정결과, 8mm 골재를 사용한 상부층에서는 2~4mm의 작은 공극으로 확인되는 요철이 74개, 13mm 골재를 사용한 하부층에서는 4~8mm의 큰 공극으로 확인되는 요철이 40개 정도 파악되었음. 따라서, 상부층에 소공극이 다수 형성되고 하부층에는 대공극이 형성되어 있음을 확인함.

표 8. 복층포장구조물 내의 공극 형성

| 구 분 | 상부층 8mm | 하부층 13mm |
|---|---|---|
| 공극크기 | 3±1 mm | 6±2 mm |
| 공극 수 | 74 ± 10 | 40 ± 5 |

- 국·내외 논문과 자료를 검토한 결과, <표 9>과 같이 골재크기가 작을수록, 공극률이 높을수록 소음저감효과가 좋은 것으로 나타남.

표 9. 골재크기에 따른 공극률과 소음도 비교

| 분류 | 13mm | | 10mm | | 8mm | | 5mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 공극률 | 18.2 | 20.1 | 17.9 | 19.7 | 20.2 | 21.5 | 21.4 | 21.1 |
| 소음dB(A) | 88 | 87.7 | 87.5 | 87 | 85.5 | 84.4 | 81 | 81.8 |

(출처 : "배수성 포장의 노면 텍스쳐와 타이어/노면 소음에 대한 검토", 이하라 츠토무, 2005 제98호 도로교통)

- 투수능력, 내구성을 자체평가한 결과, 골재의 크기가 클수록 내구성이 향상되고 골재가 작을수록 소음저감에는 탁월한 성능을 발휘하는 것으로 확인됨. 아래 <표 10>는 골재크기별 혼합물 자체평가를 종합한 것임.

표 10. 투수능력, 내구성 종합 평가

| 굵은골재 최대치수별 혼합물 | 투수능력 | 내구성 | | | 적용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 투수성능(초) | 칸타브로 손실률(%) | 마샬안정도(N) | 수침잔류안정도(%) | |
| **13mm** | **5.3** | **8** | **7,487** | **96** | **하부층선정** |
| 10mm | 5.7 | 6 | 6,342 | 95 | |
| **8mm** | **5.9** | **9** | **6,278** | **95** | **상부층선정** |
| 5mm | 12.3 | 12 | 5,047 | 90 | |
| 기준 | 10이내 | 20이하 | 5,000이상 | 75이상 | |

- 상부층 8mm 적용성
  - 상부층은 소음저감 목적이 가장 큼. 상부층의 적용성을 검토한 결과, 5mm의 경우 내구성과 투수능력이 낮게 측정됐으며, 10mm와 13mm의 경우 내구성과 투수능력은 양호하나 소음저감 성능은 낮게 평가되어 일반 저소음 단층포장과 구별되지 않았으나, 8mm의 경우 소음저감, 투수능력, 내구성에서 모두 우수하거나 양호하게 측정되어 복층포장에서 상부층으로 사용하기에 가장 적절함.

- 하부층 13mm 적용성
  - 하부층의 기능은 우수 처리 능력인 투수능력과 상부층에서 전달되는 교통하중을 지지할 수 있는 내구성이 매우 중요함.
  - 각 치수별 투수능력, 내구성 측정결과 13mm와 10mm중에서도 13mm가 투수능

력과 내구성이 뛰어나 교통하중 지지나 상부층에서 유입된 우수를 원활하게 처리 할 수 있어 복층포장의 하부층으로 사용하기에 가장 적절함.

(7) 사업화 대상기술의 활용성

RSBS복층 저소음포장은 기존 소음저감대책과 비교하였을 때, 우수한 소음 저감과 배수효과로 인한 쾌적한 생활환경, 교통안전, 자동차 실내 승차 만족도를 향상시킬 수 있고, 우천 시 물 튀김 현상 및 물보라 현상을 예방하는 효과가 있어 기존의 도로 포장보다 이용자 친화적이라 할 수 있음.

또한 층수와 관계없이 전 층에 소음저감효과를 볼 수 있으며, 방음벽, 방음터널등 방음시설에서 야기되는 미관, 조경 등의 문제를 완화시킴.

(가) 기존 소음저감대책(방음벽, 방음터널, 일반 저소음 단층포장 등)보다 동일한 성능 대비 경제성이 매우 높음.

- RSBS복층 저소음포장의 성능검사는 적법한 절차와 방법에 따라 인증(2012.06) 검증(2015.05) 받은 것으로, 일반포장에 비해 9.0~9.1dB(A) 저감(인·검증 내용), 7dB(A) 내·외 저감(환경영향평가 협의사례)되어 소음저감효과가 있는 것으로 환경부 사전컨설팅감사의견을 받았음. [환경부 감사담당관-3534(2016.9.29)]
- 이에 따라 수음점에서 동일한 소음수준으로 저감대책을 수립한 결과 아래 <표 11>과 같이 일반 아스콘포장은 높이 14m 방음벽이 설치되고, 단층 저소음포장은 높이 7m 방음벽이 설치되어야 동일한 수준으로 환경기준을 만족하게 됨.

표 11. 시뮬레이션 결과표 (환경기준 주간 65dB(A) 만족조건)

| 구 분 | 도로변 소음도 dB(A) | 수음점 소음도 dB(A) | 동일소음 수준 저감대책 | 대책후 수음점 소음도 dB(A) | 저감효과 분석 |
|---|---|---|---|---|---|
| 일반 아스콘포장 | 75～78 | 63～75 | **높이 14m 방음벽 설치** | 54～60 | 층에 따른 저감효과의 차 발생 |
| 단층 저소음포장 | 69～72 | - | **높이 7m 방음벽 설치** | 51～63 | 층에 따른 저감효과의 차 발생 |
| RSBS복층 저소음포장 | 66～69 | 54～60 | - | 54～60 | 층에 관계없이 동일한 저감효과 발생 |

- <표 11>시뮬레이션 결과를 기초로 동일한 소음저감 성능을 고려하여 1km, 4차선

기준으로 초기 공사비를 산출하여 비교 평가한 결과 <표 12>과 같이 RSBS 복층 저소음포장(-9dB(A))이 단층 저소음포장 대비 9.4배 비용 절감되며, 일반포장 대비 16배, 방음터널 대비 24.2배 비용이 절감되어 성능대비 경제성이 가장 우수함.

표 12. RSBS복층저소음포장의 초기투자비용 분석 결과 (1km, 4차선 기준)

| 구 분 | | 단위 | 수량 | 단가(원/㎡) | 비 용 (원) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RSBS 복층 저소음 포장** | | **㎡** | **14,000** | **33,654** | **471,156,000** | **Ref.** |
| **단층 저소음포장 +방음벽** | **단층포장** | ㎡ | 14,000 | 14,372 | 4,423,234,000 | **9.4 배** |
| | **방음벽(7m)** | m | 1,000 | 4,222,026 | | |
| **일반포장 + 방음벽** | **일반포장** | ㎡ | 14,000 | 10,466 | 7,518,940,000 | **16 배** |
| | **방음벽(14m)** | m | 1,000 | 7,372,416 | | |
| **방음터널** | **일반포장** | ㎡ | 14,000 | 10,466 | 11,386,029,000 | **24.2 배** |
| | **방음터널** | m | 1,000 | 11,239,505 | | |

- 또한 <표 13>와 같이 RSBS 복층 저소음포장의 30년간 초기 공사비와 재포장 공사비, 유지관리 비용을 모두 합쳐도 5년 마다 재포장 할 경우 방음벽, 방음터널 설치 비용의 29.7% 수준으로 약 70%의 예산이 절감되며, 10년 마다 재포장할 경우에도 15.1% 수준으로 약 85%의 예산이 절감 되어 종합적으로 경제성이 매우 뛰어남.

※ 산출근거(한국도로공사와 경기도시공사와의 광교 신도시 구간 협약서)

- 영동고속도로 방음벽 4,560m, 방음터널 2,060m, 왕복 10차선
- 포장면적 : 231,700m2=(4,560m+2,060m)× 10차선× 3.5m

표 13. 복층 저소음포장과 방음벽, 방음터널 경제성 비교 (30년간)

| 항 목 | | 공사비(억원) | 유지관리 비용(억원) | 합계(억원) | 방음벽, 방음터널 대비 경제성 |
|---|---|---|---|---|---|
| 방음벽, 방음터널 | | 1,590 | 370 | **1,960** | - |
| RSBS 복층 저소음포장 | 5년 마다 재포장 | 581.4 (96.9억×6회) | 당사 보증으로 비용발생 없음 | **581.4** | **29.7% 수준** |
| | 10년 마다 재포장 | 290.7 (96.9억×3회) | 5 | **295.7** | **15.1% 수준** |

- 추가로, 방음벽과 방음터널 설치시 일반 아스콘이나 PSMA의 설치 등 유지관리를 추가적으로 해야 하나 복층 저소음 포장의 경우 도로포장으로써, 별도 추가비용이 없어 더욱 경제적으로 평가될 것임.

(나) 시공이 편리하고 유지보수 및 관리가 용이함.

- RSBS저소음 복층포장은 다른 기능성 아스팔트 포장에 비해 시공이 간편함. 일반적으로 시공하고 있는 도로 포장과 동일한 시공법과 동시포설 전용장비를 사용하여 시공편의성과 현장 적용성이 우수함.
- 방음벽, 방음터널 시공은 기초공사가 선행되어야 하므로 공사기간이 오래걸리고, 작업공간이 충분히 확보되어야하는 번거로움이 있음.
- 도로 포장은 여러 가지 특수 포장이 적용되고 있으며, 기능과 재료의 특성에 따라 시공 장비 및 시공방법이 다름. <표 14>는 도로포장 시공방법을 비교한 것임.

표 14. 도로포장 시공방법 비교

| 분류 | RSBS저소음 복층포장 | 일반포장 | 구스 아스팔트 포장 | LMC포장 |
|---|---|---|---|---|
| 사용 재료 | 골재+AP-5+ RSBS개질제 | 골재+AP-5 | 골재+구스아스팔트+트리니다드 아스팔트 | 골재+물+시멘트+라텍스 |
| 시공 법 | 택코팅 살포<br>→ 아스팔트 피니셔 상하부층 동시 포장 | 택코팅 살포<br>→ 아스팔트 피니셔 포장 | 슬라브 연마청소공<br>→ 접착제도포<br>→ 거푸집 설치<br>→ 성형줄눈 설치<br>→ 아스팔트 피니셔 포장 | 슬라브 습윤상태 유지<br>→ Con'c Roller Paver Rail 설치<br>→ 표건상태 유지<br>→ Blooming작업<br>→ LMC포설<br>→ 타이닝<br>→ 양생제살포<br>→ 양생포 씌우기 |
| 참고 문헌 | - | - | 구스아스팔트 포장의 배합설계 및 시공 (이경하, 1999년 12월) | 이레 하이테크 E&C 홈페이지 참조 |

- 일반포장과 RSBS저소음 복층포장을 제외하고는 시공법이 까다로우며 매우 복잡함. RSBS저소음 복층포장은 일반포장과 같이 시공법이 매우 간편하며, 동일한 장비와 동일한 시공법으로 현장에 즉시 적용이 가능함.
- 시공순서는 기존포장 시공법과 유사하여 편리함.

  ① 노면절삭 → ② 조절층 택코팅(tack coating) 및 유공관 라인목 설치

  → ③ 조절층 포설 및 다짐 → ④ 유공관 설치

  → ⑤ 고무유화 택코팅(tack coating) → ⑥ RSBS 복층 저소음 혼합물 동시포설

  → ⑦ 1, 2, 3차 다짐 → ⑧ 완료
- 복층포설 전용장비를 통한 공기단축이 가능함. 층간 Tack Coat가 필요 없어 Tack Coat의 살포, 양생시간 단축은 물론 복층구조로 2개층을 시공함에 따른 층간 양생시간 단축과 생산성 증대됨.
- 복층포설 전용장비를 통한 맞물림 포장은 <그림 6>과 같이 시공시 복층포설 전용장비 시공으로 상,하부층 혼합물이 서로 맞물려 층간 높은 결합력 으로 포장의 내구성이 뛰어남.



(a) 2개층 동시포장(맞물림 포장)단면　　(b) 일반포장(층간 접착 포장)단면

그림 6. 복층 동시포장과 일반포장간의 단면비교

- 또한 자체 스크류 및 히팅 시스템으로 <그림 7>와 같이 고른 온도 분포 유지가 가능함. 하지만 <그림 8>와 같이 일반 포설장비는 국부적 온도저하가 보이며, 이러한 국부적 온도 저하는 공용 후 포트홀의 주요인이 됨.




그림 7. 시공(포설) 현장 열화상카메라 촬영

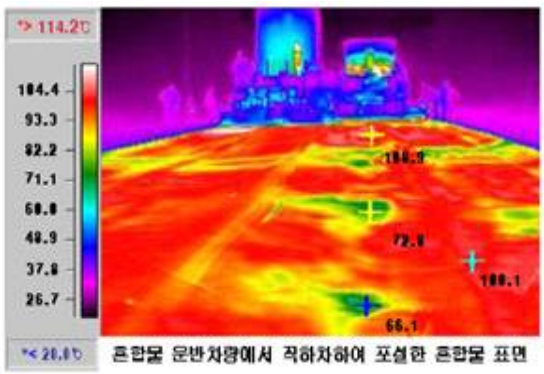



그림 8. 일반 포설장비 시공 사진

- 복층포설 전용장비를 이용한 시공은 온도분리, 재료분리에 의해 발생되는 포트홀을 방지하여 도로의 공용성 향상이 가능함

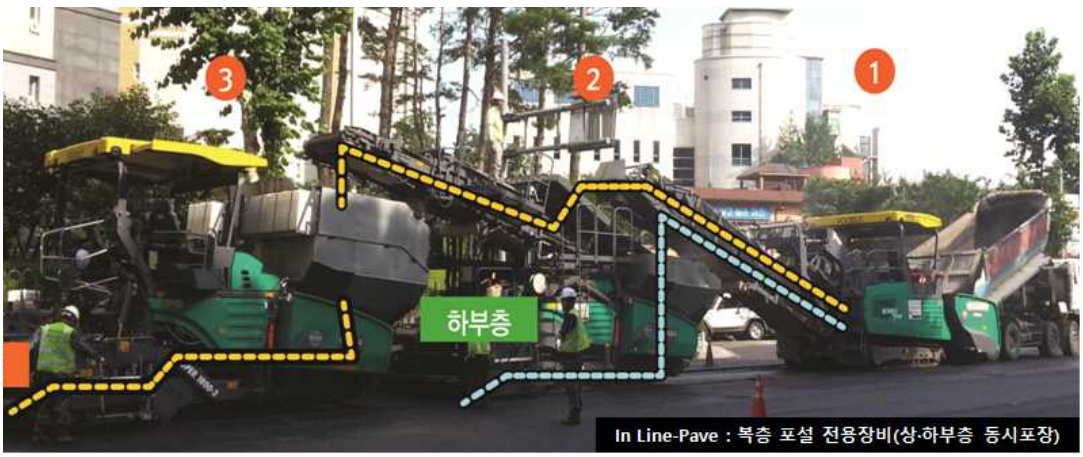
**[참고] 복층포설 전용장비(In-Line Paver)**

3대의 장비로 구성되어 두층의 혼합물을 “hot on hot”방식으로 동시포설하여 내구성을 향상시키는 고품질 아스팔트 포장공법

①번 장비(MT3000-2 OFFSET,혼합물 이송장비) : 각각 규격이 다른 상,하부층의 혼합물을 아스팔트 페이버에 공급

②번 장비(SUPER 2100-2 IP) : 특수 Screed가 장착되어 별도의 Roller다짐 없이 자체다짐(96%이상 밀도)으로 하부층 포설과 상부층 혼합물의 이송

③번 장비(SUPER 1800-2) : 대용량 호퍼, Water Spraying System을 이용한 상부층 혼합물 포설



In Line-Pave : 복층 포설 전용장비(상·하부층 동시포장)

※ hot on hot 포장 : 높은 온도의 하부층위에 상부층을 포설하여 층간 결합력을 높이고 포장의 설계수명을 연장시키는 아스팔트 포장공법

※특징 :

- 1회 시공으로 상·하부 동시 포설 → **공사 기간 단축, 층간 일체화 거동**
- 내구성 향상 및 시공성 우수 → **소성변형, 포트홀 감소**
- 2번 장비 자체 다짐효율 96%이상으로 2개 차선 및 2개 층 동시포장가능
  → **시공량 증가, 공사기간 단축, 콜드조인트 감소**

(다) 구조적 안정성이 좋고 내구성이 우수함

- RSBS저소음 복층포장은 상부층과 하부층에 각기 크기가 다른 골재를 사용하여 구조적으로 안정적임.
- 또한 시공시 hot on hot방식으로 하부층의 높은 온도는 상부층 혼합물에 열이 전달되어 국부적으로 발생되는 온도분리 현상을 방지하고, 운반차량에 혼합물 적재시 분리된 재료는 이송장비에 의해 다시 골고루 섞여 재료분리 현상이 방지됨.
- 상부층에 사용되는 골재는 8mm로 소음저감에 뛰어난 성능을 발휘 함.
- 하부층에는 13mm의 골재를 사용하여 상부층에서 전달되는 교통하중을 분산시킴으로서 상부층과 하부층의 내구성을 동시에 향상시킴.
- 상부층에는 작은 골재를 사용하여 큰 오염물질을 여과하고, 입자가 작은 오염물질은 하부층에서 물과 함께 측구쪽으로 배수시켜 소음저감 기능을 장기간 유지시킬 수 있는 구조를 형성함.
- 일반 저소음 단층포장보다 높은 공극률로 인해 동결융해에 대한 내구성이 우수함.
- 도로의 재포장 및 보수는 소성변형, 포트홀, 균열 등의 파손 발생이 원인임. 장기공용성을 사전에 판단하기 위하여 포장별로 시험한 결과 RSBS 개질제가 첨가된 바인더 및 혼합물에서 모두 우수한 결과를 볼 수 있어 내구성이 뛰어나다고 판단됨.

## 다. 기술 동향 분석 및 사업화 전망

(1) 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

NTIS 검색 결과, 복층 저소음 포장 기술과 유사 기술의 연구과제가 수행되지 않음을 확인하였으며, 국내에서 상, 하부층 동시포설하여 저소음배수성 포장을 복층으로 구현하는 기술은 동 기술이 유일함

(2) 국내외 관련 기술 특허 동향

국내외 기술동향 분석결과 <표 15>, <표 16>과 같이 복층 저소음 포장 기술과 차이가 있으며, 동 기술은 차별성이 뚜렷한 독점기술임.

표 15. 국내 기술 동향 분석

| 구 분 | | 국내 기술 동향 | |
|---|---|---|---|
| 기술명 | | 구스 아스팔트를 이용한 교량 상판의 포장 공법 | 친환경 저소음 배수성 아스팔트 콘크트리트 |
| 문헌번호 | | 한국등록특허 1015260 | 한국등록특허 0872896 |
| 기술내용 | | 교량상판의 포장공법으로서 구스 아스팔트로 되어 있는 제1포장층 상부에 SBS개질 아스팔트로 되어 있는 제2 포장층을 구성 | 골재 혼합물에 아스팔트와 스티렌-부타디엔-스티렌 공중합체를 주성분으로 하는 개질재를 혼합한 저소음 단층포장 |
| 차이점 | 저소음기능 | X | O |
| | 복층 구조 | O | X |
| | 결 론 | 구스 아스팔트로 되어 있는 점에서 차이가 있음 | 소음저감은3dB(A)이나, 복층 구조를 구성하지 않은 점에서 차이가 있음 |

표 16. 해외 기술 동향 분석

| 구 분 | | 해외 기술 동향 | | |
|---|---|---|---|---|
| 기술명 | | 저수형 투수성 포장구조 | 탄성 포장 구조체의 시공법 | 포장용 수지 조성물, 포장용 아스팔트 조성물 및 그 제조 방법 |
| 문헌번호 | | 일본등록실용 3160569 | 일본등록실용 3425240 | 일본공개특허 2009-11440 |
| 기술내용 | | 평균입경5 ~40mm인 석회암으로 구성된 저수층 상에 13mm 이하의 쇄석으로 시공하고 SBR계를 침투시킨 포장구조임. | 평균입경2 ~10mm의 고무입자 하부층, 1~4mm의 고무입자 상부층으로 이루어진 탄성포장임. | 에틸렌아세트산비닐 공중합체와 석유계 공정 오일과 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 중합체를 포함한 포장체임. |
| 차이점 | 저소음기능 | × | × | × |
| | 복층 구조 | ○ | ○ | × |
| | 결 론 | SBS계 개질제를 사용하지 않는다는 점에서 차이가 있음 | 탄성체 입자로만 이루어진 구조이므로 차이가 있음 | 복층 구조를 구성하지 않은 점에서 차이가 있음 |

(3) 국내외 시장분석 및 사업화 전망

(가) 대상 지역

- 주시장 : 국내

(나) 시장규모 및 특성

표 17. 방음벽 시장규모

| 연도별 | 전전년도 | 전년도 | 신청년도(예상) | 유사사업을 영위하는 상장기업명 |
|---|---|---|---|---|
| 국내 시장규모 | 390,000 백만원 | 435,000 백만원 | 486,000 백만원 | |

※ 산출근거 : 중소기업청 비즈니스 지원단 2011년 방음벽시장조사 사례

표 18. 연도별 방음벽 투자비

| 구 분 | 설치 장소 수량 (전국) | 설치길이 | 투자액 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 2011년 | 520 개소 | 130km | 3,900 억원 | 연평균 250m/1개 이상<br>연평균 150km설치기준 |
| 2012년 | 580 개소 | 145km | 4,350 억원 | 연평균 11.6%증가기준 |
| 2013년 | 648 개소 | 162km | 4,860 억원 | |
| 2014년 | 720 개소 | 180km | 5,400 억원 | |
| 2015년 | 804 개소 | 201km | 6,030 억원 | |
| 2016년 | 900 개소 | 225km | 6,750 억원 | |
| **Total** | **4,172 개소** | **1,043km** | **31,290 억원** | |

※ 출처 : 중소기업청 비즈니스 지원단 2011년 방음벽시장 조사사례

- 전국간선도로망계획, 고속도로연장, 신규사업, 각종 국제대회 유치 등으로 지속적인 시장성장이 예상되며, 도로의 유지보수와 교체가 필요한 산업영역으로 도로포장율 및 아스팔트 생산액 증가, 도시시설 밀집화 등으로 소음저감형 도로포장의 중요성이 부각되고 있으며, 최근에는 방음터널이 설치되고 있는데, 방음벽에 비해 매우 고가인 설치비와 저층부에만 소음저감기능을 갖고 있는 방음벽의 대체재로 관련기관에서는 저소음포장의 확대 실시의 목소리가 점점 커지고 있는 상황임.
- 복층 저소음 포장 기술은 환경부 신기술 제367호 및 기술검증 제178호로써 해당 법령에 의해 일정기간 보호받고 있고, 복층구조로 특허도 보유하고 있으며, 방사형 구조의 SBS개질제 활용은 독창적으로 시장도입 초입기의 기술이며 개질제와 복층 구조의 시공방식 등은 특허로서도 보호되고 있어 어느 정도 독점적 지위를 가지고 있을 뿐만 아니라, 환경부 기술검증 178호, 신기술 제367호도 받은 상태여서 타업체에 비해 경쟁력이 매우 우수함.
- 특히, 기술적 내용에 있어서, 배수성 아스팔트에 비해서도 공극률이 높게 나와 소음저감의 기능뿐만 아니라 우수한 배수성 아스팔트의 역할도 할 수 있고, 골재탈리 저항성을 평가하는 칸타브로 손실률, 노면변형 저항성을 평가하는 동적안정도의 측면, 노면의 파괴하중을 평가하는 마샬 안정도, 수분에 대한 박리 저항성을 평가하는 수침잔류 안정도, 동결융해에 대한 저항성을 평가하는 수분저항성 등의 평가항목에서 우수한 특성을 보여주고 있어 전반적인 기술수준이 매우 높고, 사업성 뛰어나, 제품의 경쟁력이 매우 우수함.

## 라. 내부역량 분석

(1) SWOT분석

| 구분 | Strengths(강점) | Weaknesses(약점) |
|---|---|---|
| 내부 역량 | - 혼합이 어려운 Radial 타입의 폴리머를 사용하여 저소음 포장 재료의 개발 및 사업화 경험 보유<br>- 산연협력을 통해 이론/실무/경험을 바탕으로 개발부터 실용화까지 가능한 연구체계 수립<br>- 재료의 생산 및 시공까지 자체 설비와 장비로 가능하여 사업화 가능성 높음<br>- 현장적용성과 경제성을 감안하여 처음부터 시장 진입을 고려한 재료 및 공법 컨셉 도출<br>- 현존하는 저소음포장 중 가장 성능이 우수하며, 방음벽의 높이를 줄이거나 대체할 수 있는 국내 유일의 기술임. | - 사업 활성화를 위해 개선 보강된 기술의 장기간에 걸친 검증 절차와 다수의 시험 적용사례가 필요<br>- 현재의 신기술의 내구성을 보다 향상시켜 성능을 장기간 유지시키기 위한 고성능 · 고기능의 RSBS 습식바인더의 개발 필요 |
| | Oportunities (기회) | Threats (위협) |
| 외부 환경 | - 국내에 콘크리트 포장이 적용된 고속도로의 경우 80년대 후반에서 90년대에 건설되어 포장의 공용수명이 다했으며, 소음문제로 인하여 아스콘포장으로 전환할 시점임<br>- 다양한 제품과 공법의 적용이 검토되었으나 확실한 대안을 찾지 못한 상황으로 신제품의 시장 진입이 비교적 용이한 상황임<br>- 기존 포장에서 발생하는 소음으로 주변의 민원 제기가 늘어남에 따라 소음저감 성능이 가장 우수한 복층 저소음 포장으로 교통소음 문제해결 가능 | - 효과 검증에 장기간이 소요됨으로 시장 활성화시기를 놓칠 수 있음<br>- 시장을 선점한 기술은 없으나 동일 목적의 기술이 존재하므로(방음벽, 방음터널) 보다 뛰어난 성능과 경제성의 우위를 확보하여야만 함 |

(2) 종합의견

■ 본 기술의 방사형 구조와 SBS개질제 활용은 독창적으로 시장도입 초입기의 기술이며 개질제와 복층구조의 시공방식 등은 특허로서도 보호되고 있어 독점적 지위를 가지고 있을 뿐만 아니라, 환경부 신기술 인증 제367호, 기술검증 178호도 받은 상태여서 타업체에 비해 경쟁력이 매우 우수함.

■ 특히, 기술적 내용에 있어서, 배수성 아스팔트에 비해서도 공극률이 높아 소음저감의 기능뿐만 아니라 우수한 배수성 아스팔트의 역할도 할 수 있고, 골재 탈리 저항성을 평가하는 칸타브로 손실률, 노면변형 저항성을 평가하는 동적안정도의 측면, 노면의

파괴하중을 평가하는 마샬 안정도, 수분에 대한 박리 저항성을 평가하는 수침잔류 안정도, 동결융해에 대한 저항성을 평가하는 수분저항성 등의 평가항목에서 우수한 특성을 보여주고 있어, 전반적인 기술수준이 매우 높고, 추가 고성능 · 고기능의 습식 RSBS 개발에 따른 제품의 경쟁력과 사업성이 매우 뛰어남.

## 마. 연구개발 목표

(1) 사업화 최종 목표

복층 저소음 포장 기술은 기술수준이 매우 높고, 복층 포장 전용장비도 국내 최초로 자체 보유 하고 있음. 또한, 기존아스콘 포장의 하자보수 규정은 2년이나, 동 기술의 사업 활성화를 위하여 국내 최초로 5년간 성능보증제를 실시하고자 하며, 환경영향평가 적용과 소음민원 대책시 소음저감대책으로 우선 적용을 확산하고자 함.

(가) 습식바인더의 개발에 따른 내구성능 향상

- 과거의 단층 저소음은 SBS와 폐타이어를 개질제로 사용하여 점도 및 내구성에 문제가 많았으며,
- 단층 저소음 포장 기술의 도입 초기에는 품질기준이 명확하지 않았고, 혼합물의 배합 경험이 없는 상태에서 시작되어 하자 발생이 많았음.
- 현재는 품질기준 및 시험 방법이 정립되어 있고, 개질제의 개선과, 저소음 배수성에 적합한 1등급 골재를 생산하고 있어, 기존 단층 저소음 포장의 전체적인 품질이 크게 향상되었음.
- 복층 저소음 포장 기술의 핵심기술인 RSBS개질제의 제조 및 품질관리에 있어 기존 Plant Mix type에서 Pre Mix type으로 방식을 변경하여 혼합물 제조 시 보다 균등한 품질을 낼 수 있도록 함과 동시에 RSBS개질 바인더의 성능 기준등급을 기존 등급 PG82-22에서 PG82-34로 업그레이드함에 따라 추가로 내구성능을 큰 폭으로 향상시킴.

(나) 5년간 제도적 성능보증

| 구 분 | 개발 전 기술 | 개발 후 기술 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 보증 범위 | 하자보증 | 성능 보증 | 성능보장과 보증기간 연장 |
| 기간 | 2년 | 5년 | |

- 보증항목・내용
  - 소음저감 : 일반 아스콘포장 대비 소음저감
  - 내구성 : 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리
  - 기능회복청소 : 소음저감성능 저하 확인 시
- 보증기간 : 준공일로부터 5년간
- 보증방법 : 보증보험가입

(다) 소음저감성능의 장기 유지

- 6개월 단위로 소음저감치를 확인하여 기준에 미달하였을 경우 현장투수시험 확

인 후 기능회복 청소(살수+흡입 청소차 이용)를 실시함.

- 6개월 단위로 소음저감치 확인결과 기준을 만족하였을 경우 기능회복 청소 횟수는 자유로이 정함.
- 소음 측정결과 보증 저감치 이하인 경우, 청소 완료 후 소음을 재측정하여 기준 만족 여부를 확인.

(라) 소음민원 대책시 소음저감대책 우선 활용

- 저소음 포장은 도로교통 소음을 도로 표면에서 원천적으로 소멸, 저감시키는 음원대책으로 기존의 방음시설인 방음벽과 방음터널보다 매우 경제적임.
- 기존의 방음대책인 방음벽, 방음터널은 발생된 소음을 차단하여 반사시키는 방법임. 발생된 소음은 방음벽에 반사, 증폭되어 소멸되지 않고 그대로 상존하고 있음.(제 3의 소음문제 야기)
- 해외에서도 저소음포장을 소음저감 대책으로 수립하기 위하여 1990년대부터 연구를 대대적으로 진행해 오고 있으며 이에 따라 복층 저소음 포장을 확대하고 있음.

  - [스웨덴(6dB(A)6년 유지 목표), 영국(고속도로 및 주요도로 저소음 포장율 60%), 네덜란드(주요도로, 지방도로 저소음 포장율 70%), 스위스 (저소음포장 법제화 진행중)]
  - SIRUUS(도시와 도시외곽도로를 위한 저소음포장연구), SILVIA(교통소음저감 유지를 위한 도로포장노면 연구), SILENCE(도로교통소음 개선 및 통제를 위한 방법과 기술 연구), QCITY (도로, 철도 주변 소음 관리를 위한 통합기술 인프라 개발연구소), HARMONOISE(소음지도화, 소음완화방안과 전략연구), IMAGINE (소음이 환경에 미치는 영향평가를 위한 방안 개선 연구) 등

- 환경영향평가 반영 시 경제성, 효율성 및 도시미관을 감안하여 소음대책으로 복층 저소음 포장공법을 우선 적용함.

(마) 국내외 시장/판로개척

- 공기업/국토교통부 및 지방자치단체/민자고속도로 건설업체 중점영업
  - LH공사, SH공사 등
  - 민자도로 건설업체
  - 지자체 : 서울시, 양주시, 오산시, 광주시, 성남시, 부산시 등
  - 한국고속도로공사(신기술 활용실적 바탕으로 영업)
- 지역기반 대리점 구축 및 협력업체
  - 기존 우수대리점을 포함한 각 지역별 우수 포장업체를 중심으로 대리점 망 구축(부산, 대전, 광주, 서울, 성남, 수원, 오산, 고양시 등 지역에 대리점 망 구성)
  - 도로기술사 등 영입하여 개인대리점 구성

- 홍보전략
  - 한국경제, 동아일보, 스포츠조선, 일간스포츠, 헤럴드경제 등 신문사 등을 통하여 신기술 홍보
  - 환경관련신문(환경경영신문등) 환경분야 종사자들 opinion leader를 활용하여 신청기술의 우수성 홍보
- 도로교통소음 관련 언론보도 활용
  - 도로교통소음 문제 심각성 언론의 관심 유도
- SNS활용(유투브&블로그&페이스북등)
  - 해외 PR영상 제작
  - 전용복층장비를 이용한 복층 저소음포장 시공하는 동영상 및 실측된 소음저감 데이터 공개
  - 소음실측 장면 제작(차량탑재하여 CPX방식으로 측정한 소리 담아 동영상 제작)
  - 우천시 영상 제작(물보라현상, 빛난반사현상, 주행소음차이 담아 동영상 제작)
  - 차량 내·외부에서 측정
  - 소음측정장면+소음계수치 차이 영상제작
- 수출전략(해외전담부서신설)
  - 중국 및 유럽등지에도 복층 저소음포장의 실태를 파악하여 해외의 포장업체, 국내·외 Buyer를 통하여 신기술 수출 및 기술지도
- 인력 충원
  - 관련학과(토목, 소음, 화학) 인력충원으로 연구전담개발부서를 “기술개발연구소”로 확장·운영하여 지속적인 연구개발 수행

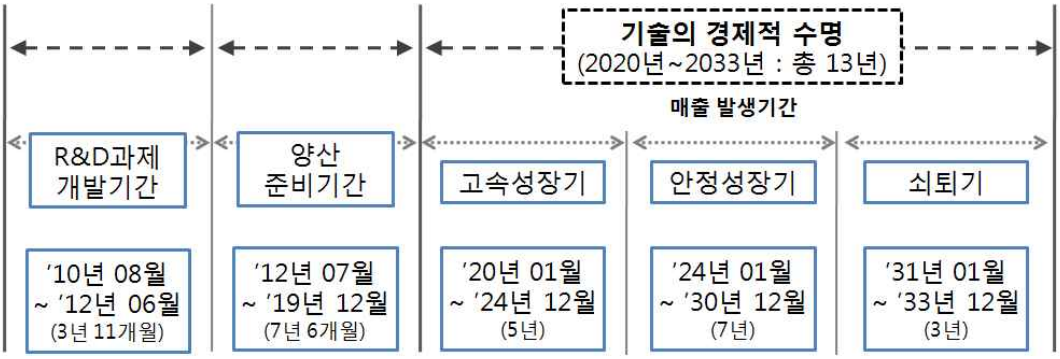
(2) 최종목표의 성격 및 설정근거

■ 방사형 구조의 SBS개질제 활용은 독창적으로 시장도입 초입기의 기술이며 개질제와 복층구조의 시공방식 등은 특허로서도 보호되고 있어 어느 정도 독점적 지위를 가지고 있을 뿐만 아니라, 환경부 기술검증 178호, 신기술 제367호도 받은 상태여서 타 업체에 비해 경쟁력이 매우 우수함.

■ 기술적 내용에 있어서, 배수성 아스팔트에 비해서도 공극률이 높아 소음저감의 기능뿐만 아니라 우수한 배수 성능을 갖고 있으며, 골재의 탈리에 대한 저항성을 평가하는 칸타브로 손실률, 노면변형 저항성을 평가하는 동적안정도의 측면, 노면의 파괴하중을 평가하는 마샬 안정도, 수분에 대한 박리 저항성을 평가하는 수침잔류 안정도, 동결융해에 대한 저항성을 평가하는 수분저항성 등의 평가항목에서 우수한 특성을 보여주고 있어 전반적인 기술수준이 매우 높고, 사업성 뛰어나, 제품의 경쟁력이 매우 우수함.

■ 이러한 신청기술의 강점을 적극 활용하고, 경제성을 갖으면서 내구성능 향상과 음향적 저감성능을 장기간 유지시키는 것을 목표로, 당사에서 5년간 성능을 보증하여 고속성장하기 위함에 있음.

(가) 단계별 소요기간




(나) 현재까지 확보된 기술개발 현황

| 개발과정 | 일 자 | 주요 진행내용 | 개발주체 |
|---|---|---|---|
| 개발착수 | 2008.08 ~ 2011.06 | • RSBS복층 저소음 포장 개발 착수 | 자체개발 |
| 특허출원 | 2010.06 ~ 2011.06 | • 특허명 : 아스팔트 개질제가 폐타이어 칩이나 고무칩과 혼합된 복층 포장 조성물, 저소음 복층 포장공법 | 자체개발 |
| 시험시공 | 2011.03 | • 수원시 영통구 매탄3동 | 자체개발 |
| 환경부 신기술 | 2012.06 | • 환경부 신기술 인증 367호 등록 | 자체개발 |
| 기술검증 | 2015.05 | • 기술 검증 제178호 등록 | 자체개발 |

# 2. 연구수행내용 및 성과

## 가. 연구내용 및 결과

### (1) 개선을 위한 저소음 아스팔트 바인더 기초연구 및 실내 공용성 평가

아스팔트 바인더의 성능 평가는 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침, 국토교통부, 2017.04'와 지침에 명시된 KS규격에 의한 시험방법에 따름.

■ 아스팔트 바인더 성능 평가 방법

(가) 공용성 등급 시험

① 회전점도 시험(Rotational Viscocity)

- 회전점도 시험은 고온에서 아스팔트 바인더의 워커빌리티를 측정 평가하는데 사용되며, 아스팔트 바인더를 Hot-mix 플랜트에서 다룰 때는 펌핑 또는 배합이 용이하도록 가능한 충분히 액체 상태를 유지하는 상태를 모사한 시험임.
- KS F 2392에 따라서 온도에 따른 아스팔트의 점도를 평가한다. 135℃의 아스팔트 시료 내에 원통형 스핀들이 일정한 회전속도를 유지하는데 필요한 토크를 측정하여 아스팔트 바인더의 점도를 계산한다. 측정된 점도는 다짐온도 및 고운 워커빌리트를 측정하여 평가하는데 사용함.

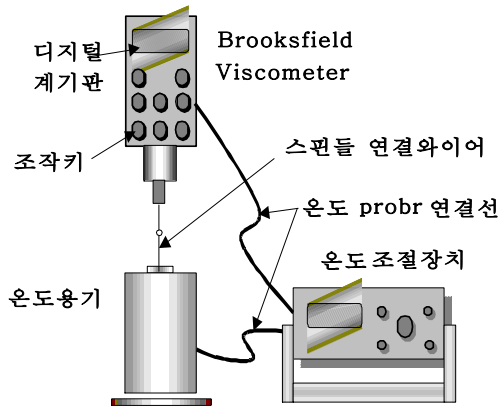



그림 9. 회전점도 시험

② DSR(Dynamic Shear Rheometer) 시험

- 아스팔트 바인더의 거동은 시간 및 온도의 영향을 받으므로 이 두 가지 요소에 대한 영향을 동시에 측정하는 것이 이상적이며 DSR은 이러한 목적에 대하여 이상적인 실험을 할 수 있도록 개량된 장치임.
- <그림 10>은 DSR 시험의 개략도이며, 하부의 고정판과 상부의 스핀들 사이에 시료를 장착하고 스핀들에 의해 일정한 strain이 발생하도록 비틀림을 가하고 이때 발생되는 토크(T)와 위상각($\delta$)을 측정하여 복합전단계수(Complex shear modulus, G*)를 계산함.(여기서 복합전단계수는 탄성과 점성 두 가지 형태의 저항능력으로 구성함)

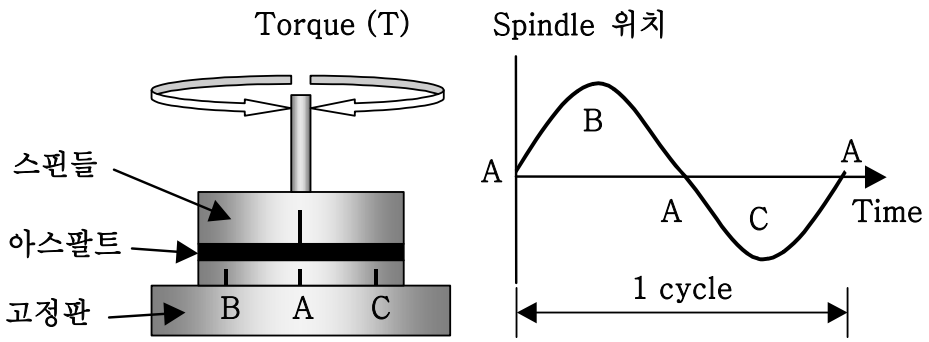



그림 10. DSR 시험의 개략도

- 위상각 $\delta$는 가해진 전단응력과 전단변형률 발생 사이의 시간차로서 $\delta$값이 0에 가까워질수록 응력과 변형률 발생 사이에 시간차가 없어지는 것을 뜻하므로 점점 탄성체와 같은 거동을 하게 되는 것이며 아래 그림은 각각 이러한 점을 설명함.

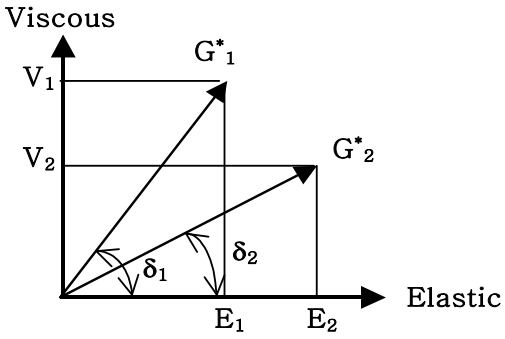



그림 11. $\delta$의 물리적 의미

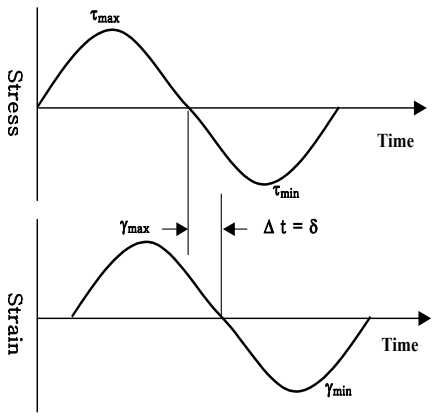



그림 12. DSR 시험에서 $\delta$의 측정방법

- DSR시험은 노화되지 않은 원래의 바인더와 단기노화(RTFO노화)시료, 그리고 장기노화(PAV노화) 시료에 대하여 모두 수행하며 DSR 프로그램에서 G*값은 다음의 식을 사용하여 계산됨.

$$G^* = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\gamma_{max} - \gamma_{min}}$$

여기서, $\tau = \frac{2T}{\pi r^3}$ T = 시료에 가해지는 최대 토크

$r$ = 아스팔트시료의 반경

$$\gamma = \frac{\theta \, d}{2h}$$

d = 아스팔트시료의 직경

h = 아스팔트시료의 두께

③ BBR(Bending Beam Rheometer) 시험

- 지금까지의 아스팔트 바인더 시험법들은 25℃와 60℃등 제한적인 범위에서의 물리적 특성에 대하여 측정하였으나 실제 공용중인 아스팔트 포장은 고온과 중간온도는 물론이고 빙점 이하의 낮은 온도조건의 영향도 받고 있으며, 이때의 아스팔트는 매우 단단하여 탄성체와 유사한 거동을 하게됨.
- BBR은 이러한 저온조건 하에서의 아스팔트 특성을 평가하기 위하여 빔 이론을 기초로 개발된 장치로서 아스팔트의 물리적 경화에 대한 참고자료의 제공이 주된 목적임.
- 실제 시험에서는 포장이 경험하게 될 가장 낮은 온도조건 하에서 빔의 형태로 제작된 아스팔트 시료에 creep 하중(일정하중)을 240초 동안 가하며 처짐을 측정하고 Creep하중에 대한 저항능력인 크리프 강성(St)과 강성의 변화율(m-value)을 계산하며 BBR 시험의 결과 데이터들은 컴퓨터 제어에 의해 자동적으로 계산됨.

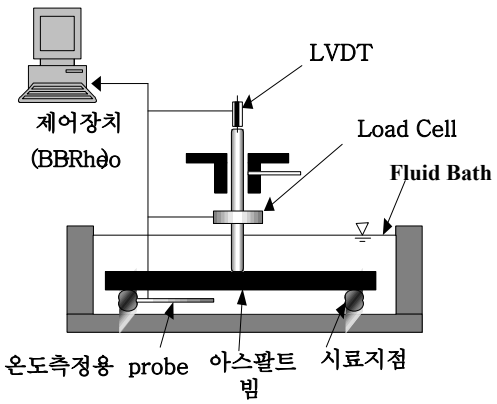



그림 13. BBR 시험의 개략도

- 계산되어진 강성이 300MPa 이상이면, 아스팔트 바인더는 상당히 brittle(취성적)하다고 볼 수 있으며, 이러한 아스팔트 바인더는 저온조건에서의 성능이 나쁠 가능성이 크다고 볼 수 있다. 따라서 수퍼페이브 시방서는 크리프 강성 값이 300MPa 이하가 되도록 권고하고 있음.
- 만일 그 이상인 경우에는 추가적인 직접전단시험을 실시하여, 파괴시 인장변형량이 1% 이상이 되는지를 확인할 필요가 있음.

④ Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) 시험

- AASHTO T 350-14 사양에 따라 64℃에서 시험을 실시하며 모든 바인더는 단기노화 상태에서 시험되어야 함.

- MSCR 시험 결과는 아스팔트 바인더의 소성변형 감수성을 정량화하기 위해 비 회복 성 크리프 컴플라이언스 (Jnr) 및 복구율 (% Rec)을 계산하는 데 사용되며 비 회복 전단 변형률을 전단 응력으로 나눔으로써 결정되는 비 회복 크리프 컴플라이언스 (Jnr)는 아스팔트 바인더의 소성변형 가능성을 평가하는 데 사용됨

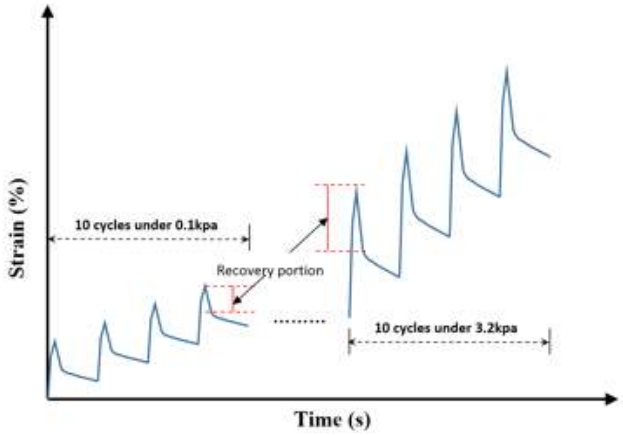



그림 14. 0.1kPa and 3.2kPa에서 크리프와 회복 주기

(나) 연화점시험

연화점은 아스팔트가 3.5g 금속 구슬의 무게를 지탱할 수 없는 온도를 의미하며 유럽에서 주로 사용하는 방법임. 미국 대부분의 지역에서는 roofing 아스팔트를 평가하기 위해서 이 방법을 사용함. 두 개의 아스팔트 디스크 시료가 금속 구슬을 지탱하는 놋쇠 링을 수조에 담가 일정한 비율로 온도를 상승, 연화점은 두 개의 아스팔트 디스크 시료가 가열된 온도로 인해 부드러워지면서 두 개의 금속볼이 아스팔트 바인더 속으로 들어가 25mm 정도 밑으로 떨어지는 온도로서 기록됨.




그림 15. 연화점 시험

■ 아스팔트 혼합물 시험 방법

(가) 동적수침 시험(Dynamic Immersion Test, DIT)

동적수침시험은 아스팔트 바인더가 코팅된 골재를 대상으로 아스팔트 혼합물이 수침상태에서 골재와 아스팔트 바인더 간의 친밀성을 평가하는 시험방법임. 구체적인 시

험방법으로는 ① 규격에 맞는 골재를 물로 깨끗이 씻어 골재에 남아있는 잔분을 제거 ② 105±5℃ 오븐에 중량의 변화가 없을 때까지 가열, 이를 식힌 이후, ③ 510±2g의 골재를 아스팔트 바인더 16g과 혼합온도에서 혼합하여 완전히 코팅 ④ 16시간 이상 상온에서 양생 후, ⑤ 20~25℃ 환경에서 60rpm으로 규격에 맞는 증류수가 들어간 실험 용기에 담아 24시간 롤링 후, ⑥ 아스팔트 바인더가 골재에 피복되어 있는 상태를 육안으로 평가하는 방법임. 동적수침시험은 정확한 정량적 평가가 어렵지만 육안으로 아스팔트가 골재를 코팅한 부분의 박리정도를 평가 할 수 있으며, 국토교통부 지침에서는 육안 박리정도가 50% 이상의 경우, 소석회 또는 액상형 박리방지제를 사용하도록 규정하고 있음.



그림 16. 동적수침 시험전경

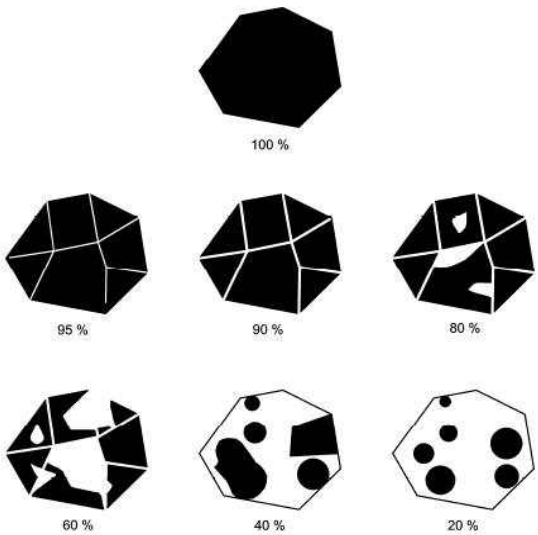



그림 17. 동적수침 시험 육안조사 기준

실험이 끝난 후 유리병 속의 물을 비이커에 붓고, 아스팔트 피복 골재들은 시험용 그릇에 옮긴 후 깨끗한 증류수를 골재 위를 덮을 만큼 채운 뒤 시험용 그릇을 하얀 표면위에 이동, 3명의 평가자가 박리율을 3개의 시료에 대해 상기 그림의 동적수침 시험 육안조사 기준을 이용하여 육안 평가를 수행하고 평균을 취함. 여기서, 전체 혼합물 중 알갱이가 뭉쳐진 덩어리가 발생한 양이 10%를 초과하면 시험결과를 폐기해야 함.

(나) 함부르크

아스팔트 혼합물에 대한 수분민감도를 평가하기 위해 가장 일반적인 시험방법은 AASHTO T-283에 규정된 수정 로트만 시험(Modified Lottman Test)에 의한 인장강도비(Tensile Strength Ratio, TSR) 시험임.

하지만 최근 인장강도비 시험결과가 현장 공용성과 상관관계가 없다는 조사결과가 보고되고 있으며, 이에 따라 미국의 많은 주 교통국에서는 인장강도비를 대체할 시험방법을 모색하고 있으며 최근에는 그림과 같이 소성변형과 수분민감도를 동시에 측정할 수 는 함부르크 휠 트래킹 시험(Hamburg Wheel Tracking Test)이 대안으로 제안되고 있음

함부르크 휠 트래킹 시험은 AASHTO T 324에 규정되어 있으며, 50℃의 고온의 물에 다짐된 공시체를 침수시켜 705±4.5N의 차륜하중을 반복 재하하여, 매회 침하량을 측정하는 시험법임.

일반적으로 미국의 주 교통국에서는 20,000회의 차륜하중을 재하하며, 박리가 발생하는 지점이 최소 10,000회 이후 발생하고 20,000회에서의 침하량이 20mm를 초과하지 않는 아스팔트 혼합물을 사용하도록 규정하고 있음.

수분민감도의 경우, 그림과 같이 함부르크 휠 트래킹 시험 시 침하량 기울기가 급변하는 지점을 박리발생점(Stripping Point)로 규정하며 박리가 발생하는 지점이 늦게 발생할수록 수분민감도가 우수한 아스팔트 혼합물로 평가함.




그림 18. 함부르크 휠 트래킹 시험기

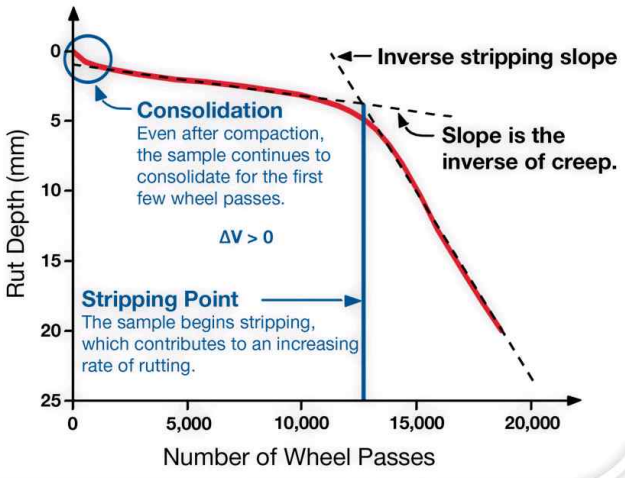



그림 19. 함부르크 휠 트래킹 시험결과 분석방법

(다) 칸타브로

칸타블로 시험은 개립도 아스팔트 혼합물의 마모 저항성을 모사한 것으로 50회 마샬 다짐기로 다져진 마샬 공시체를 20℃의 항온조에 20시간 야생한 후 L.A. 마모시험기(KS F 2508, ASTM C 131)에 넣어서 공시체로부터 재료가 분리되는 정도를 측정하는 시험임

다른 점이 있다면 L.A.마모시험기에는 쇠구슬을 넣는 반면에 칸타블로 시험시에는 쇠구슬은 넣지 않으며, 매분 30~33회 전수로 300회 회전을 실시하여 손실중량을 측정함.

칸타블로 시험은 시험 절차가 간단하고, 경제적인 측면에서 유리하며 공시체도 마샬 공시체를 사용하여서 미국 뿐 아니라 유럽의 여러 나라에서 사용하고 있음.

(라) 동탄성

아스팔트 혼합물의 물성평가는 주로 가해진 하중과 이로 인해 발생한 변형과의 상관관계규명을 그 목적으로 하며, 하중과 변형과의 상관관계는 탄성계수 또는 스티프니스(stiffness)로 정의함.

탄성적인 성질을 가지는 재료는 하중과 변형이 선형관계를 가지며, 하나의 고정된 스티프니스 값을 가지는 반면, 재료의 성질이 비선형거동을 하게 되면 스티프니스 값은 하중조건 및 하중재하시간에 따라 변하게 됨.

아스팔트 혼합물은 특히, 하중과 온도에 의해 그 성질이 급격하게 변하는 특성이 있으며 이러한 아스팔트 혼합물의 특성을 주로 점탄성 또는 점소성으로 통칭하며, 점성성분이 있는 재료의 스티프니스 평가는 creep compliance, relaxation modulus, flexural stiffness, complex(dynamic) modulus, resilient modulus 등을 이용함.

Christensen(1998)은 0℃ 이하의 저온에서의 아스팔트 혼합물의 거동은 점탄성 성질을 가지는 재료로 보고하고 있으며 즉, 가해진 하중에 의해 발생하는 변형이 탄성성질을 가지기 때문에 저온에서의 아스팔트 혼합물의 특성평가는 간접 인장크리프 시험과 같은 비교적 단순한 시험방법의 적용이 가능함. 고온에서의 아스팔트 혼합물의 특성은 아스팔트의 점성이 온도의 증가에 따라 급격하게 감소하므로, 주로 골재의 맞물림 현상에 의해 혼합물의 특성이 결정되고, 이때의 거동은 주로 비선형거동특성을 보임. 따라서, 혼합물의 특성을 정확히 평가하기 위해서는 하중크기, 시간, 온도 등을 제어하여야 하며, 특히, 구속압력(confining pressure)의 적용여부에 따라, 그 특성이 크게 변하게 됨.

Goodrich(1988, 1991)의 아스팔트 바인더 연구결과 역시 위의 내용과 매우 유사한 결론을 보여주고 있으며 특히, 아스팔트가 가장 많이 경험하는 온도 (10~50℃)대역에서는 사용된 아스팔트 바인더의 특성이 매우 민감하게 변함. 그러나, 혼합물의 역학적 특성치 변화에는 그리 큰 영향을 주지 못하는 것으로 나타났으며 이는 혼합물의 특성이 사용된 골재의 특성에 의한 영향을 많이 받는 것을 의미함.

아스팔트 혼합물의 변형특성은 다른 재료적인 특성평가와는 달리 일정한 크기의 하중의 반복 재하하는 방법을 이용하며, 이때 발생하는 변형특성은4가지 요소, 즉 탄성, 소성, 점탄성 및 점소성 영역으로 구분하여 볼 수 있음. 탄성변형과 소성변형은 하중을 재하한 것과 동시에 발생하는 변형특성으로 하중재하 시간과는 상관없으며 이에 반해 점탄성 및 점소성 변형은 같은 크기의 하중이 지속됨에 따라 발생하는 시간 의존적 변형임. Uzan(1996)에 의하면, 고온 및 느린 하중재하는 소성변형의 주요 요소이고, 점소성 특성은 상당히 미미하다고 발표함.

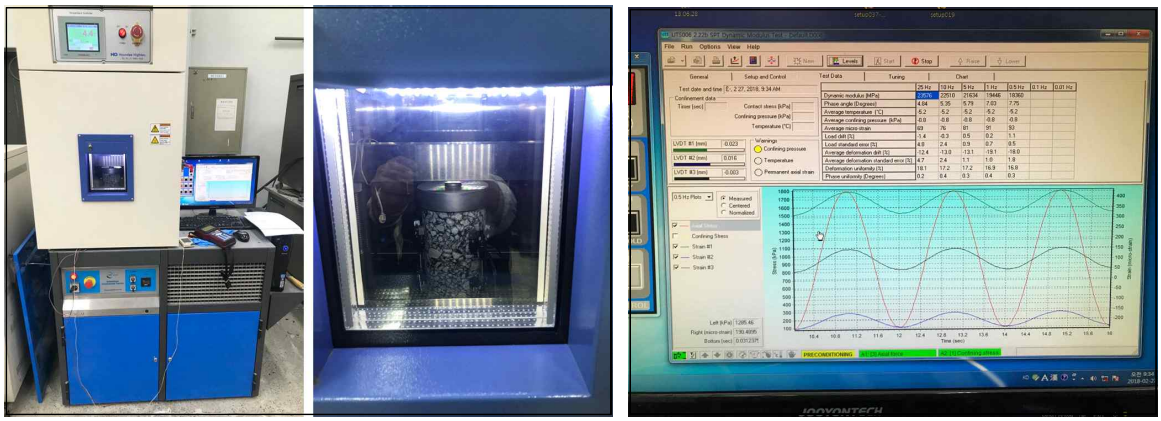


그림 20. 동탄성 계수 시험을 위한 UTS 장비 및 하중재하 분석화면

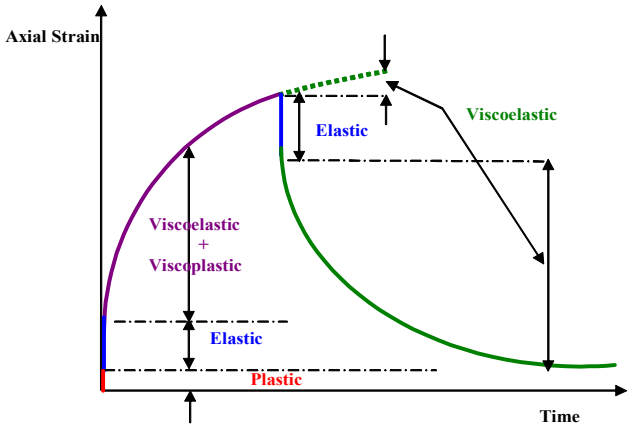



그림 21. 반복하중 재하시 혼합물의 변형특성

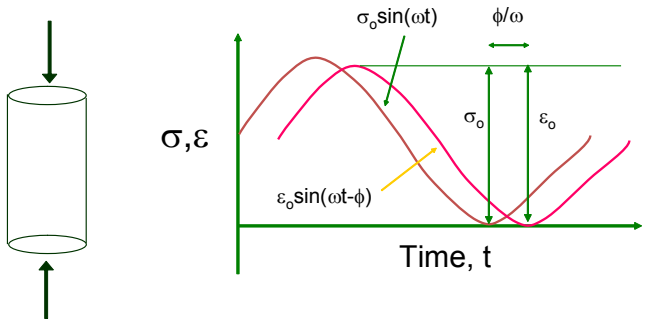



그림 22. 탄성계수 실험 개략도

선형 점탄성 범위에서의 아스팔트 혼합물은 Thermorheologically simple(TRS) 인 것으로 알려져 있으며, 이는 시간과 온도의 영향이 결합되어 표현되는 감쇠시간(reduced time) 또는 감쇠빈도(reduced frequency)로 표현될 수 있음. 감쇠빈도는 아래 식에 나타난 바와 같이 시간-온도 이동계수(time-temperature shift factor, aT)를 통하여 계산됨.

$$f_R = f \times a_T$$

이는 전체적 그래프를 수평적으로 이동하여 하나의 곡선(Mastercurve)을 작성할 수 있도록 하여 넓은 감쇠빈도에서의 아스팔트 혼합물의 거동을 묘사할 수 있도록 하며 시간-온도 이동계수는 마스터곡선을 작성하기 위하여 필요한 로그 스케일에서 수평방향 이동을 나타냄. 이동량은 기준온도(Reference temperature)에 의하여 결정되며, 온도에 따라 변화함.

마스터곡선은 아래 식에서와 같이, Sigmoidal 함수형태에 피팅되며, 이동계수와 온도와의 관계는 2차함수 식으로 표현될 수 있음. Sigmoidal 계수와 시간-온도 이동계수를 결정하기 위하여, EXCEL 프로그램에서 제공하는 Solver를 이용하며, 이를 이용하여 식와 측정값은 로그값의 에러가 최소가 되는 값을 선택할 수 있음. 특정한 온도에서 이동계수값이 0이 되는데, 이 때의 온도는 기준온도(reference termperature)가 되며, 이는 임의의 실험온도에서 결정할 수 있으나 일반적으로 중간값을 이용함.

$$\log|E^*| = a + \frac{b}{1+\frac{1}{e^{d+g*\log(f_R)}}}$$

이 로그 이동계수는 피팅되며, 상기 식에서 결정된 계수와 함께 아래 식을 이용하여 임의의 온도와 빈도에서의 탄성계수를 결정하는데 이용됨.

$$\log(a_T) = \alpha_1 T^2 + \alpha_2 T + \alpha_3$$

(마) 휠 트랙킹 시험

아스팔트 포장 표면 위를 통행하는 차륜으로 재하되는 포장체 내의 응력 상태는 매우 복잡하므로, 이를 아스팔트 혼합물의 시편에 대해 실내 시험으로 정확히 재현시키기는 거의 불가능하여, 외국의 경우에는 주로 다른 재료에 대한 거동의 상대적 비교를 위해 포장가속시험기(APT)를 통한 모사 시험을 진행함. 휠트랙킹 시험은 일본의 건설성에서 사용하고 있는 시험 절차를 적용하였으며, 시험 장비로는 아래 그림과 같이 크랭크 방식의 변속 구동형 시험기를 사용, 이를 통해 포장의 표층과 동일한 형상으로 제작된 아스팔트 혼합물의 빔 표면을 소정의 접지압과 고무 경도를 가진 솔리드 타이어로 주행시켜 차륜 침하량의 시간 변화를 측정함.

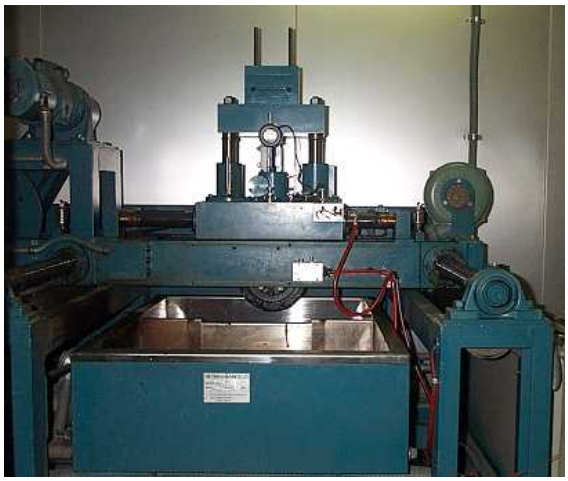


그림 23. 실내 휠트랙킹 시험기

휠트랙킹 시험 결과는 아래 그림과 같이 시간과 변형량의 관계로 나타낸다. 시험 시간은 보통 60분 동안 실시되며, 시험 결과에 사용하는 변형량은 45분과 60분 사이의 측정치를 대상으로 함. 이 때 측정치에서 구해지는 기울기를 시간당 침하량(Relative Deformation)이라 하며 아래의 식을 이용하여 계산할 수 있음. 단위 침하량의 역수에 차량의 주행 회수를 곱하여 동적 안정도(Dynamic Stability)를 구하며, 이는 1mm 침하시 소요되는 왕복 횟수를 의미함. 휠트랙킹 시험을 통하여 구하게 되는 물성은 아래 표와 같음.

$$RD = \frac{d_{60} - d_{45}}{15}$$

$$DS = \frac{42}{RD} = \frac{15}{d_{60} - d_{45}} \times 42 \quad ($$

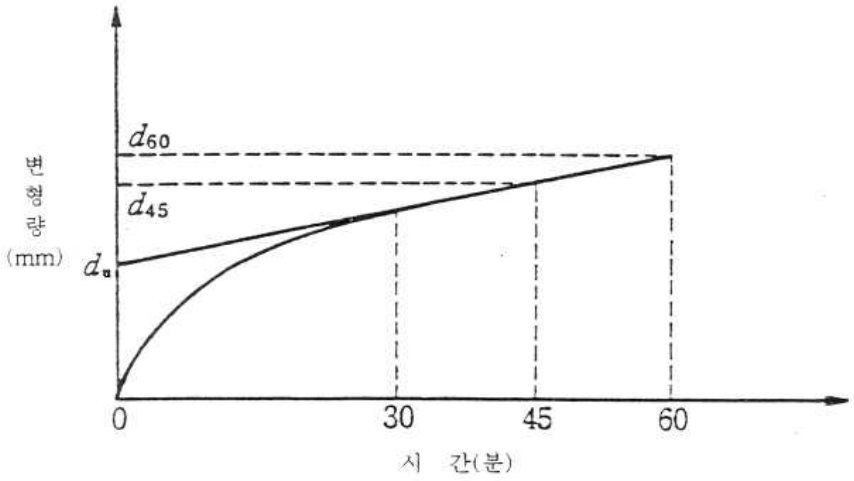



그림 24. 시간 - 변형량 곡선

표 19. 휠 트랙킹 시험 결과 분석

| 기호 (단위) | 명 칭 | 정 의 |
|---|---|---|
| RT (mm/min) | Rate of Tracking | 15mm 변형 후 또는 45분 경과 후의 변형량과 시간의 비 |
| RD (mm/min) | Rate of Deformation | 시험 개시 후 45분에서 60분 사이의 단위 시간당 변형량 |
| DS (회/mm) | Dynamic Stability | 시험 개시 후 45분에서 60분 사이의 단위 변형량 당 차량 통과 회수 |
| d0 (mm) | Consolidated Deformation | 시험 개시후 45분에서 60분 사이의 시간-변형량 곡선을 연장시켜 세로축과의 교점을 나타내는 변형량 |
| dM (mm) | | 시험 개시 수 M분 후의 변형량 |

(바) 간접 인장강도비 시험

배수성 아스팔트 혼합물의 수분 저항성 평가를 위해 간접인장강도비 시험을 수행함.

간접 인장강도 $S_T$는 최대 하중 값을 이용하여 다음 식을 통해 계산함.

$$S_t = 2000\frac{P}{\pi t D}$$

여기에서, $S_t$ : 인장 강도(kPa)

$P$ : 최대 하중(N)

$t$ : 인장 시험 직전에 측정한 공시체 두께(mm)

$D$ : 공시체 직경(mm)

인장강도비(TSR, Tensile Strength Ratio)는 건조상태와 습윤상태에서 측정한 인장 강도값을 이용하여 다음과 같이 식으로 계산함

$$TSR = \left(\frac{S_{tm}}{S_{td}}\right) \times 100$$

여기서, $TSR$ : 인장강도비(%)

$S_{tm}$ : 수분 처리된 공시체의 평균 인장강도(kPa)

$S_{td}$ : 건조 공시체의 평균 인장강도(kPa)

아스팔트 혼합물의 수분손상에 대한 저항성은 TSR 값이 클수록 우수하다고 할 수 있음.

■ 아스팔트 공용성 등급(Performance Grade)를 이용하여 기존 건식타입의 아스팔트 바인더 등급 평가 결과 PG82-22에 만족하는 것으로 나타남

- 성능 확인을 위한 시험방법 및 기준은 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침, 국토교통부, 2017.04' 과 KS규격을 따름



그림 25. DSR 시험 전경

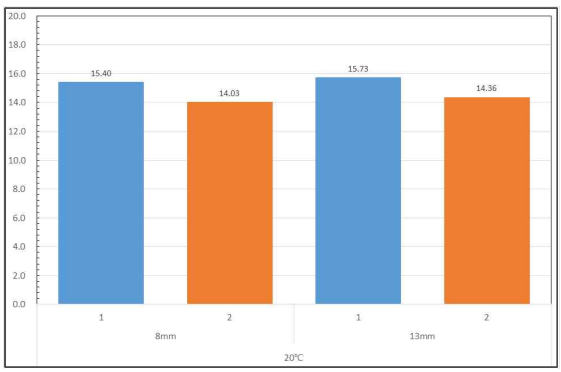
표 20. 건식 RSBS 바인더의 공용성 등급 평가

| | | Combination | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Testing Method | Temp. | 건식 RSBS | | 비교군 D | |
| DSR (G*/sin δ ≥1.0 kPa) | 58° C | 12.3 | | 16.9 | |
| | 64° C | 7.9 | | 10.0 | |
| | 70° C | 5.7 | | 5.4 | |
| | 76° C | 4.4 | | 3.0 | |
| | 82° C | 4.0 | | 2.1 | |
| RTFO aged | | | | | |
| DSR (G*/sin δ ≥2.2 kPa) | 58° C | 22.1 | | 13.2 | |
| | 64° C | 13.1 | | 8.5 | |
| | 70° C | 8.0 | | 5.6 | |
| | 76° C | 5.0 | | 3.8 | |
| | 82° C | 3.2 | | 2.8 | |
| BBR (S<300, m>0.3) | | S | m | S | m |
| | -6° C | 53.48 | 0.39 | 15.06 | 0.48 |
| | -12° C | 126.81 | 0.30 | 35.69 | 0.35 |
| PG | | PG 82-22 | | PG 82-22 | |

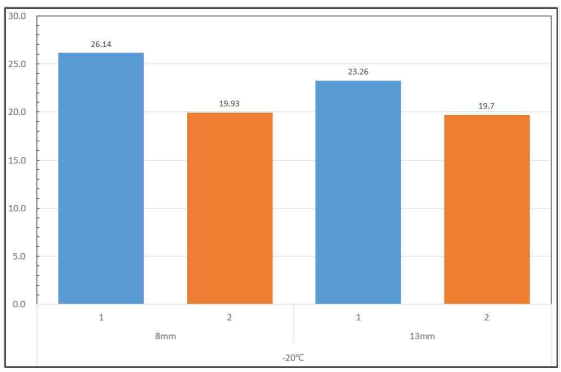
■ 시험포장에서 아스팔트 혼합물을 채취하여 실내 물성 및 공용성 시험을 수행, 성능을 평가함.

■ 칸타브로 손실률은 배수성 아스팔트 혼합물의 골재 비산 저항성을 평가하는 항목으로 시험 결과 20℃와 -20℃ 모두에서 품질기준(20℃: 20% 이하, -20℃: 30% 이하)을 만족하는 것으로 나타남

- 2020년 8월 '배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침' 개정 이전에 수행한 내용으로, 24시간 수침 하지 않은 공시체를 이용한 결과임




(1) 20℃




(2) -20℃

그림 26. 칸타브로 손실률(%)

■ 함부르크 휠트래킹 시험은 소성변형과 수분민감도를 동시에 측정 가능하며 AASHTO T 324에 시험방법이 규정됨. 20,000회 수행후 20mm 이하일 경우 우수한 혼합물로 평가하며, 시험 결과 기준에 충분히 만족하는 것을 확인

- 일반 19mm : 15.34mm
- 저소음 8mm : 4.40mm
- 저소음 13mm : 2.00m



그림 27. 함부르크 휠트래킹 실험 전경

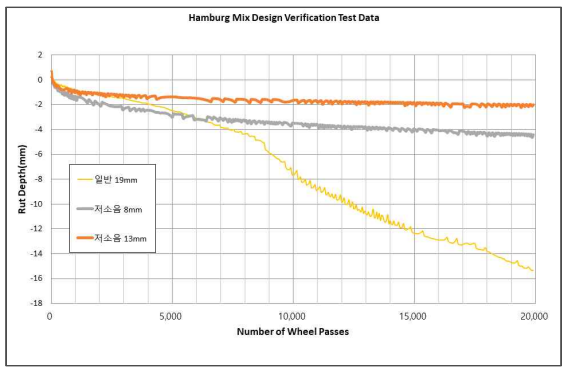



그림 28. 함부르크 휠트래킹 실험 결과

■ 탄성회복율은 25℃에 1시간동안 챔버에 수침 시킨 후 10cm를 늘려 중간부분을 절단하고 1시간 동안 회복된 길이를 백분율로 측정하며 결과 값이 높을수록 높은 탄성회복율을 나타냄.

■ 시험결과 탄성회복률은 88%로 높게 평가 되었음. 신도 시험은 15℃에 1시간동안 챔버에 수침 시킨 후 5cm/min 속도로 늘려 시편이 끊어질 때의 길이를 측정하며 결과 값이 높을수록 저온 성능이 우수하게 평가된다. 시험결과 신도는 68cm로 높게 평가됨.

표 21. 신도시험, 탄성회복율 시험 결과

| 항목 | 단위 | 결과값 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 탄성회복 25℃ | % | 80 | |
| 신도 15℃ | cm | 68 | |



그림 29. 신도 실험전경

■ 박막가열후 침입도는 높을수록 본래의 물성을 유지하는 우수한 제품으로 평가할 수 있으며, crack 저항성이 높은 제품임. 시험결과 93%로 crack 저항성이 높게 평가되었음.

표 22. 침입도, 박막가열후 침입도 시험 결과

| 항목 | 단위 | 결과값 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 침입도 25℃ | ㎜ | 40 | |
| 박막가열 후 침입도 | % | 93 | |

(2) 저소음 아스팔트 바인더 개선 연구 및 개선된 재료의 공용성 평가

■ 기존에 사용된 RSBS 복층 저소음배수성 아스팔트 바인더의 공용성 등급 PG82-22를 PG82-34로 개선하기 위해 건식 타입 대신, 습식 타입을 적용하여 성능 평가를 수행함

- 시험방법 및 기준은 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침, 국토교통부, 2017.04'과 KS규격을 따라 수행하였음

■ 습식 타입의 RSBS 바인더의 공용성 등급 자체 평가 결과, PG 82-34를 만족하는 것을 확인함

표 23. 습식 RSBS 바인더의 공용성 등급 평가

| | | Combination | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Testing Method | Temp. | 습식 RSBS | | 비교군 D | |
| Viscosity | 130° C | 5,875.0 | | - | |
| | 150° C | 1,900.0 | | - | |
| | 180° C | 637.5 | | - | |
| DSR (G*/sin δ ≥1.0 kPa) | 58° C | 23.86 | | 11.5 | |
| | 64° C | 13.96 | | 6.9 | |
| | 70° C | 8.10 | | 4.3 | |
| | 76° C | 4.96 | | 2.8 | |
| | 82° C | 3.15 | | 2.0 | |
| | 88° C | 2.04 | | | |
| | 94° C | 1.34 | | | |
| RTFO aged | | | | | |
| DSR (G*/sin δ ≥2.2 kPa) | 58° C | 36.58 | | 15.6 | |
| | 64° C | 27.83 | | 9.4 | |
| | 70° C | 20.18 | | 5.8 | |
| | 76° C | 14.12 | | 3.8 | |
| | 82° C | 9.55 | | 2.7 | |
| | 88° C | 6.23 | | | |
| | 94° C | 3.97 | | | |
| BBR (S<300, m>0.3) | | S | m | S | m |
| | -18° C | 66.3129 | 0.336843 | - | - |
| | -24° C | 124.4081 | 0.349699 | 153.92 | 0.38 |
| PG | | PG 94-34 (PG 82-34 만족) | | PG 82-34 | |

■ 공인시험결과에서도 PG 82-34를 만족하는 것을 확인함

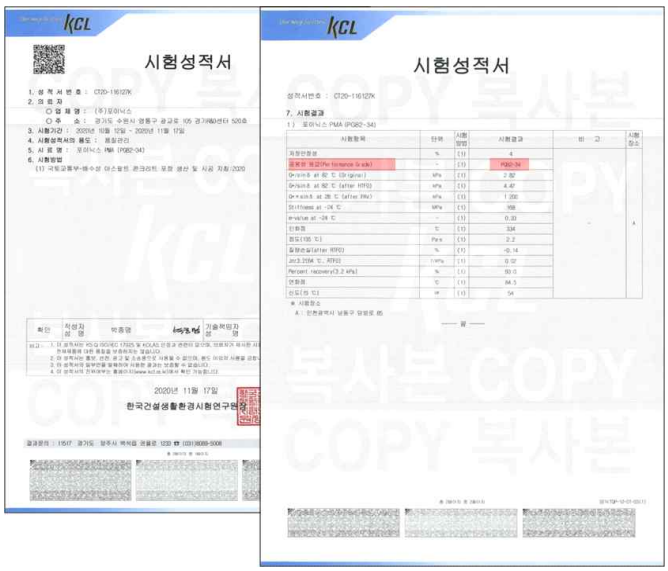



그림 30. 공인시험성적서(PG82-34)_2020.12

■ 함부르크 휠트래킹 시험은 소성변형과 수분민감도를 동시에 측정 가능하며 AASHTO T 324에 시험방법이 규정됨. 20,000회 수행후 20mm 이하일 경우 우수한 혼합물로 평가하며, 시험 결과 기준에 충분히 만족하는 것을 확인

- 일반 19mm : 15.4mm
- 저소음 8mm : 0.47mm
- 저소음 13mm : 0.96m
- 저소음 19mm : 0.63mm



그림 31. 함부르크 휠트래킹 실험 전경

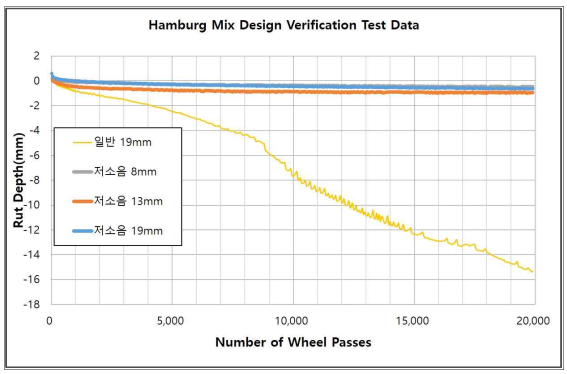



그림 32. 함부르크 휠트래킹 실험 결과

■ 칸타브로 손실율의 품질기준은 20℃에서 20% 이하, -20℃에서 30% 이하로 규정하고 있으며, 개발된 배수성 아스팔트 혼합물은 8㎜, 13㎜는 시험결과 품질기준을 만족하는 것으로 나타남

- 2020년 8월 '배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침' 개정 이전에 수행한 내용으로, 24시간 수침 하지 않은 공시체를 이용한 결과임

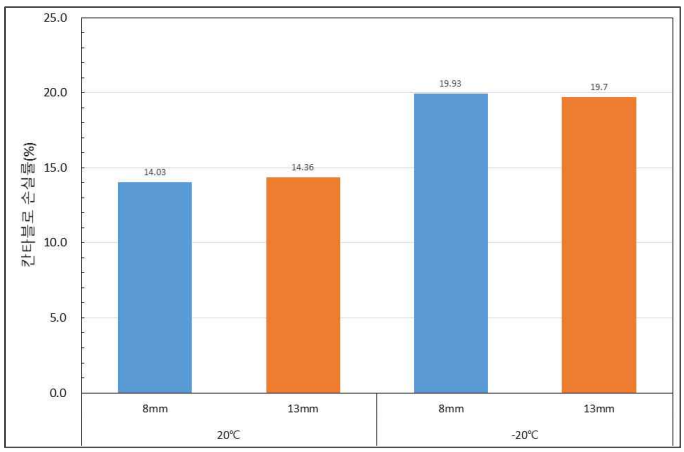
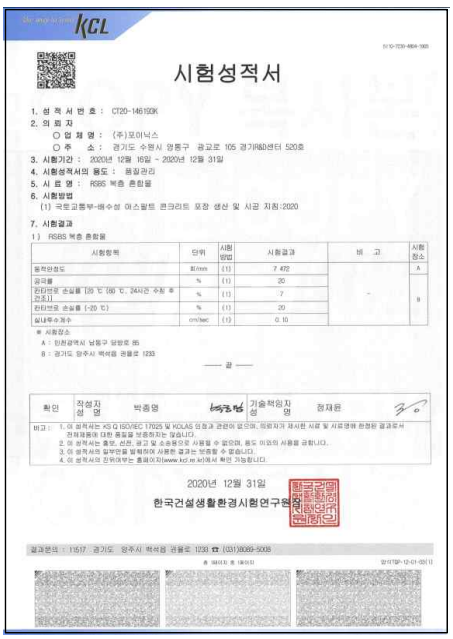



그림 33. 칸타브로 손실률(%)

■ 개정된 시험방법으로 공인시험결과, RSBS복층혼합물의 칸타브로 손실률은 20℃일 때 7%, -20℃일 때 20%로 품질기준을 만족함



KCL

시험성적서

1. 성 적 서 번 호 : CT20-146192K
2. 의 뢰 자
○ 업 체 명 : (주)모아닉스
○ 주 소 : 경기도 수원시 영통구 광교로 105 경기R&D센터 520호
3. 시험기간 : 2020년 12월 16일 ~ 2020년 12월 31일
4. 시험성적서의 용도 : 품질관리
5. 시 료 명 : RSBS 복층 혼합물
6. 시험방법
(1) 국토교통부-배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침:2020
7. 시험결과
1) RSBS 복층 혼합물

| 시험항목 | 단위 | 시험방법 | 시험결과 | 비 고 | 시험장소 |
|---|---|---|---|---|---|
| 동적안정도 | 회/mm | (1) | 7,472 | - | A |
| 공극률 | % | (1) | 20 | | B |
| 칸타브로 손실률 [25 ℃ (60 ℃, 24시간 수침 후 고온)] | % | (1) | 7 | | |
| 칸타브로 손실률 (-20 ℃) | % | (1) | 20 | | |
| 실내투수계수 | cm/sec | (1) | 0.10 | | |

※ 시험장소
A : 인천광역시 남동구 담방로 86
B : 경기도 양주시 백석읍 권율로 1233

— 끝 —

확인 | 작성자 성 명 | 박종명 | 기술책임자 성 명 | 정재윤

비고 : 1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체물품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송등으로 사용할 수 없으며, 동도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다.
4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

2020년 12월 31일

한국건설생활환경시험연구원장

결과문의 : 11517 경기도 양주시 백석읍 권율로 1233 ☎ (031)8086-5008



그림 34. 공인시험성적서(칸타브로 손실률)

■ 휠트래킹 실험은 포장 후 가해지는 지속적인 교통하중을 실내 실험을 통해 모사하는 것으로 변형속도(RD, ㎜/min)와 동적안정도(DS, 회/㎜)로 평가하며, 동적안정도가 클수록 영구변형에 대한 저항성이 우수함을 나타냄. 시험결과 국토부 규정을 만족하는 것을 확인하였으며, 13㎜ 골재를 사용한 혼합물이 동적안정도가 가장 우수한 것을 확인함

- 일반 19mm : 1,537 회/㎜
- 저소음 8mm : 3,998 회/㎜
- 저소음 13mm : 7,650 회/㎜

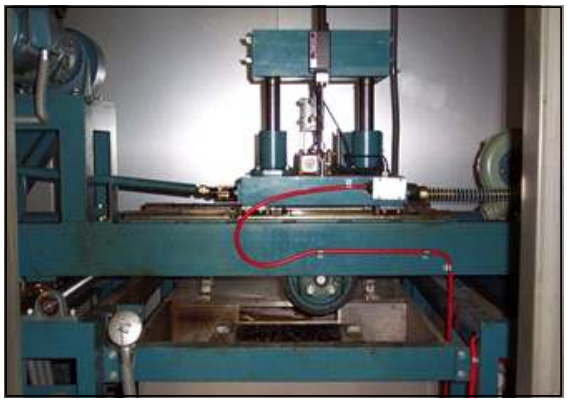


그림 35. 휠트래킹 실험 전경

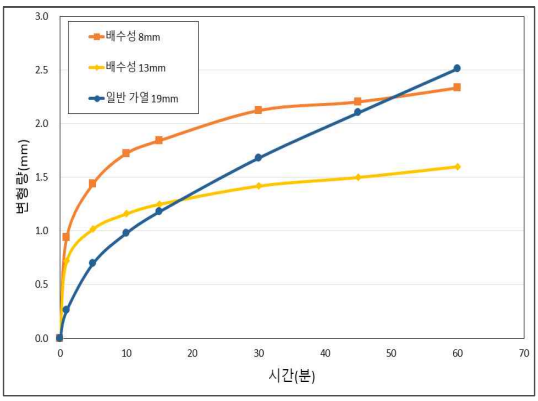



그림 36. 시간에 따른 침하량 결과

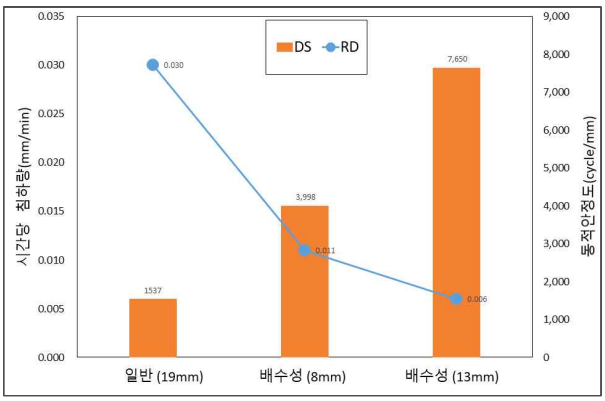



그림 37. 동적안정도 결과

■ 아스팔트 혼합물의 수분손상에 대한 저항성은 TSR 값이 클수록 우수하다고 할 수 있음. 배수성 아스팔트 포장의 인장강도비(TSR) 기준은 0.85 이상이며, 개발된 배수성 아스팔트 혼합물 8mm 및 13mm 모두 품질기준을 만족하는 것으로 나타남



그림 38. 간접 인장강도 시험 전경

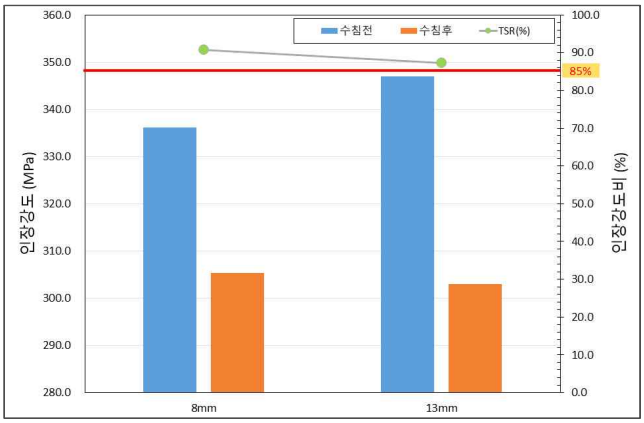



그림 39. 간접 인장강도비 시험 결과

■ 탄성회복율은 25℃에 1시간동안 챔버에 수침 시킨 후 10cm를 늘려 중간부분을 절단하고 1시간 동안 회복된 길이를 백분율로 측정하며 결과 값이 높을수록 높은 탄성회복율을 나타내며 시험결과 88.3%로 높게 평가 되었음

■ 신도 시험은 15℃에 1시간동안 챔버에 수침 시킨 후 5cm/min 속도로 늘려 시편이 끊어질 때의 길이를 측정하며 결과 값이 높을수록 저온 성능이 우수하게 평가되며 시험결과 신도는 72cm로 높게 평가되었음

표 24. 신도시험, 탄성회복율 시험 결과

| 항목 | 단위 | 결과값 | 기준 |
|---|---|---|---|
| 탄성회복 25℃ | % | 88.3 | 80이상 |
| 신도 15℃ | cm | 72 | 50이상 |

■ 공인시험결과, 신도 71cm를 확인, 품질기준을 만족하는 것을 확인함


TEST REPORT

시 험 결 과

| 시험항목 | 단위 | 시료 구분 | 결과치 | 시험방법 |
|---|---|---|---|---|
| 신도(15 ℃, 5 cm/min) | cm | - | 71 | KS M 2254 : 2007 |

- 품 도 : 품질관리용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없으며, 본도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)인 우측하여, 사본 및 전자 인쇄본(파일본은 결과치 참고용입니다.

Shin Kyoungyub

Kang Yeong-gwan

2018년 12월 07일

KTR 한국화학융합시험연구원장

KTR

그림 40. 공인시험성적서(신도)

(3) 개선된 재료 및 공법에 대한 현장 실용화 방안 검토

■ 연구성과의 실용화, 상용화 및 확산 방안

(Step. 1) 연구성과의 건설신기술 획득을 통한 실용화, 상용화 기반 확보

(Step. 2) 개발 성과의 건설기준 반영을 통한 개발공법 적용의 제도적 근거 마련 / 국토부 협의必

(Step. 3) 국토교통부, 각 지방청, 지자체, 한국도로공사 등 발주처를 대상으로 한 개발 공법 소개 및 홍보를 통한 기술 홍보

※ 연구기간 중 수행한 시험포장 및 현장 검증과 실내실험결과를 바탕으로 한 기술적 신뢰도 기 확보

(Step. 4) 국내 수요기업(아스팔트 플랜트, 시공사 등)을 대상으로 한 기술설명 및 통상 실시계약 및 시장 확장

※ 통상기술실시 기업을 대상으로 지속적인 사업화 모니터링 및 기술 지원을 통한 사업화

| 공법명 | RSBS개질제를 이용한 복층 저소음 포장 공법의 상용화 기술 |
|---|---|
| ① 자체 기술이전, 참여기업을 대상으로 한 기술이전 및 지적재산권 확보를 통한 실용화 및 사업화 기반 마련<br>② 관련 기준 및 지침 : 배수성 아스팔트 포장에 대한 국가건설기준은 기 정립되어 있으며, 별도의 기준 제 · 개정 없이 광범위하게 활용 가능(배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침(2020.08))<br>③ 공극률을 22%(간이법) 이상으로 높게 하고, 내구성을 향상시키고, 도로교통 소음을 일반포장에 비해 9dB(A) 이상, 저소음 단층포장에 대비 약 6dB(A) 저감시키는 기술.<br>④ 다수의 시험 시공 7건 및 장기공용성 평가를 통한 현장 적용성 평가 완료<br>⑤ 발주처 및 수요처를 대상으로 한 지속적인 홍보와 시험시공을 통한 기술 완성도 및 신뢰성 확보로 적극적인 사업화 추진 | |

(4) 현장 시험시공을 통한 RSBS 복층 저소음 아스팔트 포장 성능 평가

1차년도에는 기존 RSBS 복층 저소음포장 공법의 성능확인 및 최적단면 도출을 위하여 표층구조를 3가지 단면으로 분류하여 시험포장을 수행하여, 단면구성별 성능을 확인하였고, 그 후에는 상용화제품을 대상으로 제품의 내구성, 소음저감성능 등을 평가하기 위하여 2차년도 2건, 3차년도 2건, 4차년도 2건의 시험시공을 수행하여 제품의 생산성과 시공성을 평가하고 Track Record를 확보함

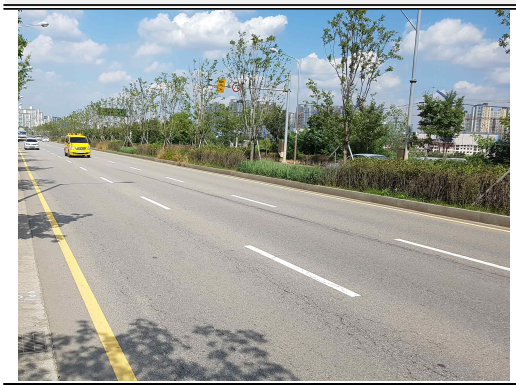
(가) 시험포장 : 수원시 동탄원천로

- 표층의 포장단면 구성별 성능확인을 위한 시험포장을 수행
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2017년 9월 26일~29일
  - 시공 장소 : 경기도 수원시 권선구 곡반정동 88-10 일원 동탄원천로 (경기도 용인시 처인구 금령로 10)
  - 포장단면 구성

| 구분 | | | 1차로 | 2차로 | 3차로 |
|---|---|---|---|---|---|
| 표층 구조 | 상부 | 골재 크기 | 8mm | 8mm | 8mm |
| | | 두께 | 2cm | 2cm | 2cm |
| | 하부 | 골재 크기 | 13mm | 13mm | 19mm |
| | | 두께 | 3cm | 5cm | 5cm |



- 시험포장 사진

| 시공전 | 시공후 |
|---|---|
|  |  |

• 열화상카메라를 이용하여 포설 온도 관리




그림 41. 시공(포설) 현장 열화상카메라 촬영

• 현장 투수시험 실시 결과 3개 단면 전체 평균 5.31초로 배수성능이 기준(400ml/10초 이하)이내임을 확인하였으며, 3차로의 투수성능이 가장 우수하게 나타남

표 25. 시험포장구간 현장투수시험 결과

(단위 : 초)

| 분류 | | RSBS 복층 저소음포장 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 시작점 | 중간점 | 종점 | 평균 |
| 1차로 | 8mm+13mm<br>T: 2cm+3cm | 5.46 | 5.38 | 5.41 | 5.42 |
| 2차로 | 8mm+13mm<br>T: 2cm+5cm | 5.33 | 5.26 | 5.48 | 5.36 |
| 3차로 | 8mm+19mm<br>T: 2cm+5cm | 5.21 | 5.12 | 5.09 | 5.14 |



그림 42. 현장투수시험 실험전경

- 노면조사 결과 평탄성, 소성변형, 균열 등 발생 없고 매우 양호한 상태임을 확인함. 공용 1개월 후 조사한 자료이므로 향후 지속적인 관측을 통해 노면상태 평가가 필요함

표 26. 노면조사 평가결과

| 구간명 | 차로 | 연장 | 균열율 (%) | 소성변형 (㎜) | 평탄성 (m/km) | SPI | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 전체 | | 450 | 0.0 | 1.6 | 1.37 | 9.0 | 매우양호 |
| 동탄원천로 | 1 | 150 | 0.0 | 2.4 | 1.27 | 9.0 | 매우양호 |
| 동탄원천로 | 2 | 150 | 0.0 | 1.2 | 1.30 | 9.1 | 매우양호 |
| 동탄원천로 | 3 | 150 | 0.0 | 1.1 | 1.54 | 8.9 | 매우양호 |

* 서울시 포장상태 보수기준(SPI-6이하) 균열율 : 10.0%이상, 소성변형지수 : 15.0mm이상, 평탄성 지수 : 도시고속-5.0m/km이상, 주간선- 5.5m/km이상, 보조간선-6.0m/km이상)

- 시험포장구간에서 50m 간격으로 현장 코어채취 후 공인기관 시험 결과, 전 구간 현장다짐도 기준(기준밀도의 96% 이상)을 만족하는 것을 확인함

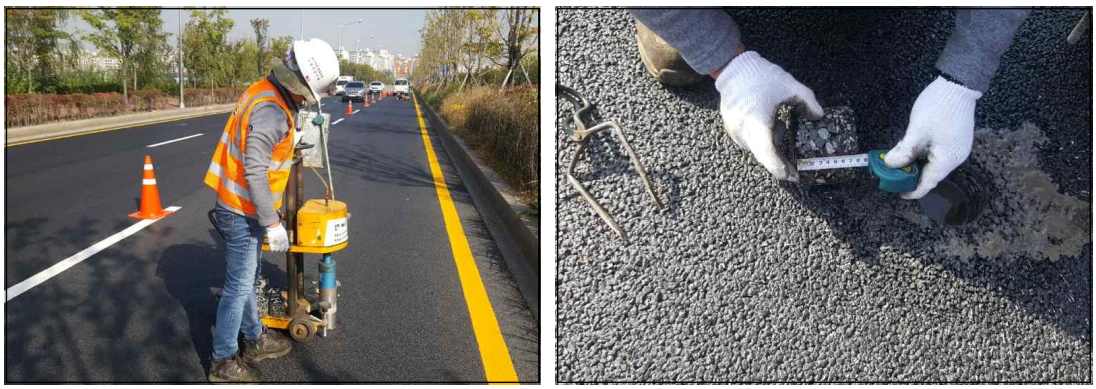


그림 43. 현장코어채취 및 두께확인 전경

표 27. 노면조사 평가결과

| 구분 | 기준밀도 (g/㎤) | 현장 코어시료 밀도 (g/㎤) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1차로 | 2차로 | 3차로 |
| 시료1 | 1.901 | 1.866 | 1.870 | 1.880 |
| 시료2 | 1.907 | 1.869 | 1.878 | 1.884 |
| 시료3 | 1.918 | 1.872 | 1.875 | 1.881 |
| 평균 | 1.909 | 1.869 | 1.874 | 1.882 |
| 현장다짐도(%) | - | 97.9 | 98.2 | 98.6 |

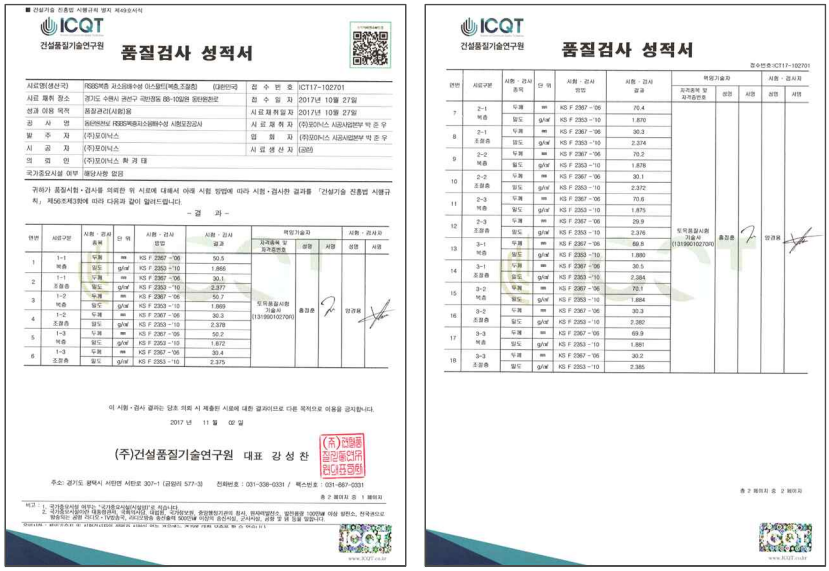



그림 44. RSBS 복층 저소음배수성 포장의 품질검사성적서 (현장밀도)

- CPX소음도 측정결과, RSBS복층저소음배수성포장은 표층(하부층)의 두께가 두꺼울수록 하부층 골재크기가 클수록 소음 저감성능이 큰 것을 확인함. 다만, 표층(하부층)의 두께의 영향은 하부층 골재크기의 영향보다 미미한 것으로 사료됨

표 28. CPX소음도 측정결과

| 속도 | CPX소음도 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1차로 | 상부 8㎜, 2cm<br>하부13㎜, 3cm | 2차로 | 상부 8㎜, 2cm<br>하부13㎜, 5cm | 3차로 | 상부 8㎜, 2cm<br>하부19㎜, 5cm |
| 50km/h | 79.9 | | 80.9<br>(+1.0) | | 81.1<br>(+1.2) | |
| 80km/h | 86.0 | | 86.7<br>(+0.7) | | 86.8<br>(+0.8) | |

- 종합적인 평가 결과, RSBS복층저소음배수성포장은 두께가 얇을수록, 하부층 골재크기가 작을수록 소음저감성능이 큰 것으로 판단되며 차량의 주행속도가 높아질수록 포장의 두께와 하부층 골재크기가 소음저감성능에 미치는 영향이 감소함

(나) 시험포장 : 강원도 횡성군

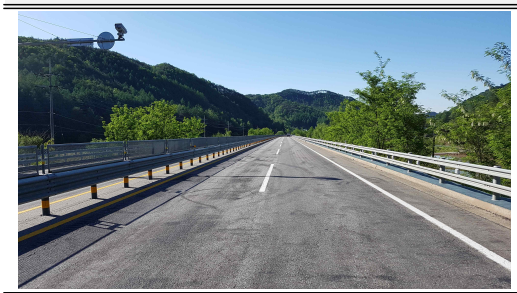
- RSBS 복층 저소음배수성 포장에 사용되는 바인더를 기존 PG82-22에서 PG82-34로 개선한 제품의 소음저감성능확인을 위한 시험시공을 수행함
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2018년 5월 14일~18일
  - 시공 장소 : 강원도 횡성군 공근면 도곡리 91-7 일원(염서로)
  - 포장단면 구성

| | | | |
|---|---|---|---|
| 표층 구조 | 상부 | 골재 크기 | 8㎜ |
| | | 두께 | 2㎝ |
| | 하부 | 골재 크기 | 13㎜ |
| | | 두께 | 3㎝ |




  - 적용구간 : 길이 230m, 폭 8.2m (2개차로)
  - 적용면적 : 1,886㎡

- 시험포장 사진

| 시공전 | 시공현장 |
|---|---|
|  |  |

- 열화상카메라를 이용하여 포설 온도 관리

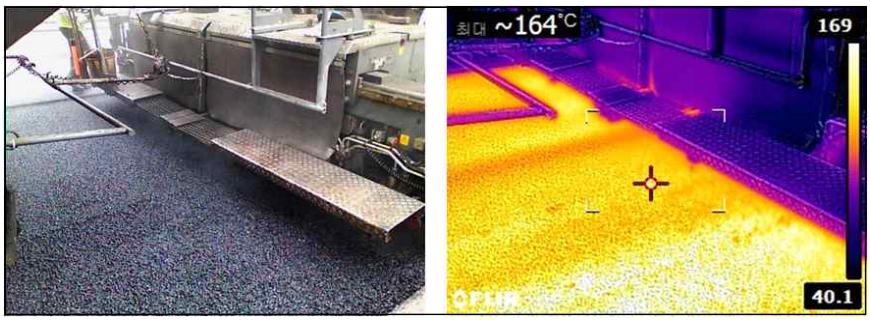



그림 45. 시공(포설) 현장 열화상카메라 촬영

- KS F2353에 의해 현장다짐밀도 공인시험 결과, 다짐도 기준 96% 이상에 만족함을 확인함.



ICQT 건설품질기술연구원

**품질검사 성적서**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. 접 수 번 호 | ICT18-062109 | 4. 접 수 일 자 | 2018년 6월 21일 |
| 2. 의 뢰 인 | | 5. 발 급 일 자 | 2018년 7월 26일 |
| 업 체 명 | ㈜포이넉스 | 6. 시 료 채 취 일 | 2018년 6월 19일 |
| 성 명 | 박준우 | 7. 성 과 이 용 목 적 | 품질관리(시험)용 |
| 주 소 | 경기도 수원시 영통구 광교로 105 | | |
| 3. 시 료 명 | 마스팔트콘크리트 | | |

- 결 과 -

| 연번 | 구분 | 시험 검사 종목 | 단위 | 시험 검사 방법 | 시험 검사결과 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | #1 | 밀도 | g/㎥ | KS F 2353 -'10 | 1.866 |
| 2 | #2 | 밀도 | g/㎥ | KS F 2353 -'10 | 1.858 |
| 3 | #3 | 밀도 | g/㎥ | KS F 2353 -'10 | 1.825 |

| 확 인 | 작성자 | 양경용 | | 기술책임자 | 홍정훈 | |
|---|---|---|---|---|---|---|

※ 1. 이 성적서는 귀하자가 제시한 시료 및 시료명에 한정한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

2018 년 07 월 26 일

(주)건설품질기술연구원장

주소: 경기도 화역시 서탄면 서탄로 307-11(광암리577-3) 전화번호 : 031-338-0331 / 팩스번호 : 031-697-0331
유의사항 : 해당기술자 및 시험장시자의 성명과 서명이 없는 경우에는 대한 보증을 할 수 없습니다.

총 1 페이지 중 1페이지

www.ICQT.co.kr

그림 46. 현장다짐밀도 성적서

- 소음저감성능평가
  - CPX 소음측정 결과, 기존도로 대비 9dB(A) 이상 소음저감이 가능함을 확인하였으며 소음저감은 차량 통행속도가 빠를수록 효과가 큰 것으로 나타남
  - 공용기간이 길어질수록 소음이 증가하는 것이 일반적이나 측정결과, ③ 공용 8개월시 측정값이 ② 공용 2개월 시 측정값보다 소음이 낮은 것으로 측정됨. 그러나, ②와 ③의 값의 차이가 약 0.3 dB(A)이므로 측정오차로 사료됨

표 29. CPX소음도 측정결과

| 구분 | CPX소음도 (dB(A)) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 주행속도 km/h | 시공전 ① | 공용 2개월 ② | 공용 8개월 ③ | 소음도차 (③-①) |
| 시험포장 | 50 | 90.1 | 82.2 | 81.8 | 8.3 |
| | 60 | 93.4 | 84.6 | 84.3 | 9.1 |
| | 80 | 98.8 | 88.5 | 88.2 | 10.6 |
| | 100 | 102.9 | 91.5 | 91.7 | 11.2 |




그림 47. 속도별 소음저감성능 그래프

(다) 시험포장 : 연천 건기원 시험장 내

- 2개층 동시 포장 시 다짐밀도의 변화를 확인하기 위하여 일반 밀입도 아스팔트로 구성된 포장단면을 4개의 CASE로 구분하여 시험포장을 수행하여 다짐장비 및 횟수별 다짐밀도의 영향을 확인함
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2018년 6월 7일~8일
  - 시공 장소 : 경기 연천군 연천읍 합내로 854번길(건기연 시험장 내)
  - 포장단면 구성 : CASE 별 연장 65m, 폭 4m

**CASE 1. #78(T=5cm) + #67(T=7cm) - 1,2,3구간**

표층(#78) 아스콘 포장(T=5cm)
중간층(#67) 아스콘 포장(T=7cm) → 동시포설(T=12cm)

**CASE 2. PSMA(T=4cm) + PSMA(T=4cm) - 1,2,3구간**

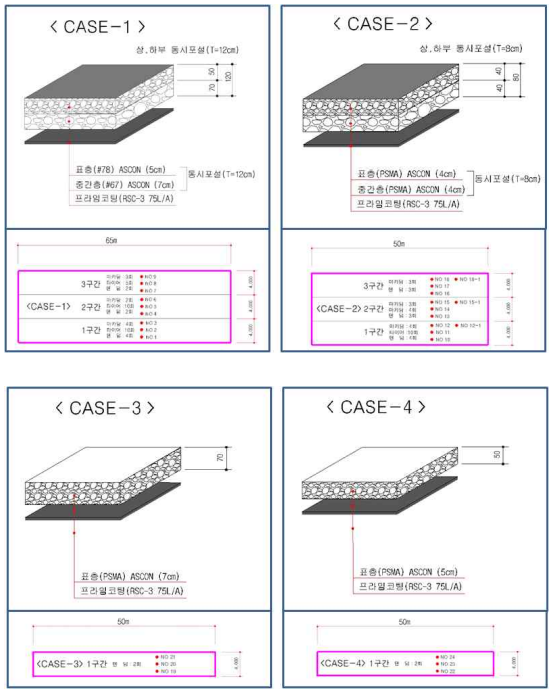
표층(PSMA)아스콘 포장(T=4cm)
중간층(PSMA)아스콘 포장(T=4cm) → 동시포설(T=8cm)

**CASE 3. PSMA(T=7cm) - 1구간**

표층(PSMA)아스콘 포장(T=7cm) → Super 2100-2 IP Pressure Bar 다짐

**CASE 4. PSMA(T=5cm) - 2구간**

표층(PSMA)아스콘 포장(T=5cm) → Super 2100-2 IP Pressure Bar 다짐




- 시험포장

| 시공현장 | 시공후 |
| --- | --- |
|  |  |

• 열화상카메라를 이용하여 포설 온도 관리

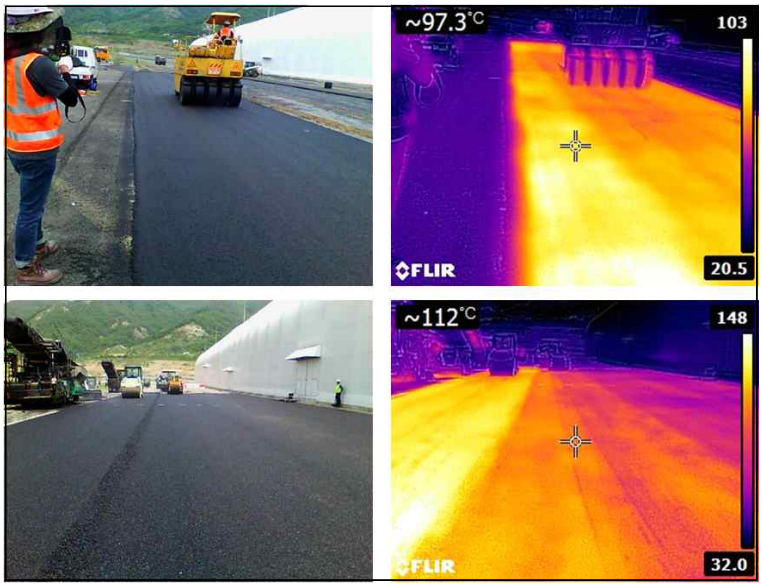



그림 48. 시공(포설) 현장 열화상카메라 촬영

• KS F2353에 의해 현장다짐밀도 공인시험 결과를 통해 구간별 다짐도를 확인함




그림 49. 현장다짐밀도 성적서 (CASE 1 - 1, 2, 3구간)

• 다짐장비 및 횟수별 다짐밀도 영향

- 표층의 두께가 두꺼울수록 다짐밀도가 높아지는 것을 확인하였으며 이는 자중에 의한 영향으로 사료
- 2차 다짐으로 사용한 타이어다짐장비의 다짐횟수가 감소되어도 머캐덤다짐장비의 다짐횟수가 증가되면 다짐도가 증가하는 것을 확인

(라) 시험포장 : 용인역북지구

- 개발된 개량형 복층포장의 시험포장을 위해 바인더 제조장비 및 숙성탱크를 이용하여 혼합물 생산, 생산성을 확인하였으며 시험시공을 통해 시공성이 양호함을 확인




그림 50. 아스콘 혼합공장 전경

- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2019년 8월 13일
  - 시공 장소 : 용인시 처인구청 관리 사업지 內 1개소 (경기도 용인시 처인구 금령로 10)
  - 포장단면 구성

| 구분 | 길이 (m) | 폭 (m) | 면적 (㎡) |
|---|---|---|---|
| ① 박층 저소음 비배수성 | 124 | 3.5 | 799 |
| ② 보급형 복층포장 | | 3 | 372 |
| ③ 개량형 복층 포장 | | 5 | 620 |
| 합계 | 124 | 11.5 | 1,791 |






그림 51. 시험포장 단면 구성

• 시험포장 사진

| 시공전 | 시공후 |
|---|---|
|  |  |

• 소음측정결과, 박층비배수와 보급형 복층포장(상부층 배수성)의 경우 소음도차가 약 4.5dB(A)로 유사했으며, 개량형 복층포장(상, 하부층 배수성)의 경우 8dB(A)로 우수하게 측정됨. 복층포장이더라도 상, 하부층이 모두 배수성 포장이 아닌 경우, 즉 배수성 포장의 두께가 적은 경우 소음저감효과가 적은 것을 확인할 수 있음

표 30. CPX소음도 측정결과

| 구분 | CPX소음도 (dB(A)) | | |
|---|---|---|---|
| | 1차로 | 2차로 | 3차로 |
| | ① 박층 비배수성 | ② 보급형 복층포장 (상부층 배수성) | ③ 개량형 복층포장 (상,하부층 배수성) |
| 시험포장 소음도 (2019.08.16) | 89.5 | 89.4 | 86.0 |
| 일반포장 소음도 (2019.06.03.) | 94.0 | | |
| 소음도차 | 4.5 | 4.6 | 8.0 |

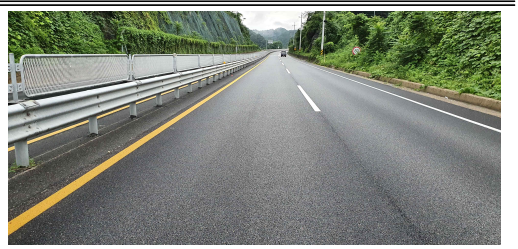
(마) 시험포장 : 충북 옥천군

- 소음저감 및 내구성 증진을 위한 최적의 배합비 및 구조를 도출하기 위해 충북 옥천에 Test Bed를 시공함
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2019년 12월 5~6일
  - 시공 장소 : 충북 옥천군 군서면 월전리 부근
  - 적용구간 : 교량접속부 이후 150m 양방향
    길이 150m, 폭 15m (왕복 4차선)
  - 적용면적 : 2,280㎡



- 적용 가능현장 필요조건
  - 현장 소음측정 시 필요한 60~80km/h의 차속 유지(가속구간 포함)가 가능한 구간
  - 배수시설(유공관 매설) 설치가 용이한 현장
  - 교량, 교차로, U턴구간 등 정상 통행에 제한을 받는 구간은 적용 불가

- 시험포장 사진

| 시공전 | 시공현장 |
|---|---|
|  |  |

- 소음저감성능
  - CPX 소음측정 결과, 기존도로 대비 9dB(A) 이상 소음저감이 가능함을 확인

표 31. CPX소음도 측정결과

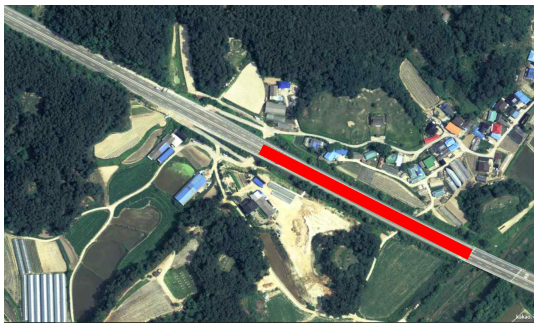
| 구분 | CPX소음도 (dB(A)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 주행속도 km/h | 시공전 | 시공후 | 소음도차 |
| 시험포장 | 60 | 92.4 | 83.0 | 9.4 |
| | 80 | 98.2 | 86.3 | 11.9 |



그림 52. 시험시공 포장 노면

(바) 시험포장 : 여주시

- 개발한 PG82-34 바인더를 이용한 RSBS복층 저소음배수성 포장의 실적 확보와 공용성 평가를 위해 경기 여주에 Test Bed를 시공함
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2020년 5월 11일~12일
  - 시공 장소 : 경기도 여주시 대신면 후포리 588-10 (국도37호선)
  - 적용구간 : 290m
  - 적용면적 : 5,750㎡



- 시험포장 사진

| 시공전 | 시공후 |
|---|---|
|  |  |

- 평탄성
  - 배수성포장의 표층의 완성면은 3m 직선자를 도로 중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때, 가장 들어간 곳이 3㎜ 미만으로 규정하고 있으며, 시공 후 평탄성 측정 결과 규정 내로 확인

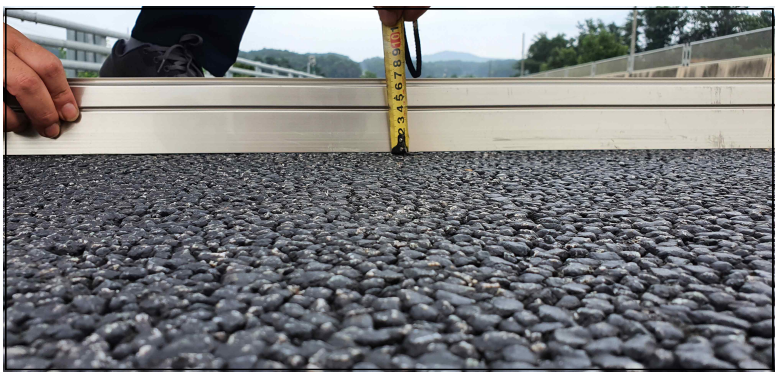


그림 53. 평탄성 검사

- 소음저감성능
  - CPX 소음측정 결과, 기존도로 대비 9dB(A) 이상 소음저감이 가능함을 확인

표 32. CPX소음도 측정결과

| 구분 | CPX소음도 (dB(A)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 주행속도 km/h | 시공전 | 시공후 | 소음도차 |
| 시험포장 | 60 | 95.6 | 86.6 | 9.0 |
| | 80 | 100.0 | 90.4 | 9.6 |



그림 54. 시험시공 포장 노면

(사) 시험포장 : 여주시

- 최종 개발제품인 Pre-mix type PG82-34의 RSBS 복층 저소음 배수성 포장의 Test Bed를 시공하여 Pre-mix의 생산성과 시공성 및 소음저감성능 확인
- 시험포장 개요
  - 공사 일정 : 2020년 09월 23일
  - 시공 장소 : 여주시 매룡동 240-1번지 일원 (42호선)
  - 적용구간 : 길이 90m, 폭 약 5m (1개 차선)
  - 적용면적 : 약 450㎡



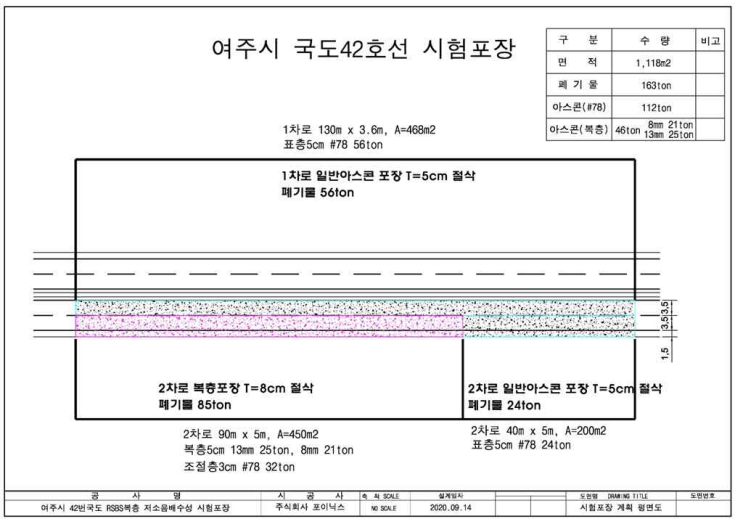
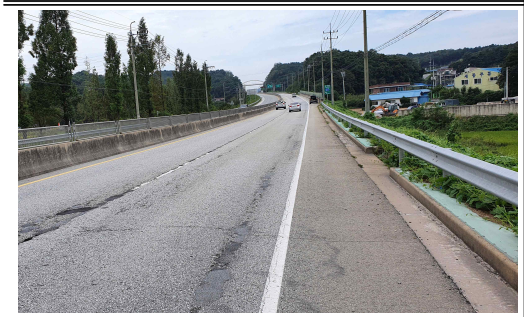
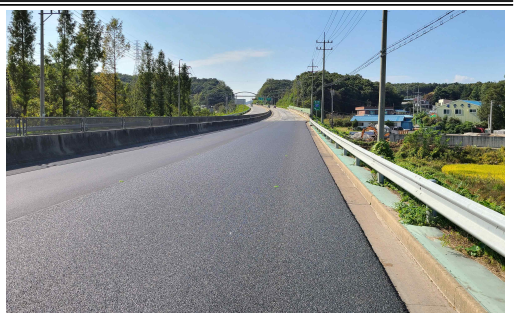




그림 55. 시험포장 계획평면도

- 적용 가능현장 필요조건
  - 현장 소음측정 시 필요한 60~80km/h의 차속 유지(가속구간 포함)가 가능한 구간
  - 배수시설(유공관 매설) 설치가 용이한 현장
  - 교량, 교차로, 버스전용차로 등 정상 통행에 제한을 받는 구간은 적용 불가
- 시험포장 사진

| 시공전 | 시공후 |
|---|---|
|  |  |

- 현장 투수시험
  - 기준 : 400㎖/10초 이하
  - 현장투수시험 결과, 3회 평균 4.28초로 배수능력 매우 우수

표 33. 시험포장구간 현장투수시험 결과

(단위 : 초)

| 분류 | RSBS 복층 저소음포장 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1회 | 2회 | 3회 | 평균 |
| 현장투수시험 | 4.43 | 4.24 | 4.17 | 4.28 |

- 소음저감성능
  - CPX 소음측정 결과, 기존도로 대비 9dB(A) 이상 소음저감이 가능함을 확인

표 34. CPX소음도 측정결과

| 구분 | CPX소음도 (dB(A)) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 주행속도 km/h | 시공전 | 시공후 | 소음도차 |
| 시험포장 | 60 | 94.7 | 85.6 | 9.1 |
| | 80 | 99.9 | 89.0 | 10.9 |

(5) 기존 포장 구간 모니터링

■ RSBS 복층 저소음 배수성 포장의 성능확인을 위하여 노면상태 조사를 통해 내구성을 평가하고, CPX 소음측정을 통해 소음저감성능의 유지를 확인함

- 2017년~2020년 노면상태 평가 결과, 양호한 것으로 평가되어 내구성에 이상이 없음을 확인함
- 2017년~2020년 소음측정 결과, 평균 연간 약 0.22dB(A) 증가하는 경향을 확인함

■ 대상구간 : 15개 현장

| 1 | 세종시 학나래교 | 2 | 남양주 별내지구 |
|---|---|---|---|
|  | |  | |
| ○ 위치 : 세종시 학나래교<br>○ 준공시기 : 2014년 8월<br>○ 총 조사연장 : 2,430m(왕복6차로) | | ○ 위치 : 남양주시 별내지구 불암로<br>○ 준공시기 : 2015년 10월<br>○ 총 조사연장 : 11,720m(왕복4차로) | |

| 3 | 남해고속도로 | 4 | 부산시 좌동 건영아파트 |
|---|---|---|---|
|  | |  | |
| ○ 위치 : 동광양IC → 광양IC<br>○ 준공시기 : 2015년 11월<br>○ 총 조사연장 : 980m(편도2차로 | | ○ 위치 : 부산시 좌동 지하차도<br>○ 준공시기 : 2015년 12월<br>○ 총 조사연장 : 740m(왕복4차로) | |

| 5 | 광교로 자체 시험포장 | 6 | 세종시 3공구 |
|---|---|---|---|






○ 위치 : 수원시 광교외식타운 앞
○ 준공시기 : 2016년 3월
○ 총 조사연장 : 720m(편도2차로)

○ 위치 : 세종시 국제고등학교 앞
○ 준공시기 : 2016년 8월
○ 총 조사연장 : 3,300m(왕복6차로)

| 7 | 청주시 1순환로 | 8 | 전주시 지방도 716호선 |
|---|---|---|---|







○ 위치 : 청주시 상당구
용정한라비발디2차 APT앞
○ 준공시기 : 2016년 9월, 2017년 3월
○ 총 조사연장 : 3,300m(왕복6차로)

○ 위치 : 전주시 완주군 이서면
○ 준공시기 : 2016년 11월
○ 총 조사연장 : 940m(왕복4차로)

| 9 | 서울숲 트리마제 | 10 | 남광주 고가차도 |
|---|---|---|---|







○ 위치 : 서울 강변북로(트리마제앞)
○ 준공시기 : 2017년 4월
○ 총 조사연장 : 2,400m(왕복5차로)

○ 위치 : 광주광역시 남광주고가차도
○ 준공시기 : 2017년 7월
○ 총 조사연장 : 1,840m(왕복4차로)

| 11 | 망포지하차도 | 12 | 노들로 (영등포로터리~여의도지하차도) |
|---|---|---|---|







○ 위치 : 국도 43호선 봉영로 망포지하차도
○ 준공시기 : 2018년 5월
○ 총 조사연장 : 4,980m(왕복6차로)

○ 위치 : 서울시 노들길 노들지하차도 인근
○ 준공시기 : 2018년 8월
○ 총 조사연장 : 2,260m(왕복4차로)

| 13 | 용인시 처인구 | 14 | 양주고읍지구 |
|---|---|---|---|







○ 위치 : 용인시 처인구 중부대로 통일공원 인근
○ 준공시기 : 2019년 6월
○ 총 조사연장 : 390m(편도2차로)

○ 위치 : 국도 3호선 우회도로 고읍IC~광사IC
○ 준공시기 : 2019년 6월
○ 총 조사연장 : 1,860m(왕복6차로)

| 15 | 중부고속도로 하남JC 인근 |
|---|---|




○ 위치 : 중부고속도로 하남JC
○ 준공시기 : 2019년 11월
○ 총 조사연장 : 6,120m(왕복8차로)

(가) 노면상태 조사

RSBS 복층 저소음 배수성 포장의 노면상태 확인을 위해 자동 포장상태 조사장비인 KRISS(Korea Roadway Infrastructure Survey System)를 이용하여 균열율(%), 소성변형 발생량(㎜), 종단평탄성(m/km)을 측정함.

- 대상 : RSBS 복층 저소음 배수성 포장 시행구간 (15개소)
- 시기 : 2017년 9월, 2019년 12월, 2020년 12월
- 연장 : 총 48,160 m (1차로 환산 연장)
- 조사 및 분석 항목 : 균열율(%), 소성변형 발생량(㎜), 종단평탄성(m/km)



그림 56. 포장상태 조사장비(KRISS)

① 포장상태 조사 및 분석

- 포장 표면결함 조사
  · 노면에 발생한 다양한 파손을 정량화하기 위해 노면에 대한 상세 화상 자료 수집
  · 라인스캔(Line Scan) 방식으로 해상도 1㎜ 이내의 균열감지가 가능한 노면 화상 획득

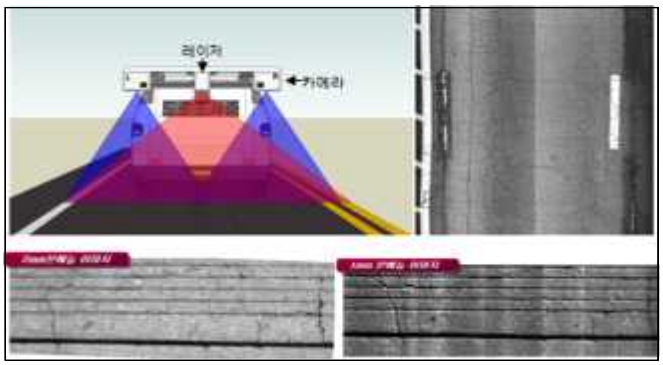



그림 57. 표면결함 조사 개요도

- 표면결함 분석
  · 노면에 발생한 결함을 정량화 하기 위하여 Pavement Analyzer를 활용한 분석
  · 결함 종류별 발생량 정량화

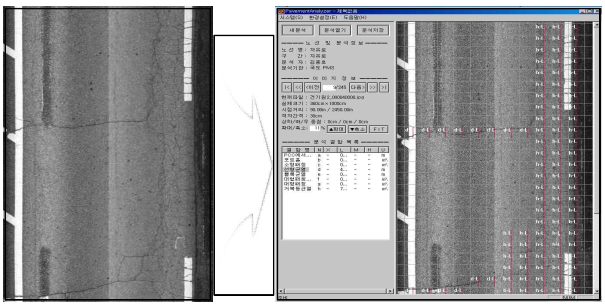


그림 58. Pavement Analyzer를 활용한 결함량 정량화

- 소성변형 조사 및 분석
  · 디지털 화상처리방식의 소성변형 조사 및 실시간 분석 수행
  · 조사거리와 연동하여 소성변형 발생 깊이를 10m 단위별 산출

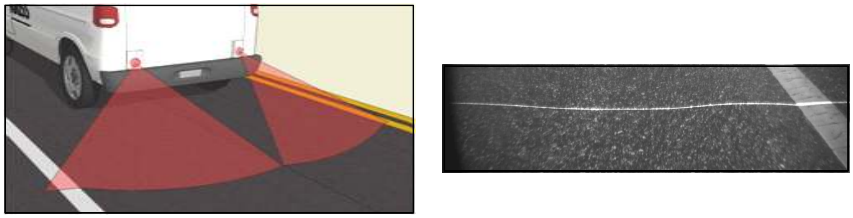


그림 59. 소성변형조사(개요) 및 변형이미지(예)

- 종단평탄성 조사 및 분석
  · 고정밀 고속레이저를 차량의 양측 바퀴 부분에 장착하여 포장면의 요철을 측정
  · 국제평탄성 지수(IRI : International Roughness Index)로 단위구간(10m)별 정량화

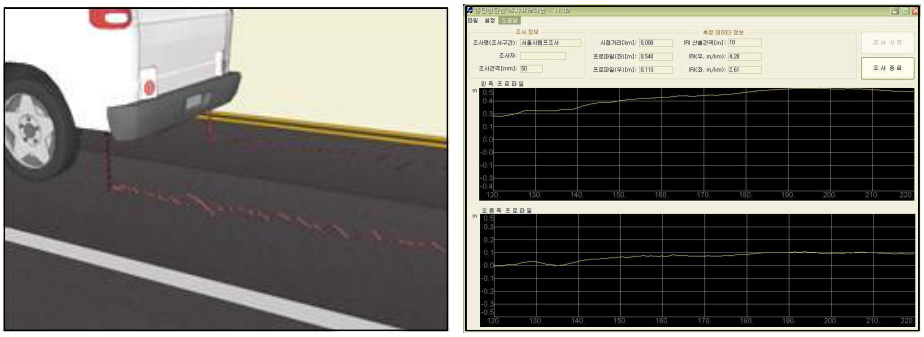


그림 60. 종단평탄성 조사 및 분석 개요도

- 현황 조사
  · 단위구간(10m)별 전방 현황사진 촬영
  · 해당 노선 전체의 전반적인 포장상태 파악 및 특정 구간의 현황 조회

② 포장상태 평가

- 서울시 포장상태지수(SPI: Seoul Pavement Condition Index))를 적용하여 단위구

간별 결과값 산출

- 균열율(%), 소성변형 발생량(㎜), 종단평탄성(m/km)을 고려한 포장상태 지수
- SPI는 10점 체계로 구성되며, 점수가 높을수록 양호한 상태이고 SPI “6”을 보수기준으로 정의

▸ 균열지수(SPI1 : Crack Index)

· 보수대상 기준인 균열율 10%가 균열지수(SPI1) “6”에 해당됨

균열율(%) = [{∑선형결함(m)×0.3(m)+∑면적결함(㎡)} ÷ {차로폭(m)×10(m)}]×100

균열지수 : SPI1 = 10 - 1.667×균열율(%)0.38

▸ 소성변형지수(SPI2 : Rut Depth Index)

· 보수대상 기준인 소성변형 15㎜가 소성변형지수(SPI2) “6”에 해당됨

소성변형지수 : SPI2 = 10 - 0.267×소성변형(㎜)

▸ 평탄성지수(SPI3 : Roughness Index)

· 보수대상 기준인 평탄성 5.0m/km(도시고속), 주간선 5.5m/km, 보조간선 6.0m/km가 평탄성지수(SPI3) “6”에 해당됨

평탄성지수 : SPI3 = 10 - A × 종단평탄성(m/km)

(여기서, A=도시고속 0.800, 주간선 0.727, 보조간선 0.667)

▸ 종합적인 평가지수

· 3가지 지수를 비선형적으로 결합하여 하나의 파손이 지배적인 경우와 둘 또는 세 가지 파손이 동시에 발생된 경우를 적절히 평가

· 상태지수(SPI) 10점은 파손이 없는 상태, 0점은 완전히 파손된 상태를 의미

포장파손지수 : PDI = [ (10-SPI1)5 + (10-SPI2)5 + (10-SPI3)5 ]1/5

포장상태지수 : SPI = 10 - PDI

▸ 포장상태 등급

| SPI | 구분 | 보수여부 |
|---|---|---|
| 9 ~ 10 | 매우 양호 | 보수불필요<br>예방적 유지보수 |
| 8 ~ 9 | | |
| 7 ~ 8 | 양호 | |
| 6 ~ 7 | 보통 | 1~2년내 보수필요 |
| 5 ~ 6 | 불량 | 적정보수(계획수립) |
| 4 ~ 5 | | |
| 3 ~ 4 | 매우불량 | 보수/보강 필요 |
| 2 ~ 3 | | |
| 1 ~ 2 | | |
| 0 ~ 1 | | |

③ 평가결과

- 2017년, 2019년, 2020년 추적 조사 결과 균열률, 소성변형, 평탄성 등이 점차 증가하는 것으로 계측되어 그 변화가 크지 않고 포장상태의 종합적 평가결과 노면

의 상태가 전체 평균 ‘양호’한 것으로 평가되었음.

- 노면조사 대상 구간 중, 공용기간이 가장 긴 세종시 학나래교(준공시기 : 2014년 8월)의 경우 SPI가 2017년 8.6, 2019년 8.5, 2020년 8.2로 분석되었으며 노면 상태가 매우 양호한 것으로 평가됨. 이로부터 RSBS 복층 저소음 배수성 포장의 내구성에 이상이 없음을 확인할 수 있음.

표 35. 포장상태 평가결과 요약

| 구분 | 연도별 평가 결과 | | |
|---|---|---|---|
| | 2017년 | 2019년 | 2020년 |
| 조사대상 | 10개소 | 15개소 | 4개소 |
| 총 연장 (m) | 28,390m | 48,160 | 19,490 |
| 균열률 (%) | - | 1.8 | 2.3 |
| 소성변형 (㎜) | 4.5 | 3.9 | 4.9 |
| 평탄성 (m/㎞) | 1.70 | 2.06 | 2.31 |
| SPI | 8.6 | 7.8 | 7.6 |
| 포장상태 | 매우 양호 | 양호 | 양호 |

표 36. 노면조사 평가결과

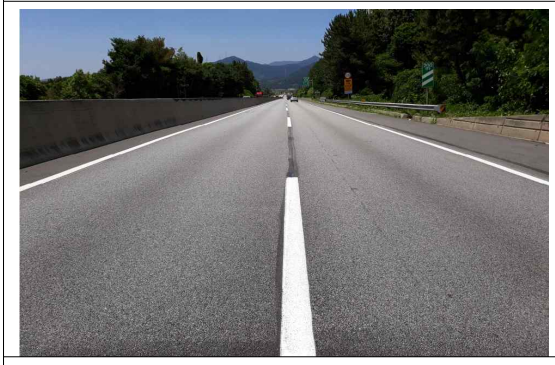
| 구간명 | | 조사 연장 (m) | 균열율 (%) | | | 소성변형 (㎜) | | | 평탄성 (m/km) | | | SPI | | | 비고 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2017 | 2019 | 2020 | 2017 | 2019 | 2020 | 2017 | 2019 | 2020 | 2017 | 2019 | 2020 | 2017 | 2019 | 2020 |
| 전체 | | 48,160 | 0.0 | 1.8 | 2.3 | 4.4 | 3.9 | 4.9 | 1.69 | 2.06 | 2.31 | 8.6 | 7.8 | 7.6 | 매우양호 | 양호 | 양호 |
| 1 | 세종시 학나래교 | 2,430 | 0.0 | 0.5 | 0.8 | 5.1 | 5.1 | 5.7 | 1.00 | 1.20 | 1.30 | 8.6 | 8.5 | 8.2 | 〃 | 매우양호 | 매우양호 |
| 2 | 남양주 별내지구 | 11,720 | 0.0 | 2.1 | 2.6 | 4.8 | 4.4 | 4.8 | 1.93 | 2.36 | 2.44 | 8.5 | 7.7 | 7.5 | 〃 | 양호 | 양호 |
| 3 | 남해고속도로 | 980 | 0.0 | 2.6 | - | 4.8 | 4.9 | - | 1.47 | 1.48 | - | 8.6 | 7.6 | - | 〃 | 양호 | - |
| 4 | 부산시 좌동 건영아파트 | 740 | 0.0 | 1.5 | 2.9 | 4.7 | 4.9 | 5.4 | 1.99 | 2.28 | 2.78 | 8.4 | 7.9 | 7.3 | 〃 | 양호 | 양호 |
| 5 | 광교로 자체 시험포장 | 720 | 0.0 | 1.7 | - | 4.2 | 3.1 | - | 2.33 | 3.35 | - | 8.3 | 7.4 | - | 〃 | 양호 | - |
| 6 | 세종시 3공구 | 3,320 | 0.0 | 1.8 | - | 4.5 | 5.0 | - | 1.36 | 1.59 | - | 8.7 | 7.8 | - | 〃 | 양호 | - |
| 7 | 청주시 1순환로 | 3,300 | 0.0 | 1.1 | - | 4.9 | 5.1 | - | 1.51 | 1.64 | - | 8.6 | 8.1 | - | 〃 | 매우양호 | - |
| 8 | 전주시 지방도 716호선 | 940 | 0.0 | 6.1 | - | 5.2 | 4.8 | - | 1.95 | 2.53 | - | 8.4 | 6.6 | - | 〃 | 보통 | - |
| 9 | 서울숲 트리마제 | 2,400 | 0.0 | 2.7 | - | 2.2 | 4.0 | - | 1.67 | 1.88 | - | 8.8 | 7.5 | - | 〃 | 양호 | - |
| 10 | 남광주 고가차도 | 1,840 | 0.0 | 6.7 | - | 3.2 | 2.4 | - | 1.70 | 1.80 | - | 8.7 | 6.6 | - | 〃 | 보통 | - |
| 11 | 망포지하차도 | 4,980 | - | 0.5 | - | - | 3.8 | - | - | 2.30 | - | - | 8.2 | - | - | 매우양호 | - |
| 12 | 노들로 | 2,260 | - | 0.0 | - | - | 3.0 | - | - | 2.03 | - | - | 8.5 | - | - | 매우양호 | - |
| 13 | 용인시 처인구 | 390 | - | 0.0 | - | - | 3.1 | - | - | 2.66 | - | - | 8.1 | - | - | 매우양호 | - |
| 14 | 양주고읍지구 | 1,860 | - | 0.1 | - | - | 2.9 | - | - | 2.10 | - | - | 8.5 | - | - | 매우양호 | - |
| 15 | 중부고속도로 하남JC인근 | 6,120 | - | 0.0 | - | - | 2.4 | - | - | 1.70 | - | - | 8.7 | - | - | 매우양호 | - |



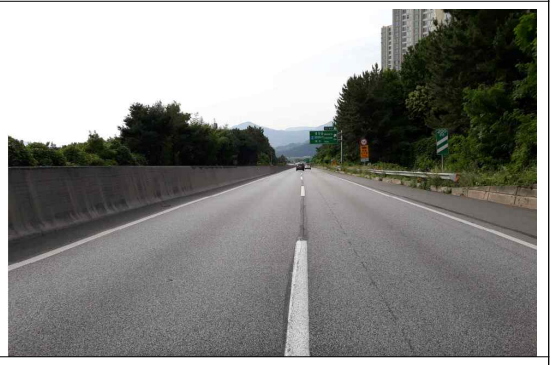
공용 6개월 후(2016.05.18.)



공용 27개월 후(2018.02.12.)

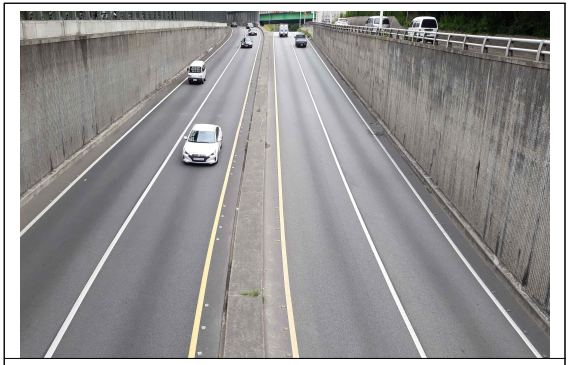


공용 31개월 후(2018.06.21.)



공용 43개월 후(2019.06.13.)

그림 61. 남해고속도로 공용 중 노면상태



공용 43개월 후(2019.06.14.)

그림 62. 부산시 좌동 공용 중 노면상태

(나) CPX 소음 측정

RSBS 복층 저소음 배수성 포장도로의 공용 중 소음저감효과 유지 확인을 위하여 CPX 소음측정 장비를 이용하여 소음을 측정, 소음저감성능을 확인함

① 타이어 근접음 측정 (CPX : Close-Proximity method)

- 근거 : ISO 11891-2 The Close-Proximity method

- 특징 : 외부소음의 영향 없이 도로소음의 지배적 소음원인 타이어/노면소음을 측정하여 서로 다른 노면의 소음도 비교가 목적이며, 측정 시마다 다른 소음도를 보이는 등가소음도(국내 측정방법)에 비해 교통조건(교통량, 차량종류, 차량대수)과 주변 환경 변화의 영향이 없음으로 보다 더 정확한 소음도 측정이 가능함. 일반구간과 저소음 포장구간의 비교를 위해 측정 시 ISO11819-2 기준을 만족하는 CPX 전용트레일러로 동일속도, 동일구간, 동일차로를 ~~을~~ 측정하기 때문에 측정소음도에 대한 재현성이 매우 높음. 따라서, 소음저감효과 평가를 위한 기준소음도의 정량화가 가능하고, 저소음포장의 경년변화 평가에 용이함
- 소음도 대푯값 산출방법 : ISO11819-2에 기술된 바와 같이 ① 측정된 소음도를 20m마다 등가소음도로 계산한 후, ② 양쪽 측정 타이어의 소음도를 산술평균하고 ③ 분석 대상 전체 구간의 ②의 값을 산술평균하여 소음도 대푯값을 산출함.
- 소음원별 기여도 : 차량 주행 시 발생하는 전체 소음(Overall Noise)은 타이어/노면소음(Tire Noise), 동력소음(Powertrain Noise), 공력소음(Aerodynamic Noise) 등 세 개의 소음원으로 구분되며, 차량속도 50km/h 이상에서 타이어/노면소음이 전체 소음에 지배적 소음원임을 알 수 있음

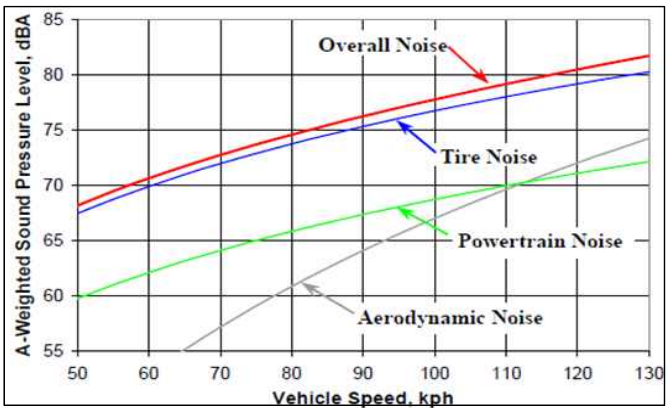



그림 63. 도로소음(Overall Noise)의 소음원별 기여도

② CPX 측정장비

- 마이크로폰 설치 위치 : 밀폐형트레일러 內 양쪽 타이어 후면에 타이어 중심으로부터 65㎝, 지면에서 20㎝지점에 설치
- 속도 : 기준속도 ±5% 이내에서 측정
- 온도 : 초단위로 소음측정 시간동안 실시간 측정
- 타이어 : 밀폐형트레일러에 CXP 측정용 표준타이어(SRTT : Standard Reference Tire) 장착
- 측정위치 : GPS로 소음측정 시간동안 실시간으로 정확한 측정위치 파악 가능함

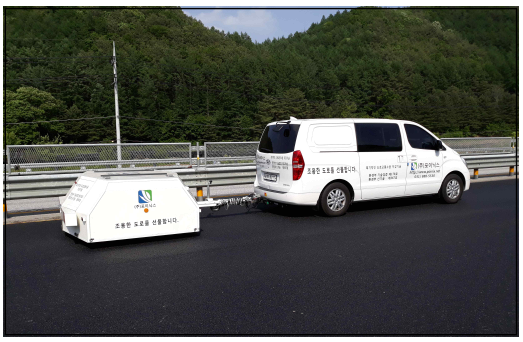


그림 64. CPX측정장비-트레일러 외관

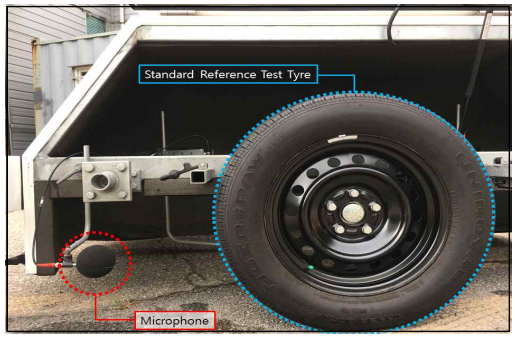



그림 65. CPX측정장비-트레일러 내관

③ 측정결과

- 기존 도로와의 소음의 비교를 위하여 RSBS복층 저소음배수성 포장 시공 전, 또는 시공구간과 연결된 도로의 소음(기준 소음)을 측정하여 비교를 수행함

· 기준소음은 최근에 측정한 소음이 아닌, 시공 직후에 측정된 등가소음 혹은 2017년에 CPX로 측정된 소음임

· 차량의 속도가 빠를수록 소음도차가 큰 것으로 확인

· 15개 현장 모두, 시공 당시에 밀입도 아스팔트 대비 -9dB(A) 이상 소음감소를 확인하였으나, 공용기간이 경과됨에 따라 소음이 증가하는 경향을 나타남

▸기준소음 대상이 밀입도 포장 현장 10개 중 가장 최근 시공한 '15.중부고속도로 하남JC인근'을 제외한 9개 현장에서 기준 소음 대비 차량속도 60km/h인 경우 최소 -7.6dB(A) ~ 최대 9.9dB(A) 감소되는 것을 확인하였으며 차량속도 80km/h인 경우 최소 -8.1dB(A) ~ 최대 -11.9dB(A) 감소되는 것을 확인함

▸최근(2017년~2020년) 4개년에 대한 소음측정 결과, 연평균 약 0.23dB(A) 수준으로 소음이 증가하는 경향을 확인함

표 37. CPX 소음측정 결과

| 구간명 | | 시공년월 | 기준 소음 ① | | | | 공용 중 소음 ② | | | | | | | | | | | | 소음도차 (② - ①) | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | | 2020 | | | | | | |
| | | | 포장 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | |
| 1 | 세종시 학나래교 | 2014.08 | SMA | **93.7** | **98.9** | | | | | 89.2 | 93.9 | | **90.5** | **94.7** | | | | | -3.2 | -4.2 | | 공용 56개월 |
| 2 | 남양주 별내지구 | 2015.06 | 밀입도 | **92.6** | **97.3** | | 84.0 | 88.0 | | 84.6 | 88.8 | | 84.4 | 88.2 | | **85.0** | **88.6** | | -7.6 | -8.7 | | 공용 53개월 |
| 3 | 남해고속도로 | 2015.11 | 콘크리트 | | **102.8** | **106.4** | | 88.4 | 91.1 | | 88.2 | 91.1 | | **88.6** | **91.2** | | | 92.4 | | | -14 | 공용 43개월 |
| 4 | 부산시 좌동 건영아파트 | 2015.12 | 밀입도 | **93.1** | | | 83.4 | | | 83.8 | | | **84.3** | | | | | | -8.8 | | | 공용 43개월 |
| 5 | 광교로 자체 시험포장 | 2016.03 | 단층 저소음 | **84.5** | **88.2** | | 82.9 | 86.6 | | **84.0** | **87.5** | | | | | | | | -0.5 | -0.7 | | 공용 29개월 |
| 6 | 세종시 3공구 | 2016.08 | SMA | **92.5** | **97.1** | | 84.2 | 87.9 | | 85.0 | 89.2 | | **86.1** | **90.0** | | | | | -6.4 | -7.1 | | 공용 33개월 |

| 구간명 | | 시공년월 | 기준 소음 ① | | | | 공용 중 소음 ② | | | | | | | | | | | | 소음도차 (② - ①) | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | | 2020 | | | | | | |
| | | | 포장 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | |
| 7 | 청주시 1순환로 | 2016.09 | 밀입도 | **97.0** | **101.1** | | 86.6 | 89.5 | | 87.0 | 90.4 | | 87.7 | 91.0 | | **88.8** | **92.2** | | -8.2 | -8.9 | | 공용 44개월 |
| 8 | 전주시 지방도 716호선 | 2016.11 | 밀입도 | | **98.4** | **102.3** | | 89.2 | 92.0 | 86.7 | 90.6 | | 88.2 | **92.6** | | | 90.1 | 93.7 | | -8.3 | -8.6 | 공용 43개월 |
| 9 | 서울숲 트리마제 | 2017.04 | 밀입도 | | **98.0** | **102.0** | | 87.0 | 90.0 | | 88.4 | 91.1 | | 88.4 | 91.4 | | **88.9** | **91.2** | | -9.1 | -10.8 | 공용 41개월 |
| 10 | 남광주 고가차도 | 2017.07 | 밀입도 | **95** | **100.5** | | 84.7 | 88.2 | | 84.7 | 88.4 | | **85.1** | **88.6** | | | | | -9.9 | -11.9 | | 공용 25개월 |
| 11 | 망포지하차도 | 2018.05 | 밀입도 | **93.3** | **97.9** | | | | | 84.9 | 88.5 | | 85.2 | 88.8 | | **85.2** | **89.5** | | -8.1 | -8.4 | | 공용 30개월 |
| 12 | 노들로 | 2018.08 | 밀입도 | **94.9** | **99.4** | | | | | 85.1 | 88.6 | | **85.1** | **89.1** | | | | | -9.8 | -10.3 | | 공용 27개월 |
| 13 | 용인시 처인구 | 2019.06 | 밀입도 | **94.0** | | | | | | | | | 85.7 | | | **86.1** | | | -7.9 | | | 공용 15개월 |
| 14 | 양주고읍지구 | 2019.06 | 콘크리트 | | **103.0** | **107.6** | | | | | | | | 89.2 | 91.9 | | **90.8** | **93.5** | | -12.2 | -14.1 | 공용 15개월 |
| 15 | 중부고속도로 하남JC인근 | 2019.11 | 밀입도 | | - | - | | | | | | | | | | | | | | - | - | 비교제외 : 신규현장 |

④ 공인기관에서의 소음측정 결과

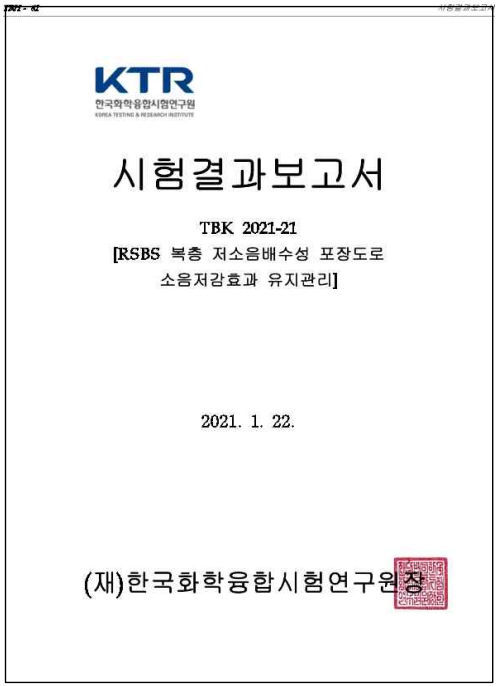
- 대상구간 : 남해고속도로(2015년 11월 준공, 980m)
- 측정기관 : (재)한국화학융합시험연구원
- 측정일 : 2020년 12월 29일 (등가소음도 측정)
  2021년 1월 20일 (CPX소음측정)
- 공인기관에서의 소음도를 측정한 결과 기존 노면 대비하여 CPX 소음도 측정시 -13.9dB(A), 등가소음도 측정 시 -12.6dB(A)의 소음도 차이를 확인함.
  · 콘크리트포장은 동일조건에서 밀입도포장 대비 3dB(A) 소음도가 높은 것을 감안하는 경우, 복층 저소음배수성 포장은 준공 5년 이상 지난 현재까지도 소음저감성능이 9dB(A) 이상 가능함을 알 수 있음
- 해당 현장은 시공 직후인 2015년 11월 27일 자체 소음측정(등가소음도) 결과, 콘크리트포장 87.3dB(A). 복층저소음배수성포장 74.2dB(A)로 측정, 13.1dB(A)의 소음도 차이가 확인되었으며 이는 표 39와 비교시, 0.1~0.3dB(A)의 차이이며 이는 측정오차 수준으로 사료됨. 따라서 복층저소음배수성포장은 준공 후 5년 이상 지난 현재까지도 소음저감성능이 유지되고 있음을 알 수 있음.

표 38. 등가소음도 시험결과 단위 : dB(A)

| 구분 | 차량속도 | 콘크리트포장 | 복층 저소음배수성 포장 | 소음도 차이 |
|---|---|---|---|---|
| 소음도 Leq. 10분 | 100km/h | 86.9 | 74.3 | 12.6 |

표 39. CPX 소음도 시험결과 단위 : dB(A)

| 구분 | 차량속도 | 콘크리트포장 | 복층 저소음배수성 포장 | 소음도 차이 |
|---|---|---|---|---|
| 1회 | 100km/h | 106.2 | 92.3 | - |
| 2회 | 100km/h | 106.4 | 92.6 | - |
| 평균 | 100km/h | 106.3 | 92.4 | 13.9 |



KTR
한국화학융합시험연구원
KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

# 시험결과보고서

TBK 2021-21
[RSBS 복층 저소음배수성 포장도로
소음저감효과 유지관리]

2021. 1. 22.

(재)한국화학융합시험연구원장



BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

## TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재울로 68(가좌동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613

성적서번호 : TBK-2021-000021
대 표 자 : 김병채
업 체 명 : (주)모아닉스
주 소 : 경기도 수원시 영통구 광교로 105, 520호(이의동,경기알앤디비센터)

접 수 일 자 : 2021년 01월 04일
시험완료일자 : 2021년 01월 22일

시 료 명 : RSBS 복층 저소음 배수성 포장도로

### 시 험 결 과

| 시험항목 | 단위 | 시료구분 | 결과치 | 시험방법 |
|---|---|---|---|---|
| 소음도(콘크리트 포장) | dB(A) | - | 106 | ISO 11819-2 : 2017(준용) |
| 소음도(복층 저소음배수성 포장) | dB(A) | - | 92 | ISO 11819-2 : 2017(준용) |

-현장시험주소 : 보고서 참조
-시험방법 : 보고서 참조

- 용 도 : 품질관리용
- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Shin Kyounguk
작성자 : 신경엽
Tel : 032-570-9644

Jun-Seo Park
기술책임자 : 박준서
Tel : 1577-0091(ARS (1)→(4))

2021년 01월 22일

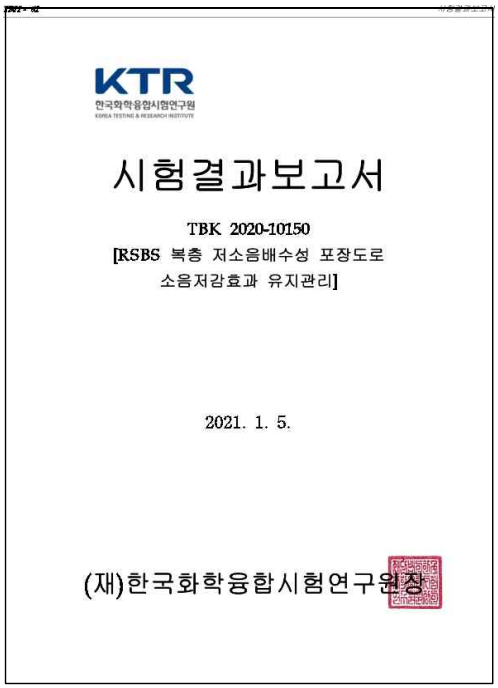
KTR 한국화학융합시험연구원장

위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-P09-F01-02(00) A4(210 X 297)

그림 66. CPX 소음측정 시험결과보고서 및 공인성적서



KTR
한국화학융합시험연구원
KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

# 시험결과보고서

TBK 2020-10150
[RSBS 복층 저소음배수성 포장도로
소음저감효과 유지관리]

2021. 1. 5.

(재)한국화학융합시험연구원장



BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

## TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재울로 68(가좌동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613

성적서번호 : TBK-2020-01015)
대 표 자 : 김병채
업 체 명 : (주)모아닉스
주 소 : 경기도 수원시 영통구 광교로 105, 520호(이의동,경기알앤디비센터)

접 수 일 자 : 2020년 12월 23일
시험완료일자 : 2021년 01월 06일

시 료 명 : RSBS 복층 저소음배수성 포장도로 소음저감효과 유지관리

### 시 험 결 과

| 시험항목 | 단위 | 시료구분 | 결과치 | 시험방법 |
|---|---|---|---|---|
| 소음도(Leq)-콘크리트 포장 | dB(A) | - | 86.9 | 소음 : 친환경정식협기준 : 국립환경과학원고시 제2020-27호(준용) |
| 소음도(Leq)-복층 저소음배수성 포장 | dB(A) | - | 74.3 | 소음 : 친환경정식협기준 : 국립환경과학원고시 제2020-27호(준용) |

-시험방법 : 보고서 참조

- 용 도 : 품질관리용
- 비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
성적서의 진위확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Shin Kyounguk
작성자 : 신경엽
Tel : 032-570-9644

Jun-Seo Park
기술책임자 : 박준서
Tel : 1577-0091(ARS (1)→(4))

2021년 01월 06일

KTR 한국화학융합시험연구원장

위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

전자문서본은 시험결과에 대한 참고용입니다.

전자문서본(Electronic Copy)

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-P09-F01-02(00) A4(210 X 297)

그림 67. 등가소음도 시험결과보고서 및 공인성적서

(6) 성능 보증에 대한 구체적 기준 개발

소음저감효과와 포장의 지속성 확보를 위해 RSBS복층 저소음배수성 포장의 성능보증안을 수립하였으며 천재지변이나, 차량화재, 교통사고 및 비정상적 사용, 금회 시공단면 이외 원인(지반의 침하, 지하수 용출, 기층에서의 피로균열 등)으로 발생하는 문제는 보증에서 제외하도록 함

■ 보증항목 및 내용

표 40. 성능보증

| 보증항목 | 보증기간 | 보증방법 |
|---|---|---|
| ▢ 소음저감 : 일반아스콘 대비 7dB(A)<br>▢ 내구성 : 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리<br>▢ 기능유지를 위한 청소 | 준공일로부터 5년 | 보증보험가입 |

■ 성능 확인 방법

(가) 소음저감 성능

- CPX(Close proximity method, ISO11819-2) 측정 장비 이용하여 소음을 측정하여 기준소음도와 비교하여 소음저감성능을 확인
- RSBS 복층 저소음배수성 포장의 소음저감 성능은 시공 후 공용 1개월 내 측정하여 기존소음도와의 소음차로 확인
- 기준소음도 :

① 일반 밀입도 아스팔트 포장에서 표면 박리, 균열, 포트홀 등의 하자가 없는 공용 3년~8년 도로에서 CPX로 측정한 소음의 평균값

표 41. 차량 속도별 기준소음도

| 측정속도 km/h | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 기준소음도 dB(A) | 90.0 | 93.0 | 95.0 | 98.0 | 99.0 | 101.0 |

② 시공 전 노면이 일반 밀입도 아스팔트가 아닌 경우, 시공 전 기존노면(시공예정 구간 내)에서 소음을 측정한 값

(나) 포장의 내구성

- 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리를 차선별 6개월마다 육안검사 실시

■ 성능 유지관리 방안

(가) 소음저감 성능

- 준공 이후 6개월 단위로 소음저감성능을 확인하고, 보증기준에 미달하는 경우 현장투수시험의 결과가 1,000㎖/15초 이내가 되도록 공극회복 청소를 실시하고 소음을 재측정하여 기준만족여부를 확인함
- 이 때, 소음저감성능은 다차로 시공현장의 경우, 2차로에서 3회 측정한 노면소음의 평균값과 기준소음도의 차로 확인

(나) 포장의 내구성

- 내구성 문제 발생 시 문제 유형에 따라 보수를 실시함

표 42. 파손유형별 보수방법

| 구 분 | 보수방법 | 보수면적 |
|---|---|---|
| 면상균열 | 소파보수, 부분재포장 | 파손된 부분을 포함한 150% |
| 소성변형 | 소파보수, 부분재포장 | 파손된 부분을 포함한 150% |
| 포트홀 | 패칭, 소파보수 | 파손된 부분을 포함한 120% |
| 골재박리 | 소파보수, 부분재포장 | 파손된 부분을 포함한 100% |

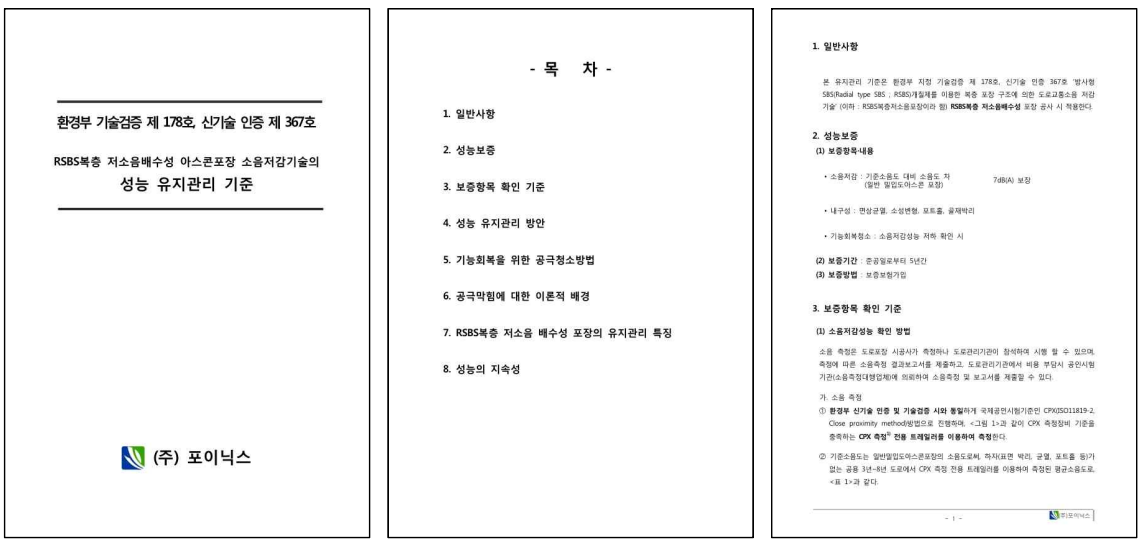



그림 68. RSBS 복층 저소음포장의 성능 유지관리기준 (부분발췌)

(7) RSBS 복층 저소음 배수성 포장의 설계기준 및 시방서 개발

RSBS 복층 저소음배수성 포장의 품질관리를 위하여 “배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침, 국토교통부, 2020.08”와 관련 KS규격을 준수하도록 재료, 배합설계, 생산, 포설, 다짐, 유지관리에 대한 기준을 정립, 시방서를 개발함

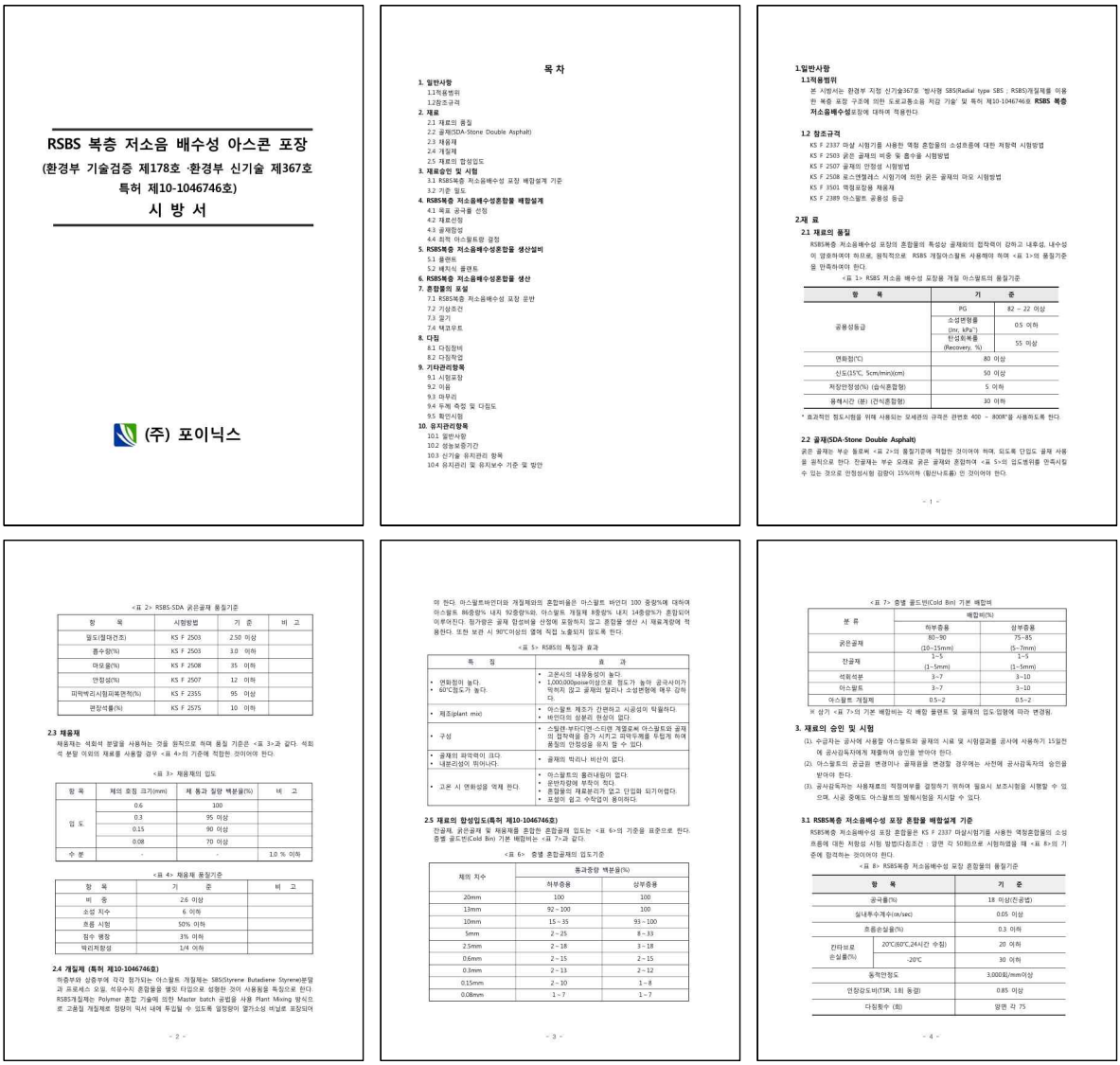



그림 69. RSBS 복층 저소음포장의 시방서 (부분발췌)

(8) 마케팅 전략 수립

(가) 기술사업화를 위한 마케팅 전략 수립

RSBS 복층 저소음 배수성 포장 기술의 인지도 제고와 시장점유율 및 고객 확보를 위해 차별성을 확보하고 시장환경 분석을 반영한 마케팅 전략 수립과 SWOT분석을 통해 지속적인 성장을 위한 추진방향을 수립함.

① 시장성조사 분석

경쟁회사 매출액, 기술항목, 업체경력과 서울시 프로젝트 제안서를 중심으로 구조 안정성, 소음저감도, 유지관리, 경제성 측면에서 제품 경쟁력 분석

| 회사명 | 회사 개요 | | | 평가 결과 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 매출액 | 기술 항목 | 업체 경력 | 구조 안정성 (기술 항목) | 소음 저감도 (소음 저감 정도) | 유지 관리 (업체 경력) | 경제성 (제품 가격) |
| 포이닉스 | 12,096 | 아스콘 개질제 외 19건의 관련 특허 보유 | 17년 2003.04.18설립 | ● | ● | ◑ | ◕ |
| A사 | 7,794,490 | - | 50년 1969.02.15설립 | ◑ | ◔ | ◔ | ◑ |
| B사 | 1,833 | 우수제품지정 증서 외 2건의 인증서 보유 | 23년 1996.09.07설립 | ◔ | ◑ | ◕ | ◔ |
| C사 | 5,588 | 토양도로 포장 방법 외 15건의 특허 보유 | 16년 2003.11.14.설립 | ◕ | ◕ | ◔ | ● |
| D사 | 34,807,660 | 매스틱 아스팔트 외 8건의 특허 보유 | 8년 2011.01.01.설립 (분할) | ◑ | ◔ | ○ | ◕ |

Low ○—◑—● High

그림 70. 제품의 시장성 평가결과

② SWOT 분석

외부환경 및 내부환경분석 결과를 토대로 강점과 약점, 기회와 위협요인 도출

**Strength**

- RSBS 복층 저소음 배수성 포장 기술
- 기술적 대응 역량과 노하우(도로포장 관련, 신공법 등)
- 주요사업 사업관리 역량 및 기술개발 노하우
- 신기술 보유업체서의 지위(공공 및 조달 입찰 이점 포함)
- 유기적 영업Network 관리체계(협력업체 및 이해관계자)
- 기술자산(도로 포장공사 및 보수 공사 수행 등)

**Weakness**

- 기술적 차별화 제공 한계(도로공사 등)
- 가격경쟁 및 최저가 입찰의 한계
- 신 성장 사업(해외)분야 운영 구조 미흡
- 수주관리 Process (공공 및 대기업) 미흡
- 사전 대응을 위한 예측 시나리오 전략 부족
- 마케팅 실행의 환경변화 대응력 부족

**Opportunities**

- 친환경 도로 건설 요구 증대
- 저소음 도로 관련 사업기회 확대
- 도로교통 및 교통안전 선진화 정책
- 전기자동차 등 연관산업 기술 진보
- 정보공유 및 지역경제 활성화 등의 정부정책
- 도로포장 가치 다각화 요구 및 트렌드(친환경 등)

**Threats**

- 국내경기 저성장 추세
- 도로 중심 SOC 투자 축소
- 지자체 최저가 입찰 시행 확대
- 인구 성장률 둔화 및 경제활동 인구 감소
- 비 수익성 도로 노선의 증가
- 경쟁사의 지속적 기술개발 정책 (도로공사 포함)

그림 71. SWOT 분석

③ 수요처 특성에 따른 구분 및 맞춤영업 전략 설정

- 수요처 별로 가격, 품질, 관계(신뢰)를 선호하는 그룹으로 분류하여 특성에 맞는 영업 전략을 설정함

  · 가격 : 5년 성능보증에 의한 이점과 생애주기분석 결과를 토대로 맞춤 영업전략 설정

  · 품질 : 노면상태조사 결과와 소음측정 결과를 활용한 영업전략 설정

  · 관계(신뢰) : 당사제품을 기 시공한 수요처를 대상으로 영업전략 설정

④ 생애주기분석

- 복층저소음배수성포장의 경제성 분석을 위해 동일한 수준의 소음저감 효과를 나타내는 비교군을 소음시뮬레이션을 통해 도출함
- 경제성 분석 대상 : 복층저소음배수성포장, 단층저소음배수성포장+7m 방음벽, 일반밀입도포장+14m 방음벽
- 분석 전제조건 : 초기시공비와 유지관리 뿐만 아니라 사회환경적 효과를 확인하기 위해 소음저감에 의한 편익과 사고 감소에 의한 편익을 고려함.
  · 소음저감에 의한 편익 : 시뮬레이션을 통해 동일한 소음저감성능이 나타내는 비교군을 도출하였으므로 세 가지 비교군 모두 9dB(A) 저감을 가정
  · 사고감소에 의한 편익 : 해외 문헌(출처 : ITARDA Information 2000 No.25)에 저소음배수성 포장기술의 도입으로 빗길 교통사고가 85% 감소되었다고 보고되었고, 국내 문헌(출처 : 저소음 배수성 포장의 확대 시행을 위한 타당성 조사)에서는 선진국의 경우 사고 저감율이 80%라고 명시하고 있음. 따라서, 사고관련편익은 복층 저소음배수성 포장과 단층 배수성 포장에 사고감소율 80%를 가정하여 반영
  · 복층저소음배수성포장은 방음벽 미설치로 인한 토지이용도 증가, 도시미관 향상 등의 요소들에 대한 사회적 비용은 분석에 고려하지 못함
  · 생애주기비용 분석을 위해 분석기간 30년, 할인율 5.5%를 적용하고(출처 : 교통시설 투자평가지침, 2017.06, 국토교통부) 일반 아스팔트의 내구연한 10년, 저소음 포장의 내구연한은 일반 밀입도 포장의 80%인 8년으로 가정하며 4차로, 1km구간으로 대상으로 경제성 비교를 수행함
  · 포장의 덧씌우기 주기(단기, 중기, 장기)는 <2010 저소음 배수성포장의 확대시행을 위한 타당성조사 보고서, 서울시>의 기준에 따라 일반 아스팔트 포장은 5년, 7년, 10년을 기준으로 하고, 저소음배수성 포장은 일반 아스팔트 포장의 내구연한 80% 수준인 4년, 5.6년, 8년으로 분석을 수행함
  · 신청기술은 유지관리를 포함하는 공법으로 유지관리비용이 초기공사비에 포함되어 있고 5년 하자보증함. 재포장시 하자보증기간이 재시작되는 개념이므로 단기(4년), 중기(5.6년) 경제성 분석시, 유지관리비용이 별도로 산정되지 않음. 장기(8년)의 경우에는 8년 중 5년은 하자보증이 되므로 하자보증이 되지 않는 기간인 3년에 대해서 유지관리비용을 산출하여 경제성 분석을 수행함
  · 소음관련편익과 사고관련편익은 분석기간 30년에 대하여 산출하므로 덧씌우기 주기와 상관없이 일정함
- 분석 결과
  · 단기의 경우 ① RSBS복층 저소음배수성 포장과 ② 단층 저소음배수성 포장 + 방음벽7m의 총 비용의 차이가 거의 없는 것으로 확인되었으나, 복층 저소음배수성 포장 시공시, 방음벽 없이 동일한 소음저감 효과를 얻을 수 있으며 방음

벽 미설치로 인한 토지 이용도를 획기적으로 높일 수 있을 뿐만 아니라 방음벽으로 인한 조망권 저해 등을 해결하고 도시미관이 우수한 것과 같이 긍정적인 효과가 상당함

· 장기의 경우 ① RSBS복층 저소음배수성 포장은 ②안과 ③안 대비하여 약 1/6 ~ 1/30 수준의 비용이 소요되어 상당히 경제성이 있는 것을 확인함

· 포장별 경제성을 종합적으로 평가해 본 결과, 일반포장과 일반 저소음 단층포장은 방음벽 설치비용으로 인해 경제성이 떨어짐

· 특히 RSBS 복층 저소음포장은 30년 총 비용 측면에서 2안(단층저소음포장+7m 방음벽) 대비 km당 10억원 가까운 비용을 절감할 수 있고 3안(일반밀입도포장+14m방음벽) 대비 km당 50억원 이상 비용을 절감할 수 있어, 향후 국내 주요 도로에 확대 적용 시 국가적 비용절감은 물론 국민의 안전과 생명보호, 삶의 질 향상 등에 커다란 기여를 할 것임

표 43. RSBS 복층 저소음 포장의 경제성 분석 결과 (단위 : 백만원/km)

| 구 분 | ① RSBS 복층 저소음배수성 포장 | | | ② 단층 저소음배수성 포장 + 방음벽(7m) | | | ③ 일반 밀입도 포장 + 방음벽(14m) | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 유지보수 기간 | 4년 (단기) | 5.6년 (중기) | 8년 (장기) | 4년 (단기) | 5.6년 (중기) | 8년 (장기) | 5년 (단기) | 7년 (중기) | 10년 (장기) | |
| 공사비 | 2,444 | 1,924 | 1,280 | 2,828 | 2,605 | 2,328 | 6,083 | 5,948 | 5,796 | |
| 유지관리 비용 | - | - | 167 | 86 | | | 65 | | | (+) 비용 |
| 소음 관련 편익 | 475 | | | 475 | | | 475 | | | (-) 편익 |
| 사고 관련 편익 | 795 | | | 795 | | | - | | | (-) 편익 |
| 총비용 | 1,174 | 654 | 177 | 1,644 | 1,421 | 1,144 | 5,673 | 5,538 | 5,386 | |
| 복층 포장 대비 증가율 | - | - | - | 1.40배 | 2.17배 | 6.46배 | 4.83배 | 8.47배 | 30.4배 | |

⑤ 마케팅 목표 설정

- 최근 4년(2017년~2020년) 매출실적 및 SWOT 분석을 통해 도출된 마케팅 전략 방향성을 중심으로 2021년~2023년 단기 운영 목표를 수립함

표 44. 마케팅 목표 설정

| 구분 | 실적 | | | | 목표 | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| 적용 건수 (건) | 18 | 15 | 23 | 33 | 43 | 56 | 73 | |
| 매출액 (백만원) | 4,406 | 9,401 | 7,080 | 12,402 | 161,000 | 209,000 | 272,000 | |

⑥ 차별화전략 및 고급화 전략 수립

- 차별화전략 : ① 소음저감 성능이 우수하여 일반 밀입도 포장 대비 -9dB(A), 단층저소음배수성 포장 대비 -6dB(A) 소음감소가 가능하고 ② 일반밀입도 포장 시공 시, 개발기술의 -9dB(A) 소음저감성능과 동일한 효과를 위해서는 방음벽 12m 설치가 필요함. 즉, 개발기술은 방음벽 12m 대체 가능함. ③ 일반 단층저소음배수성 포장 시공 시, 개발기술의 소음저감성능과 동일한 효과를 위해서는 방음벽 6m 설치가 필요함. 즉, 개발기술은 단층저소음포장 대비, 방음벽 6m 대체 가능함.
- 고급화 전략 : 개발기술의 -9dB(A) 소음저감효과는 결과적으로 방음벽 미설치 또는 방음벽 축소를 가능하게 하여, 고가의 방음벽 시공/유지 비용의 절감이 가능하고, 나아가 도시 미관 개선, 소음 없는 친환경 도로 구현 등이 가능하여 삶의 질 향상을 가능하게 하는 기술임.

  61개월 공용(준공 2015년 11월)중인 '남해고속도로' 현장의 경우, 최근(21년 1월 20일) 공인기관에서 소음측정 한 결과, 인근 콘크리트포장 대비하여 -13.9dB(A) 소음저감이 가능함을 확인함. 복층 저소음배수성 포장의 소음저감성능이 장기유지가능함을 보여줌

표 45. 남해고속도로 CPX소음도 시험 결과

| 구분 | 차량속도 | 콘크리트포장 | 복층 저소음배수성 포장 | 소음도 차이 |
|---|---|---|---|---|
| 평균 | 100 | 106.3 | 92.4 | 13.9 |

(나) 마케팅 전략 실행 방안 도출

- 환경영향평가정보지원시스템(EIASS) 및 환경영향평가사, (사)환경영향평가협회 등을 적극 활용하여 개발기술을 환경영향평가 소음저감대책으로 반영
- 도로설계사, 민자고속도로, 지자체, 공기업 등 도로설계에 개발기술을 소음저감대책으로 반영
- 언론에 개발기술 홍보
- 국내외 학술대회에 성과 발표

(9) 비즈니스 모델 수립 (4차년도, 포이닉스)

(가) 신규포장 Business Model 수립

- 개발기술은 소음저감 -9dB(A) 가능하여 그 효과가 탁월하여 도로소음 저감대책으로 사용가능하므로, ① 신규포장을 위해 환경영향평가 소음저감대책 수립 시 저감방안으로 개발기술을 반영하는 BM을 수립하였으며 그 외에도 ② 도시계획사업 설계단계에서 개발기술을 적용할 수 있는 BM을 수립하였으며, '배수성포장 활성화를 위한 협의단' 전문가 그룹에 적극적으로 참여함

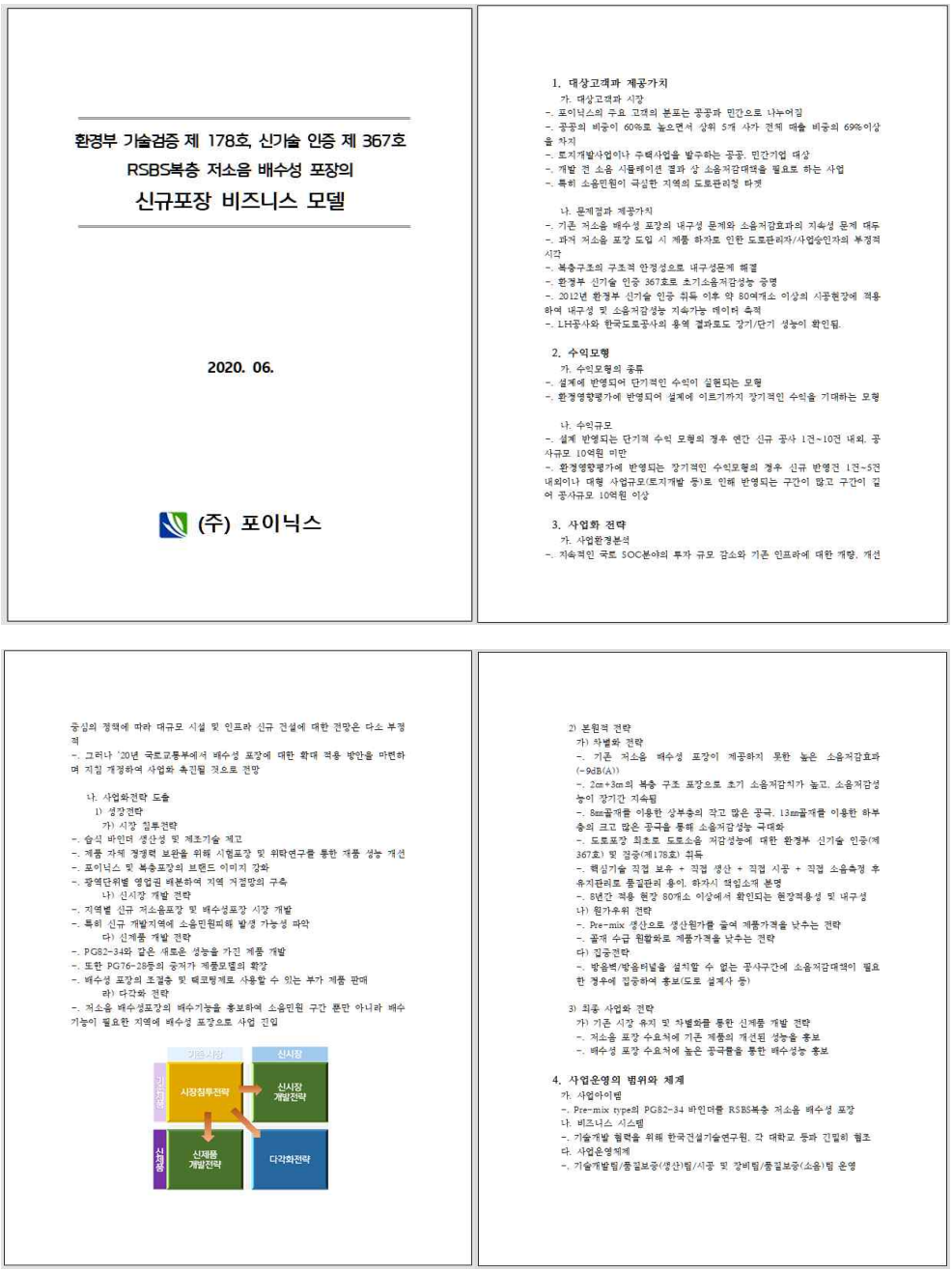



그림 72. 신규포장 비즈니스 모델 수립

① 환경영향평가 소음저감대책 반영

- 2020년 ‘성남 금토 공공주택지구 개발’ 외 6개 현장에 대하여 환경영향평가에 반영함

- 환경영향평가 반영 상세

· 사업명 : 성남 금토 공공주택지구 개발

· 사업위치 : 경기도 성남시 수정구 금토동 일원

· 사업규모 : 582.961㎡ / 3,255세대

· 사업기간 : 2018년~2024년

· 사업시행자 : 한국토지주택공사, 경기도시공사, 경기도, 성남시

· 소음저감방안 : 방음벽 + 층고제한 + 복층저소음포장

· 평가 : ㈜유신

· 환평진행 : 본안 협의완료 (2020. 08. 24)

· 승인기관 : 국토교통부

· 협의기관 : 환경부

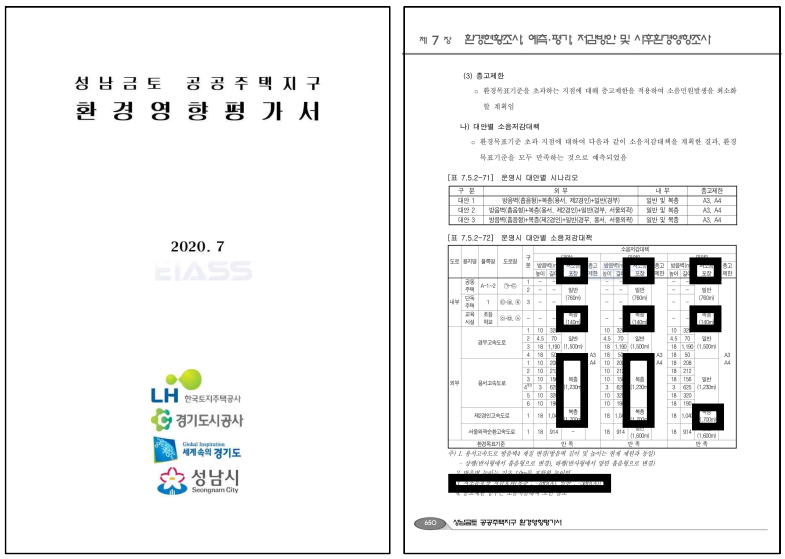



그림 73. 성남금토 공공주택지구 환경영향평가서(부분발췌)

② 도시계획사업 설계 반영

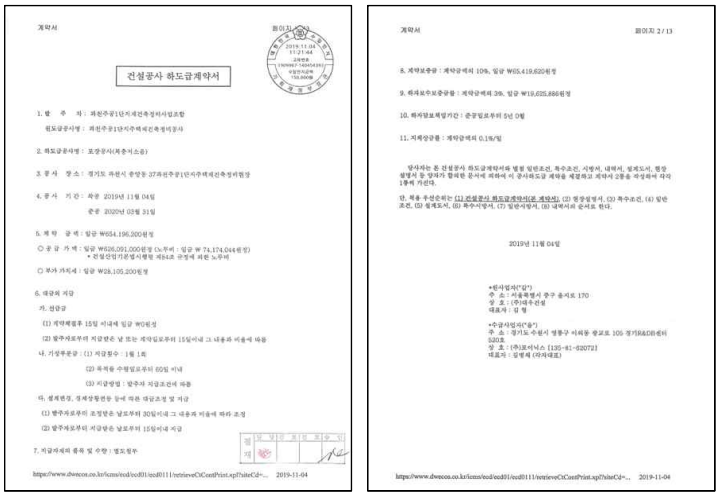
- 도시계획사업 설계 반영 상세

· 사업명 : 과천주공1단지 주택재건축정비공사

· 포장면적 : 11720㎡

· 사업기간 : 2019년~2020년

· 사업시행자 : 과천시



계약서

건설공사 하도급계약서

계약서 페이지 2 / 13

그림 74. 과천주공1단지 재건축 정비공사의 신기술 사용협약서

(나) 유지관리 Business Model 수립

개발기술은 복층구조로 구성되어 상부의 소공극은 이물질 유입을 최소화하고 하부의 대공극은 유입수의 원활한 배출이 가능하게 하여 공극막힘을 지연시키고 차량 통과에 따른 자체 청소 기능으로 기능 유지에 유리한 기술임. 그러나 공사차량의 대량 통행 등에 의해 먼지와 모래 등의 유입이 많아지는 경우 공극의 막힘을 해결하기 위하여 유지관리를 위한 전용 공극회복 차량을 자체 보유하여 유지관리까지 책임지는 기술서비스를 제공하여 수요처의 선호도를 높일 수 있도록 BM을 수립함

① 소음저감효과 지속성 확보를 위한 공극막힘 전용 청소차 개발

저압살수, 진동청소 및 진공흡입이 가능한 저소음배수성 포장도로 전용의 공극회복 장비(차량)을 개발, 운용하여 RSBS 복층 저소음배수성 포장의 10년간 소음저감효과 감소가 2dB(A) 이하가 되도록, 즉 소음감소효과 7dB(A) 이상 유지가 가능한 유지관리 기준을 정립함

- 저소음배수성 포장도로 전용 공극회복 장비(차량) 개발

· 소음저감효과 지속성 확보를 위한 공극막힘 회복 청소차를 2018년 개발 및 국내 최초 제작 성공

· 작동 원리 : ① 청소롤러 물분사 및 흡수

→ ② 진공흡입 장치 작동

→ ③ 오수 포집 및 오수 펌프 작동 및 드럼 스크린으로 이송

→ ④ 드럼스크린 통과 후 이물질, 폐수는 원심분리기로 자동이송

→ ⑤ 원심분리기를 통과 후 수분과 오니로 분리

→ ⑥ 캐리어에 쌓인 오니를 별도 이송차량에 이적 및 운송, 배출

- 2019년 3월 시험가동 운영

· 공극회복 장비의 성능확인을 위한 시험평가 결과, 회복률 96.8%를 확인함

▸청소 전 현장투수계수 시험 결과 5.66초/400㎖

→ 토사를 도포하여 공극막힘(불투수) 상태 모사

→ 청소 후 현장투수계수 시험 결과 5.85초/400㎖

▸공극회복 장비의 공극 청소성능 확인 및 소음저감기능 회복 가능함을 확인함



그림 75. 전용 공극회복 장비

표 46. 전용 공극회복 장치 사용 전/후 공극회복 상태 평가결과

| 구분 | 청소 전 | 토사 도포 후 | 청소 후 |
|---|---|---|---|
| 사진 |  |  |  |
| 시험결과 | 5.66초/400㎖ | 불투수 | 5.85초/400㎖ |
| 회복률(%) | 96.8 | | |

② 하자보증 상세 조건 수립 및 성능 유지관리기준 개발

준공일로부터 5년간 성능보증을 실시하며 보증보험에 가입하여 보증을 함. 하자보증 상세조건을 수립하여 성능유지관리기준을 마련함

- 성능보증 항목 및 내용

· 소음저감 : 일반 밀입도아스콘 포장 대기 소음도 차 7dB(A) 보장

· 내구성 : 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리

· 기능회복청소 : 소음저감성능 저하 확인 시

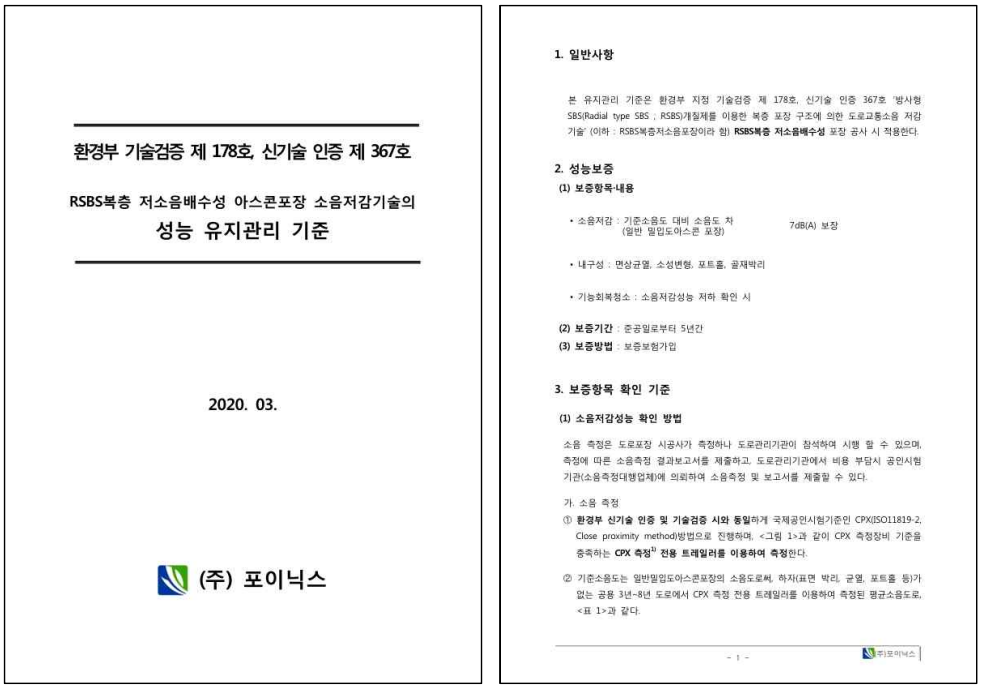
- 성능 유지관리 방안

· 소음저감 : 준공 후 6개월 단위로 소음저감성능을 확인하여 기준 미달시 현장

투수 시험 및 기능회복청소를 실시함

· 내구성 : 문제발생시 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리 등 유형별 보수방법과 보수면적을 정의함. 단, 천재지변이나 차량화재, 교통사고 및 비정상적 사용, 지반 침하 및 지하수 용출, 기층의 피로균열 등에 의한 파손과 이로 인해 발생하는 소음은 보증을 제외함.

· 기능회복청소 : 소음저감성능과 현장투수시험결과 기준 미달시, 기능회복청소를 실시하고, 기준에 만족함을 확인함



환경부 기술검증 제 178호, 신기술 인증 제 367호

RSBS복층 저소음배수성 아스콘포장 소음저감기술의
성능 유지관리 기준

2020. 03.

(주) 포이닉스

1. 일반사항

본 유지관리 기준은 환경부 지정 기술검증 제 178호, 신기술 인증 367호 '방사형 SBS(Radial type SBS ; RSBS)개질제를 이용한 복층 포장 구조에 의한 도로교통소음 저감 기술' (이하 : RSBS복층저소음포장이라 함) **RSBS복층 저소음배수성** 포장 공사 시 적용한다.

2. 성능보증

(1) 보증항목·내용

- 소음저감 : 기준소음도 대비 소음도 차 (일반 밀입도아스콘 포장) 7dB(A) 보장
- 내구성 : 면상균열, 소성변형, 포트홀, 골재박리
- 기능회복청소 : 소음저감성능 저하 확인 시

**(2) 보증기간** : 준공일로부터 5년간
**(3) 보증방법** : 보증보험가입

3. 보증항목 확인 기준

**(1) 소음저감성능 확인 방법**

소음 측정은 도로포장 시공사가 측정하나 도로관리기관이 참석하여 시행 할 수 있으며, 측정에 따른 소음측정 결과보고서를 제출하고, 도로관리기관에서 비용 부담시 공인시험기관(소음측정대행업체)에 의뢰하여 소음측정 및 보고서를 제출할 수 있다.

가. 소음 측정

① **환경부 신기술 인증 및 기술검증 시와 동일**하게 국제공인시험기준인 CPX(ISO11819-2, Close proximity method)방법으로 진행하며, <그림 1>과 같이 CPX 측정장비 기준을 충족하는 **CPX 측정[1] 전용 트레일러를 이용하여 측정**한다.

② 기준소음도는 일반밀입도아스콘포장의 소음도로써, 하자(표면 박리, 균열, 포트홀 등)가 없는 공용 3년~8년 도로에서 CPX 측정 전용 트레일러를 이용하여 측정된 평균소음도로, <표 1>과 같다.

- 1 -

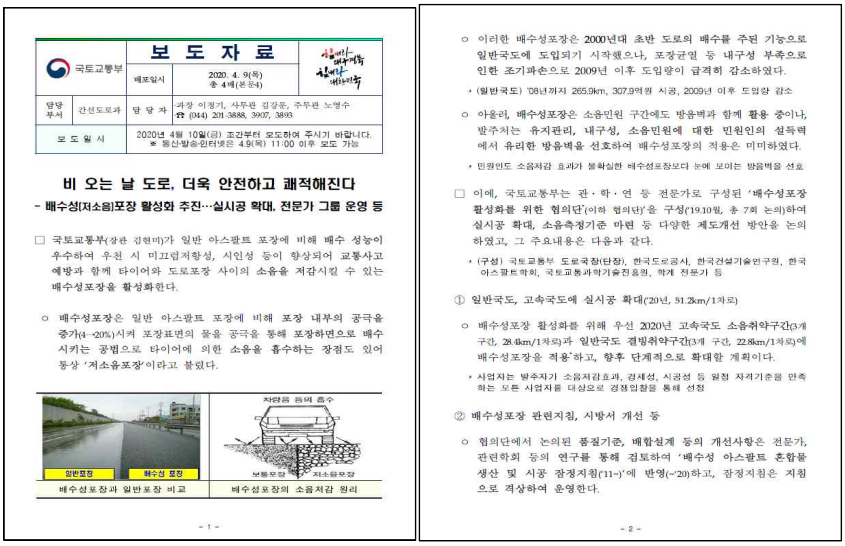
그림 76. 유지관리 기준(2020.03) 부분발췌

(10) 기타 사업 활성화 결과

① 국토교통부, '배수성포장 활성화를 위한 협의단', 제도개선 방안 논의 참여

- 사업화전략의 일환으로 기술개발 협력을 위해 한국건설기술연구원, 각 대학교 등과 긴밀히 협조
- 배수성 포장 활성화 추진 위한 전문가 그룹 적극적으로 참여
- 배수성포장 관련지침, 시방서 개선(2020.08 개정)
  · 배수성 아스팔트 혼합물 골재 입도 기준 마련 : 8㎜ 골재 추가
- 배수성포장 소음측정기준 마련:
  · CPX(ISO11819-2) 소음측정방법 지침에 반영
  · 실제 청감소음을 대표하는 등가소음과 CPX 소음측정방식의 각 소음계 위치

별 소음 측정결과의 상관성 후속 연구 예정



보 도 자 료

국토교통부 | 배포일시 | 2020. 4. 9(목) 총 4매(본문4)

담당부서 | 간선도로과 | 담 당 자 | 과장 이정기, 사무관 김장훈, 주무관 노영수 ☎ (044) 201-3888, 3907, 3893

보 도 일 시 | 2020년 4월 10일(금) 조간부터 보도하여 주시기 바랍니다. ※ 통신·방송·인터넷은 4.9(목) 11:00 이후 보도 가능

**비 오는 날 도로, 더욱 안전하고 쾌적해진다**

**- 배수성(저소음)포장 활성화 추진…실시공 확대, 전문가 그룹 운영 등**

□ 국토교통부(장관 김현미)가 일반 아스팔트 포장에 비해 배수 성능이 우수하여 우천 시 미끄럼저항성, 시인성 등이 향상되어 교통사고 예방과 함께 타이어와 도로포장 사이의 소음을 저감시킬 수 있는 배수성포장을 활성화한다.

○ 배수성포장은 일반 아스팔트 포장에 비해 포장 내부의 공극을 증가(4~20%)시켜 포장표면의 물을 공극을 통해 포장하면으로 배수시키는 공법으로 타이어에 의한 소음을 흡수하는 장점도 있어 통상 '저소음포장'이라고 불렸다.




배수성포장과 일반포장 비교 | 배수성포장의 소음저감 원리

- 1 -

○ 이러한 배수성포장은 2000년대 초반 도로의 배수를 주된 기능으로 일반국도에 도입되기 시작했으나, 포장균열 등 내구성 부족으로 인한 조기파손으로 2009년 이후 도입량이 급격히 감소하였다.

* (일반국도) '08년까지 265.9km, 307.9억원 시공, 2009년 이후 도입량 감소

○ 아울러, 배수성포장은 소음민원 구간에도 방음벽과 함께 활용 중이나, 발주처는 유지관리, 내구성, 소음민원에 대한 민원인의 설득력에서 유리한 방음벽을 선호하여 배수성포장의 적용은 미미하였다.

* 민원인도 소음저감 효과가 불확실한 배수성포장보다 눈에 보이는 방음벽을 선호

□ 이에, 국토교통부는 관·학·연 등 전문가로 구성된 '배수성포장 활성화를 위한 협의단'(이하 협의단)'을 구성('19.10월, 총 7회 논의)하여 실시공 확대, 소음측정기준 마련 등 다양한 제도개선 방안을 논의하였고, 그 주요내용은 다음과 같다.

* (구성) 국토교통부 도로국장(단장), 한국도로공사, 한국건설기술연구원, 한국아스팔트학회, 국토교통과학기술진흥원, 학계 전문가 등

① 일반국도, 고속국도에 실시공 확대('20년, 51.2km/1차로)

○ 배수성포장 활성화를 위해 우선 2020년 고속국도 소음취약구간(3개 구간, 28.4km/1차로)과 일반국도 결빙취약구간(3개 구간, 22.8km/1차로)에 배수성포장을 적용하고, 향후 단계적으로 확대할 계획이다.

* 사업지는 발주자가 소음저감효과, 경제성, 시공성 등 일정 자격기준을 만족하는 모든 사업자를 대상으로 경쟁입찰을 통해 선정

② 배수성포장 관련지침, 시방서 개선 등

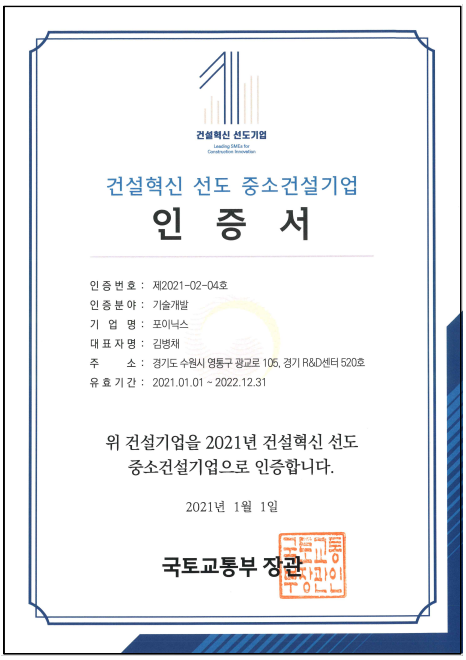
○ 협의단에서 논의된 품질기준, 배합설계 등의 개선사항은 전문가, 관련학회 등의 연구를 통해 검토하여 '배수성 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침('11~)'에 반영(~'20)하고, 잠정지침은 지침으로 격상하여 운영한다.

- 2 -

그림 77. 국토교통부 보도자료(2020.4.9.) "비 오는 날 도로, 더욱 안전하고 쾌적해진다"

② 건설혁신 선도 중소기업 100 선정

- 2020년 12월 08일 건설혁신선도 중소기업으로 선정
- 중소건설기업으로서의 잠재력과 기술개발능력을 인정받음



건설혁신 선도기업
Leading SMEs for Construction Innovation

건설혁신 선도 중소건설기업

**인 증 서**

인증번호 : 제2021-02-04호
인증분야 : 기술개발
기 업 명 : 포이넉스
대표자명 : 김병채
주 소 : 경기도 수원시 영통구 광교로 105, 경기 R&D센터 520호
유효기간 : 2021.01.01 ~ 2022.12.31

위 건설기업을 2021년 건설혁신 선도 중소건설기업으로 인증합니다.

2021년 1월 1일

**국토교통부 장관**

그림 78. 건설혁신 선도 중소기업 100 인증서

③ 농어촌공사 신기술 등록

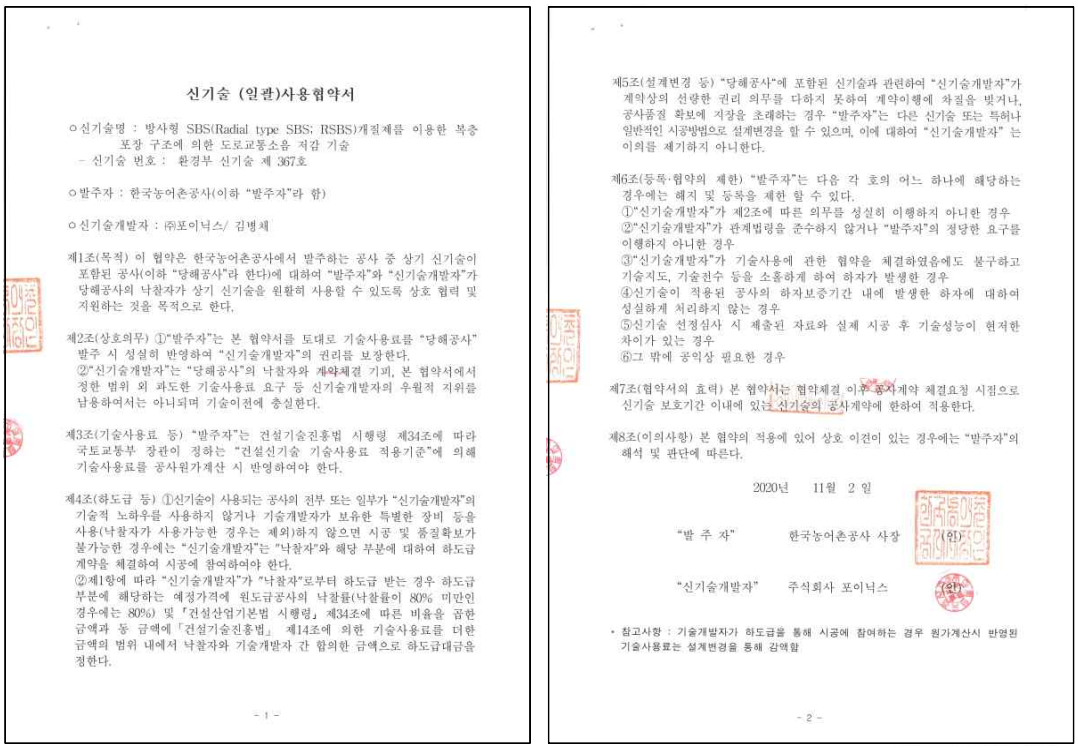
- 2020년 농어촌공사에 기술의 우수성을 인정받아 '농어촌공사 신기술'로 동록하였으며 이와 연계하여 사업화 실적을 달성함

▸ 연계실적 1 : 이목지구 도시개발사업 신기술 사용협약 완료

▸ 연계실적 2 : 종전부동산지구 서호지구 도시관리 계획 신기술 사용협약 완료

▸ 연계실적 3 : 종전부동산지구 망포지구 도시개발사업 신기술 사용협약 완료

▸ 연계실적 4 : 종전부동산지구 효행지구 도시개발사업 환경영향평가 적용 협의중



신기술 (일괄)사용협약서

○신기술명 : 방사형 SBS(Radial type SBS; RSBS)개질제를 이용한 복층 포장 구조에 의한 도로교통소음 저감 기술
- 신기술 번호 : 환경부 신기술 제 367호

○발주자 : 한국농어촌공사(이하 "발주자"라 함)

○신기술개발자 : ㈜포이닉스/ 김병채

제1조(목적) 이 협약은 한국농어촌공사에서 발주하는 공사 중 상기 신기술이 포함된 공사(이하 "당해공사"라 한다)에 대하여 "발주자"와 "신기술개발자"가 당해공사의 낙찰자가 상기 신기술을 원활히 사용할 수 있도록 상호 협력 및 지원하는 것을 목적으로 한다.

제2조(상호의무) ①"발주자"는 본 협약서를 토대로 기술사용료를 "당해공사" 발주 시 성실히 반영하여 "신기술개발자"의 권리를 보장한다.
②"신기술개발자"는 "당해공사"의 낙찰자와 계약체결 기피, 본 협약서에서 정한 범위 외 과도한 기술사용료 요구 등 신기술개발자의 우월적 지위를 남용하여서는 아니되며 기술이전에 충실한다.

제3조(기술사용료 등) "발주자"는 건설기술진흥법 시행령 제34조에 따라 국토교통부 장관이 정하는 "건설신기술 기술사용료 적용기준"에 의해 기술사용료를 공사원가계산 시 반영하여야 한다.

제4조(하도급 등) ①신기술이 사용되는 공사의 전부 또는 일부가 "신기술개발자"의 기술적 노하우를 사용하지 않거나 기술개발자가 보유한 특별한 장비 등을 사용(낙찰자가 사용가능한 경우는 제외)하지 않으면 시공 및 품질확보가 불가능한 경우에는 "신기술개발자"는 "낙찰자"와 해당 부분에 대하여 하도급 계약을 체결하여 시공에 참여하여야 한다.
②제1항에 따라 "신기술개발자"가 "낙찰자"로부터 하도급 받는 경우 하도급 부분에 해당하는 예정가격에 원도급공사의 낙찰률(낙찰률이 80% 미만인 경우에는 80%) 및 「건설산업기본법 시행령」 제34조에 따른 비율을 곱한 금액과 동 금액에 「건설기술진흥법」 제14조에 의한 기술사용료를 더한 금액의 범위 내에서 낙찰자와 기술개발자 간 합의한 금액으로 하도급대금을 정한다.

- 1 -

제5조(설계변경 등) "당해공사"에 포함된 신기술과 관련하여 "신기술개발자"가 계약상의 선량한 권리 의무를 다하지 못하여 계약이행에 차질을 빚거나, 공사품질 확보에 지장을 초래하는 경우 "발주자"는 다른 신기술 또는 특허나 일반적인 시공방법으로 설계변경을 할 수 있으며, 이에 대하여 "신기술개발자" 는 이의를 제기하지 아니한다.

제6조(등록·협약의 제한) "발주자"는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해지 및 등록을 제한 할 수 있다.
①"신기술개발자"가 제2조에 따른 의무를 성실히 이행하지 아니한 경우
②"신기술개발자"가 관계법령을 준수하지 않거나 "발주자"의 정당한 요구를 이행하지 아니한 경우
③"신기술개발자"가 기술사용에 관한 협약을 체결하였음에도 불구하고 기술지도, 기술전수 등을 소홀하게 하여 하자가 발생한 경우
④신기술이 적용된 공사의 하자보증기간 내에 발생한 하자에 대하여 성실하게 처리하지 않는 경우
⑤신기술 선정심사 시 제출된 자료와 설계 시공 후 기술성능이 현저한 차이가 있는 경우
⑥그 밖에 공익상 필요한 경우

제7조(협약서의 효력) 본 협약서는 협약체결 이후 공사계약 체결요청 시점으로 신기술 보호기간 이내에 있는 신기술의 공사계약에 한하여 적용한다.

제8조(이의사항) 본 협약의 적용에 있어 상호 이견이 있는 경우에는 "발주자"의 해석 및 판단에 따른다.

2020년 11월 2일

"발 주 자" 한국농어촌공사 사장 (인)

"신기술개발자" 주식회사 포이닉스

* 참고사항 : 기술개발자가 하도급을 통해 시공에 참여하는 경우 원가계산시 반영된 기술사용료는 설계변경을 통해 감액함

- 2 -

그림 79. 농어촌공사 신기술 협약서

④ 한국도로공사

한국도로공사에서 주관하여 개발기술의 소음저감효과를 검증한 결과, 평균 10dB(A) 이상 저감이 가능한 것을 검증하였으며 이와 연계하여 사업화 실적을 다성함

- 위치 : 서울외곽순환고속도로 송파나들목인근(L=700m)
- 기간 : 2018.07.31.~10.27. (포장 전, 후 각 2주간 측정)
- 방법 : 등가소음도 (소음진동공정시험기준, 환경부)
- 지점 : 11개 지점 (이격거리 최대 50m, 측정높이 최대 15m)
- 검증기관 : (사)한국소음진동공학회

▸ 연계실적1 : 중부선 하남분기점 저소음배수성 포장

▸ 연계실적2 : 서울 외곽선 고덕강일지구 저소음배수성 포장

## 나. 연구 개발 성과

(1) 국내 · 외 논문 게재

| 번호 | 논문명 | 학술지명 | 주저자명 | 호 | 국명 | 발행기관 | SCI 여부 (SCI/비SCI) | 게재일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Laboratory Evaluation of SBS Modified Asphalt Binder Containing GTR, SIS, and PE | Advances in Civil Engineering Materials | Kim, H. H | Volume 2020 | | | SCI | 2020.11 | |
| 2 | Characterization of recycled CRM binder containing wax warm additive | Journal of Traffic and Transportation Engineering | Kim, H. H | Volume 5 Issue 3 | | | 비SCI | 2017.10 | |
| 3 | Cost effectiveness of crack treatment methods: A field study | Journal of Traffic and Transportation Engineering | Kim, H. H | Volume 6 Issue 6 | | | 비SCI | 2018.01 | |
| 4 | Effect of blending time on viscosity of rubberized binders with wax additives | International Journal of Pavement Research and Technology | Kim, H. H | - | | | 비SCI | 2018.03 | |
| 5 | Multibple Stress Creep Recovery(MSCR) characterization of polymer modified asphat binder containing wax additives | International Journal of Pavement Research and Technology | Kim, H. H | - | | | 비SCI | 2018.03 | |
| 6 | Effect of production process on performance properties of warm rubberized binders | Journal of Traffic and Transportation Engineering | Kim, H. H | Volume 6 Issue 6 | | | 비SCI | 2018.04 | |

| 번호 | 논문명 | 학술지명 | 주저자명 | 호 | 국명 | 발행기관 | SCI 여부 (SCI/비SCI) | 게재일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Performance evaluation of polymer modified asphalt (PMA) binders containing ground tire rubber (GTR) | International Journal of Pavement Research and Technology | Kim, H. H | - | | | 비SCI | 2018.11 | |

(2) 국내 · 외 논문 발표

| 번호 | 논문명 | 학회명 | 주저자명 |
|---|---|---|---|
| 1 | Comparison of Noise Reduction Performance Evaluation Methods for Low-Noise Pavement in Korea-Part II | Inter Noise 2019 | Kim B.C. |
| 2 | Evaluation of Noise Reduction of Korean Low-Noise Pavements-Part 1: Measurements and REsults of the CPX method | Inter-noise 2020 | Kim B.C. |
| 3 | Evaluation of Noise Reduction of Korean Low-Noise Pavements-Part 2: Issues regarding the application of the CPX method | Inter-noise 2020 | Sandberg U. Kim H. |

(3) 지식재산권(특허, 실용신안, 디자인, 상표, 신품종 등)

| 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 국명 | 출원 | | | 등록 | | 기여율 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록일 | 등록번호 | |
| 1 | 소음 측정 장비 거치대 | KR | (주)포이닉스 KICT | '17.10.31 | 10-2017-0143613 | '18.02.01 | 10-1826853 | 100 |
| 2 | 재생 개질 첨가제 및 이를 포함하는 재생 개질아스팔트 조성물 | KR | (주)포이닉스 KICT | '17.11.14 | 10-2017-0151517 | '19.07.10 | 10-2000645 | 100 |
| 3 | 저탄소 중온 아스팔트의 PG등급을 향상시키는 첨가제 및 이에 따른 아스팔트 바인더 제조방법 | KR | (주)포이닉스 KICT | '17.11.14 | 10-2017-0151518 | '19.07.10 | 10-2000646 | 100 |
| 4 | 습식형 아스팔트 바인더 조성물 | KR | (주)포이닉스 KICT | '18.12.26 | 10-2018-0169358 | - | - | 100 |
| 5 | 복층 아스팔트 시공방법 | KR | (주)포이닉스 KICT | '18.12.26 | 10-2018-0169359 | '19.07.10 | 10-200647 | 100 |
| 6 | 폐타이어와 SBS를 포함하는 복층 저소음 아스콘 포장 조성물 및 포장공법 | KR | (주)포이닉스 KICT | '19.12.23 | 10-2019-0172848 | - | - | 100 |
| 7 | 재활용 LDPE와 SBS를 이용한 재생 개질 아스팔트 바인더 조성물 및 이를 이용한 개질아스콘 제조방법 | KR | (주)포이닉스 KICT | '19.12.23 | 10-2019-0172849 | - | - | 100 |

(4) 소프트웨어 저작권

| 번호 | 저작권명 | 창작일 | 저작자명 | 등록일 | 기여율 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 혼합물 배합설계 v1.1 | 2019.10.28 | 한국건설기술연구원 | 2019.11.08 | 100 |
| 2 | 혼합물 배합설계 v3.0 | 2019.11.19 | 한국건설기술연구원 | 2019.11.21 | 100 |

- 적용분야 : 아스팔트 포장 배합설계
- 프로그램 특징 : 아스팔트 포장 배합설계 시 계산을 쉽게 수행할 수 있도록 프로그램화하여 작업의 효율성 증대

- 사용방법 : 아스팔트 배합설계를 수행하기 위하여 골재를 준비, 채가름한 결과를 프로그램에 입력하고 입력된 프로그램을 이용하여 데이터의 유효성을 검토함



제 C-2019-032728 호

저작권 등록증

| | |
|---|---|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 혼합물 배합설계 v 1.1 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>기업관리>생산, 현장관리 S/W |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 한국건설기술연구원<br>경기도 고양시 일산서구 고양대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 111241-0002284 |
| 5. 창작연월일 | 2019년10월28일 |
| 6. 공표연월일 | 2019년10월28일 |
| 7. 등록연월일 | 2019년11월08일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 한국건설기술연구원,<br>창작 : 2019.10.28, 공표 : 2019.10.28 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2019년 11월 08일

한국저작권위원회

그림 80. 혼합물 배합설계 V1.1



제 C-2019-034449 호

저작권 등록증

| | |
|---|---|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 혼합물 배합설계 v3.0 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>기업관리>생산, 현장관리 S/W |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 한국건설기술연구원<br>경기도 고양시 일산서구 고양대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 111241-0002284 |
| 5. 창작연월일 | 2019년11월19일 |
| 6. 공표연월일 | 2019년11월19일 |
| 7. 등록연월일 | 2019년11월21일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 한국건설기술연구원,<br>창작 : 2019.11.19, 공표 : 2019.11.19 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2019년 11월 21일

한국저작권위원회

그림 81. 혼합물 배합설계 V3.0

(5) 사업화 현황 (2018년~2020년 71건, 288.6억원)

| 순번 | 발주처 | 계약년월 | 공사명 |
|---|---|---|---|
| 1 | 용인도시공사 | 2018.05 | 역북지구 소음저감시설 개선공사<br>관급자재(저소음복층포장) 설치 |
| 2 | 한국토지주택공사 | 2018.06 | 1-1 북측 블록형단독 조성_RSBS복층<br>저소음배수성아스콘_단지1부 |
| 3 | 용인도시공사 | 2018.06 | 저소음복층포장 잔여공사 |
| 4 | 배곧신도시<br>지역특성화타운㈜ | 2018.07 | 시흥시 정왕동 서해고교 삼거리 일원 -<br>소음저감시설(복층형 저소음포장설치) 공사 |
| 5 | 한국도로공사 | 2018.08 | 송파나들목 복층저소음 배수성 포장 공사 |
| 6 | 현대산업개발 | 2018.09 | 김포풍무2지구 저소음포장공사 |
| 7 | 한국도로공사 | 2018.09 | 송파나들목 복층저소음아스콘 14292톤 구매 |
| 8 | 현대산업개발 | 2018.10 | 수원 망포4지구 1차 공동주택 기반시설<br>조성공사 중 RSBS 복층/단층 저소음 배수성<br>포장공사 |
| 9 | 경수고속도로<br>주식회사 | 2018.10 | 용인-서울고속도로 헌릉IC RSBS공사 |
| 10 | LH | 2018.11 | 용인구성 중로1-149호선 확장 및 탄천정비공사<br>중 저소음배수성 아스콘 |
| 11 | LH | 2018.11 | 용인구성 중로1-149호선 확장 및 탄천정비공사<br>중 언남2교 RSBS복층 저소음배수성 포장공사 |
| 12 | 군인공제회 | 2018.11 | 오산센트럴푸르지오 포장공사 |
| 13 | 경산시청 | 2018.12 | 성암고가도로 아스콘 덧씌우기 공사<br>저소음아스콘 구입 |
| 14 | LH | 2018.12 | 전주효천 도시개발 조성공사<br>지급자재-복층저소음 배수성 아스콘 |
| 15 | 경산시청 | 2018.12 | 성암고가도로 아스콘 덧씌우기 |
| 16 | 한국토지주택공사<br>부산울산지역본부 | 2019.01 | 울산송정 택지개발 조성공사 지급자재 저소음<br>배수성 포장공사 |
| 17 | 서울주택도시공사 | 2019.02 | 동남로 가로조성공사 중 아스콘표층 포장공사 |
| 18 | ㈜용덕건설 | 2019.04 | 대전도안 갑천지구 친수구역<br>단지조성공사(2공구) 중 포장공사 |
| 19 | 의정부국토관리사<br>무소 | 2019.04 | 관급자재 국대도3호선 고읍IC~광사IC구간<br>소음저감시설 및 포장정비공사 |
| 20 | 의정부국토관리사<br>무소 | 2019.05 | 국대도3호선 고읍IC~광사IC 구간 소음저감시설<br>및 포장정비공사 |

| 순번 | 발주처 | 계약년월 | 공사명 |
|---|---|---|---|
| 21 | ㈜삼인 | 2019.05 | 2017년 수원사업소 열수송관공사 중 RSBS복층 저소음 포장 복구공사 |
| 22 | 한국토지주택공사 광명시흥사업본부 | 2019.06 | 시흥능곡 주변도로 건설공사(복층저소음아스콘) |
| 23 | 경기도 용인시 처인구청 | 2019.06 | 국도42호선(역북초 일원)도로 저소음포장공사(저소음 아스콘) 구입 |
| 24 | 경기도 용인시 처인구청 | 2019.06 | 국도42호선(역북초 일원)RSBS복층 저소음배수성 포장공사 |
| 25 | 현대건설 | 2019.06 | 하남감일 공공주택지구조성사업 중 포장공사(저소음배수성아스콘(복층)) |
| 26 | 한국토지주택공사 | 2019.06 | 하남감일 공공주택지구 조성사업 중 포장공사/저소음배수성(복층)포장 |
| 27 | ㈜호영 | 2019.08 | 인천 논현 대우푸르지오 사업승인조건공사 중 포장공사 |
| 28 | 한국토지주택공사 | 2019.08 | 특수전사령부 주변도로 건설공사중 RSBS복층 저소음배수성 포장공사 |
| 29 | ㈜우남건설 | 2019.08 | 구로항동6블럭 우남퍼스트빌 신축공사 중 저소음포장공사 |
| 30 | 한국토지주택공사 위례직할사업단 | 2019.09 | 특수전사령부 주변도로 건설공사 복층저소음배수성 아스팔트콘크리트 구매 |
| 31 | 경기도 성남시청 | 2019.09 | 국지도 57호선 우회도로 소음저감시설 설치공사 관급자재(RSBS아스콘) 구입 |
| 32 | 경기도 성남시청 | 2019.10 | 국지도57호선 우회도로(판교원마을) 소음저감시설설치공사 중 저소음포장(RSBS)공사 |
| 33 | 한국토지주택공사 서울지역본부 | 2019.09 | 남양주별내지구 택지개발사업 관리공사 복층저소음아스콘(RSBS) 및 PSMA형 개질아스콘 구매 |
| 34 | 한국토지주택공사 | 2019.10 | 남양주별내택지개발사업 조성공사 관리공사 중 포장공사(저소음포장外) |
| 35 | 한국도로공사 도로개량사업단 | 2019.10 | 중부선 하남분기점 저소음배수성 포장 아스콘 구매 |
| 36 | 한국환경공단 | 2019.10 | 파주LCD 일반산업단지 폐수처리시설 설치사업(4단계)/OPEN 기타(저소음포장) |
| 37 | 디케이알제일차 유한회사 | 2019.11 | 의왕도시계획시설사업 한국농어촌공사 이전부지 주변도로 확장 및 신설공사 중 RSBS 복층 저소음배수성포장공사 |
| 38 | 한국도로공사 도로개량사업단 | 2019.12 | 중부선(산곡~하남) 재포장공사 중 저소음 포장공사 |
| 39 | 드림시티건설 | 2020.01 | 대구 안심시티프라디움 공사 중 도시계획도로 공사(RSBS 복층 저소음배수성포장공사) |
| 40 | ㈜현대건설 | 2020.03 | 김포 향산 도시개발사업 기반시설 |

| 순번 | 발주처 | 계약년월 | 공사명 |
|---|---|---|---|
| 41 | 한국토지주택공사 | 2020.03 | 행정중심복합도시 3-1생활권 갈매로 복층 저소음 포장공사 중 포장공사 |
| 42 | 한국토지주택공사 | 2020.04 | 시흥능곡지구주변도로건설공사 중 복층저소음배수성포장공사 |
| 43 | 경기도시공사 | 2020.04 | 다산신도시 지구외도로(4개소)건설공사 중 복층저소음포장공사 |
| 44 | 서울특별시 도시기반시설본부 | 2020.04 | 밤고개로 확장공사(RSBS복층저소음배수성 포장 구매) |
| 45 | 한국토지주택공사 세종사업본부 | 2020.05 | 행정중심복합도시 3-1生 갈매로 복층 저소음 포장공사_복층저소음포장재 |
| 46 | 한국자산탁 | 2020.05 | 사천스위첸 설치공사 중 RSBs 복층 저소음배수성포장 공사 |
| 47 | 한국토지주택공사 | 2020.06 | 화성병점복합타운 도시개발사업 조성공사 중 복층저소음 포장공사 |
| 48 | 시티웰 | 2020.06 | 화성시 병점지구 공동주택 기반시성공사 중 복층포장공사 |
| 49 | 걸포3지구 도시개발사업조합 | 2020.06 | 걸포3지구 도시개발사업 중 RSBS복층 저소음배수성 포장공사 |
| 50 | 경기도시공사 | 2020.06 | 광교 중앙로 저소음도로포정 공사 중 RSBS 복층 저소음배수성포장 및 비배수성 포장 |
| 51 | 한국토지주택공사 서울지역본부 | 2020.06 | 남양주별내지구 택지개발사업 조성공사 관리공사 복층저소음아스콘 및 개질아스콘 구매 |
| 52 | 경기도시공사 | 2020.06 | 다산신도시 지구외도로(4개소) 지급자재(복층저소음아스콘) |
| 53 | 한국토지주택공사 경기지역본부 | 2020.06 | 화성병점복합타운 도시개발사업 조성공사(토목) - RSBS 복층저소음 배수성 아스콘 |
| 54 | 이준종합건설㈜ | 2020.07 | 서울외곽선 융기구간 보수공사 |
| 55 | 경기주택도시공사 | 2020.08 | 남양주 다산진건지구 20년 지급자재(복층저소음아스콘) |
| 56 | 경기도 경기도건설본부 | 2020.08 | 월롱-광탄(2) 도로확포장공사_저소음아스콘 |
| 57 | 경기주택도시공사 | 2020.08 | 광교 중앙로 저소음도로포정 공사 지급자재(복층저소음아스콘) |
| 58 | 경기도시공사 | 2020.08 | 다산신도시 지구외도로(4개소) 지급자재(복층저소음아스콘 2차) |
| 59 | ㈜이테크건설산업 | 2020.09 | 남양주 백봉지구 공동주택 및 도시계획시설공사 중 RSBS복층 저소음배수성 포장공사 |
| 60 | 경기동서순환도로㈜ | 2020.09 | 봉담-송산간 고속도로 민간투자산업 건설공사 1공구(저소음 포장공사) |

| 순번 | 발주처 | 계약년월 | 공사명 |
|---|---|---|---|
| 61 | 한국지역난방공사 | 2020.09 | 하남감일 주택지구 조성공사 지구 내 저소음포장 복구공사 |
| 62 | 육군수도방위사령부 | 2020.10 | oo부대 숙소 개선공사(20-151) |
| 63 | 경기도시공사 | 2020.10 | 남양주 다산진건지구 부지조성공사 2공구 中 복층 저소음 포장공사 |
| 64 | ㈜미강기업 | 2020.10 | 동남로 열배관공사 복구 RSBS복층저소음배수성포장공사 |
| 65 | 한국토지주택공사 | 2020.10 | 군포송정 공공주택지구 조성공사 관리공사 |
| 66 | ㈜씨티웰 | 2020.10 | 병점지구 도시계획시설(중로1-5호선) 개설공사 중 저소음포장공사 |
| 67 | 서울주택도시공사 | 2020.10 | 서울 고덕강일 공공주택지구 택지조성공사 |
| 68 | 국토교통부 서울지방 국토관리청 의정부국토관리사무소 | 2020.11 | 관급자재 국대도3호선 고읍IC~광사IC구간 소음저감시설 및 포장정비공사 |
| 69 | 경기도청 | 2020.12 | 하남선(상일~검단산)복선전철 4공구 건설공사 |
| 70 | 인천도시공사 | 2020.12 | 인천검단 공공택지 조성공사 |
| 71 | ㈜삼정유앤디 | 2020.12 | 용현, 학익 7블록 도시개발사업의 부지조성공사 |

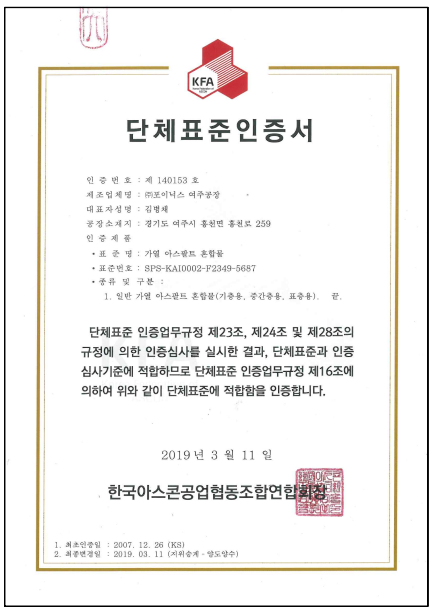
(6) 인증서

■ 단체표준인증서

- 인증번호 : 제140153호
- 인증제품 : 가열 아스팔트 혼합물

■ 경기도 유망중소기업 인증서

- 인증번호 : 제2020-079호



단체표준인증서

인 증 번 호 : 제 140153 호
제조업체명 : ㈜포이닉스 여주공장
대표자성명 : 김병채
공장소재지 : 경기도 여주시 흥천면 흥천로 259
인 증 제 품
• 표 준 명 : 가열 아스팔트 혼합물
• 표준번호 : SPS-KAI0002-F2349-5687
• 종류 및 구분 :
1. 일반 가열 아스팔트 혼합물(기층용, 중간층용, 표층용). 끝.

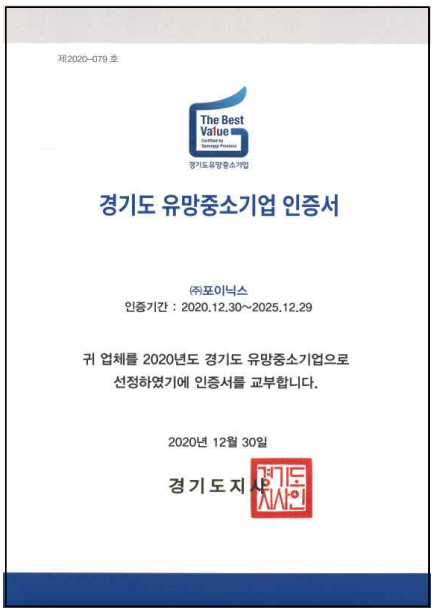
단체표준 인증업무규정 제23조, 제24조 및 제28조의 규정에 의한 인증심사를 실시한 결과, 단체표준과 인증심사기준에 적합하므로 단체표준 인증업무규정 제16조에 의하여 위와 같이 단체표준에 적합함을 인증합니다.

2019 년 3 월 11 일

한국아스콘공업협동조합연합회장

1. 최초인증일 : 2007. 12. 26 (KS)
2. 최종변경일 : 2019. 03. 11 (지위승계 - 명도양수)

그림 82. 단체표준인증서



제2020-079 호

The Best Value

경기도유망중소기업

경기도 유망중소기업 인증서

㈜포이닉스
인증기간 : 2020.12.30~2025.12.29

귀 업체를 2020년도 경기도 유망중소기업으로 선정하였기에 인증서를 교부합니다.

2020년 12월 30일

경기도지사

그림 83. 경기도 유망중소기업 인증서

(7) 신기술인증

■ 신청 신기술 개요

(가) 신기술명

- 방사형 SBS(Radial type SBS; RSBS) 개질제를 이용하여 표층에 상부층과 하부층으로 복층구조를 구현한 저소음 배수성 동시 포장공법)

(나) 신기술 내용

- 방사형 SBS(Radial type Styrene-Butadiene-Styrene)를 주원료로 한 아스팔트 포장용 개질제를 사용하여 포장의 내구성을 높이고, 입형이 작은 아스팔트 혼합물을 상부층에, 입형이 큰 혼합물을 하부층에 동시 포설 다짐하여 소음저감 성능을 획기적으로 높이고, 저압 살수 진동, 진공흡입 청소차를 이용하여 소음저감 성능을 장기간 유지하는 기술

(다) 신기술의 범위

- 표층에 상부층과 하부층의 저소음 포장 복층구조를 구성하여 일반포장에 비해 도로교통 소음을 9dB(A) 저감시키는 저소음 배수성 동시 포장공법으로, 방사형 SBS(RSBS) 개질제를 이용하여 공극률을 22% 이상을 확보하면서 내구성을 향상시킬 수 있는 기술과 저압살수 진동, 진공흡입 청소차를 이용하여 소음저감 성능을 장기간 유지할 수 있는 기술




그림 84. 건설신기술 발표자료(1차 신청, 부분발췌)

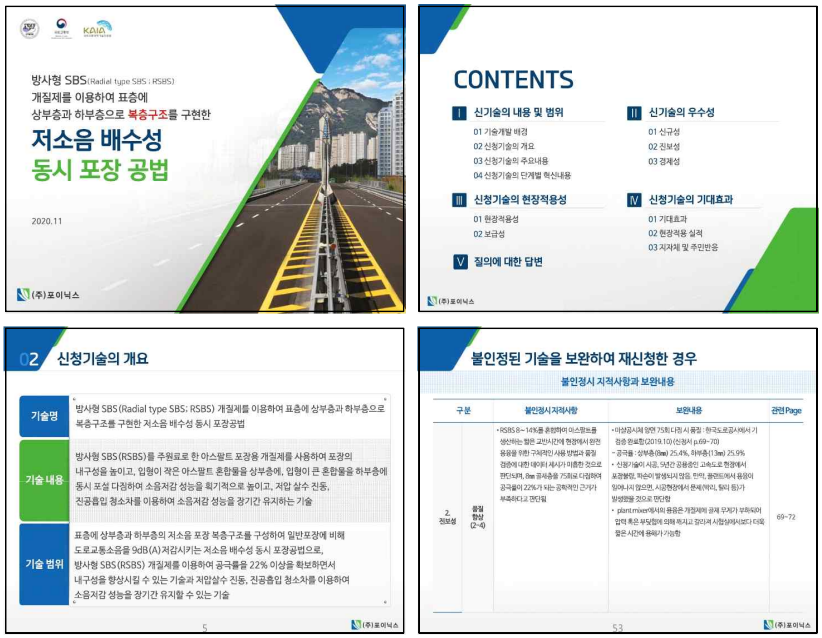


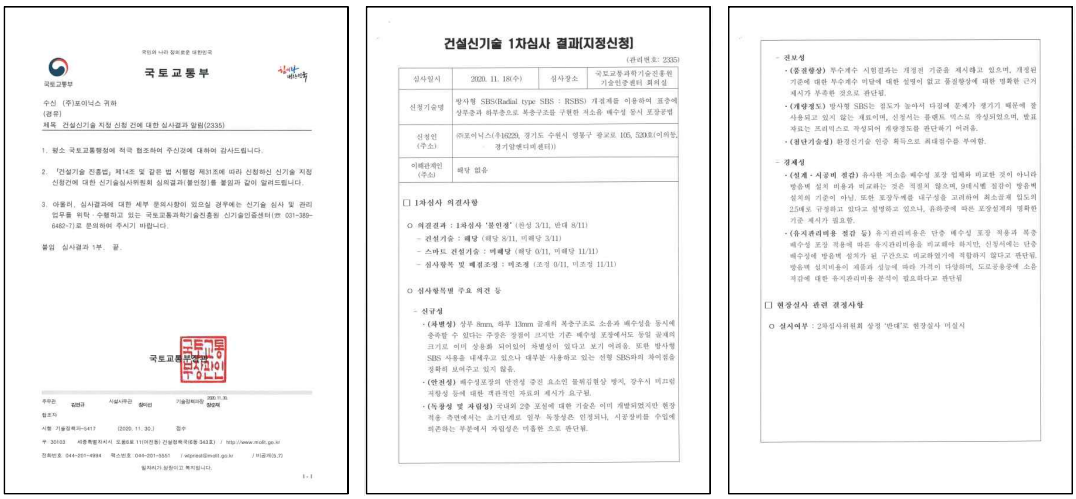

그림 85. 건설신기술 발표자료(2차 신청, 부분발췌)

■ 신청 결과

- 건설신기술 인증을 위해 3차년도 하반기에 신청서를 접수, 4차년도 상반기 발표 및 평가를 진행하였으나 인증등록에 실패하였으며 4차년도 7월에 신청서를 보완하여 신청서를 재접수하고 11월 발표 및 평가를 진행하였으나 건설신기술 인증 등록이 '불인정' 되었음
- 심사 결과, 품질향상 근거 제시, 안전성에 대한 객관적인 자료 제시가 부족하다는 의견이었으나 환경신기술 인증 획득한 기술로 첨단기술성 부분에서는 최대 점수를

획득함

- 당 과제의 연구개발 기간 내에 건설신기술 인증 등록을 하지 못하였지만, 2021년 내에 건설신기술 인증 등록을 위해 기술의 성능에 대한 공인성적서, 소음평가서 등 객관적 자료 준비 및 신청서를 보완 중임



국토교통부

수신 (주)포이닉스 귀하

(경유)

제목 건설신기술 지정 신청 건에 대한 심사결과 알림(2335)

1. 평소 국토교통행정에 적극 협조하여 주신것에 대하여 감사드립니다.

2. 「건설기술 진흥법」 제14조 및 같은 법 시행령 제31조에 따라 신청하신 신기술 지정 신청건에 대한 신기술심사위원회 심의결과(불인정)를 붙임과 같이 알려드립니다.

3. 아울러, 심사결과에 대한 세부 문의사항이 있으실 경우에는 신기술 심사 및 관리 업무를 위탁·수행하고 있는 국토교통과학기술진흥원 신기술인증센터(☎ 031-389-6482~7)로 문의하여 주시기 바랍니다.

붙임 심사결과 1부. 끝.

국토교통부장관

건설신기술 1차심사 결과[지정신청]

(관리번호: 2335)

| 심사일시 | 2020. 11. 18(수) | 심사장소 | 국토교통과학기술진흥원 기술인증센터 회의실 |
|---|---|---|---|
| 신청기술명 | 방사형 SBS(Radial type SBS : RSBS) 개질재를 이용하여 포장에 설치되는 표층과 하부층으로 복층구조를 구현한 저소음 배수성 밀식 포장공법 | | |
| 신청인 (주소) | (주)포이닉스(☎14629, 경기도 수원시 영통구 광교로 105, 530호(이의동, 경기생명과학센터)) | | |
| 이해관계인 (주소) | 해당 없음 | | |

□ 1차심사 의견사항

○ 심의결과 : 1차심사 '보안정' (찬성 3/11, 반대 8/11)

- 건설기술 : 해당 (해당 8/11, 미해당 3/11)
- 스마트 건설기술 : 미해당 (해당 0/11, 미해당 11/11)
- 심사항목 및 배점조정 : 미조정 (조정 0/11, 미조정 11/11)

○ 심사항목별 주요 의견 등

- 신규성
  - **(차별성)** 상부 8mm, 하부 13mm 골재의 복층구조로 소음과 배수성을 동시에 충족할 수 있다는 주장은 정점이 크지만 기존 배수성 포장에서도 동일 골재의 크기로 이미 상용화 되어있어 차별성이 있다고 보기 어려움. 또한 방사형 SBS 사용을 대체주고 있으나 대부분 사용하고 있는 선형 SBS타의 차이점을 정확히 보여주고 있지 않음.
  - **(안전성)** 배수성포장의 안전성 중점 요소인 물튀김현상 방지, 강우시 미끄럼 저항성 등에 대한 객관적인 자료의 제시가 요구됨.
  - **(독창성 및 자립성)** 국내외 2종 포설에 대한 기술은 어디 개발되었지만 현장 적용 측면에서는 초기단계로 일부 독창성은 인정되나, 시공성비를 주입에 의존하는 부분에서 자립성은 미흡한 것으로 판단됨.

□ 전문성

- **(품질향상)** 투수계수 시험결과는 개정전 기준을 제시하고 있으며, 개정된 기준에 대한 투수계수 미달에 대한 설명이 없고 품질향상에 대한 명확한 근거 제시가 부족한 것으로 판단됨.
- **(개량정도)** 방사형 SBS는 필도가 높아서 타입에 문제가 생기기 때문에 잘 사용되고 있지 않는 재료이며, 신청서는 플랜트 믹스로 작업되었으며, 발표 내용은 프레믹스로 작업되어 현황파악이 어려움.
- **(환경기술성)** 환경신기술 인증 획득으로 최대점수를 부여함.

□ 경제성

- **(신계·시공비 절감)** 유사한 저소음 배수성 포장 업체와 비교한 것이 아니라 방음벽 설치 이유과 비교하는 것은 적절치 않으며, known시험 절차이 방음벽 설치의 기준이 아님. 또한 포장두께를 대구성을 고려하여 최소한제 있도록 25mm로 규정하고 있다고 설명하고 있으나, 유하중에 따른 포장설계에 명확한 기준 제시가 필요함.
- **(유지관리비용 절감 등)** 유지관리비용은 단층 배수성 포장 적용과 복층 배수성 포장 적용에 따른 유지관리비용을 비교해야 하지만, 신청서에는 단층 배수성에 방음벽 설치가 된 구간으로 비교하였기에 적합하지 않다고 판단됨. 방음벽 설치비용이 적용과 신청에 따라 가격이 다양하며, 도로공용중에 소음 저감에 대한 유지관리비용 분석이 필요하다고 판단됨

□ 현장심사 관련 결정사항

○ 심사여부 : 2차심사위원회 상정 '만대'로 현장심사 미실시

(8) 홍보

국제소음공학회에 논문을 발표하며 해당분야 관계자들에게 RSBS 복층 저소음배수성 포장의 성능을 홍보하고 매일경제, 건설경제 등을 언론홍보 및 2019년 경기도 교통안전 박람회에 전시부스를 운영하여 저소음포장의 필요성, 보유 포장기술의 우수성 등을 홍보함.

- 전시부스




그림 87. 2019 경기도 교통안전 박람회 전경 및 ㈜포이닉스 전시부스

- 언론홍보

| 순번 | 출처 | 일시 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 1 | 매일경제 | 2017.05.25 | A22 성장기업 2017년 5월 26일 금요일 매일경제<br>**소음 적은 포장도로 전국에 깔린다**<br>포이닉스 '복층 저소음 포장'<br>도시미관 해치는 방음벽 대체<br>LH서 채택…전국에 적용<br>  <br>남양주시 별내지구 3.9㎞ 구간에 포이닉스가 '복층저소음포장' 공법을 적용한 도로 공사 현장.<br>도로포장 강소기업 포이닉스가 개발한 '복층저소음포장 도로'가 전국 주택기로 확대된다. 25일 업계에 따르면 한국토지주택공사(LH)는 최근 친환경 '스마트도시'를 구현하기 위한 복층저소음포장 적용 방안을 내부적으로 수립하고 시행하기로 결정했다. 전국 도심지 주요 간선도로 주변에 설치된 대규모 방음벽이 도시미관을 해치는 것을 예방하고 경제적인 소음 저감 대책을 마련하기 위한 취지다.<br>이에 따라 LH는 올해부터 한국도로공사가 관리하는 고속국도를 제외한 전국 사업지구의 내부도로와 지역 간 고속화도로 등을 대상으로 복층저소음포장 기술을 적용하기로 했다. 복층저소음포장을 통해 방음벽을 설치하지 않거나 기존보다 적은 구간에 설치할 수 있도록 한다는 방침이다.<br>현재 LH는 포이닉스의 기술을 소음 민원이 발생한 지역에서 해결책의 일환으로 세종, 별내, 흥덕 등 3개 지구에 저소음 포장을 시범 적용했다.<br>포이닉스의 복층저소음포장 기술은 이미 2012년 환경부에서 신기술 인증을 받았지만 아직까지 적용된 곳은 많지 않다.<br>이에 따라 환경부에서는 사전 컨설팅 감사를 통해 기술의 신뢰도를 더하고 소음 저감 대책으로 환경영향평가에 적극 활용할 수 있도록 기회의 폭을 넓혔다.<br>기술의 핵심은 '방사형 SBS(Radial type SBS) 개질제'와 '복층포장 기술' 두 가지다. 기존 아스팔트 도로포장에 쓰이는 스티렌·부타디엔·스티렌(SBS) 이 방사형 구조를 띠면서 물성을 개선하는 한편 도로 상층부에는 8㎜ 굵기의 촘촘한 골재, 하층부에는 13㎜의 큰 골재를 성기게 동시 포장하는 기술이다.<br>도로 소음의 90%는 차량 타이어 흡에 들어간 압축공기가 도로와 마찰하는 과정에서 발생하는데 복층저소음포장을 적용하면 소음이 아스팔트 골재 사이의 공극(틈)을 타고 퍼지면서 줄어든다. 일반 포장도로에 비해 포이닉스의 복층저소음 포장 도로는 골재와 골재 사이의 공극률이 22% 이상 벌어져 소음을 9㏈ 이상 줄여준다. 차량 100대가 동시에 주행할 때 나오는 소음을 8분의 1로 낮춰주는 정도의 효과다.<br>김병채 포이닉스 대표는 "복층저소음 포장 기술을 적용하면 일반 도로포장과 14m 높이 방음벽을 함께 설치하는 것에 비해 50% 수준으로 예산을 절감할 수 있다"며 "이미 서울 개포동 주공1단지 재개발 아파트, 영동고속도로 신갈IC 부근 등 40곳이 넘는 주요 현장에 저소음포장을 시공했다"고 말했다.<br>포이닉스는 LH의 저소음포장 확대 방안에 발맞춰 전국 단위로 사후관리와 모니터링을 강화할 계획이다.<br>김 대표는 "자체 특허기술에 더해 배합, 생산, 품질관리부터 시공·유지관리까지 전부 포이닉스에서 원스톱으로 관리하며 5년간 보증제도도 실시하고 있다"며 "저소음포장 선진국인 미국, 일본, 독일, 네덜란드 등지로 수십 차례 찾아가 쌓은 노하우와 전문가 자문 내용을 국내 현장에 확대해 적용하겠다"고 덧붙였다.<br>안갑성 기자 |
| 2 | MK뉴스 | 2018.03.22 | MK 뉴스 인쇄하기 취 소<br>[우리지역 강소기업] 도로포장 전문업체 `포이닉스`<br>복층포장 기술로 도로소음 90% 잡았죠<br>이영욱 기자 입력 : 2018.03.22 17:04:17 수정 : 2018.03.22 19:10:35<br>포이닉스는 저소음 복층 포장 기술을 보유한 도로 포장 전문업체다. 이 기술로 도로를 포장하면 차량 주행 시 발생하는 소음을 일반 도로에 비해 90% 잡을 수 있다. 경기도 수원 본사에서 만난 김병채 대표는 이 기술에 대해 "특허 및 환경부 신기술인증, 기술검증을 획득한 `RSBS 복층 저소음 배수성 포장` 기술"이라고 설명했다.<br>  <br>△김병채 대표가 저소음 포장 기술이 적용된 아스팔트 포장도로 샘플을 소개하고 있다. [사진 제공 = 포이닉스]<br>2003년 설립된 도로 포장 전문기업 포이닉스는 2006년부터 저소음 포장 연구를 시작했으며 2007년 저소음 포장에 이어 2011년 복층 포장 기술을 개발했다. 포이닉스의 핵심 기술은 `방사형 SBS(RSBS) 개질제를 이용한 복층 포장 구조에 의한 도로교통소음 저감 기술`로 환경부 신기술인증도 받았다. 포이닉스는 신기술로 매년 매출이 증가하고 있다.<br>한국토지주택공사(LH)는 지난해 3월 친환경 스마트도시를 구현하기 위해 복층 저소음 포장 적용 방안을 내부적으로 수립하고 시행하기로 결정했다. LH는 한국도로공사가 관리하는 고속도로를 제외한 전국 사업지구 내부도로와 지역 간 고속화도로 등을 대상으로 복층 저소음 포장 기술을 적용할 예정이다. 세종, 별내, 망포 등 세 곳에 시범 적용됐다. |

| 순번 | 출처 | 일시 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 3 | e대한경제 | 2018.07.06 | **국토부, '제27회 도로의 날' 기념식 개최**<br>기사입력 2018-07-06 17:04:25<br><br>국토교통부와 한국도로협회는 6일 서울 강남구 건설회관에서 '제27회 도로의 날' 기념식을 개최했다.<br><br>'도로의 날'은 국가 경제발전과 산업성장의 원동력이 됐던 경부고속도로 개통일(1970년 7월 7일)을 기념하고, 도로교통인들의 자긍심 고취와 도로산업 발전을 위해 지난 1992년 제정됐다.<br><br>'국민과 함께하는 도로! 세계로! 미래로!'를 주제로 열린 이번 기념식에선 정철 SK건설㈜ 전무가 최고의 영예인 은탑산업훈장을 수상했고, 최윤택 ㈜에이치앤디이 대표이사와 이병생 ㈜수성엔지니어링 부사장이 산업포장을 받았다.<br><br>반준성 ㈜대우건설 부장 등 5명과 유병철 한국도로공사 처장 등 6명은 국무총리 표창을 수상했다.<br><br>그간 도로건설 산업 발전에 기여한 공로를 인정받은 ㈜포이닉스, 흰국시설안전공단 등 4개사와 김봉준 현대건설㈜ 부장 등 56명이 국토부장관 표창을 받았다.<br><br>이 중에는 도로건설인은 물론 국민의 생명과 안전을 지키기 위해 도로사고 현장에서 인명구조, 화재진압 등에 최선을 다한 소방·경찰공무원, 도로 이용객과의 최접점에서 통행료 수납업무를 담당하는 종사자 등도 포함됐다. |
| 4 | 브릿지경제 | 2018.09.16 | 상생의 시장경제를 지키는<br>**브릿지경제**<br>**제47회 국제소음 공학 학술대회(주)포이닉스 민간기업 참가 논문 발표**<br>"한국 저소음포장의 소음저감성능 측정방법 비교"해외최초 도로 포장업계 참여<br>이춘만 기자 최종 기사입력 2018-09-16 10:50<br><br>  <br>미국 일리노이주 시카고에서 열린 "국제소음 공학 학술대회"(Internoise 2018)에서 Dr. Ulf Sandberg (VTI, 스웨덴 국립 도로교통연구소 선임연구원, 타이어/노면 소음 레퍼런스북 저자) 우측 (주)포이닉스 김현진차장(영업지원팀)이 논문발표 후 기념촬영을 하고 있다<사진 포이닉스 제공><br><br>제47회 국제소음 공학 학술대회가 역대 최다 논문 발표 및 최다 참가자 기록을 세우며 성황리에 폐막했다. |

| 순번 | 출처 | 일시 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 5 | The Korea Herald | 2018.09.26 | **Poinix's close-proximity method grabs attention**<br>2018-09-26 14:15<br>A senior researcher of local tech company Poinix grabbed attention at the international noise control conference with her study on the close-proximity method, according to the company Wednesday.<br>Kim Hyun-jin, senior researcher at Poinix, presented her research on comparing measurement on noise reduction of quiet pavement at the International Congress and Exposition on Noise Control Engineering that took place from Aug. 26 to 29.<br>  <br>Dr. Ulf Sandberg (left), an author of Tyre/Road Noise Reference Book and senior researcher at Swedish National Road and Transport Research Institute, poses with Kim Hyun-jin, a senior researcher for Poinix at Internoise 2018 in Chicago on Aug. 29. (Poinix) |
| 6 | 뉴스원 | 2019.02.21 | news1 KOREA<br>지방 > 경기<br>**'RSBS 복층 저소음기술', 고속도로 소음 10dB 낮춰**<br>한국소음진동학회, 포이닉스 소음저감 기술 소음저감 효과 확인<br>(경기=뉴스1) 천현권 기자 \| 2019-02-21 15:14 송고<br>도로포장 전문기업인 ㈜포이닉스가 'RSBS복층저소음배수성포장기술'을 통해 고속도로 소음을 10dB(A) 이상 낮췄다는 전문학회의 검증결과가 나왔다.<br>'RSBS복층저소음배수성포장기술'은 도로 상층부에 8㎜ 골재와 하층부에 13㎜ 골재를 사용, 동시 포장하는 기술이다.<br>도로 상층부에 일반도로 포장보다 작은 골재를 사용하기 때문에 높은 공극률로 소음을 잡아준다.<br>(사)한국소음진동공학회 이재웅 중앙대 교수팀은 한국도로공사의 의뢰를 받아 지난해 8월과 10월 각 2주간 서울외곽순환 고속도로 송파나들목 개량공사 구간내 본선 상·하행선 700m에서 포이닉스가 개발한 'RSBS복층저소음배수성포장기술'의 소음저감효과를 측정한 결과, 일반도로보다 10.4dB 저감된 것으로 확인됐다고 21일 밝혔다. |

| 순번 | 출처 | 일시 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 7 | MK뉴스 | 2019.02.24 | MK뉴스 인쇄하기 취 소<br>소음 확 낮춘 도로포장 신기술<br>포이닉스, 복층 기술 개발 성공<br>일반도로 비해 10dB이상 낮춰<br>김병채 대표 "방음벽보다 저렴"<br>양면호 기자 입력 : 2019.02.24 17:15:27 수정 : 2019.02.24 20:47:19<br>"도시 미관을 해치는 방음벽과 방음터널 대신 도로 포장만으로도 소음을 획기적으로 낮출 수 있습니다."<br>간선도로 주변 지역에 주택단지를 개발해 공급하는 경우가 늘면서 도로 소음 피해가 심각한 사회적 문제로 대두하고 있다. 도로 소음으로 인한 수면장애와 심리적 스트레스를 호소하는 민원도 꾸준히 증가하고 있다. 하지만 도로 소음을 막기 위해 가장 많이 사용되는 방음벽은 도시 미관을 해치고 고층에서는 소음 저감 효과가 거의 없다는 문제가 있었다.<br>최근 아파트 5층 높이의 방음벽을 대체할 수 있을 정도로 도로 소음을 획기적으로 낮춘 저소음 도로 포장 공법이 개발돼 주목을 끈다.<br>  <br>한국소음진동공학회는 저소음 도로 포장 전문기업 포이닉스(대표 김병채·사진)의 `RSBS 복층 저소음 배수성 포장` 기술이 도로 교통 소음을 일반 도로보다 평균 10dB 이상 저감하는 것으로 확인했다고 24일 밝혔다. 포이닉스가 개발한 복층 저소음 포장 기술은 상부에 8㎜의 작은 골재, 하부에 13㎜의 큰 골재를 포설해 복층 구조를 만드는 기술이다. 일반 아스팔트 도로 포장에 비해 높은 공극률(내부 입자 사이의 빈 공간 비율)로 소음을 잡아준다. |
| 8 | 머니투데이 | 2019.03.12 | ‘도로포장 기술만 바꿔도 차량소음 대폭 준다’<br>머니투데이 수원=김초성 기자 입력 : 2019.03.12 11:14<br>(주)포이닉스, RSBS 복층 저소음 기술 개발 소음 10db 낮춰…(사)한국소음진동학회 효과 확인<br>  <br>도로 포장 모습(사진=머니투데이 DB)<br>도로포장 기술만 바꿔도 차량 교통소음이 크게 줄어드는 기술이 개발됐다.<br>한국도로공사가 (사)한국소음진동학회에 의뢰 서울외곽순환 고속도로 송파IC와 서하남IC사이(STA.2+584~2+599)지점에 이 기술을 적용 시험·확인했다.<br>(주)포이닉스 (대표이사 김병채)가 개발 보유한 환경부 신기술 인·검증(인증 제367호, 검증 제178호) 도로포장 공법인 'RSBS복층 저소음배수성포장기술'은 상부층 8mm골재와 하부층 13mm골재를 사용 복층구조를 이뤄 동시 포설하는 기술이다.<br>일반 아스팔트 포장에 비해 골재 사이의 높은 빈공간 비율로 소음을 잡아주는 기술이다.<br>한국소음진동공학회 이재응 중앙대 교수팀이 지난해 8월과 10월 각 2주간 시공 전·후 같은 장소에서 RSBS복층저소음배수성포장의 교통소음 저감 효과를 측정 일반도로보다 10.4db 저감된 것으로 확인했다.<br>이는 3dB 저감 효과가 있는 기존 일반저소음포장보다 4배이상 개선된 결과라는 설명이다.<br>이에 따라 이 기술이 각종 도로공사에 적용되면 방음벽 설치 높이가 줄어드는 것은 물론 방음벽 설치 필요성도 줄어들 것으로 전망된다. |

| 순번 | 출처 | 일시 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 9 | 인천일보 | 2019.08.28 | 인천일보<br>HOME > 사회 > 경기<br>용인시 처인구, 민간기업과 도로 일부 구간 예산 없이 포장<br>김종성 \| 승인 2019.08.28<br>  <br>용인시 처인구가 민간업체와 협의해 국도 42호선 일부 구간을 말끔하게 포장한 모습/사진제공=용인시<br>용인시 처인구는 저소음 포장 특허를 보유한 민간기업과 협조해 파손이 심한 관내 중심도로 일부 구간을 예산을 들이지 않고 포장했다고 28일 밝혔다.<br>구는 도로포장 전문업체인 ㈜포이닉스가 특허 공법을 이용한 시험포장을 건의함에 따라 예산을 들이지 않고 도로 일부를 포장, 회사는 신공법의 성 |
| 10 | e대한경제 | 2020.12.08 | 강릉건설 · 포이닉스 등 20개사, 건설혁신 선도 中企로 뽑혀<br>기사입력 2020-12-08 11:00:25<br>보증수수료 추가 10% 인하 · 상호협력평가 가점(최대3점) 등 혜택<br>국토부, 저리자금 대출 및 각종 컨설팅 · 교육 등 전방위 지원<br>[e대한경제=권해석기자] 강릉건설과 석정건설, 포이닉스 등 20개 건설사가 정부로부터 성장잠재력과 기술력을 인정 받아 '건설혁신 선도 중소건설기업'으로 선정됐다.<br>이들 기업은 국내 및 해외 건설시장 진출지원을 비롯, 모든 공사종류 및 보증유형의 수수료 인하와 상호협력평가 가점 등 다양한 혜택을 받는다.<br>국토교통부는 20일 '작지만 강한'기업으로 성장하고 미래 건설산업 발전을 이끌어갈 혁신의 아이콘이 될 건설업계 중소기업 20개사를 발굴해 전방위 지원에 나선다고 8일 밝혔다.<br>국토부는 이를 위해 지난 10월26일부터 4주간 중소건설기업들의 신청을 받았고, '건설혁신선도기업 선정위원회' 평가를 거쳐 최종 대상기업을 선정했다. |

# 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 가. 목표 달성도

| 구분 | 핵심성과 (Level1) | | 단위성과 (최종성능 목표) | | 총괄질적성과 | | | | | | 해당 기관 | 예산 (백만) | 총괄 양적목표 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 질적성과지표 | | 목표치 | 달성치 | 측정 방법 | 검증 방법 | 가중치 | | | 목표치 | 가중치 | 달성치 |
| 주관 | A | RSBS복층 포장공법 성능개선 및 실용화 | A-1 | 기존 RSBS 복층 포장 검증 | ① | 소음저감성능유지 | -7dB(A) (일반포장 대비) | -7dB(A) (일반포장 대비) | ISO 11819-2 | 보고서 | 1 | Poinix | 2,391.6 | 특허 출원 6건<br>등록 4건<br>시험포장 6건<br>SW 2건<br>매출액 20,000백만원<br>표준채택 1건<br>신기술신청 1건<br>신기술인증 1건 | 5<br>5<br>10<br>5<br>20<br>15<br>20<br>20 | 특허 출원 7건<br>등록 4건<br>시험포장 7건<br>SW 2건<br>매출액 28,884백만원<br>표준채택 1건<br>신기술신청 1건<br>신기술인증 0건 |
| | | | | | ② | PG | 82-22 | 82-22 | KS F 2389 | 보고서 | 2 | | | | | |
| | | | | | ③ | 현장투수시험 | 400㎖/8초 이내 | 6초 | KS F 2394 | 보고서 | 1 | | | | | |
| | | | | | ④ | 기존포장구간모니터링 | 포장상태 양호 | 양호 | 보고서 | 전문가 검증 | 2 | | | | | |
| | | | A-2 | RSBS 복층 포장 성능 개선 | ⑤ | 소음저감성능유지 | -9dB(A) (일반포장 대비) | -9dB(A) (일반포장 대비) | ISO 11819-2 | 보고서 | 1 | | | | | |
| | | | | | ⑥ | PG | 82-34 | 82-34 | KS F 2389 | 보고서 | 2 | | | | | |
| | | | A-3 | RSBS 복층 포장 사업화 | ⑦ | 마케팅 전략 수립 | 1건 | 1건 | 보고서 | 전문가 검증 | 2 | | | | | |
| | | | | | ⑧ | 신규포장 BM 수립 | 1건 | 1건 | 보고서 | 전문가 검증 | 2 | | | | | |
| 공동 | B | RSBS복층 포장공법 성능검증 및 실용화 | B-1 | RSBS 복층 포장 성능 검증 | ① | 칸타브로 손실율 20℃ | 15% 이하 | 7 | KS F 2492 | 보고서 | 1 | KICT | 754.4 | | | |
| | | | | | ② | 칸타브로 손실율 -20℃ | 20% 이하 | 20 | | | | | | | | |
| | | | | | ③ | PG | 82-34 | 82-34 | KS F 2389 | 보고서 | 2 | | | | | |
| | | | | | ④ | 신도 | 70이상 | 71 | KS M 2254 | 보고서 | 1 | | | | | |
| | | | B-2 | RSBS 복층 포장 시방서 개발 | ⑤ | 배합설계기준 정립 | 1건 | 1건 | 보고서 | 전문가 검증 | 3 | | | | | |
| | | | | | ⑥ | 품질기준 정립 | | | | | | | | | | |
| 계 | | | | | | | | | | | 20 | | 3,146.0 | | 100 | |

■ 목표 미달성 원인 및 차후대책

- 양적성과목표 중 신기술인증은 연구개발 기간 동안 2차례에 걸쳐 신기술인증 등록 신청 및 발표 평가를 진행하였으나, 건설신기술 인증 등록이 ‘불인정’ 되었음.

- 기술성 부분에서는 최대 점수를 획득하였으나, 품질향상 근거 및 안전성에 대한 객관적인 자료 제시가 부족하다는 심사 결과를 수신함

- 따라서, RSBS 복층 저소음배수성 포장은 성능이 우수한 기술임을 확인하는 결과였다고 사료되며, 기술의 성능에 대한 공인성적서, 소음평가서 등 객관적 자료를 준비하고 신청서를 보완하여 2021년 내에 건설신기술 인증 등록을 하고자 함

## 나. 관련 분야 기여도

(1) 기술적 측면

■ ‘복층포설장비 및 공법’으로 기층과 표층을 동시 포설 및 다짐하는 경우, 포장의 내구성 증대 및 공기 단축 실현, 예산 절감 가능

(2) 사회·경제적 측면

■ 고가의 소음저감구조물을 완화하고 5년 성능보장을 실시함으로써 시공비 및 유지보수 비용 절감 등 국가예산 절감 가능

■ 겨울철 블랙아이스 사고 및 여름철 빗길 교통사고 감소 및 예방 가능 → 국민의 생명보호

(3) 정책적 측면

■ 소음저감 9dB(A)이 가능하여, ‘제1차 국가도로 종합계획(국토교통부)’의 미래도로 정책방향 중 하나인 소음없는 ‘생활친화형 도로’ 구현 가능

■ 우수한 배수성능으로 ‘국토교통부, 배수성(저소음)포장 활성화’ 구현 가능

# 4. 연구개발성과의 활용 계획 등

## 가. 연구개발성과의 사업화 반영

- 연구개발 과정에서 도출한 마케팅전략, Business Model을 영업에 적극 활용
- 고가의 소음저감구조물을 완화하고 5년 성능보장을 실시함으로써 시공비 및 유지보수 비용 절감 등 국가예산 절감 가능
- 유지관리 지침을 토대로 유지관리 수행하여 공용수명을 연장하고, 소음저감성능 9dB(A)을 장기간 유지가능하도록 함
- 겨울철 블랙아이스 사고 및 여름철 빗길 교통사고 예방에 활용
- 환경영향평가에 7dB(A) 소음저감대책으로 반영되어, 방음벽을 낮추고 소음저감 구조물이 없는 ‘생활친화형 도로‘ 구현
- 국토교통부 ‘배수성 아스팔트 콘크리트 포장 생산 및 시공 지침, 2020.08’에 8mm 골재 입도 반영되어 확대 적용 가능
- 시험포장을 통해 확인한 복층포장 구조를 표층과 기층의 동시 포장에 적용하여 내구성을 증대하고 공기단축 실현

## 나. 연구개발성과의 사업화 반영

- 연구개발 진행 중에 확인된 수요처를 특성별(가격선호/품질선호/관계선호)로 구분하여 맞춤 영업
- EIASS 활용하여 환경영향평가가 진행되고 있는 프로젝트 확인하여 성과물의 우수성 및 경제성을 설명하여 환경영향평가에 소음저감대책으로 반영
- 국토교통부 ‘배수성(저소음) 포장 활성화’ 추진에 따라 각 국토관리사무소 방문 성과 설명 및 차별화된 내용 홍보
- LH공사 ‘방음벽 없는 제 3기 신도시 스마트 시티‘ 사업에 연구개발성과 적극 홍보하여 국가적 프로젝트에 적극 참여
- 한국도로공사 제2경부 고속도로 신설 등의 신설. 확.포장 사업에 연구개발성과 반영되도록 적극홍보
- 연도별 판매계획 설정

표 47. 연도별 판매계획

| 구분 | 단기 | | | 장기 | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | |
| 매출액 (억원) | 161 | 209 | 272 | 400 | 600 | 1,000 | |

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.