제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘유지보수비용 30% 절감을 위한 방수 및 아스팔트 표면 강화제용 5,000 ㎡/day 효율의 자동화 시공장비 개발’(연구개발 기간 : 2016. 4. 27 ~ 2018. 1. 26) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2018. 1. .

주관연구기관명 : ㈜일원테크 (대표자) 이 두 성 (인)

공동연구기관명 : 경기대학교 산학협력단 (대표자) 김 동 원 (인)

위탁연구기관명 : 동부엔지니어링㈜ (대표자) 노 재 화 (인)

주관연구기관책임자: 이 두 성

공동연구기관책임자: 김 낙 석

위탁연구기관책임자: 송 헌 영

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>16TBIP - C111627 - 01</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2017. 2. 27 ~ 2018. 1. 26</td><td>단계구분</td><td>(2차년도)/ (2차년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국토교통기술사업화 지원사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">유지보수비용 30% 절감을 위한 방수 및 아스팔트 표면 강화제용 5,000 ㎡/day 효율의 자동화 시공장비 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">이 두 성</td><td>해당단계 참여 연구원 수</td><td>총: 15 명
내부: 14 명
외부: 1명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부: 211,000천원
기업: 141,000천원
정부 외: 천원
계: 352,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여 연구원 수</td><td>총: 32 명
내부: 31 명
외부: 1 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부: 441,000천원
기업: 295,000천원
정부 외: 천원
계: 736,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">㈜일원테크</td><td colspan="2">참여기업명
경기대학교, 동부엔지니어링㈜</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: 동부엔지니어링㈜</td><td colspan="2">연구책임자: 송 헌 영</td></tr>
<tr><td colspan="4">- 표면 강화제 자동화 시공장비 개발 및 사업화
(건설신기술 신청 1건)
· 표면강화 시공장비 효율 개선
· 표면강화 시공장비 개발 (특허 출원 3건, 등록 2건)
· 경제성 분석
- 시공장비 최적화 및 성능검증
· 자동화 시공장비 효율성 검증(학술지 게재 1건)
· 시공 품질 검토(학술지 게재 1건)</td><td colspan="2">보고서 면수
111 p</td></tr>
</table>

연구의 목적 및 내용	**○ 연구개발 최종목표** - 자동화 시공 장비 개발 - 자동화 시공장비를 적용한 표면강화 공법 최적화 - 현장 적용성 개선을 위한 시공 기술 확보 - 특허등록 및 건설신기술 신청 **○ 자동화 시공 장비 개발** - 현장 적용을 위해서는 현재의 인력 시공 방식으로는 한계가 있음으로 자동화 장비를 이용하여 1일 작업 가능 면적 5,000㎡이상 확보 - 경제성 및 효율성 확보 가능 **○ 자동화 시공장비를 적용한 표면강화 공법의 최적화** - 1일 작업 가능 면적 5,000㎡이상 확보를 위해서는 자동화 시공장비의 효율성 검토 및 개선의 작업이 필요 - 표면 강화제의 최적 살포량 결정, 통행가능 시간 평가, 시공 품질 및 균질성 평가 등 자동화 시공장비의 현장 적용성 및 장비 효율성 검증 수행 **○ 현장 적용성 개선을 위한 시공 기술 확보** - 교통개발시간 단축 및 기온조건에 따른 시공한계를 극복하고자 급속양생 시스템의 설계 및 제작 - 포장 표면 균열, 변형 등 표면결함 평가 추적조사 수행을 통해 표면 강화제 적용구간 품질 검증 **○ 특허 등록 및 건설신기술 신청** - 표면강화제 적용 자동화 시공 장비의 특허등록 및 신기술 출원을 통해 자동화 시공 장비 개발 및 표면 강화제 적용 시공법의 선두주자로 사업화를 추진
연구개발성과	**○ 연구개발 최종성과** - 표면 강화제 자동화 시공장비 개발 및 사업화(건설신기술 신청 1건) · 표면강화 시공장비 효율 개선, 일 시공면적 5,000㎡ 이상 · 표면강화 시공장비 개발 (특허 출원 3건, 등록 2건) · 경제성 분석 - 시공장비 최적화 및 성능검증 · 자동화 시공장비 효율성 검증(학술지 게재 1건) · 시공 품질 검토(학술지 게재 1건)
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 노화된 아스팔트 바인더의 화학 구조를 원상태로 회복시키는 표면 강화제로 이를 개발하기 위해서는 아스팔트 바인더의 노화 메커니즘의 이해가 필요하며, 이와 같은 기술은 향후 아스팔트 포장의 내구성 향상을 위한 다양한 기초 자료로 활용 될 수 있음 ○ 기존의 도로 유지보수 공법과 유사해보이나 도로 재료 공학과 화학 공학이 융합된 고도의 기술로서 향후 도로 포장 분야의 기술 수준을 한 차원 높일 수 있는 연구 자료로 활용 가능 함 기존 아스팔트 포장 대비 90% 이상의 CO2 절감효과를 가져오며 폐아스콘의 발생이 없고 재포장을 위한 아스팔트 혼합물 생산과 시공에 필요한 자원 및 연료의 소비가 없기 때문에 최근 대두되고 있는 친환경 정책에 부합하는 공법임 ○ 기존의 유지보수 공법과 비교하였을 때 시공 방법이 간편하며 시공시간이 짧고 시공 후 차량 통행 재개 시간이 빨라 관련민원과 교통 지체를 해소할 수 있으며, 포장 표면의 마모를 억제하여 미끄럼 저항을 유지함으로써 교통사고 발생률을 감소시켜 안전한 도로 환경을 제공할 수 있음 ○ 유지보수 비용에 있어 포장의 생애주기비용을 30% 이상 절감 ○ 기존의 포장을 회생시켜 보수 및 재시공에 따른 비용절감 효과 ○ 증가하고 있는 도로보수 예산 절감 가능 / 국가경제에 기여 ○ 제품의 성능과 품질향상 및 국내 시장 활성화 기대 ○ 구축된 도로망 유지보수에 관심을 갖는 국외 시장 진출 교두보 마련

핵심어 (5개 이내)	아스팔트	표면강화	노화저감	포장	공용수명

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	○ Goals of the research and development project - Development of automatic application equipment - Optimization of surface-reinforcing techniques using the automatic application equipment - Securing of application techniques for improved onsite applicability - Application for registration of patents and recognition as a new construction technology ○ Development of automatic application equipment - As the current man-based methods have limitation on their field work, it requires utilizing an automatic equipment in order to enable application of more than 5,000㎡ a day. - Possible to achieve economy and efficiency. ○ Optimization of the surface-reinforcing technique using automatic application equipment - In order to cover more than 5,000m^2 a day, it is required to review on the efficiency of the automatic equipment and come up with a solution to ways of doing work. - To check for the onsite applicability of the automatic equipment and conduct a verification on the equipment's efficiency in such areas as decision on an optimal application rate of a surface hardener, evaluation of the time requirement for permission of traffic, and evaluation of construction quality and uniformity ○ Securing of application techniques for improved field applicability - Design and development of a rapid curing system to overcome application constraints such as the need for shortened time to permit traffic and climate or weather conditions - Verification of the section where a surface hardener is applied through evaluation and follow-up study of surface defects ○ Registration of patents and application for the designation of a new construction technology - Development of an automatic equipment for application of surface hardeners by taking out patents and applying for designation of the automatic equipment as a new technology, which will enable the company to successfully introduce them commercially and thus take the lead in the market.
Results	○ Expected results of the research and development project - Development and commercialization of an automatic surface hardener application equipment (applied for recognition as a new construction technology) - The surface hardener application equipment will have been improved to do work on more than 5,000m2 a day. - Development of the surface hardener application equipment (2 patent applications and 2 patent registration planned) - Conduct of a feasibility study - Optimization of the construction equipment and verification of its performance - Verification of the efficiency of the automatic construction equipment (1 article published in a journal) - Review of work quality (1 article in a journal)

Expected Contribution	○ The study refers to development of a surface hardener engineered to restore the chemical structure of the binders of aged asphalt pavements. In order to develop such surface hardener, it is necessary to understand the aging mechanism of asphalt binders, whose technology can be utilized as diverse basic material for the study on the improvement of the durability of asphalt pavements in the future. ○ This method may seem similar to currently available road maintenance techniques; however, it will be an advanced technology that combines road construction material engineering and chemical engineering. This technology will be utilized as research material in raising the technological level of road payment by one notch. It features a more than 90% reduction in CO^2 compared with currently available asphalt pavement methods, production of no waste ascon, and no need for consumption of additional resources and fuels for production and application of asphalt for re-pavement, whose characteristics will meet the description of the environment-friendly policies which have emerged as a major interest. ○ Reduces by 30% the expenses that are expected to be incurred for repair and maintenance in the life cycle of a pavement. ○ Achieves a reduction in the costs of R&M and re-construction with a view to restoring existing pavements. ○ Makes it possible to reduce the ever-increasing budgets for repair of roads, contributing to the country's economy. ○ Improves the performance and quality of products and makes the local market more active. ○ Seeks opportunities to expand into oversea markets that are interested in the repair and maintenance of their established road networks.				
Keywords	Asphalt	Surface reinforcement	Anti-aging	Pavement	`Service Life

〈 Contents 〉

1. Overview ····· 1

2. Domestic and international technology developments ····· 5

3. Research contents and results ····· 10

4. Goal achievement and contributions related field ····· 89

5. Future Plan of R & D results ····· 94

6. International scientific and technical information collected in the research process ····· 101

7. Research and development achievements of security level ····· 104

8. Research facility registered with the National Science and Technology Information System, Equipment Status ····· 105

9. R & D projects implemented safety measures are performed in accordance with the results of the lab, such as ····· 106

10. Main result ····· 107

11. Etc ····· 108

12. Reference ····· 109

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1

2. 국내외 기술 개발 현황 ····· 5

3. 연구 수행 내용 및 성과 ····· 10

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 89

5. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 94

6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 101

7. 연구개발성과의 보안등급 ····· 104

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황 ····· 105

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 106

10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 107

11. 기타 사항 ····· 108

12. 참고 문헌 ····· 109

〈 표 차례 〉

<표 1> 유사 연구 검색 결과 5
<표 2> 중복도 검토 결과 ····· 6
<표 3> 타 연구 과제별 사업화 과제 차별화 방안 ····· 7
<표 4> 유사 특허 목록 ····· 8
<표 5> 유사 특허 검토 결과 ····· 9
<표 6> 기타 유사 특허 목록 ····· 9
<표 7> 최종 성과 목표 및 성과지표 ····· 10
<표 8> 세부추진계획 및 방법 ····· 11
<표 9> 연차별 추진내용 ····· 11
<표 10> 특허 등록 및 출원 ····· 12
<표 11> 시공절차 비교표 ····· 14
<표 12> 시공절차 비교표 설명자료 ····· 15
<표 13> 시공절차 세부항목 ····· 16
<표 14> 신청기술 일위대가 ····· 17
<표 15> 기존기술 일위대가 ····· 18
<표 16> 건설기계 승인 ····· 19
<표 17> 제품제작 세부항목 ····· 20
<표 18> 탱크모듈 시스템 ····· 22
<표 19> 교반모듈 시스템 ····· 22
<표 20> 유제가열설비 시스템 ····· 23
<표 21> 유제분사노즐 시스템 ····· 23
<표 22> 소형분사장치 시스템 ····· 24
<표 23> 시공장비 개선-제품 제작 세부항목 ····· 25
<표 24> 컨트롤 판넬 모듈 ····· 27
<표 25> 스퀴즈 모듈 ····· 27
<표 26> 골재살포 모듈 ····· 28
<표 27> 급속양생 모듈 ····· 28
<표 28> 이동식 소형분사기 ····· 29
<표 29> 시험시공-1차 ····· 30
<표 30> 시험시공-2차 ····· 31
<표 31> 시험시공-3차 ····· 32
<표 32> 시험시공 추적조사 ····· 33
<표 33> 아스팔트 교반 및 살포 관련 특허 ····· 35
<표 34> 기존 공법 비교-1 ····· 39
<표 35> 기존 공법 비교-2 ····· 40
<표 36> 시방서 추가항목 검토사항 ····· 41
<표 37> 국내 탄소배출량 산정기술 비교 분석 결과 ····· 42
<표 38> 도로시설물의 Life Cycle 단계별 평가 범위 및 평가대상 설정 기준 ····· 42
<표 39> 도로시설물 탄소배출량 산정 방법 ····· 43
<표 40> 포장 유지보수 사례분석 검토 ····· 43
<표 41> 온실가스 항목 관리를 위한 온실가스 배출원 ····· 44
<표 42> 공종별 온실가스 배출량 산정에 고려된 자재 ····· 44
<표 43> 포장 유지보수 탄소배출량 산정기법의 적용 가능 검토 ····· 44
<표 44> 수집 데이터 ····· 45

<표 45> 유지관리단계 공종별 탄소배출 원단위 구축 결과(포장공 예시) ····· 47
<표 46> 국내 LCC 분석 시 사용자료 ····· 48
<표 47> 미국 각 주의 보수 시기 및 보수 공법의 정의 ····· 49
<표 48> 아스팔트 관련 협회에서 제공하는 보수 시기 및 보수 공법의 정의 ····· 49
<표 49> 사례대상 LCC 구성항목 및 세부내용 ····· 50
<표 50> 미국 각주에서 예상하는 콘크리트 수명 ····· 50
<표 51> 소비자 물가상승율 및 은행 시중금리(1996~2015), 한국은행 경제통계시스템 51
<표 52> 경제성 분석 근거 ····· 52
<표 53> 원가분석 비교기술 ····· 53
<표 54> 원가계산 결과 ····· 53
<표 55> 원가계산 내역 ····· 54
<표 56> 일위대가 조사분석 결과 ····· 54
<표 57> 일위대가 세부내역 ····· 55
<표 58> 공사원가 ····· 56
<표 59> 수명주기비용 비교 ····· 56
<표 60> 개발기술 공사비 일위대가 ····· 57
<표 61> 비교기술-A 공사비 일위대가 ····· 57
<표 62> 비교기술-B 공사비 일위대가 ····· 58
<표 63> 공종별 경제성 분석 결과 ····· 58
<표 64> 경제성 분석 결과 ····· 59
<표 65> 논문 게재 ····· 66
<표 66> 부착성능 시험결과 ····· 68
<표 67> 내구성 시험결과 ····· 70
<표 68> UV 저항성 평가 결과 ····· 70
<표 69> 미끄럼 저항성 시험 결과 ····· 71
<표 70> 침투깊이 시험 결과 ····· 72
<표 71> 내투수성 및 내화학성 시험 결과 ····· 72
<표 72> 터프니스 시험 결과 ····· 74
<표 73> 평균조직깊이와 살포량 ····· 77
<표 74> 지촉건조시험 결과 ····· 79
<표 75> 살포량 결정 ····· 86
<표 76> 분사균질율 시험 결과 ····· 87
<표 77> 도로 형태별 교통 혼잡 비용 ····· 91
<표 78> 2008년 고속국도에서 비 반복적 발생 원인별 총지체량 (대-시) ····· 92
<표 79> 도로정비 기본 계획에 따른 도로연장 상황 ····· 95
<표 80> 2008~2013년 기간 동안의 도로부분 투자 현황 ····· 96
<표 81> 도로 보수비용 ····· 96
<표 82> 연도별 도로유지보수 집행실적 ····· 99
<표 83> 국내 포장 유지보수 실적 ····· 99
<표 84> 마케팅 전략 ····· 100
<표 85> 연도별 판매 계획 ····· 100
<표 86> 인도네시아 연간 폐기물 구성 ····· 101
<표 87> 인도네시아 교통 인프라 시장 전망 ····· 102
<표 88> 인도네시아 도로 관련 인프라 공기업 ····· 102

〈 그림 차례 〉

<그림 1> 시공 공정 개선 방안 ····· 2
<그림 2> 표면 강화제 시공장비 개발(안) ····· 2
<그림 3> 미끄럼 저항 시험 장비 ····· 3
<그림 4> 건설신기술 접수 ····· 13
<그림 5> 시제품 개요도 ····· 21
<그림 6> 시제품 개요도 ····· 26
<그림 7> 시공 장비 개발(안) ····· 34
<그림 8> 연료 저장 ····· 35
<그림 9> 연료 이동 ····· 35
<그림 10> 연료 분사 ····· 35
<그림 11> 연료 살포 및 포설 ····· 35
<그림 12> 이동용 아스팔트 교반장치 ····· 36
<그림 13> 아스팔트 살포장치 ····· 36
<그림 14> 교반날개 : 유제 침전 방지 ····· 36
<그림 15> 유제 저장 모듈 ····· 36
<그림 16> 아스팔트 살포차 외관도 ····· 37
<그림 17> 정면도 ····· 37
<그림 18> 측면도 ····· 37
<그림 19> 저면도 ····· 37
<그림 20> 배면도 ····· 37
<그림 21> 개발된 시공장비 ····· 37
<그림 22> RE-ASCON 개요도 ····· 38
<그림 23> 리아스콘 시공순서 ····· 40
<그림 24> 단계별 상세순서도 ····· 41
<그림 25> 원가계산 결과 그래프 ····· 53
<그림 26> 일위대가 조사분석 결과 그래프 ····· 55
<그림 27> 공사원가 비교 그래프 ····· 56
<그림 28> 경제성 분석을 위한 시공조건 ····· 57
<그림 29> 경제성 분석결과 그래프 ····· 59
<그림 30> 부착성능 시험 ····· 68
<그림 31> 내구성 시험 ····· 69
<그림 32> BPT 시험기 ····· 70
<그림 33> 표면 강화제 침투깊이 ····· 71
<그림 34> 터프니스 시험결과 및 편차 ····· 74
<그림 35> 표면강화공법 인력시공 ····· 75
<그림 36> 자동화 시공장비 모식도 ····· 75
<그림 37> Sand Patch Method ····· 76
<그림 38> 표면 강화제 살포 ····· 77
<그림 39> 평균조직깊이에 따른 살포량 산정 그래프 ····· 77
<그림 40> 지촉건조시험 ····· 78
<그림 41> 지촉건조시험 ····· 78
<그림 42> 온도에 따른 양생시간 ····· 79
<그림 43> 히팅 건을 이용한 양생 ····· 79
<그림 44> 균열율에 따른 SPI ····· 81

<그림 45> 균열 폭에 따른 표면강화제 침투깊이(상단: 10,000 cP, 하단: 2,600 cP) ····· 82
<그림 46> 시험시공 현장 위치도 ····· 83
<그림 47> 표면 온도 측정 ····· 84
<그림 48> 지촉건조실험(좌: 시공 후, 우: 양생 후) ····· 84
<그림 49> 지촉건조 시험 결과 ····· 85
<그림 50> 샌드패치법 ····· 85
<그림 51> 살포량 측정 ····· 86
<그림 52> 연도별 교통 혼잡 비용 그래프 ····· 91
<그림 53> 도로 형태별 교통 혼잡 비용 그래프 ····· 91
<그림 54> 중국의 도로 현황 ····· 97
<그림 55> 중국 국가고속도로망 계획 ····· 97
<그림 56> PET 섬유보강 아스팔트 포장 공법 ····· 101

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

가. 표면강화제 시공장비 개발 및 사업화

- 일 시공면적 5,000㎡ 이상

· 현재 인력시공으로 일 약700㎡을 시공하고 있으나 장비 도입으로 7배 이상 빠른 5,000㎡를 시공하는 것을 목표로 함

- 자동화 시공장비 시제품 제작

· 표면 강화제 자동화 장비의 각 모듈은 경험적/공학적 근거에 의해 설계 및 제작됨으로 이에 대한 특허 출원으로 지식재산권 확보

- 공사비 30% 절감

· LCC분석을 통해 일반 재포장 대비 유지보수비용 30% 절감을 목표로 함

나. 표면 강화제 시공장비 효율성 검토

- 통행가능시간 30분 이내(20℃)

· 현재 20℃에서 90분에 통행이 가능하나 급속양생장치를 통해 교통개발 가능시간 65% 이상 단축하는 것을 목표로 함

- 표면코팅제 품질 균질성 2배 향상

· 현재 표면강화제의 살포량 편차는 ±10% 수준이며 최적 살포량결정, 분사시스템 및 자동 면처리 공법을 통해 살포량 편차를 ±5% 이내로 시공하는 것을 목표로 함

2. 연구개발의 필요성

가. 표면 강화 유제 적용을 위한 시공 장비 및 기술 개발 필요성

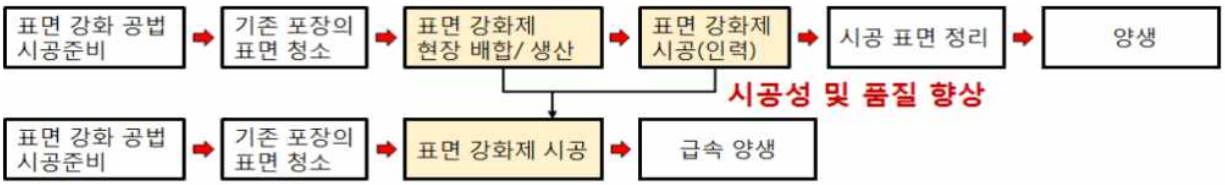
(1) 시공 효율 향상 및 시공 품질 향상을 위한 자동화 시공 기술 필요

- 본 기술의 공법은 현재 인력시공을 통하여 현장 시험 시공을 수행하고 있음

- 신속한 시공 및 균질한 품질확보를 위한 자동화 장비 필요

- 시공 자동화를 통하여 시공 효율 및 품질 향상이 필요

- 시공 공정 개선 방안 : 6단계 → 4단계



<그림 1> 시공 공정 개선 방안

- 시공 공정 개선 효과 및 목적 (1일 시공량 5000 ㎡기준)

· 인력시공을 위한 투입 인력 축소 : 약 18명 → 약 5명 (360% 개선)

· 작업시간향상: 약 6시간 → 약 2시간 (300% 개선)

· 시공 품질 개선 : 인력 시공 대비 자동화 시공을 통한 시공 품질 향상

· 교통 통제 시간 감소 : 인력 시공 대비 교통 통제시간 30% 축소

(2) 현장 적용을 위한 표면 강화제 시공 장비 개발 개요

- 표면 강화제는 아스팔트 유제와 기타 첨가물, 비중이 높은 돌로마이트 및 석화석 분말이 포함되어 있어 운송·시공과정에서 재료분리를 막기 위해 탱크 자체의 가열시스템과 교반장치가 필요하며, 일 시공능력 5,000 ㎡ 이상을 확보하기 위한 충분한 재료 운반용 탱크 필요

- 시공 균질성을 확보하기 위해 높은 점도를 지닌 표면 강화제를 효과적으로 배출할 수 있는 특수 노즐 모듈 개발 필요. 또한 살포가 어려운 연석부 및 중앙분리대, 차량 진입이 어려운 협소한 지역, 불규칙한 경계부 등의 시공을 위해 수동 살포가 가능한 소형 분사장치 개발 필요. 시공 품질 확보를 위해 차량 주행속도에 따른 살포량 계량·조절이 가능한 전자식 컨트롤 시스템 개발과 고점도의 유제의 균질한 면작업을 할 수 있는 유압식 스퀴즈 모듈 필요

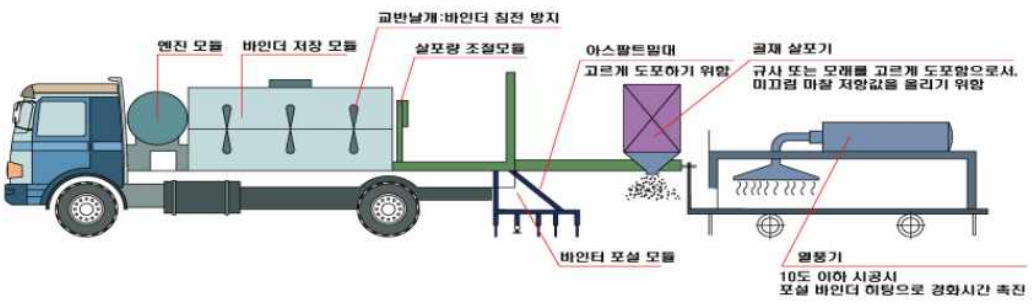
- 미끄럼 저항을 확보하기 위해 적용하는 규사를 최적의 양으로 균일하게 분사하기 위한 골재 분사 모듈의 필요

- 상온 20℃에서 30분 이내 교통개방을 위한 급속양생 장치 개발, 표면강화제의 양생에 필요한 열량에 따라 열풍기 용량 및 가열 시스템 설계 및 제작하여 최적화 구현

(3) 현장 적용을 위한 표면 강화제 시공 장비 개발(안)

- 혼합물 살포기를 통한 표면 강화제 살포

- 동절기 시공을 위한 바인더 적정 온도 유지 장치(필요시)



<그림 2> 표면 강화제 시공장비 개발(안)

나. 표면 강화 유제 적용 자동화 시공 장비 최적화

(1) 자동화 시공 장비 효율성 검증

- 분사 균질률 시험 : 자동화 시공장비의 시공 품질을 향상코자 표면 강화 유제의 분사 균질률 시험을 수행. 시험 결과를 통해 표면 강화 유제 분사 노즐 각도 및 분사압 등을 개선하여 표면 강화 유제 적용 최적의 자동화 시공장비를 개발하고자 함.

- 지촉건조시험 : 통행가능시간 확인을 위해 표면 강화 유제의 양생 유·무를 확인하고자 KS M 5000(도료 및 관련 원료의 시험방법) 시험방법 2511 “도료의 건조 시간 시험방법(바니시, 래커, 에나멜 및 수성 도료)”을 수행. 시험방법은 슬래브 위에 표면 강화 유제를 살포한 후 경과에 따라 손가락 끝을 도막에 가볍게 대었을 때 묻어나는 정도로 평가하며, 접착성은 있으나 도료가 손끝에 묻어나지 않으면 지촉 건조가 된 것으로 함

(나) 시험시공 및 추적조사를 통한 현장 적용성 검증 : 개발 자동화 시공장비를 이용한 시험시공을 통해 최적 표면 강화유제 살포량 결정, 통행가능시간 평가, 시공 품질 및 균질성 평가 등 현장 적용성 검증을 수행하고자 함. 또한, 시험시공 구간 모니터링을 통해 표면 강화유제의 공용성 능평가 수행.

(다) 시험시공 2회 이상 실시하여 장비 개선사항을 도출하고, 특히 장비 유지관리 측면에서 사용 후 장비 이상 유무 확인 및 정비/관리 지침 마련

다. 현장 시공 구간에 대한 추적 조사를 통한 공용성 평가

(1) 미끄럼 저항 시험

- 시험시공 구간의 포장의 미끄럼 마찰계수를 측정하기 위해 BPT(British Pendulum Tester)를 사용할 계획이며, 최소 마찰계수 기준표의 BPN은 BPT(BritishPendulum Tester)장비의 시험 결과값을 나타냄

- BPT는 여러 마찰력 측정 장비 중 가장 사용이 간단하고 비용이 적게 드는 장비로서, 장비의 구조 및 사용 방법은 KS F 2375(노면의 미끄럼 저항성 시험 방법)에 제시되어 있음



<그림 3> 미끄럼 저항 시험 장비

3. 연구개발 범위

○ 표면 강화 유제 적용을 위한 자동화 시공 장비 및 기술 개발

- 시공 효율 향상 및 품질 향상을 위한 자동화 장비 개발

: 기존 인력시공의 한계를 극복하기 위해 자동화 시공장비를 통해 기존 6단계의 공정을 4단계로

줄여 공기단축과 일정한 시공 품질을 확보하고자 함

: 표면 강화제는 아스팔트 유제와 기타 첨가물, 비중이 높은 돌로마이트 및 석회석 분말이 포함되어 있어 운송·시공과정에서 재료분리를 막기 위해 탱크 자체의 가열시스템, 교반장치와 일 시공능력 5,000 ㎡ 이상을 확보하기 위한 충분한 재료 운반용 탱크 제작 필요

: 시공 균질성을 확보하기 위해 높은 점도를 지닌 표면 강화제를 효과적으로 배출할 수 있는 특수 노즐 모듈의 개발 필요. 또한 살포가 어려운 연석부 및 중앙분리대, 차량 진입이 어려운 협소한 지역, 불규칙한 경계부 등의 시공을 위해 수동 살포가 가능한 소형 분사장치 개발 필요

: 시공 품질 확보를 위해 자동화 차량 주행속도에 따른 살포량 계량·조절이 가능한 전자식 컨트롤 시스템 개발과 고점도의 표면강화 유제의 균질한 면 작업을 할 수 있는 유압식 스퀴즈 모듈 개발

: 시공 후 포장표면 미끄럼 저항을 확보하기 위해 적용하는 규사를 최적의 양으로 균일하게 분사하기 위한 골재 분사 모듈 제작

: 교통개방시간 단축 및 기온조건에 따른 시공한계를 극복하고자 급속양생 시스템의 설계 및 제작

- 표면 강화유제 적용 자동화 시공 장비의 효율성 검토 및 최적화

: 시공 시 상온 20℃에서 30분 이내 교통개방을 위한 급속양생 장치 개발, 표면강화제의 양생에 필요한 열량을 산출하여 급속양생 시스템의 열량 산정 및 시스템 개발과 효과 검증

: 시험시공 후 모니터링을 통해 표면 강화유제의 최적 살포량 결정, 통행가능시간 평가, 시공 품질 및 균질성 평가 등 자동화 시공장비의 현장 적용성 및 장비 효율성 검증 수행

: 표면 강화유제 적용구간의 품질 검증을 위해 포장 표면의 균열, 변형 등 표면결함 평가 추적조사 수행. 각각의 포장 구간은 비디오 촬영을 통해 이미지 파일화하여 결함에 대해 상·중·하로 분류하여 평가 수행

- LCC분석을 통한 적정 예방보수시기 산정

- 지식재산권 확보를 위한 요소기술 개발

: 표면강화제 적용 자동화 시공장비의 특허등록 및 신기술 출원을 통해 자동화 시공장비 개발 및 표면 강화제 적용 시공법의 선두주자로 사업화를 추진하고자 함

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 관련 분야의 국내·외 연구동향

가. 국가연구개발사업 유사연구 검토

○ 국토교통과학기술진흥원 및 국가과학기술지식정보지식서비스 홈페이지 검색을 통해 유사연구를 검토하였으며, 유사 연구 검색 결과는 다음과 같음

(단위 : 억원)

부처명	사업명	과제명	예산	비 고
건설교통부	산학연 공동연구	교통소음저감 환경 친화적인 콘크리트의 개발 연구	2.80	2001 -2003
건설교통부	건설핵심기술 연구개발사업	노후 콘크리트 포장의 원위치 파쇄 기층화 공법	3.91	2003 -2004
중소기업청	중소기업 기수혁신개발	폴리에스터를 이용한 노후 콘크리트 포장의 덧씌우기 재료 개발	1.10	2004 - 2005
건설교통부	건설핵심기술 연구개발사업	노후 콘크리트 포장의 아스팔트 overlay를 위한 고탄성 응력흡수 중간층 아스팔트 재료 및 공법 개발 연구	1.52	2004 -2005
건설교통부	건설핵심기술 연구개발사업	구조적 성능을 고려한 시멘트 콘크리트 포장의 기능 개선 시공화 연구	8.00	2006 - 2009
교육과학 기술부	일반 연구자지원	콘크리트 도로포장 공용성 향상을 위한 신종균열발생 메커니즘 분석	1.76	2010 - 2013
국토교통부	기술사업화	노후도로 표면 보수 사업화	6.00	2012 - 2014
한국산업기술평가관리원	산학연협력 기술개발사업	공용수명 200% 연장을 위한 노후 아스팔트 표면코팅제 개발	1.07	2014 - 2015

<표 1> 유사 연구 검색 결과

○ 중복도 검토 결과는 다음과 같음

1. 교통소음저감 환경 친화적인 콘크리트의 개발 연구	
내 용	- 교통소음 저감시킬 수 있는 환경 친화적인 콘크리트 개발 - 배기가스를 저감시킬 수 있는 환경 친화적인 콘크리트개발 - 저소음 콘크리트 포장의 설계 및 공용성 평가
검 토	- 교통 소음과 배기가스를 저감시킬 수 있는 신규 콘크리트 포장 설계 및 시공 방법에 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 방안 및 재료 개발을 연구목적으로 하고 있어 연구 중복도가 없음
2. 노후 콘크리트 포장의 원위치 파쇄 기층화 공법	
내 용	- 반사균열 억제를 위한 파쇄골재 규격 및 깊이 산정 지침 개발 - 파쇄골재 형상/규격 및 깊이 조정을 위한 파쇄 방법 개발 - 파쇄시 발생할 수 있는 소음/진동 측정 및 억제방안 도출
검 토	- 노후 콘크리트 포장의 기층화를 위한 파쇄 방안, 깊이 및 규격에 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 - 등이 연구목적으로 기층화 방안은 중복도가 없음

3. 폴리에스터를 이용한 노후 콘크리트 포장의 덧씌우기 재료 개발	
내 용	- 적정 점도의 폴리에스터 레진과 골재의 혼합 재료 개발 - 폴리에스터를 이용한 노후 콘크리트 포장 덧씌우기 공법 개발
검 토	- 신규 시멘트 콘크리트 포장의 기능 개선을 위한 균열 유도, 적정 줄눈 간격 및 분리막 사용 기준에 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 폴리에스터 덧씌우기 공법을 개선하여 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제를 보완하는 재료 및 저감 방안 및 재료 개발이 연구목적으로 중복도가 크지 않음 - 표면 강화제 바인더 개선시 연구 참고 자료로의 활용도가 있음
4. 노후 콘크리트 포장의 아스팔트 overlay를 위한 고탄성 응력흡수 중간층 아스팔트 재료 및 공법 개발 연구	
내 용	- 노후 콘크리트 포장의 구조적 성능 측정 기법 개발 - 고탄성 중간층을 도입한 덧씌우기 공법의 현장 적용성 평가 - 신재료 및 덧씌우기 공법의 설계 기준 제시, 현장 시험 시공 및 시방서 작성
검 토	- 고탄성 중간층을 도입한 덧씌우기 공법 개발 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제를 보완하는 재료 및 저감 방안 및 재료 개발이 연구목적으로 연구 내용이 일부 중복되지만, 응력 완화층 혼합물의 국산화 및 응력집중 완화 장치는 중복도가 크지 않으며, 연구 참고 자료로의 활용도가 있음
5. 구조적 성능을 고려한 시멘트 콘크리트 포장의 기능 개선 시공화 연구	
내 용	- 선균열 유도 장치 및 공법 개발 - 수명 연장 및 최적 공용성 확보를 위한 적정 줄눈 간격 제시 - 분리막 사용 기준 제시
검 토	- 신규 시멘트 콘크리트 포장의 기능 개선을 위한 균열 유도, 적정 줄눈 간격 및 분리막 사용 기준에 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제를 보완하는 저감 방안 및 재료 개발을 연구목적으로 하고 있어 연구 중복도가 없음
6. 콘크리트 도로포장 공용성 향상을 위한 신종균열발생 메커니즘 분석	
내 용	- 수치해석을 통하여 콘크리트 재료 특성, 환경 및 차륜하중, 다웰바 시공상태 등에 대한 응력 분포 파악 - 시간 이력에 따른 신종 균열의 진정 상태 추적 조사
검 토	- 시멘트 콘크리트 포장의 공용성을 향상시키기 위한 수치해석 및 추적 조사를 통한 균열 발생 메커니즘 분석 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 아스팔트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제를 보완하는 재료 및 저감 방안 및 재료 개발을 연구목적으로 하고 있어 연구 중복도가 없음
7. 노후도로 표면 보수 사업화	
내 용	- 2액형 우레탄 개질 아스팔트 바인더 개발 - 아스팔트 포장 균열, 포트홀 및 표면 보수 재료 개발 - 아스팔트 포장 표면 보수 시공 장비 개발
검 토	- 2액형 우레탄 개질 아스팔트 바인더를 통한 균열과 절삭 후 유지보수 혼합물 및 공법 개발 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 2액형 우레탄 개질 아스팔트 재료 개발을 연구목적으로 하고 있어 연구 중복도가 없음
8. 공용수명 200% 연장을 위한 노후 아스팔트 표면코팅제 개발	
내 용	- 아스팔트 포장 표면에 살포하는 표면 코팅 유제 개발 연구
검 토	- 아스팔트 포장면의 보수 보강에 관한 연구 - 방수 성능과 포장의 내화학성을 확보하여 염화물, 오일 등과 같은 화학물질에 의한 열화를 방지하기 위한 기술임 - 본 사업화 제안 기술은 유제에 대한 개발이 아닌 자동화 장비에 대한 개발이 주목적으로 일부 중복될 수도 있음

<표 2> 중복도 검토 결과

나. 사업화과제의 차별화 방안

주요내용	타 과제명	중복성 및 차별화 방안			
표면 강화 유제를 이용한 아스팔트 포장 유지보수 공법 개발	• 교통소음저감 환경 친화적인 콘크리트의 개발 연구	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 신규 콘크리트 포장 설계 및 시공 방법에 관한 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 방안 및 재료 개발 연구 목적이므로 본 과제와는 차이점이 존재			
	• 노후 콘크리트 포장의 원위치 파쇄 기층화 공법	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 노후 콘크리트 포장의 기층화를 위한 파쇄 방안 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 방안 및 재료 개발 연구 목적이므로 본 과제와는 차이점이 존재			
	• 폴리에스터를 이용한 노후 콘크리트 포장의 덧씌우기 재료 개발	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 폴리에스터를 이용한 레진과 골재의 혼합 재료 개발 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 폴리에스터 덧씌우기 공법을 보강하여 콘크리트 이음부의 보강 방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제를 보완하는 저감 방안 및 재료 개발에 참고자료로 활용가능			
	• 노후 콘크리트 포장의 아스팔트 overlay를 위한 고탄성 응력흡수 중간층 아스팔트 재료 및 공법 개발 연구	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 아스팔트 덧씌우기를 위한 고탄성 중간층을 도입한 공법 개발 - 본 제안 기술의 응력집중 완화 장치 및 응력 완화층 혼합물의 국산화는 중복도가 크지 않으나, 콘크리트 이음부의 보강방법, 반사균열 저감 등 덧씌우기 후 발생할 수 있는 문제가 일부 중복되므로 참고자료로 활용가능			
	•구조적 성능을 고려한 시멘트 콘크리트 포장의 기능 개선 시공화 연구	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 신규 시멘트 콘크리트 포장의 균열 유도, 줄눈 간격 분리막 사용에 관한 연구 - 본 제안 기술의 아스팔트 표면 강화에 대한 연구는 포함되어 있지 않음			
	• 콘크리트 도로포장 공용성 향상을 위한 신종균열발생 메커니즘 분석	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 균열 발생 메커니즘 분석을 수치해석 추적 조사 연구 - 본 제안 기술은 아스팔트 표면을 강화하는 공법으로 신설 및 기존 포장의 공용성을 위한 연구는 포함되어 있지 않음			
	• 노후도로 표면 보수 사업화	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 2액형 우레탄 개질 아스팔트 바인더 개발 - 본 제안 기술의 아스팔트 표면을 강화하는 덧씌우기 유지보수 공법으로 중복도가 없음			
	• 공용수명 200% 연장을 위한 노후 아스팔트 표면코팅제 개발	중복없음	연계가능	고도화	중복됨
		- 아스팔트 포장면의 보수 보강에 관한 연구 - 본 제안 기술에서 적용할 표면 강화 유제와 동일하나 개발하고자 하는 분야가 서로 상이함. 본 제안 기술에서는 자동화 장비 개발이 주목적임			

<표 3> 타 연구 과제별 사업화 과제 차별화 방안

2. 국내외 관련 기술 특허 및 선행 기술 조사

가. 제안 과제 특허 정보

- ○ 발명의 명칭 : 아스팔트 포장면의 방수 및 표면 강화제와, 이의 제조방법과, 방수 및 표면 강화제를 이용한 아스팔트 포장면의 보수보강 방법
- ○ 등록번호 : 10-1045877
- ○ 등 록 일 : 2011. 06. 27
- ○ 기술개요 : 비트민(Bitumen), 모노마, 분말 휠라, UV 차단제, 가소재(Plasticizer), 침투 증진제, 표면 건조제, 경화제 및 안정제로 이루어지는 것을 특징으로 하는 아스팔트 포장면의 방수 및 표면 강화제

나. 조사 기준

- ○ 본 특허발명은 “아스팔트 포장면의 방수 및 표면 강화제의 제조방법과, 방수 및 표면 강화제를 이용한 아스팔트 포장면의 보수보강 방법”에 관한 것으로, 『비투멘』, 『보수』, 『모노머』 등을 키워드로 선정하고, 아스팔트 표면의 보강방법을 위한 강화제를 주요기술로 설정한 후, 검색된 관련특허를 조사하여, 본 특허발명과 동일 또는 유사한 구성요소, 구조 및 조성에 관한 자료의 존재 유무를 검토함
- ○ 한국(V), 미국(V), 일본(V), EP(V), PCT(V)
- ○ 검색 키워드(key-work) : 비투멘(bitumen), 보수, 복구, 균열, 회복(recover, crack), 모노머(monomer), 건조(dry), 가소제(plasticizer)

다. 주요 검토 대상 기술 조사 결과

(1) 주요 유사 특허 목록

구분	문헌번호	출원인	명칭
1	한국등록특허 0850875	한본인더스트리 주식회사	겔상태의 고무아스팔트 도막방수재 조성물 및 그의제조방법
2	한국등록특허 1019550	오재갑	저온용융 개질 아스팔트 도막 방수재 및 그 제조방법
3	한국공개특허 2008-0064228	정성진	수용성 우레탄계 바인더를 사용한 탄성력 강화재 조성물
4	한국등록특허 0432048	삼덕특수아스콘 주식회사	아스팔트 도로 포장용 개질 역청 혼합물

<표 4> 유사 특허 목록

(2) 주요 유사 특허 내용 검토 결과

구분	검토결과
1	- 한국등록특허 「제0850875호」는 아스팔트 도막방수제 조성물에 관한 것으로, 블로운아스팔트와 합성고무 화합물, 가소제, 가교제, 광물질 안정제를 포함하고 있어 본 특허발명과 유사하나, 상기 조성물에 모노머, 분말필러, UV차단제, 침투증진제가 포함되지 않아 본 특허발명과 차이가 있다.
2	- 한국등록특허 「제1019550호」는 저온용융 개질 아스팔트 도막 방수재에 관한 것으로, 상기 방수재 조성물로 UV차단제, 분말형태의 필러를 포함하고 있어 본 특허발명과 유사하나, 상기 성분 외 본 특허발명에서 제시한 표면 강화제 성분을 포함하지 않아 본 특허 발명과 차이가 있다.
3	- 한국공개특허 「제2008-0064228호」는 도로 등의 시설물의 시공재료인 탄력성 강화재 조성물에 관한 것으로, 상기 조성물에 건조 촉진을 위한 건조제 및 가소제를 포함하고 있어 본 특허 발명과 유사하나, 상기 성분 외 본 특허 발명에서 제시한 표면 강화제 성분을 포함하지 않아 본 특허 발명과 차이가 있다.
4	- 한국등록특허 「제0432048호」는 아스팔트 도로 포장용 역청 혼합물에 관한 것으로, 상기 조성물에 아스팔트 안정제인 아미드계 혼합물을 포함하고 있어 본 특허발명의 안정제와 유사하나, 상기 성분 외 본 특허 발명에서 제시한 표면 강화제 성분을 포함하지 않아 본 특허 발명과 차이가 있다.

<표 5> 유사 특허 검토 결과

라. 기타 유사 특허 조사 결과

(1) 기타 유사 특허 검토 결과

- ○ 국내 특허의 경우, 포장도로 보수공법으로 덧씌우기 공법, 현장 재생 공법이나 칩씰 공법을 이용한 포장 파손 후 유지보수 공법이 대부분이나, 회생유제를 사용한 예방적 유지보수 공법은 없음
- ○ 국외의 경우, 도로 표면의 균열 등 파손의 보수공법으로 포장 파손 부위에 균열 채움재를 넣는 기술들이 대부분으로 기존 노화 아스팔트 포장 자체의 회생하는 기술은 없음
- ○ 본 연구는 아스팔트 포장 표면에 일액형의 Micro-Bitumen Polymer 유제를 살포하여 노화 아스팔트 포장의 화학적 변화를 통해 초기 상태로 회생시켜 포장 수명을 증가시키는 기술임

(2) 기타 유사 특허 목록

특 허 명	출원날짜	특허번호 (출원번호)	출원인	국적
노상가열 아스팔트 도로표층 재생포장방법	1995-12-27	10-1995-0059701	주식회사 중원개발	국내
양쪽성 이온 유화 (아스팔트) 바인더 및 고분자 개질바인더 제조법과 이들 바인더를 도로포장에 적용하는 기술	2000-05-19	10-2000-0027139	(주)드림테크	국내
도로면의 아스팔트를 마이크로웨이브로 가열하여보수하거나 덧쓰우기하는 방법	2001-06-15	10-2001-0034067	김성준	국내
줄눈 아스팔트 덧씌우기에 의한 콘크리트 포장도로 보수공법	2008-12-08	10-2008-0124061	한국건설기술연구원, 한양대학교 산학협력단	국내
포장도로의 표면 처리 및 미끄럼 방지를 위한 노면개선제	2009-06-08	10-2009-0050588	주식회사 태웅산업	국내
폐아스콘 100%를 도로포장에 재사용하기 위한 온도조정 개질 재생아스콘의 조성물과 그 제조방법	2009-09-07	10-2009-0083749	허정도	국내
경교통량용 바인더 충전식 칩씰 포장도로 및 이를 이용한 도로 포장공법	2012-07-03	10-2012-0072457	이수미,조신행,김현태	국내
Method For Bonding Prepared Substrates For Roadways Using A Low-Tracking Asphalt Emulsion Coating	2011-03-17	13050649	BLACKLIDGE EMULSIONS, INC.	미국
APPLICATION OF HIGH TOUGHNESS, LOW VISCOSITY NANO-MOLECULAR RESIN FOR REINFORCING POTHOLE PATCHING MATERIALS IN ASPHALT AND CONCRETE BASE PAVEMENT	2011-04-28	13096750	The Regents of the University of California	미국
MANHOLE, ROADWAY AND WALKWAY REPAIR	2011-06-10	13702644	Herman D. Phillips Polylast Systems, LLC Peter Laurence	미국
Method and material for repairing of cracks in pavement and other surfaces	2011-06-16	13162495	Sherstyuk Mykola Sherstyuk Tymofiy	미국

<표 6> 기타 유사 특허 목록

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

1. 연구개발 목표

가. 최종성과 목표 및 성과지표

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						해당 기관	예산 (백만원)	양적 성과목표
						질적 성과지표	목표치	측정방법	검증방법	가중치			
총괄	A	표면 강화제 자동화 시공장비 개발 및 사업화	A-1	표면강화 시공장비 효율 개선	①	일 시공면적	5,000 ㎡이상	전문가검증	제품시연 보고서	4	(주)일원테크	270	특허 : 출원 2건 등록 1건 신기술 : 신청 1건
			A-2	표면강화 시공장비 개발	①	시제품 제작	2건	특허	등록	4		271	
			A-3	경제성 분석	①	LCC분석	일반 아스팔트 포장 대비 30 % 향상	전문가 검증	LCC분석 보고서	4		60	
	B	시공장비 최적화 및 성능검증	B-1	자동화 시공장비 효율성 검증	①	통행가능 시간	30분 이내(20℃)	KS M 5000	전문가 현장검증 결과보고서	4	경기대학교	135	논문 : 2건
			B-2	시공 품질 검토	①	분사 균질률	± 5 % 이내	ASTM D 2995	전문가 현장검증 결과보고서	4			
계										20		736	특허 : 출원 2건 등록 1건 신기술 : 신청 1건 논문 : 2건

<표 7> 최종 성과 목표 및 성과지표

2. 연구계획

가. 세부추진계획 및 방법

주요 연구내용	세부추진내용	해당기관
선행기술 분석 및 회피전략 마련	• 문헌조사 및 업계동향 파악 • 선행특허/신기술 조사 및 회피전략 마련	일원테크
시공 장비 개발 및 현장 적용 연구	• 일정량 살포를 위한 노즐 및 장비 구성 검토 • 교통개방시간 단축을 위한 양생필요 에너지의 산정과 이에 따른 가열양생장치 설계 및 제작 • 표면강화제 점도 및 특성에 따른 특수노즐 제작 및 시공품질 확보를 위한 노즐 분사각도 및 설치높이 최적화 • 자동화 시공장비의 각 모듈별 설계 및 시제품 제작	일원테크
시험 시공(1차, 2차)	• 시험시공 실시 및 자동화 장비 효율성 검토 • 자동화 장비 적용 개선사항 검토	일원테크 경기대학교
시공장비 최적화 및 성능검증	• 온도에 따른 표면 강화제 양생속도 평가 • 시험시공을 통한 자동화 시공 장비 분사 균질율 평가	경기대학교
모니터링 분석 및 시공장비 개선	• 시험 시공 결과를 반영한 장비 개선	일원테크
현장 적용 결과 분석	• 시공품질 확보를 위한 장비 문제점 해결 및 최적화 수행 • 시험 시공과 추적 조사 결과를 토대로 시공 기준 마련 및 시방서 작성 • 경제적, 사회적, 환경적 효과 분석 수행	일원테크 동부 엔지니어링
LCC 분석	• 표준화 설계도서 및 공사 시방서 작성 • 탄소배출량 검토 및 LCC 분석 보고서 작성 • 원가계산 및 LCC분석 보고서 작성 • LCC분석을 활용한 유지보수 최적(안) 도출	동부 엔지니어링

<표 8> 세부추진계획 및 방법

나. 연차별 추진내용

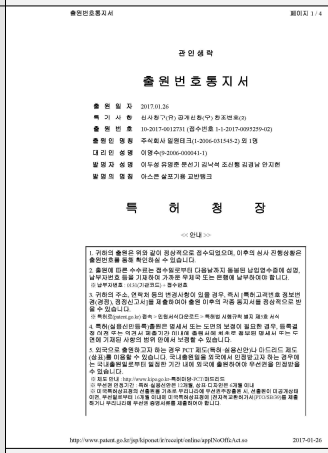
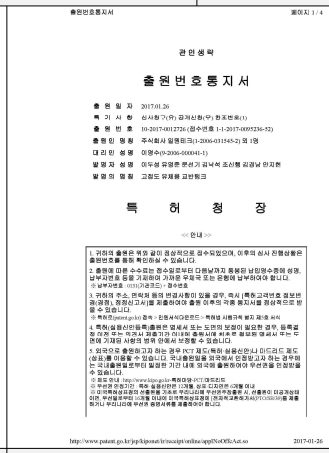
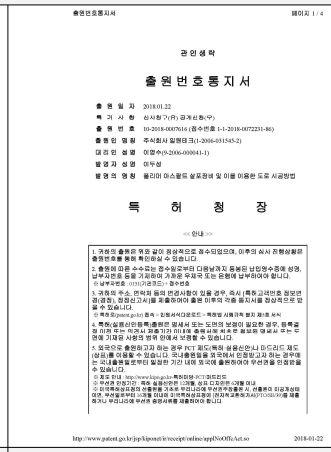
연차	연구목표	주요연구내용
1차년도	선행기술 분석 및 회피전략 마련	•문헌조사 및 업계동향 파악 •선행특허/신기술 조사 및 회피전략 마련
	시공 장비 개발 및 현장 적용 연구	•적정 살포량 결정 및 노즐, 장비 구성 검토 •일정 도막 두께 확보를 위한 자동화 장비 노즐 분사각도/높이 분석 •자동화 시공을 위한 시공 장비 시제품 개발
	1차 시험 시공	•시험 시공 실시 및 자동화 장비 효율성 분석
	LCC 분석	•표준화 설계도서 및 공사 시방서 작성 •탄소배출량 검토 및 LCC 분석 보고서 작성
2차년도	모니터링 분석 및 시공장비 개선	•시험 시공 결과를 반영한 장비 개선
	2차 시험 시공	•시험시공 실시 및 자동화 장비 효율성 분석
	현장 적용 결과 분석	•시공품질 및 작업효율성 검토를 통한 최적 자동화 장비 개발 •시험 시공과 추적 조사 결과를 토대로 시공 기준 마련 및 시방서 작성 •경제적, 사회적, 환경적 효과 분석 수행
	LCC 분석	•원가계산 및 LCC분석 보고서 작성 •LCC분석을 활용한 유지보수 최적(안) 도출

<표 9> 연차별 추진내용

3. 연구수행내용

가. 표면강화제 자동화 시공장비 개발 및 사업화

(1) 특허등록 및 출원 / 등록2건, 출원 3건

<table>
<tr><td rowspan="2">등록</td><td> 
특허증
CERTIFICATE OF PATENT
특허 제 10-1761299 호
Patent Number
출원번호 제 10-2017-0012731 호
Application Number
출원일 2017년 01월 26일
Application Date
등록일 2017년 07월 19일
Registration Date
발명의 명칭 아스콘 살포기용 교반탱크
Title of the Invention
특허권자 등록사람반에 기재
Patentee
발명자 등록사람반에 기재
Inventor
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2017년 07월 19일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
특허청
Korean Intellectual Property Office</td><td> 
특허증
CERTIFICATE OF PATENT
특허 제 10-1783939 호
Patent Number
출원번호 제 10-2017-0012726 호
Application Number
출원일 2017년 01월 26일
Application Date
등록일 2017년 09월 26일
Registration Date
발명의 명칭 고점도 유체용 교반탱크
Title of the Invention
특허권자 등록사람반에 기재
Patentee
발명자 등록사람반에 기재
Inventor
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2017년 09월 26일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
특허청
Korean Intellectual Property Office</td></tr>
<tr><td>아스콘 살포기용 교반탱크
(제10-1761299호)</td><td>고점도 유체용 교반탱크
(제10-1783939호)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">출원</td><td> 
출원번호통지서
관인생략
출원번호통지서
출원일자 2017.01.26
특허청장 (9-2006-000041-1)
발명의 명칭 아스콘 살포기용 교반탱크
특 허 청 장
http://www.patent.go.kr/jsp/kiponet/ir/ecoipt/online/applNoOffiAct.so 2017-01-26</td><td> 
출원번호통지서
관인생략
출원번호통지서
출원일자 2017.01.26
특허청장 (9-2006-000041-1)
발명의 명칭 고점도 유체용 교반탱크
특 허 청 장
http://www.patent.go.kr/jsp/kiponet/ir/ecoipt/online/applNoOffiAct.so 2017-01-26</td><td> 
출원번호통지서
관인생략
출원번호통지서
출원일자 2018.01.22
특허청장 (9-2006-000041-1)
발명의 명칭 폴리머 아스팔트 살포장비 및 이를 이용한 도로 시공방법
특 허 청 장
http://www.patent.go.kr/jsp/kiponet/ir/ecoipt/online/applNoOffiAct.so 2018-01-22</td></tr>
<tr><td>아스콘 살포기용
교반탱크
(제10-1761299호)</td><td>고점도 유체용 교반탱크
(제10-1783939호)</td><td>폴리머 아스팔트
살포장비 및 이를
이용한 도로 시공방법
(10-2018-0007616)</td></tr>
</table>

<표 10> 특허 등록 및 출원

(2) 건설신기술 접수

- 자동시공 장비를 이용한 아스팔트 표면 예방적 유지보수 공법



<그림 4> 건설신기술 접수

(가) 신청 신기술 개요

① 신기술명

자동시공 장비를 이용한 아스팔트 표면 예방적 유지 보수 공법

② 신기술 개요

본 신청기술은 항온 정량배합 아스팔트 자동살포기를 활용하여 일액형의 미세 아스팔트 폴리머를 도포하는 아스팔트 열화 예방 유지보수 기술로써 기존 덧씌우기 포장공법으로 인한 분진 및 폐아스콘 발생이 없고, 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있는 기술이다. 포트홀 발생을 최소화 할 수 있으며, 장기적으로 아스팔트 도로 공용수명을 연장하여 유지보수 비용을 줄일 수 있는 공법이다.

③ 신기술의 범위

* 신청서 상 귀사의 **신기술 고유범위**를 기술하여 주시기 바랍니다.

아스팔트 표면 강화제용 자동화 시공장비를 이용하여 일액형의 미세 아스팔트 폴리머를 기존 아스팔트 표층에 도포하는 아스팔트 예방적 유지 보수•보호하는 공법

(나) 신기술 시공절차

"신기술 시공절차"는 신기술의 특성이 나타날 수 있도록 구체화된 신기술의 고유영역을 독립적인 시공프로세스로 제시하여 주시기 바랍니다.

- **비교대상 기술이 2개 이상인 경우 각각 별도로 작성하여 주시기 바랍니다.**

① 시공절차 비교표

기존기술 시공절차	신기술 시공절차	**표준품셈*** 관련 부문 장-절-항	신기술 고유영역 (해당시 ○ 표시)
①안전시설물 설치	①교통통제 및 안전처리	2017 건설품셈토목 10-1-1	
②폐기물처리	②차선보양	건설노임 - 1002 견적	
③아스팔트 절삭	③표면처리 (자동화시공)	건설노임 - 1002, 1019, 1049 제조원가계산서, 견적서	○
④텍코팅 살포			
⑤피니셔 포설			
⑥마케더 다짐			
⑦타이어롤러 다짐			
⑧탠덤롤러 다짐			
⑨양생	④정리(현장정리)	건설노임 - 1002	

<표 11> 시공절차 비교표

비교대상 기존기술 설명	* 비교대상 기술의 적정성 설명
기존기술 명 : 아스팔트 절삭(5mm) 후 덧씌우기 기존기술 특성 및 신기술 대체 적정성 – 아스팔트/콘크리트 표면이 노후화 되기 전 노화 진행을 억제하는 표면강화제를 도포하여 공용기간을 연장 – 아스팔트 포장의 내구성 향상 – 신청기술 사용으로 인해 친환경 정책에 부합	

*** 비교대상 기술은 아래 유형의 내용을 포함하고 있어야 함**

** 신기술이 대체할 수 있는 기술특성 보유

** 유사한 기능을 제공하고 있는 특허기술 또는 기존 신기술

*** 표준품셈** : www.kict.re.kr → 국토교통전자정보관 → 공사정보 → 건설공사표준품셈

②시공절차 비교표 설명자료

기존기술 시공절차	시공사진	신기술 시공절차	시공사진
①안전시설물 설치		①교통통제 및 안전처리	
②폐기물처리		②차선보양	
③아스팔트 절삭		③표면처리 (자동화시공)	
④텍코팅 살포			
⑤피니셔 포설			
⑥마케더 다짐			
⑦타이어롤러 다짐			
⑧탠덤롤러 다짐			
⑨양생		④정리(현장정리)	

<표 12> 시공절차 비교표 설명자료

(다) 신기술 원가산정기준

① 시공절차 세부항목별 소요 인력, 장비, 자재 등

(단위)

시공절차 세부항목[1]	소요 인력, 장비, 자재		단위	소요량[2]	출처[3]
	품명	규격			
①교통통제 및 안전처리	보통인부		인	0.0004	2017 건설품셈 토목10-1-1
	덤프트럭(2.5ton)		hr	0.0026	
②차선보양	차선보호테이프	차선부착용	m	0.29	견적
	보통인부		인	0.0026	건설노임-1002
③표면처리 (자동화시공)	아스팔트 표면처리제		kg	1	견적
	포설장비시공		hr	0.008	제조원가계산서
	포설장비		hr		
	포설장비 (디스트리뷰터3,000L준용)		천원/대	0.2474	
	주연료	경유	L/hr	8.9	
	잡재료비	주연료의 25%	식	25%	
	화물차운전사		인/hr	0.208	건설노임-1049
	포장공		인	0.008	건설노임-1019
	보통인부		인	0.005	건설노임-1002
④정리(현장정리)	보통인부		인	0.0026	건설노임-1002

<표 13> 시공절차 세부항목

[주[4]]① 2017 건설품셈 (토목 10-1-1) ▶도로의 확포장, 도로시설 유지보수 등 교통통제 및 안전처리가 필요한 공사에는 교통안전처리 인력을 배치하며, 배치인원(보통인부)은 현장조건(교통상황, 교통통제시간 및 범위 등)을 고려하여 계상한다.

자사기준 적용 품 설명 * 자사기준 적용항목에 대한 간략한 사유 설명

가. 항목명 : 포설장비시공
유 형 : 장비개발
조정사유 : 장비개발로 인해 품셈이 없음
조정내용 : 제조원가계산서 기준으로 수정하였음

② 신기술 일위대가(신청 신기술과 기존기술 분리하여 작성)

-신청기술

시공절차 세부항목	소요 인력, 장비, 자재		단위	소요량	단가			금액 (소요량×단가)				단가출처	비고
	품명	규격			재료비	노무비	경비	재료비	노무비	경비	계		
①교통통제 및 안전처리	보통인부		인	0.0004		102,628			41		41	2017 건설품셈 토목10-1-1	
	덤프트럭(2.5ton)		hr	0.0026	5,118	26,806	5,569	13	69	14	96		
②차선보양	차선보호테이프	차선부착용	m	0.29	800			232			232	견적	
	보통인부		인	0.0026		102,628			266		266	건설노임-1002	
③표면처리 (자동화시공)	아스팔트 표면처리제		kg	1	6,950			6,950			6950	견적	
	포설장비시공		hr	0.008	13,216	26,763	67,540	105	214	540	859	제조원가계산서	
	포설장비		hr					13,216	26,763	67,540	107,519		
	포설장비 (디스트리뷰터 3,000L준용)		천원/대	0.2474			273,000			67,540	67,540		
	주연료	경유	L/hr	8.9	1,188		1,475	10,573			10,573		
	잡재료비	주연료의 25%	식	25%	10,573			2,643			2,643		
	화물차운전사		인/hr	0.208		128,673			26,763		26,763	건설노임-1049	
	포장공		인	0.008		141,226			1,129		1,129	건설노임-1019	
	보통인부		인	0.005		102,628			513		513	건설노임-1002	
④정리(현장정리)	보통인부		인	0.0026		102,628			266		266	건설노임-1002	
계								7,300	2,498	554	10,352		

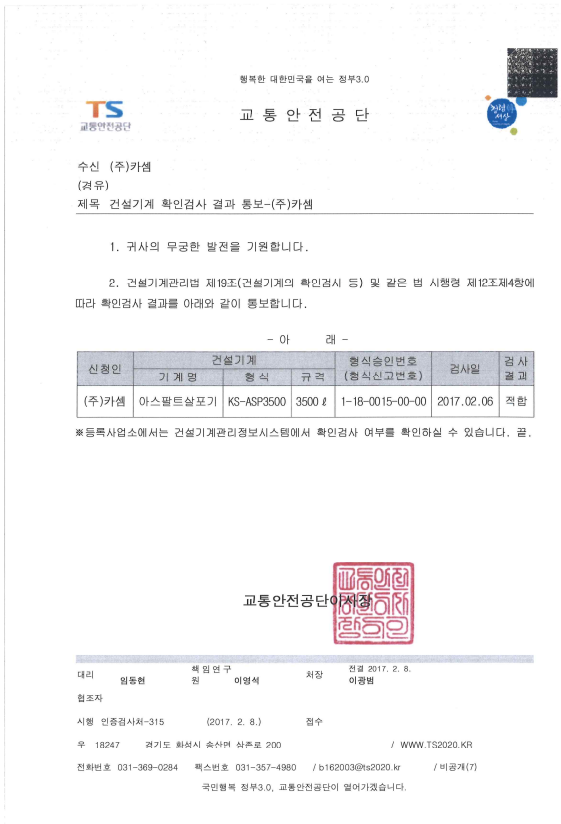
<표 14> 신청기술 일위대가

-기존기술

시공절차 세부항목	소요 인력, 장비, 자재		단위	소요량	단가			금액 (소요량×단가)				단가출처	비고
	품명	규격			재료비	노무비	경비	재료비	노무비	경비	계		
①안전시설물 설치	보통인부		인	0.0005		102,628			51		51	건설노임-1002	
	안전시설물		set	0.005	339,934			1,699			1,699	견적	
②폐기물처리	중간처리비	아스팔트폐기물	ton	0.118	21,307			2,514			2,514	견적	
③아스팔트 절삭	노면파쇄기	1.0m	hr	0.01	20,622	30,960	106,954	206	309	1,069	1,584	물가정보(부)P138	
	로더(타이어)	0.57m3	hr	0.01	6,445	30,960	5,964	64	309	59	432	물가정보(부)P134	
	굴삭기(무한궤도)	0.6m3	hr	0.005	15,915	30,960	18,725	79	154	93	326	물가정보(부)P134	
	보통인부		인	0.0005		102,628			51		51	건설노임-1002	
④텍코팅 살포	택코팅(RCS-4)		L	0.3	800			240			240	견적	
	아스팔트 스프레이어	400L	hr	0.01	1,863	30,960	719	18	309	7	334	물가정보(부)P136	
	보통인부		인	0.00025		102,628			25		25	건설노임-1002	
⑤피니셔 포설	아스콘	#67	ton	0.001	62,000			62			62	물가자료P154	
	아스팔트 피니셔	3m	hr	0.01	17,790	30,960	41,487	177	309	414	900	물가정보(부)P136	
	포장공		인	0.005		141,226			706		706	건설노임-1019	
	보통인부		인	0.0003		102,628			30		30	건설노임-1002	
⑥마케더 다짐	머캐덤롤러(자주식)	10~12ton	hr	0.01	14,035	30,960	10,429	140	309	104	553	물가정보(부)P135	
	물탱크(살수차)	16,000L	hr	0.003	21,448	26,806	15,005	64	80	45	189	물가정보(부)P140	
	보통인부		인	0.0003		102,628			30		30	건설노임-1002	
⑦타이어롤러 다짐	타이어롤러(자주식)	8~15ton	hr	0.01	12,584	30,960	16,146	125	309	161	595	물가정보(부)P135	
	물탱크(살수차)	16,000L	hr	0.003	21,448	26,806	15,005	64	80	45	189	물가정보(부)P140	
	보통인부		인	0.0004		102,628			41		41	건설노임-1002	
⑧탠덤롤러 다짐	탠덤롤러(자주식)	10~14ton	hr	0.01	12,677	30,960	9,737	126	309	97	532	물가정보(부)P135	
	물탱크(살수차)	16,000L	hr	0.004	21,448	26,806	15,005	85	107	60	252	물가정보(부)P140	
	보통인부		인	0.0004		102,628			41		41	건설노임-1002	
⑨양생	미장공		인	0.0034		162,424			552		552	건설노임-1027	
계**								5,663	41,111	2,154	11,928		

<표 15> 기존기술 일위대가

(3) 건설기계 승인



행복한 대한민국을 여는 정부3.0

교 통 안 전 공 단

수신 (주)카셈
(경유)
제목 건설기계 확인검사 결과 통보-(주)카셈

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 건설기계관리법 제19조(건설기계의 확인검사 등) 및 같은 법 시행령 제12조제4항에 따라 확인검사 결과를 아래와 같이 통보합니다.

- 아 래 -

신청인	건설기계			형식승인번호 (형식신고번호)	검사일	검사 결과
	기계명	형식	규격			
(주)카셈	아스팔트살포기	KS-ASP3500	3500ℓ	1-18-0015-00-00	2017.02.06	적합

※등록사업소에서는 건설기계관리정보시스템에서 확인검사 여부를 확인하실 수 있습니다. 끝.

교통안전공단이사장

대리 임동현 책임연구원 이영석 처장 이광범 전결 2017. 2. 8.

협조자

시행 인증검사처-315 (2017. 2. 8.) 접수

우 18247 경기도 화성시 송산면 삼존로 200 / WWW.TS2020.KR

전화번호 031-369-0284 팩스번호 031-357-4980 / b162003@ts2020.kr / 비공개(7)

국민행복 정부3.0, 교통안전공단이 열어가겠습니다.



[별지 제3호서식]

건설기계(타이어식)제원표

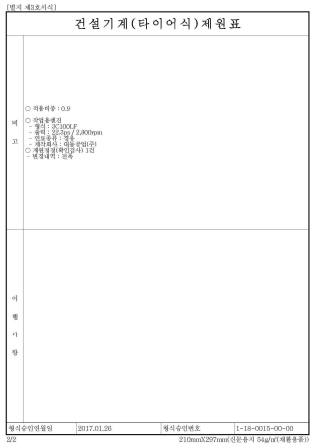
형식승인(신고)자	(주)카셈						
건설기계명	아스팔트 살포기		제작회사(제작국)	(주)카셈 (대한민국)			
형식	KS-ASP3500		규격	3500ℓ			
자체중량	7,630 kg		변속기종류	수동			
최고속도	50 km/hr		변속기단수	전진 5단 후진 1단			
등판능력	19도 (부하)		타이어	제1축	245/70R19.5-14PR(S)		
외관	길이	6,865 mm		제2축	245/70R19.5-14PR(D)		
	너비	2,495 mm		제3축			
	높이	2,585 mm		제4축			
	최저지상고	195 mm		최고속도	7,405 mm		
엔진	형식	D6GB		제동거리	30 m/ 60 km/hr		
	출력(정격출력)	280 ps/ 2,500 rpm	타이어	공차시 하중분포	1축	2,910 kg	
	최대토오크	95 kg·m/ 1,000 rpm			2축	4,720 kg	
	기통수	6 기통			3축	kg	
	연료종류	경유			4축	kg	
	제작회사	현대자동차(주)		적재시 하중분포	1축	2,980 kg	
타이어식	축거	제1축거	3,845 mm		2축	7,010 kg	
		제2축거	mm		3축	kg	
		제3축거	mm		4축	kg	
	윤거	제1윤	1,870 mm		1축	4,900 kg	
		제2윤	1,660 mm		2축	9,500 kg	
		제3윤	mm	축별최대허용하중	3축	kg	
		제4윤	mm		4축	kg	

작업 장치

유효살포폭	3230 mm		최대 살포능력	400 ℓ/min	
주변 탑재제어	엔진에너		펌프용량	3600 ℓ	
펌프형식	기어펌프		펌프용량	400 ℓ/min	
노 즐 수	23				

형식승인번호일	2017.01.26	형식승인번호	1-18-0015-00-00

1/2 210mmX297mm(신문용지 54g/㎡(재활용품))



[별지 제3호서식]

건설기계(타이어식)제원표

비고

○ 적용허중 : 0.9
○ 주행용엔진
- 형식 : DC100LF
- 출력 : 225ps / 2,800rpm
- 정화장치 : 경유
- 제작회사 : 대동공업(주)
○ 냉방장치(인증차) : 1식
- 냉방내역 : 전차

이 륜 자 항

형식승인번호일	2017.01.26	형식승인번호	1-18-0015-00-00

2/2 210mmX297mm(신문용지 54g/㎡(재활용품))

<표 16> 건설기계 승인

(4) 시제품 제작 - 2건(1차년도 1건, 2차년도 1건)

■ 1차년도

(가) 시제품 생산 개요

① 과업 목적

현장 적용을 위해서는 현재의 인력시공 방식으로는 한계가 있음으로 자동화 장비를 이용하여 1일 작업 가능 면적 5,000㎡이상을 확보하여 경제성 및 효율성을 확보한다. 이를 위해 자동화 지공장비의 효율성 검토 및 개선의 작업이 필요하며, 시공 품질 균질률을 2배 이상 확보하기 위해서는 자동화 시공 장비의 개선이 필요하다.

② 내용 및 범위

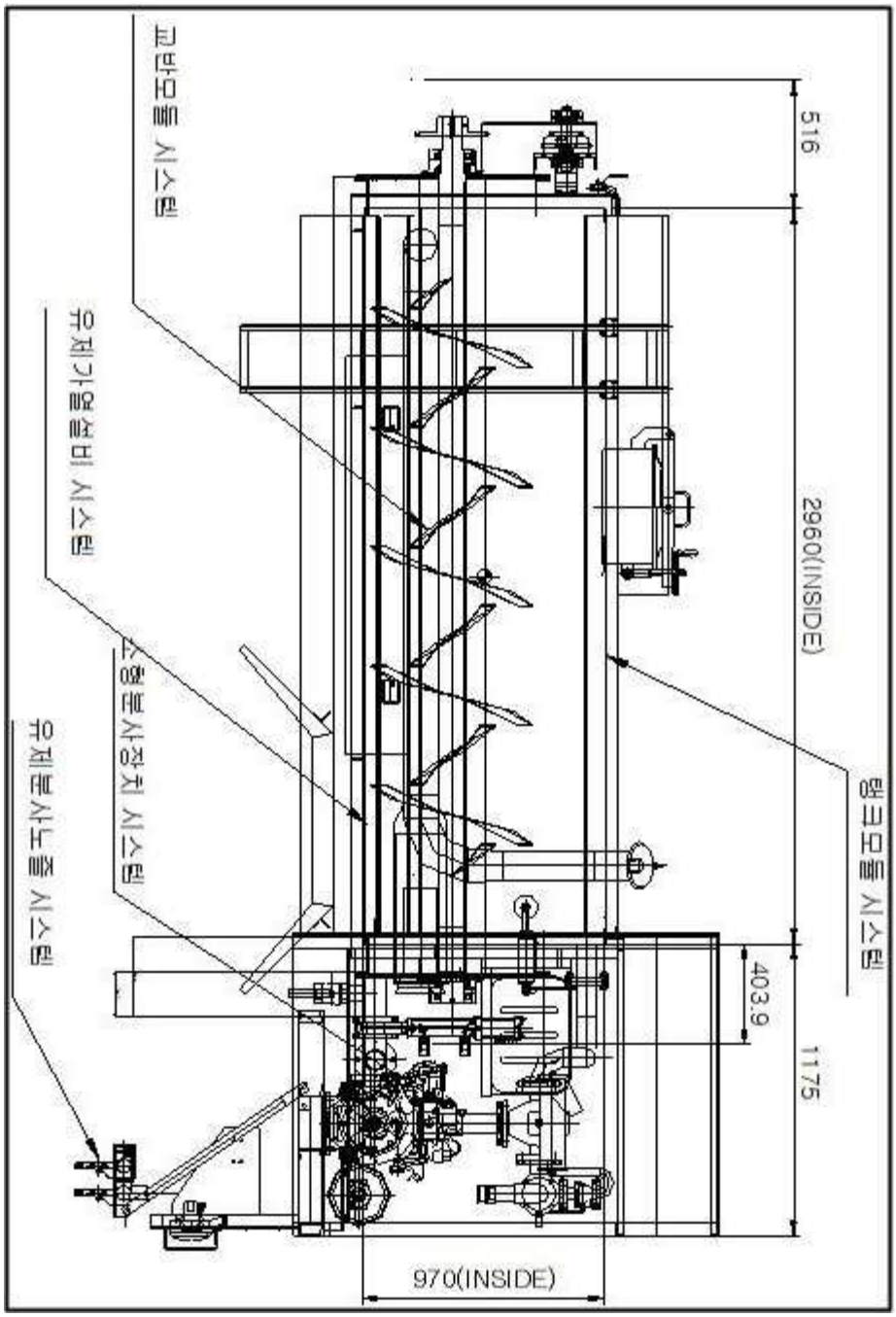
실제 제작의 세부사양은 아래 표와 같다.

검증항목	세부 설치 항목	비고
탱크모듈	-SS41 4.5t(탱크모듈 판 두께) -Φ670 앞/뒤 가공(교반모듈 장착 공간) -두께 50mm, 비중량 96kg/㎥의 세라믹 화이버 재질의 단열보온재 사용 -탱크 후방 아스팔트 용량 확인을 위한 레벨게이지 - 유증기 배출 및 스파크 방지시설 설치	
교반모듈	-Φ35*270L(날개기둥) -Φ100*140L(축보수) -Φ670*85L(베어링하우징) -Φ670*210L(베어링축) -구동 : 유압식/체인감속(감속비6.2:1) -스크류 O.D:650, I.D:450	
유제가열설비	-씨팅라이너 -히터버너 -동체보온(표면강화제의 최대 온도를 50℃까지 조정 가능) -온도센서(표면강화제 온도 측정) -연통 100A pipe -열선배관 125A pipe(SPPS 고장력 파이브) -화실	
유제분사노즐	-자동밸브 -피팅(노즐포함) -아스팔트이동펌프(용적 0.08ℓ/1회전, 정격 토출용량 31ℓ/분, 최대 토출용량 37ℓ/분, 최고 사용압력 7kg/㎠) -아스팔트 배관(80A 흡입, 65A 펌프 토출, 탱크 순환, 메인 드레인, 오버플로우, 50A 살포라인, 살포바) -노즐바(@200, 노즐 분사 부분, 최대살포 폭 3,750mm, 15A ball valve, 15A-5Φ, V-jet nozzle)	
소형분사장치	-에어장치 -세척장치 -파이프 및 밸브(V-jet nozzle)	

<표 17> 제품제작 세부항목

(나) 시제품 제작

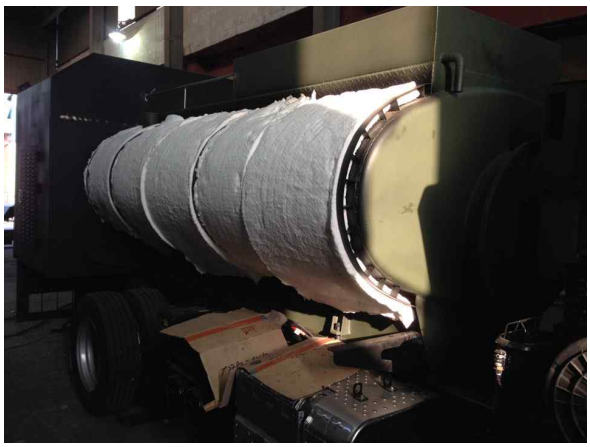
① 시제품 개요도



<그림 5> 시제품 개요도

② 시제품 제작내용

❍ 탱크모듈 시스템

	
• 보온 가능한 탱크로 제작 • 유제의 의한 차량 전도 방지장치 설치	• 1회 작업물량 3,500ℓ의 운반탱크로 제작 • 1일 5,000㎡ 시공 가능한 탱크로 제작

<표 18> 탱크모듈 시스템

❍ 교반모듈 시스템

	
• 표면강화제 재료 분리방지를 위한 교반 설비 장치 제작 • 표면강화제의 교반용 날개를 특허에 등록	• 탱크모듈에서 재료가 밖으로 새는 것을 방지하는 기술을 특허체 등록에 • 속도 조절 가능 기능 설치

<표 19> 교반모듈 시스템

○ 유제가열설비 시스템

	
• 표면강화제의 변성방지를 고려하여 간접 가열 방식 채택 • 보일러 배관 설치로 표면강화제에 간접가열 • 비례 온도미터 센서 장착	• 표면강화제의 온도를 최대 50℃까지 설정될 수 있도록 하기 위한 온도센서 설치 • 가열설비 제작으로 기온 10℃미만에서도 시공성 확보 • 유증기 배출시설 확보

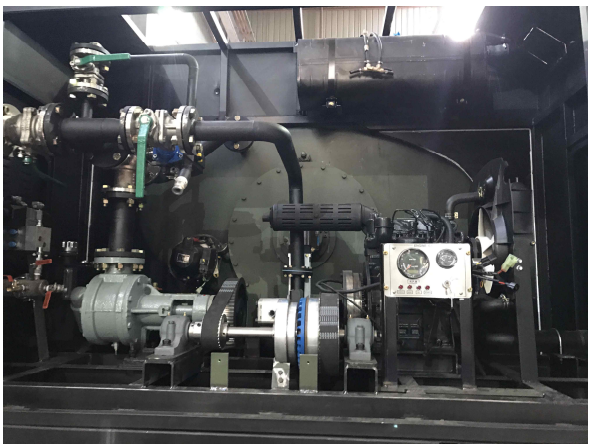
<표 20> 유제가열설비 시스템

○ 유제분사노즐 시스템

	
• 표면강화제는 고점도 유제로써 이를 포설할 수 있는 노즐을 선택하였음 • 이론상 최적의 높이에 표면강화유제의 노즐 고정바를 제작하여 설치	

<표 21> 유제분사노즐 시스템

○ 소형분사장치 시스템

- 에어장치 및 세척 장치 설치
- 차량진입이 불가한 골목 도로 살포에 용이하게 제작
- 탱크모듈 속의 세척을 위한 장비 제작

<표 22> 소형분사장치 시스템

■ 2차년도

(가) 시제품 생산 개요

① 과업 목적

현장 적용을 위해서는 현재의 인력시공 방식으로는 한계가 있음으로 자동화 장비를 이용하여 1일 작업 가능 면적 5,000㎡이상을 확보하여 경제성 및 효율성을 확보한다. 이를 위해 자동화 지공장비의 효율성 검토 및 개선의 작업이 필요하며, 시공 품질 균질률을 2배 이상 확보하기 위해서는 자동화 시공 장비의 개선이 필요하다.

② 내용 및 범위

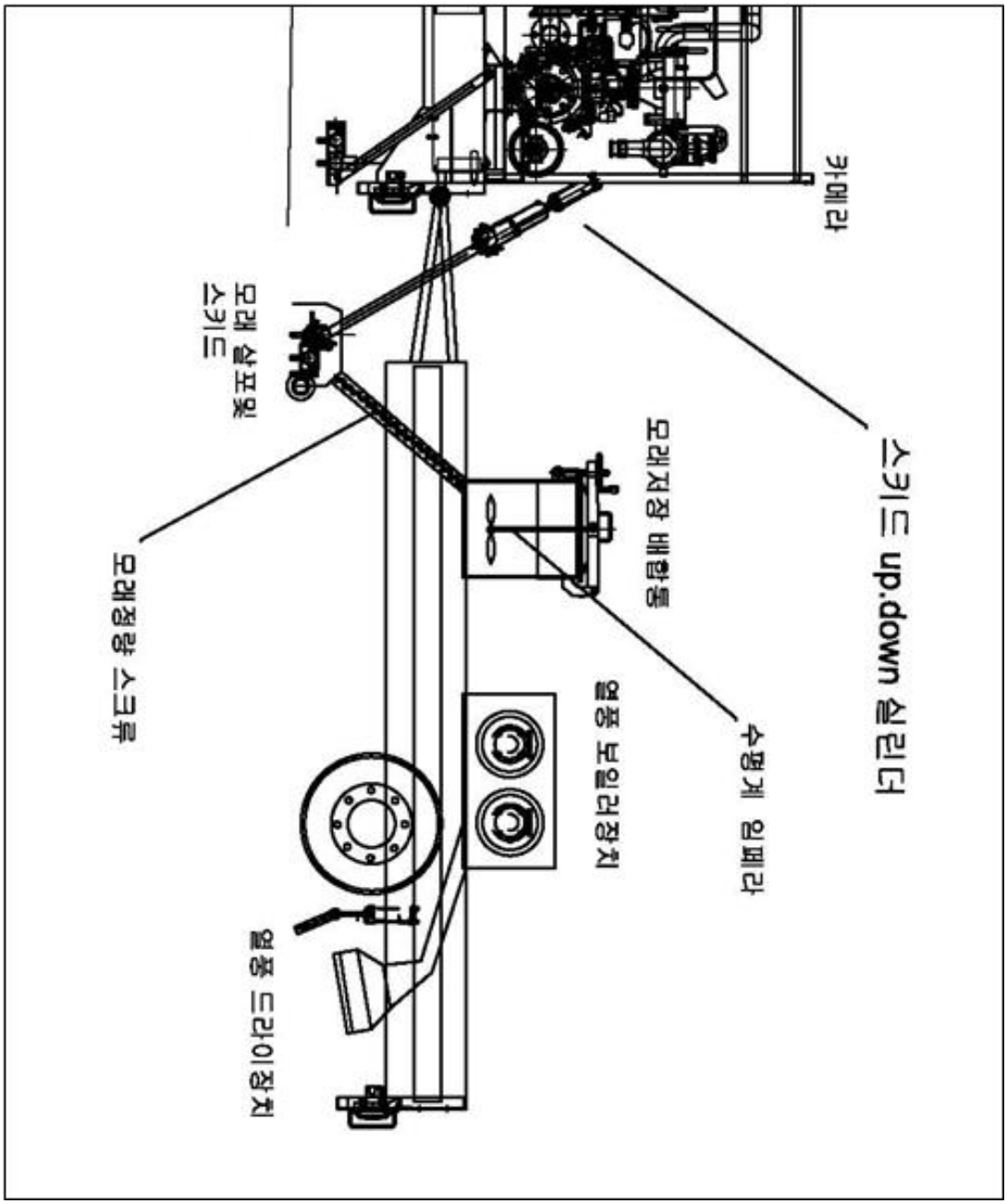
시공장비 개선에 있어 실제 제작의 세부사양은 아래 표와 같다.

검증항목	세부 설치 항목	비고
컨트롤 판넬	카메라 및 노이터 전지조작 판넬 단자함 인버터 음성 경고음 센서 감지 장치 N.F.B배선 카메라 기록장치 차량용 인버터 설치 3,000W	
스퀴즈 모듈	1차 스퀴즈 up/down 장치 2차 스퀴즈 다단계 1차 에어실린더 2차 다단계 실린더 원감속기 스퀴즈 3단판 길이910*폭2,120*3,280,높이580	
골재살포 모듈	살포분사 모터장치 에어실린더 트레일러 전기장치 에어배관 및 탱크 배합통 1,770*1,200Ø 배합수평계 임페라 골재정량 스크류 제작	
급속양생	열풍기 버너 열풍기 배관 배관 솔로네이트 에어배관	

<표 23> 시공장비 개선-제품 제작 세부항목

(나) 시제품 제작

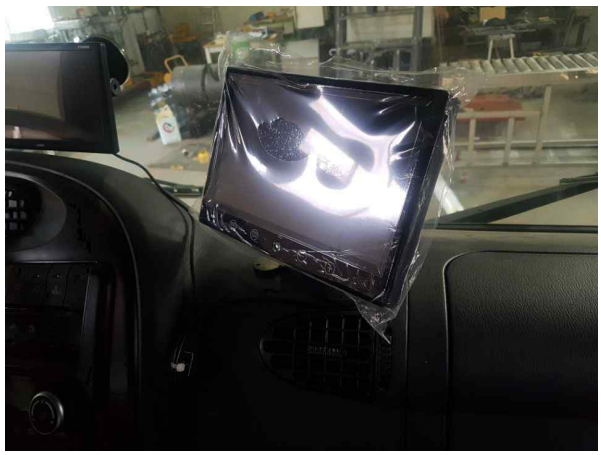
① 시제품 개요도



<그림 6> 시제품 개요도

② 시제품 제작내용

○ 컨트롤 판넬 모듈

	
• 균질한 유제살포를 위한 전자식 컨트롤 시스템 • 차량 안에서 안전하게 제어 가능하게 설치	• 현장 영상을 바로 저장 가능

<표 24> 컨트롤 판넬 모듈

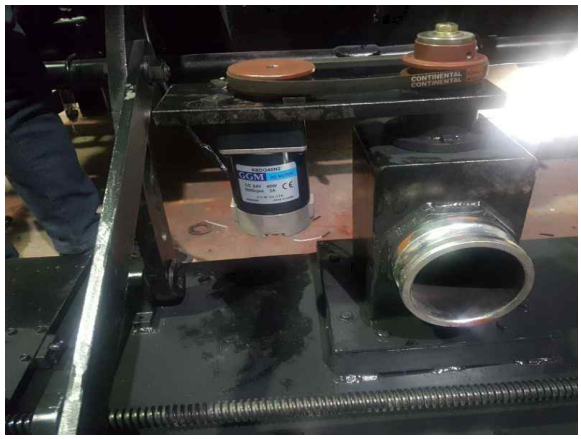
○ 스퀴즈 모듈

	
• 스퀴즈는 업, 다운 형식으로 제작하였음 • 표면강화 유제의 박막도포를 위해 3단으로 스퀴즈를 설치하였음 • 인력시공시의 불균질성을 극복할 수 있음 • 인력시공시보다 시공속도 향상	

<표 25> 스퀴즈 모듈

○ 골재살포 모듈





- 미끄럼저항 저하 방지를 목적으로 설계 및 제작 설치
- 항상 고른 두께로 살포되도록 하는 스크류 컨베이어 장치 설치
- 골재 살포량 균질성 확보
- 재료 절감 및 품질 향상

<표 26> 골재살포 모듈

○ 급속양생 모듈





- 열품시스템을 이용한 가열식 양생장치로 열품으로 건조해 굳히는 방식
- 작업 시 매우 효율적으로 시공을 마무리 할 수 있음
- 저온시공 시 양생속도 개선

<표 27> 급속양생 모듈

(5) 이동식 소형분사기

○ 1차년도, 2차년도 시제품을 제작하는 과정에서 대형차가 진입하기 어려운 곳, 소형분사기가 접하기 힘든 곳에서의 시공 시 문제가 있을 것으로 판단

○ 자체적으로 이동식 소형분사기의 필요성을 느껴 본 제품을 개발하였음

○ 분사 균질률, 시공성, 작업 완료 후 표면 상태가 매우 양호하였음



장비 사진



시공 중



시공 중



시공 후



시공 후

<표 28> 이동식 소형분사기

(6) 시험시공

(가) 시험시공-1차

- 일정 : 2017년 2월 21일(화)

- 위치 : 전라북도 김제시 백산면 자유무역2길

- 참석자 : 전문가 4인

한국화학융합시험연구원(KTR) 2인, 충북보건과학대학교 토공학과교수 1인, S3 1인

① 시공 결과

○ 자동화 장비의 속도에 따른 살포량 등 시공능력이 적절하게 이루어지고 있음

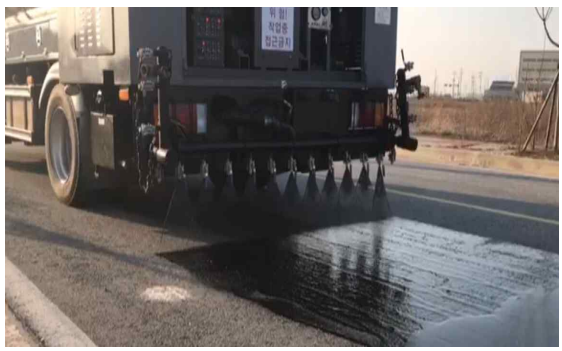
○ 지촉건조 53분, 살포균질률 10% 이내

○ 살포량에 따른 시공면적의 균형 유지를 위한 지속적인 데이터 축적 필요

○ 살표량 결정 시 장비의 이동 속도가 매우 중요함

○ 시공 시 날씨와 온도를 고려하여야 함

○ 양생 후 교통개발시간 결정 시 외기온도, 표면온도, 습도 등에 따른 조건 설정 필요

	
현장 위치	시공 전
	
시공 중	시공 후

<표 29> 시험시공-1차

(나) 시험시공-2차

- 일정 : 2017년 5월 30일(화)
- 위치 : 경기도 과천시 대공원광장로 102 서울대공원 주차장
- 참석자 : 전문가 3인

한국화학융합시험연구원(KTR) 2인, 충북보건과학대학교 토공학과교수 1인

① 시공 결과

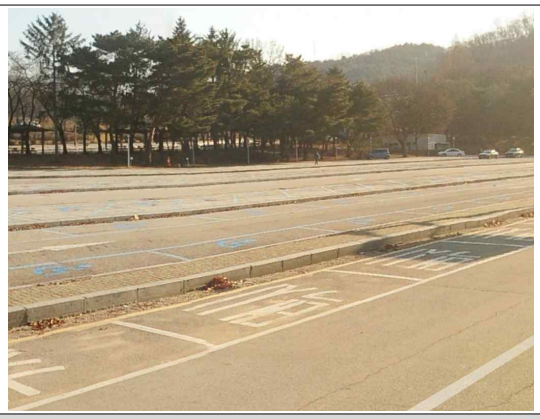
○ 일5,000㎡의 시공면적에 살포는 가능하나 마무리 작업에 인력이 많이 투입되는 것에 대한 시정이 필요

○ 분사균질률은 5% 이내로 분사가 적절히 이루어지고 있음

○ 통행가능시간이 20℃ 기준 30분 이내로 적절함

○ 장비의 적정한 운영과 안전관리를 위한 작업절차서 필요

○ 시공표면의 노후화정도, 단면상태, 외기온도, 살포량에 따른 설계와 배합조절을 통한 경화시간 조절이 필요함

	
현장 위치	시공 전
	
시공 중	시공 후

<표 30> 시험시공-2차

(다) 시험시공-3차

- 일정 : 2018년 1월 16일(화)
- 위치 : 충청북도 진천군 광혜원면 월성리 312-9번지 일원(약 350m)
- 참석자 : 전문가 5인

  한국화학융합시험연구원(KTR) 3인, 충북보건과학대학교 토공학과교수 1인,

  신안산대학교 기계과 교수 1인

① 시공 결과

○ 일 시공면적, 통행가능시간, 분사균질률 등 장비에 대한 양적 목표가 적절히 이루어져 있음

○ 장비 운영 및 시공을 위한작업절차서 및 시공관리르 ㄹ위한 지속적인 데이터 축적 필요

○ 포설에 있어 중요한 요소인 분사량 조절이 적절하게 이루어지고 있음

○ 향후 스퀴즈, 트레일러 등 장비의 경량화 및 표준화가 이루어져야 할 것으로 판단 됨

	
현장 위치	시공 전
	
시공 중	시공 후

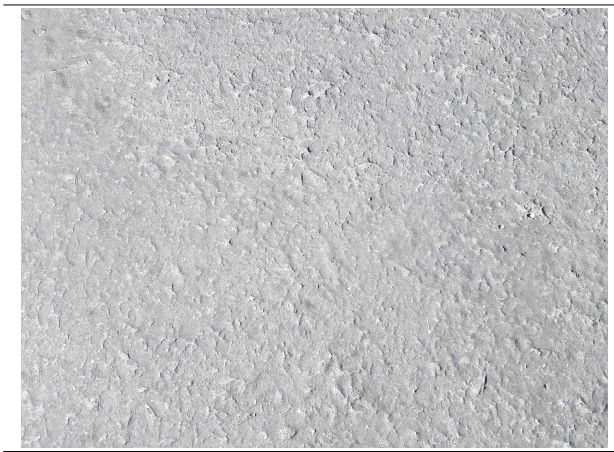
<표 31> 시험시공-3차

(라) 시험시공 추적조사

○ 일정 : 2018년 1월 18일(목)

○ 조사결과

- 1차 시험시공 현장의 추적조사 결과 골재 사이사이에 양호하게 유제가 접착되어 있음
- 아스팔트의 성능이 양호하게 유지되고 있는 것으로 사료 됨
- 아스팔트의 상태가 양호하여 보수시점이 향후 3~4년 까지도 상태 양호 할 것으로 판단되며, 공용수명은 6~7년의 내구성이 있는 것으로 사료됨

	
시공 전 근접 사진	시공 후 근접 사진
	
시공 후 근접 사진	현황 사진

<표 32> 시험시공 추적조사

(7) 표준화 설계도서 및 공사시방서

(가) 표준화 설계도서 및 공사시방서 작성

① 표준화 설계도서

㉮ 개요

○ 표면 강화 유제 적용을 위해 개발된 시공 장비의 설계도서 표준화를 통해 장비의 안정된 품질관리와 유지관리 방안을 마련하고자 함

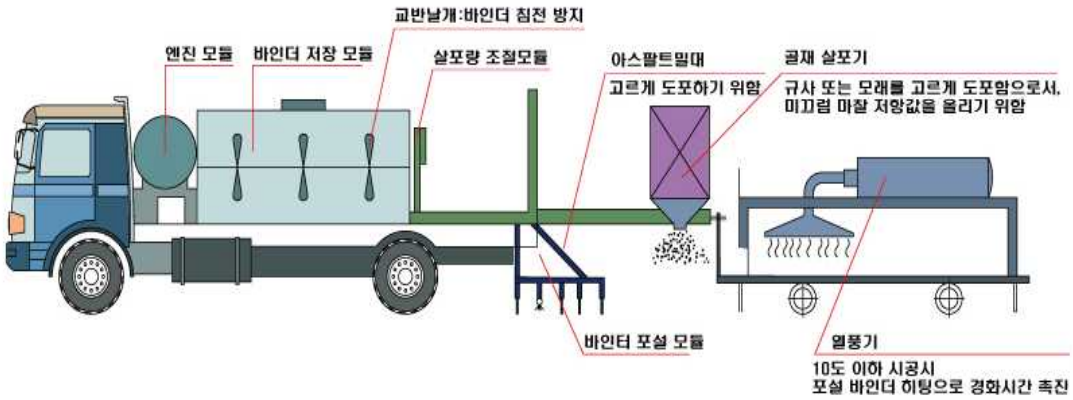
㉯ 시공 장비 개발

○ 장비 개발을 위해 개략적인 시공 개발(안)을 작성하였고 장비 개발 시 회의 자료로 활용하였음

○ 현장 적용을 위한 표면 강화제 시공 개발(안)은 다음과 같음

○ 1차년도에는 혼합물 살포기를 통한 표면 강화제 살포 장비 개발을 수행

○ 2차년도에는 동절기 시공을 위한 바인더 적정 온도 유지 장치의 개발을 수행



<그림 7> 시공 장비 개발(안)

㉰ 기술동향 분석

○ 아스팔트 살포기 대한 기술은 국내에는 광진 기계에서 아스팔트 살포기를 제작하고 있으며 해외의 경우 일리노이 주에 위치하고 있는 ETNYRE 라는 회사에서 제작하고 있음

○ 본 사업화 기술에서 사용되는 표면 강화제는 아스팔트 유제와 기타 첨가물, 비중이 높은 돌로마이트 및 석회석 분말이 포함되어 운송·시공과정에서 재료 분리를 막기 위한 교반장치가 필요하며 국내 아스팔트 살포기는 적용이 어려울 것으로 판단됨

○ 해외 제품의 경우 구성요소는 탱크(Tank), 가열시스템(Heating System), 아스팔트 펌프 & 순환장치(Asphalt Pump and Circulating), 연료노즐(Spray Bar), 프러싱 & 청소구 시스템(Flushing and Clean-out System), 전력(Power), 포설 및 계량(Application Control and Metering), 샤시(Chassis) 등으로 구성됨

○ 살포기는 다음의 순서로 진행되어짐

○ 연료 저장 → 연료 가열 → 탱크 내 순환 → 연료노즐 내 순환 → 살포 → 세척 → 이동



<그림 8> 연료 저장



<그림 9> 연료 이동



<그림 10> 연료 분사



<그림 11> 연료 살포 및 포설

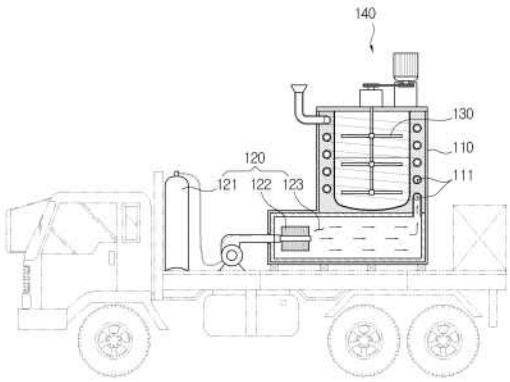
○ 아스팔트 교반 및 살포와 관련된 특허는 아래 표에서 보는 바와 같음

구 분	특허명	특허번호 (출원번호)	출원일자	출원인
1	이동용 아스팔트 교반장치 (Vehicle with Asphalt stirring device)	2020060001749	2006-01-1	신풍산업(주)
2	아스팔트 살포 장치 (Apparatus For Spreading Of Asphalt)	1020150071543	2015-05-22	장경환

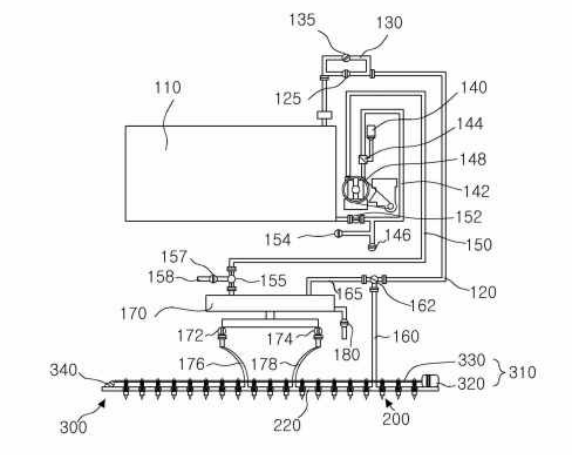
<표 33> 아스팔트 교반 및 살포 관련 특허

- 이동용 아스팔트 교반장치(Vehicle with Asphalt stirring device) : 이동용 아스팔트 교반장치에 관한 것으로, 더 상세하게는 차량을 이용하여, 도로에 아스팔트를 도포할 수 있는 이동용 아스팔트 교반 장치에 관한 것임

- 아스팔트 살포 장치(Apparatus For Spreading Of Asphalt) : 아스팔트 살포장치에 관한 것으로, 특히 아스팔트 살포 장치의 초기 예열 시 노즐부 및 아스팔트 공급 라인 등에 응고된 아스팔트를 고온의 아스팔트로 액체상태로 변환하여 저장 탱크로 회수할 수 있는 아스팔트 살포장치에 관한 것임



<그림 12> 이동용 아스팔트 교반장치

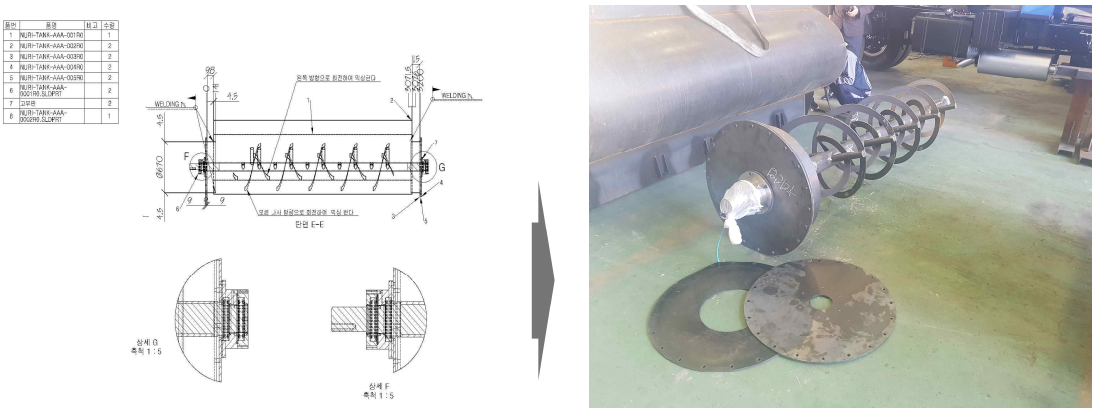


<그림 13> 아스팔트 살포장치

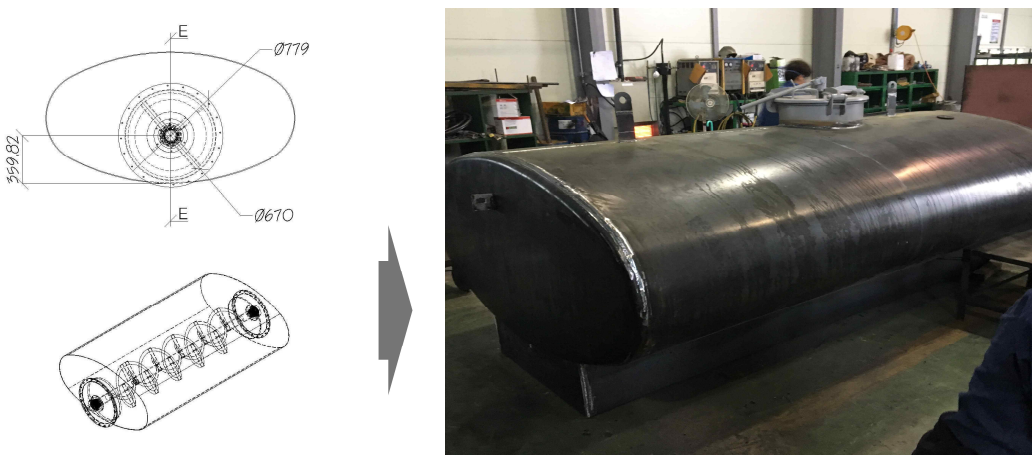
㉮ 설계도면 작성

○ 시공 장비 개발에 필요한 디자인 및 도면을 제작하여 시공에 반영하였음

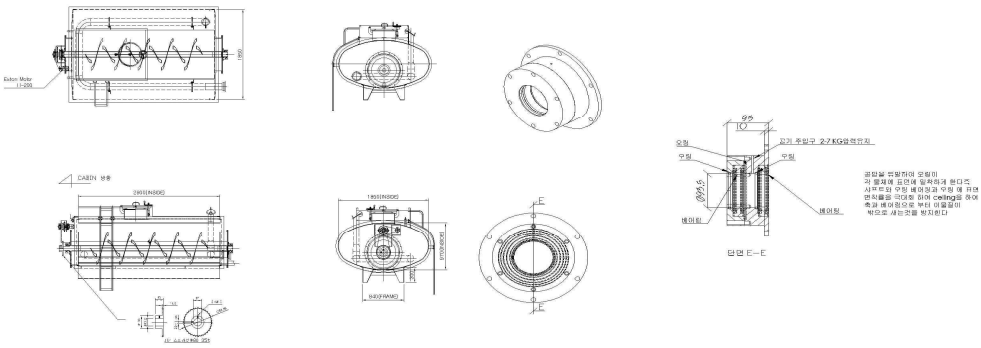
○ 교반기 및 유제 저장 모듈의 상세 도면은 다음과 같음



<그림 14> 교반날개 : 유제 침전 방지

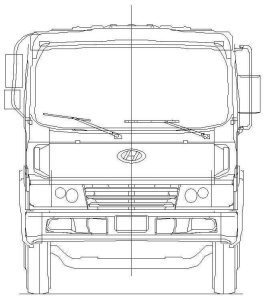


<그림 15> 유제 저장 모듈

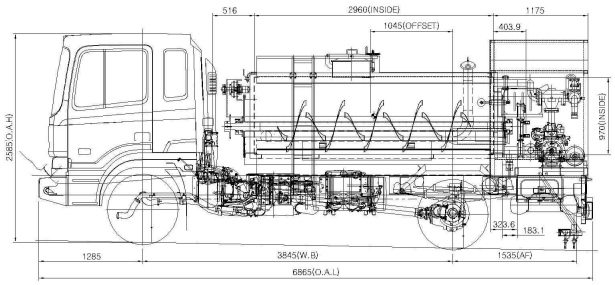


<그림 16> 아스팔트 살포차 외관도

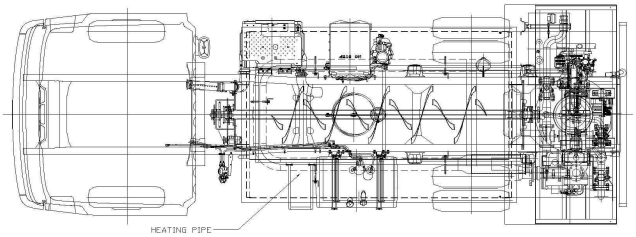
○ 개발된 시공 장비를 아스팔트 살포차에 설치하여 반영하였음



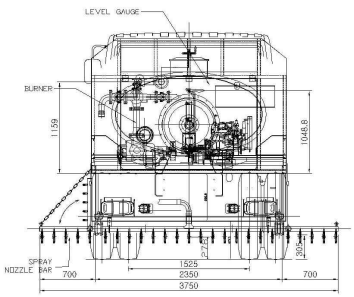
<그림 17> 정면도



<그림 18> 측면도



<그림 19> 저면도



<그림 20> 배면도



<그림 21> 개발된 시공장비

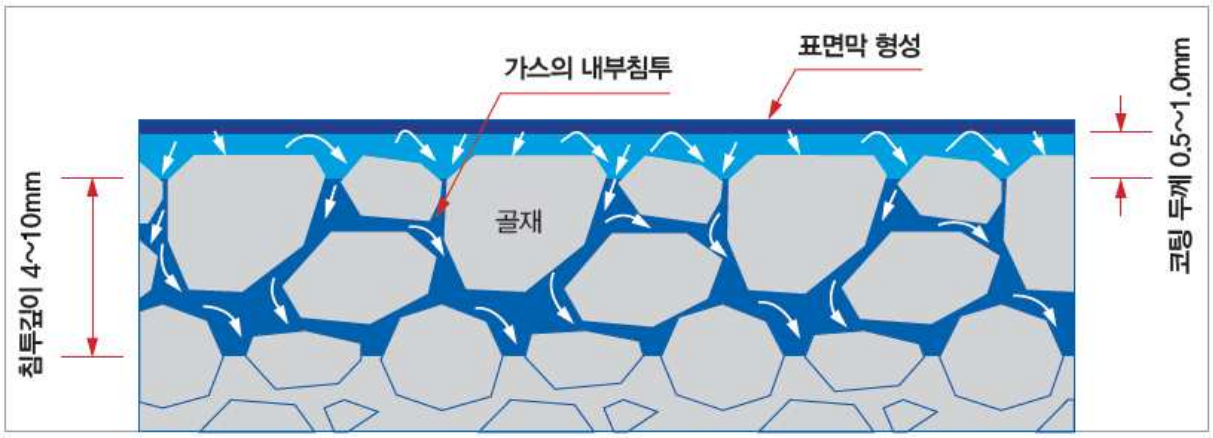
② 공사시방서

○ 자동화 시공장비의 공사시방서 작성을 위해 기존 RE-ASCON의 인력시공에 대한 공사시방서 항목을 검토하였으며, 유사 아스팔트 표면처리공법 및 자동화 시공장비에 대한 공사시방서를 비교 분석하였음

㉮ 아스팔트 표면처리공법(RE-ASCON)의 개요 및 특징

- RE-ASCON의 개요

○ RE-ASCON은 일액형의 MICRO-BITUMEN POLYMER로 아스팔트 도면에 도포됩면 수분 안에 박막의 도막이 형성되고, 이 도막이 화학반응을 촉진시키는 피막 역할을 수행하여 재생물질을 포함한 가스가 생성되고, 이 가스는 표면 아래 8㎝까지 침투하여 노후된 BITUMEN을 복원 재생시킴. 이 가스요소의 침투 기능은 표면 경화 후 약 6개월까지 진행되기도 함



<그림 22> RE-ASCON 개요도

- RE-ASCON의 특징

○ 단순한 시공 및 1~2시간의 빠른 경화

○ 방수성 확보로 포트홀 발생 최소화로 교통사고 예방

○ 염화칼슘으로 인한 교량슬라브 열화 방지

○ 아스콘 공용수명 5~8년 연장

○ 기존 덧씌우기 포장 대비 CO2 배출량 90% 저감

○ Bitumen의 탄성회복으로 아스콘의 재생

○ 파손 원인인 습기 및 자외선 차단

○ 시간 경과 후 추가 도포 시공 가능

○ 장기 도로 유지보수비 50%이상 절감

○ 분진 및 폐아스콘의 발생이 없음

○ 재포장을 위한 자원 및 연료의 소비가 없는 친환경 공법

㈏ 아스팔트 부분보수공법 비교

○ 1차적으로 RE-ASCON과 아스팔트 덧씌우기공법에 대한 검토를 하였으며, 또한 유사한 아스팔트 표면처리공법과의 비교를 통해 시공상의 장단점을 파악하고자 하였음

㈏-1. 기존 공법과의 비교

○ RE-ASCON 재생공법은 기존 아스팔트 덧씌우기 공법에 비해 시공방법이 간단하며 시공장비가 월등히 적어 시공면에서 유리한 것으로 판단되며 연구개발 목표인 자동화 시공장비가 개발될 경우 시공단축효과는 더 커질 것으로 예상됨

구 분	절삭 후 아스팔트 덧씌우기 (노면파쇄기로 평삭 후 재포장)		RE-ASCON 재생공법 (아스팔트 재생공법)	
시공 방법				
	아스팔트 평삭	아스팔트 재포장	Re-Ascon 밀대작업	Re-Ascon 자동도포
시공 장비	아스팔트 디스트리뷰우터, 노면파쇄기, 로더, 퍼니셔, 롤러3종, 굴삭기, 덤프, 살수차		인력시공 또는 포설장비	
장점	· 평탄성확보		· 환경폐기물이 발생 없음 · 포트홀 예방 · 시공간편 · 방수성 확보	
단점	· 포트홀 발생 · 환경폐기물 발생 · 교통통제		· 소성변형에 따른 요철 조정이 어려움	
수명	· 3~5년		· 5~8년	

<표 34> 기존 공법 비교-1

○ RE-ASCON 재생공법은 포장 예방유지보수 공법과 비교한 결과 타 공법 및 유사제품보다 접착력이 매우 우수하고, 노후된 아스팔트를 재생시키는 효과가 있으며, 화학적 저항성이 매우 우수함

○ 시공법은 크게 바탕면 청소 정리, 차선 보호 테이핑 작업, 아스팔트 포설의 과정을 거치는 점은 유사하나 인력시공으로 인해 작업성이 떨어지는 단점이 있음

○ 본 연구에서 인력 시공을 대체할 수 있는 자동화 시공 장비가 개발되면 시공면에서도 단점이 보완될 것으로 판단됨

구 분	RE-ASCON 공법	포그실 공법	MSK 포장보수 공법	AST 포장보수 공법
공법 내용	- MICRO-BITUMEN POLYMER로 아스팔트도로 표면에 도포하여 노후된 BITUMEN을 복원 재생 시키는 공법	- 골재 없이 특수 유화 아스팔트 재질(포그실)로 이루어진 공법	- 에멀존, 골재, 물, 소량의 시멘트를 혼합한 액상 몰탈로 이루어진 공법	- 특수 유화 아스팔트 재질로 이루어진 공법
시공법	- 바탕면 청소 정리 - 차선 보호 테이핑 작업 - 아스팔트 인력 포설	- 바탕면 청소 정리 - 차선 보호 테이핑 작업 - 아스팔트 스프레이 포설	- 1차 바탕면 처리(고압 살수) - 2차 포설장비를 이용한 포설	- 바탕면 청소 정리 - 차선 보호 테이핑 작업 - 아스팔트 스프레이 포설
장점	- 아스팔트의 탄성복원 및 재생 - 염화칼슘 등 화학 성분의 사용에 대한 내화학성 우수 - 습기 및 자외선 차단 - 방수층 형성으로 동절기 및 장마철 발생하는 포트홀 예방 - 기존 포장층과 접착성이 매우 우수 - CO2 발생 및 폐기물 발생이 없어 친환경적임	- 포장내부 공극 충진으로 공용성 증대 - 접착 강도가 강하여 박리 저항성 증대 - 경화 속도가 빠름 - 시공이 간단하여 작업성이 우수 - 별도의 차선 도색이 필요 없음 - 유지 관리 양호 - 폐기물 발생이 없어 친환경적임	- 미끄럼 저항성 우수 - 상온 포장으로 CO2 발생 안함 - 장비 또는 인력 시공이 가능 - 별도의 다짐 없이 교통 개방 - 균열부 시공가능 - 소성 변형구간은 평탄성 조정이 가능 - 부분적으로 절삭 시공하여 건설 폐기물 발생 최소화	- 양이온계 아스팔트 에멀션으로 기존 포장층과 접착력 우수 - 교면 차수 효과 우수 - 기계 시공으로 작업성 우수 - 침투식으로 포장 내부 공극 충진으로 이물질 침투 방지 - 별도의 차선 도색이 필요 없슴 - 유지관리 양호
단점	- 인력 시공으로 작업성이 떨어짐 - 도로 균열폭이 큰 경우 선 작업이 필요 - 소성 변형구간은 평탄성 조정이 않됨	- 균질한 포설을 위해 숙련공 필요 - 도로 균열폭이 큰 경우 선 작업이 필요 - 소성 변형구간은 평탄성 조정이 않됨	- 도막 두께가 얇아 박리 가능성 - 반사 균열에 취약 - 차선 도색이 필요함	- 장비 사용으로 숙련공을 요함 - 도로 균열폭이 큰 경우 선 작업이 필요 - 소성 변형구간은 평탄성 조정이 않됨
개방성	30분~2시간(현장 여건에 및 온도에 따라 다소 변동)	살포 후 2~3시간 후 교통개방	1~2시간	30분~2시간

<표 35> 기존 공법 비교-2

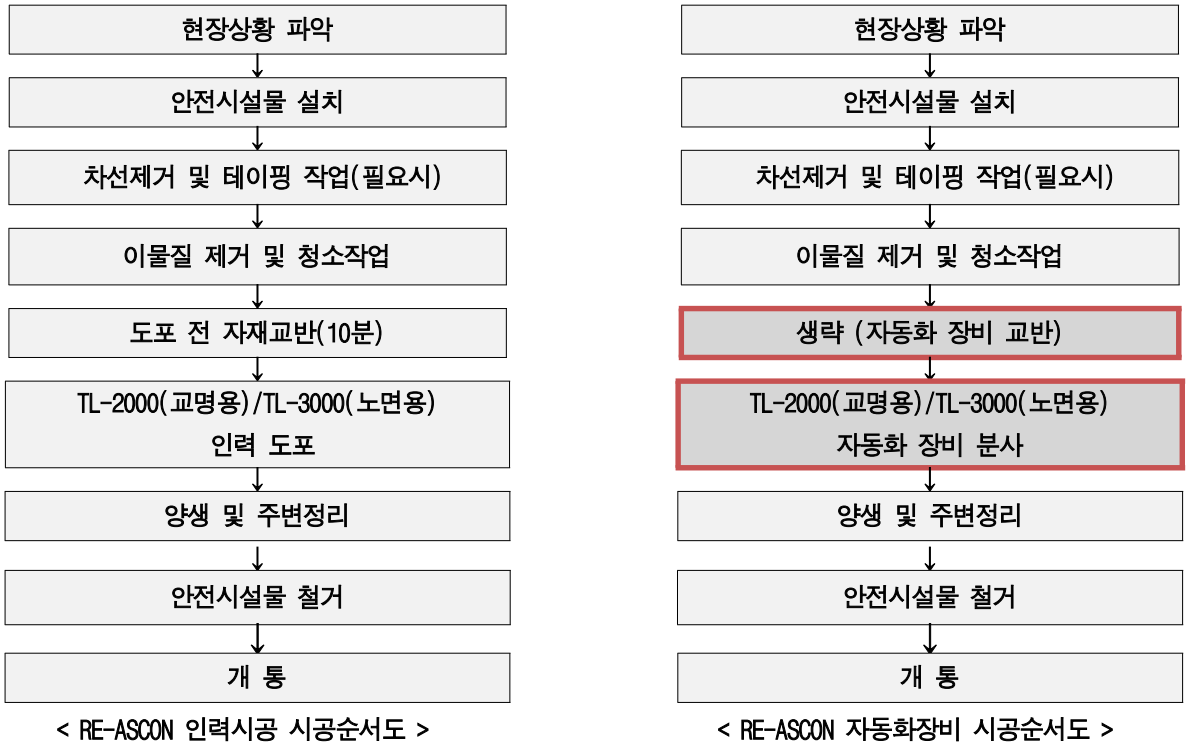
㈐ RE-ASCON 공사시방서 구성항목 검토

○ 현재 RE-ASCON의 인력시공은 크게 6단계의 과정을 거쳐 진행되고 있음



<그림 23> 리아스콘 시공순서

○ 인력시공에 대한 단계별 상세순서도는 다음과 같으며 자동화장비로 시공할 경우 도포 전 자재교반 과정은 생략됨



<그림 24> 단계별 상세순서도

○ RE-ASCON 인력시공시 특별시방서는 다음 구성항목으로 작성되었으며 자동화 시공시 예상되는 시방서 추가항목을 검토하였음

구 분	RE-ASCON 인력시공 특별시방서 구성항목	RE-ASCON 자동화 시공시 검토사항
1. 일반사항	1.1 적용범위 1.2 시공계획서 1.2.1 시공계획서 제출 1.2.2 작성방법	동일 동일 동일
2. 재료	2.1 품질기준 2.1.1 화학저항성 2.1.2 자외선 저항성 2.2 재료의 승인 2.3 골재 2.3.1 아스팔트 콘크리트 순환골재의 품질기준 2.4 재생첨가제 TL-2000(노면용),TL-2001(교면용)	동일 동일 동일 동일 동일 동일
3. 시공	3.1 노면 시공시 3.2 교면 시공시 3.3 포트홀(Pothole) 보수 3.4 Re-Ascon System 시공조건 3.4.1 기상조건 3.4.2 적용량 3.4.3 포설 3.4.4 차량 통행 3.4.5 유지 관리	**자동화 장비 시공방법 수정** **자동화 장비 시공방법 수정** **자동화 장비 시공방법 수정** **자동화 장비 시공방법 수정** **연구개발 결과 반영 수정** **연구개발 결과 반영 수정** **연구개발 결과 반영 수정** **연구개발 결과 반영 수정**
4. 시공순서도		**연구개발 결과 반영 수정**
5. 재료의 저장		**연구개발 결과 반영 수정**
6. 안전상 주의		동일

<표 36> 시방서 추가항목 검토사항

(나) 탄소배출량 검토 및 LCC 분석

① 국내 탄소배출량 산정기법 검토

○ 시설물별 탄소배출량 산정 가이드라인을 준용해서 포장 유지보수에 대한 탄소배출량을 산정하기 위해 국내 탄소배출량 산정기술을 비교분석하고 포장 유지보수시 적용 가능성을 검토하였음

구분	국토교통부	한국도로공사
평가 범위	• 시공, 운용, 해체 및 재활용의 Life Cycle 전단계 고려	• Life Cycle 단계 중 시공 및 운용단계만 고려
배출원	• WRI/WBCSD의 Scope 구분에 따라 직접배출, 간접배출, 기타 간접배출의 3가지로 구분	• WRI/WBCSD의 Scope 구분이 아닌 자재 및 에너지로 구분
사용 DB	• 도로 시공 및 운용 시 투입된 모든 자재 및 장비 사용에 따른 에너지원 고려	• 장비사용에 따른 에너지원 고려 • 레미콘, 철근, 아스팔트, 아스콘의 4개 자재만 고려
가이드라인	• 도로 전체 적용 가능하도록 구성	• 고속 국도 건설시 프로그램 활용 매뉴얼 제공
프로그램	• 엑셀 기반으로 내역서별 계산 가능 • 설계 내역서 기반으로 실제 설계된 모든 기초 data를 활용해 산정해야 함	• 기본 공사에 대한 작업량별 원단위 제공을 통해 설계 수량 입력시 탄소배출량 산정 가능 • 신공법 등 대응 불가
DB 구축	• 장비별, 재료별 탄소배출 DB 구축	• 고속도로 공사별 원단위 DB 구축 - 주요 자재만 고려됨

<표 37> 국내 탄소배출량 산정기술 비교 분석 결과

㉮ 시설물별 탄소배출량 산정 가이드라인

○ 국토교통부의 시설물별 탄소배출량 산정 가이드라인을 검토하여 국제 표준에 따라 개발된 도로에서의 탄소배출 산정기준 및 범위를 파악하고 도로시설물의 Life Cycle 단계별, 배출원별 탄소배출량 산정기법을 검토하여 포장 유지보수시에 적용할 수 있는지를 검토하였음

• Life Cycle 단계별 평가 범위 및 분석대상 설정

○ 시공, 운용, 해체 및 재활용의 Life Cycle 단계별 평가 범위 및 분석대상 설정 기준을 제시하였음

<table>
<tr><th>구분</th><th>평가범위</th><th>평가대상</th><th colspan="2">세부내역</th></tr>
<tr><td rowspan="3">시공</td><td rowspan="3">• 토공사, 터널공사, 포장공사, 배수 및 옹벽 공사 등을 포함한 대상 도로 건설 공사 전체</td><td>투입자재</td><td colspan="2">시멘트, 레미콘 등 사용되는 모든 자재</td></tr>
<tr><td>건설장비</td><td colspan="2">불도저, 덤프트럭 등 사용되는 모든 장비</td></tr>
<tr><td>유틸리티</td><td colspan="2">전력, 가수, 용수 등 현장사무실 및 관리동 운영시 사용되는 유틸리티</td></tr>
<tr><td rowspan="3">운용</td><td rowspan="3">• 도로 시설물 유지관리를 위한 수선 및 교체 자재
• 유지관리시 사용 유틸리티</td><td>유틸리티</td><td colspan="2">전력, 가스, 용수 등</td></tr>
<tr><td rowspan="2">수선 및 교체</td><td>투입자재</td><td rowspan="2">시공단계와 동일</td></tr>
<tr><td>건설장비</td></tr>
<tr><td rowspan="2">해체 및 재활용</td><td rowspan="2">• 해체 및 재활용시 사용 유틸리티
• 폐기물 수송에 따른 장비 사용</td><td>유틸리티</td><td colspan="2">전력, 경유 등</td></tr>
<tr><td>운송장비</td><td colspan="2">덤프 트럭 등</td></tr>
</table>

<표 38> 도로시설물의 Life Cycle 단계별 평가 범위 및 평가대상 설정 기준

• 탄소배출량 산정

○ ISO 14064 및 14065 온실가스 국제표준을 국내표준화 하였으나, 모든 국가들의 범용적인 활용을 위해 개괄적인 원칙 위주로 작성되어 구체적인 온실가스 산정 및 보고의 표준으로 활용할 수 없어 도로시설물 탄소배출량 산정 가이드라인의 경우 시공, 운용, 해체 및 재활용의 Life Cycle 단계별 탄소배출량 산정을 위한 탄소배출량 산정 방법론을 제시하였음

구분		산정 방법
시공 단계	**자재투입**	**• 투입자재량과 자재의 DB(탄소배출계수)의 곱으로 산정**
	장비사용	**• 장비의 에너지 사용량과 해당 에너지원의 순발열량, 탄소배출계수의 곱으로 산정**
운용 단계	유틸리티	• 유틸리티 사용량과 해당 유틸리티의 DB의 곱으로 산정
	유지보수	• 시공단계의 탄소배출량 산정 방법과 동일
해체 및 재활용	폐기물 운송	• 폐기물 수송거리, 운송장비의 연비를 활용하여 산정

<표 39> 도로시설물 탄소배출량 산정 방법

• 검토 내용 적용

○ 도로시설물 탄소배출량 산정 가이드라인 검토 내용을 바탕으로 포장 유지보수 사례분석 수행 시 적용 가능성을 검토하였음

구분	내용	본 연구과제 (포장 유지보수)
Life Cycle 단계별 평가 범위 및 평가대상 설정	• 시공, 운용, 해체 및 재활용의 Life Cycle 단계별 평가 범위 및 평가 대상 설정 기준	△ **(본 과제에서는 시공단계만 고려)**
탄소배출량 산정	• 설계내역서, 주요자재집계표 등을 활용한 투입자재량 산정 기법	○
	• 일위대가 호표, 산근 등을 활용한 장비별 에너지 사용량 산정 기법	○
	• 자재 투입 및 장비별 에너지 사용에 따른 탄소배출량 산정 기법	○

<표 40> 포장 유지보수 사례분석 검토

㈏ 고속도로 건설 사업에 대한 온실가스 영향 예측 및 저감방안

• Life Cycle 단계 구분 및 배출원 규명

○ Life Cycle 단계 중 시공 및 운용단계만을 고려하였으며 배출원 규명 시 WRI/WBCSD GHG Protocol의 온실가스 배출원 구분 기준을 따르지 않고 시간적으로 구분하여 공사/ 운영 시 발생하는 온실가스 배출원 및 배출활동으로 구분하였음

시간적 구분	배출원 구분	세부내역
공사 시	에너지	• 건설 장비 사용 (트럭, 굴삭기, 로울러 등)
	재료	• 건설 재료 사용 (콘크리트_레미콘, 아스팔트, 철근_탄소강, 아스콘 등)
운영 시	에너지	• 시설물 유지 관리를 위한 에너지 (휴게소, 관리사무소, 지사, 터널 등)
	교통량	• 교통량에 따른 온실가스 배출량 산정 (승용차, 버스, 화물차 소/중/대)

<표 41> 온실가스 항목 관리를 위한 온실가스 배출원

- 공사시 온실가스 배출량 산정

○ 토공사, 배수 및 옹벽공, 교량공, 포장공, 터널공의 5개 공종으로 구분하여 온실가스 배출량을 산정하며, 온실가스 배출량 산정의 대상이 되는 자재는 레미콘, 아스팔트, 철근, 아스콘의 4 종류만을 고려하였음

공종명	자재
토공사	• 해당 없음
배수 및 옹벽공	• 콘크리트_레미콘, 철근_탄소강
교량	• 콘크리트_레미콘, 철근_탄소강
포장공	• 콘크리트_레미콘, 아스팔트, 아스콘
터널	• 콘크리트_레미콘, 철근_탄소강

<표 42> 공종별 온실가스 배출량 산정에 고려된 자재

○ 장비 사용에 따른 탄소배출량 산정은 도로시설물 탄소배출량 산정 가이드라인과 동일하게 시간당 연료사용량과 내역서의 시공량 및 탄소배출계수의 곱으로 산정하였으며 도로 공사 시 사용되는 모든 장비를 고려하여 탄소배출량을 산정하였음

- 검토 내용 적용

○ 한국도로공사의 온실가스 예측 및 저감대책 보고서 검토 내용을 포장 유지보수 탄소배출량 산정 기법 및 사례분석 수행 시 적용 가능성을 검토하였음

구분		내용	본 연구과제 (포장 유지보수)
Life Cycle 단계 구분		• Life Cycle 단계 중 시공 및 운용단계만 고려	△ (본 과제에서는 시공단계만 고려)
온실가스 배출량 산정	시공	• 4종류의 주요 자재 및 장비사용에 따른 에너지원에 대한 탄소배출량 산정	△
	운용	• 유지관리 및 도로 이용 차량의 연료사용에 대한 탄소배출량 산정	X

<표 43> 포장 유지보수 탄소배출량 산정기법의 적용 가능 검토

㉰ 녹색도로 탄소배출량 산정 및 평가시스템

○ 탄소중립형 도로 기술개발 연구단에서는 녹색도로의 탄소배출량 산정 및 평가시스템을 개발을 통해 각 단계별(시공, 운영, 유지보수), 시공단계 공종별 탄소배출량 산정기법을 제시하였음. 이에 본 연구에서는 시공단계에서의 포장 유지보수시 적용 가능성을 검토하였음

② 범위 및 대상 설정

○ 도로의 시공단계 탄소배출량 산정 범위는 토공사, 포장공사, 배수 및 옹벽공사 등을 포함한 도로 건설 공사 전체를 대상으로 하며 이 때, 범위 내 터널, 교량 등의 구조물이 포함된 경우 해당 구간의 특성을 고려하여 터널공사, 교량공사 등의 공사를 포함함

○ 탄소배출량 산정 범위 내 포함된 모든 공사 및 공종별로 투입되는 자재와 자재 운반 및 장비사용에 따른 에너지 소비량을 탄소배출량 산정 대상으로 설정하며 탄소배출량 산정 대상은 자재 및 장비 사용에 따른 에너지원으로 구분할 수 있는데, 에너지원의 경우 WRI/WBCSD GHG Protocol에 따라 직접배출(Scope 1) 및 간접배출(Scope 2)로 구분하고 레미콘, 철근, 아스팔트 등 건설 자재는 기타 간접배출(Scope 3)으로 구분함

㉮ 데이터 수집

○ 도로 시공단계 탄소배출량 산정을 위하여 수집해야 하는 자료는 다음과 같으며, 해당 자료를 이용하여 공종별 자재투입량 및 장비별 에너지 사용량을 산출함

수집 데이터
• 분석대상 건축물의 공사 개요 및 현황 자료
• 최신건설공사(토목, 기계, 전기, 조경 등) 표준 품셈
• 실시설계 내역서(보고서) 또는 도급 내역서
• 설계 내역서의 세부정보가 포함된 적산 프로그램 파일
• 주요 자재별 집계표
• 일위대가 호표, 산정근거(산근) 또는 일위대가 단산(단가산출 내역서)
• 중기사용내역서
• 기계경비총괄표
• 기타 평가자가 필요하다고 생각하는 자료

<표 44> 수집 데이터

㉯ 데이터 분석

○ 도로 시공단계 탄소배출량을 산정하기 위해서는 자재 투입량과 장비 사용량을 산출하며 이 때 공종별 자재투입량은 설계내역서, 일위대가 호표 및 산근 등을 이용하여 산출함.

○ 단, 주요 자재집계표를 수집한 경우 집계표상 투입물량을 사용하여 자재투입량 정보를 확인할 수 있으나, 자재집계표의 경우 공사별로 구분하지 않는 경우가 존재하기 때문에 주의해야 함

공종별 투입자재량 = 작업량(unit)× 일위대가 상 자재 투입물량(ton, ㎥, m 등/unit)

○ 장비별 에너지 사용량은 설계내역서, 일위대가 호표 및 산근 등을 이용하여 장비별 에너지 사용량을 산출하는데 장비별 에너지 사용량 산출식은 일위대가 산근에 사용된 팩터가 시간당 작업량인지, 장비 사용시간인지에 따라 산출식이 달라질 수 있음.

○ 산출하기 이전에 중기기초자료, 중기사용료 및 표준품셈을 이용해 장비별 연비(시간당 에너지 사용량), 사용 에너지원(경유, 휘발유, 전력 등)에 대한 분류를 진행한 후 장비별 에너지 사용량을 산출함

작업별 에너지 사용량 = 작업량(unit) × 1/시간당 작업량(unit/hr) × 연비(L/hr)

작업별 에너지 사용량 = 작업량(unit) × 장비 사용시간(hr/unit) × 연비(L/hr)

㉰ 탄소배출량 산정

○ 전 단계에서 산출한 자재투입량과 장비 사용에 따른 에너지 사용량을 활용하여 자재투입에 의한 탄소배출량과 장비 사용에 따른 탄소배출량을 구분하여 산정함

○ 자재투입에 따른 탄소배출량은 전 단계에서 산출한 자재투입량에 자재별 탄소배출계수를 곱하여 산정함

자재투입에 따른CO_2 배출량 = 투입자재량 × 자재의 DB(탄소배출계수)

○ 장비 사용에 따른 탄소배출량은 전 단계에서 산출한 장비별 에너지 사용량에 에너지원의 순발열량과 배출계수를 곱하여 산정함

장비사용에 따른CO_2 배출량
= 에너지사용량(unit) × 순발열량(kcal/unit) × 배출계수(tC/kcal) × 44/12(tCO_2/tC)

㉱ 유지관리단계 탄소배출 DB 및 원단위 구축

○ 수집한 유지보수 공사 내역서 분석에 따른 탄소배출량 산정 결과를 도로 유형별로 각각 집계하여 탄소배출량을 산정한 후 사례분석 대상 도로의 구간별 연장으로 나누어 단위연장당 탄소배출 DB 및 원단위를 구축하였음.

○ 유지관리단계 탄소배출 DB 및 원단위 산정 시 서울지방국토관리청 소속 수원국토관리사무소 및 의정부국토관리사무소에서 2012년 및 2013년 2년간에 걸쳐 수행한 유지보수 공사 내역서를 수집하여 유지보수 공사별 건설자재 투입 및 장비 사용에 따른 에너지 사용량을 산정하여 해당 건설자재 및 에너지원별 탄소배출계수를 연동하여 공종별 탄소배출량을 산정하였으며, 공종별 탄소배

출량 산정 결과를 유지보수 공사 대상 구간의 연장으로 나누어 단위연장당 탄소배출 DB 및 원단위를 구축하였음

○ 탄소배출 DB 및 원단위 산정 시 기준이 되는 관리 연장은 '2013년 도로업무편람'의 국토관리사무소별 관리 연장 중 2차로 및 4차로 이상 포장도의 연장과 차로 수를 반영하여 총차로연장(Lane·km)을 산정한 후 4차로 기준 연장으로 환산하여 탄소배출 DB 및 원단위를 산정하였음

○ 유지보수 공사별 탄소배출량 산정 결과를 포장공, 교량공, 터널공, 배수공, 부대공의 5개 공사로 구분하여 각 공사에 포함되는 최하위 공종 수준에서의 탄소배출 DB 및 원단위를 구축하였으며, 탄소배출 DB 및 원단위 구축 시 공종별 탄소배출량 산정 결과를 각 공종의 작업량으로 나누어 공사별, 공종별 탄소배출 DB 및 원단위를 구축하였음

Level1	Level2	Level3	Level4	단위	원단위($kgCO_2$-eq/unit)	
					고속국도	일반국도
포장공	**아스팔트**	**표면처리**	**슬러리실**	**㎡**	**0.000**	**0.000**
			표면평탄작업	**㎡**	**0.001**	**0.001**
		소파보수	**소규모 포장복구**	**㎡**	**0.007**	**0.007**
			소규모 도로 긴급복구 작업	**㎡**	**0.015**	**0.015**
		덧씌우기	**5AC**	**㎡**	**0.001**	**0.001**
		절삭 후 덧씌우기	**절삭+5AC**	**㎡**	**0.000**	**0.001**
	콘크리트	표면처리	슬러리실	㎡	0.000	0.000
			표면평탄작업	㎡	0.001	0.001
		소파보수	소규모 포장복구	㎡	0.007	0.007
			소규모 도로 긴급복구 작업	㎡	0.012	0.012
		덧씌우기	아스팔트 or 콘크리트 덧씌우기	㎡	0.001	0.001
		절삭 후 덧씌우기	T=7cm	㎡	0.001	0.001
	교면포장	덧씌우기(아스팔트)	T=5cm	㎡	0.000	0.000
		덧씌우기(콘크리트)	LMC혼합	㎡	0.007	0.007
			LMC포설및양생	㎡	0.000	0.000
			LMC재료구입/운반	㎥	0.436	0.436
		소파보수	콘크리트, T=5cm	㎡	0.011	0.011
		포장콘크리트절단		㎡	0.001	0.001
		파쇄면청소및버럭수집	조강	㎡	0.006	0.006
		청소및버럭모으기		㎡	0.006	0.006
		재료구입/운반	조강,T=9cm	㎥	0.436	0.436
		워터젯면고르기	조강,T=1cm	㎡	0.013	0.013
		아스콘포장절단		m	0.000	0.000
		아스콘	접속부	ton	0.009	0.009
			교량부	ton	0.009	0.009
		세로줄눈설치	6×75	m	0.001	0.001
		노면절삭		㎥	0.004	0.004
		HI-CON생산		㎥	0.013	0.013
	포장도보수	프라임코팅	RSC-4,30ℓ/a	㎡	0.000	0.000
		택코팅	야간	㎡	0.000	0.000
			RSC-4,30ℓ/a	㎡	0.000	0.000
			RSC-4	㎡	0.000	0.000

<표 45> 유지관리단계 공종별 탄소배출 원단위 구축 결과(포장공 예시)

○ 본 연구는 포장 유지보수에 관한 연구이므로 탄소중립형 도로 기술개발 연구단에서 제시된 유지관리단계 공종별 탄소배출 원단위를 사용하여 비교분석이 가능할 것으로 판단됨

② LCC 분석

㉮ 정의 및 필요성

○ 건설의 계획부터 설계, 초기공사비, 유지관리, 해체 및 폐기처리에 이르기까지 일련의 단계로 구성된 전체 과정을 프로젝트 수명기간 (Life Cycle)이라 정의하며 생애주기비용(Life Cycle Cost,LCC)이란 각 단계에서 발생되는 모든 비용의 합을 지칭함

○ 본 연구에서는 LCC 기법을 이용하여 경제성 분석을 통해 수명주기 동안의 유지보수 비용 효율성을 정량적으로 분석하고자 함

○ 1차년도에서는 국내외 기술동향을 검토하고 LCC 구성 항목 선정, 분석을 위한 기본가정 선정을 수행 하였고 2차년도에서는 검토 자료를 바탕으로 구성항목 별 비용분석, 경제성 분석, 비용 편익 분석을 수행하고자 함

㉯ 국내외 기술동향

○ 관련 문헌 및 방법론 조사를 위하여 도로사업 경제성 분석 관련 문헌 등 유사사례를 검토하였음

- 국내 기술동향 : 각 항목의 변수 결정방법 비교

- 국외 기술동향 : 미국 각 주의 보수 시기 및 보수 공법 비교

○ 국내 LCC 분석 자료

연구자	분석 기간	할인율 (년)	초기비용		유지관리비용			해체 · 폐기비용	연구년도
					관리자비용		사용자비용		
			건설비	기획설계비, 감리비	일반관리비용	유지보수비용	차량운행비용 운행지연비용		
권석현	20	5년	예정가격 준칙원칙	엔지니어링 사업대가기준	생략	건설교통 통계연보, 국도유지 보수조사 연구보고서	국토개발 연구원의 고속도로 사업 효과조사	예정 가격 준칙 원칙	2000
안장원	20	7년	업체견적	엔지니어링 사업대가기준	생략	98년 국도 유지보수 조사연구 보고서	국토 개발 연구원의 고속도로 사업효과조사	업체 견적	2001
백석봉	35	8년	실제공사 비용산정	실제공사 비용산정	도로공사 자료사용	도로공사 자료사용	국토 개발 연구원의 고속도로 사업효과조사, 도로교 공용수명 연장 방안연구	건설 폐기물 법	2002
조윤호	20	20년	실제 시공시 가격, 국도유지 보수조사 연구서	생략	생략	국도유지 보수 조사 연구보고서	국토 개발 연구원의 고속도로 사업효과조사	생략	2002

<표 46> 국내 LCC 분석 시 사용자료

○ 국외 LCC 분석 자료

지역	포장형식	보 수 내 용 (보 수 시 점 : 년)
오타리오주	다웰 JPCP	줄눈실링(12,20), 부분 CPR & 다이아몬드 그라인딩(18), 전체 CPR(29) & 다이아몬드 그라인딩(29), 80㎜ 아스팔트 덧씌우기(38), 균열 실링보수(41,44)
	SMA 아스팔트	균열 실링보수(3~49), 패칭(15), 패칭 & 균열 실링보수(19,28,41), 80㎜ 밀링 & 아스팔트 덧씌우기, (21,34,46)
미네소타주	아스팔트	균열 실링보수(6,23,38), 표면처리(10,27,43), 밀링 & 덧씌우기(20, 35)
	콘크리트	줄눈 실링 & 부분 CPR(17), 부분 CPR(전 깊이 패칭)(27), 전체 CPR(40)
콜로라도주	아스팔트 (20년 설계기준)	5㎜ 밀링 & 아스팔트 덧씌우기(10,20,30)
	콘크리트 (30년 설계기준)	다웰바와 타이바 설치시 (20), 다웰바와 타이바 미설치 시 (22)
	콘크리트 (20년 설계기준)	5㎝ 아스팔트 덧씌우기(20,30) 도시의 중하중 교통일 경우 7.25㎝ 아스팔트 덧씌우기 (20,30)
일리노이주	아스팔트 ESALs>3400만 (시골) ESALs>2270만 (도시)	중앙부 균열 실링(3,6,14,21,29,37), 횡방향 균열 소파보수(15%-3,50%-6, 100%-14,21,29,37), 무작위 균열 소파보수(50%-6,14,21,29,37), 패칭(0.5%-5,2%-13,28,36,4%-20), 표면 밀링(5,13,20,27,36), 아스팔트 덧씌우기(4㎝-5,13,28,36,8㎝-20)
	콘크리트	종방향 줄눈 실링(10,20,30), 길어깨 줄눈 실링(10,20,30), 횡방향 줄눈 실링(10,20,30) 전체깊이보수(0.5%-7,1%-10,1.5%15,25,4%-20,2.5%-30,3.5%-35), 표면 그라인딩(20), 서브실링(70%-20)
오하이오주	아스팔트	아스팔트 덧씌우기(4㎝-10,30) 8㎝AC+8㎝BB층(20)
	콘크리트	횡방향 줄눈 실링(20), 전체 깊이 보수(2%-20) 표면 그라인딩(20), 아스팔트덧씌우기(30)

<표 47> 미국 각 주의 보수 시기 및 보수 공법의 정의

제안협회	포장형식	보 수 내 용 (보 수 시 점 : 년)
미네소타 아스팔트 협회	아스팔트	덧씌우기(15년주기)
	콘크리트	전체보수(20년주기)
미국 아스팔트 협회	아스팔트	아스팔트 덧씌우기(10, 27), 균열보수(18), 재시공(33) - 단 재시공은 온도로 인한 균열 발생시
	콘크리트	실링, 패치(9), 아스팔트 덧씌우기(18, 31), 재시공(34)

<표 48> 아스팔트 관련 협회에서 제공하는 보수 시기 및 보수 공법의 정의

㉰ LCC 구성 항목 선정

○ Life Cycle 동안의 비용조사를 통하여 LCC 항목을 다음의 표와 같이 도출하였음

대분류	중분류		소분류	자동화 시공 장비	인력시공	일반적 유지보수
초기 투자 비용	시설 투자비용		재료비	○	○	○
			노무비	○	○	○
			경비	○	○	○
유지 관리 비용	관리자 비용	유지 보수비용	보수비	○	○	○
			교체비	○	○	○
	사용자 비용	에너지 비용	-	○	○	○
해체 · 폐기 비용	해체 · 폐기 처분비용		해체비	○	○	○
			폐기처분비	○	○	○
	잔존가치		폐기물 재활용비(수익)	○	○	○

<표 49> 사례대상 LCC 구성항목 및 세부내용

○ 상기 표와 같이 본 연구에서는 LCC 항목을 크게 초기투자비용, 유지관리비용, 해체·폐기비용으로 대분류 하였음. 초기투자비용은 시설 투자비용으로 나타냈으며, 유지관리비용은 유지보수비용, 에너지비용으로 구분하였음. 그리고 해체·폐기 비용에서는 해체·폐기처분비용과 잔존가치로 세분화해서 나타냈으며 일반적 유지보수는 절삭 후 덧씌우기 공법을 비교 검토 수행함

㉱ 분석을 위한 기본 가정 선정

○ LCC 분석은 설비 및 시설물의 미래를 대상으로 하므로, 미래의 예측을 위한 가정이 필수적임. 따라서 LCC 분석을 위해서는 분석기간, 할인율에 대한 가정이 선행됨

○ 분석기간은 수명주기를 얼마동안으로 산정할 것인가에 대한 가정임.

○ 도로포장 구조설계 해설서(2011)에 따르면 분석기간은 적어도 한번이상의 재포장 시점이 포함되어야 한다고 규정되어 있고 미국에서 예측하는 포장의 수명은 아래 표에서와 마찬가지로 아스팔트 분석은 20년, 콘크리트 분석은 35년이 필요함. 그렇기 때문에 FHWA 에서는 분석기간으로 최소 35년 이상을 제안하였음.

○ 또한 도로포장 구조 설계요령(2011)에서도 포장의 경제성 분석 시 생애주기비용 분석을 수행하기 위한 분석기간은 35년으로 한다고 규정되어 있음.

구 분	아스팔트	콘크리트	비 고
콜로라도DOT	20	30	아스팔트 10년 주기 덧씌우기 콘크리트 20년 주기
위스콘신주	12~14	20~25	-
미네소타주	20	35	아스팔트 12년 덧씌우기
켄터키주	12	20	-
뉴욕	10~13	20~25	-
FHWA(1985)	6~20	13~30	-
서 버지니아주	8	20	-

<표 50> 미국 각주에서 예상하는 콘크리트 수명

○ LCC 분석에는 미래의 발생비용을 현재의 가치로 환산하는 과정을 포함함. 그런데 화폐는 시간이 지나면 그 가치도 변화하는 특성을 가지고 있으므로 발생시점이 다른 화폐의 객관적 비교를 위해서는 특정 시점으로 화폐의 시간가치를 환산해야 하며 이때 환산을 하기 위해서는 할인율이 이용됨.

○ 소비자 물가 상승률과 시중금리는 한국은행 경제 통계 시스템(http://esco.bok.or.kr/) 을 이용하였음. 한국은행은 1996년 이후의 자료만 축척하고 있으며 때문에 1996년 이후의 자료를 바탕으로 실질 할인율을 산정하였음

○ 산정 결과 1996년~2015년 동안의 소비자 물가상승률은 3.064% 정도이고 은행 시중금리는 5.333% 이였음. 이를 바탕으로 계산한 결과 실질 할인율 평균은 2.19% 로 계산 되었음

년도	소비자 물가상승율(%)	은행시중금리(%)	실질할인율(%)
1996	4.925	10.79	5.59
1997	4.438	11.32	6.59
1998	7.514	13.3	5.38
1999	0.812	6.9	6.04
2000	2.259	7.01	4.65
2001	4.067	5.43	1.31
2002	2.763	4.73	1.91
2003	3.514	4.15	0.61
2004	3.591	3.75	0.15
2005	2.754	3.62	0.84
2006	2.242	4.41	2.12
2007	2.534	5.07	2.47
2008	4.674	5.71	0.99
2009	2.757	3.26	0.49
2010	2.956	3.19	0.23
2011	4.000	3.69	-0.30
2012	2.192	3.43	1.21
2013	1.308	2.73	1.40
2014	1.272	2.43	1.14
2015	0.706	1.74	1.03
평균	3.064	5.333	2.19

<표 51> 소비자 물가상승율 및 은행 시중금리(1996~2015), 한국은행 경제통계시스템

* 소비자물가상승률=((당해연도 연간소비자물가지수÷전년도 연간소비자물가지수)-1)×100

* 은행시중금리 (저축성 수신금리)

(8) 경제성 분석

(가) 경제성 분석 개요

○ 개발공법의 가격 경쟁력을 확보하고 필요 시 원가절감 대책 수립과 타 공법 대비 경제적 우수성을 확인하기 위하여 개발공법에 대한 원가분석 및 경제성 분석을 수행하였음

○ 원가분석은 2017년 2월을 기준으로 국가공인 원가분석 전문기관인 (사)21세기국민경제연구소의 원가계산서를 바탕으로 수행하였음

○ 경제성 분석근거 및 적용 기준은 다음과 같음

구 분		분석 근거
조사 근거		• 신기술의 평가기준 및 평가절차 등에 관한 규정 제5조 (국토교통부고시 제2014-806호) • 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제9조 • 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 제6조~제11조 • 예정가격 작성기준 (기획재정부 계약예규 제319호, 2016.12.30) • 관계되는 제반자료 및 증거자료
산출 기준	재료비	• 직접재료비는 재료소요량에 단가를 적용하여 산출 • 재료의 소요량은 표준품셈의 수량 및 전문업체의 실소요량을 기준으로 산출 • 재료의 단가는 부가가치세를 제외한 조사일 현재의 거래실례가격, 물가지게재가격, 견적가격 및 제반조사가격 등을 조사검토하여 적용
	노무비	• 노무비는 직접노무비와 간접노무비로 구분하고, 직접노무비는 공사현장에서 직접작업에 종사하는 작업자의 임금을 계상 • 간접노무비는 직접작업에 종사하지는 않으나 작업현장에서 보조작업에 종사하는 노무자 및 관리감독자의 임금 및 급료의 부담액을 계상 • 직접노무비는 공사부문 시중노임단가에 산출 · 집계된 공수를 적용하여 산정 • 간접노무비는 조달청 「2016년 건축 · 산업환경설비공사 원가계산 제비율 적용기준」을 적용하여 계상
	경 비	• 경비는 공사의 시공을 위하여 소요되는 공사원가중 재료비, 노무비를 제외한 원가를 말하여 조달청 「2016년 건축 · 산업환경설비공사 원가계산 제비율 적용기준」을 적용하여 계상
	일반 관리비	• 일반관리비는 기업의 유지관리를 위한 관리활동부문의 제비용으로서 공사원가에 포함되지 아니한 영업비용 중 판매비를 제외한 순관리비로서 관계법령에서 정한 상한율을 초과하지 않는 범위내 계상
	이 윤	• 이윤은 영업이익을 말하며 관계법령에서 정한 공사부문의 이윤율을 적용(단, 재료비 및 외주가공비를 제외한 노무비, 경비, 일반관리비의 합계액을 대상으로 함)

<표 52> 경제성 분석 근거

(나) 원가분석

○ 개발공법의 가격 경쟁력을 확보하고 필요 시 원가절감 대책 수립과 타 공법 대비 경제적 우수성을 확인하기 위하여 개발공법 및 비교기술에 대한 원가분석을 수행하였음

○ 비교기술은 아스팔트 덧씌우기(t=5cm) 공법과 유사기술인 MSK 포장보수 공법을 선정하여 비교하였으며 비교기술-2는 기계시공과 인력시공 2가지 방법을 고려하였음

구 분	RE-ASCON 공법 신청기술-1	아스팔트 덧씌우기 비교기술-1	MSK 포장보수 공법 비교기술-2
공법 내용	• MICRO-BITUMEN POLYMER로 아스팔트도로 표면에 도포하여 노후된 BITUMEN을 복원 재생 시키는 공법	• 기존아스팔트 포장절삭 후 아스콘 표층을 포설하는 공법	• 에멀존, 골재, 물, 소량의 시멘트를 혼합한 액상 몰탈로 이루어진 공법
시공법	• 바탕면 청소 정리 • 차선 보호 테이핑 작업 • 자동화 시공장비 포설	• 기존 아스팔트 포장절삭 • 안전시설물 설치 • 폐기물처리 • 아스콘 표층 포설	• 1차 바탕면 처리(고압 살수) • 2차 포설장비를 이용한 MSK 포설
두 께	• 침투식+도막식 (코팅, t=0.5~1mm)	• 아스콘 표층(t=5cm)	• 도막식(t=6.0~10mm)

<표 53> 원가분석 비교기술

① 원가 계산 조사결과

○ 개발기술과 비교기술에 대한 원가계산 조사결과는 다음과 같음

구분	규격	단위	총원가	부가세포함금액	비교	비고
개발기술	기계시공	㎡	12,594	13,853	1	
비교기술-1		㎡	15,070	16,577	1.196	
비교기술-2		㎡	22,874	25,161	1.816	
개발기술	인력시공	㎡	19,158	21,073	1	
비교기술-2		㎡	52,728	58,000	2.752	

<표 54> 원가계산 결과



<그림 25> 원가계산 결과 그래프

비목 \ 구분			기계시공			인력시공		비고
			개발 기술	비교 기술-1	비교 기술-2	개발 기술	비교 기술-2	
순공사원가	재료비	직접재료비	7,300	5,663	15,872	7,676	16,302	
		간접재료비						
		소계	7,300	5,663	15,872	7,676	16,302	
	노무비	직접노무비	2,498	4,111	3,062	6,777	23,040	
		간접노무비	247	406	303	670	2,280	직접노무비×9.90%
		소계	2,745	4,517	3,365	7,447	25,320	
	경비	산출경비	554	2,154	359	435	372	
		산재보험료	104	171	127	282	962	노무비×3.80%
		고용보험료	23	39	29	64	220	노무비×0.87%
		환경보전비	31	35	57	44	119	(재료+직노+산경)×0.30%
		기타경비	474	481	909	714	1,967	(재료+노무비)×4.727%
		소계	1,186	2,880	1,481	1,539	3,640	
	순공사원가		11,231	13,060	20,718	16,662	45,262	
일반관리비			673	783	1,243	999	2,715	순공사원가×6.00%
이윤			690	1,227	913	1,497	4,751	(노무+경비+일관)×15%
총원가			12,594	15,070	22,874	19,158	52,728	
부가가치세			1,259	1,507	2,287	1,915	5,272	
부가세 포함가격			13,853	16,577	25,161	21,073	58,000	

<표 55> 원가계산 내역

② 일위대가 조사결과

○ 개발기술과 비교기술에 대한 일위대가에 대한 조사분석결과는 다음과 같음

구분	규격	단위	재료비	노무비	경비	합계	비교	비고
개발기술	기계시공	㎡	7,300	2,498	554	10,352	1	
비교기술-1		㎡	5,663	4,111	2,154	11,928	1.152	
비교기술-2		㎡	15,872	3,062	359	19,293	1.863	
개발기술	인력시공	㎡	7,676	6,777	435	14,888	1	
비교기술-2		㎡	16,302	23,040	372	39,714	2.667	

<표 56> 일위대가 조사분석 결과



<그림 26> 일위대가 조사분석 결과 그래프

구분	기계시공			인력시공		비고
	개발기술	비교기술-1	비교기술-2	개발기술	비교기술-2	
교통통제 및 안전처리	137		137	137	137	
차선보양	498			498		
표면처리	9,451			13,987		
정리	266			266		
아스팔트절삭		2,393	635		635	
파손보수			1,315		7,670	
포장시공			17,206		31,272	
안전시설물 설치		1,750				
폐기물 처리		2,514				
텍코팅 살포		599				
피니셔 포설		1,698				
머캐더 다짐		772				
타이어롤러 다짐		825				
탠덤롤러 다짐		825				
양생		552				
합계	10,352	11,928	19,293	14,888	39,714	

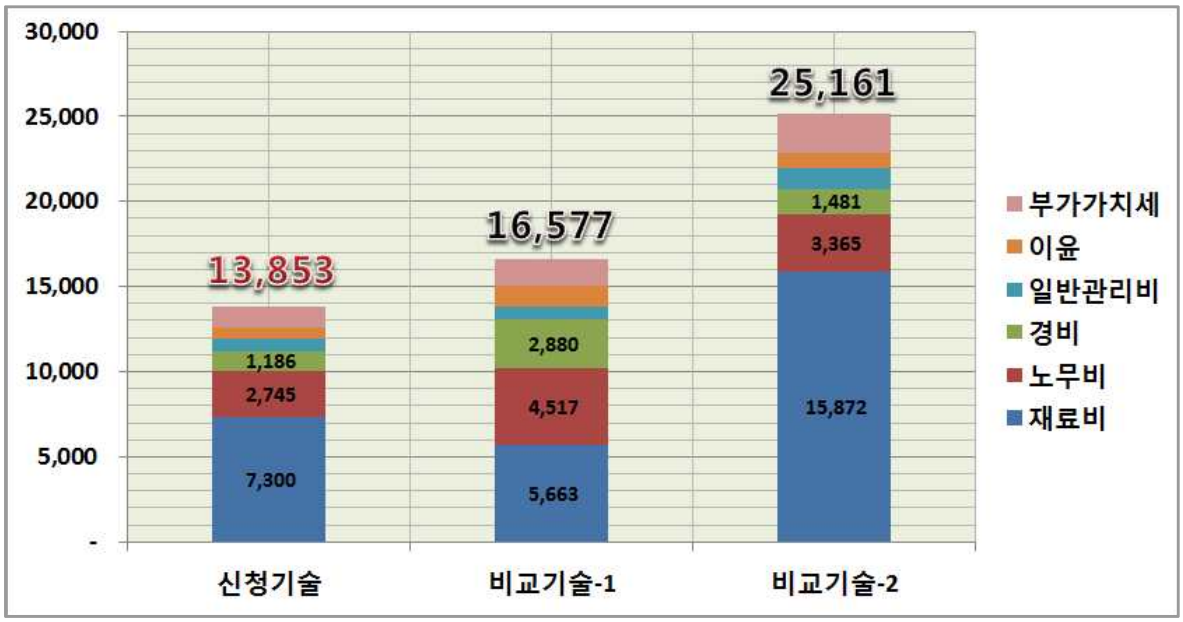
<표 57> 일위대가 세부내역

③ 수명주기비용(LCC) 원가분석 결과

○ 개발공법과 비교기술-1,2에 대한 공사원가는 다음과 같음

구분	신청기술	비교기술-1	비교기술-2	비고
재료비	7,300	5,663	15,872	
노무비	2,745	4,517	3,365	
경비	1,186	2,880	1,481	
공사원가	11,231	13,060	20,718	
일반관리비	673	783	1,243	공사원가×6%
이윤	690	1,227	913	(노무비+경비+일반관리비)×15%
총원가	12,594	15,070	22,874	
부가가치세	1,259	1,507	2,287	총원가×10%
부가세포함	13,853	16,577	25,161	

<표 58> 공사원가

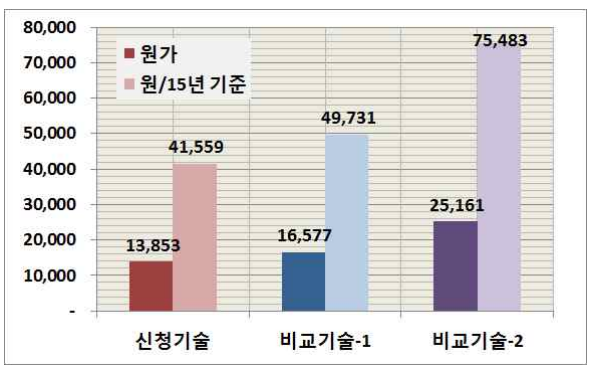


<그림 27> 공사원가 비교 그래프

○ 수명주기비용을 15년을 기준으로, 수명 5년으로 3회 유지보수를 한다고 가정하였을 때, 신청기술은 비교기술-1 대비 8,172원 저렴하며 비교기술-2 대비 33,924원 저렴함

○ 본 연구개발에 의한 Re-Ascon 자동화 보수기술은 비교기술-1과 비교기술-2와 비교하였을 때 다음과 같은 비용절감이 있을 것으로 검토됨

구분	기계시공		
	신청기술	비교기술-1	비교기술-2
원가	13,853	16,577	25,161
수명	5년	5년	5년
원/15년 기준	41,559	49,731	75,483
	3회/15년	3회/15년	3회/15년



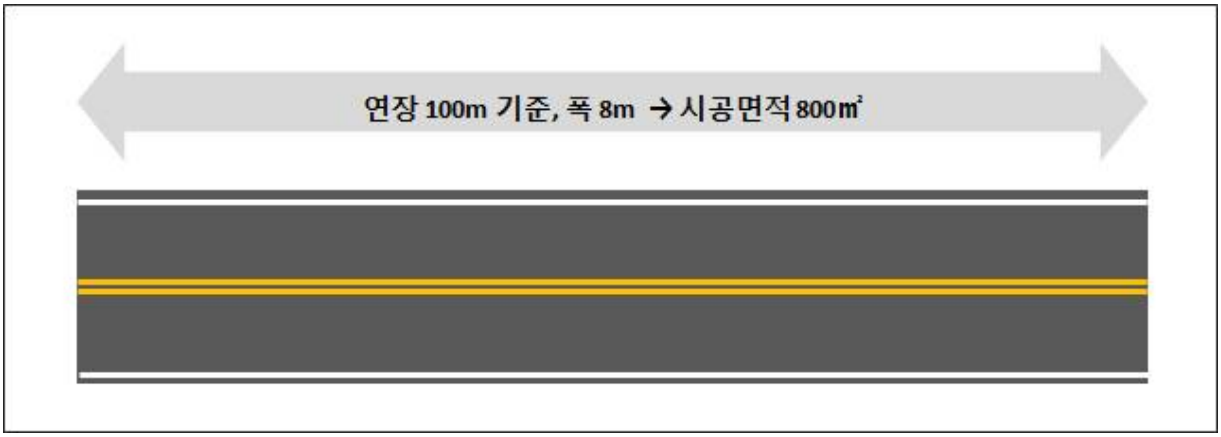
<표 59> 수명주기비용 비교

(다) 경제성 분석결과

① 비교대상

○ 경제성분석을 위해 동일한 시공조건을 대상으로 개발공법과 비교기술에 대한 경제성분석을 실시하였음

○ 비교기술은 일반 아스팔트 재포장(비교기술-A)과 아스팔트 덧씌우기공법(비교기술-B)을 선정하였으며, 경제성분석을 일위대가를 기준으로 분석하였음



<그림 28> 경제성 분석을 위한 시공조건

② 일위대가를 통한 공사비 산출

㉮ 개발기술

공종명	규격	수량	단위	재료비	노무비	경비	합계	금액
교통통제 및 안전처리	-	800	㎡	13	110	14	137	109,600
차선보양	-	800	㎡	232	266		498	398,400
표면처리	-	800	㎡	7,055	1,856	540	9,451	7,560,800
정리	-	800	㎡		266		266	212,800
합계								8,281,600

<표 60> 개발기술 공사비 일위대가

㉯ 비교기술-A (일반 아스팔트 재포장)

공종명	규격	수량	단위	재료비	노무비	경비	합계	금액
아스팔트포장깨기	기계(30㎝ 미만)	168	㎥	1,213	5,908	2,111	9,232	1,550,976
아스팔트포장절단	기계	216	m	642	998	23	1,663	359,208
폐기물상차비	폐아스콘	395	TON	-	-	528	528	208,454
아스콘폐기물처리비	(운반비+처리비)	395	TON	-	-	32,869	32,869	12,976,681
프라임코팅	RSC-3(75L/A)	800	㎡	593	45	8	646	516,800
택코팅	RSC-4(30L/A)	800	㎡	238	45	3	286	228,800
아스콘 기층	T=10㎝	800	㎡	147	432	236	815	652,000
아스콘 중간층	T=6㎝	800	㎡	101	295	150	546	436,800
아스콘 표층	T=5㎝	800	㎡	96	295	155	546	436,800
합계								17,366,520

<표 61> 비교기술-A 공사비 일위대가

㉯ 비교기술-B (아스팔트 덧씌우기공법)

공종명	규격	수량	단위	재료비	노무비	경비	합계	금액
안전시설물 설치	-	800	㎥	1,699	51	-	1,750	1,400,000
폐기물 처리	-	800	TON	2,514	-	-	2,514	2,011,200
아스팔트 절삭	-	800	㎥	349	823	1,221	2,393	1,914,400
택코팅 살포	-	800	㎥	258	334	7	599	479,200
피니셔 포설	-	800	㎡	239	1,045	414	1,698	1,358,400
머캐더 다짐	-	800	㎡	204	419	149	772	617,600
타이어롤러 다짐	-	800	㎡	189	430	206	825	660,000
탠덤롤러 다짐	-	800	㎡	211	457	157	825	660,000
양생	-	800	㎡		552	-	552	441,600
합계								9,542,400

<표 62> 비교기술-B 공사비 일위대가

주) 폐기물 처리 단가는 아스팔트 표층(t=5㎝) 제거에 대한 단위면적(㎡)의 무게환산 단가임

③ 경제성 분석결과

공종명	수량	단위	단가	금액		
				개발기술	비교기술-A	비교기술-B
교통통제 및 안전처리	800	㎡	137	109,600		
차선보양	800	㎡	498	398,400		
표면처리	800	㎡	9,451	7,560,800		
정리	800	㎡	266	212,800		
아스팔트포장깨기	168	㎥	9,232		1,550,976	
아스팔트포장절단	216	m	1,663		359,208	
폐기물상차비	395	TON	528		208,454	
아스콘폐기물처리비	395	TON	32,869		12,976,681	
프라임코팅	800	㎡	646		516,800	
택코팅	800	㎡	286		228,800	
아스콘 기층	800	㎡	815		652,000	
아스콘 중간층	800	㎡	546		436,800	
아스콘 표층	800	㎡	546		436,800	
안전시설물 설치	800	㎥	1,750			1,400,000
폐기물 처리	800	TON	2,514			2,011,200
아스팔트 절삭	800	㎥	2,393			1,914,400
택코팅 살포	800	㎥	599			479,200
피니셔 포설	800	㎡	1,698			1,358,400
머캐더 다짐	800	㎡	772			617,600
타이어롤러 다짐	800	㎡	825			660,000
탠덤롤러 다짐	800	㎡	825			660,000
양생	800	㎡	552			441,600
합계				8,281,600	17,366,519	9,542,400

<표 63> 공종별 경제성 분석 결과

○ 개발기술과 비교기술-A,B와의 경제성분석 결과는 다음과 같음

구분	재료비	노무비	경비	합계
개발기술	5,840,000	1,998,400	443,200	8,281,600
비교기술-A	1,282,456	2,097,712	13,986,352	17,366,520
비교기술-B	4,530,400	3,288,800	1,723,200	9,542,400

<표 64> 경제성 분석 결과



<그림 29> 경제성 분석결과 그래프

○ 개발기술은 일반 아스팔트 재포장(비교기술-A)과 비교하였을 때 **52.3%의 비용절감효과**가 있으며 아스팔트 덧씌우기공법(비교기술-B)과 비교하였을 경우에는 13.2%의 비용절감효과가 있는 것으로 검토되었음

○ 본 연구개발의 성과인 자동화 시공장비 개발로 인해 최종성과점검기준 목표치인 일반 아스팔트 포장 대비 30% 향상은 달성되었음이 확인되었음

수명주기비용조사보고서

(명칭:유지보수비용 30%절감을 위한 방수 및 아스팔트 표면 강화재용 자동화 시공장비 개발)

(신청인:동부엔지니어링㈜
㈜일원테크)

2017. 02.

(조사기관:(사)21세기국민경제연구원)

目　　次

수명주기비용(LCC) 원가분석 총괄표 2

공사원가 총괄표 3

공사원가 집계표 4

(제출용)

수명주기비용(LCC) 원가분석 총괄표

신기술명칭 : 유지보수비용 30%절감을 위한 방수 및 아스팔트 표면 강화재용 자동화 시공장비 개발

신 청 인 : 동부엔지니어링㈜, ㈜일원테크

단위 : 원

구 분	기 계 시 공			비 고
	신 청 기 술	비교기술-1	비교기술-2	
수 명	5년	5년	5년	
공사원가	41,559	49,731	75,483	15년기준
계	**41,559**	**49,731**	**75,483**	
비교	1	**1.196**	**1.816**	
경제성평가	15년을 기준으로 하여 비교한 바, 신청기술은 비교기술-1 대비 8,172원 저렴하며 또한 비교기술-2 대비 33,924원 저렴하므로 경제성이 있음.			

2017. 02.

(사)21세기국민경제연구소 소장 배 주 홍 (인)

주1) 본 연구소는 기획재정부의 관계법령에서 정한 원가계산용역기관의 요건을 충족하고,
(사)한국원가관리협회에 등록되어 있음.

2) 본 원가계산은 일반공법의 대표규격에 한하며, 동업체 또는 다른업체의 유사공법과
비교·분석하였음.

공사원가 총괄표

1. 개 요

1) 산출근거 : 예정가격 작성기준 (기획재정부계약예규 제319호, 2016.12.30)

법인세법 시행령 [대통령령 제27828호, 2017.2.3]

제24조(감가상각자산의 범위) 및 제26조(상각범위액의 계산)

2. 결 과

(표 1) 단위 : 원

구 분	기계시공			비 고
	신 청 기 술	비교기술-1	비교기술-2	
원 가	13,853	16,577	25,161	
수 명	5년	5년	5년	
원/15년기준	**41,559**	**49,731**	**75,483**	
	3회/15년	**3회/15년**	**3회/15년**	

주) 부가가치세 포함금액

공사원가 집계표(신청기술)

(표 2) 단위 : 원

구 분	기계시공	비 고
재 료 비	7,300	
노 무 비	2,745	
경 비	1,186	
공사원가	**11,231**	
일반관리비	673	공사원가x6%
이 윤	690	(노무비+경비+일반관리비)x15%
총 원 가	**12,594**	
부가가치세	1,259	총원가x10%
부가세포함가	**13,853**	

공사원가 집계표(비교기술-1)

(표 3) 단위 : 원

구 분	기계시공	비 고
재 료 비	5,663	
노 무 비	4,517	
경 비	2,880	
공사원가	**13,060**	
일반관리비	783	공사원가x6%
이 윤	1,227	(노무비+경비+일반관리비)x15%
총 원 가	**15,070**	
부가가치세	1,507	총원가x10%
부가세포함가	**16,577**	

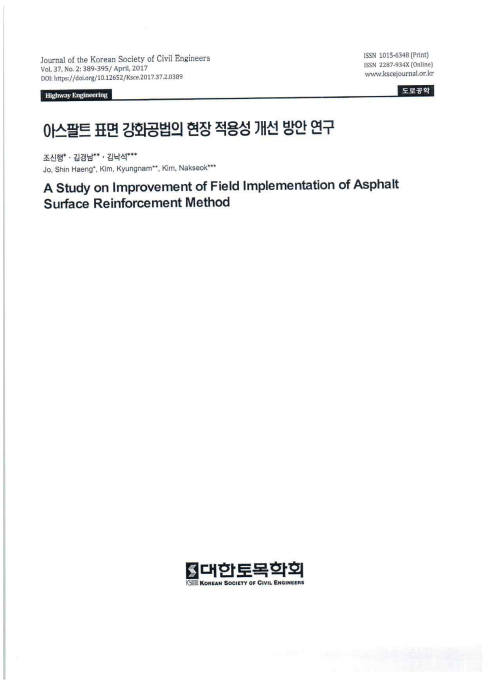
공사원가 집계표(비교기술-2)

(표 4) 단위 : 원

구 분	기계시공	비 고
재 료 비	15,872	
노 무 비	3,365	
경 비	1,481	
공사원가	**20,718**	
일반관리비	1,243	공사원가x6%
이 윤	913	(노무비+경비+일반관리비)x15%
총 원 가	**22,874**	
부가가치세	2,287	총원가x10%
부가세포함가	**25,161**	

나. 시공장비 최적화 및 성능검증

(1) 논문 게재 - 2건



Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 37, No. 2: 389-395/ April, 2017
DOI: https://doi.org/10.12652/Kce.2017.37.2.0389

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

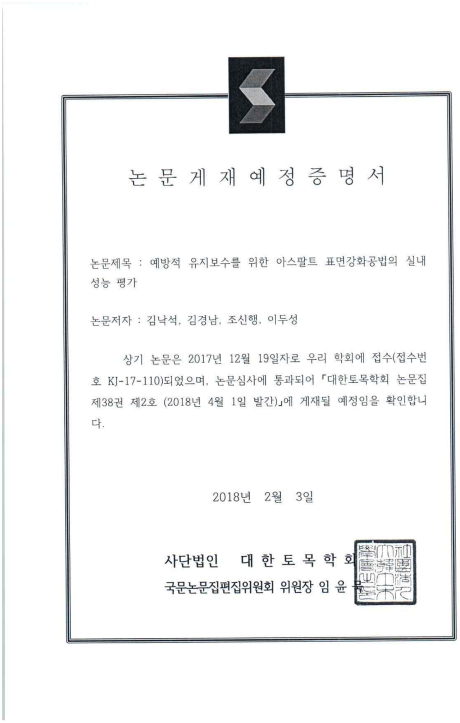
Highway Engineering 도로공학

아스팔트 표면 강화공법의 현장 적용성 개선 방안 연구

조신행* · 김경남** · 김낙석***
Jo, Shin Haeng*, Kim, Kyungnam**, Kim, Nakseok***

A Study on Improvement of Field Implementation of Asphalt Surface Reinforcement Method

대한토목학회
KSCE KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS



논 문 게 재 예 정 증 명 서

논문제목 : 예방적 유지보수를 위한 아스팔트 표면강화공법의 실내 성능 평가

논문저자 : 김낙석, 김경남, 조신행, 이두성

상기 논문은 2017년 12월 19일자로 우리 학회에 접수(접수번호 KJ-17-110)되었으며, 논문심사에 통과되어 「대한토목학회 논문집 제38권 제2호 (2018년 4월 1일 발간)」에 게재될 예정임을 확인합니다.

2018년 2월 3일

사단법인 대 한 토 목 학 회
국문논문집편집위원회 위원장 임 윤 묵

아스팔트 표면 강화공법의 현장 적용성 개선 방안 연구	예방적 유지보수를 위한 아스팔트 표면 강화공법의 실내 성능 평가

<표 65> 논문 게재

(2) 현장검증

(가) 표면 강화제 성능평가

○ 아스팔트 콘크리트 포장의 예방적 유지보수 공법으로 표면강화공법은 표면 강화제를 포장 표면에 도포하여 균열 충진, 아스팔트 바인더의 노화 방지 및 방수성능 향상과 더불어 포장체 보호를 통해 포장 내구성을 증진시킬 수 있는 공법이다. 본 연구에서는 표면처리공법으로 표면 강화제를 사용한 아스팔트 표면강화공법(ASRM, Asphalt Surface Reinforcement Method)의 특성 및 성능을 평가하였다.

① 내구성 평가

○ 공용 중 지속적인 교통하중은 아스팔트 바인더의 박리, 골재 탈리, 균열 등 아스팔트 콘크리트 포장 표면의 손상을 일이키고 강우, 강설 등 환경하중에 의해 포장체 내부의 수분침투에 따라 포장 파손을 가속화한다. 이는 포장 표면결함뿐만 아니라 대형사고를 유발할 수 있는 포트홀까지도 이어진다. 표면 강화제를 사용한 아스팔트 표면강화공법은 예방적 유지보수 공법중 하나로 포장 유지관리 시점을 지연시키기 위해 노후 포장 보호를 위해 충분한 내구성능을 가져야 한다.

㉮ 부착성능

○ 표면 강화제는 기존 아스팔트 콘크리트 포장 표면에 도포하여 차량 통행과 강우, 강설시 외부 환경에 영향을 받으며 노후 포장체와 표면 강화제의 접착성능을 저하시키는 요인이다. 기존 포장과의 접착성능이 부족할 경우 이미 파손이 진행된 부위의 수분이 침투하여 포장 파손을 가속화할 우려가 있다. 이에 따라 기존 포장 표면과 표면 강화제의 접착성능을 아스팔트 표면강화공법의 내구성 확보를 위해 기본적인 성능이라고 할 수 있다.

○ 아스팔트 콘크리트에 도포된 표면 강화제의 접착성을 평가하기 위해 Fig. 2의 (a)와 같이 부착강도 실험을 수행하였다. 실험은 미끄럼 방지 포장재 품질기준(SPS-KTS.1102-1890)인 KS F 4936(콘크리트 보호용 도막재)의 부착강도 시험법에 따라 수행하였다. 실험은 가로 70 ㎜×세로 70 ㎜×높이 20 ㎜ 크기의 시멘트 모르타르 시험용 밑판 표면에 표면 강화제를 2 ㎜ 두께로 도포하여 시험편 연직방향으로 인장력을 가해 인장강도를 측정한다. 또한 반복적인 동결, 융해 환경에 대한 접착 내구성 평가를 위해 온랭 반복에 따른 접착성능을 평가하였다. 온랭 반복 처리는 양생된 시험체를 18시간 수침 후 즉시 -20±3℃ 온도에서 3시간 냉각, 50±3℃의 온도에서 3시간 가온하는 것을 1 Cycle로 10회 반복한 뒤 인장강도를 측정하였다.

○ 실제 공용중인 도로포장은 차량의 급가속, 제동 등 타이어 접지압에 의해 포장체에 전단응력이 발생한다. 표면 강화제는 차량타이어와 직접 닿기 때문에 더 큰 전단력이 발생하며 이에 대한 저항성을 평가하고자 하였다. 필름형태로 도포되는 표면 강화제의 전단접착강도 평가를 위한 실험방법이 없어 교면용 도막 방수재(KS F 4932)의 전단접착강도 실험을 수행하였다. 가로 300 ㎜×세로 300 ㎜×높이 50 ㎜ 크기의 2개 아스팔트 콘크리트판 사이에 표면 강화제를 도포한 후 가로 100 ㎜×세로 100 ㎜의 크기로 절단한 시편을 사용하였다. Fig. 1의 (b)와 같이 전단접착강도 시험 장치에 거치한 후 1 ㎜/min의 속도로 하중을 가하여 전단 강도를 측정하였다.



(a) Tensile Adhesion Test　　(b) Shear Adhesion Test

<그림 30> 부착성능 시험

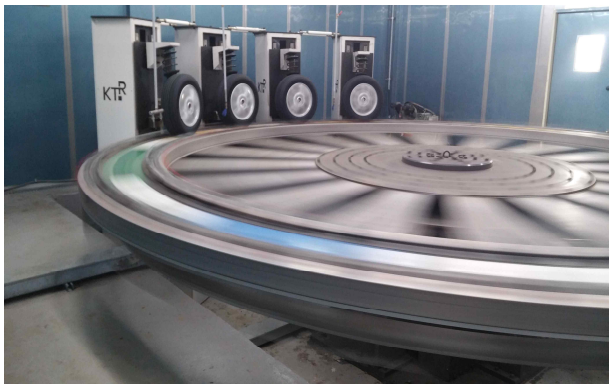
○ 부착강도 실험결과 Table 1과 같이 표준상태 1.5 ㎫, 온냉 반복처리상태 1.3 ㎫로 콘크리트 보호용 도막재 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다. 통상적으로 아스팔트 관련 실험은 후처리 실험값에 대한 품질기준을 표준상태 대비 80% 이상으로 보고 있다. 온냉 반복처리 실험 결과 표준상태 대비 약 87%로 큰 온도변화와 강우강설시에도 충분한 내구성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다. 전단접착강도 실험결과 1.4 ㎫로 교면용 도막방수재 품질기준 0.6 ㎫을 2배 이상 상회하는 수준으로 측정되었다. 인장과 전단모드의 부착성능 평가결과 표면 강화제의 부착성능은 매우 양호한 것으로 나타났다.

Test		Result	Requirement
Tensile Adhesion Strength(N/㎟)	Normal	1.5	Minimum 1.0 (KS F 4936)
	After Freezing-Thawing Repeat	1.3	Minimum 1.0 (KS F 4936)
Shear Adhesion Strength(N/㎟)(at 20℃)		1.4	Minimum 0.80 (KS F 4932)

<표 66> 부착성능 시험결과

㈏ 윤하중 저항성

○ 교통하중에 대한 표면 강화제 처리 공법의 내구성능 평가를 위해 윤하중 저항 및 동적수침 실험을 수행하였다. 윤하중 저항 시험은 타이어 접지압 및 마찰이 높은 코너링 구간, 주차장 구간 등의 모사가 가능한 KS F 4937(주차장 바닥용 표면 마감재)의 곡선 윤하중 시험방법에 따라 수행하였다. 시험법은 가로 300 ㎜×세로 300 ㎜×두께 50 ㎜의 콘크리트 밑판에 표면 강화제를 2 ㎜ 도포한 후 Fig. 2의 (a)와 같이 300 ㎏f의 추를 적재한 타이어를 5 ㎞/h의 속도로 주행하여 80,000회 회전하였을 때 균열, 갈림, 탈락 등의 표면 상태를 평가한다.




(a) Wheel Load Test




(b) Rolling Bottle Test

<그림 31> 내구성 시험

○ 강우·강설 시 수분은 아스팔트 바인더와 골재를 박리시켜 포트홀과 같은 파손을 발생시킨다. 표면 강화제도 수분의 영향으로 인해 부착력이 감소할 수 있음으로 동적수침실험을 수행하였다. 시험은 European Standard EN-12697-11에 따라(MLIT, 2017) Fig. 2의 (b)와 같이 표면 강화제로 피복된 굵은 골재를 양생 후 유리병에 시료를 투입하고 25℃에서 24시간 동안 60 rpm으로 회전시켜 박리, 탈락 등 골재 표면 상태를 평가한다.

○ 시험결과는 Table 2와 같으며 윤하중 저항시험 결과 80,000회의 윤하중 재하 후 균열, 표면 갈림 등 표면손상이 없는 양호한 상태를 나타내었으며, 동적수침실험결과 피복율 62%로 일반적인 아스팔트 바인더가 50% 이하의 피복율로 박리방지제를 사용하여야 하는 점을 감안 하였을 때 수분으로 인한 표면 강화제의 박리 위험은 크지 않은 것으로 나타났다. 부착성능 실험과 윤하중 저항시험, 동적수침시험 결과를 종합적으로 고려하였을 때 표면 강화제가 교통하중과 환경조건에 따라 떨어지거나 벗겨지지 않고 충분한 내구성을 가질 것으로 판단되었다.

Test	Result	Requirement
Wheel Load Test (300 kg, at 80,000 Cycle)	No damage	No damage
Rolling Bottle Test(%)	62	Minimum 50% (MLIT, 2017)

<표 67> 내구성 시험결과

㉰ UV 저항성 평가

○ 표면처리제품의 경우 태양광에 직접 노출되어 자외선(UV)에 의한 경화가 발생할 수 있다. UV 저항성을 평가하기 위해 KS M ISO 4892-2(플라스틱-실험실 광원에 의한 폭로 시험방법-제2부 : 제논-아크 램프)의 태양광 필터를 이용한 폭로 실험을 수행하였다. 시험조건은 방사조도(Irradiance) 0.51 w/㎡, 6,500 W Xenon Arc를 사용하여 102분 건조 후 18분 수분 투입하는 것을 1 Cycle로 1,000 시간 후 표면 상태를 관측하였다.

○ UV 저항성 실험결과 Table 3과 같이 미끄럼 방지 포장재 품질기준인 300 시간을 초과하는 1,000 시간 노출 후에도 균열, 박리 등의 표면 손상이 없어 UV 저항성이 우수한 것으로 나타났다.

Test	Result	Requirement
Accelerated Weathering Test(300 h)	No damage (at 1,000 h)	No damage

<표 68> UV 저항성 평가 결과

㉱ 미끄럼 저항성

○ 표면처리공법은 포장표면에 바인더를 도포하기 때문에 미끄럼저항이 감소할 우려가 있다. 표면강화제 적용 후 미끄럼저항을 KS F 2375(노면의 미끄럼저항성 시험방법)에 따라 Fig. 3의 BPT(British Pendulum Tester) 실험을 수행하였다.



<그림 32> BPT 시험기

○ 실험결과 Table 4와 같이 개질유화아스팔트를 도포하는 포그씰 공법(Product A)와 가열 아스팔트 바인더를 도포하는 공법(Product B)의 경우 BPN이 30~35로 매우 낮은 값을 나타내는 반면 표면강화공법(ASRM)의 경우 BPN 75로 미끄럼 방지 포장재 기준과 국토해양부 도로설계편람의 마찰력 확보가 매우 중요한 구간의 기준을 상회하는 것으로 나타났다. 표면 강화제의 경우 미끄럼저항 확보를 위해 광물성 혼화재를 사용하였으며 이를 통해 기준 이상의 미끄럼 저항을 확보할 수 있는 것으로 확인되었다.

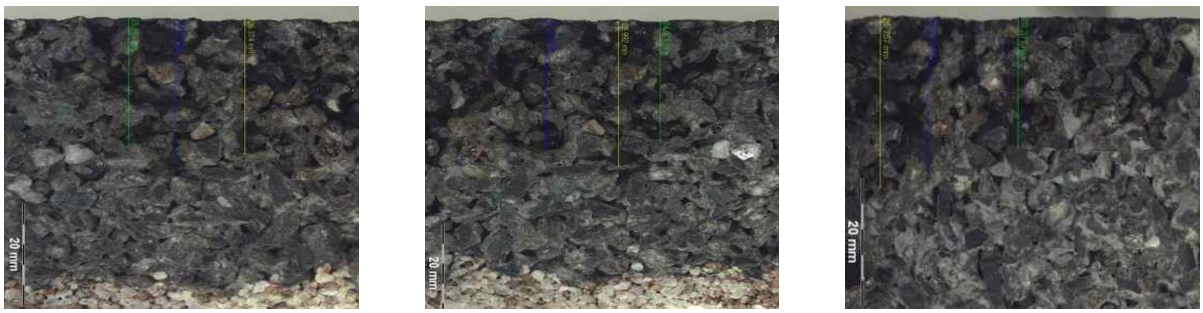
Test	Result(BPN)	Requirement
Cement Concrete	80	Minimum 55 (SPS-KTS.1102-1890, 2017) Minimum 57(at S1 Grade) (MLTMA, 2012)
ASRM	75	
Product A	30	
Product B	35	

<표 69> 미끄럼 저항성 시험 결과

나. 포장보호 효과 검증

㉮ 균열부 보수 효과

○ 표면처리공법은 초기 또는 중기 파손 상태의 포장에 적용되기 때문에 발생한 균열을 사전에 보수하거나 표면처리공법 자체가 균열보수효과가 있는 것이 좋다. 표면 강화제의 균열 보수 효과를 평가하기 위해 균열 침투성능 평가를 실시하였다. 포장의 미세균열을 모사하기 어려워 공극률 20%의 다공성 아스팔트 콘크리트 공시체 제작 후 상부에 표면 강화제를 도포한 후 공시체를 2등분하여 KS D 0246(도금 두께 시험 방법)의 현미경 단면 시험 방법으로 침투 깊이를 Fig. 4와 같이 측정하였다. 측정결과 Table 5과 같이 20.4~29.0 ㎜의 침투깊이가 확인되어 포장에 발생한 미세균열을 표면 강화제 시공으로 보수 할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 균열 충진 기능은 포장체 내부로 수분과 공기의 침투를 막아 아스팔트 콘크리트의 노화를 저감할 수 있다.



1 2 3

<그림 33> 표면 강화제 침투깊이

No.	Result	
	Max(㎜)	Min(㎜)
1	26.4	25.2
2	29.0	24.1
3	26.8	20.4
Avg.	27.4	23.2

<표 70> 침투깊이 시험 결과

㈏ 내투수성 및 내화학성

○ 표면 강화제의 포장보호성능을 평가하기 위해 수분과 화학물질의 침투에 대한 저항성을 평가하였다. 내투수성 실험은 KS F 4936의 내투수성 시험방법에 따라 시험체에 0.1 ㎫의 수압을 1시간 동안 가하여 시험체 중앙부를 2분할하여 표면 강화제를 도포한 하부에 물이 침투되었는지를 확인하는 방법으로 수행하였다. 내화학성 평가는 염화이온 저항성(KS F 4936)과 중성화 저항성(KS F 2584)과 KS M 5000 시험법에 따라 염화칼슘(CaCl2), 포화 수산화나트륨(NaOH), 황산(H2SO4), 염산(HCl), 질산(HNO3) 수용액에 대한 저항성을 평가하였다.

Test		Result	Requirement
Impermeablity		No Penetration	No Penetration (KS F 4936, KS F 4932)
Chemical Resistance	Resistance Chloride Ion Penetration(Coulombs)	95	Maximum 1,000 (KS F 4936) Maximum 100 (KS F 4932)
	Accelerated Carbonation Depths(㎜)	0	Maximum 1.0 (KS F 4936)
	10% CaCl2 Aqueous Solution	No damage	No damage
	NaOH(Saturation) Aqueous Solution	No damage	No damage
	5% H2SO4 Aqueous Solution	No damage	No damage
	5% HCl Aqueous Solution	No damage	No damage
	5% HNO3 Aqueous Solution	No damage	No damage

<표 71> 내투수성 및 내화학성 시험 결과

○ 실험결과 Table 6과 같이 내투수성 시험에서 수분이 침투하지 않아 방수기능을 수행할 수 있는 것으로 나타났다. 염화이온 침투 실험의 경우 콘크리트 교면용 도막방수재 기준인 100 Coulombs 이하를 만족하는 95 coulombs으로 측정되었다. 이외에 염화칼슘, 수산화나트륨, 황산, 염산, 질산 등의 화학약품에 의한 저항성 평가 결과 변색, 박리 등의 손상이 나타나지 않아 내화학성이 우수한 것으로 확인되었다. 미세균열을 충진하고 내투수성 및 내화학성이 뛰어난 표면 강화제는 수분에 의한 아스팔트 콘크리트 파손을 저감할 수 있으며, 엔진오일, 제빙화학제와 같은 화학물질로부터 포장을 보호하여 포장의 내구성을 연장시킬 수 있을 것으로 기대된다.

㉰ 노화바인더 재생효과

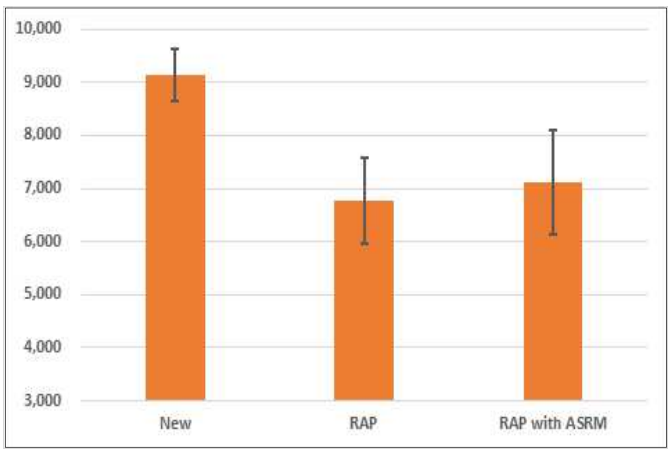
○ 표면 강화제의 원재료 공급업체가 제공한 해외 시험 성적서에 따르면 표면 강화제를 시공하고 8주 후 채취한 코어시료에서 아스팔트 바인더를 추출하여 성분검사를 실시한 결과 기존 노화된 아스팔트 바인더의 아스팔텐 성분비가 35.63%에서 32.10% 감소하고 아로미틱 오일 성분이 11.75%에서 12.25%로 늘어난 것으로 측정되었다. 이와 같은 변화는 폐아스팔트 콘크리트(RAP)에 적용하는 재생첨가제의 기능과 유사한 것이다.

○ 표면 강화제의 아스팔트 바인더 재생효과를 확인하기 위해 RAP 50%를 사용한 WC-1 밀입도 아스팔트 공시체를 제작하였다. 제작된 공시체는 표면 강화제의 화학적 작용이 원활하도록 공극률 7%로 다짐을 하였다. RAP 아스팔트 콘크리트와 가능한 유사한 입도로 신규골재와 스트레이트 아스팔트(PG 64-22)만 사용한 공시체를 공극률 7%로 제작해 비교군으로 사용하였다. 준비된 공시체에 대해 20℃에서 간접인장강도 터프니스를 측정하였으며, 결과는 Table 7과 같다. 신규재료만 사용한 공시체의 터프니스가 9,137 N・㎜ 였으나 노화된 RAP을 골재로 사용한 RAP 아스팔트 콘크리트의 터프니스는 6,777 N・㎜로 감소하였다. 표면 강화제를 한쪽 면에 도포하고 3개월 동안 방치한 공시체의 터프니스는 7,123 N・㎜로 소폭 증가한 것으로 나타났다. 하지만 RAP을 사용한 공시체의 경우 실험값의 편차가 컸으며, Fig. 5에 나타난 것과 같이 표면강화공법 적용 유무에 따른 터프니스의 결과 값의 표준편차를 감안하면 뚜렷한 개선효과를 확인하기는 어려웠다. 이는 표면 강화제가 수개월에서 수년간 지속적으로 노화아스팔트 바인더를 재생하기 때문에 3개월경과 후의 개선정도가 낮을 수 있으며, 표면 강화제의 노화바인더 재생효과가 뚜렷한 아스팔트 콘크리트의 성능을 향상시키는 것이 아니라 바인더의 노화를 지연시키는 역할을 수행하는 역할을 하기 때문일 수도 있다. 표면 강화제의 재생효과와 관련해서는 장기간에 걸친 현장 코어 시료에 대한 성분분석과 추적조사를 통해 보다 면밀한 분석이 필요할 것으로 보인다.

○ 표면 강화제의 노화 아스팔트 바인더의 재생효과를 통한 포장수명 개선 효과를 정량적으로 분석하고자 하였으나 뚜렷한 경향을 확인할 수 없었다. 하지만 서울시 관내도로에 시험포장 후 약 2년간의 추적조사를 진행한 결과 표면강화공법이 포장의 수밀성 개선을 통한 포트홀 저감 효과와 균열저항성 향상 및 미끄럼 저항 확보 기능을 통해 포장의 공용성능을 유지하는데 효과가 있는 것으로 조사되었다(Lee, 2017).

Item	Toughness(N·㎜)	Avg.(N·㎜)
New HMA	9,550	9,137
	8,430	
	9,430	
RAP HMA	5,870	6,777
	7,830	
	6,630	
RAP HMA with ASRM	8,210	7,123
	5,840	
	7,320	

<표 72> 터프니스 시험 결과



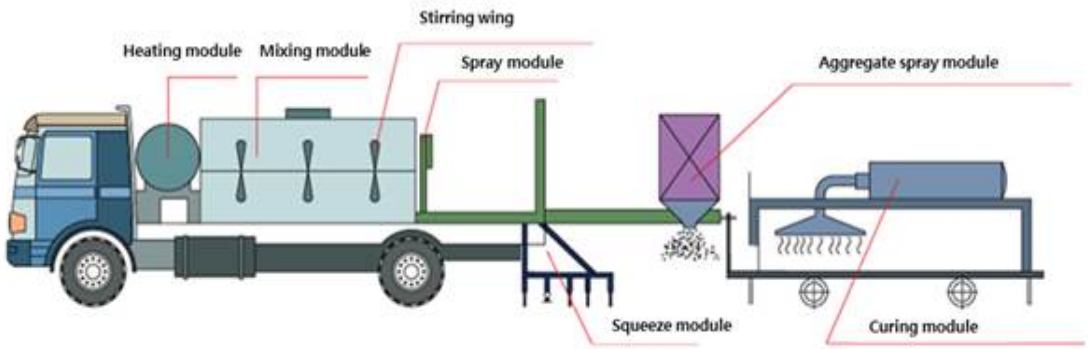
<그림 34> 터프니스 시험결과 및 편차

(나) 자동화 시공장비를 활용한 표면강화공법의 현장 적용성 개선방안 연구

○ 아스팔트 표면강화공법의 실내 실험과 시험시공으로 아스팔트 포장의 내구성 향상 효과는 검증되었으나 그 과정에서 Fig. 6 과 같이 인력시공으로 인한 시공효율 저하와 균일한 품질확보에 대한 문제점이 나타났다. 표면 강화제의 현장적용에서 나타난 문제점은 크게 3가지이다. 현장조건에 따라 살포량이 변동되나 객관적 근거 없이 현장에서 살포량을 임의 결정함에 따른 재료 손실의 증가, 기상조건, 야간공사에 따른 양생시간의 지연, 예방적 유지보수로서의 최적 적용시점의 결정이다. 본 연구에서는 아스팔트 포장의 내구성을 향상시킬 수 있는 표면강화공법의 현장 적용성 개선방안을 도출하고 이를 바탕으로 향후 개발될 Fig. 7과 같은 자동화 시공 장비 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.



<그림 35> 표면강화공법 인력시공



<그림 36> 자동화 시공장비 모식도

가. 포장상태에 따른 살포량 산정

○ 아스팔트 표면강화공법은 포장표면을 코팅하는 개념이기 때문에 포장 표면에 요철이나 공극이 많고 적음에 따라 사용되는 표면 강화제의 양이 달라진다. 기존의 시공법은 시공자가 포장상태를 육안 관찰하여 주관적 판단에 의해 살포량을 결정하였으며, 따라서 재료 부족을 우려하여 필요량에 비해 과다한 양을 살포하고 과잉 살포된 재료는 작업 후 수거하여 폐기하였다. 과잉 살포된 표면 강화제는 화학물질이기 때문에 산업폐기물로서 환경부담을 가중시키게 되며 처리 비용 상승을 초래한다. 시험시공을 통해 파악한 폐기량은 실제 필요량의 약 30% 이상으로 나타나 비용

절감 및 폐기물 발생 최소화 측면에서 포장 표면 상태에 따른 적정 살포량 산정이 필요하다.



<그림 37> Sand Patch Method

○ 아스팔트 표면 강화제는 아스팔트 포장 표면에 살포되어 균열을 일부 충진하고 표면에 아스팔트 피복이 벗겨지거나 손실된 곳을 보수하는 역할을 함으로 포장표면의 상태에 따라 최적 살포량이 변화하게 된다. 이에 따라 본 연구에서는 포장 표면상태를 지표화하기 위해 평균조직깊이를 샌드 패치법(Sand Patch Method)(ASTM E965)으로 측정하였다. 밀입도, SMA 등 다양한 표면 상태를 갖는 포장에 대해 Fig. 8과 같이 일정량의 모래로 원을 만들고, 만들어진 원의 면적을 측정하여 식 (1)을 통해 평균조직깊이(Mean Texture Depth)를 계산하였다.

$$MTD = \frac{4V}{\pi D^2} \quad \text{----------} \quad (1)$$

MTD : Mean Texture Depth(㎜)

V : Sample Volume(㎣)

D : Average Diameter(㎜)

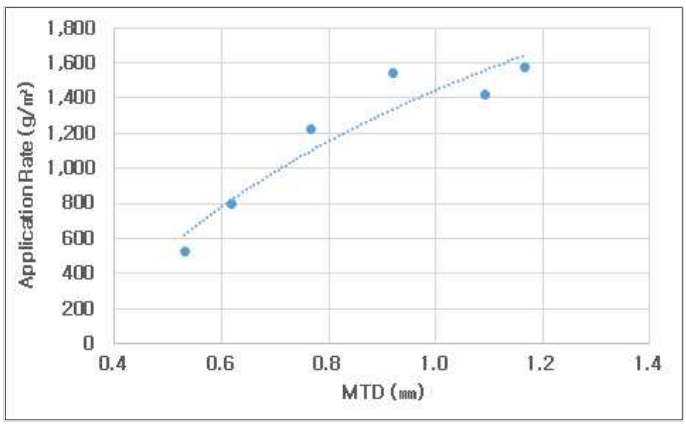
○ 평균조직깊이를 측정한 포장면에 표면 강화제를 도포한 후 고무 스퀴즈를 사용하여 Fig.5와 같이 표면정리를 실시하고 살포 된 양을 측정하였다. 평균조직깊이와 살포량을 정리하면 Table 1과 같다. 평균조직깊이는 입도가 고운 밀입도 포장의 0.53 ㎜부터 SMA 포장과 같이 표면이 거칠 경우 1.17 ㎜까지 분포하였다. Jo et al.(2012)의 연구에서 밀입도 포장의 평균조직깊이가 0.51 ~ 0.97 ㎜까지 측정됨에 따라 일반적인 포장의 평균조직 깊이에 대해 검토한 것으로 판단된다. 바인더 투입량은 평균조직깊이 0.53 ㎜ 일 때 525.6 g/㎡이며, 평균조직깊이 1.17 ㎜는 투입량이 1,575.2 g/㎡로 표면 상태에 따라 살포량에 큰 차이를 보였으며 살포량과 평균조직깊이가 높은 상관성을 나타내는 것으로 나타났다. Fig. 6을 바탕으로 살포량 계산식(식 (2))을 도출하였다. 식 (2)에서 할증계수는 표면 강화제가 시공 중 부족하지 않도록 제시한 것으로 시험시공 및 실내실험 결과를 바탕으로 10%를 산정하였으나 향후 자동화 장비를 통한 균질살포가 가능해지고 현장 경험이 축적되면 실투입량에 더욱 근사하게 산정 가능 할 것이다.



<그림 38> 표면 강화제 살포

MTD (㎜)	Measured Application Rate (g/㎡)	Calculated Application Rate (g/㎡)
0.53	525.6	684.3
0.62	794.4	900.6
0.77	1,226.7	1,211.5
0.92	1,538.9	1,469.8
1.09	1,422.2	1,713.8
1.17	1,575.2	1,808.1

<표 73> 평균조직깊이와 살포량



<그림 39> 평균조직깊이에 따른 살포량 산정 그래프

$$R_A = (1299.2\ln(MTD) + 1444.5) \times E_C \quad \text{----} \quad (2)$$

R_A : Application Amount(g/㎡)

MTD : Mean Texture Depth(㎜)

E_C : Extra Coefficient (1.10)

❍ Table 9에 나타난 것과 같이 실제 살포량과 계산을 통한 살포량의 차이는 포장 표면 상태에 따

라 차이가 있으나 평균 12.2%로 나타났다. 따라서 기존 주관적 판단에 의해 살포량을 결정하였을 때 사용량의 30%의 재료 손실량을 15% 이내로 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

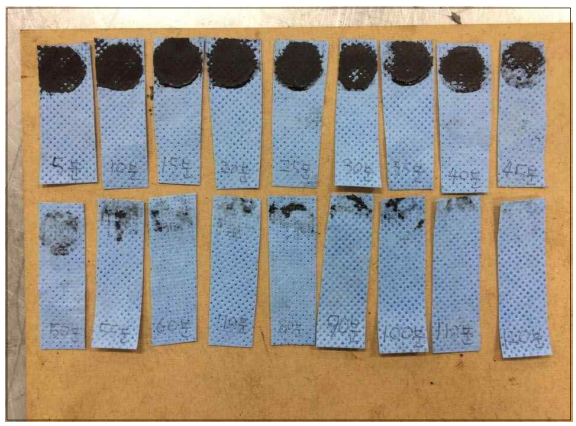
나. 온도 및 양생시간 상관관계

○ 도로포장 유지보수 공법은 공용중인 도로의 교통을 통제하고 시공하기 때문에 작업하는 동안 교통통제로 인한 불편을 초래하게 된다. 따라서 유지보수공법은 가능한 빠른 시간에 작업을 완료하는 것이 매우 중요하다. 표면 강화제는 도로포장에 유제를 도포하는 방식으로 유제 살포 공정 및 표면 마무리는 비교적 신속하게 진행되나 통행이 가능한 수준으로 경화되는 데 시간이 필요하다. 표면 강화제는 포함되어 있는 휘발성분이 증발하면서 양생되는 방식으로 양생시간은 온도와 바람의 영향을 받게 된다.

○ 방수재, 도료 등의 양생정도를 평가하는 방식은 주로 지촉건조시험이 적용된다. 본 연구에서는 온도에 따른 양생시간을 측정하기 위해 KS M5000에 제시되어 있는 방법에 따라 지촉건조실험을 수행하였다. Fig. 11과 같이 일정 온도에서 시간별로 손에 묻어나는 정도로 평가하였으나 측정자에 따른 오차가 발생하여 Fig. 12와 같이 흡수성이 좋은 종이를 대고 일정한 무게를 가한 후 묻어나지 않는 상태를 완전히 양생된 상태로 판단하였다.



<그림 40> 지촉건조시험



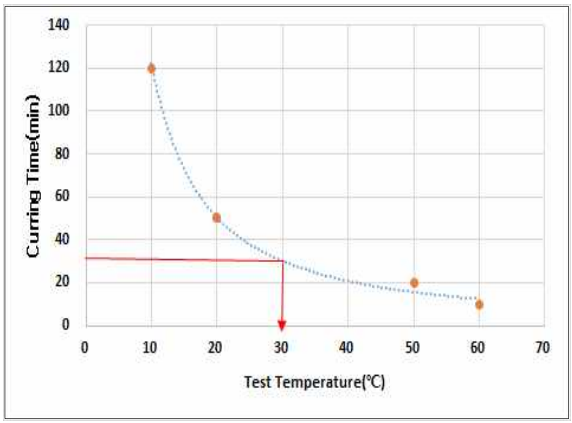
<그림 41> 지촉건조시험

○ 실험결과 Table 11과 같이 20℃에서 50분 만에 양생이 완료되었으며 온도가 높아질수록 양생시

간이 짧아졌다. 아스팔트 표면 강화제의 현장 적용성 개선에 있어 양생시간 목표는 20℃에서 30분 이내의 양생완료를 목표로 한다. Fig. 13에 나타난 것과 같이 30℃ 이상에서는 30분 이내의 양생시간을 나타내나 이는 기온이 높은 여름철을 제외하고는 만족시키기 어려운 조건이다. 또한 유지보수 공사의 특성상 야간공사가 많기 때문에 양생시간을 단축하기 위한 Fig. 14와 같은 가열양생장비 개발을 고려하고 있다.

Temperature(℃)	Curing Time(min)
10	120
20	50
50	20
60	10

<표 74> 지촉건조시험 결과



<그림 42> 온도에 따른 양생시간

○ 양생시간을 단축하기 위해 Fig. 14와 같이 히팅 건으로 표면을 가열하여 80℃에 이르면 가열을 중단하고 양생시간을 측정한 결과 양생시간이 15분으로 감소하였다. 따라서 가열양생장치를 이용하여 포장표면을 약 80℃까지 가열할 경우 30분 이내에 양생을 완료할 수 있을 것으로 판단하였다.



<그림 43> 히팅 건을 이용한 양생

○ 가열기 용량 계산을 위해서는 아스팔트 콘크리트 포장을 가열하는데 필요한 열량을 계산하여야

한다. Lee at al.,(2016)의 연구에 의하면 식 (3)에 의해 아스팔트 콘크리트를 가열하는데 필요한 열량을 계산할 수 있다.

$$Cal_{heat} = \frac{\alpha \rho V C \triangle T}{\eta} \quad \text{----------} \quad (3)$$

Cal_{heat}	:	Calorie of Heat Device (㎉)
α	:	Unit Conversion Coefficient (0.0002388495)
ρ	:	Density (2405 ㎏/㎥)
V	:	Volume (㎥)
C	:	Specific Heat (1150.6 V/㎏℃)
$\triangle T$	:	Temperature Variation
η	:	Energy Efficiency (0.5)

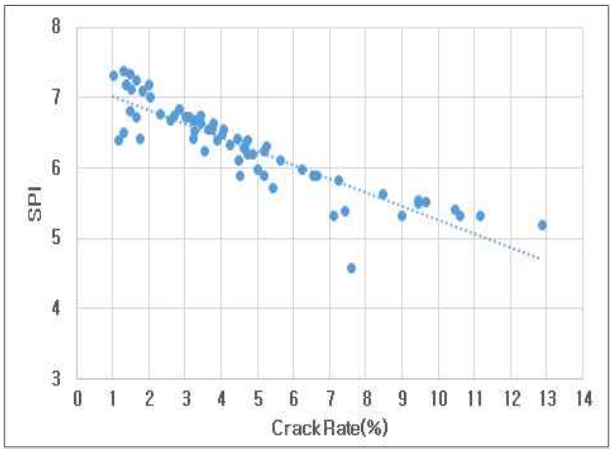
○ 상온 20℃에서 포장표면의 가열면적 1.0 ㎡ 에 3 ㎜ 두께에 대하여 80℃까지 가열하는데 필요한 열량은 317 ㎉ 이다. 600 ㎡를 시공할 경우 30분 이내에 양생을 끝내기 위해서는 가열양생장치는 약 380,000 ㎉/hr의 열량을 가져야 하는 것으로 계산되었다. 시중에 판매되는 열풍기의 열량이 120,000 ㎉/hr 임으로 3대를 사용할 경우 30분 이내에 양생을 마무리 할 수 있는 것으로 판단된다.

다. 최적 적용시기 결정

○ 표면 강화제는 단순히 포장표면을 보호하는 역할이외에 미세균열 및 공극을 통해 포장내부로 침투하여 화학작용으로 노화된 아스팔트 바인더를 회생시키는 기능을 갖는다. Brown(1988), Chiu and Lee(2006), Brownrige(2010) 등에 따르면 표면 강화제의 아스팔트 바인더 회생기능으로 산화된 아스팔트 바인더의 화학조성이 초기 상태와 유사하게 회복되고 포장표면의 보호막 역할을 수행하여 포장의 내구성 향상에 기여하는 것으로 연구되었다. 표면 강화제의 예방적 유지보수 공법으로서의 경제적 효과와 성능적 효과를 극대화하기 위해서는 적절한 포장상태에서 적용하는 것이 중요하다. 즉, 포장의 상태가 양호할 경우에는 불필요한 보수를 실시함으로서 예산 낭비의 우려가 있으며 표면 강화제가 포장내부로 침투하지 못해 아스팔트 바인더의 회생효과를 얻을 수 없다. 반대로 파손이 심각하게 진행된 경우는 표면 강화제에 구조적 보수효과가 없기 때문에 파손의 진전을 막을 수 없어 효과가 크지 않게 된다.

○ 표면 강화제의 최적 적용 시기는 포장에 약간의 균열이 발생하는 파손발생 초기단계이다. 하지만 이를 정량화한 기준은 없는 상태이다. 정량화된 적용시기 결정을 위해 포장상태조사 결과를 기준으로 삼고자 하였다. 포장상태조사를 통해 균열율, 소성변형, 평탄성을 기준으로 포장평가지수를 산정하여 도로포장의 상태를 평가하고 유지보수의 기준으로 삼고 있다. 서울시의 경우 서울시 포장평가지수(SPI, Seoul Pavement Condition Index)를 자체적으로 사용하고 있는데. SPI 값이 7~5 수준일 때 예방적 유지보수를 시행하도록 권장하고 있다. 하지만 SPI는 균열율, 소성변형, 평

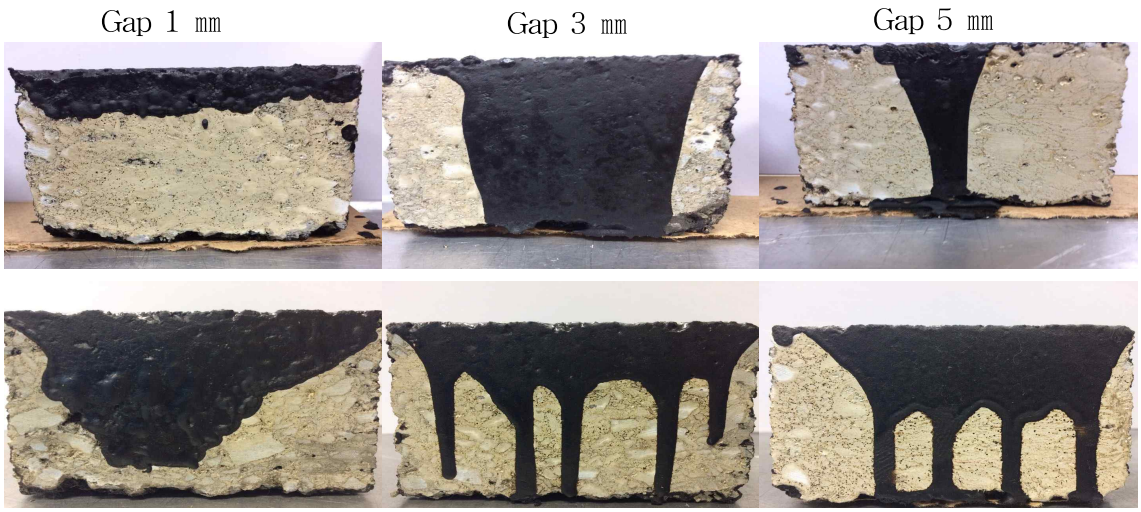
탄성을 종합하여 산정되는 것으로 소성변형이나 평탄성 개선효과가 없는 표면 강화제의 적용시점을 결정하기에는 무리가 있으며 따라서 균열율을 기준으로 적용시점을 결정하고자 하였다. 서울시의 조사자료(Seoul Metropolitan Government, 2009)에 있는 67개 구간을 바탕으로 균열율과 SPI와의 상관성을 살펴보면 Fig. 15와 같다.



<그림 44> 균열율에 따른 SPI

○ 균열율 1~2%의 경우 SPI 값으로 보았을 때 아직까지 보수가 필요 없는 수준도 있고 보수가 필요한 구간도 존재한다. 균열률 1~2% 구간에서 SPI가 7 이하인 경우에는 소성변형(rutting depth) 5㎜ 이상 발생한 경우로 이러한 경우는 표면 강화제의 효과를 얻기 어려운 경우이다. 소성변형 5 ㎜이하인 구간에서 SPI가 7 이하인 경우는 균열율이 평균 3.35%로 나타났다. 또한 SPI 값 7~6의 예방적 유지보수의 필요성이 나타나는 시기의 평균 균열율은 3.46%이다. 표면 강화제의 적용시점은 균열 발생초기인 점을 감안하여 균열율 3%에서 4% 사이를 적용시점으로 산정하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

○ 파손초기의 균열의 폭은 5 ㎜ 이하이며, 자동포장조사장비에 인식되는 균열 폭이 1 ㎜ 임으로 표면 강화제의 침투능력을 평가하기 위해 제작된 공시체를 컷팅하고 균열 간격을 1 ㎜, 3 ㎜, 5 ㎜의 균열을 모사한 후 상부에 표면 강화제를 살포하고 균열부의 침투모습을 관찰하였다. 점도에 따른 침투 양상은 Fig 16과 같다. Fig 16 상단은 20℃에서 표면 강화제 점도 10,000 cP 인 상태의 침투 모습으로 균열 폭 1㎜ 에서는 약 1 ㎝ 의 침투 깊이로 비교적 고르게 나타냈으며 간격이 3 ㎜, 5 ㎜로 커질 경우 하부까지 그대로 흘러내리는 것이 관찰되었다. 표면 강화제를 가열하여 50℃가 되면 점도가 약 2,600 cP까지 낮아지기 때문에 Fig 16의 하단과 같이 더 용이하게 침투하며 특히 균열 폭 1 ㎜ 모사 실험에서도 약 4 ㎝ 이상 침투하는 것을 알 수 있었다. Korea Testing & Research Institute(2015)의 연구에서는 투수성 아스팔트를 사용하여 침투깊이를 측정한 결과 평균 25 ㎜의 침투깊이를 확인하여 표면 강화제가 1 ~ 5 ㎜의 미세한 균열에도 포장내부로 원활히 침투하는 것을 알 수 있었다. 따라서 균열율 3 ~ 4%의 초기균열에서도 포장내부로 표면 강화제가 침투하여 균열충진효과 및 포장 내구성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 45> 균열 폭에 따른 표면강화제 침투깊이(상단: 10,000 cP, 하단: 2,600 cP)

(다) 시험시공 현장 평가

○ 장소 : 과천 서울대공원 장애인 전용주차구역

○ 날짜 : 2017년 5월 30일

○ 내용 : 자동화 시공장비를 이용한 아스팔트 표면강화제 시험시공



<그림 46> 시험시공 현장 위치도

가. 지촉건조실험

○ 목적 : 아스팔트 표면강화제의 양생속도 측정

○ 기준 : 통행가능시간 30분 이내(20℃)

○ 방법 : 시공 후 양생이 완료되어 손에 묻어나지 않는 시간 측정(KS M5000)

○ 현장상황 : 기온 30℃, 맑음, 포장 표면 온도 26℃



<그림 47> 표면 온도 측정

㉮ 실험내용

○ Fig. 19와 같이 양생시간 경과에 따라 측정지에 묻어나는 상태를 측정하여 묻어나지 않는 시간 측정한다.



<그림 48> 지촉건조실험(좌: 시공 후, 우: 양생 후)

㉯ 실험결과

○ 표면 강화제 살포 후 27분 경과시 측정지에 표면 강화제가 묻어나지 않아 30분 안에 양생이 완료되는 것으로 나타났다.



<그림 49> 지촉건조 시험 결과

나. 살포량 측정 실험

○ 목적 : 자동화 장비를 사용한 아스팔트 표면강화제 시공시 시공 품질 확보를 위한 분사 균질율 평가

○ 기준 : 분사균질율 ± 5% 이내

○ 방법 : 샌드패치법(ASTM E965)으로 평균조직깊이(Mean Texture Depth)를 Fig. 21과 같이 측정하여 포장 표면 상태를 정량화하고 산정된 표면강화제를 살포한 후 포장표면에 흡수지를 붙여 흡수지에 살포된 표면강화제의 무게를 측정하여 살포 균질율을 평가한다.

㉮ 실험 방법

○ 포장 시공 면에 유제를 흡수할 수 있는 흡수지를 부착

○ 표면강화제 살포

○ 바닥에서 흡수지를 회수

○ 무게를 측정하여 단위면적 당 살포량 측정



<그림 50> 샌드패치법



<그림 51> 살포량 측정

㈏ 실험 결과

○ Fig. 21과 같이 일정량의 모래를 포장표면에 원형으로 피고 지름을 측정하여 MTD 측정후 제안된 살포량 산출식으로 결정된 표면 강화제 살포량은 Table 13과 같이 1,132 g/㎡이다.

Diameter of Sand Patch(㎜)	MTD (㎜)	Avg. MTD (㎜)	Application Amount per Unit Area (g/㎡)
213	0.699	0.702	1,132
193	0.852		
240	0.554		

<표 75> 살포량 결정

○ 결정된 살포량에 따라 자동화 시공장비를 사용하여 표면강화제 살포 후 살포량 측정. 측정결과는 Table 14와 같다. 측정결과 단위 면적당 표면 강화제 살포량이 1,092 ~ 1,183 g/㎡으로 분사균질률 ±5% 이내인 것으로 나타났다.

Application Amount per Unit Area of Calculation(g/㎡)	Residual (g)	Application Amount per Unit Area (g/㎡)	Note
1,132	139 g	1,158 g/㎡	Target Range(±5%) : 1,075 ~ 1,189 g/㎡
	142 g	1,183 g/㎡	
	131 g	1,092 g/㎡	

<표 76> 분사균질율 시험 결과

(라) 소결

○ 아스팔트 콘크리트 포장의 예방적 유지보수 공법 중 하나인 아스팔트 표면강화공법의 현장적용성 개선을 위해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

○ 표면 강화제는 미끄럼저항포장과 교면방수공법에서 요구되는 부착강도 기준을 만족하며 교통하중 모사를 위한 윤하중재하실험, 수분에 의한 박리저항성평가 등을 통해 포장표면에 도포시 충분한 부착력과 내구성을 갖는 것으로 나타났다.

○ 포장표면에 표면 강화제를 도포한 후 실시한 내투수성 실험에서 불투수 성능을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 포장층 내부로 수분이 침투하는 것을 막아 포장의 내구성 향상에 기여할 수 있는 것으로 나타났다. 내화학성실험결과 다양한 화학물질로 인한 파손 위험이 발생하지 않아 화학물질로 인한 포장의 파손을 저감할 수 있는 것으로 나타났다.

○ 표면 강화제의 노화 아스팔트 바인더의 재생효과를 검증하기 위해 RAP 아스팔트 콘크리트 공시체에 대한 간접인장강도 터프니스 측정결과 평균값은 5% 증가하였으나 결과값의 편차가 커 분명한 경향성을 파악할 수는 없었다. 노화 아스팔트 바인더의 재생효과를 정량적으로 평가할 순 없었으나 균열충진 및 표면코팅을 통한 내투수성 및 내화학성의 증가와 마모저항성 및 미끄럼저항성 확보로 아스팔트 콘크리트 포장의 공용수준 유지효과를 기대할 수 있다.

○ 샌드패치방법에 의한 평균조직깊이 측정으로 포장 표면의 상태를 정량화하고 이를 기준으로 살포량을 결정할 경우 기존 주관적 판단에 의한 시공시 발생하던 30% 이상의 재료 손실량을 15% 이하로 절감할 수 있다. 자동화 시공장비를 통해 정량 살포가 가능해진다면 재료 손실량의 추가적인 절감이 가능 할 것이다.

○ 20℃에서 50분의 양생시간이 필요하나 포장 표면의 온도가 30℃ 이상이면 양생이 30분 이내로 가능하다. 표면 강화제 살포 후 표면온도를 80℃로 가열할 경우 양생시간은 15분으로 단축된다. 살포된 표면강화유제를 80℃까지 가열하기 위해서는 317 ㎉/㎡의 열량이 필요하며, 600 ㎡을 시공할 경우 가열양생장치의 필요 열량은 약 380,000 ㎉으로 나타났다.

○ 예방적 유지보수공법인 아스팔트 표면강화 공법은 포장 파손의 초기 단계에 적용하는 것이 바람직하며, 포장상태조사 자료로 분석한 결과 균열율 3 ~ 4%일 때 적용하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 포장상태조사장비는 균열 폭 1 ㎜부터 감지되며, 초기균열 폭은 보통 5㎜ 이하임으로 균열 폭에 따른 표면 강화제의 침투성능을 평가한 결과 표면 강화제를 50℃로 가열하여 점도를 2,600 cP 로 낮출 경우 균열 폭 1 ㎜ 에서도 충분한 침투깊이를 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

○ 자동화 시공장비를 이용하여 표면 강화제 사용 아스팔트 표면강화공법 시공결과 30분 이내 양생이 가능하며 살포량 산정식에 의해 결정된 살포량 대비 3 ~ 4%의 편차를 나타냈다.

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

가. 2차년도

구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI		1	100	
	계		1	-	
특허 출원	국내		1	100	1건 출원
	국외				
	계		1	-	
특허 등록	국내		1	200	2건 등록
	국외				
	계		1	200	
인력 양성	석사				
	박사				
	계				
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설 · 장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어				
	화학물				
기타	시제품		-	100	- 이동식 소형분사기
	건설신기술		1	100	1건 신청
	일자리 창출				

나. 최종 성과

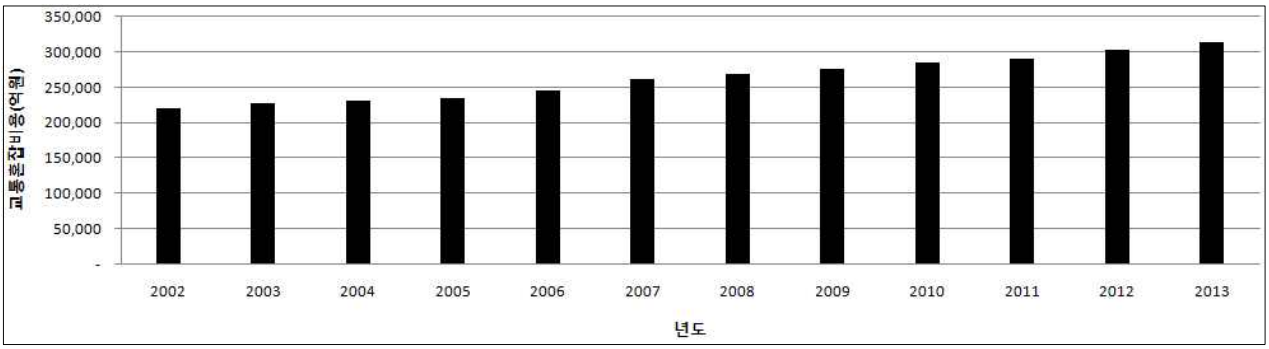
구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI		2	100	2건 게재
	계		2	100	
특허 출원	국내		2	150	3건 출원
	국외				
	계		2	150	3건 출원
특허 등록	국내		1	200	2건 등록
	국외				
	계		1	200	
인력 양성	석사		-	100	석사1
	박사				
	계		-	100	석사1
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설 · 장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어				
	화학물				
기타	시제품		-	200	- 건설기계승인 - 이동식 소형분사기
	건설신기술		1	100	1건 신청
	일자리 창출				

2. 관련 분야 기여도

가. 기술적 측면

(1) 지체시간에 따른 교통혼잡비용 감소

○ 국토교통부 2016년 도로업무편람에 따르면 2002년을 기준으로 연평균 4.74% 정도 증가하는 것으로 나타나고 있으며, 국도보다 고속국도(고속도로)의 교통혼잡비용 증가율이 더 높은 것으로 나타나고 있음

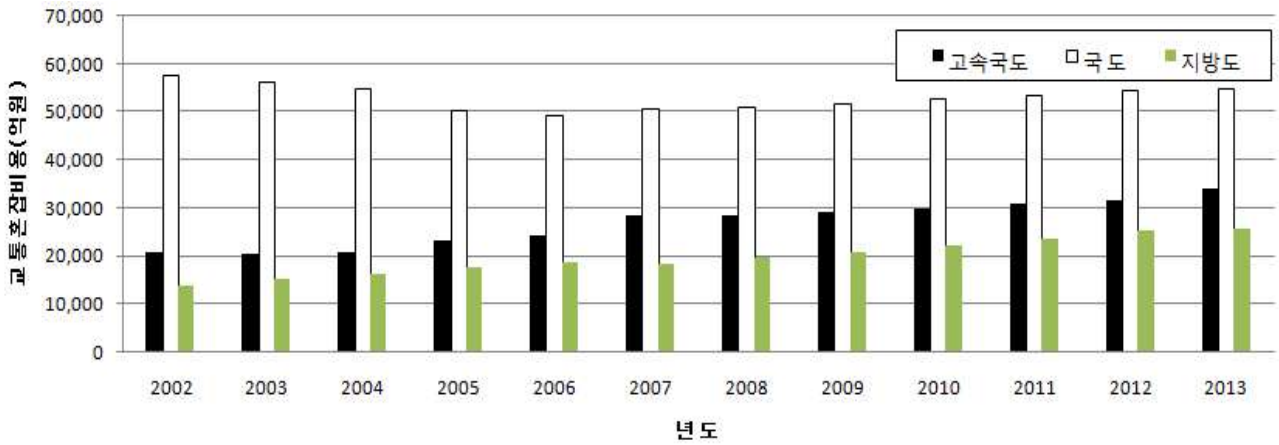


<그림 52> 연도별 교통 혼잡 비용 그래프

(단위 : 억원)

구 분		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
도로별	고속국도	20,651	20,126	20,591	23,055	24,131	28,188	28,315	28,940	29,700	30,687	31,601	33,925
	국 도	57,350	55,980	54,660	50,247	49,204	50,591	50,967	51,524	52,636	53,113	54,350	54,816
	지방도	13,512	15,025	16,053	17,635	18,468	18,059	19,528	20,578	22,025	23,619	25,345	25,440
	계	91,513	91,130	91,305	90,937	91,802	96,838	98,811	102,688	104,361	107,419	111,296	114,181

<표 77> 도로 형태별 교통 혼잡 비용



<그림 53> 도로 형태별 교통 혼잡 비용 그래프

○ 한국교통연구원의 연구에 따르면 고속국도에서 발생하는 비 반복적으로 발생하는 원인별 총지체량을 조사한 연구 결과 공사에 의한 지체비율은 14.7%인 것으로 나타났으며, 「친환경 저소음 Dual Layer 포장 시스템」을 통해 공정 개선을 통하여 50%의 유지보수 시간을 단축한다면, 2008년 기준으로 시간에 의한 단순계산으로 약 2,000억원의 교통 혼잡 비용이 감소될 것으로 예상됨

고속국도	교통사고	기상악화		공사	계
		강우	강설		
총지체량	1,944,942	15,729,505	1,861,805	3,366,164	22,902,417
비율(%)	8.5	68.7	7.8	15.0	100.0

<표 78> 2008년 고속국도에서 비 반복적 발생 원인별 총지체량 (대-시)

○ 반복적으로 발생하는 혼잡은 교통 수요 대비 도로의 용량 부족으로 인해 발생하는 것으로 주로 출퇴근 시간에 발생하는 혼잡비용

○ 비 반복적으로 발생되는 혼잡은 교통사고, 악천후, 도로에서의 작업등과 같은 돌발 상황에 의해 발생하는 혼잡비용

(2) 자동화 시공을 통한 기존 아스팔트 콘크리트 포장의 내구성 확보에 의한 재시공 주기 감소

○ 본 연구는 표면 강화 유제의 도포만으로 감소했던 내구성을 확보하여 균열 및 파손을 억제하며 표면온도를 저감시킴으로써 소성변형을 억제하여 도로의 수명을 연장시킬 수 있는 획기적인 유지보수 공법임

○ 본 기술은 선 파손 후 조치로 파손이 진행된 도로를 보수하는 기존 유지보수 패러다임에서 한 단계 나아가 파손이 일어나기 전 미리 조치를 취해 도로의 공용수명을 연장시키기 때문에 선진화된 유지보수 기술이라 할 수 있음

○ 표면 강화 유제는 복잡한 시공 없이 단순 도포가 가능하기 때문에 신규, 기존 포장에 대한 적용성이 높으며 다양한 색을 적용할 수 있기 때문에 스쿨존, 버스전용차선 등 특정 표시를 요하는 도로에 적용할 수 있어 다양하게 활용을 할 수 있음

○ 본 제안의 기술은 지금까지의 유지보수와 달리 기존의 아스팔트 포장을 제거하거나 덧씌우지 않고 포장의 내구성을 유지하며 도로의 수명을 연장시킬 수 있는 획기적인 기술이기 때문에 학술적인 연구를 통해 도로 기술을 한층 발전시킬 수 있음

나. 사회・경제적 측면

○ 본 연구를 통한 아스팔트 표면 강화제의 개발은 기존 아스팔트 포장 대비 90% 이상의 CO_2 절감 효과를 가져오며 폐아스콘의 발생이 없고 재포장을 위한 아스팔트 혼합물 생산 및 시공에 필요한 자원 및 연료의 소비가 없기 때문에 최근 대두되고 있는 친환경에 부합하는 공법임

○ 기존의 유지보수 공법과 비교하였을 때 시공 방법이 간편하며 시공시간이 짧고 시공 후 차량 통행 재개 시간이 빨라 관련민원과 교통 지체를 해소할 수 있으며, 포장 표면의 마모를 억제하여 미끄럼 저항을 유지함으로서 교통사고 발생률을 감소시켜 안전한 도로환경을 제공함

○ 본 기술의 공법은 유지보수 비용에 있어 포장의 생애주기비용을 절감할 수 있고, 기존의 포장을 강화하는 구조로 보수 및 재시공에 따른 비용절감을 통해 도로보수 예산을 절감하기 때문에 국가경제에 기여할 수 있음

○ 본 연구를 통해 제품을 국산화 한다면 제품의 성능과 품질향상 및 국내 시장의 활성화를 기대할 수 있으며, 도로망이 구축되어 유지보수에 관심을 갖는 국외 여러 나라들의 활성화된 시장으로 진출할 수 있는 기회를 확보하여 국가 경쟁력에 기여할 수 있음

다. 정책적 측면

- ○ 전 세계적으로 지구온난화 문제를 해결하기 위하여 온실가스 감축방안을 마련하고 있으며, 선진 외국에서는 도로 포장체의 순환주기적 CO_2 배출량 저감을 위하여 생산-설계-시공 단계별 최적화된 시스템 구축을 정부차원에서 추진하고 있으나, 우리나라의 경우 아직까지 생산 및 시공현장에 최적화된 친환경 도로포장체 구축 시스템을 마련하고 있지 못한 실정임

- ○ 본 제안의 기술은 기존 아스팔트 포장의 수명을 증가시킴으로 아스팔트 혼합물 생산에 필요한 자원의 절약과 생산 및 시공과정에서 발생하는 온실가스 발생량이 전혀 없을 뿐 아니라 기존 포장의 제거에 따른 폐아스콘 발생량이 현저히 줄어들어 유지보수 방안 중 가장 큰 친환경적 효과를 얻을 수 있음

제5장. 연구개발성과의 활용계획

○ 학술적 연구

- 표면 강화 기술의 적용을 통해 노화된 바인더를 강화시키며 지속적인 강화 메커니즘의 작용으로 포장의 내구성을 획기적으로 개선하는 개념은 매우 새롭기 때문에 일선 실무자들이 그 효과에 대한 의구심을 가질 수 있음. 따라서 본 연구를 통해 본 기술의 효과를 객관적으로 증명할 수 있는 이론적 배경과 데이터의 확보가 필요

- 아스팔트 도로의 표면 강화 기술의 핵심은 노화된 아스팔트 바인더의 화학 구조를 원상태로 회복시키는 표면 강화제로 이를 개발하기 위해서는 아스팔트 바인더의 노화 메커니즘의 이해가 필요하며, 이와 같은 기술은 향후 아스팔트 포장의 내구성 향상을 위한 다양한 기초 자료로 활용 될 수 있음

- 표면 강화제는 기존 아스팔트 포장에 시공하는 것으로 적절한 시점에 시공되어야 함. 이를 결정하기 위한 매뉴얼과 아스팔트 공용성 저하 정도에 따른 표면 강화 유제의 성분과 최적 배합비의 결정 그리고 적정 살포량을 결정하기 위한 시방 기준에 대해 연구를 가능케 함

- 본 제안기술의 공법은 표면상 기존의 도로 유지보수 공법과 유사해보이나 도로 재료 공학과 화학공학이 융합된 고도의 기술로서 향후 도로 포장 분야의 기술 수준을 한 차원 높일 수 있는 연구 자료로 활용될 수 있음

○ 실무 활용 방안

- 본 기술은 기존의 방식과 차별화된 도로 포장의 유지관리 방식으로 표면 강화 유제를 아스팔트 도로표면에 도포하면 수분 안에 도막이 형성되고 화학반응을 촉진시키는 피막 역할을 수행하여 강화물질을 포함한 가스가 생성되는 방식이기 때문에 새로운 유지관리 체계의 제시가 기대됨

- 기존 재포장 개념의 도로 유지보수가 아닌 아스팔트 포장의 수명연장을 통한 관리로 비용과 편리성 측면에서 대단히 효율적이기 때문에 국도, 고속국도, 이면도로 등 어느 도로에도 적용이 가능하여 광범위한 활용이 가능함

- 시공성이 우수한 표면 강화 유제와 이를 적용하기 위한 자동화 시공 장비의 개발을 통해 긴 연장의 포장 전면에 대해 빠르게 시공하여 신속한 시공으로 공사비용을 절감함으로서 보다 경제적인 적용을 가능케 함

- 표면 강화 유제는 도로 포장에 방수층 역할을 할 수 있는 표면 막을 형성하기 때문에 수분저항성이 우수하여 향후 교면포장용 재료로 활용 가능함

- 본 기술은 다양한 색으로 적용 가능하여 스쿨존과 같이 표시가 필요한 특정구간에 대한 적용이 가능하며 도시 미관과 보행자 및 운전자의 안전을 증진시키면서 아름다운 아스팔트 도로포장으로 활용 가능함

1. 국내외 시장분석 및 사업화 전망

가. 국내 시장현황

(1) 도로 정비 기본 계획에 따른 도로 연장

○ 1970년대의 급속한 경제 성장과 더불어 사회기반 시설 확충이라는 명목 하에 건설됨

○ 포장도로의 건설은 1985년 52,264 km의 도로 연장과 49.8%의 포장률을 나타내었지만, 이후 지속된 포장도로의 확충을 통하여 2008년에는 도로연장 104,236 km와 포장률도 78.5%에서 2015년 도로연장 107,527km와 포장률 92.1%로 증가하였음

○ 지방도와 시 및 군도를 제외한 고속도로, 일반국도, 특별 및 광역시도의 도로 포장률은 약 97% 임

단위 : km, %

구분	2008		2010		2012	
	연장	포장율	연장	포장율	연장	포장율
합계	104,236	78.5	105,565	79.8	105,703	83.4
고속국도	3,447	100	3,859	100	4,044	100
일반국도	13,905	97.4	13,812	97.6	13,766	97.5
특별/광역시도	18,517	99.4	18,878	99.4	19,464	99.1
지방도	18,193	81.1	18,179	82.4	18,162	83.8
시.군도	50,174	63.1	50,835	64.9	50,267	72

<표 79> 도로정비 기본 계획에 따른 도로연장 상황

※ 자료출처 : www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_IdxMain.jsp?idx_cd=1206

(2) 경제 발전 및 삶의 질 향상에 따른 포장도로의 발생 증가

○ 도로연장의 증가와 여객 및 화물 수송을 위한 교통량의 증가로 인하여 포장도로의 파손이 빈번하게 발생하고 있음

○ 포장 도로의 파손은 이용자에게 불편함을 초래할 뿐만 아니라, 심하게는 교통사고 발생 원인이 될 수 있다는 점에서 관심의 대상이 되고 있음

○ 이러한 문제를 인지한 정부는 아래 표와 같이 2011년 4,859억 원에서 2012년 5,102억 원으로 도로보수 예산이 집행되었던 것으로 파악되고 있음

(단위 : 억원)

구 분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	5년간('08~'12) 연평균 투자	5년간('08~'12) 연평균 증가율
○고속도로건설	9,293	14,544	11,405	11,474	14,469	16,234	12,903	11.8%
○국도건설	36,642	48,368	42,712	39,575	37,970	42,348	41,269	2.9%
○도로관리	7,650	10,075	8,452	9,071	9,782	11,164	9,366	7.9%
도로안전및환경개선(총액)	1,435	1,972	1,530	1,680	1,080	1,325	1,504	-1.6%
도로운영	599	658	682	692	692	691	669	2.9%
도로보수(총액)	4,237	5,177	4,540	4,859	5,101	5,859	4,962	6.7%
도로병목지점개선	778	1,050	834	1,030	1,180	1,582	1,076	15.3%
위험도로개선					610	627	619	2.8%
재해복구					308		308	-100.0%
첨단도로교통체계	500	1,077	475	425	424	630	589	4.7%
자전거도로구축			140	140	140	126	137	-3.5%
도로건설및관리종합연구			95	85	80	90	88	-1.8%
제주구국도유지관리	101	141	156	160	167	234	160	18.3%
○지자체도로건설지원	8,678	8,170	8,757	7,762	7,555	8,541	8,244	-0.3%
○민자도로건설및관리	16,464	12,266	5,956	4,151	5,899	11,058	9,299	-7.7%
○도로차관상환등	103	118	141	97	3		92	-100.0%
ㅁ물류등기타	427	525	395	509	1,218	1,344	736	25.8%

<표 80> 2008~2013년 기간 동안의 도로부분 투자 현황

※ 자료출처 : "도로업무편람", 국토해양부, 2013

(3) 정부 예산 편성을 고려한 국내 미래 시장 예측

❍ 정부 예산에 따라서 도로 보수비용에 대한 예산 역시 결정되는 것이기 때문에, 미래 시장 규모를 정확하게 예측을 하는 것은 불가능하지만, 평균적으로 1,000억 원 이상의 보수비용이 책정되고 있음

❍ 따라서 사업화 제안 기술이 진입하고자하는 시장규모는 매우 크다고 판단됨

(단위:백만원)

구분		보수년도						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
소파 보수	일반도로	9,869	12,204	11,617	12,754	13,962	11,190	10,601
	고속도로	8,853	14,497	13,386	13,119	19,034	25,182	33,479
	합계	18,722	26,701	25,003	25,873	32,996	36,,372	44,080
덧씌우기	일반도로	50,253	51,518	58,132	37,902	72,984	35,905	47,265
	고속도로	16,525	9,745	7,619	14,574	13,397	9,650	23,283
	합계	66,778	61,263	65,751	52,476	86,381	45,555	70,548

<표 81> 도로 보수비용

나. 국외 시장현황 (중국)

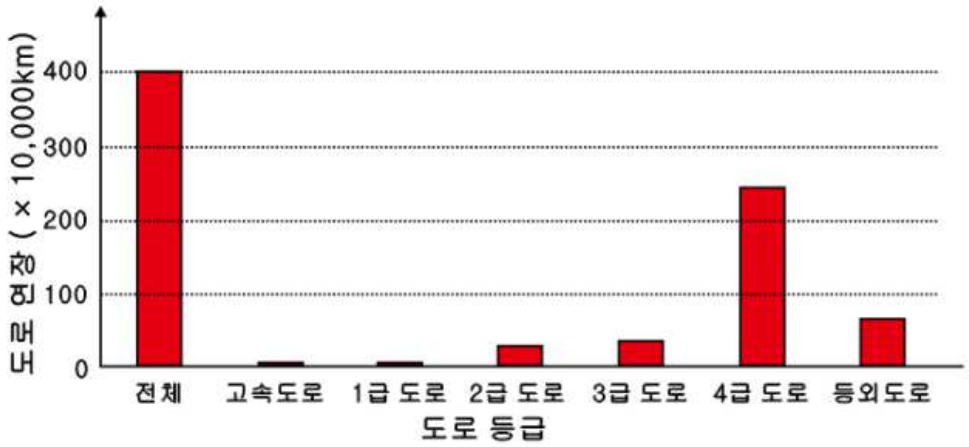
(1) 중국 도로 현황

○ 초기 8.07만 ㎞에서 2010년 400.8만 ㎞로 약 50배 증가함

○ 고속도로 : 7.41만 ㎞를 운영 중

○ 중국 최초 고속도로 : 1988년 개통

○ 도로 연장 및 확장 속도에 있어 빠른 성장을 기록하는 것으로 분석 됨



<그림 54> 중국의 도로 현황

(2) 중국 도로 중장기 계획

○ 5횡 7종의 국도주간선계획 : 2007년 전국을 연결하는 기존 계획보다 13년 앞당겨 완성

○ '7918망(網)'계획 : 2020년까지 중국전역을 고속도로망으로 연결하는 계획을 수립

○ 현재 : 총연장 1.7만 ㎞의 도로 건설을 추진 중에 있음



<그림 55> 중국 국가고속도로망 계획

(3) 중국의 수송 특성

- ❍ 도로교통을 중심으로 이루어지고 있음
- ❍ 차량의 대형화와 가속화를 조장하고 도로포장이 받는 윤하중이 증가하게 되어 조기파손 발생 가능성이 큼

(4) 도로 유지보수 기술

- ❍ 도로포장의 공용수명이 유한적이기 때문에 반드시 필요한 기술임
- ❍ 표면 강화제의 시공 표준화를 통해 완성도를 높인다면 시공 편의성, 경제성, 친환경적인 영향으로 국내뿐만 아니라 해외에서도 경쟁력 있는 제품으로 발전 가능성이 큼

2. 사업화 추진방안

가. 판매계획 및 전략

(1) 연도별 판매계획

(가) 아스팔트 콘크리트 포장의 유지보수 비용 시장 산정

○ 국토교통부에서 발표한 도로업무편람에 따르면 일반국도 및 고속국도의 보수비용 은 2015년 12월 31일 기준으로 약 2조 7,689억원이 소요되었던 것으로 파악되고 있으며, 본 사업화 과제의 목표 시장인 일반국도는 1조 1,709억원인 것으로 나타남

(2015.12.31 기준, 단위 : 백만원)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
소 계	2,488,397	2,212,417	2,310,752	2,324,688	2,420,049	2,302,069	2,768,925
고속국도	332,152	302,187	353,121	393,167	326,227	323,391	372,003
일반국도	1,000,233	796,639	840,172	818,992	848,390	820,955	117,0951
특별광역시도	372,702	387,139	387,603	410,249	458,371	430,918	422,458
지방도	280,603	285,276	248,186	250,221	278,014	242,406	265,319
시 도	270,874	256,015	255,472	217,615	314,658	336,434	371,163
군 도	221,834	185,161	226,198	234,444	194,389	147,965	167,031

<표 82> 연도별 도로유지보수 집행실적

○ 국토교통부에서 발표한 2012년 도로보수현황에 따르면 일반국도 도로유지보수내역을 보수공법별로 재산정하면 평균 도로 포장의 유지보수비용은 연평균 545.6억원으로 나타남

(2011.12.31 기준, 단위 : 백만원)

구 분	포장도 보수 (백만원)				합계
	표면처리	소파보수	덧씌우기	재포장	
2009년	10,469	13,119	14,574	12,467	50,629
2010년	3,363	19,034	13,397	16,774	52,568
2011년	4,140	25,182	9,650	21,507	60,479
평 균	5,991	19,111	12,540	16,916	54,558

<표 83> 국내 포장 유지보수 실적

(나) 목표 시장 및 수요자

○ 본 제안기술은 도로의 교통용량, 이용차량의 종류, 위치, 형식 등에 제약 받지 않고 모든 아스팔트 콘크리트 포장에 적용 가능함으로 국도, 고속국도, 지방도 등에 모두 적용 가능함, 따라서 아스팔트 콘크리트 포장을 관리하는 모든 기관을 목표 시장으로 함

- 국도 : 국토교통부 산하 지방국토관리사무소 (지역별 국도의 유지관리 업무 담당)

- 고속국도 : 한국도로공사

- 지방도 : 지방자치단체 (서울시, 경기도 등 시 · 군 · 구)

(2) 연도별 판매 마케팅 전략

○ 기술 개발 및 설비도입이 진행되면 2018년 하반기에 생산 체계를 구축하여 수요처별로 요구하는 다양한 제품에 대한 양산체계를 갖추고 인원충원 등을 통해 제품의 다양화 및 양산화를 갖추어 나가고자 함.

○ 개발된 제품을 아스콘 포장에 적용함에 있어서 성능시험이 필요하며 제품 품질을 확보할 계획임.

○ 또한 주관기업인 (주)일원테크에서 개발한 제품을 생산, 시공함으로써 개발기술이 명확하게 적용될 수 있도록 함.

○ 도로 포장면 노후화된 곳에 시험시공을 실시하여 각 지자체와, 도로관리 사업소, 한국도로공사 등에 시험 시공 결과 보고서를 통해 제품과 공법의 성능을 홍보할 예정.

○ 시험 포장은 공용중인 도로에 실시하고 추적조사를 통해 성능을 입증하며, 수요처인 도로관리기관에서 도로 상태를 수시로 점검함으로 충분한 홍보효과를 얻을 수 있음

구 분	사업화 방안
국내 조달 판매	1. 중기청 성능인증 획득 2. 조달청 우수제품 인증 획득-정부 및 지자체 홍보 3. 나라장터엑스포 등의 전시회 참가, 홍보 4. NEP, NET 인증을 통한 관급시장 수요 확대 5. 세미나를 통한 제품 홍보
국내 민간 판매	1. 국내 전시회 참가, 홍보 2. 마케팅 조직 확대 - 신규 수요처 발굴 3. 대체수요 창출
해외 판매	1. 해외특허 출원 2. 해외영업팀 전략적 구성 3. 기술라이센스를 통한 합작투자 4. 제품수출 - 중진공 해외 민간네트워크 지원사업 활용 5. 해외 딜러망 구축 6. 코트라 해외지사화 사업 활용 7. 온라인 마케팅 구글, 야후등 검색엔진의 검색어 등록시 상위랭크로 등록 시키는 최적화 사업을 적극 활용

<표 84> 마케팅 전략

(3) 년도별 판매계획

○ 2018년도 장비 활용으로 인한 매출 급(300%) 신장 예상

(단위:억원)

구 분		연도		
		2016 년	2017 년	2018 년
판매 계획 (억원)	내수	1	1	3
	수출	-	-	5
	계	1	1	8
고용 창출(명)		0명	1명	2명

<표 85> 연도별 판매 계획

나. 향후 전략

구분	2018년~2019년	2020년~2021년	2022년
목표	20억	50억	100억
전략	1) 건설신기술(NET) 2) 성능인증 -조달청 우수제품등록 -수의계약 가능 3) 기능성제품개발 -결빙방지 Re-Ascon -미세먼지저감 Re-Ascon	1) 국내전시회 참가 -대외 인지도 확보 -제품의 저변 확대 -도로외 일반포장, 구간시공 (주차장, 보도포장, 자전거도로 등) 2) 기능성 제품개발 완료 3) 홈페이지 앱개발	1) 해외전시회 참가 -해외매출 증가 -매출증대를 위한 에이전트 확대 2) 유투브 광고 및 세미나

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. 플라스틱 도로 - 인도네시아

가. 플라스틱 도로 개요 및 이점

○ 인도네시아는 플라스틱 폐기물 해양 투기 세계 2위 국가로 플라스틱 폐기물로 인한 환경 훼손 방지를 위해 플라스틱 도로 건설 추진

종류	연간 배출량(백만 톤/연간)	비중(%)
유기농	38.40	60%
플라스틱	8.96	14%
종이	5.76	9%
고무	3.52	5.5%
금속	2.75	4.3%
헝겊	2.24	3.5%
유리	1.09	1.7%
기타	1.54	2.4%

출처 : 2015년 인도네시아 환경 및 산림부 통계

<표 87> 인도네시아 연간 폐기물 구성

○ 수거한 플라스틱 쓰레기를 세척한 뒤 섭씨 170도에서 골재와 혼합시키거나 고온의 아스팔트와 혼합하여 섭씨 160도 이상의 상태에서 중합체 코팅을 해 제조

○ 기존 아스팔트에 플라스틱 폐기물을 혼합시킬 경우 안정성(40% 증가) 및 내구성(아스팔트대비 20%)이 강화(한국과학기술정보연구원의 연구에 의하면 플라스틱 도로의 수명은 아스팔트 대비 3배 더 긴 것으로 조사됨)



출처 : 건설타임즈

<그림 56> PET 섬유보강 아스팔트 포장 공법

나. 인도네시아 도로 인프라 시장

○ 인도네시아의 제3차 중장기 경제계획(RPJMNS)주요 내용 중 2019년까지 국도 2,650km, 고속도로 1,000km신설, 46,770km보수가 예정돼 있음

○ 인도네시아 교통 인프라 시장규모는 2015년 305억 달러에서 2020년 565억 달러로 증가할 전망

구분	단위	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
교통 인프라 시장	십억달러	28.4	29.2	30.5	33.6	38.4	43.8	49.8	56.5
교통 인프라 실질성장률	%	7.6	7.6	5.5	7.5	7.4	7.3	7	7
도로 및 교량 인프라 시장	십억달러	15.1	15.5	16.3	18	20.6	23.7	27.1	31.0

주: 2013~2014년은 예측치이며, 2015~2020년은 전망치임

출처 : 인도네시아 정부 발간 'Indonesia Infrastructure Report Q4 2015', '인도네시아 인프라 개발 현황과 전망'(KIEP)

<표 88> 인도네시아 교통 인프라 시장 전망

○ 현지 교통 인프라 시장은 소수의 국영기업이 주도하고 있으며, 외국기업들은 주로 이들과의 합작을 통해 진출하고 있음

○ 건설부문 현지 주요 공기업은 PT. Adhi Karya와 최대 유료도로 건설 및 운영기업인 PT. Jasa Marga가 있음

구분	ADHI	JSMR
주력 업종	- 교각, 도로, 항구, 발전소 등의 토목공사 - 상업, 주거, 산업용 건물 건설 - 건물 시스템의 기계 및 전기 작업	- 유료도로(Toll road)건설 - 도로운영
매출액	9조 8,000억 루피아(2013년)(약8,000억원)	9조 2,000억 루피아(약8,000억원)
영업이익	3,241억 루피아	1조 4,000억 루피아
시가총액	9조 5,000억 루피아	36조 루피아
창립연도	1960년	1978년
소요형태	정부 지분 51%	정부 지분 70%
주요 자회사	Adhi Persada Realty Adhi Persada Property Adhi Multipower Pte. Ltd	Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta Marga Sarana Jabar Trans Marga Jateng Jasamarga Bali Tol

출처 : ADHI/JAMR 홈페이지, 인도네시아 인프라 개발 현황과 전망(KEIP)

<표 89> 인도네시아 도로 관련 인프라 공기업

2. 도로포장 보수용으로 사용되는 화학/섬유 소재

가. 플라스틱 도로 개요 및 이점

○ 다양한 화학소재의 도로포장재 사용 : Bituminous Overlay, Mastic Asphalt, Latec concrete

○ 화학적 합성 소재의 기능적 특성 강화로 인한 소재의 다양화

-Mastic Asphalt

• 유럽에서 가장 많이 사용하고 있는 소재는 아스팔트소재에 기반한 Mastic Asphalt를 사용하고 있음

- Elastomer 계열의 개질제, Latex 계통의 개질 콘크리트

• 미국은 약58만여 교량 보유, 콘크리트 상판 교량은 약70%로 이중 25%가 제빙염의 침투로 인한 상판 철근 부식 결함을 가지고 있어 화학적 소재를 이용한 보수 및 보강 수요가 존재

• 미국은 유럽과 달리 방수층 사용이 적고 에폭시 도막 철근 사용이 월등히 많으며 방수를 겸한 콘크리트 오버레이도 증가하고 있음

• 부분적으로 도로 포장재료로 Elastomer 계열의 개질제, Latex 계통의 개질 콘크리트, Epoxy 계통의 개질 아스팔트 및 Polyester를 재료로 한 합성섬유 첨가 아스팔트 혼합물 등을 사용

제7장. 연구개발성과의 보안등급

❍ 해당과제는 일반등급에 속하는 연구과제임

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	도로 유지 보수용 자동화 시공 장비 개발연구로 일반 과제로 분류	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

○ 없음

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

○ 기술적 위험 요소 분석

- 연구책임자가 기술적 위험요소 및 위험도를 분석·기술하고, 위험도 저감 및 참여연구원의 안전확보를 위한 대책(연구실 안전시설·장비 구비, 연구종사자 안전교육 매주 실시 수립)

- 실험에 관련된 위험 정보를 미리 숙지하고, 위험도를 저감할 수 있는 적절한 안전 확보 및 조치 방법 숙지

○ 안전 관리 대책

- 연구원의 안전을 위하여 안전관리지침에 따라 연구실에 관한 안전점검을 정기적으로 실시

- 안전점검 및 그 외에 상황에서 실험실에 노출된 위험을 안전관리 책임자나 담당자에게 보고

- 연구에 참여하는 전체 연구원을 대상으로 안전보건교육을 매달 시행

- 연구원들이 안전관련 각종 법규, 규정 및 지침을 준수하도록 교육 및 훈련 실시

- 위험물질과 각종 실험장비 등 사용에 따른 안전수칙이 잘 이행될 수 있도록 지도점검 및 교육

- 연구 내용 및 결과물의 보안 항목(인원 및 시설 보안 항목, 문서보안 항목, 정보보안 항목)에 대하여 매달 보안점검을 실시

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	아스팔트 표면 강화공법의 현장 적용성 개선 방안 연구	경기대학교	효과 검증	대한토목학회	우수KCI	2017.03.04	단독	
2	논문	예방적 유지보수를 위한 아스팔트 표면 강화공법의 실내 성능 평가	경기대학교	성능 검증	대한토목학회	우수KCI	2018.04.01. (게재예정)	단독	
3	특허 등록	고점도 유체용 교반탱크	(주)일원테크, 동부엔지니어링(주)		대한민국		2017.01.26		
4	특허 등록	아스콘 살포기용 교반탱크	(주)일원테크, 동부엔지니어링(주)		대한민국		2017.01.26		
5	특허 출원	폴리머 아스팔트 살포장비 및 이를 이용한 도로 시공방법	(주)일원테크		대한민국		2018.01.22		
6	기타	아스팔트살포기	(주)일원테크		교통안전공단/대한민국		2017.02.06		건설기계 승인
7	기타	자동시공 장비를 이용한 아스팔트 표면 예방적 유지보수 공법	(주)일원테크, 동부엔지니어링(주)		국토교통과학기술원/대한민국		2018.01.24		신기술 신청

제11장. 기타 사항

○ 없음

제12장. 참고 문헌

- 강민균, 이정훈, 이현종, 최지영 (2006), 장수명 아스팔트 포장용 고강성 혼합물의 실내 공용성 평가, 대한토목학회논문집 D, Vol.26 pp73-79

- 국토교통부 (2016), 도로업무편람

- 국토교통부 (2014), 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 지침

- 권이열, 이복영 (1990), 일반적 분류에 의한 석유 아스팔트의 성분 분석, Bulletin of Environmental Sciences, pp37-43

- 김낙석, 홍은철 (2009), 예방적 최소단면 보수공법 적용 아스팔트 도로포장의 유지관리 비용분석, 한국방재학회논문집, Vol.9 pp45-51

- 김민겸 (2000), 일반 및 폴리머 개질아스팔트 바인더의 노화진행에 따른 성능변화 비교 연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문

- 김형배, 박준영, 조성찬 (2008), 덧씌우기 아스팔트 포장의 공용성 개선, 도로학회지, Vol.10 pp30-37

- 김홍수 (2010), 폴리멈수지를 사용한 아스팔트 긴급보수재의 역학적 특성, 충주대학교 산업대학원 석사 학위논문

- 이요섭 (2005), 아스팔트 덧씌우기 포장의 반사균열 지연을 위한 고탄성 아스팔트 혼합물의 개발 및 거동 특성 연구, 서울산업대학교 산업대학원 석사 학위논문

- 정규동, 황성도, 노성열 (2003), 아스팔트 포장의 재활용 기술 현황, 도로학회지, Vol.5 pp5-20

- 정두회 (2001), 성상복원을 위한 폐아스팔트의 화학적 분석 및 재생 첨가제 연구, 한국도로포장공학회지

- 한국공업화학회 (2011), FT-IR Spectrometer, Korean Industrial Chemistr News, 14(2), pp47-48

- 한승환 (2005), 노후 콘크리트 포장의 구조 성능 회복 공법 연구

- KOTRA, http://www.kotra.or.kr

- EC21, http://www.ec21.co.kr/

- Ann Johnson (2000), Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance, LTAP Program Center for Transportation Studies University of Minnesota

- Danish road institute (2005), Note regarding examination of the sealing product "Easy Road", Danmark

- David P (2006), Pavement Maintenance, New York LTAP CENTER

- Kelly L. Smith, A. Russell Romine (1993), Materials and Procedures for Sealing and Filling Cracks in Asphalt-Surfaced Pavements, SHRP-H-348

- Nam H, Adam Taylor, Richard Willis (2012), Effect of rejuvenator on performance properties of HMA mixtures with high RAP and RAS contents, National Center for Asphalt Technology Auburn University

- Republic of Belarus Transport and communications Ministry (2008), Road coating material "dizol", Republic of Belarus

- Brown, E.R., (1988), Preventative Maintenance of Asphalt Concrete Pavements, National Center for Asphalt Technology, NCAT Report 88-01

- Brownridge, J., (2010), The Role of an Asphalt Rejuvenator in Pavement Preservation: Use and Need for Asphalt Rejuvenation, The First International Conference on Pavement Preservation, pp 351-364

- Chiu, C. and Lee, M., "Effectiveness of Seal Rejuvenators for Bituminous Pavement Surfaces," Journal of Testing and Evaluation, Vol. 34, No. 5, 2006, pp. 1-5

- Jo, S.H., Lee, S.H., Yoo, I.K, Kim, N.S. (2012), A Development of Skid Resistance Prediction Model Considering Water Film Thickness and Vehicle Speed, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol.32, No 3D, pp.223-229, Korean Society of Civil Engineers (in Korean)

- Korea Testing & Research Institute (2014), The Evaluation of Patentability 'Waterproof and Surface Reinforcing Material of Asphalt Pavement, and Manufacturing Method There of, and Reinforcing Method of Asphalt Pavement using Waterproof and Surface Reinforcing Material', Korea Testing & Research Institute, (in Korean)

- Korea Testing & Research Institute (2015), Development of Asphalt Coating Agent for Extending Service Life of 200%, Korea Testing & Research Institute, (in Korean)

- Lee, K.H., Lim, J.S., Jeong, K.D., Im, J.H., Kwon, S.A., Kim, Y.J., (2016), Finite Element Analysis of Heat Transfer Effect on Asphalt Pavement Heated by Pre-Heater Unit in Hot In-Place Recycling, International Journal of Highway Engineering. Vol. 18 No. 2, pp 73-82 (in Korean)

- ASTM E965 Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique

- KS M5000 Testing Method for Organic Coatings and Their Related Materials

- Gransberg, D. D. (2006), "Correlating Chip Seal Performance and Construction Methods", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1958, Transportation Research Board of the National Academies, pp. 54-58.

- Kwon, O. S., Kang, M. S., Ok, C. G. (2015), "A Study of Change in Asphalt Pavement Degree of Oxidation by Performance period.", Proceedings of the International Journal of Highway Engineering conference, Vol. 2015, No. 10. p. 56. (in Korean).

- Lee, S. Y. (2017), "Field Performance Evaluation of Preventive Maintenance Methods.", International Journal of Highway Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 103-112. (in Korean)

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2012), "Road Design Manual." (in Korean).

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013), "Road Pavement Maintenance Manual." (in Korean).

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2017). "Asphalt Mixture Construction Guidelines." (in Korean).

- Park, K. W. (2004), "A Study on the Improvement of the Road Maintenance System -On the Pavement Maintenance of National Highway." Master's Thesis, Inha University. (in Korean).

- KS F 4936, Coating Materials for the Protection of Concrete. (in Korean).

- KS D 0246, Methods of Thickness Test for Metallic Coatings. (in Korean).

- KS M ISO 4892-2, Plastics-Methods of Exposure to Laboratory Light Sources-Part 2:Xenon-Arc Sources. (in Korean).

- KS F 2375, Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties using the British Pendulum Tester. (in Korean).

- KS F 2584, Standard Test Method for Accelerated Carbonation of Concrete. (in Korean).

- KS F 4937, Surface Finishing Material for Parking Slab. (in Korean).

- KS M 5000, Testing Method for Organic Coatings and Their Related Materials. (in Korean).

- KS F 4932, Waterproofing Membrane Coating for Concrete Deck of Bridge. (in Korean).

- SPS-KTS.1102-1890, Pavement Materials for Antiskid. (in Korean).

2017.
Rev. No. : 02

취 급 설 명 서

카셈 3.5㎥ 아스팔트 살포차

(모델명 : KS-ASP3500)



(주) 카셈(KASEM)

- 머 리 말 -

본 취급설명서는 카셈 아스팔트 살포차(KASEM Asphalt Distributor : KS-ASP3500)에 대한 취급과 일상 점검 / 정비 및 운용 방법에 대하여 설명하고 있습니다.
보다 능률적이고 경제적이며 안전하게 장비를 운용하고, 장비의 수명을 연장시킬 수 있도록 본 설명서를 숙지하여 올바르게 장비를 사용하십시오.

본 책자에는 장비의 구조 및 기능, 작동 방법, 정비 및 고장 수리에 대하여 설명하고 있습니다. 차량 및 엔진에 관한 사항은 메이커(Maker)에서 제공하는 취급설명서, 정비지침서 등을 따르십시오.
운전자는 필히 각각의 설명서를 숙지하여 적절하게 사용하여야만 장비의 성능과 수명을 최대한으로 향상시킬 수 있습니다.
본 장비의 안전 규칙 미준수 및 오사용으로 인하여 생명, 신체 또는 재산상에 발생한 손해에 대해서는 사용자의 책임입니다.
특히, 본 장비는 국내 판매용이며, 제 3자에게 권리를 양도 할 경우 본 취급설명서를 반드시 양도하십시오.

본 장비를 사용하시는 중에 의문사항이나 이상이 발생한 경우 저희 카셈으로 연락 주시면 전문 요원들이 신속하게 해결해 드리겠습니다.

▶ 시운전

신차는 충분한 조정, 점검 및 검사를 한 후 출하되지만, 처음부터 무리하게 사용을 하면 성능 및 수명이 저하되므로 처음 100시간 정도는 무리한 사용을 자제하여 주십시오.

▶ 점검, 정비

장비를 안전하게 사용하고, 고장을 미연에 방지하기 위해서는 작업 전, 후 점검 및 정비를 반드시 이행하여 주십시오.

▶ 애프터 서비스(After Service)에 대해

부품 주문이나 고장 연락시에는 장비명, 장비 번호, 출하일을 통보하여 주십시오. 장비 번호는 동승석쪽 엔진룸 후면에 부착되어 있습니다.

본사,공장 : 전북 김제시 백산면 자유무역 2길 45-87
Tel : 063-834-0775
Fax : 063-834-0774

장비 보증 사항

1. 보증 범위

당사가 생산, 판매한 장비는 정상적으로 사용한 상태에서 출고일로부터 12개월의 보증 기간 내에 재질이나 제조상의 결함으로 인정하는 경우에는 무상으로 해당 부품의 교환 또는 수리 및 정비를 해 드립니다. 단, 차량 섀시 부분은 섀시 제조사가 보증하는 기간을 적용합니다. (섀시 제조업체 취급설명서 참조)

2. 보증에서 제외되는 사항

보증기간 이내일지라도 아래의 사항은 보증에서 제외됩니다.

1) 당사의 [운전자 매뉴얼]에서 제시된 취급, 조작, 정비, 점검, 보관 방법을 지키지 않는 원인으로 판단된 사항
2) 사용자 과실로 인한 고장, 정비 지연, 사고 (천재지변 포함)에 의해서 발생한 것으로 판단되는 하자 사항
3) 장비에 사용된 모든 부품이 당사에서 인정하는 순정 부품을 사용하지 않아서 발생된 것으로 판단되는 하자 사항
4) 당사에서 고객이 시행하도록 요망한 정상적 장비 관리(연료, 윤활계통 청소 및 보충)인 정기 점검 사항
5) 정상적 사용으로 인한 소모품인 필터류, 전구류, 퓨즈, 유류 등 장비를 위한 정기적인 교환 부품
6) 마모성 부품의 마모

⚠ 경 고

▷ 본 장비를 지정용도 이외의 작업에 사용하지 마십시오.
▷ 운전자 및 수리 요원께서는 장비를 조작 또는 수리하기 전 각종 매뉴얼을 숙지하시고 사용하십시오.
▷ 취급설명서는 장비 캐빈 내에 보관하시고, 장비를 사용 또는 관리, 정비하시는 관련자 전원이 정기적으로 읽어 주십시오.
▷ 본 취급설명서를 분실 또는 파손하였을 경우 카셈으로 주문해 주십시오. 당사는 보다 우수한 성능과 품질 향상을 위하여 끊임없이 연구와 개발을 하고 있습니다.
따라서 본 매뉴얼의 내용이 사전 통지 없이 변경될 수 있으며 장비와 다소 차이가 있을 수 있습니다. 필요 시 카셈으로 문의하여 주시기 바랍니다.

◆ 안전에 대한 안내 ◆

사고 발생은 운전, 점검, 정비 등의 기본적인 안전 규칙을 지키지 않거나 사전에 주의 및 점검을 행하지 않는 데서 비롯됩니다.

발생된 사고 중에는 사전에 위험한 상황을 파악하고, 위험으로부터 조치 함으로서 사고를 방지할 수 있었던 경우가 있습니다.

본 장비의 운전, 점검, 정비를 하기 전에는 반드시 본 책자 및 본 장비에 명기되어 있는 모든 예방 방법과 **[경고]**를 잘 읽고 충분히 숙지하여 주시기 바랍니다.

본 책자 및 본 장비에 채용한 **[경고]**를 잘 이해하기 위하여 안전을 위한 라벨, 메시지는 다음과 같이 구분되어 집니다.

⚠ 위 험 DANGER	**피해가지 않으면 사망 또는 중상의 장해를 입을 수 있는 절박한 위험 상황을 표시함. 단, 극도의 위험 상황에 한하여 사용함. (사망 또는 중상의 위험)**
⚠ 경 고 WARNING	**피해가지 않으면 사망 또는 중상의 장해를 입을 가능성이 있어서 잠재적으로 위험한 상황을 표시함. (사망 또는 중상을 입을 수 있음)**
⚠ 주 의 CAUTION	**피해가지 않으면 중간 정도 혹은 가벼운 장해를 입을 가능성이 있는 위험한 상황을 표시함. 위험한 습관적인 행위에 대하여 경고하는 경우에도 사용함. (경상 또는 중간 정도의 장해)**
※ 주 NOTICE	**인원의 안전 또는 재물의 보호에 직접, 간접으로 관계되는 사항을 제시함.**

안전 메시지에는 위험을 피하기 위하여 강구하지 않으면 안될 예방 조치가 포함되어 있습니다.

안전에 대하여는 **[안전상의 주의사항]**에 항목별로 기재되어 있으며, 본문 중에도 설명되어 있습니다.

당사는 운전, 점검, 정비상의 어떤 경우에도 위험을 사전에 예측할 수 있도록 하지 못하므로 본 취급설명서나 본 장비에 명기되어 있는 **[경고]**가 안전의 모든 것을 망라하는 것은 아닙니다. 따라서 본 책자에 명기되어 있지 않은 운전, 점검, 정비를 행하게 될 경우가 있을 시는 반드시 스스로의 책임하에 안전에 대하여 필요한 배려를 하신 후 조치하시기 바랍니다.

- 차 례 -

1. 안전상 주의 사항
1-1. 작업 개시 전 ---------- 5
1-2. 작업 중 ---------- 6
1-3. 점검·정비 ---------- 6
1-4. 작업 종료 ---------- 6
1-5. 보안 부품의 정기 교환에 대하여 ---------- 7

2. 제 원
2-1. 건설기계 제원표 ---------- 8
2-2. 차량 제원 및 사양 ---------- 9

3. 개요 및 구조
3-1. 각 부위 명칭 ---------- 10
3-2. 개 요 ---------- 11
3-3. 구 조 ---------- 11

4. 조정 장치
4-1. 제어반 ---------- 16
4-2. 실린더 조작 스위치 및 속도 조절레버 ------ 20

5. 작동 요령
5-1. 사용 전 점검 ---------- 21
5-2. 기본 작동 ---------- 22

6. 점검, 정비, 보수
6-1. 급유 개소 ---------- 30
6-2. 일상 점검 및 정비 ---------- 32

7. 고장과 대책 ---------- 33

※ 외관도 및 회로도 ---------- 35
※ 부록. 버너 취급설명서

1. 안전상 주의 사항(Safety Precaution)

⚠ 경고	안전을 위해 주의 사항을 지키고 예방 조치를 취하십시오.

1-1. 작업 개시 전

⊙ 보호구 및 안전한 복장을 착용하십시오.

⊙ 매뉴얼의 기재 사항을 필히 숙지하십시오.

- 매뉴얼은 운전실에 보관하고 장비를 사용 관리하는 관련자 전원이 정기적으로 읽고 숙지하십시오.

⊙ 음주 후나 과로한 상태로 운전하지 마십시오.

- 음주, 약물 복용, 과로한 상태에서는 판단이 흐려져 안전 사고의 원인이 됩니다.

⊙ 매뉴얼의 내용에 따라 일상 점검을 실시하십시오.

- 부품의 손상, 볼트, 너트의 풀림, 각종 기름의 누유 등 이상 현상이 없는지 확인하십시오.

- 기름의 누유는 화재의 원인이 될 수 있습니다. 연료 계통, 유압유 계통, 윤활유 계통의 배관이나 호스를 점검하여 기름 누유나 호스의 열화, 배관 손상 등 불량 부위가 있을 경우 반드시 보수 및 교환하십시오.

- 점검 결과 이상이나 고장이 있을 경우 절대로 운전하지 말고 반드시 정비 및 수리 후 사용하십시오.

⊙ 소화기 등 비상 구급 용구의 위치 및 사용법을 미리 숙지하십시오.

⊙ 급유 중 또는 급유 장소에서는 담배 등 화기를 절대로 사용하지 마십시오.
또한 성냥이나 라이타 등을 이용하여 연료량, 각종 오일량, 누유 점검을 하지 마십시오.

⚠ 주의	연료, 윤활유, 유압유 등 모든 오일은 가연성입니다. 화기를 가까이 하면 화재의 위험이 매우 높습니다. 연료나 각종 오일을 보충하실 때에는 반드시 엔진을 정지시키십시오.

1-2. 작업 중

⊙ 물이나 기름이 묻은 상태로 장비를 운전하지 마십시오.
- 미끄러짐 등에 의해 오조작 하거나 장비에서 떨어질 수 있습니다.

⊙ 장비의 탑승 인원 및 적재하중을 초과하지 마십시오.
안전 사고 및 수명 단축의 원인이 됩니다.

⊙ 장비 주위에 사람이나 장애물이 있는지 확인하십시오.

⊙ 항상 안전에 주의하고, 조작 중에는 모든 상황을 예의 주시하십시오.

⊙ 아스팔트 탱크 또는 차량상부로 올라갈 때 떨어지거나 미끄러지지 않도록 주의하십시오.

⊙ 아스팔트 살포바 및 밸브 개폐 실린더 등이 움직일 때는 끼임 현상에 주의하십시오.

⊙ 아스팔트 살포바를 올리고 내릴 때에는 주위 상황을 예의 주의 하십시오. 주위의 간섭 등으로 인하여 파손 또는 장비 수명을 단축시키고 위험을 초래할 수 있습니다.

⚠ 위험	**1. 적재 중량을 초과하여 작업하지 마십시오. 장치의 파손 또는 인명 피해의 위험이 있습니다.** **2. 아스팔트 구동용 엔진이 구동 중일 때에는 구동부 근처에 접근하지 마십시오.**

1-3. 점검·정비

⊙ 장비 사용 중 이상이 발생하면 즉시 사용을 중지하고 원인을 파악하여 수리 하십시오.

⊙ 점검, 정비 할 경우에는 평탄하고 안전한 장소에서 실시하고 **[점검중]**의 표시와 안전장치를 설치한 후 실시하십시오.

⊙ 엔진(Engine), 라디에이터(Radiator), 버너, 배기구 주위 등 뜨거운 곳을 정비할 때는 화상에 주의 하십시오.

⚠ 경고	**1. 차량의 정비 또는 어떤 조정을 하기 전에 메인 스위치로 전기시스템을 차단하거나 축전지의 케이블을 분리하십시오.** **2. 출고시 조정되어 있는 안전밸브 또는 압력밸브를 어떤 경우에도 당사의 기술자와의 상호협의 및 입회 없이 수정하지 마십시오.**

1-4. 작업 종료

⊙ 지정된 장소에 주차하십시오.

⊙ 각종 안전 장치를 확인하여 설치하십시오.

⊙ 작업 후에는 반드시 아스팔트 탱크, 펌프, 배관부, 살포바를 경유로 세척하고, 드레인 밸브를 열어 잔류물을 완전히 제거해 주십시오.

⊙ 각종 안전수칙을 준수하여 항상 편안하고 안전하게 장비를 사용하시길 기원합니다.

1-5. 보안 부품의 정기 교환에 대하여

⊙ 사용상 안전을 확보하기 위하여 장비 관리자 또는 소유자는 필히 정기 점검을 실시하십시오. 특히 화재에 관계된 보안 부품에 대하여는 매 2년마다 정기적으로 교환 또는 보충하십시오.

- 보안 부품이란 시간이 경과함에 따라 마모 또는 열화가 발생하기 쉬운 물건으로서 정기 점검 등에 의하여 그 정도를 판정하기 어려운 것으로 일정기간 사용 후 특별한 이상이 없어도 신품으로 교환하도록 추천하는 부품을 의미하며, 주로 고무류, 피복류 등이 해당됩니다.
- 보안 부품 중 수명기간 전이라도 이상이 있는 부품은 즉시 수리 또는 교환하십시오.
- 호스 및 배관 파이프 등은 열화, 균열 또는 변형 등의 발생 소지가 있다고 판단되면 즉시 교환하고 또한 클램프의 변형도 발생된 것으로 판단되면 같이 교환, 수리하십시오.
- 호스 또는 배관 수리시에는 O-링, 가스켓 등도 동시에 교환하십시오.
- 소화기 등은 정기적으로 교환 또는 보충하십시오.

2. 제 원 (Specification)

2-1. 건설기계 제원표

[별지 제3호서식]

건설기계(타이어식)제원표

형식승인(신고)자			(주)카셈					
건설기계명			아스팔트 살포기		제작회사(제작국)		(주)카셈 (대한민국)	
형식			KS-ASP3500		규격		3500ℓ	
자체중량			7,630 kg		변속기종류		수동	
최고속도			90 km/hr		변속기단수		전진 6단 후진 1단	
등판능력			19도 (부하)	타이어식	타이어치수	제1축	245/70R19.5-14PR(S)	
외관	길이		6,865 mm			제2축	245/70R19.5-14PR(D)	
	너비		2,495 mm			제3축		
	높이		2,585 mm			제4축		
	최저지상고		195 mm		회전반경		7,405 mm	
엔진∧전동기∨	형식		D6GB		제동거리		30 m/ 60 km/hr	
	출력(정격출력)		280 ps / 2,500 rpm		공차시 하중분포	1축	2,910 kg	
	최대토오크		95 kg·m/ 1,000 rpm			2축	4,720 kg	
	기통수		6 기통			3축	kg	
	연료종류		경유			4축	kg	
	제작회사		현대자동차(주)		적재시 하중분포	1축	3,960 kg	
타이어식	축거	제1축거	3,845 mm			2축	7,015 kg	
		제2축거	mm			3축	kg	
		제3축거	mm			4축	kg	
	윤거	제1륜	1,870 mm		축별설계 허용하중	1축	4,900 kg	
		제2륜	1,660 mm			2축	9,500 kg	
		제3륜	mm			3축	kg	
		제4륜	mm			4축	kg	

작업 장치

	유효살포폭	3230 mm		최대 살포능력	400 ℓ/min
	가열 장치형식	경유버너		탱크 용 량	3500 ℓ
	펌 프 형 식	기어펌프		펌 프 용 량	400 ℓ/min
	노 즐 수	19			

형식승인연월일	2017.01.26	형식승인번호	1-18-0015-00-00

1/2 210mmX297mm(신문용지 54g/㎡(재활용품))

[별지 제3호서식]

건설기계(타이어식)제원표

비고	○ 적용비중 : 0.9 ○ 작업용엔진 - 형식 : 3C100LF - 출력 : 22.3ps / 2,800rpm - 연료종류 : 경유 - 제작회사 : 대동공업(주) ○ 제원정정(확인검사) 1건 - 변경내역 : 전폭
이행사항	

형식승인연월일	2017.01.26	형식승인번호	1-18-0015-00-00

2/2 210mmX297mm(신문용지 54g/㎡(재활용품))

2-2. 차량 제원 및 사양

☞ 하기 표기된 제원 및 사양은 참조만 하시 고, 상세 제원은 차량 메이커(Maker)에서 제공하는 취급설명서를 참조하십시오.

1)섀시

현대5톤 단축 카고

2) 차량 외관 치수

- 전 장 : 6,865 mm
- 전 폭 : 2,495 mm
- 전 고 : 2,585 mm
- 축간 거리 : 3,845 mm
- 윤 거 (전) : 1,870 mm
  (후) : 1,660 mm
- 최저 지상고 : 195 mm

3) 엔진

원동기 형식 : DCGB
최고 출력 : 280ps / 2500rpm
최대 토크 : 95kgf.m/1000rpm
기통수 및 배기량 : 6
냉각 방식 : 수냉식
특 징 : 터어보 인터쿨러(TCI)

4) 연료

- 사용 연료 : 경유
- 연료탱크 용량 : 200ℓ
- 주행장치
  최고속도 : 90 km/h
  최소회전반경 : 7.405 m
  타이어 (전) : (단륜)
  (후) : (복륜)
- 구동방식 : 후 2륜 구동(4×2)
- 클 러 치 : 건식 단판식
- 변 속 기 : 수동 카셈 6단, 후진 1단

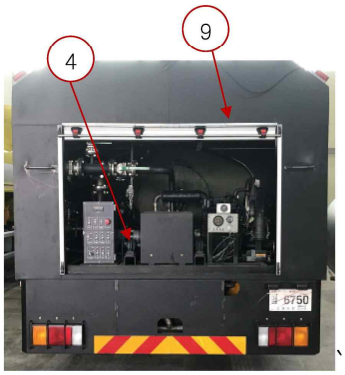
5) 기타

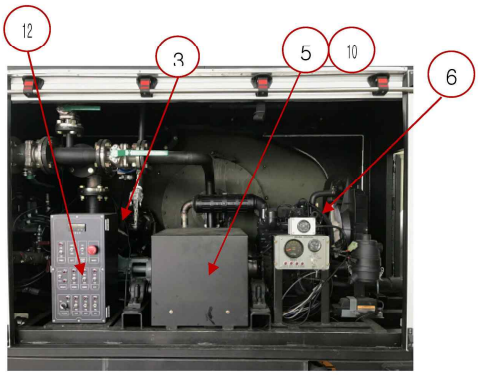
- 에어컨
- 파워 스티어링

3. 개요 및 구조(Outline & Structure)

3-1. 각 부위 명칭 (Name of the part)







순번	명 칭	순번	명 칭
1	섀시	7	아스팔트배관
2	아스팔트 저장탱크	8	살포바
3	오일버너	9	경유탱크(보조엔진)
4	아스팔트펌프	10	유압장치
5	에어클러치	11	유제탱크
6	보조엔진	12	조정장치

3-2. 개 요

카셈 아스팔트 살포기는 건설 토목현장의 도로 포장 공사시 기초작업인 아스팔트를 운반 살포하는 차량으로 5톤급 카고 트럭 샤시에 3,500리터의 아스팔트를 적재하여 운송 살포할 수 있는 건설기계 입니다.

본 장비는 충분한 보온력과 용량을 가진 아스팔트 적재 탱크 및 보온용 오일버너가 설치되어 있으며 후방 엔진룸에는 대용량 아스팔트 이송 펌프, 아스팔트 펌프를 구동하기 위한 보조 엔진 및 에어클러치, 콘트롤 박스, 살포 및 흡입 전환이 가능한 공압식 자동 밸브와 각종 수동밸브, 그리고 작업후 배관을 세척할 수 있는 장치들이 장착되어 있습니다.

3-3. 구 조

1) 새시(Chassis)

보조 프레임과 연결되어 장비 전체를 지지하며 주행을 통한 이동을 가능케 해줍니다.

2) 아스팔트 저장 탱크(Asphalt Tank)

아스팔트를 적재 및 운반을 할 수 있도록 해주는 기능을 가지고 있으며, 아스팔트의 온도 유지를 위해 탱크 외부에 보온재를 사용한 이중 탱크로 제작되어 있습니다.

탱크의 형상은 차량 탑재에 적합하고 저중심 구조를 위해 단면의 구조가 타원형으로 제작되었습니다. 탱크 내부는 경판형식의 격판에 의해 2개의 실로 구분되어 아스팔트 운송중 전후방 출렁임을 방지하도록 하였습니다.

- 탱크의 형상 : 타원형 용접 구조물
- 탱크 실내용적 : 3,500ℓ
- 탱크의 보온 : 탱크 외판에 두께 50mm, 비중량 96kg/m^2의 세라믹 화이버 재질의 단열 보온재를 덮고 0.4t강판을 리벳 조립하여 미려하고 아스팔트 보온 효과를 높이도록 하였습니다.
- 격판의 설치 : 탱크 내부는 2개의 실로 아스팔트 운송 중 출렁임 방지를 위해 1개의 경판형식의 격판이 설치되어 있습니다.
- 가열용 파이프 : 일반 배관용 탄소강관(SPPS) 고장력 파이프를 사용하여 반영구적으로 사용 할 수 있도록 하였습니다.
- 기 타 : 탱크 상단 전방부에는 유지 보수시 내부 점검을 위한 맨홀이 설치되어 있으며 내부압력의 변화에 압력보상이 되도록 에어밴트가 설치되어 있습니다.

또한 운전석측 탱크중앙부에는 상부접근을 위한 사다리 1개소가 있고 상단에는 안전을 위한 펜스가 설치되어 있습니다.

- 탱크 후부에 아스팔트 온도 측정용 온도계 설치
- 탱크 후방 아스팔트 용량 확인을 위한 플로트식 레벨 게이지 설치

3) 오일 버너(Oil Burner)

아스팔트를 가열하기 위해 고성능 오일 버너를 적용하였으며, 내부에는 연료 차단용 밸브가 설치되어 있어 버너의 사용 후 연료의 누유가 없고, 온도감지 장치가 설치되어 설정 온도가 넘으면 자동으로 버너의 동작 멈추도록 설계되어 있습니다.

- 형식 : 터보식, 오일버너
- 사용연료 : 경유 / 등유
- 연료탱크 용량 : 70ℓ
- 전원 : DC24V
- 안전장치 : 연료 차단용 밸브, 화염검출장치
  설정온도 감지에 의한 자동 정지회로

4) 아스팔트 이송 펌프(Asphalt Pump)

고점도 / 고온의 아스팔트를 이송하기 적합하도록 제작 되었으며, 효율이 좋고 수리가 용이한 로터리 기어펌프를 사용하였습니다.

- 형 식 : 내접 로터리 기어펌프
- 용 적 : 0.08ℓ /1회전
- 정격 토출 용량 : 31ℓ /분(점도 500cp 기준, 엔진 회전수 2,100rpm)
- 최대 토출 용량 : 37ℓ /분(점도 500cp 기준, 엔진 회전수 2,500rpm)
- 최고 사용 압력 : 7kg/㎠
- 사 용 온 도 : -20 ~ 200℃

※ 엔진과 펌프 간 비율 : 60/26(에어클러치)x60/26(펌프) = 5.32544

- 동력전달 방식 : Air Clutch 및 타이밍 벨트 방식

5) 에어클러치 (Air Clutch)

보조엔진과 아스팔트 펌프 간의 동력 차단 및 전달을 하는 역할을 하며, 작동은 차량의 공기압 및 전자밸브에 의한 제어에 의해 이루어집니다.

- 형 식 : 건식 단판 클러치식
- 전달 토크 : 20kg.m (공기압 5kgf/㎠ 일 때)
- 작동방식 : 공기압에 의한 동력 전달 및 스프링에 의한 복귀

6) 보조 엔진(Diesel Engine) – 별도 지급된 취급설명서 및 정비지침서 참조

아스팔트 펌프를 구동하는 구동원이며, 사용연료는 엔진 룸 상부에 있는 보조 연료 탱크의 경유를 사용하며, 운전석 및 후방 조작장치에서 시동/정지가 가능합니다.

- 형 식 : 직립 수냉식 4사이클 기관
- 실린더수 : 3개
- 배기량 : 1,007cc
- 연소실 행정 : 와류실 식
- 최대 출력 : 22.3ps/2,800rpm
- 연료 펌프 형식 : BOSCH K형 미니펌프
- 연료 소비율 : 200g/ps.h이하
- 냉각 방식 : 가압 라디에이터식
- 윤활유 종류 : 엔진오일 SAE15W-40
- 윤활 방식 및 용량 : 펌프에의한 강제윤활, 3.1리터
- 시동방식 : 전기 시동식
- 전기용량 : 12V-20A(레귤레이터 외장형)
- 회전방향 : F/W측에서 C.C.W(반시계 방향)
- 엔진크기 : 491mmx412mmx583mm

7) 아스팔트 배관

파이프, 밸브 및 피팅류는 KS규격품 또는 이와 동등한 자재로 되어 있으며, 수리 보수가 용이한 플랜지 형식으로 조립되어 있습니다.

아스팔트용 플랙시블 호스는 200℃이상의 온도 및 10kg/㎠의 압력에 견디는 재질로 되어 있으며, 각각의 밸브는 최고 200℃이상의 고온에 견딜 수 있도록 카본재질의 특수 시트(Seat)을 사용한 스테인레스 밸브로 제작하여 내구성이 우수하며, 편리한 조작을 할 수 있도록 배치 하였습니다.

- 배관크기 : 80A – 탱크 흡입라인
  65A – 펌프 토출라인, 탱크 순환라인, 메인 드레인, 오버플로우 라인
  50A – 살포라인, 살포바
- 밸브 형식 및 크기 : 80A Gate Auto – 탱크 토출 – 펌프 흡입
  65A 3-Way Auto – 펌프 토출
  65A Ball Auto – 외부 흡입
  65A Ball Manual – 메인 드레인 / 살포제어
  50A Ball Manual – 살포량 수동 조절 / 배관세척
  25A Ball Manual – 수동 살포

8) 살포바(Spray bar)

스프레이바는 50A의 고압 배관용 탄소 강관으로 되어 있으며, 주(Main)살수바와 보조(Extension)살수바로 구성하였고, 주살수바와 보조 살수바는 특수제작된 스위벨로 연결되어 있어 편리하고 신속하게 살포폭을 조정 할 수 있도록 하였습니다.

- 형 식 : 주 살포바 및 접이식 보조 살포바
- 최대 살포폭 : 3,750mm(고정 2,350mm , 접이식 보조 700mm 2개)
- 노즐 및 밸브 규격 : 15A Ball Valve 및 15A- 5Φ V-jet Nozzle 19개
- 노즐 개폐 : 수동

9) 경유 탱크(Oil Tank)

아스팔트 탱크 후부에 70리터의 경유탱크가 설치되어 버너의 연료 및 보조엔진의 연료로 사용할 수 있으며 엔진룸 하단에는 살포작업이 끝난 후 펌프 및 배관, 분사노즐을 세척 할 수 있도록 36리터의 별도의 유제탱크가 설치되어 있습니다.

10) 공기압 장치 (Pneumatic System)

공기압 실린더 및 밸브의 개폐, 에어클러치의 작동을 위해서 차량의 에어탱크로부터 공기압을 별도로 인출하여 보조 에어탱크를 거쳐 전자식 밸브를 통해 각각의 공기압 기기들을 전기 스위치에 의해 조작 할 수 있도록 하였습니다.

-공기압 발생원 : 자동차원동기에 부착된 에어 컴프레서
-분배방식 : 자동차 에어탱크로부터 분배 및 에어 유니트(필터, 레귤레이터, 루브리케이터) 적용
-제어밸브 : 매니폴드블록 설치형, 5포트 2방향 밸브, DC24V, 4개
-제어기기 : 밸브(3-Way, 탱크 흡입, 외부흡입), 에어클러치

11) 조정 장치 (Control Pannel)

차량의 후방 엔진룸 내에 설치되어 있으며, 아스팔트 살포기의 기능 조작 및 작동상태를 파악 할 수 있도록 하였습니다.

조작장치는 다음과 같습니다.

- 엔진관련 스위치 및 경고등
  시동/정지, 타코 메타, 볼트 메타, 예열 표시램프,
  오일압력 경고, 냉각수 과열 경고

- 살포기능 스위치
  펌프/회전 정지, 탱크 흡입 열림/닫힘, 외부흡입 열림/닫힘,
  비상정지, RPM 상승/하강
  3-Way밸브 살포/순환, 노즐 열림/닫힘
- 주 전원 스위치, 작업등 켜짐/꺼짐
- 유압관련
  교반기 회전, 유제펌프,
- 버너 관련
  버너 시동 스위치, 버너 작동 표시램프, 버너 온도 설정 또는 표시
- 별도 조정장치

12) 유압 장치 (Hydraulic Power)

차량의 후방 보조엔진의 출력측에는 유압펌프가 직결되어 있어 장비에서 필요한 유압원을 제공합니다. .

- 펌프: 기어식 KASAPA PLP20-25D
- 모터: 교반기 구동- Eaton Hseries 180cc
- 유압유 탱크: 35L
- 제어밸브: 1/2" 전자솔레노이드식 2단

13) 아스팔트 교반 장치

아스팔트는 점도가 매우 높고 온도의 변화에 따라 경화의 위험성이 있기 때문에 저장 탱크내에는 하단의 가열배관부에서 가열된 아스팔트를 상부로 대류시켜 온도가 고르게 유지되도록 교반시킬 수 있는 스크류가 장착되어 있습니다. 이 교반장치의 구동은 12번항목의 유압장치에서 발생된 유압원을 이용하여 모터구동을 하고 체인을 통해 저속으로 감속시킴과 동시에 높은 토크로 변환하여 아스팔트를 무리 없이 교반시키도록 되어 있습니다

- 구동: 유압식 / 체인감속 , 체인 #80-35tx15t, #60-32tx12t, 감속비-6.2:1
- 스크류: O.D.:650, I.D.:450, 피치:480, 길이:2400
- 실링: 에어 가압식

4. 조정 장치 (Control Device)

4-1. 메인 제어반



기호	명 칭	기 능
1	유제펌프	아스팔트 흡입/ 펌프라인 세척
2	교반기	메인 스크류 구동
3	보조엔진 RPM	보조엔진의 RPM 조정
4	비상정지	조작장치 비상정지
5	흡입/살포	아스팔트 흡입 살포 전환
6	메인 밸브	아스팔트 메인 게이트 밸브 개폐
7	흡입 밸브	탱크로 아스팔트 적재시 사용
8	펌프	메인 아스팔트 펌프의 구동
9	메인전원	메인 전원의 연결
10	작업등	엔진룸 작업등 온 오프
11	경광등	작업중 경광등 온 오프
12	버너	가열 버너의 작동
13	온도계	탱크내 아스팔트 온도의 지시

(메인 제어반)

☞ **엔진 제어**– 메인제어반에는 아스팔트 살포작업에 관련된 엔진RPM키만 있으며 주엔진 조작관련 스위치는 별도의 판넬에 있습니다.

1) 유제펌프

작업후 열림으로 전환시 내부 배관의 세척을 위한 유제펌프를 구동시킬 수 있습니다 .

2) 교반기

저장 탱크내에 있는 교반용 스크류를 구동하기 위한 유압모터를 회전시킬 수 있습니다

3) 보조엔진 RPM

보조엔진의 RPM을 조정하기 위한 거버너 스위치를 조작하는 스위치.

4) 비상정지

돌발 상황시 메인 판넬의 전원을 차단시켜 안전하게 작업정지 할 수 있도록 합니다.

5) 흡입/살포

아스팔트 토출구 측 상단에 설치된 3-Way 밸브를 전환시켜 흡입이나 살포작업을 선택할 수 있는 스위치 입니다.

6) 메인밸브

탱크 후단 하부에 설치된 메인 배관을 열거나 닫게 하여 아스팔트를 살포할 수 있도록 합니다.

7) 흡입밸브

이 밸브는 다른 저장소에 있는 아스팔트를 탱크내로 이송시킬 때 사용하며, 흡입시에는 앞 5번의 흡입/살포 밸브를 흡입위치에 놓아야 합니다.

8) 펌프

메인 아스팔트의 펌프를 구동시키기 위한 스위치로 이 스위치를 조작하면 엔진과 연결된 에어 클러치가 작동되어 펌프로 엔진의 동력을 연결시킬 수 있습니다.

9) 메인전원

조작 판넬내 전원을 공급하기 위한 스위치입니다.

10) 작업등

엔진 룸 작업등을 켜거나 끄는 스위치 입니다.

11) 경광등

경광등을 켜거나 끄는 스위치 입니다.

12) 버너

버너 판넬의 전원을 켜거나 끄는 스위치 입니다.

13) 온도계

아스팔트 탱크내의 온도를 감지하여 지시하여줍니다.

4-2. 엔진 제어반



1) 유량계

연료탱크내의 연료량을 지시합니다.

2) RPM 메타

보조엔진의 회전수를 표시합니다.

3) 냉각수 온도계

보조엔진의 냉각수 온도를 표시하는 게이지 입니다.

4) 엔진 시동 키

보조엔진을 예열하고 시동하거나 정지시키는 스위치 입니다.

5) 표시램프

배터리 충전, 예열, 오일경고, 전원연결을 표시하는 램프입니다.

4-3. 버너 제어반



1) 예열

가열버너 스타트전 버너가 점화가 용이하도록 예열하는 스위치입니다. 겨울철 낮은 온도에서 시동이 안될 경우 20초간 예열위치에서 대기하면 점화코일을 가열하여 버너가 쉽게 점화가 가능합니다.

2) 가동

버너를 점화시켜 가동하게 되는 스위치입니다

5. 작동 요령 (Operation Method)

[참조]

차량 및 보조엔진은 제조업체에서 제공하는 사용설명서를 참고하십시오.

5-1. 사용 전 점검

1) 차량

① 엔진 오일, 미션 오일, 브레이크 오일, 파워스티어링 오일 등 각종 윤활유의 양 및 누유 등을 점검, 보충, 수리하십시오.
② 타이어 공기압을 확인 조절하고 마모 상태를 점검, 조치하십시오.
③ 팬 벨트의 장력을 조정하십시오.
④ 그리스 도포 위치를 확인, 도포 하십시오.
⑤ 냉각수, 와셔액 등을 확인, 교환, 보충하십시오.
⑥ 배터리 창, 터미널의 고정을 확인, 점검하고 확인 하십시오.
⑦ 연료 상태를 점검, 보충하고 정기적으로 물 빼기 작업을 실시하십시오.
⑧ 변형, 손상, 조임부의 풀림 등을 확인하여 조치하십시오.

2) 장비

① 그리스 도포 부위를 확인, 도포 하십시오.
② 변형, 손상, 조임부의 풀림 등을 확인하여 조치하십시오.
③ 동력전달 계통의 타이밍 풀리, 벨트부의 손상, 풀림 등을 확인하십시오.
④ 배관 파이프, 밸브, 호스 연결부의 손상 및 누유 등을 확인, 조치하십시오.
⑤ 아스팔트 펌프 변형 손상 누유 상태를 점검하여 조치하여 주십시오.
⑥ 냉각수의 수량/부동액의 혼합비율, 혼탁 정도를 점검하여 교환 또는 보충하여 주십시오.
⑦ 엔진 오일 및 필터, 에어크리너 필터, 연료필터 등을 점검 교환, 보충하여 주십시오.
⑧ 작동을 위한 퓨즈를 점검 교환하여 주십시오.
⑨ 노즐 및 노즐 밸브 등의 규격 및 막힘 등을 확인 조치하여 주십시오.

5-2. 기본 작동

1) 차량

① 시동을 걸어 충분히 워밍업(Warming Up) 시키십시오.

② 차량을 작업위치에 이동시키고 시동을 건 채 기어를 중립에 위치시키십시오.

③ 주차 브레이크 레버 또는 스위치를 조작하여 브레이크를 작동시키십시오.

④ 장비 상태 확인 후 작업을 수행하십시오.

2) 아스팔트 펌프의 시동 조작

2-1) 보조엔진의 시동

① 보조엔진 예열을 위하여 예열 표시램프가 점등 될 때까지 키를 반시계 방향으로 돌려 약 7초 이상 예열 시키십시오.

이때 제어반 예열 작동 램프가 점등 됩니다.

② 예열이 완료된 후 시동 키를 시계방향으로 돌려 보조엔진의 시동을 하십시오.

⚠ 경고	**1. 설치된 보조엔진에 대한 취급 및 정비는 별도로 지급된 제작업체 자료를 참조 하십시오.** **2. 시동 전 반드시 냉각수 및 엔진오일 양 및 상태를 점검하시고 필요한 조치를 취하십시오.** **3. 엔진 시동 후 기관 가까이 접근 할 때는 화기에 유의 하십시오. 화상의 우려가 있습니다.** **4. 엔진이 작동되고 있을 때는 엔진의 회전 부위 등에 가까이 접근 하지 마십시오. 부상 등 심각한 위험을 초래 할 수 있습니다.** **5. 엔진 작동 중에 이상 음이 발생하거나 과열, 오일압력 저하 등의 문제가 생길 경우 즉시 엔진을 정지시키고 필요한 조치를 취하십시오. 엔진의 파손 또는 화재의 위험이 있습니다.**

2-2) 에어클러치 조작에 의한 아스팔트 펌프의 작동 조작

① 엔진이 작동되고 각각의 밸브가 정상적인 위치로 되어 있는지 확인하고, 에어 작동 압력이 7kg/㎠ 이상인가 확인 하십시오.

② 에어클러치 작동 전에는 엔진이 최소 회전수를 유지 하도록 하십시오.

③ 제어반의 주전원 스위치를 "켜짐"으로 하십시오.

④ 제어반의 "펌프"라고 되어있는 에어클러치 에어압력 투입 스위치를 "회전"위치로 하십시오.

⚠ 경고	**1. 펌프 작동 전 반드시 밸브의 열림 닫힘 상태를 확인하십시오.** **2. 에어 압력을 확인하십시오. 반드시 에어 압력이 7kg/㎠일때 작동하십시오.** **3. 펌프 작동 전후 이상 음이 발생하면 즉시 작동을 멈추고 필요한 조치를 취하십시오.**

3) 펌프 회전속도 조절

제어반 상단 비상정지 왼측부에 설치된 엔진 속도 조절레버를 사용하여, 엔진의 속도를 조정하여 아스팔트 펌프의 회전수를 조정 할 수 있습니다.

⚠ 경고	**1. 펌프의 회전수 조절은 엔진의 속도 조절에 의합니다.** **2. 이상 고속 운전시 펌프 또는 동력 전달계통의 파손 등 심각한 위험을 초래 할 수 있습니다.** **3. 회전속도 조절은 엔진 회전게이지를 보면서 하십시오. 정격 최고 회전수는 엔진 회전수로 2,100rpm이며, 이때 펌프는 약 395rpm으로 운전 됩니다.** **4. 필요시(외부 흡입 또는 점도가 낮은(500cp이하)에는 엔진 최대 회전수 2,500rpm(펌프 450rpm)으로 운전 할 수 있으나, 장시간 운전하지 마십시오. 펌프의 과열 등으로 인하여 펌프가 파손 될 수 있습니다.**

4) 외부 흡입 탱크 적재 작동

① 흡입호스를 흡입호스 연결구에 정확하게 연결하여주십시오. 패킹의 손상 등으로 인하여 공기가 유입될 경우 흡입을 할 수 없으므로 공기 혼입이 없도록 하십시오.

② 흡입호스 끝을 공급해주고자 하는 저장탱크측에 연결시켜 주십시오.
③ 흡입/살포 스위치를 흡입에 위치시켜 주십시오.
④ 메인 밸브 스위치를 닫힘으로 위치 시켜주십시오.
⑤ 외부 흡입 밸브 스위치를 켜서 열림으로 하십시오. 이 때 살포바나 살포노즐측으로 나가는 수동밸브는 모두 닫혀 있는 상태로 되어 있어야 합니다.
⑥ 보조엔진을 시동하고 펌프 스위치를 켜서 회전으로 하십시오.
⑦ 엔진을 가속하여 펌프가 최고 회전수로 운전될 수 있도록 하십시오. 아스팔트가 흡입되기 시작하면 엔진 회전수를 2,100rpm 이하로 조정하십시오.
만일, 아스팔트 액의 점도가 높으면 아스팔트 액을 흡입 할 수 없습니다. 상부 맨홀을 통하여 투입하여 주십시오. 또한 아스팔트 액을 흡입호스에 채워주면 아스팔트가 흡입되기 시작하는 시간을 단축 할 수 있으며, 펌프의 마모를 최소화 할 수 있습니다.
⑧ 아스팔트 적재 중에 아스팔트액을 과도하게 적재하여 넘치지 않도록 주의 하십시오.
⑨ 아스팔트 적재 작업이 완료되면, 펌프 및 엔진을 정지시킴과 동시에 외부 흡입 밸브을 닫아 주십시오. 또한 흡입 호스를 제거하고, 제어반의 주전원 스위치를 꺼 주십시오.

⚠ 위험	**펌프 및 엔진을 시동하여 운전하기 전에 반드시 오일 및 냉각수, 그리스 주입 여부를 확인 하시고, 주위 안전 여부를 확인하시고 작업하십시오. 장비의 파손 또는 인명 사고의 위험이 있습니다.**

5) 아스팔트의 가열 및 교반

아스팔트 탱크에 적재된 아스팔트를 노면에 살포하기 위해서는 아스팔트를 적정한 온도로 가열하여 적당한 점도가 되도록 해야 합니다. 본 장비에는 아스팔트 가열을 위해서 오일버너를 사용하고 있으며, 연소 배관에 의한 아스팔트 간접 가열 방식을 적용하였습니다.

5-1) 버너의 작동

① 차량의 시동을 걸고 메인판넬의 메인전원 스위치를 켜짐으로 한뒤 버너 작동을 켜짐의 상태로 합니다.
② 버너 주위에 발화 물질을 제거하고, 배기구를 열고, 소화기의 위치를 확인 및 즉시 사용 가능 하도록 하며, 연료량 및 누유 여부를 확인하고, 적당한 온도로 셋팅 합니다.

③ 버너 가동 스위치를 가동으로 하여 버너를 작동 시킵니다. 버너가 정상적일 경우 버너 스위치를 켠 후 약 30초 이내 점화됩니다.

④ 버너의 사용이 끝나면 버너에 공급되는 연료라인의 밸브를 메인판넬의 메인전원 및 버너 스위치를 꺼주십시오.

☞ 버너가 작동 되지 않을 경우 점검 사항

- 연료탱크의 연료량을 확인하고 연료가 잘 공급되는가 확인하며, 연료 필터가 오래 되었을 경우에는 교체 하십시오.
- 자동온도 조절기의 셋팅값 및 작동 상태 점검, 조치 하십시오.
- 제어반의 퓨즈(Fuse)상태를 확인, 조치 하십시오.
- 이상이 없을 경우 리셋 버튼을 누르고, 다시 시동 하십시오.

☞ 아스팔트의 적정 온도

- 대체적으로 포장용 아스팔트의 연화점은 40~50℃이며,
  인화점은 220~230℃입니다.
- 일반적인 아스팔트 가열 온도

종류 / 온도	RC-0	RC-1	RC-2	RC-3	RC-4	RC-5	MC-0	MC-1	MC-2	MC-3	MC-4	MC-5
30℃↑	◎						◎					
50℃↑		◎						◎				
70℃↑			◎	◎					◎	◎		
85℃↑					◎	◎					◎	◎

⚠ 경고	1. 버너 작동 시 화재의 위험이 있으므로 주의 하시고 항상 소화기를 사용 가능한 위치에 보관 하십시오. 2. 아스팔트 가열 시 가열과정에서 발생한 가스에 의한 폭발의 위험이 있으므로 맨홀 커버를 열어 놓고 가열 하십시오. 3. 가열파이프 최상단 이상 아스팔트를 적재한 후 가열 하십시오. 가열파이프가 아스팔트 인화점 이상 가열되고 아스팔트가 접촉 할 경우 화재가 발생 할 수 있습니다. 4. 아스팔트 가열온도는 증발온도를 이하로 하십시오.

5-2) 아스팔트의 교반

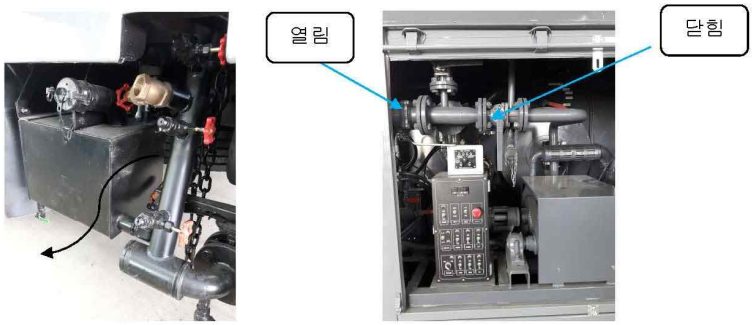
아스팔트 가열 시 온도의 전도성을 좋게 하기 위하여 반드시 교반기를 회전시켜 주십시오.

① 버너가 작동하고 있을 때
② 보조엔진을 시동 하십시오.
③ 보조엔진이 회전하면 엔진과 직결되어 있는 유압펌프가 자동으로 회전합니다.
④ 메인콘트롤 판넬에서 교반기 스위치를 정회전 또는 역회전으로 하십시오.
⑤ 엔진을 1,000~1,500rpm으로 가속하여 아스팔트가 적당하게 교반 되도록 하십시오.

6) 차량 살포

아스팔트의 온도를 확인하여 적당한 살포 온도 여부를 확인 하십시오.

① 차량의 시동을 켜고, 메인콘트롤 판넬의 메인전원 스위치를 켜주십시오
② 아스팔트 보조 살포바를 작업 용도에 맞게 상하 및 펼침을 조정하고 흡입/살포 전환밸브를 중립으로 하십시오, 메인컨트롤 판넬 위쪽에 위치한 수동 살포밸브를 각각 열림과 닫힘으로 전환해 주십시오.



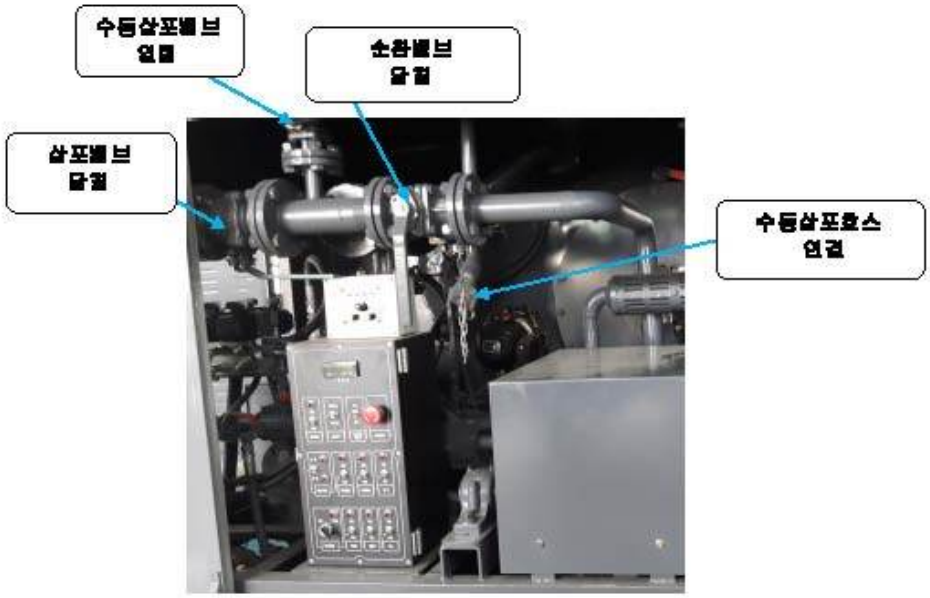
③ 보조엔진의 시동을 켜 엔진을 작동하십시오.
④ 외부 흡입 밸브는 닫힘, 메인 밸브를 열림으로 전환 시키십시오.
⑤ 살수바 노즐 개폐 밸브를 이용하여 사용하고자 하는 노즐을 열어 주십시오.
⑥ 펌프 스위치를 회전으로 위치시켜 주십시오 .
⑦ 앞4번의 흡입/살포 전환밸브를 살포로 전환하면 아스팔트가 살포됩니다
⑧ 엔진을 가속하여 적당한 회전수(2,100rpm이하)를 유지하십시오.
⑨ 살포작업을 완료하면 펌프를 정지시키고, 노즐밸브를 닫힘으로 하시고, 엔진을 저속으로 한 후 정지 시키십시오.

⚠ 경고	1. 살포 작업 시 주위를 확인 하십시오. 살포바 등 장비가 파손 될 수 있습니다. 2. 노즐 밸브를 닫기 전에는 반드시 엔진을 저속으로 하고, 흡입살포 밸브를 먼저 흡입으로 하여 순환 방향으로 하십시오. 그렇지 않을 경우 펌프 또는 클러치, 밸브 등 장비의 파손이 발생될 수 있습니다. 3. 살포 작업 시 주위에 사람이나 자동차가 있는가 주위를 확인 하십시오. 인명 피해 또는 차량의 파손 등으로 인하여 재산상 손실을 초래 할 수 있습니다..

7) 수동 살포

① 차량의 시동을 켜고, 메인콘솔 스위치를 켜주십시오. 시작전 흡입/살포밸브는 중립으로 위치되어 있어야 합니다.

② 수동 살포호스를 연결구에 정확하게 연결하십시오.



③ 수동 밸브를 그림과 같은 상태로 되어 있는가 확인하고, 수동살포바를 확실하게 지지한 상태에서 탱크 메인 밸브를 열고, 엔진 및 펌프를 작동 하십시오.

④ 다시 한번 수동 살포바를 확실하게 지지하고, 메인콘트롤 판넬의 흡입/살포 밸브를 살포로 전환하여 유체가 수동 살포호스로 도출 됩니다.

⑤ 엔진을 적당한 속도로 가속 하십시오. 수동 살포시 유량 조절은 수동 살포 밸

브 하단에 위치한 수동 유량 조절 밸브를 이용 하십시오.

⑤ 수동 살포가 완료되면 펌프 정지 후 밸브의 위치를 폐입으로 변경하고, 펌프를 5초간 작동 후 펌프 및 엔진의 정지를 하고, 수동 밸브를 닫아 주십시오

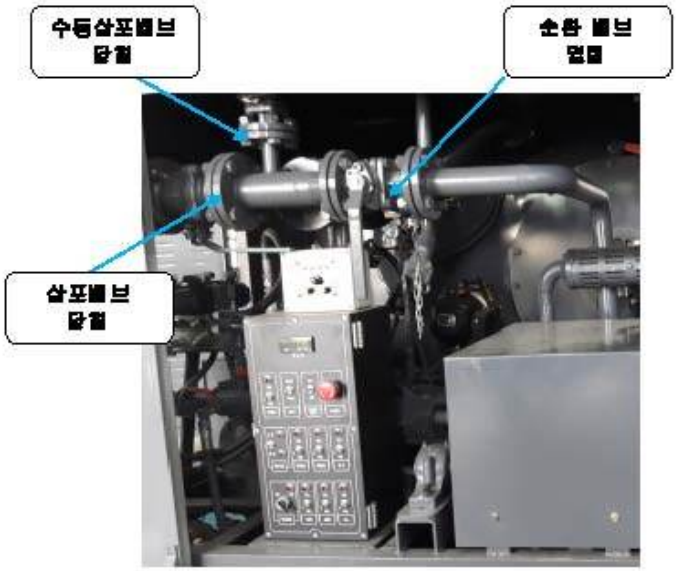
⚠ 주의	1. 살포 작업 시 주위를 확인 하십시오. 2. 수동 살포시 살포바를 확실하게 잡아 주십시오. 살포 압력에 의해 인명 피해의 우려가 있습니다. 3. 살포 작업 시 주위에 사람이나 자동차가 있는가 주위를 확인 하십시오. 인명 피해 또는 차량의 파손 등으로 인하여 재산상 손실을 초래 할 수 있습니다.

8) 라인 세척

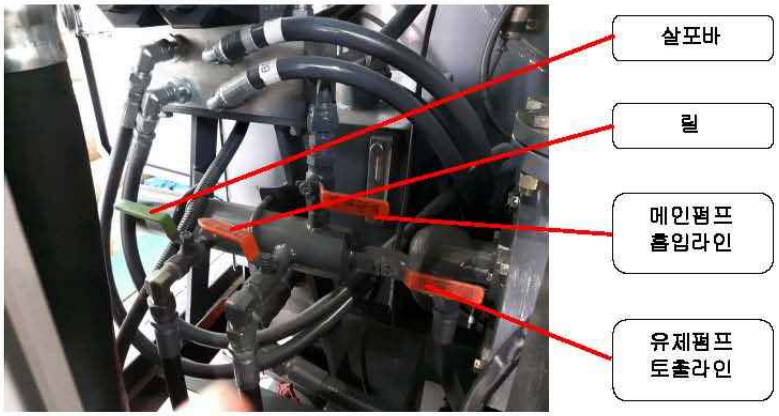
① 세척 전 탱크에 남아 있는 아스팔트를 드레인 밸브를 이용 또는 수동 살포 방법을 이용하여 다른 저장소로 완전히 배출하여 주십시오.

② 차량과 보조엔진의 시동을 켜고, 메인콘솔 스위치를 켜주십시오

③ 세척전 메인밸브와 외부 폐입밸브는 닫혀 있어야 합니다

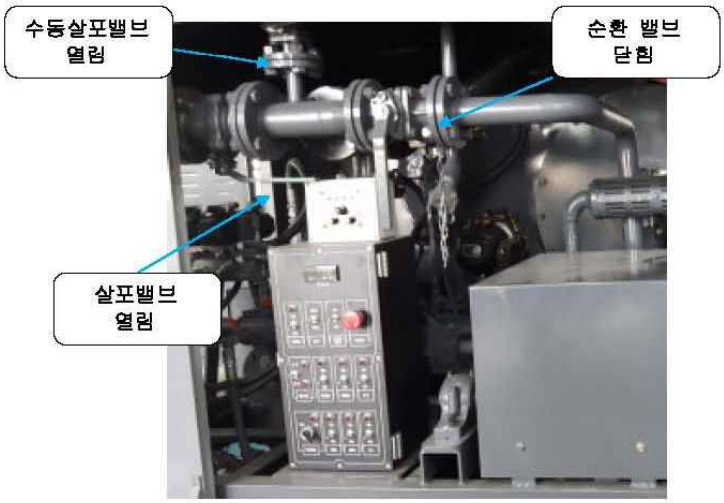


④ 메인 콘트롤 판넬 상부의 수동 밸브를 위 그림과 같이 세팅 하십시오.



⑤ 위 그림에 있는 세척용 유제 메니폴더에 부착된 수동 밸브들을 열어줍니다.

⑥ 유제펌프를 열림으로 펌프의 스위치를 회전으로 전환하면 펌프가 구동되며 세척용 유제가 내부 배관을 순환하며 세척됩니다.



⑦ 순환라인 세척 후 수동 살포와 노즐을 세척하기 위하여 위 그림과 같이 세팅하고, 동일하게 세척 하십시오.

⚠ 주의	1. 아스팔트 살포 작업 후 반드시 라인을 세척하여 주십시오. 배관 내 아스팔트가 잔류 할 경우 아스팔트 응고로 인하여 펌프의 파손 또는 장비 사용을 불가능 하게 할 수 있습니다. 2. 노즐 세척 시 반드시 지정된 장소에서 실시하고, 폐유를 수거하여, 환경오염을 시키지 않도록 하십시오.

9) 공압 장치

아스팔트 살포기의 공압 시스템은 차량의 압축공기를 사용하고 있으며, 장비 작동 시 차량의 주행상 문제 발생을 없애기 위하여 별도의 에어 레귤레이터를 장착하였습니다.

① 압축공기 공급원 : 차량의 압축공기

② 에어 레귤레이터: 7kgf/㎠

6. 점검, 정비, 보수 (Inspection, Maintenance, Repair)

정확한 작동 및 정비는 장비의 수명과 고장을 최소화시키며 각종 안전 사고를 미연에 방지할 수 있습니다.

수시로 장비를 점검, 정비하여 안전에 만전을 기하십시오.

본 장은 장비의 점검, 정비, 보수에 대한 설명입니다. 차량 및 보조엔진은 제조회사에서 제공한 설명서를 참조하십시오.





6-1. 급유 개소

F.D. (Fuel Diesel)	연료 (경유)	G. (Grease)	그리스
H.O. (Hydraulic Oil)	유압 작동유	E.O. (Engine Oil)	엔진오일
C.W.(Cooling Water)	냉 각 수	C.D.(Cleaning Diesel)	세척경유

⚠ 경고	작업 윤활유 및 연료에 절대로 화기를 가까이 하지 마십시오. 화재의 원인이 됩니다.
⚠ 주의	적합한 윤활유의 사용과 적정 시기의 급유, 교환은 고장, 성능, 수명에 직접적으로 관계되는 중요 사항입니다. 철저히 관리 하십시오.

1) F.D : 경유

- 차량을 작동시키기 위한 연료입니다. 수시로 보충하십시오. 연료가 떨어져 시동이 꺼지면 엔진 수명에 관계됩니다. (연료 탱크 용량 : 200ℓ)
- 오일버너를 작동 시키기 위한 연료 및 보조엔진 운전용으로 탱크 용량은 70ℓ

2) C.W : 냉각수(부동액)

- 차량 엔진 및 보조엔진을 냉각시켜 엔진이 적정 온도가 되도록 하는 역할을 하며 냉각수 부족시 엔진 과열로 인하여 엔진이 파손 될 수 있습니다. 차량 및 보조엔진 취급 설명서를 참조하여 확인하시고 보충 또는 교환하여 주십시오.

3) G : 그리스

- 작업시작 전, 후 점검하여 급유하십시오. 급유시에는 오래된 그리스가 빠져 나올 때까지 급유하십시오. (사용등급 : NLGI No2 또는 NLGI No2+MoS2)
- 추천 그리스 : Mobil Mobilith SHC 220, Esso Beacon EP2, Shell Alvania Ep2
- 위치 : 아스팔트 펌프, 클러치 베어링, 교반기 체인 기타 작동이 원활하지 않는 곳

4) E.O : 엔진 오일

- 차량 엔진 및 보조엔진 내부의 윤활 작용을 하는 오일로서 각각의 취급설명서를 참조하여 확인하시고 보충 또는 교환하여 주십시오.

6-2. 일상 점검 및 정비

구 분	내 용
섀시 부문	- 일별, 주별, 월별 등 섀시 사용 설명서에서 지시하는 모든 부분을 점검, 정비, 보충하십시오.
장비 부문	- 각종 구조물의 볼트 조임부 등 조립부의 변형, 풀림 등을 확인하여 조임 및 수리하십시오. - 각 힌지부 핀, 구조물의 변형, 크랙, 파손의 유무를 확인하여 수리하고 그리스를 도포 하십시오. - 각 부분의 녹발생 여부를 점검, 제거하고 방청유를 도포하십시오. - 각종 실린더의 손상, 누유 여부를 점검, 조치하십시오. - 각종 배관, 파이프 및 호스의 손상, 열화, 누유 등을 점검, 수리 교환하십시오. - 각종 오일 및 연료 상태를 점검, 보충, 교환하십시오. - 각종 필터의 상태를 확인, 청소 및 교환하십시오. - 각종 퓨즈의 단락 여부를 확인 교환 하십시오. - 엔진오일 및 냉각수량을 점검 보충 또는 교환하여 주십시오.

7. 고장과 대책

장비에 이상이 발생한 경우 전문 기술자가 원인을 분석 후 적합한 조치를 하여야 합니다.

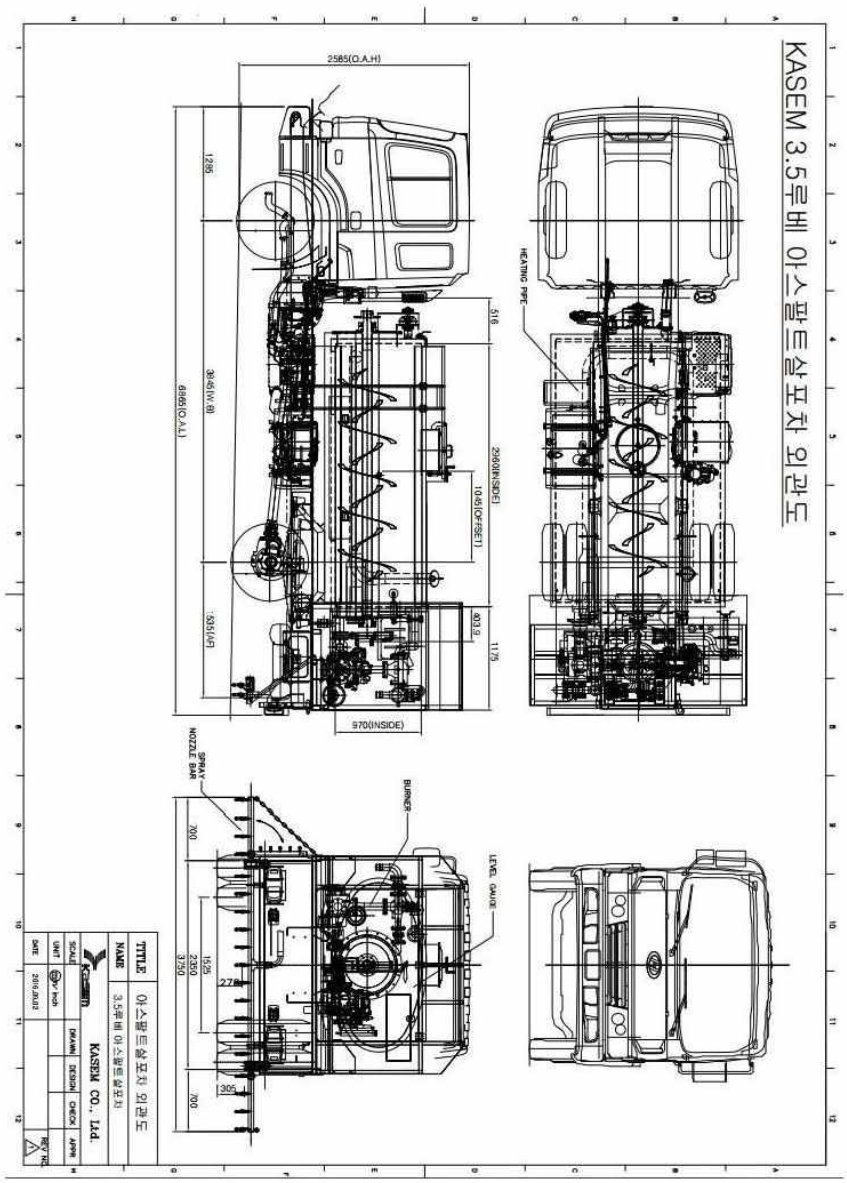
아울러 다음과 같은 고장이 발생 할 경우, 그 예상 원인과 조치 방안에 대하여 기술하였으니 장비를 사용하고 정비, 수리 시 참조하십시오.

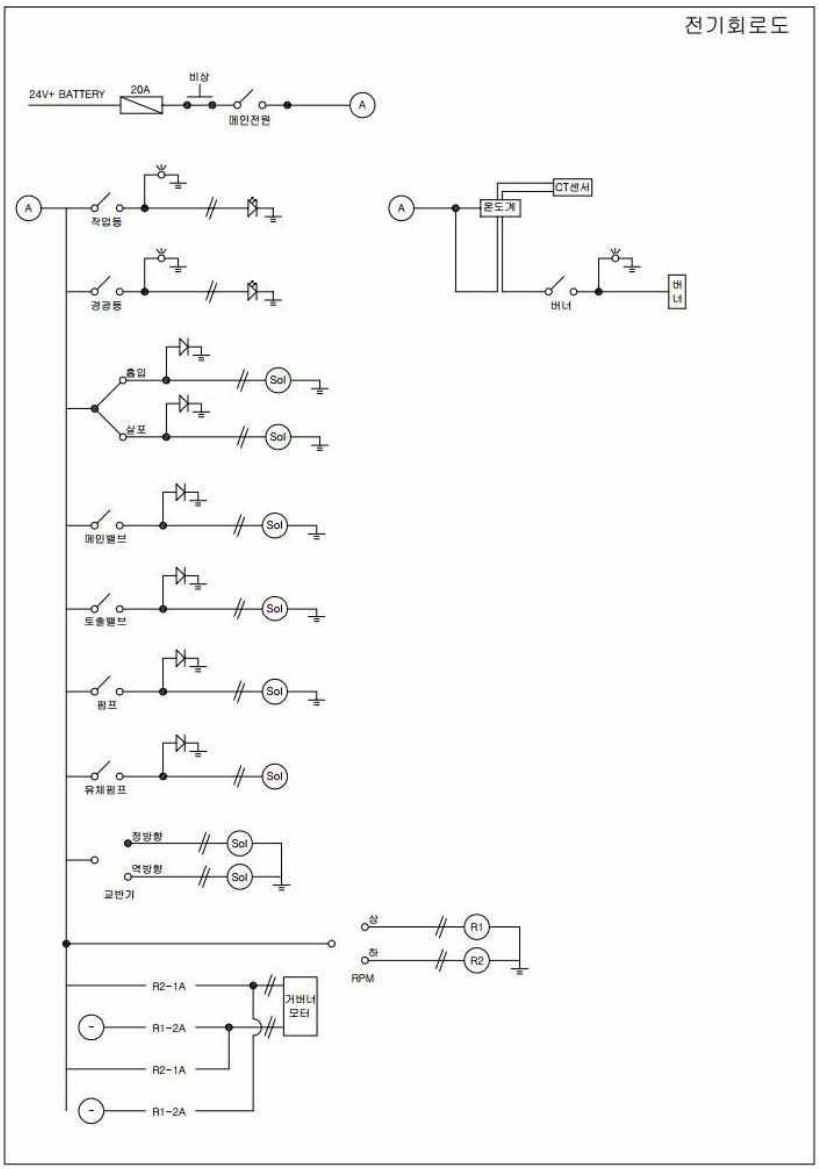
※ 차량 및 보조엔진과 관련된 고장은 차량 제조업체에서 제공한 설명서를 참조하십시오.

고 장	예상 원인	조치 방안
보조엔진의 시동 불량	1) 예열이 안됨 2) 연료 공급 불량 3) 배터리 방전 4) 퓨즈의 단락 5) 기타	1) 예열 지침서에 따라 예열 2) 연료탱크의 연료량 확인 보충 연료 필터 및 펌프 확인 3) 배터리 교체, 발전기 이상 또는 충전불량 확인 수리 4) 단락된 퓨즈의 교체 5) 엔진취급설명서 및 정비지침서 참조
에어클러치 및 동력전달 계통 작동 불량	1) 벨트 또는 풀리의 파손 2) 공기압력이 낮다. 3) 공압 전자 파일럿 밸브의 소손 4) 마찰판의 과도한 마모	1) 파손 부품 교체 2) 차량 및 호스박스 내부의 압력게이지 확인 차량 에어탱크 공압 인출부 밸브가 닫혀있는가 확인 및 차량 엔진을 작동하여 충분한 공기압력을 공급 3) 파일럿밸브의 교체 4) 마찰판의 수리, 교체
아스팔트 펌프의 작동 불량	1) 펌프내 불순물 혼입 2) 베어링 불량 3) 아스팔트 점도가 높다 4) 패킹의 파손	1) 펌프 분해 청소 수리 2) 베어링 교환 3) 적정온도까지 가열 4) 패킹의 수리, 교체

고 장	예상 원인	조치 방안
아스팔트 살포 능력이 떨어진다	1) 흡입 필터 막힘 2) 아스팔트 점도가 높다 3) 배관 내에 고형분의 찌꺼기가 많다.	1) 필터 청소 2) 적정온도까지 가열 3) 배관 분해 내부의 청소
자동 밸브 및 노즐 개폐 실린더의 작동 불량	1) 공압 인출용 볼밸브 닫힘 2) 공기압력이 낮다 3) 에어 콤비네이션의 파손 4) 전자 파일럿밸브 파손 5) 에어실린더의 파손 6) 전기계통의 이상	1) 밸브의 개방 2) 차량의 엔진 가동하여 적정 압력 유지 3) 에어 컨비네이션 교체 4) 밸브의 수리, 교체 5) 에어실린더 수리, 교체 6) 퓨즈의 단락 확인 교체
배관용 호스의 풀림 또는 파손	1) 진동 및 너트의 풀림	1) 재조임 및 파손이 심한 경우 교환

※ 상기에 언급된 내용으로 조치하여도 수리되지 않거나 상기 이외의 문제가 발생 또는 기술적 문의 사항이 발생한 경우 당사로 연락 주시면 전문요원이 신속히 처리 또는 응답해 드리겠습니다.


KASEM 3.5루베 아스팔트살포차 외관도
2585(O.A.H)
1295
3845(W.B)
6955(O.A.L)
516
2960(INSIDE)
1945(OFFSET)
1935(AF)
933.9
1175
970(INSIDE)
HEATING PIPE
SPRAY NOZZLE BAR
BURNER
LEVEL GAUGE
700
1525
2380
3350
270
305
700
TITLE 아스팔트살포차 외관도
NAME 3.5루베 아스팔트 살포차
KASEM CO., Ltd.
SCALE
UNIT mm
DATE 2016.JULY.01
DRAWN
DESIGN
CHECK
APPR
REV NO


전기회로도
24V+ BATTERY
20A
비상
메인전원
A
작업등
경광등
CT센서
온도계
버너
버너
흡입
살포
Sol
메인밸브
토출밸브
펌프
유체펌프
정방향
역방향
교반기
상
하
R1
R2
RPM
R2-1A
R1-2A
R2-1A
R1-2A
거버너 모터

※ 살포시 : 메인전원



켜짐 전환

→ 메인밸브



열림 전환

→ 살포바 이방밸브



열림 전환 (수동)



→ 보조엔진 시동

→ 펌프 회전



및 RPM 상승

※ 흡입시 : 메인전원



켜짐 전환

→ 흡입/살포 스위치



흡입으로 전환

→ 메인밸브

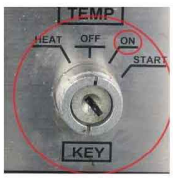


닫힘 전환

→ 흡입밸브



열림



→ 보조엔진 시동





→ 펌프 회전 및 RPM 상승

-시공을 위한 작업절차서

설계검토	- 아스팔트 표면상태 및 종류에 따라 포설량이 상이 하여 포설전 kg당 포설면적을 산정하여 제품을 선정한다.
↓	
차선통제	- 현장상황 파악하고, 교통통제를 위한 안전 시설물을 설치한다.
↓	
작업전 선시공	- 포트홀 보수 - 균열 2㎜이상 균열 보수
↓	
시공위치 노면 청소	- 최소 적용온도는 10°C이며, 그 이하에서는 감독원 및 개발자의 승인 없이 시공해서는 안 된다. - 노면의 이물질, 유분등은 작업이 극대화 될수 있도록 완벽하게 제거한다.
↓	
균열부 보수	- 미세 균열부 규사 주입후 1차 아스팔트코팅제를 주입 한다.
↓	
마킹 테이프 작업	- 시공부분의 노면은 규격에 벗어나지 않도록 마킹테이프 작업을 실시한다.
↓	
아스팔트코팅제 교반작업 및 도포	- 배합이 되도록 교반탱크 모듈에서 충분히 교반한다. - 노면 정비 후 작업구간에 오염이 되지 않도록 주의하고 아스팔트코팅제를 박막으로 도포(스퀴즈)한다. - 작업 전 또는 중에 비가 내릴 경우 즉시 작업을 중지해야 한다.
↓	
마킹테이프 보양부위 제거 및 주변 정리	마킹테이프 제거 및 주변정리를 한다.
↓	
자 연 양 생 후 검 사 완료 후 도로 (교통) 개 방	

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화 지원사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

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