

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘국토교통기술 사업화 지원사업’(연구개발 기간 : 2016.04.27. ~ 2018.02.26.) 과제의
최종보고서 10부를 제출합니다.

2018. 05. 23.

주관연구기관명 :

배 지 웅 (인)

주관연구기관책임자: 배 지 웅

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	16TBIP- C777788-01	해당 단계 연구 기간	2016.04.27. ~ 2018.02.26.	단계구분	해당단계 : 2 / 총단계 : 2
연구사업명	중사업명	국토교통기술 사업화 지원사업			
	세부사업명	중소기업 보유기술 사업화			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	라텍스계 자체연성유지 폴리머를 이용한 L형 측구 및 경계석 상온 표면균열보수재와 전용시공장비 개발			
연구책임자	배지웅	해당단계 참여 연구원 수	총: 2명 내부: 2명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 60,000천원 기업: 40,000천원 정부 외: 천원 계: 100,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 2명 내부: 2명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 120,000천원 기업: 80,000천원 정부 외: 천원 계: 200,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주식회사 엔페이브			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수	

4. 국문 요약문

연구의 목적 및 내용	콘크리트 L형측구 표면보수재와 전용시공장비 개발				
연구개발성과	기존 재설치 방식이 아닌 표면보수 효과 극대화				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	L형측구만 아닌 기존 콘크리트 도로표면보수용으로 활용				
핵심어 (5개 이내)	측구표면보수	자체연성유지	라텍스계 폴리머	상온표면 균열보수재	측구보수 전용장비

5. 영문 요약문

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	Development of a repair material and an exclusive equipment for concrete surfaces of curbstones and gutters				
Results	Maximize the maintenance effect of the surface, not the existing reinstallation method				
Expected Contribution	Utilizing the existing concrete road surface for maintenance				
Keywords	Concrete repair of cubstones and gutters	Self-ductility maintaining polymer	Latex-based polymer	Surface and cracks repair material	Exclusive equipment for concrete surface

6. 본문 목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	4
2. 국내외 기술 개발 현황	10
3. 연구 수행 내용 및 성과	12
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	77
5. 연구개발성과의 활용 계획	84
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	91
7. 연구개발성과의 보안등급	91
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황	91
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	91
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	92
11. 기타 사항	92
12. 참고 문헌	92

7. 본문

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

향후 국내는 물론이고 해외 도로포장유지 보수 시장의 패러다임을 바꾸고자 한다. 기존 측구경계석 콘크리트를 절삭하지 않고 새로운 상온 라텍스 아스팔트 혼합물로 측구경계석콘크리트를 절삭하지 않고 새로운 상온 라텍스 아스팔트혼합물로 측구경계석 표면을 보수할 것이다. 뿐만아니라 기존 것을 파쇄하지 않고 그 위에 덮어씌우는 것만으로 내구성이 유지되는 공법을 사업화할 것이다. 천연라텍스와 특수폴리머수지, 특수첨가제 등을 혼합해 만든 크랙보수재를 기존 표면위에 5~15mm 두께로 박층시공하고, 어떠한 외부조건에도 탈락하지 않는 표면보수재를 개발할 것이며, 또한 이 공법만을 위한 전용장비를 제작해 한국도로공사 및 각 시군, 국내와 해외 각국 정부기관 및 건설업체들에게 기술이전, 판매 수출할 것입니다.



[그림 1.1] 측구 및 경계석 현실태

2. 연구개발의 필요성

일반적으로 콘크리트 구조물은 콘크리트가 높은 내구성을 구비하고 있어 반영구적으로 사용할 수 있는 것으로 인정되어 왔으나, 최근의 많은 연구결과와 기존 구조물의 조사 결과 콘크리트 구조물도 경년 열화현상을 피할 수 없음이 밝혀지고 있으며, 특히 오랜 기간을 넘기지 못하고 본래의 기능을 상실하게 되는 사례가 나타나고 있다.

구체적으로, 기존 L형 측구와 경계석, 교량 슬래브 단면, 교각, 신축이음 후타재, 각종 콘크리트 및 아스팔트 포장에서 빈번히 일어나는 열화 작용으로 인한 표면 손상이 많이 발생하나 그 보수 방법은 많지 않으며 보수방법 또한 기존 콘크리트를 파쇄 후 콘크리트 재설치 또는 표면에 일반 시멘트모르타르를 도포하는 임시적인 보수에 그치고 있다.

또한, 기존에 표면보수 및 방수를 위한 조성물들은 아스팔트와의 부착력은 어느 정도 효과를 보이나 콘크리트 표면과의 부착력은 취약했다. 상온식 조성물의 경우, 물의 과다한 혼합으로 동결기 영하온도에서는 재료가 얼어 시공이 불가하고, 가열식 조성물의 경우에는 양생 후 강성 재료의 특성으로 침투력이 취약해 기존면과 분리됐다. 더군다나 두 방식 모두 혼합 후 표면에 포설하는 시간이 10초~30초를 넘으면 굳기 시작해 시공에 어려움이 있다. 이러한 이유들로 인해 기존에 보수를 위한 조성물들의 경우 표면보수재로써의 기능을 충분히 발휘 하지 못했고 잦은 하자과 시공 불량으로 예산 낭비와 사고 위험을 초래했다.



[그림 1.2] 기존 보수 공법 교체식

기존 L형 측구 경계석에서 빈번히 일어나는 콘크리트 열화 작용으로 인한 표면 손상이 많이 발생하나 그 보수 방법은 많지 않으며 보수방법 또한 기존 콘크리트를 파쇄 후 콘크리트 재설치 또는 표면에 일반 시멘트모르타르를 도포하는 임시적인 보수에 그치고 있다. 이에 본 공법은 L형 측구 경계석 콘크리트 크랙과 열화의 원인을 분석하여 근본적인 해결 방안을 도출하였다. 콘크리트 측구 크랙과 열화의 원인으로 알려진 염화칼슘과 수분에 강한 방수성 라텍스계 폴리머 상온아스팔트 혼합물 제품을 도포함으로 반사크랙과 탈락에 강한 L형 측구 및 경계석 보수공법을 연구하였다.

차량하중이 누적되면서 도로와 지반이 손상되고 이를 완화하기 위한 방법으로 도로를 포장하기 시작했다. 포장도로는 도로의 내구성을 증가시키고 차량 하중을 분산시켜 도로의 파손을 막고 수명을 늘려준다. 또한 도로 이용자들에게 주행성, 안전성을 제공하여 통행하기 편한 도로를 만들어 준다. 하지만 성능이 좋은 포장 재료를 사용하고 시공이 완벽하여도 시간이 흐르면 포장은 결국 파손되며 지속적인 유지보수가 필요하다.

포장 파손은 포트홀, 크랙, 러팅, 라벨링 등 여러 가지 유형이 있으며 도로 이용자들의 주행성에 악영향을 미치고 파손이 심각한 경우에는 직·간접적으로 교통사고를 유발하는 원인이 될 수 있다. 또한 파손을 방치하면 파손 주위에 추가 파손이 발생하고 도로의 수명이 짧아져 도로 유지보수비용을 증가시키기 때문에 신속한 보수가 필요하다.

도로 유지보수비용은 매년 지속적으로 소모되고 있다. 국내에서는 매년 19조원의 도로분야에 대한 투자가 이루어지고 있으며 이중 약 11%가 보수를 위한 투자로 이루어지고 있다. 특히 지자체의 포장보수가 상당한 부분을 차지하고 있어 정부와 지자체에서 진행하는 포장보수의 시장규모는 연간 약 5,500억원 수준으로 추정된다.

[표 1.1] 5개년 도로 포장 보수 현황(2007~2011)

(단위 : 억 원)

기관별 구분	2007	2008	2009	2010	2011
정부	908	1,221	998	1,289	1,174
지자체 ¹⁾	3,631	4,885	4,960	4,008	4,695
TOTAL	4,539	6,107	5,958	5,297	5,869
시장규모	보수비 평균 약 24% 수준 → 연간 약 5,500 억 수준				

주¹⁾ 2011 도로백서 국토해양부 실적과 지자체 투자 실적 감안 산정

[표 1.2] 2011년 기준 국토해양부 포장 보수 세부내역

(단위 : 백만 원)

구분	계	덧씌우기	재 포장	소파보수
고속 도로	56,339	9,650	21,507	25,182
일반 국도	61,046	35,905	13,951	11,190
TOTAL	117,385	45,555	35,458	36,372

출처 : 도로백서, 국토해양부, 2011

하지만 도로 유지보수비용에 필요한 예산이 부족하여 도로파손에 대한 유지보수를 제대로 못하고 있는 실정이며 방치된 파손 구간으로 인해 교통사고율 증가, 추가파손이 발생, 도로의 수명 감소 등의 악순환이 지속되고 있다.

기존의 도로 포장 긴급 보수재는 가열식 또는 상온식, 고분자 첨가제의 유무, 시공 전 절삭 유무에 따라 여러 가지 유형이 있으며 포장 파손의 종류, 파손 부위의 깊이에 따라 구분하여 적용한다.

포장의 파손 깊이가 0mm ~ 5mm로 깊지 않은 부위는 에폭시 수지를 첨가한 보수재를 사용한다. 에폭시 수지는 접착성이 좋아 첨가할 때에 강성이 높아지는 특성이 있다. 파손 깊이가 30mm 이상인 곳은 대부분 시공 전에 보수면을 50mm이상 절삭하며 일반 아스콘 보수재를 사용하여 보수하고 있다.

하지만 파손 부위의 깊이가 5mm ~ 30mm일 때 보수할 수 있는 적절한 보수재는 없는 실정이다.

일반 아스콘 보수재의 경우 고분자 첨가제를 함유하지 않아 개질 아스콘 보수재에 비해 성능이 낮고 시공 전에 아스콘 플랜트나 현장에서 혼합물을 가열하여야 하며 모체를 최소 50mm 절삭해야 하는 등 경제적인 측면에서 비효율적이다. 또한 양생 시간이 2일 ~ 3일정도 소요되어 통행이 제한되고 그에 따른 사회적 비용의 손실이 발생하며 좁은 도로나 맨홀, 가로수 등의 시설물이 있어서 보수장비가 들어오기 힘든 구간은 절삭 장비의 사용이 제한된다.

에폭시 수지를 첨가한 보수재를 5mm 이상의 깊이를 가진 파손 부위에 적용할 경우 보수재가 파손 부위에 충분히 침투하지 못하여 모체와 보수재 사이에 공극 커지고 크랙, 박리현상 등의 파손이 발생한다.

가장 중요한 것은 현재 국내에서 상용되고 있는 보수재들의 대부분이 모체에 제대로 침투되지 않아 일체화 되지 않고 있으며 빈번하게 하자를 발생시켜 추가 시공이 필요한 실정이다. 시공을 할수록 오히려 예산이 낭비되고 있다.

그러므로 가열 및 절삭 없이 상온에서 양생이 가능하고 침투성과 연성이 높아 모체와 완벽히 일체화 될 수 있고 5mm ~ 30mm를 박층으로 보수할 수 있는 도로용 고분자 침투식 연성 보수재의 개발이 필요하다. 도로용 고분자 침투식 연성 보수재의 개발을 통해 도로포장에 들어가는 정부예산을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 가열 및 절삭이 없어 폐기물이 발생하지 않는 친환경적인 토목기술을 보급할 수 있고 시공 후 2시간의 양생 과정을 거쳐 교통개방을 할 수 있어 통행 제한을 최소화 할 수 있다.



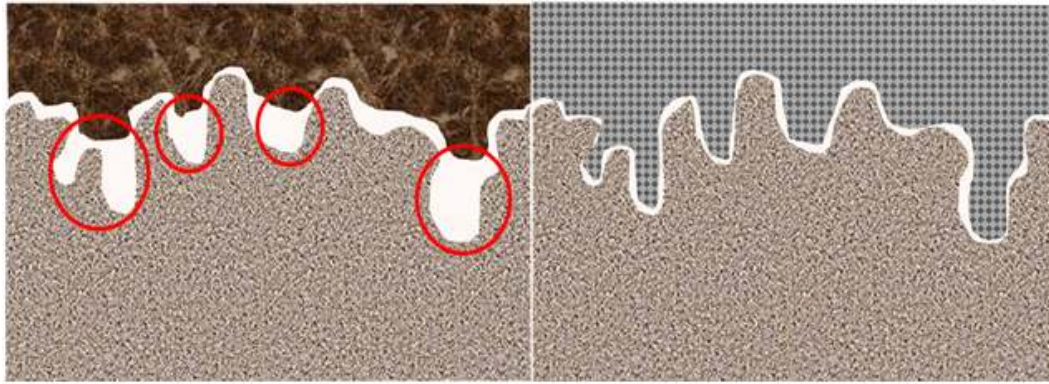
[그림 1.3] 기존유지보수 방안의 문제점을 통한 개발기술(안)

3. 연구개발 범위

1) 라텍스계 자체연성유지 폴리머 바인더 개발

1차년도 논문 및 해외 사례등을 수집하여 라텍스계 폴리머 바인더 개발에 대한 문헌 조사가 이루어지게 된다. 그와 더불어 실내실험을 통하여 문헌자료조사가 이루어 지는 동안에도 자체 개발된 바인더의 최적의 배합과 배합시 나타나는 특징에 대하여 기록 및 연구 관찰 한다. 진행시 발생하는 문제점과 부족한 재료적 특징을 보완하여 바인더 개발 후 라텍스 폴리머 혼합물을 제작하여 기존 아스팔트 시험 기준에 맞춰 실내시험 테스트를 통과했다. 2차년도에는 상위 기관에 의뢰하여 기초 물성치 테스트를 거친 후, 특허등록 및 장비혼합물 물성치 테스트를 실시한다. 장비혼합물 물성치 테스트를 통과하면 정식 특허등록을 신청 및 학회 논문을 등록 하도록 했다. 학회 논문 등록후 발표를 통하여 바인더 개발 후에도 바인더 자체 성능이 개선될 수 있도록 진행했다. 본 과제의 목적은 아스팔트/콘크리트 차도, 인도, 자전거도로, 버스차로, 이면도로, 등에 균열이 발생하거나 표면박리가 일어났을 경우 모체를 절삭하지 않고 바탕청소 후 파손 깊이에 따라 5mm ~ 30mm를 박층으로 포장할 수 있는 재료를 개발하는 것이다. 또한 재료를 일반 아스콘처럼 가열할 필요가 없이 경화재를 통해 반응시켜 상온에서 양생이 가능하도록 할 것이다.

현재 상용되고 있는 보수재들의 고질적인 문제는 보수 후 추가 파손이 발생한다는 것이다. 이를 방지하기 위하여 침투력과 연성이 높아질 수 있는 고분자 첨가제를 사용하고 보수재가 파손 부위에 깊숙이 침투하여 기존 표층면과 일체화 되고 연성의 성질을 가져 크랙, 포트홀 등의 추가 파손이 발생하지 않도록 개발할 것이다. 다음 그림은 일반 보수재와 고분자 폴리머 아스팔트재의 침투 정도를 비교한 그림이다.



[그림 1.4] 일반 보수재와 고분자 폴리머 아스팔트재의 침투 정도

2) 전용시공장비 개발

1차년도에는 국내 및 해외 장비 검색 및 시공 기술관련 문헌 조사가 이루어지며 장비 차량 업체와의 설계 및 장비 개조가 실시될 예정이다. 국내 장비차량 업체에 원하는 장비가 없을시, 해외(독일)장비회사와의 제휴 및 기술 이전 협의 등을 진행한다. 2차년도에는 설계된 장비를 실제 제작 및 혼합물 배출 및 시공 후 기존 장비와의 다른 점 및 개선점 파악 계속해서 피드백 하여 장비 개발을 완벽한 수준으로 마무리 한다. 개발 마무리 후에는 특허 등록을 통하여 개발 사업화를 위하여 지식재산권을 확보하도록 한다.

향후 계획으로는 측구 경계석 전용시공장비를 대량 생산할 수 있도록 그 장비에 대한 설계가 쉽도록 조정할 계획이다.

3) 시방서 제작

시방서 제작에 있어 1차년도는 장비 개발 및 바인더 개발의 시행착오 기간이며 어떠한 것도 정해지지 않았기 때문에 2차년도부터 시방서 작성을 시작한다.

시방서 내용으로는 L형 측구 경계석 보수용 혼합물의 품질 관리 방안에 대해 물리적 품질 기준을 제시하고, 장비를 활용한 장비 운용방안을 보고서 형식으로 제출한다.

그 후 시험시공에 대한 구간에 대해서는 지속적인 모니터링으로 안정도 및 균열 파손에 대한 사항을 확인한 후 그 균열 및 파손율을 낮추고 안정도를 2,500이상으로 맞추는데 목표를 두고 진행한다. 시방서를 작성하는 이유는 시공시 지켜야할 배합비 및 장비 현장 운영 방법 등을 통일화 하여 현장 시행간에 경제적인 시공을 하기 위함이다.

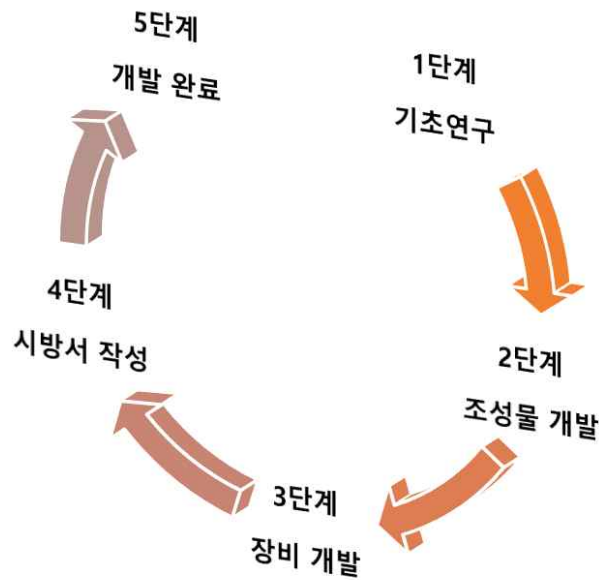
최종 목적을 달성하기 위한 연구절차는 크게 4가지로 문헌고찰을 통한 기초이론 및 배합비 연구, 시제품 제작, 제품 평가, 품질기준 확립 및 시방서 작성이다.

첫째 : 폴리머 아스팔트 혼합물의 물성 및 양생 메커니즘, 화학적 특성, 각종 첨가물에 대한 내용을 다룬 문헌들을 고찰하여 기초 이론, 첨가제가 혼합물의 성능 및 특성에 미치는 효과, 최적 배합비 등을 조사하였다.

둘째 : 조사한 내용을 통하여 여러 가지 첨가제를 수집하고 성분 분석 및 배합 비율에 대한 실험을 하여 시제품을 제작하였다.

셋째 : 공공인증기관에 시제품을 의뢰하여 폴리머 아스팔트 혼합물의 물성시험, 공용성 평가, 경제성을 분석하였다.

넷째 : 품질 기준을 확립하고 시방서를 작성하는 것이다.



[그림 1.5] 목적 달성을 위한 연구 절차

- 1단계 기초연구 : 선행연구 문헌 조사를 통한 아스팔트 및 콘크리트 포장 보수재 관련 이론 연구
- 2단계 조성물 개발 : 배합비율 실험 라텍스 폴리머 바인더 혼합물 시제품 제작
- 3단계 장비 개발 : 측구 보수 전용 장비 개발을 위한 설계도 및 설계도를 기초로 장비 제작
- 4단계 시방서 작성 : 품질 기준 확립 및 시방서 작성
- 5단계 개발완료 : 시방서를 통한 장비를 이용한 라텍스 폴리머 조성물 포설 완료



[그림 1.6] 개발기술(안) 예상 효과 및 활용방안

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

국가연구개발사업 유사연구 검토

부처명	사업명	과제명	예산	비 고
산학연공동 기술개발		도로에서 발생하는 비점오염물질을 흡착제거하는 L형 세라믹 측구개발 스크랩	0.36	

사업화과제의 차별화 방안

구분	기존 공법	신 공법
강 성	인장에 약하고 수축에 강함 경화후 탄성력이 없어서 외부 충격 및 내부 균열에 취약함	자체연성유지(라텍스)신축성 유지 무색 바인더 폴리머
장 비	레미콘, 거푸집	일체형 소형장비

본 과제는 기존 시멘트 모르타르나 폴리머 합성수지와 다른 측구 경계석 전용 라텍스계 폴리머 혼합물을 개발 사업화하는 방향으로 진행하여, 여타의 이론적인 과제와는 달리 L형 측구 경계석 콘크리트를 실제적으로 쉽고 빠르게 보수할 수 있는 공법개발에 초점을 맞춘 사업이다. 아직 국내에는 L형 측구 경계석보수에 큰 관심을 가지지 않고 그 특허나 연구가 활발히 이루어지지 않고 있다.

2. 국내외 관련 기술 특허 동향

- 1) 도로의 L형 측구 경계석 콘크리트의 보수를 위한 보수재의 조성물 및 시공방법 - 씨엘엠테크(주)
- 2) 표면개질 처리된 천연 섬유를 혼입한 분말형 콘크리트보수 충전용 모르타르 조성물 및 제조 방법 - (주)세라켄
- 3) 보수성 콘크리트 조성물과 이를 이용한 보수성 콘크리트의 제조방법 (Water absorbing type retentive concrete composite materials and it's manufacturing method) - 쌍용양회공업(주)
- 4) 보수/보강용 드라이 콘크리트 조성물과 그 제조방법 및 이를 이용한 보수시공방법 (The composition/Manufacturing/Process and Construction Method of the Dry Concrete for Repairing Concrete) - 한일시멘트 (주)
- 5) 노출콘크리트 구조물 보수보강제(CONCRETE COMPOSITION) - 주식회사 리폼시스템
- 6) 콘크리트 긴급보수제 및 그 제조방법(The composition of for concrete sealer) - 김용석
- 7) 초미립자균열보강재, 주입용 노즐 및 이를 이용한 콘크리트균열보수보강공법(Ultra micro powder for repairing crack, nozzle andmethod for repairing concrete crack using the same) - (주)정상 엔지니어링, 주식회사 휴다임건축사사무소
- 8) 버텀애시를 이용한 고강도 보수성 콘크리트 조성물(High strength water absorbing type retentive concrete composite materials for bottom ash) - 주식회사 기성콘크리트
- 9) 알카놀아민 첨가제를 이용한 콘크리트 보수보강재료의 조성물(The composition of the AlKanolAmin additive use concrete reinforcement material) - 김흠
- 10) 친환경 기능성 무기질 균열주입재를 이용한 콘크리트 균열보수공법 및 그 장치(Injection materials with nature-friendly functional inorganic matter for cracks, and its crack repair method and apparatus using the materials thereof) - 인천교통공사, 주식회사 리폼시스템

도로 포장용 보수재 관련 특허들을 조사해본 결과 포장 파손이 발생하면 대부분 모체를 걷어내고 다시 새로 생산한 아스팔트와 콘크리트를 시공하는 것이 일반적 기술이다. 몇몇 중소기업에서 기존 아스팔트에 첨가제를 혼합해 균열부에 보수용으로 액을 주입하는 정도까지는 개발이 되어있다.

하지만 이는 근본적인 보수방안이 되지못해 시공 후 빈번한 하자로 예산을 낭비하고 있다. 일부 업체에서 포트홀 보수용으로 지대포장을 이용해 상온아스팔트를 판매하기도 하지만 기술과 품질이 현저히 떨어져 개선이 시급한 시점이다.

본 연구에서 개발하려 하는 보수재는 자체적으로 연성을 유지하는 도로용 고분자 침투식 연성 보수 혼합물로서 가열이 필요 없고 박층포장이 가능하며 모체의 절삭 또한 필요하지 않는 것을 목표로 한다.

현재 국내에 이러한 기능을 가진 상온 아스팔트 혼합물의 특허 및 상용화 된 제품은 없는 상황이며 해외의 경우 비슷한 제품이 있지만 국내에 적용하기 위해선 국내의 지형, 기온 등 환경적 측면을 반영해야 하기 때문에 추가적인 고분자 첨가제 선정 및 배합비 실험이 필요하다.

따라서 본 연구를 통해 추가적인 고분자 첨가제 선정 및 배합비 실험을 하여 새로운 보수재를 개발 할 필요가 있다고 판단된다.

1. 문헌 고찰

1.1. 국내 보수방법 고찰

최근 포장보수산업의 방향은 특수한 개질 첨가제를 함유한 시멘트 또는 아스팔트 혼합물의 사용으로 포장의 성능 및 공용성이 향상되고 있으며 해외의 보수공법 역시 특수 첨가제를 사용한 상온 유화 아스팔트를 사용하여 쉽고 간편하게 포장 파손부분을 보수한다.

하지만 국내에서 사용되고 있는 보수재의 대부분 아스팔트의 경우 가열식 보수재로써 공장 또는 시공 현장에서 직접 결합재를 가열시키고 모체를 절삭한 후 포설하여 손상된 포장면을 보수해야 한다. 또는 시멘트모르타르를 이용해 얇게 보수하는 방법을 적용하고 있다.

이를 위해 결합재를 가열하고 모체를 절삭하기 위한 인력, 전용장비 등의 비용이 필요하고 보수재의 양생시간도 오래 걸려 교통의 흐름을 방해한다. 교통의 흐름을 개방하기 까지 이용자들이 도로를 사용하지 못하는 측면의 사회적 비용의 손실도 발생한다. 일부 업체에서는 상온식 보수재를 판매하는 곳도 있으나 공용성이 좋지 않아 추가적인 보수가 필요하다. 결과적으로 기존의 보수재는 시간, 비용 측면에서 보수재로써 제역할을 하지 못하고 있는 실정이다.

아스팔트콘크리트포장 유지보수 공사시방서(2007)는 기존 아스팔트 유지보수 시방기준 및 과정을 알려주고 있다. 기존의 아스팔트 보수재를 이용한 유지보수 순서는 크게 기존면 절삭, 텍코트 살포, 아스팔트 포설, 다짐 순으로 진행되며 진행 과정에서 많은 시간, 인력, 대형 전용장비가 사용된다. 콘크리트포장 역시 별도 다짐만 없을 따름이지 시공 과정에서 많은 양생 기간과 대형 장비가 동원된다.

먼저 모체를 절삭하기 위해선 상온 절삭이 가능한 노면파쇄기를 사용해야 하며 포장 파쇄와 병행하여 폐기물을 운반차량에 자동으로 적재할 수 있어야 한다. 또한 절삭할 때에 절삭면은 평평하게 만들어야 하며 굴곡이나 요철이 큰 구간은 재절삭 해야 한다. 빗물받이 주위 등 노면파쇄기로 절삭이 곤란한 구간은 별도의 절삭방안을 강구하여야 해서 번거로움이 있다.



[그림 3.1] 노면파쇄기를 이용한 콘크리트 측구절삭과 재설치

모체를 절삭한 후 아스팔트를 포설하기 전 부착력을 강화시키기 위해 텍코트를 살포한다. 텍코트에 사용되는 재료는 유화아스팔트이며 이러한 텍코트를 균일하게 살포하기 위해선 아스팔트 디스트리뷰터 장비를 사용해야 한다. 살포량은 $0.2\text{L}/\text{m}^2 \sim 0.6\text{L}/\text{m}^2$ 으로 하되 살포 전에 현장시험을 통해 정확한 살포량을 결정해야한다. 과잉 살포시 포장의 결합에 유해하다고 판단되면 역청제를 제거하고 재시공하여야 한다.

텍코트 살포 작업은 표면이 깨끗하고 건조할 때 시공하여야 해서 날씨에 제한을 받으며 살포 후에도 바로 아스팔트를 포설할 수 없고 텍코트의 수분 또는 휘발분이 충분히 건조할 때까지 양생해야하여 시공시간이 늘어난다.



[그림 3.2] 측구 재설치

절삭 및 텍코트 살포 작업이 끝나면 아스팔트를 포설하거나 콘크리트로 보수한다. 보수작업에 사용할 혼합물은 골재와 바인더를 믹싱 하여 만들며 믹싱하기 전 재료의 보관은 아스팔트의 경우 드럼에 저장하고 골재는 종류별, 크기별로 분리 저장하여 서로 혼합되지 않도록 보관해야한다. 아스팔트 포장작업에 사용할 믹싱 플랜트가 필요하며 현장까지 운반할 수 있는 저장탱크나 케틀이 필요하다. 탱크나 케틀에는 아스팔트를 소정의 온도까지 거의 균등하게 가열할 수 있는 장치가 필요하며 현장까지 온도를 유지하여야 한다.

아스팔트 혼합은 우선 골재와 채움재를 배합비에 따라 계량하여 믹서로 보내어 믹서에서 혼합시킨 후 소요량의 아스팔트를 믹서에 주입하고 균일한 혼합물이 될 때까지 혼합하여야 하며 이때 과잉 혼합이 되지 않도록 주의해야한다.

플랜트에서 포설현장까지 혼합물을 운반 할 트럭은 반드시 보온덮개를 씌워야 하며 현장 도착시 아스팔트혼합물의 온도는 160℃를 표준으로 한다. 표준온도보다 20℃이상 낮을 경우에는 그 혼합물을 폐기하여야 한다.



[그림 3.3] 아스팔트 믹서 플랜트

아스팔트 혼합물 포설 후 다짐작업을 실시한다. 다짐장비는 8톤 이상의 머캐덤 롤러와 6톤 이상의 2축식 탄뎀 롤러 및 10톤 이상의 타이어롤러를 구비하여야하며 다짐 불량시 공사감독자의 지시에 따라 혼합물의 가감을 수정하여야 한다.

이렇듯 기존의 보수 방법은 복잡하고 장비가 많이 필요하다. 상온아스팔트 보수재의 경우 가열, 텍코트 살포의 과정이 필요 없기 때문에 시간, 비용적인 측면에서 효율적이다.

심재필(2010)은 국내에서 사용되고 있는 상온 아스팔트 긴급보수재의 성능을 평가했다. 국내의 상온 아스팔트 혼합물 생산업체에서 생산되는 3개사의 상용제품 3개와 해외의 1개사 제품에 대하여 실험을 진행하였다.

[표 3.1] 시험용 보수재료 제원

Class	Production	Property
Type A	made in Korea	· max, aggregate size 10mm · compaction type · cut back asphalt binder type and slow curing type
Type B	made in Korea	· max, aggregate size 10mm · compaction type · emulsified asphalt binder
Type C	made in Korea	· max, aggregate size 10mm · slow compaction type · emulsified asphalt binder
Type D	made in USA	· max, aggregate size 10mm · no compaction type · emulsified asphalt binder

실험에 사용된 공시체는 KS F 2369(2008)에 규정된 기준에 따라 마샬다짐방법으로 양면을 50회 다짐하여 16~19시간 상온에 방치하였고 탈영 후 시험 전 $25(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 의 공기욕조 안에서 2시간 양생하였다. 성능 평가를 위해 수침 잔류 안정도, 휠 트래킹, 수평전단강도, 현장 적용성 시험을 실시하였다.

[표 3.2] 수침 잔류 안정도 시험결과

Class	water-immersion stability(%)
Type A	26
Type B	10
Type C	22
Type D	N.G.

수침 잔류 안정도 시험 결과 모든 타입의 보수재료가 가열아스팔트 혼합물 수침 잔류 안정도 기준인 75%를 만족하지 못하였고 D타입 제품의 경우 수침 중에 파손이 발생하였다. 하지만 모든 재료들이 상온아스팔트 혼합물이라는 특성을 고려할 때 가열아스팔트의 기준인 75%를 만족하기에는 문제가 있는 것으로 판단되었다.

[표 3.3] 휠트래킹 시험 결과

Class	Wheel tracking
Type A	N.G.
Type B	N.G.
Type C	N.G.
Type D	N.G.

휠트래킹 시험 결과 모든 타입의 재료에서 파손이 발생하였다. 그 이유는 4종류의 재료 모두 완속 경화용 재료로 경화까지 상당한 시간을 필요로하기 때문에 충분히 경화되지 않아서 발생한 것으로 판단되었다.

현장 적용성 평가 시험의 결과 4타입 보수재료 모두 빠르게 손상되었으며 10일 이후부터는 소성변형, 균열, 탈리 등이 발생하였고 2차 파손을 일으키고 있었다.

현재 국내에서 사용되고 있는 상온 보수재료들은 양생 시간이 길고 공용수명이 짧아 긴급보수재의 역할을 하지 못하며 기존 표층면과의 높은 결합력, 짧은 양생시간, 긴 공용수명을 가진 새로운 보수재료의 개발이 필요함을 알 수 있다.

1.2. 유지보수재 관련 연구

가. 유지보수재 재료

혼합물의 기본적인 물성은 배합된 재료들에 따라 좌우된다. 본 연구에서 목표로 하는 보수재의 성능을 만족하기 위한 배합 재료를 선정하기 위해 보수재로 사용 적합한 재료를 문헌 고찰을 통해 연구하여 재료를 선정하는데 참고하였다.

정의인(2015)은 긴급 보수재 혼합물의 골재로 제강 슬래그를 활용하였을 때의 기초특성에 대하여 연구하였다. 일반적인 보수재에 사용되는 골재는 건조골재로서 생산할 때에 플랜트, 시공 장비 등에서 화석연료를 사용하며 그에 따른 이산화탄소를 배출한다는 측면에서 환경오염, 천연자원의 고갈 문제 등 여러 가지 단점이 생긴다. 이러한 문제를 해소하기 위한 방안으로 철강 산업의 부산물인 제강 슬래그를 사용하여 만든 제강 슬래그 골재를 긴급 보수재의 골재로 사용하여 새로운 긴급 보수재를 개발하였다.

제강 슬래그 골재의 긴급 보수재로서 적용 가능성을 검토하기 위하여 바인더로는 초속경 시멘트와 전기로 산화슬래그를 사용하였으며 골재로는 천연사, 제강 슬래그 잔골재를 사용하여 각 보수재의 성능을 비교분석하였다.

기초특성 및 강도를 분석하기 위하여 플로우 시험(KS F 4041), 압축강도 시험(KS F 4042)을 실시하여 콘크리트 혼합물의 플로우(mm)와 압축강도(MPa)를 측정하였다.

[표 3.4] 실험 계획

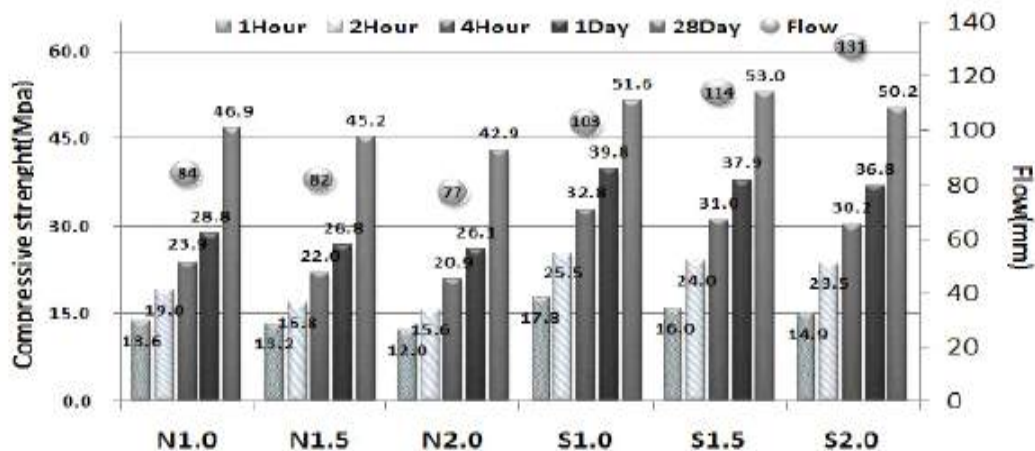
구분	실험내용	실험방법	사용재료	측정항목
N1	결합재 : 초속경시멘트 1:1, 1:1.5, 1:2.0	KS F 40411) KS F 40422)	천연사 제강 슬래그 잔골재	플로우(mm) 압축강도(MPa) 1시간/2시간/4시간 /1일/28일
N1.5				
N2.0				
S1	결합재 : 전기로 산화슬래그 1:1, 1:1.5, 1:2.0			
S1.5				
S2.0				

주1) KS F 4041 ‘시멘트계 자기수평 모르타르’ 방법

주2) KS F 4042 ‘콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르’ 방법

플로우 시험은 굳지 않은 콘크리트가 옆으로 퍼지는 정도를 측정하는 시험으로 플로우 측정 결과 천연사를 사용한 긴급 보수재의 경우 대체율에 따라 평균 81mm값이 산출되어 목표 플로우 값인 110±10을 만족하지 못하였으나 제강 슬래그 잔골재를 사용한 긴급 보수재의 경우 평균 116mm 값을 보여 플로우 값을 만족하였다.

압축강도 측정 결과 또한 천연사 대체율에 비해 제강 슬래그 잔골재 사용 시 강도발현이 증가되는 결과를 나타냈다.



[그림 3.4] 압축강도 및 플로우 측정 결과

결과적으로 제강 슬래그 잔골재를 사용함으로써 일반적인 건조골재보다 높은 성능을 발휘하였고 환경오염, 천연 자원의 고갈 등의 여러 가지 문제를 해소할 수도 있어 제강 슬래그 골재가 보수재의 골재로서 사용하기에 적합하다고 판단하였다.

황성도(2005)는 아스팔트 포장에 생성된 포트홀을 보수하기 위해 폴리우레탄을 사용하여 응급 보수재를 개발하였으며 개발한 보수재의 기초 물성 등을 연구하였다.

포트홀은 일반적으로 수분, 동결-융해 작용, 교통량, 연약 하부 지반 지지력 또는 이러한 인자들의 조합에 의해 발생하는 포장 파손 형태이며 주행의 안전성과 즉결되어 발견 즉시 긴급 보수하여야 한다.

이미 개발되어 시중에서 사용되고 있는 측구 보수 보강 재료들은 일반적으로 Pre-mixed 아스팔트 혼합물을 사용하고 있으며 Pre-mixed 아스팔트 혼합물은 3가지 종류로 구분할 수 있다.

Cold pre-mixed 아스팔트 혼합물 : 플랜트 믹싱 상온 아스콘으로서 공장에서 재료를 배합비로 계량하고 유화아스팔트 또는 컷백 아스팔트로 믹싱 후 생산하여 포대에 담아 시공현장에서 가열할 필요 없이 사용할 수 있다.

Hot pre-mixed 아스팔트 혼합물 : 플랜트 믹싱 가열 아스팔트 혼합물로 플랜트에서 생산된 가열 혼

합아스팔트 혼합물을 포대에 담아 소규모 보수공사 현장에서 가열하여 시공할 수 있다.

Hot in-place 아스팔트 혼합물 : 현장 가열 아스팔트 혼합물로 시공현장에서 재료를 배합비로 계량하고 가열하여 믹싱 후 시공할 수 있다.

본 연구에서 목표로 하는 현장에서 상온으로 직접 배합하는 방법은 일반적으로 사용되지 않아 기존 보수재의 혼합물 형태는 적용하기 힘들 것으로 판단된다.

시중에서 많이 사용되는 일반적인 형태는 Cold pre-mixed 아스팔트 혼합물이다. 하지만 이미 조사한 바와 같이 내구성, 부착강도 등 보수재로서 필요한 성능이 부족하여 긴급 보수재로서 적합하지 않다.

긴급 보수재는 신속한 보수 및 교통 개방을 할 수 있어야 하며 이를 위해서는 작업성이 확보되고 양생시간이 짧아야 한다.

작업성 확보를 위해서는 물을 많이 함유시켜 보수재의 유동성을 높아야 하지만 물 함유량이 높으면 그만큼 양생시간이 길어진다. 반대로 양생시간이 짧은 보수재일수록 물 함유량이 적고 유동성이 낮아 보수 구간을 평탄하게 작업하기 힘들 뿐만 아니라 경화가 빠르게 진행되어 충분한 작업시간을 확보할 수 없다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 수경성을 가진 폴리우레탄 바인더를 선정하여 긴급 보수재 배합에 사용하였다. 폴리우레탄 바인더의 이러한 특성은 양생시간을 단축시키는 효과를 보일 수 있으며 수분이 존재하는 측구의 보수 구간에서도 포설, 시공할 수 있는 장점을 가지고 있다.

결론적으로 폴리우레탄 바인더는 빠른 양생시간을 가지며 상온에서 뛰어난 유동성을 확보하여 작업성과 양생시간 모두 개선할 수 있는 효과를 보일 수 있는 재료인 것으로 판단되었다.

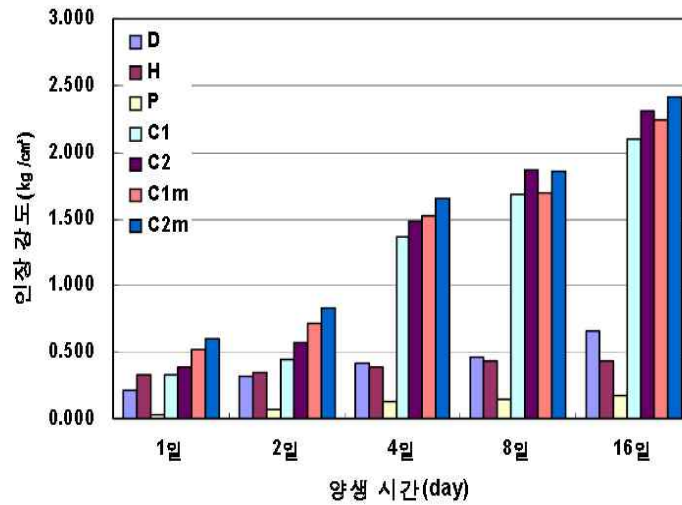
폴리우레탄 바인더를 사용한 긴급 보수재의 성능을 검증하기 위해 기존의 긴급 보수재와 기본 물성을 비교하였다. D와 H는 국내 응급보수재, P는 국외 응급보수재, C1, C2는 개발된 응급 보수재이다.

수분에 의해 경화가 촉진되는 폴리우레탄의 특성으로 인해 수침 잔류 안정도에서 500% 이상의 수치를 보여 타 보수재보다 5배 이상 높은 안정도 값을 보였다.

[표 3.5] 기본 물성 시험 결과

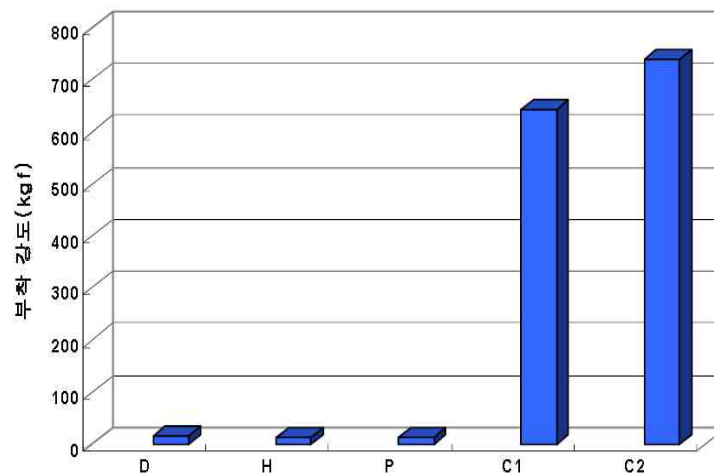
종류 항목	D	H	P	C1	C2
안정도 (25℃) kg	518	556	250	467	584
공극률 (%)	10.28	15.98	15.44	10.85	15.80
수침잔류 안정도 (%)	99	98	84	598	528
AP량 (%)	7.5	7.1	7.3	9.5	9.5

양생시간에 따른 강도 특성을 비교한 결과 초기에는 인장강도가 약 1.5배 높았으나 시간이 흐름에 따라 인장강도가 3배 이상 높은 성능을 보였다.



[그림 3.5] 보수재의 양생기간에 따른 인장강도

포트홀을 보수하는 보수재의 성능 중 가장 중요한 부착강도를 시험한 결과 일반 보수재에 비하여 60배 ~ 70배 높은 값을 보여 폴리우레탄 바인더를 사용한 응급 보수재의 우수한 성능을 볼 수 있었고 국내 · 외 상용중인 포트홀 보수재의 성능이 낮은 것을 다시 한번 확인할 수 있었다.



[그림 3.6] 보수재 종류별 부착 강도

결론적으로 폴리우레탄 바인더의 사용은 기존의 응급 보수재와 비교하여 수침 잔류 안정도에서 높은 안정도 값을 보였으며 부착강도 또한 우수하여 실제 현장의 측구를 보수할 때 뛰어난 적용성을 보여 긴급 보수재로서 적합한 재료로 판단되었다.

나. 유화아스팔트

본 연구에서 목표로 하는 보수재는 폴리머 아스팔트, 골재, 물, 시멘트를 혼합한다는 점에서 유화 아스팔트와 유사한 면이 있다.

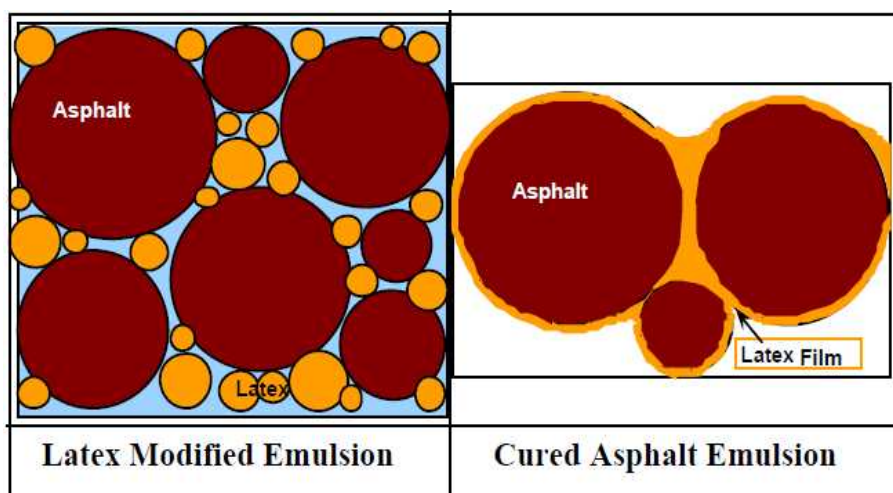
유화아스팔트는 물에 아스팔트가 분산되어있는 형태를 말한다. 낮은 점성으로 인하여 현장에서의 시공이 편리하고 다양한 개질제 첨가를 통하여 자체 성능향상이 용이하여 사용이 증대되고 있다. 일반적으로 유화아스팔트는 40% ~ 75%의 아스팔트, 25% ~ 60%의 물, 0.1% ~ 2.5%의 유화제로 구성되며 물과 아스팔트의 비율 조절과 사용되는 첨가제의 종류에 따라 자체 성능을 조절하여 다양한

곳에 적용할 수 있다.

유화아스팔트에는 일반적으로 천연라텍스(Latex), 합성라텍스, SBR(Styrene Butadiene Rubber), SBS(Styrene butadiene styrene)의 4가지 종류의 고분자가 첨가되어 사용된다. 이러한 고분자 첨가제는 일반적으로 전체 무게의 2.5%~3%가 첨가되며 초기 골재부착력(aggregate retention)증가의 특성을 보인다.

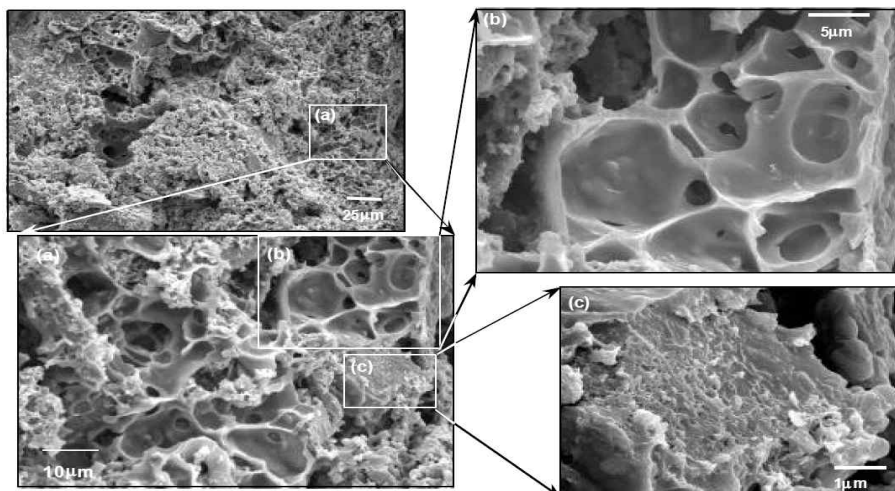
K. Takamura(2001)는 SBR 라텍스 개질제를 사용한 유화아스팔트의 양생 메커니즘에 대하여 분석하였다. 양생간 폴리머의 물리적 변화를 관찰하기 위하여 광학 현미경(Optical microscopy)을 사용했다.

양생 전 · 후의 폴리머 상태를 살펴보면 폴리머 입자는 양생 전 물에 분산되어 있다가 양생이 되면서 변화하기 시작한다. 폴리머 입자는 아스팔트 입자를 둘러싸며 막 형태로 변화하며 벌집구조(Honeycomb structure)를 형성하는데 이러한 폴리머의 네트워크 형성은 아스팔트 입자 사이의 빈 공간을 채워 아스팔트의 초기 강도 발달 및 소성변형 저항성을 높여주는 역할을 한다.



[그림 3.7] 양생간 폴리머의 변화 과정

양생된 SBR 개질 아스팔트를 광학 현미경으로 관찰한 사진을 보면 폴리머가 벌집구조를 형성한 것을 볼 수 있으며 전체적으로 아스팔트 입자를 감싸고 있는 것을 볼 수 있다.



[그림 3.8] 양생된 SBR 개질 아스팔트의 광학 현미경 관찰 사진

폴리머는 양생을 거치면서 아스팔트와 밀접한 네트워크를 형성하여 개질 아스팔트의 초기 강도, 소성변형 저항성 등의 물성 인자를 높여주는 효과가 있음을 알 수 있다.

김영민(2016)은 덧씌우기 포장 및 신규 포장을 시공할 때에 포장층간의 부착성능이 우수하고 수분의 침투를 예방할 수 있는 텍코트 재료를 개발하여 그 성능을 평가하였다. 개질 아스팔트 바인더로 SBR계열, 왁스(WAX)를 첨가한 SBS계열의 개질 아스팔트 바인더 2종으로 실험을 진행하였다.

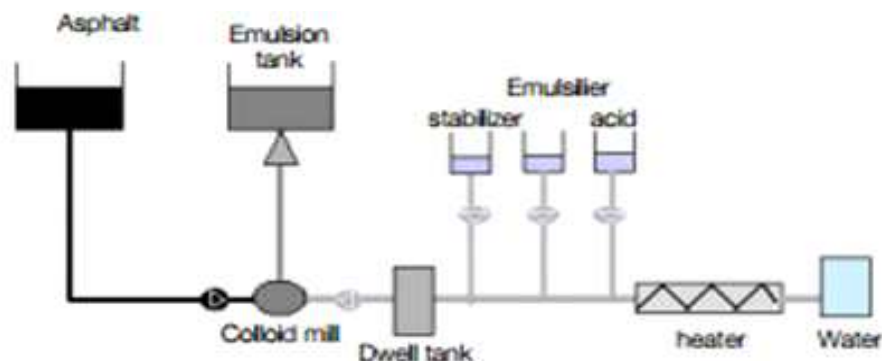
SBR(Styrene Butadiene Rubber)개질제는 일반적으로 라텍스라 불리는 유액상의 합성고무이다. SBR 라텍스는 침입도를 저하시키고 연화점을 증가시킨다. 또한 탄성회복, 인성을 개선시켜 점착성 및 응집력을 향상시킨다. 물리적으로는 고분자 사슬과 아스팔트 분자간의 망상조직(Network)을 형성하여 아스팔트 내부로 전달되는 응력(Stress)을 흡수 및 완화시켜주는 역할을 한다.

SBS(Styrene butadiene styrene)개질제는 고무나 수지와 같은 성상을 가지며 연화점, 점도, 인성 등의 물성이 다른 개질제보다 높다. 그러나 침입도 및 연화점 등의 특성이 일반 아스팔트에 비해 뛰어나지 않은 단점이 있다.

왁스(WAX)개질제는 상온에서는 고체상태이며 온도를 높이면 유체로 변하는 분자량 수백 정도의 물질이며 광택, 윤활 작용 및 방수, 방부 효과가 있다. 본 실험에서 선정된 왁스는 PE왁스로 아스팔트 바인더에 첨가할 때에 고온에서의 점도를 낮춰주며 강성을 증가시켜준다.

본 실험에서 사용된 유화아스팔트는 선정된 개질 아스팔트 바인더를 사용하여 콜로이드 방식에 의해 제조하였다.

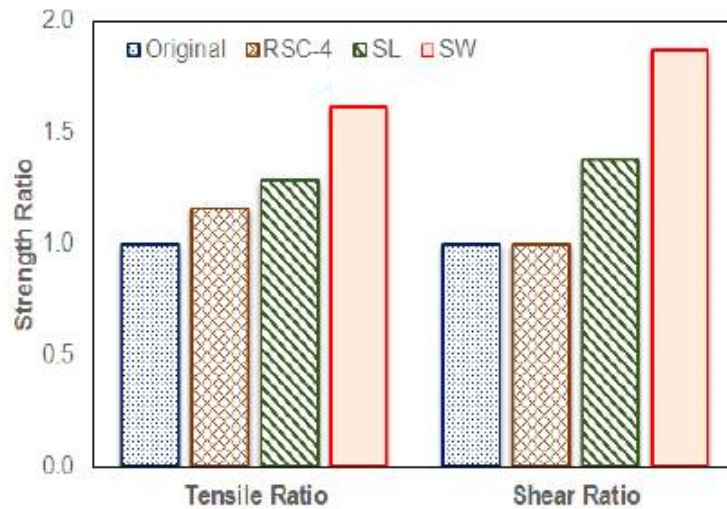
유화아스팔트는 가열된 물이 각 탱크에 있는 유화제와 혼합되고 아스팔트 바인더는 거품상태로 분산시켜 서로 혼합시킨 후 아스팔트의 각 입자를 유화제로 코팅하여 생성된다.



[그림 3.9] 유화아스팔트 제조 시스템

성능 비교를 위한 시험방법으로는 재료의 부착특성을 평가하기 위해 인장시험, 전단시험을 수행하였고 original 조건의 결과가 1일 때 재료별 결과의 비율을 비교하였다.

개발된 재료는 original 조건과 비교할 때 인장시험, 전단시험 모두 1.5 이상의 비율을 보였으며 RSC-4, SL과 비교해도 부착강도가 우수한 것을 볼 수 있다. 또한 latex 개질 유화아스팔트의 부착 성능은 개발된 개질 유화아스팔트의 성능보다는 낮지만 기존의 상용 유화아스팔트에 비해 우수한 성능을 나타내었다.

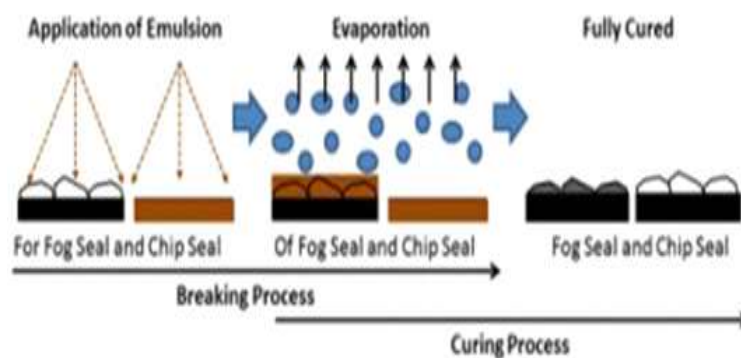


[그림 3.10] 인장시험, 전단시험에 따른 부착특성 비율

유화아스팔트는 적절한 양생시간을 필요로 한다. 양생이란 시공 후 소정의 물성이 발현하기까지 외부의 변화로 부터 보호하는 것을 말하는데 보수재의 물성 높아도 양생기간, 양생온도 등이 제대로 맞춰지지 않으면 완벽한 물성이 확보되지 않기 때문에 양생은 중요한 과정이라고 할 수 있다.

임정혁(2014)은 아스팔트 도로포장의 유지보수공법으로 사용되는 유화아스팔트를 이용하여 칩실과 포그실 및 칩실 포그실 혼합처리공법의 양생과정, 폴리머의 거동특성을 평가하였고 양생시간 및 온도에 따른 폴리머의 변화에 대하여 분석하였다.

유화아스팔트의 양생단계는 크게 2가지로 나눌 수 있는데 1단계는 브레이킹(breaking)단계로서 유화아스팔트가 분산된 상태에서 아스팔트 형태로 변화되는 단계이고 2단계는 양생(curing)단계로 유화아스팔트로부터 물이 증발되는 과정이다.



[그림 3.11] 유화아스팔트 양생과정

3가지 칩실 유화아스팔트 CRS-2(일반 유화아스팔트), CRS-2L(라텍스 개질 유화아스팔트), CRS-2P(SBS폴리머 개질 유화아스팔트)를 사용하여 실험을 진행하였다. 유화아스팔트 증발시험(Evaporation Test), 점착력 시험(Bitumen Bond Strength(BBS) Test), Vialit Test(부착력 특성 평가), Rolling Ball Test(양생거동특성 평가), Damping Test(양생거동특성 평가)등 여러 가지 실험을 통하여 유화아스팔트의 물성과 양생거동특성을 분석하였다.

증발 시험 결과 CRS-2P의 수분증발 완료 시간이 60분으로 가장 빠른 양생 거동을 보였다. CRS-2, CRS-2L은 180분에 수분증발이 완료되었지만 CRS-2L이 수분증발이 완료되기 전까지 CRS-2보다 더 낮은 수분률을 보였다. 개질 유화아스팔트가 일반 유화아스팔트보다 양생 시간 측면에서 더욱 빠른 것을 알 수 있다.

점착력 시험은 15℃, 25℃, 35℃의 3가지 온도에서 칩실 유화아스팔트의 점착력 특성을 비교했다. 시험 결과 CRS-2P 유화아스팔트가 약간 우수한 점착력 특성을 보였으며 전체적으로 120분까지 점

착력 증가가 이루어지며 120분 후에는 증가율이 줄어들었다. 시공 후 120분 이내의 초기양생시간이 공용성에 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

골재 부착력 시험은 15℃, 25℃, 35℃의 온도에서 골재 부착력을 비교하였다. 15℃의 경우 모든 유화아스팔트의 점착력 증가는 4시간동안 이루어지며 같은 점착력 특성을 보였다. 하지만 25℃, 35℃의 경우에는 개질 유화아스팔트의 점착력이 일반 유화아스팔트의 점착력보다 높았다. 개질 유화아스팔트가 일반 유화아스팔트에 비해 우수한 골재 부착력 특성을 보였다.

결과적으로 개질 유화아스팔트는 일반 유화아스팔트에 비해 우수한 양생 및 점착력, 골재 부착력을 나타냈으며 공통적으로 120분 이전에 양생 및 점착력 거동이 안정화 되어 초기 120분의 양생시간이 중요한 것을 알 수 있었다. 일반 유화아스팔트의 양생시간에 비해 120분은 짧은 편이긴 하지만 120분의 양생시간 또한 도로 이용자가 불편함을 느낄 수 있으며 추가적인 실험을 통해 양생시간을 감소할 필요가 있다.

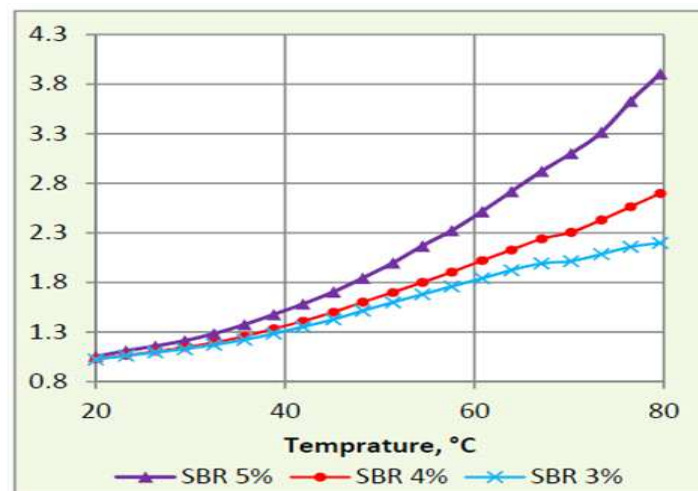
다. 첨가제 배합비

첨가제는 기본적으로 혼합물의 성능을 향상시키기 위해 사용한다. 첨가제의 배합비에 따라 그 성능 차이는 천차만별이고 여러 가지 첨가제의 사용을 통해 서로간의 단점을 보완 할 수도 있다. 그러므로 첨가제의 최적 함량비율을 찾는 것은 혼합물의 최대의 성능 발휘를 위해 중요하다.

seyed abbas tabatabaei(2013)은 아스팔트 혼합물에서 SBR(Styrene Butadiene Rubber) 라텍스 첨가제의 함량에 따른 성능을 연구하였다.

DMA(Dynamic mechanical analysis)분석이란 고분자 시편에 진동하는 힘이나 변형을 가하여 탄성률과 에너지손실을 온도나 주파수에 따라 측정하는 분석법을 말한다. 이러한 DMA분석을 통하여 3%, 4%, 5%의 SBR 라텍스 함량에 대하여 분석했으며 탄성계수, 위상각, $G^*/\sin\delta$ 값을 통해 성능을 비교하였다.

기본 아스팔트와 SBR 개질 아스팔트의 $G^*/\sin\delta$ 를 온도에 따라 비교한 그래프를 보면 20℃~80℃의 모든 범위에서 5%의 SBR 함량이 3%, 4%의 SBR 함량보다 $G^*/\sin\delta$ 비율이 더 높아 점탄성 물성치가 높은 것을 알 수 있다.



[그림 3.12] 온도에 따른 기본 아스팔트대비 SBR 개질 아스팔트의 $G^*/\sin\delta$ 비율

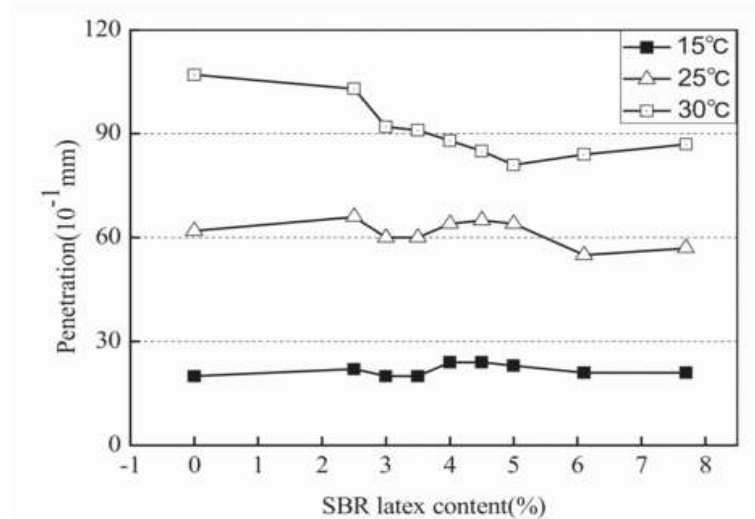
분석 결과 5%의 SBR 함량을 가진 혼합물이 3%, 4% 함량의 혼합물보다 높은 효과를 보여 가장 우수하다고 판단하였다.

Qinqin Zhang(2011)은 SBR 개질 아스팔트의 온도와 SBR 라텍스 함량의 변화에 따른 성능 변화를 조사하여 표면처리 보수재로 사용할 수 있는지의 가능성을 평가하였다.

아스팔트의 온도 감수성 지수는 침투지수(PI, Penetration Index)이며 침투지수가 증가할수록 온도

감수성이 낮아지고 포장의 성능이 우수하다. 온도 감수성이란 온도의 민감하게 반응하는 성질인데 낮을수록 저온 및 고온에서 온도에 의한 영향을 적게 받는다.

15℃, 25℃, 30℃의 3가지 다른 온도에서 온도와 함량에 따른 침입도 값을 나타낸 그래프를 보면 30℃의 경우 함량이 증가함에 따라 침입도 값이 증가하거나 감소하는 것을 볼 수 있다. 15℃의 경우 함량이 증가해도 침입도 값의 변화는 거의 없다.

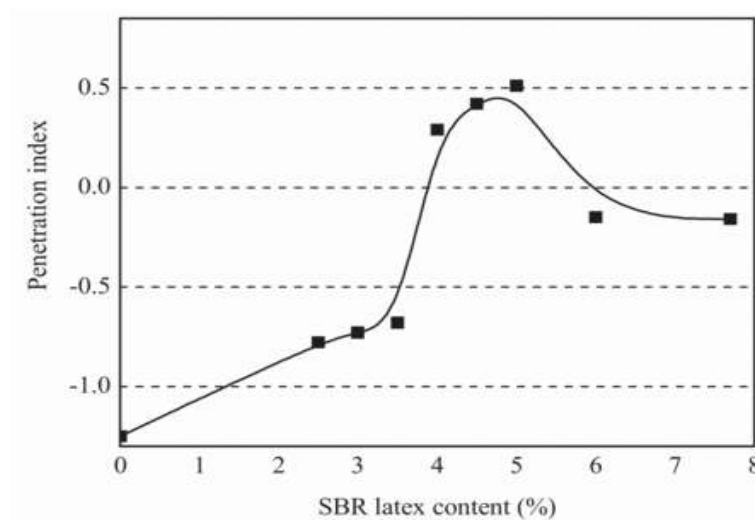


[그림 3.13] 온도와 함량에 따른 침입도 값

PI는 TI(온도)에서의 Penetration값이고 아래의 방정식으로 구할 수 있다.

$$PI = \frac{30}{1 + 50A} - 10$$

분석 결과 SBR의 함량이 4~5%일 때 PI값이 가장 높은 것으로 나타났다. 이 결과로 보아 SBR 함량이 4% ~ 5% 함유되었을 때 PI값이 가장 높아 온도에 영향을 가장 적게 받고 표면처리를 할 수 있는 혼합물의 사용으로 유리하다고 판단되었다.



[그림 3.14] SBR 함량에 따른 PI값

feng zhang(2010)은 SBR 개질제를 사용한 혼합물에 PPA(polyphosphoric acid), sulfur(황)을 첨가하여 각 첨가제가 아스팔트에 미치는 영향에 대하여 조사하고 3가지 첨가제의 최적 혼합비율을 산출

했다.

SBR 개질제를 사용하면 저온연성, 점착성, 탄성 복원력 등의 성능이 향상되지만 노화된 후 저온에서의 연성 손실이 많이 나타난다. 뿐만 아니라 고온에서 제품 안정성의 저하가 많다. SBR 개질제의 저온, 고온에서의 성능 저하를 보완하고 다른 여러 가지 성능을 향상시키기 위하여 PPA, sulfur을 첨가하였다.

아스팔트의 물성에 미치는 PPA와 SBR의 영향을 조사하기 위해 순수 PPA 개질 아스팔트와 순수 SBR 개질 아스팔트의 물리적 특성을 측정한 결과를 보면 SBR의 경우 100/3일 때 저온 연성이 높아져 저온 특성에 대한 SBR의 우수한 성능을 보여준다.

그러나 노화된 후에는 저온연성의 손실이 심한 것을 볼 수 있다. 이는 SBR의 높은 부타디엔 함량에 의해 SBR이 산화하여 나타나는 현상이다. 하지만 함량이 높아짐에 따라 SBR이 완전히 산화되지 않아 100/5일 때 다시 200cm의 값을 회복하는 것을 볼 수 있다.

연화점은 100/3에서 약간 증가하지만 함량이 증가해도 60℃ 이상 증가하지 않아 고온에서의 안정성이 낮은 것을 알 수 있다.

PPA의 경우 함량이 증가에 따른 연화점 증가 비율이 SBR보다 높아 고온에서의 안정성 향상에 도움을 줄 수 있다. 하지만 노화 전후 저온 연성의 값은 SBR의 200cm에 비해 1.4cm로 열악한 것을 볼 수 있다.

[표 3.6] SBR을 첨가한 아스팔트의 물성

Asphalt/ SBR	Softening point	Penetration	Toughness	Tenacity	Ductility	After RTFOT
.	℃	25℃, 0.1mm	Nm	Nm	5℃, cm	.
100/0	48	80	-	-	6.4	3.7
100/3	56	46	1.2	0.5	200	56
100/4	58	44	1.4	0.8	200	120
100/5	60	42	2.0	1.0	200	200
100/6	60.2	41	2.2	1.1	200	200

[표 3.7] PPA를 첨가한 아스팔트의 물성

Asphalt/ PPA	Softening point (℃)	Penetration (25℃, 0.1mm)	Toughness (Nm)	Tenacity (Nm)	Ductility (5℃, cm)	After RTFOT
100/1	62	43	-	-	4.3	2.5
100/2	75	36	-	-	3.7	2.3
100/3	92	29	-	-	1.4	0.8

PPA 개질 아스팔트의 저온 특성을 개선하기 위해 다양한 SBR함량의 PPA/SBR 개질 아스팔트를 만들었으며 그 물성을 비교하였다.

다른 함량비에 비해 2/6일 때 침입도 값이 46℃로 가장 높으며 노화 전·후의 저온연성값도 200cm로 높은 것을 알 수 있다.

[표 3.8] PPA/SBR 함량별 아스팔트 물성

PPA/SBR	Softening point (°C)	Penetration (25°C, 0.1mm)	Toughness (Nm)	Tenacity (Nm)	Ductility (5°C, cm)	After RTFOT
2/3	75.4	38	6.0	1.0	137.6	12.1
2/4	75	40	6.5	1.2	200	190.2
2/5	75	43	6.7	1.5	200	200
2/6	75.1	46	6.6	1.4	200	200

Toughness와 Tenacity는 접착력을 보여주는 두가지 특성이다. PPA/SBR의 접착력을 향상시키기 위해 sulfur(황) 첨가제를 추가하여 물성시험을 하였다.

Toughness와 Tenacity값을 향상시키기 위해 sulfur를 첨가하여 PPA/SBR/sulfur의 함량별 물성값을 비교해본 결과 2/6/0.67의 비율일 때 연화점, 침입도, 점착성, 노화전·후 저온연성값이 가장 우수한 것을 알 수 있다.

[표 3.9] PPA/SBR/sulfur 함량별 아스팔트 물성

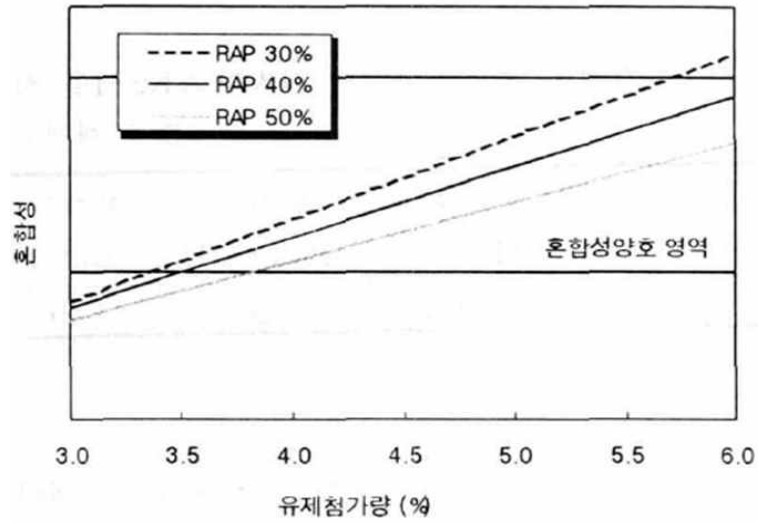
PPA/SBR/sulfur	Softening point (°C)	Penetration (25°C, 0.1mm)	Toughness (Nm)	Tenacity (Nm)	Ductility (5°C, cm)	After RTFOT
2/3/0.34	75	36	7.5	1.7	43.6	6.9
2/4/0.34	75.1	38	7.6	1.9	136.8	9.7
2/5/0.34	75.1	39	7.8	2.0	190.4	7.1
2/6/0.34	75	40	7.9	2.1	200	121
2/3/0.67	75	35	8.9	3.0	11.3	5.2
2/4/0.67	75.4	38	9.0	2.9	50.4	5.9
2/5/0.67	75	39	9.1	3.1	103	7.3
2/6/0.67	75	41	9.4	3.7	200	106

순수 SBR 개질 아스팔트는 노화 후 저온연성과 연화점이 낮아 저온 및 고온에서의 불안정성을 가지고 있었다. PPA와 sulfur를 첨가한 결과 점착성, 고온 안정성에서 효과를 보였으나 노화 후 저온연성은 부족하다.

이렇듯 여러 가지 첨가물을 혼합하여 서로의 단점을 보완할 수 있어 새로운 보수재를 개발함에 있어 여러 가지 첨가제를 고려해야 한다고 판단하였다.

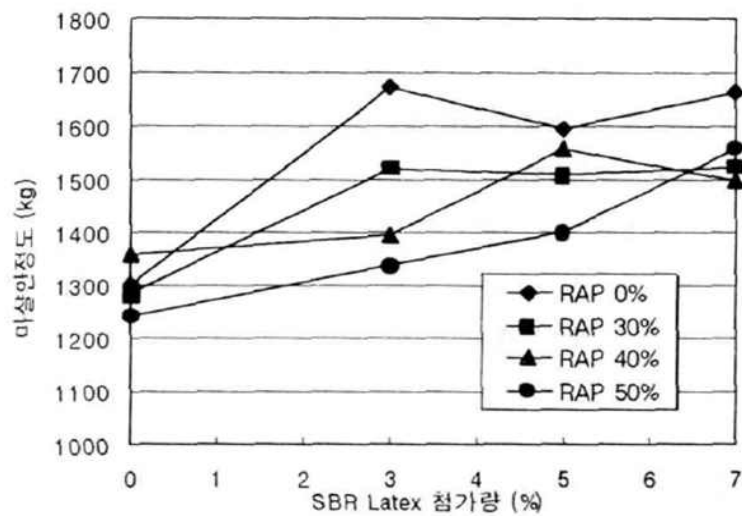
권혁준(2010)은 상온재생 유화아스팔트 개질혼합물의 배합방법 및 특성을 알아보았다. 페아스콘 30%, 40%, 50%, 60%의 혼입률과 혼합물의 개질을 목적으로 SBR latex의 첨가량을 변화시켰다.

유화아스팔트의 첨가량과 혼합성의 관계를 보면 페아스콘 혼입률 30%에서는 3.4% ~ 5.7%, 40%에서는 3.5% ~ 6.0%, 50%에서는 3.8% ~ 6.0%의 유제첨가량의 범위에서 혼합성이 양호한 것으로 나타났다.

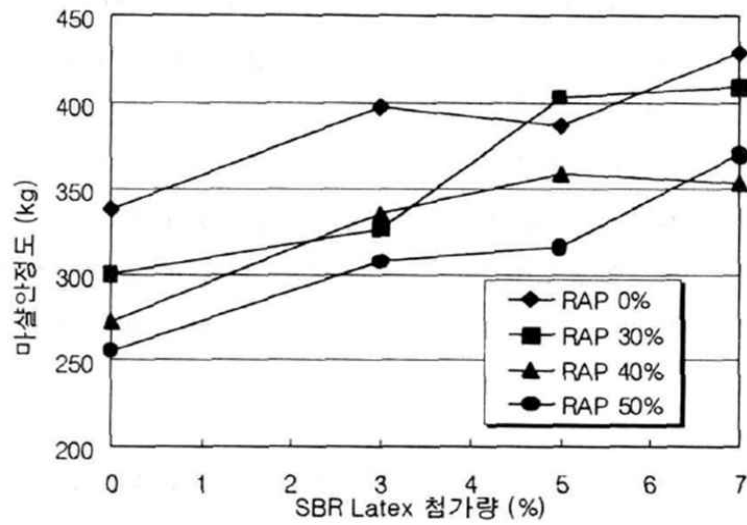


[그림 3.15] 유제첨가량과 혼합성의 관계

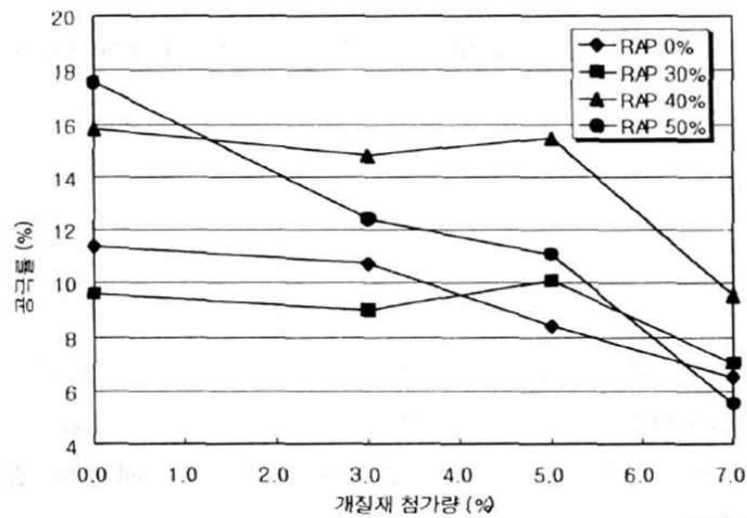
또한 개질제의 첨가량이 증가할수록 안정도의 증진, 공극률 감소, 잔류안정도의 증가효과를 볼 수 있는 것으로 판단된다.



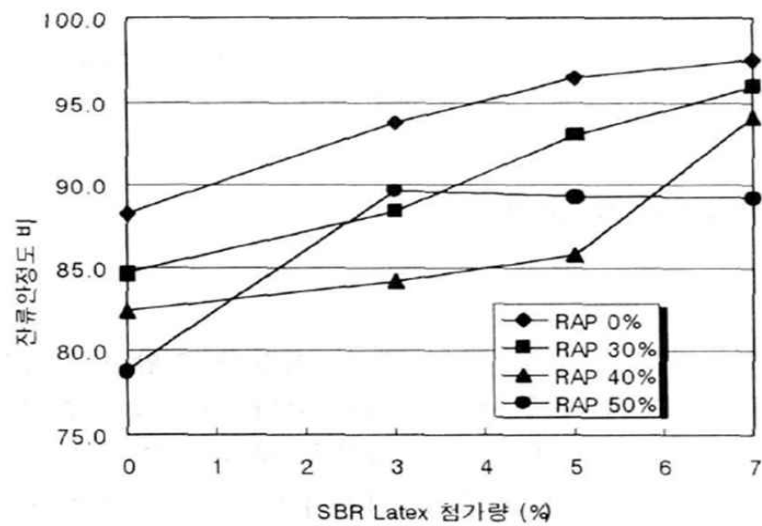
[그림 3.16] 개질제 첨가량과 안정도와의 관계(시험온도 25℃)



[그림 3.17] 개질재 첨가량과 안정도와의 관계(시험온도 60℃)



[그림 3.18] 개질재 첨가량과 공극률과의 관계



[그림 3.19] 개질재 첨가량과 잔류안정도비와의 관계

결론적으로 상온재생 유화아스팔트 개질혼합물의 혼합성 평가 시험결과 페아스콘 혼입률 30%에서는

3.4% ~ 5.7%, 40%에서는 3.5% ~ 6.0%, 50%에서는 3.8% ~ 6.0%의 유제첨가량의 범위에서 혼합성이 양호한 것으로 나타났다. 아스콘의 혼입률에 혼합성이 양호한 첨가제의 비율이 달라지는 것을 알 수 있다.

2. 실내 배합실험

라텍스계 폴리머 바인더, 골재, 물의 최적 배합비 범위를 찾기 위해 실내 배합실험을 실시하였다. 각 재료들을 여러 가지 비율로 소량 배합하여 혼합물의 상태를 육안조사를 통해 확인하였다. 혼합물의 양생 과정 및 결과물의 부착성, 양생 정도, 색상 등을 비교하여 최적의 상태를 보이는 배합비의 범위를 선정하였다.

2.1. 바인더 선정

하나의 저분자인 화학물질이나 여러 가지 종류의 화학물질들이 일정한 상태에서 촉매 등에 의하여 아주 큰 형태의 분자를 형성한 것을 말하며 일반적으로 도로 포장에서 혼합물의 물성을 높이기 위해 첨가제로 사용되고 있다.

보수재 개발에 사용한 라텍스계 폴리머는 본 연구의 주관기업인 (주)엔페이브에서 과거에 연구한 자료를 바탕으로 선정하였다. (주)엔페이브는 네덜란드의 A사, 국내의 B, C사에 원재료 구매 및 배합생산을 의뢰하였고, 각 회사에서 생산한 라텍스계 폴리머 바인더의 성능을 비교하기 위해 현장 시험시공을 하였으며 시공 결과 네덜란드 A사를 통해 생산구매한 라텍스계 폴리머가 측구 보수재에 적합하다는 결론을 내렸다.

네덜란드 A사에서 생산한 라텍스계 폴리머를 사용한 혼합물은 콘크리트 측구 및 경계석 표면균열보수재가 필요로 하는 자체연성의 성질을 충분히 가지고 있고, 기존 열화된 표면과 균열부에 침투하여 일체화하는데 도움이 되었다. 또한 물과 석회석과 반응하여 경화하는 성질을 가지고 있어 상온에서 물과 반응하여 빠르게 경화되어 양생시간이 짧다는 장점도 있었다.



[그림 3.20] A사 라텍스계 폴리머 바인더와 현장 적용

국내 B사의 라텍스계 폴리머를 함유한 바인더의 경우 양생시간이 길다는 단점이 있었으며 양생 후에도 표면의 골재가 떨어져 나가는 라벨링이 발생하였다.



[그림 3.21] B사 라텍스계 폴리머 바인더와 현장 적용

국내 C사의 라텍스계 폴리머 바인더의 경우 양생 자체가 온전히 이루어지지 않아 보수재로 사용하기 위한 최소한의 점성을 갖추지 못한 것으로 나타났다.



[그림 3.22] C사 라텍스계 폴리머 바인더와 현장 적용

결과적으로 네덜란드 A사, 국내 B, C사에서 생산한 라텍스계 폴리머 바인더의 특성 및 현장 적용성을 확인한 결과 네덜란드 A사의 라텍스계 폴리머가 본 연구에서 목표로 하는 콘크리트 측구 보수용 혼합물에 가장 적합하다고 판단되었다.

2.2 배합 비율 실험 및 분석(백운석)

골재회사에서 입도별 구득이 용이한 백운석을 사용하여 라텍스계 폴리머 혼합물의 배합 비율 실험 및 분석을 실시하였다.

1) 골재 입도 별 실험

백운석 골재의 입도에 따른 변화를 분석하기 위하여 골재 함량에 대하여 라텍스계 폴리머 바인더 비율 10%, 물 비율 5%를 고정하였다. 골재의 입도는 0mm ~ 1mm, 1mm ~ 2mm, 2mm ~ 5mm 3단계로 구분하였다.

가) 실험 1

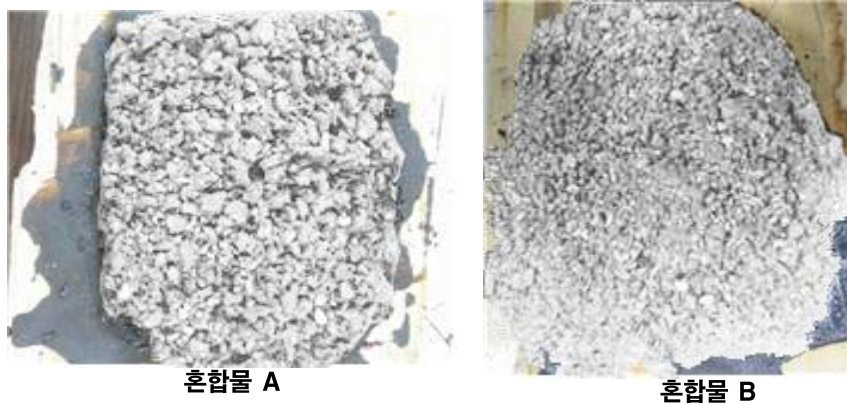
2mm ~ 5mm 골재의 비율 75%이상의 혼합물에 골재가 접착하지 못하고 흘러내리는 결과가 도출되었다. 2mm ~ 5mm 백운석 골재의 비율이 높을수록 바인더가 흘러내리는 양이 증가하였다.

[표 3.10] 혼합물 A 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	5	10	85

[표 3.11] 혼합물 B 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	5	20	75



[그림 3.23] 백운석을 사용한 골재 입도별 실험 1

분석 결과 실험 1의 문제점은 2mm ~ 5mm 골재의 비율이 높고 0mm ~ 2mm 골재의 비율이 낮아 폴리머 바인더가 2mm ~ 5mm 골재 사이로 흘러내린 것으로 판단된다. 0mm ~ 2mm 골재의 비율을 높인 분석의 필요성을 확인하였다.

나) 실험 2

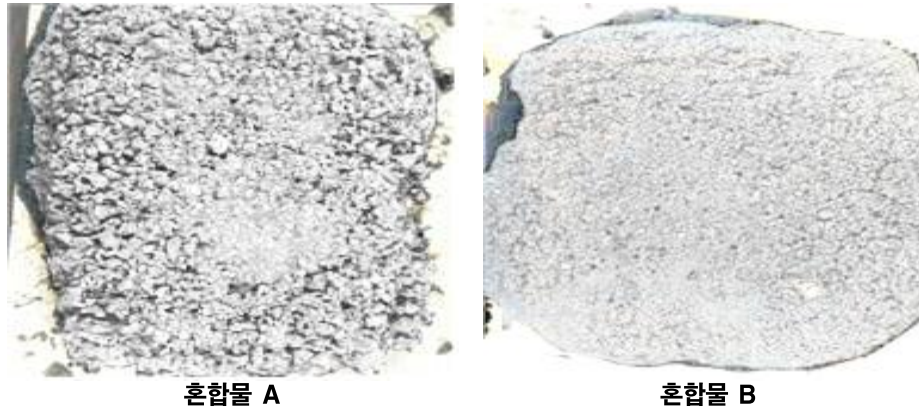
1mm ~ 2mm 백운석 골재가 20% 이하인 실험 1에 비하여 1mm ~ 2mm 백운석 골재의 비율을 높인 실험 2에서 폴리머 바인더가 적게 흘러내렸지만 표면이 고르지 못하였다. 또한 시판 가장자리 부분의 골재와 폴리머 바인더 간의 결합력이 떨어졌다.

[표 3.12] 혼합물 A 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	5	55	40

[표 3.13] 혼합물 B 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	5	65	30



[그림 3.24] 백운석을 사용한 골재 입도별 실험 2

추가적으로 0mm ~ 1mm의 골재 비율을 높이면서 배합 비율 조절이 필요하다고 판단된다.

다) 실험 3

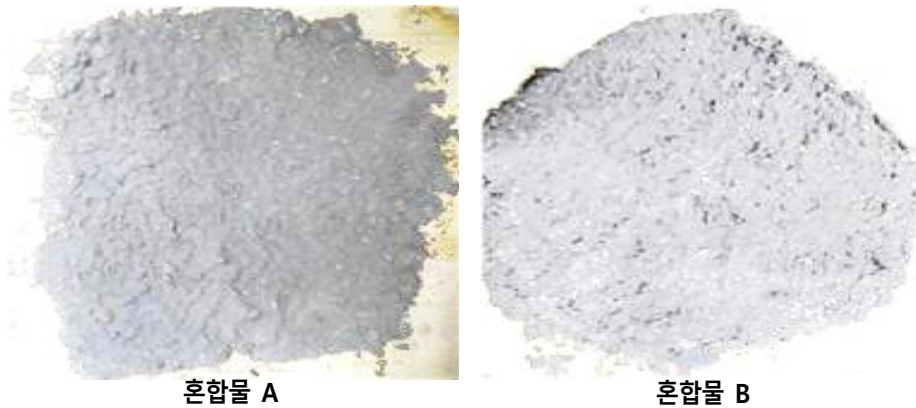
0mm ~ 1mm 백운석 골재의 비율 50% 이상인 혼합물에서 폴리머 바인더가 흘러내리는 현상은 발견되지 않았으나 응집력이 떨어졌고 물리적 압력에 의한 형태유지 능력이 떨어졌다.

[표 3.14] 혼합물 A 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	50	25	25

[표 3.15] 혼합물 B 골재입도분포

골재입도(mm)	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 5
비율(%)	60	20	20



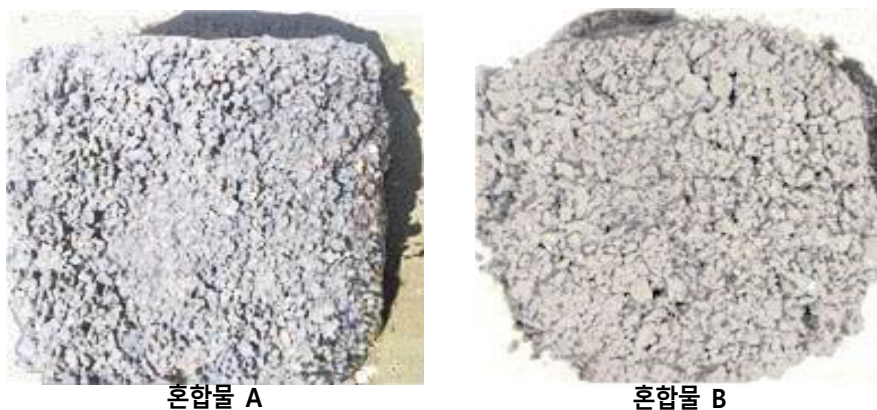
[그림 3.25] 백운석을 사용한 골재 입도별 실험 3

0mm ~ 1mm 골재를 50% 이상 사용 시 형태유지가 어렵고 변형이 쉽게 발생하기 때문에 40% 이하에서 추가 실험이 필요하다.

2) 폴리머 바인더 함량 별 실험

폴리머 바인더 함량에 따른 변화를 분석하기 위하여 골재 함량에 대하여 물 비율 5%를 고정하였고 실험을 통해 도출된 0mm ~ 1mm 골재 30%, 1mm ~ 2mm 골재 20%, 2mm ~ 5mm 골재 50%를 사용하여 실험하였다.

혼합물 A는 폴리머 바인더 비율을 골재 함량의 15%를 사용하였고 혼합물 B는 5%를 사용하였다. 폴리머 바인더 비율이 15% 일 때 혼합물이 흘러내리는 현상이 발생하였으며 폴리머 바인더 비율이 5% 일 때 골재들의 결합력이 떨어져 탈리현상이 심하게 되었다. 폴리머 바인더 비율을 골재 함량에서 약 10% 범위에서 사용해야 할 것으로 판단된다.

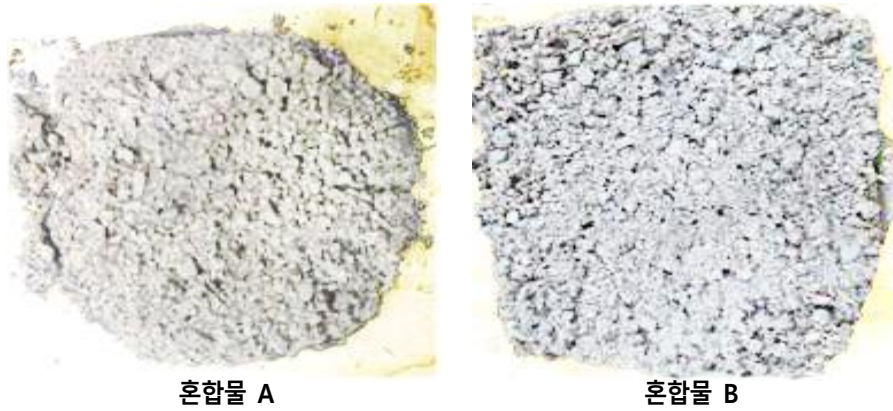


[그림 3.26] 백운석을 사용한 폴리머 바인더 비율 별 실험

3) 물 비율 별 실험

물의 비율에 따른 변화를 분석하기 위하여 실험을 통해 도출된 0mm ~ 1mm 골재 30%, 1mm ~ 2mm 골재 20%, 2mm ~ 5mm 골재 50%, 폴리머 바인더 비율 10%를 사용하여 실험하였다.

혼합물 A는 물 비율을 골재 함량의 10%, 혼합물 B는 2%를 사용하였다. 물의 비율이 10%일 때 양생이 잘 되지 않고 변색되었다. 물의 비율이 2%일 때 혼합물의 점성이 강하였다.



[그림 3.27] 백운석을 사용한 물 비율 별 실험

최적 물 비율 계산을 위하여 약 5% 범위의 물 비율을 사용해야 할 것으로 판단되었다.

2.3 배합 비율 실험 및 분석(석회석 쇄석골재)

백운석 골재를 사용하여 배합 실험한 결과 백운석 표면이 매끄럽고 미분 함량이 적어서 라텍스계 폴리머와의 결합력이 떨어졌다. 따라서 석회석 쇄석골재를 사용하여 배합 비율 실험 및 분석을 진행하였다.

1) 골재 입도 별 실험

석회석 쇄석골재의 입도에 따른 변화를 분석하기 위하여 골재 함량에 대하여 라텍스계 폴리머 비율 10%, 물 비율 5%를 고정하였다. 석회석 쇄석골재의 입도는 채 크기 0.09mm, 0.71mm, 1mm, 2mm, 3.15mm, 5mm, 8mm, 11.2mm로 구분하여 통과비율을 선정하였다.

가) 실험 1

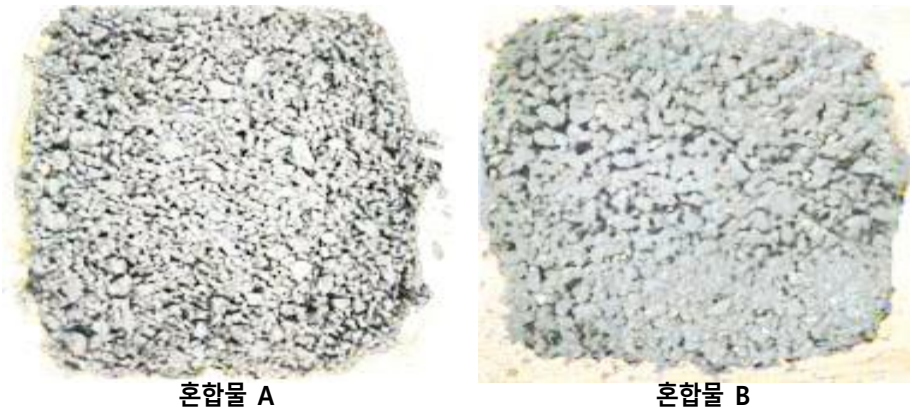
5mm ~ 11.2mm 석회석 쇄석골재의 비율 65% 이상에서 혼합물의 표면이 거칠고 폴리머 바인더가 흘러 내리는 경향을 보였다.

[표 3.16] 혼합물 A 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.2
통과율(%)	5	10	15	25	30	35	80	100

[표 3.17] 혼합물 B 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.2
통과율(%)	5	10	15	20	25	30	80	100



[그림 3.28] 석회석 쇄석골재를 사용한 골재 입도 별 실험1

나) 실험 2

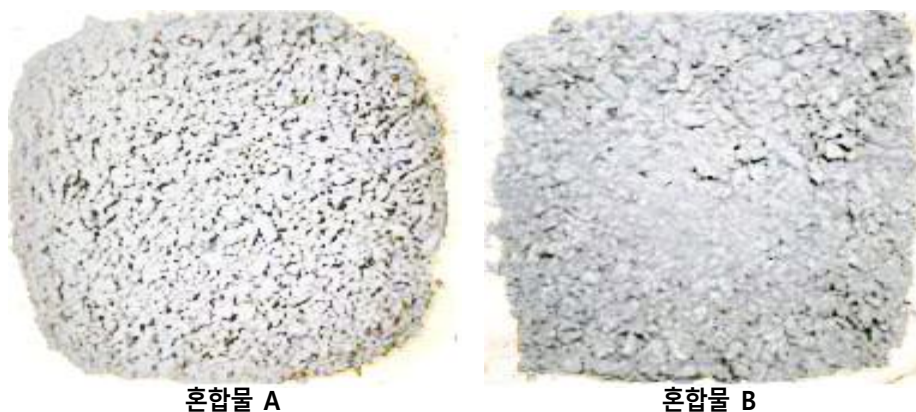
1mm ~ 5mm 석회석 쇄석골재의 비율 55% 이상에서 혼합물의 표면이 고르지 못하고 혼합물의 중앙부분에 미분이 뭉쳐있는 현상이 발견되었다.

[표 3.18] 혼합물 A의 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
통과율(%)	5	10	15	30	50	70	90	100

[표 3.19] 혼합물 B의 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
통과율(%)	5	10	15	40	60	70	90	100



[그림 3.29] 석회석 쇄석골재를 사용한 골재 입도 별 실험2

다) 실험 3

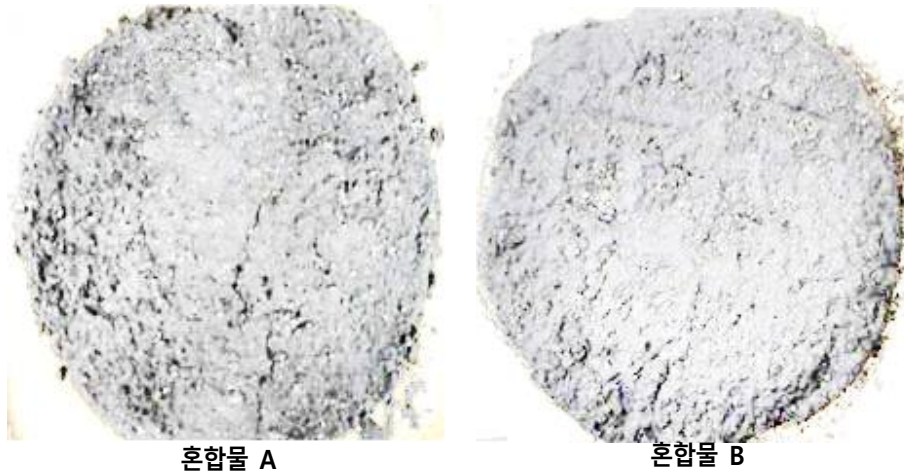
0mm ~ 1mm 석회석 쇄석골재의 비율 50% 이상에서 표면이 갈라지거나 물리적 압력에 의해 형태유지가 어려웠다.

[표 3.20] 혼합물 A의 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
통과율(%)	20	40	50	60	70	80	90	100

[표 3.21] 혼합물 B의 골재입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
통과율(%)	30	50	60	70	80	90	95	100



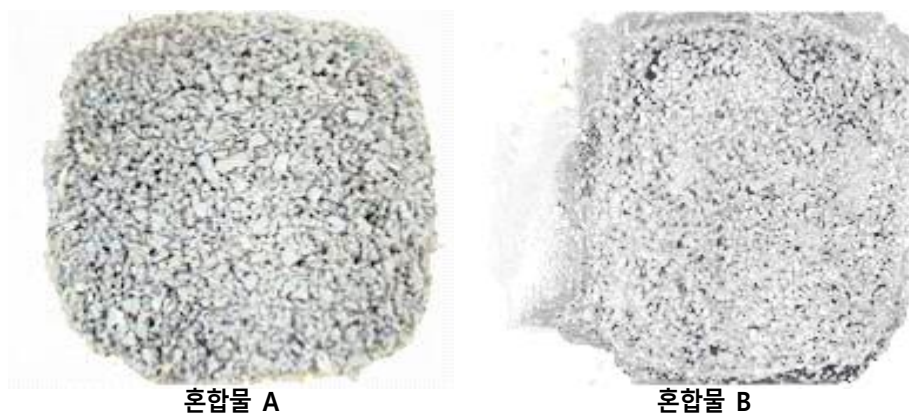
[그림 3.30] 석회석 쇄석골재를 사용한 골재 입도 별 실험3

2) 폴리머 바인더 비율 별 실험

폴리머 바인더의 비율에 따른 변화를 분석하기 위하여 골재 함량에 대하여 물 비율 5%를 고정하였다. 실험을 통해 얻은 일반 쇄석골재의 입도는 채 통과율 0.09mm 10%, 0.71mm 23% , 1mm 30% , 2mm 43% , 3.15mm 50%, 5mm 68%, 8mm 78%, 11.2mm 100%로 선정하여 실험을 진행하였다.

가) 실험 1

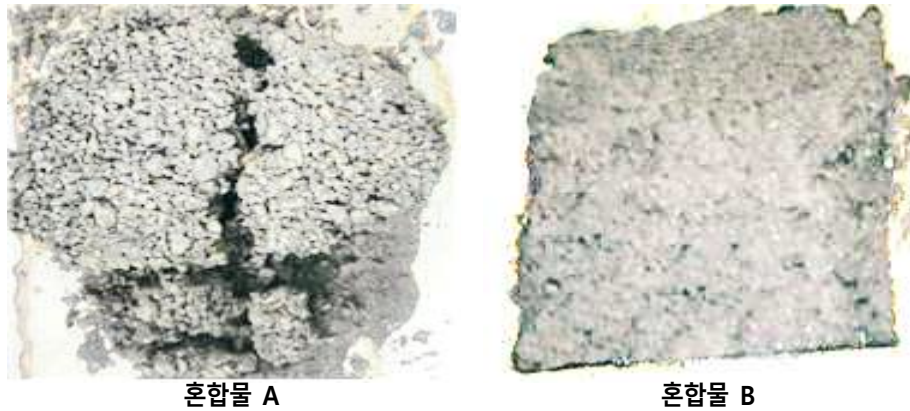
혼합물 A는 폴리머 바인더 비율을 골재 함량의 15%, 혼합물 B 20%를 사용하였다. 폴리머 바인더 비율이 15% 이상 시 혼합물이 흘러내리는 현상이 발생하였다.



[그림 3.31] 석회석 쇄석골재를 사용한 폴리머 바인더 비율 별 실험1

나) 실험 2

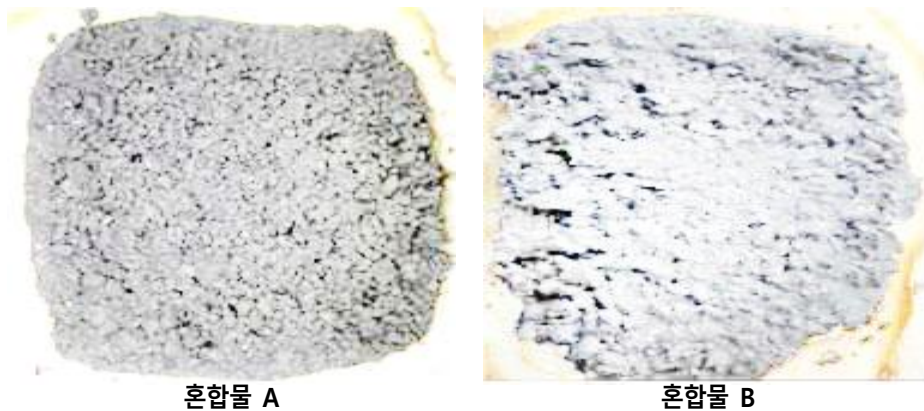
혼합물 A는 폴리머 바인더 비율을 골재 함량의 2%, 혼합물 B는 4%를 사용하였다. 폴리머 바인더 비율이 4% 이하 일 때 골재의 결합력이 약해지거나 변색된다.



[그림 3.32] 석회석 쇄석골재를 사용한 폴리머 바인더 비율 별 실험2

다) 실험 3

혼합물 A는 폴리머 바인더 비율을 골재 함량의 8%, 혼합물 B는 10%를 사용하였다. 폴리머 바인더 비율이 약 10% 일 때 골재와 폴리머 바인더 사이의 접착력이 강하였다.



[그림 3.33] 석회석 쇄석골재를 사용한 폴리머 바인더 비율 별 실험3

3) 물 비율 별 실험

물의 비율에 따른 변화를 분석하기 위하여 석회석 쇄석골재의 입도는 채 통과율 0.09mm 10%, 0.71mm 23%, 1mm 30%, 2mm 43%, 3.15mm 50%, 5mm 68%, 8mm 78%, 11.2mm 100%로 선정하였고 폴리머 아스팔트 비율 10%를 사용하여 실험하였다.

혼합물 A는 물 비율을 골재 함량의 10%, 혼합물 B는 2%를 사용하였다. 물의 비율이 10%일 때 양생이 잘 되지 않고 변색되었다. 물의 비율이 2%일 때 점성이 강하였다.



혼합물 A



혼합물 B

[그림 3.34] 석회석 쇄석골재를 사용한 물 비율 별 실험

3.현장 시험

3.1.개요

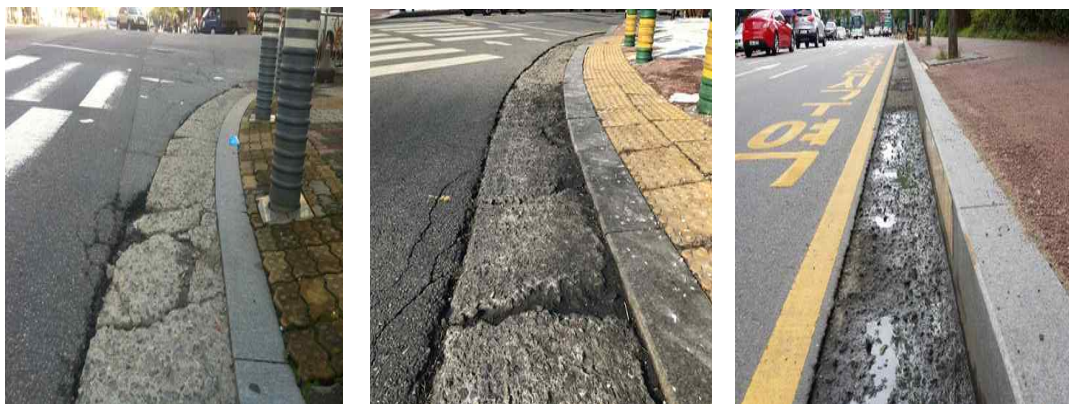
실내 배합실험 및 육안조사를 통해 최적 배합비의 범위를 선정하였다. 하지만 일정수준의 범위로 선정된 배합비로는 본 과제에서 목표로 하는 차도, 연석부, 인도, 자전거도로, L형측구 등의 다양한 현장에 적용할 수 없으며 조달청 등록 및 실질적인 사업화를 하는데 한계점이 있다. 따라서 여러 가지 상황의 현장에 적용할 수 있는 최적 배합비를 선정하기 위해 현장 실험을 실시하였다.

3.2.실험 장소

실험 장소는 용인시에 위치한 기흥구 영덕동 흥덕지구 내 측구 및 경계석이였다. 흥덕지구내 측구는 일정 간격으로 가로균열이 발생한 상태였으며 손상도가 심각한 부분은 콘크리트 열화가 발생한 상태였다. 총 9개 Section을 선정하여 최적 배합비 선정을 위한 현장 시험시공을 실시하였으며 라텍스계 폴리머 아스팔트 혼합물을 사용하여 길이 3~5m, 폭 0.5~0.6m의 크기로 부분보수 하였다.



[그림 3.35] 실험 장소



[그림 3.36] 시공전 측구 상태

3.3. 실험 방법

각 Section은 5mm 보수공법을 적용하여 보수하였고 완료 1시간 내 교통개방을 하였다. Section별 배합비는 실내 배합실험에서 선정한 최적 배합비 범위에서 골재 함량 대비 물 비율을 4%, 6%, 8%, 바인더 비율을 9%, 11%, 13%로 조합하여 총 9개의 배합비를 사용하였으며 석회석 쇄석골재 입도분포의 경우 최적 배합비 범위의 평균값을 사용하였다.

[표 3.22] 석회석 쇄석골재 입도분포

채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
통과율(%)	9	19	30	38	50	59	79	100

[표 3.23] Section별 물, 바인더의 배합비

구분	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7	Section 8	Section 9
물 비율	4%	4%	4%	6%	6%	6%	8%	8%	8%
측구보수 바인더 비율	9%	11%	13%	9%	11%	13%	9%	11%	13%

혼합물 배합은 시공 직전에 현장에서 직접 실시하였으며 혼합물이 시공 전에 경화되는 것을 방지하기 위해 첨가제(지연제) 1%를 사용하였다.



라텍스계 폴리머 아스팔트



석회석 쇄석골재



재료 배합



현장 시공

[그림 3.37] 실험 재료 배합 및 시공 과정

3.4. 실험 결과

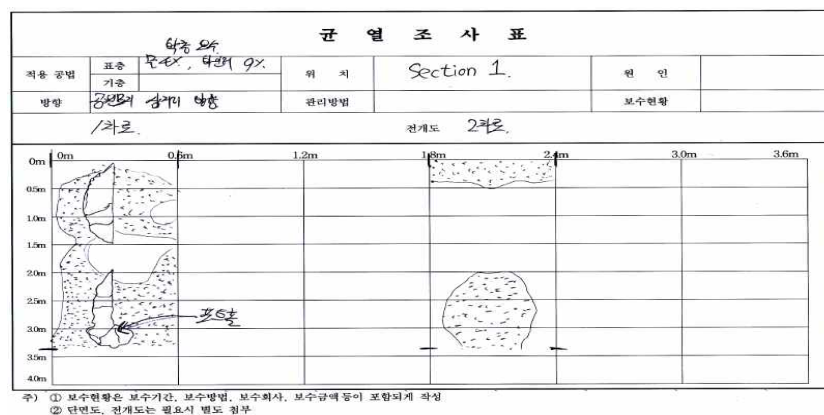
시공 30일 후 추적조사를 하여 포장상태의 변화를 확인하였다. 추적조사의 경우 육안조사를 하였으며 눈으로 확인할 수 있는 균열(Crack), 라벨링(Ravelling)을 관측하고 균열조사표를 작성하여 포장 파손상태의 심각도를 확인하였다.

현장 시험시공은 각 파손 부위를 부분 보수하였기 때문에 균열조사표를 작성할 때 일반적인 작성 방법과 반대로 도로의 세로방향을 가로축에, 가로방향을 세로축에 작성하였다. 1구간, 2구간을 나누어 작성하였으며 보수 면적은 가로축 0.5~0.6m, 세로축 3~5m이다.

가. Section 1



[그림3.38] 시공 30일 후 Section 1 포장 상태



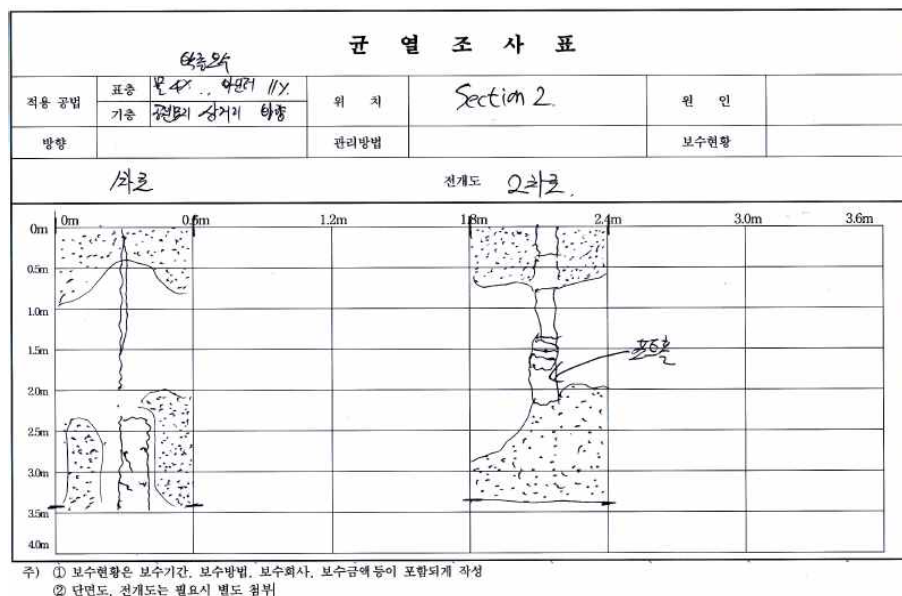
[그림 3.39] Section 1 균열조사표

Section 1은 물 4%, 바인더 9%가 함유된 혼합물이다. 1구간에서 기존의 줄눈부 크랙을 따라 균열과 탈락이 발생했지만 2구간에서는 균열이 발생하지 않았다. 라벨링은 1구간, 2구간 모두 발생하였다.

나. Section 2



[그림3.40] 시공 30일 후 Section 2 포장 상태



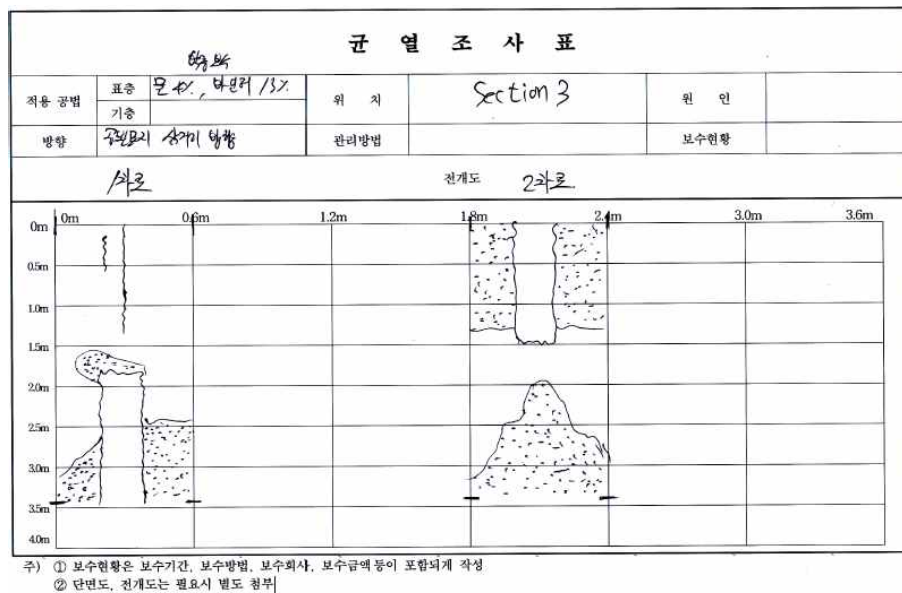
[그림 3.41] Section 2 균열조사표

Section 2는 물 4%, 바인더 11%가 함유된 혼합물이다. 1구간, 2구간 모두 기존의 줄눈부 크랙을 따라 균열과 탈락이 발생했다. 탈락의 경우 기존 콘크리트 측구 표면의 파손된 모양과 비슷하게 발생하여 보수재가 모체에 침투하지 못한 것으로 판단되었다. Section 1과 같이 라벨링은 1구간, 2구간 모두 발생하였다.

다. Section 3



[그림3.42] 시공 30일 후 Section 3 포장 상태



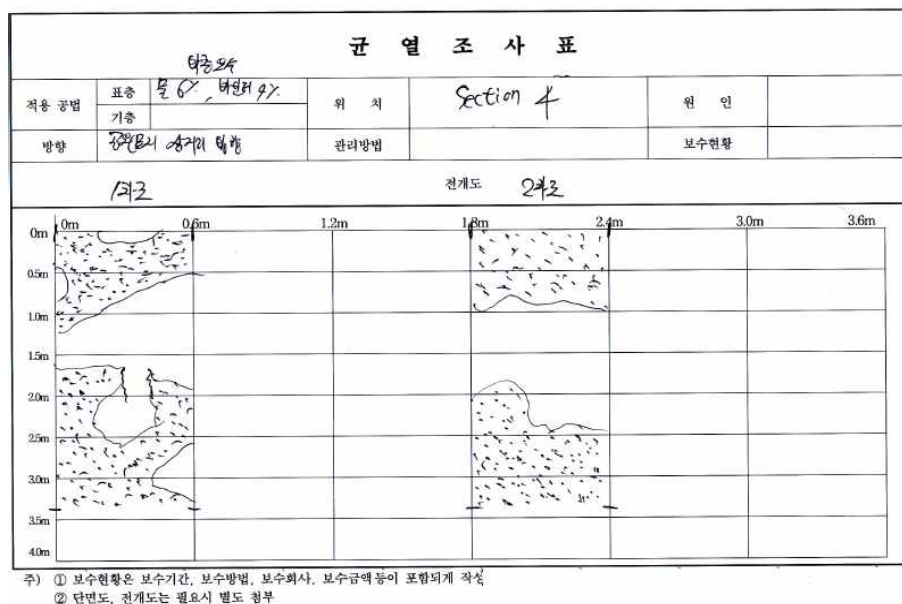
[그림 3.43] Section 3 균열조사표

Section 3은 물 4%, 바인더 13%가 함유된 혼합물이다. 마찬가지로 균열과 탈락이 발생하였다. 라벨링의 경우 앞의 Section보다 바인더가 2%, 4% 높게 함유되어 발생량이 적을 것으로 예측하였으나 큰 차이가 없었다.

라. Section 4



[그림3.43] 시공 30일 후 Section 4 포장 상태



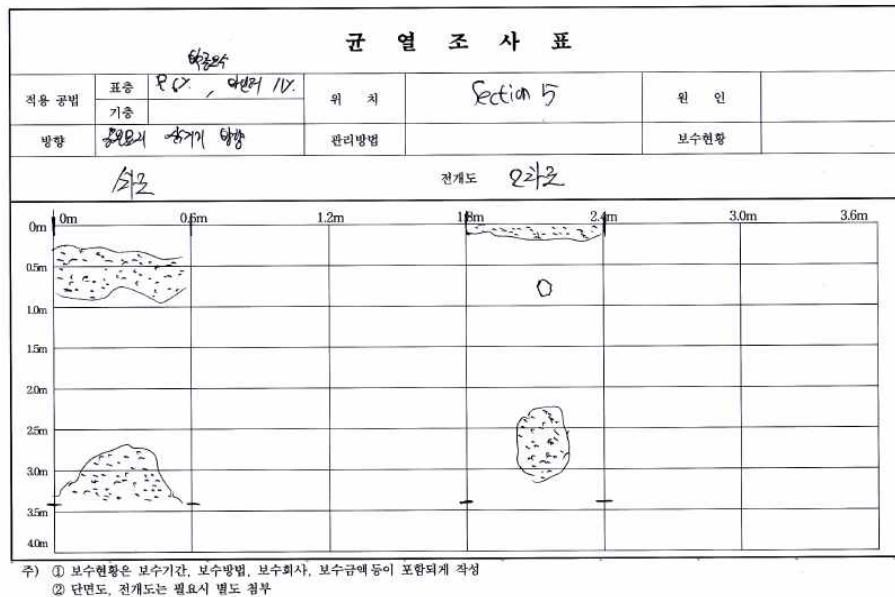
[그림 3.44] Section 4 균열조사표

Section 4는 물 6%, 바인더 9%가 함유된 혼합물이다. 물 함유량이 4%였던 Section 1 ~ 3의 경우 모두 균열과 탈락이 발생하였지만 물 함유량을 6%로 올린 Section 4 ~ 6에서는 균열과 탈락이 발생하지 않았다. 하지만 라벨링은 비슷한 발생량을 보였다.

마. Section 5



[그림3.45] 시공 30일 후 Section 5 포장 상태



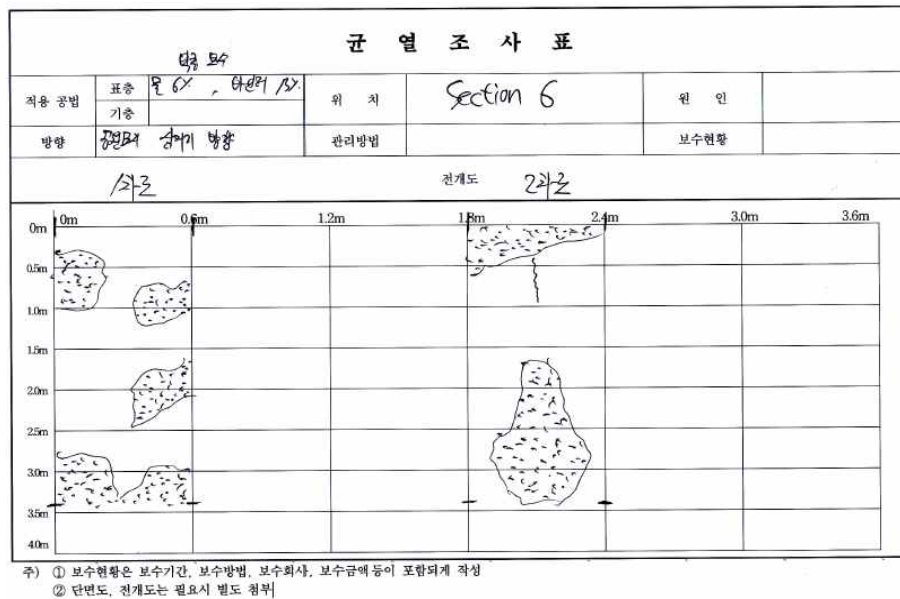
[그림 3.46] Section 5 균열조사표

Section 5는 물 6%, 바인더 11%가 함유된 혼합물이다. 눈에 띄는 균열은 보이지 않았으며 라벨링의 경우 앞의 Section 보다 발생량이 크게 낮아진 것을 볼 수 있다.

물, 바인더 함량과 관계없이 라벨링 발생량이 낮아진 이유는 재료 배합의 문제로 추측되었다.



[그림3.47] 시공 30일 후 Section 6 포장 상태

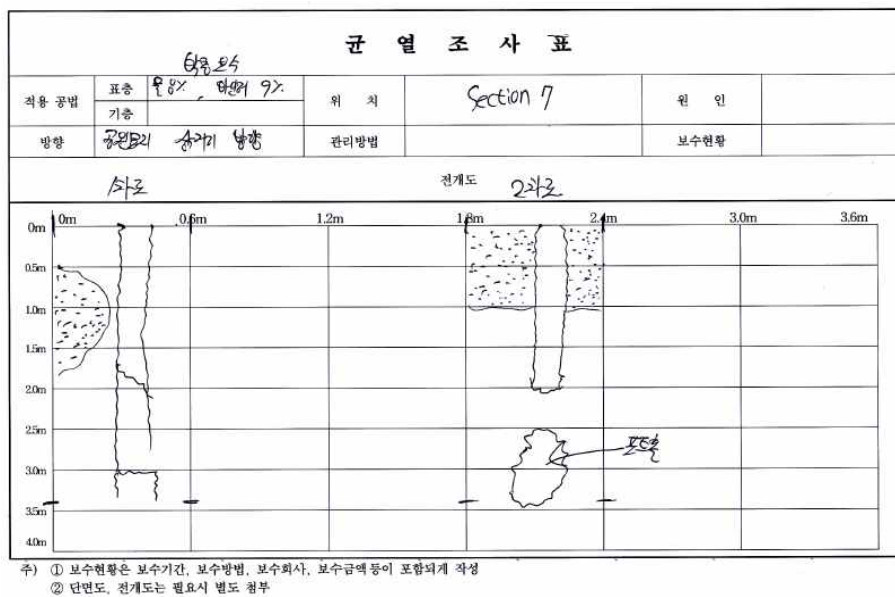


[그림 3.48] Section 6 균열조사표

Section 6은 물 6%, 바인더 13%가 함유된 혼합물이다. 2차로에서 소량의 균열이 발생하였지만 물 함량 4%의 Section과 비교할 때 적은 수준이었다. 라벨링은 Section 5와 같이 Section 1 ~ 4 보다 적게 발생하였다.



[그림3.49] 시공 30일 후 Section 7 포장 상태

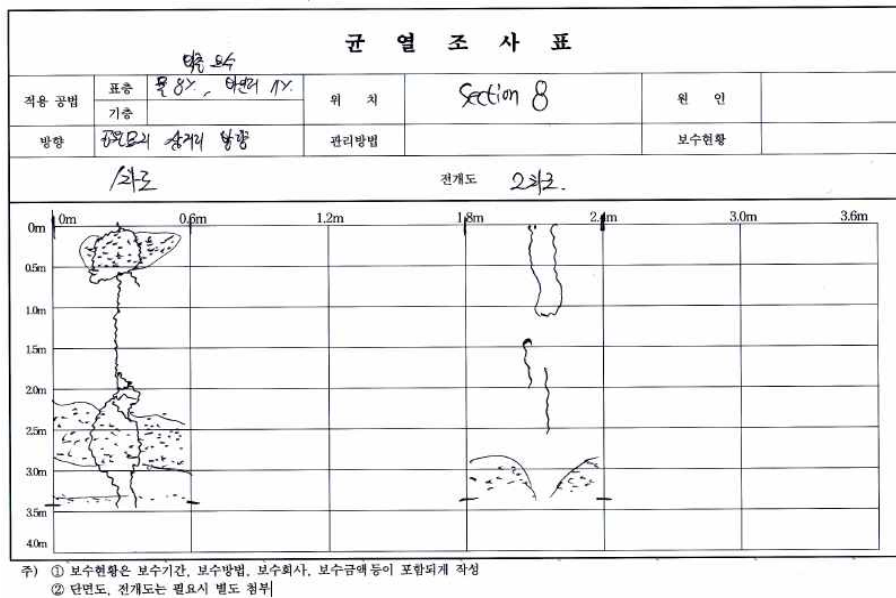


[그림 3.50] Section 7 균열조사표

Section 7은 물 8%, 바인더 9%가 함유된 혼합물이다. 균열이 보이지 않았던 Section 4 ~ 6보다 물 함유량이 2% 더 높아지면서 다시 균열이 발생하여 1구간, 2구간에서 모두 심각한 균열과 탈락이 발생하였다. 라벨링 발생률은 낮았다.



[그림3.51] 시공 30일 후 Section 8 포장 상태

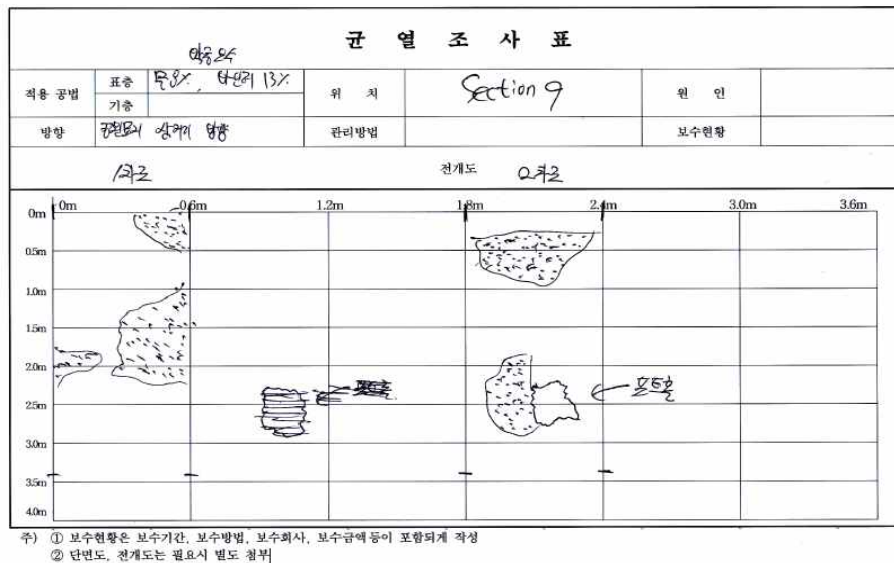


[그림 3.52] Section 8 균열조사표

Section 8은 물 8%, 바인더 11%가 함유된 혼합물이다. 마찬가지로 균열과 탈락이 심각하게 발생하였다. 라벨링의 경우 Section 5부터 발생량이 적어지는 경향을 보였다.



[그림3.53] 시공 30일 후 Section 9 포장 상태



[그림 3.54] Section 9 균열조사표

Section 9은 물 8%, 라텍스 폴리머 바인더 13%가 함유된 혼합물이다. 균열과 탈락이 역시 생성되었
고 다만 라벨링 생성은 많지 않았다.

3.5. 균열조사표 분석 , 동절기 및 하절기 시공환경조건

발생량의 차이가 있지만 공통적으로 모든 Section에서 라벨링이 발생하였고 균열과 탈락은 일부 Section에서 발생하였다.

조사한 균열조사표를 활용하여 균열과 라벨링에 대한 심각도를 판단하였다. 균열의 경우 현장 Sketch에 의한 조사를 바탕으로 균열 폭, 균열 길이를 조사하였으며 균열을 산출 방정식은 아래와 같다.

균열면적 산출 : 1본길이 × 폭 30cm

일반균열의 경우 균열폭 5mm 이상

$$\text{균열율}(\%) = \frac{\text{균열면적의 합}(M^2 + \text{패칭면적}(M^2))}{\text{조사구간의 면적}(M^2)} \times 100$$

하지만 위의 식은 전면보수를 한 도로에 적용하는 식으로 본 연구에서는 Section별로 부분보수 하였기 때문에 균열면적 산출시 1본길이 × 폭 3cm를 적용하였다.

라벨링의 경우 조사구간의 전체 면적 중 라벨링 면적율을 계산하여 심각도를 판단하였으며 산출 방정식은 아래와 같다.

$$\text{라벨링 면적율}(\%) = \frac{\text{라벨링 발생 면적}(M^2)}{\text{전체 면적}(M^2)} \times 100$$

[표 3.24] 균열율, 라벨링 면적율 결과

구분	균열율	라벨링 면적율
Section 1	7.5%	60%
Section 2	10.3%	50%
Section 3	12.5%	55%
Section 4	1% 미만	60%
Section 5		22.5%
Section 6		32.5%
Section 7	24.4%	20%
Section 8	10%	15%
Section 9	2.5%	22.5%

균열을 산출 결과를 보면 균열의 발생 원인은 물 함유량과 상관성이 있는 것을 알 수 있다. 물 함유량이 적은 Section 1 ~ 3의 경우 모두 배합비 불량으로 인하여 균열과 탈락이 발생한 것으로 추측되었다. 본 연구에서 개발한 측구보수용 혼합물은 측구 뿐만 아니라 차도, 인도, 연석, 자전거도로 등의 포장 파손 부위를 박층으로 부분보수 할 수도 있다. 때문에 배합비가 좋지 않은 측구보수용 표면 균열보수 혼합물을 사용해 도로 파손을 박층으로 보수 할 수 있어야 하기 때문에 시공성은 반드시 확보해야 하는 요소이다.

Section 1 ~ 3을 보수하는 과정에서 표면에 측구보수 혼합물을 균일하게 도포하지 못하였다. 결과적으로 평탄성이 악화되고 파손 부위에 차량의 동적 하중이 더욱 크게 작용하여 균열과 탈락을 유발한 것으로 판단하였다.

Section 4 ~ 6의 경우 Section 1 ~ 3보다 물 함유량이 2% 추가되었다. 균열과 탈락이 관찰되지 않은 것을 보아 물의 함량이 6% 확보되면 측구보수 혼합물을 균일하게 도포 할 수 있는 시공성이 확보된다고 판단하였다.

Section 7 ~ 9의 경우 물 함유량이 8%로 가장 높았다. 물 함유량이 높아 시공성이 확보되어 보수 Section에 균일하게 도포하였지만 Section 1 ~ 3과 마찬가지로 균열과 탈락이 발생하였다. 이유는 물을 과다하게 사용하여 양생된 후 보수된 구간의 공극률이 높아지고 측구보수 혼합물의 강도가 낮아짐에 따라 교통 하중을 견디지 못하여 포장 파손을 유발한 것으로 판단하였다.

라벨링 면적을 산출 결과 기본적으로 모든 구간에서 라벨링 발생한 것을 확인할 수 있었다. Section 1 ~ 4의 경우 50% 이상의 라벨링 면적을 보였고 그 뒤의 Section 5 ~ 9의 경우 20% ~ 30%의 라벨링 면적을 보였다. 모든 Section에서 라벨링이 발생한 이유는 혼합물의 배합 과정에서 이물질이 함유되었기 때문에 혼합물의 접착력이 낮아져 발생한 것으로 추측하였다. 실험에 사용한 측구보수 혼합물은 현장에서 직접 제조하였다. Section 1 ~ 4를 보수하는데 사용한 측구보수 혼합물은 현장에서 인력으로 제조하였는데 제조 당시 열악한 환경으로 인하여 Section 1 ~ 4의 측구보수 혼합물 제조 과정에서 분진이 함유되었고 골재와 바인더의 접착력이 낮아져서 Section 1 ~ 4에서 라벨링 면적이 높게 산출된 것으로 추측하였다. 전용장비에서 제조한 측구보수 혼합물은 이물질이 적게 함유되어 Section 5 ~ 9에서는 앞의 Section에 비해 라벨링 면적이 낮게 산출된 것으로 판단하였다.

이러한 제조 과정의 오차를 제외한다면 측구보수 바인더의 함량이 11%일 때 가장 낮은 라벨링 면적을 보였다.

최종적으로 균열율과 라벨링 면적을 비교한 결과 Section 5에서 가장 우수한 결과를 보여 포장상태가 가장 양호한 것으로 판단하였고 Section 5에 사용한 샘플 5의 배합비를 본 연구의 최적 배합비로 선정하였다.

[표 3.25] 최적 배합비

구분	최적 배합비								
골재	채 크기(mm)	0.09	0.71	1.0	2.0	3.15	5	8	11.3
	통과율(%)	9	19	30	38	50	59	79	100
폴리머 바인더	11%								
물	6%								

3.6. 향후 현장 테스트 계획

3.6.1 온도변화에 따른 시험 결과변화 확인 계획

구분	온도 조건	실험방법	측정 항목
N1	~ 0℃	KS F 40411) KS F 40422)	플로우(mm) 압축강도(MPa) 1시간/2시간/4시간/1일/28 일
N2	0℃ ~ 10℃		
N3	10℃ ~ 20℃		
N4	20℃ ~ 30℃		
N5	30℃ ~		

연구 수행 기간동안 현장 온도에 따른 시공후 결과를 확인하지 못하여 차후 온도의 변화에 따른 시공 결과를 확인하려는 계획을 세웠다. 온도 변화에 따른 결과를 확인하여 온도에 따른 보정계수 등을 파악할 계획을 수립하였다.

3.6.2 상온시 첨가되는 라텍스 및 골재 변화에 따른 시험결과 변화 추이 확인 계획

구분	실험방법	실험재료		측정 항목
		라텍스	골재	
N1	KS F 40411) KS F 40422)	천연 라텍스	석분(석회질)	작업성 플로우(mm) 압축강도(MPa) 1시간/2시간/4시간/1일/28 일
N2		산성 라텍스	석분(석회질)	
N3		천연 라텍스	쇄석 골재	
N4		산성 라텍스	쇄석 골재	
N5		천연 라텍스	모래	
N6		산성 라텍스	모래	

라텍스 및 골재의 종류에 따른 배합비 변화와 시공시 작업성, 시공 결과를 확인할 계획 수립.

3.7.라텍스계 폴리머 혼합물의 물리적 품질기준 관리방안 마련

[표 3.26] KS F 2369 및 1시간내 교통개방

시험 항목	역청혼합물 기준값	라텍스계 혼합물 결과값
안정도(25℃), N	2500 이상	5200
흐름값, 1/10mm	20~40	27~32
공극률, %	3.0~15.0	3.5~4.0
수침 잔류 안정도, %	75 이상	85
양생 후 교통개방	1시간내	40분

본 기술의 라텍스계 폴리머 혼합물은 물과 산 및 유화제를 혼합 교반하여 유화수를 제조하고, 이러한 유화수에 아스팔트를 혼합/교반하여 제조된 제품을 사용하였으며, 혼합된 혼합액에 빠른 점착력 형성과 골재와의 부착력을 강화시키기 위해 천연라텍스를 혼합하고, 현장조건에 맞게 경화시간 조절용 첨가제를 혼합하며, 저장성능을 향상시키기 위한 저장성 혼화제를 첨가하여 개발하였다.

① 아스팔트는 침입도 60~100℃, 연화점 40~50℃인 석유계 아스팔트를 사용하며, 60~70 wt% 첨가한다. 상기 유화제는 양이온계(Cation)를 사용하며, 천연 라텍스를 개질제로 하여 골재결합력, 내후성, 내구성을 한층 강화하며, 산은 염산 등과 일반적인 산을 말하며, 상기 산과 유화제의 첨가량은 각각 약 0.1~1.0 wt% 첨가되는 것이 바람직하다.

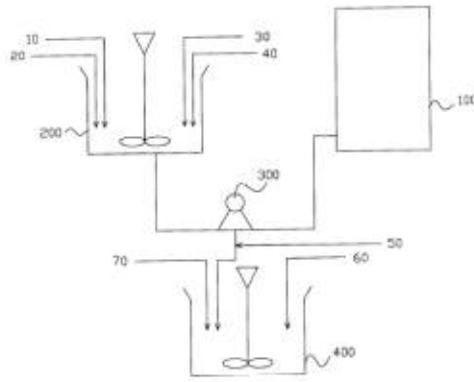
② 천연라텍스는 신축성, 결합력, 내구성을 보강하기 위하여 첨가되는 것으로, 동남아 지역의 고무나무에서 채취된 노란색의 우유빛깔을 띤 천연라텍스를 사용하며, 대략 5~15 wt% 정도 첨가된다.

③ 저장성 향상제는 에멀전된 아스팔트(아스팔트입자) 및 천연라텍스를 안정화시켜 저장기간을 연장하고, 품질저하를 방지하는 것으로, 하이드록시 에틸 셀룰로오즈(Hydroxy Ethyl Cellulose)계를 사용하며, 대략 0.1~3 wt% 정도 첨가된다.

④ 경화시간 조절용 첨가제는 유화수 파트에 첨가하여 본 발명 조성물과 골재의 혼합시 골재에 대한 본 발명 조성물의 코팅(Coating)성을 높여주고 혼합시 브레이킹 타임(Breaking Time)을 안정화시켜주는 역할을 하는 것으로, 사용조건에 따라 1~4 급 아민(Amine)계를 사용하며, 대략 0.1~1.0 wt% 정도 첨가된다.

상기와 같이 아스팔트, 유화제 및 산, 적정량의 물, 천연 라텍스, 저장 안정제, 속경성 첨가제를 적정비율로 혼합한 본 발명의 조성물은 점착력이 우수하고 양생시간이 짧아 골재와 물 및 시멘트와 혼합되어 포장재료로 사용할 경우, 박층의 두께를 구비하여도 L형측구 표면보수용 포장재료의 자체연성 및 내구성이 우수하게 된다.

<그림 11.>은 라텍스계 폴리머 혼합물의 제조방법을 보인 공정예시도를 도시한 것으로, 유화제(30), 산(40), 물(10) 및 스팀(20)을 교반기(200)에 투입하면서 교반하고, 상기 교반된 교반액을 펌프(도시없음)에 의해 아스팔트 탱크(100)에 저장된 아스팔트와 함께 콜로이드 밀(300)로 이송하여 유화시킨 다음, 이를 또 다른 교반기(400)로 이송하여 천연 라텍스(50), 저장성 향상제(60), 경화시간 조절용 첨가제(70)를 첨가하여 일정시간동안 교반하여 완성하도록 되어 있다.



- (10) : 물(Water)
- (20) : 스팀(Steam)
- (30) : 유화제(Emulsifier)
- (40) : 산 (Acid)
- (50) : 천연라텍스(Natural Latex)
- (60) : 저장성 향상제
- (70) : 경화시간 조절용 첨가제
- (100) : 아스팔트탱크(Asphalt Tank)
- (200) : 교반기
- (300) : 콜로이드 밀(Colloid Mill)
- (400) : 교반기

[그림 3.55] 라텍스계 폴리머 바인더 제조 공정

즉, 본 기술의 라텍스계 폴리머 혼합물 조성은 아스팔트 60~70 wt%, 유화제 0.1~1.0 wt%, 산 0.1~1.0 wt%, 천연라텍스 5~15 wt%, 저장성 향상제 0.1~3 wt%, 경화시간 조절용 첨가제 0.1~1.0 wt% 및 나머지가 물로 구성되어 있으며, 아스팔트를 저장 탱크에서 100~150℃의 일정온도로 유지하며 저장하고, 유화수 제조탱크에 유화제(Emulsifier) 및 산 각각 0.1~1.0 wt%에 물을 첨가하여, pH 3~5로 조정한다. 다음, 이를 40~70℃의 일정온도로 유지시킨다. 이와 같이 아스팔트와 유화 제조액이 완성되면, 이를 펌프에 의해 콜로이드 밀 내로 공급하여 기계적 방법에 의해 유화시킨다.

콜로이드 밀을 통과한 액체 에멀전(Liquid Emulsion)에 천연라텍스 5~15 wt%와, 저장성 향상제 0.1~3 wt% 및 경화시간 조절용 첨가제 0.1~1.0 wt%를 투입하여 교반기에 의해 30 RPM에서 1~2시간 혼합하여 완성하도록 되어 있다.

기존 L형측구 콘크리트표면 덧씌우기 시공은 바탕면 처리 및 절삭, 파손부위 보수, 박층포장 시공, 자연양생, 교통 개방 순서로 실시되며 아래와 시공 시방서에 따라 시공한다.

(가) 기존 포장면 바탕처리

- 기존 측구 표면에 먼지, 오물 등 이물질이 없도록 깨끗이 청소한다.

(나) 파손 부위 보수

- 콘크리트 표면의 파손 부분은 치핑 후 전용 채움재로 보수한다.
- 균열이 발생한 부분은 실링보수 한다.

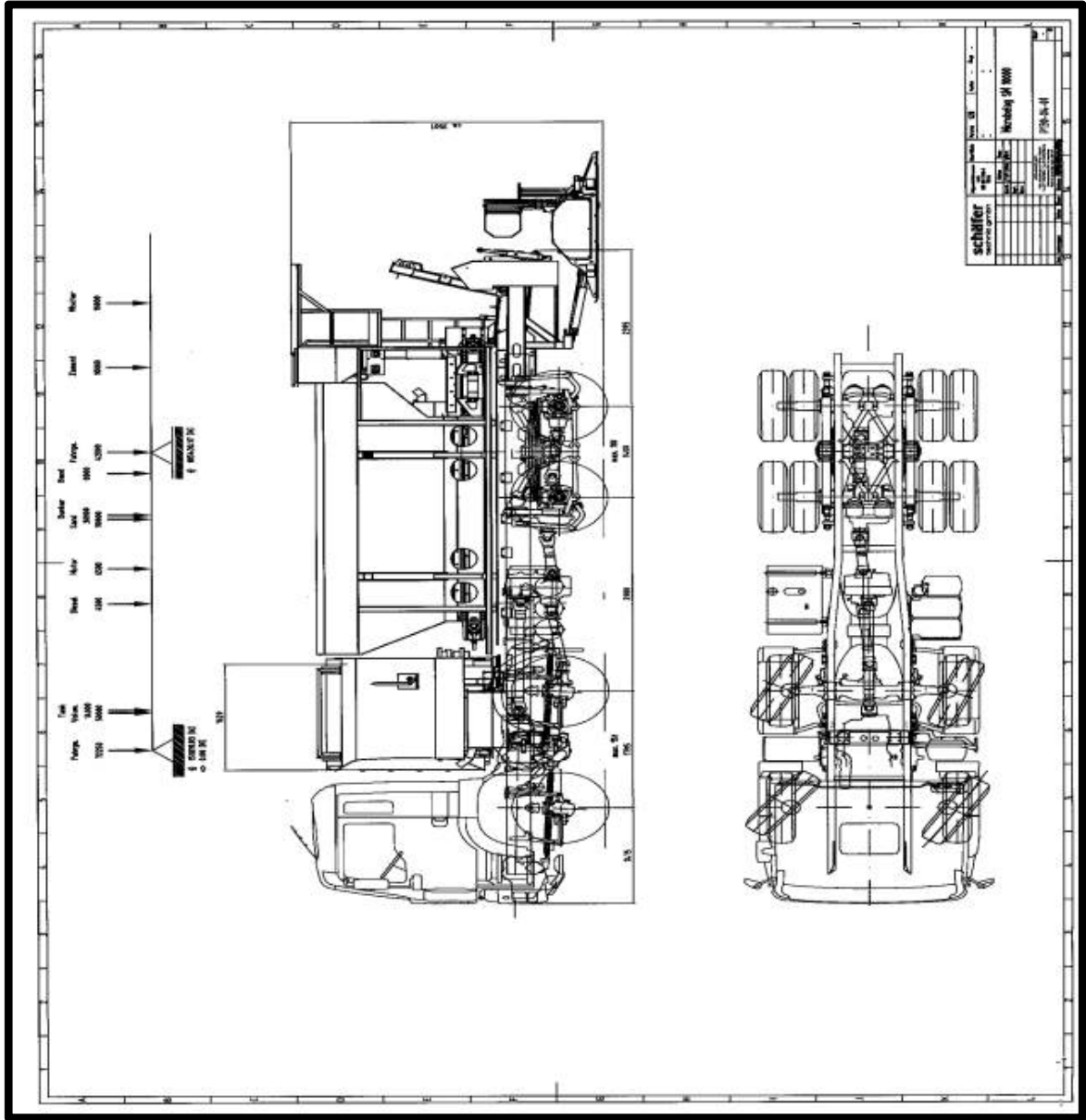
(다) 포장 시공

- 0~8mm 골재를 사용하여 시공한다.
- 라텍스계 폴리머, 골재, 물 등을 정해진 배합비에 의해 혼합하여 포설한다.
- 당일 작업면적을 고려하여 유제 입도별 골재, 물, 첨가제 등을 준비하여 미리 장비에 적재 하여야 한다.
- 또한 계속하여 보충작업이 가능 하도록 재료를 현장인근에 보관하여야 한다.
- 포설은 대기온도가 5℃ 이상이고, 강우의 위험이 없을 때 실시하여야 한다.
- 시공전에 골재별 표준 배합비를 기준으로 현장 배합비를 결정하여야 한다.
- 시공 속도는 900m/hr 이내로 한다.
- 포설은 3~10mm 두께로 포설한다.
- 시공이음부 및 신규접합면에 요철이 없도록 평탄성을 유지하여 마무리 한다.
- 포설 중 정정이 요구되는 장소는 즉시 정정 하여야 한다.
- 시공 후 장비는 물로 청소를 실시하여 다음 시공이 원만히 이루어지도록 한다.

(라) 양생 및 교통 개방

- 포설 완료 후 30분 경과 후 양생상태를 확인 후 교통을 개방한다.

4. 측구보수장치 개발



[그림 3.56] 측구보수 전용장비 설계도면

4.1 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치

콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 복수 개의 조성물을 일정한 비율로 공급하여 설정 비율로 연속되게 혼합되면서 보수재 조성물을 공급할 수 있고, 콘크리트 또는 아스팔트 구조물에 발생되는 열화에 의한 손상부를 파쇄 없이 덧씌워 보수할 수 있도록 하는 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면 균열 보수공법에 관한 것이다.



[그림 3.57] 측구보수 전용장비

4.2 장비 개발 배경

일반적으로 콘크리트 구조물은 콘크리트가 높은 내구성을 구비하고 있어 반영구적으로 사용할 수 있는 것으로 인정되어 왔으나, 최근의 많은 연구결과와 기존 구조물의 조사 결과 콘크리트 구조물도 경년 열화현상을 피할 수 없음이 밝혀지고 있으며, 특히 오랜 기간을 넘기지 못하고 본래의 기능을 상실하게 되는 사례가 나타나고 있다.

구체적으로, 기존 L형 측구와 경계석, 교량 슬래브 단면, 교각, 신축이음 후타재, 각종 콘크리트 및 아스팔트 포장에서 빈번히 일어나는 열화 작용으로 인한 표면 손상이 많이 발생하나 그 보수 방법은 많지 않으며 보수방법 또한 기존 콘크리트를 파쇄 후 콘크리트 재설치 또는 표면에 일반 시멘트모르타르를 도포하는 임시적인 보수에 그치고 있다.

또한, 기존에 표면보수 및 방수를 위한 조성물들은 아스팔트와의 부착력은 어느 정도 효과를 보이나 콘크리트 표면과의 부착력은 취약했다. 상온식 조성물의 경우, 물의 과다한 혼합으로 동결기 영하온도에서는 재료가 얼어 시공이 불가하고, 가열식 조성물의 경우에는 양생 후 강성 재료의 특성으로 침투력이 취약해 기존면과 분리됐다. 더군다나 두 방식 모두 혼합 후 표면에 포설하는 시간이 10초~30초를 넘으면 굳기 시작해 시공에 어려움이 있다. 이러한 이유들로 인해 기존에 보수를 위한 조성물들의 경우 표면보수재로써의 기능을 충분히 발휘 하지 못했고 잦은 하자과 시공 불량으로 예산 낭비와 사고 위험을 초래했다.

4.3 장비 개발을 통해 해결하고자 하는 과제

일반적인 보수재 조성물은, 복수의 조성물을 미리 혼합하여 시공이 이루어지는 현장으로 이동하기 때문에 작업이 복잡하고, 이동 중에 보수재가 경화될 수 있는 문제점이 있다.

따라서 이를 개선할 필요성이 요청된다.

복수 개의 조성물을 일정한 비율로 공급하여 설정 비율로연속되게 혼합되면서 보수재 조성물을 공급할 수 있고, 콘크리트 또는 아스팔트 구조물에 발생하는 열화에 의한 손상부를 파쇄 없이 덧씌워 보수할 수 있도록 하는 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법을 제공하는데 그 목적이 있다.



[그림 3.58] 측구보수 전용장비 포설 사진

4.4 해결 방법

차량에 연결되어 이송되도록 연결 및 바퀴를 구비하는 본체프레임; 상기 본체프레임에 설치되고, 골재가 수납되는 제1호퍼; 상기 본체프레임에 설치되고, 자체 유연성 라텍스계 복합식 도막형 조성물이 담수되는 제1탱크; 상기 본체프레임에 설치되고, 물이 담수되는 제2탱크; 상기 본체프레임에 설치되고, 유리섬유 파우더가 수납되는 제2호퍼; 상기 제1호퍼로부터 공급되는 상기 골재와, 상기 제2호퍼로부터 공급되는 상기 유리섬유 파우더를 상기 배출호퍼측으로 안내하는 벨트컨베이어; 상기 본체프레임에 회전 가능하게 설치되고, 상기벨트컨베이어에 의해 제공되는 상기 골재 및 상기 유리섬유 파우더와, 상기 라텍스계 복합식 도막형 조성물 및 상기 물을 혼합하면서 차량 외측으로 토출시키는 배출호퍼; 및 상기 골재, 상기 라텍스계 복합식 도막형 조성물, 상기 물 및 상기 유리섬유 파우더를 설정된 비율로 일정하게 공급하도록 상기 제1호퍼, 상기 제2호퍼, 상기 제1탱크 및 상기 제2탱크의 개방여부 및 개방정도를 조절하는 제어부를 포함 하는 것을 특징으로 한다.

또한, 장비의 상기 배출호퍼에는, 상기 배출호퍼를 따라 배출되는 조성물을 혼합시키며 배출시키는 교반부와, 보수작업이 완료된 후에 상기 배출호퍼를 상기 본체프레임 상측으로 회전시켜 수납되게 하는 수납부가 설치되는 것을특징으로 한다.

또한, 상기 교반부는, 상기 배출호퍼에 설치되는 교반모터; 상기 교반모터의 동력에 의해 회전되며 보수재 조성물을 혼합시키도록 배출호퍼에 설치되는 스크루; 및 상기 교반모터의 출력축과 상기 스크루의 회전축을 연결하는 벨트부재를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 수납부는, 상기 배출호퍼로부터 상기 제2호퍼를 지나 상기 본체프레임 측으로 연장되는 승강와이어; 상기 본체프레임에 설치되고 상기 승강와이어가 권취되는 권취드럼; 및 상기 권취드럼에 동력을 제공하여 상기 승강와이어를 당기도록 상기 권취드럼을 회전시키는 권취모터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(a) 본체프레임에 설치되는 제1호퍼에 골재를 수납하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제1탱크에 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물을 담수하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제2탱크에 물

을 담수하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제2호퍼에 유리섬유 파우더를 수납하는 단계; (b) 상기 본체프레임을 이송용 차량에 연결하여 현장으로 이동하는 단계; (c) 상기 제1호퍼, 상기 제2호퍼, 상기 제1탱크 및 상기 제2탱크에 개방신호를 송신하여 상기 골재, 상기 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물, 상기 물 및 상기 유리섬유 파우더를 설정된 비율로 공급하며 혼합하여 배출시키는 단계; 및 (d) 콘크리트와 아스팔트 표면에 도포된 보수재를 경화시키는 단계를 포함하고, 상기 (c)단계는, 상기 골재 100중량부에 하여 상기 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물 1~50 중량부, 상기 물 1~20중량부 및 상기 유리섬유 파우더 0.1~10중량부를 포함하여 이루어지는 조성물을 배출시켜 이루어지는 것을 특징으로 한다.

4.5 장비개발 효과

장비 개발에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법은, 차량의 후방에 거치되어 이동되는 본체프레임에 다양한 형태의 보수재 조성물을 각각 개별적으로 수납할 수 있고, 보수재의 시공이 이루어지는 현장에서 복수 개의 조성물이 일정한 비율을 유지하며 혼합되면서 제공되므로 보수재 시공을 간편하게 행할 수 있는 이점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법은, 조적으로 일반 시멘트 모르타르와 비교하여도 부착강도가 2.2N/mm^2 이상으로 상당히 안정적이며, 시공이 되었을 때에도 탈락이나 균열이 발생하지 않으며 변형이 발생하지 않아 내구성과 현장 적용성이 뛰어난 이점이 있다.

또한, 장비개발에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법은, 콘크리트 도로 파손구간에도 적용이 가능하므로 특성상 빠르고 안전한 시공이 필요한 고속도로 시공에서, 기존 콘크리트 및 아스팔트를 걷어내고 새로 설치하는 보수의 한계를 넘어 사회적 경제적인 효과가 기되는 이점이 있다.

콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법은, 조성물의 특성상 콘크리트 보수뿐만 아닌 아스팔트와의 부착강도 또한 높아 보도 및 자전거도로 등에도 사용이 가능하고, 무절삭 무다짐 표면보수로 폐기물 발생이 없으며 물과 혼합 상온 시공하는 저탄소 친환경 경 표면 보수공법으로 미끄럼 저항성능 우수, 표면에서 방수성능의 보강 및 미끄럼저항성 회복을 위한 박층 포장 시공이 가능해지는 이점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법은, 열화 및 파손된 콘크리트 표면과의 접착 성능 및 방수 성능 보강 후 마모충 적층 시공 가능. 라텍스 첨가로 동결융해 및 염화칼슘을 근본적으로 차단하는 효과가 있고, 기존 파손된 표면과 일체화 보수로 신설과 같은 미관 개선 효과가 나타나는 이점이 있다.

4.6 장비 개발 도면 및 도면에 대한 설명

도 1은 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치가 도시된 구성도이다.

도 2는 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 의 배출호퍼가 도시된 사시도이다.

도 3은 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치가 도시된 블록이다.

- 도면 상세 설명

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법의 일 실시예를 설명한다.

이러한 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치가 도시된 구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른

콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치의 배출호퍼가 도시된 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치가 도시된 블록이다.

도 1 내지 도 3을 참조하면, 콘크리트 와 아스팔트 표면균열 보수장치는, 차량에 연결되어 이송되도록 연결 및 바퀴를 구비하는 본체프레임, 본체프레임에 설치되고, 골재가 수납되는 제1호퍼와, 본체프레임에 설치되고, 자체 유연성 라텍스계 복합식 도막형 조성물이 담수되는 제1탱크와, 본체프레임에 설치되고, 물이 담수되는 제2탱크와, 본체프레임에 설치되고, 유리섬유 파우더가 수납되는 제2호퍼와, 제1호퍼로부터 공급되는 골재와, 제2호퍼로부터 공급되는 유리섬유 파우더를 상기 배출호퍼 측으로 안내하는 벨트컨베이어와, 본체프레임에 회전 가능하게 설치되고,

벨트컨베이어에 의해 제공되는 골재 및 유리섬유 파우더와, 라텍스계 복합식 도막형 조성물 및 물을 혼합하면서 차량 외측으로 토출시키는 배출호퍼와, 골재, 라텍스계 복합식 도막형 조성물, 물 및 유리섬유 파우더를 설정된 비율로 일정하게 공급하도록 제1호퍼, 제2호퍼, 제1탱크 및 제2탱크의 개방여부 및 개방정도를 조절하는 제어부를 포함한다.

트럭이나 형 작업 차량의 후방에 연결하여 이송할 수 있도록 본체프레임의 전단부에는 연결가 구비되고, 복수 개의 바퀴가 구비되어 차량의 동력에 의해 이동될 수 있으며, 별도의 구동부가 설치되어 주행을 행하거나 제어작업에 요구되는 유압을 제공할 수 있게 된다.

본 실시예의 보수재는, 골재, 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물, 물 및 유리섬유 파우더를 포함하여 이루어지므로 각각의 조성물을 개별적으로 수납할 수 있도록 제1호퍼, 제2호퍼, 제1탱크 및 제2탱크가 본체프레임에 설치된다.

제1호퍼 및 제2호퍼는 토출구가 서로 인접하게 배치되도록 청되게 설치되고, 제1호퍼 및 제2호퍼의 토출구 하부에는 제1호퍼 및 제2호퍼에서 배출되는 골재 및 유리섬유 파우더를 배출호퍼 측으로 이동시키는 벨트컨베이어가 설치된다.

제1호퍼의 토출구에는 측 방향으로 슬라이딩 가능하게 개폐패널이 설치되어 제1호퍼의 개방여부 및 개방정도를 조절하게 되고, 개폐패널은, 개폐실린더의 구동에 의해 제1호퍼 의 내측 또는 외측으로 슬라이딩되면서 제1호퍼로부터 배출되는 골재의 양을 조절하게 된다.

제1호퍼의 바닥면에는 토출구 측으로 경사지게 형성되는 경사면이 구비되고, 경사면의 외벽에는 진동을 제공하는 바이브레이터로 이루어지는 진동부가 설치되므로 개폐실린더의 구동에 의해 개폐패널이 제1 호퍼 외측으로 슬라이딩되어 개방되면 진동부에 전원이 인가되어 제1호퍼에 진동을 제공하게 된다.

따라서 제1호퍼에 수납되어 경사면에 누적된 골재가 토출구측으로 이동되어 원활하게 배출된다. 제2호퍼의 토출구에는 배출밸브가 설치되고, 제어부로부터 송신되는 제어신호에 따라 배출밸브의 개방여부 및 개방정도가 조절되어 유리섬유 파우더의 공급량이 조절된다.

제1탱크 및 제2탱크에는 제1공급관 및 제2공급관이 설치되어 배출호퍼 측으로 연장되고, 제1공급관 및 제2공급관에는 각각 제1공급밸브 및 제2공급밸브가 설치되며, 제1공급관 및 제2공급관 에는 각각 펌프가 설치되어 유체의 조성물을 배출호퍼측 으로 원활하게 공급할 수 있게 된다.

배출호퍼에는, 배출호퍼를 따라 배출되는 조성물을 혼합시키며 배출시키는 교반부와, 보수작업이 완료된 후에 배출호퍼를 본체프레임 상측으로 회전시켜 수납되게 하는 수납부가 설치된다.

따라서 벨트컨베이어를 따라 공급되는 골재 및 유리섬유 파우더와, 제1공급관 및 제2공급관을 따라 공급되는 물 및 자체 유연성 유지라텍스계 복합식 도막형 조성물은 배출호퍼를 통과하면서 교반부의 작동에 의해 혼합되어 도로면에 포설된다.

본 실시예의 교반부는, 배출호퍼에 설치되는 교반모터와, 교반모터의 동력에 의해 회전되며 보수재 조성물을 혼합시키도록 배출호퍼에 설치되는 스크루와, 교반모터의 출력축과 스크루의 회전축을 연결하는 벨트부재를 포함한다.

제어부로부터 송신되는 구동신호에 의해 교반모터에 전원이 인가되면 교반모터의 출력축에 설치되는 풀리가 회전되면서 교반모터의 동력이 벨트부재에 의해 스크루에 전달되고, 스크루가 회전되면서 본 실시예의 보수재를 배출호퍼 외측으로 혼합시키면서 배출시키게 된다.

또한, 교반모터는, 개구된 배출호퍼의 상면 일부분에 구비 되는 지지패널에 설치되어 배출호퍼 내측에 설치되는 스크루와 벨트부재에 의해 연결되고, 배출호퍼의 내측 단부 상단에는 배출호퍼 내측으

로 경사지게 배치되는 차단패널이 구비되므로 배출호퍼로 투입되는 골재가 스크루의 회전축, 교반모터 또는 벨트부재에 충돌되는 것을 방지하게 된다.

본 실시예는, 교반부의 작동에 의해 시공 현장에서 조성물이 혼합되면서 배출되므로 보수재를 혼합하는 별도의 공정을 행하지 않게 되므로 표면보수재 시공이 간편해지는 효과가 나타나게 되고, 표면보수재에 포함되는 조성물에 의해 보수재가 경화되기 전에 혼합된 보수재를 시공해야 하는 문제점을 해결할 수 있게 된다.

상기한 바와 같은 보수재 타설이 완료되면 수납부를 구동시켜 배출호퍼를 본체프레임 상측으로 접철시킨 후에 연결를 차량에 연결하여 본 실시예의 보수장치를 이동시킬 수 있게 된다.

또한, 본 실시예의 수납부는, 배출호퍼로부터 제2호퍼를 지나 본체프레임 측으로 연장되는 승강와이어와, 본체프레임에 설치되고 승강와이어가 권취되는 권취드럼과, 권취드럼에 동력을 제공하여 승강와이어를 당기도록 권취드럼을 회전시키는 권취모터를 포함한다.

표면 보수재의 시공이 완료되면 작업자는 입력부를 조작하여 제어부에 수납신호를 송신하고, 제어부로부터 송신되는 구동신호에 따라 권취모터가 구동되면 권취드럼이 회전되면서 승강와이어를 당기게 되므로 본체프레임의 후단부에 회전 가능하게 설치되는 배출호퍼의 외측 단부를 상측으로 당기면서 회전시키게 된다.

배출호퍼가 제2호퍼에 인접하거나 맞닿도록 회전되면 권취모터의 구동이 정지되고, 권취드럼이 역방향을 회전되면서 승강와이어가 풀리는 것을 방지하도록 권취드럼을 구속하는 스톱퍼에 의해 배출호퍼가 본체프레임 상측으로 회전된 상태를 유지하게 된다.

상기와 같이 구성된 본 발명의 일 실시 예에 따른 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치를 이용하는 표면균열 보수공법을 살펴보면 다음과 같다.

콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치를 이용하는 표면균열 보수공법은, 본체프레임에 설치되는 제1호퍼에 골재를 수납하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제1탱크에 자체 유연성 유지라텍스계 복합식 도막형 조성물을 담수하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제2탱크에 물을 담수하고, 상기 본체프레임에 설치되는 제2호퍼에 유리섬유 파우더를 수납하는 단계와, 본체프레임을 이송용 차량에 연결하여 현장으로 이동하는 단계와, 제1호퍼, 제2호퍼, 제1탱크 및 제2탱크에 개방신호를 송신하여 골재, 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물, 물 및 유리섬유 파우더를 설정된 비율로 공급하며 혼합하여 배출시키는 단계와, 콘크리트와 아스팔트 표면에 도포된 보수재를 경화시키는 단계를 포함한다.

상기한 바와 같이 본 실시예는, 각각의 조성물을 개별 저장공간에 수납하여 본체프레임을 시공 현장으로 이송시키고, 각각의 조성물을 혼합하는공정이 본체프레임 내부에서 이루어지면서 표면 보수재가 배출되므로 보수 공법에 소요되는 시간 및 비용이 절감되는 효과가 나타나게 된다.

본 실시예의 혼합하여 배출시키는 단계는, 골재 100중량부에 하여 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물 1~50중량부, 물 1~20중량부 및 유리섬유 파우더 0.1~10중량부를 포함하여 이루어지는 조성물을 배출시켜 이루어진다.

아스팔트액은 가소성(可塑性)이 풍부하고 방수성·전기절연성·접착성 등이 우수하며 바닥재료로 널리 사용되고 있으며, 예를 들어 AP-5, 침입도60~70의 제품이다.

유화제는 아스팔트액과 고분자 라텍스 등 재료들의 안정된 혼합을 위하여 사용되는 것으로 5중량부 미만은 재료들의 안정된 혼합을 유도하지 못하며 10중량부 초과는 큰 변화가 없다. 유화제는 바람직하게 양이온계로서 지방산 아민계이며 아스팔트 입자를 부유 상태로 유지하고 분해시기를 결정한다. 라텍스(고분자 라텍스)는 탄성 특성이 있으며, 5중량부 미만은 유연성의 효과가 미비하고 20중량부 초과는 과도한 유연성으로 작업성이 좋지 못하다.

올레인산은 5중량부 미만 혼합시 경화 조절이 미비하며 20중량부를 초과하면 과도한 경화로 작업성이 좋지 못하다.

식물성 오일은 식물의 과육과 씨 등에서 추출한 것으로 수분의 침투를 막아주는 등의 기능을 하며 0.1~10중량부의 범위를 벗어나면 수분 침투의 효과가 약하거나 다른 재료와의 조화를 이루지 못하여 품질을 떨어뜨릴 수 있다.

식물성 오일은 유채꽃유, 해바라기유 등으로서 이는 불포화 지방산으로 외부온도 변화에 민감하지

않고 친환경적이며 초기의 점성을 자체적으로 유지해야 하는 표면보수재의 기능을 증시키는 역할을 한다.

박리방지제(액상)는 조성물이 구조물에서 박리되는 것을 막기 위하여 사용되며, 5중량부 미만은 박리 방지 효과가 약하고 30중량부 초과는 박리 방지효과에 큰 차이가 없으며, 아스팔트 포장 분야에서 사용되는 다양한 제품의 사용이가능하다.

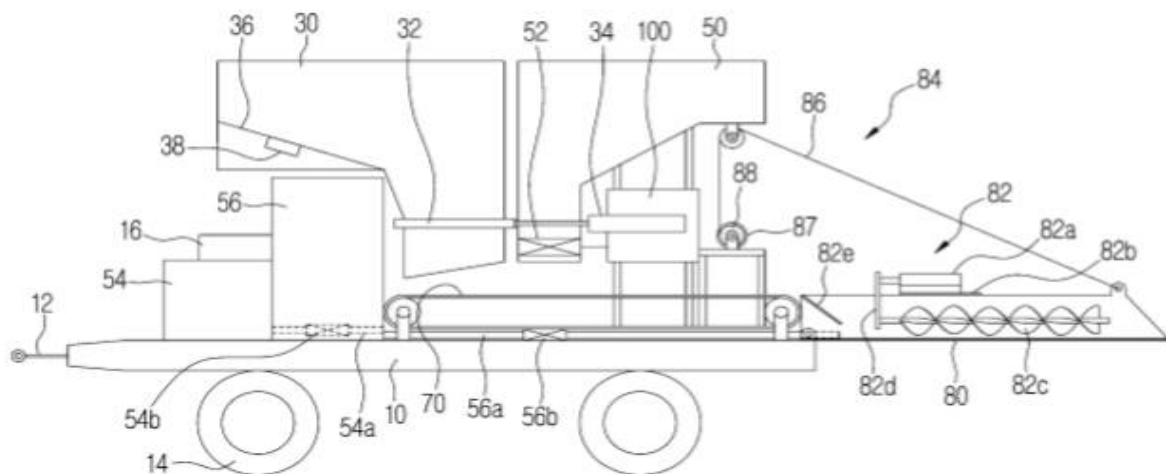
박리방지제는 폴리인산계 액상형 박리방지제로서 아스팔트와 라텍스를 안정화시켜 기존 부착된 표면과의 박리를 방지한다.

산화방지제는 재료들에 생기는 산소의 작용에 의한 산화를 방지하는것이며, 아민류, 페놀류 등의 사용이 가능하고, 3~10중량부는 산화 방지를 위한 최적의 혼합비율이다.

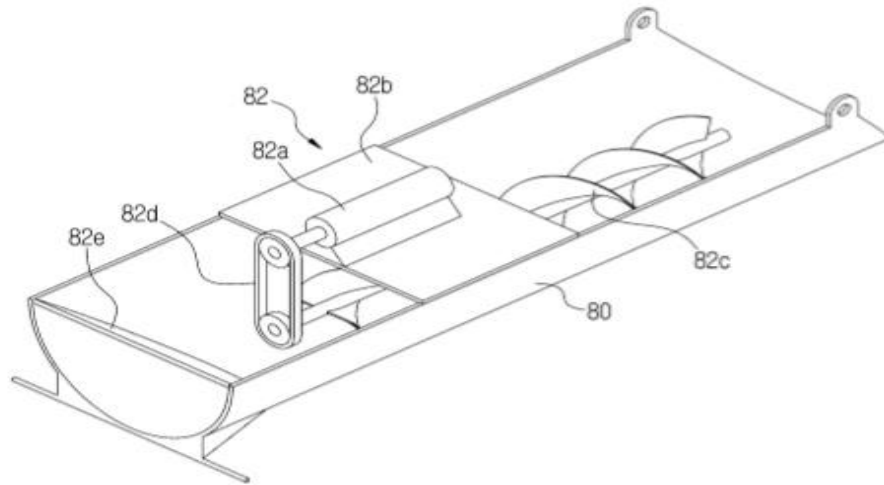
유리섬유 파우더는 고온에 견디고 불연의 특성이 있고 내부식성 과 인장강도가 우수한 특성이 있으며, 예를 들어 5~20 μ m 크기(미세균열과 모세관 공극안에 침투할 수 있는 입도가 가능함), 2중량부 미만은 효과를 볼 수 없고 15중량부 초과는 라텍스 등 재료의 효과를 떨어뜨린다.

- 부호의 설명

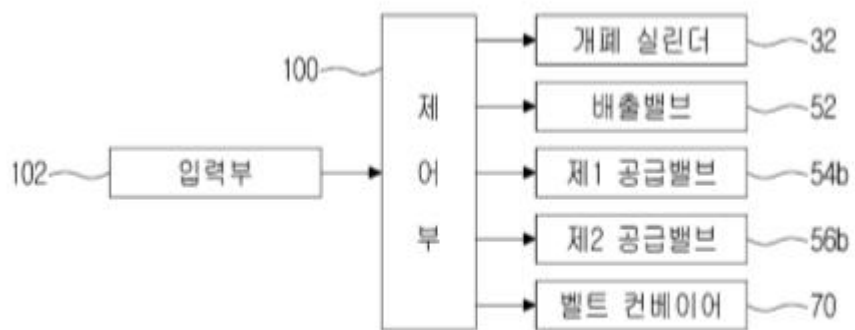
10 : 본체프레임 12 : 연결 14 : 바퀴 16 : 구동부
30 : 제1호퍼 32 : 개폐패널 34 : 개폐실린더 36 : 경사면
38 : 진동부 50 : 제2호퍼 52 : 배출밸브 54 : 제1탱크
54a : 제1공급관 54b : 제1공급밸브 56 : 제2탱크 56a : 제2공급관
56b : 제2공급밸브 70 : 벨트컨베이어 80 : 배출호퍼 82 : 교반부
82a : 교반모터 82b : 지지패널 82c : 스크루 82d : 벨트부재
82e : 차단패널 84 : 수납부 86 : 승강와이어 87 : 권취드럼
88 : 권취모터 100 : 제어부



[그림 3.59] 도면 1 : 구성도



[그림 3.60] 도면2 : 배출호퍼가 도시된 사시도



[그림 3.61] 도면3 : 보수장치가 도시된 블록

4.7 장비개발 과정

○ 혼합 제어 설계 - 정량 혼합 제어 장치

디스플레이 및 컨트롤

□ 운영 요소

- 골재 조절을 위한 스위치
- 물 펌프 스위치
- 자동으로 시간을 셋팅하는 스위치
- 자동으로 폴리머를 조절하는 스위치
- 컨트롤 디스플레이

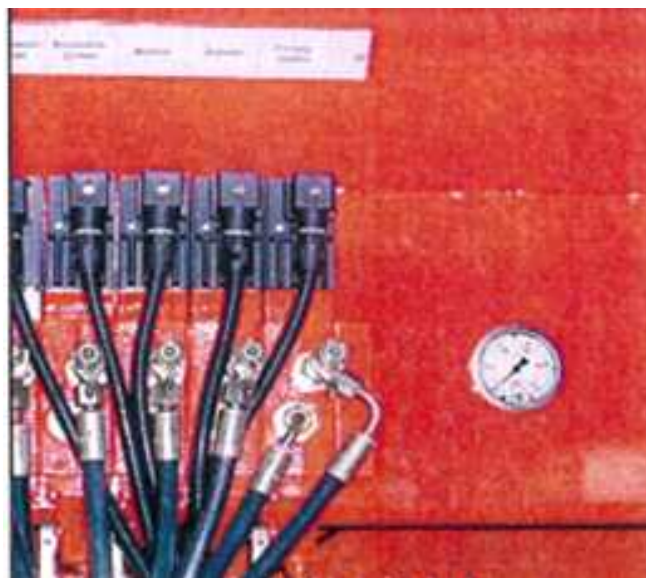
□ 제어 장치

- 속도 설정 골재, 폴리머, 첨가제에 대한 스위치
- 혼합에 대한 스위치
- 물조절 스위치



□ 디스플레이 시스템 압력

이 장치는 우측 엔진실에 위치되고, 유압 장치가 제대로 작동하는지 확인한다.



□ 혼합기 작업패널 스위치 설명

- 전원스위치
- 비상버튼
- Button 컨트롤 ON/OFF
- 버튼 ON / OFF 혼합
- 스위치 조명 작업
- 버튼 신호
- 혼합방법 선택 :
 1. 믹서 수동 전기
 2. 믹서 수동 레버를 손으로
 3. 자동 믹서



○ 장비 기초 모듈 개발

□ 제어 설명

메인스위치의 제어 전원을 켜다. 디스플레이는 각 구성 요소의 표시 속도로 시작한다.



□ 메뉴 버튼과 원하는 값과 시스템 설정을 입력

- ※ 다음메뉴
- ※ 뒤로 돌아가기
- ※ 단축키 메인 메뉴
- ※ 디스플레이 입력 / 출력 제어를 위한 직접 키
- ※ 입력 모드 전환
- ※ 직접 변수를 증가
- ※ 직접 변수를 감소

	Menü weiter
	Menü zurück
	Direkttaste Hauptmenüs
Help	Direkttaste für Anzeige Ein-/Ausgänge Steuerung
Escape	Eingabemodus umschalten
+	Variable direkt inkrementieren
-	Variable direkt dekrementieren

혼합제어 :

※ 혼합 ON / OFF

※ 디스플레이 입력 / 출력 제어를 위한 단축키

※ 입력모드 확인

※ 메인 화면 사이의 직접 버튼 메인 메뉴 및 스위치 설명 LED :

AUTO 혼합 작업을 분배할 때 녹색 LED가 점등

빨간색은 골재가 적을 때 LED 점등

Beschriftung Funktionstasten:

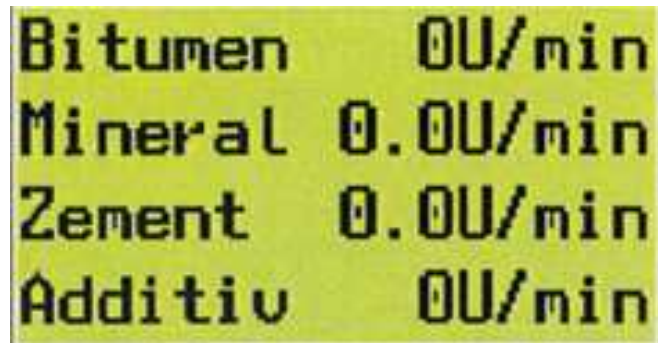
	Mischvorgang EIN/AUS
	Direkttaste für Anzeige Ein-/Ausgänge Steuerung
	Bestätigung im Eingabemodus
	Eingabemodus umschalten
	Direkttaste Hauptmenü und Wechsel zwischen den Haupt- masken

Beschreibung Leuchtdioden:

Auto	grüne Leuchtdiode, leuchtet bei Misch- und Dosierbetrieb
	rote Leuchtdiode bei Mineralman- gel



□ 메뉴 버튼의 기능 설명

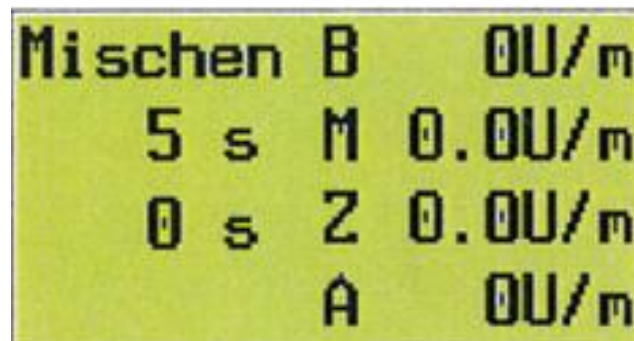


A yellow LCD screen with black text showing dosing rates for four materials. The text is arranged in two columns: material names on the left and their respective rates in OU/min on the right.

Bitumen	00U/min
Mineral	0.00U/min
Zement	0.00U/min
Additiv	00U/min

□ 메인 메뉴1

개별 구성 요소의 현재 속도 표시



A yellow LCD screen with black text showing individual component speeds. The text is arranged in two columns: component names on the left and their respective speeds in OU/m on the right.

Mischen B	00U/m
5 s M	0.00U/m
0 s Z	0.00U/m
A	00U/m

□ 메인 메뉴2

현재 혼합 공정 흐름의 디스플레이

기능선택 스위치인 경우 자동 혼합

기능 제어 설정



A yellow LCD screen with black text showing delay times for Mineral and Bitumen. The text is arranged in two columns: material names on the left and their respective delay times in seconds on the right.

Mineral Aus	Verzögerung
0.0 s	
Bitumen Aus	Verzögerung
0.0 s	

Menü 3
Verzögerung der Dosier
Spritzen Ein:

□ 메인 메뉴3

시작과 끝에 불규칙한 혼합을 막기 위해 각각의 재료를 정확하게 시간으로 제어한다.
골재, 폴리머, 물, 첨가제 등



○ 정량 분배가능 호퍼 장착

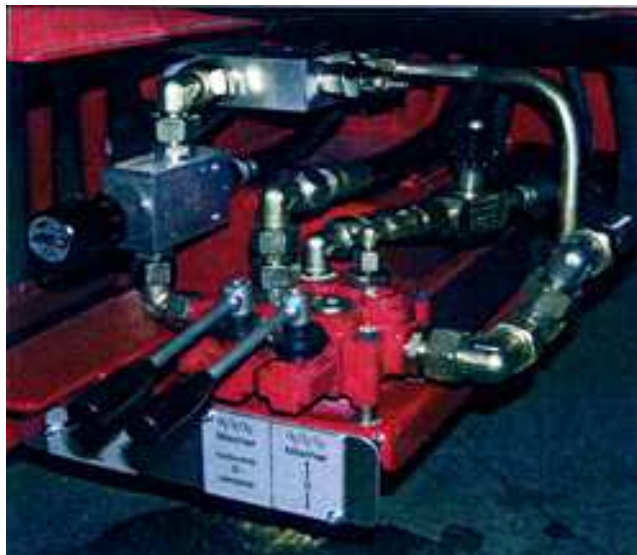
- 작동 유압
- 유압 펌프



- 물 펌프
-정량 펌프



- 믹서 조절



□ 라인 시스템

배관 시스템은 두 개의 펌프 시스템으로 분할한다.

- 유압 펌프, 충전기, 재료들을 순환할 수 있는 시스템

□ 폴리머 탱크에 연결

왼쪽 슬라이드 밸브는 순방향 및 리턴 플로우에 적합한 슬라이드 밸브이다.



□ 살포 장치와 연결

폴리머 펌프 용기의 전방 좌측에 있다.



※ 주의 : 냉각수는 보충시기를 고려하여 보충한다.

□ 폴리머 탱크 온수 히터

바인더의 가열시 슬라이드 밸브, 열 출력이 규제 또는 식별될 수 있다.



□ 엔진 시동 박스 및 모니터링

오른쪽 차체 프레임의 전면에 위치해 있다.



그것은 적절한 작동, 발전기, 오일압력, 엔진 온도와 작동시간에 대한 점화 스위치, 표시 등을 포함한다.

□ 메인전력차단장치



□ 온도계



- 온도계는 폴리머의 현재 온도를 보여준다.
- 최고 온도는 75도씨

□ 조작

시운전 전에 확인한다.

작업을 시작하기 전 다음 설명서를 확인해야한다.

- 엔진오일 레벨을 확인하고 필요한 경우 교체한다.
- 탱크내의 오일 레벨을 확인한다.



□ 정상상태

최대 표시 마크 아래 약 1cm

□ 최소한의 상태

최대 충전 표시 마크 약 2cm 아래



- 육안검사
 - 기계의 모든 부품 외관 검사
 - 모든 부품 및 장비의 육안 검사
 - 모든 유압 부품의 육안 검사
 - 손상에 대한 모든 유압 호스의 육안 검사
 - 기계가 현저한 단점을 가지고 있는지 시각적 점검

- 전용견인트럭은 다음과 같은 점을 유의해야한다.
 - 견인 눈은 항상 같은 높이에 있어야 한다.
 - 견인 눈을 조정하는 단계를 확인해야 한다.
 - 정기적으로 타이어 및 너트를 조사해야 한다.
 - 작동 모드에서 문제가 없는지 확인해야 한다.
 - 혼합 헤드가 고정되는 것이 중요하다.

- 구동시스템
 - 작업현장에서 사람이나 장애물 여부를 확인한다.

- 운전
 - 이상한 소리 및 연기가 발생할 경우 정지 원인을 확인한다.
 - 항상 전원 케이블과 브레이크 호스가 연결되어 있는지 확인한다.

5.매출액 증대

○ 매출액 : 640,583,000원

연번	계약명	계약날짜	금액	발주처	비고
1	마평동 남리대교 일원 차선 확장공사 관급자재	2016/05/10	5,304,000	처인가청	1차년도 측구보수 실적
2	매화초등학교 후문 일원 도막형바닥재 조달구매	2016/06/22	6,825,000	안산시청	
3	수포교 앞 회전교차로 설치공사 관급자재	2016/05/11	6,786,000	처인가청	
4	화도진로 174번길 16 외 20구간 소규모도로포장공사 관급자재 구입	2016/09/20	88,320,000	인천 동구청	1차년도 추가실적
5	관급자재 구입[동백동 자전거도로 정비사업]	2016/10/28	46,350,000	기흥구청	
6	창신송인 도시재생선도지역내 안전안심 골목길 조성공사	2016/12/22	85,604,000	종로구청	
7	관급자재 구입[2017년 흥덕지구 L형 측구 보수공사]	2017/02/14	99,060,000	기흥구청	2차년도 측구보수 실적
8	명지대사거리 일원 측구보수공사	2017/05/12	19,968,000	처인가청	
9	도막형 바닥재 구입[L형 측구 보수공사]	2017/09/28	65,598,000	이천시청	
10	2017년 수지구 관내 L형측구 보수공사	2017/08/08	99,684,000	수지구청	
11	도막형바닥재 구입 [횡단보도 턱 낮춤 및 경계석 보수공사]	2017/09/28	11,387,000	이천시청	
12	평창동계올림픽 성화봉송로 주변환경 정비사업	2017/12/26	12,870,000	처인가청	2차년도 추가실적
13	금학천 교량 후타재 보수공사	2017/11/16	28,329,000	처인가청	
14	도막형바닥재(2017년 소규모 도로보수공사)	2017/10/30	31,200,000	종로구청	
15	상현동 벽산블루밍 아파트 일원 보도환경 개선공사_바닥재	2017/09/28	7,800,000	수지구청	
16	도막형 바닥재 구매(창신송인 안전안심 골목길 조성공사)	2017/10/24	25,498,000	종로구청	
합 계			640,583,000	원	

6. 고용 창출

○ 고용 창출 효과 : 200% 달성(3인→9인)



출력일시 : 2018.04.02 12:11

4대 사회보험

사업장 가입자 명부

발급번호	20180402282692	발급일시	2018-04-02 12:08	사업장 관리번호	56986000650
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험	
사업자등록번호	569-86-00065	569-86-00065	569-86-00065	569-86-00065	
사업장 명칭	주식회사 엔페이브	주식회사 엔페이브	주식회사 엔페이브	주식회사엔페이브	

■ 가입 내역(발급일자 현재기준)

1 / 2

연번	주민(외국인) 등 록 번 호	성명	자 격 취 득 일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	460220-1*****	배재환	미가입	2016.01.04	2016.01.04	2016.01.04
2	630912-1*****	박창영	2018.01.16	2018.01.16	2018.01.16	2018.01.16
3	760126-2*****	안예리	2016.06.15	2016.06.15	2016.06.15	2016.06.15
4	771227-1*****	임수원	2018.02.01	2018.02.01	2018.02.01	2018.02.01
5	780819-1*****	배지웅	2015.07.01	2015.07.01	미가입	미가입
6	781214-2*****	권태향	2015.07.01	2015.07.01	미가입	미가입
7	800506-1*****	김용기	2018.01.02	2018.01.02	2018.01.02	2018.01.02
8	851009-1*****	정한글	2017.11.01	2017.11.01	2017.11.01	2017.11.01
9	920430-1*****	최승혁	2017.10.09	2017.10.09	2017.10.09	2017.10.09



▷ 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계받아 제공하는 것이며, 발급사실 여부는 발급일로부터 90일까지 4대사회보험 포털사이트(www.4insure.or.kr)의 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.

[그림 3.62] 4대보험 가입자 명부

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

1.1 연구개발 목표

가. 최종 목표

○ 기존 측구콘크리트 표면 위에 얇은 두께로 보수가 가능한 재료와 이를 시공할 수 있는 전용장비 개발

나. 당해 연도 연구개발 목표 및 결과

구분(연도)	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
1차 연도 (2016)	측구 콘크리트 표면보수용 공법 개발	라텍스계 폴리머 혼합물 개발	표면보수재 1차 개발 후 물성시험	성과기준표상 수치달성 조달청 시험기준 합격
		측구보수 전용장비 설계 및 제작	국외 전문기관과 설계 및 혼합기 제작후 구입	2017년 2월 11일 전용장비 1차분 완성
2차 연도 (2017)	측구 콘크리트 표면보수용 장비 개발	라텍스계 폴리머 혼합물 개발 완료	표면보수재 최종 물성시험 합격	성과기준표상 수치달성 조달청 시험기준 합격
		측구보수 전용장비 제작 완료	전용견인장비 제작후 구입	2018년 1월 16일 전용장비 2차분 완성

1.2. 연구 범위 및 연구 수행 방법

연구 범위	연구 수행 방법(이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
측구표면보수재 재료개발 전용시공장비개발	조달청 도막형바닥재 시험기준과 성과점검기준표에 부합하도록 연구 수행	조달청 시험기준 합격(2016.12.28.) 전용시공장비 1차분 제작 완료 2차분 제작 완료

1.3. 연구개발 목표의 달성도 및 자체 평가

가. 연구개발성과 및 평가 방법

○ 성과점검 기준표

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준				해당 기준	달성여부				
					질적 성과지표		목표치	달성치						
	A	라텍스 폴리머 혼합물 개발	A-1	라텍스계 폴리머 혼합물 바인더 개발	①	세이볼트퓨물(25℃) 점도	20~100	51	엔페이브	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 1건 시작품 : 1건 SW : 1건				
					②	저장안정도, 24시간, %	1이하	0.5이하						
					③	신도, (25℃), cm	40이상	40이상						
			A-2	라텍스계 폴리머 혼합물 배합 설계 및 물성 평가	①	안정도(25℃),N	2,500 이상	12,800						
					②	골재 활용률, %	75 이상	75% 이상						
			A-3	현장 적용성 검증	①	조기 교통개방	1시간내 교통 개방	20분내 교통 개방						
			B	측구보수 및 경계석보수용 전용장비 개발	B-1	시공장비 구조 및 시스템 설계	①	구동 및 부속 탑재 설비 설계			장비 구동 및 기본 프레임 설계	제작완료	엔페이브	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 1건 시작품 : 1건 SW : 1건 건 설기계 등록 1건
							②	혼합 제어 및 시공 장치 설계			정량 혼합 및 시공 가능			
							③	장비 기초 모듈 개발			설계 반영 시스템 모듈 구축			
	B-2	현장 혼합 및 포설 가능한 제어 시스템 장착 및 개발			①	정량 분배 가능 호퍼 장착	배합설계에 따른 재료 분배	장착 및 구축완료						
					②	혼합 및 시공시스템 구축	배합설계에 따른 재료 혼합							
	B-3	현장 적용성 검증			①	시공성 검증	기존 기술대비 개소당 시공시간 절감여부	건설 기계 등록 신청 완료						
					②	경제성	기존기술대비 15%절감							
					③	시공 부가 장비 장착	골재상차 가능, 면정리 가능							
					④	건설기계 등록	건설기계 등록							
	C	시공 시방서 및 품질 기준 마련	C-1	L형 측구 경계석보수용 혼합물의 품질관리방안	①	라텍스계 폴리머 혼합물 물리적 품질 기준	KS F 2369 및 1시간내 교통개방	20분내 개방완료	엔페이브	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 1건 시작품 : 1건				
					②	혼합물 물리적 품질 기준	KS F 2369 및 1시간내 교통개방							

			C-2	장비를 활용한 L형 측구 경계석 보수 공법 시방서	①	시공 및 장비 운용 방안	시방서 1건	작성완료	건 SW : 건
			C-3	시험시공 구간 모니터링	①	코어 공시체 안정도(25℃),N	2,500 이상	기준달성	
					②	균열 및 파손 분석	균열 및 파손률 10% 이하		
계									특허 : 출원 2건 등록 1건 논문 : 1건 시제품 : 1건 SW : 1건 건설기계 등록 1건

나. 해당 연도 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분		목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI	-		
	비SCI	-		
	계	-		
국내 논문 게재	SCI	-		
	비SCI	1	100	
	계	-		
특허 출원	국내	2	100	
	국외	-		
	계	-		
특허 등록	국내	1	100	2018년 8월 등록
	국외	-		
	계	-		
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	설계도	100	
	연구시설·장비	설계 및 제작	100	
	기술요약정보	-		
	생명자원	생명정보	-	
		생물자원	-	
		신품종	-	
	소프트웨어	-		
	화학물	-		
기타	시제품	라텍스계 폴리머 혼합물 시제품 제작	100	

구분		목표	달성도(%)	비고
기타	성과 홍보	국내전시회참가	100	
	일자리 창출	기존 상시근로자 3인에서 9인으로 채용 확대	200	
	L형측구보수 현장설치도 나라장터 등록	L형측구보수 현장설치도 나라장터 등록	100	
	시공실적	시공실적	100	
	수출 유망 중소기업 선정	수출 유망 중소기업 선정	100	
	하노이 엑스포 건설자재 전시관 참가	하노이 엑스포 건설자재 전시관 참가	100	
	G-FAIR KOREA 경기도 우수상품 전시관 참가	G-FAIR KOREA 경기도 우수상품 전시관 참가	100	
	조달청 도로포장보수 물성 시험 합격	조달청 도로포장보수 물성 시험 합격	100	
	벤처기업 인증 획득	벤처기업 인증 획득	100	
	ISO 품질 경영 인증	ISO 품질 경영 인증	100	
	도막형 바닥재 품질 시험 통과	도막형 바닥재 품질 시험 통과	100	
	제품 카다록 제작	제품 카다록 제작	100	
관공서 납품	관공서 납품	100		

관 인 생 략
출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2017.12.11

특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)

출 원 번 호 10-2017-0169692 (접수번호 1-1-2017-1233037-01)

출 원 인 명 칭 주식회사 엔페이브(1-2015-057938-4)

대 리 인 성 명 특허법인 두성(9-2015-100121-0)

발 명 자 성 명 배지웅

발 명 의 명 칭 자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물 및 이를 이용한 콘크리트와 아스팔트 표면 보수 공법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원 번호를 통해 확인하실 수 있습니다.

2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.

※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호

3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.

※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식

4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.

5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.

※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드

※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내

※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.

※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000

7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

발급일자 : 20171208

1/3

관 인 생 학

출원번호통지서

출원일자 2017.12.22
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2017-0178530 (접수번호 1-1-2017-1284593-48)
출원인명칭 주식회사 엔페이브(1-2015-057938-4)
대리인성명 특허법인 두성(9-2015-100121-0)
발명자성명 배지웅
발명의명칭 콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허담당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 출원서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

연구개발의 최종 목표

구분	내용
최종 목표	L형측구 시공장비제작 완성과 장비시험시공을 통한 혼합물 물성 시험 최종 통과
세부 목표	장비시험시공후 물성 테스트와 측구보수 시방서 작성 및 품질 기준 확립

2. 관련 분야 기여도

가. 성과물의 활용방안

이상의 기술력을 기초로 하여 국내에서 생산 및 시공이 가능하도록 발전시킨 본 기술은 시공의 편리 및 다양한 칼라 시공의 가능으로 다음과 같은 분야에 응용할 수 있도록 활용도를 향상시킨 것이다.

1) 자전거도로 및 산책로

자전거 도로 및 산책로 특성상 미끄럼 방지 효과와 색상발현 등의 특성에 부합하여야 한다. 또한 기층 콘크리트 부위 파손 방지를 위해 표층은 방수성을 가져야 하는데 라텍스 자체연성유지 폴리머 재료는 색상 발현이 탁월하며 미끄럼 방지 효과까지 겸비하여 자전거 도로보수에도 탁월한 성능을 발현 한다.

2) 신축이음부 후타재표면보수

측구 보수와 마찬가지로 콘크리트 열화부에 사용 가능하다.

3) 콘크리트도로 포장보수

콘크리트 도로의 넓은 부위에 박층으로 시공이 가능하며 그 내구성 또한 기존 보수방식 보다 강하고 접착력이 우수하다.

4) 아스팔트 및 콘크리트 포장도로 균열보수

상온 아스팔트 계열의 재료를 사용하기 때문에 아스팔트와의 접착력 또한 우수하다. 아스팔트 도로의 균열부에 깊숙이 침투하여 균열 보수에도 탁월하다.

나. 기대성과 및 파급효과

1) 과학기술적 측면

라텍스계 폴리머 재료와 전용시공장비의 기술개발로 국내 콘크리트 포장도로의 유지관리공법에 혁신을 가져올 것이다. 기존에 파쇄하고 재포장하던 유지관리기술에서 벗어나 기존면을 최대한 유지할 수 있다는 획기적인 발상이 전 건축 및 토목 기술산업 전반에 파급효과가 매우 클 것으로 본다. 아울러 신설 위주의 기술뿐만 아니라 유지보수 기술에까지 발전할 수 있는 계기로 가져올 것이다.

2) 사회경제적 측면

본 기술개발로 인해 기업의 수익은 작년대비 올해 2배 성장할 것이며, 내수뿐 아니라 수출 판로를 최초로 확보하는 해가 될 것으로 본다. 본 사업을 통해 열악한 제조설비를 보완하고 전용장비 개발에 따른 장비 수출까지도 기대함으로 토목기술산업 전반에 발전을 가져올 것이다.

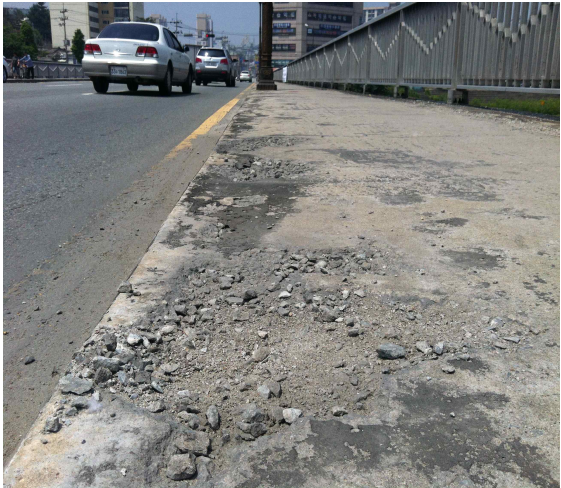
또한 국가적인 차원에서 공용중인 모든 측구 경계석을 완전 재설치하기에 앞서, 측구의 상태를 추적조사하고, 그 결과를 바탕으로 적절한 예산의 편성과 적절한 유지보수 공법을 활용하여 포장의 상태를 적절히 유지하는 것이 중요하다. 이러한 국가적인 유지관리 시스템과 선택적인 유지보수 공법의 차원에서 친환경적이며, 라텍스계 폴리머

를 사용하면서도 전시공장비로 빠른 교통개방이 가능한 본 기술의 가치를 부여할 수 있다. 그러므로 이러한 개념의 유지보수공법은 사회 경제적 측면에서 매우 긍정적이라 할 수 있다.

3) 정책적 측면

청년실업문제와 수출부진으로 국가이미지에 큰 타격을 입고 있는 이때 이공계 전문인력을 도로유지보수 산업에 편입시킬 수 있으며, 신설이 아닌 유지보수로의 산업구조 개편, 아울러 선진국에 역수출할 수 있는 기회가 찾아올 것이다. 이를 통해 대한민국의 국가이미지 역시 보다 기술위주의 친환경으로 변화시킬 수 있으며 그런면에서 파급효과가 크다고 본다

5장. 연구개발성과의 활용계획

	
투수콘크리트 자전거도로 보수	교량 신축이음 후타재 보수
	
보도구간 콘크리트포장 보수	콘크리트 이면도로 포장보수

<그림 5.1 기술 활용 방안>

가) 기술 활용 근거

본 기술은 도로표면유지보수재료에 기본 바탕을 두고 있으며 도로보수용 혼합물 및 시공장비로 활용이 가능하다.

세부적이 전문 기술로는 특허 <상온 시공이 가능한 포장도로의 줄눈 크랙보수재 조성물과 그 제조방법 및 이를 이용한 시공방법>에 대한 것으로 도막형바닥재 조달청 심사기준에 대한 기술에 근거하고 있다.

다음 표는 도막형바닥재 시험항목 이다.

시험항목		단위	시험방법	비고
부착강도	표준양생 후	N/mm ²	KS F 4936	
	온 · 냉반복시험 후			
내마모성		mg	KS F 2813	CS-17, 1000g, 1000회
중금속 (%)	납(Pb)	%	KS M ISO 3856-1	납, 카드뮴, 수은, 6가크롬
	카드뮴(Cd)	%	KS M ISO 3856-4	
	6가크롬(Cr6+)	%	KS M ISO 3856-5	
	수은(Hg)	%	KS M ISO 3856-7	
VOC 함량(%)		%	USEPA Methods 24	
촉진 내후성	겉모양	-	KS F 2274	WS-A, 300시간
	색차	ΔE^{*ab}	KS M ISO 7724-2	촉진내후성 후
미끄럼 저항성		BPN	KS F 2375	습윤시

<표 5.1 도막형바닥재 조달청 심사항목>

시험항목			단위	품질기준	비고
부착 강도	표준양생 후		N/mm ²	1.2 이상	
	온 · 냉반복시험 후				
내마모성			mg	200 이내	
중금속(%)	납(Pb)	상도	%	0.1 이하	
		중도	%	0.1 이하	
		하도	%	0.1 이하	
	카드뮴(Cd)	상도	%	0.1 이하	
		중도	%	0.1 이하	
		하도	%	0.1 이하	
	6가크롬(Cr6+)	상도	%	0.1 이하	
		중도	%	0.1 이하	
		하도	%	0.1 이하	
	수은(Hg)	상도	%	0.1 이하	
		중도	%	0.1 이하	
		하도	%	0.1 이하	
VOC 함량(%)		상도	%	5.0 이하	
		중도	%	5.0 이하	
		하도	%	5.0 이하	
촉진 내후성	겉모양		—	300시간 후 갈라짐 부풀음 떨어짐이 없을 것	
	색차		ΔE*ab	색차 3.0이하	CIELAB
미끄럼 저항성			BPN	40 이상	습윤시

<표 5.2 도막형바닥재 조달청 심사기준>

표 3에서 확인하는 미끄럼 저항성 및 내마모성 등의 기준을 통과하여 기술활용을 전 도로 및 보도에 걸쳐서 활용이 가능 할 것으로 본다.

나) 기술 활용 방안

이상의 기술력을 기초로 하여 국내에서 생산 및 시공이 가능하도록 발전시킨 본 기술은 시공의 편리 및 다양한 칼라 시공의 가능으로 다음과 같은 분야에 적용할 수 있도록 활용도를 향상시킨 것이다.

- ① 자전거도로 및 산책로 : 자전거도로 및 산책로 특성상 미끄럼 방지 효과와 색상발현 등의 특성에 부합하여야 한다. 또한 기층의 콘크리트 부위 파손 방지를 위해 표층은 방수성을 가져야 하는데 라텍스 자체연성유지 폴리머 재료는 색상 발현이 탁월하며 미끄럼방지 효과까지 겸비하여 자전거 도로 보수에도 탁월한 성능을 발현 한다.
- ② 신축이음부 후타재표면보수 : 측구 보수와 마찬가지로 콘크리트 열화부에 사용 가능하다.
- ③ 콘크리트도로 포장보수 : 콘크리트 도로의 넓은 부위에 박층으로 시공이 가능하며 그 내구성 또한 기존 보수방식 보다 강하고 접착력이우수하다.
- ④ 아스팔트 및 콘크리트 포장도로 균열보수 : 상온 아스팔트 계열의 재료를 사용하기 때문에 아스팔트와의 접착력 또한 우수하다. 아스팔트 도로의 균열부에 깊숙이 침투하여

다) 기술 활용 기대 효과

본 기술이 갖는 기술적 효과는 구조적으로 일반 시멘트 모르타르와 비교하여도 부착강도가 2.2N/mm²이상으로 상당히 안정적이며, 박층으로 시공이 되었을 때에도 탈락이나 균열이 발생하지 않으며, 변형이 발생하지 않아 내구성과 현장 적용성이 뛰어난 효과를 가지고 있다.

이 효과를 바탕으로 나아가 고속도로 콘크리트 도로 파손 구간에도 적용이 가능할 것으로 기대된다. 고속도로 특성상 빠르고 안전한 시공이 필요한데 그 시공에 적합한 시공이라고 생각된다.

시공성과 기타 기술의 활용 효과는 다음과 같이 기대된다.

- ① 내구성 - 뛰어난 접착성 및 내염화성
- ② 시공성 - 빠른 교통개방
- ③ 다양한 색상 - 회색, 검은색, 적색, 녹색, 황색 등



콘크리트 포장 부분보수 가능

<그림 5.2. 기술 활용 기대효과>

라) 기술활용 비교

구분	L형측구 라텍스박층포장	L형측구 재설치	L형측구 수지계 코팅
개요 도			
공 법 특 징	• 기존 콘크리트측구 절삭없이 바탕면 청소후 라텍스 침투식 박층포장	• 기존 콘크리트 측구 및 경계 석 철거후 재설치	• 기존 측구 절삭없이 바탕면 청소후 수지계 페인트로 코팅
장 점	• 기존면 절삭 및 폐기물처리가 없기 때문에 경제적이다 • 기존 콘크리트의 파손이 심해도 개질라텍스와 개질구스아스팔트 결합재가 표면에 상온 침투하여 방수층 형성 • 동결융해, 염화칼슘으로부터 강한 내화학성 • 포설후 양생시간 30분으로 교통불편 최소화 • 내구연한 10년이상	• 신설효과 • 구조적 안정성 확보	• 코팅공법으로 시공속도 및 시공성 우수 • 색상발현력 우수
단 점	• 외부온도에 민감해 영상 5℃ 이상에서만 시공가능	• 동절기 동결융해 및 염화칼슘으로 인한 표면열화 재발 우려 • 양생기간 7일동안 보행 및 주차불가로 민원발생 빈번 • 철거에 따른 소음 및 분진으로 민원발생 우려 • 절삭비용 및 폐기물처리비용 발생	• 하부 콘크리트면과 팽창계수 상이로 균열/탈락 재발생 • 차량바퀴 접합시 갈라짐 • 도막두께(0.5~1mm)가 너무 얇아 깊이 패인 부분 시공불가 • 수지계 재료의 특성상 배합비와 외부온도에 따라 내구성 약화
단 가	단위 : m 단가 : 40,000원	단위 : m 단가 : 86,000원	단위 : m 단가 : 60,000원

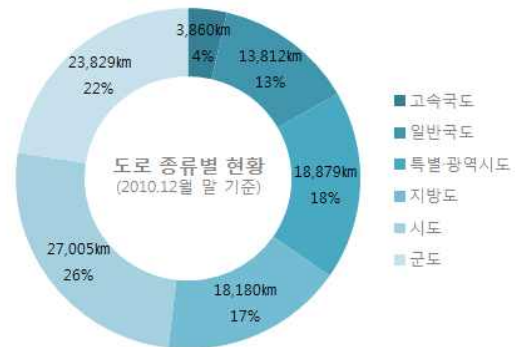
마) 국내외 시장 분석 및 사업화 전망

국내 국내 도로보수 시장은 고속국도가 전체의 4%, 일반국도 및 지방도가 96%로 대부분을 차지한다. 콘크리트 포장을 주로 하는 고속국도는 3,860km로 전체 비중의 4% 규모이며 나머지는 아스팔트 포장인 일반국도 및 광역시·도를 포함한 지방도, 시도, 군도가 차지하고 있다. 고속도로를 제외한 국도와 지방도는 투자대비 보수비 부분이 상당한 실정이다.

3개년 도로 부문 투자 및 보수 현황 ('08~'10) (단위: 억 원)

도로별 구분	'08		'09		'10	
	투자비	보수비	투자비	보수비	투자비	보수비
고속도로	50,706	2,495	55,729	3,322	42,382	3,022
국도외	58,035	7,086	74,492	10,002	71,602	7,966
도/시/군도	85,352	15,924	98,768	11,560	78,468	11,136
TOTAL	194,093	25,505	228,989	24,884	192,452	22,124
보수비중	13.1%		10.9%		11.5%	

SOURCE : 도로백서, 국토해양부, 2011



<도로 종류별 투자비 및 보수현황>

국내에서는 매년 19조원의 도로분야 투자가 이루어지고 있으며 이중 약 11%가 보수를 위한 투자가 이루어지고 있다. 특히 지자체의 포장보수가 상당한 부분을 차지하고 있어 시장규모는 연간 약 5,500억 원 수준으로 추정할 수 있다.

5개년 도로 포장 보수 현황 (2007~2011)

(단위: 억 원)

기관별 구분	2007	2008	2009	2010	2011
정부	908	1,221	998	1,289	1,174
지자체 주※)	3,631	4,885	4,960	4,008	4,695
TOTAL	4,539	6,107	5,958	5,297	5,869
시장규모	보수비 평균 약 24% 수준 ⇒ 연간 약 5,500 억 수준				

주※) 2011 도로백서 국토해양부 실적과 지자체 투자 실적 감안 산정

2011기준 국토해양부 포장 보수 세부내역 (단위: 백만 원)

구분	계	덧씌우기	재포장	소파보수
고속 도로	56,339	9,650	21,507	25,182
일반 국도	61,046	35,905	13,951	11,190
TOTAL	117,385	45,555	35,458	36,372

SOURCE : 도로백서, 국토해양부, 2011

<도로 포장 보수 현황 및 세부내역>

국내외 포장재료의 사용량은 한해 3,500만톤 (한국 아스콘협동조합)에 이르고 파손과 변형 등에 의한 유지보수에 사용되는 금액 또한 3,400억원(국토해양부, 2008년도 유지보수 비용 내역)에 이르고 있다. 직접적인 비용을 제외하고 사회적인 비용인 시공을 위한 교통 정체, 도로파손에 의한 차량사고 등을 더하면 가히 천문학적인 돈이 매년 도로정책에 사용되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 선행되고 있으나, 구조체의 성능 개선과 시공방법의 변화 등의 다각적인 노력이 선행

되지 않으면 앞으로도 유지보수 비용은 매년 증가 할 것이다.

현재 한국도로공사와 서울시, 경기도 각시군은 신설 보다 도로유지보수로 정책 및 예산을 증액하고 있는 현실이다. 선진국으로 접어들수록 더 이상 도로 및 교량을 신설하기보다 기존 시설물을 유지 보수하는데 초점을 맞추기 때문이다. 아울러 차량 대수도 증가하고 체증에 따른 도로파손, 중차량 증가 등 갈수록 도로는 밀리고 파손이 될 수밖에 없다. 그러므로 도로유지보수 시장은 국내 국외를 막론하고 규모가 크게 증가할 것으로 예상된다. 단적인 예로 서울시의 경우 2015년 도로분야 예산을 전년대비 11.7% 증가한 1조 7,580억원 책정했다.

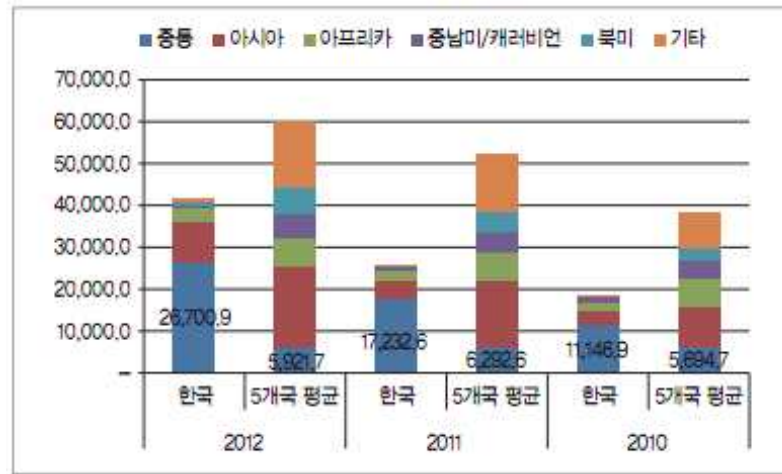
포장재료의 연구개발은 지금껏 소성변형과 균열방지를 위한 골재입도의 변화와 콘크리트 물성개선에 초점을 맞추어 진행되어 왔으며, 시공방법의 개선을 위해 구조적인 개선을 통해 현장에서 시공이 원활하게 이루어 질 수 있도록 하여 교통개방 이후 변형과 파손을 방지하는데 주력해왔다.

최근의 포장 기술개발 경향은 유입된 우수를 신속히 배수시켜 운전자의 쾌적한 주행 성능 확보와 제설재 살포 후 열화가 이루어지지 않아 도시미관을 고려하고 시인성을 확보하는 등 기능적인 측면에 중점을 두고 있는 추세이다. 그러나 아직까지 변형과 파손 및 우수침투에 의한 열화 등의 문제는 근본적인 해결책이 없는 실정으로 이러한 문제 해결을 위한 여러 연구들이 진행되고 있다. 이러한 원인을 해결하기 위한 방안으로 새로운 개념의 포장재료와 포장공법이 미국과 일본 등지에서 연구되고 있으며, 그 중 하나가 라텍스계 폴리머 상온아스팔트를 이용한 콘크리트 보수 방법이다.

따라서 향후 콘크리트 표면보수의 시공물량은 꾸준히 증가할 것으로 생각되며, 본 신청기술의 시장규모도 꾸준히 상승할 것으로 판단된다.

국내 L형 측구 및 경계석의 주요 파손 형태는 열화에 의한 재료 분리, 콘크리트 균열 및 파손등이 있으며 이로 인해 도로포장의 유지관리에 막대한 예산이 소요되고 있다.

라텍스계 폴리머를 이용한 측구 경계석 보수공법은 국내에서는 거의 시도되지 않고 있으며, 일부 표면처리 공법이 시험시공에 사용된 적이 있으나 실제 활용은 미미한 실정이다. 그러나 본 기술이 기존 포장면과의 부착성, 내열화성, 뛰어난 방수성과 짧은 시공기간, 빠른 교통개방성, 경제성 우위 등과 같은 우수한 기능을 갖는 환경친화적인 유지보수공법으로 시장이 점진적으로 활성화 될 것으로 판단된다.



<주요 국가별 도로기술 수출 추이>

- 종합결론

위의 국내외 건설업계 시장상황을 비교분석한 결과, 유지보수시장은 해를 거듭할 수록 성장할 것이라 본다. 향후 이 기술을 사업화해 국내는 물론이고 해외 도로포장 유지보수 시장의 패러다임을 바꿀수 있다고 생각한다. 기존 측구 및 경계석의 콘크리트를 절삭하지 않고 새로운 상온 라텍스계 폴리머 아스팔트재료로 보수가 가능한 것이다. 그것도 기존 것을 파쇄하지 않고 그 위에 덮어씌우는 것만으로 내구성이 유지되는 공법을 개발한 것이다. 천연라텍스와 특수폴리머수지, 특수 첨가제 등을 혼합해 기존 측구위에 5~15mm 두께로 적층시공하고 어떠한 차량이 통과해도 탈락하지 않는 표면균열보수재를 생산하고 또한 이것만을 시공할 수 있는 이동식 일체형 소형장비를 개발해 한국도로공사 및 국토유지관리사무소, 각 시군, 국내와 해외 각국 정부로 유지기관 및 건설 시공회사들에게 기술이전, 판매 및 수출할 것이다.

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

제7장. 연구개발성과의 보안등급

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

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	라텍스계 연성유지 아스팔트를 이용한 표면 균열보수 공법 및 보수장치 개발	(주)엔페 이브		방재학회 학술 발표회		2018.2.28		게재 완료
2	특허	콘크리트와 아스팔트 표면균열 보수장치 및 이를 이용하는 표면균열 보수공법	(주)엔페 이브		국내 특허		2017.12.22		특허 출원
3	특허	자체 유연성 유지 라텍스계 복합식 도막형 조성물 및 이를 이용한 콘크리트와 아스팔트 표면 보수 공법	(주)엔페 이브		국내 특허		2017.12.11		특허 출원

제11장. 기타 사항

□ 신기술 추진 등 향후 기술 발전방향

기업의 최대 목표인 이윤창출을 이루기 위해, 보수 전용 장비를 L형 측구만 국한되지 않고 자전거 도로 및 일반 아스콘 도로, 콘크리트 도로 등에도 사용 가능하도록 장비를 개발할 예정 이며, 재료 또한 쓰기 편하도록 첨가물을 첨가하여 발전시킬 예정이며, 또한 건설신기술로 등록 예정임.

제12장. 참고 문헌

- 1) 도로의 L형 측구 경계석 콘크리트의 보수를 위한 보수재의 조성물 및 시공방법 - 씨엘엠테크(주)
- 2) 표면개질 처리된 천연 섬유를 혼입한 분말형 콘크리트보수 충전용 모르타르 조성물 및 제조방법 - ㈜세라캠
- 3) 보수성 콘크리트 조성물과 이를 이용한 보수성 콘크리트의 제조방법 (Water absorbing type retentive concrete composite materials and it's manufacturing method) - 쌍용양회공업(주)
- 4) 보수/보강용 드라이 콘크리트 조성물과 그 제조방법 및 이를 이용한 보수시공방법 (The composition/Manufacturing/Process and Construction Method of the Dry Concrete for Repairing Concrete) - 한일시멘트 (주)
- (5) 노출콘크리트 구조물 보수보강제(CONCRETE COMPOSITION) - 주식회사 리폼시스템
- 6) 콘크리트 긴급보수제 및 그 제조방법(The compositoin of for concrete sealer) - 김용석
- 7) 초미립자균열보강재, 주입용 노즐 및 이를 이용한 콘크리트균열보수보강공법(Ultra micro powder for repairing crack, nozzle andmethod for repairing concrete crack using the same) - (주)정상 엔지니어링, 주식회사 휴다임건축사사무소
- 8) 버텨매시를 이용한 고강도 보수성 콘크리트 조성물(High strength water absorbing type

retentive concrete composite materials for bottom ash) - 주식회사 기성콘크리트

9) 알카놀아민 첨가제를 이용한 콘크리트 보수보강재료의 조성물(The composition of the AlKanolAmin additive use concrete reinforcement material) - 김흠

10) 친환경 기능성 무기질 균열주입재를 이용한 콘크리트 균열보수공법 및 그 장치(Injection materials with nature-friendly functional inorganic matter for cracks, and its crack repair method and apparatus using the materials thereof) - 인천교통공사, 주식회사 리폼시스템
