

제 출 문

국토해양부장관 귀하

이 보고서를 " 건설교통 창업 R&D 정책·인프라사업에 관한 연구"과제(세부
과제 " 산업부산물(슬래그 및 황목사)을 활용한 (기능성)칼라 반강성 자전거
도로 포장재의 개발 에 관한 연구")의 사업화 기획 보고서로 제출합니다.

2011. 8. 12

주관연구기관명 : (주)두영티앤에스

주관연구책임자 : 조 정 기

연 구 원 : 서 현 석

" : 나 규 원

" : 오 세 창

" : 김 선 미

" : 김 옥 수

위탁연구기관명 : 한국건설생활환경시험연구원

위탁연구책임자 : 이 건 철

보고서 요약서

과제고유번호	R&D/09TR PI-CO54488 -01-0000	해 당 단 계 연 구 기 간	2009.12.30 ~ 2011.8.12	단 계 구 분	(총 단 계)
연 구 사 업 명	중 사 업 명	개발사업			
	세부사업명	건설교통 창업 R&D 정책·인프라사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	산업부산물(슬래그 및 황목사)을 활용한 (기능성) 칼라 반강성 자전거 도로포장재의 개발			
연 구 책 임 자	조 정 기	해당단계 참 여 연구원수	총 : 6 명 내부 : 8 명 외부 : 0 명	해당단계 연 구 비	정부:200,000천원 기업:145,948천원 계 :345,948천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 6 명 내부 : 6 명 외부 : 0 명	총연구비	정부:200,000천원 기업:145,948천원 계 :345,948천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)두영티앤에스 기업부설연구소		참여기업명	(주)파인캠텍	
국제공동연구	상대국명 : 상대국연구기관명 :				
협 동 연 구	연구기관명 :한국건설생활환경시험연구원 연구책임자 :이건철				
요 약				보고서면수	221
기술개발내용은 1차 목표인 기존 도로의 자전거 도로화를 위한 반강성 칼라 바닥 포장재(현재 제반 문제점을 안고 자전거도로 및 바닥포장분야에 사용하고 있는 유기계 소재(에폭시, 우레탄 등) 및 무기계 소재(칼라아스팔트 등 기존 유제타입)를 산업부산물(분말슬래그 등)로 대체(총 중량의 40% 이상) 사용하면서도 친환경적(인체에 무해하고 인화성이 없는) 소재로서 기존 포장체와의 부착성능을 높이고, 소성변화 저항성 및 취성을 강화시킨 친환경적인 유무기 복합소재(칼라 폴리머 시멘트 페이스트)의 대체) 개발과 2차 목표인 신규 자전거 도로용 반강성 칼라 바닥 포장체 (반강성 칼라 포장재(폴리머페이스트)와 공극율 높은 개질아스팔트 또는 단입도 투수 콘과 접목된 내구성 및 강도가 우수한 칼라 바닥 포장체(반침투형, 칼라 폴리머 시멘트 페이스트)) 개발을 주목표로 하며 개발된 칼라 포장체는 저탄소 녹색 성장산업의 일환으로 열섬효과를 낮추어 주고(기존 아스팔트도로대비 약 5~10℃ 저하) 자전거일주도로가 주로 해안을 위주로 형성된 만큼 염해저항성이 우수한 제품개발을 목표로 산업부산물(황목사 및 수제슬래그 미분말 등)을 대체재로 이용하여 기존도로 및 신규 자전거도로 포장용 반강성 칼라바닥재를 추가로 연구하는 사업이다.					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	슬래그, 반강성 도로포장재, 초속경시멘트, 자원재순환, 미끄럼방지재			
	영 어	Slag, Semi-regid pavement, Recycling, Non slip pavement High early hardening Hardening cement,			

요 약 문

I. 제 목

산업부산물(슬래그 및 황목사)을 활용한 (기능성) 칼라 반강성 자전거 도로포장재의 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 녹색환경과 관련한 4대강 살리기-해안 자전거로 관광자원개발사업으로 추진되고 있는 자전거도로의 건설계획 발표와 더불어 그 포장방법에 대해 사회 각 분야에서 관심을 가지게 되었고 정부는 2018년까지 1조 2456억원을 투자하여 총연장 3114km에 달하는 자전거 일주도로를 건설하겠다고 발표하였으며 투자의 효율화를 위해 기존도로는 최대한 활용하고 단절된 구간은 신설하겠다는 방침을 발표한 바 있다. 따라서 자전거네트워크는 단순히 신설되는 신규 자전거도로 뿐만 아니라 기존 도로의 자전거도로로의 변환 및 보완, 그리고 신설구간과의 자연스러운 연결까지 미관을 비롯한 재료적인 특성까지 함께 고려되어야 하며 이에 대응코자 당사는 본 과제를 통해 신규로 적용될 자전거도로용 반강성 포장체와 기존 도로를 용이하게 자전거도로로 변환/보완할 수 있는 칼라박층 박막용 도로포장재를 함께 개발하고 특히 추가로 개발코자 하는 기술은 광범위한 해안도로 네트워크 조성을 감안하여 염해에 강한 특성을 지닌 소재를 개발코자 기획하였다. 자전거도로는 투수 및 배수가 원활히 되어야 하며 탄성체인 자전거바퀴와 접촉되는 표면이 주행에 무리가 없도록 연성이 아닌 반강성 또는 강성이어야 하고 특히 전체적으로는 주행안정성 확보 및 마찰력을 감안해 적절한 취성도 갖추어야 하는만큼 본 개발제품은 유기계소재의 특성인 부착력과 발색력이 뛰어난 색상발현의 장점과 무기계소재의 고강도 장점을 살린 유무기 복합소재로 구성되어 있다. 기존의 콘크리트나 아스팔트 바닥재와 박리현상이 생기지 않는 본 개발제품은 모재와 칼라박층박막이 동일재질로 일체성을 지녀 탁월한 접착력을 보이며 이탈현상이나 크랙이 일어나지 않으며 특허공법 조성물이 속경성으로 단시간(2~3시간)내 포장이 완성되므로 짧은 공사기간과 저렴한 공사비용이 또 다른 경쟁력이라 할 수 있다. 또한 본제품은 타이어와 노면의 정지마찰계수가 콘크리트나 아스팔트도로보다 뛰어나 자전거도로포장에 어울리며 신규포장이나 부분포장이 모두 가능하다. 특히 취성이 매우 강한 칼라 폴리머 시멘트 페이스트 조성물로서 강한 부착강도와 높은 백색도를 지니고 있어 다양한 색상의 소재개발을 가능하게하고 이는 도시와 도로의 공간이 아름답게 연출하고 기존 유기계가 가지고 있던 환경저해 요인을 무기계와 상충시킴으로서 공공환경개선이 가능하다. 또한 본 개발제품은 특별한 메뉴얼이 없어도 노후화된 보수부위에 부분적으로 폴리머 시멘트 페이스트의 소재로 보수가 가능하고 사용기간의 증대를 꾀할 수 있으며 특히 유지보수비절감으로 비용절감과 공공환경개선에 도움을 줄 것으로 판단된다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

주요 연구내용은 기존배합의 개선(마이크로시멘트 등의 고가원료 비중을 줄이고 산업 부산물의 첨가량 증대 및 핵심원료의 조정, 첨가제 물성 개선 및 변경)을 통해 기본적인 물성이 변하지 않으면서 품질이 좋아지는 방향으로 진행하였으며 산업부산물을 치환량을 점차적으로 증대하여 우수한 경제성을 확보하고 재현성 반복시험을 통해 완성도를 높이며 진행되었다. 또한 포장표면의 거친 정도(미끄럼방지 포함)는 규사의 입도 조정을 통해 최적 조건에 접근하였고 무기계결합재 조건별 재료구성을 통해 최적 유기바인더를 선정/조합하였다.

표. 연구개발 목표 및 평가방법

평가항목		목표	평가방법
플로		270mm 이상	시멘트 페이스트의 셀프 플로 측정
응결시간	초 결	30분 이상	시멘트 페이스트의 응결시간 측정
	종 결	60분 이하	
팽창율		0.15% 이하	시멘트 페이스트의 길이변화율 측정
휨 파단 변형률		$10 \times 10^{-3}\%$ 이상	휨 파단 변형률 측정
3시간	휨강도	$3\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	재령 3시간 휨 및 압축강도 측정
	압축강도	$10\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	
1일	휨강도	$6\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	재령 1일 휨 및 압축강도 측정
	압축강도	$12\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	
7일	압축강도	$28\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	재령 7일 휨 및 압축강도 측정
	부착강도	$2.5\text{N}/\text{mm}^2$ 이상	표면피복재의 부착강도 측정
미끄럼 저항성		60BPN 이상	미끄럼 저항성 측정
염화물 이온 침투저항성 (무기바인더(MT) 기준)		800coulombs 이하	염화물 이온 침투 저항성 측정

IV. 연구개발결과

개발 성과물은 수재슬래그 40% 이상 치환하여 아크릴·바인더비 50% 기준으로 반강성 도로포장체, 40% 기준으로 반강성 도로포장재를 개발하였다. 개발하고자 한 목표치는 모두 달성하였으며, 아래 표에 의거 개발 목표치와 개발실적을 나타내었다.

평가 항목			단위	개발기술 목표	실적	
					도로포장재	도로포장체
1. 플 로			mm	270 이상	280	315
2 응 결 시 간	초 결		min	30 이상	43	38
	중 결			60 이하	48	42
칼 라 폴 리 마 페 이 스 트 혼 합 물	3. 팽창율(길이변화율)		%	0.15 이하	0.106	0.125
	4. 휨 파단 변형률		(ε)	10 X 10 ⁻³ 이상	-	41.9X 10 ⁻³
	5. 3시간	휨강도	N/mm ²	3 이상	3.2	3.5
		압축강도		10 이상	13.3	13.3
	6. 1일	휨강도	N/mm ²	6 이상	6.2	6.3
		압축강도		12 이상	18.6	19.2
	7. 7일	압축강도	N/mm ²	28 이상	28.3	29.2
		부착강도	N/mm ²	2.5 이상	2.74	2.51
	8. 미끄럼 저항성		BPN	60 이상	65.5	65.1
	9. 염화물 이온 침투저항성 (무기바인더(MT) 기준)		cou -lombs	800 이하	685	733

표. 연구개발목표의 목표 및 실적

연구목표	성과지표	가중치	목표치	실적	성과물 명칭
반강성 깔라 바닥포장재	시작품	0.1	1건 이상	다수	시제품
	현장적용	0.1	1건 이상	1건	시험시공
	상품화	0.2	1건 이상	1건	제품
반강성 깔라 바닥포장재	시작품	0.1	1건 이상	다수	시제품
	현장적용	0.1	2건 이상	2건	시험시공
	상품화	0.2	1건 이상	1건	제품
반강성 깔라 바닥포장재 및 포장재	매뉴얼	0.1	1건 이상	1건	시방서
	학술지논문	0.1	1건 이상	1건(계획)	학술지논문
합계		1.0	9건	8건	-

* 추가사항; 학술발표 1건(계획)

특허출원 “초속경 폴리머 시멘트 페이스트 조성물 및 이를 이용한
반강성 도로포장 방법”

V. 연구개발결과의 활용계획

본 연구에서 개발될 유무기 복합소재의 특징은 우수한 물적 내구성과 시각적 시인성 등의 특징을 가지고 있는 소재이다. 따라서 기존 투수콘, 투수아스콘, 깔라아스팔트 소재 등을 사용한 자전거 도로를 대체하기 위해 공극율이 높은 개립아스팔트 또는 단입도 투수콘의 충전재로서 산업부산물(슬래그 등)을 유효이용한 폴리마시멘트 페이스트를 사용하고 표면 부식으로 노후화된 기존 소재 사용도로의 표면 처리소재로도 사용함으로써 박리저항성, 균열저항성 등을 향상시키고 표면 처리시에는 규사 등을 이용하여 미끄럼 처리를 할 수 있어서 주행안정성을 확보 할 수 있도록 활용할 계획이다. 또 가격과 품질 및 디자인 경쟁력이 우수한 소재로서 기존 시인성 포장 시장에 대용재로 사용하여 스쿨존, 실버존, 버스전용차선, 공원, 주차장, 재래시장, 관광지의 깔라바닥소재로도 활용이 가능하고 도로소재 이외의 지하주차장, 주유소 등의 에폭시, 우레탄 포장의 단점인 박리, 탈색, 마찰 소음 등의 문제를 제거함과 동시에 염해저항성이 월등히 강한 특성을 가진 깔라바닥소재로서 장기적으로는 재료관련 건축 내/외장재로의 활용도 시도할 예정이다.

S u m m a r y

I . S u b j e c t

Development of (functional) color semi-rigid paving materials for bikeway using industrial by-products (slag and stainless steel slag).

II . Purpose and necessity of research and development

In tandem with the announcement of a bikeway-building program which has been underway as a part of recent green environment-related to Saving 4 Big Rivers- coastal bikeway tourism resources development projects, there has been increasing interest in each sector of society regarding pavement method thereof. Furthermore, government said it will invest 1,245.6 billion won until 2018 in building bicycle-only roads spanning 3,114km across the country and will make the most of the existing roads and newly establish the disconnected sections in order to enhance the efficiency of investment.

Accordingly, bicycle networks need to be considered even for material characteristics including beautiful landscape, ranging from new creation of bikeways, change and supplementation of the existing roads into bikeways to natural connection with newly-built sections thereof. In this regard, we planned to develop both semi-rigid pavements for bikeways to be newly applied through this subject and road paving materials for color folium and thin film that can easily change and supplement the existing roads into bikeways, and to develop materials with characteristics that are resistant to salt damage considering the creation of extensive coastal road networks, especially regarding technology to be further developed.

Bikeway needs to have smooth permeability and drainage. Its surface that comes into contact with elastic bicycle wheels has to be semi-rigid or rigid instead of being soft in order to cause no problem driving. It also needs to have proper brittleness considering driving safety and frictional force, especially in general. Given these facts, our developed product comprises organic-inorganic composite materials having both advantages of excellent adhesiveness and color revelation which are characteristics of organic materials and an advantage of high strength which inorganic materials have.

This product that doesn't cause a delamination phenomenon against the

existing concrete or asphalt flooring shows excellent adhesiveness that is attributed to the same color folium and thin film as materials of asphalt, causing no separation phenomenon and cracks. The composition made by a patented construction method is so rapid-hardening that it makes pavement completed in a short time(2~3 hours), resulting in short construction period and inexpensive construction cost as an another competitiveness.

Also, this product has more excellent coefficient of static friction of a tire and road surface than that of a concrete or an asphalt road, so it is suitable for road pavement for bicycle and is available for both new pavement and partial pavement. In particular, it is a composition of color polymer cement paste with very strong brittleness and has strong bond strength and high brightness, making it possible to develop various colors of materials, resulting in beautiful presentation of space of cities and roads, and public environmental improvement by offsetting environmental hindrance factors which the existing organic series have with inorganic based.

Also, this product can make the deteriorated part partially repaired as polymer cement paste even without a special manual, make usage period increased, and be judged as helping reduce cost and improve public environments, especially by saving maintenance costs.

III. Content and scope of research and development

This research was conducted to leave the basic properties unchanged and make quality better through improvement of the existing combination(decreased portion of high-priced raw materials such as micro cement, etc, increased addition quantity of industrial by-products, adjustment of core raw materials, and improvement and change in properties of additives). It was conducted to secure excellent economical efficiency by increasing the substitution quantity of industrial by-products gradually and to heighten the degree of perfection through the repeated test. Also, it was conducted to approach roughness(including anti-slippage) of pavement surface in optimal condition through the particle size control of silica and to select and combine optimal organic binder through the composition of materials by condition of inorganic binder.

Table: Objectives and evaluation of research and development

Evaluation items		Target	Evaluation Method
Flow		Not less than 270mm	Self flow measurement of cement paste
Setting time	Initial set	Not less than 30 min	Setting time measurement of cement paste
	Final set	Not more than 60 min	
Expansion rate		Not more than 0.15%	Length variation rate measurement of cement paste
Bending rupture strain		Not less than $10 \times 10^{-3}\epsilon$	Bending rupture strain measurement
3 hours	Bending strength	Not less than 3N/mm^2	Bending and compressive strength measurement at 3 hours age
	Compressive strength	Not less than 10N/mm^2	
1 day	Bending strength	Not less than 6N/mm^2	Bending and compressive strength measurement at 1 day age
	Compressive strength	Not less than 12N/mm^2	
7일	Compressive strength	Not less than 28N/mm^2	Bending and compressive strength measurement at 7 days age
	Bond strength	Not less than 2.5N/mm^2	Bond strength measurement of surface covering materials
Skid resistance		Not less than 60BPN	Skid resistance measurement
Resistance to chloride ion penetration(based on inorganic binder(MT))		Not more than 800coulombs	Measurement of resistance to chloride ion penetration

IV. Results of research and development

As a result, substituting not less than granulated slag 40%, semi-rigid road payments were developed based on acrylic-binder ratio 50% and semi-rigid road paving materials based on acrylic-binder ratio 40%. Target values to be developed were all achieved and the target values to be developed and their performances are presented by the following table.

Category		Unit	Target value	Performance		
				surface paving materials	surface pavements	
1. Flow		mm	Not less than 270	280	315	
2. Setting time		min	Not less than 30	43	38	
			Not more than 60	48	42	
Color Polymer Paste Mixture	3. Expansion rate		%	Not more than 0.15	0.106	0.125
	4. Bending rupture strain		(ε)	Not less than 10 X 10 ⁻³	–	41.9X 10 ⁻³
	5. 3 hours	Bending strength	N/mm ²	Not more than 3	3.2	3.5
		Compressive strength		Not more than 10	13.3	13.3
	6. 1 day	Bending strength	N/mm ²	Not more than 6	6.2	6.3
		Compressive strength		Not more than 12	18.6	19.2
	7. 7 days	Compressive strength	N/mm ²	Not more than 28	28.3	29.2
		Bond strength		Not more than 2.5	2.74	2.51
	8. Skid resistance		BPN	Not more than 60	65.5	65.1
	9. Resistance to chloride ion penetration(based on inorganic binder(MT))		coulombs	Not more than 800coulombs	685	733

3. Target value and performance of research and development objectives

Research objectives	Performance indices	Weight	Target value	Performance	Results
Semi-rigid color road surface paving materials	Trial product	0.1	Not less than 1case	Multiple	Prototype
	Field application	0.1	Not less than 1cases	1cases	Experimental construction
	Commercialization	0.2	Not less than 1case	1case	Product
Semi-rigid color road surface pavements	Trial product	0.1	Not less than 1case	Multiple	Prototype
	Field application	0.1	Not less than 2case	2case	Experimental construction
	Commercialization	0.2	Not less than 1case	1case	Product
Semi-rigid color road surface pavements and paving materials	Manual	0.1	Not less than 1case	1case	Specification
	Thesis on a journal	0.1	Not ness than 1case	1case (to be planned)	Thesis on a journal
Total		1.0	9cases	8cases	-

* Remarks: 1 academic presentation (to be planned)

Patent application: "Ultra rapid hardening polymer cement paste composition and semi-rigid road paving method using the same".

V. Application plan on the results of research and development

Organic-inorganic composite material to be developed in this research features superior physical durability and visual visibility, etc.

Therefore, as a filling material of open-graded asphalt with high porosity or aggregate permeable cement concrete in order to substitute bikeways made of the existing permeable cement concrete, permeable asphalt concrete, and color asphalt materials, etc, industrial by-products(slag, etc) are developed as polymer cement paste, which will be used as a surface treatment material of roads made of the existing materials which are deteriorated by surface corrosion, enhancing delamination resistance and cracking resistance, etc. In case of surface treatment, silica, etc will be used to prevent slippage, making it possible to secure driving safety.

Also, as a substitute material in the existing visibility pavement market which

is competitive and superior in price, quality, and design, it can be used as a color road surface material of a school zone, silver zone, bus-only lane, park, parking lot, conventional market, and tourist attractions. Besides a road material, it can remove problems such as delamination, decoloration, and friction noise, etc caused from epoxy and urethane packages of underground parking lots and gas stations, etc and at the same time, it will be used as in(ex)terior materials related to architecture as a color road surface material with very strong salt damage-resistant property in the long term.

TABLE OF CONTENTS

Chapter I Overview	1
Section 1. Objectives	1
Section 2. Needs & Scope	2
Chapter II Current Status of Domestic and Foreign Technology Development	5
Section 1. Current Status of Domestic and Foreign Technology Development	5
1. Current Status of Technology Development in Related Sectors in Domestic Market	5
2. Current Status of Technology Development in Related Sectors in Overseas Market	8
3. Domestic and Overseas Market Size	10
Section 2. Ripple Effects and Use Plan	20
1. Technical Aspect	20
2. Socioeconomic Aspect	22
Chapter III Contents and Results	23
Section 1. Theoretical Approach	23
1. Technical Literature Reviews	23
2. Differentiation Scheme	51
Section 2. Experimental Approach	53
1. Development Goal	53
2. Specific Goal	56
3. Target Development Performance	56
4. Research and experiment plan	58
5. Experiment Overview	59
6. Experiment Materials	59

Section 3. Research	68
1. Experiment method	68
2. Material compounding preliminary experiment	83
Section 4 Semi-rigidity bikeway pavement material	92
1. Determining acrylic resin ratio against mortar	92
2. Determining substitution ratio of extra rapid hardener inorganic binder(MT) and granulated slag	97
3. Semi-rigidity pavement material optimization test	104
4. Semi-rigidity pavement material test result	114
5. Test report	117
6. Test construction	120
Section 5 Semi-rigidity bikeway paving material	121
1. Determining acrylic resin ratio against mortar	121
2. Determining substitution ratio of extra rapid hardener inorganic binder(MT) and granulated slag	126
3. Semi-rigidity paving material optimization test	133
4. Semi-rigidity paving material test result	142
5. Test report	145
6. Test construction	149
 Chapter VI Goal Attainment and Contribution to Related Sectors	151
Section 1. Goals by Year	151
1. Goals	151
Section 2 Goal Attainment	153
1. Contents and Achievements	153
Section 3 Technology Development Contribution to Related Sectors	156
 Chapter V Use of Results	157
Section 1. Needs for Further Studies	157
1. Needs for Further Studies	157

Section 2. Application to Other Studies	157
1. Single component semi-rigidity pavement material development	157
Section 3. Business Promotion Plan	185
1. Establishment of Technology Development Marketing Strategy	185
2. Industrialization of developed technology	185
3. Development of Domestic and Foreign Development Technology Sales Network	188
Chapter VI Reference books	190

Table Contents

Table 1-1.	Paving material supplier
Table 1-2.	Outlook of new bikeway market size
Table 1-3.	Outlook of existing bikeway re-pavement market size
Table 1-4.	Outlook of bikeway market size
Table 1-5.	Outlook of bus lane market size
Table 1-6.	Comparison of major statics relating bike
Table 1-7.	Requiring budget and employment by year
Table 1-8.	4 Rivers Eco bikeways
Table 1-9.	National bikeways
Table 1-10.	Example of Seoul bikeway facility maintenance
Table 1-11.	Seoul bus lanes service area
Table 1-12.	Bus central lanes by line
Table 2-1.	Study and evaluation for preventing redundancy of R&D thesis
Table 2-2.	Comparison of developed technology related to preceding patent survey and major patents
Table 2-3.	Core content of object technology (10-0240140-0000)
Table 2-4.	Color porous concrete road pavement method
Table 2-5.	Core content of object technology (10-0324249-0000)
Table 2-6.	Thin layer pavement method of dense graded porous concrete
Table 2-7.	Core content of object technology (10-0349087)
Table 3-8.	Color As-Con
Table 2-8.	Core technology of object technology (10-0368873-0000)
Table 2-9.	Core technology of object technology (20-0327815) Core content of object technology
Table 2-10.	Functional scrap synthetic resin mortar structure for pavement
Table 2-11.	Core technology of object technology (10-2005-0079917)
Table 2-12.	Color aggregate and color As-Con and its manufacturing method and color asphalt which is constructed using above color aggregate or color As-Con
Table 2-13.	Core technology of object technology (10-0679608)
Table 2-14.	Color aggregate for pavement and color As-Con which uses the color aggregate
Table 2-15.	Core technology of object technology (10-2007-0076766)
Table 2-16.	Color AS-Con which is specially manufactured using asphalt pitch

as a bonding material, its manufacturing method and color asphalt

Table 2-17(10-2007-0081028)

Table 2-18. Manufacturing method of elastic packing material which is mainly made of scrap urethane.

Table 2-19. Core technology of object technology (10-0767840)

Table 2-20. Elastic floor material and construction method for pedestrian and bike way

Table 2-21. Core technology of object technology (10-0830986-0000)

Table 2-22. Porous flex road bikeway paving material and pavement method

Table 3-1. Detail development plan by year

Table 3-2. Target of development technology

Table 3-3. Evaluation of development

Table 3-4. Experiment plan

Table 3-5. Chemical ingredients of extra rapid hardening cement

Table 3-6. Properties of extra rapid hardening cement

Table 3-7. Chemical ingredient comparison of cementitious grout

Table 3-8. Physical property of cementitious grout

Table 3-9. Grain size distribution comparison of cementitious grout

Table 3-10. Chemical property of natural anhydrite

Table 3-11. Property of natural anhydrite

Table 3-12. Physical performance of granulated slag powder

Table 3-13. Physical property of high range water reducing agent

Table 3-14. Physical property of setting retarder

Table 3-15. Physical property of acrylic resin

Table 3-16. Silicon screening test result

Table 3-17. Organic binder feature

Table 3-18. Durability abrasion test regulation

Table 4-1. Acrylic resin mixture comparing to mortar

Table 4-2. Experiment of inorganic binder mortar and granulated slag ratio

Table 4-3. Mixing of inorganic binder mortar and granulated slag ratio

Table 4-4. Semi-rigid paving material optimization experiment plan

Table 4-5. Semi-rigid paving material optimization mixture

Table 4-6. Setting time mixture

Table 5-1. Acrylic resin mixture comparing to binder

Table 5-2. Substitution experiment of inorganic binder and granulated slag

Table 5-3. Substitution mixture of inorganic binder and granulated slag

Table 5-4. Semi-rigid pavements material optimization experiment plan

Table 5-5. Flow property mixture

Table 5-6. Setting time mixture

Table 6-1. Research object and outcomes

Table 6-2. Research objective vs outcomes

Table 6-3. Single component semi-rigid pavements material experiment plan

Table 6-4. Single component semi-rigid pavements material mixture

Table 6-5. Organic binder additive ration and mixture by type

Table 6-6. Type of pigment and mixture by additive ratio

Table 6-7. Single component semi-rigid pavements material optimization
experiment plan

Table 6-8. Single component semi-rigid pavements material mixture

Table 6-9. Setting time mixture

Table 6-10. Fund management and production plan

Figure contents

- Figure 1-1. Overseas application example of semi-rigid pavement
- Figure 1-2. National bikeway plan
- Figure 1-3. SeoulbuslanesandBRTmap
- Figure 1-4. National bikeway plan
- Figure 3-1. Structure of development technology
- Figure 3-2. Sectional conceptual diagram of semi-rigid pavement
- Figure 3-3. Classification of technology subject to evaluation
- Figure 3-4. Overall features of micro cement
- Figure 3-5. Grain size distribution curve of cementitious grout material
- Figure 3-6. Free flow test
- Figure 3-7. Flow test
- Figure 3-8. Setting time measurement
- Figure 3-9. Bending strength measurement
- Figure 3-10. Compression strength measurement
- Figure 3-11. Bonding for tension
- Figure 3-12. Bonding strength measurement
- Figure 3-13. Length change measurement
- Figure 3-14. Abrasion resistance tester
- Figure 3-15. Appearance and part names of British Pendulum Tester(BPT)
- Figure 3-16. Compensation curve of BPN value according to road surface temperature
- Figure 3-17. Diagram of wheel weight test device
- Figure 3-18. Chemical resistance test
- Figure 4-1. Flow measurement result
- Figure 4-2. Flow time measurement result
- Figure 4-3. Setting time measurement result
- Figure 4-4. Compressive strength measurement result
- Figure 4-5. Bending strength measurement result
- Figure 4-6. Bonding strength measurement result
- Figure 4-7. Length change measurement result
- Figure 4-8. Flow measurement result by granulated slag powder substitution ratio
- Figure 4-9. Type A setting time
- Figure 4-10. Type B setting time

Figure 4-11. Type C setting time

Figure 4-12. Compressive strength by granulated slag powder substitution ratio

Figure 4-13. Bending strength granulated slag powder substitution ratio

Figure 4-14. Self flow by additive amount of rapid hardener

Figure 4-15. Self flow by additive amount of retarder

Figure 4-16. Self flow by additive amount of plasticizer

Figure 4-17. Flow time by additive amount of plasticizer

Figure 4-18. Setting time by regulating of admixture

Figure 4-19. Compressive strength measurement result

Figure 4-20. Bending strength measurement result

Figure 4-21. Bonding strength measurement result

Figure 4-22. Appearance comparison after measuring bonding strength by attaching surface

Figure 4-23. Bonding strength measurement result comparison by attaching surface

Figure 4-24. Length variation rate measurement result

Figure 4-25. Sliding resistance measurement result

Figure 4-26. Abrasion resistance measurement result

Figure 4-27. Abrasion resistance measuring process

Figure 4-28. Sliding resistance measuring process

Figure 4-29. Appearance after measuring of wheel weight resistance by bottom plate

Figure 4-30. Appearance after measuring chemical resistance

Figure 4-31. Semi rigid paving material test constructing process

Figure 5-1. Flow measurement result

Figure 5-2. Flow time measurement result

Figure 5-3. Setting time measurement result

Figure 5-4. Compressive strength measurement result

Figure 5-5. Bending strength measurement result

Figure 5-6. Bonding strength measurement result

Figure 5-7. Length change measurement result

Figure 5-8. Flow measurement result granulated slag powder substitution ratio

Figure 5-9. Type A setting time

Figure 5-10. Type B setting time

Figure 5-11. Type C setting time

Figure 5-12. Compressive strength granulated slag powder substitution ratio

Figure 5-13. Bending strength granulated slag powder substitution ratio

Figure 5-14. Flexibility testing process

Figure5-15. Self flow by additive amount of rapid hardener

Figure5-16. Self flow by additive amount of retarder

Figure5-17. Self flow by additive amount of plasticizer

Figure5-18. Flow time by additive amount of plasticizer

Figure 5-19. Setting time by regulating admixture

Figure 5-20. Compressive strength measurement result

Figure 5-21. Bending strength measurement result

Figure 5-22. Bonding strength measurement result

Figure 5-23. Length variation rate measurement result

Figure 5-24. Sliding resistance measurement result

Figure 5-25. Abrasion resistance measurement result

Figure 5-26. Appearance after measuring of wheel weight resistance by bottom plate

Figure 5-27. Appearance after measuring chemical resistance

Figure 5-28. Semi rigid pavements material test constructing (1) process

Figure 5-29. Semi rigid pavements material test constructing (2) process

Figure 6-1. Flexibility test result by water·binder ratio

Figure 6-2. Setting time by water·binder ratio

Figure 6-3. Type A strength measurement result

Figure 6-4. Type B strength measurement result

Figure 6-5. Type C strength measurement result

Figure 6-6. Flexibility test result by organic binder substitution ratio

Figure 6-7. Setting time by organic binder substitution ratio

Figure 6-8. Type A strength measurement result

Figure 6-9. Type B strength measurement result

Figure 6-10. Type C strength measurement result

Figure 6-11. Bonding strength by organic binder substitution ratio

Figure 6-12. Appearance after measuring of bonding strength by organic binder

Figure 6-13. Sliding resistance by organic binder

Figure 6-14. Test body appearance by organic binder

Figure 6-15. Flow measurement result by pigment type and substitution ratio

Figure 6-16. Flow measurement result by pigment type and substitution ratio

Figure 6-17. Compressive strength by pigment type and substitution ratio

Figure 6-18. Bending strength by pigment type and substitution ratio

Figure 6-19. Color manifestation by pigment type

Figure 6-20. Price comparison by pigment type

Figure 6-21. Flexibility measurement result by additive amount of plasticizer

Figure 6-22. Setting time by regulating admixture

Figure 6-23. Compressive strength measurement result

Figure 6-24. Bending strength measurement result

Figure 6-25. Bonding strength measurement result

Figure 6-26. Length variation rate measurement result

Figure 6-27. Abrasion resistance measurement result

Figure 6-28. Sliding resistance measurement result

Figure 6-29. Appearance after measuring of wheel weight resistance by
bottom plate

Figure 6-30. Appearance after measuring chemical resistance

Figure 6-31. Selling (equipment) building system

Figure 6-32. Selling system in overseas(Japan)

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발의 목적	1
제 2 절 연구개발의 필요성 및 범위	2
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	5
제 1 절 국내·외 관련 기술의 현황	5
1. 국내 관련분야에 대한 기술개발의 현황	5
2. 국외 관련분야에 대한 기술개발의 현황	8
3. 국내·외 시장규모	10
제 2 절 파급효과 및 활용방안	20
1. 개발기술의 산업적 파급효과	20
2. 개발기술의 활용방안	22
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	23
제 1 절 이론적 접근방법	23
1. 기술문헌 조사	23
2. 연구개발과제의 차별화 방안	51
제 2 절 실험적 접근방법	53
1. 개발 목표	53
2. 세부 개발 내용	56
3. 목표 개발 성능	56
4. 연구 실험 계획	58
5. 실험 개요	59
6. 실험 재료	59
제 3 절 연구내용	68
1. 실험방법	68
2. 재료조합 예비 실험	83
제 4 절 반강성 자전거도로 포장재	92
1. 모르타르 대비 아크릴 수지비 결정	92

2. 초속경 무기바인더(MT)와 수재슬래그 치환 비율 결정	97
3. 반강성 도로포장재 최적화 시험	104
4. 반강성 도로포장재 시험결과	114
5. 시험성적서	117
6. 시험 시공	120
제 5 절 반강성 자전거도로 포장체	121
1. 바인더 대비 아크릴 수지비 결정	121
2. 초속경 무기바인더(MT)와 수재슬래그 치환 비율 결정	126
3. 반강성 도로포장재 최적화 시험	133
4. 반강성 도로포장재 시험결과	142
5. 시험성적서	145
6. 시험 시공	149
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	151
제 1 절 연도별 연구개발 목표	151
1. 연구개발 목표	151
제 2 절 연구개발목표의 달성도	153
1. 연구수행 내용 및 성과	153
제 3 절 관련분야의 기술발전 기여도	156
제 5 장 연구개발결과의 활용 계획	157
제 1 절 추가연구의 필요성	157
1. 추가연구 필요성	157
제 2 절 타연구에의 응용	157
1. 일액형 반강성 도로포장재 개발	157
제 3 절 기업화 추진방안	185
1. 개발기술의 마케팅 전략 수립	185
2. 개발기술의 기업화	185
3. 개발기술의 국내외 판매망 구축방안	188
제 6 장 참고문헌	190

표 목차

- 표 1-1. 도로포장재 업체
- 표 1-2. 신규 자전거 도로 시장규모 전망
- 표 1-3. 기존 자전거 도로 재포장 시장규모 전망
- 표 1-4. 자전거 전용도로 시장규모 전망
- 표 1-5. 버스전용차로 시장규모 및 전망
- 표 1-6. 자전거 관련 주요 통계 비교
- 표 1-7. 연도별 소요예산 및 고용인원
- 표 1-8. 4대강 생태형 자전거길
- 표 1-9. 전국 자전거 도로 현황
- 표 1-10. 서울시 자전거 도로 이용시설 정비 예
- 표 1-11. 서울시 버스 전용차로 구간
- 표 1-12. 버스 중앙차로 노선별 현황
- 표 2-1. 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토
- 표 2-2. 선행특허 조사관련 대상 개발기술과 주요 특허 간의 비교
- 표 2-3. 대상기술(10-0240140-0000)의 핵심 내용
- 표 2-4. 칼라투수콘크리트도로포장방법
- 표 2-5. 대상기술(10-0324249-0000)의 핵심 내용
- 표 2-6. 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법
- 표 2-7. 대상기술(10-0349087)의 핵심 내용
- 표 3-8. 칼라 아스콘
- 표 2-8. 대상기술(10-0368873-0000)의 핵심내용
- 표 2-9. 대상기술(20-0327815)의 핵심내용
- 표 2-10. 도로 포장용 기능성 폐합성수지 모르타르 구조
- 표 2-11. 대상기술(10-2005-0079917)의 핵심기술
- 표 2-12. 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트
- 표 2-13. 대상기술 (10-0679608)의 핵심기술
- 표 2-14. 도로 포장용 칼라골재 및 그 칼라골재를 이용한 칼라아스콘
- 표 2-15. 대상기술(10-2007-0076766)의 핵심기술
- 표 2-16. 아스팔트피치를 결합제로 하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 칼라아스팔트

- 표 2-17. 대상기술(10-2007-0081028)의 핵심기술
- 표 2-18. 폐우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법
- 표 2-19. 대상기술(10-0767840)의 핵심기술
- 표 2-20. 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법
- 표 2-21. 대상기술 (10-0830986-0000)의 핵심기술
- 표 2-22. 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 및 그 포장방법
- 표 3-1. 연차별 세부 개발 내용
- 표 3-2. 개발기술목표
- 표 3-3. 개발평가내용
- 표 3-4. 실험 계획
- 표 3-5. 초속경 고강도 시멘트 화학 성분
- 표 3-6. 초속경 고강도 시멘트 물성
- 표 3-7. 시멘트계 주입재의 화학성분 비교(단위%)
- 표 3-8. 시멘트계 주입계의 물리적 특성치
- 표 3-9. 시멘트계 그라우트재의 입도분포 비교(단위: 누적%)
- 표 3-10. 천연 무수석고의 화학적 성분
- 표 3-11. 천연 무수석고 물성
- 표 3-12. 수재슬래그 미분말 물리 성능
- 표 3-13. 고성능감수제 물성
- 표 3-14. 지연제 물성
- 표 3-15. 아크릴수지 물성
- 표 3-16. 규사 체가름 시험 결과
- 표 3-17. 유기바인더 특징
- 표 3-18. 내마모성 시험 규정
- 표 3-19. 재료조합 예비 실험 배합사항
- 표 4-1. 모르타르 대비 아크릴 수지 배합사항
- 표 4-2. 무기바인더 모르타르와 수재슬래그 비율 실험사항
- 표 4-3. 무기바인더 모르타르와 수재슬래그 비율 배합사항
- 표 4-4. 반강성 도로포장재 최적화 실험계획
- 표 4-5. 반강성 도로포장재 최적화 배합사항
- 표 4-6. 응결시간 배합사항
- 표 5-1. 바인더 대비 아크릴 수지비 배합사항
- 표 5-2. 무기바인더와 수재슬래그 치환 실험사항

- 표 5-3. 무기바인더와 수재슬래그 치환 배합사항
- 표 5-4. 반강성 도로포장체 최적화 실험계획
- 표 5-5. 유동 특성 배합사항
- 표 5-6. 응결시간 배합사항
- 표 6-1 . 연구목표 및 연구성과
- 표 6-2. 연구목표치 대비 실적치
- 표 6-3. 일액형 반강성 도로포장체 실험계획
- 표 6-4. 일액형 반강성 도로포장체 배합사항
- 표 6-5. 유기바인더 첨가율 및 종류에 따른 배합사항
- 표 6-6. 안료 종류 및 첨가율에 따른 배합사항
- 표 6-7. 일액형 반강성 도로포장체 최적화 실험 계획
- 표 6-8. 일액형 반강성 도로포장체 배합 사항
- 표 6-9. 응결시간 배합사항
- 표 6-10. 자금운용 및 생산계획

그림 목차

- 그림 1-1. 반강성 포장의 국외 적용사례
- 그림 1-2. 전국 자전거 전용 도로 계획
- 그림 1-3. 서울시 중앙버스전용차로 및 BRT 위치도
- 그림 1-4. 전국 자전거 도로 계획
- 그림 3-1. 개발기술의 구조
- 그림 3-2. 반강성 포장의 단면 개념도
- 그림 3-3. 평가대상기술의 분류
- 그림 3-4. 마이크로시멘트의 종합적 특성
- 그림 3-5. 시멘트계 그라우트재의 입도분포 곡선
- 그림 3-6. 프리 플로 시험
- 그림 3-7. 유하 시험
- 그림 3-8. 응결시간 측정
- 그림 3-9. 휨강도 측정
- 그림 3-10. 압축강도 측정
- 그림 3-11. 인장용 어테치 먼트
- 그림 3-12. 부착강도 측정
- 그림 3-13. 길이변화 측정
- 그림 3-14. 내마모 시험기
- 그림 3-15. British Pendulum Tester(BPT)의 외관 및 각 부 명칭
- 그림 3-16. 노면 온도에 따른 BPN값의 보정곡선
- 그림 3-17. 염화이온 침투 저항성 시험
- 그림 3-18. 윤하중 시험 장치 개요도
- 그림 3-19. 내약품성 시험
- 그림 4-1. 플로 측정 결과
- 그림 4-2. 유하시간 측정 결과
- 그림 4-3. 응결시간 측정 결과
- 그림 4-4. 압축강도 측정 결과
- 그림 4-5. 휨강도 측정 결과
- 그림 4-6. 부착강도 측정 결과
- 그림 4-7. 길이변화 측정 결과
- 그림 4-8. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 플로 측정 결과

그림 4-9. Type A 응결시간
 그림 4-10. Type B 응결시간
 그림 4-11. Type C 응결시간
 그림 4-12. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 압축강도
 그림 4-13. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 휨강도
 그림 4-14. 속경제 첨가량에 따른 셀프 플로
 그림 4-15. 지연제 첨가량에 따른 셀프 플로
 그림 4-16. 유동화제 첨가량에 따른 셀프 플로
 그림 4-17. 유동화제 첨가량에 따른 유하시간
 그림 4-18. 혼화제 조절에 따른 응결시간
 그림 4-19. 압축강도 측정 결과
 그림 4-20. 휨강도 측정 결과
 그림 4-21. 부착강도 측정 결과
 그림 4-22. 부착면별 부착강도 측정 후 모습 비교
 그림 4-23. 부착면별 부착강도 측정 결과 비교
 그림 4-24. 길이변화율 측정 결과
 그림 4-25. 미끄럼 저항성 측정 결과
 그림 4-26. 내마모성 측정 결과
 그림 4-27. 내마모 저항성 측정 과정
 그림 4-28. 미끄럼 저항성 측정 과정
 그림 4-29. 밀판별 윤하중저항성 측정 후 모습
 그림 4-30. 내약품성 측정 후 모습
 그림 4-31. 반강성 도로포장재 시험 시공 과정
 그림 5-1. 플로 측정 결과
 그림 5-2. 유하시간 측정 결과
 그림 5-3. 응결시간 측정 결과
 그림 5-4. 압축강도 측정 결과
 그림 5-5. 휨강도 측정 결과
 그림 5-6. 부착강도 측정 결과
 그림 5-7. 길이변화 측정 결과
 그림 5-8. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 플로 측정 결과
 그림 5-9. Type A 응결시간
 그림 5-10. Type B 응결시간

그림 5-11. Type C 응결시간

그림 5-12. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 압축강도

그림 5-13. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 휨강도

그림 5-14. 유동성 확보 시험 과정

그림 5-15. 속경제 첨가량에 따른 셀프 플로

그림 5-16. 지연제 첨가량에 따른 셀프 플로

그림 5-17. 유동화제 첨가량에 따른 셀프 플로

그림 5-18. 유동화제 첨가량에 따른 유하시간

그림 5-19. 혼화제 조절에 따른 응결시간

그림 5-20. 압축강도 측정 결과

그림 5-21. 휨강도 측정 결과

그림 5-22. 부착강도 측정 결과

그림 5-23. 길이변화율 측정 결과

그림 5-24. 미끄럼 저항성 측정 결과

그림 5-25. 내마모성 측정 결과

그림 5-26. 밀판별 윤하중저항성 측정 후 모습

그림 5-27. 내약품성 측정 후 모습

그림 5-28. 반강성 도로포장체 시험 시공(1) 과정

그림 5-29. 반강성 도로포장체 시험 시공(2) 과정

그림 6-1. 물·결합재 비에 따른 유동성 시험 결과

그림 6-2. 물·결합재 비에 따른 응결시간

그림 6-3. 타입 A 강도 측정 결과

그림 6-4. 타입 B 강도 측정 결과

그림 6-5. 타입 C 강도 측정 결과

그림 6-6. 유기바인더 치환율에 따른 유동성 시험 결과

그림 6-7. 유기바인더 치환율에 따른 응결시간

그림 6-8. 타입 A 강도 측정 결과

그림 6-9. 타입 B 강도 측정 결과

그림 6-10. 타입 C 강도 측정 결과

그림 6-11. 유기바인더 치환율에 따른 부착강도

그림 6-12. 유기바인더 종류별 부착강도 측정 후 모습

그림 6-13. 유기바인더 종류별 미끄럼 저항성

그림 6-14. 유기바인더 종류별 시험체 모습

- 그림 6-15. 안료 종류 및 치환율별 플로 측정 결과
- 그림 6-16. 안료 종류 및 치환율별 플로 측정 결과
- 그림 6-17. 안료 종류 및 치환율별 압축강도
- 그림 6-18. 안료 종류 및 치환율별 휨강도
- 그림 6-19. 안료 종류별 색상 발현 상태
- 그림 6-20. 안료 종류별 단가 비교
- 그림 6-21. 유동화제 첨가량에 따른 유동성 측정 결과
- 그림 6-22. 혼화제 조절에 따른 응결시간
- 그림 6-23. 압축강도 측정 결과
- 그림 6-24. 휨강도 측정 결과
- 그림 6-25. 부착강도 측정 결과
- 그림 6-26. 길이변화율 측정 결과
- 그림 6-27. 내마모성 측정 결과
- 그림 6-28. 미끄럼 저항성 측정 결과
- 그림 6-29. 밀판별 윤하중저항성 측정 후 모습
- 그림 6-30. 내약품성 측정 후 모습
- 그림 6-31. 판매(기)구축시스템
- 그림 6-32. 해외(일본) 판매시스템

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

최근 녹색환경과 관련한 4대강 살리기-해안 자전거로 관광자원개발 사업으로 추진되고 있는 자전거도로의 건설계획 발표와 더불어 그 포장방법에 대해 사회 각 분야에서 관심을 가지게 되었다. 정부는 2018년까지 1조 2456억원을 투자하여 총연장 3114km에 달하는 자전거 일주도로를 건설하겠다고 발표하였으며 투자의 효율화를 위해 기존도로는 최대한 활용하고 단절된 구간은 신설하겠다는 방침을 발표한 바 있다. 따라서 자전거 네트워크는 단순히 신설되는 신규 자전거도로 뿐만 아니라 기존 도로의 자전거도로로의 변환 및 보완, 그리고 신설구간과의 자연스러운 연결까지 미관을 비롯한 재료적인 특성까지 함께 고려되어야 한다. 이에 대응코자 본 과제는 신규로 적용될 자전거도로용 반강성 포장체와 기존 도로를 용이하게 자전거도로로 변환/보완할 수 있는 칼라 박층 박막용 도로포장재를 함께 개발하며 특히 추가로 개발코자 하는 기술은 광범위한 해안도로 네트워크 조성을 감안하여 염해에 강한 특성을 지닌 소재를 개발코자 한다. 또한 자전거도로는 투수 및 배수가 원활히 되어야 하며 탄성체인 자전거바퀴와 접촉되는 표면이 주행에 무리가 없도록 연성이 아닌 반강성 또는 강성이어야 하고 특히 전체적으로는 주행안정성 확보 및 마찰력을 감안해 적절한 취성도 갖추어야 한다.

개발하고자 하는 개발제품은 유기계소재의 특성인 부착력과 발색력이 뛰어난 색상발현의 장점과 무기계소재의 고강도 장점을 살린 유무기 복합소재이며, 기존 무기계 소재(투수콘, 투수아스콘 또는 칼라아스콘)보다 안정성이 좋고 내구성이 강하고 내열성이 약한 유기계 소재(에폭시, 우레탄 등)의 약점을 획기적으로 개선할 수 있는 고급포장소재라 할 수 있다. 특히 기존의 콘크리트나 아스팔트 바닥재와 박리현상이 생기지 않는 개발제품은 모재와 칼라 박층 박막이 동일재질로 일체성을 지녀 탁월한 접착력을 보이며 이탈현상이나 크랙이 일어나지 않으며 특허공법 조성물이 숙경성으로 단시간(2~3시간)내 포장이 완성되므로 짧은 공사기간과 저렴한 공사비용이 또 다른 경쟁력이라 할 수 있다. 또한 본제품은 타이어와 노면의 정지마찰계수가 콘크리트나 아스

팔트도로보다 뛰어나 자전거도로포장에 어울리며 신규포장이나 부분포장이 모두 가능하다. 특히 취성이 매우 강한 칼라 폴리머 시멘트 페이스트 조성물로서 강한 부착강도와 높은 백색도를 지니고 있어 다양한 색상의 소재개발을 가능하게하고 다양한 색상을 이용하여 도시와 도로의 공간이 아름답게 연출되는 자전거 도로포장소재 개발과 동시에 기존 유기계가 가지고 있던 환경저해 요인을 무기계와 상충시킴으로서 공공환경개선이 가능한 소재개발을 주목적으로 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성 및 범위

일반적인 자전거 (칼라) 도로포장의 소재는 대체로 주위 환경 및 사용조건(평탄성, 주행성, 미끄럼 방지성, 투/배수 조건 등)에 따라 선택되며 선택되는 소재로는 유기계(에폭시, 우레탄, 고무칩 함유 유기소재 등)포장과 무기계(칼라아스팔트, 돌, 콘크리트, 투수콘, 투수아스콘 등)포장 등으로 구분된다.

최근 많이 사용되고 있는 자전거 도로 소재로 유기계 포장은 색상구현이 다른 자재에 비해 비교적 자유롭고 높은 부착능력 등의 장점이 있어 자전거 도로를 비롯한 공원이나 인도 등에 많이 사용되고 있으나 용제휘발에 의한 환경문제와 긴 작업시간 등으로 인해 공사비가 증가되고 소재 자체가 노후화 되어 기존 소재로는 표면재처리 및 재사용이 불가능한 문제점이 있으며 또한 무기계 소재는 대표적으로 투수콘, 투수아스콘 및 칼라아스팔트 등이 있으나 칼라아스팔트는 수명이 짧고 변색되기 쉽고 기존 아스팔트나 콘크리트의 단점을 보완했다는 칼라 투수콘은 빗물이 스며드는 표면의 흠과 작은 구멍들이 시공된 지 얼마 지나지 않아 이물질과 먼지로 막혀 기능을 상실하고 미관을 해치고 있으며 요즘 한참 유행처럼 번지는 탄성포장재 역시 바닥 면의 이탈 및 탄성이 너무 심해 자전거의 주행을 거꾸로 저해하는 문제가 있다.

어떠한 포장재를 사용하든 포장체는 시간이 경과되면 표면 열화나 마찰 등 여러 가지 요인으로 인해 표면 노후화 및 파손으로 포장을 새롭게 하거나 부분 보수를 하여야 하며 포장된 도로의 경우도 차량(또는 자전거)과 사람의 통행이 지속적으로 이루어지고 있어 보수의 시간과 건설장비의 소음은 곧 공공의 피해로서 감내하여야 한다. 현재 주로 사용되고 있는 대부분의 소재 역시 각기 장점은 있으나 상대적으로 단점도

많아 그 사용에 한계가 있음도 어쩔 수 없는 현실이다. 예를 들어 콘크리트는 강성을 갖고 있는 포장재로서 시공 및 양생기간이 길고 건조수축에 의한 균열이 발생하는 경우가 많고 보행 및 주행 안정성과 분진으로 쾌적성이 떨어지는 단점이 있는 반면 수명이 오래가고 유지보수비용이 적게 드는 장점을 가지고 있으며 아스팔트는 연성이어서 전술한 콘크리트포장보다 시공시간 및 부분보수의 유리한 점은 있지만 소성변형으로 인해 포장수명이 단축되고 그로인해 유지 보수비용이 증가하는 문제점 등이 있다. 따라서 상호 보완적 장점을 가지고 있는 소재개발이 필요하다 하겠다.

본 개발과제는 주로 자전거 도로포장소재 분야에 적용되는 유무기 복합소재 기술로서, 무기질과 유기질의 혼합재료를 사용하여 다양한 색상으로 시공되어지는 고급 자전거 도로포장에 적용되는 기술이다. 이 분야에 과해 오래전부터 기술력 확보를 위해 노력해온 바 있으며 그 결과 본 과제와 연관성이 있는 특허(칼라바닥재용 폴리머시멘트 조성물 및 포장방법)를 작년 1월에 취득하였다. 이러한 기술력을 바탕으로 유무기 계혼합물의 기술 다변화와 시각적 효과를 위한 디자인개발을 동시에 실시하여 확대하면, 즉시 현장적용이 가능하고 공공환경 개선을 할 수 있는 소재를 개발할 수 있을 것이다. 국내·외 관련기술의 현황을 살펴보면 국내의 Acryl Emulsion Polymer는 아크릴산에스테르와 아크릴산의 유화중합에 의한 접착제로 건설자재로 많이 사용하며, 90년대 이후 건설경기 붐과 후방산업의 수요증대로 연간 10%이상 꾸준한 성장을 해왔으며, 향후에도 Acryl Emulsion Polymer는 환경친화기업의 관심으로 유기용제접착제 대체와 전반적인 산업경기 회복에 따른 수요증가로 꾸준한 성장이 기대되는 분야이다. 그럼에도 불구하고 아직 일반적인 건축이나 섬유, 피혁, 접착제 등을 생산하는 업체의 수요가 다수이며, 특수한 분야에 아이템을 확보하고 있는 업체는 극소수에 불과하다. Acryl Emulsion Polymer를 생산하는 업체는 수십여 개사가 있으나, 무분별한 업체 난립으로 수익성이 저조한 것으로 알려졌다. 먼저 유기계 소재를 이용한 포장재와 관련하여 산업적 응용에 필요한 Acryl Emulsion Polymer 접착제의 기술현황을 보면 학계 연구기관에서의 연구 활동은 매우 미약한 상태이고 그나마 난립되어진 여러 중소기업들의 자체 노력에 의해서 다양하게 개발되고 출시되고는 있으나, 아직도 핵심 기능성 제품은 외국의 기술도입 또는 수입업체에 전량 의존하고 있는 실정이다. 또한 범용적인 Acryl Emulsion Polymer의 일반제품에는 많은 중소기업들이 난립됨으로써 원료비상승에 따른 원가의 고정비 정도의 경쟁구도 속에서 기술개발의 투자 역

시 매우 어려운 실정이다. 현재 위험구간의 표시나 어린이 보호구역 같은 특수목적 도로에 대부분의 소재로 에폭시나 우레탄 등 유기계 계통소재를 사용하고 있다. 그러나 환경관련 유해성 및 일정시간이 지난 후 벗겨짐 및 자외선과 하중에 의한 균열, 변형 등에 의한 많은 문제점들이 노출되어 대체소재개발이 시급히 대두되고 있는 실정이다. 또한 무기계 소재를 이용한 포장재 역시 국내에서 속경성/고강도/고유동성의 기능성 분체소재를 다루는 업체 역시 다수 있으나, 그 적용범위 및 기술이 일천하고 시장에서의 무분별한 업체 난립으로 수익성이 매우 저조한 것으로 알려져 있다. 또한 대부분의 업체가 투수콘이나 투수아스콘 등을 사용, 시공함으로써 투수, 배수가 원활히 된다고 홍보하고 있으나 공극율이 큰 만큼 강도 및 내구성이 저하되고 시간이 경과하면서 이물질이 공극을 메워 투수효과도 사라지는 것으로 나타나고 있다. 이미지상으로 적색 또는 녹색으로 표시되었던 도로가 침수나 동결융해의 반복으로 도로의 기능 상실은 물론 흉물스럽게 변해가는 것이 현실이다. 또한 칼라아스콘의 경우 향후 노후화된 자전거도로의 전면교체는 사실상 많은 비용이 소요되며 많은 폐기물을 발생시켜 환경저해요인으로 대두될 것이고 따라서 노후화가 진행된 자전거 도로에의 보수 기술연구도 함께 고려하여야 하나 보편적으로 당장 발생하는 현안에만 집착하여 기술이 개발되고 시공되므로 적지 않은 문제점이 있는 만큼 전반적인 보수주기 및 보수방법도 함께 고려되어야 할 것이다. 본 연구에서 개발하는 반강성 도로포장재는 특별한 매뉴얼 및 숙련된 시공방법이 없어도 노후화된 보수부위에 부분적으로 폴리머 시멘트 페이스트의 소재를 사용하여 쉽게 보수가 가능하여 유지보수비 절감에 따른 비용절감과 공공환경 개선에 도움을 줄 것으로 판단된다.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련 기술의 현황

1. 국내 관련분야에 대한 기술개발의 현황

1.1 국내 기술 및 산업 동향

기존 도로포장의 국내 건설시장은 주로 칼라아스콘에 의해 점유되었으나, 품질 및 그 취약성을 대체할 품목이 부족한 상황으로, 사업화 성공제품은 무기계 소재의 핵심 기술을 유기바인더 기술과 접목해 도로포장에 적용, 개립아스팔트의 포장체로서 적용된 제품이 현재 어린이보호구역(스쿨존) 등에 칼라아스콘 대체품으로 판매 중에 있다.

한편, 일본이나 미국 등 선진국에서는 1980년대부터 본 과제 기술 공법의 주체인 반강성 공법을 적용하여 다양한 시공실적을 보유하고 있는 반면, 국내에서는 시공사례가 미비하고 최근 들어서 반강성 공법에 대한 특성 평가, 소재 개발 및 응용 연구가 일부 진행되고 있는 상황이다.

본 과제 기술 공법의 소재와 관련해서는 먼저 Acryl Emulsion Polymer의 경우 아크릴산에스테르와 아크릴산의 유화중합 접착제가 건설자재로 많이 사용되며, 1990년대 이후 건설경기 붐과 후방산업의 수요 증대로 연간 10% 이상 꾸준한 성장해왔으며, 향후에도 Acryl Emulsion Polymer는 환경친화기업의 관심으로 유기용제 접착제 대체와 전반적인 산업경기 회복에 따른 수요 증가로 지속적인 성장이 기대되는 분야이다. 그럼에도 불구하고 아직 일반적인 건축이나 섬유, 피혁, 접착제 등을 생산하는 업체의 수요가 다수이며, 특수한 분야에 아이템을 확보하고 있는 업체는 극소수에 불과하다.

유기계 수재를 이용한 도로 포장재와 관련하여 산업적 응용에 필요한 Acryl Emulsion Polymer 접착제의 기술현황을 보면, 학계·연구기관에서의 연구 활동은 매우 미약한 상태이고, 그나마 난립되어진 여러 중소기업들의 자체 노력에 의해서 다양하게 개발되고 출시되고는 있으나 아직도 핵심 기능성 제품은 외국의 기술도입 또는 수입업체에 전량 의존하고 있는 실정이다.

한편, 무기계 소재를 이용한 도로 포장재 역시 국내에서 속경성, 고강도, 고유동성

의 기능성 분체 소재를 다루는 업체 역시 다수 있으나, 그 적용범위 및 기술이 일천하고 시장에서의 무분별한 업체 난립으로 수익성이 매우 저조한 것으로 알려져 있다. 또한, 대부분의 업체가 활용하는 공법 역시 투수콘이나 투수아스콘 등을 사용하는 것에 집중되어 있다.

개발기술과 관련한 주요업체는 한국물가정보(KPI)에 분류된 도로포장재 관련 업체를 통해 살펴보면 아래 표와 같다.

표 1-1. 도로포장재 업체

업체명	주요 제품
나비콘	친환경바닥포장재
대현실업	수팽창고무지수판, 신축이음채움재 등
라이준	아스팔트콘크리트, 아스콘, 컬러아스콘, 개질아스콘
무량기술	미끄럼방지도로포장재, 박층포장재
신우신역	도로포장용보수재
호남산업	자연석공자갈바닥수지포장재
코리아나엔지니어링	교량용품 - 교량, 철도용 조인트, 도로포장용보수재
시그마하이텍	시멘트콘크리트포장 성형줄눈재
금양소재산업	황토볼, 건축마감재, 비료
티엔피산업	양식장수조용도로, 에폭시 바닥재, 우레탄방수재
포이닉스	아스팔트콘크리트, 미끄럼방지시설, 탄성블록
서원	아스팔트콘크리트 - 상온재생아스콘, 상온아스콘
포스텐	박층포장재, 컬러무늬콘크리트
신성유화	도로포장용보수재 QPM(포대아스콘, 유화아스팔트)
삼덕특수아스콘	아스팔트콘크리트 - 아스팔트 안정제(PBS, PBSC)
대진실업	수팽창고무지수판, 교량용품, 신축이음채움재 등
한국엘가드	도로포장용보수재, E.U.L SYSTEM, 폴리머콘크리트
동이건설	흙포장재 - 황토포장(NAS포장), 강섬유 보강 콘크리트 포장
한수도로산업	투수성콘크리트도로포장재, 도로포장용보수재
금천	투수콘, 투수성콘크리트포장재, 흙포장재
한국투수개발	컬러경계블록, 투수성콘크리트 도로포장재
금광건설(주)	컬러세사샌드포장, 디자인스톤 포장, 고무탄성포장
(주)동남유화	유화아스팔트, 아스팔트 프라이머, 아스팔트 컴파운드
홍진산업	아스팔트, 콘크리트, 도로균열 매움재, 아스콘
진석산업	컬러세라믹포장, 컬러규사포장, 고무매트 포장

(주)제일CPC	투수성 포장재, 비투수성 포장재
고려개발	투수콘, 아스콘, 컬러아스콘
태양산업	컬러무늬 콘크리트
(주)푸른건설	투수콘, 컬러아스콘, 아스콘 포장
한국석유공업	아스팔트, 건축 토목자재, 아스콘
후암산업	반강성 포장재, 컬러포장재

* 자료 : KPI 한국물가정보, www.kpi.or.kr

1.2 국내 기술 동향

최근 고유가, 지구온난화 등 세계적 위기로 인해 지속가능한 교통체계의 구축이 중요한 이슈가 되고 있으며, 각국은 온실가스 감축을 위한 노력을 기울이고 있다. 전체 온실가스 배출량 중에서 교통 분야는 20%로 매우 큰 비중을 차지하고 있으며, 교통부분 온실가스 배출량 중 도로부분이 78%를 차지하고 있어 도로부분에 대한 효과적인 온실가스 감축노력이 요구되고 있는 상황이다. 이렇듯 저탄소·고효율의 지속가능한 교통체계 구축의 중요성이 커지고 있는 상황에서 자전거는 좋은 대안이라 할 수 있다. 자전거 선진국으로 일컬어지는 네덜란드의 경우 자전거 수송 분담률이 통근통행 시 26%, 통학통행 시 48%의 높은 수준으로, 레저 등의 특정 목적이 아니라 모든 통행 목적에 활발히 활용되고 있다.

우리나라의 경우 아직까지 레저 중심으로 이용되는 경향이 있으나 생활교통으로 확대되는 과정을 통해 향후 생활교통수단으로 자리매김할 수 있을 것으로 판단된다. 환경부의 2007년 연구에 따르면 자전거를 이용하기 위해 개선할 사항에 대한 조사결과, 자전거도로 설치가 52%로 가장 높은 비율을 나타냈으며, 자전거 도로의 장애물 제거가 21.1%로 두 번째로 높은 비율을 차지한 것으로 나타났다. 이러한 조사를 통해 자전거 사용에 있어 가장 중요한 것은 자전거 도로라는 것을 알 수 있다. 그러나 전국적으로 자전거 도로는 9,551km로 자동차 도로의 10%에도 미치지 못하고 있으며, 이 중 자전거 전용도로는 1%도 안 되는 상황이다. 2008년 8·15 광복절에 이명박 대통령은 ‘저탄소 녹색성장’을 국가 성장의 새로운 Agenda로 선언하였고, 이후 자전거는 그 상징으로 부각되어 왔으며, 이에 최근 1년간 중앙부처 및 지자체에서는 다양한 자전거 관련 정책을 수립하고 있다. 이러한 최근의 자전거 열풍에 힘입어 자전거 도로와 관련된 특허 출원이 급증하고 있으며, 2009년 7월 특허청의 발표에 따르면 2004년 이후

현재까지 자전거 도로와 관련되어 68건의 특허가 출원된 것으로 조사되었다. 유형별로는 자전거 도로 포장에 관한 출원이 45건으로 가장 많고, 이어 자전거 도로 구조관련 출원이 7건, 자전거 도로 블록 관련 출원이 6건, 안전 가드레일 출원이 5건, 이벤트 시설물 출원이 3건, 바닥 표지나 표지판 출원이 2건 순으로 집계되었다. 자전거 도로 포장 및 보도블록 관련 출원은 시공성 향상 및 친환경 자재, 건설공기 단축 효과를 지닌 자전거의 이동성을 높인 발명이 주를 이루고 있다. 한편, 버스 전용차선이 가장 적극적으로 도입된 서울시의 경우 2004년부터 버스체제 개편과 관련하여 중앙 버스 전용차로에 이어 가로변 버스 전용차로도 붉은색 아스콘으로 포장하였다. 기존의 버스 전용차로는 청색 차선만으로 표시되어 일반 운전자들에게 버스 전용차로라는 인식이 약해 불법 주행이나 주정차 위반 등의 사례가 빈발함으로써 버스 전용차로의 기능유지에 애로가 있었다. 따라서 운전자들이 버스 전용차로를 쉽고 선명하게 인식할 수 있도록 하기 위해 중앙 버스 전용차로 뿐만 아니라 가로변 버스전용차로에도 붉은색 칼라포장을 하여 버스 전용차로임을 강조한 바 있다. 그러나 최근 버스전용차로의 포장공사와 관련하여 부실공사 및 버스 급정거 등 순간적으로 발생하는 큰 하중으로 포장이 벗겨지거나 구멍이 파이는 등의 하자가 발생하고 있는 것으로 나타났으며, 일부 구간의 경우 컬러포장을 벗겨내고 기존의 검정색포장으로 재시공하는 경우가 발생하고 있다.

2. 국외 관련분야에 대한 기술개발의 현황

2.1 국외 기술 및 산업 동향

유럽의 살비아심(Salviacim) 공법으로 잘 알려진 반강성 공법은 1950년대 중반 프랑스에서 유류에 대한 저항성과 마모 저항성을 위한 표면처리재료로 처음 소개되었다. 그 후 시멘트 콘크리트 포장에 대한 비용절감의 대안으로 프랑스의 Jean Lefebvre Enterprises 회사에 의해 개발되었다. 살비아심 포장은 도로포장과 바닥재로 우수한 시공실적을 보여주었고, 건설시장에서도 성공을 거두었다. 현재 공용 중인 반강성 포장은 프랑스를 통해 표준이 되는 재료를 수용한 형태를 발전시킨 것이다. 반강성 공법이 성공을 거둔 이후 다른 많은 국가에서도 이 공법을 적용하기 시작하였다. 1970

년대와 1980년대에는 유럽과 아프리카, 남태평양, 북아메리카와 아시아로 퍼지기 시작하였으며, 1990년에는 25개 국가에서 반강성 포장에 대한 연구결과를 보고하였다. 미국에서는 유럽에서 살비아심 공법을 도입하여 처음 사용하였으며, 1970년대 중반 미 육군 연구소(WES)에서 처음 RMP(Resin Modified Pavement) 공법이라 불리는 반강성 공법을 개발하기 시작하였다. 미육군 연구소는 새로운 표면 소재의 특성을 평가하고 군사훈련용 중장비의 하중에 대한 마모성과 유출된 연료 및 오일에 대한 손상을 최소화하기 위하여 미시시피주의 Vicksburg에 처음 시험시공을 실시하였다. 시험시공 평가 결과 RMP 공법은 시공성에 민감하며 만약 설계와 시공단계가 적절하게 수행되지 못한다면 효과를 거둘 수 없다는 결론에 도달하였다.

그 후 프랑스를 비롯한 유럽에서 반강성 포장에 대한 현장경험이 축적되고 재료와 시공절차가 향상됨에 따라 1987년 U.S. Army Corps of Engineer은 군사용 포장의 적용에 대한 가능성을 위해 WES가 수행했던 RMP 공법의 연구를 재평가하였다.

일본의 반강성 포장에 대한 시공사례는 1960년대 프랑스의 특허공법인 살비아심 공법을 도입하면서 시작되었다. 살비아심 공법의 특허기간이 해제되고 반강성 포장에 대한 장점이 부각되면서 몇몇 회사에서는 자체적으로 개발한 첨가재를 사용하여 시공하는 등, 1970년대 후반부터 교차점이나 톨게이트 부근, 버스 터미널이나 정류장, 터널 및 주차장, 공항 유도로 등 다양한 용도에 그 적용이 보고되고 있다.



그림 1-1. 반강성 포장의 국외 적용사례

3. 국내·외 시장규모

자전거 도로 포장에 관한 공식적인 시장규모는 산출 자료가 없으므로, 향후 추진 예정인 자전거 전용도로 건설규모에 자전거 도로 건설 시 포장재 시공단가를 고려하여 개발기술 제품의 시장규모를 추정하였다.

먼저, 2009년에서 2018년까지 구축 예정인 자전거 전용도로는 크게 전국 자전거 도로 네트워크 3,114km, 4대강 주변 자전거 도로 1,297km, 신도시 자전거 도로 781km로, 향후 10년 간 총 5,192km의 자전거 도로가 건설될 예정이다. 시장규모 추정을 위해 각 연도별로 동일한 규모로 자전거 도로가 구축된다는 가정 하에 평가대상 기업이 제시한 신규 자전거 도로공사 시 3m²(길이 1m × 폭 3m)당 소요되는 공사비인 약 10.3만 원에 연도별 물가상승률을 반영한 공사비를 적용하여 아래 표 1-2와 같이 신규 자전거 전용도로의 연도별 시장규모를 추정하였다.

표 1-2. 신규 자전거 도로 시장규모 전망

(단위: 백만 원)

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
공사구간(km)	519.2	519.2	519.2	519.2	519.2	519.2
시장규모	53,478	55,167	56,911	58,709	60,564	62,478
구분	2015년	2016년	2017년	2018년	총연장(km)	
공사구간(km)	519.2	519.2	519.2	519.2	5,192	
시장규모	64,453	66,489	68,590	70,758		

개발기술은 신규 자전거 도로 뿐만 아니라 현재 조성되어 있는 자전거 도로의 재포장에도 사용이 가능할 것으로 예상된다. 상기 표 1-3에 따르면 2009년 기준으로 전국에 약 9,551km의 자전거 도로가 구축되어 있으며, 향후 10년간 기 구축된 자전거 도로의 재포장이 이루어진다는 가정 하에 평가대상 기업이 제시한 기존 도로공사 시 3m²(길이 1m × 폭 3m)당 소요되는 공사비인 약 14.8만 원에 연도별 물가상승률을 반영한 공사비를 적용하여 추정된 자전거 도로의 재포장 공사 시장규모는 아래 표와 같다.

표 1-3. 기존 자전거 도로 재포장 시장규모 전망

(단위: 백만 원)

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
공사구간(km)	955.1	955.1	955.1	955.1	955.1	955.1
시장규모	141,355	145,822	150,430	155,183	160,087	165,146
구분	2015년	2016년	2017년	2018년	총연장(km)	
공사구간(km)	955.1	955.1	955.1	955.1	9,551	
시장규모	170,364	175,748	181,301	187,031		

상기 추정치를 바탕으로 2009년부터 자전거 도로 구축사업이 완료되는 2018년까지 개발기술이 적용되는 자전거 전용도로 포장재의 전체 시장규모는 아래 표 1-4와 같다.

표 1-4. 자전거 전용도로 시장규모 전망

(단위: 백만 원)

구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
시장규모	194,833	200,989	207,341	213,892	220,651
구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
시장규모	227,624	234,817	242,237	249,891	257,789

한편, 자가용 이용을 줄이고 대중교통을 이용하는 시민들의 편의를 도모하기 위해 지속적으로 버스 전용차로 구간을 늘리고 있는데, 앞으로도 버스 전용차로 구간을 계속 늘리면서 시민들의 버스 이용을 권장할 것으로 보인다. 이러한 현상은 서울시 이외의 다른 전국 광역시도에서도 버스 전용차로 구간이 확대될 것으로 보이는데, 이는 소위 BRT 시스템의 확대 실시를 통해 나타날 것으로 예상된다. BRT란 버스체계에 철도 개념을 도입한 대중교통수단으로 독립된 전용주행로, 교차로 처리 등으로 정시성, 수송능력을 도시철도 수준으로 향상시킨 저비용·고효율의 대중교통수단으로 BRT 전용도로의 경우에는 일반 도로와의 차별성을 위해 컬러 포장이 필요할 것으로 보인다. 국토해양부에서 발표한 ‘BRT in Korea’ 자료에 따르면, 2006년부터 2020년까지 전국 6

개 대도시권에 BRT 30개 축 584km를 구축할 계획을 세우고 있다. 시장규모 추정을 위해 구축 계획이 마무리되는 2020년까지 매년 38.9km의 BRT 전용도로가 구축될 것으로 가정하고, 평가대상 기업이 제시한 버스전용차로 공사 시 3m²(길이 1m × 폭 3m)당 소요되는 공사비인 약 19.3만 원에 연도별 물가상승률을 반영한 공사비를 적용하여 추정된 BRT 전용도로의 포장공사 시장규모는 아래 표1-5와 같다. 향후 개발기술이 적용 가능한 자전거 도로 및 버스 전용차로뿐만 아니라 스쿨존, 주차장, 주유소 등의 시인성 포장재가 요구되는 시장의 성장가능성은 대단히 클 것으로 전망된다.

표 1-5. 버스전용차로 시장규모 및 전망

(단위: 백만 원)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
공사구간 (km)	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9
시장규모	6,845	7,061	7,284	7,514	7,752	7,997	8,249	8,510
구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	총연장 (km)
공사구간 (km)	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	584
시장규모	8,779	9,056	9,342	9,638	9,942	10,256	10,580	-

개발기술은 특히 자전거 도로 포장재 분야 등에 유효한 기술로 현재 정부가 녹색뉴딜 사업의 일환으로 추진 중인 자전거 관련 정책에 가장 큰 영향을 받는다고 할 수 있다. 따라서 현재 정부가 발표한 ‘자전거이용 활성화 종합대책’을 통해 향후 자전거 도로 시장 현황을 살펴보도록 하겠다. 먼저, 본 정책의 추진 배경을 살펴보면, 21C 기후변화와 환경오염, 에너지, 교통체증 등의 문제 해결을 위한 녹색교통 패러다임으로 ‘자전거 이용활성화’ 정책의 필요성이 증가하였다. 이에 따라 우리나라도 1995년부터 자전거 이용 활성화에 관한 법률을 제정하여 관련 정책을 추진하였으나 2005년부터 자전거 정책 관련 업무가 지방사무로 이양되면서 자전거 관련 투자가 위축되는 상황이 발생하였다. 그러나 최근 국제 유가의 급등, 웰빙에 대한 국민들의 관심증가 등으로 자전거 이용 활성화를 위한 국가적 차원의 대책의 필요성이 증가하였고, 이에 2009년 3월에 범정부적인 ‘자전거 이용 활성화 종합대책’이 수립되었다. 현재 우리나라

라의 자전거 이용실태를 살펴보면 2008년까지 자전거 이용시설 확충에 총 1조 2,423억 원을 투자하여 자전거 도로 9,551km를 정비하였으나 자전거 이용 수준은 저조한 실정이다. 자전거 보급률도 16.6%로 독일 87.3%의 1/5 수준이며, 자전거 교통수단 분담률은 독일의 10%의 1/8 수준인 1.2%인 것으로 조사되었다. 또한, 자전거 보유자 중 최근 1년 내 자전거 이용경험 비율이 57.3%에 불과한 것으로 나타나는 등 자전거에 대한 교통수단으로서의 인식이 정착되지 못한 것으로 보인다.

표 1-6. 자전거 관련 주요 통계 비교

구분	인구 (만 명)	자동차 보유 (만 대)	자전거 보유 (만 대)	자전거도로 연장(Km)	자전거 보급률	자전거 교통수단 분담률
한국	4,808	1,540	800	9,170	16.6%	1.25
독일	8,249	4,552	7,200	30,000	87.3%	10%
일본	12,778	7,237	8,665	78,638	67.8%	14%
네덜란드	1,627	490	1,600	19,000	98.3%	27%

* 자료 : OECD, 일본 교통성, 통계청, 한국교통연구원

제도적 측면에서 살펴보면, 자전거는 도로교통법상 차로 정의되고 있으나 통행우선권은 자동차에 부여하는 등 자동차로 인한 위험에 노출되어 있고, 자전거 도로의 89%를 달하는 자전거-보행자 겸용도로에서 사고발생 시 자전거 이용자가 자동차에 준하는 법적 책임이 부담되는 등 자전거 이용의 법적·제도적 장치가 미흡한 실정이다. 자전거 이용 시설의 수준을 살펴보면, 자전거 도로 단절, 대중교통수단과 연계 및 자전거 이용 편의시설이 미비하고, 1인당 자전거 도로는 일본의 0.62m, 네덜란드 1.16m에 훨씬 못 미치는 0.19m 수준이다. 또한, 자전거 신호등의 미비, 전체 자전거 도로의 89%가 자전거·보행자 겸용도로인 점 등 자전거 전용도로 및 자전거 안전시설이 부족한 것으로 조사되었다. 따라서 정부는 이러한 자전거 이용 상의 실질적인 문제점을 해결하기 위해 교통수단으로서의 자전거 이용 제도개선, 자전거 인프라 확충, 자전거 문화 확산이라는 추진전략을 마련하였다. 이중 평가대상기술 시장과 직접적인 연관성을 갖게 되는 자전거도로의 인프라 확충과 관련된 정책은 다음과 같다.



* 자료 : 국토해양부

그림 1-2. 전국 자전거 전용 도로 계획

첫째, 전국 자전거도로 네트워크 구축사업으로 해안 일주와 접경지역 자전거 도로를 연결하는 하나의 벨트로 구축하여 지자체간 단절된 자전거 도로의 연속성을 확보하고자 하는 계획이다. 사업기간은 2009년 1월에서 2018년 12월이며, 사업주체는 행정안전부와 12개 시도 80개 시군구로 예산의 국고보조율은 70%이다. 사업규모는 총 연장 3,114km이며, 총 1조 2,456억 원의 예산을 투자할 계획이다.

개발코스로는 행주대교를 기점으로 인천 강화 → 전남 목포 → 부산 해운대 → 경북 포항 → 강원 고성 통일전망대 → 행주대교(종점)이며, 해안 일주와 접경지역 자전거 도로를 단계별로 벨트화하고, 이와 연계한 지자체를 연결하는 자전거도로 네트워크 구축의 추진을 계획하고 있다.

연도별 소요예산과 고용인원을 살펴보면 시행 첫해인 2009년부터 2012년까지 매년 1,245억 원씩 총 4,980억 원을 지출하여 매년 2,067명의 고용효과가 있을 것으로 보고 있다. 사용되는 예산은 국비 70%와 지방비 30%로 충당될 예정이다.

표 1-7. 연도별 소요예산 및 고용인원

(단위: 억 원, 명)

구분		합계	2009년		2010년	2011년	2012년
			기존	추가			
금액	국비(%)	3,485(70)	-	872	871	871	871
	지방비(%)	1,495(30)	-	376	374	374	374
	민간(%)	-	-	-	-	-	-
	총계	4,980	-	1,245	1,245	1,245	1,245
일자리 수		8,268	-	2,067	2,067	2,067	2,067

* 2005년 건설업분야 취업유발계수(출처-한국은행)적용 : 16.6명/10억 원

* 자료 : 행정안전부 보도자료

둘째, 4대강 자전거 도로 구축계획으로 4대강 정비사업과 함께 2009년부터 2018년까지 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 하천제방 양안에 총연장 1,297km의 자전거 길을 조성하려는 계획이며, 약 936억 원의 예산을 투자할 계획으로 있다.

표 1-8. 4대강 생태형 자전거길

하천명	연장(km)			총공사비 (억 원)	비고
	합계	제방이용	고수부지		
합계	1,297	1,024	273	936	
한강	311	311	-	224	팔당댐-충주댐
낙동강	519	393	126	374	하구연-안동댐
금강	255	215	40	185	하구연-대청댐
영산강	212	105	107	153	하구연-담양댐

* 자료 : 국토해양부 내부자료, 2009

한편, 어떤 포장재를 사용하든 포장재는 시간이 경과함에 따라 표면 열화나 마찰 등 여러 가지 요인으로 인해 표면이 노후화되거나 파손되므로 재포장하거나 유지보수를 해야 한다. 포장된 도로의 경우 이미 차량 및 자전거, 사람의 통행이 이루어지고 있어

사용자들의 불편을 최소화하기 위해서는 가능한 단시간에 작업이 이루어지도록 하는 것이 매우 중요한 요소이다. 평가대상기술은 특별한 매뉴얼 및 시공기술이 없이도 노후화된 보수 부위에 부분적으로 폴리머 시멘트 페이스트의 소재로 보수가 가능하고 사용기간의 증대를 꾀할 수 있어 유지보수비용 절감 및 공공환경 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 앞으로 건설예정인 자전거 도로 뿐만 아니라 현재 구축되어 있는 9,551km의 자전거 도로의 유지보수에 대한 수요도 지속적으로 발생할 것으로 예상된다.

표 1-9. 전국 자전거 도로 현황

시도	노선수(개)	연장(km)
합계	3745	9,550.66
서울시	414	737.96
부산시	112	533.42
대구시	189	535.94
인천시	142	268.19
광주시	88	130.13
대전시	190	489.84
울산시	101	250.58
경기도	819	1,750.87
강원도	183	699.80
충청북도	193	646.71
충청남도	337	529.24
전라북도	265	625.88
전라남도	240	661.28
경상북도	220	591.26
경상남도	233	1,063.36
제주도	19	36.20

* 자료: 행정안전부 자전거 통계

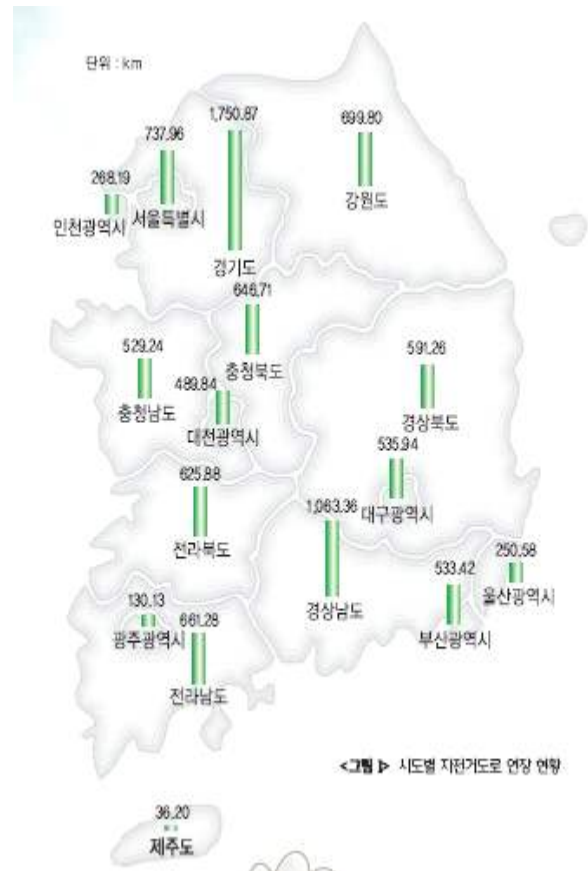


표 1-10. 서울시 자전거 도로 이용시설 정비 예

(단위: 백만 원)

연도별	총계	'98	'99	2000	2001	2002
소요예산	75,633	2,687	2,198	400	1,200	2,580
연도별	2003	2004	2005	2006	2007	2008
소요예산	2,045	7,641	7,124	5,721	14,527	29,510

* 자료: 서울시청 도시교통본부

개발기술은 주요 수요시장인 자전거 도로 외에 기존의 시인성 포장재가 사용되는 버스 전용차로, 스쿨존, 실버존, 공원, 주차장 등에 적용이 가능하다. 특히, 버스 전용차로의 경우 시내도로 뿐 아니라 고속도로에 적용사례가 증가하고 있고, 표 1-11, 1-12에서 보는 바와 같이 서울시의 경우 버스 전용차로 구간 및 중앙버스전용 차로 구간이 이미 조성되어 있어, 향후 신규로 지정되는 버스 전용차로 및 기존 차로 보수 등에 평가대상기술이 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 서울시 도시교통본부의 대중교통정책의 중앙 버스 전용차로 확대 설치 계획에 따르면, 2010년까지 12개 노선 117.6 km를 설치할 계획으로 있다. 2009년에 통일·의주로 노선 10.6km, 공향로, 신반포로, 완산로, 강남대로 노선 16.7km를 연결하고 2010년 이후에는 망우로, 한남로, 헌릉로, 경인로 노선 16.2km를 수도권 BRT(Bus Rapid Transit : 간선급행버스체계)사업과 연계할 계획을 수립하고 있다. BRT란 급행으로 버스를 운영하는 교통체제로 중앙 버스 전용차로의 경우도 BRT에 포함된다. 2009년 국토해양부가 발표한 'BRT in Korea' 자료에 따르면, 서울, 경기, 인천 등 수도권과 대전, 대구, 부산, 울산, 광주 등 전국 6개 대도시권에 2020년까지 BRT 30개 축 584km를 구축할 계획을 세우고 있다. 한국건설교통기술평가원의 'BRT 설계지침 연구보고서'에 따르면 BRT 도로포장 시 일반차로와 쉽게 구분할 수 있도록 유색포장을 하거나 연석 등으로 분리하는 것이 바람직한 것으로 나타나 있다. 따라서 향후 광역교통망의 핵심이 되는 BRT 구축 시 평가대상기술의 적용이 가능할 것으로 보인다.

표 1-11. 서울시 버스 전용차로 구간

(단위: km)

구분	'95 이전	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'09
계	39개 구간	59개 구간	63개 구간	62개 구간	61개 구간	60개 구간	60개 구간	60개 구간	64개 구간	66개 구간	68개 구간	73개 구간
	163.7	218.5	232.8	225	221	218.9	218.4	217.9	219.1	209	207.1	205.4
전 일 제	14개 구간	56개 구간	56개 구간	53개 구간	47개 구간	37개 구간	37개 구간	37개 구간	40개 구간	40개 구간	42개 구간	41개 구간
	65.2	209.6	204.1	200	175	148.9	148.4	147.9	150.6	138.8	136.9	132.1
시 간 제	25개 구간	3개 구간	7개 구간	9개 구간	14개 구간	23개 구간	23개 구간	23개 구간	24개 구간	26개 구간	26개 구간	32개 구간
	98.5	8.9	28.7	25	46	70	70	70	68.5	70.2	70.2	73.3

* 자료: 서울시청 도시교통본부

표 1-12. 버스 중앙차로 노선별 현황

노선	개통연월	연장(km)	구 간	비고
천호·하정로	2003.07	7.6	아차산역~신답역~신설동	천호대로(96)
도봉·미아로	2004.07	15.8	의정부시계~미아삼거리~종로4가	
수색·성산로		6.8	고양시계~수색전철역~이대후문	
강남대로(삼일로)		5.9	영동1교~신사역, 퇴계로2가~종로2가	
망우로	2005.07	4.8	망우역~중랑교~청량리역	
경인로		6.8	오류IC~영등포역~여의도	
시흥·대방로	2005.12	9.4	안양시계~구로디지털역~대방역	
한강로	2006.12	5.5	한강대교~서울역남단	시흥·대방로 연장
마포로		5.3	마포대교~아현삼거리	경인로 연장
송파대로	2008.01	5.6	북정역~잠실대교 남단	
공항로	2009.04	2.5	등촌중학교~양화교	

* 자료 : 서울시청 도시교통본부



* 자료: 서울시청 도시교통본부

그림 1-3. 서울시 중앙버스전용차로 및 BRT 위치도

자전거는 이제 정부의 저탄소 녹색 성장의 기조를 대표하는 교통수단이 되었다. 중앙정부 및 지자체는 전국 차원에서 진행되고 있는 자전거 전용도로 건설과 관련된 인프라 확충, 자전거 이용 활성화를 위한 법·제도 등 자전거 관련 정책을 적극적으로 수립·시행하고 있다. 정부가 추진 중인 ‘자전거이용 활성화 종합대책’에 따르면 2018년까지 바닷가와 비무장지대를 따라 1조 2,456억 원을 투자하여, (행주대교-목포) 548km, 남해안선(목포-부산) 1,652km, 동해안선(부산-강원 고성) 634km, 비무장지대 노선(경기 강화-강원 고성) 280km 등 총 3,114km의 전국 일주 자전거 도로를 건설하기로 계획하고 있다. 또한, 이와 연계하여 4대강 살리기 사업의 일환으로 한강(팔당댐-충주댐 구간) 311km, 낙동강(낙동강 하구둑-안동댐 구간) 519km, 금강(금강 하구둑-대청댐 구간) 255km, 영산강(영산강 하구둑-담양댐 구간) 212km 등 강 주변에 자전거 전용도로를 놓기로 계획하고 있다. 이 밖에 행정도시 347km, 혁신도시 161km, 기업도시 46km, 그리고 동탄2 새도시 227km를 비롯해 신도시 자전거도로도 781km를 놓기로 했다. 국가에서 진행 중인 사업계획에 현재 지방자치단체에서 직접 계획하고 있는 것까지 포함하면, 향후 우리나라에 건설될 자전거 전용도로는 총 6,000~7,000km에 달할 것으로 예상된다.



* 자료 : 국토해양부

그림 1-4. 전국 자전거 도로 계획

제 2 절 파급효과 및 활용방안

1. 개발기술의 산업적 파급효과

1.1 기술적 측면 파급효과

본 기술의 기술적 파급효과는 도시미관 및 친환경관련 제반 산업분야에 폭넓게 영향을 미치리라 생각되며 특히 자전거도로외의 각종 도로포장에는 매우 유용하고 급속도로 전파되리라 생각된다. 본 연구의 제품기술이 백색도가 뛰어난 무기질 혼합재와 폴리머를 사용하여 다양하고 선명한 색상으로 시공이 가능하고, 기존 자전거도로 포장제품(투수콘, 투수아스콘 및 칼라아스팔트 등)에 비해 안정도가 좋으며 부착성능이 우수한 고급 자전거로 포장재로서 내후성, 내마모성, 내미끄럼성, 고온안정성, 저온안정성, 내충격성이 뛰어나고 발색성이 우수하여 주변 자연환경과의 조화 및 변색이 되지

않는 아름다운 색상을 반영구적으로 유지할 수 있는 강점이 있는 만큼 종래에 문제점으로 지적되어 칼라변색, 패임(Pothole), 밀림(Shoving, Corrugation), 피로균열, 저온균열, 접속부(Joint)균열, 마모 (Polishing), 라벨링, 격자(Block)균열 등의 문제점 등이 현저히 개선될 것으로 예상된다.

특히 유기소재인 에폭시, 우레탄의 단점인 미끄럼, 박리현상, 탈색 등을 개선하고, 노후화가 진행 중인 기존 무기계 자전거로 포장(투수콘, 투수아스콘, 칼라아스팔트 소재)의 부분보수 또는 표면 전면 재처리가 가능하여 새로운 개념의 포장기술개발이라 하여도 과언이 아닐 것이다. 백색도가 높은 본 소재는 색상발현이 자유롭고, 소재개발 초기부터 디자인적 패턴이 가능한 소재에 대한 연구가 동시에 적용됨으로 자전거로 외의 특수목적(어린이 보호구역, 버스전용차선 등)소재에 다양한 적용을 가능하게 하는 파급효과가 예상되는 바이다. 특히 추가개발기술은 이러한 소재의 강점을 잘 활용하여 산업부산물(수재슬래그 미분말 등)을 효율적으로 재활용함으로써 생산업체의 매출관련 경제적 이익은 물론이고, 개발소재의 가격이 저렴하여 사회적 비용절감의 효과도 매우 크다고 할 수 있다. 또한 포장방법 개선에 따른 효율성(단순화/전문화)증대, 공기의 단축, 내구 수명연장에 따른 유지비용의 절감 등 기존 제품을 사용함으로써 얻을 수 없는 유/무형효과 및 이에 따른 경제적인 효과는 매우 크다고 할 것이다. 현재 개발하려는 유무기 복합소재의 생산가격을 추산하여 기존 자전거로 포장소재인 에폭시나 우레탄과 가격비교를 해보면 20~30%정도 비용절감 효과가 발생한다. 또한 개발할 복합소재는 우수한 내구성으로 기존 소재보다 포장보수주기가 늘어남에 따라 재포장 비용(교체시 발생하는 폐기물과 폐기물 처리에 대한 환경 비용 그리고 사회적 비용인 교통통제 등)을 절감할 수 있다.

1.2 사회·경제적 측면 파급효과

사회 경제적 측면에서 생산업체의 매출관련 경제적 이익은 물론이고, 개발소재의 가격이 저렴하여 사회적 비용절감의 효과는 매우 크다고 할 수 있다. 또한 도로포장 방법 개선에 따른 효율성(단순화/전문화) 증대, 공기의 단축, 내구 수명연장에 따른 유지비용의 절감 등 기존 제품을 사용함으로써 얻을 수 없는 유/무형효과 및 이에 따른 경제적인 효과는 매우 크다 할 것이다.

현재 개발하려는 유무기 복합소재의 생산가격을 추산하여 기존 자전거로 포장소재인 칼라아스콘 및 에폭시나 우레탄과 가격비교를 해보면 각각 20~30%정도 비용절감

효과가 발생하고 산업부산물인 수재슬래그 미분말 및 황목사 치환시 기존 무기제품 (반강성포장재기준)대비 30% 이상 원가절감 가능하다. 또한 개발할 복합소재는 우수한 내구성으로 기존 소재보다 포장보수 주기가 늘어남에 따라 재포장 비용(교체시 발생하는 폐기물과 폐기물 처리에 대한 환경 비용, 그리고 사회적비용인 교통통제 등) 또한 절감할 수 있는 또 다른 효과가 있다.

2. 개발기술의 활용방안

본 연구에서 개발될 유무기 복합소재의 특징은 우수한 물적 내구성과 시각적 시인성 등의 특징을 가지고 있는 소재이다. 따라서 기존 투수콘, 투수아스콘, 칼라아스팔트 소재 등을 사용한 자전거 도로처럼 표면 부식으로 노후화된 도로의 표면 처리소재로 사용함으로써 박리저항성, 균열저항성 등을 향상시키고 표면 처리시 규사나 슬래그 등을 이용하여 미끄럼 처리를 할 수 있어서 주행안정성을 확보 할 수 있도록 활용할 계획이다. 특히 도로에 포장하였을 경우 교통도로별(자전거, 버스전용 등) 차량의 주행속도별 안정성과 관련한 미끄럼방지 등의 실현성을 표준화할 계획이다.

표면부 재처리의 개념을 확장하여 시인성 포장으로 확대 사용할 수 있다. 가격 경쟁력과 디자인이 가능한 소재로서 기존 시인성 포장 시장에 대용재로 사용하여 스쿨존, 실버존, 버스전용차선, 공원, 주차장, 재래시장, 관광지의 칼라바닥소재로 활용할 계획이다.

또한 도로소재 이외의 지하주차장, 주유소 등의 에폭시, 우레탄 포장의 단점인 박리, 탈색, 마찰 소음 등의 문제를 제거함과 동시에 불에 붙지 않는 불연의 칼라바닥소재로서 활용할 계획이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 이론적 접근방법

1. 기술문헌 조사

1.1 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과

2003년부터 2007년까지 건설교통부를 비롯한 타부처(중소기업청, 환경부, 과학기술부 등) 대상기술의 유사과제를 검색한 결과 키워드 “도로포장재”로 92건이 검색되었으며, “산업부산물”로 78건이 검색하였다. 그 중 본 대상과제와 관련이 있다고 생각되는 것은 모두 7건으로 다음과 같다.

표 2-1. 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토

(단위 : 백만원)

부처명	사업명	과제명	핵심기술명	예산	비 고
과학기술부	목적기초연구사업	폐유리 및 산업부산물을 이용한 건재용 신소재 보강 고기능 콘크리트 복합체의 제조 및 응용에 관한 연구	산업부산물을 이용한 건재용 신소재 보강고 기능콘크리트	100	2000
환경부	지역환경기술 개발센터운영	도로포장용 아스콘으로 성글의 재활용	도로포장용 아스콘으로 성글의 재활용	18	2005
중소기업청	산학연공동기술 개발	폐세라믹 및 타이어 분말을 이용 한 투수성 다층 포장공법 개발	폐세라믹 및 타이어분 말을 이용한 투수성 다층포장공법 개발	36	2005
중소기업청	산학연공동기술 개발(균특)	환경 친화형 컬러 배수성 포장 재료 및 공법개발	환경친화형 컬러배수성 포장재료 및 공법개발	33	2006
중소기업청	산학연공동기술 개발	반강성 칼라포장재(로하스콘)의 아스팔트혼합물의 규격화	반강성 칼라포장재	37	2007
중소기업청	산학연공동기술 개발	재생 상온 아스팔트 혼합물을 사용한 반강성 포장기술 개발	재생 상온 아스팔트 혼합물을 사용한 반강성 포장기술 개발	70	2007
중소기업청	산학연공동기술 개발	노면 보수 보강 및 마찰 증대를 위한 도로포장용 복합재료 개발	노면 보수 보강 및 마찰증대를 위한 도로 포장용 복합재료 개발	76	2007

-폐유리및산업부산물을이용한건재용신소재보강고기능콘크리트복합체의

제조 및 응용에 관한연구-

전년도 연구에서 도출된 matrix 관계요인별(Gmax, S/a, W/C, Admixtures), 섬유관
계요인별(종별, 치수, 형태, 혼입률), 믹싱관계요인별(투입법, 믹서의 종류, 믹싱시간)의
3가지요인에 따른 최적배합에 대한 요인별 공시체의 제조 2. 폐유리 및 산업부산물(플
라이애시, 실리카흙)을 활용한 신소재(SF, GF등)보강 고기능 콘크리트 복합체의 내구
성능 규명 ① 일반콘크리트용 적용을 위한 내구성능 · 동결융해저항성능 시험 · 화학
저항성능 시험 · 해수저항성능 시험 · 수밀성 시험 · 중성화 시험 · 내화성능 시험 등
② 투수콘크리트용 적용을 위한 내구성능 ·마모저항성 시험 · 화학저항성능 시험 · 동
결융해저항성 시험 · 해수저항성능 시험 3. 폐유리 및 산업부산물(플라이애시, 실리카
흙)을 활용한 신소재(SF, GF 등)보강 고기능 콘크리트 복합체의 장기변형성능 규명 ①
일반콘크리트용 적용을 위한 장기변형성능 -건조수축시험(폐유리, 산업부산물 혼입률
별, 섬유요인별)등 장기변형 측정·분석 ② 투수콘크리트용 적용을 위한 장기변형성능
의 측정·분석

-도로포장용 아스콘으로 성글의 재활용 -

자료조사 및 기초기술 조사를 통하여 성글의 재활용에 대한 국내외 진행사항에 대
한 분석을 실시하여 분리 기술 및 재활용에 따른 기초 자료를 분석하였다. 이를 위하
여 본 과제에서는 아스팔트 성글을 구성하는 각 성분을 개별적으로 분리하여 재활용
하는 방법에 대한 접근을 위하여 성글을 구성성분으로 분리하는 실험을 실시하였다.
분리에 사용하는 용제를 수용성 상태로 하는 것이 처리과정에서 발생하는 부차적인
오염과 처리에 따른 유해성을 최소화 할 수 있다고 판단되어 수용액 상태에서 성글을
분리하기 위하여 산 및 알칼리에 대한 성글의 물성변화에 대한 검토를 우선적으로 진
행 하였으며, 이때 성글의 변화 결과를 바탕으로 성글의 분리에 관한 구체적인 실험
을 실시하였다. 분리된 아스팔트분에 대한 기초물성 분석을 실시하였으며, 재생성분과
신재성분을 혼합하여 혼합특성에 따른 물성분석을 실시하여 도로포장용 아스콘으로의
재활용 가능성에 대한 검토를 실시하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 성글의 기초
물성 분석을 실시하였으며, 분리공정의 최적화 조건을 설정하여 경제적인 분리공정이
될 수 있도록 하였다. 분리된 아스팔트 성분과 신재를 혼합하여 재활용에 따른 물성
분석을 실시하였다. 본 연구에서 실시한 물성 분석은 침입도, 겉보기 밀도, 인열 특성,

인장강도, 신율, 모듈러스 등을 분석 하였다. 1. 쉼글의 분리 화학적인 방법으로 쉼글을 분리하기 위하여 황산, 질산, 염산 등의 산성 물질을 이용하여 5%에서 40%까지의 농도를 가진 용액을 제조하여 이를 자체 제작한 반응기에 넣고 여기에 쉼글을 넣은 후 교반하여 용액 중에서 쉼글 구성 성분을 분리하였다. 분리된 물질의 물성 분석을 위하여 DSC를 이용하여 성분 분석을 하였으며, 쉼글에서 분리된 아스팔트분의 물성은 겔보기 밀도와 점도를 측정하여 비교 분석 하였다. 아스팔트분과 분리된 물질의 아스콘 재활용 가능성에 대한 평가를 위하여 만능재료시험기 (UTM)을 이용하여 물성 분석을 실시하였으며, 굴곡특성 및 인열 특성은 외부 전문 연구기관에 의뢰하여 물성을 분석 하였다. 2. 재활용 쉼글의 물성분석 산 처리하여 분리한 쉼글을 도로포장용 아스콘으로 재활용하기 위하여 아스팔트분과 쉼글을 혼합하여 사용하는 것이 가장 경제적인 방법이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 쉼글을 혼합율에 따른 아스팔트분의 기초 물성을 분석하여 도로 포장용으로 재활용하는 가능성에 대한 검토를 진행 하였다. 이때 사용한 물성 분석방법은 침입도, 겔보기 밀도, 아스팔트 물성으로는 DSC 분석, Strength의 변화, 점성 등을 분석하였으며, 기타 물성으로는 아스팔트분의 인열 특성 및 침투 상황 그리고 굴곡 특성 등을 분석하였다.

-환경친화형 컬러배수성포장재료 및 공법개발 -

국내의 포장도로는 중차량의 증가와 여름철의 고온 등으로 인해 매우 가혹한 조건 하에서 공용되고 있으며, 이로 인해 최근 아스팔트 포장도로에서 심하게 발생하는 소성변형이 사회적인 문제도 대두되고 있다. 최근의 아스팔트 포장 재료의 경향은 크게 두 가지 측면으로 구분할 수 있다. 첫째는 배수성 포장이고, 두 번째는 컬러아스팔트 콘크리트로 구분할 수 있다. 배수성 포장은 우천시 차량운행의 안전성을 확보하는 것을 주목적으로 한 포장으로서 표층 혼합물의 공극율을 20%정도의 개립도 혼합물로 시공한 것이다. 배수성 포장은 우천시 smoking현상 및 수막현상의 경감과 미끄럼 저항성의 확보, 소음경감 등의 기능을 갖고 있다. 기존의 배수성 포장의 문제점은 제조 회사별로 다양한 형태의 개질재를 사용하므로 성능의 편차를 보이고, 배수성 기능과 동시에 표층에 칼라를 구현하기 어렵다는데 있다. 컬러아스팔트 콘크리트는 보행자 도로 및 자전거 도로, 최근에 서울시의 버스전용차로에 시도된 바 있다. 기존의 컬러 아스콘의 문제점은 표층부의 색상이 부자연스러운 점과 시공 후 표층부의 성능 저하로 인해 아스콘 파손으로 인한 우천시 빗물에 안료가 섞여 나오는 문제점이 도출되고

있다. 따라서, 본 기술개발에 있어서 배수성 포장의 기능성과 컬러 아스팔트 콘크리트의 표층 칼라 공법을 동시에 접목한 페타이어를 사용한 환경친화형 컬러 배수성 포장 공법의 개발은 폐자원 활용뿐만 아니라 시장성 확보, 미래의 웰빙 도로 환경을 구현하는데 있어 유용한 기술일 것으로 판단된다.

-반강성칼라포장재(로하스콘)의 아스팔트혼합물의 규격화-

로하스콘은 스쿨존, 중차량 도로의 차도뿐만 아니라 특히 사고가 많이 나는 횡단보도, 교차로 등에서 색상을 통해 운전자의 경각심을 불러일으키고, 고 마찰력을 통해 돌발사태 발생시 급정거가 가능하도록 한 포장재의 개발이 절실히 필요하다. 이전부터 학교 앞에 스쿨존을 두어 교통사고를 예방하고 있으며, 표지판이나 과속방지턱, 칼라아스콘으로 도로를 포장하여 운전자에게 경각심을 주어 속도를 제어하고 있다. 그러나 칼라아스콘의 색상 발현 시간이 길지 못한 단점이 있어 이를 개선할 필요성이 있다. 이러한 이유로 스쿨존에 로하스콘을 이용하여 포장하여 색상 발현 기간을 길게 함과 동시에 미끄럼 저항성을 높여 어린이 교통사고를 방지하는데 큰 도움이 될 수 있다. 특히 로하스콘의 경우 도시 미관을 살리기 위해 보도, 체육시설, 자전거도로, 공원 등에 사용할 수 있으며, 중차량이 많은 도로나 버스 전용 차로 등에 많이 발생하는 소성변형으로 인한 교통사고 예방에도 크게 도움이 될 수 있다. 기존 반강성 포장재의 경우 시멘트 콘크리트포장의 단점 중에 하나인 먼지가 발생한다는 단점이 있다. 또한 주입제가 강성체로 휨 성능이 떨어져 모체인 아스팔트 콘크리트의 거동 특성과 많이 달라 도로에 균열을 발생시킬 수 있다. 이러한 기존의 반강성 포장체의 단점을 보완하기 위하여 휨 성이 우수하며, 유색성, 명색성, 접착성이 우수한 포장재의 개발이 절실히 요구되는 실정이다. 로하스콘의 포장은 아스콘을 포설하는 단계, 초속경 폴리머시멘트페이스트를 아스팔트혼합물에 주입하는 단계, 표면에 규사살포 및 양생하는 단계를 갖는 방법으로 시공되고 있다. 이중 아스콘의 포설 후 페이스트를 현장 주입하는 과정에서 도로공사의 특성상 즉시시행이 이루어지지 않고 추후 주입시 아스콘의 손상이 발생하여 추가적인 아스콘의 보수 후 폴리머페이스트를 주입하는 과정이 이루어지고 있는 상황에서 아스팔트 혼합물의 안정적인 배합설계기준의 정립이 필요하다. 이 부분이 해결되면 교통량이 많은 도로공사시 공사 기간의 단축 및 공사비를 절감할 수 있다. 개립도 아스팔트혼합물의 공극률을 유지하면서 안정된 물성을 갖는 최적의 골재입도분포와 아스팔트 함량을 결정하여 안정도, 동적안정도, LA마모시험

등의 시험을 통해 최적의 배합설계비를 정립하여 현장 적용성을 높이며 국내각지역의 어떤 지역에서도 각골재의 특성에 맞는 배합설계를 한다.

-재생 상온 아스팔트 혼합물을 사용한 반강성 포장기술 개발-

당사에서 개발한 양쪽성 유화제와 폐아스콘, 시멘트 그리고 채움재를 혼합하여 생성되는 상온 아스팔트 혼합물의 성능을 개선하고 각종 성능시험 데이터를 축적함으로써 그 적용성을 제고할 필요가 있다. 더 나아가 개발된 제품을 사용하여 도로 표층의 시공에도 적용하기 위한 기술 개발이 필요하다. 아스팔트 포장의 소성변형 방지와 내구성 증대, 그리고 친환경 도로 건설의 차원에서 재생 아스콘을 사용한 반강성 포장 공법이 개발이 무엇보다 시급한 실정이며 이러한 기술이 개발되어 실용화될 경우 자원 재활용 측면에서도 획기적인 기여를 하게 될 것이다. 재생 상온아스팔트 혼합물의 성능개선 - 폐아스콘 순환골재의 품질시험 : 산화정도시험 등 - 재생 상온 아스팔트 혼합물의 배합시험 등 품질관리를 위한 시험 실시. 폐 콘크리트 첨가비율, 유제함량 등 배합비 연구 수행, 최적 배합비 도출. - 강성제품(콘크리트포장재)의 시험기준에 대한 비교실험과 연성제품(아스팔트 포장재)의 시험 기준에 대한 비교 연구를 수행한다. - 성능 개선 효과를 검증하기 위해 마샬 안정도, 간접인장강도, 압축강도, 회복탄성계수, 휠트래킹 시험 등을 실시한다. 반강성 포장 공법 개발 방법 - 도로 표층용 반강성 포장체에 대하여 상온재생 아스팔트 혼합물 기층과 재생골재에 시멘트밀크를 주입한 표층으로 구성되는 신공법의 적용성을 분석한다. - 또한 상온재생 아스팔트 혼합물을 표층부까지 확대하고 표면에 얇은 아스팔트 층을 시공하는 개념의 신공법을 개발한다. - 효과적인 신공법을 채택하여 성능평가 시험을 수행하고 현장 시험시공을 통한 성능 평가를 한다. 개발된 제품을 시험시공 하여 각종 성능을 평가한다. - 시험시공과정의 목표 품질 만족 여부 - 시공 후 코어 채취를 통한 실험 수행 및 별도 시험체 제작 후 평가시험 병행 예정. - 마샬시험 등의 시험평가 방법 적용. 기존의 공법과의 성능 비교분석 수행. 대학과 기업체 연구원을 활용하여 자체 실험을 수행하고, 외부 공인기관에 정밀 실험도 의뢰한다.

-노면 보수 보강 및 마찰증대를 위한 도로포장용 복합재료 개발-

최근 들어 도로포장재료의 공용성에 문제가 발생하여 생산 및 시공에 있어 각별한 노력들을 기울이고 있다. 개질 아스팔트의 사용은 국내에 90년대 중반이후 발생한 소

성변형과 기온차에 의한 온도균열 등을 감소시키기 위한 방안으로 점차로 사용이 확대되고 있으며, 여러 업체에서 바인더의 물리적 성능을 개선하기 위한 연구와 재료의 개발 업무를 수행하고 있다. 또한 시공방법의 개선과 품질관리에도 많은 노력을 기울이고 있다. 시공균열 제어를 위한 새로운 시공방법으로 Echelon Paving(2차선 동시포설로 종방향 JOINT 발생 억제 시공법) 및 Material Transfer Vehicle(MTV)은 온도편차에 의한 불균질한 다짐을 방지하고 균일한 포설온도를 확보하여 포장품질을 향상시키기 위한 방안이다. 그러나 이러한 방법으로도 공용성능의 한계치를 극복할 수 없는 것은 우리가 사용하는 아스팔트와 골재 등의 자재와 플랜트에서의 품질확보 노력 등이 유기적인 시스템을 갖고 있지 못해 어느 한 부분의 문제 해결 노력만으로 전체적인 포장 품질의 개선효과에는 어려움이 발생하는 것으로 이러한 재료와 시공방법 등에 새로운 개념의 도입이 없다면, 일정 기간 동일한 문제가 지속될 것이다. 그러므로 본 연구 과제를 통해 새롭고 균질한 포장재료 및 포장공법을 개발하여 기존의 포장재를 대체하고, 포장의 공용성능 향상과 포장 수명을 연장하여 불필요한 자원의 낭비와 경제적 손실을 줄이는데 그 목적이 있다. 에폭시와 세라믹스를 결합한 재료와 포장공법의 개발은 그동안 도로포장재료는 아스팔트 혹은 콘크리트라는 정형화된 틀을 깨고, 기존 포장 재료의 한계를 극복하기 위한 것으로, 새로운 포장 재료의 개발로 인해 연관된 관련 산업의 발전과 함께 공용성능의 최적화로 물류비용 및 사회적 비용의 감소가 기대 된다. 1) 기존 포장 재료의 특성 및 현황 파악, 고분자수지와 세라믹스를 결합한 재료의 국내, 외 현황조사 및 품질기준 파악 2) 기존 도로포장의 문제점을 해결할 수 있는 고분자수지와 세라믹스를 결합한 재료 개발 ○세부개발내용 1) 내구성 및 강도성능이 우수한 고분자수지와 세라믹스를 결합한 혼합물개발 및 최적 배합비 도출 - 주재고분자 수지의 조성물은 경화제의 종류, 희석제, 기타 첨가제에 따라 각각 다른 특성을 가진다.

표 2-2. 선행특허 조사관련 대상 개발기술과 주요 특허 간의 비교

구분	기존기술명 (지적재산권명)	개발자 (또는 지적 재산권자) (개발년도)	기술내용	공법의 원리, 특징 및 기능(관련 도면 첨부)	보유기술의 차별성
1	칼라 투수 콘크리트	황익현 10-0240140-0	골재와 분쇄폐유리물, 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프	13mm체에서 90-100% 통과하고 10mm체에서 50-100%통과하며, 5mm체	• 도로포장

	도로 포장방법	000 (1999.10.26)	가 0 - 4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30 - 45%로 하여 재료를 배합하는 공정, 상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정, 상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법	에서 30-80%통과하고 2mm체에서 0-10%통과하는 입도구성으로 된 골재와 5mm체에서 90- 100% 통과하고 2mm체에서 0- 40%이하 통과하며 0.5mm체에서 0-5%통과하는 입도구성으로 된 분쇄폐유리를 선정하는 공정, 상기 선정된 골재와 분쇄폐유리를 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프가 0-4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30-45%로 하여 재료를 배합하는 공정, 상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정, 상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.	법에 관한 사항으로 목적은 유사하나 소재로 폐유리를 사용한다는 점에서 상이함. • 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
2	밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법	황익현 10-0324249-0 000 (2002.01.30)	밀립도 투수콘크리트 박층 포장방법에 관한 것으로서, 그 목적은 기층용 투수콘크리트층의 표면을 1.5mm이하의 잔입자를 사용하여 표면상태가 깨끗하고 공극의 막힘이 적어 투수성이 계속 지속됨은 물론 재료의 취급이 편리하고 시공이 간편하도록 한 것이다.	모래인 필터층과 이 필터층 위에 쇠석기층을 포설하고 롤러로 최적 함수비에서 최대다짐을 하는 공정; 통과중량 백분율로 40mm체에서 100% 통과하고 5mm체에서 0~30% 통과하며, 2.5mm체에서 0~10% 통과하는 쇠석골재, 분쇄폐콘크리트, 재생골재, 슬래그 중의 하나 또는 둘 이상을 골재로 사용하고, 이 골재의 최대다짐기준 1m³에 시멘트 200~400kg, 물은 80~150kg, 혼화제(감수제)는 시멘트 사용중량의 2%이내의 범위에서 혼합한 혼합물을 전기 공정에서 마련된 쇠석기층 위에 포설하고 다짐하여 기층용 투수콘크리트를 조성하는 공정	• 구성 및 효과가 상이함 • 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
3	칼라아스콘	(주)한석아스칼, 한국석유화학 10-0349087-0 000 (2002.08.05)	칼라아스콘에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시멘트나 아스팔트 대신에 개질바인더를 이용하여 골재(굵은 골재, 잔골재, 필러)와 안료를 혼합함으로써 시공 및 유지보수가 간편할 뿐만 아니라 시공 및 보수기간을	입자직경이 13mm 또는 19mm의 굵은 골재 60~75중량%, 석분 14~40중량%, 모래 5.5~15중량%, 개질바인더 4~5중량%, 안료1.5~3중량%를 혼합온도 120 ~200℃에서 혼합하여 조성되는 것을 특징으로 하는 칼라아스콘.	• 기본구성 유사하나 효과가 상이함 • 산업 부산물, 자전거

			단축할 수 있고, 투수율을 높이는 동시에 고온 및 저온에서 소성변형의 저항성을 향상시키며, 안료의 색상을 선명하게 발현시키는 동시에 변색을 방지하게 되는 칼라아스콘을 제공함에 그 목적이 있다.		도로포장재에 대한 기술내용 없음.
4	차도용 칼라 아스콘의 제조방법	서동섭, 김광우 10-0368873-000 (2003.01.08)	차도용 칼라 아스팔트 콘크리트(이하 '칼라 아스콘'이라 함)에 관한 것으로, 기존 칼라 아스콘의 성능을 충분히 개선하여 차도에 사용가능토록 함으로서, 스쿨존의 차도뿐만 아니라 특히 사고가 많은 횡단보도나 교차점 등에서 색상을 통해 운전자의 경각심을 불러일으키고, 표면의 고 마찰력을 통해 돌발사태 발생시 급정거가 가능하도록 한 차도용 칼라 아스콘의 제조방법.	무색바인더에 입도 200메쉬 이하의 채움재, 입도 200메쉬 내지 4메쉬의 세골재 및 입도 4메쉬 내지 13mm의 조골재로 이루어진 골재, 칼라안료, 개질제 및 기타 첨가제를 포함하도록 혼합하는 칼라 아스콘의 제조방법에 있어서, 상기 채움재와 세골재 및 조골 비율이 1:1.41:5.76 내지 1:2.32:7.68의 비율로 혼합한 골재이고, 상기 첨가제로 2 × 2 mm로 분쇄된 종이를 바인더 100중량부에 대하여 1.5중량부 내지 2.5중량부를 포함하도록 혼합하는 것을 특징으로 하는 차도용 칼라 아스콘의 제조방법.	• 기본구성 유사하나 효과가 상이함 • 산업 부산물, 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
5	도로 포장용 기능성 폐합성수지 몰탈구조	손경례 20-2008-0022152 (2003.09.15)	본 고안은 인도나 자전거도로, 조깅로, 산책로 등 주로 경량체가 이동하는 도로의 노면을 포장하는데 사용되는 도로포장용 몰탈 중 최근 급격한 사용율을 보이고 있는 합성수지 몰탈제조시 원적외선과 음이온, 흡착작용, 향균, 방취 등과 같은 다양한 기능성을 가지는 숯(charcoal)을 함유시켜 환경친화적이면서 보행자의 건강까지 향상시켜주는 기능성 합성수지 몰탈구조에 관한 것이다.	이에 본 고안에서는 상기와 같은 문제점을 일소하기 위하여 창안한 것으로서, 인체에 유익한 성분과 효능이 다량 보유한 숯을 도로포장용 수지몰탈 제조시에 적절하게 첨가/배합될 수 있도록 하되, 몰탈이 기본적으로 갖추어야 하는 최소의 강도, 경도, 인성, 내구성 등에는 하등의 영향이 미치지 않는 가운데 숯의 기능성이 보다 효과적으로 발휘될 수 있도록 하는 도로포장용 기능성 수지몰탈을 제공함에 주안점을 두고 그 기술적 과제로서 완성한 것이다.	• 기본구성 유사하나 효과가 상이함 • 산업 부산물, 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
6	칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트.	오은영 10-2005-004500 (2005.08.11)	본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼방지구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 설치되는 칼라아스팔트에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 기존의 검정아스팔트핏치를 포함하는 각종 유색의 바인더를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한	기존의 검정아스팔트핏치를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한 칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상이 구현될 수 있도록 하기 위하여, 골재의 표면에 코팅될 바인더인 검정 아스팔트핏치의 색을 희석(퇴색)시켜 바인더로 사용하거나, 골재표면에 1차 코팅된 검정아스팔트핏치층의 표면에 2차 코팅층을 형성시켜 검정색의 외부로의 노출을 차단하며, 상기 희석 또는 차단된 코팅층의 표면에 표현하고자 하는 색상의 안료의	• 기본구성 유사하나 효과가 상이함 • 산업 부산물, 자전거 도로포장재

			칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상을 구현할 수 있도록 한 발명이다.	색이 발현된 코팅재를 이용한 재코팅층이 형성 되도록 하는 방법으로 제조된 칼라아스콘용 골재 및 칼라상기 골재를 사용하여 시공된 칼라 아스팔트를 제공하고자 한다.	에 대한 기술내용 없음.
7	도로 포장용 칼라골재 및 그 칼라골재를 이용한 칼라아스콘	인성산업 주식회사 10-0679608 (2007.01.31)	본 발명에 의한 칼라 골재는, 점토나 칼라안료를 혼합한 고령토에 물을 부어 반죽하고, 그 반죽된 점토나 칼라고령토를 임의의 크기, 고, 건조된 칼라 성형물을 가열하여 굵고, 성형물의 임의의 크기로 분쇄하여 골재로서 제조하는 것으로 한다. 또한, 본 발명은, 상기 점토나 칼라고령토를 성형하여 가열 후 분쇄한 칼라골재와, 일반 골재 및 바인더와 개질제를 혼합하여 칼라 아스콘을 제조하고, 분말 칼라 바인더 유제에 혼합하여 칼라 도로포장함을 특징으로 한다.	도로 포장용 칼라 아스콘에 있어서, 입자의 직경이 10 - 20mm의 조골재 10-90중량%, 1 - 9mm세 골재 5-85중량% 0.01 ~ 1mm분말 2.5-30중량%, 무색 바인더 2-10중량%를 혼합한도 120-200도에서 혼합하여 조성하되, 상기 조골재 또는 세골재 또는 분말 중 어느 하나 또는 둘 이상의 골재는, 점토나 칼라안료를 넣은 고령토를 물로 반죽하여 성형 후 가열로 소성하여 원하는 입도로 파쇄한 칼라 골재를 이용하여 조성된 것을 특징으로 하는 칼라 아스콘.	- 기본구성 유사하나 효과가 상이함 - 산업 부산물, 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
8	아스팔트를 결합제로 하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 칼라아스팔트	오은영 10-2007-0076766 (2007.07.25)	본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 시공되는 노면포장재인 칼라아스팔트의 시공재료 사용되는 칼라아스콘에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 검정(암갈색)아스팔트피치에 제조하고자 하는 칼라아스콘의 색상을 나타내는 안료(액상 또는 분말상)를 바인더 중량대비 35%(안료 고형분 중량) 이상의 양으로 투입 및 균일상으로 혼합함으로써 제조된 칼라아스콘에 관한 것이다.	상기 1항에 있어서, 상기 안료는, 이(二)종 이상의 그라이드의 안료를 복합적으로 사용하는 것으로서, 골재, 검정(암갈색)아스팔트피치를 포함하는 각 구성요소와 하위 그라이드의 안료를 가열혼합기에 투입 및 믹싱함으로써 골재의 표면에 하위 그라이드의 안료의 1차 코팅층을 형성시키고, 상기 공정 이후에 혼합기 내에 상위 그라이드의 안료를 추가로 더 투입 및 2차 믹싱함으로써 상기 1차 코팅층의 표면에 상위 그라이드 안료의 2차 코팅층이 피복되도록 함으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 상기 칼라아스콘을 혼합재로 하여 시공된 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트.	- 기본구성 유사하나 효과가 상이함 - 산업 부산물, 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
9	페우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법	주식회사 유로비전 10-2007-0081028 (2007.08.14)	본 발명은 특정폐기물로서 소각, 방치 등으로 폐기처리하고 있는 페폴리우레탄, 페ABS, 페pebax를 재활용하여 환경을 보호하고 소각시 발생 될 수 있는 대기오염 물질을 줄여 대기오염방지 등을 통하여 자연을 보호할 수 있으며, 폐자원을 재활용하여 원자재의 사용을 막아 수입대체효과를 가져올 수 있는 자전거도로, 인라인 스케이트장, 보행자도로 등 일반 도로와 광장 등 특성화 지역의 문양연출과 도시미관을 향상시킬 수 있는 포장용 칩(Chip)의 제조와 제조된 칩을 이용한 탄성포장재 포장방법에 관한 것이다.	본 발명은, 폐기되는 페스크렙(신발 밑창, 장난감, 폐기되는 냉장고 속의 페우레탄, 자동차 핸들 등), 페ABS(폐기되는 냉장고 및 세탁기 커버 등) 및 페pebax를 수거하는 단계, 수거된 페스크렙(페우레탄), 페ABS, 페pebax를 색상별, 용도별 선별하는 단계, 선별된 페스크렙(페우레탄), 페ABS, 페pebax를 용융하기 쉽게 4~9mm로 분쇄하는 단계, 분쇄된 페스크렙(페우레탄), 페ABS, 페pebax와 안료, 중탄 및 경탄, 지탄 등 필요한 혼화제를 혼합하는 단계, 성형단계를, 성형된 제조물을 분쇄하는 단계, 분쇄된 제품을 2~5mm로 선별하는 단계, 선별된 제품의 포장 및 출하의 단계로 이루어진 것에 특징이 있다.	- 기본구성 유사하나 효과가 상이함 - 자전거 도로포장재에 대한 기술내용 없음.
10	보행자 및 자전거 전용 도로용	듀라케미 (주) 10-0767840	본 발명은 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 바인더로서 핫 멜트	본 발명은 폴리에스테르, 열가소성 폴리우레탄 탄성중합체, 에틸렌 비닐아세트산 공중합체, 폴리 아마이드 중에서 1종이 선택되며	개발 소재, 구성

	탄성바닥재 및 그 시공방법	(2007.10.10)	수지를 사용하고, 여기에 일정 규격 크기의 에틸렌 프로필렌 디 모노머(EPDM) 또는 페타이어 또는 폴리우레탄 칩을 혼합하여 프리믹스 형태로 제조한 후, 가열 용융기기를 이용, 제품을 용융시켜 일정 두께로 도포하여 보행자와 운전자에 충격 완화 효과 및 안락함을 제공하고 내구성 및 내후성이 뛰어나 시인성을 우수하게 유지하며, 제품 시공 시 온도와 계절의 영향이 적고 투수성 및 미끄럼 저항성이 우수하며 아스콘 등 포재와의 접착성이 뛰어나 오랜 시간이 지나도 탈락 현상이 발생하지 않을 뿐만 아니라, 시공 후 1~2시간 내 빠르게 개통이 가능하도록 하는 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법에 관한 것이다.	도막의 유연성 및 내 충격성을 개선시켜 하중에 우수한 내구성을 지니고 높은 접착력을 갖는 제1수지 10~50중량부와, 석유수지, 페놀수지, 로진수지 중에서 1종이 선택되며 소지와 접착력 향상 및 칩 제품의 바인더로서의 역할을 가지는 제2수지 10~80중량부와, 제품의 흐름성 향상 및 내후성을 증대시키는 왁스수지 10~40중량부로 이루어지는 핫멜트수지 19~39중량부와, 5~15mm 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM), 폴리우레탄(PU), 페타이어 중에서 1종이 선택되며 미끄럼방지 기능, 보행 감의 향상, 안전성이 부여되는 미끄럼방지용 칩 58~78중량부와, 제품의 외관 및 시인성 유지를 위한 안료 3~6중량부로 혼합하여 이루어진 것을 특징으로 한다.	효과가 상이함 • 산업 부산물에 대한 내용없음.
11	투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 및 그 포장방법	주식회사 태영알씨 10-0830986-0 000 (2008.05.14)	지반 위에 직경 30~40mm의 골재로 형성된 보조기층을 포함하는 투수성 플렉스로드 자전거 포장재	도로포장재에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3MM~7MM로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 페플라스틱칩 6~10중량부, 6MM~25MM크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3MM~7MM크기로 분쇄된 폐유리 1~1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합	• 목적으 로 유사하나 소재나 공법, 원리 등이 상이함.

-칼라투수 콘크리트 도로포장방법-

(등록번호 10-0240140-0000)

(1999.10.26)

본 발명은 칼라 투수콘크리트 도로포장방법에 관한 것으로서, 13mm체에서 90 - 100% 통과하고 10mm체에서 50 - 100%통과하며, 5mm체에서 30 - 80%통과하고 2mm체에서 0 - 10%통과하는 입도구성으로 된 골재와 5mm체에서 90 - 100%통과하고 2mm체에서 0 - 40%이하 통과하며 0.5mm체에서 0 - 5%통과하는 입도구성으로 된 분쇄폐유리를 선정하는 공정, 상기 선정된 골재와 분쇄폐유리를 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프가 0 - 4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30 - 45%로 하여 재료를 배합하는 공정, 상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정, 상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법을 제공한다.

표 2-3. 대상기술(10-0240140-0000)의 핵심 내용

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	13mm체에서 90 - 100% 통과하고 10mm체에서 50 - 100%통과하며, 5mm체에서 30 - 80%통과하고 2mm체에서 0 - 10%통과하는 입도구성으로 된 골재와 5mm체에서 90 - 100%통과하고 2mm체에서 0 - 40%이하 통과하며 0.5mm체에서 0 - 5%통과하는 입도구성으로 된 분쇄폐유리를 선정하는 공정, 상기 선정된 골재와 분쇄폐유리를 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프가 0 - 4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30 - 45%로 하여 재료를 배합하는 공정, 상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정, 상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.
청구항 2항 (독립항)	제1항에 있어서, 상기 분쇄폐유리의 사용량은 골재사용량의 0.5 - 10%범위에서 사용됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.
청구항 3항 (독립항)	(정정)제1항에 있어서, 상기 재료배합 공정시 감수제를 시멘트 사용량의 2%이내로 투입하여 배합하는 것을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.
청구항 4항 (독립항)	(정정)제1항에 있어서, 상기 재료배합 공정시 무기질안료를 시멘트 사용량의 10%이내로 투입하여 배합하는 것을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.
청구항 5항 (독립항)	제1항에 있어서, 상기 기포제는 물의 사용량에 1 : 5 - 30으로 혼합되고 투수콘크리트의 표면에 5 kg/100m ² - 50kg/100m ² 가 되도록 살포됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.
청구항 6항 (독립항)	19mm체와 13mm체에서 90 - 100%통과되고 10mm체에서 50 - 100%통과되며 5mm체에서 30 - 80%통과되고 2mm체에서 0 - 10%통과되는 골재가 1500 - 1850kg/m ³ 사용되고, 10mm체에서 100%통과되고 5mm체에서 90 - 100%통과되며 2mm체에서 0 - 40%통과되고 0.5mm에서 0 - 5%통과되는 분쇄폐유리가 골재사용량의 0.5 - 10%사용되며, 물이 90 - 140kg/m ³ 사용되고, 시멘트가 250 - 420kg/m ³ 사용되며, 감수제가 시멘트 사용량의 2% 이내로 사용되고, 안료가 시멘트 사용량의 10%이내로 사용됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트.

13mm체에서 90 - 100% 통과하고 10mm체에서 50 - 100%통과하며, 5mm체에서 30 - 80%통과하고 2mm체에서 0 - 10%통과하는 입도구성으로 된 골재와 5mm체에서 90 - 100%통과하고 2mm체에서 0 - 40%이하 통과하며 0.5mm체에서 0 - 5%통과하는 입도구성으로 된 분쇄폐유리를 선정하는 공정이다.

상기 선정된 골재와 분쇄폐유리를 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프가 0 - 4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30 - 45%로 하여 재료를 배합하는 공정이다.

상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정이다.

상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법이다.

표 2-4. 칼라투수콘크리트도로포장방법

선행기술 1	서지	특허번호: 한국등록특허 10-0240140-0000 (등록일:1999년 10월 26일) 명 칭: 칼라투수콘크리트도로포장방법 출 원 인: 황익현	
	관련 기술 내용	골재와 분쇄폐유리를 물, 시멘트와 배합하고 슬럼프가 0 - 4cm범위가 되도록 물/시멘트비를 30 - 45%로 하여 재료를 배합하는 공정, 상기 배합된 투수콘크리트를 포설하고 그 표면에 기포제를 살포하는 공정, 상기 기포제가 살포된 투수콘크리트의 표면을 로울러로 다지는 공정이 포함됨을 특징으로 하는 칼라 투수콘크리트 도로포장방법.	
관련성 비교		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 낮음	관련도 낮음
		-유사점 : 부산물을 활용한 도로 포장재 -차이점 : 사용 소재와 공법이 상이함.	-유사점 : 칼라 도로포장 기술임 -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음

-밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법-

(등록번호 10-0324249-0000)

(2002.01.30)

본 발명은 밀립도 투수콘크리트 박층 포장방법에 관한 것으로서, 그 목적은 기층용 투수콘크리트 포장되는 투수콘크리트층의 표면을 1.5mm이하의 잔입자를 사용하여 표면상태가 깨끗하고 공극의 막힘이 적어 투수성이 계속 지속됨은 물론 재료의 취급이 편리하고 시공이 간편하도록 한 것이다. 본 발명은 필터층 상부에 쇄석기층을 포설하고 롤러로 최적 함수비에서 최대다짐을 하는 공정; 굵은 골재로서 40mm~5mm의 쇄석골재, 분쇄폐콘크리트, 재생골재, 슬래그 등을 사용하고, 이 골재의 최대다짐기준 1m³에 시멘트 200~400kg, 물 80~150kg, 시멘트 사용중량의 2%이내의 혼화제 (감수제)를 혼합하고, 이 혼합물을 전기 공정에서 마련된 쇄석기층 위에 포설하고 다짐하여 기층용 투수콘크리트층을 포설하는 공정; 전기 공정에서 형성된 기층용 투수콘크리트층 표면에 미립골재, 시멘트, 물, 혼화제를 일정비율로 혼합한 밀립도 투수콘크리트를 포설하여 다지는 밀립도 투수콘크리트층을 포설하는 공정; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트 박층 포장방법이다.

표 2-5. 대상기술(10-0324249-0000)의 핵심 내용

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	모래인 필터층과 이 필터층 위에 쇄석기층을 포설하고 롤러로 최적 함수비에서 최대다짐을 하는 공정; 통과중량 백분율로 40mm체에서 100% 통과하고 5mm체에서 0~30% 통과하며, 2.5mm체에서 0~10% 통과하는 쇄석골재, 분쇄폐콘크리트, 재생골재, 슬래그 중의 하나 또는 둘 이상을 골재로 사용하고, 이 골재의 최대다짐기준 1m ³ 에 시멘트 200~400kg, 물은 80~150kg, 혼화제(감수제)는 시멘트 사용중량의 2%이내의 범위에서 혼합한 혼합물을 전기 공정에서 마련된 쇄석기층 위에 포설하고 다짐하여 기층용 투수콘크리트를 조성하는 공정; 전기 공정의 기층용 투수콘크리트 표면에 미립골재, 시멘트, 물, 혼화제를 일정비율로 혼합한 밀립도 투수콘크리트로 사용하고 이 밀립도 투수콘크리트는 기층용 투수콘크리트를 포설하여 다지는 밀립도 투수콘크리트를 조성하는 공정이 포함된 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 2항 (독립항)	제1항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트를 포설한 후에 양생시키고 통상의 방법대로 줄눈을 설치한 다음 기건 상태에서 예폭시, 우레탄, 아크릴 등의 표면보호제를 살포하는 공정이 부가 포함된 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 3항 (독립항)	제1항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트는 통과중량 백분율 기준으로 1.5mm체에서 80~100% 통과하고 0.15mm체에서 0~20% 통과하는 미립골재 또는 0.3mm체에서 80~100% 통과하고 0.04mm체에서 0~20% 통과하는 단입도의 밀립한 규사분말, 폐 석고분말, 돌가루, 유리가루, 페타이어가루 중 적어도 한 가지 이상을 혼합한 것을 미립골재로 사용하고, 이 미립골재의 최대다짐기준으로 밀립도 투수콘크리트 1m ³ 당 1300~2000kg, 시멘트 250~500kg, 물은 물-시멘트비 기준으로 15~30%범위에서 사용하고 혼화제(감수제)는 시멘트 사용량의 4%이내의 범위에서 사용한 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 4항 (독립항)	제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트의 포설두께는 2cm이하로 포장된 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 5항 (독립항)	제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 표면보호제는 표면강도증대를 위하여 1m ² 당 0.5kg이내의 범위에서 살포하는 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 6항 (독립항)	제5항에 있어서, 상기 표면보호제에 염료 또는 안료를 혼합하여 살포하고 그 사용량은 시멘트 사용량의 10%이내로 혼합한 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 7항 (독립항)	제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트에는 도로 포장시 수축 팽창에 따른 크랙이 우려되는 경우 무수축제인 그라우팅제를 사용하고 그 사용량은 시멘트 사용량의 20%의 범위이내에서 사용하는 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 8항 (독립항)	제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트에는 내구성의 증대를 위하여 방수제를 사용하고 접착력의 증대를 위한 에멀존 예폭시, SBR라텍스, 아크릴 등의 폴리머를 사용하는 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 9항 (독립항)	제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 밀립도 투수콘크리트의 크랙방지를 위하여 밀립도 투수콘크리트에 1m ³ 당 2kg이내의 보강섬유를 사용한 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법.
청구항 10항 (독립항)	통과중량 백분율 기준으로 1.5mm체에서 80~100% 통과하고 0.15mm체에서 0~20% 통과하는 미립골재 또는 0.3mm체에서 80~100% 통과하고 0.04mm체에서 0~20% 통과하는 단입도의 밀립한 규사분말, 폐 석고분말, 돌가루, 유리가루, 페타이어가루 중 적어도 한 가지 이상을 혼합한 것을 미립골재로 사용하고, 이 미립골재의 최대다짐기준으로 밀립도 투수콘크리트 1m ³

	당 1300~2000kg, 시멘트 250~500kg, 물은 물-시멘트비 기준으로 15~30%범위에서 사용하고 혼화제 (감수제)는 시 멘트 사용량의 4%이내의 범위에서 사용한 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트.
--	---

모래인 필터층과 이 필터층 위에 쇄석기층을 포설하고 롤러로 최적 함수비에서 최대 다짐을 하는 공정;

통과중량 백분율로 40mm체에서 100% 통과하고 5mm체에서 0~30% 통과하며, 2.5mm체에서 0~10% 통과하는 쇄석골재, 분쇄폐콘크리트, 재생골재, 슬래그 중의 하나 또는 둘 이상을 골재로 사용하고, 이 골재의 최대다짐기준 1m³에 시멘트 200~400kg, 물은 80~150kg, 혼화제(감수제)는 시멘트 사용중량의 2%이내의 범위에서 혼합한 혼합물을 전기 공정에서 마련된 쇄석기층 위에 포설하고 다짐하여 기층용 투수콘크리트를 조성하는 공정;

전기 공정의 기층용 투수콘크리트 표면에 미립골재, 시멘트, 물, 혼화제를 일정비율로 혼합한 밀립도 투수콘크리트로 사용하고 이 밀립도 투수콘크리트는 기층용 투수콘크리트를 포설하여 다지는 밀립도 투수콘크리트를 조성하는 공정이 포함된 것을 특징으로 하는 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법이다.

표 2-6. 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법

선 행 기 술 1	서 지	특허번호: 한국등록특허 10-0324249-0000 (등록일:2002년 01월 30일) 명 칭: 밀립도 투수콘크리트의 박층 포장방법 출 원 인: 황익현	
	관 련 기 술 내 용	밀립도 투수콘크리트 박층 포장방법에 관한 것으로서, 그 목적은 기층용 투수콘크리트 포장되는 투수콘크리트층의 표면을 1.5mm이하의 잔입자를 사용하여 표면상태가 깨끗하고 공극의 막힘이 적어 투수성이 계속 지속됨은 물론 재료의 취급이 편리하고 시공이 간편하도록 한 것이다.	
관련성 비교	1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조		2) 적용 단계
	관련도 낮음		관련도 낮음
	-유사점 : 부산물을 활용한 도로 포장재 -차이점 : 공법이 상이함.		-유사점 : 칼라 도로포장 기술임. -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-칼라아스콘-

(등록번호 10-0349087)

(2002.08.05)

본 발명은 칼라아스콘에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시멘트나 아스팔트 대신에 개질바인더를 이용하여 골재(굵은 골재, 잔골재, 필러)와 안료를 혼합함으로써 시공 및 유지보수가 간편할 뿐만 아니라 시공 및 보수기간을 단축할 수 있고, 투수율을 높이는 동시에 고온 및 저온에서 소성변형의 저항성을 향상시키며, 안료의 색상을 선명하게 발현시키는 동시에 변색을 방지하게 되는 칼라아스콘을 제공함에 그 목적이 있다. 그리고 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 입자직경이 13mm 또는 19mm의 굵은 골재 60~75중량%, 석분 14~40중량%, 모래 5.5~15중량%, 개질바인더 4~7중량%, 안료1.5~3중량%를 혼합온도 120~200℃에서 혼합하여 조성되는 것을 특징으로 하는 칼라아스콘을 제공하게 된다.

표 2-7. 대상기술(10-0349087)의 핵심 내용

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	입자직경이 13mm 또는 19mm의 굵은 골재 60~75중량%, 석분 14~40중량%, 모래 5.5~15중량%, 개질바인더 4~5중량%, 안료1.5~3중량%를 혼합온도 120~200℃에서 혼합하여 조성되는 것을 특징으로 하는 칼라아스콘.
청구항 2항 ~ 13항 (독립항)	삭제

본 발명은 시공 및 유지보수가 간편할 뿐만 아니라 시공 및 보수기간을 단축할 수 있고, 투수율을 높이는 동시에 고온 및 저온에서 소성변형의 저항성을 향상시키며, 안료의 색상을 선명하게 발현시키는 동시에 변색을 방지할 수 있는 효과를 제공하게 된다.

표 3-8. 칼라 아스콘

선 행 기 술 1	서 지	특허번호: 한국등록특허 10-0349087-0000 (등록일:2002년 08월 05일) 명 칭: 칼라 아스콘 출 원 인: 한국석유공업 주식회사, (주)한석아스칼
	관 련 기 술 내 용	칼라아스콘에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시멘트나 아스팔트 대신에 개질바인더를 이용하여 골재(굵은 골재, 잔골재, 필러)와 안료를 혼합함으로써 시공 및 유지보수가 간편할 뿐만 아니라 시공 및 보수기간을 단축할 수 있고, 투수율을 높이는 동시에 고온 및 저온에서 소성변형의 저항성을 향상시키며, 안료의 색상을 선명하게 발현시키는 동시에 변색을 방지하게 되는 칼라아스콘을 제공함에 그 목적이 있다.

	1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
	관련도 있음	관련도 낮음
관련성		
비교	-유사점 : 칼라도로포장재 제조방법으로서 유사 -차이점 : 산업부산물에 대한 언급이 없음. 공법이 상이함.	-유사점 : 칼라 도로포장 기술임 -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-차도용 칼라 아스콘의 제조방법-

(등록번호 10-0368873-0000)

(2003.01.08)

본 발명은 차도용 칼라 아스팔트 콘크리트(이하 '칼라 아스콘'이라 함)에 관한 것으로, 기존 칼라 아스콘의 성능을 충분히 개선하여 차도에 사용가능토록 함으로서, 스쿨존의 차도뿐만 아니라 특히 사고가 많은 횡단보도나 교차점 등에서 색상을 통해 운전자의 경각심을 불러일으키고, 표면의 고 마찰력을 통해 돌발사태 발생시 급정거가 가능하도록 한 차도용 칼라 아스콘의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있으며, 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 무색바인더에 입도 200메쉬 이하의 채움재, 입도 200메쉬 내지 4메쉬의 세골재 및 입도 4메쉬 내지 13mm의 조골재로 이루어진 골재, 칼라안료, 개질제 및 기타 첨가제를 포함하도록 혼합하는 칼라 아스콘의 제조방법에 있어서, 상기 채움재와 세골재 및 조골재 비율이 1:1.41:5.76 내지 1:2.32:7.68의 비율로 혼합한 골재이고, 상기 첨가제로 2 × 2 mm로 분쇄된 종이를 바인더 100중량부에 대하여 1.5중량부 내지 2.5중량부를 포함하도록 혼합하는 것을 특징으로 하는 차도용 칼라 아스콘의 제조방법을 제공함으로써 달성할 수 있다.

표 2-8. 대상기술(10-0368873-0000)의 핵심내용

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	무색바인더에 입도 200메쉬 이하의 채움재, 입도 200메쉬 내지 4메쉬의 세골재 및 입도 4메쉬 내지 13mm의 조골재로 이루어진 골재, 칼라안료, 개질제 및 기타 첨가제를 포함하도록 혼합하는 칼라 아스콘의 제조방법에 있어서, 상기 채움재와 세골재 및 조골재 비율이 1:1.41:5.76 내지 1:2.32:7.68의 비율로 혼합한 골재이고, 상기 첨가제로 2 × 2 mm로 분쇄된 종이를 바인더 100중량부에 대하여 1.5중량부 내지 2.5중량부를 포함하도록 혼합하는 것을 특징으로 하는 차도용 칼라 아스콘의 제조방법.

선행기술 1	서지	특허번호: 한국등록특허 10-0368873-0000 (등록일:2003년 01월 08일) 명 칭: 차도용 칼라 아스콘의 제조방법 출 원 인: 서동섭, 김광우	
	관련 기술 내용	본 발명은 차도용 칼라 아스팔트 콘크리트(이하 '칼라 아스콘'이라 함)에 관한 것으로, 기존 칼라 아스콘의 성능을 충분히 개선하여 차도에 사용가능토록 함으로서, 스쿨존의 차도뿐만 아니라 특히 사고가 많은 횡단보도나 교차점 등에서 색상을 통해 운전자의 경각심을 불러일으키고, 표면의 고 마찰력을 통해 돌발사태 발생시 급정거가 가능하도록 한 차도용 칼라 아스콘의 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.	
관련성		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 낮음	관련도 낮음
	비교	-유사점 : 칼라 도로포장재 -차이점 : 산업부산물, 자전거도로에 대한 언급이 없음.	-유사점 : 칼라 도로포장 기술임 -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-도로 포장용 기능성 폐합성수지 몰탈구조-

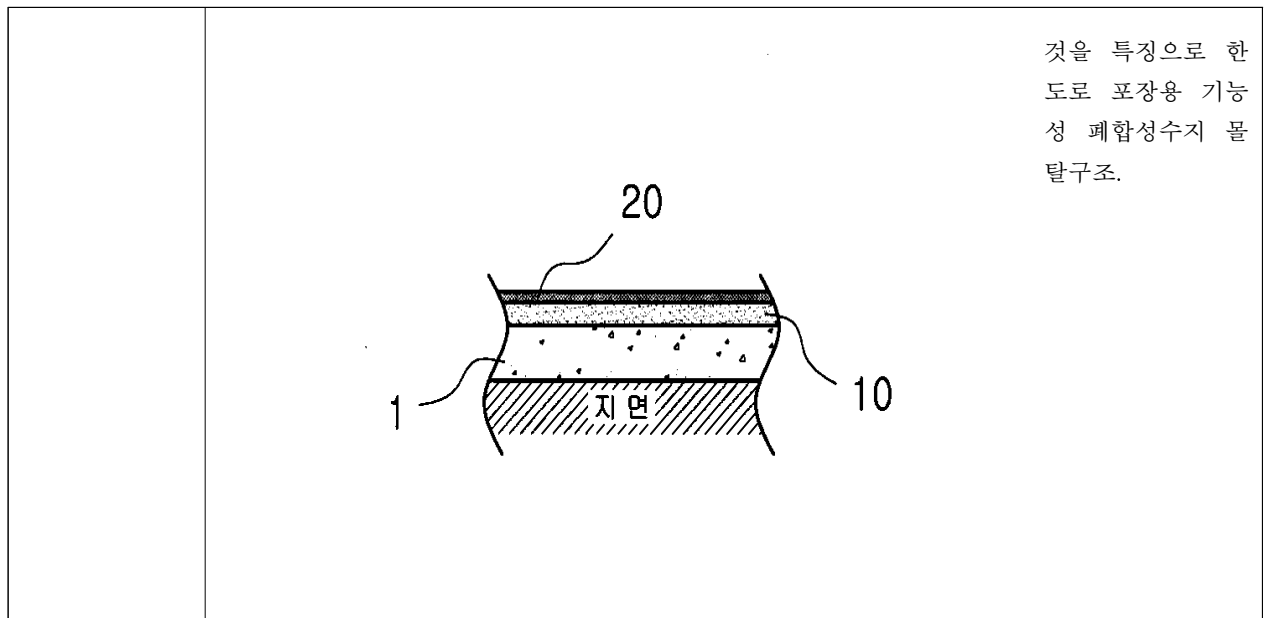
(등록번호 20-0327815)

(2003.09.15)

본 고안은 인도나 자전거도로, 조강로, 산책로 등 주로 경량체가 이동하는 도로의 노면을 포장하는데 사용되는 도로포장용 몰탈 중 최근 급격한 사용율을 보이고 있는 합성수지 몰탈 제조시 원적외선과 음이온, 흡착작용, 향균, 방취 등과 같은 다양한 기능성을 가지는 숯(charcoal)을 함유시켜 환경 친화적이면서 보행자의 건강까지 향상시켜주는 기능성 합성수지 몰탈구조에 관한 것이다. 즉, 폐합성수지를 주재료로 하는 가운데 도로포장을 목적으로 일정두께 시공될 수 있는 도로포장용 폐합성수지 몰탈에 있어서, 바닥면에서 부터 폐합성수지와 바인더가 혼합된 수지몰탈층과; 전체몰탈 함량 대비 1~20중량% 의 숯(분말 혹은 일정크기의 알갱이 상태의 숯)과 바인더가 혼합된 숯몰탈층과; 얇은 우레탄 마감층이 각각 단계별 일체화 접착 구성되는 것이다.

표 2-9. 대상기술(20-0327815)의 핵심내용

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	폐합성수지를 주재료로 하는 가운데 도로포장을 목적으로 일정두께 시공될 수 있는 도로포장용 폐합성수지 몰탈에 있어서, 바닥면에서 부터 폐합성수지와 바인더가 혼합된 수지몰탈층(1)과; 전체몰탈 함량 대비 1~20중량% 의 숯(분말 혹은 일정크기의 알갱이 상태의 숯)과 바인더가 혼합된 숯몰탈층(10)과; 얇은 우레탄 마감층(20)이 각각 단계별 일체화 접착 구성되는



본 고안은 폐합성수지를 주재료로 하는 가운데 도로포장을 목적으로 일정두께 시공될 수 있는 도로포장용 폐합성수지 물탈에 있어서, 상기 도로 포장용 폐합성수지 물탈에 지금까지 한번도 시도된 바 없는 숯을 전체물탈 함량 대비 1~20중량%를 포함시켜 제조한 후 하기의 실시 예와 같은 시공방법을 통하여 물탈층을 형성시킬 수 있다.

즉, 폐합성수지와 바인더가 혼합된 수지물탈을 1차 시공 바닥면에 포설한 다음 그 위에 숯과 바인더가 혼합된 숯물탈을 2차 추가 포설하고, 그 위에 다시 우레탄을 코팅 도포하여 마감처리한 후 경화시켜 완성 시공하였다. 이 방법은 수지물탈층(폐합성수지+바인더)과 숯층(숯+바인더) 그리고 우레탄 마감층으로 각각 단계별 형성됨과 동시에 전체량 대비 1~20중량%의 숯성분이 전량 상기 얇은 우레탄 마감층 바로 아래의 숯층에 모두 위치하고 있기 때문에 도로노면의 상층부로 숯의 기능성은 최대로 발휘될 수 있다. 하지만 이 경우는 숯이 가지는 취약성으로 인해 자칫 도로노면의 인장강도, 내구성 약화로 이어져 큰 문제를 야기시킬 수 있기 때문에 중량체의 이동이 거의 없는 곳의 도로에 시공됨이 좋다. 그리고 상기 물탈에 투입되는 숯의 혼합비율을 전체 물탈량 대비 최소 1중량% ~ 최대 20중량% 까지 투입할 수 있는 것으로 한 것은 주거 밀집도로, 상가 밀집도로, 일반도로, 산책로, 조강로, 자전거도로, 공원, 체육시설장소 등과 같이 시공 주위환경과 사용용도에 따라서 숯의 투입량을 적절하게 달리할 수 있기 때문이다. 하지만 숯은 취성에 극도로 약한 탄화물로 되어 있기 때문에 기준 이상(20중량% 초과) 많은 량이 투입되면 시공된 노면의 내구성과 인장강도가 떨어져 자칫 제 기능을 상실할 수도 있음으로 본원에서는 최대 20중량%의 범위를 초과하지 않도록 하는 것이 좋다는 것이 다년간 수차례의 실험을 통해 습득 축적된 기술에 의한 결과이다.

이와 같이 주거 밀집도로, 상가 밀집도로, 일반도로, 산책로, 조강로, 자전거도로, 공원, 체육시설장소 등의 바닥에 숯이 함유된 수지물탈을 포설하게 되면 시공된 노면위로 소정의 원적외선 및 음이온 등이 발산함으로서 이를 이용하는 사용자의 건강에 다소나마 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 향균, 방취, 흡착작용 등으로 인해 주변공기 정화작용의 효과까지 더불어 제공될 수 있는 등 지금까지 도로의 노면에서 기대할 수 없었던 새로운 기능이 발휘된다.

표 2-10. 도로 포장용 기능성 폐합성수지 모르타르 구조

선행기술 1	서지	특허번호: 한국등록특허 20-0327815 (등록일:2003년 09월 15일) 명 칭: 도로 포장용 기능성 폐합성수지 몰탈구조 출 원 인: 손경례	
	관련기술 내용	본 고안은 인도나 자전거도로, 조깅로, 산책로 등 주로 경량체가 이동하는 도로의 노면을 포장하는데 사용되는 도로포장용 몰탈 중 최근 급격한 사용율을 보이고 있는 합성수지 몰탈제조시 원적외선과 음이온, 흡착작용, 향균, 방취 등과 같은 다양한 기능성을 가지는 숯(charcoal)을 함유시켜 환경친화적이면서 보행자의 건강까지 향상시켜주는 기능성 합성수지 몰탈구조에 관한 것이다.	
관련성 비교		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 낮음	관련도 낮음
		-유사점 : 산업 부산물을 활용한 바닥포장재 -차이점 : 사용 소재, 공법이 상이함.	-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음

-칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는

칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트-

(공개번호 10-2005-0079917)

(2005.08.11)

본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지 구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 설치되는 칼라아스팔트에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 기존의 검정아스팔트핏치를 포함하는 각종 유색의 바인더를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한 칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상을 구현할 수 있도록 한 발명이다.

표 2-11. 대상기술(10-2005-0079917)의 핵심기술

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	바인더재와 골재와 안료, 채움재(혼화제) 및 화학적 혼화제 등을 포함하여 제조된 칼라아스콘을 이사용하여 제공되는 칼라아스팔트에 있어서, 상기 칼라아스콘 또는 골재(칼라골재)를 제조하기 위한 방법으로 믹싱기의 내부에 유색바인더재 및 골재와 함께 회석재를 투입, 믹싱함으로써 상기 유색바인더재가 갖는 원색상을 회석키며, 상기에 원하는 색상의 안료를 추가로 투입, 믹싱함으로써 회석바인더로 이루어진 코팅층이 피복된 골재의 표면을 원하는 색상으로 재코팅하는 단계; 또는 유색바인더재로 1차 코팅된 골재의 표면에 차단재가 혼합되어 이루어진 2차의 차단코팅층을 형성시킴으로써 상기 1차 코팅층인 유색바인더층의 원색상이 외부로 노출되는 것을 차단하고, 상기에 원하는 색상의 안료 또는 원하는 색상의 유, 무기원료의 수지를 추가로 투입, 믹싱함으로써 상기 2차 차단코팅층의 표면을 재코팅하는 단계의 공정 중 하나의 공정을 제조공정에 포함시킴으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트.
청구항 2항	상기 1항에 있어서, 바인더재의 원색상을 회석 또는 차단하는 회석재 및 차단재는 백색석분(탄산칼슘), 화이트카본 또는 백색안료 또는 상기 백색석분 또는 백색안료를 포함하여 이루어진 유기 또는 무기의 각종 수지 중 일 종을 사용하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라골재와

(독립항)	칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트.
청구항 3항 (독립항)	상기 1항에 있어서, 발현된 색상의 채도 및 명도를 높이기 위하여 산화티타늄을 포함하는 유, 무기원료의 증백제를 1종 이상 추가원료로 투입하여 제조한 것을 특징으로 하는 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트.
청구항 4항 (독립항)	상기 1항에 있어서, 유색의 바인더제는 각종아스팔트, 검정아스팔트핏치, 유색합성수지, 합성수지폐기물을 원료로 하여 제조된 액상의 합성수지 등을 포함하는 각종 유기 또는 무기원료의 유색바인더제를 포함하는 것 중 일종인 것을 특징으로 하는 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트.
청구항 5항 (독립항)	청구항 1의 방법으로 제조한 이색의 칼라골재를 2종 이상 혼용하여 투명의 아스팔트재와 혼합함으로써 칼라아스콘을 제조하고, 상기 제조된 다색의 칼라아스콘을 칼라아스팔트 시공면에 포설 및 전압함으로써 시공된 칼라아스팔트.
청구항 6항 (독립항)	상기 1 또는 5항의 골재 및 칼라아스콘의 제조시에, 각종 반사분말(반짝이가루 등), 인광안료, 야광안료 등의 첨가제를 1종 이상 혼합 제조한 것을 특징으로 하는 칼라아스콘 및 칼라아스팔트.
청구항 7항 (독립항)	상기 1항, 5항, 6항의 칼라골재를 특정 규격의 판상의 성형물의 표면에 접착하여 블럭형으로 제조하고, 이를 원하는 시공면에 모자이크식 배열로 조립 시공한 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트블럭 및 칼라아스팔트.

본 발명은 기존의 검정아스팔트핏치를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한 칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상이 구현될 수 있도록 하기 위하여, 골재의 표면에 코팅된 바인더인 검정아스팔트핏치의 색을 희석(퇴색)시켜 바인더로 사용하거나, 골재표면에 1차 코팅된 검정아스팔트핏치층의 표면에 2차 코팅층을 형성시켜 검정색의 외부로의 노출을 차단하며 상기 희석 또는 차단된 코팅층의 표면에 표현하고자 하는 색상의 안료의 색이 발현된 코팅재를 이용한 재코팅층이 형성되도록 하는 방법으로 제조된 칼라아스콘용 칼라골재 및 칼라상기 골재를 사용하여 시공된 칼라아스팔트를 제공하고자 한다.

표 2-12. 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재 또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트

선 행 기 술 1	서 지	특허번호: 한국공개특허 10-2005-0079917 (공개일:2005년 08월 11일) 명 칭: 칼라골재와 칼라아스콘 및 그 제조방법과 상기 칼라골재또는 칼라아스콘을 사용하여 시공한 칼라아스팔트 출 원 인: 오은영	
	관 련 기 술 내 용	본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 설치되는 칼라아스팔트에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 기존의 검정아스팔트핏치를 포함하는 각종 유색의 바인더를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한 칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상을 구현할 수 있도록 한 발명이다.	
관 련 성 비 교	1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조		2) 적용 단계
	관련도 있음		관련도 낮음
	-유사점 : 칼라 바닥포장재 -차이점 : 공법이 상이함.		-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-도로 포장용 칼라골재 및 그 칼라골재를 이용한 칼라아스콘-

(등록번호 10-0679608)

(2007.01.31)

본 발명에 의한 칼라 골재는, 점토나 칼라안료를 혼합한 고령토에 물을 부어 반죽하고, 그 반죽된 점토나 칼라고령토를 임의의 금형으로 성형 후 건조시키고, 건조된 칼라 성형물을 가열하여 굽고, 성형물을 임의의 크기로 분쇄하여 칼라 골재로서 제조를 특징으로 한다. 또한, 본 발명은, 상기 점토나 칼라고령토를 성형하여 가열 후 분쇄한 칼라골재와, 일반 골재 및 바인더와 개질재 등을 혼합하여 칼라 아스콘을 제조하고, 분말 칼라 골재를 무색 바인더 또는 무색 바인더 유제에 혼합하여 칼라 도로 포장함을 특징으로 한다.

표 2-13. 대상기술 (10-0679608)의 핵심기술

청구항	세부기술
청구항 1항 (독립항)	삭제
청구항 2항 (독립항)	칼라 도로 포장용 골재에 있어서, 교반기에서 점토 또는 칼라 안료가 혼합된 고령토와, 불연성 섬유소재를 물과 교반시켜 반죽하고, 반죽된 소재를 금형을 이용해 압력을 가해 압축 성형한 후, 건조시켜 가열로를 이용해 가열 소성 하여 제조된 것을 특징으로 하는 도로 포장용 칼라 골재.
청구항 3항 (독립항)	제 2 항에 있어서, 상기 가열로에서 소성된 재료를 파쇄기에서 원하는 입도로 파쇄하여 조골재 또는 세골재 또는 분말 중 어느 하나로 제조된 것을 특징으로 하는 도로 포장용 칼라 골재.
청구항 4항 (독립항)	도로 포장용 칼라 아스콘에 있어서, 입자의 직경이 10 - 20mm의 조골재 10-90중량%, 1 - 9 mm세골재 5-85중량% 0.01 ~ 1mm분말 2.5-30중량%, 무색바인더 2-10중량% 를 혼합온도 120-200도에서 혼합하여 조성하되, 상기 조골재 또는 세골재 또는 분말 중 어느 하나 또는 둘 이상의 골재는, 점토나 칼라안료를 넣은 고령토를 물로 반죽하여 성형 후 가열 소성하여 원하는 입도로 파쇄한 칼라골재를 이용하여 조성된 것을 특징으로 하는 칼라 아스콘.
청구항 5항 (독립항)	도로 포장용 상온 칼라 아스콘에 있어서, 입자의 직경이 5 - 10mm의 조골재 10-90중량%, 입자의 직경이 1-5mm세골재 3-80중량%, 분말 3-30중량% 무색 바인더 유제 3-20중량%를 혼합하여 상온에서 혼합하여 조성하되, 상기 조골재 또는 세골재 또는 분말 중 어느 하나 또는 둘 이상의 골재는, 점토나 칼라안료를 넣은 고령토를 물로 반죽하여 성형 후 가열 소성하여 원하는 입도로 파쇄한 칼라 골재를 이용하여 조성된 것을 특징으로 하는 칼라 아스콘.
청구항 6항 (독립항)	칼라 골재를 이용한 칼라 포장 방법에 있어서, 점토나 칼라안료를 넣은 고령토를 물로 반죽 후 압축 성형하여 가열 소성한 후 파쇄기를 이용해 분말로 파쇄하여 칼라 분말골재를 구비하고, 상기 칼라 분말 골재를 무색바인더나 무색 바인더 유제를 사용하여 기존 도로에 1 - 20mm의 두께로 덧씌우기 방식으로 도포하는 칼라 도로포장 방법.

본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 칼라 아스콘의 문제점을 개선하기 위하여 점토나 칼라안료가 혼합된 고령토를 물로 교반시켜 이를 성형 및 가열 소성하여 골재의 내부까지 칼라를 유지하는 칼라골재를 제공하기 위한 것이다. 본 발명은, 상기와 같이 제조된 칼라 골재를 파쇄기를 이용해 원하는 입도로 파쇄하여 무색 바인더에 혼합하여 제조되는 칼라 아스콘을 제공하기 위한 것이다. 본 발명은 상기와 같이 제조된 칼라 골재를 분말형태로 가공한 후 무색 바인더 또는 무색 바인더 유제에 혼합하여 칼라 도로 포장을 할 수 있도록 하기 위한 것이다.

표 2-14. 도로 포장용 칼라골재 및 그 칼라골재를 이용한 칼라아스콘

선행기술 1	서지	특허번호: 한국등록특허 10-0679608 (등록일:2007년 01월 31일) 명 칭: 도로 포장용 칼라골재 및 그 칼라골재를 이용한 칼라아스콘 출 원 인: 인성산업 주식회사	
	관련 기술 내용	본 발명에 의한 칼라 골재는, 점토나 칼라안료를 혼합한 고령토에 물을 부어 반죽하고, 그 반죽된 점토나 칼라고령토를 임의의 금형으로 성형 후 건조시키고, 건조된 칼라 성형물을 가열하여 굽고, 성형물을 임의의 크기로 분쇄하여 칼라 골재로서 제조함을 특징으로 한다. 또한, 본 발명은, 상기 점토나 칼라고령토를 성형하여 가열 후 분쇄한 칼라골재와, 일반 골재 및 바인더와 개질제 등을 혼합하여 칼라 아스콘을 제조하고, 분말 칼라 골재를 무색 바인더 또는 무색 바인더 유제에 혼합하여 칼라 도로포장함을 특징으로 한다.	
관련성 비교		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 있음	관련도 낮음
		-유사점 : 칼라 바닥포장재 -차이점 : 공법이 상이함.	-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-아스팔트피치를 결합제로 하여 제조된 것을 특징으로 하는

칼라아스콘과 그 제조방법 및 칼라아스팔트-

(공개번호 10-2007-0076766)

(2007.07.25)

본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지 구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 시공되는 노면포장재인 칼라아스팔트의 시공재로 사용되는 칼라아스콘에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 검정(암갈색)아스팔트피치에 제조하고자 하는 칼라아스콘의 색상을 나타내는 안료(액상 또는 분말상)를 바인더 중량대비 35%(안료 고형분 중량) 이상의 양으로 투입 및 균일상으로 혼합함으로써 제조된 칼라아스콘에 관한 것이다.

표 2-15. 대상기술(10-2007-0076766)의 핵심기술

청구항	세부내용
청구항 1항 (독립항)	골재, 검정(또는 암갈색)아스팔트피치, 안료를 기본 구성요소로 하며, 상기에 필요에 따라 채움재, 각종 물리적 혼합재, 화학적 혼합재 중, 1종 이상의 구성요소를 추가 구성요소로 더 포함시켜 제조되는 칼라아스콘에 있어서, 상기, 골재에 검정(암갈색)아스팔트피치와, 상기 검정아스팔트피치 중량 대비 35%(안료 고형분 기준)이상의 중량의 안료를 120~200도씨의 가열혼합기에 필요에 따라 적정 시격을 두어 투입 및 균일상으로 혼합 믹싱함으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 상기 칼라아스콘을 혼합제로 하여 시공된 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트

청구항 2항 (독립항)	상기 1항에 있어서, 상기 안료는, 이(二)종 이상의 그레이트의 안료를 복합적으로 사용하는 것으로서, 골재, 검정(암갈색)아스팔트피치를 포함하는 각 구성요소와 하위 그레이트의 안료를 가열혼합기에 투입 및 믹싱함으로써 골재의 표면에 하위 그레이트의 안료의 1차 코팅층을 형성시키고, 상기 공정 이후에 혼합기 내에 상위 그레이트의 안료를 추가로 더 투입 및 2차 믹싱함으로써 상기 1차 코팅층의 표면에 상위 그레이트 안료의 2차 코팅층이 피복되도록 함으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 상기 칼라아스콘을 혼합제로 하여 시공된 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트
청구항 3항 (독립항)	상기 1항 또는 2항의 칼라아스콘의 제조시에, 골재간의 결합력을 증대시키고, 시공 후, 칼라아스팔트의 균열을 방지하기 위하여, 상기 각 실시 예를 통한 제조공정 상에 보강재로서 필프 또는 합성섬유사를 포함하는 각종의 유기, 무기 섬유를 추가로 더 투입하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘 및 상기 칼라아스콘을 혼합제로 하여 시공된 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트
청구항 4항 (독립항)	상기 1항, 2항, 3항 중 선택된 하나의 항의 칼라아스콘의 제조시에, 안료 및 보강재의 투입량이 증가됨에 따라 발생될 수 있는 골재간의 결합력의 저하 방지와 제조시 혼합기 내에서의 원활한 혼합을 위하여, 석유수지, LDPE, LLDPE, 합성수지엘라스토머, 합성수지폴리머를 포함하는 각종의 유기, 무기수지 중 선택된 하나 이상의 수지를 추가의 구성요소로 더 투입함으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘 및 상기 칼라아스콘을 혼합제로 하여 시공된 것을 특징으로 하는 칼라아스팔트
청구항 5항 (독립항)	상기 1항, 2항, 3항, 4항 중 선택된 하나의 항을 통해 제조된 칼라아스콘을 접착제가 도포된 다양한 소재의 판재 또는 시트형의 직물 또는 필름의 표면에 압착함으로써 제조된 것을 특징으로 하는 칼라블럭 및 시트형 칼라아스팔트

본 발명에 따라 제조된 칼라아스콘은 투명성결합제(투명아스팔트피치 및 투명합성수지바인더)를 사용하지 않으면서도 제조하고자 하는 색상의 칼라아스콘을 선명한 색감으로 제조할 수 있으며, 특히, 고단가의 투명성결합제가 본 발명에 따른 저단가의 결합제인 검정(암갈색)아스팔트피치 및 잡색의 재활용 합성수지바인더로 대체할 수 있게 됨으로서, 칼라아스콘의 제조단가가 현저히 절감됨과 동시에 합성수지의 재활용도 가능하게 됨으로서 환경보호의 목적도 추가로 달성될 수 있는 친환경의 도로포장재를 제공할 수 있게 된다. 또, 본 발명에 따른 칼라아스콘 및 칼라골재를 사용하여 다색의 블록 및 시트형의 칼라아스팔트를 제공할 수 있게 됨으로서 더욱 다양한 미감의 노면 포장재를 제공할 수 있게 되는 효과가 있다.

표 2-16. 아스팔트피치를 결합제로 하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 칼라아스팔트

선행기술 1	서지	특허번호: 한국공개특허 10-2007-0076766 (공개일:2007년 07월 25일) 명 칭: 아스팔트피치를 결합제로 하여 제조된 것을 특징으로 하는 칼라아스콘과 그 제조방법 및 칼라아스팔트 출 원 인: 오은영
	관련 기술 내용	본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 시공되는 노면포장재인 칼라아스팔트의 시공재로 사용되는 칼라아스콘에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 검정(암갈색)아스팔트피치에 제조하고자 하는 칼라아스콘의 색상을 나타내는 안료(액상 또는 분말상)를 바인더 중량대비 35%(안료 고형분 중량) 이상의 양으로 투입 및 균일상으로 혼합함으로써 제조된 칼라아스콘에 관한 것이다.

	1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 깔라바닥재 제조	2) 적용 단계
관련성	관련도 있음	관련도 있음
비교	-유사점 : 자원 재순환용 깔라 바닥포장재 -차이점 : 공법이 상이함	-유사점 : 자전거도로포장에 적용 가능함 -차이점 : 평가대상기술과 관계 있음.

-페우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법-

(공개번호 10-2007-0081028)

(2007.08.14)

본 발명은 특정폐기물로서 소각, 방치 등으로 폐기처리하고 있는 페폴리우레탄, 페ABS, 페pebax를 재활용하여 환경을 보호하고 소각시 발생 될 수 있는 대기오염 물질을 줄여 대기오염방지 등을 통하여 자연을 보호할 수 있으며, 폐자원을 재활용하여 원자재의 사용을 막아 수입대체효과를 가져올 수 있는 자전거도로, 인라인 스케이트장, 보행자도로 등 일반 도로와 광장 등 특성화 지역의 문양연출과 도시미관을 향상시킬 수 있는 포장용 칩(Chip)의 제조와 제조된 칩을 이용한 탄성포장재 포장방법에 관한 것이다.

표 2-17. 대상기술(10-2007-0081028)의 핵심기술

청구항	세부기술
청구항 1항 (독립항)	페폴리우레탄, 페ABS, 페pebax를 수거하여 재활용 가능한 수거된 원자재를 색상 및 경도별로 분리하고 이물질이 제거되고 수분함량이 3~6중량%로 건조된 페폴리우레탄은 압출기 투입기에 투입하기 용이한 크기인 60~120mm(±10mm)로 분쇄하고, 페ABS, 페pebax는 페폴리우레탄보다 크기가 작은 40~50mm(±5mm)로 분쇄하여 안료, 탈색제, 유연제와 중탄, 경탄, 페ABS, 페pebax의 총량을 페폴리우레탄 총량의 39중량%로 제한하여 혼합, 가열용융 압출, 압인 및 냉각하여 재생깔라페폴리우레탄 시트를 제작한 후, 제작된 상기 재생 깔라페폴리우레탄 시트를 3~5mm로 분쇄하여 이루어지는 것을 특징으로하는 페폴리우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법.

본 발명은, 폐기되는 페스크랩(신발밑창, 장난감, 폐기되는 냉장고속의 페우레탄, 자동차 핸들 등), 페ABS(폐기되는 냉장고 및 세탁기 커버 등) 및 페pebax를 수거하는 단계, 수거된 페스크랩(페우레탄), 페ABS, 페pebax를 색상별, 용도별 선별하는 단계, 선별된 페스크랩(페우레탄), 페ABS, 페pebax를 용융하기 쉽게 4~9mm로 분쇄하는 단계, 분쇄된 페스크랩(페우레탄), 페ABS, 페pebax와 안료, 중탄 및 경탄, 지당 등 필요한 혼합재를 혼합하는 단계, 혼합물을 용융 압출하는 단계, 성형단계, 성형된 제조물을 분쇄하는 단계, 분쇄된 제품을 2~5mm로 선별하는 단계, 선별된 제품의 포장 및 출하의 단계로 이루어진 것에 특징이 있다.

표 2-18. 폐우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법

선행기술 1	서지	특허번호: 한국공개특허 10-2007-0081028 (공개일:2007년 08월 14일) 명 칭: 폐우레탄을 주 재료로 한 탄성포장재 칩 제조방법 출 원 인: 주식회사 유로비전	
	관련기술 내용	본 발명은 차도, 보도, 자전거 전용도로, 경기장트랙, 어린이 보호구역, 미끄럼 방지구역, 주차장, 공원, 산책로 등에 시공되어 운전자와 보행자의 안전을 도모하고, 보다 아름다운 도시미관을 제공하기 위하여 설치되는 칼라아스팔트에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 기존의 검정아스팔트핏치를 포함하는 각종 유색의 바인더를 칼라아스콘의 제조용 바인더로 사용하면서도, 투명아스팔트핏치를 이용한 칼라아스팔트에 발현되는 색상의 품질과 동일한 품질의 색상을 구현할 수 있도록 한 발명이다.	
관련성 비교		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 칼라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 있음	관련도 낮음
		-유사점 : 칼라 바닥포장재 -차이점 : 공법이 상이함.	-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법-

(등록번호 10-0767840)

(2007.10.10)

본 발명은 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 바인더로서 핫 멜트 수지를 사용하고, 여기에 일정 규격 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM) 또는 페타이어 또는 폴리우레탄 칩을 혼합하여 프리믹스 형태로 제조한 후, 가열 용융기기를 이용, 제품을 용융시켜 일정두께로 도포하여 보행자와 운전자에 충격 완화 효과 및 안락함을 제공하고 내구성 및 내후성이 뛰어나 시인성을 우수하게 유지하며, 제품 시공시 온도 및 계절의 영향이 적고 투수성 및 미끄럼 저항성이 우수하며 아스콘 등 포재와의 접착성이 뛰어나 오랜 시간이 지나도 탈락 현상이 발생하지 않을 뿐만 아니라, 시공 후 1~2시간 내 빠르게 개통이 가능하도록 하는 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법에 관한 것이다.

표 2-19. 대상기술(10-0767840)의 핵심기술

청구항	세부기술
청구항 1항 (독립항)	폴리에스테르(Polyester), 열가소성 폴리우레탄 탄성중합체(TPU), 에틸렌 비닐아세트산 공중합체(EVA), 폴리아마이드(Polyamide) 중에서 1종이 선택되며 도막의 유연성 및 내 충격성을 개선시켜 하중에 우수한 내구성을 지니고 높은 접착력을 갖는 제1수지 10~50중량부와, 석유 수지, 페놀(Phenol) 수지, 로진(Rosin) 수지 중에서 1종이 선택되며 소지와 접착력 향상 및 칩 제품의 바인더로서의 역할을 가지는 제2수지 10~80중량부와, 제품의 흐름성 향

	상 및 내후성을 증대시키는 왁스 수지 10~40중량부로 이루어지는 핫 멜트 수지 19~39중량부와, 5~15mm 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM), 폴리우레탄(PU), 페타이어 중에서 1종이 선택되며 미끄럼방지 기능, 보행 감의 향상, 안전성이 부여되는 미끄럼방지용 칩 58~78중량부와, 제품의 외관 및 시인성 유지를 위한 안료 3~6중량부로 혼합하여 이루어진 것을 특징으로 하는 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재.
청구항 1항 (독립항)	폴리에스테르, 열가소성 폴리우레탄 탄성중합체, 에틸렌 비닐아세트산 공중합체, 폴리아마이드 중에서 1종이 선택된 제1수지 10~50중량부와, 석유 수지, 페놀 수지, 로진 수지 중에서 1종이 선택된 제2수지 10~80중량부와, 왁스 수지 10~40중량부로 이루어지는 핫 멜트 수지 19~39중량부와, 5~15mm 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔모노머, 폴리우레탄, 페타이어 중에서 1종이 선택된 미끄럼방지용 칩 58~78중량부와, 안료 3~6중량부로 혼합하여 이루어진 탄성 바닥재를 150~250℃에서 1~3시간 동안 가열 용융하는 용융단계와, 상기 용융단계에서 용융된 탄성 바닥재를 소지면에 3~10mm 두께로 도포하는 도포단계와, 상기 탄성 바닥재 도포 단계에서 소지에 도포되어진 용융된 탄성 바닥재를 상온에서 1~2시간 동안 경화시키는 경화단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 시공 방법.

본 발명은 폴리에스테르, 열가소성 폴리우레탄 탄성중합체, 에틸렌 비닐아세트산 공중합체, 폴리아마이드 중에서 1종이 선택되며 도막의 유연성 및 내 충격성을 개선시켜 하중에 우수한 내구성을 지니고 높은 접착력을 갖는 제1수지 10~50중량부와, 석유 수지, 페놀 수지, 로진 수지 중에서 1종이 선택되며 소지와 접착력 향상 및 칩 제품의 바인더로서의 역할을 가지는 제2수지 10~80중량부와, 제품의 흐름성 향상 및 내후성을 증대시키는 왁스 수지 10~40중량부로 이루어지는 핫 멜트 수지 19~39중량부와, 5~15mm 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM), 폴리우레탄(PU), 페타이어 중에서 1종이 선택되며 미끄럼방지 기능, 보행 감의 향상, 안전성이 부여되는 미끄럼방지용 칩 58~78중량부와, 제품의 외관 및 시인성 유지를 위한 안료 3~6중량부로 혼합하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

표 2-20. 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법

선행기술 1	서지	특허번호: 한국등록특허 10-0767840 (등록일:2007년 08월 14일) 명 칭: 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법 출 원 인: 듀라케미컬 (주)	
	관련기술 내용	본 발명은 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 바인더로서 핫 멜트 수지를 사용하고, 여기에 일정 규격 크기의 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM) 또는 페타이어 또는 폴리우레탄 칩을 혼합하여 프리믹스 형태로 제조한 후, 가열 용융기기를 이용, 제품을 용융시켜 일정두께로 도포하여 보행자와 운전자에 충격 완화 효과 및 안락함을 제공하고 내구성 및 내후성이 뛰어나 시인성을 우수하게 유지하며, 제품 시공 시 온도 및 계절의 영향이 적고 투수성 및 미끄럼 저항성이 우수하며 아스콘 등 포체와의 접착성이 뛰어나 오랜 시간이 지나도 탈락 현상이 발생하지 않을 뿐만 아니라, 시공 후 1~2시간 내 빠르게 개통이 가능하도록 하는 보행자 및 자전거 전용 도로용 탄성바닥재 및 그 시공방법에 관한 것이다.	
관련성 비교		1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 깔라바닥재 제조	2) 적용 단계
		관련도 낮음	관련도 낮음
		-유사점 : 자전거도로용 바닥재 -차이점 : 소재, 공법이 상이함.	-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음.

-투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 및 그 포장방법-

(등록번호 10-0830986-0000)

(2008.05.14)

본 발명은 지반 위에 직경30mm-40mm의 골재로 형성된 보조기층을 포함하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3mm~7mm로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 페플라스틱칩 6~10중량부, 6mm~25mm크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3mm-7mm크기로 분쇄된 폐유리 1-1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합된 투수콘 70~82중량부와 균일하게 혼합하여 형성된 투수보강층과, 상기 투수보강층의 상부표면에 0.3mm-1mm두께로 아스콘 프라이머를 도포하여 접착력을 가지도록 형성된 프라이머층과, 상기 프라이머층의 상부표면을 거쳐서 상기 투수보강층에 일정한 간격으로 고정되도록 양측단에 볼트 또는 나사가 삽입되는 다수의 통공이 형성되고, 상부에 물이 투수되도록 다수의 통공이 형성된 투수보강대와, 상부표면에 탄성을 가지는 엠보(요철)가 형성되도록 입도 2mm~3mm로 분쇄된 칼라고무칩 40~50 중량부와 우레탄수지용액 50~60중량부를 교반기에서 7~15분 동안 균일하게 혼합한 후 상기 프라이머층의 상부표면 및 상기 투수보강대 사이의 공간에 고압분사기로 분사하여 형성된 표층을 포함하여 구성되며, 상기 표층에 비, 물 또는 액체가 흐르는 경우 상기 비, 물 또는 액체가 상기 표층에 표면에 형성된 엠보(요철)를 거쳐 상기 투수보강대의 상부에 형성된 다수의 통공을 통해 아래로 흘러들어가 상기 투수보강층에서 보조기층으로 비, 물 또는 액체가 배출되는 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 관한 것이다.

표 2-21. 대상기술 (10-0830986-0000)의 핵심기술

청구항	세부기술
청구항 1항 (독립항)	지반 위에 직경30MM-40MM의 골재로 형성된 보조기층을 포함하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3MM~7MM로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 페플라스틱칩 6~10중량부, 6MM~25MM크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3MM-7MM크기로 분쇄된 폐유리 1-1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합된 투수콘 70~82중량부와 균일하게 혼합하여 형성된 투수보강층과, 상기 투수보강층의 상부표면에 0.3MM-1MM두께로 아스콘 프라이머를 도포하여 접착력을 가지도록 형성된 프라이머층과, 상기 프라이머층의 상부표면을 거쳐서 상기 투수보강층에 일정한 간격으로 고정되도록 양측단에 볼트 또는 나사가 삽입되는 다수의 통공이 형성되고, 상부에 물이 투수되도록 다수의 통공이 형성된 투수보강대와, 상부표면에 탄성을 가지는 엠보(요철)가 형성되도록 입도 2MM~3MM로 분쇄된 칼라고무칩 40~50 중량부와 우레탄수지용액 50~60중량부를 교반기에서 7~15분 동안 균일하게 혼합한 후 상기 프라이머층의 상부표면 및 상기 투수보강대 사이의 공간에 고압분사기로 분사하여 형성된 표층을 포함하여 구성되며, 상기 표층에 비, 물 또는 액체가 흐르는 경우 상기 비, 물 또는 액체가 상기 표층에 표면에 형성된 엠보(요철)를 거쳐 상기 투수보강대의 상부에 형성된 다수의 통공을 통해 아래로 흘러들어가 상기 투수보강층에서 보조기층으로 비, 물 또는 액체가 배출되는 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재

청구항 2항 (독립항)	제 1항에 있어서, 상기 투수보강대는 녹이 슬지 않도록 스테인리스판으로 형성된 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재.
청구항 3항 (독립항)	지반 위에 직경30MM-40MM의 골재로 형성된 보조기층을 형성하는 단계를 포함하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 포장방법에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3MM~7MM로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 폐플라스틱칩 6~10중량부, 6MM~25MM크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3MM-7MM크기로 분쇄된 폐유리 1-1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합된 투수콘 70~82중량부와 균일하게 혼합하여 투수보강층을 형성하는 단계와, 상기 투수보강층의 상부표면이 접착력을 가지도록 0.3MM-1MM두께로 아스콘 프라이머를 도포하여 프라이머층을 형성하는 단계와, 양측단에 볼트 또는 나사가 삽입되는 다수의 통공이 형성되고, 상부에 물이 투수되도록 다수의 통공이 형성된 투수보강대를 상기 프라이머층의 상부표면을 거쳐서 상기 투수보강층에 일정한 간격으로 고정하는 단계와, 상부표면에 탄성을 가지는 엠보(요철)가 형성되도록 입도 2MM~3MM로 분쇄된 칼라고무칩 40~50 중량부와 우레탄수지용액 50~60중량부를 교반기에서 7~15분 동안 균일하게 혼합한 후 상기 프라이머층의 상부표면 및 상기 투수보강대 사이의 공간에 고압분사기로 분사하여 표층을 형성하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 포장방법.

지반 위에 직경30MM-40MM의 골재로 형성된 보조기층을 포함하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3MM~7MM로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 폐플라스틱칩 6~10중량부, 6MM~25MM크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3MM-7MM크기로 분쇄된 폐유리 1-1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합된 투수콘 70~82중량부와 균일하게 혼합하여 형성된 투수보강층과, 상기 투수보강층의 상부표면에 0.3MM-1MM두께로 아스콘 프라이머를 도포하여 접착력을 가지도록 형성된 프라이머층과, 상기 프라이머층의 상부표면을 거쳐서 상기 투수보강층에 일정한 간격으로 고정되도록 양측단에 볼트 또는 나사가 삽입되는 다수의 통공이 형성되고, 상부에 물이 투수되도록 다수의 통공이 형성된 투수보강대와, 상부표면에 탄성을 가지는 엠보(요철)가 형성되도록 입도 2MM~3MM로 분쇄된 칼라고무칩 40~50 중량부와 우레탄수지용액 50~60중량부를 교반기에서 7~15분 동안 균일하게 혼합한 후 상기 프라이머층의 상부표면 및 상기 투수보강대 사이의 공간에 고압분사기로 분사하여 형성된 표층을 포함하여 구성되며, 상기 표층에 비, 물 또는 액체가 흐르는 경우 상기 비, 물 또는 액체가 상기 표층에 표면에 형성된 엠보(요철)를 거쳐 상기 투수보강대의 상부에 형성된 다수의 통공을 통해 아래로 흘러들어가 상기 투수보강층에서 보조기층으로 비, 물 또는 액체가 배출되는 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재이다.

표 2-22. 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 및 그 포장방법

선 행 기 술 1	서 지	특허번호: 한국등록특허 10-0830986-0000 (등록일:2008년 05월 14일) 명 칭: 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재 및 그 포장방법 출 원 인: 주식회사 대영알이씨
	관 련 기	본 발명은 지반 위에 직경30mm-40mm의 골재로 형성된 보조기층을 포함하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 있어서, 상기 보조기층 아래로 물이 잘 통과하도록 상기 보조기층의 상부에 입도 3mm~7mm로 분쇄하여 제조한 페타이어칩 또는 폐플라스틱칩 6~10중량부, 6mm~25mm크기로 형성된 보강섬유 11~13중량부, 3mm-7mm크기로 분쇄된 폐유리 1-1.5중량부를 시멘트, 물 및 자갈이 혼합된 투수콘 70~82중량부와 균일하게 혼합하여 형성된 투수보강층과, 상기 투수보강층의 상

술 내 용	부표면에 0.3mm-1mm두께로 아스콘 프라이머를 도포하여 접착력을 가지도록 형성된 프라이머층과, 상기 프라이머층의 상부표면을 거쳐서 상기 투수보강층에 일정한 간격으로 고정되도록 양측단에 볼트 또는 나사가 삽입되는 다수의 통공이 형성되고, 상부에 물이 투수되도록 다수의 통공이 형성된 투수보강대와, 상부표면에 탄성을 가지는 엠보(요철)가 형성되도록 입도 2mm~3mm로 분쇄된 깔라 고무칩 40~50 중량부와 우레탄수지용액 50~60중량부를 교반기에서 7~15분 동안 균일하게 혼합한 후 상기 프라이머층의 상부표면 및 상기 투수보강대 사이의 공간에 고압분사기로 분사하여 형성된 표층을 포함하여 구성되며, 상기 표층에 비, 물 또는 액체가 흐르는 경우 상기 비, 물 또는 액체가 상기 표층에 표면에 형성된 엠보(요철)를 거쳐 상기 투수보강대의 상부에 형성된 다수의 통공을 통해 아래로 흘러들어가 상기 투수보강층에서 보조기층으로 비, 물 또는 액체가 배출되는 것을 특징으로 하는 투수성 플렉스 로드 자전거 도로포장재에 관한 것이다.	
관련성 비교	1) 산업 부산물을 이용한 자전거도로포장용 깔라바닥재 제조	
	2) 적용 단계	
	관련도 낮음	관련도 낮음
	-유사점 : 자전거도로용 바닥재 -차이점 : 부산물, 깔라바닥재에 대한 언급 없음	-유사점 : -차이점 : 평가대상기술과 관계 없음

2. 연구개발과제의 차별화 방안

개발목표의 성격은 무엇보다도 국내에서 발생하는 산업부산물 중 비교적 염해저항성이 높은 소재인 황목사와 수재슬래그(급냉) 등을 활용하는 것으로 전처리 공정없이 자연 그대로 가급적 많이(40%이상) 재활용할 수 있는, 품질이 우수하면서도 상대적으로 매우 저렴한 친환경적 깔라 폴리머 시멘트 페이스트(반강성 깔라포장재)를 개발하는 것이다.

일반적으로 수재슬래그는 서냉(괴재슬래그)의 경우, 여전히 비싼 대가를 치르며 매립되고 있으며 또한 타개책으로서 자원 재활용도를 높이하고자 산업부산물인 수재슬래그를 전처리과정(급냉)을 거쳐 잠재수경성을 띤 급냉(수재)슬래그로 만들어 염해저항성이 큰 슬래그시멘트, 저발열시멘트 등에 사용되고있으며, 특히 최근에는 법개정 등을 통해 건축용 레미콘용 혼합시멘트 등에 대량으로 사용하고있다. 일본의 경우 수재슬래그 미분말은 특수목적(용도)시멘트 외에 일반 건축물에서의 사용은 지양하면서도 일반적으로 사용하여 품질을 보상받기에는 너무 고가의 비용이 들고 일반 골재와는 물성도 달라 그 사용 또한 극히 제한적일 수밖에 없음에도 불구하고 자원재활용 측면에서 수재슬래그 미분말을 전처리공정을 통해 고갈되어지고 있는 모래 또는 규사 대체용으로 사용하고 있으며 정부차원에서 보상도 이루어지고 있다. 반면 국내에서는 모

래가격의 상대적 저렴성으로 인해 골재대체용 소재로서 그 활용의 필요성을 크게 느끼고 있지 못하다.

따라서 잉여 산업폐기물의 폐기 비용을 절감하고 환경 보존적 측면에서 재활용하기 위한 개선 및 대책에 부응하기 위해 연구개발은 반드시 필요하다 사료되며 이러한 잉여 산업부산물을 사용한 고부가가치의 건설용 도로포장재의 개발은 경제적 측면에서도 매우 기대되는 사항이다. 최종목표가 되는 목표물성에 대한 설정근거는 이전 개발품인 초속경시멘트의 핵심역량을 근간으로 하여 약 5년간(2002년~2006년)에 걸쳐 일본 최대 건설업체(도급순위 1위)인 카지마건설주식회사와 함께 수행한 일본 JR 소유 시나노가와 수로터널의 인버터용 바닥포장, 그리고 아오모리 중앙병원 바닥포장 시험시공의 시험결과와 국내에서 여러 차례 이루어진 어린이보호구역 등의 시험시공 등을 토대로 국내 자전거 도로포장 실정에 맞게 목표물성을 수립하였다. 지금까지 연구결과를 토대로 국내 실정(산업부산물 포함)에 맞는 범용화되고 차별화된 추가기술개발을 완성코자 한다. 일반적으로 슬래그를 활용하여 연구되는 과제는 매년 그 개발필요성이 절실한 만큼 매년 연구과제 제안이 쏟아져 나오지만 항상 그렇듯 산업부산물이 지니고 있는 약점 (마이너스 요소 및 인자)으로 그 처리량이 한정되고 그 처리비용으로 말미암아 개발이 완료되더라도 현장적용에도 어려움이 따르며 그로 말미암아 연구를 위한 연구 수준을 벗어나지 못하고 있음도 주지의 사실이다.

본 개발과제는 일반적인 개별기술이라기 보다는 구체적인 대상목적물(기존/신규 자전거도로의 최종목표(평탄성, 안정성, 주행성)를 실현하고 아울러 열악한 기후조건(해수환경 등)에서도 종전 개발제품보다 월등히 높은 물성(압축강도/부착강도, 내염해성을 발현하고 높은 유동성과 충분한 작업시간(가사시간)을 확보할 수 있는 수준 높은 차별화된 개발 제품이다.

제 2 절 실험적 접근방법

1. 개발 목표

개발기술은 도로포장 소재 분야에 적용되는 유·무기 복합소재 기술로서, 무기질과 유기질의 혼합재료를 사용하여 다양한 색상으로 시공되어지는 아스팔트 도로 포장 및 투수 콘크리트 융합기술에 해당된다. 국내에서 발생하는 산업부산물 중 비교적 염해 저항성이 높은 소재인 수제슬래그 등을 활용하여 전처리공정 없이 이용 가능한 수준에서 다량(40% 이상)을 대체할 수 있는 고품질 및 저비용의 친환경 칼라 폴리머 시멘트 페이스트(반강성 칼라포장재) 제조방법에 관한 기술이다.

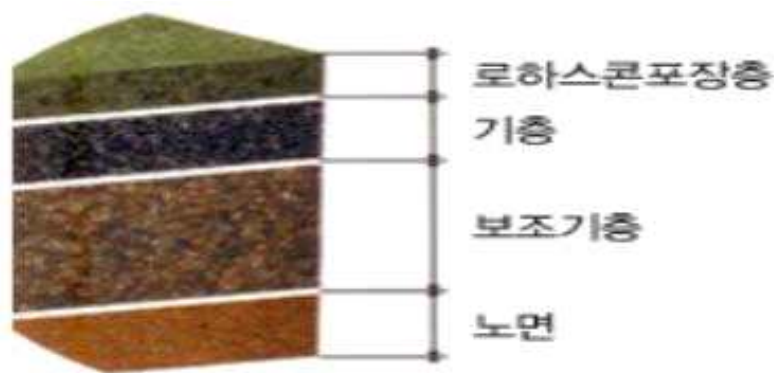


그림 3-1. 개발기술의 구조

그림(개발기술 구조)과 같은 기존 포장도로와 신규포장도로를 대상으로 다량의 산업부산물을 유효 이용하면서도 기존 포장도로 보유기술에 뒤처지지 않는 포장도로용 반강성 칼라바닥재를 추가로 개발, 사업화하였으며 그 주요 내용은 다음과 같다.

가. 1차 목표 : 기존 도로의 자전거 도로화를 위한 반강성 칼라 바닥 포장재(부착개념)

현재 제반 문제점을 안고 자전거 도로 및 바닥포장분야에 사용하고 있는 유기계 소재(에폭시, 우레탄 등) 및 무기계 소재(칼라아스팔트 등 기존 유제타입) 대신 산업부산물(수제슬래그 등)을 다량(총 중량의 40% 이상) 사용하면서도 친환경적(인체에 무해)

이며 유기소재대비 기존 바닥재와의 부착성이 높고, 소성변화 저항성 및 취성이 강한 친환경적인 유무기 복합소재(칼라 폴리머 시멘트 페이스트)를 대체 개발하는 것을 목표로 하였다. 개발된 칼라 폴리머 페이스트는 타설시 단시간 내에 경화와 일정수준 이상의 강도 발현이 이루어지며, 표층부는 취성과 연성을 동시에 지닌 탄성체로서 충격 흡수가 가능하고 고강도 특성을 발현하여 충격이나 마찰에 의한 분진날림 현상을 방지함과 동시에 내부는 고강도 발현에 의한 부착력 및 고하중 버팀이 유지되도록 하며, 탄성체인 자전거 바퀴와 접촉되는 표면이 주행에 무리가 없도록 연성이 아닌 반강성으로 이루어져 있어 전체적으로 주행안정성 확보 및 마찰력을 감안하여 적절한 취성도 갖추도록 설계되었다.

나. 2차 목표 : 신규 자전거 도로용 반강성 칼라 바닥 포장체(침투개념)

반강성 칼라 포장재(폴리머 시멘트 페이스트)와 공극률이 높은 개립아스팔트(또는 단 입도 투수콘)가 접목된 내구성 및 강도가 우수한 일체형 칼라 바닥 포장체(반침투형, 칼라 폴리머 시멘트 페이스트)를 개발하였다. 개발된 칼라 포장체는 열섬효과를 낮추어 주고(기존 아스팔트도로대비 약 5~10℃ 저하), 자전거 도로가 주로 해안을 위주로 형성되는 만큼 염해 저항성(염화물이온 침투저항성)도 우수하게 설계되었다.

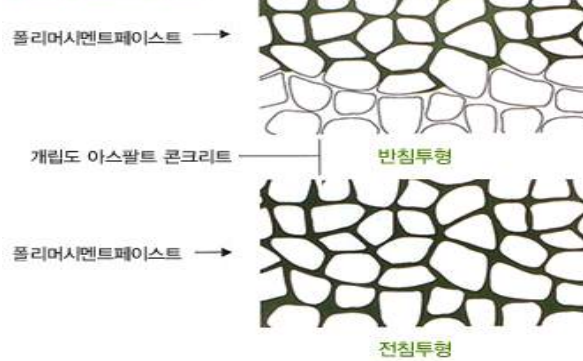


그림 3-2. 반강성 포장의 단면 개념도

1. 교통개방시간에 따른 분류

폴리머 시멘트 페이스트 종류	양생기간
건급공사(도심지공사)	3시간
신설공사	약1월

2. 침투형식에 따른 분류



3. 색상에 따른 분류



그림 3-3. 평가대상기술의 분류

개발기술은 현재 국내외에서 사용되는 칼라 아스팔트 혼합물의 가장 큰 단점인 소성 변형에 대한 저항성 및 색상의 변색 등을 중심으로 칼라 포장재의 혼합물을 개발하고자 하며, 기본 매트릭스는 폴리머 혼합체로 장기 내구성 및 강도가 우수하여 내구수명 연장 효과를 확보할 수 있고, 아스팔트의 연성과 콘크리트의 강성을 상호 보완하는 반강성의 특징으로 기존 구조물과 일체화하여 부착성능과 변형에 대한 저항성이 매우 높다. 또한 One Packaged형으로 개발되어 있고, 자기 충전성이 우수하여 신설 및 보수공사에 모두 양호한 시공성을 가지고 있어 작업인원의 절감에 따른 인건비 및 유지관리비 절감 효과가 기대된다. 또한 자전거도로포장재의 경우, 기존도로는 도로포장재가 적용되고 신규도로는 반강성 도로포장체의 반침투형이 적용된다는 점, 또 나중에 언급되는 버스전용차선에는 전침투형이 적용되며 도로포장재와 도로포장체의 재료배합은 서로 다르고 윤하중수준 또한 서로 상이한 만큼 포장방법에 대한 개선도 필요하다 하겠다. 특히 반강성 도로포장체의 경우 반침투형과 전침투형 모두 도로포장방법이 인력시공에 의지하고 있는만큼 표면아래 깊이의 균등도 관리를 통한 강도보상 부분은 개립아스팔트와 미립아스팔트의 물리적 표준배합관리 외에도 별도로 관리가 필요한 사항이라 하겠다.

2. 세부 개발 내용

표 3-1. 연차별 세부 개발 내용

1차년도	- 원부자재선별(국내 및 수입) - 재료 조합 선정 실험 - 모르타르 조합관련 초속경 시멘트 기초시험 - 최적배합 선정을 위한 최적화 시험 및 설계를 위한 기초시험 - 기본성능평가 실험(염해저항성 등)
2차년도	- 혼화제 사용량별 최적 배합 - 조합별 성능 평가 시험 - 부착성능 및 재현성 시험 - 최적 배합 확정 - 조형 디자인(시제품 제작) : 용도별/색상별/질감별 - 시험체 제작 및 평가 - 목표품질 배합 선정 시험 - 목표품질 최종 시험체 제작 - 목업 제작(특수용도) - 최종성능 평가 실시(목업제작품 물성 평가) - 최종 제품 현장 시험 - 최종 제품 성능 검증/평가

3. 목표 개발 성능

표 3-2. 개발기술목표

세부 개발 내용 평가 항목		단위	추가 개발기술 목표 (슬래그 40%이상 사용)	개발 전 수준	평가항목
1. 플 로		mm	270 이상	200 ± 50	KS F2476
2 응 결 시 간	초 결	min	30 이상	10 ~ 20	KS F2476
	종 결		60 이하	25 ~ 30	KS F2476
칼	3. 팽창율(길이변화율)	%	0.15 이하	-	KS F2424

라 폴 리 마 페 이 스 트 혼 합 물	4. 휨 파단 변형률		(ϵ)	10×10^{-3} 이상	-	KS F2395
	5. 3시간	휨강도	N/mm ²	3 이상	1 - 2	KS F2476
		압축강도		10 이상	5	
	6. 1일	휨강도	N/mm ²	6 이상	2 - 4	
		압축강도		12 이상	10	
	7. 7일	압축강도	N/mm ²	28 이상	20	KS F4716
		부착강도		2.5 이상	-	
	8. 미끄럼 저항성		BPN	60 이상		KS F2375
	9. 염화물 이온 침투저항성 (무기바인더(MT) 기준)		cou -lombs	800 이하	1000 이하	KS F4930 (KS F2711)

표 3-3. 개발평가내용

평가내용	평가항목(평가방법)	평가비중(%)
셀프 플로 mm	KS F 2476	5
응결시간(초결/ 중결) min	KS F 2476	10
팽창율 %	KS F 2424	10
휨 파단 변형률 (ϵ)	KS F 2395	10
압축강도(3시간, 1일, 7일) N/mm ²	KS F 2476	10
휨강도(3시간, 1일) N/mm ²	KS F 2476	10
부착강도(7일) N/mm ²	KS F 4716	10
미끄럼 저항시험 BPN	KS F 2375	10
염화물 이온 침투 저항성	KS F 2711	15
백색도(식별성/시인성)	심미성/적합성/만족성	5
디자인 플로	조형성/제작성/사용성/ 만족성/친환경성	10
	계	100%

4. 연구 실험 계획

반강성 자전거도로 포장재의 최적 배합비 도출을 위한 실험계획은 표 3-4다. 아크릴/시멘트 비는 강도발현과 작업성을 고려하여 40%, 45%, 50%, 55% 4개 수준으로 하였고, 수재슬래그 미분말의 시멘트 치환율 40% 이상을 목표로 무기계결합재(MT)의 마이크로시멘트 비율을 줄이고 특수첨가제 혼입량을 조정하면서 수재슬래그 미분말을 10~50%까지 10% 단위로 변경하여 시험하였다. 최적배합비 선정 실험항목으로는 굳지 않은 상태에서의 셀프 플로, 유하시간, 응결시간을 검토하였다. 경화상태에서는 재령 3시간, 1, 7, 28일에서의 압축, 휨, 부착강도를 측정하였고, 내구성을 확인하기 위해 내마모성, 미끄럼저항성 및 염화물 이온 침투저항성을 측정하여 가장 우수한 결과를 나타내는 배합을 최적의 배합으로 결정하였다. 개발된 반강성 자전거도로 포장재의 품질기준 및 시편의 형태는 KS 규정에 따라 시행하였다.

4.1 반강성 도로포장재 최적 배합비 도출을 위한 실험 계획

표 3-4. 실험 계획

실험요인		실험수준	
배합요인	시멘트 종류	2	마이크로시멘트, JKR바인더
	A*/B**	4	40%, 45%, 50%, 55%
	수재슬래그 미분말 치환율	6	0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%
	양생조건(℃)	1	20
측정사항	굳지 않은 상태 특성	3	·유동 특성 - 셀프 플로 - 유하시간 ·응결시간(초결, 종결)
	경화 상태 특성	4	·강도특성 - 압축강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 휨강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 부착강도(N/mm ²) 7일, 28일 ·길이변화 특성
	내구 특성	2	·내마모 저항성 ·미끄럼 저항성

*A : 수용성 아크릴

**B : 마이크로시멘트 + JKR바인더 + 특수첨가제 + slag

5. 실험 개요

본 실험은 초속경 무기바인더(MT=마이크로시멘트 및 JKR바인더 혼합물)에 산업부산물(수재슬래그 미분말)를 치환하여 친환경 소재를 사용한 자원재순환형 포장재를 개발함에 목표를 두었다. 지금까지의 기존 보유기술은 산업부산물(수재슬래그)을 치환하지 않고 초속경 무기바인더(MT)만을 사용하여 스쿨존 등 현장에 적용하여 왔으나 이번 과제에서는 기존 보유기술에 산업부산물(수재슬래그 미분말)을 40% 이상 치환하면서도 기존 제품과 견주어 성능이 저하되지 않는 반강성 자전거도로 포장재를 개발하는 것을 목표로 하였다. 또한 적용범위를 확대하여 자전거도로 외에 버스전용차선에 대한 적용성 검토도 병행 실시하였다. 일반적으로 버스전용차선에 타설할 때에는 자전거도로에 비해 복잡한 도시상황으로 인해 빠른 교통 개방(타설 후 3시간 이내 교통 개방)을 필요로 한 속경성 재료(현장 타설 시 충분한 가사시간 확보/짧은 시간 내에 경화)가 요구되는데, 이에 본 실험은 초속경 무기바인더(MT)를 주원료로 수재슬래그 미분말을 치환하면서 목표범위를 벗어나지 않도록 성능을 검토하면서 연구하였다.

공사기간 단축으로 공사비를 절감하고 단시간 내에 교통을 개방하기 위해서는 시멘트의 빠른 경화가 필요하기 때문에 1차적으로 사용 재료들의 물성을 파악하는 기초 실험을 실시한 후, 유동성과 응결 시간을 모두 충족하기 위하여 유동화제, 속경제, 지연제 등을 조절하여 기본 배합을 설계하였다. 즉, 초속경 무기바인더의 원료인 마이크로시멘트의 비율을 줄이고, 특수첨가제의 양을 조정하면서 수재슬래그 미분말을 40% 이상 치환한 규격별 시험체를 제작하였다. 시험체는 경화 후 3시간, 1, 7, 28일의 압축 및 휨강도, 부착강도를 측정하였으며, 보행자와 운전자의 안전을 고려하여 미끄럼저항성 시험과 해안도로에 시공될 것을 감안한 염화물 이온 침투 저항성 시험을 병행, 실시하였다.

6. 실험 재료

6.1 초속경 고강도 시멘트(JKR 바인더)

본 연구에서는 사전에 개발하여 일본 카지마건설과 동시에 특허를 출원한 바 있는 초속경 무기계 결합재인 MT를 주원료로 사용했다. 이 바인더는 무수축 초속경 고강

도 결합재(Non-Shrinkage Very Early High-Strength Binder)이며, 화학성분 분석결과 및 물리성능은 다음과 같다.

표 3-5. 초속경 고강도 시멘트 화학 성분

항목	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	NaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	P ₂ O	SiO ₂	LOI
%	27.1	2.62	41.5	2.11	16.7	0.17	0.09	1.31	0.03	0.13	4.77	3.54

표 3-6. 초속경 고강도 시멘트 물성

블레인 값 (cm ² /g)	응결시간(분)		압축강도(N/mm ²)			밀도
	초결	종결	3시간	1일	7일	
5,258	45	55	42	56	69	2.8

6.2 마이크로시멘트

1) 종합적 특성

JKR바인더와 함께 사용되는 마이크로시멘트의 종합적인 특성은 그림과 같다.

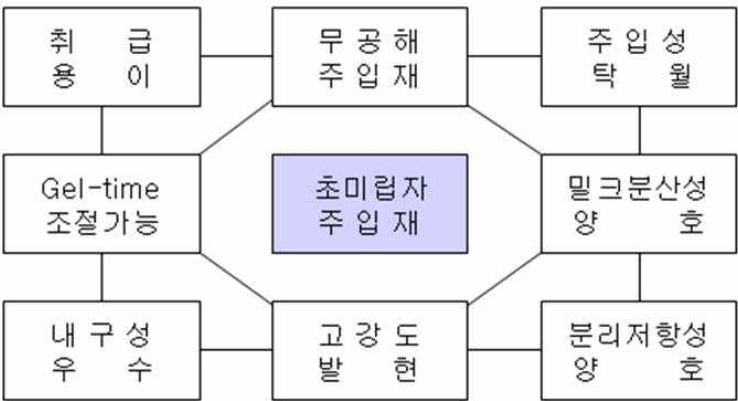


그림 3-4. 마이크로시멘트의 종합적 특성

2) 화학적 특성

마이크로시멘트는 보통 포틀랜드시멘트와 마찬가지로 무기물질로 구성되어 있으며, 독성과 냄새가 없는 무공해 주입재로서 화학성분을 분석한 결과는 다음 표와 같다.

표 3-7. 시멘트계 주입재의 화학성분 비교 (단위%)

	마이크로시멘트	보통포틀랜드시멘트
SiO ₂	29.0	20.9
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + CaO	63.3	72.3
SO ₃	1.9	1.5

3) 물리적 특성

표에서 볼 수 있듯이 마이크로시멘트는 보통 포틀랜드시멘트에 비해서 유동성이 월등히 좋고, 장기강도는 물론이고 초기강도도 매우 우수한 특성을 보이고 있다. 따라서, 주입공사 시 기존의 보통 포클랜드시멘트에 비해서 주입성이 좋고 고강도가 발현되며 내구성도 향상될 것으로 판단된다.

표 3-8. 시멘트계 주입계의 물리적 특성치

		KS 규정값	마이크로시멘트	보통 포틀랜드시멘트
밀도		-	2.93	3.15
분말도(cm^3/g)		2800 이상	8070	3250
응결	w/c(%)	-	25.5	25.5
	초결(분)	60 이상	195	170
	종결(시:분)	10 이하	9:20	7:30
플로(mm)		110±5	112.4	113.3
압축 강도 (N/mm^2)	w/c(%)	-	43.5	49.7
	1일	-	17.7	6.1
	3일	110 이상	31.5	20.2
	7일	190 이상	50.9	26.4
	28일	290 이상	65.5	40.5

4) 입도 및 입형 분석

분체공학에서는 입자의 형상을 판정하는 것이 중요한 변수이며, 일반적으로 구체의 장축직경과 그 구체의 이상적인 구의 직경과의 비로 표현되는 구상화율이 형상판정 정수으로써 활용된다. 그라우트 재료를 미분말화 할수록 입자의 구상화율이 커지며, 보통 포틀랜드시멘트의 구상화율은 보통 0.65 ~ 0.68 정도로 알려져 있으며, 일반적으로 초미립자 시멘트의 구상화율은 0.75 ~ 0.85 수준이다. 구상화율이 크다는 것은 현탁액 그라우트의 전단저항력이 작아지기 때문에 주입압의 손실을 줄일 수 있으므로 침투력이 향상되고, 주입반경을 넓힐 수 있다.

마이크로시멘트는 보통 포틀랜드시멘트에 비해서 입자가 미세하고 구상화율이 크다는 것이 일반적이다. 입도분포는 다음 표와 같다.

표 3-9. 시멘트계 그라우트재의 입도분포 비교

(단위: 누적%)

주입재종류 입경크기(μm)	마이크로시멘트	보통 포틀랜드시멘트
1	9.7	4.7
1.5	13.5	5.6
2	18.4	8.3
3	33.5	11.3
4	48.5	16.1
6	67.1	21.7
8	84.9	28.4
12	98.9	36.7
16	99.9	48.0
24	100.0	62.2
32	-	77.9
48	-	93.7
64	-	97.2
평균입경(D50)	4.2	17.1

보통 포틀랜드시멘트의 12 μm 잔분이 60% 이상인데 비해서, 마이크로 시멘트는 약 1%로 매우 미세한 입자들로 구성되어 있다. (건설교통부 '지반보강용 마이크로시멘트 및 실리카졸의 실용화 연구')

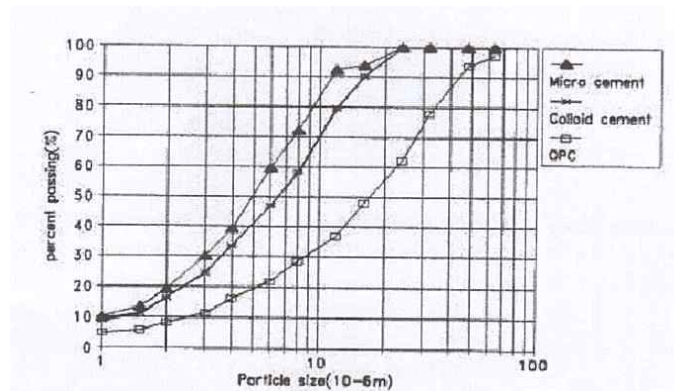


그림 3-5. 시멘트계 그라우트재의 입도분포 곡선

6.3 천연 무수석고 물성

일반적으로 석고는 시멘트 응결 지연제 용도로 사용되지만 본 시험에서 석고는 속경성시멘트의 경화촉진작용을 하여 반강성 자전거도로 포장재의 초기 강도를 증진시키며, 황산염에 대한 저항성을 향상시키는 역할을 한다. 화학성분 분석 및 물리성능은 다음과 같다.

표 3-10.. 천연 무수석고의 화학적 성분

항목	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	LOI	CaSO ₄
%	0.75	Tr	Tr	40.45	Tr	56.79	0.95	96.42

표 3-11. 천연 무수석고 물성

325Mesh 잔여물(%)	비표면적(cm ² /g)	밀도(g·cm ³)	습도(%)
1.1	4,530	2.93	0.4

6.4 수재슬래그 미분말 물성

시멘트에 대한 슬래그의 치환율이 클수록 초기의 강도 증진이 작게 되는 경향이 있으나 잠재수경성반응에 의하여 장기재령으로 갈수록 강도는 증진된다. 또한 잠재수경

성에 의해 생성된 C-S-H 겔이 공극구조를 개선하기 때문에 수밀성이 향상된다. 이러한 수밀성의 향상에 의하여 황산염, 염소이온의 침투 등에 대한 저항성을 증가시킨다.

수재슬래그의 기본적 유해성 검증은 4대 중금속 및 용출시험 등을 화학성분 분석 및 물리성능은 다음과 같다.

표 3-12. 수재슬래그 미분말 물리 성능

구분			단위	KS규격 3종	시험결과
물리성능	밀 도		g/cm ³	2.80 이상	2.90
	블레인(비표면적)		cm ² /g	4,000~6,000	4,306
	활성도 지수	재령7일	%	55 이상	70
		재령28일		75 이상	103
		재령91일		95 이상	117
	플로값 비		%	95 이상	102
화학성분	삼화마그네슘(MgO)		%	10.0 이하	5.61
	삼산화황(SO ₃)		%	4.0 이하	1.00
	강열 감량		%	3.0 이하	0.43
	염화물 이온		%	0.02 이하	0.007
비 고	수재슬래그 미분말(염기도)		-	1.60 이상	1.76
	석고첨가(유,무)		석고첨가		

표 3-12-1. 수재슬래그 제품인증

인증번호	제04-0530호	제01-2386호
제조업체명	한국기초소재(주)	
공장소재지	인천광역시 동구 만석동 2-23	
표준번호	KS L 5210	KS F 2563
종류·등급 또는 호칭	고로슬래그미분말 2종	고로슬래그미분말 3종

수재슬래그의 기본적인 유해성 검증은 4대 중금속 및 용출시험을 통해 점검했으나 장기적인 사용에 따른 발암물질 유발 및 수침시 발생하는 유해성 검증을 현실적으로 할 수 있는 방안을 찾아 지속적인 영향성 평가가 시행될 수 있도록 노력할 계획이다.

6.5 고성능감수제 물성

계절에 관계없이 신속한 시공과 시공 후 조기 교통개방을 하기 위해서는 시멘트계 분산에 탁월한 효과를 나타내어 고강도, 고유동 콘크리트 제조시에 널리 사용되는 나프탈렌계 축합물을 주성분으로 하는 분말형태의 고성능 감수제를 사용하였다. 나프탈렌계 고성능 감수제는 건조수축을 감소시키고 동결융해 저항성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 시험에서 사용한 나프탈렌계 고성능 감수제 분말의 물성은 다음과 같다.

표 3-13. 고성능감수제 물성

	단위	값	최소값	최대값
건조손실 (1시간, 80℃)	%	3.3	-	4.0
겉보기밀도	N/mm ²	68	50	80
용존물질 함량	%	20.0	-	-
PH값(20℃)	-	10.2	9.0	11.4

6.6 지연제 물성

본 연구의 시험에서는 물에 용해가 잘 되며 일반적으로 시멘트와 석고계 분체 등의 지연제로 사용되는 백색 분말 형태의 주석산(Tartaric Acid)을 사용하였으며 물성은 다음 표와 같다.

표 3-14. 지연제 물성

구분	용해도(g/100ml)	밀도(g/ml)	밀도(g/ml)	pH(1.5g/1ℓ 물)
주석산(40% 용액)	147	1.76	0.6~1.3	2.2

6.7 소포제 물성

예비 시험 결과 시멘트 분체를 아크릴과 혼합할 때 의도하지 않은 공기가 연행되는 경우가 종종 발생하여 표면이나 구체에 기포 결점을 남기게 되는 현상을 발견하였다. 따라서 이러한 미세한 공기량을 조절하여 공기량을 안정적으로 유지하여야 한다. 안정적인 미세한 공기는 작업성을 좋게 하고 균열 형성을 저감시키는 등의 역할을 한다. 본 연구의 시험에서는 일반적인 시멘트 소포제로 사용되는 백색의 탄화수소 폴리글리콜계 분말을 사용하였다.

6.8 속경제 물성

빠른 경화 시간 조절을 위하여 경화 속경제를 사용하였다. 본 연구의 시험에서는 일반적인 시멘트의 경화 속경제로 널리 사용되는 백색의 탄산 리튬 분말을 사용하였다.

6.9 아크릴 수지

아스팔트와 부착을 용이하게 하고 적당한 휨 강도를 유지하기 위해서 액상 아크릴을 사용하였으며, 본 연구의 시험에서는 Acrylic Emulsion Copolymer 로서 High Solid Type 의 Core Cell 형으로 기능성 있게 설계된 수용성 아크릴을 사용하였다. 이 제품은 Acrylic Emulsion 형태에 고기능성을 부여하여 투습 방수 성능의 기능성을 향상시킴과 동시에 고탄성 및 유연성의 기능을 충분히 증진시켰다. 또한 자전거 도로포장을 위하여 아스팔트와의 접착력과 오염에 대한 저항성을 증진시킨 제품으로 물성은 다음과 같다.

표 3-15. 아크릴수지 물성

구분	고형분(%)	점도(CPS)	PH
FT-507LR	25.0	5	8.3
FT-507LYO	27.5	10	8.4

*점도 : RVT #1 10 rmp(at 25℃)

*고형분 : 열풍건조기 135 ± 3(℃) 40분

*PH : PH meter(원액)

6.10 규사

규사는 국내 경북 문경의 골재를 사용하였으며, 스크론이나 자전거도로와 같이 상대적 하중이 적고 미끄럼방지기능과 안전성이 필요한 경우에는 비교적 고운 입도(6호사, 7호사)를 사용하고 버스전용차선과 같은 중대형차로에는 5호사 위주로 사용하였으며, 체가름 시험 내용은 표와 같다.

표 3-16. 규사 체가름 시험 결과

MESH	Size (mm)	#5		#6	
4	4.75	0.0	0.0%	0.0	0.0%
8	2.36	0.0	0.0%	0.0	0.0%
16	1.18	208.6	41.8%	0.5	0.1%
20	0.85	265.7	53.3%	12.5	2.5%
30	0.6	24.1	4.8%	148.0	29.6%
50	0.3	0.2	0.05%	240.9	48.2%
100	0.15	0.1	0.02%	68.2	13.7%
200	0.075	0.1	0.01%	22.8	4.6%
PAN		0.2	0.03%	7.1	1.4%
합 계		498.9	100%	499.9	100%

6.11 유기바인더

본 과제에서 추가로 연구한 일액형 도로포장체에 아크릴수지 대신 사용되었다. 분산(latex)상태에서 폴리머는 액상에서 부유하는 기본 폴리머 입자로 구성된다. 이 기본 폴리머 입자는 초기에 2 μ m의 입자 상태를 유지하며 스프레이 건조 상태를 거치면서 약80~100 μ m의 둥근 입자로 뭉쳐진다. 이 입자들 표면에 지대나 사이로에 장기간 보존할 수 있도록 무기질 anti-caking powder를 코팅한다. 이 Redispersible Powder에 물을 다시 첨가하면 다시 분산 상태로 된다. 경화 전에는 유동성증가, 작업성 개선 등의

장점이 있으며 경화 후엔 표면부착력증가, 휨강도 증가 등의 장점이 있다.

표 3-17. 유기바인더 특징

	PAV23	PAV29	PSB150
고분자 형태	PVA-VeOVa	PVA-VeOVa	SBR
응집방지제	PVOH	PVOH	PVOH
Anti-caking agent	12%	12%	12%
평균입경	~80 μ m	~80 μ m	~85 μ m
고형분	>98%	>98%	>98%
특성	Fluidifying Property	High resistance Property	Heat resistance
분산상태 50%			
최소필름형성온도	~5℃	~5℃	~5℃
pH	5~6	5~6	5~6
Brookfield Viscosity, 50 rpm, mPa.s	200~400	200~400	200~400
평균입경	2 μ m	2 μ m	0.15 μ m

제 3 절 연구내용

1. 실험방법

1.1 폴리마시멘트페이스트의 혼합

무기계 결합재(MT), 산업부산물(수재슬래그 미분말) 및 기타 첨가제를 용기에 넣고 흔들어 2분간 충분히 혼합하였다. 아크릴수지는 안료가 밑으로 가라앉기 때문에 핸드 믹서기를 사용하여 안료를 풀어준 후 골고루 저어 준비하고 준비된 시험 재료를 개량하여 용기에 아크릴수지를 먼저 넣은 다음 아지테이터를 이용하여 회전속도 2,000RPM으로 약 20초간 교반하였다. 이어서 시멘트 분체를 천천히 아크릴이 담긴 용기에 부으며 2분간 회전속도 4,000RPM으로 비비기를 하고 이때 시멘트 페이스트의 뭉침이 없도록 바닥과 벽면을 스크레퍼를 이용하여 충분히 긁어주었다.

1.2 유동성

플로 시험은 KS F 2476의 시험방법에 따라 실시하였으며, 외부의 타격 없이 셀프 플로를 측정하였다. 플로콘을 수직으로 들어올린 후 시료의 흐름이 완전히 멈춘 후 지름을 최대 방향과 이것의 직각 방향에 측정하여 두 값의 평균값을 측정하였다. 유하 시간은 J-로트를 사용하여 KS F 2432에 따라 시험하였으며 그림은 유동성 시험 방법을 나타낸 것이다.



그림 3-6. 셀프 플로



그림 3-7. 유하

1.3 응결시간

응결시간은 KS F 2476의 시험방법에 따라 비카침 장치를 사용하여 실시하였다. 주도계의 표준 막대를 초결 또는 종결침으로 바꾸고, 전체 질량을 300g으로 해서 시멘트 중에 서서히 강하 시키며, 초결용 표준침의 앞끝이 밀판의 윗면에서 약 1mm인 곳에 멈추는 때를 초결로 하고, 종결용 표준침의 부속된 작은 고리에 의한 흔적이 남지 않을 경우 종결로 판단하였다. 그림 3-8은 응결시간을 측정하는 모습을 나타낸 것이다.



그림3-8. 응결시간

1.4 압축강도

압축강도 시험은 KS F 2476의 7.2 a)에 따라 휨강도 시험 직후 절단된 시험체를 이용하여 실시하였다. 시험체 성형 시 양측면을 가압면으로 하고, 40×40×40mm 하중용 가압판(강철제)을 상·하부에 놓고 매초 800±50N의 하중 속도로 재하하여 최대하중을 구한다. 압축강도는 다음 식에 의해 계산하고 공시체 3개의 평균값으로 하였다. 그림 3-10은 압축강도 측정 모습을 나타낸 것이다.

$$\sigma_c = \frac{P}{1,600}$$

여기에서, σ_c : 압축강도(N/mm^2)

1.5 휨강도

휨강도 시험은 KS F 2476의 7.2 b)에 따라 40×40×160mm 크기의 시험체를 이용하여 지간의 거리를 100mm로 하고, 공시체의 중앙을 매초 50±10N의 하중 속도로 재하하여 최대하중을 구한다. 휨강도는 다음 식에 의해 계산하고 공시체 3개의 평균값으

로 하였다. 그림 3-9는 휨강도를 측정하는 모습을 나타낸 것이다.

$$\sigma_b = P \times 0.00234$$

여기에서, σ_b : 휨강도(N/mm^2)

P : 최대하중(N)



그림 3-9. 압축강도



그림 3-10. 휨강도

1.6 부착강도

부착강도 시험은 표준 조건과 온·냉반복 조건으로 실시하였다. 시험체 제작은 KS F 4716의 5.2에 따라 제작한 $70 \times 70 \times 20mm$ 의 모르타르 밀판을 연마한 후 중앙부에 안목 치수 $40 \times 40 \times 10mm$ 의 몰드를 넣고, 물에 적신 후 보수모르타르를 성형하고 각 양생방법에 따라 양생이 끝난 공시체를 양생실 내에 수평하게 놓고, 공시체의 표면에 접착제를 바른 후 그림 3.6의 상부 인장용 지그(강철제)를 가만히 놓고, 가볍게 문지르듯이 접착하여 주위로 비어져 나온 접착제를 조심스럽게 제거하였다. 상부 인장용 지그를 접착한 공시체를 시험실 내에 24시간 가만히 놓아두었다.

표준조건은 시험체를 하부 인장용 지그 및 강철제 받침판을 사용해서 시료면에 대해 수직 방향으로 $1,500 \sim 2,000 N/min$ 의 하중 속도로 인장력을 가해 최대 인장 하중을 구하였다. 부착강도는 다음 식에 의해 계산하고 공시체 3개의 평균값으로 하였다.

$$\text{부착강도}(N/mm^2) = \frac{T}{1,600}$$

여기에서, T : 최대 인장하중(N)

온·냉반복 조건은 시험체를 물속에 18시간 침지시킨 후 꺼내어 즉시 $-20\pm3^{\circ}\text{C}$ 의 항온 탱크 내에서 3시간 냉각 후 $50\pm3^{\circ}\text{C}$ 의 항온 탱크 내에서 3시간 가열하였다. 이러한 조작은 그림 3.8의 온·냉반복시험기를 통해 10회 반복하고 양생실에서 2시간 가만히 놓아 둔 후 표준조건의 부착강도 시험 방법으로 동일하게 실시하여 부착 강도를 구하였다.

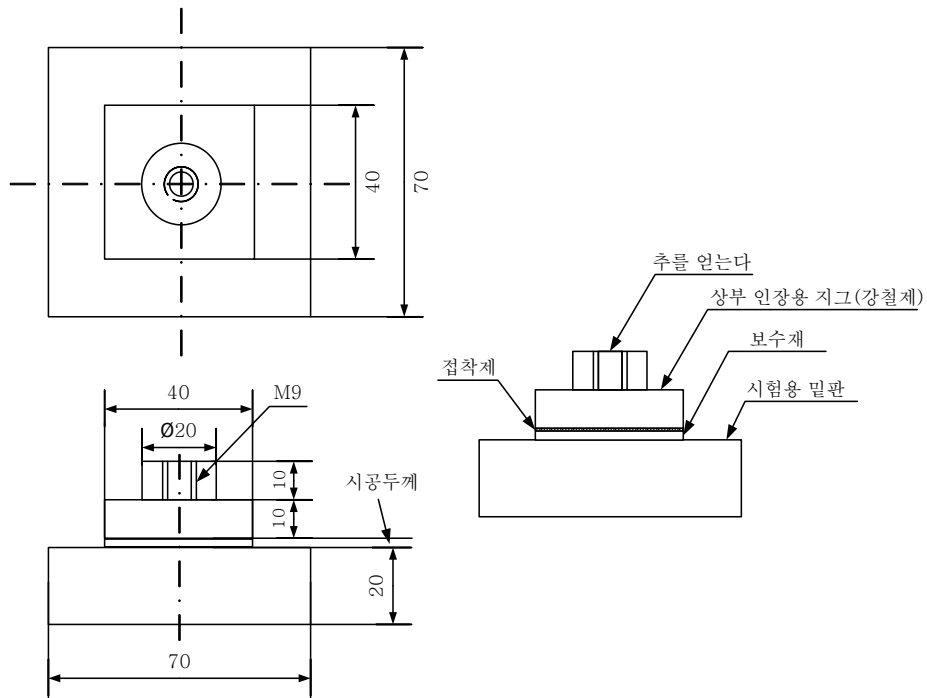


그림 3-11. 인장용 어테치먼트



그림 3-12. 부착강도 측정

1.7 팽창율(길이변화시험)

건조수축 길이변화 시험은 KS F 2424(모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법)에 따라 40×40×160mm 크기의 시험체는 길이 측정에 앞서 각선기로 젓빛유리에 선을 그은 후 시험체의 받침대에 표준자를 놓고 현미경에 기준을 정하고, 받침대에 젓빛유리가 위로가게 올려놓고 길이를 측정하였다. 측정은 재령 7일에 바탕길이를 측정하였고 이어 공시체를 각 항온항습기에 넣어 28일간 양생한 후에 길이를 측정하였다. 길이변화율은 다음 식으로 계산하였고 그림 3-13은 건조수축 길이변화를 측정하는 장치의 모습을 나타낸 것이다.

$$\text{길이변화율}(\%) = \frac{(X_{o1} - X_{o2}) - (X_{i1} - X_{i2})}{L_0}$$

여기서, L_0 : 기준길이

X_{o1}, X_{o2} : 각각 기준으로 한 시점에서의 측정치

X_{i1}, X_{i2} : 각각 시점 i 에서의 측정치



a) 각선기



b) 컴퍼레이터

그림 3-8. 길이변화시험



그림 3-13. 길이변화 측정

1.8 내마모성

KS F 2813 건축재료 및 건축구성 부품의 마모 시험 방법의 시험 방법에 따랐으며 각 시료에서 지름 약 120mm의 원형 또는 시험에 지장이 없는 모양의 시험편 3개를 만들고 시험하는 장소의 환경은 KS A 0006(온도:20, 23, 25℃, 습도:50, 65%, 기압: 86~106kPa)에 규정을 따르며 마모시험 장치는 견고한 시험대 위에 똑바로 수평으로 놓고 진동 등에 의한 이상한 상태가 일어나지 않도록 안정시켰다.

측정방법은 먼저 팔대에 추 및 마모바퀴를 붙이지 않고, 팔대의 다른 쪽에 250g의 추를 올려 놓아 완전히 균형을 잡은 다음 마모륜(CS-10)를 고정하고 같은 축에 하중을 가하기 위한 추($530\pm 5\text{g}$)를 올려놓았다.

표 3-18. 내마모성 시험 규정

종류	시험 하중(g)	참 고(재료의 종류)
1	280 ± 5	레저, 형갈, 벽지 등
2	530 ± 5	합판, 섬유판, 플라스틱판 등

* 그 규정이 없을 시 원칙적으로 종류 2($530\pm 5\text{g}$)로 한다.

마모바퀴를 시험편 면에 내려놓고 진공청소기의 호스를 마모 시험기 왼쪽 하단부에 연결 한 후 마모분 흡취 구를 마모면 쪽으로 내린 후 컨트롤러를 사용하여 회전반의 회전속도를 $60 \pm 2 \text{rpm}$ 으로 회전수를 500회로 설정하였다. 시험에 사용되는 마모바퀴는 시험편이 100회전할 때마다 컨트롤러의 정지 버튼을 사용하여 일시정시 시킨 후 적당한 솔 등으로 부착된 마모분을 제거하며 실시하였고 질량변화와 마모깊이는 아래 식으로 계산하였다.

1) 질량변화(w)

$$w = \frac{W_0 - W_n}{A} \quad (\text{mg/mm}^2)$$

여기에서 W_0 : 시험 개시 전의 질량(mg)

W_n : n회전 후의 질량(mg)

A : 마모 바퀴에 의한 마모를 받은 부분의 면적(mm^2)

2) 마모 깊이(d_n)

$$d_n = \frac{W_0 - W_n}{A \cdot \beta} \quad (\text{mm})$$

여기에서 β : 시험편의 비중



그림 3-14. 내마모 시험기

1.9 미끄럼 저항성

KS F 2375 노면의 미끄럼 저항성 시험 방법(BPN)의 시험 방법에 따랐으며 공시체의 크기 90x150mm 이상의 시료를 준비하고 몸체에 부착되어 있는 수평 조절 나사를 이

용하여 수평계의 물방울이 중앙원 안에 들어오도록 하여 수평 조절을 한 후 활동팔을 시험기 오른쪽 보의 잠금장치에 고정시키고 바늘을 노면과 수직으로 이동시켜 움직인 바늘이 영점(BPN=0)을 가리키는지 확인하고 영점을 조절하였다. 영점조절이 끝난 후 활동팔에 부착되어 있는 고무패드와 노면이 마찰되는 길이가 $125 \pm 1.6\text{mm}$ 정도가 되도록 조정하여 접지 길이를 조정하였다.

측정방법은 시험지점에 수막이 형성될 정도로 충분한 물을 뿌린 후 한 번 측정을 하고 그 결과는 기록하지 않았다. 연속적으로 4번 시험을 반복하고 그 결과를 기록하고 이때 매번 시험마다 물을 뿌렸다. BPN값은 표준온도 20°C 의 마찰지수로 보정하고 보정방법은 그림 3-16을 이용하였다. 예를 들어 표면온도 10°C 에서 $\text{BPN}=80$ 이 측정된 경우 표준온도 20°C 에서의 BPN은 $77(=80-3)$ 이 되었다.

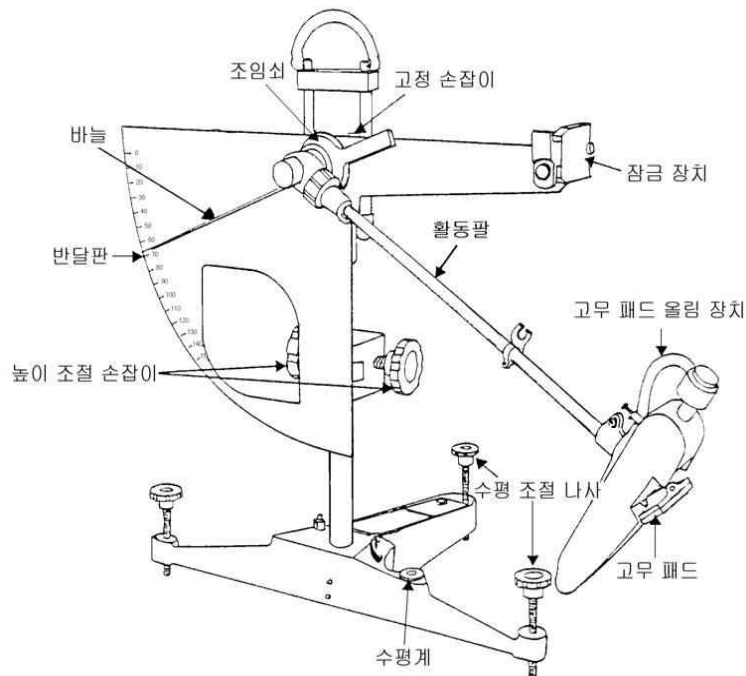


그림 3-15. British Pendulum Tester(BPT)의 외관 및 각 부 명칭

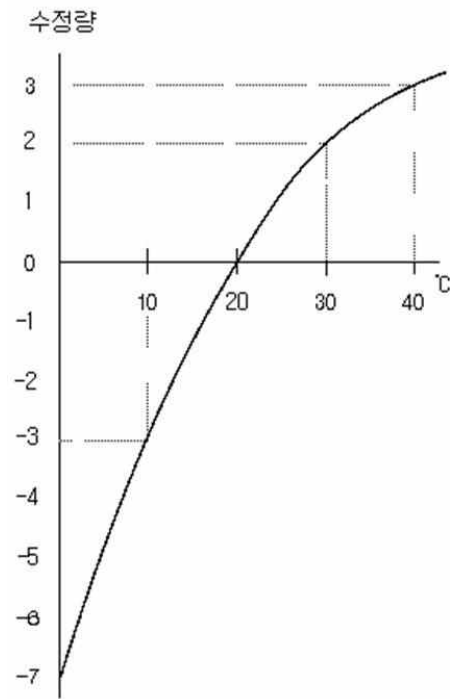


그림 3-16. 노면 온도에 따른 BPN값의 보정곡선

1.10 염화물이온 침투 저항성

염화물이온 침투 저항성 시험은 KS F 2711의 규정에 따라 $\varnothing 100 \times 50 \text{mm}$ 의 크기로 제작된 공시체에 대략 10g의 급결 도막제(에폭시)를 준비하여 시험편의 옆면에 솔로 바르며 겹으로 보이는 외부 구멍을 모두 메운다. 경화 후 공시체를 그림 5-18.과 같이 진공 포화 장치에 넣어 진공포화 시킨 후 시험셀에 장착시킨다. 윗면과 면하고 있는 시험셀에 (-)전극을, 다른 쪽에 (+)전극을 연결한다. (-)전극에 3.0%의 NaCl 용액을 채우고 (+) 전극에는 0.3N의 NaOH 용액을 채워 넣은 다음 $60.0 \pm 0.1 \text{ V}$ 의 전원 공급 장치에 연결하여 6시간 동안의 전압값을 기록하였다. 이때 전압은 0.1mV까지 측정이 가능해야 하고 측정한 전압값은 다음 식에 의하여 전류값으로 환산한다.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{1.0}$$

여기에서, I : 전류 (Amperes, A)

V : 전압 (Volts, V)

R : 저항 (Ohms, Ω)

측정은 30분 간격으로 6시간 동안 저항 양단에 걸리는 전압을 측정하고 이를 전류로 환산한 후 다음 식을 이용하여 회로를 통과한 총 전하량을 계산하였다.

$$Q = 900 \times (I_0 + 2 \cdot I_{30} + 2 \cdot I_{60} + \dots + 2 \cdot I_{300} + 2 \cdot I_{330} + I_{360})$$

여기에서, Q : 통과 전하량(Coulombs)

I_0 : 전압을 가한 직후의 전류(Ampere)

I_n : 전압을 가한 후 n 분 경과 후의 전류(Ampere)



그림 3-17. 염화이온 침투 저항성 시험

1.11 4대 중금속

중금속 시험은 시료에 대하여 각각 납, 카드뮴, 6가크롬, 수은을 시험하며 시험방법은 KS M ISO 3856-1 (도료와 바니시-"가용성" 금속 함량 측정-제1부:납 함량 측정 방법-불꽃 원자 흡수 분광법과 디티존 분광 광도법), KS M ISO 3856-4 (도료와 바니시-"가용성" 금속 함량 측정-제4부:카드뮴 함량 측정 방법-불꽃 원자 흡수 분광법과 전해 반응 분석법), KS M ISO 3856-5 (도료와 바니시의 "가용성" 금속 함량 측정액상도료의 안료부분이나 분체 도료의 6가 크롬 함량 측정방법-Diphenylcarbazide), KS M ISO 3856-7 도료와 바니시의"가용성"금속 함량 측정-제7부:도료 중 안료분과 수용성 도료 중 액상분의 수은 함량 측정 방법-비불꽃 원자 흡수 분광법으로 시험한다.

1.12 VOCs 함량

VOCs 함량 시험은 시료에 대하여 각각 USEPA Methods 24 Surface Coatings 방법으로 시험하며 1액형 및 용착형의 경우 시료 제작 1시간 직후 2액형의 경우 혼합 1시간 직후 시험한다.

1.13 운하중 저항성능

- a) 시험장치 : 아래 그림과 같이 바퀴 축에 최대 300kg 정도의 추가 적재된 후 1km/h 에서 5km/h 정도로 바퀴의 속도를 조절할 수 있어야 하며, 트랙에 접하는 타이어가 과열되지 않도록 250회에서 400회마다 정지시키는 장치, 마모되면서 떨어지는 찌꺼기를 흡입하는 흡입장치, 일정 회전마다 표준사를 낙하시키는 장치 및 설정 회전수에 따라 자동으로 작동하고 정지하는 장치이어야 한다. 시험체에 전달되는 수직 하중을 자동으로 감지할 수 있도록 트랙에 로드 셀을 설치하여야 한다.

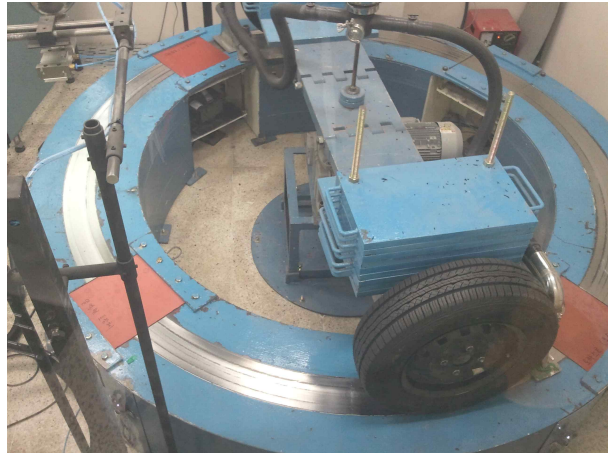
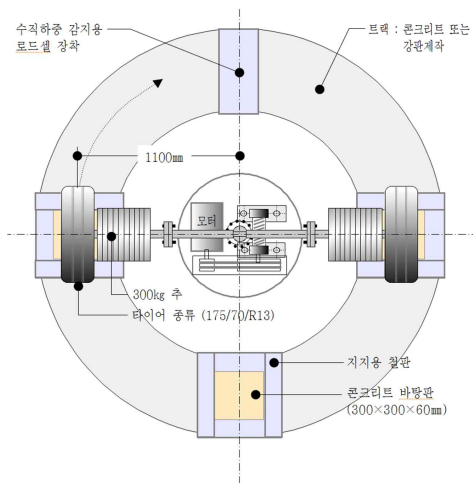


그림 3-18. 운하중 시험 장치 개요도

비고 1 - 주행부 수직 하중 : 300kg (단, 원심력은 고려하지 않음)

일반 소형 승용차의 총 중량은 1200kg이며, 1개의 바퀴에 약 300kg의 수직 하중이 부여된다.

비고 2 - 회전 반경 : 1.1m (지름 : 2.2m)

비고 3 - 타이어 공기압 : 30psi

비고 4 - 타이어 상태 : 175/70/R13 (소형 승용차에서 가장 많이 사용)

단, 타이어는 매 시험마다 새로운 타이어로 교체한다.

비고 5 - 추 대신 유압에 의한 제하도 가능하다.

비고 6 - 로드 셀은 시험 중에는 제거할 수 있다.

b) 시험체의 제작

- 1) 바탕판의 표면에 배합한 시료를 표준 시공 방법 및 표준 시험 두께에 따라 쇄흠손, 솔, 롤러 등으로 평탄하게 도포한 후, 온도 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, 습도 $(65 \pm 20)\%$ 의 양생 조건하에서 14일간 양생한다.
- 2) 시험체 및 그 뒷면은 원칙적으로 평탄하게 하여, 지지용 철판과는 서로 평행 상태를 유지할 수 있도록 한다.

c) 시험방법

- 1) 운하중 주행 속도, 회전수 및 조건 : 시험 주행 속도는 5km/h (회전시 평균 주행 속도)로 80000회까지 회전시키며, 각 30회전마다 압축 강도용 표준사 $(1.0 \pm 0.2)\text{g}$ 을 각각의 시험편에 수직 거리 1000mm 에서 낙하시킨다. 각 시험편을 타이어가 각각 10000회씩 지나간 후, 관찰 범위를 대상으로 바닥 표면 마감재의 두께 감소 깊이 측정과 균열, 잔 갈림, 떨어져 나감 등의 표면 상태를 확인한다. 그리고 변형된 부분은 표면의 성능 상태를 평가할 수 있도록 표시한 후 사진을 촬영한다.
- 2) 표면 상태 변화 측정 방법 : 1)의 시험 중 10000회 종료 시점마다 3개의 시험체 표면에서 균열, 잔 갈림, 떨어져 나감 및 하부층이 드러나는지 등을 관찰한다. 단, 관찰 부분은 바닥 표면 마감재가 도포된 부분 중 바퀴가 지나간 지점의 중심으로부터 100mm 까지로, 총 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 의 면적을 대상으로 한다.
- 3) 두께 측정 방법 : 2)의 시험을 종료한 후 마감재의 두께 깊이를 측정하기 위해 아래 그림과 같이 시험체에 대해서 타이어 진행 방향의 직각으로 4등분하여 1차 절단한 후 폭 10mm 로 2차 절단한다. 절단된 시편은 다시 타이어가 지나간 자국의 양쪽 끝선을 중심으로 양쪽으로 각각 10mm 나비만큼(총 나비 20mm 크기의 시료) 3차 절단하여 두께 관찰용 시료 6개를 만든다. 6개의 시료를 대상으로 각각 타이어가 지나간 부분과 타이어가 지나가지 않은 부분의 두께를 광학 현미경으로 측정한다. 측정 위치는 1개의 시료에 대해서 타이어가 지나지 않은 부분을 3등분하여 2개소, 타이어가 지나간 부분을 삼등분하여 2개소씩 측정한다. 각 시료에서 측정한 최대값과 최소값을 제외한 10개소의 평균값을 구하여 타이어가 지나가지 않은 곳의 평균 두께를 시료 두께로 하고, 타이어가 지나간 부분의

평균 두께와 비교하여 감소 깊이(mm)를 구한다. 최종적으로 마감재의 두께 감소 깊이는 시험체 3개를 대상으로 측정한 후 평균값으로 나타낸다.

$$\text{두께 감소 깊이(mm)} = D0 - D1$$

여기에서, D0 : 타이어가 지나가지 않은 부분의 두께(mm)

D1 : 타이어가 지나간 부분의 두께(mm)

1.14 내약품성

시료를 모르타르 밀판(70*70*10)에 도포하여 24시간 양생한다. 시험편의 주변을 녹인 파라핀 중에 차례로 담가 마감하여 1시간 경과 후 수산화나트륨 용액(5%), 황산(5%), 등유 1호에 168시간 담근다.



a)내알칼리성



b)내산성



c)내유성

그림 3-19. 내약품성 시험

2. 재료조합 예비 실험

재료의 성능평가를 위한 예비시험은 기존 보유기술에 단순히 수재슬래그를 단계적(10%씩)으로 치환하는 방식으로 시행하였으며 특히 40%이상 치환을 중점항목으로 진행하였다. 따라서 본보고서에서는 무기계 결합재(MT)와 수재슬래그 미분말혼합물 40%에 한하여 열거하고 기타 사항은 생략하였다. (단면복구모르타르 품질 기준/개발 목표기술과 상대비교)

표 3-19. 배합사항

구분	W/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)				
		물	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고	수재슬래그
보유기술	25	410	575	739	328	0
예비조합	25	410	573	82	328	655

*B=JKR 바인더+Micro Cement+무수석고+수재슬래그

(1) 응결시간(분)

KS F 4044'-04

	결과	개발목표 기술
초결	63	30 이상
종결	85	60 이하

(2) 플로(mm)

KS F 4044'-04

구분	1	2	3	평균	기준	개발목표 기술
플로	280	270	276	<u>275</u>	225이상	300±20

*셀프 플로 측정

(3) 압축강도(N/mm²)

KS F 4042'-07

28일

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균	기준
1	69280	43.30	<u>39.9</u>	20.0이상
2	67360	42.10		
3	62080	38.80		
4	62560	39.10		

5	60000	37.50		
6	61440	38.40		

$$\text{압축강도(N/mm}^2\text{)} = \text{최대하중(N)} / 1600$$

(4) 휨강도(N/mm²)

KS F 4042-'07

28일

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균(N/mm ²)	기준
1	3205	7.50	<u>8.2</u>	6.0이상
2	3634	8.50		
3	3634	8.50		

$$\text{휨강도(N/mm}^2\text{)} = \text{최대하중(N)} \times 0.00234$$

(5) 부착강도(N/mm²)

KS F 4042-'07

표준조건

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균	기준
1	3595	2.25	<u>2.2</u>	1.0이상
2	3754	2.35		
3	3387	2.12		

온냉반복 후 부착강도

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균	기준
1	2360	1.48	<u>1.4</u>	1.0이상
2	2104	1.32		
3	2307	1.44		

$$\text{부착강도(N/mm}^2\text{)} = \text{최대하중(N)} / 1600$$

(6) 길이변화율(%)

	28일	기준	개발목표 기술
길이변화율	0.04	0.15이하	0.15 이하

*디지털길이변화측정기로 실험

(7) 투수량(g)

KS F 4042-'07

구분	처음무게(g)	나중무게(g)	투수량(g)	평균	기준
1	4093.20	4101.80	8.60	<u>7</u>	20.0이하
2	4162.50	4168.80	6.30		
3	4148.10	4155.60	7.50		

(8) 물흡수계수(kg/m³h^{0.5})

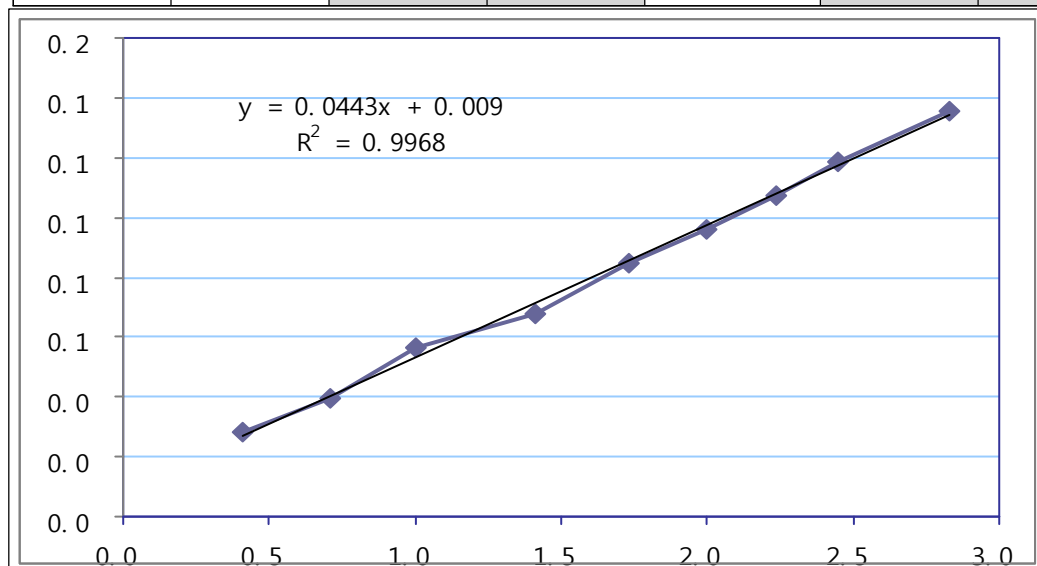
KS F 4042-'07

구분	1	2	3	평균	기준
물흡수계수	0.044	0.020	0.040	<u>0.035</u>	0.5이하

반지름(m)	0.075	면적(m ²)	0.01767
두께(m)	0.005		

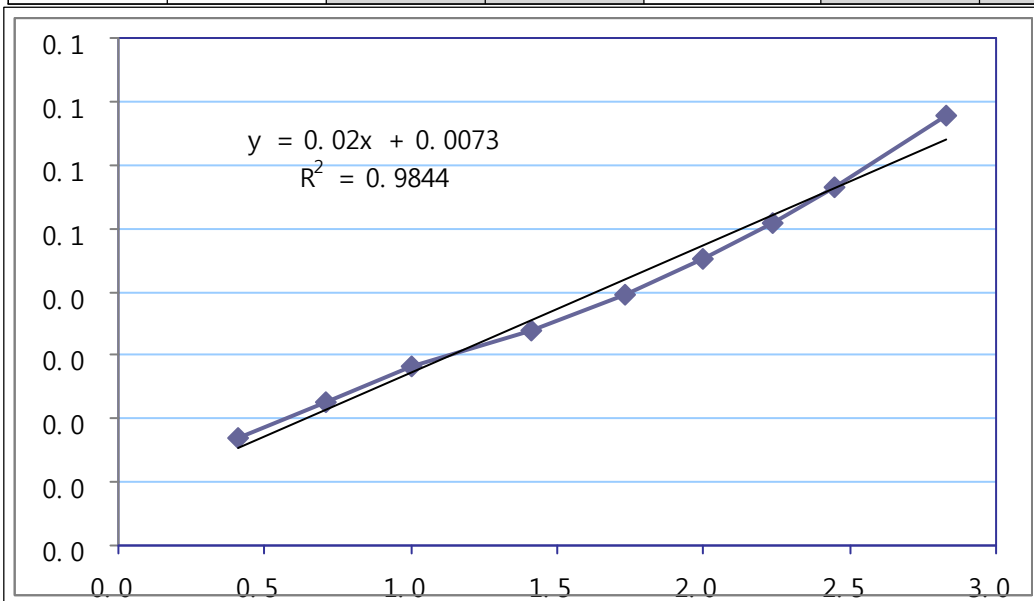
1번 시편 데이터

시간(분)	시간(분)	시간(h)	시간[√t]	m[g]	m[kg]	m[kg/m ²]
0	0	0.0	0.083	1454.70	1.454700	0.00
1	10	0.2	0.408	1455.20	1.455200	0.03
2	30	0.5	0.707	1455.40	1.455400	0.04
3	60	1.0	1.000	1455.70	1.455700	0.06
4	120	2.0	1.414	1455.90	1.455900	0.07
5	180	3.0	1.732	1456.20	1.456200	0.08
6	240	4.0	2.000	1456.40	1.456400	0.10
7	300	5.0	2.236	1456.60	1.456600	0.11
8	360	6.0	2.449	1456.80	1.456800	0.12
9	480	8.0	2.828	1457.10	1.457100	0.14
10	1440	24.0	4.899	1458.20	1.458200	0.20



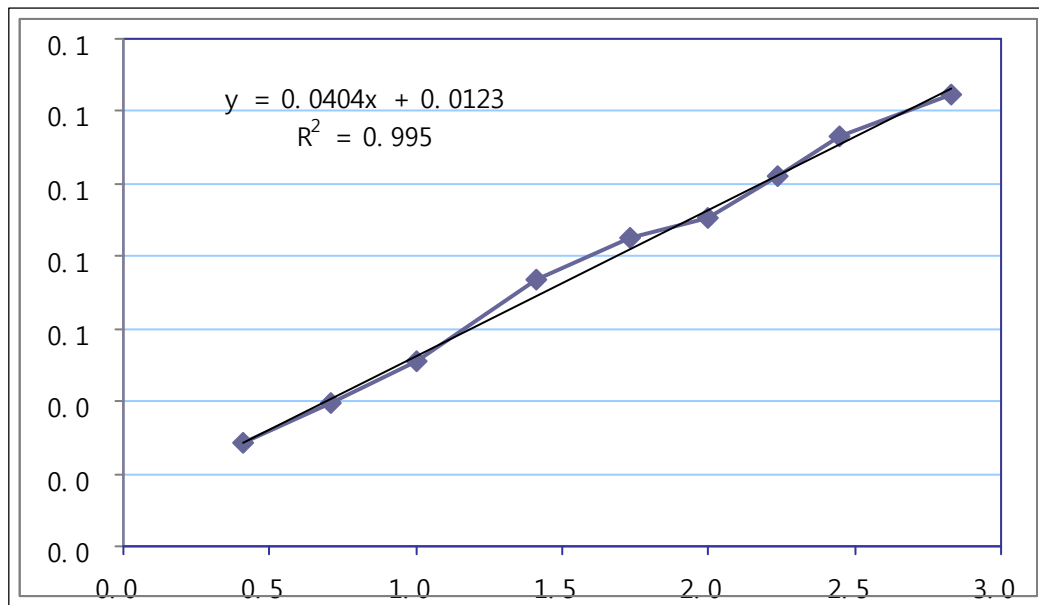
2번 시편 데이터

시간(분)	시간(분)	시간(h)	시간[$\sqrt{t}$]	m[g]	m[kg]	m[kg/m ²]
0	0	0.0	0.083	1445.50	1.445500	0.00
1	10	0.2	0.408	1445.80	1.445800	0.02
2	30	0.5	0.707	1445.90	1.445900	0.02
3	60	1.0	1.000	1446.00	1.446000	0.03
4	120	2.0	1.414	1446.10	1.446100	0.03
5	180	3.0	1.732	1446.20	1.446200	0.04
6	240	4.0	2.000	1446.30	1.446300	0.05
7	300	5.0	2.236	1446.40	1.446400	0.05
8	360	6.0	2.449	1446.50	1.446500	0.06
9	480	8.0	2.828	1446.70	1.446700	0.07
10	1440	24.0	4.899	1447.20	1.447200	0.10



3번 시편 데이터

시간(분)	시간(분)	시간(h)	시간[$\sqrt{t}$]	m[g]	m[kg]	m[kg/m ²]
0	0	0.0	0.083	1443.90	1.443900	0.00
1	10	0.2	0.408	1444.40	1.444400	0.03
2	30	0.5	0.707	1444.60	1.444600	0.04
3	60	1.0	1.000	1444.80	1.444800	0.05
4	120	2.0	1.414	1445.20	1.445200	0.07
5	180	3.0	1.732	1445.40	1.445400	0.08
6	240	4.0	2.000	1445.50	1.445500	0.09
7	300	5.0	2.236	1445.70	1.445700	0.10
8	360	6.0	2.449	1445.90	1.445900	0.11
9	480	8.0	2.828	1446.10	1.446100	0.12
10	1440	24.0	4.899	1447.10	1.447100	0.18



(9) 습기투과저항성[Sd(m)]

KS F 4042-'07

구분	1	2	평균	기준
Sd(m)	2.45	1.63	<u>2.04</u>	2이하

반지름(m)	0.050	면적(m²)	0.00785
두께(m)	0.005		

	온도(℃)	포화압력	상대습도(%)	압력차[Pa]
시료 위	23		50	1170

	날짜	시간	t[h]	m[kg]	m[kg/ m²·h]	μ	Sd(m)t:5mm
0	2010-02-24	16:00		0.60497			
1	2010-02-25	16:00	24.0	0.60505	0.0004244	367.57	1.84
2	2010-02-26	16:00	24.0	0.60512	0.0003714	420.08	2.10
3	2010-03-02	16:00	96.0	0.60536	0.0003183	490.09	2.45
4	2010-03-03	16:00	24.0	0.60542	0.0003183	490.09	2.45
5	2010-03-04	16:00	24.0	0.60548	0.0003183	490.09	2.45
7	2010-03-05	16:00	24.0	0.60554	0.0003183	490.09	2.45

$$\mu = 1170 / (1.5 \times 1000000 \times \text{단위시간당 습기투과량} \times \text{시료의 두께}) = 490.09$$

$$S_d(m) = \mu \times t = 2.45$$

	날짜	시간	t[h]	m[kg]	m[kg/ m ² ·h]	μ	S _d (m)t:5mm
0	2010-02-24	16:00		0.60339			
1	2010-02-25	16:00	24.0	0.60345	0.0003183	490.09	2.45
2	2010-02-26	16:00	24.0	0.60355	0.0005305	294.05	1.47
3	2010-03-02	16:00	96.0	0.60386	0.0004112	379.42	1.90
4	2010-03-03	16:00	24.0	0.60394	0.0004244	367.57	1.84
5	2010-03-04	16:00	24.0	0.60403	0.0004775	326.73	1.63
7	2010-03-05	16:00	24.0	0.60412	0.0004775	326.73	1.63

$$\mu = 1170 / (1.5 \times 1000000 \times \text{단위시간당 습기투과량} \times \text{시료의 두께}) = 326.73$$

$$S_d(m) = \mu \times t = 1.63$$

(10) 염소이온침투저항성(coulombs) 721 KS F 4042-'07

구분	1	2	3	평균	기준	개발목표 기술
통과전하량1	705	599	691	<u>665</u>	1000이하	800이하
통과전하량2	579	831	917	<u>776</u>		

(11) 내알칼리성 시험 후 압축강도(N/mm²) KS F 4042-'07

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균	기준
1	38670	24.17	<u>24.8</u>	20.0이상
2	45480	28.43		
3	35610	22.26		
4	37770	23.61		
5	40290	25.18		
6	40440	25.28		

$$\text{압축강도(N/mm}^2\text{)} = \text{최대하중(N)} / 1600$$

(12) 내산성 시험 후 압축강도(N/mm²)

구분	하중(N)	강도(N/mm ²)	평균
1	56250	35.16	<u>29.6</u>
2	48510	30.32	
3	44310	27.69	
4	45210	28.26	
5	53430	33.39	
6	36330	22.71	

$$\text{압축강도(N/mm}^2\text{)} = \text{최대하중(N)} / 1600$$

*내산성(5% 황산 28일 침지 후)

(13) 중성화저항성 시험(mm)

KS F 4042-'07

구분	1	2	3	평균	평균	기준
1	1.45	1.78	2.05	1.66	<u>1.7</u>	2.0이하
	1.39	1.25	2.01			
2	1.99	2.01	1.25	1.71		
	1.87	1.80	1.36			
3	1.60	1.55	1.80	1.68		
	1.80	1.60	1.70			

(14) 투기계수

수중치환법(Darcy의 방법)

구분	두께(cm)	압력(MPa)	시간(분)	투기량(ml)	평균
1	3	0.4	40	500	<u>666.7</u>
2	3	0.4	62	600	
3	3	0.4	80	900	

(15) 내마모성

KS F 2813-'01

구분	시험전의 질량(mg)	시험후의 질량(mg)	마모면적(mm ²)	질량의 변화(mg/mm ²)	평균
1	108574	108306	2637.27	0.10	<u>0.1</u>
2	110705	110554	2637.27	0.06	
3	121404	121209	2637.27	0.07	

* 500회전, 하중 530kg

(16) 동결융해저항성

KS F 2456-'03

공명진동수(Hz)

구분	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
1	2495	2190	2150	2070	2065	2060	1951	1866	1864	1862	1861
2	2460	2190	2140	2065	2060	2055	1843	1636	1551	1539	1531

상대 동 탄성계수(%)

구분	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
1	100	77.0	74.3	68.8	68.5	68.2	61.1	55.9	56.0	56.0	56.0
2	100	79.3	75.7	70.5	70.1	69.8	56.1	44.0	40.0	39.0	39.0

동 탄성계수= $(N_c^2 / N_o^2) * 100$

Nc=C 사이클에서의 변형진동의 1차 공명 진동수(Hz)

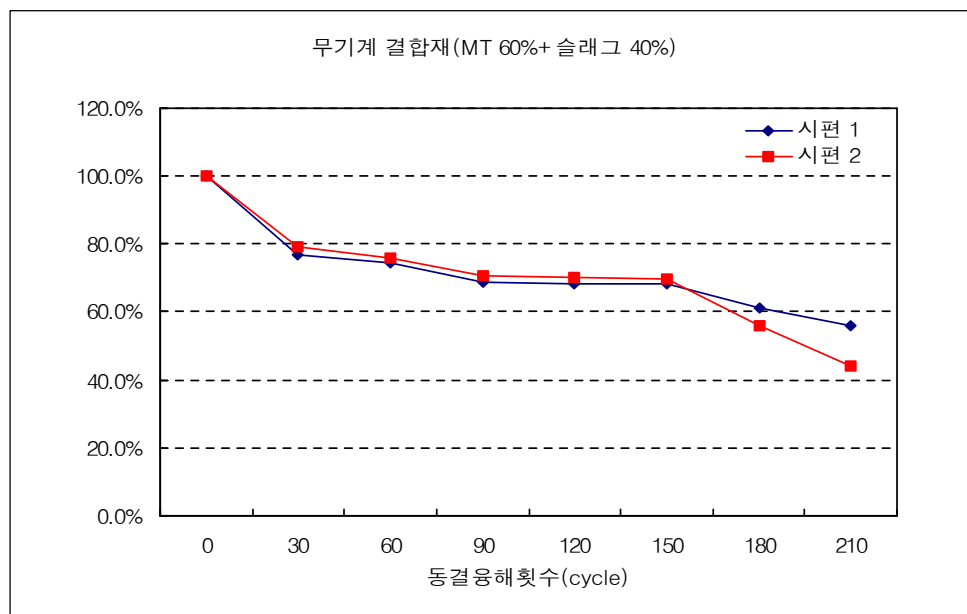
No=0 사이클에서의 변형진동의 1차 공명 진동수(Hz)

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
평균	100%	78.1%	75.0%	69.6%	69.3%	69.0%	58.6%	0.501	0.478	0.474	0.472
표준편차	0%	2%	1%	1%	1%	1%	4%	8%	11%	12%	12%

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
평균	100%	78.1%	75.0%	69.6%	69.3%	69.0%	58.6%	0.501	0.478	0.474	0.472
표준편차	0%	2%	1%	1%	1%	1%	4%	8%	11%	12%	12%

상대 동 탄성계수	60%
1 cycle	186
2 cycle	171

상대 동 탄성계수	58.6%
-----------	--------------



2.1 검토소견

바인더 대비 수재슬래그를 10~50%까지 10%씩 조절하며 여러번 반복 시험한 결과 수재슬래그 치환율이 40%일 때 연구 목표에 만족할 수 있다고 판단되어 무기 결합재와 수재슬래그 치환율 40%로 최적 시험하여 상기와 같은 결과를 도출하였다. 단면복구모르타르 품질 기준에 비해서는 대부분 상회하였으나 염화물 이온 침투 저항성 등은 보유기술 수준에 대해서 미달하였음에 추가 시험이 필요하다.

제 4 절 반강성 자전거도로 포장재

반강성 도로포장재는 기존 도로의 노후된 포장재를 1~2mm 정도 평삭하여 제거한 후 시멘트 모르타르를 포설하여 미끄럼저항성을 높이는 방식으로 시공하였다. 지난 연구수행과제(반강성도로포장재 개발관련 연구; 중기청과제)에서 연구하여 시멘트와 잔골재의 최적비율을 도출한 바 있으며 그 연구결과에 따라 C : S는 3 : 1로 시험하였고 규사는 5호사와 6호사를 7 : 3 비율로 사용하였다.

1. 모르타르 대비 아크릴 수지비 결정

아크릴 수지(MMA 수지)는 Acrylic과 Methacrylic Acid Ester의 중합반응공정을 거쳐 이중 탄소 결합을 갖도록 만든 반응형 수지로서 내구성 및 내열성, 내화학적, 내마모성, UV 안전성 등이 뛰어나서 일본 및 유럽, 미국 등에서는 교면포장의 방수제 및 콘크리트의 부분 단면보수 등 다양한 용도로 적용하고 있다.

아크릴 수지는 일반적으로 경화 속경제를 첨가하여 경화시간을 조절하는데 경화속경제는 분말형태의 벤조과산화물(Benzoyl Peroxide, BPO)이 많이 사용되고 경우의 수를 감안, 목표로 한 경화시간 및 대기온도조건 그리고 표면 온도에 따라 각기 달리 사용할 수 있다.

아크릴 수지는 에스테르, 아크릴, 메타크린산에 기초한 반응성 수지로서 열을 발생시키며 경화하는 수지에 속한다. 반응성 수지의 화학적 합성물의 특징은 탄소 이중결합 집합(C=C)구조를 갖는 것이며 이러한 결합은 반응성이 풍부하고 첨가반응이나 중합반응을 일으키기 쉽다고 알려져 있다. 이것은 여타 반응성 수지가 정확한 비율을 혼합하여야 하는 액체기와 액체경화제에 의해 전체 양생이 된다는 것과 큰 차이점을 보인다. 즉, 아크릴 수지에서는 경화제만 화학적 양생(중합)을 유도할 수 있다.(2009년 한국도로학회지 '아크릴 수지로 코팅한 배수성 아스팔트 콘크리트의 특성 평가'에서 발췌)

본 연구에 사용된 아크릴수지는 P사의 B제품(FT-507LYO) 아크릴 수지이며, 작업성을 고려하여 모르타르 대비 최소 40% 이상, 경제성을 고려하여 최대 60%이하가 바람직한 것으로 판단하여 바인더 대비 아크릴 수지를 40%, 45%, 50%, 55%의 비율로 각각 시험에 적용하였다.

1.1 굳지 않은 시멘트 모르타르 시험 결과

표 4-1. 모르타르 대비 아크릴 수지 배합사항

기호	A/M (%)	단위용적질량(kg/m ³)					
		아크릴	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고	#5	#6
#1	40	530	403	456	201	247	106
#2	45	560	378	428	189	232	100
#3	50	586	357	403	178	219	94
#4	55	610	337	382	169	207	89

무기바인더(MT) 배합은 도로포장체와 동일한 배합에서 작업성 유지를 위하여 유동화제를 2% 내외로 조절하며 시험하였다.

1.1.1 유동성

플로 시험은 KS F 2476의 시험방법에 따라 시험하였다. 그림 4-1과 같이 모르타르 대비 아크릴수지는 그 비율이 증가할수록 유동성이 증진하였다. 도로포장체에 사용된 아크릴수지는 고형분이 27.5%로 아크릴 자체에 점성을 가지고 있어 유동성에 영향을 줄 수 있음에 우려했으나, 입도가 작은 규사를 C : S = 3 : 1 비율로 치환함으로써 점성이 좋음에도 유동성이 떨어지지 않는 효과를 얻을 수 있었다. 목표물성은 유동화제량을 조절함으로써 쉽게 목표인 플로 270mm를 확보할 수 있었다.

그림 4-2는 KS F 2432의 시험방법에 따라 J-로트를 사용하여 유하시간을 측정한 결과이며 바인더 대비 아크릴수지비가 증가할수록 유하시간은 빨라졌다.

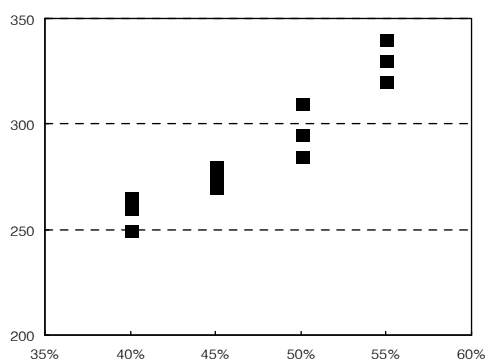


그림 4-1. 플로 측정 결과

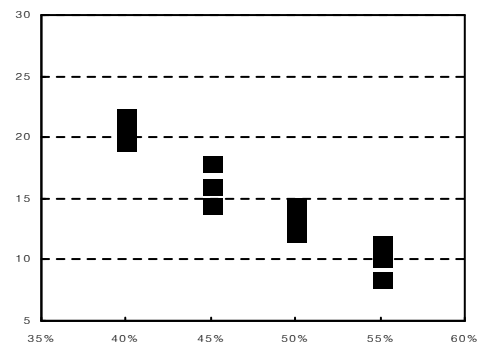


그림 4-2. 유하시간 측정 결과

1.1.2 응결시간

응결은 KS F 2476의 시험방법에 따라 비카침 장치를 이용하여 초결과 종결을 측정하고 결과를 그림 4-3에 나타내었다. 모르타르 대비 아크릴수지 비가 증가할수록 응결시간은 지연되었으며 아크릴수지 40%일 때 초결 20분, 아크릴수지 55%일 때는 초결 56분으로 아크릴수지 40%일 때에 비해 약 3배 정도 시간이 지연되었다. 그러나 전반적으로 종결 60분 이내로 모두 목표범위 내에 들었으며 현장조건에 따라 달라지는 응결시간은 혼화제(지연제, 속경제) 조절이 가능하리라 판단된다.

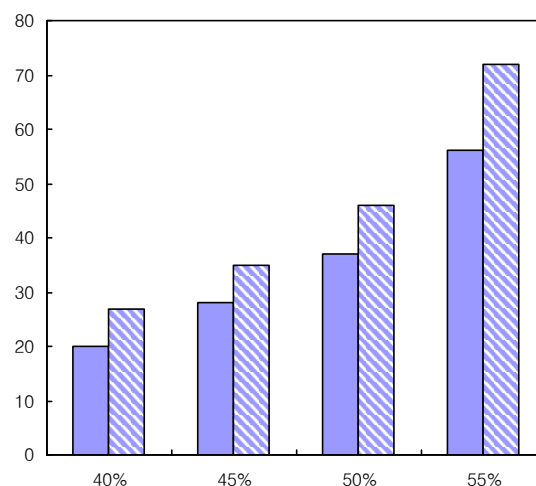


그림 4-3. 응결시간 측정 결과

1.2 경화 시멘트 페이스트의 시험 결과

1.2.1 압축강도 및 휨강도

강도는 KS F 2476의 시험방법에 따라 시험하였으며 재령 3시간, 1일, 7일, 28일을 표준 양생하여 강도를 측정하였다. 모르타르 대비 아크릴수지 비가 증가할수록 압축강도와 휨강도 모두 감소하는 경향을 보였다. 압축강도는 아크릴수지 40%일 때 재령 28일 $38.2\text{N}/\text{mm}^2$ 이었으나 아크릴수지 55%일 때 $26.7\text{N}/\text{mm}^2$ 로 약 40% 정도 감소하였으며 반면 휨강도는 아크릴수지 40%일 때 재령 28일 $11.5\text{N}/\text{mm}^2$ 이었으나 아크릴수지 55%일 때 $9.0\text{N}/\text{mm}^2$ 로 약 22% 정도 감소하였다. 압축강도에 비해 휨강도의 감소폭이 적은 것은 아크릴수지의 연성이 휨강도 증진에 영향을 주었기 때문이라고 생각된다.

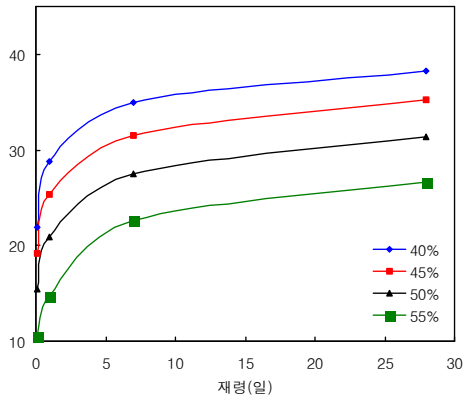


그림 4-4. 압축강도 측정 결과

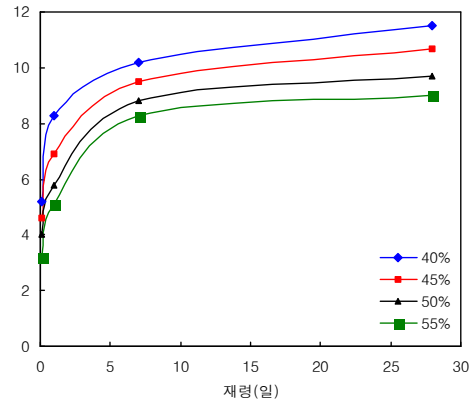


그림 4-5. 휨강도 측정 결과

1.2.2 부착강도

부착강도는 모르타르 판 위에 시멘트 페이스트를 타설하여 측정하였으며 먼저 부착용 모르타르 모체(300mm x 300mm x 50mm)를 제작하여 충분한 강도가 나올 때까지 1개월 이상 양생하였다. 모르타르 모체가 준비된 후 KS F 4716의 시험방법에 따라 시험하였으며 표준 양생하여 7일과 28일에 부착강도를 측정하였고 시험 결과 모르타르 대비 아크릴수지가 증가할수록 부착강도는 저하하는 경향을 보였다. 아크릴수지 40%일 때 재령 28일 $2.4\text{N}/\text{mm}^2$ 인 반면 아크릴수지 55%일 때 $1.7\text{N}/\text{mm}^2$ 로 40% 정도 감소하였는데 이는 물 결합재 비가 증가함에 따라 시멘트의 강도 발현이 떨어지고 응결이 지연됨에 따른 재료분리로 표면의 부착력이 떨어지기 때문으로 생각된다.

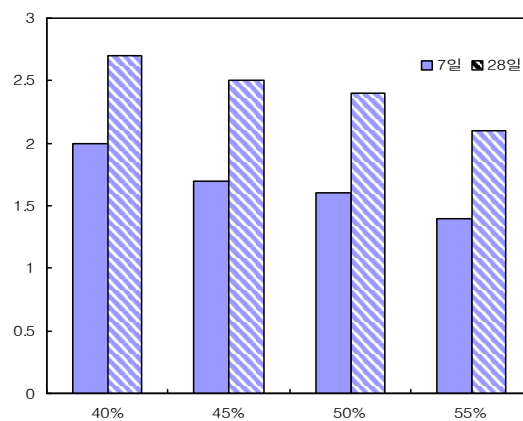


그림 4-6. 부착강도 측정 결과

1.2.3 길이변화율

모르타르 대비 아크릴 비가 증가함에 따라 수축, 팽창에 어떤 영향을 미칠 것인지 파악하기 위하여 팽창율 시험을 실시하였다. KS F 2424의 다이얼 게이지 시험 방법에 따라 시험하였으며, 재령 7일과 28일을 측정하였다. 시험 결과 아크릴수지의 치환율이 증가할수록 수축율이 증가하였으며, 아크릴수지 치환율이 40%일 때에 비해 55%일 때 약 1.5배 수축율이 증가하는 것으로 나타났다.

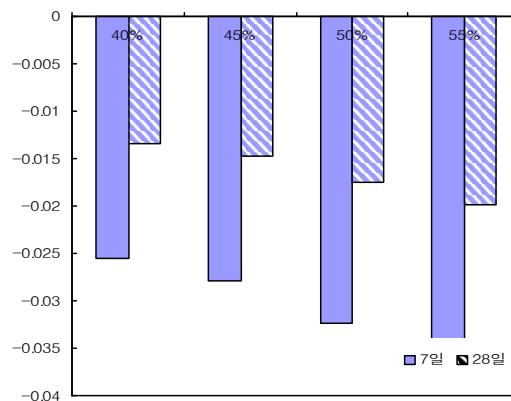


그림 4-7. 길이변화 측정 결과

1.3 결론

시험계획에 의거 바인더 대비 아크릴수지 비를 40%, 45%, 50%, 55%로 각각 변화시키며 시험하였으며, 시멘트와 잔골재 비율은 C : S = 3 : 1로 하여 시험을 실시하였다.

플로는 모르타르 대비 아크릴수지 비가 증가할수록 유동성이 좋아졌으며, 유하시간은 아크릴수지 치환율이 증가될수록 빠르게 나타났다.

응결은 모르타르 대비 아크릴수지 비가 증가할수록 지연되었으며 아크릴수지 40%일 때 초결 20분, 아크릴수지 55%일 때 초결 56분으로 40%대비 약 3배 정도 시간이 지연되었다. 그러나 전반적으로 종결 60분 이내로 비교적 응결은 빠르게 나타났고 혼화제(지연제, 속경제) 조절력은 높게 나타나 조절에 어려움은 없었다.

강도 특성은 모르타르 대비 아크릴수지 비가 증가할수록 압축강도와 휨강도 모두 감

소하는 경향을 보였으며 압축강도는 아크릴 치환율 40%에 비해 55%가 약 40% 감소하였으며, 휨강도는 아크릴 치환율 40%일 때 비해 55%가 약 22% 정도 감소하였다. 부착강도 역시 아크릴 치환율이 증가할수록 강도는 저하하였으나 물·결합재 비 40%일 때 2.5N/mm² 이상으로 높은 부착력을 보였다.

길이변화율은 아크릴수지의 치환율이 증가할수록 수축율이 증가하였으며, 아크릴수지 치환율이 40%일 때에 비해 55%일 때 약 1.5배 수축율이 증가하였다.

반강성 도로포장재는 기존 표면을 '1~2mm 절삭한 후 포장 두께 3mm 정도로 포장하기 때문에 높은 유동성을 필요로 하지는 않지만 도포용인 만큼 비교적 높은 강도와 부착력을 필요로 한다. 따라서 작업성이 유지되면서도 가장 높은 강도를 발현한 아크릴 함량인 40%를 선정하였다.

2. 무기바인더 모르타르와 수재슬래그 미분말 비율 결정

표 4-2. 무기바인더 모르타르와 수재슬래그 비율 실험사항

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	A/M*(%)	1	40
	아크릴수지	1	제품 B : FT-507LYO(적색 기준)
	C : S	1	3 : 1
	슬래그 치환율(%)	6	0, 10, 20, 30, 40, 50
	무기바인더 배합	3	MT1, MT2, MT3
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	4	혼화제(유동화제, 속경제, 지연제, 소포제)
실험사항	굳지 않은 상태	2	셀프플로, 응결시간(초결, 종결)
	경화 상태	2	압축강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 휨 강 도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일

* M = 무기바인더(MT)+Slag+잔골재

표 4-3. 무기바인더 모르타르와 수재슬래그 비율 배합사항

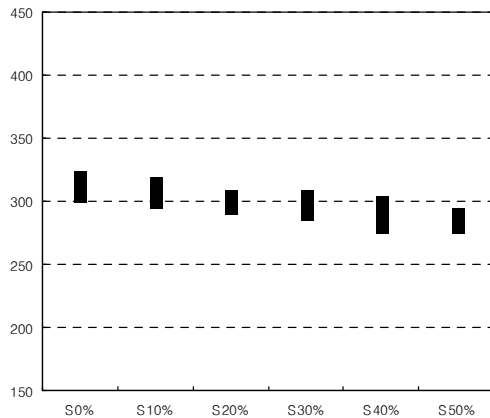
기호		A/M (%)	단위용적질량(kg/m ³)					
			아크릴	Slag	JKR 바인더	Micro Cement	무수 석고	잔골재
A Type (MT1)	A-1	40	529	0	347	446	198	331
	A-2	40	529	132	301	387	172	331
	A-3	40	529	265	255	328	146	331
	A-4	40	530	397	208	268	119	331
	A-5	40	530	530	162	209	93	331
	A-6	40	527	659	115	162	66	330
B Type (MT2)	B-1	40	529	0	377	426	188	331
	B-2	40	529	132	327	370	163	331
	B-3	40	529	265	276	313	138	331
	B-4	40	529	397	226	256	113	331
	B-5	40	530	530	176	199	88	331
	B-6	40	530	662	126	142	63	331
C Type (MT3)	C-1	40	529	0	406	377	208	330
	C-2	40	529	132	352	327	180	330
	C-3	40	529	264	298	276	153	331
	C-4	40	529	397	244	226	125	331
	C-5	40	529	529	190	176	97	331
	C-6	40	530	662	136	126	70	331

기초 시험을 통해 모르타르 대비 아크릴수지의 최적비율은 40%로 결정하였다. 예비 시험을 통해 선정된 MT1, MT2, MT3 3가지 배합으로 구분하고 시멘트와 잔골재의 비율은 3 : 1로 정하여 시험하였다. 또한 수재슬래그 미분말의 치환 범위는 0 ~ 50%까지 10%씩 변화시키며 시험하였고 셀프 플로 및 응결시간 등을 목표 물성에 만족시키기 위해 유동화제, 속경제, 지연제, 소포제를 적절히 조절하며 목표물성에 접근, 시험하였다.

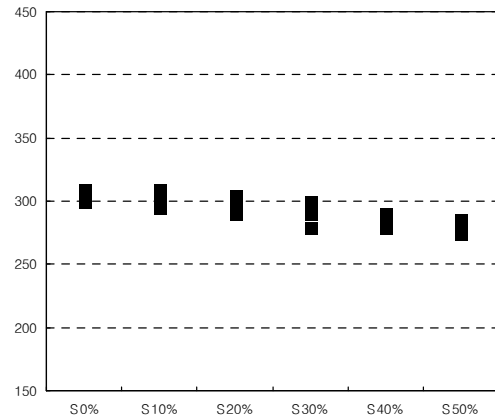
2.1 굳지 않은 상태 특성

2.1.1 유동성

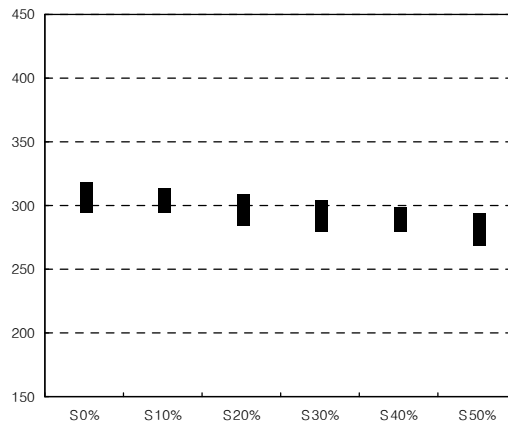
MT를 배합별로 구분하여 Type A, B, C로 표현하였으며 시험 결과는 그림 4-8과 같다. 유동성을 보기위해 유동화제의 함량을 조절하며 반복 실시하였으며 유동화제로 조절 가능한 플로 범위를 찾아 진행하였다. Type A, B, C 모두 수재슬래그 미분말 함량 증가에 따라 플로는 다소 감소하였으며 MT 배합에 따른 플로 차이는 나타나지 않았다. 대체적인 플로는 270~320mm 범위에서 움직였으며 조합별로 목표인 270mm 이상 만족하는 수치를 얻었다.



a) Type A 플로 결과



b) Type B 플로 결과



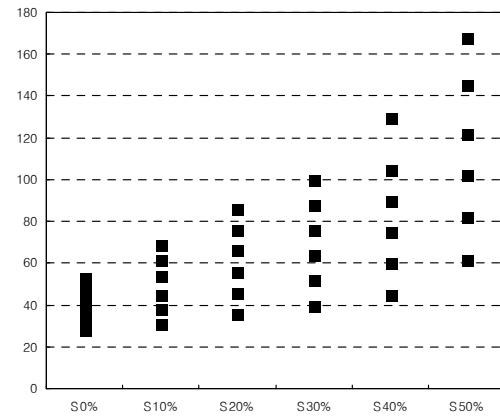
c) Type C 플로 결과

그림 4-8. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 플로 측정 결과

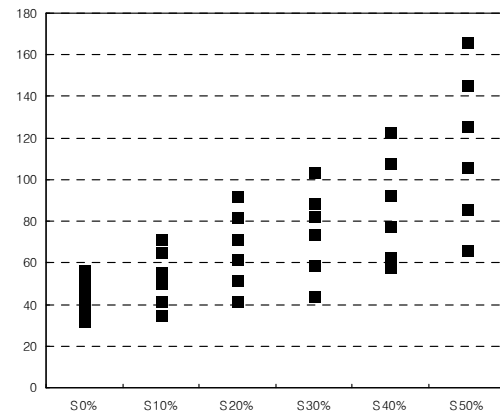
2.1.2 응결시간

응결시간에 영향을 미치는 속경제와 지연제의 첨가량을 조절하며 반복 시험 하였으며 혼화제로 조절 가능한 응결시간 범위는 그림에 나타내었다. 전반적으로 모르타르 대비 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 응결시간은 지연되었고 수재슬래그 미분말을 치환하지 않은 플레인 상태에서 혼화제(지연제/속경제) 사용으로 종결 60분 이내까지 조절은 가능했으나 수재슬래그 미분말 함량 50%시료는 종결 160분 이상으로 응결이 현저하게 지연되었다. 이러한 응결특성은 수재슬래그 미분말이 잠재수경성 물질이기 때문에 상대적으로 반응속도가 느리게 나타났다고 사료된다. 응결시간이 지연됨에 따라 재료분리가 일어났으며 아크릴수지와 페이스트가 분리되어 층을 이루었

전반적으로 배합별 응결시간의 경향은 유사하였으며, 크게 차이는 없으나 $A > C > B$ 순으로 빠른 응결 속도를 보였다.



b) Type A 종결



b) Type B 종결

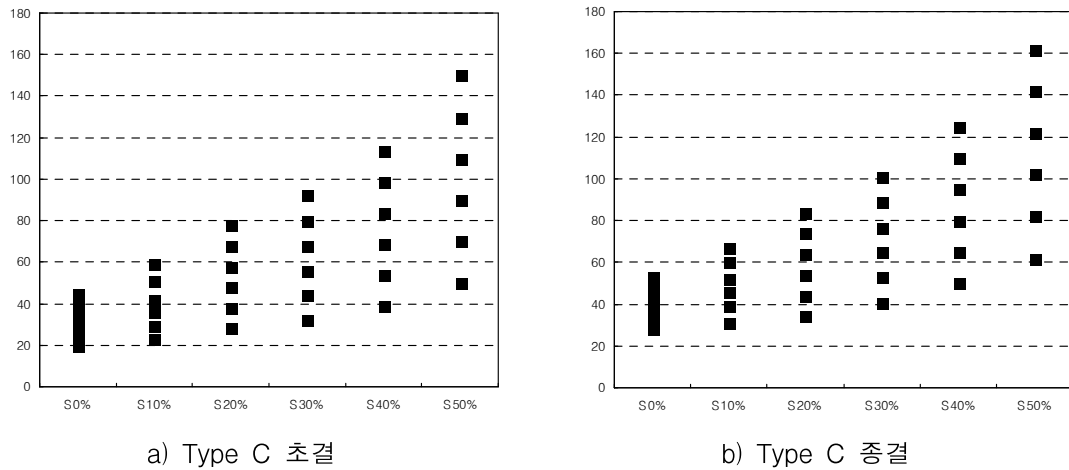


그림 4-11. Type C 응결시간

2.2 경화상태 특성

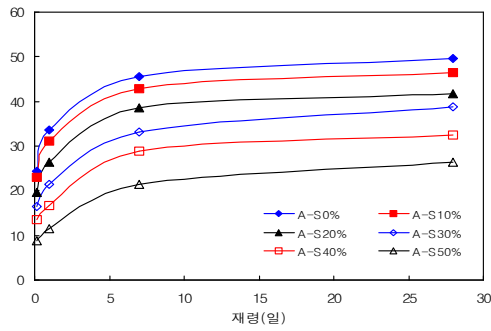
2.2.1 압축강도 및 휨강도

먼저 아크릴수지와 시멘트 혼합물 분체, 잔골재를 잘 교반하여 모르타르를 제조한 후 이를 규격몰드(40mmx40mmx160mm)에 넣고 시료를 양생시킨 다음 재령 3시간, 1, 7, 28일의 압축강도 및 휨강도 각각 측정하였다. 양생조건은 모르타르 제조 후 3시간 뒤에 시료를 몰드에서 탈형하여 3시간 압축강도를 측정하고 이후 항온 항습기 안에서 1, 7, 28일 간 표준양생한 후 압축강도 및 휨강도를 측정하였으며 앞서 시험한 유동성 및 응결시험에서 가장 적합한 혼화제 첨가량을 적용하여 시험하였다.

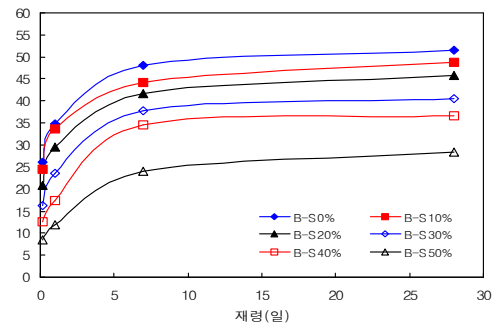
수재슬래그 미분말 치환율에 따라 압축강도는 치환율이 증가할수록 감소하는 경향을 보여주고 있고 Type A를 기준으로 측정된 결과값을 비교해 보면 플레인 재령 3시간 압축강도 $24.4\text{N}/\text{mm}^2$, 수재슬래그 미분말 함량 50% 재령 3시간 압축강도 $8.8\text{N}/\text{mm}^2$ 으로 64% 저하되는 것을 볼 수 있었다. 반면 플레인 재령 28일 압축강도 $49.7\text{N}/\text{mm}^2$, 수재슬래그 미분말 함량 50% 재령 28일 압축강도는 $26.4\text{N}/\text{mm}^2$ 로 약 48% 감소하였다.

이와 같은 결과는 수재슬래그 미분말 치환율이 상대적으로 크고, 유사 포졸란 반응을 통하여 수화열의 발생을 지연시킴으로서 초기강도에서는 강도발현이 충분하지 않으나 양생기간이 경과함에 따라 강도 발현이 진행되기 때문이라고 생각된다.

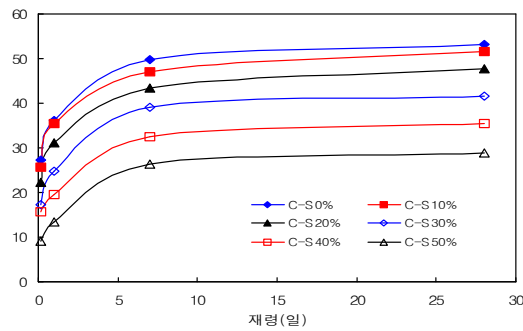
휨강도 역시 압축강도와 동일하게 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 강도는 저하되었고 압축 및 휨강도 모두 $C > A > B$ 순으로 Type C가 가장 높게 나타났다.



a) Type A 압축강도

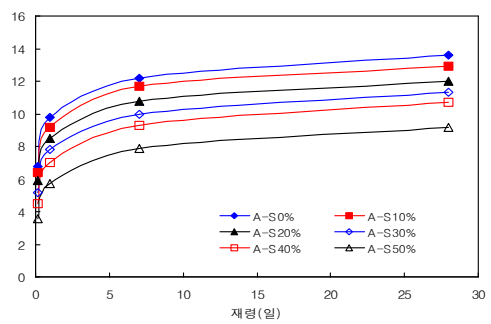


b) 그림 Type B 압축강도

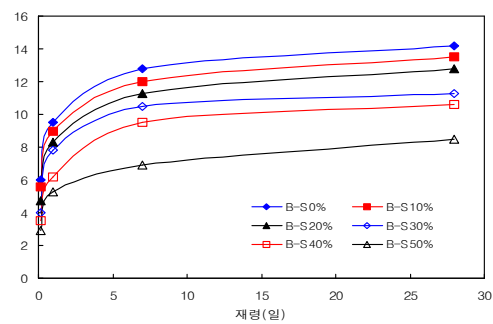


c) Type C 압축강도

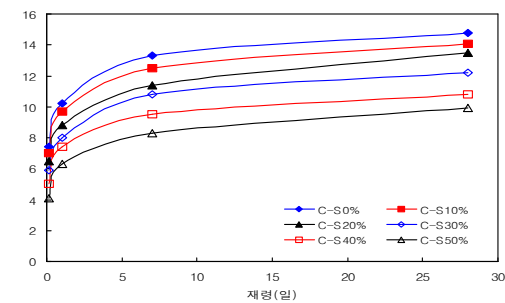
그림 4-12. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 압축강도



a) Type A 휨강도



b) 그림 Type B 휨강도



c) Type C 휨강도

그림 4-13. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 휨강도

2.3 결론

플로 시험 결과 대부분의 데이터가 270~320mm의 범위 내로 나타나 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 영향은 없었다. 무기바인더(MT) 배합별 플로 역시 차이 없이 모두 비슷한 결과 값을 보여 MT배합 사용 시 수재슬래그 미분말에 의한 유동성에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

응결은 속경제와 지연제 첨가량을 조절하며 반복 시험한 결과 전반적으로 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 지연되었고 수재슬래그 미분말을 치환하지 않은 플레인 배합은 종결 60분 이내까지 조절은 가능하였으나 수재슬래그 미분말 함량 50%의 경우 종결 160분 이상으로 응결시간이 현저하게 지연되었다.

강도 특성 중 압축강도를 살펴보면 재령 3시간 기준으로 플레인일 때에 비해 수재슬래그 미분말 치환율이 50%일 때 강도가 절반 이하로 급격히 감소하며, 휨강도 역시 48% 정도로 크게 저하한다. 특히 수재슬래그 미분말 치환율은 50%일 때 비해 40%에 비해 급격한 강도저하가 일어났고 압축 및 휨강도 모두 $C > A > B$ 순으로 Type C가 가장 높게 나타났다.

플로는 수재슬래그 미분말의 치환율에 크게 영향을 받지 않았으며, 응결시간은 치환율이 높을수록 지연되었으나 혼화제로 충분히 조절 가능하다고 판단된다. 가장 우려가 되었던 강도특성의 경우 수재슬래그 미분말 치환율 50%일 때 목표치인 재령 3시간 압축강도 $10\text{N}/\text{mm}^2$, 휨강도 $3\text{N}/\text{mm}^2$ 를 만족하지 못하였으나 치환율 40% 이하는 모두 만족하는 것으로 나타났다.

3. 반강성 도로포장재 최적화 시험

3.1 실험 계획

표 4-4. 반강성 도로포장재 최적화 실험계획

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	A/M(%)	1	40
	슬래그 치환율(%)	1	40
	무기바인더	1	MT3
	C : S	1	3 : 1
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	6	유동화제(0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%)
		3	속경제(0.05%, 0.1%, 0.15%)
		3	지연제(0.03%, 0.06%, 0.09%)
		1	소포제(0.05%)
측정사항	굳지 않은 상태 특성	3	·유동 특성 - 셀프플로 - 유하시간 ·응결시간(초결, 종결)
	경화 상태 특성	4	·강도특성 - 압축강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 휨강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 부착강도(N/mm ²) 7일, 28일 ·길이변화 특성
	내구 특성	2	·내마모 저항성 ·미끄럼 저항성

모르타르 대비 아크릴수지 치환율을 40%, 45%, 50%, 55% 검토한 결과 40%가 가장 적합한 것으로 판단되었으며, 모르타르 대비 수재슬래그 미분말 함량을 0~50%까지 10%씩 변화하여 시험한 결과 본 과제에서 목표로 하고 있는 수재슬래그 미분말 40% 치환이 가능한 것으로 판단되었다. 무기바인더(MT)는 MT1, MT2, MT3 세 가지 배합을 비교한 결과 MT3의 배합이 전반적으로 가장 좋은 물성을 보였다. 본 과제에서 목표하는 물성을 만족시키기 위해서 혼화제(유동화제, 속경제, 지연제, 소포제)를 조절하였다.

시험체에 대한 양생조건은 실험실 표준조건을 가정한 20℃에서 양생하였다.

측정사항은 폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법의 시험규정인 KS F 2476을 기본으로 하고, 기타 특성 및 내구성에 관련된 추가적인 시험을 실시하는 것으로 진행하였다. 즉, 굳지 않은 상태 특성은 셀프 플로, 유하시간 및 응결시간을 측정하였으며, 경화 상태 특성으로는 압축강도, 휨강도, 부착강도, 길이변화특성에 대한 검토를 실시하였고 내구특성으로는 내마모성 및 미끄럼 저항성에 대한 측정을 실시하였다.

3.2 실험 결과

3.2.1 유동 특성

예비 시험에서 얻은 결과에 따라 아크릴수지와 무기결합재 비는 40%로 결정하였다. 먼저 아지테이터를 사용하여 아크릴수지와 시멘트 분체를 2분간 교반하여 시멘트 페이스트를 생성하고 교반 후 생성된 시멘트 페이스트를 플로 콘에 채운 후, 타격 및 기타 외력을 가하지 않고 그대로 들어 올려 셀프 플로 값을 측정한다.

셀프 플로 목표치 270mm 이상을 만족시키기 위하여 유동화제를 0.2~1.2%까지 0.2%씩 변화시키며 시험하였다. 소포제는 일반적으로 사용되는 0.05%로 고정하였으며 지연제 및 속경제는 세 가지 경우수를 두고 변화시키면서 최적의 첨가량을 도출하였다. 아래 배합 사항과 시험 결과를 나타내었다.

표 4-5. 반강성 도로포장재 최적화 배합사항

항목	A/M (%)	단위용적질량(kg/m ³)				유동화제 (%)	속경제 (%)	지연제 (%)	소포제 (%)
		아크릴	MT3	Slag	잔골재				
A	40	526	592	395	329	0.4~2.2	0.09	0.09	0.09
B	40	526	592	395	329	0.4~2.2	0.18	0.09	0.09
C	40	526	592	395	329	0.4~2.2	0.09	0.18	0.09

그림에 셀프 플로 시험 결과를 나타내었다. 먼저 소포제는 0.05%로 고정하였으며 속경제와 지연제를 0.05%와 0.1%로 변화하여 시험하였다. 시험 결과 그림 4-16, 4-17에서 볼 수 있듯이 속경제와 지연제는 플로값에 영향을 주지 않았으나 유동화제는 그림

4-18에서 보는 바와 같이 첨가량이 증가함에 따라 유동성이 증가하는 경향을 보였다. 그러나 유동화제를 1.0% 이상 치환하였을 경우 유동성 증가 폭이 좁거나 오히려 유동성이 저하하는 특징을 보였다.

유동화제 0.2%일 때 플로 230mm이었으며 유동화제 0.8%일 때 플로 280~285mm로 목표하는 270mm를 충분히 만족하였다.

그림 4-17에 유동화제 첨가량에 따른 유하시간을 나타내었다. 유하시간과 셀프 플로는 상관관계가 있으며, 플로 값이 높은 시료의 유하속도가 더 빨랐다. 유동화제의 첨가량이 증가할수록 유하시간은 점차 빨라졌으나 첨가량 1.0% 이상부터는 오히려 감소했다. 프리 플로와 유하시간 두 가지 시험 결과를 고려하여 최적의 유동화제 첨가량은 1.0%로 결과가 도출되었다.

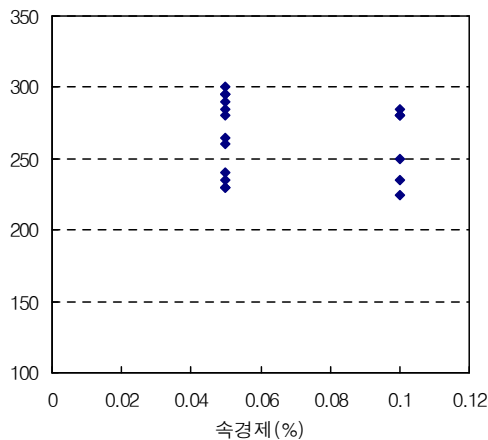


그림4-14. 속경제 첨가량에 따른 셀프 플로

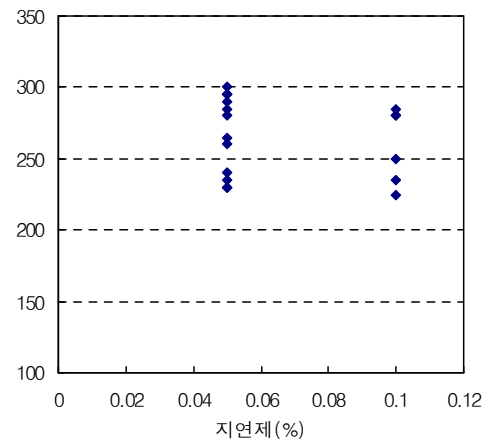


그림4-15. 지연제 첨가량에 따른 셀프 플로

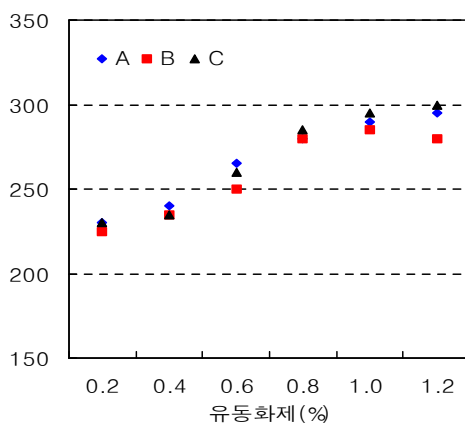


그림4-16. 유동화제 첨가량에 따른 셀프 플로

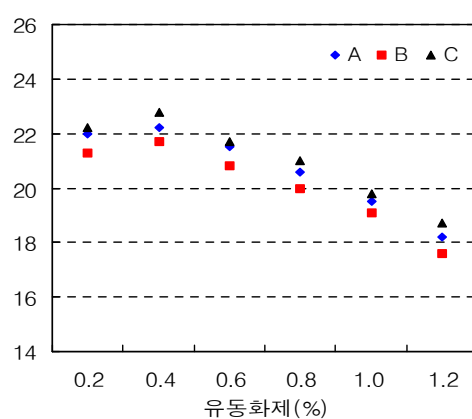


그림4-17. 유동화제 첨가량에 따른 유하시간

3.2.2 응결시간

빠른 차량 개통을 위해서는 빠른 시간 내에 경화되어 적당한 강도를 발현하여야 하지만 작업에 필요한 시간(약 30분)에는 유동성을 충분히 유지해야만 한다. 따라서 유동성을 유지하며 필요 작업시간을 유지할 수 있는 시간을 무기바인더 결합재의 초결 목표 값으로 하고 종결 시간을 60분으로 하여 목표를 설정하였다. 시험 방법은 KS F 2476의 시험 방법에 따라 비카침 장치를 이용하여 초결 및 종결 시간을 측정하였고 배합사항 및 배합별 응결시간은 각각 표와 그림에 나타내었다.

유동성 시험 결과 유동화제 1.0%가 가장 적합하다고 판단되었으며 소포제의 첨가량은 일반적인 추천량인 0.05%로 고정한 후 시험하였다. 응결시간에 영향을 주는 지연제는 0.05~0.15% 범위 내에서 0.05%씩 변화하며 시험하였고, 속경제는 0.01~0.05% 범위 내에서 0.02%씩 변화하며 시험을 실시하였다. 작업시간 확보를 위한 응결시간 배합사항을 표에 열거하였다.

시험결과 지연제 첨가량이 0.15%를 초과하면 속경제에 의한 응결시간 조절이 어려웠으며 그 이하에서는 비교적 자유롭게 속경제에 의해 지연제의 양을 조절할 수 있었다. 목표 초결 30분 이상, 종결 60분 이하를 모두 만족하는 배합은 A-3와 B-3였으며 현장 시공 시 충분한 가사시간을 확보하기 위해서는 B-3 배합이 적절하다고 판단되었으며 지연제 0.1%, 속경제 0.05%의 첨가가 바람직한 결과를 도출해냈다.

표 4-6. 응결시간 배합사항

항목		A/M (%)	단위용적질량(kg/m ³)				유동화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
			아크릴	MT3	Slag	잔골재				
A	1	40	526	592	395	329	1.5	0.09	0.02	0.09
	2	40	526	592	395	329	1.5	0.09	0.06	0.09
	3	40	526	592	395	329	1.5	0.09	0.09	0.09
B	1	40	526	592	395	329	1.5	0.18	0.02	0.09
	2	40	526	592	395	329	1.5	0.18	0.06	0.09
	3	40	526	592	395	329	1.5	0.18	0.09	0.09
C	1	40	526	592	395	329	1.5	0.28	0.02	0.09
	2	40	526	592	395	329	1.5	0.28	0.06	0.09
	3	40	526	592	395	329	1.5	0.28	0.09	0.09

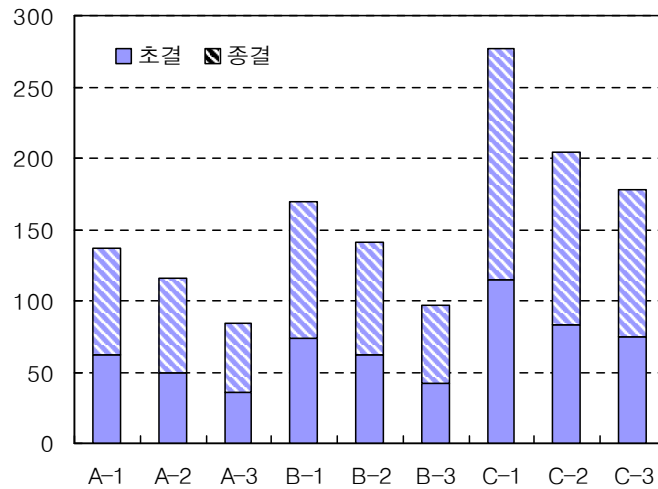


그림 4-18. 혼화제 조절에 따른 응결시간

3.2.3 강도 특성

그림에 압축강도 및 휨강도의 측정 결과는 그림 4-19, 4-20과 같이 나타났다. 반강성도로포장체와 동일한 방법으로 지연제 첨가량에 따라 A, B, C로 구분하여 시험하였다. 지연제의 첨가량이 증가하여 응결이 지연됨에 따라 강도는 저하하였다.

압축강도 결과는 그림 4-19에 나타났듯이 A 타입과 B타입은 목표 값인 재령 3시간 $10\text{N}/\text{mm}^2$, 1일 $12\text{N}/\text{mm}^2$, 7일 $28\text{N}/\text{mm}^2$ 이상을 대부분 만족하였다. 재령 28일 기준으로 가장 높은 강도 보인 시료는 $34.3\text{N}/\text{mm}^2$ 으로 A-3이었으며, 다음으로 A-2, B-3 순이었다. 이 세 가지 시료는 모두 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 이상의 압축강도가 나타나 목표 물성을 달성할 수 있었다.

휨강도는 압축강도와 같은 경향을 보였으며 A-2, A-3, B-3 세 시료만이 재령 3시간 $3\text{N}/\text{mm}^2$ 이상을 만족하였다.

재령 28일 $2.5\text{N}/\text{mm}^2$ 이상을 목표로 한 부착강도는 A-2, A-3, B-2, B-3가 만족한 범위에 들어왔다. 특히 기존 포장면을 절삭한 후 그 위에 타설하는 방법으로 시공하는 본 소재의 시공적합성을 확인하기 위해 목표물성에 만족한 4가지 시료를 모르타르판과 아스콘판에 각각 타설하여 28일간 표준양생 한 후 부착강도를 측정한 결과 모르타르판에 타설한 시험체에 비해 아스콘판에 타설한 시험체의 강도가 30~35% 정도 감소하

는 현상을 보였다. 이는 부착면에 따라 부착강도가 차이를 보이는 것으로 기존 포장면을 절삭한 후 그 위에 타설하는 방법으로 시공하는 도로포장재는 본 연구 개발품이 경쟁우위를 갖는 것으로 판단되었다.

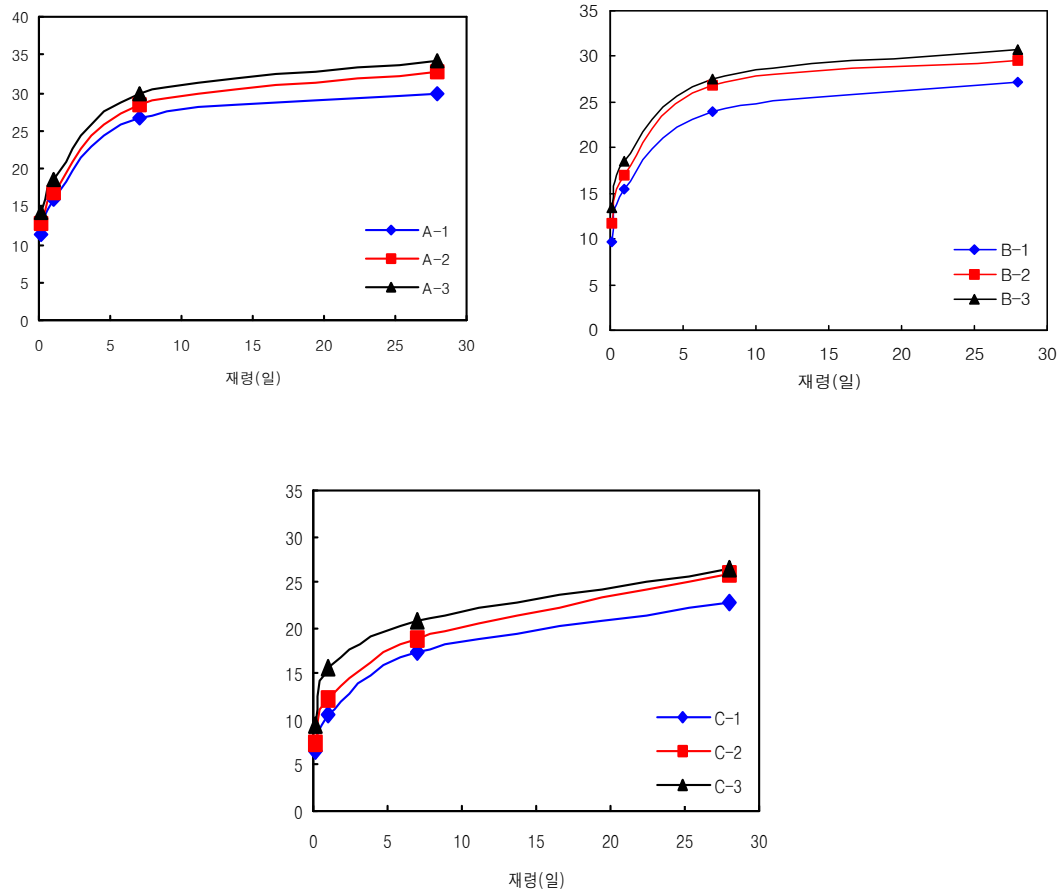


그림 4-19. 압축강도 측정 결과

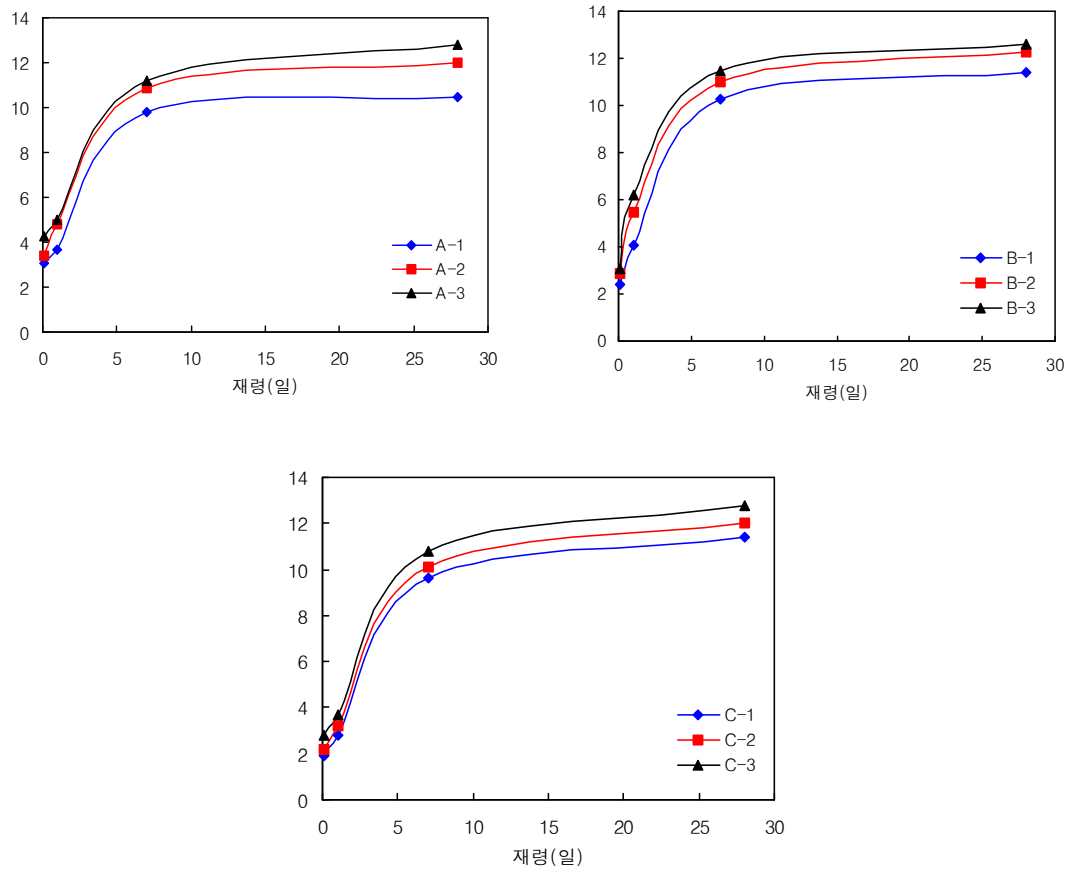


그림 4-20. 힘강도 측정 결과

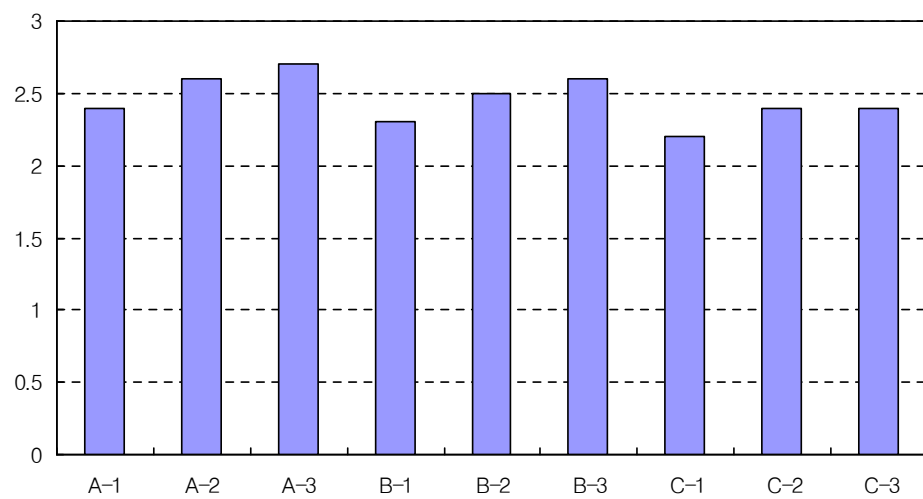
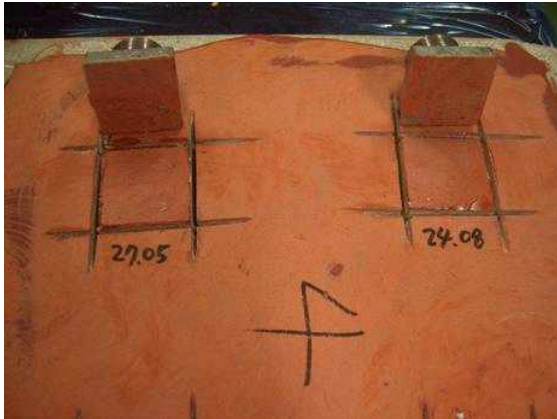
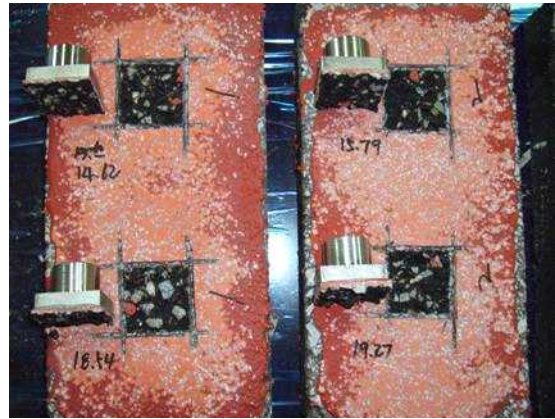


그림 4-21. 부착강도 측정 결과



a)모르타르판 부착강도 측정 후 모습



a)아스콘판 부착강도 측정 후 모습

그림 4-22. 부착면별 부착강도 측정 후 모습 비교

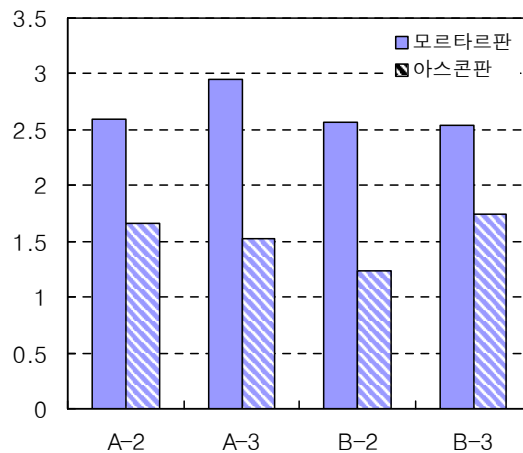


그림 4-23. 부착면별 부착강도 측정 결과 비교

3.2.4 길이변화율

앞서 시험한 유동 특성 및 강도 특성의 결과를 참고하여 가장 우수한 유동성 및 강도를 나타낸 A-2, A-3, B-3, 세 가지 시료를 선정하여 재령 7일과 28일 길이변화율을 측정하였다. 그림 4-26에서 볼 수 있듯이 세 경우 큰 차이는 없었고, 양생기간이 경과할수록 길이변화율은 감소하여 결과적으로 거의 수축이 되지 않는 특성을 보였다.

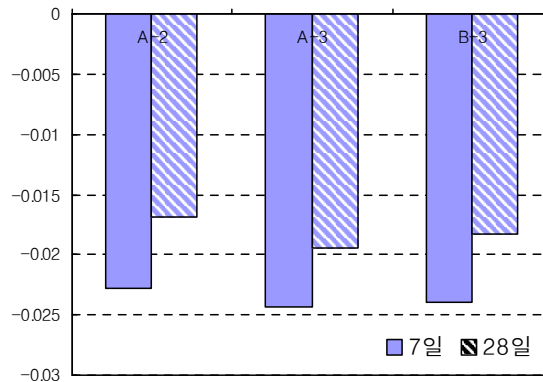


그림 4-24. 길이변화율 측정 결과

3.2.5 내구 특성

도로포장재는 강도도 중요하지만 잦은 도로 파손에 따른 단기 보수공사 문제로 인해 내구성 또한 매우 필요로 하고 있고 또 빗길 미끄러짐 등을 예방할 수 있는 미끄럼 저항성 역시 중요시되고 있다. 이 두 가지 요소를 확인하기 위하여 테버식 내마모 시험과 미끄럼 저항성 시험을 실시하였다.

그림 4-25에 미끄럼저항성 시험결과를 나타내었다. 재령 7일 미끄럼저항성은 건설교통부 (도로안전시설 설치 및 관리 지침 -미끄럼방지포장 편-)에서 기준으로 하고 있는 위험도 S1(도시 지역도로의 교통신호, 횡단보도, 또는 비슷한 위험개소의 접근부) 57 BPN을 만족하였으며 재령 28일은 60 BPN을 모두 초과하는 높은 저항성을 보였다. 미끄럼저항성은 A-3 > A-2 > B-3 순으로 저항성이 높았다. 내마모저항성 측정 결과 평균 0.045%로 세 시료가 비슷한 수치를 나타냈다.

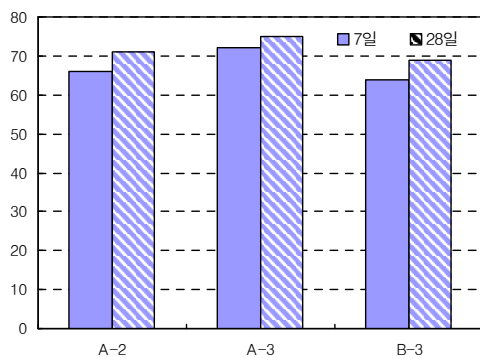


그림 4-25. 미끄럼 저항성 측정 결과

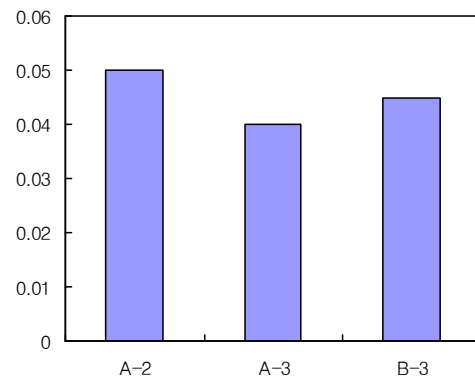


그림 4-26. 내마모성 측정 결과

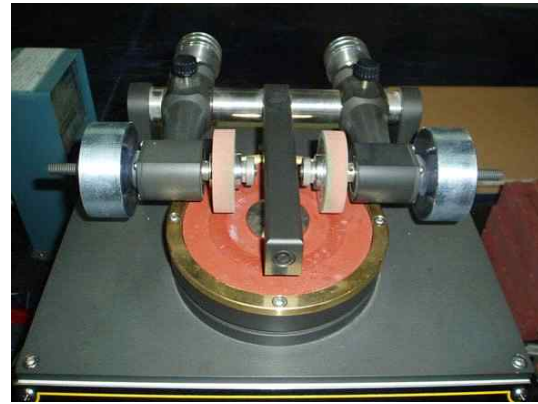


그림 4-27. 내마모 저항성 측정 과정



그림 4-28. 미끄럼 저항성 측정 과정

4. 반강성 도로포장재 시험결과

4.1.1 실험계획

배합 및 시험사항		실험방법 및 수준
배합사항	분말시료	100
	액상시료 or 물	40(액상시료)
시험사항	굳지 않은 상태	·유동 특성 (플로/유하시간) ·응결시간 (초결, 종결)
	경화 상태	·강도특성(N/mm ²) - 압축강도 (3시간, 1일, 7일) - 휨강도 (3시간, 1일, 7일) - 부착강도 (표준/온냉반복) ·길이변화율(%)
	내구 특성	·내마모성(mg) ·4대 중금속(%) (납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은)/VOCs 함량(%) ·미끄럼 저항성(BPN) ·염화물 이온 침투저항성(Coulombs) ·윤하중 저항성(mm) ·내약품성 (내산성/내알칼리성/내유성)

4.1.2 실험배합

항목	A/M (%)	단위용적질량(kg/m ³)				유동 화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
		아크릴	MT3	Slag	잔골재				
A-3	40	526	592	395	329	1.5	0.28	0.09	0.09

4.2 실험결과

4.2.1 굳지 않은 상태

구분	유하시간(초)	플로(mm)		응결시간(분)	
굳지 않은 상태	21.4	280	280	초결	43
				종결	48

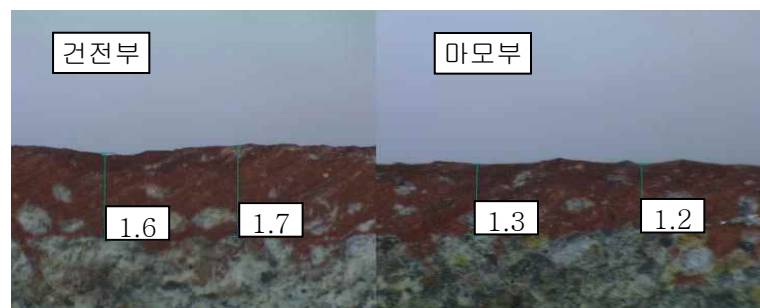
4.2.2 경화 상태

구분	강도특성			개발목표치(비고)
압축강도(N/mm ²)	3시간	18.2		10이상
	1일	28.2		12이상
	7일	31.4		28이상
휨강도(N/mm ²)	3시간	5.2		3이상
	1일	8.7		6이상
	7일	9.2		-
부착강도(N/mm ²)	표준		온·냉반복	2.5이상(표준)
	2.70		1.54	
길이변화율(%)	3일	7일	28일	0.15이하
	0.016	0.034	0.106	

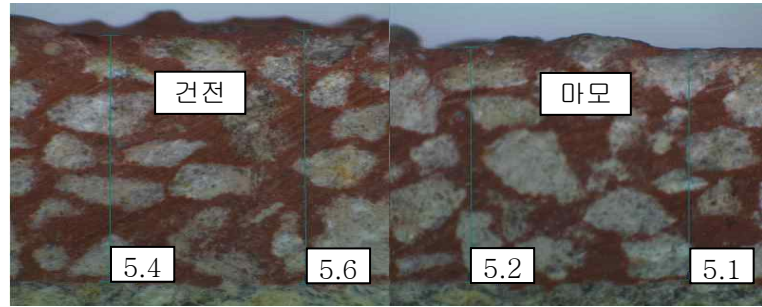
4.2.3 내구특성

구분	내구 특성				개발목표치(비고)
내마모성(mg)	435				(KS F 2813) (추 1,000g, 1,000회전)
미끄럼저항성(BPN)	65.5 (개발목표치 60이상)				KS F 2375
염화물이온침투저항성 (Coulombs)	685(개발목표치 800이하)				KS F 2711
윤하중저항성(mm)	모르타르 밀판	규사 첨가	아스팔트 밀판	KS F 4937	
	0.44	0.42	0.68	2mm이하(조달청)	
내약품성(육안검사)	내산성	내알칼리성	내유성	KS M 6030	
	이상없음	이상없음	이상없음		
4대 중금속/VOCs	납	카드뮴	6가 크롬	수은	VOCs 함량
	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음

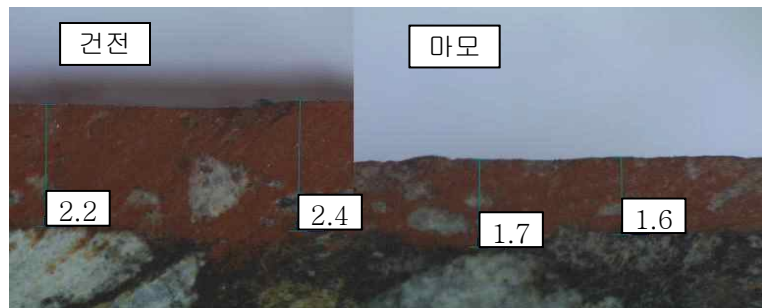
*4대 중금속/VOCs: 한국건설생활환경시험연구원 안전환경팀



a) 모르타르 밀판 사용한 포장재



b) 규사를 첨가한 포장재

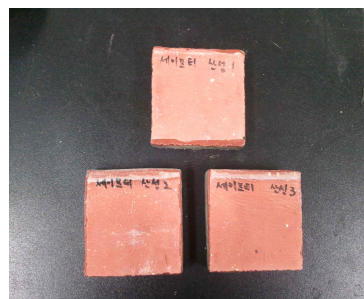


c) 아스팔트 밀판 사용한 포장재

그림 4-29. 밀판별 운하중저항성 측정 후 모습



a) 포장재-내 알칼리성



b) 포장재-내 산성



c) 포장재-내 유성

그림 4-30. 내약품성 측정 후 모습

4.3 시험성적서

4.3.1 반강성 도로포장재 압축강도



국토해양부 지정 품질검사 전문기관
석재복합건설신소재연구소
 Institute for Advanced Construction Materials
 200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
 Tel: 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
 E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://irc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-1호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	압축강도		
시 료 명	반강성 도로 포장재용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 2476
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 6월 17일	접수번호	제 ETC-2011-7-1호
시 험 일 자	2011년 6월 17일 ~ 2011년 7월 14일		
비 고			

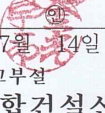
시험결과

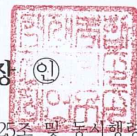
항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
압축강도	3H	No.1	13.2
		No.2	13.1
		No.3	13.7
	1 Day	No.1	18.7
		No.2	18.7
		No.3	18.4
	7 Days	No.1	28.4
		No.2	28.2
		No.3	28.2

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 

기술책임자: 김 광 우 

2011년 7월 14일
 강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동 시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

4.3.2 반강성 도로포장재 휨강도

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials
200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel: 033-250-7263, 7265 Fax: 033-242-2095
E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://rrc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-1호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	휨 강도		
시 료 명	반강성 도로 포장재용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 2476
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 6월 17일	접수번호	제 ETC-2011-7-1호
시 험 일 자	2011년 6월 17일 ~ 2011년 7월 14일		
비 고			

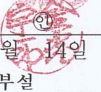
시험결과

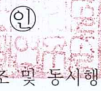
항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
휨 강도	3H	No.1	3.1
		No.2	3.4
		No.3	3.2
	1 Day	No.1	6.1
		No.2	6.3
		No.3	6.3

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 

기술책임자: 김 광 우 

2011년 7월 14일
강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

4.3.3 반강성 도로포장재 부착강도

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials
200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel: 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://rc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-1호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	부착강도		
시 료 명	반강성 도로 포장재용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 4716
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 6월 17일	접수번호	제 ETC-2011-7-1호
시 험 일 자	2011년 6월 17일 ~ 2011년 7월 14일		
비 고			

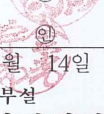
시험결과

항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
부착강도	No.1	2.72	2.74
	No.2	2.65	
	No.3	2.86	

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 

기술책임자: 김 광 우 

2011년 7월 14일
강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

5. 시험 시공

5.1 시험 시공 내역

(1)장소 : 전북 고창 고인돌 유적지 탐방로

(2)일시 : 2010년 6월 3일

(3)참석자 : 서현석, 오세창

(4)타설면적 : 28.95a

(5)아스콘 주입 깊이 : 50mm

(6)현장 시험 :

시험항목	단위	측정값
Flow	mm	350
초결	분	120
종결	분	210

5.2 시험 시공 과정



a)결합재와 아크릴수지 교반



b)시멘트 페이스트 주입



c)미끄럼방지 효과를 위한 표면 규사 살포



d)시공 완료

그림 4-31. 반강성 도로포장재 시험 시공 과정

제 5 절 반강성 자전거도로 포장체

1. 바인더 대비 아크릴 수지비 결정

1.1 아크릴 수지

반강성 도로포장체에 사용된 아크릴 수지는 P사의 A제품이며, 작업성을 고려하여 시멘트 대비 최소 40% 이상, 경제성을 고려하여 최대 60% 이하가 바람직한 것으로 판단되었으며 따라서 바인더 대비 아크릴 수지는 40%, 45%, 50%, 55%의 비율로 시험에 적용하였다.

1.2 굳지 않은 시멘트 페이스트 시험 결과

표 5-1. 바인더 대비 아크릴 수지비 배합사항

기호	A/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)			
		아크릴	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고
#1	40	536	509	576	254
#2	45	565	477	540	239
#3	50	592	450	509	225
#4	55	615	425	481	213

무기바인더(MT)의 배합은 임의로 결정하였으며 작업성을 유지하기 위하여 유동화제를 2% 이내로 조절하며 시험하였다.

1.2.1 유동성

플로는 KS F 2476의 시험방법에 따라 시행하였으며 시험결과는 그림과 같이 바인더 대비 아크릴수지비가 증가할수록 증가했으나 아크릴수지 치환율이 40%의 경우, 유동화제량을 2% 이상 첨가하였음에도 플로를 올리는 데에는 한계가 있음을 알 수 있었다. 실험실 환경의 표준조건에서 시험체의 목표물성을 달성하는 데에는 별 문제가 없

었지만 환경이 계속 변하는 현장에서는 공극이 있는 아스콘에 주입시키고자 할 때는 다소 유동성이 부족할 것으로 판단되었다. 바인더대비 아크릴수지 비가 50%, 55%이었을 때는 각각 플로가 300mm 내외로 목표로 하는 270mm를 무난히 만족하는 수치를 얻을 수 있었다.

아래 그림 5-2는 KS F 2432의 시험방법에 따라 J-로트를 사용, 유하시간을 측정한 결과이며 시험결과에서 보듯이 아크릴수지 치환율이 높아질수록 플로는 증가한 것과 달리 반대로 유하시간은 빨라짐을 알 수 있었다.

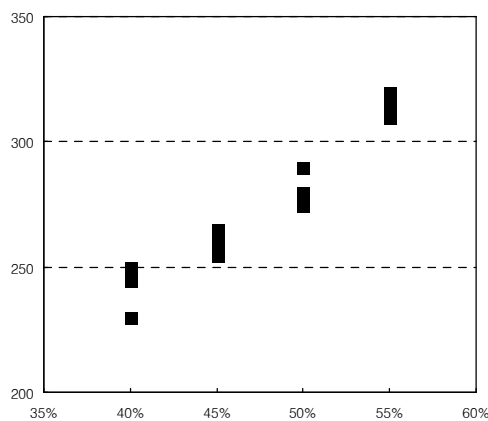


그림 5-1. 플로 측정 결과

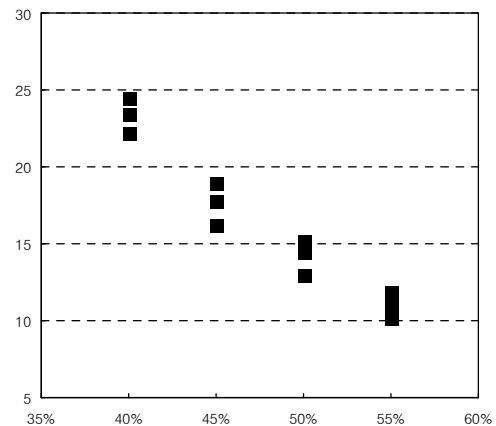


그림 5-2. 유하시간 측정 결과

1.2.2 응결시간

KS F 2476의 시험방법에 따라 응결(초결/종결)을 측정한 결과 그림 5-3과 같이 나타났다. 전반적으로 아크릴수지 치환율이 증가함에 따라 응결시간은 지연되었으며 아크릴 치환율 40%일 때 종결 19분, 55%일 때 종결 62분으로 40%대비 약 3배 이상 지연되었다. 이로 미루어 응결시간은 아크릴수지 치환율에 의해 영향이 큰 것으로 판단되며, 치환율 증가에 따라 초결 이후 완전히 종결까지의 시간차가 큰 특징이 나타났다.

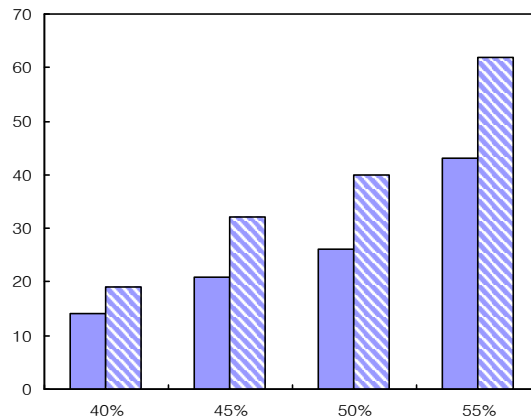


그림 5-3. 응결시간 측정 결과

1.3 경화 시멘트 페이스트의 시험 결과

1.3.1 압축강도 및 휨강도

강도는 KS F 2476의 시험방법에 따라 시험하였으며 재령 3시간, 1, 7, 28일을 표준 양생하여 측정하였다. 도로포장재와 마찬가지로 바인더 대비 아크릴 비가 증가 할수록 압축강도와 휨강도 모두 감소하였으며 특히 압축강도는 아크릴수지 치환율이 40%일 때 비해 아크릴수지 치환율이 55%일 때 약 20% 정도 감소하였다. 휨강도는 아크릴수지 치환율이 55%인 경우가 40%인 경우 보다 약 30% 정도 감소하였으며, 특히 50%에서 55%로 증가될 때 휨강도가 크게 저하되는 것으로 나타났다.

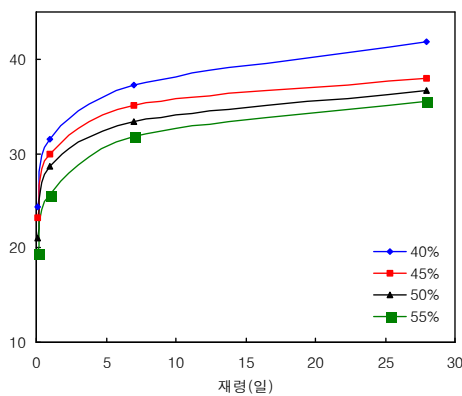


그림 5-4. 압축강도 측정 결과

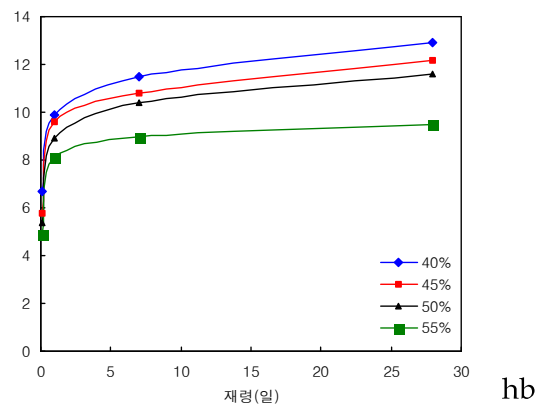


그림 5-5. 휨강도 측정 결과

1.3.2 부착강도

부착강도는 모르타르 판 위에 시멘트 페이스트를 타설하여 측정하였다. 먼저 부착용 모르타르 모체(300mm x 300mm x 50mm)를 제작하여 충분한 강도가 나올 때까지 1개월 이상 양생하고 모르타르 모체를 준비한 후 KS F 4716의 시험방법에 따라 시험하였으며 표준 양생하여 7일과 28일에 부착강도를 측정하였다.

시험결과는 아래 그림 5-6과 같이 나타났는데, 압축강도 및 휨강도와 마찬가지로 바인더 대비 아크릴비가 증가할수록 강도가 저하되는 경향을 보였다. 또 채령 7일 강도는 아크릴수지 치환율의 40% ~ 45%에서는 별 차이가 없었으나 50% 이상부터 크게 저하되었다. 이는 치환율 50% 이상부터 재료분리가 발생하여 바인더와 아크릴이 층을 이루어 부착강도가 저하된 것으로 판단된다. 네 가지 경우 수 모두 양생기간이 길어질수록 강도가 증가했으며, KS F 4716 품질 기준(표준양생 시 부착강도 1.1N/mm² 이상)을 모두 만족하였지만 목표설정인 2.5N/mm²에는 미흡하였다.

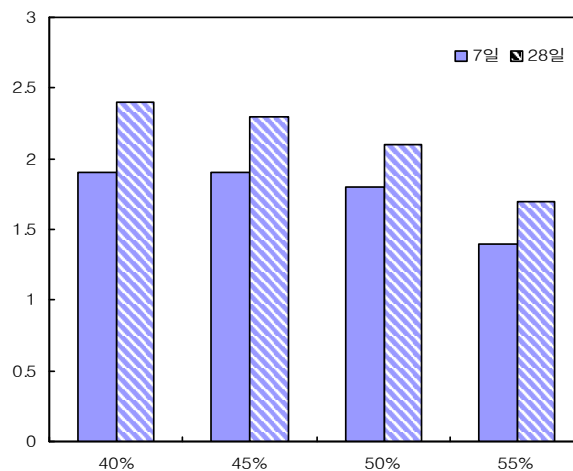


그림 5-6. 부착강도 측정 결과

1.3.3 길이변화율

시멘트를 기본으로 하는 재료는 수화반응에 필요한 물 이외에 과잉의 여분의 물을 요구하는데, 이 과잉의 물이 건조되면서 건조수축하는 특성을 가지고 있다. 바인더 대비 아크릴 비는 증가함에 따라 과잉의 물이 더욱 많아지게 되는데 수축, 팽창에 어떤 영향을 미칠 것인지 파악하기 위하여 팽창을 시험을 실시하였다. KS F 2424의 다이얼

게이지 시험 방법에 따라 시험하였으며, 재령 28일까지 측정하였다.

재령 7일과 28일의 길이변화율을 시험결과는 그림 5-7과 같이 나타났다. 바인더 대비 아크릴 수지의 양이 많아질수록 수축이 더 크게 일어나는 것을 알 수 있다. 시험체 내에 물의 양이 많아짐에 따라 증발하는 물의 양이 증가하기 때문에 수축율이 높아지는 것으로 판단된다. 재령 7일에는 아크릴수지 치환율에 따른 차이가 크지만 양생기간이 경과함에 따라 변화율이 점차 감소하여 재령 28일에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

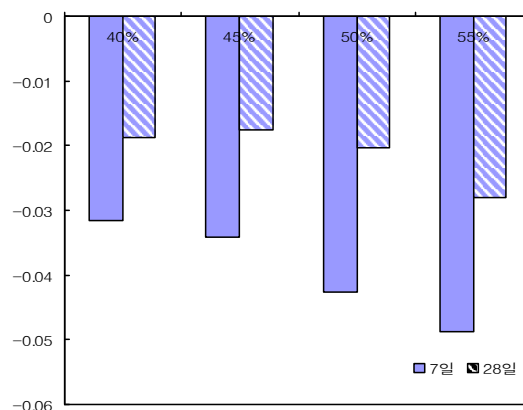


그림 5-7. 길이변화 측정 결과

1.4 결론

도로포장재와 같은 방식으로 무기바인더(MT)배합으로 시험하였으며 시험 결과 유동성은 아크릴수지 비가 증가할수록 플로 및 유하시간 모두 증가하였다. 또한 유동화제는 2% 이상 치환하여도 유동성(플로 값)에 영향을 주지 못하였다. 바인더 대비 아크릴수지 비가 50%, 55%이었을 때 각각 플로 300mm 내외로 목표인 270mm를 만족하는 충분한 유동성을 확보할 수 있었다.

응결시험 결과 아크릴 치환율 40%일 때가 종결 19분인 것에 비해 치환율 55%일 때 종결 62분으로 약 3배 이상 지연되었으며 이로써 물·결합재비가 응결시간에 영향을 준 것을 확인하였다.

도로포장재와 마찬가지로 압축강도 및 휨강도는 모두 바인더 대비 아크릴 비가 증가할수록 감소하였으며 압축강도는 아크릴 치환율 40%에 비해 60%일 때 약 20% 정도 감소하였으며, 휨강도는 약 30% 정도 저하되었다. 특히 아크릴 치환율이 50%에서

55%로 증가하였을 때 강도가 크게 저하되었고 부착강도 역시 같은 경향을 보였고, 4가지 경우 수 모두 KS F 4716에서 품질 기준(표준양생 시 부착강도 1.1N/mm² 이상)을 만족하는 것으로 나타났다.

길이변화율은 재령 7일과 28일에 각각 측정하였으며 바인더 대비 아크릴수지의 비가 증가할수록 수축이 더 크게 일어났고 양생기간이 경과함에 따라 그 변화율이 점차 감소하여 재령 28일에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

반강성 도로포장체는 공극이 있는 아스콘에 주입하여야 하기 때문에 높은 유동성을 요구한다. 따라서 유동 특성을 고려한 50%, 55% 아크릴 치환율이 적합할 것으로 판단되며 강도 및 재료분리를 고려하면 바인더 대비 아크릴수지 비 50%가 가장 적합한 것으로 판단하여 최적배합으로 결정하였다.

2. 초속경 무기바인더(MT)와 수재슬래그 미분말 치환 비율 결정

표 5-2. 무기바인더와 수재슬래그 치환 실험 사항

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	A/B*(%)	1	50
	아크릴수지	1	제품 A : FT-507LR(적색 기준)
	슬래그 치환율(%)	6	0, 10, 20, 30, 40, 50
	무기바인더 배합	3	MT1, MT2, MT3
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	4	혼화제(유동화제, 속경제, 지연제, 소포제)
실험사항	굳지 않은 상태	2	셀프플로, 응결시간(초결, 종결)
	경화 상태	2	압축강도(N/mm ²) 3시간, 1, 7, 28일 휨 강 도(N/mm ²) 3시간, 1, 7, 28일

*B = MT(초속경 무기바인더)+Slag

표 5-3. 무기바인더와 수재슬래그 치환 배합사항

기호		A/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)				
			아크릴	Slag	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고
A Type (MT1)	A-1	50	592	0	414	533	237
	A-2	50	592	118	373	480	213
	A-3	50	592	237	332	426	190
	A-4	50	587	352	311	370	164
	A-5	50	583	466	291	315	140
	A-6	50	578	578	272	260	116
B Type (MT2)	B-1	50	592	0	450	509	225
	B-2	50	592	118	405	458	202
	B-3	50	592	237	360	407	180
	B-4	50	592	355	315	357	158
	B-5	50	592	474	270	306	135
	B-6	50	593	593	225	255	113
C Type (MT3)	C-1	50	591	0	485	449	248
	C-2	50	592	118	437	405	224
	C-3	50	592	237	388	360	199
	C-4	50	592	355	340	315	174
	C-5	50	592	474	291	270	149
	C-6	50	592	592	243	225	124

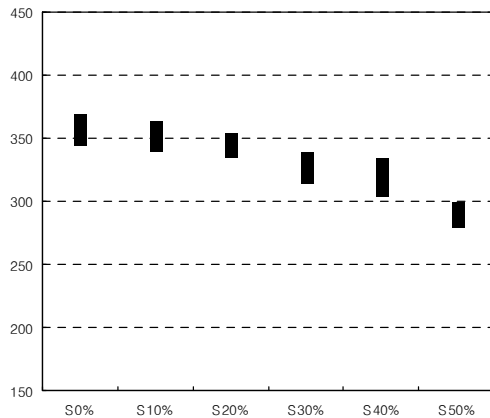
기초 시험을 통해 바인더 대비 아크릴 수지의 비율을 50%로 선정하였다. 예비시험을 통해 무기바인더(MT)의 배합 3가지를 최종 선정하였으며 선정한 배합을 MT1, MT2, MT3로 구분하여 시험하였다. 또한 본 과제 of 핵심사항인 무기바인더 대비 수재슬래그 미분말의 치환 범위는 60% 이상 치환하였을 경우 급격한 강도저하가 일어나기 때문에 본 실험에서는 0 ~ 50%까지 10%씩 변화시키며 목표물성에 맞는 최적조건을 찾아 나갔다.

2.1 굳지 않은 상태 특성

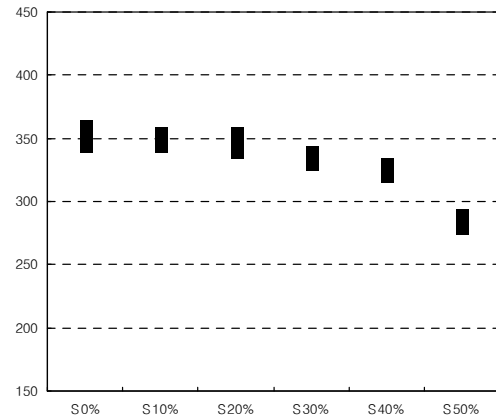
2.1.1 유동성

KS F 2476의 시험 방법에 의거하여 시험하였으며, 그림 5-8에 Type A, B, C의 셀프 플로를 그래프로 나타냈다. 유동성에 영향을 주는 유동화제의 함량을 조절하며 여러 번 반복 시험을 실시하였다. Type A, B, C 모두 수재슬래그 미분말의 함량이 증가함에 따라 플로는 감소하였지만 대부분 플로가 300mm 이상 나타나 유동성이 우수하였으며, 수재슬래그 미분말의 비율이 유동성에는 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다.

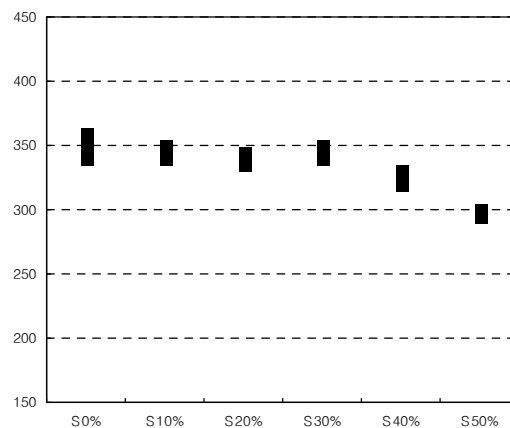
다. 다만 수재슬래그 미분말을 50% 치환했을 경우 Type B는 플로 300mm에 미치지 못하는 것으로 나타났다.



a) Type A 플로 결과



b) Type B 플로 결과



c) Type C 플로 결과

그림 5-8. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 플로 측정 결과

2.1.2 응결시간

응결은 KS F 2476의 시험 방법에 의거하여 시험을 실시하였으며, 응결시간에 영향을 미치는 속경제와 지연제의 첨가량을 조절하며 반복하였다. 시험 결과 전반적으로 바인더 대비 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 응결시간은 느려졌고 플레인 상태에서는 혼화제(지연제/속경제)로 30분 범위까지 조절은 가능하였으나 수재슬래그 미분말 함량 50%의 시료에서는 120분까지 응결시간을 조절되었고 속경제를 0.2% 이상 첨가하여도 응결시간 단축은 어려웠다.

타입별 응결시험 결과를 그래프로 나타내었다. 수재슬래그 미분말 함량 50% 이상은 종결 120분 이상으로 응결시간이 매우 늦었으며, 응결이 지연됨에 따라 재료분리 현상이 발생하였고 아크릴 수지와 시멘트가 서로 분리되어 층을 이루는 현상이 나타났다. 이것은 수재 슬래그가 잠재수경성 물질이기 때문에 상대적으로 수화반응속도가 느리기 때문이다.

전반적으로 배합별 응결시간의 경향은 유사하였으며, $A > C > B$ 순으로 응결속도가 빠르게 나타났다.

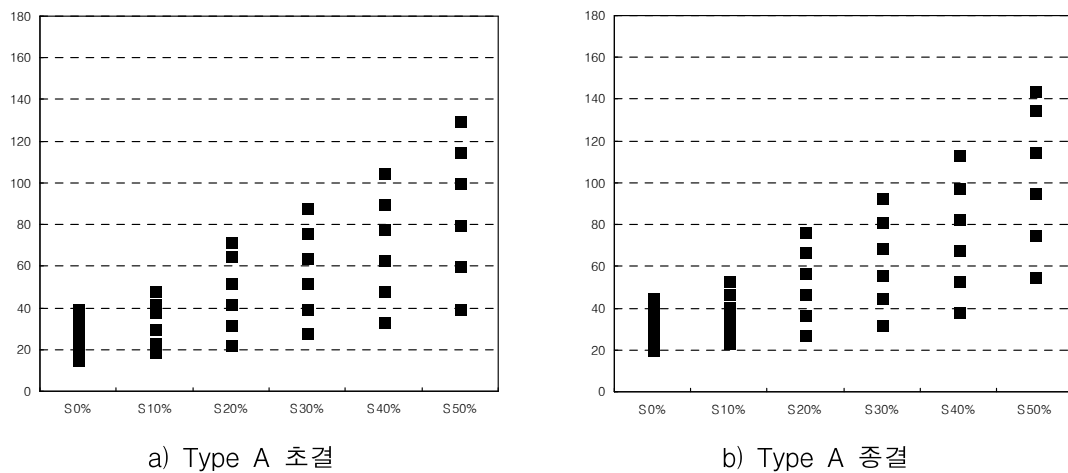


그림 5-9. Type A 응결시간

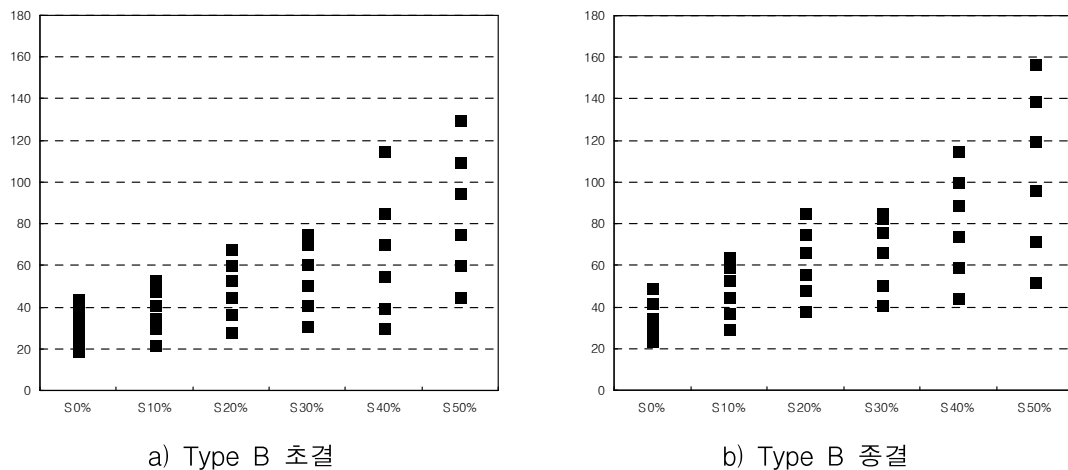


그림 5-10. Type B 응결시간

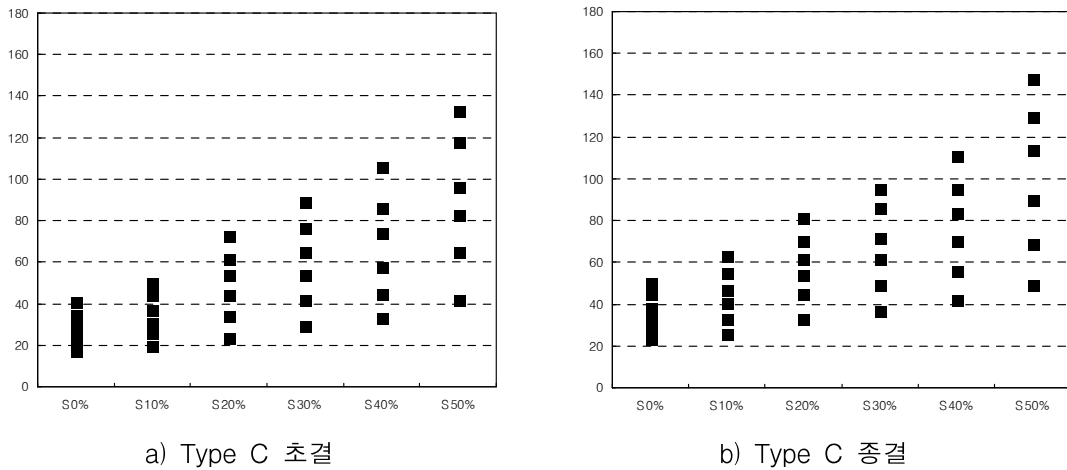


그림 5-11. Type C 응결시간

2.2 경화상태 특성

2.2.1 압축강도 및 휨강도

수재슬래그 미분말 치환율에 따른 압축강도 및 휨강도 시험은 앞서 시험한 유동성 및 응결시험에서 가장 적합한 혼화제 첨가량을 적용하여 시험하였다. 표준 양생하여 재령 3시간, 1, 7, 28일 강도를 측정하였으며 측정 결과는 그림 5-12, 5-13과 같다.

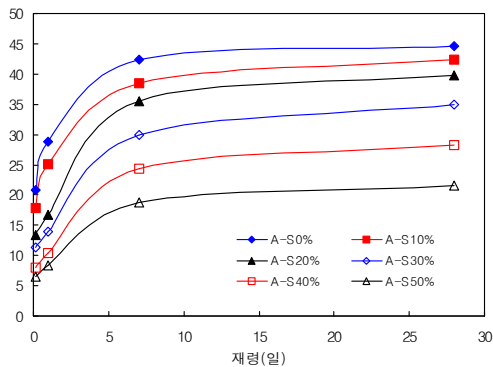
압축강도 및 휨강도의 측정 결과, 강도는 수재슬래그 미분말의 치환율과 밀접한 상관성을 나타내었는데, 수재슬래그 미분말의 치환율이 높아질수록 압축강도와 휨강도는 저하되었고, 재령 초기(3시간, 1일)에 강도의 차이는 더 명확하게 나타났다. 이것은 수재슬래그 미분말의 치환율이 높아짐에 따라 응결시간이 지연되어 강도에 영향을 미친 것으로 판단되며, 응결 시간이 빠른 시료가 높은 압축강도와 휨강도를 보였다.

Type A를 기준으로 측정된 결과값을 비교해 보면 플레인의 재령 3시간 압축강도 20.8N/mm^2 , 수재슬래그 미분말 함량 40%일 때 재령 3시간 압축강도 8N/mm^2 으로 절반 이상 강도가 저하하였다. 반면 플레인 재령 28일 압축강도 44.6N/mm^2 , 수재슬래그 미분말 함량 40%일 때 재령 28일 압축강도 28.2N/mm^2 로 약 35% 감소하였다. 같은 수재슬래그 미분말 양을 치환했음에도 초기강도(3시간)에 비해 장기강도(28일)가 더 높게 측정되는 것은 수재슬래그 미분말이 잠재수경성을 가지고 있기 때문에 양생기간이 길어질수록 강도발현이 높아졌기 때문으로 판단되며 따라서 재령일이 길어질수록 수재슬

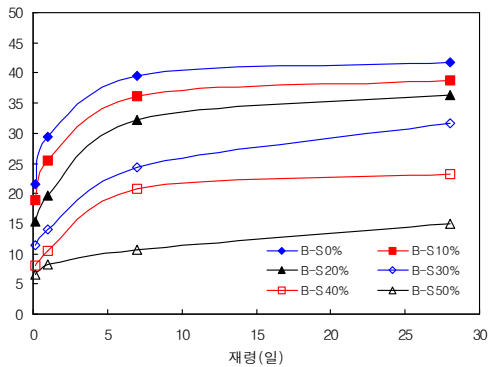
래그 미분말 치환에 따른 강도 차이는 좁혀질 것으로 사료된다. 하지만 수재슬래그 미분말을 50% 이상 치환했을 경우 본 연구에서 목표로 하고 있는 재령 28일 28N/mm^2 이상을 만족하지 못하였다. 또한 그래프에서 볼 수 있듯이 재령 7일에서 재령 28일로 양생기간이 지남에도 강도 증진의 폭이 좁은 것으로 나타나 장기양생에 따라 강도가 증진되는 것은 기대하기 어렵다고 생각된다.

또한 강도는 $C > A > B$ 순으로 Type C가 가장 높았으며 Type C는 수재슬래그 미분말을 40% 이상 치환했을 때 목표인 압축강도 재령 3시간 10N/mm^2 이상, 재령 28일 28N/mm^2 이상을 모두 만족하였다.

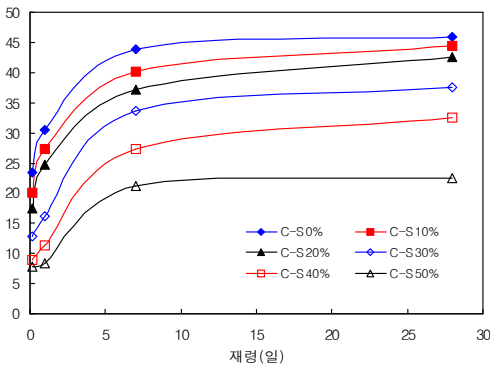
휨강도 역시 압축강도와 동일하게 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 강도는 저하되었고 목표 물성인 휨강도 재령 3시간 3N/mm^2 이상, 재령 1일 6N/mm^2 이상을 만족한 시료는 Type C로 나타났다.



a) Type A 압축강도

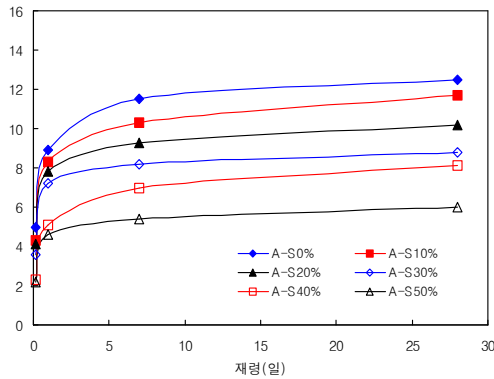


b)그림 Type B 압축강도

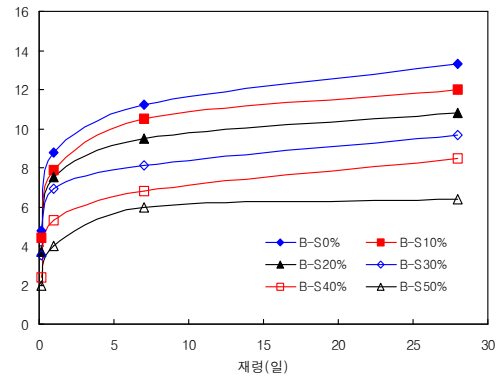


c) Type C 압축강도

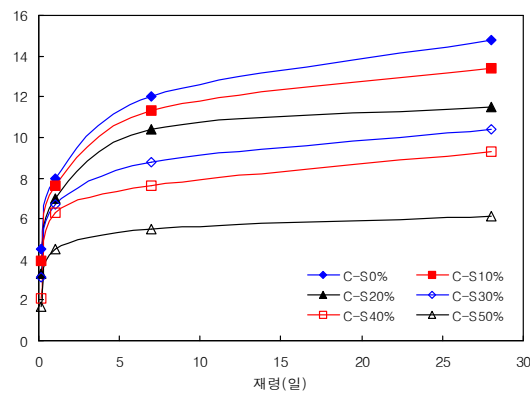
그림 5-12. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 압축강도



a) Type A 힘강도



b) 그림 Type B 힘강도



c) Type C 힘강도

그림 5-13. 수재슬래그 미분말 치환율에 따른 힘강도

2.3 결론

유동 특성의 경우 수재슬래그 미분말의 함량이 증가함에 따라 플로는 다소 감소했으나 유동성에 크게 영향을 미치지 않는 않았다. 유동성에 영향을 주는 유동화제를 단계적으로 조절하며 시험한 결과 전반적으로 플로 300mm 이상으로 우수한 유동성을 측정할 수 있었으며 Type A와 Type C 모두 수재슬래그 미분말 첨가량 50%일 때 플로 300mm 이상이었고 Type A에 비해 Type C가 더 안정적인 수치를 보였다.

또 응결시간은 경화에 영향을 미치는 속경제와 지연제의 첨가량을 약간씩 조절하며 시험하였으며, 바인더 대비 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 응결시간은 느려지는 것으로 나타났다. 특히 수재슬래그 미분말 함량이 50% 이상은 종결 120분 이상으로 응결시간이 매우 늦어졌으며, 응결이 지연됨에 따라 재료분리 현상이 심하게 발

생하였다. 또한 속경제는 0.2% 이상 치환하여도 더 이상 응결시간을 단축시킬 수는 없었고 전반적으로 배합별 응결시간의 경향은 유사하였으며, 크게 차이는 없으나 A>C>B 순으로 빠른 응결 속도를 보였다.

압축강도 및 휨강도는 경화 후 재령 3시간, 1일, 7일, 28일을 각각 측정하여 데이터를 취하였다. 측정 결과, 압축강도 및 휨강도는 수재슬래그 미분말의 치환율과 밀접한 상관성을 나타내었다. 이것은 수재슬래그 미분말의 치환율이 높아짐에 따라 응결시간이 지연되어 강도에 영향을 미친 것으로 판단된다. 응결 시간이 빠른 시료가 압축강도와 휨강도 모두 높게 나타났다. 강도는 C > A > B 순으로 나타났고 가장 높은 수치를 보인 Type C는 수재슬래그 미분말을 40% 이상 치환했을 때 개발목표인 압축강도 재령 3시간 10N/mm² 이상, 재령 28일 28N/mm² 이상을 모두 만족하였다. 휨강도 역시 압축강도와 동일하게 수재슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 강도는 저하되었으며 목표 물성인 휨강도 재령 3시간 3N/mm² 이상, 재령 1일 6N/mm² 이상을 만족한 시료는 Type C뿐이었다.

3. 반강성 도로포장체 최적화 시험

3.1 실험 계획

표 5-4. 반강성 도로포장체 최적화 실험 계획

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	A/B(%)	1	50
	슬래그 치환율(%)	1	40
	무기바인더	1	MT3
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	6	유동화제(0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%)
		3	속경제(0.05%, 0.1%, 0.15%)
		3	지연제(0.01%, 0.03%, 0.05%)
		1	소포제(0.05%)
측정사항	굳지 않은 상태 특성	3	·유동 특성 - 셀프플로 - 유하시간 ·응결시간(초결, 종결)

	경화 상태 특성	4	·강도특성 - 압축강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 휨강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 부착강도(N/mm ²) 7일, 28일 ·길이변화 특성
	내구 특성	2	·내마모 저항성 ·미끄럼 저항성

바인더 대비 아크릴수지비는 40%, 45%, 50%, 55%를 각각 검토한 결과 50%가 가장 적합한 것으로 판단되었다. 바인더 대비 수재슬래그 미분말 함량을 0~50%까지 10%씩 단계적으로 변화하여 시험한 결과 본 과제에서 목표로 하고 있는 수재슬래그 미분말 40% 치환이 가능한 것으로 판단되었다. 무기바인더(MT) 배합 결정은 반강성 도로포장재와 동일하게 적용하였으며 그 결과 도로포장재 또한 MT3 배합의 물성이 가장 우수하게 측정되었다.

시험체에 대한 양생조건은 실험실 표준조건을 가정한 20℃에서 양생하였으며 측정사항은 폴리머 시멘트 모르타르의 시험규정인 KS F 2476을 기본으로 하고, 기타 특성 및 내구성에 관련된 추가적인 시험을 실시하였다. 즉, 굳지 않은 상태 특성은 셀프 플로, 유하시간 및 응결시간을 측정하였으며, 경화 상태 특성으로는 압축강도, 휨강도, 부착강도, 길이변화 특성을 측정하였고, 내구특성으로는 내마모성 및 미끄럼 저항성에 대한 측정을 실시하였다.

3.2 실험 결과

3.2.1 유동 특성

플로 시험은 KS F 2476의 시험방법에 따라 실시하였으며, 외부의 타격 없이 셀프 플로를 측정하였다. 유하시간은 J-로트를 사용하여 KS F 2432에 따라 시험하였다.

셀프 플로 목표치를 270mm 이상으로 만족시키기 위하여 도로포장재와 동일하게 유동화제를 0.2~1.2%까지 0.2%씩 변화시키며 시험하였다. 소포제는 일반적으로 사용되는 0.05%내외로 하였으며 지연제 및 속경제는 세 가지 경우로 변화시키면서 최적의 첨가량을 도출하였다. 아래 표에 배합 사항을, 그림에 유동성 확보 시험 과정을 나타내었다.

표 5-5. 유동 특성 배합사항

항목	A/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)			유동 화제 (%)	속경제 (%)	지연제 (%)	소포제 (%)
		아크릴	MT3	Slag				
A	50	588	706	471	0.2~1.4	0.06	0.06	0.06
B	50	588	706	471	0.2~1.4	0.12	0.06	0.06
C	50	588	706	471	0.2~1.4	0.06	0.12	0.06



그림 5-14. 유동성 확보 시험 과정

먼저 소포제는 0.05%로 고정하고 속경제와 지연제를 0.05%와 0.1%로 변화하며 시험한 결과 함량 변화는 그림에서 보는바와 같이 유동성에 거의 영향을 주지 않았다. 반면 유동화제는 그림 5-15, 5-16에서 보는 바와 같이 첨가량이 증가함에 따라 유동성이 증가하는 경향을 보였다. 그러나 유동화제 첨가량을 1.0% 이상으로 증가시켜도 시멘트 페이스트의 유동성에 큰 영향을 주지 못하였으며 또한, 유동화제 첨가량을 0.4% 이하로 감소시켜도 플로 240mm 이상을 유지하는 결과를 보였다. 따라서 유동화제로 조절 가능한 유동의 범위는 한계가 있었으며, 목표로 하는 프리 플로 270mm 이상을 만족시키는 유동화제 첨가량은 0.8% 이상이었다. 유동화제 첨가량을 1.2% 이상 치환하였을 경우 오히려 유동성이 저하하였다.

그림 5-18에 유동화제 첨가량에 따른 유하시간을 나타내었다. 유하시간과 셀프 플로는 상관관계가 있는데, 셀프 플로 값이 높을수록 유하속도가 더 빨랐다. 유동화제의 첨가량이 증가할수록 유하시간은 점차 빨라졌으나 첨가량 1.0% 이상부터는 거의 변화가 없었다. 셀프 플로와 유하시간 두 가지 시험 결과를 고려하여 최적의 유동화제 첨가량은 1.0%로 결과가 도출되었다.

도로포장재와 비교하여 전반적으로 유동성이 증가하였으며 이것은 물·결합재비가 40%에서 50%로 증가한 것에 기인하며, 높은 유동성으로 현장 시공 시 작업성이 우수할 것으로 판단된다.

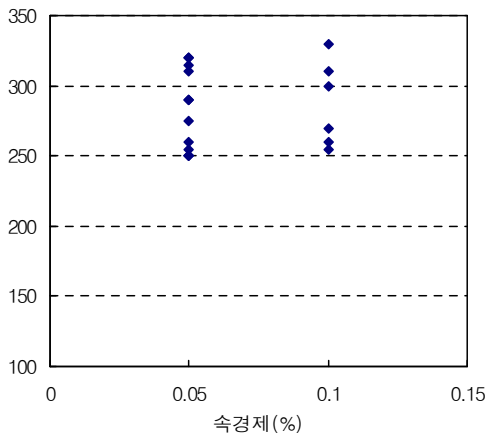


그림5-15. 속경제 첨가량에 따른 셀프 플로

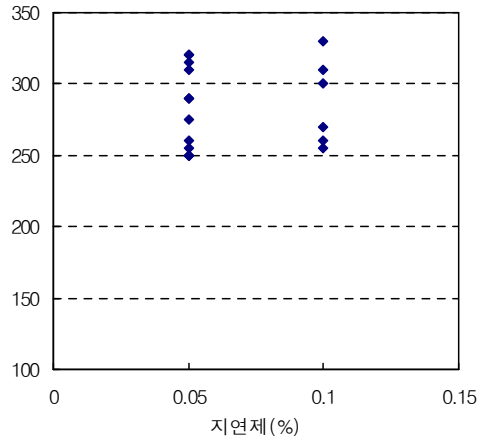


그림5-16. 지연제 첨가량에 따른 셀프 플로

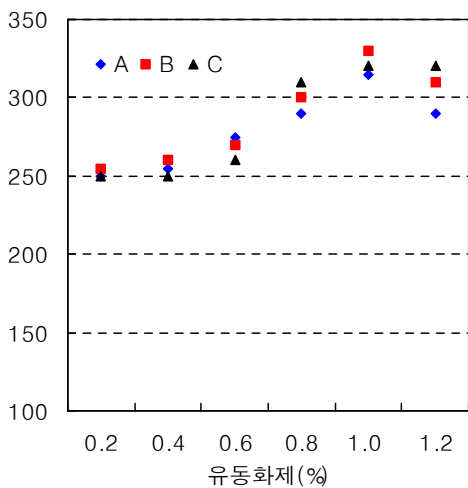


그림5-17. 유동화제 첨가량에 따른 셀프 플로

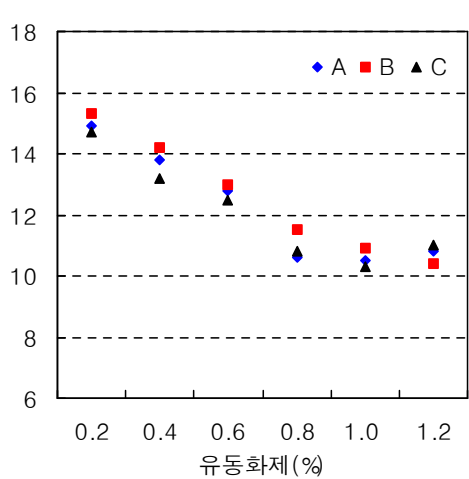


그림5-18. 유동화제 첨가량에 따른 유하시간

3.2.2 응결시간

유동성 시험결과, 유동화제는 1.0%, 소포제는 0.05%가 적합한 것으로 판단됐으며 응결시간에 영향을 주는 속경제와 지연제는 첨가량을 조절하며 요구 품질을 찾는데 주력했다.

작업시간 확보를 위한 응결시험 배합사항을 표로 나타냈고 시험결과는 그림으로 나타냈다. 지연제 첨가량이 0.15%를 초과할 경우 속경제는 양에 관계없이 응결시간 조절이 불가능했으며 최적 지연제량은 0.05~0.1%, 속경제는 0.03%가 가장 적합한 것으로 나타났다.

목표로 하는 초결 30분 이상, 중결 60분 이하를 모두 만족하는 배합은 A-2와 B-2로 나타났으며 서중 시공현장에서 아스콘의 뜨거운 열기 때문에 응결이 빨라질 수 있는 점을 감안하여 작업시간에 좀 더 여유가 있는 B-2 배합이 더 적합하다고 판단된다. 따라서 본 실험에서 지연제 0.1%, 속경제 0.03%가 가장 적합한 것으로 판단된다.

도로포장체에 비하여 응결은 10분에서 40분까지 줄어들었는데 이것은 물·결합재 비가 상대적으로 늘어났기 때문에 수화반응이 빨라져 것도 응결에 영향을 미친 것으로 사료된다.

표 5-6. 응결시간 배합사항

항목		A/B (%)	단위용적질량(kg/m³)			유동 화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
			아크릴	MT3	Slag				
A	1	50	588	706	471	1.2	0.06	0.01	0.06
	2	50	588	706	471	1.2	0.06	0.04	0.06
	3	50	588	706	471	1.2	0.06	0.06	0.06
B	1	50	588	706	471	1.2	0.12	0.01	0.06
	2	50	588	706	471	1.2	0.12	0.04	0.06
	3	50	588	706	471	1.2	0.12	0.06	0.06
C	1	50	588	706	471	1.2	0.18	0.01	0.06
	2	50	588	706	471	1.2	0.18	0.04	0.06
	3	50	588	706	471	1.2	0.18	0.06	0.06

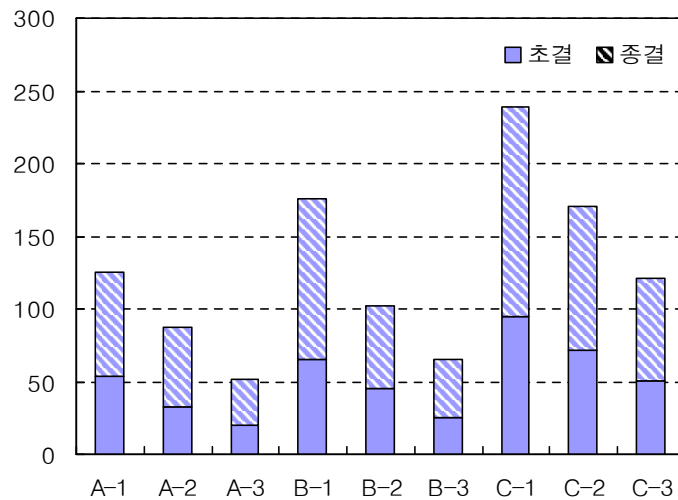


그림 5-19. 혼화제 조절에 따른 응결시간

3.2.3 강도 특성

강도시험과 관련된 배합사항은 응결시험과 동일한 배합으로 실시했으며 양생조건은 시멘트 페이스트 제조 후 3시간 뒤에 시험체를 몰드에서 탈형하여 3시간 압축강도 및 휨강도를 측정하고 항온항습기 내에서 표준양생하여 재령 1, 7, 28일 압축강도 및 휨강도를 측정하였다. 부착강도는 공극이 있는 아스콘 모체를 준비하여 시멘트 페이스트를 타설한 후 재령 7, 28일 강도를 측정하였다. 아스콘의 공극은 10% 내외로 하였으며 시멘트 페이스트가 공극을 가득 채운 후 표면에 두께 약 3mm가 되도록 하였다.

그래프에서 나타난 압축강도 및 휨강도 측정 결과는 지연제 첨가량이 증가할수록 강도는 저하하는 경향을 보였다. 지연제는 첨가량에 따라 A, B, C로 구분하여 비교하였으며 그림에서 보듯이 응결시간과 강도는 상당히 밀접한 상관관계를 나타냈다.

본 과제는 산업부산물인 수재슬래그 미분말을 40% 이상 치환하는 것이 목표인 하는 만큼 강도가 저하되는 것을 염두에 두고 강도 증진을 위해 초속경 고강도 무기바인더 (상품명 MT)를 주 원료로 사용하여 반강성 도로포장재의 강도를 증진시키는 방안을 고려했다.

시험 결과는 그림 5-20, 5-21과 같이 나타났다. 압축강도는 목표물성인 재령 3시간 10N/mm² 이상, 재령 1일 12N/mm² 이상, 재령 7일 28N/mm² 이상은 A-2, A-3, B-2, B-3의

배합만 만족하였으며, A-3가 $31.2\text{N}/\text{mm}^2$ 로 가장 높았으며 $A-3 > A-2 > B-2 > B-3$ 순으로 압축강도를 발현하였다. 대부분 재령 3시간 및 1일은 목표물성을 만족하였지만 재령 7일을 만족시킬 수 없었다.

휨강도는 압축강도와 비슷한 경향을 보였으나 목표인 재령 1일 $6\text{N}/\text{mm}^2$ 이상을 만족한 시료는 B-2 배합이다.

부착강도는 재령 28일 $2.5\text{N}/\text{mm}^2$ 이상을 목표로 하였으며 시료 중 A-2와 B-2가 조건을 만족하였다.

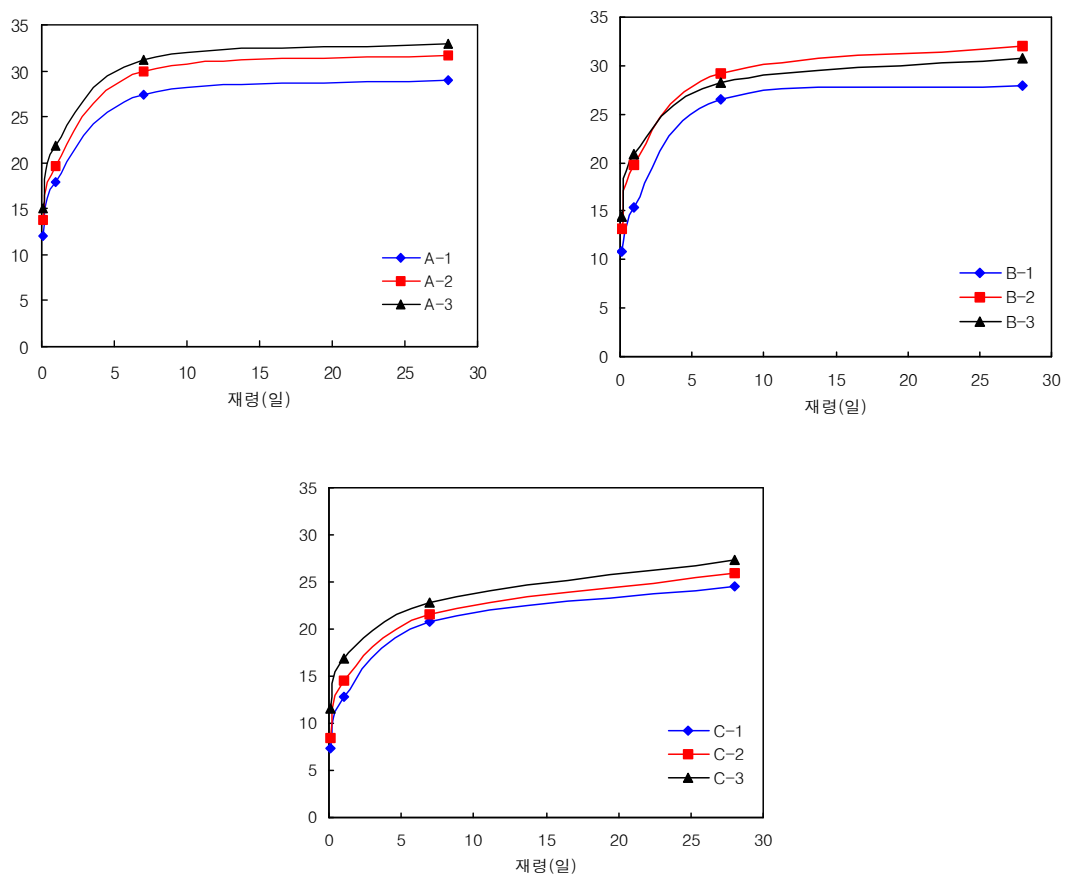


그림 5-20. 압축강도 측정 결과

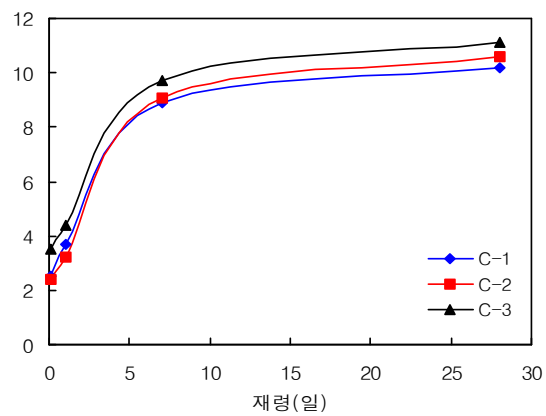
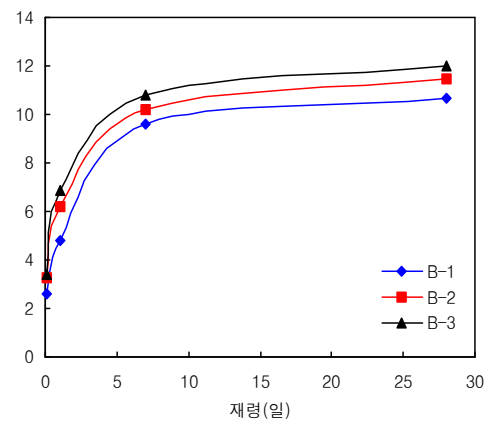
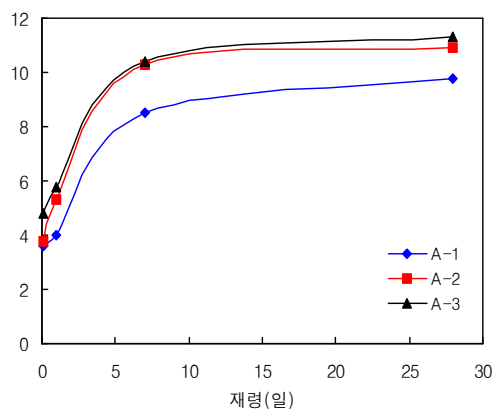


그림 5-21. 휨강도 측정 결과

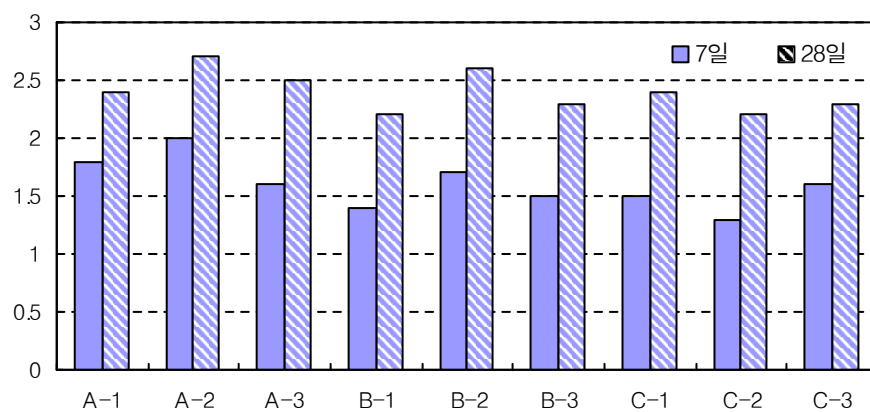


그림 5-22. 부착강도 측정 결과

3.2.4 길이변화율

앞서 시험한 결과를 토대로 A, B, C 중에서 유동 특성 및 강도 특성의 시험 결과가 가장 높게 측정된 배합을 선정(A-2, B-2, C-3)하여 길이변화율을 측정하였다. 시험방법은 KS F 2424에 따라 실시하였으며 재령 7, 28일 길이변화율을 측정하였다.

시험 결과 세 시료의 큰 차이 없이 거의 비슷한 양상을 보였고 양생기간이 경과할수록 길이변화율은 감소하여 거의 수축하지 않는 특성을 보였다.

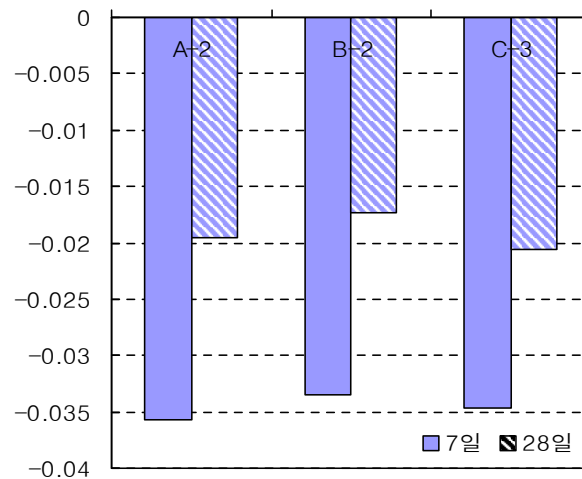


그림 5-23. 길이변화율 측정 결과

3.2.5 내구 특성

앞서 시험한 결과를 토대로 A, B, C 중에서 유동성 및 강도가 가장 높게 측정된 배합을 선정(A-2, B-2, C-3)하여 내구성 시험을 실시하였다. 시험 항목은 내마모저항성과 미끄럼저항성이며 아래 그림4-24는 미끄럼저항성 측정(재령 7, 28일) 결과이다.

결과에서 보듯이 B 타입과 C 타입은 양생기간이 경과됨에 따라 미끄럼 저항성이 증진되었으나 A 타입은 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 이는 반복시험에 의해 표면의 규사가 손실되었기 때문으로 생각되며 표면을 탑코팅제로 처리하여 규사의 손실을 최대한 줄이는 것으로 문제가 해결될 것이라고 판단된다. 미끄럼 저항성은 A-2 > B-2 > C-3 순으로 저항성이 높게 나타났다. 내마모 저항성은 0.03~0.05%로 시료 간에 유사한 저항성을 보였다.

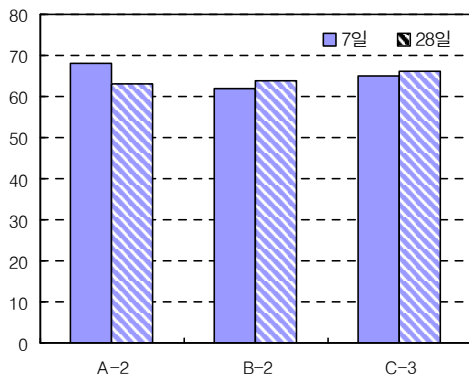


그림 5-24. 미끄럼 저항성 측정 결과

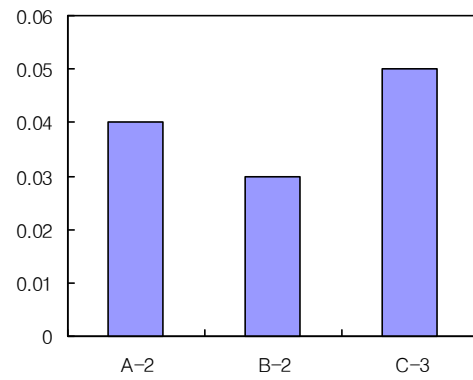


그림 5-25. 내마모성 측정 결과

4. 반강성 도로포장체 시험결과

4.1.1 실험계획

배합 및 시험사항		실험방법 및 수준
배합사항	분말시료	100
	액상시료 or 물	50(액상시료)
시험사항	굳지 않은 상태	·유동 특성 (플로/유하시간) ·응결시간 (초결, 종결)
	경화 상태	·강도특성(N/mm ²) - 압축강도 (3시간, 1일, 7일) - 휨강도 (3시간, 1일, 7일) - 부착강도 (표준/온냉반복) ·길이변화율(%)
	내구 특성	·내마모성(mg) ·4대 중금속(%) (납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은)/VOC _s 함량(%) ·미끄럼 저항성(BPN) ·염화물 이온 침투저항성(Coulombs) ·윤하중 저항성(mm) ·내약품성 (내산성/내알칼리성/내유성)

4.1.2 실험배합

항목	A/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)			유동 화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
		아크릴	MT3	Slag				
A-2	50	588	706	471	1.2	0.06	0.04	0.06

4.2 실험결과

4.2.1 굳지 않은 상태

구분	유하시간(초)	플로(mm)		응결시간(분)	
굳지 않은 상태	10.3	310	320	초결	38
				종결	42

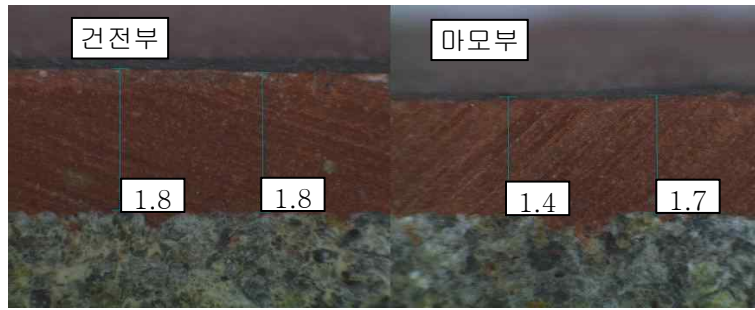
4.2.2 경화 상태

구분	강도특성			개발목표치(비고)
압축강도(N/mm ²)	3시간	18.5		10이상
	1일	25.7		12이상
	7일	28.9		28이상
휨강도(N/mm ²)	3시간	4.2		3이상
	1일	6.7		6이상
	7일	7.3		-
부착강도(N/mm ²)	표준		온·냉반복	2.5이상(표준)
	2.54		1.63	
길이변화율(%)	3일	7일	28일	0.15이하
	0.067	0.092	0.125	

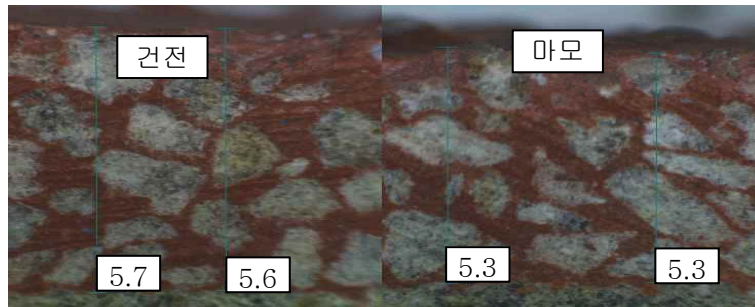
4.2.3 내구특성38

구분	내구 특성				비고
내마모성(mg)	589				(KS F 2813) (추 1,000g, 1,000회전)
미끄럼저항성(BPN)	65.1(개발목표치 60이상)				KS F 2375
염화물이온침투저항성 (Coulombs)	733(개발목표치 800이하)				KS F 2711
윤하중저항성(mm)	모르타르 밀판	규사 첨가	아스팔트 밀판	(KS F 4937) 2.0이하(조달청)	
	0.39	0.31	0.68		
내약품성(육안검사)	내산성	내알칼리성	내유성	KS M 6030	
	이상없음	이상없음	이상없음		
4대 중금속/VOCs	납	카드뮴	6가 크롬	수은	VOCs 함량
	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음

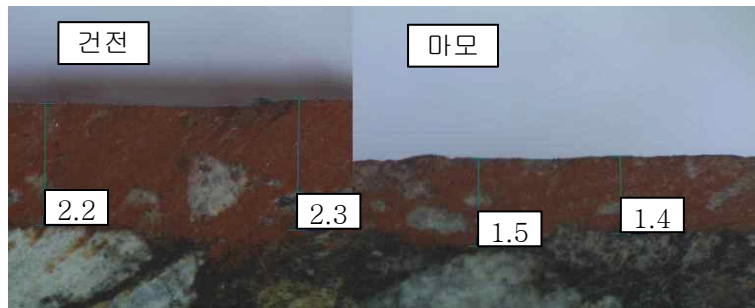
*4대 중금속/VOCs: 한국건설생활환경시험연구원 안전환경팁



a)모르타르 밀 판 사용한 포장재



b)규사를 첨가한 포장재



c)아스팔트 밀 판 사용한 포장재

그림 5-26. 밀 판별 윤하중저항성 측정 후 모습



a)포장재-내알칼리성



b)포장재-내산성



c)포장재-내유성

그림 5-27. 내약품성 측정 후 모습

4.3 시험성적서

4.3.1 반강성 도로포장체 압축강도

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials

200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel. 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://rrc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-2호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	압축강도		
시 료 명	반강성 도로 포장체용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 2476
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 7월 4일	접수번호	제 ETC-2011-7-2호
시 험 일 자	2011년 7월 4일 ~ 2011년 7월 29일		
비 고			

시험결과

항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
압축강도	3H	No.1	13.4
		No.2	13.2
		No.3	13.4
	1 Day	No.1	19.8
		No.2	18.7
		No.3	19.0
	7 Days	No.1	29.2
		No.2	29.1
		No.3	29.2

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운

기술책임자: 김 광 우

2011년 7월 29일

강원대학교부설

석재복합건설신소재연구소 소장




※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동 시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

4.3.2 반강성 도로포장체 휨강도

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials
200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel: 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://rrc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-2호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	휨 강도		
시 료 명	반강성 도로 포장체용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 2476
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 7월 4일	접수번호	제 ETC-2011-7-2호
시 험 일 자	2011년 7월 4일 ~ 2011년 7월 29일		
비 고			

시험결과

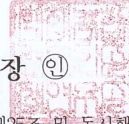
항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
휨 강도	3H	No.1	3.4
		No.2	3.6
		No.3	3.4
	1 Day	No.1	6.2
		No.2	6.4
		No.3	6.4
			3.5
			6.3

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 

기술책임자: 김 광 우 

2011년 7월 29일
강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

4.3.3 반강성 도로포장체 휨 파단 변형률

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials
200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel: 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
E-mail: rc@kangwon.ac.kr URL: http://rc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-2호 page: 1/1

시 험 성 적 서				
시 험 명	3점 휨 강도			
시 료 명	반강성 도로 포장체용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 2395	
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2	
접 수 일 자	2011년 7월 4일	접수번호	제 ETC-2011-7-2호	
시 험 일 자	2011년 7월 4일 ~ 2011년 7월 29일			
비 고				

시험결과

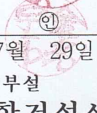
항목	시료종류	시험값			
		휨 강도 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)	휨 파단변형률 (α×10 ⁻³)	평균 (α×10 ⁻³)
3점 휨 강도	No.1	3.81	3.56	49.0	41.9
	No.2	3.25		41.2	
	No.3	3.63		35.4	

끝.

· 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.

· 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 

기술책임자: 김 광 우 

2011년 7월 29일
강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

4.3.4 반강성 도로포장체 부착강도

국토해양부 지정 품질검사 전문기관



석재복합건설신소재연구소
Institute for Advanced Construction Materials

200-701 강원도 춘천시 효자동 강원대학교
Tel: 033-250-7283, 7285 Fax: 033-242-2095
E-mail: rrc@kangwon.ac.kr URL: http://rrc.kangwon.ac.kr

발급번호: 제 ETC-2011-7-2호 page: 1/1

시 험 성 적 서			
시 험 명	부착강도		
시 료 명	반강성 도로 포장체용 무기바인더 결합재	시험방법	KS F 4716
시험의뢰인	서 현 석	주 소	충북 음성군 금왕읍 본대리 263-2
접 수 일 자	2011년 7월 4일	접수번호	제 ETC-2011-7-2호
시 험 일 자	2011년 7월 4일~2011년 7월 29일		
비 고			

시험결과

항목	시료종류	시험값 (N/mm ²)	평균 (N/mm ²)
부착강도	No.1	2.54	2.51
	No.2	2.45	
	No.3	2.53	

끝.

- 본 성적서의 시험결과는 시험의뢰인이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 시료명은 신청인이 제시한 것입니다.
- 본 시험성적서는 용도는 (품질 관리용)이며, 용도외의 목적으로 사용할 수 없습니다.

시 험 자: 김 성 운 인

기술책임자: 김 광 우 인

2011년 7월 29일
강원대학교부설
석재복합건설신소재연구소 소장 인

※ 강원대학교 부설 석재복합건설신소재연구소는 건설기술관리법 제25조 및 동시행령 제48, 49조에 의거 국토해양부로부터 인정받은 품질검사전문기관입니다.

5. 시험 시공

5.1 시험 시공 내역-1

(1)장소 : 경기도 화성시 봉담읍 동화초등학교 앞

(2)일시 : 2011년 7월 11일

(3)참석자 : 서현석, 오세창, 김선미

(4)타설면적 : 2.5a

(5)아스콘 주입 깊이 : 50mm

(6)현장 시험 :

시험항목	단위	측정값
Flow	mm	310
초결	분	64
종결	분	90

5.2 시험 시공 과정-1



a)페이스트 주입



b)균일한 주입을 위해서 표면 롤러질



c)색상 유지를 위한 탑코팅



d)양생 후 시공완료

그림 5-28. 반강성 도로포장체 시험 시공(1) 과정

5.3 시험 시공 내역-2

(1)장소 : 인천광역시 계양구 장기동 경인 아라뱃길

(2)일시 : 2011년 8월 5일

(3)참석자 : 서현석, 김선미, 오세창

(4)타설면적 : 5.3a

(5)아스콘 주입 깊이 : 50mm

(6)현장 시험 :

시험항목	단위	측정값
Flow	mm	315
초결	분	85
종결	분	112

5.2 시험 시공 과정-2



a)분체와 아크릴수지 교반



b)페이스트 살포



c)버킷을 이용한 페이스트 주입



d)양생 후 시공완료

그림 5-29. 반강성 도로포장체 시험 시공(2) 과정

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연도별 연구개발 목표

1. 연구개발 목표

1.1 최종목표

기술개발 목표는 산업부산물(황목사 및 슬래그 등)을 유효 이용하여 기존도로 및 신규 자전거도로 포장용 반강성 깔라바닥재를 추가로 기술 개발하는 사업화과제이며 그 내용은 다음과 같다.

[1차 목표] 기존 도로의 자전거 도로화를 위한 반강성 깔라 바닥 포장재

현재 제반 문제점을 안고 자전거도로 및 바닥포장분야에 사용하고 있는 유기계 소재(에폭시, 우레탄 등) 및 무기계 소재(칼라아스팔트 등 기존 유제타입)에 산업부산물(분말슬래그 등)을 대량(총 중량의 40% 이상) 대체하면서 친환경적(인체에 무해하고 인화성이 없는) 소재로서 기존 포장체와의 부착성이 높고, 소성변화 저항성 및 취성이 강한 친환경적인 유무기 복합소재(칼라 폴리머 시멘트 페이스트)를 대체 개발하는 것을 목표로 한다. 칼라 폴리머 페이스트는 타설시 단시간 내에 경화와 일정수준 이상의 강도를 가진 채, 표층부는 취성과 연성을 동시에 지닌 탄성체이다. 이 탄성체는 충격흡수가 가능하고 고강도 특성으로 충격이나 마찰에 의한 분진날림현상을 방지하고, 내부는 고강도 발현에 의한 부착력 및 고하중 버팀이 유지되고, 자전거 바퀴와 접촉되는 표면이 주행에 무리가 없도록 연성이 아닌 반강성으로 이루어져있고 전체적으로는 주행안정성 확보 및 마찰력을 감안해 적절한 취성도 갖추도록 설계하였다.

[2차 목표] 신규 자전거 도로용 반강성 깔라 바닥 포장재

반강성 깔라 포장재(폴리머페이스트)와 공극율 높은 개질아스팔트 또는 단입도 투수 콘과 접목된 내구성 및 강도가 우수한 깔라 바닥 포장재(반침투형, 칼라 폴리머 시멘

1.2 연구단계별 목표

: 기본계획수립/조사	-기술자료, 문헌조사/계획수립 -원부자재선별(국내 및 수입)
: 최적화 시험 실시	-기본배합설계산정/재료시험 -재료 조합/최적화 실험(실시 설계) -기본성능평가실험(염해저항성 등) -부착성능 및 재현성 실험 -내구성 분석/응용 실험
: 성능평가/시제품제작	-최적 배합 선정/조합 -조형 디자인(시제품 제작); 용도별/색상별/질감별 -1차 성능평가(시제품 시험의뢰) -시제품 현장시공 적용

: 최종성능평가	-시제품 물성 평가
: 설계 플로우 시스템 구축	-설계 플로우 시스템 구축
: 제품성능 검증/평가	-제품성능 검증/평가
: 최종 개발제품	-최종 개발제품 완성
: 종합보고서 작성	-종합보고서 작성(성과물 포함)

제 2 절 연구개발목표의 달성도

1. 연구수행 내용 및 성과

1.1 연구내용

주요 연구내용은 기존배합의 변경(마이크로시멘트 등을 줄이고 산업부산물 및 핵심 원료 증대, 첨가제 물성 개선 및 변경 등)을 통해 기본 물성이 변하지 않고 오히려 품질이 좋아지는 방향으로 재현성 반복시험을 통해 접근하였다.

포장의 거친 정도(미끄럼방지 포함)는 규사의 입도 조정을 통해 최적 조건에 접근하였으며 무기계결합제 조건별 최적 유기바인더를 선정하고 조합하였다.

산업도로 또는 바닥재 표면처리 및 충전용(침투용) 유무기복합소재의 개발(고강도 무기계 결합제+산업부산물+기타 첨가제)을 하였으며 산업부산물 등 기능성 소재의 부가 사용에 대한 시험을 실시하였다. 또한 환경/안전, 건축재료의 뛰어난 조합기술(시공포함) 시험 및 포장방법을 개발하고자 하였다.

1.2 연구성과

표 6-1 . 연구목표 및 연구성과

연 차	연구목표	주요연구내용	달성도
1차년도	1.기술자료, 문헌조사/계획수립	▪ 문헌조사 및 시험계획 수립	100%
	2.원부자재선별(국내 및 수입)	▪ 국내 및 국외 시험재료 선별	100%
	3.기본배합설계산정/재료시험	▪ 재료별 분석 ▪ 분석 결과를 기준으로 기본배합 설계 및 시험	100%
	4.재료조합/최적화실험(실시설계)	▪ 기본배합설계를 토대로 실시설계	100%
	5.기본성능평가실험	▪ 조건에 따른 성능 평가 시험 ▪ 성능 평가 시험을 바탕으로 주재료 배합 결정	100%

2차년도 (차년도*)	6.부착성능 및 재현성 시험	▪ 부착성능 시험	100%
	7.내구성 분석/응용시험	▪ 내구성 분석을 위한 염해저항성 시험 실시	100%
	8.최적배합 선정/조합	▪ 최적배합 선정 및 조합	100%
	9.조형 디자인(시제품 제작) -용도별/색상별/질감별	▪ 조형 디자인을 고려한 시제품 제작	100%
	10.1차 성능평가(시제품 시험의뢰)	▪ 국가공인기관 시험의뢰	100%
	11.시제품 현장시공 적용	▪ 현장 시험 타설	100%
	12.설계 플로우 시스템 구축	▪ 설계 플로우 시스템 구축	100%
	13.제품성능 검증/평가	▪ 제품성능 검증/평가	100%
	14.최종 개발제품	▪ 최종 개발제품 완성	100%

표 6-2. 연구목표치 대비 실적치

연구목표	성과지표	가중치	목표치	실적	성과물 명칭
반강성 칼라 바닥포장재	시작품	0.1	1건 이상	다수	시제품
	현장적용	0.1	1건 이상	1건	시험시공
	상품화	0.2	1건 이상	1건	제품
반강성 칼라 바닥포장체	시작품	0.1	1건 이상	다수	시제품
	현장적용	0.1	2건 이상	2건	시험시공
	상품화	0.2	1건 이상	1건	제품
반강성 칼라 바닥포장재 및 포장체	매뉴얼	0.1	1건 이상	1건	시방서
	학술지논문	0.1	1건 이상	1건(계획)	학술지논문
합계		1.0	9건	8건	-

* 추가사항; 학술발표 1건(계획)

특허출원 “초속경 폴리머 시멘트 페이스트 조성물 및 이를 이용한
반강성 도로포장 방법”

1.2.1 성과지표 세부사항

(1) 시작품 : 다수

(2) 현장적용(총 3건)

①반강성 도로포장재 시험 타설

-일자 : 2010년 6월 3일

-장소 : 전북 고창 고인돌 유적지 탐방로

②반강성 도로포장재 시험 타설-1

-일자 : 2011년 7월 11일

-장소 : 경기도 화성시 봉담읍 동화초등학교 앞

③반강성 도로포장재 시험 타설-2

-일자 : 2011년 8월 5일

-장소 : 인천광역시 계양구 장기동 경인 아라뱃길

(3) 상품화 : 2건, 상품명(로하스콘, 세이프티)

(4) 매뉴얼 : 반강성 깔라 바닥포장재 시방서

(5) 학술지논문 : 한국자원순환학회 2011년 12월 예정

“수재슬래그 미분말을 활용한 자전거 도로 포장재의 특성 연구”

학술회의발표 : 한국콘크리트학회 2011년 10월 예정

“산업부산물을 활용한 자전거 도로 포장체의 기초적 특성”

(6) 특허출원(총 1건) : “초속경 폴리머 시멘트 페이스트 조성물 및 이를 이용한

반강성 도로포장 방법”(출원번호: 10-2011-0072748)

제 3 절 관련분야의 기술발전 기여도

본 과제의 개발기술은 산업부산물(수재슬래그 미분말)을 유효 이용한 자원재순환 기술 분야로서 기존 보유하고 있는 반강성 도로포장재 기술에 친환경 요소를 가미하여 우수한 물적 내구성과 시각적 시인성 등의 특징을 갖춘 기술이다. 주요 수요시장인 자전거 도로 외에 기존의 시인성 포장 시장에 대용재로 사용되어 버스 전용차로, 스쿨존, 실버존, 공원, 재래시장, 관광지 등에 적용이 가능할 것이다. 특히 버스 전용차로의 경우 시내도로 뿐 아니라 고속도로에 적용사례가 증가하고 있으며 중차량의 무게를 견디기 위한 내구성을 갖기 위해 본사의 기술 핵심요소인 초속경 무기바인더(제품명 MT)를 사용하였다.

또한 도로소재 이외의 지하주차장, 주유소 등의 에폭시, 우레탄 포장의 단점인 박리, 탈색, 마찰 소음 등의 문제를 제거함과 동시에 불에 붙지 않는 불연의 반강성 깔라 바닥포장재로서의 시장 가능성을 확인하였다. 특히 산업부산물인 수재슬래그 미분말 활용 증대(폐기물 재활용)라는 명분 아래 타산업에의 자원 활용 관련 응용과 폐기물의 고부가가치 재이용에 의한 환경친화적 산물로 개발기술의 타산업/공정예의 응용이 가능하다.

제 5 장 연구개발결과의 활용 계획

제 1 절 추가연구의 필요성

본 연구에서 개발한 반강성 도로포장체 및 도로포장체는 아크릴수지를 각각 결합재 대비 50%, 40% 치환하여 시험한 데이터이다. 그러나 안타깝게도 최근 아크릴수지의 급격한 원가 상승으로 인해 시장진출 시 경제성을 확보하지 못하는 문제가 발생하였고 특히 심각하게 요동치는 국제유가변동에 따른 변동 폭은 석유화학제품을 원료로 사용해야하는 우리에게 큰 부담을 주고 있다. 따라서 이 문제를 해결하고자 결합재 내에 아크릴수지 대신 분말타입의 유기바인더를 대체 사용하여 경제성을 갖춘 일액형 타입의 도로포장체를 개발코자 추가 시험하였다.

또한 개발기술의 품질개선과 더불어 향후 현장적용에서 발생할 수 있는 제반문제점에 대해 보다 적극적으로 대처할 수 있는 자세가 필요하다 판단되어 개발기술의 완성도를 높이기 위한 사용재료에 대한 품질기준 확립, 즉, 제품에 사용된 수지의 자외선 피폭시험과 경과년수에 따른 피로도 측정, 그리고 시공 후 일정기간 경과 시 발생 가능한 여러 문제(재료분리 및 분진발생 등)를 체크할 계획이다. 특히 시공 후 공용성 평가에 필요한 시험(구조평가, 색상도 변화, 교통하중에 대한 마모도 등)은 위탁기관으로 참여한 건설생활환경시험원과 긴밀한 협조체제하에 지속적으로 시행예정이다.

생애주기비용에 대한 평가 역시 개발기술의 사업화 진전과 더불어 LCC분석, 피로저항성 및 도로기능에 따른 물성 보완 등을 통해 보다 구체적으로 접근하여 진전시킬 계획이며 마케팅 일환으로 추진되고 있는 신공법협의회 구성이 완료되면 관련 전문가의 조언 및 자문을 통해 도로포장 적용상의 전문적 필요사항을 재료/시방 표준화에 접목시켜 나갈 것이다.

제 2 절 타연구에의 응용

1. 일액형 반강성 도로포장체 개발

표 6-3. 일액형 반강성 도로포장체 실험계획

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	W/B*(%)	3	30, 35, 40
	무기바인더	1	MT3
	유기바인더 종류	3	PAV23, PAV29, PSB150
	유기바인더(%)	3	6, 8, 10
	안료(%)	4	2, 4, 6, 8
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	4	혼화제(유동화제, 속경제, 지연제, 소포제)
측정사항	굳지 않은 상태 특성	3	·유동 특성 - 셸프플로 - 유하시간 ·응결시간(초결, 종결)
	경화 상태 특성	4	·강도특성 - 압축강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 휨강도(N/mm ²) 3시간, 1일, 7일, 28일 - 부착강도(N/mm ²) 7일, 28일 ·길이변화 특성
	내구 특성	2	·내마모 저항성 ·미끄럼 저항성

1.1 물·결합재비 결정

표 6-4. 일액형 반강성 도로포장체 배합사항

기호	W/B (%)	S/B (%)	R/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)				
				Slag	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고	유기 바인더
1	30	32	8	403	309	287	159	101
2	35	32	8	378	291	270	149	95
3	40	32	8	357	274	254	140	89

*유기바인더; PAV23 : Type A, PAV29 : Type B, PSB150 : Type C

무기바인더(MT) 배합은 앞서 시험한 MT3 배합을 사용했으며 유기바인더는 내구성이 우수하고 접착력이 뛰어난 세 가지 제품(PAV29, PAV23, PSB150)을 선정하여 시험

하였다. 앞서 시험에 사용된 이액형 도로포장체에 사용된 아크릴의 고형분은 25%이며 그중 안료 9%를 제외하면 순수 수지의 양은 18%이다. 따라서 시멘트를 포함한 분체의 양 중에서 수지가 차지하고 있는 비율은 모두 8.3%이므로 우선 유기바인더를 바인더 대비 8% 치환하였다. 수재슬래그 미분말은 앞서 시험한 이액형 도로포장체와 도로포장체의 시험 결과를 바탕으로 40%로 치환하되 유기바인더의 치환량만큼 감소시켜 첨가하였다. 아크릴수지 중 고형분을 제외한 75%를 순수 물로 보고 계산한 결과 물·결합재 비는 약 35%이었고 이에 5%씩 변화를 주어 30%, 35%, 40%의 세 가지 타입의 물·결합재비로 시험을 실시하였다. 또한 작업성 유지를 위하여 유동화제는 1.0% 내외로 치환하여 시험하였다.

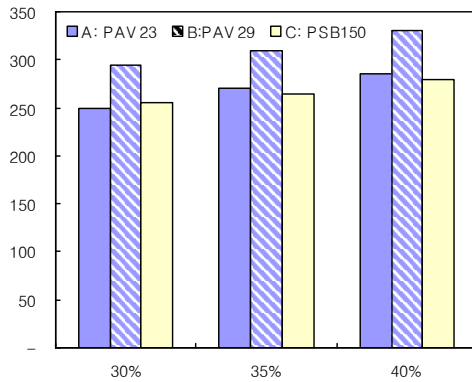
1.1.1 굳지 않은 상태 특성

1) 유동 특성

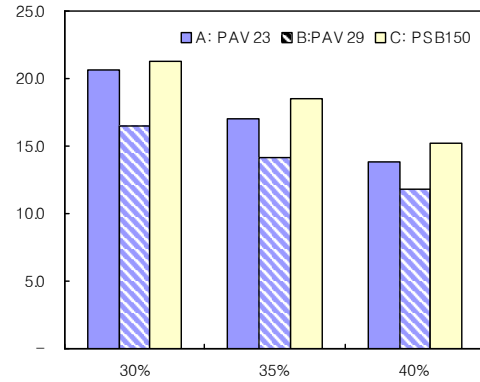
물·결합재 비에 따른 유동 특성을 알아보기 위하여 셀프 플로 시험과 유하시험을 실시하였으며 시험 결과를 그림 5-1에 나타내었다. 물·결합재 비가 증가함에 따라 플로는 증가하였으며 유기바인더 종류에 따라서는 유동성에 대한 차이도 보였다. 물·결합재 비 30%일 때 타입 B를 제외한 타입 A, C는 플로 250mm 정도로 비교적 적은 유동성을 나타냈고 물·결합재 비를 10% 증가하여 40%를 치환한 경우, 플로 값이 약 10% 정도 증가하여 280mm 정도를 나타내었다. 반면 타입 B는 플로 330mm로 매우 높은 유동성을 보였다.

유하시간 측정 결과 플로 값이 큰 시료의 유하시간이 더 빨랐고 유기바인더 종류별로 유하시간에 대한 차이를 보였다.

유동 특성은 타입 B > A > C 순으로 높은 유동성을 보였으며 과제 목표인 플로 270mm 이상을 만족한 물·결합재 비는 35%와 40%이었다. 현장 적용 시에는 보다 안정적인 작업성을 유지하기 위하여 물·결합재 비 40%가 더 적합할 것으로 생각된다.



a) 물·결합재 비에 따른 셀프 플로



b) 물·결합재 비에 따른 유하시간

그림 6-1. 물·결합재 비에 따른 유동성 시험 결과

2) 응결시간

물·결합재 비에 따른 응결시간 시험 결과를 그림에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 물·결합재 비가 증가함에 따라 응결시간이 지연되었으며 유기바인더 종류별로 서로 다른 응결시간을 보였다. 물·결합재 비 30%일 때 타입 A와 B는 종결 26~28분으로 비슷하였으며 40%일 때 30% 정도 응결이 지연되었다. 반면 타입 C는 종결 100분을 넘었으며 시간이 경과함에 따라 재료분리가 생기며 시험체 표면에 블리딩이 발생하였다.

본 과제에서 목표로 정하고 있는 초결 30분 이상 종결 60분 이하에 만족하는 결과는 물·결합재 비 40%이었으며 유기바인더 종류 중 PAV23만이 목표에 만족하였다. 그러나 응결시간은 혼화제(지연제 및 속경제) 조절로 조절이 가능할 것으로 판단되었다.

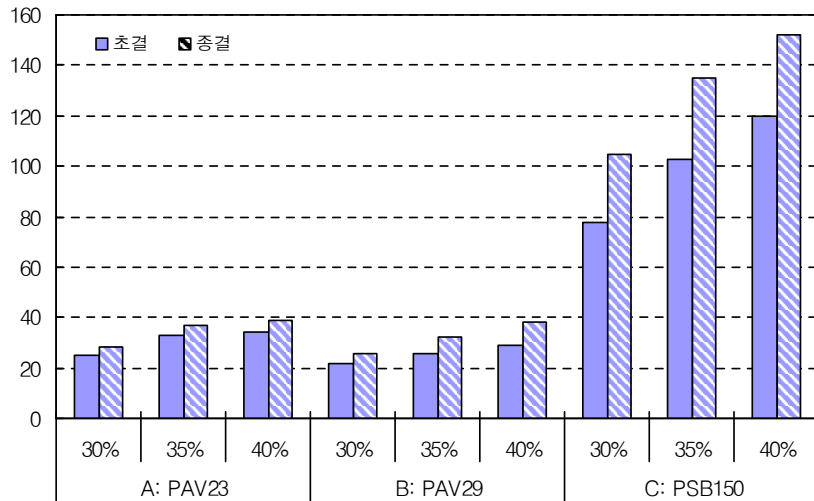


그림 6-2. 물·결합재 비에 따른 응결시간

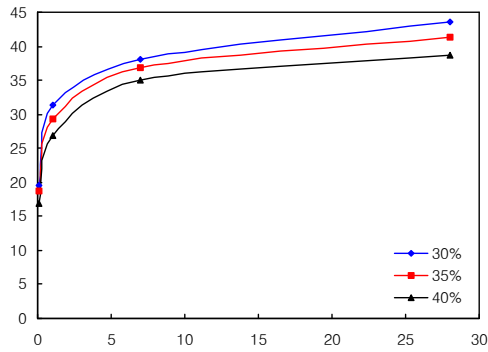
1.1.2 경화 상태 특성

1) 압축강도 및 휨강도

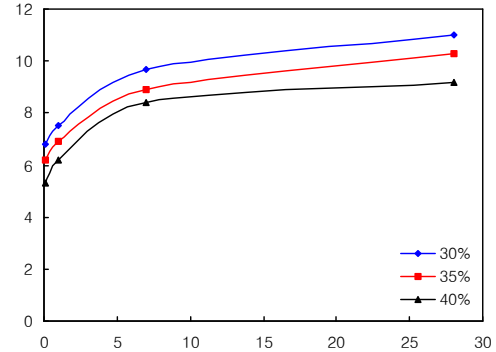
KS F 2476의 시험방법에 따라 시험하였으며 재령 3시간, 1일, 7일, 28일을 항온항습기 내에서 표준 양생하여 강도를 측정하였다. 그림에서 보듯이 압축강도와 휨강도 모두 물·결합재 비가 증가함에 따라 강도는 급격하게 저하하였다. 타입 A는 물·결합재 비 30%일 때 재령 3시간 압축강도 19.5N/mm^2 , 40%일 때 16.8N/mm^2 로 14% 정도 감소하였으며 재령 28일은 30%에 비해 40%일 때 12% 정도 감소하였다. 타입 B는 물·결합재 비 30%일 때 재령 3시간 압축강도 19.4N/mm^2 , 40%일 때 17.8N/mm^2 로 10% 정도 감소하였고 재령 28일은 30%에 비해 40%일 때 14% 정도 감소하였다. 타입 C는 30%일 때 재령 3시간 압축강도 18.0N/mm^2 , 40%일 때 14.6N/mm^2 로 18% 정도 감소하였으며 재령 28일은 30%에 비해 40%일 때 13% 정도 감소하였다. 물·결합재비 변화에 따라 압축강도는 10~18% 정도 감소하였으며 응결지연으로 강도발현이 저조할 것으로 예상했던 타입C 또한 다른 시료와 크게 차이나지 않는 결과를 보였다.

휨강도 역시 압축강도와 비슷한 경향을 보였으며, 다만 타입 C는 3시간 강도에 비해 28일 강도가 2배 이상 증진하는 특징을 보였다.

강도는 A>B>C 순서대로 높았으며, 타입 C의 3시간, 1일 휨강도를 제외하고 모두 목표 물성에 만족하였다.

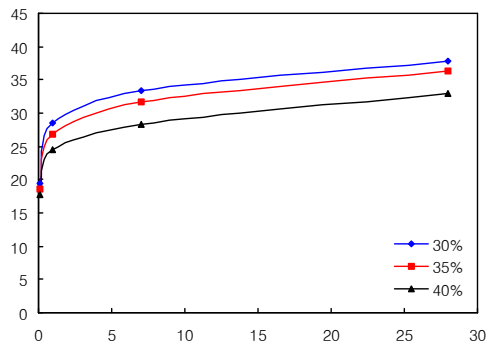


a) 물·결합재 비에 따른 압축강도

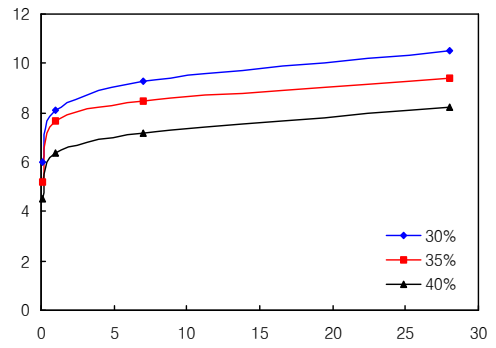


b) 물·결합재 비에 따른 휨강도

그림 6-3. 타입 A 강도 측정 결과

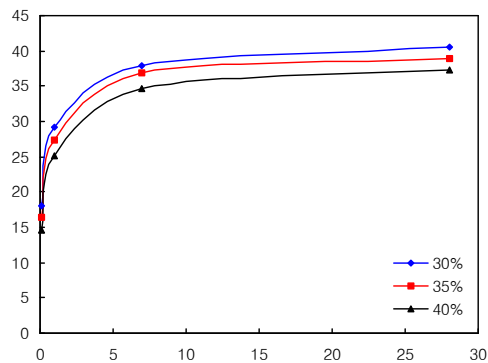


a) 물·결합재 비에 따른 압축강도

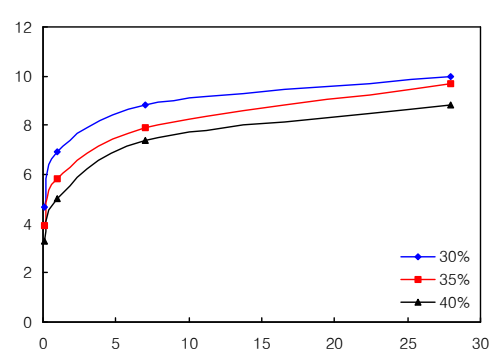


b) 물·결합재 비에 따른 휨강도

그림 6-4. 타입 B 강도 측정 결과



a) 물·결합재 비에 따른 압축강도



b) 물·결합재 비에 따른 휨강도

그림 6-5. 타입 C 강도 측정 결과

1.1.3 결론

유동 특성은 타입 B>A>C 순으로 높은 유동성을 보였다. 또한 과제의 목표인 플로 270mm 이상을 만족한 물·결합재 비는 35%와 40%이었다. 현장에서 아스콘 침투 시 좀 더 안정적인 작업성을 유지하기 위하여 물·결합재 비 40%가 더 적합할 것으로 생각된다.

응결시간은 물·결합재 비 40%, 유기바인더 종류 중 PAV23만이 본 과제의 목표 물성에 만족하였다. 그러나 응결시간은 혼화제(지연제 및 속경제) 조절로 조절이 가능할 것으로 판단된다.

강도는 A>B>C 순서대로 높았으며, 타입 C의 3시간, 1일 휨강도를 제외하고 모두 목표 물성에 만족하였다.

물·결합재 비가 증가함에 따라 강도가 10~18% 정도 감소하지만 재령 28일 압축강도 35N/mm² 이상으로 높은 강도를 발현하기 때문에 유동 특성과 응결시간을 고려하여 물·결합재비 40%가 가장 적합하다고 판단된다.

1.2 유기바인더 첨가율 및 종류에 따른 변화

표 6-5. 유기바인더 첨가율 및 종류에 따른 배합사항

기호	W/B (%)	S/B (%)	R/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)				
				Slag	JKR 바인더	Micro Cement	무수석고	유기 바인더
1	40	34	6	394	285	264	146	70
2	40	32	8	357	274	254	140	89
3	40	30	10	322	264	245	135	107

*유기바인더; PAV23 : Type A, PAV29 : Type B, PSB150 : Type C

물·결합재비 결정 시험을 통해 40%의 물을 치환하였다. 아크릴수지 대체로 사용되는 유기바인더의 적합한 치환율을 결정하기 위하여 수지가 차지하고 있는 비율 8%를 기준으로 2%씩 감소 또는 증가하여 6%, 8%, 10% 세 가지 경우로 시험하였다. 또한 치환율에 따른 유기바인더 제품별 특징을 파악하기 위하여 PAV29, PAV23, PSB150 세 가지 제품을 가지고 비교 시험을 하였다.

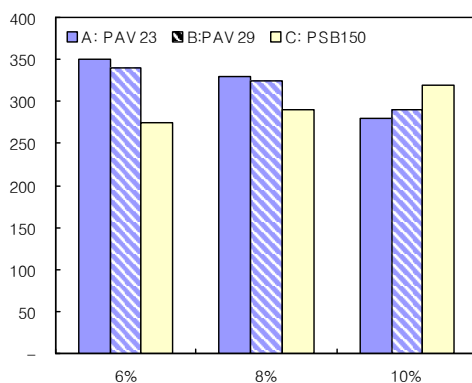
1.2.1 굳지 않은 상태 특성

1) 유동 특성

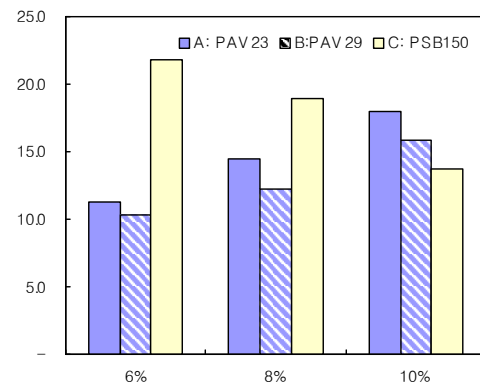
유기바인더의 치환율이 유동성에 어떤 영향을 미치는지 파악하기 위하여 셀프 플로와 유하시간을 측정하였다. 셀프 플로 측정 결과 타입 A와 타입 B는 유기바인더의 치환율이 증가할수록 플로는 감소하였으나 타입 C는 오히려 증가하였다. 이것은 타입 A, B는 고분자 형태가 PAV-VeOVa이고 타입 C의 고분자 형태는 PSB이기 때문에 서로 다른 특징을 보이는 것으로 판단된다. PSB는 물과 반응하였을 때 입자가 더 작아지기 때문에 파우더 양을 증가시켰을 때 유동성이 더 좋아지는 것으로 보인다.

타입 A, B는 파우더가 2% 증가할 때 플로는 5~15%정도 감소하였으며 8%에서 10%로 증가할 때 더 큰 폭으로 유동성 저하가 일어났다. 타입 C의 경우 파우더가 2% 증가할 때 플로는 5~10%정도 증가하였다. 유기바인더 치환율 8%일 때 플로 300mm 내외로 측정되었으며, 파우더 종류별 플로는 A>B>C 순으로 유동성이 높게 측정되었다.

유하시간은 플로가 높을수록 빠른 시간을 보였으며 유기바인더 치환율이 증가할수록 점성을 더 띄었다. 치환율 6%일 때 타입 A, B는 10~11초 이고 타입 C는 21.8초로 두 배 정도 차이가 났으나 치환율 10%일 때 2~4초로 차이가 줄어들었다.



a)유기바인더 치환율별 셀프 플로



b)유기바인더 치환율별 유하시간

그림 6-6. 유기바인더 치환율에 따른 유동성 시험 결과

2)응결시간

유기바인더 치환율에 따른 시험 결과를 그림 5-7에 나타내었다. 치환율이 증가함에 따라 응결이 지연되었으나 4~9분 사이로 크게 차이를 나타내지는 않았다. 타입 A, B

는 초결 30분 내외, 종결 30~50분 사이로 측정되었으며 유기바인더 8%와 10%일 경우 목표인 초결 30분 이상 종결 60분 이하를 모두 만족하였다. 반면 타입 C는 초결 100분 이상 종결 120 이상으로 응결이 매우 지연되었다. 따라서 타입 C는 혼화제로 응결 조절이 어려울 것으로 보이며 일액형 도로포장체에 아크릴 수지를 대신하여 사용하는 것은 불가능할 것으로 생각된다.

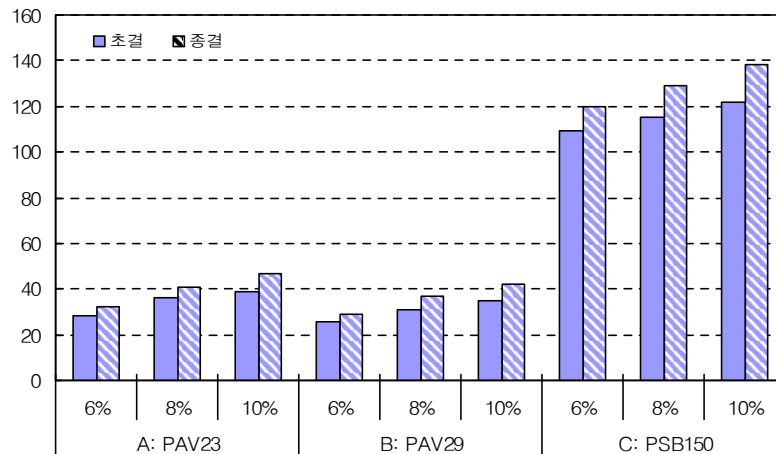


그림 6-7. 유기바인더 치환율에 따른 응결시간

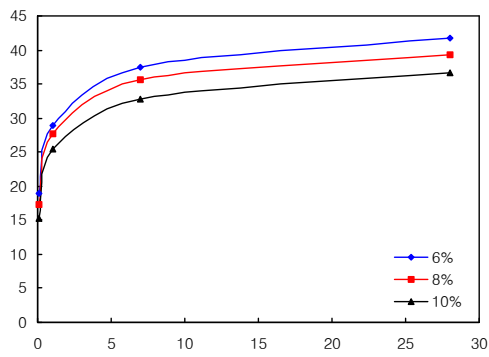
1.2.2 경화 상태 특성

1) 압축강도 및 휨강도

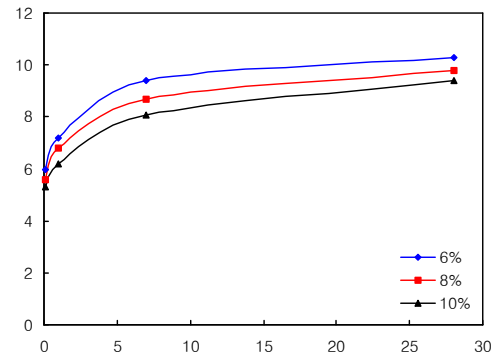
유기바인더 치환율 및 종류별 압축강도 및 휨강도 측정 결과를 그림으로 나타내었다. 강도 측정 결과 유기바인더의 치환율이 2% 증가함에 따라 압축강도는 5~10%, 휨강도는 3~10% 정도 강도가 감소하였다. 이것은 액상 수지에 비해 분말 수지의 반응성이 떨어지기 때문으로 생각된다.

유기바인더별 압축강도는 전반적으로 타입 A, 타입 B, 타입 C 순으로 나타났다. 재령 28일에는 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 이상으로 본 과제의 목표인 $28\text{N}/\text{mm}^2$ 을 충분히 만족하였다.

휨강도 역시 압축강도와 유사한 경향을 보였으며 타입 C의 재령 1일 강도를 제외하고 목표에 모두 만족하였다.

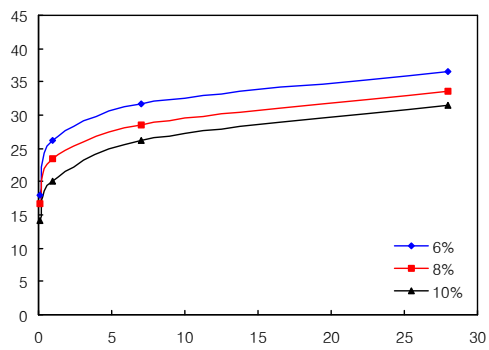


a)유기바인더 치환율별 압축강도

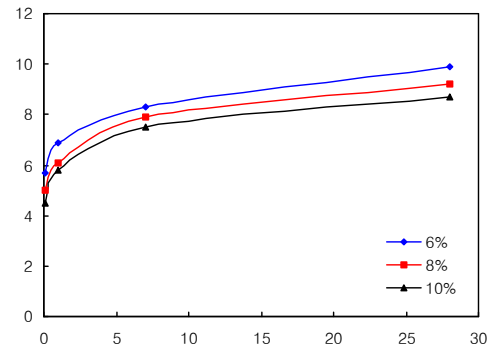


b)유기바인더 치환율별 휨강도

그림 6-8. 타입 A 강도 측정 결과

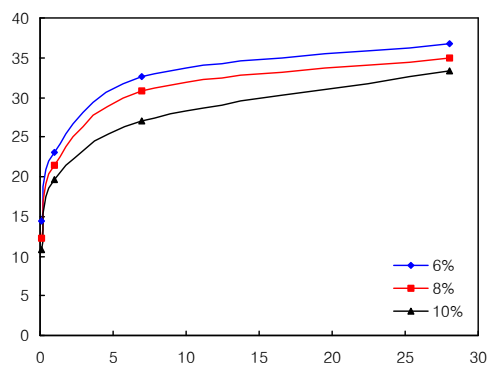


a)유기바인더 치환율별 압축강도

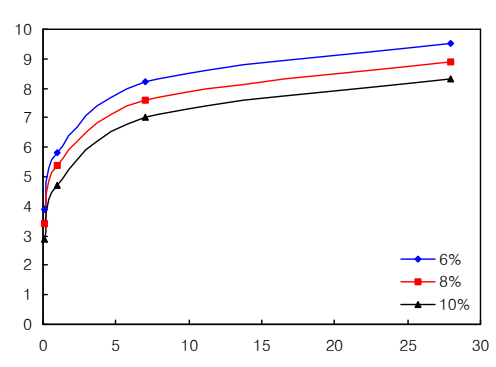


b)유기바인더 치환율별 휨강도

그림 6-9. 타입 B 강도 측정 결과



a)유기바인더 치환율별 압축강도



b)유기바인더 치환율별 휨강도

그림 6-10. 타입 C 강도 측정 결과

2) 부착강도

그림 6-11은 유기바인더 치환율 및 종류별 부착강도 특성을 나타낸 것이다. 부착강도는 1개월 이상 양생하여 충분한 강도를 발현한 모르타르 판에 시료를 타설한 후 재령 7일과 28일 표준양생 한 후 측정하였다. 전반적으로 치환율이 높아짐에 따라 부착강도는 10% 내외로 다소 증가하였고 이는 유기바인더 첨가량이 부착강도 밀접한 관계가 있고 부착력을 결정하는 중요한 요인이 된다고 유추할 수 있겠다.

유기바인더 종류별 부착강도는 전반적으로 타입 B, 타입 A, 타입 C 순으로 나타났다. 타입 A는 타입 B에 비하여 재령 7일 강도가 평균 30% 정도 감소하였으나 재령 28일 강도는 유사하게 나타났다. 타입 C는 재령 7일 측정 시 부착강도 측정기기에 고정하는 과정에서 부착면과 지그가 떨어졌기 때문에 측정이 불가하였다. 이것은 응결이 지연됨에 따라 재료분리가 발생하여 표면이 상대적으로 약해졌기 때문으로 생각된다.

그림 6-12는 부착강도 측정 후 시험체의 모습을 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 타입 A와 B는 표면이 매끈한 것과 비교하여 타입 C는 표면에 굵은 균열이 전체적으로 퍼져있어 일액형 도로포장체 적용에 적합하지 않다고 생각된다.

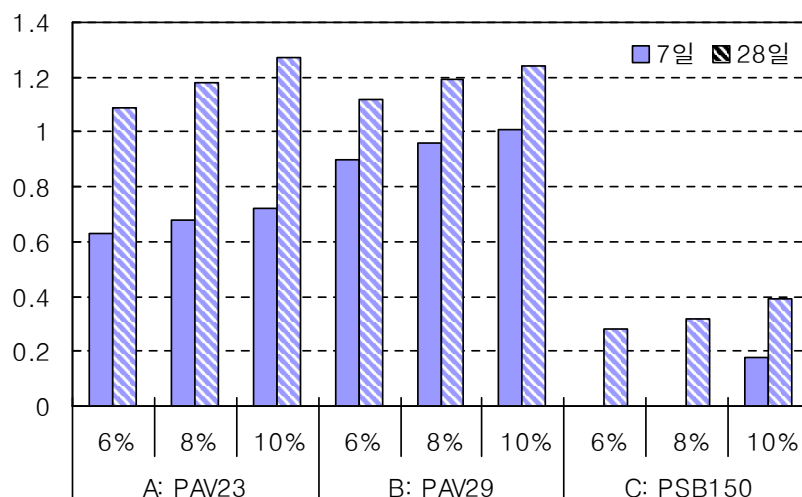


그림 6-11. 유기바인더 치환율에 따른 부착강도



a) 타입 A: PAV23



b) 타입 B: PAV29



c) 타입 C: PSB150

그림 6-12. 유기바인더 종류별 부착강도 측정 후 모습

3) 미끄럼 저항성

유기바인더 종류에 따른 내구 특성을 파악을 위해 미끄럼저항성시험을 실시하였다. 첨가율 8%로 고정된 후 T사의 안료 2%(업체 추천량)로 치환하였다. 시험체의 두께는 현장조건과 유사하게 3mm로 하였으며 표면을 규사(4호)로 거칠게 처리하였다. 시험체 제작 후 재령 7일에 미끄럼 저항성을 측정한 결과를 그림 6-13에 나타내었다.

타입별 미끄럼 저항성은 0.5~1.0BPN 차이로 거의 유사한 저항성을 보였다. 한편 그림 5-14에서 볼 수 있듯이 타입 A는 어두운 색을 띄었으며, 타입 C는 미끄럼 저항성 측정시 KS F 2375의 시험방법에 따라 표면에 물을 뿌렸을 때 안료가 묻어 나왔으며 물이 마른 후 표면이 하얗게 얼룩지는 문제가 발생하였다.

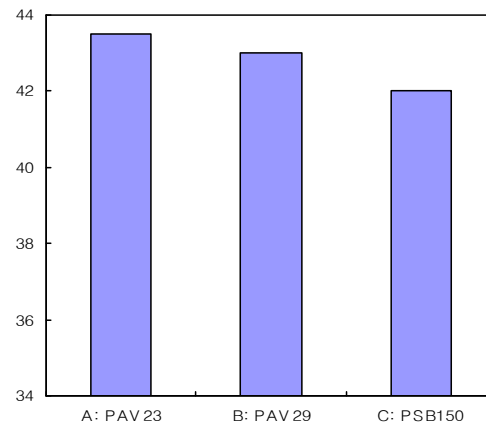


그림 6-13. 유기바인더 종류별 미끄럼 저항성



그림 6-14. 유기바인더 종류별 시험체 모습

1.2.3 결론

유동 특성관련 타입 A와 타입 B는 유기바인더의 치환량이 증가할수록 플로는 감소하였으나 타입 C는 오히려 증가하였다. 유기바인더 치환율 8%일 때 플로는 300mm 내외로 측정되었으며, 라텍스파우더 종류별 플로는 $A > B > C$ 순으로 유동성이 높게 측정되었다. 유하시간은 플로가 높을수록 빠른 시간을 보였으며 유기바인더 치환율이 증가할수록 점성을 더 높아졌다.

응결시간은 치환율이 증가함에 따라 지연되었으나 4~9분 사이로 큰 차이를 보이지 않았으며 타입 A, B는 목표 응결에 만족하였으나 타입 C는 응결지연을 보였다.

강도 특성은 유기바인더 치환율이 2% 증가함에 따라 압축강도 5~10%, 휨강도 3~10% 정도 감소하였다. 전반적으로 타입 $A > B > C$ 순으로 높은 강도를 보였으며 부착

강도는 유기바인더의 치환율이 증가할수록 높아지는 경향을 보였고 타입 B>A>C 순으로 높은 부착력을 보였다.

유기바인더의 치환율은 유동성 및 강도에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 유기바인더 10%를 치환할 경우 유동성 저하와 강도 저하를 동시에 나타나며, 5%이하로 치환하면 부착강도가 저하되므로 8%의 치환율이 가장 적합하다고 판단된다. 또한 유기바인더 종류 중 타입 C는 응결 지연(응결 120분 이상)현상이 나타나고 부착강도 발현 저하 문제로 인해 적합하지 않은 것으로 확인되었으며 타입 A와 타입 B 중 강도 특성이 더 우수한 타입 C의 PAV23이 가장 적합하다고 판단되었다.

유기바인더 종류별 미끄럼저항성은 측정결과 43BPN 내외로 대부분의 배합이 거의 유사한 경향을 보였다.

1.3 안료 종류 및 첨가율 결정

표 6-6. 안료 종류 및 첨가율에 따른 배합사항

기호	W/B (%)	S/B (%)	p/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)					
				Slag	JKR	Micro Cement	무수 석고	유기 바인더	안료
1	40	30	2	335	275	255	141	89	22
2	40	28	4	314	276	256	141	90	45
3	40	26	6	292	277	256	142	90	67
4	40	24	8	271	277	257	142	90	90

*안료; A: R-1000D, B: R-1100, C: R-1300, D: R-1500

유기바인더는 8% 치환하였으며 안료는 적색을 기준으로 예비 시험을 통해 T사의 제품이 가장 경쟁력이 있는 것으로 판단되어 T사의 제품 중 아스콘 및 시멘트에 주로 사용되는 시료를 중점으로 하여 그중 총 4가지를 선별, 시험하였다. 당초 업체 추천량은 2%이었으나 발색성이 부족한 문제점이 있어 이를 보완하기 위하여 치환량을 2%씩 증가시켜 2~8% 범위 내에서 시험을 실시하였다. 또한 안료의 치환량이 유동성 및 강도에 물성에 어떠한 영향을 주는지 파악하였다.

1.3.1 굳지 않은 상태 특성

1) 유동 특성

플로 관련 전반적으로 안료의 첨가량이 증가함에 따라 유동성이 감소하였으며 안료량이 2% 증가할 때 대략 10mm정도 플로가 감소하였고 그 차이는 5% 내외로 근소하였으며 안료 타입별 유동성 차이는 거의 없이 유사하였다.

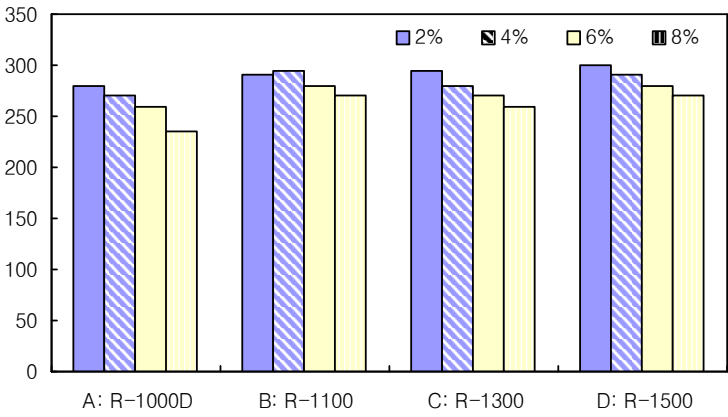


그림 6-15. 안료 종류 및 치환율별 플로 측정 결과

2) 응결시간

응결시간 측정 결과를 그림에 안료 종류 및 치환율 별로 비교하여 나타내었다. 안료 치환율이 증가함에 따라 응결시간은 다소 지연되었으나 2~5분 사이의 차이로 거의 비슷하게 나타났다. 안료 타입별 응결시간 또한 전반적으로 유사하였으며 타입D가 가장 빠른 응결을 보였다.

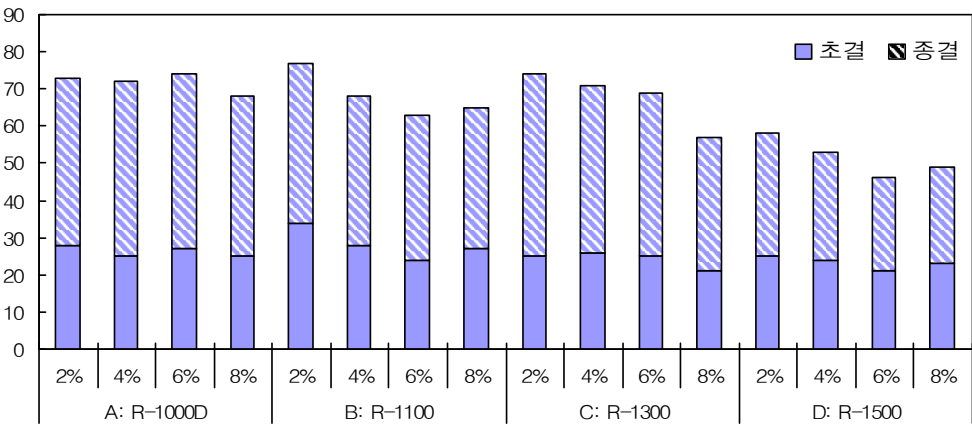


그림 6-16. 안료 종류 및 치환율별 플로 측정 결과

1.3.2 경화 상태 특성

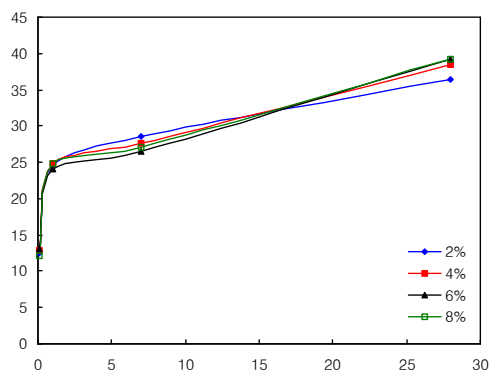
1) 강도 특성

경화 상태의 특성을 파악하기 위하여 압축 및 휨강도를 측정하였다.

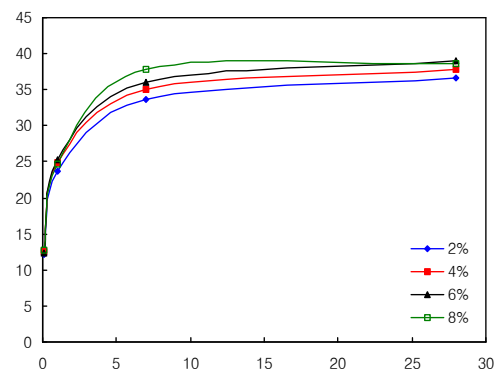
압축강도는 타입 D, 타입 B, 타입 C, 타입 A 순으로 높은 강도를 보였으나 큰 차이는 없었으며 안료 역시 치환율 증가에 따른 특별한 변화는 없었다.

그러나 압축강도가 안료 종류 및 치환율에 따라 유사한 경향을 보인 반면 휨강도는 매우 불규칙한 경향을 보였다. 또 타입 A와 타입 B는 치환율이 증가함에 따라 강도가 감소하는 경향을 보였으나 타입 C와 타입 D는 거의 변화가 없었다.

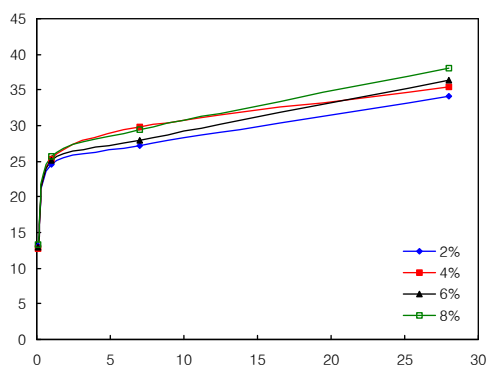
결과적으로 안료 종류와 치환율은 강도에 별 상관이 없는 것으로 나타났다.



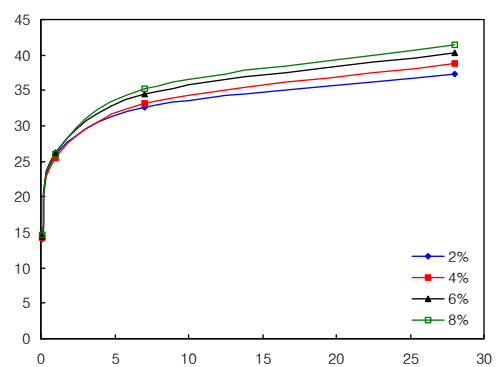
a)타입 A: R-1000D



b)타입 B: R-1100

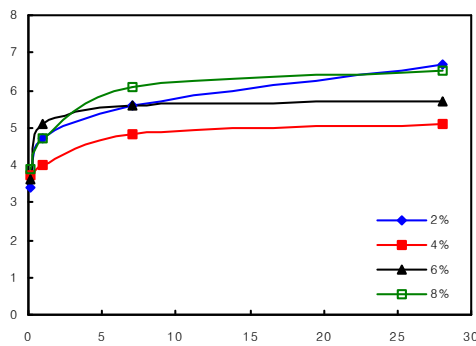


c)타입 C: R-1300

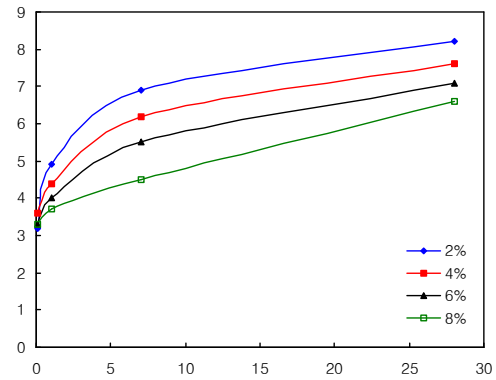


d)타입 D: R-1500

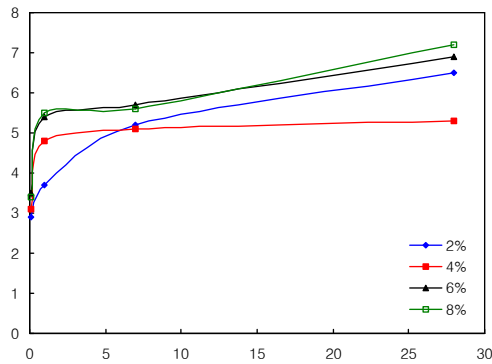
그림 6-17. 안료 종류 및 치환율별 압축강도



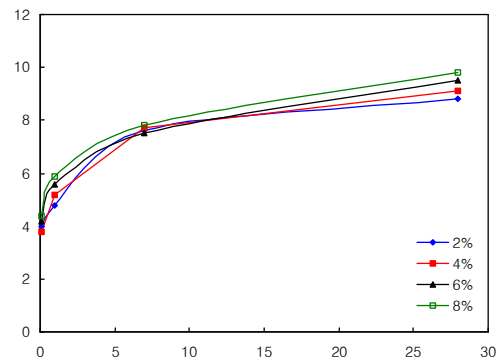
a)타입 A: R-1000D



b)타입 B: R-1100



c)타입 C: R-1300

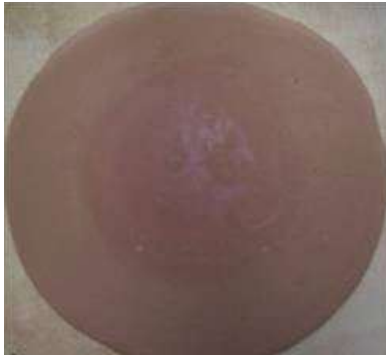


d)타입 D: R-1500

그림 6-18. 안료 종류 및 치환율별 힘강도

2)백색도 관찰

일액형 도로포장체에 적합한 안료의 종류 및 치환율을 결정하기 위해 여러 제품을 반복하여 시험하였지만 그 차이는 매우 미소하였다. 일반적으로 도로포장체의 색상은 주원료의 바탕색(즉, 백색도)에 의하여 영향을 많이 받는 것으로 알려져 왔지만 안료의 색상 및 첨가량에 의해서도 상대적 영향이 클 수 있었다. 특히 안료 종류별로 비교하였을 때 타입 A는 안료를 8%까지 증가하였음에도 오히려 시멘트 색을 더 띄며 색상 발현을 하지 못한 반면 타입 B와 D는 거의 비슷한 색을 띄었고, 타입 C는 B와 D에 비해 흐린 색을 띄었다. 전반적으로 안료의 치환율이 증가함에 따라 색이 더 뚜렷해지고 진해졌으며 4%와 6%가 가장 적합하다고 생각된다. 현장 시공 시 색상 유지를 위한 탑 코팅제를 감안하면 치환율 4% 정도가 적합한 것으로 판단된다.



a)타입 A: R-1000D



b)타입 B: R-1100



c)타입 C: R-1300



d)타입 D: R-1500

그림 6-19. 안료 종류별 색상 발현 상태

1.3.3 결론

시험결과 안료 종류 및 치환율은 전반적으로 유동 특성과 응결시간, 강도 특성 등에 영향을 주지 않았다. 백색도 관찰 결과 안료의 치환율은 4%와 6%가 가장 적합하게 나타났으며 현장 시공 시 탑 코팅제 사용을 감안 4%로 정하였다. 또 안료 종류별 색상은 타입 B와 타입 D가 가장 적합하였으며, 경제성측면과 색상발현 두 가지를 모두 감안하면 타입 B가 적합한 것으로 판단되었다.

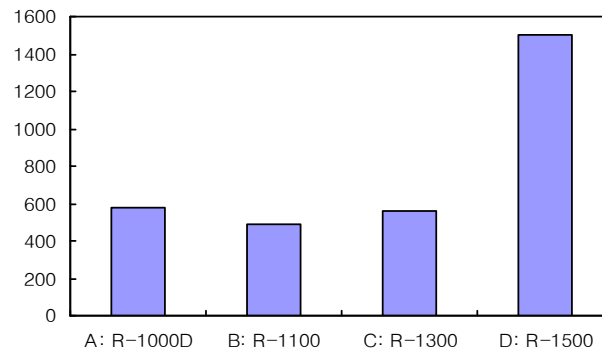


그림 6-20. 안료 종류별 단가 비교

1.4 일액형 반강성 도로포장체 최적화 시험

1.4.1 실험 계획

표 6-7. 일액형 반강성 도로포장체 최적화 실험 계획

배합 및 실험사항		실험 요인 및 수준	
배합사항	W/B(%)	1	40
	슬래그 치환율(%)	1	28
	무기바인더	1	MT3
	유기바인더	1	PAV23(8%)
	안료(적)	1	R-1100(4%)
	양생조건(℃)	1	20
	기타 첨가제	6	유동화제(0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 0.1%, 1.2%)
		3	속경제(0.05%, 0.1%, 0.15%)
		3	지연제(0.01%, 0.03%, 0.05%)
		1	소포제(0.05%)
측정사항	굳지 않은 상태 특성	3	·유동 특성 - 셀프플로 - 유하시간 ·응결시간(초결, 종결)
	경화 상태 특성	4	·강도특성 - 압축강도(N/mm ²) 3시간, 1, 7, 28일 - 휨강도(N/mm ²) 3시간, 1, 7, 28일

			- 부착강도(N/mm ²) 7, 28일 ·길이변화 특성(항온항습, 대기양생)
	내구 특성	2	·내마모 저항성 ·미끄럼 저항성

물·결합재비는 예비 시험 결과에 따라 40%로 결정했으며, 아크릴수지를 분말로 대체하여 사용한 유기바인더는 8%, 색상 발현을 위한 안료의 첨가량은 4%가 적합한 것으로 시험결과 도출되었다. 또한 수재슬래그 미분말은 이액형 반강성 도로포장체에 적용했던 40% 중 유기바인더 고형분과 안료의 첨가량을 고려하여 28% 내외를 치환하였다.

시험체에 대한 양생조건은 실험실 표준조건을 가정한 20℃에서 양생하였다.

측정사항은 폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법의 시험규정인 KS F 2476을 기본으로 하고, 기타 특성 및 내구성에 관련된 추가적인 시험을 실시하였다. 즉, 굳지 않은 상태 특성은 셀프 플로, 유하시간 및 응결시간, 경화 상태 특성으로는 압축강도, 휨강도, 부착강도, 길이변화 특성에 대하여 검토를 실시하였고 내구특성으로는 내마모성 및 미끄럼 저항성에 대한 측정을 실시하였다.

1.4.2 실험 결과

1)유동 특성

플로 시험은 KS F 2476의 시험방법에 따라 실시하였으며, 외부의 타격 없이 셀프 플로를 측정하였고 유하시간은 J-로트를 사용하여 KS F 2432에 따라 시험하였다.

셀프 플로 목표치 270mm 이상을 만족시키기 위하여 도로포장체 시험과 동일하게 유동화제를 0.2~1.2%까지 2%씩 변화시키며 시험하였다. 소포제는 일반적으로 사용되는 0.05%로 고정하였으며 지연제 및 속경제는 세 가지 경우로 변화시키면서 최적의 첨가량을 도출하였다.

표 6-8. 일액형 반강성 도로포장체 배합 사항

항목	W/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)					유동화제 (%)	속경제 (%)	지연제 (%)	소포제 (%)
		물	MT3	Slag	유기바인더	안료				
A	40	446	668	312	89	45	0.2~1.4	0.06	0.06	0.06
B	40	446	668	312	89	45	0.2~1.4	0.11	0.06	0.06
C	40	446	668	312	89	45	0.2~1.4	0.06	0.11	0.06

셀프 플로 측정 결과 전반적으로 유동화제가 0.2% 증가함에 따라 유동성은 평균 4.5~0.5% 정도 균일하게 증가하였다. 유동화제를 1.0% 치환하였을 때 플로 280 이상으로 목표인 270mm를 만족하였으며 1.2%일 때는 플로 300mm $\pm$ 5mm로 충분한 유동성을 확보할 수 있었다. 속경제와 지연제는 유동성에 영향을 미치지 않았으며 이는 앞서 반강성 도로포장체와 도로포장재에서 이미 확인된 바 있기 때문에 생략하였다.

유하시간은 유동성이 좋아짐에 따라 더불어 빨라졌으며 유동화제를 0.2%치환했을 때 비해 1.2%치환했을 때 평균 43% 정도 증가하였다.

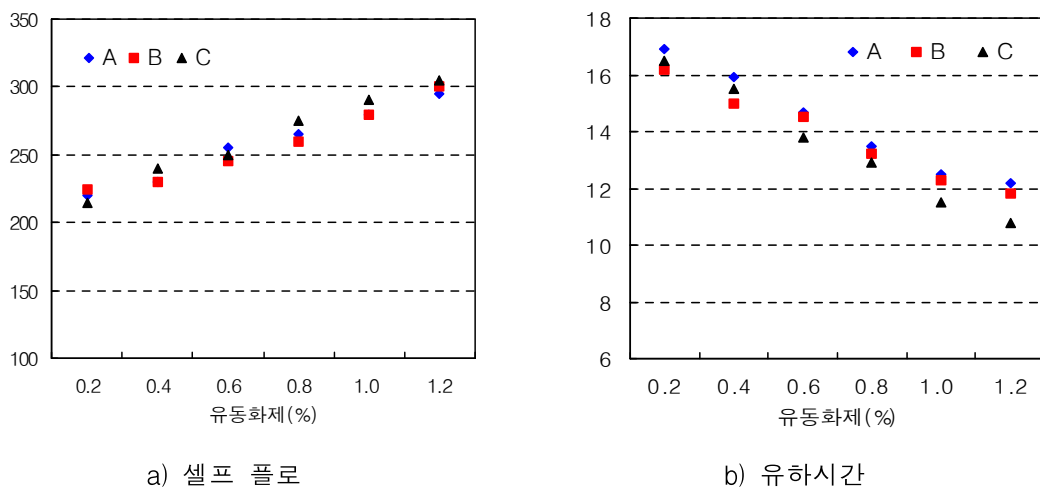


그림 6-21. 유동화제 첨가량에 따른 유동성 측정 결과

(2)응결시간

응결에 영향을 주는 지연제는 0.05~0.15% 범위내에서 0.05%씩 변화하며 시간을 조절하였고 속경제는 지연제에 따라 조절하며 시험하였다.

시험결과 지연제를 0.5% 치환하였을 경우 속경제를 0.01%까지 감소하였음에도 초결이 30분 이상 지속되지 못하였다. 적합한 지연제의 첨가량은 0.01~0.15%이고 적합한 속경제첨가량은 0.03~0.05%으로 나타났다. 목표물성(초결 30분 이상, 종결 60분 이하)을 모두 만족하는 배합은 B-1, C-2, C-3 이었으며 가사시간이 가장 충분한 C-2가 가장 적합한 배합이라고 생각된다. 따라서 지연제 0.15%, 속경제 0.03%가 가장 적합한 첨가량이라고 판단된다. 배합사항을 표 6-9에, 응결시간 측정 결과를 그림 6-22에 나타내었다.

표 6-9. 응결시간 배합사항

항목		W/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)					유동화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
			물	MT3	Slag	유기바인더	안료				
A	1	40	446	668	312	89	45	1.3	0.06	0.01	0.06
	2	40	446	668	312	89	45	1.3	0.06	0.03	0.06
	3	40	446	668	312	89	45	1.3	0.06	0.06	0.06
B	1	40	446	668	312	89	45	1.3	0.01	0.01	0.06
	2	40	446	668	312	89	45	1.3	0.01	0.03	0.06
	3	40	446	668	312	89	45	1.3	0.01	0.06	0.06
C	1	40	446	668	312	89	45	1.3	0.17	0.01	0.06
	2	40	446	668	312	89	45	1.3	0.17	0.03	0.06
	3	40	446	668	312	89	45	1.3	0.17	0.06	0.06

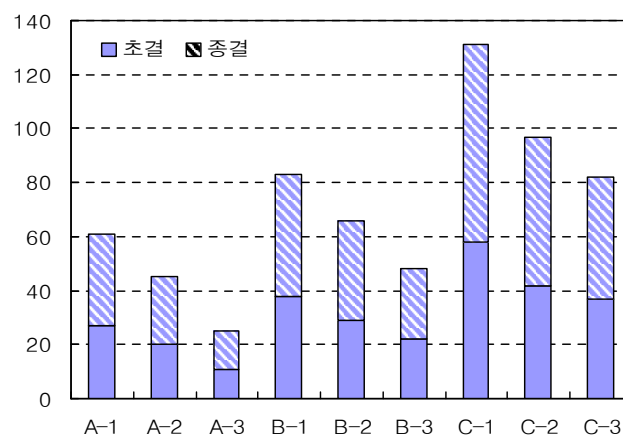


그림 6-22. 혼화제 조절에 따른 응결시간

(3)강도 특성

강도관련 시험배합은 응결시험과 동일한 배합으로 하였으며 압축 및 휨강도는 KS F 2476의 시험방법에 따라 재령 3시간, 1, 7, 28일에 측정하였고 부착강도는 KS F 4716에 따라 재령 7, 28일에 측정하였다.

지연제 첨가량에 따라 A, B, C로 구분하여 비교하였다.

압축강도는 지연제가 증가함에 따라 다소 저하하는 경향을 보였으나 전반적으로 목표로 하는 재령 3시간 10N/mm², 재령 28일 28N/mm²은 모두 만족하였으며 특히 재령 28일에는 40N/mm²에 가까운 높은 강도를 발현했다. 그러나 휨강도는 재령 3시간 3~4N/mm², 재령 28일 9N/mm² 이하로 목표에 매우 못 미치는 결과를 보였다. 이것은 이액형 도로포장체와 비교하여 탄성을 가지고 있는 아크릴수지가 제외됨으로써 제품에 연성이 부족하고 시멘트의 강성만이 남았기 때문인 것으로 생각된다. 부착강도 역시 응결을 만족했던 B-1, C-2, C-3 배합의 경우 거의 유사한 결과를 나타냈으며 재령 7일 평균 0.8N/mm², 28일 평균 1.2N/mm²로 매우 낮은 부착강도를 보였다.

휨강도 및 부착강도 증진을 위한 추가 시험이 필요할 것으로 생각된다.

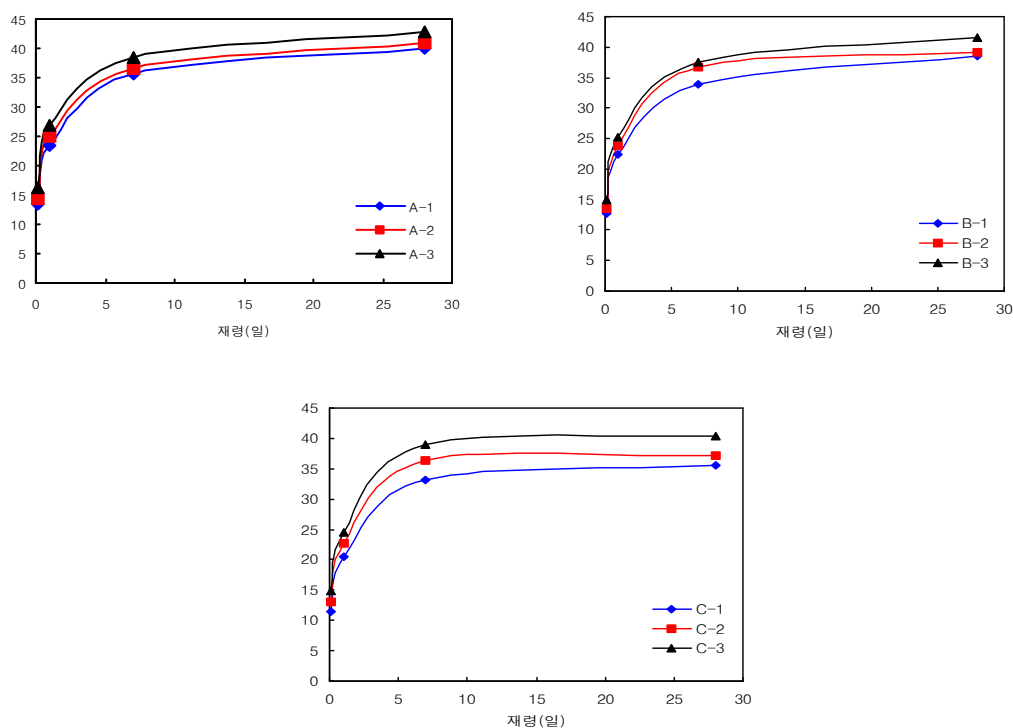


그림 6-23. 압축강도 측정 결과

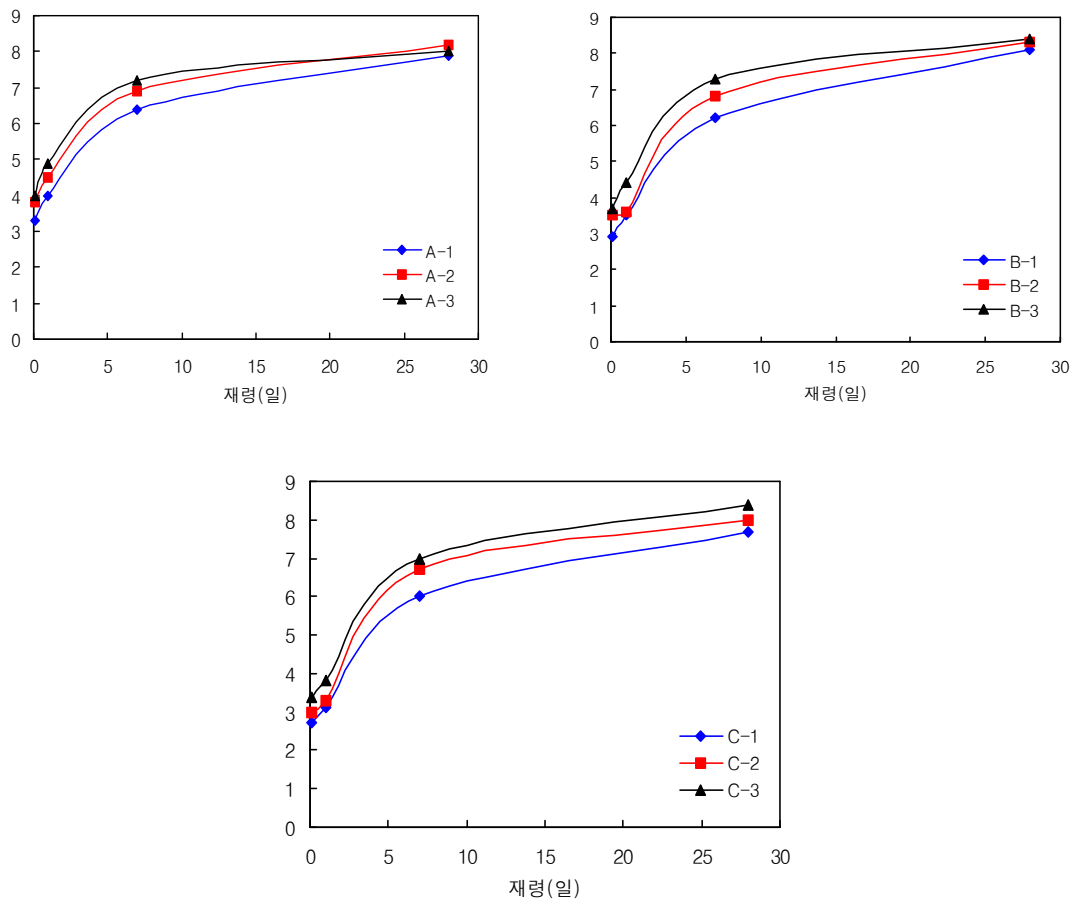


그림 6-24. 휨강도 측정 결과

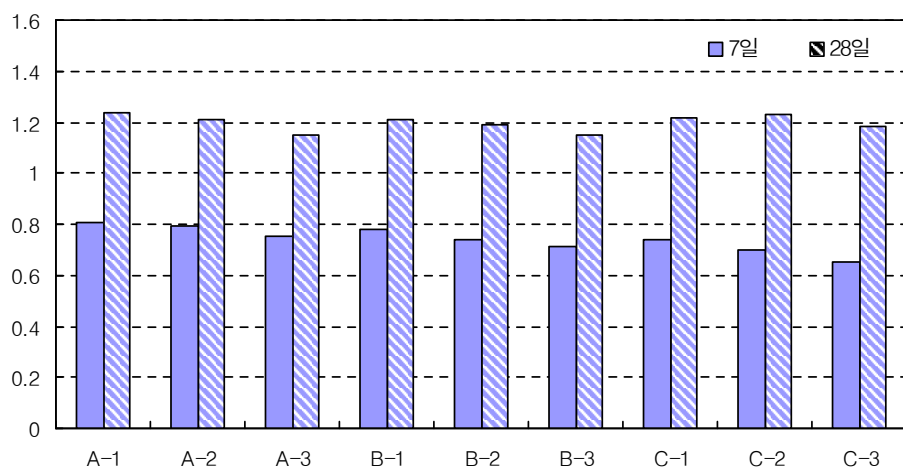


그림 6-25. 부착강도 측정 결과

(4)길이변화율

앞서 시험한 결과를 토대로 작업성 유지능력과 강도를 만족시킨 B-1, C-2, C-3의 배합으로 토대로 시험을 진행하였다. 시험방법은 KS F 2424에 따라 실시하였으며 재령 7, 28일에 길이변화율을 측정하였다. 또한 양생조건에 따른 길이변화율의 특성 파악을 위해 표준양생(온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 90%)과 대기양생으로 나누어 시험하였다.

시험결과는 그림6-26에서 보듯이 양생조건에 따라 확연한 차이를 보였으며 특히 표준양생 하였을 경우 7일까지는 수축이 크게 일어났으나 재령기간이 경과하여 28일이 지났을 때 수축율은 감소하였다. 반면 대기양생 하였을 경우는 표준양생대비 7일까지는 비슷한 경향을 보였으나 재령일이 경과함에 따라 지속적인 수축이 일어나면서 28일에는 급기야 0.14% 이상 수축이 일어났다. 이것은 현장 적용 시 균열 발생 등의 큰 문제로 이어질 수 있어 현장시공을 통한 확인이 반드시 필요함을 느꼈다.

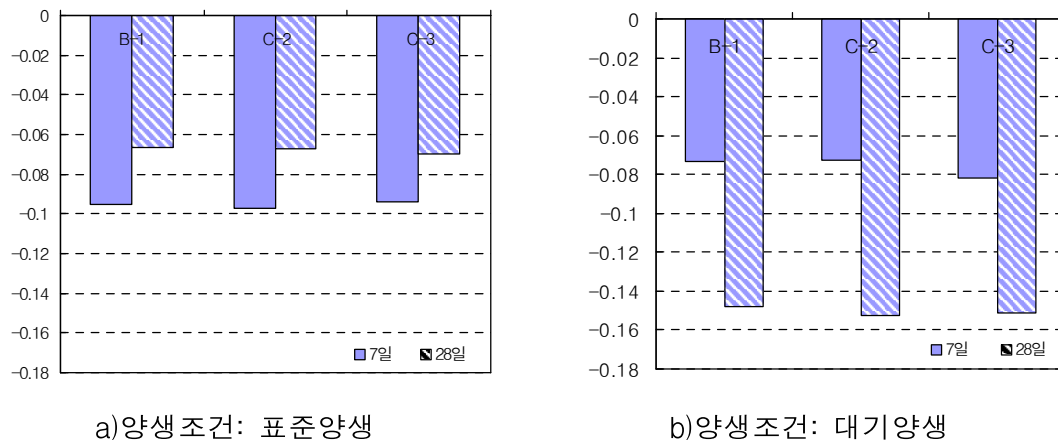


그림 6-26. 길이변화율 측정 결과

(5) 내구 특성

길이변화율 시험과 동일하게 B-1, C-2, C-3 세가지 배합의 미끄럼저항성과 테버식 내마모 시험을 실시하였다.

그림6-27에 나타난 내마모성 측정 결과는 평균 0.065%로 배합별 차이가 거의 없었다. 또한 미끄럼저항성(재령 7, 28일)도 평균 63.5BPN으로 이액형 도로포장체와 비교하여 거의 유사한 값을 나타내었다. 배합별로 보면 C-3 > B-1 > C-2의 순으로 높은 부착력을 보였다.

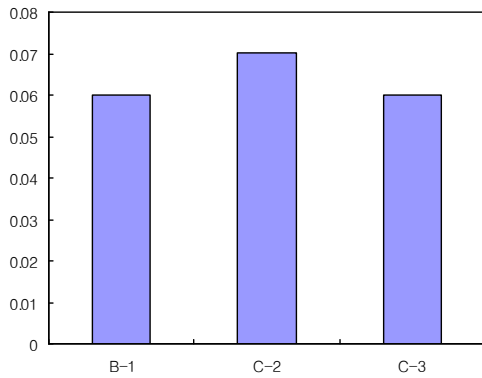


그림 6-27. 내마모성 측정 결과

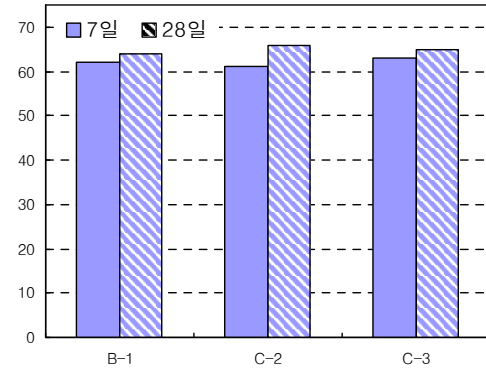


그림 6-28. 미끄럼 저항성 측정 결과

1.4 일액형 반강성 도로포장체 시험 결과

1.4.1 실험계획

배합 및 시험사항		실험방법 및 수준
배합사항	분말시료	100
	액상시료 or 물	40(물)
시험사항	굳지 않은 상태	·유동 특성 (플로/유하시간) ·응결시간 (초결, 중결)
	경화 상태	·강도특성(N/mm ²) - 압축강도 (3시간, 1일, 7일) - 휨강도 (3시간, 1일, 7일) - 부착강도 (표준/온냉반복) ·길이변화율(%)
	내구 특성	·내마모성(mg) ·4대 중금속(%) (납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은)/VOCs 함량(%) ·미끄럼 저항성(BPN) ·염화물 이온 침투저항성(Coulombs) ·윤하중 저항성(mm) ·내약품성 (내산성/내알칼리성/내유성)

1.4.2 실험배합

항목	W/B (%)	단위용적질량(kg/m ³)					유동 화제 (%)	지연제 (%)	속경제 (%)	소포제 (%)
		물	MT3	Slag	유기 바인더	안료				
C-3	40	446	668	312	89	45	1.3	0.17	0.06	0.06

1.4.3 실험결과

1.4.3.1 굳지 않은 상태

구분	유하시간(초)	플로(mm)		응결시간(분)	
굳지 않은 상태	20.7	240	245	초결	30
				종결	39

1.4.3.2 경화 상태

구분	강도특성			개발목표치(비고)
압축강도(N/mm ²)	3시간	16.6		10이상
	1일	22.3		12이상
	7일	30.0		28이상
휨강도(N/mm ²)	3시간	3.7		3이상
	1일	6.0		6이상
	7일	6.4		-
부착강도(N/mm ²)	표준		온냉반복	2.5이상(표준)
	1.3		1.0	
길이변화율(%)	3일	7일	28일	0.15 이하
	0.028	0.045	0.106	

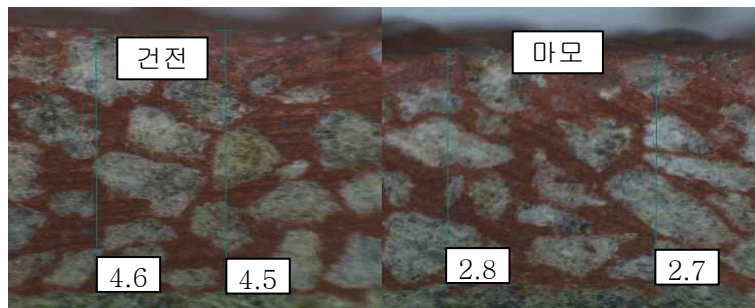
1.4.3.3 내구특성

구분	내구 특성				비고
내마모성(mg)	648				KS F 2813 (추 1,000g, 1,000회전)
미끄럼저항성(BPN)	65.5				KS F 2375
염화물이온침투저항성 (Coulombs)	1634				KS F 2711
윤하중저항성(mm)	모르타르 밀판		규사 첨가		KS F 4937
	0.77		1.79		
내약품성(육안검사)	내산성	내알칼리성	내유성		KS M 6030
	이상없음	이상없음	이상없음		
4대 중금속/VOCs	납	카드뮴	6가 크롬	수은	VOCs 함량
	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음	검출없음

*4대 중금속/VOCs: 한국건설생활환경시험연구원 안전환경팀



a)모르타르 밀 판 사용한 포장재



b)규사를 첨가한 포장재

그림 6-29. 밀 판별 윤하중저항성 측정 후 모습



a)일액형-내알칼리성



b)일액형-내산성



c)일액형-내유성

그림 6-30. 내약품성 측정 후 모습

제 3 절 기업화 추진방안

1. 개발기술의 마케팅 전략 수립

폐사의 개발제품관련 마케팅계획은 어느 정도 골격을 갖추고 있는 상태이며, 향후 세부적인 보완과정을 거쳐 2011년 중반까지 시스템 구축을 완료할 계획이고, 2011년 하반기부터는 본격적인 양산에 들어갈 계획이다. 또한 국내외 수요업체에 대한 Presentation과 각종 언론을 통한 홍보전략 등을 통한 마케팅이 성공적으로 이루어지면 개발계획의 사업화에는 무리가 없을 것으로 판단된다. 다만 초기시장개척과 동시에 지속적인 시장점유율 확대를 위해 보다 철저한 기획과 관리를 병행할 것이며 특히 폐사 경영진과 기술진의 그간 개발경험과 능력을 십분 발휘하여 폐사 개발계획부터 전체적 피드백분야까지 포함된 개발기술의 적정성을 갖추는데 노력할 것이다.

2. 개발기술의 기업화

2.1. 생산 및 판매계획

2.1.1 생산계획

폐사는 2009년 현재 약 10억원을 투자하여 관련 공장 설비투자를 완료한 바 있고 2011년 중반기까지 최종 기술의 보완을 마치고 공인인증기관의 평가를 받으면 2011년 하반기부터는 본격적인 생산 및 시공이 가능할 것으로 전망하고 있다. 특히 녹색성장을 지향하는 정부정책과 자전거도로사업의 활성화와 맞물려 국내 및 국외 시장활성화를 통한 전반적 마케팅 활동(카탈로그 제작, 수요업체방문 홍보 등 마케팅 관리)을 병행하는 등, 이에 대한 세부적인 계획을 마련할 것이다. 폐사 제품의 특성상 연구개발 및 생산절차의 수많은 시행착오 과정과 적정 생산조건의 확보가 매우 중요한 요소이며, 이러한 최적점이 마련되는 경우 그 이후의 생산계획은 순조롭게 진행될 것으로 보인다.

2.1.2 원부자재 조달계획

개발제품을 생산하기 위한 원부자재는 무기질 재료 및 유기계 소재, 그리고 특수첨가제 등으로 그 조달 기간이 오래 걸리거나 해외에서 특별히 수입하여야 할 재료는 없다. 또한 그 생산기간도 짧아 재고보유의 부담도 크게 없을 것으로 판단하고 있다. 따라서 폐사는 원부자재의 조달에 크게 어려움을 겪지는 않을 것으로 판단하여 특별한 계획을 세우지 않고 있으며, 매출 실현대비 이익이 단기적이라 원부자재 조달 역시 단기적으로 조달할 계획이다.

2.1.3 판매계획

현재 국외 시장으로서 일본 지역에는 다찌바나 메터리얼 주식회사에 판매를 하여 최종 수요자가 카지마 건설에 공급하는 영업 라인과 야자끼 코퍼레이션에 수출하여 일본 타업체(시공사)에 판매/공급하는 공급 라인을 통하여 판매할 계획이며, 국내에서는 주로 정부정책 주도하에 4대강 유역 자전거 도로(중앙정부 주관) 및 전국일주 자전거 네트워크(지자체 주관) 등의 관급을 겨냥한 직통 공급라인 형성과 기타 각 지역의 전문시공업체를 연계한 판매 시스템을 구축, 판매처에 대한 범위를 증대 예정이다. 또한 현시스템 외에 환경변화에 따른 제반 사항의 대처방안도 고려하여 리스크를 최대한 줄일 계획이다. 제품판매시점은 개발이 완료됨과 동시판매가 가능할 것으로 판단되며 특히 일본수출 또한 가시화될 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 볼 때 폐사의 사업계획은 다소 긍정적으로 작성될 수 있으며, 폐사의 사업계획은 보수적인 관점에서 계속 보완해 나갈 것이다.

표 6-9-1. 경쟁제품의 가격 비교

	1ton 가격	1ton 포설 면적(m ²)	m ² 당 시공비	m ² 당 단가
(기존)로하스콘	230,000	8.6	2,851	31,067
(개발)로하스콘	198,000			26,717
칼라아스콘	230,000	8.6	2,665	29,409

2.2 인력운용계획

현재 폐사는 8명의 인력으로 운영되고 있으며, 신청기술의 매출이 본격화되면 점진적으로 인력을 증원하여야 하는 상황이다. 폐사 업종 특성상 개발 및 생산인원은 크게 변동될 필요성은 없으나 제품개발과 동시에 양산단계에 이르면 마케팅과 기획 관리의 중요성이 커지므로 관리직과 영업직 인원을 증원할 필요가 있다. 따라서 이러한 부분들을 감안하여 폐사에서는 마케팅 전문요원의 인력충원과 자회사(협력사) 마케팅 전문요원 양성에 대한 세밀한 계획을 검토 중에 있다.

2.3 기업화를 위한 자금조달

폐사는 2006년부터 기존의 연구개발 실적(2008년 1월 특허등록)을 바탕으로 신청기술 개발에 대한 전체적인 컨셉을 이미 확보하여 진행하여 왔고, 특히 녹색뉴딜정책의 일환으로 추진되고 있는 자전거도로 포장용 제품 적용에 대한 본격적인 사업화를 위한 핵심 개발의 큰 골격은 이미 갖추어져 있다 할 수 있다. 여기에 약 2년 정도 신청기술의 세부적인 추가개발(산업부산물 활용 및 제품원가 절감)를 더해 현재는 적용상 큰 무리가 없어 보인다. 향후 시제품 보완(염해저항성 증진) 및 마케팅을 통해 자전거 일주도로 및 네트워크에 대한 정부정책에의 반영, 각 지자체의 정책 및 특징 반영 등 주고객 및 거래선 확보를 위한 특별한 마케팅을 추진할 것이다. 또한 현재까지는 축적된 기술 및 인프라를 기반으로 인하여 많은 자금이 소요되지 아니하였으나 2011년부터 사업화 기반조성을 위한 자전거도로의 제반 여건(침수지역에의 기충보완 등, 시공설비 자동화 등) 등에 대해 보다 구체적인 청사진을 만들어야 함을 감안할 때 (즉, 시스템적으로 접근할 때) 추가 시스템 및 기술개발을 위해 상당 부분의 자금이 소요될 것으로 판단하며 이에 대한 폐사의 자금운용 계획은 다음 표 6-10과 같다.

표 6-10. 자금운용 및 생산계획

구 분	사업화 계획 (년도)		
	(2011)년 (개발종료 당해년)	(2012)년 (개발종료 후 1년)	(2013)년 (개발종료 후 2년)
사업화 품목	* 시인성 포장 ; 자전거 도로포장 어린이보호구역, 실버존 공원산책로,미끄럼방지구간 * 칼라바닥재 ; 주유소, 고원식 횡단보도 *일반도로 보수재 ; 교면포장재, 콜드조인트, 포트홀	* 시인성 포장의 확대 -고속도로 진출입로 -교량표면 보수재 -주차장(유도선+주차공간) * 수출지역 기후& 문화를 고려한 제품개발 판매 (해외 전시회 홍보)	* 기계 장비의 대형화 * 유무기 복합소재의 산업별 영역 다각화. * Precast제품 생산체제 구축 및 판매 * 해외시장 현지 판매망 구축
투자계획(억원)	8	38	95
판매 계획 (억원)	내수	20	80
	수출	0	20
	계	20	100
수입대체효과(억원)	10	50	150
고용 창출(명)	2	2	4

3. 개발기술의 국내외 판매망 구축방안

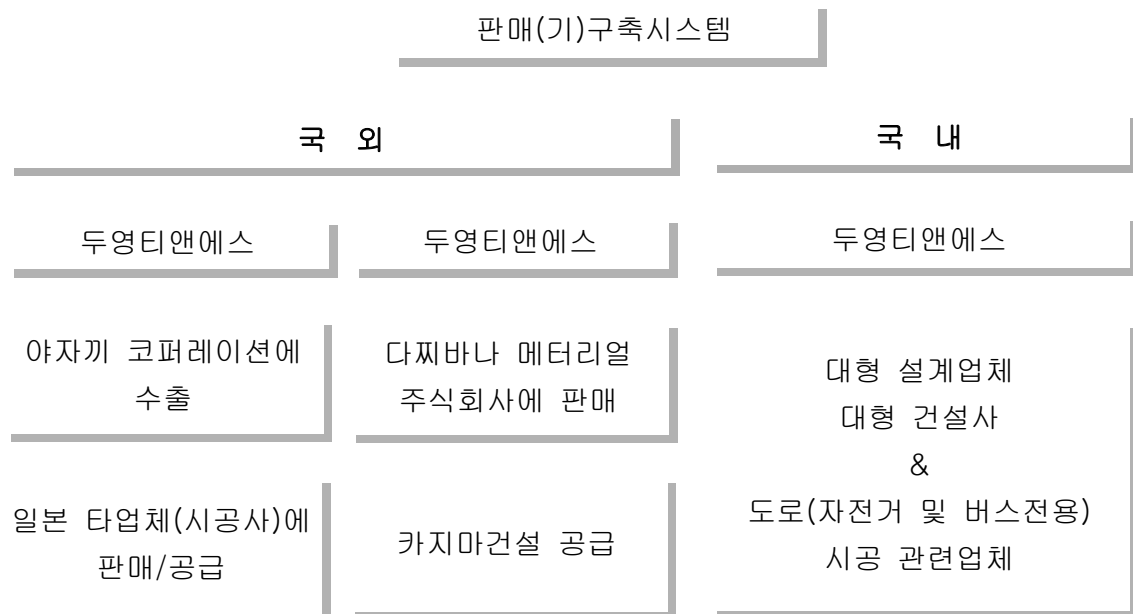


그림 6-31. 판매(기)구축시스템

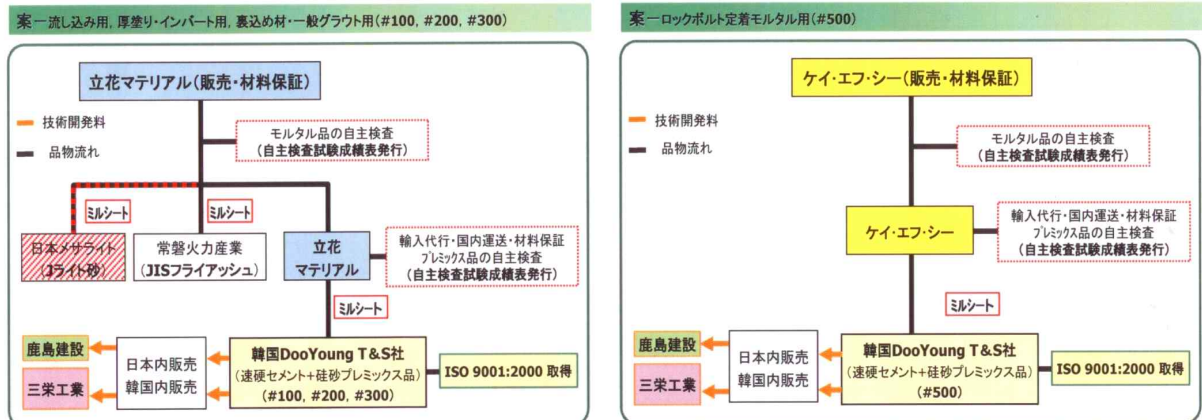


그림 6-32. 해외(일본) 판매시스템

페사는 국내의 경우 공법협의회를 구성하여 구성원 판매체제를 구축할 계획을 가지고 있으며 해외의 경우 일본을 목표시장으로 다찌바나 메터리얼 주식회사와 야자끼 코퍼레이션을 통하여 각각 카지마 건설업체와 일본의 여타업체(시공사)에 판매/공급하는 공급 라인(supply-chain)을 갖추고 도로 시공관련업체에 직영 공급라인을 형성하는 판매 구축 시스템을 현재 구상하고 있다. 국내외 공히 현 시스템 외에 환경변화에 따른 추가적 대책도 고려하여 진행 예정이다.

제 6 장 참고문헌

- 이소희, "Industry Report -시멘트 산업-", 한국신용평가정보, 2008.08.11.
- "2007년 신기술아이디어 사업화타당성 평가사업 최종보고서", 기술보증기금, 2007.11.29.
- 조현희, "Industry Report -국내건설 산업-", 한국신용평가정보, 2008.7.3.
- 한국양회공업협회, 파이낸셜뉴스, 2006.4.2
- "건설기술개발 5개년 계획 수립을 위한 연구 제2차", 건설교통부, 한국건설기술평가원 공편, 2006.4.2
- 조현희, "Industry Report -전문 및 특수건설-", 한국신용평가정보, 2008.1.25
- "2008 도로교통 및 터널현황", 국토해양부, 2008.8.28
- 통계청의 산업총조사 통계자료(www.kosis.kr)
- Clear, k. c. and Chollar, B. H., "Styrene-Butadiene Latex Modifeiers for Bridge Deck Overlay Concrete, Department of Transfortation", Federal Highways Administration, Office of Research and Development, April, 1978
- Khulman, L. A. and Foor, N., "Chloride Permeability versus Air Content of latex Modified Concrete", Cement, Concrete and Aggregates, Summer, ASTM, 1984
- Khulman, L.A., "performance of latex -Modified Concete Overlays", ACI Pubulication SP-69 : Application of Polymer Concrete, 1981, pp.205~218
- Khulman, L. A., "Experiments to Evaluate Factors Effecting the permeability of Portland Cement Mortar and Concret Modified with Styrene-Butadiene Latex", Presented at the Reseach session, ACI Annual Meeting, Toronto, Canada, 1990
- 윤경구, 이주형, 홍창우, 김기현, 김태경, "콘크리트 교면 덧씌우기를 위한 SB라텍스 개질 콘크리트의 현장 적용성 평가", 한국도로학회 논문집 제3권 4호, 2001, pp. 93~103
- 윤경구, 정원경, 최상룡, 김동호, 이봉학, "초속경시멘트를 이용한 라텍스개질 콘크리트의 내구특성", 한국도로학회 논문집 제4권 2호, 2202, pp.1~8.
- Ohama, Y., "Polymer-based materials for repair and improved durability: japanese experience", Construction and Building Materials, Vol. 1, pp. 77-82, 1996
- Ohama Y., Demura,K.and Miyake, M., "Diffusion of chloride ions in polymer-modified mortars and concretes", semento-Gijyutsu-nempo, No.40, pp.87-90, 1986(in Japanese).

- Ohama Y. and Demura, k., "Carbonation resistance of polymer-modified mortars", Transactions of Japan Concrete Institute, Vol.9, pp.195-202, 1987
- Ohama, Y., Demura, K., Kobayashi, k., sato, Y. and Morikawa, M., "pore size distribution and oxygen diffusion resistance of polymer-modified mortars", Cement and Concrete Research, Vol.21, pp.309-315, 1991.
- Ohama, Y., Morieaki, T. and Shiroishida, K., "Weatherability of polymer-modified mortars through ten-year outdoor exposure", Proceedings of the 4th International Congress on Polymers in concrete(ed. h. Schulz), Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, Germany, pp.67-71, 1984
- Ohama, Y., "Properties of new barrier penetrants", Bousui Journal, Vol.17, No.10, pp.32-38, 1986(in Japanese).
- Ohama, Y., Demura, K. and Katuhata, T., "Investigation of microcracks self-repair function of polymer-modified mortars using epoxy resins without hardeners", Proceedings of the 10th international Congress on Polymers in Concrete(CD-Rom), The University of Texas at Austin, Austin, USA, 2001.
- Katsuhata, T., Ohama, Y. and Tatematsu, H., "Properties of Polymer-modified mortars using nitrite-type hydrocalumite", Proceedings of the Japan Concrete Institute, Vol.24, No.1, pp.1713-1718, 2002(in Japanese)
- 조정기, 전진환, 야자끼 히데끼, 카사이 히로시, 와미 히로끼, 석탄회 조분을 유효이 용한 보수모르타르의 개발"한국콘크리트학회 논문집 제15권1호 2003년 5월 pp. 1017-1022
- 조정기, 전진환, 카사이 히로시, 야자끼 히데끼, "초속경시멘트를 이용한 보수모 르타르의 현장적용성 검토"한국콘크리트학회 논문집 제16권2호 2004년 11월 pp. 309-312
- Allen, R. T. L, Edward, S. C, Shaw, J. D. N, The Repair of Concrete Structures, 2nded Blackie A&P, 1993
- Anne Beeldens, Influence of Polymer Modification on the Behaviour of Concrete under Severe Conditions, Journal of Structural Concrete, Vol.4, No.3, 2003, pp.155-162
- Pareek, S.N., Ohama, Y., and Demura, K., "Adhesion of Bonded Mortars to Polymer-Cement Paste Coated Mortar Substrates", Proceedings of International Conference on Interfaces in Cementitious Composites, E&FN Spon, 1992, pp.89~98.
- 김지만, 민홍준, 공민호, 양동일, 고해징, 정상진 "고강도 혼화재 및 마이크로시멘 트를 사용한 초고강도콘크리트의 강도발현특성" 대한건축학회 학술발표대회논문집 제26권 제1호 2006. 10. 26~27
- 쌍용양회공업(주) 김성운, 김영진 "초속경 마이크로시멘트 주입재 및 이를 함유한

초속경성 마이크로시멘트” 특허등록번호 10-1018306

- 김재용, 염수경, 유동우, 최현국 “숯크리트용 고분말도 슬래그 시멘트의 특성” (주) 성신양회 기술연구소 2010. 9. 13
- 김진춘, 천병식 외 9명 “지반보강용 마이크로시멘트 및 실리카졸의 실용화 연구” 국토해양부 연구보고서 쌍용양회공업 1997-10

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.