

# 산업부산물을 이용한 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 기초적 특성

## The Fundamental Properties of Organic-Inorganic Hybrid Packaging Materials for Bike Paths using Industrial By-products

(Received September 19, 2011 / Revised October 7, 2011/ Accepted October 18, 2011)

오동욱<sup>1)\*</sup> 이건철<sup>1)</sup> 김영근<sup>1)</sup> 조정기<sup>2)</sup> 김나영<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국건설생활환경시험연구원, 방수방식팀, <sup>2)</sup>(주)두영 T&S

Dong-Uk Oh<sup>1)</sup> Gun-Cheol Lee<sup>1)</sup> Young-Geun Kim<sup>1)</sup> Chung-Ki Cho<sup>2)</sup> Na-Young Kim<sup>2)</sup>

Korea Conformity Laboratories, Seoul, 137-707, Korea<sup>1)</sup>

DooYoung T&S Corporation, Eumseong-Kun, 369-901, Korea<sup>2)</sup>

### Abstract

In this study, in order to develop organic-inorganic hybrid packaging materials(PM) of bike paths using blast furnace slag(BS) as industrial by-products, fundamental properties of organic-inorganic hybrid packaging materials were performed. Test result, the increase of Acryl emulsion polymer(AEP)/binder(B) ratios tends to delay the setting time, to increase the table flow, to decrease the strength by material segregation and to increase the length change. The optimal mix proportion of AEP decides on 40%(AEP/B) due to workability and high strength. The increase of BS replacement ratios also tends to delay the setting time, to separate AEP from B and to decrease the strength by material segregation. When BS replacement ratios were lower than 40%, they are satisfied with goal properties.

**키워드** : 산업부산물, 속경성 시멘트, 자전거 도로 포장재

**Keywords** : Industrial By-products, Rapid hardening cement, Packaging materials of bike paths

### 1. 서 론

현재 우리나라의 자전거 도로는 정부의 환경친화적 경제 성장의 기본 정책인 저탄소 녹색성장과 관련하여 녹색교통 수단 활성화 방안으로, 전국적으로 자전거도로망의 구축이 급속히 증가하고 있다. 한편, 자전거 도로와 관련된 연구는 도로 계획, 설계 기법, 유형 분석, 노선 평가 등 자전거 도로의 계획적인 부분에 중심으로 이루어지고 있으며, 자전거 도로의 재료에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없다.

일반적으로 자전거 도로의 소재는 주위 환경 및 사용조건에 따라 선택되며, 유기계와 무기계로 구분된다. 최근 많이 사용되고 있는 유기계는 색상구현이 비교적 자유롭

고 부착력이 높은 장점이 있어 자전거 도로, 공원, 인도 등에 많이 사용되고 있으나 용제휘발의 환경문제, 긴 작업 시간, 노후시 표면재처리 및 재사용 불가 등의 문제점이 있고, 무기계 소재는 수명이 짧고 변색되기 쉬우며, 요즘 사용빈도가 높은 탄성포장재는 바닥면의 탈락 및 탄성으로 인한 마찰 감소로 자전거 주행이 어려운 단점이 있다. 또한 자전거 도로는 해안을 위주로 형성되므로 염해 저항성에 대해 대책이 필요하다.

따라서, 자전거 도로는 여러 가지 요인으로 인한 표면 노후화 및 파손을 새롭게 포장하거나 부분 보수가 가능하며, 자전거 및 사람의 통행이 지속적으로 이루어지고 있어 보수시간 및 건설장비의 소음을 최소화하며, 해안을 위주로 형성되므로 염해 저항성을 충족시키는 포장재가 요구되고 있다.

본 연구에서는 이러한 연구 배경을 바탕으로 유무기 복

\* Corresponding author

E-mail: duoh@kcl.re.kr

합의 자전거 도로 포장재의 기초적 특성에 대해 검토하고자 하며, 아울러 사용재료로서 산업부산물을 일부 치환 사용한 재료의 특성을 검토하였는데, 속경성 바인더, 고로슬래그 미분말, 아크릴 수지 등을 이용하여 목표 성능을 만족하기 위한 자전거 도로 포장재의 배합에 대하여 검토하였다.

## 2. 유무기 복합 자전거 도로 포장재 개발의 개념

본 연구에서는 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 개발을 목적으로 열에 취약하고 환경에 유해한 기존 유기용제의 대체제로 많이 사용되는 아크릴산에스테르와 아크릴산의 유화중합 접착재인 Acryl Emulsion Polymer(AEP), 주행 안전성 및 마찰력의 적절한 취성을 위한 무기질 바인더, 염해 저항성이 좋은 고로슬래그 미분말을 사용하였다.

고로슬래그 미분말 사용은 산업부산물을 재활용하여 자원순환형 사회기반을 구축하려는 정부정책의 대응과 염해 저항성이 우수하여 해안을 중심으로 설치되는 자전거 도로의 내구성을 향상시킬 것으로 예상된다. 또한, 고로슬래그의 치환 사용은 고가의 속경성 시멘트의 사용을 줄일 수 있어 보다 경제적이 될 수 있다.

한편, 노후화 및 파손된 자전거 도로는 부분적인 보수가 불가능하고, 현장타설시 긴 양생시간으로 교통에 지장을 주는 문제점들이 있으며, 이러한 문제의 대안으로써 속경성 시멘트를 사용할 경우 부분 보수 및 단시간 내에 소요성능을 확보할 수 있기 때문에 자전거 및 사람의 통행을 지속적으로 이루어지게 할 수 있다.

본 연구의 구체적인 목표 물성은 Table 1과 같다. 한편, 현재 자전거 도로 관련 KS 기준이 마련되어 있지 않아 목표 물성의 설정은 관련 업체의 자체 기준을 참고하여 설정하였다.

Table 1 Goal of Physical properties

Factors		Unit	Goal	Standard
Table flow		mm	≥ 270	KS F 2476
Setting time	initial	min	≥ 30	KS F 2476
	final		60 ≥	KS F 2476
Length change		%	0.15 ≥	KS F 2424
3h	Bending	N/mm <sup>2</sup>	≥ 3	KS F 2476
	Compressive		≥ 10	
1day	Bending	N/mm <sup>2</sup>	≥ 6	
	Compressive		≥ 12	
7day	Compressive	N/mm <sup>2</sup>	≥ 28	
	Bond		≥ 2.5	

Table 2 Design of experiment

Factors		Variables
Mixture factor	Cement	Rapid hardening cement
	Curing condition (°C)	20(Standard)
	AEP/B(%) [Series I]	40, 45, 50, 55
	Replacement ratios of BS (BS/C : %) [Series II]	0, 10, 20, 30, 40, 50
Test item	Fresh Test	- Table flow - Setting time
	Hardened Test	- Compressive strength - Bending strength - Bond strength - Length change

[Notes] BS:Blast furnace slag, C:RC+MC+A  
RC:Rapid hardening cement, MC:Micro cement,  
A:Anhydrite, AEP:Acryl emulsion polymer

Table 3 Mix proportion

Symbol	AEP/B (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )						AD/B (%)	
		AEP	B						
			RC	MC	A	S	BS		
I	40%	40	530	403	456	201	353	-	-
	45%	45	560	378	428	189	332	-	-
	50%	50	586	357	403	178	313	-	-
	55%	55	610	337	382	169	296	-	-
II	BS 0	40	529	406	377	208	330	0	2
	BS 10	40	529	352	327	180	330	132	2
	BS 20	40	529	298	276	153	331	264	2
	BS 30	40	529	244	226	125	331	397	2
	BS 40	40	529	190	176	97	331	529	2
	BS 50	40	529	136	126	70	331	662	2

[Notes] AEP/B:Acryl emulsion polymer binder ratio,  
AEP:Acryl Emulsion Polymer, B:Binder  
RC:Rapid hardening cement, MC:Micro cement,  
A:Anhydrite, S:Fine aggregate  
BS:Blast furnace slag, AD:Admixtures

## 3. 실험개요

### 3.1 실험계획

Table 2 및 3은 본 연구의 시험계획 및 배합사항을 나타낸 것이다. 유무기 복합 자전거 도로 포장재 개발을 위하여 속경성 무기계 바인더와 아크릴 수지의 최적 배합을 검토하기 위하여 바인더에 대한 아크릴 수지의 비율 (AEP/B)을 40~55% 로 하였으며, 아크릴 수지를 5%씩 증가시켜 적용한 것을 기본 배합으로 하였다. 다음 고로슬래그 미분말의 최적 치환량을 고려하기 위해 기본배합의 4 수준 중 성능이 우수한 배합을 대상으로 무기계 바인더의 질량비에 대한 고로슬래그 미분말을 0~50% 범위 내에서 10 %씩 추가하였고, 목표물성을 만족하기 위한 기능성 혼화제는 2% 내외로 첨가하여 각 물성에 대해 검토하였다. 시험체에 대한 양생조건은 20℃로 실험계획 하였다. 측정사항으로 굳지않은 모르타르 특성은 테이블 플로, 응결시간을 측정하였으며, 경화 모르타르 특성으로 압축강도, 휨강도, 부착강도 및 길이변화의 특성에 대하여 검토하였다.

### 3.2 사용재료

본 실험에서 사용한 무기계 바인더는 국내 A사의 속경성 타입의 제품을 사용하였으며, 그 성분의 속경성 및 마이크로 시멘트와 무수석고의 화학적 성분은 Table 4와 같다. 고로슬래그 미분말은 KS F 2563(콘크리트용 고로슬래그 미분말) 3종을 만족하는 제품으로 그 특성은 Table 5와 같다. 유기계 수지는 B사의 제품인 아크릴 수지로 그 물리적 성질은 Table 6과 같다. 또한, 혼화제로서 고성능 감수제는 나프탈렌계 축합물을 주성분으로 하는 분말을, 지연제는 일반적으로 시멘트와 석고계 분체 등의 지연제로 사용되는 백색 분말 형태의 주석산(Tartaric acid)을, 소포제는 백색의 탄화수소 폴리글리콜계 분말을 사용하였고, 경화속경제는 탄산 리튬 분말을 사용하였다.

Table 4 Properties of Binder

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
RC	27.1	2.6	41.5	2.1	16.7	1.3	4.7	5 258	2.80
MC	11.0	1.3	51.0	4.8	1.9	-	29.0	8 070	2.93
A	-	2.1	40.5	-	56.8	-	0.8	4 530	2.93

[Notes] RC:Rapid hardening cement, MC:Micro cement, A:Anhydrite

Table 5 Properties of BS

	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Activity index			MgO	SO <sub>3</sub>	Cl-
			7day	28day	91day			
KS	4 000 ~ 6 000	≥ 2.80	≥ 55	≥ 75	≥ 95	10.0≥	4.0≥	0.02≥
BS	4 306	2.90	70	103	117	5.61	1.00	0.007

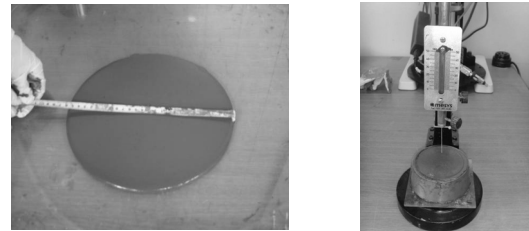
[Notes] KS:KS standard  
BS:Blast furnace slag

Table 6 Physical properties of AEP

Solid content (%)	Viscosity (CPS)	pH
27.5	10	8.4

[Notes] Solid content:dryer(135±3℃, 40min)  
Viscosity:RVT #1 10 rpm(at 25℃)  
pH:pH meter

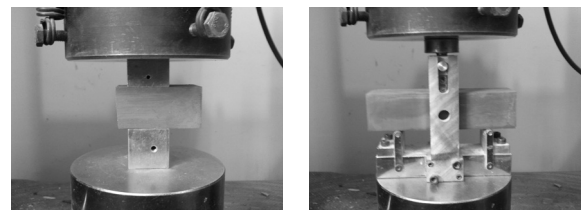
### 3.3 실험방법



a) Flow test

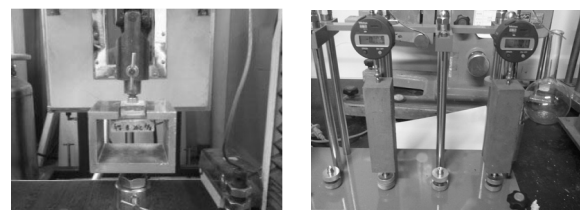
b) Setting time

Fig. 1 Fresh state Test



a) Compressive strength

b) Bending strength



c) Bond strength

d) length change

Fig. 2 Hardened state Test

굳지않은 모르타르의 플로시험 및 응결시험은 KS F 2476 및 KS L 5207 시험방법에 따라 실시하였는데, 플로 시험은 테이블 플로의 무타격 조건으로 측정하였다. 압축 및 휨강도는 KS F 2476, 부착강도는 KS F 4716, 길이변화는 KS F 2424에 따라 측정 하였다. Fig. 3은 굳지않은 상태의 측정 모습을, Fig. 4는 압축, 휨 및 부착강도와 길이 변화 시험 모습을 나타낸 것이다.

## 4. 실험결과 및 분석

### 4.1 아크릴 수지의 최적 배합 검토

#### 4.1.1 굳지않은 상태의 특성

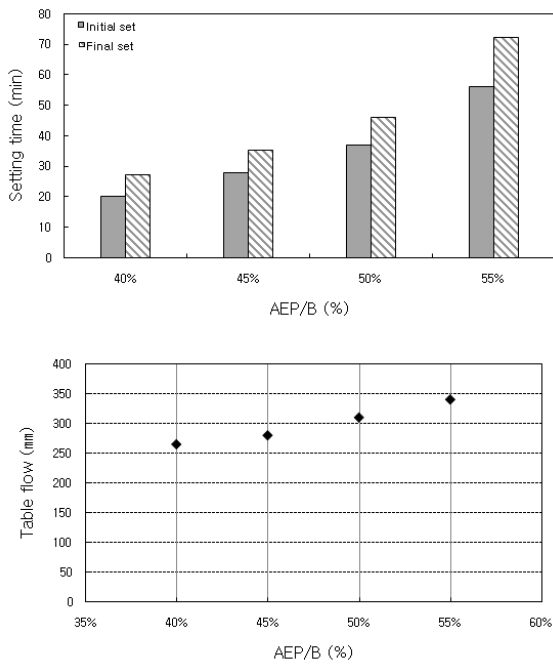


Fig. 3 Setting time and Table flow for AEP mix

Fig. 3은 기본배합에서 아크릴 수지의 배합비에 따른 응결시간과 유동성 결과를 나타낸 것이다.

응결시간은 바인더 대비 아크릴 수지의 비율이 증가할 수록 응결시간은 지연되는 경향을 나타내었다. 아크릴 수지가 40%일 때 초결 20분, 55%일 때 초결 56분으로 40% 일 때에 비해 약 3배 정도 시간이 지연되었고, 종결은 대부분 60분 이내로 나타나 현장조건에 따라 달라지는 응결 시간은 혼화제로 조절이 가능하리라 판단된다.

플로시험은 아크릴 수지의 비율이 증가할수록 유동성이

증가되는 경향이 나타났다. 도로 포장재에 사용하는 아크릴 수지는 고점성을 가지고 있어 유동성에 영향을 미칠 것으로 우려했으나, 입도가 작은 규사를 C:S = 3:1 비율로 첨가함으로써 점성이 좋음에도 유동성이 떨어지지 않는 효과를 얻을 수 있었다. 목표 물성은 유동화제량을 조절함으로써 쉽게 목표인 플로 270mm을 확보할 수 있었다.

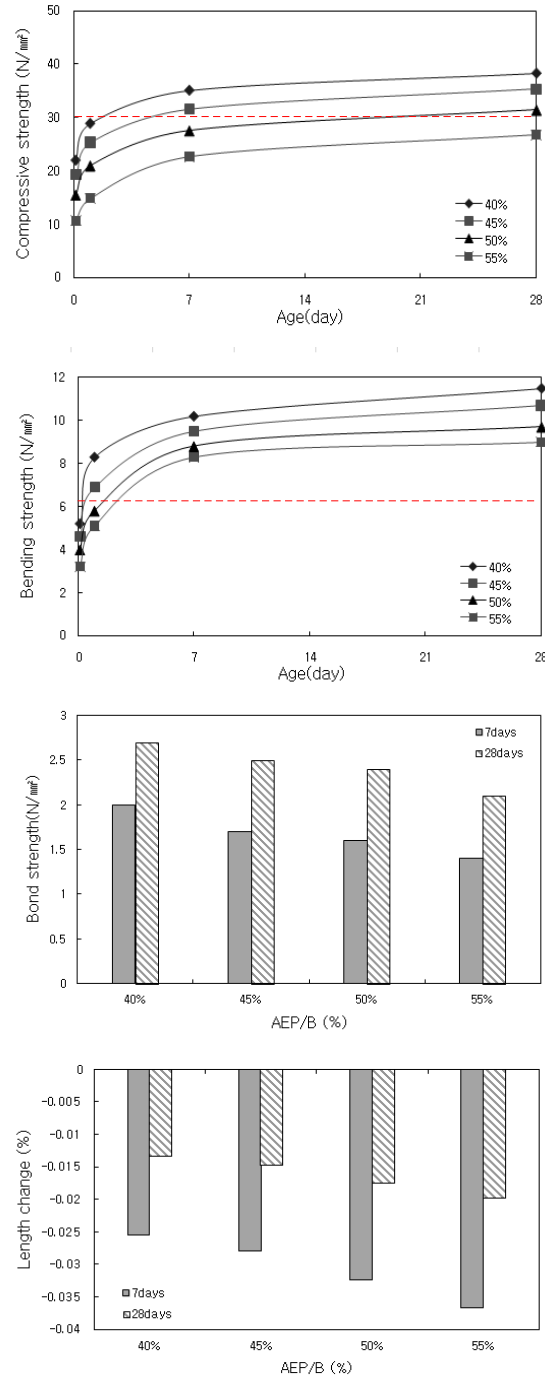


Fig. 4 Hardened state Test for AEP mix

#### 4.1.2 경화 상태의 특성

강도는 KS F 2476의 시험방법에 따라 시험하였으며 재령 3시간, 1일, 7일, 28일을 표준 양생하여 강도를 측정하였다. 모르타르 대비 아크릴 수지 비가 증가할수록 압축강도와 휨강도는 증가할 것으로 기대하였지만 모두 감소하는 경향이 나타났다. 아크릴 수지 40%일 때 재령 28일에서 38.2N/mm<sup>2</sup>이었으나 55%일 때 26.7N/mm<sup>2</sup>로 약 30% 정도 감소하였으며, 휨강도는 아크릴 수지 40%일 때 재령 28일 11.5N/mm<sup>2</sup>이었으나 55%일 때 9.0N/mm<sup>2</sup>로 약 22% 정도 감소하였다.

부착강도는 KS F 4716의 시험방법에 따라 시험하였으며 표준 양생하여 7일과 28일에 부착강도를 측정하였고 시험 결과는 아크릴 수지가 증가할수록 부착강도는 저하하는 경향이 나타났다. 아크릴 수지 40%일 때 재령 28일에서 2.7N/mm<sup>2</sup>이며, 55%일 때 2.1N/mm<sup>2</sup>로 22% 정도 감소하였다.

이것은 아크릴 수지가 용착 고화 과정에서 방출하는 잉여수와 아크릴 수지의 수량이 바인더의 수화반응에 영향을 미쳐, 아크릴 수지가 증가할수록 배합수량이 증가되는 결과로 응결이 지연되고 재료분리가 발생하여 강도가 저하된 것으로 판단된다.<sup>4)</sup>

길이변화 시험의 결과는 아크릴 수지의 비율이 증가할수록 수축율이 증가하였으며, 아크릴 수지가 40%일 때에 비해 55%는 약 1.5배 수축율이 큰 것으로 나타나 균열발생이 증가될 것으로 판단된다.

#### 4.1.3 소결

유무기 복합 자전거 도로 포장재는 기존 도로의 표면을 1~2mm 절삭한 후 포장 두께 3mm 이상으로 포장하기 때문에 높은 유동성을 필요로 하지는 않지만 도포용인 만큼 비교적 높은 강도와 부착력을 필요로 한다. 따라서, 작업성이 유지되면서 가장 높은 강도를 발현한 아크릴 함량이 40%인 배합이 검토한 범위 내에서 가장 적합한 것으로 판단된다.

### 4.2 고로슬래그 미분말의 최적 치환량 검토

#### 4.2.1 굳지않은 상태의 특성

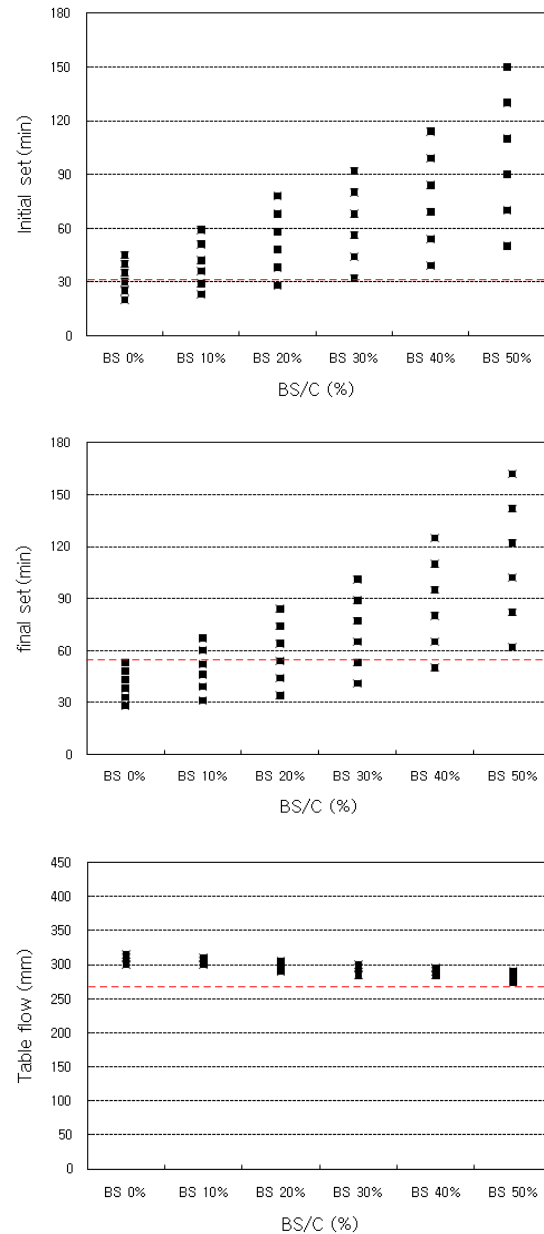


Fig. 5 Setting time and Table flow for Replacement ratios of BS

응결시간에 영향을 미치는 속경제와 지연제의 첨가량을 조절하며 반복 시험하였으며 혼화제로 조절 가능한 응결 시간 범위는 그림과 같이 나타났다. 바인더 대비 고로슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 응결시간은 지연되었고, Plain 상태에서 혼화제(지연제/속경제) 사용으로 종결 60분 이내까지 조절은 가능했으나 고로슬래그 미분말 함량 50% 시료는 종결이 60분 이상으로 나타나 응결이 현저하게 지연되었다. 이러한 응결특성은 고로슬래그 미분말이 잠재수경성 물질이기 때문에 상대적으로 반응속도가 느리게 나

타난 것으로 판단된다. 응결시간이 지연됨에 따라 재료분리가 일어나 아크릴 수지와 바인더가 분리되고, 이런 현상은 강도저하의 원인으로 사료된다.

플로는 270~320mm 범위로 나타나 목표 성능인 270mm 이상을 만족하였다.

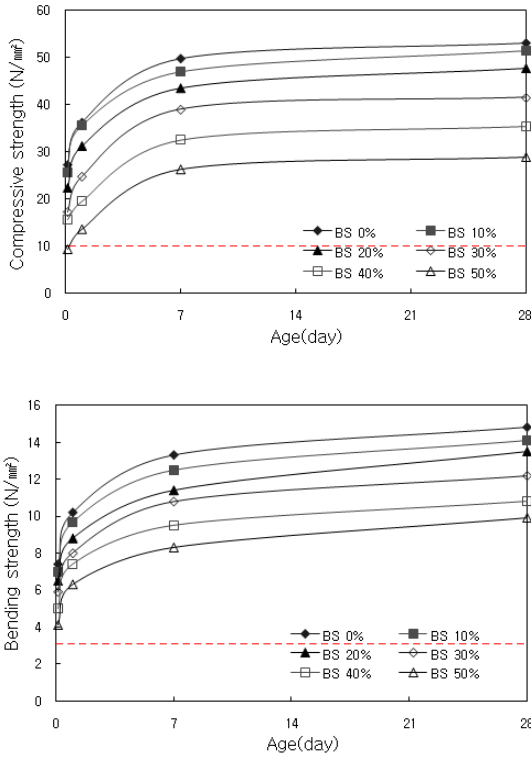


Fig. 6 Compressive and bending Strength for Replacement ratios of BS

#### 4.2.2 경화 상태의 특성

경화상태에서 고로슬래그 미분말 치환율이 증가할수록 압축강도가 저하되는 경향이 나타났다.

Plain 재령 3시간의 압축강도는 27.2N/mm<sup>2</sup>이고, 고로슬래그 미분말 치환율이 50%인 재령 3시간의 압축강도는 9.28N/mm<sup>2</sup>로 66% 저하되었다. 그리고 Plain 재령 28일의 압축강도는 53.1N/mm<sup>2</sup>이고, 고로슬래그 미분말 치환율이 50%인 재령 28일의 압축강도는 28.9N/mm<sup>2</sup>로 약 46% 저하되었다. 이를 통해 고로슬래그 미분말의 치환율이 클수록 유사 포졸란 반응을 통하여 수화열의 발생을 지연시킴으로서 초기강도는 강도발현이 충분하지 않으나 양생기간이 경과함에 따라 강도 발현이 진행되기 때문으로 판단된다.

휨강도 역시 압축강도와 유사한 경향이 나타났다.

#### 4.2.3 소결

응결특성은 고로슬래그 미분말의 함량이 증가할수록 지연되었고, 속경제와 지연제의 첨가량을 조절하여 목표 물성을 만족시킬 수 있었지만 고로슬래그 미분말 치환율 50%의 경우 종결이 160분 이상으로 응결시간이 현저하게 지연되었다.

플로 시험의 결과는 대부분의 데이터가 270~320mm의 범위 내로 나타나 고로슬래그 미분말의 치환율에 따른 영향이 거의 없어 유동성에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

압축강도는 재령 3시간에서 Plain에 비해 고로슬래그 미분말 치환율이 50%일 때 강도가 절반 이하로 급격히 감소하였으며, 휨강도 역시 45% 정도로 크게 저하하였다.

따라서, 고로슬래그 미분말 치환율이 50%일 때만 목표 물성인 재령 3시간의 압축강도 10N/mm<sup>2</sup>를 만족하지 못하고, 치환율 40% 이하는 모두 만족하는 것으로 나타났다.

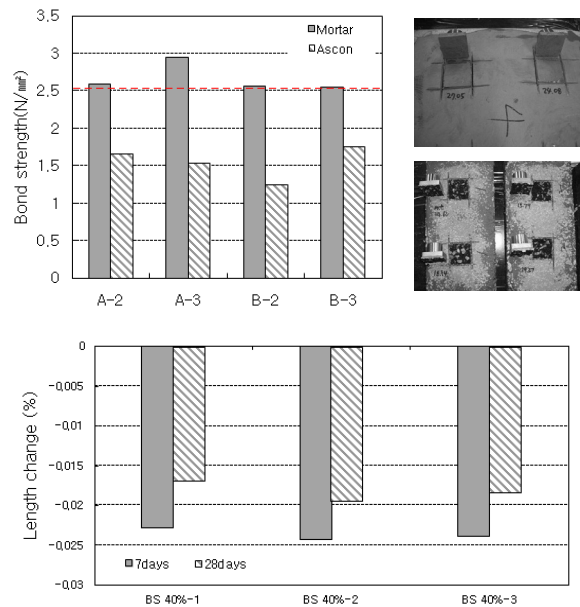


Fig. 7 Bond Strength and Length change for BS 40%

#### 4.2.4 기타

자전거 도로 포장재의 목표 성능을 만족시키면서 고로슬래그 미분말을 40% 치환이 가능한 것으로 판단되었다.

고로슬래그 미분말 치환량이 40%인 경우 부착강도 시험은 재령 28일에서 2.5N/mm<sup>2</sup> 이상인 목표 물성을 만족시키지만 모르타르판에 타설한 시험체에 비해 아스콘판에 타설한 경우 부착강도가 약 42% 정도 감소하는 경향이 나타났다. 하지만, 아스콘 밀판을 사용한 경우 모체에서 부착강도의 파괴가 일어났다.

길이변화율도 목표 물성을 만족하고 있으며, 양생기간에 따른 길이변화율은 소폭 감소하여 거의 수축되지 않아 길이변화율에 대해 안정적인 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 고로슬래그 미분말을 이용한 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 개발을 목적으로 속경성 무기질계 바인더와 아크릴 수지의 배합비 및 고로슬래그 미분말의 치환율에 따른 기초적 특성에 대하여 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 본 연구에서 속경성 무기계 바인더와 아크릴 수지의 최적 배합을 검토한 결과 아크릴 수지의 비율이 증가할수록 응결시간은 지연되었지만 혼화제로 조절이 가능하며, 플로는 증가하였고, 강도는 감소하였으며, 길이변화율은 증가하여 균열이 발생률이 증가할 것으로 판단된다.

따라서, 속경성 무기계 바인더와 아크릴 수지의 최적 배합은 작업성을 고려해 최소 40%이상, 경제성을 고려하여 60%미만의 범위에서 검토한 결과 40%가 가장 적합한 것으로 사료된다.

2) 고로슬래그 미분말의 치환율에 대해 0~50% 범위 내에서 10 %씩 추가하여 최적배합을 검토한 결과 고로슬래그 미분말 치환량이 증가할수록 응결시간은 지연되었으며, 플로는 소폭 감소하였고, 강도는 모두 크게 감소하였는데, 치환율 40% 이하에서는 목표 물성을 만족하는 것으로 나타났다.

고로슬래그 미분말 치환량이 40%인 자전거 도로 포장재의 부착강도와 길이변화율 시험결과 목표성능을 만족하는 것으로 나타났다.

산업부산물을 이용한 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 기초적 특성에 대한 시험 결과는 본 연구 범위 내에서 최적 배합이 40%이고, 바인더에 대한 고로슬래그 미분말의 최적 치환량이 40%일 때 목표 물성을 만족하는 것으로 나타났으며, 추후 현장 적용을 위하여 투수성 및 내구성 등 다양한 검토가 요구된다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 건설교통 창업 R&D 정책·인프라 사업(산업부산물(슬래그 및 황목사)을 활용한 (기능성)칼라 반강성 자전거 도로 포장재의 개발) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 1) 건설교통부, 건설기술개발 5개년 계획 수립을 위한 연구 제2차, 건설교통부, 한국건설기술평가원 공편, 2006.
- 2) 조현희, Industry Report - 전문 및 특수건설, 한국신용평가정보, 2008.
- 3) 조정기, 서현석, 나규원, 송재걸, 배주용, 도로포장 칼라 아스콘용 폴리머 시멘트 페이스트의 개발 보고서, 중소기업기술혁신사업, 2008.
- 4) 김윤겸, 김영근, 이석우, 최희천, 폴리머 시멘트 슬러리에서 아크릴 폴리머 에멀전의 관능기 변화에 따른 물성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), Vol.18, No.2, pp.109 ~ 204, 2002.
- 5) 주명기, 노병철, 김영삼, 최규형, 아크릴 개질 초속경 폴리머 시멘트 콘크리트의 강도 특성, 한국콘크리트학회 2008년도 봄 학술발표회 논문집, Vol.20, No.1, pp.945 ~ 948, 2008.
- 6) 윤경구, 이주형, 홍창우, 김기현, 김태경, 콘크리트 교면 덧씌우기를 위한 SB라텍스 개질 콘크리트의 현장 적용성 평가, 한국도로학회 논문집 Vol.3, No.4, pp.93-103, 2001.
- 7) 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, The University of Texas at Austin, Austin, USA, 2001.
- 8) 조정기, 전진환, 카사이 히로시, 야자끼 히데끼, 초속경 시멘트를 이용한 보수모르타르의 현장적용성 검토, 한국콘크리트학회 논문집, Vol.16, No.2, pp.309-312, 2004.
- 9) Paree k, S.N., Ohama Y., and Demura K., Adhesion of Bonded Mortars to Polymer-Cement Paste Coated Mortar Substractes, Proceedings of International Conference on Interfaces in Cementitious Composites, E&FN Spon, pp.89-98, 1992.

- 10) 김지만, 민홍준, 공민호, 양동일, 고해정, 정상진, 고강도 혼화재 및 마이크로시멘트를 사용한 초고강도콘크리트의 강도발현특성, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol.26, No.1, pp.26-27, 2006.
- 11) 김재용, 염수경, 유동우, 최현국, 숯크리트용 고분말도슬래그 시멘트의 특성, 한국세라믹학회, pp.357~364, 2010.

### 산업부산물을 이용한 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 기초적 특성

본 연구에서는 산업부산물로서 고로슬래그 미분말을 이용하는 유무기 복합 자전거 도로 포장재의 개발을 목적으로 바인더 대비 아크릴 수지의 최적 배합 및 고로슬래그 미분말의 최적 치환량 검토에 대한 기초적 특성을 살펴보았다. 실험결과, 아크릴 수지의 비율이 증가할수록 응결시간은 지연되어 플로는 증가하고 재료분리가 발생하며, 강도는 감소하고, 길이변화율은 증가하는 경향이 나타났다. 아크릴 수지의 최적 배합은 작업성을 유지하면서 높은 강도를 발현한 아크릴 수지가 40%인 배합이 최적인 것으로 판단된다. 또한 고로슬래그 미분말은 치환량이 증가할수록 응결시간이 지연됨에 따라 재료분리가 일어나 아크릴 수지와 바인더가 분리되고, 강도가 저하되는 경향이 나타났다. 고로슬래그 미분말의 치환량이 40% 이하에서 목표 물성을 만족하였다.