

흑색 VES-LMC의 현장적용성 평가

Field Application Evaluation of Black VES-LMC

<p>정 원 경 Jung, Won-Kyong 길 용 수 Kil, Yong-Su 김 용 빈 Kim, Yong-Bin 윤 경 구 Yun, Kyong-Ku</p>	<p>정회원 · (주)삼우아이엠씨 기술연구소 · 공학박사 (E-mail : wonkyong@hanmail.net) 정회원 · 강원대학교 토목공학과 박사과정 강원대학교 토목공학과 박사과정 정회원 · 강원대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 (E-mail : kkyun@kangwon.ac.kr)</p>
--	---

ABSTRACT

VES-LMC(very-early strength latex modified concrete) has been widely used as repair material for bridge deck overlay or rehabilitation, because it could be opened to the traffic after 3 hours of curing. However, the bright color of VES-LMC disturb driver's sigh. A black VES-LMC, matching to asphalt concrete, was developed and applied at a filed for driver's comfort and safety. The black VES-LMC included 2% carbon black in cement weight ratio. A series of performance evaluation for black VES-LMC was done in terms of field applicability, pavement color and temperature change. The field applicability test result showed that there were no change of workability, slump and air void, and the compressive strength developed more than 20MPa after 4 hours of placement. The thermal stress of black VES-LMC was smaller than that of OPC and asphalt concrete, which means the stability of black VES-LMC. The performance evaluation result showed that the black VES-LMC could prevent road icing at below zero temperatures and promote thawing at melting temperature.

KEYWORDS

VES-LMC, black VES-LMC, carbon black, field performance, evaluation

요지

VES-LMC(Very-Early Strength Latex Modified Concrete)는 콘크리트의 내구성 향상에 기여하는 SB라텍스를 첨가한 신속개방형 보수보강재로서 교면재포장 및 콘크리트포장 보수에 적용되고 있다. 그러나 VES-LMC의 밝은 색상은 운전자에게 시각적 부담을 유발하여 주행성을 저하시킬 수 있어, 심리적 안정 도모를 위해 VES-LMC의 색상을 인접한 아스팔트 포장구간과 유사한 흑색으로 개발할 필요성이 대두 되었다. 따라서 본 연구에서는 흑색안료인 카본블랙을 시멘트량 대비 2% 첨가한 흑색 VES-LMC에 대한 현장 적용성 및 공용성을 평가하고자 하였다. 현장 적용결과 흑색 VES-LMC는 기존 VES-LMC와 비교하여 작업성, 슬럼프, 공기량 등에는 변화가 없었으며 양생 4시간에서는 20MPa 이상을 발현하였다. 공용성 평가결과 흑색 VES-LMC는 일반콘크리트와 아스팔트포장구간에 비하여 온도응력발생량이 가장 적은 것으로 평가되었으며, 이것은 콘크리트의 안정성을 의미한다. 특히 결빙시 영하권에서도 상온을 유지하여 도로결빙을 예방하고 용빙을 촉진할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어

VES-LMC, 흑색 VES-LMC, 카본블랙, 현장 적용, 공용성 평가

1. 서론

최근의 건축토목용 구조재료는 구조적 안정성과 더불어 생활수준과 의식수준의 향상으로 미관에 대한 새로운 요구가

많이 요구되고 있는 실정이다(장홍석 외, 2007). 이러한 요구에 맞추어 안료 또는 착색제를 이용한 칼라콘크리트 개발은 중소형 건축물을 중심으로 많은 연구가 진행되어 왔으나

(박종호 외, 2008) 토목구조물에서는 버스정류장, 스쿨존 등의 한정된 적용범위를 갖고 있는 것이 사실이다. 또한 콘크리트는 구성재료의 성질뿐만 아니라 재료간의 상대적인 용적 비율이나 혼화재료의 특성에 따라서 복잡한 성능변동을 초래하게 되어(박지운 외, 2001) 적용대상이 광범위한 콘크리트 구조물에 있어 칼라콘크리트의 안료 첨가 만에 의한 현장적용은 많은 위험요소를 갖게 된다.

VES-LMC(Very-Early Strength Latex Modified Concrete)는 콘크리트의 내구성 향상에 기여하는 SB라텍스를 첨가한 신속개방형 보수보강재로서 교면재포장 및 콘크리트포장 보수에 적용되고 있다(김기현 외, 2005; 이종명 외 2000). 신속한 조기강도발현은 아연계 클링커에 의해 이루어진 초속경성 시멘트(VES시멘트)결합재의 경화 후 백색의 라텍스 필름과 아연계 수화물질의 특성으로 밝은 색상을 띠게 되는 특징을 지니고 있다. 이러한 VES-LMC의 밝은 색상은 때때로 아스팔트 포장구간에서 주행자의 시각적 부담에 의해 주행성을 저하시킬 수 있으므로 연속적인 색상에 의한 주행자 심리적 안정 도모를 위해 VES-LMC의 색상을 인접한 아스팔트 포장구간과 동일한 흑색으로 생산·포설하여 기존의 콘크리트포장 색상변화에 따른 문제를 해결하고자 하였다.

본 연구에서는 이를 위해 흑색안료인 카본블랙을 시멘트 중량대비 2% 첨가한 흑색 VES-LMC에 대한 현장적용성 평가를 시행하였다. 흑색 VES-LMC에 대한 성능평가는 추적 조사를 통한 노면 색상, 동결기 및 해빙기 온도변화측정 및 아스팔트콘크리트 대비 색상 분석을 통한 정량적 평가를 시행하였다.

2. 시험시공

2.1. 개요

흑색안료를 첨가하여 시인성을 향상시킨 VES-LMC의 현장평가 실험은 실내실험 결과를 통해 얻어진 결과(길용수 외, 2010)를 이용하여 영동고속도로 내 교면재포장공사에 다음과 같이 적용하였다. 적용된 현장에 대해서는 외기 및 내부온도를 측정하여 색상에 따른 포장체온도변화를 동결기, 해빙기 및 상온기에 걸쳐 연속적으로 측정평가하였으며 표면색차 분석을 통하여 시인성을 보다 객관화 시키고자 하였다.

- 공사명 : 영동고속도로 어홀2교 외 4개교 교면재포장공사
- 시공일자 : 2009년 9월 28일~10월 16일
- 적용교량 : 어홀2교, 황계2교의 흑색 VES-LMC 교면재 포장

2.2. 사용재료

2.2.1. VES시멘트

본 연구에 사용된 VES시멘트는 초속경성계열의 시멘트로 국내에서 SB라텍스 개질 콘크리트 생산전용 시멘트로 개발, 생산된 것으로, 주요 시멘트의 화학적 성분은 표 1과 같다.

표 1. 사용된 초속경시멘트의 화학 구성(%)

	C ₃ S	C ₂ S	C ₄ A ₃ S	C ₄ AF	C ₃ A	CaSO ₄	Ca(OH) ₂
Hauyne	16.0	16.0	30.0	6.0	3.0	20.0	5.0

2.2.2. 라텍스

본 실험에 사용된 라텍스는 국내 J사의 제품으로 성분은 스티렌/부타디엔 계열로 라텍스 고형분 47%와 물 53%의 액상상태이며 시멘트 모르타르와 콘크리트에 사용하도록 생산된 제품이다. 라텍스의 물리적 특성은 표 2에 나타내었다.

표 2. 라텍스의 물리적 특성

Percent Solids	Specific Gravity(25°C)	PH	Surface Tension dynes/cm at 25°C
46%~48%	1.01	10.5	32
Shelf Life	Viscosity cps at 20°C	Freeze thaw stability(-15°C~25°C)	stabilizer type
> 2years	24	5 cycle	anionic

2.2.3. 골재

본 실험에 사용된 굵은골재는 교면포장의 덧씌우기 용도로 최대치수 19mm의 레미콘용 쇄석을 사용하고, 잔골재는 천연 강모래를 사용하였다. 재료의 물리적 특성은 콘크리트에 매우 큰 영향을 미치므로 골재의 체가름 시험, 비중 및 흡수량 시험, 잔골재의 표면수량 측정 시험을 실시한 후 선정하였다.

표 3. 골재의 물리적 특성

Aggregate	Max. Size (mm)	Specific Gravity	Absorption (%)	Fineness Modulus
Fine aggregate	≤ 5	2.6	0.71	2.88
Coarse aggregate	19	2.57	1.1	6.2

2.2.4. 흑색안료

콘크리트에 적용될 수 있는 안료는 크게 무기계와 유기계로 구분할 수 있으며 유기안료는 탄화수소 화합물로 구성되며 선명한 색조와 높은 착색력을 지니고 있으나 내광 및 내열성이 낮아 외기에 노출되는 구조물에 적용하기에는 부적당하다(<http://www.wspigment.co.kr>). 고기능성 색상 VES-LMC를 적용하고자 무기안료계열의 흑색안료(카본블랙+산화철)를 이용하여 실내실험을 수행하였으며, 실험 결과 VES-LMC에 안료를 2.0%(단위시멘트 중량대비) 첨가하였

을 경우 슬럼프, 공기량, 압축강도에 영향을 크게 미치지 않으며 카본블랙 단독사용보다 산화철을 일정비율 혼합한 경우가 색상발현 및 내후성이 가장 우수하게 나타났다(길용수 외, 2010).

2.3. 콘크리트 배합 및 양생

콘크리트의 배합은 표 4에 나타내었다. 실내배합순서는 먼저 잔골재와 굵은골재를 믹서에 투입하여 30초간 비빔 후 시멘트를 넣고 다시 30초간 건비빔을 실시하였다. 그리고 라텍스와 물 및 소포제를 첨가한 후 최종 30초간 비빔을 실시하여 콘크리트를 배합하였다. 이렇게 제조된 시험체는 실내에서 기건양생을 실시한 후 3, 6, 24시간 및 28일에서의 강도 발현 특성을 파악하였다.

현장공용성 평가를 위한 시험시공에서는 속경성시멘트 특성 상 연속생산 및 배출이 가능한 모벌믹서를 이용하였으며 안료는 시멘트 제조 시 프리믹스된 상태로 현장에서 별도의 추가작업에 의한 생산이 가능토록 하였다.

표 4. 흑색안료 첨가 VES-LMC의 시방배합(kg/m³)

W/C (%)	S/a (%)	시멘트	물	라텍스	굵은골재	잔골재	Carbon Black
38	55	360	74	115	768	919	7.2

2.4. 공용성 평가 방법

2.4.1. 강도실험

압축강도 실험은 KS F 2405 규정에 의하여 수행하였다. 공시체는 편심의 영향을 최소화하기 위하여 양단을 연마기를 사용하여 수평하게 하였으며, 실험은 200톤 용량의 만능재료 시험기를 사용하였다.

휨강도 실험도 KS F 2408 규정에 의하여 수행하였으며, 시험체는 10×10×46cm의 빔 공시체를 제작하여 3등분점 하중법으로 시험을 수행하였다. 각 시험변수에 따라 세 개의 공시체를 실험하여 평균값을 실험결과로 사용하였다.

2.4.2. 온도이력측정 방법

흑색 VES-LMC구간의 동절기 교면포장의 조기결빙 예방 및 응빙축진 효과를 객관적으로 검증하기 위하여 아스팔트 포장구간, 신축이음 후타재 콘크리트 구간 및 흑색 VES-LMC 구간에 포장부 표면에서 약 7cm 깊이에 온도게이지를 매립하여 각각의 일일온도변화를 동절기 기간 내(2월~익년 5월) 측정하여 표면색상 변화에 따른 온도이력을 확인하고자 하였다.

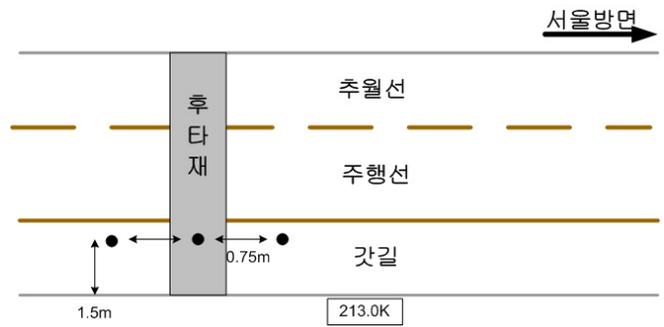


그림 1. 온도이력추적을 위한 자동측정온도계 매립 위치도



그림 2. VES-LMC 구간 내 온도계 매립



그림 3. 신축이음부 구간 내 온도계 매립



그림 4. 아스팔트 구간 내 온도계 매립

2.4.3. 색상분석 방법

흑색 VES-LMC 색상의 보다 정확한 분석을 위하여 황계2 교에서 현장코어시편 채취 후 색차시험을 실시하였다. 색차 시험은 미놀타사의 CR-400(색차계, 그림 5), KS규정 도로와 바니시 측색법 색차 측정 KS M ISO 7724-2을 준하여 측정을 실시하였다. 3회 측정을 하였으며 평균값을 산정하여 측정값을 분석하였고 측정되어지는 값은 먼셀표색계(그림 6)에 의한 색도이며 100은 흰색을 0은 검정색을 의미한다 (<http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=b07m2490a>). 즉, 측정된 값이 낮을수록 흑색계열을 의미한다.



그림 5. 색차시험 전경

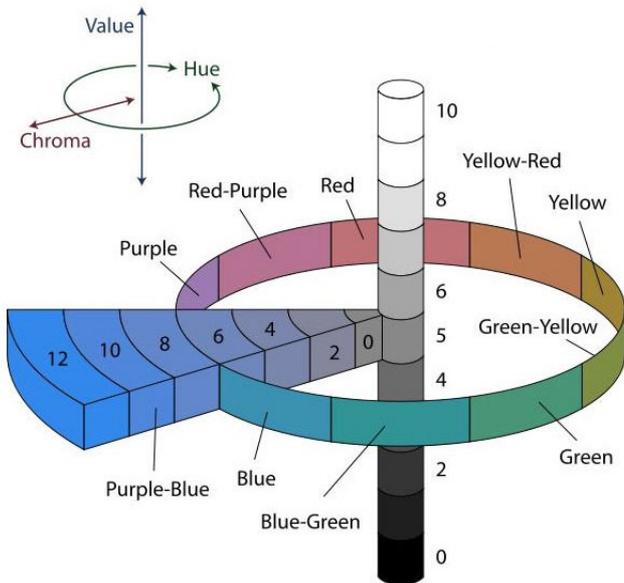


그림 6. 먼셀표색계

3. 현장 공용성 평가

3.1. 기본 물성평가

흑색 VES-LMC를 적용한 교면재포장 시 동절기 교면포장

의 조기결빙 예방 및 용빙 촉진을 기대할 수 있으며, 특히 야간에 빛의 흡수로 운전자의 시인성 증진효과와 더불어 주변 구조물(아스팔트 콘크리트 포장 등)과 유사한 색상으로 미관을 개선하여 사용자로 하여금 보다 안전하고 쾌적한 고속도로의 주행환경을 제공할 것으로 기대된다. 흑색안료가 첨가된 흑색 VES-LMC는 실내실험 평가결과 시멘트 대비 2%가 첨가되었을 경우, 표 5에서와 같이 기존 VES-LMC의 물성 변화없이 색상발현이 가능한 것으로 평가되었다(길용수 외, 2010).

표 5. 흑색 VES-LMC 실내실험 평가결과

구 분	VES-LMC	흑색 VES-LMC	규 정	
슬럼프	23cm	24cm	16~22cm	
공기량	4.1%	3.7%	3~6%	
압축 강도	4시간	25.5MPa	24.2MPa	21MPa 이상
	28일	45.1MPa	51.1MPa	30MPa 이상
휨 강도	4시간	4.9MPa	4.8MPa	4.5MPa 이상
	28일	8.9MPa	9.0MPa	
염소이온투과 저항성	179쿨롱	182쿨롱	매우 낮음	

3.2. 현장 노면색상 분석

흑색 VES-LMC는 안료의 첨가로 인하여 포설 시 작업성 및 유동성이 다소 향상된 결과를 나타냈으며 초기 색상 발현 시점에서 백색 양생제의 사용으로 표면이 회색화되는 경향을 나타낸다. 흑색 VES-LMC에 적용하고 있는 피막양생제는 Polymer resin을 주성분으로 하는 고성능 콘크리트 유성양생제로 유백색을 나타내게 된다. 흑색안료 1%가 첨가된 양생제 적용 결과, 기존 유백색 양생제에서 나타나는 표면 백색 색상이 상당부분 없어지는 효과를 얻을 수 있었다.

양생제의 성능발현에 문제가 되지 않는 최소범위 내에서의 안료첨가로 더 짙은 흑색발현을 하기 위해서는 양생제 품질 평가, 현장 분사 문제 등이 해결되어야 한다. 현장 평가 결과, 기존 백색양생제 구간도 교통개방 후 시간의 경과에 따라 표면 양생제피막의 제거로 인해 표면색상 발현이 양호한 것으로 평가되었다. 또한 보다 정량적인 색상발현 정도를 아스팔트포장, 일반콘크리트포장과 비교분석하였으며 표 6과 같이 흑색 VES-LMC의 미놀타사의 CR-400(색차계), KS규정 도로와 바니시 측색법에 의한 색차 측정결과 아스팔트포장체는 48.86로 가장 낮은 수치를 나타내어 흑색 계열임을 알 수 있었으며 일반콘크리트는 66.07로 아스팔트포장부보다 약 17.21 높은 밝은 색상을 갖는 것으로 측정되었다. 흑색 VES-LMC는 53.72로 측정되었으며 이는 아스팔트보다는 4.86 높게, 일반콘크리트보다는 12.35 낮게 측정되어 표면 색상이 아스팔트에 보다 근접함을 알 수 있다.



그림 7. 개방전 흑색 VES-LMC 색상

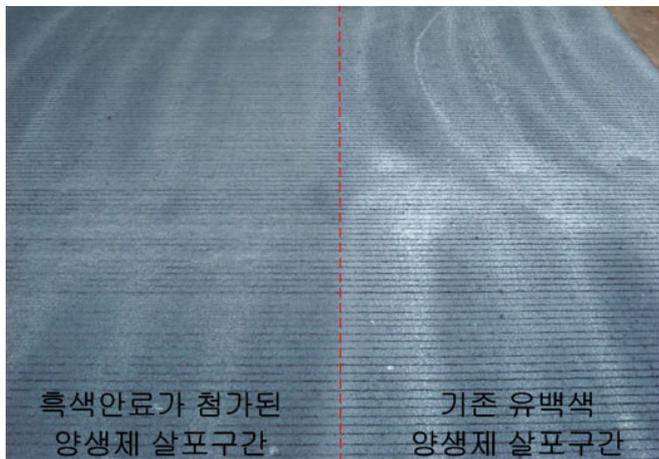


그림 8. 흑색양생제 사용 효과



그림 9. 공용기간 7개월 후 색상변화

표 6. 색차분석 결과

측정횟수	일반콘크리트(신축이음부)	흑색 VES-LMC	일반아스팔트 포장부
1회	65.8	53.81	49.36
2회	66.5	53.13	48.35
3회	65.9	54.21	48.87
평균	66.07	53.72	48.86

3.3. 온도이력 측정 결과

3.3.1. 동절기 온도변화

본 시험시공은 대관령 구간에서 수행되었으며 대관령은 지역적 특성상 매우 낮은 동절기 온도특성을 나타내며 동결방지를 위하여 많은 염화칼슘이 사용되어 도로의 손상이 기타지역에 비하여 심하게 나타나는 구간이다. 본 연구에서 온도계이지가 설치된 각각의 구간에 대한 동절기 온도이력 추적조사결과 표 7에서와 같이 2월 22일~24일간 황계2교의 최저온도는 외기온도가 약 -10.5°C 로 측정되었으며 이때 각 구간의 내부 온도는 신축이음부는 -5.5°C , 아스콘포장부 -5.5°C 및 흑색 VES-LMC 포장부는 -2.5°C 로 측정되었으며, 최대온도는 외기, 신축이음부 및 흑색 VES-LMC는 14.5°C 로 측정되었으며, 일반아스팔트는 이보다 높은 16°C 로 측정되어 일반적인 경향을 나타내었다. 동절기 구간별 온도변화이력을 종합해 볼 때, 흑색 VES-LMC구간의 동절기 교면포장의 조기결빙 예방 및 용빙축진 효과를 객관적으로 검증하였

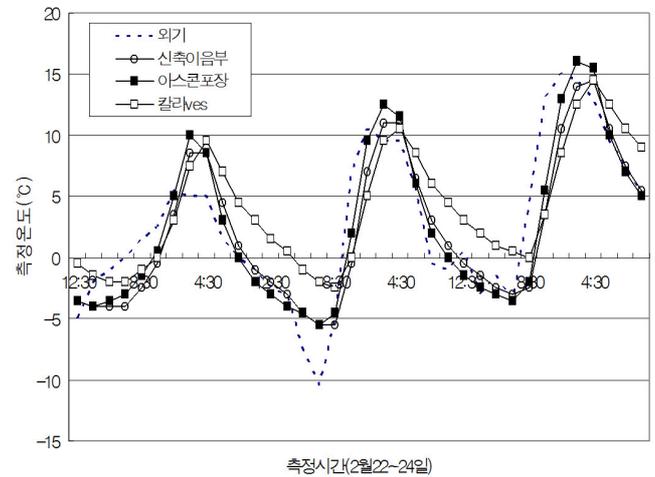


그림 10. 동절기 온도변화 이력 추적조사 결과

표 7. 온도이력추적조사에 따른 위치별 최대온도차

월	일	구분	시간	외기	신축이음부	아스콘포장	흑색 VES-LMC
2	23	오전	6:30	-10.5	-5.5	-5.5	-2
2	23	오전	8:30	-5	-5.5	-4.5	-2.5
2	24	오후	2:30	14.5	14	16	12.5
2	24	오후	4:30	13	14.5	15.5	14.5
동절기 최대온도차				24.5	20	21.5	17
4	8	오전	2:30	-4.5	1.5	1.5	3.5
4	8	오전	6:30	-3	-0.5	-0.5	1.5
4	9	오후	2:30	15	23	26	21
4	9	오후	4:30	17	22.5	25	22
해빙기 최대온도차				22	23	26.5	23.5
5	4	오전	6:30	14.5	13.5	14	15.5
5	5	오후	2:30	24.5	28	29.5	28
5	5	오후	4:30	24	27	28	28.5
5	6	오후	10:30	7.5	14.5	14	18
상온기 최대온도차				17	14.5	15.5	13

고, 신축이음부 및 아스팔트 포장체는 최대 20℃와 21.5℃의 온도차를 보이고 있으나 흑색 VES-LMC는 17℃의 온도차로 이들 포장체보다 낮은 온도변화이력을 나타내고 있어, 흑색 VES-LMC는 온도차에 의한 응력발생 가능성이 현저히 낮아지는 효과를 확인하였다.

3.3.2. 해빙기 온도변화

해빙기는 일일온도차가 매우 큰 기간으로 동절기의 제빙염 침투와 온도응력 발생에 의한 콘크리트 구조물 열화가 촉진되는 시기이다. 해빙기 최대온도는 신축이음부 23℃, 흑색 VES-LMC 23.5℃, 일반아스팔트 26.5℃로 일반아스팔트 포장에 외기온도 변화에 더 민감한 것으로 측정되었다. 특히 흑색 VES-LMC 포장은 4월 8일 해빙기 저온 시에 포장체 중 유일하게 상온기온을 나타내어 일시적인 기온저하 시 도로결빙에 따른 안전사고 위험 저하에 효과가 있는 것으로 평가되었다. 해빙기 도로포장의 극심한 온도변화는 포장체의 동결융해 저항성과 직접적인 연관성이 있으며 동결융해에 따른 포장체 파손 및 균열발생으로 도로면에 잔존하는 제빙염의 내부 침투를 더 용이하게 하는 결과를 나타내므로 흑색 VES-LMC의 해빙기 온도변화 이력은 동결융해 저항성 확보와 상온유지 효과로 내구적인 포장체임을 나타내는 결과이다.

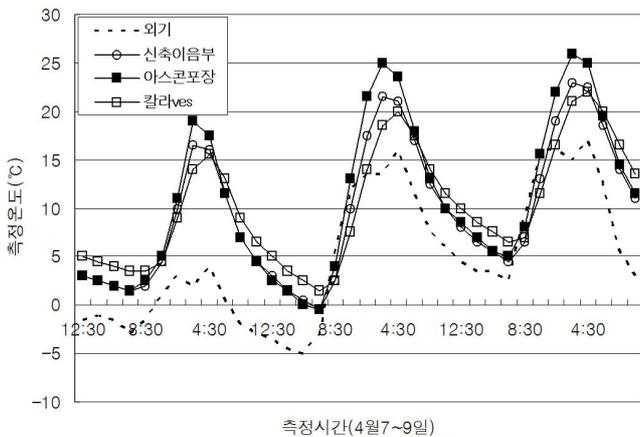


그림 11. 해빙기 온도변화 이력 추적조사 결과

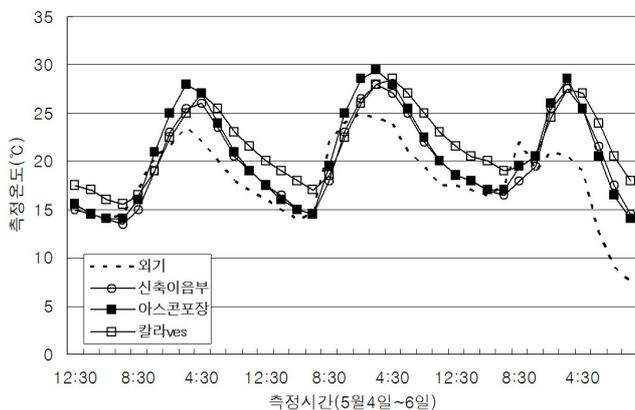


그림 12. 상온기 온도변화 이력 추적조사 결과

3.3.3. 상온기 온도변화

상온기 온도변화 이력추적조사 결과, 아스팔트포장체의 외기 변화에 따른 온도변화가 가장 큰 것으로 나타났으며 일반 콘크리트(신축이음부)와 흑색 VES-LMC는 유사한 온도변화를 나타내는 것으로 평가되었다.

4. 결론

본 연구에서는 아스팔트포장구간 내에서 연속적인 포장색상 유지를 통해 운전자의 시인성 확보를 위하여 콘크리트 교면포장 재료에 흑색안료를 첨가하여 그 효과에 대한 분석을 계절별 온도변화 측정과 색차분석을 보다 정량적으로 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 흑색안료가 시멘트 대비 2%를 첨가한 흑색 VES-LMC는 시멘트 생산 시 선배합에 의해 현장에 도착하므로 기존 VES-LMC의 포설방식과 동일하게 진행되었으며 어홀2교, 황계2교에 대한 현장적용성 평가결과, 기존 VES-LMC와 비교하여 작업성, 슬럼프, 공기량 등에는 변화가 없었으며 양생 4시간에서는 20MPa 이상을 발현하는 것으로 측정되었다.
2. 흑색안료에 따른 색상발현은 기존 아스팔트포장부와 비교하여 매우 유사한 질감을 나타내었으나 배출 후 유백색의 양생제 사용으로 초기 배출상태보다는 다소 옅은 색상을 지나 교통개방 후 시간 경과에 따라 표면 양생제피막이 제거되면서 표면색상 발현이 양호한 것으로 평가되었다.
3. 초기 교통개방조건에서도 짙은 흑색의 포장면 제공을 위하여 흑색안료 1%가 첨가된 양생제 적용 결과, 기존 유백색 양생제에서 나타나는 표면 백색 현상이 상당부분 저감되는 효과를 얻을 수 있었다.
4. 흑색 VES-LMC포장 구간은 일반콘크리트와 아스팔트포장 구간에 비하여 온도변화가 낮게 측정되어 온도응력발생량이 가장 적은 것으로 평가되었으며, 특히 해빙기 영하권에서도 상온을 유지하여 도로결빙 예방 및 융빙촉진을 기대할 수 있는 효과를 검증하였다.
5. 흑색 VES-LMC를 적용한 교면재포장의 시인성 증진효과와 더불어 주변 구조물(아스팔트 콘크리트 포장 등)과 유사한 색상으로 미관을 개선하여 이용객에게 안전하고 쾌적한 고속도로 환경을 제공할 것으로 기대되는 효과에 대한 검증은 색차분석 시행을 통해 이루어졌으며 색차분석 결과, 일반콘크리트 66.07, 아스팔트 48.86, 흑색 VES-LMC 53.72를 나타내어 흑색에 보다 가까운 색상으로 평가되었다.

참고 문헌

- 장홍석, 이화영, 문경주, 소승영, 소양섭(2007), 안료를 혼합한 모르타르의 색상발현정도 분석, *한국콘크리트학회 2007년도 가을 학술발표회 논문집*, Vol.19 No.2, pp. 825~828.
- 박종호, 김정빈, 정용(2008), 콘크리트용 안료의 종류 및 첨가율에 따른 흑색콘크리트 기초물성에 관한 실험적 연구, *한국콘크리트학회 2008년도 봄 학술발표회 논문집*, Vol.20 No.1, pp. 673~676.
- 박지윤, 여성훈, 이육재, 조윤희(2001), 칼라콘크리트의 기초물성 연구, *대한토목학회 2001년도 학술발표회 논문집*, pp. 1~4.
- 김기현, 정원경, 이진범, 이봉학, 윤경구 (2005), 절삭방법에 따른 VES-LMC의 부착강도 특성, *한국콘크리트학회 2005년도 가을 학술발표회 논문집* : Vol.17 No.2, pp. 543~546.
- 이종명, 윤경구, 최상릉, 홍창우, 전인구(2000) “라텍스 개질 콘크리트의 투수특성,” *한국콘크리트학회 가을학술발표회논문집*, pp. 191-196
- 길용수, 정원경, 배종오, 윤경구(2010), 흑색안료를 혼합한 VES-LMC의 기초물성 연구, *한국콘크리트학회 2010년도 봄 학술대회 논문집* : Vol.22 No.1, pp. 187~188.

<http://www.wspigment.co.kr/>

<http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=b07m2409a>.

접 수 일 : 2010. 10. 14

심 사 일 : 2010. 11. 10

심사완료일 : 2011. 1. 26