한국환경과학회지 제17권(제5호), 573~580, 2008
Journal of the Environmental Sciences

조경용 투수성 블록포장의 열특성

한승호 · 류남형* · 윤용한** · 김원태 · 강진형

(주)한설그린 조경생태디자인연구소, *진주산업대학교 조경학과, **건국대학교 산림과학과

(2008년 3월 6일 접수; 2008년 3월 11일 채택)

Thermal Characteristics of Permeable Block Pavements for Landscape Construction

Seung-Ho Han, Nam-Hyong Ryu*, Yong-Han Yoon**,
Won-Tae Kim and Jin-Hyoung Kang

Institute of Landscape Ecological Design, HANDSEL GREEN Co., Ltd., Seoul 135-884 Korea
**Department of Landscpe Architecture, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea*
***Department of Forest Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea*

(Manuscript received 6 March, 2008; accepted 11 March, 2008)

Abstract

This study aims to measure and to analyze the characteristics of thermal environment of the various permeable pavement materials such as a break stone pavement (Green block cubic), soil protection pavement (Soil tector), soil cement pavement and ceramic brick pavement under the summer outdoor environment. The thermal environment characteristics measured in the study includes the changes of surface temperature during the day, and long and short wave radiation of each pavement surface. The experimental condition is based on the data on the hottest temperature (August 9, 2006, 37.1℃) of the year. The albedo was the highest on the break stone pavement(0.8) from 12:00 to 14:00. The albedo of the ceramic brick pavement, a soil tector pavement and soil cement pavement were 0.35, 0.29 and 0.27 from 12:00 to 14:00, respectively. The peak surface temperature and long wave radiation was the highest on the soil protection pavements(56.6℃/627 W/m^2). The peak surface temperatures and long wave radiation on the ceramic brick pavement, a stone brick pavement and soil cement pavement were 51.7℃/627 W/m^2, 48.8℃/607 W/m^2 and 45.9℃/582 W/m^2, respectively. The heat environment was better on the break stone pavement than on the other pavements. This is mainly due to the high albedo of the break stone pavement(0.8) while the albedo value of a ceramic brick pavement, a soil tactor pavement and soil cement pavement were 0.35. 0.29 and 0.27. Large heat capacity(2,629 kJ/㎥ · K) of the stone brick pavements also contributes to this difference. The heat environment was better on the soil cement pavement than the soil tector pavement. This is mainly due to the evaporation of the soil cement pavement while the active evaporation of the soil tactor pavement was not continued after two days from the rainfall event. To improve the thermal environments in the urban area, it is recommended to raise the albedo of the pavements by brightening the surface color of the pavement materials. Further studies on the pavement materials and the construction methods which can enhance the continuous evapotranspiration from the pavements surface are needed.

Key Words : Thermal environment, Surface temperature, Albedo, Long and short wave radiation, Permeable pavement

Corresponding Author : Won-Tae Kim, Institute of Landscape Ecological Design, HANDSEL GREEN Co., Ltd., Seoul 135-884, Korea
Phone: +82-2-3411-0898
E-mail: midori66@hanmail.net

1. 서 론

도시화와 더불어 지표면의 대부분은 아스콘이나 시멘트 콘크리트에 의해 포장되어 도시 전체의 열환경을 악화시키고 있다. 도시 전체의 열환경 문제로 대표되는 도시열섬현상은 도로포장에 의한 증발량의 감소, 포장도로나 콘크리트 구조물의 증가에 의한 도시 전체의 열용량의 증대 이외에도 석유·전기에너지의 대량소비에 따른 배출열의 증대, 나지면적의 감소, 소하천의 복개에 의한 증발산량의 감소 등 여러 가지 원인에 의해 발생하고 있다. 더욱이 포장화에 의한 영향은 국소적인 열환경에 직접적으로 작용을 하여 생활환경을 악화시키고 있다. 구체적인 예를 들면 한 여름 낮의 아스팔트 포장의 표면온도가 50℃ 이상이 되고, 노면으로부터의 반사가 보행자에게 큰 불쾌감을 주며, 이것에 인접한 건물의 실내환경에도 악영향을 미친다. 또한 아스팔트 및 콘크리트 포장은 낮에 대량의 열을 축열하기 때문에 야간이 되더라도 기온보다 지표면 온도가 높아서, 대기를 계속 가열한다. 이것은 실내환경에 영향을 미치는 것뿐만이 아니고, 냉방부하의 증가를 가져와, 광역적으로는 열대야의 발생을 조장하는 요인이 되고 있다[1]. 옥외 콘크리트 상에서의 인체의 열수지 해석 결과 지면으로부터의 장파복사가 가장 큰 부하를 주며, 이는 포장 표면온도가 이용자들에게 불쾌감을 주는 요인이 된다는 것을 의미한다[2,3].

1990년대 이후 포장의 열환경에 대한 관심이 높아졌고, 이를 계기로 열환경에 미치는 각종 포장의 영향을 밝히기 위해 실제 도시 내의 포장도로나 모델 포장의 관측치를 사용하여 투수성 포장을 포함한 각종 포장의 열특성에 대한 연구가 이루어졌다[4~8]. 포장의 고온화 억제대책으로서는 색채를 바꾸어 알베도(Albedo)를 높이거나, 포장이나 골재에 열전도성이나 비열을 높이며, 포장에 투수성이나 보수성을 가지게 하여 잠열을 높이고, 가로수 등의 그늘에 의한 입사량을 줄이는 방법 등이 있다. 최대 지표면 온도에 영향을 주는 것은 포장의 알베도, 열용량, 열전도율 순이며 각각이 기준상태의 5배로 되었을 때, 최대 포장표면온도는 각각 22%, 9%, 4% 증가한다는 것도 밝혀졌다[9]. 아스팔트 콘크리트 포장표면의 최대온도는 알베도 값 0.1이 증가하면 -3.7℃ 감소하며, 알베도 값을 0.1에서 0.3으로 높이면 기온이 약 0.6℃ 감소하고, 아스팔트 결합재를 살포한 후 굳기 전에 직경이 약 6 mm 가량의 자갈을 뿌리고 전압을 함으로써 알베도 값을 자갈 알베도 값의 2/3까지 높일 수 있는 방안도 제시되었다[10]. 그리고 최근에는 포장의 열환경 개선을 목적으로 한 주로 포장체의 잠열을 높이는 포장 재료 및 공법에 대한 다양한 연구 결과도 보고되었다[1,11~14]. 하지만, 대부분의 투·보수성 포장 재료 및 공법에 대한 연구는 주로 투수성 아스콘 포장에 국한되어 있으며, 투수성 블록포장을 대상으로 한 열환경 연구는 희소하다.

따라서 본 연구는 도시의 열환경을 악화시키는 원인의 하나인 불투수성 포장의 대안으로서 주목을 받고 있는 소포석틈새포장(이하, 큐빅블록이라 한다), 토양보호판을 설치한 후 마사토를 포설한 포장(이하, 소일텍터라 한다), 소일시멘트포장(이하, 소일시멘트라 한다), 점토블록포장(이하, 점토블록이라 한다)의 열특성을 파악함으로써 도시 열환경 개선에 기여할 수 있는 투·보수성 포장재료 및 포장공법의 개발을 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 우선 투수성 포장의 열물성, 열환경 개선에 대한 문헌을 조사 분석하고, 조사분석 결과를 바탕으로 옥외실험을 위한 투수성 포장 공시체를 구축하며, 구축된 포장 공시체의 여름철 열환경을 관측한다. 관측된 자료를 근거로 투수성 블록포장의 포장표면의 장파복사 및 단파복사와 온도의 일변화를 분석 및 고찰한다. 본 연구의 결과는 경제성, 시공성, 강도, 내구성, 보행성이라는 기능성에만 치중해 왔던 포장에 보행자의 쾌적성, 환경의 보전이라는 기능을 부가시키는데 기여할 것이며, 특히 도시의 열환경을 개선시킬 수 있는 투·보수성 포장재료 및 공법의 개발을 위한 유용한 근거 자료로 이용될 수 있을 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시체의 구성 재료

투수성 포장재료에는 투수성 아스팔트 콘크리트, 투수성 시멘트 콘크리트, 잔디블록, 목재블록, 석재블록 등과 같이 여러 가지 종류가 있으나 본 연구에

서는 친환경적 포장재료인 큐빅블록, 소일텍터, 소일시멘트, 점토블록을 대상으로 열환경을 측정하였다. 큐빅블록은 시판되는 화강석재이며, 소일텍트는 마사토의 흐트러짐을 방지하기 위한 메쉬구조로 된 토양보호판에 마사토 조립(3 mm)를 채워서 다진 것이고, 소일시멘트는 마사토 중립(1~3 mm)에 S사의 경화제를 중량비로 10%로 혼합하여 다진 경화마사토이며, 점토블록은 시판되는 점토소성재이다. 포장재의 비열 및 열용량은 Table 1과 같다.

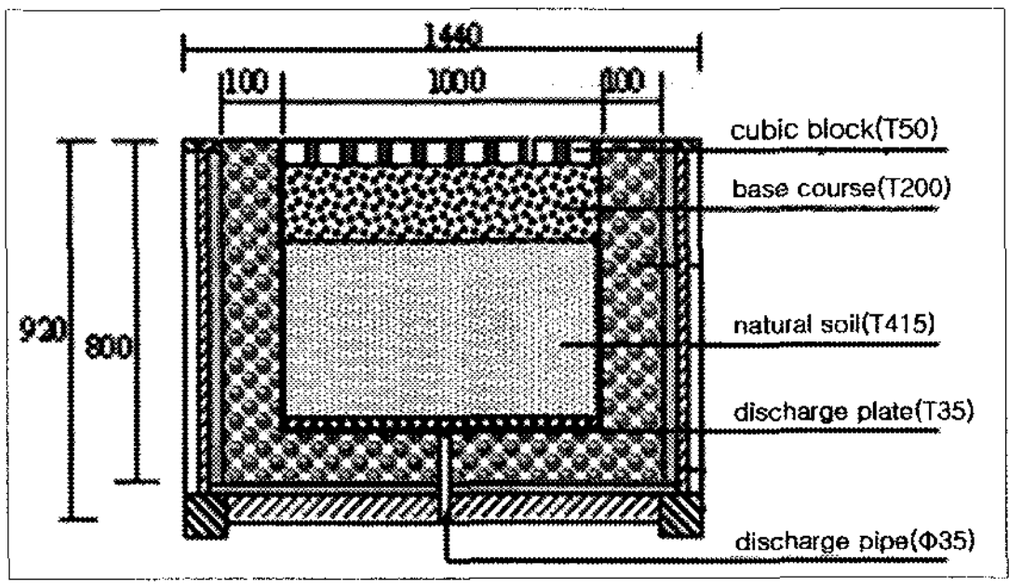

Fig. 1. Cross section of Cubic block pavement plot.

2.2. 공시체의 구성

투수성 포장의 열특성에 관한 기초 자료를 얻기 위해 투수성 큐빅블록, 투수성 소일텍터, 투수성 소일시멘트, 투수성 점토블록을 평면치수 100×100 ㎝로 제작하여 옥외시험포장을 구축하였다. 평면치수를 100×100 ㎝로 설정한 것은 기존의 연구에서 300×300 ㎝의 공시체 표면온도가 90×90 ㎝의 경우보다 주간에 1℃, 야간에 2℃ 정도 높을 뿐이며, 공시체 주위의 열이나 수분의 영향을 무시할 수 있다는데 근거를 두었다[7].

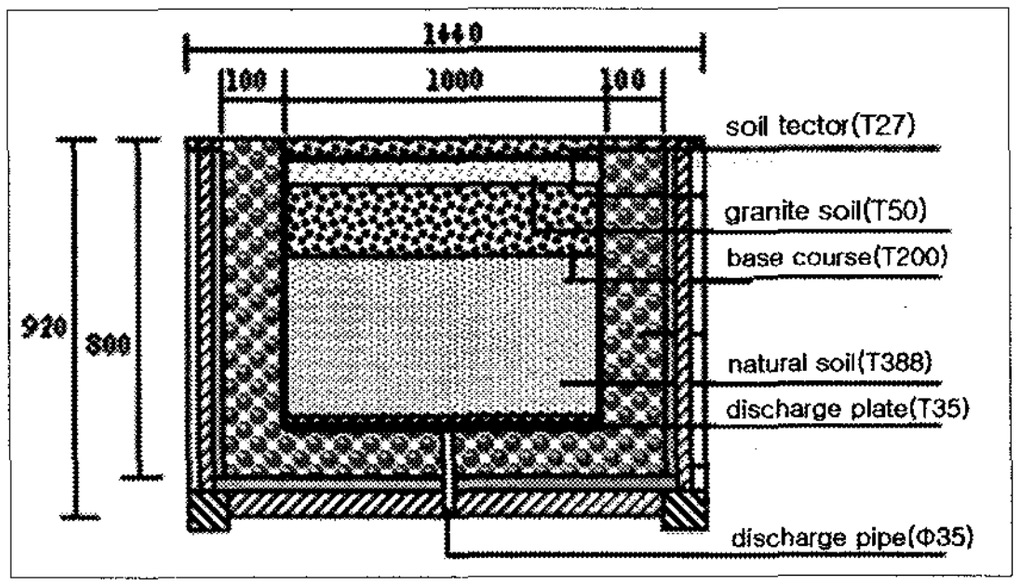

Fig. 2. Cross section of Soil tector pavement plot.

포장시험체의 단면은 각각 Fig. 1~4와 같다. 주변으로부터의 전열의 영향을 피하기 위해 방부목재로 사각형 외부박스(내부 규격 1200×1200×800 mm 또는 650 mm)를 제작하고, 저면 및 측면에 두께 100 mm의 발포스티로폴로 단열한 후 함석으로 내부박스(내부 규격 1000×1000×700 mm 또는 550 mm)를 만들어 넣었다. 함석 박스 바닥면에는 원활한 배수를 위해 배수구(Φ35 mm)를 낸 후 배수판을 깔았으며, 시험체 내의 토양입자가 배수판을 메우는 것을 방지하기 위해 부직포을 깔았다. 부직포 위에 토양을 채우고, 토양층 위에 부직포를 깔고, T200 mm 잡석을 깔았다. 그리고 큐빅블록과 소일시멘트는 각각 T50 mm, T100 mm의 포장재를 포설하였고, 소일텍터는 T50 mm 마사토다짐 후 T27 mm 고정재를 설치한 후 마사토를 포설하였으며, 점토블록은 T30 mm 모래다짐 후 T57 mm 포장재를 포설하였다[5]. 포

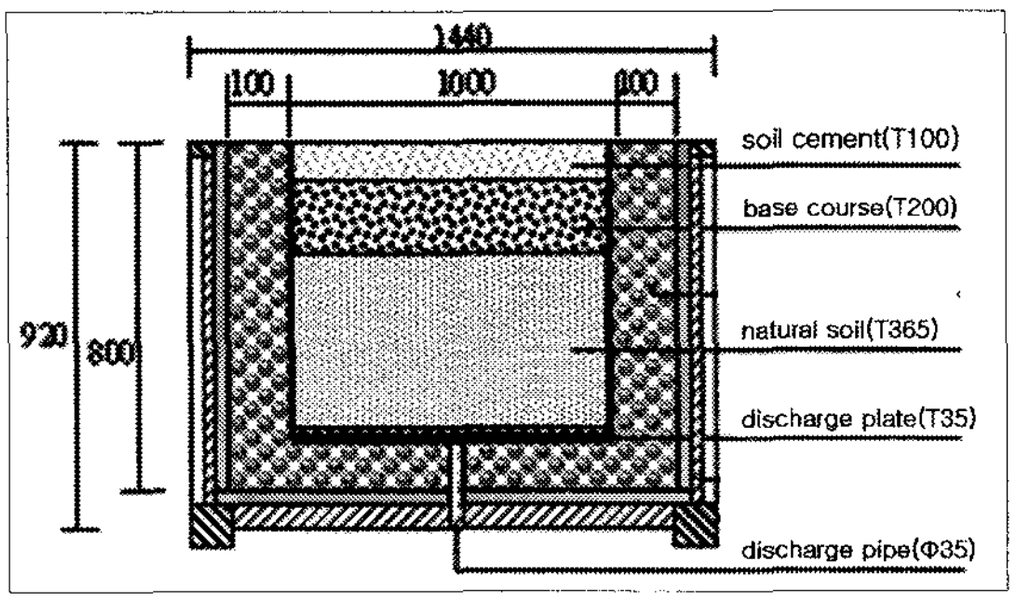

Fig. 3. Cross section of Soil cement pavement plot.

Table 1. Specific heat capacity and volumetric heat capacity of pavement material

	Cubic brick	Soil tector	Soil cement	Ceramic brick
Specific heat capacity (kJ/kg · K)	0.92*	0.8*	0.84*	0.84**
Volumetric heat capacity (kJ/㎥ · K)	2,629	1,152	1,317	1,698

* http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-solids-d_154.html[15]

** http://www.crest.org/discussiongroups/resources/stoves/Andreatta/Heatloss.htm[16]

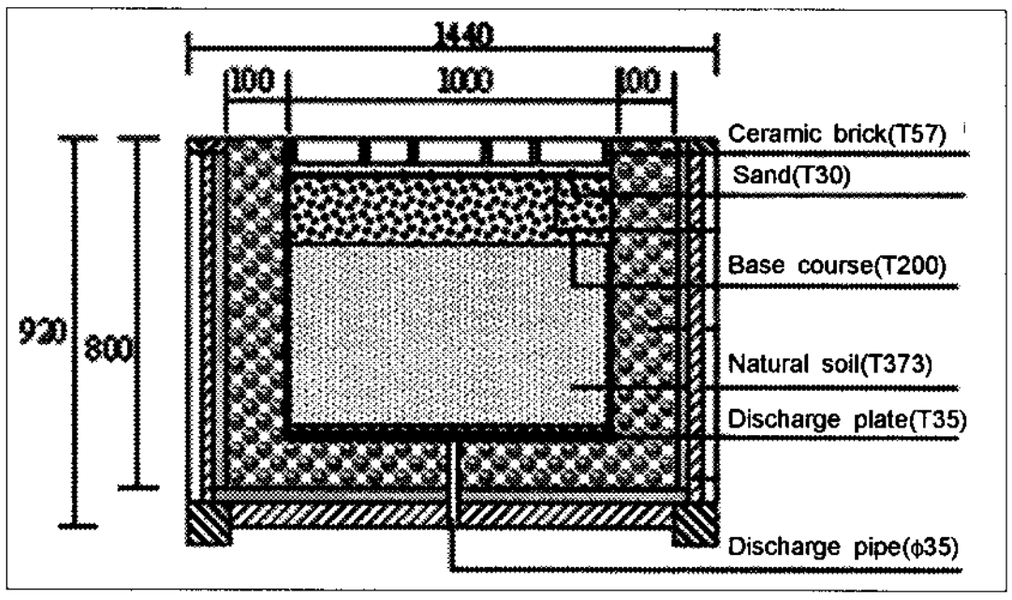

Fig. 4. Cross section of ceramic brick pavement plot.

장시험체 상호간의 영향을 최소화하기 위해 포장공시체간의 거리를 1 m가 되게 배치하였다.

2.3. 공시체의 열환경 측정

2.3.1. 공시체 표면의 입사 및 반사 일사량과 대기 및 포장체 장파복사량

입사 및 반사 일사량과 대기 및 포장체 장파복사량은 포장 시험체의 거의 중앙의 상방 30 cm 높이에 설치한 순복사계(Net-radiometer, Kipp & Zonen CNR1)와 일사계(Delta-T CM3, Kipp & Zonen-CM6B) 그리고 지구복사계(Kipp & Zonen CG1)로 5분 간격으로 측정하였으며, 측정치는 데이터 로거(Campbell Scientific CR10X/Multi-plex)에 입력하였다[11,12].

2.3.2. 포장체의 온도

각 시험체의 온도는 직경 0.3 mm의 T형 열전대(NiCr-Ni)를 사용하여 포장체 표면에서 측정하였다. 측정된 온도는 5분 간격으로 샘플링하여 1시간 평균값을 데이터로거(Delta-T Devices DL2e와 Campbell Scientific CR10X)에 저장하였다.

2.3.3. 기상 조건

각 시험체로부터 약 3 m 떨어진 장소에 전도증가우량계(정밀도 ±1%, Met One Instruments Model 370)를 사용하여 강수량을, 증발계(Met One Instruments Model 550501)를 통해 증발량을 측정하였다. 또한 2.0 m의 높이에서 온습도계 및 화살날개식 풍향풍속계(Met One Instruments Model 083C)를 통해 온습도와 풍속을 각각 측정하였다. 온습도계의 습도 정밀도는 10~90% 범위에서 ±3%, 온도 정밀도 ±0.1℃이며, 화살날개식 풍향풍속계의 풍향정밀도는 ±4°이고, 풍속정밀도는 10 m/s 이하인 경우는 ±0.1 m/s, 10 m/s 이상인 경우는 ±1.1%의 정밀도를 가지고 있다. 측정치의 시간 평균값은 데이터 로거(Met One Instruments AUTOMET)에 입력하였다.

2.3.4. 측정 장소

주변 건물로부터의 일사조건의 영향이 적고, 개방적인 장소인 진주산업대학교 제3공학관 신관 4층 건물의 옥상(약 50×25 m)을 실험장소로 선정하였다. 연속측정은 2006년 7월 1일부터 8월 31일까지 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기상조건

2006년 7월과 8월의 기상현황은 Table 2와 같다. 7월은 평년에 비해 강수량이 많은 관계로 평균기온, 최고기온은 낮게 나타났고, 상대습도는 높게 나타났으며, 8월은 평년에 비해 강수량이 적은 관계로 평균기온, 최고기온, 최저기온은 높게 나타났고, 상대습도는 낮게 나타났다.

7월 31일부터 8월 9일까지의 기상의 경시변화를 Fig. 5~7에 나타냈다. 전반적으로 보면 8월 6일부터 날이 경과할수록 최고기온은 높아지고, 습도는 낮아지는 것으로 나타났다. 2006년 8월 8~9일 기상조건은 습도의 경우 8월 8일 33~93%, 8월 9일 30~92%를 나타냈으며, 야간에는 90% 이상을 나타냈다. 기온은 8월 8일 22.0~36.7℃, 8월 9일 22.4~37.1℃를 나타냈다. 풍속은 8월 8일 0.0~3.4 m/s, 8월 9일 0.0~2.8 m/s를 나타냈으며, 양일의 야간 풍속은 0.0 m/s에 가까웠다. 측정기간 중 가장 기온이 높았

Table 2. Monthly mean climatological condition of July/August, 2006 (normal data)

Date	Mean temperature (℃)	Maximum temperature (℃)	Minimum temperature (℃)	Wind velocity (m/sec)	Relative humidity (%)	Precipitation (mm)
July	24.2 (25.1)	27.7 (29.2)	21.7 (21.7)	1.2 (2.0)	86.2 (82.1)	630.9 (291.1)
August	27.6 (25.6)	33.1 (30.2)	23.7 (21.9)	1.3 (1.7)	77.4 (80.7)	106.6 (286.2)

* normal monthly value were refered to Jinju weather station(http://jinju.kma.go.kr/main.jsp)[17]

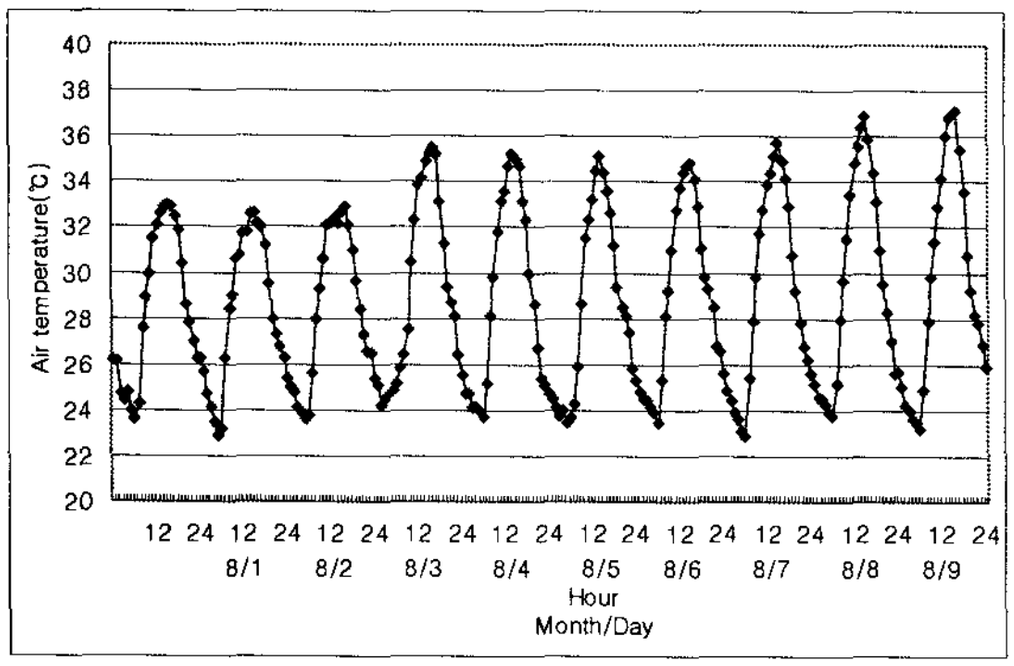

Fig. 5. Hourly temperature variation from July 31 to August 9, 2006.

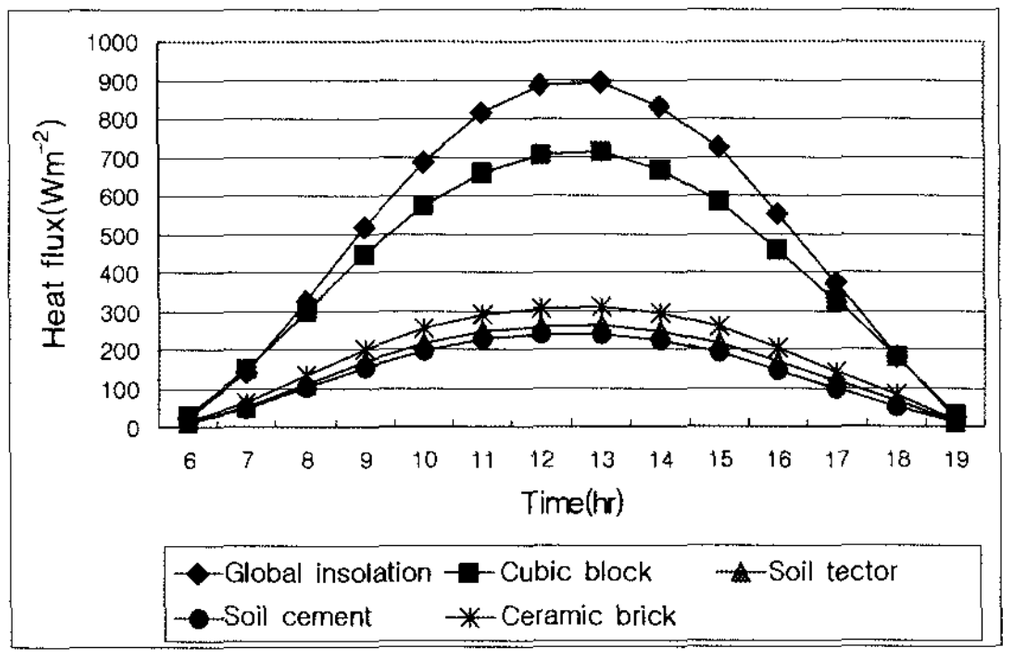

Fig. 8. The global insolation and the reflected radiation of experimental samples. (August 9. 2006)

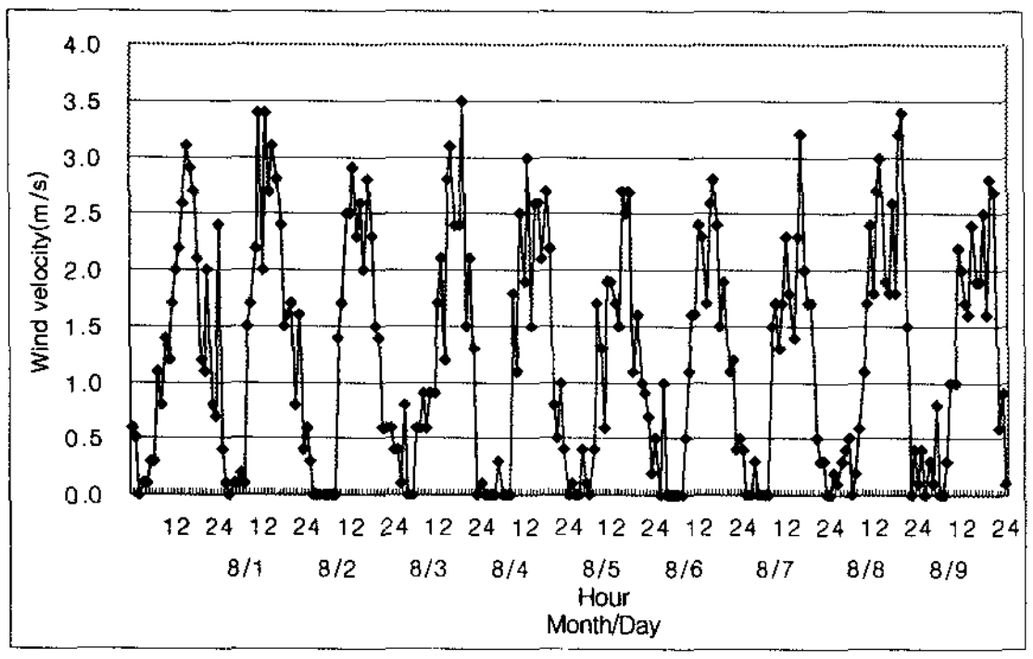

Fig. 6. Hourly wind velocity variation from July 31 to August 9, 2006.

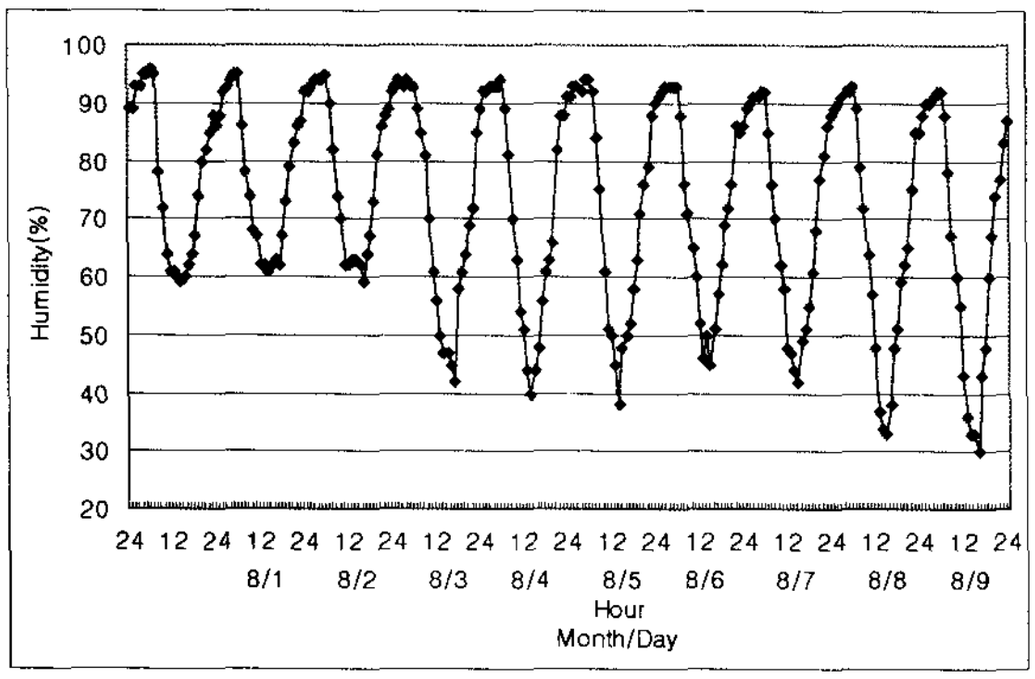

Fig. 7. Hourly humidity variation from July 31 to August 9, 2006.

으며, 이전 10일간 강우가 없었던 2006년 8월 9일의 측정치를 대상으로 열환경을 분석하기로 하였다.

3.2. 복사량

전천일사는 8월 8일의 1시간 평균최고 883 W/m^2, 8월 9일의 1시간 평균 최고 892 W/m^{2}를 나타냈다. 장파복사는 8월 8일의 1시간 평균이 379~434 W/m^2, 8월 9일의 1시간 평균 최고 384~445 W/m^{2}를 나타냈다.

3.2.1. 공시체별 전천 · 반사일사량

2006년 8월 9일의 전천일사량과 포장재료별 반사일사량은 Fig. 8에 나타낸 바와 같다. 전천일사량은 오후 1시에 최고치 892 W/m^{2}를 나타냈으며, 최대 반사일사량은 큐빅블록이 712 W/m^{2}로 가장 큰 값을 나타냈다. 다음으로 점토블록 311 W/m^2, 소일텍터 261 W/m^2 순으로 나타났고, 소일시멘트가 240 W/m^{2}로 가장 낮게 나타났다.

포장재료별 알베도는 Table 3에 나타냈다. 알베도는 태양고도가 낮은 아침, 저녁과 같이 입사하는 일사가 작을 때는 지표면이 거울같이 반사하여 높은 알베도를 나타내는 등 일중에도 변화한다. 오전 12시부터 오후 2시 사이의 포장체 표면의 알베도는 큐빅블록(0.80)이 가장 큰 값으로 나타났고, 점토블록(0.35), 소일텍터(0.29), 소일시멘트(0.27)의 순으로 나타났다. 큐빅블록의 알베도 값이 가장 크게 나타났던 것은 포장면의 색상이 밝고, 표면이 매끈하기 때문이라 판단된다.

3.2.2. 공시체별 장파복사량

2006년 8월 9일의 대기 장파복사량과 포장재료별 장파복사량은 Fig. 9에 나타냈다. 각 포장의 열방사량은 오후 2시에 최고값으로 나타났으며, 661 W/m^{2}의 소일텍터가 점토블록 627 W/m^{2}보다 큰 값으로

Table 3. Albedo value of experimental samples (August 9, 2006)

Experimental samples	Time													
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Cubic block	1.26	1.05	0.92	0.86	0.83	0.81	0.80	0.80	0.80	0.81	0.83	0.88	1.021	1.251
Soil tector	0.40	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29	0.31	0.31	0.32	0.38	0.47
Soil cement	0.45	0.34	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.28	0.46
Ceramic brick	0.55	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.37	0.37	0.38	0.46	0.65

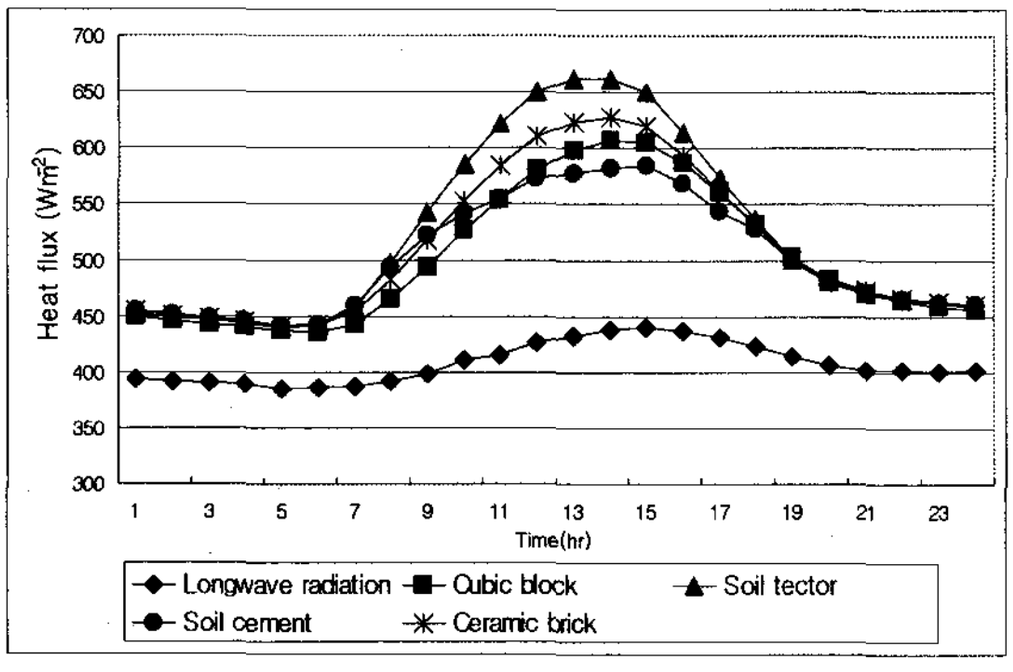

Fig. 9. Long wave radiation of experimental samples (August 9. 2006)

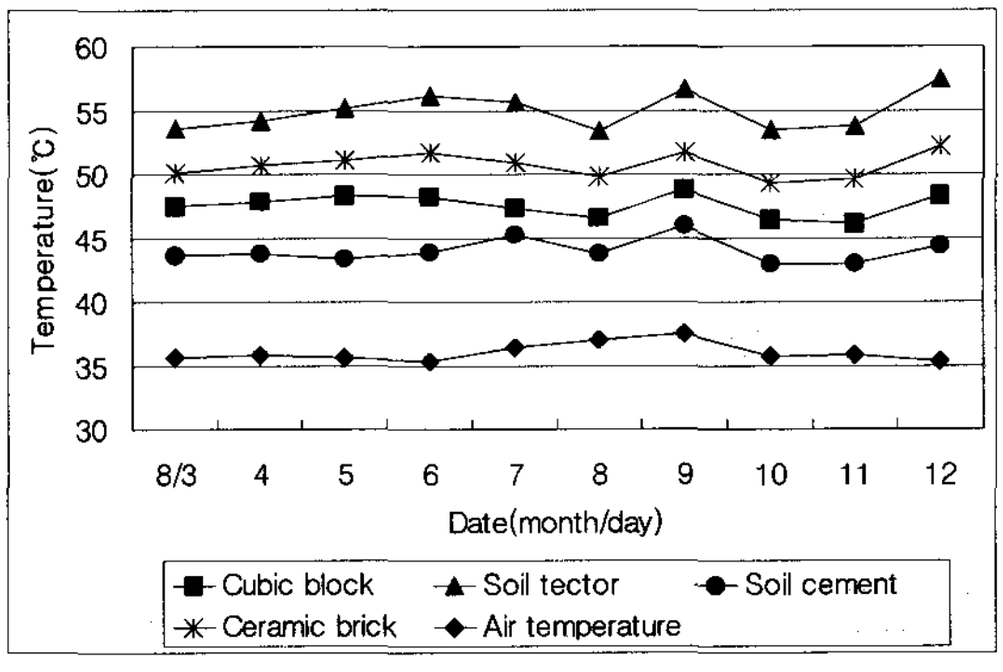

Fig. 10. Changes in daily maximum air temperature of experimental samples. (August 9. 2006~August 12. 2006)

나타났고, 다음으로 큐빅블록 607 W/m^2, 소일시멘트 582 W/m^{2}의 순으로 나타났다. 소일텍터의 최대 장파복사량이 가장 높게 나타난 것은 알베도(0.29)가 낮고, 열용량(1,152 kJ/㎥ · K)이 작고, 강우 후 1~2일 지나면 증발효과가 극히 미미해져서 포장표면온도가 높게 나타나기 때문이며, 소일시멘트의 최대 장파복사량이 가장 낮게 나타난 것은 알베도(0.27)가 낮고 열용량(1,317 kJ/㎥ · K)도 크지 않음에도 불구하고 증발효과가 지속적으로 나타나기 때문인 것으로 판단된다. 큐빅블록의 최대 장파복사량(607 W/m^2)이 점토블록의 최대 장파복사량(627 W/m^2)보다 낮게 나타난 것은 큐빅블록의 알베도(0.80)와 열용량(2,629 kJ/㎥ · K)이 점토블록의 알베도(0.35)와 열용량(1,698 kJ/㎥ · K)보다 높기 때문인 것으로 판단된다.

3.3. 공시체별 표면온도 일변화

2006년 8월 3일~8월 12일 동안의 열전대로 측정한 포장 표면최고온도의 변화는 Fig. 10에 나타냈다. 기간 중 기온이 비교적 높았던 8월 9일(최고기온 37.1℃)에 있어서 포장표면의 일최고온도는 소일텍터가 56.6℃로 가장 높았고, 다음으로 점토블록이 51.7℃이었으며, 큐빅블록과 소일시멘트가 각각 48.8℃와 45.9℃로 낮게 나타났다. 또한 같은 시기는 아니지만 2002년 8월 2일(최고기온 35.3℃)에 측정된 포장표면의 일최고온도인 수밀콘 45.5℃, 나지 45.3℃[18]와 비교해 보았을 때 소일텍터는 상대적으로 매우 높은 표면온도를 나타내었다. 이는 소일텍터의 알베도(0.29)와 열용량(1,152 J/㎥ · K)이 낮고, 증발효과가 지속적으로 일어나지 않기 때문인 것으로 판단된다. 큐빅블록의 표면 최고온도(48.8℃)가 점토벽돌의 표면 최고온도(51.7℃)에 비해 상대적으로 낮게 나타난 것은 점토블록의 알베도(0.35)와 열용량(1,698 kJ/㎥ · K)이 큐빅블록의 알베도(0.80)와 열용량(2,629 kJ/㎥ · K)보다 낮기 때문인 것으로 판단된다. 소일시멘트의 표면 최고온도(45.9℃)가 소일텍터의 표면 최고온도(56.6℃)에 비해 매우 낮게 나타난 것은 소일시멘트의 알베도(0.27)와 열용량(1,317 kJ/㎥ · K)은 소일텍터의 알베도(0.29)와 열용량(1,152 kJ/㎥ · K)과 큰 차이가 없으나, 소일텍터는 배수성이 높아 표면온도가 쉽게 상승한 반면 소일

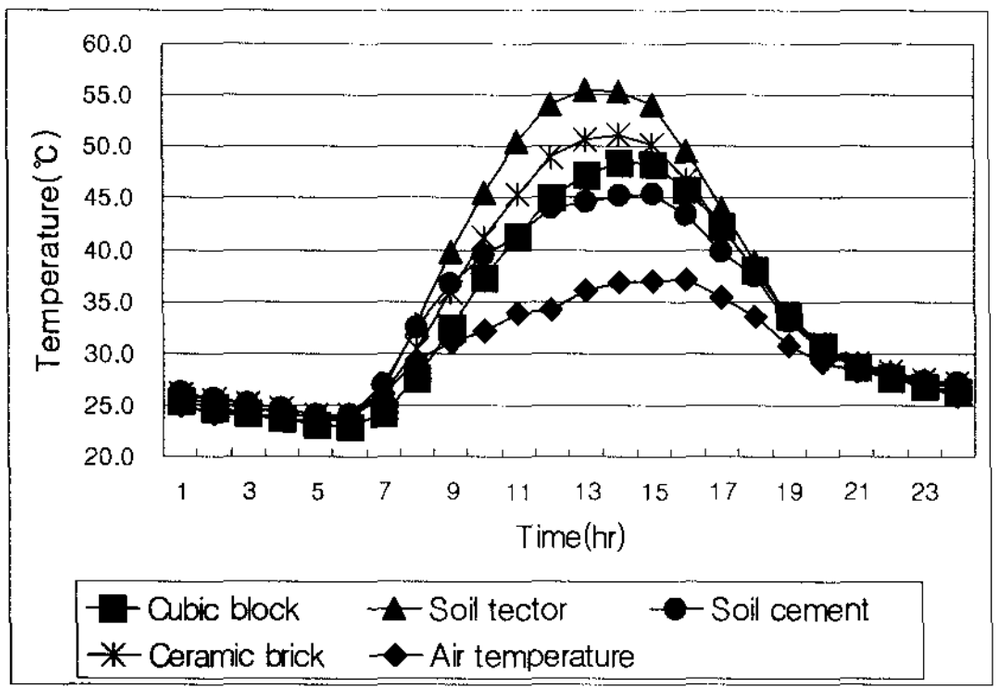

Fig. 11. Changes in surface temperature of experimental samples. (August 9. 2006)

시멘트는 보수성이 좋아서 표면에서의 증발산 효과로 온도상승이 저하된 것으로 판단된다.

측정기간 중 가장 기온(시간평균 최고기온 37.1℃)이 높았던 8월 9일에 있어서 포장표면온도의 경시적 변화는 Fig. 11에 나타냈다. 포장표면의 일최고온도는 오후 2~3시경에 나타났으며, 일최저온도는 오전 5~6시경에 나타났다. 포장표면 온도의 일교차는 소일텍터가 31.8℃로 가장 높게 나타났고, 다음으로 점토블록 27.1℃, 큐빅블록 25.5℃, 소일시멘트 21.4℃ 순으로 낮게 나타났다. 일평균 포장 표면온도도 소일텍터가 36.2℃로 가장 높게 나타났고, 다음으로 점토블록 34.7℃, 소일시멘트 33.3℃, 큐빅블록 33.2℃ 순으로 낮게 나타났다. 소일텍터가 상대적으로 가장 극한적인 열환경을 나타냈다. 이는 소일텍터의 낮은 알베도(0.29)와 열용량(1,152 kJ/㎥ · K) 때문인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 여름철 투 · 보수성 블록포장의 열환경을 파악하기 위해 옥외에 투 · 보수성 포장 공시체를 구축하고, 열환경의 변화를 관측하였다. 관측된 자료 중 기온이 가장 높았으며, 이전 10일간 강우가 없었던 2005년 8월 9일(시간평균 최고기온 37.1℃)의 자료를 근거로 투 · 보수성 블록의 포장 표면의 장 · 단파 복사, 표면온도의 일변화를 분석 및 고찰한 결과는 다음과 같다.

1) 오전 12시부터 오후 2시 사이의 포장체 표면의 알베도는 큐빅블록(0.80)이 가장 큰 값으로 나타났고, 점토블록(0.35), 소일텍터(0.29), 소일시멘트(0.27)의 순으로 나타났다.

2) 포장표면의 최대 열방사량과 최고온도는 소일텍터(661 W/m^2, 56.6℃)가 가장 높았으며, 다음으로 점토블록(627 W/m^2, 51.7℃), 큐빅블록(607 W/m^2, 48.8℃), 소일시멘트(582 W/m^2, 45.9℃)의 순으로 나타났다.

3) 최대 열방사량과 표면 최고온도에 있어서 큐빅블록이 소일텍터나 점토블록에 비해 상대적으로 낮게 나타난 것은 큐빅블록의 알베도와 열용량이 상대적으로 높기 때문인 것으로 판단된다.

4) 최대 열방사량과 표면 최고온도에 있어서 소일시멘트가 소일텍터에 비해 매우 낮게 나타난 것은 소일텍터는 배수성이 높아 표면온도가 쉽게 상승한 반면 소일시멘트는 보수성이 좋아서 표면에서의 증발효과가 지속적으로 일어나 온도상승이 저하된 것으로 판단된다.

5) 포장에 의한 도시 열환경의 악화를 완화하기 위해서는 포장 표면색을 밝게 하여 알베도를 높이고, 포장체에서 지속적인 증발이 일어날 수 있는 재료나 공법에 대한 방안을 강구하여야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 도출된 계량적인 수치는 상대적인 비교 값으로서의 의미는 가지지만, 여러 가지 오차요인을 내포하고 있어서, 정량적인 데이터로 활용하기에는 많은 한계를 가지고 있다. 따라서 열환경에 대한 정량적인 분석을 위해서는 세부 항목별로 실험의 정밀도를 높인 후속 실험이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 2006년도 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원에 의한 연구의 일부임.

참 고 문 헌

1) 伊藤幸廣, 松浦誠司, 辻 正哲, 1996, 地表面溫度低減機能を有するインターロッキングブロック舖裝に關する硏究, 土木學會論文集, 544(V-32), 11-20.
2) 神田 學, 土屋信夫, 1995, 微氣象に基ついた屋外における人體の熱環境解釋, 土木學會論文集, 509(II-30), 53-44.
3) 田中孝典, 1998, 步行環境に影響を及ぼす步行者系

道路鋪裝材の熱特性について, 土木學會論文集, 587(Ⅶ-6), 49-58.
4) 淺枝 隆, ヴ タン カ, 北原正代, 1991, 道路鋪裝の熱環境に及ぼす影響, 環境システム研究, 19, 89-93.
5) 成田健一, 關根 毅, 1991, アスファルト鋪裝面の表面溫度と熱收支の解析, 地理學評論, 64(A-2), 125-137.
6) Asaeda T., Ca V. T., Wakio A., 1996, Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere, Atmospheric Environment, 30(3), 413-427.
7) 福田萬代, 深澤邦彦, 荒木美民, 藤野毅, 淺枝隆, 1997, 夏季自然狀態での各種鋪裝の熱環境緩和特性に關する實驗的研究, 土木學會論文集, 571(V-36), 149-158.
8) Asaeda T., Ca V. T., 2000, Characteristics of permeable pavement during hot summer weather and impact on the thermal environment, Building and Environment, 35, 363-375.
9) 木內 豪, 小林裕明, 1999, 快適な都市環境創造のための鋪裝の高溫化抑制策に關する檢討, 土木學會論文集, 622(Ⅶ-11), 23-33.
10) Pomerantz M., Pon B., Akbari H., Chang S. C., 2000, The Effect of Pavement's Temperatures on Air Temperature in Large Cities, Berkeley CA, Lawrence Berkeley National Laboratory, 62-78.
11) 福田萬代, 越川喜孝, 辻井 豪, 淺枝隆, 藤野毅, 1999a, 夏季に給・散水した保水性鋪裝の熱環境緩和特性に關する實驗的研究, 土木學會論文集, 613(V-42), 225-236.
12) 福田萬代, 淺枝隆, 藤野毅, 1999b, 冬季自然狀態における保水性鋪裝の熱環境緩和特性に關する實驗的研究, 土木學會論文集, 634(V-45), 243-254.
13) 赤川宏幸, 小宮英孝, 2000, 表面を連續的に濕潤できる鋪裝體に關する實驗的研究, 日本建築學會計劃系論文集, 530, 79-85.
14) 越川喜孝, 辻井 豪, 吉田健二, 2001, 透水性を有する保水性鋪裝材に關する檢討, 土木學會第56回年次學術講演會, V-088, 176-177.
15) http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-solids-d_154.html
16) http://www.crest.org/discussiongroups/resources/stoves/Andreatta/Heatloss.htm
17) http://jinju.kma.go.kr/main.jsp
18) 류남형, 유병림, 2005, 투·보수성 시멘트 콘크리트 포장의 열환경 특성(Ⅰ), 한국조경학회지, 32(6), 84-94.