한국환경과학회 봄 학술발표회지 제16권(제1호), 145~148, 2007
Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, May, 18~19, 2007

PA25)

차열성 도로포장재의 온도저감 효과에 관한 실측 평가

김익영*, 조재만, 정성웅, 김해동
계명대학교 환경방재시스템학과

1. 서 론

도시열섬 현상을 유발하는 원인 중에서 그 기여도가 가장 큰 것은 도시표면이 인공구조물로 포장되는 것으로 알려져 있다. 오늘날 도시표면 면적의 상당 부분이 아스팔트와 콘크리트로 포장되고 있다. 인공구조물 중에서도 도로포장은 도시표면의 많은 부분을 차지하는데 대구의 경우에는 약 23%에 이르고 있다. 그 결과, 녹지와 습윤한 토양, 하천과 호소 등이 차지하는 수변면적은 점차 감소되고 있다.

도로포장은 도시의 교통체제를 지탱하는 중요한 사회기반시설이지만, 도로건설로 인해 자연지형이 파괴됨으로써 도시특유의 기후, 즉 도시열섬을 발생시키는 요인이 되고 있다. 강우가 있을 경우에 아스팔트 표면에서 빗물이 조속히 배수됨으로써 통행차량과 보행자에게 편리함을 주게 되었지만 이로 인하여 지표가 수분을 저장할 수 있는 기능은 감퇴되어졌다. 녹지와 습윤한 토양이 가지고 있던 수분 함유기능과 증발한 기능이 도시의 포장화로 인하여 소실되고 말았다. 수분증발 기능이 사라지면, 증발에 수반된 냉각작용도 사라지기 때문에 도시표면의 고온화가 진행된다. 아울러 아스팔트의 알베도는 0.9 이상에 이르기 때문에 자연 상태의 지표면에 비하여 지면도달 태양복사에너지를 훨씬 많이 흡수하여 열에너지로 전환시킨다.

이와 같은 이유로 도로포장은 도시의 열섬화를 촉진시키는 역할을 하고 있다. 따라서 도로포장이 가진 도시열섬 유발기능을 개선할 수 있다면 도시열섬을 완화시킬 수 있는 여지를 만들 수 있다. 최근 우리나라에서도 이러한 점에 착안하여 보수성(保水性) 및 차열성(遮熱性) 포장재 개발을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 차열성 포장재의 지표면 온도저감효과를 확인하기 위하여 실내실험을 수행하였다. 그 결과를 보고하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 차열성 포장재

차열성 포장재란 다른 말로 고반사성 포장재라고 불리기도 한다. 이것은 배수성 포장재의 표면에 태양 일사에너지에 대한 반사율이 높은 표면 물질을 도색한 것이다. 최근 가시광선과 근적외 영역 파장대에 대해서 다른 반사율을 나타내는 도료가 개발되었다. 가시광선 영역에 대한 반사율을 높이면 명도가 높아져 보행자의 눈에 불편을 주게 된다. 반면에 최근에 개발된 도료는 가시영역에 대한 반사율을 낮추고 근적외 영역의 반사율을 높이는 방식으로

지면의 일사흡수율을 줄여 지표면 온도를 낮출 수 있게 되었다.

일사가 갖는 복사의 특성으로부터 가시광선보다 긴 파장을 갖는 근적외 복사영역의 열에너지는 전체의 약 50%에 상당한다. Fig. 1에 흑색의 고반사성 도료의 파장대별 반사율을 나타내었다. 가시광선의 반사율이 0, 즉 흑색이지만, 근적외 영역에서는 70% 이상의 반사율을 나타내기 때문에 일사 전체 파장영역에 대해서 반사율을 상정하면 35~40%에 이른다.

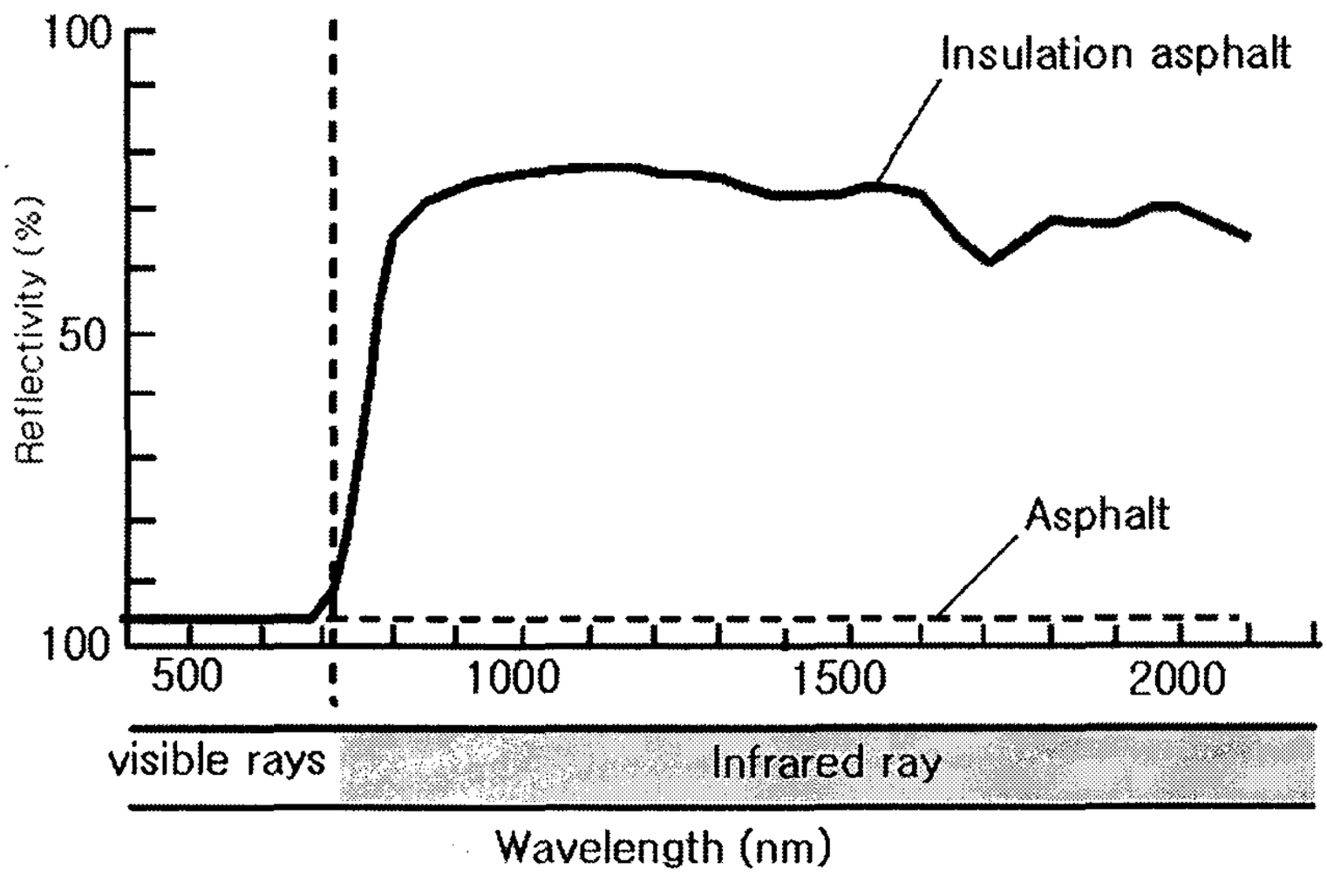

Fig. 1. Reflectivity of the pavement material with high reflectivity(thermal insulation asphalt pavement).

2.2. 차열성 포장재의 열 특성 평가실험

차열성 포장재의 열 특성을 평가해 보기 위하여 실내실험을 수행하였다. Fig. 2에 실험장치를 제시하였다. 가로 세로 각각 30cm, 두께 5cm인 차열성 포장재를 건조 토양 위에 놓고 2시간에 걸쳐서 약 600W/㎡의 광선을 쪼여 주면서 표면, 깊이 2.5cm, 5cm에서 10분 간격으로 온도를 측정하였다. 비교를 위해서 일반 아스팔트도 같은 조건으로 온도변화를 측정하였다. 그리고 냉각특성을 비교하기 위하여 2시간 후에 전등을 소등한 채로 2시간에 걸쳐서 온도변화를 관측하였다. Fig. 3에 차열성 포장재에 대한 관측결과를 제시하였다. 표면온도는 실험 개시 후 10분 만에 약 10도 상승하였고 그 이후에도 계속 상승하였는데 2시간 후에는 약 45도에 이르렀다. 그리고 소등 후 2시간 후에는 약 25도까지 냉각되었다. 반면에 일반 아스팔트(Fig. 4)는 가열 2시간 후에 표면온도가 약 65도에 이르러 차열성 포장재에 비하여 20도나 높게 나타났다. 그리고 소등 2시간 후에는 30도를 나타내어 차열성 소재에 비하여 5도 정도 높게 나타났다.

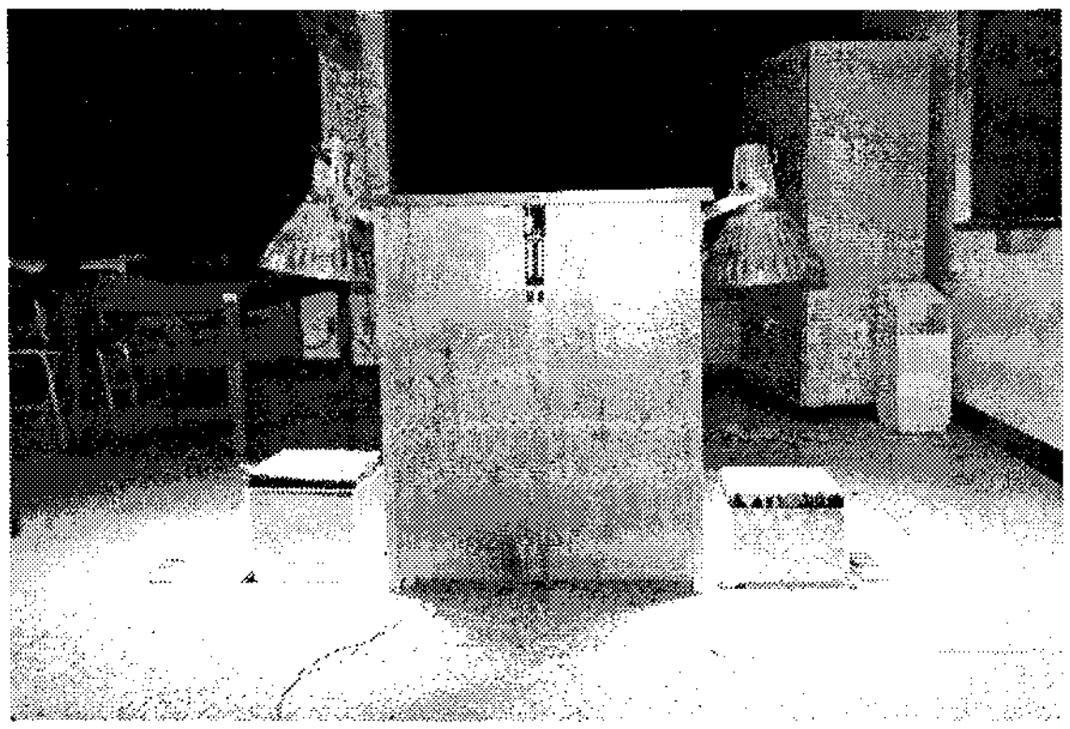

Fig. 2. Temperature measurement experiment.

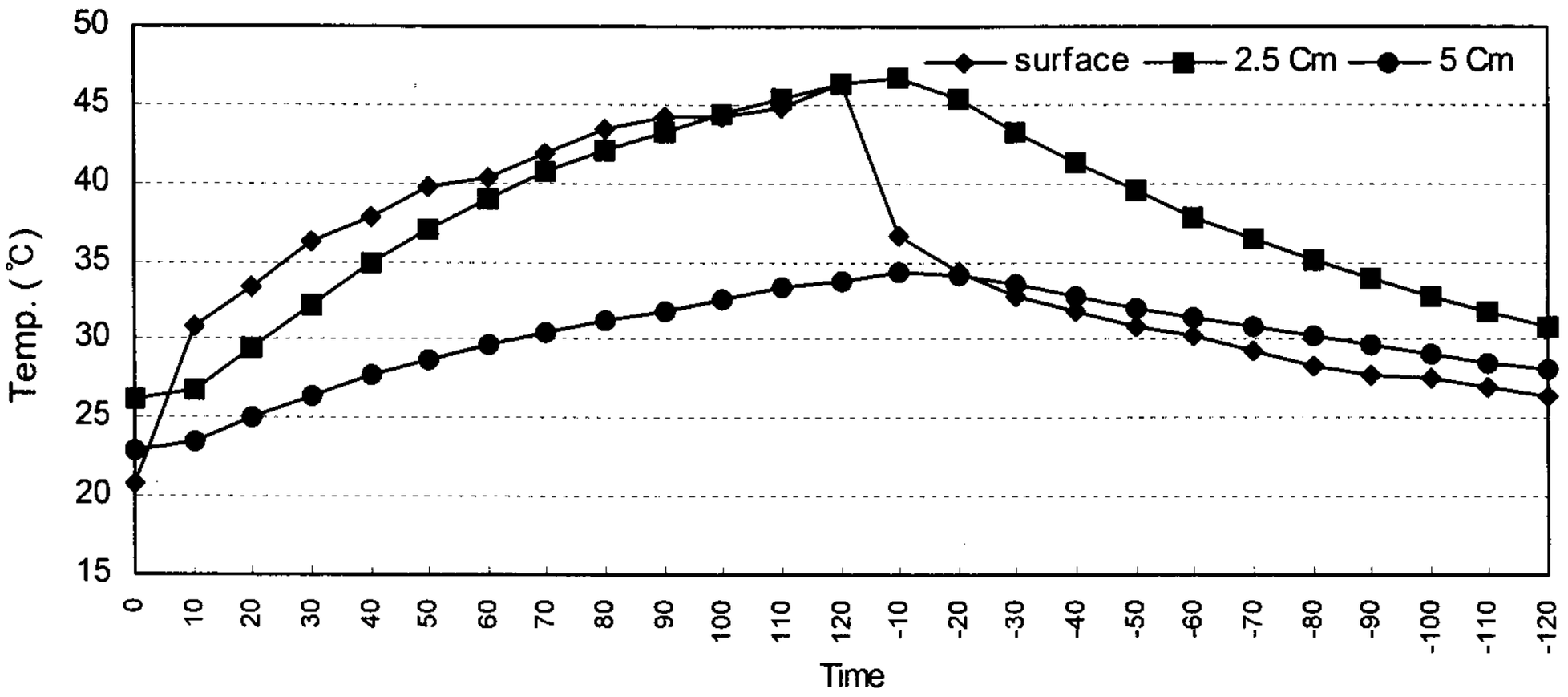

Fig. 3. Characteristics of temperature variation for the thermal insulation asphalt pavement. Minus numerals indicate the time elapsed since lights-out.

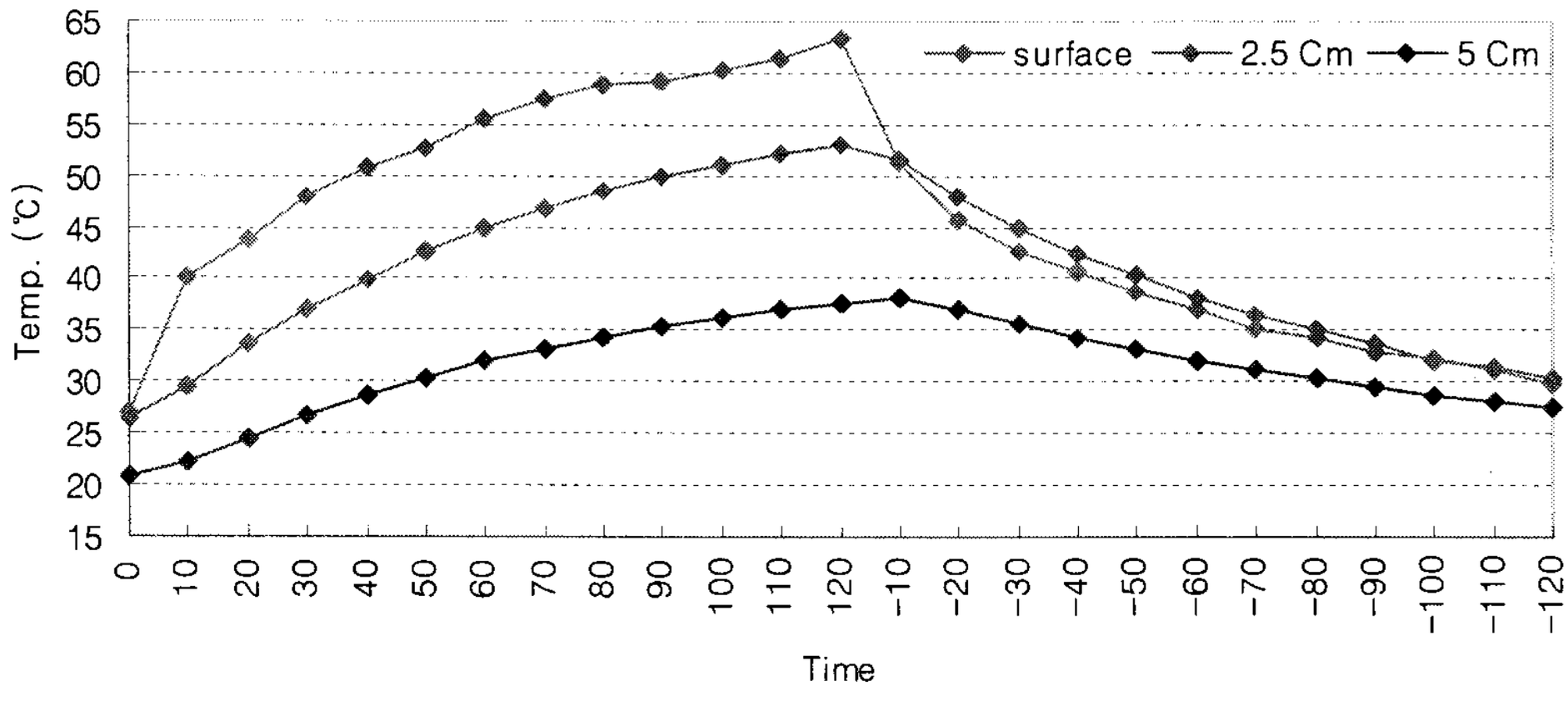

Fig. 4. Same as Fig. 2 except for established asphalt pavement.

3. 결과 및 고찰

지구온난화와 도시의 고도화로 인한 기온상승으로 도시의 생활환경 쾌적성은 나날이 악화되고 있다. 특히 여름 철 도시지역의 야간 기온상승으로 인한 열대야 현상의 심화는 도시인들의 건강을 악화시켜 생활의 질을 낮추고 근로의욕을 저하시켜 사회적 비용을 초래하고 있다. 그래서 일본 동경과 프랑스 파리를 포함한 전 세계의 많은 대도시들은 도시열섬 현상 억제대책 수립에 높은 관심을 쏟고 있다. 이러한 도시열섬 억제 대책의 하나로 도로포장재 개선이 고려되고 있다. 일본의 경우에는 지난 1988년부터 보수성 및 차열성 포장재 개발을 시작하였으며, 최근에는 시내에 실험포장을 시작한 단계에 있다.

우리나라의 경우에도 2005년에 시작된 건설 핵심 기술 연구 개발 사업에서 이 분야의 기술개발을 본격적으로 시작하였다. 향후 보도와 차도 및 근린 휴식 공간에 이러한 도로포장재를 적극 도입함으로써 도시열섬 완화와 시민들의 생활 쾌적성 향상을 기대할 수 있을 것이다. 그리고 본 연구에서 얻은 결과는 다음과 같았다.

(1) 2006년도 대구지역의 여름철(6-8월) 일사량 중에서 상위 30일을 대상으로 오전 10시부터 오후 5시 사이의 평균 지표면 도달 일사량은 약 630W/㎡이었다.

(2) 최근 개발된 차열성 포장재는 가시광선 영역에 대해서는 낮은 반사율을 나타내고, 근적외영역에 대해서는 높은 반사율을 갖는 특성이 있다. 그래서 보행자에게 불편을 최소화하면서도 지표면 온도를 낮추는 성능을 갖게 되었다.

(3) 지면도달 복사량이 약 600W/㎡이 되는 조건 하에서 2시간 동안 일반 아스팔트와 차열성 포장재의 온도변화를 관측한 결과 표면온도에 약 20도, 2.5cm 깊이에서 약 10도, 5cm 깊이에서 약 5도의 온도차이가 발생하였다.

감사의 글

본 연구는 "장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계 시공기술 개발(CTRM)"의 1세세부 과제의 일환으로 작성되었습니다.

참 고 문 헌

Moriyama, M., 2004, Heat Island, Kaku-Gei Press, 121-131pp.

류남형, 유병림, 2006, 투·보수성 시멘트 콘크리트 포장의 열물성 및 수분보유 특성이 표면온도에 미치는 영향, 한국조경학회지, 34(1), 21-36.

Ichinose, T., 1999, Local climate change related with land use change since the near modern period, Environmental system research, Vol. 27, 115-126.