전면 식생형 보강토 옹벽의 표면온도 저감 효과

Reduction Effect on Surface Temperature of Reinforced Soil Wall with Vegetated Facing

정 성 규¹⁾ · 이 광 우²⁾ · 조 삼 덕²⁾ · 김 주 형[†]

Sunggyu Jung · Kwangwu Lee · Samdeok Cho · Juhong Kim

Received: September 11th, 2013; Revised: September 24th, 2013; Accepted: November 1st, 2013

ABSTRACT : A new type of reinforced earth wall(REW) system is developed with vegetated facing which provides proper environment for long-term vegetation and also applicable to high retaining wall system. Vegetated retaining wall is a green alternative for retaining walls and an effective way to reduce heat island effect than conventional block or concrete systems. Several construction sites using vegetated facing is observed to monitor adaptation state of vegetation and estimate surface temperature of wall facing over two years. It was observed that a number of plants including Siberian chrysanthemum adapt well to the inside of the facing blocks because vegetation bag helps to keep a proper condition for vegetation. According to the results using thermographic camera, average surface temperature of vegetated facing is higher for all ranges of coverage ratio of vegetation. The increment of average surface temperature of vegetated facing is larger than that of non-vegetated facing when the air temperature rises, and vice versa.

Keywords : Vegetated facing block, Heat island effect, Coverage ratio, Surface temperature, Reinforced soil wall

요 지 : 본 연구에서는 장기식생이 가능한 전면 식생형 보강토 옹벽의 식생 환경 적합성을 모니터링하고, 전면벽체 표면온도 측정을 통해 한여름철의 콘크리트 옹벽 전면벽체의 온도 변화를 평가하였다. 이를 위해 장기식생이 가능하도록 식생 포대를 삽입한 특수 블록 벽체를 시공하여 구절초, 맥문동을 포함한 20여 종의 종자 식재 후 2년간 식생 환경을 관찰하였을 뿐만 아니라, 실제 크기의 식생 옹벽을 건설하여 한여름철 식생 및 무식생 옹벽의 전면벽체 표면온도를 비교·분석하였다. 식생 환경 모니터링을 수행한 결과, 장기 식생이 가능한 블록 내에 식재된 대부분의 식물 생장 상태는 양호한 것으로 나타났으며, 식생 포대를 삽입한 블록 벽체가 식물의 성장에 적합한 환경을 제공하는 것으로 나타났다. 또한, 한여름철의 식생 옹벽과 무식생 옹벽의 콘크리트 블록 표면의 온도 변화량을 측정한 결과, 식생 옹벽에 비해 무식생 옹벽의 표면온도가 높게 나타났다. 식생 옹벽의 전면벽체의 경우, 무식생 옹벽의 전면벽체에 비해 표면온도 증가율이 작게 나타난 반면, 냉각율은 더 크게 나타나 장기식생이 가능한 전면 식생형 보강토 옹벽은 식생을 통해 열섬효과를 완화하는데 효과적으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 식생 블록, 열섬 현상, 식생 피복률, 표면온도, 보강토 옹벽

1. 서 론

최근 US Environmental Protection Agency(2010)와 Rosenzweig et al.(2009) 등의 연구에 의하면 도심의 온도는 주변에 비해 3°C 정도 높다고 보고된 바 있는데, 이는 도심지 내의 많은 에너지 소모량, 다량의 대기 오염물질 및 온실기체의 방출 그리고 열전도율이 큰 콘크리트 재료의 높은 사용 빈도 등이 한여름철 도심지 내에 발생하는 열섬현상의 주요 원인으로 알려져 있다. Honjo et al.(2002), Narita et al.(2002), Jansson et al.(2007) 등의 연구자들은 도심 열섬저감효과에 대한 다양한 연구를 수행하여 도심지 내 녹지를 형성하는 방법이 도심 열섬현상을 저감시킬 수 있는 가장 좋은 방법

중의 하나라고 제안한 바 있다. 또한, 국내에서는 Kwon & Lee(2001)이 토지이용 상태에 따라 일몰 전·후의 냉각율에 대한 연구를 수행한 바 있는데, 이들의 연구에 따르면 녹지의 냉각율은 1.5°C/h 이상을 나타냈지만, 아스팔트 및 콘크리트 구조물이 많이 분포한 도심의 냉각율은 1°C/h 미만으로 나타나 녹지의 냉각율이 더 크다는 결론을 내린 바 있다. 이와 같이 녹지 형성이 도시의 온도를 낮추는데 매우 효과적인 방법으로 잘 알려져 있지만, 도심 열섬효과에 큰 영향을 미치는 다양한 형태의 콘크리트 구조물 녹화에 대한 효과적인 대책은 많지 않은 편이다.

본 연구에서 다룬 보강토 옹벽은 대표적인 도시 구조물로서, 다양한 형태와 색을 사용하는 콘크리트 패널(panel) 또는

1) Department of Geotechnical & Geo-Space Engineering, University of Science & Technology

2) Geotechnical Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology

† Geotechnical Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology (Corresponding Author : haitink@kict.re.kr)

블록(block)을 전면벽체로 사용하는 콘크리트 구조물이다. Cho et al.(2006)과 Yoon(2011) 등을 비롯한 많은 연구자들은 이미 지난 수년 동안 단지 조성이나 도로, 철도 등과 같은 구조물 건설 시 건물 벽체나 옹벽 구조물 전면 벽체를 녹화하는 기술을 개발하여 도시 열섬효과를 저감하고, 녹색 도시환경을 조성하기 위한 많은 노력을 수행하였다(Chung, 2007; Choi et al., 2012). 그러나 기존에 개발된 다양한 친환경 식생 옹벽 건설기술은 콘크리트 벽체를 사용하는 기존 공법에 비해 경제성과 기술적인 측면에서 한계가 있었던 것이 사실이다. 예를 들어, 전면벽체가 없는 포장형 녹화 보강토 옹벽의 경우, 연직이 아닌 1:0.3 이상의 급경사 사면의 형태로 시공되므로 기존 콘크리트 벽체형 보강토 옹벽에 비해 유효활용 부지의 확보 측면에서 불리하며, 화단식 녹화 보강토 옹벽은 내구성으로 인해 축조 높이에 제약을 받는다. 수직 성토가 가능한 일부 공법은 시공 가능 높이의 한계성 혹은 식물 자생을 위한 식생 기반 조성의 한계성 등이 해결해야 할 문제점으로 지적된 바 있다(Cho & Lee, 2008). 그러나 기존의 식생이 가능한 옹벽 전면에 대한 연구에서는 블록과 블록, 블록과 보강재 사이의 마찰 강도 및 연결 강도, 성토체의 수평변위와 같은 안정성 분석에 관한 연구만 이루어졌을 뿐, 식생으로 인한 온도저감효과에 대해 분석한 사례는 거의 없다(Oh et al., 2003; Kim et al., 2006; Choi et al., 2009; Cho et al., 2006).

본 연구에서는 이와 같은 기존 식생 보강토 옹벽의 단점을 개선하여 10m 이상 고성토에 적용할 수 있고 다양한 종류의 식물 적용을 통해 주변 경관과 조화로운 경관 조성이 가능하며, 별도의 관수시설 없이도 항구적인 식물 자생이 가능하도록 고안된 전면 식생형 보강토 옹벽의 현장시공을 통해 식생효과를 평가하였다. 이를 위해 2년에 걸쳐 식물의 생장 과정과 여름철 전면 벽체의 온도 변화 등에 대한 장기 식생 모니터링을 수행하여 식생 옹벽의 녹화 기능에 대한 효과를 평가하였다. 또한, 열화상 카메라를 이용하여 시간 경과에 따른 온도 변화 및 피복률에 따른 온도 저감 효과를 확인하였으며, 그 결과를 분석하였다.

2. 전면 식생형 보강토 옹벽의 특징

본 연구의 대상인 장기식생이 가능한 전면 식생형 보강토 옹벽은 Fig. 1처럼 무식생 블록과 식생 블록을 다양한 형

태로 조합 시공하여 주변 경관과 조화를 이룰 수 있으며, 식생 블록의 사용 밀도와 적용 식물의 종류에 따라 전면부 식생 피복률 및 경제성 조절이 가능하도록 개발된 구조물이다. 식재할 식물은 식물의 뿌리가 성장하면서 전면벽체 파손 및 보강재 연결부위 손상이 발생하지 않는 등 구조물의 안정성에 영향을 미치지 않도록 뿌리가 가는 식물을 선정하는 것을 원칙으로 한다. 식생 기반 포대의 경우, 깊이 200mm 이상, 폭 700mm 이상으로 제작하고, 250g/cm² 이상의 부직포로 제작한다. 식생 기반 포대의 상부 일부는 절개되어 있고, 하부는 식생 기반토가 빠져나가지 않도록 봉합하여 제작한다. 이러한 식생 기반 포대는 식생 블록 내부와 배면의 자갈 필터층을 통과하도록 구성하여 장기적인 식물 자생이 가능하도록 하였다. 또한, 전면벽체 후면에 위치한 배수골재를 통해 식생 기반 포대에 수분이 지속적으로 공급되며, 건조한 기후조건에서는 뒤채움재에 함유된 수분을 공급받는다(Kim et al., 2012). 또한, 본 구조물에서는 다양한 형태의 보강재를 사용할 수 있도록 하였는데, Fig. 1에 나타난 형태와 같이 접힘 홈이 형성되어 보강재 포설 시 지지영역을 형성하는 띠형 섬유보강재를 사용할 수 있도록 특화되어 있다. 이는 보강재 표면과 지반 사이의 마찰저항뿐만 아니라 지지영역에서 수동지지저항이 함께 발휘되어 전체적인 인발저항력을 향상시킬 수 있도록 개발한 것이다(Lee et al., 2011).

Table 1은 본 연구의 대상인 전면 식생형 보강토 옹벽에 사용하는 식생 블록과 무식생 블록의 형상 및 특징과 기존에 사용하는 전면블록의 일반적인 특징을 비교하여 나타내었다.

Fig. 1. Components of reinforced soil wall for vegetated facing

Table 1. Properties of concrete block for wall facing

		Width (mm)	Height (mm)	Length (mm)	Number of concrete block per unit area(ea/m ²)	Weight per unit area (kN/m ²)	Weight ratio (%)
Developed block	Non-vegetated block	600	300	300	5.56	3.9	67~80
	Vegetated block	600	300	390	5.56	4.1	70~84
Conventional block		400~500	200	400~500	10~12	4.9~5.9	100

3. 식생 모니터링

3.1 식생 적합성 평가를 위한 현장 시험시공

전면 식생형 보강토 옹벽의 식생구조가 식물의 항구적인 자생이 가능한지 여부를 평가하기 위해 다양한 식물을 적용한 일련의 시험시공을 통해 식생 모니터링을 실시하였다. 시험시공에 사용한 식물은 구절초, 맥문동, 상록잔디패랭이와 야생화 26종 혼합 종자를 혼합하여 사용하였으며, 식생 적합성을 평가하기 위해 담장 형식의 구조체를 시공하였다. 식재한 시점인 2011년을 시작으로 1년 중 가장 기온이 높은 6~9월 사이에 모니터링을 각각 실시하였으며, 관찰 모습은 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 줄사철을 비롯하여 전면벽체 내부에 식재하였던 식물들이 2년간에 걸쳐 고사하지 않고 대부분 생존해 있는 것으로 나타났으며, 2년이 경과된 시점에서는 원래 식재했던 식물뿐만 아니라 다른 식물들도 함께 자라고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 벽체 내부에 설치한 식생 기반 포대가 식생에 적합한 환경을 제공하는 것으로 판단되며, 전면 식생형 보강토 옹벽의 현장 적용성이 뛰어난 것으로 평가할 수 있다. 특히, 겨울에도 녹색 경관을 유지할 수 있는 상록성 식물인 구절초는 발아율 및 성장률이 상당히 우수한 것으로 나타났으며, 그 밖에 맥문동, 상록잔디패랭이와 야생화 26종도 발아율과 생존율이 높은 것으로 나타났다.

3.2 벽체 온도 측정을 통한 식생효과 검증

3.2.1 식생 여부에 따른 온도 변화

전면 식생형 보강토 옹벽에 식물을 식재하여 한여름철에

식생이 벽체의 온도 저감효과를 갖는지의 여부를 확인하였다. 이를 위해 Fig. 3에 나타낸 것과 같이 경기도 파주에 식생형 보강토 옹벽과 무식생형 보강토 옹벽을 건설하고 콘크리트 전면 벽체에 대한 표면온도를 측정하였다. 2012년 3월에 눈썬은쥬레, 줄사철, 송악 등의 식물을 식재하였으며, 전면 식생의 피복률은 약 50%로 하였다.

Fig. 4는 2012년 8월 3일 오후 2시에 옹벽 표면을 열화상 카메라로 촬영한 결과를 나타낸 것이다. 표면온도 측정 당일의 파주지역 최고 기온은 35℃로 나타났으며, 임의의 영역에 대한 평균 표면온도를 산정한 결과, 식생옹벽의 경우에는 39.1℃(Section A), 무식생 옹벽의 경우에는 43.5℃(Section B)로 나타나 약 4~5℃ 정도 차이가 발생하는 것을 확인하였다. 이를 통해 전면벽체의 재질은 콘크리트를 동일하게 사용하였으나, 식생을 적용함으로써 벽체의 표면온도가 감소하는 것을 확인하였다.

Fig. 5는 식생 옹벽에 대한 열화상 카메라 촬영 사진으로, 전면벽체 부위별 온도를 비교한 결과이다. 식생으로 피복이 되지 않은 B 영역은 39.6℃로 나타난 것에 비해 A, C 영역의 온도는 각각 33.0℃, 32.9℃로 상대적으로 낮게 나타났다. 식생블록을 사용하는 경우, 구조적으로 돌출된 벽체표면(B 영역)이 형성되는데, 식생뿐만 아니라 돌출된 부위에 의해 형성된 그늘도 벽체표면의 온도를 저감시키는 역할을 하는 것으로 확인되었다.

Fig. 6은 동일한 일조량을 받는 식생 옹벽과 무식생 옹벽의 표면온도에 대한 직선 프로파일 분석 결과이다. 일정 시간 동안 나타나는 온도 변화량을 측정하기 위해 관찰 시각 시각인 오전 10시와 대기 온도가 가장 높은 오후 4시의 열화

Fig. 2. The results of observation for REW using vegetated facing blocks

Fig. 3. Observation site for estimating surface temperature of wall facing

Fig. 4. The results of surface temperature of wall facing using thermographic camera(August 3rd, 2012)

상 촬영 결과를 비교하였다. 식생 옹벽의 경우에는 약 $7\sim 8^{\circ}\text{C}$, 무식생 옹벽의 경우에는 약 $12\sim 13^{\circ}\text{C}$ 의 온도 증가량을 나타내어 초기(오전 10시)에 측정한 평균표면온도보다 각각 약 25%, 40% 증가하였으며, 열화상 촬영 각도를 감안하더

라도 식생 옹벽의 표면온도 증가량이 콘크리트 벽면에 비해 작게 나타난 것을 확인할 수 있다. 또한, 표면이 아스팔트로 이루어진 교량의 표면온도에 비해 무식생 옹벽의 표면온도 증가량이 더 크게 나타났는데, 일반적으로 콘크리트에 비해

Fig. 5. The result of surface temperature for different section of vegetated facing

Fig. 6. Linear profile analysis for comparing surface temperature at construction site

아스팔트의 열전도율이 낮게 나타나는 현상(콘크리트 열전도율 : 약 $1.58 \text{Kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$, 아스팔트 열전도율 : $0.85 \text{Kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$)을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

3.2.2 시간 경과에 따른 온도 차이

시간 경과에 따른 온도 추이를 확인하기 위해 2013년 8월 20일 오전 10시부터 2시간 간격으로 식생 및 무식생 옹벽의 평균표면온도를 측정하였다. Fig. 7은 열화상 카메라를 사용하여 식생 옹벽과 무식생 옹벽의 표면온도 차이를 비교한 사진으로, 시간이 지남에 따라 식생 옹벽의 경우에 상대적으로 표면온도가 낮은 부분의 영역이 더 넓게 분포한 것으로 나타났다. 동일한 옹벽의 전면벽체 일정 영역에 대해 2시간 단위로 평균표면온도를 산정한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 전반적으로 식생블록을 사용한 옹벽의 표면온도에 비해 무식생 블록을 사용한 옹벽의 표면온도가 더 높게 나타났다. 해당 옹벽은 오후 2시를 기점으로 일사량이 증가하는 위치에 시공되어 있으므로, 오후 2시 이전에는 대기

온도와 비슷한 온도분포를 나타냈으나, 오후 2시 이후로 표면온도가 급격히 증가하는 현상을 나타내었다. 또한, 대기 온도가 감소하는 시점인 오후 4시 이후로는 무식생 블록을 사용한 옹벽에 비해 식생 블록을 사용한 옹벽의 표면온도 감소량이 더 큰 것으로 나타났다. 무식생 블록을 사용한 옹벽의 경우에는 $1.0^\circ\text{C}/\text{hour}$ 의 냉각율을 나타냈으나, 식생블록을 사용한 옹벽의 경우에는 $1.3^\circ\text{C}/\text{hour}$ 의 냉각율을 나타내어 토지이용상태에 따라 냉각율의 차이가 발생한다는 기존 연구와 유사하게 나타났다(Kwon & Lee, 2001).

3.2.3 식생 피복률에 따른 온도 차이

Fig. 9는 피복률에 따른 전면벽체의 온도 차이를 평가하기 위해 열화상 카메라로 촬영한 결과이고, 단위 면적(1m^2)당 식생 옹벽의 평균표면온도를 비교한 결과는 Fig. 10에 나타내었다. 합리적인 비교를 위해 동일한 일조량을 받는 옹벽 전면에 대한 평균 표면온도를 측정한 결과, 옹벽에 식생을 적용하지 않은 경우의 평균 표면온도는 44.6°C 로 나타났고, 식생 피복률이 약 35%, 60%, 100%일 때, 식생 옹벽의 표면 온도는 각각 40°C , 37.3°C , 35.3°C 로 나타났다. 이를 통해 식생 옹벽의 피복률이 증가할수록 전면벽체의 평균표면온도는 점점 감소한다는 것을 확인하였고, 식생 피복률이 약 100%일 경우에는 표면온도가 35.3°C 로 나타나 무식생 옹벽과 비교하였을 때, 약 9°C 정도의 차이가 발생하는 것으로 확인되었다. 이를 통해 피복률이 약 100%인 경우에는 벽체 표면온도가 약 20% 정도 감소하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 장기식생이 가능한 보강토 옹벽 전면벽체에 대해 수행한 식생 적응성 모니터링과 한여름철 벽체 표

(a) Reinforced soil wall with vegetated facing blocks at 10:00

(b) Reinforced soil wall with non-vegetated facing blocks at 10:00

(c) Reinforced soil wall with vegetated facing blocks at 12:00

(d) Reinforced soil wall with non-vegetated facing blocks at 12:00

(e) Reinforced soil wall with vegetated facing blocks at 14:00

(f) Reinforced soil wall with non-vegetated facing blocks at 14:00

(g) Reinforced soil wall with vegetated facing blocks at 16:00

(h) Reinforced soil wall with non-vegetated facing blocks at 16:00

(i) Reinforced soil wall with vegetated facing blocks at 18:00

(j) Reinforced soil wall with non-vegetated facing blocks at 18:00

Fig. 7. Comparison of surface temperature for different types of wall facing(16:00, August 20th, 2013)

면온도 모니터링을 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 장기식생이 가능한 보강토 특수 블록에 대한 식생 적합성을 평가하기 위해 약 2년에 걸친 식생 모니터링을 수행하였으며, 2년이 경과한 시점에서도 구절초 등 비롯한 다양한 식물들이 잘 자라고 있어, 식생 포대를 사용한 특수 보강토 전면 블록이 식생에 적합한 환경을 제공하고 있는 것을 확인할 수 있었다.
- (2) 식생 옹벽과 무식생 옹벽의 표면온도를 측정한 결과, 식생 옹벽의 표면온도가 무식생 옹벽의 표면온도에 비해 약 7℃ 정도 낮게 나타나 식생 옹벽의 온도 저감 효과를 확인하였다. 또한, 시간 경과에 따른 평균 표면온도 차이를 평가하기 위해 열화상 카메라를 사용하여 전면벽체의 표면온도를 측정한 결과, 식생 옹벽의 콘크리트 전면벽체가 무식생의 콘크리트 전면벽체에 비해 낮에 온도가 더 작게 증가하고, 저녁에 온도가 더 크게 감소하는 것으로 나타났다.
- (3) 식생 피복률에 따른 평균 표면온도 차이를 분석하기 위해 동일한 일조량을 받는 옹벽 전면벽체의 평균표면온도를 측정하였다. 식생옹벽의 피복률이 약 100%인 경우의 평균표면온도는 무식생 옹벽의 평균표면온도에 비해 약 20% 정도 감소하는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 판단하면, 옹벽 전면부의 식생을 통해 열전도율이 상대적으로 큰 콘크리트의 복사열 면적을 크게 감소시키는 효과를 확인할 수 있었으며, 본 연구에서 개발한 장기 식생블록을 사용한 보강토 옹벽 시스템은 한여름철에 발생하는 도시 열섬현상 저감을 위한 방편으로 매우 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 8. The result of average surface temperature for different types of wall facing by lapse of time

Fig. 9. Comparison of surface temperature for vegetation coverage ratio of wall facing(air temperature = 31.6℃, 16:50, August 20th, 2013)

Fig. 10. Average surface temperature of vegetated wall facing for different vegetation coverage ratio(16:50, August 20th, 2013)

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요 사업인 “(12-주요) 도시기후 영향 최소화 핵심 녹색 건설기술 개발-친환경 녹색성토구조물 건설기술 개발”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Cho, S. D. and Lee, K. W. (2008), Current state and technical development of geosynthetics-reinforced earth wall, Korean Geotechnical Society Conference, Korean Geotechnical Society, pp. 141~157 (in Korean).
2. Cho, Y. S., Koo, H. B. and Lee, C. K. (2006), Research about application possibility of afforestation reinforced soil steep slope by nonwoven geotextile, Korean Society of Civil Engineers, Vol. 26, No. 4C, pp. 239~245 (in Korean).
3. Choi, H. T., Jeong, Y. H. and Park, J. H. (2012), Slope stability analysis of new gabion wall system with vegetation base materials for stream bank stability and rehabilitation, Journal of Korean Forest Society, Vol. 101, No. 1, pp. 130~137 (in Korean).
4. Choi, K. M., Sim, T. B., Kang, S. G., Gong, H. B. and Lee, S. D. (2009), Reinforced earth wall using new developed green block, Korean Society of Civil Engineers Conference, pp. 1992~1995 (in Korean).
5. Chung, D. S. (2007), A planting study on the development of eco-friendly reinforced earth-retaining wall using planting green net, Journal of the Environmental Sciences, Vol. 16, No. 9, pp. 1099~1102 (in Korean).
6. Honjo, T., Sugawara, H., Mikami, T., Narita, K., Kimura, K. and Kuwata, N. (2002), Observation of thermal effect of Shinjuku Gyoen park, Fourth Symposium on the Urban Environment, American Meteorological Society, Northfolk, Virginia, p. 8485.
7. Jansson, C., Jansson, P. E. and Gustafsson, D. (2007), Near surface climate in an urban vegetated park and its surroundings, Theoretical and Applied Climatology, Vol. 89, Issue 3~4, pp. 185~193.
8. Kim, C. H., Han, I. W., Kim, S. H., Lee, B. W. and Seo, J. N. (2006), Analysis of safety and application for eco-friendly assembling retaining wall, Korean Society of Civil Engineers Conference, pp. 2512~2515 (in Korean).
9. Kim, J. H., Cho, S. D., Lee, K. W., Han, J. T., Kim, C. Y. and Jung, S. G. (2012), Development of environmentally-friendly earth structures, KICT Publication No. 2011-112, Korea Institute of Construction Technology, pp. 122~135 (in Korean).
10. Kwon, Y. A. and Lee, H. Y. (2001), Spatial distribution of temperature in and around urban parks - A case study of around Changkyeong palace, Changdeok palace and Jongmyo in Seoul, The Korean Geographical Society, Vol. 36, No. 2, pp. 126~140 (in Korean).
11. Lee, K. W., Cho, S. D., Han, J. G. and Hong, K. K. (2011), Pullout resistance of geosynthetic strip with rounded band anchor, Korean Geosynthetics Society, Vol. 10, No. 3, pp. 43~51 (in Korean).
12. Narita, K., Mikami, T., Honjo, T., Sugawara, H., Kimura, K. and Kuwata, N. (2002), Observations about cool-island phenomena in urban park, Fourth Symposium on the Urban Environment, American Meteorological Society, Northfolk, Virginia, p. 8687.
13. Oh, B. H., Cho, I. H., Lee, Y. S., Lee, K. H. (2003), Development of strengthening method and safety analysis of ecological block and vegetation bank protection, Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, Vol. 7, No. 1, pp. 207~216 (in Korean).
14. Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Parshall, L., Lynn, B., Cox, J., Goldberg, R., Hodges, S., Gaffin, S., Slosberg, R. B., Savio, P., Dunstan, F. and Watson, M. (2009), Mitigating New York City's heat island : Integrating stakeholder perspectives and scientific evaluation, Bulletin American Meteorological Society, Vol. 90, Issue 9, pp. 1297~1312.
15. U. S. Environmental Protection Agency (2010), Temperature cross-section features in an urban area, Atmospheric Research, pp. 117~127.
16. Yoon, J. Y. (2011), The study on the stability of overall greening reinforced earth retaining wall, Master's thesis, Kyonggi University, pp. 18~25 (in Korean).