

청계천 교량의 경관조명 특성 분석

(Luminous Characteristics of Bridges in Cheonggyecheon)

심인보* · 유인혜* · 신혜미* · 김정태**

(In Bo Shim · In Hye Yu · Hye Mi Shin · Jeong Tai Kim)

* 경희대학교 건축공학과 석사과정, ** 경희대학교 건축공학과 교수

Abstract

청계천의 경관조명은 하천을 가로지르는 다리 22개를 비롯하여 다양한 경관요소에 대하여 주변경관에 알맞는 경관조명으로 청계천의 특성을 부각시키고 있다. 특히 수변공간의 경관에서 큰 비중을 차지하고 있는 교량의 경관조명이 야간 청계천 경관의 아름다움을 좌우한다고 할 수 있다. 다양한 구조형태 및 특징을 가진 22개의 교량은 특색에 맞는 조명연출로 인지도를 주어 보행자로 하여금 청계천에 대한 방향감 및 공간감을 제공한다. 따라서 본 연구의 목적은 청계천 교량의 경관조명 효과를 분석하는 것이다. 이를 위하여 청계천 8개의 교량을 대상으로 휘도, 색온도, 색도분포를 측정하였으며 측정 결과는 다음과 같다. 오피스 지역에 위치해 있는 교량은 배경과 교량의 휘도대비가 시각적으로 명확성이 좋은 것으로 나타났으며 색온도는 차가운 느낌과 따뜻한 느낌의 조명이 조화를 이루며 교량의 온열감을 표현하는 것으로 나타났다. 상업지역에 위치해 있는 교량의 경우 오피스 지역의 교량보다는 휘도대비가 작게 나타났지만 시각적 측면에서는 효과가 있는 것으로 나타났다. 색온도는 안정감 있는 느낌을 주는 것으로 나타났다. 주거지역에 위치해 있는 교량의 경우 교량자체의 휘도평균은 낮게 나타나 주변 환경을 고려하여 밝지 않게 조명된 것으로 판단된다. 전체적으로 청계천 교량의 경관조명 특성은 교량의 주변 환경에 따라 다른 효과가 연출된 것으로 나타났다.

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

청계천은 서울의 한복판인 종로구와 중구의 경계를 흐르는 하천으로 길이 10.84[km], 유역면적 59.83[km²]이다. 조선시대에는 중심통로였던 광통교를 비롯하여 수표교, 장통교, 하랑교 및 오간수교 등의 교량이 위치했었다. 그러나 1960년대 복개되면서 도시경관요소가 제거되는 결과를 낳았으며 서울시에서는 청계천 복원사업을 실시하여 수변공간을 조성하였다. 특히 야간의 수변공간에서 경관조명이 설치된 교량은 주변 요소와의 조화를 이루면서 그 자체가 독립적으로 조명연출효과를 낼 수 있는 요소가 된다.

청계천 교량의 경우 규모가 크고 접근이 어려웠던 한강교량과는 달리 휴먼스케일로서 사람들의 접근이 용이하다. 특히 보행자 입장에서 바라보았을 때 주변 환경과 어우러진 교량의 경관연출이 기대된다.

따라서 본 연구는 청계천 교량 중에서 구조형태 및 용도지역에 따른 8개의 교량을 대상으로 휘도, 색온도, 색도분포를 측정하여 조명연출 효과를 평가하는데 연구 목적이 있다.

1.2 연구내용 및 방법

청계천 교량의 경관조명을 분석하기 위한 측정을 위하여 선행연구를 통해 교량의 경관조명 측정 방법을 조사하였으며 이를 참고하여 경관조명에 대한 물리량의 측정요소, 측정위치를 포함한 측정방법 및 연구대상 교량을 선정하였다.

청계천 교량에 대한 위치, 특징 및 구조형식을 조사하였고, 선정된 대상 교량에 대하여 주요 조명기구의 종류, 개념도 및 경관조명의 컨셉을 조사하였다. 경관조명에 대한 물리량 평가는 대상물의 휘도, 색온도 및 색도를 측정하여 분석하였다.

측정은 2005년 10월 8일과 9일에 실시하였다. 측정 당일의 일몰 시간인 18시를 기준으로 완전히 어두워진 19시 이후에 측정을 시작하였으며 천공은 담청공 상태에서 측정이 이루어졌다. 측정장비는 Radiant Imaging ProMetric-1400 1대, PCI 슬롯이 내장된 PC, Minolta CS-100 1대, 디지털 카메라 등이 사용되었다. 측정시 인원은 5명 내외가 동원되었다.

2. 연구대상의 선정 및 개요

2.1 연구대상의 선정

기존의 경관조명을 평가한 연구에 의하면 교량 경관조명의 특징은 구조형식에 따라 다른 효과를 나타내고 있으며[1], 용도지역에 따라 각기 다른 빛환경을 연출하고 있다[2]. 따라서 본 연구에서는 청계천 교량의 구조형식 및 용도지역에 따라 연구대상을 선정하였다.

교량의 구조형식에 따라 거더형의 교량을 3개, 막구조형의 교량 1개, 와이어구조형의 교량 2개, 아치형의 교량 1개, 트러스구조형의 교량 1개를 선정하였다. 또한 용도지역에 따라 오피스 지역의 교량 2개, 상업지역의 교량 3개, 주거지역의 교량 3개를 선정하였다.

2.2 연구대상의 개요

연구대상으로 선정된 교량은 시점부 부터 삼일교, 관수교, 새벽다리, 나래교, 버들다리, 비우당교, 무학교, 두물다리로 총 8개이며 교량의 구조, 제원, 각 교량에서 연출된 경관조명의 개념도 및 주요조명기구는 표 1과 같다.

삼일교는 상판 측면에는 메탈 램프로 투광조명 하고 있으며 LED가 수평라인으로 설치되어져 있다.

관수교는 거더형식으로 측면에는 수직라인조명이 되어있으며 상부의 막구조물에 투광조명이 되어있다.

새벽다리는 시장천막의 이미지를 적용한 막구조형식을 가지고 있으며 CDM으로 투광조명이 되어있다.

나래교는 3차원 아치와 케이블로 나비의 이미지를 형상화한 와이어구조형식을 가지고 있다. 상부의 구조물에는 CDM으로 투광조명이 되어있다.

버들다리는 거더교의 구조형식을 가지고 있다. 저중등 CDM으로 상부 파고라에 투광조명되어 반사되는 조명으로 보행로를 비추고 있다.

비우당교의 아치구조에는 HQI가 투광하고 있으며 상판 측면에는 제논램프가 배치되어져 수평의 라인을 형성한다.

무학교는 트러스 형식을 가지고 있으며 HI/TC로 상부 트러스 구조를 투광조명하고 있다. 또한 제논 램프로 상판 측면이 수평으로 조명되어 있다.

두물다리는 중앙의 주탑이 교량을 받치고 있는 와이어구조형식을 가지고 있다. 주요 경관조명은 주탑에 설치되어진 LED로 바람의 세기에 의하여 밝기가 변화한다.

표 1. 연구대상 교량의 개요

위치	지역	교량명	구조	제원	경관조명 개념도	주요조명기구
시점부 1	오피스지역	1.삼일교	거더	폭 43.5m, 연장 22.7m		Liner LED Floor Recessed LED MH 35W(Beam projector) LED(Blue flat top LED)
		2.관수교	거더	폭 25.5m, 연장 22.6m		형광등 T5 28W(Blue Filter) 광섬유 CDM 150W MH (CDM) 35 W MH. CDM-R 35W
상업지역		3.새벽다리	막구조	폭 9.8m, 연장 23.5m		CDM-T 70W HIT-DE 70W
		4.나래교	와이어	폭 6.0m, 연장 22.9m		LED 58W, MR 12V/1W CDM-TC 35W LED Power Supply 500W
		5.버들다리	거더	폭 17.0m, 연장 23.3m		CDM-TC 35W MH 35W
주거지역		6.비우당교	아치	폭 26.5m, 연장 46.6m		XENON LAMP(1m=85W) HQI-TS 70W, 150W CDM-T 70W LED-BAR Lighting 6W
		7.무학교	트러스	폭 34.8m, 연장 43.6m		XENON LAMP(1m=85W) HQI-TS 70W FL 20W, 28W HI/TC 35W CDM-T 70W
		8.두물다리	와이어	폭 2.9-7.8m 연장 43.8m		LED 1W (20mm Lens) HQI-TS 70W CDM-T 70W

3. 물리량 측정의 개요

3.1 물리량의 측정

교량의 경관조명 특성을 분석하기 위하여 선정된 조명학적 물리량 요소는 휘도, 색온도 및 색도이다. 측정에 사용된 측정기기는 Radiant Imaging ProMetric 1400으로 촬영된 이미지를 분석프로그램을 이용하여 휘도, 색온도 및 색도분포 등의 물리량을 얻어낼 수 있는 광학장비이다.

기준에 한강교량의 경관조명을 측정하여 평가한 경우 도심의 경관측정 지점 중 근경에 속하는 측정거리인 300[m]에서 측정하였다[3]. 그러나 청계천의 경우 휴면 스케일로 이루어져 있어 대상물로부터 약 100[m]내외의 거리에서 측정하였으며 일정한 경관의 이미지 취득을 위하여 교량의 크기 및 하천의 굴곡에 따라 측정거리를 조절하였다. 측정방향은 보행자의 입장에서 청계천의 시점부로부터 종점부를 바라보는 방향으로 측정하였으며 청계천변 산책로의 1.5[m] 높이에서 측정하였다.

3.2 물리량의 분석방법

교량 경관조명에 대하여 휘도는 측정된 이미지에 대하여 경관을 구성하고 있는 요소별로 평균휘도를 산출하였다. 또한, 배경의 평균 휘도값과 교량의 평균 휘도값을 분석하였다. 배경의 평균 휘도값이란 교량을 제외한 밤하늘, 지상의 건축물, 청계천 벽면, 교량 하부의 벽면, 산책로 부분 및 하천변 등의 휘도값을 평균한 것이고, 교량의 평균 휘도값이란 교량 상부구조물과 교량 상판의 휘도값을 평균한 것이다.

색온도는 교량의 상부구조물 부분과 측면, 또는 하부 부분으로 나누어 평균색온도를 산출하였으며 교량전체에 대한 평균 색온도로 교량 경관조명의 온열감을 분석하였다. 색도는 교량 경관조명에 대한 CIE(u',v')분포표로 교량을 구성하고 있는 색상의 분포를 나타내었다.

4. 청계천 교량의 경관조명 특성

4.1 삼일교의 경관조명 특성

삼일교의 경우, 배경의 평균 휘도값은 1.44[cd/m²], 교량의 평균 휘도값은 11.9[cd/m²]로 나타났다. 평균휘도 대비는 약 1:8.2로 교량의 경관조명이 시각적으로 강조 효과를 내고 있는 것으로 판단된다. 교량 전체의 색온도는 평균 4,230[K]으로 수평 스테인레스 스틸부분에 메탈램프로 투광되어져 있어 전체적으로 활달한 느낌을 주고 있다. 교량상부 수평부분의 색도는 주황색을 나타내고 수직 라인LED의 색도는 푸른색을 나타내었다.

4.2 관수교의 경관조명 특성

관수교의 경우, 배경휘도의 평균값(1.17[cd/m²])에 대한 교량의 평균 휘도(16.2[cd/m²]) 대비는 약 1:13.8로 시각적 명시성이 뛰어난 것으로 판단된다. 교량 전체 색온도의 평균은 4,300[K]로 나타났지만 교량상부의 CDM 램프로 투광된 막구조 부분은 색온도 2,510[K]으로 나타나 색온도 대비가 일어난다. 색도는 교량상부가 노란색에 가까운 주황색을 나타내며 교량측면은 형광등 T5 Blue Filter) 및 광섬유에 의하여 푸른색을 나타내었다.

4.3 새벽다리의 경관조명 특성

새벽다리의 경우, 배경휘도(1.4[cd/m²])에 대한 교량의 평균 휘도(10.3[cd/m²]) 대비는 약 1:7.3로 나타났다. 메탈 CDM에 의해 투광된 밝은색의 막구조 부분의 평균 휘도는 30.6[cd/m²]으로 나타났다. 교량상부를 포함한 교량 전체의 평균 색온도는 3,380[K]으로 다소 차가운 느낌을 주는 것으로 나타났다. 색도는 교량상부 막구조를 비롯하여 약간 주황색이 도는 백색으로 나타났다.

4.4 나래교의 경관조명 특성

나래교의 경우, 배경휘도(3.2[cd/m²])에 대한 교량의 평균 휘도(11.6[cd/m²]) 대비는 약 1:3.6으로 나타났다. 특히 교량을 조망하였을 때 주변의 상가나 다른 교량이 시야각 내에 들어왔기 때문에 배경의 휘도에 영향을 미쳤다. 교량 전체의 색온도는 2,560[K]으로 나타났다. 상부의 아치 부분 및 상관측면의 색도는 백색부터 주황색까지 분포되어 있으며 주변상가의 조명에 의하여 푸른색을 띠는 부분이 나타났다.

4.5 버들다리의 경관조명 특성

버들다리의 경우, 배경휘도(1.89[cd/m²])에 대한 교량의 평균 휘도(10.3[cd/m²]) 대비는 약 1:5.4로 나타나 주변과 조화를 이루는 것으로 판단된다. 색온도는 교량 상부 적삼목 재질의 파고라 부분이 CDM으로 투광되어 있어 3,100[K], 교량 하부공간의 색온도는 2,930[K]으로 나타나 전체적으로 온열감의 균형을 유지하고 있다. 색도는 전체적으로 노란색이 도는 주황색으로 나타났다.

4.6 비우당교의 경관조명 특성

비우당교의 경우, 배경휘도(0.97[cd/m²])에 대한 교량의 평균 휘도(6.5[cd/m²]) 대비는 약 1:7.2로 나타났다. 색온도 평균은 아치부분이 3,660[K], 상관측면 부분이 2,880[K]으로 차가운 느낌과 따뜻한 느낌의 조명이 자연스럽게 조화를 이루며 절제된 조명연출효과가 나타났다. 색도는 아치 부분이 밝은 푸른색으로, 상관측면 부분이 주황색으로 나타났다.

표 2. 청계천 교량의 경관조명 측정 물리량

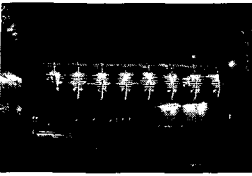

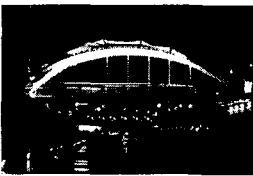
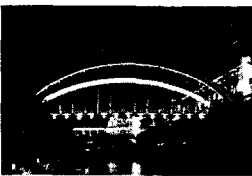
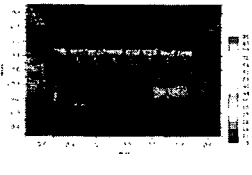
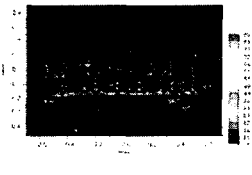
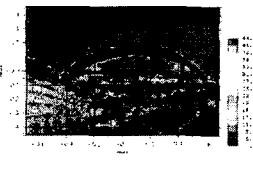
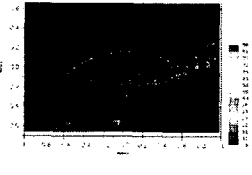
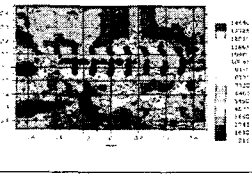
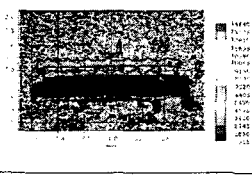
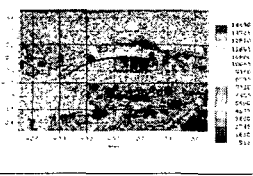
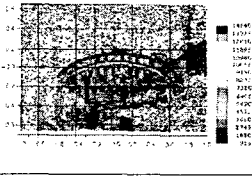
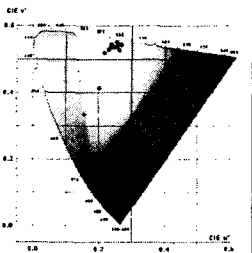
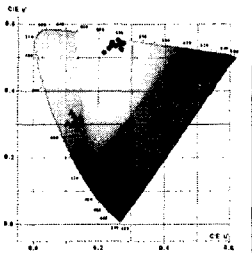
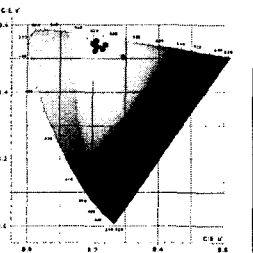
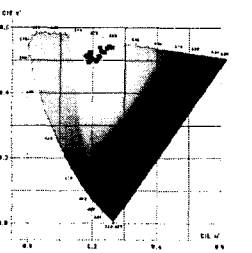
	삼일교	관수교	새벽다리	나래교
조명 모습				
위도				
	밤하늘 0.48[cd/m ²] 상부구조물 11.7[cd/m ²] 교량상판 1.51[cd/m ²] 하부공간 9.4[cd/m ²] 하천수면 0.64[cd/m ²]	밤하늘 0.76[cd/m ²] 상부구조물 86.0[cd/m ²] 교량상판 7.7[cd/m ²] 하부공간 7.9[cd/m ²]	밤하늘 0.44[cd/m ²] 상부구조물(천막)30.6[cd/m ²] 투광된 와이어 7.26[cd/m ²] 하부공간 1.5[cd/m ²] 하천벽면 1.56[cd/m ²]	밤하늘 0.93[cd/m ²] 상부구조물 48.0[cd/m ²] 교량상판 10[cd/m ²] 교량하부공간 15.7[cd/m ²] 하천수면 3.7[cd/m ²]
대비	배경 : 교량 = 1 : 8.2 (1.4[cd/m ²] : 11.9[cd/m ²])	배경 : 교량 = 1 : 13.8 (1.7[cd/m ²] : 16.2[cd/m ²])	배경 : 교량 = 1 : 7.3 (1.4[cd/m ²] : 10.3[cd/m ²])	배경 : 교량 = 1 : 3.6 (3.2[cd/m ²] : 11.6[cd/m ²])
색온도				
	교량 색온도 평균 4,230[K] 측면수평부분 31,00[K]	교량 색온도 평균 4,300[K] 상부 막구조 2,510[K]	교량 색온도 평균 3,380[K]	교량 색온도 평균 2,560[K] 상부 아치 2,900[K] 상판측면 2,230[K]
색도 분포	 <ul style="list-style-type: none"> ▲ : 수직LED 부분 ● : 수평스테인레스 부분 	 <ul style="list-style-type: none"> ▲ : 교량측면 ● : 상부 막구조 	 <ul style="list-style-type: none"> ● : 상부 막구조 	 <ul style="list-style-type: none"> ● : 상부아치부분 ■ : 상판측면

표 3. 청계천 교량의 경관조명 측정 물리량

	버들다리	비우당교	무학교	두물다리
조명 모습				
휘도				
	밤하늘 0.87[cd/m ²] 상부구조물 20.9[cd/m ²] 상관측면 1.21[cd/m ²] 하부공간 11.9[cd/m ²] 평화시장 15.0[cd/m ²]	밤하늘 0.54[cd/m ²] 상부구조물(아치)2.24[cd/m ²] 상관(수평조명) 17.6[cd/m ²] 하부공간 6.0[cd/m ²] 하천수면 0.53[cd/m ²]	아파트 0.58[cd/m ²] 상부구조물(트러스)3.7[cd/m ²] 교랑상관 19.1[cd/m ²] 교랑하부공간 7.0[cd/m ²] 하천수면 0.86[cd/m ²]	밤하늘 0.49[cd/m ²] 점광원(LED)평균78.91[cd/m ²] 상부구조물(주탑)3.08[cd/m ²] 교랑상관 1.19[cd/m ²] 하부공간 0.5[cd/m ²]
대비	배경 : 교랑 = 1 : 5.4 (1.9[cd/m ²] : 10.3[cd/m ²])	배경 : 교랑 = 1 : 7.2 (0.9[cd/m ²] : 6.5[cd/m ²])	배경 : 교랑 = 1 : 9.1 (0.9[cd/m ²] : 8.7[cd/m ²])	배경 : 교랑 = 1 : 2.4 (0.8[cd/m ²] : 2.1[cd/m ²])
색온도				
	교랑 색온도 평균 3,920[K] 상부 파고라 3,110[K] 상관측면 3,790[K] 하부공간 2,930[K]	교랑 색온도 평균 3,100[K] 상부 아치 3,660[K] 상관측면 2,880[K]	교랑 색온도 평균 3,730[K] 상부 트러스 2,890[K] 상관측면(제논램프) 2,480[K] 상관안쪽(FL) 6,230[K]	교랑 색온도 평균 6,670[K]
색도 분포				
	■ : 상부 파고라 부분 ▲ : 상관 측면	■ : 상관 측면 (제논램프) ▲ : 상부 아치 부분	▲ : 상관 안쪽 FL ● : 상관 측면 ■ : 트러스 부분	● : 상관 측면 ■ : 주탑의 LED

4.7 무학교의 경관조명 특성

무학교의 경우, 배경휘도($0.95[\text{cd}/\text{m}^2]$)에 대한 교량의 평균 휘도($8.7[\text{cd}/\text{m}^2]$) 대비는 약 1:9.1로 나타났다. 전체적인 교량의 색온도는 $3,730[\text{K}]$ 으로, 수평으로 설치된 제논램프에 의하여 상관측면은 $2,400[\text{K}]$ 으로 나타나 따뜻한 느낌을 주는 것으로 나타났다. 색도는 트러스 부분이 노란색, 상판 측면 부분이 주황색을 나타내었다.

4.8 두물다리의 경관조명 특성

두물다리의 경우, 전체배경($0.88[\text{cd}/\text{m}^2]$)에 대한 대상교량의 평균 휘도($2.13[\text{cd}/\text{m}^2]$) 대비는 약 1:2.4로 주위와 조화를 이루는 것으로 판단된다. 바람의 세기에 의하여 밝기가 변화하는 주탑의 광원인LED의 휘도는 평균 $79[\text{cd}/\text{m}^2]$ 인 것으로 나타났다. 전체적인 교량의 색온도는 $6,670[\text{K}]$ 으로 차가운 느낌을 나타내는 것으로 나타났으며 주탑 LED의 색도는 하늘색부터 진한 파란색까지의 분포를 나타내었다.

5. 결 론

청계천 교량 중 구조형태 및 용도지역에 따라 8개의 교량을 선정하고 휘도, 색온도, 색도분포를 측정하여 조명연출 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

① 청계천 교량의 조명은 LED, CDM, T5, 제논 및 메탈 할라이드 램프가 주로 사용되어져 있다. 특히 투광등으로는 CDM램프가 주로 사용되어진 것으로 나타났다.

② 청계천 교량의 경관조명 특성은 교량의 주변 환경에 따라 휘도대비 및 색온도분포 등에서 다른 효과가 나타나는 것으로 분석되었다.

③ 오피스지역에 위치한 삼일교와 관수교의 경우, 배경에 대한 교량의 휘도대비는 경관조명 된 교량의 강조로 시각적 명확성이 좋은 것으로 나타났다. 또한 색온도의 측정결과, 차가운 느낌의 조명과 따뜻한 느낌의 조명이 다소 조화롭지 못한 것으로 판단된다.

④ 상업지역에 위치한 새벽다리, 나래교, 버들다리의 경우, 주변 상가의 밝기에 의한 영향으로 교량자체의 휘도도 높게 나타나 휘도대비에 의하여 교량의 경관조명이 적절한 강조의 효과가 나타나는 것으로 판단된다. 색온도는, 주변의 환경을 고려하여 안정감 있는 느낌을 주는 것으로 나타났다. 색도분포는, 교량의 색상은 전반적으로 백색에 가까운 주황색으로 나타났다.

⑤ 주거지역에 위치한 비우당교, 무학교, 두물다리의 경우, 교량자체의 휘도평균은 $10[\text{cd}/\text{m}^2]$ 이하로 주변 환경을 고려하여 밝지 않게 조명이 되어진 것으로 나타났다. 색온도는 전반적으로 다소 차가운 느낌이 나타났지만 안정된 느낌을 주는 것으로 판단된다.

휴먼스케일의 청계천 교량에 대한 경관조명 평가의 경우, 구조형태에 따른 특성보다는 주변 환경에 의하여 교량의 경관조명 특성이 나타나는 것으로 분석되었다. 또한 경관조명은 아름다움을 연출하고자 하는 인간의 표현이기 때문에 경관조명의 평가에 있어서 정량적인 분석과 함께 심리적인 분석이 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 황태연, “한강교량의 경관조명에 관한 평가”, 경희대학교 석사학위논문, 2004
- [2] 심인보, 김봉균, 김정태, “도시가로의 주야간 및환경 특성 분석에 관한 연구”, 조명전기설비학회 학술대회논문집 pp.194~201, 2005
- [3] 이소미, 최윤석, 김정태, “ProMetric을 이용한 Lightscape의 경관조명 시뮬레이션 유효성 검증”, 조명전기설비학회 학술대회논문집 pp.43~48, 2004
- [4] 신해미, 김찬수, 최길동, 김정태, “Outdoor Lighting Master Plan of Cheonggye Cheon Restoration Project in Seoul”, pp.poster3-1-3-8, Illuminat, 2005
- [5] <http://cheonggye.seoul.go.kr/>