

## 교량의 조망점에 따른 휘도분포 특성분석 (Luminance distribution of Illuminated Bridges by View Point )

최윤석\* · 김정태\*\*

( Yoon Seok Choi · Jeong Tai Kim)

\* 경희대학교 건축공학과 박사과정, \*\* 경희대학교 건축공학과 교수

### Abstract

본 연구에서는 서울시 한강에 위치한 교량을 대상으로 다양한 조망점에 따른 경관조명의 물리량을 측정하고 그 특성을 분석함으로써 동일한 연구대상에 대하여 조망점이 달라졌을 때 나타나는 물리적 변화를 통해 경관조명분야의 물리량평가방법론의 새로운 접근방법론을 제시하는 것이 목적이다. 이를 위하여 연구대상의 선정은 교량구조형식에 따라 분류하고, 경관조명이 설치된 교량 17개소 중 다양한 조망점과 현장측정의 편리성 등을 고려하여 광진교(거더교), 올림픽대교(사장교), 동작대교(트러스교), 동작대교(아치교)를 연구대상으로 선정하였다. 조망점은 한강둔치를 이용하는 방문객들이 바라보는 투시뷰, 교량주변 건축물에서 바라보는 건물뷰 그리고 교량 위를 이동하면서 바라보는 주행뷰로 구분하였다. 이러한 연구방법으로 도출된 결과는 동일한 경관조명연출을 토대로 교량별 조망점에 따른 휘도측정 및 분석에서 측정되는 각도, 거리, 방향에 따라 정형화된 비율은 아니지만 휘도값에 있어서 차이가 있다는 것을 확인 할 수 있었으며, 투시뷰와 건물뷰는 동일한 교량 구성요소를 갖고 있어 상호간 비교 분석이 가능하고 경관조명평가 요소로서 그 기능을 담당 할 수 있다고 판단되며, 주행뷰는 교량형식과 가로등의 영향을 많이 받으므로 평가요소로써 조망점을 활용하기에는 조금 더 깊은 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다. 따라서 경관조명을 평가함에 있어 다양하게 바라보는 조망점은 조명연출로 인한 시각적 인식에 차이를 유발시킬 수 있어 경관조명을 평가할 때 다양한 조망점의 설정이 보다 객관적이고 정확한 분석이 가능할 것으로 판단된다.

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

교량은 공간과 공간을 연결하고 도시의 방향성을 제시하는 중요한 건축물로서 그 도시의 구조축을 형성하는 요소 중 하나이다.

최근 서울의 중심 하천축으로써 한강에 위치한 교량을 중심으로 경관조명이 활성화되어 야간의 도시미관을 새롭게 조성하는 사례가 증가하는 추세이다.

경관조명이 활성화되면서 보다 아름답고 조화로운 도시미관을 위하여 객관적인 심의와 평가를 위한 다양하고 구체적인 정량적 또는 정성적 평가접근방법에 관하여 여러 연구를 통해 제시되고 있다.

그러나 지금까지의 연구에서는 조망점을 한 곳에만 하여 평가를 함으로써 다양한 조망점으로부터의 종합적인 평가와 분석이 어려웠다.

따라서 본 연구에서는 정확성이 검증된 디지털 광학측정기기 ProMetric-1400을 활용하여 조망점의 변화에 따른 물리량(휘도)을 측정하고 그 결과를 분석하여 새로운 물리량 평가방법론을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 내용 및 방법

#### (1) 대상선정의 배경

연구대상은 한강에 위치한 25개 교량을 교량의 구조형식별로 분류하고 경관조명이 설치된 교량을 추출하여 2005년 7월23일과 8월13일 2차 걸친 현장조사를 통하여 경관조명이 설치된 17개 교량을 4개의 구조형식(아치교, 사장교, 트러스교, 아치교)별로 구분하여 광진교, 올림픽대교, 동호대교, 동작대교를 선정하였다.

#### (2) 조망점 설정

물리량 측정을 위한 연구대상의 조망점은 크게 3개로 구분하였는데 한강 둔치에서 바라본 투시뷰, 한강주변 건축물에서 바라본 건물뷰, 그리고 자동차 또는 도보를 이용하여 교량을 횡단할 때 바라보는 주행뷰로 구분하였다.(표 1. 참조)

표 1. 연구대상의 조망점설정

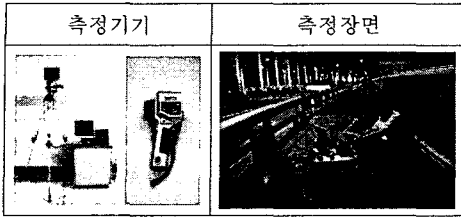
교량 \ 조망점	투시뷰	건물뷰	주행뷰
광진교	한강둔치	광진도서관	교량 위
올림픽대교	한강둔치	테크노마트	교량 위
동호대교	한강둔치	용 봉 산	교량 위
동작대교	한강둔치	신동아쇼핑	교량 위

#### (3) 현장측정

2005년 8월 17일부터 9월2일 동안 기상여건을 고려하여 총 5회 현장측정 실시하였다. 측정기기는

디지털광학측정기기 ProMetc-1400, 디지털카메라, CS-100, PC 등을 활용하였다.(표 2. 참조)

표 2. 측정기기와 현장측정장면사진



(3) 분석 및 평가

측정된 물리량 휘도값을 조망점별로 구분하여 4개의 교량을 분석하고 이를 토대로 4개 교량의 공통 조망점별로 휘도값을 비교함으로써 그 특성을 분석한다.

2. 연구대상의 경관조명 현황

2.1 연구대상의 개요

한강의 25개 교량에 대하여 다양한 교량형태에 적용된 경관조명의 연출방식과 디자인적 특성을 고려하여 이들 교량 중 경관조명이 설치된 17개 교량을 4개의 구조형식(아치교, 사장교, 트러스교, 아치교)별로 구분하여 광진교, 올림픽대교, 동호대교, 동작대교를 선정하였다.(그림 1. 참조)

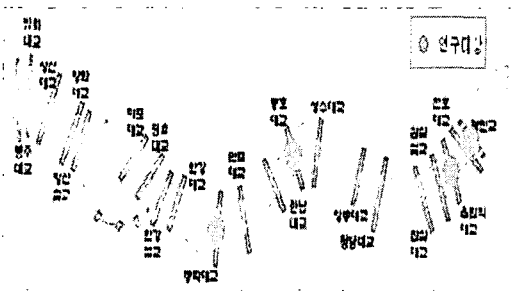


그림 1. 연구대상 교량의 위치

2.2 연구대상의 경관조명 현황

연구대상을 선정된 광진교, 올림픽대교, 동호대교, 동작대교는 기본적으로 투광등을 활용한 조명 방식으로 연출되고 있으며, 교량형식에 따라 연출 부위를 달리하고 있다.(표 3, 4 참조)

표 4. 교량 형태별로 구분된 연구대상 야간사진

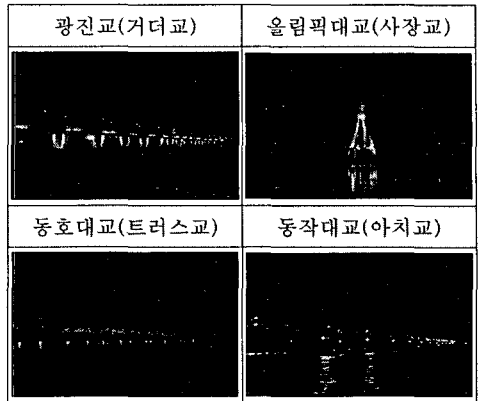
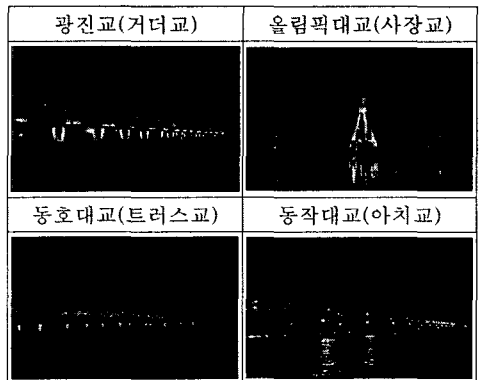


표 3. 연구대상 교량별 경관조명현황

교량 \ 조망점	조명방식	연출부위	조명색상
광진교	LED조명	상판전망대	Green
	투광조명	상판 측면	Blue/Green
	투광조명	교 각	Yellow
올림픽대교	투광조명	상부구조물	White
	투광조명	케이블	Red/Blue
	투광조명	교 각	White
동호대교	투광조명	상부구조물	Yellow
	LED조명	상판 측면	Blue
	투광조명	교 각	Yellow
동작대교	투광조명	상부구조물	White
	LED조명	상판 측면	Green
	투광조명	교 각	Yellow

표 4. 교량 형태별로 구분된 연구대상 야간사진



### 3. 교량별 조망점에 따른 휘도분석

교량별 조망점에 따른 휘도값분석에서 투시뷰와 건물뷰는 교량에 대한 측정부위(상부구조물, 상판측면, 교각, 주변하늘, 강물표면)가 같으므로 각 측정부위별 평균휘도값을 상호비교 분석하였으며, 측정부위가 다른 주행뷰는 별도로 분석하였다.

#### 3.1 광진교

광진교의 휘도분포는 투시뷰, 건물뷰, 주행뷰에 대한 디지털 사진과 디지털광학측정기기의 휘도분포이미지를 비교하여 경관조명으로부터 연출되는 빛의 분포를 확인할 수 시각적으로 확인할 수 있다.(표 5. 참조)

광진교의 교량구성요소(상부가로등, 상판측면, 교각, 주변하늘, 강물표면)를 대상으로 조망점 별 휘도분포에서 최대평균값은 투시뷰에서 교각이 11.33cd/m<sup>2</sup>, 건물뷰에서는 교각이 3.37cd/m<sup>2</sup>으로 나타났으며, 상부구조물이 없는 광진교의 주행뷰에서는 연속된 가로등부분이 72.67cd/m<sup>2</sup>으로 측정되었다.

이러한 결과는 거더교의 특성 상 상판측면과 교각을 강조하는 조명연출의 한계성을 나타내는 것으로 보이며, 특히 상판측면보다 교각이 더욱 강조된 것으로 휘도값 분석에서 나타났다.

따라서 투시뷰와 건물뷰에서 휘도값간의 비교에서 다소간에 휘도값 차이는 있지만 교량구성요소에 대하여 강조되어지는 부분에 대한 물리량의 분포는 유사한 것으로 판별되었다.

또한 주행뷰에서는 상부구조물이 없는 관계로 가로등이 가장 영향을 많이 미치는 것으로 판단된다. 또한 교량의 구성요소에 대한 조망점별 휘도값의 크기는 투시뷰에서 상부가로등, 상판측면, 교각이 건물뷰 보다 높게 나타났으며, 주변하늘과 강물표면은 건물뷰가 작은 차이지만 다소 높게 나타났다.(그림 2, 표 6. 참조)

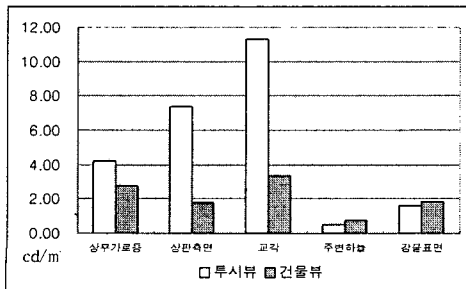


그림 2. 광진교의 투시뷰와 건물뷰 휘도분포

표 5 광진교 조망점별 휘도분포 이미지

조망점	조망점 사진	휘도분포
투시뷰		
건물뷰		
주행뷰		

표 6. 광진교의 조망점별 휘도값

조망점 측정위치	투시뷰 (cd/m <sup>2</sup> )	크기	건물뷰 (cd/m <sup>2</sup> )	주행뷰 (cd/m <sup>2</sup> )
상부가로등	4.23	>	2.77	구조물상부 -
상판측면	7.40	>	1.81	구조물중간 -
교각	11.33	>	3.37	가로등 72.67
주변하늘	0.52	<	0.75	주변하늘 4.53
강물표면	1.62	<	1.85	가로등 1.61

#### 3.2 올림픽대교

올림픽대교의 투시뷰, 건물뷰, 주행뷰에 대한 디지털 사진과 디지털광학측정기기의 휘도분포이미지는 표 7에 제시되어있다.

올림픽대교를 대상으로 각 조망점에 대한 휘도분포에서 최대평균값은 투시뷰에서 상부구조물 주탑이 7.83cd/m<sup>2</sup>, 건물뷰에서도 상부구조물이 12.77cd/m<sup>2</sup>, 주행뷰에서는 연속된 가로등부분이 84.00cd/m<sup>2</sup>으로 측정되었다.

교량의 구성요소별 물리량 측정결과를 분석하면 사장교인 올림픽대교의 주탑 부분이 교량의 수직 부재로써 조명연출로써 시각적인 부각이 된 것을 알 수 있으며, 주행뷰에서는 자동차 운행을 위한 가로등을 제외하고 조명기구가 가깝게 위치한 주탑의 중간부분이 가장 높은 평균 휘도값을 나타내었다.

투시뷰와 건물뷰의 휘도분포는 측정되어진 교량 구성요소에 따라 유사한 분포를 나타내고 있으며, 주행뷰에서는 휘도값이 가장 높은 가로등을 제외하고는 주탑의 중간부가 가장 강조되어지는 것으로 나타났다. 또한 조망점별 휘도값의 크기는 투시뷰의 상판측면이 건물뷰보다 높게 나타났으며, 건물뷰의 상부구조물, 교각, 주변하늘, 강물표면이 투시뷰 보다 높게 나타났다.(그림 3, 표 8 참조)

표 7. 올림픽대교 조망점별 휘도분포

조망점	조망점 사진	휘도분포
투시뷰		
건물뷰		
주행뷰		

출함으로써 연속적이면서도 트리스구조의 특성이 부각된 것을 알 수 있으며, 주행뷰에서는 자동차운행을 위한 가로등을 제외하고 조명기구가 가깝게 위치한 주탑의 중간부분이 가장 높은 평균 휘도값을 나타내었다. 투시뷰와 건물뷰의 휘도분포는 상부구조물부분에서 건물뷰의 휘도값이 더 높게 나타난 것을 제외하고 다른 교량구성요소에서는 유사한 휘도분포를 보이고 있으며, 주행뷰에서는 휘도값이 가장 높은 가로등을 제외하고는 상부구조물의 중간부가 가장 강조되어지는 것으로 나타났다.

또한 조망점별 휘도값의 크기는 투시뷰의 상부구조, 교각, 주변하늘, 강물표면이 건물뷰보다 휘도값이 높게 측정되었고 건물뷰의 상판측면 휘도값은 투시뷰의 그것 보다 높게 나타났다.(그림 3, 표 10. 참조)

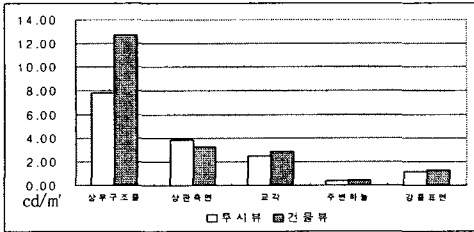


그림 3. 올림픽대교의 투시뷰와 건물뷰 휘도분포

표 8. 올림픽대교의 조망점별 휘도값

조망점 측정위치	투시뷰 (cd/m²)	크기	건물뷰 (cd/m²)	
			상부구조물	주행뷰
상부구조	7.83	<	12.77	5.63
상판측면	3.87	>	3.26	22.60
교각	2.43	<	2.82	84.00
주변하늘	0.38	<	0.44	4.10
강물표면	1.12	<	1.23	1.14

### 3.3 동호대교

동호대교의 투시뷰, 건물뷰, 주행뷰에 대한 디지털 사진과 디지털광학측정기기의 휘도분포이미지는 표 9에 제시되어있다. 건물뷰의 경우 타 교량과 달리 교량에서 거리가 먼 응봉산 팔각정에서 휘도를 측정하였다.

동호대교를 대상으로 각 각 조망점에 대한 휘도분포에서 최대평균값은 투시뷰에서 상부구조물 주탑이 6.87cd/m², 건물뷰에서도 상부구조물이 3.04cd/m², 주행뷰에서는 연속된 가로등부분이 75.33cd/m²으로 측정되었다.

교량의 구성요소별 물리량 측정결과를 분석하면 트리스교인 동호대교의 상부구조물부분을 조명면

표 9. 동호대교 조망점별 휘도분포

조망점	조망점 사진	휘도분포
투시뷰		
건물뷰		
주행뷰		

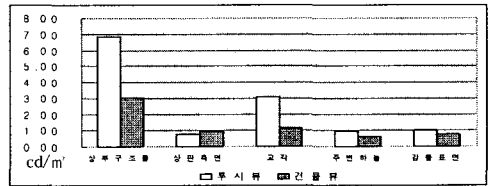


그림 4. 동호대교의 투시뷰와 건물뷰 휘도분포

표 10. 동호대교의 조망점별 휘도값

조망점 측정위치	투시뷰 (cd/m²)	크기	건물뷰 (cd/m²)	
			상부구조물	주행뷰
상부구조	6.87	>	3.04	7.73
상판측면	0.80	<	0.92	8.07
교각	3.09	>	1.17	75.33
주변하늘	0.97	>	0.65	4.07
강물표면	0.99	>	0.77	1.08

### 3.4 동작대교

동작대교의 투시뷰, 건물뷰, 주행뷰에 대한 디지털 사진과 디지털광학측정기의 휘도분포이미지는 표 11에 제시되어 있다.

동호대교를 대상으로 각 각 조망점에 대한 휘도분포에서 최대평균값은 건물뷰에서 상부구조물이 13.20cd/m<sup>2</sup>, 투시뷰에서도 상부구조물이 5.90cd/m<sup>2</sup>, 주행뷰에서는 연속된 가로등부분이 78.00cd/m<sup>2</sup>으로 측정되었다.

교량의 구성요소별 물리량 측정결과를 분석하면 아치교인 동작대교의 상부구조물부분을 조명연출함으로써 아치의 연속적인 리듬감이 부각된 것을 알 수 있으며, 주행뷰에서는 자동차 운행을 위한 가로등을 제외하고 조명기구가 가깝게 위치한 주탑의 중간부분이 가장 높은 평균 휘도값을 나타내었다. 또한 투시뷰와 건물뷰의 휘도분포는 측정된 구성요소 대부분에서 건물뷰가 높게 측정되었다.

주행뷰에서는 휘도값이 가장 높은 가로등을 제외하고는 상부구조물의 중간부가 가장 강조되어지는 것으로 나타났다.

조망점별 휘도값의 크기는 건물뷰의 상부구조, 상판측면, 교각, 주변하늘, 강물표면 등 모든 측정부위에서 투시뷰 보다 휘도값이 높게 측정되었다.(그림 5, 표 12. 참조)

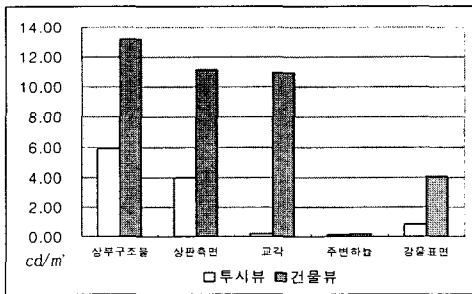


그림 5. 동작대교의 투시뷰와 건물뷰 휘도분포

표 12. 동작대교의 조망점별 휘도값

조망점 측정위치	투시뷰 (cd/m <sup>2</sup> )	크기	건물뷰 (cd/m <sup>2</sup> )	주행뷰 (cd/m <sup>2</sup> )
상부구조	5.90	<	13.20	구조물상부 4.20
상판측면	4.00	<	11.13	구조물중간 5.63
교 각	0.17	<	10.93	가로등 78.00
주변하늘	0.11	<	0.19	주변하늘 5.77
강물표면	0.83	<	4.07	가로등 0.48

표 11. 동작대교 조망점별 휘도분포

조망점	조망점 사진	휘도분포
투시뷰		
건물뷰		
주행뷰		

## 4. 연구대상의 조망점별 휘도분석

### 4.1 투시뷰의 휘도분석

연구대상 4개 교량에 대하여 투시뷰를 중심으로 휘도값을 분석한 결과, 교량의 형식에 따라 상부구조물이 있는 경우 조명연출을 통해 집중적이 강조가 되고 있는 것으로 나타났으며, 이는 야간에 시각적 인식을 높여 줄 것으로 판단된다.

반면 상부구조물이 없는 광진교(거더교)의 경우 상판측면과 교각에 집중적인 조명이 되고 있으며, 그 중 상판보다는 교각에서 높은 휘도가 나타나는 것으로 측정되었다.(그림 6. 참조)

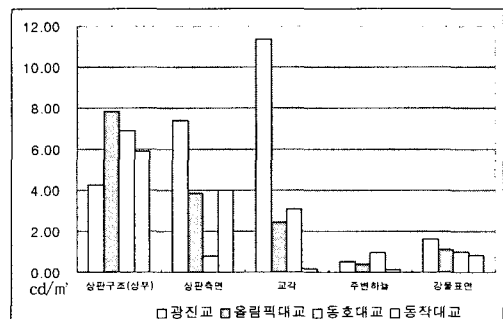


그림 6. 투시뷰 휘도값 통합분석 그래프

### 4.2 건물뷰의 휘도분석

연구대상 주변에 위치한 건축물로부터 교량을 조망하는 건물뷰에서 측정된 휘도값을 중심으로 분석한 결과, 상부구조물에 대한 휘도값 비교에서 광진교와 동호대교가 올림픽대교와 동작대교보다 낮게 나타났다.

또한 교각부분에서는 동작대교가 가장 높은 10.93cd/m<sup>2</sup>로 측정되었으며, 다음으로는 광진교의 교각이 3.37cd/m<sup>2</sup>로써 그 차이는 7.96cd/m<sup>2</sup>를 나타내고 있다.(그림 7. 참조)

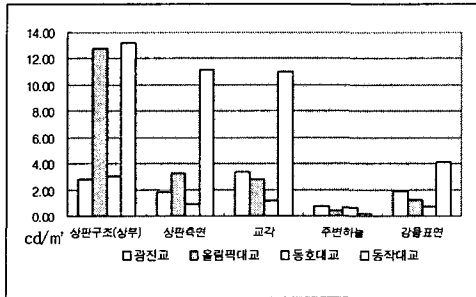


그림 7. 건물류 휘도값 통합분석 그래프

#### 4.3 주행류의 휘도분석

차량을 이용하여 교량 위를 이동 중에 바라보게 되는 주행류에서 측정된 4개 교량의 휘도분포 분석결과, 가로등으로부터의 휘도값이 교량의 타 구성요소에 비해 월등히 높게 나타났으며, 상부구조물이 교량에 있는 경우에는 구조물의 상부보다는 중간부분에 휘도가 높게 나타났다. 이는 조명기구의 위치가 구조물 하단에 거치되어 상향조명을 연출하기 때문에 발생한 것으로 유추된다.

광진교의 경우 상부구조물이 없으므로 휘도측정에서 제외하고 측정하였다.(그림 8 참조)

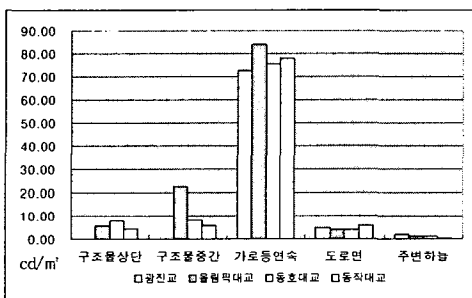


그림 8. 주행류 휘도값 통합분석 그래프

### 5. 결론

본 연구에서는 서울시 한강에 위치한 교량을 대상으로 다양한 조망점에 따른 경관조명의 물리량을 측정하고 그 특성을 분석함으로써 동일한 연구대상에 대하여 조망점이 달라졌을 때 나타나는 물리적 변화를 통해 경관조명분야의 물리량평가방법론의 새로운 접근방법론을 제시하는 것이 목적

이다. 이를 위하여 연구대상의 선정은 교량구조형식과 조망점 그리고 현장측정의 편리성 등을 고려하여 광진교(거더교), 울림대교(사장교), 동작대교(트러스교), 동작대교(아치교)를 연구대상으로 선정하였다. 조망점은 한강둔치를 이용하는 방문객들이 바라보는 투시뷰, 교량주변 건물에서 바라보는 건물뷰 그리고 교량 위를 이동하면서 바라보는 주행류로 구분하였다.

이러한 연구방법으로 도출된 결과는 조망점과 연계하여 측정되는 각도, 거리, 방향에 따라 정형화된 비율은 아니지만 휘도값에 차이가 있다는 것을 확인 할 수 있었다.

또한 본 연구에서 투시뷰와 건물뷰는 동일한 교량 구성요소를 갖고 있어 물리량 측정을 통한 상호간 비교 분석이 가능하고 그에 따른 경관조명평가 요소로서 기능을 담당 할 수 있다고 판단되며, 주행류는 교량형식과 가로등의 영향을 많이 받므로 평가요소로써 조망점을 활용하기에는 조금 더 깊은 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다.

결론적으로 경관조명을 평가함에 있어 다양하게 바라보는 조망점은 조명연출로 인한 시각적 인식에 차이를 유발시킬 수 있다는 것을 할 수 있었으며, 이는 경관조명을 평가할 때 다양한 조망점의 설정이 보다 객관적이고 정확한 분석이 가능할 것으로 판단된다.

### 후 기

이 논문은 과학기술부 국가지정연구실사업(과제번호 MI-0300-00-0258)의 연구지 지원에 의한 연구결과와 일부임.

### 참 고 문 헌

- [1] 김정태, 최윤석, “도시미관향상을 위한 공원의 경관조명 개선방안”, 대한건축학회 논문집(계획계), Vol.17 No.3, pp.165-176, 2001.3.
- [2] 안현태, 김정태, “휘도와 색도측면에서 본 역사적 건축물의 야간경관조명 분석”, 한국조명.전기설비학회 문집, Vol15 No1, pp.36-43, 2001.1
- [3] 이진숙 외 2인, “야간경관조명에 대한 주관평가 실험방법의 유효성 검증실험”, 대한건축학회 학술발표 논문집 제22권 제2호, 2002.10.26
- [4] 황태연, “한강교량의 경관조명에 관한 평가”, 경희대학교 석사학위 논문, 2004