

漢江大橋아아치 및 교각조명과 蠶室大橋수중보 조명계획

論 文
4-1-2

(Lighting the Archs of the Hangang Grand Bridge and the water-flow under the Chamshil Grand Bridge)

池 哲 根* · 張 禹 鎮** · 權 英 惠***
(Chol-kon Chee · Woo-jin Jang · Young-hye Kwon)

요 약

교량 부각 조명 및 교각 조명 계획의 과정과 요소를 고찰함으로써 교량 조형물 외부 조명 계획의 주요 문제를 추론하고 그 해결 방안 및 체계적인 접근을 위한 설계의 기초 방안을 제시하고자 한다. 본 연구에서 한강대교의 아아치와 교각부각조명과 잠실대교의 수중보 부각조명을 통하여 각 계획의 제한 조건하에서의 설계목적의 부합성, 유지보수의 용이성, 설계효과의 극대화를 달성하기 위한 설계제한조건의 해결 방법을 모색하였다.

Abstract

By considering the process and elements of the lighting design of bridges and its piers, it is possible to deduce the principle problems under its constraints and to approach it rationally and systematically. The major problem of this study is to analyze the diverse problems of the lighting design process. Through the lighting process of the arches of the Hangang Grand Bridge and its piers, and of the water-flow under the Chamshil Grand Bridge, the methods to accomplish the goal of lighting will be suggested.

1. 서 론

일반적으로 도시는 물리적 인공환경의 집합체로서 그 지역의 지역성과 풍토성, 산업 및 사회문화적 특성을 바탕으로 인간의 복잡하고 다양한 활동

에서의 물리적, 사회적, 문화적 기능을 내포하며 그런 기능을 효율적으로 수용하는 건조 시설물로 구성되어 있다. 도시의 각 건조 시설물들은 그들간의 구조적 측면에서 3차원적 속성을 지니며 가로, 도로, 교량을 비롯한 도시공간은 공적, 외향적, 사회적 성격을 지니고 있으며 도시공간에 대한 평가는 그 공간의 구성 이미지에 의하여 좌우된다.

교량공간에서 이루어지는 인간활동 중에 가장 대표적인 것으로空間的 移動을 들 수 있는데 도시의

*正會員 : 서울大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
**正會員 : 서울産業大 電氣工學科 助教授 · 工博
***正會員 : 서울大 工大 大學院 電氣工學科

교량은 교통 수단에 의한 물리적인 공간이동에 치우침으로 보행자와 주변 도로 및 타 교량에서의 통행자를 위한 공간적인 특성이 결여되어 있다. 교량은 도시의 공간요소로서 통행자의 시각적 자극을 통하여 이미지 형성을 하므로 도시환경계획의 주요 대상물이 되어야 한다. 야간의 교량은 주간에서와는 달리 시지각 대상으로서의 形態, 色彩, 質感의 시지각적 요소를 상실하므로 이 세 요소를 재생 또는 인위적으로 부여하기 위해서는 구조물의 상징성, 목적성과 같은 기능적 특성을 기본적으로 유지하면서 공익적 차원에서의 장식적 효과를 지니도록 하여야 한다.

세계인의 이목이 집중되는 시점인 88서울올림픽에 즈음하여 서울의 교량 중 그 조형미의 상징성으로써 서울의 이미지로 부각시키기 위하여 한강대교와 잠실대교를 택하여 올림픽 도로 및 고수부지 통행자와 한강 유람선 승객 및 경부 철도선 승객에게 야간의 환경적 시지각효과를 인상적으로 조성하고자 하였다.

2. 교량조명 계획의 과정과 요소

2.1 조명 기본 계획의 검토 대상과 요소

한강대교의 아아치와 석조교각은 한강대교 부근을 통과하는 사람들에게는 매우 인상적이므로 야간에도 아이치의 형태와 조형적 입체감 및 질감을 인지하도록 하여 한강변의 야경을 인상적으로 부각시키고 동시에 올림픽 고속도로 차량 주행자 및 노량진 철교를 지나는 지하철 1호선 탑승자들에게도 야간에 인상적인 도시의 이미지를 형성하기 위하여 한강대교의 조명계획을 실시하기로 하였다.

또한 잠실대교의 수중보는 기존의 낙수와 유수상태, 수중보의 포말 등으로도 유람선 승객에게는 물론 인근 고수부지의 보행자, 행락객 및 올림픽대로의 차량 주행자들에게 미려한 인상을 주고 있다. 특히 수중보 위의 수면, 낙수, 포말 등은 매우 인상적이다. 그러나, 야간에는 기존의 미약한 교각 보안등만으로는 주간과 같은 미려함이 부각되지 않아 이를 효과적인 조명계획으로 보완하고자 하였다.

2.2 구조 개요 및 기존 조명의 상태

한강대교의 가장 큰 조형적 특징인 아아치의 선형성이다. 교량의 입체감을 돋보이게 하기 위한 조명계획은 전혀 이루어지지 않고 있었으며 단지 교량 위의 도로조명만이 있었으므로 야간의 한강대교에서는 여타의 교량과 다른 그 특징을 보기 어려웠다. 한강대교의 교각에는 400W 광각형 나트륨등이 보안등으로써 설치되어 있었으며 교각의 전체적인 형태와 입체감을 부각시키지 못하고 있었다.

수면으로부터 19m에 있는 교각의 교각간 거리는 63.5m이고 기존 보안등의 효율은 85lm/W로 추정하여 계산한 교각 수직하부의 조도는 32.5 lux로 교각의 하단조도가 매우 낮음을 알 수 있고 보안등의 목적이 교각의 상하부를 부각하는데 있지 않으므로, 교각의 양옆과 상단부에는 빛이 거의 도달하지 못하고 있다.

잠실대교에서는 교각 상단부에 40m마다 보안등이 설치되어 있었고 그 보안등만으로 교각 하부를 밝혀주고 있다. 조명의 목적이 보안이고 수중보를 밝혀주기 위한 것이 아니므로 유람선 승객에게는 낙수현상이 보이지 않고 올림픽도로와 고수부지에서의 물의 흐름을 효과적으로 조명하여야 하나, 보안등만으로 부각되기에는 수포량과 낙차가 미미하다. 그러므로 낙수를 효과적으로 부각시키기 위한 조명시설계획이 요청되었다.

교각간 거리는 40m이고 교각하단부터 고정부 끝까지의 수평거리는 10m, 교각의 높이는 26m이다. 여기서도 400W 고압나트륨 램프와 광각형 투광기가 설치되어 있었다. 기존 보안등에 의한 등의 수직하부 고정부 위 수면에서의 조도는 약 70lux. 이웃하는 교각간 정중앙에서의 조도는 95lux 정도로 비교적 근접한 시거리에서는 낙수와 유수를 볼 수 있었으나 조도대비 및 균계도면에서 많이 미흡하여 이 측면에서의 보완이 요구되었다.

2.3 아아치 부각조명 및 잠실 수중보 조명 계획

모든 조명 계획은 조형물의 변형, 손상을 초래하지 않는 범위에서 실시하기로 하였다.

가. 한강대교 아이치 및 석조교각 부각 조명

한강대교에서는 아아치의 선형성을 부각시키기 위하여 아아치에 전구사인 조명 방식을 채택하였다. 인구이동이 많은 경부철도가 통과하는 노량진 철교에서 한강대교에 이르는 거리가 약 400m가 되므로 이를 최대거리로 보고 유람선이 100m 가량 근접하는 거리를 최소시거리로 하도록 설계한다. 아아치의 측면 상 하단 및 교량측면 상하단에 각각 1열로 적정간격으로 소형의 백열전구를 고무벨트 배선으로 설치하고 전구가 노출되어 있으므로 보행자의 추수사고에 대비하여 보행자의 손이 미치지 않는 영역에만 설치함을 우선으로 시각적 일그러짐이 없고 선형성을 최대한 유지하도록 하였다. 위의 설계조건과 아래와 같은 설계계산에 의해 소요전구의 크기와 설치간격의 적정범위를 구하였다. (6)

최대 시거리 $L=400m$

환경계수 $K=3$ (교외의 어두운 곳)

$$\text{적절한 전구사인의 크기 } W = \frac{5 \times \sqrt[3]{L}}{K}$$

최대 시거리에서의 전구의 크기 $W_{max}=12.28W$

최소 시거리에서의 전구의 크기 $W_{min}=7.74W$

전구 설치 간격

$$d[cm] = \frac{\text{사인을 보려는 시거리}[cm]}{1000}$$

최대 시거리에서의 전구의 간격 $d_{max}=40cm$

최소 시거리에서의 전구의 간격 $d_{min}=10cm$

따라서 전구의 크기는 7.74W-12.28W의 범위 내에서, 전구의 간격은 10cm~40cm범위에서 정해져야 한다. 유람선이 400m의 거리에서부터 가시권에 들어간다고 하면 전구의 크기는 10W(24V)로 하고 설치 간격은 15cm로 하는 것이 타당하다고 본다(그림 1)

이러한 방법으로 총소요전구 수는 17,000여 개에 달하였고 소비전력은 170kW 가량이다.

한강대교의 아아치와 교량 측면 외에 교각에 투광조명 방식에 의해 빛을 조사하여 아아치의 형태 뿐 아니라 교량의 질감, 입체감을 재생하고자 석조 교각을 위한 조명계획을 실시하였다. 교각의 높이는 19m이고 교각간 거리는 63.5m에 달하여 기구 설치위치 선정에 어려움이 있었으나 최대한 현재의 조형물에 손상을 주지 않기 위해 기존 보안등이 가설되어 있는 위치에 400W 고압나트륨램프를 협각형 투광기로 교각 상단 1/3지점을 향하여 투광한다. 그러기 위해서는 투광기를 교각으로부터 85도로 향하도록 하여야 했다(그림 2)

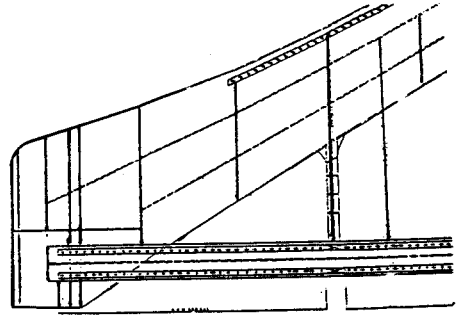


그림 1. 한강대교 아아치 전구사인 조명 배치도

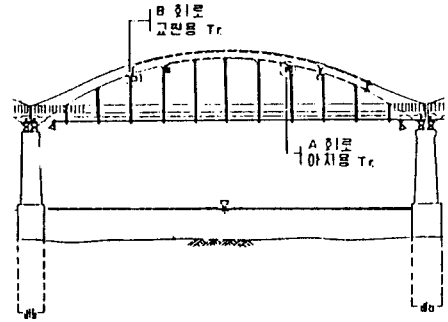


그림 2. 한강대교 전등 회로도 및 교각 부각을 위한 투광기 배치도

이때 투광기가 투사하는 이웃 교각의 상단으로부터 1/3 지점의 계산조도는 13 lux이고 투광기가 투사하는 이웃교각의 하단 조도는 약 6 lux가 되었다. 이는 입체감을 인지해 낼 수 있는 최저 조도 수준이다. 투광기 설치 이후 안장기 손실을 포함한 소비전력은 10.8kW이다. 기존 보안등에 의한 교각수직하부의 조도는 32.5 lux였다. 이는 19m 높이의 교각수직하부를 투광에 목적이 있었던 것이다. 새로이 설치한 투광기는 교각의 상단부를 투광하는 것이고, 설치 위치는 교량과 교각의 사이공간으로 제한되어 있으므로 두 개의 교각이 63.5m 떨어져 있는 이웃교각을 향해 투사하도록 하였다. 이러한 긴 투사거리 때문에 교각 상단부는 투광할 수 있었으나, 입체감 인지를 위한 최저 조도 수준으로 조도는 강하하였다.

나. 잠실대교 수중보 조명

잠실대교는 교각의 높이가 26m이고 교각 하단부

터 수중보 끝까지의 거리가 10m이다. 반사율 10~20%의 수포, 낙수의 수면 등의 피사체와 어두운 주위에서의 건조물의 추천조도는 200lux이나 건조물도 아니고(표1 참조), 수면만 비추고자 하는 것이므로 100lux~150lux를 목표 조도로 하였다.

수면을 균일하게 조사하기 위해 400W 고압나트륨 램프에 협각투광기를 등간격으로 교량의 난간하부에 고정보 끝의 수면을 향하여 투사한다. 이 때의 광투사거리의 27.86m가 된다. 이 경우 어느 한 지점으로부터 설치 위치가 다른 각 등으로부터의 조도는 아래 표 2와 같다.

여러등에 의한 조도는 각 등에 의한 조도의 산술합이 된다.

5m 간격으로 투광기를 설치하였을 때의 등 수직하부에서의 수중보 끝 수면위에서의 조도는
 $E = \text{수직 상부등에 의한 조도} + 5\text{m 떨어져 있는 두 등에 의한 조도} + 10\text{m 떨어진 두 등에 의한 조도} + 15\text{m 떨어진 두 등에 의한 조도}$

$$= 80.4 \text{ lux} + 39.04 \text{ lux} \times 2 + 10.08 \text{ lux} \times 2 + 6.51 \text{ lux} \times 2$$

$$= 191.7 \text{ lux}$$

가 된다.

위의 계산값으로부터 매 5m 간격으로 투광기를 설치하였다. 우선 1 SPAN을 설치한 후 가점등하여 보고, 만족스런 결과를 얻었다.

전 교량길이 680m에 136개의 등을 등간격으로 설치하였고, 이 때의 소비전력은 약 60kW가 된다(그림 3, 그림 4)

조명설비공사 실시 이후의 전경사진은 다음과 같다.

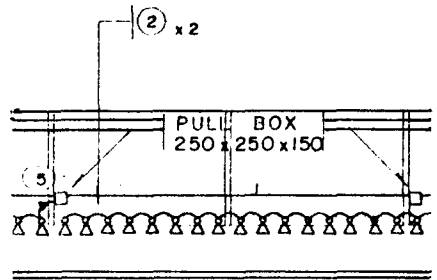


그림 3. 잠실대교 수중보 조명을 위한 투광기 배치도

표 1. 건조물 조명 추천조도[lux]

건조물의 표면	반사율[%]	건물주위의 상태		
		밝 음	보 통	어 두 음
밝은 대리석, 백색 또는 크림색 테라코트 등	70~85	150	100	50
회백색, 라임스톤 콘크리트 등	45~70	200	150	100
회색, 다색 벽돌 등	20~45	300	200	150
보통의 붉은 벽돌	10~20	500	300	200

표 2. 투광기 설치 위치에 따른 수중보 수면상에서의 계산 조도의 값

설치위치[m]	0	2.5	5	10	15	20
배광각 [°]	0	5.5	11	21	30	38
광도 [cd]	54,386	43,010	27,370	7,820	5,865	5,474
투사거리의 제곱 [m ²]	676	682.3	701	776	901	1,076
조도 [lux]	80.4	63.04	39.04	10.08	6.51	5.09

漢江大橋 아아치 및 교각조명과 蠶室大橋 수중보 조명계획

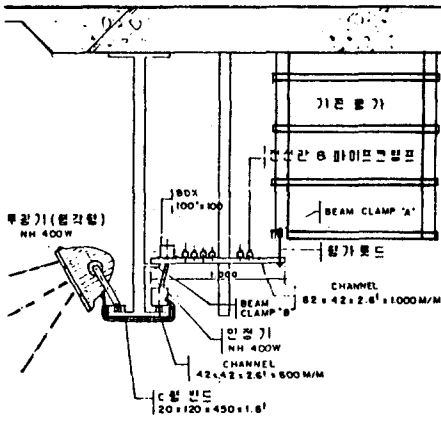


그림 4. 잠실대교 조명기구설치 단면도

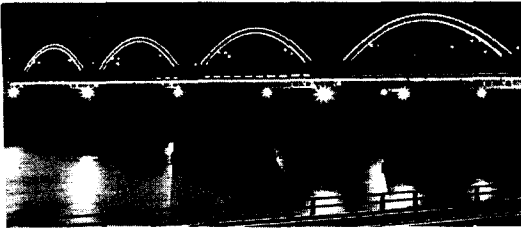


사진 1. 한강대교의 아아치 조명

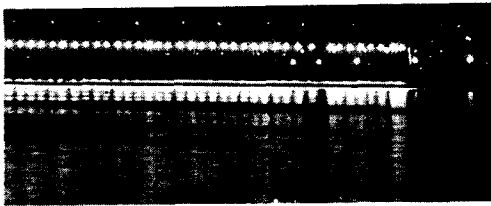


사진 2. 잠실대교의 수중보조명

교는 3상 4선 380/220V이고, 전압강하의 최대 허용율은 공급변압기 2 차측부터 최종단 등기구까지 6%로 하였고 무선원격에 의한 자동 점소등과 비상시의 수동개폐시설을 제어반에 시설하였다.

4. 결 론

본 계획 연구에서는 교량의 이미지 부각조명을 구체적으로 취급하였다. 심미적 기능과 도시의 상징성 및 안전사고를 고려해야 하며, 유지 관리, 및 경비 등을 모두 고려해야 한다. 이 중 무엇보다도 도시의 이미지 형성을 위한 시각적 효과로서의 상징성은 중요하다.

한강대교와 잠실대교는 국내에서 처음 실시된 교량이미지 부각조명이었으며 시거리에서 아아치사인이 밝게 보이고, 형태와 윤곽도 확실하여 대체적으로 인근 통행자 및 관광객에게 호평을 얻어 서울의 관문인 올림픽 도로 주행자 및 전철 승객에게 교량의 특징을 부각시키고 있으며 잠실대교는 한강 유수를 부각시켜준다. 앞으로의 교량은 도시의 주요 환경적 요소로서 주간 뿐 아니라 야간에 있어도 공간구조물로서의 특징이 부각되도록 하여야 할 것이다. 앞으로 교량의 부각조명은 도시환경 구성요소로서의 효과가 지대한 만큼 통행객이 많은 교량을 선정하여 설계의 목적—교량의 이미지 부각 및 형태를 선명하고 인상적으로 형성하는 것—을 달성하기 위하여 충분한 사전 구조 파악과 과학적이고 체계적인 조도 수준 및 입체감, 질감 재생 조건 검토가 있어야 시행착오 없는 설계를 완성할 수 있다.

3. 수전 및 배선 계획

3.1 적용 규정

위의 모든 시설은 전기설비 기술기준령과 그 시행 규칙, 한국 공업규격, 전기용품 안전관리법, 서울 특별시 조례규정, 기타의 관련법규 및 규정에 의해 실시하였다.

3.2 수전 설비

수전 설비는 한강대교는 1상 2선 220V, 잠실대

참고문헌

- 1) 池哲根, 最新 照明工學, 文運堂, p.192, 1982
- 2) I.E.S. Handbook, Reference Volume, 1984
- 3) I.E.S. Handbook, Application Volume, 1987
- 4) 金儀遠, 都市의 像, 綠苑 출판사, 서울 1984
- 5) 서보광 외 2. “도시가로공간의 건축물 외부색채 계획에 관한 기초적 연구”, 건축학회지 제 5 권 제 5 호 통권 25호, 1989
- 6) 關重廣, “네온사인과 電氣着板”, 電氣書院