

미국대학의 조명교육

최인섭 <세종대학교 건축공학과 교수>

1. 머리말

현재, 조명공학 및 조명디자인의 정규교육 프로그램이 우리나라 대학에는 개설되어 있지 않다. 일부 전기공학과, 건축공학과, 인테리어(실내) 디자인학과에서 조명에 관한 기초이론 수준에서의 교육은 진행되고 있다. 이러한 현실로 인해, 조명에 관심을 가진 대학교 졸업자들이 좀더 체계적으로 조명을 공부하고 싶어 외국유학을 계획하곤 한다. 그러나, 아직까지는 외국에서 조명공학 및 조명디자인을 공부하고 돌아온 사람들이 많지 않기 때문에, 외국의 조명공학 및 조명디자인 교육에 관한 정보를 쉽게 얻지 못하고 있는 실정이다. 그래서, 본고에서는 본인의 미국 유학 경험을 바탕으로 미국대학에서 이루어지고 있는 조명공학 및 조명디자인 교육에 대한 정보를 제공하고자 한다. 조명관련 교육 프로그램이 개설되어 있는 대학 및 대학원의 소개와 구체적으로 어떠한 과목들과 내용들을 배우는가를 소개하도록 하겠다.

2. 관련 대학교 및 학과

미국의 조명공학 교육 및 연구는 과거 전기공학과에서 활발히 이루어 졌으나, 현재는 건축공학과에서

그 역할을 이어 받았다. 과거, 전기공학과에서 램프 개발, 조명계산 등 조명기본에 관한 연구개발 및 교육이 활발하였으나, 현재는 건축공학과에서 조명의 Application 문제를 해결하는데 초점을 맞추고 있어, 조명의 교육과 연구가 건축공학과를 중심으로 진행되고 있다. 미국의 건축공학교육 프로그램을 언급하기 앞서, 참고적으로, 우리나라의 건축공학과 관련 대학교육 프로그램을 살펴보는 것이 필요하겠다. 현재 우리나라의 건축공학 또는 건축학과는 주로 공과대학 안에 존재하며, 교육 프로그램에 건축계획 및 설계와 공학분야(건축구조, 건축시공/CM, 건축환경·설비)가 공존하고 있다. 이러한 건축교육은 일본대학의 건축공학과 프로그램과는 동일하나, 미국의 시스템과는 많은 차이를 보여주고 있다. 미국의 건축학과(Architecture)는 독립된 단과대학으로 존재하여(건축대학) 건축계획 및 설계를 중심으로 운영되고 있다. 건축구조 및 시공/CM은 공과대학내의 토목공학과(Civil Engineering)에서 토목구조 및 시공/CM과 더불어 전체적인 구조공학, 시공/CM으로 다루어지고 있는 상황이다. 이런 상황속에, 미국의 10여 개 대학에서 건축공학과(Architectural Engineering)라는 독립적인 학과를 공과대학 안에 개설하여, 건축물에 한정된 구조, 시공/CM, 그리고 환경·설비를 다루고

있다. 이러한 건축공학과들 중에서 학부 및 대학원과정에 건축환경·설비프로그램의 일환으로 조명공학 및 조명디자인관련 프로그램이 있는 대학들이 있다. 이러한 대학은 모두 네 곳으로, 펜실베니아 주립대학교(Pennsylvania State Univ.), 콜로라도 대학교(Univ. of Colorado), 켄사스 대학교(Univ. of Kansas), 켄사스 주립대학교(Kansas State Univ.) 이다. 이들 대학에서는 조명관련 학사, 석사, 박사가 수여되고 있으며(일부 학교는 박사제외, 표 참조), 대부분의 학교에서는 건축전기설비 프로그램과 같이 운영되고 있다. 그 밖에, 런셀라 공대(RPI: Rensselaer Polytechnic Institute) 건축학과(Architecture)는 대학원에만 조명공학 및 조명디자인 석사 프로그램을 개설하고 있다. 그리고 파슨스 디자인스쿨(Parson School of Design)에도 조명디자인 석사 프로그램이 개설되어 있으나, 이곳은 조명디자인 분야에만 한정되어 있다. 이러한 각 학교들의 프로그램 특성상, 건축공학과에는 국내 건축공학과/건축학과 또는 전기공학과 학부졸업생이, Parson Design School에는 산업디자인 관련 학부졸업생이 유학을 하고 있거나, 졸업한 후 국내 또는 미국에서 활동 중이다. (2000년 현재의 관련대학 및 관련학과, 수업내용 등은 상이할 수 있음)

3. 관련과목 및 교육내용

좀더 구체적인 교육과정에 대한 정보를 제공하고자, 본인이 펜실베니아 주립대학교 건축공학과 석사,

박사를 수학하는 동안 수강하였던 조명관련 과목에 대한 내용을 소개하고자 한다. 본인은 우리나라 학부 과정동안 조명관련 과목을 수강한 적이 없어, 학부과정의 과목부터 수강하였다. 과목명, 교제명, 과목목표, 수업내용을 나타내었다. 참고로 이 대학은 학부 프로그램이 5학년까지로 되어 있어, 5학년 학생들 중 일정 자격을 갖춘 학생들은 대학원 과목을 대학원생들과 같이 수강할 수 있다.

- ◎ Fundamental of electrical and illumination system for buildings(학부과목)
 - 교재: Electrical systems in buildings (S. David Hughes, PWS-KENT)
 - 목표: 건물의 조명 및 전기설비시스템에 대한 기본적인 디자인 원리와 응용을 공부한다.
 - 수업내용
 1. Lighting terminology
 2. Illuminance selection
 3. Light source and luminaire
 4. Lumen method design theory
 5. Lumen method design
 6. Building electrical system
 7. Building system voltage
 8. Basic power relationship
 9. Power factor
 10. Protection of electrical system
 11. Fuse & circuit breakers
 12. Feeder circuit design

대학교	소속학과	수여학위	중심분야
Pennsylvania State Univ.	Dept. of Architectural Eng.	학사, 석사, 박사	조명공학 & 디자인
Univ. of Colorado	Dept. of Civil & Architectural Eng.	학사, 석사	조명공학 & 디자인
Univ. of Kansas	Dept. of Architectural Eng.	학사, 석사	조명공학 & 디자인
Kansas State Univ.	Dept. of Architectural Eng.	학사, 석사	조명공학
Rensselaer Polytechnic Institute	Dept. of Architecture	석사	조명공학 & 디자인
Parson School of Design	Architectural Lighting Design	석사	조명디자인

- 13.Branch circuit design
- 14.Demand & diversity factor
- 15.Load factor & load estimation

◎ Basic theory of building illumination(학부과목)

- 교재: Architectural lighting (P. Socar, WILEY) & 유인물 패키지
- 목표: 건물 조명시스템의 개념과 실습에 관한 종합적인 내용을 공부한다.
- 수업내용
 - 1. Lighting terminology review
 - 2. Light source
 - 3. Color of light
 - 4. Reflection/Transmission
 - 5. Lighting design
 - 6. Lighting calculation
 - 7. Photometry
- 실습내용
 - 1. Lamp
 - 2. Color distribution
 - 3. Illuminance selection exercise
 - 4. Field visit
 - 5. Basic building illumination practice
 - 6. Howard Brandston lighting design competition

◎ Advanced architectural illumination systems design(학부과목)

- 교재: Energy saving lighting system (P. Sorcar, VNR) & 유인물패키지
- 목표: 조명계산의 이론과 실습, 조명디자인의 개념에 관한 내용을 공부한다.
- 수업내용
 - 1. Lighting terminology review
 - 2. Photometry review
 - 3. Zonal constant

- 4. Spacing criterion
- 5. Flux transfer theory & application
- 6. Determining CU
- 7. Visibility
- 8. Visual comfort
- 9. Computers in lighting
- 10. Color-chromaticity
- 11. Design for the visual environment
- 12. Application of light structures
- 13. Energy management
- 14. Lighting economics
- 15. Outdoor lighting-design criteria, roadway, floodlighting
- 16. Electrical requirement for lighting
- 17. Ballast theory
- 18. Emergency lighting
- 19. Lighting control
- 실습내용
 - 1. Determination of the total flux of a light source
 - 2. Measurement of the spectral irradiance for FL
 - 3. Luminaire photometry
 - 4. Programing for CU
 - 5. Visibility
 - 6. Lumen-Micro workshop
 - 7. Illuminance measurement
 - 8. Energy management workshop
 - 9. Roadway lighting workshop

◎ Advanced building electrical system design(학부과목)

- 교재: Electrical systems in buildings (S. David Hughes, PWS-KENT) & 유인물
- 목표: 건물전기시스템의 이론과 실제 프로젝트의 설계를 공부한다.

- 수업내용
 1. Building electrical system review
 2. Demand & diversity factor
 3. Single line diagram & voltage drop
 4. Protective device
 5. Branch & feeder circuit
 6. Motor & short circuit
 7. Sizing panelboard & main· distribution equipment
 8. Sizing & selecting transformer
 9. Energy management system
 10. DAPPER program introduction & design project

◎ Luminous flux transfer(대학원과목)

- 교재: 유인물
- 목표: 조명계산 및 시뮬레이션에 필요한 기본 알고리즘을 공부하고, 컴퓨터 프로그래밍을 실습한다.
- 수업내용
 1. Lighting calculation geometry
 2. Configuration factor
 3. Form factor
 4. Flux balance equation
 5. Finite element methods & solution
 6. Consideration of obstructing objects
 7. Fourier series calculation techniques
 8. Near field photometry
 9. Ray tracing techniques
 10. Computer rendering of lighted environments

◎ Computer aided lighting design and analysis(대학원과목)

- 사용S/W: Lumen-Micro, Radiance, FLEX, Luxicon, Lightscape
- 목표: 조명디자인 이론과 실습을 기존의 컴퓨터

소프트웨어를 이용하여 수행한다.

- 실습내용
 1. Lumen method calculation procedure
 2. Office lighting
 3. Visualization of lighting system
 4. Lighting for VDTs and partitioned spaces
 5. Economic analysis of lighting system
 6. Parking lot and exterior lighting
 7. Building flood lighting
 8. Sport lighting

◎ Light source technology(대학원과목)

- 교재: Illumination engineering (J. Murdock, VISION COMMUNICATION)
Discharge lamps (C. Meyer and H. Nienhuis, Kluwer Technische Boeken B.V. Denterver)
- 목표: 광원의 발광원리, 종류, 특성을 배우고, 각 광원에 대한 기초 특성 실험을 수행한다.

- 수업내용
 1. History of light source
 2. Physic of light
 3. Incandescent lamp
 4. General principles of gas discharge lamp
 5. Fluorescent lamp
 6. Low pressure sodium lamp
 7. High pressure mercury lamp
 8. Metal halide lamp
 9. High pressure sodium lamp
 10. Specialty lamp

- 실습내용
 1. Lamp lumen depreciation
 2. Gas discharge negative resistance
 3. FL efficacy and bulb wall temperature
 4. Spectral power distribution
 5. Correlated color temperature and color

rendering index

- 6. Burning position & lumen output of HID lamps

◎ Daylighting design and analysis(대학원과목)

- 교재: 유인물패키지
- 목표: 건축공간의 주광사용 극대화를 위한 기초 이론과 평가방법을 공부한다.
- 수업내용
 1. General daylight delivery system
 2. Examples of daylighted buildings
 3. Model study
 4. Daylight availability
 5. The lumen method of toplighting
 6. The Lumen method of sidelighting
 7. Control strategies
 8. Energy issues
 9. Advanced calculation techniques(SUPERLITE & Lumen-Micro)
 10. Advanced calculation techniques(Hand methods)
 11. Daylight reflectors and design
 12. Current research in daylighting

◎ Luminaire optics(대학원과목)

- 교재: The optical design of reflector (W. Elmer, TLA)
- 목표: 조명기구 디자인에 사용되는 기초 광학원리를 배우고, 컴퓨터 소프트웨어를 이용한 실제 조명기구 디자인을 수행한다.
- 수업내용
 1. Lighting terminology & photometry
 2. Reflector shapes
 3. Geometrical optics
 4. Reflective properties of materials
 5. Refractive properties of materials

6. Polarization
7. Fiber optics & light pipes
8. Luminaire design concerns
9. Electrical issues
10. Light source issues
11. Thermal issues
12. Discomfort & disability glare issues
13. Distribution issues
14. Physical modeling and prototype analysis
15. 2-D computer modeling(CAD-Lite)
16. 3-D computer modeling(Photopia)

◎ Lighting studio(대학원과목)

- 교재: 유인물
- 목표: 실제 조명디자인 프로젝트를 수행한다.

건축공학과 과목 외에 조명이론 및 연구에 관련된 과목들이 심리학과, 물리학과, 통계학과, 수학과 등에 개설되어 있는데, 과목명과 교재, 목표 등을 나타내었다.

◎ Regression method(통계학과 대학원과목)

- 교재: Applied linear statistical models
- 목표: 여러 데이터에 대한 회귀분석과 실제 소프트웨어에 의한 데이터 처리를 수행한다.

◎ Matrix algebra(수학과 학부과목)

- 교재: Linear algebra
- 목표: 각종 공학에 응용되는 매트릭스와 벡터 연산에 대해 공부한다.

◎ Intermediate optics(물리학과 학부/대학원과목)

- 교재: Optics (E. Hecht, ADDISON-WESLEY)
- 목표: 광학전반에 대한 기초이론을 배우고 실험을 수행한다.

◎ The experimental psychology of visual perception(심리학과 학부과목)

- 교재: Perception (R. Sekuler & R. Randolph, McGRAW-HILL)

- 목표: 시각인지의 프로세스와 그와 관련된 시각적 심리현상을 공부한다.

4. 맺음말

이상에서 미국 조명관련 대학교 및 학과와 관련과목들의 내용을 간단히 알아보았다. 본인이 수업을 받으면서 느낀 미국 조명교육의 장점은 충실한 기초이론교육과 졸업 후 바로 프로젝트에 투입될 수 있는 실무능력을 교육하고 있다는 것이었다. 특히 학부 5학년생은 졸업논문으로써, 실제로 건설된 건물을 하나 선택하여 건물 전체의 조명시스템을 새롭게 디자인하는 프로젝트를 수행하고 발표하고 있다. 이론과 실습을 겸비한 이러한 교육프로그램들이 조명산업에서 필요한 훌륭한 인재를 배출하고 있는 것이다. 그래서, 조명관련 업체들은 이러한 대학 프로그램에 장학금 지급과 연구비 지원 등 다양한 방법으로 지원하고 있다. 이러한 업체의 노력들은 결국 조명관련 업체 자신들의 경쟁력으로 이어지고 있다. 우리나라에도 조명관련 정규교육 프로그램이 대학에 개설되어, 많은 훌륭한 인재들을 배출함으로써, 그들이 우리나라 조명산업 발전에 큰 몫을 담당할 수 있도록 하여야 하겠다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



최 안 식(崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대학교 건축공학과 졸(학사) 1993년 미국 펜실베니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸(석사). 1997년 미국 펜실베니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸(박사) 1997년~2000년 삼성 건설기술연구소 선임연구원. 2000년~현재 세종대학교 건축공학과 조교수, 당학회 원수위원