

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

일반적인 지하공간과 사무소 건물의 경우 주광(晝光, Daylight)의 유입과 분배가 어려우므로 대부분의 경우 연중 대부분의 사용시간 동안 인공조명에 의존하여 실내 조도를 유지하고 있다. 인공조명으로 인한 전기에너지 사용량은 건물의 전체 전기에너지 사용량의 약 30%를 차지하고 있으며 이로 인한 냉방 부하가 건물 전체 냉방 부하의 약 27% 정도 발생한다 (Robbins 1986). 따라서, 사무소 건물과 같이 사용시간이 주로 주간인 건물에서 주광을 이용하면 실내 조도를 유지하는 역할을 할 뿐만 아니라 인공조명 기구로는 실현하기 어려운 시각적, 열적으로 쾌적한 빛환경을 조성할 수 있으며 특히, 인공조명의 적절한 제어를 통해 에너지를 상당히 줄일 수 있다는 장점이 있다.

또한 국가적으로 보면 최대전력부하가 발생하는 여름철 낮 시간동안 조명부하를 감소에 따라 발전소 증설이 필요 없게 된다. 이것은 지구 환경 보호라는 목표하에 환경문제 해결을 위한 미래의 친환경 기술 개발을 주도해 나갈 것이다.

이러한 주광 이용의 필요성은 환경 보호라는 사회적 배경과 자연채광이 가지고 있는 여러 가지 환경적 안정성의 장점을 취할 수 있다.

하지만 국내에서는 주광을 실내 조명원으로 고려하는 연구의 중요성에도 불구하고 이에 대한 학문적 연구가 적은 편이며 자연채광 시스템에 대한 인식도 부족한 실정이다.

주로 이루어지는 국내의 기존의 자연채광에 관한 연구는 년중 거의 일정한 확산천공광의 값에 따른 비율로 실내조도 분포를 산정하여 에너지 절감으로 연결시키는데 초점을 맞추었다 (최안섭 1997). 그리고 시각별로 변화폭이 큰 직달일사의 도입을 위한 연구는 주로 건물외부창 근처에서 루버, 반사판, 광덕트, 튜브 등을 이용하는데 초점을 맞추고 있다 (서광범 1996). 이것은 자연채광을 건물에 도입할 때 평가도구로 사용되어지는 역할을 하고 있다.

한편 선진 외국의 경우 다양한 형태의 설비형 자연채광 시스템이 개발되고 있다.

자연채광 시스템에는 광섬유를 이용한 태양 추적 집광 시스템, 광덕트 방식, 그리고 광학장치를 이용한 방식 등이 있다. 이 중에서 광섬유를 이용한 태양 추적 집광 시스템 방식은 자연광의 도입 장치로서는 매우 기능적으로 우수하고 실내 국소적인 부분에 대하여 효과가 높으나 전반 조명에 필요한 조도를 확보할 경우에는 경제적인 면을 고려할 때 매우 불리한 단점을 갖고 있다 (김중헌 1995). 또한 광덕트 시스템은 보다 넓은 면적에 자연광을 분산시킬 수 있지만 빛을 전송하는 덕트 설치면적이 크다. 반면에 광학장치를 이용한 방식은 집광장치 및 반사경의 크기, 내부의 설치 위치에 대한 문제 등을 해결하면 많은 양의 빛을 특별한 전송장치 없이 실내의 깊숙한 곳까지 직접 보낼 수 있는 장점이 있다.

따라서 선진 외국에서는 건물의 코어부분에 광학장치를 이용하여 직달 일사를 도입할 수 있는 코어 자연채광시스템 (Core Daylighting System)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 (Mirkovich 1993; Bennett and Eijadi 1980; Fraas, Pyle and Ryason 1983; Learn 1985; Johnson 1987). 그러나 우리나라의 경우 이 분야에 대한 연구가 미진한 상태이므로 외국에의 기술 의존도를 낮추기 위하여 기초적인 연구부터 시작해야 하는 단계이다.

본 연구의 주요 목적은 광학장치를 이용한 태양광전달시스템의 최적 설계를 위하여 시스템의 성능을 예측해 볼 수 있는 컴퓨터 프로그램을 개발하는 것이다. 본 연구에서 개발된 컴퓨터 프로그램은 설계자에게 태양광전달시스템의 기본 구성 요소인 렌즈, 오목거울, 평면거울 등의 광학장치를 제공하고, 설계자가 건물의 특성에 맞추어 광학장치들의 위치와 크기 등을 변경하게 되면 최종적으로 작업면에 도달하는 빛의 양을 계산할 수 있도록 개발되었다.

1.2 연구의 내용 및 범위

본 연구는 문헌에 의한 이론 연구, 컴퓨터 모델의 개발, 그리고 모형 실험을 통한 컴퓨터 모델의 검증, 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 태양광 전달장치의 설계도구의 개발, 자연채광 시스템 개발의 순서로 진행되었다.

(1) 몬테카를로 방법(Monte Carlo Method)

본 연구에서 개발한 컴퓨터 모델의 기본 이론인 몬테카를로 방법은 확률을 기본 개념으로 가지는 방법으로 컴퓨터가 개발되기 이전에는 두각을 나타내지 못하다가 컴퓨터가 급속히 발달하면서 이 방법을 공학적으로 적용할 수 있게 됨으로써 그동안 해결할 수 없었던 여러가지 문제들을 해결 또는 예측할 수 있게 되었다.

(2) 광선추적법(Ray-tracing Technique)

실내로 유입되는 빛을 시뮬레이션하기 위해서 광자가 운동하는 방향과 크기를 벡터화시키고 이것의 경로를 추적함으로써 다양한 광학장치를 통해 최종적으로 작업면에 유입되는 빛의 양을 매우 정확하게 계산할 수 있는 기법이다.

(3) 광선추적법을 이용한 광학장치에서의 빛의 거동

수렴렌즈와 오목거울 그리고 반사거울의 공간상의 수치적 표현방법과 렌즈를 통과하는 빛의 거동, 오목거울 및 반사거울에 반사되는 빛의 거동 등에 대한 해석 이론이다.

(4) 외부조도계산

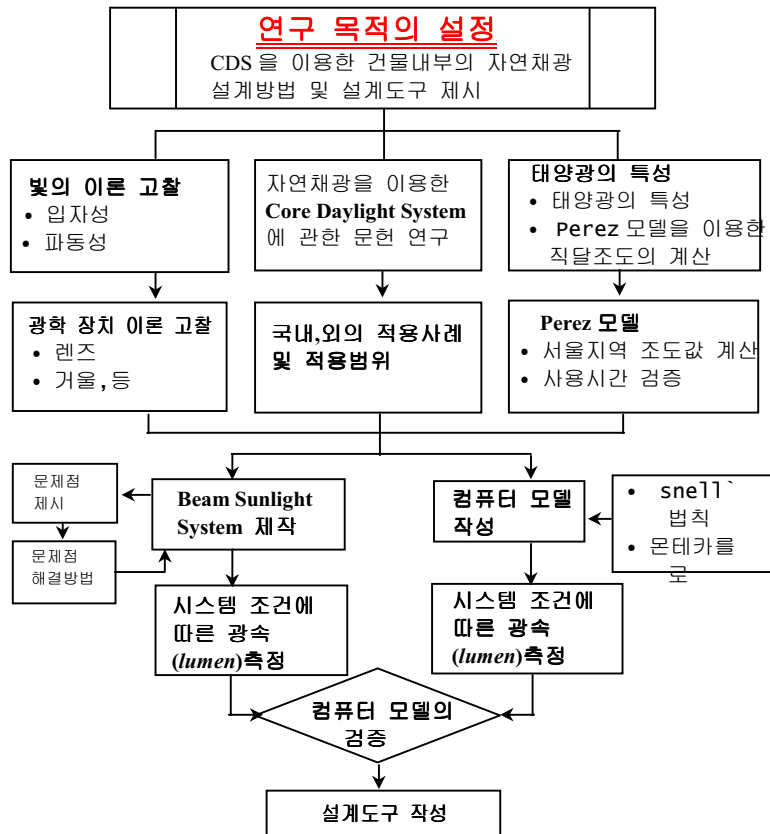
Perez 천공 모델 (Perez et al. 1990, 1993)은 그 동안 개발된 모델 중에서 가장 정확하게 천공의 휘도 분포를 예측하고 있다. 따라서 기상자료를 바탕으로 조도값을 계산해 낼 수 있는 Perez 모델을 이용하여 20년간 기상자료를 바탕으로 국내에서 태양광 전달장치의 사용가능 시간을 계산하여 보았다. 또한 계산된 조도값은 개발된 컴퓨터 모델의 입력자료가 된다.

위의 방법들을 이용하여 컴퓨터 모델을 개발하고 측정 실험을 통하여 컴퓨터 모델의 정확성을 검증하였다. 본 연구에서 개발한 컴퓨터 모델은 한 개의 오목거울과 한 개의 수렴렌즈에 의한 집광, 두개의 수렴렌즈에 의한 집광에 적용시킬 수 있다.

개발된 컴퓨터 모델을 이용한 시뮬레이션을 시행하고, 도출된 결과를 이용하여 태양광 전달장치 설계 도구를 개발하였다. 개발된 태양광 전달장치 설계 도구에 의해 건축 설계자들은 광학장치를 이용한 태양광 전달장치의 성능을 예측할 수 있게 되고, 따라서 태양광 전달장치를 설계하는 데에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

1.3 연구의 진행방법

빛 이론, 자연채광시스템, 외부조도 계산, 몬테카를로 방법, 광선추적기법 등의 기본 이론 연구를 바탕으로 태양광 전달장치의 집광부에 대한 컴퓨터 모델을 작성하고 모형실험을 통하여 컴퓨터 모델의 정확성을 검증한 후 개발된 컴퓨터 모델을 이용하여 다양한 제원의 집광장치에 대한 집광성능을 예측할 수 있는 자료를 제시하였다. [그림 1.3.1]은 본 연구의 전체 흐름도를 나타낸 것이다.



[그림 1.3.1] 본 연구의 흐름도