

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

산업화에 따른 도시로의 급속한 인구 유입은 대도시의 인구 과밀화 현상을 가져와 부수적으로 교통 및 운송 문제와 주거 공간 확보 문제 등을 야기시켰으며, 이에 대한 대책으로 건물의 고층화와 지하공간의 활용과 같은 토지의 입체적 이용을 강구하게 되었다. 특히, 최근 들어 각종 건축설비의 발전에 힘입어 지하공간도 지상 공간이나 거의 다름없는 다각적인 용도로의 이용이 적극적으로 검토되고 있다(Sterling and Carmody, 1993).

또한 GR(그린 라운드) 등 환경문제가 국제적인 문제로 대두됨에 따라 건축, 수송 등 에너지 다소비형 산업의 공정 개선과 경제 구조 개편, 환경 기술 개발 투자, 자원의 확보와 재활용 및 환경문제에 대한 올바른 국민 의식 유도 등이 필요하게 되었다(김창수, 1994). 이러한 각종 환경 규제 조치들은 지구 환경 보호라는 목표하에 환경문제 해결을 위해 미래에는 친환경 기술 개발을 주도해 나갈 것이다. 지하공간은 이러한 친환경 창조의 일환으로써 지상 환경 보호라는 사회적 배경과 지하공간이 가지고 있는 여러 가지 환경적 안정성의 장점을 취할 수 있다. 즉, 지하공간의 연중 열적으로 안정되어 있고 외부의 소음 등으로부터 격리되어 있는 장점이 있어 다양한 문화 활동을 위한 장소로 이용될 수 있다(Sterling and Carmody, 1993).

우리나라는 1967년 말 서울 시청 앞 새서울 지하상가 건설을 시작으로 도심 이동 인구의 운송이나 상권 확대 등을 위한 지하상가, 지하철, 지하 보차도(步車道), 지하 주차장 등 그 이후에 수많은 지하상가가 건설되어 왔으며 1985년 지하철 3, 4호선의 완공으로 더욱 증가된 지하공간을 갖게 되었다((주)삼우종합건축사사무소, 1994). 또한 지하공간의 활용의 증대에 관한 이러한 추세는 앞으로도 계속될 것으로 보이므로 지하공간의 환경학적, 에너지 절약적 측면에 대한 관심이 필요하다. 특히, 지하공간은 실외 환경과 단절되어 있으므로 건축환경적 요소(빛, 음, 공기, 열 등)에 대한 연구와 기술 개발이 필요하다. 빛환경의 경우 자연채광을 이용한 조명 계획과 거주자의 심리적 쾌적성을 증대시키기 위한 건축 계획적 고려가 필요하다.

자연채광은 실내 조도를 유지하는 역할을 할뿐만 아니라 시각적, 열적으로 쾌적한 환경을 조성할 수 있으며 특히, 인공조명의 적절한 제어를 통해 에너지를 상당히 줄일 수 있다는 장점이 있다. 일반적인 사무소 건물에서 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, 자연채광을 이용하면 조명 기구에 의한 전기 에너지 소비량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 냉방 부하로 인한 추가 비용을 줄일 수 있게 된다.

지하공간의 경우 주광(晝光, Daylight)의 유입과 분배가 어려우므로 대부분의 경우 연중 대부분의 사용시간 동안 인공조명에 의존하여 실내 조도를 유지하고 있다. 사무소 건물의 약 40% 정도의 에너지 소비량이 전기조명과 관련되어 있다는 사실을 염두에 둘 때, 지하공간의 주 사용시간인 주간에 주광을 이용하여 실내의 조도를 유지함으로써 인공조명으로 사용되는 조명용 전기 에너지를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 인공조명 기구로는 실현하기 어려운 쾌적한 빛환경을 창출할 수 있게 된다. 현재 선진 외국에서는 다양한 형태의 설비형 자연채광 시스템이 개발되고 있다. 그러나, 이와 같은 각종 자연채광 시스템이 제안되고 있음에도 불구하고 이에 대한 학문적 연구가 적은 편이며 국내에서는 자연채광 시스템에 대한 인식도 부족한 실정이다.

자연채광 시스템에는 광섬유를 이용한 태양 추적 집광 시스템, 반사거울 및 렌즈 방식, 그리고 광덕트 방식 등이 있다. 이 중에서 광섬유를 이용한 태양 추적 집광 시스템 방식은 자연광의 도입 장치로서는 매우 기능적으로 우수하고 실내 국소적인 부분에 대하여 효과가 높으나 지하공간의 전반 조명에 필요한 조도를 확보할 경우에는 경제적인 면을 고려할 때 매우 불리한 단점을 갖고 있다. 또한 반사거울 및 렌즈를 이용한 방식은 빛을 실내에 어느 한 곳으로 직접 보내기에는 적합하지만 반사경의 크기 및 내부의 설치 위치에 대한 문제 등 어려움이 따른다(김중헌, 1995). 반면에 광덕트 시스템은 위에서 언급한 어려움이 적고, 보다 넓은 면적에 자연광을 분산시킬 수 있다는 장점이 있다. 이러한 광덕트를 이용한 자연채광 시스템의 합리적인 설계를 위해서는 각종 설계 변수들 즉, 광덕트의 면적과 높이, 지하공간의 평면에 대한 광덕트의 상대적인 위치, 각종 집광 및 반사 장치의 제원, 광덕트내 표면의 반사율, 그리고 실 면적 대 높이의 비 등이 실내 조도에 미치는 영향에 대한 연구가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 앞으로 친환경으로 대두되는 지하공간에 광덕트 시스템을 이용할 때 설계자가 설계 초기 단계에서 손쉽게 이용할 수 있고 적절한 광덕트 시스템의 제원을 결정할 수 있는 설계 자료로서 수직장방형 광덕트 내부에서의 광속전달율과 지하공간에서의 실내 직접 조도비 및 간접 조도비를 나타내는 각종 표, 그래프 및 수식을 수치 모델링과 모형 실험을 수행함으로써 작성하였다.

1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 지하공간과 같이 측창이나 천창을 통해 주광을 받아들이기 어려운 건물의 경우 지하공간 거주역의 자연채광을 위해 수직장방형 광덕트를 설계하는데 필요한 설계 도구와 자료를 제시하는 것이다. 즉, 설계자가 지하공간을 설계할 때 다양한 광덕트 시스템의 자연채광 효과를 정확하고 손쉽게 평가해 볼 수 있도록 각종 표 및 그래프를 개발하여 제시하는 것이다.

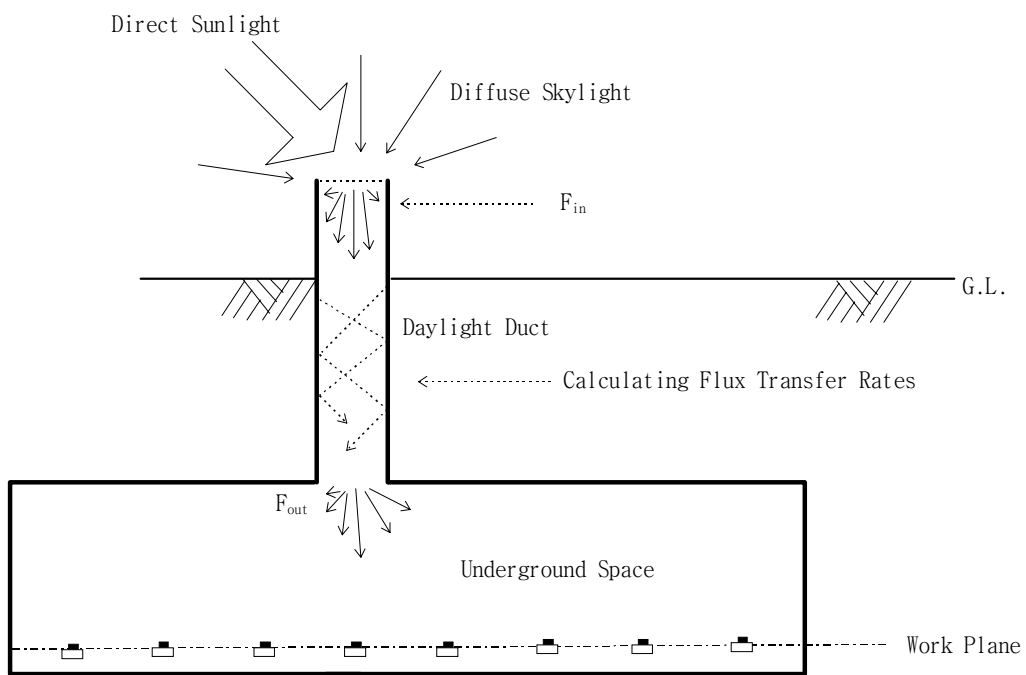
1.3 연구의 범위 및 방법

본 연구의 내용은 그 진행 순서에 따라 다음과 같이 요약될 수 있다.

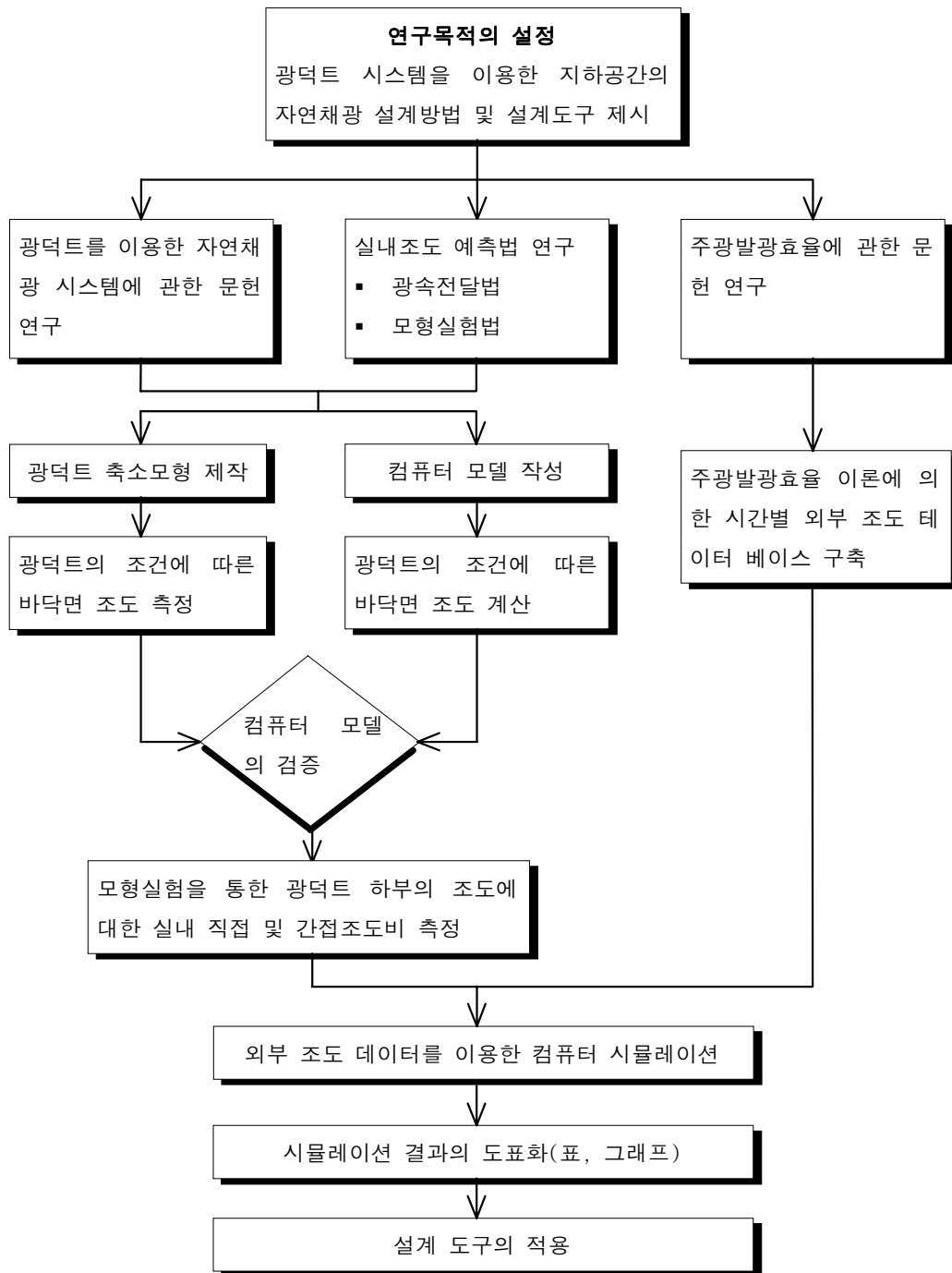
- (1) 광속전달법(Luminous Flux Transfer Method)을 적용하여 광덕트의 상단 입구로부터 유입된 빛이 광덕트 내에서 산란 반사되어 광덕트의 하단 출구로 유출되는 광속을 계산하는 수치 모델을 개발하였다. 이 때 광덕트 내면에서 각각의 그리드요소의 초기조도값은 기하학적인 해석을 통해서 광덕트 내면에 직사일광에 의한 초기 조도값을 계산하고, 형태계수(면:면)를 사용하여 확산천공광에 의한 초기 조도값을 계산한 후에 두 값을 합계하여 구하였다.
- (2) 광덕트의 각종 기하학적 제원과 반사 특성을 변수로 한 축소모형을 다수 제작하여 축소모형 실험을 통해 본 연구에서 개발한 광속전달율 계산용 수치 모델의 정확성과 적용 한계를 검토하였다.

- (3) 광덕트 시스템을 적용한 지하공간의 실내 조도를 계산하기 위하여 축소모형 실험을 통해 광덕트 하부로 입사하는 조도에 대한 직접 성분 및 간접 성분에 의한 조도의 비를 측정하였다.
- (4) 컴퓨터 시뮬레이션에 필요한 외부 수평면 및 수직면 조도의 데이터 베이스를 작성하기 위해 주광의 발광효율 이론을 적용하여 서울지방의 표준년 일사량 데이터로부터 시간별 외부 수평면 조도를 계산하였다.
- (5) 컴퓨터 시뮬레이션에 의해 지하공간의 깊이와 넓이 및 광덕트 시스템의 제원을 변화시키며 지하공간의 대상 작업면 및 바닥면에서의 조도를 계산할 수 있는 설계도구를 개발하였다.

단, 본 연구에서는 확산 반사면을 갖는 수직 장방형 광덕트만을 고려하였다. [그림 1.1]은 광덕트 시스템의 개념을 보인 것이며 [그림 1.2]는 본 연구의 전체 흐름도를 보인 것이다.



[그림 1.1] 광덕트 시스템의 개념



[그림 1.2] 본 연구의 흐름도