

# 광파이프를 이용한 지하주차장 채광겸용 조명시스템

전기조명에너지 절감과 시환경을 개선한 공동주택 지하주차장 조명시스템을 소개한다.

차 광 석

현대건설(주) 기술개발원 기술연구소(kscha@hdec.co.kr)

박 명 식

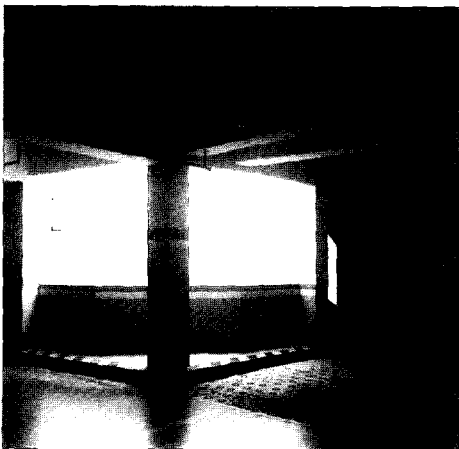
현대건설(주) 기술개발원 기술연구소(mspark@hdec.co.kr)

## 개 요

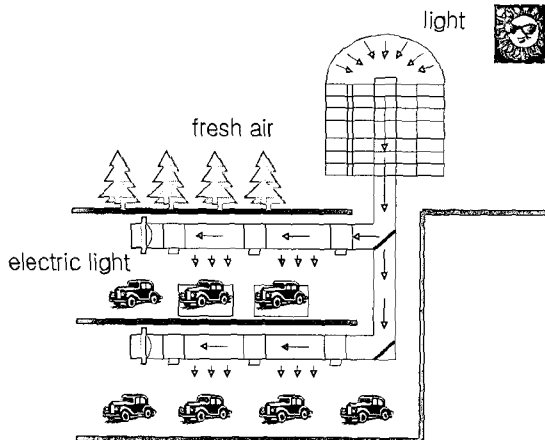
태양빛을 조명에 이용하는 자연채광시스템은 조도 제어시스템과 연계하여 기존건물에 많이 적용 설치되었다. 그러나 자연채광을 직접 지하주차장에 이용하기 위해서는 많은 지상개구면적이 소요되고 채광 범위에 따라 조도차이가 크게 달라지는 문제점이 있다. 지하에 자연채광을 도입하기 위한 방법으로 현재까지 많이 사용되는 것은 그림 1에서 보이는 바와 같이 중정이나 천창, dry area 그리고 경사지면

등을 응용하는 방법이며 일반건축물에 비해 그 계획상의 가변성은 한정되어 있다. 이러한 건축계획적 방법은 지하건축물의 크기와 깊이뿐만 아니라 대지의 지형조건 등에 영향을 받게 된다.

최근 또 다른 형태의 공동주택 지하주차장에 적용할 수 있는 채광겸용 조명시스템으로는 그림 2에서 보는 것과 같이 코어를 만들어 광파이프를 지하1층이나 2층까지 연결 설치하는 것이 있다. 이것은 주간과 같이 밝을 때에는 집광기를 이용하여 태양자연광을 조명광원으로 활용하고 야간이나 혹은 담천공과



[그림 1] Dry Area를 이용한 자연채광방법



[그림 2] 채광겸용 조명시스템 및 구성도

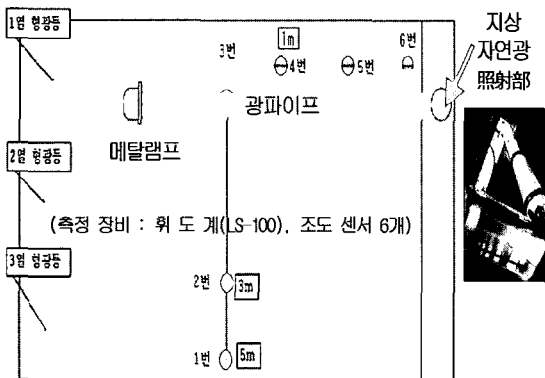
같이 어두울 때에는 전기에너지가 절감되는 무전극 램프나 메탈할라이드 램프를 사용하여 조명광원으로 활용하게 된다. 이와 같은 광파이프를 활용한 채광겸용 조명시스템을 사용함으로써 지하구조물이나 지형조건의 제약을 최소화하면서 자연광 채광을 조명원으로 활용할 수 있다. 특히 파이프 내부에 부착한 optical lighting film은 빛을 내부 전반사를 통해 98%의 효율로 반사를 시키는 필름이다. 빛이 특정 각 이상 사입시에만 필름을 통하여 밖으로 유출되기 때문에 실 공간 깊은 곳까지 광사입에 유용하게 활용된다. 광파이프를 이용한 공동주택 지하주차장 채광조명시스템은 자연채광과 인공조명 모두를 겸용할 수 있는 시스템이 되므로 시환경 개선, 등기구 glare 감소, 전기조명에너지절감을 동시에 실현할 수 있다. 그림 3에는 선진외국에서 사용되고 있는 여러 가지 경우의 광파이프 예를 나타내었다.

### 지하공간에 광파이프 조명 적용실험

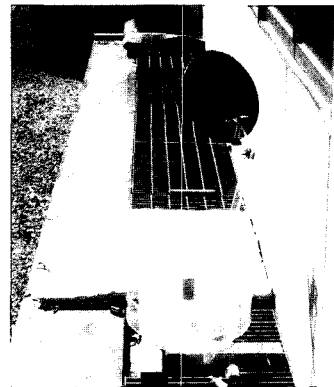
채광겸용 조명시스템의 성능을 기존시스템과 비교 및 검토하기 위하여 자연광 채광 조명시에 지하공간에서 조도평가를 실시하였다. 기존 지하실험실의 공간크기는 19 m × 7.4 m × 3 m정도 이며 지상에서 6 m정도 아래에 설치되어 있다. 기존 시환경은 형광등이 천정에 880 w가 설치되어 있다. 그림 4에는 당연구소 지하실험실에서 실증실험을 위한 구성도 및 조도 측정 위치를 나타내었다. 태양광의 이동경로는 그림 5에서 보이는 바와 같이 집광기로 채집되어서 광파이프 유입구로 광을 집광시킨다. 이렇게 집광된 태양광은 그림 6에서 보듯이 dry-area를 통하여 지하로 6 m의 수직광파이프를 통하여 이동되고 내부에 12 m의 파이프를 통하여 실내로 발광되어 총 길이 20 m의 채광조명시스템의 역할을 하게



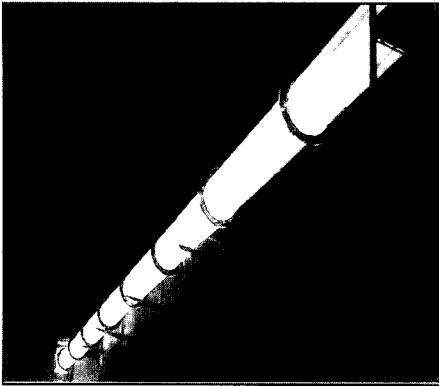
[그림 3] 선진외국에서 광파이프 사용예



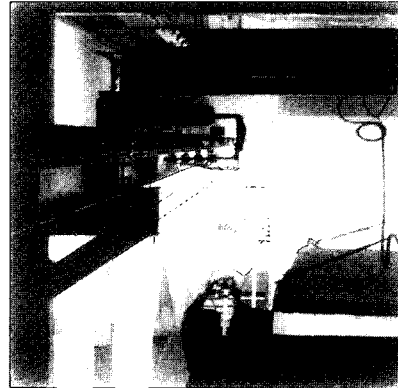
[그림 4] 광파이프설치 및 측정위치



[그림 5] 집광시스템을 통한 태양광 집광



[그림 6] 광파이프를 통한 자연광 반송



[그림 7] 야간 인공광원 이용 조명

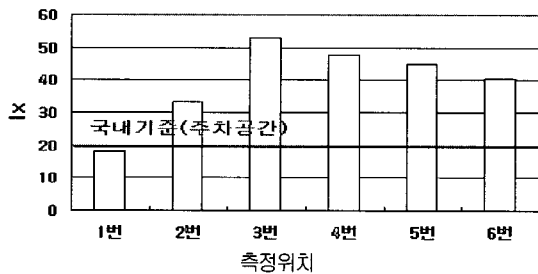
된다. 이것은 그림 7과 같이 야간에 인공광원을 사용할 경우에도 실내에 충분한 광을 공급하게 된다.

### 실험 결과

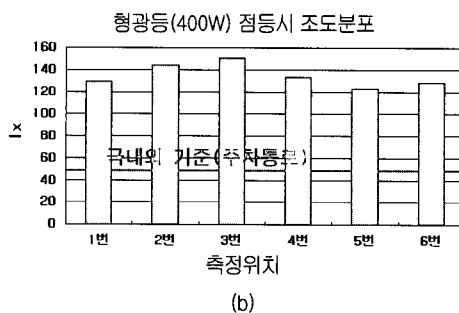
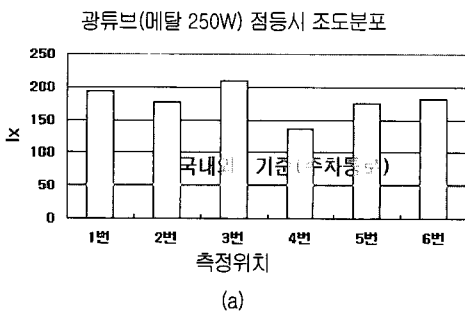
그림 8에서 보이듯이 자연광을 조명원으로 하였을 경우에 측정조도는 1번인 경우와 같이 측정위치가 5 m 이상에서는 16~20 lx 정도로 나타났고, 2번, 3번, 4번, 5번, 6번과 같이 측정위치가 자연광 파이프로부터 3m 이내에서는 평균적으로 30~50 lx 정도를 나타냈다. 이것은 주차공간 조도국내기준인 20lx 보다는 높은 분포이므로 채광겸용 조명시스템은 사용하기에 적합한 것으로 판단되었다.

지하공간에서 인공조명을 사용할 경우에 광파이프 채광겸용 조명시스템의 성능과 기존 형광등을 사용할 경우의 성능을 비교하기 위하여 조도분포 측정실

험을 실시한 결과를 그림 9의 (a)와 (b)에 나타내었다. 그림 9(a)에서 보이듯이 메탈램프 적용시 공간 조도분포는 주차장의 이동통로 기준치인 50lx보다 평균 2.5배 이상의 조도값을 나타내고 있다. 이는 그림 9(b)에 나타낸 형광등 480 W를 사용한 기존경우보다 평균 30 lx 향상된 조도분포를 나타내었다.



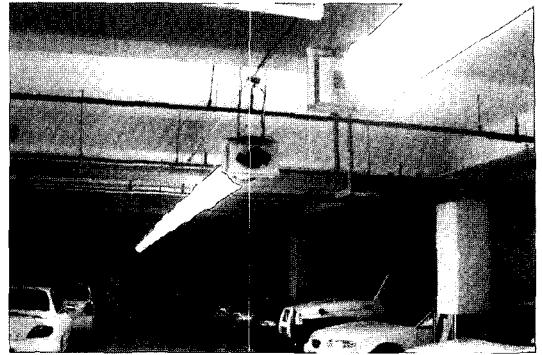
[그림 8] 주간 광파이프 조명의 조도분포



[그림 9] 광파이프 메탈램프(a) 일반 형광등(b)사용시의 조도분포비교



(a) 기존 지하주차장 조명



(b) 광파이프를 적용한 지하주차장 조명

[그림 10] 지하주차장의 글레어 조명환경 비교

글레어 발생에 관해서는 그림 10에서 보듯이 형광등 사용의 경우보다 광파이프 조명이 전반적으로 지하공간 전체에서 고른 조도분포를 유지하여 불쾌 글레어나 눈부심을 감소시키는 결과를 나타내고 있다. 따라서 광파이프 조명은 등기구 글레어 문제가 발생하지 않고 벽체와 물체 식별에서도 기존 조명시스템보다 향상된 시환경 결과를 나타내고 있다.

또한 파이프 재질을 투명아크릴에서 투명 카보나이트 재질로 교체할 경우 내구성 및 시공성, 빛 투과율 모두 향상시킬 수 있다. 가격은 기존 형광등을 설치 시공하는 비용 보다는 더 소요되지만 유지관리비가 절감 되므로 ESCO 사업이나 에너지관리공단 신재생에너지 적용시 지원되는 정부보조금을 활용할 경우에 기존 조명시스템의 초기 설치비용과 비슷한 것으로 사료된다.

**결 론**

공동주택 지하주차장에 적용되는 광파이프시스템은 채광과 조명을 겸용하는 Hybrid 방식으로 친환경

공동주택 지하주차장을 구현할 수 있고 쾌적한 지하주차장 설치로 지상의 녹지공간을 많이 확보 할 수 있다. 따라서 향후 공동주택 신축이나 리모델링시의 지하주차장에 적용함으로써 고유가시대에 전기 조명에너지 절약으로 건물에너지 절감을 실현할 수 있다. 주간에는 자연광 활용하므로 소비전력이 없고 야간에는 메탈등을 활용하므로 소비전력을 형광등대비 50%정도 절감할 수 있다. 공동주택 리모델링에서 생성되는 장방형 평면에 활용하게 되면 공간 협소감과 채광문제 해결을 가능하게 한다. 아울러 야간 광파이프를 통해 옥외로 유출되는 불빛은 수목 조명이나 국부경관조명으로 활용이 가능하므로 기업의 광고홍보물로도 사용할 수 있다. 쾌적한 지하 빛환경을 조성할 수 있다. 이것은 글레어를 줄인 부드러운 간접조명 효과로 고르게 분산되는 조명을 실현한다. 즉, 부위별로 밝기 차이가 적게 된다. 대체 에너지인 신재생에너지로 장치설치비는 ESCO사업이나 정부지원 보조금 으로 활용이 가능하게 될 것이다. 마지막으로 환기장치 적용시 공기반송장치도 활용가능할 것으로 판단된다. (☉)