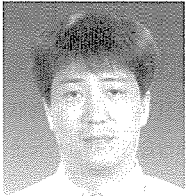


공동주택 지하주차장을 위한 환기겸용 자연광조명시스템 개발

Development of Ventilation and Daylight Lighting System for Underground Parking lot.



현대건설
기술개발원 기술연구소
차 광 석 선임연구원



현대건설
기술개발원 기술연구소
박 명 식 책임연구원

1. 서론

기존 공동주택 지하주차장 조명은 대부분 형광등을 전 반 조명원으로 사용하고 있고 환기 설비는 노즐 팬이나 무덕트 팬을 사용 하여 일정 방향으로 실내공기를 불어 주고 배기 팬으로 지상으로 배기하는 방식을 사용하고 있다.

그러나 전기에너지절감이나 공용 관리비 절감 측면에서 격등 점등이나 팬 설비 가동을 중지하거나 일정시간만 가동하여 밀폐형 공동주택 지하주차장 실내는 시 환 경과 공기환경이 설계와는 다르게 악화되어 있는 실정 이다. 따라서 기존 형광등조명을 대신하여 전기에너지 절감과 지하주차장 환경을 개선할 수 있는 환기겸용 자 연광 조명시스템을 개발하였다.

2. 환기겸용 채광조명시스템

2.1 개요

지하에 자연채광을 도입하기 위한 방법으로 중정이나

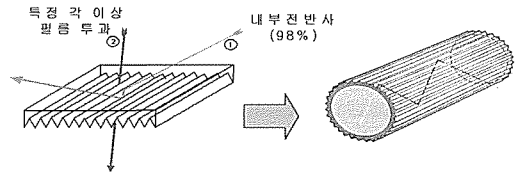
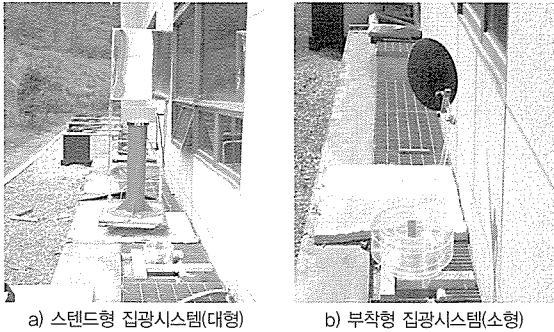


그림 1. OLF(Optical lighting film) 필름 및 광 파이프 개념도

천창, 그리고 경사지면 등이 응용되며 일반 건축물에 비 해 그 계획상의 가변성은 한정되어 있다. 이러한 계획적 방법은 지하건축물의 크기와 깊이뿐만 아니라 대지의 지형조건 등에 영향을 받는다.

따라서 본 연구는 공동주택 지하주차장에 적용할 수 있는 환기겸용 자연광 조명시스템을 그림 3에서 보는 것 과 같이 Dry-area나 core를 통하여 지하1층이나 2층까 지 설치하여 주간에는 자연광을 광원으로 사용하고 야 간과 담천공에서는 전기에너지절감과 유지 관리에 유리 한 무전극램프나 메탈할라이드 램프를 보조하여 사용하 는 하이브리드형 시템을 개발하였다.

자연광을 조명원으로 활용하기 위해서는 집광장치가 필요하다. [그림 2]의 채광시스템은 광pipe위에 설치하



a) 스탠드형 집광시스템(대형)

b) 부착형 집광시스템(소형)

그림 2. 외부 자연광 집광시스템 설치 모습

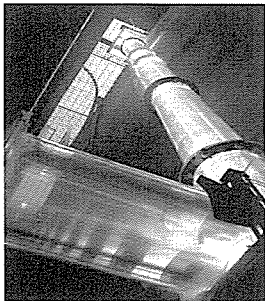


그림 3. Dry-area에 설치된 광 Pipe 모습

여 최소 면적에서 집광 효율을 높일 수 있도록 구성한 시스템이다. 따라서 광 파이프를 활용한 환기겸용 자연광 조명을 사용함으로써 지하구조물이나 지형조건의 제약을 최소화 할 수 있다.

특히 Optical lighting film은 빛을 내부 전반사를 통해 98%의 효율로 반사를 시키는 필름으로 빛이 특정 각 이상 사입에만 필름을 통하여 밖으로 유출되기 때문에 실 깊어 사입시 유용하게 활용된다.([그림 1] 참조)

환기는 현재 지하주차장의 배기를 목적으로 무덕트 팬을 설치 지하주차장의 오염된 공기를 배출하는 방식으로 되어 있으나 외기의 도입은 자연급기에 의존 그 효과가 떨어진다.

따라서 광파이프에 일정 간격의 급기구를 설치 외부의

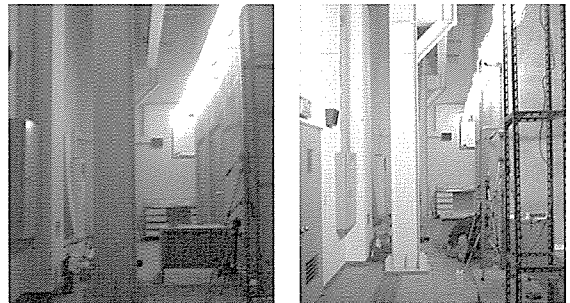
신선한 공기를 지하에 공급함으로써 오염된 공기를 밖으로 배출하는 하도록 하고 있다.

2.2 지하공간에 광 Pipe 적용 실험

본 연구에서 환기겸용 채광시스템을 지하주차장에 적용하기 위한 실측 시험을 실시하여 기존 조명 시스템과 시 환경을 비교하였고, 자연광 활용에 따른 조명효율 평가를 실시하였다. 또한 광 Pipe시스템을 적용을 위한 밀폐형과 개방형 공동주택 지하주차장 환기성능 분석을 실시하였다.

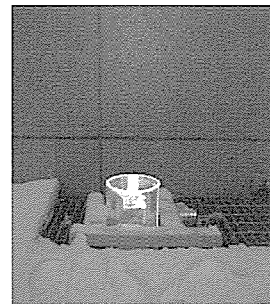
2.3 실측 실험 결과 및 고찰

광 pipe 시스템을 적용한 지하주차장의 조도분포 및



주간 자연광만 활용

야간 인공조명



야간조명 외부 유출

그림 4. 야간 및 주간의 조명 활용 모습

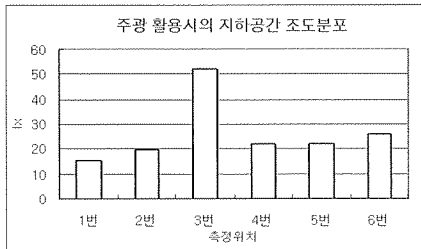


그림 5. 자연광 전반조명 지하주차장 조도분포

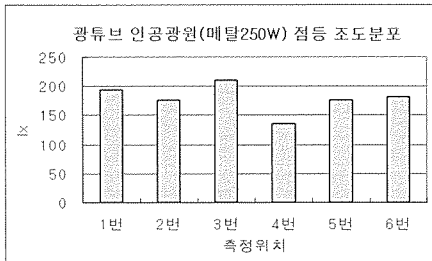


그림 6. 메탈램프를 사용한 경우 조도분포

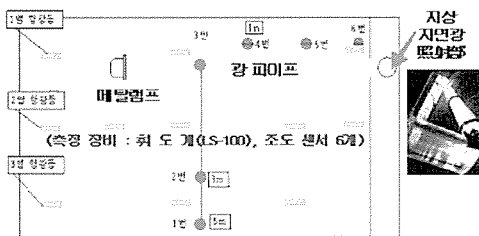
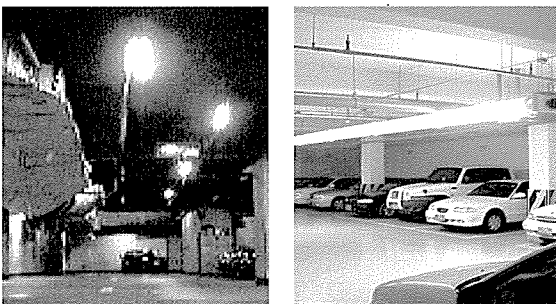


그림 7. 지하시험실 조도 측정 Point 및 광 Pipe 위치



a) 형광등 조명 b) 광 파이프 조명

그림 8. 지하주차장에서 형광등과 광 Pipe 조명 비교

휘도분포는 형광등을 사용한 전반조명시 조도 분포와 거의 유사한 결과를 나타내었다. 인공조명(메탈250W)을 사용한 경우 형광등480W를 사용하였을 때와 조도분포가 비슷하였다.(그림 6 참조)

자연광만을 조명원으로 한 경우에는 광pipe로 부터 3m범위까지는 20~50lx를 나타내었고 5m 이상에서 15~20lx의 조도분포를 나타내었다.

(그림 5 참조) 글레어 발생은 형광등 사용의 경우 보다 광pipe 조명이 전반적으로 지하공간 전체에서 고른 조도분포를 유지하여 불쾌 글레어나 눈부심을 감소시키는 결과를 나타내었다.

광 파이프 조명은 등기구 글레어 문제가 발생 하지 않고 벽체와 물체 식별에서도 기존 조명시스템 보다 향상된 결과를 나타내었다.(그림 8 참조)

자연광만을 활용한 광 Pipe 조명시스템을 사용한 경우도 국내 지하주차장에서 주차 공간 조도기준을 만족하는데 문제는 없는 것으로 평가되었다.

그리고 담천공사에도 인공조명원(무전극램프와 메탈램프)을 보조조명으로 사용함으로써 필요한 요구 조도를 확보할 수 있다. 실험에 사용한 광 Pipe 재질은 투명 카보나이트 재질을 사용하면 내구성 및 시공성, 빛 투과율 모두 향상 시킬 수 있어 보다 효율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

3. 시뮬레이션 분석

3.1 환기 시뮬레이션 분석

지하주차장에서 환기 겸용 채광조명 시스템을 적용하

기 위한 지하공간 적정 환기량을 평가하고 설치될 광 Pipe시스템을 통하여 최소 환기설비로 경제적이고 쾌적한 지하공간을 만들 수 있는지를 평가하기 위한 환기(급기) 컴퓨터 Simulation을 실시하였다. 그 결과는 아래와 같다.(그림 9 참조)

이와 같이 광 Pipe에 조명과 환기를 겸용할 수 있는 방법으로 이중 Pipe를 설치하고 급기구와 급기 팬, 필터를 부착하여 먼지를 제거한 후 광 Pipe를 통해 급기 하는 방식을 채택하였다.

시뮬레이션 결과 광 파이프를 통한 급기 실험은 기존 무덕트 팬을 사용한 강제환기 방식보다 환기의 흐름이나 신선공기의 유입으로 지하주차장 내부를 보다 쾌적한 환경을 만들 수 있는 것으로 평가되었다.

3.2 광 Pipe 조명 시뮬레이션 분석결과

광 Pipe를 이용한 조명은 주간 자연광 활용과 야간에 인공조명(메탈램프 250W)을 사용한 것에 대한 조명시뮬레이션 분석을 통하여 채광과 인공조명을 겸용할 수 있는 하이브리드 시스템 평가를 실시하였다.

자연광 활용을 위해서는 지하주차장 상부에 집광기를 설치, 자연광을 광 Pipe로 집광하는 것이 필요하다. [그림 15]는 지하주차장에 설치된 광 Pipe와 집광기를 Simulation한 모습이다.

집광기는 Passive Type과 Active type으로 구성할 수 있다. 집광기를 많이 설치 활용하면 자연광만을 이용한 조도를 인공광원을 사용한 것만큼 높일 수 있는 것으로

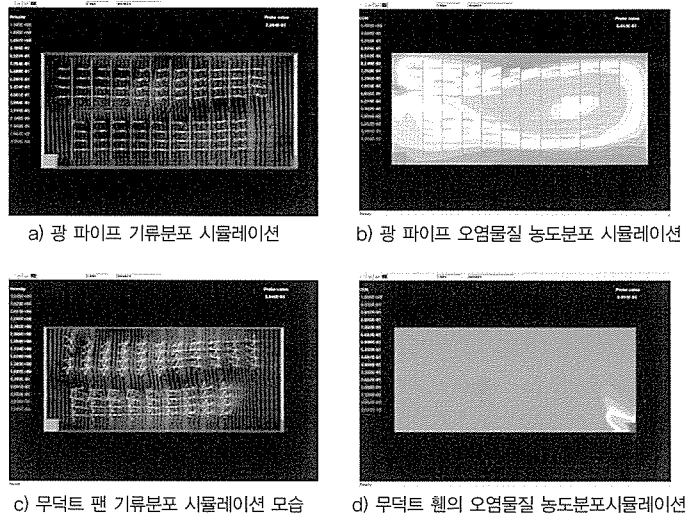


그림 9. 광 Pipe 시스템과 무덕트 팬의 환기성능 Simulation

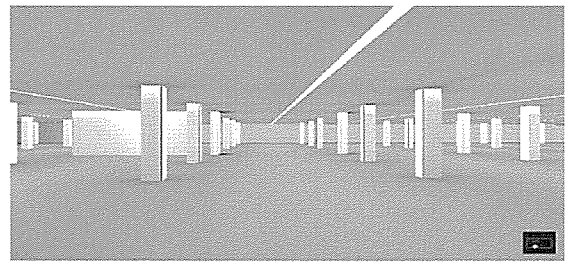


그림 10. 실내조명 환경 랜더링 모습

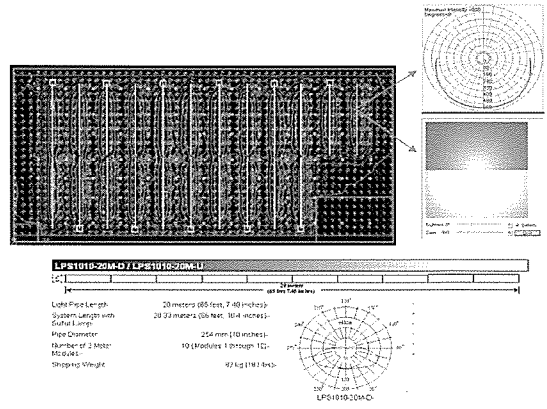


그림 11. 3M 광 파이프 배광분포 및 자체 IES 파일로 광 파이프 조명 시뮬레이션 분석

평가되었다.

조명 Simulation 분석은 광 파이프에 대한 정확한 IES 파일이 없는 관계로 광 Pipe에 대한 유사 IES 파일

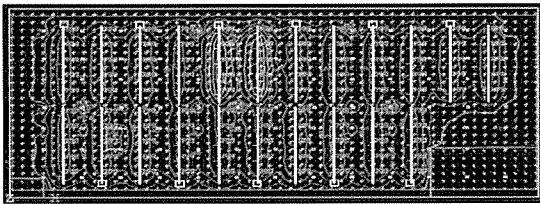


그림 12. 인공조명(메탈램프 250W)을 사용한 광 파이프 조명 시뮬레이션 모습

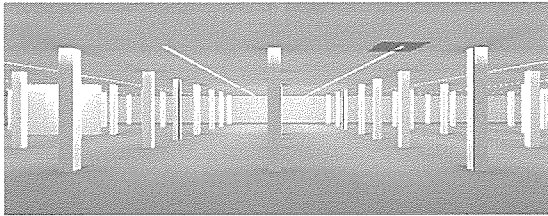


그림 13. 지하주차장 실내 조명 랜더링 모습

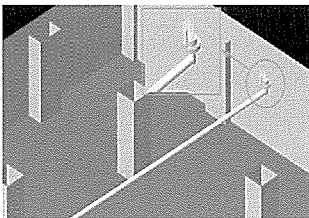


a) 광원이 없는 상태

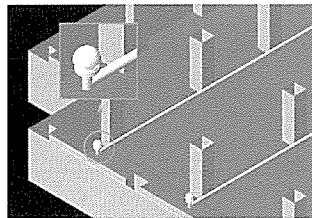


b) 자연광이 유입되는 경우(집광기 없음)

그림 14. Dry-area가 있는 지하공간의 실제 모습 비교



a) Active type



b) Passive type

그림 15. 공동주택 지하주차장에 광 Pipe와 집광기 디자인 안

을 만들어 실시하였다. 이 경우 IES 파일을 고른 배광분포를 나타내는 것으로 가정하여 Simulation을 실시하였으나 실제 광 파이프의 실측 실험 조도 측정 결과와는 차이가 발생하였다.

이는 광 파이프 전체를 조명원으로 한 실제 실험과 직하 방향만 조사하는 형태로 시뮬레이션한 결과로 분석될 수 있으나 3M에서 제작된 광 파이프(250 ϕ)의 배광분포 Data를 살펴보면 광 파이프 설치 높이에 따른 조도 값이 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.

[그림 10]과 [그림 11]은 자연광을 이용한 조명 시뮬레이션 이고 [그림 12]와 [그림 13]은 인공광을 이용한 조명 시뮬레이션 결과이다. 자연광활용 시뮬레이션 결과는 약 68lx~31lx 범위에서 공간 조도분포를 형성하여 평균 34lx의 조도를 나타내는 것으로 분석되어 지하주차장 주차 공간 조도 level 확보에는 적합한 것으로 평가되었

다.(차량 이동 공간 제외) 인공광원을 사용한 시뮬레이션 결과로는 110~60lx의 조도 범위로 평균 88lx의 조도분포를 나타내어 지하주차장 전반 조도 level 확보에 문제가 없는 것으로 평가 되었다. Dry-area에 측창이 있는 경우도 지하주차장 전체 조도분포에는 큰 영향을 주지 못한다.

[그림 14]는 실측 실험시의 광원이 있는 경우와 없는 경우의 지하 공간 실제 모습이다. 집광기 없이 자연광이 유입되는 경우에도 최소한의 조도 확보로 암 순응에 도움을 줄 수 있어 지하주차장에서 주간 정전이 경우 비상조명이나 피난 유도등으로 활용가능 하다.

4. 결론

환기(신선 외기 도입)겸용 자연광 조명시스템은 공동주택 지하주차장에 적용 하여 주간에는 자연광만을 사용하거나 자연광과 인공조명을 혼용함으로써 전기조명 에너지를 절감할 수 있는 Hybrid 방식이다.

또한 신선 외기도입은 지하주차장의 공기환경을 개선 하여 쾌적한 시환경과 함께 친환경 공동주택 지하주차장을 구현할 수 있다. 쾌적한 지하주차장 설치에 지하주

차를 유도함으로써 지상의 녹지공간을 보다 많이 확보 할 수 있어 향후 신축 공동주택과 리모델링에 따른 지하 주차장 시공에 활용 할 수 있고 국제 CO2규제 협약에 따른 에너지절감형 친환경 건물에도 적용할 수 있다.

그러나 현재 개발된 환기 겸용 채광조명시스템을 상부 반사재 보강으로 직하부로 보다 많은 광량이 유출되도록 하는 것과 적정 환기량 공급을 위한 오염공기 배출에 유리하도록 분사 각과 급기구 간격 설치에 대한 추가·보완 연구가 진행되고 있다.

참고문헌

1. Park, S., D., Yoo, H., H., 1983, Air infiltration test by tracer gas method in existing residence, Architectural Institute of Korea, Vol. 27, No. 112, pp.52-57.
2. Sandberg, M., 1983, Ventilation efficiency as a guide to design, ASHRAE Trans., Vol 89, Pt. 2B, pp. 455-479.
3. Spalton DJ, Hitching RA, Hunter PA. Atlas of clinical ophthalmology, 2nd ed. Mosby, 2002
4. 3M OLF Film 자료
5. IES, "IES Lighting Hand Book, 9th ed", IESNA, 1999
6. "Philips QL lamp systems, Product Information", Philips