

투과시스템의 광학특성을 고려한 복합적 외벽채광부의 성능평가에 관한 연구

Design and Performance Evaluation of Hybrid Window Walls With Variable Transmittal Materials

도진석* 김곤** 김정태***
Do, Jin-Seok Kim, Gon Kim, Jeong Tai

Abstract

Growing use of entire glass facades with metal frames are popularly witnessed in modern building practices and design competition as well. In spite of architectural aesthetics and view to outdoors, environmental issues still exist in that kind of buildings. One of the solutions for the problems might be the use of functional glasses such as a heat-resistant glass or various tinted glasses for the glass walls. This paper aims to provide performance data related to the impact of various transmittal materials of window systems on the light distribution. A series of computer simulation deals with the basic geometrical and optical design elements of a commonly used all-glass facades. Additionally an experimental configuration of the vertical window is proposed for better result of daylighting. A window system equipped with an inner-light shelf can improve the uniformity of natural light in a space by reducing the level of illumination near the window and redirecting light deeply into the space.

키워드 : 투과체, 투과율, 광선반, 조도 분포, 자연채광 모형실험

Keyword : variable glazing, transmittance, lightshelf, light distribution, computer modelling,

1. 서론

오늘날의 사무소 건축물의 입면 계획에 있어 유리를 외벽으로 한 투시가능 표면적이 현격하게 증대되는 추세에 있다. 이는 에너지 관리 비용을 증대시키는 등 다양한 환경적 제약이 수반되나 실내 거주자의 조망권 확보라는 질적 권리의 충족 측면에서 향후 건축 외피계획의 나아갈 방향을 예시해 주고 있다. 고정화된 벽체의 폐쇄성을 초월하여 공간 확장의 개념으로서 유리는 건축물의 부수적인 투명성을 확보하는 의장적 역할뿐 아니라 건축물 자체의 조형철학을 표현하는 매개 재료로 인식되고 있다.

이와 같은 흐름의 지속적인 존속을 위해서는 건축적 쾌적함과 사무능력향상을 위한 업무환경을 조성하기 위하여 지능형 외벽구성요건들에 대한 다양한 대안들이 제시되어야 하며 유리 외벽에도 동일한 요구조건이 충족되어야 바람직할 것이다.

그간의 유리 벽체에 대한 연구·개발들은 단열, 기밀성과 결로를 중심으로 한 열적 성능과 수밀성에 집중되어 진행되어 왔다. 이의 결과로 복층 창호만으로 창호의 대형화를 유도하기에는 많은 제약이 존재하여 이중 삼중의 부수적인 단열막과 차단막을 설치하여 열적 성능이 개선된 다양한 창호 제품들이 개발되었다.

그러나 열적 성능만을 고려하여 냉방 부하를 줄이기 위한 유리의 차폐성을 증대시켜 결과적으로 투과율이 20% 이하의 투과체를 이용하여 자연채광의 효과를 전혀 기대할 수 없는 창호시스템이 등장하고 있다. 즉, 커튼 월 및 대형 시스템 유리 창호와 같이 적극적으로 유리가 적용된 건축물임에도 다양한 목적으로 투과율이 낮은 투과체를 사용함으로써 유리가 갖는 채광의 근원적인 장점이 배제되는 경우도 발생하고 있다.

특정 대형 사무소 건물의 경우 전체 에너지 사용 비용의 20%는 팬, 펌프, 엘리베이터와 같은 반송부분에 사용되며 30%는 냉난방 기기 운용에 소비되며 가장 많은 50%의 에너지가 조명부분에 소비된다는 사실은 시사하는 바가 매우 크다. 따라서 본 연구에서는 사무소 건물의 외벽에 주로 사용되는 관유리의 광학적 물성을 조사하여

* 정회원, 여주대학 건축학과 부교수

** 정회원, 국립 강원대학교 부교수

*** 정회원, 경희대학교 건축공학과 교수

대표적인 외벽용 유리채를 연구대상으로 선정한다. 일반적인 사무소 공간을 대상으로 기본적인 광학 변수들을 적용하여 서로 다른 투과 성능을 가진 유리 벽체가 적용되는 경우 실내의 조도분포에 미치는 영향과 민감도를 분석한다.

또한 외벽의 고창부에 채광을 위한 개구부를 설치하여 기존 투과제와 복합적인 유리입면을 구성하는 경우의 실내 조명환경 기여도를 상대적으로 분석한다. 또한 직사광 제어 및 조절장치인 광선반이 설치된 경우 기존의 유리 벽체나 복합창과의 성능 분석을 통하여 그 효율성과 성능 자료를 제시하고자 한다.

2. 외피용 판유리의 종류별 물성적 특성

2.1 유리의 일반적 특성

일반적으로 유리는 모래, 나트륨, 석회와 아울러 색상에 영향을 미치는 기타 미세 물질로 구성된다. 빛의 투과, 열에 대한 저항능력, 구조적 강도 등 당해 유리의 고유특성은 단면구조와 구성 성분에 의해 결정되나 냉각되는 과정에서 결정격자가 형성되지 않기 때문에 빛에 대한 등방성이 확보되며 따라서 광선이 분산되지 않고 통과하게 된다. 유리 제조에 있어 가장 기본적인 재료인 모래에는 변색을 일으키는 화학 산화철이 0.1% 정도 함유되어 있어 열은 초록 색조를 띠게 되나 판유리의 전체적 투과율 및 투과성능은 유리의 두께에 의해 결정된다.

자연광은 자외선, 가시광선, 적외선으로 구성되어 있으며 이중 가시광선 영역은 색깔과 연관된 파장이며 적외선은 열과 관련된 파장이다. 가시광선의 상대적 에너지 함유량은 자외선 범위가 3%, 가시범위에서 53%, 근적외선 범위의 44%로 구성되어 있다. 난방기간에는 실내의 열을 내부로 반사시켜 복사형태의 열 유출을 최소화하고 냉방기간에는 태양열을 포함한 외부의 복사열이 사입되지 않도록 하는 것이 유리 외피를 경계면으로 한 가장 기본적인 단열성능 강화기법이다. 자연광의 다양한 스펙트럼 중 필요에 따라 흡수되고 반사되는 태양의 스펙트럼을 선택적으로 구분하기 위하여 1차적으로 가공된 기본 유리표면에 특수 박막형 금속 코팅재로 표면처리를 한다. 이를 위한 금속재료는 금, 은, 구리와 알루미늄이 있으며 최근 들어 색의 중립성과 높은 가시광선 투과율을 보유한 은(Ag)이 코팅용 기초재료로 다용되고 있다.

유리의 특정한 광학적·열적인 특성을 유도하기 위하여 다층 구조를 구성하는 유리 제조기법이 있다. 중간층에 각종 기능성을 층을 형성하는 것으로 광굴절 필름이나 열 크롬성 액정 등 전자 크롬 재료에 기초한 다양한 투과 특성을 갖는 층과 각도 선택적 기능을 갖는 각도 선택 필름 등이 설치된 판유리가 있다. 폴리머 필름과 미세 격자구조의 다중막 층을 적용하여 빛의 분산과 집중을 유도하여 복사열과 태양광선을 차단하거나 태양전지의 응용을 통한 전기 발전용 외피나 외부 밝기에 따라 자동적으로 입사 광량을 조절하는 광호변성 유리, 불투명

과 투명을 상호 변환하는 스크린 유리 등 다양한 제품군을 제조할 수 있다.

2.2 외피용 판유리의 종류 및 특성

1) 투명 유리

투명유리는 모든 유리의 구성에 있어서 기본이 되는 한판의 평평한 맑은 유리를 말한다. 다양한 기능성 유리들은 대부분 투명유리를 1차 원료로 하여 광학적으로 가공되고 제조된다. 높은 평활도(평평하고 매끄러운 정도)를 가지고 있는 투명유리는 투과성능이 높아 실내에 사입되는 광량이 가장 많은 채광적 특징을 가지고 있다. 주택·일반 건축물·고층 건축물·점포 등의 내·외장용, 유리파티션, 유리온실, 매장의 쇼윈도우, 진열장, 각종 가공 유리의 원판, 투명방음벽의 원판, 자동차, 차량, 선박의 창과 같이 다양한 곳에 사용되고 있다.

2) 색 유리

기본 판유리에 금속 화학물을 첨가하면 흡수력이 높아지고 변색이 발생하게 되며 건물 내부로의 열전달이 1/3에 지나지 않아 결과적으로 태양에너지 투과량의 감소효과가 나타나게 된다. 판유리 제조 시스템은 대량생산을 하는 관계로 초록, 분홍, 파랑, 구리색, 회색 등만이 생산 가능하다. 이중 초록색 채색 유리가 다용되는 것은 유리에 들어 있는 산화철이 700nm ~ 2,500nm의 파장을 갖는 광선범위를 가장 잘 흡수하며 소량의 근적외선만을 통과시키기 때문이다. 산화니켈을 첨가하여 제조되는 회색의 칼라 유리와 셀레늄을 첨가하여 얻어지는 블론즈색 유리는 눈부심을 감소시키는데 매우 효과적이다.

3) 로이유리

태양복사와 열 차단에 관련된 유리의 열적 특성은 광선의 투과성에 의해 결정된다. 이와 같은 투과성능은 유리 표면에 박막의 금속 층이나 금속 산화물을 코팅함으로써 조절할 수 있다. 복사에 의하여 유리 표면으로부터의 방출 열량이 적은 유리를 로이 유리라 하며 은(Ag)과 같은 금속 산화물질을 판유리표면에 코팅하여 겨울철에는 실내의 난방기구에서 발생하는 적외선을 반사하여 실내로 되돌려 보내며, 여름철에는 실외의 태양열이 실내로 유입되는 것을 차단하는 보온적·열적 특성을 가지고 있다. 즉, 가시광선의 투과율은 일반 투명 유리와 유사하지만 열선인 적외선 영역의 반사율이 높아 실내의 온도차이가 클수록 유리를 통한 열전달이 작아져서 냉난방에 소비되는 에너지가 크게 절약되는 효과가 있다. 로이 유리는 주택과 고층 사무소 빌딩 등 채광과 에너지절약이 동시에 요구되는 장소에 사용된다.

4) 반사유리

반사유리는 투명유리의 원료 배합과정 중에 미량의 금속산화물을 첨가하여 만든 색유리 위에 부가적으로 금속

산화물을 분무하여 표면 처리한 유리를 지칭한다. 열분해 제조법에 의해 생산된 반사유리는 인체에 유해한 자외선을 90% 이상 차단하여 옷이나 커튼, 가구가 변색되는 것을 막아주는 동시에 식물의 광합성이나 성장에는 영향을 주지 않는 장점이 있다. 또한 가시광선과 적외선의 투과율과 반사율을 적절하게 조절하여 냉·난방부하를 줄여 주며, 실외로부터의 시선을 차단하여 실내의 프라이버시를 확보해 준다. 사무실, 호텔, 도서관, 박물관, 스포츠센터, 극장, 눈부심을 방지해야 하는 건물 등에 사용된다. 반사유리의 종류 중에서 가장 많이 사용되고 있는 것이 파스텔 유리이다. 최근 사무조건축물에 많이 사용되고 있는 파스텔 유리는 유리 커튼월에 알맞으면서 안정된 외관을 보여주며, 특히 복층유리로 사용할 때에는 가시광선 반사율이 투명복층유리보다 낮아 주변의 건물에 시각적인 영향을 거의 주지 않는다.

5) 복층유리

복층유리는 최소 두 장의 판유리 사이에 일정한 간격을 유지하여 건조한 공기층이 내장된 복합구조의 유리로서 건물 외피 중 열손실이 가장 큰 표면인 창을 통하여 빠져나가는 열에너지의 양을 현저하게 감소시키므로 써 단열 및 소음차단에 뛰어난 특성을 가지고 있다. 여러 유리의 복합적 사용으로 다양한 광학적 목적을 이룰 수 있으며 외부에 면한 유리를 파스텔유리를 사용하고 안쪽에는 일반유리를 사용하여 공기층을 갖도록 만든 저반사복층유리인 파스텔복층유리가 가장 많이 사용되고 있는 복층유리로서 all glass 커튼월에 알맞고도 안정된 외관을 보여 주어 대형빌딩, 사옥 등에 적용되고 있다. 이외에도 복층유리를 구성하는 두 장의 유리 중에서 외부와 면한 유리의 종류가 컬러유리나 투명유리이고 실내면의 유리가 로이유리인 컬러·투명로이복층유리, 컬러투명복층유리 등이 있다.

3. 투과재를 이용한 유리외벽의 설계 및 평가 방법

3.1 연구대상 유리외벽 창호 투과시스템

1) 일반 단일 유리외벽 투과시스템

건물 외피로 사용되는 판유리 제품은 단순한 기본 판유리부터 고 기능을 부가한 유리 층을 구비한 다양한 복합적 단면구조를 가지고 있다. 이러한 광학적·열적 기능성은 결과적으로 가시광선 투과율을 변화시키게 되며 이는 광학적 순기능과 역기능을 구비하게 된다.

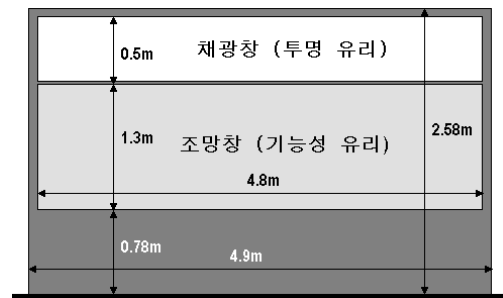
외피로 이용되는 커튼 월용 판유리의 경우 투과율이 20% 이하의 저 투과 시스템부터 80% 이상의 투명유리에 이르기 까지 다양한 유리 재료가 있다. 이에 본 연구에서는 외피로 이용된 유리의 투과율을 기성 판유리 제품의 투과치 내에서 가변적으로 적용하여 실내의 채광 성능에 미치는 영향과 연계하여 분석한다.

표 1. 연구 대상용 판유리 종류와 광학적 물성치

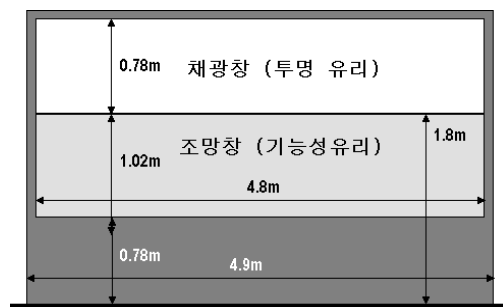
유리 종류	모델명	투과율(%)	반사율(%)
파스텔 유리	PTS18	18	16
	PTS27	27	
색 유리	GN66	66	11
로이 유리	LoE58	58	10
	LoE68	68	13
투명 유리	cl78	78	14
	cl90	90	10

2) 이중분할 복합 투과시스템

복합적 단면구조와 기능성 층을 구비하여 구성된 복층유리의 개념을 물리적으로 확대하여 대형 판유리가 건물의 외피로 사용될 경우 바닥부터의 수직높이에 따라 유리창의 용도를 구분하여 각기 다른 종류의 유리를 적용하는 창호시스템을 이중분할 복합창으로 명명하며 개념은 그림 1과 같다. 외벽의 역할을 수행하는 대형 판유리창을 높이에 따라 시각적 교류와 외부조망을 위한 조망창과 자연광 유입을 위한 채광창으로 구분하여 조망창은 색유리나 파스텔유리 등의 기능성 유리를 적용하고 채광창은 투명 판유리로 구성하는 경우 복합적인 창의 성능을 기대할 수 있을 것으로 판단하여 본 연구에서는 채광창의 크기에 따라 일반형과 확장형의 두 종류를 대상 유리외벽 시스템으로 선정하였다.



a) 일반형 채광창



b) 확장형 채광창

그림 1. 이중분할 복합창의 구성유리 종류 및 면적 비율

3) 광선반 일체형 이중분할 복합 투과시스템

측창만으로 자연광을 유입하는 것은 자연광의 입사 거리로 인하여 한계가 있는 반면 개구부가 설치된 창면벽의 밝은 근접부는 극심한 조도의 불균형 및 현휘의 발생 요인을 내포하고 있다.

이와 같은 자연광의 불균형적인 분포를 방지하고 자연광의 유입 거리를 증가시키기 위한 대표적인 건축적 채광기법으로 실내를 향한 광반사를 인위적으로 유도하는 수평형 광선반을 들 수 있다.

앞서 소개된 이중분할 복합창의 조망창과 채광창의 경계부에 광선반이 설치되는 경우 창과 근접한 외주부의 주광량을 감소시키며 실내 깊숙한 부분까지 자연광을 반사, 유입시킴으로써 실내의 조명환경을 질적으로 향상시킨다. 근본적으로 광선반의 존재는 채광부에 대한 1차원적인 차양효과로 말미암아 자연광의 실내 유입 총량을 감소시키며 반복되는 반사에 의한 손실까지 부가되어 전체적인 실내 조도의 평균치를 감소시키는 결과를 초래함을 감수하여야 한다. 그러나 단순히 실내 공간 내에 유입되는 총 광량의 증가만을 목적으로 하는 것이 아니라 실내 전체 공간내의 자연광의 균일한 분포를 비롯한 질적 조명환경에 대한 고려가 요구될 때 채택될 수 있는 바람직한 대안이다. 그림 2와 같이 본 연구는 광선반 시스템이 설치된 상단부는 투명 유리를 적용하여 광선반에 도달하는 자연광의 양을 극대화 시키고 광선반 하단부의 유리는 현휘를 줄일 수 있는 다양한 차폐성 유리로 계획한 광선반 일체형 이중분할 복합창 시스템의 성능을 평가하였다.

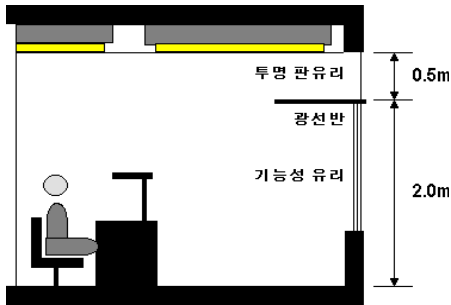
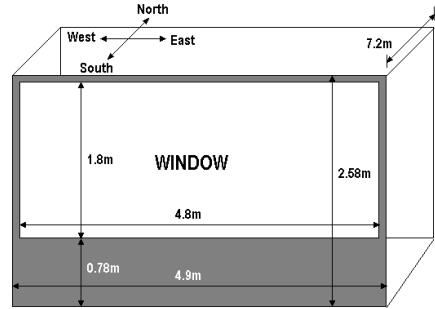


그림 2. 내부 광선반 일체형 이중분할 복합창의 형상

3.2 투과 시스템의 성능평가 방법

1) 성능 평가용 모형의 개요

본 연구의 방법은 자연채광 해석용 컴퓨터 프로그램을 이용한 모의실험을 실시하는 것으로, 실제 건축된 실물대 모형 건물을 기초로 대상공간을 선정하였으며 향후의 실험 및 측정 데이터와의 비교분석의 목적으로 실시되었다. 본 연구에서 제시된 투과시스템이 적용된 성능평가용 모형의 기하학적 형상 및 특성은 그림 3과 같다.



(a) 대상공간의 기하학적 형상



(b) 대상공간의 기초가 된 목업 모형 형상

그림 3. 대상 공간 및 목업 모형의 형상

2) 성능 평가 프로그램 : Lumen-Micro 2000

본 연구에서는 광선반의 성능 평가를 위해 자연채광 성능분석 프로그램인 Lumen Micro 2000을 사용하였다. Lumen Micro는 미국의 Lighting Technologies사에서 개발되어 전 세계적으로 널리 사용되고 있는 프로그램으로 인공조명 및 자연채광의 성능 평가에 있어 정확성이 인정된 바 있다. 각종 CAD 프로그램과 호환되는 등 Lumen Micro는 입력단계에서의 모델링 작업이 비교적 용이하며 주광에 의한 정확한 실내조도 분석이 가능하고 조명결과의 수치 자료의 제시뿐 아니라 각종 그래프 및 등조도 곡선 등의 시각적 결과제시를 통하여 조도분포의 특성 및 조명설계의 결과를 보다 알기 쉽게 해준다. 또한 천창, 고창, 광선반, 차양, 외부 건물의 영향 등의 채광 성능평가가 가능하며 부가적으로 조명효과의 렌더링 등 기본적인 시각화 기능을 보유하고 있다.

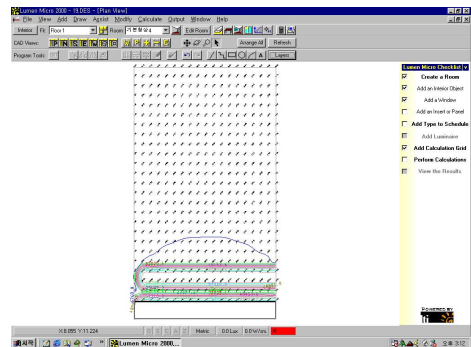


그림 4. Lumen Micro 2000 프로그램

3) 성능평가지표 및 광학변수

본 연구는 해당 공간의 컴퓨터 모델링과 모의실험을 통하여 성능 데이터를 취합한다. 다양한 유리 채광부의 형상과 투과재를 변화시키며 실내 채광성능을 분석한다. 성능평가 지표로는 천공의 상태와 관계없이 외부조도에 대한 실내조도의 비율인 조도비(%)를 이용하며 가장 평균적인 주광조건인 춘추분 정오의 정남향을 기준으로 실험을 실시한다. 청천공과 담천공 간의 천공 상태에 따른 투과 시스템의 영향을 분석하기 위하여 기본적인 청천공 이외에 제한적으로 담천공을 대상으로 모의실험을 실시한다. 해당 공간의 물리적, 광학적 변수는 표 2와 같다.

표 2. 시뮬레이션 입력 변수 데이터 값

실 크기	4.9m×7.2m×2.58m	
일시	시간	12:00 정오
	월	3
	일	21
방위	South (정남향)	
위치	서울	위도 37.5°, 경도-126.5°W
	반사율	95%
광선반	돌출 길이	내측 : 0.9m
	천정	80%
반사율	벽	50%
	바닥	20%

4. 투과 시스템의 성능평가 및 분석

4.1 투과율에 따른 일반 유리투과 시스템의 성능

건물 외피로 사용되는 판유리는 다양한 목적과 건축적 의도에 따라 각기 다른 물성치와 투과율을 가지게 된다. 건물외피로 가장 많이 사용되는 것으로 본 연구에서 선행 조사된 유리의 종류별 투과율을 대상공간에 적용한 경우의 실내 조도비의 변화가 표 3과 그림 5에 도식되어 있다.

표 3. 일반 투과시스템 창호의 투과율 변화의 영향 분석 (춘분 정오, 청천공)

투과재	Ave	Max	Min	투과율 증가%	Ave 증가율	Max 증가율	Min 증가율
PTS18	3.6	16.0	0.4	-	-	-	-
PTS27	5.3	24.0	0.6	50	50	50	50
LoE58	11.4	51.6	1.3	115	115	115	114
GN66	13.0	58.7	1.4	14	14	14	14
LoE68	13.4	60.5	1.5	3	3	3	3
cl78	15.4	69.3	1.7	15	15	15	15
cl90	17.7	80.0	2.0	15	15	15	15

가장 평균적인 경우인 춘추분 정오를 기점으로 하여 직사광이 존재하는 청천공과 담천공을 각각 분석한 결과 천공 상태에 관계없이 외부 조도에 대한 내부 조도비

은 유리의 투과율 변화에 따라 동일한 비율로 일정하게 증감하는 것으로 나타났다 (표 3, 그림 5).

이는 빛의 물리적 특성과 자연광 유입에 가장 일차적인 영향을 미치는 유리의 채광적 투과 능력에 따른 결과로 판단된다.

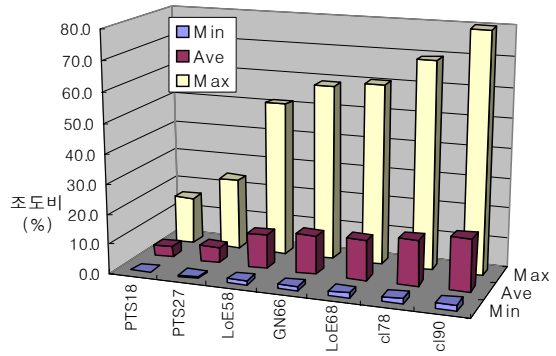


그림 5. 일반 투과시스템 창호의 투과율별 조도비 (춘분 정오, 청천공 및 담천공)

4.2 일반형 이중분할 복합창의 채광성능

대형 판유리창을 외피로 사용하는 사무소 건물의 경우 전술한 바와 같이 시야각을 방해하지 않는 창면 수직높이를 산정하여 높이 2m를 경계면으로 그 이상의 유리를 채광을 위한 투명유리로 그 하단부는 프라이버시 확보와 조망을 위한 다양한 2차 유리들을 사용하여 이중 분할적 복합구조로 구성할 경우(그림 1참조)의 채광적 기여를 분석하였다. 고창부의 채광창으로 인한 자연광 유입은 증대되며 하단부의 조망창의 투과율에 따른 실내 조도비의 변화가 그림 6에 나타나 있다.

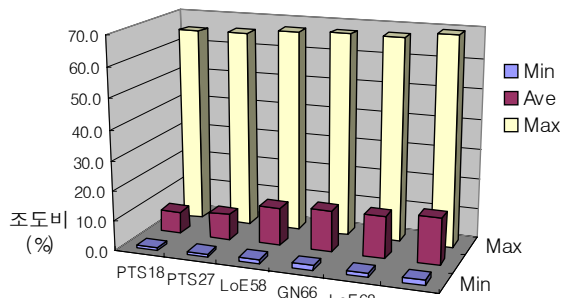


그림 6. 일반형 이중분할 복합창의 조도비 (춘분 정오, 청천공)

그림 7과 같이 2.0m 높이를 경계선으로 한 이중 분할 복합창을 일반 단일창과 비교분석한 결과 상단부의 채광창의 상대적으로 높은 투명유리의 투과율에 의하여 실내 전반 조도비는 전체적으로 증가한다. 고창에 의한 채광에 취약한 실내 후면부의 증가가 현격히 나타나며 특히 저투과율 투과재 (PTS18%, PTS27%)에서 60~100%의 후면부 조도비 증가는 채광학적으로 높은 가치가 있다.

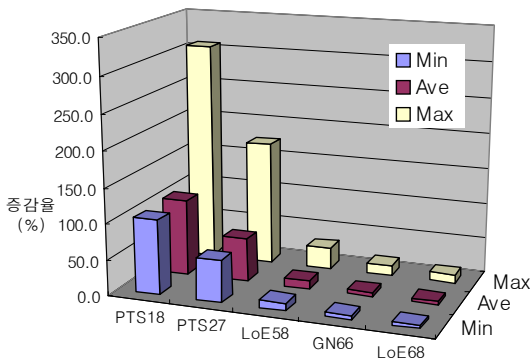


그림 7. 일반창 대비 일반형 이중분할 복합창의 조도비 증감율 (춘분 정오, 청천공)

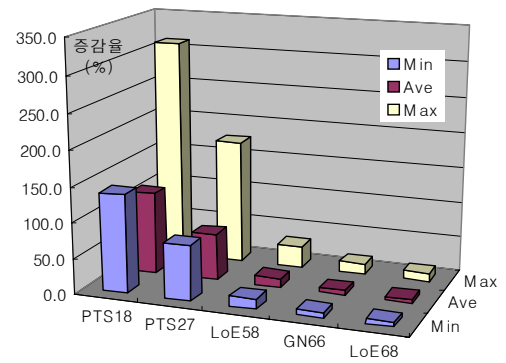


그림 9. 일반창 대비 확장형 이중분할 복합창의 조도비 증감율 (춘분 정오, 청천공)

4.3 확장형 이중분할 복합창의 채광성능

이중분할 복합창을 구성함에 있어 시야각을 엄격히 적용하여 조망창의 상단 경계부를 1.8m로 최소화하고 그 이상의 천장높이 2.58m까지 투명유리로 채광창을 구성하는 확장형 이중분할 복합창을 계획하는 경우 (그림 1 참조) 채광의 효과는 극대화된다.

상대적 대형화된 채광창으로 인한 자연광 유입은 증대되며 하단부의 조망창의 투과율에 따른 실내 조도비의 변화가 그림 8에 나타나 있다.

확장형 이중분할 복합창과 일반 단일창과의 조도비 증감율을 분석한 결과 그림 9과 같이 전반적인 실내의 조도비의 증가를 나타내었으며 전술한 바와 같이 실내측 후면부의 채광성능이 급격히 향상된다.

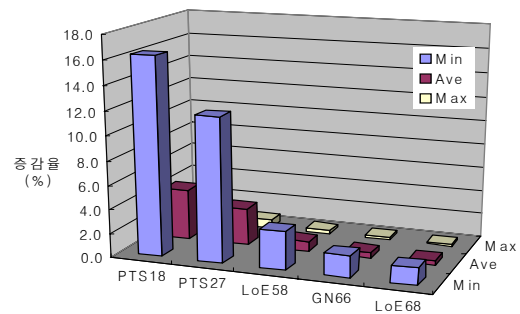


그림 10. 일반형 이중분할 복합창 대비 확장형 이중분할 복합창의 조도비 증감율 (춘분 정오, 청천공)

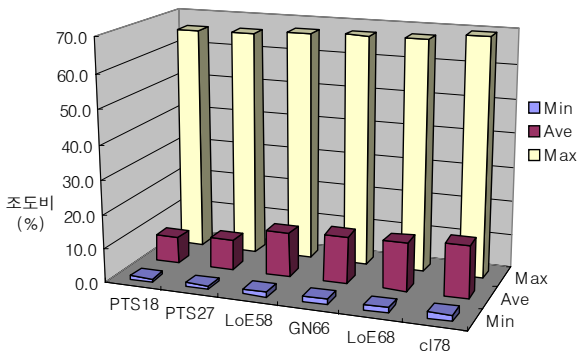


그림 8. 확장형 이중분할 복합창의 조도비 (춘분 정오, 청천공)

확장형 이중분할 복합창과 일반형 이중분할 복합창 (그림 1 참조) 과의 조도비 증감율을 분석한 결과 그림 10 과 같이 전반적인 실내의 조도비는 큰 차이를 나타내지 않았으나 고창부에 위치한 채광창의 물리적 특성으로 인하여 실내측 후면부의 채광성능의 향상이 기대되며 특히 하단부 조망창에 저투과율 유리 (PTS18%, PTS27%)를 적용한 경우, 12~16%의 후면부 조도비 증가는 채광학적으로 높은 가치가 있다.

4.4 광선반 일체형 이중분할 복합창의 채광성능

창면부의 경우 태양의 위치나 창 형태에 따라 직사광이 사입되는 부분의 경계를 중심으로 극단적인 조도 대비가 형성되며 외부 직사광의 60%정도의 조도를 나타낸다. 따라서 창면부는 적절한 채광시스템의 계획으로 조도를 낮추고 국부적인 직사광의 사입을 배제하여 확산되도록 하여 직사광의 유효거리를 깊은 심도의 실내공간까지 증가시켜 전체적으로 조명의 질을 제고하여야 한다. 일반형 분할 복합창에 광선반이 적용된 경우(그림 2 참조)의 조도비가 그림 11에 나타나 있으며 전반적인 조도비의 편차가 감소되어 균제도가 향상된다.

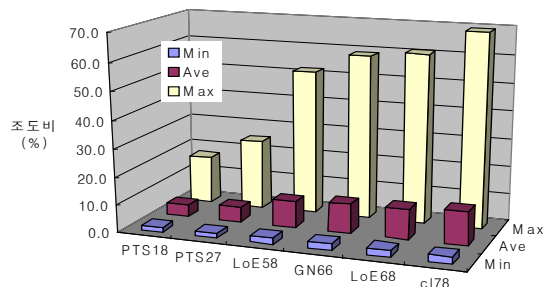


그림 11. 광선반 일체형 이중분할 복합창의 조도비 (춘분 정오, 청천공)

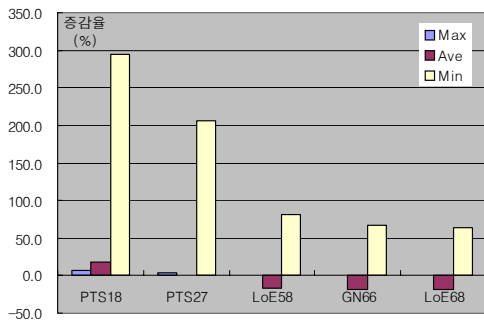


그림 12. 일반 단일창 대비 광선반 일체형 이중분할 복합창의 조도비 증감율 (춘분 정오, 청천공)

광선반 설치의 채광적 효과는 광선반이 없는 일반 형 이중 분할창과의 조도비 비교를 통하여 보다 질적으로 검증될 수 있다. 일차적으로 광선반의 물리적 차폐 기능으로 인하여 극심한 직사광이 유입되는 창면부의 조도는 실내의 전반적인 조도 분포도 10%~70% 정도 감소되며 최저조도와 평균조도의 비율을 의미하는 균제도 측면에서도 100%이상의 감소가 예상되어 (9→3 또는 4) 보다 질적인 채광효과가 기대될 수 있다. 실내 고심도 공간의 자연광 유입이라는 광선반의 기본 기능은 광선반이 없는 일반 이중 분할창과의 비교에서도 현저히 나타나며 결과적으로 후면부의 조도비는 그림 13과 같이 50%에서 90% 이상의 조명적으로 매우 의미있는 증가를 나타내고 있다.

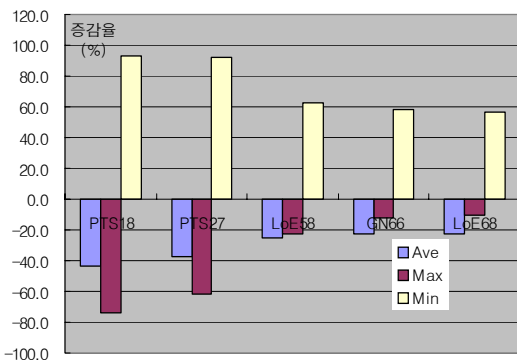


그림 13. 일반형 이중분할 복합창 대비 광선반 일체형 이중분할 복합창의 조도비 증감율 (춘분 정오, 청천공)

5. 결론

건축물에서 유리 창호가 가지는 의미는 의장적 측면에서부터 시각적 열적 환경 및 시공법, 경제성 등의 범위에 이르기까지 지대하다. 최근 유리건축물이 범람하면서 반사유리를 사용하던 기존의 추세에서 벗어나 다양한 기능을 가진 투명성 높은 유리들이 개발·사용되고 있다. 본 연구에서는 창호의 기능을 향상시키기 위한 복합적 유리 사용의 필요성을 제기하면서 이중적 유리분할면의 구성이나 광선반과 같은 자연광유도 물리체의 일체화를 위한

기초적 연구를 수행하여 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

건물외피로 가장 많이 사용되는 것으로 본 연구에서 선행 조사된 투명유리, 색유리, 파스텔 유리, 로이 유리의 투과율 변화에 따른 실내 조도의 민감도를 분석하였다. 원천적으로 빛의 물리적 특성과 자연광 유입에 가장 근본적인 영향을 미치는 유리의 채광 능력에 기초하여 천공 상태에 관계없이 외부 조도에 대한 내부 조도비율은 유리의 투과율의 변화에 따라 동일한 비율로 비례적으로 일정하게 증감하는 것으로 나타났다.

건축 재료의 기능을 향상시키기 위하여 많은 재료들이 합성되거나 복합적으로 사용되고 있다. 채광성면에서 가장 바람직한 창호의 구성은 현회를 방지하고 조망을 확보하기 위하여 거주자의 시야각을 방해하지 않는 최소 조망창의 높이로 1.8m 나 2.0m까지 차폐성이 보유한 투과재를 적용하고 그 이상의 상단부는 채광을 위하여 투명유리류의 투과율이 높은 투과재를 복합적으로 구성하면 조망과 채광이라는 두 가지 개구부 성능을 극대화 할 수 있다.

또한 조망창과 채광창의 경계부에 깊이 90cm 정도의 수평형 광선반을 설치하면 일차적인 직사광 유입으로 인하여 극심하게 높은 조도를 나타내는 창면 근접부의 조도를 완화시키는 차폐효과와 아울러 광선반의 반사 능력으로 인하여 채광성능 면에서 불리한 실내측 후면부의 조도를 증가시키는데 현격한 효과를 2차적으로 기대할 수 있어 더욱 기능적인 유리외피의 역할을 수행한다.

이중분할 복합창이나 광선반에 의한 채광학적 기여는 특히 유리외피로 투과율이 낮은 저 투과재가 사용되는 경우 더욱 효과적이다. 실내측후면부의 채광적 잠재력이 증대되어 공간의 시 환경적 질이 현격하게 증대된다.

후 기

이 논문은 과학기술부 국가지정연구실사업(과제번호 M1-0318-00-0272)의 지원에 의해서 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김정태. "첨단 고성능 채광시스템의 국제적 동향", 첨단 채광/조명 및 창호 시스템에 관한 워크샵, 2002. 6
- 김정태, 신현구, 김곤. "광반사를 이용한 광선반 채광시스템의 기본형상 계 및 성능평가에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 19권 3호, 2003. 3
- 비엘 공간, Better Living Architectural Metal, Annual Project Review and Report, 2003
- 차광섭, 신일섭, 박중수, "개량형 빛선반을 이용한 건물 전기 조명 에너지절약 연구", 대한건축학회논문집, 1998. 9
- 채상열, "빛선반 (Lightshelf) 설치시의 자연채광 설계기법 개발에 관한 실험적 연구", 고려대학교 대학원 석사학위논문, 1989. 12
- L. O. Belran, E. S. Lee, K. M. Papamichael, S. Selkowitz,

- “The Design And Evaluation of Three Advanced Daylighting system Light Shelves and Sky Light”, Lawrence Berkeley Laboratory, 1994
7. L. M. Frass, W. R. Pyle, P. R. Ryason, “Design and Assessment of an Anidolic Daylighting System”, Energy & Building 28, 1999
 8. G. Kim, J. T. Kim, “Projecting Performance of Reintroduced Direct Sunlight based on the Local Meteorological Features”, Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 80, No. 1, 2003
 9. Jean-Louis Scartezzini, Gilles Courret. “Anidolic Daylighting Systems”, Solar Energy Vol.73, No.2, 2002
 10. Alfonso Soler and Pilar Oteiza, “Light Shelf Performance in Madrid, Spain”, Building and Environment, Vol. 32, No. 2, 1997. 3
 11. <http://www.lightform.com>
 12. <http://www.fridge.arch.uwa.edu.au>
 13. <http://www.nrc.ca/irc/ircpubs>
 14. <http://www.energydesignresources.com>
 15. <http://www.iea-shcorg>
 16. <http://www.iaeel.org>
 17. <http://www.nrel.gov>
 18. <http://www.erg.ucd.ie>
 19. <http://www.susdesign.com/sunangle/>
 20. <http://www.nrc.ca/irc/fulltext>
 21. <http://www.sun.or.jp/>