

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 27, No. 3, 2007

# 광도파로(光導波路)를 위한 재질의 성능과 경제적 평가를 위한 실험적 연구

박이동\*, 이강주\*\*, 박해성\*\*\*

\*성균관대학교(eetong@naver.com), \*\* (주)찬성에너지(chansung@solareng.com)

\*\*\* (주)찬성에너지 연구개발팀(par0128@solareng.com)

## Experimental Study on Performances and Economic Evaluations of the Quality of the Material for Light Path

Pak, Ee-Tong\*, Lee, Kang-Ju\*\*, Park, Hae-Sung\*\*\*

\*Sungkyunkawn University, (eetong@naver.com), \*\*CS Energy Co. (chansung@solareng.com),

\*\*\*CS Energy Co. (par0128@solareng.com)

### Abstract

This experimental demonstration has successfully shown that it is possible to use direct sunlight for the illumination of deeper building zones using the material for light path system(light duct).

Three kinds of reflectors which were 95% Silver vaporizing fixed, 85% Anodized and 85% Hot melted applied to evaluate and compare their performances each others.

Also, these three kind of reflectors were compared in view point of economics.

The most high performance was obtained in 95% Silver vaporizing fixed reflector rather than another reflectors of 85% Anodized reflector and 85% Hot melted reflector even though more high production cost in 95% Silver vaporizing fixed reflector.

The rest two reflectors of 85% Anodized and 85% Hot melted got 10~15% less performance than 95% Silver vaporizing fixed reflector but their production cost were low than the production cost of 95% Silver vaporizing fixed reflector which identified very weak and light yellow color in the light.

**Keywords** : 광도파로(Light path), 반사판(Reflector), 95%은증착(95% Silver vaporizing fixed), 85% 아노다이징(85% Anodizing), 85% 핫멜트(85% Hot melted)

접수일자 : 2007년 8월 25일, 심사완료일자 : 2007년 9월 14일

교신저자 : 박해성(par0128@solareng.com)

## 1. 서론

사람은 눈의 외계(外界)를 색과 형태에 의해서 지각(知覺)하므로 색은 시각은 기본적인 요소 중 하나로 되어있다.

한편 빛은 비교적 파장이 짧은 전자기파(電磁氣波)로서 반사, 굴절, 간섭 및 회절과 도플러효과(Doppler effect)등 파동의 특징을 보이기도 한다.

이러한 상태로 인간은 빛과 색깔의 불가 분리한 관계를 별로 이해하지 못한 채 생활하고 있다. 예를 들면 무지개도 제1차무지개(Primary rainbow)와 제2차무지개(Secundary rainbow)등 5~6가지 종류의 무지개가 있으며, 광학을 전공한 전문가를 제외하고는 그 형성과 색깔이 태양빛에 어떻게 영향을 받는지를 아는 이는 별로 없다.

빛은 굴절률이 다른 두 물질의 경계면을 지나서 진행 할 때 반사와 굴절이 발생하는 현상을 이용하는 산업도 많다. 특히 새로운 정보화 시대를 맞아 광학산업에서 필수적인 기하공학과 파동광학을 이용한 각종광업기기들이 우리 생활에 많이 활용되고 있다.

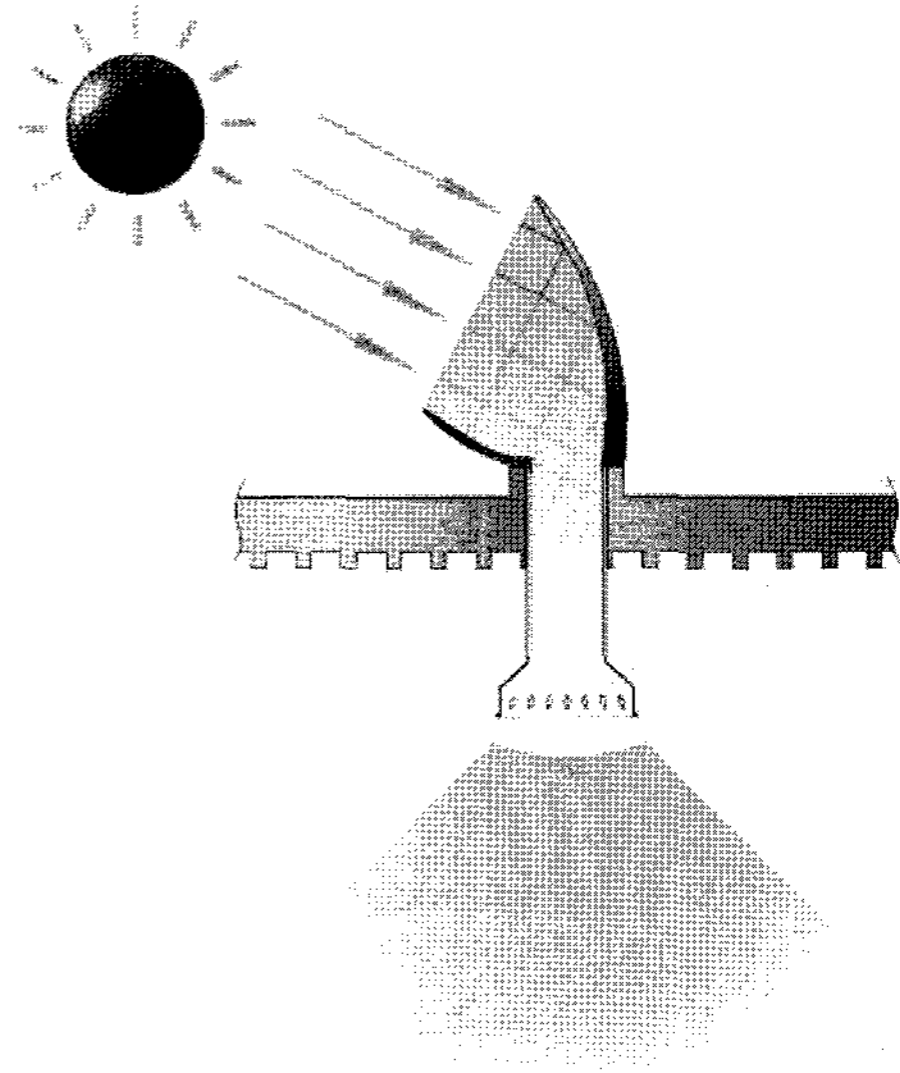
그런데 본 실험적 연구에서는 태양광을 집광하여 채광(Daylighting)으로 이용함에 있어서 에너지의 아무런 변환 없이 어두운 공간(Shadow space)까지 광파로(光波路)를 이용함에 발생하는 색깔의 변화와 경제성에 관하여 연구하였다.

## 2. 연구의 배경

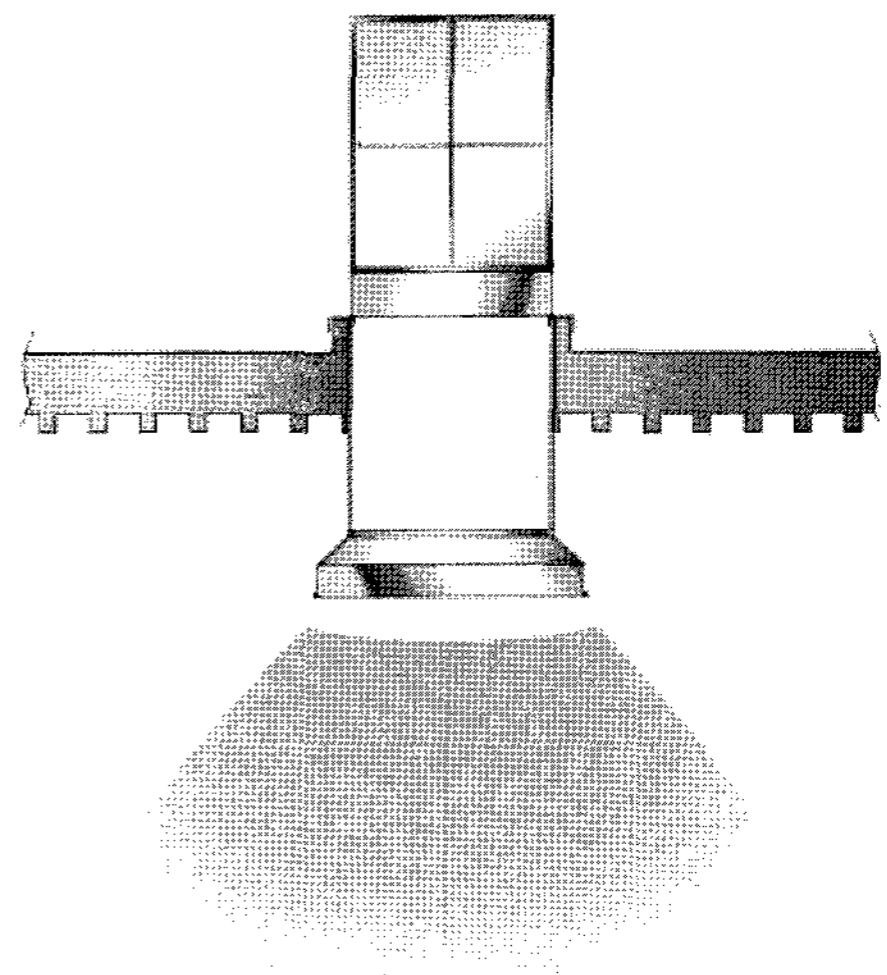
그림 1은 CS사에서 제작 설치하고 있는 독립형 채광기 상세도이다. 그런데 CS사에서 2000년도부터 2007년 현재까지 약 7년간 대한항공이나 에너지관리공단 등 약 30개소에 설치한바 있다.

그런데 30여 개소에 설치되어 아주 좋은 효과를 보고 있으나 이 30여개소중 1~2개소에서 산광기(Light diffuser)에서 아주 약한 노란색이 빛임을 인지한바 있다.

물론 이 아주 약한 노란색 때문에 빛으로서의 기본 성능을 상실하는 것은 아니었으나 대부분이 아주 흰색갈로 비춰지는 것에 비하여 개선해야겠다는 광학적 판단에 따라 본 연구실험을 하게 되었다.



a) 측면도



b) 정면도

그림 1. 독립채광기 상세도

### 3. 실험용 광도파로

실험에 이용된 광도파로(광 duct)는 그림 2와 같은 치수로서 실제 광도파로의 Prototype를 이용하였으며 아래와 같은 3종류의 치수에 3종류의 성질 변화된 광도파로재질을 이용하였다.

- 95% 은증착(3종류 치수)
- 85% 아노다이징(3종류 치수)
- 85% 핫멜트(3종류 치수)

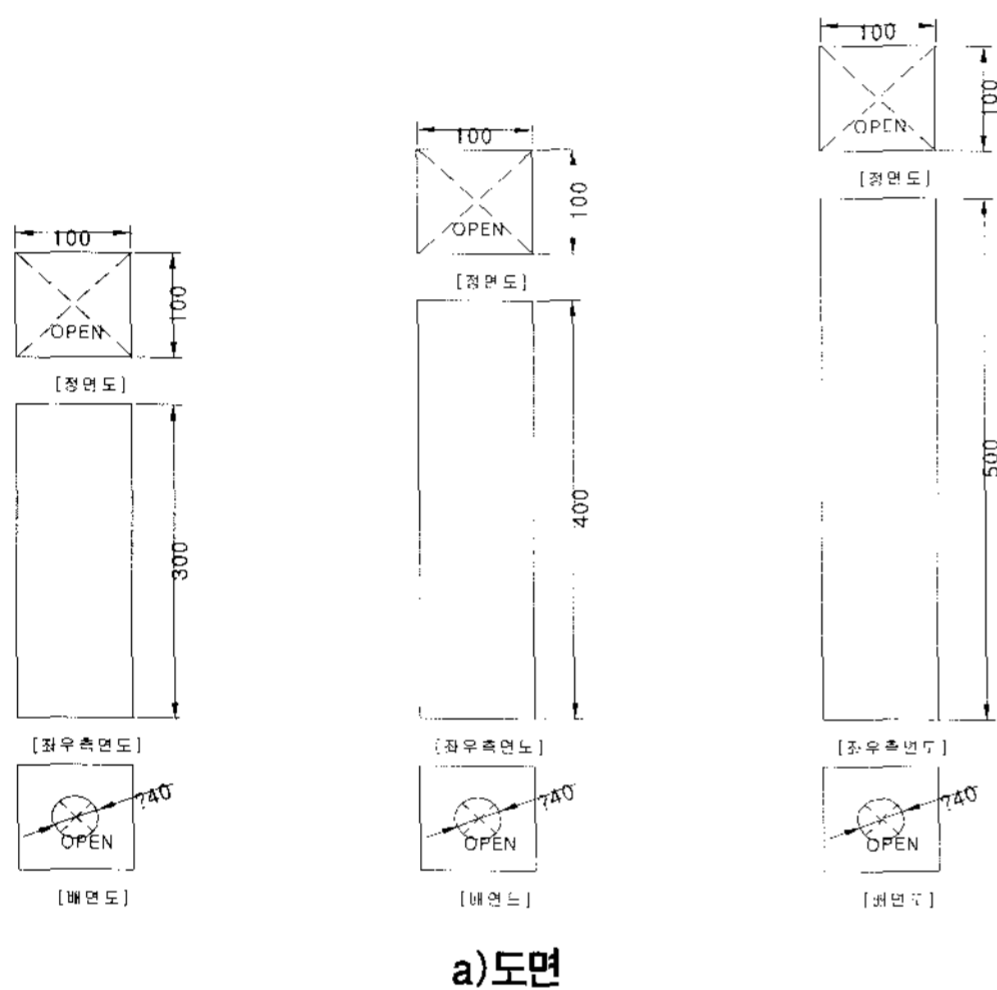


그림 2. 3종류의 광도파로와 3종류의 치수

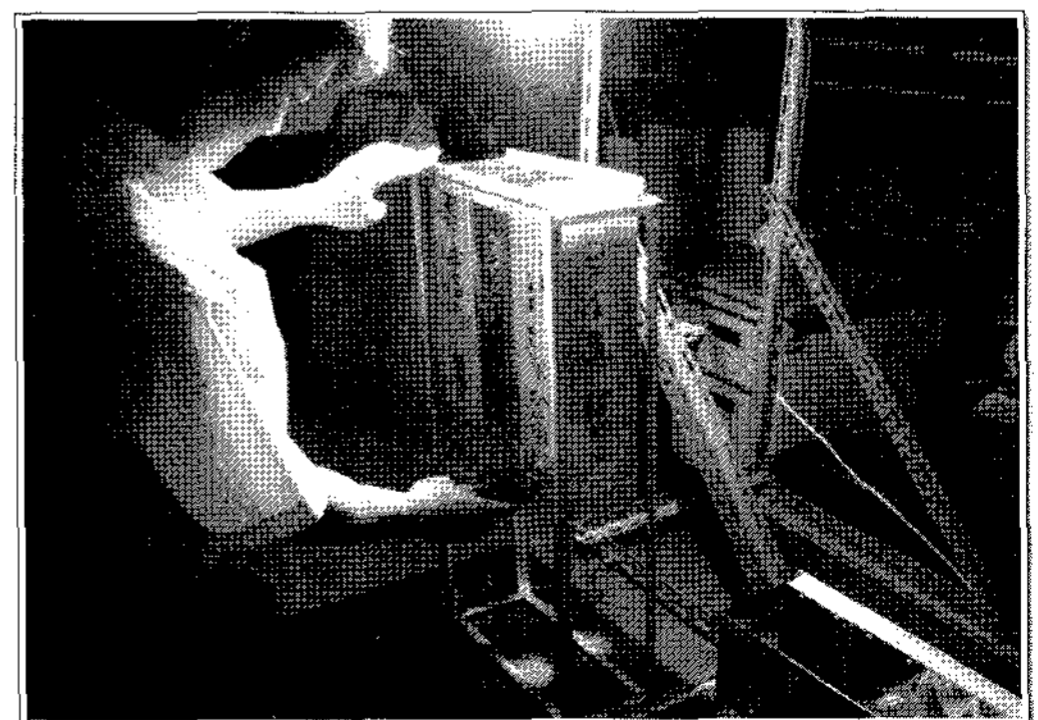
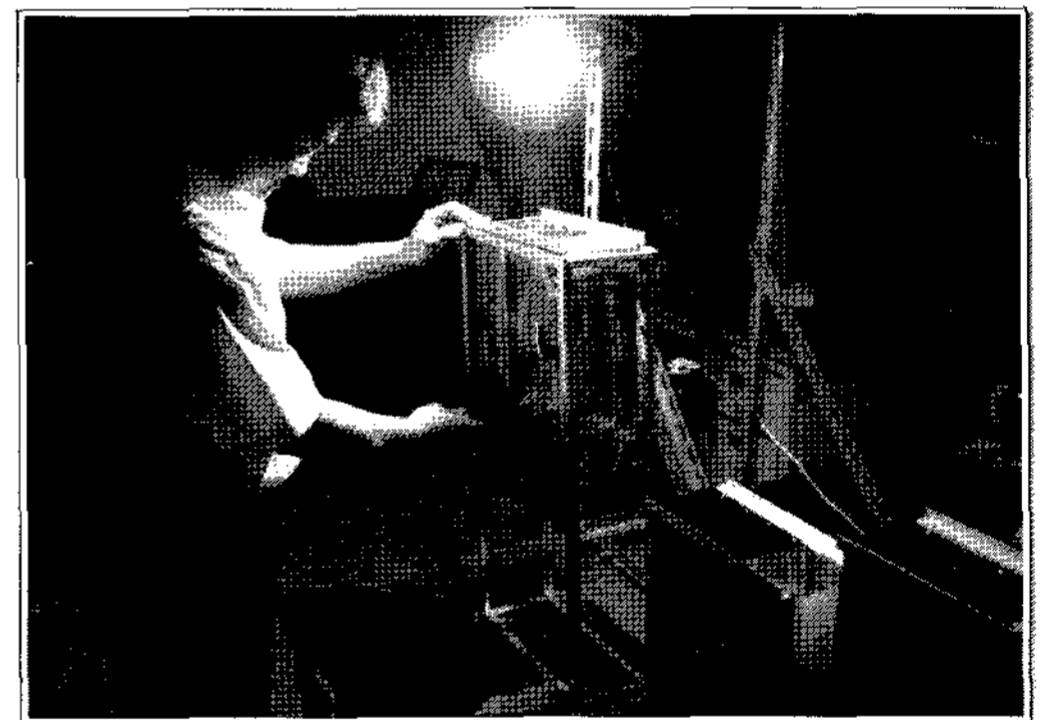
한편 본실험에 사용된 광도파로의 재료의 특성과 가격비교가 표 1에 표시되어 있다.

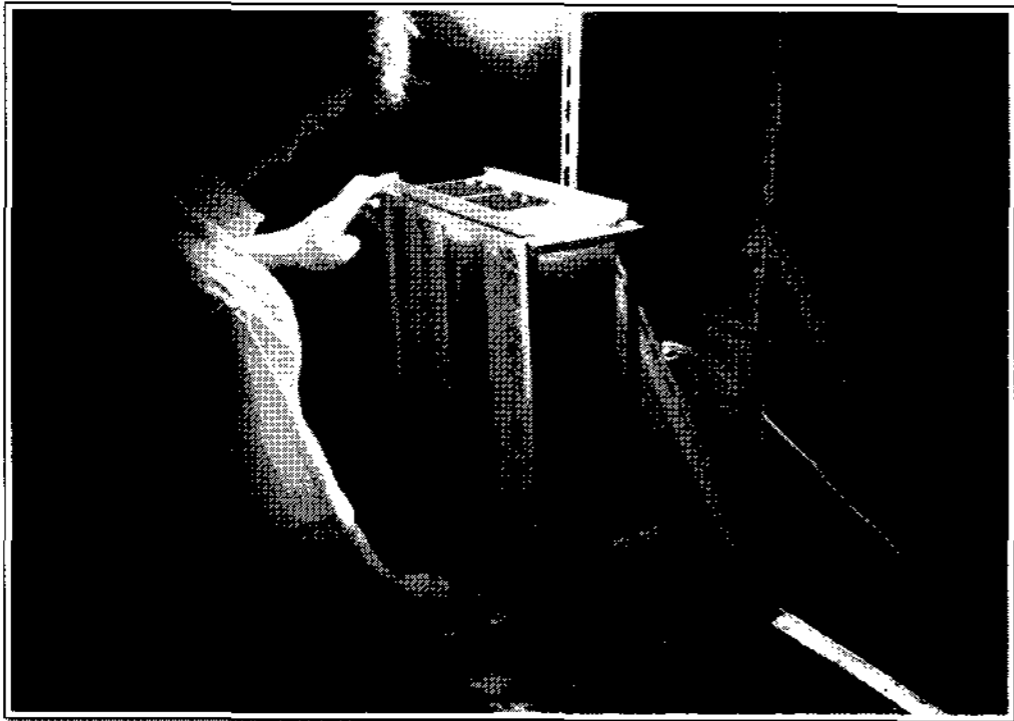
표 1. 실험용 광도파로의 특성

특성	95% 은증착	85% 아노다이징	85% 핫멜트
원판재질	Al+Film	Al	Al+Film
필름가공	PetAg 진공증착		PetAg 진공증착
원판가공방법	접착, 점착제 사용	전해연마	Hot Melt 방식
내구성	약함	강함	강함
반사율	98%	85%, 95%	85%
가격	중가	고가	저가

### 4. 실험절차

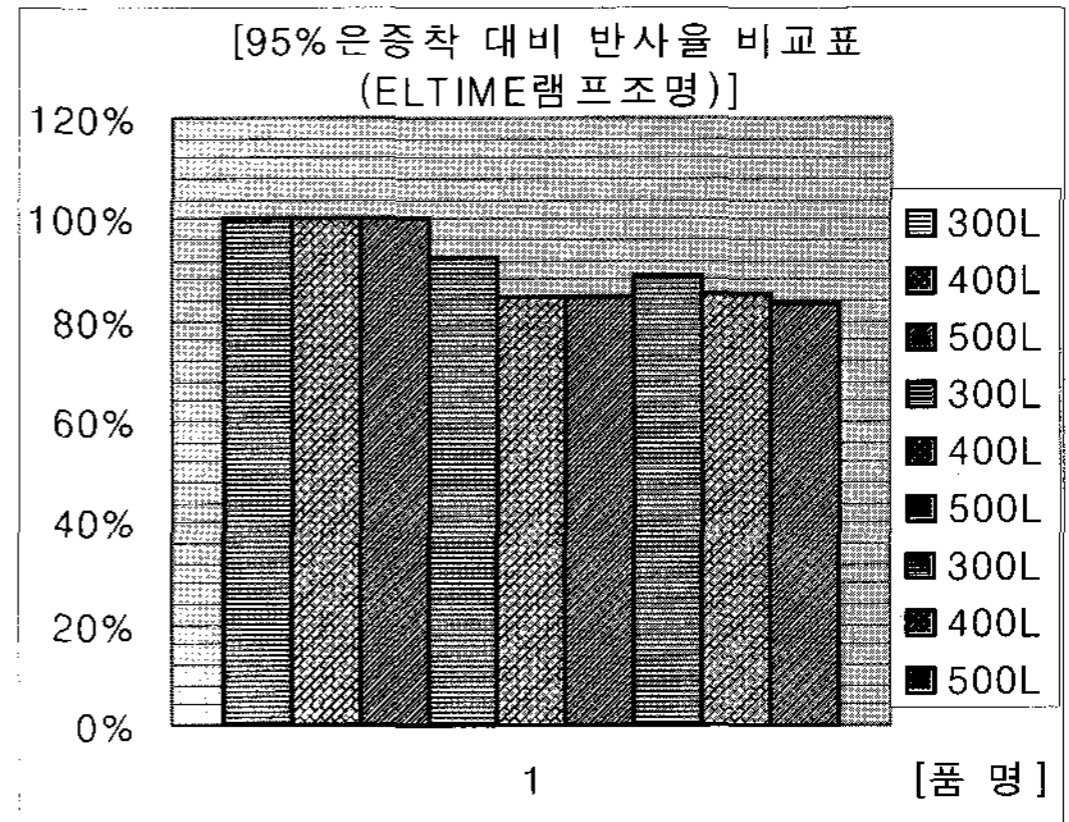
그림 2의 a)도면과 같이 제작된 광도파로를 그림 3과 같이 인공조명(220V ELTIME 20W램프와 220V 백열전구 100W램프)을 이용하여 입사되는 빛과 광도파로를 통과한 빛을 조도계를 사용하여 각각 조도를 비교 실험하였다.(광도장 동일)





c) 500mm 실험전경

그림 3. 전등을 이용한 광파로의 반사율 실험전경



b) 200V ELTIME 20W 램프 평균값(95%은증착 100%기준)

### 5. 실험결과

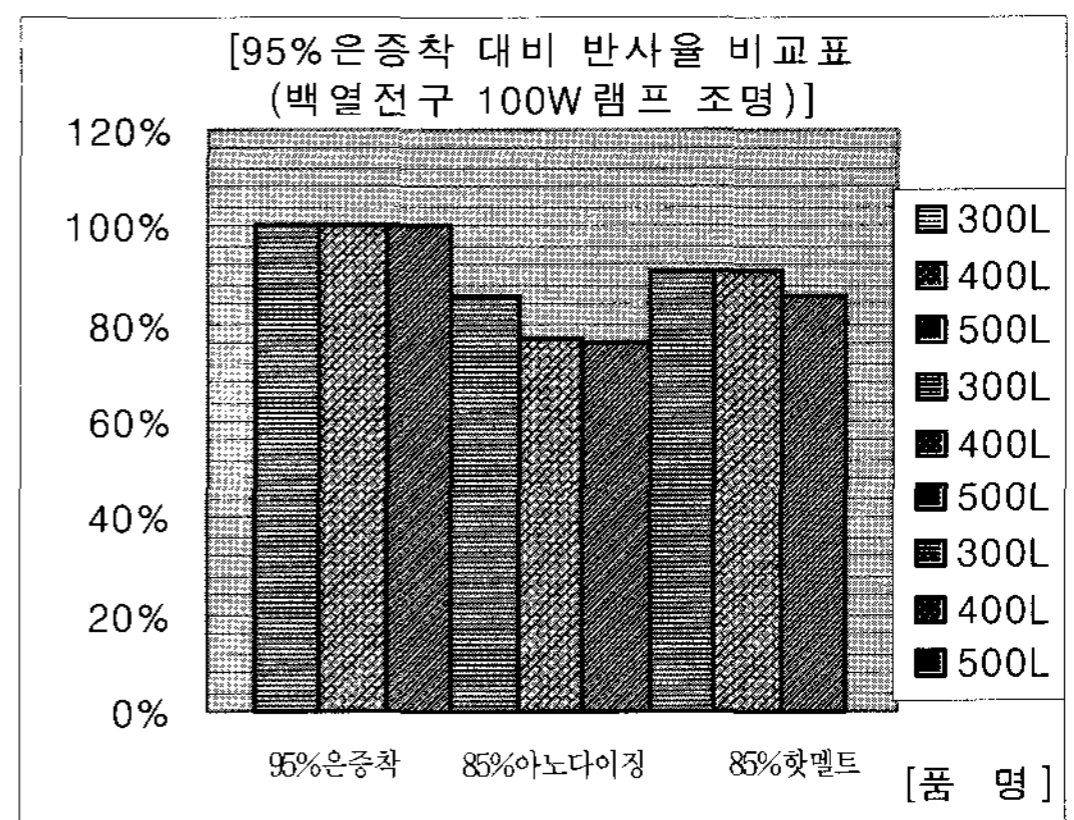
그림 4의 a)는 인공조명(220V Eltime 20W 램프)을 광원으로 한 실험결과로서 3종류의 반사판을 동일조건에서 4회 반복 실험하였으며 그 입사조도는 평균치를 보여주고 있다. 그림 4의 b)는 인공조명의 경우 95%은증착 대비 반사율의 비교가 나타내고있다. 이경우 95%은증착을 100% 기준으로 하였다. 한편 그림 4의 c)는 백열전구(220V 100W 램프)의 조도실험결과이며 그림 4의 d)는 백열전구의 경우 95%은증착을 100% 기준으로 반사율을 비교하고 있다.

품명	실험규격 □100×100	측정 회수				평균
		1	2	3	4	
95% 은증착	입사조도	3,980	4,070	3,980	4,010	4,010
	300L	2,940	2,620	3,330	3,030	2,980
	400L	2,620	2,380	3,040	2,910	2,738
	500L	2,720	2,370	2,880	2,980	2,738
85% 아노다이징	입사조도	3,980	4,070	3,980	4,010	4,010
	300L	2,480	2,270	2,680	2,750	2,545
	400L	1,940	1,970	2,300	2,210	2,105
	500L	1,740	1,890	2,290	2,450	2,093
85% 핫멜트	입사조도	3,980	4,070	3,980	4,010	4,010
	300L	2,640	2,530	2,800	2,820	2,698
	400L	2,350	2,200	2,620	2,780	2,488
	500L	2,240	2,300	2,400	2,450	2,348

c) 200V 백열전구 100W 램프 조도실험결과

품명	실험규격 □100×100	측정 회수				평균
		1	2	3	4	
95% 은증착	입사조도	2,340	2,270	2,270	2,270	2,288
	300L	1,560	1,460	1,460	1,450	1,483
	400L	1,500	1,500	1,540	1,510	1,513
	500L	1,550	1,510	1,510	1,480	1,513
85% 아노다이징	입사조도	2,340	2,270	2,270	2,270	2,288
	300L	1,330	1,410	1,390	1,370	1,375
	400L	1,300	1,280	1,280	1,280	1,285
	500L	1,320	1,260	1,250	1,290	1,280
85% 핫멜트	입사조도	2,340	2,270	2,270	2,270	2,288
	300L	1,330	1,310	1,330	1,300	1,318
	400L	1,360	1,290	1,260	1,250	1,290
	500L	1,300	1,260	1,220	1,240	1,255

a) 200V ELTIME 20W 램프 조도실험결과



d) 200V 백열전구 100W 램프 평균값(95%은증착 100%기준)

그림 4. 실험결과 및 그래프

## 6. 결론

- 95% 은증착 제품은 85% 아노다이징이나 85% 핫멜트 보다 10~15%의 조도가 높게 나왔다. 그러나 85% 아노다이징은 85% 핫멜트 보다 약 10~15% 낮은 조도가 나왔다.
- 그러나 95% 은증착 제품은 아주 약간 노란색깔이 빛이고 있다, 이 현상은 미소하지만 빛의 반사와 굴절의 결과이다.
- 가격 비교에서는 반사판 면적(1.25m×2.4m)의 경우 95% 은증착이 제일 높은 가격이고, 85% 아노다이징은 중간가격이며, 85% 핫멜트는 저가로 계산되었다.

## 참고 문헌

1. 김정태 외, IEA 첨단채광시스템의 형상 및 특성에 관한 비교분석, 한국생태건축학회 논문집, Vol. 3, No. 1, 2003.03, pp.45-56
2. 에너지관리공단. 에너지이용합리화를 위한 금융세제 지원안내. 2002, pp.120-123
3. Perez, R; R. Seals, and J. Michalsky. Modeling Skylight Angular Luminance Distribution from Routine Irradiance Measurements, Journal of the IES, Vol.22, No.1, IESNA, pp.10~17, 1993
4. T.Kuckelkom, T.Herzog. Non Imaging Optics for Daylighting Devices, Eurosun 2000 conference.
5. Molteni, S.C; Courret, G; Paule, B.; Michel, L.; scartezzini, J.L., 2001, Design of anidolic zenithal lightguides for daylighting of underground spaces, Association for Applied Solar Energy v.69 suppl.6, pp.117-129
6. Mirkovich, D.N. 1993. Assessment of Beam Lighting Systems for Interior Core Illumination in Multi-story Commercial Buildings, ASHRAE Transactions, Vol.99, Part 1, pp.1106-1116.
7. Final report of IEA (Task21) program: Daylighting in Building ([http://www.iea-she.org/task21\\_final](http://www.iea-she.org/task21_final))
8. W.T. Welford, R. Winston, 1978, The optics of nonimaging concentrators: light and solar energy
9. Rudiger Ganslandt, Harald Hofmann, 1992, Hand Book of Lighting Design.
10. Jean-Louis Scartezzini, Gilles Courret, 2002, Anidolic Daylighting Systems
11. IESNA, 1993, Lighting Handbook, 8th Ed., Illumination Engineering Society of North America. New York, pp.404
12. Akashi, Y., Muramatsu, R. and Kanaya, S. 1966, Unified Glare Rating (UGR) and Subjective Appraisal of Discomfort Glare, Lighting Research and Technology 28(no.4), pp 199-206

※ 본 연구와 직접 관계되는 연구논문은 없음