

建物の基準照度設定에 관한 연구

論 文
2-3-3

The Survey on the Design Standard for the Illumination Level

池 哲 根* · 姜 遠 求** · 金 昌 燮**
 (Chol-Kon Chee · Won-Goo Kang · Chang-Seob Kim)

요 약

본 연구는 우리나라의 조도 실태, 경제적 여건 그리고 문화적 여건을 고려하여 우리 나라 자체의 기준 조도의 설정을 목적으로 하고 있다. 이러한 기준 조도의 설정을 위하여 독서(실재) 작업 실험과 말소작업실험의 두가지 실험 방법을 이용하고자 한다.

실제 작업을 통하여 우리나라 국민들의 조도 수준에 대한 만족도를 구하고 말소 작업을 통하여 생산성 향상율과 조도와의 상관 관계를 구하여 기준 조도를 설정한다.

이러한 방법에 의하여 구한 기준 조도는 우리나라 현행 관련법규의 개정을 위하여 활용되어야 한다.

Abstiact

This survey makes a new and proper illumination standard of our own, taking into account the estimation of the lighting levels, the economic level and the cultural level of our country.

Concretely speaking, as our basis of the build-up of the illumination standard we take two experimental methods ; 'reading work method' and 'eliminating work method'. Through the former we can find our people's satisfaction level to the lighting level and through the latter the sensitivity of productivity to the change of lighting level.

This new illumination standard must be used for the revision of the current regulations and laws concerning the required lighting level standard.

1. 서 론

각 건물의 각종 작업에 대한 전등 조도 기준은, 각 작업에 대한 시간적인 평가와 더불어, 각국의 경제성도 감안하여 제정되므로 나라에 따라서 추천 조도의 기준이 다소 다르다.^{(5) (9) (10) (11) (12) (13)}

우리나라의 조도기준은 한국공업규격에서 제정되어 있으며, 일본의 공업규격의 조도기준과 동일하다. 그리고 이와는 별도로 건설부의 건축법, 노동부의 산업안전보건법, 문교부의 학교시설설비

기준령 등에서 각 부서에서 필요한 조도기준을 공시하고 있으나, 통일이 되어 있지 않다.⁽¹⁶⁾

한편 전기설계사무소나 기타조명설계사무소 등에서 적용하고 있는 기준조도는 편의에 따라 기준 조도가 높은 미국, 구라과 등의 조도를 채택하는 경우도 있고, 한국공업규격보다 낮게 사용하는 등 조도기준의 채택이 각기 다른 실정이다.

실제 우리나라의 전등조도실태를 보면 경제면에 치중하며 매우 빈약한 조명상태를 이루고있는 경우가 허다하며, 때로는 선진국의 고조도를 적용하여 전력의 낭비를 초래하고 있는 경우도 있다.^{(15) (19)}

*正會員 : 서울대工大 電氣工學科 教授 · 工博
 **正會員 : 서울대工大 大學院 電氣工學科 博士課程

조도를 낮게 채택하면 조명환경이 부실하여 시력의 저하와 피로의 촉진으로 시력이 나빠지기도 하고 어둠으로 해서 활동능률이 떨어져서 생산성의 저하와 불량율을 유발하게 된다.¹⁷⁾

그러므로 각국의 조도기준은 시각의 평가, 국민경제 및 문화적 환경을 고려하여 제정되므로, 우리나라에서도 우리나라 실정에 맞는 조도기준의 설정이 필요하다.

2. 조도 실험방법의 설정배경

본 연구는 빛 환경중 조도가 인간의 과업수행 행위에 미치는 영향을 규명하고 그 관계성을 관련식으로 유도하여 결과를 우리나라의 기준조도 설정에 이용하고자 함을 목적으로 하고 있다.

이러한 연구와 관련이 있는 선행연구로는 여러가지가 있을 수 있으나 본 연구에서 사용하고자 하는 실험방법과 가장 직접적으로 관련이 있는 선행연구로는 1935년 일본의 마나베씨가 행한 바 있는 말소작업에 의한 생산성 증가율에 관한 실험이 있었고 그리고 1969년 JIS의 조도기준 설정을 위하여 사용한 바 있는 독서작업 실험 등이 있다. 그리고 일본의 사카구찌씨가 1974년에 발표한 바 있는 ‘책상의 조도분포와 반사광막이 눈의 피로에 미치는 영향’이라는 제목의 연구에서 말소작업과 독서작업을 동시에 수행한 바 있다.^{2) 8) 14)}

본 연구에서는 위의 두 실험의 원리를 원용하고 이를 이론적으로 보완하여 사용하였다. 즉 말소작업과 독서작업의 경우 모두 시부하작업에 의한 시력추정에 관계된 문제이므로 이러한 시부하작업에 영향을 줄 수 있는 여러가지 독립변인들에 대한 고찰을 함께 수행하여야 한다. 따라서 본 실험에서는 작업에 영향을 줄 수 있는 변인들의 통제를 명확히 하고 특히 크기와 조도를 독립변인으로 하여 나머지 변인은 모두 일정하게 유지하여 실험을 수행하였다.

말소 작업과 독서 작업에 피하여 각각 이러한 두 변인과 시각 평가, 오차율, 작업 소요 시간의 종속 변인과의 관계를 유도하기 위하여 40명의 피실험자를 대상으로 약 1년에 걸쳐 실험을 수행하였다.

일본에서의 실험 방법에서는 종속변인으로 시각

평가 혹은 작업소요시간만을 취하였으므로 본 실험 방법은 더 개량된 형태로 기준 조도의 설정에 따른 기대효과까지도 예측할 수 있고 또 정확한 변인 통제 기법을 사용하였으므로 그 결과에 대한 신뢰성의 보장이 향상되는 등의 장점을 가진다.

실험용지에서 인쇄부분의 반사율은 약 5%이고 백지의 반사율은 약 85%이다.

실험용지와 작업환경간의 휘도대비는 항상 일정하게 유지하면서 실험을 행하였다.

3. 실제작업 실험

실제 작업의 기본적인 원리는 특정크기의 400자의 상용한자를 특정조도하에서 피실험자에게 읽게 한뒤 그 시각적인 느낌의 정도를 미리 제시한 시각 평가등급에 피실험자 각자가 의미분별법에 근거하여 시각평가 등급별로 기술하도록 한 것이다. 시각평가 등급의 내용은 표 2.1에 표시하였다.^{1) 4)}

표 2.1 시각평가등급

Table 2.1 the levels of satisfaction estimation

평가등급	평가내용
1	글자를 인식하기 힘들다.
2	읽을 때 노력이 필요하다.
3	세밀하게 보이지는 않으나 큰 어려움은 없다.
4	큰 어려움없이 읽을 수는 있다.
5	읽기 쉽다.
6	매우 읽기 쉽다.
7	너무 밝아서 오히려 읽기 어렵다.

이러한 실험방법은 일본에서 1969년과 1979년에 걸쳐 상용한 바 있다.

이 실험은 조도와 크기의 두 독립변인을 변화시켜 평가등급이라는 종속변인의 변화를 관찰하여 두 독립변인과 종속변인과의 관련성을 수식적인 표현으로 유도하고자 하는 것입니다.

4. 말소작업 실험

말소작업은 기본적으로 시부하 작업후의 눈의 피로도를 측정하기 위한 방법으로 사용되었다. 일

본에서는 1935년 마나베씨가 이 방법을 사용하여 조도라는 독립변인에 대하여 생산성 효율을 조사한 바 있고 1974년 사카구찌씨가 책상의 조도분포와 반사광막이 눈의 피로도에 미치는 영향을 연구하면서 사용한 바 있었다.

같은 말소작업에 대하여 특정한 시작업 환경에서 눈의 피로도가 작업을 수행하는데 소요된 시간에 비례한다고 생각하였다. 즉, 본 연구에서는 눈의 피로도가 작업을 수행하는데 소요된 시간에 비례한다는 정의를 사용하고 있다. 그리고 말소작업 실험의 경우도 실제작업 실험의 경우와 마찬가지로 조도와 작업등급을 변화시켜 가면서 그 결과를 보고자 한다.

본 연구에서 사용된 말소작업이 과거 일본의 방법과 다른 점은 일본에서는 독립변인으로 조도만을 보고 있으나 본 실험에서는 조도와 크기의 두 독립변수를 이용하고 있다는 점이다. 크기 즉 작업등급의 변화에 따른 소요시간의 변화를 즉 피로도의 변화율을 측정할 수 있으므로 초정밀, 정밀 등의 작업단계별의 피로도 측정을 가능하게 하여주며 또한 직접적으로는 피로도의 예측 뿐만 아니라 일정량의 과업을 수행하는데에 소요된 시간을 예측할 수 있음으로 하여 단위시간당 어느 정도의 과업량을 수행할 수 있는가를 알 수 있음으로 하여 조도와 생산성(Productivity)과의 관계를 유도할 수 있다.

기타 변인 통제의 대상인 휘도대비, 정확도 그리고 피실험자의 시력(혹은 나이) 등은 실제작업의 경우와 똑같이 적용된다.

말소작업이란 랜돌트 링을 이용하는 것으로, 이것은 실제로 시력검사의 기준이 되고 있다. 말소작업 실험에서의 독립변인은 조도와 크기 즉 작업등급이고 종속변인은 착오율과 소요시간이다. 본 실험에서 사용한 과업량은 400개의 랜돌트 링으로 되어있으며 랜돌트 링의 열린 구멍 부분으로 하나 하나 확인하여 펜으로 그 부분에 표시하며 이를 모두 끝내는데 걸리는 시간을 소요시간이라고 정의한다.

5. 실험 결과

피실험자 8명의 5개 그룹 40명에 대하여 실제작

업과 말소작업들을 수행케하여 얻으려는 데이터는 각각의 작업에 대하여 다음의 3가지가 있다.

- a) 작업을 모두 끝내는데 소요되는 시간 (소요시간)
- b) 작업중에 피실험자가 가지게 되는 작업의 시각환경에 대한 평가 (시각평가)
- c) 작업중에 발생하는 오차의 수준

이중에서 보다 중요하게 사용되는 데이터는 실제작업에서의 시각평가와 말소작업에서의 소요시간이다. 이는 각각 특정조도에 대한 주관적 반응인 심리적 만족도와 객관적 반응인 지각적 피로도에 관계되는 양이다. 오차율은 피실험자의 작업중의 작업에서의 심리적 이탈의 수준을 점증하여 실험에 영향을 줄 수 있는 다른 심리적 변인들에 대한 변인통제의 성공여부를 확인하고 또한 미국의 기준조도 설정에서 정확도에 대한 가중치의 크기를 선정하는데 사용된다.

그외 실제작업에서의 소요시간과 말소작업에서의 시각평가는 앞의 결과에서의 반응경향과의 비교, 검토를 위한 것이다.

실험결과 중에서 실제작업에서의 시각평가와 말

표 41 실제(독서)작업의 실험결과

Table 41 experimental result of reading work

작업 등급		회 귀 식
급	[mm]	
15	328	1.7 log E+0.8
13	285	1.7 log E+0.65
11	242	1.7 log E+0.37
9	199	1.7 log E-0.08
7	156	1.7 log E-0.655

표 42 말소작업의 실험결과

Table 42 experimental result of eliminating work

작업 등급[mm]	회 귀 식
2	-1.04 log E+9.96
3	-0.93 log E+9.43
4	-0.81 log E+8.84
5	-0.65 log E+7.64
6	-0.43 log E+6.09

소작업에서의 소요시간에 관한 데이터는 다음과 같다.

6. 기준조도 설정

본 연구에서는 1983년 개정된 미국의 IES(ANSI /IES RP, 1983)의 기준조도에서의 Illuminance Category(A, B, C...)의 등급의 조도범위를 우리의 수준에 맞도록 조정하여 새로운 우리의 기준조도로 설정하려는 것이다. 우리의 기준조도의 설정에는 실제작업의 실험결과를 이용하고자 한다. 이렇게 실제작업을 통한 기준조도의 설정방식은 일본의 1969년과 1979년의 기준조도 개정에서 사용한 바 있다.⁷⁾⁸⁾

1983년의 IES의 기준조도 설정에서는 과거와 달리 작업에서의 대상의 크기와 휘도대비에 대한 조도범위 뿐만이 아니라 그 작업에서 작업자의 연령, 작업속도 혹은 정확도 그리고 대상의 배경과의 반사율 등에 의하여 결정되는 가중치를 구하여 실제로 필요한 조도의 단일한 값을 구하도록 되어 있다.¹¹⁾

표 5.4에 나타난 바를 참고로 하면 본 실험에서는 작업자의 나이가 40세 이하이므로 우선 가중치가 -1이 되어 정확도의 경우 중요하다 정도이므로 그 항목에 대한 가중치가 0이다. 대상의 배경과의 반사율이 70%이므로 가중치가 -1이다. 그러므로 전체 가중치의 합이 -2가 되어 우리가 이 실험을 통하여 얻을 수 있는 조도수준은 각 작업내용에 필요한 조도의 최저치에 가깝다고 할 수 있다.⁸⁾

최종적으로 기준조도의 설정에 있어서 실제작업의 결과를 이용하는 과정을 살펴보기로 하자. 우선, 가장 문제가 되는 것을 작업내용 즉 작업의 수준을 어떻게 세분할 것인가가 문제가 된다. 본 연구에서는 작업의 수준을 다음의 5단계로 나누었고 이에 대응하는 IES의 Illuminance Category의 등급을 표시하였다.

- 작업단계 : 초정밀(very fine) 정 밀(fine)
- 보 통(routine) 단 순(simple)
- 거 친(rough)

우리가 실제작업을 통하여 얻은 결과는 단순히 7급, 9급, 11급, 13급 그리고 15급에 대한 것이며 이러한 크기에 의한 등급과 위의 작업단계와의 대

응관계는 알 수 없다. 이러한 문제는 다음과 같은 정의에 의하여 해결하였다.

우선 크기가 가장 작은 7급 활자는 포켓사전 등에서 사용되며 실제로 현재의 사용자체중에서 가장 작은 크기이므로 초정밀작업에의 시각에 대응한다고 볼 수 있다. 이것은 활자체의 크기를 결정할 때에 판별(Discrimination)이 가능한 수준에서 최소의 크기를 선정하였다고 생각할 수 있으므로 큰 무리가 없는 정의라고 생각된다. 그리고 현재 활자체중 가장 일반적으로 많이 사용되고 있고 또한 고등학교 교과서에 사용중인 13급의 활자가 보통작업에 해당한다고 보았다.

기타의 작업과 활자체의 크기와의 대응성은 위의 대응성에 의존하여 등간격으로 결정하였다. 즉 10급은 정밀작업에 16급은 단순작업에 그리고 20급은 거친작업에 대응한다고 보았다. 이를 정리하면 표 5.1과 같다.

이와 함께 말소작업에서의 크기와 작업정도의 대응관계를 살펴보면 말소작업의 인쇄부분과 실제작업의 인쇄부분에서의 시각도를 대응시켜야 한다. 본 연구에서는 한자 활자체의 크기와 랜들트 링의 반지름의 크기를 일대일 대응시켰다. 여기서도 작업정도에 따른 말소작업의 크기를 구할 수 있다.

표 5.1 크기(Size)와 작업단계의 대응관계
Table 5.1 Correspondence relation bet the size and the work level

작업단계	크기[급]	[mm]	Ill.Category
초 정 밀	7	1.56	G
정 밀	10	2.17	F
보 통	13	2.85	E
단 순	16	3.47	D
거 친	20	4.35	C

기준조도 설정을 위하여 작업단계에 따른 시각평가 수준의 평가식을 구할 수 있으며 그 결과는 다음의 표에 나타난 바와 같다.

시각평가의 정도는 그 조도에서의 만족도를 의미하므로 만족도로 치칭한다. 만족도의 정도를 어느 정도로 만족시켜 줄 것인가에 의하여 기준조도의 수준을 산출할 수 있다.

표 52 작업단계에 따른 작업환경 평가와 생산성

Table 52 satisfaction estimation level and productivity for work level

작업 단계	Size (v. a.의 D)	작업의시각환경 에대한평가등급	생 산 성
초 정 밀	1.56(7급)	1.7 log E-0.655	-0.914 log E+9.38
정 밀	2.17(10급)	1.7 log E+0.15	-0.749 log E+7.64
보 통	2.85(13급)	1.7 log E+0.65	-0.491 log E+6.555
단 순	3.47(16급)	1.7 log E+0.89	*-0.201 log E+5.25
거 친	4.35(20급)	*1.7 log E+1.05	* ?

표 53 기준조도설정안

Table 53 Standard of Illumination level

조 도	최저기준조도 (lux)	표준기준조도 (lux)	최고기준조도 (lux)
작업단계			
초 정 밀	1,500	2,000	3,000
정 밀	600	1,000	1,500
보 통	300	450	600
단 순	150	200	300
거 친	100	125	150

그리고 설계시 적용할 명목조도는 미국 IES New York의 규정과 같은 방식으로 표 5.4의 가중치 법을 이용하여 구하도록 한다.

앞의 기준 조도 설정안에 근거하여 항목별 기준 조도를 정리하면 다음의 기준 조도표와 같다.

7. 각국의 기준조도와의 비교

앞에서 제시한 우리나라의 기준조도안과 미국, 일본의 기준조도를 작업등급별로 보면 대체로 일본의 조도수준과 비슷하거나 약간 떨어지고 있다. 다만 거친 작업에서는 제시된 우리의 기준조도의 수준이 일본의 기준조도 수준보다 높게 설정되어 있다.

각국의 기준조도를 비교하면 다음의 표 6.1과 같다.

초정밀작업에서는 표에 나타난 바와 같이 미국 보다는 다소 떨어지며 일본과는 같은 수준에 있다.

실제로 작업중에서 대부분을 차지하는 정밀작업과 보통작업의 기준조도가 보다 중요하다고 볼 수 있다. 정밀작업에서는 우리의 최저수준의 기준조도가 미국의 약 60% 수준이며 일본에 비하여는

현재 우리나라에서 필요한 만족도는 경제적인 측면도 감안하여 만족도 4와 5에 사이에 고려되어야 하며 다른 나라 조도와의 비교에 의하여 적정 수준의 만족도를 설정하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한 작업단계에 의한 차등도 고려해야 한다.

이와 같은 사항들에 대해 고려하여 초정밀, 정밀, 보통작업 등 정도가 필히 요구되는 작업에서는 읽기 쉽다는 만족도에 근사한 4.8 그리고 단순, 거친 작업 등 정도가 그리 요구되지 않는 작업에서는 만족도 4.5로 적용하여 다음과 같은 기준조도안을 설정하였다.

표 54 가중치적용법

Table 54 weighting factor application

작업과작업자의 특 성	가 중 치		
	-1	0	1
작업자의 연령	40세이하	40~55	55세 이상
작업 속도	중요하지 않음	중 요 함	매우 중요함
정 확 도			
휘 도 대 비	70% 이상	30~70	30% 이하

약 20%정도 낮음을 알 수 있다. 그러나 표준조도에서의 값은 일본의 기준조도와 일치한다. 보통작업에서는 최저수준의 기준조도는 미국보다 낮으나 일본과 일치한다. 결국 정밀작업에서의 기준조도 최고치와 보통작업에서의 기준조도 최저는 우리와 일본의 경우 일치하며 그 범위내에서의 조도등급이 우리가 다소 낮게 책정되어 있다. 단순작업에서의 경우는 미국의 기준조도보다 낮으나 일본과 일치한다. 거친작업에서는 오히려 우리의 기준조도가 일본보다 높으며 미국의 기준조도에 가까움을 알 수 있다. 이는 일본의 기준조도 단계가 일률적으로 미국의 조도단계보다 1단계씩 확일적으로 낮

게 책정되었기 때문에 생긴 문제이며 또한 우리나라의 작업자의 경우 정도가 낮은 작업일수록 시각 환경에 대한 불만이 많음을 고려하여 보면 타당한 수준이라고 볼 수 있다.

8. 결 론

지금까지의 연구 결과를 토대로 우리나라에 시행중인 각종 기준 조도 관련 법규의 개정이 요구되어지며 또한 이와 함께 우리의 조명 환경에 대한 전반적인 인식의 전환이 요구되어진다고 할 수 있다.

표 55 조 도 기 준 표
Table 55 Table of Illumination level Standard

작업단계	공 장	사 무 실	병 원	학 교	주 택	호텔·여관	정기장	비 고
조정밀작업 1500-2000-3000	정밀검색, 정밀용접	정밀제도	분만실, 외과수술실, 구급처치실, (응급실) 부검	정밀제도, 정밀실험, 재봉			공식 경기	
정밀작업 600-1000-1500	권선, 직물색상검사, 검사수제화작업, 목공예, 나무리, 제분	설계·제도, 도서열람, 타이핑	검사실, 주사, 조제	흑판면, 도서열람, 재봉, 미술, 설계·제도, 실험실, 정밀공작	공부, 독서(장시간) 재봉	조리실, 회계사무실	일반경기	
보통작업 300-450-600	배선, 일반도장, 용접, 볼링, 압면, 제분, 공구상	일반사무실, 회의실, 서고, 응접실, 강당, 식당, 컴퓨터실	로비, 홀, 진찰실, 처치실	일반교실, 연구실, 서고, 교직원실, 회의실, 실내체육관	조리(부엌) 독서, 세탁, 화장실	로비, 홀, 프론트식당, 세탁, 사무실, 현관	레크리에이션	
단순작업 150-200-300	절연처리, 목공예, 일반유리 제조, 일반직물	욕실, 강의실, 로비, 홀, 엘리베이터	입원실, 물리치료실, 소독실, 복도, 암실	관리실, 강당, 록커실, 복도, 화장실, 계단	거실, 응접실, 욕실, 서재	바아로비, 홀, 엘리베이터, 객실, 응접실, 욕실, 오락실, 화장실		
거친작업 100-125-150	건조	차고, 창고	심야의 병실, 복도	육외운동장	현관, 복도, 침실, 차고	통로, 비상계단	관람석	

*조도기준표에 해당하는 작업항목이 없을 경우에는 작업의 보기의 난이도, 작업계속시간 등으로 부터 유사한 것을 찾아서 적용한다.

표 6.1 각국의 기준조도(한국, 미국, 일본)

Table 6.1 Comparison of Illumination Standards of other Countries

Type of Activity	Country	Range of Illuminances
Very Fine Performance of Visual Tasks of Low Contrast and very Small Size over a Long Period	U. S. A.	2,000-3,000-5,000
	Japan	1,500-2,000-3,000
	Korea	1,500-2,000-3,000
Fine Performance of Visual Tasks of Low Contrast or very Small Size		1,000-1,500-2,000
		750-1,000-1,500
		600-1,000-1,500
Routine Performance of Visual Tasks of Medium Contrast or Small Size		500-750-1,000
		300-500-750
		300-450-600
Simple Performance of Visual Tasks of High Contrast or Large Size		200-300-500
		150-200-300
		150-200-300
Rough Working Spaces Where Visual Tasks are Only Occasionally Performed		100-150-200
		75-100-150
		100-125-150

그러므로 을 기준 조도 설정안은 활용 방안에 대하여 다음과 같이 제의한다.

1) 한국의 공업규격을 개정하여 설정된 기준조도로 규정화 하도록 공업진흥청에 건의한다.

2) 건설부의 중앙설계심의위원회와 서울특별시 및 각도청의 설계 심사위원회에 본 기준조도를 활용하도록 건의 및 홍보한다.

3) 건축법, 노동법, 문교부 등에 규정된 기준조도를 개정하도록 당부처에 건의한다.

4) 전기설계사무소 및 조명설계관련기관의 전문가에게 설명회를 개최하여 본 기준조도 설정안의 효과에 대하여 홍보한다.

2) 조명경제에 관한 계량화의 제창, 일본조명학회지, Vol. 55, pp. 476~478(1971).

3) 일본공업규격 JIS Z 9110-1969 조도기준(1969).

4) 책상의 조도분포와 반사광막이 눈의 피로에 미치는 영향, 일본조명학회지, Vol.58, pp. 538~545(1974).

5) IES. LIGHTING, pp. 433~456.

6) 조도기준, 일본조명학회지, Vol. 42, pp. 257~262 (1958)

7) 일본공업규격 JIS C 7612-1968 조도측정방법 (1968).

8) 사무소 조명기준작성위원회 보고, 일본조명학회지, Vol. 67, pp. 27~32(1983).

9) 일본공업규격 JIS Z 9110-1979 조도기준(1979).

10) 독일공업규격, DIN 5035 part 3, Artificial Lighting of Interiors-Special Recommendations for Lighting in Hospitals(1974).

11) IES Industrial Lighting Committee : American National Standard Practice for Industrial Ligh-

참 고 문 헌

- 1) 축소모형에 의한 조명조건의 시환경 평가에 관한 실험, 일본조명 학회지, Vol. 61, No. 3, pp. 167~174(1977).

- ting ANSI/IES RP-7(1983).
- 12) 독일공업규격, DIN 5035 part 2, Artificial Lighting of Interiors Guide Values for Workplaces (1979).
 - 13) 독일공업규격, DIN 5035 part 1, Artificial Lighting of Interiors Concepts and General Requirements(1979).
 - 14) 생산성을 고려한 조명경제, 일본조명학회지, Vol. 55, pp. 601~606(1983).
 - 15) 지철근, 우리나라 사무소용 빌딩의 전등 조명 실태 조사와 조명개선방안, 대한전기학회보고서(1983).
 - 16) 오정렬, 점검업무의 길잡이- 조도기준, 한국전기안전공사 보고서(1987).
 - 17) 지철근, 조명공학, 문운당(1980).
 - 18) Helms, Illumination Engineering, Prentice-Hall (1980).
 - 19) 지철근, 우리나라 공장의 전등조명 실태조사와 조명 개선방안, 대한전기학회 보고서(1980).