

초·중·고교의 칠판조도 분포 분석

Analysis of the Illuminance Distribution on the Blackboard in Classroom of the Elementary and Senior (Junior) High School

김태현*	인천대학교	전기공학과 대학원
전상권	인천대학교	전기공학과 대학원
김동진	인천대학교	전기공학과 교육대학원
신재화	인천전문대학	전기과 교수
박동화	인천대학교	전기공학과 교수

I. 서 론

조명환경은 인간의 심리적, 생리적으로 많은 영향을 끼친다고 알려져 왔고^[1], 최근에는 안경을 쓰는 학생들이 급증함에 따라 학교의 조명환경에 대한 관심이 고조되고 있다. 그 중에서도 칠판의 조명 환경은 학생과 교사 모두에게 학습능률적 측면이나 눈의 시력적인 측면에서 직·간접적으로 주는 영향이 크기 때문에 교실의 조명 환경에 있어서 중요한 요인이 되고 있다. 현재 우리나라 학교 교실은 등기구의 보수 및 청소 등의 유지보수의 문제점과 벽과 천정의 반사를 저하 등의 요인들에 의해 필요조도에 미치지 못하고 있는 실정이다.^[2] 또한 등기구는 배광의 제어가 불가능하므로 주간 교실 내의 조도 불평형을 줄이는데는 효과가 없는 경우가 많다. 그러므로 필요조도의 확보를 포함한 적절한 조명설계가 요구되고 있다. 그러나 학교건축물의 조명환경에 대한 연구가 미비한 실정이고 칠판의 경우도 광경속^[3]에 의해 대학의 강의실의 칠판조명에 대한 연구가 되어 있을뿐, 초·중·고등학교 칠판의 조명 실태는 거의 보고되고 있지 않은 실정이다. 우리나라 학교의 대부분이 교실면적

에 비해 학생수가 많기 때문에, 맨 앞 줄의 좌석과 칠판과의 거리가 짧아서 복도쪽 앞 줄의 좌석에 앉은 학생들은 창문 쪽 칠판의 글씨가 잘 보이지 않게 되는 글레어 현상에 대해서는 창문에 커튼이나 블라인드를 설치 함으로서 해결이 가능 하다고 장우진^[4]에 의해 연구된 바 있다. 따라서 본 연구에서는 일단 칠판의 조도만을 측정, 고찰하여 우리나라 초·중·고등학교 교실의 칠판 조도의 실태를 파악하여 학습환경의 질을 높이는데 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 측정 및 분석

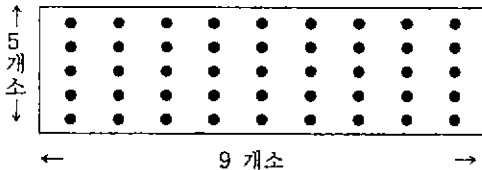
본 연구에서는 학교의 칠판조도를 오전과 오후에 교실내 조명기구의 점등·소등, 칠판국부조명의 유·무, 교실의 창문방향 등에 따라 분류하여 계절(5월, 8월)에 따라 고찰하였다. 또한, 칠판조도의 측정시 천공조도의 값도 측정하였으나 이 연구의 목적이 우리나라 학교의 칠판조도의 실태를 파악하는데 목적이 있으므로 천공조도의 변화에 따른 특별한 보정을 거치지 않고 측정데이터를 분석하였다.

1. 측정방법 및 계산

인천시내 초·중·고교 중에서 5월에는 초등학교 3개교, 중학교 3개교, 고등학교 6개교를 표본으로 측정하였으나 8월 측정에서는 각각 초등학교 6개교, 중학교 7개교, 고등학교 7개교로 늘려서 측정을 실시하였다. 또, 칠판의 조도와 함께, 측정한 교실의 창문방향과 칠판의 크기 및 칠판조명의 유·무, 커튼 및 블라인드의 유·무 등과 같은 칠판의 조도분포에 영향을 줄 수 있는 요인들을 조사하였다. (단, 측정시에는 커튼을 모두 걷었다.)

측정 방법은 다음과 같이 하였다.

- 1) 조도의 측정점은 칠판의 가로 9개소×세로 5개소=45개소로 하고 칠판면의 조도를 측정하였다.



- 2) 평균조도의 계산은 측정점 45개소의 각 조도를 평균하였다^[2].

- 3) 균제도^[5]란 조도분포를 평가하기 위해서 옥내조명에서는 다음의 두식을 이용하고 있으며, 두식으로 구한 값 중에서 큰 값을 취한다.

$$\text{균제도} = \frac{\text{평균조도} - \text{최소조도}}{\text{평균조도}} \quad \text{또는}$$

$$\text{균제도} = \frac{\text{최대조도} - \text{평균조도}}{\text{평균조도}}$$

- 4) 조도계는 요코가와 (type 3281) 광전지 조도계를 사용하였다.

- 5) 측정은 교실의 조명기구(칠판조명용 포함)의 점등시와 소등시를 오전(10:00~11:00)과 오후(3:00~4:00)로 나누어서 반복 측정 하였다.^[6]

- 6) 봄(5월)과 여름(8월)에 위와 같은 방법으로 측정하였다.

2. 측정결과 및 분석

5월의 전체 평균조도는 564[lx], 균제도는 0.607이고 8월은 각각 564[lx], 0.825로 5월에 비해 8월이 균제도가 높다. (균제도는 0에 가까울수록 균일한 조도분포를 나타낸다.) 균제도의 경우 권장값 0.3을 크게 초과하고 있어서 대책이 필요하다.

표 1과 표 2에는 각각 5월과 8월의 각 학교의 평균조도와 균제도를 오전·오후와 교실조명의 점등·소등에 따라 분류하고 칠판국부조명과 커튼의 유·무, 그리고 교실 창문의 방향을 나타낸 것이다.

(1). 초·중·고교별 칠판조도

조명기구를 점등 또는 소등한 경우와 오전·오후를 종합적으로 계산하였다.

평균조도는 고등학교가 높고 균제도는 초등학교가 낮게 나타났다.

1) 5월

- 평균조도 : 초등학교가 389[lx], 중학교가 632[lx], 고등학교는 527[lx]

- 균제도 : 초등학교 0.387, 중학교 0.570, 고등학교 0.608

2). 8월

- 평균조도 : 초등학교가 520[lx], 중학교가 516[lx], 고등학교는 656[lx]

- 균제도 : 초등학교 0.829, 중학교 0.818, 고등학교 0.829

(2). 오전과 오후의 칠판조도

대체적으로 오전이 오후보다 조도가 높지만 균제도는 거의 변화가 없다.

1) 5월

- 오전 : 평균조도 632[lx], 균제도 0.62

- 오후 : 평균조도 514[lx], 균제도 0.61

2) 8월

- 오전 : 평균조도 696[lx], 균제도 0.829

- 오후 : 평균조도 439[lx], 균제도 0.821

(3). 조명기구의 점등·소등과 칠판조도

조명기구의 점등시, 소등시보다 5월에는 65% 증가, 8월에는 58% 증가하지만 규제도는 차이가 없다.

1) 5월 - 평균조도 : 점등시 701[lx], 소등시 425 [lx] (65% 정도 증가).

- 규제도 : 점등시 0.605, 소등시 0.608

2) 8월 - 평균조도 : 점등시 690[lx], 소등시 438 [lx] (58% 정도 증가).

- 규제도 : 점등시 0.824, 소등시 0.826

(4). 칠판국부조명의 유 무와 칠판조도

칠판조명을 설치한 학교의 칠판의 평균조도는 없는 학교보다 큰 조도를 얻을 수 있지만 규제도를 살펴보면 더 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. (표 1, 표 2 참조) 그 이유는 대부분의 교실의 경우 칠판조명을 설치한 장소가 칠판면에 접해서 설치한 것 때문이고 그로 인해서 칠판조명기구에서 나오는 광속의 절반 이상이 칠판면에 입사하지 않기 때문에 기구의 조명율도 낮아져서 비효율적이다.

1). 칠판국부조명이 있는 교실의 경우

① 평균조도

- 5월 : 교실의 조명기구를 점등시 755 [lx]로 소등시의 403[lx]로 87% 증가한다.

- 8월 : 점등시 평균조도가 654[lx]에서 소등시의 359[lx]보다 82% 증가한다.

② 규제도

- 5월 : 점등시 0.678, 소등시 0.622.

- 8월 : 점등시 0.834, 소등시 0.812.

2). 칠판국부조명이 없는 교실의 경우

① 평균조도

- 5월 : 점등시 593[lx], 소등시 471[lx] (26% 증가)

- 8월 : 점등시 754[lx], 소등시 579[lx] (30% 증가)

② 규제도

- 5월 : 점등시 0.462, 소등시 0.580.

- 8월 : 점등시 0.874, 소등시 0.834.

(5). 창문방향에 따른 칠판조도 분포

창문방향에 따른 조도분포의 변화를 알아보기 위해서 모든 조명을 소등했을때의 평균조도와 규제도를 검토하였다.

남쪽 창문을 가진 교실의 칠판이 전체적으로 평균조도도 높고 규제도도 낮다. 반면에 북쪽창문의 경우는 평균조도가 낮고 규제도의 경우, 5월의 오전과 오후에는 다른방향에 비해 낮은 반면에 8월 오후에 급격히 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 동쪽창문의 경우는 평균조도가 높지만 오전과 오후의 조도의 차가 크고 규제도 역시 오전·오후의 차가 크다. 그리고 서쪽창문을 가진 교실의 특성을 살펴보면 다른 방향의 교실들이 오전에 평균조도가 큰 값을 보이는 것과 달리 오후의 조도가 더욱 높아지는 것을 볼 수 있다.

1). 남 (남남서 포함)

① 5월

- 평균조도 : 전체 380[lx]
오전 389[lx], 오후 371[lx]

- 규제도 : 전체 0.576
오전 0.616, 오후 0.536

② 8월

- 평균조도 : 전체 454[lx]
오전 549[lx], 오후 359[lx]

- 규제도 : 전체 0.804
오전 0.897, 오후 0.711

2). 북

① 5월

- 평균조도 : 전체 355[lx]
오전 373[lx], 오후 336[lx]

- 규제도 : 전체 0.726
오전 0.905, 오후 0.546

② 8월

- 평균조도 : 전체 234[lx]
오전 271[lx], 오후 198[lx]

- 규제도 : 전체 0.833
오전 0.445, 오후 1.22

3). 동 (동북동 포함)

① 5월

- 평균조도 : 전체 600 [lx]
오전 860[lx], 오후 340 [lx]
- 균제도 : 전체 0.595
오전 0.872, 오후 0.318

② 8월

- 평균조도 : 전체 566[lx]
오전 755[lx], 오후 377[lx]
- 균제도 : 전체 0.692
오전 0.582, 오후 0.803

4). 서 (서남서, 서북서) 8월

- 평균조도 : 전체 440[lx]
오전 407[lx], 오후 475 [lx]
- 균제도 : 전체 0.835
오전 0.92, 오후 0.752

표 2 8월의 칠판의 평균조도와 균제도의 비교

		평균조도		균제도		칠판 조명	커튼	방향
		on	off	on	off			
A	오전	461	84	0.867	1.154	○	○	남
	오후	407	33	1.031	1.100			
1	오전	678	430	0.798	0.999	○	○	남
	오후	411	79	1.805	1.034			
2	오전	1053	862	0.424	0.715	○	○	남
	오후	798	652	0.253	0.394			
3	오전	544	387	1.483	0.552	○	○	동
	오후	422	253	1.847	0.328			
4	오전	442	315	0.402	0.844	○	×	남서
	오후	376	231	0.582	0.858			
C	오전	1010	822	0.584	0.739	×	○	남서
	오후	940	787	0.542	0.563			
D	오전	379	123	1.110	1.438	○	○	남
	오후	471	186	0.655	1.419			
5	오전	584	329	0.712	0.581	○	×	남 남서
	오후	430	240	0.769	0.663			
6	오전	880	469	0.307	0.748	○	○	서 서서
	오후	493	157	0.683	0.787			
7	오전	920	576	0.717	0.962	○	○	남
	오후	698	343	0.933	0.603			
E	오전	943	760	0.665	0.565	×	○	남
	오후	611	524	0.378	0.446			
F	오전	1059	688	0.983	1.078	×	○	남동
	오후	296	194	0.826	1.104			
8	오전	644	383	1.207	1.455	×	×	남 남서
	오후	566	514	0.572	0.536			
G	오전	1821	1124	0.500	0.611	○	○	동
	오후	1022	500	0.491	1.278			
H	오전	1131	732	0.900	0.859	○	○	남서
	오후	590	293	1.137	0.606			
I	오전	353	102	1.322	0.622	○	○	북동
	오후	540	271	0.981	0.445			
J	오전	453	198	1.142	1.220	○	×	북
	오후	1045	882	0.923	1.211			
K	오전	352	185	0.672	0.999	×	×	남서
	오후	1236	941	0.587	0.405			
9	오전	424	296	0.410	0.459	×	○	남서
	오후	565	344	0.876	1.092			
10	오전	870	793	1.069	0.716	×	×	서 북서
	오후	424	229	0.603	0.308			

표 1 5월의 칠판의 평균조도와 균제도의 비교

		평균조도		균제도		칠판 조명	커튼	방향
		on	off	on	off			
A	오전	791	305	0.681	0.313	○	○	남
	오후	687	234	0.849	0.312			
B	오전	341	159	0.483	0.246	○	○	남서
	오후	483	299	0.533	0.364			
C	오전	343	272	0.167	0.190	×	○	남서
	오후	413	345	0.235	0.277			
D	오전	880	474	0.545	0.921	○	○	남
	오후	1129	493	0.868	0.826			
E	오전	634	440	0.487	0.635	×	○	남
	오후	605	460	0.455	0.522			
F	오전	664	627	0.418	0.418	×	○	남동
	오후	680	495	0.324	0.415			
G	오전	1877	1269	0.510	0.971	○	○	동
	오후	1134	451	0.586	0.773			
H	오전	902	455	0.885	1.022	○	○	남 남서
	오후	750	321	1.000	0.743			
I	오전	570	370	0.754	0.620	○	○	북동
	오후	407	222	0.769	0.755			
J	오전	546	373	0.576	0.905	○	×	북
	오후	513	336	0.520	0.546			
K	오전	870	730	0.782	1.054	×	×	남서
	오후	537	404	0.826	1.128			
L	오전	653	452	0.684	0.327	○	×	동 북동
	오후	424	229	0.603	0.308			

* ○: 설치되어 있음, ×: 설치되어 있지 않음.

* A, B, ..., L: 5월에 측정 한 학교.

1, 2, ..., 10: 8월에 추가로 측정 한 학교.

III. 결 론

이상의 측정결과에서 아래의 결론을 얻었다.

- 1) 인천시 학교의 칠판의 조도분포는 평균조도가 1000[lx]가 넘는 학교가 있는 반면에 100[lx]정도의 학교도 보인다. 또한, 대부분의 학교에서 균제도가 권장값에 크게 못미치고 있는 실정이어서 시정되어야 할 것이다.
- 2) 칠판의 조도분포만을 고려할 때, 학교건물

* ○: 설치되어 있음, ×: 설치되어 있지 않음.

의 방향은 남향이 다른 방향의 교실에 비해서 높은 평균조도와 균일한 조도분포를 보이고 있으며 서쪽 또는 동쪽으로 치우칠수록 오전, 오후의 조도변화가 크다. 또 북향의 경우는 오전, 오후의 조도변화는 적지만 평균조도가 낮고 5월의 오전·오후와 8월의 오전은 균제도가 낮지만 8월 오후의 균제도는 불량하게 나타났다.

3) 칠판국부조명이 있는 칠판의 평균조도는 향상되지만 균제도가 더욱 불량해지는 경우가 있다.

4) 위의 결과로 볼 때, 칠판의 조명환경에서, 학교건축물의 방향은 남향이 양호하고, 칠판의 평균조도가 불량한 교실에서 조도의 향상을 위해 칠판국부조명 설치시에는 양호한 균제도를 얻기위한 더 많은 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 임상훈 외 4인, “초·중·고등학교의 교사 건축의 환경계획에 관한 연구”, 한국에너지기술연구소 계간 에너지 R&D, 제 15권 3호, p.96, 1993
- [2] 박동화 외 3인, “학교 건축물의 야간 조도 분포 분석”, 한국조명전기설비학회지, 제 10권 6호, pp.34,36, 1996
- [3] 박경숙, “남북강의실 빛환경의 시계열 분석”, 한양대학교 박사학위논문, 1994
- [4] 장우진 외 1인, “교실의 주광 조명환경과 칠판의 눈부심 현상에 관한연구”, 한국조명전기설비학회 추계학술 발표회 논문집, p.47, 1996
- [5] 김정수 외 3인, “전기응용(7)”, 1974
- [6] “조명설계 가이드북”