

교실의 채광, 조명 및 소음관리

백 남 원*

I. 서 론

우리나라 학생들은 많은 시간을 학교에서 보내고 있으며, 학교생활의 대부분은 교실에서 이루어진다. 따라서 교실의 환경관리는 학생들의 육체적 성장과 발육에 알맞는 환경위생학적 측면뿐만 아니라 안락한 분위기 속에서 공부할 수 있는 정신보건학적 측면도 고려하여, 학생들이 육체적으로 건강하고 정신적으로 건전한 인간으로 육성되도록 하는 교육의 목적에 부합되도록 해야 할 것이다.

교실의 환경요인은 크게 물리적, 화학적, 생물학적 요인으로 나누어 볼 수 있다. 물리적 요인으로는 채광, 조명, 소음 그리고 온습도 등을 들 수 있으며, 모든 교실에 필수적으로 관리가 필요한 요인이라고 할 수 있다. 교실환경에서 발생될 수 있는 화학적 요인으로는 대표적으로 분진을 들 수 있으며, 최근 건축자재에서 발생하는 석면분진이나 포름알데히드(formaldehyde) 또는 라돈 등의 실내오염물질에 대한 관심이 높아지고 있다.¹⁾ 겨울철의 난방시설에 의한 일산화탄소 등의 유해가스나 탄화수소 등도 화학적 요인이다. 생물학적 요인은 세균이나 곰팡이 등의 병원성 미생물을 말한다.

일반적으로 교실은 어느 정도 적절한 물리적 환경요인을 갖추고 있으나 현실적으로 보건학적인 측면을 고려한 과학적 환경관리가 미비한 실정이다. 부적절한 교실의 채광이나 조명에 의

하여 직접적인 건강장해를 받거나, 일반적인 교실의 소음수준에 의하여 청력손실 등의 신체적 장해를 받는 경우는 거의 없다. 그러나 교실의 환경관리는 학생들의 건강 유지와 향상뿐만 아니라 심신의 안정과 학습 능력의 향상, 그리고 청결하고 아름다운 환경의 유지와 편리하고 유쾌한 생활을 영위하도록 하는데 있으므로 적절한 조도 및 소음관리 등, 교실환경이 최상의 상태를 유지하도록 노력해야 할 것이다. 학교보건법²⁾에는 교실내의 환경위생관리에 대하여 교사(校舍)내의 공기오염을 예방하고, 환기, 채광, 조명 및 온습도를 적절히 유지하여야 한다고 규정하고 있으며, 학교시설·설비기준령(學校施設·設備基準令)³⁾에도 학교의 교사 또는 원사 대지는 교사 또는 원사의 안전·방음·환기·채광·소화 및 배수 등에 지장이 없는 입지라야 한다고 규정되어 있으며 학교 교사는 학습과 보건위생에 적합한 것이어야 한다고 규정되어 있다. 그러나 교실 환경에 대한 상세한 관리 기준은 마련되어 있지 않다.

채광과 조명 그리고 소음이 건강에 미치는 영향에 대하여서는 많은 연구가 이루어져 왔고 작업능률이나 학습능률과의 관계에 관한 연구 결과도 보고되어 왔다. 본 논문에서는 환경위생학적인 측면에서 교실환경의 채광과 조명 그리고 소음에 대하여 살펴보고 전문가들이 권고하는 기준을 검토하여 학교당국에서 교실의 환경관리를 하는데 도움을 주고자 한다.

* 서울대학교 보건대학원

II. 채광(採光) 및 조명(照明)

1. 조명에 관한 기준

교실환경에서의 부적절한 조명은 눈의 피로와 학습능률의 저하, 그리고 정서적·심리적 불안 등을 유발한다. 이러한 영향과 관련된 조명의 양과 질은 다음과 같다.

① 조도(照度, illumination : E)

빛을 받는 물체에서의 단위 면적당 빛에너지 양, 즉 어떤 면에서의 단위 면적당 광속밀도를 그 면의 조도라 한다. 단위는 룩스(lux)이며 1 lux는 1m²의 면에 비친 1 lumen의 광속밀도를 말한다. 일반적으로 조명의 양을 나타내는 데에는 조도를 사용하고 있다. 조명되는 물체나 작업면에서 조도를 생각하는 것이 알기 쉽고, 측정과 사용에도 편리하기 때문이다. 주어진 공간의 조명조건은 일정한 수준이상의 조도를 유지하는 것뿐만 아니라 전체적으로 조도분포가 균일한 것이 이상적이다.

조도와 작업능률에 관한 연구결과에 의하면 조도가 증가할수록 어느정도까지는 작업능률이 향상된다고 한다.^{4,5)} 그러나 과도한 인공조명이거나 직사광선은 현휘등을 일으켜 눈의 피로를 증가시키거나 각성(覺醒, arousal)의 정도가 너무 높아져서 이를 회피하려는 적응작용에 주의가 쏠려서 오히려 학습자재에는 주의집중이 낮아지게 되어 학습능률이 떨어질 수도 있다.⁶⁾

조도의 기준은 시력이나 눈을 통하여 대상을 인식하는 속도, 시각적 피로의 정도 등 생리적인 측면과 시각작업(視作業)의 용이성이나 쾌적성 등 주관적 측면을 고려하여 설정한다. 또한 실제 추천 기준에는 기술수준이나 경제적인 판단도 가미되어 있다. 조도의 기준은 건물의 종류 또는 실내공간의 용도를 구분하거나 작업의 종류를 분류하여 설정되어 있다. 영국의 CIBS (Chartered Institution of Building Services)에서 교육시설에 관한 조도기준으로 교실은 300lux, 칠판과 실험실은 500lux를 제시하였으며, 국제조명학회(Commission Internationale de l'Eclairage)에서는 강의실의 기준으로 300lux를 권장하였다.^{7,8)} 미국의 조명공학회(Illuminating Engineering Society)는 작업종류와 장소별로 매우 자세한 조도기준을 제시하고 있는데 학습과 필

기를 하는 실내의 조도는 750lux, 독서실은 32lux를 제시하였다.⁹⁾

② 휘도(輝度, brightness 또는 luminance : L) 또는 조도의 분포

휘도는 어떤 면적의 광원 또는 반사면이 어느 정도 밝은 느낌을 주는가 하는 척도이다. 물체의 외관은 그 표면적에 비하여 물체가 방사 또는 반사하는 빛의 양에 따라 영향을 받는다. 이러한 면의 밝기 개념을 휘도라 한다. 과도한 휘도조건하에서는 눈이 부셔서 대상을 보기 어렵게 되거나 눈에 신경이 많이 쓰이며 시력저하와 피로를 유발한다. 특히 다수의 학생이 장시간에 걸쳐 시각을 통한 학습이 이루어지는 교실에서는 시선을 계속해서 움직여야 하므로 교실 전체의 휘도 분포를 고르게 유지해야 한다. 미국의 조명공학회(IES)에서 추천하는 사무실의 휘도비로 작업면:작업면 주변의 비율은 1:1/3, 작업면:작업면에서 다소 떨어진 어두운 마감면의 비율은 1:1/5, 그리고 작업면과 작업면에서 떨어진 다소 밝은 마감면의 비율은 1:5를 권장하고 있다.⁹⁾

③ 현휘(眩輝, glare)

시야 내의 눈이 순용하고 있는 휘도보다도 현저하게 휘도가 높은 부분이 있거나 휘도 대비가 현저하게 큰 부분이 있으면 잘 보이지 않게 되거나 불편감을 느끼게 된다. 이러한 눈부심 현상을 현휘라 한다. 현휘는 조명등, 창문이나 또는 주위의 배경보다 너무 밝게 보여지는 면 등에 의하여 생기며 불능 현휘(disability glare)와 불편 현휘(discomfort glare)로 나누어 설명한다. 불능 현휘란 눈으로 입사되는 강한 빛이 안구내에서 산란하여 시각을 방해하거나 눈의 순용휘도를 높여 보고자 하는 대상을 잔 볼 수 없게 되는 것을 말한다. 예를 들어 흰 종이에 의한 과도한 반사는 글씨를 읽을 수 없도록 하는 불능 현휘를 유발한다. 불편 현휘는 잘 보이지 않는 정도는 아니나, 시각적인 불편감을 유발하거나 신경이 쓰이는 현휘를 말한다. 따라서 교실의 채광이나 인공조명에 의한 현휘에 대하여 주의하여야 한다.

2. 채광

대부분의 학교에서 낮에는 거의 창문을 통한 자연광을 조명원으로 이용하고 있다. 자연광을

적극적으로 이용하면 경제적이며 쾌적한 시환경을 조성할 수 있다. 그러나 채광은 교실의 환경분위기에 적합하고 학습에 편리하도록 해야 하며 채광에 의한 실내조명의 광원은 창문인데 열, 소음 및 공기 누출도 창문을 통해 일어나므로 창문에 의한 채광을 이용할 때는 다른 환경요소들도 충분히 고려하여야 한다.

(1) 자연채광의 기준

① 창면적/바닥면적[개구율(開口率)]

일정한 조도를 확보하는 데 필요한 창의 규모를 바닥면적에 대한 비율로 규정하면 편리하고 간단하기 때문에 채광기준으로 널리 이용된다. 실제로 우리나라의 건축법에는 거실의 채광기준을 창크기와 바닥면적의 비율, 즉 개구율(開口率)로 정하고 있다. 이러한 기준은 실내에 필요한 조도와 정확하게 비례하는 것은 아니나 간단한 기준으로 사용될 수 있다. 현재 건축법¹⁰⁾에는 거실의 창과 기타 채광을 위한 개구부분의 면적은 바닥면적의 1/10 이상으로 되어 있다. 단, 별도로 제시된 일정한 수준이상의 조도를 유지하는 인공조명장치를 설치할 경우에는 예외로 규정하고 있다.

② 주광률(晝光率, daylight factor : DF)

채광에 의한 실내의 밝기를 나타내는 지표 가운데 개구율보다 더 정밀한 것으로 주광률이 있다. 주광률(DF)이란 실내의 한 지점에서의 실제조도(Ei)와 이 지점이 직사광선을 제외한 천공(天空)에 노출되어 있다고 가정할 때의 조도(Eo)와의 비율을 말한다. 즉 주광률, DF는(Ei/Eo)×100으로 표현할 수 있다. 직사광선을 제외한 천공의 조도는 보통 5000lux를 기준으로 하고 있다.

영국의 CIBS에서는 창문을 통한 채광을 주광원으로 이용할 때 평균 주광률(%)과 최소 주광률(%)의 기준으로 교실은 5%와 2%, 도서관은 5%와 1.5% 그리고 현관은 2%와 0.6%를 제시하였다.⁷⁾ 대개 교실의 창문은 수직창문이므로 주광률과 개구율의 관계는 다음과 같은 경험식으로 표현된다.

$$DF_{av} = 0.2 \left(\frac{A_w}{A_f} \right), DF_{min} = 0.1 \left(\frac{A_w}{A_f} \right)$$

여기에서 DF_{av}는 평균 주광률, DF_{min}는 최소주광률, A_w는 유효 창면적 및 A_f는 바닥 면적을 말한다. 예를 들어 바닥면적이 100㎡인 교

실에 5%의 평균 주광률을 확보하려면, A_w/A_f = 1/4이므로 창 면적은 25㎡가 되어야 한다.

(2) 휘도와 조도의 분포

주광조명일 경우 창문의 휘도가 다른 부분보다 현저하게 높아지는 경우가 많고 천정이나 벽, 마루 등의 실내 마감면이나 책상 등의 표면은 광원으로부터 빛을 반사하므로 조도 분포도 휘도 분포와 마찬가지로 적절하지 않으면 안된다. 주광조명의 경우 최대조도와 최저조도비가 10:1 이하가 되도록 추천하고 있다. 조도 분포는 실내의 마감면이나 책상, 칠판등의 반사율 등 반사 특성과 관계가 있다. 미국에서 제시하고 있는 학교 교실에 대한 표준 반사율은 다음과 같다.¹¹⁾

벽 : 60-70%, 바닥 : 20-25%, 천정 : 85%,

칠판 : 15-20%, 가구 : 40-60%

(3) 자연채광에 의한 현휘

채광시 현휘의 발생원은 창 또는 창을 통해 보이는 천공이나 실의 지형물로부터의 반사광이다. 창의 현휘를 조절하는 방법으로는 일시적인 장치로 조절이 가능한 커튼, 블라인드 장치, 루버(louver)등을 설치하는 방법이 있으며 영구적인 장치로 들출차양이나 깊이 들어간 창을 설치하는 것이 있으나 이런 장치는 전망을 나쁘게 하며 주광률이 낮아 실내조도가 저하될 수 있다. 이외에도 실내 반사율의 증가, 스플레이(splay)창의 설치, 확산성이 큰 창문재료의 선택 등의 방법이 있다.

3. 인공조명

실내의 모든 부분을 자연광에만 의존할 때 일정한 수준이상의 조도를 유지하기 어렵거나 조도 분포가 균일하지 않으므로 보조적인 인공조명 장치가 필요하다. 특히 야간학교의 경우에는 전적으로 인공조명에 의존하여야 하는데 적정 조도이하인 경우가 많다.¹²⁾

(1) 광원 및 조명기구

건물의 조명을 광원은 백열전구와 형광등이 가장 널리 이용되고 있으며 교실의 인공조명장치로는 대부분 경제적으로 양질의 조명을 얻을 수 있는 형광등을 이용하고 있다. 형광등은 백열등에 비하여 전력효율이 4-5배로 월등하게 높아 경제적이고 휘도가 낮아 실내의 전체조명에 적합하다.

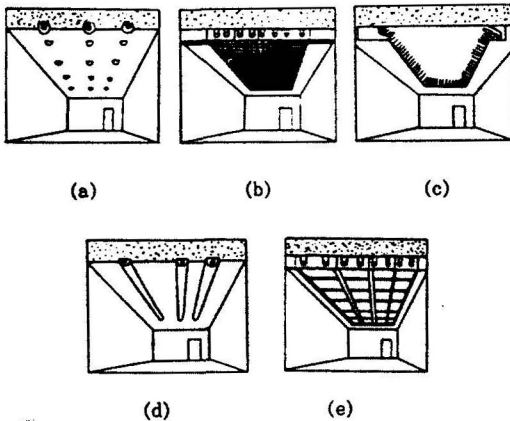
광원을 지지하거나 광원을 담은 조명 부속품을 조명기구라 한다. 조명기구는 전등에서 방사된 광속의 일부를 흡수하고 방향을 바꾼다. 따라서 인공조명에 있어서 전등과 함께 조명기구를 동시에 고려하여야 하며, 일반적으로 학생들의 시야로부터 조명원을 가리거나 휘도를 감소시키는 반사판이나 루버(louver) 등이 널리 사용되고 있다.

최근에는 건물의 일부에 조명기구와 광원을 매입시켜 건물의 표면반사에 의해 조명을 하는 건축화조명(建築化照明)이 많이 이용되고 있다. 대표적인 건축화조명의 종류와 특징은 다음과 같다.

○ 루버 천장조명(louver light) : 천장면에 루버를 설치하고 그 속에 광원을 배치하는 방법으로 루버의 재질은 금속, 플라스틱, 목재 등이 사용되며 그 형태와 설치방법에 따라 조명효과의 변화가 가능하다(그림 1의 b).

○ 코브 라이트조명(cove light) : 광원을 천장 또는 벽면에 가려 일단 벽이나 천장에 반사시켜 간접조명을 얻는 방법이다. 천장과 벽의 재료, 색, 마감에 따라 여러가지 조명효과를 얻을 수 있다(그림 1의 c).

○ 라인 라이트조명(line light) : 천장에 매입한



(그림 1) 건축화 조명의 종류와 형태.

a : downlight, b : louver light, c : cove light,
d : line light, e : luminous ceiling.

조명의 하나로 광원을 선형으로 배치하는 방

법이다. 형광등 조명으로 가장 높은 조도를 얻을 수 있으며 선의 배열에 따라 여러가지 조명장식을 얻을 수 있다(그림 1의 d).

○ 광 천장조명(luminous ceiling) : 천장면을 확산투과성 플라스틱 판이나 루버로 마감하고 그 속에 전등을 넣는 방법이다. 그림자 없는 쾌적한 빛을 얻을 수 있는 장점이 있으며, 천장면의 마감재료와 설치 방법에 따라 조명을 조절할 수 있다. 천장 전면의 휘도가 낮은 것이 특징이다(그림 1의 e).

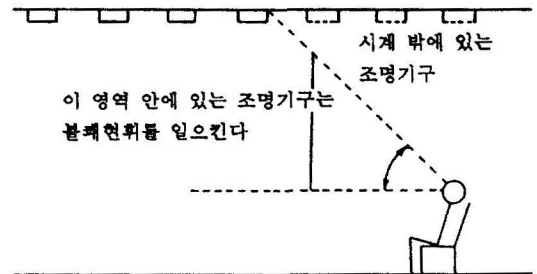
(2) 인공조명의 관리

인공조명에 의한 교실의 조명환경도 충분한 조도수준과 균일한 조도분포를 유지하고 휘도비를 낮게 하여 쾌적한 시야를 제공해야 한다. 특히 조도분포는 최대치와 최소치의 비에 관한 기준이 채광조명의 경우 10 : 1 이하인 반면 인공조명은 3 : 1 이하가 되도록 권장하고 있다.⁸⁾ 그 이유는 인공조명의 경우 불균일한 조도로 인한 장애가 크며 적절한 광원 배치를 통하여 균일한 조도분포를 쉽게 얻을 수 있기 때문이다.

또한 인공조명시에는 그림 2와 같이 시야내에 광원이 있는 경우가 많아 시각작용을 방해하거나 불편감을 유발하는 현휘(glare)가 발생되기 쉬우므로 반사판이나 루버 등을 이용하여 직접 현휘를 감소 또는 차단하여야 한다.

한편 기능이 현저히 저하되었거나 상실된 광원은 즉시 교체하여야 하므로 학교측에서는 주기적인 점검과 적절한 보수를 실시해야 하며, 필요한 소모품을 미리 예측하고 준비해 두어야 한다.

광원이나 조명기구에 쌓인 먼지에 의하여 조



(그림 2) 인공조명에 의한 불편현휘.

명효율이 크게 감소되므로 주기적인 청소를 해야 쾌적한 조명환경을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 에너지도 절약할 수 있다.

III. 소음

일반적인 소음의 정의는 “원하지 않는 소리”이다. 어떤 사람에게는 바람직한 음이 다른 사람에게는 소음이 될 수 있으며, 같은 사람에게라도 사안에 따라 다르다. 즉 소음은 주관적·심리적 요소와 주변환경요소에 따라 좌우된다. 이와 같이 소음은 물리량으로만 설명하기 어려우나 현재까지는 음압수준이나 주파수 특성 등의 물리량으로 파악할 수밖에 없다.

1. 소음의 측정과 단위

소음의 크기는 보통 데시벨(dB)단위로 나타낸다. 사람이 들을 수 있는 최저 음의 한계가 “0”dB이며 약 140dB의 음은 최고 한계이다. 특별한 소음원이 없는 보통 사무실의 소음수준은 50dB 정도이고, 1m정도의 거리에서 하는 대화 음은 60dB 내외이다.

소음은 소음계를 이용하여 측정하는데 일반적으로 소음의 크기 즉 음압수준을 측정하며, 보다 정확한 음의 정보를 얻기 위하여 주파수별 소음의 특성을 측정하기도 한다. 사람이 느끼는 소리의 크기는 같은 음압수준을 가진 음이라 하더라도 주파수에 따라 다르게 느껴진다. 따라서 소음측정기는 음의 물리량에 주파수별로 사람이 느끼는 감각을 보정하여 소음수준을 지시하여 주는 청감보정회로가 내장되어 있다. 사람이 주파수별로 느끼는 음의 크기 특성을 A특성이라 하며, 이를 보정하여 나타낸 소음의 크기는 dB(A)로 나타낸다.

2. 소음의 영향

산업장에서는 매우 높은 소음에 반복적으로 폭로되므로 일시적인 청력장애나 영구적인 청력 장애, 즉 직업성 난청이 문제가 된다. 그러나 일상적인 생활환경에서 발생하는 소음에 의해서 청력장애를 일으키는 경우는 거의 없다. 일반적인 환경소음 수준은 주로 대화 및 수면을 방해하거나 업무수행에 지장을 초래하는 기능장애와 짜증이나 불쾌감 등 심리적인 피해를

일으킨다. 또한 소음은 순환기계통 같은 신체기능에도 영향을 준다는 연구 보고들도 많다.

학교의 교육활동은 주로 언어의 소통에 의하여 이루어진다. 따라서 교실의 소음은 원활한 언어소통에 지장을 주어 교육활동에 직접적인 방해가 될 뿐만 아니라 학생들의 정신집중을 방해하여 학습능률도 저하시킨다.

소음과 학습능률에 관한 Cohen 등¹³⁾의 실험적 연구에 의하면 비행기 소음에 폭로되는 학교의 어린이는 조용한 학교의 어린이보다 인식능력이 떨어지거나 인식작업을 포기하는 경향이 높다고 하며, 지능이 낮은 어린이의 경우는 30%까지 그러한 영향이 나타났다고 한다.

3. 소음의 평가 및 기준

소음의 영향은 소리의 크기 뿐만 아니라 주파수 특성과 폭로시간에 따라 큰 차이가 있으며 듣는 사람의 상태에 따라 다르다. 따라서 소음의 평가와 기준은 이러한 요인들을 모두 고려하여 설정하는 것이 이상적이나 물리, 생리, 심리적 제요인을 포함한 평가방법이나 기준을 만드는 것은 거의 불가능하다.

따라서 목적에 따라 조금씩 다른 여러가지 소음의 평가방법과 기준이 제시되고 있는데 실내 소음에 대한 평가와 기준은 다음과 같다.

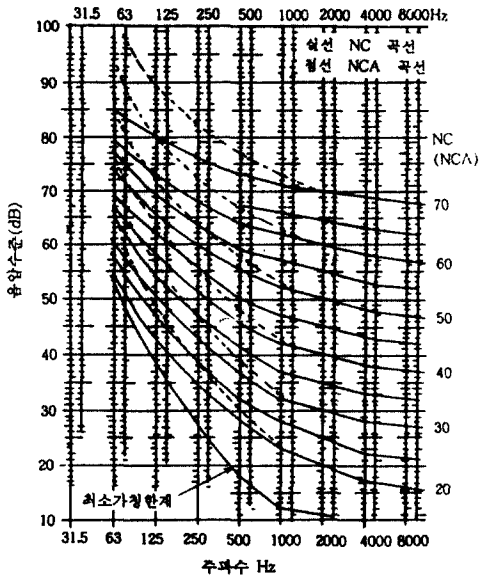
(1) 소음강도 기준(dBA 척도)

소음을 음의 크기 수준으로 평가하는 것으로 주파수별로 사람이 느끼는 특성을 보정한 A특성치로 나타낸 값이다. 간단한 소음계로써 쉽게 측정할 수 있고 사용하기 편리하며 일반적으로 널리 이용되고 있다. 미국에서는 교실소음기준으로 교실내는 40dBA, 교실밖은 70dBA를 권장하고 있으며¹⁴⁾ 대부분의 전문가들도 교실내의 배경소음기준으로 40dBA를 제시하고 있다.^{15,16)}

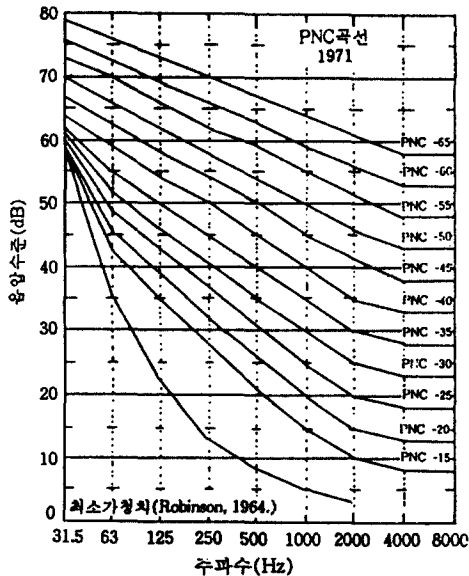
(2) 주파수별 소음기준곡선(noise limiting curve)

이것은 주파수에 따라 소음의 음압한계를 세분하여 규제할 때 사용된다. 소음한계곡선은 각 주파수별로 청감이 같은 음압수준을 이은 여러개의 곡선으로 이루어진다. 임의의 소음을 평가할 때는 각 주파수별 소음을 측정하여 소음한계곡선과 비교 검토한다.

① 소음기준곡선(noise criteria curve, NC곡선)
Beranek이 회화의 청취방해를 기초로 하여



[그림 3] NC곡선



[그림 4] PNC곡선

소음 주파수별 분석치에 대한 기준으로 그림 3과 같은 NC곡선을 제시하였으며 교실의 소음기준으로 NC 20-25를 제시하였다.

② 소음평가곡선(noise rating curve, NR곡선)

NC곡선보다 주파수와 소음수준을 광범위하게 적용하고자 유럽 각국에서 제정한 기준으로 그다지 널리 이용되지는 않는다.

③ PNC곡선(preferred noise criteria curve)

1971년 Beranek은 NC곡선이 저음부와 고음부의 청감상 불쾌감을 충분히 고려하지 못하였다는 비판에 따라 NC곡선을 수정하여 그림 4와 같은 PNC곡선을 제시하였다. 현재 미국에서 많이 이용되는 PNC권장치 중 교실의 PNC는 30-40이다.

(3) 언어이해의 기준

소음으로 인한 언어소통의 방해정도를 평가하기 위하여 순서없이 발생한 무의미한 음절에 대하여 청취자가 바르게 듣는 음절을 백분율로 표시한 음절명료도지수(percentage articulation, PA)와 의미있는 문장을 사용하여 청취자가 바르게 이해한 문장을 백분율로 나타낸 문장이해도지수(intelligibility)가 있다.

1947년 Beranek는 이것을 간이화할 목적으로 회화방해수준(speech interference level, SIL)을 제안하였으며, 최근 국제표준기구(ISO, International Organization for Standardization)와 미국연방표준국(ANSI, American National Standards Institute)에서 회화방해수준(SIL)을 500, 1000, 2000, 4000 Hz의 음압을 산술평균한 값으로 규정하였다.¹⁷⁾

4. 학교의 소음 관리

(1) 소음원에서의 대책

교실에서 문제가 되는 소음은 대부분 학교 외부환경에서 발생하는 것이다. 따라서 근원적인 소음대책은 학교의 입지선택에서부터 마련되어야 하고 학교 주변의 환경소음을 엄격히 규제하는 정책적인 차원에서 마련되어야 한다. 현재 우리나라에서 시행되고 있는 환경보전법¹⁸⁾에 학교 부지경계에서 50 m 이내 지역의 소음 규제기준으로 주간(06-22시)에는 50 dBA, 야간(22-06시)에는 40 dBA를 규정하고 있다.

(2) 소음전파 경로의 차단

학교주변에 인접한 도로나 철도 또는 특정한 소음발생원으로부터 소음이 전달되는 경로에 적절한 차음구조를 설치하면 교실소음을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 차음구조물은 소음의 특성에 맞는 적절한 흡음 및 차음재를 사용하는 것이 좋다. 학교담장이나 나무를 적절하게 이용하는 것도 낮은 비용으로 소음을 감소시키는 좋은 방법이 된다.

(3) 학교건물에서의 대책

소음의 영향을 받는 교실 즉 학교건물에서는 적절한 교실의 배치와 건물의 차음성능을 높이는 것이 필요하다.

건물의 차음성능을 높이기 위해서는 소음이 부과되는 벽체의 차음효과를 크게 하는 것이 필요하지만 이것은 건물의 설계와 시공시 고려해야만 가능한 방법이다. 그러나 보통 교실은 창문 등 개구부가 많이 있으며, 일반적으로 교실의 차음성능이 이 부분에 의하여 좌우되는 경우가 많다. 따라서 외부소음이 큰 환경조건의 경우, 창문틀의 밀폐성을 높이도록 하고 가능하면 차음효과가 큰 이중창을 설치하도록 한다. 그 외에 커튼을 이용하여 이 부분의 차음성능을 높일 수 있도록 연구한다. 교실소음은 학교 외부로부터의 소음뿐만 아니라 학교내의 다른 교실이나 운동장 또는 음악실, 강당, 공작실 등으로부터도 영향을 받으므로 각 교실의 적절한 배치계획도 중요하다.

참고문헌

1. Burge, H. A., M. E. Hoyer. Indoor Air Quality, Appl. Occup. Environ. Hyg. Vol. 5, No. 2, pp. 84-93, 1990.
2. 文敎部. 學校保健法, 文敎部, 1981.
3. 建設部. 學校施設·設備基準令, 建設部, 1984.
4. Weston, H. C. The Relation Between Illumination and Visual Performance, Industrial Health Research Board Report No. 87, HMSO, Canada, 1945.
5. 길병도, 백남원. 사업장의 조도현황과 조도 개선이 작업능률에 미치는 영향, 한국의 산업의학, Vol. 8, No.4, pp. 9-19, 1969.
6. 任勝彬. 環境心理·行態論, 2판, 보성문화사, 서울, pp. 166-169, 1990.
7. McMullan, P. Environmental Science in Building. 李彥求·金光禹 共譯, 建築環境科學, 泰林出版社, 서울, pp. 118-148, 1990.
8. 李建永, 徐承稷. 建築環境工學, 일진사, 서울, pp. 151-232, 1991.
9. Crouch, C. L. Lighting for Seeing in Patty's Industrial Hygiene and Toxicology 3rd ed. Vol. 1, pp. 513-594, 1978.
10. 건설부. 건축법, 건설부, 1986.
11. 김창수. 학교설계, 도서출판 대신기술, pp. 51-56, 1988.
12. 金南天, 吳錫欣. 夜間高等學校의 環境衛生學的 調查 - 照明을 中心으로 - 한국환경위생학회지, 제5권, 제1호, pp. 40-45, 1978.
13. Cohen, S. Psychological, Motivational, and Cognitive Effects of Aircraft Noise on Children: Moving from the Laboratory to the field, Am Psychologist, Vol. 35, pp. 231-243, 1980.
14. Public Health Services. Environmental Engineering for the School, US DHEW, PHS, pp. 1-15, Washington, 1970.
15. 朴棟詮. 建築音響, 技文堂, pp. 103-128, 1989.
16. 尹張燮. 建築音響計劃論, 2판, 東明社, pp. 259-289, 1987.
17. 全聖鐸. 騒音振動便覽, 圖書出版東和技術, pp. 198-276, 1990.
18. 보건사회부. 환경보전법시행규칙, 보건사회부, 1983.