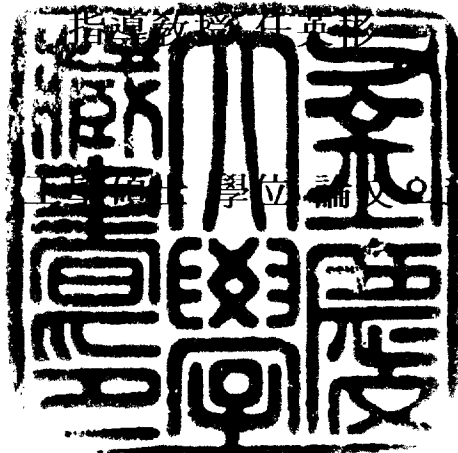


工學碩士學位論文

교실바닥 마감재에 따른
실내온열환경에 관한 연구

이 論文을 建築工學科 學位 論文으로 제출함



2002年 2月

釜慶大學校産業大學院

建築工學科

梁孝哲

梁孝哲의 工學碩士 學位 論文을 認准함

2001年 12月 15日

主

審

李 守 用



委

員

朴 千 石



委

員

任 英 彬

(印)

목 차

1. 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위 및 방법	2
2. 이론적 고찰	3
3. 측정개요	7
3.1 측정 대상 건물의 특성	7
3.2 온열요소의 측정방법	7
4. 측정결과	13
4.1 온도	13
4.1.1 측정교실 각 지점의 온도분포	13
4.1.2. 측정교실 높이에 따른 상하온도분포	16
4.1.3. 측정교실 바닥면의 온도분포	18
4.2 상대습도	20
4.3. 기류속도	21
4.4 복사온도	23
5. 주관적 반응 및 평가	23
5.1. 조사방법 및 내용	23
5.2. 주관적 반응 평가	24
5.2.1. 바닥면 온냉감	24
5.2.2. 플로어링 바닥교실의 온열감과 쾌적감	26
5.2.3. 인조석 바닥교실의 온열감과 쾌적감	29
6. 결 론	32

참고문헌 34

부 록 35

SUMMARY 37

표 목 차

표 3-1. 측정대상교실 개요	7
표 3-2. 측정항목과 측정기기	8
표 5-1. 설문 응답자의 특성	23
표 5-2. 주관적 반응에 대한 평가척도	23

그림목차

그림 1-1. 연구방법의 순서도	2
그림 2-1. 인체의 열방산 경로와 비율	3
그림 2-2. 인체의 열평형형2)	4
그림 2-3. PMV와 PPD와의 관계	5
그림 3-1. 플로어링 바닥 교실 평면도	9
그림 3-2. 플로어링 바닥 교실 단면도	9
그림 3-3. 인조석 바닥 교실 평면도	10
그림 3-4. 인조석 바닥 교실 단면도	10
그림 3-5. 데이터로그	11
그림 3-6. Anemomaster	11
그림 3-7. 실내온열요소측정기구	12
그림 3-8. 교실 온열요소 측정	12
그림 4-1. 플로어링 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 열었을 때) 13	
그림 4-2. 플로어링 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 닫았을 때) 14	
그림 4-3. 인조석 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 열었을때) 15	
그림 4-4. 인조석 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 닫았을때) 16	
그림 4-5. 플로어링 바닥교실 각 높이의 평균온도와 실내평균온도	17
그림 4-6. 인조석 바닥교실 각 높이의 평균온도와 실내평균온도	17
그림 4-7. 플로어링바닥면의 창측,복도측과 교실내 평균온도	18
그림 4-8. 인조석 바닥면의 창측,복도측과 교실내 평균온도	19
그림 4-9. 각 학교 교실내의 상대습도	20
그림 4-10. 각 학교 교실내 기류속도	21
그림 4-11. 각 학교 교실내의 복사온도	22
그림 5-1. 플로어링 바닥교실 설문 대상자의 바닥면 온냉감	24
그림 5-2. 인조석 바닥교실 설문 대상자의 바닥면 온냉감	25
그림 5-3. 플로어링 바닥 설문 대상자의 교실 온열감	26
그림 5-4. 플로어링 바닥교실 온열감과 MRT와의 상관관계	27
그림 5-5. 플로어링 바닥교실 설문대상자의 실내 쾌적감	28
그림 5-6. 플로어링 바닥교실의 쾌적감과 MRT와의 상관관계	28
그림 5-7. 인조석 바닥교실 설문 대상자의 실내 온열감	29
그림 5-8. 인조석 바닥교실의 온열감과 MRT 와의 상관관계	30
그림 5-9. 인조석 바닥교실의 쾌적감	31
그림 5-10. 인조석 바닥교실의 쾌적감과 MRT와의 상관관계	31

1. 서 론

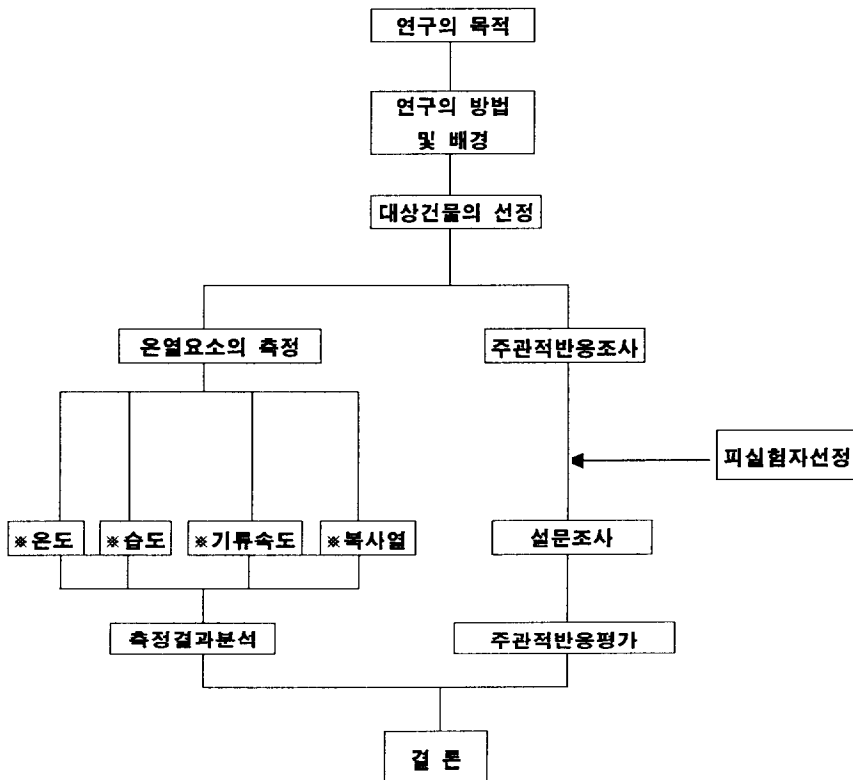
1.1 연구의 배경 및 목적

건축물의 기본적인 목적은 시시각각 변화하는 외부환경으로부터 인간을 보호하며, 나아가 인간에게 쾌적한 환경을 조성하여 주는 것인데 예로부터 인간은 환경에 영향을 미치는 각종 요소들을 적절하게 조절함으로써 쾌적성을 추구하여 왔으며 건축이나 설비에 의해 만들어진 인공적인 공간과 환경의 여러요인에 영향을 받고 또 반응하면서 생활하고 있다. 실내의 더위나 추위로 표현되는 실내 온열환경은 외기조건(외기온도, 습도, 기류, 일사량)과 건물구조체와 창호의 열적성능 등의 자연적인 요소와 냉방과 난방, 환기 등의 기계적인 요소에 좌우되며, 실내에 거주하는 인간에게도 많은 영향을 미친다. 일반적으로 실내온열 환경에 대한 인간의 열쾌적성의 상태는 실내의 온도, 상대습도, 기류속도, 복사열의 영향에 따라 달라지며, 특히 학교와 같이 장시간 체류하는 교실내의 온열환경요소는 교실 바닥마감재에 따라 실내 온열상태와 쾌적상태가 성장기에 있는 학생들에게 심리적이고 생리적인 측면은 물론 학습효과면에 큰 영향을 미칠 것으로 사료되어 본 연구에서는 현재 각 학교 교실에 널리 사용되고 있는 인조석 바닥교실과 플로어링 바닥교실의 실내온열 환경요소를 측정하고 이들 교실에서 생활하고 있는 재실자의 개개인의 열쾌적상태와 온열감을 설문조사한 것을 분석하여 보다 나은 교실 환경개선요소로 활용하고자 하는데 그 목적이 있다

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 진해소재 플로어링바닥 교실과 김해소재 인조석바닥 교실의 학교를 선정하여 교실내 온열환경요소(온도, 상대습도, 기류속도, 복사온도)를 실측하고 동시에 플로어링바닥 교실의 학생 42명과 인조석 바닥 교실의 학생 45명을 교실바닥면의 온냉감과 교실내의 온열감, 쾌적감에 대한 주관적 반응의 설문조사를 하였다.

순서도를 나타내면 그림 1-1과 같다.



※창문개폐에 따라 측정

그림 1-1. 연구방법 의 순서도

2. 이론적 고찰

실내환경의 쾌적성에 미치는 요인으로서 크게 미적 요인, 심리적 요인, 생리적 요인과 기능적인 요인으로 나눌 수 있다. 미적 요인은 건축물의 외관 또는 공간구성을 평가하는 예술적, 주관적인 요인이고, 심리적 요인은 색채, 음향이나 향기등의 안정성과 정량적으로 설명이 가능한 요인이다. 그리고, 생리적인 요인은 건축환경분야에서 다루는 것으로 음환경, 열환경, 공기환경, 빛환경등 물리적인 환경요소가 여러 가지 형태의 쾌적성에 대하여 요인으로 작용하고, 인간이 생리적 쾌적성에 영향을 미치는 것을 일컫는다. 1) 쾌적한 실내를 위해서 언급한 여러 가지 요인들이 상호 작용하여 이루어지게 된다. 본 연구에서는 이러한 여러 가지 요인 중에서 열환경 즉 실내의 온열환경에 대하여 언급하고자 한다. 열적으로 쾌적한 실내를 만드는 것을 건축은 추구하고 있다. 그러므로, 실내에 거주하는 재실자의 열적쾌적은 인체를 중심으로 열적인 평형상태를 이루고 있는 가를 판단하는 것이다.

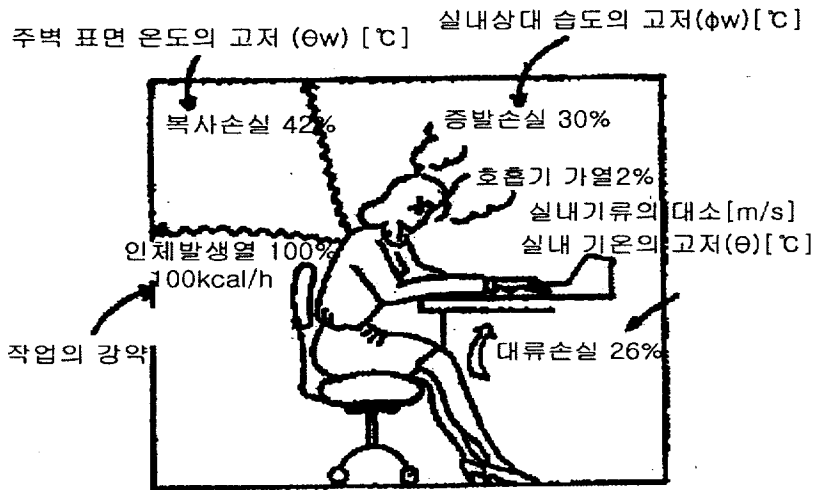


그림 2-1. 인체의 열방산 경로와 비율

1) 田中俊六외 3인, 建築環境工學, 井上書院

그림2-1은 인체의 열방산의 경로를 나타내고 있으며, 실내에 거주하는 재실자의 경우 이러한 열이동은 실내의 온도, 습도, 기류, 복사와 깊은 관계를 가지고 있다. 이러한 요소를 온열4요소라 칭하고, 일반적으로 실내의 온열환경을 평가하는 측정항목으로서 취급된다.

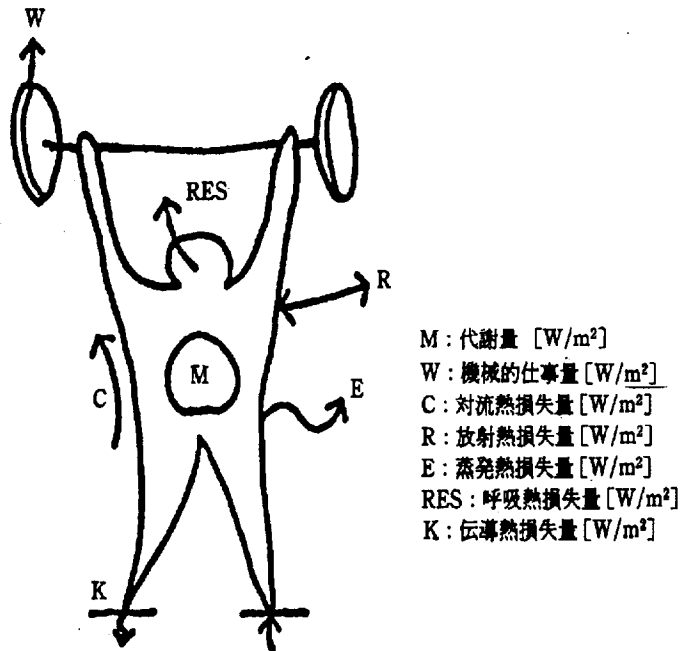


그림 2-2. 인체의 열평형형2)

실온은 실내의 건구온도를 일컫는 것으로 인체의 피부표면온도는 35°C - 37°C 로 계절에 따라 변화하지 않으므로, 하기에는 인체로부터의 열방산량이 많아지게 되고, 반대로 동기에는 열방산량이 적게 나타난다. 습도는 하기에 높으면 찌는 듯한 더위를 느끼게 되고, 동기에 낮게되면 정전기등을 유발시킬 수 있다. 실내의 상대습도는 40%-70%정도이면 쾌적성에는 크게 영향을 미치지 않는다

기류는 실내의 공기속도를 나타내는 항목으로 공간적으로도, 시간적으로도 일정하지가 않다. 기류속도가 크면 인체의 대류열전달에 의한 열이동이

2) 木村建一, 建築環境學 1, 丸善株式會社

크게 나타나고, 기류속도가 작으면 대류열전달에 의한 열이동이 작게 나타난다³⁾

복사는 인체의 표면온도와 주위의 벽면, 천정, 바닥등의 표면온도와 깊은 관계를 가지고 있다. 즉 동일한 기온일지라도 벽면이 일사에 의하여 가열되었다면 재실자는 덥게 느끼는 반면, 겨울철 표면온도가 낮은 창 근처에 있으면 춥게 느끼게 된다. 그림 2-2는 인체의 열평형을 나타내고 있다.

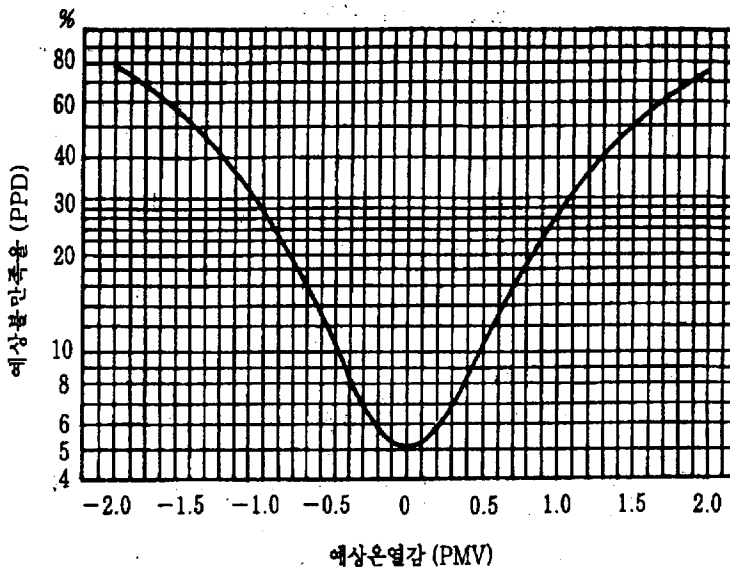


그림 2-3. PMV와 PPD와의 관계

1972년 P.O.Fanger에 의하여 제안된 온열환경 PMV(Predicted Mean Vote)는 기온, 복사, 수증기압, 기류, 호흡 방열량, 작업량, 착의량을 변수로써 열평형을 가져오는 환경인자의 조합을 구하는 표이다. 실험에 의하면 PMV=0에서는 5%, 그 값이 ± 1 에서는 26%, 그 값이 ± 2 에서는 80%의 재실자가 불쾌를 느낀 것으로 보고되고 있다.⁴⁾

또한, 1982년 P.O.Fanger 재실자들의 열적 감각을 보다 쉽게 정량화 할 수

3) 木村建一 외 1인, 建築士技術全書 2-環境工學, 彰國社刊

4) 임만택, 건축환경계획, 보문각

있도록 하기 위해 예상 불만족율PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied)를 제안하였다. 이 지표는 어떤 환경에 대한 열적 불만족자들을 전체인원수에 대한 백분율로 나타낸 지표이다.⁵⁾ 그림 2-3은 PMV와 PPD의 관계를 나타내고 있다.

5) 임영빈 외 2인, 건축환경계획, 보성각

3. 측정개요

3.1 측정 대상 건물의 특성

측정 대상교실의 개요는 표 3-1 과 같으며 측정시기는 플로어링 바닥교실과 인조석 바닥 교실을 각각 2001년 9월8일, 15일에 12시에서 13시까지 교실내의 모든 창문을 열고 2분 간격으로 30회 온열요소를 측정하였으며, 13시에서 14시까지 창문을 닫고 2분 간격으로 30회 온열요소를 측정하였다.

표 3-1. 측정대상교실 개요

측정대상교실	플로어링바닥교실 (J고등학교)	인조석바닥교실 (K고등학교)
위 치	진해시	김해시
건물구조	RC구조	RC구조
준공년도	1974년	1973년
측정교실	3층	2층
건물방향	남향	남향
건물형태	일자형	일자형

3.2 온열요소의 측정방법

온도는 그림 3-1과 그림 3-3의 각 학교 교실 평면도의 창측 3지점과 복도측 3지점, 교실중간지점 등 7지점, 그림3-2와 그림3-4의 단면도에 나타난것과 같이 바닥면(0m), 1.2m, 1.7m에서 측정을 하였다. 기류속도는 각 지점의 높이 1.2m에서 측정하여 평균값을 취하였다. 상대습도와 복사열은 교실중앙 지점의 높이 1.2m에서 측정하였다.

측정항목과 측정기기는 표 3-2 와 같다.

표 3-2. 측정항목과 측정기기

측정항목	측정기기	모델명	회사명	비 고
온도	데이터로그	5590-3	ALMEMO	20지점 측정
	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정
기류속도	ANEMO-MASTER	24-6111	KANOMAX	6지점 측정
	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정
상대습도	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정
복사온도	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정
PMV	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정
PPD	실내온열환경측정기	ICS-2000	CASELLA	1지점 측정

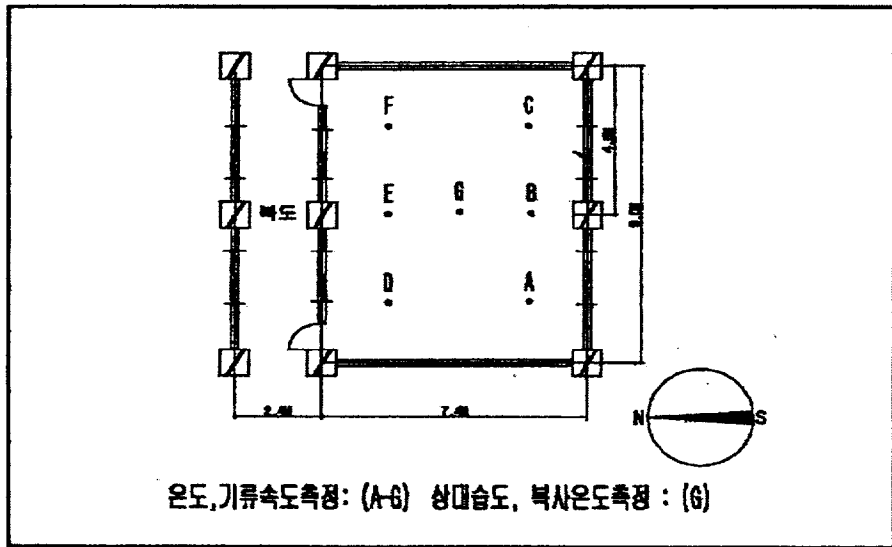


그림3-1. 플로어링바닥 교실 평면도

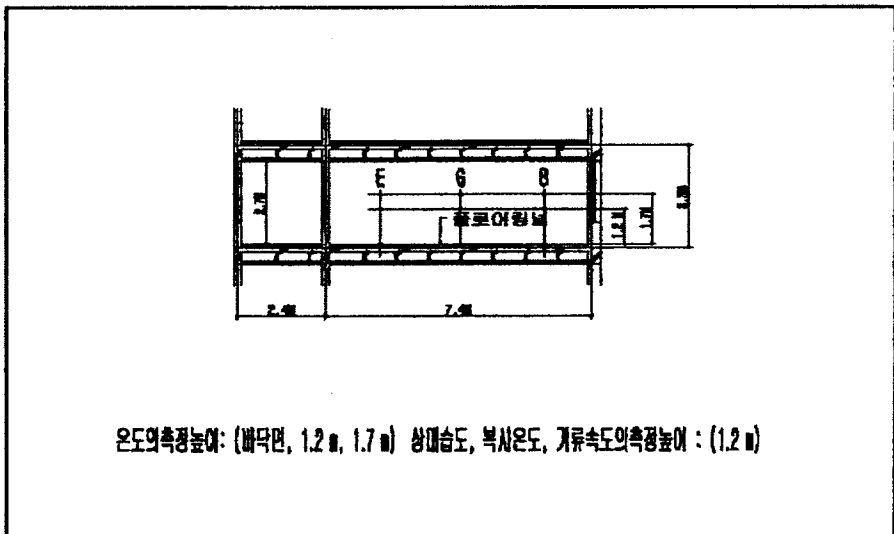


그림3-2. 플로어링 바닥 교실단면도

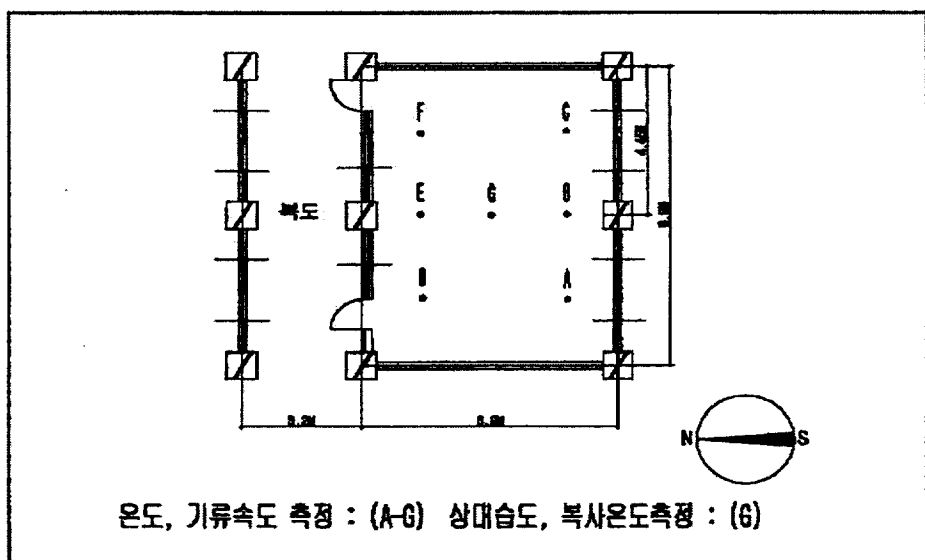


그림3-3. 인조석 바닥 교실 평면도

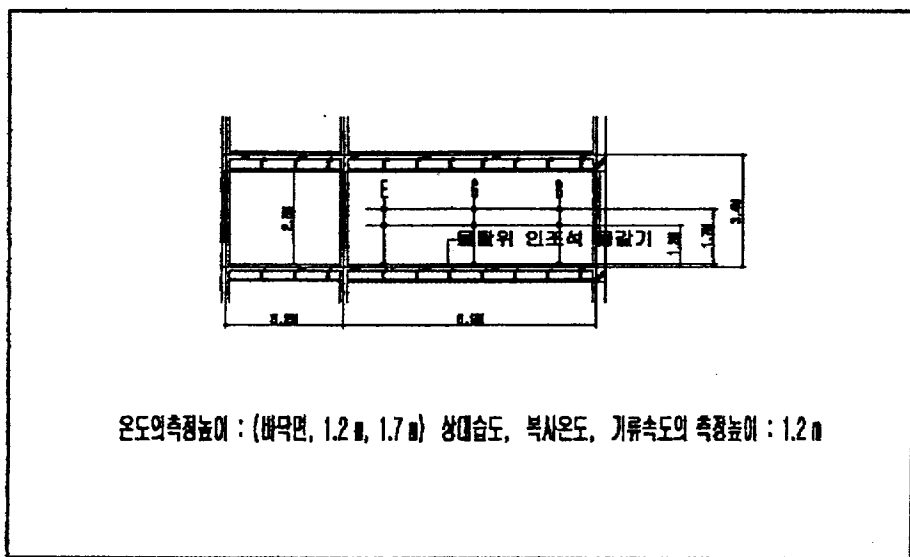


그림3-4. 인조석 바닥 교실 단면도



그림 3-5. 데이터로거

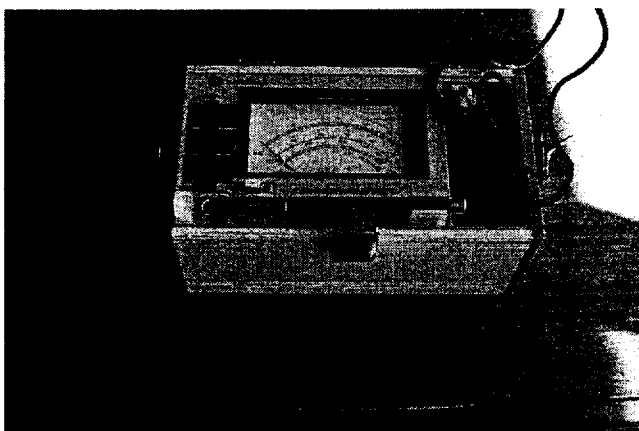


그림 3-6. Anemomaster

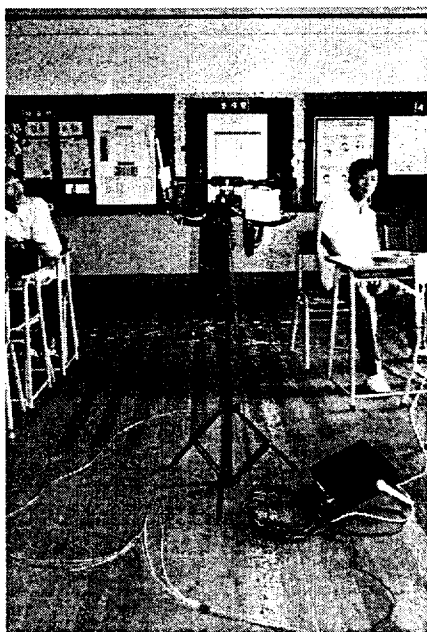


그림 3-7. 실내온열요소측정기구



그림 3-8. 교실 온열요소 측정

4. 측정결과

4.1 온도

4.1.1 측정교실 각 지점의 온도분포

1. 플로어링 바닥교실 각 지점의 온도분포

외기에 접한 창문과 복도측에 접한 창문을 열어 놓은 상태에서 각지점의 평균온도분포는 그림 4-1 과 같이 나타났다.

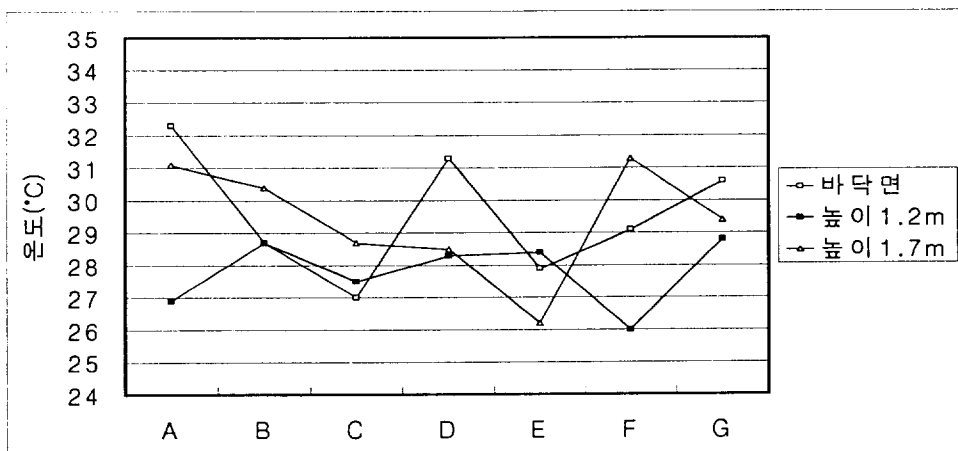


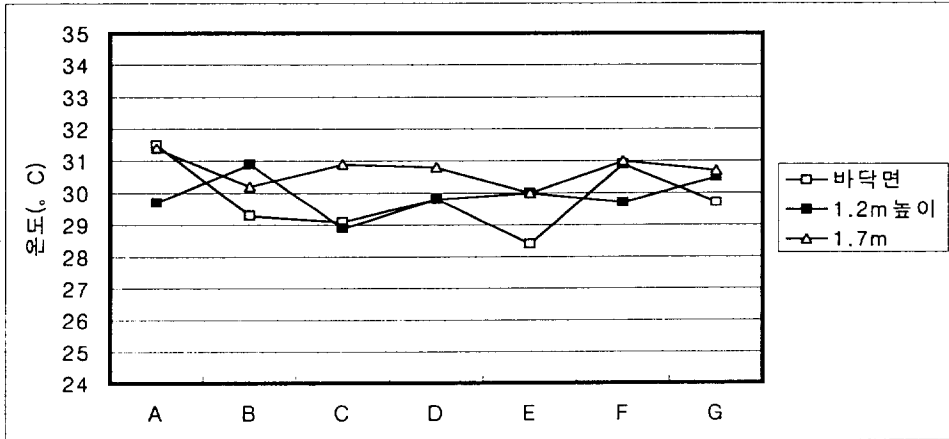
그림 4-1. 플로어링 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 열었을 때)

플로어링 바닥교실 측정시 평균 외기 온도는 32.5℃이다. A-G지점 바닥면 온도분포가 최소 27℃에서 최대 32.3℃로 온도차가 5.3℃로 나타났으며, A-G지점 높이1.2m에서 온도분포가 최소 26℃에서 최대 28.8℃로 온도차가 2.8℃로 나타났다.

A-G지점 높이1.7m에서 온도분포가 최소 26.2℃에서 최대 31.3℃로 온도차가 5.1℃로 나타났다. 외기 온도와는 최소 0.3℃에서 최대 6.5℃ 의 온도차가 보여 외기 온도보다 플로어링 바닥의 교실 실내온도분포가 최고 6.5℃ 낮게

나타났다.

외기에 접한 창문과 복도 측에 접한 창문을 닫아 놓은 상태에서 각지점의 평균온도분포는 그림 4-2 와 같이 나타났다.



4-2.플로어링 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 닫았을 때)

A-G지점 바닥면 온도분포가 최소28.4℃에서 최대31.5℃로 온도차가 3.1℃로 나타났으며, A-G지점 높이1.2m에서 온도분포가 최소 28.9℃에서 최대 30.9℃로 온도차가 2℃로 나타났다.

A-G지점 높이1.7m에서 온도분포가 최소 30℃에서 최대 31.4℃로 온도차가 1.4℃로 나타났다. 외기온도와는 최소 1℃에서 최대 4.1℃로 낮게 나타났다. 창을 열었을 때와 창을 닫았을 때의 바닥면의 온도차이는 작았으나 높이 1.2m,1.7m에서 온도차이가 많이 나는 것은 바닥 위1m의 창문에서 유입되는 외기의 영향으로 사료된다.

2. 인조석 바닥교실 각 지점의 온도분포

외기에 접한 창문과 복도측에 접한 창문을 열어 놓은 상태에서 각지점의 평균온도분포는 그림 4-3 과 같이 나타났다.

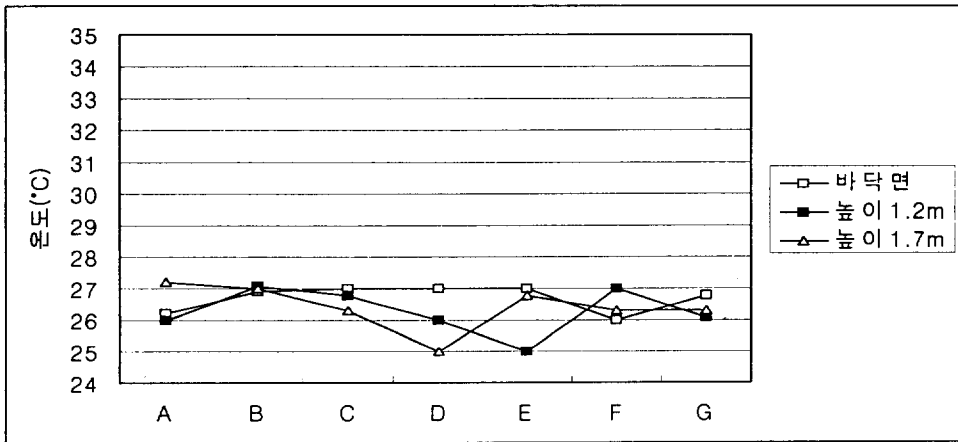


그림 4-3. 인조석 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 열었을때)

인조석바닥 교실 측정시 평균 외기온도는 24℃로 나타났다. A-G지점 바닥면 온도분포가 최소 26℃에서 최대 27℃로 온도차가 1℃로 나타났으며, A-G지점 높이1.2m에서 온도분포가 최소25℃에서 최대 27.1℃로 온도차가 2.1℃로 나타났다.

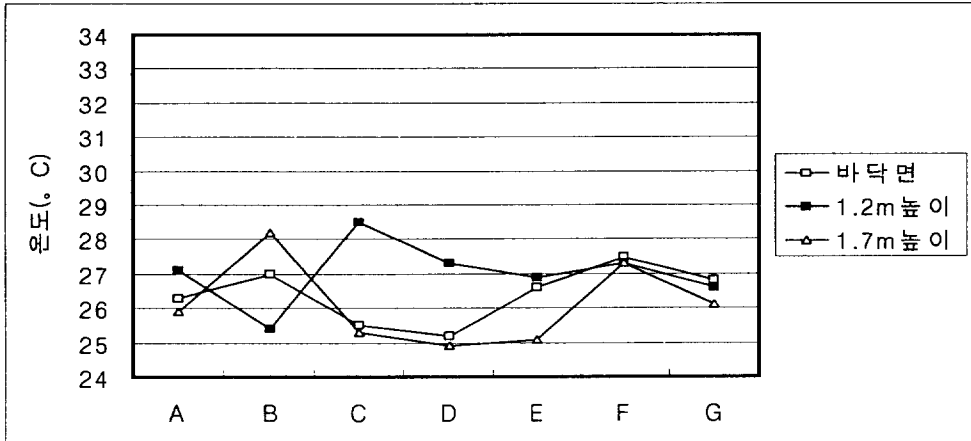
A-G지점 높이1.7m에서 온도분포가 최소 25℃에서 최대 27.2℃로 온도차가 2.2℃로 나타났다. 외기온도와는 최소1℃에서 최대3.2℃의 온도차가 보이며 외기온도 보다 인조석 바닥의 교실 실내온도분포가 높게 나왔다.

외기에 접한 창문과 복도측에 접한 창문을 닫아 놓은 상태에서 각지점의 평균온도분포는 그림4.4 와 같이 나타났다.

A-G지점 바닥면 온도분포가 최소25.5℃에서 최대27.5℃로 온도차가 2℃로 나타났으며, A-G지점 높이1.2m에서 온도분포가 최소25.4℃에서 최대 28.5℃로 온도차가 3.1℃로 나타났다.

A-G지점 높이1.7m에서 온도분포가 최소 24.9℃에서 최대 28.2로 온도차가

3.3℃로 나타났다. 외기온도와는 최소 0.9℃에서 최대 4.5℃의 온도차가 보이며 창문을 열었을 때보다 창문을 닫았을 때가 각 지점의 온도분포의 변동이 조금 높게 나타났다.



4-4. 인조석 바닥교실 각 지점의 평균온도분포(창문을 닫았을때)

4.1.2 측정교실 높이에 따른 상하온도분포

1. 플로어링 바닥교실 높이에 따른 상하온도분포

창문을 열었을 때와 닫았을 때 각지점의 바닥면과 높이1.2m,1.7m의 평균온도와 교실 실내 평균온도를 그림4.5와 같이 나타났다.

창문을 열었을 때와 닫았을 때 바닥면 평균온도는 각각 29.6℃,29.8℃로 측정되어 플로어링 바닥면은 온도차가 거의 없었으며 재실자가 의자에 앉았을 때의 호흡선과 거의 같은 높이인 1.2m에서는 창문을 열었을 때와 닫았을 때 평균온도는 각각 27.8℃와 29.9℃로 2.1℃의 온도차를 보였다.

그리고 높이 1.7m에서는 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 평균온도는 각각 29.4℃와 30.7℃로 약간의 차이가 나타났다.

교실 전체평균온도는 창문을 열었을 때와 닫았을 때 각각 28.9℃와 30.2℃를 나타내어 외기온도 32.5℃ 보다 낮게 나타났다.

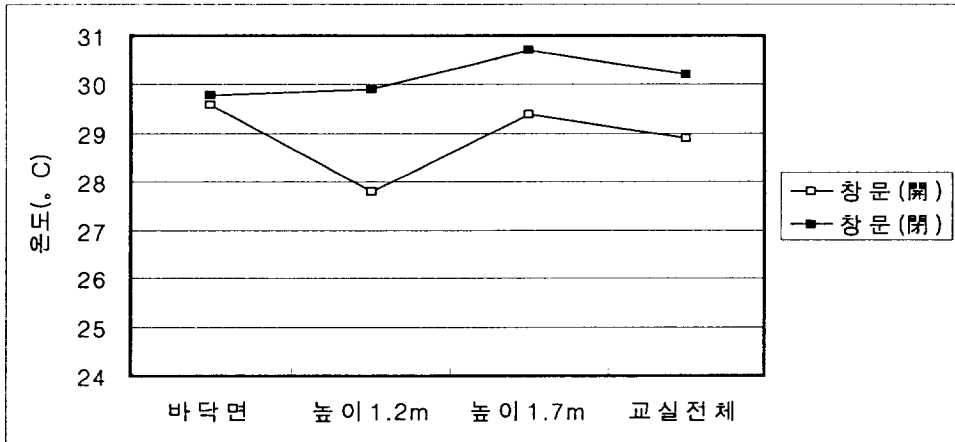


그림 4-5. 플로어링 바닥교실 각 높이의 평균온도와 실내평균온도

2. 인조석 바닥교실 높이에 따른 상하온도분포

창문을 열었을 때와 닫았을 때 각지점의 바닥면과 1.2m, 1.7m의 평균온도와 교실 실내 평균온도를 그림 4-6과 같이 나타냈다

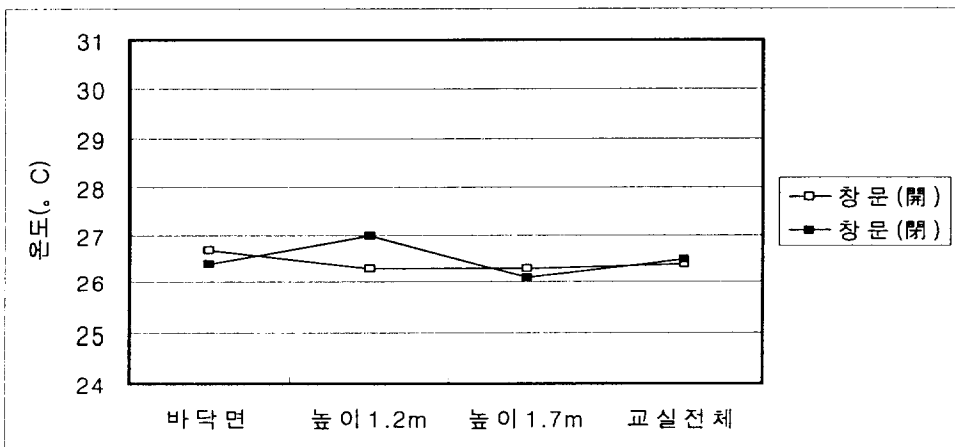


그림 4-6. 인조석 바닥교실 각 높이의 평균온도와 실내평균온도

창문을 열었을 때와 닫았을 때 바닥면 평균온도는 각각 26.7℃와 26.4℃로 측정되어 거의 차이가 없었으며 재실자가 의자에 앉았을 때 호흡선과 거의 같은 높이인 1.2m에서는 창문을 열었을 때와 닫았을 때 평균온도는 각각 26.3℃와 27℃로 0.7℃의 온도차를 보였다.

그리고 높이 1.7m에서는 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 평균온도는 각각 26.3℃와 26.1℃로 거의 차이가 없이 나타났다.

교실 전체평균온도는 창문을 열었을 때와 닫았을 때 각각 26.4℃와 26.5℃를 나타내어 인조석 바닥교실은 창문의 개폐에 따라서는 거의 영향을 끼치지 않는 것으로 사료된다. 외기온도 24℃ 보다 실내온도가 높게 나타났다.

4.1.3 측정교실 바닥면의 온도분포

1. 플로어링 바닥면의 창측, 복도측 온도분포

플로어링 바닥면의 창측, 복도측 평균온도와 교실내 평균온도는 그림 4-7과 같이 나타났다.

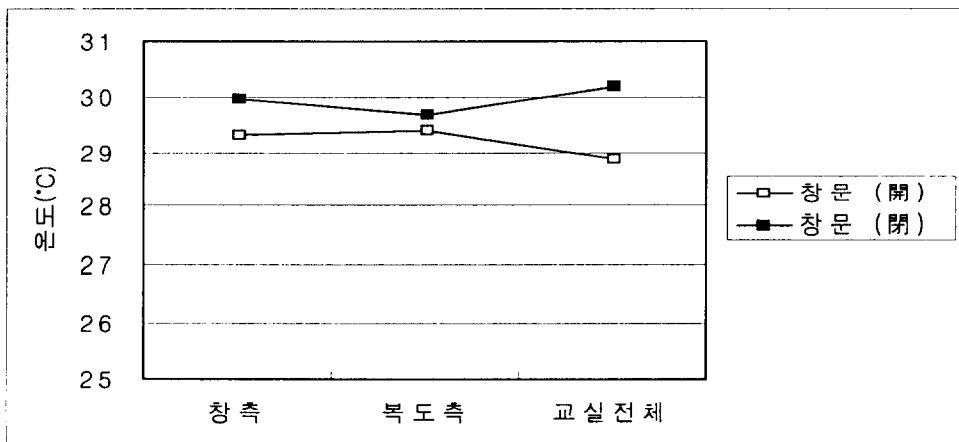


그림 4-7. 플로어링바닥면의 창측, 복도측과 교실내 평균온도

외기온도가 32.5℃ 일 때, 창측 바닥면의 평균온도는 창문을 열었을 때와 창문을 닫았을 때 각각 29.3℃, 30℃로 거의 같게 나타났으며, 복도측 바닥면의 평균온도는 창문을 열었을 때 와 창문을 닫았을 때 각각 29.4℃,29.7℃로 창문의 개폐에 따라 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 실내,외 평균온도는 각각 29.6℃와 32.5℃로 2.9℃의 온도차가 나타나 실외온도보다 플로어링 바닥의 실내온도가 낮게 나타났다.

2. 인조석 바닥면의 창측, 복도측 온도분포

인조석 바닥면의 창측, 복도측 평균온도와 교실내 평균온도는 그림 4-8과 같이 나타났다.

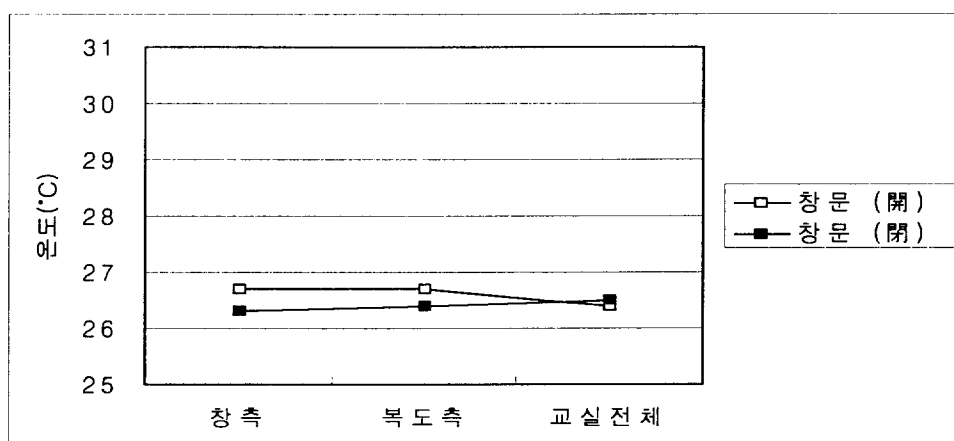


그림 4-8. 인조석 바닥면의 창측,복도측과 교실내 평균온도

외기온도가 24℃일 때, 창측 바닥면의 평균온도는 창문을 열었을 때와 창문을 닫았을 때 각각 26.7℃, 26.3℃로 거의 같게 나타났으며, 복도측 바닥면의 평균온도는 창문을 열었을 때와 창문을 닫았을 때 각각 26.7℃,26.4℃로 창문의 개폐에 따라 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 실내, 외 온도가 각각 26.5℃,24℃로 2.5℃의 온도차가 나와 인조석바닥의 교실 실내온도가 실외온도보다 오히려 낮게 나왔다

4.2 상대습도

각 학교 교실 실내의 평균습도는 그림 4-9와 같다.

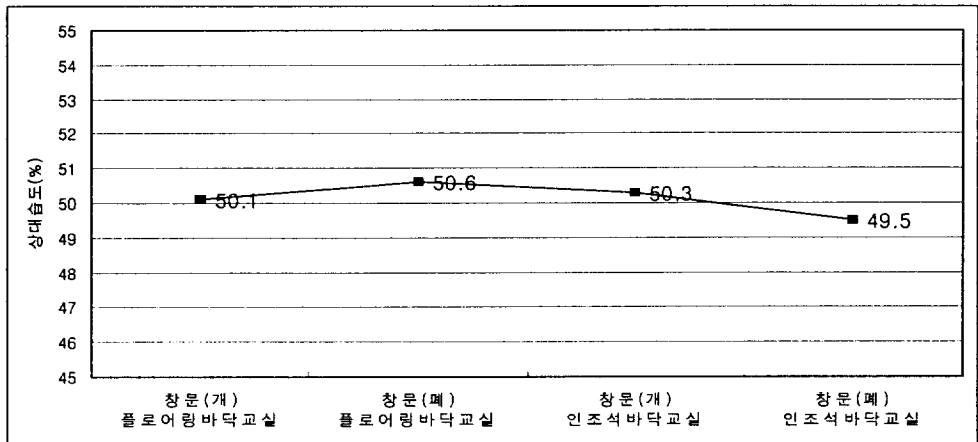


그림 4-9. 각 학교 교실내의 상대습도

그림 3-1,그림 3-3의 교실평면도 G(교실중앙)지점의 높이 1.2m에서 측정한 결과 플로어링 바닥교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 평균습도는 각각 50.1%, 50.6% 였으며, 인조석 바닥교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 평균습도는 각각 50.3%,49.5%로 나타나 두 교실의 상대습도는 쾌적성에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

4.3 기류속도

플로어링 바닥교실 밖의 기류속도가 1.9m/s 이고, 인조석 바닥교실 밖의 기류속도가 2.4m/s 일 때 각 학교 교실내의 기류속도는 그림 4-10과 같다.

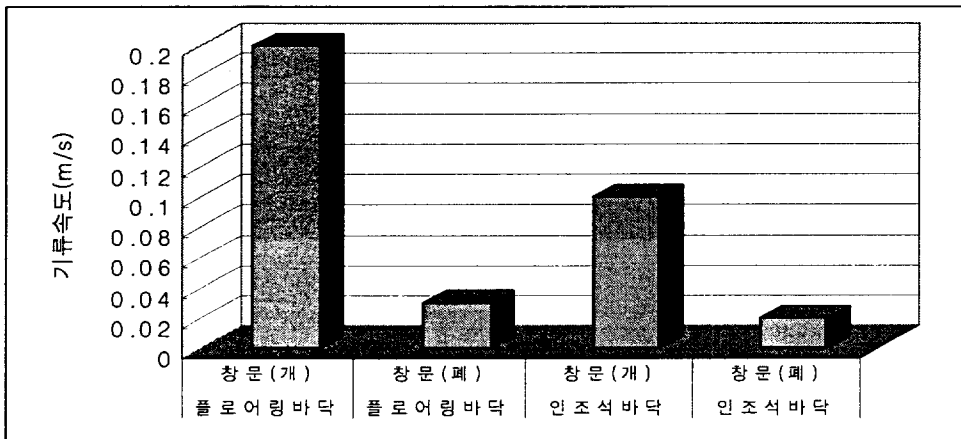


그림 4-10. 각 학교 교실내 기류속도

그림3-1,그림3-3의 교실평면도 A-G지점의 높이 1.2m에서 측정한결과 플로어링 바닥교실창문을 열었을 때, 닫았을 때 평균기류속도는 각각0.21m/s, 0.03m/s 였으며, 인조석 바닥교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때 평균기류속도는 각각 0.1m/s, 0.02m/s 로 나타나 두 학교의 기류속도는 정지기류를 보이고 있어 대류 열전달에 의한 열이동은 거의 변함이 없는 것으로 생각된다.

4.4 복사온도

각 학교 교실내의 복사온도는 그림 4-11과 같다

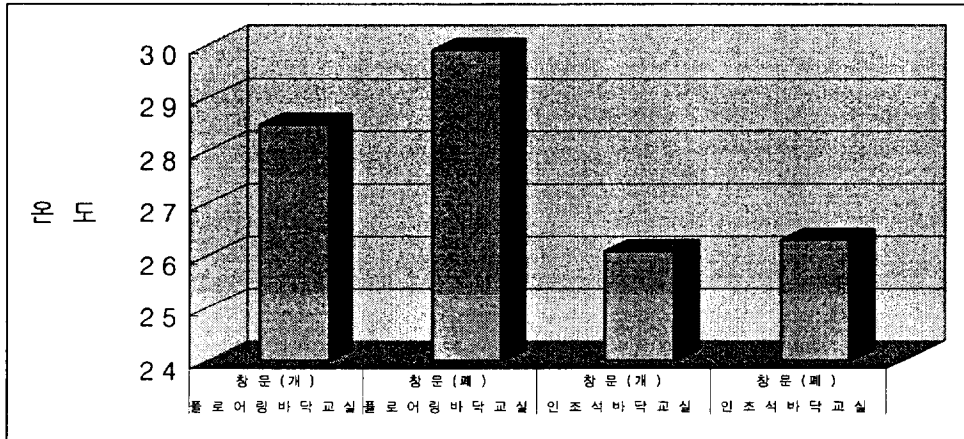


그림 4-11. 각 학교 교실내의 복사온도

플로어링 바닥교실 측정시 외기온도가 평균 32.2℃일 때 교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 복사온도는 각각 28.5℃, 29.9℃로 외기온도 보다 낮게 나타났으며 실내평균온도와 거의 같았다.

인조석 바닥교실 측정시 외기온도가 평균 24℃일 때 교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 복사온도는 각각 26.1℃, 26.3℃로 외기온도 보다 높게 나타났으며 실내평균온도와 거의 같았다.

4.4 복사온도

각 학교 교실내의 복사온도는 그림 4-11과 같다

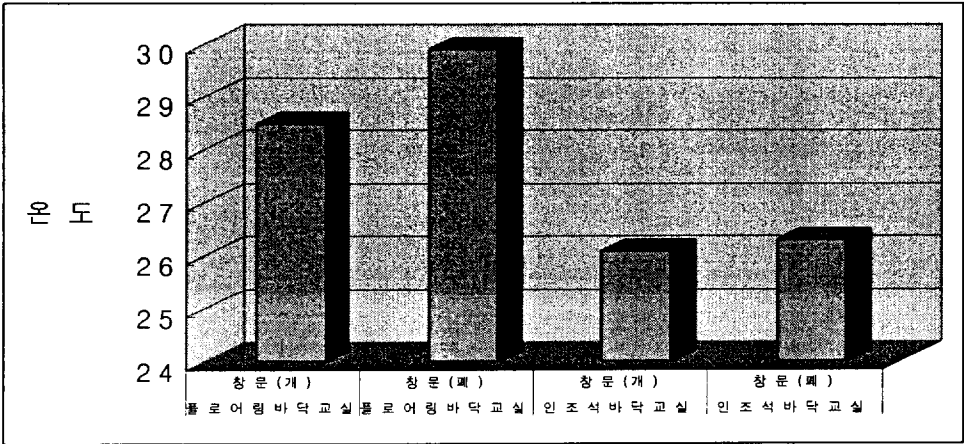


그림 4-11. 각 학교 교실내의 복사온도

플로어링 바닥교실 측정시 외기온도가 평균 32.2℃일 때 교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 복사온도는 각각 28.5℃, 29.9℃로 외기온도 보다 낮게 나타났으며 실내평균온도와 거의 같았다.

인조석 바닥교실 측정시 외기온도가 평균 24℃일 때 교실 창문을 열었을 때와 닫았을 때의 복사온도는 각각 26.1℃, 26.3℃로 외기온도 보다 높게 나타났으며 실내평균온도와 거의 같았다.

5. 주관적 반응 및 평가

5.1 조사방법 및 내용

설문조사는 재실자에게 설문지의 목적과 방법에 대하여 이해시킨 후 실측과 동시에 실시하였는데 실내환경에 대한 재실자의 온열감반응은 ASHRAE Handbook에서 제안한 심리-생리학적 반응인 교실내의 온열감 7단계, 바닥면의 온냉감 5단계, 교실내의 쾌적감 5단계의 척도표를 이용하였다.

교실 실내환경에 대한 재실자의 바닥면의 온냉감과 교실내의 온열감, 쾌적감에 대한 설문조사와 실내온열측정기로 실측한 온열감과 비교 검토하였다. 설문대상인원은 플로어링 바닥교실의 경우, 남자 28명, 여자 14명 총 42명이며, 인조석 바닥교실은 여자 12명, 남자 33명, 총 45명으로 전체 인원은 87명이며, 착의량은 ASHRAE 55-1992에 따라 조사하였다. 설문 응답자의 특성은 표 5-1과 같으며, 주관적 평가척도는 표 5-2와 같다

표 5-1. 설문 응답자의 특성

응답인원	평균연령	착의량(clo)	활동량
87명 (남자:61명,여자:26명)	18세	남:0.5 여:0.5	앉아서 학습하는 상태

표 5-2. 주관적 반응에 대한 평가척도

항목 척도	바닥면의 온냉감	교실내의 온열감	교실내의 쾌적감
3		덥다	
2	따뜻하다	따뜻하다	쾌적하다
1	약간 따뜻하다	약간 따뜻하다	약간 쾌적하다
0	적당하다	적당하다	보통이다
-1	약간 차갑다	약간 춥다	약간 불쾌하다
-2	차갑다	서늘하다	불쾌하다
-3		춥다	

5.2. 주관적 반응 평가

5.2.1 바닥면 온냉감

1. 플로어링 교실바닥면 온냉감

플로어링 바닥면의 온냉감에 대한 결과는 그림 5-1과 같이 나타났다.

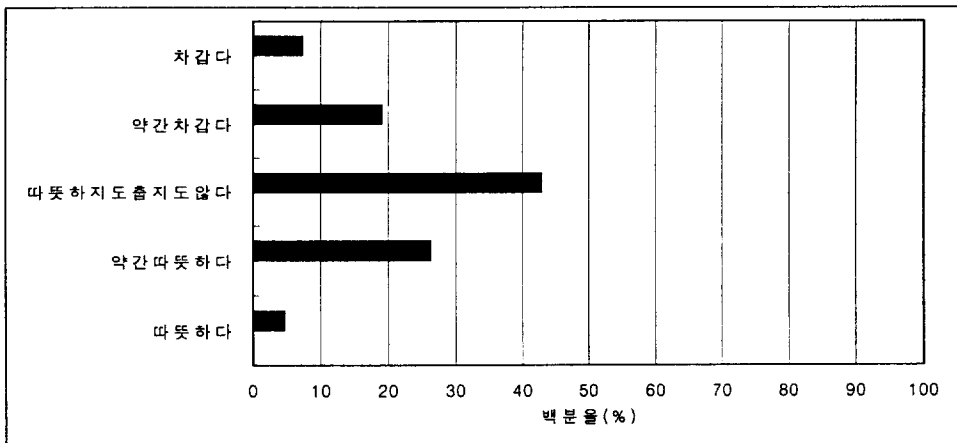


그림 5-1. 플로어링 바닥교실 설문 대상자의 바닥면 온냉감

재실자들이 실내화를 벗고 설문에 대한 응답이 「차갑다(-2)」와 「약간 차갑다(-1)」가 각각 7.1%와 19.1%로 조사되었고, 「약간 따뜻하다(1)」와 「따뜻하다(2)」가 각각 26.2%와 4.7%로 나타났다. 「따뜻하지도 차갑지도 않다(0)」가 42.9%로 가장 높게 나타났다. 평가척도의 평균값은 0.42로 플로어링바닥면의 온냉감은 거의 중성대에 가까운 「따뜻하지도 춥지도 않다(0)」라고 조사되었다.

2. 인조석 교실 바닥면 온냉감

인조석 바닥면의 온냉감에 대한 결과는 그림 5-2와 같이 나타났다

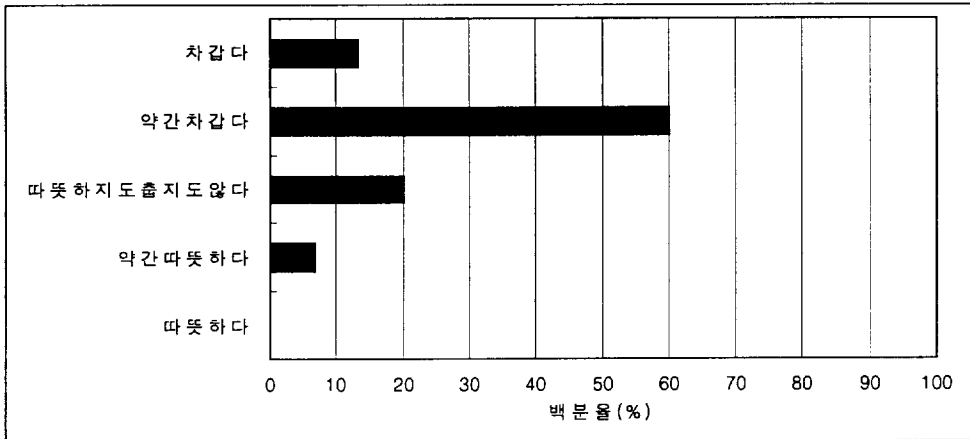


그림 5-2. 인조석 바닥교실 설문 대상자의 바닥면 온냉감

채실자들이 신발을 벗고 설문에 대한 응답이 『차갑다(-2)』와 『약간 차갑다(-1)』가 각각 13.3%와 60%로 조사되었고, 『약간 따뜻하다(1)』와 『따뜻하다(2)』가 각각 6.7%와 0%로 나타났다. 그리고 『따뜻하지도 차갑지도 않다(0)』가 20%로 조사되어 평가척도의 평균값은 -1.15로 인조석 바닥면의 온냉감은 『약간 차갑다(-1)』라고 조사되었다.

5.2.2 플로어링 바닥교실의 온열감과 쾌적감

1. 플로어링 바닥교실의 온열감

플로어링 바닥교실의 온열감에 대한 결과는 그림 5-3, 플로어링 바닥교실의 온열감과 MRT와의 상관관계는 그림 5-4에 나타났다.

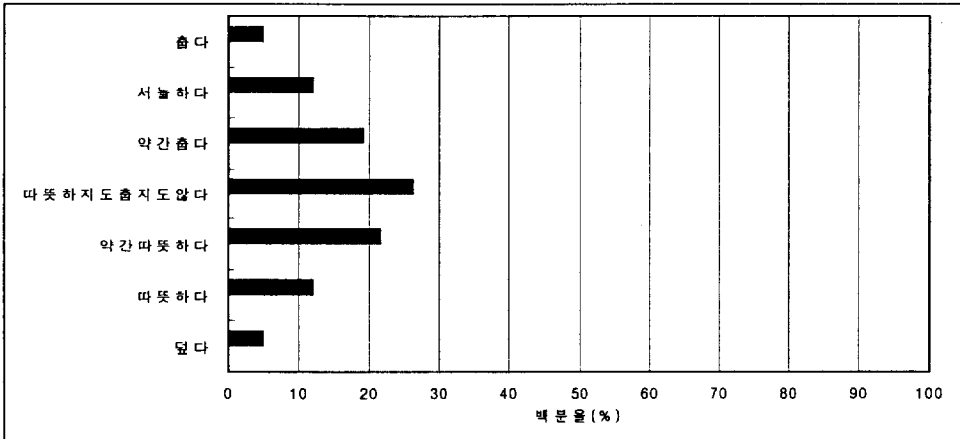


그림 5-3. 플로어링 바닥 설문 대상자의 교실 온열감

재실자들의 설문지에 대한 응답결과를 정리해 보면 『춥다(-3)』와 『서늘하다(-2)』에 대한 응답이 각각 4.8%와 11.9%로 조사되었고, 『약간 춥다(-1)』와 『약간 따뜻하다(1)』에서는 각각 19%와 21.4%로 나타났다. 또한, 『따뜻하다(2)』가 11.9%, 『덥다(3)』가 4.8%로 조사되었으며, 『덥지도 춥지도 않다(0)』가 26.2%로 가장 높게 조사되었다.

플로어링 바닥교실 전체의 온열감에 대한 평가척도 평균값은 0.09로 중성대에 가까운 『덥지도 춥지도 않다(0)』로 조사되었다.

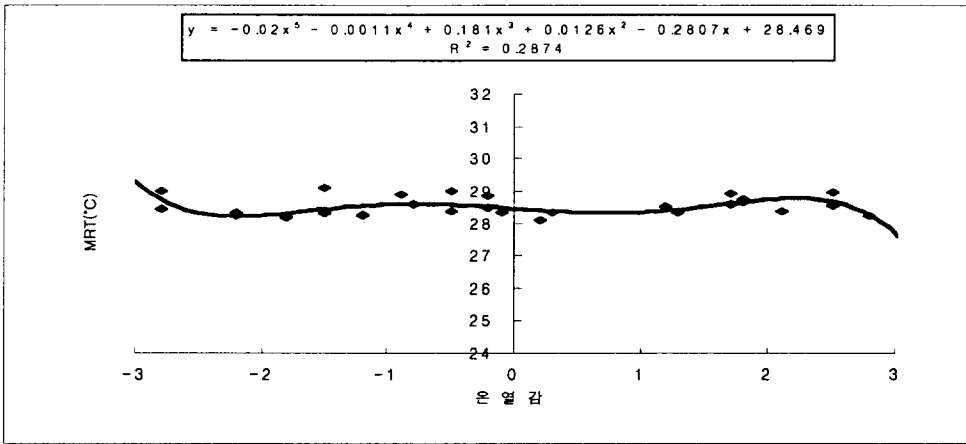


그림 5-4. 플로어링 바닥교실 온열감과 MRT와의 상관관계

플로어링 바닥교실의 온열감과 실내평균복사온도의 상관관계를 5차 다항식으로 나타낼 수 있으며, 설명력은 29%로 어느 정도 교실의 온열감과 MRT는 관계가 있는 것으로 나타났다.

2. 플로어링 바닥교실의 쾌적감

플로어링 바닥교실 실내쾌적감에 대한 결과는 그림 5-5, 플로어링 바닥교실의 쾌적감과 MRT와의 상관관계는 그림 5-6에 나타났다.

재실자들의 설문에 대한 실내 쾌적감은 『불쾌하다(-2)』와 『약간 불쾌하다(-1)』에 대한 응답이 각각 2.4%와 31%로 조사되었고, 『약간 쾌적하다(1)』와 『쾌적하다(2)』에서는 21.4%와 11.9%로 나타났다. 그리고 『쾌적하지도 불쾌하지도 않다(0)』가 33.3%로 가장 높게 조사되어 플로어링 바닥 교실의 실내 쾌적감의 평가척도 평균값은 0.01로 온열감과 마찬가지로 거의 중성대에 가까운 『쾌적하지도 불쾌하지도 않다(0)』로 조사되었다.

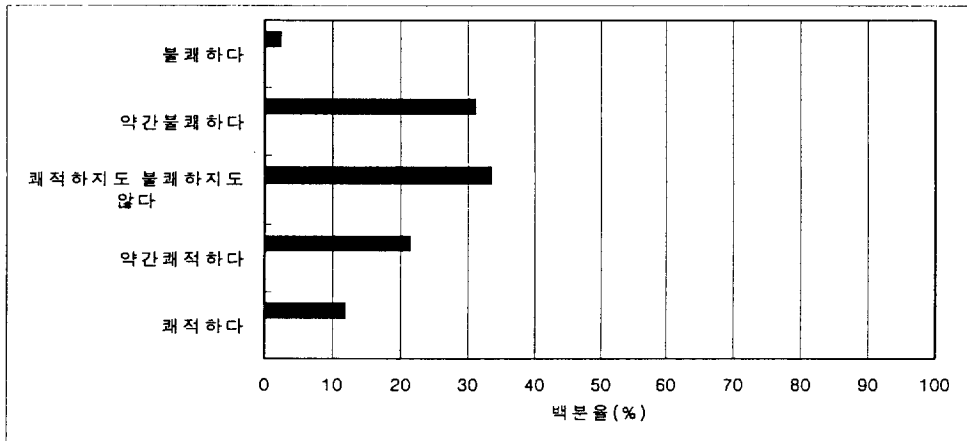


그림 5-5. 플로어링 바닥교실 설문대상자의 실내 쾌적감

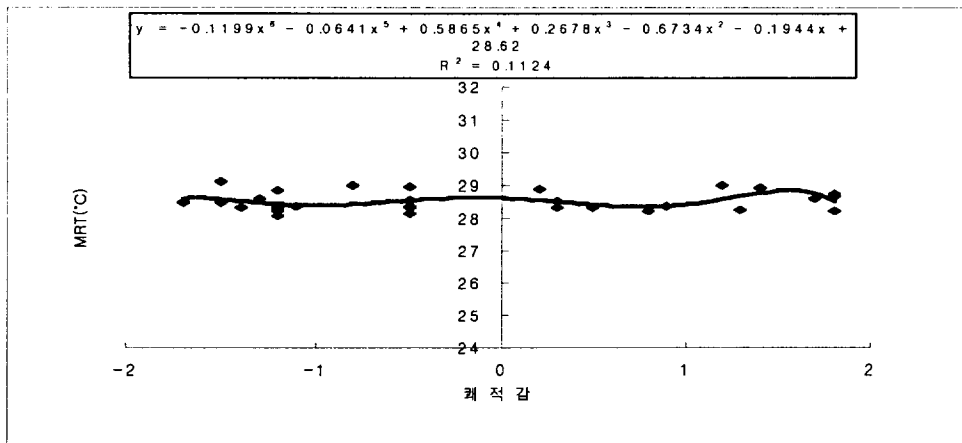


그림 5-6. 플로어링 바닥교실의 쾌적감과 MRT와의 상관관계

플로어링 바닥교실의 쾌적감과 실내평균복사온도의 상관관계를 5차 다항식으로 나타낼 수 있으며, 설명력은 11%로 플로어링 교실의 온열감과 MRT와의 상관관계의 설명력 보다 낮게 나타났다. 실내평균복사온도(MRT)가 쾌적감보다는 온열감에 영향을 많이 미치는 것을 알 수 있다.

5.2.3 인조석 바닥교실의 온열감과 쾌적감

1. 인조석 바닥교실의 온열감

인조석 바닥교실의 온열감에 대한 결과는 그림 5-7, 인조석 바닥교실의 온열감과 MRT와의 상관관계는 그림 5-8 과 같이 나타났다.

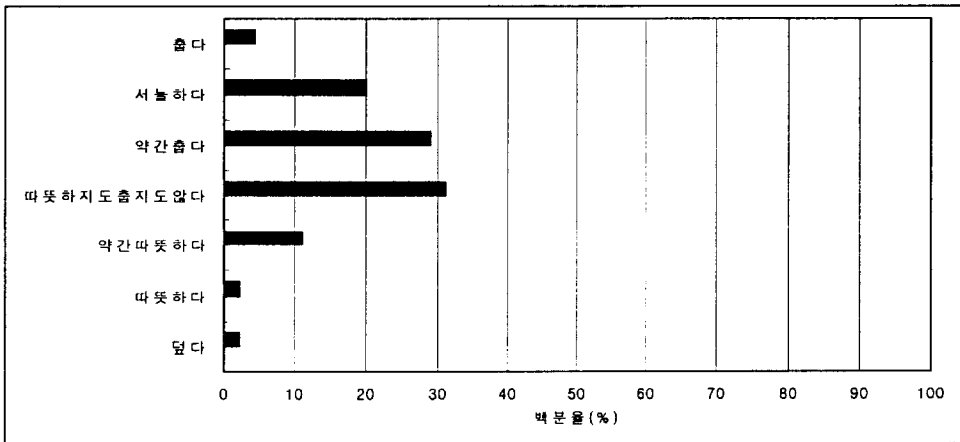


그림 5-7. 인조석 바닥교실 설문 대상자의 실내 온열감

재실자들의 설문에 대한 응답결과를 보면 「춥다(-3)」와 「서늘하다(-2)」에 대한 응답이 각각 4.4% 와 20% 로 조사되었고, 「약간 춥다(-1)」와 「약간 따뜻하다(1)」에서는 각각 28.9% 와 11.1%로 나타났다. 그리고 「따뜻하다(2)」가 2.2%, 「덥다(3)」가 2.2%로 조사되었으며 「덥지도 춥지도 않다(0)」가 31.2%로 나타났으며, 인조석 바닥교실 온열감의 평가척도 평균값은 -0.72로 「약간 춥다(-1)」에 가깝게 조사되었다.

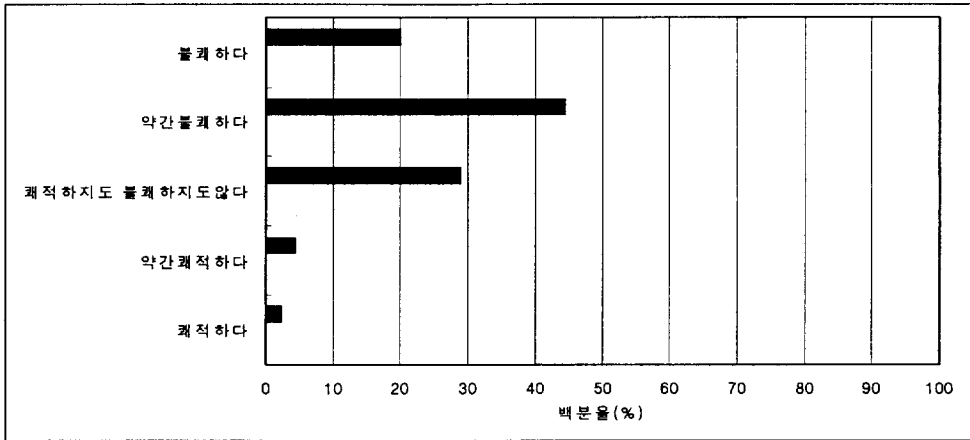


그림 5-9. 인조석 바닥교실의 쾌적감

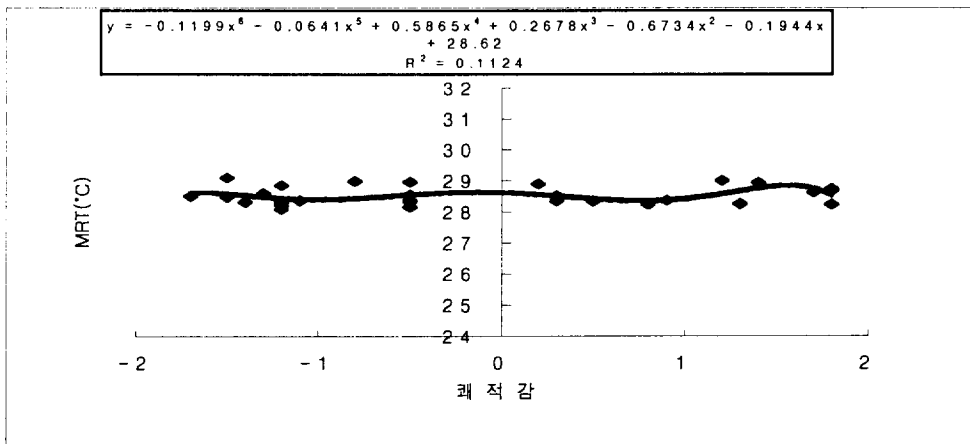


그림 5-10. 인조석 바닥교실의 쾌적감과 MRT와의 상관관계

인조석 바닥교실의 쾌적감과 실내평균복사온도의 상관관계를 5차 다항식으로 나타낼 수 있으며, 설명력은 11%로 플로어링 교실의 온열감과 MRT와의 상관관계의 설명력 보다 낮게 나타났다.

6. 결 론

교실바닥마감재가 플로어링인 J고등학교와 인조석바닥 마감재인 K고등학교를 대상으로 실측과 설문조사를 한 결과는 아래와 같다.

1. 외기온도가 32.5℃, 외기풍속이 2.4m/s인 플로어링 바닥교실의 경우,
창문이 열려져 있는 경우, 창측에 접한 교실 바닥면의 평균온도는 29.3℃, 복도측에 접한 교실바닥면의 평균온도는 29.4℃로 측정되었다. 이는 창측의 외기영향으로 인하여 복도측 보다 낮게 측정된 것으로 생각된다.
창문이 닫혀져 있는 경우, 창측면의 교실바닥면과 복도측면의 교실바닥면의 평균온도는 각각 30℃와 29.7℃로 조사되었으며, 일사량이 많은 창측의 교실바닥온도가 조금 높게 측정되었다.
창문의 개폐유무에 관계없이 교실전체의 평균온도는 외기보다 2.9℃정도 낮은 29.6℃로 측정되었고, 이는 열용량이 작은 플로어링 바닥의 냉복사가 원인으로 생각된다.
2. 외기온도가 24℃, 외기풍속이 1.9m/s인 인조석 바닥교실의 경우,
창문이 열려져 있는 경우, 창측 교실바닥면의 평균온도는 26.7℃, 복도측면에 위치한 교실바닥면의 평균온도는 26.7℃를 측정되었다.
창문이 닫혀져 있는 경우, 창측면 교실바닥면의 평균온도는 26.3℃, 복도측의 교실바닥면의 평균온도는 26.4℃로 나타났다.
창문의 개폐에 따른 교실전체의 평균온도의 경우, 개방시에는 26.4℃, 폐쇄시에는 26.5℃의 분포로 거의 변화를 찾아 볼 수 없다. 교실 전체의 평균온도는 26.5℃정도로 외기보다 최대 2.5℃ 높게 측정이 되었으며, 이는 큰 열용량을 가진 인조석의 바닥으로 마감된 바닥재는 일중 태양복사열의 영향을 크게 받은 것이 원인인 것으로 생각된다.

3. 설문조사의 결과에 의하면, 플로어링 바닥교실 전체의 온열감에 대한 평가척도 평균값은 0.09로 중성대에 가까운 『덥지도 춥지도 않다(0)』로 조사된 반면, 인조석 바닥교실 온열감의 평가척도 평균값은 -0.72로 『약간 춥다(-1)』에 가깝게 조사되어 재실자들은 인조석바닥보다는 플로어링 바닥의 경우에서 중성대에 가까운 온열감을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 田中俊六 외 3인, 建築環境工學, 井上書院
2. 木村建一, 建築環境學 1, 丸善株式會社
3. 木村建一 외 1인, 建築士技術全書 2-環境工學, 彰國社刊
4. 임만택, 건축환경계획, 보문각
5. 임영빈 외 2인, 건축환경계획, 보성각
6. 임상훈, 「학교 교실 환경 설계에 관한 새로운 접근」. 한국교육시설학회.1999년
7. 김한진,윤동원,손장열,박동진. 「여름철 실내 온열환경에 대한 쾌적조건
의 평가」. 대한건축학회논문집. 1999년
8. 한국과학기술연구원. 「실내환경 쾌적성 평가방법에 관한 연구」
1993년
9. 윤정숙,최윤정,이성하. 「여름철 실내 온열환경의 중성온도 설정에관
한 실험연구」. 대한건축학회논문집.1992년
10. 김무한. 「건축의 구성재료와 환경성능요인」.대한건축학회논문집.
1992년
11. 손장열. 「실내 열환경 평가 기술」.대한건축학회논문집 1991년
12. 손장열. 「PMV 지표에 의한 건물에서의 온열환경 특성에 관한 연
구」.대한건축학회논문집.1990년
13. 최을,유호천,이경희. 「초등학교 교실의 열환경 성능 평가에 관한 연
구」.대한건축학회논문집.1989년
14. ISO7730. 「Moderate Thermal Environmental Determination of
the PMV and PPD Indices and Specification of Conditions for
Therma Comfort」.1995년
15. ASHREA. 「Handbook Fundamentals. American Society of
Heating. Refrigerating and Air Conditioning Engineers」. USA,
1997년
16. P.O.Fanger. 「Thermal Comfort-Analysis and Application
Environmental Engineering」

부 록

『교실바닥 마감재에 따른 실내온열환경 관한 연구』 를 위한 설문지

여러분 안녕하십니까?

본 설문은 『교실바닥 마감재에 따른 실내온열환경에 관한 연구』
를 위해서 조사 하고자 합니다.

여기에 기재되어 있는 내용은 현재 학교 교실 환경을 파악하여 보
다 나은 쾌적한 교실과 학습효과의 증대를 위하여 중요한 자료가
될 것임을 감안하여 여러분들께서 평소 교실에서 생활하면서 느끼
는 것을 도표를 보고 표시를 해 주시면 고맙겠습니다.

아울러 본 조사는 연구의 자료로만 사용됨을 밝혀 드리며 여러분
들의 끝없는 노력이 사회의 큰 밑거름이 되길 기원합니다.

2001년 9 월

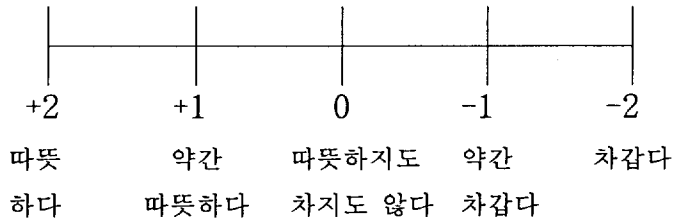
부경대학교 건축공학부 산업대학원
양 효 철

설 문 지

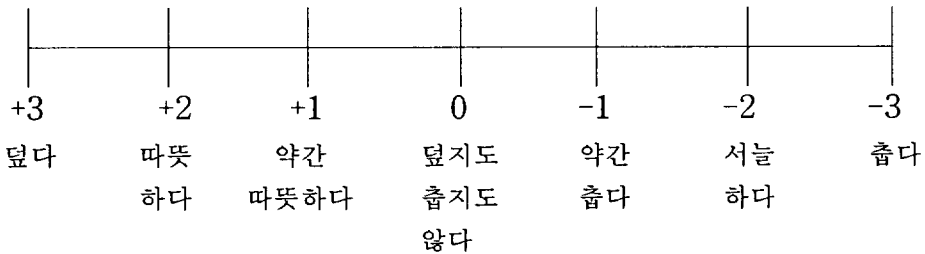
◎ 각 3가지 도표에 자신이 느낀점을 가까운 선에 표시를 하여 주십시오.

(단, 바닥면의 온냉감을 표시 할 때는 신발 또는 실내화를 벗고 해 주십시오.)

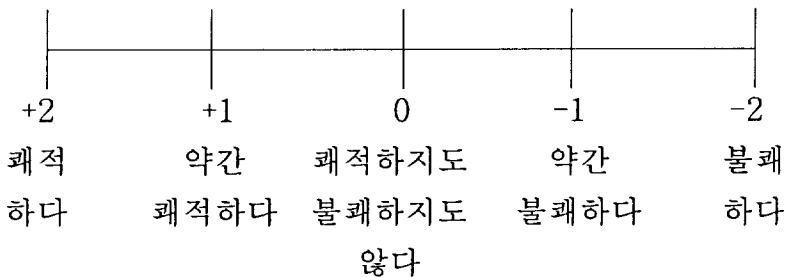
(1) 바닥면 온냉감



(2) 교실내의 온열감



(3) 교실내의 쾌적감



SUMMARY

A Study on Indoor Thermal Environment by Floor Finished Material in A Classroom

by Hyo-Cheol Yang

Dept. of Architectural Engineering
Graduate School of Industry, Pukyong National University
Pusan ,Korea

Indoor thermal environment elements of classroom where people stay long times have enormous effects on studying as well as psychological and physical aspects of students.

In this study, indoor thermal elements of artificial and flooring bottom which are wisely used in the each school classroom are measured, and personal responses of inmates who stay in these classroom to the sense of warmth are analysed. The object of this study is to improve the environment of classroom by utilizing above results and investigations. The conclusion the research leads in following

1. The case of flooring bottom classroom

When the air temperature stands at 32.5℃, whole classroom is 29.6℃ -2.9 lower than air temperature-regardless of opening and shutting of the window.

The leucorrhea radiation of the flooring bottom whose heat capacity is small is thought to be the cause of this phenomenon

2. The case of artificial bottom classroom

When the air temperature is 24℃, whole classroom temperature is measured 26.5℃-the maximum 2.5℃ higher than air temperature-.

The fact that the artificial bottom to have a big heat capacity is affected by the solar radiation is regarded as the cause of above case.

3. According to the result of question investigation, evaluation scale average value about the sense of warmth of whole flooring bottom classroom is 0.09, near the neutral unit, "it is not cold, not hot(o)", while that of artificial bottom classroom is investigated with -0.72, "it is a little cold(t)". Namely Inmates appear to feel warmer in flooring bottom than in artificial one.

감사의 글

이 책이 나오기까지 아낌없는 지도와 격려를 하여주시고, 학문적으로 끊임없는 관심과 조언을 아껴주시지 않으셨던 임영빈 교수님께, 제자의 좁은 마음으로 교수님의 넓으신 마음에 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 부족한 점을 깨우쳐 주시고, 심사로써 저의 논문을 마무리 해주신, 이수용 교수님, 박천석 교수님께 감사 드리며, 지금의 논문이 있기까지 많은 지도편달을 해주신 류종유 교수님, 신용재 교수님, 김기환 교수님, 김영찬 교수님, 이재용 교수님께 감사드립니다.

연구과정 중 실험과 자료수집 등에서 많은 도움을 주신 조성우 박사님, 박지훈, 정성근, 이재욱군께도 깊은 감사를 드리고 싶습니다.

2002년 2월

양 효 철