

T
699.9
洪 民 鎬

第 86 回 碩士學位論文
指導教授 李 彦 求

에어컨으로 個別冷房하는 共同住宅의
熱環境 特性에 關한 研究

A Study on the Characteristics of Thermal Environment
in Apartment Houses Applied Individual Cooling Systems
with Air Conditioners

中央大學校 大學院
建築工學科 建築計劃 및 環境 專攻
洪 民 鎬
1996年 12月

에어컨으로 個別冷房하는 共同住宅의
熱環境 特性에 關한 研究

A Study on the Characteristics of Thermal Environment
in Apartment Houses Applied Individual Cooling Systems
with Air Conditioners

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함.

1996年 12月

中央大學校 大學院
建築工學科 建築計劃 및 環境 專攻
洪 民 鎬

洪民鎬의 碩士學位 論文을 認定함.

審查委員長

(印)

審查委員

(印)

審查委員

(印)

中央大學校 大學院
建築工學科 建築計劃 및 環境 專攻
洪 民 鎬
1996年 12月

국 문 초 록

지금까지 우리나라 주거용 건물의 냉난방 설비계획은 '온돌'을 중심으로 하는 난방설비에만 치중하여 왔기 때문에 건물 내의 냉방에 대한 고려가 전혀 이루어지지 않아 바닥복사난방과 별개의 에어컨을 설치하는 개별냉방방식이 대부분을 차지하고 있다. 건물의 온열환경 조절은 냉난방을 겸용할 수 있는 중앙공조방식의 채택이 가장 효과적이지만, 우리나라 주거의 특성상 온돌이라고 하는 특유의 난방방식이 앞으로도 상당기간 유지될 것이 확실하며, 따라서 에너지 사용의 비효율성에도 불구하고 에어컨을 이용한 개별냉방 방식은 앞으로도 계속 보급이 증가될 전망이다.

그러나 재실자들의 쾌적을 목적으로 이용되고 있는 에어컨은 설치 특성상 취출기류가 일방향으로 전개되어 에어컨 부근은 기류속도가 매우 빠른 반면, 이로부터 멀리 떨어진 공간이나 실에서는 취출기류의 영향을 받기 어려워 공간 내에서나 실간의 온도차가 크게 나타나고, 일방향의 강한 취출기류가 직접 거주역에 도달하여 드래프트가 발생하거나 취출기류가 도달하기 힘든 지역에서는 기류 정체역 등이 발생하기 쉬운 문제점 등을 안고 있다.

따라서 본 연구에서는 공동주택을 중심으로 에어컨 냉방에 의한 개별냉방방식의 문제점을 조사하고, 공동주택 거주자들에 대한 설문조사와 실험실, 공동주택에서의 에어컨 냉방환경 실험조사 및 실측을 통하여 에어컨 냉방에 따른 온열환경 실태를 파악한 뒤, 개별 에어컨에 의한 냉방방식을 쾌적성면에서 종합적으로 평가할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교·분석함으로써, 에어컨 개별냉방의 효율적 에너지 이용 및 쾌적 열환경 제고를 위한 방안을 마련하고자 하였다.

연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 공동주택의 여름철 냉방실태와 거주자의 반응을 알아보기 위한 설문조사에서 거주자들의 냉방에 대한 전반적인 욕구가 상승하고 있는 것으로 나타났고, 운전실태의 경우 에어컨의 설정온도는 대부분 24~28°C로 유지하고 있었으나 일부 가구에서는 24°C 미만으로 설정온도를 유지함에 따라 과다 냉방 및 에너지 낭비를 초래하는 경우가 발생함을 알 수 있었다.
2. 에어컨의 풍량과 취출각도의 변수를 조절하며 실시한 실험모델에서의 실험결과, 대부분의 조건에서 실내 거주역의 평균온도는 설정온도보다 2~3°C 낮게 나타나고 있어, 에어컨의 설정온도를 적정온도보다 약 1~2°C 높게 설정하는 것이 에너지 절약면에서 유리하며, 에어컨 취출온도는 실내·외 온도차에 따라 실내온도와 10°C 이상의 차이를 보이는 경우가 많아 취출기류의 영향을 많이 받는 지점과 적게 받는 지점간의 온도차가 비교적 크게 나타나는 것으로 나타났다.
3. 공동주택에서의 실측결과, 주요 냉방공간에서의 실내온도 편차는 지점에 따라 대부분 2°C 미만으로 일정하게 유지되었으나, 에어컨이 냉방기능으로 운전되는 기간 동안에는 에어컨 부근과 이로부터 먼 지점과의 온도차가 3~3.4°C의 차이를 보이는 것으로 나타났고, 취출기류의 영향을 많이 받는 지점에서는 운전기능 변화에 따라 온도의 상승·하강폭이 큰 것으로 나타났다.
4. 에어컨 냉방조건에 따른 쾌적성을 평가하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 결과, 에어컨의 취출기류가 직접 도달하는 부분에서의 불만족도가 높게 나타나, 에어컨 냉방공간의 열쾌적을 위해서는 취출기류가 직접 거주역에 도달하지 않도록 에어컨의 취출각도를 상향 조절하여 기류가 실내에 전반적으로 분산되도록 하는 것이 유리함을 확인할 수 있었다.

목 차

제 1장 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 내용 및 방법	3
제 2 장 에어컨 냉방공간의 열환경 평가를 위한 예비조사	5
2.1 온열환경 기준 및 국부적 불쾌감 요인	5
2.1.1 온열환경기준	5
2.1.2 국부적 불쾌감 요인	8
2.2 에어컨의 종류 및 특성	13
2.2.1 에어컨의 보급현황	13
2.2.2 에어컨의 종류	14
2.2.3 에어컨 사용 및 설치시의 고려사항	16
제 3장 공동주택의 냉방실태 및 거주자 반응평가를 위한 설문조사	18
3.1 설문조사의 개요	18

3.2 설문조사의 결과 및 분석	18
3.2.1 공동주택의 냉방실태	18
3.2.2 에어컨 냉방시의 거주자 반응	24
3.3 소 결	27
제 4장 에어컨 냉방의 열환경에 관한 실험적 고찰	28
4.1 실험모델에서의 에어컨 냉방실험	28
4.1.1 실험 개요	28
4.2 실험결과 및 분석	34
4.2.1 26°C, 강풍, 수평방향의 조건으로 취출한 경우	35
4.2.2 26°C, 강풍, 하향 45° 방향의 조건으로 취출한 경우	37
4.2.3 26°C, 약풍, 수평방향의 조건으로 취출한 경우	38
4.2.4 26°C, 약풍, 하향 45° 방향의 조건으로 취출한 경우	39
4.3 공동주택 에어컨 냉방의 열환경요소 측정	40
4.3.1 측정개요	40
4.3.2 측정방법 및 측정부위	41
4.3.3 측정결과 및 분석	41
4.4 소 결	45

제 5장 에어컨 냉방공간의 열환경 평가를 위한 시뮬레이션	47
5.1 시뮬레이션 개요	47
5.1.1 프로그램의 개요	47
5.1.2 프로그램 적용의 타당성 검증	49
5.1.3 시뮬레이션의 경계조건	50
5.1.4 시뮬레이션 방법 및 평가기준	52
5.2 시뮬레이션 결과 및 분석	54
5.2.1 바닥면과 수평방향으로 츄출한 경우	54
5.2.2 바닥면과 하향 45° 방향으로 츄출한 경우	58
5.2.3 바닥면과 상향 45° 방향으로 츄출한 경우	62
5.3 공동주택에 적합한 개별냉방방식의 방안제시	66
5.4 소 결	69
제 6장 결 론	71
연구의 한계 및 추후 연구과제	73
참 고 문 현	74
[부록] 설 문 지	76
ABSTRACT	81

표 목 차

<표 2-1> 건물유지 관리법에 의한 국내의 실내환경기준	6
<표 2-2> 국외의 온열환경 기준	6
<표 2-3> 에어컨의 종류 및 용도	16
<표 4-1> 에어컨의 규격 및 운전기능	28
<표 4-2> 에어컨 냉방 실험조건	30
<표 4-3> 온열환경 요소별 측정부위	31
<표 4-4> 에어컨의 운전상태별 열환경분포	34
<표 5-1> 대상 공동주택의 벽체구성	52
<표 5-2> 대상 공동주택의 냉방부하	52
<표 5-3> 거실과 주방의 PD분포	55
<표 5-4> 거실과 주방의 PD분포	59
<표 5-5> 거실과 주방의 PD분포	63

그 림 목 차

(그림 2.1) ASHRAE의 폐적범위	7
(그림 2.2) 드래프트의 허용한계	9
(그림 2.3) 머리와 발목부근의 수직 온도차에 의한 불만족률	10
(그림 2.4) 불균등 복사와 불만족비의 관계	11
(그림 2.5) 바닥온도변화와 불만족률간의 관계	12
(그림 2.6) 최근 10년간 에어컨 출하현황	14
(그림 3.1) 조사대상 공동주택의 규모	19
(그림 3.2) 에어컨 보유 여부	20
(그림 3.3) 에어컨 구입 예정시기	20
(그림 3.4) 에어컨의 설치위치	21
(그림 3.5) 실외기의 설치위치	22
(그림 3.6) 에어컨의 일일 평균사용시간	23
(그림 3.7) 에어컨의 설정온도분포	23
(그림 3.8) 실내 에어컨의 소음에 관한 주관적 반응	25
(그림 3.9) 실외기의 소음에 관한 주관적 반응	25
(그림 3.10) 중앙냉방방식 도입시의 반응	26
(그림 4.1) 실험모델 평면도	29
(그림 4.2) 실험실 단면도	29
(그림 4.3) 열환경요소 측정부위 - 평면	32
(그림 4.4) 26°C, 강풍, 수평방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포	36
(그림 4.5) 26°C, 강풍, 하향 45° 방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포	37
(그림 4.6) 26°C, 약풍, 수평방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포	38
(그림 4.7) 26°C, 약풍, 하향 45° 방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포	39

(그림 4.8) 공동주택의 평면도 및 온도 측정부위	40
(그림 4.9) 에어컨 가동중의 냉방공간의 시간별 온도변화 분포	42
(그림 4.10) 냉방과 송풍운전시 각 지점의 온도분포	44
(그림 5.1) 실험결과와 시뮬레이션 결과의 비교	50
(그림 5.2) 대상 공동주택의 평면도	51
(그림 5.3) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포	55
(그림 5.4) 거실 - 주방 단면의 온도 분포	55
(그림 5.5) 수평방향 취출시의 기류속도 분포	56
(그림 5.6) 수평방향 취출시의 온도 분포	57
(그림 5.7) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포	59
(그림 5.8) 거실 - 주방 단면의 온도 분포	59
(그림 5.9) 바닥면과 45° 하향 취출시의 기류속도 분포	60
(그림 5.10) 바닥면과 45° 하향 취출시의 온도분포	61
(그림 5.11) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포	63
(그림 5.12) 거실 - 주방 단면의 온도분포	63
(그림 5.13) 바닥면과 45° 상향 취출시의 기류속도 분포	64
(그림 5.14) 바닥면과 45° 상향 취출시의 온도분포	65
(그림 5.15) 공동주택의 덱트 병용 패키지 에어컨방식 적용 예	67

제 1장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국민 생활수준의 향상과 함께 건물 내에서 쾌적한 생활을 영위하고자 하는 거주자들의 욕구가 증대됨에 따라 주거용 건물에서의 냉방을 위한 에어컨 수요가 급속도로 증가하고 있으며 앞으로는 주택에서의 냉방설비가 일반화될 것으로 예측된다. 주택에서의 에어컨 보급율은 1985년에 비해 1995년까지 10년 사이에 약 100배 이상의 증가율을 보이며 매년 20% 이상 늘어나고 있는 추세이고, 이후에도 꾸준히 보급율이 증가하고 있지만, 1995년 현재 주택의 에어컨 보급율은 아직 12% 정도에 머무르고 있는 것으로 파악되고 있다¹⁾.

지금까지 우리나라 주거용 건물의 냉난방 설비계획은 '온돌'을 중심으로 하는 난방설비에만 치중하여 왔기 때문에 건물 내의 냉방에 대한 고려가 전혀 이루어지지 않아 바닥복사난방과 별개의 에어컨을 설치하는 개별냉방 방식이 대부분을 차지하고 있다.

건물의 온열환경 조절은 냉난방을 겸용할 수 있는 중앙공조방식의 채택이 가장 효과적이지만, 우리나라 주거의 특성상 온돌이라고 하는 특유의 난방방식이 앞으로도 상당기간 유지될 것이 확실하며, 따라서 에너지사용의 비효율성에도 불구하고 에어컨을 이용한 개별냉방 방식은 앞으로도 계속 보급이 증가될 전망이다.

그러나 재실자들의 쾌적을 목적으로 이용되고 있는 에어컨은 설치 특성상 취출기류가 일방향으로 전개되어 에어컨 부근은 기류속도가 매우 빠른 반면, 이로부터 멀리 떨어진 공간이나 실에서는 취출기류의 영향을 받기 어려워 공간내에서나 실간

1) 한국인의 라이프 스타일과 소비행동에 관한 보고서, 서울 : 제일기획, 1996.7.

의 온도차가 크게 나타나고, 일방향의 강한 취출기류가 직접 거주역에 도달하여 드래프트가 발생하거나 취출기류가 도달하기 힘든 지역에서는 기류 정체역 등이 발생하기 쉬운 문제점 등을 안고 있다. 또한 실내 전채를 쾌적하게 하기 위해 에어컨의 설정온도를 권장온도보다 낮게 조절함으로써 전력낭비의 원인이 되며, 건축 계획단계에서 에어컨 사용에 대한 고려가 미비해 전력공급의 차질을 빚고, 냉방기기 설치공간 확보 등의 문제점이 새로이 부각되고 있어 이에 대한 대책마련이 요구되는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 공동주택을 중심으로 에어컨 냉방에 의한 개별냉방방식의 문제점을 조사하고, 공동주택 거주자들에 대한 설문조사와 실험실, 공동주택에서의 에어컨 냉방환경 실험조사 및 실측을 통하여 에어컨 냉방에 따른 온열환경의 실태를 파악한 뒤, 개별 에어컨에 의한 냉방방식을 쾌적성면에서 종합적으로 평가할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교·분석함으로써, 에어컨 개별냉방의 효율적 에너지 이용 및 쾌적열환경 제고를 위한 방안을 마련하고자 하였다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 하절기 공동주택에서의 에어컨 냉방에 의한 문제점을 파악하고, 에너지 이용 및 쾌적성면에서 유리한 방법으로 에어컨 냉방을 실시할 수 있는 방안을 마련하기 위해, 문헌고찰, 설문조사 및 관련실험, 시뮬레이션을 실시하였다. 본 연구의 접근방법은 크게 4단계로 나눌 수 있으며 각 단계별 연구의 내용과 방법은 다음과 같다.

1. 에어컨 냉방공간의 열환경 평가를 위한 예비조사

1단계에서는 현재 대부분의 공동주택에서 실시되고 있는 에어컨 냉방의 열환경 특성 및 문제점을 파악하여 에어컨에 의한 효율적인 개별냉방을 실시할 수 있는 방안을 마련하기 위한 기초단계로, 실내 온열환경기준과 에어컨의 종류 및 특성을 문현을 통하여 고찰하였다.

2. 공동주택의 냉방실태 조사 및 거주자반응 평가를 위한 설문조사

2단계에서는 설문조사를 실시하여 공동주택의 에어컨 보유현황, 운전습관 및 에어컨 사용에 따른 거주자의 주관적 반응 등을 조사하여, 공동주택에서의 에어컨 냉방실태 및 문제점 등을 파악하여 공동주택의 효율적인 냉방을 위한 대안마련의 기초자료로 삼고자 하였다.

3. 에어컨 사용시의 열환경에 관한 현장 및 모델 실험

3단계에서는 실험모델과 공동주택에서의 실측을 통한 에어컨 냉방실험을 실시하였다. 실험모델 실험에서는 에어컨의 실내 설정온도, 송풍량 및 취출각도 등의 변수를 조절하여 각각의 경우에 따른 열환경요소의 분포를 파악하였고, 공동주택에서의 실측을 통해 실제 에어컨 사용공간에서의 온도분포의 문제점을 파악하였다.

4. 공동주택의 에어컨 개별냉방방식의 열환경 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션

4단계에서는 실험적 방법의 한계를 보완하고 에어컨에 의한 개별냉방방식을 쾌적성면에서 종합적으로 평가하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션을 위해 3차원 열·유동 해석 프로그램인 PHOENICS 2.2를 사용하였고, 온도와 기류속도에 의한 불만족도를 구해 개별냉방의 효율적 에너지 이용 및 쾌적 열환경 제고를 위한 방안마련의 근거로 삼고자 하였다.

제 2장 에어컨 냉방공간의 온열환경 평가를 위한 예비 조사

2.1 온열환경 기준 및 국부적 불쾌감 요인

실내에 쾌적한 공기조화가 이루어지려면 실내 거주공간의 온도가 비교적 균일하고 기류속도가 과다한 곳이 없어야 한다. 이와 같은 공조조건이 유지될 때 재설자로 하여금 열적으로 중립상태에 있도록 함으로서 쾌적한 온열환경이 이루어지게 된다. 그러나 실제 공조공간에서는 온도 및 기류분포를 일정하게 유지하는 것이 매우 어렵고, 드래프트나 수직온도차 등에 의한 국부적 불쾌감이 발생하기 쉬워 온도 및 기류분포에 영향을 미치는 요소들의 특성을 최대한 고려하여 거주공간 내의 쾌적환경을 유지할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

본 절에서는 실내 온열환경기준과 국부적 불쾌감을 유발할 수 있는 환경인자 및 이에 따른 평가지표를 조사하여 온열환경측면에서 에어컨 사용공간의 불쾌적 요소를 파악하고, 에어컨 사용방법에 따라 쾌적성면에서 보다 효율적으로 개별냉방을 실시할 수 있는 방안제시를 위한 기초자료로 삼고자 한다.

2.1.1 온열환경기준

선진 각국에서는 각종 온열환경 평가지표를 이용하여 실내 온열환경의 쾌적범위를 선정하여 적용하고 있다. 우리나라의 경우 온열환경기준은 건축법 등에서 기온, 습도, 기류속도 등에 대한 최소기준을 규정하고 있으나 현실적 적용과는 차이가 있는 형편이다<표 2-1>.

외국의 경우에는 온열환경 기준을 다양한 평가척도에 따라 계절별로 상세하게 규정하고 있으며, 이중 미국에서 적용되는 ANSI/ASHRAE 기준과 유럽에서 사용되는 ISO기준을 살펴보면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-1> 건물유지 관리법에 의한 국내의 실내환경기준²⁾

구 분		실 내 공 기 환 경
온 도		17~28℃(냉방시에는 외기온과의 차를 대개 7℃ 이하로 설정)
습 도		상대습도 40~70%
기류 속도		0.5 m/s 이하
공기청정	부유분진	0.15 mg/m ³ 이하의 농도
	CO	10 ppm 이하의 농도
	CO ₂	1,000 ppm 이하의 농도

<표 2-2> 국외의 온열환경 기준³⁾

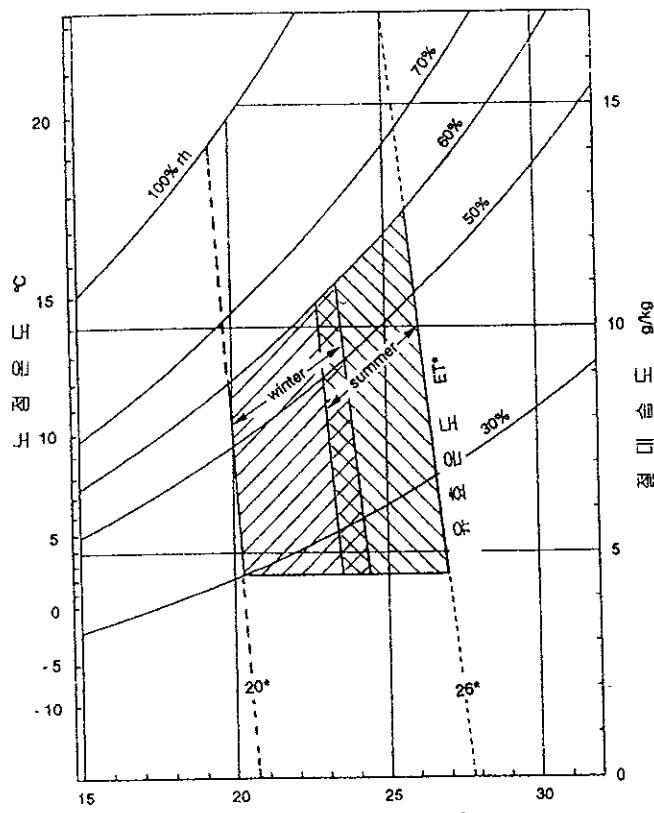
항목	기준	ISO		ASHRAE	
		겨울철	여름철	겨울철	여름철
온열 환경	온도	작용온도 20~23.5℃ (1.0 clo)	작용온도 23~26℃ (0.5 clo)	작용온도 20~24℃ (0.9 clo)	작용온도 23~26℃ (0.5 clo)
		습도 40~60%		노점온도 1.7~16.7℃	
	기류 속도	0.15m/s 이하	0.25m/s 이하	0.15m/s 이하	0.25m/s 이하
	수직 온도차	3℃ 이하 (높이 0.1m와 1.1m에서의 차)		3℃ 이하 (높이 0.1m와 1.7m에서의 차)	
	PMV (PPD)			-0.5 ~ +0.5 (10% 이하)	

2) 건설부령 제 506호 제 10조, 보건사회부 고시 제 96-91호.

3) 배귀남, 실내온열환경의 폐적성 평가, 건강과 생활환경 강연회, 1995. 6, p.12-15.

ASHRAE기준의 경우 표준 착의량을 여름은 0.5clo, 겨울철은 0.9clo로 정하여, 온도는 작용온도를 기준으로 여름철과 겨울철에 각각 23~26°C, 20~23°C 이내로 유지하고, 여름철 및 겨울철 평균 기류속도는 각각 0.25m/s, 0.15m/s이하로 유지하도록 규정하고 있다. 온열환경 평가지표로는 Fanger가 제안한 PMV와 PPD를 채택하여, 폐적조건을 위해 $-0.5 < \text{PMV} < 0.5$, $\text{PPD} < 10\%$ 를 추천하고 있다.

(그림 2.1)은 표준 착의량과 경작업 상태에서 10%의 불만족율을 나타내는 ASHRAE의 폐적범위를 보여주고 있고, ISO의 온열환경 기준도 대부분 ASHRAE 기준과 유사함을 알 수 있다<표 2-2>.



(그림 2.1) ASHRAE의 폐적범위⁴⁾

4) ASHRAE, *ASHRAE Handbook 1993 Fundamentals*, ASHRAE, 1993.

2.1.2 국부적 불쾌감 요인

신체는 열적으로 중립인 상태에 도달하게 되면 쾌적함을 느끼게 된다. 그러나 열적 중립상태에서도 신체의 일부가 덥거나 추워질 때 쾌적감을 느낄 수 없고, 따라서 열쾌적은 신체의 열적 중립상태 뿐만 아니라 국부적인 불쾌감도 없어야 함을 의미한다. 이러한 국부적 불쾌감의 주요 원인으로 드래프트, 수직온도차, 불균등 복사, 적정 범위 이상의 바닥표면온도 등을 들 수 있다.

1. 드래프트(Draft)

드래프트는 빠른 기류속도에 의해 차가운 기류가 인체 표면에 접하게 될 때 나타나는 국부적 불쾌감 요인으로 현재의 공조에서는 가장 해결하기 어려운 문제로 꼽히고 있다.

드래프트와 관련해 많은 실험이 이루어졌는데, 이중 Fanger와 Pederson은 피험자의 목과 발목의 뒷부분에 주기적으로 난류를 흘려보내는 과정의 실험(1977)을 통해 피험자들이 층류(層流)보다 난류(亂流)에 의해 더욱 불쾌감을 느끼기 쉽다는 것을 확인하였다. 또한 Fanger는 기온, 평균기류속도, 기류속도의 변동량(난류강도) 간의 상관성을 아래의 Draft Risk 모델로 표현하고 있고, 이 모델을 이용하여 공조 공간내의 드래프트 발생 판단여부 결정 및 드래프트 방지를 위한 기류분포를 유도하도록 시스템을 구성하는 기준으로 이용할 수 있다.

$$PD = 3.143(34 - t_a)(V - 0.05)^{0.622} + 0.3696(34 - t_a)(V - 0.05)^{0.622} VTu^5$$

여기서 PD(Percentage Dissatisfied) : 불만족률(%)

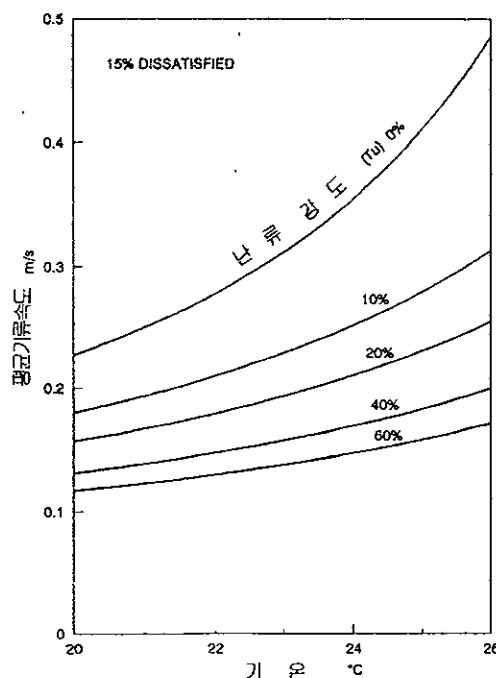
t_a : 실내온도(°C)

V : 평균기류속도(m/s)

Tu : 난류강도(%)

* 단, V 가 0.05이하일 경우 V 는 0.05로 대입하고, PD가 100% 이상이면 PD는 100% 인 것으로 판단한다.

(그림 2.2)는 불만족율이 15%일때 이들 변수에 따른 드래프트의 허용한계를 나타낸 것이다.



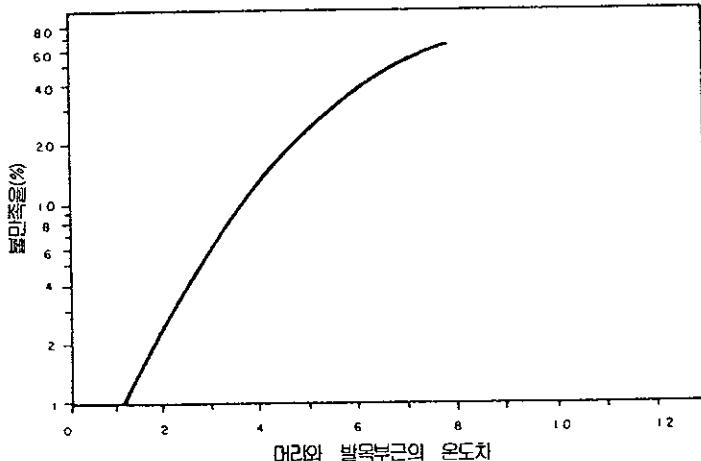
(그림 2.2) 드래프트의 허용한계

5) ASHRAE, *ASHRAE Handbook 1993 Fundamentals*, ASHRAE, 1993.

2. 수직온도차(Vertical Air Temperature Difference)

대부분의 실내 공간에서는 바닥면으로부터 높아질수록 온도가 상승하고, 실내 상부와 하부간의 온도구배가 크게 되면, 열적으로 중립상태에 있더라도 발목부분에서 차가운 불쾌감을 느끼고, 머리부분에서 더운 불쾌감을 느끼게 된다. 수직온도차에 대한 온열환경 기준으로 ISO 규정에서는 바닥면 위 10cm와 110cm간의 온도차가 3°C이하가 되도록 제시하고 있고, ASHRAE 기준의 경우 바닥면 위 10cm 와 170cm 사이의 온도차가 3°C이내로 유지되도록 규정하고 있다.

(그림 2.3)은 바닥면으로부터 10cm와 110cm사이의 수직온도차에 의해 인체가 불만족을 느끼는 비율을 나타내고 있다. 즉, 예를 들어 1m 높이의 수직온도차가 6 °C일 때, 약 40%의 재설자가 열환경에 대해 불만족을 나타내는 것을 알 수 있다.

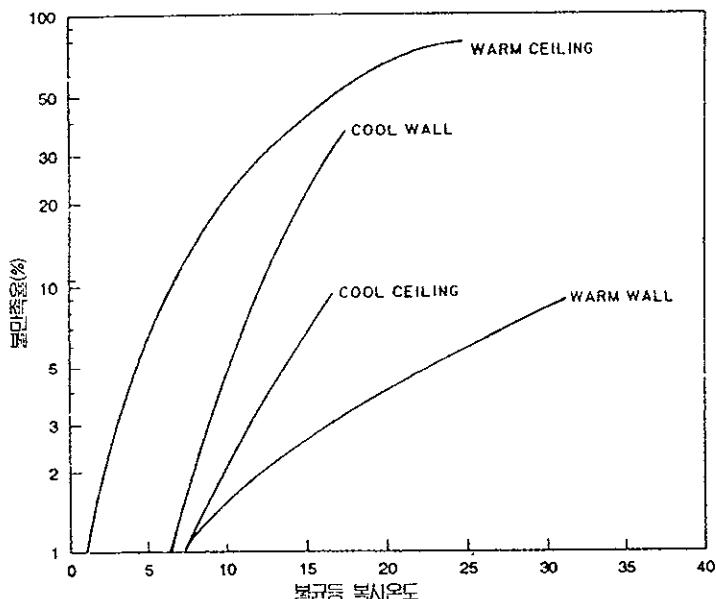


(그림 2.3) 머리와 발목부근의 수직 온도차에 의한 불만족률

3. 불균등 복사(Asymmetric Radiation)⁶⁾

실내에서의 불균등한 복사는 차거나 더운 창문, 벽, 천장 등에 의해 발생하며, 인체가 불균등 복사에 노출되면 인체의 각 부분이 감지하는 온도의 차가 커지므로 불쾌감을 느끼게 된다. 복사의 불균일성은 미소면에 대한 복사온도의 벡터차로 나타나며, 전신이 덥지도 춥지도 않은 상태라도 신체의 일부분이 불균등 복사에 의해 차거나 더운 느낌을 받게되면 불쾌감을 느끼게 된다.

(그림 2.4)는 차갑거나 더운 벽과 천장에 대한 불균등 복사와 불만족률의 관계를 나타내고 있으며, ISO와 ASHRAE의 온열환경 기준에서는 바닥으로부터 0.6m 높이에서 수평방향 평균복사온도차와 수직방향 평균복사온도차를 각각 10°C , 5°C 이내로 유지할 것을 추천하고 있다.

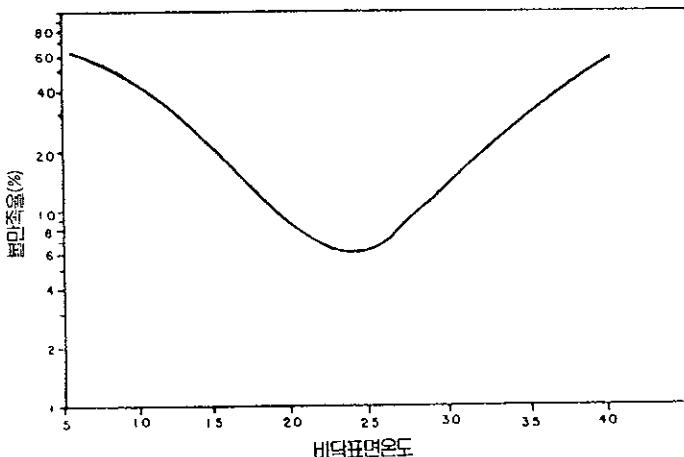


(그림 2.4) 불균등 복사와 불만족비의 관계

6) 배귀남, 실내온열환경의 폐적성 평가, 건강과 생활환경 강연회, 1995. 6, p.10-12.

4. 바닥 표면온도(Warm or Cold Floors)

발은 바닥면과 직접적으로 접촉하게 되므로 바닥온도가 너무 높거나 낮으면 국부적으로 불쾌감을 유발하게 된다. 또한 바닥 표면온도는 실내의 평균복사온도에 많은 영향을 미친다. ISO와 ASHRAE 규정에서는 바닥온도를 각각 19°C 및 18°C 이상으로 유지하는 것이 좋다고 추천하고 있지만 입식생활을 하는 서양과 좌식생활을 위주로 해온 우리나라와는 실제로 바닥온도에 의해 느끼는 쾌적감이 서로 다르므로 우리의 실정에 적합한 바닥온도를 설정해야 한다. (그림 2.5)는 열적으로 중립인 상태에서 바닥온도에 따른 불만족률의 비율을 나타내고 있다.



(그림 2.5) 바닥온도변화와 불만족률간의 관계

2.2 에어컨의 종류 및 특성

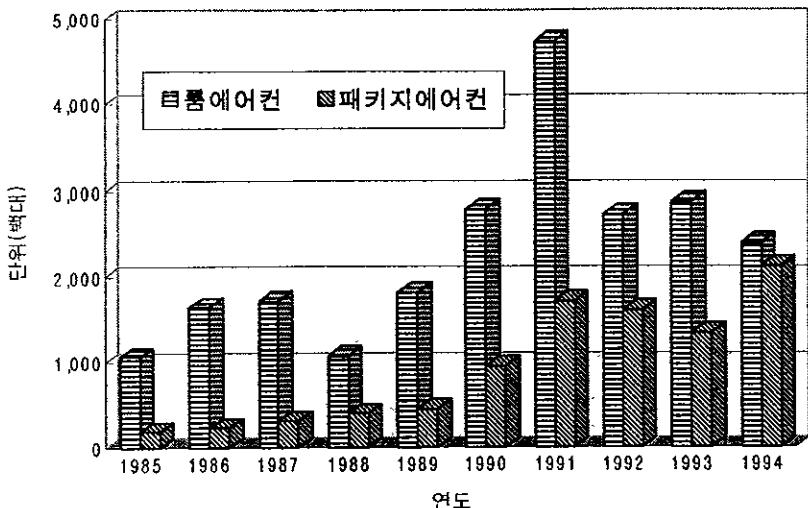
우리나라 주거용 건물에서의 냉·난방 설비방식은 기존의 난방위주의 생활에 자연스럽게 여름철 냉방을 위해 에어컨의 도입이 이루어졌고, 최근들어 보급율이 급격히 증가해 여름철 국가 전력예비율을 위협할 정도까지 이르고 있다.

에어컨은 중앙식 공기조화 시스템을 단일 케이스 내에 설치한 소형 공조기로, 압축기, 응축기, 증발기 등의 냉매 사이를 계통 및 팬, 에어필터, 자동제어기기와 선택적으로 가열기, 가습기 등을 하나의 케이스 내에 모두 수용하고 있다. 에어컨은 압축기의 용량을 기준으로 볼 때, 0.4kW 정도 소용량의 주택용에서 일반 사무소 건물, 점포 등에 쓰이는 120kW 정도까지의 광범위한 종류가 있어 공조대상의 건물이나 실의 종류, 용도, 규모 등에 따라 선택 사용되고 있다.

2.2.1 에어컨의 보급현황

우리나라에 최초로 에어컨이 보급되기 시작한 것은 1963년 창문형 에어컨의 도입이 이루어진 이후부터이나 1970년대에는 국내 공조업계의 취약한 기술수준과 에너지 파동으로 인해 국산화 냉동기기의 보급이 늦어지는 계기가 되었다. 그러나 80년대 이후 집중적인 설비투자로 기술력이 향상되었고, 여름철 냉방을 위한 소비자의 욕구증가에 힘입어 근래의 에어컨은 수요와 공급면에서 매년 큰 폭으로 증가하고 있다.

최근 10년간의 룸에어컨과 패키지 에어컨 출하율은 (그림 2.6)과 같고, 96년 현재 가정에 보급되어 있는 에어컨은 약 160만대로 추정되고 있으며, 가정에서의 에어컨 수요도 소용량에서 점차 대용량의 에어컨을 선호하고 있는 추세이다.



(그림 2.6) 최근 10년간 에어컨 출하현황⁷⁾

2.2.2 에어컨의 종류

에어컨은 냉방전용과 히트펌프를 이용한 냉·난방 겸용의 것이 있으며 일반적으로 수냉식에 비해 공냉식이 많이 이용되고 있다. 에어컨은 대체적으로 냉·난방, 제습, 송풍의 운전기능을 보유하고 있고, 이외에 공기정화, 음이온발생, 절전기능 등을 포함하고 있다.

에어컨은 기기 구성형태에 따라 다음과 같이 일체형과 분리형으로 구분할 수 있다.

7) 한국 냉동공조공업협회, 통계자료, 냉동·공조·공기기기, 서울, 1995, p.8.

1. 일체형 에어컨

일체형 에어컨은 냉동사이클이 하나의 기기안에 모두 포함된 형태로 창문에 설치하는 경우가 많아서 창문형이라고도 불리며, 벽면이나 창문을 관통해 설치하므로 실내에 돌출되는 부분이 작다. 압축기에 의한 소음이 크고, 창틀에 부착할 경우 창의 개폐가 부자연스럽고 실내를 어둡게 하는 단점이 지적된다. 주로 개별공간의 냉방을 위해 설치되는 경우가 많지만, 분리형 에어컨이 보급된 이후로 점차 생산비율이 적어지는 추세이다.

2. 분리형 에어컨

분리형 에어컨은 일체형 에어컨과 기능 및 구성부품은 동일하나 실외 유닛에는 압축기 및 응축기를 내장하고, 실내 유닛에는 증발기만을 설치한 것으로 실내 유닛과 실외 유닛은 냉매배관, 전기배선, 제어선 등으로 접속하는 형태를 취하고 있다.

냉방능력에 따라 비교적 큰 용량의 패키지형(슬립형)과 작은 용량의 천장형 및 벽걸이형으로 구분되며, 설치방법에 따라 패키지형은 바닥 상치형으로 천장 및 벽걸이형은 벽패형이나 천장매립형으로 분리된다.

분리형 에어컨의 특징은 실내기와 실외기가 분리되어 운전음이 조용하며, 실내기의 설치위치에 따라 실내공간을 유용하게 사용할 수 있고, 옥외와 인접한 창문이나 벽이 없는 실에도 설치가 가능해 창문 및 벽면의 개수공사가 필요 없다. 한편 분리형 에어컨은 별도의 실외기 설치공간을 필요로 하며 실외기가 직접 일사에 노출될 경우 에어컨의 운전효율에 많은 영향을 미치므로 직사광선을 피해 차양을 설치하는 것이 유리하다.

일반적인 에어컨의 종류 및 용도는 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 에어컨의 종류 및 용도⁸⁾

구 분	종 류	용 량(압축기 출력)	용 도
수냉식	바 닥 형	일반형 0.75-120kW 룸유니트형 0.6-2.2kW 전산실용 2.2-11kW	공조일반 : 사무실, 점포 중형이상 : 덕트접속형 바닥설치의 저형은 창하부에 설치 전산실용 등의 특수용도
공냉식	냉 풍 형	0.6-1.5kW	주택, 아파트, 소규모 사무소
	벽걸이형	1.5-2.2kW	
	분 리 형 · 바닥형 · 벽걸이형 · 수직형	0.6-1.5kW 0.6-2.2kW 2.5-3.75kW	주택, 아파트, 소규모 사무소 주택, 아파트, 소규모 사무소 소규모 사무소, 점포
	히트펌프형 (바닥형)	1.5-15kW	일반공조, 사무소, 점포
	루프톱형	2.2-15kW	저층주택 등의 주택, 점포, 수퍼마켓 등

2.2.3 에어컨 사용 및 설치시의 고려사항

에어컨 사용시에 적정한 기류분포를 얻기 위해서는 실의 중앙에 설치하는 것이 유리하지만 설치하게 되는 실의구조, 창 및 벽체의 위치, 가구배치, 재실인원 등과 같은 수많은 요소에 의해 영향을 받게 된다. 따라서 에어컨의 효율향상과 쾌적성을 유지하며 에어컨을 사용하기 위해서는 다음과 같은 사항⁹⁾에 유의하여 설치하여

8) 박순철, “*Package Air Conditioner의 운전상태 예측 시뮬레이션*”, 석사학위 논문, 부산수산대 대학원, 1994.2.

9) 대한 건축사 협회, *에너지 절약형 건축설계 핸드북* : 제 5 권 공동주택 편, 서울 : 대한 건축사 협회, 1996.

야 한다.

1. 취출방향 및 도달거리가 적절할 것.

에어컨 취출기류의 풍속, 취출구 형태 등에 의해 도달거리를 계산하여 실내온도가 균일하게 유지되고, 취출기류가 직접 인체에 닿지 않을 수 있도록 설치하며 거주 영역 내에서의 실내 기류속도는 0.25m/s이하로 유지되도록 하는 것이 바람직하다.

2. 바닥설치형은 바닥구조, 평탄도가 적절할 것.

에어컨의 중량에 적합한 실의 구조가 고려되지 않으면 소음의 원인이 되며, 대형기종의 경우는 중량이 크기 때문에 설치할 바닥의 강도를 확인하고 필요에 따라 보강 후 설치한다.

3. 전원전압이 적정할 것.

정격전압이 $\pm 10\%$ 이내이어야 하고, 에어컨이 흡입되는 공기온도가 높아지거나 냉각수온도가 높은 경우에는 운전 전류가 상승하기 때문에 배선의 굽기나 변압기 용량에 대하여는 다소의 여유가 필요하다.

4. 공냉식 기종의 경우 실외기 위치 선정이 적정할 것.

실외기는 실내기에 비해 소음이 크고, 원활한 통풍이 이루어지는 장소를 필요로 한다. 옥상에 설치할 경우 방진에 유의하고 실외기 송풍기의 소음이 인접건물에 전달되지 않도록 하며, 필요에 따라 방음대책을 세운다.

또한 직사광선을 받게되면 성능이 저하되어 에너지 과소비 및 기기 고장의 원인이 되므로 일사방지 장치를 필요로 하며 취출된 공기가 재 흡입되지 않도록 배치하는 것이 중요하다.

제 3장 공동주택의 냉방실태 및 거주자 반응평가를 위한 설문조사

3.1 설문조사의 개요

본 연구에서는 공동주택의 여름철 냉방방식으로 자리잡아가고 있는 에어컨에 의한 개별냉방 실태 및 문제점을 파악하기 위해 서울과 수도권 지역의 공동주택 94개소를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

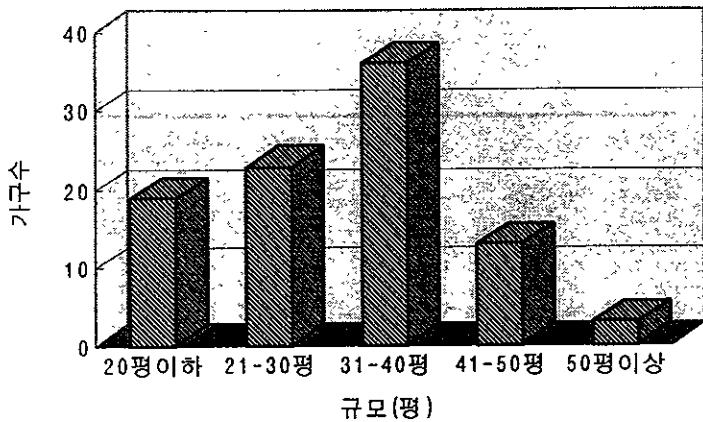
설문조사는 가정 내에서 에어컨을 충분히 사용하고 난 시기인 8월 하순에 이루어졌고, 설문의 항목은 에어컨 보유현황, 운전습관 및 에어컨 사용에 따른 재실자의 주관적 반응 등으로 구분하여 설문조사 및 분석을 실시하였다.

3.2 설문조사의 결과 및 분석

3.2.1 공동주택의 냉방실태

1. 조사대상 공동주택의 규모

설문조사의 대상이 된 공동주택 94가구 중에서 규모는 30평 이상 40평 이하의 주택이 전체의 38%를 차지해 가장 높은 비율을 보였고, 단일평형 가운데 가장 많은 분포를 보인 것은 32평형으로 22%를 나타냈다. 32평형 이하의 규모가 전체의 68%를 차지했고, 20평형 이하의 소규모와 40평 이상의 대규모 주택의 비율도 각각 20%, 17%로 나타나 생활수준에 있어서 비교적 고른 분포를 나타내었다(그림 3.1).



(그림 3.1) 조사대상 공동주택의 규모

2. 공동주택의 에어컨 보유현황

여름철 냉방에 대한 거주자의 욕구를 파악하기 위해 에어컨 보유여부, 구입예정 시기 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

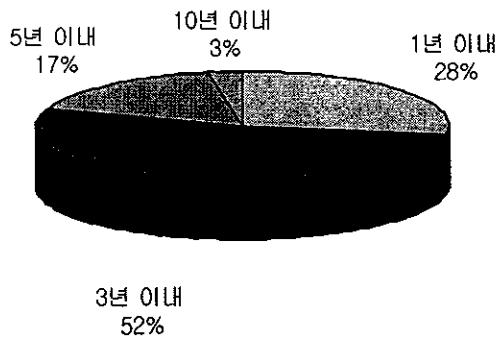
(1) 에어컨의 보유현황

(그림 3.2)로부터 조사대상 94가구 중 에어컨을 보유하고 있는 가정은 42가구로 약 45%를 차지함을 알 수 있다. 이러한 결과는 국내 주택의 에어컨 보유율인 12%정도를 상회하는 분포로 단독주택에 비해 공동주택에서 에어컨을 보유하고 있는 비율이 상대적으로 높음을 알 수 있다.



(그림 3.2) 에어컨 보유 여부

현재 에어컨을 보유하고 있지 않은 52가구 중 장래에 에어컨을 설치할 계획이 있는 가구는 36가구로 69%를 차지하고 있으며, 이 가운데 3년 이내에 설치할 계획이 있는 주택의 비율이 98%나 차지해 현재 에어컨을 보유하지 않은 가정에서도 주택에서의 냉방에 대한 욕구가 매우 높음을 알 수 있었다. (그림 3.3)에는 현재 에어컨 미보유 가정의 에어컨 구입 예정시기가 나타나 있다.



(그림 3.3) 에어컨 구입 예정시기

한편, 에어컨을 보유하고 있는 42가구 가운데 2대 이상 보유하고 있는 곳은 4가구였고, 3대 보유하고 있는 곳도 1가구 있는 것으로 나타나 에어컨 사용 가구중 2

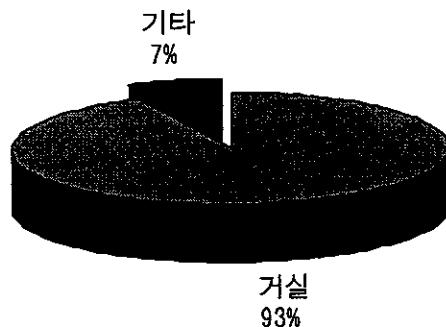
대 이상 보유한 가구가 10%를 차지하는 것으로 나타났다. 2대 이상 보유한 가구의 구입동기는 주택의 규모에 비해 에어컨의 용량이 작아서 각 실마다 고루 시원하지 않거나 소용량으로 필요한 공간에만 냉방을 하고자 함에 기인했다.

에어컨 구입시기는 3년 이내가 전체의 93%를 차지해 최근 들어 에어컨의 구매 수요가 급증하고 있음을 알 수 있었고, 보유하고 있는 에어컨을 유형별로 구분하면, 분리형인 패키지형(60%)과 벽걸이형(29%)이 전체의 89%의 점유율을 보여 많은 가정에서 비교적 용량이 큰 에어컨을 사용하고 있음을 알 수 있었다.

(2) 에어컨 및 실외기의 설치위치

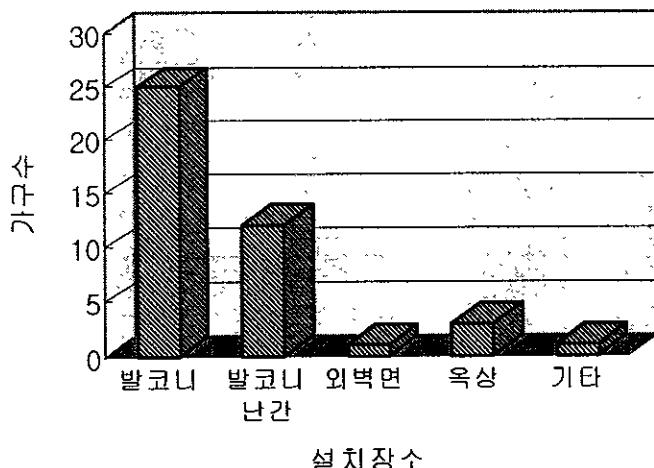
에어컨의 설치위치는 거실이 93%를 차지해 대부분의 공동주택에서 거실을 주요 냉방공간으로 하고 있음이 알 수 있었고(그림 3.4), 벽걸이형 에어컨의 경우 거실과 함께 안방, 작은방 등에 설치한 것으로 나타났다.

또한 분리형 에어컨에만 있는 실외기의 설치위치는 발코니에 설치한 경우가 60%, 발코니 난간 외부에 설치한 경우가 29%로 실외기가 있는 가정의 89%가 실외기를 발코니나 발코니 난간에 설치한 것으로 나타났다.



(그림 3.4) 에어컨의 설치위치

실외기가 설치된 곳의 향은 남향(57%), 동향(31%), 북향(5%), 서향(2%)의 순으로 나타났는데, 실외기에 일사차단을 위해 차양이나 블라인드 등의 차폐장치를 하지 않은 가정이 81%로 에어컨의 효율에 많은 영향을 미치는 실외기 관리에 문제점이 있는 것으로 나타났다.

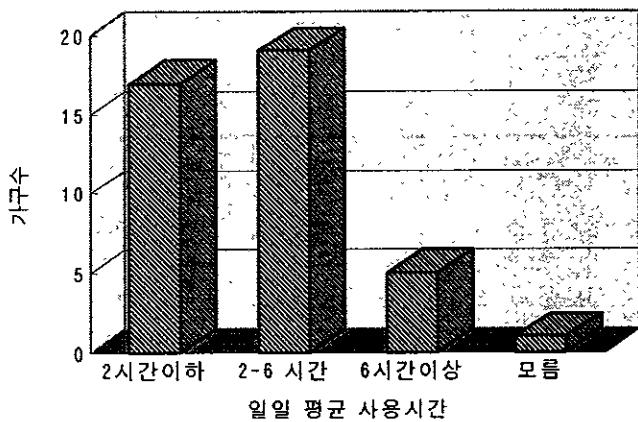


(그림 3.5) 실외기의 설치위치

3. 공동주택의 냉방기기 운전습관

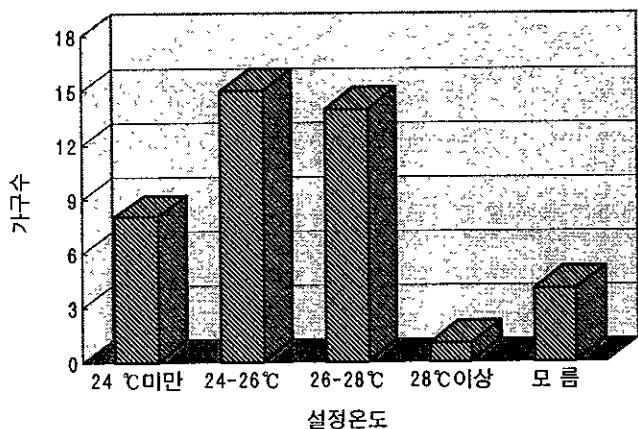
에어컨을 보유하고 있는 가구를 대상으로 재실자들의 에어컨 운전실태를 파악하기 위해 운전시간, 설정온도 및 풍량 조절습관을 분석한 결과는 다음과 같다.

여름철 하루평균 에어컨 사용시간은 6시간 이하가 86%로 대부분을 차지하고 있으며, 6시간 이상 사용하는 가구의 비율이 낮게 나타나 대부분의 가정에서 무더운 시간대에 간헐적으로 에어컨을 사용하고 있음을 알 수 있다(그림 3.6).



(그림 3.6) 에어컨의 일일 평균사용시간

또한 온도조절기능이 있는 에어컨을 보유한 가정을 대상으로 실내의 설정온도를 조사한 결과, (그림 3.7)에서와 같이 $24^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$ 가 36%로 가장 많았으며, 여름철 실내 권장온도인 $26^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ 로 유지하는 경우는 33%로 나타났다. 그러나 실내 온도를 24°C 미만으로 설정하는 경우도 19%의 분포를 보여 폐적기준보다 낮게 실내온도를 설정하는 경우도 상당히 있음을 알 수 있다.



(그림 3.7) 에어컨의 설정온도분포

에어컨의 풍량조절에 대한 설문조사결과, 74%가 풍량을 자주 조절하지 않고 있으며, 이 중 55%는 자동상태에서 운전하며, 강풍, 중간풍, 약풍은 서로 미소한 차이를 보였다.

이와 더불어 에어컨의 냉방효율을 높이기 위해 에어컨 가동시 에어컨 앞에 선풍기를 두고 동시에 사용하는지의 여부에 관해 설문을 실시한 결과, 에어컨과 선풍기를 동시에 사용하는 경우는 76%로 나타나 에어컨 사용가구 중 대다수가 에너지 절약을 실천하고 있음을 알 수 있었다.

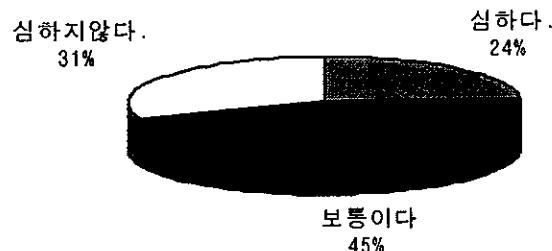
3.2.2 에어컨 냉방시의 거주자 반응

공동주택에서 냉방기기 가동시의 소음에 대한 반응과 냉방기기를 위한 별도의 필요공간 및 기존의 개별 냉방방식에 대응하는 중앙냉방방식을 도입했을 경우 재실자들의 반응을 조사한 결과는 다음과 같다.

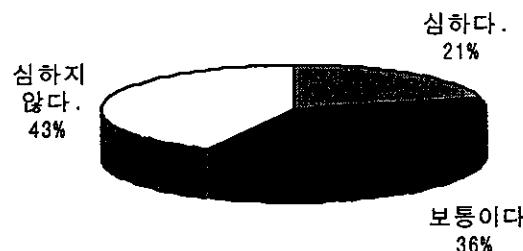
1. 에어컨으로부터의 소음

실내 에어컨 및 실외기로부터 발생되는 소음에 대한 반응 가운데 먼저 에어컨 실내기의 소음정도에 대한 느낌은 45%가 보통이라는 응답을 했고, 심하다고 응답한 경우는 24%, 심하지 않다고 응답한 경우는 31%로 나타났다. 이로부터 실내 에어컨 소음에 의한 재실자들의 불쾌감은 그리 높지 않음을 알 수 있었다.

실내에서 들리는 실외기의 소음정도에 대한 질문에서도 실내 에어컨의 경우와 비슷하나, 심하지 않다고 응답한 경우가 전체의 43%로 나타나 실내 에어컨보다 다소 높은 분포를 보였다. (그림 3.8)와 (그림 3.9)는 에어컨 실내·외기의 소음에 대한 반응 정도를 보여주고 있다.



(그림 3.8) 실내 에어컨의 소음에 관한 주관적 반응



(그림 3.9) 실외기의 소음에 관한 주관적 반응

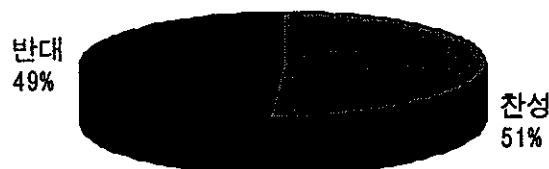
2. 냉방기기를 위한 별도의 공간 필요여부

에어컨 실내기와 실외기를 위한 별도의 공간이 필요함을 느끼는지의 설문에서 76%의 응답자가 필요하다고 답해 실내기 및 실외기 설치로 인한 실내외 공간문제에 불만을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 실외기의 설치는 외부 유효면적을 점유하게 되므로 실제 재실자들에게 설치위치에 대한 부담을 줄 뿐 아니라, 실외기 설치로 인해 사용가능한 공간이 하절기뿐만 아니라 1년 내내 축소된다는 점에서 실외기의 설치위치에 대한 고려가 중요시되어야 할 것이다.

외국의 경우 실외기를 외부 발코니 천장에 매다는 등의 방법으로 사용공간의 축소를 방지하고 있으며, 설문조사 결과 에어컨이나 실외기를 위한 별도의 공간을 필요로 하는 응답자가 전체의 76%임을 고려할 때, 건축계획 과정에서부터 이에 대한 배려가 요구된다.

3. 중앙냉방방식 도입시 재설자들의 반응

에어컨에 의한 개별냉방방식에 반해 공동주택에 중앙 냉방방식을 도입했을 경우 체택할 의사가 있는지에 대한 조사분석 결과 51%의 응답자가 찬성의 의사를 보여 찬반의 비율이 거의 동일함을 알 수 있었다(그림 3.10).



(그림 3.10) 중앙냉방방식 도입시의 반응

4. 기타

실내에서 에어컨을 가동했을 경우 및 실내 냉방기기로 인해 발생하는 기타 문제점들에는 다음과 사항이 도출되었다.

- ① 개별냉방으로 인해 일부공간만 냉방이 된다.
- ② 필터관리 소홀 등으로 인해 기기로부터 취출되는 공기에서 냄새가 난다.
- ③ 응축수 배출에 대한 건축적 배려가 필요하다.

3.3 소 결

공동주택에서의 에어컨 사용에 의한 개별냉방 실태 및 문제점을 파악하기 위해 서울과 수도권 지역의 공동주택 94개소를 대상으로 냉방기기의 보유현황 및 운전습관, 냉방기기 사용에 따른 주관적 반응을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 94개의 조사대상 공동주택 가운데 현재 에어컨을 보유하고 있는 가구는 42가구로 약 45%를 차지하여 국내 주택의 에어컨 보유율을 상회하고 있으며, 장래에 설치할 계획을 가진 가구는 36가구로 나타나 전체 가정의 83%가 에어컨을 보유하고 있거나 설치를 계획하고 있어 여름철 냉방에 대한 거주자들의 욕구가 매우 높아지고 있음을 알 수 있었다.
2. 에어컨 운전실태를 파악하기 위해 에어컨 가동시간, 설정온도 및 풍량조절 현황 등에 관한 조사결과, 에어컨 가동시간은 6시간 이하가 대부분이었으며, 설정온도는 24°C ~ 28°C, 풍량조절은 자동상태로 운전하는 것이 가장 많은 것으로 나타났다.
3. 에어컨 사용에 따른 재실자들의 반응분석결과, 실내·외기 설치에 따른 공간협소의 문제에 불만을 느끼고 있어, 건축 계획단계에서부터 이에 대한 새로운 접근을 필요로 함을 알 수 있었고, 실내 온도가 고르지 못함으로 인해 에어컨을 여러대 구입하는 가정도 늘어나고 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 살펴볼 때, 가정에서의 냉방수요는 상당히 급증하고 있는 것으로 나타났고, 에어컨에 의한 개별냉방시 냉방기기 설치 및 실내온도분포의 불균형 등에 관한 문제점들이 부분적으로 도출되었다.

제 4장 에어컨 냉방의 열환경에 관한 실험적 고찰

4.1 실험모델에서의 에어컨 냉방실험

본 연구에서는 공동주택의 에어컨 사용에 따른 열환경 특성과 문제점을 파악하기 위하여 1996년 하절기에 중앙대학교 공과대학 옥상에 위치한 실험모델에서 실험을 실시하였다.

4.1.1 실험 개요

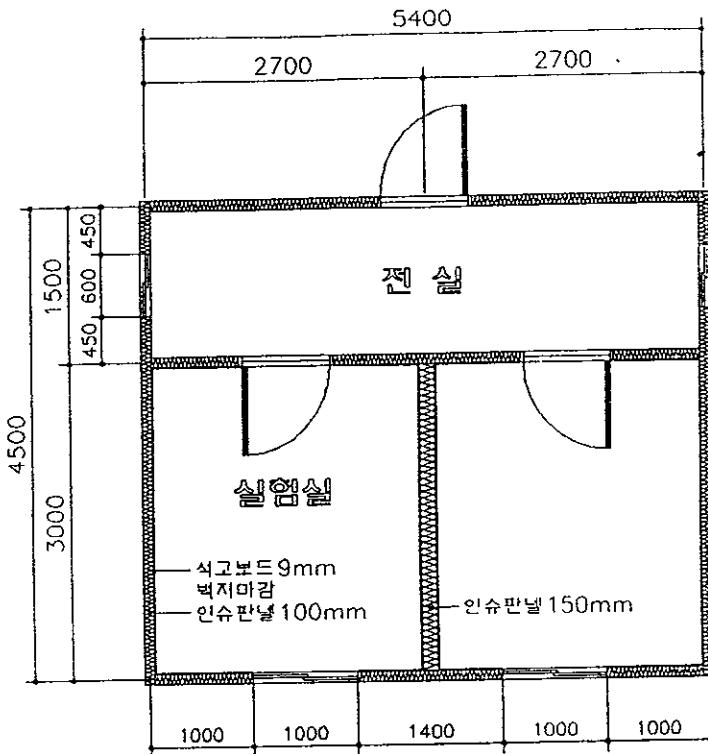
1. 실험모델의 개요

본 실험모델은 인슈판넬 100mm를 사용한 조립식 벽체이며 바닥구조는 단열층과 축열층을 갖는 온수온돌바닥으로 시공되어 있다.

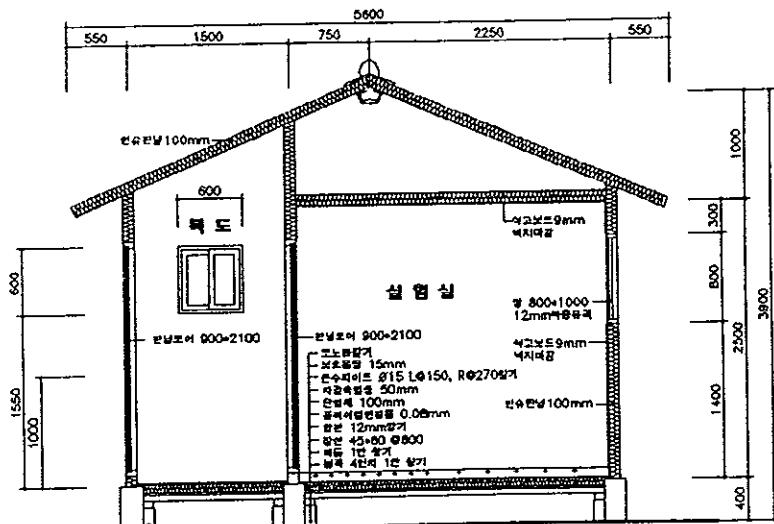
실험실의 면적은 8.1m^2 (2.45평)이고 천정고는 2.3m로 되어 있으며, 외벽 및 지붕의 열관류율은 각각 $0.135\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 로 법적 규정보다 강화되어 있다. 실험모델의 냉방시스템은 에어컨 사용에 의한 열환경요소의 측정이 가능하도록 벽걸이형 룸에어컨을 설치하였고, 규격 및 운전기능은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 에어컨의 규격 및 운전기능

냉방 규모	7 평형
정격냉방능력	2500 kcal/h
제습 능력	1.5 l/h
운전 기능	자동, 제습, 냉방, 송풍
온도조절범위	18 ~ 32°C
풍량조절범위	미, 약, 강풍, 자동



(그림 4.1) 실험모델 평면도



(그림 4.2) 실험실 단면도

2. 실험기간 및 실험방법

본 실험에서는 에어컨 가동시의 열환경분포를 파악하기 위해 에어컨이 설치된 실험실의 실내기온을 여름철 실내권장온도인 26°C로 설정하여 에어컨의 풍량과 출기류의 각도를 조정하면서 실험 모델에서의 온도, 습도, 기류속도 등의 온열환경 요소를 매 2분 간격으로 측정 기록하였고, 실험은 매번 실내가 열적으로 충분히 안정된 후에 실시하였다.

단, 에어컨의 풍량은 용량에 따라 많은 차이를 보이고, 이에 대한 정확한 기준이 마련되어 있지 않아 풍량 조절은 설치된 에어컨의 단계별 풍량제어에 의한 방식을 취하였다.

본 실험은 예비실험을 거쳐 1996년 8월 7일부터 9일까지 3일간 실시되었으며, 실험조건은 <표 4-2>에서와 같이 9가지 경우로 구분하여 실시하였다.

<표 4-2> 에어컨 냉방 실험조건

실험내용	실험 조건			측정요소
	온도	풍량	비단면과의 취출각도	
에어컨 가동시의 열환경 요소 측정	26°C	강풍	수평방향	실내기온, 외기온, 기류속도, 상대습도
			하향 45° 방향	
			자동	
		약풍	수평방향	
			하향 45° 방향	
			자동	
		자동풍	수평방향	
			하향 45° 방향	
			자동	

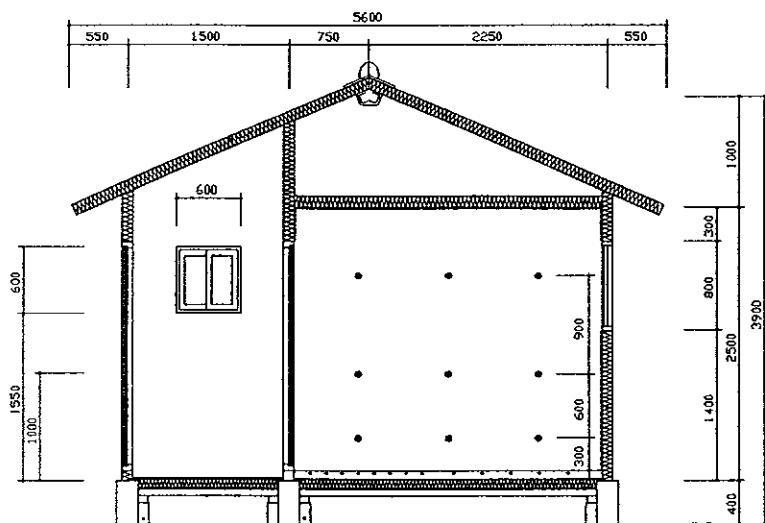
3. 실험기기 및 측정부위

에어컨 가동시의 실내 열환경요소의 특성을 파악하기 위해 바닥면으로부터 30, 90, 180cm의 높이에 각각 12지점을 설정하여 각 지점에서의 온도 및 기류속도를 측정하였다. 또한 취출구 부분과 실험모델 외부에 센서를 설치하여 외기온 및 실내온도에 의한 취출구에서의 온도변화분포를 측정하고자 하였다.

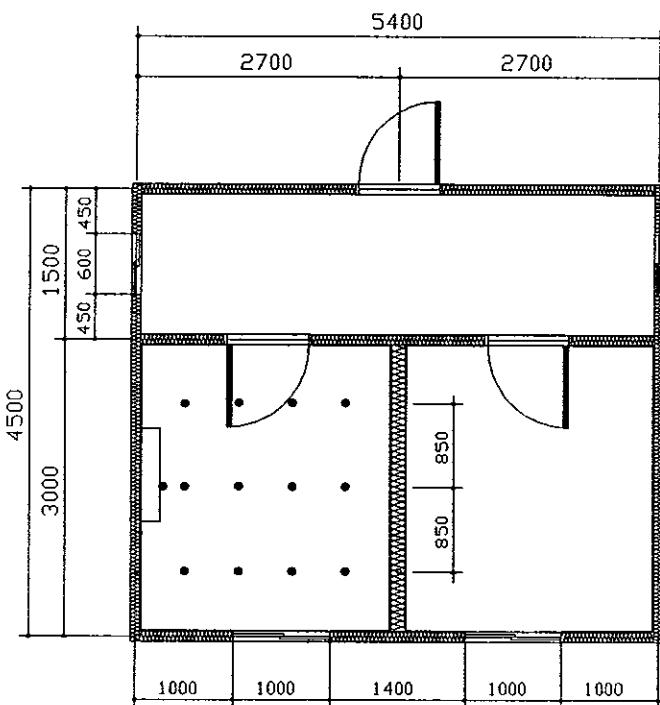
열환경요소 측정부위 및 측정기기는 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 온열환경 요소별 측정부위

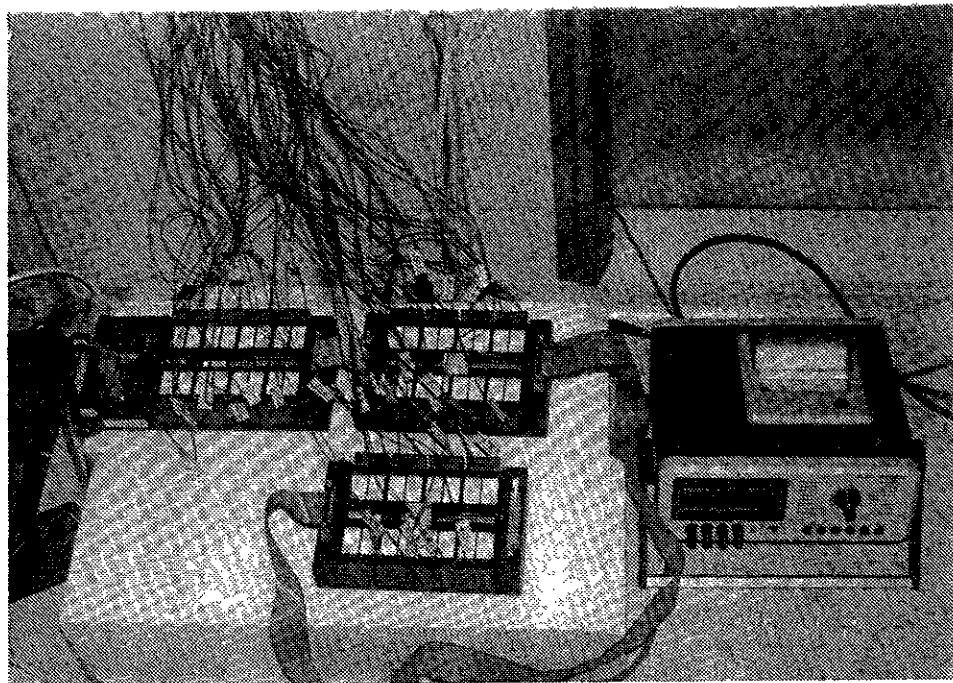
측정요소	측정부위		측정점수	측정기기
온도	수평면	30cm 높이	12	Data Scan
		90cm 높이	12	
		180cm 높이	12	
	에어컨 취출구		1	
	외기온		1	
상대 습도	90cm 높이		1	Data Logger
기류 속도	30, 90, 180cm 지점, 취출구		13	Anemo Therm Air Meter



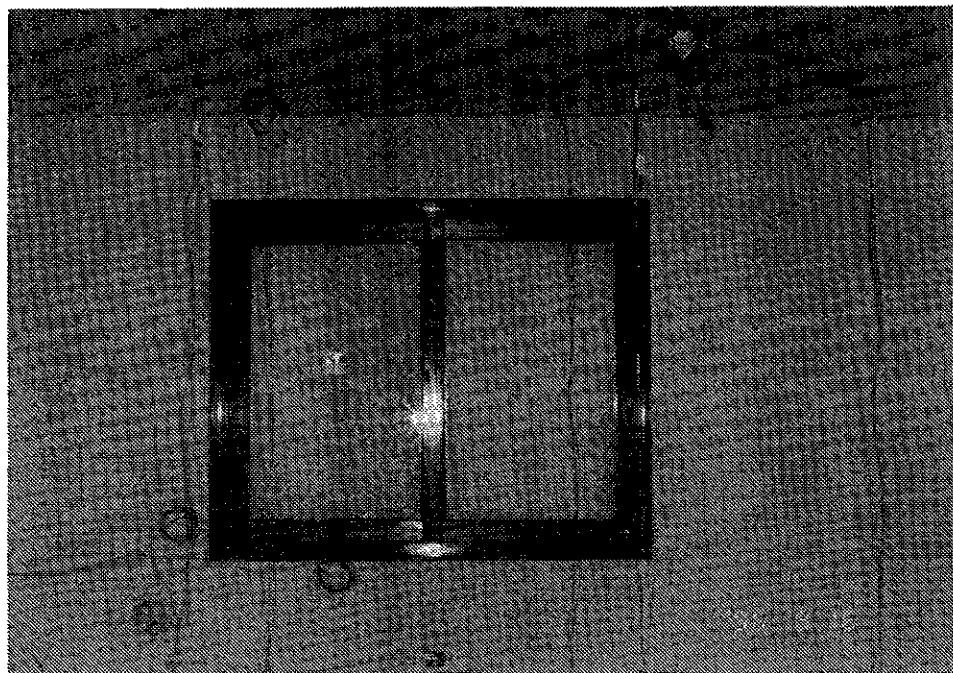
열환경요소 측정부위 - 단면



(그림 4.3) 열환경요소 측정부위 - 평면



<사진 4-1> 측정기기



<사진 4-2> 측정장면

4.2 실험결과 및 분석

에어컨의 운전상태에 따른 열환경 요소의 분포특성을 파악하기 위하여, 에어컨의 실내 설정온도를 26°C로 동일하게 유지한 상태에서 풍량과 취출방향의 변수를 조합한 9가지 경우에 대하여 실험을 실시한 결과 <표 4-4>와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 온도와 상대습도의 실험치는 평균값을 제시하였고, 취출구를 제외한 실내 온도는 에어컨으로부터 1.8m 떨어진 지점의 30, 90, 180cm높이의 온도를 나타내었다.

<표 4-4> 에어컨의 운전상태별 열환경분포

구 분		온 도(°C)						상대 습도 (%)	
운전상태	설정 온도	풍속	취출 방향	외기온	실내 온도				
					취출구	180cm	90cm	30cm	
26°C	강	수평	수평	31.3	17.6	24.2	24.3	23.9	62
			하향45°	36.6	17.6	24.8	23.2	23.2	56
			자동	35.0	18.3	24.9	23.7	23.7	58
	약	수평	수평	31.9	12.9	23.3	24.5	24.3	54
			하향45°	32.8	18.7	24.2	23.5	22.9	62
			자동	32.6	17.4	24.6	23.5	23.2	60
	자동	수평	수평	29.8	20.7	25.0	25.2	25.0	68
			하향45°	30.9	18.2	25.5	25.7	25.5	60
			자동	35.2	18.3	24.5	23.5	23.2	63

<표 4-4>에서와 같이 실내의 온도분포는 22.9~25.7°C 사이에 위치하였고, 바닥 면으로부터 30cm높이의 지점에서는 실내 설정온도인 26°C와 약 2~3°C 이상 차이를 보이는 지점이 많은 것으로 나타났다. 이와 같은 실험결과로 미루어 볼때, 에어컨의 온도제어센서는 거의 흡입구 부분에 설치되어 있고, 벽걸이형 에어컨의 경우 효율적인 실내 기류분포를 위해 바닥면으로부터 1.5m이상되는 위치에 설치하는 것이 일반적이므로, 전반적인 실내온도를 26°C로 유지하기 위해서는 에어컨의 온도설정을 이보다 약 1~2°C정도 높게 유지하는 것이 유리한 것으로 판단된다.

이상의 실험결과중 풍량이 강풍, 약풍이고, 기류의 취출방향을 바닥면과 수평, 하향 45°의 조건으로 실험한 경우의 열환경 분포를 살펴보면 다음과 같다.

4.2.1 26°C, 강풍, 수평방향의 조건으로 취출한 경우

에어컨의 설정온도를 26°C로 유지하고, 풍량을 강풍, 풍향을 바닥면과 수평인 방향으로 설정했을 경우의 실내 온도 및 기류속도 분포는 (그림 4.4)에 나타난 바와 같다.

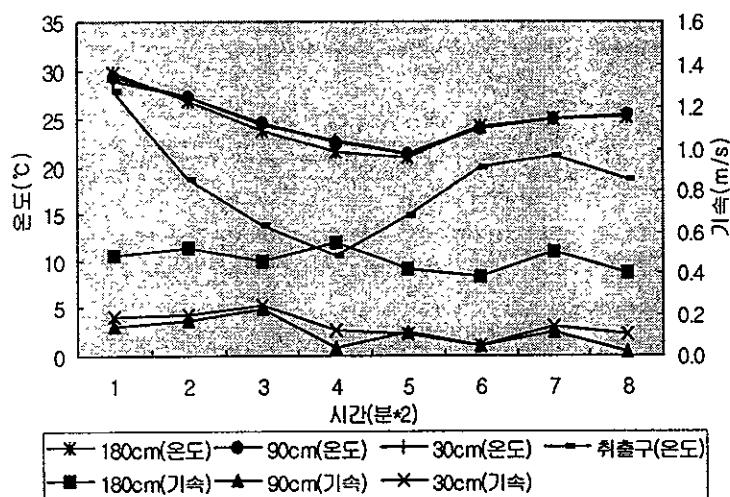
실험시의 외기온은 평균 31.3°C였고, 실내기온이 약 29.5°C로 안정된 상태에서 에어컨 가동시작 8분후에 실내 평균온도가 23°C로 하강하게 되면, 에어컨의 압축기의 가동정지로 인해 송풍상태로 유지되어 약 6분후 실내온도가 26°C로 거의 일정하게 유지되었고, 각 지점의 온도가 약 26°C에 도달할 경우 다시 압축기의 가동으로 에어컨이 냉방기능으로 전환되어 이와 같은 사이클을 반복하게 된다.

취출구의 높이는 180cm높이에 위치하고 있기 때문에 취출기류가 직접 도달하는 180cm지점에서의 온도가 90cm와, 30cm지점에서의 온도보다 약 1°C 낮은 분포를

보이지만, 송풍시에는 취출 기류속도가 낮아지고 실내기류 유동이 적어지기 때문에 상하온도차가 거의 없어지게 된다.

취출구 부분의 온도분포를 살펴보면, 취출 온도차는 10°C 이하로 유지되어야 하지만 취출구와 실내 온도와의 편차가 12°C 의 차이를 보이는 구간이 나타나 취출구 부분과 이로부터 먼 부분간의 온도차가 많아지는 원인이 되고 있다.

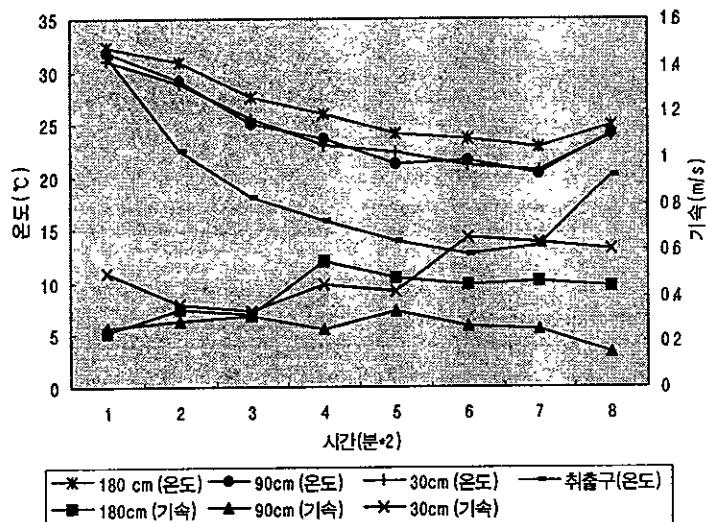
기류속도의 경우 실내 온도가 가장 낮은 지점에서의 기류속도는 180cm지점에서 0.5m/s 로 높게 나타났고, 90cm와 30cm지점에서는 대부분 0.2m/s 이하의 분포를 보여 180cm지점을 제외한 나머지 지점에서는 기류의 영향이 크지 않은 것으로 나타났다.



(그림 4.4) 26°C , 강풍, 수평방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포

4.2.2 26°C, 강풍, 하향 45° 방향의 조건으로 취출한 경우

에어컨에서의 취출방향을 바닥면과 하향 45°로 설정한 경우의 실내온도는 180cm높이와 취출기류의 영향을 많이 받는 90cm, 30cm높이에서의 수직 온도차가 약 2~3°C의 차이를 보여 수직온도차에 의한 국부적 불쾌감이 발생할 수 있는 것으로 나타났다. 취출기류의 도달 거리 내에 포함되어 있는 30cm높이의 경우 최저 21°C까지 내려가 송풍시의 온도와 약 4~5°C의 온도차이를 보이고 있어 에어컨 운전기간 중의 온도의 오르내림 현상이 심하게 나타나고 있고, 기류속도도 0.6m/s 이상 초과하는 비율이 많음을 알 수 있다.

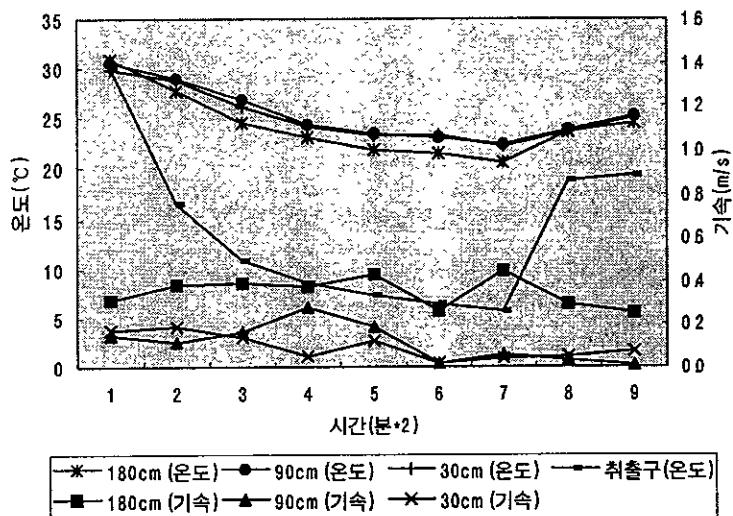


(그림 4.5) 26°C, 강풍, 하향 45° 방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포

4.2.3 26°C, 약풍, 수평방향의 조건으로 취출한 경우

실험시 외기온은 31.2°C~34.2°C로 유지되고 있었고, 송풍상태로 전환될 때까지 소요된 시간은 14분으로, 높은 외기온으로 인해 실내 부하량이 증가하였기 때문에 같은 조건에서 풍량을 강풍으로 하였을 경우와 비교해 약 4분이 더 소요되었다.

실험초기의 실내온도가 높기 때문에 취출구에서의 온도도 5.5°C까지 하강해 실내 평균온도와 16.5°C의 취출온도차를 보이고 있다. 따라서 취출온도는 풍량의 강, 약 조절에 상관없이 실내·외 온도차에 의한 영향을 더욱 많이 받는 것으로 나타났다.

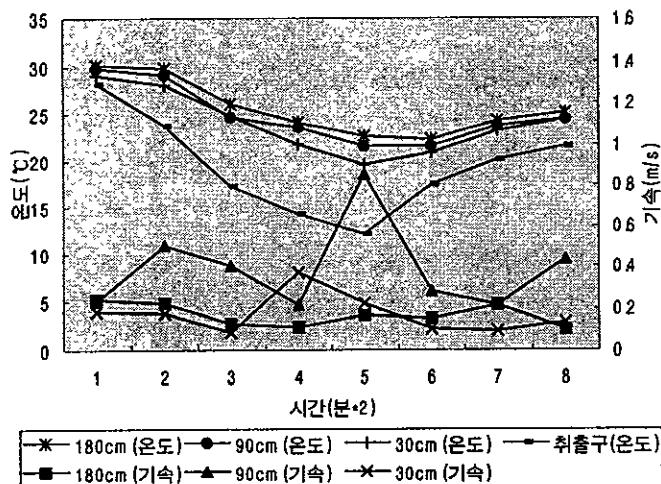


(그림 4.6) 26°C, 약풍, 수평방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포

4.2.4 26℃, 약풍, 하향 45° 방향의 조건으로 취출한 경우

약풍, 하향 45° 방향으로 취출한 경우는 동일조건에서 강풍으로 취출한 경우와 유사한 온도분포를 보이고 있다. 그러나 30cm높이의 지점과 180cm높이간의 수직 온도차는 3.5℃로 강풍인 경우에 비해 더욱 높게 나타났고, 이때의 기류속도도 1m/s에 도달하고 있어 온도와 기류속도에 의한 불만족을 느끼기 쉬운 상태가 되고 있다.

각 지점에서의 기류속도는 강풍인 경우에 비해 취출온도가 높고 풍량이 약풍인 관계로 강풍으로 취출한 경우와는 달리 90cm높이에서의 기류속도가 30cm높이보다 높게 나타나고 있다.



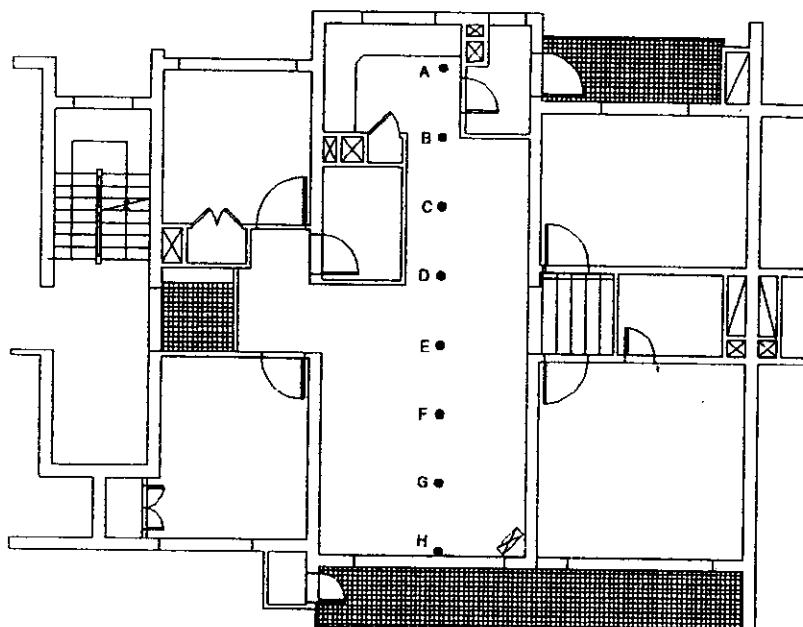
(그림 4.7) 26℃, 약풍, 하향 45° 방향 취출시의 온도 및 기류속도 분포

4.3 공동주택 에어컨 냉방의 열환경요소 측정

본 연구에서는 에어컨 운전특성에 의한 열환경분포 파악을 위한 실험모델에서의 실험과 함께 주택 내 에어컨 사용공간에서의 온도분포특성을 파악하기 위하여 공동주택을 대상으로 측정을 실시하였다.

4.3.1 측정개요

설측대상 공동주택은 서울에 소재한 아파트로 46평형 규모이고, (그림4.8)과 같이 거실과 주방 이외에 4개의 실로 구성되어 있으며, 중간층 세대에 위치하고 있다. 냉방기기인 에어컨은 6,100 kcal/h의 냉방능력을 지닌 15~20평형 규모의 분리형 패



(그림 4.8) 공동주택의 평면도 및 온도 측정부위

키지 에어컨으로 실내기는 거실의 창문부근에 위치하여 거실과 주방을 향해 취출하도록 설치되어 있고, 자동으로 풍량과 풍향 취출온도가 조절되는 기능을 지니고 있다.

4.3.2 측정방법 및 측정부위

공동주택에서의 실측은 1996년 8월 4일 실시하였고, 에어컨의 실내 설정온도를 25°C, 풍량을 자동조정, 기류의 취출방향은 바닥면과 수평인 경우로 설정하여 창문과 각 실의 문을 닫은 상태로 1시간 40분 가량 측정을 실시하여, 실측기간중의 환기는 틈새에 의한 환기만 이루어졌다고 볼 수 있다. 온도분포 측정을 위한 기기로는 실험모델에서와 같이 Data Scan을 사용하였고, 측정부위는 바닥면으로부터 90cm 높이를 기준으로 거실 창문으로부터 10cm 떨어진 지점을 시작으로 매 90cm마다 온도센서를 설치하여 실내온도를 측정함과 동시에 외기온도 함께 측정하였다.

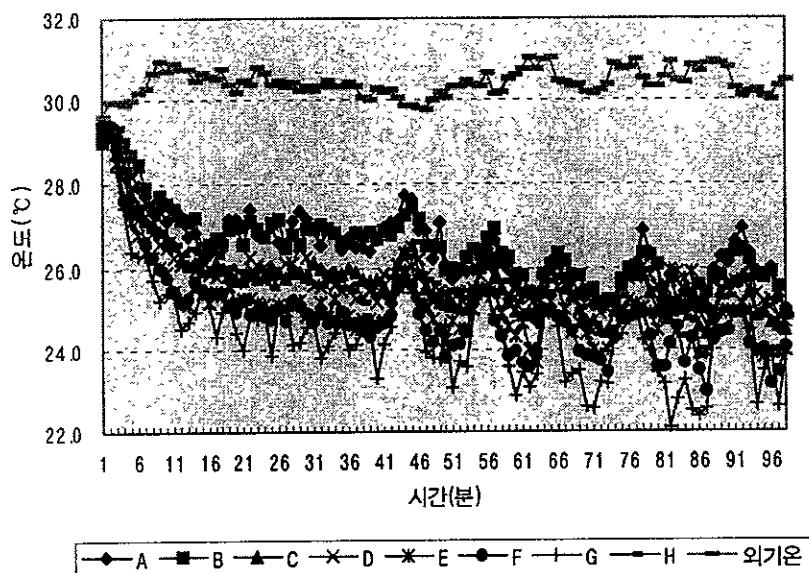
<표 4-5> 실험에 사용된 측정기기

측정기기	대수	모델	측정요소	비고
Data Scan	1	7320	실내온도, 외기온	
Anemometer	1	Dwyer 640	기류속도	
디지털 온습도계	1	HTA 4200	온도, 습도측정 및 보정	

4.3.3 측정결과 및 분석

에어컨 가동시의 실내온도분포 특성을 파악하기 위해 창문 및 각 실의 문을 닫은 상태에서 실내온도를 측정한 결과는 다음과 같다.

에어컨 가동중 취출구에서의 평균 기류속도는 4m/s로 유지되었고, (그림 4.9)에서와 같이 에어컨 가동전의 실내·외 온도는 29~29.7°C 사이에 분포되어 있고, 외기온과 일사의 영향을 많이 받는 창문부근을 제외하곤 실내 각 지점의 온도가 0.4°C 이내에 분포되어 있어 냉방 대상공간인 거실과 주방에서의 온도분포는 비교적 고르게 분포되고 있음을 알 수 있다.



(그림 4.9) 에어컨 가동중의 냉방공간의 시간별 온도변화 분포

실내온도의 변화는 에어컨을 작동하기 시작한 시각부터 수분 내에 실내온도가 급격히 하강하기 시작하여 각 지점의 온도는 초기 실내 평균온도인 29.3°C로부터 처음 4분동안은 같은 비율로 하강하다 점차 하강하는 비율이 에어컨이 설치된 부근은 크고, 비교적 먼 곳은 하강율이 작아지는 특성을 보이고 있다.

약 9분이 경과한 후의 온도는 에어컨 바로 앞 부분이 가장 낮은 26.3°C이고, 그 부근은 26.6°C, 27.2°C였으며 에어컨에서 멀어질수록 점차 높아져 28.0°C, 28.5°C를

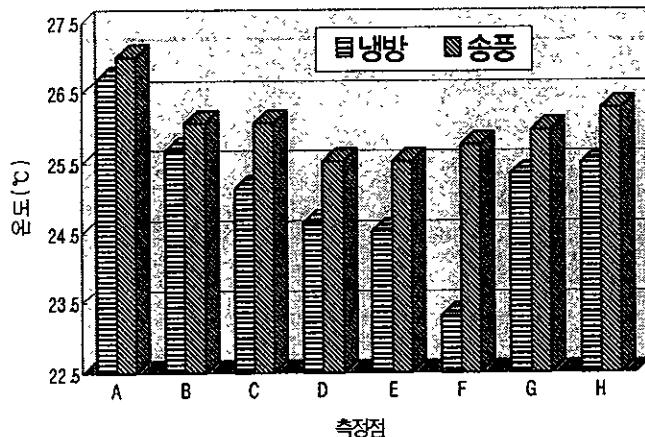
유지하게 된다. 각 지점간의 온도분포는 에어컨으로 가장 먼 지점인 북측의 창에 근접한 지점이 가장 높은 온도를 유지하고 있으며, 남측 창면부근이 다음으로 높은 분포를 보이고, 나머지 지점에서는 에어컨에 가까워질수록 점차 낮아지는 분포를 보이고 있다. 남측 창 부근의 경우 아파트 앞 발코니에 유리창을 추가 설치하여 발코니가 완충공간으로 구성 되어있음에도 남측창 부근 온도는 비교적 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

에어컨이 작동하기 시작하여 40분 동안은 냉방기능으로 운전상태가 유지되고, (그림 4.9)에서와 같이 에어컨 주변의 온도가 25°C이하로 하강하면 취출온도가 높아지고, 다시 주변 온도가 26°C이상이 되면 취출온도가 낮아지는 반복 운전이 계속되었다. 이 때의 주기는 초기에 7, 8분 주기로 유지되다가 그 후에는 점차 그 주기가 길어짐을 알 수 있다. 이 주기는 공동주택 단위세대의 벽과 바닥 등 구조체의 축열능력에 영향을 받을 수 있으며 에너지 사용량과 직접관련이 있을 수 있으나 공동주택 냉방의 경우는 사용 시간대가 짧고 혹서 시간대는 사용 빈도가 적어져 축열에 대한 영향은 적은 것으로 판단되나 이에 대해서는 추후 세밀한 연구가 요구된다.

온도설정 및 제어가 가능한 에어컨의 경우 온도제어 센서는 대부분 에어컨의 흡입구 부분에 설치되어 있어 이 부분의 온도가 설정온도에 도달하거나 높을 경우 냉방운전을 실시하고, 제어온도의 하한선에 도달하면 송풍기능으로 변환되기 때문에 각 지점의 온도분포도 이와 같은 특성에 의해 상승과 하강을 반복하는 형태를 보여주고 있다.

에어컨 취출기류의 영향을 가장 많이 받는 G지점과 B, C지점의 온도차는 에어컨의 운전기능이 송풍상태로 유지되는 운전기간에는 1°C 미만으로 유지되는 경우도 있으나 대부분의 지점에서는 2°C정도의 차이를 보이고 있고, 냉방기능으로 운전되는 기간에는 3~3.4°C의 높은 온도차를 보이고 있어 냉방공간인 거실과 주방간의

온도분포가 고르지 않은 것으로 나타났다.



(그림 4.10) 냉방과 송풍운전시 각 지점의 온도분포

이상의 결과로 살펴볼 때, 냉방을 하지 않은 공간의 실내온도를 외기온과 유사하다고 본다면 냉방공간과의 온도차는 약 4~7°C정도 차이가 날 수 있어 각 실간의 이동시 심한 온도차에 의한 불쾌감을 유발할 수 있으며, 일부 실의 문을 개방한 상태로 운전을 하게 되더라도 주요 냉방공간인 거실, 주방과 각 실간의 온도차도 높게 나타날 수 있음을 예상할 수 있다.

(그림 4.10)은 (그림 4.9)의 거실과 주방의 온도분포종 에어컨의 운전상태가 냉방, 송풍일 경우 각 측정점에서의 온도분포의 한 예를 나타낸 것으로, 냉방기능일 때 측정점간의 최대온도차는 3.4°C, 송풍기능일 때는 1.4°C로 송풍기능일 때 실내의 온도차가 비교적 고른 분포를 보이지만, 측정점 F의 경우 냉방일 때와 송풍기능일 때의 온도가 약 3°C의 차이를 보여 실험모델에서의 실험결과와 마찬가지로 시간경과에 따라 온도변화가 큰 것으로 나타났다.

4.4 소 결

에어컨 냉방공간의 열환경 요소의 분포 특성 및 문제점을 파악하기 위해 실시한 실험모델에서의 실험과 공동주택의 실측결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실험모델에서의 실험에서 온도를 26°C로 동일하게 설정하고 풍량과 풍향을 조절하며 9가지의 조건으로 실험한 결과 에어컨이 냉방과 송풍기능을 반복함에 따라 각 지점에서의 온도가 3~4°C사이에서 상승과 하강을 반복하고 있음을 알 수 있었다.
2. 벽걸이형 에어컨에 의한 개별냉방을 실시할 경우, 실내 거주공간에서의 평균 온도는 설정온도보다 대부분의 운전조건에서 2~3°C 낮게 나타나고 있어, 에어컨의 설정온도를 적정 실내온도보다 약 1~2°C높게 설정하는 것이 에너지 절약면에서 유리한 것으로 나타났다.
3. 취출온도차는 일반적으로 10°C 이내로 유지되는 것이 바람직하지만 에어컨에 의한 냉방의 경우 외기조건에 따라 10°C를 초과하는 경우가 많으며 이에 따라 취출 기류의 영향을 많이 받는 지점과 적게 받는 지점간의 온도차가 비교적 크게 나타나는 원인이 됨을 알 수 있었다.
4. 실제 공동주택에서 에어컨 사용시의 온도분포를 파악하기 위해 실측 대상주택의 냉방공간인 거실과 주방의 온도분포를 측정한 결과, 각 지점에 따라 실내온도의 편차는 대부분 2°C정도로 유지되었으나, 에어컨이 냉방기능으로 운전되는 기간 동안에는 에어컨 부근과 이로부터 먼 지점과의 온도차가 3~3.4°C의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

5. 공동주택에서의 실측결과도 실험모델에서의 실험과 마찬가지로 시간경과에 따라 각 지점에서의 온도 상승, 하강 현상이 두드러져 이에 따른 불쾌감을 유발할 수 있는 요인이 있음을 알 수 있다.

6. 실제 공동주택의 경우 설문조사에 나타난 바와 마찬가지로 대부분 거실 위주의 냉방을 실시하게 되므로 냉방을 하지 않는 실과 거실간의 온도차는 높게 나타날 수 있으므로, 각 실간의 온도차를 효과적으로 감소시킬 수 있는 방안마련이 요구된다.

제 5장 에어컨 냉방공간의 열환경 평가를 위한 시뮬레이션

5.1 시뮬레이션 개요

본 장에서는 3차원 기류해석 프로그램을 통해 에어컨 냉방공간의 열환경을 종합적으로 분석하고, 온도와 기류속도에 의한 불만족도를 예측해서 이를 바탕으로 재설자의 폐적성 측면에서 보다 유리한 에어컨 냉방방식을 실시할 수 있는 방안을 마련하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다.

5.1.1 프로그램의 개요

본 연구에서는 냉방공간의 온도와 기류속도 분포 파악을 위해 CHAM사가 개발한 열, 유동해석 프로그램인 Phoenics2.2를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다.

이 프로그램은 열전달, 유체의 이동, 화학반응 등 다양한 분야에서의 응용이 가능하며, 온도, 기류분포의 전산유체역학(CFD : Computational Fluid Dynamics)방법에 의해 개발되었다. 지배방정식을 유한체적법(Finite Volume Method)에 의해 縱散化하며, 난류모델로는 $K-\varepsilon$ 모델을 사용하고 있다. 그리드 시스템은 직교 그리드방식과 곡면형상을 해석할 수 있는 BFC(Body Fitted Coordinates)방식이 이용되고 있으며, 정상상태를 유도하는 해법으로는 완전음해법, 압력을 해석하기 위해 SIMPLIST방법을 이용하고 있다.

또한 가상현실(Virtual Reality)기능의 추가로 복잡한 입력 없이도 간단히 결과를 예측할 수 있고, 건축분야의 경우는 새로 개발된 FLAIR메뉴를 이용하여 건물내의 온도 및 기류분포, 오염 물질 등에 관한 해석을 수행할 수 있다.

Phoenics 프로그램은 크게 입력을 담당하는 Satellite, 계산을 수행하는 Earth, 출력을 담당하는 Photon, Autoplot의 세 부분으로 나뉘며, 각 부분별 주요 내용은 다음과 같다.

1. Satellite

Satellite는 Earth에서 연산을 수행할 수 있는 형태로 입력을 담당하는 부분으로 CFD방식에 적합한 PIL(Phoenics Input Language)에 의해 생성된다. 메뉴 입력 방식은 General, Hotbox, Flair, Tact Menu 등으로 구분되며, 각 Menu에서 입력한 data는 Q1 file로 생성되어 Q1 file내에서 보다 상세한 data의 입력이 가능하다.

2. Earth

이 code는 주로 Satellite에 의해 입력된 data의 계산을 수행하는 부분으로 입력 조건에 따라 대상 공간 내의 압력, 기류속도, 온도, 엔탈피 등을 포함한 50개의 변수까지 해석이 가능하다.

Earth에 해당된 메뉴로 Main메뉴와 Ground메뉴가 있으며, Main메뉴에서는 입력된 dimension상태를 변경할 수 있고, Ground메뉴를 이용해 Earth내에서의 경계 조건 및 출력조건 등을 보다 정확하게 입력할 수 있다.

3. Photon, Autoplot

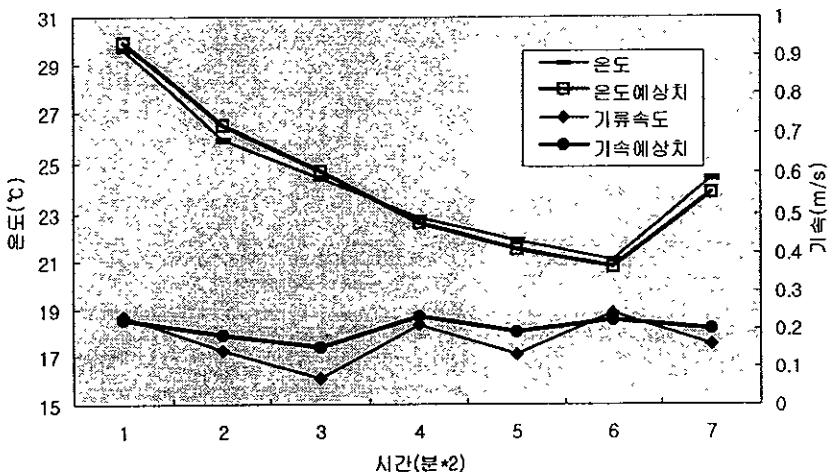
Phoenics프로그램의 출력을 담당하는 Photon과 Autoplot은 Earth에 의해 수행된 결과를 보여주는 부분으로 Photon에서는 Grid, Contour, Vector plot등의 그래픽의 형태로, Autoplot에서는 각 변수간의 수치적 data를 x-y축상의 그래프 형태로 결과를 출력할 수 있다.

5.1.2 프로그램 적용의 타당성 검증

본 연구에서 수행될 시뮬레이션에 앞서 프로그램 적용의 타당성을 증명하기 위해 실험결과와 이를 바탕으로 실시한 시뮬레이션 결과를 비교하였다. 시뮬레이션을 위해 실내 부하량과 에어컨의 초기상태 입력조건은 앞 장의 실험부분에서 제시한 26°C, 풍량을 강풍, 풍향을 바닥면과 하향 45° 방향인 상태로 하였을 때와 동일하게 설정하였고, 에어컨에서 2.2m 떨어진 거리의 30cm높이 지점을 설정하여 실내 온도와 기류속도를 비교하였다.

앞 장의 실험 결과에서도 알 수 있듯이 에어컨의 설정온도와 풍량을 일정하게 고정시키더라도 시간의 경과에 따라 출구에서의 온도와 기류속도가 지속적으로 변화하기 때문에, 실험시의 열환경요소 측정간격인 2분마다의 결과를 비교할 수 있도록 시간을 설정하여 시뮬레이션마다 실험에서 2분 간격으로 얻어진 온도와 기류속도의 초기조건을 입력하였다. (그림 5.1)은 이와 같은 조건에서의 실험 결과와 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

그래프에서와 같이 실험결과와 시뮬레이션의 결과를 비교한 결과, 시간에 따라 실내온도의 경우 최대 0.6°C를 차이를 보이고, 기류속도는 모든 영역에서 0.1m/s이하의 차이를 보이고 있다. 그러나 프로그램 입력의 제한조건으로 인해 시간 합수를 고려한 비정상 상태의 해석이 어렵고, 실제상황과 완벽한 동일조건을 형성하기 힘든점을 감안한다면 시뮬레이션에 의한 결과 유도에는 무리가 없는 것으로 판단된다.

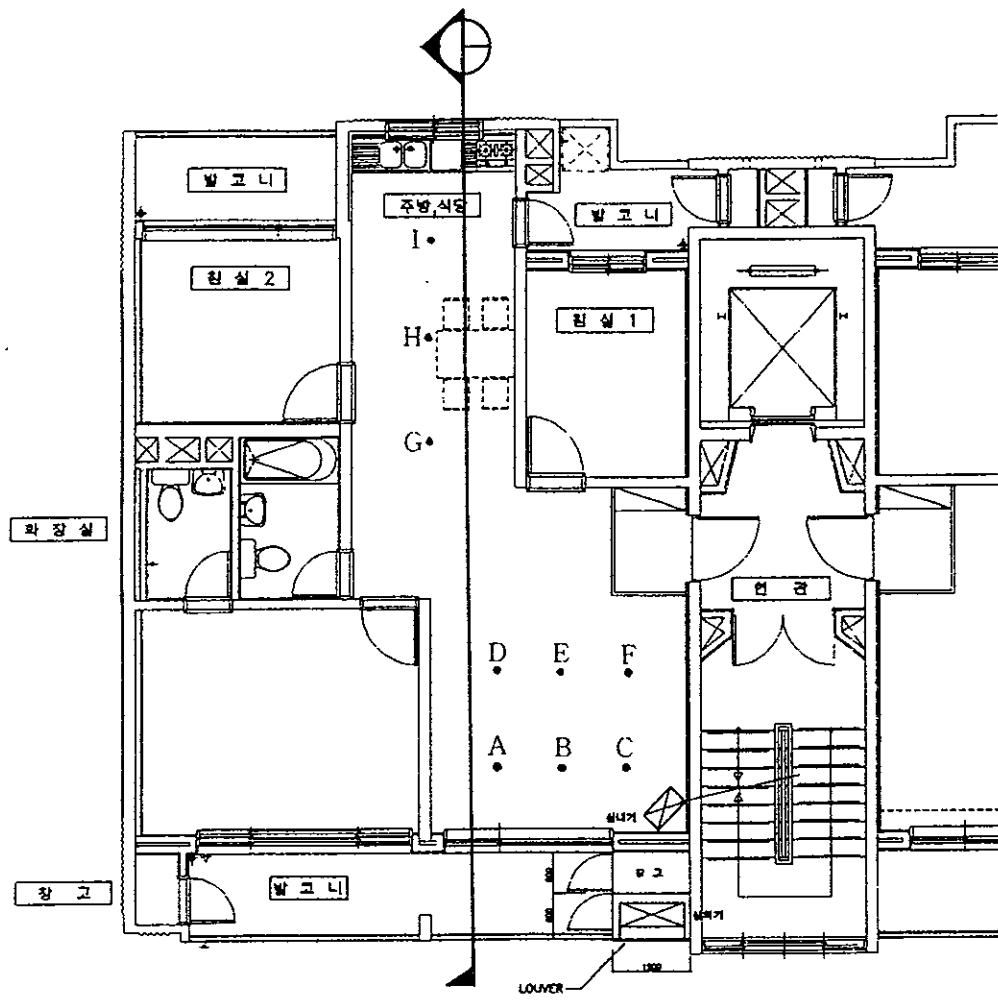


(그림 5.1) 실험결과와 시뮬레이션 결과의 비교

5.1.3 시뮬레이션의 경계조건

시뮬레이션을 위해 (그림 5.2)에서와 같이 서울에 위치한 32평형 아파트를 선정하였다. 대상 공동주택은 정남향으로 거실과 주방 이외에 3개의 실로 구성되어 있으며, 거실 우측에 에어컨 실내기를 설치하고 발코니에 실외기 설치를 위한 전용공간을 마련하여 일사방지를 통한 에어컨 기기효율 향상과 미관적인 측면을 함께 고려하였다.

시뮬레이션을 위한 기상자료는 1995년 서울 기상청의 기후 데이터중 가장 높은 온도분포를 보인 8월 15일 오후 3시의 33.7°C를 적용하였고, 대상 건물은 중간층 세대로 설정하여 외기에 면한 벽체와 창을 통한 열전달만을 고려하고, 실내에서의 인체, 조명, 기기발열은 없는 것으로 가정하였다. 평가대상 공동주택의 벽체구성 및 냉방부하량은 <표 5-1>, <표 5-2>와 같다.



(그림 5.2) 대상 공동주택의 평면도

<표 5-1> 대상 공동주택의 벽체구성

구분	재료	두께 (mm)	열전도율 (kcal/m ² h°C)	열전도저항 (m ² h°C/kcal)
외벽	외표면			0.05
	콘크리트	150	1.4	0.128
	단열재	50	0.03	2.333
	석고보드	9	0.148	0.061
	내표면			0.14

냉방기기인 에어컨은 주요 냉방공간인 거실과 주방의 규모에 적합한 5000kcal/h의 냉방능력을 지닌 10~15평형 규모로 산정하였고, 에어컨 취출구에서의 온도와 기류속도는 실측치의 평균값인 16°C와 4m/s를 각각 적용하였다.

<표 5-2> 대상 공동주택의 냉방부하

구 분	부하량(kcal/h)
외 벽	44.5
창	일사
	전도
합 계	431.7

5.1.4 시뮬레이션 방법 및 평가기준

본 연구에서는 에어컨의 용량과 위치, 취출 속도, 온도 등과 같은 물리적 변수는 경계조건에서 설정한 형태로 고정하고, 에어컨 취출루버의 각도를 조절해 바닥면과 수평, 상향 45°, 하향 45° 방향으로 취출한 경우로 구분하여 시뮬레이션을 실시하였다. 각 경우의 온도와 기류속도 분포 파악을 위해 실내온도의 기준을 26°C로 설정한 후 흡입구 부분의 온도가 26°C부근에 도달했을 때의 결과를 분석하였다.

각 조건에서의 온도와 기류속도분포는 바닥면으로부터 10, 60, 120cm높이에서의 결과를 제시하였고, 에어컨 냉방공간에서의 온도와 기류속도에 의한 불만족율을 평가하기 위해 (그림 5.2)에서와 같이 거실 6지점, 주방 3지점의 PD(Percentage Dissatisfied)분포를 구하였다.

5.2 시뮬레이션 결과 및 분석

5.2.1 바닥면과 수평방향으로 취출한 경우

바닥면과 수평방향으로 취출한 경우의 기류속도를 보면 에어컨에서의 취출기류가 직접 도달하는 110cm높이의 거실 좌측상부에서 0.6~0.85m/s의 빠른 기류속도가 분포되어 있고, 10cm 높이에서는 취출기류의 하강과 흡입구 부분으로 유입되는 기류로 인해 거실 전반에 걸쳐 0.35~0.5m/s의 분포를 보이고 있다. 주방 공간의 기류속도는 (그림 5.3)에서와 같이 취출기류가 주방부분에 도달하게 되는 바닥면 부근과 벽체온도에 의한 기류의 상승작용이 일어나는 천장 부분의 기류속도가 0.2m/s 정도를 유지하고 있지만 실의 중간높이의 위치에서는 기류가 거의 발생하지 않는 기류정체역이 나타나고 있고, 거실과도 기류속도 분포에 있어 많은 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

온도분포의 경우 110cm 높이에서는 취출기류가 도달하는 지점과 일사의 영향을 많이 받는 창문부근의 온도편차가 2~2.5°C가량 차이를 보여 창을 통해 유입되는 열부하를 취출기류가 수용하지 못해 온도차가 발생하는 것으로 나타났다. 60cm와 10cm높이의 온도분포는 냉기류가 하강함에 따라 110cm높이와 비교해 고른 분포를 보이고 있다. 60cm높이에서는 취출기류가 벽면에 도달한 뒤 분포되기 힘든 침실의 개구부 주변과 현관부분을 중심으로 약간 높은 온도분포가 형성되고 있다. 10cm높이에서는 거실부분의 기류가 비교적 고르게 분포되는 것과 마찬가지로 거실의 대부분 지역에서 거의 균일한 온도분포를 보이고 있는 것으로 나타났다.

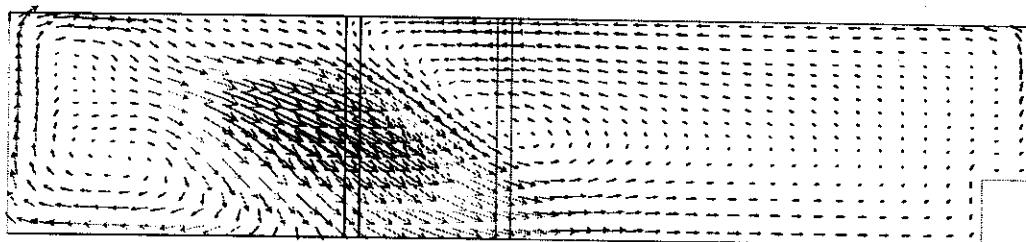
PD분포를 보면 거실의 경우 높이에 따라 대부분 20%미만의 분포를 보이고 있지만, 110cm높이의 거실 상부에서 56%의 높은 불만족율이 나타나고 있다. 이 지점의 온도는 25.5°C로 쾌적범위에 속하고 있지만, 기류속도는 0.85m/s에 이르고 있어, 취출기류가 인체 거주영역으로 직접 도달하게 될 경우 높은 국부적 불만족율

느낄 수 있는 확률이 높은 것으로 나타났다. 수평방향으로 츄출할 경우의 거실과 주방의 각 지점별 PD분포는 <표 5-3>과 같다.

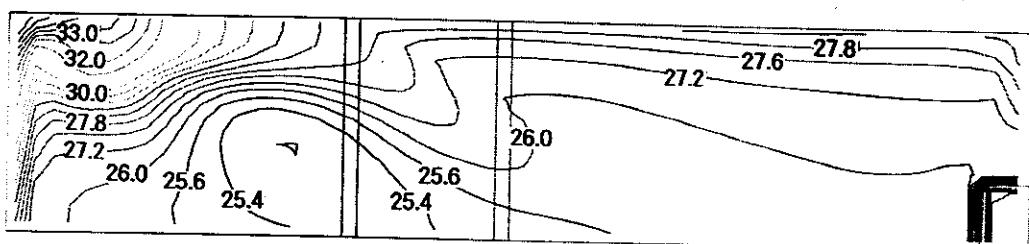
<표 5-3> 거실과 주방의 PD분포

* : PD 20% 이상

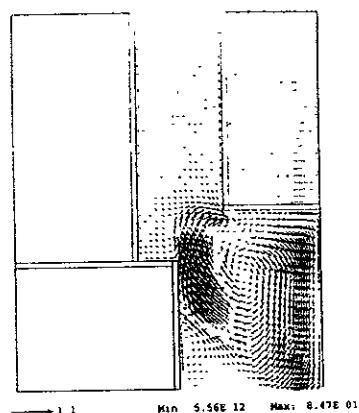
지점 높이	거 실						주 방		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
110cm 높이	5	15	17	56	7	17	4	3	1
60cm 높이	7	4	12	10	11	17	7	5	3
10cm 높이	20	10	9	22	22	19	19	9	4



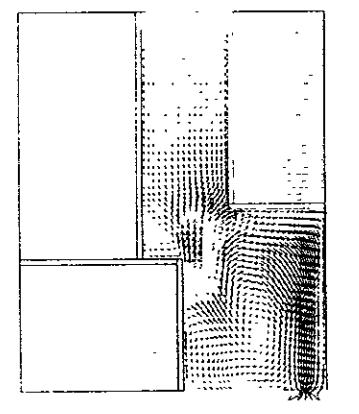
(그림 5.3) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포



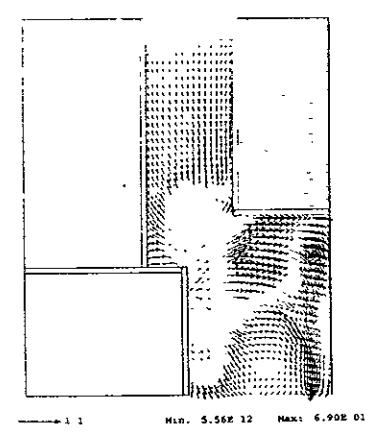
(그림 5.4) 거실 - 주방 단면의 온도 분포



110cm 높이

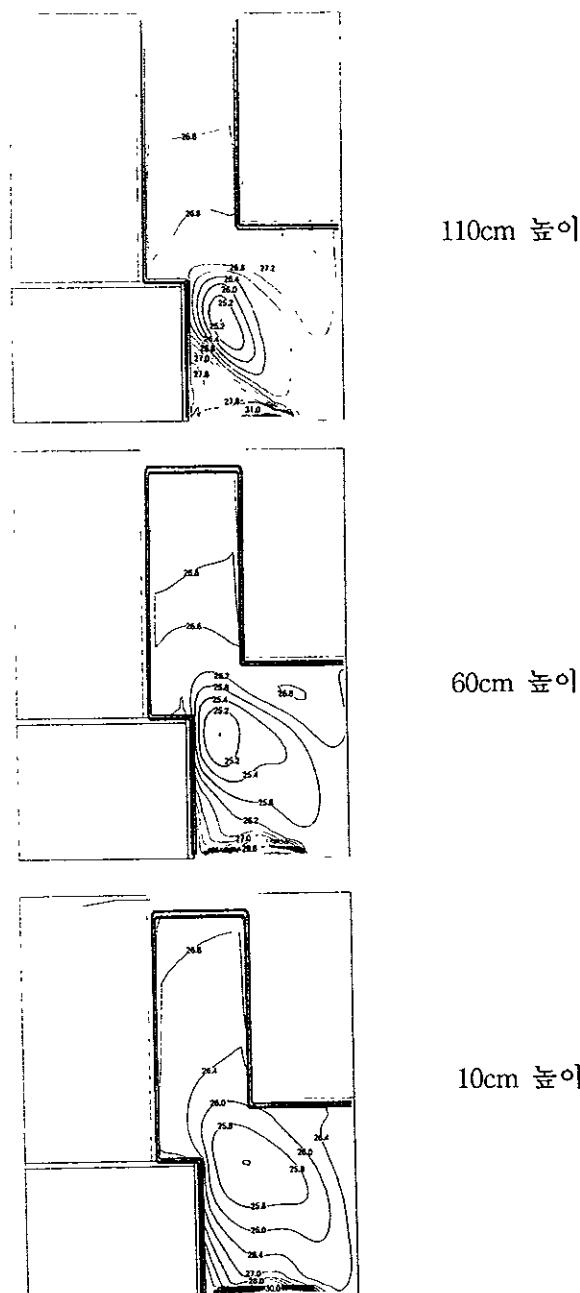


60cm 높이



10cm 높이

(그림 5.5) 수평방향 츠출시의 기류속도 분포



(그림 5.6) 수평방향 취출시의 온도 분포

5.2.2 바닥면과 하향 45° 방향으로 취출한 경우

에어컨의 취출기류를 바닥면과 하향 45° 방향으로 취출한 경우의 기류분포는 다음과 같다. 60cm와 110cm높이에서의 기류속도는 취출구 부분을 중심으로 0.85~1.3m/s정도의 매우 높은 기류가 거실의 바닥면으로 하강하고 있는 반면 주방의 경우 대부분 지역에서 0.1m/s내외의 낮은 기류분포가 형성되어 있다. 거실 바닥면의 좌측부분에 도달한 기류는 전반적으로 0.6~0.77m/s의 기류분포가 형성되어, 45° 하향 취출의 경우 60cm와 110cm높이에서는 취출기류가 통과하는 지역을 중심으로 매우 강한기류가 형성되고, 바닥면의 경우 거실내에 전체적으로 높은 기류속도가 분포되는 것으로 나타났다. (그림 5.7)의 거실 - 주방 단면의 기류분포에서와 같이 거실의 바닥면에 부딪힌 강한 기류의 일부는 주방으로 확산되지만, 많은 양이 다시 상승작용을 일으키며 천정부근의 난기류와 혼합되어 거실부분으로 순환되는 현상을 보이고 있다.

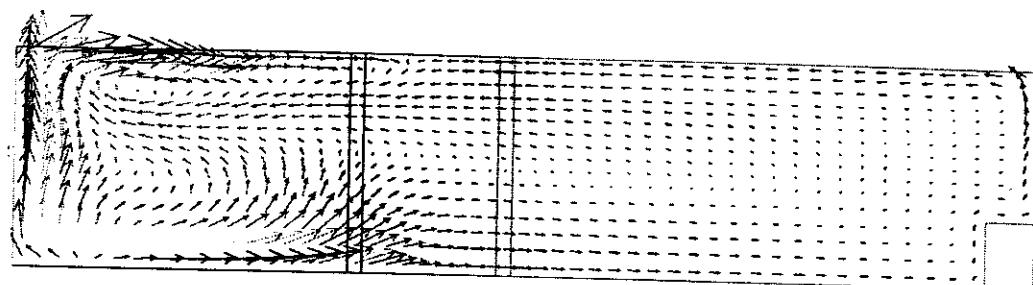
온도분포를 보면 취출구에서 가까운 거리에 있는 110cm높이에서의 실내온도는 에어컨 부근을 중심으로 낮은 분포를 보이지만 거실과 주방의 온도편차는 1~1.5°C 정도의 차이를 보이고 있고, 10cm 높이에서는 강한 취출기류가 벽면에 부딪히면서 많은 양이 흡입구 부분으로 유입됨에 따라 창문부근의 온도가 실내온도보다 오히려 낮게 나타남을 볼 수 있다. 그러나 10cm와 60cm높이에서는 거실과 주방부분의 온도차가 대부분 1°C내외에 머무름에 따라 에어컨을 하향 취출할 경우 실내의 온도분포는 비교적 고르게 분포됨을 알 수 있다.

PD분포는 60cm높이와 110cm높이의 지점에서는 취출기류가 통과하는 지역에서 52~72%에 이르고 있어 부분적으로 불만족율이 매우 높게 나타나고 있지만 10cm 높이에서의 PD분포는 거실 전체 지점에서 24~43%의 불만족율을 보이고 있는 것으로 나타났다. 따라서 하향 취출할 경우, 에어컨 취출기류가 충분한 도달거리를 확보하지 못한 상태에서 바닥면에 도달한 후 취출방향을 따라 넓게 확산되며 강한

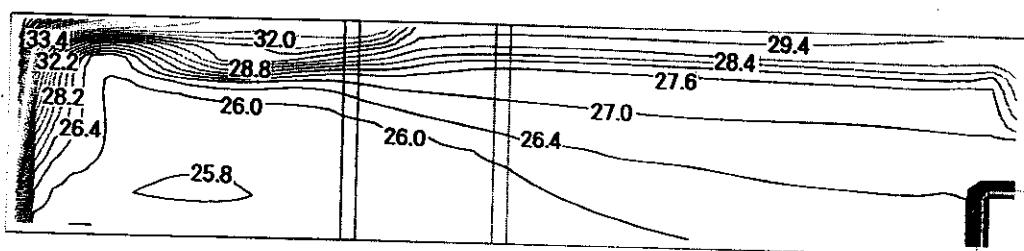
기류분포를 형성해 높은 불만족도의 원인이 되고 있는 것으로 나타났다. 45° 하향
취출한 경우의, 거실과 주방에서의 PD분포는 <표 5-4>과 같다.

<표 5-4> 거실과 주방의 PD분포

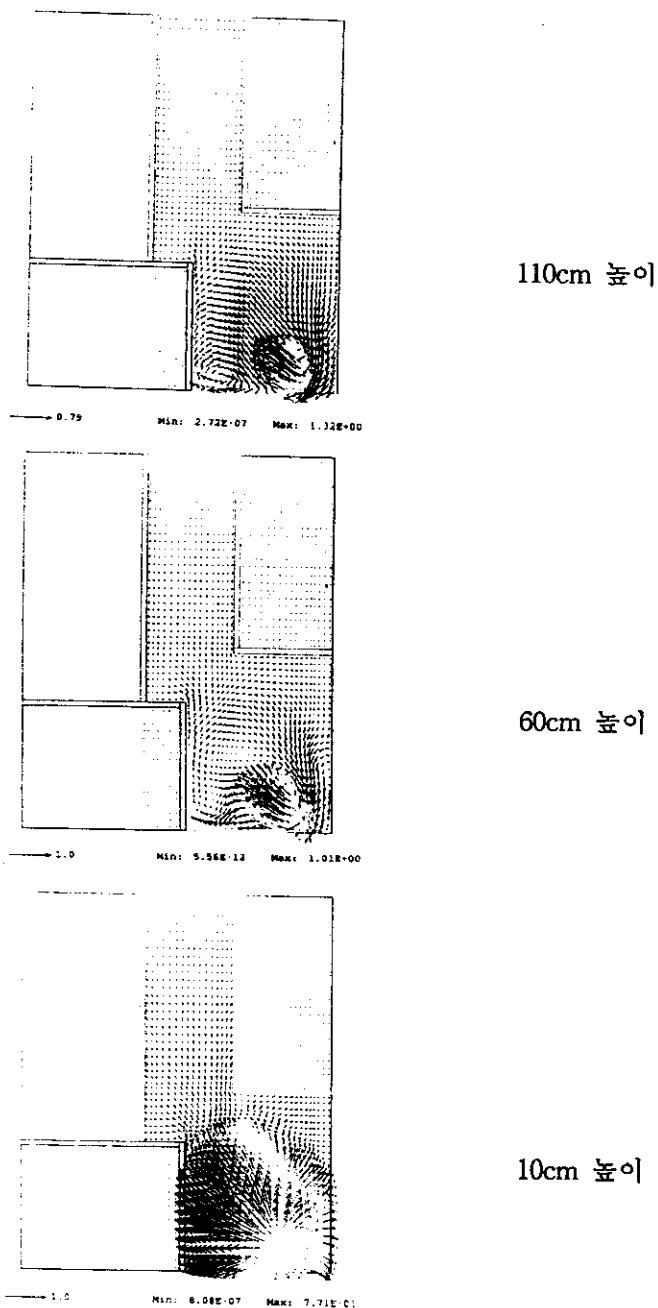
높이	거 실						주 방		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
110cm 높이	9	32	41	12	14	13	4	3	1
60cm 높이	17	32	12	9	10	9	6	4	3
10cm 높이	45	33	24	38	31	23	8	5	2



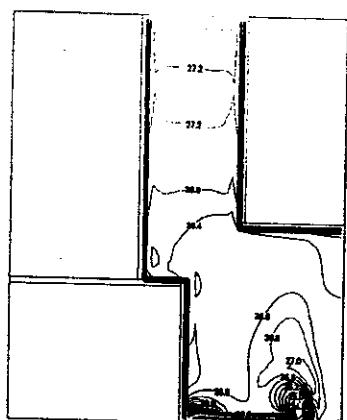
(그림 5.7) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포



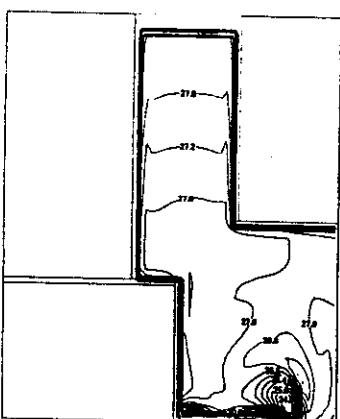
(그림 5.8) 거실 - 주방 단면의 온도 분포



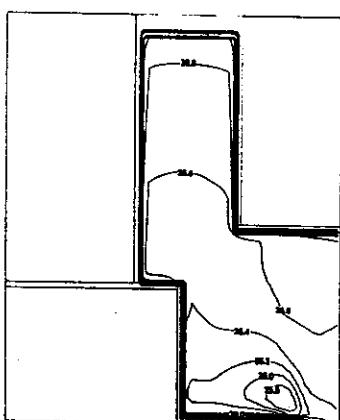
(그림 5.9) 바닥면과 45° 하향 쥐출시의 기류속도 분포



110cm 높이



60cm 높이



10cm 높이

(그림 5.10) 바닥면과 45° 하향 취출시의 온도분포

5.2.3 바닥면과 상향 45° 방향으로 쥐출한 경우

에어컨 쥐출기류를 바닥면과 상향 45° 방향으로 쥐출한 경우의 기류분포를 살펴보면 거실 중앙의 천장 부분에 부딪힌 쥐출기류가 거실과 주방부분으로 하강하면서 일부는 주방으로 흘러가고 대부분의 기류는 거실의 흡입구 부분으로 확산되고 있는 것으로 나타났다. 110cm 높이의 경우 거실상부를 중심으로 0.35~0.5m/s의 기류분포가 형성되어 있고, 하강기류와 상승기류가 혼합되어 부분적으로 액류현상이 발생하고 있다. 60cm와 10cm의 높이에서는 현관부분에서 흡입구 부분으로 흐르는 0.3~0.45m/s 정도의 기류분포가 형성되어 있고, 거실 중앙부분의 실내공기도 함께 유인되어 흡입구 부분으로 향하는 형태를 취하고 있다.

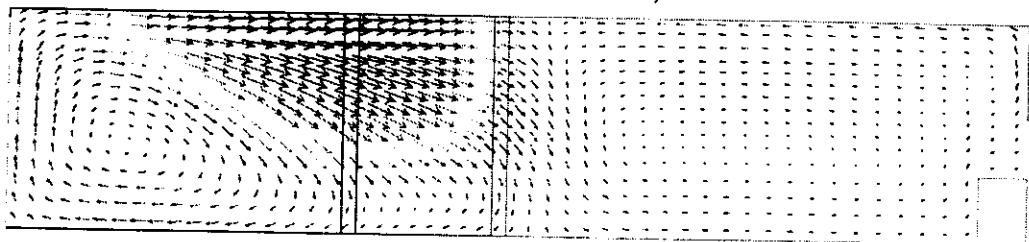
온도분포의 경우 (그림 5.11)에서와 같이 쥐출기류가 도달하는 천장부분과 하부면을 중심으로 25~27.5°C의 온도분포를 보이고 있는 반면 쥐출기류의 영향을 받기 힘든 창문부근의 온도는 30°C 이상으로 유지되어 상부공간에서의 온도분포 영역이 매우 넓게 나타나고 있다.

PD분포를 보면 거실 좌측상부의 높은 기류속도로 인해 부분적으로 약간 높은 분포를 보이지만 거실과 주방의 모든 지점에서 20%를 초과하지 않는 것으로 나타나 전반적으로 양호한 것으로 나타났다. 45° 상향 쥐출의 경우도 천정부근에서 강한 기류분포가 형성되지만 거주역으로 도달되는 기류속도가 다른 쥐출각도의 경우에 비해 거실과 주방에 비교적 고른 분포를 보여 가장 양호한 분포를 보이고 있는 것으로 나타났다.

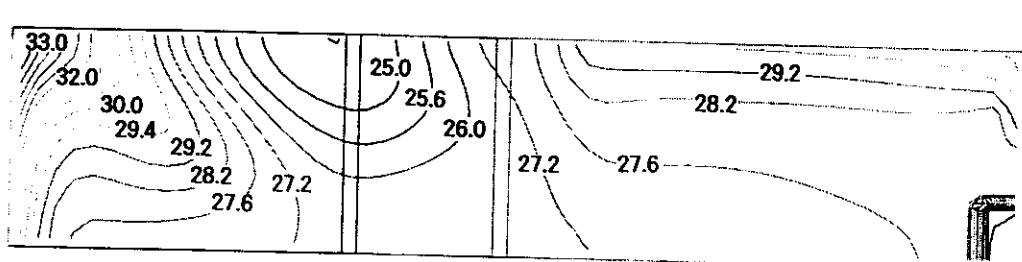
상향 45° 방향으로 쥐출한 경우의 PD분포는 <표 5-5>와 같다.

<표 5-5> 거실과 주방의 PD분포

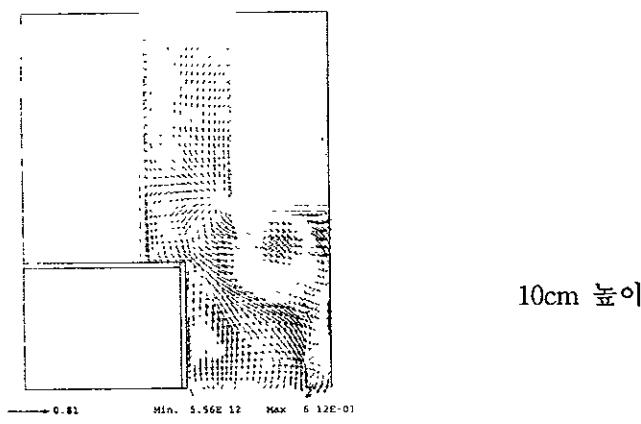
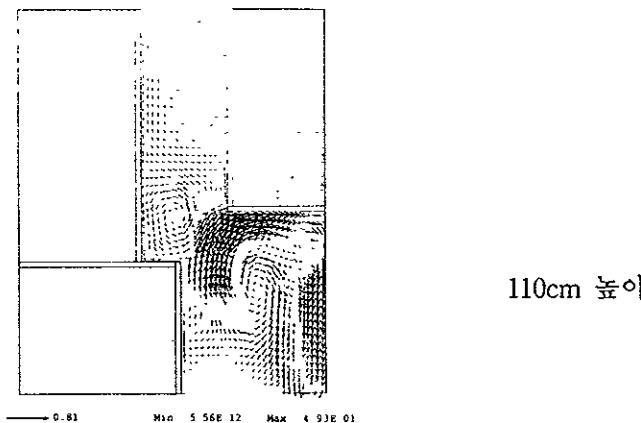
지점 높이	거 실						주 방		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
110cm 높이	6	9	15	15	10	17	8	4	1
60cm 높이	8	12	14	4	7	15	9	6	5
10cm 높이	16	9	13	6	12	16	9	6	2



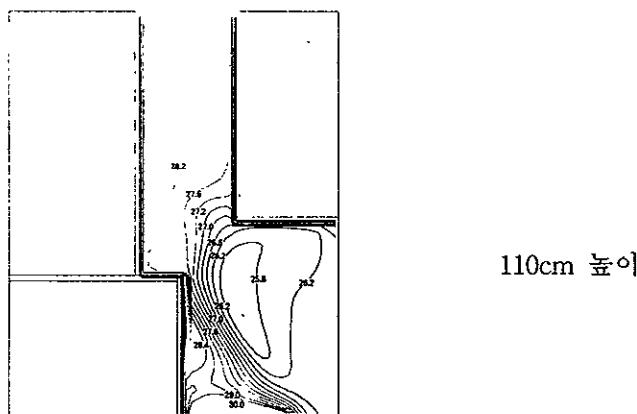
(그림 5.11) 거실 - 주방 단면의 기류속도 분포



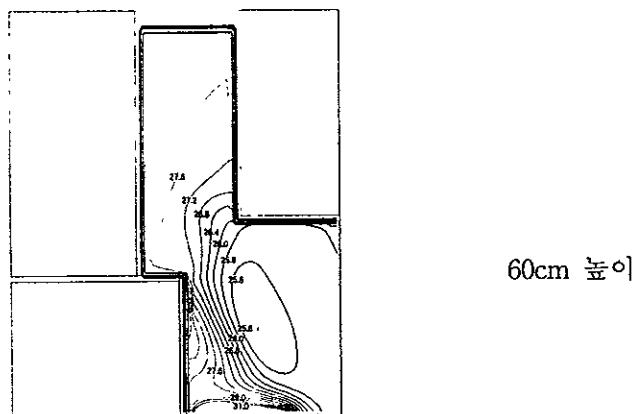
(그림 5.12) 거실 - 주방 단면의 온도분포



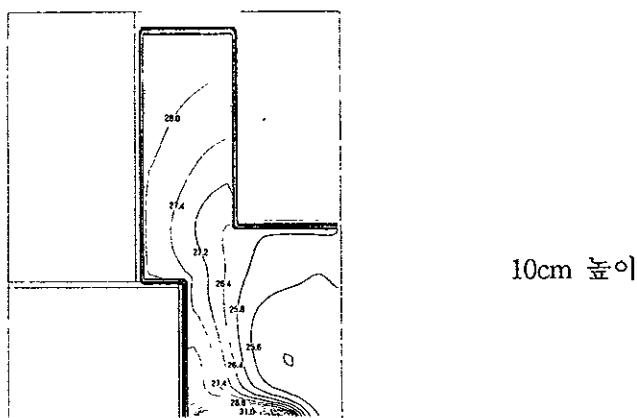
(그림 5.13) 바닥면과 45° 상향 츄출시의 기류속도 분포



110cm 높이



60cm 높이



10cm 높이

(그림 5.14) 바닥면과 45° 상향 츄출시의 온도분포

5.3 공동주택에 적합한 개별냉방방식의 방안제시

지금까지 나타난 연구결과를 살펴볼 때, 현재 공동주택에서 이용되고 있는 에어컨에 의한 개별냉방방식은 대체적으로 다음과 같은 문제점을 안고 있는 것으로 나타났다.

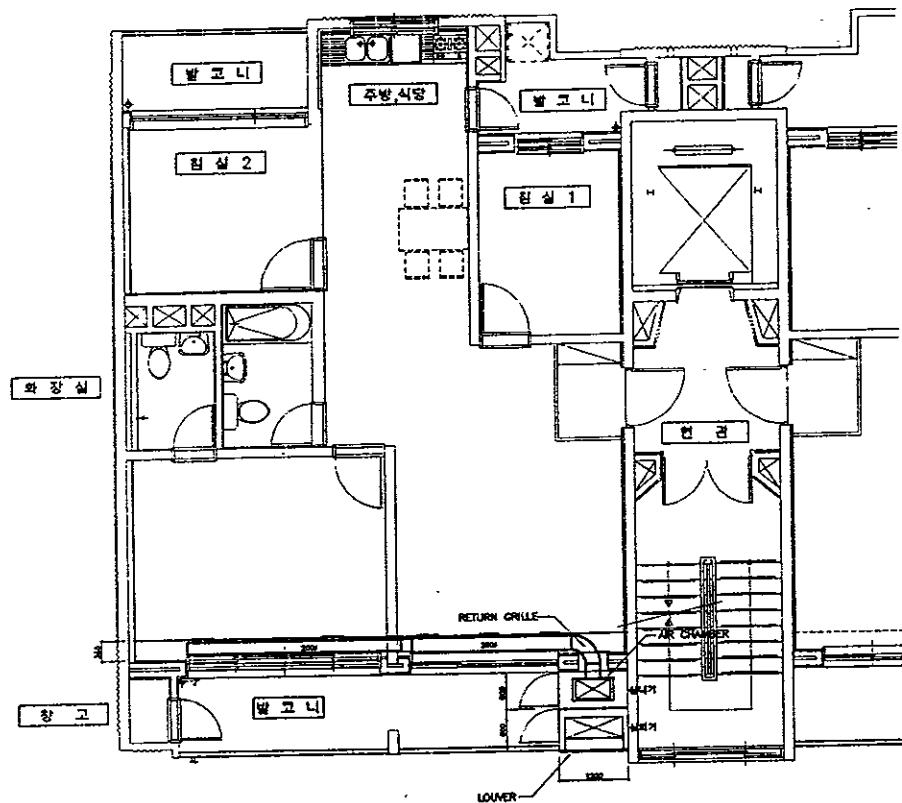
첫째, 취출기류가 일방향으로 전개되고 취출온도차와 기류속도가 높은 경우가 많아 취출기류가 도달하는 거주공간 내에서 드래프트가 발생하기 쉬운 것으로 나타났다.

둘째, 현재 대부분의 공동주택에서는 주요 냉방공간인 거실과 주방의 규모에 적정한 에어컨을 사용하고 있어 거실과 주방의 온도분포는 실내 설정온도 내외로 유지되는 반면 냉방을 하지 않는 실에서는 높은 온도로 유지되어 각 실간의 이동시설한 온도차에 의한 불쾌감을 유발할 수 있고, 나머지 실의 문을 개방한 상태로 운전을 할 경우 적정 냉방능력 이상의 부하량을 담당하게 되어 실내 설정온도까지 도달하는 시간이 오래 소요되고, 기기 효율이 저하될 수 있는 요인을 안고 있다.

셋째, 에어컨 설치에 따른 공간협소의 문제에 많은 거주자들이 불만을 느끼고 있어 효율적인 공간 이용을 위해 건축 계획단계에서부터 이에 대한 고려를 필요로 하고 있다.

우리나라의 냉방방식은 고유의 난방방식인 ‘온돌’에 별개의 에어컨을 설치하는 개별냉방 방식이 주를 이루고 있고, 최근의 급속한 보급율과 더불어 앞으로도 상당기간 동안 국내의 냉방방식으로 이용될 전망이므로, 공동주택의 현실에 적합하도록 위에서 제시한 문제점을 보완한 냉방방식을 실시하는 것이 중요하다.

에어컨을 이용한 개별냉방 방식은 1대 또는 여러대의 에어컨을 설치하는 방식과 실외기 1대에 여러대의 실내기를 부착하는 방식, 에어컨에 넥트를 접속해서 각 실에 송풍하는 덕트병용 방식 등이 사용될 수 있는데 지금까지의 연구결과 실내에 적절한 기류분포를 유지하기 위해서는 출구를 여러곳으로 분산시켜 출구에서의 풍량이 과다하지 않도록 하고, 출기류가 직접 거주영역에 도달하지 않도록 하는 것이 중요하다고 판단되므로, 본 연구에서는 이상과 같은 요소를 수용할 수 있는 방식인 덕트병용 패키지 에어컨 방식을 이용하여 적정 기류분포를 유지할 수 있는 방안을 제시하였다.



(그림 5.15) 공동주택의 덕트 병용 패키지 에어컨방식 적용 예

넥트병용 패키지 에어컨방식을 공동주택에 적용할 경우 (그림 5.15)에서와 같이 에어컨 실내·외기를 위한 별도의 공간을 발코니에 마련하여 실외기가 점유하는 공간 이외에 부분은 수납장 형식으로 이용하고, 실내기에는 넥트를 연결해 필요로 하는 각 실로 연결시킬 수 있다.

(그림 5.15)의 경우 거실과 1개의 침실에 동시에 냉방을 실시할 수 있도록 설계한 것으로 에어컨의 용량 및 필요 송풍량에 따라 출구의 갯수 및 출구 크기를 조절할 수 있고, 거실부분만 냉방을 실시할 경우는 넥트에 연결된 댐퍼를 조정함으로서 전체 및 부분적인 냉방이 가능하다.

이와 같은 방식으로 냉방을 실시할 경우 출구가 분산되고 출구의 높이가 높아서 거주 영역에 도달하는 기류속도가 감소되어 드래프트의 영향을 줄일 수 있고, 넥트의 연결 방법에 따라 거실 이외의 실에도 추가적으로 냉방을 실시할 수 있는 장점을 살릴 수 있다.

5.4 소 결

에어컨 냉방공간에서의 기온분포와 기류속도 및 불만족도 분포를 구해 냉방공간의 열환경을 평가하고 쾌적성면에서 유리한 에어컨 냉방방식을 유도하기 위하여 실시한 컴퓨터 시뮬레이션의 결과는 다음과 같다.

1. 에어컨 냉방공간의 기온분포는 취출기류의 영향을 받지 못하는 일부분의 온도가 실내 평균온도보다 3~4°C 높게 나타났지만, 대부분의 경우 2°C 내외에서 유지되고 있어 실측결과와도 유사한 분포를 보이며, 실내공간에서의 온도차는 심하지 않은 것으로 나타났다.
2. 기류속도분포의 경우 거주역을 중심으로 볼 때, 45°로 하향 취출한 경우는 거실 바닥면 부분에 강한 기류분포가 형성되어 있고, 수평방향으로 취출한 경우도 국부적으로 높은 기류분포를 보이고 있다. 반면 상향 45°로 취출한 경우 천장 부근에서 하강하는 기류가 분산됨에 따라 거주역내로 유입되는 기류속도의 분포가 다른 각도에 비해 비교적 적은 것으로 나타나, 거주역 내의 직접적인 취출기류에 의한 영향을 최소화하기 위해서는 에어컨의 취출각도를 상향으로 조절하는 것이 유리한 것으로 나타났다.
3. 온도와 기류속도에 의한 불만족도를 구하기 위해 PD분포를 분석한 결과 수평방향으로 취출한 경우는 취출기류가 도달하는 부분을 중심으로 20%이상의 불만족도 분포를 보이고 있고, 45° 하향 취출한 경우는 거실의 바닥면 부근 전체에서 20%이상의 불만족을 느낄 수 있는 것으로 나타나 재설자의 쾌적감을 위해선 가장 불리한 조건임을 알 수 있다. 한편, 상향 45° 방향으로 취출한 경우는 거실과 주방의 모든 지역에서 20%를 초과하는 지점이 나타나지 않고 있는데, 이 조건의 경우

실내온도는 다른 각도의 취출조건과 큰 차이가 없는 반면 기류의 영향이 최소화되어 불만족율이 낮게 분포되는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 살펴볼 때, 취출기류가 직접 거주영역에 도달할 경우 기류속도에 의한 불만족율이 높게 나타날 수 있어 거주역에서 폐적감을 유지하며 에어컨 냉방을 하기 위해서는 에어컨의 취출기류가 거주 영역내에 도달하지 않도록 조절하는 것이 폐적성 면에서 유리한 것으로 나타났다.

제 6장 결 론

공동주택을 중심으로 에어컨 냉방에 의한 개별냉방방식의 열환경 특성 및 문제점을 파악하고 에어컨 개별냉방의 효율적 에너지 이용 및 패작 열환경 제고를 위한 방안을 마련하기 위해 실시한 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 공동주택의 여름철 냉방실태와 거주자의 반응을 알아보기 위한 설문조사에서 거주자들의 냉방에 대한 전반적인 욕구가 상승하고 있는 것으로 나타났고, 운전실태의 경우 에어컨의 설정온도는 대부분 24-28°C로 유지하고 있었으나 일부 가구에서는 24°C미만으로 설정온도를 유지함에 따라 과다 냉방 및 에너지 낭비를 초래하는 경우가 발생함을 알 수 있었다.
2. 에어컨의 풍량과 취출각도의 변수를 조절하며 실시한 실험모델에서의 실험결과, 대부분의 조건에서 실내 거주역의 평균온도는 설정온도보다 2~3°C 낮게 나타나고 있어, 에어컨의 설정온도를 적정온도보다 약 1~2°C 높게 설정하는 것이 에너지 절약면에서 유리하며, 에어컨 취출온도는 실내·외 온도차에 따라 실내온도와 10°C이상의 차이를 보이는 경우가 많아 취출기류의 영향을 많이 받는 지점과 적게 받는 지점간의 온도차가 비교적 크게 나타나는 것으로 나타났다.
3. 공동주택에서의 실측결과, 주요 냉방공간에서의 실내온도 편차는 지점에 따라 대부분 2°C미만으로 일정하게 유지되었으나, 에어컨이 냉방기능으로 운전되는 기간 동안에는 에어컨 부근과 이로부터 먼 지점과의 온도차가 3~3.4°C의 차이를 보이는 것으로 나타났고, 취출기류의 영향을 많이 받는 지점에서는 운전기능 변화에 따라 온도의 상승·하강폭이 큰 것으로 나타났다.

4. 에어컨 냉방조건에 따른 쾌적성을 평가하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 결과, 에어컨의 취출기류가 직접 도달하는 부분에서의 불만족도가 높게 나타나, 에어컨 냉방공간의 열쾌적을 위해서는 취출기류가 직접 거주역에 도달하지 않도록 에어컨의 취출각도를 상향 조절하여 기류가 실내에 전반적으로 분산되도록 하는 것이 유리함을 확인할 수 있었다.

이상의 연구결과를 종합하면 현재 공동주택에서 이용되고 있는 에어컨에 의한 개별냉방 방식은 대부분 주요 생활공간을 위주로 냉방을 하게 됨에 따라, 냉방공간과 냉방을 하지 않는 공간사이에 많은 온도차를 보일 수 있고, 냉방공간에서도 취출기류의 분포가 일방향으로 전개되기 때문에 에어컨 부근과 이로부터 면 부근과의 온도 및 기류속도에서 차이를 보일 수 있는 원인이 되고 있다.

따라서 일방향 취출에 의한 에어컨 개별냉방의 단점을 보완하고, 실내에 적절한 기류분포를 유지하기 위해서는 취출구를 여러 곳으로 분산시키고, 거주영역에서의 기류속도를 감소시킬 수 있는 냉방방식을 응용하여 도입하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

연구의 한계 및 추후 연구과제

본 연구는 실험모델에서의 실험, 공동주택의 현장실측 및 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 우리나라의 여름철 냉방방식으로 자리잡고 있는 에어컨에 의한 개별냉방방식의 열환경 특성을 파악하고 이에 따른 적정 방안을 마련하고자 하였다.

에어컨 냉방공간에서의 열환경 특성은 전술한 바와 같이 실의 크기, 창 및 벽체의 위치, 가구배치 등과 같은 물리적 요소에 의해 많은 영향을 받게 되므로 다양한 평형과 실의 공간구성 형태별로 실측과 시뮬레이션을 수행해야 하지만 시간과 장소 선정의 제약조건에 의해 일부 평형에서의 열환경 특성을 분석하였다.

또한 열환경 평가를 위한 시뮬레이션 과정에서 경계조건 중의 하나인 에어컨 출온도와 기류속도의 경우 초기 입력값에 의해 일정하게 유지되는 상태로 시뮬레이션이 이루어지기 때문에, 실제 실험결과와 같이 시간의 경과에 따라 변화하는 운전 특성을 동일하게 설정하기 어려워 실내의 전반적인 온도가 설정온도에 도달할 때의 온도 및 기류속도 분포를 일반적인 상태로 판단하여 평가하였다.

냉·난방 시스템을 평가하고 도입하기 위해서는 각 시스템의 쾌적성 뿐만 아니라 에너지 사용 및 경제성 등을 종합적으로 평가하여 건물의 용도에 적합한 방식을 선택해야 하지만 본 연구에서는 연구 범위의 한계로 인해 주로 쾌적성 위주의 평가가 이루어졌기 때문에, 에어컨을 이용한 개별 냉방방식의 대안으로 제시한 각 시스템 별로 종합적인 평가가 이루어져 우리나라의 현실에 적합한 냉방방식을 도입할 수 있도록 후속연구가 이루어져야 하겠다.

참 고 문 헌

1. 이 연구, 김 광우 공역, **건축환경과학**, 서울 : 태림문화사, 1994.
2. 이 연구 외, **건축환경계획론**, 서울 : 태림문화사, 1993.
3. 이 경희, **건축환경계획**, 서울 : 문운당, 1994.
4. 강 명서 외, **통계분석을 위한 SPSS/PC+**, 무역경영사, 1995.
5. 한국 냉동공조공업협회, **통계자료, 냉동·공조·공기기기**, 서울, 1995.
6. 진 호근, **공기조화·난방설비의 이론과 설계**, 서울 : 대광서림, 1995.
7. **건축설비집성 : 주거시설**, 서울 : 도서출판 한미, 1991.
8. 이 재현 역, **열전달 및 유체유동 수치해법**, 서울 : 대한교과서주식회사, 1993.
9. 김 영호, **건축설비**, 서울 : 보문당, 1993.
10. 장 태현, 김민남, 김양윤 공역, **냉동 및 공기조화**, 서울 : 보성각, 1995.
11. **공기조화 냉동공학회, 공기조화 냉동 위생공학 편람, 제 2권 공기조화, 공기조화 냉동공학회**, 1991.
12. 신병록, 장근식, 조강래 공역, **전산유체역학**, 서울 : 대영사, 1994.
13. **건축설비학 이론연구회, 건축설비학 이론**, 서울 : 일광, 1995.
14. 정광섭, 김광우, **건축공기조화설비**, 서울 : 기문당, 1995.
15. 박병진, **개정 건축설비**, 서울 : 기문당, 1990.
16. 대한건축학회, **건축설계자료집 : 환경계획편**, 서울 : 태림문화사, 1994.
17. 김효경 역, **공기조화**, 서울 : 동명사, 1995.
18. 중앙대학교 생산공학연구소, **공동주택의 층적난방시스템 개발에 관한 연구**, 서울, 1996.
19. 이명근, **자연통풍에 의한 주거용건물의 냉방효과에 관한 연구**, 연세대학교 석사학위논문, 1986.

20. 이은섭, 3차원 공간 기류의 가시화에 관한 연구, 한양대학교 석사학위논문, 1993.
21. 최진영, 하계 체감실험에 의한 냉온감 평가와 *PMV*, *SET**의 적용성 검토, 부산수산대학교 석사학위 논문, 1994.
22. 김대영, 좌의량 및 국부온열감 변화에 따른 인체의 전신온열감 평가에 관한 연구, 한양대학교 석사학위논문, 1995.
23. 배귀남, 실내온열환경의 폐적성 평가, 건강과 생활환경 강연회, 1995. 6.
24. 박순철, *Package Air Conditioner*의 운전상태 예측 시뮬레이션, 부산수산대학교 석사학위논문, 1994.2.
25. 김태연, 수치해석에 의한 아트리움의 열환경 예측에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문, 1995.
26. 송승영, 실내 온도분포와 기류속도를 고려한 적정 외주부 깊이에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 1994.
27. ASHRAE, *ASHRAE Handbook 1993 Fundamentals*, 1993.
28. P.O. Fanger, *Thermal Comfort*, McGRAW-HILL, 1972.
29. ASHRAE, ANSI/ASHRAE Standard 55-1981, *Thermal environmental condition for human occupancy*, ASHRAE, 1981.
30. Baker, A. J. and Kelso, R. M., *Calculation of room air motion*, SHRAE research project 464, University of Tennessee, Knoxville, A 1989.
31. D. Jeff Burton, IAQ and HVAC workbook, IVE Inc, 1994.

<설문지>

안녕하십니까?

귀댁의 평안하심을 기원합니다.

저희 중앙대학교 대학원 건축환경연구실에서는 공동주택에서의 냉방기기 설치 및 사용에 의한 문제점을 파악하고, 해결방안을 제시하기 위한 연구의 기초자료로 활용하기 위하여 여러분의 의견을 수렴하고자 합니다.

귀하께서 응답하여 주신 내용은 본 연구를 위해서만 사용될 것이며, 하절기 냉방기기 사용에 따른 문제점 개선에 일거름이 될 것이므로 성실히 성의껏 응해 주시면 감사하겠습니다.

I. 대상 공동주택의 개요

조사일시 : 년 월 일

조사대상 아파트의 위치 : 구 동 아파트

준공년도 : 년

대상 공동주택의 규모 : () 평, (전용면적) 평)

실의 개수 : 개

II. 냉방기기에 대한 설문

1. 현재 에어컨을 보유하고 계십니까? ()

① 예 ② 아니오

■ 에어컨을 보유하지 않은 경우

1. 앞으로 설치하고 싶은 에어컨의 종류는? ()

- ① 패키지형 ② 벽걸이형 룸에어컨 ③ 창문형 ④ 설치할 생각이 없다.

(설치하게 될 경우) 몇 년 이내에 설치하실 계획입니까? ()

- ① 1년 이내 ② 2년 이내 ③ 3년 이내 ④ 4년 이내

2. 에어컨 사용대신 중앙냉방 방식을 도입한다면 체택하실 의사가 있습니까? ()

- ① 예 ② 아니오

■ 에어컨을 보유하고 있는 경우 (2대 이상일 경우 해당 항목을 모두 표기해 주십시오.)

1. 현재 사용중인 에어컨 대수? ()

- ① 1대 ② 2대 ③ 3대 이상

(2대 이상인 경우) 2대 이상 구입하게 된 동기는?

(

)

2. 에어컨의 용량은? (, ,) 평형

3. 현재 사용중인 에어컨을 구입한 시기는? ()

- ① 1년 이내 ② 1-2년전 ③ 3-4년전 ④ 5년 이상

4. 에어컨의 종류는? ()

- ① 패키지형 ② 벽걸이형 룸에어컨 ③ 창문형 ④ 기타 ()

5. 사용중인 에어컨은 냉/난방 겸용입니까? ()

- ① 예 ② 아니오

(겸용인 경우) 냉/난방 겸용 에어컨 대수는? ()

- ① 1대 ② 2대 ③ 3대 이상

6. 에어컨 설치위치는? ()

- ① 거실 ② 안방 ③ 작은방 ④ 주방 ⑤ 기타 ()

7. (실외기가 있는 경우) 실외기의 설치위치는? ()

- ① 발코니 ② 발코니 난간 ③ 외벽면 ④ 옥상 ⑤ 기타 ()

○ 실외기가 설치된 곳의 향(向)은? ()

- ① 동 ② 서 ③ 남 ④ 북

○ 실외기의 햇빛 차단을 위해 차양을 설치하셨습니까? ()

- ① 예 ② 아니오

○ (실외기를 발코니에 설치한 경우) 에어컨 가동시에 발코니 사시를 열고 사용하십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

8. 에어컨이나 실외기 설치를 위한 별도의 공간이 필요함을 느끼십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

9. 현재 개별 에어컨 사용대신 중앙냉방 방식을 도입한다면 채택하실 의사가 있습니까? ()

- ① 예 ② 아니오

■ 에어컨 사용패턴 및 사용시의 문제점에 대한 질문입니다.

1. 에어컨의 일일 평균 사용할 때간은? ()

- ① 2시간 이하 ② 2~6 시간 ③ 6~10 시간 ④ 10시간 이상 ⑤ 잘 모르겠다.

2. 에어컨 사용할 때 실내 온도는 몇도 정도로 유지하십니까? ()

- ① 22°C 이하 ② 22~24°C ③ 24~26°C ④ 26~28°C ⑤ 28°C 이상
⑥ 온도 조절이 안된다. ⑦ 잘 모르겠다.

3. 에어컨 사용할 때 풍량을 자주 조절하십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

(자주 조절하지 않는 경우) 대개 어느 정도의 풍량으로 이용하십니까? ()

- ① 약풍 ② 중간풍 ③ 강풍 ④ 자동 ⑤ 기타 ()

4. 전기료 절감을 위해 에어컨과 선풍기를 동시에 사용하십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

5. 에어컨 가동시의 소음에 대한 느낌은? ()

- ① 매우 심하다. ② 약간 심하다. ③ 보통이다.
④ 별로 심하지 않다. ⑤ 전혀 없다.

6. 실내에서 들리는 실외기 소음정도는? ()

- ① 매우 심하다.
- ② 약간 심하다.
- ③ 보통이다.
- ④ 별로 심하지 않다.
- ⑤ 전혀 없다.

7. 에어컨 사용에 따른 추가 전기요금에 대한 부담정도는? ()

- ① 매우 부담된다.
- ② 약간 부담된다.
- ③ 보통이다.
- ④ 별다른 부담이 없다.
- ⑤ 전혀 부담되지 않는다.

8. 여름철의 에어컨 집중 사용시에 당전되는 경우가 있습니까? ()

- ① 예
- ② 아니오

9. 이외에 에어컨 사용시 문제점이나 불편한 점은 ?

{ })

- 감사합니다. -

ABSTRACT

A Study on the Characteristics of Thermal Environment in Apartment Houses Applied Individual Cooling Systems with Air Conditioners

Hong, Min - Ho.

Dept. of Architectural Engineering

The Graduate School

Chung-Ang University

Advised by prof. Rhee, Eon - Ku, Ph. D.

Cooling systems in most domestic residential buildings have been occupied with individual cooling systems using air conditioners separately, because heating and cooling facilities in them have been set importance on heating systems 'ondol' so far.

The centralized air conditioning is most efficient for the control of thermal environment in residential building. But it is certain that the ondol heating system will be continued for a long time on account of our traditional lifestyle, individual cooling system with air conditioners would be increased in spite of non-efficient energy use.

However, velocity of supply air from the diffuser of air conditioners is so

fast, temperature difference is wide in the cooling space, and it is easy to cause the draft.

The purpose of this study is to analyze the characteristics and problems of thermal environment in apartment houses applied individual cooling systems with air conditioners and suggest alternatives for making thermal environment comfortable.

In this study, questionnaire survey was conducted to understand the reality and problems in apartment houses adopting individual cooling systems, and the characteristics of thermal environment variables were analyzed through the experiment in model house and apartment houses. Based upon these results, computer simulation by Phoenics 2.2 was attempted for the comparison and analysis for the cooling space.

The research was conducted to seize the characteristics of thermal environment and problems of individual cooling systems with air conditioners and to get a scheme for efficient energy use and comfortable thermal environment on the individual cooling systems with air conditioners.

The results of the study can be summarized as follows.

1. In the questionnaire survey to know the actual cooling conditions and the response of residents in summer, it has been showed that the overall demand for cooling systems in residence is rapidly increasing. At the result of survey

about operation habit of air conditioner, desire temperature was generally maintained between 24°C and 28°C, but there were some cases for keeping up desire temperature below 24°C.

2. Through the experiment in model house, in most cases air temperature was appeared lower 2~3°C than desire temperature, it has been conformed that it's better to keep up higher 1~2°C than it for energy conservation. The diffused air temperature from air conditioner which is lower 10°C than room air temperature, gives rise to temperature deviation between the place which accept the diffused air flow much or not.

3. At the result of actual measurement in apartment house air temperature deviation among the measuring points was constantly maintained below 2°C, on the other hand, it was 3~3.4°C between the place where is near the air conditioner or not while operating at cooling condition, and there was a much fluctuation according to the change of operating function at each point where receive much influence by air flow.

4. After having conducted the computer simulation to evaluate the comfort in the cooling space according to the operating conditions in the place reached supply air directly, the percentage of discomfort has been showed much higher. Therefore it has been conformed that controlling air flow to the upper direction is advantageous for the comfort in the cooling space.

감사의 글

지나간 세월을 되돌아보기에는 아직 이론감이 있지만, 지난 대학원 생활 2년 동안 마음에서 우러나는 충고와 격려로 둘보아 주신 분들께 진심으로 감사드리고 싶습니다.

지도교수님으로 느끼는 학문적인 면 뿐만 아니라 인간적인 따뜻한 충고 한마디에 더욱 고마움을 느낄 수 있었던 이 연구 교수님, 바쁘신 와중에도 항상 따뜻한 마음으로 대해주신 이 명호 교수님, 논문 심사를 통한 새심한 조언으로 학문의 길을 인도하여 주신 이 현호 교수님, 학문과 인생의 길잡이가 되어주신 신현식 교수님, 김덕재 교수님, 정현수 교수님, 최운경 교수님, 박찬식 교수님께 머리 속에 감사를 드립니다. 또한 논문이 완성되기까지 많은 조언과 아낌없는 배려를 베풀어주신 윤산대 유호천 교수님께도 진심으로 감사를 드립니다.

대학원에 입학해서 논문이 완성될 때까지 지내온 연구실 생활이 저에게 있어서는 큰 의미를 부여하게 되었고, 주위에서 지켜 와주신 전축환경 연구실 선배님, 후배님들이 있었기에 가능할 수 있었다는 생각이 듭니다.

항상 열심히 생활하시는 모습을 보여주신 전봉구 교수님, 저에 대한 관심이 끊임없이 충고와 격려로 대학원 생활의 뒷받침을 마련해주신 송국섭 교수님, 연구실에 입학하게 된 계기를 만들어 주시고, 끊임없는 관심으로 둘보아 주신 황정하 교수님, 논문 기간 동안 물심양면으로 지원해 주신 김남규 교수님, 늘 후배들에게 따뜻한 말씀을 잊지 않으시는 안태경 선배님께 감사를 드립니다.

언제나 연구실과 후배들에 대한 관심을 보여주신 박진철 교수님, 후배들과 많은 어려움을 함께 고민하는 인간미를 느낄 수 있는 천영철 교수님, 논문 기

간동안 남다른 관심으로 정신적인 도움을 주셨던 강 일경 선배님과 바쁜 생활 중에도 격려를 잊지 않았던 이 관호 선배님, 윤 기만 선배님, 전 주영 선배님, 이 호준 선배님, 또한 함께 했던 연구실 생활을 마치고 사회에 적응하기도 바쁜 상황에서 후배의 앞길을 걱정하고 자신의 일처럼 관심을 아끼지 않았던 김기훈 님, 이 상형 님, 홍찬선 님에게도 진심으로 감사를 드립니다.

앞으로 연구실을 이끌어갈 성원이 형, 미국에서의 전투가 기대되는 수연씨, 같이 논문을 쓰며 많은 시간 고민을 함께 했던 도환이, 궂은일도 마다 않고 자신의 일처럼 논문작성을 위해 많은 시간과 정성을 할애해 준 은희, 컴퓨터에 관한 해박한 지식으로 도움을 준 장원이, 연구실의 밝은 내일을 기대할 수 있게 해주는 종경이, 이 모든 분들에게 깊은 감사의 마음을 전하고자 합니다.

언제나 영원히 함께 하고픈 ‘고이랑’ 모임의 친구들 대영, 동수, 동일, 원표, 유진, 유형, 진성, 창현, 현규에게도 이 자리를 빌어 그 동안의 고마웠던 마음을 전하며, 동문 선·후배님들께서 보내주신 관심어린 격려에 감사드립니다. 함께 논문을 쓰며 많은 도움을 주셨던 방형호 선배님, 홍우경 선배님에게도 깊은 감사를 드립니다. 그리고 함께 공부하며 후배의 일을 자신의 일처럼 생각해주었던 재희 형, 큰 시험을 앞두고 열심히 공부하고 있는 경주 형, 언제나 내 마음같은 신영, 영석, 성민이에게도 그 동안의 고마움을 전하고 싶습니다.

그리고 무엇보다, 한평생 자식의 뒷바라지를 위해 고생밖에 모르고 사신 아버지, 어머니께 진정으로 감사드리고, 언제나 형을 위해 기도하며 스스로의 삶도 열심히 살아가고 있는 착한 동생 철호에게도 고마운 마음을 전합니다.

1996년 12월

홍민호