第 90回 碩士學位論文
指導教授 李 彦 求

사무소 건물의 OA기기 발열 특성에 관한 연구

A Study on the Heat Generation Characteristics of OA Equipments in Office Buildings

中央大學教 大學院
建築工學科 建築計劃 및 環境專攻
柳 炯 圭

1998年 12月

사무소 건물의 OA기기
발열 특성에 관한 연구

A Study on the Heat Generation Characteristics of OA Equipments in Office Buildings

이 論文을 碩士學位論文으로 提出함

1998年 12月

中央大學敎 大學院
建築工學科 建築計劃 및 環境專攻
柳 炯 圭

柳 炯 圭의 碩士學位 論文을 認定함.

審査委員長 印

審 査 委 員 印

審 査 委 員 印

中央大學敎 大學院

建築工學科 建築計劃 및 環境專攻

柳 炯 圭

1998年 12月

국문 요약

최근 사무소 건물에서는 OA기기의 보급으로 인해, 한정된 공간에서 방출하는 열원의 밀도가 과거보다 한층 높아지게 되어, 특히 여름철 실내에서 발생된 열을 제거하기 위한 냉방 에너지가 증가하고 있다. 그러나, 현재 국내에서는 OA기기 발열에 관한 연구가 전무하여 실제 이를 적용할 경우 단순히 외국자료 및 설계 경험에 의존하고 있다. 이로 인해 우리 실정에 맞지 않은 부정확한 데이터의 적용으로 인해 열원설비의 용량이 과다 또는 과소하게 선정되고 있다.

본 연구에서는 OA기기의 사용 패턴을 조사하기 위하여 사무소 건물에서 가장 많이 사용하는 컴퓨터, 프린터, 복사기 등의 대표적 OA기기를 대상으로 건축 사무소의 경우 11곳 130명, 일반 사무소의 경우 20곳 196명에 설문하여 두 집단의 시간별 OA기기 사용패턴 및 재실자 패턴을 조사하고 각 패턴 차이를 비교하였다. 또한 정확한 OA기기 발열 데이터를 구하기 위하여 Yokogawa Electric Corporation에서 제작한 Model 2533 Digital Power Meter를 사용하여 실제 각 OA기기의 전력 소비량을 측정하였다. 설문조사 및 측정 데이터를 바탕으로 DOE2.1E를 이용하여 OA기기 발열 변화에 따른 부하변화 및 공조시스템 용량을 시뮬레이션하고 실제 발열 조건과 공조기 용량 차이에 따라 나타나는 실온의 상태 및 연간 에너지 소모량을 비교 분석하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

각종 OA기기들의 시간대별 사용빈도, 기기의 ON/OFF 상태, 동시 사용율 그리고 출·퇴근시간, 출장 및 결근횟수, 외근 및 야근횟수 등을 분석하여 OA기기 사용 패턴 및 재실자 패턴을 제시한다.

Digital Power Meter를 사용하여 측정한 OA기기의 전력 소비량 특성 분석 결과 OA기기 발열 데이터를 제시하면 다음과 같다.

<table>
<tr><th>OA기기 (대당)</th><th colspan="4">발열량 (W)</th><th>비율</th></tr>
<tr><td>컴퓨터본체</td><td colspan="4">67</td><td>1인당 1대</td></tr>
<tr><td rowspan="5">모니터</td><td colspan="2">모델을 알 수 있을 경우</td><td colspan="2">정격소비전력×0.9</td><td rowspan="5">1인당 1대</td></tr>
<tr><td rowspan="4">모델을 모를 경우</td><td>14인치</td><td colspan="2">54</td></tr>
<tr><td>15인치</td><td colspan="2">65</td></tr>
<tr><td>17인치</td><td colspan="2">81</td></tr>
<tr><td>20인치</td><td colspan="2">108</td></tr>
<tr><td>잉크젯프린터</td><td colspan="4">8.1</td><td rowspan="2">5인당 1대</td></tr>
<tr><td>레이저 프린터</td><td colspan="4">23</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복사기</td><td rowspan="2">사용시 : 887
아이들링시: 40</td><td colspan="2">건축</td><td>322</td><td rowspan="2">20인당 1대</td></tr>
<tr><td colspan="2">일반</td><td>407</td></tr>
<tr><td>팩스</td><td colspan="4">9.3</td><td>-</td></tr>
</table>

시뮬레이션 결과, OA기기 발열을 정확히 고려하지 않을 경우 공조기 용량의 소 또는 과다 설계를 유발하여 용량 부족으로 인한 실내온도 상승으로 재실자들의 불쾌감이 생길 가능성이 있으며 용량 과다로 인한 초기 시설투자비의 낭비 및 연간에너지 소비가 늘어나게 된다.

따라서 OA기기 발열은 건물의 열 성능에 미치는 중요한 변수 중의 하나이며, 에너지 절약형 건물의 설계시 신중하게 고려되어야 할 요소임을 인식하여 설비 시설의 적정한 설계로 초기투자비의 낭비를 줄여야 할 것이다

<제목차례>

제 1 장 서론 1

1.1. **연구의 배경 및 목적** 1
1.2. **연구의 내용 및 방법** 3

제 2 장 OA기기 관련 기존 연구 및 내부발열을 고려한 냉방부하이론 5

2.1. OA**기기의 종류** 5
2.1.1. **정보전달** 5
2.1.2. **정보가공** 6
2.1.3. **정보축적** 7
2.1.4. **정보정리** 8
2.1.5. **컴퓨터 발전과정** 10
2.2. OA**기기 발열에 관한 연구 사례** 13
2.2.1. **국내** 13
2.2.2. **일본** 17
2.2.3. **영국** 18
2.2.4. **미국** 19
2.3. **부하계산 이론** 21
2.3.1. **기간부하계산** 21
2.3.2. **최대부하계산** 25
2.4. OA**기기의 발열이 건물부하에 미치는 영향** 33

제 3 장 내부발열 요소 스케줄 설문조사 분석 35

3.1. OA**기기 사용 패턴 분석** 35
3.1.1. **컴퓨터** 35
3.1.2. **프린터** 38
3.1.3. **복사기** 40
3.2. **재실자 패턴 분석** 42

3.2.1. 사무소의 재실자 패턴 42
3.2.2. 시간별 재실자 패턴 47

제 4 장 OA기기 발열 측정 49

4.1. 측정장비 및 방법 49
4.2. OA기기 종류별 발열량 측정 데이터 및 분석 52
4.2.1. 컴퓨터 52
4.2.2. 모니터 55
4.2.3. 프린터 59
4.2.4. 복사기 61
4.2.5. 기타 63
4.3. 발열 종류에 따른 OA기기의 분류 64
4.3.1. 부하가 일정한 OA 기기 64
4.3.2. 부하가 변화하는 OA 기기 65
4.4. OA기기의 미래 변화 66

제 5 장 OA기기 발열을 고려한 냉·난방부하 시뮬레이션 비교 68

5.1. 시뮬레이션 도구 68
5.2. 시뮬레이션 대상 건물 및 개요 71
5.2.1. 건물개요 71
5.2.2. 내부발열 요소 72
5.3. OA기기 발열밀도 변화에 따른 시뮬레이션 74
5.3.1. 최대 냉·난방부하 75
5.3.2. 공조설비 용량 차이 78

제 6 장 결론 83

연구의 한계 및 추후 연구제안 87
참고문헌 88
ABSTRACT 90

<표 차 례>

<표 2-1> 기능별 OA기기 8
<표 2-2> 사무자동화 시스템의 등급별 리스트 14
<표 2-3> 안영선의 OA기기 발열 데이터 15
<표 2-4> 부하계산서에 적용된 OA기기 발열 16
<표 2-5> 일본의 OA기기 발열 데이터 17
<표 2-6> BSRIA의 OA기기 발열 데이터 19
<표 2-7> ASHRAE의 OA기기 발열 데이터 1 19
<표 2-8> ASHRAE의 OA기기 발열 데이터 2 20
<표 2-9> LBL의 재실자 및 조명 스케줄 22
<표 2-10> 공조설비 설계용 개략 열부하 산정에 관한 연구 23
<표 2-11> 사무소 건물의 외피구조에 따른 열성능에 관한 연구 23
<표 2-12> 실내발열밀도 24
<표 2-13> 기간부하계산법의 종류 및 특징 24
<표 2-14> 냉방부하의 종류와 발생요인 25
<표 2-15> CLF를 적용하기 위한 존 타입, 실내 27
<표 2-16> CLF와 SCL을 적용하기 위한 존 타입, 단층 건물 27
<표 2-17> 인체 및 배기구가 없는 기기의 CLF 계수 28
<표 2-18> 인체 활동별, 실내조건온도별 현열 및 잠열 발생량 29
<표 2-19> 조명 기기의 CLF 계수 30
<표 2-20> ASHRAE 측정 OA기기의 대류 및 복사성분의 비율 31
<표 2-21> OA기기의 가동율 추정 32
<표 3-1> 결근횟수 평균 43
<표 3-2> 오후외근횟수 평균 44
<표 3-3> 오후외근횟수 평균 44
<표 3-4> 외근평균시간 평균 45
<표 3-5> 야근시간 평균 45
<표 3-6> 토요일 출근여부 46
<표 4-1> 컴퓨터의 전력 소비량 53
<표 4-2> 모니터의 전력 소비량 56
<표 4-3> 모니터 크기에 따른 발열량 차이 57
<표 4-4> 프린터의 전력 소비량 60
<표 4-5> 복사기의 전력 소비량 62

< 표 4- 6> 기타 기기 63
< 표 5- 1> 시뮬레이션 조건 73
< 표 5- 2> OA기기 발열량 변수 74
< 표 5- 3> 부위별 냉 · 난방부하 76
< 표 6- 1> OA기기 발열 데이터 86

<그림 차례>

(그림 1.1) 연구 진행도 4
(그림 2.1) LAN 설비를 갖춘 사무소의 OA기기 구성도 9
(그림 2.2) 한국에너지 기술연구소의 요소별 냉방부하 비율 33
(그림 2.3) H 설비사무소 설계 건물의 요소별 최대냉방부하 비율 34
(그림 3.1) 사무소간 컴퓨터 사용 정도 비교 36
(그림 3.2) 사무소간 컴퓨터 전원 ON/OFF 상태 비교 36
(그림 3.3) 건축 사무소의 시간별 컴퓨터 사용빈도 37
(그림 3.4) 일반 사무소의 시간별 컴퓨터 사용빈도 38
(그림 3.5) 건축 사무소의 시간별 프린터 사용빈도 39
(그림 3.6) 일반 사무소의 시간별 프린터 사용빈도 39
(그림 3.7) 건축 사무소의 시간별 복사기 사용빈도 40
(그림 3.8) 일반 사무소의 시간별 복사기 사용빈도 41
(그림 3.9) 출근시간 42
(그림 3.10) 퇴근시간 43
(그림 3.11) 토요일 출근시간 47
(그림 3.12) 토요일 퇴근시간 47
(그림 3.13) 건축 사무소의 재실자 스케줄 48
(그림 3.14) 일반 사무소의 재실자 스케줄 48
(그림 4.1) 측정장비 및 회로도 49
(그림 4.2) 기기 연결 판넬 50
(그림 4.3) 측정장비 연결 50
(그림 4.4) 모니터의 전력소비량 측정모습 50
(그림 4.5) 컴퓨터의 전력소비량 특성 52
(그림 4.6) 컴퓨터 발열량 빈도분석 결과 54
(그림 4.7) 모니터의 전력소비량 특성 55

(그림 4.8) 모니터 발열량 빈도분석 결과 57
(그림 4.9) 모니터 전력소비율 빈도분석 결과 58
(그림 4.10) 레이저프린터의 전력소비량 특성 59
(그림 4.11) 잉크젯프린터의 전력소비량 특성 60
(그림 4.12) 복사기의 전력소비량 특성 61
(그림 5.1) 평면도 71
(그림 5.2) 시뮬레이션 모델 건물 71
(그림 5.3) OA기기 발열 변화에 따른 냉·난방부하 차이 75
(그림 5.4) 측정 OA기기 발열을 적용한 시뮬레이션의 냉방부하요소 차이 76
(그림 5.5) 측정 OA기기 발열을 적용한 시뮬레이션의 난방부하요소 차이 76
(그림 5.6) 최대부하 공조기 용량 78
(그림 5.7) 연간 에너지 소모량 78
(그림 5.8) OA기기 발열 변화에 따른 송풍량 79
(그림 5.9) OA기기 발열량에 따른 팬 모터 동력 변화 79
(그림 5.10) OA기기 발열 변화에 따른 냉동기 및 보일러 용량 80
(그림 5.11) 시스템 용량에 따른 연간 에너지 소비량 81
(그림 5.12) 시스템 용량에 따른 실의 온도상태 81
(그림 6.1) 사무소 OA기기 사용 패턴 84
(그림 6.2) 사무소 재실자 패턴 84

제 1 장 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

1990년대 초부터 사무소에서는 업무 능률의 향상을 위해 많은 사무자동화 기기 (이하 OA기기)들을 사용하기 시작하였다. 현 사회가 생산성의 향상과 수많은 정보의 교류 및 빠른 정보 처리를 요구하고 있는 상황이기 때문에 사무소에 컴퓨터 및 기타 OA기기의 보급은 필수적이라 할 수 있다. 이러한 OA기기 증가 추세는 당분간 지속적이고 빠르게 진행될 것으로 예상된다.

최근 사무소 건물의 경우 OA기기의 보급과 함께 외피 및 창호 등이 점차 기밀 해짐에 따라 내부에서 발생되는 열이 실내에 갇히게 됨으로써, 한정된 공간에서 방출하는 열원의 밀도가 과거보다 한층 더 높아지게 되었다. 때문에 현재 수많은 건물에서 내부 발열로 인하여 연중 냉방을 해야하는 사례가 늘고 있으며, 여름철에는 실내에서 발생된 열을 제거하기 위한 냉방 에너지가 더욱 증가하고 있다.

내부발열의 증가에 따라 냉방부하는 난방부하에 비해 지역에 관계없이 약 2.5배 이상의 부하변화를 발생[1]시키며, 건물의 실내 열 환경에서도 OA기기 발열은 건물의 에너지 소모량 뿐 아니라 온열 쾌적감에도 영향을 미치고 있다. OA기기가 현재와 같은 수준으로 보급되기 전에는 그 수가 매우 적어 기기 발열이 실내의 냉방부하 상승에 큰 영향을 미치지 않았지만, OA기기 사용에 대한 필요성이 증대하고 인텔리전트 빌딩이나 여러 가지 OA기기가 설치된 사무소 건물이 증가함에 따라 이를 고려하여 공조설비를 계획해야할 경우가 많아졌다. 그러나, 현재 국내에서는 OA기기 발열에 관한 연구가 전무하여 실제 이를 적용할 경우 단순히 외국자료 및 설계 경험에 의존하고 있다. 이로 인해 우리 실정에 맞지 않은 부정확한 데이터의 적용으로 인해 열원설비의 용량이 과다 또는 과소하게 선정되고 있다.

---

1) 건설부, 건축물 에너지 절약 설계기준 개선 연구, 1993, p188

OA기기 보급의 증가 추세와 그 사용 패턴으로 미루어 볼 때, 정확한 OA기기 발열량에 대한 데이터가 시급히 필요하고, 이러한 실내발열을 적절히 고려하여 건축설비시스템을 설계함으로서 시설투자비의 절약과 동시에 효율적으로 시스템을 운영하여 에너지의 낭비를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구는 실무에서 바로 적용할 수 있는 정확한 OA기기 발열량 데이터와 함께 재실자 및 OA기기의 사용 패턴을 조사하여 정확한 최대부하계산으로 적정 초기시설 투자비의 산정 및 연간 에너지 소비량을 예측할 수 있는 기초자료 제공을 목적으로 한다.

1.2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 재실자와 OA기기 사용패턴 및 정확한 OA기기에 대한 발열량 데이터를 제시하기 위하여 다음과 같이 연구를 진행하였다.

첫째, OA기기 발열에 관한 국내 및 국외 문헌을 통하여 연구의 구체적인 방향을 정한다.

둘째, 건물의 냉방부하이론을 검토하고 현재 실무에서 부하 계산시 OA기기 발열 적용사례를 조사하여 현재 OA기기 발열 적용에 따른 문제점을 추출한다.

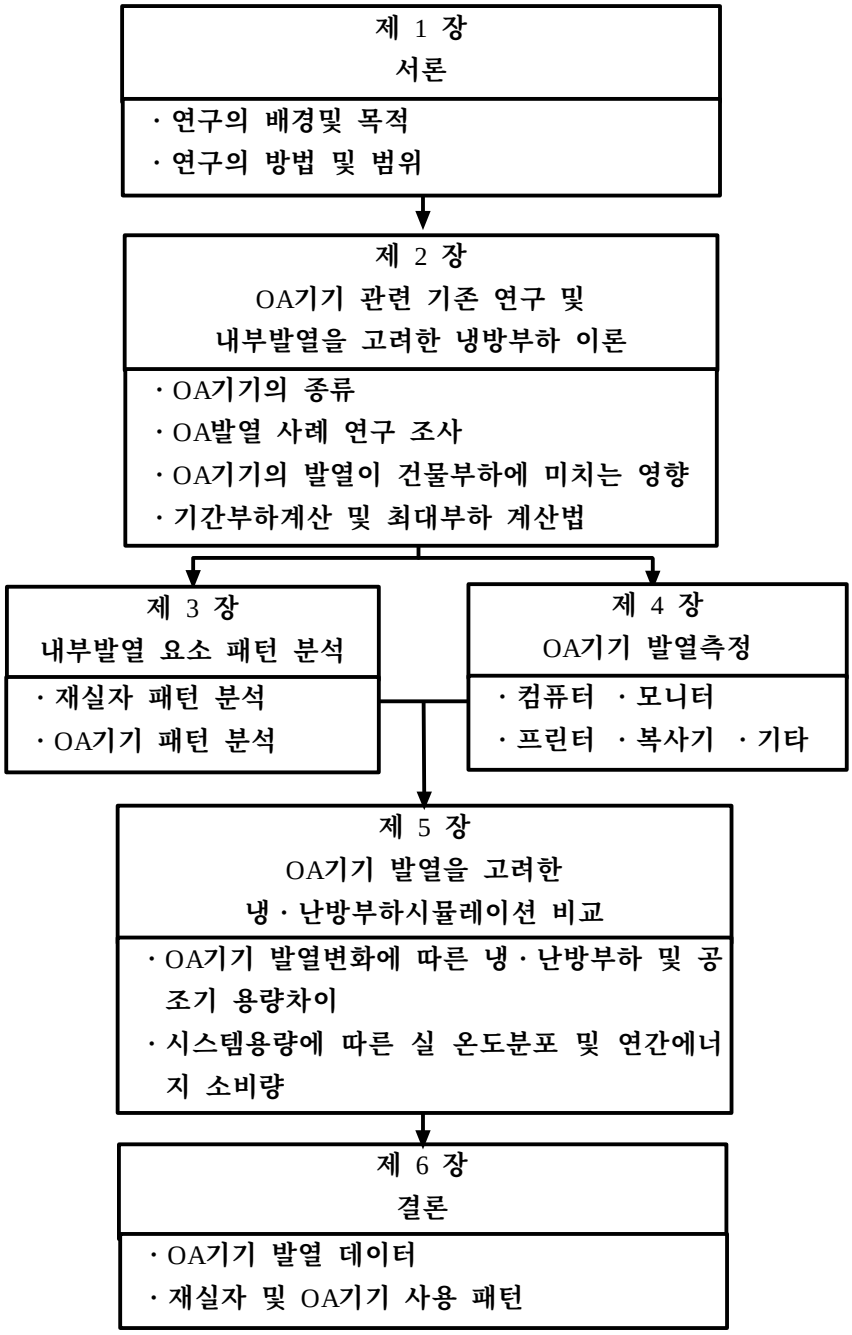
셋째, 문헌 조사 및 현장조사 등을 통하여 사무실에서 사용하고 있는 OA기기 리스트를 작성하고 기기의 종류 및 용량(정격소비전력) 등을 조사한다.

넷째, 설문 조사를 통하여 사무소 유형별 재실자 및 OA기기 사용 패턴을 분석한다.

다섯째, Digital Power Meter를 이용하여 컴퓨터, 프린터, 복사기 등의 각 OA기기에 소비되는 전력을 측정하여 발열량을 제시한다.

여섯째, 설문 조사를 통한 OA기기 사용패턴 및 실측을 통한 데이터를 근거로 하여 발열을 고려하지 않은 경우, 정확한 발열을 적용한 경우, 과다하게 적용한 경우로 나누어 부하변화 및 공조시스템 용량 차이를 알아본다. 또한 실제 발열 조건과 공조기 용량 차이에 따라 나타나는 실온의 상태 및 연간 에너지 소모량을 비교 분석한다. 해석 도구는 동적 열 해석 프로그램인 DOE2.1E를 이용한다.

일곱째, 냉방부하 수 계산 및 정밀부하계산에 이용할 수 있는 재실자 및 OA기기 사용패턴과 발열 데이터를 제시한다.


제 1 장
서론
· 연구의 배경및 목적
· 연구의 방법 및 범위
제 2 장
OA기기 관련 기존 연구 및
내부발열을 고려한 냉방부하 이론
· OA기기의 종류
· OA발열 사례 연구 조사
· OA기기의 발열이 건물부하에 미치는 영향
· 기간부하계산 및 최대부하 계산법
제 3 장
내부발열 요소 패턴 분석
· 재실자 패턴 분석
· OA기기 패턴 분석
제 4 장
OA기기 발열측정
· 컴퓨터 · 모니터
· 프린터 · 복사기 · 기타
제 5 장
OA기기 발열을 고려한
냉 · 난방부하시뮬레이션 비교
· OA기기 발열변화에 따른 냉 · 난방부하 및 공조기 용량차이
· 시스템용량에 따른 실 온도분포 및 연간에너지 소비량
제 6 장
결론
· OA기기 발열 데이터
· 재실자 및 OA기기 사용 패턴

(그림 1.1) 연구 진행도

제 2 장 OA기기 관련 기존 연구 및 내부발열을 고려한 냉방부하 이론

2.1. OA기기의 종류

현대를 흔히 정보화 사회 또는 정보혁명의 시대라고 한다. 정보혁명이란 산업혁명에 비유해서 사용되는 말로서 인류는 산업혁명에 의한 산업사회에서 통신과 컴퓨터의 결합에 의한 새로운 사회, 즉, 정보화 사회로 발전하고 있음을 말한다. 정보화 사회에서는 FA (Factory Automation), OA (Office Automation), HA (Home Automation)의 핵심적인 3대 오토메이션이 발생하게 되었는데 제조업 분야에서는 FA에 의해 생산성이 향상되었고, 사무소에서는 OA에 의해 혁신적인 사무업무의 개선과 합리화가 추진되었으며 HA에서는 주거의 쾌적성과 편의성에 크게 기여하고 있다.

이중 사무소 건물에서 사무업무의 혁신을 가져다 준 OA는 기능별로 크게 정보전달, 정보가공, 정보축적, 정보정리로 구분할 수 있다

2.1.1. 정보전달

1) PBX

건물에 있어서 외부와의 통화보다 내부의 통화가 빈번해짐에 따라 구내 전화기를 설치하여 국선을 사용하지 않고 내선 통화를 하는 것이 일반적이 되었다. 이러한 교환기를 구내 교환기 (PBX : Private Branch Exchange)라 한다.

2) 팩시밀리

데이터를 송신하는 측에서 문자, 도형, 사진 따위의 화상정보를 전기신호로 바꾸어 통신회선을 이용하면 수신처에서는 원고와 같은 형태의 기록상을 얻는 장치를 말한다.

3) PC통신

통신 전용 단말기에 전화선을 연결하여 데이터베이스 검색, 전자우편, 전자 게시판 등의 서비스를 제공하는 것으로 과거에는 전용 단말이 사용되었으나 현재는 일반 PC에 연결하여 사용한다. 또한 기업에서는 전화선이 아닌 LAN(Local Area Network : 근거리 통신망)에 연결하여 사용하는 곳이 많아져 더욱 빠른 속도로 많은 데이터를 공유할 수 있게 되었다.

4) 화상회의

서로 떨어진 지점에 있는 회의실 상호간의 영상 및 음성통신회선을 연결하여 회의를 진행하는 것으로, 장점으로는 시간과 경비절감, 신속·정확한 정보의 전달, 적임자의 회의 참석용이, 기업활동의 극대화 및 효율화라 할 수 있다.

2.1.2. 정보가공

1) 퍼스널 컴퓨터

마이크로 프로세서 중앙처리 장치를 가지고 있으며, 정보표현단위로 현재는 32비트나, 64비트를 사용하는 단일사용자 컴퓨터 시스템으로서 중앙처리장치, 키보드, 모니터, 디스크 장치를 기본으로 구성되어 있다.

2) 오피스 컴퓨터

고도의 정보추적 처리 기능이나 통신기능을 갖고서 LAN을 통하여 워크스테이션의 기능을 지원하는 것이다. 오피스 컴퓨터와 퍼스널 컴퓨터의 가장 큰 차이는 오피스 컴퓨터는 중소기업의 호스트 컴퓨터로 많이 사용되며 주로 계수 데이터를 다루지만, 기술의 발달로 퍼스널 컴퓨터에서 모든 가능한 업무를 수행하고 있기 때문에 현재는 별 구분 없이 쓰이고 있다.

3) 워드 프로세서

기계자체가 워드프로세싱 처리를 위해 만들어진 것으로 다른 기능은 첨가되지 않고 오직 문서작성이나 도형의 처리를 위하여 만들어진 것을 말한다. 그러나 현재는 퍼스널 컴퓨터에 워드프로세서 기능이 추가되어 거의 쓰이지 않는다.

4) CAD

Computer Aided Design 즉, 컴퓨터 지원 설계라 하며 사무소에서 설계 및 제도 작업을 할 때 제도대를 대신하여 사용하는 것으로 전에는 CAD만을 전용으로 하는 컴퓨터가 설치되었으나 현재는 퍼스널 컴퓨터가 이 기능을 수행하게 되었다.

5) 워크스테이션

개인의 정보활동은 기본적으로 정보 수집, 정보처리, 정보전달, 정보축적, 정보변환으로 되어있는데, 이러한 기능을 동시에 지원하는 요소로서 생각한 것이 워크스테이션이다.

2.1.3. 정보축적

1) 마이크로 필름

문서, 도안, 제도용 각종 기록들이 고도로 축소 촬영된 초 미립자, 고해상도를 가진 필름을 말한다. 이에 단순한 축적 관리에서 컴퓨터를 이용한 자동 검색이 가능한 시스템으로 발전되고, 컴퓨터의 출력을 즉시 출력하는 COM시스템(Computer Output Microfilm System)이 보급되고 있다. 마이크로 필름의 종류로는 릴(real)식, 카트리지 식, 애피처 카드, 재켓필름, 피시필름 등이 있으며 각 정보의 성격에 따라 쓰이는 종류가 다르다.

2) 광디스크

광디스크는 정보의 축적과 검색에 있어 획기적인 매체 중의 하나로, 디스크에 레이저광선을 쬐어서 정보를 기입, 해독하는 대용량의 정보기록 장치이다.

3) CAI

컴퓨터 이용 학습(CAI : Computer Assisted Instruction)이라 하며 일반적으로 교육기관에 사용되고 있는데 I. B.에서는 기업내의 교육, 훈련 외에 기업소개, 제품소개, 각종 강습회 등 광범위한 응용이 가능한 설비이다.

2.1.4. 정보정리

1) 복사기

사무실에 많이 보급된 OA기기로 문서의 확인을 위한 증거 또는 내용의 보관이라는 역할을 수행하기 위해 2장 이상의 사본을 만들 필요가 있을 때 사용한다.

2) 프린터

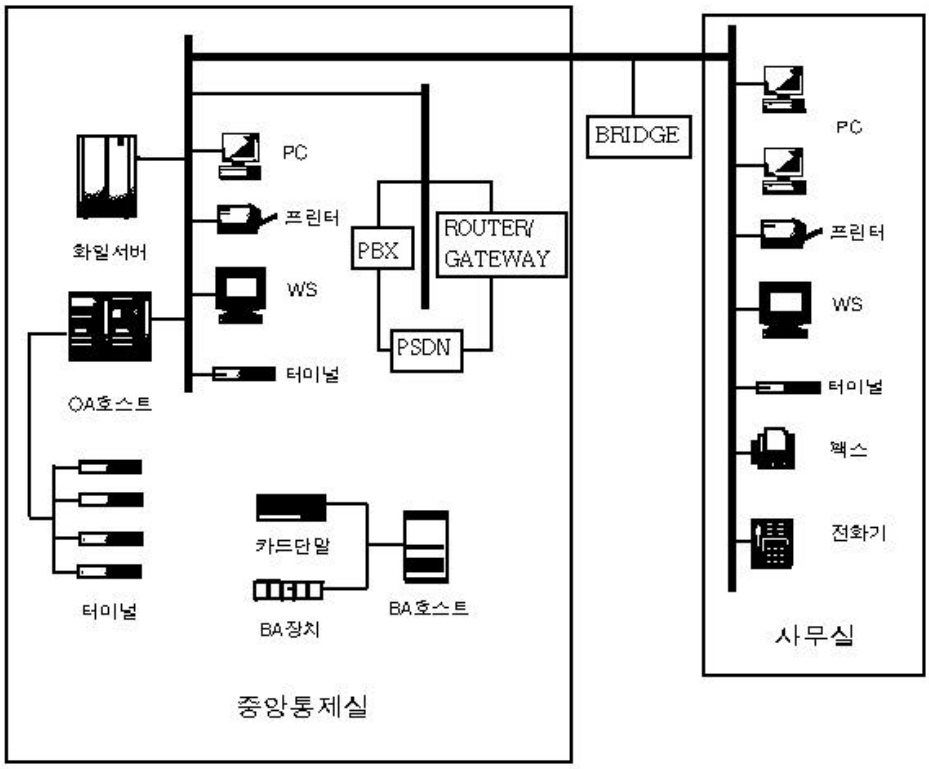
개인이 컴퓨터 등을 이용하여 작성한 문서를 종이로 출력하는 기기로 예전에는 도트프린터를 많이 사용하였으나 현재는 잉크젯프린터나 레이저프린터를 사용하고 있으며 사무실에서 가장 보편적인 OA기기 중의 하나이다.

<표 2-1> 기능별 OA기기

사무실 정보기능	OA기기 예	시스템
정보전달	전화기, PBX	LAN 서류반송시스템 전자우편
	버튼전화	
	팩시밀리	
	데이터 단말	
	회선다중화장치	
	캡틴단말	
	PC통신	
	전자우편장치	
	화상회의장치	
정보가공	오피스컴퓨터	종합 OA시스템
	퍼스널컴퓨터	
	워드프로세서	
	CAD	
	이미지스캐너	
	워크스테이션	
정보축적	마이크로필름	데이터베이스 프라이비트 캡틴
	전자필름 (광디스크파일 등)	
	타임레코더	
	CAI장치	
	파일링기능	
정보정리	복사기	전자출판시스템
	프린터	
	플로터	

건물에서 사용하는 OA의 종류는 이상 살펴 본 것 이외에도 그 수는 상당히 많고, 각 건물이 요구하는 OA화의 정도에 따라 설치 또는 사용하는 범위가 서로 다르게 된다.

그러나, 현재의 OA는 소프트웨어 기술이 발달함에 따라 서로 다른 기계에서 각각의 기능이 행해지던 것들이 점차 하나의 기기로 통합되고 있으며, OA기기의 분류상에서도 그 개념이 모호해져 오피스 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터, 워크 스테이션의 구분이 사라지고 있어 개인의 책상에 놓여진 컴퓨터 하나로 여러 가지 기능을 수행하게 되었다.



(그림 2.1) LAN 설비를 갖춘 사무소의 OA기기 구성도
(인텔리전트 빌딩)

인텔리전트 빌딩과 같은 첨단 건물에 있어서는 단순한 사무 자동화의 개념을 떠나 건물 사용자들에게 정보·통신 및 건물의 통제·관리 등 여러 가지 편의를 제공하기 위하여 각종 장비들이 필요하게 되는데, 일반적으로 이러한 시스템들은 사용자와 별도로 실을 구획하여 관리하게 된다. (그림 2.1)은 중급 규모 인텔리전트 빌딩의 LAN설비를 갖춘 OA기기 구성도의 한 예로서 좌측 그림의 중앙 통제실에는 OA호스트, BA장치, PSDN 외 POS시스템, FDDI 등 여러 장치들이 설치되게 되는데, 이러한 장비들은 일반사무소에는 잘 설치되지 않는 것이므로 이에 대한 설명은 생략한다. 중앙 통제실이 없는 일반 사무소의 경우 OA기기는 그림 우측 사무소와 동일하게 배치되게 된다. 따라서, 실제로 사무 공간 내에서 가장 많은 비율을 차지하면서 사용빈도가 높은 OA기기는 퍼스널 컴퓨터, 프린터, 복사기, 팩스, 플로터, 전화기 등이라 할 수 있으며, 이러한 기기 들이 사무공간 내의 냉·난방 부하에 큰 영향을 미치게 된다.

2.1.5. 컴퓨터 발전과정

사무소 건물의 OA화는 컴퓨터의 발전 없이는 불가능한 일이었다. 현재의 정보기술 가운데 컴퓨터는 가장 중요한 역할을 담당하고 있으며, 사무소에서 뿐 아니라 우리의 생활 가운데 깊이 뿌리를 내리고 있다. 컴퓨터 기술은 지난 50년 동안, 10년 단위로 뚜렷이 구별되는 5개의 시기[2]를 거쳐 왔다.

1) 1950년대 : 공학분야에 이용

컴퓨터는 1940년대에 개발되기 시작하여 1950년에 비로소 상품화되기 시작했다. IBM에서 40년대에 개발한 컴퓨터는 천문학 분야에서 계산 기능만을 수행하기 위한 것이었고, 50년대에는 대공방어시스템을 위한 즉, 군사적인 목적에 이용했다. 최초로 개발된 컴퓨터는 1946년에 개발된 에니악으로 주로 진공관을 사용하였으며, 그 무게가 자그마치 30톤이 넘었다.

---

2) 정보기술과 미래경영, 변진석, 한국언론자료간행회

2) 1960년대 : 배치처리

1954년 유니백에서 최초의 상업용 컴퓨터가 개발되어 예전에 단일 목적으로 연구소의 공학적 목적으로만 사용되던 컴퓨터가 다목적으로 기업에서도 사용하기 시작했다. 비싼 것이 단점이었지만 인간보다 훨씬 뛰어난 계산능력과 저장능력을 가지고 있어, 사람들의 잡다한 노동에서 벗어나게 해주었고, 파일이나 보고서를 따로 챙겨서 보관하지 않아도 되는 등, 매우 효율적이었다고 할 수 있었다. 그러나, 이 시기에도 사람들은 여전히 컴퓨터 파일보다는 개인적인 문서를 보관하려 했고, 컴퓨터 가격 또한 비쌌으며 사용하기도 불편했다.

3) 1970년대 : 타임쉐어링

70년대 들어와서 미니 컴퓨터의 개발로 메인 컴퓨터와는 비교할 수 없는 가격과 부피로 컴퓨터를 이용할 수 있게 되었다. 따라서, 컴퓨터가 기업뿐 아닌 대학에도 보급되게 되었다. 또한 작업을 보다 효율적으로 할 수 있도록 하는 소프트웨어의 개발 노력으로 타임 쉐어링[3]이 만들어져 마치 여러 사람이 동시에 한 대의 컴퓨터로 작업을 하는데도 불구하고 혼자서 작업하는 효과를 거두게 되었다.

4) 1980년대 : 퍼스널 컴퓨터

퍼스널 컴퓨터는 70년대 중반에 개발되었지만 그 보급은 80년대에 들어와서부터 시작되었다. 이전의 사무실과 떨어진 별도의 방안에 설치된 컴퓨터를 공유해야하는 타임쉐어링 방식과는 달리, 퍼스널 컴퓨터는 말 그대로 자신의 책상 위에 컴퓨터를 설치할 수 있게 되었다. 이와 더불어 일반인들도 쉽게 접근할 수 있는 워드프로세서, 스프레드 쉬트, 데이터 베이스 등의 프로그램이 개발되어 작업장에서의 능률이 향상되게 되었다. 그러나 각 컴퓨터가 서로 독립적으로 떨어져 설치되기 때문에 사용자간의 정보 교환이나 유지·관리가 어려웠다. 이로 인해 모든 직원들에게 컴퓨터에 대한 능력을 교육시켰음에도 생산성은 늘지 않았다는

3) 여러 작업을 동시에 처리하는 컴퓨터 운영방식.

비난이 있었다.

5) 1990년대 : 네트워킹

사무소 건물에서 컴퓨터 및 기타 OA기기의 증가에 따른 발열이 문제가 되기 시작한 시기라고 할 수 있다. 컴퓨터를 LAN, WAN, VAN, 인터넷, CALS, 인트라넷 등과 같이 다양한 네트워크로 연결해서 사용하면서 연결된 컴퓨터끼리 파일, 프린터 등의 컴퓨터자원을 서로 공유할 수 있게 되었다. 이로 인해 특정 비즈니스 환경과 기술 선택 사양에 맞추어 적절한 컴퓨터 장비들을 간단하게 연결하여 사용할 수 있게 되었다. 컴퓨터 네트워킹[4]은 한 기업내의 컴퓨터를 하나로 묶어 줄 뿐 아니라, 사람들도 연결하는 역할을 하게 되어, 특히 전자우편이나 그룹웨어 등과 같은 특수한 목적의 소프트웨어와 스프레드 쉬트, 워드프로세서 등을 이용하면 조직 구성원들이 각종 정보, 의견, 문서들을 서로 신속하게 공유할 수 있게 되었다.

6) 21세기 : 모빌컴퓨터

모빌컴퓨터는 손목시계와 같이 사무실 자동차, 회의실 등 장소에 구애받지 않고 어디든지 가지고 다닐 수 있으며, 무선으로 언제든지 필요한 정보를 얻을 수 있는 컴퓨터를 말한다. 모빌컴퓨터는 인간과 같은 통찰력과 직관력은 없지만 비서와 같은 보조자 역할을 수행하게 될 것이다. 그러나 유선 컴퓨터는 모빌컴퓨터보다 큰 스크린과 키보드 등의 입력방식이 더욱 개발되어 더 많은 정보를 주고받을 수 있기 때문에, 모빌 컴퓨터가 일반화된다하더라도 유선 컴퓨터는 사라지지 않을 것으로 전망된다.

---

4) 캔라이트(Canright)에 의하면 1998년 포춘지가 선정한 100대기업의 75%, 그리고 포춘지가 선정한 500대 기업의 39%가 2개 기업을 연결한 네트워크 시스템인 IOS (Interorganizational System)를 사용하고 있다고 한다.

2.2. OA기기 발열에 관한 연구 사례

미국과 영국 같은 선진국에서는 이미 OA기기 발열에 관한 연구가 진행되었지만, 국내의 경우 OA기기 발열에 관한 연구는 거의 전무인 실정이다. 그러나 국내에 인텔리전트 빌딩이 등장하게 되면서 건물 내에 설치되는 각종 BA, OA 등을 위한 장치들과 컴퓨터의 보급이 늘어나게 되면서 이에 대한 관심이 조금씩 늘게 되었다.

2.2.1. 국내

서울대 컴퓨터 신기술 공동 연구소의 연구보고서[5]에서는 인텔리전트 빌딩의 등급을 OA기기 보급 정도에 따라 기존 모델, 중급모델, 고급모델의 세 단계로 나누었다.

여기서, 기본모델은 인텔리전트빌딩으로서 요구되는 최소수준의 서비스를 제공하는 빌딩으로서 현재 국내의 빌딩에서 구현되고 있는 정보통신 및 사무화 수준을 만족하는 빌딩으로 정의된다. 고급모델은 정의된 표준기능을 모두 구현하는 모델로 현재의 기술수준에서 예산되는 각 표준기능의 서비스 요구를 충족시킬 수 있는 수준으로 구현된 모델로 정의된다. 중급모델은 기본모델과 고급모델의 평균을 그 기준으로 하지만 서비스나 설비에 따라서는 기본모델에 준하거나 고급모델에 준할 수 있다.

---

5) 유형별 지능형 빌딩모델 구축에 관한 연구, 한국통신, 1992

<표 2-2> 사무자동화 시스템의 등급별 리스트

장비	기본모델	중급모델	고급모델
개인용 컴퓨터	1대/5인	1대/2인	1대/1.2인
더미터미널	1대/50인	1대/30인	1대/10인
워크스테이션	1대/20인	1대/10인	1대/5인
프린트 서버 (대형)	-	1대/1층	2대/1층
잉크젯프린터	1대/1실	1대/1실	없음
레이저프린터	-	1대/1실	2대/1실
카드입력장치	1대/주차장	각2대/주차장, 빌딩입구	1대/1실 (주차장 2대)
POS 터미널	-	3대/빌딩	5대/빌딩
안내 터미널	-	-	2 3대/빌딩
파일서버	-	1대/빌딩 (중용량)	1대/빌딩 (대용량)
BA 호스트	-	1대/빌딩	1대/빌딩
OA 호스트	1대/빌딩 (저성능)	1대/빌딩 (중성능)	1대/빌딩 (고성능)
POS 서버	-	1대/빌딩	1대/빌딩
BBA 서버	-	1대/빌딩	1대/빌딩
FDDI 설비	-	-	1set/빌딩
LAN 설비	1set/1층	1set/1층	1 2set/1층
공중망 접속설비	-	1set/빌딩	1set/빌딩
위성망 접속설비	-	-	1set/빌딩
PBX 접속관리	-	1set/빌딩	1set/빌딩
통신망 관리시스템	-	-	1set/빌딩

"안영선"의 연구[6]에서는 서울대 컴퓨터 신기술 공동 연구소 연구의 인텔리전트 빌딩 OA기기 등급에 맞추어 인텔리전트 빌딩의 OA발열에 따른 등급 설정을 위한 연구를 진행하였다.

<표 2-3>은 안영선의 연구에서 적용한 OA기기 발열 데이터이다.

6) 인텔리전트 빌딩의 실내 기기 특성에 관한 연구, 연세대, 1996

<표 2-3> 안영선의 OA기기 발열 데이터

장 비		1대 당 기기 발열량 (Kcal/h)
사무자동화장비	개인용컴퓨터	301
	워크스테이션	481.6
	Text mail system	-
	잉크젯프린터	15.1
	레이저 프린터	602
	프린터 서버	602
	복사기	1023.4
정보통신장비	팩스	42.1
	일반 CATV 단말기	129.4
	TV회의 전용단말기	204.7
	VRS용 전용 단말기	90.3
	Videotex 전용단말기	590

그러나, 안영선의 등급 설정에서 사용한 각 OA기기 발열은 실제 기기의 발열이 아닌 기기의 Name Plate에 있는 정격소비전력에 의한 계산 값이다.

한편, 사무소 건물로 설계된 국내 28개 건물의 부하계산서를 검토해 본 결과, 14곳만이 OA기기 발열을 고려하고 있었다. 또한, 설비 설계 사무소에서 종사하는 관계자와의 인터뷰에서도 OA기기 발열을 고려할 경우 대부분은 선행 설계한 건물 중에서 이상이 없던 건물에 적용된 발열량으로 산정하는 등의 정확한 데이터에 근거하지 않은 계산을 하고 있었다.

<표 2-4>는 OA기기 발열을 고려한 국내 사무소 건물의 부하계산서에 적용된 OA기기 발열 데이터를 정리한 것이다.

<표 2-4> 부하계산서에 적용된 OA기기 발열

구분번호	건물	재실인원	적용된 발열량 (W/㎡)	비고
1	서울 P 빌딩	0.1인/㎡	35	SS 사무소 설계
2	서울 K 은행	-	20	〃
3	서울 J 빌딩	-	20	〃
4	D 빌딩	-	40	〃
5	S 빌딩	-	25	〃
6	L 호텔 (사무실부분)	-	29.1	〃
7	Y 병원	-	10	〃
8	서울 Y 빌딩	0.2인/㎡	20	HI 사무소 설계
9	-	0.2인/㎡	15	〃
10	-	0.2인/㎡	15	〃
11	부천 N 빌딩	0.1인/㎡	58	TM 사무소 설계
12	부천 S 빌딩	0.2인/㎡	15	HW 사무소 설계
13	일산 J 빌딩	0.15인/㎡	29	SA 사무소 설계
14	부천 G-4 빌딩	0.1인/㎡	58	HN 사무소 설계

2.2.2. 일본

1985년, 일본에서는 OA기기 발열을 5년 단위의 3단계로 나누어 미래에 대한 부하 예측을 하였다.[7)]

이 연구에서는 OA기기가 1인 1대로 될 때까지 지속적으로 증가하게 되면 실제로 OA에 소비되는 정격소비전력이 상당히 늘어날 것으로 보이지만, 각 OA기기마다의 성능 개선으로 인해서 소비전력의 절감이 실현되고 있는 것으로 예측하였다.

이 중 각 등급 설정에 적용된 OA기기 발열 데이터는 <표 2-5>와 같다.

<표 2-5> 일본의 OA기기 발열 데이터

OA기기	발열량 (Kcal/h)
Office-Computer	2750
CRT (복합 워크스테이션)	620
퍼스널 컴퓨터	770
워드 프로세서	460
프린터	1550
복사기	1550
팩시밀리	270
POS (Point of sales)	1160
전자흑판	190
전자파일	700
플로터	770
CATV, 비디오 텍스	150
슈레더	460
전자마이크로 필름 판독기	770
이미지 (OCR)	770
온라인 단말기	150

7) 인텔리전트 빌딩에 있어서의 공조계획, 냉동공조기술, 심낙권, 1988.

2.2.3. 영국

1992년, 영국의 BSRIA(The Building Service Research and Information Association)에서 2년 동안의 현장조사와 시장조사를 거쳐 연구한 보고서에는 사무소에서 사용하는 각 OA기기에 대한 실제소비전력을 측정하여 실무에 적용하여 사용할 수 있는 지침을 마련하였다.

이 보고서의 내용은 크게 다음의 4가지 항목으로 구분된다.

① 현장조사 : 각 OA기기 들과 건물에서 사용하는 실제 소비전력을 실측하였다.
② 건물에너지 데이터의 분석 : OA기기에 의한 장기적인 건물의 부하를 평가하였다.
③ 사용자 조사 : IT(Information Technology)기기 사용 정도를 알아보기 위하여 사무실에서 일하는 사람을 대상으로 설문조사를 실시하였다.
④ OA기기 제조업체에 대한 조사 : 당시 사용되던 IT기기의 종류와 IT기기의 미래를 예측하기 위하여 제조업체에 대한 조사를 하였다.

이 보고서에서는 당시 사용하고 있던 여러 OA기기 들의 소비전력을 실측하여 각 OA기기 모델에 맞는 발열 데이터를 적용할 수 있도록 하였다. 또한 OA기기 모델을 알 수 없는 경우를 대비하여 위험 수준을 고려한 Worst Case 데이터를 제공하였다.

BSRIA에서는 위와 같은 조사를 바탕으로 하여 평균 소비전력을 산출하는 방법을 발전시켰으며, <표 2-6>은 BSRIA에서 측정한 각 OA기기 발열 데이터의 Worst Case의 데이터의 일부이다.

<표 2-6> BSRIA의 OA기기 발열 데이터

OA기기 (1대 당)	발열량 (W)
PC (모니터 포함)	187
워크스테이션	160
레이저프린터	150
플로터	338

2.2.4. 미국

미국의 ASHRAE Fundamentals에는 1989년부터 OA기기 발열 데이터를 제시하고 있으며, <표 2-7>은 89년 이후부터 제시된 OA기기 발열 데이터의 일부이다.[8)]

<표 2-7> ASHRAE의 OA기기 발열 데이터 1

OA기기 (1대 당)	발열량 (W)
PC (모니터 포함)	90 530
미니컴퓨터	2200 6600
프린터	292
복사기 (소형)	460 1700
플로터	63

그러나, 89 97년까지의 OA기기 발열 데이터는 그 범위가 너무 넓어 이를 실제 적용하는데는 많은 문제점이 있다. 따라서, ASHRAE Fundamentals 97에는 <표 2-8>과 같이 정격소비전력에 따른 실제 소비전력을 조사한 데이터를 제시하고 있다.

8) ASHRAE Fundamentals Handbook 77, 85, 89, 93, 97

<표 2-8> ASHRAE의 OA기기 발열 데이터 2

OA기기 (1대 당)	정격소비전력 (W)	실제소비전력 (W)
380mm 모니터	220	78
레이저프린터	836	248
복사기 (데스크탑)	1320	181
PC 1	575	133
PC 2	420	125

이상에서 본 바와 같이, 각 OA기기 발열 데이터는 그 범위가 각양각색이어서 실무에서 부하계산에 적용할 수 있는 기준이 없다. 따라서, 현재 우리 나라 실정에 맞는 데이터 확보를 위해 OA기기 발열에 대한 정밀조사가 필요하다.

2.3. 부하계산 이론

부하계산에는 크게 연간 냉·난방 에너지 소모량을 구하기 위한 기간부하계산과 냉동기, 보일러, 공조기 등 공조설비에 필요한 용량을 결정하기 위한 최대부하계산이 있다. 기간부하계산 및 최대부하계산은 다시 정상상태계산과 비정상상태계산으로 나눌 수 있다.

2.3.1. 기간부하계산

1) 단일척도방식

단일척도방식은 부하계산의 척도로 난방도일 한 가지만을 사용하는 방식으로 건물의 에너지 소모가 단순히 실온과 외기온의 차이에만 비례한다는 가정을 두고 주거용 건물과 같은 비교적 단순한 외피부하 위주의 건물에서 흔히 사용된다. 이러한 단일척도방식에는 디그리데이, 수정디그리데이 그리고 가변디그리데이 방식이 있다.

2) 단순 다중척도방식

단일척도방식은 건물 내에서 일어나는 수많은 에너지 요소들의 복합적 상호작용을 고려하지 않기 때문에 건물의 형태나 기능이 복잡한 경우에는 연간부하의 계산이 부정확하게 된다. 따라서 중요한 몇 개의 변수를 사용한 열 부하 계산을 여러 가지 서로 다른 외기 조건에 대하여 구한 후, 이를 외기 조건의 발생빈도에 따라 합산하는 방식이 개발되었다. 단순 다중척도방식에는 빈 방식과 수정 빈 방식이 있다.

3) 정밀 시뮬레이션 방식

정밀 시뮬레이션 방식에 의한 건물 에너지 계산은 기본적으로 축열재 내에서

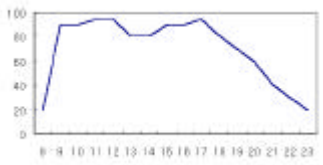
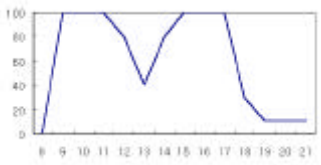
의 열 전달을 컴퓨터를 이용하여 비정상 상태의 동적 열 전달로 해석, 계산하는 방식이다. 정밀 시뮬레이션 방식에 의한 동적 열부하 해석법에는 응답계수법 (Response Factor Method), 가중계수법 (Weighting Factor Method), 유한차분법 (Finite Difference Method), 유한요소법 (Finite Element Method), 타임랙법 (Time Lag Method), 열시간상수법 (Thermal Time Constant Method) 등이 있으며 이를 이용해 개발된 대표적인 프로그램에는 TRANSYS, DOE-2, AIRCON, HASP/ACLD 등이 있다.

실내·외의 열변화가 정상류를 계속하는 것으로 가정한 종래의 계산법과는 달리 정밀 시뮬레이션 방식에서는 부하에 영향을 미치는 다변하는 많은 양의 입력자료를 필요로 한다. 이러한 입력자료에는 건구온도, 절대습도, 일사량, 운량, 풍향, 풍속 등의 그 지방을 대표하는 표준기상데이터와 벽체 구성재료, 그리고 실내 발열 요소로 인체, 조명, 기기 등의 발열량 및 시간별 스케줄 등이 있다.

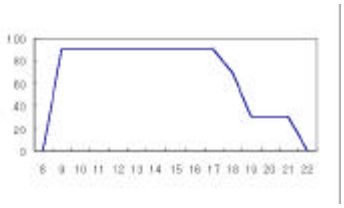
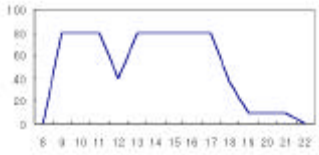
정밀 시뮬레이션 방식을 이용한 프로그램은 부하계산을 위한 기본시간이 1시간 단위이므로 기상데이터는 각 기상 요소에 대하여 365×24, 총 8,760개의 자료가 필요하며 실내 열발생의 요인이 되는 재실자, 조명 및 OA기기 등의 밀도 및 매 시간에 따른 하루 단위의 사용스케줄이 필요하다.

<표 2-9>, <표 2-10>, <표 2-11>은 국내·외 여러 연구 단체에서 조사한 건물의 열해석을 위한 사무실의 재실자 및 조명 스케줄이다.

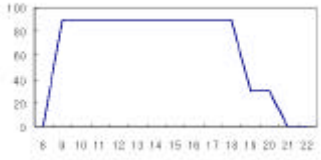
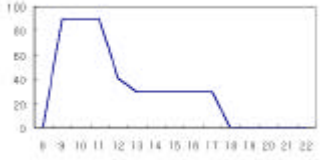
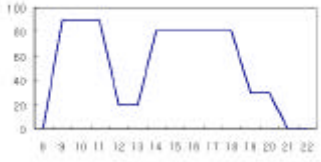
<표 2-9> LBL의 재실자 및 조명 스케줄

평일 및 토요일	
조 명·기 기	재 실 인 원
	

<표 2-10> 공조설비 설계용 개략 열부하 산정에 관한 연구

구분	평 일	토 요 일
조명·기기		
재실인원		

<표 2-11> 사무소 건물의 외피구조에 따른 열성능에 관한 연구

구분	평 일	토 요 일
조명·기기		
재실인원		

또한, 정밀 시뮬레이션 방식에 의한 동적 열해석을 위하여 내부발열 밀도에 대하여 많은 연구가 진행되어왔다. <표 2-12>는 국내에서 연구된 사무소 건물의 재실자, 조명, 기기의 밀도이다.

<표 2-12> 실내발열밀도

구분	조 건	비 고
실내발열밀도	재실 : 0.1인/㎡ 조명 : 15W/㎡ 기기 : 1.0W/㎡	한국건설기술연구원, 건물 개구부의 에너지 성능 평가에 관한 연구, 1988, pp.94 95
	재실 : 0.09인/㎡ 조명 : 15W/㎡ 기기 : 1.0W/㎡	한국건설기술연구원, 건물외피의 환경성능 평가에 관한 연구, 1990, pp.42
	재실 : 0.1인/㎡ 조명 : 15W/㎡ 기기 : 10W/㎡	건설부, 판매시설 및 사무소 건물의 에너지 절약 설계기준, 1994, p.Ⅱ-28

이상의 기간부하계산법을 정리하면 <표 2-13>과 같다.

<표 2-13> 기간부하계산법의 종류 및 특징

구분		종류	특징
정상상태	단일척도 방식	디그리데이	· 경험과 관찰에 근거 · 에너지 소모가 실온과 외기온의 차이에 비례는 것으로 가정 · 단순한 외피부하 위주 건물에 적용 · 가중 평균한 내부발열 고려
		수정디그리데이	
		가변디그리데이	
	단순다중 척도방식	빈 방식	· 균형점 온도를 사용한 내부열 발생과 태양열 취득 영향 고려
		수정 빈 방식	· 다변 부하 개념 도입
비정상상태	정밀 시뮬레이션 방식	응답계수법	· 1시간 단위의 1년간의 기상자료에 의한 부하계산 · 일사, 인체, 조명, 기기 등의 축열효과 고려 · 실내 발열 (재실자, 조명, 기기) 요소 스케줄 적용
		가중계수법	
		유한차분법	
		유한요소법	
		타임랙법	
		열시간상수법	

2.3.2. 최대부하계산

냉방 시에 실내의 온·습도를 일정한 상태로 유지시키기 위해서는 외부로부터 들어오거나 또는 실내에서 발생되는 열량과 수분을 제거 시켜야한다. 이와 같이 냉방 시에 냉각·감습하는 열 및 수분의 양을 냉방부하, 난방 시에 가열·가습하는 양을 난방부하라고 한다. 여기서, 온도의 상승이나 강하의 요인이 되는 열량을 현열량 (Sensible Heat)이라 하며 그 부하를 현열 부하라고 하고, 습도의 변화를 주는 열량을 잠열량 (Latent Heat)이라 하며, 그 부하를 잠열부하라고 한다. 열 부하는 단위시간당의 열량 q ($kcal/h$)로 표시하며, 공조장치에서 각 기기의 용량을 결정하는 자료가 된다.

건물의 부하는 일반적으로 <표 2-14>와 같이 크게 지붕, 벽체, 창문, 칸막이, 천장, 바닥 등을 통한 전도열과 창문을 통한 일사열을 포함한 외피부하, 재실자, 조명, OA기기, 동력기기에 의한 내부부하, 그리고 환기 및 침기에 의한 환기부하로 구분할 수 있다.[9)]

<표 2-14> 냉방부하의 종류와 발생요인

구분	부하의 발생 요인		현열	잠열
실내취득열량	벽체로부터의 취득 열량		○	
	유리로부터의 취득열량	직달일사에 의한 것	○	
		전도대류에 의한 것	○	
	극간풍에 의한 취득열량		○	○
	인체의 발생열량		○	○
	OA기기로부터의 발생열량		○	
기기로부터의 취득열량	송풍기에 의한 취득열량		○	
	덕트로부터의 취득열량		○	
재열부하	재열기의 가열량 (취득열량)		○	
외기부하	외기의 도입으로 인한 취득열량		○	○

9) 건물의 공조부하계산용 표준 전산프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 중간보고서 1995.

이러한 최대부하계산법에는 CLTD/SCL/CLF법, TETD/TA법 등이 있으며, 이 중 본 연구에서는 외피 및 실내발열의 축열 효과를 고려하고, 실무에서 부하계산 시 많이 사용하고 있는 CLTD/SCL/CLF 최대부하계산법 중에서 내부발열에 관한 내용을 중심으로 기술한다.

1) CLTD/SCL/CLF 최대부하계산법

CLTD/SCL/CLF법은 미국 ASHRAE에서 축열량을 고려하여 개발한 컴퓨터용 부하 계산법인 TFM을 수 계산이 가능하도록 만든 것으로 연간부하의 계산뿐 아니라 최대부하의 계산에서도 상당 온도차, 일사열, 축열부하계수 등을 적용하여 계산할 수 있으며, 수 계산뿐만 아니라 컴퓨터를 이용한 계산으로 현재까지 주로 사용되고 있다. 근래 컴퓨터의 발달과 보급이 급속하게 진전되면서 ASHREA의 부하계산도 TFM법이 기준을 이루며, CLTD법은 보조적인 방법으로 사용되어지게 되었다. TFM법을 기초로 외피에서의 전도 열 획득의 Time-Lag효과와 열용량에 다른 복사열의 Time-Lag 효과를 고려할 수 있어, 자료들을 유효하게 이용하면 TFM법에 의한 계산 결과와 일치한다.

(1) 인체에 의한 발열량

체내에서 신진대사에 의해 발생된 열은 대류, 복사, 수분의 증발 (땀, 호흡)로 체외로 방출하며 나머지는 축열로 남게된다. 인체에서 현열량은 피부에서 대류와 복사에 의해, 잠열량은 땀이나 호흡 등에 의해 발생한다. 인체에 의해 발생된 열은 즉시 냉방부하로 작용하지 않는데, 실의 열적 특성에 따라 먼저 복사 성분이 바닥, 천장, 내벽, 가구 등의 표면에 흡수된 다음 표면보다 실의 온도가 낮을 경우에 열을 방출되게 된다. 따라서, ASHRAE에서는 인체뿐 아니라 기기 및 조명에 모두 적용할 수 있는 CLF계수를 제시하여 시간 경과에 따른 축열 효과를 고려하도록 하였다. <표 2-15>와 <표 2-16>을 이용하여 실의 특성을 고려한 후 계산하고자 하는 실에 맞는 존 타입을 결정한다.

<표 2-15> CLF를 적용하기 위한 존 타입, 실내

존 파라미터				존 타입	
실위치	중간층	천장타입	바닥마감	사람 그리고 기기	조명
단층	N/A	N/A	Carpet	C	B
	N/A	N/A	Vinyl	D	C
상층	65㎜ Concrete	With	Carpet	D	C
	65㎜ Concrete	With	Vinyl	D	D
	65㎜ Concrete	Without	b	D	B
	25㎜ Wood	b	b	D	B
하층	65㎜ Concrete	With	Carpet	D	C
	65㎜ Concrete	b	Vinyl	D	D
	65㎜ Concrete	Without	Carpet	D	D
	25㎜ Wood	b	Carpet	D	C
	25㎜ Wood	b	Vinyl	D	D
중간층	65㎜ Concrete	N/A	Carpet	D	C
	65㎜ Concrete	N/A	Vinyl	D	D
	25㎜ Wood	N/A	b	C	B

<표 2-16> CLF와 SCL을 적용하기 위한 존 타입, 단층 건물

존 파라미터				존 타입			오차범위	
벽번호	바닥마감	파티션 타입	내부차양	일사 투과열	사람 그리고 기기	조명	Plus	Minus
1 또는 2	Carpet	Gypsum	b	A	B	B	9	2
1 또는 2	Carpet	Concrete block	b	B	C	C	9	0
1 또는 2	Vinyl	Gypsum	Full	B	C	C	9	0
1 또는 2	Vinyl	Gypsum	Half 또는 None	C	C	C	16	0
1 또는 2	Vinyl	Concrete block	Full	C	D	D	8	0
1 또는 2	Vinyl	Concrete block	Half 또는 None	D	D	D	10	6
3	Carpet	Gypsum	b	A	B	B	9	2
3	Carpet	Concrete block	Full	A	B	B	9	2
3	Carpet	Concrete block	Half 또는 None	B	B	B	9	0
3	Vinyl	Gypsum	Full	B	C	C	9	0
3	Vinyl	Gypsum	Half 또는 None	C	C	C	16	0
3	Vinyl	Concrete block	Full	B	C	C	9	0
3	Vinyl	Concrete block	Half 또는 None	C	C	C	16	0
4	Carpet	Gypsum	b	A	B	B	6	3
4	Vinyl	Gypsum	Full	B	C	C	11	6
4	Vinyl	Gypsum	Half 또는 None	C	C	C	19	-1

존 타입이 결정되면 <표 2-17>의 CLF 표에서 계산하고자하는 시간의 CLF 값을 찾아 적용하게 된다.

<표 2-17> 인체 및 배기구가 없는 기기의 CLF 계수

CLF계수를 이용하여 실내에 N명이 있는 경우 인체에서 발생되는 열이 순간적으로 실에 작용하는 냉방부하는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$q_s = N \cdot SHG_P \cdot CLF_P$$

$$q_l = N \cdot LHG_P$$

여기서, N은 인원수, $SHGP$와 $LHGP$는 각각 인체발생 현열, 잠열이다.

짧은 시간동안 재실자가 실내에 머무른다 하더라도 인체로부터 나온 열과 수

증기의 양은 상당히 크기 때문에 부하계산시 반드시 고려해야 한다. 여기서 잠열은 즉시 공간의 냉방부하로 작용한다.

<표 2-18>은 인체의 각 활동별, 실내조건온도별로 발생되는 현열과 잠열을 표시한 것으로 ASHRAE의 인체 발열 데이터를 동양인의 체격을 감안하여 90%로 작성한 데이터[10]이다.

<표 2-18> 인체 활동별, 실내조건온도별 현열 및 잠열 발생량

상태	적용예	성인(남) 1인당 발생열 (kcal/h)	실내온도 (℃)													
			28℃		27℃		26℃		25℃		24℃		23℃		21℃	
			HS	HL	HS	HL	HS	HL	HS	HL	HS	HL	HS	HL	HS	HL
정좌	극장	80	40	40	44	36	48	32	50	30	52	28	54	26	59	21
경작업	학교	90	41	49	44	46	48	42	51	39	55	35	58	32	63	27
사무소업무 (가벼운보행)	사무소, 호텔, 백화점	102	41	61	45	57	49	53	52	50	56	46	59	43	65	37
섰다,앉았다, 보행	은행	113	41	72	45	68	50	63	54	50	58	55	60	53	66	47
앉은 작업	레스토랑	125	43	82	50	75	56	69	60	65	64	61	67	58	73	52
앉은 작업	공장의 경작업	170	43	127	50	120	56	114	61	109	67	103	72	98	83	87
보통의 댄스	댄스홀	194	50	144	56	138	62	132	68	126	74	120	79	115	91	103
보행 (4.8km/h)	공장의 중작업	227	61	166	68	159	115	152	81	146	86	141	93	134	104	123
볼링	볼링장	329	102	227	105	224	109	220	119	210	125	210	119	204	138	191

10) 공기조화설비, 신치웅, 기문당, 1994

(2) 조명 기기에 의한 발열

실내의 조명은 그 일부가 광선으로 되고 나머지는 열로 바뀐다. 그러나 광선 역시 실내에 흡수되어 결국 열에너지로 전환되어 실내의 냉방부하가 된다. 조명 기구에서 실내로 방출하는 열은 대류성분과 복사성분으로 구분할 수 있으며, 대류성분은 곧바로 냉방부하로 작용하게 되지만, 복사성분은 벽이나 바닥에 흡수된 후 시간이 지연된 후에 실내부하로 작용한다. Kimura와 Stephenson (1968), Mitalas와 Kimura (1971), 그리고 Mitalas (1973)는 조명 기기의 타입, 공기의 송풍 및 배기, 공간의 마감, 그리고 공간의 축열 특성에 따른 냉방부하의 효과에 대하여 연구하였다. 이 계수는 CLF 값으로 정리되어 <표 2-15>와 <표 2-16>에서 계산하고자 하는 실의 열적 특성에 맞는 존 타입을 찾아 <표 2-19>에서 조명의 CLF 값을 찾아 다음의 식으로 계산한다.

$$q_{el} = HG_{el} \cdot CLF$$

여기서, q_{el} : 조명기구의 냉방부하 (W)
HG_{el} : 조명기구로부터의 열취득 (W)
CLF : 축열부하계수 (Storage Load Factor)

<표 2-19> 조명 기기의 CLF 계수

(3) 기기 발열

기기 발열은 사무실의 종류, OA화의 정도, OA기기의 종류에 따라 크게 다르기 때문에, 실제 적용에 있어서 세심한 계획을 세워야한다.

기기 발열에 대한 명확한 데이터가 없을 경우에는 기기마다 붙어 있는 정격소비전력을 근거로 해서 다음의 공식을 이용하여 왔다.

$$q_{OA} = \Sigma (W_{OA} \times F_{OA})$$

여기서, qOA : OA기기에 의한 발열량의 합계 (W)
WOA : 각 OA기기의 정격소비전력 (W)
FOA : 각 OA기기의 가동율

기기 발열은 인체 및 조명부하와 마찬가지로 발생하는 열이 바로 냉방부하로 작용하지 않는다. ASHRAE에서는 이를 고려하여 <표 2-20>과 같이 OA기기에서 나오는 열을 대류 성분과 복사 성분으로 나누어 분석하였다. 이중 대류성분이 바로 냉방부하로 작용하게 된다.

<표 2-20> ASHRAE 측정 OA기기의 대류 및 복사성분의 비율

OA기기	발열량 (W)	복사성분 (%)	대류성분 (%)
380mm 모니터	78	37.1	62.9
레이저프린터	248	10.7	89.3
복사기 (데스크탑)	181	14.3	85.7
PC 1	133	22.3	77.7
PC 2	125	28.6	71.4

기기의 CLF 값 또한 인체와 조명의 경우와 동일하게 <표 2-15>와 <표 2-16>에서 계산하고자 하는 실내의 열적 특성에 맞는 존 타입을 찾아 <표 2-17>에서 기기의 CLF 값을 찾아 다음의 식으로 계산한다.

$q_{sensible} = q_{input} \cdot F_U \cdot F_R \cdot (CLF)$ 또는

$q_{sensible} = q_{input} \cdot F_L \cdot (CLF)$

여기서, q_{input} : 기기의 입력되는 전기량 (W)

$FU, FR, FL,$: 각각 사용팩터, 복사열 비율, 부하팩터

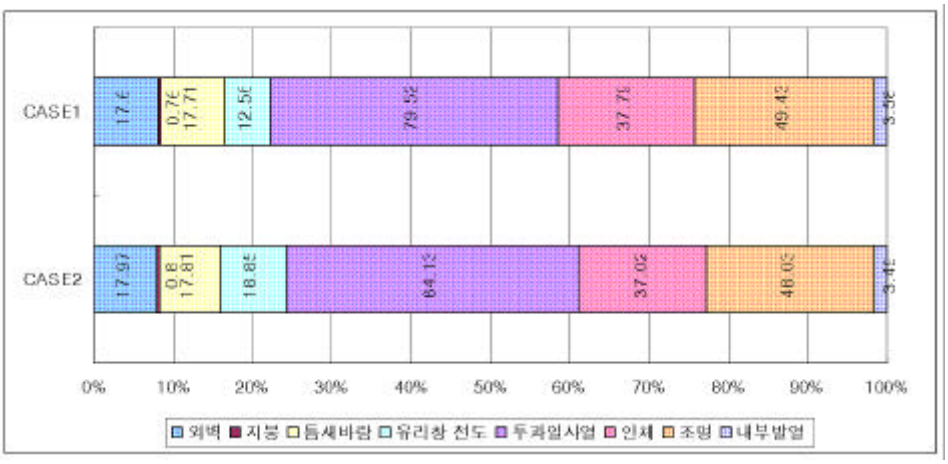
CLF : 냉방부하계수 (24시간 동안 가동될 경우는 1.0을 입력)

<표 2-21> OA기기의 가동율 추정

	가동율	비고
PC, 워크스테이션	0.5 0.7	-
복합 워크스테이션	0.4 0.6	PC, 워드프로세서, 전화, 텔렉스기능을 갖는다.
전용 워크스테이션	0.6 0.8	CAD 단말 등
복사기	0.6 0.8	-
기타	0.1 0.3	-

2.4. OA기기의 발열이 건물부하에 미치는 영향

한국에너지 기술연구소에서 서울시 소재의 두 건물을 대상으로 1986년에 에너지 소비량을 측정 분석한 냉방부하 요소별 비율[11]은 (그림 2.2)와 같다.



(그림 2.2) 한국에너지 기술연구소의 요소별 냉방부하 비율

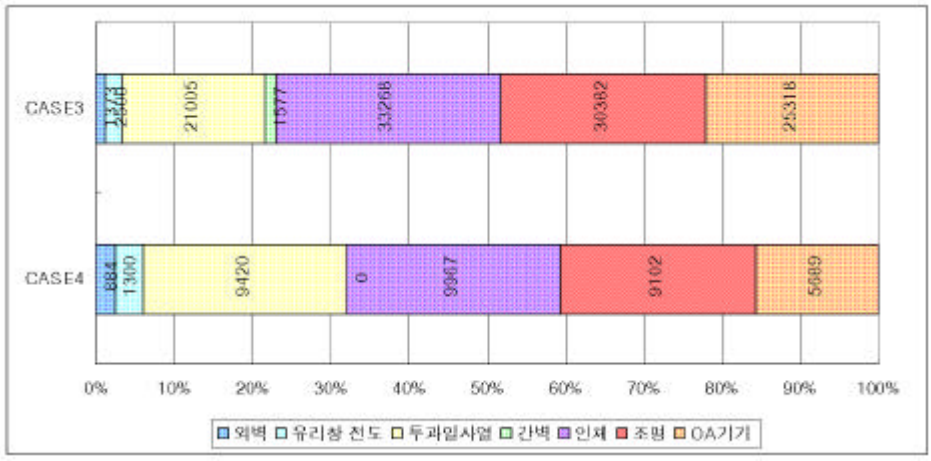
1986년 당시 사무소는 OA기기 등의 보급이 현재와 같이 이루어지기 전이므로 외벽, 지붕, 일사열 등의 외부 부하가 전체의 약 60% 이상을 차지하고, 인체, 조명, 기타 내부발열에 의한 내부 부하가 나머지 약 40% 가량을 차지하고 있다. 그중 투과 일사열에 의한 부하가 각각 36.3%, 36.9%로 사무소 냉방부하의 가장 큰 요인이 되었다.

그러나, 최근의 부하계산서를 살펴보면 이전과 차이점을 보인다. (그림 2.3)은 "H 설비설계사무소"에서 설계한 2개 건물의 부하계산서를 바탕으로 요소별 냉방부하를 분석한 것이다.

CASE 3은 서울시에 위치한 한 개 층의 면적이 1472㎡인 건물이고, 코어의 위

11) 사무소용 건물의 에너지 효율향상에 관한 연구, 한국기술연구소, 1986

치는 북서측이며, 실의 조명부하 및 OA기기 부하는 각 20W/㎡, 재실밀도는 0.2인/㎡이 적용되었다. CASE 4는 면적은 441㎡이고 북측의 독립코어를 사용하였으며, 조명부하는 20W/㎡, OA기기 부하는 15W/㎡, 그리고 재실밀도는 0.2인/㎡이 적용하였으며, CASE 3과 CASE 4 경우 모두 건물 중간 1개 층을 대상으로 하여 분석하였다.



(그림 2.3) H 설비사무소 설계 건물의 요소별 최대냉방부하 비율

(그림 2.3)에서 같이, 최근에는 벽체 또는 유리창 등 외부에 의한 부하가 CASE 3은 22.9%, CASE 4는 31.9%로 나타나 재실자, 조명 및 OA기기에 의한 내부 부하가 3 4배 이상 많은 것으로 나타났다. 일사에 의한 부하는 각각 25.9, 18.2%로 과거에 비해 상대적으로 차지하는 비율이 적어졌다.

CASE 1과 2의 경우는 실제 업무상태에 따른 OA기기 사용율을 고려한 경우이고, CASE 3과 4는 실제와는 달리 100% 사용율을 적용한 경우로 OA기기가 차지하는 부하는 각각 21.9%, 15.6%이다.

제 3 장 내부발열 요소 패턴 분석

건물의 최대부하계산 및 연간 에너지 소비량을 정확히 예측하기 위해서는 정확한 건물 구성 데이터 및 기상 상태 등의 외적인 조건의 입력도 중요하지만, 내부발열 요소인 재실자의 재실율 및 패턴, 기기의 동시사용율 및 사용패턴 등의 내적인 조건 또한 매우 중요한 요소로 작용한다. 또한, 이러한 내부발열 요소의 특성은 공간의 기능과 용도에 따라 서로 다르게 나타날 것으로 예측된다. 따라서 본 장에서는 사무소에서의 시간별 OA기기 사용패턴 및 재실자 패턴을 알아보기 위하여, 건축 사무소의 경우 11곳을 대상으로 130명, 일반 사무소의 경우 20곳을 대상으로 196명에 대하여 설문을 하여 빈도분석을 실시하고 두 집단의 각 패턴 차이를 비교·분석하였다.

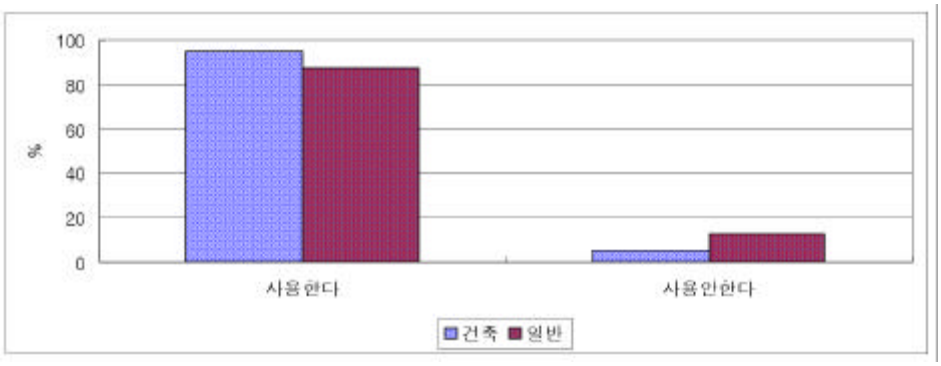
3.1. OA기기 사용 패턴 분석

본 절에서는 건축 사무소 및 일반 사무소 재실자들의 시간별 OA기기 사용 패턴을 분석하기 위하여 각각의 OA기기 들에 대하여 시간대별 사용빈도, 기기의 ON/OFF 상태, 동시 사용율 등을 조사하였다.

3.1.1. 컴퓨터

1) 컴퓨터 사용인원

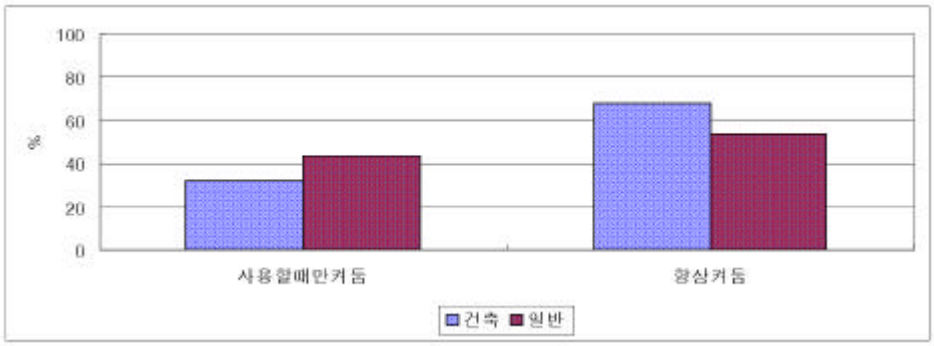
(그림 3.1)과 같이 건축 사무소의 경우 조사대상의 94.6%, 일반 사무소가 87.2%가 업무를 위해 컴퓨터를 이용하는 것으로 나타났다. 건축 사무소에서 컴퓨터를 사용하는 사람의 경우 1인당 1대의 컴퓨터를 사용하는 경우가 많았으나 일반사무소의 경우는 개인적으로 컴퓨터를 사용하는 비율이 46.9%이고 40.3%가 공용 컴퓨터를 사용한다고 응답하여 일반 사무소의 경우 건축 사무소보다 개인 컴퓨터의 사용율이 약간 떨어지는 것으로 나타났다.



(그림 3.1) 사무소간 컴퓨터 사용 정도 비교

2) 사용자들의 컴퓨터 ON/OFF 상태

컴퓨터 작업을 하지 않는 상태에서 계속해서 컴퓨터를 켜놓을 경우에도 컴퓨터는 계속해서 전력을 소비하게 된다. 따라서, 전기를 사용하는 과정에서 발생하는 열은 계속해서 실의 냉방부하로 작용하게 되므로 사용자들의 컴퓨터 ON/OFF 상태는 건물의 냉방부하 산정에 큰 영향을 미친다. T-검정결과 Levene의 유의확율이 유의수준 0.01(99% 신뢰수준)보다 작은 것으로 나타나 두 집단 사용자들의 컴퓨터 ON/OFF 상태는 서로 다른 것으로 나타났다. (그림 3.2)와 같이 건축 사무소의 경우 컴퓨터를 사용하고 있다고 응답한 사람의 67.7%가 작업시간 이외의 시간에도 항상 컴퓨터를 켜놓고 있는 것으로 나타났고, 일반 사무소의 경우 56.6%가 항상 컴퓨터를 켜놓고 있는 것으로 나타났다.



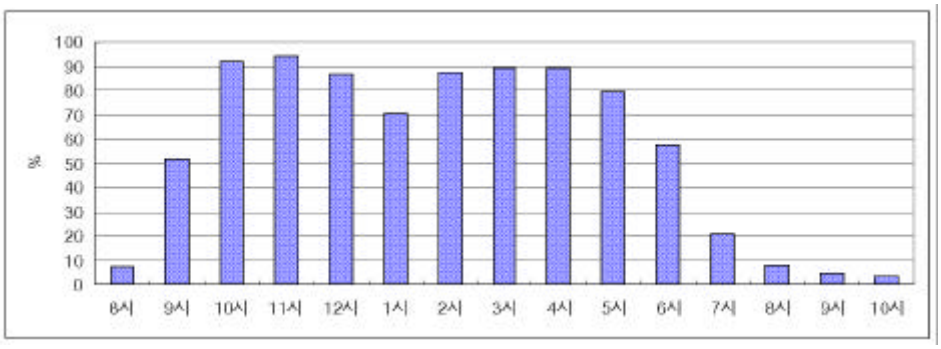
(그림 3.2) 사무소간 컴퓨터 전원 ON/OFF 상태 비교

3) 컴퓨터사용시간

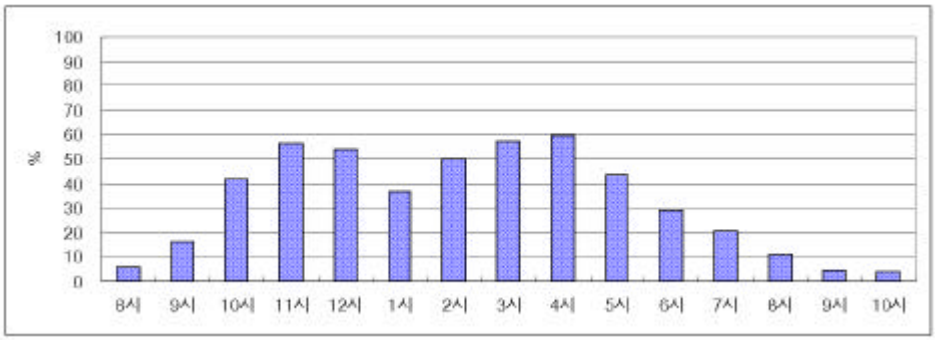
건축 사무소와 일반 사무소의 컴퓨터 사용시간의 차이를 알아보기 위한 T-검정결과 Levene의 유의확율이 0.376으로 유의수준 0.01보다 높게 나타나 두 집단간의 컴퓨터 사용 시간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 컴퓨터 사용시간은 사무소 유형별 차이 없이 5시간 30분으로 두 유형 모두 비교적 오랜 시간 동안 컴퓨터를 사용하는 것으로 나타났다.

4) 시간별 컴퓨터 사용빈도

컴퓨터의 전체 평균 사용시간은 사무소 유형에 따라 큰 차이가 없었으나 전체 사용율에 있어서는 유형에 따라 다른 특성을 보인다. 즉, 건축 사무소의 경우 (그림 3.3)과 같이 컴퓨터 사용이 가장 많은 시간대는 오전 9시 11시 사이에 93%의 사람이 컴퓨터를 사용하는 것으로 나타났고, 점심 시간을 전후로 하여 사용빈도가 점차 줄다가 다시 늘어나는 패턴을 보인다. 일반 사무소의 사용패턴은 (그림 3.4)와 같이 건축 사무소와 유사하게 나타났으나 최대사용시간대인 오후 3시 4시 사이에 약 60%의 사람들이 컴퓨터를 사용하고 있었다.



(그림 3.3) 건축 사무소의 시간별 컴퓨터 사용빈도



(그림 3.4) 일반 사무소의 시간별 컴퓨터 사용빈도

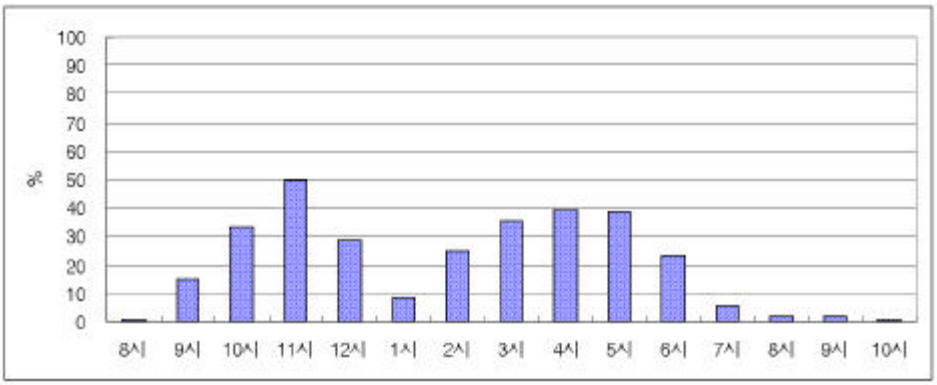
3.1.2. 프린터

1) 프린터에 사용한 종이양

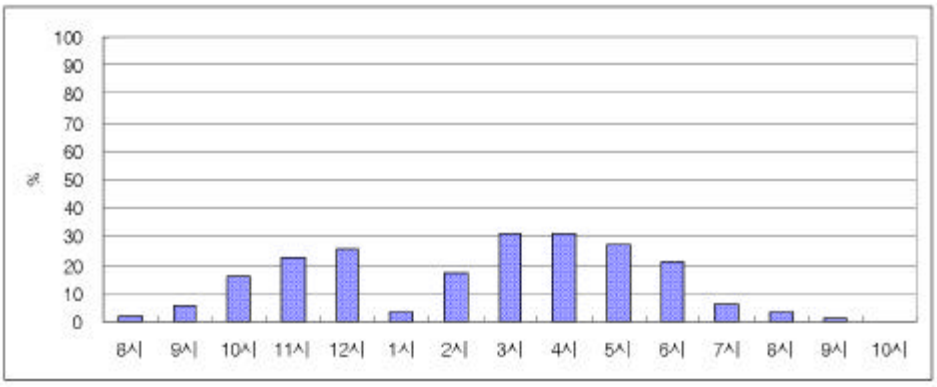
사무소에는 대략 5인에 1대 비율로 프린터가 설치되어 있었고, 대부분의 사람들이 하루에 1회 이상 프린터를 사용하고 있다고 응답하였다. 또한, 프린터에 사용하는 종이양은 사무소 유형별로 차이가 없는 것으로 나타났으며 두 집단 모두 하루 평균 프린터에 24장을 사용하는 것으로 나타났다.

2) 시간별 프린터 사용빈도

건축 사무소와 일반 사무소의 시간별 프린터 사용 빈도에서는 (그림3.5)와 (그림 3.6)과 같이 차이가 나타났다.



(그림 3.5) 건축 사무소의 시간별 프린터 사용빈도



(그림 3.6) 일반 사무소의 시간별 프린터 사용빈도

건축 사무소의 경우 오전 10시 11시 사이에 최대 약 50%의 인원이, 일반 사무소의 경우는 오후 3시 4시 사이에 최대 약 30%의 인원이 프린터를 사용하는 것으로 나타나 컴퓨터에 비해 각 사무소 유형에 따라 사용빈도가 크게 낮게 나타났다.

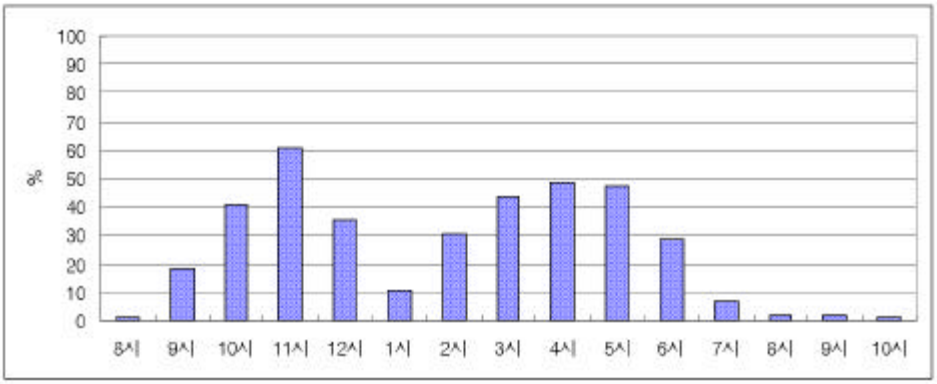
3.1.3. 복사기

1) 복사기에 사용한 종이양

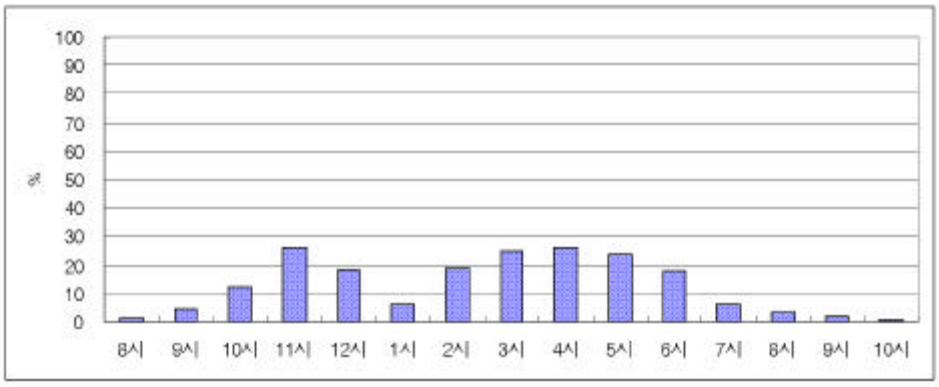
조사결과 각 사무소에 약 20인에 1대의 비율로 복사기가 설치되어 있었다. 복사기의 경우도 프린터와 같이 사용빈도는 매우 낮게 나타났으나 T-검증결과 Levene의 유의확율이 유의수준보다 작아서 두 집단간의 복사기 사용장수에서 차이가 있는 것으로 나타나 건축 사무소가 14장, 일반 사무소가 30장을 사용하여 일반 사무소가 복사하는데 종이를 더 많이 사용하고 있었다.

2) 시간별 복사기 사용빈도

건축 사무소와 일반 사무소의 시간별 프린터 사용 빈도에서는 (그림3.7)과 (그림 3.8)과 같이 차이가 나타났다.



(그림 3.7) 건축 사무소의 시간별 복사기 사용빈도



(그림 3.8) 일반 사무소의 시간별 복사기 사용빈도

복사기는 건축 사무소와 일반 사무소의 경우 오전 10시 11시 사이에 각각 최대 43%와 26%의 인원이 사용하는 것으로 나타나 복사기 또한 낮은 사용빈도를 보였다.

이상의 결과에 따라 OA기기의 사용 패턴은 프린터, 복사기 등의 다른 OA기기에 비해 재실 인원 당 설치대수와 사용빈도가 가장 높은 컴퓨터의 사용 빈도를 OA기기의 시간별 사용 패턴으로 보는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

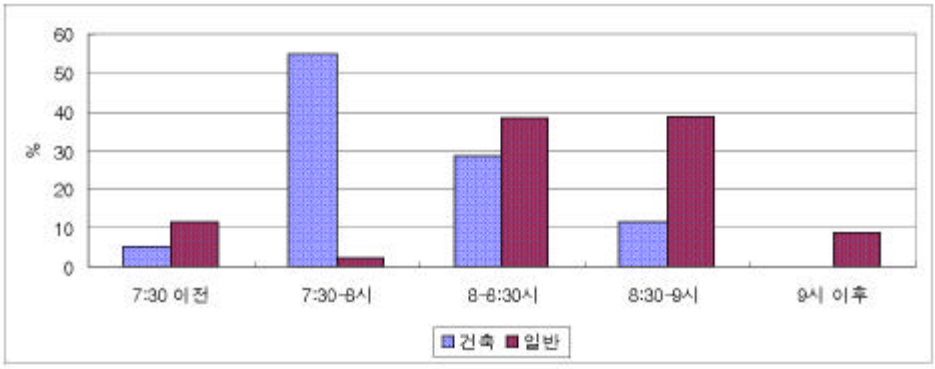
3.2. 재실자 패턴 분석

본 절에서는 사무소에서 근무하는 사람들의 출·퇴근시간, 출장 및 결근횟수, 외근 및 야근횟수 등을 분석하여 재실자 패턴을 구하였다.

3.2.1. 사무소의 재실자 패턴

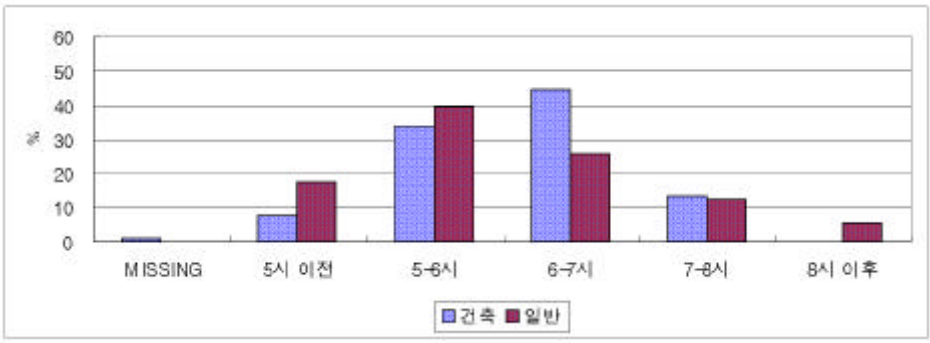
1) 출근시간 및 퇴근시간

건축 사무소의 경우 (그림 3.9)와 같이 오전 7시 30분 8시 30분 사이에 전체의 83.1%가 출근하는 것으로 조사되었고, 일반 사무소의 경우는 8시 9시 사이가 77%의 사람들이 출근하는 것으로 나타났다.



(그림 3.9) 출근시간

퇴근시간에서는 사무소 유형에 따라 차이가 없었으며 (그림 3.10)과 같이 건축 사무소나 일반 사무소 모두 오후 7시 정도에서 80% 이상의 사람들이 퇴근하는 것으로 나타났다.



(그림 3.10) 퇴근시간

따라서, 본 설문에 의한 유형별 사무소의 출·퇴근 시간은 출근시간의 경우 건축 사무소는 오전 7시 30분 8시, 일반사무소는 오전 8시 30분 9시 그리고 퇴근시간은 두 사무소 유형 모두 오후 7시로 보는 것이 합리적일 것이라고 사료된다.

2) 결근횟수

건축 사무소의 경우 출장 및 기타 사정으로 한 달에 1회 이상 결근하는 경우가 70%(91명)이고 일반 사무소의 경우는 58.2%(114명)로 나타났다. <표 3-1>는 각 사무소 유형별 한 달간 평균 결근횟수를 보여준다.

<표 3-1> 결근횟수 평균

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
건축사무소	130	0.00	12.00	1.2308	1.7187
일반사무소	196	0.00	6.00	0.8219	0.9855

이를 하루 중의 스케줄에 적용할 수 있는 Factor로 바꾸면, 한 달을 일요일을 제외한 총 25일로 보고 계산하여 1.2회/25일×100% = 4.8%, 0.8회/25일×100% =3.8%이다. 즉, 하루 중 건축 사무소의 경우는 약 4.8%, 일반 사무소의 경우는 3.8%의 인원이 회사에 출근하지 않는 것으로 볼 수 있다.

3) 오전외근횟수

건축 사무소 일반 사무소의 경우 각각 응답자 중 51.5%, 44.9% 정도가 오전에 한 달간 1회 이상 외근하는 것으로 조사되었으며, 이 중 1 2회가 각각 26.2%, 19.9%로 가장 많은 빈도 수를 차지한다. 한달 평균 오전 외근 횟수는 <표 3-2>와 같이 1인당 각각 약 2.1회, 3.1회이다.

<표 3-2> 오후외근횟수 평균

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
건축사무소	130	0.00	25.00	3.1385	5.0390
일반사무소	196	0.00	25.00	4.4117	6.8104

결근횟수 산정방법과 동일한 방법으로 이를 일일의 Factor로 바꾸면, 각각의 경우 2.1회/25일×100% = 8.4%, 3.1회/25일×100% = 12.4% 이다. 즉, 오전 중에 결근하는 사람을 제외하고 건축 사무소의 경우는 하루 중 전체인원의 8.4%가, 일반 사무소의 경우는 12.4%가 사무실에 없는 것으로 본다.

4) 오후외근횟수

일주일 동안 오후에 외근하는 경우는 건축 사무소는 하루 중 전체인원의 70%, 일반 사무소는 68.4%로 오전보다는 더 많은 것으로 나타났다. 오전과 마찬가지로 1-2회가 각각 전체의 36.2%, 29%로 가장 많다. 한달 평균 오후 외근 횟수는 <표 3-3>과 같이 각각 약 3.1회, 4.4회이다.

<표 3-3> 오후외근횟수 평균

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
건축사무소	130	0.00	25.00	3.1385	5.0390
일반사무소	196	0.00	25.00	4.4117	6.8104

이를 다시 일일의 Factor로 바꾸면, 3.1회/20일×100% = 15.5%, 4.4회/20일×100% = 22% 이다. 즉, 결근하는 사람을 제외하고 건축 사무소의 경우는 전체인

원의 15.5%, 일반 사무소의 경우는 22%가 오후에 외근하는 것으로 볼 수 있다. 단, 오후의 외근율은 토요일을 제외하여 20일로 산정하였다.

5) 외근 시 걸리는 시간

한 달에 1회 이상 오전 또는 오후에 외근하는 사람들의 평균 외근시간은 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 외근평균시간 평균

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
건축사무소	101	1.00	12.00	3.5198	1.6092
일반사무소	139	0.50	12.00	3.7288	2.4562

6) 야근횟수 및 평균 야근시간

건축 사무소는 약 80%의 사람들이 그리고 일반 사무소는 74%의 사람들이 한 달에 1회 이상 야근을 하는 것으로 조사되었으며 두 집단 모두 유사하게 한 달 평균 약 5회 정도로 나타났다. 반면, 야근시간에서는 서로 차이가 있어 <표 3-5>와 같이 건축 사무소의 경우 2.6시간, 일반사무소의 경우 3.5시간을 퇴근시간 후에도 사무소에 남아있는 것으로 본다.

<표 3-5> 야근시간 평균

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
건축사무소	101	1.00	6.00	2.6198	0.9585
일반사무소	129	1.00	12.00	3.4767	1.7939

이를 다시 일일의 Factor로 바꾸면, 두 집단 모두 5회/20일×100% = 25%로 퇴근시간인 7시 이후에 건축 사무소의 경우 2시간 30분 동안, 일반 사무소의 경우 3시간 30분 동안 25%의 사람이 남아 있는 것으로 본다. 단, 야근은 평일에만 하는 것으로 간주하여 한 달을 20일로 산정하였다.

7) 점심식사시간 및 식사후 사무실에 남아있는 횟수

일반적으로 사무소에서의 점심식사시간은 12시 1시가 각각 66.9%, 66.8%로 조사되었으며, 평균 식사에 걸리는 시간은 각각 약 36분, 27분으로 나타났다.

점심식사 후 사무소에 남아있는 횟수는 T-검증결과 두 집단 모두 한 달 평균 11.5회 정도 사무소에 남아 있는 것으로 나타났다. 즉, 30여분간 식사를 하고 약 나머지 30분은 두 집단 모두 46%가 사무소에 남아있게 되는 것이므로 12시 1시까지 1시간 동안에는 약 23%의 인원만이 사무소에 남아있게 된다.

8) 토요일 출근여부

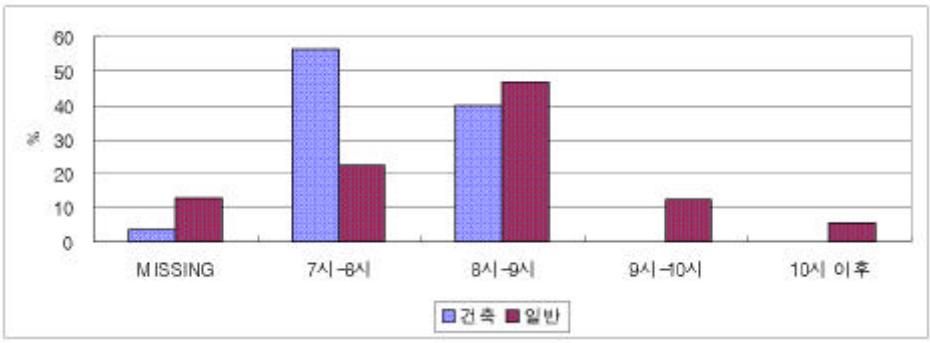
토요일 출근 여부는 회사의 방침에 따라 크게 달라질 수 있다. 조사 결과 <표 3-6>에서 같이 토요일에 출근하지 않는 경우는 건축 사무소와 일반 사무소 각각의 경우 거의 없었고, 격주 출근과 토요일마다 출근하는 경우가 절반씩을 차지한다.

<표 3-6> 토요일 출근여부

	건축사무소		일반사무소	
	빈도	비율	빈도	비율
격주출근	59	45. 4	56	28.9
토요일마다 출근	67	51. 5	113	57.7
출근하지않음	4	3. 1	25	12.7
합계	130	100. 0	196	100.0

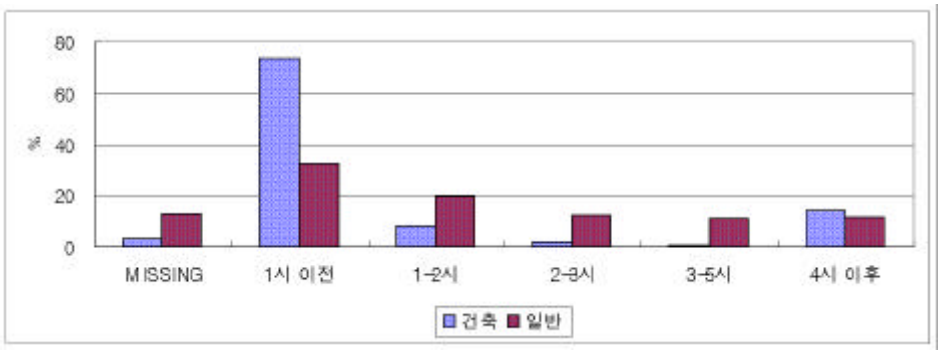
9) 토요일 출·퇴근시간

토요일의 경우 출근시간은 (그림 3.11)과 같이 건축 사무소의 경우는 7시 8시 30분 사이에 73.1%가 출근하는 것으로 나타났으며 일반 사무소의 경우는 이보다 범위가 넓어 9시까지 전체의 76.6%가 출근하는 것으로 나타났다.



(그림 3.11) 토요일 출근시간

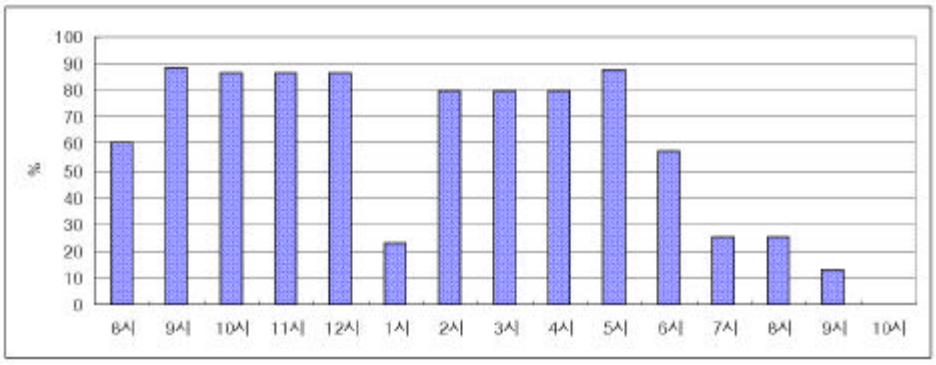
건축 사무소의 경우 (그림 3.12)와 같이 토요일에는 1시 이전에 73.1%가 퇴근하는 것으로 나타났으나 일반 사무소의 경우는 출근시간과 마찬가지로 범위가 넓어 3시까지 전체의 77.1%가 퇴근하는 것으로 나타났다.



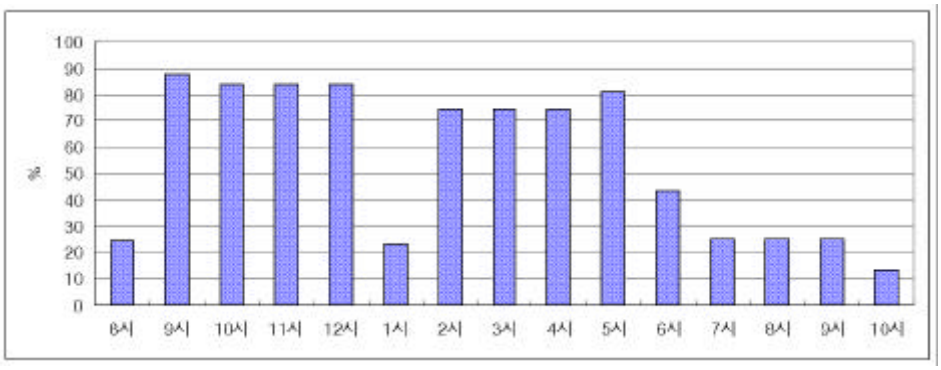
(그림 3.12) 토요일 퇴근시간

3.2.2. 시간별 재실자 패턴

이상 정리된 내용을 바탕으로 건축 사무소 및 일반 사무소의 재실자 패턴을 정리하면 각각 (그림 3.13)과 (그림 3.14)와 같다. 스케줄을 구하는데 사용한 방법은 출근 시간과 퇴근 시간의 범위를 구하고, 그 시간 사이를 재실자들이 모두 사무소에 남아 있는 것으로 가정한 다음 출장, 외근, 야근횟수 및 각각의 시간을 평균한 빈도를 구하여 전체에서 각 요소를 빼는 형식을 취하였다.



(그림 3. 13) 건축 사무소의 재실자 스케줄



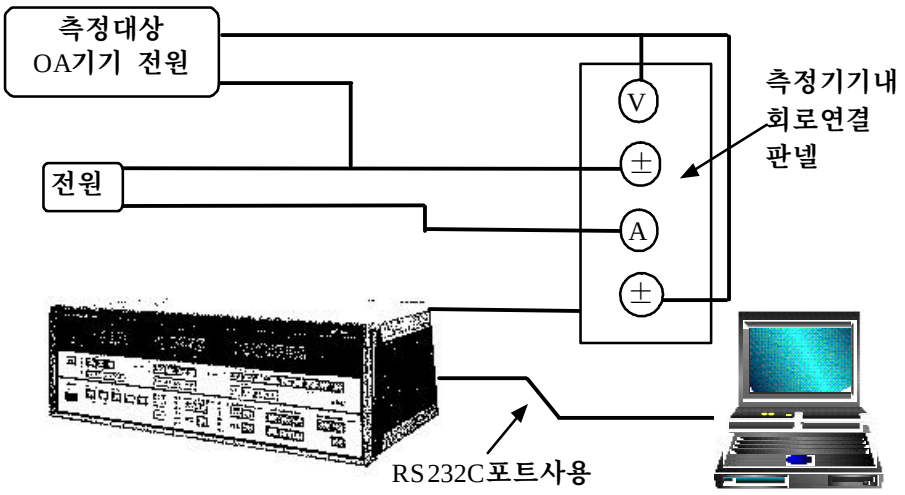
(그림 3. 14) 일반 사무소의 재실자 스케줄

(그림 3.13)과 (그림 3.14)에서와 같이 일반 사무소의 경우가 오후 외근율과 야근시간이 건축 사무소보다 약간 많아 점심 시간을 이후로 약간의 차이를 보이고 출근시간이 다소 느린 것을 제외하고는 두 사무소 유형간에는 서로 패턴이 거의 유사한 것으로 나타났다.

또한, 토요일의 경우는 출근시간은 건축과 일반 사무소가 평일과 유사한 것으로 조사되었고 퇴근시간에서 건축 사무소는 오후 1시, 일반 사무소는 오후 3시인 것으로 조사되었으므로 평일의 패턴에서 각 퇴근시간 이후의 시간을 제외하면 된다.

제 4 장 OA기기 발열측정

4.1. 측정장비 및 방법

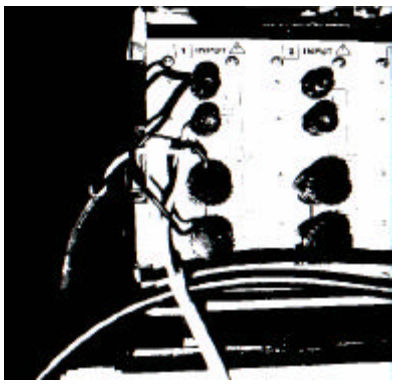


(그림 4.1) 측정장비 및 회로도

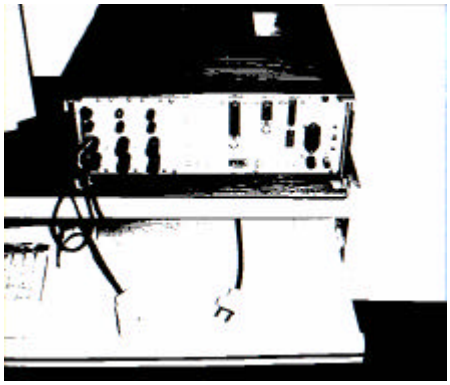
OA기기 발열 측정을 위하여 Yokogawa Electric Corporation에서 제작한 Model 2533 Digital Power Meter를 사용하여 OA기기의 실제 전력 소비량을 측정하고, 기기에 소비된 전력은 결국 열로 변환되어 실의 열부하로 작용한다고 가정하였다.

본 기자재의 측정 범위는 30 600V, 0.5 20A까지이며, 세 개의 디지털 액정으로 V, A, W를 동시에 출력하고, 필요에 따라 Power Factor와 Wh도 측정이 가능하다. 다만 본 측정장비는 출력되는 데이터를 시간 간격으로 저장하는 기능이 자체적으로 갖추어져 있지 않기 때문에 각 OA기기의 전력 소비량 특성을 파악하기 위하여 별도로 기기에서 보내오는 출력값을 RS-232-C 포트를 이용하여 컴퓨터에 원하는 시간 간격으로 저장할 수 있게 하는 프로그램을 별도로 제작하여 출력값을 기록하였다.

(그림 4.2)는 측정장비와 측정할 OA기기를 연결하는 측정장비 후면의 결선 모습이다. 회로의 연결은 측정장비 후면의 단상회로에 연결하여 (그림 4.3)와 같이 벽면 콘센트에 연결할 코드와 OA기기의 전원을 연결할 콘센트를 구성한다.



(그림 4.2) 기기 연결 판넬



(그림 4.3) 측정장비 연결

(그림 4.4)는 측정장비를 연결한 후, 모니터의 전력소비량을 측정하는 모습이다.

(그림 4.4) 모니터의 전력소비량 측정모습

다음은 Digital Power Meter를 사용하여 실제 OA기기의 전력 소비량을 측정한 출력값의 예이다.

Model 2533 Digital Power Meter Data

Measure Refresh Period : 1 sec
Voltage Range : 600 V Auto Range
Current Range : 1 A Auto Range
Display A >> Function : V , Element : 1
Display B >> Function : A , Element : 1
Display C >> Function : W , Element : 1

Time(sec)	A	B	C
1	000210.4	000.0644	000006.6
2	000210.7	000.0643	000006.6
3	000210.9	000.0642	000006.7
4	000210.7	000.0639	000006.6
5	000210.6	000.0642	000006.6
6	000210.7	000.0641	000006.6
7	000210.5	000.0640	000006.6
8	000210.5	000.0643	000006.6
9	000210.3	000.0785	000008.6

–
–

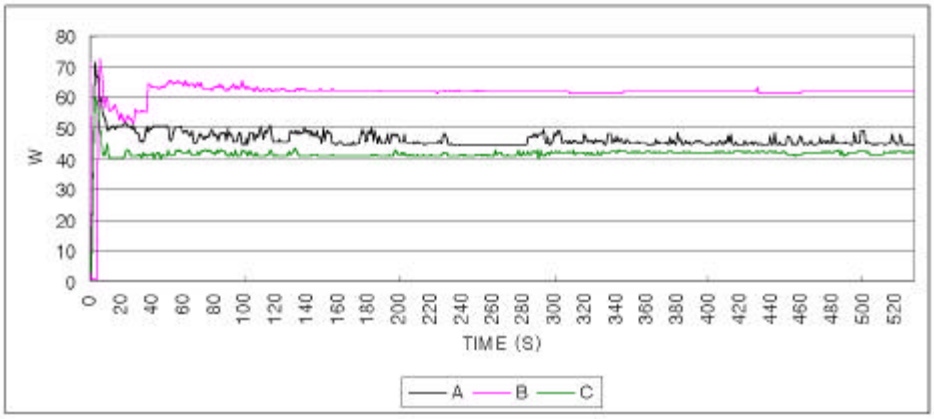
A는 V(전압), B는 A(전류), C는 W(전력)를 나타낸다. 이와 같이 측정된 데이터를 다시 엑셀 프로그램 등을 이용하여 데이터를 처리한다.

4.2. OA기기 종류별 발열량 측정 데이터 및 분석

Digital Power Meter를 사용하여 각 OA기기의 전력 소비량을 측정한 후, 각 OA기기의 합리적이고 대표적인 발열량 데이터를 구하기 위해 측정한 각각의 OA기기 전력사용량을 바탕으로 빈도분석을 실시하였다. 측정과정에서 동일한 기종의 경우는 전력 소비패턴은 동일한 것으로 나타나 각 OA기기마다 서로 다른 것들을 대상으로 측정하였다.

4.2.1. 컴퓨터

(그림 4.5)는 컴퓨터 전력 소비량 측정 데이터 중 세 개 샘플의 소비전력 패턴을 나타낸 것으로 처음 컴퓨터를 가동한 후 워드 등의 작업 상태와 아이들링 상태에 대하여 실제 컴퓨터를 사용하는 조건에서 실시하였다. 일반적으로 컴퓨터는 (그림 4.5)와 같은 일정한 전력 소비 패턴을 보인다.



(그림 4.5) 컴퓨터의 전력소비량 특성

각 기기마다 전력 소비량의 차이는 있지만, 일반적으로 처음 부팅을 했을 경우에 많은 전력을 소비하고 나중에는 매우 일정한 전력 소비량을 보인다. 플로피 디스크나 CD롬 등을 사용했을 경우, 또는 워드 프로세서나 캐드 등의 프로그램

을 시작할 때, 잠깐 동안 다소 높은 부하가 걸리지만 시간이 지나면 일정한 부하 패턴을 보이므로 이 값은 무시할 수 있다.

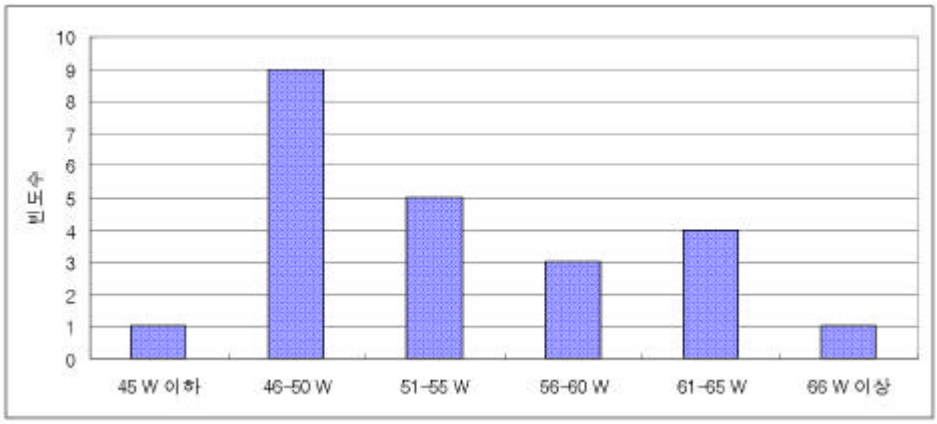
<표 4-1>의 데이터는 (그림 4.5)의 방법으로 측정한 23개의 컴퓨터 전력 소비량 데이터에서 부팅상태를 제외한 각 작업상태의 30분간의 전력 소비량을 평균한 것이다.

<표 4-1> 컴퓨터의 전력 소비량

구분번호	제품사양	제조회사	측정평균	비고
1	펜티엄Ⅱ 300	조립	70.6 W	
2	펜티엄Ⅱ 266	조립	41.6 W	
3	펜티엄Ⅱ 266	조립	62.4 W	
4	펜티엄Ⅱ 233	조립	53.5 W	
5	펜티엄 233	SA사	51.1 W	
6	펜티엄 233	SA사	50.5 W	
7	펜티엄 MMX 200	조립	58.5 W	
8	펜티엄 MMX 200	조립	46.1 W	
9	펜티엄 MMX 200	조립	61.9 W	
10	펜티엄 200	조립	61.8 W	
11	펜티엄 166	조립	53.5 W	
12	펜티엄 150	조립	56.8 W	
13	펜티엄 150	N사	59.2 W	
14	펜티엄 133	조립	46.7 W	
15	펜티엄 133	조립	64.6 W	
16	펜티엄 133	SA사	46.1 W	
17	펜티엄 133	SA사	45.8 W	
18	펜티엄 133	SA사	47.7 W	
19	펜티엄 133	SA사	46.2 W	
20	펜티엄 133	SA사	48.2 W	
21	펜티엄 133	SA사	45.8 W	
22	펜티엄 75	S사	49.9 W	
23	486 컴퓨터	S사	54.5 W	

측정 결과 컴퓨터의 성능과 전력소비와는 상관관계가 없음이 나타났다. 컴퓨터의 실제 소비전력은 최소 41.6 W 에서 최대 70.6W 까지 넓은 범위를 보인다. 그러나, 조립품의 경우 측정 데이터가 41.6 70.6 W로 편차가 상당히 심하고, 유명 메이커 제품의 경우 45.8 59.2 W로 대체로 고른 소비전력을 나타낸다.

(그림 4.6)은 <표 4-1>의 데이터로 컴퓨터의 소비전력에 대하여 빈도분석을 실시한 것이다.

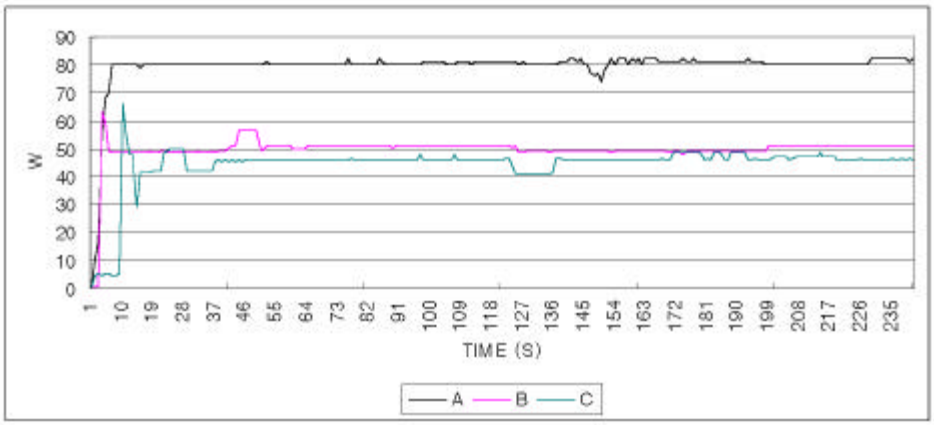


(그림 4.6) 컴퓨터 발열량 빈도분석 결과

측정된 컴퓨터에서는 46 50W정도의 전력을 소비하는 것이 가장 많았다. 그러나, 일반적인 적용을 위해서 컴퓨터의 경우 (모니터 제외) 위험율을 고려하여 상위 2.5%를 제외한 67 W를 컴퓨터의 일반적인 발열량으로 제안한다.

4.2.2. 모니터

모니터의 경우 제품마다 전력소비량 특성이 조금씩 다르긴 하지만 대체로 (그림 4.7)의 그래프와 같은 일정한 패턴을 보인다.



(그림 4.7) 모니터의 전력소비량 특성

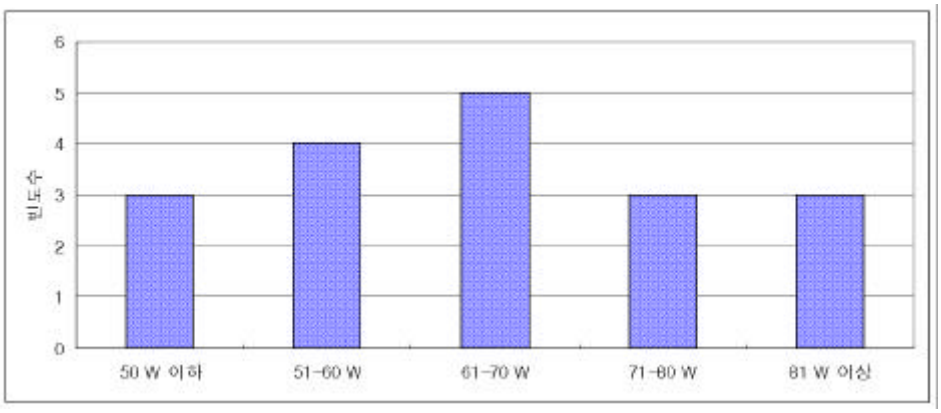
여기서, A는 17인치, B는 15인치, C는 14인치 모니터이다. 모니터는 화면의 배색에 따라 약간의 부하 변화를 보이는데, 밝은 화면이 전기를 더욱 많이 소비하고, 어두운 화면일 경우는 전기를 적게 소비하여, 종류에 따라 9W 18W정도의 편차를 보인다.

모니터는 18개의 다양한 제품을 대상으로 전력 소비량을 측정하였다 <표 4-2>. 일반적으로 국내 S사 제품을 가장 많이 이용하고 있었으며, 14인치에서 20인치까지 다양한 크기의 모니터를 사용하고 있었다.

<표 4-2> 모니터의 전력 소비량

구분번호	화면크기	제조회사	정격 소비전력	측정평균	전력소비율	비고
1	20 인치	S사	120 W	82.3 W	68.6 %	
2	17 인치	S사	90 W	75.2 W	83.6 %	
3	17 인치	S사	90 W	83.8 W	93.1 %	
4	17 인치	S사	90 W	80.8 W	89.8 %	
5	17 인치	S사	90 W	85.8 W	95.3 %	
6	17 인치	SA사	90 W	66.6 W	74.0 %	
7	17 인치	H사	90 W	74.5 W	82.8 %	
8	17 인치	H사	90 W	69.9 W	77.7 %	
9	17 인치	H사	90 W	66.7 W	74.1 %	
10	15 인치	H사	80 W	50.1 W	62.6 %	
11	15 인치	S사	72 W	64.7 W	89.9 %	
12	15 인치	S사	65 W	56.7 W	87.2 %	
13	15 인치	S사	72 W	56.7 W	78.8 %	
14	15 인치	S사	72 W	64.6 W	89.7 %	
15	14 인치	S사	65 W	55.8 W	85.8 %	
16	14 인치	S사	65 W	57.0 W	87.7 %	
17	14 인치	SA사	55 W	44.4 W	80.7 %	
18	14 인치	SA사	55 W	45.9 W	83.5 %	

본 연구에서는 일반적으로 적용할 수 있는 모니터의 발열량 제시를 위하여 <표 4-2>의 모니터 전력 소비량 데이터를 대상으로 (그림 4.8)과 같이 전력 소비량에 따른 빈도분석을 실시하였다.



(그림 4.8) 모니터 발열량 빈도분석 결과

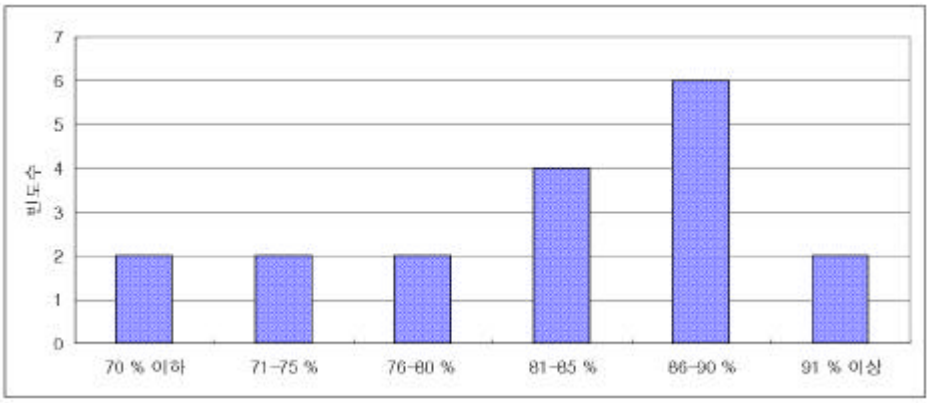
조사된 모니터의 전력 소비량은 61 70W 사이가 가장 많은 빈도 수를 차지하고 있다. 그러나, <표 4-3>과 같이 모니터의 경우는 크기에 따른 발열량이 현저하게 나타나므로 컴퓨터와 같이 특정한 발열량을 제시하는 것은 불합리하다.

<표 4-3> 모니터 크기에 따른 발열량 차이

구분	최소 (W)	최대 (W)
소형 (15 인치 이하)	44.4	64.7
중형 (17 인치 이상)	66.6	85.8

따라서, 모니터의 경우는 정격소비전력에 따른 실제 전력 소비율을 제시하는 것이 더욱 합리적일 것이라고 판단된다.

(그림 4.9)는 <표 4-2>의 모니터 측정 데이터로 정격소비전력에 따른 전력 소비율을 빈도분석 한 것이다



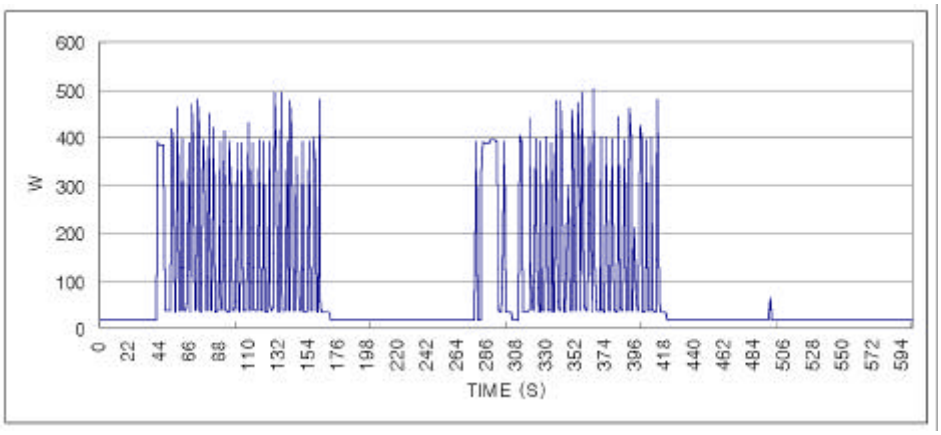
(그림 4.9) 모니터 전력소비율 빈도분석 결과

각 기기의 정격소비전력에 따른 실제 전력 소비율은 최소 62.6 %, 최대 95.3 %까지 비교적 넓은 범위를 보이며, 이중 86 90 %의 범위에서 가장 많은 빈도수를 보인다. 그러나, 위험율을 고려하여 모니터 발열량의 경우 91% 이상을 제외한 정격소비전력의 90%를 제안한다.

4.2.3. 프린터

1) 레이저 프린터

(그림 4.10)은 330W의 정격소비전력을 갖는 레이저 프린터이며, 크게 돌출 되어 있는 부분이 프린트를 하고 있는 상태를 표시한 것이다.

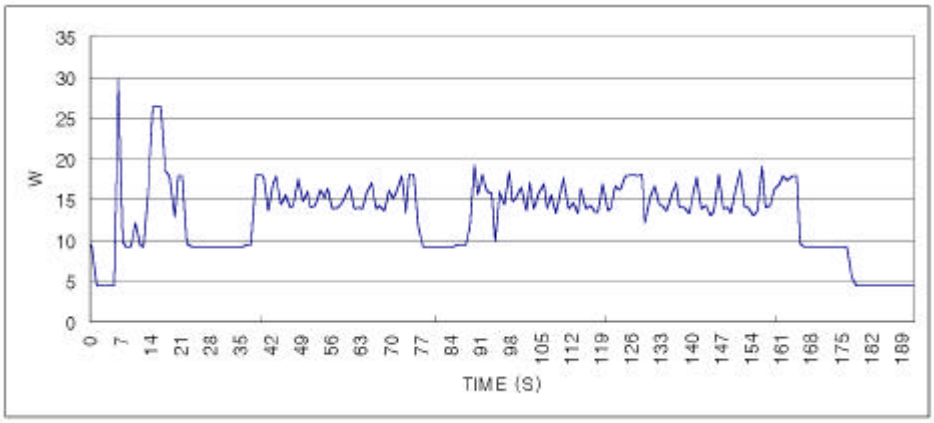


(그림 4.10) 레이저프린터의 전력소비량 특성

레이저 프린터는 아이들링 상태일 경우에는 정격소비전력 330W에 크게 못 미치는 약 16.3 W의 전력을 사용하며 부팅 시에도 상당히 작은 양의 전력을 사용하지만, 프린트 시에는 순간적으로 최고 500W까지 정격소비전력을 훨씬 상회하는 수치를 보인다.

2) 잉크젯 프린터

잉크젯 프린터는 레이저 프린터에 비해 상당히 적은 전력을 소비한다. (그림 4.11)은 30W의 정격소비전력 값을 갖는 잉크젯 프린터의 전력 소비 패턴이다. 프린트하는 시간 동안에는 13 18W 사이의 전력을 소비하지만 아이들링 상태일 경우에는 5W 미만의 수치를 보인다.



(그림 4.11) 잉크젯프린터의 전력소비량 특성

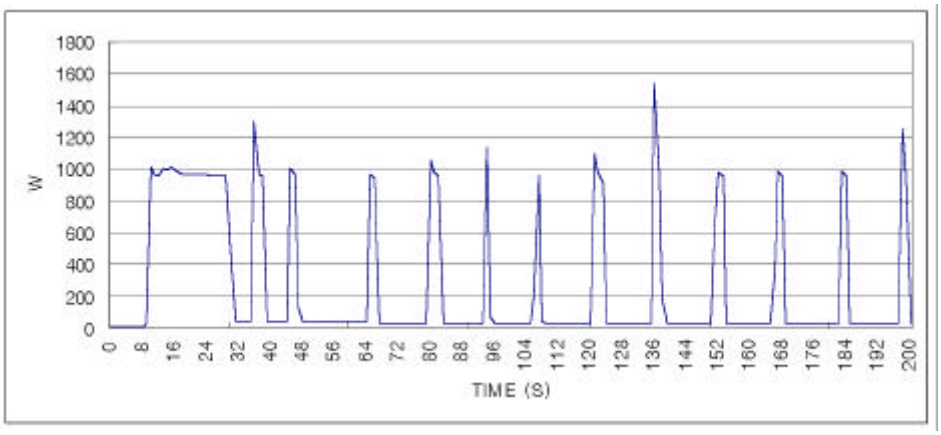
사무소에서 프린터 한 대 당 가동 시간은 매우 짧고 프린터기의 사용은 실제 근무 시간대에 널리 분산되어 있으므로, 이를 감안하면 프린터의 발열량은 프린터기가 가동될 시에 나오는 발열량이 아닌 아이들링 상태의 발열량으로 산정 할 것을 제안한다.

<표 4-4> 프린터의 전력 소비량

구분번호	종류	제조회사	상태		정격	비고
			프린트시	아이들링	소비전력	
1	레이저	S사	165.6 W	16.3 W	300 W	
2	레이저	HP사	297.8 W	23 W	330 W	
3	잉크젯	HP사	18 W	9.3 W	30 W	
4	잉크젯	HP사	14.0 W	3.9 W	12 W	
5	잉크젯	HP사	22.4 W	3.7 W	35 W	
6	잉크젯	Q사	16.9 W	7.8 W	20 W	
7	잉크젯	S사	15.8 W	7.9 W	15 W	

4.2.4. 복사기

(그림 4.12)는 연속으로 복사할 경우를 조건으로 복사기의 전력 소비 패턴을 측정한 것이며, 돌출된 각 부분은 각각의 종이가 복사될 때마다 순간적으로 사용되는 전력량이다.



(그림 4.12) 복사기의 전력소비량 특성

복사기의 경우 사용빈도는 프린터와 마찬가지로 상당히 낮지만 작동시의 소비전력이 현저히 크기 때문에, 반드시 사용상태에 따른 소비전력을 고려해야 할 것이며 하루 중 복사기의 평균 소요동력은 똑같은 모델이라 할 지라도 사용하는 장소에 따라 매우 다르게 나타난다. 이는 사용하는 장소마다 복사기를 사용하는 시간에 관계가 있는데, 다음의 식을 통해 복사기의 평균 소요 동력을 산출해 낼 수 있다[12].

$$P_{ave} = (P_{max} \times a) + (P_{idle} \times (1 - a))$$

Pmax : 프린트 할 때의 소요동력 (W)

12) Power Demands due to Office Equipment, BSRIA, 1992

Pidle : **아이들링 상태일 때의 소요동력** (*W*)

a : **평균 프린트시간**

복사기의 동시 사용율 및 일일 종이사용장수를 이용하여(**제** 3 **장 내부발열요소 패턴 분석 참조** p. 40) **복사기의 최대 사용 시간을 계산하면 건축 사무소의 경우,**

20**인/대** × 0.43 (**건축사무소의 복사기 동시사용율**) × 14**장** × 10**초** (1**장 복사시 걸리는 시간**) = 1204**초** = **약** 20**분이고 일반 사무소의 경우는,**

20**인/대** × 0.26 (**일반사무소의 복사기 동시사용율**) × 30**장** × 10**초** (1**장 복사시 걸리는 시간**) = 1560**초** = **약** 26**분이다**.

따라서, 위의 식에 따라 복사기의 평균 소비전력은 건축사무소의 경우 322W, **일반사무소의 경우** 407W**로 계산할 수 있다**.

<**표** 4- 5> **복사기의 전력 소비량**

구분번호	제조회사	상태		비고
		복사시 최대치	아이들링	
1	C사	800 W	58 W	
2	C사	930 W	23 W	
3	C사	920 W	32 W	
4	C사	900 W	24 W	
5	C사	870 W	27 W	
6	H사	840 W	83 W	
7	X사	950 W	29 W	
평균		887 W	40 W	

4.2.5. 기타

이외 기타 사무실에 설치되는 OA기기 및 전기를 사용하는 기기에는 팩스, 플로터, 스케너, 냉장고 등이 있다. <표 4-6>의 데이터는 많은 양의 샘플을 확보하지 못하고 1개 또는 2개 정도의 측정치를 제시한 것이므로 각 기기의 대표 값이 될 수 없음을 밝힌다.

<표 4-6> 기타 기기

종류	측정값	비고
팩스	9.3W	전원이 켜있는 상태 (비사용)
플로터	24W	〃
스케너	11.6W	〃
빔프로젝터	484W	사용시
냉장고 (중형)	80W	가동중
냉장고 (소형)	62W	〃
조명기기	정격소비전력 값 적용	밝기 조절에 따라 다름

4.3. 발열 종류에 따른 OA기기의 분류

측정결과에 의해, 사무실에서 사용하는 모든 OA기기를 크게 부하가 일정한 기기와 부하가 변하는 기기[13]로 나눌 수 있다.

4.3.1. 부하가 일정한 OA 기기

사무실에서 전기를 사용하는 대부분의 OA기기 들은 특별한 경우를 제외하고 거의 장소의 이동이 없이 고정된 위치에서 작업을 수행하게 된다. 이러한 기기들의 전력소비는 실제적으로 작동하는 시간동안 거의 일정하다. 실측 결과 기기를 처음 가동할 때, 순간적으로 평균치보다 다소 많은 부하가 걸리지만 이 시간은 매우 짧으므로 무시할 수 있다.

1) 퍼스널 컴퓨터

퍼스널 컴퓨터의 소비전력의 변화는 하드디스크, 플로피 디스크 또는 시디롬 등이 작동할 때 발생한다. 그러나 이러한 변화는 매우 작아서 각기 기기가 작동할 때에는 약 0.5 Amp 정도 이하의 값만이 측정된다. 또한 이러한 증가는 매우 짧은 시간 동안에만 일어나기 때문에, 이들의 소비전력은 장시간을 놓고 볼 때 무시할 수 있는 양이다. 따라서 퍼스널 컴퓨터는 일정한 부하가 걸리는 기기로 취급할 수 있다.

2) 레이저 프린터

퍼스널 컴퓨터의 예와 유사한 것으로 레이저 프린터를 들 수 있다. 실제 레이저 프린터의 정격소비전력은 250W 350W의 범위이지만 평상시 사용하지 않고 켜 놓고 있을 경우에는 이보다 상당히 적은 양의 전력을 사용한다. 레이저 프린터의 경우 프린트를 할 경우에는 기기가 아이들링인 상태일 때보다 상당히 높은

13) SMALL POWER LOADS, BSRIA, 1992

전력이 요구된다. 그러나 이런 최대 부하는 매우 짧은데다 비록 기기가 그 사용 완전 가동일 경우라도 평균 소비전력에 커다란 영향을 미치지 못한다. 또한 설문을 통하여 조사한 결과 사무실에서 레이저 프린터를 사용하는 횟수는 전체 사무실 사용시간에 비해 극히 적은 양이고 사용시간대도 널리 분산되어 있어 프린트시 발생하는 최대 전력은 전체 공간의 냉방부하에 큰 영향을 미치지 않을 것이므로 레이저 프린터는 일정한 부하가 걸리는 기기로 취급할 수 있다.

3) 잉크젯 프린터

잉크젯 프린터의 경우 레이저 프린터에 비해 거의 1/10정도의 정격소비전력 값을 갖는다. 레이저 프린터와 마찬가지로 잉크젯 또한 아이들링인 상태일 경우 정격소비전력에 크게 못 미치는 수치를 나타내기 때문에 일정한 부하가 걸리는 기기로 취급할 수 있다.

4.3.2. 부하가 변화하는 OA 기기

복사기의 평균 소비전력은 기기의 작동 상태에 따라 크게 다르다.

1) 복사기

복사기의 경우 경험적인 실측 조사에 의한 결과는 일반적인 기기의 경우는 아이들링인 상태일 경우 정격부하에 붙어 있는 수치의 대략 20% 정도의 동력을 사용하고, 실제로 동작을 할 경우에는 대략 80% 정도의 동력이 요구된다. BSRIA의 1992년 연구에서 여러 대의 실제 복사기를 조사한 결과 대부분의 일반적으로 사용하는 기기의 사용 시간 율은 전체 시간에 대해 10%정도에도 미치지 못한 것으로 나타났으나 타자실 근처에 위치한 복사기 같은 경우는 20 40% 정도 사이의 시간을 사용하는 것으로 조사되었다.

4.4. OA기기의 미래 변화

OA기기는 전자 통신 기술이 발전함에 따라 앞으로도 계속해서 발전해 나갈 것이다. 단기적으로 보면 OA기기가 사용하는 전력은 당분간 증가할 것으로 보이나, 장기적으로는 전자기술의 발전으로 점차 전기의 소비가 줄어들게 되어 OA기기가 실내 발열에 미치는 영향이 줄어들 것으로 예측된다.

1) 사무공간에서 앞으로 1인당 컴퓨터 수는 최악의 경우인 1인당 1대 이상인 현재의 수준 이상으로 올라가지 않을 것으로 예상된다. 컴퓨터의 성능이 급속히 향상되어 멀티 테스킹이 가능해 짐에 따라 1대 이상의 모니터가 필요했던 경우도 줄어들 것이다.

2) 컴퓨터의 사용은 대부분의 사용자들이 근무 시간의 90% 이상에 달하는 시간을 컴퓨터 작업에 사용하는 정도까지 늘어날 것이다. 현재 대부분의 사무소에서는 모든 사무를 컴퓨터에 의존하고 있다.

3) 컴퓨터의 기능이 점차 향상되고 있지만, 전기부하는 증가하지 않을 것이다. 그러나 최악의 경우 한 컴퓨터에서 멀티 테스킹이 필요함에 따라 모니터가 점차 대형화되고 있기 때문에, 모니터의 정격소비전력이 늘어남에 따라 평균 소비전력 또한 늘어날 것이다. 그러나 현재 속속 개발되고 있는 액정 타입의 모니터가 널리 보급되면 모니터에 의한 발열은 줄어들 것이다.

4) 팩시밀리를 이용해 데이터를 주고받는 양이 많아짐에 따라 사무실내 팩시밀리의 수가 증가할 것이다. 이와 더불어, 기업 내 LAN설비가 구축되어 인터넷과 e-mail 그리고 통신을 통한 정보의 교류가 활발해지고 있으므로 대부분의 사무실에서는 컴퓨터의 전원을 항상 켜고 있을 것이다. 이렇게 되면 컴퓨터를 이용하여 작업을 하지 않아도 작업을 하는 것과 똑같은 전력을 소모하기 때문에 사무실 내 OA기기에 의한 부하는 더욱 늘어나게 된다.

5) 레이저 프린터의 동력은 새로운 타입의 기기가 발전함에 따라 줄어들게 될

것이다. 이미 30W 미만의 전력만을 사용하는 기기 들이 등장했으며, 아직은 가격이 비싸지만 이러한 기기 들은 앞으로 일반적이 될 것으로 보인다. 또한 프린터의 기능이 보다 빠르고 단순해져 사무실 내 복사기의 수는 줄어들게 될 것이다.

6) 기기 사용을 에너지 효율적으로 하기 위한 요구에 부합하기 위해 자동 스위칭 시스템이 점차 일반적인 사항이 될 것이다. 최근 OS(Operating System)의 경우 사용자가 컴퓨터 등을 일정시간 사용하지 않을 경우 모니터나 컴퓨터의 전원을 자동으로 Off시켜주는 기능이 추가되었다. 이는 기기 사용 중에는 별 효과가 없지만, 기기를 사용하지 않을 경우 매우 낮은 전력을 소비한다.

제 5 장 OA기기 발열을 고려한 냉·난방부하 시뮬레이션 비교

5.1. 시뮬레이션 도구

본 연구에서는 OA기기 발열 변화에 따른 부하 해석 도구로 LBL (Lawrence Berkeley Laboratory)에서 제작한 DOE2.1E를 사용하였다. DOE2.1E는 세계적으로 공인된 동적 열 해석 프로그램으로 퍼스널 컴퓨터에서 사용할 수 있도록 미국 에너지성에서 개조한 것이다. 이 프로그램은 퍼스널 컴퓨터를 이용하여 정확하고 신뢰성 있는 동적 부하 해석, 건물에서 사용되는 에너지 및 경제성 분석 등 보다 광범위하게 응용될 수 있다. DOE2.1E 프로그램의 용도와 활용 범위는 다음과 같다.

① 매 시각별 냉·난방부하, 연간 냉·난방부하 해석 및 에너지 해석
② HVAC시스템의 크기 및 용량산정
③ ASHRAE의 응답계수법 (Responce Factor Method)과 가중계수법 (Weighting Factor Method)에 의한 구조체의 열 용량과 타임랙 현상 파악
④ 가중 계수에 의한 정확한 축열효과 및 자연형 태양열 건물 분석
⑤ 연간 에너지 사용량 및 경제성 분석
⑥ 열원용량의 산정 및 태양열 시스템 (Active Solar System, DOE2.1C에서 가능)의 평가

DOE2.1E 프로그램은 입력 자료를 담당하는 BDL과 에너지 계산을 처리하는 LOADS, SYSTEMS, PLANT, ECONOMICS의 5개 부분으로 구성되어 있다.

1) BDL

BDL은 텍스트 파일로 만든 입력 파일에서 에러를 검토하고, 다음의 각 프로그램에서 사용할 수 있는 형태로 데이터를 변환한다. BDL은 건물 구조체의 축열 효과를 분석하는 응답계수 및 가중계수 계산 부 프로그램을 포함한다.

2) LOAD 프로그램

LOAD 프로그램은 응답계수 및 가중계수의 전열개념을 이용하여 건물 내 각 존의 매 시각마다의 냉·난방부하를 계산한다. 이때 LOAD 부분에서는 실내 설정온도를 냉·난방부하 모두 같은 온도로 세팅하고, 다시 SYSTEM에서 각각의 온도로 나누어 계산하게 된다. 벽체의 구성재료, 건물방위, 주위환경조건 등의 건물에 대한 자료, 재실인원, 조명, 발열 기기 등의 자료 및 사용 스케줄과 기상자료가 입력되어 외피를 통한 열 취득 및 열 손실, 유리창을 통한 일사취득량, 실내발열량, 틈새바람에 의한 열 취득 및 열 손실량을 산출한다. 단, 환기에 필요한 부하는 HVAC을 담당하는 SYSTEM 프로그램에서 계산하게 된다.

3) SYSTEM 프로그램

LOADS 프로그램에서 입력한 존별 실내온도 설정치, 실내온도의 가중계수, 필요 환기량, 설비의 운용 및 제어 스케줄 등을 이용하여 냉·난방 요구에 따른 HVAC 시스템의 용량을 산정하며, 존별 부하에 대응하는 각 분배 시스템을 시뮬레이션하고 중앙 집중식 열원 기기에서 사용되는 여러 종류의 HVAC 시스템을 포함하고 있고 기존 설비뿐만 아니라 최신의 설비까지 설계 계산이 가능하다.

4) PLANT 프로그램

SYSTEM 프로그램에서 계산된 결과를 1차 열원 설비에 대해 시뮬레이션 한다. 이 부프로그램에서 계산되는 플랜트에는 보일러, 냉동기, 발전기, 냉각탑, 냉·온수 축열조, 급탕설비 등이 있다. 또한 1차 설비 계산에 의해 유형별로 소

비되는 에너지 사용량과 비용을 산정한다.

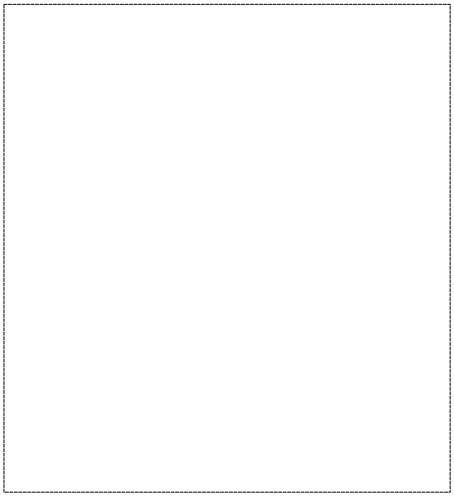
5) ECONOMIC 프로그램

에너지 사용량, 설비비용, 유지비를 포함한 건물의 Life-Cycle에 대한 경제성을 검토하여 건물에 대한 효율적이고 에너지 절약적인 방안을 경제적인 측면에서 고찰할 수 있다. 또한 기존 건물에 대한 에너지 절약적 개수 방안에 대해 절감되는 효과를 분석하여 소요되는 경비를 효율적으로 평가할 수도 있다.

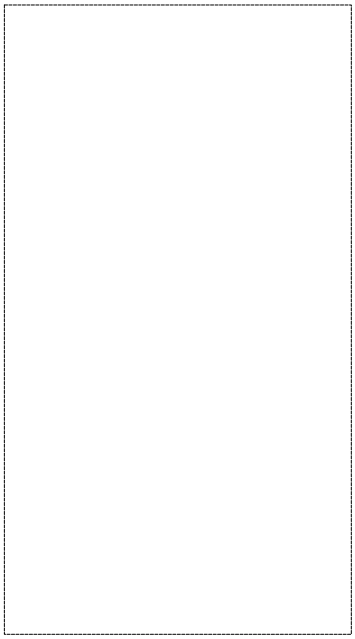
5.2. 시뮬레이션 대상 건물 및 개요

5.2.1. 건물개요

시뮬레이션 모델 건물은 서울시에 위치한 사무소 건물의 현황조사 자료[14]를 바탕으로 작성하였으며 (그림 5.1)은 시뮬레이션 모델 건물의 평면도로 건물의 죠닝은 외벽으로부터 5m 깊이에 방위별로 4개의 외부 존과 코어를 포함하여 2개의 내부존으로 나누었으며, 천장을 포함하여 층고 3.7m의 10층 높이로 하였다. (그림 5.2)는 시뮬레이션 모델 건물을 DRAWBDL 프로그램을 이용하여 가시화한 그림이다.



(그림 5.1) 평면도



(그림 5.2) 모델 건물

14) 사무소 건물의 에너지 절약을 위한 부하 예측 방정식 및 설계지침 개발에 관한 연구, 석호태, 서울대, 1995

5.2.2. 내부발열 요소

1) 재실자 밀도 및 스케줄

본 연구에서는 재실자 밀도를 0.15인/㎡을 적용하였다. 또한 재실자 스케줄은 앞서 조사한 일반사무소의 재실자 패턴을 입력하였다.

2) OA기기 발열 및 스케줄

사무실 내 OA기기는 컴퓨터(모니터포함)가 1인 1대의 비율로 배치되는 것으로 하여 현재의 상황보다 높게 가정하였고, 레이저, 잉크젯 프린터 각각 10인 1대, 복사기는 20인에 1대가 있는 것으로 하였다. 이를 계산하면 다음과 같다.

컴퓨터	0.15인/㎡	×	67	W/대	×	1	대/인	=	10.1 W/㎡
모니터(17인치)	0.15인/㎡	×	90	W/대	×0.9 ×	1	대/인	=	12.2 W/㎡
잉크젯	0.15인/㎡	×	8.1	W/대	×	0.1	대/인	=	0.1 W/㎡
레이저	0.15인/㎡	×	23	W/대	×	0.1	대/인	=	0.3 W/㎡
복사기	0.15인/㎡	×	407	W/대	×	0.05	대/인	=	3.0 W/㎡
팩스	0.15인/㎡	×	9.3	W/대	×	0.05	대/인	=	0.1 W/㎡
						합계		=	25.8 W/㎡

또한, 기기 발열이 고려되지 않은 경우에는 0W/㎡을, 기기 발열이 과다하게 산정된 경우에는 58W/㎡을 적용하였으며, 기기의 사용 스케줄은 앞서 조사한 일반사무소의 OA기기 사용패턴을 입력하였다.

3) 조명 밀도 및 스케줄

일반사무소 건물의 일반적인 조명 밀도인 20 30W/㎡ 중에서 20W/㎡를 적용하였으며, 스케줄은 공조설비용 개략 열 부하 산정에 관한 연구에 나타난 스케줄을 입력하였다.

<표 5-1>은 시뮬레이션 건물의 조건을 정리한 것이다.

<표 5-1> 시뮬레이션 조건

항목	변수	
위치	위도 = 37.34 경도 = -126.58	서울
층수	10 층	
가로·세로·높이(층고)	20m×20m×2.5m (반자 1.2m)	
재실자 밀도	0.15인/㎡	
조명 밀도	20W/㎡	
외벽 종류	화강석 마감 PC 콘크리트	
창 종류	2.7 kcal/㎡h℃	
시스템	CAV 방식	

또한, 시뮬레이션에 필요한 서울의 기상데이터는 공조학회에서 발표한 HASP용 데이터를 DOE 2.1 E Version의 TRY 형식으로 변환한 것을 이용하였다.

5.3. OA기기 발열밀도 변화에 따른 시뮬레이션

본 연구에서는 샘플 건물을 대상으로 OA기기 발열을 고려하지 않은 경우, 정확한 발열을 적용한 경우, 발열이 과다하게 적용한 경우에 대하여 시뮬레이션 하였다. 최대 냉·난방부하 차이, 공조기 용량, 송풍량, 송풍기 동력, 보일러 및 냉동기 용량에 대하여 차이를 비교하였다. 또한 실제 발열 조건과 공조기 용량 차이에 따라 나타나는 실온의 상태 및 연간 에너지 소모량을 비교 분석하였다.

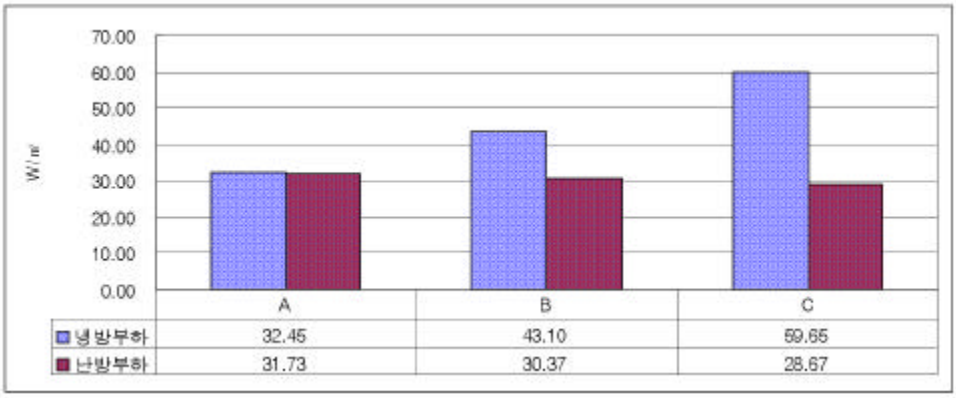
여기서, “A” 조건은 일반적으로 OA기기 발열을 고려하지 않은 경우를, “B”는 앞서 계산한 1인 1대의 컴퓨터를 사용하는 조건으로, “C”는 OA기기 발열이 과다하게 산정된 경우로 부하밀도는 58W/㎡를 적용하였다.

<표 5-2> OA기기 발열량 변수

구분	항목	변수 (W/㎡)
A	OA발열 고려 안함	0
B	측정한 OA발열 적용	25.8
C	과다하게 산정된 경우	58

5.3.1. 최대 냉·난방부하

1) OA기기 발열 변화에 따른 최대 냉·난방부하 차이



(그림 5.3) OA기기 발열 변화에 따른 냉·난방부하 차이

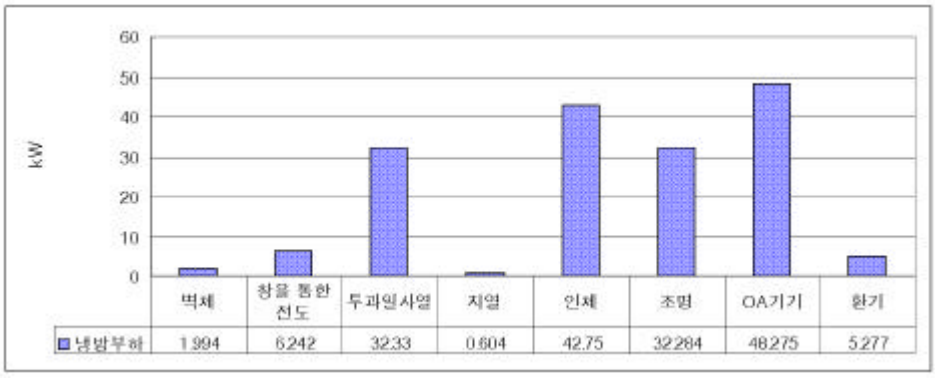
(그림 5.3)과 같이 OA기기 발열 입력 조건에 따라 냉방부하는 A 조건과 C는 약 1.8배 이상의 부하 차이가 나타났고, B와 C조건의 경우에서는 약 1.3배 이상의 차이가 나타나는 것을 알 수 있다. 또한, OA기기 발열이 늘어남에 따라 겨울철 난방부하도 어느 정도 줄어들기는 하지만, 줄어드는 폭이 냉방부하만큼 크지 않아 겨울철 난방부하에는 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있는데 이는 OA기기가 최대 난방부하에는 영향이 크지 않기 때문이다. 발열 차이로 인하여 여름철의 공조기 용량이 크게 달라질 수 있다.

2) OA기기 발열이 정확히 계산된 경우 냉·난방 부하 요소별 비교

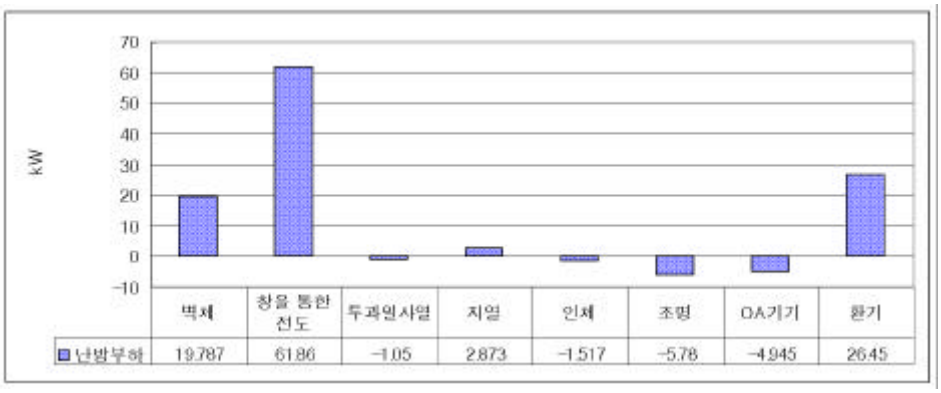
<표 5-3>과 (그림 5.4), (그림 5.5)는 측정값 25.8W/㎡를 적용한 "B" 조건의 냉·난방부하요소별 차이이다.

< 표 5- 3> **부위별 냉 · 난방부하**

	냉방부하 (kW)	난방부하 (kW)
벽체	1.994	- 19.787
창을 통한 전도	6.242	- 61.86
투과일사열	32.330	1.050
지열	0.604	- 2.873
인체	42.750	1.517
조명	32.284	5.780
OA기기	48.275	4.945
환기	5.277	- 26.45



(그림 5.4) 측정 OA기기 발열을 적용한 시뮬레이션의 냉방부하요소 차이



(그림 5.5) 측정 OA기기 발열을 적용한 시뮬레이션의 난방부하요소 차이

(그림 5.4)와 같이 여름철의 냉방부하에 큰 영향을 미치는 요소는 외적인 요소

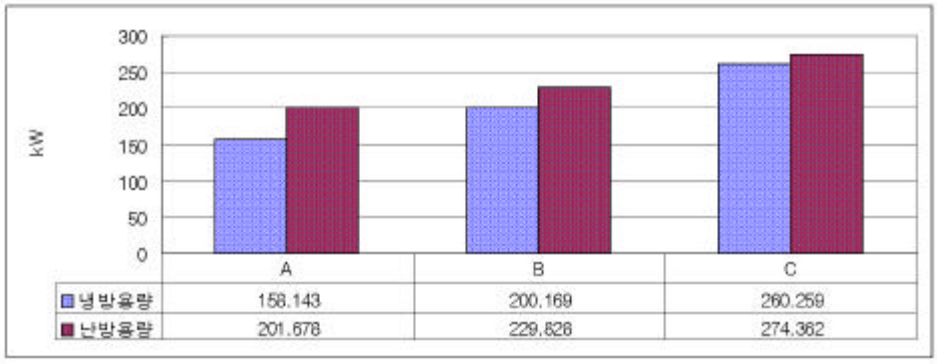
보다 내적인 요소 즉 인체, 조명, 기기에 의한 영향이 약 72%로 나타나 한국에너지 기술연구소 1986년 연구의 1.7배 이상, 그리고 최근 건물의 부하계산의 CASE 3보다는 5% 정도 많게, 그리고 CASE 4보다는 5% 정도 적게 나타났다. (P33 34) 그 중 OA기기에 의한 발열은 32.3% (42.75kW) 로 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

또한, 겨울철 난방부하는 창을 통한 전도가 61.86kW로 63.3%를 차지하여 가장 큰 영향을 주었다. (그림 5.5)에서 "- "는 내부발열 요소가 난방부하 감소에 영향을 주는 것을 뜻하며, 이 중 인체, 조명, OA기기가 각각 1.517, 5.780, 4.945 kW로 12.6%를 차지하여 냉방부하에 비해 OA기기 등 내부발열이 최대난방부하에 미치는 영향은 매우 적었다.

5.3.2. 공조 용량 차이

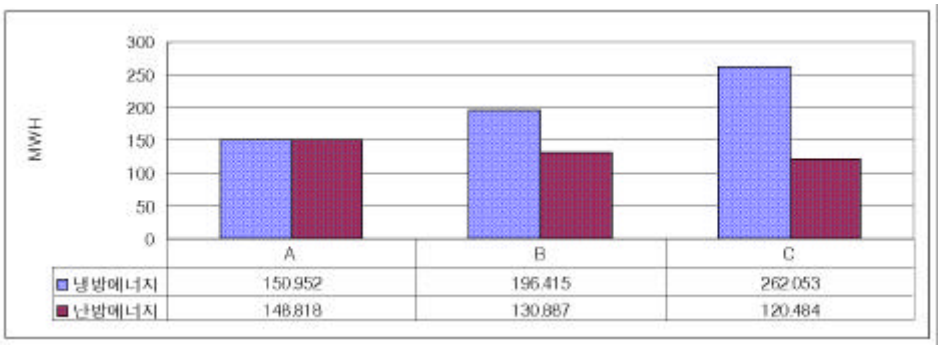
1) 공조기 용량

공조기의 용량은 OA기기 발열이 증가함에 따라 송풍량이 증가하여 (그림 5.6)과 같이 냉·난방용량 모두 증가함을 알 수 있다.



(그림 5.6) 최대부하 공조기 용량

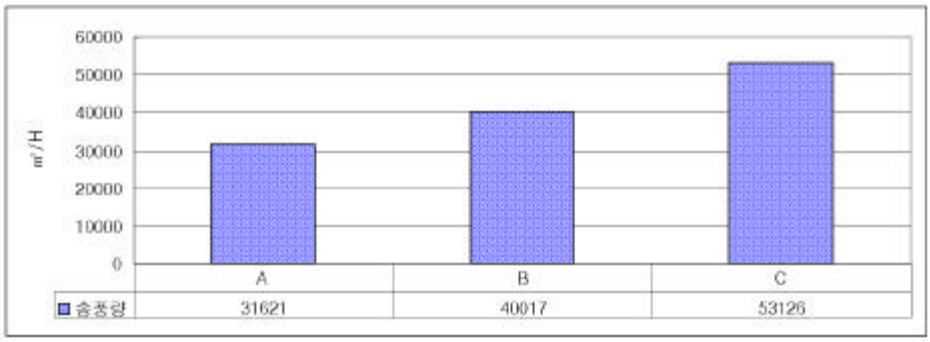
그러나 적용된 OA기기 발열이 실제로 건물의 부하로 작용한다고 가정하면, (그림 5.7)과 같이 냉방의 경우 연간 시스템에 사용되는 에너지 양은 발열이 증가함에 따라 늘어나지만, 난방의 경우는 OA기기 발열이 에너지 절감에 영향을 주어 줄어드는 것을 알 수 있다.



(그림 5.7) 연간 에너지 소모량

2) 송풍량 및 팬 모터 동력

OA기기 발열이 변함에 따라 각 실에 공급되는 송풍량의 차이에서 (그림 5.8)의 OA발열량이 과다하게 산정된 “C"의 경우가 OA발열이 정확하게 계산되어 적용된 "B"의 경우보다 약 1.3배 높게 나타났다.



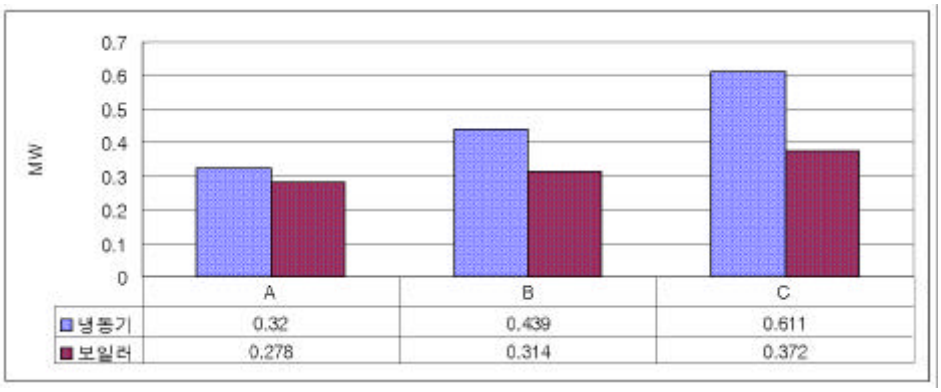
(그림 5.8) OA기기 발열 변화에 따른 송풍량

즉, OA기기 발열이 과다하게 계산되어 “C"의 경우와 같이 필요 송풍량이 많아지게 되면 공조된 공기를 필요한 실에 운반해 주는 팬 모터 동력에서도 (그림 5.9)와 같이 그 양이 증가함을 알 수 있다. 이는 또한 팬 모터 동력의 증가로 인해 전기 소모량이 많아지게 됨을 뜻한다.

(그림 5.9) OA기기 발열량에 따른 팬 모터 동력 변화

3) 냉동기 및 보일러 용량

건물 각 실의 공조를 위하여 공기를 가열 또는 냉각하기 위한 목적으로 설치되는 1차 열원 기기인 냉동기와 보일러의 용량에서도 (그림 5.8)과 같이 OA기기 발열 증가에 따라 차이를 보인다. 특히, 냉동기의 경우에서는 내부 발열이 증가함에 따라 냉동기 용량이 현저하게 늘어나는 것을 알 수 있다. 또한 보일러의 용량도 발열이 증가함에 따라 크기가 늘어남을 알 수 있는데 이는 공조기 용량과 같이 냉방에 필요한 송풍량이 많아짐에 따라 송풍기의 크기가 커지기 때문이다.

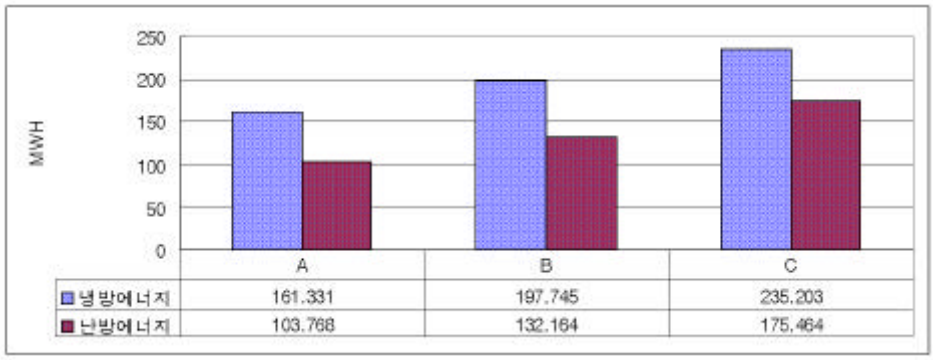


(그림 5.10) OA기기 발열 변화에 따른 냉동기 및 보일러 용량

4) 공조기 용량에 따른 실의 온도상태 및 연간 에너지 소비량

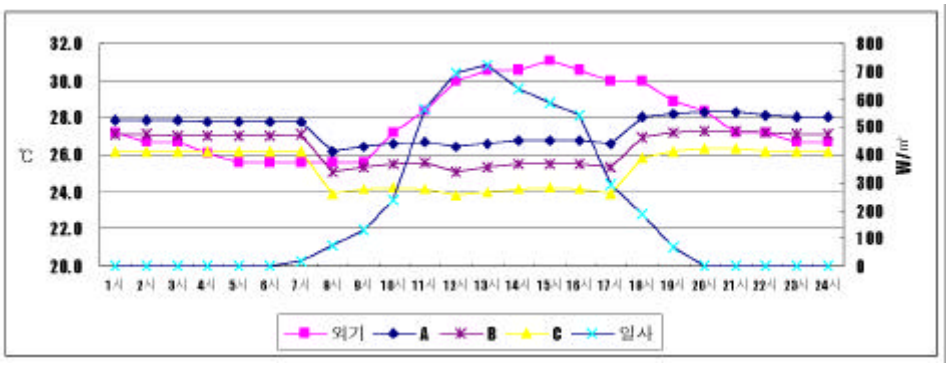
이상의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 OA기기 발열을 고려하지 않은 경우, 정확한 발열이 적용된 경우, 발열이 과다하게 적용된 경우로 나누어 공조기 용량을 결정한 후, 실제로 건물에서는 정확한 계산에 의한 25.8W/㎡이 부하로 작용하는 것으로 시뮬레이션을 실시하여 연간 에너지 소비량과 함께 공조되는 실의 온도상태를 분석하였다.

실의 냉방 설정온도는 26℃로 하였고 공조시간은 오전 8시에서 오후 6시까지로 하였다.



(그림 5.11) 시스템 용량에 따른 연간 에너지 소비량

(그림 5.11)에서와 같이 공조기 용량이 커짐에 따라 효율이 크게 떨어져 같은 부하조건에서도 사용되는 냉방 및 난방에너지가 점차 커짐을 알 수 있다. 그러나 “A"와 같이 공조에 필요한 에너지가 적게 소비된다고 하더라도 용량이 부족하게 되면 여름철에 건물의 각 실을 원하는 온도로 공조되는 것을 기대할 수 없다.



(그림 5.12) 시스템 용량에 따른 실의 온도상태

(그림 5.12)의 “B"와 같이 공조기 용량이 정확히 결정된 경우는 공조시간대에서 실의 설정온도인 26℃를 넘지 않는 범위에서 실의 온도가 유지되는 반면, “A"와 같이 용량이 작게 설계된 경우는 26℃보다 높게 나타났다. 또한 ”C"와 같이 용량을 크게 하면 설정온도보다 2℃ 이상 낮은 온도대로 유지되는 것을 알 수

있었으며 이로 인해 연간 에너지 소비량에서도 적정 설계에서는 172.8 $kWh/m^2 \cdot Yr$, 과다 설계에서는 200.7 $kWh/m^2 \cdot Yr$로 같은 부하조건에서도 에너지 소비량이 늘어남을 알 수 있었다.

따라서 OA기기 발열을 정확히 고려하지 않을 경우 공조기 용량의 과소 또는 과다 설계로 용량 부족으로 인한 실내온도 상승으로 재실자들의 불쾌감을 유발할 가능성이 있으며, 초기 시설투자비의 낭비 및 연간에너지 소비가 늘어나게 된다.

제 6 장 결론

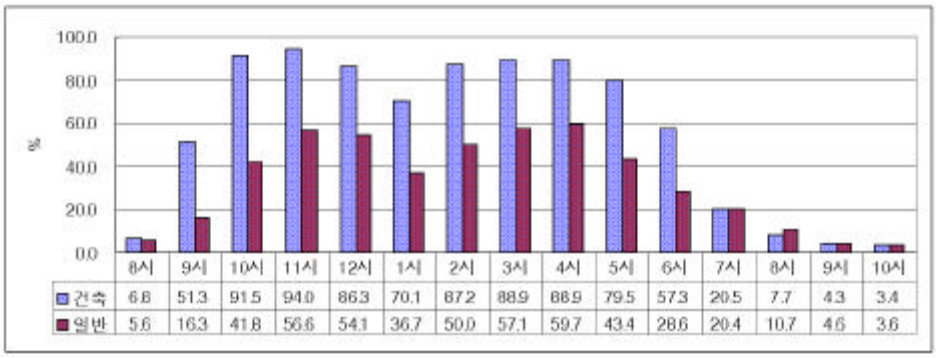
사무소 건물에서 사무능률 및 생산성 향상을 위해 OA기기의 사용량이 증가하면서 과거에는 무시되었던 OA기기 발열이 건물의 부하에 커다란 영향을 미치게 되었다. 그러나 현재 우리 나라에서는 OA기기 발열에 관한 연구 및 이에 대한 사용 빈도 등에 관한 연구가 전무한 실정이어서 실제 건물의 부하 계산시 외국의 자료를 여과 없이 사용하거나 OA기기 발열을 고려하지 않고 설계하고 있다.

본 연구에서는 OA기기의 사용 패턴을 조사하기 위하여 사무소 건물에서 가장 많이 사용하는 컴퓨터, 프린터, 복사기 등의 대표적 OA기기를 대상으로 건축 사무소의 경우 11곳 130명, 일반 사무소의 경우 20곳 196명에 설문하여 두 집단의 시간별 OA기기 사용패턴 및 재실자 패턴을 조사하고 각 패턴 차이를 비교하였다. 또한 정확한 OA기기 발열 데이터를 구하기 위하여 Yokogawa Electric Corporation에서 제작한 Model 2533 Digital Power Meter를 사용하여 실제 각 OA기기의 전력 소비량을 측정하였다. 설문조사 및 측정 데이터를 바탕으로 DOE2.1E를 이용하여 OA기기 발열 변화에 따른 부하변화 및 공조시스템 용량을 시뮬레이션하고 실제 발열 조건과 공조기 용량 차이에 따라 나타나는 실온의 상태 및 연간 에너지 소모량을 비교 분석하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

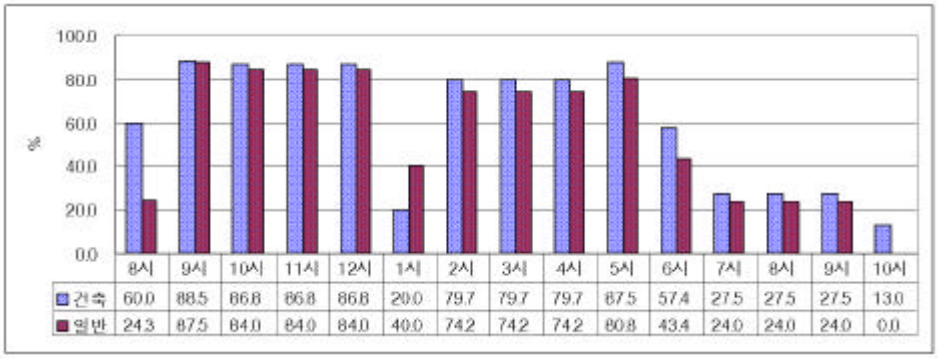
1. 각 OA기기 들의 시간대별 사용빈도, 기기의 ON/OFF 상태, 동시 사용율 등을 분석하여 (그림 6.1)의 OA기기 사용 패턴 결과를 제시한다.

   건축 사무소가 일반 사무소에 비해 OA기기 사용빈도가 많은 것으로 분석되어 최대 사용시간에서 동시사용율은 건축사무소가 94%, 일반사무소가 60%로 약 34% 정도의 차이를 보였다.



(그림 6.1) 사무소 OA기기 사용 패턴

2. 출·퇴근시간, 출장 및 결근횟수, 외근 및 야근횟수 등을 분석하여 (그림 6.2)의 재실자 패턴 결과를 제시한다.



(그림 6.2) 사무소 재실자 패턴

3. Digital Power Meter를 사용하여 측정한 OA기기의 전력 소비량 특성 분석 결과 각 OA기기 발열량은 다음과 같다.

ⅰ) 컴퓨터 : 총 23개의 컴퓨터를 측정하여 빈도분석 하였으며, 2.5%의 위험율을 고려하여 컴퓨터의 발열량은 67W를 제안한다.

ⅱ) 모니터 : 총 18개의 모니터를 측정하였으며, 모니터의 정격소비전력을 알

수 있을 경우에는 이 값의 90%를 발열량으로, 또한 정격소비전력을 알 수 없을 때에는 14인치 모니터의 경우 54W, 15인치는 65W, 17인치는 81W, 그리고 20인치는 108W를 발열량으로 한다.

iii) 잉크젯 및 레이저 프린터 : 프린터의 경우 사용빈도가 낮으므로 아이들링 상태를 발열량으로 하여, 잉크젯 프린터는 8.1W, 레이저 프린터는 23W를 발열량으로 한다.

iv) 복사기 : 복사기의 경우 같은 종류라 하더라도 사용장소에 따라 발열량이 서로 다르기 때문에 복사기 사용 빈도를 조사하여 건축사무소와 일반사무소로 나누어 발열량을 제시한다. 이 결과 건축사무소는 322W, 일반사무소는 407W를 발열량으로 한다.

v) 팩스 : 팩스 또한 사용빈도가 매우 적으므로 아이들링 상태인 9.3W를 발열량으로 한다.

vi) 종합 : OA기기는 이를 사용하는 사람들에 따라 설치 대수가 결정되므로 이를 적용할 경우에는 재실 밀도에 따라 결정하는 것이 합리적이라고 판단된다. 따라서 일반사무소에서 재실밀도가 0.1인/㎡일 경우 발열밀도는 17.2W/㎡, 0.2인/㎡일 경우는 34.4W/㎡을 적용한다.

<표 6-1> OA기기 발열 데이터

<table>
<tr><th>OA기기 (대당)</th><th colspan="4">발열량 (W)</th><th>비율</th></tr>
<tr><td>컴퓨터본체</td><td colspan="4">67</td><td>1인당 1대</td></tr>
<tr><td rowspan="5">모니터</td><td colspan="3">모델을 알 수 있을 경우</td><td>정격소비전력×0.9</td><td rowspan="5">1인당 1대</td></tr>
<tr><td rowspan="4">모델을 모를 경우</td><td>14인치</td><td colspan="2">54</td></tr>
<tr><td>15인치</td><td colspan="2">65</td></tr>
<tr><td>17인치</td><td colspan="2">81</td></tr>
<tr><td>20인치</td><td colspan="2">108</td></tr>
<tr><td>잉크젯프린터</td><td colspan="4">8.1</td><td rowspan="2">5인당 1대</td></tr>
<tr><td>레이저 프린터</td><td colspan="4">23</td></tr>
<tr><td rowspan="2">복사기</td><td colspan="2" rowspan="2">사용시 : 887
아이들링시: 40</td><td>건축</td><td>322</td><td rowspan="2">20인당 1대</td></tr>
<tr><td>일반</td><td>407</td></tr>
<tr><td>팩스</td><td colspan="4">9.3</td><td>-</td></tr>
</table>

4. DOE-2E 시뮬레이션 결과, OA기기 발열이 변함에 따라 최대 냉방부하 및 냉·난방에 필요한 공조기 용량이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 공조기 용량 산정에 있어 OA기기 발열을 정확히 고려하여 설계할 경우 공조시간대에서 실의 설정온도인 26℃를 넘지 않는 범위에서 실의 온도가 유지되는 반면, 용량이 작게 설계된 경우는 26℃보다 약 1℃ 정도 높게 나타났다. 또한 용량을 크게 설계했을 경우에는 설정온도보다 2℃이상 낮은 도대로 유지되는 것을 알 수 있었으며 이로 인해 연간 에너지 소비량에서도 적정 설계에서는 172.8 $kWh/m^2 \cdot Yr$, 과다 설계에서는 200.7 $kWh/m^2 \cdot Yr$로 같은 부하조건에서도 에너지 소비량이 늘어남을 알 수 있었다. 따라서 OA기기 발열을 정확히 고려하지 않을 경우 공조기 용량의 과소 또는 과다 설계를 유발하여 용량 부족으로 인한 실내온도 상승으로 재실자들의 불쾌감이 생길 가능성이 있으며 용량 과다로 인한 초기 시설투자비의 낭비 및 연간에너지 소비가 늘어나게 된다.

이상과 같이 실내발열밀도 특히, OA기기 발열은 건물의 열 성능에 미치는 중요한 변수 중의 하나이며, 에너지 절약형 건물의 설계시 신중하게 고려되어야 할 요소임을 인식하여 설비시설의 적정한 설계로 초기투자비의 낭비를 줄여야 할 것이다.

연구의 한계 및 추후 연구제안

본 연구에서는 현재 사무소의 종류를 크게 건축 사무소와 일반 사무소로 나누어 분석하였으나 추후에는 이러한 일반 사무소를 은행, 관공서 등의 좀 더 여러 가지 유형으로 세분화하여 각각의 사무소 유형에 적용할 수 있는 시간별 재실자 및 OA기기 사용 패턴 연구가 필요하겠다.

또한, 정확한 건물 전체의 내부 발열량 산정을 위하여 본 연구에서 측정한 컴퓨터 및 기타 OA기기뿐만 아니라 전산실, 중앙통제실 등에 설치되는 여러 가지 전기 및 전산기기에 대한 발열 측정이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 외국문헌 -

1. Power Demands due to Office Equipment, BSRIA, 1992
2. SMALL POWER LOADS, BSRIA, 1992
3. ASHRAE Fundamentals Handbook 77, 85, 89, 93, 97
4. Cooling and Heating Load Calculation Manual, Second Edition, 1992
5. DOE-2 REFERENCE MANUAL PART Ⅰ, Ⅱ, 1980
6. DOE-2 SUPPLEMENT MANUAL Version 2.1E, 1993
7. PC-DOE USER'S MANUAL
8. Model 2533 Digital Power Meter RS-232-C Communications Interface

- 국내문헌 -

1. 공기조화설비, 기문당, 1994
2. 건축환경계획론, 태림문화사, 1996
3. 건물의 공조부하계산용 표준 전산 프로그램개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 중간보고서, 통상산업부, 1995
4. 사무소용 건물의 에너지 효율향상에 관한 연구, 한국기술연구소, 1980
5. 건축물 에너지 절약 설계기준 개선 연구, 건설부, 1993,
6. 유형별 지능형 빌딩모델 구축에 관한 연구, 한국통신, 1992
7. 그린빌딩의 에너지 소모량 평가 및 환경성능 분석, 부천대학 산업기술 연구소, 1998
8. 정보기술과 미래경영, 변진석, 한국언론자료간행회
9. 경영혁신을 위한 사무정보 시스템, 고영국, 지성출판사, 1996
10. 사무정보기기, 고영국, 1993
11. 인텔리전트 빌딩 설계·계획 가이드북, 기다이, 1992

- 논문 -

1. 사무소 건물의 외피요소가 열적 성능에 미치는 영향에 관한 연구, 강대호, 연세대, 1983
2. 축열효과를 고려한 냉방부하 계산에 관한 연구, 하치윤, 중앙대, 1987
3. 회귀모델에 의한 건물외피 열성능 평가법에 관한 연구, 한국 건설기술연구소, 1992
4. 축열용량을 고려한 건물 외피의 에너지 절약 설계방안에 관한 연구, 김기훈, 중앙대, 1995
5. 인텔리전트 빌딩의 실내 기기 특성에 관한 연구, 안영선, 연세대, 1996
6. 공조설비 설계용 개략 열부하 산정에 관한 연구, 이재윤, 대한건축학회 논문집, 1994
7. 사무소 건물의 열성능 지표에 관한 연구, 박철수, 서울대, 1995
8. 사무소 건물의 외피구조에 따른 열성능에 관한 연구, 박동환, 연세대, 1989

Abstract

A Study on the Heat Generation Characteristics of OA Equipments in Office Buildings

Yu, Hyung-Kyu
Dept. of Architectural Engineering
The Graduate School
Chung-Ang University
Advised by prof. Rhee, Eon Ku, Ph.D.

Nowadays, the internal heat generation in offices becomes greater than before due to the introduction of various OA equipment, which result in a year-round cooling in some cases. In general, the cooling energy to dissipate OA heat generation creates excessive cooling load in office. However, the data regarding the amount of actual heat generation from OA equipment are very few, and designers and engineers rely on the rule-of-thumb approach in HVAC calculation. This practice produces excessive HVAC equipment sizing or the reverse.

The purpose of this study is to suggest the basic information regarding pattern of OA users and heat generation characteristics of OA equipment. The survey has been conducted to person who working in the office buildings. At the same time, the electric power supplied for the computers, printers, copy machines, etc, have been measured using precise Digital Power Meter.

The result of the study can be summarized as follows.

1. User's pattern of OA equipments are suggested by analysing frequency

of OA use, ON/OFF state of equipments, and rate of simultaneous use etc.

2. Pattern of employe are suggested by analysing an attendance and closing hour, business trip and absent times, canvassing and night work times etc.

3. The data regarding the amount of actual heat generation from OA equipment are suggested by using Digital Power Meter.

4. As a result of simulation, if OA equipment heat generation is not considered precisely, HVAC capacity can be under or over sized. So, when HVAC capacity is small there is highly strong possibility of making employe's discomfort by increasing room temperature and when big initial cost and annual energy consumptions are increased.