

사무용 건축물 공조설비 설계도서 분석

박종일[†], 김세환, 김동규^{*}

동의대학교 공과대학 건축설비공학과, ^{*}부경대학교 공과대학 기계공학부

Analysis of Office Building HVAC System Drawings

Jong-Il Park[†], Se-Hwan Kim, Dong-Kyu Kim^{*}

Department of Building System Equipment, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea

^{}Department of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-738, Korea*

(Received August 21, 2007; revision received October 17, 2007)

ABSTRACT: Optimized capacity of equipments are essential for energy saving and low cost construction and operation. So we must use proper design data for HVAC system design. We investigated for architectural data, equipment capacity, cooling and heating load design criteria of 52 office buildings. Following research results were obtained by carrying out each task. Office building effective area rate is 63%. The average building cooling load of South Korea is 140W/m² and average heating loads in Seoul and Pusan area are 120~130W/m² and 70~80W/m². We also analysed HVAC design criteria. Person ratio in effective building area is 0.2 person/m², sensitive and latent heat loads of a person are 60W and 65W, light and equipment loads of office buildings are 25W/m² and 20W/m².

Key words: Load calculation(부하계산), HVAC design(공조설비 설계), Office building(사무용 건축물), Rate of effective area(유효 면적비)

기 호 설 명

- A : 건물의 연면적 [m²]
- A_A : 건물의 전공조면적 [m²]

1. 서 론

최근 국제적인 에너지 수급환정의 불안정으로 고유가 시대의 장기지속이 예측되고 있으며 국가 에너지의 대부분을 수입하는 국내실정에서 건축물에서의 에너지 절약방안의 연구는 필연적이라

할 수 있다. 특히, 공조 설비의 에너지 소비량은 건축물 소요에너지의 50%이상을 차지하고 있다.

공조설비의 효율적 운용은 에너지 절약의 중요한 요인으로 제기되고 있으며 공조설비용량 과다 산정에 대한 문제점이 오래 전부터 제기되어 오고 있다.⁽¹⁾ 이는 부하계산의 기준과 안전율, 열원 설비의 용량산정시 예열부하와 배관손실, 열원설비의 모델산정시 용량등이 과다하게 산정되는 경우가 대부분이다. 종전의 연구에서는 설계조건과 변수의 변경에 대한 평가의 연구가 수행되어져 왔으나^(2,3) 기존 건물에서의 공조설비 운전자료 분석 등에 의해 이를 입증할 수 있는 근거자료가 빈약하고, 신뢰성 있는 대안제시가 없기 때문에 안전을 중시하는 설비설계자의 특성상 공조설비의 과다용량 산정이 현재까지도 계속되고 있다.⁽⁴⁾

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1985, fax: +82-51-890-2625

E-mail address: jipark@deu.ac.kr

본 논문에서는 기존의 사무소 건물의 설계도서를 대상으로 공조설비 설계자료를 조사·분석하여 실제 건물에 적용되는 부하계산근거를 제시하고, 이를 바탕으로 한 공조설비의 최적용량설계의 기본자료로 활용하고자 한다.

2. 조사방법

본 연구를 위한 관련설계도서류 조사는 국내의 대형 설비설계사무소와 TAB 전문업체에서 보유한 관련도면 및 설계계산서의 열람 및 조사를 하였으며 이중 본 연구에 적용 가능한 사무용 건축물 52개소를 선정하였다. 조사대상 건축물의 지역분포는 서울, 경기도 등 수도권 32개소 부산·경남등 남부지방 20개소로 되어있으며 대상건축물의 선정기준은 다음과 같다.

- ① 1990년도 이후 신축
- ② 일반적인 사무용 단일용도
- ③ 건축연면적 5000㎡ 이상
- ④ 중앙식 냉난방 시스템

조사 대상 건물의 선정시 현재까지 보관되어 있는 자료중에서 조사내용의 일부가 누락 된 것 또는 기준값과 현격한 차이가 있는 경우에는 연구대상에서 제외하였다. 조사내용은 크게 건축계획 요소와 공조부하 및 열원장비 관련사항으로 나누었으며 이러한 조사내용을 기본으로 건축적 요소와 공조부하의 관계, 공조부하 계산의 기준 등에 대하여 통계적으로 분석을 하였다.

3. 건축계획과 공조부하 분석

사무용 건축물의 공조부하 측면에서 합리적인 설계방법을 도출하기 위하여 건축기본사항과 공조부하와의 연관성을 분석하여 그 결과를 향후의 공조설비 계획에 기준모델을 정할 수 있도록 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

3.1 공조면적의 분석

사무용 건축물에서 공조가 실시되는 공간은 가장 이용가치가 높은 부분으로서 건축평면에서 공용부분을 제외한 면적을 산출하여 건물연면적과 공조면적의 관계를 근사적으로 분석하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다.

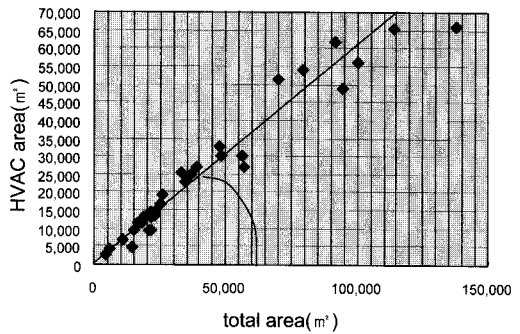


Fig. 1 Relation between total area and total HVAC area.

Fig. 1로 부터 건물연면적과 공조면적의 관계는 근사적으로 식(1)과 같이 표시된다.

$$A_A = 0.63A \quad (1)$$

3.2 기준층 창면적 분석

건물의 창면적비율은 건물 공조부하에 큰 영향을 주고 있다. 최근 사무용 건축물은 커튼월공법 채용의 증가로 창면적이 증가되고 있는 경향이 있으며, 이에 대한 부하와의 연관성을 검토할 필요가 있다.

본 조사 대상 건물 중 16개의 건물에 대하여 창면적비를 건물 수량(EA)과 백분율(%)을 조사하였으며 그 결과는 Table 1 및 Fig. 2 와 같다.

Table 1 Window rate of building

| Window rate (%) | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | sum |
|-----------------|-----|------|------|------|-----|------|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|
| EA | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 |
| (%) | 6.7 | 13.3 | 26.7 | 13.3 | 6.7 | 13.3 | 6.7 | 0 | 6.7 | 0 | 0 | 6.7 | 0 | 0 | 0 | 6.7 | 100 |

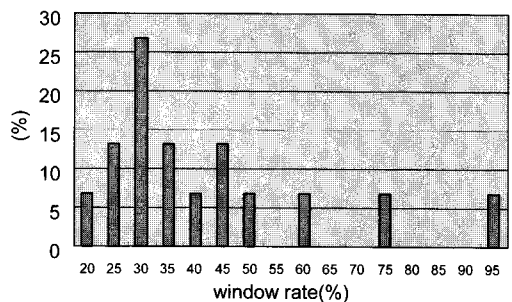


Fig. 2 Distribution of window rate.

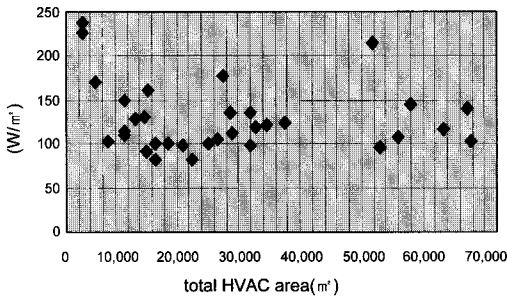


Fig. 3 Relation between cooling load and total HVAC area.

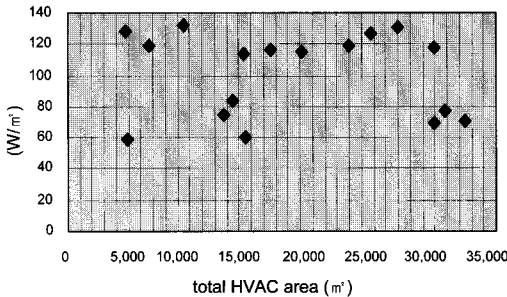


Fig. 4 Relation between heating load and total HVAC area.

3.3 공조면적당 최대부하분석

조사건물에서의 부하내용을 파악하기 위하여 각 건물에서의 공조면적당 냉난방부하를 부하계산서로부터 산출하였으며, 그 결과는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

Fig. 3 및 Fig. 4로부터 설계시 건물에서의 단위면적당 부하는 냉방의 경우 100~140 W/m²에 집중되어 있으며 난방부하는 조사대상 건축물의 위치와 조사내용을 검토한 결과 서울등 수도권외의 경우 120~130 W/m², 부산·경남등 남부지방은 60~80/Wm²에 집중되어 있다.

4. 공조부하계산 기준 분석

공조열원장비의 용량을 결정하기 위하여 부하계산을 실시하는데 현재 국내에서 설계한 설계도서의 공조부하계산의 기준에 대하여 조사 검토하였다. 이를 통하여 적정한 기준의 내용을 정할 수 있도록 하였다.

4.1 설계외기온도 기준

공조부하계산을 위한 외기온도 기준은 대부분 TAC 2.5%를 기준으로 작성하였으나, 실제 적용되고 있는 온도의 내용은 동절기에는 수도권의 경우 -11~-12℃, 부산·경남 지역은 -6℃로 되어 있으며 하절기에는 전국적으로 31℃부근에 분포하고 있다. 이에 대한 내용은 Table 2, Table 3 및 Fig. 5, Fig. 6과 같다.

Table 2 Outdoor design temperature in summer

| temperature(℃) | 30 | 31 | 32 | 33 | sum |
|----------------|------|------|-----|-----|-----|
| EA | 15 | 30 | 4 | 3 | 52 |
| (%) | 28.8 | 57.9 | 7.7 | 5.8 | 100 |

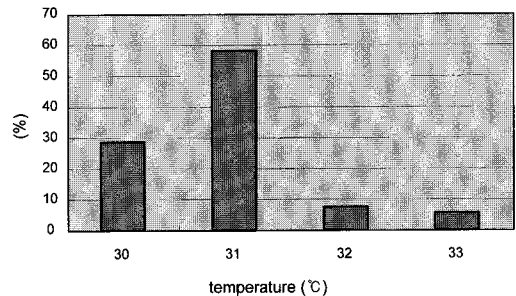


Fig. 5 Outdoor design temperature in summer.

Table 3 Outdoor design temperature in winter

| temperature(℃) | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -10 | -11 | -12 | sum |
|----------------|-----|------|-----|-----|----|-----|------|------|-----|
| EA | 1 | 14 | 2 | 2 | 0 | 2 | 11 | 20 | 52 |
| (%) | 1.9 | 26.9 | 3.8 | 3.8 | 0 | 3.8 | 21.1 | 38.5 | 100 |

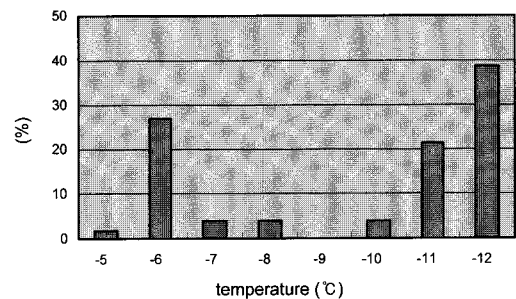


Fig. 6 Outdoor design temperature in winter.

4.2 실내설계조건 기준

조사대상 건축물에 대하여 공조부하 계산을 위한 실내 부하 조건에 대하여 조사하였다. 이에 대한 주요내용은 재실부하인원은 0.2인/m², 조명부하는 25 W/m², 장비부하는 20 W/m²이 가장 빈도가 높았으며 이에 대한 내용은 Table 4~Table 8 및 Fig. 7~Fig. 11과 같다.

Table 4 Person rate in effective building area

| (person/m ²) | 0.1 | 0.15 | 0.2 | 0.3 | sum |
|--------------------------|-----|------|------|-----|-----|
| EA | 5 | 3 | 42 | 2 | 52 |
| (%) | 9.6 | 5.8 | 80.8 | 3.8 | 100 |

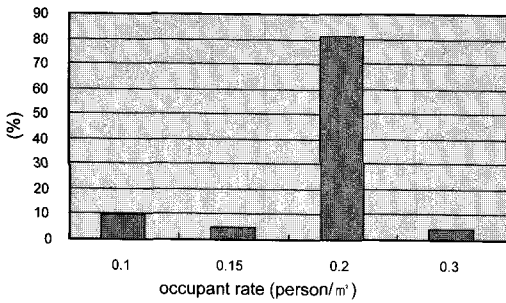


Fig. 7 Person rate in effective building area.

Table 5 Sensible heat gain rate from a person of conditioned space

| sensible heat (W/person) | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | sum |
|--------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| EA | 2 | 28 | 19 | 2 | 1 | 52 |
| (%) | 3.8 | 53.8 | 36.5 | 3.8 | 1.9 | 100 |

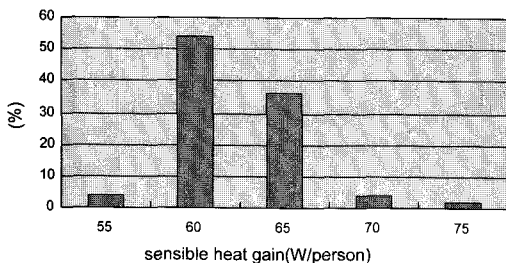


Fig. 8 Sensible heat gain rate from a person of conditioned space.

Table 6 Latent heat gain rate from a person of conditioned space

| latent heat (W/person) | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | sum |
|------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| EA | 1 | 2 | 1 | 30 | 17 | 1 | 52 |
| (%) | 1.9 | 3.8 | 1.9 | 57.7 | 32.7 | 1.9 | 100 |

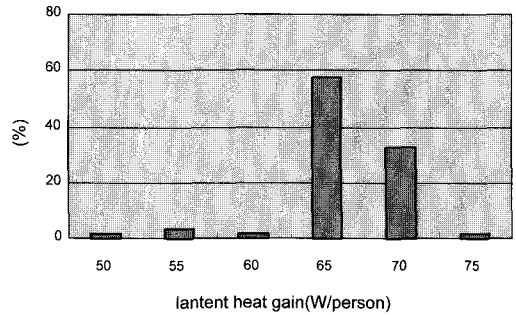


Fig. 9 Latent heat gain rate from a person of conditioned space.

Table 7 Lighting rate criteria of building

| lighting rate (W/m ²)(±2) | 15 | 20 | 25 | 30 | sum |
|---------------------------------------|-----|------|------|------|-----|
| EA | 5 | 10 | 29 | 8 | 52 |
| (%) | 9.6 | 19.2 | 55.8 | 15.4 | 100 |

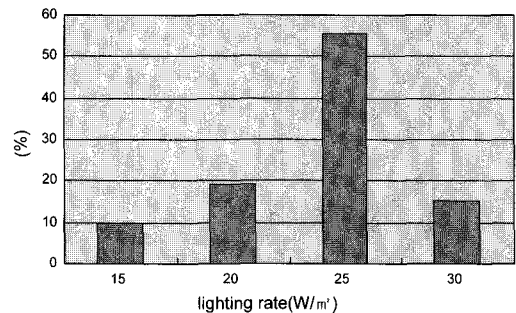


Fig. 10 Lighting rate criteria of building.

Table 8 Equipment criteria of building

| equipment criteria (±2) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | sum |
|-------------------------|------|------|------|-----|------|-----|
| E A | 8 | 10 | 12 | 1 | 4 | 35 |
| (%) | 22.9 | 28.6 | 34.3 | 2.9 | 11.4 | 100 |

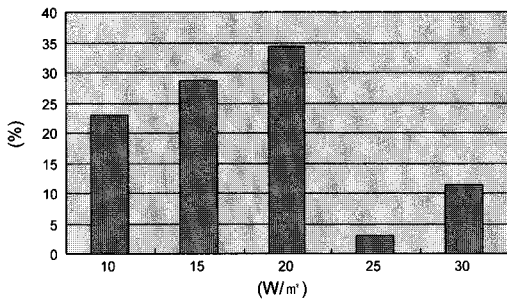


Fig. 11 Equipment criteria of building.

설계실내기준에 대한 조사내용은 재실인원의 경우 0.2인/㎡의 빈도가 가장 높으며, 인체발열량의 현열은 60 W/인, 잠열은 65 W/인의 경우가 빈도가 높았다. 전기사향에서 조명부하는 25 W/㎡, 장비발열은 20W/㎡의 경우가 빈도가 높았다. 이러한 내용은 건물의 사용조건에 따라 상이하겠지만, 유사한 건물의 경우에서도 설계회사의 종류별 또는 설계도서 작성시기별로 차이가 발생하고 있으나 최근에 건설교통부에서 제정한 건축기계설비 설계기준등과⁽⁵⁻⁷⁾ 유사하다. 또한 실제 건물에서의 사용상황에 대한 정확한 조사를 통하여 설계자가 활용할 수 있는 자료를 제시하여야 한다.

5. 결론

사무용 건축물의 적정 열원용량 산정을 위한 기본단계로 국내에 설계된 사무용 건축물 52개소에 대하여 공조부하 관련 사항에 대해 조사하였으며, 그 주요 내용은 다음과 같다.

5.1 건축계획과 공조부하분석

사무용 건축물의 공조부하와의 연계성을 분석하기 위하여 건물 연면적에 대한 공조면적 비율 조사 결과는 다음과 같다.

$$A_A = 0.63A \quad (1)$$

공조면적당 최대부하 분석은 단위면적당 냉방부하는 100~140 W/㎡ 범위에 집중되고 있으며, 난방부하는 서울등 수도권외의 경우 120~130 W/㎡, 부산·경남 등 남부지방은 70~80 W/㎡에 집

중되어 있다.

5.2 공조부하 계산기준 분석

설계용 외기 온도 기준은 동일 지역의 경우 약간의 상이함을 보이고 있으나 난방기준은 부산 등 남부지역의 경우 -6℃ 전후 서울등 수도권의 경우 -11~-12℃ 전후를 보이고 있으며 냉방기준의 경우 31℃를 중심으로 분포가 되어 있다. 외기온도 적용기준은 대부분 TAC2.5%를 적용하고 있으나 동일지역인 경우에는 설계사마다 약간씩 상이함을 나타내고 있다.

내부발생부하인 인체발열량, 조명부하, 장비발열부하의 경우는 재실인원의 경우 0.2인/㎡의 빈도가 가장 높으며, 인체발열량의 현열은 60 W/인, 잠열은 65 W/인의 경우가 빈도가 높았다. 전기사향에서 조명부하는 25 W/㎡, 장비발열은 20 W/㎡의 경우가 빈도가 높았다. 이러한 내용은 건물의 사용조건에 따라 상이하겠지만, 유사한 건물의 경우에서도 설계회사의 종류별 또는 설계도서 작성시기별로 차이가 발생하고 있다. 따라서 실제 건물에서의 사용상황을 정확한 조사를 통하여 설계자가 활용할 수 있는 자료를 제시하여야 한다.

참고 문헌

1. Yun, Y. J., 2003, Improvement of building energy management, proceeding of the SAREK, 2003 Summer Annal Conference pp. 391-397.
2. Park, C. S., Seok, H. T. and Kim, K. W., 1995, A Study on the design parameters evaluation for the office building thermal performance using the experimental design, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 15, No. 1, pp. 351-356.
3. Kim, Y. S., 1998, Evaluation for the energy conservation design requirement of building chilling system, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 114, No. 10, pp. 219-228.
4. Hong, B. J., Lee, S. E., Cho, D. W. and Kim, W. K., 1987, A study on the actual energy consumption and operating of boiler and

- refrigerator in office building, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 7, No. 1, pp. 303-306.
5. The ministry of construction and transportation, 1995, Study on energy saving design standard of Building, pp. 189-196.
 6. Korea energy management corporation, 2003, Explanation of energy saving design Standard.
 7. Ministry construction and transportation, 2005, Design standard of building, mechanical system, pp. 22-31.