

お悩み相談室

65 室内熱負荷の変遷(その1)

設備お悩み解決委員会

相談 64

老朽化したビルのオーナーです。建替えや改修を検討しています。空調設備の計画に際しての注意点や最新のトレンドについて教えてください。

◎ビルの冷熱・温熱消費量の変化

この20年ほどで、建物のエネルギー消費量は大きく変化しました。あるビルの年間空調用冷温熱消費量の推移では、冷熱は2001年にはピークの244MJ/m²でしたが、2017年には135MJ/m²とピーク値の55%程度まで減少しています。温熱も、ピーク値134MJ/m²から55MJ/m²と約40%に減少しています¹⁾。これらの変化の直接の原因は、建物室内の熱負荷(発熱要素)の減少ですが、さらには、東日本大震災以降の節電や省エネに対する意識変化も大きく影響していると考えられます。

空調設備は、一部の放射空調方式を除けば、一般的には空調機器から室内に空調空気を送風し、室内を所定の温度・湿度に保つための設備です。冷房では、室内での発生や外部から侵入する熱や湿分に対して、室内設定温度湿度より低い温度湿度の冷風を送って、室内空気と置換混合することで、所定の室内条件に保ちます。一方、暖房では、逆に室内へ出入りする冷熱や湿分(乾燥した空気)に対し、室内設定温度湿度より高い温度湿度の温風を送って、室内空気と置換混合することで、所定の室内条件に保ちます。

空調設備にとって冷却や加熱の要因となるものを熱負荷要素といい、建物室内周りでは、①日射

熱、②貫流熱、③内部発熱(人体・照明・機器など)、④すき間風負荷、⑤外気負荷、⑥蓄熱負荷といった要素があります。

これらの熱負荷要素のうち、過去30年ほどで大きく変化したものに、照明熱負荷、パソコンなどのOA機器発熱、窓ガラスや建物外装の熱性能があります。そこで今回は、まず照明熱負荷とOA機器発熱負荷について説明します。

◎照明熱負荷

照明器具は、従来は白熱灯や蛍光灯が主流でしたが、最近は省エネ性能の高いLEDや有機ELなどの半導体照明に替わりつつあります。政府の「エネルギー基本計画」では、これらの次世代照明を新規導入分で2020年までに100%、既存分を含めると2030年までに100%普及させるという目標が掲げられています。したがって、今後のビル改修や新築ビルの計画では、これらの次世代照明を前提に進める必要があります。

表1に各室の設計照度と単位消費電力を示します。照明器具の入力(消費電力)は器具の発熱分と発光分に分けられますが、最終的には発光分を含めてすべて熱に変換されるので、時間遅れはあるものの、消費電力と発熱量はほぼ等しいとみなすことができます。たとえば、750lxの設計照度に対して、約30年前の蛍光灯と現在の平均的なLED照明を比較すると、消費電力が1/7程度に減少しています。

また、LED照明器具単体の性能も、この10年ほどで発光効率がほぼ2倍近くに向上しているとされています⁴⁾。

表1 各室の設計照度と単位消費電力²⁾³⁾

[単位: W/m²]

設計照度 [lx]	室の用途	LED照明※1		蛍光灯※1			蛍光灯※2
		下 面 開放形	ルーバー あり	下 面 開放形	ルーバー あり	アクリル カバーあり	
750	事務室、上級室、設計室、製図室	10	11	16	18	25	70
500	電子計算機室、会議室、講堂、厨房、監視室、制御室	7	8	11	12	17	55
300	受付、食堂	4	5	7	7	10	50
200	電気室、機械室、湯沸室、書庫、便所、洗面所、更衣室	3	3	5	5	7	40
150	階段室	2	3	4	4	5	25
100	玄関ホール	2	2	3	3	4	20
75	車庫	1	2	2	2	3	15

注 ※1は2018年発行の出典2)、※2は1982年発行の出典3)による。

表2 PC関連の平均的な消費電力と単位発熱量の推移⁵⁾

PCとモニタの組み合わせ	1998年頃		2008年頃		2019年頃	
	1台当たり 消費電力	m ² 当たり の発熱量	1台当たり 消費電力	m ² 当たり の発熱量	1台当たり 消費電力	m ² 当たり の発熱量
デスクトップパソコン+CRTモニター	134~182W	27~36W/m ²	—	—	—	—
デスクトップパソコン+LCDモニター	84~132W	17~26W/m ²	112~263W	23~53W/m ²	49~330W	10~66W/m ²
ノートパソコン	16~45W	4~9W/m ²	25~75W	5~15W/m ²	7~45W	2~9W/m ²

注1 1台当たり消費電力は、標準値~最大値を示す。m²当たりの発熱量は0.2人/m²、1台/人を想定。

注2 出典5)の表に筆者が2019年頃を追加。

◎PCなどのOA機器発熱負荷

表2に、過去20年間のPC関連の平均的な消費電力と単位発熱量の推移例を示します。ここでも、消費電力が最終的には熱に換わる点は照明と同様です。過去にはデスクトップPCとCRT(ブラウン管)モニターが主流であったのが液晶ディスプレイ(LCD)に替わり、現在の一般オフィスではノートパソコンがほぼ標準となっています。

この間の単位消費電力は、27~36W/m²(1998年頃のデスクトップPC+CRT)から2~9W/m²(2019年頃のノートPC)と、半分以上になっています。一方で、高性能デスクトップPCや高密度配置の場合は、逆に単位発熱量が増加するケースもあるので、実際の条件に即して計画する必要があります。

総じて、パソコンのCPU自体の発熱量は増加しているものの、ICT(情報通信技術)の発展により、いわゆる「クラウド化」によるクライアントPC自体の負荷が軽くなっていることも機器発熱量減少の一因といえるでしょう。

今回は、今回の続きとして、窓ガラスや建物外

装性能の進化、さらには空調設備の計画時の注意点や最新のトレンドについて解説します。

(次号に続く)

＜出典、参考文献＞

- 1) 富樫英介「霞が関ビルディングの超長期エネルギー消費実態調査」平成30年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集
- 2) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備環境課監修『建築設備設計基準 平成30年版』(一社)公共建築協会刊
- 3) 井上宇市『空気調和ハンドブック 改訂3版』丸善刊
- 4) 市川重範、鳥居龍太郎「LED照明技術のさらなる進化／技術展望」, 電気設備学会誌 2017年1月号
- 5) 空気調和・衛生工学会編『徹底マスター熱負荷のしくみ』オーム社刊

＊ ＊ ＊

本委員会では読者の皆様からの「お悩み相談」をお待ちしています。

◆送り先

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1
(株)オーム社「設備と管理」編集部
設備お悩み相談係

(高砂丸誠エンジニアリングサービス

下家 純一[シモイエ ジュンイチ])