

建築物の負荷設備容量に関する考察

坪井 常世

Research on the Electrical Installed Capacity of Buildings

Tsuneyo TSUBOI

建築物の大型化、機能化、形態の変化は建築設備にも大きな変化をもたらした。その結果、照明設備、空気調和設備及び防災設備等において、多くの電力が使用されるようになった。

本報告は最近に新築されたビルディングについて、全負荷設備容量を調査し、建物の用途別にみた全負荷設備容量の実態から、建物の使用目的、用途による設備容量の特徴を解析し、最近の増加の傾向、今後の傾向について推定を試み、負荷設備容量決定の際の指針について述べた。

1. はじめに

電力の需要は年々増加の一途をたどっている。その原因として産業の発展に伴い産業で使用される電力が増大したことは勿論であるが、建築設備で使用される電力消費量が近年急速に増加していることも見のがすことはできない。

建築物の大型化、機能化、形態の変化は建築設備にも大きな変化をもたらした。その結果、照明設備、空気調和設備、動力設備及び防災設備等において、多くの電力が使用されるようになってきた。

筆者は先に照明設備が負荷設備容量にもたらす影響について、最近10年間に新築されたビルディングのデータをもとに検討を行い報告¹⁾したが、今回は近年急速に普及しつつある空気調和設備の熱源となる冷房動力用負荷設備容量を中心に全負荷設備容量の変遷の様子について検討を行ったので報告する。

本報告は先の報告と同様に最近の10年間に新築されたビルディングについて公表されたデータ²⁾をもとに、その実施例の多い事務所ビル、店舗・百貨店などについて検討を加えた。ホテル、学校等はその例が少なく参考程度にとどまった。

住宅については集合住宅などで見られるように冷房用動力を別に扱っている建物については検討可能であるが、このようなケースは極まれで、一般住宅においては電灯負荷と一緒に扱われている場合が通常である。したがって別の見地から検討を加える必要があり、他の建物と同様に考えることは差し控えた。

2. 電力需要の動向

我が国の電力の総需要は最近の10年間をとってみると

約2.5倍に、さらに20年前と比較すると実に8倍強に増大している。これを国民総生産（GNP）、鉱工業生産指数と比較してみると図1³⁾⁴⁾のようになる。

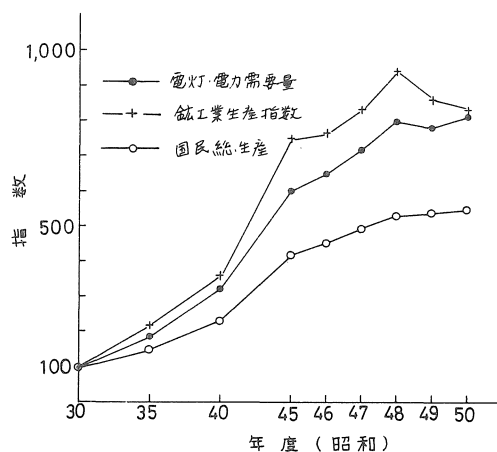


図1. 電灯・電力需要・国民総生産・鉱工業生産指数の増加傾向（昭和30年を100とする）

この図からわかるように、電力需要の増加は国民総生産の伸びより大きく、鉱工業生産指数のそれよりは若干少ないが、ほぼ同等の水準で増加している。

これは、第一次産業の発展に比べ第二次、第三次産業の発展が遅れていることを意味し、電力需要のうち、電力多消費産業の占る割合が大きく、電力寡消費量の占る割合が低いことをあらわしている。

昭和40年代の高度成長時代は電力の需要は深夜電力利用機器が中心に開拓され増加してきたが、昭和48年秋の石油ショックを契機として、安定成長の時代に入り、省エネルギー対策が本格的に検討されるようになってきた。

経済成長のテンポが従来の高度成長(10%以上)の時代から安定成長(数%)の時代になると、電力総需要、国民総生産、鉱工業生産指数の伸びはほぼ同程度になるものと考えられる。

今日、電力は日常生活するうえ、あるいは産業活動するうえで不可欠なエネルギーである。電力は時代の発展と共に、その使用分野は多岐にわたってきている。

国民生活に直接関係の深い家庭での需要は所得水準の向上と共に戦後急速な発展をとげた。昭和30年代、昭和40年代の第一、第二の電化ブームにより家庭用電気機器の普及が進み、家庭電化時代となった。

電力使用量も昭和35年度の一需要家当りの平均年間使用電力量 698kWhに対し昭和50年度には2,025kWhと約3倍に増加している。

一方、産業用の電力も産業の自動化、機械化あるいは職場環境改善投資、公害防止投資など直接生産力の増加に寄与しない投資も含めて増大し、電力使用量も増加してきた。この10年間の電力使用量の増加は昭和40年度の $1,405 \times 10^8 \text{kWh}$ に対し昭和50年度の $3,464 \times 10^8 \text{kWh}$ と年9.4%の増加をしてきた。これは先進主要国の5~7%に比べて極めて我が国の伸び率の高いことを示している。

今後、産業用電力の需要は、その伸び率において、産業の設備投資の低下などにより、主要先進国並になると考えられるが、家庭における建築設備用の需要は快適、安全、便利さをそなえたエネルギー源として要求は高まると考えられ、従来のような電力多消費形から電力寡消

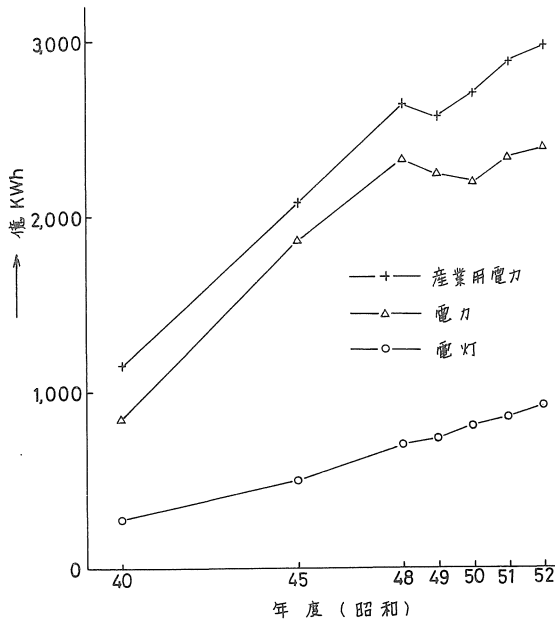


図2. 電力使用量の増加傾向

費形へと変わっていくことが予想される。

図2³⁾に用途別の電力使用量の変遷の様子を示す。この図からも明らかなように鉱工業用の電力消費量は昭和48年秋の石油ショックにより産業は安定成長期に入り、昭和49年、50年はその消費量に一時的な落ち込み現象を示したものの昭和51年からは回復のきざしをみせている。

一方、電灯負荷の消費量は、それに全く関係なく増加の一途をたどっている。これは先の報告でも述べたように、照明設備の高照度化、高質化が年々着実に進んでいることを示している。

3. 冷房動力用負荷設備容量

ここで述べる冷房動力用負荷設備容量とは、冷房専用使用する冷凍機とその補助機、冷却塔用ファンの動力設備容量のことをいう。

最近の10年間(昭和42年~昭和51年)に新築されたビルディングの冷房動力用負荷設備容量を単位面積当りの容量すなわち W/m^2 で表わし各年度の平均 W/m^2 を建物の用途別に求め、その年次推移を図3に表わした。

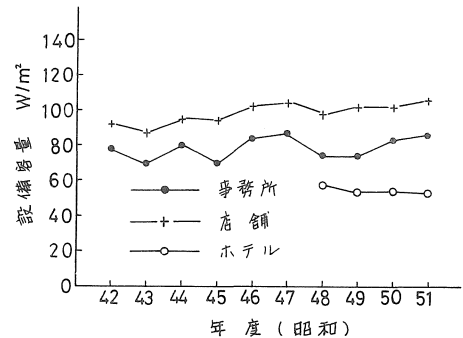


図3. 各種ビルの年度別冷房動力用負荷設備容量の推移

建物を用途別に分類してみると、事務所、店舗・百貨店(スーパーマーケットを含む)、ホテル、住宅、病院、学校などに分けられるが、今回入手したデータからは、その実施例が少なく事務所、店舗・百貨店の他は平均的な値を得ることは出来なかった。

事務所ビルについては、やや微増しているもののほぼ横ばいの傾向にある。これは冷房負荷の性格上、年々増加することは考えられなく、むしろ、冷房技術、断熱技術の向上から考えると、冷房効率は向上し、単位床面積当りの設備容量は減少の方向に向うものと考えられる。

店舗・百貨店の場合も若干増加の傾向にあるが、ほぼ横ばいの傾向を示している。

店舗・百貨店では、ここ数年の傾向として、高照度化、発熱量の多い光源を使って照明される場合が多くなった。それにより熱負荷が増加した。この熱負荷が空調負荷に影響を与え、全般的には冷房動力用負荷設備容量の増加

をもたらしている。

その他、ホテル、住宅、学校、病院等についても実施例は少ないが、ほぼ横ばいの傾向を示している。

このように、単位床面積当りの設備容量は横ばいの傾向をたどると考えられるが、建築面積に対する冷房設置面積の比率は今後、増々高まり冷房動力負荷として消費される総電力量は多くなるものと考えられる。

(1)事務所ビル

事務所ビルの冷房動力用負荷設備容量の単位面積当りの平均値を最近の実施例から出現度数の年度別ヒストグラムに表わした。その結果を図4に示す。

この結果からも明らかなように、出現度数の分布状態は各年度とも同じような傾向を示し、特に注目すべき変化は見られない。

負荷設備容量は建物によって大した差はなく、20W/m²~60W/m²の間に集中分布しており、建物による空調設備の質の差の少ないことを示している。

また、ここ数年の傾向として比較的低設備容量(20W/m²以下)の建物が出現する割合が多くなっている。これは先に述べたように、冷房効率の高くなったことの現れと考えられる。

(2)店舗・百貨店

事務所ビルと同様に最近の実施例から出現度数の年度別ヒストグラムを求めると図5のようになる。

この結果から、特に目立つ特徴は見られないが、事務

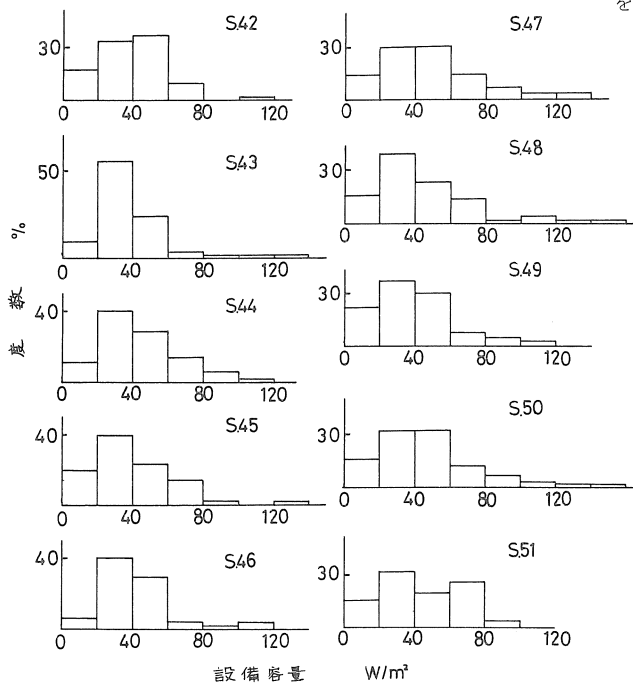


図4. 事務所ビルのヒストグラム(昭和42年~昭和51年)

所ビルに比べて分布の範囲が広いことが認められる。これは店舗・百貨店の場合、その目的が多岐にわたっており、一様にならないことを表わしているが、平均的には40W/m²~60W/m²のところに集中分布している。

次に基本計画の段階で必要である負荷設備容量の、この数年間の平均値の概略値を求めてみると

事務所ビル	39 (W/m ²)
店舗・百貨店	49
ホテル	30
住宅	21
学校	27
病院	17
劇場・会館	47

である。

これらの負荷設備容量の値は、建物の用途・目的の性格をよく表わしている。

また、冷房動力用負荷の場合、照明用負荷と違って建築面積に対する冷房設置面積の割合は建物あるいは用途により大きく異なっている。したがって、電力の総消費量はさらに差が生じてくるものと考えられるが、この点についてはここでは検討を行わなかった。

4. 全負荷設備容量

最近の10年間に新築されたビルディングの電灯負荷、一般動力および冷房用動力等を合計した全負荷設備容量を各種建物別に調査した。

事務所ビル、店舗・百貨店、ホテルについて最近の10

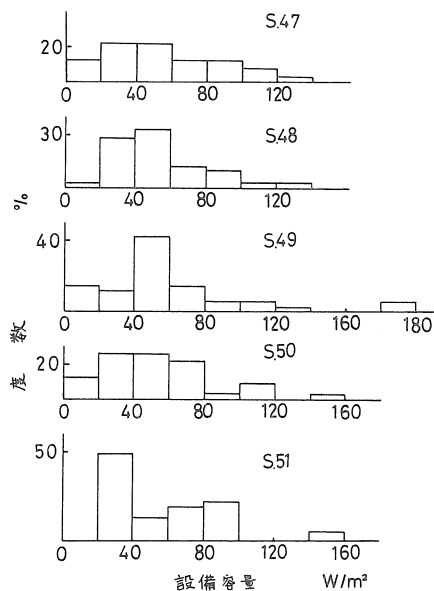


図5. 店舗・百貨店のヒストグラム(昭和47年~昭和51年)

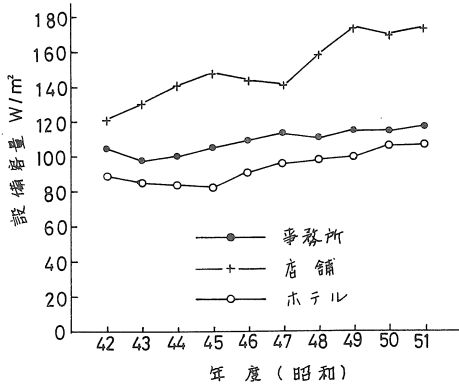


図6. 各種ビルの年度別全負荷設備容量の推移

年間(昭和42年～昭和51年)の全負荷設備容量の推移を図6に示す。

この結果から、事務所ビルについては、昭和47年までは年々5%前後の増加をしてきたが、その後はほぼ横ばいの傾向を示している。これは事務所ビルの設備がほぼ拡充されてきたことを表わしている。

店舗・百貨店については、昭和48年から急速に増加の傾向にある。これは、百貨店の大型化、スーパーマーケットの大規模化が進み建物も大型化し、設備面において大きく変化したことにより負荷設備容量の増大を招いたものと考えられる。

ホテルについては、若干の増加はしているものの、ほぼ横ばい傾向と考えてよい。

このように、各種建物全般について考えて見ると、どの種の建物についても、その増加の傾向は異なるが、増加の傾向をたどっていることは一致している。さらに、先に述べたような理由から電力総需要量は増々増加する

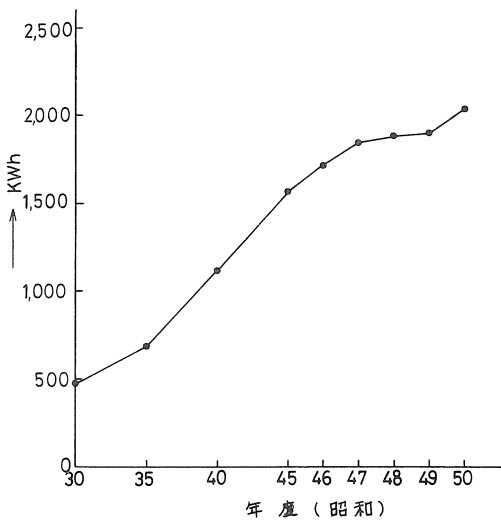


図7. 一需要家あたりの電灯需要量の増加傾向

ものと考えられる。

住宅については、その実施例が極めて少なかったこと、電灯負荷、動力負荷を一緒に取り扱っている一般住宅を考慮せず、その負荷設備容量を論ずることはできない。したがって、住宅の場合、電力会社との契約容量の統計値あるいは年間の総使用量から検討を加えることが妥当である。

そこで、一需要家当たりの電灯需要量の年次推移を図示すると図7³⁾のようである。

この図からも明らかなように住宅における需要は急速に増加していることがわかる。

次に最近5年間の全負荷設備容量の平均値を求めると、

事務所ビル	114.5 (W/m ²)
店舗・百貨店	160.5
ホテル	100.0
住宅	45.5
学校	38.0
病院	120.0

となる。

この値を単純にながめてみても、数年前の設計資料として使われていた値と比べ、大きな値となっている。

今後この値の増大する要因として、

- (1)建築面積に対する冷房設置面積の比率の増大
 - (2)空調用熱源として電気エネルギーが使われる機会の増大
- などが考えられ、それらにより電力需要は増大するものと考えられる。

5. むすび

建築物の大型化、機能化は建築設備に大きな変化をもたらした。それに伴って、照明設備、空調設備、防災設備等比較的電力使用量の多い建築設備が充実してきた。

この結果、各種用途別にみても全負荷設備容量は、すべての建物において年々増加の傾向にあることが認められた。

設計計画の段階で、電気設備設計の技術者が、その建物の全負荷設備容量をできるだけ実際に近い値で推定できることは極めて重要である。過去の設計データが年々増加してもその傾向を知れば、過去のデータを参考に概略値を推定することは可能である。

事務所ビルにみられるように負荷設備容量の単位面積当たりの平均値が、どの建物をとってみても比較的差の少ないものについては、推定しやすいが、店舗・百貨店のように、その値の分布範囲が広いものについては、建物

の規模、設備のグレードを十分考慮・検討したうえで全負荷設備容量を推定する必要がある。

今後、建築設備の質の向上、電気エネルギーの利用は増々高くなり、電力需要量は増加するものと考えられ、設備設計の基本計画の段階での負荷設備容量の推定は重要性を増してくるものと考えられる。

参考文献

- 1) 坪井常世：照明設備と負荷設備容量の関係，愛知工業大学研究報告，13,345,1978，
- 2) 日本電設工業協会：新築ビルディング電気設備調査一覧表，オーム社，東京，1976，
船津弘治：新築ビルディングの電気設備データの解析(1)，電設工業，23,79,1977，
- 3) 電気事業連合会統計委員会：電気事業便覧，日本電気協会，東京，1978，
- 4) 電気学会：電気工学ハンドブック，1001，電気学会，東京，1978，