

工場・事業所等における消費電力量の管理・低減技術に関する調査研究

堀 将 季*
中 山 恭 利*

〔要 旨〕

二酸化炭素排出量の低減や省エネルギー、コスト低減の観点から、工場や事業所等において消費電力量の管理や低減に関する技術やノウハウが求められている。そこで、当センターの研究室において、消費電力量などの計測による低減活動を行うなどの調査を行ったところ、配電系統に組み込まれている電磁ノイズ対策用のノイズカット・トランスにおいて、鉄損などによる無負荷損が大きく、使用時間外での消費電力量が大きいことがわかった。その対策として、使用時間外はブレーカの切断によって問題のトランスへの配電を遮断し、無用な損失を防ぐことにより、消費電力量を低減することができたので報告する。

1 はじめに

エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律（改正省エネ法）が、平成21年4月1日付けで施行された。（ただし、一部の規定については平成22年4月1日から施行。）これに伴い、これまで重点的に省エネルギー化が進められてきた産業部門の工場単体だけでなく、業務部門も包括した事業者単位（企業単位）での総括的なエネルギー管理義務が生じている。また、各事業者の努力義務として、式（1）で示されるエネルギー消費原単位¹⁾を、中長期的にみて年平均1%以上低減することが求められている。

$$\text{エネルギー消費原単位} = \frac{A-B}{C} \quad (1)$$

A：エネルギー消費量（燃料の使用量、他人から供給された熱の使用量、他人から供給された電気の使用量）

B：外販したエネルギー量

C：エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値

（例：生産数量、売上高、建物床面積、建物床面積×営業時間、空調をかけている空間体積、入場者数など）

※A、Bは原油換算量（kℓ）として計算。

ここで言うエネルギーは、化石燃料から作られる燃料、熱、電気を指す。この中で電気エネルギーは、我が国に供給される石油や石炭などの一次エネルギーの半分近くをエネルギー転換して消費している状況にあり、化石燃料への依存度は高い²⁾。そこで、この電気エネルギーに関して、消費電力量の管理・低減に関する調査を行ったので報告する。

2 消費電力及び消費電力量と電気料金

工場や事業所などにおける消費電力及び消費電力量は、当然のことながら、電気料金として各生産や事業活動におけるコストとなる。その電気料金は、電力小売自由化により、契約電力50kW以上の高圧需要家を対象として、電気料金の形態も様々に変化してきているが、概ね式（2）で計算されている³⁾。

*応用技術課 副主査

$$\begin{aligned}
 (\text{電気料金}) &= (\text{基本料金}) + (\text{電力量料金}) \\
 &\quad \pm (\text{燃料費調整額}) \\
 &\quad + (\text{太陽光発電促進付加金}) \quad (2)
 \end{aligned}$$

式(2)での基本料金は、式(3)で計算される³⁾。

$$\begin{aligned}
 (\text{基本料金}) &= (\text{基本料金単価}) \times (\text{契約電力}) \\
 &\quad \times (\text{力率割引・割増}) \quad (3)
 \end{aligned}$$

ここで、式(3)の契約電力とは、過去1年間の各月の最大需要電力のうちで最も大きい値である。また、最大需要電力とは、デマンド値とも呼ばれ、消費電力を30分毎の平均値で計量し、そのうち月間で最も大きな値が適用される。よって、多くの電気機器類を同時に使用するほど、最大需要電力が大きくなり、ひいては契約電力及び基本料金の値も大きくなる。

式(2)での電力量料金は、式(4)で計算される³⁾。

$$\begin{aligned}
 (\text{電力量料金}) &= (\text{電力量料金単価}) \\
 &\quad \times (\text{消費電力量}) \quad (4)
 \end{aligned}$$

したがって、式(2)、(3)、(4)から、電気料金の低減や省エネルギーのためには、最大需要電力や消費電力量の管理・低減が必要なのがわかる。

3 当センターの研究室における調査

当センターでの調査に当たり、1日当たりの使用時間や消費電力量が比較的大きな研究室を選定した。選定した研究室について、1日当たりの使用時間と消費電力量の関係を図1に示す。

また、この研究室の最大需要電力や消費電力量を、常に計測するため、配電盤内に計測器を設置した。その計測器の外観・設置状況及び概要を図2に示す。

この計測器を用いて、ある1日の30分毎の消費電力量の計測結果を図3に示す。

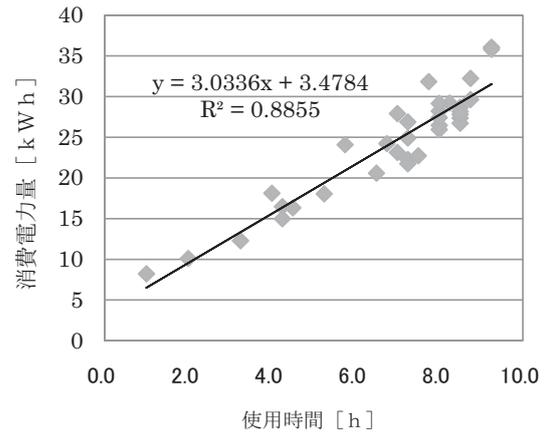
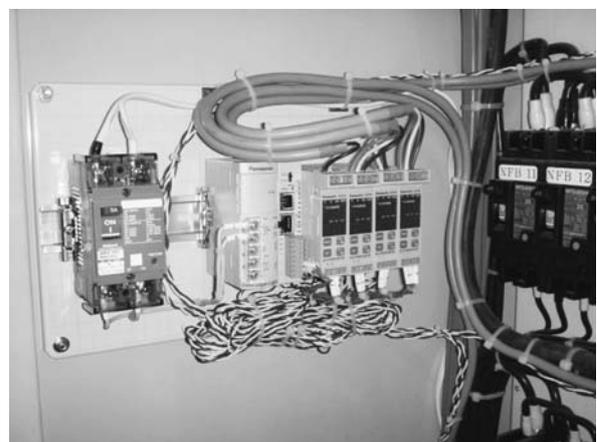


図1 研究室の使用時間と消費電力量の関係



(製造者) パナソニック電工
 (商品・型式) Data Logger Light : AKL1000
 小型簡易電力計 : AKW7111
 電流センサー : AKW4801C
 AKW4802C
 (計測項目) 瞬時電力[kW], 電力量[kWh],
 電圧[V], 電流[A]

図2 計測器の外観・設置状況

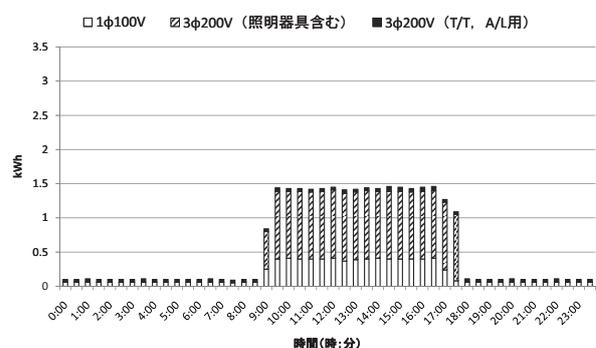


図3 30分毎の消費電力量の計測結果

計測結果から、この研究室の使用中の消費電力量は概ね一定であり、消費電力量を計測時間で割り戻した消費電力についても概ね一定であることから、最大需要電力の変動については、今回の調査対象外とした。

一方で、この研究室の使用時間外に、1φ100V系統と3φ200V（T/T,A/L用）系統の2系統で、併せて30分間当たり約100Whの電力量（消費電力で約200W）が消費されていることがわかった。

したがって、この研究室の使用時間外の消費電力量及び消費電力について調査することとした。これは、式（4）に係る消費電力量に関して、調査対象とすることを示している。また、式（3）に係る最大需要電力に関しては、調査対象外としている。

4 消費電力量低減の検討と結果

研究室の使用時間外の消費電力量の低減のため、まず研究室内の電気機器類の待機電力を疑い、各電気機器のプラグをコンセントから抜いてみた。その時の、1時間毎の消費電力量の計測結果を図4に示す。その結果、図3と図4の比較から、研究室の使用時間外の消費電力量に変動はなく、各電気機器のプラグをコンセントから抜くことによる消費電力量の低減は、特になかった。

そこで、この研究室の配電系統について調査し

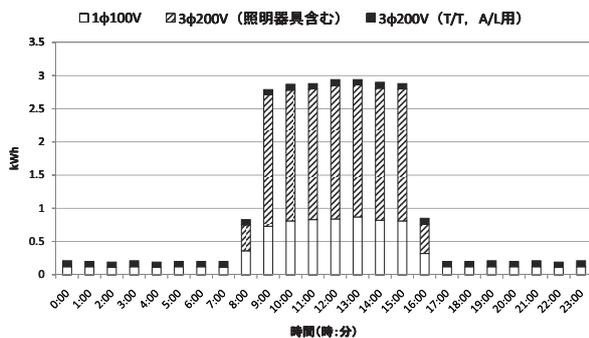


図4 プラグを抜いた時の消費電力量

たところ、1φ100V系統、3φ200V（照明器具含む）系統、3φ200V（T/T,A/L用）系統の3つの配電系統ともに、それぞれ図5に示されるように配電されていることがわかった。各配電系統の上流から流れてくることのある外来の電磁ノイズから負荷を守るため、また、負荷から各配電系統の上流に電磁ノイズをまき散らすことのないように、電磁ノイズ対策用のノイズカット・トランスやノイズ・フィルタが組み込まれており、これらによる消費電力量への影響について検討することとした。

各電気機器のプラグをコンセントから抜いた状態で、各配電系統の主幹ブレーカは入れたまま分岐ブレーカを切断し、分岐ブレーカより下流の回路には配電されない状態とした。その時の、1時間毎の消費電力量の計測結果を図6に示す。

その結果、1φ100V系統では、研究室の使用時

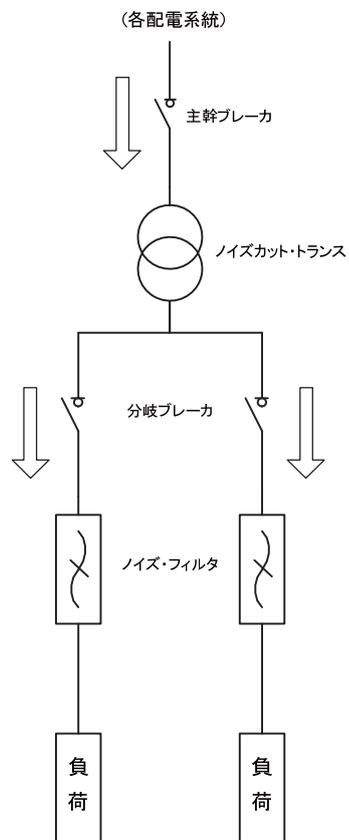


図5 各系統の配電概略図

間外の消費電力量に変化はなく、消費電力で約120Wの値が計測された。一方、3φ200V (T/T,A/L用) 系統では、研究室の使用時間外の消費電力量及び消費電力は0となり、分岐ブレーカの切断前と比べて、消費電力で約80W低減された。なお、この系統の電気機器にプラグはなく、直接ケーブルで配電されているとともに、もともと使用時間外での電力消費のない3φ200V (照明器具含む) 系統と同じノイズ・フィルタが組み込まれていることから、ノイズ・フィルタでの電力消費ではなく、電気機器の待機電力であるものと考えられる。

次に、主幹ブレーカを切断し、主幹ブレーカより下流の回路には配電されない状態とした。その時の、1時間毎の消費電力量の計測結果を図7に示す。

その結果、1φ100V系統でも、研究室の使用時間外の消費電力量及び消費電力は0となり、主幹ブレーカの切断前と比べて、消費電力で約120W低

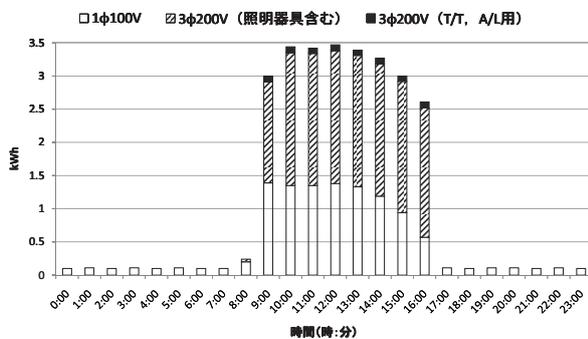


図6 分岐ブレーカを切断した時の消費電力量

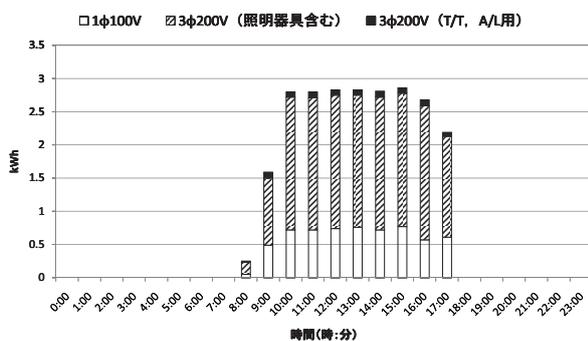


図7 主幹ブレーカを切断した時の消費電力量

減された。これまでの結果から、1φ100V系統のノイズカット・トランスでは、無負荷時でも約120Wの電力が消費されているものと考えられることがわかった。

5 消費電力量低減の結果に対する考察

ここでは、今回の調査で、研究室の使用時間外の消費電力量に一番影響を与えていたノイズカット・トランスについて考察する。

トランスに発生する損失は、鉄損などの負荷に関係なく発生する無負荷損と、銅損などの負荷とともに増大する負荷損とがある。1φ100V系統のノイズカット・トランスでの電力消費は、この無負荷損が大きく、約120Wの電力の消費があるものと考えられる。

なお、トランスの損失は、高圧受電設備などに用いられるエネルギー容量の大きなトランスでも発生する。工場や事業所等において、複数台のトランスがあり使用率の低いものがある場合には、トランスの容量や効率、負荷変動を考慮の上で、台数の集約や運転台数を調整することのできるような系統の構成を検討する必要がある⁴⁾。

6 まとめ

- (1) 最大需要電力や消費電力量を計測し、その計測データの分析から、調査した研究室の使用時間外における消費電力量及び消費電力が大きいという問題のあることがわかった。
- (2) 問題への対策の検討・検証の過程で、ノイズカット・トランスの無負荷損が大きいという問題の原因を把握することができたため、この研究室の使用時間外の消費電力量及び消費電力の低減を実現することができた。
- (3) 電磁ノイズ対策や高圧受電設備などに用いられるトランスにおいては、鉄損などの無負荷

損を考慮して、使用しない時や使用率の低い場合は、配電の遮断や運転台数を減らすなど、無用な損失を防ぐ必要性のあることを示した。

7 今後の展開

今回の調査活動を、当センターの別の研究室にも展開するなど、当センター全体での消費電力量及び消費電力の低減を図り、得られた成果やノウハウについては、今後も報告して行きたい。

(参考文献)

- 1) 経済産業省：平成22年度エネルギー使用合理化シンポジウム「改正省エネ法の概要と提出書類の記載方法」、66頁
- 2) 資源エネルギー庁：日本のエネルギー2010、10頁（2010）
- 3) 関西電力株式会社 ホームページ
http://www.kepco.co.jp/yakkan/high_top.html
- 4) 関西職業能力開発促進センター：省エネのための電気管理、61頁