

# 高圧受電設備における力率の実態と進相コンデンサ容量

進相コンデンサが配電系統へ与える影響の評価

## Actual Condition of Power Factors and Power Capacitors in Power Receiving Equipment

Evaluation of Impact of Power Capacitors on Distribution Systems

(配電部 計画G)

(Planning Group, Distribution Department)

配電系統において、高圧お客さまの過剰な進相コンデンサ設備による軽負荷時の電圧上昇が一部で問題となっている。高圧お客さま・環境行政・電力会社等に共にメリットのある進相コンデンサ設置方法の提案を目的として、進相コンデンサ設備の実態調査結果を基に、進相コンデンサ設備が配電系統へ与える影響について評価を行った。

In some distribution systems, voltage rises under light load conditions due to the excessive use of power capacitor equipment by high voltage customers. With the intention of suggesting installation methods for power capacitors that are beneficial for high voltage customers, environmental officials, electric power companies, etc., we evaluated the impact of power capacitors on distribution systems, based on the research on actual conditions of power capacitor equipment.

### 1 研究の背景・目的

高圧お客さまの受電設備(以下、「高圧受電設備」という。)には、力率を改善する目的で進相コンデンサ(以下、「SC」という。)が設置されている。しかし、大部分の高圧お客さまではSCが昼夜にかかわらず配電系統に接続されたままとなっているため、夜間などの軽負荷時に過度の進相状態となり、電圧上昇などさまざまな問題が顕在化している。

そこで、本稿では、高圧お客さまの力率などを測定した結果から、最適なSC容量について述べるとともに、SCの運用条件が配電系統電圧、電力損失などへ与える影響を評価したので、その結果について述べる。

### 2 高圧受電設備における力率の実態調査

#### 2.1 調査内容

業種および規模ごとに合計12軒の高圧お客さまを対象に測定を行った。測定の概要を第1表に示す。

第1表 測定の概要

測定内容	受電端の電圧・電流・有効電力・無効電力
測定期間	夏季・中間季(秋)にそれぞれ連続2週間
測定間隔	5分間隔

#### 2.2 調査結果

##### (1) 負荷力率と受電端力率

各高圧お客さまの負荷力率\*1と受電端力率\*2の一覧(夏季測定結果)を第1図に示す。また、負荷力率および受電端力率の特徴を第2表に示す。

第2表 負荷力率と受電端力率の特徴

	特徴
負荷力率	製造業では、平均で遅れ0.72と低い。 製造業以外の高圧お客さまでは、平均で遅れ0.95と高い。
受電端力率	自動力率調整装置を設置していない場合、適切な力率より進み傾向。 小規模製造業は、低圧側に自動力率調整装置が設置されているが、高圧側にも固定SCが設置されているため、大幅な進みとなっている。

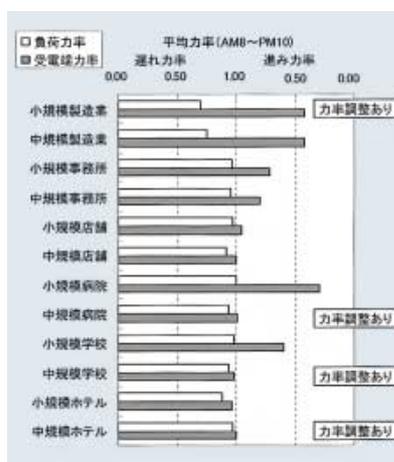
\*1 負荷力率：構内で使用される負荷設備全体の力率(SCを除く)

\*2 受電端力率：受電端からみた負荷側全体の力率(SCを含む)

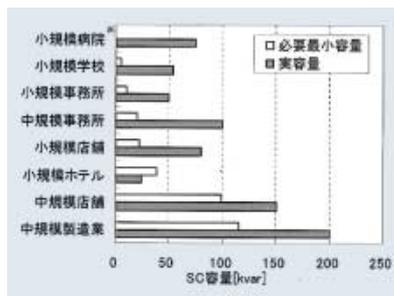
##### (2) 最適なSC容量

本稿では、最適なSC容量を、力率割引制度を最大限活用(受電端力率が平均で遅れ0.995より進み)するために必要な最小のSC容量(以下、「必要最小容量」という。)と定義し、自動力率調整装置を設置していない高圧お客さま8軒について、必要最小容量を求めた。実際に投入されているSC容量(以下、「実容量」という。)と必要最小容量の比較を第2図に示す。その結果、8軒中5軒で、必要最小容量の3倍以上のSCが投入されていた。

また、一般的にSC容量は、三相変圧器容量を基準とし、概ね、これの3分の1の容量を目安として選定されている。そこで、三相変圧器容量に対する必要最小容量の割合についても求めたところ、8軒のうち5軒において9分の1以下となった。一方、必要最小容量が実容量より大きくなる高圧お客さまも1軒あった。従って、SC容量は、現状の一般的な目安では過剰となる傾向にあるため、三相変圧器容量のみから選定するのではなく、負荷設備の容量と力率に応じた容量を選定することが望ましいと考えられる。



第1図 負荷力率と受電端力率



第2図 実容量と必要最小容量の比較  
(小規模病院の必要最小容量は、負荷力率が1のため、0 kvarである)

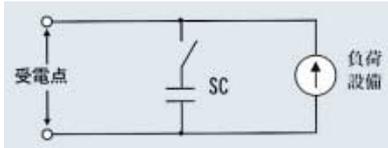
### 3 配電系統への影響評価

#### 3.1 評価ツールの開発

SCの運用が配電系統に与える影響を評価するため、高圧お客さまモデルおよび配電系統モデルを作成し評価ツールを開発したことから、その概要を紹介する。

##### (1) 高圧お客さまモデル

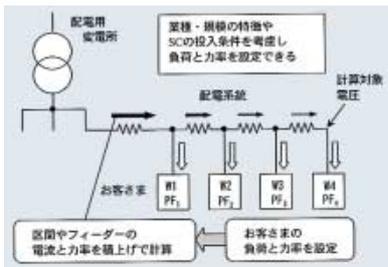
これまでの実測結果を活用し、高圧お客さまモデルを作成した。業種毎にロードカーブ・力率を設定できるようにするとともに、時間帯や力率によってSCを開閉するなどSCの運用条件を設定できるようにした。高圧お客さまモデルのイメージを第3図に示す。



第3図 高圧お客さまモデルのイメージ

##### (2) 配電系統モデル

配電系統の電圧を詳細に計算するため、配電系統モデルを作成した。配電系統のインピーダンスを任意に設定できるようにするとともに、高圧お客さまモデルの力率やSCの運用状態の変化を反映できる設定とした。配電系統モデルのイメージを第4図に示す。



第4図 配電系統モデルのイメージ

#### 3.2 ツールによる影響評価

##### (1) 評価条件

高圧お客さまにおけるSCの運用条件を評価条件とした。SCの運用条件を第3表に示す。ここでは、実態調査結果等を踏まえ、500kW未満の高圧お客さまのSCを全容量投入し、500kW以上のSCを自動調整する場合を「現状」(基準値)と仮定し、他の4つの運用条件と比較することとした。

第3表 SCの運用条件

運用条件	表記	具体的内容
現状(基準値)	現状	500kW未満のお客さまのSCを全容量投入し、500kW以上のSCを自動調整する
スケジュール制御	時間	全お客さまのSCをタイマーにより22時から8時までを開放する
自動調整	自動	全お客さまのSCを自動調整(50kvar単位)する
スケジュール制御 + 自動調整	自動 + 時間	全お客さまのSCを22時~8時までには開放し、それ以外の時間帯は自動調整する
開放	開放	全お客さまのSCを開放する

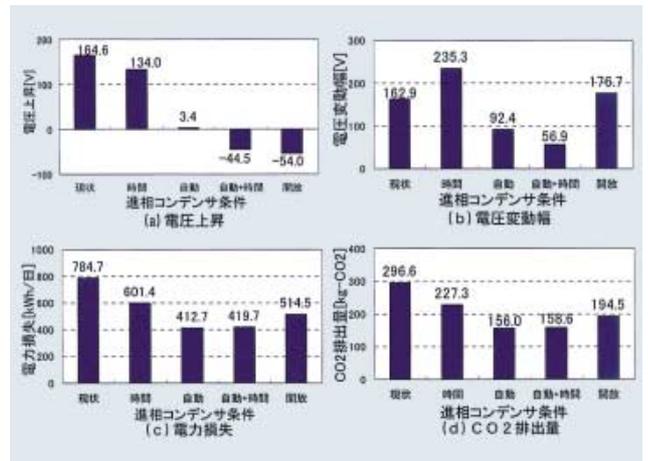
##### (2) 評価結果

評価対象には、実測調査を行った高圧お客さまのうち、軽負荷時に最も進み力率となっていた高圧お客さまに供給している配電線を選定した。

SCの運用条件の影響評価項目を第4表に示す。SCの運用条件毎の比較結果を第5図に示す。総合的に見ると、SCの自動調整を行った場合(図中の「自動」と「自動+時間」)には、いずれの評価項目でも「現状」より効果が現れており、運用条件として優れていると言える。

第4表 各運用条件に対する影響評価項目

評価項目	内容
電圧上昇	当該お客さまの受電電圧の最大値である。今回は、配電用変電所の送り出し電圧を6600Vに固定としているため、電圧上昇は、6600Vに対する電圧上昇値(フェランチ効果による電圧上昇値)である
電圧変動幅	当該お客さまの受電電圧の最大値と最小値の差であり、この値が小さい程、電圧管理面で有利である
電力損失	配電用変電所の送り出しから当該お客さままでの配電線の抵抗による電力損失(三相分)である
CO <sub>2</sub> 排出量	上記の電力損失に相当するCO <sub>2</sub> 排出量であり、CO <sub>2</sub> 原単位を0.378[kg-CO <sub>2</sub> /kWh]として算出する



第5図 評価項目別比較の一例(一日あたり)

## 4 まとめと今後の展開

本稿では、SCの運用変更による電圧上昇などの改善効果を試算した。特に、軽負荷時(夜間)の電圧上昇が発生している場合には、SCの自動調整が電圧上昇、電圧変動の抑制および電力損失の低減の全てに有効な対策であることが分かった。

今後は、自動力率調整装置の設置などにより高圧お客さまに与えるメリット(エネルギー効率・コスト・電力品質・機器寿命等)について影響評価する予定である。



執筆者 / 坂井洋志  
Sakai.Hiroshi3@chuden.co.jp