

## ◎ 電気設備学会講習会

### 『配電システムの力率問題と高圧需要家の進相コンデンサに関する取り組み』

■ 日時 : 2011年7月8日(金) 13:30~17:00

■ 会場 : 中部電力(株) 東桜会館 集会室

7月8日に開催された電気設備学会講習会「配電システムの力率問題と高圧需要家の進相コンデンサに関する取り組み」の概要を報告します。本講習は、電気協同研究会平成23年1月発行の“電気協同研究 第66巻 第1号”「配電システムにおける力率問題とその対応」の内容説明であり、50名を超える参加者を集めてパワーポイントを使用して行われました。

■ 講習〔司会：(株)日建設計 督満 氏〕

1. あいさつ【電気設備学会中部支部長／中部大学教授 坪井和夫 氏】13:30~13:35

- ・梅雨明け直後の猛暑の中を多数の方にご参加戴き、感謝申し上げます。
- ・電力の品質が厳しく問われる昨今、本日のテーマは極めてタイムリーで有益であると考えています。3人の講師の解説によって知見を深めて戴くことを期待します。

2. 講習1「配電システムの力率の実態と進み力率が配電システムに与える影響」13:35~14:35

【講師：中部電力(株)エネルギー応用研究所 伏屋貴文 氏】

- ・需要家における進相コンデンサの過剰設置によってフェランチ効果やタップ極限が生じ、配電線の適正な電圧の維持が困難になっている。
- ・電力システムの配電システムには高圧配電線と低圧配電線があり、後者には電気事業法で電圧維持値がある。
- ・電圧管理の代表的手法は、配電用変圧器の自動タップ切替、SVR、柱上変圧器のタップ切替である。
- ・「力率」は、電流や電圧に高調波成分があると計算方法により値が異なるので、次の分類をした。
  - －総合力率＝有効電力／皮相電力＝有効電力／（電流実効値×電圧実効値）
  - －力率＝有効電力／ $\sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2}$
- ・便法として次の分類も行った。
  - －平均力率＝有効電力量／ $\sqrt{\text{有効電力量}^2 + \text{無効電力量}^2}$
  - －計量力率・・・8時～22時における有効電力量と遅れ無効電力量を各一ヵ月間積算し、平均力率と同じ式で算出したもの。
- ・全国の高圧配電システムから233を選び、配電変電所の送出箇所での力率を測定した。
  - －測定地域は、“工業”“繁華街”“住宅”“農山村”に加え、適正電圧の維持が困難な地域を“電圧維持困難”として設定した。
  - －測定期間は、重負荷期（7月下旬～9月下旬若しくは、12月中旬～1月下旬）と軽負荷期（10月上旬～11月下旬）のそれぞれ1週間とした。
- ・低圧配電システムにおいては、単相負荷 Tr1台と三相負荷 Tr10台（業務用5＋産業5）を選び、力率を測定した。測定期間は、6月下旬～7月中旬の重負荷（平日）と軽負荷（休日）のそれぞれ1週間とした。

- ・ 高圧配電システムの測定結果として、次のことが判明した。
  - － 重負荷期では 85%、軽負荷期では 94%の配電系統の平均力率が進みであった。
  - － 工業地域においては、24 時間進み力率である系統が重負荷期では 61%、軽負荷期では 76%もあるなど、恒常的に力率は進みであった。
  - － 進みとなる要因は、高圧需要家にあると推定される。
- ・ 低圧配電系統では、全期間を通じて遅れ力率であった。
- ・ 測定結果を基にシミュレーション解析を行った結果、定量的に次の評価が出来た。
  - － 約 3 分の 2 の配電系統でフェランチ効果が発生しており、7%の配電用変電所変圧器のタップ調整が極限になっている。＝進み力率に拠って配電系統の適正電圧維持が困難化している。
  - － 配電線路では無効電流によって全電力損失の 1 割程度の損失が発生している。

### 3. 講習 2 「高圧需要家の力率の実態」

【講師：㈱トーエネック技術開発室 小林 浩 氏】 14:45～15:45

- ・ 100 件の高圧需要家で力率を測定した。
  - － 容量 300kVA 未満 43 件、300～1000kVA 未満 35 件、1000kVA 以上 22 件
  - － 測定期間は重負荷期（7 月中旬～9 月中旬若しくは 12 月中旬～2 月中旬）と軽負荷期（10 月～11 月）の各 1 週間とした。
  - － 三相変圧器合計容量に対する SC 容量は、平均値で 31.8%であった。
- ・ 受電点での測定結果として、次のことが判明した。
  - － 軽負荷期は重負荷期よりも有効電力が小さい。
  - － 自動力率制御装置（APFC）が無い場合は、平均力率が顕著な進みとなる。
    - ・・・APFC の取付率は 9%程度と推定される。
- ・ 三相負荷での測定結果として、次のことが判明した
  - － 業務用は産業用より 17 時以降の需要が大きい。
  - － 産業用は昼休み時に需要が低下する。
  - － 産業用は業務用より遅れの傾向がある。
- ・ 単相負荷での測定結果として、業務用と産業用との違いは無いことが判った。
- ・ APFC の制御には力率制御方式と無効電力方式があるが、使用開始時には工場出荷時の設定値に注意する必要がある。例えば、軽負荷遮断のデフォルト値が大きいメーカーがあり、そのまま運用すれば SC が全く投入されない場合もある。
- ・ 今回の測定から次のことが判った。
  - － APFC 無しの需要家では、平均力率の平均値が進み 72%～進み 19%と過剰な進み力率であったが、他方、APFC 有りの需要家では、進み 95%～進み 79%と過剰な進み力率が抑制されていた。
  - － APFC が設置されていても、SC 容量の選定、SR の設置、軽負荷遮断設定、タイマー時間設定、放電コイルの設置などについて、適正に運用されていないケースがある。

4. 講習3 「進相コンデンサ設備の実態と力率適正化に向けた提言」 15:45～16:45

【講師：中部電力(株)販売本部配電部 塚腰浩章 氏】

- ・ 高圧需要家の受電点力率は過剰な進み状態であることから原因調査を行った。
- ・ 64社の設計会社へアンケートを実施し、次のことが判明した。
  - ①SCについて
    - －容量は、三相変圧器容量の3分の1を目安として設計している場合が多い。
    - －設置位置は大多数が高圧側であり、設置理由は力率割引である。
    - －半数の会社は竣工後の力率状況を把握していない。
  - ②自動力率制御装置の設計について
    - －SC容量が大きい場合は自動力率制御装置を設置している。
    - －自動力率制御装置を設置しない理由の70%は高額で有る事。
    - －力率検出点は、電力会社の力率割引の点から受電点が多い。
- ・ 1000件の高圧需要家（～300kVA：879件、300～1000kVA：264件、1000kVA～：93件）へアンケートを実施し、次のことが判明した。
  - －SC容量は三相変圧器容量の1/3位を中心(平均値38.2%)に分布している。
  - －300kVA以下の需要家では半数が直付けのSCである。また、直付けSCの90%は開閉器の増設スペースが無い。
  - －自動力率制御装置を設置する需要家の割合は9.4%である。
- ・ 高圧配電システムに進み力率問題が顕在化した要因として、次のことが考えられる。
  - －改善前力率が80%と見なされていた時代から負荷力率は向上している。
  - －高圧配電システムに接続されるSC容量が増加している。
  - －契約電力に対するSC容量比が増加している。
  - －実量制契約の導入（1988年）：実量制契約では、設備容量が契約電力に影響しないため、余裕をもった設計（＝SC容量も過剰）が行われていると推定される。
- ・ 上記の測定、調査や解析から、力率の適正化に向けて次の提言をしたい。
  - ①SCを以下の様に分割し、APFC（小容量ではタイマー制御可）により制御する。
    - －50kvar以下 : 2群以上
    - －50kvar超過、200kvar以下 : 3群以上
    - －200kvar超過 : 4群以上（1台は200kvar以下）
  - ②SC容量の選定については、以下の様に行う。
    - －従来の「三相変圧器容量の1/3」という選定はしない。
    - －負荷の無効電力を想定し、選定する。
    - －負荷力率が不明な場合は、以下の平均値表を利用する。
      - a. 業務用 三相／单相／全体＝93％／97％／95％
      - b. 産業用 三相／单相／全体＝86％／95％／88％
- ・ 適正化の推進のための取り組みには次のようなことが考えられる。
  - ①規程類への反映
  - ②製品への反映
  - ③高圧需要家におけるAPFC認識度の向上
  - ④APFC設置に対するインセンティブの検討

## 5. 質疑応答 16:45～17:00

- ・ Q1 : 国交省の H21 年度版「建築設備設計基準」ではインバータ力率は 1 となっているが、今回のアンケート調査には反映されているか？
- ・ A1 : 調査は 2 年前なので、未だ H21 年度版の設計基準を適用していないと思う。
- ・ Q2 : 進み力率を防止する需要家側のメリットが判らない。
- ・ A2 : 対策の原則は原因を元から断つことであり、対策は系統側より需要家側で行うことが好ましい。将来は防止対策をする側のインセンティブを考える必要があると思う。
- ・ Q3 : 需要家におけるパワーエレクトロニクス<sup>①</sup>の普及は、フェランチ効果の抑制となるのか？
- ・ A3 : パワーエレクトロニクス<sup>①</sup>の導入が増加すれば負荷力率が 1 に近づくので、SC が不要若しくは小容量となり抑制に結びつくと思う。
- ・ Q4 : 今回の力率測定においては、電圧の変化は観測されたのか？
- ・ A4 : 今回、系統電圧を配電変電所では測定したが末端では測定していないので実際にはフェランチ効果を確認していない。
- ・ Q5 : SC を複数に分割して APFC で制御する場合、SC 容量は同じ方がいいか、違う方がいいのか？
- ・ A5 : 寿命を考えれば均等に ON-OFF される方法がよいと思う。異容量方式はマイクロ制御が難しいと推測されるので、一般的には寿命の点で不利である。

以上のような活発な質疑応答を締めくくりにして講習は定刻の 17 時に終了しました。

【記：三辻重賢（トーエネック）】



司会 (株)日建設計 督 満 氏



講習会の風景



中部支部長 中部大学 坪井和男 氏



講師 中部電力(株) 伏屋貴文 氏



講師 (株)トーエネック 小林 浩 氏



講師 中部電力(株) 塚腰 浩章 氏



質疑中の参加者



質疑中の参加者