



技術開発研究所  
電力品質チーム 京極 喜一郎さん

# 電圧の凹凸を緩和する「進み力率」

～ 「進み力率」の正しい理解 ～

## 「力率」の「進み」・「遅れ」の誤解

系統連系規程には「系統側から見て進み力率」というような表現が多く見られます。力率の「進み」・「遅れ」が見る方向で変わるといふふうに読めるので、誤解を招く表現だと思います。

## 「遅れ」無効電力を「正」とする起源

教科書には図 1 のベクトル図が描かれています。受電端が「遅れ」力率であるのは電流 I の位相が受電端電圧 Vr の位相よりφだけ遅れている(時計回り)からです。電力では有効電力 P を実部、無効電力 Q を虚部とする複素電力を次のように定義しています。ここに \* は複素共役を表わします。

$$P + jQ = \mathbf{Vr} \mathbf{I}^* = \mathbf{Vr} (|\mathbf{I}| \cos\phi - j |\mathbf{I}| \sin\phi)^*$$

$$= \mathbf{Vr} |\mathbf{I}| \cos\phi + j \mathbf{Vr} |\mathbf{I}| \sin\phi$$

つまり無効電力は遅れ力率のときは正、進み力率のときは負になります。P > 0 ですから Q/P > 0 が遅れ力率、Q/P < 0 が進み力率です。力率の「進み」・「遅れ」が見る方向で変わるわけではありません。

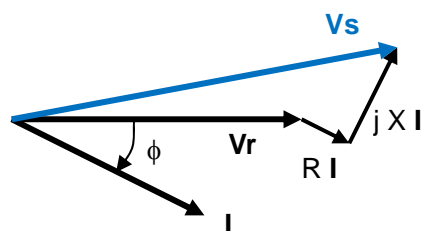


図 1 電圧・電流のベクトル図

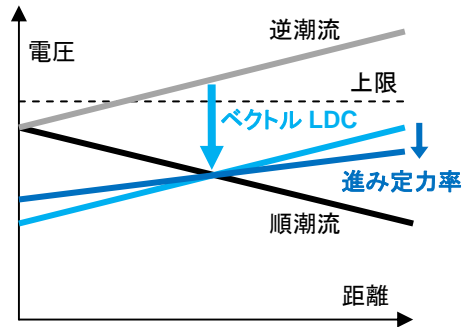


図 2 ベクトル LDC と進み定力率

## 電圧降下(上昇)を減らす進み力率

図 1 の送電端電圧 Vs を厳密に計算すると、こうなります。

$$\mathbf{Vs} = \mathbf{Vr} + (\mathbf{R} + j\mathbf{X}) \mathbf{I} (\cos\phi - j \sin\phi) = \mathbf{Vr} + (\mathbf{R} |\mathbf{I}| \cos\phi + \mathbf{X} |\mathbf{I}| \sin\phi) + j (\mathbf{X} |\mathbf{I}| \cos\phi - \mathbf{R} |\mathbf{I}| \sin\phi)$$

近似的には虚部を無視して  $\mathbf{Vs} \doteq \mathbf{Vr} + \mathbf{R} |\mathbf{I}| \cos\phi + \mathbf{X} |\mathbf{I}| \sin\phi$  としてよいでしょう。

さらに電圧は基準値 1 から大外れしないとして  $\mathbf{Vs} \doteq \mathbf{Vr} + \mathbf{R} \mathbf{P} + \mathbf{X} \mathbf{Q}$  と近似できます。

つまり  $\Delta V = \mathbf{R} \mathbf{P} + \mathbf{X} \mathbf{Q}$  という電圧降下のおなじみの近似式が導かれます。

進み力率では Q/P < 0 ゆえ電圧降下 ΔV が遅れ力率のときより小さくなります。つまり進み力率には配電システム内部の電圧の凹凸を減らすという作用があるのです。

## PV による電圧変動緩和の戦略

配電システム電圧を最も強く支配するのは配電用変圧器のタップ制御です。それゆえここには負荷電圧が正しく推定できる「ベクトル LDC」を用いて負荷平均電圧を維持します。そのうえで、PV が「進み定力率」運転を行い、配電システム内の電圧の凹凸を減らし、両者の協働により PV による配電電圧逸脱を軽減してやろうというのが、当研究所が今考えている戦略です(図 2)。