

交流システムの有効電力と無効電力

アナログ世代は、ラジオのフタを開けて基板に配置された抵抗やコイル、コンデンサを見た経験がおりかと思う。電力システムの構成要素の性質はこの3種から成り、これらを用いて数値解析モデルもできている。

交流電力システムの『有効電力』と『無効電力』は、一般には理解が難しいとされるが、学術的正確さはやや欠くかもしれないが、理科の実験を思い起こしつつ説明させていただく。

電気回路の3要素

交流電力システムでは、電圧と電流は時間的にプラスとマイナスが正弦波の形で変化する。この電圧と電流の波形の時間軸上の位置を『位相』といい、両者の差を『位相差』という。

抵抗は抵抗に交流電流を流すと同じ位相の正弦波の電圧が生じる。逆もしかり。抵抗というものの、ある意味、真つすな性質だ。

コイル(リアクトル)は電線に直流電流を流すと、周りに磁界が生じ、方位磁石が動く。電流の変化と磁界の変化は同期性がある。コイルの中に棒磁石(磁界)を抜き差しすると、検電器の針が振れる(電圧が生じる)。棒磁石(磁界)をコ

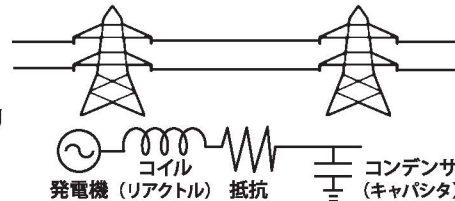
7

電力システムのCOMMON SENSE

電力中央研究所理事長

平岩 芳朗

電力システムは多様な機能の組み合わせにより成り立っている



電力システムは、電圧と電流の関係性において性質の異なる3つの要素(抵抗、リアクトル、コンデンサ)の組み合わせにより構成される

同期系統の発電と需要の有効電力のバランスを保つことで周波数を維持し、無効電力の制御等により各地点の電圧を適正に保つ必要がある

イルの中で静止したままである。は検電器の針は振れない(電圧は生じない)。このように、磁界(電流)の変化する電圧が生じる性質がコイル(リアクトル)である。

コンデンサ(キャパシタ)

逆に、電圧の変化に応じて電流が流れる性質がコンデンサである。コンデンサは電圧が変化しない直流電圧では電流は流れないが電荷を保つ(静電容量とも呼ばれる)。このため、あるいは誘導現象により、回路から切り離していても電圧を生じるため、感電事故には十分注意する必要がある。

架空送電線は電氣的にはリアクトルの性質が主体だが、対地や線間の静電容量によるコンデンサの性質や、送電損失を生じる抵抗の性質も併せ持っている。有効電力と無効電力は電力システムの各地点の電圧

る。

事象の変化にそのまま応じる抵抗と、半歩(位相が90度)遅れ、または進んで応じるリアクトルとキャパシタ。これら3要素の多様な性と組み合わせによって、電力システムは成り立っている。同じように、多様なタイプの人がいる人間社会を見るようで面白い。

有効電力は電圧と電流の位相が同じで、抵抗に電流を流したときの発熱のよう

と電流(のベクトル)は、位相がそろった成分と90度ずれた成分に分解できる。位相がそろった成分の電流と電圧の積が有効電力であり、位相が90度ずれた成分のそれが無効電力である。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。

電力システムの各地点の電圧を適正に保つ必要がある。

有効電力は電圧と電流の位相が同じで、抵抗に電流を流したときの発熱のようすことができる。他方、無効電力は電圧と電流の位相が90度ずれており、コイルやコンデンサのように、エネルギーとして取り出すことができない。このため、あるいは有効電力の対語として無効電力と称されたものと思われるが、英語は「reactive power」であり、物理的特性を表している。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。

無効電力の制御による電圧調整

このため、無効電力を制御し電圧を調整する装置(電力用リアクトルもしくはコンデンサ。調相設備や無効電力補償装置とも呼ばれる)を電力システムの必要箇所に設置し、系統の状態に応じて制御している。また、同期発電機は有効電力のみならず、界磁電流の制御により無効電力を調整する機能も有している。

無効電力は決して無意味な電力ではなく、交流電力システムの各地点の電圧を適正に維持するために無効電力の制御は不可欠である。1987年7月には、東京電力管内で昼休み後の電力需要が急増する時間帯に、無効電力調整等による電圧調整が十分行えず、電圧不安定現象により西地区の大規模停電が発生した。

電力システムの各地点で需要家の電気設備(抵抗、コンデンサ、コイルの成分から成る)が、契約の範囲で有効電力や無効電力を任意に消費し、送電線を通る潮流が変化することで、安定した電気の品質である周波数と電圧を一定範囲に維持し、かつ潮流を電力設備の容量以内とする必要がある。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。

このため、無効電力を制御し電圧を調整する装置(電力用リアクトルもしくはコンデンサ。調相設備や無効電力補償装置とも呼ばれる)を電力システムの必要箇所に設置し、系統の状態に応じて制御している。また、同期発電機は有効電力のみならず、界磁電流の制御により無効電力を調整する機能も有している。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。

同期系統(60Hzであれば中部エリアから九州エリアまで)の全体の需要と発電の有効電力のバランスを調整して周波数を維持するのに加え、需要や発電、電力潮流によって変化する各地点の電圧も一定範囲に維持する。この複雑な方程式は有効電力の調整だけでは解けず、無効電力という別の変数の制御が必要となる。