(C)電気新聞

ゼミナール

電力流通

「大容量同期発電機」は系統の安定化に不可欠

太陽光発電、風力発電に代表される再生可能エネルギーの導入が進展しており、将来の脱炭素化の観点からも主力電源化が期待されている。これらの電源は電力系統に変換器（インバーター）を介して連系する電源（以下、変換器連系電源）が主体となっている。

今回から3回にわたり、変換器連系電源が主体となった電力系統で、電力系統の安定性（周波数、電圧、系統安定度）を確保するために必要となる技術開発や課題について解説する。

第1回は火力発電や原子力発電などの大容量同期発電機（以下、発電機）の系統安定化への貢献について説明する。現在の交流を主体とする電力系統の安定性、特に系統事故時の安定性は発電機が持つ能力（表）への依存が大きい。

【発電機の周波数安定化への貢献】

発電機は周波数（発電機の軸の回転速度）に応じて、蒸気タービンを回すための蒸気の量（または水車を回すための水の量）を変えることで、有効電力（注1）を調整することが可能である。これにより、電力系統の周波数を一定に保つことに貢献している。さらに、発電機は大きな慣性（回り続けようとする力）を持っている。自然災害などに起因して発電機が急停止すると、電力系統全体の有効電力の発電量と消費量のバランスが大幅に崩れ、周波数が変化し、最悪停電の恐れがある。発電機が持つ大きな慣性は、この周波数の変化速度を緩和させるため、系統事故時の電力系統の安定には特に重要な役割を果たす。

【発電機の電圧安定化への貢献】

落雷などの系統事故時に一時的に電力系統の電圧が低下する、いわゆる瞬時電圧低下が発生する。その場合でも発電機は停止せずに運転継続し、さらに系統事故中および事故後にも無効電力（注2）を出力し続けることで、電力系統の電圧低下を抑制することができる。これにより、電圧の維持に貢献している。また、発電機は大量の無効電力を瞬時に供給または吸収することで基幹系統の電圧調整が可能であるため、電圧および系統安定度の維持にも貢献する。さらに、発電機は現在主流の電流制御型インバーターが安定に動作するために必須となる系統の短絡容量（注3）の確保にも貢献している。

【発電機の系統安定度維持への貢献】

慣性は発電機の軸の加速・減速を緩やかにするため、系統安定度にも貢献する。さらに、電力系統に接続されている全ての発電機は同期して、同じ速度で回ろうとする性質（この力を「同期化力」と呼ぶ）があり、周波数と系統安定度の維持に貢献している。

【系統安定化には発電機の貢献が不可欠】

これまで説明してきた系統安定化に貢献する発電機の能力は、再生可能エネなどの変換器連系電源には十分に備わっていない。今後、変換器連系電源の増加に伴って発電機が減少していく中でも、系統安定化のために発電機の持つ能力を確保していくことが重要である。電力系統の安定性（周波数、電圧、系統安定度）について、詳しくは電力中央研究所公式ホームページの「電気を安定して送るために」（YouTube）を視聴されたい。（隔週で掲載します）

【注】

（1）**有効電力**…実際に仕事をする電力。これが余ると電力系統の周波数が上昇し、不足すると周波数が低下する

（2）**無効電力**…基幹系統では主に電圧に影響する成分。これが余ると電圧が上昇し、不足すると電圧が低下する

（3）**短絡容量**…系統事故時の短絡電流の大きさの目安であるが、ここでは「その地点の電圧維持能力を表す指標」と考えてよい

大容量同期発電機が持つ能力（系統安定化への貢献）	貢献する系統セキュリティ	火力機	原子力機	変換器連系電源*1
周波数に応じて出力調整が可能	周波数	○	×	○
同じ速度で回ろうとする力（同期化力）がある	周波数 系統安定度	○	○	×*2
慣性を持っている（慣性定数が等価的に10秒程度）	周波数 系統安定度	○	○	×*2
系統事故時の瞬時電圧低下時（瞬低時）に（一時的に）停止しない	電圧 系統安定度	○	○	△*3
基幹系統の電圧調整が可能	電圧 系統安定度	○	○	△*4
系統の短絡容量の確保（変換器の安定運転等に必須）	電圧	○	○	△*5

(注)*1：変換器を介して電力系統に連系される電源（蓄電池を含む）
*2：擬似的に能力を模擬することが研究されているが、実系統への適用にはまだ解決すべき課題がある。
*3：変換器は系統事故時に一時的に停止する場合がある。
*4：基幹系統に連系される大容量な変換器が必要となる。
*5：変換器の過電流耐量は、発電機に比べて小さい。

電力中央研究所　システム技術研究所
研究参事
北内　義弘
きたうち・よしひろ
＝1986年度入所。専門は電力システムの解析・制御。博士（工学）