

実用化した超電導技術；超電導電力貯蔵装置（SMES）

1. はじめに

東芝は、超電導電力貯蔵装置（Superconducting Magnetic Energy Storage；SMES）の開発を進め、瞬低補償用 SMES を実用化し、既に液晶や半導体工場などのハイテク工場に納入している。これらの装置は、これまでに発生した 50 回以上のすべての瞬時電圧低下（瞬低）に対し負荷電圧を補償し、それにより想定される大きな損害を未然に防いでいる。

SMES は、エネルギー貯蔵部に抵抗損失を生じない超電導コイルを適用することで高効率かつコンパクトな電力貯蔵を実現している。また、超電導コイルが極低温に保たれていること、エネルギーの出し入れの際に化学変化を伴わないことから、経年変化が少なく、他の電力貯蔵装置に比べ長寿命という特長がある。ここでは、これらの特徴を有する SMES の概要と今後の開発展望について述べる。

2. 瞬低補償用 SMES

落雷や雪害、系統事故による電力系統の瞬低は、機器の製造ライン停止やクリーンルームの空調設備停止による製品不良の発生や、復旧作業に要する膨大な時間などによる多大な損失を招いてきた。現在、これらの大規模な被害を未然に防ぐ手段として瞬低補償装置が非常に有効であることが認知されはじめています。

瞬低補償用 SMES の超電導マグネットを Fig.1、その主要諸元を Table1 に示す。瞬低補償用 SMES は、超電導マグネット、交直変換器、高速遮断器から構成されている。この中でエネルギー貯蔵部である超電導マグネットは、10MVA-1 秒で Φ 約 3m × 高さ約 3m の小型化を実現しており、同容量の瞬低補償システムの中で最小サイズである。また、単機容量 10MVA-1 秒は、瞬低補償装置中で最大であり、単機での大容量一括補償を実現し、設備保守面で集中管理・監視を可能にしている。

本システムは瞬低発生時に高速遮断器で負荷（ユーザ設備）を系統から切り離し、超電導マグネットに蓄えたエネルギーを負荷に供給するため、瞬低時の系統電圧の低下率にかかわらず、負荷電圧の補償が可能である。



Fig.1 超電導マグネット

（左：外観，右：収納されている超電導コイル）

Table1 瞬低補償用 SMES 諸元

給電方式	常時商用給電方式
定格電圧	6.6kV-3 相
定格容量	10MVA-1 秒
切替時間	1/4 サイクル以下
出力電圧精度	±5%以下
超電導マグネット外形	外径 3 m × 高さ 3 m

3. 負荷変動補償用 SMES

既に実用化されている瞬低補償用途以外の SMES の利用法として、金属圧延装置などの大型設備動作による負荷変動補償や出力に大きな変動がある風力発電などの出力ピークカットについて検討がなされ、経済的なメリットを得られることが示されている。

平成 16 年から平成 19 年に行われた NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）国家プロジェクト・超電導電力ネットワーク制御技術開発では、フィールド試験で 5 万回以上の繰返し入出力（最大 1MVA）を実施、超電導マグネット性能、負荷変動補償システムの有効性を実証した。^{*1}

4. 高温超電導 SMES

近年、高温超電導線材の開発は目を見張るものがあり、すでに量産化のステージに入りつつある。高温超電導線材を用いた超電導コイルは、従来の超電導コイルに比べ、より高磁界、高温運転が可能となり、冷却効率の大幅な改善と、コンパクト化（従来の 1/2 以下の体積）が期待できる。

当社は既に高温超電導コイルを試作し、現行の瞬低補償 SMES の超電導マグネットと同等以上の発生磁場（4.7T）を達成した。また、高温超電導 SMES で必須となる高電圧化と冷凍機による伝導冷却を両立させる技術に関しても実証が終了している。これらの技術により、従来の金属系超電導コイルでは実現できなかったより魅力的な SMES を実現する準備が整ったと言える。

5. 今後の展望

瞬低補償用 SMES はその性能、システムの有効性について実証段階を終了し、既に商品として実用化されている。今後、高温超電導線材が量産化され、安定した性能の確保、低コスト化が達成されれば、SMES の導入効果はさらに増すことになり、現在導入が進むハイテク工場のみならず、一般工場にも普及していくものと期待される。

石井 祐介，野村 俊自（(株) 東芝）
（平成 23 年 6 月 6 日受付）

^{*1} 平成 16 年度～平成 19 年度成果報告書「超電導電力ネットワーク制御技術開発」