

電力用コンデンサと分散電源連系に伴う 電圧維持技術

電力用コンデンサと電圧維持に関する調査専門委員会編

目 次

1. まえがき	3	6. パワーエレクトロニクス用コンデンサの適用と 動向や今後の期待	23
2. 電力用コンデンサと電圧維持技術	3	6.1 パワエレ用コンデンサ	23
2.1 力率改善・調相用コンデンサ	3	6.2 コンデンサのパワエレ装置適用時の留意点	23
2.2 交流フィルタ	3	6.3 パワー半導体の進展とコンデンサ	25
2.3 直列コンデンサ	5	6.4 パワエレ用コンデンサの動向	26
2.4 コンデンサとパワーエレクトロニクス応用の 電圧維持技術	6	6.5 電力・産業用コンデンサへの今後の期待	28
3. コンデンサ過剰設置による過進相問題とその対策	9	7. 調査結果のまとめ	28
3.1 過進相問題の実態と方向性	9	7.1 コンデンサ過剰設置による過進相問題と その対策	28
3.2 系統電圧上昇に対する各種対策	11	7.2 再生可能エネルギー電源の大量連系による 系統電圧変動拡大と対策	28
4. 再生可能エネルギー電源の大量連系による系統電 圧変動拡大と対策	16	7.3 ケーブル化や交直変換の増大など電力系統 の変化による高調波の増大とその対応	29
4.1 スマートグリッド実証試験	16	7.4 パワエレ用コンデンサの適用と動向	29
4.2 電圧上昇抑制対策	18	8. あとがき	29
4.3 短時間電圧変動対策	19		
5. ケーブル化や交直変換の増大など電力系統の変化 による高調波の増大とその対応	20		
5.1 拡大要因	20		
5.2 高調波フィルタの適用検討事例	20		
5.3 アクティブフィルタの適用検討事例	21		
5.4 高調波抑制対策技術指針の改定	22		

電力用コンデンサと電圧維持に関する調査専門委員会委員

委員長	村岡 隆	(近畿産業技術クラスター協同組合, 元大阪工業大学)	長岡 直人	(同志社大学)	
幹事	岡本 達希	(電力中央研究所)	仁井 真介	(富士電機システムズ)	
	陰野 茂	(日新電機)	西村 莊治	(日新電機)	
委員	青木 睦	(名古屋工業大学)	原田 茂	(ニチコン草津)	
	井上 仁	(指月電機製作所)	持永 芳文	(シィェイアール総研電気システム)	
	岩根 裕典	(関西電力)	途中退任	森 健二郎	(東京電力)
	植田 喜延	(明電舎)		藤原 健吾	(指月電機製作所)
	大和久 吾朗	(日本電機工業会)		崎村 大	(九州電力)
	緒方 研介	(中部電力)		松原 正明	(ニチコン草津)
	森山 孝史	(九州電力)		岩崎 慎也	(関西電力)
	渡辺 慶一	(東京電力)	主な	淵 敏泰	(九州電力)
	徳田 憲昭	(エネルギー総合工学研究所)	参加者	西村 和敏	(関西電力)

1. まえがき

東日本大震災を契機として太陽光・風力発電などのゼロエミッション電源のさらなる適用が加速傾向にある。大量のこれら分散電源が電力系統に連系されると需給バランスによる逆潮流問題、電圧・周波数不安定や交直変換による高調波増大問題など系統技術上の課題が予想されている。

従来から電力用コンデンサは電力系統の調相や力率改善など電力の有効利用に、交流フィルタなどは電力品質改善に寄与してきたが、電力の効率的利用や機器のインバータ化による力率改善用コンデンサ過剰設置による系統電圧上昇、高調波増大の実情が明らかとなった。

一方、瞬時に電力品質を改善する静止形無効電力補償装置(SVC:Static Var Compensator)や瞬時電圧低下対策装置、交直変換装置や急速充放電用電力貯蔵装置などの適用が増加し、そこには発展著しい電気二重層コンデンサ(EDLC:Electric double-layer capacitor)を含む多くのコンデンサが使われていることと、電力用コンデンサ応用技術とパワーエレクトロニクス制御技術の組み合わせが上記課題解決の一助となることも判った⁽¹⁾。

このように、電力の効率的利用や分散電源との連系拡大、系統再構築の流れの中、電力用コンデンサの役割や適用場所が変化してきており、コンデンサならびに設備の設置・運用、自動力率調整装置(APFC:Automatic Power Factor Controller)などの周辺機器の適用など、コンデンサ設備側の課題も出ている。

パワーエレクトロニクス装置の適用拡大・大容量化により、安全を含め各種コンデンサ適用指針やコンデンサ仕様への要求も出てくると予想されることから「電圧維持」というキーワードで過進相や高調波、瞬時電圧変動への対策技術を調査した。

2. 電力用コンデンサと電圧維持技術

2.1 力率改善・調相用コンデンサ

2.1.1 力率改善用コンデンサ

電力負荷は一般に図2.1.1のように抵抗 R と誘導性リアクタンス X_L の組合せからなり、電圧と電流はそのインピーダンスによって決まる位相角 θ をもち、余弦 $\cos\theta$ が力率となる。抵抗に流れる電流 I_R (有効電流)は電圧 E と同相であり、誘導性リアクタンスに流れる電流 I_L (無効電流)は電圧 E より 90° 遅れたものであってそのベクトル和が負荷電流 I_o となる。

今、この負荷と並列にコンデンサによる容量性リアクタンス X_C を接続したとすると、コンデンサに流れる電流 I_C は E より 90° 進み位相となるので I_L は I_C だけ相殺され負荷電流 I_o が I_L に減少する。この結果、図2.1.1に示すように力率 $\cos\theta_o$ が $\cos\theta_i$ となって力率改善が行われ、電力損失の低減・発電機の高効率運転を図ることができる。

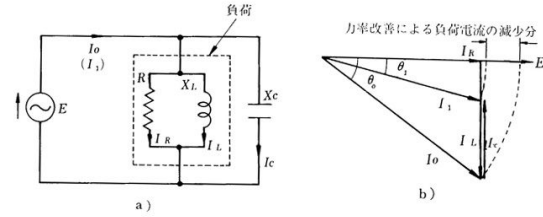


図2.1.1 力率改善の原理⁽¹⁾

2.1.2 調相用コンデンサ

電力系統の電圧・無効電力制御の目的は

- ・系統電圧の適正維持
- ・無効電力バランスの適正維持と送電損失の低減
- ・電圧安定性の維持
- ・電圧品質の適正維持(フリッカ対策)

である。このための制御機器として無効電力を発生あるいは吸収する機器と電圧比を変化させる機器がある。調相用コンデンサは前者の機器で基幹系、一次系、配電用変電所へ設置され負荷の無効電力消費量や予測潮流から算出した系統全体の送電損失が最小となるように運用されている。

無効電力を発生あるいは吸収する機器は他に分路リアクトル、SVC、同期調相機(RC:Rotary Condensor)があり、電圧比を変化させる機器は変圧器の負荷時タップ切り替え装置がある。

2.2 交流フィルタ

2.2.1 用途・目的

電力半導体技術の急速な進歩により家電製品、OA機器から産業用機器、電力系統用機器に至るまで、半導体の応用が進んでいる。これとともに、これら半導体応用製品の発生する高調波電流が電力系統の電圧歪を増大させ、機器に障害を及ぼす例が多くなっており、その対策として交流フィルタを設置するケースが増加している。

交流フィルタは各種機器の発生する高調波電流を吸収して高調波による各種障害を除去するために設置されるが、この他にも進相用コンデンサとして、負荷の必要とする基本波進相無効電力を供給して、力率改善をするとともに設備に余力を与えるという効果も併せ持っている。

2.2.2 原理

(1) 交流フィルタの基本回路

フィルタには図2.2.1に示すように

- 1) [単一] 同調フィルタ
- 2) 複同調フィルタ
- 3) 高次フィルタ

の3種類があるが、通常は1)、3)のb)に示す同調フィルタと二次形高次フィルタが使用される。同調フィルタは単一高調波の吸収に、高次フィルタは複数の高調波吸収に適用されるが、一般にこれらを組み合わせたものが適用される。