

高速追従形電圧補償装置の開発

高速大形スキーリフトの電圧補償

Development of a Fast-acting Voltage Compensator

Voltage compensator for high-speed, heavy-duty ski lift

1 | 高速スキーリフトの電圧変動に対応

冬季リゾート地のスキー場は、亘長20 kmを超えるような長い配電線の末端に施設されることが多く、しかも近年は大形（3～5人乗り）で高速（4m/s）のスキーリフトの導入が盛んである。

このようなスキーリフトは、円滑に運転制御ができる大容量サイリスタモータ（500kWクラス）が設置されている。

このため、スキーリフトの頻繁な起動、急停止運転時による瞬時負荷変動（500～800kW/s）は、大きな電圧降下、上昇を引き起こし、従来使用している配電線自動電圧調整器（SVR・電圧応答45～180秒、TVR・電圧応答5秒）では十分な追従ができず、高調波・フリッカ等の影響も多大となる。

その対策として、お客さま側の定電圧対策はもとより、電力供給者側も多大な投資をして、系統の切り替え、配電線の太線化等を実施している。

このようなお客さま側、供給者側の対策を一挙に解決するため、高速追従形電圧補償装置を開発した。この装置は、系統電圧検出制御回路を設け、アクティブフィルタ技術をベースとして、配電線側の既設SVR等と動作特性の協調をとって効率的な電圧補償を行うものである。

2 | 装置の構成と電圧補償方式

(1) 装置の構成

大量輸送形高速スキーリフトが高圧配電線末端に設置されると、大幅な瞬時電圧変動（±20%）が発生し、既存の自動電圧調整器（SVR等）では、配電線供給が困難なケースが起こる。今回、大容量高速スイッチング素子（パワートランジスタ）を用いて無効電力を供給して、SVR等と分担して電圧補償を協調制御する経済的な高速追従形電圧補償装置を開発した。

Connecting a high-speed heavy-duty ski lift to a terminal of a high-voltage distribution line may cause a momentary voltage fluctuation of great amplitude approximately 20%. Conventional step-voltage regulators (SVR, etc.) cannot deal with such a disturbance and fail to maintain the power distribution. We have developed an economical fast-acting voltage compensator which supplies reactive power by means of large capacity fast-switching devices (power transistors) and controls the compensation for the voltage drop in cooperation with SVR, etc.

コンパクトな制御盤とインバータ盤で構成されており、制御盤は、系統電圧・負荷の無効電力を検出して、電圧補償に必要な無効電力の制御信号を送り出す。インバータ盤は、制御盤からの制御信号を受け、PWM制御によって発生電圧を変化させて負荷側へ無効電力を供給し、電圧補償するアクティブフィルタである。

このアクティブフィルタは、パワートランジスタによってコンデンサに充電された無効電力を系統と同一の交流に変換するトランジスタ式インバータであり、1/100秒以下の高速応答ができる。

(2) 電圧補償方式

既設のSVR等と電圧補償分担を行う協調制御補償方式を採用している。

協調制御はSVR等と装置の間には制御線を必要とせず、暫時装置の無効電力を減少させながらSVR等のタップを自動的に動作させながら電圧補償を置き換えていくものである。

3 | 負荷急変にも瞬時に応答

(1) 連続的に瞬時電圧補償

高速リフトの無効電力は、起動、停止1～2秒後に定格容量の1.5倍となる。

装置は、負荷変動に対して1/100秒以下で応答し、連続的に追従できる。

(2) 多様な系統、負荷側条件に対応

スキーリフトの起動（停止）時の無効電力を、インバータを用いて能動的に補償する方式であるため、電源系統のイン

ピーダンスやコンデンサなどの負荷インピーダンスの影響を受けず、これらの多様な条件にフレキシブルに対応できる。

(3) 高調波・フリッカ補償効果

1/100秒で電圧変動に追従できるため、高調波およびフリッカを許容値内に抑えることができ、高調波フィルタを設置する必要がない。

(4) 協調制御ができ経済的

配電線のSVR等と電圧補償を自動的に分担するので、この装置の補償容量は小容量となり、設備の経済性と効率化ができる。また、過負荷運転が可能で、設備容量の一層の低減ができる。

(5) 無効電力補償容量は2倍

装置は、リアクトル負荷（遅れ）とコンデンサ負荷（進み）の両方の無効電力領域が制御補償できるため、必要な無効電力補償容量の1/2の設備でよい。

(6) 高圧配電線の供給範囲が拡大

これまで、大幅な瞬時電圧変動負荷の供給対策（電圧降下対策）は、設備強化（太線化、専用線化、送電線建設等）により対応してきた。

この装置の設置によって瞬時電圧変動は補償されるため、配電設備は定常負荷の対策を考えればよく、配電線の供給範囲を大幅に拡大できることとなった。

(7) コンパクト

装置は、電圧補償、高調波補償、フリッカ補償等のマルチ機能をもっているため、従来タイプに比べて1/2の容量で済み、寸法・形状は約60%となる。

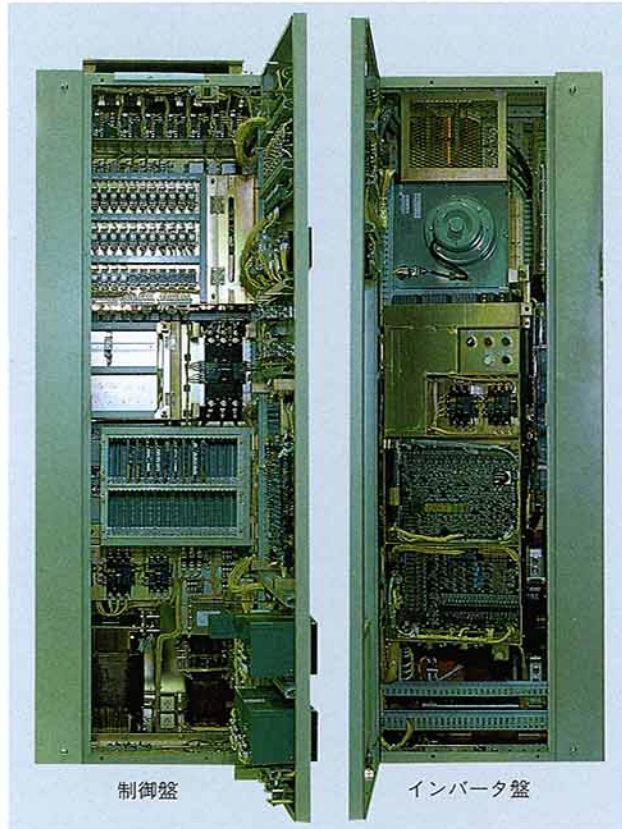
4 お客さまへのメニュー提供

瞬時電圧変動防止は、お客さま側で対策を行っていただくか、負担金をいただいて配電線側で対策を行っている。

装置は、アクティブフィルタ方式、協調制御等を採用しているため、良質な電気を効率的に維持できる優れた多くの機能を持ち、設備容量（補償用無効電力）も低減できるので経済的である。

今後、お客さま側での防止策を行っていただく場合の有効なメニューの一つとして広く採用されることを期待する。

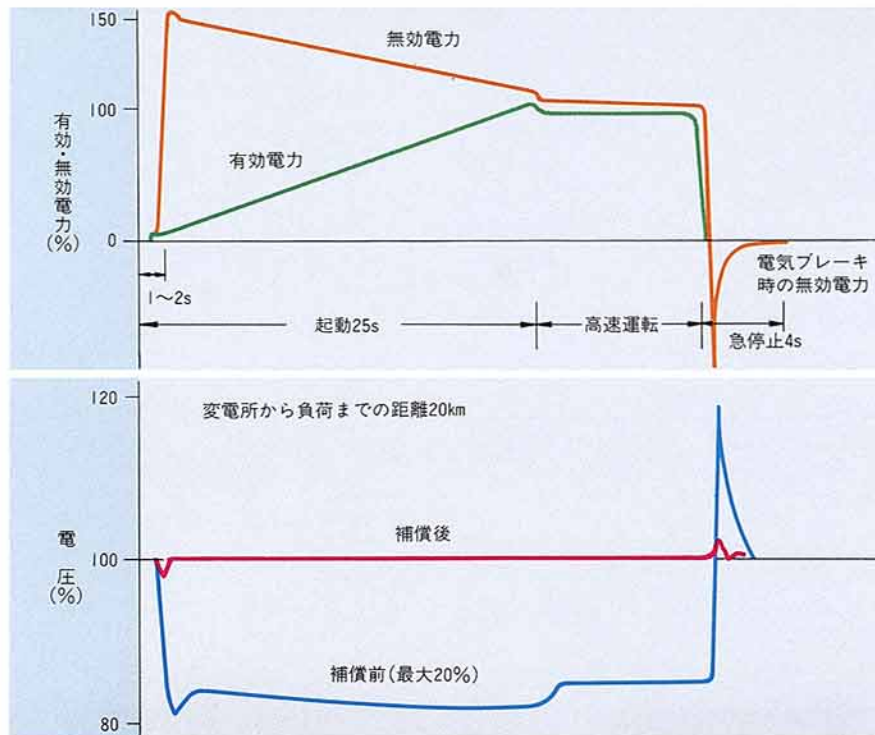
（電力技術研究所 配電研究室）



第1図 高速追従形電圧補償装置



第2図 スキー場に設置した試験装置



第3図 高速スキーリフトの運転パターンと電圧変動

第1表 電圧補償装置の仕様

定格電圧	3相 6,600V	
定格容量	(短時間)	500kVA
	(連続)	400kVA
電圧変動(瞬時)	±3%以下	
補償幅(常時)	±3%以下	
高調波補償	第7次以下	
応答時間	10ms	

負荷条件

- 直流モータ容量 350kW (3人乗り高速スキーリフト)
- 変電所から負荷までの距離20km
- お客さま高調波フィルタ 210kVA