

多機能形アクティブフィルタのフィールド試験

Ⓔ 電圧変動補償，高調波補償，電圧不平衡補償，フリッカ補償，アクティブフィルタ

* 藤井繁雄 Shigeo Fujii * 坪根浩二 Koji Tsubone
** 鈴木茂之 Shigeyuki Suzuki ** 植田喜延 Yoshinobu Ueda

概要

配電システムの電力品質の事象を1台で補償する多機能形アクティブフィルタのフィールド試験機の試作と実際の配電システムでのフィールド試験を実施した。

電圧変動補償・高調波補償・電圧不平衡補償・フリッカ補償の4つの補償機能を持ち、6600V、連続定格200kVA、瞬時定格300kVA・1分のフィールド試験機を製作した。本装置は電圧検出のみで補償が可能、電柱2本により装柱が可能、メンテナンス性を考慮した自然空冷という3つの特長を持つ。設置箇所は、亘長が約8kmの高圧配電システムに設置し、フィールド試験で各機能の評価を行い、各機能で良好な結果を得た。



フィールド試験機

1. ま え が き

近年、地球環境問題への対応などから太陽光発電、風力発電などの普及が急速に進んでいる。今後、これらの分散型電源が配電システムに大量連系されるようになると、電力品質に悪影響（電圧変動・高調波・不平衡・フリッカなど）を及ぼすことが懸念され、その対策が新たな課題となっている。

この対策として自励式SVC（Static Var Compensator）や電力用アクティブフィルタなどの適用が検討されているが、配電システム側で電力品質に悪影響を及ぼす各事象に対し、それぞれ対策装置を設置する場合、コスト面や設置場所の問題があり、各事象を1台で対策できる装置が求められている。

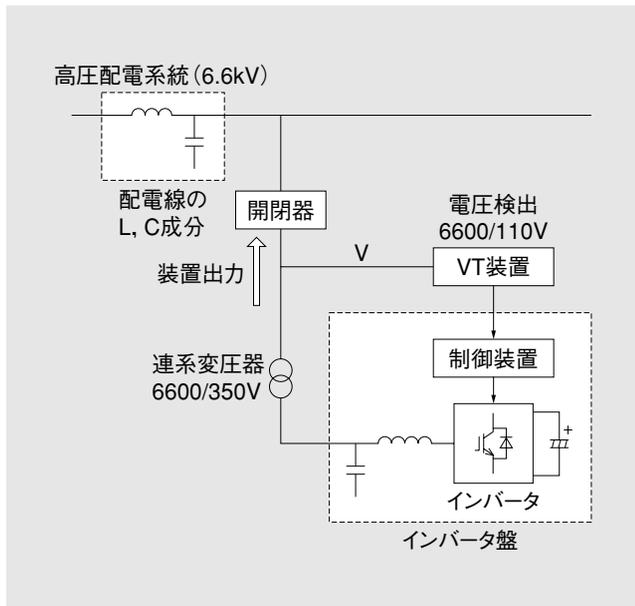
中国電力(株)と(株)明電舎は共同で配電システムの電力
*中国電力(株) **電力ソリューション技術部

品質の事象を1台で補償するための多機能形アクティブフィルタを開発した。2005年度にフィールド試験機（以下、試作機）を開発し、2006～2007年度まで実際の配電システムでのフィールド試験を実施した。本稿では、試作機の構成、補償制御方式、試験結果について紹介する。

2. フィールド試験機

2.1 試作機の構成

第1図に試作機の構成、第1表に仕様を示す。試作機は開閉器・VT装置・連系変圧器・インバータ盤で構成され、電柱2本により柱上に設置する。試作機は、連系変圧器を介して、高圧配電システム（6.6kV）と接続する。連系変圧器は、屋外油入自冷式であり、高圧6600Vをインバータ盤で使用する350Vに降圧する。連系変圧器を介して接続されたインバータ盤の盤構造は屋外盤で、メンテナン



第1図 フィールド試験機の構成

試作機の装置構成を示す。試作機は開閉器・VT装置・連系変圧器・インバータ盤で構成される。

第1表 フィールド試験機の仕様

試作機の定格仕様を示す。試作機は表内の寸法と質量で柱上に設置可能である。

項目	仕様
連系変圧器	
定格電圧	6600/350V
冷却方式	油入自冷
寸法	W800×H1300×D1150mm
質量	1200kg以下
インバータ盤	
定格容量	連続：200kVA 瞬時：300kVA・1分
周波数	60Hz
相数	三相3線
冷却方式	自然空冷
寸法	W1550×H2200×D2000mm
質量	1700kg以下

性を考慮し、自然空冷である。インバータ盤外に設置されたVT装置は、各補償機能の制御に必要な系統電圧を検出し、インバータ盤内の制御装置に取り込んでいる。

試作機の容量は柱上に設置するため、小形化を考慮して、連続200kVA、瞬時300kVA・1分の容量としている。

本装置は、以下の特長を持つ。

(1) 電圧検出のみで補償が可能 VT装置による電圧検出のみで補償を可能とすることで、設置箇所を限定されず、また設置作業性の向上を図った。

(2) 電柱2本で装柱が可能 本装置は電柱2本間に架台を設置し、その上に連系変圧器・インバータ盤を設置することで装柱可能である。

(3) メンテナンス性を考慮した自然空冷 柱上に設置することを考慮し、メンテナンス時の点検作業を減少させるために自然空冷とした。

2.2 補償機能の概要

本装置は、電圧変動補償・高調波補償・電圧不平衡補償・フリッカ補償の4つの補償機能を持ち、系統電圧の検出のみで補償可能である。

2.2.1 電圧変動補償

第2図 (a) に電圧変動補償の制御イメージを示す。VT装置により検出した系統電圧と目標電圧との差から電圧変動分を求め、変動分が0となるように装置から無効電力を出力し補償を行う。

2.2.2 高調波補償

第2図 (b) に高調波補償の制御イメージを示す。比較的亘長の長い系統において、配電線のインダクタンス成分(L成分)と力率調整用コンデンサなど(C成分)による共振現象により系統上位に含まれる高調波が拡大される。本装置の高調波補償はこの拡大された高調波電圧を抑制する。

VT装置により検出した系統電圧から高調波電圧を抽出し、高調波電圧を抑制するように装置から出力を行う。この時、本装置は配電線のL、C成分から成る共振回路に対して、ダンピング抵抗の役割をする。

2.2.3 電圧不平衡補償

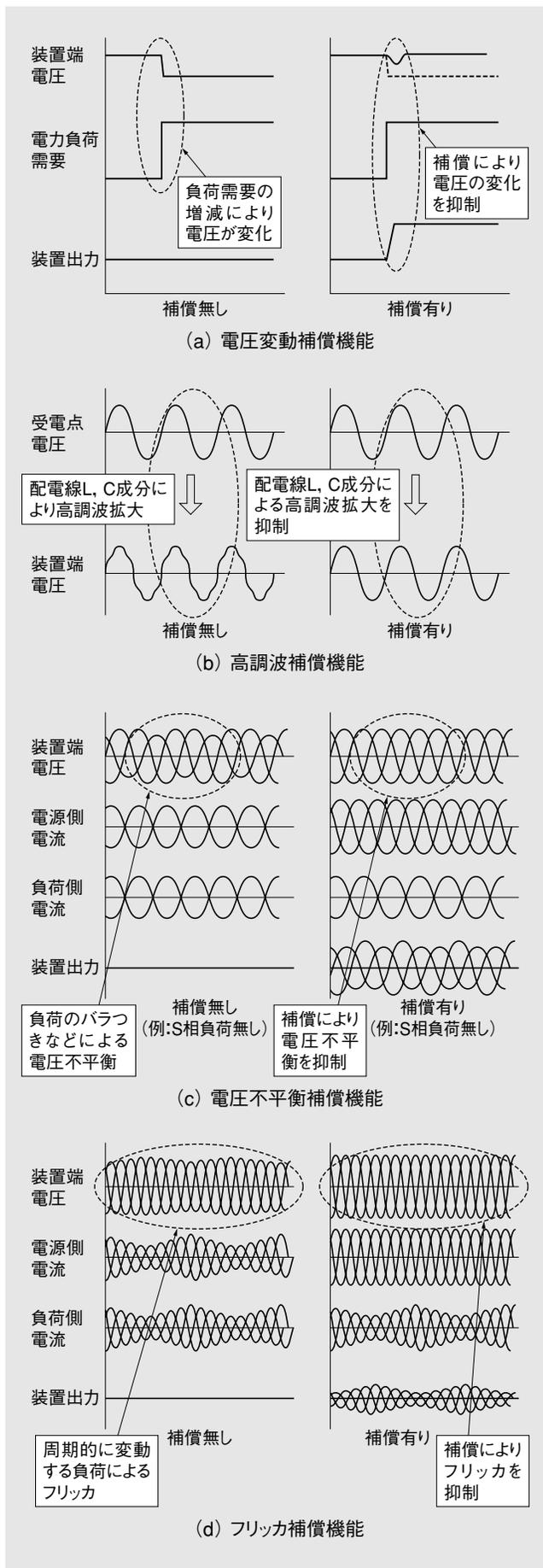
第2図 (c) に電圧不平衡補償の制御イメージを示す。VT装置により検出した系統電圧から逆相電圧を抽出し、抽出した逆相電圧が小さくなるように装置から出力を行う。

2.2.4 フリッカ補償

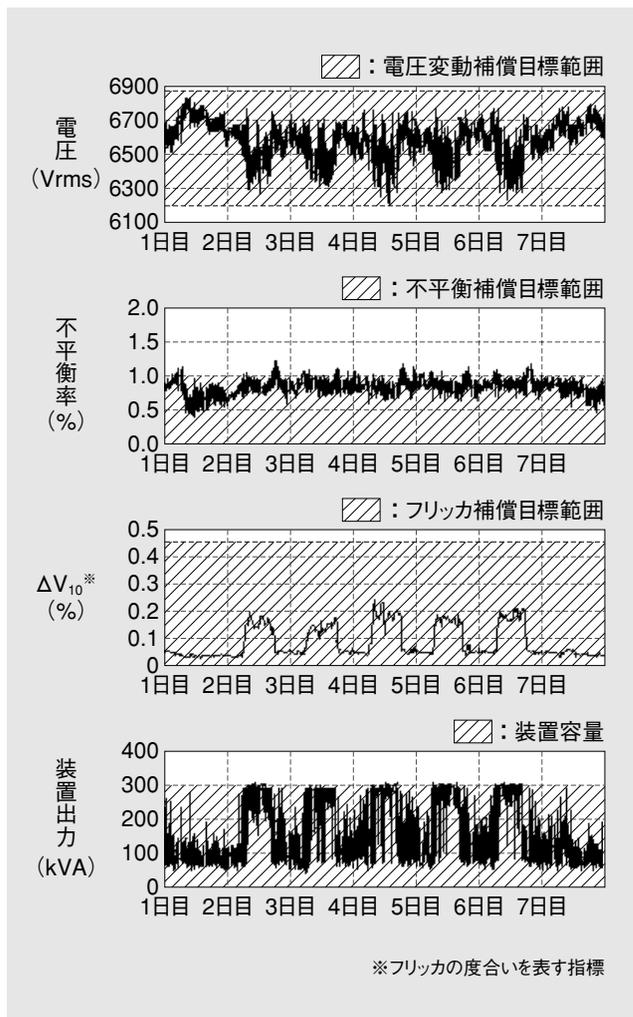
第2図 (d) にフリッカ補償の制御イメージを示す。フリッカ補償は、検出した電圧から電圧の実効値を求め、求めた電圧実効値のうちフリッカ成分(1Hz~20Hz成分)を抽出し、抽出したフリッカ成分が0となるように装置から出力を行う。

3. フィールド試験

試作機は、中国電力(株)管内の配電系統の内、補償効果を検討しやすいように電圧変動、フリッカが比較的大きく、亘長が約8kmの高圧配電系統に



第2図 各補償機能の制御イメージ
各補償機能の制御イメージを示す。本装置は4つの補償機能を持ち、電圧検出のみで補償する。



第3図 フィールド試験結果

フィールド試験結果を示す。各補償が装置容量内で、ほぼ目標範囲内に補償されている。

設置した。無効電力補償装置は、亘長が長い（インダクタンス成分が大きい）程、補償効果が小さくなる。

フィールド試験では、全機能により補償を行い、電圧変動補償・高調波補償・電圧不平衡補償・フリッカ補償の4つの補償機能について評価した。

第3図にフィールド試験期間より抜粋した1週間の試験結果を示す。グラフは上から系統電圧（電圧変動補償）、電圧不平衡率（電圧不平衡補償）、 ΔV_{10} （フリッカ補償）、装置出力を示し、グラフの斜線部は各補償の目標範囲（装置出力のみ装置容量）を示している。

3.1 電圧変動補償

系統電圧は電圧変動補償の目標電圧範囲内に補償することができた。また、電圧変動補償の有無により系統電圧の変動範囲が70~170V程度減少する補償効果があった。

3.2 高調波補償

本装置の高調波補償は拡大高調波の抑制であるため（系統に元からある高調波に対しては効果が小さくなる）、目標範囲外となる場合が見られるが、高調波補償を行うことで総合電圧ひずみ率（THD）の最大値が補償前の85%に減少し、補償効果を確認できた。

3.3 不平衡補償

電圧不平衡率はほぼ目標の1%以内に補償することができた。電圧不平衡補償の有無により電圧不平衡率は平均約0.1ポイントの改善となった。

3.4 フリッカ補償

フリッカ補償を行うことで、 ΔV_{10} は目標範囲内である0.2%以内に補償することができた。

4. む す び

電力品質を一括して補償するための多機能アクティブフィルタのフィールド試験機を試作した。実配電系統に設置し、電圧変動補償・高調波補償・不平衡補償・フリッカ補償の補償効果を確認することができた。今後は製品化に向けた検討を行っていく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



藤井繁雄 Shigeo Fujii
中国電力(株)



坪根浩二 Koji Tsubone
中国電力(株)



鈴木茂之 Shigeyuki Suzuki
電力品質ソリューションの開発・企画に従事



植田喜延 Yoshinobu Ueda
電力品質ソリューションの開発・企画に従事