

# 分散電源対応型 SVR制御方式の開発

梶田 寛<sup>※1</sup> 神部 晃<sup>※1</sup>  
Hiroshi Kajita Akira Kanbe  
符川 謙治<sup>※2</sup> 角倉 慎哉<sup>※3</sup>  
Kenji Fugawa Shinya Kadokura

Development of SVR control system for dispersed power supply

## 1. まえがき

近年、高圧(6.6kV)配電線には、太陽光発電、熱併給発電(Co-generation)など分散電源の連系が増えてきている。この背景には、地球規模の温暖化防止対策としてCO<sub>2</sub>排出抑制のための太陽光や風力などの自然エネルギーの利用や、電力自由化に伴う各自治体や企業の発電事業への参入などがある。今後、こうした分散電源はさらに増加していく傾向にある。

一方、電力の安定供給とその品質管理は、今日の高度情報化社会を支える重要な役割を果たしている。特に、配電線系統はユーザに直結しており、電力会社では電力の品質向上に対し様々な施策が行なわれている。その一つに、配電線系統への自動電圧調整器(以下、SVR: Step Voltage Regulator)の設置がある。SVRは、配電線の電圧降下を補償するため、系統の途中に直列に設置され、自動的に変圧器のタップを切換えて電圧を調整する装置である。

従来の系統ではSVRは有効に電圧調整を行なっていたが、近年の分散電源連系に伴い、系統が変化してきたため、SVRの電圧調整が適切に行えないという問題が懸念されている。この問題は、系統状態により複雑な様相を示し、各電力会社や関係企業で研究が行われている。当社においても、かねてより「配電線系統の電圧解析手法<sup>1)</sup>」など、複雑化する配電線系統に対する解析手法の構築を行なってきた。

今回、分散電源に対応したSVR制御方式の開発にあたり、現状の問題点と既に実用化されている制御方式の整理を行なうとともに、配電線系統の状態を把握するための基礎解析を行なった。それらの結果をもとに、独自の制御方式を開発し(特許出願中)、検証機の製作を行なって新制御方式の妥当性を確認した。

なお、本開発は、中部電力株式会社殿との共同研究で実施したものである。以下にその内容を紹介する。

## 2. 従来型制御方式と問題点

### 2.1 従来型SVRの制御方式

#### (1) 系統接続と電力潮流

SVRは、配電線の系統接続とSVRを通過する電力の方向すなわち電力潮流により、最適となるタップへの制御の仕方が異なる。SVRの運転状態の定義を図1に示すが、系統接続状態と電力潮流状態の組合せで、運転モードはI~VIの6

系統接続		
順送	変電所側(電源)	末端側(負荷)
逆送	末端側(負荷)	変電所側(電源)

(a) 系統接続

電力潮流		
順潮流		
逆潮流		

(b) 電力潮流

運転モード	系統接続	電力潮流
I	順送	順潮流
II	逆送	逆潮流
III	順送	逆潮流
IV	逆送	順潮流

(c) 運転モード

図1 SVRの運転状態

種類に分類される。このなかで、系統接続がループの状態(VとVI)は、系統切替作業中の短時間の状態で、通常はSVRの動作に影響はない。

#### (2) 運転モードと電力潮流

従来の系統であれば、配電線に分散電源が連系されていないので、運転モードはIかII、すなわち「順送-順潮流」か「逆送-逆潮流」モードしかなかった。このため、交流電力方向リレー(67リレー)にて、電力潮流を調べ、運転モードがIかIIかを判定して、SVRの制御方向を切換えることにより良好に電圧調整を行なうことができた。

ところが、近年、分散電源が多く連系されるようになり、運転モードがIIIかIVの状態の発生が考えられるようになった。このような場合にSVRの制御をどのようにしたら良いかが、近年浮上してきた問題である。この問題の解決方法を本稿で検討する。

#### (3) 従来型の制御方式

従来型の制御方式には2種類の方式がある。いずれの方式でも、運転モードIの場合は二次側電圧調整を行ない、タップ切換により二次側を設定電圧に近づける制御動作をする。

※1 開発環境事業部 新技術開発G  
※3 中部電力株式会社 販売本部 配電部

※2 電力事業部 変圧器設計G

運転モードⅡの場合に、次の2種類の制御方式がある。

① 逆送タップ固定方式

逆送時の場合にタップを固定する方式。一般的には素通しタップか一次側昇圧のタップ位置に固定する。

② 双方向電圧調整方式

逆送時の場合にも、電圧調整を行なう方式。すなわち、この場合には一次側電圧調整を行なうことになり、タップの上げ下げ操作が順送制御とは逆になる。

Ⅲ、Ⅳの場合には正常な動作とならないことがわかる。

(3) 問題解決方法の方針検討

基本的にSVRは、系統に接続されて自律的に電圧調整を行なう機器であるので、従来のSVR単体では系統接続状態の判断が困難とされていた。

これを解決する方法として、配電線自動化システム等の、系統全体を把握できるシステムからの遠隔情報を受けて、接続を判断する方法も考えられる。しかし、このためにはSVRの遠視化や、自動化システムへのSVRの取込みなどでコストアップとなる。

一方、自律制御を崩すのであれば、配電線系統全体の電圧調整をするシステムを新しく考えなければとの議論もある。

さらに、次に述べるように、系統接続状態によるSVR電圧制御の問題だけでなく、電源と負荷のインピーダンス比により逆制御となる問題も検討のなかで判明してきた。

そこでさらに検討を進め、SVR自体で自律的に最適な制御方法を判断できる検出方式を探求することにした。

2.2 従来型制御の問題点

(1) 電力潮流による系統接続判断

従来の67リレーによる検出は、電力潮流によって順送か逆送かの判断をしているため、運転モードⅢとⅣでは順送と逆送を逆に判断してしまうという問題がある。

(2) 逆判断時のSVR動作例

実際の問題がどのように発生するかを図2に示す。運転モードⅠ、Ⅱの場合には正常に電圧調整をするが、運転モード

運転モード	系統モデル図	逆送タップ固定方式	双方向電圧調整方式
運転モードⅠ 順送-順潮流	<p>潮流 →</p> <p>変電所 A (S/S) → FCB → 一次側 → SVR → 二次側 → FCB → 変電所 B (S/S)</p> <p>〈順送判断：正〉</p> <p>FCB：フィード用遮断器</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>SVR 基準電圧</p> <p>変電所 A SVR 設置点 負荷側</p> <p>SVR二次側電圧を一定に調整する。</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>SVR 基準電圧</p> <p>変電所 A SVR 設置点 負荷側</p> <p>SVR二次側電圧を一定に調整する。</p>
運転モードⅡ 逆送-逆潮流 (系統切替)	<p>潮流 ←</p> <p>変電所 A (S/S) → FCB → 一次側 → SVR → 二次側 → FCB → 変電所 B (S/S)</p> <p>〈逆送判断：正〉</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>昇圧固定時</p> <p>素通し固定時</p> <p>負荷側 SVR 設置点 変電所 B</p> <p>SVR一次側を昇圧固定または素通しタップへ固定する。</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>SVR 基準電圧</p> <p>負荷側 SVR 設置点 変電所 B</p> <p>SVR一次側電圧を一定に調整する。</p>
運転モードⅢ 順送-逆潮流 (分散電源連係)	<p>潮流 →</p> <p>変電所 A (S/S) → FCB → 一次側 → SVR → 二次側 → FCB → 変電所 B (S/S)</p> <p>分散電源 G</p> <p>〈逆送判断：誤〉</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>素通し固定時</p> <p>昇圧固定時</p> <p>変電所 A SVR 設置点 分散電源 負荷側</p> <p>SVR一次側を昇圧固定または素通しタップへ固定する。固定タップ位置は本来一次側を考慮して決められるため、二次側電圧が意図した電圧にならない場合がある。</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>SVR 基準電圧</p> <p>変電所 A SVR 設置点 分散電源 負荷側</p> <p>電圧が異常低下</p> <p>下限切替</p> <p>昇圧動作</p> <p>電圧が異常上昇</p> <p>上限切替</p> <p>降圧動作</p> <p>SVR二次側電圧を一定に調整する。しかし一次側は変電所が接続されているため電圧はほとんど変化せず、二次側電圧が変化する。これによりタップは極限まで移行し、結果的に二次側電圧が異常に上昇または低下することとなる。</p>
運転モードⅣ 逆送-順潮流 (分散電源連係)	<p>潮流 ←</p> <p>変電所 A (S/S) → FCB → 一次側 → SVR → 二次側 → FCB → 変電所 B (S/S)</p> <p>分散電源 G</p> <p>〈順送判断：誤〉</p>	<p>管理電圧上限</p> <p>管理電圧下限</p> <p>昇圧動作</p> <p>電圧が異常低下</p> <p>下限切替</p> <p>昇圧動作</p> <p>電圧が異常上昇</p> <p>上限切替</p> <p>降圧動作</p> <p>負荷側 分散電源連係点 SVR 設置点 変電所 B</p>	<p>「逆送固定タップ方式」「双方向電圧調整方式」共に通常の順送-順潮流制御を行うためSVR二次側を一定に調整する。しかし二次側は変電所が接続されているため電圧はほとんど変化せず、一次側電圧が変化する。これによりタップは極限まで移行し、結果的に一次側電圧が異常に上昇または低下することとなる。</p>

図2 各系統状態におけるSVR動作

### 3. SVR電圧制御の基礎解析

#### 3.1 電圧計算

まず、SVRによる電圧制御の原点に戻って、解析検討を行なうこととした。

分散電源の有無など、異なった系統で、SVRの二次側に対する一次側のインピーダンスの比( $k$ )を変えて、SVRの電圧制御結果がどのようになるかを調べた。

素通しタップから二次側電圧を1タップ上げる操作をして、その操作前後の電圧を計算して比較した。計算に際しては、変電所を定電圧電源、分散電源を定電力電源として扱った。各運転モードの計算結果を、図3~5に示す。なお、分散電源のインピーダンス表現などの計算方法は、参考文献(1)を参照されたい。

#### 3.2 計算結果

##### (1) 運転モードⅠ/Ⅱ

運転モードⅠ(Ⅱも同様)の計算結果を図3に示す。

計算結果より、インピーダンス比 $k$ の値が大きく(電源側のインピーダンスが大きく)なると、タップ上げ操作後の電圧変化量が小さくなる。 $k > 0.3$ で、二次側の上昇値より一次側の降下値のほうが大きい不足制御となり、さらに $k > 1$ になると一次側、二次側ともに電圧が下がってしまう逆制御となることがわかる。

このような不足制御や逆制御は、非常に巨長の長い配電線の末端にSVRが設置され、その二次側に大容量の負荷が接続された場合に発生する。

しかし、電圧管理がなされた現実の配電線系統では、ほとんどが $k < 0.3$ 以下であると推測される。仮に不足制御の領域が存在したとしても、前段に設置されたSVRにより電圧が調整され、系統全体としては正常に電圧調整が行なわれていると考えられる。

##### (2) 運転モードⅢ/Ⅳ

運転モードⅢ(Ⅳも同様)の計算結果を図4に示す。

この場合は、系統接続と電力潮流が逆転する場合で、分散電源の容量を負荷容量よりも大きくしている。分散電源の容量は負荷容量の1.1倍と1.4倍の2種類で計算した。

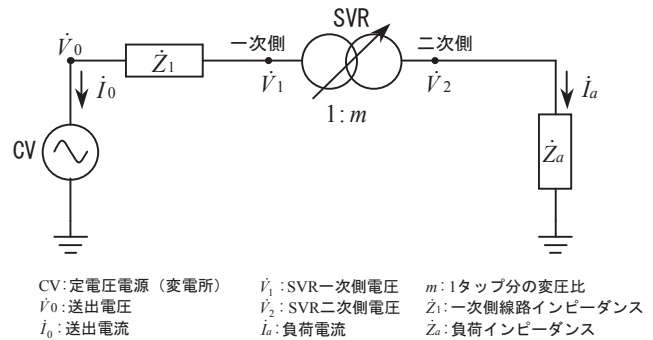
計算結果は、分散電源の容量により多少異なるが、不足制御となる領域は $k > 0.7$ 、逆制御となる領域は $k > 1.1$ の領域であることがわかる。運転モードⅢにおける不足制御や逆制御は、巨長の長い配電線の末端に大容量の分散電源が連系された場合に発生する。こうした現象は、今後の配電線系統の構築や運用において考慮すべき事象の一つとなってくる。

##### (3) 運転モードⅤ/Ⅵ

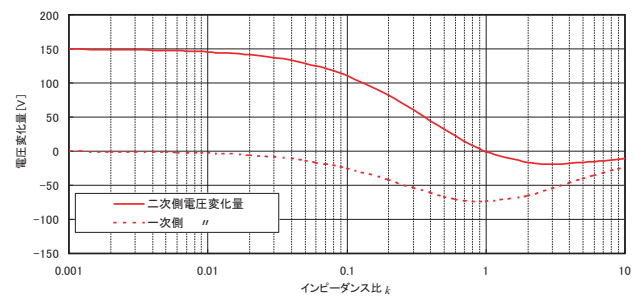
基礎解析の目的で、系統ループ状態についても計算を行な

った。結果を図5に示す。

この場合は、 $k = 1$ 付近で中間制御となり、 $k > 1$ で不足制御となることがわかる。逆制御は存在しない。

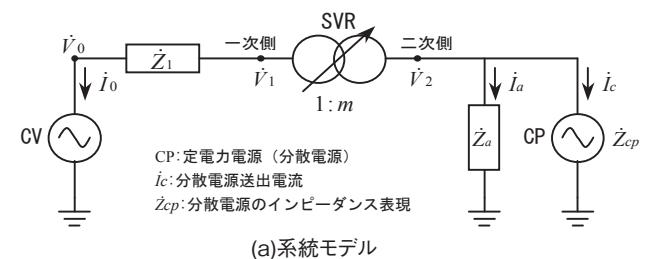


(a) 系統モデル

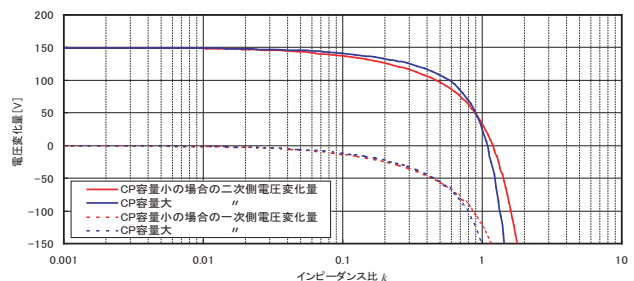


(b) 計算結果

図3 運転モードⅠの電圧計算結果

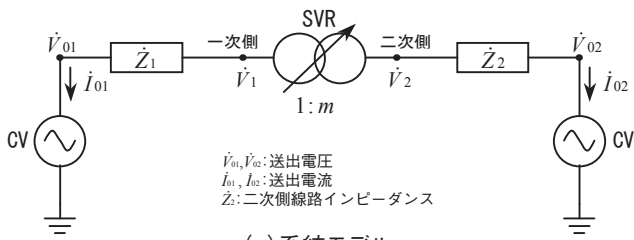


(a) 系統モデル

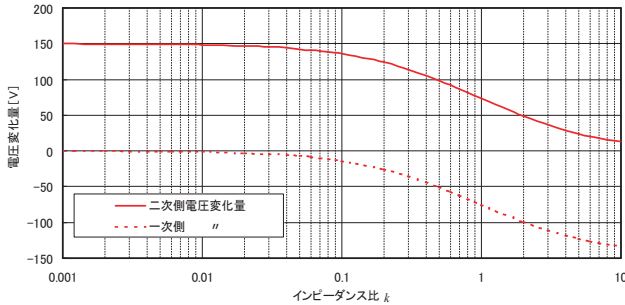


(b) 計算結果

図4 運転モードⅢの電圧計算結果



(a) 系統モデル



【計算条件】  $\dot{V}_{01} = \dot{V}_{02} = 6600$  [V]  $Z_1 = kZ_2$   $k = ke^{j\theta}$   $\theta = 0$   $m = 1.023$

(b) 計算結果

図5 運転モードVの電圧計算結果

### 3.3 解析結果のまとめ

解析の結果、SVRの二次側に対する一次側のインピーダンスの比 $k$ の値により、SVRの制御結果の様相が変化することがわかる。このことは、系統接続や電力潮流の如何にかかわらず、インピーダンス比で判断すれば、SVRの制御方法が決定できることを示唆している。

計算結果のまとめとして、SVRの制御結果とインピーダンス比との関係を、図6に示す。

この結果より、逆制御となる $k$ の領域が明確になった。すなわち、SVRによる電圧制御が正常となる領域(不足制御も正常範囲内)は、 $k < 1$ の領域としてさしつかえない。これにより、SVRの電圧調整は、 $k < 1$ であれば、通常の順送制御(二次側電圧調整)とし、 $k > 1$ であれば、逆送制御(固定タップまたは一次側電圧調整)とすれば良いことがわかった。

SVR 電圧制御	電圧変化(タップ)上げ操作	運転モード		
		I / II	III / IV	V / VI
正常制御		$k < 0.3$	$k < 0.7$	$k < 1.0$
中間制御		$k \approx 0.3$	$k \approx 0.7$	$k \approx 1.0$
不足制御		$0.3 < k < 1.0$	$0.7 < k < 1.1$	$k > 1.0$
逆制御		$k \geq 1.0$	$k \geq 1.1$	—

図6 SVR制御結果一覧

## 4. 分散電源対応SVR制御方式

### 4.1 既存の制御方式

分散電源に対応したSVRの制御方式として、現在までに次のような方式が提案されている。

#### (1) 電圧変化量判定方式<sup>(2)</sup>

SVRのタップ切換時に電圧変化量を計測し、SVRの制御方法を決定する。

#### (2) インピーダンス判定方式<sup>(3)</sup>

SVRのタップ切換時に電圧・電流変化量を計測し、それからシステムのインピーダンスを計算し、SVRの制御方法を決定する。

#### (3) 遠方制御判定方式<sup>(4)</sup>

遠方からの素通し制御の有無により、逆送を判断する方法である。逆送する場合に一旦SVRを素通し制御することを利用し、SVRの制御方法を決定する。

#### (4) 各方式のまとめ

各方式の比較を表1に示す。いずれも、一長一短あり、SVR単独でかつ確実に判定できる方式が望まれている。

### 4.2 インピーダンス比判定方式

筆者らは、SVR単独でかつ確実に判定できる新しい方式として、「インピーダンス比判定方式」を考案した。

#### (1) 制御判定原理

この方式は、SVRの二次側に軽負荷を短時間挿入し、その時の電流値のみの変化でもって、SVRの一次側と二次側とのインピーダンス比を求めて制御を判定する方式である。微少な電圧変化量の測定を必要としないところが、本

表1 分散電源対応電圧制御方式の現状比較

方式	判定方法	特徴
電圧変化量判定方式	SVRのタップ切換時に、一次側と二次側の電圧変化量を計測する。負荷側の電圧変化量に比べて変電所側の電圧変化量が小さくなることに着目して、電圧変化量の大きい方を調整する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>SVR単独での判定が可能。</li> <li>判定にタップ切換を必要とする。</li> <li>微小な電圧変化を測定する必要がある。</li> </ul>
インピーダンス判定方式	分散型電源が連系された場合でも、負荷側のインピーダンスに比べて変電所側のインピーダンスが小さいことに着目して、インピーダンスの大きい方を調整する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>インピーダンス検出方式のため信頼性は高い。</li> <li>SVR単独での判定が可能。</li> <li>判定にタップ切換を必要とする。</li> <li>微小な電圧変化量を測定する必要がある。</li> </ul>
遠方制御判定方式	配電線のループ切替・切戻の際、遠方からの素通し制御によりSVRのタップを一旦素通ししている。この素通し制御の有無により、制御方法を決定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>配電線自動化システムによる制御のため信頼性はきわめて高い。</li> <li>遠方化対応SVRしか適用できない。</li> <li>SVR単独では判定できない。</li> </ul>

方式の優れた特徴である。本方式による制御判定原理を図7に示す。インピーダンス比 $k < 1$ で二次側電圧調整、 $k \geq 1$ で一次側電圧調整とする。

## (2) 本方式の特長

### ① 系統に対して大きな電圧変動を与えない

電圧変化量判定方式や、インピーダンス判定方式に見られるような大きな電圧変化は発生させない。判定用負荷は軽負荷で良く、電圧変動は無視できる。

### ② 判定にタップ切換を必要としない

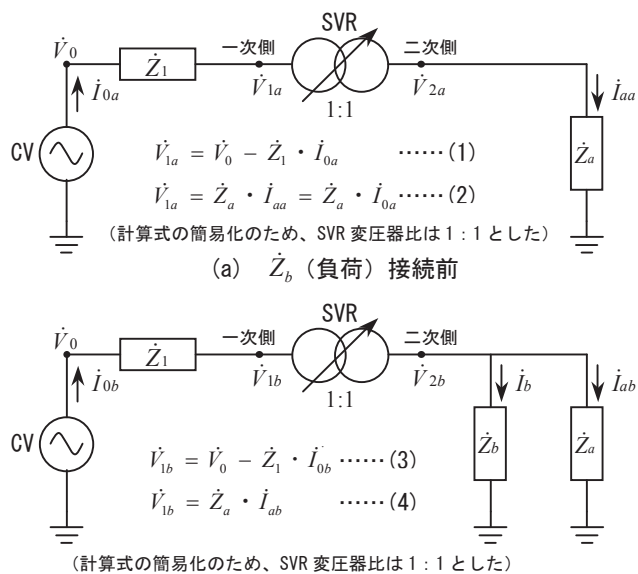
電圧変化量判定方式やインピーダンス判定方式は、判定動作にタップ切換を必要とするので、判定結果によっては、タップの切戻しが発生する。本方式では、このようなタップの切戻しがないため、タップ切換回数は従来のSVRと同じになり、切換器の寿命に影響を与えるようなことはない。

### ③ 電流のみの判定で良い

インピーダンス判定方式では、タップ切換時の、一次側および二次側の電圧・電流変化量を計測する必要がある。これに対して、本方式では、電流のみの測定で、インピーダンス比が求められる。

### ④ ループ送電に近い場合にも対応可能

分散電源が大容量で、かつ定電圧制御されるような場合は、図5に示すループ送電に近い系統状態になるが、その場



$$\begin{aligned} (1)、(3) \text{ 式から} \quad \dot{Z}_1 &= \frac{\dot{V}_{1a} - \dot{V}_{1b}}{\dot{I}_{0b} - \dot{I}_{0a}} \\ (2)、(4) \text{ 式から} \quad \dot{Z}_a &= \frac{\dot{V}_{1a} - \dot{V}_{1b}}{\dot{I}_{0a} - \dot{I}_{ab}} \\ \therefore k &= \left| \frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_a} \right| = \left| \frac{\dot{I}_{0a} - \dot{I}_{ab}}{\dot{I}_{0b} - \dot{I}_{0a}} \right| \quad \dots\dots (5) \end{aligned}$$

$k < 1$  の時、SVR 二次側電圧調整  
 $k \geq 1$  の時、SVR 一次側電圧調整

### (c) 判定式

図7 制御判定原理

合でも、インピーダンス比を判定条件としているため、適切なSVR制御が可能となる。

## 5. 模擬配電線での性能検証

### 5.1 検証機の構成と動作概要

今回考案したインピーダンス比判定方式を搭載した検証機を製作した。

#### (1) システム構成

検証機は、模擬SVR本体、SVR制御箱、負荷投入装置、インピーダンス比判定ユニットの構成とし、3Φ 275V 模擬送電線試験装置(中部電力株式会社 技術研究所設備)で試験が行なえるように製作した。

検証機のシステム構成を図8に、概略仕様を表2に示す。

模擬SVR本体として、従来のSVRを模擬したタップ変圧器とタップ切換器を製作し、SVR制御箱は製品実機を使用した。負荷投入装置は、投入抵抗とサイリスタSWで構成し、模擬系統に抵抗を短時間投入できるようにした。インピーダンス比判定ユニットでは、A/D変換器やCPUを使用して、今回考案した演算・判定処理を行なう。

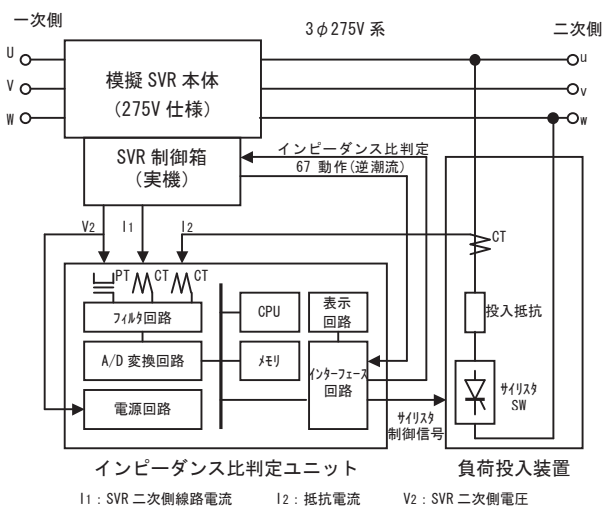


図8 検証機のシステム構成

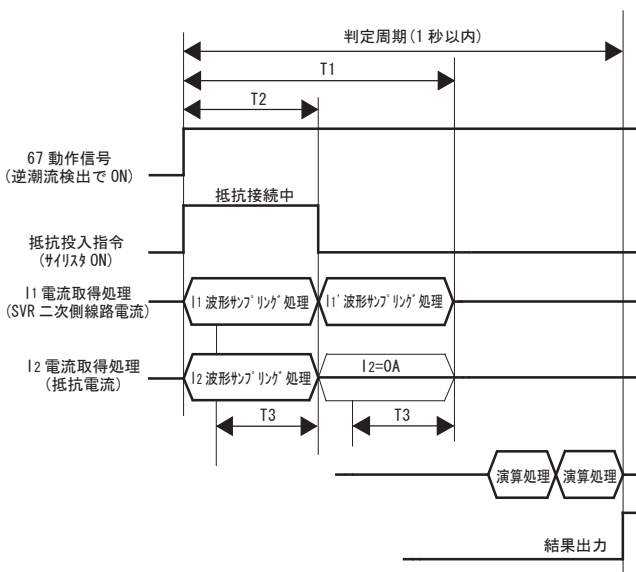
表2 検証機の概略仕様

構成装置		概略仕様
SVR本体	タップ変圧器	275V 仕様 6タップ付き
	タップ切換器	6段切換(素通しタップ4)
SVR制御箱		中部電力殿施設5000kVA仕様(シーケンス回路改造)
負荷投入装置	サイリスタSW	定格電流 150A(実機用)
	投入抵抗	200Ω~750Ω
インピーダンス比判定ユニット	定格入力	電流(I1, I2): AC5A、電圧(V2): AC110V
	定格周波数	60Hz(57Hz ~ 63Hz)
	制御電源	AC110V (AC80V ~ 137.5V) 35VA以下
	CPU	32bit RISC マイコン
	A/D変換器	分解能12bit
	検出抵抗接続時間	0.1秒~0.5秒(可変)
	67検出用タイマー(67T)	10秒~180秒(既設67仕様)

## (2) 判定動作

インピーダンス比判定時の演算・判定シーケンスを図9に示す。判定の動作開始は、SVR制御箱の67動作信号をトリガとしている。67動作信号が有効となった後、投入抵抗を模擬系統へ所定の短時間接続する。接続中のSVR二次側線路電流( $I_1$ )と抵抗電流( $I_2$ )の波形と開放後の線路電流( $I_1'$ )波形を記憶した後、図9の演算式に従ってインピーダンス比 $k$ を求め、制御方法を判定する。

判定タイミングについては、今回のトリガ(67動作信号)とは別に、各種要因をトリガとすることも可能である。例えば、タップ切替時の信号をトリガとすることでタップ切替前後に判定を実施したり、タイマーなどを用いた定期的な判定、さらには数回の連続判定動作などが可能である。定期的な判定の実施は、逐次変化する系統状態に対し柔軟に対応できるとともに、検出信頼度の向上にもつながる。



T1=500ms: 波形取込み期間 (可変設定)  
 T2=250ms: 抵抗投入時間 (T1 連動可変)  
 T3=166ms: 波形演算範囲 (T2 連動可変)

演算式

$$|j_1| = |i_1' - i_1 + i_2|$$

$$|j_a| = |i_1 - i_1'|$$

$$k = \frac{|j_1|}{|j_a|} \begin{pmatrix} i_1: \text{SVR 二次側線路電流 (接続中)} \\ i_1': \text{'' (開放)} \\ i_2: \text{抵抗電流 (接続中)} \end{pmatrix}$$

判定式

$$k < 1 \cdot \text{SVR 二次側電圧調整}$$

$$k \geq 1 \cdot \text{SVR 一次側電圧調整}$$

図9 演算・判定シーケンス

## 5.2 検証結果

検証試験は、運転モード I (順送 - 順潮流) とモード II (逆送 - 逆潮流) およびモード III (順送 - 逆潮流) の3つの運転モードについて行なった。試験の概要を図10に示す。

試験は、各運転モードにおいて、負荷の容量や力率を変

化させた。また、分散電源連系時には、その容量を変化させて行なった。こうした条件においてインピーダンス比判定結果とSVR制御動作について確認を行ない、良好な結果が得られた。

また、本試験では、各運転モードにおいて、投入する抵抗値および投入時間を変化させて、抵抗投入時の系統変動の確認も行なった。分散電源連系時の判定動作波形の一例を図11に示す。

本方式は、短時間ながら配電線系統に抵抗を投入するので、系統に悪影響を与えないためには、投入する抵抗値は極力大きくし、投入時間は極力短くすることが理想的である。今回は実配電線系統へ適用するためのこうした各種データ収集も行なうことができた。

運転モード	試験回路・試験概要
運転モード I 順相-順潮流	<p>【試験回路】</p> <p>【試験概要】 SVR一次側に変電所が接続された標準的な系統運用状態。この状態において可変模擬負荷の容量、力率を変化させて、インピーダンス比判定動作を手動にて実施した。</p> <p>【判定基準】 インピーダンス比判定: <math>\frac{ Z_1 }{ Z_a } &lt; 1</math></p> <p>【SVR制御動作】: 二次側電圧調整</p>
運転モード II 逆相-逆潮流 (系統切替)	<p>【試験回路】</p> <p>【試験概要】 系統切替によりSVR二次側に変電所が接続された状態で、電力がSVR二次側から供給されている状態。この状態において可変模擬負荷の容量、力率を変化させて、インピーダンス比判定動作を手動にて実施した。</p> <p>【判定基準】 インピーダンス比判定: <math>\frac{ Z_1 }{ Z_a } &gt; 1</math></p> <p>【SVR制御動作】: 一次側電圧調整</p>
運転モード III 順相-逆潮流 (分散電源連係)	<p>【試験回路】</p> <p>【試験概要】 SVR一次側に変電所が接続された標準的な系統運用状態においてSVR二次側に分散電源が連系された状態。この状態において分散電源の出力を徐々に上げ、SVRの67を動作させた時のインピーダンス比判定動作を確認した。試験は可変模擬負荷の容量、力率を変化させて行なった。</p> <p>【判定基準】 インピーダンス比判定: <math>\frac{ Z_1 }{ Z_a } &lt; 1</math></p> <p>【SVR制御動作】: 二次側電圧調整</p>

図10 検証試験概要

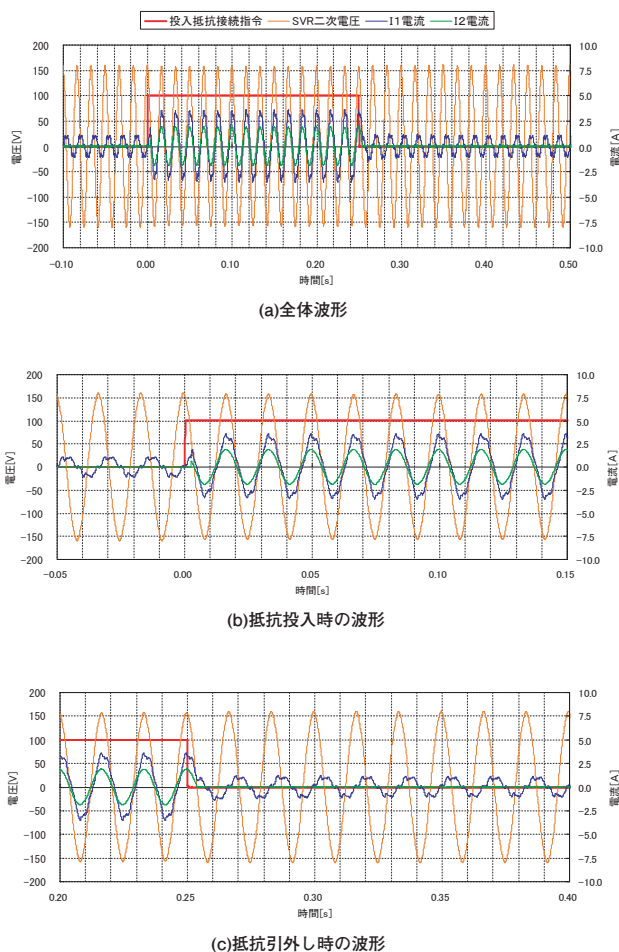


図11 判定動作時の過渡波形(運転モードⅢ)

## 6. あとがき

分散電源が連系した場合に発生する、従来型SVRの制御方式の問題点を整理するとともに、SVR電圧制御の基礎解析を行なった。この解析により、二次側インピーダンスに対する一次側インピーダンスとの比 $k$ と、SVR制御による電圧変化の様相を把握した。こうした検討を踏まえ、新しいSVR制御方式として独自の「インピーダンス比判定方式」を考案し、検証機を製作してその妥当性を確認した。

今後は、本方式を採用した分散電源対応型SVRの実用化検討を進めていく予定である。さらに、各電力会社や関係企業の動向を十分調査した上で、適切なタイミングを見計らって、本方式を採用した新型SVRの製品開発を行ない、市場投入を図っていく予定である。

最後に、本方式の開発および性能検証のための試験設備の使用などに御協力いただいた中部電力株式会社殿、ならびに関係各位に感謝する次第である。

## 参考文献

- (1) 佐藤、他：「配電線系統の電圧解析手法」愛知電機技報No.23(2000)
- (2) 佐々木、他：「高速応答を可能にしたTVRとその実証試験」電学論B Vol.123 No.9(2003)
- (3) 平野、平井：「分散電源対応型新制御方式SVRの開発」電気現場技術2月号(電気情報社2003)
- (4) 松浦、松嶋：「デジタル制御型高圧電圧調整器の開発」電気評論4月号(電気評論社2003)