

# 受変電用デジタル保護リレー装置

\*1 牧野 喜郎(まきの よしろう)

\*2 松村 基史(まつむら もとふみ)

\*3 西村 裕美(にしむら ひろみ)

\*4 湯谷 浩次(ゆたに こうじ)

## ① まえがき

一般産業、公共、電鉄分野における受変電設備保護用には、従来から長年の実績のある電磁形単体リレーを基にした保護装置が広く採用されている。

しかし、近年は受変電設備の拡大及び複雑・多様化が進む中で、より一層の性能及び信頼性の向上、保守・点検の省力化、多機能化、設備スペースの縮小化などが要求されてきている。一方、保護リレーを構成するハードウェアは、半導体素子、マイクロプロセッサ技術の急速な発展によりデジタル化が進み、前述の諸要求と整合のとれた装置の実用化が拡大している。

これらの背景から、本稿では装置システム形の受変電用デジタル保護リレー装置の実際の適用例をもとに、その適用方法、性能及び保守性などを中心に述べる。

## ② 受変電設備保護への適用

### 2.1 受変電設備の特徴

一般産業、公共、電鉄分野の各種受変電設備にはそれぞれに特徴があり、保護リレー装置を適用するには十分にそれらを考慮した構成・性能とする必要がある。その主な特徴及び保護リレー装置への要求事項を表1に示す。

ソフトウェアで柔軟に対応できるデジタル保護リレー装置は、これら各分野の特徴的ニーズに対応しやすい能力を有している。デジタル保護リレー装置の主な特長を以下に示す。

#### (1) 信頼性の向上

ハードウェアの共通化、標準化あるいは自動監視機能の

付加拡大により信頼性の向上が図れ、特性も経時的に安定である。

#### (2) 保守・点検の省力化

自動監視機能の充実による定期点検間隔の延長、及び定期点検項目の簡素化による省力化が図れる。

#### (3) 小形・低負担化

複数の保護リレー機能が同一のソフトウェアデータで共用できることから、入力部の縮小化・低負担化が図れる。

#### (4) 機能・性能の向上

保護対象とする系統条件に適合した特性がソフトウェアにより容易に実現でき、またデジタルフィルタの活用により、ひずみ波入力に対して一層安定した性能が得られる。

### 2.2 適用上考慮すべき事項

各分野の受変電設備にデジタル保護リレー装置を適用するにあたっては、各種ニーズに適合した機能を具備することはもとより、保護対象とする設備の重要度、及び保護リレー機能の集中処理に伴う装置不良発生を考慮したシステム構成（ソフトウェアとハードウェアとの役割分担も含む）、経済性並びに設備の運用形態・保護区分・電源区分などにも十分に配慮した装置構成とする必要があり、適用に当たっての留意点をまとめると以下ようになる。

- (1) 保護リレー機能の一括処理・多種機能の統合化と、信頼性の面から要求される機能分散との協調
- (2) 保護区分による設備保護能力と、他設備の保護協調(後備保護機能)との整合
- (3) 他装置とのインタフェースの簡素化
- (4) 装置の縮小化
- (5) 低コスト化

表1 分野別の特徴及び要求事項

項目 分野	特徴・特殊性	要求・期待事項
一般産業・公共分野	・受変電設備として成熟しており、保護機能・性能は定形化している。	・従来機能に対する低コスト化 ・多機能化メリットを生かしたトータルコストダウン化
	・メタクラ(6.6kV程度)と一体化した装置構成が主流である。	・単体形リレーの小形化・多機能化 ・スペースファクタの向上(縮小化)
	・設備の規模も様々であり、増設・改造も比較的多い。	・柔軟な設備対応 ・増設・改造時の簡略化
電鉄分野	・公共輸送機関への給電で重要な役割である。	・信頼性の向上(高信頼性の追求)
	・鉄道の沿線に変電設備を設置するため、設備数が多い。	・保守・点検の省力化(メンテナンスフリー化)
	・設備の自動化が進んでいる。	・計測・記録機能を合体した多機能化
	・直流き電線により整流器負荷が多い。	・高調波応動形保護リレーの適用 ・直流用保護リレーの適用 ・整流器(サイリスタ)制御保護装置との統合

\*1 総合技術第二部 交通技術部 \*2 総合技術第一部 変電技術部 \*3 総合技術第一部 システム技術部 \*4 総合技術第一部 電力系統開発部

これらを十分に考慮したうえで、周辺装置及び機器との整合を図りながら適用していくことが重要である。

### ③ 標準的なデジタル保護リレー装置の概要

#### 3.1 装置構成

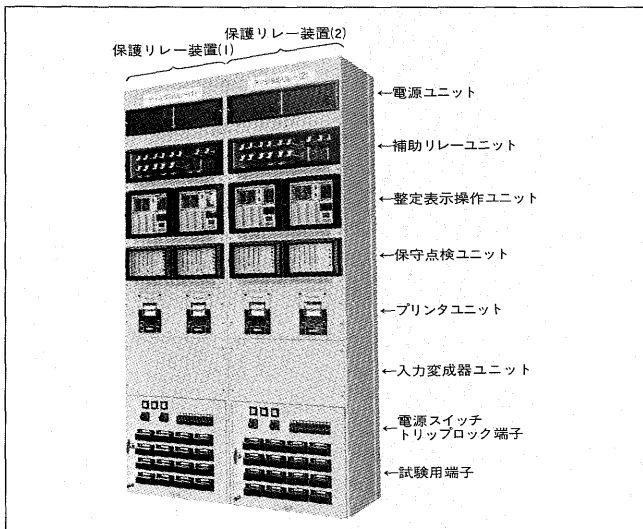
標準的な受変電用デジタル保護リレー装置の仕様一覧を表1に示す。図1に変圧器2バンク・12フィード分の保護リレー機能を2面で構成した例を示す。

#### 3.2 システム構成

保護リレー装置は保護範囲内の事故を正確に検出し、遮断することが主な役割である。したがって、何らかの原因による保護リレー装置の誤動作・誤不動作は、電力の不要な供給停止や、事故の波及拡大を招くおそれがあり、重要な設備保護には多重化多系列のシステム構成とする場合がある。

今日ではシステム信頼度の向上、保守・運用面を考慮し、

図1 外観図例 (2面構成/変圧器2台・12フィード保護)



N89-4747-6

表2 装置仕様一覧表

項目	仕様内容
盤構造	盤寸法 前後盤構造の閉鎖形・自然空冷方式 寸法：幅700mm×高さ2,300mm×奥行450mm+名称板110mm
	盤体取付品 電源ユニット(2台)、マイクロプロセッサユニット(最大4台)、補助リレーユニット(1台)、プリントユニット(最大2台)、試験用端子(最大16台)、ロック端子、電源スイッチ、表示灯など
定格	電圧・電流 相電圧63.5V, 線間電圧110V(190V), 相電流1A(1.7A), 周波数50Hz又は60Hz
	制御電源 直流制御電源(主電源) 110V (-20%~+30%変動) 交流制御電源(点検用電源) 110V又は220V(±15%変動)
	環境条件 周囲温度-10~+40℃, 相対湿度30~90%
実装容量	アナログ入力 アナログ入力点数(電流・電圧要素の合計) 最大64点
	デジタル入出力 入力点数(最大64点), 出力点数(最大64点), 補助リレー(最大30個)
保護リレーの実装容量(ソフトウェア)	66kV/6.6kV(非接地系)受変電設備用で、標準容量として受電線(1フィード)、変圧器(1台)、単母線、6フィードを保護対象とする。 内訳例 <ul style="list-style-type: none"> <li>・過電流リレー(51) 2段限時動作形 18台</li> <li>・電流比率差動リレー(87) 高調波抑制付 3台</li> <li>・地絡方向リレー(67G) 非接地系用 6台</li> <li>・地絡過電流リレー(51G) 段限時動作形 1台</li> <li>・地絡過電圧リレー(64) 段限時動作形 1台</li> <li>・不足電圧リレー(27) 段限時動作形 2台</li> </ul>

主・後備を含めた二重化2系列方式が一般的であるが、富士電機では経済性を優先する場合には特長のある二重化1系列フェイルソフト方式の構成を提案している。表3にシステム構成比較表を示す。

フェイルソフト方式には、表4に示すようなオンラインで行える方式もあり、従来装置ではハードウェア数が増加し実用化が困難であったが、ソフトウェアにより機能実現ができるデジタル形の特長を効果的に利用して可能としたものである。

#### 3.3 デジタル化の特長を生かした機能例

##### 3.3.1 保護機能

###### (1) 変圧器保護比率差動リレー

変圧器の励磁突入電流による誤動作防止対策として、第2高調波抑制方式を適用しているが、デジタルフィルタにより第2高調波成分のみを正確に抽出し、高感度かつ確実な抑制を行うとともに、3相加算抑制方式がソフトウェアにより容易に実現できることから、第2高調波比率の少ない相の比率差動リレーも確実な励磁突入電流抑制が行える。

###### (2) フィード保護地絡方向リレー

非接地系の地絡現象は、地中ケーブルの増加に伴い、特有な間欠地絡現象、また事故回復時の零相分の低周波振動現象などを発生することが知られている。これらの現象に対して、以下のような方式により極めて安定した応動特性を実現している。

(a) 間欠地絡現象対策として、ソフトウェアによる入力フィルタ機能の強化で、より高感度で安定な事故検出を可能とした。

(b) 零相分の低周波振動現象対策として、ソフトウェアによる低周波分抽出機能を組み合わせることで、あらゆる振動モード"に対して安定な応動を可能とした。

##### 3.3.2 計測機能

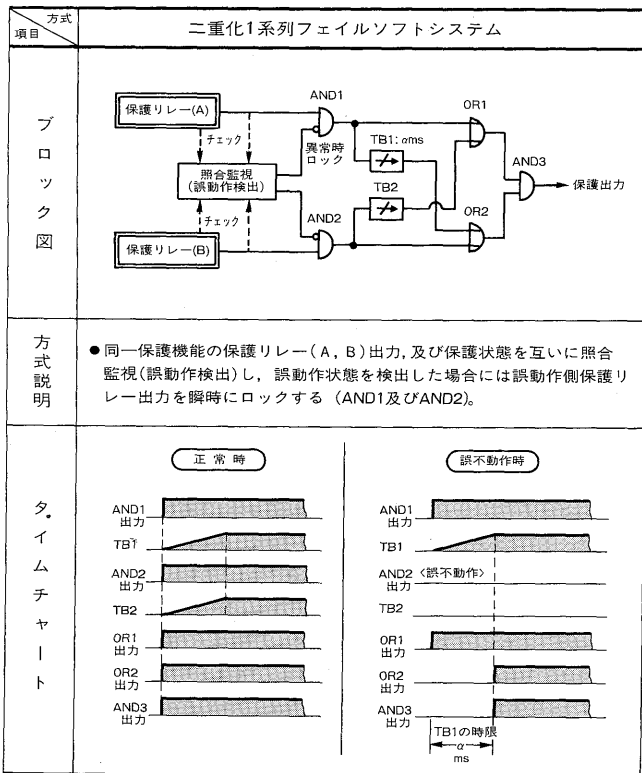
保護リレー演算用データとの共用化により、特別のアナ

表3 システム構成比較表

項目	システム方式	二重化2系列システム	二重化1系列フェイルソフトシステム		
システム構成					
評価項目	ハードウェア容量	MPU台数・電源分割及び台数	MPU：4台 電源：4台	MPU：2台 電源：2台	
	信頼性	交流入力・出力回路	同一交流入力に対し、入力TRを二組設置(2系列)	同一交流入力に対し、入力TRを一組設置(1系列)	
	拡張性	誤動作対策	二重化	◎ 二重化	◎
		誤不動作対策	2系列	◎ フェイルソフトによるバックアップ。	○
	経済性	照合監視	システムがやや複雑になる。	○ 同一要素のため、容易である。	◎
		増設・改造(ソフトウェア)	対象ソフトウェアの種類が多い。	○ 対象ソフトウェアの種類が少ない。	◎
	増設・改造(ハードウェア)	対象ハードウェアの種類が多い。	○ 対象ハードウェアの種類は比較的少ない。	○	
総合評価		ハードウェアの増加でコスト高。	○ ハードウェアの軽減で低コスト化。	◎	
		信頼性を重視したシステム構成である。	自動監視の充実に容易で、信頼性の維持・向上が可能。		

<注> ◎：優れている。○：普通。MPU：マイクロプロセッサユニット。

表4 二重化1系列フェイルソフトシステムの概要



ログ入力部を用意することなくデジタル手法により計測機能を具備することができる。主な計測・表示機能は以下のとおりである。

- (1) 電流・電圧：現在値，需要，最小・最大値
- (2) 零相電圧：現在値，最大値

### 3.3.3 印字機能

プリンタを設けることにより印字出力が得られる。主な機能を以下に示す。

- (1) 保護リレー応動記録：保護リレーが動作した時点でプリントアウトする。応動リレー(デバイス名)，動作時刻(月日時分秒)，相表示(RST)などは赤色表示する。
- (2) 装置故障時の記録：自動監視機能により不良検出した時点でプリントアウトする。不良部位のコード出力，発生時刻(月日時分秒)などは赤色表示する。

更に付属機能として保護リレーの運用整定値，タイマ値などの印字も可能で，運用・保守・管理面に有効である。

### 3.4 自動監視

自動監視機能の目的は，装置異常を早期に発見し，不良状態のまま事故と遭遇する機会を回避しようとするものであり，信頼性向上のためには必要不可欠となっている。

デジタル保護リレー装置は，ハードウェア構成部品の信頼性を可能な限り高くしたうえで，マイクロプロセッサの自己診断機能に加え，デジタル形としての特長を生かした自動監視機能を具備している。

#### (1) 常時監視機能

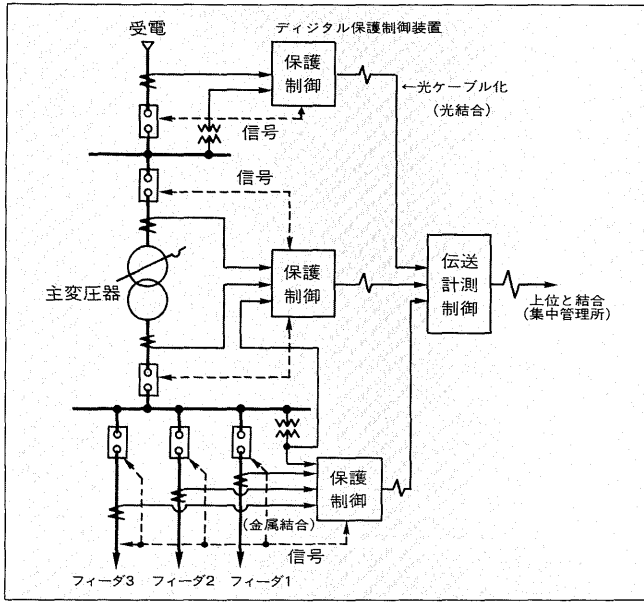
常時，装置の状態を監視し，誤動作側の異常を検出すると速やかに警報する。

#### (2) 自動点検機能

定期的に点検模擬入力を印加し，装置機能を確認して誤不動作側の異常を検出する。

基本的には，なるだけ広範囲を常時監視機能で診断することを目指している。本機能は不良発見までに要する時間が実質的に瞬時であり，理想的な方法である。しかし，常

図2 受変電保護制御システム構成例



時監視機能ではカバーしきれないハードウェア部位については、自動点検機能を併用し補っている。

このようにデジタル保護リレー装置は、高度の自動監視機能を具備できるので、信頼度向上と合わせて、保守業務の省力化に果たす役割も極めて大きく、将来のメンテナンスフリー化が期待できる。

4 今後の動向

デジタル保護リレー装置は、今後ますますソフトウェアによる機能開発が推進され、高性能化・多機能化・メンテナンスフリー化などの方向に進んでいくものと考えられる。

また、デジタル保護リレー装置の実用化によって、電力設備のPT、CTからのアナログ入力情報を高速度にデジタル処理することができるため、受変電設備内の全情報をデジタル結合することも可能であり、今後はこのような総合デジタル化が周辺装置と歩調を合わせながら推進されていくものと考えられる。例えば、デジタル保護リレー装置を各主要機器の近傍に分散配置し、監視制御装置とデジタル信号で送受信できるシステム構成が考えられる。その構成例を図2に示す。

5 あとがき

以上、マイクロプロセッサを応用した受変電用デジタル保護リレー装置の適用例について述べた。

今後も、各分野のそれぞれの特徴あるニーズに対して、協調のとれた装置開発を行うとともに、保護演算アルゴリズムの開発、総合デジタル化構想に整合のとれたシステム開発を行うなど、総合的な観点から受変電用デジタル保護リレー装置の開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 平野肇ほか：最近の電鉄変電所用制御保護装置，富士時報，56，3，pp.242~247 (1983)
- (2) 藤田晴紀ほか：配電用変電所デジタル形保護制御装置，富士時報，57，5，pp.331~339 (1984)
- (3) 伊原木永二郎ほか：非接地系デジタル形地絡保護リレーシステムの開発，電気学会全国大会，No.1294 (1980)
- (4) 谷川雅郎：変電所監視制御技術，電気四学会関西支部 (1981)

最近公告になった富士出願

[特 許]

公告番号	名 称	考案者	公告番号	名 称	考案者
実公昭61-14254	閉鎖配電盤	円谷 喜男 神前 敏之	実公昭61-16634	誘導加熱用コイル	高浪 武司
実公昭61-14305	回転電機の閉鎖循環形通風装置	三村 一郎	実公昭61-16732	配電盤のシャッタ装置	尾崎 謙一 福島 重則 石羽根 貢 鈴木善二郎
実公昭61-14306	ヒートパイプ回転軸を備えた回転機	東 泉			
実公昭61-15081	螺旋状の土留アンカー棒	清水 一彦	実公昭61-17049	ロック機構付きゲート装置	粕谷 洋一 山口 清治 中島 文彦
実公昭61-15560	回路しゃ断器	神達 健之 伊沢 育夫	実公昭61-17264	斜流水車ランナ	羽田 賢二
実公昭61-16517	赤外線ガス分析装置	沢藤 三雄 浜田 敏義 中野 昌芳	実公昭61-17373	超音波流量計検出器	山本 豪
実公昭61-16519	傷測定装置	宮川 道明 枝松 邦彦			



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。