

新形のHRE190形スポットネットワークリレー

HRE190 Spot Network Relay Contributing to More Stable Operation of Spot Network Receiving Facilities

山本 裁士 若松 直樹 石田 哲
 ■ YAMAMOTO Saishi ■ WAKAMATSU Naoki ■ ISHIDA Satoshi

スポットネットワークリレーは、電力供給信頼性が高く、主に都市部で採用されるスポットネットワーク受電設備に特化したデジタルリレーである。スポットネットワーク受電方式の3原則要素である無電圧投入、差電圧投入、及び逆電力遮断の機能を備えており、スポットネットワーク受電設備の安定運用維持に貢献している。東芝は、1980年に世界で初めてデジタル形保護リレーを実用化し、1985年にはデジタル形スポットネットワークリレーを製品化した。1997年以降、DH1形スポットネットワークリレーをスポットネットワーク受電設備のシステムに組み込んで多数納入している。

今回、スポットネットワークリレーをフルモデルチェンジして、小形化、信頼性向上、操作性向上、及び機能集約を実現した新形のHRE190形スポットネットワークリレーを開発した。

Spot network relays, a type of digital relay specialized for spot network receiving facilities mainly deployed in urban areas, are contributing to the stability of electric power systems through the following automatic functions that constitute the three characteristics required for a spot network: a power-on function in the case of no voltage on the secondary side, a power-on function in the case of a voltage difference between the primary and secondary sides, and a reverse power interrupt function. Toshiba launched the world's first numerical protection relay in 1980, and subsequently developed digital relays for spot network systems in 1985. Since 1997, we have supplied a number of spot network systems equipped with DH1 spot network relays.

We have now developed the HRE190 spot network relay, a new numerical spot network relay product achieving greater compactness as well as improved reliability and usability by integrating multiple functions.

1 まえがき

スポットネットワーク受電方式は、都市部の負荷過密地域における受電方式として電力供給信頼性が高く、特別高圧受電設備の簡素化とコンパクト化を実現するために開発されたものである。

スポットネットワークリレーは、スポットネットワーク受電方式の自動運用の要となる3原則要素である無電圧投入、差電圧投入、及び逆電力遮断の機能を備えており、安定運用を維持するための重要な装置である。

東芝は、これまでスポットネットワーク受電設備にスポットネットワークリレーを多数納入しているが、今回、小型化、信頼性向上、操作性向上、及び機能集約を実現したHRE190形スポットネットワークリレー(図1)を開発した。

ここでは、当社のスポットネットワークリレーの変遷とHRE190形スポットネットワークリレーの機能と特長、及びこれをスイッチギヤに適用した効果について述べる。

2 東芝のスポットネットワークリレーの変遷

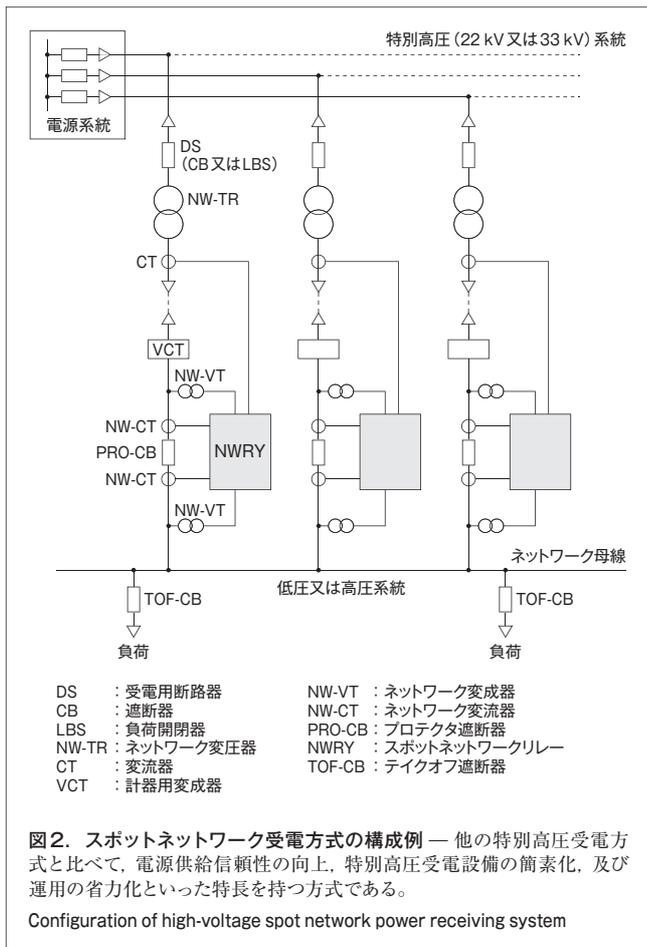
2.1 スポットネットワーク受電方式とは

スポットネットワーク受電方式の構成例を図2に示す。



図1. HRE190形スポットネットワークリレー — 従来機種をフルモデルチェンジして、小形化、信頼性向上、操作性向上、及び機能集約を実現した新形のスポットネットワークリレーである。
 HRE190 spot network relay

スポットネットワーク受電方式は、2～3回線の22 kV又は33 kVの特別高圧で受電し、各回線ごとにネットワーク変圧器が設置される。ネットワーク変圧器一次側の特別高圧系統は、基本的にネットワーク変圧器の励磁電流を開閉可能な受電用断路器(構成によっては遮断器又は負荷開閉器を使うこともある)だけで構成される。ネットワーク変圧器二次側の低圧又



は高圧系統には、スポットネットワークリレーやプロテクタ遮断器などで構成されるネットワークプロテクタが設置される。各回線はネットワーク母線に並列に接続されて運転される。

スポットネットワーク受電方式は、他の特別高圧受電方式と比べて次の特長を持つ。

- (1) 電源供給信頼性の向上 3回線を並列運転するため、機器故障などの要因で1回線が停電した場合、ネットワークプロテクタ部のスポットネットワークリレーによって保護することで、残りの2回線で継続して電力を供給できるため、電力供給信頼性が高い。
- (2) 特別高圧受電設備の簡素化 電源系統側の事故に対しても、スポットネットワークリレーで保護を行うため、特別高圧受電方式に必要とされる開閉器類や保護継電器を省略でき、設置スペースをコンパクト化できる。
- (3) 運用の省力化 回線事故、送電停止、及び再送電の際には、スポットネットワークリレーによって、プロテクタ遮断器の投入及び解放動作の制御を自動的に行うことで、設備の運用を省力化できる。

このような特長を持つスポットネットワーク受電方式において、制御や保護の中核となるスポットネットワークリレーは安定運用を維持するための非常に重要な装置である。

2.2 東芝のスポットネットワークリレーの変遷

当社は1980年に、マイクロプロセッサを用いたデジタル形保護リレー D Iシリーズを世界で初めて実用化した。その後1985年に複数のCPUを搭載したD IIシリーズを開発し、スポットネットワークリレーのデジタル化も達成した。1997年にはD II形の後継機としてDH1形スポットネットワークリレーを開発し現在に至っている。

今回開発したHRE190形スポットネットワークリレーは、DH1形スポットネットワークリレーの適用実績を踏まえ、システム構築をより容易にする入出力用途や内部シーケンスを見直した。

3 HRE190形スポットネットワークリレーの開発

HRE190形スポットネットワークリレーは、保護、計測、及び制御の各機能を一体化したマルチリレー HREシリーズの一つに位置づけられる。HRE190形スポットネットワークリレーの特長と機能について以下に述べる。

3.1 特長

DH1形スポットネットワークリレーは、部品の改廃が続き、今後の継続生産へのリスクも生まれ始めてきた。また近年では、スポットネットワークリレー及びスポットネットワーク受電設備自体のリニューアル時期を迎えている設備が多数あり、リレーを収納する盤としても、搬入スペースや据付けスペースの制約を伴うため、使用する機器及びリレーも小形・コンパクト化が要求される。このような背景を踏まえ、新形のスポットネットワークリレーを開発した。

DH1形スポットネットワークリレーは、形式によって低圧ネットワーク系統、及び2種類の高圧ネットワーク系統用(方式Aと方式B)に大別され、更に定格周波数や常用発電機の系統連系対策の有無によって分類されて、全体で14形式を用意していた。今回の開発では、機能を集約したことで、二つの形式に集約できた。

HRE190形スポットネットワークリレーは、マンマシンインタフェースも一新させた。その主な機能と特長は以下のとおりである。

- (1) 8行×16文字のLCD(液晶ディスプレイ)主表示器を採用し、計測表示やリレー整定などの各種情報を表示できるようにした。
- (2) 遮断器の状態や、リレー状態をLED(発光ダイオード)で表示させ、視認性を向上させた。
- (3) 画面操作はカーソルキーで実行可能にした。
- (4) 本体右下部のカバー内に収納したコントロールキーにより、保護整定や遮断器操作を可能にした。
- (5) パソコン用インタフェースとしてUSB(Universal Serial Bus)コネクタを装備した。

表1. HRE190形スポットネットワークリレーの機能一覧
Functions of HRE190

機能	内容
保護機能	67要素 (逆電力遮断要素) 51要素 (過電流検出要素 [定限時及び反限時]) 57要素 (過負荷検出要素) 78要素 (差電圧投入要素) 84要素 (無電圧投入要素) 27要素 (不足電圧要素) 87要素 (比率差動要素) 67G要素 (地絡方向要素)
計測機能	電流 (最大値), 電圧, 零相電流 (最大値)
制御機能	プロテクタ遮断器の入・切操作 外部からのプロテクタ遮断器入・切操作 投入ロック 故障復帰 無電圧及び差電圧投入出力ロック 外部故障入力
自己監視機能	CPU, メモリ, アナログ検出回路, 内部電源, アナログ/デジタル変換, トリップ信号の監視
記録機能	事故記録 (8件)
	イベント記録 (200件)
	波形記録 (5秒×5件)

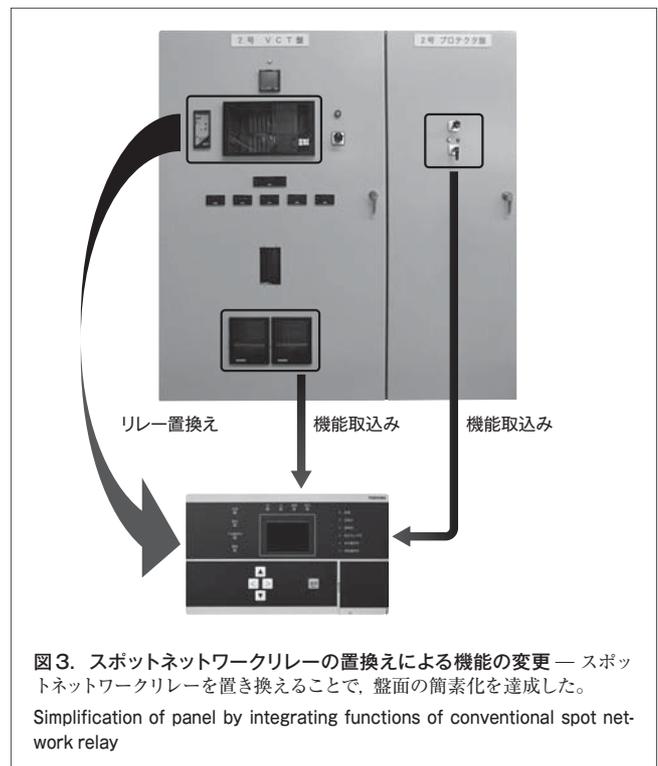
3.2 機能

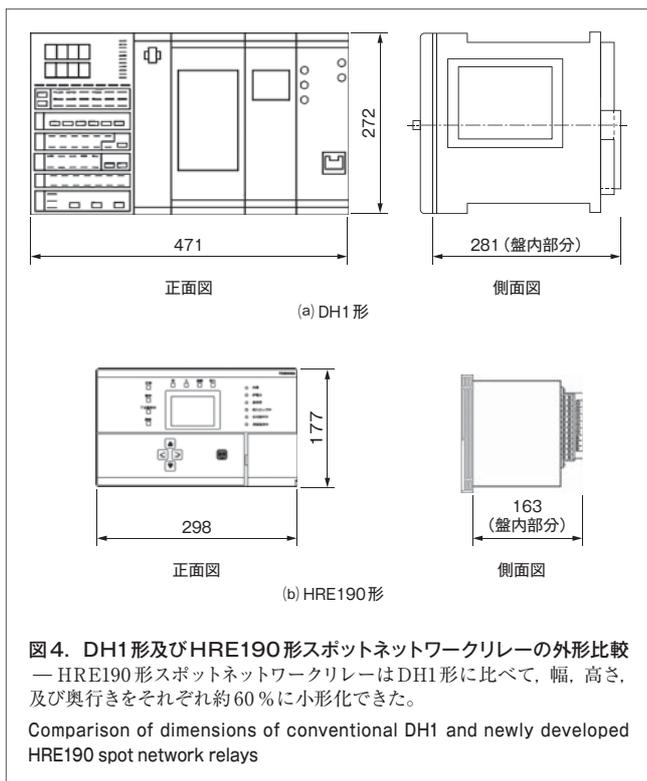
HRE190形スポットネットワークリレーの機能一覧を表1に示し、主な機能の特長について以下に述べる。

- (1) 表示面ではLEDによる状態表示を行い、計測表示やリレー整定などはLCD表示にするなど、運用性を踏まえた画面構成とした。
- (2) DH1形スポットネットワークリレーでは、保護要素の組合せにより14種類の形式が存在していたが、保護要素を全て継承し二つの形式に集約し実装している。各種保護機能は要素ごとに使用又は不使用の設定が可能であり、系統の電圧階級 (低圧か高圧か) や常用発電機連系の有無などといった条件に関わらず、どのようなシステムにも適用できる。
- (3) DH1形スポットネットワークリレーでは電流及び電圧の計測値の表示として、CT (変流器) 及びVCT (計器用変成器) の二次側の値を表示しており、ユーザーが一次側の値に換算する必要があった。これに対し、HRE190形ネットワークリレーではCT及びVCTの一次側の値を表示するようにして、保守のいっそうの容易さを実現している。
- (4) 自己監視機能は回路全域にわたって充実させている。自己監視によってエラーを検出したときは、出力をロックして給電状態を維持する。監視方法としては、DH1形スポットネットワークリレーから一部変更している。
- (5) 記録機能は、次の三つの特長を持つ。
 - (a) 事故記録は、保護動作時の電気量を最大で8件記録可能
 - (b) イベント記録は、遮断器の操作情報などを200件記録可能
 - (c) 波形記録は、保護動作時の計測値などを5秒間、最

大5件まで記録可能

- (6) 本体にプロテクタ遮断器の操作スイッチ (入操作及び切操作スイッチ) を装備したことで、従来、盤側に設けていた遮断器用操作スイッチを省略できた。スポットネットワークリレー単体をリプレースする場合も想定し、従来の操作スイッチを採用することも可能にして柔軟に対応できるようにした。
- (7) リレー制御機能はDH1形スポットネットワークリレーの機能を継承しているが、加えてハードシーケンスで構成していた保護回路 (ロックアウト用の86回路) を取り込み、また、外部への故障表示用の警報信号も出力できるようにした。更に停電検出用の不足電圧リレーや、停電時のプロテクタ遮断器の開放回路を取り込むなど、システム構築がより容易になった。
- (8) 制御出力回路は内部信号で2重化を行い、また電流保護要素は2 out of 3ロジック (同一機能を持つ監視機能を三重化して、二つ以上の指示に従う方式) を採用するなど、信頼性を向上させた。
- (9) スポットネットワークリレーの置換えによる機能の変更を図3に示す。気中スイッチギヤに必要な機能を集約し、シーケンス機能を取り込んだうえで、小形化を達成した。DH1形スポットネットワークリレーとHRE190形スポットネットワークリレーの外形の比較を図4に示す。HRE190形スポットネットワークリレーはDH1形に比べて、幅を63%に、高さを65%に、奥行き (盤内部分) を58%に小型化できた。



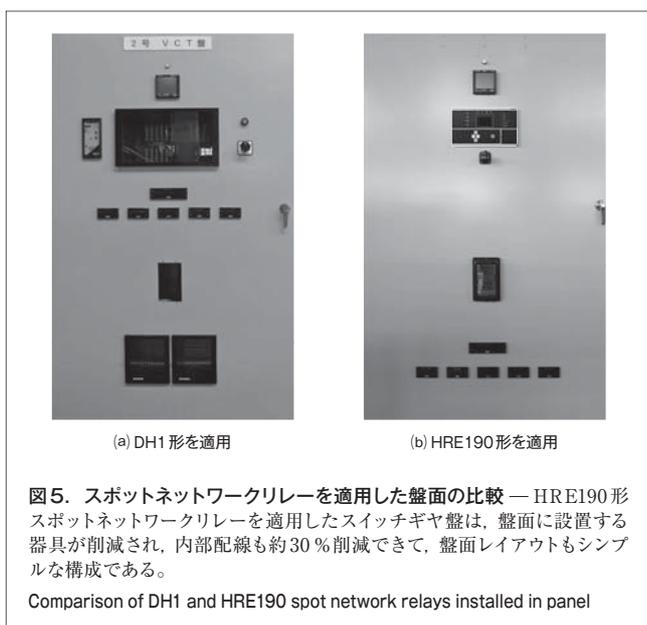


4 スイッチギヤへの適用

4.1 気中スイッチギヤへの適用効果

3.2節で述べたように、HRE190形スポットネットワークリレーには次のシーケンス機能を取り込んでおり、気中スイッチギヤの設計工数や、製造工数、配線本数などを削減できた。

- (1) プロテクタ遮断器の入・切操作、投入ロック、及び故障復帰



- (2) 無電圧及び差電圧投入出力ロック
- (3) 外部故障入力
- (4) 外部からのプロテクタ遮断器入・切操作信号

4.2 気中スイッチギヤへの適用事例

DH1形とHRE190形それぞれのスポットネットワークリレーを適用したスポットネットワーク用気中スイッチギヤの外観を比較して図5に示す。

DH1形スポットネットワークリレーを適用した場合の盤面(a)とHRE190形スポットネットワークリレーを適用した場合の盤面(b)を比べると、シーケンス機能をスポットネットワークリレーに取り込んだ結果、盤面に設置する器具が削減された。このことから、内部配線も約30%削減でき、盤面レイアウトもシンプルな構成の気中スイッチギヤとなっている。

5 あとがき

今回開発したHRE190形スポットネットワークリレーは、低圧及び高圧スポットネットワークリレー受電設備に特化した機能を持ち、ユーザーの使いやすさと、高信頼性を追求していることを特長としている。当社のスポットネットワーク受電システムの新モデルとして、受電設備のより安定した運用に貢献できる。

今後HRE形のシリーズ製品のラインアップを更に拡大し、受配電設備へ幅広く適用していく。

文献

- (1) 炭田義尚 他. 海外配電系統向け新形保護リレー GREシリーズ. 東芝レビュー. 65, 6, 2010, p.56 - 59.
- (2) 水出 隆. スポットネットワーク受変電設備. 電設技術. 54, 5, 2008, p.61 - 68.



山本 裁士 YAMAMOTO Saishi

コミュニティ・ソリューション社 コミュニティ・ソリューション事業部 技術第二部主務。受変電設備のエンジニアリング業務に従事。

Community Solutions Div.



若松 直樹 WAKAMATSU Naoki

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 電力システム制御部主務。保護リレーの開発に従事。情報処理学会会員。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



石田 哲 ISHIDA Satoshi

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 電力システム制御部主査。保護リレーの開発に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems