

# 6kVリレー 一体形キュービクルの開発研究

設備形態の転換によるリブレース工事増大に向けた効率化

## Development of 6kV Cubicle-type Switchgear with Built-in Protection Relays

Improvement in efficiency for replacement construction increase by changing equipment configuration

(工務部 発電電G)

配電用変電所における6kVキュービクルと保護制御リレーを一体化した「リレー 一体形キュービクル」を開発した。従来は、両者を別々に設置してきたが、今回、発想を転換し一体化したことで、両者を接続する作業等が無くなるため、今後増大するリブレース工事等において、大幅な作業軽減と工期短縮、およびそれに伴う工事費削減が可能となる。

(Hydro Power and Substations Group, Electrical Engineering Department)

We have developed 6kV cubicles with built-in protection relays for distribution substations, where 6kV switchgear and their protection relays have been installed separately until now. Because engineering works such as wiring work between cubicles and relays are unnecessary, the application of the newly developed equipment brings about the improvement in construction work efficiency and construction cost reduction on the background of the replacement construction increase in the near future.

### 1 開発研究の背景

#### (1)はじめに

当社において、配電用変電所から6kV配電線に電力を送り出す設備は、主にキュービクル(遮断器、断路器、母線等を収納した屋内用設備)と保護制御リレー盤で構成されている。これらは、例えば落雷等により配電線で故障が発生すると、保護制御リレーが的確に故障を検出し、キュービクルにある当該配電線用の遮断器を制御して、故障箇所を限定して切り離す機能を有している。

#### (2)キュービクルの形態と技術変遷

キュービクルは、高度成長期の設備増大に対する標準化の流れの中で、信頼度の向上、保守のし易さ、小型化ならびに経済性等を考慮して開発され、1970年代に導入された。その後、キュービクルに収納される遮断器を技術変遷させながら保守省力化と信頼性向上を図ってきた。

#### (3)保護制御リレーの形態と技術変遷

一方、保護制御リレーは、高度成長期にキュービクルとは別に盤形態で設置する方式が適用され、その後、電磁形からデジタル形へと変遷する中で、電磁形で弱かった耐振動性能や初期のデジタル形で弱かったシールド技術(耐サージ・耐ノイズ性能)は向上し、小型化による回線単位でのユニット化等も図られてきた。

#### (4)現在の設備形態における課題

今後、これらの機器の多くが劣化により順次リブレース時期を迎える。しかし、現在のキュービクルとリレーが別置の形態においては、リブレース工事においてキュービクルとリレー盤を繋ぐ制御ケーブルの布設・接続作業と確認試験に多大な労力と時間が必要であるため、今後の工事量増大に向けて更なる効率化が喫緊の

課題となっていた。

そこで、現在の設備形態が確立された技術的背景とその後の技術変遷を踏まえて、今回、キュービクルにリレーを組み込んで一体化する発想に至り、「リレー 一体形キュービクル」を開発した。

### 2 リレー 一体形キュービクルの概要

リレー 一体形キュービクルは、リブレース工事に適用する際の施工性や保守性、既設設備との互換性、信頼性等を考慮して、現行標準品をベースに構成することとし、現行の「三段積キュービクル」(1ユニットに遮断器を三段配置した集積度の高いキュービクル)の扉部分に加工を施して、デジタル配変配電盤の「第二世代デジタルリレーユニット」を回線ごとに組み込んで一体化することとした。

試作機の写真を第1図に示す。



第1図 6.6kVリレー 一体形キュービクル(試作機)

構造で特に考慮した点は以下のとおりである。

#### ○施工性

- ・据付ベース、ケーブル位置等は現行品に合わせ、リプレース工事で建物改修することなく適用可能とした。
- ・キュービクル内部配線の内、工事で接続作業が必要なものは一部を除きコネクタ化し、配線毎にコネクタ形状も変えることで、接続・確認作業の効率化を図った。

#### ○保守性

- ・外観寸法は、既設建物で適用しても、保守や故障対応時に必要なスペースが確保できるようにした。
- ・扉の構造や開く角度、充電部露出防止等は、遮断器点検とリレー点検双方の作業性に配慮したものとした。

#### ○既設キュービクルとの互換性

- ・現行三段積キュービクルの扉部分を交換することでリレー 一体形に改造することも可能な構造とした。

## 3 検証試験

集積度の高い構造の「三段積キュービクル」にデジタルリレーを組み込むことは今回初であるとともに、特にリレー等の電子機器においては、6kV回路と極めて近い距離に配置されることとなる。そこで、検証試験は、その適用性を見極めるための検証と、実機試作機による性能検証の2段階で実施し、信頼性に万全を期した。

主な検証試験項目と結果は第1表のとおり。

第1表 主な検証試験項目

	試験項目	試験目的
適用性検証	耐ノイズ試験	遮断器開閉時のノイズ影響評価
	耐サージ試験	6kV 回路からの誘導サージ影響評価 (雷インパルス、商用周波過電圧)
	温度上昇試験	6kV 回路定格通電時のリレー温度評価
	耐振動試験	静電・電磁誘導および扉開閉による振動影響評価
試作検証	短時間耐電流試験	6kV 回路短絡故障時の電磁界影響評価
	開閉サン試験	定格および遅れ小電流開閉時のサージ影響評価
	耐震試験	実地震波に対する耐震性能評価 (阪神淡路・東日本/実加振)
	輸送試験	輸送時の耐衝撃性能評価 (山間部未舗装道路含む 300km 実走行)

#### (1)適用性検証

キュービクルとリレーの位置関係を実機模擬した供試器を製作し、遮断器開閉動作時に発生するノイズや、キュービクル主回路側からの誘導サージ等のリレーへの影響を検証した。

その結果、リレー回路に発生するサージ・ノイズ等のレベルは小さく、リレーの動作特性に全く影響がないことが確認でき、キュービクルにリレーを組み込む適用性は良好と判断した。また、リレーユニット本体にはサージ対策等の特別な対策が必要ないことも見極められた。

#### (2)試作検証

試作機を用いて、キュービクルとリレー個々の規格試験に加え、実使用上想定される過酷な条件を模擬した組み合わせ検証を行った。

いずれの試験においても結果は良好で、十分な信頼性を確認した。

特に、耐震試験については、阪神淡路大震災および東日本大震災の実地震波形にて実加振で検証するとともに(第2図)、輸送試験についても、山間部の未舗装道路を含む300kmの実走行による検証を実施(第3図)。これらの過酷な条件においても十分な耐震・耐衝撃性能を確認した。



第2図 耐震試験状況



第3図 輸送試験状況

## 4 成果および今後の予定

リレー 一体形キュービクルは、工場製造段階でキュービクルとリレーの接続・確認がなされるため、リプレース工事の際に、従来の設備形態(キュービクルとリレー盤が別置)で必要だった現地での制御ケーブル布設・接続・確認作業が大幅に削減できる。これにより、工期の短縮、および工事費削減が可能である。

平成24年度末より、製品化したリレー 一体形キュービクルを実際のリプレース工事において採用する予定である。



執筆者 / 松浦朗仁