

最近の鉄道用変電システムは、信頼性の向上、機器のコンパクト化、保守・点検機能の向上、高調波の低減が要求されてきている。開発した並列 12 パルス方式^(注1)のサイリスタ整流器、液晶ディスプレイ実装のマイクロエレクトロニクス型配電盤（以下、ME 型配電盤と略記）を使用することにより、上記要求に対し有効なシステムが構築できる。また、電力管理システムにおいてもメンテナンス用エンジニアリングワークステーション（EWS）を採用することにより、ユーザでの設備データ変更が可能なシステムとなる。

Railway power supply systems have recently been required to provide higher reliability, greater compactness, labor saving, improved maintenance and inspection functions, and reduced harmonic waves. A system meeting these requirements can be constructed using a parallel 12-pulse thyristor rectifier, and a switchboard applying microelectronic technology (ME switchboard) equipped with an LCD display. In the field of power control systems, the adoption of an engineering workstation (EWS) exclusively for maintenance makes it possible for remote supervisory control system data to be changed by the user.

1 まえがき

直流電気鉄道では、高調波抑制ガイドラインに沿った並列 12 パルス方式のサイリスタ整流器を開発した。これにより、高調波の抑制および出力電圧の定電圧制御で列車の回生効率の向上や変電所の電力量の平均化が図られ、外形にも直列 12 パルス方式に比べコンパクト化された。

また、交流電気鉄道では機器の信頼性の向上、コンパクト化、保守・点検の容易なシステムの要求に有効な新型の ME 型配電盤が採用され、グラフィック画面によるシステム監視により保守性が向上している。デジタル型保護リレーにおいても、ヒューマン インタフェースおよび情報伝送機能の向上した保護リレーが採用されてきている。

電力管理システムでは、計算機による変電所の自動制御運転や各種支援機能により、電力運用の省力化、安定化が図られてきている。また、遠方監視制御装置の親局を分散配置することにより、バックアップ操作も可能なシステムとなっている。

ここでは、最新の鉄道の変電システム技術につき述べる。

2 並列 12 パルスサイリスタ整流器

電鉄変電所の整流器は、通商産業省 資源エネルギー庁によって制定された「高調波抑制対策ガイドライン」によって高調波電流値の規制を受ける。今回、高調波の抑制と回

生車両からの電力を有効に活用するため、直流出力電圧を一定に保つ並列 12 パルスサイリスタ整流器を開発した。

サイリスタ整流器の特長は次のとおりである。

- (1) 直列 12 パルス方式に比べ機器が小型となった。
- (2) 並列 12 パルス方式においても循環抑制リアクトルが不要となり省スペースを実現した。
- (3) サイリスタ整流器の制御角を自由に変えることにより出力電圧を一定にでき、列車の回生効率向上が可能となり、変電所間の電力量の平均化と、一時的なピーク電力量の抑制も期待できる。

図 1 に、札幌市交通局 宮の沢変電所に納入した並列 12 パルスサイリスタ整流器を示す。

また、沸騰冷却式 12 パルスシリコン整流器においても循環抑制用リアクトルが不要であり、直列 12 パルス方式に比べ小型化を実現した。

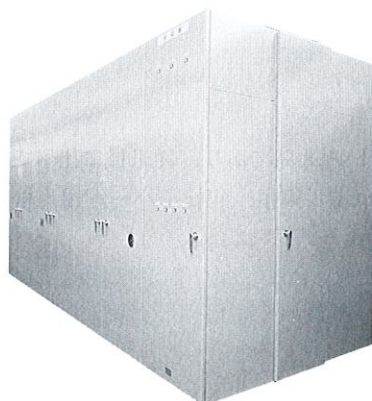


図 1. 並列 12 パルスサイリスタ整流器 札幌市交通局 宮の沢変電所に納入した整流器 (4,000 kW - DC 1,500V-2,667A-D種) で、小型、省スペース、列車の回生効率向上ができる。

Parallel 12-pulse thyristor

(注 1) 12 パルスとは、三相ブリッジ整流器回路 2 組を組み合わせて、変圧器の結線を入結線と Δ 結線の組合せにより出力電圧に 30 度の位相差をつけることで 12 パルスとする。

3 配電盤

最近の配電盤は、保守・点検機能の向上および省スペース化を図った新型の ME 型配電盤を採用するケースが増えている。以下にその特長および効果を述べる。

3.1 ME 型配電盤の構成

ME 型配電盤には二つのタイプがあり、次の特長をもっている。

- (1) 分散型タイプ 受電、き電回線ごとにプログラマブルロジックコントローラ (PLC) とデジタルリレーを配置した構成となっている。分散構成となっているため、全システムを停止状態にすることなく、回線ごとにメンテナンスが行える。
- (2) 集約型タイプ PLC およびデジタルリレーを変電所単位で一組の構成とし、メンテナンス時に全システム停止とならないようにハードウェアを二重化し、冗長性を高めている。

前述の分散型に比べ設置面積の省スペース化が実現できる (当社比: 約 30% 削減)。

3.2 ME 型配電盤の機能

ME 型配電盤の保守性の向上を求め次の機能を付加した。

- (1) 盤面に液晶ディスプレイを採用し、グラフィック画面によるシステム稼働状況監視を可能とした。
- (2) 標準時計装置を実装することにより正確な時間管理を行うものとし、故障履歴の監視を可能とした。
- (3) 記録装置にカラープリンタを採用し、文字およびシンボルの形状によるほか、色により状況が識別できるようにした。

図 2 に、北海道旅客鉄道(株) 江別変電所に納入した分散型の ME 型配電盤を示す。

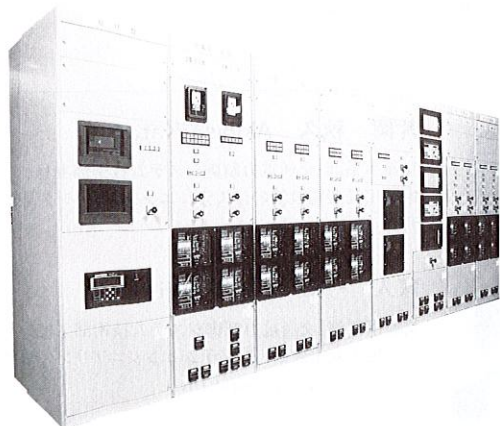


図 2. 変電所用 ME 型配電盤 北海道旅客鉄道(株) 江別変電所に納入したもので、液晶ディスプレイの採用でグラフィック画面による監視、標準時計装置の実装による故障履歴の監視などを可能にした。

Microelectronic type switchboard for AC feeding substation

3.3 新型デジタルリレー

ME 型配電盤には、保護継電器システムとしてデジタルリレーを採用しているが、この装置についても機能および操作性の向上と省スペース化が求められ、次のデジタルリレーを開発した。

- (1) 分散型デジタルリレー 省スペース化を実現したユニット型デジタルリレーで、従来型比 (当社型式 D II シリーズ) 50% の外形サイズとなり、配電盤全体の省スペース化を実現した。
- (2) 集約型デジタルリレー ヒューマンインタフェースおよび情報伝送機能などを向上させたもので、D III シリーズ デジタルリレーの特長は次のとおりである。
 - (a) ヒューマンインタフェースの向上 フラットディスプレイおよびタッチパネルを採用し、対話方式により操作の簡便さ、見やすさ、保守性の向上を実現した。
 - (b) システム応動のビジュアル化
 - ・運転中の電流・電圧値計測表示、位相表示、および事故時の電流・電圧値記憶表示などができる。
 - ・リレー動作履歴の表示ができる。
 - ・電気入力量解析、リレー応動解析、シーケンスタイムチャート解析などが可能となった。
 - (c) 自動監視機能の向上 不良部位の推定を行い、診断結果、処理ガイダンスを画面表示し装置復旧の迅速化が可能となった。
 - (d) 情報伝送機能の充実 PLC および遠方監視制御装置などの装置間インタフェースに汎 (はん) 用 LAN である Ethernet (注 2) の実装が可能となり、異機種間を伝送結合することで装置間配線の省力化が図れる。

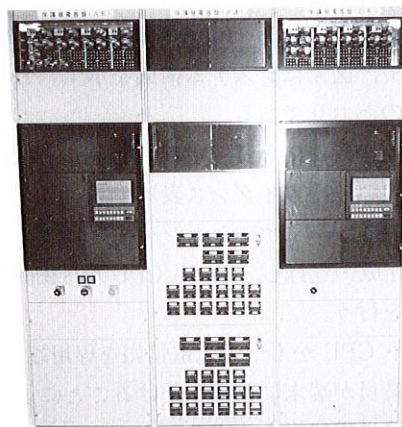


図 3. DIII シリーズデジタルリレー 札幌市交通局 宮の沢変電所に納入したもので、機能および操作性の向上、省スペース化などを実現している。

DIII series digital relay

(注 2) Ethernet は、富士ゼロックス(株)の商標。

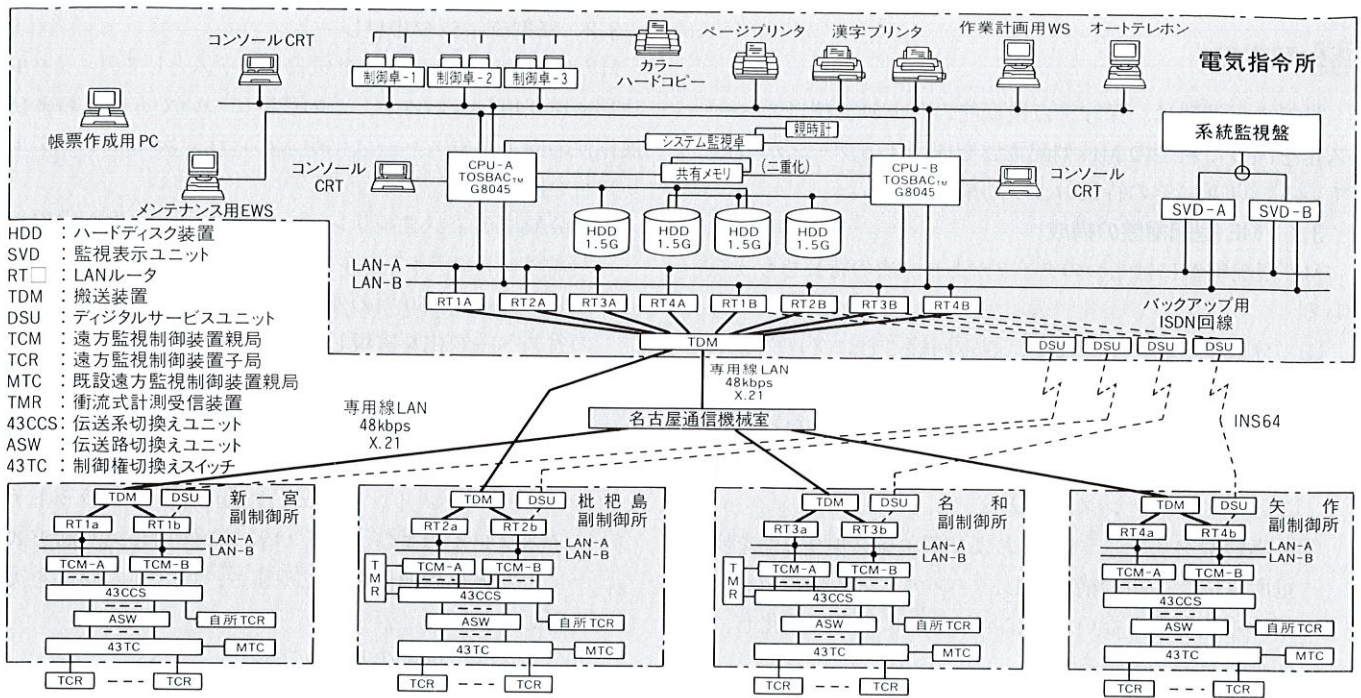


図4. 電力管理システムのシステム構成 名古屋鉄道線の全38変電所と8き電室の集中監視制御を行う。

Configuration of supervisory control system

図3に札幌市交通局 宮の沢変電所に納入したD IIIシリーズデジタルリレーを示す。

することによって、副制御所からのバックアップ操作も可能となる。

4 電力管理システム

電力管理システムは、電鉄変電所の集中監視制御を行い、計算機による変電所の自動制御運転や各種支援機能により電力運用の省力化、安定化を図るものである。

当社は、このたび名古屋鉄道(株) 電気指令所向け電力管理システムを製作した。

このシステムは、全38変電所と8き電室の集中監視制御を行うもので、図4にシステム構成を示す。このシステムの特長は次のとおりである。

- (1) 故障発生時の指令員のとるべき行動を、変電所ごと、故障種別ごとにガイダンス表示する。
- (2) 専用のワークステーション (WS) により夜間作業の計画を作成・登録し、ホストCPUから夜間停送電の自動制御を行う。
- (3) ホストCPUがもつ停送電情報を専用端末に伝送し、現場作業員が端末に電話をかけることにより当該作業区間の停送電状態を確認できる。
- (4) 変電所の改修、増強に伴う簡単な設備データの変更を専用のEWSによりユーザで行うことができる。
- (5) 遠方監視制御装置の親局を四つの副制御所に分散配置し、指令所とLANで結ぶことにより副制御所に拡張性をもたせた。例えば、副制御所のLANにWSを接続

5 あとがき

省力化、省スペース化、高信頼性、安定化などの技術、高調波の低減は今後とも要求されてくる。整流器の多相化、ガス絶縁技術、配電盤のデジタル化技術、計算機の機能アップなどにより優れたものにしていきたい。

以上、最新の鉄道の変電システム技術について述べたが、今後もユーザ各位のニーズにこたえるために変電システムの開発に取り組んでいく。



片岡 秋久 Akihisa Kataoka

交通事業部 交通電力制御システム技術部主務。
電鉄用受変電設備のシステムエンジニアリング業務に従事。
Transportation Equipment Div.



家入 一郎 Ichiro Ieiri

交通事業部 交通電力制御システム技術部主任。
電鉄用受変電設備のシステムエンジニアリング業務に従事。
Transportation Equipment Div.



大辻 浩司 Koji Otsuji

交通事業部 交通電力制御システム技術部。
電鉄用受変電設備のシステムエンジニアリング業務に従事。
Transportation Equipment Div.