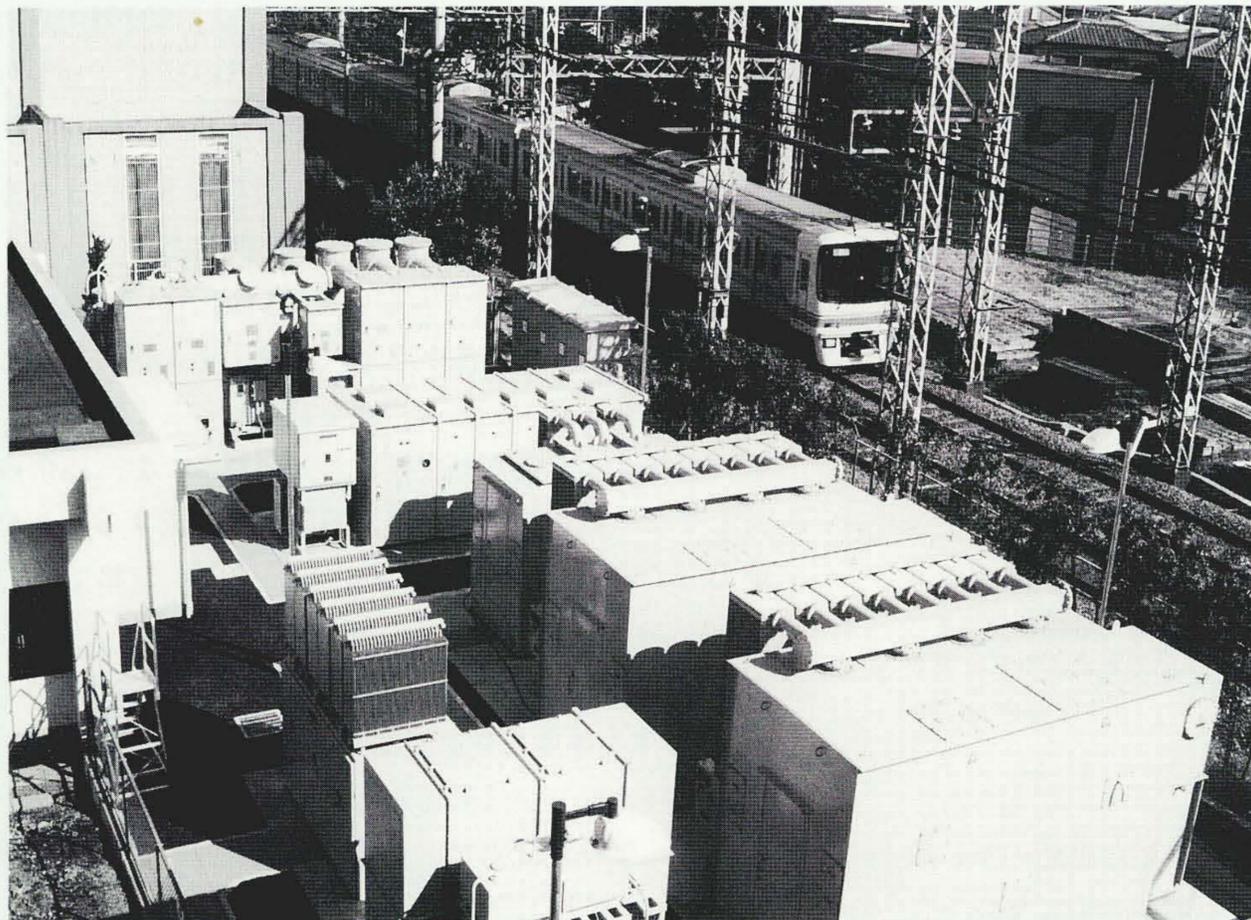


環境指向型電鉄変電システム

Environment-Oriented Railway Substation Systems

高橋弘隆 *Hiroataka Takahashi*
永澤一彦 *Kazuhiko Nagasawa*

山崎剛司 *Tsuyoshi Yamazaki*
鈴木但義 *Tadayoshi Suzuki*



環境指向型電鉄変電所

45 dBの超低騒音ガス絶縁変圧器を設置するなど、周囲環境に配慮した、大都市の住宅密集地にある変電所である。

近年、資源の有効活用や地球温暖化対象ガスの低減など、地球環境保全に対する社会的ニーズが高まってきており、もともと地球環境に優しい鉄道輸送に新たな期待が寄せられている。

大都市圏では、混雑緩和のために列車編成の長大化や列車高密度運転によって輸送力増強が図られ、その結果として電源増強が必要不可欠となっており、既設変電所の増強や新設変電所の建設計画が進められている。

しかし、大都市圏での既設変電所の増強や変電所の新設にあたっては、周囲環境への配慮がこれまで以上に求められており、その条件を満たす信頼性の高い電鉄変電システムを構築する必要がある。

このような社会的ニーズにこたえる電鉄変電システムとして、環境指向型電鉄変電システムを構築した。

1 はじめに

電鉄変電システムには、鉄道特有の制約条件の下、高い信頼性と安全性に加え、さまざまな環境に対応した製品の製造が要求されている。

ここでは、環境指向型電鉄変電システムの構築を目指して開発した変電機器・システムの概要と、環境保護への対応状況について述べる。

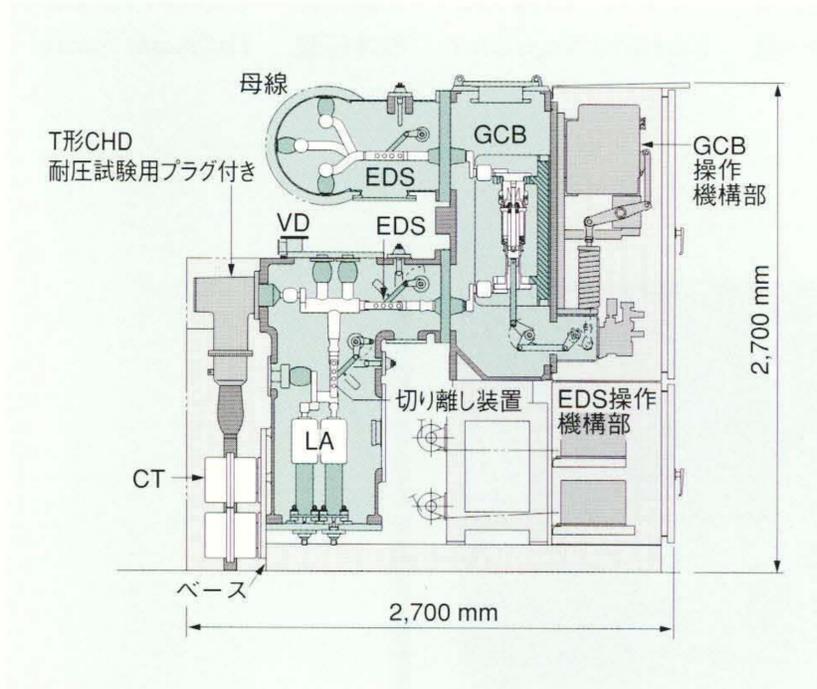
2 環境指向型電鉄変電システムの要素技術

電鉄変電所での環境対応ニーズとして、(1) 地球温暖化対象ガス排出量の低減、(2) 電力系統への高調波流出電流の低減、(3) 低騒音化、(4) 防災化などがあげられる。

これらのニーズにこたえる電鉄変電システムを構成する要素技術について以下に述べる。

2.1 ガス絶縁開閉装置(24~84 kVクラス)

日立製作所の代表的なガス絶縁開閉装置の内部構造を図1に示す。



注：略語説明
 GCB (Gas Circuit Breaker), CHD (Cable Head)
 VD (Voltage Ditector), EDS (Earthing Disconnecting Switch)
 CT (Current Transformer)

図1 72 kVガス絶縁開閉装置の内部構造

遮断器の保守点検時には、遮断器と他機器容器を分けることにより、必要最小限のガス給排処理で作業できるように配慮している。

この製品は、24～84 kV級まで一貫した思想の下に設計、製造しており、昨今の地球環境問題の面でも以下に述べる特徴を持った設備である。

(1) T形ケーブルヘッドを採用することにより、各種現地耐圧試験時のガス給排作業を不要としている。特に、SF₆ガスの大気放出作業の排除により、地球温暖化防止に寄与している。

従来、各種現地耐圧試験時には、ガス絶縁開閉装置に試験用ブッシングを取り付けるため、ガス気密を破り、ガス給排処理を実施していた。これを、T形ケーブルヘッドを採用して、試験プラグに端末処理をした試験用リードケーブルを直接挿入することにより、ガス気密を破らずに各種耐圧試験を可能とした。

(2) ガス容器はすべて管路方式のガス母線で構成し、必要な個所にガス区画スペーサを設けている。特に、遮断器と他機器の容器を分けており、故障や保守点検時には必要最小限のガス給排処理で作業ができるように配慮している。

2.2 超低騒音ガス絶縁変圧器

電鉄用ガス絶縁変圧器は、変電所が立地条件によって住宅地や人口密集地にあるので、環境保全の観点から低騒音化が求められている。

この要求にこたえて、鉄心断面と鉄心接合部に改善を

施し、磁束の流れを均一化するとともに、付加質量・制振鋼板を用いた高効率遮音板を使用することにより、騒音仕様45 dBの超低騒音ガス絶縁変圧器を開発した。

2.3 12パルスシリコン整流器

直流変電所の主要機器であるシリコン整流器では、1994年に通商産業省資源エネルギー庁が示した「高調波対策ガイドライン」に対応する、12パルスシリコン整流器を開発し、高調波低減に寄与できるものとした。

12パルス整流器を開発するにあたり、さまざまな方式を検討し、直列12パルス方式を標準とした。

新型整流器では、大容量シリコン素子を使用し、6パルス整流器と同一寸法として機器寸法を大幅に縮小しただけでなく、素子単体に裕度を持たせることにより、従来1S(組)余裕を持たせて構成していたものを、1S余裕を持たせなくても系統的に問題なく構成することを可能とした。なお、大容量素子としては、定格3,400 V、5,100 Aの素子を使用している。

3,000 kW直列12パルスシリコン整流器を図2に示す。

2.4 直流高速度真空遮断器

直流高速度気中遮断器を収納した直流キュービクルの原理は、事故電流のアークをアークシュート(消弧室)内で十分引き伸ばし、アーク電圧を高めることによる限流効果によって遮断するというものである。このため、キュービクル内にアーク処理空間が必要である。しかし、この空間が、直流キュービクルのコンパクト化を阻害していた。また、アークが大気中に放出されるので、防災面



図2 3,000 kWシリコン整流器の外観

3,000 kW直列12パルスシリコン整流器を示す。3,000 kW 6パルスシリコン整流器と同一寸法である。

や遮断音の低減についても課題があった。

近年、これらの問題を解決する手段として、遮断原理を異にするサイリスタやGTO(Gate Turn-off Thyristor)遮断器が開発され、一部で採用され、稼動している。

しかし、これらの遮断器は半導体素子を主回路に採用しているため、大きな通電損失が発生する。この通電損失によって発生する熱を冷却するための冷却装置が必要であるが、コンパクト化と省エネルギー面で問題があった。

これらの問題を解決するため、1987年に微小ギャップで高い絶縁回復特性と高周波電流特性を持つ、真空バルブを直流遮断器の主接点とする小型の直流高速度真空遮断器を開発し、現在まで数多く納入してきた。

一方、保守作業を向上させるため、ユーザーの意見を取り入れて、1998年にモデルチェンジを行った。

今回の改良点は以下のとおりである。

(1) 各構成部品をユニット化し、ユニットごとの点検と交換を可能としたことにより、昼間保守作業を可能にした。

(2) 点検のための専用試験装置を開発し、保守作業内容の改善と保守時間の大幅な低減を図った。

直流高速度真空遮断器の外観を図3に示す。

3 変電所制御システムの最新技術

3.1 分散型監視制御システム

電鉄変電所の監視制御は従来、電鉄用配電盤を用いて行ってきた。最近の変電所の更新、新設では、変電所用地を有効かつ機能的に活用するため、監視制御システムのコンパクト化へのニーズが高まってきている。

そこで、制御ユニットを主回路機器内部に分散配置することにより、主配電盤の省略が可能な分散型監視制御システム(Building Block Unit：以下、BBUと略す。)を開発した。

BBUの外観を図4に示す。

BBUは、32ビットRISC(Reduced Instruction Set Computer)プロセッサ“SuperH”を採用した新開発の小型デジタルリレーと、近年各所で導入が進められているME(Microelectronics)化技術を応用し、制御単位でパッケージ化したユニットである。

BBUシステムでは、各主回路機器内部にBBUを分散配置することによって省スペース化を実現しているため、機器レイアウトの自由度が大きい。また、回線単位での分離が可能なことから、昼間保守作業ができるなどのメ

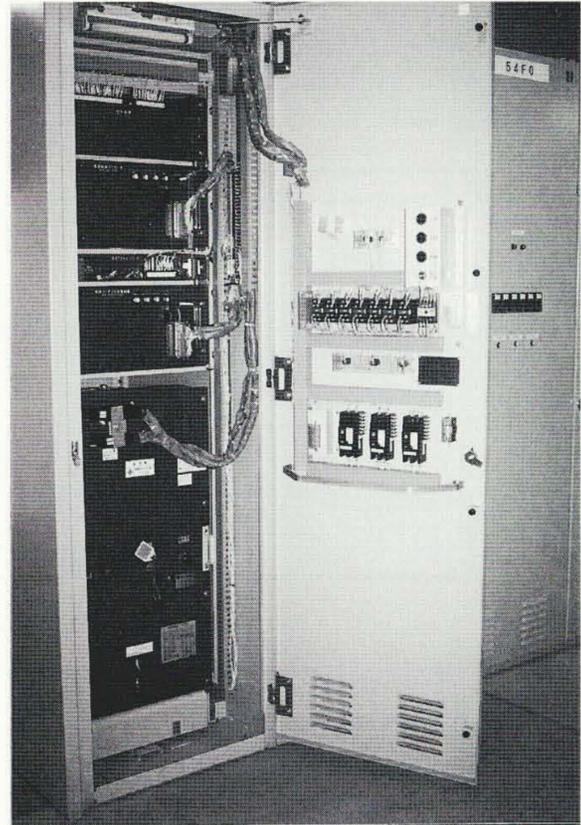


図3 直流高速度真空遮断器の外観

各構成部品をユニット化し、ユニットごとの点検と交換を可能にすることにより、保守作業の改善と時間の大幅な低減を図った。

リットがある。

3.2 電力管理システム

電力管理システムを取り巻く関連技術の進歩に伴い、システム構成ではシンプルなモジュール化が、機能面では、従来の制御業務に加え、支援業務までのシステム化がそれぞれ進んでいる。

3.2.1 システム構成例と特徴

最近の電力管理システムの構成例を図5に示す。分散配

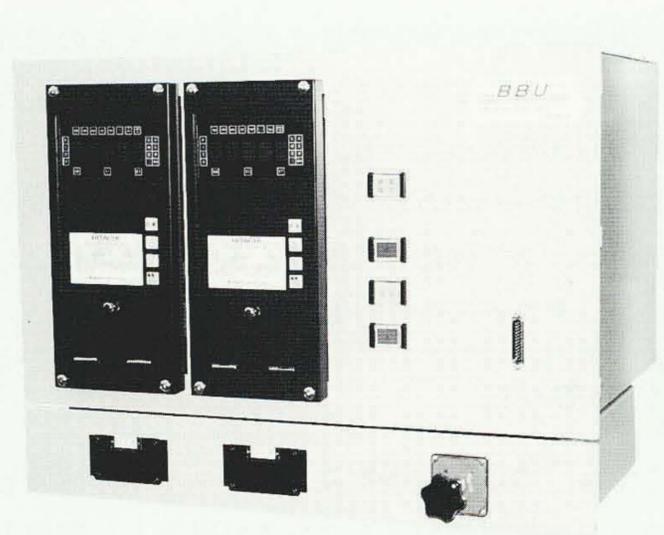


図4 BBUの外観

幅550×高さ350 mmのユニットに、ICU(Intelligent Control Unit)と汎用シーケンサ、操作スイッチなどを収納する。

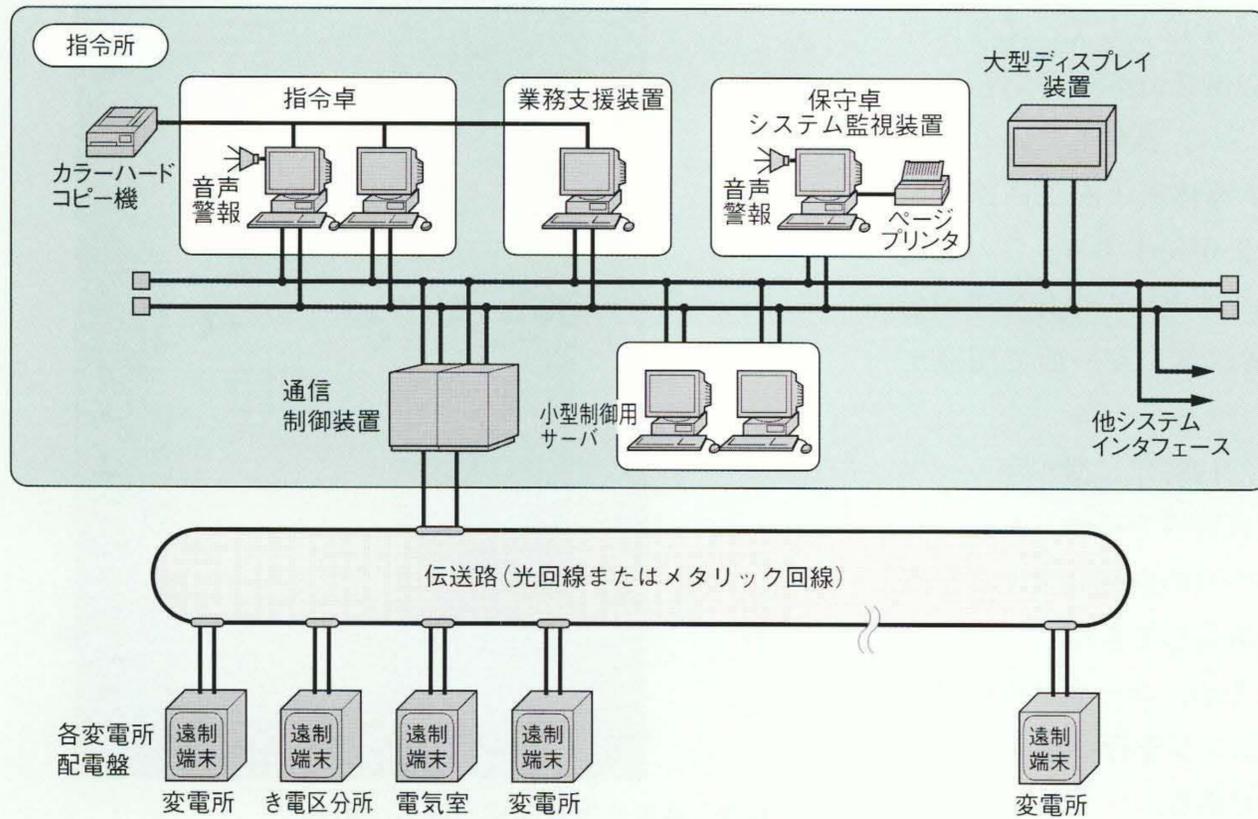


図5 電力管理システムの構成
分散配置された制御用サーバ、指令卓、支援装置、システム監視装置などで構成している。

置された制御用サーバ、指令卓、支援装置、システム監視装置などで構成する。主な特徴は以下のとおりである。

- (1) 制御卓には汎用ワークステーションを使用して操作性と可視性の向上を図り、マルチメディアにも対応している。
- (2) 汎用通信方式の採用によって柔軟性、拡張性を持たせ、変電所遠制端末通信、他システム通信、情報ネットワーク通信などの多彩な伝送を可能としている。
- (3) 保守作業の自動化や事故復旧支援業務に加え、指令業務の自動化も図っている。また、教育訓練機能を搭載し、指令員の訓練も行えるようしている。
- (4) 頻繁に実施される変電所設備変更を容易に行えるように、汎用表ソフトウェアによる設備データの管理と自動生成、ソフトウェアシミュレーション試験による増改造時間の短縮を図っている。
- (5) 制御用サーバが万が一停止した場合は、指令卓ワークステーションで代替して制御監視の基本業務を行えるようにし、タフネス性を向上している。

4 おわりに

ここでは、環境指向型電鉄変電システムの構築を目指して開発した変電機器・システムの概要と、環境保護への対応状況について述べた。

大都市圏では民家に近接して変電所を建設せざるをえない状況から、騒音などの公害の発生源にならない、環

境に配慮した変電所の建設がますます求められている。

日立製作所は、今後も、ユーザーのニーズにこたえる変電システムの開発に努めていく考えである。

執筆者紹介



高橋弘隆
1991年日立製作所入社、国分工場 技術部 電機エンジニアリンググループ 所属
現在、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
E-mail: hi-takahashi@cm.kokubu.hitachi.co.jp



永澤一彦
1991年日立製作所入社、国分工場 技術部 電機エンジニアリンググループ 所属
現在、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
E-mail: k-nagasawa@cm.kokubu.hitachi.co.jp



山崎剛司
1989年日立製作所入社、国分工場 受変制御設計部 所属
現在、電鉄用受変電設備の配電盤の設計・開発に従事
E-mail: t-yamazaki@cm.kokubu.hitachi.co.jp



鈴木但義
1980年株式会社日立情報制御システム入社、制御システム本部 電力システム部 所属
現在、電鉄用電力管理システムの設計に従事
E-mail: t-suzuki@hicos.co.jp