

# 変電機器の環境調和技術

橋本 信行(はしもと のぶゆき)

下妻 貞夫(しもづま さだお)

松村 基史(まつむら もとふみ)

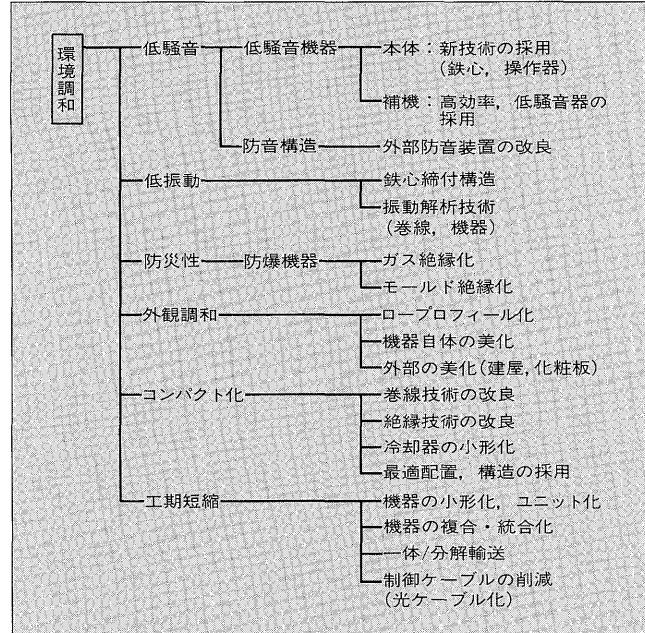
## 1 まえがき

近年、社会生活における電気エネルギーへの依存度が高まり、電力需要は堅調な伸びを続けている。とりわけ高度情報化社会への進展が顕著となるにつれ、変電設備においても電力供給信頼度の向上、電力品質の高度化への取組みがより重要となってきた。

これに対応して変電設備を取り巻く環境も社会情勢に対応して変化してきており、最近の都市部への電力需要の集中化や快適性重視の思考への移行など、変電機器に対しても環境への調和の要請がますます高くなっている。

富士電機では、最近の都市区域の拡大、用地難および生活環境に対する要求レベルの高度化に伴い、変電設備に対する低騒音化、振動レベルの低減、コンパクト化、工期の短縮、安全性、美観の向上など周囲環境への調和、また、都市の中心部での変電所建設に対する不燃化・難燃化などの安全性・防災面の向上などの技術開発に絶えず取り組ん

図1 変電機器の環境調和への適合技術



てきた。以下に富士電機のこれら変電機器の社会的な環境調和に関する技術について紹介する。図1に変電機器の環境調和への適合技術を示す。

## 2 変電設備の低騒音・低振動技術

昭和43年に騒音規制法が施行され各都道府県では騒音規制値を定めており、変電設備はほとんどが低騒音仕様となっている。本章では変電機器のうちの代表として変圧器について述べる。

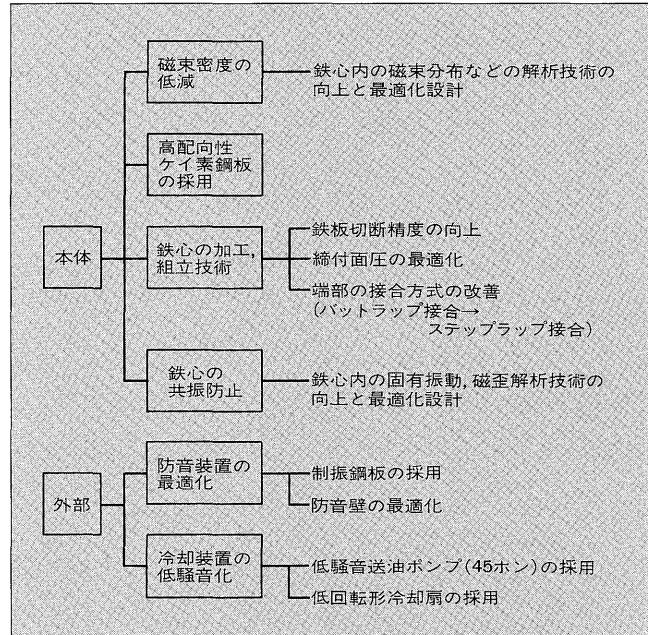
### 2.1 低騒音化技術

図2に変圧器の主な低騒音化技術を示す。

#### (1) 鉄心接合部の改良

鉄心接合部の磁束分布解析結果から、従来のバットラップ接合に対して磁束の流れを改善できるステップラップ接合を採用することにより低騒音化を実現している。図3に

図2 変圧器の主な低騒音化技術



橋本 信行

昭和39年入社。車両用変圧器、ガス絶縁変圧器の開発・設計に従事。現在、千葉工場変圧器部課長。



下妻 貞夫

昭和60年入社。デザインの開発に従事。現在、技術開発センター工業デザイン部。



松村 基史

昭和53年入社。電力会社向け変電機器、制御保護システムの開発企画、エンジニアリング業務に従事。現在、電機事業本部送変電事業部電力変電技術部課長。



バットラップ接合とステップラップ接合の構造比較を示す。

## (2) 制振鋼板の採用

制振鋼板は2枚の鋼板の間に振動減衰性能と粘着性の高い樹脂を挿入して騒音を減衰させると同時に、両側の鋼板の質量により遮音を行う複合鋼板である。制振鋼板が受けた振動は、内部の樹脂層のずり現象と粘着現象によって複合鋼板全体の振動系に位相差が生ずることにより減衰される。制振鋼板の採用により、200MVA器において従来器に比べ据付面積で約2/3の縮小化を実現している。

## (3) 防音構造

図3 鉄心部の構造比較と磁束分布

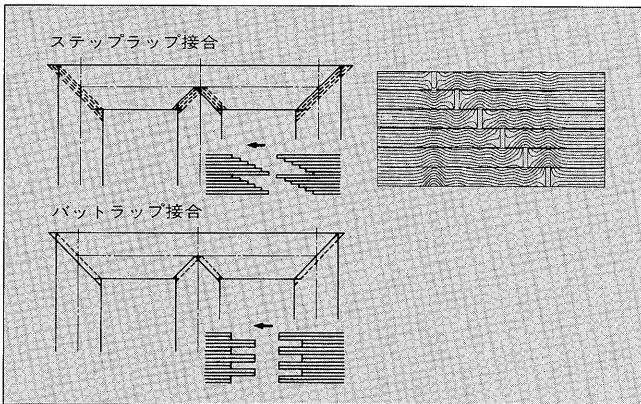


図4 変圧器の標準防音構造（100～200MVA級）

騒音仕様(ホン)	45	50	55	60	65	70～
1983年以前	コンクリート防音壁	B形鉄板防音壁	A形鉄板防音壁			[本体の騒音低減で対応]
1983年～1990年	コンクリート防音壁	B形鉄板防音壁	制振鋼板			[本体の騒音低減で対応]
1990年以後	制振鋼板+B形鉄板防音壁	制振鋼板+A形鉄板防音壁	制振鋼板			[本体の騒音低減で対応]

図4に変圧器の標準防音構造の採用系譜を示す。最近では100～200MVA級の変圧器において、A形鉄板防音壁と制振鋼板の採用により55ホン以下の仕様を達成している。

## 2.2 低振動技術

振動は磁歪（じわい）によるものと巻線の電磁力によるものがある。

### (1) 鉄心

鉄心系の振動モードの固有値解析とその測定を行い、最適な締付構造としている。

### (2) 巷線

運転状態での振動現象を解析するため、巷線を多質点振動系とした動的な解析をコンピュータにより行っている。巷線の締付力と振動の関係は、一般に共振点を有する分布となるため、締付力は短絡時の電磁機械力と常時の振動特性をも考慮したうえで決定している。

## 3 不燃・難燃化技術（防災性の向上）

### 3.1 ガス絶縁機器

#### 3.1.1 ガス絶縁開閉装置

高信頼性、安全性、縮小化の実現という特長から、開閉装置としてガス絶縁開閉装置（GIS）を開発してきた。従来は気中絶縁が主流であった6kV高压開閉設備

に対しても、最近ではこれらの特長を生かした GIS を開発し、納入している。

### 3.1.2 ガス絶縁変圧器

ガス絶縁変圧器が不燃・難燃化、さらには放熱器配置の自由度があるという特長を生かし、屋内・地下変電所などに主として 66/77kV 特別高圧級に使用されているが、充電部が露出しないなど安全性が高いことから 33kV 級以下の小容量器にも適用が拡大している。

富士電機では昭和48年に 77kV 級試作器を開発して以来、純ガス式として国内最大容量級である 66kV 35MVA 器、最高電圧級である 154kV 25.5MVA 器などを含め平成 5 年現在97台（バンク容量 878MVA）を製作し、納入している。最近では外観に環境との調和を考慮した設計を取り入れたものも電力会社に納入している。

### 3.2 モールド変圧器

昭和48年に富士電機が国内で初めてモールド変圧器を製作して以来、累計生産台数は 3 万台を突破している。モールド変圧器はその高い信頼性、安全性により公共施設やビル、病院などの受変電設備に採用されており、その需要は拡大傾向にある。最近では小形化、低損失化を狙って、一次および二次巻線を共通金型に収納して同時にモールドする「一体注型モルトラ」を開発している。また、国内最大容量級 13MVA 器を納入している。

## 4 外観の環境調和

人々の環境に対する関心の高まりは、自然環境や都市景観に対する法規や都市条例など、公的な規制の増加に現れている。

これまで機能本位で設計され、許容されてきた変電設備の外観においても、今日では人々の関心の対象とされ、環境調和の配慮が図られるようになってきている。

### 4.1 環境調和の現状

外観の環境調和の方策に関して、変電所全体スペースの縮小化、設備機器の小形化、工期の短縮、拡張性の確保、コストダウン、美観の向上など、さまざまな顧客のニーズがある。

このような状況にあって、現在、環境調和のために実施されている方策は、周囲環境に合わせた色彩を施す方法、高い外周柵（さく）で機器を隠す方法、住宅のような建屋などに機器を収納する方法などである。

富士電機では、これまで実施してきた各種屋外電気設備における環境デザインの成果をもとに、変電設備の外観の環境調和について検討を重ねてきた。その結果、顧客のニーズをトータルにとらえる最良の方策は、変電機器自体を美化し調和させる方法であるとの結論を得て、その方策の具体化に向けて研究を行っている。

以下、これまで取り組んできた「変電機器自体の美化による環境調和」の研究の成果について紹介する。

### 4.2 環境調和の基本方針

顧客のニーズを反映した変電所の外観の環境調和を実現するために設定した基本方針は、以下のとおりである。

- (1) 人々に心理的な不安感を抱かせないようにするために、がいし、架線などの通電部を外観から排除する。
- (2) コストパフォーマンスの高いデザインとするために、機器自体の外表面を可能な限り生かす。
- (3) 安全なイメージにするために機器形状をシンプル、平滑にする。
- (4) 機器配置の仕方に柔軟性を与えるために機器形態を統一する。
- (5) 機械的なイメージを排除するために銘板、操作ハンドル、ねじなどの機能的なものを外観に出さない。
- (6) 環境との調和を図るため、設備の基調色は周辺環境色に融合させる。

### 4.3 機器デザイン

機器デザインの概念の一例を図 5 に示す。この例は配電用クラスの例であるが、以下に機器デザインの具体的なポイントについて述べる。

#### 4.3.1 機器形態

機器形態に関する主なポイントは以下のとおりである。

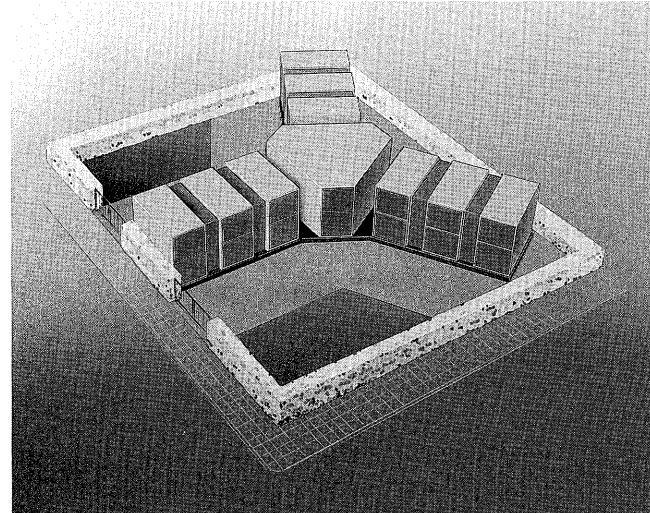
##### (1) 統一化

機器の形態および外形寸法を可能な限り統一する。各機器の配置の仕方は、一つに統一せず柔軟性を持たせる。これにより敷地の形状の違いに対して柔軟な対応を実現する。

##### (2) シンプル化、平滑化

機器自体の外面を可能な限りシンプル、平滑にする。シンプル化、平滑化が困難なところについては化粧板などで必要最小限カバーリングする。カバーリング材はメンテナンス性を考慮し、軽量材を使用し着脱可能な構造とする。また、取扱面、輸送面、製造面を考慮して、同一形状の分割構造とする。

図 5 デザイン概念図



## (3) ロープロフィール化

機器の高さの低減は輸送の面でも重要なポイントであるが、視覚的圧迫感、威圧感を排除し、すっきりしたスカイラインを確保するため、可能な限り低く抑え、統一する。

## (4) 危険感、機械的イメージの排除

危険感を排除するために電力ケーブル引込みは、地下ケーブル方式など、外観からは分からぬ方法が望ましい。配電盤などの操作ハンドルは、平面ハンドルなどを活用し目立たせないようにする。また、ねじ、ボルトなどは目地部を利用して処理するなどして、外観からは分からぬようとする。

## (5) 機器間の空間処理

機器間に見えるダクト、ケーブル類はフェンスで隠す。フェンスは人の不用意な進入を防ぐ安全柵とともに、メンテナンス用扉としての機能を持たせる。また、扉形状は圧迫感、閉鎖感を軽減させるためにギャラリ（格子）形状のようなものとする。

## 4.3.2 機器の色彩

## (1) 基本的な考え方

環境の中における色彩の考え方は大別すると次の二つである。

(a) 自己の存在を主張し、環境に対して積極的に働く性質のもの=顯示

(b) トータルな調和をめざし、環境に対して消極的に働く性質のもの=調和・融合

富士電機では、変電所の機能を考えて、視覚的に顕在化する必要がないと判断し、後者の方向を採用する。

## (2) 適用色彩のガイドライン

環境調和の要求の高い都市部近郊の環境に調和する色彩設定のため、都市、住宅部の色彩調査を実施し、調査結果に基づき、適用色彩の範囲のガイドラインを設定した。

適用色彩の範囲を、色の三属性による色彩表示（マンセル）で次に記す。

(a) 色相 (H) : R ~ G

(b) 明度 (V) : 4 ~ 8

(c) 彩度 (C) : 0.5 ~ 2 未満

## (3) 環境との融合

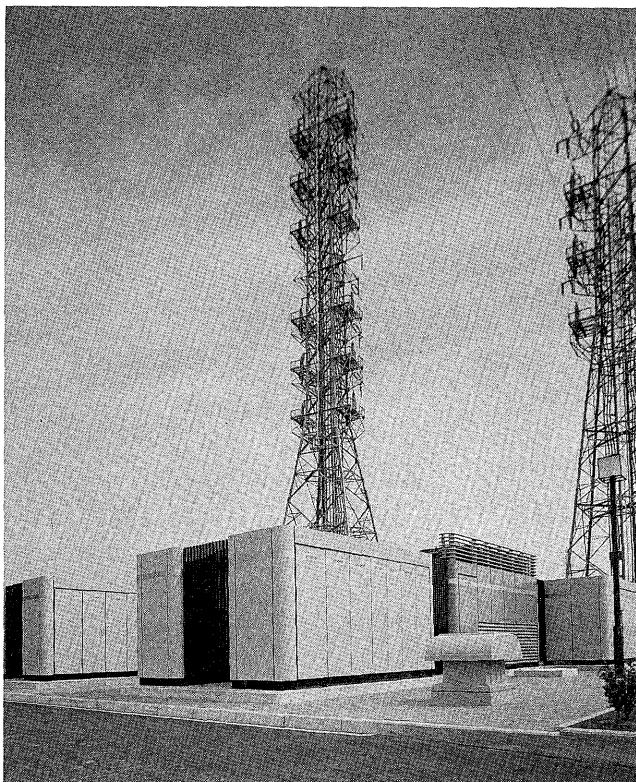
広い設備全体を同一色にすると单调となり、人工的で味気ないものとなる。单调さをなくし、周辺環境と融合させるために、機能的に分割される部材単位に、色彩を変えるなどして設備空間に親近感、リズム感を出す工夫をする。

## 4.4 電気室および敷地

電気室の外観は、機器デザインと統合し変電所全体イメージを一つにまとめる。

変電所敷地は開放的でゆとりある空間とするためできるだけオープンスペースを確保する。加えて、設備に彩り

図6 研究成果を適用した変電機器の外観



N99-2101-10

と季節感を醸し出し、潤いのある空間とするために緑地をつくることが望ましい。

## 4.5 適用例

富士電機における研究成果に基づき設計した最新の適用例である変電設備の外観を図6に示す。

## 5 あとがき

富士電機における変電設備に対する社会的な環境調和に対する最近の技術開発および適用状況について述べた。変電設備を取り巻く社会的要請は今後もますます高度、多岐にわたるものと思われる。機器自体の技術はもちろんのこと、美化など現代社会のニーズにマッチした製品を提供することがわれわれの使命と考える。これらの実現にあたってはユーザー各位のご要望とご助言に頼るところが大である。今後ともご指導をお願いする次第である。

## 参考文献

- (1) 貞川郁夫ほか：変圧器への新技術の適用、富士時報、Vol. 65, No.2, p.108-114 (1992)
- (2) 大瀬克博ほか：最近の変電技術と将来展望、富士時報、Vol.65, No.2, p.103-107 (1992)



\*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。