

# 受配電機器における省エネ対策の現状と動向

## 1. まえがき

近年、地球温暖化問題がクローズアップされ、石油などの化石エネルギーによって発電する電力の節減がCO<sub>2</sub>削減につながることから、受配電機器で発生する損失を低減する省エネ対策活動が実施されています。

受配電機器の省エネは、省エネ変圧器の導入が代表的なものですが、機器の運転条件の検討やコンデンサによる力率改善など、総合的な対策を行うことも重要です。

ここでは、変圧器などの受配電機器の省エネに関する具体的な内容と効果について紹介します。

## 2. 省エネ変圧器と適用技術

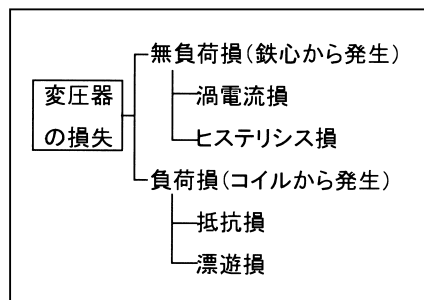
変圧器は、電磁誘導の法則を用いた機器で、主要部品である鉄心とコイルがお互いに取り囲むように構成されています(図-1)。

一次コイルに電圧を印加すると鉄心に主磁束が通じ、二次コイルの巻数に応じた電圧が誘起され、また負荷を接続すると二次電流が流れ一次側からコイルの巻数に反比例した一

次電流が流入して、電力変換します。

変圧器は、以上により鉄心及びコイルから次の損失が発生します。

変圧器の定格容量は、二次側から



出力できる容量をいい、一次側からは出力に加え損失分が入力し、出力/入力の方が効率となります。

変圧器の効率はもともと97~99%程度であり、残りの1~3%が損失ですが、扱う電力が大きく、かつ常時使用するので損失率は小さくても、損失低減による効果は大きくなります。

最近では、これらの損失を低減した省エネ・高効率タイプの変圧器が市販されています(図-2)。



図-2 最新の磁区制御電磁鋼板を用いたスーパー高効率変圧器

### (1) 無負荷損の低減

変圧器の鉄心材料には、表-1に示すように、汎用品には一般方向性電磁鋼板が使用されますが、省エネタイプでは特性を改良した高配向性及び磁区制御電磁鋼板や、アモルファスといった材料が使用されます。

### (2) 負荷損の低減

配電用変圧器のコイル材料には一般にアルミニウムが使用されますが、省エネタイプでは、電気抵抗の小さい銅を使用して抵抗損を減らすほか、図-1に示す漏れ磁束による漂遊損を低減する技術が適用されています。

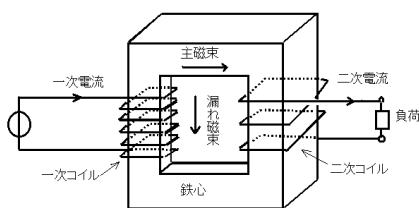


図-1 変圧器の構造と原理

表-1 最近の変圧器、鉄心素材

鉄心素材の種類	素材厚さ (mm)	損失特性の例(指数)		使用できる磁束密度	
		1.7T時	1.4T時		
電磁鋼板	一般方向性	0.35~0.30	100	100	2.0T
	高配向性	0.35~0.23	75	80	2.0T
	磁区制御	0.23	60	65	2.0T
アモルファス	0.025	—	20	1.5T	

(注)T:テスラは磁束密度のSI単位系の基本単位。1T=10,000ガウス。

### 3. 省エネ変圧器の規格と特徴

省エネ変圧器については、2000年に、油入ではJEM1474、モールドではJEM1475という規格が制定され、6kV級高効率変圧器の特性基準が定められました。

この規格は、先に述べた3種類の鉄心材料を使用し、無負荷損は汎用品に対し30%以上、及び一般的に使用される負荷率60%での全損失が油入で25%以上、モールドで20%以上低減したものとされ、現在の汎用品との置き換えが可能な寸法範囲での高効率化が図られています。

これらの規格は、平成13年度版の国土交通省電気設備工事共通仕様書などでも高効率変圧器を使用する場合の拠るべき基準とされています。

大規模な工場などでは、高効率変圧器より、更に省エネできる変圧器のニーズもあり、各メーカーが使用する鉄心素材の特徴を生かして独自の基準で製作しています。

変圧器は、長年に渡って使用する機器であるため、価格と省エネ効果を電力量料金に換算した総合コストで経済性を評価することが大事です。

汎用品、高効率、及び更に省エネできる変圧器に関し、損失特性及び年間電力量料金を比較した一例を、

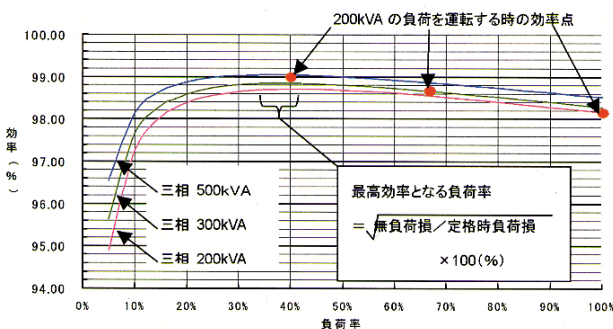


図-3 汎用品、油入変圧器の負荷率と効率の例

表-2 各種変圧器と損失特性、経済効果の一例（油入3相1000kVAの事例）

区 分	(参考) 30年前	現行 汎用品	高効率 (JEM1474)	スーパー高効率
無負荷損 代表値	4,960W	1,880W	1,245W	805W
定格時負荷損 代表値	12,680W	11,890W	8,795W	5,505W
定格時 全損失 (比率:%)	17,640W (128)	13,770W (100)	10,040W (72)	5,855W (43)
60%負荷時 全損失 (比率:%)	9,525W (155)	6,160W (100)	4,411W (72)	2,623W (43)
同 年間電力量料金 (料金差額)	1,168千円 (+413千円)	755千円 (-)	541千円 (-214千円)	322千円 (-433千円)
据置スペース比率(%)	104	100	80	77
総質量比率(%)	167	100	104	143

(注1)本表の特性は、代表値であり、保証値ではない。  
(注2)年間電力量料金は、14円/kWhとして試算。

表-2に示します。

表中に、参考として30年前の特性も示していますが、当時は電磁鋼板が一代前の無方向性であり、省エネタイプへの更新により、更に大きな省エネ効果が期待できます（更新推奨：運転開始後20年）。

省エネタイプの油入変圧器を2002～2003年度に導入する場合、エネルギー需給構造改革投資促進税制が適用され、税制上も優遇されます。

### 4. 負荷率、力率管理と省エネ

この他、汎用品を使用している場合、負荷の移設などで負荷を適正化し、省エネできる場合があります。

変圧器の無負荷損は負荷の大きさに係らず一定に発生し、負荷損は負荷率の2乗に比例して発生するので、その効率は負荷率により変化し、

図-3に示す例のようになります。

汎用品の最高効率点は35～40%程度ですが、負荷が200kVAの時、定格200kVA変圧器(負荷率100%)で運転するより

300kVA(同67%)や500kVA(同40%)で運転した方が高効率になります。一般には負荷変動や変圧器の価格も考慮して、負荷率60%程度となるようにします。

また、力率改善用のコンデンサは一般に変圧器一次側に設置されますが、これを二次側に設置すると、負荷電流の力率が向上して電流値は低減するので、負荷損が低減できます。

### 5. コンデンサ設備の省エネ

コンデンサは、電極間に絶縁物をはさんだシンプルな構造ですが、絶縁材料の進歩を反映し、現在ではオールプラスチックフィルム+合成油の構造となっており、更新により損失は1/5～1/2程度になります（更新推奨：運転開始後15年）。

直列リアクトルは変圧器と同様の技術により、汎用品に対し、損失が半減するものも市販されています。

### 6. 今後の技術動向

変圧器は、2006年度から省エネ法の特定期器となることなどが決定しているなど、今後も受配電機器の省エネと技術進歩が期待されています。