「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	220311　高効率変圧器の導入
対策タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	受変電・配電設備
内容・目的	

対策技術の概要

1．概要

変圧器は一般には常に運転（通電）状態にあることが多いため、その損失低減は重要である。近年、建物内の配電用変圧器である油入変圧器とモールド変圧器がトップランナー方式による特定機器変圧器に指定され、告示によりそれぞれの変圧器に関する基準エネルギー消費効率が表１のように定められた。

表１．変圧器種別基準エネルギー消費効率

区分				基準エネルギー消費効率の算定式	
変圧器の種別	相数	定格周波数	定格容量	第一次判断基準（油入 2006 年４月 モールド 2007 年４月）	第二次判断基準（2014 年）
油入変圧器	単相	50Hz		$E=15.3S^{0.696}$	$E=11.2S^{0.732}$
		60Hz		$E=14.4S^{0.698}$	$E=11.1S^{0.725}$
	三相	50Hz	500kVA 以下	$E=23.8S^{0.653}$	$E=16.6S^{0.696}$
			500kVA 超	$E=9.84S^{0.842}$	$E=11.1S^{0.809}$
		60Hz	500kVA 以下	$E=22.6S^{0.651}$	$E=17.3S^{0.678}$
			500kVA 超	$E=18.6S^{0.745}$	$E=11.7S^{0.790}$
モールド変圧器	単相	50Hz		$E=22.9S^{0.647}$	$E=16.9S^{0.674}$
		60Hz		$E=23.4S^{0.643}$	$E=15.2S^{0.691}$
	三相	50Hz	500kVA 以下	$E=33.6S^{0.626}$	$E=23.9S^{0.659}$
			500kVA 超	$E=24.0S^{0.727}$	$E=22.7S^{0.718}$
		60Hz	500kVA 以下	$E=32.0S^{0.641}$	$E=22.3S^{0.674}$
			500kVA 超	$E=26.1S^{0.716}$	$E=19.4S^{0.737}$

S：変圧器容量（kVA）

変圧器の損失には、通電されていれば無負荷でも発生する無負荷損と、負荷電流が流れることにより発生する負荷損があり、これら２つの損失を低減することで高効率化が可能になる。無負荷損の低減には、① 高配向性ケイ素鋼板の使用、② 積鉄心のケイ素鋼帯素材の薄厚化、③ 磁区細分化ケイ素鋼板の使用、④ アモルファス鉄心の使用 といった技術が採用されている。負荷損の大部分は巻線導体の抵抗損であり、変圧器の小型化による巻線の短縮化などにより損失の低減を図っている。

2．実施上の留意点

高効率変圧器は無負荷損が小さいため、休日、夜間等の低負荷時間帯が長い場所での利用に適している。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

補足説明

変圧器の損失は、負荷電流が無くても発生する無負荷損と、負荷電流の 2 乗に比例して変化する負荷損の和である。したがって、変圧器の運転効率は変圧器の負荷率（＝負荷電流の平均値÷変圧器の定格電流値）により異なる。図 1 に各種変圧器の負荷率と効率の関係を図示する。-

表 2 に三相 300kVA の変圧器を平均負荷率 40%で運転した時の各種モールド変圧器の年間損失電力量の試算例 [2] を示す。

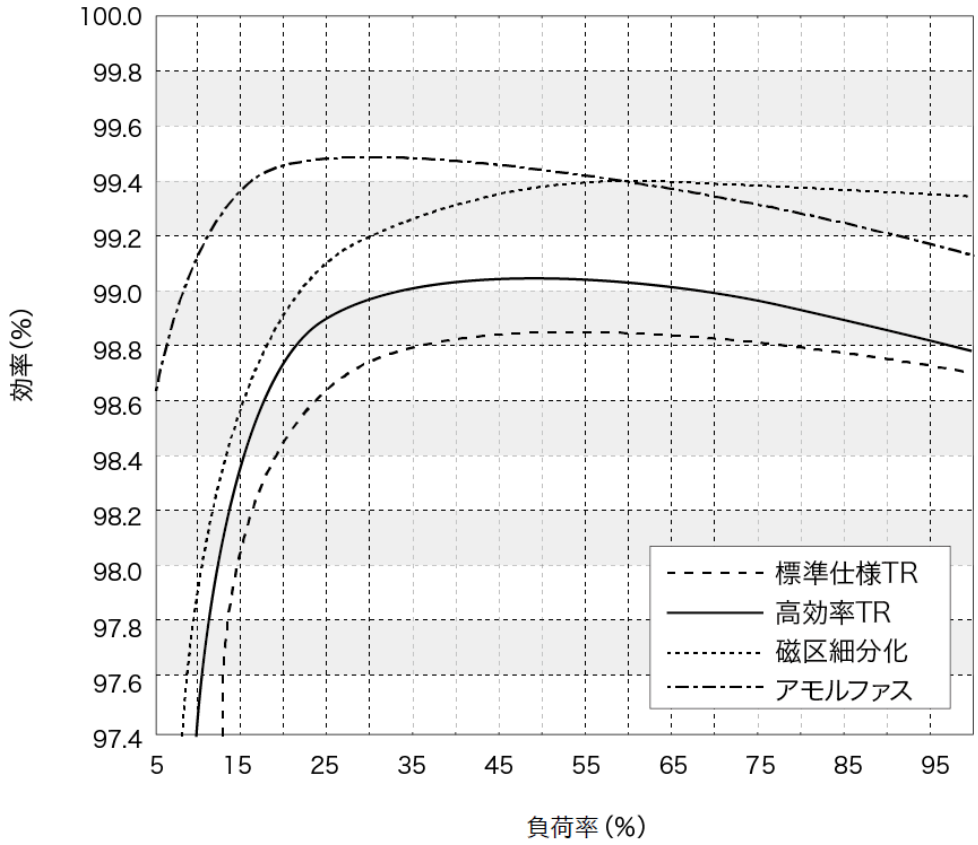


図 1.　変圧器の負荷率―効率特性

表 2.　年間損失電力量の例

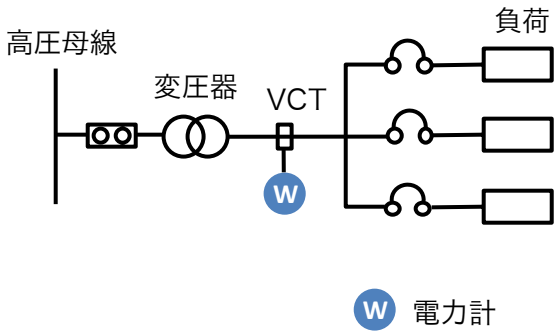
変圧器種別	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	損失電力量 (kWh)
従来変圧器（1999 年以前）	1,300	4,199	17,273
トップランナー以前変圧器	910	3,751	13,229
トップランナー（2006）変圧器	-	-	10,424
トップランナー（2014）変圧器	497	3,150	8,769
特殊変圧器　アモルファス	245	2,460	5,594

参考資料

[1] 『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドラインNavi』（環境省）
[2] 『電気設備の環境負荷低減手法（変圧器効率の向上）』（電気設備学会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

対策名	220311　高効率変圧器の導入
対象タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	受変電・配電設備
内容・目的	通常、変圧器は常時課電であるため、その損失低減は重要である。老朽化した変圧器を高効率変圧器に更新することにより損失を低減する。ここでは、変圧器の負荷率を計測する。
フロー図と計測箇所	変圧器の２次側で負荷電力を測定する。 
計測装置	電力計
計測留意事項	
補足説明	・負荷率は次の式で表される。 $$負荷率 = \frac{期間中の平均需要電力(kVA)}{変圧器の定格容量(kVA)}$$ ・需要電力の大きさが時間とともに変化する場合の負荷率 需要電力の大きさが時間とともに変化する場合は、次の式で等価平均変圧器負荷率 re を算出する。 $$r_e = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{N}\left(\frac{P_t}{K}\right)^2 \Delta T}$$ K：変圧器の定格容量(kVA) P_1～P_N: 測定時間中に記録された需要電力の計測値(kVA) T：測定時間の長さ(h) N：測定時間中に需要電力値を記録した回数 ΔT：需要電力値の計測間隔(=T/N)
用語説明	
参考資料	[1]『電気技術解説講座　受変電設備の省エネルギー』（公益社団法人 日本電気技術者協会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td>対策名</td><td colspan="6">220311　高効率変圧器の導入</td></tr>
<tr><td>対策タイプ</td><td colspan="6">設備導入</td></tr>
<tr><td>対象業種</td><td colspan="6">産業用　　業務用</td></tr>
<tr><td>分類</td><td colspan="6">受変電・配電設備</td></tr>
<tr><td>目的</td><td colspan="6">通常、変圧器は常時課電であるため、その損失低減は重要である。老朽化した変圧器を高効率変圧器に更新することにより損失を低減する。</td></tr>
<tr><td>計算条件</td><td colspan="6">1．変圧器の仕様
老朽化した変圧器（三相 500kVA、60Hz）を高効率変圧器（トップランナーⅡ）に更新する。
<table>
<tr><td></td><td>記号</td><td>データ</td><td></td><td>備考</td></tr>
<tr><td>定格時負荷損（現状）</td><td>Pi1</td><td>6,685</td><td>W</td><td>老朽化した変圧器</td></tr>
<tr><td>無負荷損（現状）</td><td>Pc1</td><td>998</td><td>W</td><td>老朽化した変圧器</td></tr>
<tr><td>就業時負荷率（現状）</td><td>rw1</td><td>49</td><td>%</td><td></td></tr>
<tr><td>夜間・休日負荷率（現状）</td><td>rh1</td><td>20</td><td>%</td><td></td></tr>
<tr><td>定格時負荷損（改善後）</td><td>Pi2</td><td>3,710</td><td>W</td><td>高効率変圧器</td></tr>
<tr><td>無負荷損（改善後）</td><td>Pc2</td><td>565</td><td>W</td><td>高効率変圧器</td></tr>
<tr><td>就業時負荷率（改善後）</td><td>rw2</td><td>49</td><td>%</td><td>現状と同じ</td></tr>
<tr><td>夜間・休日負荷率（改善後）</td><td>rh2</td><td>20</td><td>%</td><td>現状と同じ</td></tr>
</table>
2．就業時間、通電時間、夜間・休日時間
<table>
<tr><td></td><td>記号</td><td>データ</td><td></td><td>備考</td></tr>
<tr><td>就業時間</td><td>twk</td><td>5,096</td><td>h</td><td>14h/日×364 日/年</td></tr>
<tr><td>通電時間</td><td>ton</td><td>8,760</td><td>h</td><td>24h/日×365 日/年</td></tr>
<tr><td>夜間・休日時間</td><td>tnw</td><td>3,664</td><td>h</td><td></td></tr>
</table>
3．換算係数、単価
<table>
<tr><td></td><td>記号</td><td>データ</td><td></td><td>備考</td></tr>
<tr><td>電気の熱量換算係数</td><td>He</td><td>9.97</td><td>GJ/千 kWh</td><td></td></tr>
<tr><td>原油換算係数</td><td>fo</td><td>0.0258</td><td>kL/GJ</td><td></td></tr>
<tr><td>電気の CO_2 排出係数</td><td>fc</td><td>0.518</td><td>t-CO_2/千 kWh</td><td></td></tr>
<tr><td>電気の単価</td><td>ye</td><td>17</td><td>円/kWh</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>計算方法</td><td colspan="6">
<table>
<tr><td></td><td>記号</td><td>計算式</td><td colspan="2">計算値</td></tr>
<tr><td>負荷損失（現状）</td><td>Wi1</td><td>（Pi1÷1,000）×｛(rw1÷100)^2×twk＋（rh1÷100）^{2}×tnw｝</td><td>9,159</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td>無負荷損失（現状）</td><td>Wc1</td><td>（Pc1÷1,000）×ton</td><td>8,742</td><td>kWh/年</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

	負荷損失（改善後）	Wi2	（Pi2÷1,000）×｛(rw2÷100)^2×twk＋（rh2÷100）^{2}×tnw｝	5,083	kWh/年
	無負荷損失（改善後）	Wc2	（Pc2÷1,000）× ton	4,949	kWh/年

効果	項目	単位	効果	備考
	① 購入電力削減量	千 kWh/年	7.87	｛(Wi1＋Wc1）－（Wi2＋Wc2)｝÷1,000
	② 原油換算削減量	kL/年	2.02	①×He×fo
	③ CO_2削減量	t-CO_2/年	4.08	①×fc
	④ 削減金額	千円/年	134	①×ye÷1,000

測定/取得データ	1．就業時負荷率、夜間・休日負荷率 2．就業時間数、通電時間数、夜間・休日時間数
留意事項	
出典・参考資料	［1］『ビルの省エネルギーガイドブック 2015-2016』（省エネルギーセンター）
参考図表等	