

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	<input checked="" type="checkbox"/> 産業用 <input type="checkbox"/> 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	<p>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。</p>					
	<p>表1. 変圧器種別基準エネルギー消費効率</p>						
	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	$E=26.1S^{0.716}$	$E=19.4S^{0.737}$	

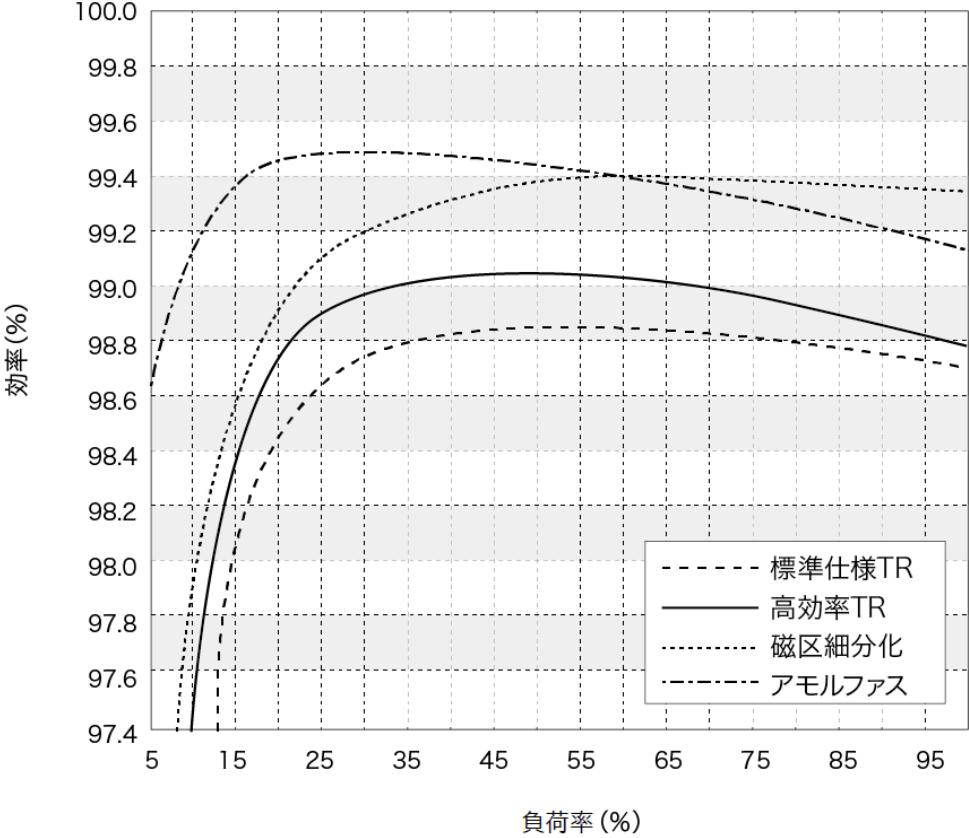
S : 変圧器容量 (kVA)

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。

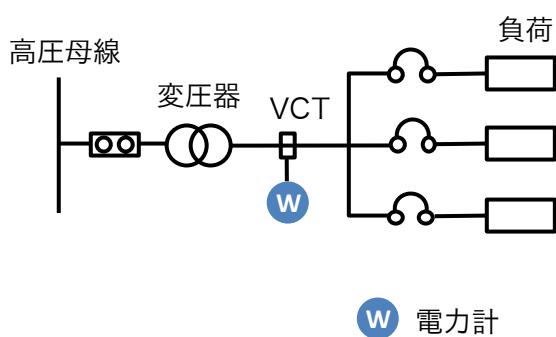
2. 実施上の留意点

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。

概要シート

補足説明	<p>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。-</p> <p>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。</p>  <p>図1. 変圧器の負荷率一効率特性</p> <p>表2. 年間損失電力量の例</p> <table border="1" data-bbox="374 1529 1394 1821"> <thead> <tr> <th>変圧器種別</th><th>無負荷損 (W)</th><th>負荷損 (W)</th><th>損失電力量 (kWh)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>従来変圧器 (1999年以前)</td><td>1,300</td><td>4,199</td><td>17,273</td></tr> <tr> <td>トップランナー以前変圧器</td><td>910</td><td>3,751</td><td>13,229</td></tr> <tr> <td>トップランナー (2006) 変圧器</td><td>-</td><td>-</td><td>10,424</td></tr> <tr> <td>トップランナー (2014) 変圧器</td><td>497</td><td>3,150</td><td>8,769</td></tr> <tr> <td>特殊変圧器 アモルファス</td><td>245</td><td>2,460</td><td>5,594</td></tr> </tbody> </table> <p>参考資料</p> <ul style="list-style-type: none"> [1] 『CO₂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) 	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
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																						

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	<input checked="" type="checkbox"/> 産業用 <input type="checkbox"/> 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	<p>変圧器の2次側で負荷電力を測定する。</p> 
計測装置	電力計
計測留意事項	
補足説明	<ul style="list-style-type: none"> 負荷率は次の式で表される。 $\text{負荷率} = \frac{\text{期間中の平均需要電力(kVA)}}{\text{変圧器の定格容量(kVA)}}$ <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>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 r_e を算出する。</p> $r_e = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^N \left(\frac{P_t}{K} \right)^2 \Delta T}$ <p> K : 変圧器の定格容量(kVA) $P_1 \sim P_N$: 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($=T/N$) </p>
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)

算定シート

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	<input checked="" type="checkbox"/> 産業用 <input type="checkbox"/> 業務用				
分類	受変電・配電設備				
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。				
計算条件	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。				
	記号	データ		備考	
	Pi1	6,685	W	老朽化した変圧器	
	Pc1	998	W	老朽化した変圧器	
	rw1	49	%		
	rh1	20	%		
	Pi2	3,710	W	高効率変圧器	
	Pc2	565	W	高効率変圧器	
	rw2	49	%	現状と同じ	
	rh2	20	%	現状と同じ	
2. 就業時間、通電時間、夜間・休日時間					
	記号	データ		備考	
	twk	5,096	h	14h/日×364日/年	
	ton	8,760	h	24h/日×365日/年	
	tnw	3,664	h		
3. 換算係数、単価					
	記号	データ		備考	
	He	9.97	GJ/千kWh		
	fo	0.0258	kL/GJ		
	fc	0.518	t-CO ₂ /千kWh		
	ye	17	円/kWh		
計算方法	記号	計算式			計算値
	Wi1	$(Pi1 \div 1,000) \times \{(rw1 \div 100)^2 \times twk + (rh1 \div 100)^2 \times tnw\}$			9,159 kWh/年
	Wc1	$(Pc1 \div 1,000) \times ton$			8,742 kWh/年

算定シート

	負荷損失 (改善後)	Wi2	$(Pi2 \div 1,000) \times \{(rw2 \div 100)^2 \times twk + (rh2 \div 100)^2 \times tnw\}$	5,083	kWh/年		
	無負荷損失 (改善後)	Wc2	$(Pc2 \div 1,000) \times ton$	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	$\{(Wi1 + Wc1) - (Wi2 + Wc2)\} \div 1,000$			
	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			
測定/取得データ	④ 削減金額	千円/年	134	① × ye ÷ 1,000			
	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							