「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	220211　変圧器の無負荷時遮断
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　業務用
分類	受変電・配電設備
内容・目的	工場や事業場では、電力会社から受電した電力や自家発電設備により供給される電力を設備に合った電圧に変成して使用する。このために変圧器が使用されるが、変圧器は負荷に関わらず電圧が印加されている限り損失が発生している。負荷が無いときには印加する電圧をなくすことにより省エネに繋げることができる。
対策技術の概要	1．概要 工場や事業場で使用される電気は、受電電圧でそのまま使用することはなく、変圧器で負荷に合った電圧に降圧して使用される。 電圧を降圧するとともに、遮断器、断路器等の保護装置を備えて、電力を必要としている場所に安全に電力を送り届ける装置を受変電設備という。

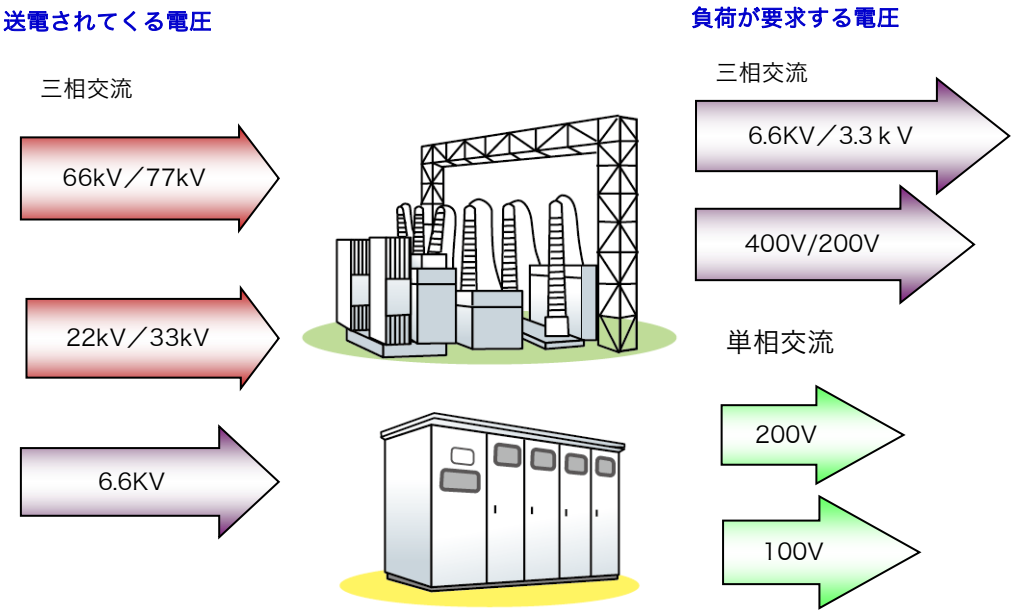


図１．受変電設備による電圧の変成

電力会社から供給される電圧は需要家側の契約電力により決められる。特別高圧受電をする需要家では、多くの場合、メイン変電所で受電し 6.6kV に降圧してサブ変電所に送る。サブ変電所では設備に必要な電圧に降圧して負荷設備に供給する。

変圧器は他の装置と比較すると比較的高効率であるが、それでも損失を発生する。

変圧器の損失は、簡易には負荷損（銅損ともいう）と無負荷損（鉄損ともいう）の二つで表される。負荷損は負荷設備が電力を消費するときに発生する電流の大きさで決まるもので、電流の二乗に比例して発生する。無負荷損は変圧器に電気を印加することにより発生する損失で、電圧の二乗に比例し周波数に反比例する。すなわち負荷電流がゼロでも損失を発生し続けることになる。このため、負荷がゼロとなる夜間や休日等に変圧器に電圧をかけないようすると変圧器の損失を少なくすることができる。

「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

２．変圧器の負荷損と無負荷損

表１にトップランナー変圧器の無負荷損、負荷損の例を示す。従来型の変圧器の無負荷損は数倍大きい。

無負荷損は電圧が一定である限り値は変わらないが、夜間や休日のように電力需要が少ないときは、電圧が上がる傾向にある。このような時間帯は変圧器の無負荷損が増える（無負荷損は電圧の二乗に比例から）ことになり、変圧器が停止できれば一層の省エネになることがわかる。

表１．トップランナー変圧器の例（T 社カタログの抜粋）

相数	一次電圧 二次電圧 (V)	結線	容量 (ｋVA)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)
単相	6600 210-105	単三 専用	10	28	161
			20	49	286
			30	51	467
			50	78	691
			75	118	851
			100	135	117
			150	182	1,510
			200	217	1,910
			300	300	2,570
			500	374	3,660
三相	6600 210	Y-Y	20	65	403
			30	87	525
			50	113	815
			75	160	911
		Y-Δ	100	199	1,110
			150	268	1,580
			200	298	1,960
			300	430	2,590
			500	578	3,980
		Δ－Δ	750	921	5,350
			1,000	1,128	6,500
			1,500	1,620	8,000
			2,000	2,030	10,300

３．変圧器停止にあたって留意点

変圧器を停止するのは、変圧器一次側の開閉器を開放し行なう。ただし変圧器を止めるには、変圧器一次側の開閉器の種類を確認する必要がある。一般的に変圧器の一次側には負荷電流を開閉できる開閉器が設置されていない場合が多い。

高圧受電の場合、限流ヒューズ付き負荷開閉器が設置されていることが多く、この負荷開閉器の開閉能力は変圧器の励磁電流程度であり、また開閉回数も 200 回程度である。遠方で引き外すことは可能であるが、投入は直接機器を操作しなければならない。

このため、本機能で省エネを図ろうとする場合は、一次側の開閉器に真空コンタク

「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）

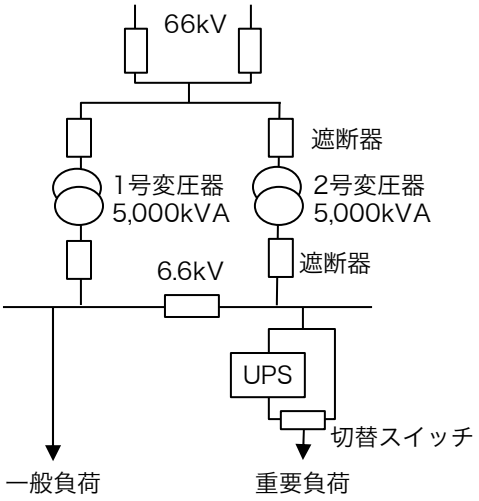
概要シート

ター等を直列に挿入するのが望ましい。
　真空コンタクターは開閉回数が数十万回と多く、通常の負荷も開閉できるため、日常的に変圧器を停止する場合には採用が必須である。また遠隔操作も可能であり、タイマー等と連動させることもできる。

４．実例

１）特別高圧受変電設備での例

　特別高圧受変電設備では主変圧器を複数台設置するケースが多い。メイン変電所では特高電圧で受電し、降圧してサブ変電所に電力を送る。メイン変電所で集中して電力を降圧するため、変圧器が 1 台の場合、故障が発生した時には工場やビルが機能しなくなってしまう。これを避けるため、2 台以上の変圧器を設置し、常時使用する。1 台当たりの変圧器の負荷率は小さいものになり、夜間や休日はさらに小さな負荷率となる。このため、積極的に 1 台停止させている。



　変圧器の故障を想定しており、重要負荷には UPS が設置されている。変圧器が 1 台運転時に運転中の変圧器が故障して停電が発生しても、停止していたもう 1 台の変圧器を起動させ、一時的な停電で復旧ができる。

　変圧器の容量は 5,000kVA と大きく、かなりの無負荷損（8kW）を発生させているため 1 台の停止の省エネ効果は大きい。

２）動力変圧器の夜間、休日の停止

　動力変圧器は製造設備に電力供給している。

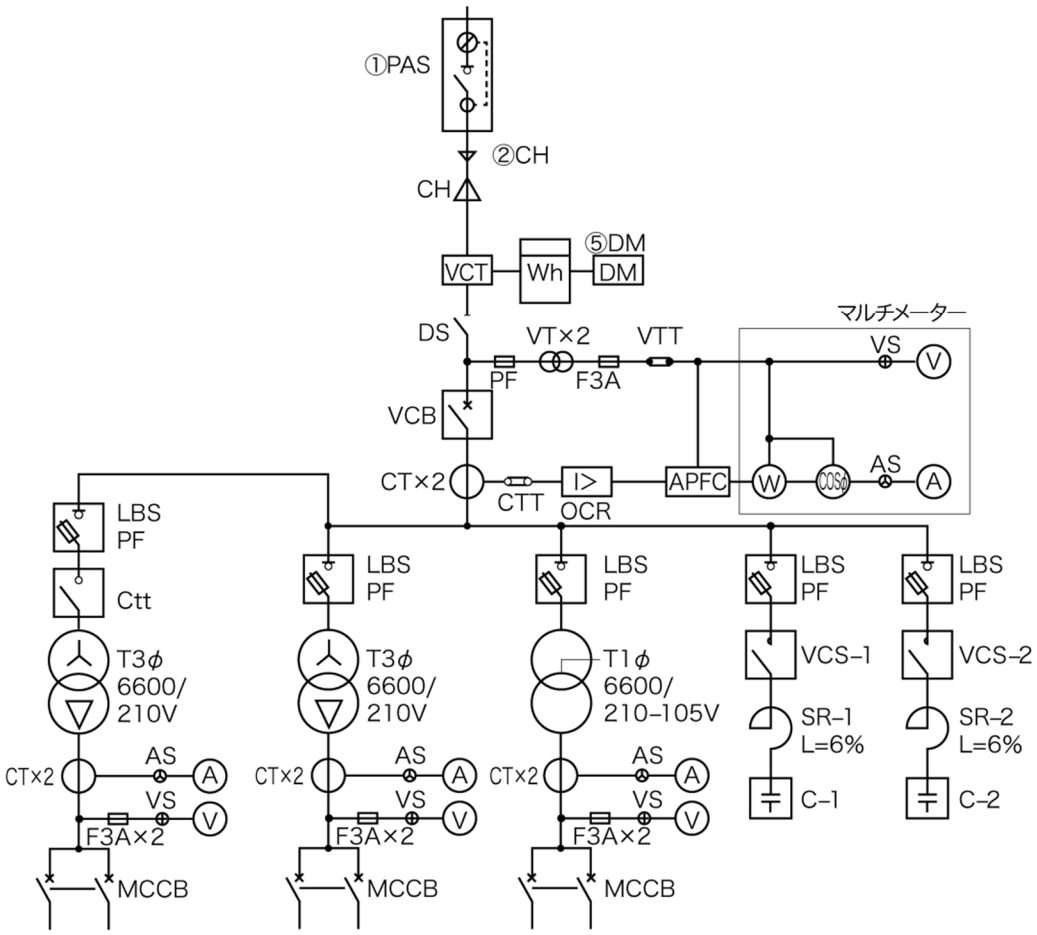
　夜間と休日は工場が停止しており、負荷に電力を供給する必要がないため、動力変圧器を停止している。

　工場創業当時は、動力変圧器に製造設備以外の負荷にも電力供給されており、停止することはできなかったが、負荷配分と用途の見直しで停止できるように改修を行った。動力変圧器は 500kVA であり、無負荷損は 940W である。

補足説明	
参考資料	［1］工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準

「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	220211　変圧器の無負荷時遮断
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	受変電・配電設備
内容・目的	工場や事業場では、電力会社から送られてくる電力を設備に合った電圧に変成して使用する。このために変圧器が使用されるが、変圧器は負荷に関わらず電圧が印加されている限り損失が発生している。負荷が無いときには印加する電圧をなくすことにより省エネに繋げることができる。
フロー図と計測箇所	1．受電点有効電力量（Wh） 2．変圧器 2 次側電流（A） 3．変圧器 2 次側電圧（V） 
計測装置	1．受電点有効電力量（Wh） 2．変圧器 2 次側電流（A） 3．変圧器 2 次側電圧（V）
計測留意事項	1．夜間等の不要時に停止対象変圧器の電流を測り、負荷が稼働していいないことを確認する。
補足説明	

「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">220211　変圧器の無負荷時遮断</td></tr>
<tr><td>対策タイプ</td><td colspan="6">部分更新・機能付加</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>内容・目的</td><td colspan="6">　工場や事業場では、電力会社から送られてくる電力を設備に合った電圧に変成して使用する。このために変圧器が使用されるが、変圧器は負荷に関わらず電圧が印加されている限り損失が発生している。負荷が無いときには印加する電圧をなくすことにより省エネに繋げることができる。</td></tr>
<tr><td rowspan="11">計算条件</td><td colspan="6">　夜間や休日等で負荷に電力を供給していない変圧器の停止を行なう。停止することにより変圧器の無負荷損をゼロにすることができる。</td></tr>
<tr><td>項目</td><td>記号</td><td colspan="2">データ</td><td colspan="2">備考</td></tr>
<tr><td>停止変圧器の容量</td><td></td><td>500</td><td>kVA</td><td colspan="2">6.6kV、50Hz</td></tr>
<tr><td>無負荷損</td><td>Q</td><td>980</td><td>W</td><td colspan="2">既設変圧器の銘板から</td></tr>
<tr><td>平日日数</td><td>D</td><td>250</td><td>日</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>平日停止時間</td><td>DM</td><td>12</td><td>h</td><td colspan="2">20 時から 8 時の間</td></tr>
<tr><td>祝祭日等休日日数</td><td>Hd</td><td>115</td><td>日</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>電力単価</td><td>ye</td><td>18.9</td><td>円/kWh</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>電力の一次エネルギー換算係数</td><td>He</td><td>9.97</td><td>MJ/kWh</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>原油換算係数</td><td>fo</td><td>0.0258</td><td>kL/GJ</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>電力の CO_2 排出係数</td><td>fce</td><td>0.525</td><td>t-CO_2/千 kWh</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>補足説明</td><td colspan="6">　平日 20 時から翌 8 時まで変圧器を停止する。また、土・日・祝日および夏休み、正月休みの終日を停止するものとして計算</td></tr>
<tr><td rowspan="2">計算方法</td><td>電力損失（現状）</td><td>EL1</td><td colspan="2">Q×（D×DM＋Hd×24）÷1,000</td><td>3,293</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td>電力損失（改善後）</td><td>EL2</td><td colspan="2"></td><td>0</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td rowspan="6">効果</td><td>項目</td><td colspan="2">単位</td><td>効果</td><td colspan="2">備考</td></tr>
<tr><td>① 削減電気量</td><td colspan="2">千 kWh/年</td><td>3.29</td><td colspan="2">（EL1- EL2）÷1,000</td></tr>
<tr><td>② 原油換算削減量</td><td colspan="2">kL/年</td><td>0.847</td><td colspan="2">①×He×fo</td></tr>
<tr><td>③ CO_2削減量</td><td colspan="2">t-CO_2/年</td><td>1.73</td><td colspan="2">①×fce</td></tr>
<tr><td>④ 削減金額</td><td colspan="2">千円/年</td><td>62</td><td colspan="2">①×ye</td></tr>
<tr><td>⑤ 投資項目</td><td colspan="5">真空コンタクター</td></tr>
</table>