

# 送油風冷式変圧器の運転温度

## Operating Oil Temperature of Forced Oil Circulated Air-Cooled Type Transformer

真 流 和 徳\*

### 内 容 梗 概

変圧器の運転温度の高低は直接変圧器の寿命に関係する。自冷式変圧器の運転温度は周囲温度の変化にしたがって周期的に変化する。冷却器分散配置型送油風冷式変圧器では周囲温度の低い場合は冷却器運転台数を加減して運転温度を制御している。この制御温度は変圧器の老化の見地からは低い方が望ましい。本稿では本邦の気象条件を中心にして Montsinger 氏の老化説によりこの種変圧器の制御温度をいかなる値にとれば自冷式変圧器と同程度の寿命を保つことができるかということについて考察した。

### [I] 緒 言

近時電力需要の増加は水力および火力発電施設の増強、送配電系統の拡充を招来し、使用機器も性能向上、保守運転の容易な大容量、大単位化される傾向にある。この送配電機器の主器の一である変圧器もこの時流にしたがって冷却方式の改良も長足の進歩をとげた。すなわち冷却器を数箇の単位冷却器に分け変圧器の周囲に分散配置したいわゆる冷却器分散配置型送油風冷式変圧器の発達は瞠目に値する。筆者はさきにこの種の変圧器の温度上昇について述べたが<sup>(1)</sup>、比較的自由に冷却器の運転台数を加減して変圧器運転温度を制御しうるこの種の変圧器をいかなる温度で運転してゆくかということはまた別箇の問題である。変圧器の老化度から冷却器分散配置型送油風冷式変圧器の運転温度について考察するのも意義がある。

### [II] 変圧器の使用温度と寿命

変圧器の寿命とは通念的に使用絶縁材料の寿命であり、絶縁材料の寿命は温度と密接な関係があるということは周知の事実である。しかし変圧器の寿命、劣化に関する資料はとぼしく、これを定量的に決定することはなかなか困難である。

油入変圧器の温度上昇の限度はそれぞれの国の実状で定められており、二三の国の規程を代表的に列挙すれば第1表のごとくなる。

油入変圧器に使用されているA種絶縁材料の老化に関しては Smith, Scott 両氏<sup>(2)</sup> A.I.E.E 誌記載の諸実験を

\* 日立製作所日立国分分工場

もとにした有名な Montsinger 氏<sup>(3)</sup>の論文等があり、絶縁物の劣化度は温度上昇が8°C増す毎に倍加する。いわゆる8度説があり、これが現在唯一の変圧器の寿命を推定する基礎になつている模様である。たとえば100°Cで10年間運転したときの老化度は108°Cで5年間運転した場合の老化度に等しいことを意味する。しかして以上の関係を次式で表現している。

$$A = T \cdot e^{0.0865 \theta} \dots\dots\dots (1)$$

たゞし A: 老化単位 (Aging units)

T: 期 間

θ: 温 度

この法則にしたがって変圧器使用温度と推定寿命の関係を表せば大体第2表のごとくなる。変圧器は連続的に使用する場合は巻線の最高温度は105°Cまで許されてい

第 1 表 変 圧 器 の 温 度 上 昇 限 度  
Table 1. Temperature Rise Limit of Transformer

Temperature Rise Limit of Transformer (in °C) (Class A Insulation)					
Method of Cooling	Temp. Rise. (TR)	Method of Measurement Th-by Thermo. R-by Resist.	JEC-120 (Japan)	IEC (International)	ASA ASA-C5710-12 (America)
Ambient Temperature	Air		40	40	40
	Water		25	25	25
Oil Immersed Self-cooled	TR	R	55	60	55
Oil Immersed Water-cooled	TR	R	55	60	55
Oil Immersed Forced -oil Circulation. With Air Blast Cooling	TR	R	60	60	55
Oil Immersed Forced -oil Circulation. With Water Cooling	TR	R	60	60	55
Oil immersed Air Blast Cooling	TR	R	55	55	55
Oil	TR	Th	50	50	50

第 2 表 変 圧 器 巻 線 温 度 と 寿 命 の 関 係  
Table 2. Relation Between Winding Temperature of Transformer and It's Life

温 度 (°C)	85	90	95	100	105	110	120
寿 命 (年)	40	25	17	10.5	7	4.5	1.9

るから上記の法則にしたがえば、この運転条件における推定寿命は約 7 年ということになる。しかし年間を通じて全負荷でしかも周囲温度 40°C 附近で運転される期間は特殊な条件におかれているものの他はほとんどなく、したがって巻線の最高温度が 105°C に達するのは全期間を通じてごくわずかだということになる。普通の状態で運転されている変圧器の寿命は一般に 20~30 年といわれている。これは第 2 表によれば大体等価的に巻線の最高温度 90°C 附近で運転されていることが逆に推定される。

他方米国の A.S.A. 規格<sup>(4)</sup>では平常使用の標準設計の変圧器の推定寿命を基礎として、この寿命で過負荷する場合の運転指針を与えている。すなわち、

- (1) 定格容量における連続運転
- (2) 周囲温度  
 空気冷却の場合；1 日の平均が 30°C でいかなる場合も 40°C を超えない  
 水冷却の場合；1 日の平均が 25°C でいかなる場合も 30°C を超えない
- (3) 巻線の最高温度；周囲温度 (30°C) + 巻線の平均温度上昇 (55°C) + 最高温度上昇と平均温度上昇との差 (10°C) = 95°C

の条件のもとに運転される変圧器はかなり長い寿命を有すると述べられている。かなり長い寿命とはほぼ何年位か明らかにされてはいないが第 2 表から大体 17 年位と推定される。

〔III〕 本邦の気象を基準とした平均運転温度

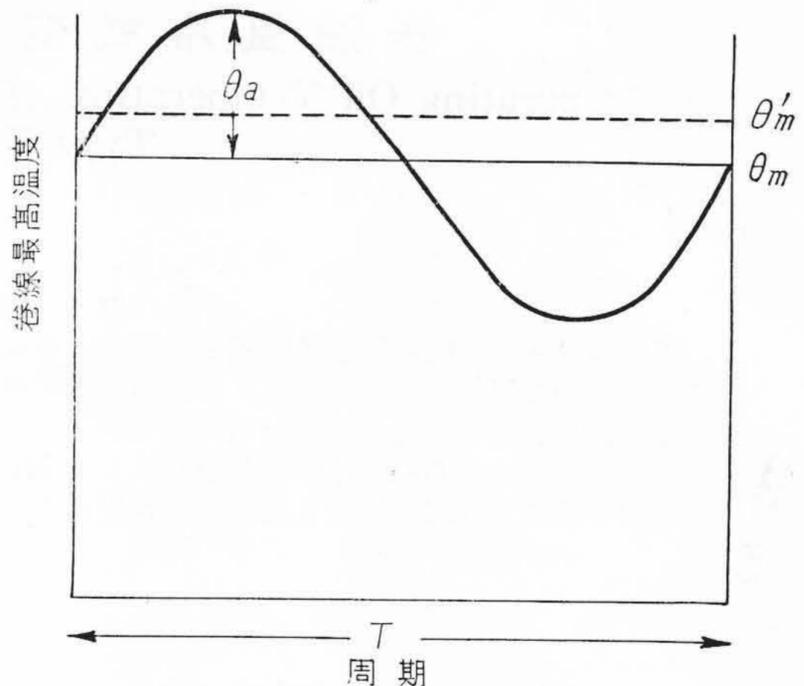
前節では一定周囲温度で全負荷運転されている変圧器、すなわち全運転期間を通じて同一巻線温度で使用されている変圧器の老化について考察したが実際の周囲温度はある周期で一定の振幅で変化しており、自冷式変圧器または運転全期間を通じて冷却器を一定台数だけ運転している送油式変圧器の巻線温度は周囲温度に応じて変化する。小沢氏は周囲温度が平均周囲温度に対して正弦波的に変化すると仮定して Montsinger 氏の式を変換し本邦各地の老化単位を比較している。すなわち第 1 図で

$$\theta = \theta_m + \theta_a \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \dots\dots\dots (2)$$

- たゞし  $\theta_m$  : 平均周囲温度 + 巻線最高温度上昇
- $\theta_a$  :  $\theta_m$  に対する温度変化の振幅
- $T$  : 変化の周期
- $t$  : 時 間

とにおいて (1) 式を変換すれば老化単位は

$$A = e^{0.0865 \theta_m} \int_0^T e^{0.0865 \theta_a \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)} dt \dots (3)$$



第 1 図 一周期における変圧器の温度変化  
 Fig. 1. Temperature Variation of Transformer in One Period

となる。(3) 式の積分項を級数に展開して計算すれば老化単位は近似的に

$$A \doteq T e^{0.0865 \theta_m} \left[ 1 + \frac{(0.0865 \theta_a)^2}{4} + \frac{(0.0865 \theta_a)^4}{64} \right] \dots\dots\dots (4)$$

とあらわすことができる。(4) 式で周囲温度の異なる地域の寿命の比較ができるが、本稿では送油風冷式変圧器の運転温度の決定のため変化する温度で運転した場合と等価な老化を示す連続使用巻線温度について考察してみる。

(4) 式と同じ老化単位を生ずる温度を  $\theta'_m$  とすれば (1) 式と (4) 式より

$$T e^{0.0865 \theta'_m} = T e^{0.0865 \theta_m} \left[ 1 + \frac{(0.0865 \theta_a)^2}{4} + \frac{(0.0865 \theta_a)^4}{64} \right]$$

$$\text{故に } \theta'_m - \theta_m = \frac{1}{0.0865} \log \left[ 1 + \frac{(0.0865 \theta_a)^2}{4} + \frac{(0.0865 \theta_a)^4}{64} \right] \dots\dots\dots (5)$$

をうる。

すなわち (5) 式は正弦波状に変化する周囲温度のもとに運転されている変圧器の平均温度と一定温度で連続使用されている変圧器の同一老化条件における温度差を示

第 3 表 等価巻線温度 ( $\theta'_m$ ) と平均巻線温度 ( $\theta_m$ ) の差と温度振幅との関係

Table 3. Relation Between Difference of Equivalent ( $\theta'_m$ ) and Average ( $\theta_m$ ) Winding Temperature, and Temperature Amplitude

$\theta_a$ (°C)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20
$\theta'_m - \theta_m$ (°C)	0.14	0.53	1.19	2.07	3.15	4.42	7.36

している。 $\theta'_m - \theta_m$  と  $\theta_a$  の関係を示したのが第3表である。たとえば周囲温度の振幅が $15^\circ\text{C}$ の地方で全負荷で使用する変圧器は平均温度より $4.4^\circ\text{C}$ 高い一定温度で連続運転する変圧器と等価な老化を示すことを表している。

変化する周囲温度に対して変圧器の運転温度を比較的一定に制御しうるのは冷却器分散配置型送油式変圧器であるが、この変圧器が全期間を通じて一定の温度で運転できるものと仮定すればその使用地方の気象条件が判つておれば同地方で運転されている自冷式変圧器と同一老化条件で運転すべき送油式変圧器の運転温度を定めることができる。本邦の代表的地方の月別平均温度、最高最低温度を第4表<sup>(5)</sup>に示した。周囲温度が正弦波的に変化するのは月別平均温度の年間変化と一日における気温変化であり老化単位は両者を加味したものと考えればよい。たとえば一日の振幅を $5^\circ\text{C}$ とし、年間の振幅を $15^\circ\text{C}$ とすれば $\theta'_m - \theta_m$ は第3表からほぼ両者の和 $0.53 + 4.42 = 4.95^\circ\text{C}$ となる。したがって

周囲温度の平均値 + 変圧器最高巻線温度上昇 +  $4.95^\circ\text{C}$   
 = 送油式変圧器の連続運転最高巻線温度  
 とすれば同地域の年間振幅  $15^\circ\text{C}$  の自冷式変圧器と同程度の寿命を有することになる。

〔IV〕 冷却器分散配置型送油式変圧器の運転温度

前項では変化する周囲温度に対して送油式変圧器が一定温度で運転しうるという理想的な場合について論じたが実際は周囲温度の低いある期間だけ冷却器運転台数を制御して一定温度に保ち他の期間は周囲温度に追随して第2図のごとく変化すると考えるのが妥当である。

第2図について Montsinger 氏の式による老化単位を求め一定温度で運転した場合同一老化単位を生ずる温度  $\theta'$  と変圧器を一定温度で運転している期間の温度  $\theta$  との差を求めてみる。計算にあたり変化する部分の温度は前項同様正弦波的に変化すると仮定する。ここに

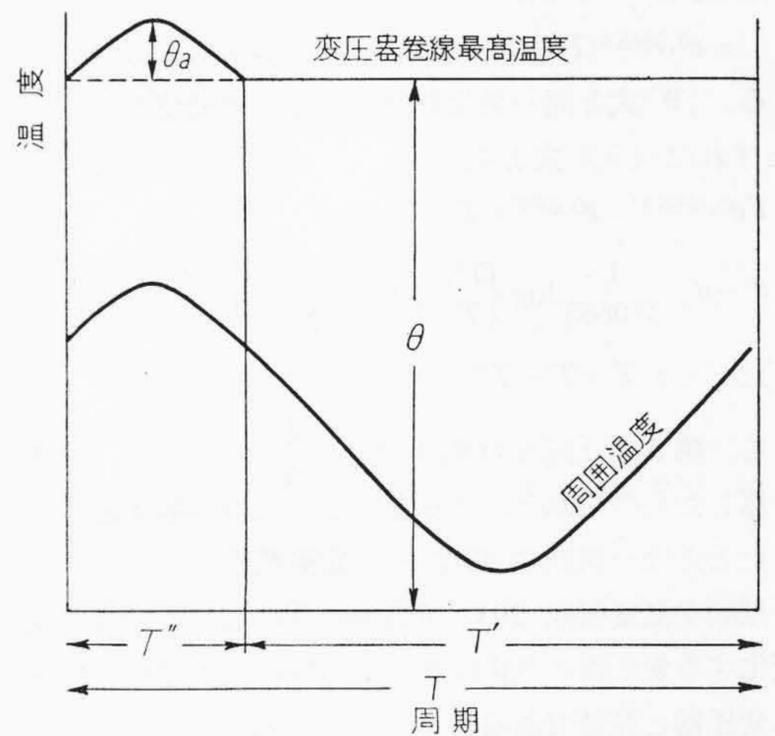
- $T$  : 温度変化の一週期
- $T'$  : 温度  $\theta$  一定の期間
- $T''$  : 温度変化  $= \theta + \theta_a \sin\left(\frac{\pi}{T''}t\right)$  の期間

とすれば一週期の老化単位は

$$A = T'e^{0.0865\theta} + \int_0^{T''} e^{0.0865(\theta + \theta_a \sin(\frac{\pi}{T''}t))} dt$$

第4表 本邦各地の平均気温 (1921~1950年の平均)  
 Table 4. Average Temperature of Various Districts of Japan

	月別累年平均気温			日最高気温の月別累年平均値			日最低気温の月別累年平均値		
	1月	8月	年平均	1月	8月	年平均	1月	8月	年平均
鹿児島	6.6	27.1	16.8	11.9	31.2	21.6	2.3	23.3	12.4
広島	4.6	26.6	15.2	8.8	31.5	19.7	-0.2	22.8	10.2
大阪	4.1	27.6	15.2	8.6	32.3	20.0	0.3	23.5	10.9
東京	3.2	26.3	14.3	8.5	30.1	18.8	-1.4	22.5	10.0
仙台	-0.4	23.9	11.2	4.4	28.1	15.9	-4.1	20.8	7.1
札幌	-6.6	21.7	7.4	-1.8	26.4	12.1	-11.4	16.6	2.1
新潟	1.4	26.1	12.8	4.3	30.2	16.7	-1.3	22.2	9.3
長野	-2.2	24.7	10.9	3.0	30.7	16.9	-6.0	20.0	6.3



第2図 温度制御を行っている送油風冷式変圧器の一周期における温度変化

Fig. 2. Temperature Variation in One Period of Forced Oil Circulated Air Cooled Type Transformer with Temperature Control Equipment

$$= T'e^{0.0865\theta} + e^{0.0865\theta} \int_0^{T''} e^{0.0865\theta_a \sin(\frac{\pi}{T''}t)} dt \dots\dots\dots (6)$$

となる。さらに

$$S = \int_0^{T''} e^{0.0865\theta_a \sin(\frac{\pi}{T''}t)} dt$$

とすれば

$$S = T'' \left[ 1 + \frac{1}{2! \cdot 2} (0.0865\theta_a)^2 + \frac{3 \cdot 1}{4! \cdot 4 \cdot 2} (0.0865\theta_a)^4 + \frac{5 \cdot 3 \cdot 1}{6! \cdot 6 \cdot 4 \cdot 2} (0.0865\theta_a)^6 + \dots + \frac{(2n-1)(2n-3)\dots 5 \cdot 3 \cdot 1}{(2n)! \cdot 2n \cdot (2n-2) \dots 6 \cdot 4 \cdot 2} (0.0865\theta_a)^{2n} + \dots + \frac{2}{\pi} (0.0865\theta_a) + \frac{2}{\pi} \frac{2}{3! \cdot 3 \cdot 1} (0.0865\theta_a)^3 + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{4 \cdot 2}{5! \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1} (0.0865\theta_a)^5 \dots \right]$$

$$+ \dots + \frac{2}{\pi} \frac{(2n-2) \cdot (2n-4) \cdot \dots \cdot 6 \cdot 4 \cdot 2}{(2n-1)! \cdot (2n-1) \cdot (2n-3) \cdot \dots \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1} (0.0865 \theta_a)^{2n-1} \dots + \dots \quad (7)$$

となる。(7)式において  $\theta_a < 30^\circ\text{C}$  と考えれば7次の項まで計算すれば充分である、したがって

$$S = T'' \left[ 1 + \frac{(0.0865 \theta_a)^2}{4} + \frac{(0.0865 \theta_a)^4}{64} + \frac{(0.0865 \theta_a)^6}{2304} + \frac{2}{\pi} (0.0865 \theta_a) + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{(0.0865 \theta_a)^3}{9} + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{(0.0865 \theta_a)^5}{225} + \frac{2(0.0865 \theta_a)^7}{\pi \cdot 11240} \right] \dots \quad (8)$$

$$= T'' \cdot \alpha \dots \quad (8)'$$

となる。(6)式と(8)'式より

$$A = T' e^{0.0865 \theta} + T'' e^{0.0865 \theta \alpha} = e^{0.0865 \theta} (T' + T'' \alpha) \dots \quad (9)$$

をうる。(9)式と同一老化単位を生ずる連続使用温度を  $\theta'$  とすれば(9)式より

$$T e^{0.0865 \theta'} = e^{0.0865 \theta} (T' + T'' \alpha)$$

$$\theta' - \theta = \frac{1}{0.0865} \log \left\{ \frac{T'}{T} + \left( 1 - \frac{T'}{T} \right) \alpha \right\} \dots \quad (10)$$

ただし:  $T = T' + T''$

となる。第5表は種々の  $\theta_a$  および  $\frac{T'}{T}$  について  $\theta' - \theta$  を計算したものであり、これを図示したのが第3図である。たとえば一周期の40%を一定温度  $\theta$  で運転し、残りの期間を温度振幅  $10^\circ\text{C}$  で周囲温度に応じて最高温度の変化する変圧器の老化は  $\theta$  より  $4.5^\circ\text{C}$  高く連続運転される変圧器と等価であるということを示す。

さて、冷却器分散配置型送油風冷式変圧器ではこの一定温度で運転する期間の温度  $\theta$  をいかなる値にえらぶかが問題である。変圧器の老化に関するのは勿論巻線の最高温度であるが、保守運転の指針になるのは一般に温度計の指示する油温度である。また温度継電器を使用し冷却器運転台数を自動的に制御する運転方式も油の温度が普通基準となつていたので、ここではこの油の温度をいかに選ぶかについて考えてみる。勿論全負荷状態では巻線と油との温度差は一定であるから油温度を基準としても一向さしつかえないわけである。

ここで本邦の等価周囲温度について考えてみる。つまり変圧器に等価な老化を与える連続平均周囲温度である。第4表により本邦の周囲温度の振幅は年間  $15^\circ\text{C}$ 、一日当たり  $5^\circ\text{C}$  と考えれば充分である。したがって前述の如く等価周囲温度は(平均周囲温度  $+4.95^\circ\text{C}$ )となり、平均周囲温度の最高は鹿児島で現はれ  $16.8^\circ\text{C}$  であるから等価周囲温度は

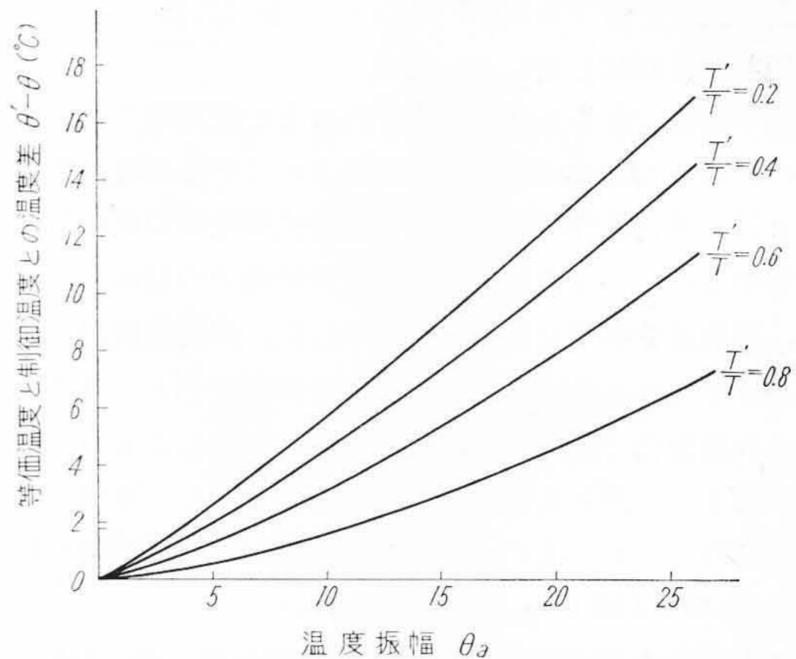
$$16.8^\circ\text{C} + 4.95^\circ\text{C} = 21.75^\circ\text{C} \doteq 22^\circ\text{C}$$

となる。

第5表 各  $T'/T$  に対する等価温度と制御温度との温度差と温度振幅との関係

Table 5. Relation Between the Temperature Difference of Equivalent and Controlled Temperature, and Temperature Amplitude at Each  $T'/T$

$T'/T$	$(\theta' - \theta)^\circ\text{C}$						
	$\theta_a$ ( $^\circ\text{C}$ )	5	10	15	20	25	30
0.2		2.70	5.69	8.92	12.46	16.10	19.92
0.4		2.08	4.51	7.27	10.36	13.71	17.30
0.6		1.43	3.20	5.30	7.84	10.68	13.87
0.8		0.74	1.71	2.96	4.58	6.53	8.88



第3図 各運転状態に於ける等価温度と制御との温度差の曲線群

Fig. 3. Curves of Temperature Difference Between Equivalent and Controlled Temperature at Each Operating State

送油式変圧器では巻線の平均温度上昇値の限度は  $60^\circ\text{C}$  であり、平均温度と最高温度との温度差を  $5^\circ\text{C}$  とすれば等価周囲温度  $22^\circ\text{C}$  における巻線の最高温度は

$$22 + 60 + 5 = 87^\circ\text{C} \dots \quad (11)$$

となる。

送油式変圧器では一般に油温は平均温度に近づくので一般に自冷式よりも巻線と油との温度差が大となる。ここでは安全をみて巻線の平均温度と油の温度差を  $20^\circ\text{C}$  とみれば等価周囲温度  $22^\circ\text{C}$  の時の全負荷運転油温度は

$$87 - 20 - 5 = 62^\circ\text{C} \dots \quad (12)$$

となる。本邦中央部における平均気温を  $14^\circ\text{C}$  程度とすれば(12)式の  $62^\circ\text{C}$  は  $59^\circ\text{C}$  となる。

冷却器分散配置型送油風冷式変圧器において冷却器により油温を制御しうる期間と一週期全期間の比すなわち  $\frac{T'}{T}$  を  $0.4 \sim 0.6$  と考えれば(変圧器の油温度上昇を  $35 \sim 45^\circ\text{C}$ 、気温を  $15^\circ\text{C}$  と考え、制御温度を  $50 \sim 60^\circ\text{C}$  と考えればこの程度となる)、第5表より  $\theta_a$  は  $10 \sim 15^\circ\text{C}$  として  $\theta' - \theta_a$  はほぼ  $3 \sim 8^\circ\text{C}$  となる。数値の大なる方をとれ

ば(12)式より

$$\theta = 50 \sim 55^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots (13)$$

となる。若干余裕を考慮して大体本邦における送油式変圧器は冷却器を制御して一定油温度で運転しうる期間の油温度を  $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$  程度になるごとくすれば大体同地方における全負荷運転自冷式変圧器と同程度の長期間の寿命を期待できるわけである。すなわち温度継電器を使用し油温度の変化に応じて冷却器の運転台数をかえて自動的に油温を制御する方式の変圧器では継電器の動作範囲をこの程度の温度にすればよいわけである。実際は勿論全期間を通じて全負荷で運転されるとは限らない。負荷が減少すればそれだけ油と巻線の温度差が減少するわけであるがまた一方多少の過負荷運転も実際問題として予期せねばならずそれが条件によつては著しく老化に影響する。この観点から考慮して全期間を通じて全負荷運転しているとして油温を定めた方が安全である。

### 〔V〕 結 言

以上冷却器分散配置型送油風冷式変圧器を中心として変圧器の老化の点から冬期間等比較的周囲温度の低い場

合冷却器の運転台数を減じていか程の油温で運転すべきかを論じ、本邦の気象条件からほぼ  $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$  とすべきことを示した。勿論箇々の変圧器についてはそれぞれの試験結果よりえられた値をもとにして算出すべきであるが、大よその見当は前記の値のはづである。本稿では屋外機器の場合につき論じたが屋内使用の変圧器特に電気炉用の変圧器等は室温の高い所で使用される場合があり、全冷却器運転の期間を長くすることが寿命を延す要因であると考えられる。

終りに本研究をすすめるに当り御鞭撻を戴いた日立製作所日立工場林田検査部長、国分分工場本間検査副部長、谷崎変圧器部長、今野変圧器検査課長、浜野主任、小川変圧器設計課長に深甚の謝意を呈する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) 真流：日立評論 37 1941 (昭 30—11)
- (2) J.J. Smith, J.A. Scott: E.E. 58 435 (1939)
- (3) Blume 他: Transformer Engineering 345 (1951)
- (4) A.S.A: C57 32—1948
- (5) 理科年表: 1955年版

日 立 評 論

船 用 機 器 特 集 号

別 冊 No. 14

我国の造船技術は戦前より高く評価されていたが、最近の造船界は外国船主よりも続々大型貨物船および大型タンカーを受注し、未曾有の活況と建造記録を示している。このことは我国の造船技術の優秀さは勿論であるが加えて造機技術の実績も深く認められていることを示すものである。

今回弊社では造機技術の成果集ともいふべき船用機器特集号を計画し、来る7月下旬発行の予定で着々編集を進めている。何卒その発行を御期待乞う。

### 目 次

- |                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| ◎ 船用機関の艤装について                 | ◎ 最近の船用配電盤および制御装置 |
| ◎ バブコック日立船用ボイラ                | ◎ 電動揚貨機の最近における進歩  |
| ◎ 大型油槽船アレキサンドラ号 15,000 HP ボイラ | ◎ 船用計器および継電器      |
| ◎ 船用オイルバーナ                    | ◎ 日立船用 D-F 型遠心清浄機 |
| ◎ 最近の日立船用蒸気タービン               | ◎ 船用ハイドロホワ装置用機器   |
| ◎ 艦艇用蒸気タービンの諸問題               | ◎ 船用無線送受信装置       |
| ◎ 最近の船用発電機および電動機              |                   |

東京都千代田区丸の内1ノ4  
(新丸の内ビルディング7階)

日 立 評 論 社 誌代特価1部 ¥100(送料12)



# 特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	220999	電 気 車 定 加 減 速 度 制 御 方 式	日 立 工 場	平 田 憲 一	31. 3.31
"	221000	発 電 機 を 異 常 電 圧 よ り 防 護 す る 方 式	日 立 工 場	三 浦 倫 義	"
"	221001	抄 紙 用 電 動 機 運 転 制 御 装 置	日 立 工 場	平 川 克 己	"
"	221002	抄 紙 機 の 運 転 操 作 装 置	日 立 工 場	岩 城 秀 夫	"
"	221003	条 材 卷 取 電 動 機 制 御 装 置	日 立 工 場	宮 崎 徳 太 郎	"
"	221004	ト ロ リ ー 装 置	日 立 工 場	岩 城 秀 夫	"
"	221008	正 面 削 り 盤 器	日 立 工 場	西 一 郎	"
"	221005	誘 導 環 型 高 速 度 継 電 器	日 立 工 場	江 守 忠 哉	"
"	220957	自 動 レ ベ ル 調 整 方 式	日 立 工 場	川 崎 健 之 輔	"
"	221007	同 時 送 受 話 回 路	日 立 工 場	藤 原 健 之 輔	"
"	221009	送 電 線 振 動 防 止 装 置	日 立 工 場	猿 渡 房 吉 次 夫	"
"	220956	ド ロ マ イ ト 耐 火 物 の 製 造 方 法	日 立 工 場	渡 沢 正 三 大 三 哉	"
"	221006	熱 的 継 電 装 置	日 立 工 場	内 藤 大 存 与 一 夫	"
実 用 新 案	442211	卓 上 扇 風 機	日 立 工 場	小 堀 信 夫	31. 3.30
"	442212	水 車 ガ イ ド ベ ー ン 操 作 装 置	日 立 工 場	中 村 信 夫	"
"	442219	高 電 圧 単 極 型 水 銀 整 流 器 装 置	日 立 工 場	二 木 久 夫	"
"	442227	路 面 電 車 用 非 常 制 動 装 置	日 立 工 場	四 倉 輝 昌 夫	"
"	442228	車 輻 制 動 装 置	日 立 工 場	安 深 紛 秀 一 夫	"
"	442232	制 限 開 閉 器	日 立 工 場	石 垣 喜 重 郎	"
"	442236	変 圧 器 用 端 子 套 管	日 立 工 場	高 橋 健 造 三 郎	"
"	442240	水 車 ガ イ ド ベ ー ン 開 度 制 限 装 置	日 立 工 場	坂 本 繁 三 郎	"
"	442242	集 塵 装 置	日 立 工 場	横 山 二 郎	"
"	442246	乱 調 防 止 装 置	日 立 工 場	本 間 千 代 一 治 好 一 夫	"
"	442248	接 触 整 流 機 運 転 監 視 装 置	日 立 工 場	沢 西 深 紛 秀 一 夫	"
"	442249	切 換 ス イ ッ チ の バ ネ 取 付 装 置	日 立 工 場	大 野 長 太 郎	"
"	442255	密 閉 型 押 釦 開 閉 器	日 立 工 場	吉 岡 孝 幸 明 務 森 一 男	"
"	442256	カ ム 型 開 閉 器	日 立 工 場	橋 本 英 三 勝	"
"	442258	電 磁 接 触 器	日 立 工 場	室 星 林 千 代	"
"	442259	電 磁 接 触 器 の 互 錠 装 置	日 立 工 場	本 間 千 代 一 治 好 一 夫	"
"	442260	防 爆 型 電 器 端 子 取 付 装 置	日 立 工 場	鈴 角 田 垣 土 忠 登 治 明 治 登 淨 卓 郎	"
"	442261	電 磁 接 触 器	日 立 工 場	鈴 角 田 垣 土 忠 登 治 明 治 登 淨 卓 郎	"
"	442262	電 磁 接 触 器	日 立 工 場	白 土 垣 土 忠 登 治 明 治 登 淨 卓 郎	"
"	442267	断 路 接 触 部	日 立 工 場	白 土 垣 土 忠 登 治 明 治 登 淨 卓 郎	"
"	442268	周 波 数 切 換 装 置	日 立 工 場	安 丹 藤 秀 太 郎	"
"	442269	ス イ ッ チ キ ュ ー ビ ク ル の 消 音 装 置	日 立 工 場	塩 沢 貝 幸 太 郎	"
"	442244	運 搬 車 の ロ ー プ つ か み 装 置	日 立 工 場	中 川 幸 太 郎	"
"	442215	可 動 翼 軸 流 ポ ン プ の 潤 滑 装 置	日 立 工 場	三 進 藤 好 夫 文 一 吉 雄	"
"	442217	水 槌 作 用 軽 減 装 置 付 逆 止 弁	日 立 工 場	西 田 中 藤 榮 澄 吉 雄	"
実 用 新 案	442218	水 槌 作 用 軽 減 装 置 付 逆 止 弁	日 立 工 場	近 藤 中 藤 榮 澄 吉 雄	31. 3.30

(第20頁へ続く)