

# 電力用コンデンサの温度上昇に就て

村 山 隆 男\*

## Temperature Rise of Capacitors for Power Line Service

By Takao Murayama

Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The Japanese Electrotechnical Committee's Code (JEC-61) stipulates that the capacitor should be permitted for use on the basis of the temperature rise on its outer surface not exceeding 25°C. This regulation was established based on the fact that the temperature inside the capacitors was hard to measure and the temperature rise of 25°C on the surface could be considered to indicate a safe value for the interior mechanism of capacitors up to 300 kVA, this capacity being regarded then as practical maximum limit.

However, it goes without saying that the life of the capacitor depends not on the surface temperature but on the temperature rise of the highest temperature spot inside. Further, the limit of capacity has been extended so far that 500 kVA capacitors are now commercially produced.

The examination of inside thermal distribution effected recently by the writer using single-phase 50 cycle 417 kVA capacitor revealed that, in such size of capacitor the surface temperature could exceed 25°C with the inside temperature rise lower than 105°C which is the limit of temperature rise permissible for the class A insulation.

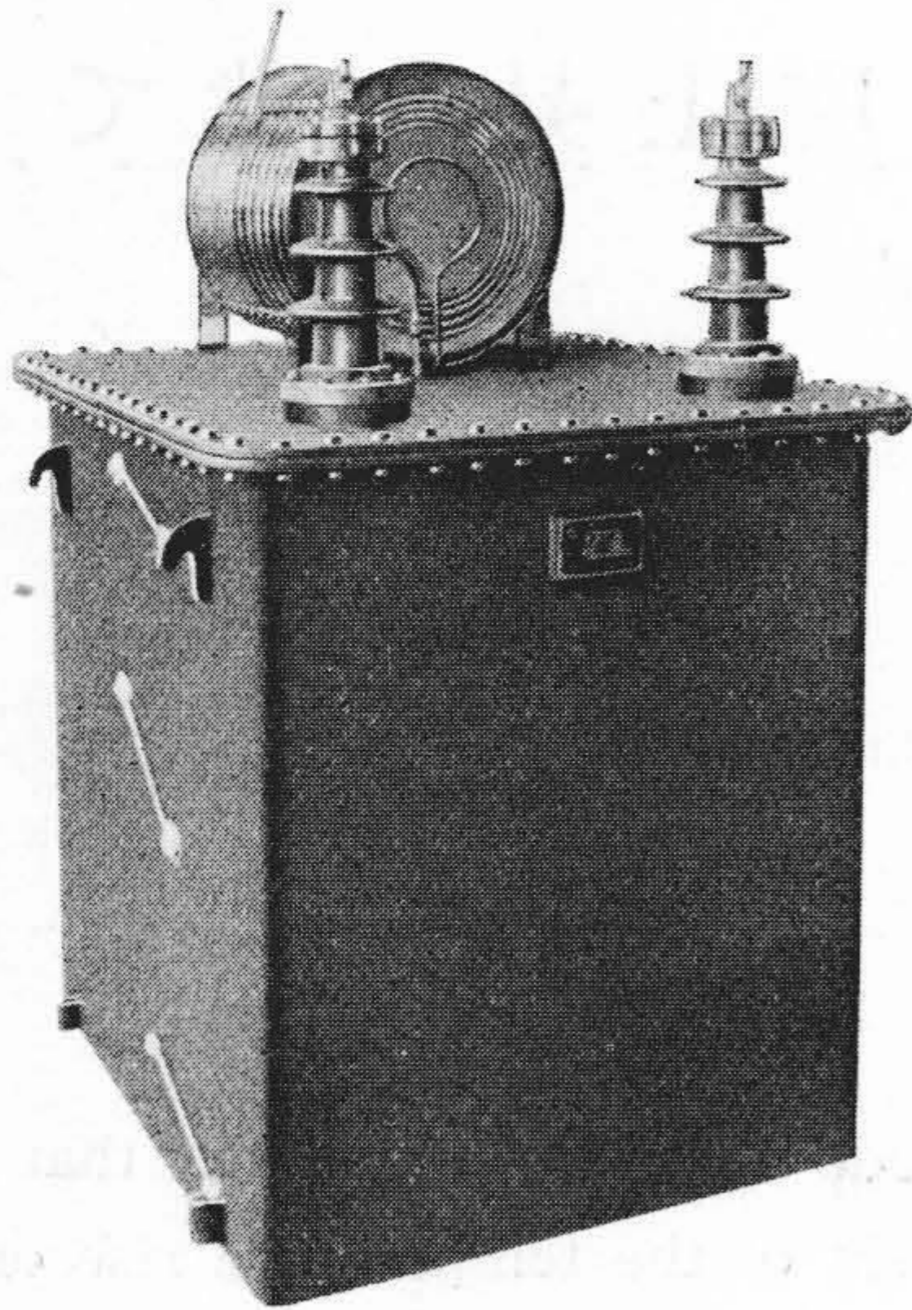
From the above, the writer calculated that the existing limit of temperature rise of capacitors 25°C, should be reconsidered for revision making reference of the inside temperature rise.

### 〔I〕 緒 言

電力用コンデンサ規格 (JEC-61) では、コンデンサの温度に就ては器壁温度上昇のみを規定してあるが、その理由は内部エレメントの温度上昇が、構造上測定困難であること及び当時考えられていた最大容量器 300 kVA のコンデンサに就て、各社製品の器壁温度上昇が 19~23°C に収まつていたからである。近時単器容量 400~500 kVA のコンデンサが普通に製作されるようになつ

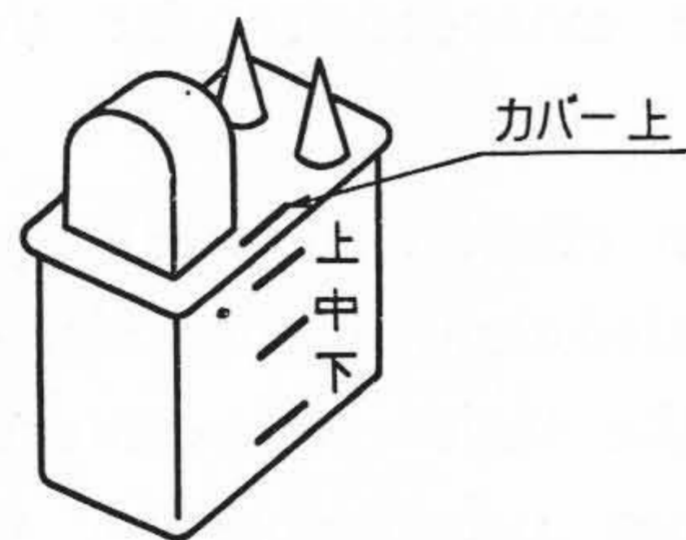
たが、この場合温度上昇の限度について如何に考えるべきであろうか。この事は JIS (C-4902) 規格制定当時も審議されたのであるが、結局単器容量は 300 kVA までを考慮する事として、器壁温度上昇を 25°C 以下と規定された。しかしながらコンデンサの寿命を左右するものは、器壁温度ではなく、内部最高温度点の温度であることは論を俟たない。従つてこの温度が如何になるかを念頭におきながら器壁温度上昇の高低を論ずべきであろう。この意味に於て、製作者はその製品の内部最高温度点の温度上昇を低くするべく努力すると同時に、その数

\* 日立製作所日立工場

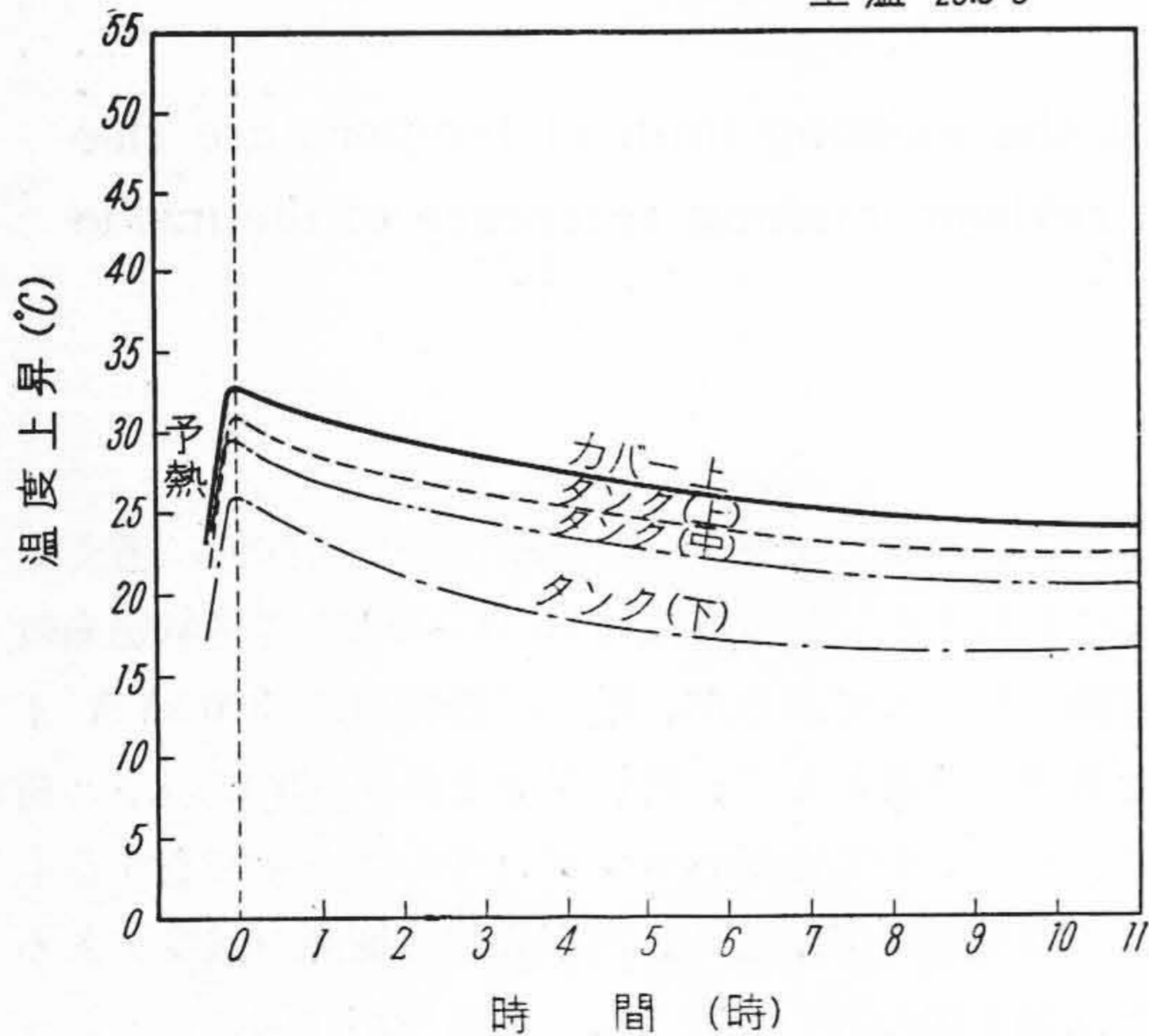


第 1 図 417 kVA, 3,175 V 単相 50 $\sim$  コンデンサ (内部温度分布測定用)

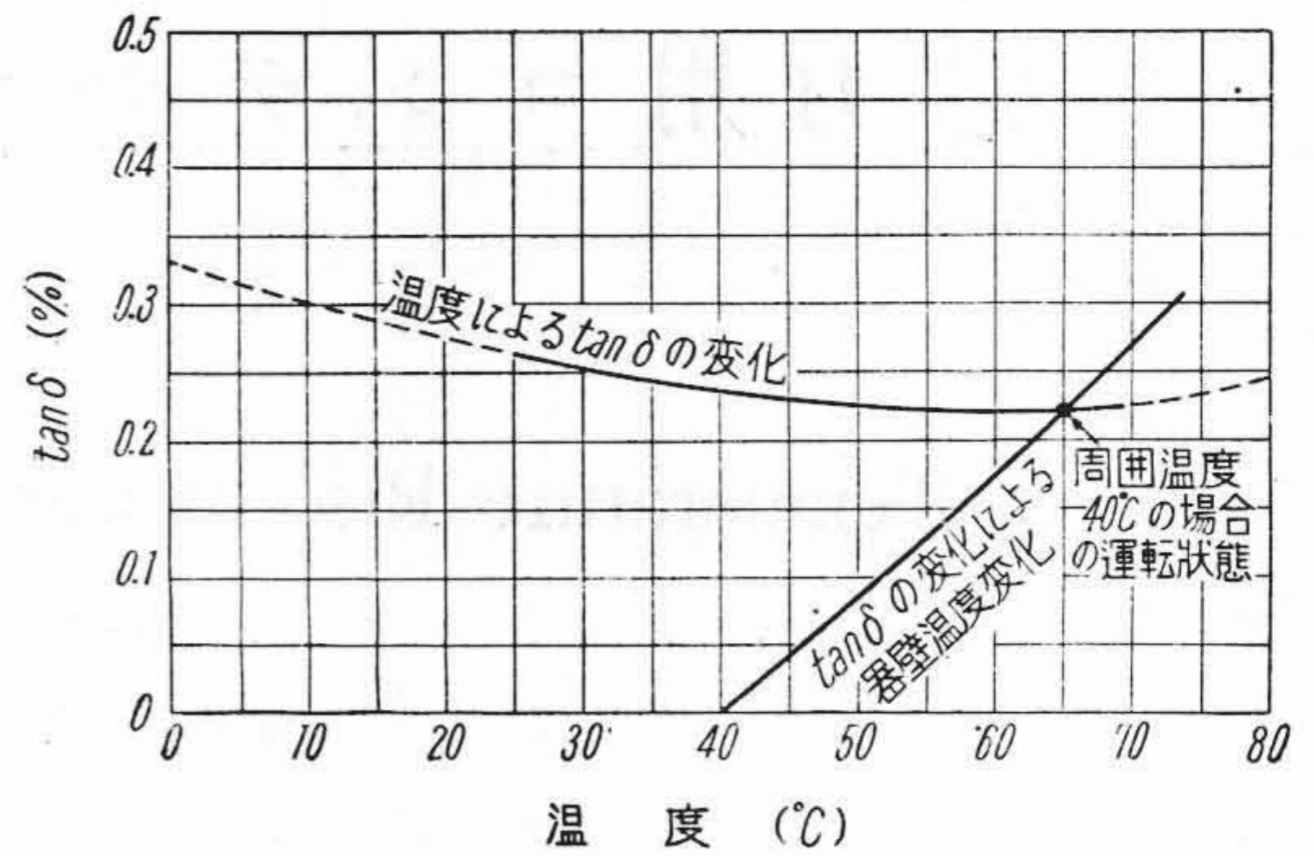
Fig. 1. Outside View of 417 kVA 3,175 V 1 $\phi$  50 $\sim$  Capacitor of which Internal Temperature Distribution was Measured



室温 25.5 $^{\circ}$ C



第 2 図 417 kVA コンデンサの器壁温度上昇  
Fig. 2. Temperature Rise at the Cover of 417 kVA Capacitor



第 3 図 417 kVA コンデンサの  $\tan \delta$  の温度特性  
Fig. 3.  $\tan \delta$  - Temperature Characteristic of 417 kVA Capacitor

値を把握しておかねばならない。今回 417 kVA 単相 50 $\sim$  コンデンサの内部温度上昇分布を測定したので、その結果を記し参考に供する次第である。

〔II〕 417 kVA コンデンサの器壁温度上昇

第 1 図は供試器の写真である。その仕様は下記の如くである。

容量 417 kVA 単相 50 $\sim$  定格電圧 3,175 V  
回路電圧 22,000 V

第 2 図は試験結果を示す。本器程度の大容量器になると、熱容量大なるため、普通の温度上昇試験では長時間を要する。従つて簡便法として、一旦加熱炉で温めた後定格周波数の定格電圧を印加して温度上昇が一定になるまでの経過を記録した。最高の場所はカバー上で 24 $^{\circ}$ C である。参考のために 120% 過電圧で (容量は 600 kVA となる) 連続運転時の器壁温度上昇を測定したところ 32 $^{\circ}$ C であつた。

第 3 図は  $\tan \delta$  と器壁温度の関係を示す。即ち周囲温度 40 $^{\circ}$ C の場合に、両者の交点で運転されている事を示したもので、本図に於て  $\tan \delta$  の温度による変化が大なる場合は、斜線との交点が高温度になることを示し、絶縁が益々劣化することを示す。即ち  $\tan \delta$  の温度特性が絶縁劣化判定の最も有力な手段であることが分る。

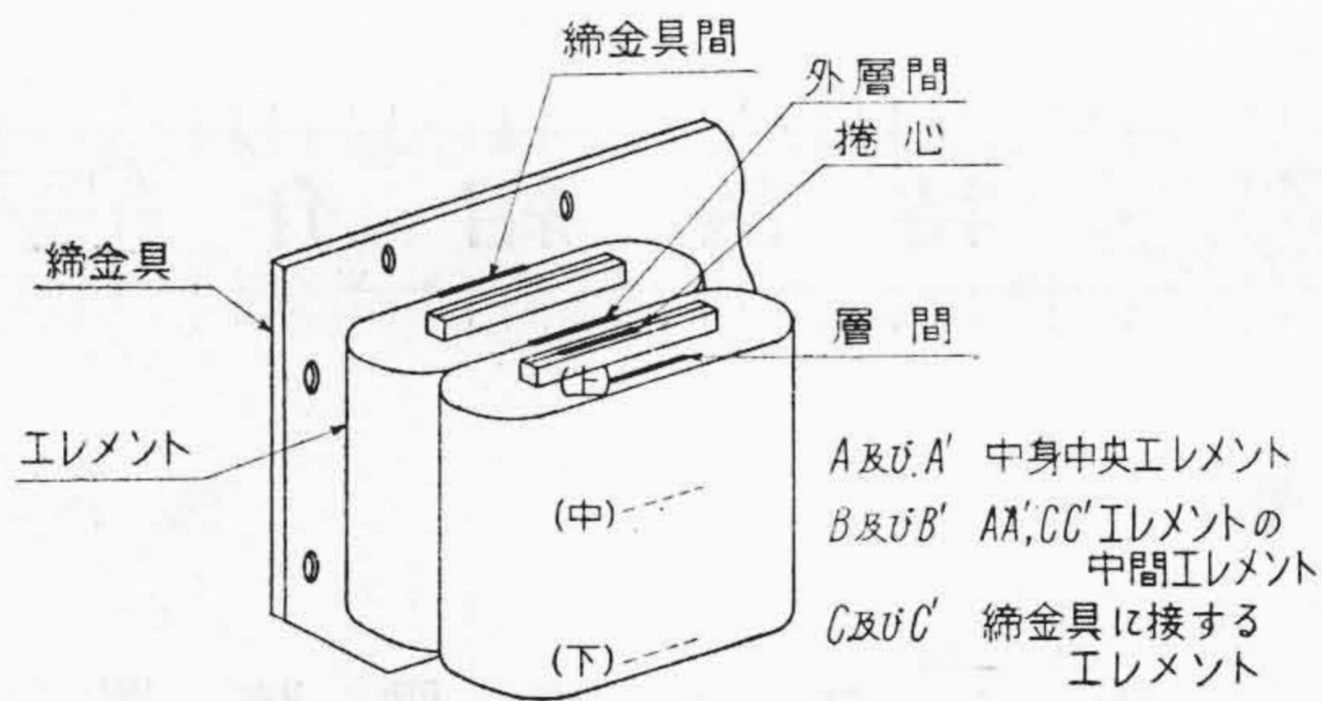
〔III〕 417 kVA コンデンサの内部温度上昇分布

器壁温度上昇の測定と並行して、内部温度分布を測定した結果が第 1 表である。表中○印中の数字はサーチャイルの番号を示し、その挿入箇所は第 1 表の通りである。

内部温度分布を測定するためには、このように予め多数のサーチャイルを内部に挿入しておかねばならない。

第1表 417kVA コンデンサの内部温度分布  
Table 1. Internal Temperature Distribution of 417kVA Capacitor

通電時間 時	上段エレメント												下段エレメント											
	Aエレメント									Bエレメント			Cエレメント			A'エレメント			B'エレメント			C'エレメント		
	捲心			層間			外層間			捲心	層間	外層間	捲心	層間	縮金具間	捲心	層間	外層間	捲心	層間	外層間	捲心	層間	縮金具間
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上	上
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	
0	44.0	—	44.0	43.5	44.0	43.5	44.0	43.5	44.0	44.5	43.5	43.5	—	43.0	44.0	40.0	41.5	41.0	40.5	40.0	—	40.5	40.0	42.0
5	37.5	—	36.0	38.0	39.0	40.5	39.0	41.5	41.0	41.5	42.0	43.0	—	41.0	34.0	34.5	31.5	37.0	36.0	37.5	—	36.0	36.0	28.5
9	35.0	—	32.5	35.5	36.0	37.5	35.5	—	37.5	39.0	37.5	39.0	—	38.0	29.0	31.5	28.5	34.5	—	34.5	—	32.5	32.5	25.5
10	35.0	—	32.0	35.5	36.0	37.0	35.5	—	37.0	38.5	37.5	38.5	—	37.5	29.0	31.5	28.5	34.5	—	34.0	—	32.5	32.0	25.5
11	35.0	—	32.0	35.5	36.0	37.0	35.5	—	37.0	38.5	37.5	38.5	—	37.5	29.0	31.5	28.5	34.5	—	34.0	—	32.5	32.0	25.5



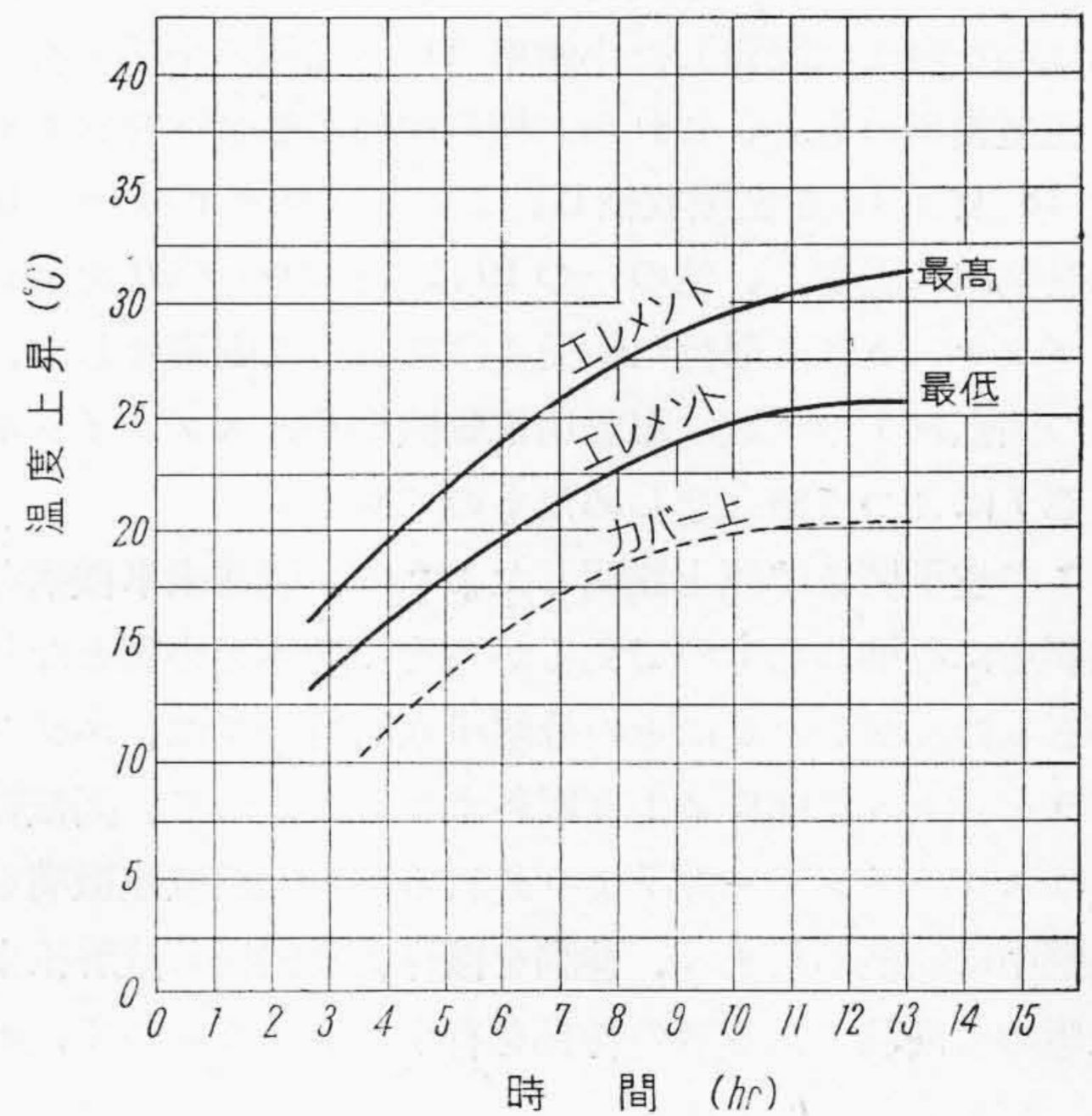
第1表 附 図

従つて製品に対しては実施出来ないのので別に試験用のコンデンサを製作して型式試験的に実施しているわけである。

〔IV〕 結果 の 検 討

第1表の終果より次の事が明らかである。

- (1) エレメント縮金具は冷却効果が大であるが局部的である。
- (2) 中間冷却ダクトの効果は認められる。即ち A, A' エレメントのダクト側は B, B' 及び C, C' エレメントよりも温度が低い。
- (3) 上段エレメント群は下段エレメント群より温度が高いのは当然である。
- (4) 局部的に低いエレメント縮金具間を除けば、最高最低の差は上段では 6.5°C, 下段では 6°C, 上下を通じて 10°C である。即ち温度分布は比較的均等である。
- (5) このコンデンサは、周囲温度 40°C の場合、器壁



第4図 300kVA コンデンサの温度上昇曲線  
Fig. 4. Temperature Rise Curve of 300kVA Capacitor

温度は 64°C, 内部最高温度点は 78.5°C で、両者の差は 14.5°C である。この値は 300 kVA, 11 kV, 三相、60 $\sim$  器では約 12°C である。(第 4 図参照)

A 種絶縁物の許容温度が 105°C であることを考えれば、本コンデンサは、非常に余裕をもつて運転されていることが明らかであり、全然劣化の心配がない。

### 〔V〕 結 言

近時電圧調整用として、1 箇所に 10,000 kVA 以上のコンデンサが設置される場合には、その単器容量は経済的見地から益々大きいものが要求せられる傾向にある。今回納入した東京電力茨城変電所納 20,000 kVA, 22,000 V, 50 $\sim$  コンデンサに於ても、その単器容量は 417 kVA である。本器は JEC-61 には、勿論合格し、その他あら

ゆる点に於て優秀な成績を示した。しかしながら単器容量が尙増大して、例えば 500 kVA 程度になれば、特別の冷却法を講じない限り器壁温度上昇が 25°C を超過する場合も考えられる。その場合に於ても運転状態に於ける内部最高温度点の温度が A 種絶縁物の許容温度 105°C 以下であれば問題でなく、器壁温度上昇温度を 25°C におさえることがおかしいのであつて、器壁温度上昇は現在の規格以上の温度上昇を許すべきであろう。500 kVA の場合の内部最高温度点を前記 417 kVA の試験結果を参酌して推定するに温度上昇 48°C となり、周囲温度 40°C としても尙十分の余裕があるわけである。以上のような考えの下に、我々は如何にして内部温度分布を均等にし且つ低下させるかということに日夜苦心している次第である。極めて常識的な本文が読者諸賢の参考になれば幸いである。



特 許 第 193652 号

横 内 直 中・古 市 光 之

### ホ イ ス ト 巻 胴 装 置

この発明は、ホイスト機枠 2 のエンドブラケット 3 に巻胴 17 のハブ 22 を支持せしめ、この巻胴 17 の内部には回転軸 1 に固定した小歯車 11 と二種の歯部を有する遊星歯車 12 と、これら二種の歯部に噛合うリングギヤ 18 及び 19 を密閉収納し、このリングギヤの一つ 18 は巻胴内に固着し、他の一つ 19 はこれのハブ 20 をエンドブラケット 3 に取付た軸受 4 けによつて固定せしめ、且つ回転軸 1 の一端は駆動用電動機軸 6 とスプラインキー部 7 によつて結合せしめたものである。

この巻胴装置は以上説明したように、減速歯車機構を巻胴中に収納したものであるからその形体を小型となし得るものである。更にその分解組立に当つては、エンドブラケット 3 を機枠 2 より取外すことによつて、回転軸 1 はスプラインキー部 7 より外れるから上記減速機構を巻胴中に収納したまゝ、巻胴を機枠より引出し分解組立上極めて便利である等の特長を有するものであつて、ホ

イスト巻胴装置としての新形式を提案したものである。

(田 中)

