

MITSUBISHI - DENKI

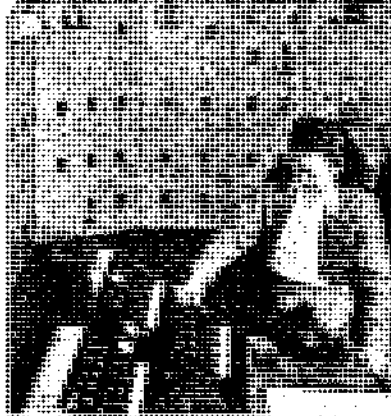
三菱電機



三菱電機株式会社

1

VOL. 25
1951



三菱電機

写真解説

本放送協会(JOAK)の電気課に装
されている電機盤の一部で、当社製
F型デアイオン気中遮断器が取り付け
あります。(本誌記事 最近のNF型
デアイオン気中遮断器参照)

昭和26年 第25巻 第1号

目次

人間と機械	2
取締役社長 高杉 晋一	
抜型強度の計算	3
齋藤長男	
変圧器の衝撃電圧試験(3)	8
木村久男 堀 眞幸	
青写真焼付用石英水銀灯	12
小椋義正	
最近のNF型デアイオン気中遮断器	14
篠崎普助 高見 滋	

三菱電機株式会社

社

東京都千代田区丸の内(丸ビル内)
(電)丸の内(23) 3344-9

設 部 千代田区神田鍛冶町3の3
(電)神田(25) 3338-3414・4207・4222

戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町

古屋製作所 名古屋市東区矢田町

丹製作所 兵庫県尼崎市南清水

崎製作所 長崎市平戸小屋町

船工場 神奈川県鎌倉市大船

田谷工場 東京都世田谷区池尻町

山工場 福島県郡山市字境橋町

山工場 福山市神野上町

路工場 兵庫県姫路市千代田町

歌山工場 和歌山市岡町

津川工場 岐阜県恵那郡中津町

岡工場 福岡市今宿青木

堤修理工場 札幌市北二條東12

究 所 兵庫県尼崎市南清水

販営業所 大阪市北区梅田(阪神ビル内)

(電)福島(45) 5251-7

古屋営業所 名古屋市中区広小路通

(電)東(4) 889-2338・4710・4711

蜀営業所 福岡市天神町(天神ビル内)

(電)西 4480・4754・5091

見営業所 札幌市南一条西5の14

(電)(2) 3378・3911

主事務所 仙台市大町4の33

(電)仙台 376・5257

主事務所 富山市安住町23の2

(電)富山 4692・5273

主事務所 廣島市袋町1(明治生命ビル)

(電)(中) 1069

昭和26年 第25巻 第2号

内容予定

可搬誘電体ブリッジ	岩崎 晴光 永田 秀次
電源の電圧及び周波数の変動が誘導電動機に及ぼす影響	大野 寛孝 白田 長一
記録式分光光度計による蛍光灯の測光法	八島 英之彌 弘田 實
変圧器の衝撃電圧試験(4)	木村 久男 堀 眞幸

昭和26年2月20日印刷
昭和26年2月28日発行

『禁無断転載』
定価1部金30円(送料6円)

編集兼発行人 吾 郷 侃 二
東京千代田区丸の内3丁目3番地
印刷者 大橋 松三郎
印刷所 博文堂印刷所
東京都墨田区竹谷町1番地

發行所
三菱電機株式会社内
「三菱電機」編集部
電話丸の内(23) 4151-9
日本出版協会会員登録 213013

人 間 と 機 械

三菱電機株式会社 取締役社長 高 杉 晋 一



我々人間界に於て、機械が如何なる性格のものであるかという哲学的考察が、佛蘭西の哲学者ベルグソンによつて与えられた。筆者は、哲学者北哈吉氏から、このことを聞いたのであるが、ベルグソンによれば、機械なるものは、要するに、人間の機能の擴充であり、進展であるというのである。例えば人間の眼というものは、物を視る機能を持つてゐるが、人間の眼は鳥や獸程よく視えない。遠い所を視ることでは鳥に及ばぬ。猫や虎は夜でも眼が視える。しかし、人間が双眼鏡や望遠鏡を用いると、鳥獸の自然眼には見えない遠い所が見える。顯微鏡を用いると、如何なる肉眼でも見えない微細なものが見える。マラソンの大選手でも、恐らく少女の自轉車と競走することは難しいだろう。キリンや馬が、如何に速くとも、自動車には勝てまい。こう考えて来ると、機械の發明とは、人間の優

勝劣敗を決める大きな武器ともなる。第一次大戰にも第二次大戰にも、發明力の勝つた英米側が、最後の勝利を占めた。日米戰爭の跡をよく吟味してみると、この間の消息が一層よく解るであらう。

筆者は、昭和一、二年ロンドンに滞在していたが、その頃の日本の勢威は實に隆々たるもので、東洋に於ける唯一の新興大勢力として、世界の注視の的となつていた。その頃、或日のタイムスの論説欄で、日本と歐米が戦うような場合に、どうなるかという論説が出ていた。タイムスの結論は「日本は大いに戦い得るであろうが、日本は歐米より發明力が劣つてゐる。第一次大戰でも、戦車の發明は英國でやつた。これが最後に相当ものを言つて、結局連合國側の勝利に歸した。戰爭中に於ては、新しい兵器の發明・發見が最後の決定権を持ち得るのであるから、發明力に缺ける日本は、結局歐米に勝てないであろう」というのである。第二次世界大戰の跡を考えると、正にこの通りになつた。

勿論人間界に於ては、機械が全部ではない。しかしこれを蔑視することはできない。將來日本の電氣機械メーカーとして、進んで行く当社の技術家諸君にとつて、ベルグソン哲学の機械觀は、一つの參考になると思うので、ここに紹介する次第である。

算 計 の 度 強 型 抜

抜型の雌型強度を理論的に取扱ったもので雌型を円筒と考え、その円筒は弾性基礎にある梁の集合体として、端部に加わる垂直及び水平力による歪及び応力を算出している。

型に加わる水平力の算出は被加工材の変形解析より、材質特有の角度を持つ

た楔が押し込まれるとして計算している。この強度計算によつて求め

られた結果より、型の歪、応力は勿論のこと、再研磨の限界を

知ることができる。またこれは絞り型にも応用できる。

研 究 所 齋 藤 長 男

1. 緒 言

抜型の強度計算に関しては、従来理論的に解いたものも実験的に解いたものもあり見当らない。工具の設計に当つては、主として従来の経験的資料より強度を決定するのが通例のようである。筆者はこの問題を取上げるに当つて、一応理論的に取扱つてみるために、円筒の特殊な場合として計算してみた。

II. 型に及ぼす力

先ず型に如何なる力が作用するかを述べる。

1. 型に対する垂直圧力

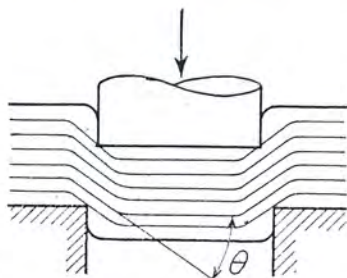
今、抜かれるべき全周長を S 、板厚を t 、材料の剪断力⁽¹⁾を τ とすると、抜き荷重 P は、多少論議もあるが、一般的には

$$P = \tau S t \quad \dots\dots\dots (1)$$

であらわされる。

2. 型に対する水平力

1 図に示す如く抜き作業が進行すると材料は内部的に迂りを起し、その跡は腐蝕によつて明らかに見える応力線となつてあらわれる。その方向は水平方向と θ の角度を保ち、材質によつて一定である。この角度については筆者が各種材料について実験的に求めている。(1表参照)



1 図

型に対する水平力を求める時は、この角度をもつた楔が上方より押し込まれる状態と考えた。そうすれば 2 図より明らかなように水平方向力が示される。

2 図において単位長さ当りの水平力は次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} P_3 &= \frac{P_1}{\tan(90^\circ - \theta + \gamma)} \\ \tan \gamma &= \mu \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ただし γ : 摩擦角 μ : 摩擦係数

μ について一例を示すと、⁽²⁾ 高圧力の摩擦係数として、

軟鋼対軟鋼	$\mu = 0.333$
軟鋼対焼入鋼	$\mu = 0.322$
真鍮対焼入鋼	$\mu = 0.165$

(1) 式より

$$P_1 = \frac{P}{S} = \frac{\tau S t}{S} = \tau t$$

よつて

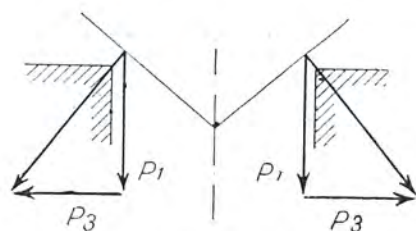
$$P_3 = \frac{\tau t}{\tan(90^\circ - \theta + \gamma)}$$

として計算される。

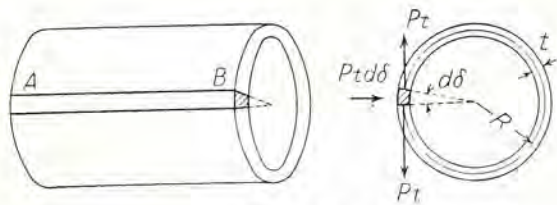
III. 雌型強度解法

1. 基礎微分方程式およびその一般解

3 図の如き円筒と抜型を仮定し、その端部に荷重が水平方向に加わっているものとする。円筒の一部分 AB を弾性基礎にある梁と考え、この梁に作用する曲げモ



2 図



3 図

ーメント, 剪断力, 外圧の強さをそれぞれ M, Q, q とし, 円筒の筒肉の中央の半径 R の変化を y とする. し
かる時は半径方向に働く力 $P_r^{(3)}$ は

$$P_r = P_t d\delta = -\frac{E \cdot t}{R} d\delta y \dots \dots \dots (3)$$

すなわち, AB なる部分の変位を起す外力は AB の変位に比例する. 故にこの場合弾性基礎係数 k は次の如く考えられる.

$$k = \frac{Et}{R} \frac{d\delta}{dy} \dots \dots \dots (4)$$

弾性力学の基礎理論式⁽⁴⁾を示すと,

$$\left. \begin{aligned} EI \frac{d^2 y}{dx^2} &= -M \\ EI \frac{d^3 y}{dx^3} &= -Q \\ EI \frac{d^4 y}{dx^4} &= -\frac{dQ}{dx} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

なる故, 弾性基礎上の平衡を求めると

$$\frac{dQ}{dx} = ky$$

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = -ky$$

となり, この式の解は簡単で $\beta = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}$ とおけば, この一般解は次式で与えられる.

$$y = l^{\beta x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) + l^{-\beta x} (C \cos \beta x + D \sin \beta x) \dots \dots \dots (6)$$

または

$$y = C_1 \cosh \beta x \cos \beta x + C_2 \cosh \beta x \sin \beta x + C_3 \sinh \beta x \cos \beta x + C_4 \sinh \beta x \sin \beta x \dots \dots (7)$$

ただし

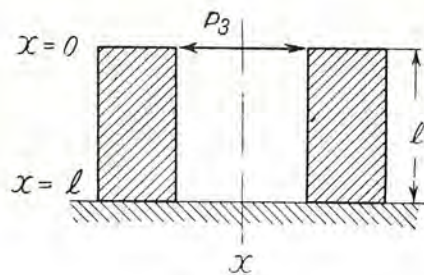
$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}} \dots \dots \dots (8)$$

しかして

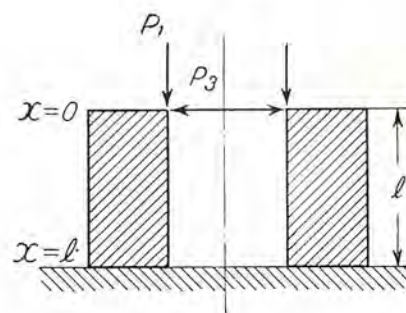
$$I = \frac{t^3}{12} \dots \dots \dots (9)$$

が, 3 図の場合であるから

4 (4)



4 図



5 図

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3}{R^2 l^2}} = \sqrt[4]{\frac{1.2854}{Rl}} \dots \dots \dots (10)$$

として (6), (7) がそのまま円筒の場合用いられる.

(6), (7) に関しては既にチモシェンコが Applied Elasticity Chap. VII に述べており, 事新しいことではないがこれを抜型に应用する場合には抜型の使用状態における境界条件の問題になつてくる.

2. 抜型としての境界条件

(1) 同筒を有限長と考え抜型の下端が自由状態にあると考える.

その時の境界条件は次の如く考えられる.

$$\left. \begin{aligned} x=0 \text{ において } M &= 0, \quad Q = P_3 \\ x=l \text{ において } M &= 0, \quad Q = 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (11)$$

(5), (11), (7) より C_1, C_2, C_3, C_4 を定める.

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{P_3}{2\beta^3 EI} \cdot \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l - \sin \beta l \cos \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l} \\ C_2 &= -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \cdot \frac{\sin^2 \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l} \\ C_3 &= -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \cdot \frac{\sinh^2 \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l} \\ C_4 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (12)$$

これより両端面すなわち $x=0$ および $x=l$ における変形を求めると

$$y_{x=0} = C_1 = -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l - \sin \beta l \cos \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l} \dots\dots\dots (13)$$

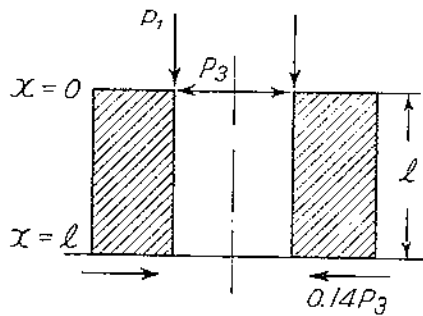
$$y_{x=l} = C_1 \cosh \beta l \cos \beta l + C_2 \cosh \beta l \sin \beta l + C_3 \sinh \beta l \cos \beta l$$

$$= -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \frac{\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l} \dots\dots\dots (14)$$

拔型が十分長い場合には (13), (14) より

$$y_{x=0} = -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \dots\dots\dots (15)$$

$$y_{x=l} = 0 \dots\dots\dots (16)$$



6 図

7 図 (A) は孔径に対し円筒が十分長い場合の撓曲線
7 図 (B) は孔径に対し円筒が比較的に短い場合すなわち抜型の様な場合の撓曲線である。

(2) 抜型に上方から押えつける力が働いてしかも下端が摩擦のない台の上に乗っていると考えた時。

一休抜型は上方から P_1 の力でおさえつけられた状態でその上、水平方向の力が加わっているものである。上方から十分大きな力でおさえつけられると、その下面の撓の方向係数は 0 であると考え、ができる。

$$x=0 \text{ において } M=0 \quad Q=P_3$$

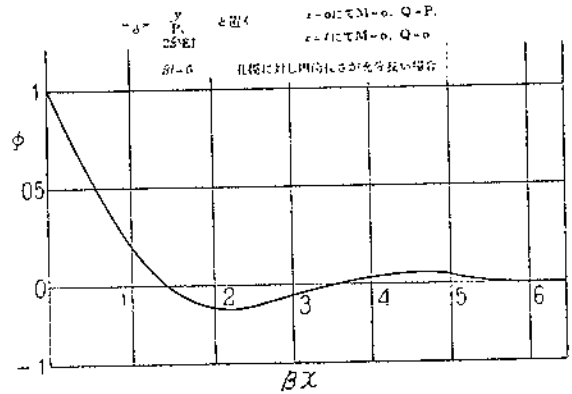
$$x=l \text{ において } \frac{dy}{dx} = 0 \quad Q=0$$

これを (3), (4), (5), より (7) に適用して C_1, C_2, C_3 を求める。

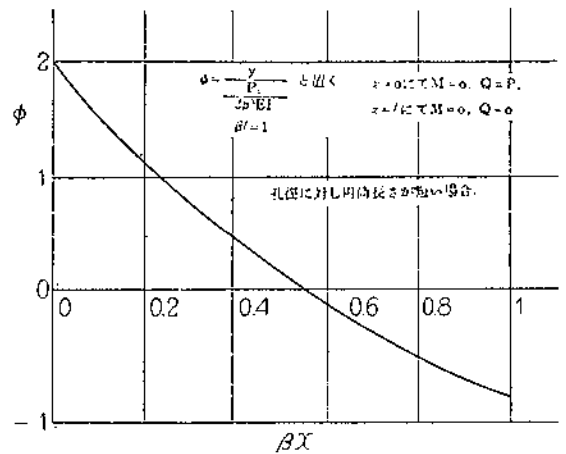
$$C_1 = -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \left\{ \frac{\sinh \beta l \sin \beta l}{\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l} + \frac{\cos \beta l \cosh \beta l (\cos \beta l \sin \beta l - \sinh \beta l \cosh \beta l)}{(\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l) (\sinh \beta l \cosh \beta l + \cos \beta l \sin \beta l)} \right\}$$

$$C_2 = -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \left\{ 1 - \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l}{\sinh \beta l \cosh \beta l + \cos \beta l \sin \beta l} \right\}$$

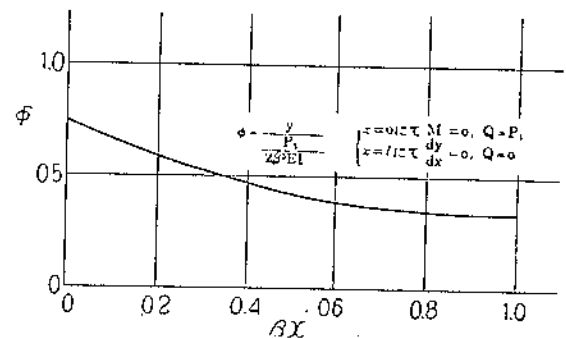
$$C_3 = -\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \left\{ \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l}{\sinh \beta l \cosh \beta l + \cos \beta l \sin \beta l} \right\}$$



7 図 (A)



7 図 (B)



7 図 (C)

$$C_4=0$$

これに $\beta=0.1$, $l=10$ として求めた撓曲線が 7 図 (C) である。

(3) 拔型に上方からおさえつける力が働いてしかも下端が摩擦ある台の上に乗っている、実際の場合に最も近いと思われる場合。

この場合には下端が 7 図 (C) の如く外側にふくらもうとするのを摩擦によつてそれを阻止しようとするのであるから、それだけの剪断力が P_3 によつて生ずる剪断力の方向と同符号を有して下端に働いていると考えられる。よつて型下面と台との摩擦係数を 0.1 とし、上方からの圧力を P_1 とし、また水平方向力と垂直方向力との比を 1 表から計算しておおよそ 0.7 とすれば摩擦力 F は次のようになる。 $F=P_1 \times 0.1 = \frac{P_3}{0.7} \times 0.1 \doteq P_3 \times 0.14$ なお θ については、次のような実験値を求めた。

1 表

アルミニウム (圧延のまま)	$\theta=65^\circ$
銅 (//)	$\theta=70^\circ$
真 鍮 (//)	$\theta=61^\circ$
硅素鋼板 (焼 鈍)	$\theta=56^\circ$
鉄 0.1 % C (圧延のまま)	$\theta=75^\circ$
0.2 % C	$\theta=65^\circ$
0.4 % C	$\theta=59^\circ$

これだけの力が $x=l$ 端において剪断力として作用すると考えれば、その時の境界条件は

$$x=0 \text{ にて } M=0 \quad Q=P_3$$

$$x=l \text{ にて } \frac{dy}{dx}=0 \quad Q=0.14P_3$$

これ等より $C_1 C_2 C_3 C_4$ を求めることができる。

$$C_1 = \frac{P_3}{2\beta^3 EI} \left\{ \frac{-\sinh \beta l \sin \beta l}{\sinh \beta l \csc \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l} - \frac{[\sin \beta l \cos \beta l - \sinh \beta l \cosh \beta l + 0.14(\sinh \beta l \csc \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l)] \cosh \beta l \cos \beta l}{(\sin \beta l \cos \beta l + \sinh \beta l \cosh \beta l)(\sinh \beta l \csc \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l)} \right\}$$

$$C_2 = \frac{P_3}{2\beta^3 EI} \cdot \frac{\sin \beta l \cos \beta l + 0.07(\sinh \beta l \csc \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l)}{\sin \beta l \cos \beta l + \sinh \beta l \cosh \beta l}$$

$$C_3 = \frac{-P_3}{2\beta^3 EI} \cdot \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l - 0.07(\sinh \beta l \csc \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l)}{\sin \beta l \cos \beta l + \sinh \beta l \cosh \beta l}$$

$$C_4 = 0$$

.....(19)

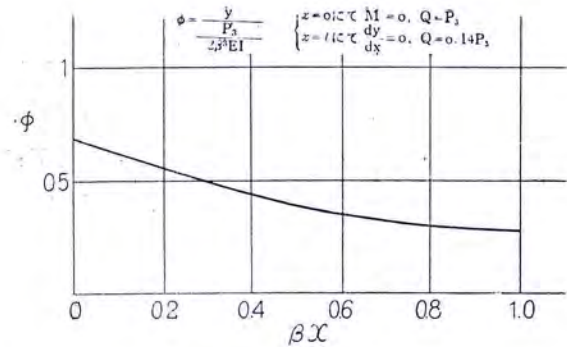
7 図(D) は $\beta=0.1$, $l=10$ として求めた撓曲線である。

3. 拔型に生ずる応力 σ_t

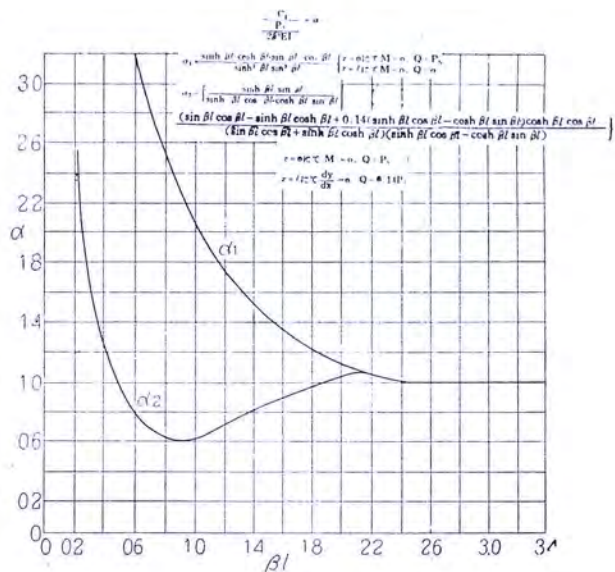
応力を求めるには平面応力として考えて差支えないから歪を ϵ_t とすると

$$\epsilon_t = \frac{2\pi(R+y) - 2\pi R}{2\pi R} = \frac{y}{R}$$

$$\epsilon_t \times \frac{1}{m} = \epsilon_r \quad \therefore \epsilon_r = \frac{y}{R} \times \frac{1}{m}$$



7 図 (D)



8 図

故に σ_t は

$$\sigma_t = \frac{m^2 E}{m^2 - 1} \times \frac{y}{R} \left\{ 1 + \frac{1}{m^2} \right\} \quad \text{.....(20)}$$

4. 厚肉円筒として考える場合の応力の補正

今迄述べた解法は薄肉円筒として考えているが、実際の拔型は極めて厚肉のものであるから、その補正を行つておく必要がある。便宜上薄肉円筒の切線方向応力と厚肉円筒の切線方向最大応力との比を以てその補正值と

した。その比を n と置き

- $\sigma_t \text{ max}$: 厚肉円筒の切線方向最大応力
 r_i : 内径
 r_0 : 外径
 P : 内圧
 σ_t : 薄肉円筒切線方向応力

$$\text{とすると } \sigma_t \text{ max} = \frac{r_i^2 \times P}{r_0^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_0^2}{r_i^2} \right)$$

$$\sigma_t = \frac{r_i^2 \times P}{r_0^2 - r_i^2}$$

$$n = \frac{\sigma_t \text{ max}}{\sigma_t}$$

$$\text{であるから } n = \frac{r_0^2 + r_i^2}{r_i^2 (r_i + r_0)} \dots \dots \dots (21)$$

5. 拔型変形係数

拔型は荷重端において最も大きい変位を生ずるから、これを知れば拔型の強度とすることができる。すなわち荷重端において (13), (19) 式共 $y = C_1 = \frac{P_3}{2\beta^3 EI} \times \alpha$ なる形で現われるから (13) 式の α を α_1 とし、(19) 式の α を α_2 として図示した。これが 8 図である。

すなわち (13) 式より

$$\begin{cases} x=0 \text{ において } M=0 & Q=P_3 \\ x=l \text{ において } M=0 & Q=0 \end{cases}$$

の境界条件のものを α_1 とすると

$$\alpha_1 = \frac{\sinh \beta l \cosh \beta l - \sin \beta l \cos \beta l}{\sinh^2 \beta l - \sin^2 \beta l}$$

また (9) 式より

$$\begin{cases} x=0 \text{ において } M=0 & Q=P_3 \\ x=l \text{ において } \frac{d\eta}{dx}=0 & Q=0.14 P_3 \end{cases}$$

の境界条件のものを α_2 とすると

$$\alpha_2 = \left\{ \frac{-\sinh \beta l \sin \beta l}{\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l} \right. \\ \left. - \frac{(\sin \beta l \cos \beta l - \sinh \beta l \cosh \beta l + 0.14(\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l) \cosh \beta l \cos \beta l)}{(\sinh \beta l \cos \beta l + \sinh \beta l \cosh \beta l)(\sinh \beta l \cos \beta l - \cosh \beta l \sin \beta l)} \right\}$$

すなわち荷重端の変位は拔型の短いときは α_1, α_2 に差異が存在するが、高さが長くなると、下端の影響がなくたつて自由状態の場合に近づくわけである。この 8 図より明らかな如く $\beta l = 0.9$ 近辺で拔型の変形の最小な点が存在していることが判る。

6. 数値計算例

数値計算に当つては、 $\frac{P_3}{2\beta^3 EI}$ については容易に算出ができ、また α は $\alpha - \beta l$ の関係を示す曲線 (8 図) から求められる。

例 1.

型の寸法を $r_i = 25\text{mm}$, $r_0 = 50\text{mm}$, $l = 30\text{mm}$ とし、材質を 3mm の軟鋼板とすると、打抜に要する力の水平分力は (1), (2) より

$$36 \text{ kg/mm} \quad \frac{P_3}{2\beta^3 EI} = 0.011^2 \text{ mm}$$

実際に近い (19) 式の場合 (型下面に摩擦がある場合)

拔型強度の計算・齋藤

$$\beta l = 1.118 \quad \alpha \approx 0.7$$

$$y_{x=0} \approx 0.008 \text{ mm} \quad \sigma_t \approx 6 \text{ kg/mm}^2$$

厚肉円筒の補正係数は $n = 1.66$ であるから、最大応力は

$$\sigma_t \text{ max} \approx 10 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{となる。}$$

例 2.

型の寸法を $r_i = 15\text{mm}$, $r_0 = 25\text{mm}$, $l = 20\text{mm}$ とし、材質を 1mm の軟鋼板とすると、板型に要する力の水平分力は

$$29 \text{ kg/mm} \quad \frac{P_3}{2\beta^3 EI} = 0.007$$

実際に近い (19) 式の場合 (型下面に摩擦がある場合)

$$\beta l = 1.46 \quad \alpha \approx 0.85$$

$$y_{x=0} \approx 0.006 \text{ mm} \quad \sigma_t \approx 8.3 \text{ kg/mm}^2$$

厚肉円筒の補正係数は $n = 1.42$ であるから、最大応力は

$$\sigma_t \text{ max} \approx 11.8 \text{ kg/mm}^2$$

となる。

IV. 再研磨の限界に対する考察

$\frac{P_3}{2\beta^3 EI} \times \alpha$ についてみると

$$\beta = \frac{1.2854}{l} \sqrt{\frac{P_3}{EI}} \quad R = \frac{r_0 + r_i}{2} \quad t = r_0 - r_i \quad I = \frac{t^3}{12}$$

これより $\frac{P_3}{2\beta^3 EI}$ の項は内径と外径とよりきまり、型の高さには関係がないから再研磨と関係がない。再研磨に関係するのは α である。今実際の場合に近い α_2 について考察すると最初の設計値で βl を如何に選ぶかによつて再研磨範囲がきまる。 βl を 0.9 以上にとれば、再研磨してだんだん l が小さくなり、したがつて βl が 0.9 以下に小さくなつた時、研磨前の α_2 と等しい α_2 の値が求められる。この範囲が再研磨可能な範囲である。筆者が実例について求めた βl の値は殆んど 1.8 以上であるから、その範囲は 0.5 迄再研磨ができることになり、相当に薄くなる迄使用に耐えるわけである。

V. 結 語

以上の事柄は、すべて理論的に解いたもので、これ等が実験的に確認されることを必要とする。殊に丸型と仮定してすべての理論を立てているが、これが矩形等に応用される場合には修正を必要とするので、やはり実験的に求められなければならない。これ等は第 2 報以下にゆづりたい。この計算は絞リ型にも応用できることを附言して置く。

参 考 文 献

- (1) 齋藤 : 「三菱電機」拔型荷重計算に対する切欠応力の考慮 Vol. 24 No. 1
- (2) 津村 : 「機械学会講演」高圧力下の摩擦係数 第 25 期 東京大会 (昭 23-4)
- (3) S. Timoshenko : 「Bending of Bars on Elastic Foundation」Applied Elasticity Chap. VI.
- (4) 湯波 : 「材料力学」 p. 342.

変圧器の衝撃電圧試験 (3)

当所における変圧器の衝撃電圧試験としては前述のように種々の変圧器に対して行つたが、本年3月および4月に 25,000kVA 3相および 10,000kVA 単相の2台の変圧器に対して破壊試験を実施した。現用の大容量変圧器に対してこのように破壊試験を行つたのはわが国においては最初のことであり、特に後者に対しては油試験劣化試験、電位分布測定等の種々の予備試験を行つた後各種の項目に対して破壊試験を行い諸種の破壊判定の方法を講じさらに破壊後変圧器を分解して詳細にその破壊箇所、状況等を調査しオシログラムと対照すると共に分解後各コイルの層間絶縁を測定する等の一貫せる試験を実施した。今回はこの結果について報告する。

本社電力技術課長
工 学 博 士
伊丹製作所検査課

木 村 久 男
堀 眞 幸

国鉄二宮変電所 2,500kVA 66kV/6kV 3 相 変圧器衝撃破壊試験

1. 試験の目的

本試験は、長年使用のため劣化した国鉄二宮変電所 2,500kVA, 3 相変圧器を巻き換えるに際し、分解前に衝撃電圧を印加し、その破壊電圧状況を試験するため、国鉄より依頼されて行つたものである。

2. 供試変圧器

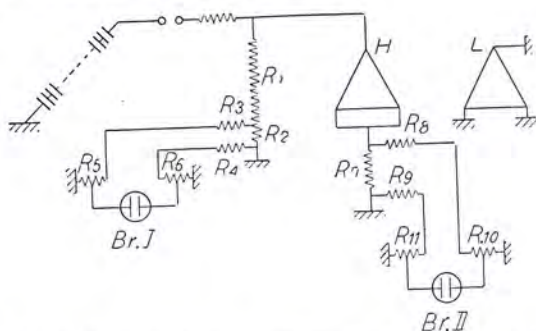
3 相 66kV/6kV △-△ 大正 13 年 11 月三菱製
No. 5061

3. 試験年月日

昭和 25 年 3 月 14~15 日。

4. 試験項目及び試験回路

ア. 高圧側一端印加 他端接地



$C=0.25/15=0.016$ $R_1=3.277\Omega$ $R_2=5.05\Omega$ $R_3=82.5\Omega$
 $R_4=97.19\Omega$ $R_5=81.9\Omega$ $R_6=78.1\Omega$ $R_7=10.0\Omega$
 $R_8=83.8\Omega$ $R_9=83\Omega$ $R_{10}=84.5\Omega$ $R_{11}=80.1\Omega$

印加端子 U 接地端子 V 及び W

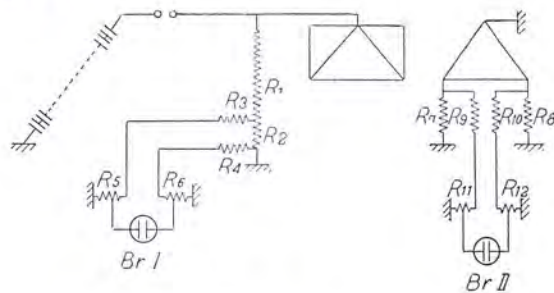
低圧側は直接々地。

測定箇所 Br.I : 電圧波

Br.II : 接地電流

43 図

イ. 高圧側一括印加試験
試験回路



$R_7=R_8=500\Omega$ $R_9=83.8\Omega$ $R_{10}=83\Omega$
 $R_{11}=R_{12}=2.5M\Omega$

C, R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ (I) の回路と同じ。

低圧側 u : 直接々地

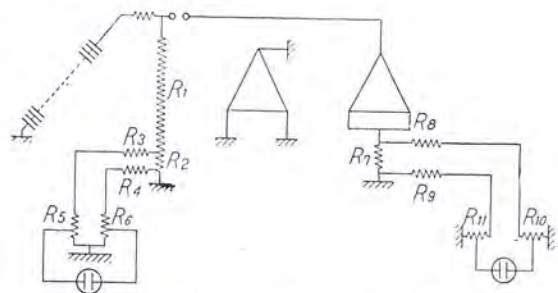
v, w 500 Ω を通して接地

測定箇所 Br.I 電圧

Br.II 低圧側 v, w 端子間 不平衡電圧

44 図

ウ. 低圧側一端印加試験



$C=0.25 \times 6/4=0.375\mu F$ $R_1=3.277\Omega$ $R_2=27.8$
 R_3, R_4, R_5, R_6 , 同前 $R_7=5.28$ $R_8=83.8$ $R_9=83$
 $R_{10}=84.5$ $R_{11}=80.1$

印加端子 低圧 u 端子 v, w 及び高圧側端子直接々地

測定箇所 Br.I 電圧 Br.II 電流

45 図

9 表 測 定 結 果 一 覧 表

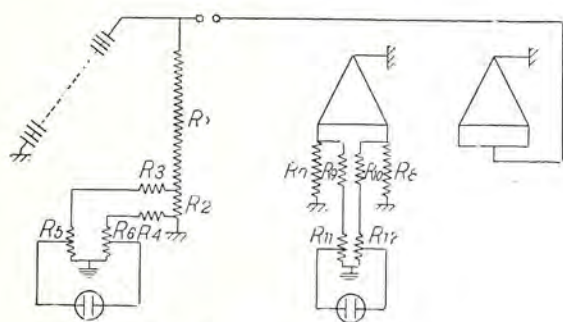
オシロ 番 号	試 験 目	蓄 電 器 充 電 電 圧 (kV) × 段 数	Br. I		コロナ 試験器	Br 波形の変化		結 果	摘 要
			波 形 (μ .S. $\times$ μ .S.)	波高値 (kV)		Br. I	Br. II		
361	No load	20×15	0.5×45	270					
362	ア	〃	2×40	220	コロナ なし	なし	なし	○	
363	No load	25×51	0.5×45	320					
364	ア	—	—	—	—	—	—	—	—
365	ア	〃	2×40	290	なし	なし	なし	○	
366	No load	32×15	0.5×45	390					
367	ア	〃	2×40	360	あり	なし	なし	○	
368	ア	〃	2×25	360	あり	振動あり 波尾截断	変化あり	×	
369	ア	〃	2×40	360	あり	振動あり	〃	×	
370	ア	〃	〃	360	あり	なし	〃	×	
371	ア	〃	〃	360	あり	なし	〃	×	
372	No load	35×15	0.5×45	450					
373	ア	〃	2.0×40	400	あり	振動あり	あり	×	
374	No load	40×15	0.5×45	480					
375	ア	〃	2.0×30	400	あり	截断	あり	×	
376	No load	20×15	0.5×45	270					
377	イ	〃	2.0×40	212	なし	なし	なし	○	
378	No load	25×15	0.5×45	314					
379	イ	〃	2.0×40	283	なし	なし	なし	○	
380	No load	32×15	0.5×45	404					
381	イ	〃	2.0×40	354	あり	振動あり	変化あり	×	外部音あり
382	イ	〃	〃	〃	あり	〃	〃	×	
383	イ	〃	〃	〃	あり	〃	〃	×	外部音あり
384	イ	〃	〃	〃	あり	〃	〃	×	〃
385	イ	〃	〃	〃	あり	〃	〃	×	〃
386	No load	35×15	0.5×45	42.5	あり				
387	イ	〃	2.0×40	41.4	なし	〃	〃	×	外部音あり
389	No load	15× ⁴ / ₆	0.5×930	67.0					
390	ウ	〃	2.0×25	58.7	なし	なし	なし	○	
391	No load	20× ⁴ / ₆	0.5×960	73.3					
392	ウ	〃	2.0×25	60.7	なし	なし	なし	○	
393	No load	25× ⁴ / ₆	0.5×960	88.0					
394	ウ	〃	2.0×25	79.6	なし	なし	なし	○	
395	No load	30× ⁴ / ₆	0.5×960	107.0					
396	ウ	〃	2.0×25	100.8	なし	なし	なし	○	
397	No load	35× ⁴ / ₆	0.5×960	118.0					
398	ウ	〃	2.0×8	83.8	あり	截断	あり	×	
399	エ	〃	2.0×8	83.8	あり	〃	あり	×	
400	No load	25× ⁴ / ₆	0.5×960	83.8					
401	エ	〃	2.0×25	65.0	なし	なし	なし	○	
402	No load	30× ⁴ / ₆	0.5×960	91.2					
403	エ	〃	2.0×25	79.6	なし	なし	なし	○	
404	No load	35× ⁴ / ₆	0.5×960	109.0					
405	エ	〃	2.0×25	—	なし	なし	なし	○	
406	No load	40× ⁴ / ₆	0.5×960	125.7					
409	エ	〃	20×10	100.8	あり	截断	あり	×	

- 摘要 1. 結果 ○は良, ×は破壊を示す.
 2. 蓄電器段数 ⁴/₆ は6箇並列のもの4段を使用.
 3. 測定月日

3 月 14 日 # 361~# 375

3 月 15 日 # 376~# 409

エ. 低圧側端子二端印加



$C=0.375\mu F$

$C, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ 前に同じ.
 $R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}$ (II) の場合
と同じ.

46 図

測定に当つては故障検出法として、ブラウン管2台を用いて、電流法及び平衡法によつた外、コロナ試験器を用いた。

5. 試験結果

オシログラムによる結果を纏めると、9 表のようになり、その代表的なオシログラムを 43 図に掲げた。コロナ音の代表的な例は 48 図に示した。

6. 結果に対する考察

ア. 波形：波形は高圧側印加の場合 $2\mu S. \times 40\mu S.$ となつてほぼ標準波形である。

低圧印加の場合 Condenser と 6 箇並列にして、容量を増し、放電抵抗も増した結果その無負荷発生電圧は $(0.5 \times 960) \mu S.$ となつたが、変圧器を接続した場合は $(0.8 \times 25) \mu S.$ という結果を得、著しく波尾が短くなつた。低圧巻線印加で現在の設備ではこれ以上の波尾を出すことは無理である。

イ. Analyser による結果との比較。

Analyser による常数は次のようである。

高圧印加の場合

$$C=0.25/15=0.016 \quad R_s+R_o=3,000\Omega.$$

低圧印加の場合

$$C=0.25/4=0.06 \quad R_s+R_o=800\Omega.$$

高圧印加の衝撃電圧発生器の容量及び回路常数は本試験のときと殆んど一致しているが、低圧印加のときは、衝撃電圧発生器の容量は少なく、波形は相当変つてきた。

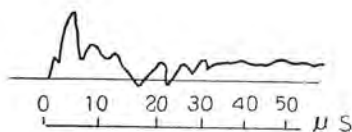
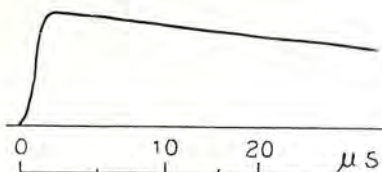
兩者の場合の波形、電圧変動率の比較を示すと 10 表 のようである。

ウ. 破壊電圧及び状況
(1) 高圧側一端印加の場合

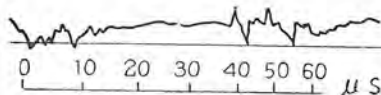
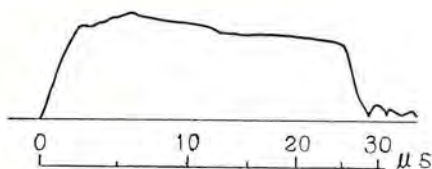
測定点、電圧波形、接地電流波形およびコロナ音。

この結果は 9 表に示すように 290kV 迄は異常なく、360kV 2 回目で破壊が起つている。すなわち電圧波形によると、第 2 回目 (# 368) において、波頭の振動を生じると共に $18\mu S.$ で截断されており、第 3 回目 (#369) においては波頭の振動のみが見られる。第 1, 4, 5 回目では、変化を認められない。電流波

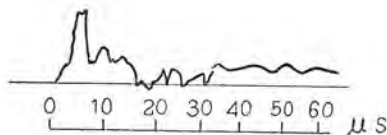
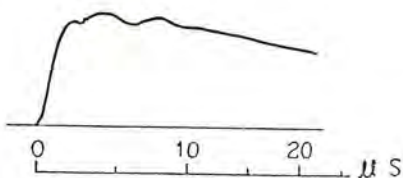
#367



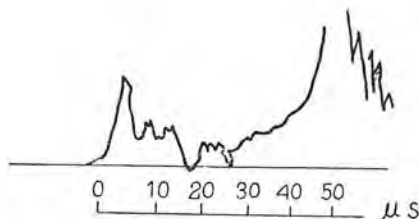
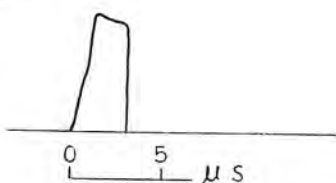
#368



#369

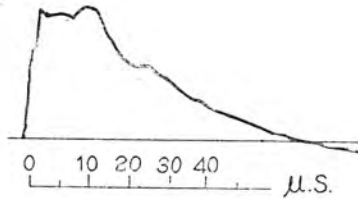


#375

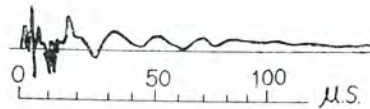
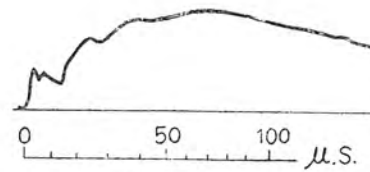
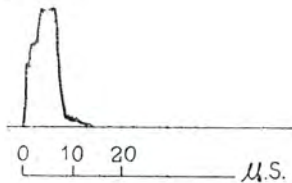


47 1 図

#396



#398



47-2 図



(a) コロナ音ない場合



(b) コロナ音発生の場合

48 図

形では 360kV 1 回目は以前と変化なく、2 回目から波形変化し、特に第 2 回目では甚だしい。

さらに電圧を上昇した後の試験では、同じく電圧波形では、波頭の振動を伴わない電流波形は変化しており、遂に #375 においては、電圧波形は $3\mu\text{s}$ にて截断されており、電流波形もまたこれに相当している。この場

10 表

	試験項目	Analyser		正 規 試 験	
		波 形 (μs)	電圧変動率 (%)	波 形 (μs)	電圧変動率 (%)
I		2.0×40	95.2	2.0×40	92.5
II		2.0×40	97.2	2.0×40	90.5
III		2.0×17	82.2	2.0×25	87.5
IV				2.0×25	84.5

合は套管間の閃絡であつて、外部よりも認めることができた。

以上の結果を総合すれば、360kV 印加の最初の破壊は線端子附近からバーリヤを creep して大地間に閃絡している模様であつて、後に中身を出して点検した場合の傷跡は、この時のものと推察される、また電圧を上昇した場合に、閃絡した套管の間隔は 65cm で標準寸法以上あり、協調間隙または避雷器の動作によ

#365 つて、相間短絡の心配はない。コロナ音はやはり 350kV 以上において記録された。

(2) 高圧側巻線一括印加の場合

測定点 電圧波形 低圧側平衡電圧。

この結果は 280kV 迄は異常なく、350kV 1 回目より破壊を示している。すなわち電圧波形では前回と同様、波頭に振動を生じ、前の破壊箇所がやはり閃絡しているものと推定される。

(3) 低圧側巻線一端印加の場合

測定点 電圧波形 接地電流波形。

この場合は前述のように衝撃電圧発生器の容量を増し波尾の長い波形を出すよう苦心したが、変圧器印加の場合には $25\mu\text{s}$ の波尾しか得られなかつた。

100.8kV 迄は異常なく、これ以上の電圧では #398 に示すように $8\mu\text{s}$ で截断され、電流波形も異なっている。端子附近のリードから大地へ閃絡したものと推察される。

(4) 低圧側二端印加の場合

この場合には、100.8kV にて #409 のように $10\mu\text{s}$ で截断し、やはり端子附近のリードより大地への閃絡と考えられる。

7. 結 語

以上の結果を総合すると

ア. 高圧側巻線の衝撃電圧に対する強度は、規定値 350kV に対してやや弱い。

イ. 低圧側巻線は規定値 60kV に対してなお相当の余裕を示している。

ウ. 高圧側一端印加の試験の場合 360kV

印加で電圧波形では変化は認められなくとも、接地電流波形には変化の生じる場合があり、判定上の両者の優劣を示している。他の試験では何れも変化は同じ場合にあらわれた。

(つづく)

青 写 真 焼 付 用 石 英 水 銀 灯

青写真の焼付には光源としては日光あるいは炭素弧光を使用していたが、最近では高圧水銀灯がこれに代り、新設の機械は全部、また従来炭素弧光灯を使用していたものは70%位水銀灯に改造されている。

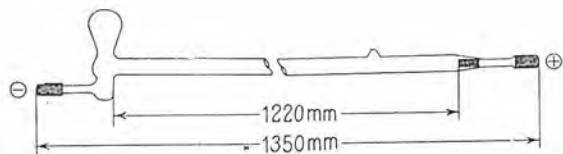
研 究 所 小 椋 義 正

1. 緒 言

水銀灯は炭素弧光灯に比べて光力、能率、維持費等すべての面で勝っている。水銀灯には直流型、交流型の2種類があり、後に述べる如くそれぞれ一長一短がある。当社で従来製作しているものは直流型でこの紹介と交流型のものとの比較ならびにカーボンとの比較を簡単にしてみたい。

2. 構 造

1 図に示す如く構造は簡単で長さ 1,350 mm、発光部 1,220 mm、直径 15 mm の透明な石英管からなり、陰極は水銀、陽極はモリブデンで、アルゴンガスが数滴（水銀柱）の圧力で封入してある。また直流電源は 3 相 200 ~ 220 V 入力の子水銀整流器である。



1 図

3. 性 能

ア. 寿 命

2,000 時間以上（最高 6,000 時間）である。陰極が水銀であるため、陰極の消耗、破損がないことが寿命の長い最大の理由で、他の熱陰極型の如何なるものに比べても断然優れている。

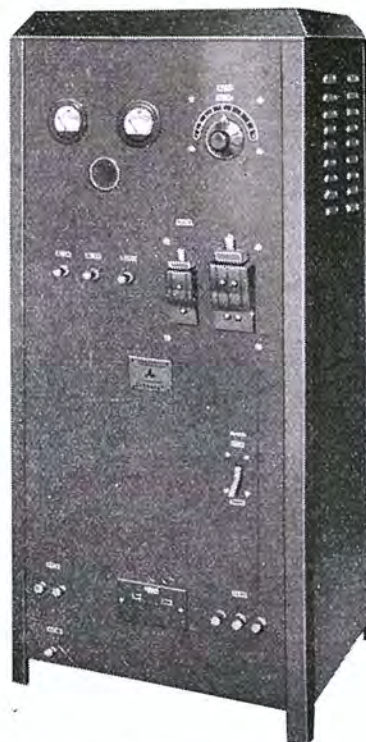
イ. 消費電力と光力

消費電力は 4kW（直流 600V, 6.5A）で発光能率は 36 lm/W、全光度は 12,000 燭光で、普通の電気焼付用感光紙で 1 時間 150~200m の焼付速度があり、炭素弧光灯あるいは交流式水銀灯（2 灯併用のもの）に比べて焼付速度においても遙かに凌駕している。

ウ. 水銀蒸気圧と時間的特性

水銀灯は白熱電球と異なり、点灯してから安定状態に達する迄に相当の時間を要する。すなわち放電を開始した直後は水銀蒸気圧が低いために弧光電圧が低く、時間の経過と共に水銀灯の温度が上昇して液状の水銀が蒸発して蒸気圧が高くなりしたがって弧光電圧も上昇し、光力が増すわけである。また蒸気圧が相当高い状態が消灯した場合には、非常に高い電圧を加えないと放電を始めないから、水銀灯が冷却して蒸気圧が相当に低くならないと再点灯しない。白熱電球のように点灯後すぐに安定状態に達し、また再点灯がすぐにできるような水銀灯が望ましいわけであるが、このためには水銀灯の熱容量を小さくすることと、消灯した場合に早く冷却するようにすることが必要である。熱容量を小さくするためには、先ず管径を小さくすることが必要である。交流型の発光管

では半サイクル毎に電流が零となるから、半サイクル毎に一種の再点灯を繰返していることになる。管径が小さくしかも管が長いと点灯が困難であり、その上蒸気圧が高くなればますます再点灯しがたくなるから、交流型ではあまり弧光電圧すなわち内部蒸気圧を高くすれば弧光の維持が不可能となりいわゆる立消えが起るので管径を小さくすることができないが、直流型に比べて発光能率が

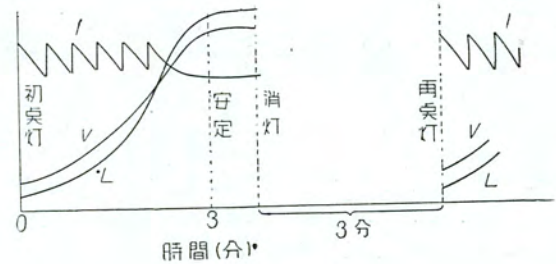


2 図 青写真焼付用水銀整流器

悪くまた熱容量が大きいから点灯後の安定及び再点灯時間が長いわけである。

当社の BQ-4,000A 型について点灯後の時間的变化を示すと、2 図の如くである。

I は電流、 V は水銀灯端子電圧、 L は光力で I の鋸歯型曲線は水銀灯の直列可変抵抗を一段ずつ減らして行くために起る電流の変化である。



2 図

4. 交流型と直流型との比較

	交流型	直流型
寿命	短	長
光力安定に要する時間 再点灯可能となる時間	長	短
光力、発光効率	小	大
電源の価格	安	高
操作	簡単	稍複雑

5. 炭素弧光灯と BQ-4,000A との比較

1 日 6 時間、1 ヶ月 25 日作業、BQ-4,000A の寿命を 2,000 時間として比較すると、

(1) 炭素棒と水銀灯

光源	灯数	1日の消費量(円)	15ヵ月消費量(円)
炭素弧光灯	5	$25 \times 5 = 125$	47,000
BQ-4,000A型	1	40	15,000

(2) グローブ

光源	灯数	1日の消費量(円)	15ヵ月消費量(円)
炭素弧光灯	5	$90 \times 1 = 90$	33,000
BQ-4,000A型	1	0	0

(3) 硝子整流管

光源		15ヵ月消費量(円)
炭素弧光灯		0
BQ-4,000A型		6,000

(4) 電力料

光源	灯数	1日の消費量(円)	15ヵ月消費量(円)
炭素弧光灯	5	$2 \times 10 \text{kWh} \times 6 \text{H} = 120$	45,000
BQ-4,000A型	1	$2 \times 5 \text{kWh} \times 6 \text{H} = 60$	22,500

(5) 焼むらによる感光紙の損失

光源	光源の故障による 1 時間の損失(円)	15ヵ月の損失 (円)
炭素弧光灯	$12 \times 3 \text{m} = 36$	81,000
BQ-4,000A型	0	0

以上の外に焼付速度の相異、カーボン取替、グローブの掃除などによる作業を加えると、更に大きな相異となる。

6. 結 言

青写真焼付の光源として直流型石英水銀灯を使用することが如何に有利であるかを、当社 BQ-4,000A 型について説明した。

現在の整流量には可変抵抗が組込んであり、これによつて始動時の電流制限ならびに安定時の光力調整を行っているが、この抵抗で消費される電力の損失を防ぐことおよび整流器の大きさと、価格を更に小さくするために特殊な構造のものを目下試作中である。

最近の NF 型 デ ァ イ オ ン 気 中 遮 断 器

このたび NF 型デアイオン気中遮断器の製作を再開しとくに船舶方面への応用を広めるため、600V A-C, 250V D-C 用を新しく開発したので、従来の 250V A-C 125V D-C 用も含めて本器の概要ならびに遮断試験成績について紹介する。

名古屋製作所 篠崎善助
高見滋

1. 緒 言

従来低圧回路にはナイフスイッチとヒューズとが用いられているが、ナイフスイッチは遮断能力がなく、保護装置としてのヒューズには溶断特性の不確実と遮断容量の不足のため思わぬ災害を起しており、再用型ヒューズにおいては不確実な溶断特性のためにおこるしばしばの取換えを避けるために、回路の保護を無視して大きなヒューズエレメントに変えられ保護の目的から脱してしまふ。さらに電気の利用範囲が広がるにつれて電源容量が大きくなり、遮断容量もまた大きなものが必要となつてきて、回路保護上のヒューズの責務に全ぶくの信頼をかけ得なくなつた。

米国ではこの点に早くから着眼し、設計知識の進歩、新材料の発達、電弧現象の研究、消弧理論の確立などにより小型で据付に場所をとらない、遮断容量の大きな回路遮断器が作られた。この回路遮断器は定格電流の10倍以下の過電流は熱動過電流継電器により、また回路の短絡事故には定格電流の10倍で動作する電磁引はずし装置で、わずか1サイクル前後で確実に回路を保護する、

ネリモノで密閉した手動操作の気中遮断器である。この遮断器が作られて従来の不備不便なナイフスイッチとヒューズの組合せは駆逐せられ、分電盤、配電盤などに広く応用され、とくに直流電源を用いた船舶への進歩は著るしくデッドフロント構造による利点をいかんなく發揮している現状である。米国火災保険協会 (Underwriters Laboratories) もこの遮断器を用いることを推奨している。

わが国では当社がアメリカのウェスチングハウス社の設計をもとにして昭和9年開発に着手し、昭和10年に分岐回路用を NF-50 型遮断器として発表し、逐次 NF-100 型、NF-225 型を発表した。これらの性能については本誌にもたびたび紹介され製品は広く利用されており、とくに JOAK 会館の配電盤や、交流回路を用いた船舶では好評を得ている。しかし今次大戦の戦災によつて生産設備、治工具は焼損し再起をあやぶまれたが、戦後いち早く輸出船への利用その他の方面からの強い要望により、資材その他の悪条件にもかかわらず幾多の困難をこくふくして生産を再開し、さらに製品に改良に改

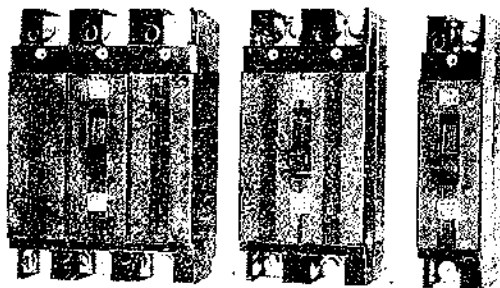
1 表 NF 型 デ ァ イ オ ン 遮 断 器 一 覧 表

フレーム	極 数	定 格 電 圧	定格電流 (A)	電 流 定 格 (A)	遮断電流 (A-C, D-C)	備 考
50	1	250V A-C, 125V D-C.	30 50	10, 15, 20, 25, 30, 35, 50	5,000A	2 図
	2	" "	30 50			
	3	" 125/250V D-C.	30 50			
100	2	600V A-C, 250V D-C.	100	20, 35, 50, 70, 90, 100	10,000A	3 図 4 図
	3	" "	100			
225	2	250V A-C, 125V D-C.	225	50, 70, 90, 100, 125, 150, 175, 200 & 225	10,000A	5 図 6 図
	3	" 125/250V D-C.	225			
	2	600V A-C, 250V D-C.	225			
	3	" "	225			

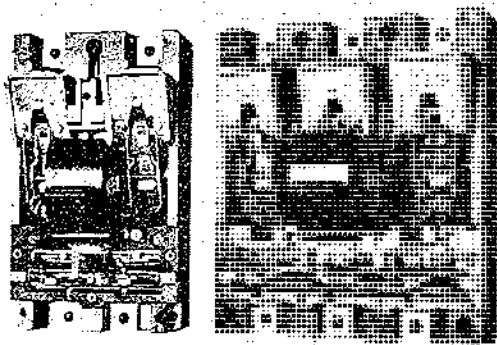
注 1. 電流定格とは熱動過電流継電器の定格でヒューズエレメントの定格電流に相当するもの
2. 遮断電流は最低の保証値である。



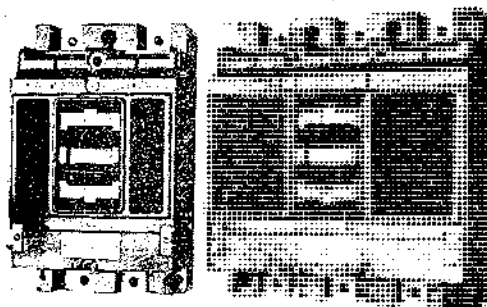
NF 型デアイオン遮断器
1 図



3 極 2 極 1 極
NF 型デアイオン遮断器 50A フレームの外観
2 図



2 極 3 極
NF 型デアイオン遮断器 100A フレームの外観
3 図



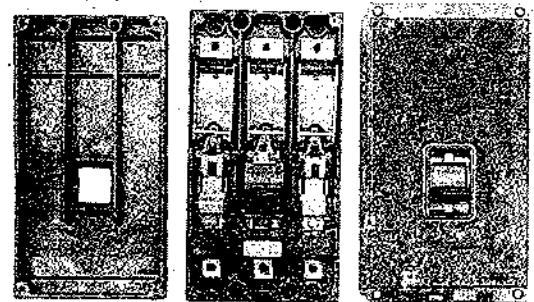
2 極 3 極
NF 型デアイオン遮断器
100A フレーム 600/250V A-C/D-C 用の内部
4 図

良を加え従来の種類の外に 600V A-C, 250V D-C, 級を新らしく開発し, その応用分野をさらに広めて交流 400V 以上の紡績工場に, 直流 250V 回路用として船舶用配電盤区電盤などに進出した。

そこで NF 型デアイオン気中遮断器の従来の機種について再び説明を加え, さらに今回新たに開発した 600V A-C, 250V D-C 級デアイオン気中遮断器の内容も紹介するとともに, 戦後各種の遮断試験を実施したので, これらの成績をもあわせて紹介することにする。

2. NF 型デアイオン気中遮断器の種類と適用規格

当社で目下製作中の NF 型デアイオン気中遮断器の種類を 1 表に, 外観を 1 図に示す。(2~6 図)



カバー 内部 外観
NF 型デアイオン遮断器 225A フレーム
3 極 250/125V A-C/D-C 用
5 図



カバー 内部 外観
NF 型デアイオン遮断器 225A フレーム
3 極 600/250V A-C/D-C 用
6 図

NF 型デアイオン遮断器（以下気中を省略する）はその目的が回路保護すなわち電線保護にあるため、電線の許容電流に対応して熱動過電流継電器の電流定格（Calibration size と称しヒューズエレメントの電流定格に相等するもの）をきめている。1 表 中熱動過電流継電器の電流定格が各フレームに重複するのは、同一フレームでパネルを組立てる要求のある場合に備えたものである。本器のフレームの呼びは遮断器の定格電流（熱動過電流継電器の電流定格の最大値である）を示し、定格電圧は交直両用で最大使用電圧を示している。

本器の適用規格は回路保護としてのヒューズの規格 JES 電気 8314 筒形ヒューズおよび筒受における短絡試験の電流を満足に遮断するほか、熱動過電流継電器の特性および機構の保証耐久度はアメリカの Underwriters Laboratories の規格を適用して製作される。したがって本器が一名ノーヒューズ遮断器とよばれるのは、この性能が従来のヒューズの要求される性能を満足する遮断器であるからである。

本器はさらに JEC-91 気中遮断器の規格を一応満足するのみでなく、船舶用として帝国海事協会、ABS 規格（American Bureau of Shipping Rules No. 35）あるいはロイド規格（Lloyds Register of Shipping, Electrical Equipment）などにも適合する。

3. NF 型デアイオン遮断器の概要

NF 型デアイオン遮断器の構造についてはこれまでたびたび本誌に紹介されているので、今回は主として新しく開発した 100 A フレームおよび 225 A フレームの 600 V A—C, 250 V D—C 用について簡単に紹介する。

NF 型デアイオン遮断器の構造を大きく分類すると各フレーム共

- (1) モールド外箱
- (2) 開閉機構
- (3) デアイオン消弧装置
- (4) 継電器部分

の 4 種類になる。

- (1) モールド外箱 NF 型デアイオン遮断器の外箱

すなわちベース・カバーおよびハンドルなどは、きれいな黒色のフェノール樹脂成型物よりなり、端子部分を除くすべての充電部分すなわち開閉機構、デアイオン消弧装置および継電部分などが内部に納められているので、取扱上安全でまた遮断器をきわめて小型にすることができる。このように外箱が成型物製であるためモールドタイプ遮断器の別名がある。熱動過電流継電器部分のようにやや温度の高くなる部分は、高温に耐えるよう、とくにアスベスト入りの耐熱性成型物を用いている。またパネルに組立てるときを考慮して端子部分は表面、裏面いずれにも接続できるようになっている。これら成型物外箱については、戦前に製作した 250 V A—C, 125 V D—C 用のものと大した変更はないが、今後合成樹脂界の進歩により生産能率の向上すなわち遮断器の製造原価の低減を計るとともに、改善により精度の高いものが得られるようになれば遮断器の一段の性能向上が期待される。（1～6 図参照）

(2) 開閉機構 NF 型デアイオン遮断器の開閉機構は各フレームともその原理は大体同じである。開閉機構の要は、リンク機構にツル巻引バネをかけ、これらと関連する 1 個のクロスバーに接触子腕を極数に応じて取付け、その接触子腕部分には可動接触子機構を取付け開閉の際に自由に運動し得る構造である。ただし 50 A フレームには自由に運動し得る可動接触子機構はないが、これと同様の作用をする接触子腕（板バネ）に可動接触子を取付けたものである。またリンク機構には成型物のハンドルが取付けてありこの操作によりツル巻バネがリンク機構の死点を越して早入れ、早切りの開閉ができる。これらはきわめて精密な工作と、高級な材料との選定により 10,000 回以上の電氣的、機械的開閉能力を持たせ高い耐久度を保証している（Underwriters Laboratories Requirements では、定格電圧、定格電流のもとで 6,000 回の動作ののち、無負荷で 4,000 回の開閉試験を行うことになっている）。可動接触子機構については可動接触子が接触を開くときあるいは閉じるとき大電流を直接主接触子に通することなく、電弧接触子またはアーキングチップを設け電弧による主接触子の損傷を軽減するよう

2 表 NF 型デアイオン遮断器接触子一覧表

フレーム	定格電流 (A)	可動接触子		固定接触子		アーキングチップ		備 考
		主	電 弧	主	電 弧	上	下	
50	30	ニ ッ ケ ル		銀				*印は粉末冶金法により製作したもの
	50	* シルバ・ニッケル		* シルバ・グラフアイト				
100	100	* シルバ・ニッケル		* シルバ・グラフアイト		ニッケル	ニッケル	
225	225	銀	* シルバ・タングステン	銀	* シルバ・タングステン			

にしてある。とくに 100A フレームの 250V A-C, 125V D-C 用に比べ 600V A-C, 250V D-C 用では消弧装置の構造に適し消弧板の V 字溝の電弧吹込効果を十分にし、遮断容量を増加するために接触子形状と構造に改良を加えている。

接触子については各フレームごとに材質および形状にそれぞれの考慮を払い、とくに遮断時の大なる電弧エネルギーにより容易に損傷することなく、また温度上昇をできるだけ低くするために 2 表の配分の材質を使っている。2 表のうち銀あるいはニッケルの材質を除くその他の接触子すなわち Ag-Ni (シルバ・ニッケル), Ag-Graphite (シルバ・グラファイト), あるいは Ag-W (シルバ・タングステン) などは粉末冶金法により製作したもので、デアイオン消弧装置の機能、開閉機構の高速接触分離とによつて大なる遮断電流に耐えることができる。50A フレーム, 100A フレームの可動接触子にシルバ・ニッケルを、固定接触子にシルバ・グラファイトを用いたのは電弧エネルギーにより接触子が高温となつて溶解されたときグラファイトが反溶剤として作用するので溶着を防ぎ得る効果があるためである。

接触子の接触圧力はリンク機構のツル巻引バネと、別に設けられた押バネにより適当な圧力を保持し得る構造である。

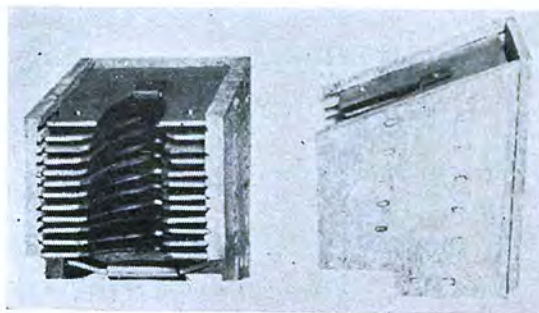
また開閉機構は (4) 項の継電器装置の引はずし機構と関連して自動的に引はずし、ハンドルは “ON” と “OFF” との間に転位し、自動引はずしによる開路を標示する引はずし自由型 (Trip free handle type) である。機構をリセットするにはハンドルを “OFF” の方

へ十分倒して継電器装置との掛合を戻せば再び “ON” に入れることができる。すなわち遮断に対してヒューズのように一々取換える必要なく、簡単にハンドルにより閉路することができる。

(3) デアイオン消弧装置 デアイオン遮断器の名称はデアイオン原理に基く消弧装置を用いているところからであつて、デアイオン消弧の原理はアメリカのウェスチングハウス社の J. Slepian 博士によつて発明され多くの文献に発表されている。また溝付デアイオン鉄板の消弧装置は同社の O. S. Jennings が安全開閉器に応用し次々と使用範囲を広めたものである。

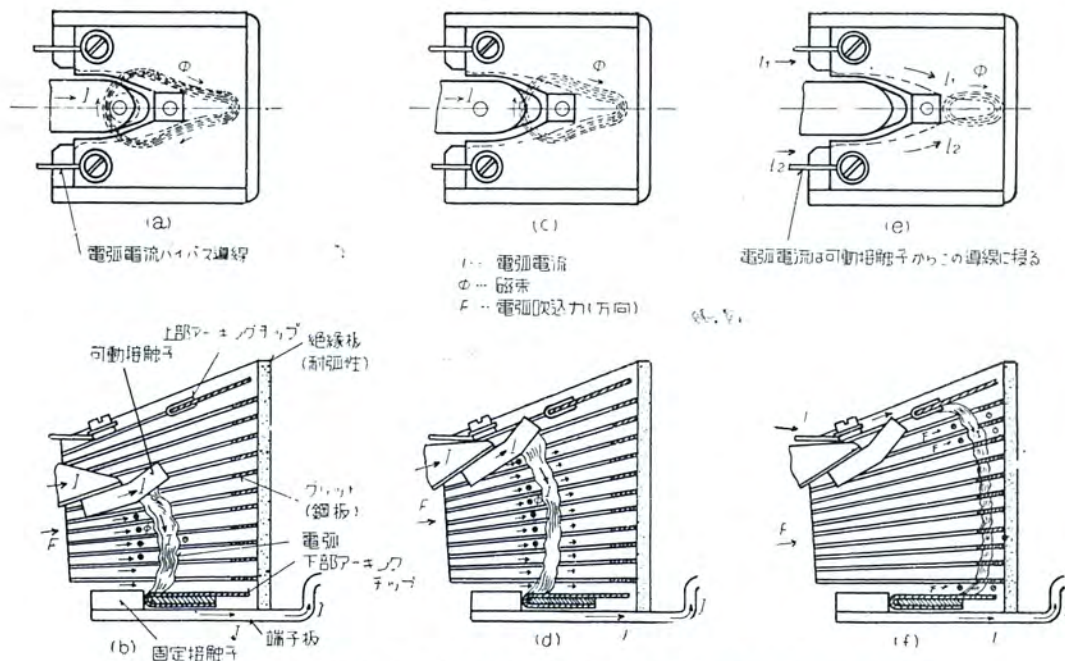
NF 型デアイオン遮断器に使用しているデアイオン消弧装置の構造は次の 2 種類に分けて考えることができる。

- a. プレーンプレート型 (Plain-Plate Type)
- b. ラジアルフィールド型 (Radial-Field Type)



NF 型デアイオン遮断器 100A フレーム 600V. A-C, 250V. D-C, 用デアイオン消弧装置

7 図



100-A フレーム 600V. A-C, 250V. D-C デアイオン消弧装置 消弧説明図

8 図

a. ブレーンプレート型 ブレーンプレート型デアイオン消弧装置は一般に V 字形の溝を持つた磁性板（グリッドと呼ぶ）を適当な空隙を持たせて 5~12 枚を耐弧性絶縁物の支持枠により積重ねたきわめて簡単な構造のもので、他の消弧装置よりも小型であるから、遮断器全体をごく小さくまとめることができる。

ブレーンプレート型デアイオン消弧装置は 50A フレーム、100A フレームおよび 225A フレームの 250V A-C、125V D-C 用に使い、回路電圧すなわち遮断器の定格電圧によつてグリッドの枚数を加減している。7 図に新らしく開発した 600V A-C、250V D-C 用 100A フレームのブレーンプレート型デアイオン消弧装置を示す。

ブレーンプレート型デアイオン消弧装置は吹消線輪、空気吹消器などを用いないことは前述のとおりであるが次に如何にして電弧が消滅されるかを簡単に説明する。

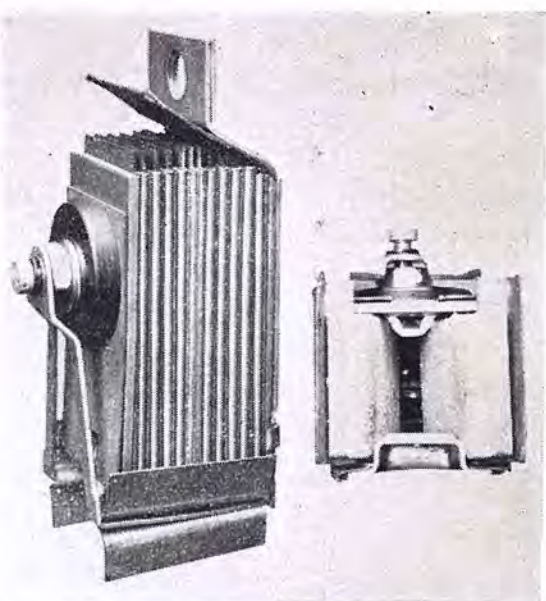
接触開離により可動、固定電弧接触子間あるいはアーキングチップ間に電弧が発生すれば、電弧電流をかこむ磁界により各グリッドに磁束を生じ、その磁束の通路は 8 図 (a) (b) のようになり、磁束と電弧電流との関係は電動機におけるようにフレミングの左手の法則によつて導体（ここでは電弧に相当する）に運動力を生じ、電弧電流の方向の如何にかかわらず電弧はグリッド内部に吸引される。かくて電弧はグリッドによつて短い電弧に分割され引延されつつ引続きグリッド内方へ高速度にて吸引される。（8 図 (c), (d), (e), および (f) 参照）。交流電弧は半サイクルの終りの電流が零位になるまで流れるが、零になつたその瞬間に各グリッドに接した薄い空



NF 型デアイオン遮断器
225A フレーム 250V. A-C, 125V. D-C.
デアイオン消弧装置

9 図

気層は急激に消イオンされ絶縁が回復されておのおの約 250V に耐えるようになり、再点弧ができなくなつて電弧は完全に消滅する。このように電弧を消滅するブレーンプレート型の消弧装置は高速遮断機構とによつて大なる遮断能力を持ち、遮断時に発生する大きな電弧エネルギーおよび電磁力によく耐え、かつ接触子の消耗を防ぐことができる。定格電流の大きな遮断器では、消弧装置を大きくするため電弧をグリッドの内方まで吸引するのは困難となる。したがつて電弧をグリッドに有効に触れさ



NF 型デアイオン遮断器 225-A フレーム、600V. A-C
250V. D-C. 用デアイオン消弧装置

10 図

せるため、グリッドの V 字溝の頂点を交互にすらし、電弧の吸引作用を 2 段に加速して電弧の消滅を完遂する。

(3 図 225A フレーム、250V A-C, 125V D-C 用参照)

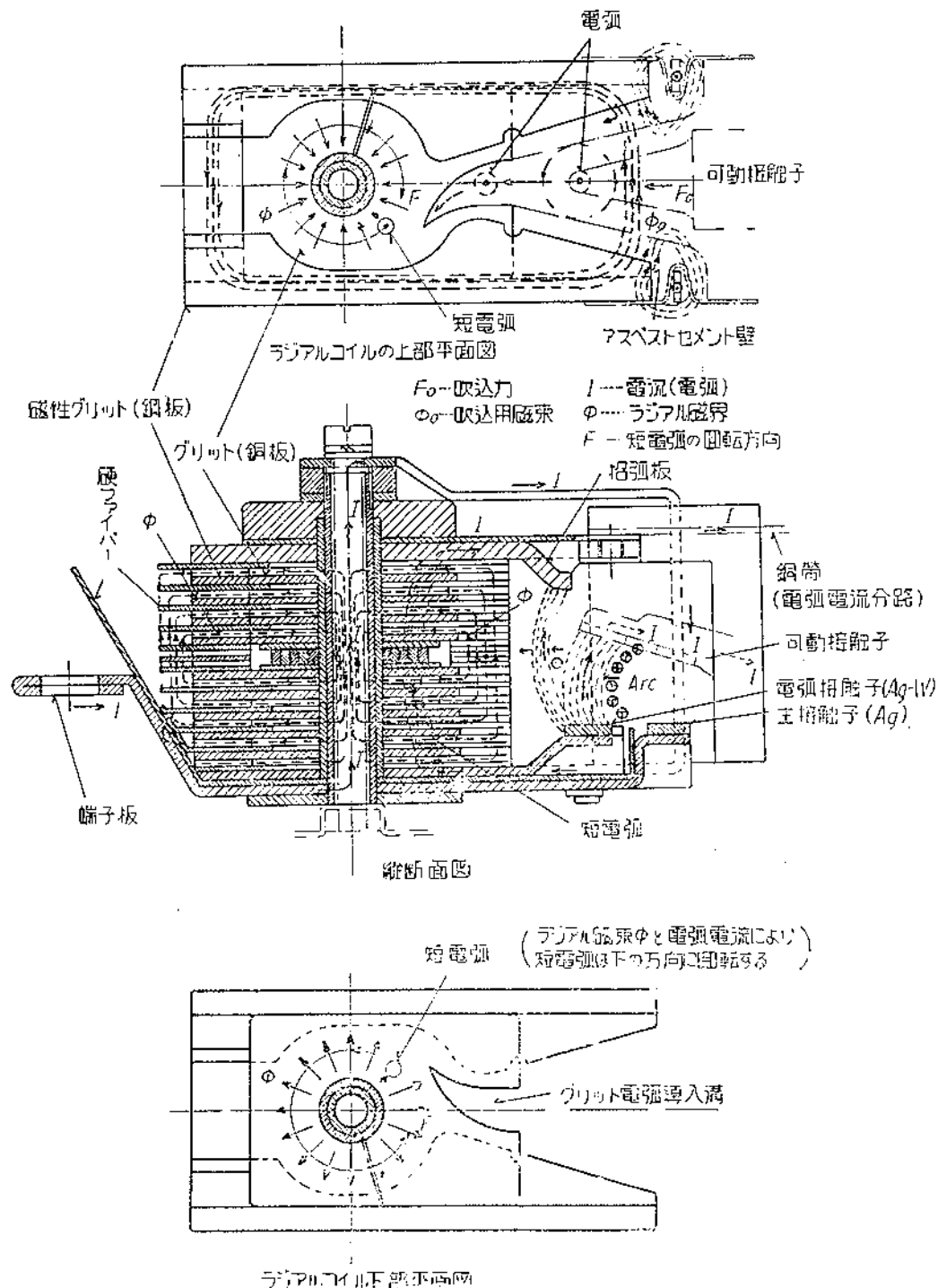
b. ラジアルフィールド型 ラジアルフィールド型デアイオン消弧装置は一般にブレーンプレート型よりも電弧エネルギーの大きな遮断器に應用され、ブレーンプレート型よりも構造は複雑であるが、今回新らしく開発した 225A フレーム、600V A-C, 250V D-C 用に使い (10 図参照)、また高電圧用の遮断器にも採用されている。

ラジアルフィールド型デアイオン消弧装置の構造は 11 図に示すように電弧導入溝を持つた銅板製グリッドを適当な形をした磁性板グリッドに納め、耐弧性絶縁板で絶縁して積重ねその中央にラジアルコイルを設けたものである。ラジアルコイルの両端は上述の銅板グリッドに接続し常時は電氣的に開放されている。またラジアルコイルを中心として上段、下段のグリッドの電弧導入溝方向はそれぞれ反対としてある。かくグリッドの中心に耐弧性絶縁管を介して磁性スタッドを貫通し、固定主接触子を取付けた端子板にネジ（鉄）止めして組立てたものである。銅板グリッドは 11 図に示すように一方向に細溝を設け後述の電弧電流が磁性スタッドに流れるとき 1 箇の開路線輪として作用するのを防いだものである。固定主接触子と固定電弧接触子が 11 図のように別々の導体に取り付けてあるのはこの型の消弧原理の要求するところと同図に説明してある。このようにラジアルフィールド型デアイオン消弧装置は端子、固定主接触子、固定電弧接触子などを一体として簡単に取付け取外しができるもので、取付後は招弧板と負荷側すなわち可動接触子側とを銅帯をもつて接続する。（6 図参照）

ラジアルフィールド型デアイオン消弧装置の消弧の原理についてはウェスティングハウス社の R. C. Dickinson により発表されているのでここでは簡単に紹介することにする。

NF 型デアイオン遮断器の 225A フレーム、600V A-C, 250V D-C 用ラジアルフィールド型デアイオン消弧装置の消弧作用は 11 図により了解することができる。接触開離により電弧接触子間に発生した電弧は、電弧で中継した 1 巻のコイルと磁性グリッドの助けにより

電弧電流方向の如何にかかわらず内方に力を受けて吹込まれる。したがって電弧は固定電弧接触子と招弧板へと移り内方に吹込まれつつ引延され、グリッドの電弧導入溝によつてさらに内方へと進み 9 箇の短電弧に分割される。ここにおいてラジアルコイルに初めて電流が流れるため、磁性スタッドを中心とし磁性グリッドとの間にラジアルフィールドが生じ、これと電弧電流とにより各短電弧は力を受けグリッド間隙を高速度にて電流帯となるまで回転する。かくして電弧は前述のデアイオン消弧の



225-A フレーム 600/250V. A-C/D-C 用デアイオン消弧装置 消弧説明図

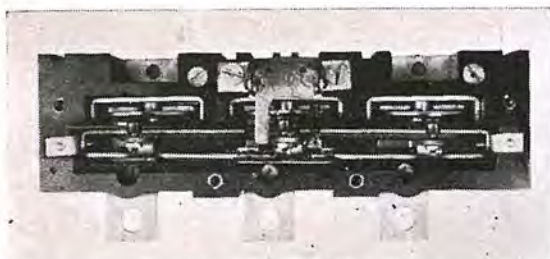
原理により、グリッド面上の絶縁の回復すなわち消イオン作用がイオン化作用より大となつて消滅する。

以上の結果からラジアルフィールド型とプレーンプレート型との相違は、前者が無限の電弧走行面を持つているのに対して後者は有限の電弧走行面を用意しているものと考えることができる。

NF 型デアイオン遮断器を直流に用いるとき定格電圧を交流よりも低くするのは、直流には交流のように電流零の瞬間がないことと、遮断時の電弧電圧の上昇が交流のときにくらべてはるかに高くなるためである。

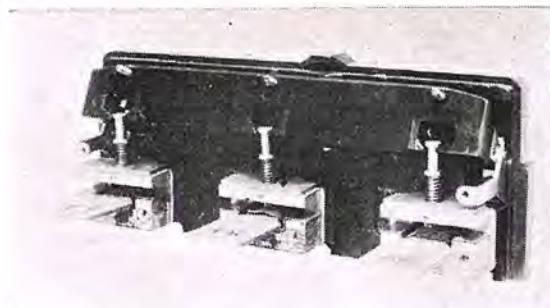
(4) 継電器装置 遮断器の使命が回路の保護にあるので過電流に対しては一定の時限によつて回路を遮断する機構が必要である。バイメタルを用いた熱動過電流継電器がそれで、さらに短絡に対する保護として電磁引はずし装置を設けている。

50A フレームには過電流継電器のみであるが、バイメタル自体がヒータとなつていて計算値からは 5,000A の短絡電流では 1/8 サイクルで作動するに十分な歪がおこりほとんど瞬時に作動できる。100A、225A フレームは熱動過電流継電器と電磁引はずし装置を持ち、12 図、13 図に示すように遮断器本体より自由に取はずし得る構造であつて、同一フレーム内で任意の電流定格のものと取換えることができる。標準品には取付けないが低電圧引はずしコイルによりこの継電器部分に作用させた低電圧引はずし装置も付けることができる。



熱動過電流継電器 100A フレーム、3 極
(電磁引はずし装置付)

12 図



熱動過電流継電器 225A フレーム、3 極
(電磁引はずし装置付)

13 図

a. 熱動過電流継電器 電流がバイメタル自体あるいはヒータを流れるときに電力損失が生じこれによる発熱でバイメタルに偏れが生ずる。この偏れを共通の引はず

しバーに作用せしめて遮断機構との掛合を引はずし遮断する装置である。多極型の遮断器では、いずれの極に過電流が流れても全極同時に遮断することができるので多相電動機が単相運転をする危険性はない。

50A フレームのバイメタルは直熱型、100A フレームは直熱と傍熱の両作用によるもの、225A フレームは傍熱型でヒータはバイメタル以外の抵抗体を用いそれに短冊型バイメタルを取付けその輻射、伝導熱によつて動作するものである(14 図参照)。いずれにしても熱によるバイメタルの偏れを利用した遮断器であるから一名サーマルタイプ遮断器ともいわれ、また一々ヒューズのように取換える必要がないのでノーヒューズ遮断器ともよばれている。



NF 型デアイオン遮断器
225A フレーム バイメタル素子

14 図

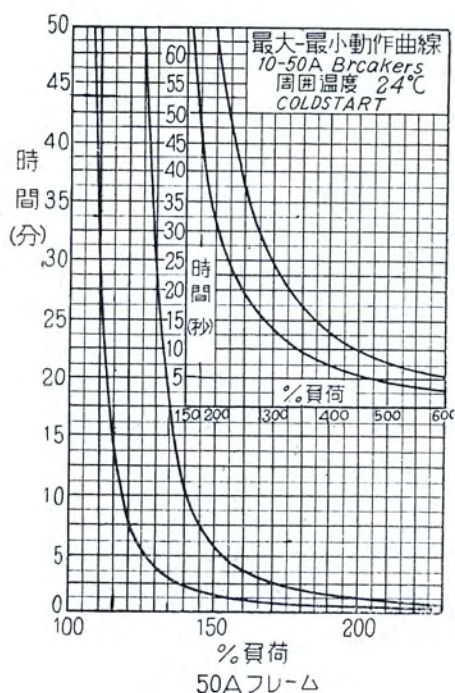
3 表 Underwriters Laboratories 規格による動作最大許容時間

遮断器電流定格 (熱動過電流継電器電流定格)	動作最大許容時間 (分)		
	100%	125%	200%
(A)			
0~ 35	infinite	60	2
36~ 50	"	60	4
51~100	"	120	6
101~225	"	120	8

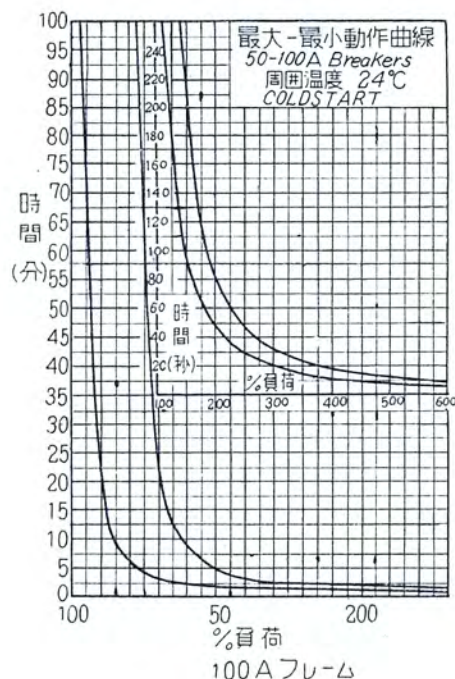
注 本表は Underwriters Laboratories ヒューズ規格の B 選択に同じ

熱動過電流継電器の引はずし動作は反時限の動作特性を持ち Underwriters Laboratories 規格を適用し、この特性は同所ヒューズ規格の選択 B に相当し、保護すべき回路の電線の過電流による温度上昇を考慮した動作特性で電流定格の 125% で規定時間内に作動するよう校正され、その動作に殆んどむらがないのでヒューズのよく追従できないところである。遮断器の電流定格すなわち熱動過電流継電器の電流定格の選定は回路の負荷電流と使用電線に対応せしめる。電流定格を適当に選定すれば電線の熱容量を有効に利用し、かつ過電流に対しては確実に回路を遮断し電線は保護される。一般に大なる電線程熱容量は大であるので、熱動過電流継電器の動作時間は細い電線のときよりも遅く動作してもよく、Underwriters Laboratories の規格では電流定格の 200% の電流での動作時間を 3 表以内としている。NF 型デアイオン遮断器の熱動過電流継電器による動作特性曲線は、標

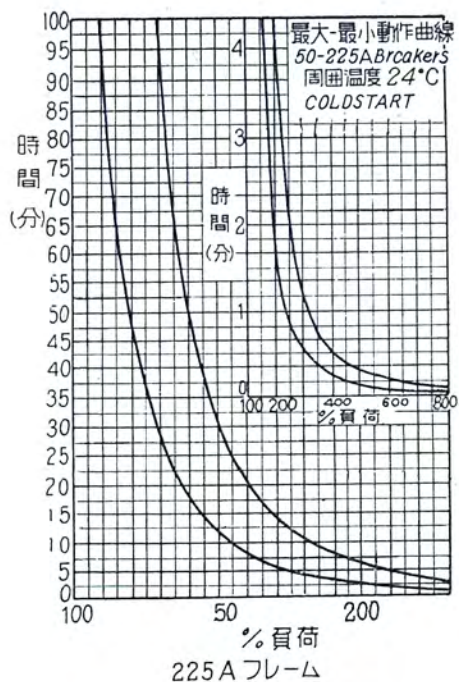
NF 型デアイオン遮断器熱過電流継電器動作特性帯状曲線



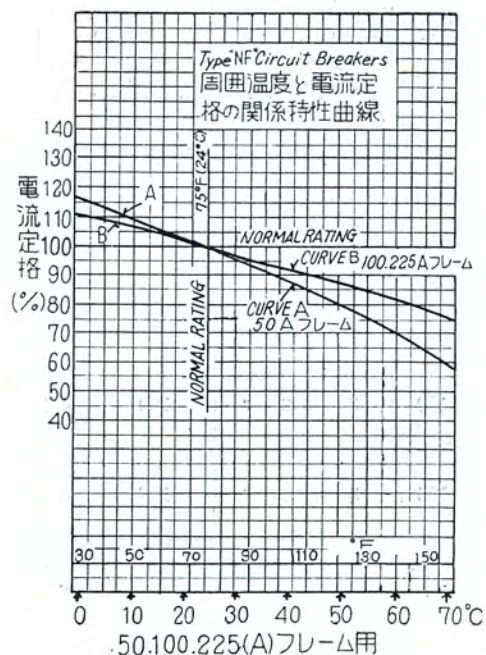
15 図



16 図



17 図



18 図

準周囲温度 24°C において各フレームの校正範囲を 15 ~17図に示す。熱動過電流継電器は各フレームともバイメタルを使う関係上周囲温度の影響を受ける。標準周囲温度24°C を基準として周囲温度と電流定格の関係を 18 図に示す。18 図において標準周囲温度 24°C で校正された遮断器を高い周囲温度で使うとその電流定格はさがる。しかし一方電線についても同様に基準温度よりも高い温度で用いるときは許容電流も低くともことになる。したがって遮断器と電線との組合せは基準温度を考えればよいことになる。(改正電気工作物規定附属、電線許容電流表に対する周囲温度の低減率参照)

b. 短絡保護装置 短絡保護装置は電磁引はずし装置

で熱動過電流継電器と同一成型物中に装置し引はずしバーはいずれも共用である。100Aフレームの電磁引はずし装置は熱動過電流継電器のヒータを利用した1巻のコイルからなる電磁石で、接極子は各極共通に設けた鉄板製の引はずし板を吸引する。最低動作電流は遮断器の定格電流(フレーム番号に一致し、熱動継電器の最大電流定格に相当する)の10倍で、その動作時間は1サイクル内外である。225A フレームの電磁引はずし装置はヒータの周囲にコ字形の電磁石を設け接極子は電磁石の吸引により共通の引はずしバーを吸引する。この型では固定電磁石との空隙を加減することにより、熱動過電流継電器の電流定格の10倍の電流で動作せしめることがで

4 表 Underwriter's Laboratorie's 規格の短絡試験

遮断器容量		試験回路			備考
電圧	電流	電流 (A)	電圧	力率 (%)	
250V 以下	100Aおよびそれ以下	5,000	定格	45~50	D-C. Test same as A-C. except on resistance load.
〃	100A 以上	10,000	〃	〃	
250V 以上	ALL	10,000	〃	〃	

5 表 JES 電気-8314 規格 筒形ヒューズおよび筒受の短絡試験

定格電流 (A)	遮断電流 (A)	電圧(無負荷) (V)	力率 (%)	周波数
0~60	5,000	250	—	50~ または 60~
61 以上	10,000	〃	40 以下	〃

注. 遮断電流は試験回路を端子間で短絡したときの値とする。

6 表 NF 型デアイオン遮断器交流遮断試験成績

オツシロ グラム (図)	供試遮断器				遮断電流 (A)	遮断時間 (sec.)	電 源		備 考
	フレーム	極数	定格電圧 (V)	電流定格 (A)			容 量	電圧 (V)	
19	50	3	250 A-C	50	5,000	0.0173 sec. 1.04 ~	Trans. 3φ, 3,300/220V 5,000kVA	245	戦前の製品で第2回目に誤つて 17,000A を流し損傷したため 10,000A は確認できなかった。
* 20	100	3	250 〃	100	4,040	0.03 〃 2 〃		256	
21	100	3	600 〃	100	8,500	0.0089 〃 0.53 〃	Trans. 3φ, 3,300/440V 5,000kVA	445	
22	100	3	600 〃	100	12,000	0.0103 〃 0.64 〃	〃	〃	
23	225	3	250 〃	200	7,900	0.0097 〃 0.583 〃	Trans. 1φ, 3,300/220V 200kVA×3	225	
24	225	3	250 〃	200	13,000	0.0108 〃 0.65 〃	〃	220	

注 (1) 各試験回路の力率は正確に測定してないが大抵 50% 程度である。

(2) *印の成績は戦前に行つたものである。

きる。これらの電圧引はすし装置で 100 A フレーム、225A フレームとも、定格電圧のもとで規定の 10,000A を 1 サイクル前後で遮断する。この遮断の様子は後述の遮断試験成績により証明することができる。

c. 低電圧引はすし装置 遮断器の用途によつては低電圧引はすし装置を必要とする場合がある。この場合は低電圧引はすしコイルを設け、回路電圧が 50% 以下に低下したとき継電器の共通引はすし板に作動させて低電圧保護を行うことができる。

4. 遮断試験

一般に遮断器はその性質上、定められた回路条件において規定の遮断電流を完全にかつ安全に遮断する能力を持たねばならぬ。

わが国においては NF 型デアイオン遮断器のように熱動過電流継電器を持つ種類の気中遮断器の規格はないが、アメリカにおいては Underwriters Laboratories Requirement's により定格電流別に遮断能力を規定しており 4 表にこの規定が示してある。またわが国の交流 250V 回路用ヒューズの短絡試験の試験電流は JES 電気 8314 により 5 表の性能を要求している。しかるに NF 型デアイオン遮断器は 4 表、5 表のいずれをも満足する。これまでたびたび行つた交流、直流遮断試験成績をオツシログラムと遮断後の各部分の状態について紹介する。

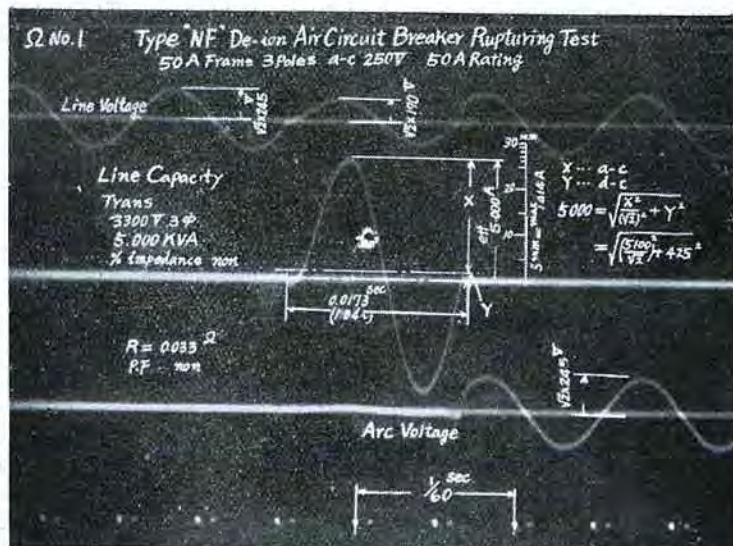
(1) 交流遮断試験

NF 型デアイオン遮断器の交流遮断試験は試験装置の都合上単相試験のみ行い三相試験は行わなかつた。これは本器の単相試験は機構上引はすし装置が片荷となり三相試験よりもリが生じ易いのでこの点に重点をおいたため、比較的容易と考えられる三相試験については今後報告の機会を持ちたいと思う。

電源容量は 6 表にみるように 5,000kVA、と 600kVA との二様について行つたが、遮断試験の結果より大した差異が認められず、またヒューズのような大きな爆音が生ぜず、機構上にも異状がなく、かつ接触子の損耗はきわめて軽微であつた。

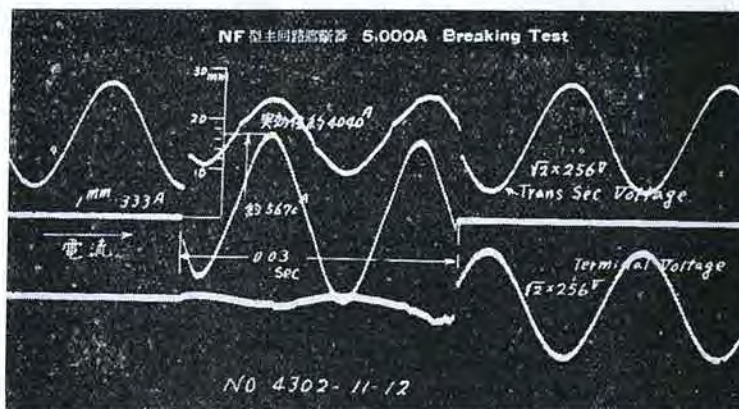
JEC-9: 気中遮断器の規格に準じ、標準動作責務 (ろ) 号の 0—(2 分)—0 でも実施したが良好であつた。同規格 (い) 号の 0—2 分—CO については実施しなかつたが今後の試験にて確めることとする。

最近の NF 型デアイオン気中遮断器・篠崎・高見



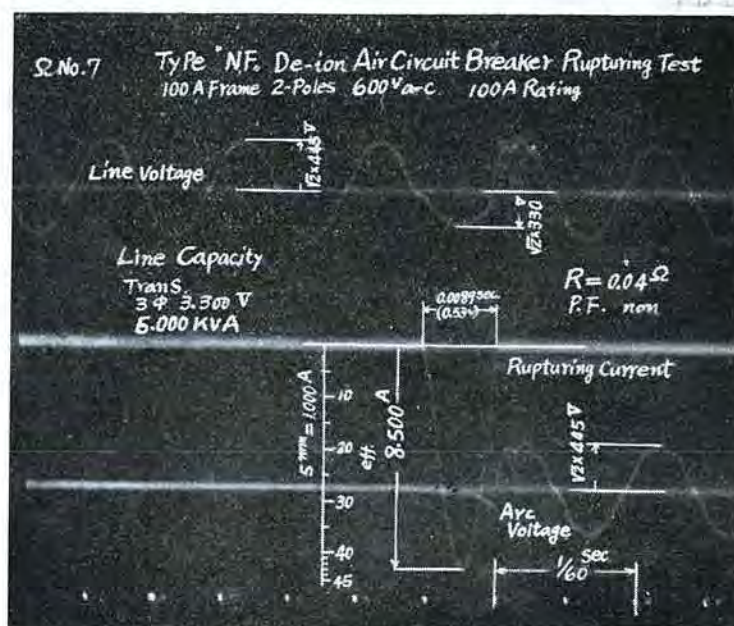
遮断試験オツシログラム 50Aフレーム 3 極 250V. A-C 5,000A

19 図



遮断試験オツシログラム 100Aフレーム 3 極 250V. A-C, 125V. D-C 4,040A

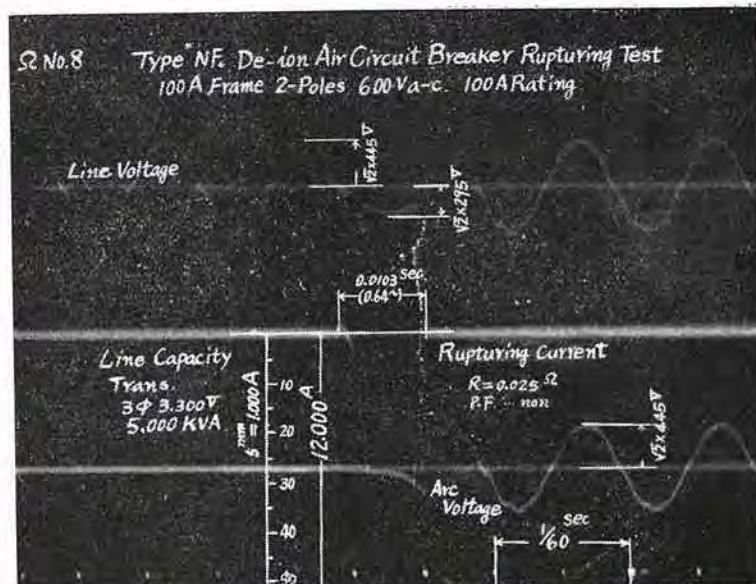
20 図



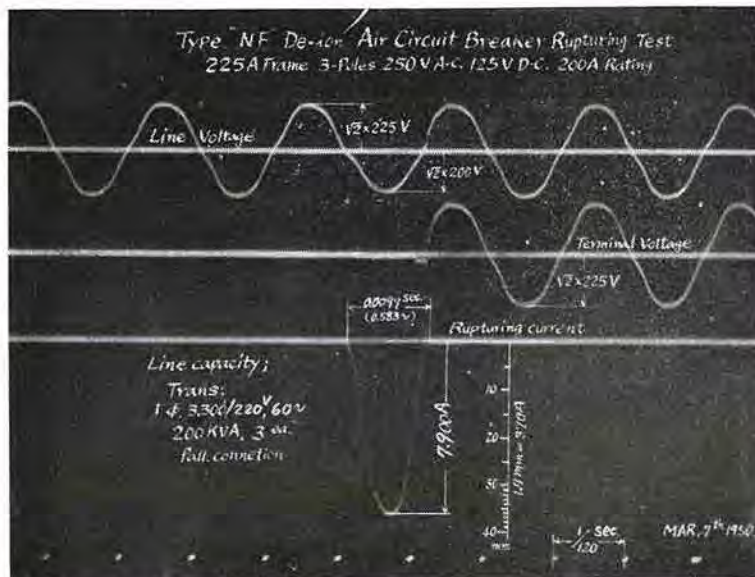
遮断試験オツシログラム 100Aフレーム 2 極 445V. A-C, 8,500A

21 図

6 表の交流遮断試験成績にみるように各フレームとも優秀な性能を有し Underwriter Laboratories Requirement's あるいは JES 電気 8314 筒形ヒューズの規格を満足している。50A フレームは前述のように熱動過電流継電器のみであるが、過電流引はずし特性から推定して 5,000A の遮断時間の 1.04 サイクルは大体計算値に近い(19 図参照)。100A フレーム、250V A-C の成績(オツシログラム 20 図)は戦前の製品であるが、今回開発した 600V A-C は接触子材質の改善、開閉機構の改良、デアイオン消弧装置の強化などによりはるかに大きな遮断能力が付与された(21 図、22 図参照)。225A フレームは



遮断試験オツシログラム 100Aフレーム 2極 445V、A-C 12,000A
22 図

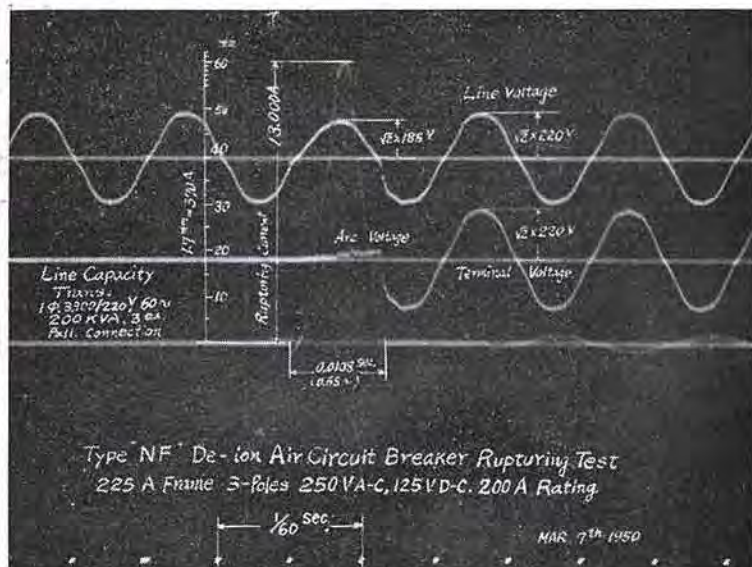


遮断試験オツシログラム 225Aフレーム 3極 225V、A-C 7,900A
23 図

100A フレームのときにくらべて電源容量が小で、かつ低電圧用(250V A-C)のブレンプレート型の消弧装置付のものについての試験結果(23 図、24 図参照)であるが、600V A-C 用については次の直流遮断試験の結果から推定して満足すべき性能を有することは疑ない。

(2) 直流遮断試験

NF 型デアイオン遮断器が交流のみならず直流にも使うことができるのは前述のとおりで、今回とくに船舶に使うために性能を確かめたものであるが交流遮断試験に劣らないよい結果が得られた。これらの直流遮断試験成績を 7 表に示す。7 表において 50A フレーム



遮断試験オツシログラム 225Aフレーム 3極 225V、A-C 13,000A
24 図

ム、125V、D-C 用の成績(25 図)は、245V A-C の(6 表、19 図)にくらべて殆んど変りない性能である。50A フレーム、26 図は試みに定格電圧の 2 倍の 250V D-C で遮断したものであるが、引続き使用はできたが接触子の損耗が大で推奨はできない。100A フレーム、D-C 250V、10,400A の成績(7 表、29 図)は、A-C 445V の 12,000A の成績(6 表、22 図)と類似の成績を示し、また 7 表、28 図の 100A フレームは Lloyd's Register of Shipping のヒューズの規格の時定数 0.003 以上に合せて試験したものである。7 表、30 図の 225A フレームの成績は試験回路の都合上 10,000A 以上の性能を確かめ得な

7 表 NF 型デアイオン遮断器直流遮断試験成績

オシログラム (図)	供 試 遮 断 器				遮断電流 (A)	遮断時間 (sec.) ($\sim$)	電 源		備 考
	フレーム	極数	定格電圧 (V)	電流定格 (A)			容 量	電圧 (V)	
25	50	3	125 D-C	50	5,550	0.0166 sec 1 $\sim$	Generator D-C 220V 500kW	125	
26	50	3	125 "	50	6,850	0.025 1.5 "	"	250	
27	100	3	125 "	100	7,700	0.0155 0.935 "	"	125	
28	100	2	250 "	100	5,800	0.0154 0.925 "	Ignitron 6 ϕ D-C 250V 2,000kW	250	時定数 0.0038
29	100	2	"	100	10,400	0.0104 0.625 "	"	250	
30	225	2	"	225	8,920	0.0167 1 "	Mercury D-C 250V 2,000kW	260	

注. *印遮断電流は能力の限度を示すものではない。

つた。しかし 10,000A 以上の遮断能力は十分満足するものと信ずる。

(3) 遮断試験後の考察

(1) および (2) 項により NF 型デアイオン遮断器が交直いずれにも所期の性能を発揮することを知つたが、遮断時に生ずる物理的諸現象を簡単に考察する。

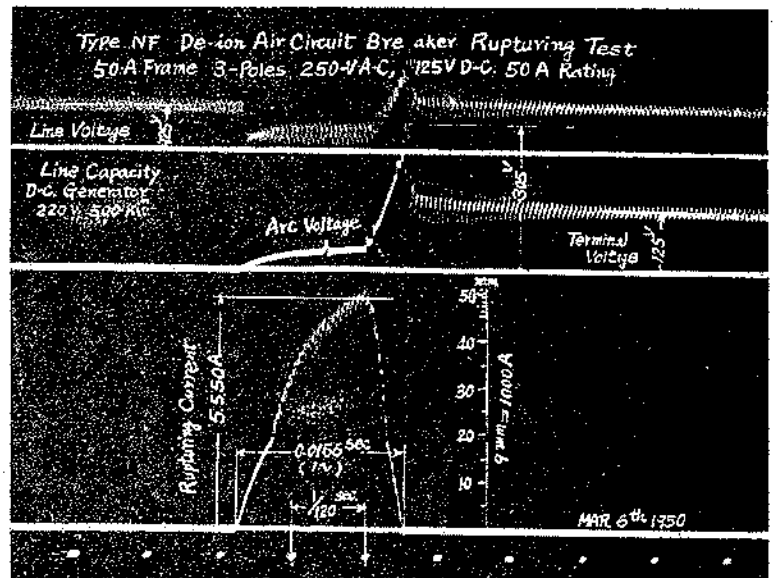
遮断時に生ずる電磁力によつて遮断器の構造上の変化は殆んど認められなかつた。したがつて電磁力に対する強度は十分であると思ふ。

遮断時にごく短時間ではあるが大なる電弧エネルギーが接触子、デアイオン消弧装置におよぼす影響について観察する。接触子は高速度遮断機構と、デアイオン消弧装置によつて消耗の程度がきわめて軽微であることは前述のとおりである。31 図は 225A フレーム、600V A-C、250V D-C 用の可動、固定主接触子（銀）と可動、固定電弧接触子（シルバ・タングステン）の遮断試験回数後の接触面の写真で、接触開離機構により主接触子の損耗は殆んどなく、電弧接触子のチップ部分に幾分の損耗が認められる。32 図は 100A フレーム、600V A-C、250V D-C 用の可動接触子（シルバ・ニッケル）、固定接触子（シルバ・グラフアイト）および固定アーキングチップ（ニッケル）の遮断試験後の状態

を示すもので、この接触子の特長は第 1 回の遮断により幾分の損耗を認めるがそれ以後は殆んど変化しない安定なものと思われる点である。また固定アーキングチップの電弧により受ける損傷の程度はきわめて軽微である。

接触子のうちシルバ・ニッケル、シルバ・グラフアイトなどは粉末冶金法で新しく開発したもので、現在の成績で満足すべきものでなくさらに研究をすすめて遮断器の性能を一層向上したいと思つている。

デアイオン消弧装置の遮断時の働き方は、グリッドその他の電弧の痕跡ならびに形状により観察することがで



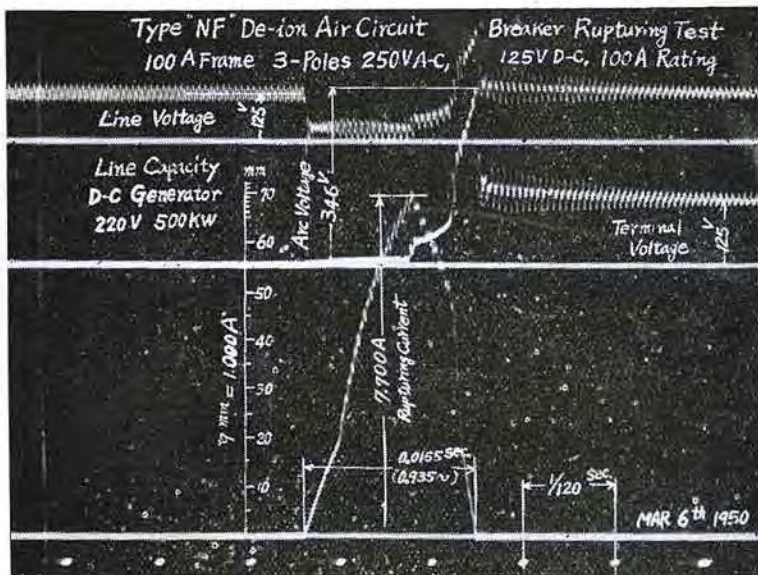
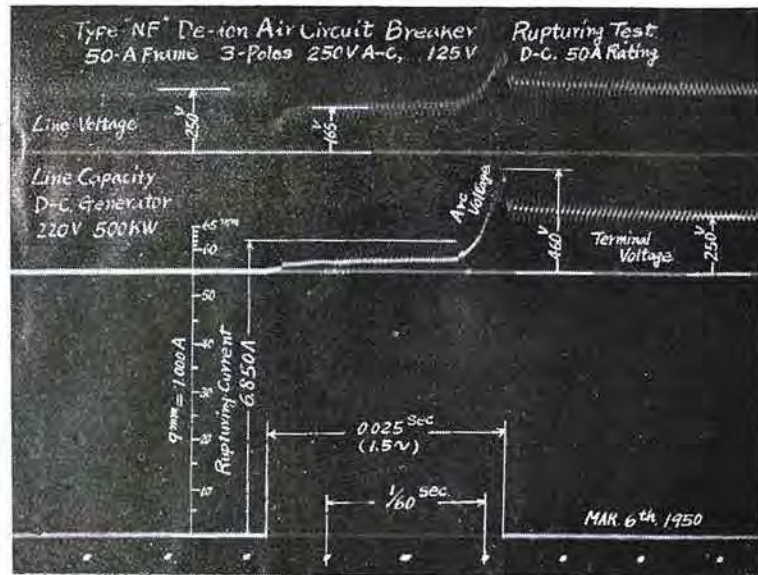
遮断試験オシログラム 50A フレーム 3 極 125V. D-C 5,500A

25 図

きる。33 図に 50A フレーム、250V A-C、125V D-C 用および 34 図に 100A フレーム、600V A-C、250V D-C 用フレンプレート型デアイオン消弧装置の交流および直流遮断試験後の電弧の痕跡を示す。これらのグ

遮断試験オシログラム
50Aフレーム 3 極
250V, D-C 6,850A

26 図

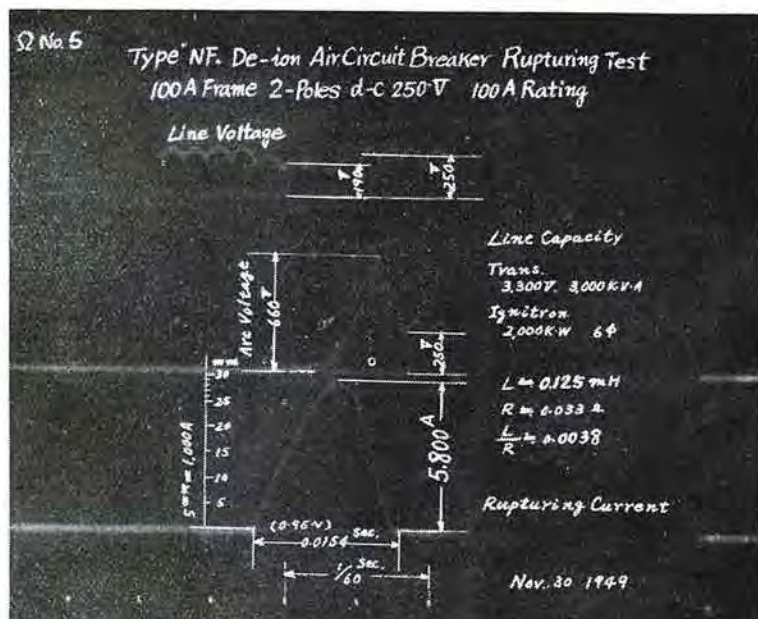


遮断試験オシログラム
100Aフレーム 3 極
125V, D-C 7,700A

27 図

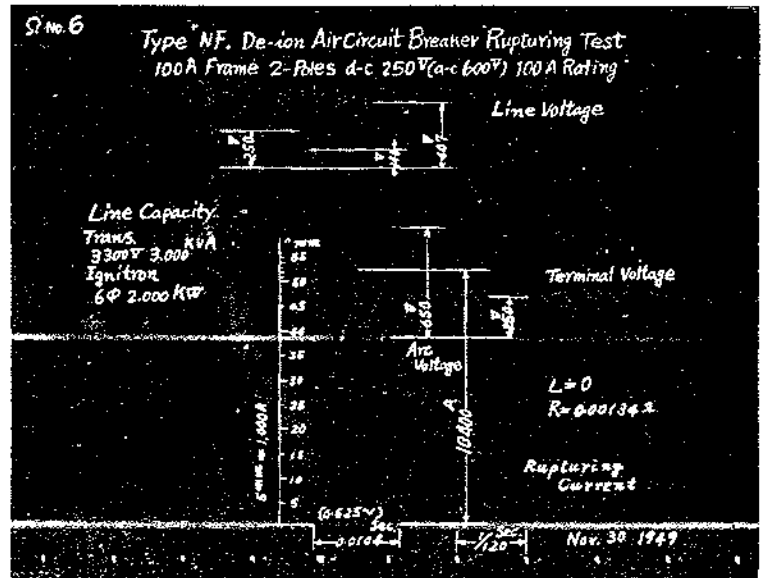
遮断試験オシログラム
100Aフレーム 2 極
250V, D-C 5,800A

28 図



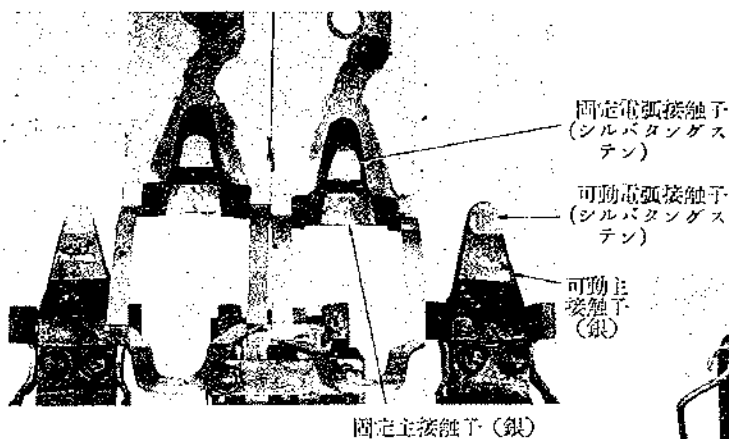
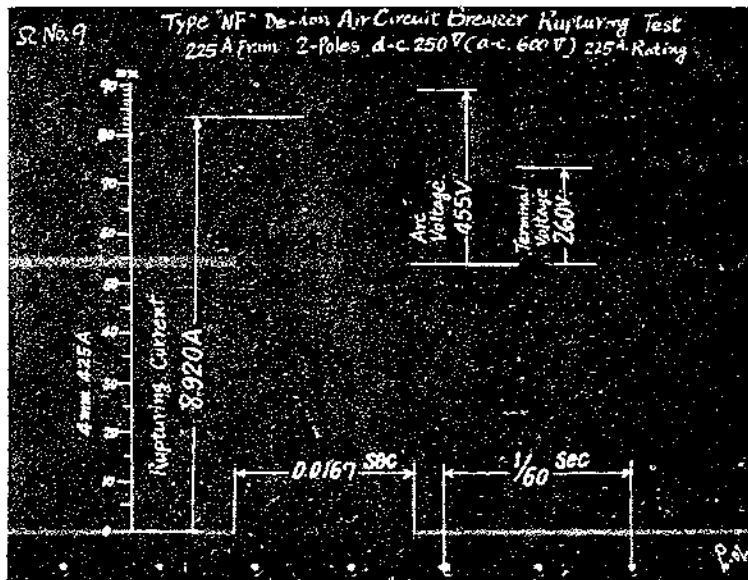
遮断試験オシログラム
100Aフレーム 2 極
250V. D-C 10,400A

29 図



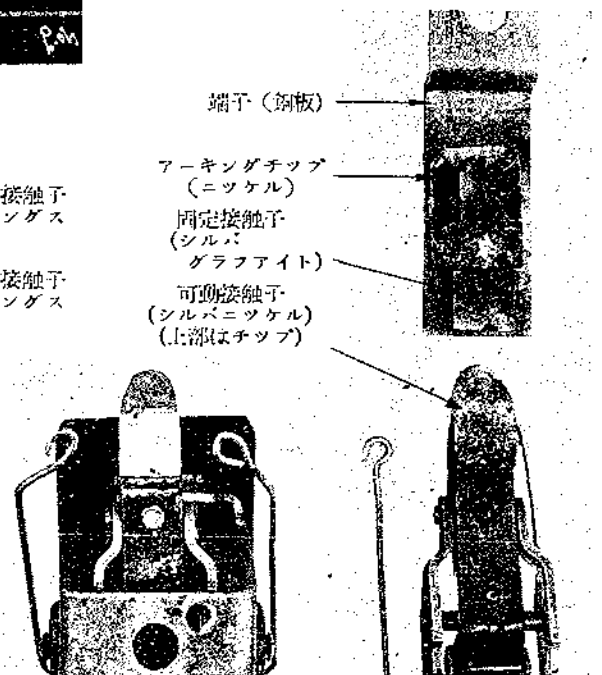
遮断試験オシログラム
225Aフレーム 2 極
250V. D-C 8,920A

30 図



NF 型デアイオン遮断器
225Aフレーム 600/250V 用
遮断試験後の接触子

31 図

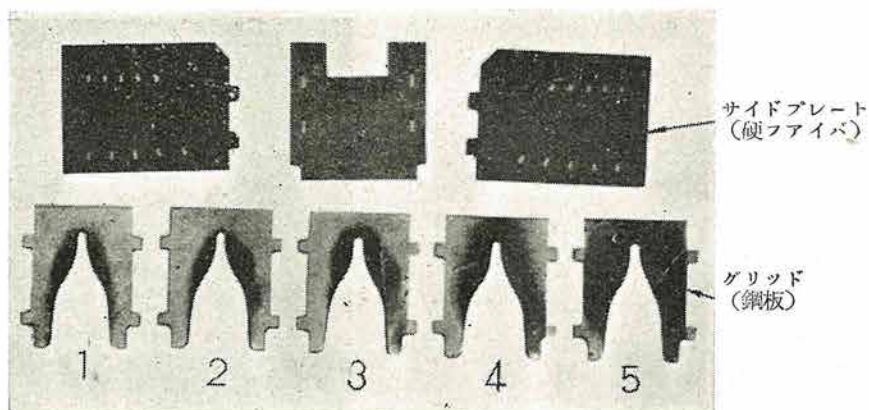


遮断試験前の可動接触子
NF 型デアイオン遮断器 100Aフレーム 600/250V.
A-C/D-C 用遮断試験後の接触子

32 図

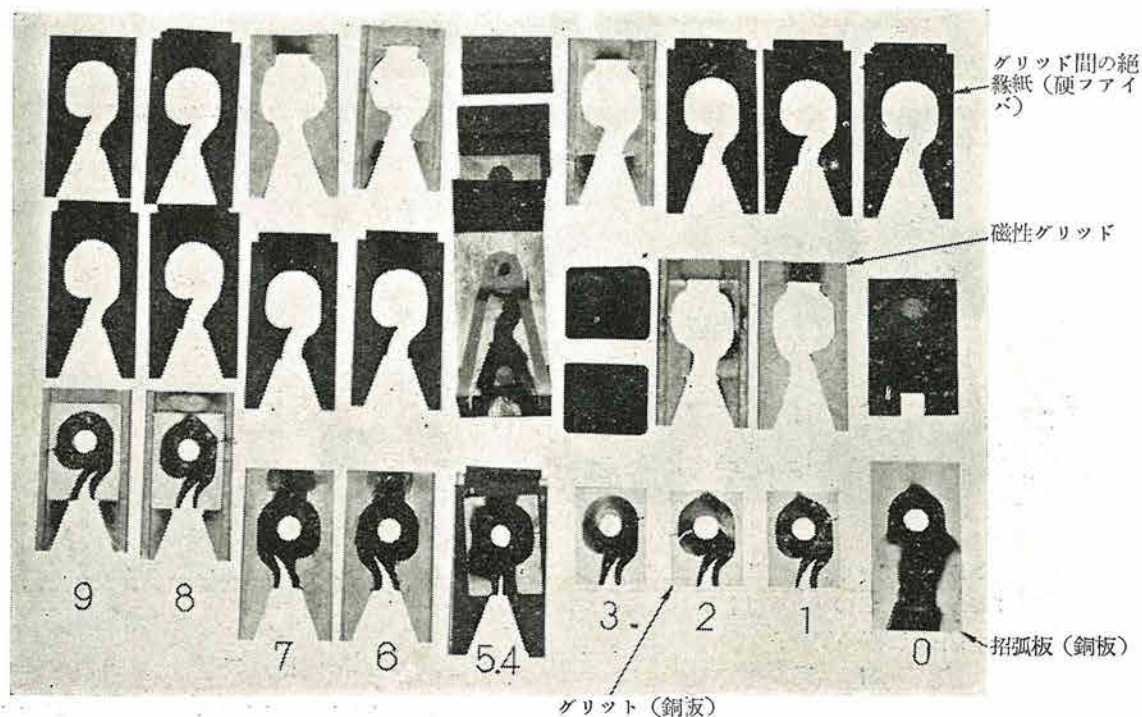
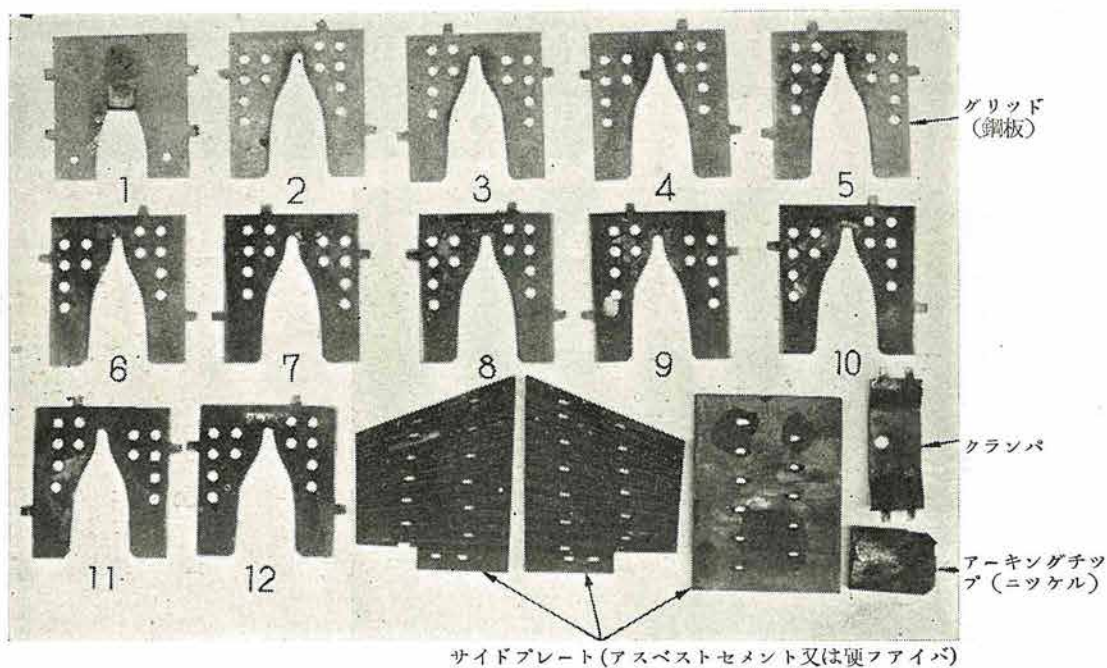
NF 型デアイオン遮断器
50A フレーム用 遮断試験
後のデアイオン消弧装置
(グリッドの配置は上部か
ら番号順に積む)

33 図



NF 型デアイオン遮断器 100A
フレーム 600/
250 V.A-C/D
-C 用遮断試験
後のデアイオン
消弧装置
(グリッドの配
置は上部から番
号順に積む)

34 図



NF 型デアイオン遮断器 (グリッドの配置は上部から番号順に積む)
225A フレーム (C0)/250V. A-C/D-C 用遮断試験後のデアイオン消弧装置

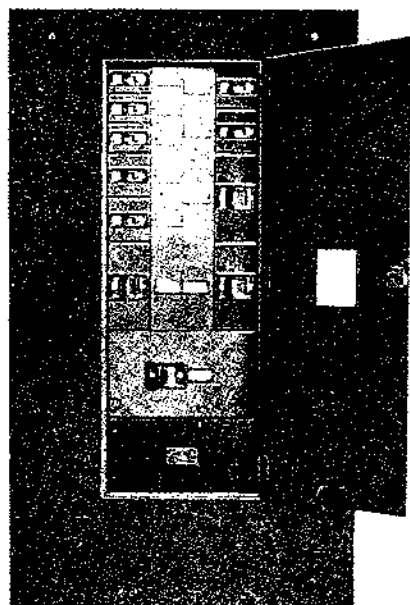
35 図

リッドおよび絶縁物などが遮断時の大なる電弧エネルギーにより溶融、焼損することなく、かつ遮断時に生ずる電磁力によつて変形することはない。写真に見るようにグリッドの面の下部程電弧の痕跡が大きいのは、電弧エネルギー、時間ともに下部程大である結果と考えられる。35図に 225A フレーム、600V $A-C$ 、250V $D-C$ 用のラジアルフィールド型デアイオン消弧装置の直流遮断試験後の電弧の痕跡を示す。遮断時の電弧は構造上、電弧電流とその拘束による電磁力によりグリッド間に吹込まれて初めてラジアルコイルにより各短電弧はグリッド間を高速にて回転し、デアイオン作用によつて消滅することは前述のとおりであるが、電弧の痕跡よりラジアルコイルより下部のものは幾分の回転作用が認められるが

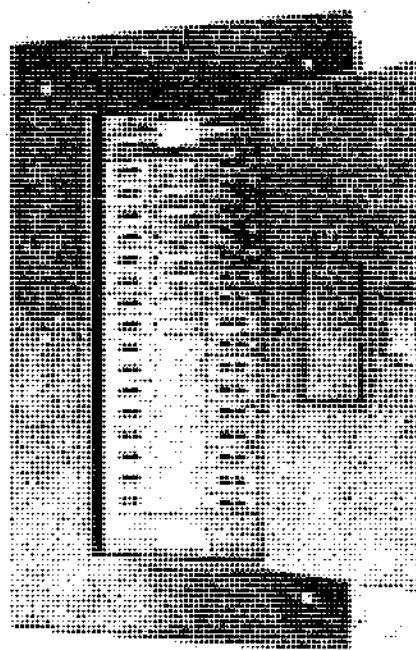
上部のものには吹込作用のみとしか見受けられない。この回転作用については今後の遮断試験により確かめるとする。

5. 結 言

以上最近の NF 型デアイオン遮断器の概要と遮断試験成績について述べた。本器が低電圧回路用気中遮断器として性能、構造、外観などあらゆる角度からみて他の追従を許さず、またこれまで本器の電圧階級が 250V $A-C$ 、125V $D-C$ 用のみであつたが、このたび 600V $A-C$ 、250V $D-C$ 用を完成したので船舶の 250V $D-C$ および紡織工場の 400V $A-C$ 以上 (600V 以下) のとくにバックパワーの大きい電気設備の配電盤、区電盤

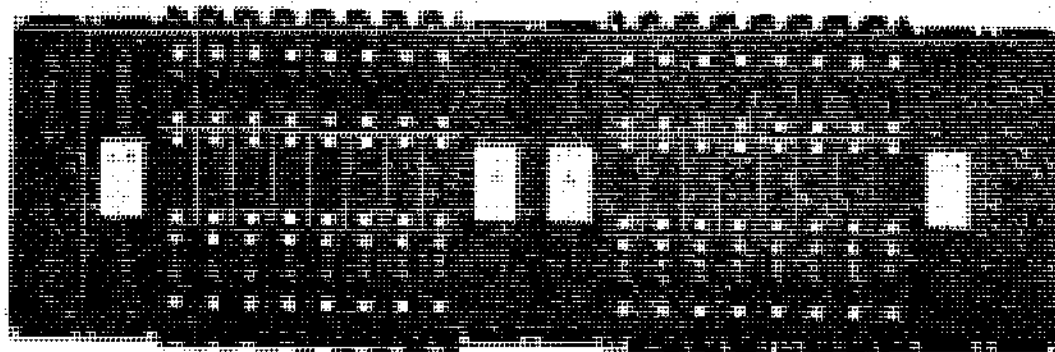


動力分電盤



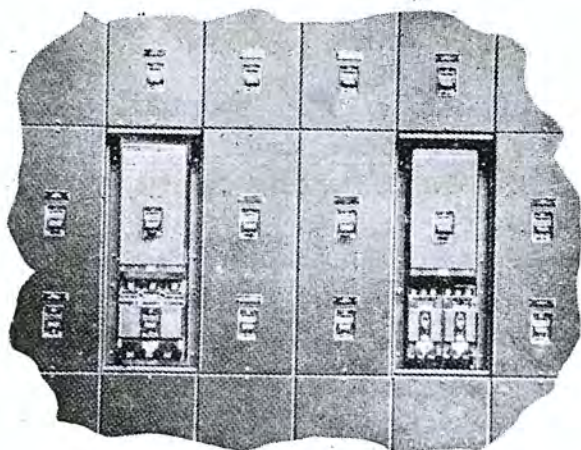
電灯分電盤

36 図 NF ノーヒューズ分電盤



日本放送協会 (JOAK) 納入電灯分電盤内部

37 図



NF 型ノーヒューズ配電盤の一部

38 図

に使用してこの遮断器の真価を発揮することは疑いなくそのほか炭坑等における従来の油入配電箱を駆逐して油なしの便利な配電箱として進出しつつあり将来に大きな期待がかけられる。

本器はその機能上、高級な材料と、高度の技術、とくに均一な性能を保つためにすべてが高度の治工具により製作せられるので、ナイフスイッチとヒューズの組合せにくらべ設備費が幾分割高となるが、構造上デッドフロントであること、長期間にわたり性能に変化のないこ

と、人手の節約、取扱の容易で安全なこと、人為的に特性が変えられないこと、遮断耐量が大で確実なことなどヒューズの追従を許さない多くの性能を備え、とくに配電盤(38図)、分電盤(36, 37図)では体裁もすぐれていてあらゆる電気設備に好適である。

最後にたびたびの試験にお骨折ねがった方々へ厚く御礼を申上げる次第である。

文 献

- (1) 篠崎善功: NF 型分電盤について「三菱電機」12 134 (昭和 11-10)
- (2) 篠崎善功: NF 型ノーヒューズ分電盤について 14 118 (昭和 13-6)
- (3) 篠崎善功: 最近の小型デアイオン遮断器について 19 379 (昭和 18-11)
- (4) J. Slepian: Extinction of A-C Arc A. I. E. E. Transactions. Vol. 47 1392 (1928)
- (5) J. Slepian: Theory of the DE-ION Circuit Breaker. A. I. E. E. Transactions, Vol. 48 93 (1928)
- (6) R. C. Dickinson: "De-ion" Air Circuit Breakers for A-C Feeder, Motor Starting, and Station Auxiliary Service: A. I. E. E. Transactions, Vol. 57 649 (1938)

訃 報

長らく長崎製作所に勤務せられ設計部長としての功績鮮なからざりし服部一治氏は勤続廿六年を以て昭和廿一年二月退職、引続き囑託として名古屋製作所に更に本社業務部に転し本誌の編纂に携つて居られましたが計らずも宿痼の胃病にて突如去る二月十六日夜永眠されました。同氏多年の功績を顧み茲に謹みて弔意を表します。