

卒業論文

絶縁用鉱油ノ劣化ト其ノ對策

ニ就イテ

昭和九年二月

工學部 電氣工學科

谷本秀二

昭和八年度・卒業論文

「絶縁用鉱油の劣化と其の対策」就いて

内容梗概

変圧器、遮断器、その他種々、機器の絶縁物として鉱油の夥しく多量用ヒラレタルモ、テアルガ、ソノ劣化ニ就いてハ何人モ少ナカズ研究モナレ、ソノ対策ニモ苦ビレタル。ソコテ本文ハ絶縁用鉱油が現在、処液体絶縁物ノ王座ヲ占ムル而モ唯一ノモデルアルコトヲ力説シ、先ツソノ原料、製法、成分、特性、用途等其ノ何者ナルト言フコトヲ極ク簡單ニ述ベテ緒論トナシ、鉱油ノ劣化現象及ヒソノ原因ヲ究メテソノ対策ノ必要ナルコトヲ言論シ、更ニソノ判定、防止ノ法ヲ述ベ、進デ劣化油ノ清浄、再生ノ法ニ及レテ本論トナシ、其等ヲ総括シテ結論トシタ。特ニ判定、防止、清浄及ヒ再生ノ諸法ニ就いてハ見タリ、聞イタリ、読ミタリニタコト共ニ綜合シ、實地ニ即チ具体的方法ヲ列挙シテ詳細ニ説明シ、且ソノ是非善悪ノ批判ヲシタ。

目次

I	緒論	1	頁
II	鉱油ノ劣化	2	頁
III	劣化ノ判定法	5	頁
IV	劣化ノ防止法	15	頁
V	劣化油ノ清浄法	19	頁
VI	劣化油ノ再生法	35	頁
VII	結論	39	頁
	参考文献	43	頁

I 緒論

目下液体絶縁物トシテ重要ナル地位ヲ占メテ居ル絶縁用
鉱油ノ需要家ニトツテ最も重大ナル莫^レソノ劣化ヲアル。一体鉱
油ノ劣化トハ如何ナル現象カ、如何ナル原因ニ依ルモカ、之ヲコ
マ、放置シテ使^用シテオタテ如何ナル結果ヲ招来スルカト云フコトヲ深
ク探究シ、如何ニシテ之ヲ判別スルカ、如何ニシテ之ヲ防止スルカ
ト云フコトハ又使用者ノ是非心得ナシハナラヌヲアル。更ニ進^テ
コノ劣化シタ油ハ如何ニシテ之ヲ清浄スルカ、如何ニシテ之ヲ再生スル
カト云フ事ハ機器ノ維持費上又等閑ニ付スコト、出来ナイ莫^レアル。

之等ノ莫^レヲ研究スルタメニ本文ハ材料ヲ内外古今ノ文献
ニ求メルヲ主トシ、工場、発電電所、研究所等ヲ見学シテ生キタ
材料ヲ求ムルヲ從トシテ以テソノ方針ト致スコトニシタ。

諸以上述ベタ諸莫^レヲ明カスルモハソノ前ニ抑々鉱油トハ
何カ、如何ナル原料ヨリ如何ニシテ製造スルカ、如何ナル特性ヲ
有スルモカ、又如何ナル目的ニ用テラレルカト云フコトノ大要ヲ豫メ述ベテ
オク必要ガアルト思フ。

先ヅ鉱油ノ原料デアルカ之ハ原油(石油)デアル。機械油
ベニスノ原油ヨリ真空蒸溜法ニテ軽油、絶縁油材、機械油
材、アスファルト等ヲ分ケ、コノ絶縁油材ヲ更ニ精製シテ絶縁油ト
ナシテアル。絶縁油ヲ精製スルニハ現在ハ主ニ硫酸洗浄、苛性曹
達洗浄、湯洗浄及ビ酸性白土洗浄、過程ヲ經テ行フデアル。最
近デハ新シイ方法モ種々考案サレタル様デアル。次ニ鉱油ノ成分
ハ產地ニヨリ異ナリ。米國産ハ主トシテ パラフィン 系炭化水素 C_nH_{2n+2}
ヨリ成リ、露國、日本産ハ主トシテ ナフテン 系炭化水素 C_nH_{2n} ヨリ成ル。
次ニ鉱油ノ特性ニ就テ述ベル。常温デハ比重ハ 0.80~0.95、比熱
ハ 0.45~0.55、熱ノ傳導率ハ 0.00035 位デアル。粘度ハ セントグッド
粘度計ニヨリ 20°C デハ 70~250 秒、50°C デハ 30~75 秒、75°C デハ
30~45 秒デアル。引火莫^レ 120~170°C、凝固莫^レ -3~-5°C 位デ
アル。次ニ絶縁耐力(絶縁破壊電圧)ハ直径 12.5 mm、間隙
2.5 mmノ球状電極デハ 25~80 KV デアル。ソノ他絶縁抵抗
ハ 10~100 $\times 10^{12}$ ohm/c.c.、誘電率ハ 2.1~2.4、誘電体損失力率
ヲ表ハスト 0.01~0.2% 位デアル。

以上ヲ綜合シテ見ルト鉱油ハ放熱性ニ富ミ且電氣的絶縁性

良、其が最も利用される所以である。

大体液体絶縁物の、その使用上、目的より見れば、次の如き諸特性を具備する必要がある。即ち

- (1) 電氣的絶縁耐力優秀な点
- (2) 熱、放散性=富む点
- (3) 着火、引火、危険なき点
- (4) 冬季凝固し難き点
- (5) 機器、材料の侵蝕しない点
- (6) 化学的及び物理的、変化しない点

等である。之等、其より見れば、鉱油は、(3) = 遺憾、其がアルが其他の大體この條件に適した唯一の液体絶縁物であること、何人をも承認する処である。只着火、引火し易く、往々災害を惹起する其の一大欠点があること、申す迄もない。変質性及び粘着性=若干、欠点があるが之等、機器の使用法及び油、精製、如何により最近大に改善されている。

元來液体絶縁物、高压送電、発達に伴って必要=なつたので、その初期=於ける植物性油が用いられたが、その後研究、結果鉱油が用いられる様になり現在=及んで居るである。然し上述、如き欠点アルが、鉱油は雖ども決して吾人、満足するモノではない。尚他、不燃性液体絶縁物、研究が盛=行はれてゐる現状である。然し他=鉱油=勝る優秀な液体絶縁物、出現しない限り吾人、等々、鉱油を以て最も実用的價值ある液体絶縁物として強調するに共=大い=の力=頼らなければならぬと思ふ。

然して之、鉱油は、主として変圧器、遮断器及び開閉器=用いられ、その他電圧調整器、避雷器、消弧リアクトル、誘導線輪、油入電纜、蓄電器、蓄電池等=も用いられる。機器、材料、保護、損失熱、放散、電氣的絶縁保持の主要目的とし、遮断器及び開閉器の電弧遮断の爲め、又蓄電池の硫酸飛沫の防止の目的とするのである。種類としては、変圧器油及び開閉器油が主で、夫々一様=種=に分れて居り、その他ケール油ト云ふものである。

Ⅱ 鉱油、劣化

前述、如く絶縁用鉱油、何れも機器、絶縁及び冷却の掌る目的を以て用いられるが、その他遮断器及び開閉器等、如く電弧遮

斷、爲ニ用ヒレル。カクテ諸機器ニ用ヒレル絶縁油ハ、ソノ使用状態、ソノ特質、ソノ他、理由ニ基キ劣化スルモノデアル。即チ絶縁油、如何ニ精製シテ優良ナリテモ長期間使用スルハ、温度上昇、銅、ソノ他金属、接触、不純物、混入及ビ溶解、油自身、分解等ニヨリ漸次比重、粘度、酸價ヲ増シテ酸化シ、析出物所謂泥状ノ「スラッジ」ヲ生ジテ最早セリ、目的、爲メニ使用出来ヌ様ニナル。コノテ劣化ト称スルハ、絶縁油ガソノ性質ヲ悪シテソノ使用ノ目的ニ添ハサヌコトヲ意味スルモノデアル。從ツテ水分、塵埃等ヲ多量ニ含シテ白濁乳状ヲ呈シ、ソノ絶縁耐カ、低下シタメハソノ初期ニ於ケル劣化デアル。微粒子素、有機酸等ヲ生ジテ酸化シタメハ、ソノ中期デアリ。遂ニ「スラッジ」ヲ多量ニ生成シ、暗褐色ヲ呈スルモノ、ソノ末期デアルト言ヘヨウ。劣化ノ事ヲ老化トモ言ツテ平ル。

コノ絶縁油ノ劣化ハ、現在需要家側ニ於ケル重要問題、一テソノ道程ト影響トヲ簡單ニ述ベタイト思フ。最初ニ乳化デアルガ極度ニ短イ周期ノ振動アル時、又高温ノ時ニハ油中ニ含メテアル水分ハ、油トヨク混合シテ白濁乳状ノ「エマルジョン」トナル。之ハ所謂乳化作用ヲ容易ニ沈澱分爲シ難化シテアル。次ニ酸化デアルガ先ガ種々ノ原因ヲ油ガ酸化スルト色が變ツテ濃厚色トナリ、甚カニモ「暗褐色」ヲ呈シ来ル。スルト内部ニ「スラッジ」ヲ生ジテ次第ニソノ量モ増加シテ来ル。カクテ油中ニ有機酸ガ現ル。酸ト「スラッジ」ト相互ニ「関係」シテ何レモソノ量ヲ増シテ来ル。統計的研究ニヨリ酸價ガ0.5ヲ超過スルト急激ニ酸化ガ進行スルト云ヒテ平ル。「スラッジ」ノ生成シテ許リモノ、只單ニ油ノ循環作用ヲ害シ、ソノ冷却作用ヲ妨ケルミデアルガ酸價ガ増加スルト、他、絶縁物ヲ損傷シ、或ハ銅、鉄等ヲ侵蝕スルニ至ル。カクテ「スラッジ」ガ多ナルト変圧器等ハ、ソノ捲線内ニ沈積シテ局部的過熱ヲ起シ、遂ニ機器ノ絶縁破壊ヲ招致スルニ至ル。他、機器デモ同様デアル。コノ絶縁破壊ハ、線内、層内、短絡デアツテソノ火花ハ油ノ分解ヲ行ヒ、ソノ発生ガスハ油面上、適量ノ空氣ノ混合シテ、之ガ高熱、微粒子ノ存在又ハ續靜電的火花等、誘因ニヨリ、遂ニ機器ヲ爆発破壊シテ不慮ノ災害ヲ惹起スルコトガアル。

尚「スラッジ」生成ノ機構ニツイテハ今日尚未知、莫モアルガ諸説ヲ綜合シテ少シ述ベルト次、如クデアル。即チ飽和炭化水素、酸化

又、分解ニヨル、或、從來混合シ居タ不飽和炭化水素、酸化ヲ
分解、際ニ生ズル水、有機酸、タメニ作用セテ 脂肪酸様、樹脂
脂物質ヲ作ル。又、過精製油ナリ之等、酸、酸化ニテ不安定、過
酸、特質ヲ有シ、コノ酸、大氣中ニ放出セシ易イカク有機物ニ對シ
強烈ニ酸化作用ヲ呈ス。カレテソノ生成物、酸化、出来テ
アスファルト 状ノ物質ヲモテ、之等ハ冷油ニ不溶、モテアル。從
ツテ析出物トシテ沈積シ、スラッジ トナルヲアル。

次ニ油ノ劣化ノ原因ヲ列挙シテ説明セテ見ヤウ。

(1) 温度上昇

前節ノ特性、處ニ述ベタ如クニ油ノ温度上昇、非常ニ
酸化ト密接ニ關係アルヲ、之ニヨリ油ノ分解ヲ来セ、遂
ニ スラッジ 生成ノ原因ヲ誘導スルモノアル。実験ノ結果
一般ニ知ラセラル如ク $115^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{C}$ カ鉱油ノ變質ノ臨界
温度ナルト実証セラル。コノ温度ニナルト油中ノ蒸氣易
成分ガ分離シテ瓦斯トナリ、コノタメ油ノ酸化ガ容易ニ行
ハレシアル。サレバ鉱油使用中ハコノ臨界温度以上ニシ
テハ頗ル肝要ナコトアル。

(2) 空氣ノ接觸

油面ガ直接大氣ニ接シタルコト、油ノ酸化ニ重大ニ後割
リ演ズルモノ、空氣中ノ酸素ヲ油ガ吸着シテ直接油ノ
酸化分解ヲ招致スルコト、言シ撰タガルコトアル。劣化
ノ主要產物タル スラッジ ハ主ニ油トコノ酸素トノ結合ニヨル
化學的變化、タメニ生成スルモノアルト一般ニ考ヘラレタル。
又大氣中ニ含マレタル水分、塵埃等、油中ニ混入スルモノ
空氣ノ接觸ニ伴フニ二次的劣化ノ原因トナルコトハ(4)ニ述
ベル。

(3) 金屬ノ接觸

銅ソノ他機器ニ用セラル金屬ガ直接油ニ接觸スル
キ、万一油中ニ不純物、分在アルハ金屬ノ接觸作用ニヨリ油ノ酸
化が行ハル、且促進セラルモノアル。尚 ニス ヲ含侵セザリテ
ニ ニス 銅ニ捲イテ銅ト油ノ接觸ヲ付イテカレタ、余ヲ信
用出来ナイサリテアル。即チ ニス 油ニ侵サレカレテアル。尚金屬
トハツテモ銅ノ作用ガ大部分アル。

(4) 不純物ノ混入

機器、但立、際掃除、乾燥ヲヨクシテ、油ガ如何ニ優

良デモ油中=水分、塵埃等、混入スルコト、勿論、使用中ト雖モ
モッ、取扱ヒニ要ヲ得カレハ、夫等不純物、混入、容易デ
アル。カミ混入シタ不純物、前ニ述ベタ如ク非常油、絶
縁耐力ヲ低下セシメ共ニ油ノ酸化ヲ促進セシメテアル。
又精製ノ当初カミ混入シテナル不飽和炭化水素及ビ有
機酸モ同様油ノ酸化ニ與ツテ效アルコトハ、既ニ述ベタ
通リテアル。

(5) 油ノ分解

油自身ノ分解ハ、既ニソレガ劣化テアツテ、スワッチヲ生成ス
ルコトハ、何レモ分解ニ外ナシイカ、此処ニ云フハ、遮断器
類ニ見ル電弧ニ由ル作用ヲ指シテアル。一度電弧
ヲ生ズレバ熱ノタメニ油ノ分解シテ可燃性ノ瓦斯ト水
蒸氣ヲ逸出シ、粒状炭素、酸ソノ他ノ生成物ハ油中ニ
残留シテ スワッチ トナリ、又ハ スワッチ 生成ノ原因トナル
テアル。

以上ヲ綜合シ、實際ノ場合ヲ考ヘテ見ルト (1) 熱ト (2) 酸素
ト (3) 金屬トガ油ヲ劣化セル主要原因テアル。即チ出来ル
ダケ油ヲ空氣ニ接觸セサシメ、出来ルダケ油ノ溫度ヲ高シナシメ、
及ビナルダケ金屬ニ接觸セサシメコトハ、油ノ壽命ヲ長スル為ニ
必要欠クベカラザル秘訣テアル。然レハ油ノ劣化ニ対シ如何ナル
対策ガ必要デアルカ、コノ點ハ、即チ本文ノ核心ノ存スル處テ劣
化ノ判定、防止及ビ劣化油ノ清浄、再生ト節ヲ還ツツ順次述
ベテ行キタイト思フ。需要者ハ勿論、ト供給者ト雖モモソノ
対策ニ対シハ、少ナカラズ苦心ヲ嘗メ、更ニ種々ノ研究ガ徐々ニ
進歩シテナルコトハ、斯界ノタメニ誠ニ盡バシイコトテアルト思フ。

III 劣化ノ判定法

上ニ述ベタ様ニ如何ニ優良ト銘油デモ熱ト酸素ソノ他ノタメ
ニ劣化シテ スワッチ ヲ生ズルニ至ルカカレ状態ニ至ルマデ放任シ
テ機器ヲ使用スルコトハ、使用者ノ無責任ヲ曝露スルト同時ニ
カ油ガ劣化シテレバ必然的ニ事故、突発、最早ト到底免カ
ヌコトテアル。サレバ使用者ハ、絶エズ油ノ状態ニ深甚ニ注意
ヲ拂ツテソノ劣化ノ有無ヲ検ヒテレバナラズ。

諸君ノ劣化ノ判定法トシテハ今日種々行ハレ居ルモノニハ

- (1) 簡單 = 水分の有無ヲ檢スル方法
- (2) 絶縁耐力ヲ測ル方法
- (3) 絶縁抵抗ヲ測ル方法
- (4) 誘電体損失又ハソノ力率ヲ測ル方法
- (5) 酸價ヲ測ル方法

号がアルカ 今日工業上及商業上最も普遍的ナリ然モ迅速且正確ニ油ノ良否ヲ判定セ得ル方法ハ (1) 絶縁耐力ヲ測ル方法ヲアル。之等ニツキ以下簡單ニ説明シテ示サント思フ。

① 簡單 = 水分の有無を檢スル方法

前=モ述ベタ如ク=大抵ノ工場、発電所等=ハ絶縁耐力
側ル装置ガアルカ、ナイ所又ハアツモ故障、場合ソノ他
緊急ヲ要スル場合等=简单=水分ノ有無ヲ檢スル方法ヲ
述ベタイト思フ。大体鉱油ハ、ソノ酸化スル前=水含=ヨル
品質、低下ガアルモ、ナアル。甚カシモハ、乳化シテキル。鉱
油中=ハ水分ハ非常=混入シ易ク、且コノ水含ハ、~~最モ~~僅カ
0.005%。~~湿度~~ヲモ之ヲ含シテキルト、ソノ絶縁耐力ハ
乾燥時、ソレ=比シテ半減スルモ、ナアル。尚才又圖ヲ
見バヨク解ル。サレバ、ソノ乾燥云ヲ檢スルコトハ重要ナコト
ナアル。ソノ方法=ハ下ノ如ク種々アツテ何レモ之ヲ简单ニ行
ヒ得ルモ、ナアル。

(1) 沈下井儿法

水分が相当多量、含まれてゐる時、之を深イコッブ、如キ器に移入シテ一晝夜位静置スル。水分が多ク、底部に沈下シテ下方の色が薄ク見え、幾分白味ヲ帯ビテケル様ニナル。

(2) 膽礬 → 用711法

膽礬 $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、青色結晶 $\Rightarrow$ 加熱スルト 白色粉末状、無水硫酸銅 CuSO_4 トナル。之ヲ油中ニ入テ振盪シ、數時久放置シテオケバ油中ニ水分が含有ナル時、無水硫酸銅ハ、ソノ水分ヲ吸收シテ再び元、青色ヲ呈シテ来ル。

(3) 赤熱鉄板ニヨル法

暗赤色位 = 熱の鉄板又、他、金属板上 = 少量、
試料油を滴下すると水と油の「パッパッ」ト大々音ヲ

発シ水分蒸発スル。又、赤熱シ火箸或、他、金属棒ヲ小容器ニ挿ツテ試料油中ニ挿入シテモ全シテアル。

(4) 金属ナトリウムヲ用フル法

金属ナトリウム Na ヲ水中ニ投ズルト水素ヲ発生スル。コノ反応ハ頗ル鋭敏ナルミナズニ他、炭化水素等ト化合セリ。コノ性質ヲ利用シテ、油中ノ微量水分ヲ定量スル方法ニ一定量ノ金属ナトリウム塊ヲ油中ニ投入シ、予メ作ツアル漏斗状ノ目盛アル器ニシテ発生スル水素瓦斯ヲ全部集メル方法ニアル。実験ノ結果 0.01% 位ノ水分迄測リ得ルハ云ハレタル。

(5) 絶縁破壊試験ニヨル法

之ニ次、[2] 12頁ヲ詳シ説明スルカヲ省ク。

以上ノ諸法ヲ見ルト (1), (2), (3) ハ何レモ極メテ簡単ナルモ不完全ナルニ免レリ。且 (1), (2) テハ水分が非常ニ多量ニテハ判定ニ難ク (3) テハ充分熟練ヲ要シ極メ僅小ノ水分ハ検出ニ難シ。 (4) ハ名案ニアルカモ、実施ハ簡イタコトガナシ。従ツテ實際信頼ニ得ル法ハ最後、(5) ノミヲ僅カ 0.005% 位ノ水分ヲ絶縁耐力ハ半減スルカヲ非常ニ判定ニ易イコトニナル。然レ油中ニ水分ノ他ニ塵埃其ノ他ノ夾雜物が含有セラルトキニ之ニヨル絶縁耐力ハ低下セラルカヲ一概ニ水分アリト断言出来ナシ。寧ロ水分ミナズ油全体ニテ、劣化ノ程度ヲ知り得ルコトニ帰ス。然レ大作ヲ見レバ絶縁破壊試験ハ一種ノ水分検定試験ニアルト言ヘヨウ。尚特別ノ場合例ハ長年月使用セズニ放置シ油ヲ除イテ現在運轉中ノ機器ノ油ニ換レバ (1), (2) ノ法ヲ水分ノ判定ニ得ル迄ソノ取扱者ガ放置スルコトハ、實際問題トシテ極メテ稀デアラウ。従ツテ (1), (2) ノ法ヲ使用中ノ油ノ水分ヲ検出スルコトヲ殆ドナシデアラウト思フ。

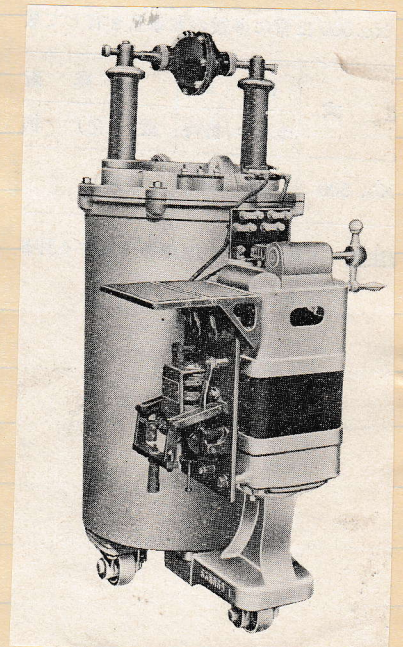
[2] 絶縁耐力ヲ測ル方法

コノ方法ハ所謂絶縁破壊試験ニ油中ニ一對ノ電極ヲ一定ノ間隙ニ保テ之ニ交流電圧ヲ印加シ破壊放電シ時、電圧ヲ測ルニアル。発電電所、工場等何処ヲモコノ装置、設備ナシ処ニナシ。

之ニ 日本工藝委員会決定ニヨル方法が最もヨイ。即チ直径12.5mm, 球状電極ヲ2.5mm, 間隙ニ保持シ. 50サイクル又ハ60サイクル, 正弦波形電圧ヲ加ヘテ常溫ヲ試験シテ時々放電ノ電圧ハ実効値25,000ボルト以上タルヲ要スルヲアル。之ニ用フル容器ハ試料150c.c. 以上ヲ收メルニ適スルモノヲ用ヒ、電極及ビ容器ヲ先ツ試料ト同一ノ油ヲ以テ充分洗滌シテ後試料ヲ容器ニ充テ、暫時放置シテ油中ノ氣泡、逃シ去ルヲ待ツテ電圧ヲ加ヘルヲアル。電圧ノ上昇ハ1秒ニ付約3,000ボルト、割合が一様ニ之ヲ行フヲアル。今一試料中ニ間隙ヲ放電カハルニ5回ニ試料ヲ取リ換ヘ、之ヲ3回繰返シ結局合計15回、放電ヲ行フヲ、放電ノ電圧ノ平均値ヲ求メルヲアル。而シテ電圧上昇ハ一般ニ誘導電圧調整器ヲ用ヒシテアル。

諸ノ装置ニ 試験器、変圧器、誘導電圧調整器、過負荷遮断器、電流計、開閉器及ビ車輪等一式ニヨリ組立テラレタ油試験装置ト稱スル移動用セット^ガヨク用ヒラレタル。才ノ図ハソノ一例ヲアルが古型ノモノヲアル。然レ所ニヨツテハ電圧調整器ノタイ、変圧器ノタップノ切替ヘニヨリ印加電圧ヲ變ヘルヲ能ヒタ、而モ遮断器ノタイ不便極マル装置ヲ用ヒタル処モアル。之ヲ放電ガ永ク續イテ油ノ炭化著ク、ソノ後、器ノ清淨ガ面倒ヲ從ツテ正確ノ値モ得ズルヲ思フ。然レ現場ヲ簡單ニ試験テ之ヲニ合フヲルイ。

第1圖



コノ装置ノ中主要部分タル試験器ハ電極ト油容器ヨリ成ツタル。電極ハ日本工藝委員会、標準電極即チ直径12.5mm, 間隙2.5mm, 球状電極ヲ用フル処ハ少ク、大部分、所テハ米國標準、平肉板電極ヲ用ヒタル。即チ才ノ表ニ示ス如キモノヲ間隙、調整、出来タイモノアル。油容器ハ内容積150c.c. 以上、日本標準、モカ多ク

用ヒラテナル。

第1表

種 類	電 極	間 隙	容 器	絶縁破壊電圧
日本標準仕様書 =ヨルモ、	直径12.5mm、 金属製球状	2.5mm	150 cc. 以上	実効値 25,000V 以上
英口 全上	直径 1/2 吋、 全上	水平 = 150 mil	350 c.c. 以上 1 ガラス 瓶瓦	全上 22,000V 以上
米口 全上	直径1吋厚 1/4 吋 真鍮製平円板	水平 = 100 mil	150 c.c.、 エボナイト製	全上 22,000V 以上
独乙 } 全上 佛口 }	直径12.5mm、 真鍮製球	水平 = 5 mm	150 c.c.	全上 { 30,000 40,000 以上
伊口 全上	直径 10mm、 全上	水平 = 5 mm	1/3 立	全上 40,000V 以上

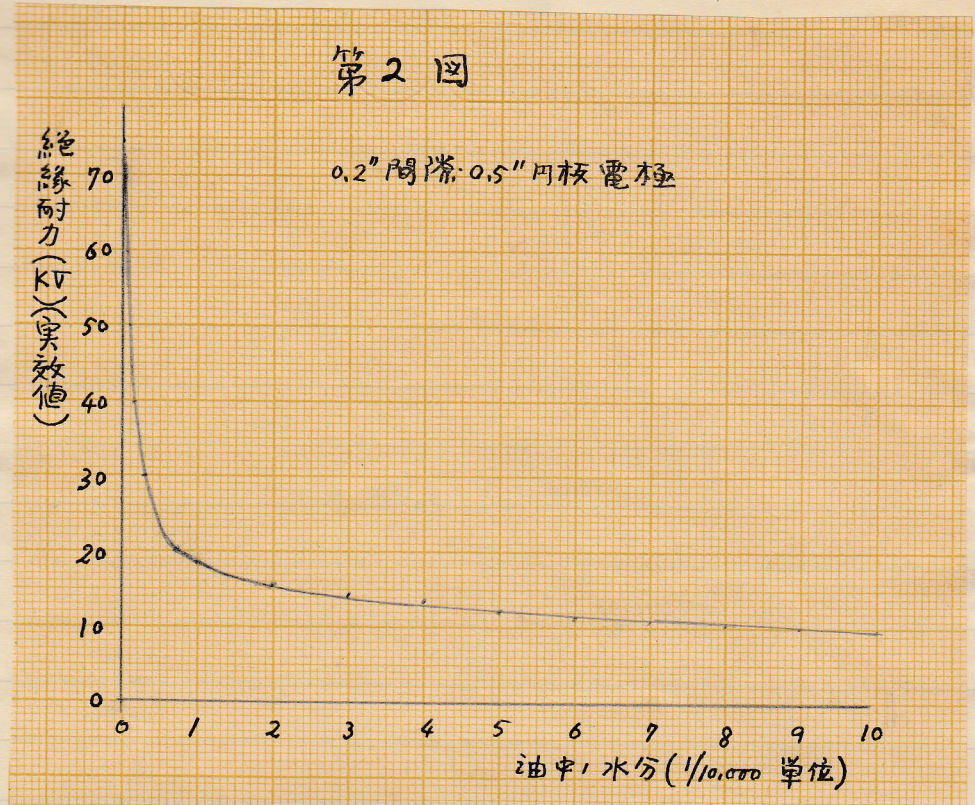
次=各種試験器、实例ヲ举ゲテ比較スルヲ第1表、
如クニナル。現在日本各地ヲ最モ多ク用ヒラテナルモノ、前ニモ
述ベタ通り米國標準ノモノナル。之ハ元來機器、カ米國
ヨリ多數輸入サレタ結果ニ伴ヒ来タメナル。且日本標
準仕様書、完成シタモノ極ク最近(昭和4年7月)ナルカ、
ソレヲ内地ヲ作ルタ試験装置モ又コノ米國型ノモノカ
模倣カレ、広ク普及サレタルナル。日本標準仕様書、
完備シタ今日、依然米國型ノモノカ使用サレタルコト、非常
ニ歎ハレトナルカ、經濟上ヨリ見テ又止ムヲ得ナイコトカモ知
ナリ。然レ現在米國型ノモノヲ製造シテ之ヲ販賣シタル処モ
アルト聞クカ、之ハ時代遅レモ甚ダシイモノナル。實際ニ各
發電所等、作業場ヲ司見イテ見ルトコノ米國型ノモノ
カ約90%、日本標準型ノモノカ10%位用ヒラレ、他ノ型ノ
モノハ殆ト見受ケナイヤクナ有様ナル。

ソコヲ米國型ノモノヲ用ヒタ時之ヲ日本型ノモノニ換算
スル必要ヲ生ジテ来ル。或ル統計的実験結果ニヨリ
 V_J, V_A ヲ夫々日本及ビ米國標準ニヨリ平均絶縁破壊
電圧実効値トスル。 V_A 、 $\pm 25 \sim 30\%$ ノ変動範圍(各
放電電圧ノ平均値ニ對スル変動%)ナル。

$$V_J = 1.37 V_A$$

式ニヨリ 米国型ヲテハシテ 絶縁耐力、日本標準ニ
換算シ得ル云フ。

次ニ 絶縁耐力、湿度ノ影響非常ニ大ニナルヲ示シ、如
ク僅カ0.005%位ノ水分ガモソノ耐力ハ半減スルモテアル。



温度、気圧ニヨリ変化、余リ見受ケラレナイ。電極ノ形状ハ絶
縁耐力ニ及ボズ影響、前ノ日米両標準、比較、処ニ述ベヌ
トヲ見テモ明カニアル。

次ニ 1. 絶縁破壊試験ヲ行フ際、注意事項ヲ二三
拾フテ見ル

- (1) 試料ハ機器ノ底ヨリ取出シ、一晝夜位静置スルコト。
- (2) 電極ハ磨粉ヲ、容器ハ揮発油ヲ夫々清浄ニ且ツ
乾燥スルコト。
- (3) 電極、容器ハ試料ヲ再三嗽サ、充填後30分以
上静置シテ気泡ヲ脱出セシメ、蓋ヲシテ水分、塵埃
等、入ラヌ様ニスルコト。
- (4) 先ヅ10~20KV位ノ圧力ヲ塵埃状ノモノガ現ハレ
タリハ、現ハレタリテ三ニ三回充填ヲ繰返スコト。
- (5) 各放電間ハ少クモ5分以上時間ヲ置き、又ハ電極
ヲ動カシテ気泡ハ微粒炭素ヲ免カセラルコト。
- (6) 回路遮断器働カヌ油、炭化甚ダシキ時ハ直ニ

等デアル。

實際問題トシテ 変電所等、現場テハ以上如ク注意ヲ行ヒツ、且標準仕様書ニヨル如キ精密+試験ヲ行フテハ 処、先ツ少ナク、殆ビ大部分、処テハ、相当乱棒+試験ヲナシテナル。従ツテソノ得タ絶縁耐力ハ實際、モトモ寧ロ小ナル値デアル。ソレ故乱棒+試験テハ 25 KV テモ實ハソレ以上デアルカヲソノ時迄過又ハ取換、処置ヲスルハ万一同違ヒ、ナリサウデアル。理窟カ言フソウモ知レナイガ、多忙+管利会社トシテハアリサウ+コト首肯出来ル。即チ製油所、研究所、大学等、實驗室テハ、事實上ノ必要ナク、又ハ研究ノ必要ガ時モ勞力モ充分デアルカヲ上記ノ如キ完全+試験ガ行ハルデアルカ、管利会社ノ現場テ充分+試験、出来ヌ、モ又止ムヲ得ナデアル。

尚機器運轉中、大抵、処テハ少ナクモ 開閉器油ハ年ニ一回、変圧器油ハ年一回位ニ試験ヲ行フコトデアル。若シ絶縁耐力ガ 25 KV 以下ナハ 直チニ後述ノ清浄又ハ再生ヲ行フコトデアル。

[3] 絶縁抵抗ヲ測ル方法

之ハ試料油ノ絶縁比抵抗ヲ測ルモノヲ研究室以外テハ余リ行ハル居ナシ。即チ変電所等、如ク多忙+所、人口、選バガル非工業的、方法テハアルカ、絶縁比抵抗ヲ測ツテ油ノ良否即チ劣化ノ程度ヲ論ズルコトモ又充分必要ナコトデアル。ソノ方法ハ適當ノ電極ヲ適當ノ油容器中ニ入レ、ガイトリックヲ附シテ之ニ直流電圧ヲ印加シ、電極間ニ流レル漏洩電流ヲ検流計又ハマイク電流計テ測リツテ油ノ絶縁抵抗ヲ算出スルモノデアル。才3回ハソノ接續回テ T.T.ハ試験用変圧器、Kハケトロレ整流球、T_fハケトロレ、F₃×2ト用変圧器、Rハ保護用高抵抗、Cハ高電巻、V_sハケルビル静電圧計、Eハ電極及ビ油容器、Gハ検流計又ハ電流計デアル。電極ハ金屬製平板電極ガヨク、間隙ハ一定ニシテオクデアル。細カイ測定方法ヲ注意ハ省ストニ。V_sヲ直流印加電圧、Aヲ電極ノ面積 (cm²)、dヲ電極ノ間隙 (cm)、Iヲ漏洩電流 (amp.) トスル。油ノ絶縁比抵抗 ρ ハ

$$\rho = \frac{V_s A}{I \cdot d} \text{ ohm/cm}^3$$

計算せしむ。若し I を測るに反射鏡型検流計を用ふべし。其の感度 (amp./mm), l を目盛に表はれる振れ (mm) (目盛と鏡との距離、普通 1m. 一定を保つ) たる時

$$I = \frac{l}{l} \text{ amp}$$

が表はれる。

[4] 誘電体損失又、その力率を測る方法

この方法、前者、直流高圧を用ふに反して交流高圧を用ひし。前者同様研究室用、方法に幾度電所等、現場向き、方法が有る。然し近頃電線等、良否を表はすに、又その定格に誘電体力率を用ひる傾向が見え、多分油の場合に之を利用せしむべきに思ふ。普通慣例的に損失より力率を表はせる場合が一般である。

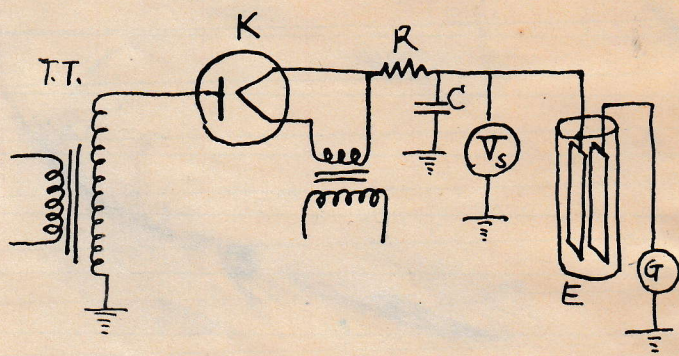
力率を測る方法として、種々有る。即ち

- (1) 象限電位計 = 此法
- (2) Schering 電橋 = 此法
- (3) Emanueli-Barbagelate 電橋 = 此法
- (4) B.B.C. Roth 電橋 = 此法

等があるが、この中最も広く用ひられしもの、(2) Schering 電橋に之を少し説明し、他は省くことにする。

Schering 電橋、接続は、第4図、如きもの。T.T. 試験用変圧器、 R 保護用抵抗、 E 電極及び油容器、 G 検流計、 C_2 無損失高圧蓄電器 (farad), C_x 可変高圧蓄電器 (farad), R_3, R_4 無誘導抵抗器 (ohm) とす。E 中の油、誘電体力率 $\tan \delta$ 、 C_x を加減して G を振して無くとす。

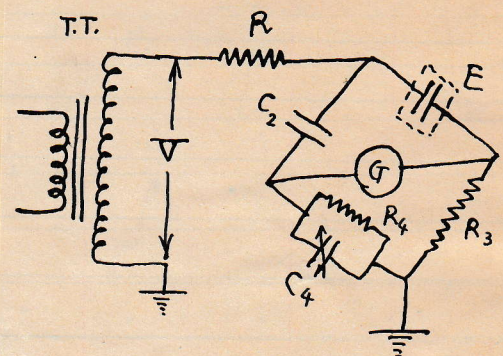
第3図



$$\tan \delta = \omega C_4 R_4; \quad \omega = 2\pi f$$

ヲ算出スル。但シフハ
電源ノ周波数デアル。又
電極Eハ金属製平板
電極デ一定ノ間隙ヲ有
シ且 ガードリツ ヲ付シテ
用フル。絶縁比抵抗
ヲ測ル時ト同様デアル。
尚 $\tan \delta$ ヲ用テ誘電体
損失 W_D ヲ算出スルニハ
次ノ式ニヨル。

第4圖



$$W_D = \omega C V^2 \tan \delta \text{ watt/c.c.}$$

但シCハ油ノ電極ニ於ケル静電容量ヲ

$$C = \frac{1}{1 + \tan^2 \delta} \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot C_2 \text{ farad}$$

或ハ

$$C = \frac{R_4}{R_3} C_2 \text{ farad}$$

デキハシテ前式ハ並列等価回路、後式ハ直列等価
回路ト夫々考ヘタ場合デアル。損失が最小ノ温度ヨリ高温
度ノ時ハ並列、低温度ノ時ハ直列ヲ用ヒタ方がヨト言ハルヲナル。
勿論損失ハ印加電圧ト共ニ増減スルモ、 V ハ、 V ノ
時ノ印加電圧 (Volt) デアル。従ツテ誘電体損失ヲ
表ハスハ印加電圧ヲ附加シタレバナク、コノ力率ヲ
表ハシタ方が便利ナクニ氣が付クデアル。

[5] 酸價ヲ測ル方法

コノ方法モ亦研究室向ノモノデアルガ [3], [4] 等ニ比
シテ装置ガ左程面倒デナク、酸價ヲ測定シテ為化ヲ
判断スル要電所モアルト云フコトヲ聞イタ。之ハ次ノ如ク
標準仕様書ニヨツテ行フト便利デアル。即チ試料 25
gr. ヲ 200 c.c. ノフラスコニ秤取シ、之ニ中性アルコール 50
c.c. ヲ加ヘテ重湯煎上テ沸騰セ、充分振盪シテ後指
示薬 フェールタル 1 c.c. ヲ加ヘテ $\frac{1}{20}$ 規定ノ苛性加里液
ヲ滴定シ、試料 1 gr. 中ノ酸ヲ中和スルニ要スル苛
性加里ノ重量ノ百分數ヲ以テソノ試料ノ酸價トスル
デアル。

14
元素炭化油、油、酸化したモノ、有機酸の多量を有するモノである。コ、酸価を測定する、油、酸化、程度を知る方法、蓋し妥当、方法がある。アルマイオト思ふ。尚且、[3]、[4]等、如く高電圧を用いた装置を極く簡単である。前三者、電気的方法は、対し化学的、方法である。

尚最近、コ、酸価を測定する、銀、塩化銀、の電極を用いて之を電位的に行つた方法を考察した。又実験、結果酸価0.5以上、油の使用に耐へないと云つてある。

[6] 其他の方法

以上、外次、如き方法を考察した。

- (1) 人工的：折衷的を生成してその量を測定する酸化、程度を知るモノ。(加熱等、方法を用つ)
- (2) 油、誘電率を測定してその良否を判断するモノ。誘電率を測るに、[4]、誘電体力率を測る方法を用ひる。
- (3) 人工的：電熱又は、定沸点、液体が一定温度を保つ、炉、老化装置がある、を用いて油、試験を行ひ、以て油、老化常数の値を測定してその性質及寿命を知る方法が研究した。
- (4) 機器、油槽内：絶縁破壊試験装置を設置して油が油槽に入つて、その絶縁耐力を測る方法を考察した。之は、コ、手数がかかる。試験器等、清浄を要する。正確な値が得られなく、然し各変圧器、遮断器、毎之を取り付けた。経費、莫大に見え不可能であると思ふ。

以上、如く酸化油、判定法は、種々ある。特別、研究室、他の変電所等、現場では結局 [2]、絶縁耐力を測る方法が最も相応しいと思ふ。之、手数を割合にかゝる。且測定値が比較的正確である。然し乍らその方法、日本標準書に記して行ひ、且その装置も又標準仕様書に記してある。之を力説して已に次の方法である。

IV 劣化、防止法

15

す=即=於テ述ベタ如ク、如何ニ優良ニ鉱油ヲモ熱ト酸素ト金屬トガ最も鉱油ノ劣化ヲ促進サカル主要ノ素ヲアル。サレバ油ノ劣化ヲ防止シテソノ壽命ヲ長クスルニハ、機器ノ運転中油過熱、又空氣及ビ金屬ニ接觸セタイコトガ絶對的ニ必要ナル條件ヲアルコト申ス迄モタイコトアル。劣化油ヲ清浄シ、又ハ角生スルコト即チ重要問題ニハ相違ナシカ、一步飛ビテ、ソノ劣化ノ原因ヲ究メ、鉱油ノ劣化ニイ様ニ之ヲ防止スルコトハ寧ロ根本的の問題ナハカゾウカ。之ニ関シテ最近頃ニソノ研究ガ盛ニナリ、製作所、需要家等ヨリ種々ノ防止法ガ叫ハレタリ。コノ中ニ從來行ハレタ来タ機器ノ構造上ヨリ見タ防止法ヲ主トシ、最近ニ研究サレタ化学的防止法及ビ発電電所等、現場ニ行ハレタ防止法ヲ少し付テ加ヘテ見タイと思フ。先ツ機器ノ構造ニ應用サレタル劣化防止施設トシテハ

- (1) フリーザーニヨル方法
- (2) コレクターニヨル方法
- (3) 不活性瓦斯ニヨル方法

等ガアル。

(1) フリーザーニヨル方法

空氣中ノ濕氣及ビ塵埃ハ極メ少量ヲモ油ノ絶縁耐カヲ害シ、酸素ハ油ヲ酸化セタルコトハ既ニ角ニ角ニ述ベタコトヲ機器中ニ空氣ノ入ルコトヲ防ガネバナラヌ。小型ノ機器デハ外函ノ蓋ヲ套管ノ出口ヲ氣密ニスレバヨイカ、大型ノモデハ変圧器デハ氣密ノ變化ヲ負荷ノ大小ニヨル油ノ膨脹、收縮ガ、又遮断器デハ発生瓦斯ガ函内ニ空氣壓ヲ生スルカ外函ヲ全ク密閉スルコトハ困難ナル。サレバ太イ通氣管ヲ設テ内外ノ大氣ノ連絡ヲ取リ、コノ通氣管内ニフリーザート稱スル装置ヲ取付ケルアル。之ハ空氣室内ニ多數ノ遮断板ガ並レテ空氣ノ出入ヲ最小限ニ止メルアル。変圧器ニモ遮断器ニモ用ヒレル。

尚フリーザーノ途中ニ塩化カルシウム、硼酸カルシウム等ノ吸濕劑ヲ裝置シテオキテ空氣ガ中ヲ通ツテ内ニ入ルキ濕氣ハ之ニ吸收セラル、中ニ乾燥セラル。塵ノ

空氣が入ルコトニナル。之ハ更ニヨイ装置ヲアル。

又洋灰、製粉、製紙、織物工場等ヲハ、空氣が非常ニ汚濁シ悪性ナルカヲ、特別構造ノ「フリーカー」が近時考案ナシ利用ナル様ニナツタ。之ハ硝子製油槽中ノ油ニヨリ平常ノ外函内外ノ氣流ヲ遮断シ、必要ニ應ジテ自動的ニ呼吸ヲ行ハシメテ悪性瓦斯ノ吸入ヲ最小限ニ止メル效果、アルヲアル。尚完全ヲ期シテ悪性瓦斯ノ吸入ヲ防グニハ「フリーカー」ト變圧器ト、中間ニ瓦斯清淨器ヲ附設スルト一層效果ヲ得ルベキトナル。

[2] コレサバーターニヨル方法

密閉ナル外函ニ油ヲ充滿シ、之ヨリ細管ヲ通シテ器ノ上部ニアルコレサバーターニ連絡シ、コノコレサバーターノ上部ニハ空氣が接觸シテナル。コノ構造ナル油空氣ニ觸レル面積が非常ニ狭ク、且接觸部分ノ溫度ニ低キカヲ油ノ空氣中ノ酸素ニヨリ變質、酸化ヲ防グ。尚外函内ニ空氣ノ部がナキカヲ器ノ外形即チ容積ヲ減少シ得ル利點ナル。空氣ハコレサバーターノ上部ニアル細管ヲ通シテ大氣ニ通ジテナルヲアル。

之ハ主トシテ變圧器ニ用ユルモノヲ近來大容量ノ變圧器ニ愛用ナル様ニナツタ。殊ニ屋外變電所ノ飛達シタ今日屋外用ノ變圧器ニハ最も適シテ居ル。

尚コレサバーターノ空氣部ヲ密閉シ、之ニ壓力調整器ナルガズ製メヲ設ケテ油ノ膨脹ニヨリ壓力ノ激増ニ對スル安全弁トシテモアル。又空氣ノ出入口ニ吸濕劑ヲ備ヘテモ、或ハ前記ノ「フリーカー」ヲ設ケテモ相當多イ。

[3] 不活性性瓦斯ニヨル方法

之ハ不活性性瓦斯ノ一ナル窒素瓦斯 N_2 ヲ變圧器ノ外函ノ油面上ニ充滿セテ油ノ空氣ニヨリ酸化從フテ「スラフチ」ノ生成ヲ防グ。又爆發性ガズノ発生ヲ防止スルヤクニシテモアル。コノ窒素瓦斯ハ水分吸收劑ト酸素脫取劑及ビ「フリーカー」トヲ通シテ外氣ニ接シテナル。從テ器ノ溫度上昇ニ際シテ中ノ窒素瓦斯ノ壓力が高シハ「フリーカー」ノ水銀面が働キテ壓力ヲ調整スル。若シ冷ヘタ

場合外に空気がフ"リー"に流通する時、酸素、脱
取剤で酸素を除去して窒素、ミセル中に入れた。1

之を油に水分を含ませ。又油面上に酸素がた
り油を酸化してスラッジを生成せしめたい。且何れ故障
がアツても爆発性瓦斯が爆発したり、油を引火したりス
ルコトはナシ。この種、変圧器も近年漸次広く用ゐられ
てゐる。

[4] 金属と接触を避ける方法

金属は油と接触せしめると油、酸化作用、触媒ト力カ
ラソ、接触を避けるコトが必要である。このタメニ

(1) 銅 = リテージ^o を捲く法

(2) 酸化、触媒ト力金属を亜鉛、アルミニウム、青銅、又
エタールで被覆する法

(3) 銅 = 燐、砒素等を加へて其れ等、合金を用ふる法
等、考案がある。この中(1)は目下盛しに利用されてゐる
である。リテージ^oは布 = ニス^oを含浸せしめ絶縁材料であ
る。尚リテージ^oを捲いたモノは更に含浸絶縁物を含
浸せしめられる。要するに之等、絶縁物の耐油性、
モチヤクハナシ。然し実験結果ニズミ油 =
侵され、遂に油が銅 = 接触するから余りリテージ^oを信頼
スルコトは出来ないと云ふ報告がある。尚(2)、(3)等、実行
有無は未だ聞かない。

[5] 化学的方法

最近頃ニはこの方面、研究が盛になり、種々、紙面に
賑はれてゐる。即ち化学的薬品、添加ニズミ鉱油、劣化
を防止せしめんと云ふ傾向が濃厚になつてゐる。尤もこれ何
れ油精製ニ際して薬品を添加して良質油を作るとか、又
使用ニ際して油中ニ薬品を投入して劣化を予防せしめ
んと云ふのである。然し研究、結果薬品を用ゐる極端ニ精
製した無色、油は却つて酸化を受けると急速に、且酸
及び水分を生成し易いから余り好まないと云はれてゐる。
之は油中ニ適量ニ含まれる硫黄、燐が酸化を防止
して居るためである。

諸油の酸化防止法として、種々、薬品や方法が考案
され、幾多特許料があるが、この数種を之に照分致

タイト思フ。

- (1) 0.1%位、ナフチル酸錫ヲ添加スル法
 - (2) 油ヲ 12 mm. Hg、真空ヲ 160~200°C ヲ沸騰セシメ、少量ニ アルキル 化合物、ナフチル 系炭化水素、或ハ、誘導体、中飽和側鎖ガ少ナクモ 2個以上、炭素原子ヲ含有スルモノヲ混合スル法
 - (3) 油ニ接スル銅、汚蝕ヲ防グタメニ ニトロ 基ヲ有スル芳香族炭化水素ヲ混合スル法
 - (4) フェニル、ヒドロゲン、アミ、又ハ、水酸化誘導体、若シハ、石炭酸、プロピニル、又ハ、アルキル 基ヲ有スル誘導体ヲ エトキル 基以上、アルキル、エーテル 基ヲ有スル化合物ヲ添加混合スル法
 - (5) ナフトール、芳香族 アミ、及ビ フォルムアルデヒド、及ビ、生成物ヲ添加スル法
 - (6) 遮断器、油、爆発抑制、タメ ベリボル、トリエル、及ビ ガリシ 等ヲ混入スル法
 - (7) 器、下層ニ グリセリン、グリコール、アセトール、グリセトール、層ヲ油層ト接触セル法
 - (8) ナフトール ト ヒドロゲン、及ビ生成物ヲ混合スル法
 - (9) 水素ヲ添加シテ グリセリン ヲ 0.01~0.5% 混入スル法
 - (10) 鉛及ビ錫、アルキル 化合物ヲ 0.01~1.0% 添加スル法
 - (11) アセトール、アセトール ヲ 0.5% 以下混合スル法
 - (12) 60°C 以下ヲ 0.005~0.008%、活性炭素、黒ヲ混入スル法
 - (13) アルデヒド、アセトール、少量ヲ加ヘル法
 - (14) 高級 アルコール ヲ添加スル法
 - (15) ナフトール ト アルデヒド ト、及ビ生成物ヲ用フル法
- 以上、如キ諸新法ハ、何レモ未ダ実用ニ供セズ例ハナシ様ナリ。唯實驗室ヲ得シテ結果ヲ並ベタ丈ニ述ベテナシ。

(5) 現場ニ於ケル方法

以上、中 [1], [2], [3]、機器、製作工場ヲ [5]、油、製造工場ヲ行ハル方法ヲアルカ、直接油ヲ使用シ、ソノ劣化ニ直ニ対シテ炭素所ヲ、現場、人々、如何ニ才法ヲ

請びテソ、劣化ヲ防止シテ可ルカ。實際ニ當ツテ、コトニツ
イテ、余リ関心ヲ持ツテ可ナラシイ。即チ発電所等デハ、
特別ニ劣化防止法トテハ、請びテハ、可ナカ、然レニ次、如キ
事ハ、知ラナイ間ニ自然ニ防止法トナツテ表ハレテ可ルモト思
フ。即チ

- (1) 巻キ一定温度(75°C)以上ニシテ可ト。
- (2) 負荷、大小ニ従ツテ冷却用水、速ニ加減スル
コト。
- (3) 冷却用鉄管中、水垢、時々除去スルコト
- (4) 不純物、含有多キ巻底、油、時々排出スルコト
- (5) 蒸発又ハ試験試料ソ、他減ビタ油、補給
ヲナスコト
- (6) フリッカー ソ、他ニ設ケテアル脱水剤ヲ時々新品
ト取替ヘルコト
- (7) 降雨期ニハ、特ニ臭検ヲ嚴ニスルコト

等デアル。又巻キ冷却スル装置ハ、主トシテ巻キ、損失熱、
ノ蒸散デアルガ、副トシテ油ノ温度ニヨル劣化モ防止シテ
可レデアル。

以上、如ク劣化、防止法ヲ種々述ベタカ、機器、構造上ヨ
リ見ルモ、油自身ノ性質改善ヨリ見ルモ、之ト云フ特ニ、月巻シテ
防止法トテハ、只 フリッカー 付キ、エリカバート 設置ト
銅ヲリフト²ヲ捲クコトハ、今日最モ尤、行ハレ、最モ效果
アルモト見ラレテ可ル。窒素瓦斯入リ、変圧器等ハ、實際問題
トシテハ、月一交換、窒素瓦斯、補給ヲ行ハ、ネバナラズ相
當取扱ヒカ面倒デアル。又化学的ニ薬品ヲ用テ劣化ヲ
防止スル如キモ、ハ、考案ヨリ多シ。未ダ遂ニ行ハレ、カ實現ヲ
見ナシ様デアル。コト莫既ニ行語ツテ可レ、ハ、ナカトサハ考ヘ
シ。何レニセヨ、防止法カ油ニトツテ根本的重要向ニ是デアル
以上、コト莫大ニ改善カレコトヲ希望シテ止マナイ次第デ
アル。

Ⅴ 劣化油ノ清浄法

鉱油ハ使用中熱、酸素、ソ、他、タメニ酸化シテ着色シ、析
出物所謂 スラッジ ヲ生成スル一方、酸性物質ヲ生スルコトハ

既=再ニ述ベタ処ヲアル。コノ劣化ニシテ汚損油ハ、コノマ、使用
スル事故ヲ起ス恐シカアル故ニ之ヲ機器中ヨリ取出シテ清浄
スル。又ハ全然新油ト取替ヘネバナラズ。然レ、經濟上ノ關係
モアリ。出来ルダケ清浄ニシテ之ヲ利用スル様ニ一般ニ力メテキル。
最近各電力、電灯、電鉄会社等ヲハ相当ニコトニ關心ヲ抱
キ、以テ維持費ノ軽減ヲ企圖ニテアル。然レハ如何ニテ劣
化油ノ清浄ヲ行ツカ。現在各処ヲ行ハレテアルニ三ノ方法ヲ挙
ゲテ説明シタイト思フ。

一、二 断ツテオキタイトハ、本節ニシテ清浄ト次節ニシテ再生トノ
區別ヲアル。元来兩者共同一意義ニ取扱ハレテアル場合カ多イ
ヤラアルカ、私ハ大ニテ根據ハタイガ之ヲニツテ分ケルコトニシタ。即
チ沈澱器、遠心分離器等ニシテ如ク劣化油中ノ不純物ヲ單
ニ機械的ニ分離スル場合ヲ清浄ト云ヒ、硫酸、苛性鹼等
ヲ加ヘテ化学的ニ分離シ、清浄ヨリモ更ニ新油ニ近い良油
ニ還元スル場合ヲ再生ト云フコトニシタ。何レニシテ、結果ニ於
テハ汚損劣化油ヲ優良ト絶縁油トナスニ外ナラズ。只清浄
ハ一時ノ便法ヲ再ニ之ヲ繰返セハ最早チ淨化セラルカ、
再生ハ更ニコノ清浄ニ得サル不良油ヲ新油ノ如クニ還元スルコ
トカ出来ルト云フアル。從ツテ清浄ハ再生ノ前提手段ヲアリ。
再生ハ高級ト清浄ヲアルト云フ処ニ兩者ノ區別ガアルアル。

諸清浄法ニ種々ノ方法ガアルカ最モ廣ク用ヒレテアルモノ

- (1) 加熱ニシテアル方法
- (2) 真空中ニテ加熱スル方法
- (3) 奪水剤中ヲ通過セラル方法
- (4) 真空中ニテ蒸出セラル方法
- (5) 酸性白土ヲ洗滌スル方法
- (6) 沈澱ニシテアル方法
- (7) 遠心分離ニシテアル方法

又ハ、ソレ等、混用ニシテアルモノアリ。コノ中(1),(2),(3)ハ未ダ
酸化ニ至ラズ水分ノ含有多キ程度ノ劣化油又ハ新規ニ機
器ニ充填スル油ノ乾燥法トシテ都合ヨキ方法アル。又(5),(6),
(7)ハ工場、外發電所等ヲ專ニ用ヒレラル方法ヲ就中(6),(7)
ハ近時最モ普及セラル。尚未タ實用ノ域ニ達シタイハ最近

各社之研究考案ナルヲ機械的・化学的又・電氣的・新
油・清淨法・數種ヲ最後ニ照会シタイ思フ。夫等、
之ハ各国ノ特許新案ニナルモ、が多い。

(1) 加熱ニヨル方法

之ハ油ヲ浅イ鍋状ノ容器ニ入レテ $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ ヲ $30 \sim 60$ 分 温メルト油中ノ水分ノ次第ニ蒸発シテ大氣中ニ飛散シ盡スベシアル。容器ハ油ト化学的變化ヲ起サナイ陶磁器製ノモノカヨイ。油ノ粘度、比重、他ノ關係ニヨリ蒸発シ難イ時ハ長時間カカリ、從ツテ熱ノ α 油ノ變質ヲ来スヤウナル。又 130° 以上ニスルトヤハリ變質スル。依ツテ現在ハ余リニ方法ハ用ヒラナイモ兼テアル。然レ絶縁耐力及ヒ絶縁抵抗ヲ側ツテ見ルト原油ト強ク同値ニモテ改善サレルト云ハレタル。

(2) 真空中ニテ加熱スル方法

之ハ空氣ホ レ テ真空ニシテ中ニ油ヲ入レオイテ、之ヲ(1)ト同様ニ加熱スル方法デアル。真空中ニテアルハ低温デモ水分ガ蒸発シ、而モ油ノ變質シナイ。即チコノ方法ハ油ノ乾燥法トシテハ蓋ニ完全ナ方法デアル。然レ大ナル装置・設備ヲ必要トスルカ ク 変圧器・遮断器等ヲ相当ノ量ニ製作スルカ又ハ専門ニ製作スル処以外 ニ 、実用上 ノ 施設困難デアリ。実験結果ニヨリ才 ノ 表 ノ 如ク非常ニ絶縁耐力 ノ 増大ヲ表ハレタル。

第2表

油ノ処理状態	絶縁耐力(kV/mm)
原油(罐ヨリ取出シタモノ)	6.55
原油ヲ濾紙4枚ヲ テ 濾過シタモノ	7.73
原油ヲ酸性白土 ニ 洗フテ濾紙4枚ヲ テ 濾過シタモノ	8.93
原油ヲ 1mm Hg、真空ヲ テ 110°C ヲ1時 ニ 加熱シタモノ	25.12
原油ヲ濾紙9枚ヲ テ 濾過シ、之ヲ 1mm Hg、真空ヲ テ 100°C ヲ2.5時 ニ 加熱シタモノ	31.26

(3) 奪水剤中ヲ通過サセル方法

之ハ油ヲ種々ノ奪水剤中ヲ通シテ水分ヲ ノ 中ニ奪ハレタル方法ヲ奪水剤ニ主トシテ生石灰 CaO カ用ヒラレ。油ハホ レ ニテ送ルベシアル。尚ホ ニ 用ヒテホ レ テ油ヲ吸ヒ出シテ ノ 装置ヲ通シ、之ヲ濾過 器 ヲ通過サセバヨイ結果ガ得ラル。コレ

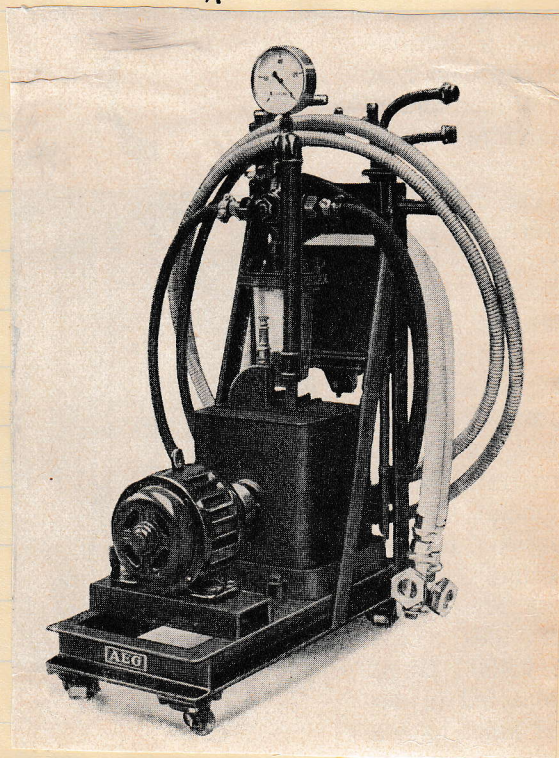
3. 運転中、変圧器=を用いて得。主として水と油を
清浄スル=ヨイ方法ヲアルが現今、余リ用ヒラレ様テアル。

(4) 真空中=噴出サセル方法

前記、前方法、如ク油ノ規定、使用状態以上、温度
=スル著ク油ノ寿命ヲ縮ムルコト、又ク避ケルヌ=高度、
真空ヲ利用シ、常温ヲ油ヲ乾燥サセル様=シタ、ガ方法ヲ
アル。常温ヲ処理スルコト油ノ変質ヲ保護シ、寿命ヲ短
縮ヲ避ケルト共、高度、真空ヲ利用スル結果前記、加
熱式=比シテ乾燥云々非常、高ク 20~25kV/mm 位、絶
縁耐力が容易、得サレル。

コ=注意、シケルハ、又コトハ、油ヲ真空中ニ完全乾燥シ
モ之ヲ大氣中=出ス時、再び大氣中、水と吸収シ易イコト乾
燥中又ハ乾燥後特別ノ乾燥室ヲ大氣ヲ飽和サセル方法が
必要ヲアル。

第5 図

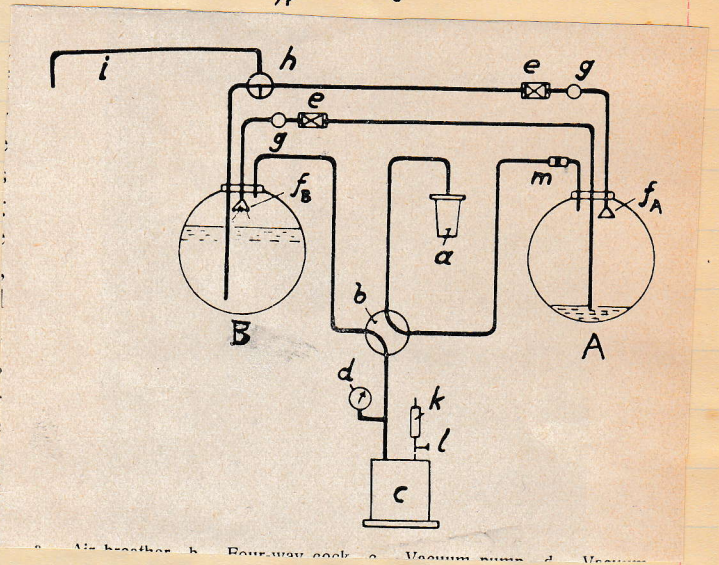


最近コノ方法が相
当注目サレ来タリ、油
乾燥器ト称シ、移動
式組立セリトガ販賣
サレタリ。第5 図ハソ
ノ外觀ヲ第6 図ハソ
ノ説明図ヲアル。コノ
装置ハ第6 図ヲ見ル
如ク A、B 2 個ノ油ドラム
ガ2 車ノハイツヲ連結
サレタリ、更ニ他ノハイツ
ハ真空ホヰツCニ連ツテ
アル。今乾燥セリス
ル油ヲ何レカー方ノド

ラム 例ハハ Aニ入レル。他ノドラム Bニ之ヲ真空ホヰツC
ニ真空=スルト A中ノ油ハ Bドラム中ニ噴出スル。フツ通
シテ噴出流入スル。油ガ霧状ニ噴出スルト油中ニ含マレ
タル水とモ同様ニ霧状トワテ水蒸気ニナルコト真空ホヰツ
除去サレル。之ト同時ニ空ニワタドラム Aニ温度カレコウ
入リ、空気呼吸器Aヲ通過シテ乾燥空気ニ充サレル。カ
レ一方ノドラム Bニ油ガ全部移サレタリ、今ハ四方コック

bヲ切替ヘテ真空ホシ7°Cヲ他ノドラムAニ接続シ前
 ト反対方向=Bカ3噴出ノズル f_A ヲ通シテ流入サセル。コノ
 働作ヲ繰返ヘテ1時

第6図



乃至2時ヲ続ケルト
 含湿油ハ全ク乾燥
 油トナル。因中ニオコツ
 hニヨリ変圧器ソ他ノ
 器ニ送リ返スコガ出
 来ル。又因チ k ハ安
 全弁、 l ハバルブ働カセルモ、
 g ハコックデアル。ソレ
 カ3ドラムニ組立セフト
 ニ含湿油4ノ現場

油量ニ応ジテ適当ノモノヲ用フルハヨイ。標準トシテ4ノ立入ドラム
 ガ用ヒラレル設備ニナツテナル。

本器ハ水分多キ程度ノ劣化油ノ清浄即チ乾燥ニ適シキ
 ガソリ他ノ不純物ヲ含ム油ヲハ余リ勝テ方良シ。又清浄
 容量モ割合ニ小サクコックノ切替等取扱ハ稍面倒デアルト
 云フコトハ免レナイ。只後述ノ h ハ汽過器、遠心分离器等ニ
 比較スト安價デアルカラ單ニ湿氣、アル程度ノ油モ少量ノ油ヲ乾
 燥スルニ便利ナ方良シデアル。発電電所等ヲ利用シテナルモ
 アル。

尚コノ装置ヲ劣化油槽ト噴出ノズルト、中肉ニ簡單ナ汽
 過器ヲ設ケテ塵埃ヲ除去スル様ニシタモノモ考案サレタルガ之ハ
 更ニヨイト思フ。或ハ最初ノ汽過器ニ真空デ引タミナズニ圧縮
 空氣ヲ真空中ヘ噴出サセルヤラニシタモノモアルガ之ハ汽過器ヲ除去
 スルニ極ク小サノ不純物ヲモ除キ得ルト言フ。又真空容器ヲ
 数個直列ニ用ヒテ逐次高真空ニシテ中ニ噴出サセルヤラニシタ考案
 モ発表サレタル。

(5) 酸性白土ヲ洗滌スル方法

之ハ後述ノ油汽過器、遠心分离器等ノ未ダ考案サレタ
 以前ニ油ノ清浄法トシテ相当利用サレタ方法デアル。油ヲ粘土
 ヲ加ヘテソノ清澄部ヲ h バス様、亦チ汽過器舊日ノ方法
 カチ改良サレタルデアル。

之ニ用フル酸性白土ハ良質ニシテ日本ニ産出多ク、白色ノ

ササシタ灰様ノ細粉末デアル。コノ酸性白土、液相ニ之
= 溶解シタル固体又ハ液体ヲ吸着スル特性ヲ有シ。吸
着剤又ハ脱色剤トシ古クヨリ相當広ク知ラレ。油脂類ノ精
製ニ應用サレタルモノデアル。殊ニ石油工業ニハ實ニ重大ナル役割
ヲ演ヅルモノデアル。サレバ 絶縁鉱油ノ精製方面ニモ非常ニ利用
サレタルモノデアル。之ヲ汚損油ノ清浄ニモ應用シヤト云フノガ本法デ
アル。然レテコノ酸性白土、產地ニ異ルカ不純物、水分等、
含メヌモノガ好ミラルコトハ勿論デアル。

特別ノ装置トナシテハ、相當大ナル容器ニ劣化油ヲ入レ、
其中ニ 3% 内外ノ重量ノ酸性白土ヲ投入シテ攪拌スル。
而ル後一晝夜乃至一晝夜静置スルト酸性白土ハ、其ノ特性ヲ
發揮シ油中ノ不純物及ヒ水分等ヲ充分吸着シ容器ノ底部
ニ沈下スル。コノ上層ノ清澄油ヲ別ノ容器ニ静カニ導キ出セバ
ヨシデアル。可成リ汚損油暗褐色ヲ呈シテ来タ油ヲモ非常ニ絶
縁耐力ヲ増加シ、且色ガ淡黄ト透明ニ復シテ来ル。

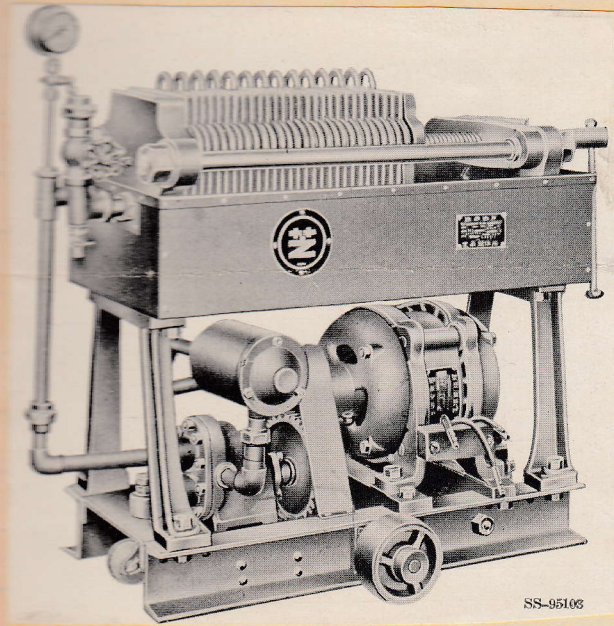
然レ上項ハ〔6〕ノ油汚過器ヲモ僞用シ、前記ノ清澄
油ヲ更ニ汚過シタル。之ニヨリ實驗結果、一例ヲ挙ゲテ
他ノモノト比較シ、其ノ既ニ掲ゲタオズ表デアル。汚過器及ヒ適心
分爲器、幾處ニテ今日、コノ方法ハ余リ普及シテナシ様デアル。

〔6〕濾過スル方法

コノ方法ハ從來最モ広ク普及シテ清浄法ニ現今大抵、必
ズナリ。コノ装置ヲ設備シテハ所ナシ位デアル。毛細管現象ヲ利
用シテ汚過紙ヲ用ヒ劣化油中ノ水分、塵埃、炭素粒子、ミナ
スヲ「酸等」ヲモ除去スルモノデアル。其「油汚過器」ト稱シ
市販ノモノハ汚板、汚棒、油管、油受ケ、ホヰ^モター、塵除ケ、
圧力計、安全弁及ヒ車輪等ヲ一ノ移動式セトニ組立テマシメ
アツケ、大別スレバ汚過部トホヰ^モ部トニ部ニ分レタル。尚別ニ
電熱器ヲ備ヘタ汚紙乾燥器ガ付随シタル。内外各製作
所ヨリ販賣サレタルガ大同小異デアル。オウ國ハ油汚過器、又
オウ國ハ汚紙乾燥器、外觀デモ一例ヲ挙ゲテアル。汚
過容量モ大小種々アルガ普通 5~50 ガロ毎分デアル。

コノ油汚過器ニツイテ少シ説明シ見ヤウ。汚損油ハ汚過器
付属ノ スルー 弁ニ接続シタル スルー 弁大ニ塵埃ヲ除去セ
ルニホヰ^モ = 入ル。ホヰ^モヲ出タ油ハ送油管カ圧力計ヲ油
圧ホヰ^モ汚過棒ニ送レ、幾枚ニモ重ネテ汚過紙ヲ通り、絹

第7回

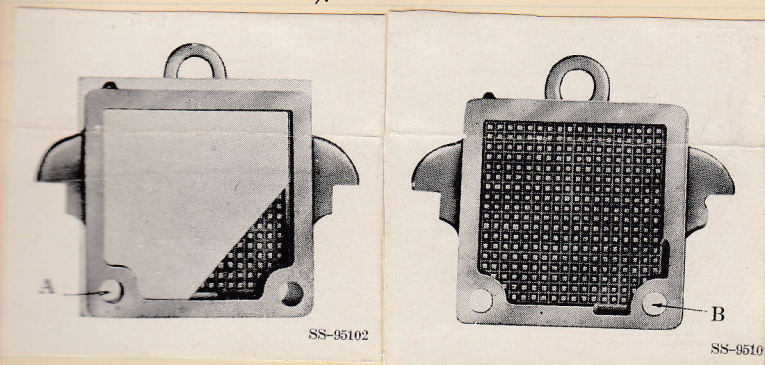


濾過装置を経る排油口、上
22° 弁、より完全トワフ外へ出ル
13° 弁。濾過ハ 普通 40~
60 lb/0" 1 圧力で行ハレ、濾
紙面ニ塵埃が附着スルニ
従ツテ圧力が増シ、アル圧力
ニ至ルト安全弁が作用シ油ヲホ
22° 弁口より直接入口ニ戻ス
様ニトワフキル。

濾板ト濾棒ハ、一枚
一枚ニ重テソノ間ニ敷放シ、濾
紙ヲ入レ、濾板ノ表面ハ

第9回ニ示ス如ク 濾紙ヲ保
持スル油ヲ流スルニ縦横ニ溝
ヲ有シキル。容量ニ従ヒ濾
紙ノ大サハ 18~30 cm² 1枚ヲ
用ヒ、濾紙が水気ヲ含ミキル
ト影響がアルカク乾燥箱内
ヲ予メ充分乾燥シ使用
スル。油ノ状態ニヨリ濾過中
ハ時々汚シモ一ニ枚づツ、新シキニ取替ヘルノ事アル。

第9回



高シニ用フル濾
紙ハ、本巻ニ於テ最
モ重要ト生命線ト
需要供給両者トモ
乏シカラズ苦心ヲ
拂フキル。主トシテ
纖維、離脱、油圧
ニ対スル強度等ガ

問題ニトワフキル。濾紙ノ原料ハ吸湿性ノ大ナル木材パルプト
緻密、又ハ木綿纖維トヲ主成分トシキル。濾紙ノ特性トシテ

- (1) 油中、水気ヲ吸収スルコト
- (2) 油中、不純物を除去スルコト
- (3) 組成纖維、離脱セヌコト

(4) 油圧 = 対スル石炭強さ、大ナルト

事が必要ナル。又一定量、油ヲ一定枚数、次紙で一
回次過シ後、油、絶縁耐力、上昇及ビ単位時間、最
低次過量ヲ予知セラルコト。最も肝要ナルコトナリ。発電所、工
場等、現場ニテ試験シ油量、多寡 = 依リテ次紙、消耗
量ヲ算出シ得テ、油、清浄作業上、利益が多ク思フ。

次 = ソノ油、次過結果、大体 ホレフ、油圧、上昇及ビ
次紙、汚損、程度 = コリ推知シ得ルカ更 = ソノ正、確ヲ記
スルニ、既ニオ三節ニ述ベタ絶縁破壊試験ヲ行ハバヨ
ク。

絹漉装置、次過紙ヨリ出タ油ヲ最後ニ羽 = 重ニ次シ、
次紙カ脱落シテ油中ニ潛入シタル繊維ヲ除クモ、ソノ
效果、顕著ナル。即チ油中ニ含マル不純物、水等、大
部分、次紙ニ次カシ、次紙ニ次セ又微小物及ビ次紙自
身カ脱落スル繊維ヲコ、羽 = 重ニ次スナリ。

ソノカヲ ホレフ、歯車型ニ軸受タ、自働供給油式、
ボールベアリング ナリ。又凡テ、油管、可鍛鑄鉄製ニシテ
接続、油洩レナキ様ニ注意シタル。綿付装置、急速用、バブル
ノ回転ヲ容易ニ次紙、取替ヘカ出来ルヤリナリ。
モーター、普通ニ相 インダクション モーター カ用スル。鉄板カ
ニ次過棒、他ヲ清浄ニ保ツナリ。

次 = 油次過器ノ使用スル際、注意事項ヲ拾フ

- (1) 次紙、優良品ヲ用テ、乾燥ニテ用フルコト
- (2) 次紙、汚レ方ヨリ 30分 ~ 1時間毎ニ一ニ枚ツキ取替ヘ
ルコト
- (3) 油カ 3 ~ 4 回繰返シ循環シタ時、全部新ニ次紙ト
取替ヘルコト
- (4) 次過作業中時々油、絶縁耐力ヲ測ルコト。
- (5) 羽 = 重、フレンチ 油等ヲ洗滌シ乾燥ニテ用フル
コト

事ナル。

尚、コノ次過器、中、絹漉ヲ除キ次過器ト別ニ之ト直列ニ
コノ後ハ次過部ヲ設テモモ考案セラル。コノ次過部、羽 =
重、ソノ保護用金鋼トナリ、ソノ取扱ヒヲ便ニシタメ、ナル。
又次過器、他ニソノ前ニヤリ直列ニ電熱器ヲ設ケ、ソノ中ニ

化を加熱し、通し、之を冷却スルヤ、コレをモータへ送り得ル。然レ水
分の油に油、変質スル虞アリ、是を余り感心出来ナイと思フ。

(7) 遠心分離 = ヲル方法

この方法ハ、遠心力作用ヲ利用シテ油ト比重、相違セル水
及不純物ヲ分離シ、純粋ト絶縁性ヨキ油ヲ得ルモノナ
ル。此時コノ方法、発達著シ、遠心分離又ハ「デシバール」ト称シ
油处理设备ニ至テ底々実用化セラル様ニナリタ。才10回遠心分
離器、一例ヲ示ス。

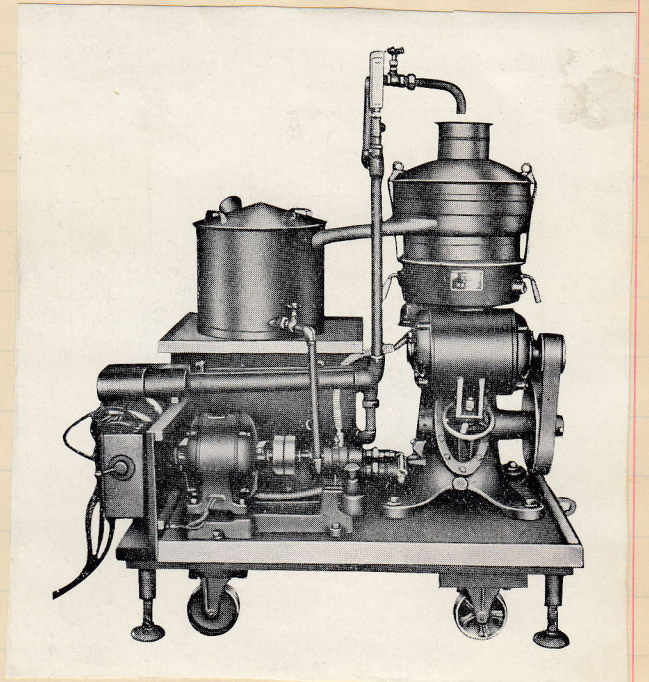
本器ノ原理ハ、

主体タル回転子即チ
ボール内ノ分離板ニヨ
リ処理セル汚損油
ヲ極メ薄イフィルム状
トシ、同時ニ之ヲ強
大ト遠心力ヲ作用セ
テ油ヲ混入セザル他
ノ液体又ハ微細ナル
不純物ヲ物理的ニ完
全ニ分離スルモノナ
ル。

本器ノ構造ハ、

型内塔形、半鋼鉄製機枠中ニ鋼鉄製焼入、縦軸ヲ三
組、軸承ニヨリ保持セリ、最下部ハ特殊ノ「D-3-ベアリツ」
ニヨリ全体が支持セリ。コノ「D-3-ベアリツ」ハ互ニ反対ノ方向
ニ回転セリ得ルニ放シ、鋼鉄製「D-3」ニナリ。動力ハ機枠ノ
一部ニ取付ケラレタ「モーター」ヨリ調帯ニヨリ横軸ニ傳ヘラレ、
「D-4」ト、咬合ニヨリ縦軸ノ最上端ニ取付ケラレ、之
ニ「分離清浄作用」主体ナリ内錐形、薄鋼板が数
十枚ヲ「耗位」間隙ニ中空軸ニヨリ保持セリ得ル。
「Y」斜面、中間ニ「数個」孔ヲ穿テ、重不合金セタ場合各分
離板、孔が一直線上ニ来ルヤラニシテアル。機枠上ニ「三室」
ヲ設ケ受器ヲ備ヘ、下室ハ分離セル水ヲ、中室ハ清
浄化セル油ヲ取込ス如クニナリ得ル。原油が定量以上
ニ進入スルニ上室ヲ経テ吸入タリニ送送セリ。又、外付
属トシ「3/4馬力」内外ノ「モーター」ニヨリ運転セリ「D-4」

第10 図



かアツテ、コノホリ[○]ハ、一何ノケース内ニ收メル、モーター直結
セザル。

2

次ニ働作ヲ説明スル。原油、送油管、中途ニ設
ケル電熱装置ニテ適當ノ温度ニ $25 \sim 75^{\circ}\text{C}$ 位ニ加熱サ
レテ後ニ機械ノ最上タル供給口、スプレーニテ大々塵
埃ニ除去サレテ中空軸ノ上部ニ送レ、ソノ下面ニ散口ノ
放射狀ノ溝カ設ケルヲ以テ油ノ遠心力ヲ滿テ通シテ
周也、分離板面ニ分散サレテ上昇スルヲアル。

油ノ汚損、甚カシイ時、清浄法ヲ、水ノミ多ク含ム時
ハ、脱水法ヲ施行シ、之ニ各コノ機械ノ一部ヲ入替ヘルハ
容易ニ出来ル。即チ中心カ供給サレタ原油、各分離板
中ニ入リ、遠心力、コノ塵埃及ビ微少ノ水ヲ、ケース内壁
ニ吹付ケルヲ以テ集リ、清浄ナル油、機械上部、最下室
放出サレ、流出管ヲ通ツテ機外ニ導カレ。之カ清浄法
ナル。又原油、何ト同様ニ遠心力ニヨリ比重大ナル水分
ト塵埃ハ、ケース内壁ニ押付ケルヲ以テ清浄ナル油、中空軸
ニ集リ、漸次上昇シ機械上、中央室ニ至リ、流出管ヲ
通シテ機外ニ流出スル之カ脱水法ナル。従テ本器ヲ
使用シ油ヲ清浄ニスル際ハ、ソノ前、ローター、ケース、内部
ニ之ト同心ニ回ル塵埃受ケ及ビ排水、排油口ヲ極メテ
良ク掃除セザレバナシ。

コノ方法、効果トシテハ、一度使用シ汚損油ヨリ清
浄油ヲ最も迅速ニ且ツ自働的ニ回收シ得ル故ニ油
ニ對スル經費、節減ハ勿論ノコトナル。實驗ニ依リテ
考テ、及、甚カシイ油ハ、最も簡單ニ且迅速ニ原油ヲ最
後、一滴ニテモ回收シ得ルト云フ。本器ハ、絶縁油
ニテナシ、他ノ油、精製ニモ應用カレ。ソレヲ以テ清浄
容量ハ、 $0.1 \sim 25$ ガロ毎分位ナル。

次ニコノ遠心分離器、使用ノ際、注意シテスル事
トニ三舉ゲル。

- (1) 油ヲ加熱スルニ $25 \sim 75^{\circ}\text{C}$ 以上ニセヌコト
- (2) 機械カ複雑ニ破裂場カ取扱ヒヨリ
寧ニスルコト
- (3) 塵埃受ケ及ビ排水、排油口ヲ良ク掃除スル

(4) 操作が面倒であるから、その操作に習熟を要する。 2
である。

(5) 時々清浄油、絶縁耐力を試験する必要がある。

諸清浄器と比べて現今最も多く用いられる前述の濾過法と遠心分離法とに之を於てその利害得失を種々議論がなされて一言を盡かすに大體、比較すると次の如きである。
一、利あり、他方、欠ありである。申すまでもない。

(A) 油濾過器、利あり

- (1) 安価である
- (2) 装置が比較的簡易であるから丈夫である
- (3) 取扱は熟練を要せず誰でも出来る
- (4) 緊急の際直ちに作業出来る
- (5) 清浄容量が一般に大きい
- (6) 油の比重が等しい不純物を除去出来る
- (7) 常温で操作するから水分が溶け込みにくい
- (8) 遠心分離、如く空氣を吸収しない

(B) 遠心分離器、利あり

- (1) 濾紙、如く消耗品である
 - (2) 水分、不純物等、多量に含んだ油に、效果大である
 - (3) 濾紙を取替へる如く手数が省ける
 - (4) 濾紙を離脱する如く繊維、混入しない
- 何れも連続的に油を循環し、且、変圧器を運転したまゝ、油を清浄にすることが得る。然し極く微細な不純物、酸等、除去し、何れも完全ではない。

次にこの両器を用いて同一の油を清浄した実験値を示す表がある、如きである。この表で見ると含有空氣、量、何れも清浄前より増加し遠心分離器の方が著しい。水分、何れも減じ、遠心分離器の方が著しい。即ち水分を除去し、絶縁耐力を増加するに遠心分離器の方が勝る。空氣を余り吸収せず従つて油の酸化、機会を減ずるに濾過器の方が勝つてゐる。然し、何れにせよ、二つの利、形に於て存する程微小な水分や不純物の除

去、完全ヲ期シ難イト云ハレテアル。コノ異兩者共今後大
イニ改善ノ余地アリト云ハ、ネバナシキ。

第3表

油処理状態		油100gr中=含メル、空気量 (c.c.) (0°C. 760mm. Hg.)	含有水分 (%)	絶縁耐力(KV) (向階、2.5mm)
原 油		9.37	0.0039	39.4
遠心分離器=テ	一回	9.92	0.0034	55.5
	二回	10.60	0.0033	64.7
濾過器=テ	一回	9.49	0.0036	46.9
	二回	9.48	0.0035	51.8

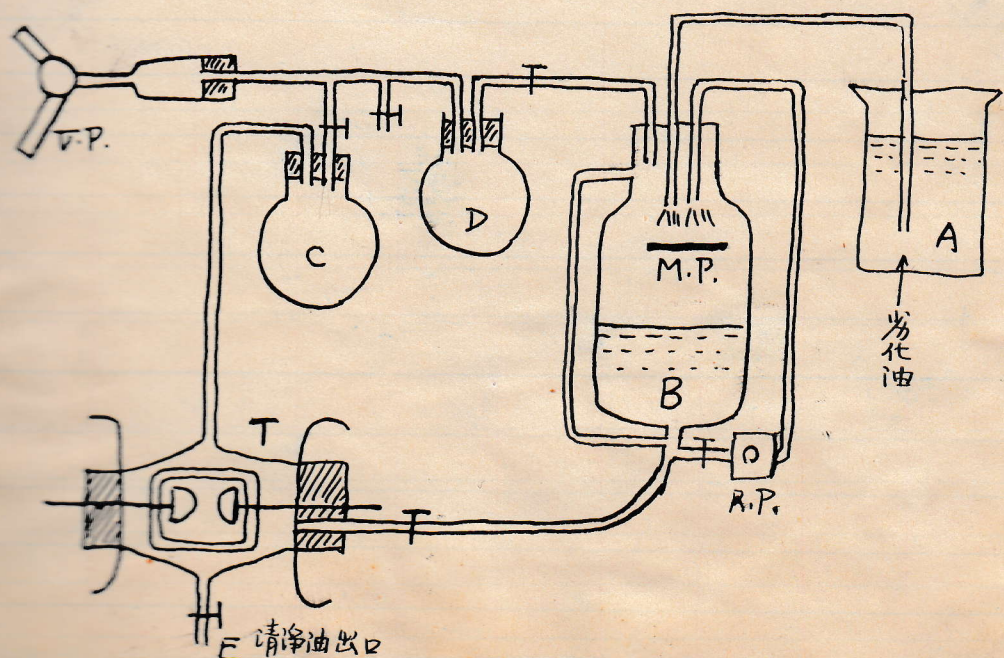
(3) 其、他、機械的方法

以上述べた清浄法、他ニ機械的ニ乾燥又ハ清浄ヲ行フ
方法、幾多考案ノ發表ヲ見タカ、ソノ中、ニニテ挙ゲルト次、
如キモノデアル。

(1) 真空中テ板ニ衝突・サセル法

之ハ拙チテ考案サレタモノヲ工業的ニ大容量ノ油ヲ処
理シ得ル望ミガアルト云ハレテアル。油中ニ溶解シテアル空気ヲ
エマルジョレ、ノ形ニナラセタル水分ハ、温ム、上昇ト共ニ溶解ス。
カ増スカ、温ムヲ上ゲタリ、濾過シタリスル清浄法デハ、ノ
除去ハ困難デアル。之等ヲ脱除スルタメニ考ヘラレタノガ即
チ本法デアル。オノ回ハ、装置ヲ劣化原油ヲ容器A

第11図



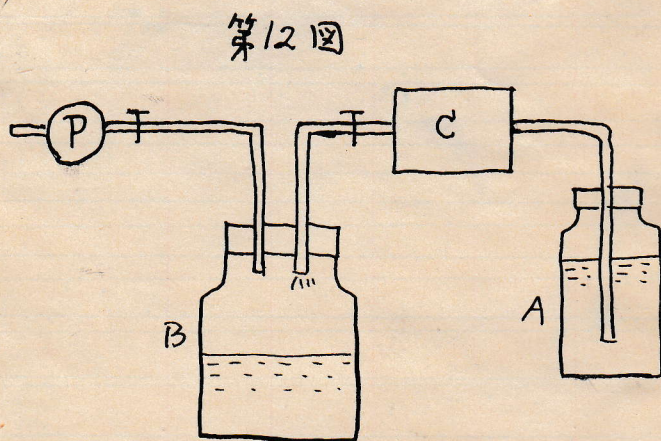
中 100°C 位・熱心、直径 0.9mm 、細管を通じ真空度 $2\sim 4\text{mm.Hg}$ 、金属製容器B=圧入し、油を金属板M.P.=衝突させしB中へ清浄油が湧る。更に回転せし R.P. を何回も油を繰返して清浄を得。実験結果最初、一回、衝突せず絶縁耐力 7.0KV/mm 、汚換油が 17.2KV/mm 、清浄油トワタトえられし。尚Tへ絶縁破壊試験器、V.P.=真空ホド 2° 、C.D.=乾燥器ヲアル。E=油1取出口ヲアル。

(2) 真空中で攪拌スル法

之、 $3\sim 5\text{mm.Hg}$ 、真空容器中=適量、劣化油ヲ入レオキ、410、フロベ3型、刃板ヲ回転セテ烈ク攪拌スルモ、3"回転数ヲ適当ニ換へバ15分位ニ絶縁耐力、殆ど一定値ニ達スル。2、装置モ(1)同様=水分、溶解空気ヲ全ク劣化油ヲ清浄スルニヨリ成リアル。実験=コルト絶縁耐力 7.0KV/mm 、劣化油が15分位ニ 18.0KV/mm =清浄セリ。

(3) 硝子沈過器を通じ真空中=吸出サセル法

第12圖、如クテ(1)ト類似、モリアル。清浄スル汚換油ヲA=入レオク。B=真空ホド 2° Pヲ真空ニスレバA中、油ハ硝子沈過器Cヲ通じB中=流入シ、吸出スルヲアル。B中=入ル油ハCヲ通過スルキツ、中=含メル不純物、水分が除去セリB中=清化油が湧ルアル。A中、劣油ハ 80°C 位=加



熱スルカ適當アル。実験、結果 7.0KV/mm 、劣化油が 18.4KV/mm 、絶縁耐力、モトワタ。

其他水硝子ヲ用フル法ヤ珪藻土ヲ用フル法等、考察モアモ何モ實現セテハナイ。

(9) 其他、化学的方法

3

前 = 述ベタ以外、考案、ニミヲ舉ゲルト次、如クデアル。

(1) 炭化水素瓦斯又ハ ベレゼン ヲ油中ニ混和シテ蒸発セル法

水分、含有シタ劣化油中ニ精製油ト同等、絶縁耐力ヲ有スル揮発性、炭化水素瓦斯ヲ泡出混和スル。之ヲ大氣中ニ $120 \sim 150^\circ\text{C}$ ニ熱スルコト等、劇烈ニ蒸発シタ油含有カハ水分溶解瓦斯モ之ト共ニ蒸発除去サレル。炭化水素瓦斯ノ代リニ油、10% 容量、ベレゼン ナモ同様デアル。

(2) 活性炭素黑ヲ加ヘテ攪拌スル法

活性炭素黑ヲ石油、精製ニ利用スルニ古ク行ハレ居ルコトデアル。之ハ浮遊油中ニ γ 0.1% 重量位、良質ニ乾火素ニ活性炭素ヲ混和シテ攪拌シテ同量、 γ 30% 攪拌スル炭素黑、油中ノ水分、不純物ヲ吸着シテ沈下スル。コノ上澄油ヲトハシ清浄油デアル。炭素、スズツク、除去ニ頗ル有效ニ 25°C 位、低温ニ油、1% 重量位ニ炭素カミト発表セラレタル。実験結果ニヨリテ絶縁耐力 26.4 KV/mm 、劣化油カ 36.5 KV/mm ニ清浄サレタ。

(3) ニトロベレゼンヲ加ヘテ衝突セル法

劣化油ニ等量、ニトロベレゼンヲ加ヘ約 50°C ニ熱シ溶テ後漸次冷却スルニ從ヒ、不純物ハ次第ニ析出母液中ニ懸垂スル。之ヲ 20°C 下ニ回転ホヅヲ強圧ニシテ障碍物ニ劇烈ニ衝突セセ之ヲ反覆スルニ析出物ハ母液ノ表面ニ浮ツカラ採取スルコトガ出来ル。

之ヲ何モ實用ニ供セザレタナキ。

(10) 電氣的方法

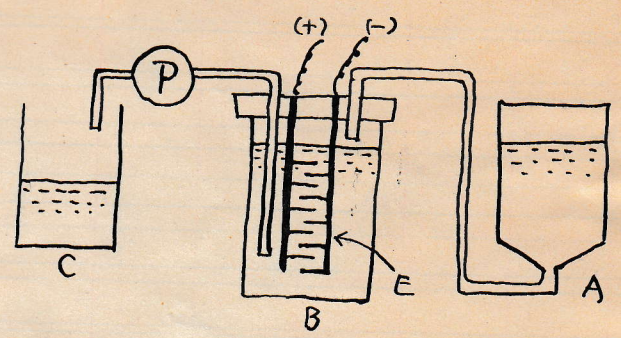
ニ述ベルニモ、最モ新イ方法デアルカ何モ實用ノ域ニ達シタ居ナキ。今後研究ハ大ニ期待サレタ。電氣的材料ノ処理ニ電氣的、清浄法ヲ採用スルコトハ非常ニ有意義ノ事デアリ。且興味深イヲデアルト思フ。

(1) 強電界中ヲ通過セル法

前同、如ク Aハ劣化油カ入リアリ、Bハ清浄器、Eハ強電界電極、Cハ油容器、Pハホヅヲデアル。Bニ原油

ヲ入ルテ電極ニ
550V以上ノ電圧
ヲ印加スルニ電氣
收塵ノ原理ニ
リ水ノ、不純物
等、如キ油ノ、該
電率異ナルハ
電極ニ附着スル。

第13圖

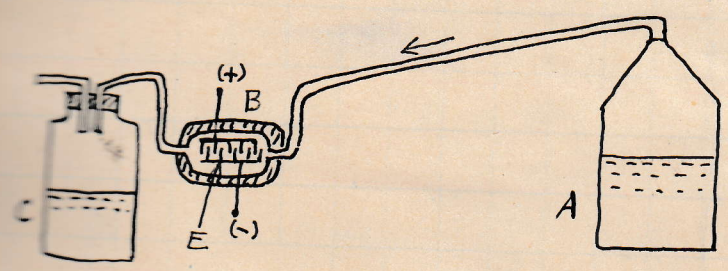


ホレ² Pニ絶エス油ヲ循環セルニ去来ル。

(2) 蒸溜²電界中ヲ通過セル法

才14圖ノ如クA、蒸溜器、B、清浄器、E、電極、C
ハ油容器デアル。先ツAニ原油ヲ加熱スルニ揮発物
ヲ残シ油ハ蒸発シ、空氣冷却ニ²管中ヲ通ル中ニ凝結

第14圖



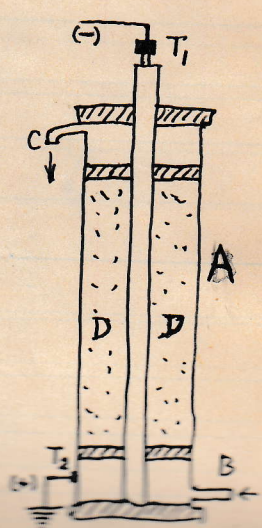
液化シ清浄器B
ニ入ル。ニ²電極
Eノ狭イ通路ヲ通ル
中水、他ノ不純物、
ナ²除去ナ²Cニ
清浄油カ²滴ル。E
ニ²直流電圧550V

以上ヲ徐々ニ高シテ印加スル。實驗、結果一例ヲ舉
ゲント一回ノ操作ニ²ノ絶縁抵抗、 $1 \times 10^{10} \Omega / \text{cc}$ 、數
回ノ後、 $9.1 \times 10^{10} \Omega / \text{cc}$ ニ達シタ。

(3) 纖維物質、充滿²強電界中ヲ通過セル法

才15圖ノ如キ² (1)、(2)ト今様
電氣收塵法、應用セルニ²アル。A、
ハ全係² Bハ油ノ入口、Cハ²出口、T₁、
T₂ハ電極、Dハ充²纖維²アル。ホ
レ²ヲ油ヲBニ送リ、Cニ出ルニ、
清浄ニ²アル。纖維ト²脱脂
綿ヲ用²。印加電圧ハ10KV附近
ヲ用²ル。電圧高、脱脂綿多、且
油ノ通過速、小ニ²清浄²
ニ²アル。實驗結果ニ²絶
縁耐²力 $15 \times 10^{10} \Omega / \text{cc}$ 、 $20 \times 10^{10} \Omega / \text{cc}$ 、 $25 \times 10^{10} \Omega / \text{cc}$

第15圖

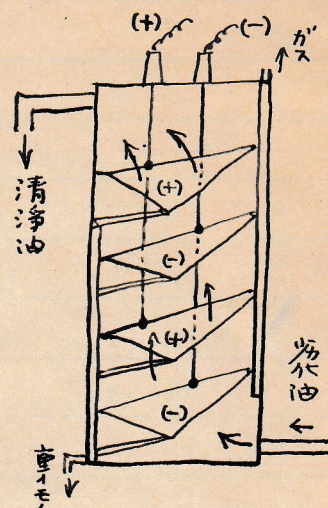


1 劣化油が夫々 40.9; 45.4; 58.2; 47.5 KV = +ワタ。コ、装置ハ微粒子不純物、除去ニ、頗ル有効ナルカ、油、腐蝕ヲ除、コトが出来タ。又本装置ニ、濾過器ヲ直列ニ用フルト非常ヨイサウテアル。

(4) 錐狀電極中ヲ通過セル法

円塔容巻中ニ金属製円錐形、電極ヲ数個縦ニ設ケルコトヲ16図ノ如クシ、交互ニ異種ノ直流電位ヲ与ヘル。又ノ如ク油ヲ送ルハ油中不純物中重キモノハ円錐底部ニ溜ワチ、又輕キモノハ右上ヨリ弁ヲ通ツテ何レモ外ニ除去サレル。

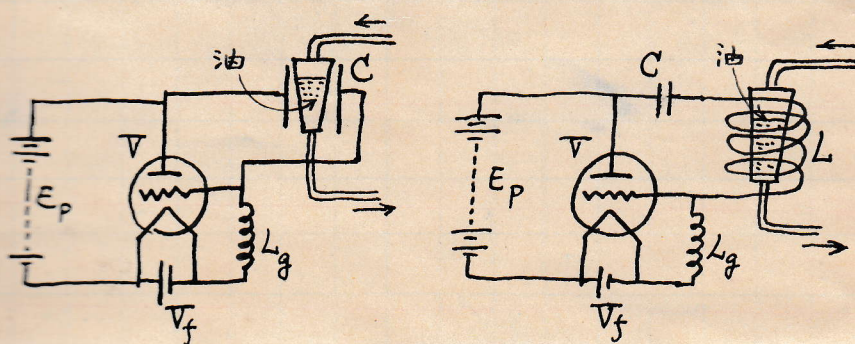
第16図



(5) 高周波電源ヲ利用スル法

之ノ図ノ如キ配線ヲ三極真空管ヲ用ヒテ 3×10^6 サイクルノ高周波電流ヲ作り、ソノ高周波電界中ニ劣化油ヲ通過セル法ヲ、空氣、水分等、如ク揮発分多キ劣化油ハ割合ガヨイ。油ハ容量中ニモ イオン化 中ニデモヨク、又 共振 中ニ順次送り得。

第17図



(6) 電気泳動ニヨル法

之ニ電気滲透ヲ応用シテモ、劣化油中ニ電極ヲ入レテ直流電圧ヲ加ヘ、油中ニ懸濁セラル水分、ソ、他不純物ハ一方ノ電極ニ移動シ、且ソコニ放電シテ下方ニ沈積スルカ、分離スルコトが出来ル。之ニ隔膜ヲ用ヒテ劣化油ト清浄油トヲ區別スル。

此ニモ、何レモ実用化セテタ。

此ニ上述バツ如ク、劣化油、清浄ニ、種々ノ方法ガ考察

又実行されれば何れも一長一短がアル。免し。然し中
途迄は遠心分離法ト。最も云々、実用化サレ。ソノ結果カヲ見
て先づ推奨し得ルモノがアル。信スル。如何ニ小サナ変電
所ニテサトモ絶縁油ヲ使用シ居ル限り、次送器位ノ設
備ナクハ先づナシト云フテモ過言ナシ。遠心分離器ノミ
ノ所ニアルが両器ヲ併用シテアル処モ多クアル。2ノ兩者ノ
設備アル処ニハソノ使用者ニ別アル者。前者がアルハ後
者ノ便利ナト云フアルが結局、次送器が優ツアルゾ
ハナクナラウカ。

尚加熱、真空中、脱水剤、酸性白土等ニアル方法
又ハ等ヲ併用シテ方法モ種々利用サレテアルが到底前ニ
者ノ敵ナシ。殊ニ酸性白土ニアル以外、極初期
期、劣化油即チ含湿程度、油ニ限ツテ利用サル
姑息ナモノアル。

ソレガ劣化油等、現場ニハ送断器油ハ一年ニ
一回、他ハ一回位定期ニ清浄スルサリアル。而シ変圧
器ガ絶縁耐カ^(2.5mm間隙ニ)カ25KV以下ニナリ限リ清浄モズ
ハ運轉ヲ續テ居ル処ガ大部分アル。既に二十年以
上経テアルモノアル。コノ其稍々無責任ノ様ナ氣モスルガ當
利会社トシテ止ムヲ得マイ。

又以上如ク種々、清浄法ガアルソレ等、良否ヲ比較スル
為ニ今一ノ試料劣化油ニツイテソレ等、実験ヲ行ヒ得タ結
果批判致シタイトハ山々ナリモ、調査報告、悲シサアルモ出
来ズ。又ソレニ關スル材料ノ入手出来ナキト、誠ニ残念至
極ナル。

Ⅵ 劣化油ノ再生法

長年月機油ニ使用シテ再三角四前述ノ清浄法ヲ繰返シテモ
是ハ次送器ト遠心分離器等ニアル処理ノ法ニ到底
使ハ堪ハスナ。カノ如キ極劣ノ劣化油ハ水分、酸、スラカ
微粒炭素等ヲ甚クシ多量ニ含有シ、粘大ク絶縁耐カ
極ク低下シ、且黒褐色ヲ呈シ居ル。實際問題トシテ以前ニ
ハ変圧器油、同用器油ハ漸次之ヲ低圧用ノ器ニ移シテ使用
シ、最後ニ之ヲ廢棄スルノガ常アル。廢棄ト云フモノ本材

取扱 = 添えてセテ 付屬劑位 2.1. 2.7 までナル。

又、極少ノ劣化油、如何ニシテ之ヲ角生法ノ状態ニ回復
セラル。又、之ヲ如何ニシテ有效ニ利用スルカト云フコトハ 經濟上
非常ニ重要問題、一ツト云ハナサヌ。殊ニ石油ノ産額少ナキ
日本ニ於テヤナル。考究ノ余地、充テラル内 題ナルト共ニ
又興味ナル内 題ナル。近時種々研究ノ結果絶縁油
ノ精製法カ、ソレニ劣化油ノ角生法トシテ採用セラル。又廢油
ノ フラスコ カ リル = 轉化スル方法モ種々考究セラル状
態ナル。本節ニハ 專ラ 前者ノ角生法ニツイテ述ベタイト思フ。
電力電灯、電鉄等大会社中ニハ、之等廢油ニ等シ劣化油
ノ処理ニツキ、リナカス 題ヲ出マレ、ソノ結果相当大規模
ノ角生法ヲ施行セテ居ル処モアル。

猶、角生法トシテ、如何ナル方法カアルカト云フ。先ツ前ニモ
述ベタ精製法ヲ挙ゲナサヌ。ソノ他種ノ方法ヲ最後
ニ述ベタイト思フ。

[1] 硫酸、苛性曹達、酸性白土等ニヨル方法

之ハ、精油工場ニ於テ 変圧器油材 (現場ニハ トリス
材ト云フ) ヲ精製シ絶縁油トナス方法ヲソノメ、利用
スルモナリ。コノ方法ハ

- (1) 硫酸洗ヒ
- (2) 曹達洗ヒ
- (3) 湯洗ヒ
- (4) 酸性白土洗ヒ
- (5) 洗濯

ノ五段階ヲ成ワサレモナリ。第 18 回ハ、ソノ説明圖
ヲ同中 P. ホレ、T、タ、F、洗濯器' ナリ。以下
下ニ逐ツテソノ概略ヲ説明セテ見ヤウ。

(1) 硫酸洗ヒ

先ツ劣化油ハ ホレ タ T = 導カレリ。コノ
最初水切リ硫酸トシ硫酸ヲ油ノ 3% 重量位混
入シ空氣攪拌ニ攪拌後數時々静置スルト T
下ニ泥状ノ真黒トモカ沈下スルガ之ヲ T = 除去
ス。次ニ本硫酸ヲ 10% 重量位入シ前ト同様
攪拌後一晝夜静置シ沈澱物ヲ角除去スル。水
切リ硫酸及ビ本硫酸ト云フモ之ハ、何モ 90% 位

、工業用濃硫酸ヲ前者、主トシ油中ノ水ヲ脱除シ、後者、油中ノスラフ、酸ヲ化学的ニ「ロイト」状トシ沈下セルモノナル。加ヘル濃硫酸ノ量ハ、油ノ状態ニ多少異ナル。尚 T_5 ニ除去スルモノ、ヒツク状ノモノニ固化スルガ利用法トナリ、之ガ本質生油中ノ主ナル廃棄物ナル。

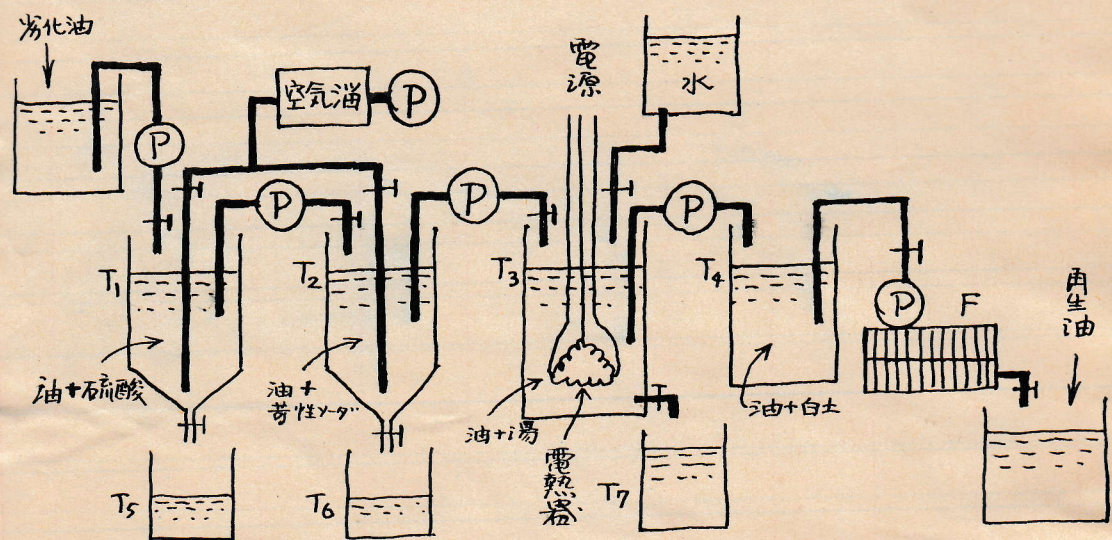
(2) 苛性曹達洗ヒ

T_1 ニ硫酸洗ヒセタ油ハ、スラフ、塵埃等除去セリガ猛烈ニ酸性ヲ呈スルカ、之ヲ T_2 ニ移シ比重1.1ノ苛性曹達水溶液ヲ油中中性ニナシテ加ヘル。ソノ量、油ニ2リ異ルガ大体油1%容量位ナル。中和ヲ知ルニ「リマス」試験紙ニシテ。空氣攪拌後一時内位ナ下ヲ湯中中性塩(主トシ硫酸曹達)ヲ T_6 ニ除去スル。

(3) 湯洗ヒ

T_2 ニ中和セタ油ハ、 T_3 ニ移セル。然レ塩又、過シ、苛性曹達ガ含マレキルカ、之ヲ湯洗ヒナスル。即チ油ト同量ノ水ヲ入リ電熱器ヲ加熱シ沸騰セル。

第18圖



騰セル。温度ハ、 200°C 以上ニナリ。沸騰中ハ、水ト油トハ、劇然ト二層ニナリキルガ沸騰スルヲ混合シ、湯中ノ「リマス」試験紙ガ湯中ニトケ込メテ加熱ヲ止メテ靜

スル。Yにテ表面に浮游スル石礫様ノモノヲ掬ヒ取リ、
器底ニ溜ッタアルカリ性ノ湯ヲT₇ニ除去スル。又水ヲ
加ヘ加熱シテ今ニ操作ヲニ晝夜位行フト約10回位
2) 操作ヲ繰返ストカ出来ル。之ヲ最後ニ上層ニ
静止シタ油ハ相当清浄化カルヲ知テ水ヲハ絶縁耐
力ヲ30KV以上アルカ、色ハニカ褐色ヲ呈シテ可ル。

(4) 酸性白土洗ヒ

T₃ノ上層ノ油ヲT₄ニ移ス。余リ下ヲモ、サトル水含ヲ
含シテ可ル。2) 中ニ凡ソ3%重量ノ酸性白土ヲ加ヘテ之ヲ
混合スル油中ニ含シテ可ル不純物及ヒ色素ハ全ク
白土ニ吸收カレルカラ之ヲ2)ニ一晝夜放置シテオト
黒色化シタ泥状ノ白土ハ底部ニ沈シ、上層ノ油トハ
層ヲ分ル。油ハ澄澄ニ淡黄色ヲ呈シテ可ル。尚
黒イ白土ハヒコク状ヲ呈シ固化スル。之ニ水ニ洗
ヘバ元ノ白土ニ回復スルヲ知テ可ル。

(5) 濾過

T₄ノ清澄油ヲ油濾器([6])ノモ、チアルヲ濾過
スル。濾過器ハ濾紙5枚20段位ノモ、チアル。
普通一回濾過スル間ニ合フサリテアル。

カテ上ノ如ク數段ノ過程ヲ經テ油濾過器ヲ出ガ
ルモノハ立派ト角生油ヲ新油ノ如キ状態ヲ呈シ、酸
價、粘度、比重、引火臭、凝固臭、絶縁耐力、如キモノ
ハ何レモ新油ト殆ト同シタト云ハルヲ可ル。但シ引火
臭ハ10°C位低下スルサウチアルカ之ハ相当我慢カ出来
ル思フ。考代油ト角生油ト2ツ行ノ實驗結果、入ヲ出
来又2ツ物足りナイ。何レニセヨ、廢油同様ノ考代油カ
新油同様ノ良油ニ角生カレルコトハ絶縁用鉱油ニ就
テ一新紀元ヲ創スモノト云ハルヲ又。然レ2)方法
ハ相当ノ設備ヲ要シ、作業モ複雑ナルカ熟練ヲ
必要トシ、且少量ノ考代油ノ角生ニハ經濟上引合ハ
ナシトハ確實ナル。サレバ2)方法ハ大容量ノ油ヲ取
扱フ電力電灯会社等ニ限ツテ採用カレテ方法ヲ発電
電所等ニ之設置スルコトハ一寸不可能ナルヲ知テ可ル。

[2] 其他方法

以上、外各地に於て石油、角生法が案出せられた。ソノ三が次、如き事アルが、何れも研究、或は脱した事、ナシ。

(1) 浓状'無水'亞硫酸 3 用 70% 法

之ハ エチレン 又 法ト称シ最近考案ナルヲ「絶縁油」精製方法トシテ逐次発表シタル。之ヲ苛性油ノ角生ニ利用シテハ本法ヲアル。即チ苛性油中ニ 20~50% 容量ノ液化シテ無水亜硫酸 SO_2 ヲ投入シ、15~30分位攪拌スルト、液化無水亜硫酸ハ油中ノ水分ヲトツテ亜硫酸又ハ硫酸トナシ、又ヤ、他ノ不純物ヲ脱取シテ釜底ニ油ノ層ヲナシテ沈下スル。又上澄ノ油ヲ取出シテ 100°C ナリ1時分位熱シテ残留ノ液化無水亜硫酸ヲ蒸發セラルヲアル。尚無水亜硫酸ハ -10°C ナリ液化スルカヨ前記ノ処理ハ、 10°C 以下ノ温度ヲ行ハネバナラズ。又無水亜硫酸ハ有毒ナル故取扱ヒニハ注意ヲ要ス。

(2) ニッケル / 觸媒が水素及斯ヲ泡出せる法

之ハニツセルヲ融媒トシ、木素瓦斯ヲ断続的ニ30時分位泡出セルヲアル。尚、1度後、次過シ、且真空中ヲ 100°C ニ保ツテ3時分位加熱スルニ更ニ21ト云ルヲ得ル。実験ニ由リ只1度ニ真空中ヲ加熱シタリ、21油ノ絶縁耐力ハ 23.8KV/mm ヲアルカ。本法ニ由リタモ、1度ニ真空中ヲ加熱シタリ、 30.4KV/mm ヲアルト云フ。

以上、如ク 高化油、再生ハ重要ナルカ 実行ニハ困難ナキ
ト易イニテアル。然レ 結局、(1)、硫酸、苛性 曹達、酸性
白土 等ニヨル 再生法、(2) 生ツル 良法ハ ナクアル。前ニ
云ツタヤニ コノ方法ハ 相当大仕カ、設備ト 熟練ヲ 必要トシ、
且 大量、油、処理ヲ 得策トスル 關係カ 余リ 実施セザレ
トガ 欠点ナル。

VII 結 論

以上、如ク長ク述ベ立ヲタカ 結局本文ハ次ノ數項

- 4
- (1) 現在、所、鉱油、実用的価値は唯一、液体絶縁物である。
 - (2) 鉱油、劣化、スルト、使用者、トツ、実、重大、問題は、ソ、対策、種々、腐心、セラル。
 - (3) 劣化、主要原因、温度、上昇、空气中、酸素、接触、金属、接触、セラル。
 - (4) 劣化、判定法、トセ、種々、アルが、絶縁耐力、測、ル方法、最も、勝、専、利用、セラル。
 - (5) 劣化、防止法、トセ、機器、= フーリカー、コレクター、ヲ、附設、又、捲線、銅、= リターフ、ヲ、捲、ク方法、が、今日、広、ク、応用、セラル。
 - (6) 劣化油、清浄法、トセ、油、沈、過、器、が、最も、勝、之、ニ、亞、イ、遠、心、分離器、が、利用、セ、ツ、アル、現状、デ、アル。
 - (7) 劣化油、再生法、トセ、現今、行、ハ、レ、ル、鉱油、精製法、ヲ、ソ、マ、利用、セ、硫酸、洗、セ、曹達、洗、セ、白土、洗、セ、及、ビ、沈、過、ノ、過程、が、最も、有効、デ、アル。

前、ニ、述、ベ、タ、が、本文、一、調査報告、デ、アル。既往、幾多、ノ、文献、ヲ、調べ、或、ハ、現場、ヲ、見、聞、セ、タ、コト、等、ヲ、綜合、シ、之、ニ、若干、ノ、是非、善、惡、ノ、批判、ヲ、加、ヘ、タ、モ、一、過、キ、ナ、イ。然、レ、現在、鉱油、ニ、関、ス、ル、研究、ハ、頗、ル、盛、ニ、テ、日、進、月、歩、何、時、如、何、ナル、名、案、が、発表、サ、レ、実用、ニ、供、サ、ル、カ、モ、知、ラ、ナ、イ。ソ、ノ、脱、ハ、コ、ノ、文、モ、一、片、ノ、反、故、ニ、帰、ス、ト、セ、ア、ラ、ウ、が、ソ、レ、ハ、鉱油、ノ、将来、ニ、トツ、誠、ニ、慶、賀、ス、ベ、キ、コト、デ、アル。才、一、前、ニ、述、ベ、タ、が、鉱油、ヲ、唯一、ノ、液体、絶縁物、ト、セ、費用、ス、ル、限、リ、ソ、ノ、劣化、ニ、ツ、イ、テ、深、甚、ノ、対策、ヲ、講、ズ、ル、ト、ハ、必然、的、ニ、重要、デ、アリ、且、本、節、ノ、冒、頭、述、ベ、タ、如、キ、最も、勝、セ、タ、ト、判断、ス、ベ、キ、劣化、ノ、判定法、防止法、及、ビ、劣化油、ノ、清浄法、再生法、ト、雖、ハ、ド、モ、何、レ、モ、満足、サ、セ、テ、アル、ト、ハ、無論、信、セ、ラ、ナ、イ。寧、ロ、多、忙、ト、當、利、会、社、ノ、現場、等、ニ、於、テ、ハ、マ、ダ、マ、ダ、時、間、モ、労、力、モ、維持、費、モ、カ、リ、過、ギ、ル、化、費、が、アル。尚、モ、ツ、ト、モ、ツ、ト、勝、セ、タ、良、方、法、ノ、出現、ヲ、待、望、ス、ル、コト、久、シ、キ、現、状、デ、アル。

今日、石油、ノ、産、額、莫、ク、ナ、リ、我、国、ニ、於、テ、ハ、自、給、自、足、ノ、立場、ニ、立、テ、見、ル、ニ、固、定、品、獎勵、ノ、目、地、ニ、立、テ、又、其、ノ、米、穀、等、石

油ノ輸入絶エルカ如キ場合ヲ考ヘルト 劣化油ノ清浄及ビ再生
 ヲ正確且有效ニ行ワズ 廃油ヲ最小限度ニ止ムルコトハ絶
 对的ニ必要ナル。サレバ 愛國ノ精神ニ立脚シテ 鉱油ノ喰
 伸ニ及ビ節約ニ深甚ノ考慮ヲ拂ヒ、最大ノ努力ヲ加スコトハ之
 吾人ノ等ニ心掛ケネバナラズ 矣ナル。

二ニ注目シテレバ ナラズ 矣、 鉱油ノ一大欠點タル可燃
 性ヲ以テ 鉱油ニ見切りヲツケ、予ヲ一転シテ他ノ可燃性
 液体絶縁物ノ研究ニ没頭シテキルモノカ相当ナル。即チ
 不燃性ヲ絶縁耐カニ富ミ、尙廉價ニ液体ノ出現ヲ待
 望ス。且急務ナラズ。欧米諸國 既ニ 変圧器用ニテ 塩
 化有機化合物ガ実用ニ供サレニ至リタト報じラル。蓋
 シ多年唯一ノ液体絶縁物トシテ 斯界ニ君臨シ、且重大ノ
 任務ヲ果シ、来テ 鉱油ニ対シ、心私カニ 哀惜ノ念ヲ禁じ得
 ナリカ一面又ニ上ニキ 愉快ナトナラント思フ。カル液体絶
 縁物トシテ、モノクロ、フタル、ヒキール、四塩化アセレン、四
塩化エチレン、四臭化アセレン、四塩化炭素等ガ研究サレ
 テル。

一才遮断器ナモ遮断時又ハ容量等、不満ヨリ油
 入遮断器ノ研究、歐洲大陸諸國、停滞ノ有様ヲ、兩三年
 ノ研究、油不要ノ水遮断器、空氣消型遮断器、膨脹
 遮断器等ニ向テラル。殊ニ前二者、如キハ容量ニ於テ
 モ数量ニ於テモ 共ニ 油入遮断器ト対立シテ製作サレ、
 供給サレタル。我が國デモ逐次製作サレ、アル現状ナ
 ル。コニ於テモ 鉱油ノ前途ニ一抹ノ悲哀ヲ投ズル
 モナラズナラハネバナラズ。

カクシテ多年液体絶縁物ノ王座ヲ誇ツテ来タ 鉱油ノ 変
 圧器ヤ遮断器ニ見棄テサレ、一變シテ 斯界ガ全ク 駆逐サレ
 トモ遠キ将来ヲハアルマイト 予言シタイナラナル。現今科学
 ノ進歩ハ目覺マシモノナル。精華科学、世ノ中ナリ。カク
 モ盛ニ研究サレ、アル 鉱油ニ 関スル 絶エモ 軀ヲハアリシ
 昔ノ物語ル一片ノ歴史トナリ、過去ノ問題トナツテ 後世ニ残
 ルニ 過ギタイナラズ。即チ 鉱油ノ 失業スルナラズ。他ノ液
 体絶縁物ノ出現ハ 鉱油ニトツテハ 一大脅威ナルト云ハ
 バナラズ、ソウシレバ 劣化ノ研究、如キハ 最早ノ問題ヲナラズ
 ヲ。然レ 永久ニ完全ヲ維持スルモノハ、世ノ中ニハ 絶対ニ

ナリ。如何ナル完全ナ絶縁物ヲモ時ト共ニ劣化スルコトハ絶
對ニ免レナイ。金油トヲモソノ劣化ハ避ケルコトノ出来ヌコトヲ
ル。只ナルタケ劣化ヲ最小限度ニ止ル。劣化シタモノヲ日ニ
回復スレバヨイナリ。欲シク限リガナリ。若干ノ欠陥コソアレ。
唯一ノ液体絶縁物トシテ重要視シテナル今日、ソノ研究モ亦
等閑ニ付スベキモナリ。片輪ナカクモ満足ノ行クマデ育テ上
ル大ニソノ力ニ頼ルコトハ目下、吾人ノ義務ナリト深ク信
ズル次第ナリ。

終リニ辱シテ本文ヲ草スルニ際シ、終始種々御配
慮ヲ煩ハレ。且御高教ノ栄ヲ見易ハレ

逓信省電気試験所第三部技師六角英通氏

同

技手相川孝雄氏

東京市電気研究所技師

沼倉秀穂氏

日本大学工学部教授

大山松次郎氏

同

宇都宮俊彦氏

同

(本論文担当) 稲田金次郎氏

御厚恩ヲ謹シテ銘記シ、併セテ本文材料蒐集ニ当リ、
見学又ハ圖書閲覧ニ種々御便宜ヲ下サレ

東京電灯株式会社川崎第一、淀橋、目黒、田端、亀戸ノ
各変電所

日本電力株式会社東京火力発電所

鬼怒川水電株式会社東京、尾久各変電所

鉄道省川崎発電所、上野、大久保変電所

逓信省電気試験所第三部及ヒテ五部実験室

小倉石油株式会社東京製油所

電気学会図書室

東京市電気研究所図書室

逓信省電気試験所第三部図書室

東京市駿河台図書館

日本大学工学部図書室

当局ノ人々、御援助ニ深ク感謝、意ヲ表スル次第ナリ。
尚本文ヲ草スルニ至ツタヒテハ、電気試験所第三部ニテ本年夏季
実習、節担当御指導下サレ前記六角技師及ヒ相川技手ニ
負ツタ頗ル多ク、加フルニ大山教授、絶大ナル御鞭撻ヲ忝
ナリトコトニ依リ得タルコトヲ特ニ此ニ記シテ謝意ヲ表ス

参考文献

本文、参考文献、次、如クデアル。各節ニヨリ分類ス。其、他、
処、モ、ハ、緒論、結論及ヒ、各節ニ引用セテアル。

[劣化、部]

- (1) 埜口寛太郎: "変圧器油の スワッチ 生成に就いて" オ-4.
昭和6年9月号 P438~440
- (2) 貞清玄亀: "現代の電気工業、絶縁物" 電学誌. 昭和
6年9月. P612
- (3) C. Janssen: "Über die Oxydation der Transformatorenöle"
Arch. f. Elek. 1930 Heft 5 S. 567~573
- (4) 茂貫隆: "絶縁油の研究" オ-4. 昭和7年7月. P. 359~360
- (5) L. S. Orstein, C. Janssen and C. Krygsman: "Über die Oxydat-
ion der Transformatorenöle" Arch. f. Elek. Juli 1933 5489~
496
- (6) 山田貞吉: "鉱油の酸化機構に関する研究" 工化. 雑.
昭和7年10月 P1165~1168
- (7) 水島、山田: "絶縁用鉱油の酸化に関する研究" 電試. 研.
報告. 才291号
- (8) E. Deckmann: "Deterioration für Transformatorenöle" Arch.
f. Elek. 1930. 20. P46~57

[判定法、部]

- (9) 沼倉秀穂: "誘電体の誘電体損及び誘電率に就いて"
電学誌. 昭和6年5月 P257~263
- (10) F. Foerster: "Die Messung der Durchschlagfestigkeit von
Isolieröle in Betrieb" E. T. Z. 27. März. 1930. S. 452~454
- (11) 片平、和久井: "電気絶縁油中の微量水分定量器"
日本実用新案. 148,714 昭和5年9月
- (12) W. H. Stoops: "Development of polar characteristics in
insulating oils" Physics 2, 1932. P322~328
- (13) 増田参一郎: "誘電体" 1-1 昭和六年冬. 講義
- (14) 福田義民: "電気材料" 1-1. 昭和七年冬. 講義
- (15) 大山松次郎: "高電圧工学" 1-1 昭和八年冬. 講義

[防止法、部]

- (16) F. Evers and Z. Angew: "変圧器油及び変圧器油の劣化防止"

老化の意味" 工.化.雑. 昭和6年9月. P205A

- (17) R.N. Evans and J.E. Davenport: "絶縁油中の酸化の電位的測定" 工.化.雑. 昭和6年5月 P104A
- (18) 日立製作所: "人絹用耐酸性変圧器の作り及給油" 日立評論. 昭和8年4月. P521~524
- (19) 山田貞吉: "油脂の酸化防止剤に関する三の実験" 工.化.雑. 昭和8年4月. P521~524
- (20) 山田貞吉: "変圧器の スラッジ に関する研究" 工.化.雑. 昭和5年8月. P926~929
- (21) リトル. シワル: "液体絶縁物" 日本特許 83,984 昭和6年1月.
- (22) 7327. I4. 73-7: "鉱油絶縁性能保存方法" 日本特許出願公告. 3354. 昭和7年8月
- (23) 中村: "石油炭化水素の酸化防止方法" 日本特許出願公告. 3522. 昭和7年8月
- (24) The Goodyear Tire & Rubber Co.: "Improvement in or Relating to Oxidizable organic Compounds" Brit. Pat. 352,652. July 1931
- (25) John Gray: "Improvement in and relating to arc Extinguishing Fluids" Brit. Pat. 355,145 Aug. 1931
- (26) John Gray: "Improvement in and relating to method of Purifying Oils" Brit. Pat. 345,708 Apr. 1931
- (27) The Goodyear Tire & Rubber Co.: "Improvement in or relating to Oxidizable organic Compounds" Brit. Pat. 347,916 2, 1931
- (28) H.A. Morton: "Mineral oil and Antioxidant agent and Process" U.S. Pat. 1,805,953, May, 1931
- (29) W.L. McCable and B. Mead: "Non-sludging and method of Making ~~of~~ the same" U.S. Pat. 1,857,761 May. 1931
- (30) Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft: "Procédé Pour empêcher le Vieillissement Prématuro de l'huile Siliuée dans des Appareils électriques" Fra. Pat. 707,822 Dec. 1930

- (31) W. B. Miegand : "Hydro-carbon oil Electrical insulation suitable for use in Transformer oils" U. S. Pat. 1,822,072 Sept. 1931
- (32) B. W. Story : "Inhibition of Sludge formation in Transformer oils" U. S. Pat. 1,841,070 Jan. 1932
[清浄法, 部]
- (33) 山崎真二 : "絶縁油清浄用濾紙仕様書に就て" 電気之友 昭和7年11月 P312~313
- (34) 武内勝秀 : "鉱油の絶縁性に就て" 日立評論 昭和7年4月. P463~468
- (35) 山崎真二 : "絶縁油の清浄問題に就て" 日立評論 昭和7年3月 P165~178
- (36) 清水国太郎 : "変圧器の保修に就て" 油4. 昭和7年10月 P532~535
- (37) 石居三郎 : "絶縁油の乳化と其の処理に就て" 油4. 昭和8年12月 P689~690
- (38) W. Boller : "Fortschritte in der Reinigung von Isolierölen" Schweig Elek. Apr. 1925 P179
- (39) A. Ketnath : "Die Entfernung von gelöstem Gas und Wasser aus Transformatorenöl mit technischen Mitteln" Arch. f. Elek. Apr. 1933 S. 254~264
- (40) W. B. Wiegand, C. R. Boggs and D. W. Kitchen : "Effect of Carbon black on Insulating oils" Ind. and Eng. Chem. 1931. No. 3. P273~276
- (41) 芝浦製作所 : "絶縁油浄化装置" 芝浦レビュー 昭和4年12月. P364, 382
- (42) A. E. G. : "Drying insulating oils by a simple cold process" A. E. G. Progress Vol 1933 No. 1. P16
- (43) 貞清玄庵, 岡本省三 : "絶縁油類の新清浄法に就て" 電学誌. 昭和8年7月 第540号 P570~579
- (44) L. H. Clark : "Process for Purifying Dielectric Liquids" U. S. Pat. 1,829,712 Oct. 1931
- (45) James G. Ford : "Purifying of used insulating oils" U. S. Pat. 1,946,641 Feb. 1930
- (46) J. M. Michal : "Method for Purifying Dielectric Liquids"

U.S. Pat. 1,841,754 Apr. 1932

46

- (47) D. Texier: "Oil purification by Vacuum Ultra filtration" Science abst. B. Dec. 1932. P709
- (48) 武内. 中宇: "油浄過装置" 日本実用新案 131,618
昭和4年4月
- (49) 堀岡. 菊地: "絶縁油の真空処理装置" 日本特許.
98,579 昭和7年12月
- (50) 吉村: "油浄過装置" 日本実用新案 160,066
昭和6年8月
- (51) 荒井源三郎: "静電式油清浄器, 電極"
日本実用新案出願公告 13,846 昭和6年11月
- (52) H. Baron: "Method of and means for separating Volatile Impurities from solid or liquid Hydrocarbons" Brit. Pat. 351,576 July 1931
- (53) A.E. William: "Insulating oils Renovation"
The Electrical review Jan. 1932 P78
- (54) 水田. 大野. 清水: "絶縁油処理法" 日本特許.
104,299 昭和8年12月
- (55) M. Vaclar Houser: "Oil saving system for large power station" Electrician July 1931 P89~90
- (56) K. Typke and Schaetz: "Treatment of insulating oils" Science abst. B. Dec. 1932 P709
- (57) 青木 鶴雄: "活性炭素" 昭和7年7月 P137~139
- (58) Electrician: "Handling treatment of insulating oils" Elect. may 1929 P552~553
- (59) The Atlantic Refining Co.: "Améliorations apportées aux huiles isolates" Fra. Pat. 729,425 Jan. 1932
[其, 他]
- (60) 小林久平: 石油及其工業 昭和8年6月
- (61) 広部. 小川. 久保: "変圧器油の絶縁特性に就て"
電. 試. 研. 報. 第50号
- (62) 渋谷. 小川. 鳥山: "東邦産変圧器油に就て"
電. 試. 研. 報. 第62号
- (63) 六角. 相川: "絶縁油の一般性状に就て"
電. 試. 研. 資料 第93号 昭和6年9月

- 4
- (64) 電気学会: 電気工学 ハンドブック 昭和3年8月
 - (65) 電機学校: 升編 電気機械才二編 昭和2年8月
 - (66) 小川若三郎: 電気材料の知言載
 - (67) 目戸 : 最新電気機械器具言式実験法
 - (68) 電気学会: 電気工学年報 昭和七年版
 - (69) 電気学会: 電気工学年報 昭和八年版
 - (70) 日立製作所型録 絶縁油の取扱方法に就て
 - (71) 同 日立変圧器油
 - (72) 同 日立油圧過機
 - (73) 同 日立遠心清浄機
 - (74) 芝浦製作所型録 油圧過機
 - (75) 三菱電機型録 三菱絶縁油
 - (76) 東京汙紙 型録 東洋京汙紙
 - (77) 長瀬商店型録 De Laval
 - (78) 日本電気工芸委員会: 変圧器油及油閉閉器油標準仕様書 昭和4年7月
 - (79) Peek: Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering 1920
 - (80) A. Bülteman: Dielektrisches Material Juni 1926
 - (81) 相川孝雄: "絶縁用石油の絶縁破壊試験方法に就て"
電試調報 才19号 大正14年10月
 - (82) 相川孝雄: "絶縁用石油の絶縁破壊に就て" 電試研報
才46号 昭和2年10月
 - (83) 六角相川: "絶縁用石油の絶縁破壊に於ける統計的研究"
電気学会 才八回大会講演予稿 昭和8年4月

夏季實習報告

實習先 東京市麹町區永田町二丁目
遞信省電氣試驗所第三部
實習期間 自昭和八年七月十七日
至 昭和八年八月二十六日
實習事項 絕緣用砵油、絕緣破壞試驗其他

內容目次

1.	實習先、概要	1頁
2.	實習、概況	2頁
3.	實習項目及日誌	3頁
4.	實習事項ヲ纏メタル論文	8頁
5.	記事	31頁
6.	經驗見聞事項及所感	32頁

昭和 8. 10. 16 提出

日本大学
工学部・電氣工学科・第三学年

谷本 秀二

I 實習先，概要

實習先，模様：就テ少ク述ベテ見ル。

① 實習先

東京市麹町区永田町二丁目

逓信省電気試験所第三部永田町分室

② 逓信省電気試験所

当所ハ一部ヨリ五部マデアツテ各ノ所在地及ビ分担研究事項ハ次ノ如クナル。

一部 (品川区下大崎町)；計器及ビ測定ニ関スル事項

二部 (今)；有線電信電話ニ関スル事項

四部 (今)；無線電信電話ニ関スル事項

五部 (今)；材料及ビ電気化学ニ関スル事項

三部 { 永田町分室 (麹町区永田町)
京橋分室 (京橋区本橋町)
芝浦分室 (芝区芝浦) } 強電流工学ニ関スル事項

③ 第三部

当部ハ以上三分室ニ分レテ次ノ研究ニ従事セラル。

(1) 研究事項 (前記)

(2) 研究項目選定ノ方針要項

1) 既成電気用品並ニ材料等ノ能率増進及ビ經濟的改善ニ関スル事項ノ研究

2) 危険防止即チ保安確保ニ関スル事項ノ研究

3) 電気ノ應用及ビ開拓ニ関スル事項ノ研究

(3) 研究ノ方法

1) 實驗的研究

2) 各種資料文献等ニヨリ全般的調査研究

(4) 職舎坪数並ニ研究ニ従事スル人員

總坪数 1970 坪

人員 164 (内部長1, 技師8)

(5) 係

1) 事務

2) 電力係 (強電流技術ノ研究並ニ受託試験)

3) 検査係 (通信用電力用品ノ検査)

4) 調査係 (強電流ノ技術ニ関スル調査)

(6) 電力係執務状況

- 1) 部長研究室 (電流変換器=関スル研究)
- 2) 笠井技師室 (避雷並=誘導障害防止=関スル研究)
- 3) 堀岡技師室 (配電並=配電用品=関スル研究)
- 4) 山内技師室 (電燈及照明=関スル研究)
- 5) 高橋技師室 (電力機器及材料=関スル研究)
- 6) 駒形技師室 (電気誘導=関スル研究)
- 7) 六角技師室 (誘電体及特別高圧=関スル研究)
- 8) 後藤技師室 (送電線=関スル研究)
- 9) 大山技師室 (屋内器具=関スル研究)
- 10) 各室共通事項 (障害・漏電防止; 標準制定; 受託試験)

(7) 検査係執務状況

通信用・電力用品・装置全部、購入試験

(8) 調査係執務状況

電力原價、文献、電気用品及材料、配給

II 實習、概況

實習期間	昭和8年7月17日より 今 8月26日まで
勤務時間	午前8時20分より午後4時まで (8月中、正午まで)
實習担当者	電気試験所技師 六角英通氏
直接指導者	今 技手 相川孝雄氏
助力者	今 試験員 小泉治右門氏 今 今 林次雄氏
實習事項	「電圧波形、絶縁耐力及ホス影響」=関スル小論文ヲ取纏メ得ル=足ル実験研究
実験方法	直接指導者相川技手、指導テ上記題目ヲ選定シ、相川技手ヲ主トシ、筆者及ヒ上記小泉・林両試験員ヲ従ヒテ実験シ記録ヲツツ。

此、間筆者ハ記録ヲトルヲ主トシ、砥油、破壊ヲ望遠鏡ヲ観測、電圧ノ上昇等ヲ行ツタ。別途小論文取纏メハ主トシテ相川技手、行ハルヲモテアル。

Ⅳ 實習項目及ビ日誌

實習項目ハ次ノ通りナル。(赤字ハ實習月日)

- | | | | |
|---------|----|------------------------------------|--|
| 8.7.17. | 1 | 高压實驗室、設備調査 | |
| 年 月 日 | 2 | 高压實驗室ニ於ケル研究事項、説明聴取 | |
| 7.18. | 3 | オ三種電線、 <u>コト</u> 電圧ニ於ケル絶縁試験 | |
| 7.19. | 4 | 絶縁油實驗室、設備調査 | |
| | 5 | 絶縁油實驗室ニ於ケル研究事項、説明聴取 | |
| | 6 | 実習中、絶縁油ニ關スル実験研究事項、指示 | |
| | 7 | 回路遮断器、働作調節 | |
| | 8 | 高压用水管抵抗器、製作 (前半) | |
| 7.20. | 9 | 全 上 (後半) | |
| | 10 | 高压用水管抵抗器、特性試験 | |
| | 11 | 油入有鉄心型線輪、特性試験 [甲] | |
| | 12 | 全 上 [乙] (オ一回) | |
| | 13 | 全 上 [丙] (オ一回) | |
| | 14 | <u>ネレ・ラフ</u> °ニヨル波高率測定装置、調査 | |
| | 15 | <u>ネレ・ラフ</u> °ニヨル波高率測定予備試験 [甲] | |
| | 16 | 全 上 [乙] | |
| 7.21. | 17 | 尖頭波電圧、発生装置、調査 | |
| | 18 | 波高率測定 —— 常時波; <u>ネレ・ラフ</u> ° (オ一回) | |
| | 19 | 全 上 —— 尖頭波; <u>ネレ・ラフ</u> ° (オ一回) | |
| 7.22. | 20 | <u>クライドノグラフ</u> ニ關スル調査 | |
| | 21 | 砵油、絶縁耐力試験器、調査 | |
| | 22 | 絶縁破壊試験 —— 試料A; 常時波 (オ一回) | |
| 7.24. | 23 | 全 上 —— 全 上 (オ二回) | |
| | 24 | 絶縁破壊試験器中、電極、清浄 | |
| | 25 | 砵油、真空 中 処理 | |
| 7.25. | 26 | 絶縁破壊試験 —— 試料A; 尖頭波 (オ一回) | |
| | 27 | 砵油、汰過 | |
| | 28 | 試料B、調製 | |
| | 29 | 砵油、振盪 | |
| 7.26. | 30 | 絶縁破壊試験 —— 試料A; 尖頭波 (オ二回) | |
| | 31 | 波高率測定 —— 尖頭波; <u>ネレ・ラフ</u> ° (オ一回) | |
| | 32 | 全 上 —— 常時波; <u>ネレ・ラフ</u> ° (オ一回) | |

- 33 油入有鉄心型線輪，調査
- 7.27. 34 絶縁破壊試験——試料B；常時波
- 35 波高率測定——常時波；ネオンランプ°（ $\alpha=3$ 回）
- 36 誘導電圧調整機，調査
- 7.28. 37 絶縁破壊試験——試料B；尖頭波（ $\alpha=1$ 回）
- 38 真空差=コル波高率測定装置，調査
- 39 波高率測定——尖頭波；真空管（ $\alpha=1$ 回）
- 7.29. 40 試料C，調製
- 41 絶縁破壊試験——試料C；常時波（ $\alpha=1$ 回）
- 42 波高率測定——常時波；真空管（ $\alpha=1$ 回）
- 43 電圧計，更正試験（ $\alpha=1$ 回）
- 7.31. 44 絶縁破壊試験——試料C；尖頭波
- 45 試験用変圧器，調査
- 46 回路遮断器，調査
- 8.1. 47 絶縁破壊試験——試料C；常時波（ $\alpha=1$ 回）
- 48 波高率測定——常時波；真空管（ $\alpha=1$ 回）
- 49 同上——尖頭波；真空管（ $\alpha=1$ 回）
- 50 電圧計，更正試験（ $\alpha=1$ 回）
- 51 試料D，調製
- 8.2. 52 絶縁破壊試験——試料D；常時波
- 53 試料E，調製
- 54 波高率測定——電源；ネオンランプ°（ $\alpha=1$ 回）
- 55 同上——常時波；ネオンランプ°（ $\alpha=4$ 回）
- 56 同上——尖頭波；ネオンランプ°（ $\alpha=3$ 回）
- 8.3. 57 絶縁破壊試験——試料E；常時波
- 58 波高率測定——電源；ネオンランプ°（ $\alpha=1$ 回）
- 59 同上——常時波；ネオンランプ°（ $\alpha=5$ 回）
- 60 同上——尖頭波；ネオンランプ°（ $\alpha=4$ 回）
- 61 ネオンランプ° 臭灯試験——電源（ $\alpha=1$ 回）
- 8.4. 62 絶縁破壊試験——試料E；尖頭波
- 63 ネオンランプ° 臭灯試験——電源（ $\alpha=1$ 回）
- 64 同上——常時波（ $\alpha=1$ 回）
- 65 同上——尖頭波（ $\alpha=1$ 回）
- 66 試料F，調製
- 8.5. 67 絶縁破壊試験——試料F；常時波

- 5
- 68 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才三回)
- 69 全 上 —— 常時波 (才一回)
- 70 全 上 —— 尖頭波 (才一回)
- 71 試料 G, 調製
- 8.7. 72 絶縁破壊試験 —— 試料 G; 尖頭波
- 73 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才四回)
- 74 全 上 —— 尖頭波 (才三回)
- 75 全 上 —— 常時波 (才一回)
- 8.8. 76 絶縁破壊試験 —— 試料 G; 常時波
- 77 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才五回)
- 78 全 上 常時波 (才四回)
- 79 全 上 尖頭波 (才四回)
- 80 オシログラフ / 調査
- 81 電圧波形 / 測定 —— 電 源 (才一回)
- 82 全 上 —— 常時波 (才一回)
- 83 全 上 —— 尖頭波 (才一回)
- 84 試料 H, 調製
- 8.9. 85 絶縁破壊試験 —— 試料 H; 常時波
- 86 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才六回)
- 87 全 上 —— 常時波 (才五回)
- 88 全 上 —— 尖頭波 (才五回)
- 89 電圧波形 / 測定 —— 電 源 (才二回)
- 90 全 上 —— 常時波 (才一回)
- 8.10. 91 絶縁破壊試験 —— 試料 H; 尖頭波
- 92 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才七回)
- 93 全 上 —— 常時波 (才六回)
- 94 全 上 —— 尖頭波 (才六回)
- 95 電圧波形 / 測定 —— 電 源 (才三回)
- 96 全 上 —— 尖頭波 (才一回)
- 97 電気試験所才三部内 / 見学
- 8.11. 98 全 才四部内 / 見学
- 99 絶縁破壊試験 —— 試料 B; 尖頭波 (才一回)
- 100 絶縁破壊時 - 於に電圧波形 / 測定 —— 試料 H
- 101 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電 源 (才八回)
- 102 全 上 —— 常時波 (才七回)

- 6
- 103 ネオンランプ 臭灯試験 —— 尖頭波 (才七回)
- 104 油試験器の有無ニヨル電圧波形ノ比較 —— 常時波
- 105 同上 —— 尖頭波
- 8.12. 106 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電源 (才九回)
- 107 同上 —— 常時波 (才八回)
- 108 同上 —— 尖頭波 (才八回)
- 109 波高率測定 —— 電源; 真空管 (才一回)
- 110 同上 —— 常時波; 真空管 (才三回)
- 111 同上 —— 尖頭波; 真空管 (才三回)
- 112 電圧波形ノ測定 —— 電源 (才四回)
- 113 比重測定装置ノ調査
- 114 比重測定 —— 試料 B, G, H
- 8.14. 115 ネオンランプ 臭灯試験 —— 電源 (才十回)
- 116 同上 —— 尖頭波 (才九回)
- 117 波高率測定 —— 電源; 真空管 (才二回)
- 118 同上 —— 尖頭波; 真空管 (才四回)
- 119 電圧波形ノ測定 —— 電源 (才五回)
- 120 同上 —— 尖頭波 (才三回)
- 121 電源ノ電圧波形ノ調査
- 8.15. 122 サイクル・カウンター ノ調査
- 123 回路遮断器ノ特性試験
- 124 ケルビン 静電圧計ノ調査
- 125 小容量試験用変圧器ノ調査
- 126 ケルビン 静電圧計ノ更正試験 (才一回)
- 127 同上 (才二回)
- 8.16. 128 波高率測定 —— 尖頭波; 真空管 (才五回)
- 129 高圧整流装置ノ組立
- 130 ケトロンノヒラメント用変圧器ノ調査
- 131 電圧平滑用高圧蓄電器ノ調査
- 132 ケトロン整流球ノ高圧整流特性試験
- 133 絶縁抵抗測定装置ノ調査
- 134 絶縁抵抗ノ測定 —— 試料 B
- 8.17. 135 同上 —— 試料 A; C, E, G, H
- 136 波形トレーサーノ調査
- 137 電圧波形ノ測定 —— 波形トレーサー

- 138 比重, 測定 — 試料 A, C, E
- 8.18. 139 実験事項, 整理 (才一回)
- 140 電気試験所才三部 永田町分室内見学
- 8.19. 141 実験事項, 整理 (才一回)
- 142 絶縁用磁油 = 关スル文献, 調査 (才一回)
- 8.21. 143 試料 I, 調製
- 144 絶縁用磁油 = 关スル文献, 調査 (才一回)
- 8.22. 145 絶縁破壊試験 — 試料 I; 常時波
- 146 油入有鉄心型線輪, 特性試験 [乙] (才一回)
- 147 同上 [丙] (才一回)
- 148 電圧計更正試験 (才一回)
- 149 電圧波高率, 測定 — 電源; ネオンランプ (才一回)
- 150 同上 — 常時波; ネオンランプ (才一回)
- 8.23. 151 絶縁破壊試験 — 試料 I; 尖頭波
- 152 比重, 測定 — 試料 I
- 153 波高率測定 — 電源; ネオンランプ (才一回)
- 154 同上 — 尖頭波; ネオンランプ (才一回)
- 155 試料 J, 試験 = 关スル調査
- 8.24. 156 実験記録, 整理 (才一回)
- 157 絶縁用磁油 = 关スル文献, 調査 (才一回)
- 8.25. 158 実験記録, 整理 (才一回)
- 159 絶縁用磁油 = 关スル文献, 調査 (才一回)
- 160 同上 (才一回)
- 161 同上 (才一回)

以上各項=就テ実ニ詳細ニ説明例ハハ実験ノ接統、重要ナル記録及ヒ特性ノ他、曲線等ヲ記述スル予定デ「アツタ」紙面、初令デ「決」テ「割」受スルコトニスル。何レモ上ノ如ク項目「ミ」モ5頁、紙面ヲ費ス「アル」カラ一項目ニツキニ行宛、説明ヲ附加スル「ミ」モ15枚、紙數ヲ要シ到底「ヤレ」ハ許サレ「ミ」。コノ説明ノ原稿ハ「ノ」上2冊ニ滿テ。コノ紙面ヲ以テ「ミ」モ十分百枚以上ナル程大量「ミ」デ「アル」。只必要「アル」ハ「ノ」上ノ提出スルコトヲ約シテ省クコトニスル。

Ⅳ 實習事項ヲ纏メタル論文

実習中ハ実験事項非常ニ沢山アツタカ主トシテ次ノ題目ヲ中心トシテ実験ヲ行ツタ。コニ掲ゲル論文ハコノ実験ノ指揮ヲサレタ相川技手ガ主トシテ取纏メラレタモノニ。筆者ノ意見・考察ヲ附ケ加ヘタモノデアアル。実習中ノ收穫ノ大部分ヲ表ハスニ十分足ルモノデアアル。

題目

「絶縁用鉱油ノ絶縁破壊電圧及試験用電源ノ電圧波形ノ影響ニ就テ
附. 絶縁用鉱油ノ絶縁抵抗ト破壊電圧トノ関係」

第一節 緒言

絶縁用鉱油ノ絶縁耐力即絶縁破壊電圧ニ就テハ変圧器油及ヒ開閉器油ニ関シ標準仕様書ガアツテ之ニ依リハ直径12.5mmノ球状電極ヲ2.5mmノ間隙ニ保持シ50又ハ60サイクルノ正弦波形ノ電圧ヲ以テ常温ヲ試験シソノ放電ノ圧実効値25KV以上アルコトヲ規定シテナル。然ルニ鉱油ノ破壊電圧ハ電極ノ形状大サ及ヒ試験容器ノ清浄ノ油中夾雜物等ノ影響ヲ受ルコト大テ電気試験所当実験室(筆者ノ実習セル油実験室)ニ於テモ該諸矣ニ関シ順次調査研究シツアル処デアルガ一方試験用電源ノ電圧波形ガ常ニ純正弦波形デアアルコトハ到底望ミ難イ事實デアツテ絶縁耐力ニ密接ニ関係ヲ有スルベキデアルガコノ矣ニツイテ適切ニ文献及ヒ明細ニ規定ハナイ。實際上ノ取扱ニ於テモ絶縁耐力ハ電圧ノ実効値ヲ測定シ之ニ電源ノ電圧波形ヲ分解附記スル(多クハ波高ヲ以テスル)慣例デアアル。

本文ニ標準破壊試験(前記標準仕様書ニ依ル試験)見地ヨリ絶縁用鉱油ノ絶縁耐力ニ及ボス試験用電圧波形ノ影響ヲ幾分ニモ解決スル参考資料ヲ得ル目的ヲニ種ノ相異ツタ波形ノ電圧ニ絶縁耐力ノ相異ル数種ノ絶縁用鉱油ニツイテ標準仕様書ノ規定ニ準ジテ絶縁破壊試験ヲ行ヒ比較考察シタモノデアツタ。未ダ実験シタ試料モ多ク尚諸種ノ場合ニツイテ試験記録ヲ取纏メタモノカアルガ茲ニハ今後ノ試験研究ニ便スルタメニ中間的ニ記述シヨウト思フデアアル。

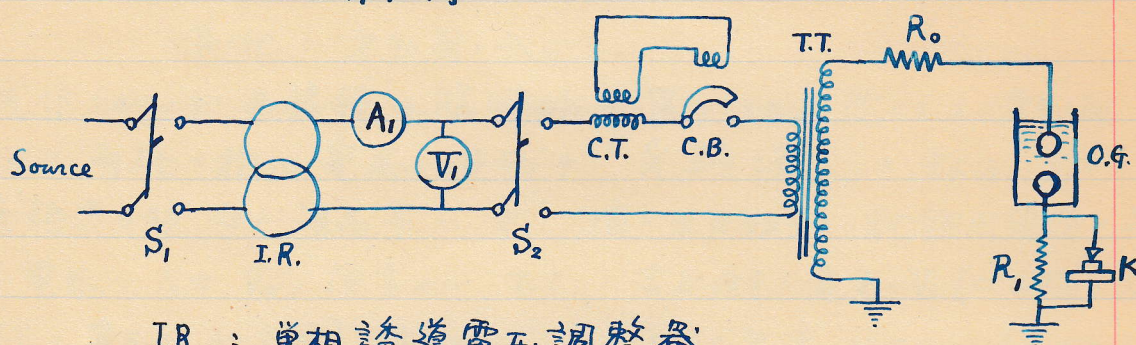
尚本研究ト関係シテ試験電圧ノ油中塵埃ノ検出状況ト放

電圧 = 対スル影響 及ヒ 放電ノ 極性等 = 関スル 記録ガ 出アリ。ソ
レ等 = ツイテ 研究 シタルガ 右 = 同ヒテ 実験ノ 完結ヲ 待ツテ 別途 =
取纏ムル 予定ヲ アルカラ コレハ 言及シナイコト = スル。

第二節 試験装置及ヒ方法

試験装置ノ 試験電圧波形 = 従ツテ ニ様アル。才90図ノ 常時ノ
試験装置 = 於ケル 接続図ヲ 各部記号ノ 附記ノ 如クナル。

才90図



I.R. ; 単相誘導電圧調整器

(5KVA; 100/0~200 V.)

C.B. ; 回路遮断器 (300V; 100A.)

C.T. ; 全上付属変流器 (20A/5A; 6,600V; 50~)

T.T. ; 試験用変圧器 (200/77,000V. 5KVA)

R₀ ; 保護用直列抵抗 (約 38,000Ω)

R₁ ; 231T/232 用抵抗

K ; 231T/232

A₁ ; 電流計

V₁ ; 電圧計

S₁, S₂ ; 開閉器

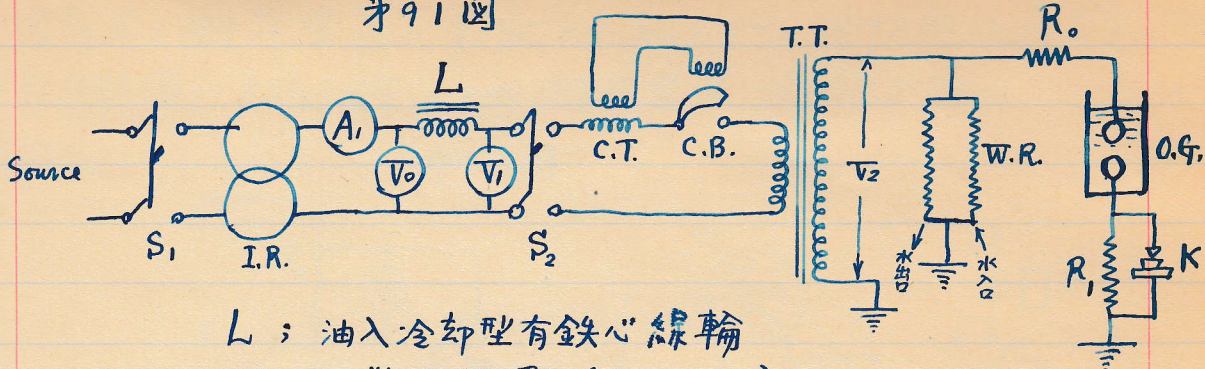
O.G. ; 油試験器

尚 O.G. ノ 標準仕様書 = ヨル 電極ヲ 垂直 = 取付タリテ 電源ノ 系電
ノ A.C. 3,300V 配電線ヨリ 当所才三部 = 於テ 遮降セタリタル。

試験電圧ノ 波形 = ツイテ 後 = 述ベルガ 才90図ノ 接続ノ O.G.ノ
両端 = 於ケル 電圧ノ 波形ヲ 「常時波」ト 称ス。即チ 常時波ノ
波高率ガ 畧々 1.414 = 近イモノヲ 指スリタル。

才91図ノ 詳述ノ 避ケルカ = 三 試験ノ 結果決定シテ 常時波電
圧 = 比較シテ 一層 尖頭 歪形ニテ 波形ノ 電圧ヲ 与フル 試験装
置ノ 接続図ヲ 才90図 = 比シテ T.T.ノ 高压側 = 3x7オ-4 内外ノ
高压用水管抵抗器 W.R. 及ヒ 今ヒテ 低压側 = 油入 冷却型 有鉄心
線輪 Lヲ 挿入シタ 矣ガ 異ナル。尤モ 該線輪ノ 他ノ 目的ノ 為ニ

才91圖



L ; 油入冷却型有鉄心線輪

W.R. ; 水管抵抗器 (約 $3 \text{ mag } \Omega$)

V0 ; 電圧計

其他 ; 才90圖=合

試作セルモテ本接続ハ臨時的裝置ヲアル。然レコ、才91圖、C.G.、兩端ニ於ケル電圧、波形ヲ「尖頭波」ト稱ス。尤モコ、尖頭波ノ形、即ハ波高率ハ才90圖ニ示ス如クニ試験用電源ノ端子電圧、大サ V_1 、換言セバ T.T.、高壓側ノ電圧 $V_2 (= aV_1, a = \text{T.T. 變壓比} \approx 385)$ 、大サニヨリ一定ヲタイクサガアル。從ツテ油ノ破壊電圧、大小ニ依ルテ其ノ波高率ヲ測定シテ之ヲ計算ニ使用シタ。

次ニ試験ノ方法ヲアルカ種々、試料ニツイテ常時波及ヒ尖頭波ニツイテ夫々次ノ試験ヲナシタ。即チ清淨且乾燥シタ電極及ヒ油容器 C.G. = 試料ヲ入レ、I.R.ノ廻転スルコトニ依テ V_1 即チ V_2 ヲ約 3 kV/sec. ノ速サヲ加圧シテ遂ニ油ヲ破壊放電サセテ C.B.ヲ遮断セル。電極ノ形狀及ヒ間隙等ハ勿論標準仕様書ニ依ルモノアル。全一充填ヲ5回放電シ、之ヲ3回繰返シテ都合15回ノ値ヲ求メテソノ平均値ヲ以テソノ油ノ絶縁耐カトナス。各放電ノ間ハ約5分ヲ置イテ耐カヲ復活セル。尚各破壊放電毎ニ望遠鏡ヲ間隙ニ行ハルル破壊放電ノ現象ヲ觀測シテ且 K = ヲリ破壊電圧ノ字眞ヲ撮ツタ。

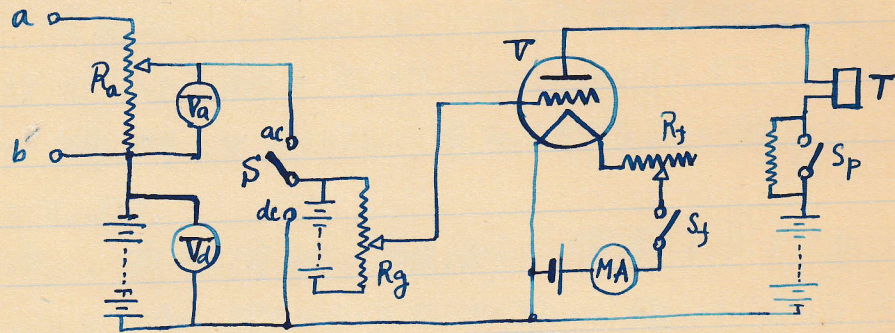
破壊時ニ於ケル T.T.、一次側ノ電流 A_1 、記錄ヲ取ツタ。

第三節 電圧ノ波形及ヒソノ測定結果

電源ノ電圧波形 (100Vニ於ケル)ハ毎日之ヲ「オシロスコープ」ヲ觀測スルコト共ニソノ波高率ヲ真空管又ハ「ネオニジウム」ヲ用ヒテ測定シタ。(毎日才二節ノ破壊試験中短時間ニ行ヒ且測定ノ簡便ヲ以テ「ネオニジウム」ヲ用ヒタコト多シ) 尚該測定ハ才91圖ニ於ケル水管抵抗器 W.R.ガ電圧分布器トシテ使用ニ適シタイモノアリタツタ為メ試験狀態ニ於テ試験用變壓器ノ低壓側ニ行ツタ。

波高率，測定装置ハ前記ノ三通ヲツテ才92回ハ真空管ニヨル。
又才93回ハネオレ327°ニヨル測定装置，接続ナル。

才92回



V_a, V_d, MA ; 電圧計及電流計

R_a, R_g, R_f ; 抵抗器

V ; 三極真空管 UX-201A

T ; 受話器

S_f, S_p, S ; 開閉器

其他 ; 省略ノ為メ省略

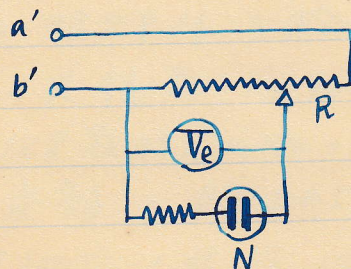
才92回，真空管ニヨル測定方法ハ次ノ如クスルヲアル。 S ヲ dc ノ
オニ入レテ T ノ音が最小トナル如ク R_g ヲ加減シテ整ヘテ置ク。次ニ
 S ヲ ac ノオニ入レテ T ノ音が最小トナル如ク R_a ヲ加減シテ V_d ト V_a ト
ヲ読メハ

$$\text{波高率 (r.f.)} = \frac{V_{\max.}}{V_{\text{eff.}}} = \frac{V_d}{V_a}$$

テ表ハカレル。

ab ハ勿論被測定電源ヲ接続スル端子ニ100V電源ノ波高
率ヲハカル時ハ才91回ノ S_1 ヘ，常時波ノ時ハ才91回ノ S_2 ヘ，尖
頭波ノ時ハ才92回ノ S_2 ヘ接続スルハヨク。

才93回



N ; ネオレ327°

R ; 抵抗器

V_e ; 電圧計

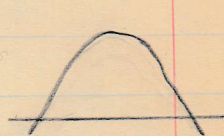
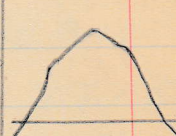
才93回ノネオレ327°ニヨル波高率ノ測定方法ハ次ノ如クアル。
 R ヲネオレ327°ノ丁立卓灯ノ電圧ヲ加減シテ之ヲ V_e ニヨメ
ト V_e ノ $\sqrt{2}$ 電圧ノ実効値ナルカ。真空管ニヨル方法ト共同
ニネオレ327°直流卓灯電圧即チ最高値ヲ求メテ置テハ波高
率ハ前式ニヨリ算定出来ル。 $a'b'$ ハ勿論被測定電源ヲ接

続スル端子テアル。

波高率、測定 = 関シテ少シ詳記シテ見ナク。 初レ327°、使用ニツキハ 適當、注意 —— 例ハハ 長期間使用休止、場合ハ之ヲ使用前ノ電圧テ一時内位臭灯ニ數分乃至十數分消灯状トナス様ニ処理 —— マデ行ツタ。即チ 初レ327° デ觀測シテ相似、電圧波形テハ殆ト一定、臭灯電圧ヲ示シタ。

100V 電源、電圧波形、觀測ハ 昭和8.7.1 頃ヨリ毎日之ヲ行ツタマツタ。此處昭和8.8.5 以前ハ 殆ト毎日才128表ニ示ス様ニ偏平的波形ヲ示シタガ 昭和8.8.7 以後ハ 殆ト全ク才128表、如ク比較的尖頭波形ヲ示ス様ニナツタ。コノ兩波形 = 松テ 初レ327°、臭灯電圧ハ波形變化即チ昭和8.8.5 以前ハ 平均 57.5V (全一測定日中 $\pm 0.5\%$ 位、變動ハマツタガ) テ變化後ハ 數日毎 100 回余ニ互ル臭灯電圧、平均ハ 55.9V (變動ハ $-0.7\% \sim +1.3\%$ 位マツタ) ヲ示シ。波高率ハ前者ハ 1.37 位。後者ハ 1.61 位ヲ ヲ 100 3% 増加シタ。

才128表

	月.日	8.3 8.4 8.5					平均	初レ327° = 要	
		8.3	8.4	8.5				波形	大
昭和8.8.5 以前	平均臭灯電	57.4	57.5	57.6			57.5		1.366
	(最大.小)	(57.2~57.8)	(57.2~57.8)	(57.4~57.7)			(± 0.5)		
	(變動)	(+5~-5)	(+5~-5)	(+2~-2)					
昭和8.8.7 以後	月.日	8.7	8.8	8.9	8.10	8.11	8.6	平均	初レ327° = 要
		8.7	8.8	8.9	8.10	8.11	8.6	平均	波形
	平均臭灯電	56.3	56.2	55.8	56.1	55.8	55.6	55.9	
	(最大.小)	(55.4~56.6)	(55.9~56.5)	(55.7~56.1)	(56.0~56.1)	(55.5~56.1)	(55.5~55.7)	(55.5~55.7)	
	(變動)	(+6~-5)	(-5~-4)	(-2~-5)	(± 2)	(± 0.5)	(± 0.2)	(1)	

然レテ 昭和8.8.14 = 松テ 該波形ハ 角ト 前者トマツタガ 8.8.15 以後ハ 又後者トマツタ。

尚才128表ヲ見ル如ク 同一測定日中、平均 = 對スル臭灯電圧、變動ハ 約 $\pm 0.5\%$ 内外ヲアル。

電源100V、状況、如キ状況ヲ 才40回、常時波電圧、T.T.、低壓側 = 松テ 波高率ハ 才129表、通リ (臭灯管、社 レ327° = 依ツタ場合カアル) 波形變化前平均 1.39 (端子電圧、大小 = ヲリ $\pm 2.5\%$ 、差カアル) ヲ示シタ。尚端子電圧、大小 = 24 波高率 = 差異アル傾向ハ 70KV 以上、高壓、場合ハ コト 放電、影響 = 依ルマツタト思ハルカヤ。

他、場合ハ多ク電圧加減用、誘導電圧調整機、回転子、位置ニヨル影響ヲアラウト思考スル。
才129表

日 試験方法 電圧 kV(eff)	常時波、ネオレラ27° 点灯電圧							
	昭和 8.7.21 ~ 8.8.5				昭和 8.8.7 ~ 8.8.12			
	ネオレラ27°			真空管	ネオレラ27°			真空管
	点灯電圧 平均 V.	変動	波高率	波高率	点灯電圧 平均 V.	変動	波高率	波高率
15				1.35				1.41
20				1.36				1.44
25	56.0		1.41	1.41	55.8	±1%	1.41	1.41
30	56.2	±1.5%	1.40	1.40	55.8	±0.8	1.41	
35	56.1	±0.8	1.40	1.40	55.3	±0.4	1.42	
40	56.8	±2.0	1.39	1.38	54.2	±1.5	1.45	
45	57.2		1.38	1.38	55.2	±0.5	1.43	
50	55.6	±0.6	1.42		55.7	±1.0	1.41	
55	55.7	±0.5	1.41		55.6	±0.4	1.42	
60	56.8		1.39		54.9	±0.6	1.43	
65					55.5	±1.5	1.42	
70	52.5		1.50		53.8	±1.3	1.46	
75					52.2	±1.2	1.51	
平均			1.39 (-2.9% +2.2%)				1.43 (1.51の平均 = 1.43) (+1.4% -2.0%)	

硫油、絶縁破壊電圧、比較ニハ、ソ、電圧ニ相当シテ波高率ヲ考慮ニ取ツタ。尚才90回ニ於テ O.G. カ T.T. 両側ニ接続セズ、單ニ T.T. ニ高圧ヲ發生セシテ状況ニ於テ該器接続アル場合ニ比シ、波高率ハ幾分大キナ傾向ヲ該値 0.2 ~ 0.5 % 位 (40 kV 場合ハ該値ハ幾分大キカッタ) ヲ示シ、オツログラフニヨル觀測波形ニ幾分尖頭化スルヲ認メタコトヲ附記シテ置ク。

次ニ尖頭波、時ニ電源、波形、変化前後ニ於テネオレラ27° 点灯電圧ニ差異ガアル。才130表ニ真空管及ニネオレラ27°ニヨル波高率、測定結果ヲアル。

真空管及ニネオレラ27°ニ測定シテ波高率ハ殆ト一致スル。次ニ T.T. 高圧側ニ O.G. 接続、有無ニヨル波高率、差異ハ常時波、場合ニ比シ、平均結果トシテ才131表、如ク

20KV以下では 1~1.6% ; 25~55KV では 2.2% ; 60KV では 1.2% 位 0.5. が+1時、方が大+1。才131表、通りテアル。

而して 試験 施行、都合 = ヨリ (時間、関係上) 波高率、測定ヲ 0.5.、有無 = 於テ行ツタ 場合ガ アツタカラ、コノ場合 = 対シ、当該値 = 才131表、比較割合ヲ考慮シ且 ネオンランプ 及 真空 才130表

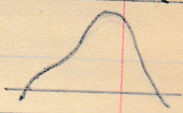
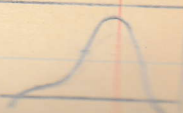
試験方法 電圧 KV (eff.)		尖頭波、ネオンランプ、真空管							
		昭和 8.7.21 ~ 8.8.5				昭和 8.8.7 ~ 8.8.12			
		ネオンランプ		真空管		ネオンランプ		真空管	
		電圧 平均 V.	変動 %	波高率	波高率	電圧 平均 V.	変動 %	波高率	波高率
15					1.88				
20					1.92				
25		40.9	±0.7	1.92	1.94	42.3	±1.2	1.86	1.90
30		41.7	±0.7	1.89		43.5	±1.1	1.81	1.87
35		42.4	±0.7	1.86		44.5	±0.9	1.77	1.86
40		42.8	±0.7	1.84		45.1	±0.7	1.75	1.81
45		43.4	±0.7	1.81		45.9	±1.7	1.92	1.76
50		45.4	±0.7	1.73		47.4	±1.3	1.66	1.75
55		46.3	±0.9	1.70		48.0	±1.0	1.64	1.69
60		46.3	±0.7	1.70		48.0	±0.2	1.64	

管、各 = ヨリ 波高率ヲ 平均シテ才91図、尖頭波 = 於テ波高率ヲ才132表、如ク = 決定シタ。

才131表

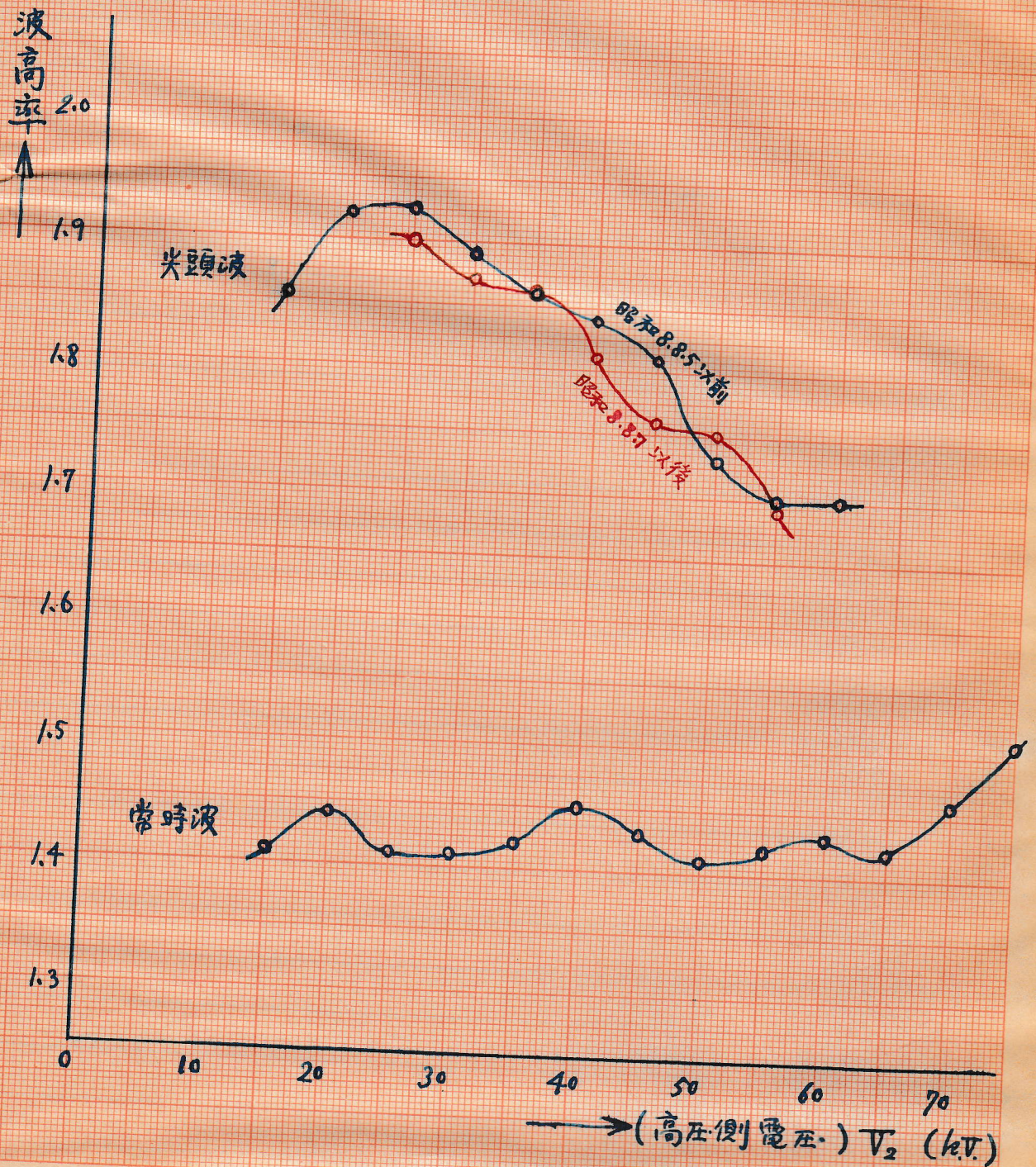
電圧 KV (eff.)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0.5. 時、7.1 時 = 対シ 波高率、増大率 (%)	1.0	1.6	2.0	2.0	2.5	2.0	2.3	2.4	2.4	1.2
(最大、最小値)	(±0.5)		(+1.1 +2.2)	(+1.7 +2.2)	(+2.3 +2.8)	(+1.7 +2.3)	(1.1 3.5)			
平均 (全上)	0.5	1.6	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	1.2

才132表

電圧 KV (eff.)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	才92図、37 = 38 波形、概要
昭和 8.8.5 以前	1.90	1.87	1.86	1.81	1.77	1.76	1.74	1.68	1.64	1.64	
昭和 8.8.7 以後		1.89	1.89	1.85	1.82	1.80	1.77	1.69	1.66	1.66	

才94図、接続才90図及才91図 = 於テ 全時間、尖頭波

第94圖
高圧側電圧と波高率の関係

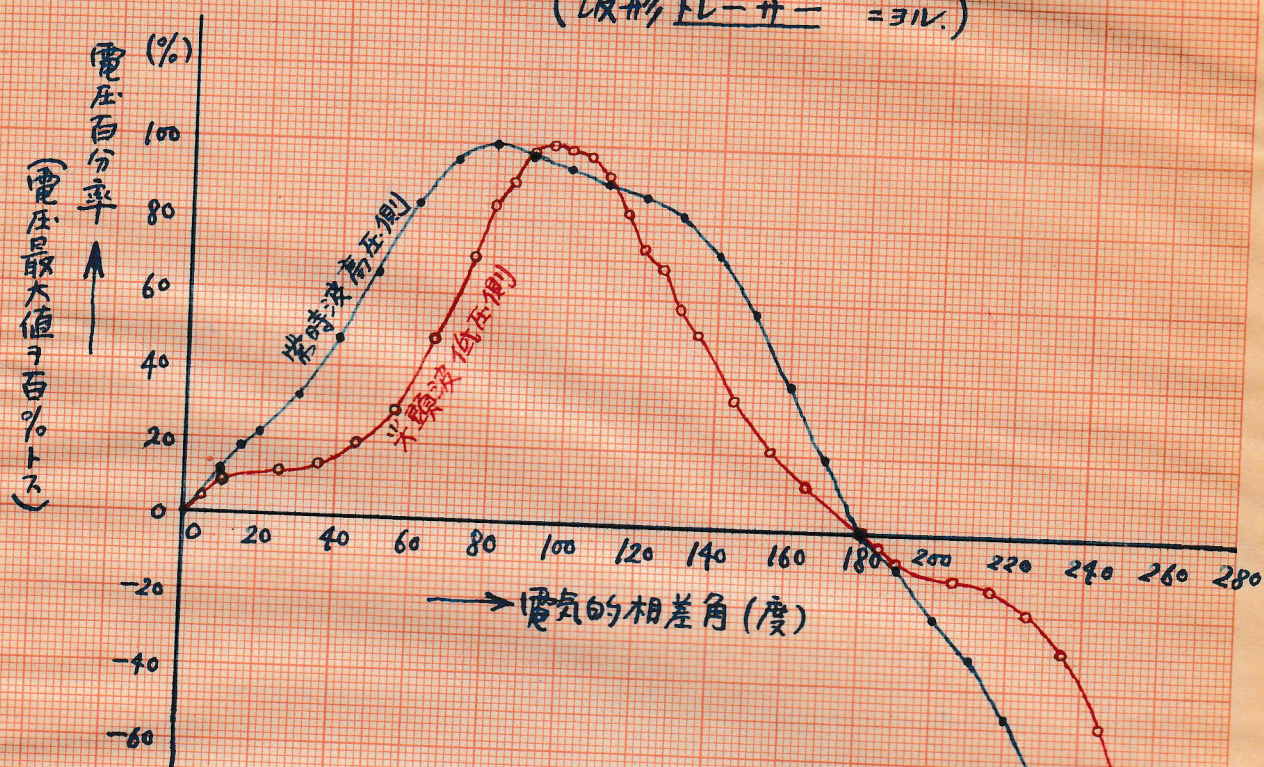


24x17

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
NIHON UNIVERSITY OF JAPAN (日本大學)

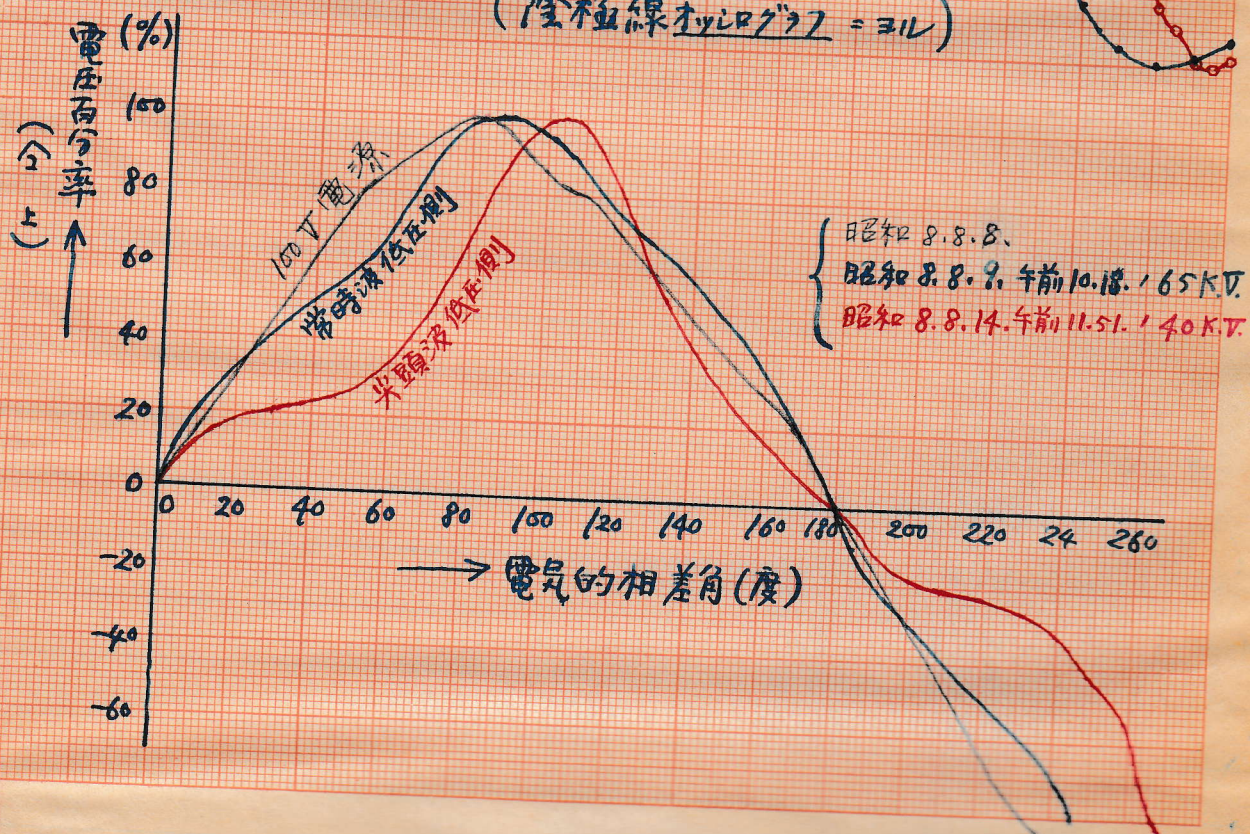
第95圖 電圧波形

(波形トレーサー = 31L)



第96圖 電圧波形

(陰極線トレーサー = 31L)



波高率ト端子電圧トノ關係ヲ表ハス曲線デアル。

尚試I, 破壊試験当日測定シタ当日, 波高率(常時波, 尖頭波共 = $\text{ネオレ.327}^\circ = \text{ヨリ}$), 記録ガアルガ之ハ紙面ノ都合ヲ省畧スルコトニスル。曲線モ才94ノモト大差ナカラ之モ省クコトニスル。

尚以上ニ於テ ネオレ.327° ノ尖頭電圧ノ最大値ハ真空管ヲ測定シタ波高率ヲ決定シタ50V A.C. 電源100Vニヨル尖頭電圧ノ実効値ヲ得タ。之ヲ該波高率トノ乘積ヲ以テ決定シタソノ値78.7Vヲ得タ。ソノ精度ハ才133表ノ如クデアル。

第133表

昭和8.8.14 = 松ノ測定一例		$\text{ネオレ.327}^\circ = \text{ヨリ}$ 尖頭電圧 V. (eff.)	真空管 = ヨリ 波高率	ネオレ.327° ノ尖頭 電圧 V. (max.)	時 分
100V 電源		57.7	1.35	78.1	午前 11.04
		57.6	1.35	78.0	10.17
		57.6	1.36	78.3	10.30
		57.7	1.35	78.1	10.40
		55.7	1.42	79.0	10.50
常時波	(KV _{eff}) 25	55.7	1.42	79.0	
	"	55.5	1.40	77.8	
尖頭波	25	40.9	1.94	79.5	
	"	41.8	1.90	"	
	"	"	1.86	77.6	
	30	43.0	1.81	78.0	
	35	44.1	1.77	78.1	
	40	44.8	1.76	78.9	
	45	45.3	1.75	79.5	
	50	46.6	1.69	79.0	
	55	47.5	1.68	79.6	
	60	47.9	1.64	78.5	
平均				78.7 ($\pm 1.3\%$)	

次ニ才95図ハ電圧波形ノ概念ヲ示スタキ = T.T.ノ低圧側及ビ高圧側ノ常時波及ビ尖頭波ノ形ヲ波形トレーサーノ示シテ求メタルモノデアル。該図形ハオシロダ37ニヨル観測波ト大体一致スルコトガ認めヲレル。尚オシロダ37ニヨル波形概要ハ才128表及ビ才132表ニ示シタガ才95図ノ波形トレーサーノモト比較スルタキニ詳シ記録シタモノヲ數ヘ回ノ観測記録中ヨリ選テ才96図

= 掲ゲテ 比較、便 = 供 スルコト スル。

第四節 試料油

コ、実験 = 用ヒタ 試料油、ソ、精製度 = 於テ 良好 + モ、然ラガル
モ、及ビ ソ、中間ノモ、等可及的ノ範圍 = 涉ツテ 撲定 スルコト = カ
メタカ 此、度、コ、= 取纏メ 得タメ、ハ、8 種ヲ ソ、大要、ヲ 134 表、
如ク テ"アル。

ヲ 134 表

試料記号	比重(15℃)	色 其、他	履 歴、大 要
C	0.884	淡黄色ヲ 殆ト 透明、蛍光ガアル。 浮塵ガ 著シク 多 イ。	市販油、濾過シタイモノヲ 一度 電極、洗滌 = 用ヒ、破壊試験 = 使用シタモノテ" 該油 18 立中 = 脱脂綿纖維 約 0.01 瓦ヲ 小断 シタモノヲ 混ジ 振盪シタモノデ"アル。油中 = 纖 維ガ 多量 = 浮游シテ"アル。
B	0.884	黄褐色 = 微細 油ヲ 呈シ 析出物 様 浮游物及ビ 浮 塵ガアル。	Cト 全一 基本油 約 17 立中 = 黒化シタ劣化 油 約 1 立ヲ 加ヘテ 十分 振盪シタ。然ル 化油又、實地 = 変圧器 = 使用シタ劣化 油 = 相似ス。
H	0.886	殆ト 透明 + 淡黄 色ヲ" 纖維及ビ 鉄錆様 浮塵ガ アル。	数年前、製精 = コル 新変圧器油デ"アルカ 貯藏中油缶、損傷著シク 外部ヨリ 塵埃ガ 侵入シ、又 鉄銹内、鉄錆、混合ガアルト認 メ"レルモノデ" 比較的 精製度 低キ 市販油デ"アル。
E	0.886	全上	全上 但シ 油銹、損傷ガ Hヨリモ 大デ"アル様デ" アル。
G	0.886	淡黄色 透明デ" 蛍光ガアル。	Hト 全一 油デ"アルカ 缶傷ミ 少ク、木合 塵埃等、外部ヨリ、侵入 少ク、且 殆ト 塵 埃ト 認め"レル 油デ"アル。精製度、中位デ" 市販油、多ク、例 = 該当スルモノデ"アル。
A	0.883	淡黄色 透明デ" 蛍光ガアル。	濾過油デ" 纖維、他、浮游物、認メ 難イ 油デ"アル。
I	0.881	殆ト 透明デ" 小ハ 纖維様、浮游ガアル。	濾過油 10 立中 = 微粒炭素ヲ 混シタ如キ 汚油デ"アル。悪劣化油ヲ 混シタデ"アル。
J	—	G = 類似ス。	昭和 8.3.16 = 実験シタモノデ" G = 類似ノ 油デ"アル。

第五節 絶縁破壊試験、結果及其考察

才135表ハ、絶縁破壊試験、結果、総覧表ナル。之ヲ見ルト
試料B、試験ニ於テハ、波高率ハ、常時波ヲ1.35、尖頭波ヲ
1.90 (後者、前者カ40.7%大ナル)ヲ示シ、試料Cニ於テハ、前者
1.36ト1.89 (後者カ39.3%大ナル)ヲ示シ、ノ他表、如クナル。
常時波ニ於テ平均破壊電圧実効値25KV以下、如キ精製
油、比較的良油ニ於テハ、尖頭波ノ時、平均破壊電圧実
効値 V_{eff} 常時波ノ V_{eff} ト殆ド相等シク、比較的割合ハ
100%位ナル。

才135表ニ於テハ、平均破壊電圧実効値、常時波ニ對スルモ、カ
30~45KV程度、試料例ヲ欠ク。絶縁耐力増加シテ
30KV以上ニ於テハ、該比較割合ハ、漸次小ナル様ナル。
然レテ精製度、良好油ニ於テハ、從ヒ、漸次等シ平均破壊
電圧、実効値ト最大値トヲ示スモノト思考セラルカナル。即
チ試料B、C、Hニ於テハ、尖頭波、平均破壊電圧最大値ハ、
常時波ノ V_{eff} ニ比較シテ30~40%大ナルニ對シ、試料Eニ於テハ
約20%程度ヲ示シ、試料Gニ於テハ、數%大ナル程、小
割合ニ低下シ、J、I、Aノ試料、絶縁耐力(勿論標準仕様
書ニヨルモノヲコトフ)平均破壊電圧実効値、常時波ノ場合、
モノヲ指ス)65~70KV程度、油ニ於テハ、大体ニ於テ最大値
ヲ以テ示ス平均破壊電圧、相等シコトヲ觀測セタ。

次ニ才97圖ハ、才135表ノ結果ヲ圖示シタモノヲ以テ、横軸
ニハ、常時波ノ場合、平均破壊電圧実効ヲトリ、縦軸ニハ、尖
頭波ノ場合、 V_{eff} 及ヒ百分率ヲトツタモノナル。

才97圖ノ中、曲線(1)ハ、45°ノ直線ヲ(2)ハ、才135表ノ下ヨリ
ニ行目、後想平均破壊電圧実効値 V_{eff}' ヲ示スモノナル。之ニ
對シ實際ノ平均破壊電圧実効値 V_{eff} ハ、(3)ノ曲線ニ示シ
テアル。之(3)ノ上ノ點ハ、25KV位マツル。(1)ノ上ニアツテ V_{eff}
以上ハ、漸次高反シテ(2)ニ接近シ、絶縁耐力ナル程度
以上ニテハ、(2)ニ一致スル様ニナリ、60KV以上ニ於テハ、大体一致
スル程度トナル。

尚曲線(5)ハ、常時波ノ場合、平均破壊電圧最大値ニ比較シテ
尖頭波ノ V_{eff} ニ對スル増大度(%) (才135表ノ四行目)ヲ示シ、(4)ハ、後
想尖頭波ノ平均破壊電圧実効値ニ對シ實際ノ尖頭波平均破
壊電圧実効値ノ超過率(%) (才135表ノ下ヨリニ行目)ヲ示シテ

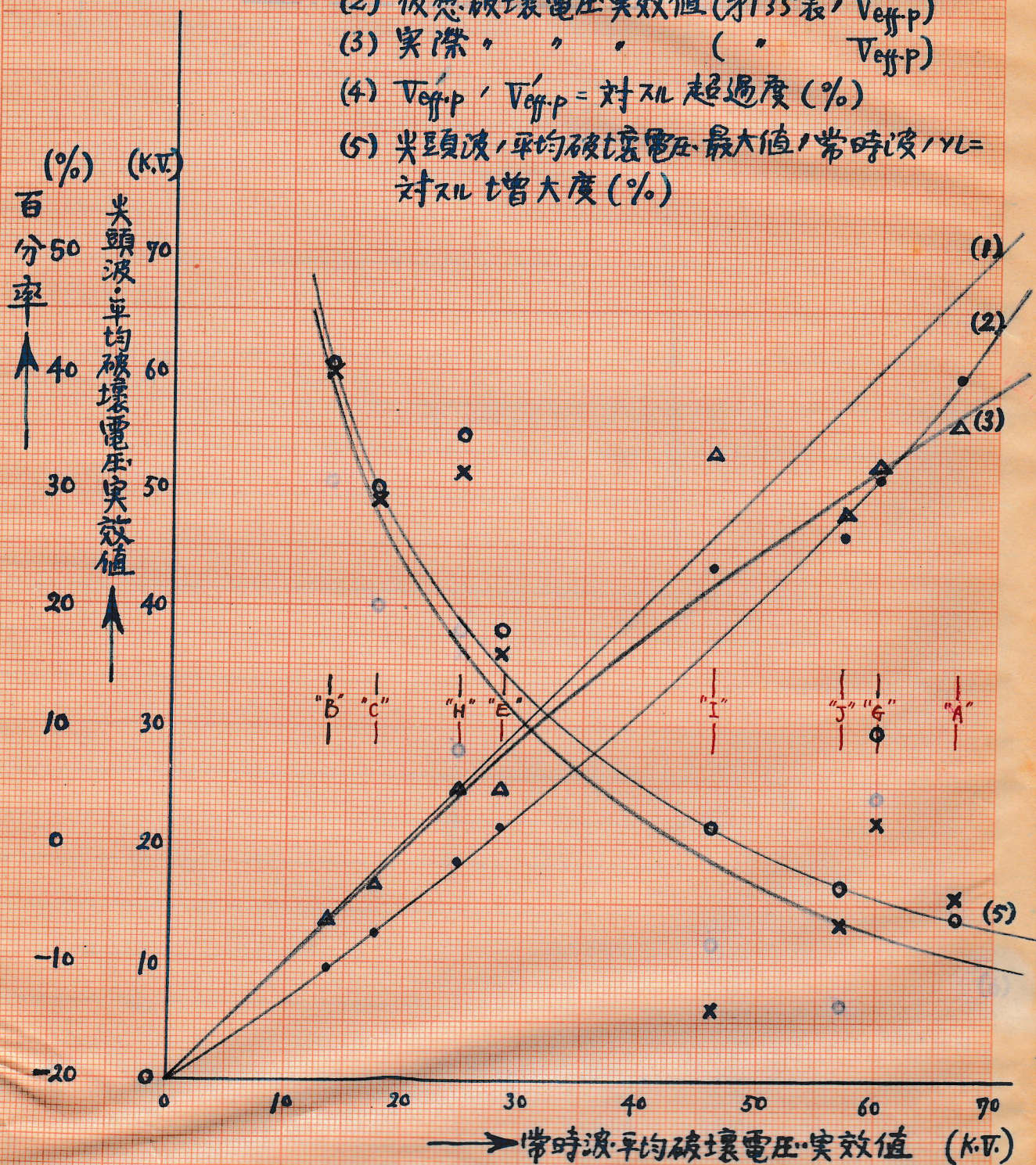
第135表

試料油記号			B	C	H	E	I	
事 記								
平均破壊電圧	常時波	$V_{eff.a}$	13.7 (15) (9.6; 15.8) (29.7; 15.3) (15)	17.6 (30) (13.5; 23.1) (23.3; 32.0) (30)	24.9 (20) (18.5; 44.3) (25.7; 77.9) (5)	28.1 (20) (22.3; 38.5) (20.6; 37.0) (20)	46.3 (20) (19.3; 59.7) (28.5; 58.0) (0)	
実効値 (K.V.)	尖頭波	$V_{eff.p}$	13.7 (15) (11.9; 15.4) (3.1; 12.4) (15)	16.4 (15) (13.9; 18.9) (15.2; 13.9) (15)	24.9 (20) (19.2; 34.6) (22.9; 38.9) (9)	24.7 (15) (18.9; 30.0) (23.5; 21.4) (6)	43.3 (20) (30.0; 55.8) (28.9; 30.7) (0)	
常時波平均破壊電圧 = 対於尖頭平均破壊電圧割合 (%)			$\frac{V_{eff.p}}{V_{eff.a}} \times 100$	100	93.2	100	88.0	93.7
平均破壊電圧 最大値 (K.V.)	常	$V_{m.a} = V_{eff.a} \times C_{fa}$	18.5 (13.0; 21.3) (29.7; 15.1)	23.8 (18.2; 32.1) (23.5; 34.9)	34.8 (26.5; 63.3) (23.8; 81.9)	38.7 (30.8; 53.9) (20.4; 37.4)	64.6 (27.2; 85.5) (32.4; 59.6)	
	尖	$V_{m.p} = V_{eff.p} \times C_{fp}$	26.0 (22.6; 29.3) (13.1; 12.7)	30.9 (25.4; 34.8) (17.8; 15.8)	46.9 (36.3; 63.0) (22.6; 34.4)	45.7 (35.7; 54.3) (21.9; 18.8)	76.8 (94.4; 55.5) (22.9; 27.6)	
常時波平均破壊電圧最大値 = 比於尖頭波平均破壊電圧最大値, 増大率 (%)			$\frac{V_{m.p} - V_{m.a}}{V_{m.p}} \times 100$	40.5	29.8	34.8	18.1	12.2
波高率(各回破壊電圧, 時, 波高率平均値)	常	C_{fa}	1.35	1.36	1.42	1.40	1.41	
	尖	C_{fp}	1.90	1.89	1.87	1.85	1.76	
尖頭波, 波高率比尖頭波, 波高率(%)			$\frac{C_{fp} - C_{fa}}{C_{fa}} \times 100$	40.7	39.3	31.6	32.0	24.8
破壊電圧比常時波, 最大値 = 起點, 1 倍, 理想尖頭波 = 於此, 破壊電圧実効値 (K.V.)			$\frac{V_{m.a}}{V_{eff.p} \times C_{fp}}$	9.8	12.7	18.9	21.3	53.2
上行, 値 = 對比 = 行, 尖頭波平均破壊電圧, 実効値, 超過度 (%)			$\frac{V_{fp} - V_{ep}}{V_{eff.p}} \times 100$	39.8	29.1	31.7	16.0	-18.8
附 記	常時波 電 圧		破壊放電 = 多數, 纖維, 電極間橋絡及多數回, 予備放電アリ 放電 = 纖維, 橋絡及予備放電アリ, 予備放電15回, 初電圧, 平均ハ 9.6 K.V. (8.5 ~ 10.4 KV) (11.5 ~ 8.3 %)					
	尖頭波 電 圧		多數纖維アリ放電直前多數回, 予備放電アリ, 生成気泡, 炭素, 電圧波形, 常時波アリ, 鋸歯状ヲ呈ス BT 似タ予備放電アリ, 初電圧 15回, 平均ハ 9.6 K.V. (8.5 ~ 13.1 KV) (11.5 ~ 36.7 %)					
備 考			纖維, 汚塵多ク, 電圧, 破壊電圧, 場合ハ, 炭化の, 生成比較的多ク, R.P. 油質, 分解ナキニ, 1 倍, 放電, 油質, 纖維, 中間層 = 行ハ, LIL 如ク考へ3 L.					
測定時, 室内温度 (°C)			常	28.7 ~ 29.0	29.0	29.0	27.5	32
			尖	30.0	28.4 ~ 29.4	—	27.8 ~ 29.0	30
測定時, 室内気圧 (m.m.)			常	758 ~ 759	760 ~ 761	753	759	755
			尖	754	762	—	759	56

第97圖

常時波・尖頭波・平均破壊電圧・關係

- (1) 45° 直線
- (2) 仮想破壊電圧実効値 (第135表, V_{eff-p})
- (3) 實際, " " (V_{eff-p})
- (4) $V_{eff-p} / V_{eff-p} =$ 対 π 超過度 (%)
- (5) 尖頭波・平均破壊電圧・最大值・常時波・ $V_L =$ 対 π 増大度 (%)



ナル。局曲線トモ 絶縁耐力ノ向上ニ從ヒ漸次横軸ニ接近スル傾向ヲ示シテナル。

第六節 絶縁耐力低キ油ニ於テハ一考察

絶縁耐力 25 K.V. 以下程度ノ油ニ於テハ波高率 30~40% 大ナル尖頭波電源電圧ニ試験シテモソノ平均破壊電圧実効値ハ大体相等シイ結果ヲ示シタ。然ルニ参考ノタメニ B 及ヒ C 試料ニツイテ同一ノ油充填ニ於テ常時波及ヒ尖頭波ニ交互ニ破壊試験ヲ行ツタ。才 136 表ハソノ結果ヲ各試料ニ於テ試験番号ノ交互ニ行ヒタ試験ノ順序ニアル。之ニ依リ平均破壊電圧実効値ニ於テ尖頭波ハ常時波ニ比シ 2~3 割 10% 内外大ニ結果ヲ示シテナル。

才 136 表

試料	B				C			
	波 形	尖 頭 波	常 時 波	常 時 波	尖 頭 波	波 形	尖 頭 波	常 時 波
		試験順 破壊電圧 (実効値)	試験順 破壊電圧 (実)	試験順 破壊電圧 (実)	試験順 破壊電圧 (実)		試験順 破壊電圧 (実)	試験順 破壊電圧 (実)
破壊電圧 実効値 K.V.		1 14.6	2 13.5	1 19.2	2 21.1			
		3 13.1	4 13.1	3 27.0	4 19.2			
		5 14.2	6 13.5	5 25.0	6 26.2			
		7 17.3	8 14.6	7 20.4	8 27.0			
		9 15.0	10 15.0	9 20.4	10 23.0			
		11 15.4	12 12.7	11 19.2	13 27.0			
		13 15.0	14 12.3					
平 均		14.9	13.5	21.7	23.6			
(最大, 最小値)		(13.1; 17.3)	(12.3; 15.0)	(19.2; 27.0)	(17.2; 27.0)			
(変動率%)		(12.1; -16.1)	(9.1; -11.1)	(12.3; -23.3)	(27.1; -14.1)			
備 考	放電ニ當リ電極間ニ纖維ノ橋ニ毎回纖維ノ橋絡ガアツタ。絡ガアツタ且數回ノ予備放電ガアツタ。							

以上ノ如ク絶縁耐力低キ油ニ於テハ電圧波形ノ最大値ノ大サニハ關係ナク大体実効値ハ相等シイ平均破壊電圧ヲ示シ且ツ常時波ト尖頭波トニ於テ永久火花放電ニ至ル前ニ異ツタ予備的小放電現象ヲ觀測シタ。即才 136 表ニヨリテ試料 B ト C ニ就テ望遠鏡ヲ觀測シタ果ヲ少シ記述シテ見ヤウ。

試料 B ノ如キ纖維ノ浮塵ノ多キ油ニ於テハ尖頭波ノ場

合破壊電圧に近イ電圧 = 昇圧カレント、即ち破壊放電を行ハ
ウトスル直前 = 於テ激シ且極メテ悪性ノ予備放電ヲ起ス。
(悪性ト云フハ 弧光ガ機流ノ性質ヲ帯ヒテ油ヲ炭化及気化スル
程迄ノ大キキ意味ナル) 予備放電ハ常時波、尖頭波、何レ
デモ大体 9.5 kV (実効値) 位ニ於テ始発スルヲ観測シタ。
即ち尖頭波ノ場合ノ時、予備放電現象ハ初メ単一火花
様ニ间歇的ニニニ、出現ヲ見タ後引続テ殆ト同時
ニ十數回ノ火花弧光ヲ伴ツテ予備放電ガニニ秒間継
続シ、斯テ永久弧光ノ機流的ニウツテ遂ニ破壊ト認
メラルニ至ツタコトガ毎回デアツタ。才98回ハソノ模様ノ
概畧ヲコノ場合ニ於ケル低圧側電圧ノ波形ハ著シイ鋸
齒狀ヲ呈シ、コノ時波ノ尖頭部ガ削リレル。又電流計ハ
約 4 amp. ニ至ツテ ± 0.1 amp. 位ヲ激シク振動シタ。参考ノタ
メニ鋸齒狀波形トソノ中ノ尖頭波ノ形トヲ才99回ニ掲
ゲテ置ク。

然ルニ常時波ノ場合ニ於テハ、尖頭波ノ場合ト全様ノ放電ヲ
ナス場合中ニ全時ニ多數ノ火花ヲ目撃スル様ニ予備放電ヲ
発生シタ後直チニ永久性ノ弧光放電ニ移ツタ。而テ放電時
ノ電圧波形モ予備放電ニ於テハ尖頭波ノ場合ト同様ニ才99
回ノ如ク鋸齒狀化スルコトガ甚ダ少カツタ。

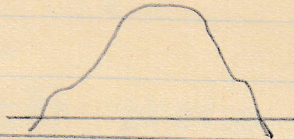
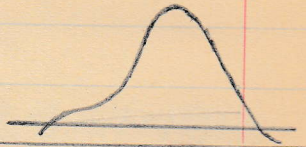
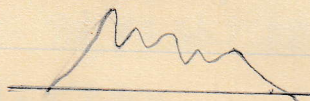
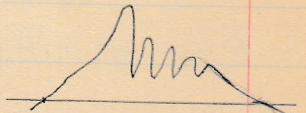
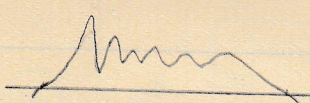
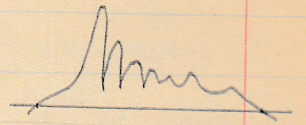
才98回

尖頭波	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
常時波	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

尚才98回ニ就テ少シ説明シテ見ヤウ。之等ハ何レモ試料Bノ
試験ノ際望遠鏡ヲ観測シタモノデソノ中ニニニ例ニ過ギナイ。
(1), (2), (3), (6), (7), (8) ハ油ノ纖維ガ電極間ニ吸引カレテモテ
完全ニ橋絡シタモノヲ接地側ニ吸引カレタモノヲ反対ニ吸引カ
レタモノヲ中間ニアルモノ等ヲ示シテナル。(4), (5), (9), (10) ハ多數ノ
小纖維ガ集合シテ橋絡シタ場合ニ氣泡(前放電時ニ生

じつモノ)ヲ伴フタモノアル。矢印ハ纖維ノ進マク方向ヲ示シテ
 耳。コノテ云フ接地側ノ球トハ下ヲ指ス、テアル。

才99圖

常 時 波			尖 頭 波		
電 圧	状 態	波 形	電 圧	状 態	波 形
30 KV	平常時		30 KV	平常時	
12.7 "	火花放電時		15.4 "	火花放電時	
12.3 "	全上		15.0 "	全上	

次ニ才99圖テアルガ平常時ト云フハ破壊放電時デナキ時ノ
 電圧ノ波形ヲ多クアル中ノ代表的ノ一テアル。此ノ火花放電
 時ト云フハ前述ノ予備放電トモ破壊放電トモ區別ノ出来
 ナイ機流的永久火花ノ放電ヲナシテアル時ノ波形テアル。
 以上兩波形電圧ニヨル試験ノ結果精製度ノ良好デナ
 油ノ試験ニ於テハ常時波デモ尖頭波デモ平均破壊電圧
 実効値ハ殆ド相等シ。—— 場合ニヨリ前者ヨリ後者ノ
 ガ多ク大トナツタ例モアル。—— コノ時ハ永久火花放電
 直前ニ著シク多数連続シテ微放電現象ヲ認メタ。

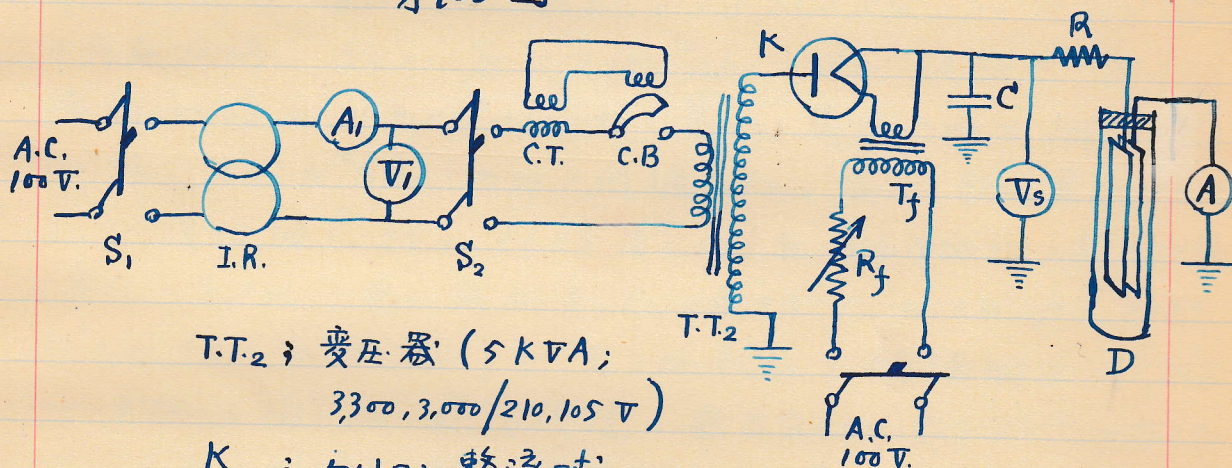
尚 後記ノ如クニ油ノ絶縁抵抗ノ大小ノ差ハ破壊電圧
 実効値ノ大小ノ差ニ比較シテ一層著シク。精製度ノ不良ノ油
 テハ絶縁抵抗非常ニ小ナク、從テ大ナク値ノ電流ヲ通過
 セル様ニ考ヘラレタコノ結果放電電圧実効値ハ大ナルベク、
 尖頭波電圧ニ於テモ相当大ナルヨリ必要トスルモノト考
 ヘラレル。

之等ノ事、其ノ見ルト浮塵ノ多シ油ニ於テハ永久火花ニ至ル
 破壊放電ニハ一定度ノ放電電圧実効値ヲ要シ、コノ結果
 尖頭波電圧ノ場合電圧ノ瞬時的な最大値ハ相当ノ値ニ
 達シテアルガ破壊放電ニ至ラナイテ上記ノ如キ連續的ノ
 永久火花予備放電ヲ繼續スル一方、尖頭波ニ於テハ最
 大値附近ニ於テ瞬時的予備放電ヲ生ズルガ波ノ他ノ部

分=松テハソノ瞬時的予備放電が比較的少ナテ永ス孤光放電ニ至ラナイテ微放電ヲ続ケル傾向ガアル。——之ノ波形ヲ著シ鋸齒狀化シイ莫ヨクワカル。——コノ為メ加電圧ノ降下ハ一層著シク、コノ莫カヲ推シテモ尖頭波電圧=松テソノ波高率ノ大ナルニ比較シテ相当大ナ実効値ヲ示シテアルモノト考ヘラレル。

第七節 試料油ノ絶縁抵抗ト破壊電圧トノ関係
平均破壊電圧実効値即チ絶縁耐力ノ関聯ヲ考察、参考資料、為メ=試料油ノ絶縁抵抗ヲ測定シタ。コノ装置ハ才100圖ノ如クデアアル。

才100圖



T.T.2 ; 変圧器 (5kVA;
3300, 3000/210, 105V)

K ; ケトル整流球

C ; 高压蓄電器 (100kV; 0.0029μf. 1個, 31個並列)

Vs ; ケルビン静電圧計 (6kV)

Tj ; 変圧器 (0.3kVA; 100/15V)

Rj ; 抵抗器 (100Ω; 2amp.)

A ; 検流計 (感度 6.57×10^{-9} amp./m.m. — 反射型)

D ; 電極 (面積 12 cm², 間隙 0.275 cm.)

其他 ; 才90圖ニ全シ。

測定法ニツイテ、詳細ニ省クガ電極Dニ直流電圧Vsヲ加ヘテ反射、検流計Aノヨミヲトヘテ絶縁比抵抗ρニ才100圖中ノ常数ヲ用ヒテ

$$\rho = 1.131 \times 10^9 d \cdot V_s \text{ ohm/cm}^2$$

テ計算セラル。但シdニ検流計ノ読ミテm.m., Vsニ加電圧テVoltテ表ハレタル。

才137表ニ該試験ノ結果テ才101圖ニ絶縁耐力及常時波場合ノ平均破壊電圧実効値ト絶縁比抵抗トノ関係ヲ表シ

第102図、絶縁耐力比抵抗、常用対数、関係を表した。油、絶縁抵抗(以下比抵抗、コトヲ単ニ抵抗ト畧称スル)、大サハ浮塵殊ニ電極間ヲ橋絡スル様ニ纖維浮塵、有ル者カヲ考ヘルト著シイ差ガアル。且同一試料ニ於テモ試験電圧低値ニ電極間ニ纖維等、吸引又ハ完全ニ橋絡ガナシ場合ト、相当高イ電圧ヲ供給シテ完全ニ橋絡ヲ生ジタ場合トニ於テモ著シイ相違ガアル。尚完全ニ纖維、橋絡乃至浮塵、多数集中状態ニ於テモ電圧ヲ加ヘテ数分間經過シタ程度、比較的ソノ初期状態、場合ト、相当長時間——十分乃至二十分位——ソノマ、電圧ヲ供給シテ電極間ガ電氣的ニ平衡状態ニ達シタ場合等ニ於テモ著シイ絶縁抵抗ガ異ルデアル。

即チ試料Gニ於テ絶縁抵抗、約 $33.8 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ ナルカ纖維が存在スル時、約 $1/5$ 、 $2.1 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ ヲ示シ、試料Eニ於テモ纖維ナシ時、 $33.8 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ 位、甚ダシイ高低ナルカ纖維、現レタ時、 $0.8 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ 内外、低値ニナル。而シテ数回電圧ヲ印加スルト該低値、約 $1/1.4$ 倍位ニナリ、且電圧印加中ニ於テソノ値ノ変化ハ少ナシ。更ニ試料B、C、如キモノ、 $0.1 \times 10^9 \Omega/\text{cc}$ 、 $0.02 \times 10^9 \Omega/\text{cc}$ (B、 10 kV ニ於テ) ナルニGニ比較スルト絶縁耐力Gノ数分ノ一ナルニ拘ハラス絶縁抵抗、数百分ノ一、数十分ノ一ヲ示シタ。次ニ二三、試料ニ就テ絶縁抵抗測定ニ関スル観測状況ヲ記述シテ見ヤウ。

第103図(省畧スル)ニ試料Cニ於テ 1 kV ヲ供給シタ場合絶縁抵抗ガ電圧印加中ニ時々刻々変化シタ状況ヲ示スモノヲ浮塵ガ多量ニ電極間ガ安定ナル橋絡状ニ達シ難イタキニ時間、経ルニ從ッテ大小種々ノ値ヲ示スモノデアル。

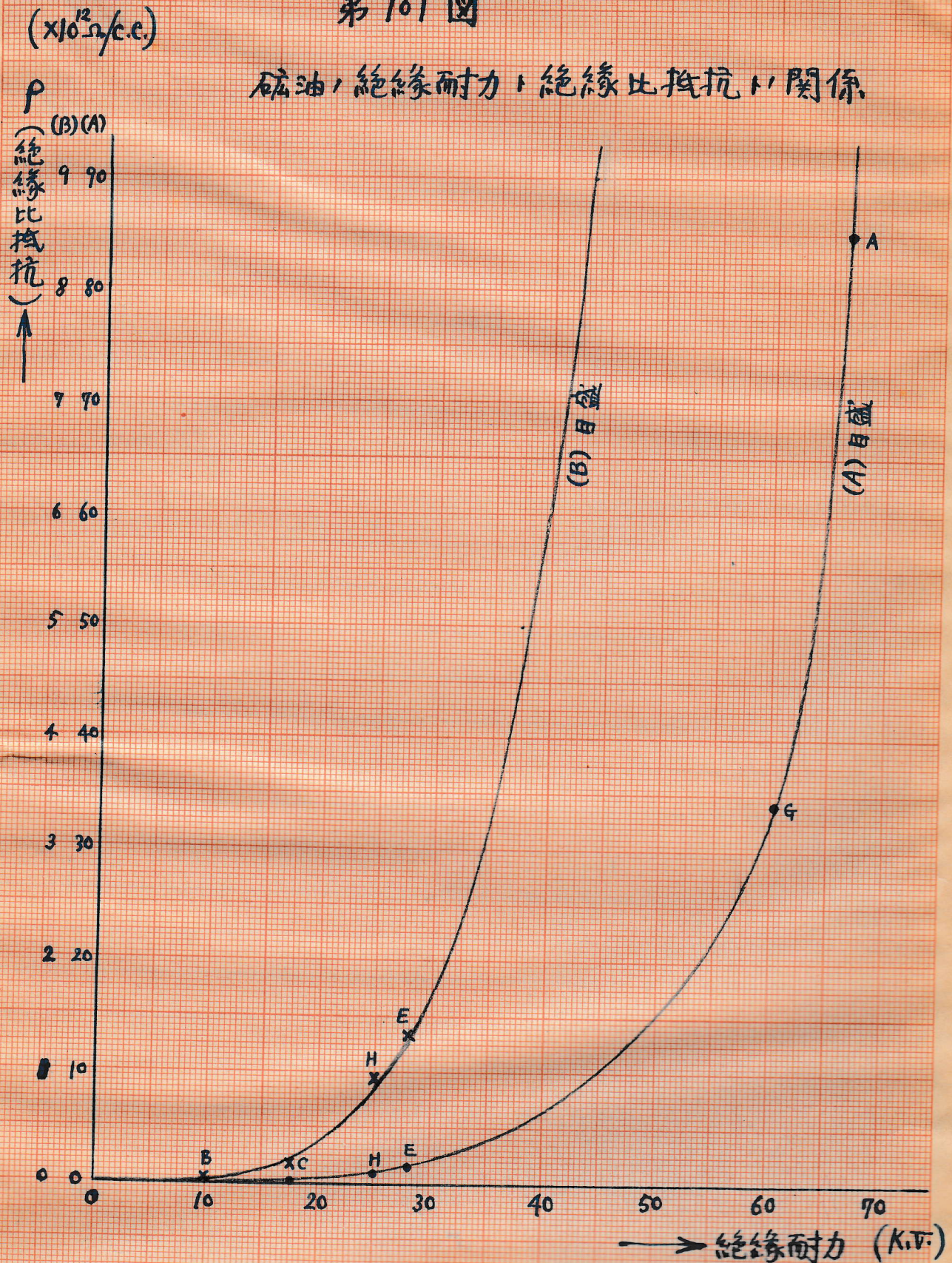
第104図(省畧スル)ニ試料Eニ於テモ第103図、試料Cの場合ト同傾向ヲ初メ 15 kV ニ於テハ甚ダ高イ絶縁抵抗ヲ示シ、 25 kV ニ於テモ加圧当初 $15 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ 位ナラツタガ数分間後ニ纖維、吸引カアツテ急ニ $1 \times 10^{12} \Omega/\text{cc}$ 位ニ低下シタ後同ノ異線、如クニ始メト安定ニ状態ヲ示シタ。同ハ印加電圧、 1.0 、 1.5 及 2.5 kV ニ就テ夫レノ時間ト絶縁抵抗トノ関係ヲ示シタモノデアル。

更ニ第105図(省畧スル)ニ電圧印加、当初カラ間隙ニ於テ浮塵、存在スル場合ニ電圧印加時間、經過、通過漏洩電流トノ大体ノ傾向ヲ示スモノヲ試料Bノモノニ示シ、同ニ於テハ

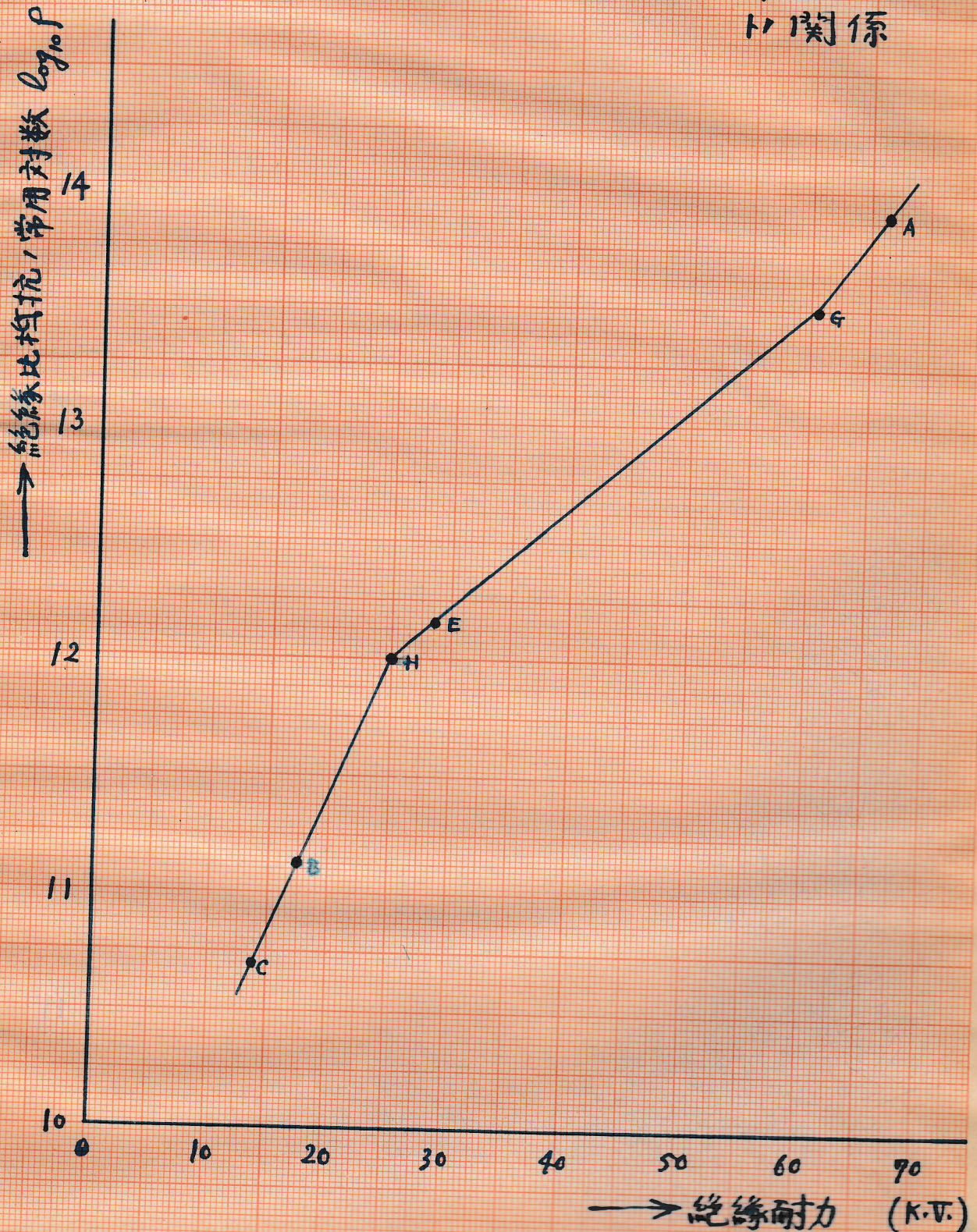
24x17

第101圖

石油，絕緣耐力，絕緣比抵抗，關係



第102圖

磁油、絶縁耐力、絶縁比抵抗、常用対数
との関係

洩電流、時間ト共ニ減少シテ遂ニ一定ナル。コノ試験、後ニ
電極間ニ纖維細ク纖維、橋絡シテアルヲ発見シタ。

才137表

試料	印加電圧 (K.V.)	検流計 振レ (m.m.)	漏電 電流 (10^{-9} amp)	絶縁比 抵抗 P (10^{12} Ω /cc)	$\log_{10} P$	備 考
A	2.5	0.2	1.3	84.6	13.9274	許過油
G	"	0.4		42.3	13.6263	上澄油ヲ橋絡ナレ 前者ニ印加当
	"	0.5	3.25	33.8	13.5289	初ヲ後者ニ安定時ノモ
	"	7.8	52.6	2.2	12.3424	橋絡アリ
	"	0.5		33.8		橋絡ナレ
E	"	20.7	134.5	.82	11.9138	長大、纖維、橋絡アリ。纖維カ 電極ニ吸引セラルタ当初ノモ
	"	12.0	78.1	1.41	12.1498	今上ヲ相当時間カ経テ電氣的 ニ平定トナツタ場合
H	"	17.7	115.0	0.96	11.9823	纖維、橋絡、当初
	"	8.0				今上テ電氣的安定トナツタ時
C	"	122.5	797.0	0.14	11.1461	纖維、橋絡、当初
B	"	360.0	2340.0	0.047	10.6721	今上

第八節 結 言

多種、適當ニ試料ヲ入手又ニ調製シテ本問題ニ関シ試験
研究ヲ行ヒ紀錄ヲ完成スル予定ヲアツタコノ度、ハ試
料(コ中丁ハ以前試験シタ結果ヲソノメ用ヒタ事、既述、通リ
ナル。)ノ結果ヲ以ツテモ幸ヒソノ所期、目的ニ関シ一ニ、
参考資料カ得セラルト信スル。即チ低絶縁油ニ於テハ
印加電圧波形成波高率1.4及至2.0ノ時絶縁耐カ強ク
相等シ。大体25 K.V. 程度及至VL以下ノ油ニ於テ斯ク認メ
セリ。

低絶縁油ヲ尖頭波、電圧ニ於テ試験スル時ニ連続的
ニ著シ予備放電現象ヲ呈スル。

次ニ絶縁耐力60~67 K.V.ノ油、絶縁比抵抗 $30 \sim 85 \times 10^{12}$
 Ω /cc. ナルカ絶縁耐力25 K.V.以下ノ油、該値著ク減シテ絶
縁耐力17 K.V.ノモ、VLハ $0.1 \times 10^{12} \Omega$ /cc. 今 14 K.V. ノモ、VLハ
 $0.02 \times 10^{12} \Omega$ /cc. ヲ示ス。即チ精製良好油、数百及至数千
分一、絶縁比抵抗ヲ示セタル。然レハ低下ノ主要原因

ハ油中=含有サレル 纖維・浮塵 及ビ 油劣化=ヨル 析出物様
ノ浮塵ノアルヲメテアル。

第九節 關聯セル事項

本試験中 100V, 50 $\sim$ 電源ノ波形ガ 昭和 8.7.1 ヲリ 昭和
8.8.5 マデハ 大体 偏平的^テ アツタカ 昭和 8.8.7 ヲリ 昭和 8.8.
12 マデノ 間ハ ソレヨリ 波高率^テ 約 3% 大ナル程度ノ 尖頭
的波形ヲ 示シ 其ノ後 昭和 8.8.14 ノミ 角ビ 偏平的波形ヲ 示
シタガ 以来 昭和 8.8.20 頃 マデハ 尖頭的波形ヲ 持續シテ居ル
コト 莫^ク 關シテ 当所才三郎 永田町分室ニ 於テ 研究 實驗上可
及的ニ 波形ノ 統一ヲ 必要トスル 機會ガ 生ズル^テ アラウ。然レ
モ 生々^ハ 純正弦波^テ アル^テ アル。前掲ノ 才128 表=ヨルト 尖頭的
波形ノ 時ハ 偏平的ノ 波形ノ 時ハ 波高率ハ 夫々 1.406 ト 1.366 (ネオレ
 20° ノ 最高値 尖燈電圧ヲ 才133 表^テ 決メテ 78.7V^ト 出シタ^ル 事
ト=ナル。オヤレ^ハ 才128 表 =ヨル 兩形ノ 波形ノ 概要モ 才128 表ニ 掲
ゲテアル。從ツテ 尖頭的ノ 時^ニモ 波高率ハ 純正弦波=違ヒ
ナ^キ 事=ナル。即チ 平時ハ 常ニ 純正弦波ヨリ 偏平的ノ 波形ノ
電圧ヲ 送電シテアル^テ アル。何故ニ 純正弦波ノ 電圧ヲ 送ラ^ハ イカ
ト云フ 莫^ク コ^ノ ^テハ 省イテ 如何ニシテ 純正弦波=改善ニシ得ルカ
研究ヲ ナスベキ^テ アル。試ミ= 配電者側(東京電燈)ト 協議
シテ ヲ 解決ノ 途ガ アルカ 否カヲ 考慮シテ 以テ 当所ニ 於ケル 研究
實驗上ノ 波形ノ 改善統一ヲ 計^ツ テハ 如何カト 存スル 次第
^ニ アル。

Ⅴ 記 事

実習中如何ナル收獲ガアツタカタ判定スルニ足ル程度ノ記事ニ就テハ別項 Ⅳ 実習事項ヲ取纏メテ論文中ニ盡カレタルカラコトハ省ク。

又如何ナル方法・順序ヲ実習シタカト云フコトモ □ 実習ノ概況ノ中ニ簡單ニ述ベテ置イタカラ之モ省クコトニスル。

次ニ入手シタ図面・説明書ハ次ノモノヲアル。(括弧内ハソレヲ戴イタ人ヲアル。)

1. "送電線と碍子" 電気試験所技師六角英通「電気工学」8年4月号別刷(4頁) (六角技師)
2. "送電線のコロナ" 同上「電気工学」第21巻第12号別刷(6頁) (同上氏)
3. 電気試験所研究報告第344号"商用周波数ニ於テ特別高圧碍子ノ性質" 電気試験所技師新宮行太・技師齋藤庄司七三郎(41頁) (新宮技師)
4. "絶縁用磁油ノ絶縁破壊ニ於テ統計的研究" 電気試験所技師六角英通・相川孝雄・電気学会第8回聯合大会講演予稿掲載昭和8年4月(2頁) (相川技師)
5. "絶縁用磁油ノ熱劣化と温度ノ影響ニ就テ" 以下同上(3頁) (同上氏)

次ニ下記ノ如キ文献ヲ調査シ、ソノ中ヨリ重要記事及必要記事ヲ採萃シテ試ミタ。(括弧内ハ文献ヲ貸与セタル人ヲアル。)

1. 電気試験所研究報告第50号"変圧器油ノ絶縁特性ニ就テ"(絶版) 逓信技師広部徳三郎・令小川若三郎・令技師久保進 著 (六角技師)
2. 同上 第62号"変圧器油ノ絶縁特性ニ就テ"(絶版) 逓信技師沢元治・令小川若三郎・令技師鳥山四男 著 (相川技師)
3. 電気試験所調査報告第93号"絶縁油ノ一般特性ニ就テ" 第3部六角英通・相川孝雄 (同上氏)
4. 電気試験所研究報告第283号"波高率ノ測定ニ就テ" 令所技師相川孝雄 著 (同上氏)
5. 同上 第278号"電力用電線ニ於テ含浸用絶縁材料ノ特性" 令所技師堀岡正家・令技師菊地

省一着

(相川 技手)

6. 相川技手、砥油 = 関スル諸実験結果 (今 上)

7. 相川技手、砥油 = 関スル内外諸文献内容調査ノート
(今 上)

8. 砥油 = 関スル内外諸文献見出し (調査係)

その他見聞ル information 多々アルが紙面、都合ヲ割愛
スルコト = スル。

VI

経験見聞事項及ニ所感

以下簡條書キニシテ简单ニ述ベテ見ヤウ。

1. 電気試験所才三郎ニハ強電流工学ニ関シテハ相当設備モ整ヒ、アツルモノガ設ケテアル。ツナヒ強電ニ志スモノハ一見スベキデアルト思フ。
2. 然レ特別高压装置、中最高电压(変圧器ヨリ得ル交流)ガ 250K.V. デアツタガ将来 1000 K.V. 及至 2000 K.V. = スル必要ガアルト思フ。
3. 装置ハ全部必要ニシテ且十分ナルモノ如クテ何レモヨク利用セラル。即チ装置、器具、利用率、相当ヨイモノト考ヘル。
4. 才三郎ガ他部ト独リ高シタルノミナラ、ニヶ所ニ分在シテキル事、能率上不得、如ク考ヘスル。
5. 部員一同ガ実習生ニ対シテ非常ニ親切デ且大変便宜ヲ計ツテ下サレタ事、誠ニ感謝、念ニ耐ヘナイ。尚実習生、才三郎デハ、永田町 = 2人、京橋 = 2人、芝浦 = 3人位未テタト思フガ詳細ハ不明デアル。
6. 特ニ私ニ担当下サレタ六角技師及直接指導者相川技手、助力者小泉、林両試験員ガ未熟ナ私ヲ十分手ヲ取ルヤウニ指導下サレタ事、實ニ両親ヤ学ビノ師ニモ勝ルモノデアツタ。深く銘記ニテ置ク次第デアル。
7. 学ビノ師デアル笠井、大山両技師ガ大変便宜ヲ計ツテ下サレ且直接指導下サレタ事、深く感謝、意ヲ表スル次第デアル。
8. 当才三郎内ニ部員ニ案内サレテ残リス見学スル事ガ出来タ。又才ニ才四部モ大半見学シタ。
9. 八月中、半日デアツタタメ大変能率が上テカッタ。身体ノ楽トナル論スベキデナイガ只得ル処、減少ヲ遺憾ニ思フデ

- ル。勉学、勤勞スベキハ、高等学生ノ本務ナリ。将来國民、第一線ニ立ツベキモノ、常ニ心掛タルベキ矣ナリ。コノ半日ナリタ事ヲ補フタメニ期間ヲ少シニ延長セタ。
10. 三種電線ニ高圧、約150KVヲ印加セテCoronaノ出ルヲ初メテ見タ。
 11. 100V. 50Hzノ電源ノ波形状純正弦ヨリニ偏平的ナリ及ヒ余リ一定ナク不変ナリニ驚イタ。
 12. オシロスコープ及クリトグラフガ如何ナルモノナリ。又ドレニ用フルカヲ覺エタ。
 13. 鉱油ノ破壊放電ノ後、ソコニ残ル気泡、炭素微粒ハ別ニ人工的ニ除去セテモ次ノ加圧ノ時飛散セテソノ破壊電圧ヲ低下セタイヲ知ツタ。(大学ノ実験ノ時ハ棒ヲヨク攪拌セタガ余リソノ必要ハナイト思フ)
 14. 電極ソノ他器具ノ清浄ハ破壊電圧ニ大ナル影響ガアルコトヲ実験的ニ認メタ。
 15. 繊維、浮塵等ノ精製油ニハ精製油ニハ破壊放電ノ前ニ殆ト予備放電ノコトヲ知ツタ。
 16. エーリツグ高圧電橋ノ用法モ大体會得セタ。

大変永クナツタガ之ヲ筆ヲ擲クコトニスル。実ニ前ニモ述べタガ實習項目中ニ実験ノ方法、接続、記録、曲線、意見等ヲ詳細ニ記述スル予定ナリタガ紙面ノ都合ガ割愛スルコトヲ遺憾ト存スルヲアル。

終リニ臨ミテ實習中種々片便宜ヲ計下カル且御教導下カルタ笠井、大田両先生ニ深ク感謝ノ意ヲ表シ。又實習中私ニ担当下カルタ六角技師及ヒ直接指導ノ任ニ當ラルタ相川技師、実験中助力下カルタ小泉、林両試験員ニ對シ深甚ノ礼意ヲ被擧ゲ筆ヲ止ムルコトニスル。