

卒業論文

一、雷放電ト架空地線機能ニ

関スル理論的研究

昭和八年一月提出

日本大學工學部電氣科

中田七朗

論文目次

第一章	緒言	No. 1
第二章	各論	
第一章	雷, 放電現象	" 2
第二章	進行波, 發生	" 8
第一章	動搖電圧, 發生, 原因	"
第二章	誘導及直撃動搖	"
第三章	まわりの係数	" 10
第一章	静電系数	"
第二章	電磁系数	" 12
第四章	自己及相互波動の伝はん	"
第五章	過渡点 = 行ル進行波, 状態	" 15
第六章	進行波, 減衰	" 21
第七章	理想的架空地線	" 22
第八章	周期的抵抗接地	" 27
第九章	連續反射 = 閉ル格子	" 29
第十章	架空地線, 他, 作用	" 31
第一章	進行波, 傳播 = 対スル影響	"
第二章	電話線へ, 誘導障石	" 32
第三章	零相系, 伝はん	" 33
第四章	閉ル = 対スル影響	"
第三章	結論	" 35

曲線及圖
参考文献

No. 37 — No. 42
No. 43



緒言

歐洲大戰以後我邦，工業，長足，進步，其中，電氣，利用，交通機關，及，紡績工業，電氣製鋼及冶金，於，又，普及，電氣化學工業，上，瞬，間，其，供給，斷，之，能，至，此，處，益，之，送電，信賴度，言，之，民衆，強，調，之，所，ト，ナ，リ，タ。

然，レ，送電停止，原因，之，シ，テ，空中電氣，放電，之，依，之，モ，其，主，要，ト，モ，テ，ア，ル。殊，ニ，最近送電電力，增加，之，率，ニ，送電，電壓，高，上，之，率，ニ，電力統制，氣運，勃興，之，率，ニ，至，リ，今日，避，雷，問題，重，要，性，益，々，加，リ，テ，ア，リ，タ。

如，ガ，雷，之，依，之，過，渡，的，異常電壓，ハ，極，々，短，時間，ニ，シ，テ，突，ニ， 10^6 伏，ヲ，ア，ラ，シ，メ，テ，ア，リ，タ。従，來，其，測，定，及，記，録，ハ，容，易，ニ，ナ，カ，リ，タ。故，ニ，動，搖，電壓，之，性，質，ハ，全，ク，未，知，ニ，居，リ，テ，ア，リ，タ。

近年，ニ，テ，レ，ノ，如，ク，シ，テ，衝，擊，發生器，及，陰，極，線，ホ，ウ，シ，テ，等，精，巧，ト，モ，テ，實，驗，裝，置，ガ，著，シ，ク，進，展，シ，テ，ア，リ，タ。今日，其，助，ヲ，得，テ，自然，雷，之，動，搖，電壓，波，ハ，完，全，ト，モ，テ，波，形，ヲ，寫，真，ニ，撮，ル，ヤ，ト，ナ，リ，タ。此，處，ニ，於，テ，雷，ノ，研究，ハ，大，進，步，ヲ，シ，テ，ア，リ，タ。

自然，雷，ノ，寫，真，ヲ，基，礎，ト，シ，テ，衝，擊，發生器，ニ，テ，人工，雷，ヲ，作，リ，動，搖，電壓，進，行，波，ノ，實，驗，式，ヲ，得，ル，ニ，例，ヲ，遂，ニ，架空，地線，ノ，理論，ヲ，確，立，ス，ル，ニ，及，ビ，タ。

本，論，文，ニ，於，テ，ハ，日光，及，放射，性，物質，ニ，依，リ，空中，ニ，存在，ス，ル，遊，離，電，子，熱，イ，オン，化，ノ，為，ニ，發生，シ，テ，雷，雲，ト，シ，テ，架空，地線，ニ，テ，直，擊，及，雷，雲，相互，又，ハ，大地，ト，放，電，ニ，依，リ，送電，線，系統，上，ニ，誘，導，セ，ル，動，搖，電，位，進，行，波，ノ，性，質，ヲ，理論，的，ニ，究，メ，以，テ，架空，地線，機，能，ヲ，明，セ，ン，ト，ス，ル，ニ，テ，ア，リ，タ。

要，ニ，雷，ニ，依，リ，送電，線，上，ニ，生，ズ，ル，動，搖，電壓，ヲ，低，減，シ，テ，送電，線，系統，ノ，機，器，ヲ，保護，ス。弧，光，接，地，ニ，依，リ，送電，停止，ノ，回，數，ヲ，可，及，的，ニ，減，少，セ，ン，ト，ス，ル，ニ，テ，ア，リ，タ。

高電圧放電現象

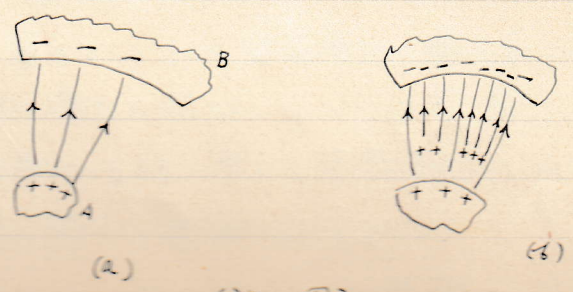
高電圧實驗室で長さ20呎、火花放電のガスは60さいくる、交流200万ボルトを要すると言ふ。是れが何ッテミテモ数哩、長さ=ワタル相違と比較スル時、其、如何=大ナル電圧が如何=實際=想像=難クナリテアル。

空気、導電率、電界、作用ヲ受ケタル時=変位電流ヲ生ゼシムルイオン、存在=依リテアル。若シ是レ等、電荷ヲ有スル微粒子=依リテアル。空気、完全ナル絶縁体デアル。イオン、常=少量、放射線物質、日光、作用=依リテ自然=作ラレテ、空気中=存在シテキルデアル。イオン、流レが大气中=通ジテ初メテ居スル処、大氣、導電率ハ非常=小サイモ、デアルカラ電気工學上=如何、意味モナサシテアル。飽和電流=ナリトイフ時、即チイオンが作ラレルヤ否ヤ電界=依リテ移動サレトイフ時=ハ空気中流レル電流ハ電位傾度=比例シ又電流通路、切断面積=比例スルモデアル。其、關係、

$$I \propto GA \quad (1)$$

此処=Iハ電流、Gハ電位傾度、ソレヲAハ電流通路、切断面積デアル。(1)、關係式ハ低電圧カ、モ=オケテ、空氣、状態ヲ示シテキルデアル。電圧が幾々ト上昇サレル時ハ、スグ飽和電流=達シマス。電位ハ、斯クテ電流、変化ナク可成、値マデアゲラレ得ルデアル。然ルモ、電界中、或ル点、電位傾度が一時=ツキワケキルほど=至ルト電流が急激=増加スルデアル。是レハ衝突イオン化、累加的作用=依リテアル。電界中=アラワレタルイオンハ、斯クテ中性原子ト衝突シテ新シイイオンヲ作ル=充分ト運動勢力ヲ持ッ程=加速サレル。新シイイオンヲ作ゼシムル率ハ、斯クテ非常=速カナル。作ラレタルイオンハ空間電荷トシテ導カレルデアル。ソレヲ大部元、電界ヲエガクテシマフデアル。

電界=オケテ、空留電荷、作用ハ、電位傾度^{キホボルト}ノ時、臨界値以上=オケテ起リ、其処=オケテ、歪力ハ最モ著シイデアル。破裂放電、範圍外ヲハ、電位傾度ハ空留電荷が現レカッタ値以上=増加スル



(a) (b)

是ハイノ一因ニオテ説明スル。物体A, +電位ヲ, 物体B, -電位ニアル。配列ガ図, ヤウデアレバ電界ハAヨリ差スル。若シAトBノ間ノ電位ガテラレルト, Aノ近クノ傾度ハ直チニ空乏ノ臨界値ヲ越^スル^ル時ニ達シマス。衝突ハおん化ハ盛^ンニナリ。其ノ圈内ニオテハいおん, 供給ヲ増加スル事ニナル。負, いおん即チセルと^スらんハA, 方ニ運行シテ放電スル。正, いおんハB, 方ニ運行シテ空乏電荷ヲ作ル。右ノ圈ニオテ加電圧ハaノ圈ニオテモモット大ナリ。尚Aノ近傍ノ傾度ハ増加シテカッタケル共, 空乏電荷トBノ間ノ傾度ハ非常ニ増加スル。付記カレテキルヤウニ電氣力線ガ空乏電荷ヲ発生シテBニ於テ終ツテキル。

擴ガリタル電界ノ一定域内ニオテ衝突いおん化ガオクル時, 終末現象ハコトノ現象ニ歸スルヲナル。例ハハ。初メノ電界ガ對稱デアツタニシテモ。ソノ際, 発生ハ數學的觀念ガ用ヒラレタ所ノ切断面ニ比較シテ, 限定サレタ切断面, 特ニ^ニ振^ニダ^ニ通路ノ方ニソノ電流ガ凝集スル強ク傾向ヲ示シテキル。此ノ流レハソノ枝流ヲ生ズルベキ傾向ヲ有スルモナリ。是レハ次ノ如ク記号的ニアラワサレリ。

$$y \propto AF(x)$$

即チソノだくたんオ^ス^ル^ル^ルノ通路ノ切断面ト電流密度 i , 或ル函数ト共ニ変化スルヲナル。函数 $F(x)$ ノ切断面積ノ減少ニ基クテ減少ヲ擴^ク以上ニ電流密度ノ増加ノ結果ソノだくたんオ^ス^ル^ルノ増加セシムルヲナル。

ソノ枝流, 発生ハ限定サレタ切断面, 特ニ^ニ振^ニバ^ニル^ル放電通路ヲ設ケル如ク最初ノ段階ヲナル。ソノ際, 発生ヲナス各種ノ立証ハ光音, 又ハいおん, 如キ化學的變化ニ等ニオテナサレリ。而シテ相互ノいおん, 活潑サハソノ枝流ニ現レテキル。ソノ枝流, 中テノ著シキいおん, 活潑性ハ累加的衝突いおん化ノ臨界電位傾度ヲサゲル傾向ヲ具備シテキル。ソノ際, 光ハ中性原子ヲ作ル為ニ陽いおんガ再結合スル時ナルト説明スル。陽性ノ核心ガ失ツタ電子ヲトリ戻ス時放射サレタ勢力, 量子ガ可視オ^ス^ル^ル^ルノ外側ナル非常ニ短波長ノ波ナル時ニ其ノ等, 光ハ非常ニ制限サレタル範圍ヲトルモト現像サレリ。其レハ安定ナル軌道ニ不安定ナル軌道ニ其ノ電子一箇ヲ引クタニ中性原子ヲ勵起スル動力ヲ持ツテナル。其ノ軌道ニオテハ原子ノ核心ニ對シテ位置ノ勢力ヲ有スルヲナル。ソノ安定ナル軌道ニ引戻サレタ時ニ原子ノ可視オ^ス^ル^ル^ルニ入ル如ク, 長ク波長ノ波トシテ此ノ位置ノ勢力ヲ放射スルヲナル。

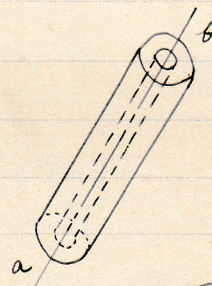
ト^ス^ル^ル^ル^ルニ見ル時, ソノ枝流ニ於テ, 著シキ活潑性ハ

いふん、活流トル再結合が不変的ニ行ワレテキル為ニアルト考ヘネバナラナシ。
 斯クモいふん、活流トル再結合が不変的ニ行ワレバカ為ニ此ナ枝流
 中ニテ数多キ中性原子ガ活流トル再結合ニ依リ剩餘サレバアル。
 即チ電子ハ既ニ完全いふん化ニ必要ナル仕事、一部分ヲ給セラレテ
 アル。是レ等、勵磁サレタ原子、為ニ、此レハ電位化程度ニ相対スル僅
 衝突、ハ電子ニ依リいふん化、仕事ヲ完了スルニ足リバアル。

枝流中、電流密度ガ増加スルニツレテ、温度、則チ大ナル重大使命
 ヲ演ジ始メバアル。

最後、段階ニ行テ導電率、全一切断面、金属、導電率ニモ
 大ナルト思ハレバカ、非常ニ高温、為ニ線条状、溝、導電率ト
 等シキナル。其、高温、ハ導電性通路中、單位容積ニ付キウシテワレ
 ル大量、熱力ニ依リテ得ラレバアル。線条中、温度ガ充分高、アル時
 ニモ其、猛烈ナル熱運動ニ依リ、得ラレテ導電率ニ対シテ充分ナル
 いふんヲ供給スルカラバアル。セマキ線条、放電通路ヲ通シテ放電ガ
 行ナレバ最後、段階、ハ次ニアルモ、然レ最初、此ナ、枝流ニ
 得ル電荷、除キテ、決シテ速カキ事ヲ充レテハナラナシ。

放電ガオニ因ニテサレバ如ク
 円筒状放電通路ニシテ、 a カラ
 ニ移動サレバ、假定スルモ、或レ程
 度、熱ガ放電通路ニ依リテ発生
 スル。此温度ニ依リテ、熱ハ円筒状
 ニ限ラレタル面ヲ通シテ大部分ハ傳
 導スル、対流ニ依リテ消費サレバ。



(オニ因)

又合理的ニ温度ト共ニ、或レ程度

ハ通路、シムダクニチガ変化スルト假定スル事ガ出来ル。是レハ、其、熱
 運動ガ高クナツタ為ニ、衝突、或レ部分ガいふん化スルニ至ルト言フ場合ナ
 リ。理論的ニハ、絶対温度、零度以上ニアル、或レ温度ニ対シテ、或レ
 速度、いふん化ヲ起スニ充分ナル程大ナル。此温度ニ於ル、其、様ニ速
 度、確率ハ、實ニ微々タルモ、此、確率ハ、急速ニ増加(温度ト共ニ)
 スル。遊離シテキルいふんハ、電界ニ依リテ、ハナリカケテ流レニシテ、電流
 ト平衡スルニ付ル。其、流レハ、不規則ナル熱運動ニ依リ、重合サレタモナリ。斯ク
 放電通路、ハ、部分金属性、導電率ヲ有スルニ至ル。電流ハ、遊離いふん、量
 ニ関係スル。是レハ、結局温度ニ関係スル事ナリ。故ニ、次、如ク書ク事ガ出来ル

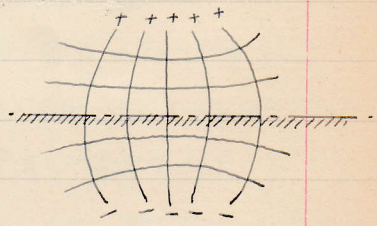
$$g \propto A \cdot F (i.T)$$

即チシムダクニ、放電通路、切断面積トシテ、電流密度及温度、或レ
 函数ニトスルニシテ、此、関係ハ、必然的ニ不安定ナル、スル、

昇った温度が単位容積あたり、勢力損失 = 依りて生ぜしめられるからである。
 カルガ故に電流密度 = 関係する。ソレヲ加電位傾度 = 対する電流密度、
 温度と共に或る型で増加する如く、導電率 = 関係するモである。此、
 円筒状放電回路 $a-b$ = 是れ、放電 = 依りて生ずる熱、最初の円
 筒状 = 限られて表面を通じ、導電ヤ対流 = 依りて大部分失つて行か
 ばなり。故に内部に於て上昇する温度、平均温度よりも高い。いふん化、
 度合ハヤリ高いが故 = 電導率ハ、いふん化と共に増加するニツテ電流
 密度、前通り = 均一で居る。然し温度、高い如きハ電流密度ハ
 高いたる。是レハ、回路、軸 = ツレテ、限られた範囲 = オフテハ、勢力、消耗
 が増加し、温度ヲ益々上昇せしめ、増加するである。此、操作ハ、或る
 限界作用が起るヲ連続する。最後ニ放電がセマシ、管、標 + 線系
 ハ中ニアツマル。

雷雲中ニ於テハ正負、電荷、ハ、アツク可動性ヲ有シ、大々
 いふん化して膨大ナル容積、雲 = ツタツテ分布サレテ居ル。

オ三圖、ハ、介在する空気が単位正電荷、
 + 単位負電荷 = 線ヲ引ク事ニ依り、被ル如ク、歪力
 ヲ示シテ居ル。圖ニ示ク電氣力線、ハ、雲、陽 = 荷
 電ナル部分、
 則、負 = 荷電ナル部分 = カテテ引カレテ居ル。

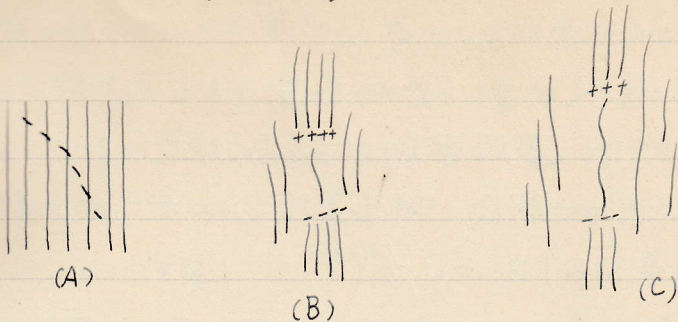


(オ三圖)

中性面ハ大地、表面で表現スル考へテ可。
 此、場合負電荷ハ正電荷、電氣的虚像である。
 ソレヲ荷電体ト大地トハ、電界ヲ計算するニ、非常
 = 助カレテ居る。地表面ニ於テハ電氣力線が最も遠 = へたれて居る。カ、
 歪力ハ、最小である。電氣力線ハ、極性 = 依りて雲、中、電荷カラ始マル
 カ又ハ、其レ = 終ラネバならず。此レハ、單ニ規約ナリ。地面、不規則ナリ
 状態 = 依りて、タシカ = 局部的歪力ガ有ル。然レテハ、破裂放電ガ、オルト
 毛法則トシテ、是レハ、歪力ヲ救フ = 充分である。過歪力ヲ受テ居ルヤ、
 雲、
 荷電ナル一帯ガ風 = 依りて、ツリ寄せられ、
 爲 = 一般ニ雲、中ニ破裂
 放電ガ有ル。高、電導率ヲ有する線系ヲ作ル爲 = 充分ニ大ナル勢力
 ガ用ヒラレル必要ナリ。是レ等、導電通路ハ、斯クテ
 其、先端 = 高、歪力ヲ送リ、而シテ、空氣、連續破裂放電 = 依りて強
 化シテ居る。

導電率、高い線系が其、先端ニ歪力ヲ送ル様スル、次ニ述べる如ク。
 本圖ハ、平行電界中ニ於テハ、電氣力線ヲ示シ、
 電位傾度ハ、空氣
 中ニ臨界値ニ到ル相違 = 低、
 電位傾度ハ、點線ハ、熱、解離 = 依
 依りて、
 放電回路ヲ示シ、
 此、放電回路ハ、

(オ四圖)

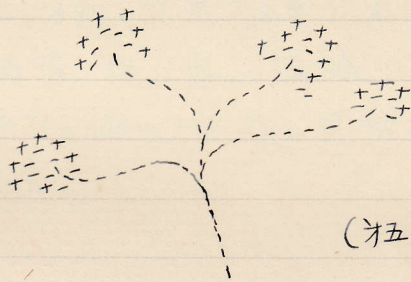


正負、いおんヲ全数ダケ有スル故ニ外部、電界ニ対スル全効果ハ零ナル。其、いおんハ連續的ニ作ラレ、ソレヲ再結合ヲスル。放電通路ニ至ラレ一定温度ニオケル、いおん化サレル原子、百分率ハ何時モ一定ナル。然カルニ、いおんハ遊離シテハカク電界ノ作用ヲ受ケル。故ニ、ソレノ單方向ノ變位ガ、不規則ナル熱擾乱ニオケテ重ナリ合フナル。正、いおんガ線條ノ一方ノ端、方ニ變位シ負、いおんガ他端ニツレレナル。是レハ常ニ放電通路ノ全体、長サニワタリテ起ル事ナル。ソレヲ各、いおんカ、僅ニツレレトモ、其、数ガ若シモ大ナレバ、全体トシテ、効果ハ大ナル電流ヲアラワス事ニナル。電界ガ是レ等、いおんヲアラワス事ニ依リテ、或ル符号、いおんハ、線條ノ一方ノ端ニ蓄積サレ、又、対符号、いおんハ、他端ニ蓄積サレ。斯クテ、線條ノ、ハジニオケテ一方ノ符号、多過ル、いおんハ、オ四圖 Bニ示サレテキルマウニ最初、電解ヲ變ヘテシマフ。ソカルニ、線條ニソレテ變位作用ヲ生ビシナル所、電位傾度ハ減サレテモ、最初、誘電体中ニミタサレテキル勢力ガ、ホニスガイルト。線條中、變位作用ハ、線條ニツツテ、電位傾度ガ全ク低ク降下スルマデヤ停止シレテナル。是レハ、空氣、臨界電位傾度ガ終末点ニ至ル前ニナル事ナル。

線條ノ、導電率ハ、電流ガ非常ニ局限サレタル放電通路ヲ通ジテ生スル、高温度ニ依レモナル。電流ガ減スルマデヤ、線條ハ、冷却サレテ、抵抗ガ増加スル。ツツテ、尚加ル冷却、爲ニ、直線ノ、電流ヲ減スルマデ、アロウガ、抵抗モ増加スル。此作用ハ、電流ノ、通路、跡ガ、消ズルマデ、加連的ニ、連續スル。アタカモ、用、用器ガ、突然ト、用カレルカ、如クナル。

一方ニ、オケル、誘電体ニ、蓄ハレテキル、勢力ガ、充分高ト、空氣ノ、臨界電位傾度ガ、放電通路ニ、ツレレ、傾度、或ル、低マデ、降下スル前ニ、其、終末点ニ、達スルマデ、アロウ。其、他ニ、オケル、合成電流ガ、放電通路、中ニ、オケル、熱、解離ヲ、保テ、得ナリナル。臨界傾度ガ、終末点ニ、イタルマデ、衝突、いおん、ハ、ロガ、ナリ、ソレ、枝流ガ、其、点カ、放射状ニ、外方ニ、向ツテ、生スル。熱、解離ハ、最初、此、枝流、中ニ、効果ヲ、アラワス、ナル。衝突、いおん、ハ、ロガ、ナリ、大電流ガ、上述、如ク、枝流ニ、ソレテ、ツツテ、ソレハ、電位傾度、ヲ、減サスル、結果ト、ナル。其、他、此、ソレ、枝流ニ、ソレテ、いおん、化作用ヲ、保...

高い傾度ヲ要スル。又四圍ニ、長クツタ放電通路ヲ有ス。ソレテ既ニ
 電荷ヲ蓄メテ終末点ニ至テ電位傾度ヲ増加シテ事ヲシテキル。其ノ終
 末点ニ至ル傾度ガ空氣ノ局部的破裂放電ヲオサシムルニ充分ナル高
 位ニ至ル限リ此ノ様ニシテ放電通路ハ成長シテ行くノデアリ。ソレ故ニ
 放電通路ニソレノ傾度ハ $100 \text{ ぼ}^{\circ}/\text{呎}$ ニモ低下スル事ガアル。然レテ導電性
 ノ放電通路ガ長サ $500 \text{ 呎} \sim 600 \text{ 呎}$ ニ至ルニ至ヤ、其ノ終末点ニ至テ
 破裂放電ヲオスニ必要ナル勢力ハ非常ニ大ナルモノトナル。末端ニ蓄積
 セル電位傾度ハ空氣ノ破裂放電力ニ依リテ制限サレリ。ソレハ通
 路ヲ長クシテ結果ヲ得ル。此レニ用ヒラレル電圧ハ 500 万 ぼ° ニモ達スル
 べシ。強ク初メ電界ニ對シテハ破裂放電ト線系ノ長クナル率ハ増加ス。放電通
 路ハ雲ノ中ニ分岐シテ長クソバシツケル。必要ナル電位傾度ガ得ラレルト何
 時デモ放電シテ雲ノ電位ガ減ズルカラ通路ノ中ノ電流密度ハ最早保ツキ
 ハ出來ス。上述ノ作用ハ停止スル。



(五圖)

五圖ハ此ノ状態ニ於ケル雷放電ヲ説明シテキル。点線ハ其處ニ導電性
 ノ線系ノアル事ヲ示シテキル。最初ノ電荷ハ雲ノ中ニ高アル事ヲ示シテキル。

電位傾度ガ充分ニ高キ時ニハ何時デモ一ツノ雲ノ全体ヲ通ジテ云ノ空留
 電荷ガ極片ヲオシテキル處ハ、いおん化セル放電通路ヲカタツケル。雲ノ電
 圧ハ斯クテ相対ニ減少サレリ。雲ノ中ニ相反スル電荷ノ間ノ電位傾度
 ガ尙極大ニ高クテ、対流ニ依リテ電荷ガオ互ニ除キト中性ノ原子トナリ
 行ク。然レテ、雲ト大地トノ間ノ合成電位傾度ハ導電性ノ放電通路ヲ成
 長シテ、又ハ保持シテトハ言ハルニ低キ値ニ減少スル。

実験室デ雷障壁保護ノ実験ヲスルニハ、尺度、付シテアル棒ヲ用フル
 ノデアリ。最も高キ避雷柱ハ、僅カ雷雲ノ電界ヲマゲルノデアリ。雷ノ直
 撃ヲ觀察スルニアリテ、多クノ影響ヲ及ボスノデアリ。雲ノ下ニ雷放電ガ
 有リ、避雷柱ノ方ニビツテ行ク時ハ柱ノ處ノ電位傾度ハ増加スル。最初
 ハ除キニ、而シテ柱ニ段々近ツクニツイテ、柱カラ 100 呎 以内ノ距離ニ近付
 ク時ハ、柱ニ於ケル傾度ハ $30 \text{ 万 ぼ}^{\circ}/\text{呎}$ 以上ニ至ル。

①②③④ = 電位傾度、柱 = オイル電位
 傾度ト過電力ヲ受テテキル空氣ノ容積
 ノ數ヲ、柱ニ對シテ高導電率ノ流レヲ
 引込ルニ充分ノ程ニ大ナル。ソレヲ
 電界ガ最も強ク方向ニ引テ行ク。
 斯様ノ状態ニナル時ハ、成長シテ
 引込妻ノハジト、柱カラ流レ流光
 ト引、電位傾度ハ他ノ方向ニオケル



(①②③④)

傾度ノ數倍ノ大ナルヲ引込。ソレヲ引込妻ト流光ノハジトハ結局ニ
 結合スルヲ互ニ成長スル。是レハ雷ガ高ク直撃スルヲバ
 引込妻ガ、其ノ過程、初ハ閃絡ヲ導ク為デ元ノ電界ヲ引込妻ニ充分ニ引込。

今様ノ考ヘカラ送電線上ニアラワレル雷ニ依ル動搖電圧波ガ
 數 10^{-6} 秒ノ桁ノ急峻ナルモ引込妻ノ解ル。若シ、雷放電ガ送電
 線ノ近傍ニオケラバ、最も近ク送電線上ノ点ノ電位傾度ハ初メ除々
 ニ増加シテ、最大値ニ達シ、突然引込妻ガ最後、100 呎カラノ距離
 ヲ橋渡スル短時間ノ内ニ急ニ消滅スルヲ引込。減衰時引込
 閃絡後、分割勢力ニ依ルヲ引込即チ其勢力ハ初メ雷雲ノ電界中ニ
 蓄ヘラレテ引込妻ニ引込。

進行波ノ發生

第一項

動搖電圧ガ送電線ニオケルハ次ノ四、原因ニ依ルヲ引込。

1. 雷放電ニ依ル誘導
2. 雷ノ直撃
3. 弧光接地
4. 線路ノ開閉時ニオケル動搖

3. 及 4. ハ此処ニ述バズキ餘地ナシバ只 1. 及 2. ニ就キテ説明ス。

誘導及直撃動搖

荷電セル雷雲ガ送電線ノ近クニ来ルト反対ノ符号ノ電荷ガ絶縁
 物即チ碍子ノ上ニ漏レ、又ハ線端ニ引込引込妻ヲ、雷雲ノ靜電界ニ
 依リ導線上又ハ架空地線上ノ一定ノ位置ニトビマツテ引込妻
 電場ニ引込引込妻ノ注意、電場電荷ノ分布 $f(x)$ ハ電界ガ

比例ス。然シ數本、導線上、實際、電荷、大キハ、其、地上、高
 及ビ配置ニ依リマス。是レ等、幾何學的係數、まっくするに、係數ニ
 依リテアル。ヤテ、F(x) + V 法則ニテ雷雲ガ放電シテ、電界ガ消滅
 スルト、導線ヤ架空地線上、束縛電荷、解放ナル。束縛電荷、分布
 中心カラ互ニ反對方向ニ逃ケルニ對シ、進行波ガ發生ス。

動搖、發生点ニ對シテ最大誘導電圧及誘導ニ依リテ生ズル
 電圧進行波、波高ハ、比較的ニ

$$V = \alpha G h \quad ; \quad \text{最大誘導電圧 (おぼしめ)}$$

$$V' = \alpha' G h \quad ; \quad \text{進行波、波高 (") }$$

此處ニ、 h ハ導線、地上、高(呎)、 G ハ電界、傾度(おぼしめ/呎)、 α 及
 α' ハ雷放電、法則及束縛電荷、分布ニ依リ係數ヲ示シヨリ
 小テアル。オ七國ニ示サレテアル。若シ瞬時放電ノ外ニアルト $\alpha = 1.0$
 $\alpha' = 0.5$ ナル共、實際ハ電子ト言ハ共一定速度ヲ有スルモノトシ、相違
 長サ、放電通路ヲ通シテ瞬時的正イオント中和スル事ハ不可能ナリ。
 故ニ $\alpha < 1.0$ 又 $\alpha' < 0.5$ ナリ。雷放電、時間ガ増加スルニツレテ α 及
 α' ハ共ニ減少シテ 1.0×10^{-6} 秒以上ニ行ハ、 $\alpha = \alpha'$ ナリ。

α' ニ對スル式ハ雷放電ガ指數函数的ナルト言フ。假定ニ立脚ス。

$$\alpha' = \frac{1}{2} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

此處ニ、 τ ハ 1000 呎ヲ單位トスル束縛電荷、長サ、 t ハ雷雲、放電時間
 ヲ 10^{-6} 秒ヲ表サレテアル。波、長サハ

$$\lambda = \lambda + t$$

又波頭ハ λ 又ハ t ナリ。長時間雷放電ニ對シテハ誘導障礙ガ
 危險トモナリテ明カナル。今時又非常ニ短キ波長、急峻ナル波
 頭、モ限リ、誘導ニ依リ送電線上ニ高電圧ヲ發生スル事ハ明カ
 ナル。今 G 最大値ガ 100 おぼしめ/呎ト得ザレバ、平均高サ $h = 60$ 呎、
 及 3000 呎、直角束縛電荷ヲ。雷放電ガ 10×10^{-6} 秒ヲ完了シタスルト
 誘導電圧、進行波、波高ハ、オ七國ヲ参照シテ。

$$V = \alpha' G h = 0.3 \times 100 \times 60 = 1,800 \text{ KV}$$

此送電線上ニアル波、全波ハ、

$$\lambda = (10 + \frac{3000}{1000}) \times 10^{-6} \text{ 秒}$$

但進行波、速度ヲ 1000 呎/ 10^6 秒トス。若シ雷放電ガ 30×10^{-6} 秒
 カツテ完了シタスルト、

$$V' = 0.13 \times 100 \times 60 = 780 \text{ KV}$$

送電停止、割合ハ雷、直撃ガ増加スルニツレテ増ス。誘導電圧ハ一

ト直撃の対立の事、最も恐るべき事ナリ。此処ニ是等ニ、原因の生ずる進行波、間、簡單ナル理論的相互關係ヲ説明ス。雷放電、法則、進行波、波形ヲ決定スルニ付、束縛電荷、分布ヨリモ、モット影響スル事ガ最近觀察ナルニ到リ。直角、束縛電荷ヲ假定スル事ガ進行波、真ノ波形ト大差ナシ見ラレトス。換言スレバ、斯クテ波形ヲ決定スレバ、雷放電、法則(又、型)ヲ判明スルニ至ルベシ。最近ニイリ陰極線おつらぐらぶガ非常ニ発達シテキテ瞬間的電氣現象ヲ撮映スル事ガ可能ナリ。特ニのりんで此、陰極線おつらぐらぶハ雷、動搖電圧ヲ研究スルニ最もヨキ反テアル。今陰極線おつらぐらぶヲ利用シテ若シ直撃ニ依ルモデアツテラウ稲妻中、電流波ノ波形ハ知ラレ。然レ Q ガ雲、電荷ナリト。此ノ電流ハ、

$$i = \frac{\partial Q}{\partial t} = Q_0 \frac{\partial}{\partial t} F(x)$$

Q_0 ハ雷放電、初期ニ付全電荷ナリ。 $F(x)$ ハ雷放電、型ナリ。

$$F(x) = \frac{1}{Q_0} \int_0^x i dt$$

真ノ Q_0 ヲイ、數値ハ必要ナシ。金ク大切ナ事ハ $F(x)$ ガ雷放電ヲ完了スル時ニ單位最終値ニナルヤヲ知ル。 Q_0 、値ヲ任意ニ選ブ可ナリ。ソレテ雷放電ノ電流ガ停止スル時ニ完了スルベシ。雷、直撃ニ依ル波ハ、オノ圖Bニ示スル様ト典型的ト形ヲ有スルト想像サレ。其ノ形ヲ推シテ、

$$i = I (e^{-at} - e^{-bt})$$

斯クテ雷放電、型ハ、

$$F(x) = \frac{I}{Q_0} \int_0^x (e^{-at} - e^{-bt}) dt = \frac{I}{Q_0} \left\{ \frac{1 - e^{-ax}}{a} - \frac{1 - e^{-bx}}{b} \right\}$$

オノ圖ニ示スル數箇、簡單ナル直撃波ヲ示シテキル。是レニ相対スル雷放電、型及誘導動搖波ヲ示シテキル。斯クテ若シ陰極線おつらぐらぶガ決定的ニ誘導、モカ直撃、モカ解ヲ付ケレバ、他、特性ヲモシテ出ル。勿論、束縛電荷、分布、長サヤ形ハ、誘導動搖進行波、波形ニ影響ヲ及スルベシガ、雷放電、型ニ對シテハ殆ド作用ナシ。上ノ式ハ、雲、靜電界ガ均一ニ減衰スルトノ前提カ解ル。但レ此レ假定カ相対ハツレタ所ガアル。上ノ式ハ、似たり寄たり、雷進行波、ニ種ヲ案ニ重テ合シテアル。ニ個、單純波ヲ組合スト、種々、複雑セル一個、波ガ得ラレ。是レハ、オノ圖ニ示サレキル。尚、複雑シテ波ハ、オノキキ、異ツテ無數ノヤト直角波ヲオキカハラレ。事ハ、オノ圖ヲ見ルト解ル。

五項 まつくりたる代、靜電系数

n 本導線ヲ取ル。任意、形ヲ任意、配置、シテアル送電系統ガリ、電荷ヲ有シテ考ヘ。若シ單位電荷ガ導線 x ニ付テ考ヘルト、線ニ依リ得ラレル電位ハ、 $(p_{x1}, p_{x2}, p_{x3}, \dots, p_{xn})$ ナリト想像セラレ。單位電荷、カリ $= Q_2$ ニ付テ電荷ガ導線 x ニ付テラレルト。電位ハ、前ノ Q_2 倍ナル即チ $(Q_2 p_{x1}, Q_2 p_{x2}, \dots, Q_2 p_{xn})$ ナリ。此レ記号、内テ

最初， V = 付加ヘテ書イ記号ハ、電荷、与ヘテタル導線（此場合ハ又導線）ヲ表シテキル。其次ノ名番目、記号ハ、其、電位ヲトル導線ヲ表シテキル。凡本、總テ、導線 = 一系 + 電荷 ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$) = 依リテ生ズル電位

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= p_{11}Q_1 + p_{12}Q_2 + \dots + p_{1n}Q_n \\ V_2 &= p_{21}Q_1 + p_{22}Q_2 + \dots + p_{2n}Q_n \\ &\dots \dots \dots \\ V_n &= p_{n1}Q_1 + p_{n2}Q_2 + \dots + p_{nn}Q_n \end{aligned} \right\} (1)$$

上ノ式ハ電荷ト系数 p 項ヲアソビテキル電位、式ナリ。是レ等比例、直線ノ系数ハ、只導線、幾何學的性質、即チ、其、大キサ、力、形状、及位置ニ依リテ決リ。稀ニ場合ニ、例ハ、平行円筒、場合、如ク、其、系数ハ計算、キ得ルガ大部分、場合ニ、實驗的ニ決定、キ得ルナリ。導線上、電荷 Q_x = 就テ、(1) 式ヲ解テ

$$Q_x = K_{x1}V_1 + K_{x2}V_2 + K_{x3}V_3 + \dots + K_{xn}V_n \quad (2)$$

此処ニ D, K_{xy} ハ p_{xy} ガ (3) 式ニ対シテ餘因数トシテ、小行列式ナリ。

$$D = \begin{vmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{vmatrix} \quad (3)$$

總テ、電位系数ハ、正ナル事ヲ示ス為ニ、 $Q_1 = +1$ 、テ $Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n = 0$ 、ト想像、スル。凡、ハ電界中テ、最大、電位ナリ。他、導線、電位ハ、凡、ト零、トシテ、入ルニ推テトル。其、如ク、總テ、正ナル。若、 $V_1 = +1$ 、テ、 $V_2 = V_3 = \dots = V_n = 0$ 、トスル。 $K_{11} = Q_{11}$ 、ハ正ナル。 K_{12}, K_{23} 、等ハ、總テ、負ナル事ガ、明カナリ。 Q_{11} 、ガ、電氣力線、ハ、無限遠点、及、他、導線上ニ、終ラ、ケレバ、ナラヌ。故ニ、 K_{xy} 、ハ、負、但、 $x \neq y$ 、ト、時、ナラバ、 $K_{xy} = K_{yx}$ 、反轉、定理ニ依リ、テ、ソ、ウ、ナリ。總括シテ、

$$\left. \begin{aligned} p_{xy} &= p_{yx} \quad \text{及} \quad K_{xy} = K_{yx} \\ p_{xy}, K_{xx} &, \text{ハ正} \\ K_{xy} &, \text{ハ } x \neq y \text{ ナラバ、負} \end{aligned} \right\} (4)$$

充分長キ、平行円筒、導線、系統ヲ考ヘヨ。シカル時ハ、線端、作用ハ、無視、スル。ソ、レ、 r 是、 r 等、空間ガ、即チ、内部、中空、部分ガ、半径ニ、比シテ、非常ニ、大ナル。若、 r 此、導線ガ、零電位、以上、テ、入ル、ナラバ、虚像ノ方法ガ、適用、ナリ。 (ナ、ニ、圖)、ソ、レ、 r 靜電的ニ、

$$p_{xx} = 2 \log \frac{2h}{r} \quad (\text{靜電單位/種}) \quad (5)$$

$$p_{xy} = 2 \log \frac{a}{r} \quad (, ,) \quad (6)$$

此、 r = r 導線、半径、
 h = x 導線、地上、高キ、

$b = x$ 導線 + y 導線 + 1 間, 距離
 $a = x$ 導線 + y 導線, 虚像, 1 間, 距離.

形積 変化する電磁係数

n 本導線, 系統 = 若し電流が通じ飽和影響 + + モトスル. 導線 x , 其目身を通ずる電流 i_x . = 依り電磁力線, 連結, $L_{xx} i_x$. y 導線 y , 電流 i_y . = 依り電磁力線, 連結, $L_{xy} i_x + i_y$. 斯く重疊, 理 = 依り, 全導線, 全電磁力線, 連結.

$$\left. \begin{aligned} \phi_1 &= L_{11} i_1 + L_{21} i_2 + \dots + L_{n1} i_n \\ \phi_2 &= L_{12} i_1 + L_{22} i_2 + \dots + L_{n2} i_n \\ &\dots \dots \dots \\ \phi_n &= L_{1n} i_1 + L_{2n} i_2 + \dots + L_{nn} i_n \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

が一なる電, 勢力, 考列.

$$L_{xy} = L_{yx} \quad (8)$$

トスル. 又ト二圖 = 系トスル平行導線, 系統カラ

$$L_{xx} = \left(\frac{1}{2} + 2 \log \frac{2h}{r} \right) 10^{-9} \quad \text{ハリ} / \text{種} \quad (9)$$

$$L_{xy} = \left(2 \log \frac{a}{b} \right) 10^{-9} \quad \text{"} \quad (10)$$

節

自己及相互波動いんびーだんす.

(2) 及 (7) 式ヲ零電位面上 = 引電流通ずる導線, 系統 = 適用スル = 若し, 抵抗及表皮作用, 漏洩及こゝな, 損失ヲ考へ = 入ル + ヲハハ. 回路 = シルヲ, 距離毎ガ座標, = 与ヘラレシ時.

$$- \frac{\partial i_1}{\partial x} = \frac{\partial R_1}{\partial t} = K_{11} \frac{\partial e_1}{\partial t} + K_{12} \frac{\partial e_2}{\partial t} + \dots + K_{1n} \frac{\partial e_n}{\partial t} \quad (11)$$

$$- \frac{\partial e_1}{\partial x} = \frac{\partial \phi_1}{\partial t} = L_{11} \frac{\partial i_1}{\partial t} + L_{12} \frac{\partial i_2}{\partial t} + \dots + L_{1n} \frac{\partial i_n}{\partial t} \quad (12)$$

(11) 式ヲ, 本ツキ微分シ (12) 式ヲ x . = ツキ微分シテ代入スル.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 e_1}{\partial x^2} &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left\{ L_{11} (K_{11} e_1 + K_{12} e_2 + \dots + K_{1n} e_n) \right. \\ &\quad + L_{12} (K_{21} e_1 + K_{22} e_2 + \dots + K_{2n} e_n) \\ &\quad \left. + L_{1n} (K_{n1} e_1 + K_{n2} e_2 + \dots + K_{nn} e_n) \right\} \\ &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left\{ (L_{11} K_{11} + L_{12} K_{21} + \dots + L_{1n} K_{n1}) e_1 \right. \\ &\quad + (L_{11} K_{12} + L_{12} K_{22} + \dots + L_{1n} K_{n2}) e_2 \\ &\quad \left. + (L_{11} K_{1n} + L_{12} K_{2n} + \dots + L_{1n} K_{nn}) e_n \right\} \\ &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left\{ J_{11} e_1 + J_{12} e_2 + \dots + J_{1n} e_n \right\} \quad (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{比例} = \quad J_{rs} &= L_{r1} K_{1s} + L_{r2} K_{2s} + L_{r3} K_{3s} + \dots + L_{rn} K_{ns} \\ &= L_{1r} K_{r1} + L_{2r} K_{r2} + L_{3r} K_{r3} + \dots + L_{nr} K_{rn} \quad (14) \end{aligned}$$

重差記号ヲ (13) 式, 凡箇, 式, x 次, 如ク + 1/2.

$$\left. \begin{aligned} 0 &= A_{11} e_1 + J_{12} e_2 + \dots + J_{1n} e_n \\ 0 &= J_{21} e_1 + A_{22} e_2 + \dots + J_{2n} e_n \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

比如=運算系数

$$A_{rr} = \left\{ J_{rr} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \int \int dx \right\} \quad (16)$$

(15)式が零以外, 解ヲ持つ為ニハ

$$\begin{vmatrix} A_{11} & J_{12} & \dots & J_{1n} \\ J_{21} & A_{22} & \dots & J_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_{n1} & J_{n2} & \dots & A_{nn} \end{vmatrix} e = 0 \quad (17)$$

此ノ行列式ハn次ノ乗積カ、是ヲ展開スルト、運算系数ニツテn次ノ多項式ヲ得ル。運算系数

$$\beta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \int \int dx \quad (18)$$

若シモ、系数ガa、持つモトヲバ、

$$(a_n \beta^n + a_{n-1} \beta^{n-1} + \dots + a_1 \beta + a_0) e = 0 \quad (19)$$

ナリ、eガ次ノ如キ波ヲテイルト假定スルト。

$$e = f(x + vt) \quad (20)$$

(20)ヲ(19)ニ代入

$$a_n v^{-2n} + a_{n-1} v^{-2(n-1)} + \dots + a_1 v^{-2} + a_0 = 0 \quad (21)$$

是vハ、 v^{-2} ニツテn次ノ多項式ナリ。故ニ波傳播速度ニ対シテ、2n、個ノ解スル(正又負)。其ノ波運動条件ヲ満足スルモトナリ。若シ、

$$B_{rr} = (J_r v - v^{-2}) \quad (22)$$

ナリ、 v^{-2} 、n個ノ個ノ行列式ニテ与ヘラレリ

$$\begin{vmatrix} B_{11} & J_{12} & \dots & J_{1n} \\ J_{21} & B_{22} & \dots & J_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_{n1} & J_{n2} & \dots & B_{nn} \end{vmatrix} = 0 \quad (23)$$

一般ニn本ノ平行導線、各々、上ニ異ニ傳播速度(v_1, v_2, \dots, v_n)、n対ノ波ガ存在シ得ル。其、各対ノ波、前方ニ進ムモト後方ニ行クモトイル故ニ

$$e_1 = f_{11}(x - v_1 t) - F_{11}(x + v_1 t) + \dots + f_{1n}(x - v_n t) + F_{1n}(x + v_n t) \dots (24)$$

電流(24)及(11)式ヨリ

$$i_1 = -\frac{\partial}{\partial t} \int (K_{11} e_1 + K_{12} e_2 + \dots + K_{1n} e_n) dx \quad (25)$$

$$= K_{11} \sum v_r (f_{1r} + F_{1r}) + K_{12} \sum v_r (f_{2r} - F_{2r}) + \dots + K_{1n} \sum v_r (f_{nr} - F_{nr})$$

比如、総和記号ノ電圧ニ対スル式(24)ニ表サレテイル波ヲ含メテイルモトナリ。雷ニ依リ進行波ニ対シテハ、表皮作用ガ非常ニ高カシ。

電流ノ導線ノ外周、薄イ膜ニ限ラレリ。其、結果、内部磁界、無ク、(1)式ニテイル、 $\frac{1}{2}$ ノ項ガナリ。是vノ導線ノ切断面ノ通シテ均一ニ電流ガ分布スルトテ假定、モトニテイル内部電圧ニ依リモトナリ。是ヲ

即(10)式ハ次ノ如クナリ.

$$L_{xx} = 2 \log \frac{2h}{r} \times 10^{-9} = \frac{P_{xx}}{C^2} \quad \text{1V}^{-1}\text{-ノ種} \quad (26)$$

$$L_{xy} = 2 \log \frac{a}{b} \times 10^{-9} = \frac{P_{xy}}{C^2} \quad \text{,} \quad (27)$$

$$C = 3 \times 10^{10} \text{ 種/秒} = \text{光速} \quad (28)$$

是等ノ值ヲ(14)式ニ代入シテ.

$$J_{rs} = C^{-2} (P_{1r}K_{1s} + P_{2r}K_{2s} + \dots + P_{nr}K_{ns}) \quad (29)$$

(3)式ヲ参照シテD.Kxy.ノ行列式ノ展開ニテ. 其ノ余因数カPxyヲ行ノ行列式+Vガ(29)式ノ. 若シR及Sノ行ノ要素カ全ク等シケレバ. 其ノ展開+V事カ明ナリ. 然レ此ノ場合. 行列式カ消滅ス. 故ニ.

$$J_{rs} = \begin{cases} 0 & \text{若シ } r \neq s \\ C^{-2} & \text{若シ } r = s \end{cases} \quad (30)$$

此等ノ条件ノ元ニ(28)式ハ次ノ如クナリ.

$$B_{rr} = (C^{-2} - V^{-2}) \quad (31)$$

ソレヲ(23)ノ行列式ニ書き換ヘラレバ.

$$\begin{vmatrix} B_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B_{22} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & B_{nn} \end{vmatrix} = B^n = (C^{-2} - V^{-2})^n = 0 \quad (32)$$

故ニ $V = \pm C$. 之ヲ全クノ波ハ光波トシテ一ノ速度ヲ持ツヲ行ノリ. 此ノ元ニ(25)式ノ簡單ナリ.

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= Y_{11}(f_1 - F_1) + Y_{12}(f_2 - F_2) + \dots + Y_{1n}(f_n - F_n) \\ i_2 &= Y_{21}(f_1 - F_1) + Y_{22}(f_2 - F_2) + \dots + Y_{2n}(f_n - F_n) \\ \dots & \\ i_n &= Y_{n1}(f_1 - F_1) + Y_{n2}(f_2 - F_2) + \dots + Y_{nn}(f_n - F_n) \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

此ノ元ニ $\left. \begin{aligned} Y_{rr} &= C K_{rr} = \text{自己波動アドミッタンス} \\ Y_{rs} &= C K_{rs} = \text{相互波動アドミッタンス} \end{aligned} \right\} \quad (34)$

(33)ニ導ク解)ノ順序ヲサカサマニスル.

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= Z_{11}i_1 + Z_{12}i_2 + \dots + Z_{1n}i_n \\ V_2 &= Z_{21}i_1 + Z_{22}i_2 + \dots + Z_{2n}i_n \\ \dots & \\ V_n &= Z_{n1}i_1 + Z_{n2}i_2 + \dots + Z_{nn}i_n \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

此ノ元ニ $\left. \begin{aligned} Z_{rr} &= \frac{P_{rr}}{C} = 60 \log \left(\frac{2h}{r} \right) = \text{自己波動インペダンス} \\ Z_{rs} &= \frac{P_{rs}}{C} = 60 \log \left(\frac{a}{b} \right) = \text{相互波動インペダンス} \end{aligned} \right\} \quad (36)$

$$\left. \begin{aligned} g &= g(x-vt) && \text{前進スル電流波} \\ G &= G(x+vt) && \text{反対方向ニ行ク電流波} \end{aligned} \right\} (37)$$

或レ一群, 導線, 例ハ $m+1$ カラ n マテ含メザルモノガ等シイ電圧波ヲ
ハコブトスルト, 此レ一群, 導線, 效果ヲ一本, 等價導線デオキカレル事ハ常ニ便
利ナシカモ可能ナ事ナリ。

$$f_0 = f^{(m+1)} + \dots = f_n \quad (38)$$

$$i_0 = i^{(m+1)} + \dots + i_n \quad (39)$$

$$Y_{r0} = Y_{r(m+1)} + \dots + Y_{rn} \quad (40)$$

$$Y_s = Y^{(m+1)}_s + \dots + Y_{ns} \quad (41)$$

斯クテ (33) 式, 1 次ノ如クナレ。

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= Y_{11} f_1 + \dots + Y_{1m} f_m + Y_{10} f_0 \\ i_m &= Y_{m1} f_1 + \dots + Y_{mm} f_m + Y_{m0} f_0 \\ i_0 &= Y_{10} f_1 + \dots + Y_{m0} f_m + Y_{00} f_0 \end{aligned} \right\} (42)$$

此レニテ方程式ノ数, $(m+1)$ = 簡略ナレ。

(37) 式ニテ電圧波ハ

$$e(x-vt) = \sum g(x-vt) \quad \text{前進スル電圧波} \quad (43)$$

$$e(x+vt) = \sum G(x+vt) \quad \text{反対方向ニ行ク電圧波} \quad (44)$$

此レガ

$$v = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{Y} \quad (45)$$

L = インダクタンス (ハンリー)

C = キャパシタンス (ファラッド)

過渡点 = 於ル進行波ノ状態。

オ十三圖ハ大地, 面 = 互ニ互ニ平行ナレ。凡本, 導線ガアリ, 相互ニ
ハあはみ合ハル。 N_2, N_3, \dots 等デ電石磁的ニ連結ナレテナル如ク, 送電系
系統ヲ示ス。故ニ, 任意ノ導線上, 電流及電圧, 影響ハ, 全部, 他,
線ニ及ケルナレ。今圖, 複雑ナレル回路ニテ行サレ, 種々, 場合ニテハ
何レハモ使用スル事ハ出来ナリ。然レモ, ^(有相) 一般的ニ現ワス事ハ考ヘラレ。免
免ニ角方程式ヲ立テテ, ヲ解クニテ, 就テ行キテ, 其ノ過渡点ガ如何ニ
複雑ニテナルトモ, 全様ニカマワレ。オ十三圖ヲ参照シテ。

$Y_{11}, Y_{22}, \dots, Y_{nn}$ = 過渡点列見テ左方ノ線, 自己波動ガあはみ合ハル。

Y_{12}, Y_{13}, \dots = 左方ノ線, 相互波動ガあはみ合ハル。

$y_{11}, y_{22}, \dots, y_{nn} =$ 過渡点 3 右方ノ線, 自己波動おどみったんす
 $y_{12}, y_{13}, \dots, y_{in} =$ " " 相互波動おどみったんす.
 $U_1, U_2, \dots, U_n =$ 過渡点 3 左方ノ直列いんピーたんす結線網
 $W_1, W_2, \dots, W_n =$ " 右方ノ直列いんピーたんす結線網.
 $N_1, N_2, \dots, N_n =$ 大地ニ対スルおどみったんす.
 N_{12}, N_{13}, \dots 等 = 接合点 3 接合点ニ至ル旨, おどみったんす.

$e, i =$ 電圧及電流襲来波.
 $e', i' =$ " " 反射波.
 $e'', i'' =$ " " 侵入波.

過渡点ニ襲来波カ到達スル時, 其ノ等ノ波ノ次ニ言及ル送電線,
 一般式ヲ満足スル反射波ト侵入波トヲ発生セシテ, 其ノほつ比,
 法則及接合点ニオトル電流, 電圧, 連続性ノ条件ト一致スルヲテイル.
 任意ノ引出線ノ, 接合点ニオトル全電圧, 其ノ線, 襲来波ト反射波
 ノ和ヲテイル.

$$(e_r + e_r') \tag{11}$$

ノンテ全電流ハ, $(i_r + i_r') = Y_{r1}(e_1 - e_1') + \dots + Y_{rn}(e_n - e_n') \dots \tag{12}$

おどみったんす N_r / 兩端ノ電圧ハ,

$$E_r = (e_r + e_r') - U_r(i_r + i_r') \tag{13}$$

ノンテ, N_r ノ通ル電流ハ故ニ,

$$I_r = N_r E_r \tag{14}$$

引出線ニ侵入スル電流ハ,

$$i_r'' = y_{r1}e_1'' + y_{r2}e_2'' + \dots + y_{rn}e_n'' \tag{15}$$

ノンテ, 他ノ接合点ニハカビレル電流ハ,

$$I_r' = N_{1r}(E_r - E_1) + N_{2r}(E_r - E_2) + \dots + N_{nr}(E_r - E_n) \tag{16}$$

電流ノ連続性ノ条件ハ,

$$i_r + i_r' = i_r'' + I_r + I_r' \tag{17}$$

引出線ニ侵入スル電圧波ハ,

$$e_r'' = E_r - W_r i_r'' \tag{18}$$

(2), (3), (4), (5) 及 (6) 式ヲ (7) 式ニ代入シテ整理スルト,

$$\begin{aligned}
 & \{ Y_{r1} + Y_{r1} U_r (N_r + N_{1r} + \dots + N_{nr}) - Y_{1r} N_{1r} U_1 - \dots - Y_{nr} N_{nr} U_n \} (e_1 - e_1') \\
 & \dots \dots \dots \\
 & + \{ Y_{rn} + Y_{rn} U_r (N_r + N_{1r} + \dots + N_{nr}) - Y_{1n} N_{1r} U_1 - \dots - Y_{nn} N_{nr} U_n \} (e_n - e_n') \\
 & + N_{1r}(e_1 + e_1') + \dots + N_{nr}(e_n + e_n') - (N_r + N_{1r} + \dots + N_{nr})(e_r + e_r') \\
 & = (y_{r1}e_1'' + \dots + y_{rn}e_n'') \tag{19}
 \end{aligned}$$

又 (2), (3), (4), (5), 及 (6) 式ヲ (8) 式ニ代入シテ再ビ整理スルト,

$$(e_r + e_r') - U_r \{ Y_{r1}(e_1 - e_1') + \dots + Y_{rn}(e_n - e_n') \} \\ = e_r'' + W_r (y_{r1} e_1'' + \dots + y_{rn} e_n'') \quad (10)$$

此線系=対シテハ、(9)、(10)型、式ガ、n個ト、(10)、型、式ガ、n個得ラレド、ソシテ
是レ等、2n聯立方程式、n、2n、未知數、(e_1', \dots, e_n', e_1'', \dots, e_n'')ヲ決定スル。
=充分テ、他、數、ハ、斯クテ、(1)カラ、(8)マデ、式ヨリ求マレド、故=是レ等、式、ハ、
一般、過渡點=檢テ、襲來、侵入、及反射、状態ヲ完全=數式ニ表ワス=
充分テ、下=數種、簡略法及例ガ、アゲラレド、

互ニ連結セル結線網ガ、除去セラレタ時ハ、N12, N23, 等ガ、全部零トスル。
其ノテ、(9)及(10)式、ハ、簡單トナシ。

$$(1 + N_r U_r) \{ Y_{r1}(e_1 - e_1') + \dots + Y_{rn}(e_n - e_n') \} - N_r (e_r + e_r') \\ = (y_{r1} e_1'' + \dots + y_{rn} e_n'') \quad (11)$$

$$(e_r + e_r') - U_r \{ Y_{r1}(e_1 - e_1') + \dots + Y_{rn}(e_n - e_n') \} \\ = e_r'' + W_r (y_{r1} e_1'' + \dots + y_{rn} e_n'') \quad (12)$$

(11)及(12)ハ、才+三圖、一般送電線系統ニ対スル一般式テ、ナル。
此一般式ヲ、才+四圖ニ示サレテ、各場合ニ適用スル。

才+四圖(a)、二本、導線、ハ、一本ガ、途中テ、オコツテ、ナル。

$$N_1 = N_2 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0$$

$$y_{11} = \frac{1}{z_{11}}, \quad y_{22} = y_{12} = 0,$$

此等、値ヲ、一般式ニ入レテ、

$$\left. \begin{aligned} Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') &= y_{11} e_1'' \\ Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') &= 0 \\ (e_1 + e_1') &= e_1'' \\ (e_2 + e_2') &= e_2'' \end{aligned} \right\}$$

此聯立方程式、解ハ、次、如シ、但シ、 $Y_{11} = \frac{1}{z_{11}}, Y_{21} = \frac{1}{z_{21}}, y_{11} = \frac{1}{z_{11}},$ トス。

$$e_1' = \frac{z_{11} - z_{11}}{z_{11} + z_{11}} e_1, \quad e_2' = e_2 - \frac{z_{12}}{z_{11} + z_{11}} e_1,$$

$$e_1'' = \frac{z_{21}}{z_{11} + z_{11}} e_1, \quad z_{11} = \frac{Y_{22}}{Y_{11} Y_{22} - Y_{12}^2}, \quad z_{12} = \frac{-Y_{12}}{Y_{11} Y_{22} - Y_{12}^2},$$

若シ、No.1、線、上、e_1、ヲ、No.2、線、上、e_2、ガ、誘起シ、テ、ナル。

$$e_2 = \frac{z_{12}}{z_{11}} e_1,$$

反対ニ、e_2 = 例、テ、e_1、ガ、誘起シ、テ、ナル。

$$e_1 = \frac{z_{12}}{z_{22}} e_2,$$

若シ、線、1、接合點、列、右、ガ、單、ト、No.1、線、續、キ、テ、ナル、ト、 $z_{11} = z_{11} +$

故ニ、式、ハ、

$$e_1' = 0$$

$$e_2' = e_2 - \frac{z_{12}}{z_{11}} e_1, \quad e_1'' = e_1,$$

故ニ、No.1、線、上、ハ、反射波、及、全波、ガ、侵入スル、事、ナル。

第十四圖 (b). 2線, 内1線が途中でオコリ=+のヲオコリ而モ接地シテキル。

$$N_1 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0, \quad N_2 = \infty$$

$$Y_{11} = \frac{1}{Z_{11}}, \quad Y_{22} = Y_{12} = 0,$$

一般式ニ入ル。

$$Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') = Y_{11}e_1''$$

$$(e_2 + e_2') = 0$$

$$(e_1 + e_1') = e_1''$$

$$(e_2 + e_2') = e_2''$$

此ノ聯立方程式ヲ解ケル。

$$e_1' = \frac{Y_{11} - Y_{11}}{Y_{11} + Y_{11}} e_1 + \frac{2Y_{12}}{Y_{11} + Y_{11}} e_2$$

$$e_2' = -e_2, \quad e_1'' = \frac{2Y_{11}e_1}{Y_{11} + Y_{11}} + \frac{2Y_{12}}{Y_{11} + Y_{11}} e_2$$

第十四圖 (c). 途中ヨリ孤立セル導線ガアル時。

$$N_1 = N_2 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0$$

$$Y_{11} = \frac{1}{Z_{11}}, \quad Y_{12} = Y_{22} = 0,$$

条件ヲ一般式ニ入ル。

$$Y_{11}(e_1 - e_1') = Y_{11}e_1'' + Y_{12}e_2''$$

$$0 = Y_{21}e_1'' + Y_{22}e_2''$$

$$(e_1 + e_1') = e_1''$$

$$e_2 + e_2' = e_2''$$

是ヲ解ケル。

$$e_1' = \frac{Z_{11} - Z_{11}}{Z_{11} + Z_{11}} e_1$$

$$e_1'' = \frac{2Z_{11}}{Z_{11} + Z_{11}} e_1$$

$$e_2'' = \frac{Z_{12}}{Z_{11}} e_1'' = \frac{2Z_{12}}{Z_{11} + Z_{11}} e_1$$

第十四圖 (d). 途中ヨリ孤立セル接地導線ガアル時。

$$N_1 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0, \quad N_2 = \infty$$

$$Y_{11} = \frac{1}{Z_{11}}, \quad Y_{12} = Y_{22} = 0$$

一般式ニ入ル

$$Y_{11}(e_1 - e_1') = Y_{11}e_1'' + Y_{12}e_2''$$

$$e_2 + e_2' = 0$$

$$(e_1 + e_1') = e_1''$$

$$(e_2 + e_2') = e_2''$$

故ニ

$$e_1' = \frac{Y_{11} - Y_{11}}{Y_{11} + Y_{11}} e_1, \quad e_1'' = \frac{2Y_{11}}{Y_{11} + Y_{11}} e_1, \quad e_2'' = 0$$

第十四圖 (e). 一本ノ導線ガ切斷ナル時。

$$N_1 = N_2 = U_1 = U_2 = W_1 = 0, \quad W_2 = \infty$$

$$Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') = Y_{11}e_1'' + Y_{12}e_2''$$

$$Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') = Y_{21}e_1'' + Y_{22}e_2''$$

$$(e_1 + e_1') = e_1''$$

是の解行.

$$e_1' = 0, \quad e_2' = e_2 - \frac{z_{12}}{z_{11}} e_1, \quad e_1'' = e_1, \quad e_2'' = \frac{z_{12}}{z_{11}} e_1$$

オ十四圖 (f) 切断サレタ導線, 前方が接地サレテ居時,

$$U_1 = W_1 = W_2 = N_1 = 0, \quad U_2 = N_2 = \infty, \quad \neq$$

$$\begin{cases} \neq \text{一般式} = \lambda \mu & Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') = y_{11}e_1'' + y_{12}e_2'' \\ & Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') = 0 \\ & (e_1 + e_1') = e_1'' \\ & Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') = 0 \end{cases}$$

$e_2'' = 0$ サレバ故 =

$$e_1' = \frac{1 - z_{11}y_{11}}{1 + z_{11}y_{11}} e_1, \quad e_2' = e_2 + \frac{2z_{12}y_{11}}{1 + z_{11}y_{11}} e_1, \quad e_1'' = \frac{2}{1 + z_{11}y_{11}} e_1$$

オ十四圖 (g) 切断サレタ導線, 近方ノ片が接地サレテ居時,

$$U_1 = U_2 = W_1 = N_1 = 0, \quad W_2 = N_2 = \infty$$

$$\begin{cases} \neq \text{一般式} = \lambda \mu & Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') = y_{11}e_1'' + y_{12}e_2'' \\ & e_2 + e_2' = 0 \\ & e_1 + e_1'' = e_1'' \\ & 0 = y_{21}e_1'' + y_{22}e_2'' \end{cases}$$

$$\text{故} = e_1' = \frac{z_{11}Y_{11} - 1}{z_{11}Y_{11} + 1} e_1 + \frac{2Y_{12}z_{11}}{z_{11}Y_{11} + 1} e_2, \quad e_2' = -e_2$$

$$e_1'' = \frac{2z_{11}}{z_{11}Y_{11} + 1} (Y_{11}e_1 + Y_{12}e_2)$$

$$e_2'' = \frac{z_{12}}{z_{11}} e_1'' = \frac{2z_{12}}{z_{11}Y_{11} + 1} (Y_{11}e_1 + Y_{12}e_2)$$

オ十四圖 (h) 一本, 導線カ線端ニサレテ抵抗ヲ通シテ接地サレテ居時,

$$U_1 = U_2 = N_2 = 0, \quad N_1 = \frac{1}{R}, \quad y_{11} = y_{22} = y_{12} = 0$$

$$\begin{cases} \neq \text{一般式} = \lambda \mu & Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') - (e_1 + e_1')/R = 0 \\ & Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') = 0 \end{cases}$$

$$\text{故} = e_1' = \frac{R - z_{11}}{R + z_{11}} e_1, \quad e_2' = e_2 - \frac{2z_{12}}{R + z_{11}} e_1$$

若シ $R = z_{11}$ ナル時, $e_1' = 0$ ナリ $e_2' = e_2 - \frac{2z_{12}}{z_{11}} e_1$

オ十四圖 (i) 一本, 導線カ抵抗接地サレテ居時.

$$U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = N_2 = 0, \quad N_1 = \frac{1}{R}, \quad \neq \text{一般式}$$

$$\begin{cases} = \lambda \mu & Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') = y_{11}e_1'' + y_{12}e_2'' + (e_1 + e_1')/R \\ & Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') = y_{21}e_1'' + y_{22}e_2'' \\ & (e_1 + e_1') = e_1'' \\ & (e_2 + e_2') = e_2'' \end{cases}$$

此ノ聯立方程式ヲ解行.

$$e_1' = \frac{-z_{11}}{2R + z_{11}} e_1$$

$$e_2' = \frac{-z_{12}}{2R + z_{11}} e_1$$

$$e_1'' = \frac{Z_R}{Z_R + Z_{11}} e_1$$

$$e_2'' = e_2 - \frac{Z_{12}}{Z_R + Z_{11}} e_1$$

此等式，架空地線，理論上關聯：重要 + 式子アリ。

第十四圖 (j) 一本ヲ对位变换シテ時。

$$N_1 = N_2 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0$$

$$y_{11} = y_{22}, \quad y_{22} = y_{11}, \quad y_{12} = y_{21} = y_{12} = y_{21}$$

$$\begin{cases} \text{一般式} = \lambda \text{ト。} & y_{11}(e_1 - e_1') + y_{12}(e_2 - e_2') = y_{11}e_1'' + y_{12}e_2'' \\ & y_{21}(e_1 - e_1') + y_{22}(e_2 - e_2') = y_{21}e_1'' + y_{22}e_2'' \\ & (e_1 + e_1') = e_1'' \\ & (e_2 + e_2') = e_2'' \end{cases}$$

$$\text{故ニ} \quad e_1' = \frac{(y_{11} - y_{22})}{(y_{11} + y_{22}) - 4y_{12}^2} \{ (y_{11} + y_{22})e_1 + 2y_{12}e_2 \}$$

$$e_2' = \frac{-(y_{11} - y_{22})}{(y_{11} + y_{22}) - 4y_{12}^2} \{ 2y_{12}e_1 + (y_{11} + y_{22})e_2 \}$$

$$e_1'' = e_1' + e_1$$

$$e_2'' = e_2' + e_2$$

若シ本，導線ガ全一水平面内ニアル時， $y_{11} = y_{22}$ ， γ ニ反射波+也。

若シ又， \dots ，叢刺波ガ $e_1 = e_2 = e$ ， γ 如キモノアルトシト。

$$e_1' = -e_2' = \frac{(y_{11} - y_{22})}{y_{11} + y_{22} - 2y_{12}} e$$

第十四圖 (k) 一線ガ他，一線ニ平行+IV区域ニアル時。

$$N_1 = N_2 = U_1 = U_2 = W_1 = W_2 = 0$$

$$y_{12} = 0, \quad z_{11} = z_{11}, \quad z_{22} = z_{22}$$

一般式 = λ ト

$$\begin{cases} y_{11}(e_1 - e_1') = y_{11}e_1'' + y_{12}e_2'' \\ y_{22}(e_2 - e_2') = y_{21}e_1'' + y_{22}e_2'' \\ (e_1 + e_1') = e_1'' \\ e_2 + e_2' = e_2'' \end{cases}$$

$$\text{故ニ} \quad e_1' = \frac{\{ (y_{11} - y_{11})(y_{22} + y_{22}) + y_{12}^2 \} e_1 + 2y_{12}y_{22}e_2}{(y_{11} + y_{11})(y_{22} + y_{22}) - y_{12}^2}$$

$$e_2' = \frac{\{ (y_{11} + y_{11})(y_{22} - y_{22}) + y_{12}^2 \} e_2 - 2y_{12}y_{11}e_1}{(y_{11} + y_{11})(y_{22} + y_{22}) - y_{12}^2}$$

$$e_1'' = \frac{2y_{11}(y_{22} + y_{22})e_1 - 2y_{12}y_{22}e_2}{(y_{11} + y_{11})(y_{22} + y_{22}) - y_{12}^2}$$

$$e_2'' = \frac{2y_{22}(y_{11} + y_{11})e_2 - 2y_{12}y_{11}e_1}{(y_{11} + y_{11})(y_{22} + y_{22}) - y_{12}^2}$$

第十四圖 (l) 一線ガ他，一線ニ平行+IV区域ニアル時。

$$U_1 = U_2 = N_1 = N_2 = W_1 = W_2 = 0$$

$$y_2 = 0, \quad z_{11} = z_{11}, \quad z_{22} = z_{22}, \quad \text{一般式} = \lambda \mu$$

$$\left. \begin{aligned} Y_{11}(e_1 - e_1') + Y_{12}(e_2 - e_2') &= y_{11}e_1'' \\ Y_{21}(e_1 - e_1') + Y_{22}(e_2 - e_2') &= y_{22}e_2'' \\ (e_1 + e_1') &= e_1'' \\ (e_2 + e_2') &= e_2'' \end{aligned} \right\}$$

故に

$$e_1' = \frac{\{ (Y_{11} - y_{11})(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2 \} e_1 + 2Y_{12}y_{22}e_2}{(Y_{11} + y_{11})(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2}$$

$$e_2' = \frac{\{ (Y_{11} + y_{11})(Y_{22} - y_{22}) - Y_{12}^2 \} e_2 + 2Y_{12}y_{11}e_1}{(Y_{11} + y_{11})(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2}$$

$$e_1'' = \frac{2\{ Y_{11}(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2 \} e_1 + 2Y_{12}y_{22}e_2}{(Y_{11} + y_{11})(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2}$$

$$e_2'' = \frac{2\{ Y_{22}(Y_{11} + y_{11}) - Y_{12}^2 \} e_2 + 2Y_{12}y_{11}e_1}{(Y_{11} + y_{11})(Y_{22} + y_{22}) - Y_{12}^2}$$

進行波, 減衰

損失を考慮して、即ち斯く假定して進行波を計算する事は普通誤りなき事である。實際、この如き減衰及変歪を起す主たる原因は波高の平らな波を長くする事である。然し其作用は季節や他の条件に依りて変化するが故に与へる送電線に對しては、一定減衰と言ふ事は出来ぬ。進行波、線路上に於ける損失、影響は三重に及ぶ。

1. 電圧及電流、流るゝ減衰される。
2. 行くに時、経過と共に電圧が下がる。
3. 元の相似する電流及電圧波、互に変化する。

其の故は、波動のインピーダンスと云ふ。簡單に比例係数が電流と電圧の最早關係付て行く。

今、末端開放線路の無限電源に荷電する。無損失の時、振動、其の周波数を不定に繰返して行く。然し線路に損失がある時、線路が全く定常状態となる事は振動が徐々に減衰する。変歪される線路の波の端子電圧は荷電する事の結果、その電圧が通じて、変歪される。漏洩は、漏洩の大きさ、及並列抵抗、その必要とする。漏洩の大きさは、中へ電流が流れる事、線路を連続的に電圧が降下する事。故に線路を荷電する最後の標準、漏洩電流に對しては必要とする。線路上に進行波、一行程の減衰、 $(1 - \alpha)$ 、と對する瞬間は、電圧が一表、通り。4n 単位時、後、於て電端、電圧、

$$e = 2(\alpha - \alpha^3 + \alpha^5 - \alpha^7 + \alpha^9 - \dots)$$

$$= 2(\alpha - \alpha^3)(1 + \alpha^4 + \alpha^8 + \dots)$$

$$= 2(\alpha)(1 - \alpha^2) \sum_0^n \alpha^{4r} = 2\alpha \frac{1 - \alpha^{4(n+1)}}{1 - \alpha^4}$$

才一表

送電端	單位時間	受電端
1	0	0
1	1	α
$1 + \alpha^2$	2	2α
1	3	$2\alpha - \alpha^3$
$1 - \alpha^4$	4	$2\alpha - 2\alpha^3$
1	5	$2\alpha - 2\alpha^3 + \alpha^5$
$1 + \alpha^6$	6	$2\alpha - 2\alpha^3 + 2\alpha^5$
1	7	$2\alpha - 2\alpha^3 + 2\alpha^5 - \alpha^7$
$1 - \alpha^8$	8	$2\alpha - 2\alpha^3 + 2\alpha^5 - 2\alpha^7$
等		等

無限回振動後ハ. $e = \frac{2\alpha}{1 + \alpha^2}$

斯クテ減衰ガ $(1 - \alpha) = 0.5$, トシテ線路ニ變歪 + VT 2VT 線, 開放端ハ

$$e = \frac{2 \times 0.5}{1 + 0.25} = 0.8$$

トシテ電圧ニ入テ. 最後ニ安定トシテ.

ルバニテ, 減衰ニ対シテ實驗式ハ近似計算ニ便利トシテ,
テ尚. 動搖電圧發生点ヨリ 10哩以内トシテ誤差ガ無視シ得ル
程テアルトシテハ言テテキ。其式ハ⁵

$$e = \frac{e_0}{kS e_0 + 1}$$

此処ニ. e_0 = 動搖, 發生点ノ電圧.

S = 距離 (哩)

e = S 哩發生点ヨリハテテ地ニ電圧.

k = 實驗的ニ決定サレテ減衰定数.

k ノ値ハ. 3.0ニテ, 實驗ニ依リテ

正符号, 動搖電圧進行快ニ対シテ $0.012 \sim 0.000012$

負 " " $0.0086 \sim 0.000065$

理想的架空地線

此処ニシテ重要ノ事項ハ雷電ノ放電ノ法則, 相異. 束縛電荷,
進行波, 發生点ヨリ殘留ト殘留電荷, 影響ヲ述ベテ. ヲシテ
理論ノ數ヲ, 架空地線及導線ヲ有シテ系統ニ適用出来ルニテ.

此要項, 結果トシテ, 理想的架空地線, 場合達ニキ結論, 保護比ガ雷雲, 放電法則ヤ束縛電荷, 分布及進行波ニ対シテハ, 全ク同等關係ガ無ク言フ事ナリ。但シ此処ニ保護比トハ架空地線ヲ保護セル導線上, 電圧, 架空地線トキ時ニ其導線上ニオクル電圧ニ対スル比ナリ。又理想的架空地線トハ其全長ヲ通ジテ完全ニ接地ガシテアル事ナリ。斯ル關係ニアルト見テ保護比ハ, 計算ノ簡便法ニ依リ求メテモト全ク全様トモヲ現シテイル。換言スルハ全ク保護比ハ, 理想的架空地線, 條件ガ薦テイル如何ナル方法ニ依リモ求メ得ベキモノナリ。其ノ方法ニ,

- (1). 簡便法 (はんだ一代ガシラ, 影響ニ対スル校正シテモ)
- (2). 假設送電線, 試験 (ピーク比)
- (3). 進行波ニツイテ試験 (まくろん比)
- (4). 架空線上, 測定

勿論, 導線上ニ誘導セル實際, 電圧ハ圧ク異ナリ。雷雲, 放電, 法則等ニ依ルモノナリ。然シ架空地線ヲ用ヒテ解ル所, 電圧, 位減, 百分率ハ是レ等, 各項ニ無關係ナリ。下ニ理想的架空地線, 一般化セル理論ヲアゲテ, 保護比ヲ求テ見ヨク。

特ニ一本, 導線上, 一点ニオケル電荷, 密度ハ雲, 上, 電荷ト地ノ導線上ニ誘起セル電圧, 效果ガ合サツテ, 靜電界傾度ニ依ルモノナリ。靜電的ニ平衡シテイル。其ノ様ト系統ニ対シテ, 特性方程式ヲまっくすルニ比, 靜電係數, 項ヲ作ル事ハ易々タルモノナリ。

ナリ。雷雲, 放電ガ或ル時間, 函數, $f(x)$ ニ依ル時ニハ, 導線上ニ $f(x)$ ナル函數ニ比例シテイル束縛電荷ハ, 開放セル擾乱セル区域カラ, 互ニ反對, 方向ニ逃レ去ル処, 一對, 進行波ヲ発生スル。雷雲, 放電ハアツテ短時間ニオケルニテ反對, 符号, 電荷ガ高ク抵抗, 碍子ヲ越テ, 漏洩スルワケニハカヌ。然共, 比較的ニ低ク抵抗ニ鉄塔, 所ヲ接地シテイル架空地線, 場合ハソウナリ。現在トナリテイル要項, 理想的架空地線, 場合ニシカギラレテイル。ソレハ, 完全接地ニ依リテ全長ヲ通ジテ導體ニ対シテ零電位ニ保タレテイル。m個, 理想的架空地線ト, (n-m)本, 導線ヲ有スル架空送電系統ヲ考ヘテイル。架空地線ハ, 1カマ mマツル數ダケナリ。導線ハ, (m+1)カマ nマツル數ダケナリ。ソシテ $P_{kr} = P_{rk}$ ハ, k番目, 導線ト, 間, 相互誘導係數ナリトス。雷雲, 放電スル前ハ, 碍子, 上ニ漏洩セル電荷 Q_k , 作用ニ依リ, 全線ハ零電位ナリ。若シクガ雷雲ニ至ル電界傾度ナリトス。ソシテ又, k番目, 導線, 地上, 高サトスル雷雲, 放電前, 靜電的平衡状態ニ對シテ電界, 式ハ,

転置の行列式

$$\begin{array}{cccc|cccc|c}
 Q_1 & \dots & Q_m & Q_{m+1} & \dots & Q_n & q'_1 & \dots & q'_m & V_{m+1} & \dots & V_n & \\
 \hline
 p_{11} & \dots & p_{1m} & p_{1(m+1)} & \dots & p_{1n} & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & = -G h_1 \\
 p_{1n} & \dots & p_{1m} & p_{1(m+1)} & \dots & p_{1n} & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & = -G h_n \\
 a p_{11} & \dots & a p_{1m} & b p_{1(m+1)} & \dots & b p_{1n} & p_{11} & \dots & p_{1m} & 0 & \dots & 0 & = 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \\
 a p_{m1} & \dots & a p_{mm} & b p_{m(m+1)} & \dots & b p_{mn} & p_{m1} & \dots & p_{mm} & 0 & \dots & 0 & = 0 \\
 a p_{(m+1)1} & \dots & a p_{(m+1)m} & b p_{(m+1)(m+1)} & \dots & b p_{(m+1)n} & p_{(m+1)1} & \dots & p_{(m+1)m} & -1 & \dots & 0 & = 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \\
 a p_{n1} & \dots & a p_{nm} & b p_{n(m+1)} & \dots & b p_{nn} & p_{n1} & \dots & p_{nm} & 0 & \dots & -1 & = 0
 \end{array}$$

- (1) q'_i 行を a 倍して其れに相当する Q_i 行を加える。
- (2) 最初 n 列を b 倍して其れに相当する残りの n 列を加える。
- (3) q'_i 行を b 倍して其れに相当する Q_i 行を加える。

$V_{(k+m)}$ を対して解の次、開く。

$p_{11} \dots p_{1n}$	$0 \dots 0$	$0 \dots -h_1 \dots 0$
$p_{1n} \dots p_{1m}$	$0 \dots 0$	$0 \dots h_n \dots 0$
$0 \dots 0$	$p_{11} \dots p_{1m}$	$0 \dots -b h_1 \dots 0$
$0 \dots 0$	$p_{m1} \dots p_{mn}$	$0 \dots b h_m \dots 0$
$0 \dots 0$	$p_{(m+1)1} \dots p_{(m+1)m}$	$(-1) \dots b h_{(m+1)} \dots 0$
$0 \dots 0$	$p_{(m+k)1} \dots p_{(m+k)m}$	$0 \dots b h_{(m+k)} \dots 0$
$0 \dots 0$	$p_{n1} \dots p_{nm}$	$0 \dots b h_n \dots (-1)$
		0
		0
		0
他に上と同様		0
		0
		0
		-1
		0

R を最初 $(n+m)$ 列と行を加えての字母でアクトス。ソレに上行列式、
 二行、列 $(n+m+k)$ 、最初 $(m+n)$ 、要素をアクトス。又 $R_{(n+m)}$ 次、
 行列式が $R_{(n+m)}$ 字母、 n 列を抹消して開く。斯くて其、 n 行列式、
 項を $V_{(m+k)}$ を対して、行列式、展開する。次、開く。

$$V_{(m+k)} = \frac{G}{R_{(m+n+1)}} (b h_{(m+k)} R_{(m+n+1)} + b h_m R_{(m+n)} + \dots + b h_1 R_{(n+1)} - h_n R_n - \dots - h_1 R_1) \dots (10)$$

然し $R_1 = R_2 = \dots = R_n = 0$ (11)

即ち、下方右辺、要素が各係数に及、 n 行列式、項を展開

シテ解ル通リデアル。是等要素別個、巾ガm要素ヲ、第ナ(m+1)ニカケル
(零デカコマレテキル)、中ニアルカラ、其、点、結局、展開ニ依ルコトニナル。
其、ニテ残リ、小行列式、零、列ヲ含レテキルカラ、行列式ニツケテハ

$$V_{(m+k)} = bG \begin{vmatrix} P_{11} & \dots & P_{1, h_1} \\ P_{1m} & \dots & P_{1m, h_m} \\ P_{(m+k)} & \dots & P_{(m+k), h_{(m+k)}} \\ \hline P_{11} & \dots & P_{11} \\ \hline P_{1m} & \dots & P_{1m} \end{vmatrix} = bGD \quad (12)$$

任意、導線(m+k)上ニ表サレル電圧ガ他、導線ニ関係シテ、只高サ
其、導線及架空地線、電位傾度ヲ含レテキル。電位、直接、

$$b = \phi(x, y) + \psi(x, y) \quad (13)$$

ナル f(x) 及 F(x) = 定数ニ函数ニ比例シテキル。若シ架空地線+TLN:

電位、(12)式 = $h_1 = \dots = h_m = 0$ トナキ

$$V_{(m+k)}' = bG h_{(m+k)} \quad (14)$$

保護比、故ニ

$$P.R. = \frac{V_{(m+k)}}{V_{(m+k)}'} = \frac{D}{h_{(m+k)}} \quad (15)$$

是、カ特殊ニ場合ガ計算ナレバ、此、解、單ニ靜電的狀態、
假定ニ基テ、計算、簡便法ニ依ツテ得ラレモ、全ク等シイデアル。斯ク保護
比、雷放電、法則、束縛電荷、最初、分布、及、去来、進行波ニ、独立
セルモナリ。ソ、シテ、單ニ送電線系統、幾何学、的、配置ニ依ルモナリ。

又、ビ、ク、比、保護比ヲ求ム方法ヲ、此、ル、ア、テ、テ、シ、ヨ、フ。

雷放電、前ニ得テ(1)式カラ、架空地線上、電荷、 Q_1 ニ、対シテ、解クニ、テ、アル。

$$Q_1 = G \cdot f(r)$$

G、雷雲ニ依ル電界傾度ガ、f(r)、導線、半径、函数ニアル。 Q_1 ニ依ル
架空地線、表面、傾度、ハ、

$$g = \frac{2Q_1}{r_1} = 2G \frac{f(r)}{r_1}$$

是、式ヲ、ビ、ク、比、可、視、コ、ノ、電、圧、傾、度、式、

$$g_0 = 29.8 \left\{ \frac{1 + 0.301}{\sqrt{r_1}} \right\}$$

ニ、等、シ、ト、ナ、ク、ト、

$$G = 14.9 \left\{ 1 + \frac{0.301}{\sqrt{r_1}} \right\} \frac{r_1}{f(r)}$$

此、式、カ、 r_1 、ガ、決定、ナ、レ、ル。斯、ク、テ、此、 r_1 、ノ、徑、ハ、簡單、ニ、方法、ヲ、保護、比、ヲ、
計算、ス、ル、ニ、用、ヒ、ラ、レ、ル。

波、ニ、加、ヘ、ラ、ル、電、圧、ガ、比較、的、ニ、低、カラ、コ、ノ、見、ル、ニ、至、ラ、ナ、リ。75、オ、ー、ク、
見、ル、鉄、塔、接、地、抵、抗、ガ、諸、導、動、搖、ニ、影響、ス、ル、限、リ、テ、ナ、ク、實際、ニ、
完全、接、地、ニ、等、シ、イ、事、ガ、解、ル。此、抵、抗、影響、ハ、ナ、四、圖、(i)、場、合、
解、ル、襲、来、波、 e_r 、反、射、波、 e_r' 、及、侵、入、波、 e_r'' 、式、ニ、依、リ、接、地、点、

超越波侵入スル導線上ノ電圧進行波ハ

$$e_2'' = e_2 - \frac{Z_{12}}{2R+Z_{11}} e_1$$

$Z_{11} = 532 \text{ オーム}$, $Z_{12} = 107 \text{ オーム}$, $R = 76 \text{ オーム}$, トシテ又全一線カ三本, 導線ニ加ヘテVA爲ニ, $e_1 = e_2$, 故ニ

$$e_2'' = 0.845 e_1$$

ピーク値, 實際ニ測定シタ値ハ 0.835 ナリ。接地抵抗ガ零デアッタトスル。次, 如ク簡單トスル。

$$e_2'' = \frac{532 - 107}{532} e_1 = 0.800 e_1$$

即チ, ピーク値, 試験電壓ニ依リテ保護比ハ, 一様ニ簡便+計算法ニ得タモノトモ低ク。ほんた一線ハ, ほかカ生ジテ変化スル状態ヲ見ヨリテシテ。其レニ依リテ導線, 大キサ, 実効値ガ大ナル事ナリ。ソレニ應ジテ誘導電圧ヲ低減スルマデハツタリト云フ。

ピーク値, 保護比計算式ニ依リテ試験ニ依リテ結果ヨリ高ク出ルガ。其ノ導入式ハピーク値, 実験式ヲ用ケル故。充分ト季節及其他ノ条件ヲ満足セテキキト爲テテト思フ。

ピーク値, 説明ク如ク, 保護比ハ, 單ニ送電線系統, 幾何学的配置ニ依リテ決ル事ヲ。才十五圖ニ各導線, 種々ト配置ニ就テ測定結果ヲモテテ説明ス。

周期的抵抗接地.

周期的抵抗接地, 理論ハ, 雷放電, 法則, 束縛電荷, 分布, 及各張間ヨリ, 連續反射, 増加等, 影響ヲモ含テ, 尚幾シカ, 架空地線及導線ガアル時, 導線ノ適當ニ考慮ニ入レル事ヲ説クテイル。

今, 幾シカ, 導線及数本, 架空地線, アル送電線ガ鉄塔, 所テ雷直撃ヲ受テタモノトスル。其ノ架空地線ハ, 正ニ一间隔ヲオケテ, 抵抗Rテ(接地及塔自身ノ抵抗). 接地セテテイルト想像スル。雷, 空中放電通路ノ波動ハ, 一ピーク値ヲオケテ。尚, 終テ一架空地線ハ鉄塔, 所テ一線ニマテラレテイルガ。其ノ各線ハ, 全ク等シイ電圧進行波ヲハコケル故ニ。才四節(38), (39)及(40)ノ式ニ依リテ課セラレテイル条件ヲ備ヘテイル一本ノ等價架空地線ヲ置キ換ヘル事ガ出来ル。然レニ線路, 才ハ等シイ電位進行波ヲハコケルガ。等價導線ヲオケル事ハ出来ズ。實際ニ各導線ハ, 全ク独立シテ作用スルテイル。斯クテ, 等價架空地線ト呼ビ一本ノ線ト。見ヨリ, 凡マテ一線ヲ含メテイルガ。導線ガアル事ニテイル。直撃ヲ受テテイル鉄塔ヲ1, 2, 3, ...トカケル事ニスル。鉄塔ニ到着シテ進行波ハ反射セテ又侵入ニマテラレテイルガ故ニ非常ニ複雑セシ重疊波ヲ得ルテイル。是レヲ決定スルニ

$$e_l = f_l = \frac{2Rz_{11}}{z_{11}(R+z_0) + 2Rz_0} e_a \tag{7}$$

此 \$e_l = f_l\$ 相乗を通じテ架空地線 = アラレタ電位進行波デアル。
他ノ導線 = 誘起スル電圧ナリ。

$$e_r = f_r = \left(\frac{z_{1r}}{z_{11}}\right) f_l \tag{8}$$

デアル。

連続反射 = 列スル格子

長サノ短イ電線ノ影響ヤ、短区間 = オ行分岐線ヲ出シテ影響等ハ重要ナル問題デアル。斯様ノ所デハ進行波ノ数回ノ連続反射ヲ感ヘル必要ガアル。時トシテハ此等ノ反射ガ重複スル処ヲ考ヘルト、モット面倒トモトナル。格子ノ故 = 一目シテ、右ノ瞬間 = オナル。其ノ系統、襲来波、反射波及侵入波ノ位置ヤ進行スル方向ヲ示スヤウ = エ求メテアル。加テ此ノ格子ハ、總テノ反射及侵入波ノ和ヲ算スル方法ヲモソハテ其ノ等進行波ノ完全ナル経歴ヲモソヘテアル。若シ決定スベキ函数ガ知ラレテアルヲバ、減衰ヤ波ノ変歪ノ影響ヲサヘ格子ノ中ヘ加ヘル事ガ出来ル。

格子ノ要旨ハオナ六圖 = 示サレテアル。オ一、オ二、及オ三、接合点ガ線路ニソレテ、不規則ナル区隔ヲトラテアル。是レ等ノ接合点ハ線路右ト直列 = 又大地 = 並列 = 任意ノいんピータンオ、組合セカラナクアル。接合点ノ各ノ回路ハ架空地線 = セヨ電線 = セヨ。一般 = 各々異レル波動いんピータンオ及減衰系数ヲ持ッテアルガ如ク。格子ヲ作ルニハ接合点ヲ書キツラネテ接合点ノ波ヲ通過スル時ノ = 等シク目盛スルヲアル。サテ適当 = 垂直軸 = 時ノ目盛ヲトリ、ソレテ格子ノ上部カ対角線ヲ引キ接合点ヲ記入スル部合ノ真中ノ適当ノ所テ、其ノ対角線ト = 反射及侵入運算系数ト共ニ記載スル。波ノ進行方向ハ矢ヲ以テ表スルデアル。格子 = 用ニテ符号ハ、

- a = 接合点ノ左方ニ近寄ツテクル波 = 対スル反射運算系数
- a' = " 右方 "
- b = 接合点ノ左方ニ近寄ツテクル波 = 対スル侵入運算系数
- b' = " 右方 "
- α, β = 接合点ノ各ノ部分 = 対スル減衰系数。

今格子ノ上部 = アル最初ノ襲来波、発生点ヲ除シテ、各接合点ヲ、其処 = 到着スル襲来波ハ、其ノ接合点ノ運算系数ヲ適用スル事ニ依リ、其ノ接合点 = 対スル反射及侵入波ヲ得ルデアル。而シテ格子ヲ完成スルマデ、オニスナテカテ、事ヲ解ワガコウ。

(1) 線一ヲ付波ノ下リ坂 = 走ル。

(2) 任意, 時 = 時刻, 任意, 波, 位置, 格子, 左方 = ある時分, 相互に並列にキテラレ

(3) 任意, 瞬間 = 時刻, 任意, 点, 総電圧, 其, 瞬間の電圧 = 其, 点に到着した波の重ねの電圧

(4) 任意, 波, 過去, 歴史, 容易 = 扱ってラレ。即ち其の波が何処に來たか又他, 何の波が其の構成にキルカ正シク解ル

(5) 減衰が合メテキル。

(6) 格子其自身, 上ニ直接 = 種々, 運算係数を書キ, 出来トイハ計算ヲ記入セト思フバ, 右格子, 腕 = 番号ヲ付シテ運算, 適当ニ表ニシカゴイ。

才十七圖 = 示キテキル。一本, 架空地線及導線ヲ有スル送電線系統ニ於テ, 鉄塔才一号ニ雷, 直撃ガ加ツテスル。雷電圧ヲ e_a トシテ才八節 (7) 式ニ依リ f_1 電圧ガ架空地線上ニ現ル合時 = (8) 式ニ依リ f_2 電圧ガ送電線上ニ誘起サレ。進行波ガ鉄塔才一号ニ達スル (3), (4), (5) 及 (6) 式ニ依リ反射及侵入スル。侵入波ガ才三号, 才四号... 等, 鉄塔ニ至ル合時ニ反射サレ。

(4) 式ノ送電線, 反射波ガ只單ニ架空地線上, 襲來波ニ依リテ示シテキル。又 (6) 式ノ侵入波ガ架空地線及電線上, 襲來波ニ依リテ示シテキル。其ノ故ニ送電線ニ對スル格子, 架空地線ニ對スル格子ガ完成シテ後ニ作ル事, 出来トイ。

今才一七圖, 送電系統ニツキ, 數値例ヲ示シテ架空地線ニ對スル格子及送電線ニ對スル格子ヲ作ラシ見ル。

$$z_0 = 190 \text{ オーム}, \quad R_1 = 40 \text{ オーム}$$

$$z_{11} = 450 \text{ オーム}, \quad R_2 = 60 \text{ オーム}$$

$$z_{12} = 200 \text{ オーム}, \quad R_3 = 10 \text{ オーム}$$

今 $e_a = 30,000 \text{ KV}$ トシ才一号ヲ直撃シテ才八節 (7) 式ニ

$$f_1 = \frac{2R_1 z_0}{z_0(R_1 + z_0) + 2R_1 z_0} e_a = \frac{2 \times 40 \times 450}{450(40 + 190) + 2 \times 40 \times 190} \times 30000 \div 1000 \text{ KV}$$

1000 KV, 波ガ才一号, 左右ニ進行スル。途中, 減衰ヲ考ヘテ才八節, 九節ニ於テ實驗式ヲ用フ。 $K = 0.0006 \text{ t}^2$ 。S₁₁ 圖ニ

$$\text{才一號, 所, 襲來波, } e_1 = \frac{f_1}{K S_{11} + 1} = \frac{1000}{0.0006 \times 0.142 \times 1000 + 1} = 922 \text{ KV}$$

才一號ト才二號, 距離ハ $0.142 \text{ 哩} = 750 \text{ 呎}$ 十。進行波ノ速度ヲ $v = 10^8 \times 3 \text{ 米/秒}$ トシテ $1000 \text{ 呎} / 10^6 \text{ 秒}$ トシ。故ニ

$$\frac{750}{1000} = 0.75 \times 10^{-6} \text{ 秒}$$

才八節 (5) 式ニ

$$e_1'' = \frac{2R_2}{2R_2 + z_{11}} e_1 = \frac{2 \times 60}{2 \times 60 + 450} 922 = 194 \text{ KV}$$

1号, 襲来波 $e_1 = \frac{194}{0.0006 \times 0.19 \times 194 + 1} = 176 \text{ KV}$ 30

1号下1号, 距離 11000 呎 +1 故 = (0.19 哩 = 1000 呎)

$\frac{1000}{1000} = 10^{-6}$ 呎

1号, 右21, 襲来波

$e_1 = \frac{728}{0.0006 \times 0.142 \times 728 + 1} = 686 \text{ KV} \dots 0.75 \times 10^{-6}$ 呎

次 = 送電線, 波 7 大右考 7 7 見ル。

1号, (8)式 21

$f_2 = \frac{Z_{12}}{Z_{11}} f_1 = \frac{200}{450} 1000 = 445 \text{ KV}$

1号, 1号, 襲来波

$e_2 = \frac{445}{0.0006 \times 0.142 \times 445 + 1} = 428 \text{ KV} \dots 0.75 \times 10^{-6}$ 呎

(4)式 = 依1.

$e_2' = \frac{-Z_{12}}{2R_2 + Z_{11}} e_1 = \frac{-200}{2 \times 60 + 450} 922 = -323 \text{ KV}$

$e_2'' = 428 - 323 = 95 \text{ KV}$

1号, 1号, 襲来波

$e_2 = \frac{95}{0.0006 \times 0.19 \times 95 + 1} = 94.9 \text{ KV} \dots 10^{-6}$ 呎

1号, 1号, 右21, 襲来波

$e_2 = \frac{323}{0.0006 \times 0.142 \times 323 + 1} = 320 \text{ KV} \dots 0.75 \times 10^{-6}$ 呎

以下合標 +1。先 = 架空地線, 1号計算 2号後 = 送電線, 1号計算 2号 +1。直撃後 5×10^{-6} 呎 経テ, 電圧, 分布状態 11号 + 18号 = 1号 + 19号。

5×10^{-6} 呎後 = 1号 鉄塔 1号, 1号, 架空地線上, 電圧, 1号 進行波 3 重疊 1号。

$E_1 = (922 + 555 + 358 + 29.2) - (686 + 425 + 34.4 + 269 + 45.3)$
 $= 394.5 \text{ KV}$

送電線上, 某, 点 = 1号 + 19 電圧, 1号 合標 =

$E_2 = (428 + 252 + 157.5 + 12.8) - (320 + 92 + 17 + 121)$
 $= 200.3 \text{ KV}$

架空地線, 他, 作用

架空地線, 1号 = 誘導動搖 及 雷, 直撃 = 対スル保護 1号 同ク 1号 + 19 1号。尚, 是 1号 1号, 1号 的作用 1号 1号 + 19。即チ 減衰, 影響, 電話線へ, 誘導障礙, 1号 損失 及 零相 1号 1号 + 19 1号 影響 1号 1号 + 19。是等, 各項 = 就チ 簡單 = 述ベテ 1号。

1号 進行波, 傳播 = 対スル 影響。

進行波, 傳播中, 速度, 変遷 及 減衰 = 就チ 行見ル = 架空地線 + 19 + 19。送電線上, 進行波, 傳播速度 1号 + 19。架空地線上 1号 1号 中, 一部, 磁界 1号 1号 無視 1号 1号 影響 1号 1号。雷 = 依ル 1号 1号 電波 = 対シテ, 自己誘導, 内部磁界 1号 1号 1号 = 。

過渡的表皮作用が實際非常大ナル。ソレヲ電流が一様ニ分布シテ取ル時
ナリ。高圧送電線ニ對シテハ中部磁界ノ分布ヲ無視シ得ルナリ。

進行波ノ架空地線ガアルトニ、方面別変至、影響ヲ受ケルナリ。
オハ、ソレヲ表皮作用ニ依ル損失。オニ、金鉄土塔ノ間ニアル連続反
射ニ依リ生ズル高周波振動ノ重疊。

若シニ鉄塔ノ接地抗ガ低ク時ニハ、此等ノ振動ハ、ワカラナシ。高圧地
抗、オニ對シテハ、架空地線トノ相互誘導ニ依リ導線上ノ波ノ中ニ著シ
ナリ。

三項 電話線ノ誘導障礙

中性点無接地式ノ完全ニ對位変換ナル三相送電線ハ、
是レニ隣ル電話線回路ニ電圧ヲ誘起シテ、オ若シ中性点ガ接地
シテハ、零相系電流至ニオニ高調波電波ガ送電線ノ相毎ニ流
レ得ルナリ。大地ヲ通ジテ流ル。ソレヲ、オ等電流ノ隣ル電話線回
路ニ電圧ヲ誘起シ、又其地ニ架空地線アルナリ。オニ高調波ニ依
リ架空地線中ニ誘起セル電流ハ、電話線回路ニ作用ス。其量ハ
オニ節オニ項ノ(17)式ヲ求メラレリ。線 (m... 2, 1) ノ架空地線
トシ、又線 (m+1... n) ノ導線トスレバ、抵抗ガ若シ無視シ得ルト。

$$\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_m = 0$$

トナリテ、オハ、オナリ。故ニ(17)式ハ整理シテオニ次ノオニナリ。

$$L_{11}i_1 + \dots + L_{m1}i_m = -[L_{(m+1)1}i_{(m+1)} + \dots + L_{n1}i_n]$$
$$L_{1m}i_1 + \dots + L_{mm}i_m = -[L_{(m+1)m}i_{(m+1)} + \dots + L_{nm}i_n]$$

是レカ、m本ノ架空地線電流ガ(n-m)既知ノ導線電流ノ項ヲ決定ナリ。

架空地線電流ガ解ルト電話線中ニ誘起セル電圧ハ

$$e_x = -\frac{\partial \phi_x}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} [L_{1x}i_1 + \dots + L_{nx}i_n]$$

此ノ結果ハ對位変換ナル送電線ニツク何ノ制限ナシ。又オニ高調波
ニ對シテハ制限ナシナリ。但シ一般ニ導線中ニ損失ナキ事ヲ必要トス。
然レ、誘導係數ハ土壤ノ状態ニ依リテ大地面ニアル等電位面ニ基キ計算
スル事ハ出来ナシ。

特殊ノ例トシテ、本ノ架空地線ヲ有スル完全對位変換ナル三相送電
線ノ例トシ

$$L_{11}i_1 + L_{21}i_2 = -(L_{31}i_3 + L_{41}i_4 + L_{51}i_5)$$
$$L_{12}i_1 + L_{22}i_2 = -(L_{32}i_3 + L_{42}i_4 + L_{52}i_5)$$

然シ完全ニ對位変換ナル導線ニツクハ

$$L_{31} = L_{41} = L_{51}$$

$$L_{32} = L_{42} = L_{52}$$

$I = i_3 + i_4 + i_5 =$ 導線中, 全才三高調波電流

進行.

$$i_1 = \frac{L_{23}L_{12} - L_{22}L_{13}}{L_{11}L_{22} - L_{12}^2} I$$

$$i_2 = \frac{L_{12}L_{13} - L_{11}L_{23}}{L_{11}L_{22} - L_{12}^2} I$$

而此電流在線路中引起之電壓..

$$e_x = -\frac{\partial}{\partial t} (L_{1x}i_1 + L_{2x}i_2 + L_{3x}i_3) = \left\{ \frac{L_{1x}(L_{22}L_{13} - L_{12}L_{23}) + L_{2x}(L_{11}L_{23} - L_{12}L_{13})}{(L_{11}L_{22} - L_{12}^2)} - L_{3x} \right\} \frac{\partial I}{\partial t}$$

零相系にある.

送電線, 零相系にある, 送電系統, 安定度, 地絡電流, 計算上之重要因子. 此にある, 架空地線, 引時, 相互影響がある. 今最初 m 本, 線, 架空地線 $(n-m)$ 本, 導線とす. 架空地線, 零電位である.

$$\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_m = 0$$

完全之対位变换也. 導線 = 対して, 零相系電流ハ

$$i_{(m+1)} = \dots = i_n = i_0$$

故:

$$L_{11}i_1 + \dots + L_{m1}i_m = -\{L_{(m+1)1} + \dots + L_{n1}\}i_0$$

$$L_{1m}i_1 + \dots + L_{mm}i_m = -\{L_{(m+1)m} + \dots + L_{nm}\}i_0$$

是より m 個, 聯立方程式より, m 個, 架空地線電流 (i_1, \dots, i_m) が求まる. 斯く導線, 電氣力線, 連結.

$$\phi_{(m+1)} = L_{1(m+1)}i_1 + \dots + L_{n(m+1)}i_n$$

$$\phi_{(n)} = L_{1n}i_1 + \dots + L_{nn}i_n$$

此の零相系にある, 次, 如く定義する.

$$X_0 = 2\pi f L_0 = 2\pi f \left\{ \frac{\phi_{(m+1)} + \dots + \phi_n}{(n-m)i_0} \right\}$$

この電圧 = 対する影響

架空地線がない. 導線上, 定常電圧 = 依り傾度 = 影響, 及び, 其の臨界破壊電圧, 及其 = 相互の損失が異なる. 導線一本, 一哩, 此の損失を表す式, 式.

$$P = \frac{390}{\delta} (f+25) \sqrt{\frac{r}{s}} (e-e_0)^2 10^5 \text{ K.W}$$

臨界破壊電位傾度.

$$g_0 = 53.4 m \delta = \frac{2Q}{r}$$

$\epsilon_0 = m_0$ の誘電率. δ の空気密度係数. ρ は半径 r の導線
 二、電荷 q がある. 架空地線、数が n 本中、最初、 m 本まで、 n 本まで、
 電荷 Q を与える. 3 節の項、(1) 式を解く. 架空地線上、電位は全部
 等しい:

$$\begin{aligned}
 0 &= p_{11}Q_1 + \dots + p_{1n}Q_n \\
 &\dots \dots \dots \\
 0 &= p_{m1}Q_1 + \dots + p_{mn}Q_n \\
 V_{(m+1)} &= p_{(m+1)1}Q_1 + \dots + p_{(m+1)n}Q_n \\
 &\dots \dots \dots \\
 V_n &= p_{n1}Q_1 + \dots + p_{nn}Q_n
 \end{aligned}$$

導線の相回路 = 対する対地電圧 $(V_{m+1} \dots V_n)$ は、全一振幅 V がある
 故 = 上 n 個、聯立方程式 = 任意、電荷 Q = 対する解. 結局、次の如し

$$Q = V \cdot \phi(p)$$

知す: $\phi(p)$ の解、中 = 生じる p 函数. 臨界破壊の電圧、

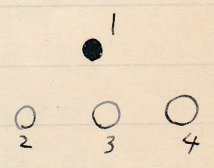
$$q_0 = 53.4 m_0 \delta = \frac{2Q}{r} = 2V \frac{\phi(p)}{r}$$

又、 ϕ を換す $V = 26.7 m_0 \delta \frac{r}{\phi(p)} = e_0$

(例)

④ 一本、架空地線、有る三相送電線回路.
 導線及架空地線、全部直径 0.75 吋、10 呎、間隔 τ 、導線、地上
 50 呎、

$p_{11} = 16.50$	$p_{12} = 4.06$	$p_{13} = 4.61$	
$p_{22} = 16.13$	$p_{13} = 4.80$	$p_{24} = 3.26$	
$p_{33} = 16.13$	$p_{14} = 4.06$	$p_{34} = 4.61$	
$p_{44} = 16.13$			



ρ は真中、導線上、電荷 = 対して、四、聯立方程式、解が与へられ、

$$Q_3 = 0.0883 V$$

斯く、臨界破壊の電圧、

$$V = e_0 = 26.7 m_0 \delta \frac{0.375}{0.0885} = 112 m_0 \delta \text{ KV}$$

架空地線が無視せられ、

$$e_0 = 113.5 m_0 \delta$$

隣り導線、 $e_0 = 114 m_0$

結論、此、簡單 + V 計算、 V は、重要 + 設備 = 適して、 V は、 V である。

結論。

架空地線ハナナカニ次ノ七項目ニ就テ行送電工學上興味アルモノナル。

- (1) 誘導動搖電圧ノ保護。
- (2) 直撃ニ對スル保護。
- (3) 系統ニ籠束スル高電圧ノ保護。
- (4) 電話線回路ハ誘導障礙。
- (5) 送電線ノ安定度計算ト關聯シテ、零相系リあるトシテ、影響。
- (6) 電圧損失ノ影響。
- (7) 弧光接地ノ影響。

然レテ見ルニ、雷放電ハ瞬間的ニ行ケル事ハ全クナク、一般ニ相
 對、殘留電荷ヲ生ジテ數 10^{-6} 秒カカツテ放電ヲ完成スルモノナル。故ニ
 誘導ニ依リテ送電線ニ左程、高電圧ハ起ルトモ思、ケルナシ。架空
 地線ハ針シテ(2)、目的ヲ使用スルニテモ良シ。又八節、(5)式ヲ見ル
 上解ル如ク、架空地線、接地抵抗ハ、ナキ程可トスルモナシ。理想ニ
 抵抗ヲ零トスル、電位進行波ハ、鉄塔、如ク、侵入セズ、全部反射
 ナル、直ニ其、後ニ、其張間ニ發生セル高電圧波ニ對シテ負ニ入リ、其
 波高ヲ位減セシメテ作用ヲ有スルガ、架空地線、本分ナル。

進行波ノ性質トシテ $\frac{1}{2} \times 10^{-6}$ 秒程度、急峻波頭ヲ有スルモノハ、偏
 手ナルモ、比シテ相對大ナル損傷ヲ送電系統ノ機器ニ與、ルモノナルカラ、
 新様ト急峻波頭ノ波ハ、其、最大波高値ニ達スル前ニ早ク、他ノ反射波ヲ
 又ニ對シテ負ニ入レテ打消シ相殺ニ波高ヲ下ゲテヤル必要ガアル。故ニ幾
 接地ガ良クモ、比較的ニ塔ニ遠ク持ッテ行ッテ接地シテ、其
 如カラ生スル反射波ノ走行距離ハ大ナルモトナルカラ、今、急峻波頭、
 波ガ其、最大値ニ成長セントスル前ニ、負ニ入ル事ガ出来テ、

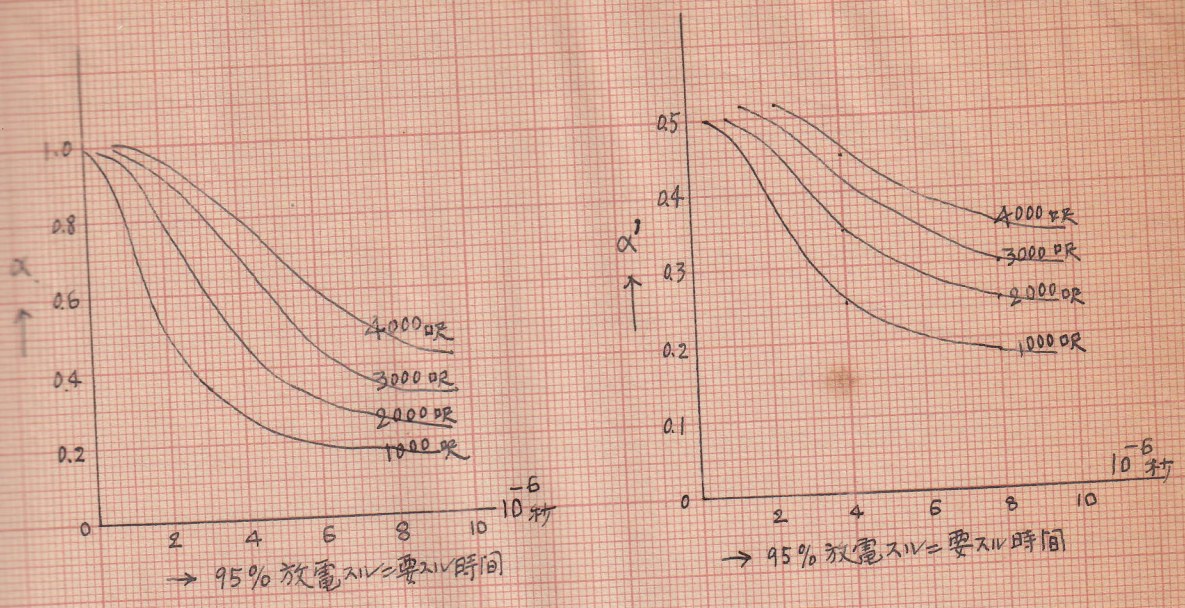
又十九圖ニ明、如ク $\frac{1}{2} \times 10^{-6}$ 秒ノ波頭ヲ有スル波ノ波高 $\frac{1}{2}$ ニ打消
 スルニ、其レ以前ニ、其如ク發生シテ波ガ $\frac{1}{4} \times 10^{-6}$ 秒以内ニ最初ノ鉄塔
 ヲ反射ナル、歸リテ来テレバ、ナシ。

又、架空地線ノ實際ニ對テ理想的ナルモノナカク、次ノ要項ヲ
 究ムニ、

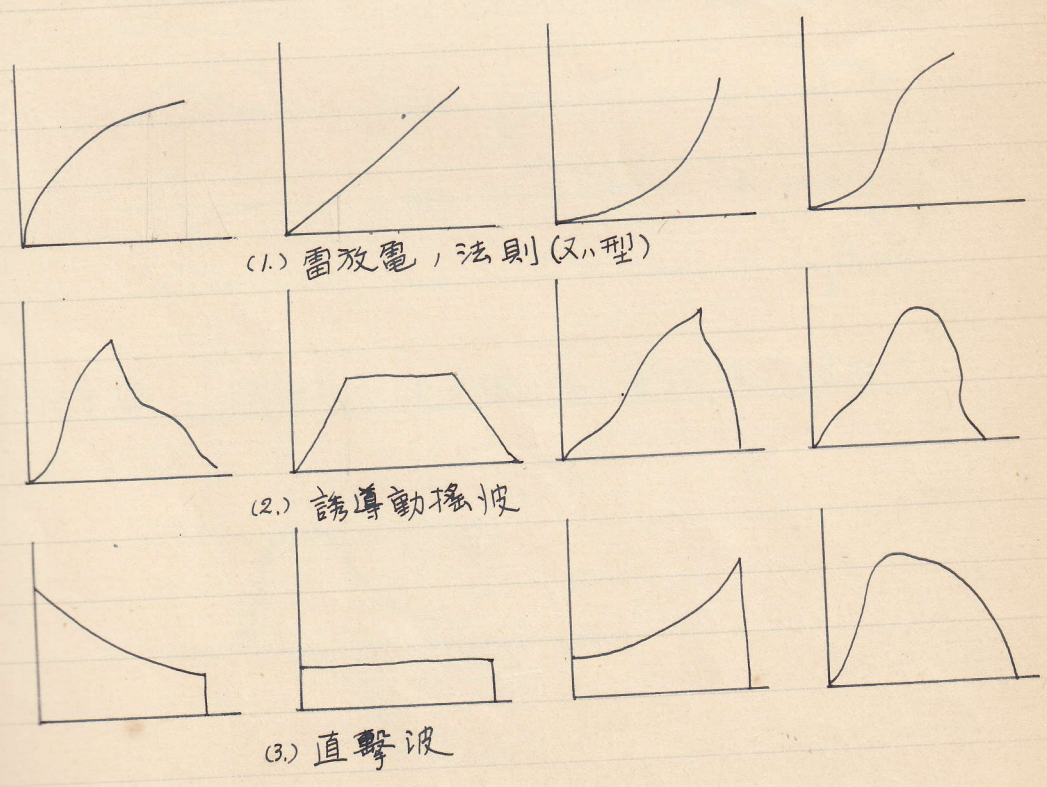
- (1) 雷放電ノ法則
- (2) 束縛電荷ノ分布。
- (3) 一ツ、進行波ガ送電線及架空地線ニ發生シ
 テ成長スル間ニ、モ、他ノ進行波ガ現ル事。

- (4) 雷雲が完全=放電スルマデ、残蓄電荷。
- (5) 張間、長さ。
- (6) 接地抵抗。
- (7) 鉄塔、処、連續反射。
- (8) 高さ。
- (9) 架空地線、数。
- (10) 導線、数。

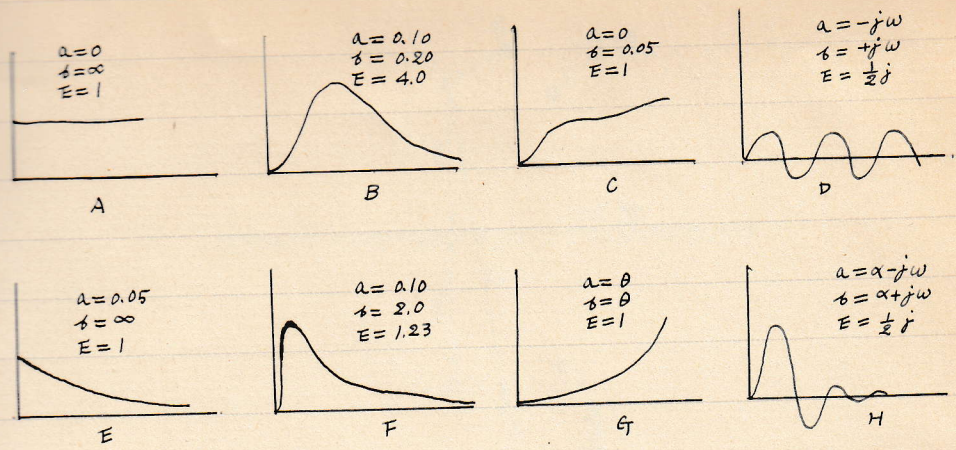
保護比ハ (1) (2) 及 (3) =ハ 互々無關係デ、只單= 架空地線、大サ、
 及、送電系統、幾何學的配置ニ依ルモノナル。架空地線、接
 地抵抗ガ零ナル假定ニ基テ、保護比、計算ス。各送電所、機
 器、保護ニ関スル限リテハ誤ナシナル。



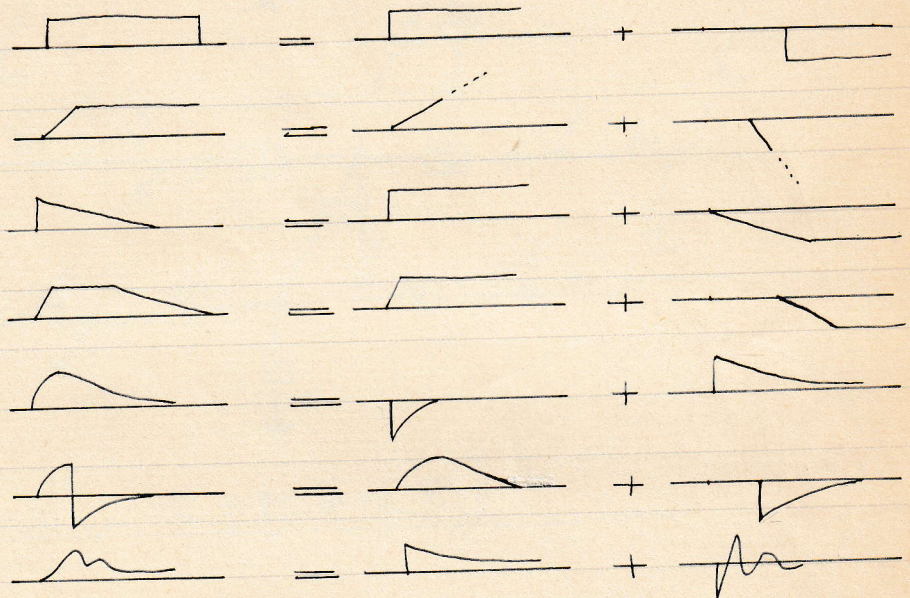
才七圖 誘導雷動搖電圧ニ対スル輕減係數³



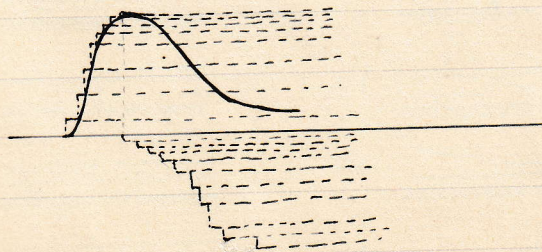
才八圖 各雷放電, 法則ニ相対スル誘導雷動搖及直撃波³



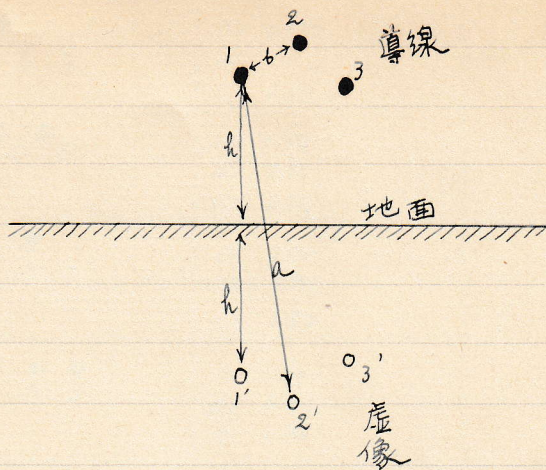
才九图 $e = E(e^{-at} - e^{-bt})$ = 依ッテ与、ラレル実験的波形³



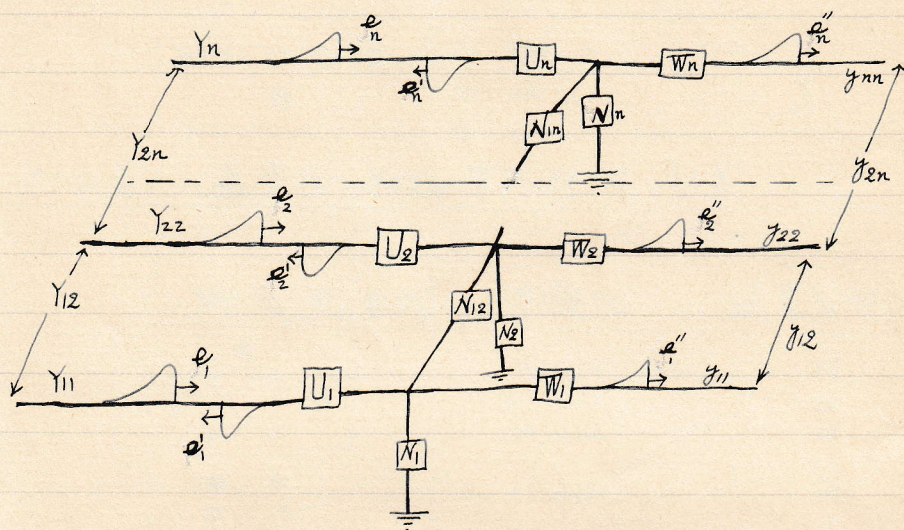
才十图 複雜セル波ヲ得ル為、單純波、組合³



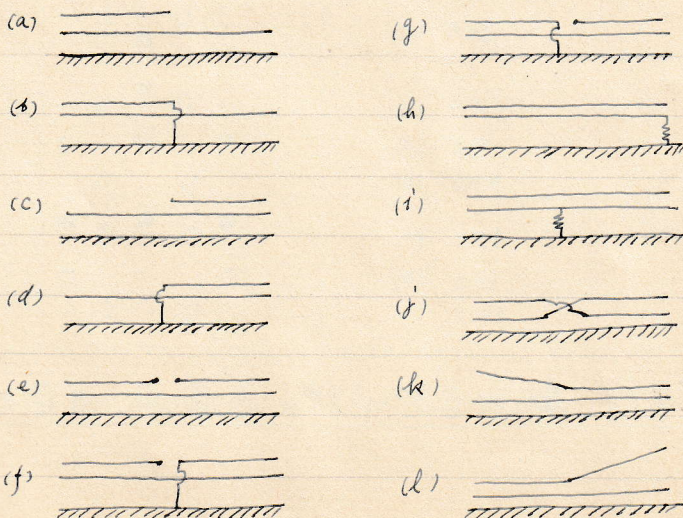
才十一图 直角分 = 依ッテ近似波形³



图十二 导线系统及其虚像²



图十三 一般多数导线系统³



图十四 二重回路过渡点³

配置(水平面内)	保護比	過電圧削減, %
	(1) 0.45 (2) " (3) 0.52	55 55 48
	(1) 0.37 (2) 0.32 (3) 0.37	63 68 63
	(1) 0.50 (2) 0.27 (3) 0.50	50 56 50
	(1) 0.30 (2) 0.27 (3) 0.30	70 73 70
	(1) 0.32 (2) 0.28 (3) 0.32	68 72 68
	(1) 0.34 (2) 0.31 (3) 0.34	66 69 66

十五圖A. 過電圧=対スル架空地線, 效果⁴

注意: = 架空地線
 = 導線

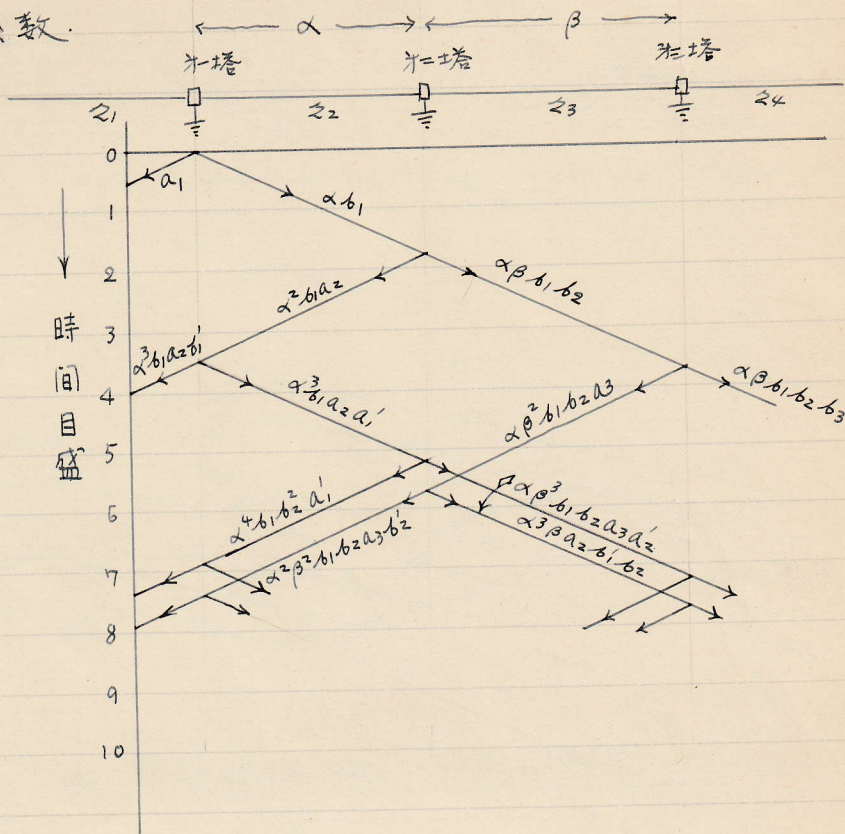
配置(垂直面内)	保護比	過電圧削減, %
	(1) 0.42 (2) 0.52 (3) 0.62	58 48 38
	(1) 0.33 (2) 0.39 (3) 0.48	67 61 52
	(1) 0.40 (2) 0.45 (3) 0.42	60 55 58
	(1) 0.36 (2) 0.38 (3) 0.44	64 62 56
	(1) 0.28 (2) 0.33 (3) 0.41	72 67 59

十五圖B. 過電圧=対スル架空地線, 效果⁴

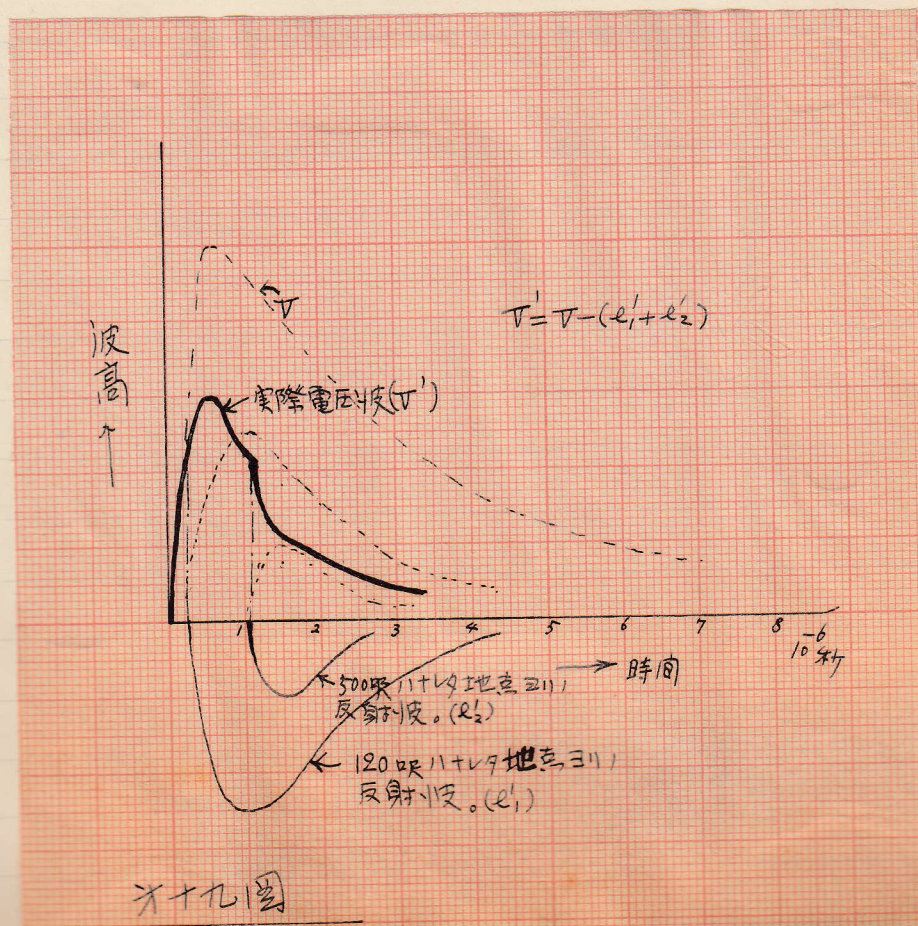
反射運算係數 $a_1 \leftrightarrow a'_1$ $a_2 \leftrightarrow a'_2$ $a_3 \leftrightarrow a'_3$

侵入運算係數 $b'_1 \leftrightarrow b_1$ $b'_2 \leftrightarrow b_2$ $b'_3 \leftrightarrow b_3$

減衰係數

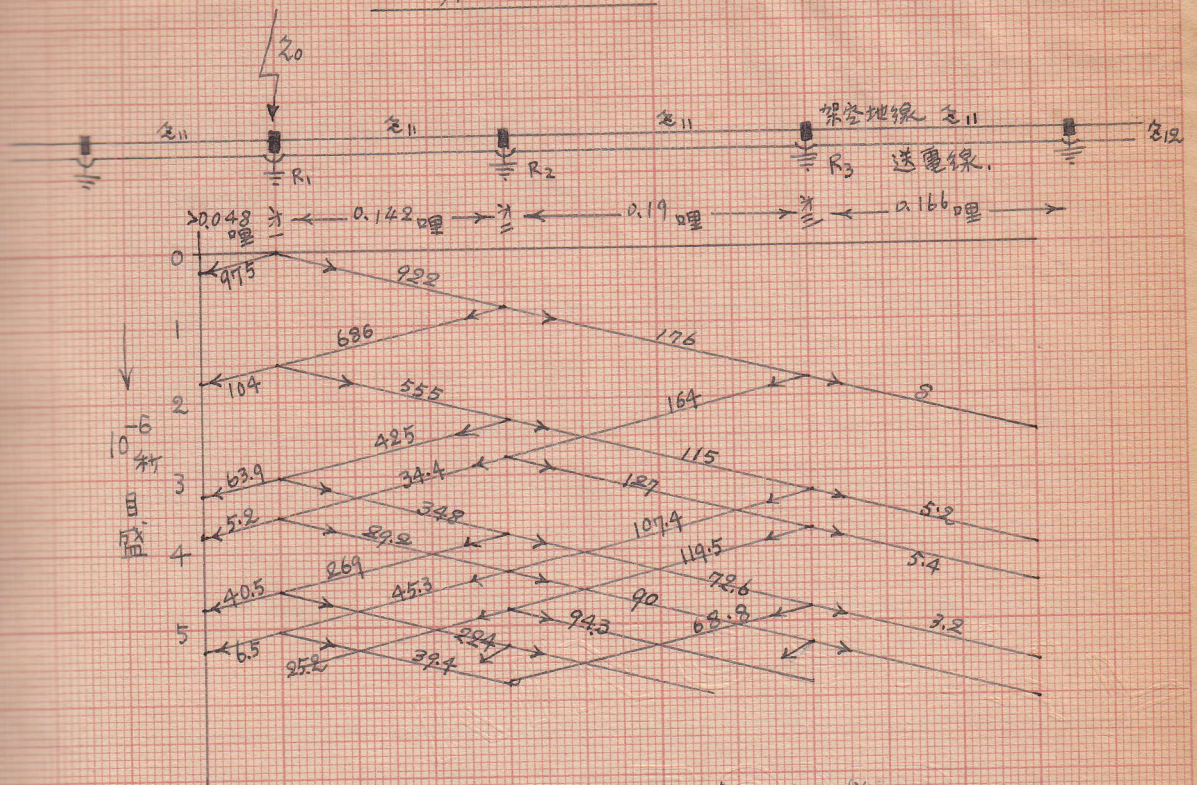


第十九圖 連續反射之計算列為格子

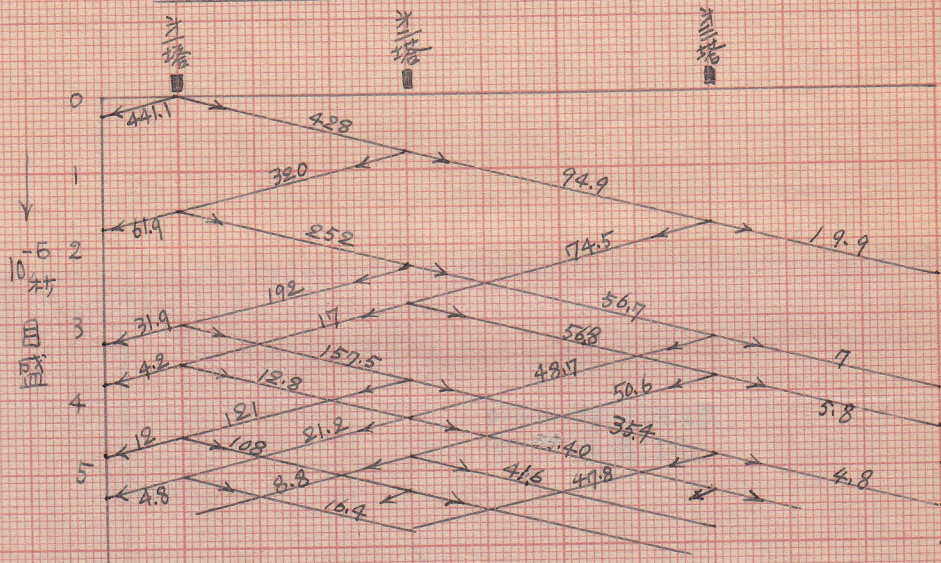


第十九圖

第十七圖



(A) 架空地線に対する連続反射格子.



(B) 送電線に対する連続反射格子.

第十八圖 直撃後 5x10⁻⁶ 秒後 90 時 動電圧 分布.



参考文献

1. "High voltage phenomena in Thunderstorms."
A. I. E. E. by Marcel A. Lissman
2. "Critique of Ground Wire Theory"
A. I. E. E. trans. Sep. 1930 by L. V. Bewley.
3. "Traveling Wave on Transmission System"
A. I. E. E. trans. June 1931 by L. V. Bewley.
4. "Transmission Line Engineering"
by W. W. Lewis.
5. "Traveling Wave on Transmission Line with Artificial Lightning Surge"
A. I. E. E. Trans. July 1930 by K. B. McEachron,
J. G. Hemstreet & W. J. Rudge.
6. "Discussion on Lightning"
A. I. E. E. Trans. July 1930. by L. V. Bewley.
7. "Lightning Investigation on Ohio Power Company 132-KV System"
A. I. E. E. Trans. July - 1930 by Philip Sporn & W. L. Lloyd.
8. "Traveling Wave due to Lightning"
A. I. E. E. by L. V. Bewley.

夏期實習報告書 NO.1

實習地 東京鐵道局 神田變電所

期間 自 昭和七年七月十五日
至 〃 八月十四日

紙數 ~~五十七~~^{六十} 枚
圖面 十枚
曲線 二枚

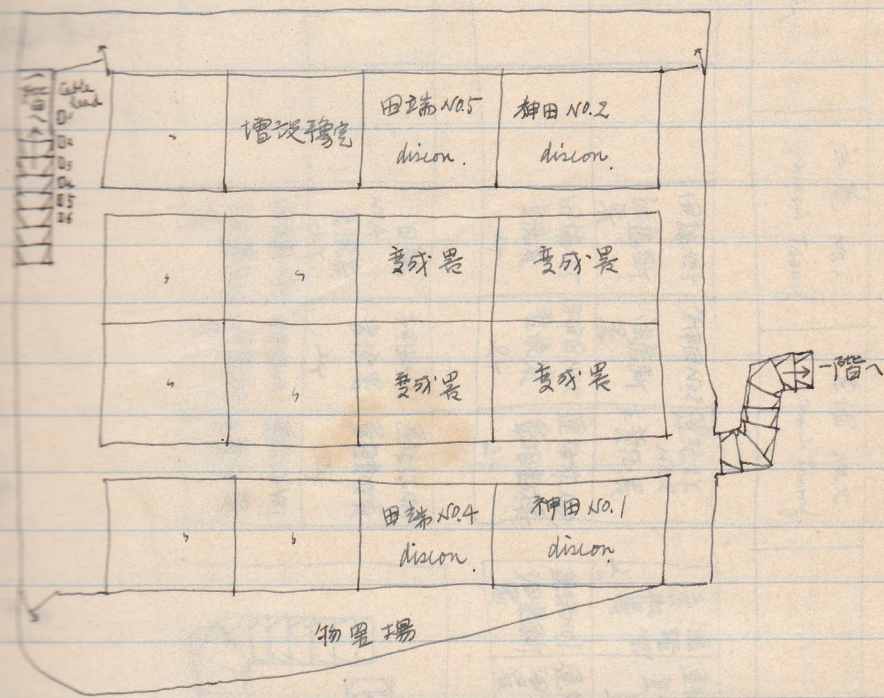
工學部電気科三年生

中田七朗

概略

東京市神田区小柳町一番地
 昭和七年七月一日
 鉄骨コンクリート建二層地下一階

地下至透電室

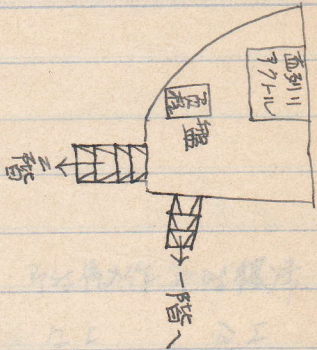


透電室
 物置場

裂障
 難行

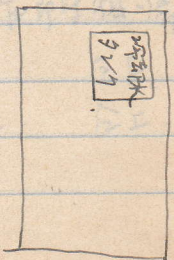
C.

中二階

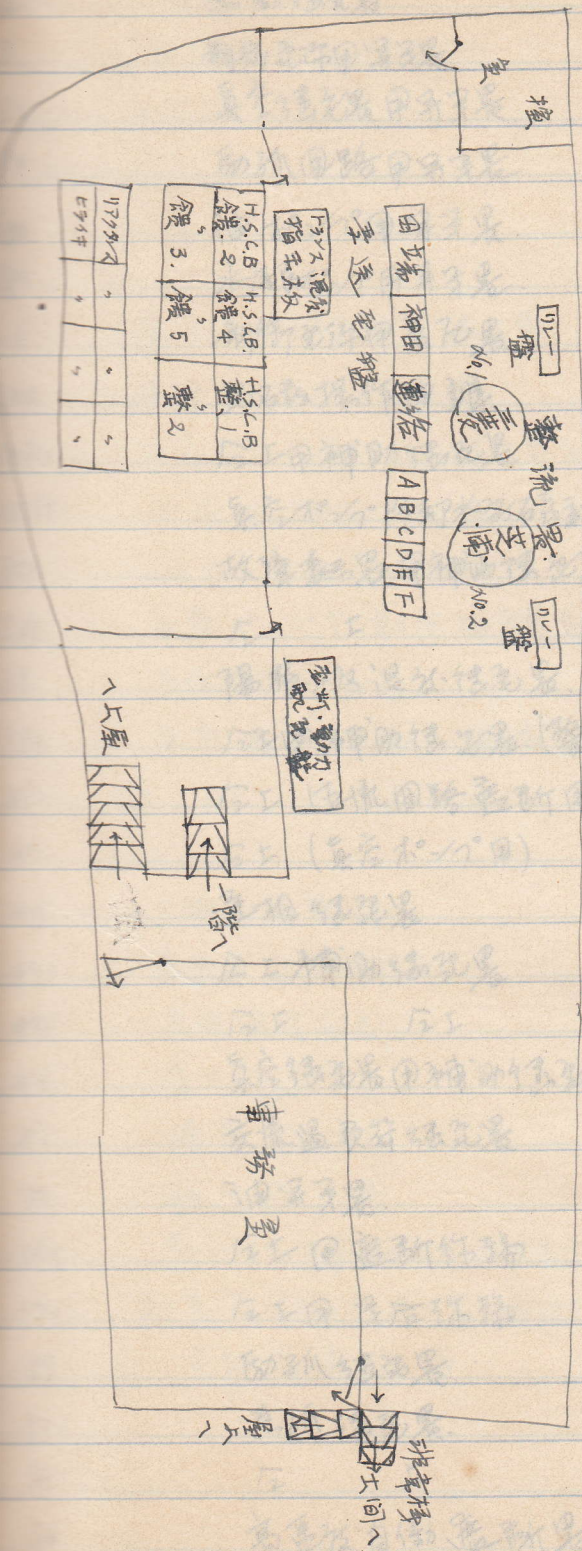


- A: 総武新大下盤
- B: 京浜内黒廻盤
- C: 京浜外廻盤
- D: 秘拵外盤
- E: 整流機 No.1 盤
- F: 整流機 No.2 盤

二層上



d. 二階



101 盤
No.1
整流機
102 盤
No.2
整流機

秘拵外盤
No.1

H.S.C.B. 2	H.S.C.B. 4	H.S.C.B. 1
鏡 3.	鏡 5	鏡 2

177 外下			
ヒヤ件			

事務室

非常階段
大間

高压自动保护装置保持终端

→ 真空继电器

即时动作 即时復帰

→ 合上用保护继电器

合上 合上

→ 合上 合上

合上 合上

→ 合上 合上

合上 合上

→ 合上 合上

合上 合上

真空冷却水压继电器

即时动作 即时復帰

主体冷却水压继电器

即时动作 即时復帰

真空冷却水压继电器辅助继电器

合上 合上

主体侧辅助继电器

合上 合上

油冷却用继电器

真空冷却启动接触器

直流感测断路器

继电器断点表示用继电器

即时动作 即时復帰

L.R 4.0 signal red, " green, " orange

交流用流量计

直流用流量计

直流用压力计

指示力计

精密力计

静压继电器

真空继电器用辅助继电器

即时动作 即时復帰

高压自动保护装置辅助继电器

真空继电器终端

真空继电器终端

故障

難

17

阻抗表

no.	value	T-tube, 尺寸	数量
R-47	450 ohm	6"	3
R-47x	1000 "	.	1
R-48 ^A _B	1000 "	.	1
R-63 ^A VP _B	1000 "	.	1
R-63 ^A V _B	750 "	.	1
R-63 ^A V (A ₃ 127)	1050 "	.	1
R-99 ^A _B	70 "	.	1
R-99 ^A V _B	10000 "	.	1

6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100

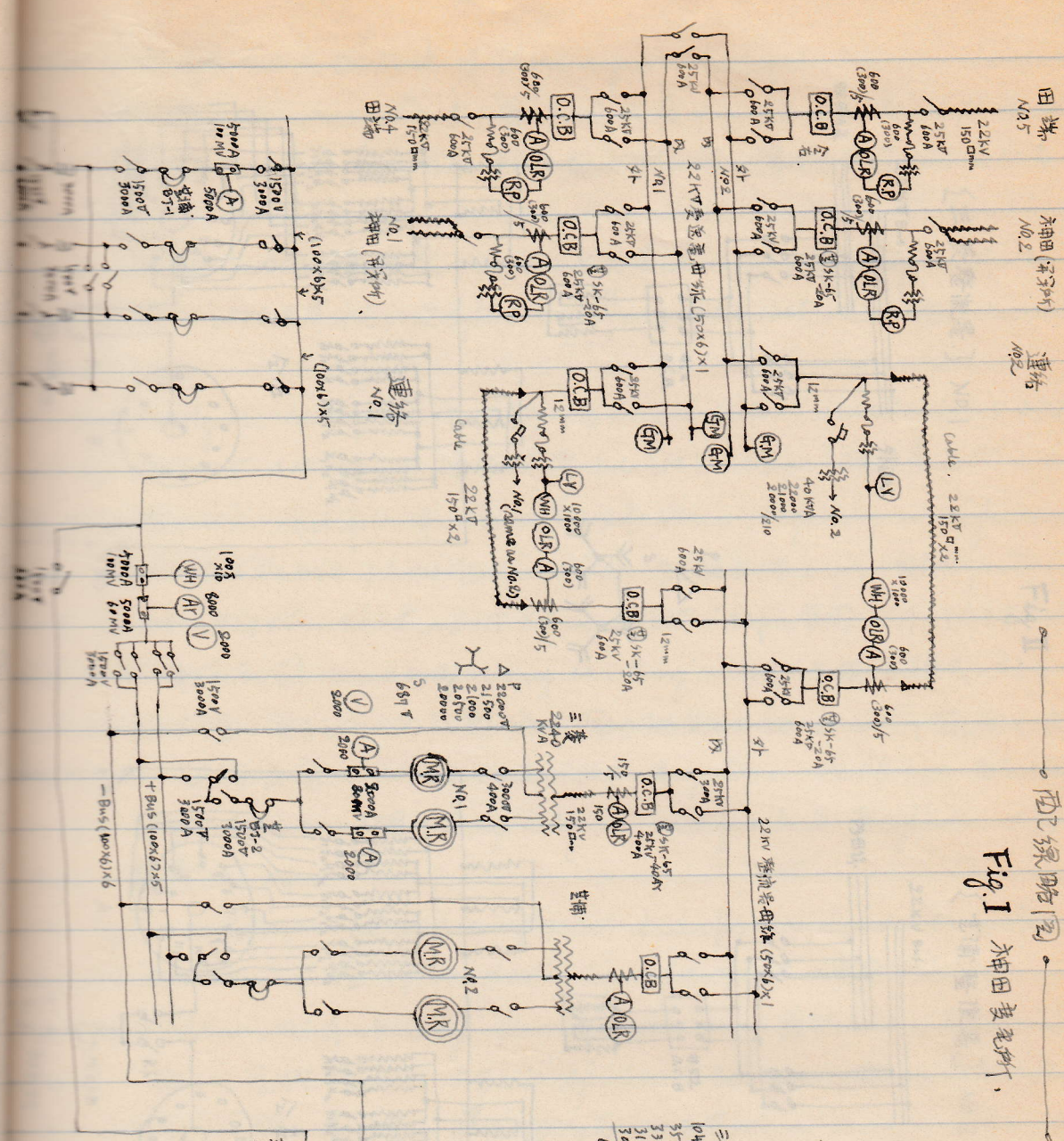
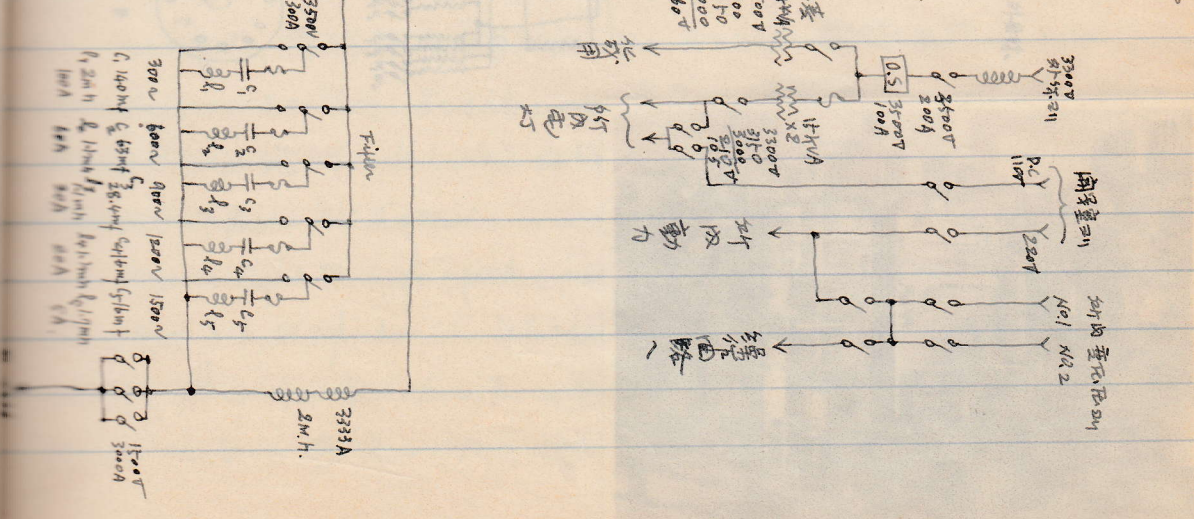


Fig. 1 神田変電所



R-44
 R-45
 R-46
 R-47
 R-48
 R-49
 R-50
 R-51
 R-52
 R-53
 R-54
 R-55
 R-56
 R-57
 R-58
 R-59
 R-60

故障
 進行

三英整流器] NO.1

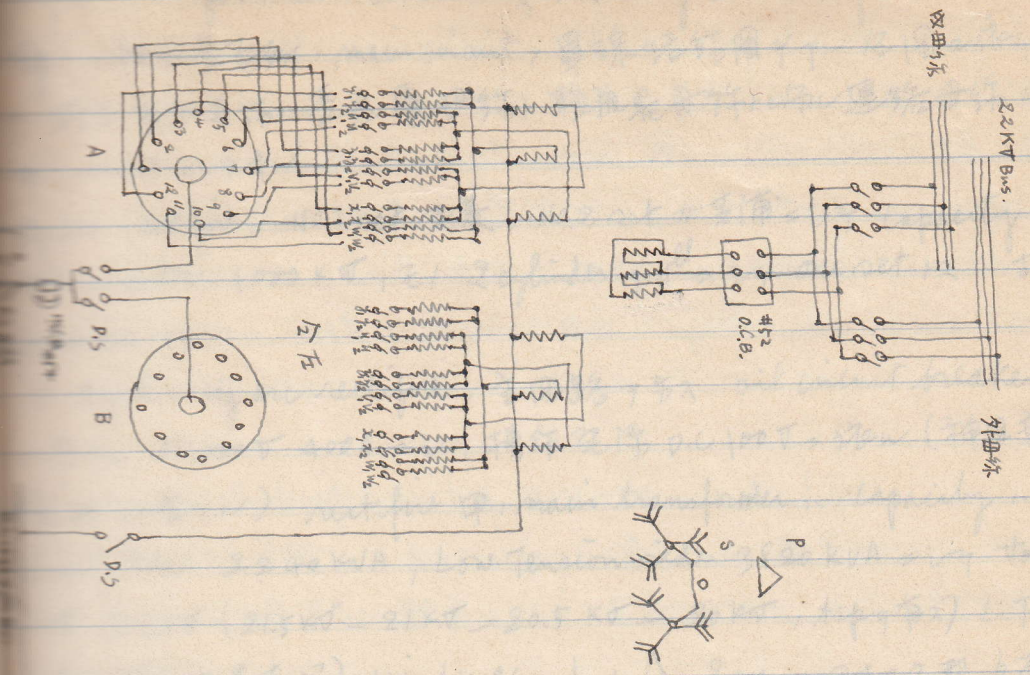
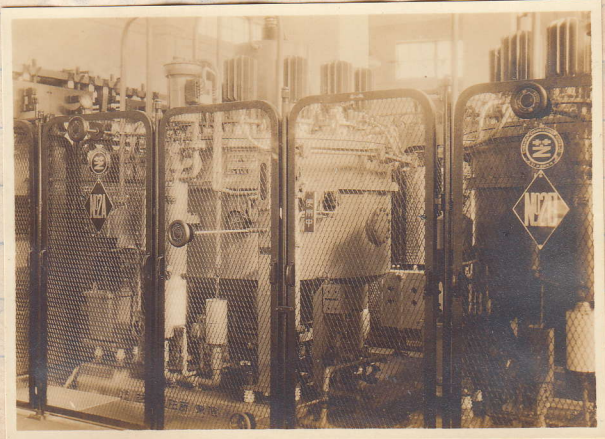
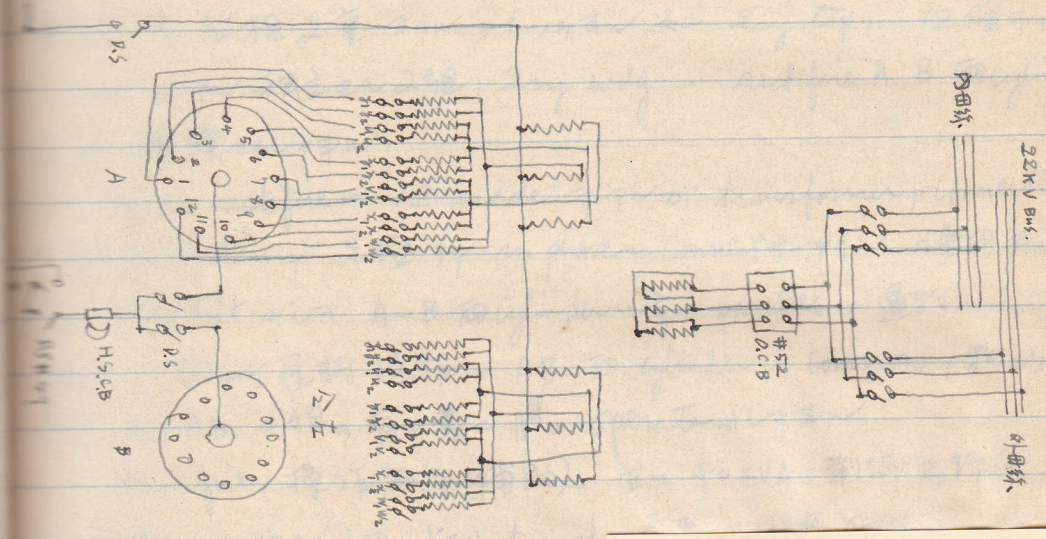


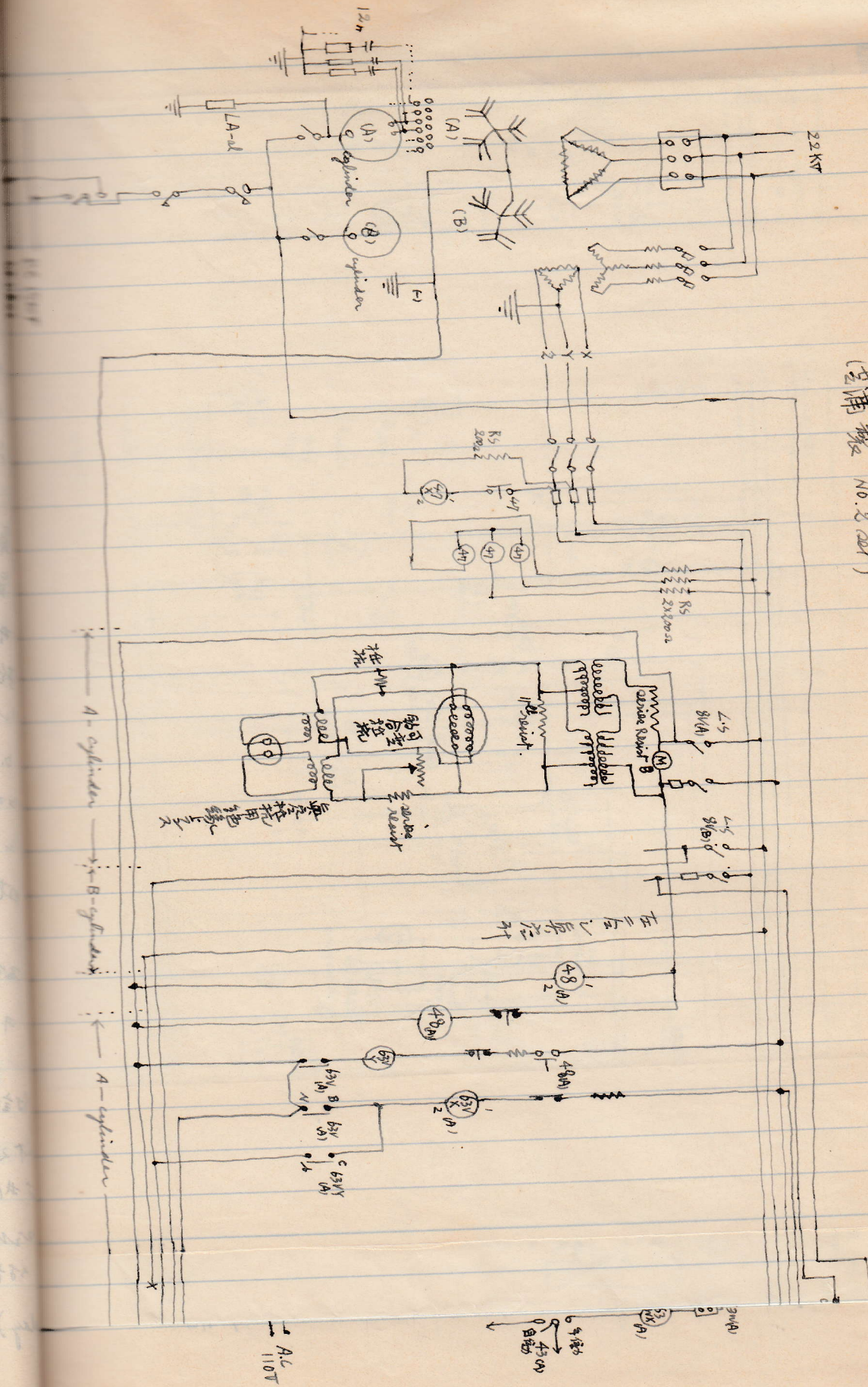
Fig. II.

型浦整流器] NO.2



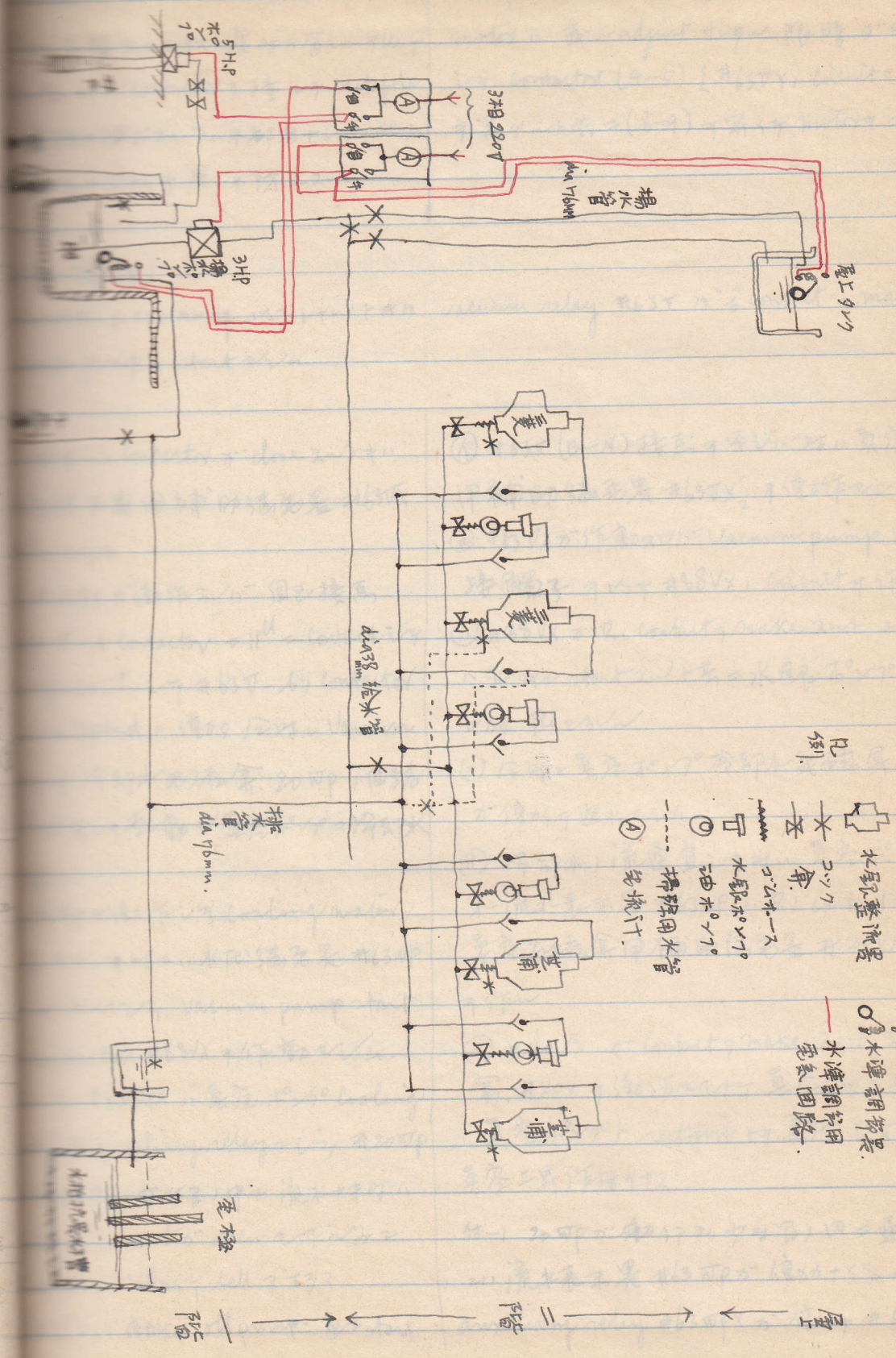
故障
難
行

水泵整流器自働起動裝置展開圖
(芝浦製 NO. 2.02T)



故障 進行

水銀整流器冷却水管配線図



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

vacuum pump, heater 加电

加热器动作继电器用 relay

vacuum pump, heater 加电

vacuum pump, heater 用绝缘变压器 #20QX, contactor = 50A

继电器 #20QX 加电 heater 目的: 加热器

加热器继电器 #2, circuit 加电

目的: Hg vapor pump 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

加热器继电器 #2, circuit 加电

circuit 加电 27 vacuum pump 停止 27
circuit = Bell 加电

#2. #88V, oil pump motor, 保护
装置 27 何加电 27 start 困难 27
heavy current 加电 27 是 加电 27

#88V, circuit 加电 vacuum pump 停止
27 Bell 加电

#3. Thermo-statt, oil pump motor,
circuit, current 加电 heater 加电 目的:

#88V 加电 27 heavy current 加电
heater 加电 27 contact 加电 27

#88, circuit 加电 vacuum pump 停止

目
ス
=

E
V

ト
ロ

set
KW

裂
障

難
行

vacuum relay #63 J. Vacuum pump stop.

表 故障

- | | |
|--|---|
| ① #63T(A-N) contact 2 in vacuum relay #63TX 動作 | ① #63T(A-N) contact 2 in #63TX O_4^3 動作 |
| ② #63TX O_4^3 動作 in #63TX O_2^1 circuit 中 | ② #63TX O_4^3 動作 in #63TX O_2^1 circuit 中 |
| ③ #63TX O_2^1 circuit 中 contact 閉 | ③ #63TX O_2^1 circuit 中 contact 閉 |
| ④ #63TX O_2^1 circuit 中 contact 閉 | ④ #63TX O_2^1 circuit 中 contact 閉 |

故障の場合

vacuum relay #63 J. C-contact 動作 auxiliary relay 動作 oil switch trip 故障

- | | |
|--|--|
| ① #63(C-N) contact 2 in auxiliary relay #63VY 動作 | ① #63(C-N) contact 2 in auxiliary relay #63VY 動作 |
| ② 故障 | ② 故障 |
| ③ 故障 | ③ 故障 |

故障の操作

vacuum relay #63 J. oil pump circuit #8PX #8PY 投入 故障 真空ポンプの操作

右
左
上
下
前
後
内
外
表
裏
正
逆
開
閉
動
静
常
変
可
不
能
行

励磁及励磁装置

励磁回路、通常主回路油入遮断器上、连接、油入遮断器投入上、出之点、
 又油入遮断器上、系、任意之点、引出之。

exciting switch 之、油入、投入、而、自働及手働切换、并、
 自働投入、油入遮断器、投入、始、励磁变化器、回路、并、路、之、
 手働投入、直、励磁变化器、投入、中、励磁变化器、投入、中、

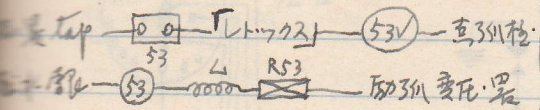
励磁 #53X 动作

励磁用继电器 #53S

励磁投入、励磁极、引出、下、之、

励磁极、接触、

励磁极、接触、contact 之、



励磁 relay #53Y 动作

励磁变化器、同、整流器、之、

整流、励磁极、之、直、流、加、

励磁 #53 上、励磁 #53Y、

励磁 0.5 ~ 2 amp 之、励磁 #53 1.5 ~ 8 amp

励磁极、之、流、之、抵抗、之、

励磁 #53Y、之、励磁 #53、励磁

励磁 #53Y、之、励磁 #53、励磁

励磁 #53X、circuit 之、

励磁 #53S、

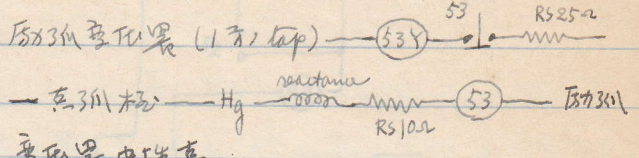
励磁 #53Y、之、励磁 #53、励磁

励磁 #53Y、之、励磁 #53、励磁

① 励磁 solenoid #53S 之、

② #53S 之、励磁 #53Y、之、励磁、
 励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

③ 励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、
 contact 之、励磁 #53Y、之、励磁、



励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

励磁 #53Y 之、励磁 #53Y、之、励磁、

convert 行程完了

上]

rectifier 停止した時、高速が自動遮断器が閉路するまで CS (昇) が昇り、
oil switch 系が投入し、前送、如く点弧の circuit へ #43 が自動側へ入ると、
整流機内、MV が保護する (#43 が自動側へ入ると、是れが昇り、
行程停止した時、冷却水が停止、真空ポンプ、真空度 1/1000 mm Hg 以上、
停止した時、真空度が上昇した時、停止した

各種保護装置 (三菱、芝浦共通)

rectifier 運転中、各種障害発生した時、大抵、対して過電圧 protective
装置が動作して、行程を停止する。この種類は、行程が停止した時、Bell が鳴る。
oil switch 動作して、rectifier 運転が停止した時、Bell が鳴る (警告。
S.C.B. が動作して、行程が停止した時、Bell が鳴る。
rectifier が停止した時、bell が鳴る (警告)。注意して、
oil switch が動作した時、

#51 over load relay.

rectifier の over load 防止に、巻取機一次側へ、#51 が動作
#52 T が動作した時、#30 (故障表示器) 及び #30Y (故障表示器補助继电器)
が動作して、故障を表示し、Bell が鳴る。oil switch
が動作した時、#30Y が動作して、行程を停止し、Bell が鳴る。
#30Y (巻取機用補助继电器)。

真空度が 1/1000 mm Hg 以下、#63V が動作して、油入
装置が動作して、行程を停止し、#30 及び #30Y が動作して、故障を表示し、Bell が鳴る。
#30Y (巻取機用)

#63W (芝浦、#63WX: 流水表示器)

rectifier 運転中、何らかの原因で、断水した時、流水表示器が動作して、oil
switch が動作して、行程を停止し、#30 及び #30X が動作して、行程を停止し、Bell が鳴る。#30X、#30Y

右
上
=

E
17

1
B

set
KW

;

製
障

難
行

2. 復舊機

冷却, temp = 21.2°C 過熱 2.2°C 以上, 2.2°C 冷却 " 2.2°C 以上

此保護装置, 使用 2.2°C 以上 2.2°C 以上

speed limit Breaker の動作 2.2°C 以上 (bell 5.4)

温度, temperature が 50°C 以上, 整流器槽 2.2°C 以上 2.2°C 以上 #38 (陽極板温度)

#38X (2.2°C 以上補助整流器), circuit が 2.2°C 以上 #30X の動作 2.2°C 以上 bell が鳴る

temp. 60°C 以上 2.2°C 以上 #39, #38Y) circuit が 2.2°C 以上 #36Y が動作 2.2°C 以上 #54 (H.S.C.B.)

2.2°C 以上 #38Y の動作 2.2°C 以上. 高速度 2.2°C 以上 2.2°C 以上 (H.S.C.B.) が動作 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 Bell が止む.

mercury arc Rectifier 2 sets (A.B. 2 cylinders 2.2°C 以上 one set 2.2°C 以上) 2.2°C 以上 2.2°C 以上

rotation + 11.1 running 中 = rectifier = 逆弧現象が 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 H.S.C.B. の動作 2.2°C 以上 Bell 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 bell 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 #30X の動作 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 Bell 2.2°C 以上

vapor pump, heater, 2.2°C 以上 cut 2.2°C 以上 #99 (表示 relay) が contact 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上

整流器槽, temp が rise 2.2°C 以上 #38 が動作 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 #30 及 #30X の動作 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上 2.2°C 以上

付記

#47Y の使用 2.2°C 以上 2.2°C 以上

故障

of Machines and Instruments used.

Mercury arc Rectifier (三菱) 数量
 1
 1 cylinder (主体)
 D.C. side 1000 KW, 1500 V, 667 A.
 150% load : 2 hours
 300% load : one minute.
 A.C. side 12 pole (陽極), 6 phase, 50 cycle
 Type GT-A, No. 112. 昭和6年2月

1 cylinder 1
 全上.

2 pumps (A.B 全標). 2台
 GP 型 545 r.p.m. No. 118 6年2月.

induction motor (oil pump 用) 2台.
 $\frac{1}{2}$ H.P. 0.373 KW 3 phase 10 pole 50 cycle
 200 V 2.25 A 550 r.p.m. No. 1208508

meter 2.

cell minimum arrester (高圧回路用) 2.
 Type C No. 90115 日立

Mercury arc Rectifier (芝浦) 数量
 1
 1 cylinder
 D.C. side 1000 KW 1500 V 666 A.
 150% load : 2 hours
 200% load : 1 minute.

品
不
2
E
1
A
set
KW
製
障
難
17

A.C. side 1200V, 12 pole, 6 phase, 50 cycle.

合上

oil pump. (A.B.合棒.)

rotation motor (oil pump用)

1/2 H.P. 3 phase 10 pole 550 r.p.m.

真空計.

cylinder, vacuum 測定用.

side film arrester.

防止回路用.

(防止回路用)

47.7V (eff) 8 amp

真空計 (防止用)

並南製.

no. 3001933 50/60 cycle 220/210/200^V - 210/105^V

1.5 KT 回路用.

no. 3001954

真空計 (Hg vapor pump, heater用)

no. 3001951

(註)

no. 3001952

speed circuit breaker.

1500V - 3000A

(註)

no. 1 set 用

type B

Form J-1

no. 3003266

1

no. 2 set 用

type B

J-1

no. 3003268

1

京浜外週, 1層費配線 (No. 5)

type B

J-1

no. 3003267

1

京浜内週

(No. 4) type B

J-2

no. 3003269

1

後武内上

(No. 2) type B

J-2

no. 3003271

1

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

総武鉄道(下) 屋敷充貯. (No.3) 用 NO.3003270 type B. Form J-2 1.

Aluminium cell Arrestor

~~3000~~ type - C 日誌 4.

Main Transformer (for Rectifier) B (笠浦) 1.

1ry 22.40 KVA 22,000 V 3 phase 50/60 cycle.

tap	22KV	58.8 A	windings	△
	21.5 KV	60.0A	imp volt	455V - 50 cycle
	21 KV	61.5A	at 60C.	555V - 60 cycle
	20.5 KV	63.0A		
	20 KV	64 A.		

2ry 3820 KVA 1190 V (tap to neutral) 135 A.

6 phase winding 7才-7型

1ry coil 一個 = 交互に 2ry coil 11 個の獨立セルに 2個 1 台之共 = 重捲線 + 1. 2ry tap 12個 + 1 total 7 24個 + 1 12本宛.

A, B 兩 cylinder = 3行.

屋外用

No. 3001931

Main Transformer (for Rectifier) A (三菱) 1.

1ry 2240 KVA 22000 V 3phase 50/60 cycle

winding Δ. 58.8 A.

2ry 3820 KVA 1190 V 135 A. winding 7才-7型.

total weight 12500 kg oil 6300 ±. 150% load; 2 hours

temp. rise 55.

C-R. 型.

Resonance Reactance and Capacity

高調波	cycle 用.	Capacity	Reactance	current	
	300	140 mf.	2 mhenry	100 amp	1
	600	63 "	1.1 "	60 "	1
	900	284 "	1.1 "	20 "	1
	1200	16. "	1.1 "	20 "	1
	1500	16. "	1.7 "	5 "	1.

製
障

難
行

reactance coil

(甘)

1

3333 A

2m henry.

D.C 1500 V circuit 用

操作用変圧器

(甘)

2

No. 300281 Type HCT form CF Con NO. 35224

3 phase 50 \sim 40KVA H.T. Volt 22KV L.T. Volt 210V

imp volt 590 V at 10 $^{\circ}$ C H.T. Δ L.T. Δ

Voltage 22 KV 21 KV 20. KV 210V

Current 1.05 amp 1.10 A 1.15 A 110 A

変成器 (連絡用)

(甘)

2

No. 3002852 50 cycle 200 VA 22KV / 110V

変換器

(甘)

600/5 amp.

連絡 No. 1 用

2

連絡 No. 2 用

2

神田 No. 1 用

2

神田 No. 2 用

2

田端 No. 4 用

2

田端 No. 5 用

2

変成器

22KV / 110V

神田 No. 1 用

1

神田 No. 2 用

1

田端 No. 4 用

1

田端 No. 5 用

1

遮断器

SK-65-20A 25KV 600A

連絡 No. 1

1

連絡 No. 2

1

神田 No. 1 + No. 2

2

田端 No. 4 + No. 5

2

故障

難

1/5

SK-65-40AY 25KV 400A

整流器用

② 2.

③ 1

投入用装置

灯内装置用 化研用

3500V 100A

Discon

25KV, 600A A.C. side (one set consists of 3)

16 set

25KV 300A ()

4 set

3000V 400A main transf. 2mg 用

48

1500V 3000A

27.

3500V 300A

6.

Aluminium cell Arrester.

with 25Ω resistance main transf. 2mg 用

Oxide film arrester

main transf. 2mg 用.

and Relays.

端 NO.4 NO.5 受流死盤 (芝浦).

Voltmeter

V₁ 0-30000V No. 3004965

V₂ 0-30000V No. 3004966

Ammeter

0 - 600/300A No. 3004964

↪ No. 3004963

load relay

田端 NO.5 No. 3006142 50Ω 5A Target coil 1A

↪ No. 3006143

田端 NO.4 No. 3006147

↪ No. 3006144

製
障

難
行

poly phase watt hour meter.

連絡 No.1 type DS-6 3 wire 3 phase 22000 volt
600 amp 50 cycle no. 3004977

連絡 No.2 , , no. 3004978.

三式作上リ盤 (芝浦)

D.C. Ammeter 0-5000 A no. 3003710 H.S.C.B. 并字器ヲ有ス

三式作下リ盤 (芝浦)

D.C. Ammeter 0-5000 A no. 3003711

三式内通リ盤 (芝浦)

D.C. Ammeter 0-5000 A no. 3003712

三式外通リ盤 (芝浦)

D.C. Ammeter 0-5000 A no. 3003713

三式倍盤 (芝浦)

D.C. Voltmeter 2000V no. 3003719.

故障表示用補助继电器 30X + 30Y hand reset.

30Y type -E R-12 D.C. 100V

30X type -E P-18X D.C. 100V no. 3004940

, , , no. 3004941

, , , no. 3004942

Recording Ammeter

DC-0-8000 A control circuit 110 volt D.C

Kilo watt hour meter

D.C. 10⁴ KWH type YM 5000A 1500V 0.24 Rev. per KWH. no. 3011456.

自動制御配電装置.

200 2000 W Mercury arc Rectifier 用 A.C. 200V D.C. 100V

整流器盤 No.1 set

D.C. Volt meter

0-2000V no. 3003681

D.C. Ammeter

0-2000A no. 3004674

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

0-2000 A No. 3004673

A.C. Ammeter

0-150 A No. 3003683

0-10 A No. 3003687

0-10 A No. 3003686

真空继电器 #63BV4AV (三基)

#63VD-200 in 0.001 mm Hg. VR型 A.C. 50 cycle motor; 60 volt No. 101647

#63AV No. 101646

继电器 type DMS-103 Form A-2

8 继电器用并牙器

8X 真空继电器用

8Y 磁力线圈用

A.B # 2

A.B # 2

继电器盘 NO. II act.

D.C. Volt-meter

0-2000 V No. 3003680

D.C. Ammeter

0-2000 A No. 3004572

0-2000 A No. 3004571

A.C. Ammeter

0-150 A No. 300682

0-10 A No. 3003685

0-10 A No. 3003684

真空继电器

#63VA 0-200 in 0.001 mm Hg No. 3003703

#63VB No. 3003694

继电器

8

8X

8Y

A.B # 2

2

1
2

2
3

1
2

act
KW

製
障

難
17

Relay 盤 (符号說明表参照) 三菱 No. 2 set 用

53		A.B 共	2
53Y		"	2
53X		"	2
54			1
20VX	A: No. 3003701 B: No. 3003700	A.B 共	2
63VY		"	2
63WPX		"	2
26X			1
63VX	A: No. 3003696 B: No. 3003697	A.B 共	2
99	A: No. 3003641 B: No. 3004642	"	2
38Y			1
47X	No. 3004639		1
47. 反相继电器	No. 3005452 A.C. 100V		1
空压站继电器	No. 3004625 A.C. 200V		1
"	No. 3004624 "		1
overload relay			1

Relay 盤 三菱 No. 1 set 用

53		A.B 共	2
53Y		"	2
53X		"	2
38Y		"	2
38X		"	2
63V2		"	2
47Y			1
63WX		A.B 共	2
20XQ	複石粉操作油扉用補助继电器 即時動作 限时復帰.	A.B 共	2
99		"	2
63WPX		"	2
48		"	2
47			1

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

日記ヲ整理スルニ列シ。

日記中ニ於テ load, max load ヲ示シ。其 Data, 記録時留リ
力ホリ直前, 記録時留リ / time interval 中, max. load ヲ
變換所ニ於テ, max load in a day, rotary efficiency,
load factor, out put (allday), allday input 等ヲ新橋電力事務所
手口午後八時頃報告スルニ列シ。

日記中 max load 之詳細トシテ時刻ヲ記入セシメ Load curve
トシテ記録時留リ max load, 其時々々時刻ト看做シテ作リタリ。

日記中前車ニ於テ, 未ダ變換所成, 空氣ニシテ又所員ノ力
ノ廣ク Rotary efficiency ヲ求メ得ル事ヲ殘念ニ思フ事
ヲ踏留變換所, 同期變換機, 各 load 之於テ efficiency ト整理告,
比較シテ同期變換機ト本機ト先輕最ト並列運轉スル事,
負荷割付如何ニシテ其力ヲ見事ニシ。

日
寸
二
主
一
一
set
KW
C
製
障
難
行

Diary

東京鐵道局神田變電所へ 七月十五日 至 八月十四日迄 一ヶ月留
及中央線 勝沼變電所へ 八月十五日 至 八月二十日迄 一ヶ月留

東京鐵道局神田變電所 部

七月十四日 鐵道省電氣局人事課 = 學校、紹介状 持参し 明日 至 予月留
東京鐵道局神田變電所へ 行々 夏期実習ヲ 止ル者トシテ、挨拶ヲ 又
同課職員 = 教員ニ 東京鐵道局庶務課 人事係 田口書記、トニ
至リ、合梯、挨拶ヲ 又、

次ニ 神田變電所ニ 到任ニ 挨拶ス 而シテ 十五日 至、出勤時 留及
印通リ、勤務規程、注意ヲ、

午前八時出勤、 退所時 留、 午後四時半

七月十五日 所 午前七時四十分 着、 午後四時四十分 退所、

本日 夏期実習 開始ス、 今ノ地 海軍帝國大學工學部 電氣科 生
一名 夏期実習ニ 来ル、 一編ニ 主任ニ 伴フル者 所員一合ヲ 亦、
レ 挨拶 並ニ、 挨拶ヲ 又、

送電系統及 所内 機械 器具 及其、 connectionヲ 調査 探
究ス、 所内 種々 説明ヲ 得ル、

田端變電所 No. 4 母線 所 受電ス、 line voltage 22,000 volt
總武線 上リ 及 下リニ 直流 1,500 volt 予 饋電ス、 合 所、 七月一日
所 運轉開始 也、 所、 水、 兩國 留、 又、

水銀蒸氣真空唧筒 予 具備ス、 鉄製水銀整流器 最 No. II set
ヲ 運轉中、 基浦製 2 行 1,000 KW 也、 二台 五列 1 行 2,000 KW
A.C 1200 volt D.C 1500 volt anode Temperature 30°C
gas pressure in the cylinder; 0.0001 Hg mm. 又、

午前 十時 十分 整流器 No. I set へ 換ル、 所、 三菱製
ニ、 所 前記 基浦製、 又、 合、 rating 又、 No. I set 故障
起リ 易ク 目下、 試験 運轉 中、 又、

今 變電所 七月一日 所 運轉開始ニ、 所 水銀整流器 予
新設、 又、 所 steel case 中ニ 層 2 行 予 排氣ガ 排除 困難
ト、 水銀蒸氣真空ポンプ 予、 運轉ニ、 予 整流 予 行、 予
予、 又、

anode Temperature of No. I set; 29°C, 0.0001 Hg mm.

