

三菱電機

昭和 15 年 4 月

第 16 卷

第 4 號



4

衝撃電壓試験と V-T 特性	107
350H.P. 複胴巻上機及電機部分に就て	116
三菱製紙高砂工場納電氣收塵器に就て	127

三菱電機

第十六卷

昭和十五年四月

第四號

衝擊電壓試験とV-T特性

研究部 横須賀正壽

緒 論

送配電系統に於ける事故としては、種々の場合が考へられるが、氷雪による斷線、鐵塔の倒壊、その他外部の機械的原因によるものゝ外は、所謂異常過電壓に原因する碍子の閃絡、電線の鎔斷、電氣機器の焼損破壊等が主なものである。近時弧光接地とか、故障時の線路開閉に依る異常電壓とか、所謂内雷が再検討され、その重要性が強調されては居るが、雷が送配電系統の安全を脅す最大要素たるには變りはない。殊に、弧光接地とか、故障時開閉に伴ふ異常電壓は、雷による故障にその源を發するものが多いのである。

雷害を減少すべき考案は一二に止らぬ。雷の多い地域を避けて送電線を建設するのは、一番根本的ではあるが、實際上は實行困難な事が多い。架空地線、埋設地線、放出消弧間隙、避雷器等は、雷による異常電壓を防止、又はその作用を制限せんとする積極的方法であるが、線路や機器の絶縁を強化して異常電壓に耐へんとするのは寧ろ消極的對策とも云へよう。近時雷の研究が活潑に行はれ、その特性が闡明されるにつれて、その對策も漸次合理化されて行きつゝあるが、未だ不明の點も頗る多く、最近學術振興會等にもその綜合的研究に着手して居る状態である。

僅少の紙面で雷害問題及その對策の全面について述べる事は到底困難である。茲では現在最も關心をもたれて居る衝擊電壓試験及び絶縁協調に至大な關係を有するV-T特性について簡単に述べる事にする。

第1章 衝擊電壓試験

1. 1. 緒 論

送電系に於ける異常電壓に對して、それに接續された機器が耐へ得るや否やを検討する爲に、衝擊電壓試験が行はれる。而して、送電線に直接接續される機器は、變壓器を主とする故に、衝擊電壓試験は變壓器を主要目標として居る。

獨逸及瑞西にて、1922年頃から行はれて居る所謂 Sprungwellenprobe は、未だ本格的な衝擊電壓試験と云ひ難い。米國では數年前より商用試験として實施され規程案も數次の改訂が行はれて、今日に至つて居る。歐洲に於ても漸次實施の機運にあり、遠からず實行に至るものと想像される。

我國にても衝擊電壓試験の必要を痛感して、大体に於て範を A.I.E.E. 案にとり、昭和12年5月に第一次規程案が發表された。この案に基く商用試験も已に行はれて居るが、色々の經驗、データの集積と共に、本案の不備の點が指摘され、目下改訂案が審議中で、遠からず發表の運になるであらう。現行規程案に關しては、各所に解説が試みられ、已に周知の事と思はれるが、簡単に述べて、併せて問題となるべき點に觸れて見る事にしたい。

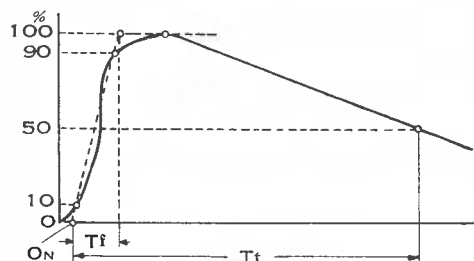
1. 2. 試験の目的

衝擊試験の目的は、被試験變壓器の、衝擊電壓に對する絶縁強度が、所定の基準に適合するかどうかを確める爲に行ふもので、如何なる衝擊に對しても、絶對安全な事を保證するものではない。蓋し系統の絶縁協調に關し

ては別途に考慮すべきで、米國にて、最初變壓器試験を企圖した時、之に依つて變壓器絶縁の規準を定め、協調間隙を併用して完全な絶縁協調を得る事を目標としたが兩者の閃絡特性の差異、即ち V-T 特性の差異の爲、遂にあらゆる衝擊に對して、この目的を達する事は不可能との結論に達し、1935 年にこの協調間隙の名を廢するに至つた。従つて衝擊電壓試験規程に合格した變壓器はどんな衝擊波に對しても、變壓器が Self-protecting であると云ふのではないので、この點一寸誤解を招き易い。直撃雷の如き異常急峻波頭の衝擊電壓に對しては、遮蔽地線その他適當な保護装置を設ける必要がある。

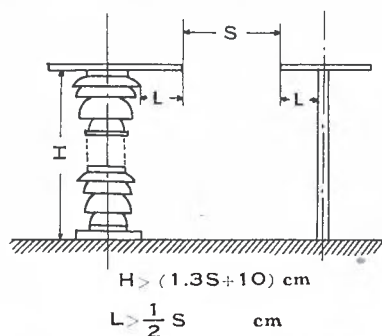
1. 3. 波形、電壓

波形は正極性で、供試變壓器端子に於て、波頭の長さ $1.5 \mu s$ 、波尾の長さ $40 \mu s$ 、裕度は波頭は $1 \mu s$ より $2.5 \mu s$ 、波尾は $35 \mu s$ から $55 \mu s$ である。波形の定義は第 1 圖の如くで、I.E.C. に依つて居る。高周波振動を含む場合は平均の點をとり波形を決定する。



第 1 圖 波形決定法

電壓の方は、當時未だ高電壓衝擊波の測定技術が不充分であつたので、基準として標準試験間隙を用ひ、その閃絡電壓を以て基準とする事になつた。試験間隙は周知の如く、各邊 $12.5mm$ の金屬角棒を、軸に對して垂直に截斷したものを、第 2 圖の如く水平に配置したもので、間隙距離 S は第 1 表の第 3 行に從つて調整される。



第 2 圖 標準棒間隙

棒間隙の閃絡電壓は、氣壓、溫度並に濕度の影響を受け、更正も相當厄介でもあるし、又理解の點から云つても電壓値で絶縁強度を表した方が望しい。測定技術の向上につれて、各所での實驗結果がよく一致する様になり

第 1 表

公稱回路電 (kV)	最高回路電 (kV)	試験間隙距離 S (cm)	全波波高値 (kV)	截斷波波高値 (kV)
3	3.45	2.2		
6	6.9	4.0		
10	11.5	7.5	75	82.5
20	23.0	16.5	140	154
30	34.5	26.0	190	209
40	46.0	34.3	250	275
50	57.5	43.0	300	330
60	69.0	52.4	360	396
70	80.5	61.0	410	451
(80)			470	517
100	115.0	88.0	570	627
(120)			680	748
140	161.0	124.0	790	869
(170)			950	1045
200	230.0	179.0	1100	1210
(220)			1200	1320
(250)			1360	1496

使用者側の意見も反映して、米國の 1937 年の規格案⁽²⁾では、ボルトで試験レベルを云ひ表す事になつた。我國にても各所で熱心な實驗が續けられて居るが、今回の改訂案ではボルトを採用する事に大体意見の一致を見た模様で、恐らく第 1 表第 4 行及第 5 行の如き電壓値が採用される事と思はれる。

1. 4. 電壓印加方式

供試變壓器の指定された捲線の各線端子に順次下記の如き試験を一回宛行ふ。

(1) 供試端子と大地間に第 1 表第 3 行の如く整定した標準試験間隙を接続し、丁度之を閃絡せしむるに足る電壓を印加する。この場合、套管及捲線は之に耐へる事を要する。

(2) 試験間隙を取去り、(1) と等大の全波電壓を加へる。套管及捲線は之に耐へねばならぬ。

(3) 套管を閃絡せしむるに足る電壓を印加する。

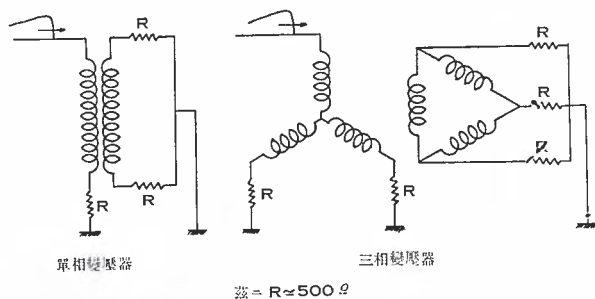
(1) は截斷波による試験で、主に端線輪が試験される

(2) は全波試験で充分内部振動を起させ、之に耐へるか

どうかを試験する。(3)は套管と捲線の協調を見る爲で同時に截断波試験をもする事になる。今回の改訂案では、ボルト基準を採用し、第1表第4行の全波電圧を一回、同表第5行の截断波電圧(截断方法は任意)を一回、印加すると云ふ風に改められるものと思はれる。

1. 5. 回路方式

電圧を印加すべき捲線の他方の端子及び電圧を印加せぬ捲線の各端子は、夫々約 500Ω の抵抗で接地する。但し三相変圧器の中性点は接地せぬ。之を圖示すれば第3圖の如くである。この問題は變壓器の内部振動と密接



第3圖 變壓器衝擊試験回路

な関係を持ち、近年盛に論議されて居る所である⁽³⁾。凡て使用状態で試験をするのが理想的であるが、 500Ω の抵抗は變壓器の波動インピーダンスに比べると非常に小さく、 500Ω で接地するのは殆ど短絡に近くなるので、例へば単相變壓器を星型につなぎ、中性点開放又はリアクター接地の様な場合とは、内部振動の様子は著しく異なる。又三相 Δ 結線の二線から、同時に進行波が進入した時に、捲線中央部のうけるストレスはこの方式では試験出来ない。二次回路の 500Ω での接地は、變壓器の見掛け上のインピーダンスを小にして、衝擊電圧試験を困難ならしめるが、内部電位振動に関しては大きな影響なく、寧ろ制動作用が大きくなる恐もあるので、二次誘起電圧が危険にならぬ範囲で適當な大きな抵抗で接地する方が、遙に試験を簡單ならしめる事が各處で唱へられて居る。今度の案ではこれ等の諸點に關して、適當な考慮が拂はれる事とならう。

1. 6. 波形の變歪

衝擊電壓發生器に、變壓器を接続した状態で、標準波を發生せしむる事は相當厄介な問題である。計算又は圖表による方法は、實際問題として多大の手間と時間を要

し、且つかなり熟練しないと仲々うまくゆかぬものである。現在最も進歩して居ると思はれるのは、所謂衝擊波形直視装置⁽⁵⁾を使用する方法である。

實際問題としては、衝擊電壓發生器の容量が不足する爲に、標準波形を得る事が困難になる。一端接地、二次側短絡の様な場合は、變壓器の見掛け上のインピーダンスが、漏洩インピーダンスのみとなるので、波尾が著しく短くなる。 $0.1\mu\text{F}$ 程度の大きな衝擊電壓發生器を用ひれば、大抵の場合波尾が短すぎて困る様な事はないが、後述の如く普通設置されて居るものは、大容量のもので $0.01\mu\text{F}$ 以下であるから、二次側端子を相當大きな抵抗で接地して、見掛けのインピーダンスを過少にせぬ様にしないと、標準波が出し難い場合が多い。二線一括、又は三線一括試験の様な場合は、負荷のインピーダンスがそれだけ小となるわけであるから、實際上試験が困難な場合が尠くない。

尙内部電位振動の大きな變壓器では、内部電位振動が電圧印加端子にて反射される爲に、印加電圧を歪ませる。これも結局は、衝擊電壓發生器の容量過少に基くのではあるが、大容量の衝擊電壓發生器の設置に要する費用等から多少の變歪は許さるべきであるにしても、變歪の著しい場合は、事實上正確な意味での衝擊試験は不可能と云ふ事になる。甚しき場合は、波高値よりも更に高い様な瘤が出来る事もある。サージプルーフ型の如き、所謂非振動型の變壓器では、内部振動は大いに抑制されて電圧印加點から見て、恰も一個の靜電容量に近い様な特性を有するから⁽⁴⁾、原波を變歪せしむる事が甚だ少く、波形の調整も極めて容易に行ひ得る。

1. 7. 電圧の測定

電圧の調整は、適當な較正により、衝擊電壓發生器の充電電圧から發生電圧を豫想し、他の適當な測定裝置で之を確める。變壓器に並列に接続された棒間隙を閃絡せしめる場合には、棒間隙が全然閃絡せぬ電圧と、いつでも完全に閃絡する電圧とでは、相當に喰違があり、⁽¹⁾それに温度、氣壓、湿度等の影響もあり、普通は50%放電率の附近が選ばれるから、例へ適當な電圧をかけても一回でうまく放電するかどうかは判らない。場合によつては、二回も三回も變壓器に同じ衝擊波を加へる事になり、變壓器はより苛酷な取扱をうける譯である。電圧で

規程されれば、最初の較正が適當で、且つ少し慣れれば一回で規程の電壓を出す事はさして困難ではないから、試験もし易くなる。

電壓の測定には、陰極線オシログラフ、球間隙、棒間隙、分壓器付球間隙、理研波高電圧計等があるが、球間隙、棒間隙等は 50% 放電率を基準とする關係上一回では直に電壓が測定出來ず、測定せんとする電壓を少くとも數回繰返して印加する必要がある。理研波高計は、變壓器と並列に接続して、一回の電壓印加で試験と同時に電壓の測定が出來、取扱も簡單であるが、陰極線オシログラフは、唯一回の電壓印加で、電壓と波形とを同時に測定出來る點に於て、他の追従を許さぬ利點があり、唯その取扱ひに多少熟練を要する憾はあるが、衝擊高電壓の標準的測定法たるを失はない。今回の新規程には、附録としてこれ等の電壓測定法についても説明書が附加される筈である。

1. 8. 故障の發見

折角試験をしても、被試験變壓器が試験に耐へたのかどうか、判らなくては何もならぬ。主絶縁の破壊、又は捲線間の破壊等の大きな破壊は、勿論容易にオシログラフの波形の變歪等から發見出來るが、層間短絡の如き小さな故障は、オシログラフにも現れ難く、發見が相當困難である。又衝擊試験をした爲に、絶縁が損傷をうけ、破壊の一步前迄行き、いはゞ半殺しとなつて市場に出て行く危険もあるが、かゝる状態を發見し、未然に防止する事は困難な問題である。絶縁破壊が起れば、氣泡等を生ずるから肉眼で觀察すると云ふのも、一つの方法ではあるが、實際の變壓器については實行し難い。英國では變壓器油槽中にマイクロホンを入れ、破壊時に生ずる音により識別出來るとして居るが、その確實さたるや疑はしい。米國では、低壓側から商用周波數で勵磁し、破壊すれば續流が流れるから、それで檢出出來るとして居るが、すべての場合に確實とはゆかぬ様である。要するに未だ確實な方法がなく、獨逸あたりで、未だ衝擊試験を採用しないのは、故障檢出の確實な方法を缺く事が、一つの有力な原因であるとも云はれて居るのであるが、最近提案された、超音波マイクロホンと濾波器を使用する方法⁽⁶⁾、小さな故障でも發見出來、且つコロナの發生も檢出出來るから、有力な方法と思考されるが、未だいはゞ實驗室内での實驗に止り、實際の變壓器の衝擊試験

に用ひてのデータが不足な憾があり、その實際に運用しての性能に關しては、將來の經驗に俟つの外はない。

1. 9. 衝擊電壓發生器

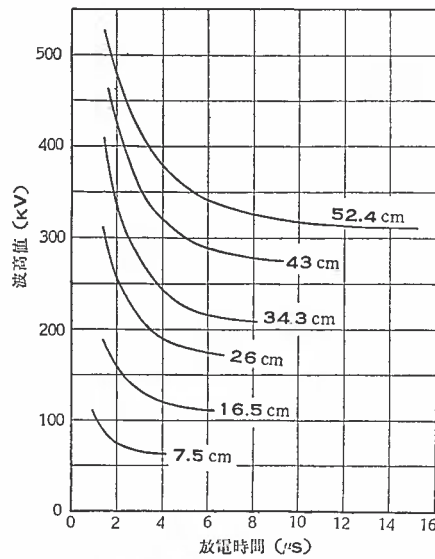
衝擊電壓試験は、衝擊電壓發生器によつて行はれる。我國に於ても近年高電壓大容量のものが盛に設置され、2000 kV を超えるものでも、第2表の如く數個所に上つて居る。1000 kV 程度のものに至つては、三菱（研究部）、日立（研究所）、京大、東大、日電、廣電、滿電等の多きに及んで居る。三菱の 3600 kV は、高電壓、蓄積勢力の大なる事に於て、現在日本第一のものである。電氣試験所田無分室の 2400 kV は、電壓こそ低いが、靜電容量が大で、且つ移動式である點、世界有數のものである。

第 2 表

設置場所	最高電壓 (kV)	總靜電容量 (μF)	蓄積勢力 ($\times 10^8 \text{ J}$)	摘 要
三 菱	3,600	8,100	52.5	マルクス、屋内
電試三部 (永田町)	3,600	5,200	35	變形マルクス、 半屋外
芝 浦	2,500	5,500	17	マルクス・マイ ナー、屋内
電試三部 (田 無)	2,400	15,600	45	變形マルクス、 移動式
日 立	2,000	4,000	8	マイナー、

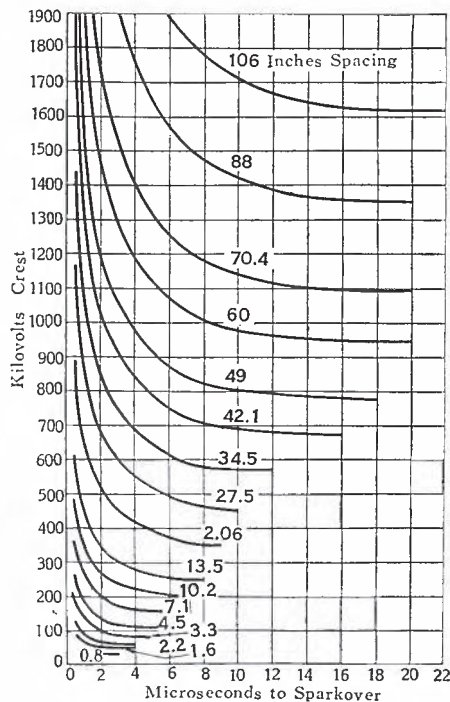
最近の趨勢は、蓄電器の容器を絶縁物で製作し、蓄電器自身を絶縁台構成材料に使用する事が行はれて、著しく小型の衝擊電壓發生器が製作される様になつた。紐育の博覽會に出品された G.E. 社の 5000 kV は、ピラノール入蓄電器柱 6 本からなつて居る。M.V. 社の新しい 2000 kV. 0.01 μF のものも、圓筒形の油入蓄電器を垂直に積重ねたもの 4 本より成り、全高約 7 米に及んで居る。A.E.G. 社からは、蓄電器を始め、必要な部品一切が一つの絶縁容器に納められた 1000 kV 單位のものが作られて居り、之を縦に積重ねると更に高い電壓が得られる譯で、4,000 kV, 50 kWS の移動用のものも發表されて居る。W社にても最近同様のものが發表されてゐる。これ等のものは何れも床面積に比して、高さが著しく高くなり、我國の如く地震の多い處では、多少心配がないでもない。我國のは何れも階段型配置が採用され、垂直の絶縁棚型のものはその例に乏しいが、東大の 1,500 kV は垂直式である。

衝擊電壓發生器の取扱運用は、衝擊電壓試験遂行上の

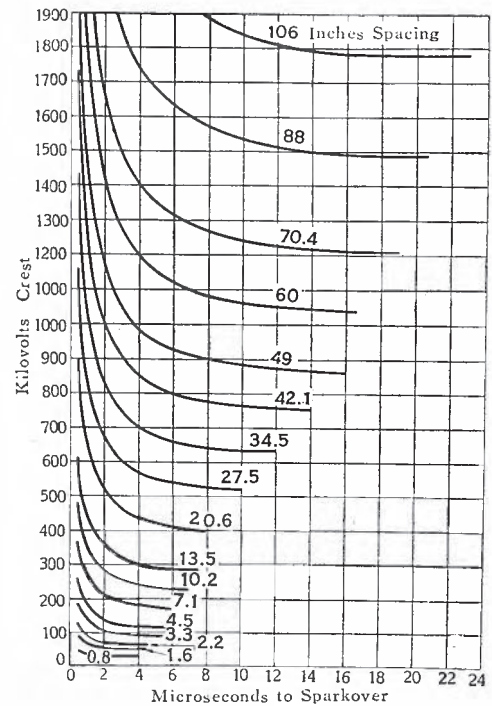


第6図 標準棒間隙 (1.5×40μs正波)

は一定であるから、放電の遅れの大きい所では棒間隙が先に放電し保護効果を呈しても急峻な電圧に対しては先に変圧器絶縁が破壊する様になり、従つて棒間隙で協調を保たせる事は困難と考へられて來た。しかし、後述の如く、最近の研究によると、間隙距離を適當にとると、1μs以下迄も変圧器絶縁と協調させ得る事が報告されて居るので、棒間隙の保護効果については、もう一度検討する必要があるのではないかと思はれる。



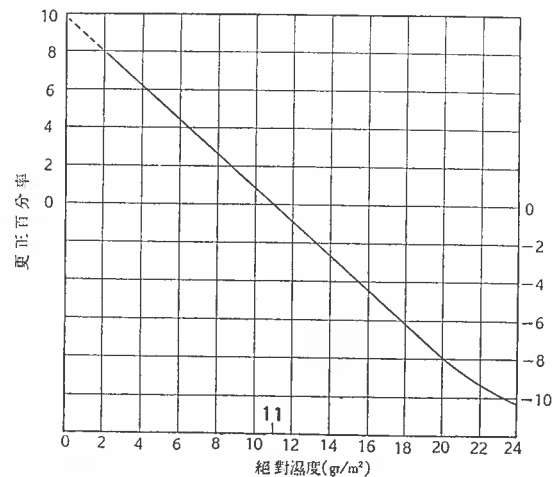
第7図 棒間隙 (正波)



第8図 棒間隙 (負波)

第7図及び第8図は McAuley⁽⁸⁾ のデータである。

閃絡電圧は空気密度、湿度等の影響をうける。空気密度の方は比例するものとして計算すればよいが、湿度の方は厄介である。Fielder,⁽⁹⁾ 石黒氏⁽¹⁰⁾ 等の校正曲線が與へられて居る。石黒氏に依れば、負性衝撃波の場合は間隙の長さによつて更正曲線が變化し、簡単に更正出來ぬと云はれて居る。又放電時間が短い範囲では、湿度、空気、密度の影響は減少して來るので、益々複雑になるがこれ等に関しては未だ充分であるとはいへない。第9図



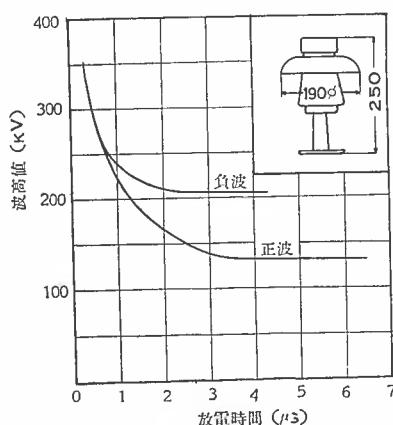
第9図 角棒間隙 (正波) に對する湿度更正率曲線

(10) は石黒氏の與へた更正曲線である。猶標準状態について一言すると、日本では、 25°C . 760 mm Hg. 11 gr/ m^3 を採用して居るが、I.E.C. では標準温度として 20°C を採つて居る。平均気温 25°C は多少我國では高すぎる氣味もあり、I.E.C. に合流する意味もあつて、近く標準温度として、 20°C を採用しようとする氣運にある。

正波と負波では、一般に負波の方が正波よりも電圧が高く、且つ測定値の不整が大きく多少測定が困難である。尙最後に注意すべきは、棒間隙を保護装置として用ひ様とする時、上述の V-T 曲線をそのまま適用出来るかどうかと云ふ點である。常時回路電圧がかゝつて居れば、間隙の先端からコロナが出て居る事が想像されるが、負イオンの存在は破壊電圧を高くする事も云はれて居り、コロナの存在は當然破壊電圧に、従つて V-T 特性にも影響を與へる事が考へられるのである。

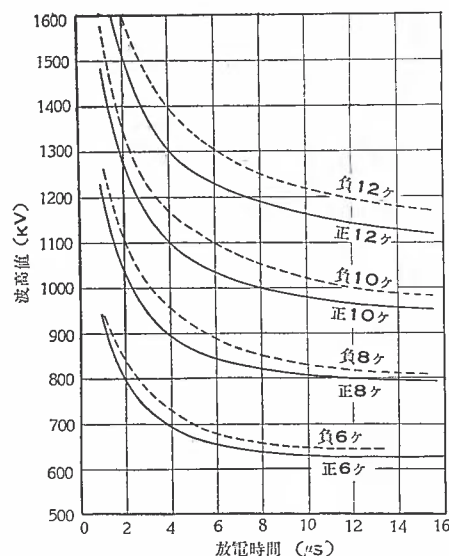
2. 4. 碍子套管

ピン碍子の側を第 10 圖に、標準型 10 吋懸垂碍子の例を第 11 圖に示してある。共に負の方が高い値を示し、且つ時間が短くなると急に上昇する事は、棒間隙と同様である。



第 10 圖 ピン碍子 V-T 特性

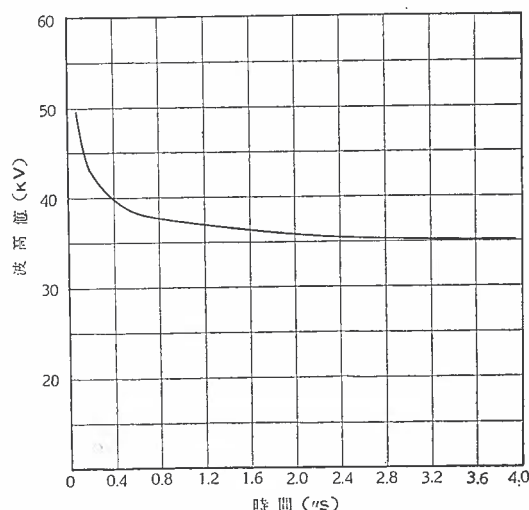
套管は、構造により表面電位分布が異なるから、多少特性を異にするが、大体の特性は碍子等と同様で、放電時間が短くなると、閃絡電圧は著しい上昇を示す。套管の閃絡電圧が高きにすぎると、變壓器捲線の絶縁を脅すから、套管に所謂協調間隙を附ける事がある。これの可否については、昔からいろいろ議論があり、又間隙と套管本体の距離によつても特性を異にし、仲々複雑な問題であるが、これに關しては別の機會に譲り度いと思ふ。



第 11 圖 標準懸垂碍子 V-T 特性

2. 5. 避雷器

避雷器には、常時回路電圧がかゝる事を防ぐ爲に、直列間隙が入れてあるが、避雷器として有効に動作する爲には、この間隙は放電の遅れが少く、正負極性にて變化なく、動作確實な事が要求される。普通は特殊構造の間隙を密閉型に作り、外氣の影響等をうけない様に作られる。避雷器の V-T 特性の一例として第 12 圖に SV 型 11.5 kV 用避雷器の特性を掲げてある。

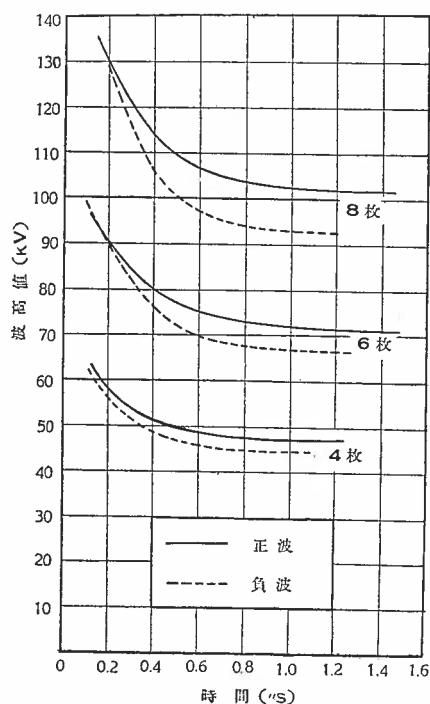


第 12 圖 SV 11.5 kV 避雷器 V-T 特性

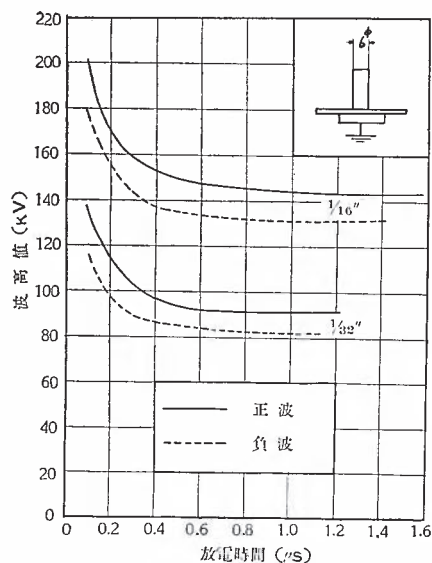
2. 7. 變壓器絶縁 (油並に纖維質絶縁物)

油浸纖維絶縁物の特性に關しては、Montsinger, Bellaschi 氏等の研究があり、最近我國にても二三研究

が発表されて居る。一般的に云つて、固体絶縁物は放電の遅れ少く即ち V-T 特性は平であるが、液体絶縁物では遅れが大きい。油浸絶縁物では、この両者の特性を示す譯である。マニラ紙（厚さ 0.125 mm）及びフラボードを變壓器油に含浸したものの結果は、第 13 圖、第 14 圖の如くなつた。多少負波の方が低い、大した差はなく、 $1\mu\text{s}$ 程度迄はあまり電圧上昇が著しくない、

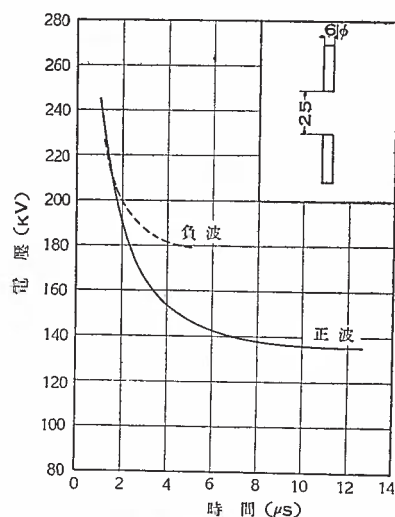


第 13 圖 油浸マニラ紙の V-T 特性

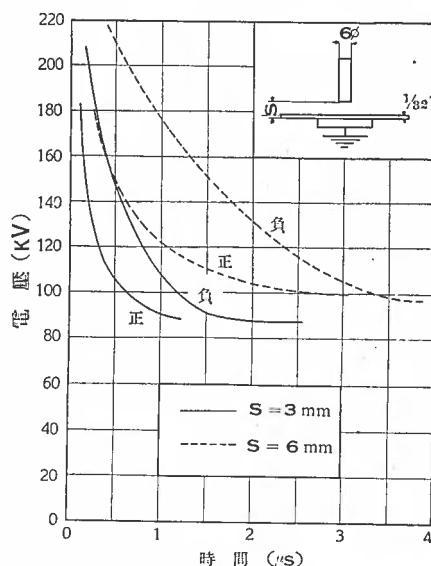


第 14 圖 油浸フラボード V-T 特性

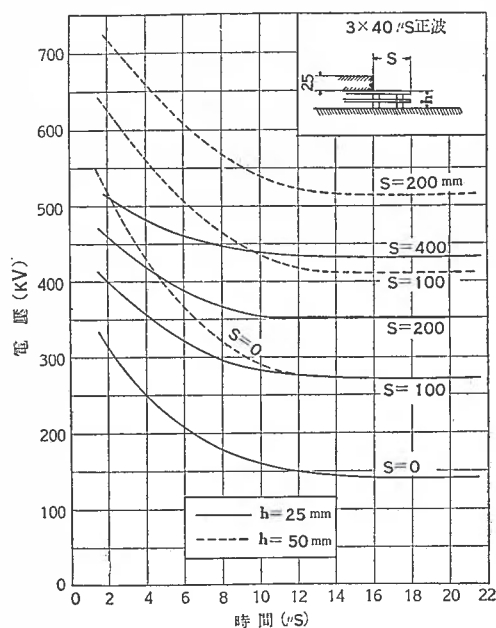
即ち V-T 曲線は平であるが、時間が非常に短くなると急に上昇を示す。他の研究者達の結果も大体似た結果であるが、急に上る時間範囲は測定者により多少異なる。材料の如何も勿論あるが、測定法の如何、電極の端効果等に基く差等も大きな原因の一つであらう。油だけの特性は第 15 圖の如くなり、時間の遅れが相當大である。勿論電極の形等に大きな影響をうける。繊維質絶縁物に油層を置くと、著しく油の特性を示す事は第 16 圖に示す如くである。電極の形試料の構成等が大いに影響する。又油中での匍匐放電は、變壓器設計上重要な問題である



第 15 圖 變壓器油衝擊特性



第 16 圖 フラボードと油層の衝擊特性



第 17 図 フラボード油中筒筒衝撃特性

が、フラボード上の筒筒放電の衝撃特性の一例は第17図の如くである。

実際の変圧器の絶縁は、構造も複雑であり、対地絶縁、コイル間絶縁、層間絶縁等にて、又設計によつてその特性を異にするが、概括的に云へば、V-T 特性は平で、数マイクロ秒より永い時間の所では、電圧は殆ど一定で

ある。一方棒間隙、碍子等の特性は、前述の如く相當著しい電圧上昇を示すから、急峻な電圧に対しては、變壓器絶縁と協調させる事が困難とされて居た。最近米國にて、急峻波頭による變壓器の衝撃絶縁耐力が大いに研究されて居るが、その結果によると、變壓器絶縁が真空處理してあれば、之と並列に適當な長さの棒間隙を接續する事により、電圧上昇率 $1000 \text{ kV}/\mu\text{s}$ 以上の急峻波に對しても協調出来る事が云はれて居る。(11)

結 言

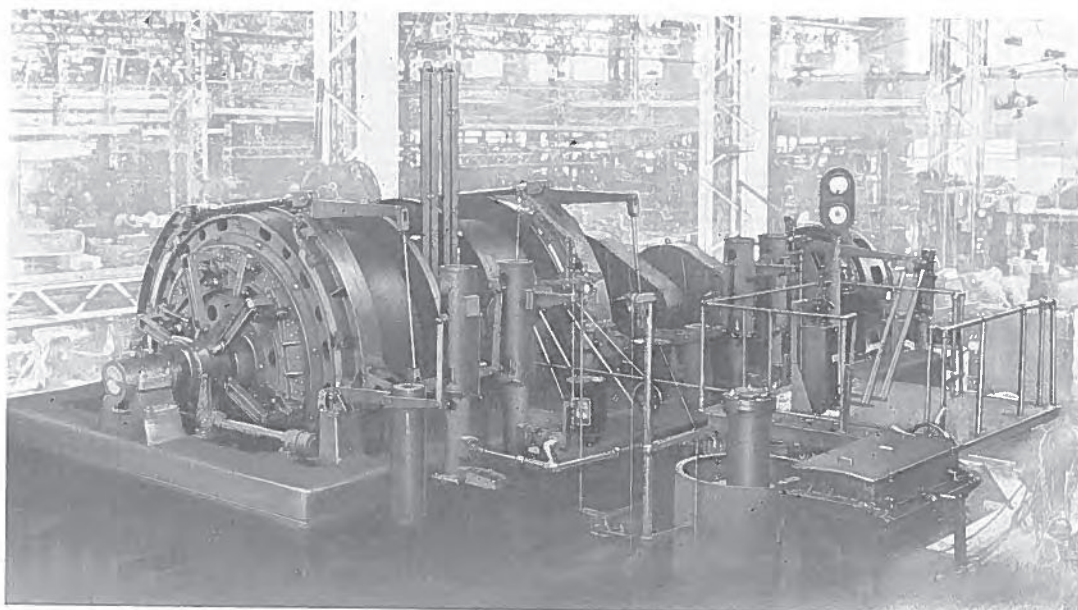
以上甚だ簡單ではあるが、變壓器の衝撃電壓試験、並に V-T 特性について略述した。衝撃電壓試験の新規程も、近く發表される筈であり、衝撃試験も益々活潑に行はれる様になるであらうが、猶今後の研究に俟つべき點は、決して一二に止らない。協調問題に關しては、今後この方面に主力が注がる可き事が豫想されるが、各所で熱心な研究が續けられて居るとはいへ、未だ我國自身の資料に甚だ乏しい憾があり、今後の研究に期すべき處は甚だ多いのである。

最後に、種々御助力を仰いだ當社技師更田、木村、八卷の諸氏に深く感謝の意を表する。

- (1) 技術討議會記事 電學誌 昭 13 年 3 月
- (2) E.E., 56 1937, P. 749
- (3) 例へば、宮本 14 回聯合大會豫稿 P. 180 : 毛利, 14 回聯合大會 P. 182 昭 14 年 4 月
- (4) 木村、横須賀, 電學誌 16 昭 15 年 1 月
- (5) 横須賀、三菱電機 14 年 11 月
- (6) 木村、津村、小川, 第 14 回聯合大會豫稿 P 186 : 木村、三菱電機 14 年 7 月
- (7) J. C. Dowell & C. M. Foust, G. E. Review, March, 1937. P. 141
- (8) P. H. McAuley, Elect. J., July 1938, P. 273
- (9) F. D. Fielder, Elect. J., Dec. 1935, P. 543
- (10) 石黒, 電學誌 14 年 1 月
- (11) P. L. Bellaschi: CIGRE. 1939, No. 317

350 H.P. 複胴巻上機及電機部分に就て

長崎製作所 原 千代一
大 神 朝 喜



第 1 圖 350 H.P. 複胴巻上機

当社が最近三菱鉱業株式會社生野鑛山に製作納入せる 350 H.P. 複胴巻上機は 同所明延大仙堅坑に設置し鑛石及び人間の巻上をなすに使用するものである。

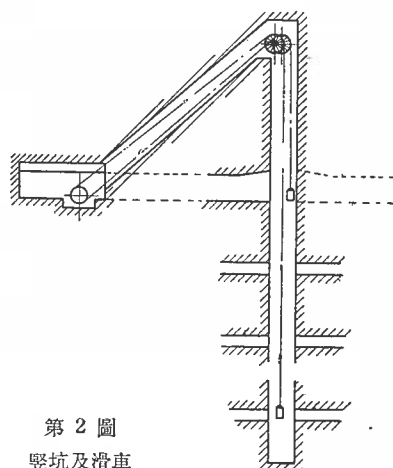
本機の使用状態は兩卷胴を同時に使用し、平衡巻上を原則とするものであるが、必要に應じ堅坑坑底及び途中數ヶ所のレベルより片巻上げ或は逆に片巻卸しをなす等

複雑な運轉を行ふものである。従つて本機並に電機部分の設計製作には細心の注意を拂ふと共に、其速度制御及び各種安全裝置に關しては、堅坑巻としての重要性に鑑み特に慎重なる考慮を以て設計せるものである。

堅坑深度（巻上距離） 450米
鋼索速度（鑛 石） 300米/分
" （人 間） 150米/分

巻上機計畫の要素

			常用平衡卷	稀レナ平衡卷	人 間 卷	ケ ー ジ 卷
			(噸)	(噸)	(噸)	(噸)
荷 上 昇 側	ケージ重量		1,800	1,800	1,800	1,800
	鑛車重量		750	750	—	—
	人間又ハ					
	鑛石重量		2,200	2,200	975	—
	鋼索重量		2,052	2,052	2,052	2,052
重 下 降 側	ケージ重量		1,800	1,800	1,800	—
	鑛車重量		750	—	—	—
	人間又ハ		—	—	—	—
	鑛石重量		—	—	—	—
	鋼索重量		128	128	128	—
	休 止 時 間		20 秒	120 秒	20 秒	120 秒

第 2 圖
堅坑及滑車

以上の計畫に對する卷上機の仕様は下記の通りで、尙本機は人間卷としても使用するため鋼索徑は靜荷重に對する鋼索の破斷力を10倍以上にとり決定せるものである。

卷上機仕様

型 式	DH-325
卷 綱 張 力	6,802kg
不 平 衡 荷 重	4,124kg
鋼 索 速 度	300米/分 (鑛石)
"	150米/分 (人間)
鋼 索	34耗徑×570米
卷 込 段 數	3
卷 胴 徑	2,500耗
卷 胴 鏑 徑	2,880耗
卷 胴 幅	900耗
制 動 機	平行ポスト型(油壓操作式)
ク ラ ッ チ	圓盤型摩擦クラッチ (油壓操作式)
非 常 制 動 機	スラスタ-附
トリップ レコーダー	各胴に附す
深 度 計	豎型 (各胴に附す)
安 全 装 置	過卷、過速防止其他安全裝置一式
電 動 機	350 H.P. 600/300 RPM. 一時間定格

電動機容量決定の基礎

電動機の容量は常用平衡卷を原則として自乗平均平方根 (R.M.S.) により算出決定せるもので詳細は下記の通りである。

卷 綱 張 力 6,802kg.

不 平 衡 荷 重	4,124kg.
鋼 索 速 度	300M/min.
加 速 時 間	12sec.
減 速 時 間	10sec.
休 止 時 間	20sec.

卷胴軸に換算せる慣性モーメント

卷 胴 其 他	3,190kgm ²
齒 車	110
カ ッ プ リ ン グ	2,000
電 動 機 回 轉 子	3,550
ヘ ッ ド シ ー プ	300
ゲ ー ジ	630
鑛 車	240
鑛 石	350
鋼 索	380
合 計	10,750

$$\text{角速度} = \frac{2\pi \times 300}{60 \times \pi \times 2.56} = 3.9 \text{ Rad/sec.}$$

加 速 度	Rad/sec ²	0,325
減 速 度	"	0.39

$$\text{加速モーメント } Ma = 10,750 \times 0,325 = 3,500 \text{ kg.m.}$$

$$\text{減速モーメント } Mr = 10,750 \times 0.39 = 4,180 \text{ kg.m.}$$

摩擦其他による損失を縦行部分の 10% とす

$$\text{摩擦モーメント } Mf = 932 \times 1.25 = 1,165 \text{ kg.m.}$$

加速、全速及び減速に於ける回轉力は

$$M_1 = 4,125 \times 1.25 + 1,165 + 3,500 = 9,825 \text{ kg.m.}$$

$$M_2 = 3,869 \times 1.25 + 1,165 + 3,500 = 9,495 \text{ kg.m.}$$

$$M_3 = 3,869 \times 1.25 + 1,165 = 5,995 \text{ kg.m.}$$

$$M_4 = 494 \times 1.25 + 1,165 = 1,783 \text{ kg.m.}$$

$$M_5 = 494 \times 1.25 + 1,165 - 4,180 = -2,397 \text{ kg.m.}$$

$$M_6 = 280 \times 1.25 + 1,165 - 4,180 = -2,665 \text{ kg.m.}$$

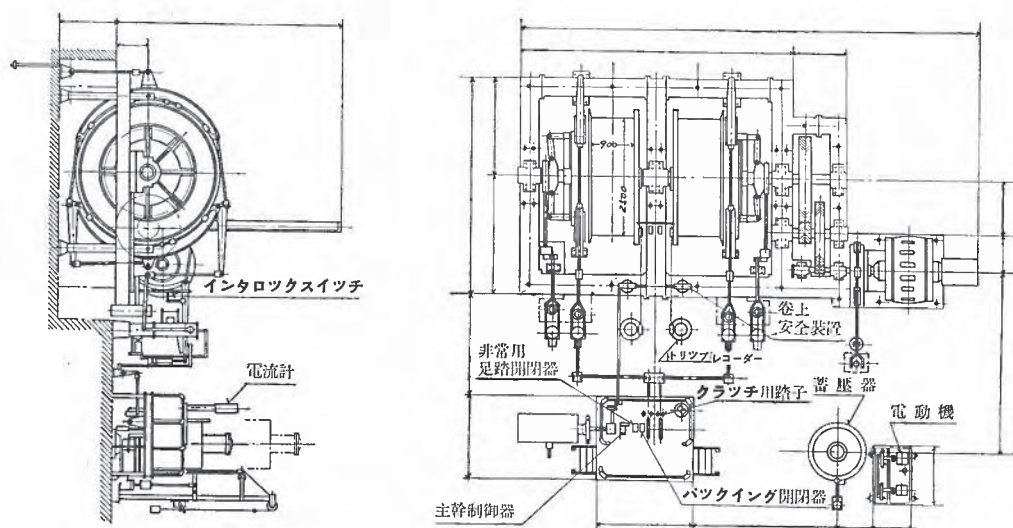
電動機の冷却係數

變速中	0.5	全速	1.0	停止	0.25
-----	-----	----	-----	----	------

$$Mrms. = \sqrt{\frac{1\% (9,825^2 + 9,495^2) + 8\% (5,995^2 + 5,995 \times 1,783 + 1,783^2) + 1\% \{ (-2,397)^2 + (-2,665)^2 \}}{\frac{1}{2} (12 + 10) + 80 + \frac{1}{4} \times 20}}$$

$$= \sqrt{\frac{2,519,250,000}{96}} = 5,120 \text{ kg.m.}$$

$$\text{H.P. rms} = \frac{2\pi \times 37.3 \times 5,120}{4,500} = 267$$



第3図 350 H.P. 複胴巻上機機器配置図

電動機は連続定格 267HP にて可なるも、所謂最大回転力を考慮し且つ電圧降下 20% の場合に於ても、起動容易ならしむるため 350HP 一時間定格と決定せり。

構造概要

本機は巻胴 2 個を有し齒車二段減速により巻胴を廻轉する構造のもので、各巻胴には夫れ夫れ主制動機及び圓盤型摩擦クラッチを備へ其操作は凡て運轉臺上至便の位置に設けられたる把手及びクラッチ踏子により確實に且つ輕快に行はれる如くし電動機は巻上機と普通臺床上に組立てられたものである。

巻 胴

巻胴は一對の半鑄鋼製巻胴鑄間を内部より型钢をもつて補強せる鋼板製胴にて連結し皿ネジ及びナットをもつて強固に締結せるもので胴は運搬の都合上四ツ割とし各々はボルトナットにより堅く締付けられてある。

巻胴径は鋼索径の 73.5 倍とし其表面には厚さ 80 耗のウツドラツギングを施し鋼索の安全度を高めて居る。巻胴鑄は 34 耗鋼索を 3 段に巻きて尙充分なる高さを有し且つ片側巻胴鑄には制動輪を備へ制動輪には摩擦クラッチ用摩擦盤を取付けてある。尙巻胴ボスには砲金製軸受メタルを嵌め軸との間にて自由に回轉し得る如くし且つ兩側巻胴鑄はボスの部分にて間隔輪により連結し一體としてある。

齒 車

第一段、第二段共にピニオンは鍛鋼材 SF-54 大齒車

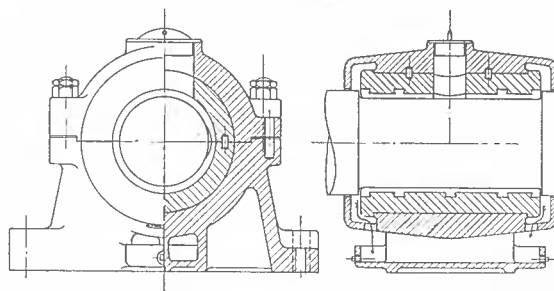
は鑄鋼製 SC-47 で何れも機械切山形齒を採用し密閉せる齒車函内に納めたもので騒音の低減を計ると共に荷重に對し充分なる強度を持たせて居り、尙第二段大齒車は二つ割としリーマーボルトにて強固に締結してある。

軸 及 軸 受

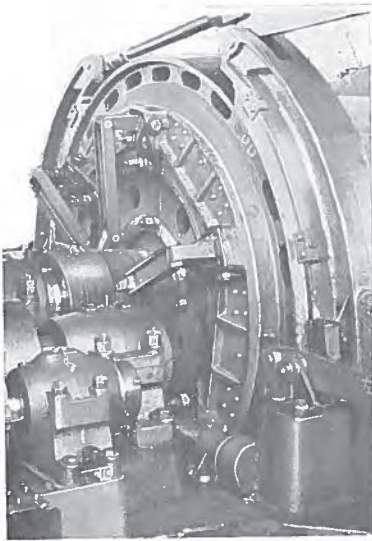
各軸共鍛鋼材 SF-54 を使用し軸径は全荷重に對して安全率 10 以上として設計し精密且つ丁寧な工作を施してある。

軸受は電動機直結のもの及び第二段軸をオイルリング式とし巻胴軸はグリーズベヤリング式あり、各軸受は震動を除去するため極力高さを低く幅を廣くし充分なる面積を有する鑄鐵製としブツシュにはホワイトメタルライニングを施し丁寧に軸と摺合せを行つたもので、ブツシュは軸を移動することなく取外すことが出来る。

尙グリーズベヤリング軸受臺には運轉中軸端部よりグリーズの漏出するのを防止するため特別な考案が施されてある。(實用新案第 265488 號)



第4図 軸 受

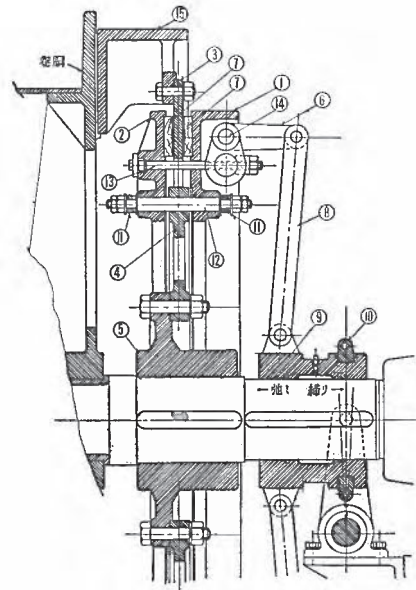


第5圖 圓盤型摩擦クラッチ

圓盤型摩擦クラッチ

圓盤型摩擦クラッチは作動確實にて強力且つ離合容易なるため大容量のものに適し特に本巻上機の如く片巻或は巻上深度に應じ鋼索の調整をなす必要のあるものは本クラッチの如く構造のものが最も適して居る。

本クラッチは第6圖に示す如き制動輪に取付けられた摩擦盤③と摩擦面に木片を張りたるクラッチ盤①②にて兩側より強く狭むことに依りクラッチの目的を達するものでクラッチ盤①②は軸と共に回轉するスライダ⑨の左右の動きによりボルト⑫をガイドとして軸方向に移動し摩擦盤③との離合が容易に行はれるのである。尙クラッチの操作機構は第7圖に示す如く重錘によりクラッチを掛合し油壓により離脱せしめる方式の

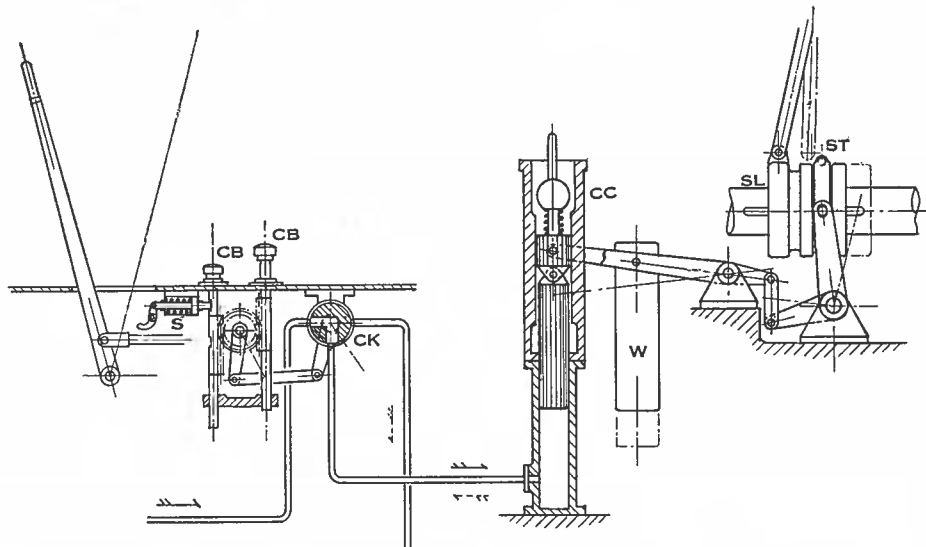


第6圖 圓盤型摩擦クラッチ断面圖

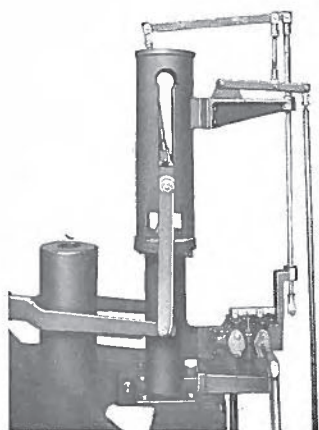
ものでクラッチは卷胴を制動の状態に於てのみ離脱し得る様なインターロックが制動機把手との間に設けられて居る。

主 制 動 機

制動機は平行動ポスト型で各胴に附し1個の制動機によつて全荷重を全速にて降下する場合に於ても制動するに充分なる設計としてある。鑄鋼製ポストは摩擦面に良質の木製ライナーを使用して居り平行動作をなすためポストの僅かな動きにより制動弛緩が確實に行はれるもので其操作は第8圖に示す如く複元挺機構を應用せる油壓操作方式に依るものである。



第7圖 圓盤型摩擦クラッチ操作機構



第 8 圖 制動筒及制御弁

本装置に於ては制動作用は重錘により弛緩は油圧による所謂ネガチーフ式のもので運轉臺上のハンドル操作により油圧を制動筒 BC に送入又は放出することによつて制動弛緩が行はれるのである。而して複元挺機構によつてハンドルを静止すれば制御弁 CV は正常の位置に復帰して壓油の出入が停止する従つてハンドルの位置を變化することに依り制動力を自由に加減することが出来るのである。

復元挺機構油壓制動装置

GP	油壓ポンプ(3H.P.)	2臺	CV	制動弁	2組
AL	蓄壓器(容積37立)	1組	MV	電磁弁	1組
BC	制動筒	2	EV	非常弁	2組

油壓ポンプは齒車型で常時は1組を以て運轉し他の1組は豫備であり、ポンプは毎平方吋100封度の壓力を蓄壓器内に送り込み蓄壓器の可動部を押上げ最高の位置に達すればポンプは自動的に運轉を停止し又最低の位置に

降下すれば直に始動せしむる制限開閉器が設けて居る。

今本装置の運轉系統について説明すれば

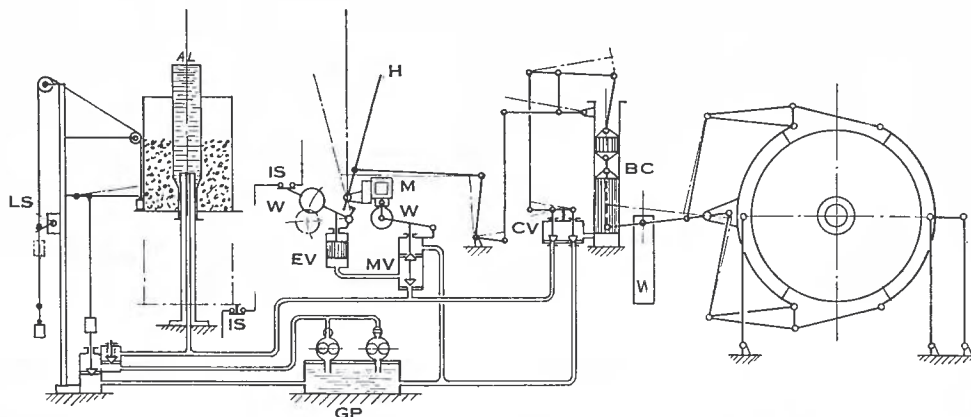
1. ギヤーポンプを運轉し壓油を蓄壓器ALに貯油する
2. 油入遮斷器を閉路すれば電磁石 M は勵磁され電磁弁 MV は作動し蓄壓器内の壓油は MV を通過して非常弁EVを押上げ互鍵を解放して制動ハンドル H を自由にする。
3. H により制御弁 CV を操作し、制動筒 BC 内に壓油を送入して重錘を押上げ又は壓油を放出して重錘を降下し弛緩及制動を行ふ。
4. M が無電壓となれば MV 弁及び EV 弁は重錘の降下により壓油を放出すると同時に互鍵によりハンドルは制動側に押戻され操作不能となる。
5. ハンドル H が制動側に移動すれば CV 弁は BC 内の壓油を放出し重錘により自動的に制動が行はれる

非常用制動機と安全装置

油壓制動装置は非常制動機としても有効に作動するものであるが更に非常の場合の安全を期するため電動機カップリング上に非常用制動機を設けてゐる。

本非常用制動機は運轉中はスラスターにより重錘を押上げ下記非常の場合にスラスターの勵磁を解放して重錘により制動を行ふもので各種安全装置は凡て油入遮斷器を遮斷して非常制動を行ふと共に電磁石 M を無電壓となし主制動機も同時に制動を行ふものである。

1. 過速度の場合
2. 過巻の場合
3. 過負荷の場合



第 9 圖 復元挺機構油壓装置と平行動ポスト型制動機

4. 停電の場合
5. 電氣的故障の場合
6. 運轉手が足踏開閉器を開きたる場合
7. 蓄壓器無壓の場合
8. 配管内無壓の場合
9. スラスタ故障の場合

カップリング

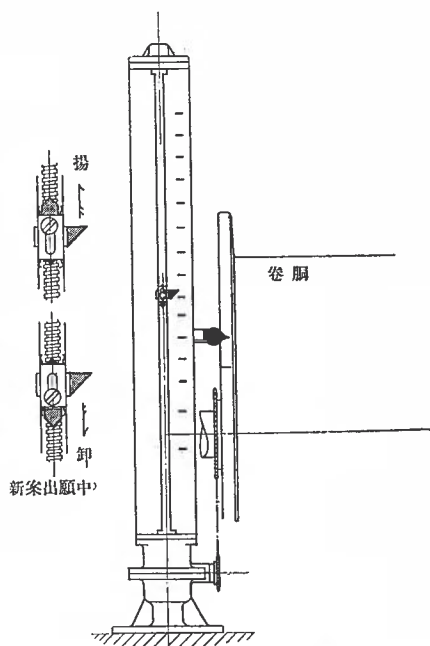
電動機軸と齒車軸とは フランキー式フレキシブルカップリングを以て連結し軸とカップリングは P₂ 靜合にて入念に嵌合してゐる。

台 床

鑄鐵製組合式のもので運搬に便なる様數個に分割し各合せ目にはリーマールボルトを打ちボルト、ナットにて強固に締結してある。

深度計及着床指示装置

深度計は堅型とし各卷胴に1組を備へて居ます、第10圖に示す如く目盛せる帶板、指針、及び案内ネジ等より成るもので卷胴近く床台上に設置し各卷胴の回轉をスプロケットチェーンにより傳達して指針を上下に動かし運搬路の深度を指示するものであります、尙指針には深度を指示するものと卷上方向を指示するものとが具備されて居り後者は卷胴の回轉方向により指針の方向が變化す



第 10 圖 深度計及着床指示装置

る様特別な考案が施されて居るので例ひ卷上途中運轉停止の状態に於ても各卷胴の揚、卸の方向を確然と指示することが出来るのである。

着床指示装置としては堅坑巻として最も大切なデツキングの正確を期するために深度計に固定指針を設け之れを卷胴鏢上に延長し指針と鏢上の目盛とにより精密なる着床をなし得る装置が設けてある。

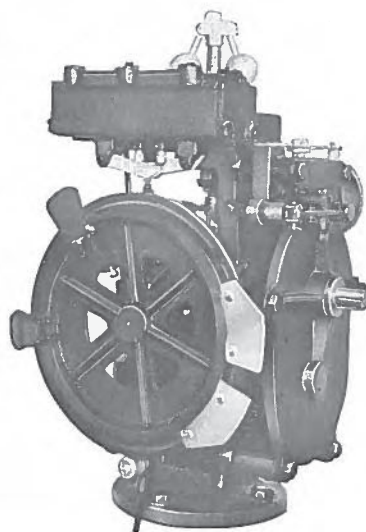
運 轉 台

型鋼及び鋼板をもつて適當の高さに組立てたもので制御器ハンドル、制動機ハンドル、クラッチ踏子、メータースタンド、非常用足踏開閉器、パツキングスキツチ等運轉に必要な一切の器具は全部此運轉台上に都合よく配置してある。

卷 上 安 全 装 置

卷上安全装置は過巻、過卸防止過速防止及び減速時に於ける異狀速度防止として最も敏感に且つ確實に作動するもので各卷胴に1組を備へ卷胴よりスプロケットチェーンを介して回轉するものである。

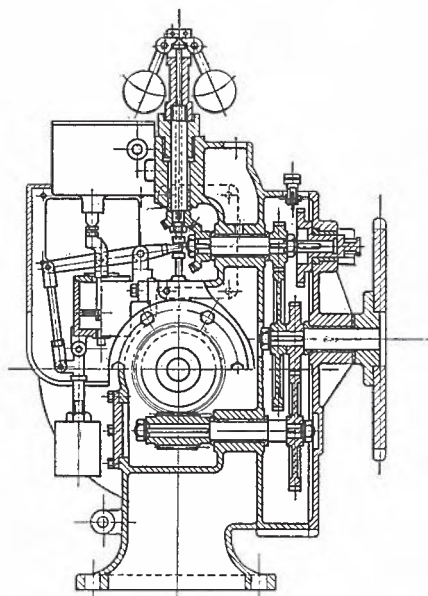
本装置は第 12 圖に示す如く其主要部分はカムホキール、フライボール、及び之れと関連する2個の開閉器、警報ベル等より成り下記の如き場合に作動し卷上機の運轉を安全ならしむるものである、尙本装置は極數變換器とインターロックしてあり運轉台上にて極數變換器を切換へることにより礦石巻、人間巻2段の速度に對し完全なる作動をなすものである。



第 11 圖 卷上安全装置

1. 過巻、過卸の場合

カムホキールは巻上機の全揚程に相当する回轉角度を有する回轉圓盤の終端近くに適當なるカムを取付けたもので必要以上に巻過ぎ或は卸過ぎた場合カムにより開閉器を開き主電路の油入遮斷器を遮斷して非常制動を行ふのである、



第 12 圖 巻上安全装置

2. 過速の場合

フライボールは巻胴の回轉速度に應じ鋭敏に作動するもので過速の場合は直にフライボールの作動により開閉器を開き上記同様非常制動を行ふのである、

3. 減速時に於ける過速の場合

減速時に於ける過速防止としては回轉圓盤に減速カムを取付け若し適當の減速を行はざる場合はフライボールと減速カムの聯動により開閉器を開き前記同様非常制動を行ふもので尙巻終り近くに於ては運轉者に減速の注意を與へるため或る時間連續的に鳴る警報用ベルを備へて居る。

電 動 機

350馬力 M.S型 三相誘導電動機

電 壓 3,000ヴォルト

周 波 數 60サイクル

回 轉 數 600/300同期回轉毎分

極 數 12/24極

定 格 一時間

型 式 開放ブラケット型捲線回轉子式

最大回轉力 200%

電動機は二段速度一定回轉力として設計し速度變換は運轉台上にて極數變換器により電動機の極數を變ずることにより行はれるのである。集電環は電動機外に出し點檢に便ならしむると共に防塵カバーを附し塵埃の集積することを防止しておく。各部の機械的強度を大にして苛酷な運轉に對し安全を期しておくことは勿論であるが電氣的部分の設計に關しても充分餘裕を取り殊に線輪の絕縁處理に關しては多年の經驗により得たる獨特の方法を採用して安全を期しておく次第です。

主 配 電 盤

黒色艶消塗装を施した、特殊鋼板製パネルに、運轉、保守に必要な計器、器具類を取り付けた、自立式配電盤で、表面には標示燈、電壓計、電流計、積算電力計、等を取り付け、裏面には三極油入遮斷器、計器用變壓器、變流器、高壓カッタウト、低壓カッタウト、等一式を完備したものである。

油入遮斷器は 3500V 200A であつて非常遮斷等に充分な、遮斷容量を有して居ります。尙非常停止の場合は此の遮斷器が開き、非常制動機が作動する様になつて居る。第 13 圖は本配電盤を示したもので有る。

主 幹 制 御 器

電動機の正轉、逆轉及び速度制御は、此の主幹制御器に依つて行ふものである。第 14 圖寫眞に示す如く、レバ

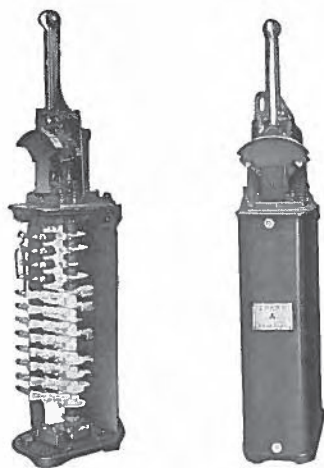


第 13 圖 H S型配電盤

ーハンドル式で正逆各々6段に速度制御を行ふ事が出来る。

ハンドル機構は頑丈であるが、全体が小型で、且つ球軸受及びコロ軸受を用ひて有るから、極めて輕快に操作する事が出来る。

接觸子及び接觸片は、電流に對して充分大きく出来て居るから、永年の使用に耐へる事が出来る。又接觸片はL型斷面を有する、圓板から切り取つたもので、一端が電流の爲に損傷した場合は簡単に逆に取付る事に依り、二回に使用する事が出来る。又兩端共に損傷した場合は此の部分を取り取れば、一段小さい接觸片として再び使



第 14 圖 CH型主幹制御器

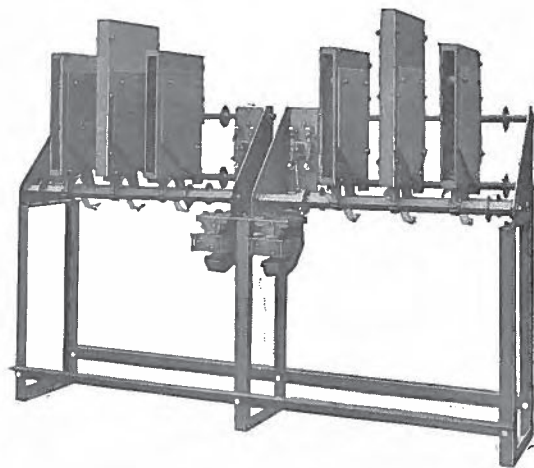
用する事が出来る。

安全裝置の回路に使用する、所謂補助接觸はカム型でスプリングクローズ式であるから、接觸が完全確實で、ハンドル操作も樂で有る。此の外獨特の設計に依り幾多の特長がある。

一次側氣中遮斷式電磁接觸器

巻上機の電氣品中最も重要な役目をなすものであるから、特に信頼度の高い事が必要である。本器は標準FL-915型三極氣中遮斷式電磁接觸器2個を、頑丈な鐵フレームに、特殊の絶縁物を使用して取り付けられたもので、各極間は充分なる間隔を距てゝ、組立てゝあるから、短絡や地氣等の故障を生ずる事はない。接觸片は電流に對して充分大きく設計してあるから、運轉中過熱する心配なく、又各極には強力な消弧線輪と、大きな弧光除を有するから、高壓電流の開閉も極めて安全確實で、巻上機の

如く極めて頻繁な使用に對しても故障を生ずる事なく、安心して使用が出来る。可動接觸子は強力な電磁石により閉合せられ、正、逆兩者間には機械的インターロックを有し、又接觸器線輪間には互に電氣的インターロックを附して有る、尙一方の電弧繼續中は他方の接觸器線輪回路は、閉成し得ない様な、繼電氣を使用して有るから一方の電弧繼續中は他方の接觸器閉線輪回路は、閉成し得ない様な、繼電氣を使用してあるから、一方の電弧繼續中他方の接觸器が合して、相間短絡を生ずるが如き事は、絶対にない。第15圖は本器を示すものである。



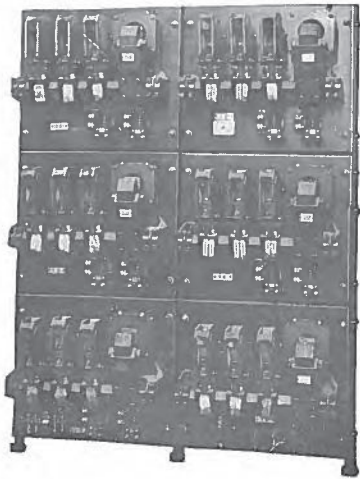
第 15 圖 FL型電磁接觸器

二次側電磁接觸器盤

強靱なアスベスト・ラムバーをパイプ・フレームに取付けたものであつて、盤面には抵抗短絡用標準FL-305型三極電磁接觸器6個、KO型加速繼電器10個、其の他補助接觸器類を適當に配置したものである。電磁接觸器は△型に接續して、各極を流れる電流を成るべく少くし、又強力な消弧線輪を用ひて、接觸片の損傷を少くする様にしてある。加速繼電器10個は、5個づゝ2組に分れ、1組は高速用、他の1組は低速用で、極數變換器の補助接觸によつて作動する繼電器に依り、夫々の場合に應じて作動するものである。此のKO型加速繼電器は、電流繼電器の一種で、二次側の電流が豫定の値以下に減少した時、次の接觸器の線輪回路を閉成するもので、運轉者が誤つて、主幹制御器を急速に、高速のノツチに進める様な事が有つても、必ず豫定の速度迄上昇して二次電流が減少して後、次の抵抗を短絡する事になり、不注

意に依る起動電流の過大となる事を防止し、且つ加速度の過大に依る衝撃なく、安全な起動を行ふ事が出来る。

第 16 圖は本接觸器盤の寫眞である。



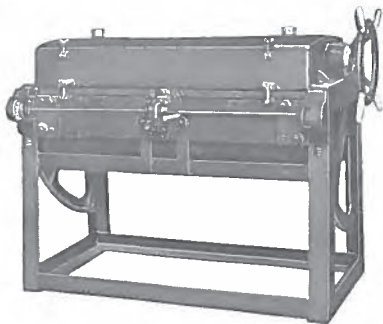
第 16 圖 二次側電磁接觸器盤

抵抗器

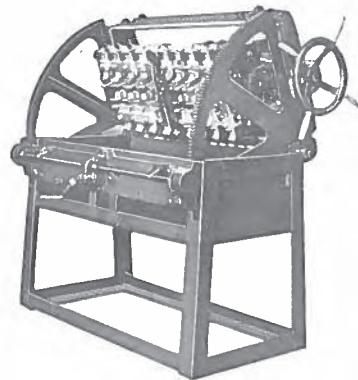
特殊鑄鐵製の抵抗素を積重ねて、鋼板製枠に取付けたものを數個組合せたものであつて、速度調整に對しても充分に餘裕があるから、頻繁な使用に耐へ、過熱する様な事はない。

極數變換器

人間卷の場合の卷上速度は、礦石卷の二分の一となつて居るので、此の極數變換器を以て、電動機の極數を切り換へるものである。第 17 圖及び第 18 圖に示す如く油入横置型で、ハンドル車で操作するものである。一次側、二次側共にカム型接觸器で、一本のカム軸に依り作動するものである。電壓、電流に對して充分に餘裕を取



第 17 圖 極數變換器



第 18 圖 極數變換器

つてあるが、電動機運轉中に切り換へる事は危険であるから、運轉中にハンドル車を動かせば、先づ主配電盤の油入遮斷器が作動する様に、電氣的にインターロックしてある。

本器は運轉台に近く設置し、運轉台上から容易に操作する事が出来ます。又ハンドル軸は卷上安全装置と機械的に連結し、極數變換器の操作に依り自動的に、卷上安全装置の、過速度防止繼電器の調整點を變更する様になつて居る。

計器塔

第 19 圖は PA-3 型計器塔を示すものである。

之は大型の電流計と、電氣回轉計の指示計とを函に收めて、ピラー型としたもので、回轉指示計は電動機の、毎分回轉數を示す様になつて居る。運轉台上の最も見易い所に置き、高さも大体、目の高さとしてあるから、運轉中負荷の状態や、電動機速度等を知るに便利である。



第 19 圖
PA-3 型計器塔

安全裝置

(1) 過速度防止繼電器

GL 型 卷上安全裝置に取り付けられたもので、過速の場合に、油入遮斷器を開き非常制動を行はしめるもので各卷胴に 1 個づゝ有る。

(2) 卷過防止繼電器

過速度防止繼電器と共に、GL 型 卷上安全裝置に取付け、不注意に依る卷過ぎを防止するもので、油入遮斷器を開き、非常制動を行はしめるものである。

各巻胴に巻過用と、卸過用の2個を備へて居つて、何れも巻上安全装置のカムホキールに配置されたカムに依り作動するもので、其の作動位置は容易に調整する事が出来る。

(3) 非常用開閉器

非常の際或は必要に應じて、運轉者が之を操作する事に依り油入遮斷器を開き、非常制動を行ふもので、1個はLP型足踏式、1個はLE型手動式である。何れも單獨に、便宜操作して、非常制動を行ふ事が出来る。

第20圖及び第21圖は夫々LP型及びLE型非常用開閉器を示すものである。



第20圖 LP型足踏開閉器



第21圖 LE型非常用開閉器

(4) バツキング用足踏開閉器

巻過防止繼電器作動の場合、巻を通常的位置に戻す爲に使用するもので、構造は非常用LP型足踏開閉器と同様であるが、接觸は常時開である。

(5) 非常制動用電磁器

油入遮斷器開路の場合に、可動鐵心及び重錘が落下し

て、油壓弁を操作し、常用制動機を作動せしめるものである。又此の電磁器の回路故障等の場合に、鐵心が落下すれば、油入遮斷器を開く爲のインターロック開閉器を附屬せしめてある。

(6) 非常制電用スラスタ

油入遮斷器開路の場合、電動機カップリングに作用して非常制動を行ふもので、上記電磁器同様のインターロック開閉器を附してある。

(7) 最大回轉力開閉器

二次側電磁接觸器の線輪回路のKO型加速繼電器は、二次電流に依り作動するものであるから、負荷の過大なる爲に起動困難な場合には、主幹制御器のノッチを進めても起動出来ませぬ。此の様な場合に二次電流及び主幹制御器に無關係に略々最大の回轉力を生ぜしめる爲に、適當な二次側電磁接觸器を作動せしめる爲の、押釦開閉器でありまして、運轉台上、主幹制御器の近くに、取り付けける。

(8) アツキウムレーター用非常開閉器

アツキウムレーター無壓の場合の危険を防止する爲の制限開閉器で、LT型制限開閉器を、アツキウムレーターに取付けたレバーに依り作動せしめる様にしたものである。

油 壓 装 置

3馬力電動油ポンプ2台を有し、任意に切り換へて使用する。アツキウムレーターに依り作動する、制限開閉器に依り自動的に運轉されるものでありますが、又手動運轉も可能で有る。

第22圖は以上の機器の接續圖である。圖中巻上安全装置と主幹制御器とを、點線の如く接續すれば、巻過ぎ又は卸過ぎの場合にバツキング用足踏開閉器を踏む事なく、巻を通常的位置に戻す事が出来て便利であるが、主幹制御器ハンドルを止に置いた場合には、巻過防止繼電器は全部短絡される事になるから注意を要する。

三菱製紙高砂工場納

電気收塵器に就て

神戸製作所 成 富 公 一

緒 言

都市及近郊に於ける火力発電所の煤煙による降灰防止は、都人の健康保持からも、又都市の美観からも必要缺く可からざるものと成り新設の発電所は勿論、既設の発電所にて最近はその煤煙防止設備として電気收塵器を設備せられる様に成つて來た。當社にては以前より電気收塵器に就て、其開發準備を進めて來たのであるが、今回三菱製紙高砂工場の御好意と御助力により其製作を助成せられ同社火力発電所用として一基を製作、昨年十月試験完了後直に運轉に入り、現在好調にて運轉繼續中である。以下其内容に就き少しく詳細に述べ様と思ふ。

收 塵 器 概 要

今回の收塵器は同社発電所給炭機燃焼汽罐3基より發生の瓦斯を取扱ふもので瓦斯量其他は

經濟負荷時	3×40,000 立方米/毎時
	溫度攝氏 135°C
尖頭負荷時	3×60,000 立方米/毎時
	溫度攝氏 172°C

である。上記瓦斯の收塵用として製作せられた收塵器は當社標準 CP-22 型と稱する、垂直瓦斯流平板型のもので其仕様は、第一表に示す通りである。第一圖は收塵室の一部及電気室の建物である。



第1圖 收塵室の一部及電気室建物

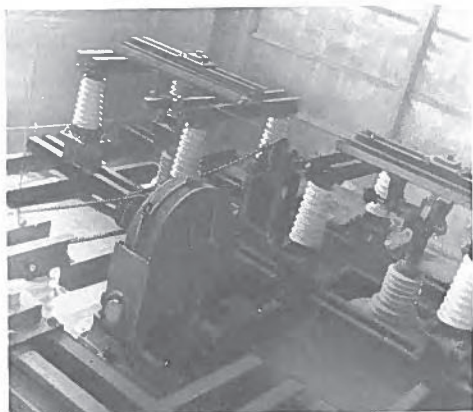
第 一 表

内部容積	定 格 ガ ス 量	溫 度	收能率塵
140 立方米	35 立方米/秒 (126,000 立方米/毎時)	160°C	95 %

電気室を收塵器上部枠組と全上床面に取つた爲、直流高壓配線を甚だ簡単にし、配線材料を節約することが出來た。

(A) 收塵器機械部分

收塵板はモルタル仕上の厚さ 32 耗幅約 1,800 耗のコンクリート板を數枚重ねて高さ 4,500 耗とし是を間隔約 200 耗に並べ全体で 52 枚を使用し、幅 1,800 耗、高さ 4,500 耗のダクト 48 を形成せしめた。放電線は亜鉛鍍鐵線直徑約 2 耗のものを使用し下部に重錘を取付け之を各ダクトの中心に 12 本宛裝備される様特殊の枠組に取付け、枠組は 66 kV の壁貫碍子を通して收塵室外部枠組に支持せしめ、是に機械的整流機により整流したる定極性電壓を加壓した。收塵板はコンクリート板に付き放電線のみに槌打装置を取付け 1 分間に 1 回の割合を持つ槌打を行ふ様にした。第2圖は收塵室及槌打装置の一部を示したものである。



第2圖 植打装置の一部

(B) 電機品

上記収塵器用電機品は 15 kVA 標準品 1 組で下記のものから成つて居る。

- (1) 単捲變壓器
- (2) 昇壓用變壓器
- (3) 機械的整流器 (同期電動機付)
- (4) 高壓回路用、塞流線輪、
電流制限抵抗及び濾波器
- (5) 制御用配電盤

(1) 單捲變壓器

(7.7 kVA 電壓 220 V / 220-200-180-160-140-120 V)

昇壓用變壓器の一次側に附屬せしめ、収塵器の運轉状態により其タップを切替て電壓の調整を行ふタップ付變壓器で配電盤取付の切替開閉器に依り調整し得る様にしたものである。

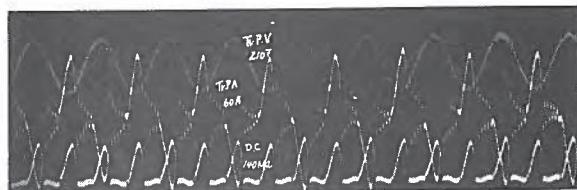
(2) 昇壓用變壓器 (15 kVA 220 V 66 kV)

収塵装置に使用する 50,000 V 乃至 10,000 V の高電壓を得るための昇壓用變壓器で勿論普通の電力用變壓器としての特徴は具備して居るが、其の上に本器は機械的整流機と組合せ使用されることが並びに其負荷が収塵器と云ふ特殊の特性を有するものであるから、其點を充分考慮して設計された。即ちこの變壓器の高壓側は兩端子共に大地から絶縁されて居り、整流機の相對するに電極に接続されて居るので整流機圓板の回轉に従つて半周期毎に各端子は交互に大地或は収塵器に接続されることとなり只其高壓回路の接続及遮斷は整流機の間隙を通して、火花放電で行はれるのである。即ち變壓器の高壓側捲線の

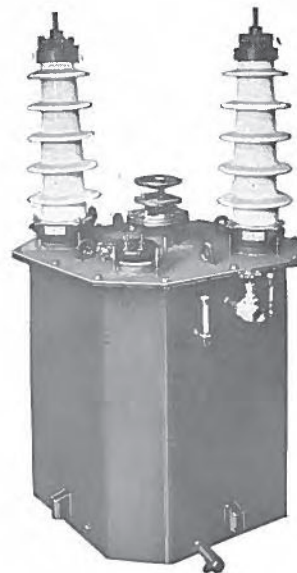
兩端は大地に對し交互に全電壓を負ふこととなる。而もこの回路の斷續は電壓波形の零でない所で常に行はれるので、火花放電は激しく顯はれる故に回路の斷續と共に異常高電壓及振動電壓の發生はある程度迄免れ難いことである。従つて變壓器捲線及端子は是等異常電壓及振動電壓に對し充分の絶縁を保たせなければならない。

當社の製作にかかる變壓器の捲線には絶縁耐力の優秀な絶縁捲線を使用し、異常電壓や振動電壓に對して充分の強度を有せしめる外に、是等の電壓が電源側に影響を及ぼさないやう遮蔽を施して居る。是は第3圖に示す整流作用のオツシログラムの變壓器一次電壓波形に依つても觀察することが出来る。

第4圖は高壓變壓器の外観を示す。



第3圖 整流作用のオツシログラム



第4圖 高壓變壓器

(3) 機械的整流機

機械的整流機は収塵器に加へる定極性高電壓を發生せしむるものである。その構造は至つて簡單なものでその名稱の示す如く機械的に供給電壓の周波數の半週期毎に

一回宛回路を切替へ、交番電圧を整流し定極性の電圧を得る機械であつて、電力線より直接供給を受けたる單相交番電圧を前記遮断變壓器を以て所要の高電圧と爲してこの整流機に供給する。

整流機は回轉する絶縁物の圓板に取付けられ、圓弧の形をなし圓板の圓周に相對する $\frac{1}{4}$ 部分をなした一對の導體片と、この圓板の外枠に 90° 宛隔てて取付けられ圓弧の一節を形成して居る4個の電極とより成つて居る。

圓板に取付けられた導體片と周圍の4個の電極とは僅かな間隙を隔てて回轉する様に作られて居る。斯の如き電極と導體片との關係位置により相隣れる電極はこの僅かな間隙を通して火花で電氣的に聯絡される事が出来るのである。この圓板が高壓電源の周波數と同期的に回轉される時は半周期毎に一回宛高壓回路の切替が行はれることに成る。而して電極と回轉導體片との電氣的自座を適當に調整すれば、交流高電圧より定極性高電壓に整流作用が行はれるのである。

變壓器へ供給する電源の周波數と整流機の回轉とを完全に同期的ならしめるために、當社にては變壓器と同じ電力線より直接運轉する同期電動機を使用し、これに整流機回轉板を直結した。而してこの同期電動機は本整流機用として設計されたもので、回轉子に界磁線輪を持たない所謂 Reaction type 電動機である。

この電動機は4極1馬力、毎分1800回轉、電壓210V 3相、60 $\sim$ の定格を有するものである。

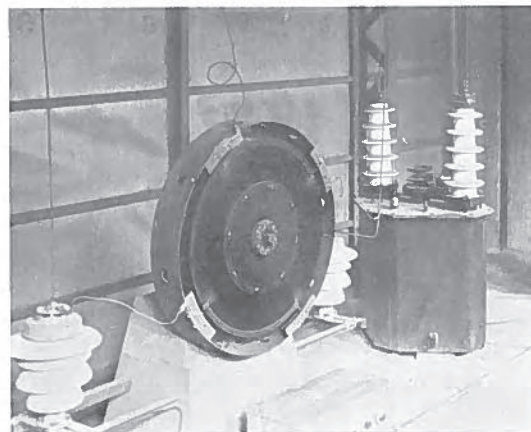
その構造は固定子は三相誘導電動機の固定子と全く同様であるが、回轉子は界磁線輪を有せず、磁極は薄鐵板を用ひず軸と共に鍛鋼により作られ且磁極表面には制動巻線と同様な巻線を有して居る。

起動の際には固定子を3相電源に接続し誘導電動機として起動せしめ、回轉數が同期回轉數に極接近すれば回轉子突極は固定子電流により勵磁せられ、所謂リアクション回轉力に依り同期化するのである。一度同期回轉數に達すればリアクション回轉か及制動巻線に依り同期電動機として、運轉され端子電壓の僅かの變動に對して同期を脱することなく安全に運轉を續けることが出来るのである。

整流機の回轉圓板は一枚のマイカルタ板を以て作られ回路の高電壓に對し充分なる絶縁力を有し、而も相當高い周邊速度に對し安全にして圓滑なる運轉を爲し得る様

に製作されて居る。

尙本器は使用中其負荷である、收塵器の状態の變化により其放電の流は相當に激しく變化するものであるが、本器は固定電極を取付けたる外枠を動かすことに依り固定電極と回轉圓板との關係位置の電氣的角度を變化せしめ上記變化に對應せしめ得る様に成つて居る。第5圖は本器及高壓變壓器を示す。



第5圖 整流機及高壓變壓器

(4) 高壓回路用塞流線輪、抵抗器及濾波器

高壓回路に發生する異常高電壓及び高周波振動に對し變壓器捲線及び線路の絶縁を安全に保護するために高壓回路に塞流線輪、抵抗器及濾波器を備へた。

塞流線輪は整流機と高壓變壓器と兩端子の間及び整流機と收塵器との間に夫々挿入して高周波振動の大部分を塞流又は吸収せしめ、線路と機器を保護せしめると同時に導體を通じて高周波が外部に傳播するのを防止するのである。電流制限用抵抗は高壓變壓器の兩端子に挿入しこの回路の電流を制限し變壓器等を保護するものである整流器及び收塵器の圓滑安定なる運轉を得るためには斯の如き高抵抗を回路に入れることが必要であるが、一方この抵抗は收塵器にかかる直流電壓を降下せしむるものであるから、差支へない程度で少い方が望ましいのである。故に收塵器の運轉の狀況により増減し得ることが必要である。是がため抵抗器は炭素抵抗を油處理したるものを木製枠に取付け直列並列の接続により所定の抵抗を得る様設計してある。第6圖は上記塞流線輪及抵抗器を示す。

濾波器は整流機と大地との間に挿入せるもので、高周



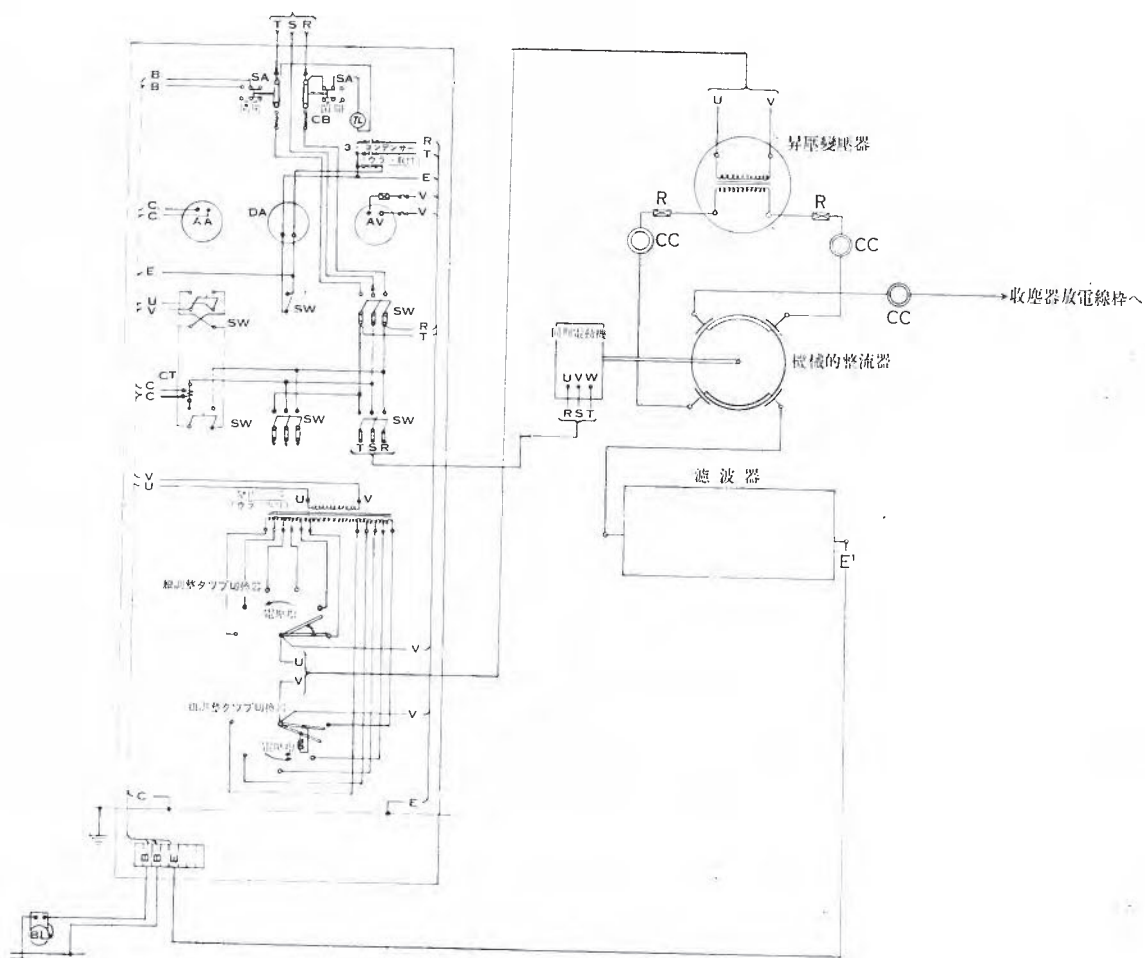
第 6 圖 塞流線輪及抗抵器

波の振動が導体を通じて傳播しラジオの聴取に妨害を及ぼす事を防止せるものである。

(5) 制御用配電盤

制御用配電盤は當社 HN 型大理石配電盤でその背後に單捲變壓器を取付けてある。而して高壓變壓器一次側の端子電壓及整流機の放電電流を指示する計器を備へて居る。この電流計は整流器の接地側に接続され、平生は双型開閉器を以て短絡する様に成つて居る。

整流電壓を變化せしむるための單捲變壓器タップ切替用開閉器及整流電壓極性切替用双型開閉器等も取付けてある。第 7 圖は全装置の接続圖を示す。



第 7 圖 接 續 圖



編輯兼發行者

三菱電機株式會社 神戶製作所內

稻垣健三

印刷者

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

久保專治

印刷所

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

サン製版印刷所

發行所

神戶市兵庫區和田崎町三丁目

三菱電機株式會社 神戶製作所

昭和15年5月15日 印刷
昭和15年5月17日 內務省納本
昭和15年5月20日 發行

〔本誌代價〕 壹部二付 金貳拾錢
(郵稅不要)

三菱電機株式會社

本店	東京市麴町區丸ノ内二丁目四
神戶製作所	神戶市兵庫區和田崎町三丁目
名古屋製作所	名古屋市中區矢田町
長崎製作所	長崎市平戸小屋町
東京工場	東京市芝區海岸通二丁目七
直方出張所	直方市大字下新入
札幌出張所	札幌市北二條東一二丁目九八
奉天駐在員	奉天大和區浪速通二八
新京駐在員	新京大同大街(康德會館內)
京城駐在員	京城府黃金町一丁目一八〇

三菱商事株式會社

機械部	東京市麴町區丸ノ内二丁目十番地
橫濱駐在員	橫濱市中區本町四丁目四三番地(橫濱支店內)
青森出張員	青森市大字古川町一七番地
仙臺出張員	仙臺市國分町二番地
小樽支店	小樽市色内町八丁目三番地
函館出張所	函館市東濱町六番地
名古屋支店	名古屋市中區廣小路通二丁目
機械部大阪支部	大阪府南區安堂寺橋通三丁目
神戶駐在員	神戶市神戶區海岸通八番地(神戶支店內)
姫路駐在員	姫路市堅町二五番地
吳支店	吳市堺川通一丁目八番地
門司支店	門司市東湊町二番地
佐世保出張所	佐世保市元町四三番地
長崎出張所	長崎市小曾根町二一番地
八幡出張員	八幡市枝光白川町一丁目
臺北支店	臺北市表町二丁目六番地
基隆出張員	基隆市日新町二丁目六番地
高雄支店	高雄市堀江町三丁目三二番地
京城支店	京城府黃金町一丁目一八〇番地
釜山出張所	釜山府大倉町四丁目二二番地
清津出張所	清津府港町四番地
群山出張員	群山府本町一丁目四〇番地
平壤出張員	平壤府黃金町三番地(東拓ビル內)
安東出張員	安東大和區市場通五丁目
牡丹江出張員	牡丹江市大平路一五番地
大連支店	大連市山縣通一六五番地
奉天支店	奉天大和區浪速通二八番地
新京支店	新京特別市大同大街(康德會館內)
哈爾濱支店	哈爾濱埠頭區水道街二九番地
天津支店	天津日本租界須磨街一六ノ一番地
北京出張所	北京東單牌樓大街三四五號
青島支店	青島館陶路三號
濟南出張所	濟南商埠經三路四六八號
上海支店	上海九江路三六號
漢口支店	漢口江漢路一六號
香港支店	Holland House, No. 9, Queen's Road Central Hongkong.