

最近に於ける送配電設備の二三に就いて*

富士電機 製作部 熊倉 多助

内 容 梗 概

朝鮮に於ける 220 kV 送電計画と此に採用された 230 kV 膨脹遮断器の紹介。最近の送電設備に於ける静電蓄電器の應用を述べ、獨逸に於いて実施の 110 kV 15000 kVA の蓄電器設備をも紹介して居る。

緒 言

非常時局に際し吾國工業界特に化學及重工業に於ける活況は誠に著しきものがあるが電力事業方面に於ても數年前の電力過剰時代は昔日夢の如く今や發變電設備の不足を來し新設及増設に大忙の状態である。

以下吾國に於いて計畫中及最近製作の新しい送電設備として 220 kV 膨脹遮断器及進相用蓄電器應用並に獨逸に於いて最近完成の 100 kV 蓄電器設備に就き其大要を御紹介致し度いと思ふ。

朝鮮に於ける 220 kV 送電計画に就いて

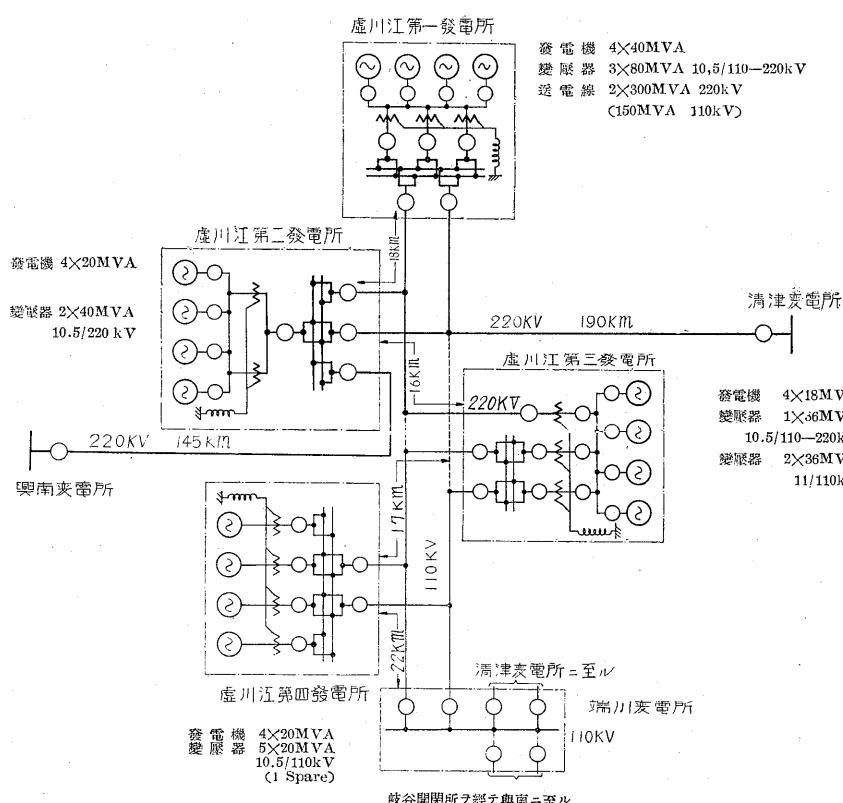
220 kV 送電は歐米に於いては既に十年前より實施

され其線路數も昨年の統計で34ヶ處56回線にのほつて居る、獨逸に於いては數年前 R.W.E. の 380 kV の設備を又米國では一昨年ボルダーダムロスアンゼルス間 287 kV 送電設備を完成した。然るに吾國に於いては屢々問題にはなるが地勢の關係や他の事情により中々實現の時機に至らなかつた。

今回長津江水電では蘆川江系水力發電所建設に着手其送電電圧を遂に 220 kV に決定し既に設備機械一切の發註手配を完了した。

第一圖は同社の蘆川江系發電所の送電系統を示す。第一期工事として第一及第二發電所用發電機各 2 台宛

順次第一及第二發電所の増設と第三及第四の建設を進めらるることとなつて居る。送電線は當分は點線に示す如く既設端川變電所に接續し昨年完成の咸北送電線を以つて北方は清津及阿吾地へ南方は岐谷を經て興南へ 110 kV を以つて送電される。而して各發電所の完成により送電電圧を 220 kV に上昇し新設 220 kV 送電線を以つて清津及興南へ送電する豫定である。曩に同社は東洋第一を誇る長津江系發電所建設に着手し僅に四ヶ年餘で目下豫定の發電設備 35 萬 kW の完成を爲したが今度の蘆川江系發電所も長津江系に劣らぬ大容量のもので第一乃至



第一圖 長津江水電、蘆川江系發電所 220 kV/110 kV 送電系統略圖

* A Few News of Electrical Installation for Transmission & Distribution of Circuits.

第四發電所完成の際は35萬 kWに達する。同社の送電系統は從來電力の大部分が40乃至70杆の比較的中距離に輸送される關係上 110 kV で充分であつたが、今回は20萬 kW の大電力を 150杆の可成遠距離まで輸送する問題より遂に 220 kV に決定されたものである。

吾國嚆矢のこの 220 kV 送電設備建設に際し弊社は第一期工事として第一及第二發電所用遮斷器並配電設備一式の御註文を戴き目下銳意製作中である。而して 220 kV 主要遮斷器は下記の仕様による 膨脹遮斷器 を採用されることに決定したのは特に注目に値する、

定格 電壓: 230 kV, 電流: 600 及 800 A

遮斷容量: 3,000 MVA, 周波數: 60/50 C

最大電流 (1 秒間): 50,000 A

操作及引外方式

投入: 壓搾空氣 (安全動作壓力 4 乃至 5 氣壓、

必要空氣量20立)

バルブソレノイド直流 110 V

引外: 直流 110 V

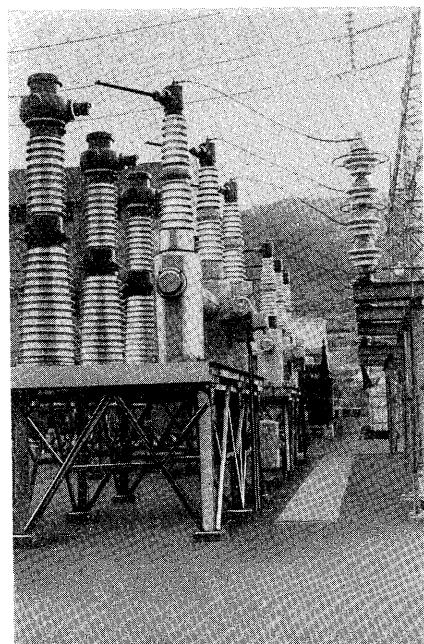
電弧遮斷時間: 5 サイクル(引外デツドタイムを含む)

附屬品 計器用變流器 3 ケ

變流比 800/5—5 A 及 600—300/5—5 A

二重鐵心付き (第一鐵心は計器及過電流

繼電器用二次線輪約 40 VA を有し第二
鐵心は二次線輪 20 VA 及接地繼電器用



第三圖 朝鮮雲山變電所に於ける 161 kV 600 A 2,500 MVA 屋外用壓搾空氣操作式膨脹遮斷器 2臺

三次線輪を有する)

重量及油量: 全重量 13噸

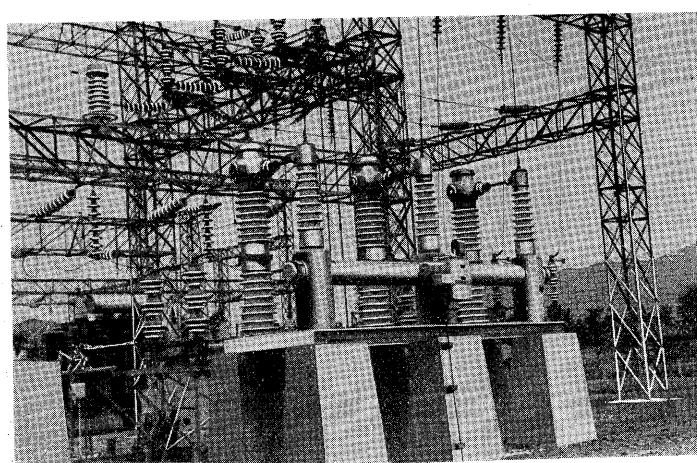
遮斷液(油) 330噸

註文臺數: 定格電流 600 A 2 臺

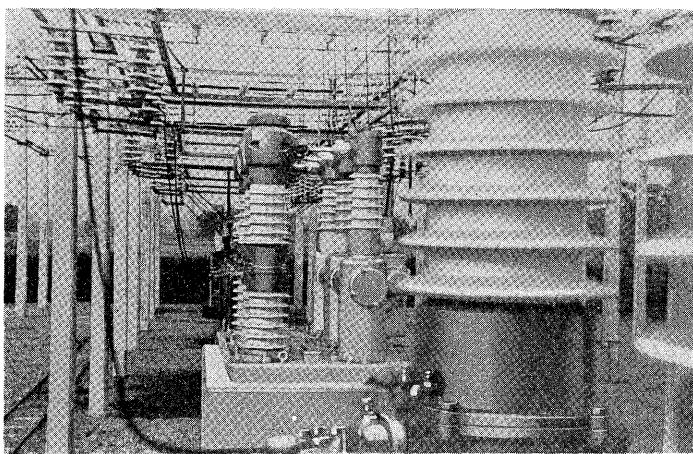
800 A 4 臺

本膨脹遮斷器の構造並に性能等に關しては既に數回本誌に發表し又 46 乃至 161 kV 膨脹遮斷器は既に内地に於いても十數臺供給し其成績については實證され最早茲に説明の要はないが特に申上げ度いことは本器の最も特徴とする少油量の點で此を30乃至40噸の多量の油を必要とする從來の油入遮斷器に比すれば僅かに 1 % となり又重量に於いても油入遮斷器に於ける鐵製タンクやカバーは本器に於いては碍子により代用され兩者の比は 15% となる。今や非常時局に際し燃料國策又は輸入統制等の深刻なる叫を聞く時に斯る少油量型の膨脹遮斷器を進んで採用せるは資源乏しき吾國工業界の爲めに誠に有意義のこと考へ欣喜に堪えね次第である。

吾友邦獨乙に於いては膨脹遮斷器、壓搾空氣遮斷器及水遮斷器等の少油量及油なし新型遮斷器の發明により數年來送配電のあらゆる



第二圖 長津江水電端川變電所に於ける 115 kV 600 A 1,500 MVA 屋外用壓搾空氣操作式膨脹遮斷器 1臺



第四圖 東京電燈野中開閉所に方ける 69 kV 600 A 1,000 MVA 屋外用電動操作式膨脹遮断器 8臺

電氣設備より從來の油入遮断器の影はひそんでしまつたとのことであるが流石に工業立國を世界に誇る徹底した國策とも考へられる。

次に本遮断器採用に際し特に考慮を拂つたことは同社の送電系統の増大に伴ひ故障時電力輸送上安定度を増す爲めに遮断時間を著しく短縮せる點で從来の方式に於いては短絡発生より遮断までは殆んど一秒を要したが今回は此を五分の一即ち10乃至12サイクルに短縮せんとし目下高速度繼電器及搬送電流繼電装置等研究製作中である。

尙同系統に接続さるる端川變電所では現在 115 kV 600 A 1,500 MVA 膨脹遮断器 2臺使用中（第二圖）で今春尙 4臺同一容量電流 600 及 1,000 A 各 2臺宛納入さる、豫定である。又同社と傍系の朝鮮送電では雲山變電所に於いて 161 kV 600 A 2,500 MVA 遮断器 2臺が使用中である。（第四圖）

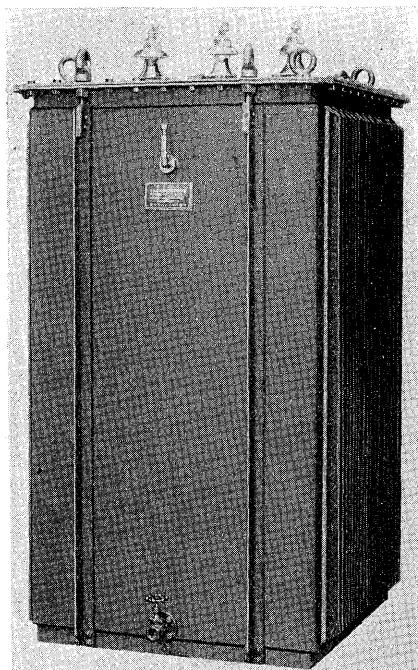
送電設備に於ける靜電蓄電器の應用

送配電線に對する力率改善或電壓調整用靜電蓄電器の需要は年を追つて著しき增加率を示して居る、昭和八年僅かに 4,000 kVA を出なかつた使用容量は現在に於いては實に 40 萬 kVA に達せんとし五年間に於いて百倍に達した躍進振りである、弊社に於いては製作開始して日尙淺く僅かに一ヶ年餘であるが其間一昨年十二月新潟硫酸に 1,800 kVA の始作品を納入して以來既に 65,000 kVA の大容量製作を完成した。

靜電蓄電器の斯の如き需要の激増は申す迄もなく、

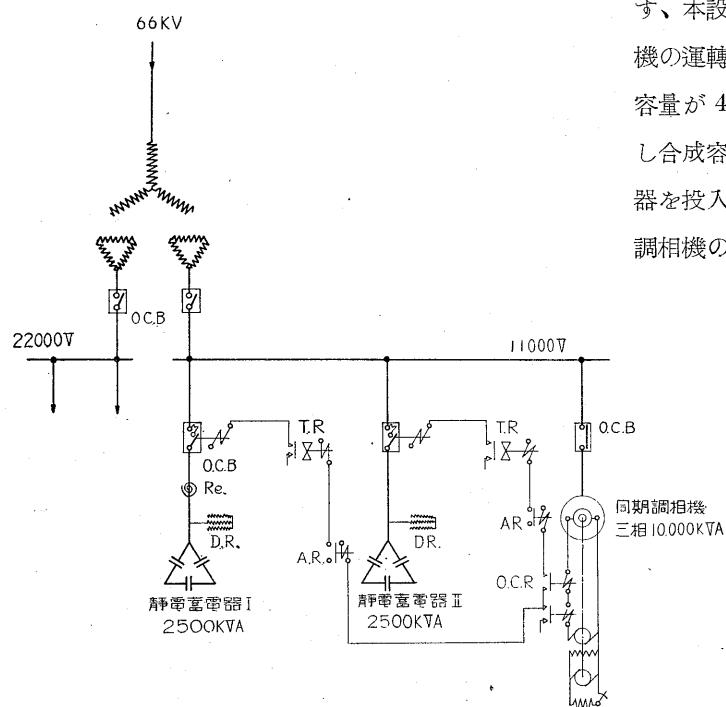
製造技術の著しき進歩により價格の低下せること、納期の短かきこと、又能率のよきこと、据付、運轉及保守等が極めて容易なる等數多の特徴があるが特に最近に至り需要に拍車を掛けたことは今事變により軍需工業方面の電力需要の激増により變電設備を増設或は新設するに餘裕なく（銅、ケーブル材料に缺乏の爲めに）靜電蓄電器を利用して負荷の力率改善を計り配電容量を少しでも増加せしめて電力需要に應ぜんとする傾向である。

更に靜電蓄電器應用の新傾向としては配電

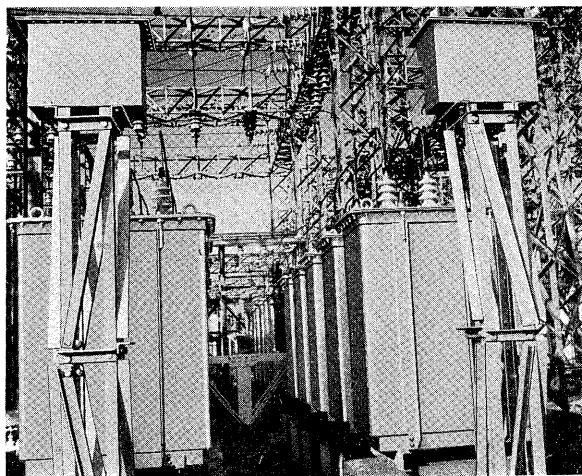


第五圖 庄内川レーヨンに納入せる三相 600 kVA
60 C 3,150 V 静電蓄電器
(高さ 1,790 粕、床面 1,110×1,070 粕)

線や電動機の力率改善のみにとどまらず電力輸送に於いて從來主として回轉型調整機が用ひられた長距離送電に於て線路の電壓調整の方面に近來著しく進出しつゝある。回轉型に比すれば其能率十分の一及運轉保守等容易なること數多優れた特性を有する故に送電線路の充電、輕負荷時の過相容量、電壓調整の圓滑性や速應性に對し特に要求なき限り全く回轉型に代ふことが出来る、又何れの場合に於いても兩者を併用することにより最も理想的に電壓調整の目的が達せられる。最近



第六圖 宇治川電氣長曾根變電所に於ける靜電蓄電器
($2 \times 2,500$ kVA) 及同期調相機 (10,000 kVA) の接続略圖



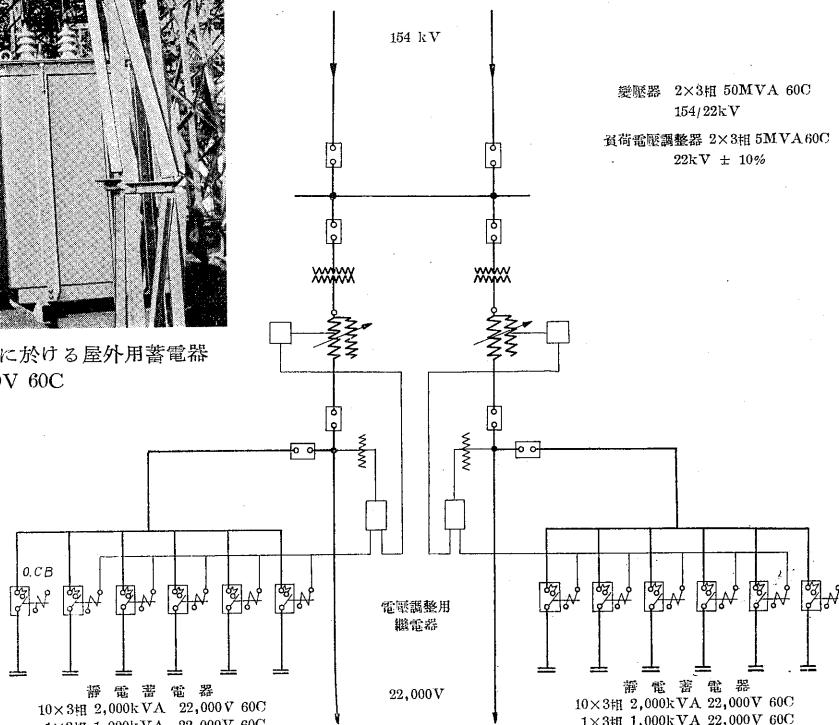
第七圖 宇治川電氣長曾根變電所に於ける屋外用蓄電器
 20×250 kVA 11,000V 60C

弊社にて納入せる下記實例につき簡単に述べる。

第六圖は宇治川電氣長曾根變電所に於いて採用せる 66kV 送電電壓調整用富士靜電蓄電器 $2 \times 2,500$ kVA と此に平列運轉せらる $10,000$ kVA 同期調相機との接続略圖を示

す、本設備の運転方法は高能率を主眼として同期調整機の運転を主とし蓄電器を從とせるもので其所要進相容量が $4,000$ kVA に達した時に第一群の蓄電器を投入し合成容量が約 $6,500$ kVA に達した時に第二群の蓄電器を投入する、開路は其逆に行はしめる、操作方式は調相機の勵磁電流の變化に應じ過電流繼電器を操作せしめ時限繼電器と適當に組合せ圓滑に自動操作を行はしむる様に計畫せれてある。第七圖は同變電所に配置された 250 kVA, $11,000$ V 屋外用蓄電器 20 個を示す。次に第八圖は朝鮮送電京城變電所に於ける 150 kV 送電線電壓調整用靜電蓄電器及負荷時電壓調整器を用ひたる接續略圖を示す。(弊社は本設備に於いては主要遮斷器及制御配電盤のみを納入して居る)

本變電所には回轉機は採用せず 150 kV の電壓調整には蓄電器と負荷時電壓調整器とで行ふが本變電所と送電端の長津江第二發電所間送電線路は約 400 舛、其中間 200 舛の地點に於いて負荷分岐の平壤變電所ありこゝに $2 \times 15,000$ kVA の同期調



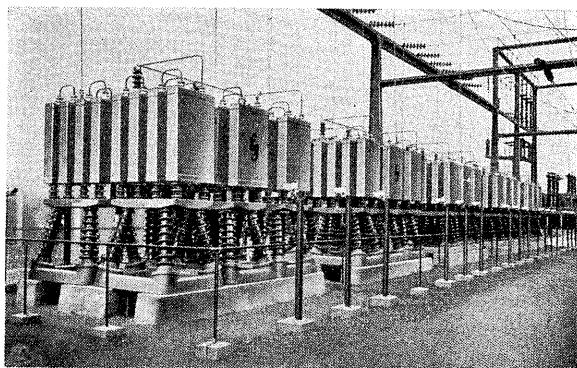
第八圖 朝鮮送電京城變電所に於ける接續略圖

相機の設備がある。京城變電所の蓄電器は此を 2,000 kVA の 10群に分ち又別に 1,000 kVA の 2群を設け都合 12群に分ち各群に油入遮斷器を設けて居る、即ち 12群の段階電圧調整を行ふが 2,000 kVA の一群は受電電圧 1.5 % の調整となり各負荷の變動に對しては蓄電器により、又輕負荷時の調整は負荷時電圧調整器により行ふ、此等の操作は電圧繼電器（型 RV104）を以つて自動的に行はれる。この電圧繼電器は電圧上昇用及下降用の二組の機構及接觸子を備へ各組は、同期回轉子と誘導回轉子の回轉速度の差に依つて周波數に無關係に電圧の變化量に逆比例した限時毎に一定長のインパルスを發生する如き構造となつて居る。この種用途に對しては最も新しい制御繼電器である。以上二つの場合共主操作開閉器には開閉時の過度電流を防ぐ爲めに約 20 オームの制動抵抗を用ひ又各蓄電器回路には高調波電圧に對する波形改善用レクトル約 4.5% を用ひて居る。

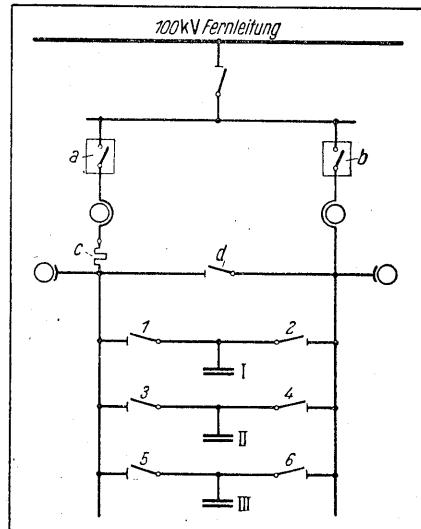
獨逸に於ける 100 kV 15,000 kVA 相進用

静電蓄電器に就いて

静電蓄電器は主として 2 乃至 20 kV 程度の使用電圧に對し製作され變壓器を介して一次側に接続されるるを普通として居つたが近時静電蓄電器の絶縁に對する自信と開閉時過度現象等研究の結果長距離送電線に對し直接接続する方針等技術上難點なく却つて設備費の經濟及操作簡単の點より有利の爲め特に中間開閉所等に於いては設置の傾向にある。最近獨乙に於いて完成したシーメンス製 15,000 kVA 100 kV 静電蓄電器は其實例で以下簡単に設備の内容と操作方式及開閉時の過



第十圖 屋外用 15,000 kVA 100 kV 50 C 静電蓄電器

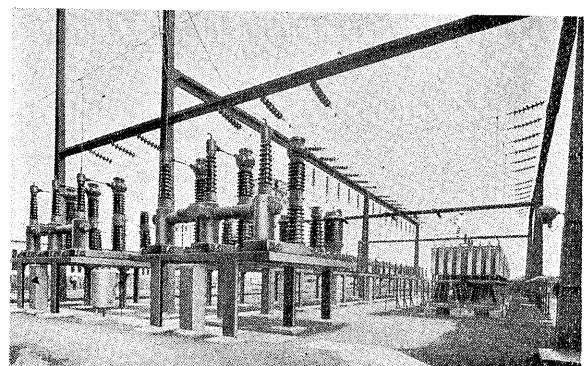


第十一圖 蓄電器群接續圖
 a = 動作遮斷器 b = 保護遮斷器
 c = 制動抵抗器 d = 母線結合用遮斷器
 I—III = 蓄電器群

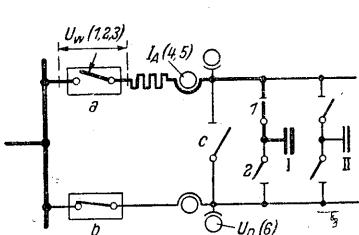
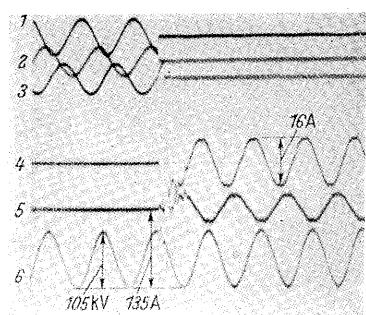
度現象につき紹介致し度いと思ふ。

15,000 kVA の設備は三相 3,000 kVA の五群よりなりこの 3,000 kVA 各群は 62.5 kVA 3.8 kV 單相エレメント蓄電器を 16 個直列接続となし此を三相星形結線により三相 3,000 kVA 線電圧 110 kV として組み立てられて居る。大地に對しては 110 kV 支持碍子を以つて絶縁される。第十圖は其全群の外觀を示す。

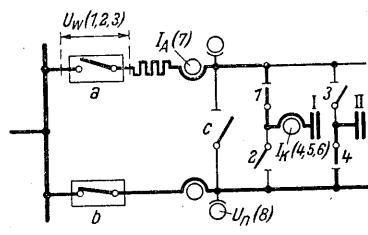
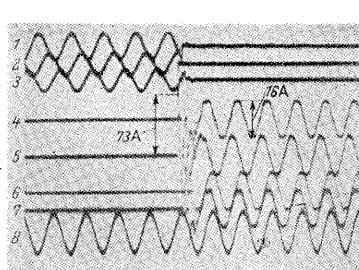
第十一圖は設備の接続略圖を示す。各蓄電器群の線路に對する開閉用として前述の第八圖に示す方式の如く各群に遮斷器を用ふることは甚しく不經濟となるので僅かに二組の遮斷器 (a 及 b) と十一組の三極遮斷器 (1 乃至 6)、一組の制動抵抗器とにより押ボタンコントロール方式により順序よく全群或は數群の開閉を行



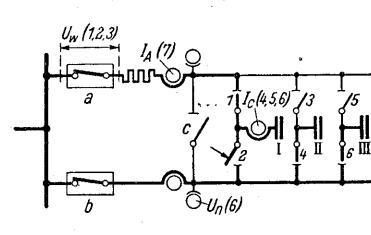
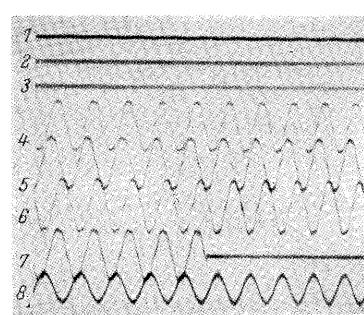
第十二圖 15,000 kVA 110 kV 50 C 静電器に對する開閉裝置
 (動作及保護遮斷器は壓縮空氣操作式膨脹遮斷器を用ふ)



第十三圖 3,000 kVA 100 kV 50 C
蓄電器の投入時過度現象



第十四圖 3,000 kVA 100 kV 50 C
蓄電器群が使用中同一容量の一
群を閉路する状態



第十五圖 3,000 kVA 100 kV 50 C
蓄電器群を數群使用中の母線に
断路器を経て閉路する状態

ふ、即ち操作順はⅠ群を回路へ接続するには先づ遮断器1を閉じ次に制御抵抗器cを通じて遮断器aを次にbを入れ遮断器2を入れ次にaを開き1を開きⅠの接続操作を終る、Ⅱ乃至Ⅴも同様にして行ふ最後に5を開いた時に必ずaを開路する。開路の際は上に逆に行へばよいわけで例へばⅢを送電線より切離すには5を入れて6及aを開く、Ⅱ及Ⅰも同様である。故障の際にばはbが最初に動作し次にaが動作して全蓄電器群は制動抵抗cを通じて必ず遮断される様にインターロックされである、各遮断器及断路器は何れも壓搾空氣操作式にて押ボタンにより遠隔操作し或は送電電圧に応じて自働的に各群の開閉を行ふ様に計画されて居る。第十二圖は此開閉装置の外観を示す。

第十三乃至第十五圖は前記開閉操作に於いて開閉時の過度現象を示したオツシロで第十三圖は3,000 kVAの一群を動作遮断器aを以つて投入せる時オツシロ、上段は遮断器コンタクト間に生ずる再起電圧(1.2.3)中段は二相の投入時過度電流(4.5)下段は送電線の線間電圧(6)を示す、投入時過度現象は半サイクルで終り又過度電流の最大値は何れの場合も蓄電器群の定格電流(16A)の10倍を超過することなく其8倍の約135Aである又二次側の配電線網には大電流水銀整流器等

が接続されて居るにも拘らず投入後100 kV側電圧及電流は實際上高調波の影響が見られないことがオツシロにより明瞭となつた。遮断器に於いても定格電流の10倍以上の不平衡電流は遮断器には通じないことを示した。第十四圖はⅡ群が送電線に閉路状態に於いてⅠ群を投入する場合のオツシロでこの場合は定格電流の約5倍の73Aの過度電流を流して居る。第十五圖は断路器を以つて送電線に既に接続された蓄電器母線を開閉する時の遮断器コンタクト間に再起電圧(1.2.3)、蓄電器の三相電流(4.5.6)遮断器aの動作電流(7)、送電線の線電圧(8)を示す。オツシロにより断路器の動作より遮断器a回路電流は完全に消滅すること、蓄電器中には不平衡電流が生ぜぬことが確められた、又此等の操作中に断路器には火花の発生するを認めない。以上の實驗より100乃至200 kV送電線には何等特別の遮断器を考慮することなく、從來用ひた遮断器を以つて充分間に合ひ又計画が正しく行はるれば從來の中間電圧に於ける蓄電器と全く同様に好條件で操作し得られる。以上の如く靜電蓄電器の應用も最早工業方面のみならず電力輸送方面へ使用電圧も低壓より200 kVに至る高電圧まで何等困難なしに製作し得且實際使用上にも何等不安の無いことが實證された。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。