
超小形ガス絶縁変電設備特集

超小形ガス絶縁開閉装置の展望	55
中部電力株式会社守山変電所納 77 kV 超小形ガス絶縁開閉装置	59
ガス絶縁開閉装置用ガスしゃ断器の開発	64
SF ₆ ガスの絶縁特性	70
ガス絶縁開閉装置用材料の開発	76
ガスしゃ断器管理上の化学的諸問題	80

超小形ガス絶縁開閉装置の展望

Perspective View on Minimum Size Gas Insulated Switchgear

山崎 精二* 細包 嘉信**
Seiji Yamazaki Yoshinobu Hosokane

要 旨

超小形ガス絶縁開閉装置の国内外の発展経過と特にわが国における必要性と利点を述べ、日立製作所における研究経過と今後の構想を500 kV 定格を中心として紹介した。

1. 緒 言

国民総生産額 (GNP) 世界第2位で示されるわが国のめざましい経済発展と狭い国土、大都市への人口、生産活動の極端な集中は大都市への大電力、高密度、高信頼度の送配電を必須 (ひっす) のものとしている。この対策として都市中心部に超高圧系統の直接引き込みが既に進められつつあるが、広大な変電所用地の取得は不可能な状態である。したがって送変電技術の革新により大幅な縮小化、地中化は機能的にも都市美観上からも是非とも解決しなければならない問題である。

変電所所要容積を大幅に縮小して地下変電所を経済的ベースにのせるために出現したのが、従来の大気絶縁方式に代わって六弗化硫黄ガス (SF₆) を使用した密閉方式のガス絶縁開閉装置を主体としたいわゆるコンパクト変電所である。

2. ガス絶縁開閉装置の効果、経済性

ガス絶縁開閉装置のねらいは変電所総容積の縮小を経済的かつ高信頼度で実施することである。今回開発した77 kV 級で従来方式に比較して開閉装置のみでは面積で14.5%、容積で6%に縮小され変圧器などを含めた変電所全体では面積55%になっている。高電圧化するほどその効果を発揮し所要容積で275 kV 級で4%、500 kV 級で2%に縮減される。ガス絶縁開閉装置の利点は容積縮小以外に

- (1) 塩害など外気環境あるいは異物接触による事故が絶無である。
- (2) すべて接地された金属容器におおわれ人体に対する危険がない。
- (3) 各機器が標準化されプレハブ方式による量産のメリットがある。
- (4) 工場で組み立て分割輸送のため変電所現地作業の工期が短縮される。
- (5) 保守点検業務がほとんど不要となり、運転経費が縮減できる。

建設費のみを比較した場合わが国の条件に近いイタリア245 kV 6回路の例⁽¹⁾で表1のごとく従来形とほぼ同一のため、上述の利点を考えればその経済効果も非常に大きい。

3. ガス絶縁開閉装置の発達

縮小形開閉装置のさきがけは1960年初めにイギリスで油による絶縁方式の試みに見られるが、1965~66年に西ドイツ、フランス、イギリス、スイスなどから110 kV~275 kV 定格の試作品あるいは構想が続々と発表され、CIGRE (万国送電網会議) 研究委員会でも主要題目としてとりあげられるにおよび世界に大きな反響をよび起こした。実際に営業運転にはいったのは1966年西ドイツ・エッセン

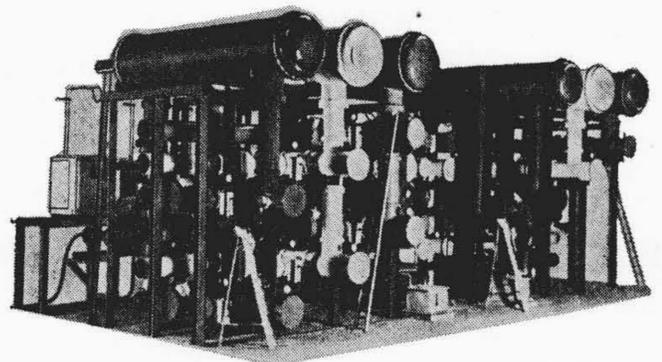
* 日立製作所日立研究所 工学博士

** 日立製作所国分工場

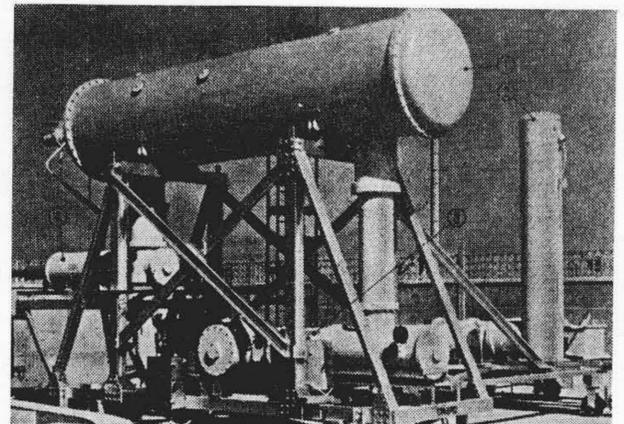
表1 ガス絶縁開閉装置相対価格

項 目	従来形 (屋外)	SF ₆ 絶縁開閉装置	
		屋 外	屋 内
開 閉 装 置	0.51	0.94	0.94
用 地	0.54	0.04	0.01
建 物	0	0	0.05
計	1.05	0.98	1

(245 kV 6 回線の推定)



(a) 2台、三相SF₆しゃ断器による二重母線式245 kV 変電所



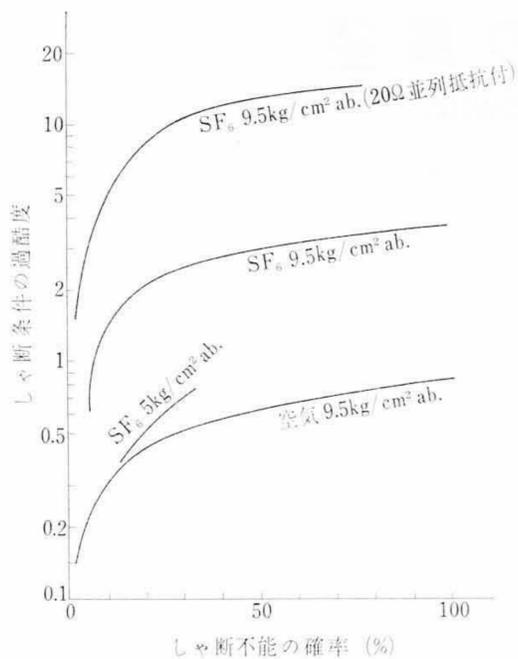
(b) 単相245 kV SF₆しゃ断器試作品

図1 Delle社のSF₆絶縁開閉設備

地区が最初で、本年に本格的なガス絶縁開閉装置としてパリ、リヨン、チューリッヒで245 kVならびに170 kVのものが運転開始を伝えられている。その代表的な一例を図1に示した⁽²⁾。

開閉設備としての技術的分類をすれば絶縁媒質およびしゃ断器形式で区別される。絶縁用に初期にはSF₆ガス以外に高圧空気も検討されたがSF₆の単価低減、取り扱い技術の進歩によりSF₆ガスに全面的に移行している。しゃ断器も1966年西ドイツで運転にはいったものは油しゃ断器で、その他空気しゃ断器も試みられたが、現在では60 kV以上はSF₆ガスしゃ断器に集約されてきている。これは2~3 kg/cm²gで油に匹敵する絶縁特性と並切形では空気の100倍といわれる消弧性能によるもので、また消弧用と絶縁用を同種類のガスにすることも取扱上簡略化される。

ひるがえってわが国では昨年から70~80 kV 定格が現地で試験運

図2 SF₆と空気のしゃ断性能の比較

転にはいった状態であるが、今後超高圧、超々高圧への発展は急速なものが予想され400 kV以上の定格ではわが国が最初になるものと考えられる。またガス絶縁開閉装置に関係深い大電力送電用の管路気中送電では電力中央研究所を中心とする開発グループによって実証的な研究が世界にさきがけて実施され貴重な成果が発表されている⁽³⁾。

4. 日立製作所における開発研究

日立製作所においては中部電力株式会社との共同研究の結果今回77 kV定格の超小形ガス絶縁開閉設備を別稿のように納入、現地運転を開始した。また開発に伴うかすかすの基礎研究結果の一端も別稿にくわしく発表されているので参照願いたい、SF₆ガスに関する研究は昭和34年にさかのぼる。ガス絶縁開閉設備開発の重要項目の一つはガスしゃ断器であるが、循環式排気管路を設けた小形空気しゃ断器によりSF₆ガスの消弧性能を検討した結果図2に示すように、空気に比べて5倍程度のすぐれたしゃ断性能が簡単に得られることが判明した。その後一連の実験を通じて、しゃ断電流が大きくなるにつれ空気しゃ断器に対する性能倍率は次第に低下してゆくこと、がいし油薬がSF₆の分解生成物によりおこされること、しゃ断塵が発生し吸湿により絶縁低下をきたすこと、圧縮用コンプレッサの保守上の問題があることを見出し、特許上の制約もあるため材料研究をはじめ基礎的検討を続けてきた。昭和41年に上述のように縮小形開閉設備の発表により研究陣容の強化をして昭和42年12月から図3のプロトタイプについて国分工場内にて長期課電寿命試験を開始するに至った。現在は70 kV、150 kVの実用性能をみきわめるとともに超々高圧級をめざして研究をすすめている。図4は200号~300号用絶縁研究のための試験タンクおよび母線、断路部である。また図5は検討用に試作した300 kV、500 kV級スペーサの一例を示したもので、SF₆の不平等電界中における絶縁低下の事実を考えてじゅうぶんな電界マッピングを実施して製作されている。また母線の絶縁距離はガスがたとえ大気圧に低下しても定常電圧には耐えられることを必要条件として設計している。84 kV用しゃ断器はしゃ断電流も30 kA以下のため別稿のように構造簡単なパuffer形のしゃ断方式を採用したが、300 kVならびに500 kV用としてはしゃ断電流として50 kA級となるため、図2に示した基礎研究結果などの一連の検討と空気しゃ断器の技術を生かして二重圧力方式を採用している。図6は絶縁試験中の300 kV SF₆しゃ断器である。

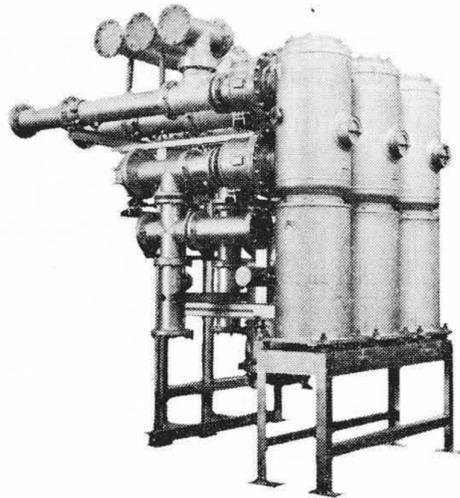
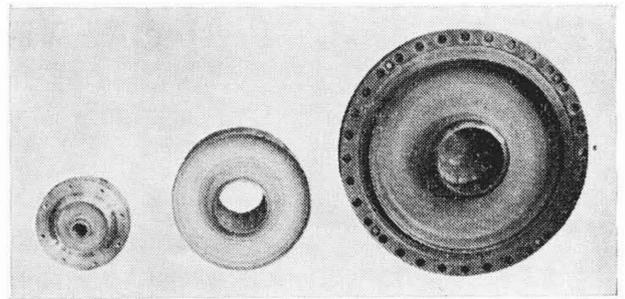
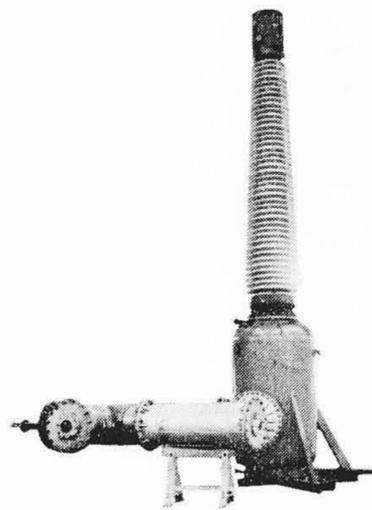
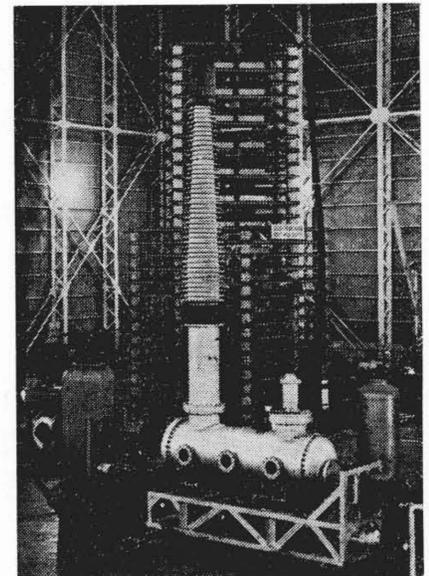


図3 77 kV ガス絶縁開閉装置試作品



(左から、77 kV用、275 kV用、500 kV用)

図5 試作絶縁スペーサ

図4 300~500 kV
絶縁研究タンク図6 絶縁試験中の300 kV
ガスしゃ断器

5. 500 kV級ガス絶縁開閉装置の構想

ガス絶縁開閉装置の利点は70~80 kV級よりは超高圧、超々高圧において発揮される。日立製作所においては前節にも述べたように77 kV級に引き続き150~500 kV級について開発を進めているので、代表例として500 kV級の構想を紹介してご参考に供したい。

5.1 機器の構成および配置

配置を二大別すると(1)分離相配置と(2)三相配置とになる。分離相配置は多数回線用機器を各相ごとに集合して図7のように配置するもので、各相とも全く同一寸法の母線構成でよいので系統増加の場合にもきわめて融通性にとみ、部品の規格化ができ、プレハブ方式の長所をじゅうぶん発揮することができる。この方式は主変圧器と分離して、ケーブル接続となるときに特に適合している。500 kV変電所は当然大容量で二重母線構成、複数母線連結方式となるためこの配置が適合すると考えている。三相配置は従来と同じく三相機器を1台としてまとめる方式で小容量変電所で主変圧器と直結するような場合に特に適しているといえる。

5.2 構成および配置の特長

- (1) しゃ断器は点検の便を考え最外側に配置する。
- (2) しゃ断器は水平配置のみならず垂直配置の標準構成方式も可能である。
- (3) 各機器は完全に標準化されており、単体で据付点検が可能。
- (4) 母線は信頼性の高い相分離方式で、分離相配置が自由に構成できる。
- (5) 地下変電所などでは変圧器室の上に開閉装置を設け、図8のようにトンネル幅を狭くして工事費を経済的にする。

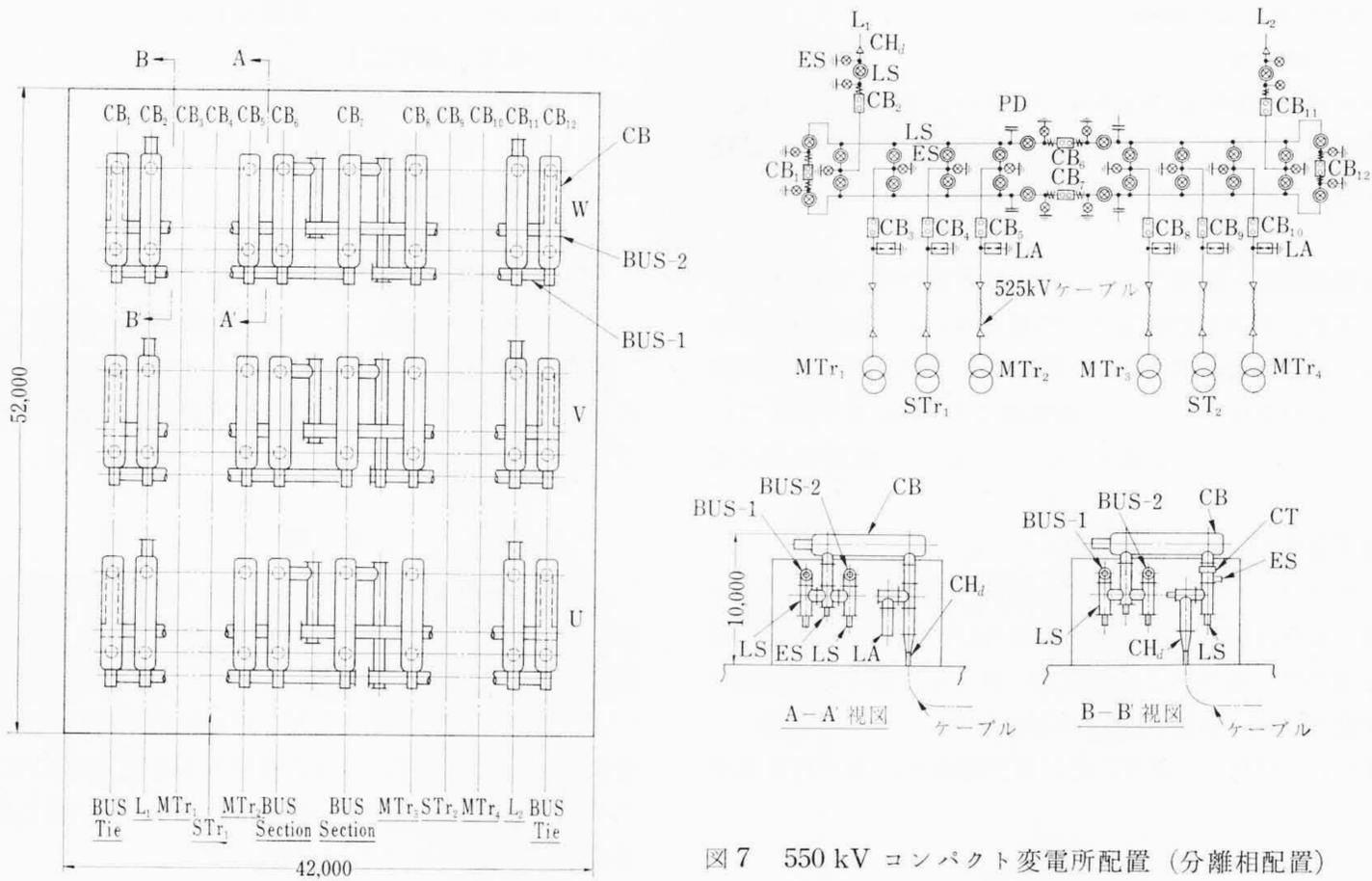


図7 550 kV コンパクト変電所配置 (分離相配置)

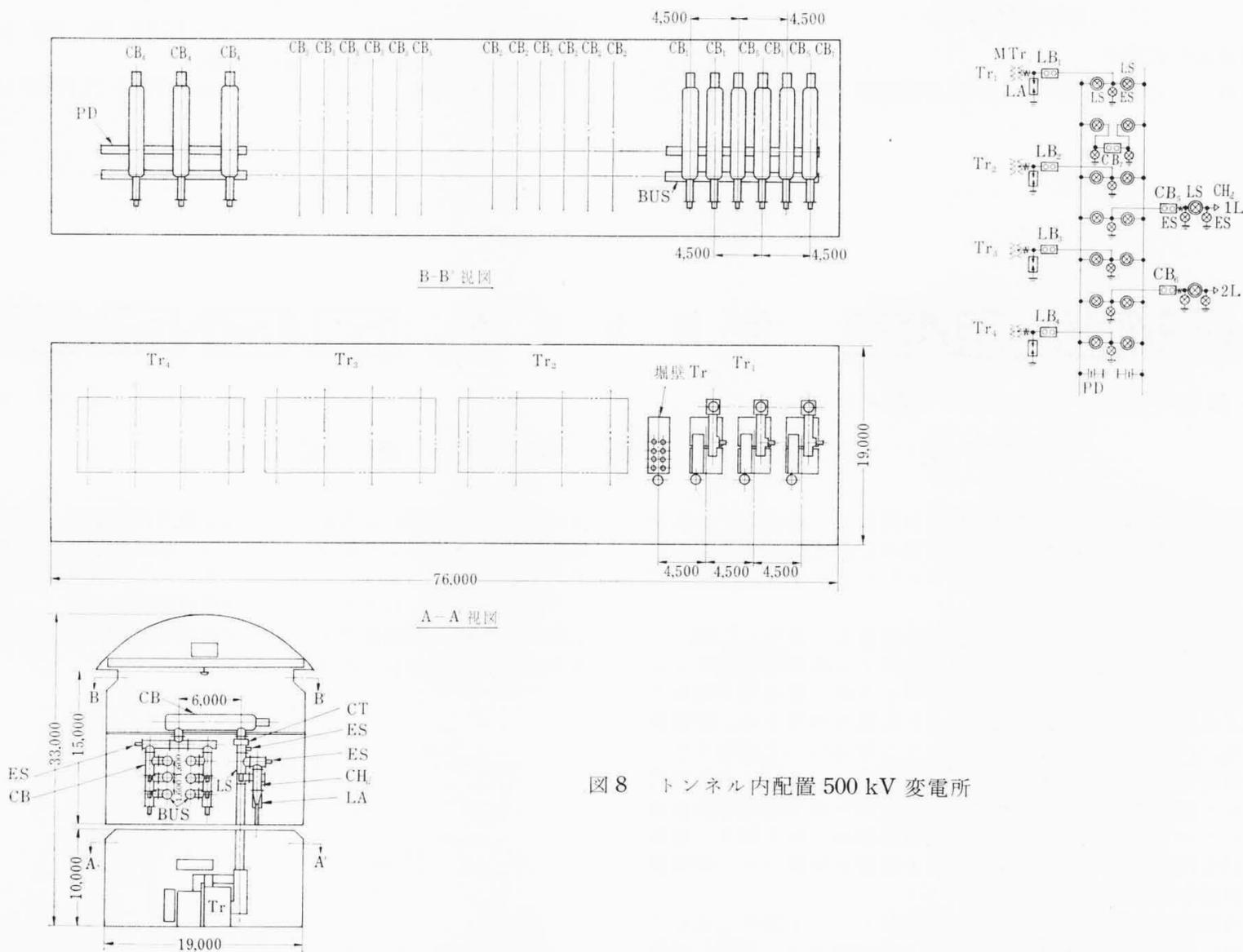


図8 トンネル内配置 500 kV 変電所

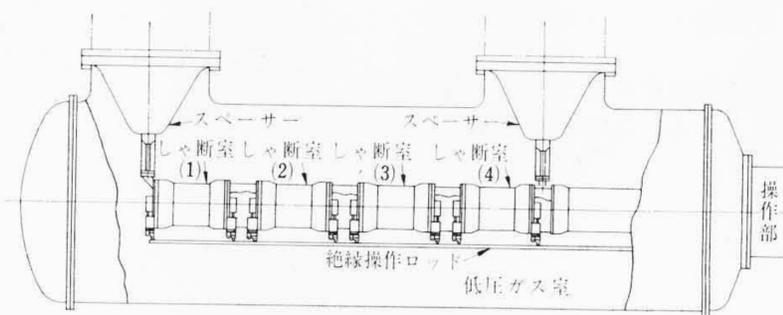


図9 500 kV 45 GVA 4,000 A ガスSF₆断器

5.3 各機器の仕様および構造

(1) しゃ断器

定格は550 kV, 4,000 A, 45 GVA で図9のような2重圧力式で4しゃ断点形式を採用し、電圧分布均一化用コンデンサならび投入用抵抗と抵抗用補助接点が設けられる構造である。

(2) 母線

母線は短絡故障時の機械力の点からも信頼度の高い相分離方式で直線部, T形, 十字形分岐部などの標準ユニットを組み合わせて構成する。母線外被は約900φの耐食アルミ材, 中心導体は約300φのアルミ材を採用して、定格電流は4,000 Aを予定している。絶縁スペーサとしては図5に示したもので検討を進めている。

(3) 計器用変圧器および避雷器

モールド形コンデンサブッシング, 耐汚損避雷器用コンデンサシールド筒の製作経験を生かしてPDならびにシールド形の避雷器の試作を進めているが、この両者を一体とした新方式も開発中である。避雷器は開閉装置入力端のみならず、サージの伝播(でんぱ)保護区域を解析して必要に応じ変圧器端子に取り付ける予定である。

(4) その他

断路器, 接地装置, 電流変成器, ケーブルヘッドなどは275 kVの試作が完成していて特別な問題はない。

5.4 技術上の問題点

500 kV 級では大容量となるため個々の機器に対する開発研究と

ともに総合的な検討が特に重要である。たとえば

- (1) 輸送, 据付方法
- (2) 伸縮による熱応力の吸収
- (3) 耐震性能
- (4) 絶縁協調
- (5) 保護継電システム
- (6) 主変圧器と同程度の無点検寿命
- (7) 将来の問題として主変圧器自体の小形化

現在個々の機器の開発, 検討を実施しているが、全体を組み立てたプロトタイプについて課電加速寿命試験を含む信頼性試験にじゅうぶんな期間をかけるスケジュールを進めている。

6. 結 言

ガス絶縁開閉装置の有利性, 発展の経過を概括して、日立製作所における研究経過ならびに500 kV 定格についての構想, 問題点を紹介した。1970年には世界各国で相当な運転実績が出てくるわけであるが、わが国こそこのガス絶縁開閉装置のパイオニアとなるべき必要性が最も大きい。日立製作所も各電力会社のご指導を得て、この重要な新技術開発の一端をになうべく努力をしているので関係各位のご鞭達(べんたつ)をお願いする。

参 考 文 献

- (1) C. Chierichetti, D. Castelli: CIGRE No. 123 (Jun. 1966)
- (2) J. Vigreux: RGE (Apr. 1966)
- (3) S. Fukuda: Transaction Paper TP66-72 IEEE (Jan. 1966)



特 許 の 紹 介



特許第526037号 (特公昭43-5280号)

高 林 乍 人

電 気 回 路 の 異 常 記 録 装 置

電気回路に短絡故障などの突発的現象が発生した場合、その事故発生時刻より記録を始めるならそれ以前の記録は記録できないわけであるから、その事故を解明する資料として事故発生前の記録が必要である。

この発明は電気回路に短絡故障などの異常現象が発生した際、その現象を発生前から記録し、現象の解明に資するに好適な装置である。図面について常時は円筒1が矢印3のように一定速度で回転することにより、該円筒1の表面に塗布された遮光物質2は、記録機構4により、ペン6が接する部分だけ傷をうけるが、1回転するごとに、信号消去機構8の赤外線ランプ9と加熱ローラ10により前記傷は元どおり復元され再びペン6により傷を描かれる動作を繰り返している。このとき紫外線ランプ14の光度は弱められており、印画紙圧着器13も円筒1よりじゅうぶん離れた位置に保持され、印画紙11も停止状態を維持している。

しかし今短絡事故などの突発現象が発生すると、記録せよという指令に基づいて記録機構4が作動し、ペン6が軸方向に振動して記録を開始する。同時に紫外線ランプ14の光度が強くなり、印画紙圧着器13も印画紙11を円筒1に圧着するよう移動する。さらに信号消去機構8の動作は記録完了まで停止される。

したがって前記ペン6により描かれた遮光物質2の傷より紫外線ランプ14の光が透過し、印画紙11に転写せしめる。記録が完了する

と印画紙圧着器13が印画紙11の圧着を解き印画紙11は送り出されて現象定着機構15により現象, 定着され、印画紙11には突発現象に応じた記録が転写されることになる。すなわち円筒1が常時矢印3のように回転するものであるから突発現象が発生しても、それ以前の記録たとえば、記録機構4から消去機構8までの間の記録は突発現象発生前の記録として記録されることになる。(西宮)

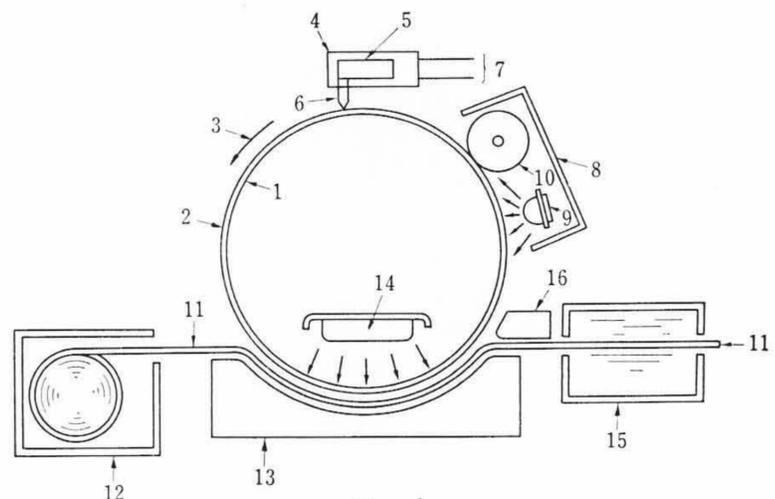


図 1