

新形屋外空気しや断器

日新電機KK第一技術部* 齐 藤 栄 三**
同 前橋製作所生産技術課 吉 田 竜 生***

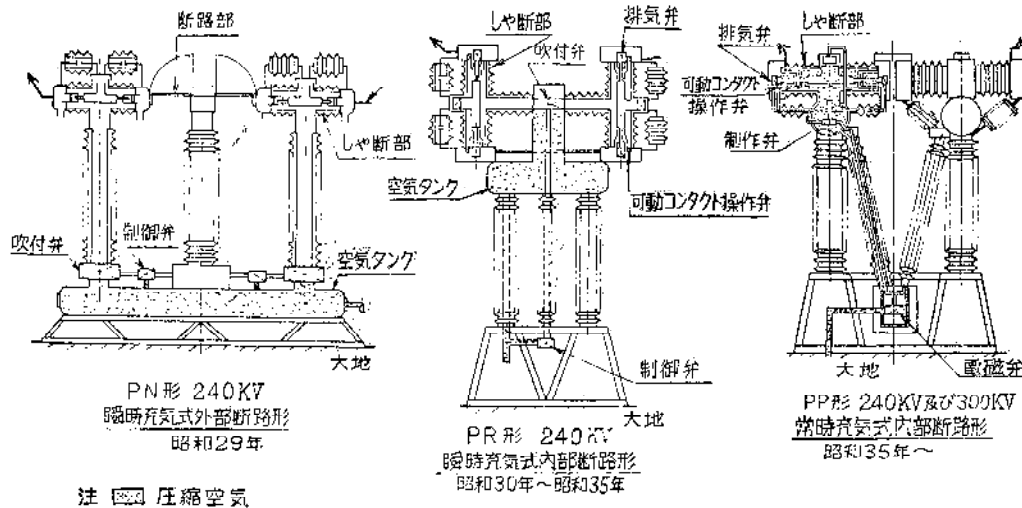
1. ま え が き

空気しや断器（ABB）の発展過程をたどつてみると、瞬時充気式外部断路形からスタートし、同方式の内部断路形に移り、昭和33～34年頃から當時充気式のものゝ表われ始め、GE, DELLE, ALSTHOM, MERLIN & GERIN, ASEA, ENGLISH ELECTRIC 等続々として常時充気式ABBを発表するに及んで、斯界の趨勢となつて来たものと考えられる。本稿では昭和36年1月、日新電機が仏国マラン・ジュラン（MG）社と技術提携した常時充気式ABBについて、その概要を報告する。

始めにMG社のABBの発展過程について説明する。MG社は昭和8年頃から10KV級ABBを売出し初め、昭和12年には1,500MVA短絡試験設備を設置して本格的に超高圧ABBの開発に乗り出し、外国諸メーカーと同様に第1図左側の図の如き瞬時充気式外部断路形からスタートし、種々の世界的記録を樹立した。この瞬時充気式外部断路形のものゝ、ABBが閉路状態では消弧室

遮断部コンタクトは閉じてしまい、投入の際は断路部のみで行なうものであつた、この種ABBは直列断路部による大気圧絶縁方式のため、断路部の開離ストロークが大きくなり再投入のような高速度動作に難点があるばかりでなく、断路部全開まで消弧室における圧縮空気吹付を続行せねばならず操作空気消費量の点でも難点があつた。続いて昭和30年より、第1図中央の図の如き同じ操作方式で内部断路形のものに移つた。このタイプのものゝ、しや断時に吹付弁を閉じて消弧室内に圧縮空気を送り込み、しや断後排気弁を閉じて圧縮空気の絶縁耐力で断路する高気圧絶縁方式をとり、次に消弧室の空気圧力を排出することにより投入せしめるもので、特に空気タンクを充電部に設置し大地側から操作することにより操作空気消費量の節減を計つた。ここで当然考えられるように、しや断時折角充気した圧縮空気を外部断路形ではしや断後に内部断路形では投入時に排出してしまう無駄を省き、更にしや断時に築成可能な消弧室圧力はタンク圧力の高々70%位迄で、しや断能力の点からも圧縮

空気の利用度が低いので電力しや断に有効に利用出来る消弧室圧力の向上のために、ABBが閉路中或は開路中の何れの場合にも常に消弧室に圧縮空気を充満しておく常時充気式ABBを開発した。この常時充気式ABBの出現により、従来の旧形瞬時充気式のもの



第1図 MG社空気しや断器の発展経過

を大気中で開き、吹付弁を閉じ消弧室は大気圧となつてしや断部コンタクトは閉じてしまい、投入の際は断路部のみで行なうものであつた。この種ABBは大気圧におかれ、しや断時に大地側の吹付弁を開いて消弧室内に圧縮空気を送り込み、しや断後は直列断路部を大気中で開き、吹付弁を閉じ消弧室は大気圧となつて

に比べ、大巾な空気消費量の節減並びにしや断特性の向上が計られ、85KVしや断部ユニットが可能となつた。

日新電機は、このMG社の常時充気式ABBに着目し、本品が高性能にしてかつ経済的で高電圧・大容量しや断器として最適品であり、更に電力用コンデンサ開閉にも最適であることを知り、ここに国内需要先各位の要

*東京都中央区海岸高坂町20 **技術課長 ***生産技術課長代理

第1表 MG形空気しや断器定格並びに特性一覧

形名	定 格				空気消費量		絶縁耐力		再投入時間 (※3) (秒)	一相当りのしや断点 数	分 断 点 間 の 方 式 (※4)	概 略 重 量 (t)	操 作 方 式 (※5)
	電 圧 (KV)	し や 断 容 量 (MVA)	し や 断 時 間 (※2) (秒)	投 入 時 間 (秒) (以 内)	大気圧換算		衝 撃 電 圧 (KV)	商 用 周 波 (KV)					
					投 入 (I)	し や 断 (I)							
PPM 73	84	(※1) 2,500	5	0.13	50	750	400	160	0.20	1	ナシ	2.0	空
PP 74	84	(※1) 3,500	3	0.08	100	1,500	400	160	0.15	2	ナシ	2.3	液
PP 74	84	(※1) 3,500	5	0.13	100	1,500	400	160	0.20	2	ナシ	2.3	空
PP 75	84	5,000	3	0.08	100	1,500	400	160	0.15	2	C	2.5	液
PPX 74	120	3,500	3	0.08	100	1,500	550	230	0.15	2	ナシ	2.4	液
PPX 74	120	3,500	5	0.13	100	1,500	550	230	0.20	2	ナシ	2.4	空
PPX 75	120	5,000	3	0.08	100	1,500	550	230	0.15	2	C	2.7	液
PPX 75	120	5,000	5	0.13	100	1,500	550	230	0.20	2	C	2.7	空
PP 85	168	5,000	3	0.08	100	1,500	750	325	0.15	2	C	2.8	液
PP 85	168	5,000	5	0.13	100	1,500	750	325	0.20	2	C	2.8	空
PP 86	168	7,500	3	0.08	150	2,250	750	325	0.15	3	C	4.8	液
PP 85E	204	6,000	3	0.08	100	1,500	750	325	0.15	2	C	2.8	液
PP 85E	204	6,000	5	0.13	100	1,500	750	325	0.20	2	C	2.8	空
PP 86E	204	9,000	3	0.08	150	2,250	750	325	0.15	3	C	4.8	液
PP 96	240	7,500	3	0.08	150	2,250	900	395	0.15	3	C	4.9	液
PP 97	240	10,000	3	0.08	200	3,000	900	395	0.15	4	C	5.5	液
PPX 9-11	300	11,000	3	0.08	200	3,000	1,050	460	0.15	4	C	5.6	液
PPX 9-15	300	15,000	3	0.08	300	4,500	1,050	460	0.15	6	C+R	9.3	液
PP 10-15	420	15,000	3	0.08	300	4,500	1,650	730	0.15	6	C+R	14.2	液
PP 10-20	420	20,000	3	0.08	400	6,000	1,650	730	0.15	8	C+R	19.0	液
PPX 10-20	480	20,000	3	0.08	400	6,000	1,850	900	0.15	8	C+R	20.3	液
PPX 10-25	480	25,000	3	0.08	500	7,500	1,850	900	0.15	10	C+R	25.4	液

上記各しや断器に対し下記定格は共通。 定格電流：1,500A, 2,000A, 2,500A。 定格再起電圧：I号。
 定格操作圧力：16kg/cm²・g。 操作圧力許容変動範囲：一般用17~13kg/cm²・g。
 高速戻り再投入用：17~15kg/cm²・g。
 制御電圧：DC 100V 制御電圧許容変動範囲：投入75~110%，しや断60~125%
 標準動作責務：甲号又は乙号又は再投入。

しや断器空気タンクのみで操作可能なCO回数：定格圧力より2回可能。
 注1 (※1) 定格電圧72KVにおいても定格しや断容量を保証。
 (※2) 50サイクル、60サイクル いずれの系統においても適用可能。
 (※3) 高速戻り再投入：PPM73のみ3相再投入、他は全て3相または単相再投入可能。
 (※4) C：コンデンサ、R：抵抗。
 (※5) 空：圧縮空気操作。液：圧縮空気操作系統の一部に液体操作を挿入するもの。

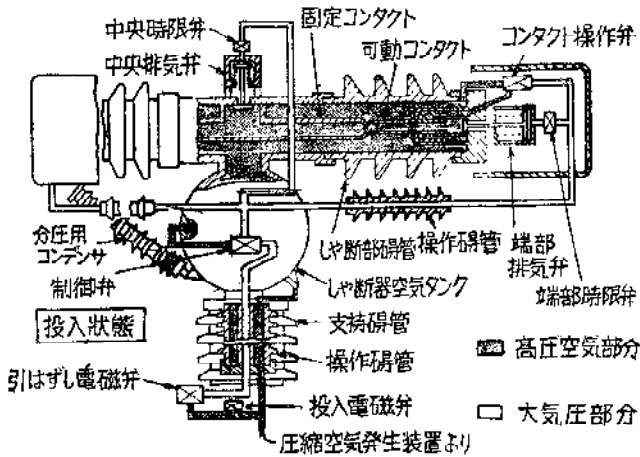
制数電流：空気操作— PPM73.....DC 100V 3A/台。
 PP74, PPX75, PP85.....DC 100V 5A/各相。
 液体操作— DC 100V 10A/各相。

注2 下記のものは近々の内に新定格品として標準化される。
 72/84KV 3,500MVA (1点切/相) 72/84KV 5,000MVA (2点切/相)。
 120KV 7,500MVA (2点切/相) 168KV 10,000MVA (3点切/相)。
 300KV 17,500MVA (6点切/相) 420KV 25,000MVA (8点切/相)。
 480KV 30,000MVA (10点切/相)。

の左の図は閉路状態を示すが、中央の図に移つてしや断動作途中の状態を見ると、操作用空気によりコンタクト操作弁がコンタクト操作ピストンの背後圧力を抜く様子を示している。又排気弁を動かしている圧縮空気も中央の図では未だ直接排気弁に入っているが、数サイクル後には右の図に移つて時限弁がこの操作用空気を断ち切つて、逆に排気弁操作用空気を外気に捨ててしまう状態を示している。

(3-2) 2点切/相以上の空気操作

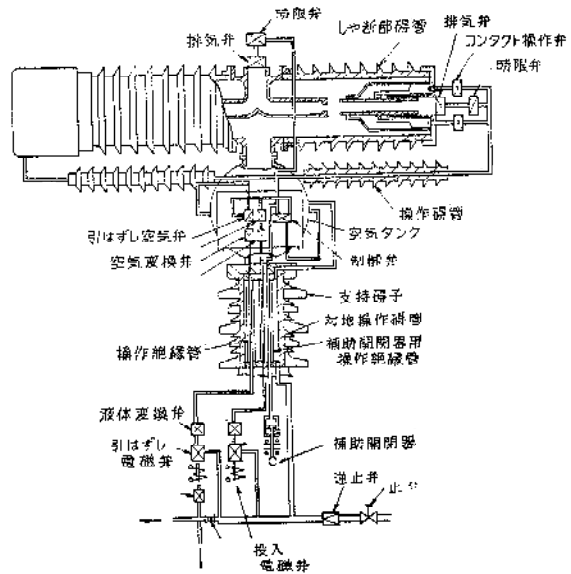
第4図は168KV 5,000MVA (PP85形)の閉路状態を示す。この場合は大地側で引はずし電磁弁を操作するとその圧縮空気により制御弁に自己保持をさせるが、1点切/相の場合と異なる点は制御弁が充電部にあるのみで他は1点切/相の場合と同様である。投入動作も全く1点切の場合と同様で、充電部にある制御弁の自己保持を解くことで投入動作を遂行できる。従つてこの場合は、支持碍子は空気系統に関係なく電気的、機械的に充電部の空気タンク及びしや断部を支持するのみで自由な設計が出来る。



第4図 168KV, 5,000MVA (PP85形) 定格品の動作説明図

(3-3) 2点切/相以上の液体操作

更に高電圧になった場合、又は特に高速度しや断を要求される場合には、大地側の引はずし電磁弁或は投入電磁弁を操作してから充電部の制御弁を操作するまでの空気の伝ば速度が問題になるので、この間だけを液体(絶縁特性良好な作動油)に置き換える方式をとつている。すなわち引はずし電磁弁を出てからは液体変換弁を経て液体とし、制御弁に入る前には空気変換弁によつて空気として、各しや断部の弁を動作させる。投入の場合も全く同様に制御弁を操作する。このようにして各種電圧階級、各種しや断速度の各部品が全く同じものを使用出来るわけで、1貫したユニット・システムをとることが出来る。



第5図 液体操作方式の説明図 (ABB) 開路状態を示す

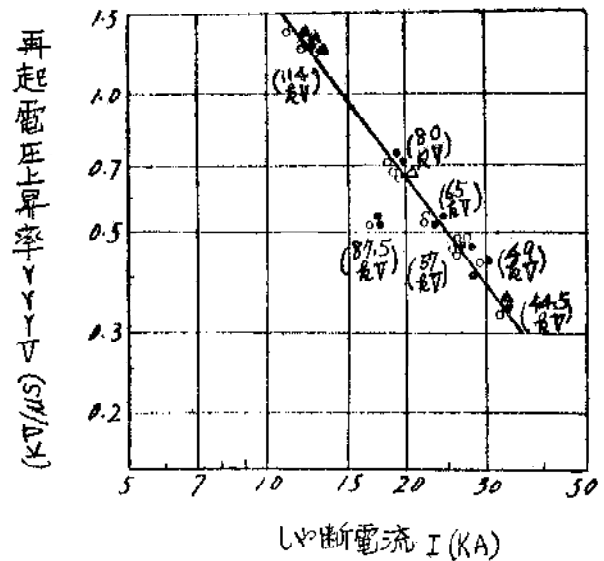
4. 性能

本品は常時充気式の特長が最大限に活用され、従来品に比べ飛躍的に性能向上が計られているが、以下にその主なものについて記述して見る。

(4-1) 短絡しや断性能

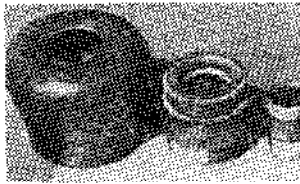
(イ) Fontenay における短絡試験

昭和35年3月、フランス電力公社(EDF)のFontenay 試験所で数回に亘つて、単位しや断点についてのしや断試験が行われたが、第6図に示す如く優秀な性能を示した。更に第7図に示す如く、コンタクトの損傷も極めて軽度であつた。

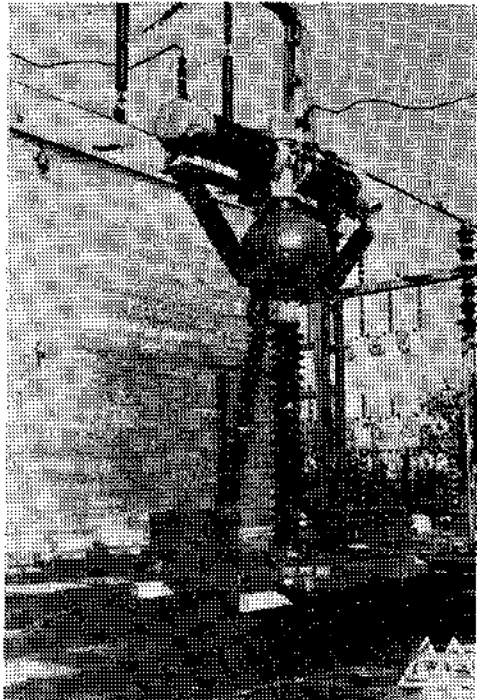


第6図 単位しや断点の短絡試験結果

注) ○ 動作責務 ○ アーク時間 1以下
 △ 動作責務 ○ アーク時間 1.5以下
 ● 動作責務 ○ C O, アーク時間 1以下
 ▲ 動作責務 ○-C O, アーク時間 1.5以下
 (KV) 回復電圧(単相実効値)



第7図 28.9KA 3回しや断後のコンタクトの状態（試験動作責務○及び○・○固定コンタクト（中央）可動コンタクト（右）損傷軽度手入れせらずに再使用可能



第8図 短絡試験供試品「PP85形（168KV 5,000MVA）MG社製，EDF，Fontenay 試験所短絡試験場」

次に単位しや断点に対して、 $0.17 \sim 0.20 \text{KV}/\mu\text{s}$ で $31.5 \sim 39 \text{KV}$ の短絡試験が○-○の動作責務で5回実施されたが、何れもアーク時間0.5サイクル以内にしや断した。試験途中、コンタクトの取替は行わなかったが、試験後のコンタクトの損傷は中程度で尚継続して使用可能な状態であった。

(iv) Fontenay における km—故障しや断試験

昭和35年1月から4次に亘つて徹底的に試験された。供試品—故障点間の距離 $L = 1.6 \sim 0.5 \text{km}$ ，初期再起電圧上昇率 $du/dt = 1.2 \sim 4.5 \text{KV}/\mu\text{s}$ ，しや断電流 $I_A = 5.6 \sim 25 \text{KA}$ の試験条件の下に、1点切/相 \sim 4点切/相で異常なくしや断している。代表的な例を上げると、

PP84形（170KV 3,500MVA 試作品）

$L = 1.5 \text{km}$ ， $du/dt = 3.0 \text{KV}/\mu\text{s}$ ， $I_A = 14 \text{KA}$ を、抵抗なし2点切でアーク時間 $0.55 \sim 0.65$ サイクルで異常なくしや断。

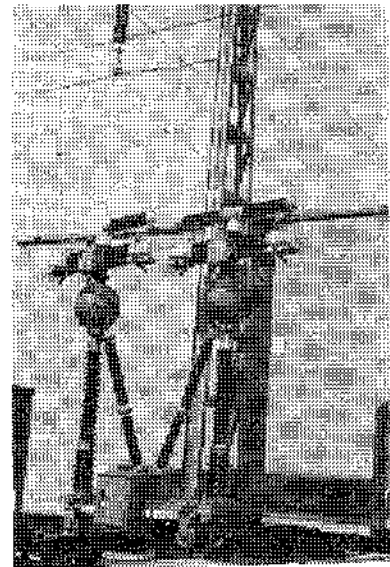
PP97形（240KV 10,000MVA）

$L = 1.5 \text{km}$ ， $du/dt = 4.5 \text{KV}/\mu\text{s}$ ， $I_A = 22.5 \text{KA}$ を、抵抗なし4点切でアーク時間0.3サイクルで異常なくしや断。

PP98形（240KV 12,000MVA）

$L = 0.5 \text{km}$ ， $I_A = 25 \text{KA}$ ， 250Ω の抵抗付しや断点2個で、アーク時間 $0.15 \sim 0.75$ サイクルで異常なくしや断。

以上の如くで、本品が km—故障回路のしや断においても優れた特性を示すことが立証された。



第9図 Fontenay における km—故障しや断試験の供試品（PP98形 240KV 12,000MVA，MG社製 於 Fontenay 試験所）

(v) KEMAに於ける短絡試験

昭和37年3月、オランダのKEMA試験所で本品の単位しや断点のしや断試験が行われ、正規試験条件で40KAのしや断に成功した。供試品（MG社製）は、標準品について一部分の部品を取換えたのみで他は全く同一のものであった。試験設備の都合で投入試験のみが未試験のままであるが、昭和37年7月実施される予定である。

(vi) しや断容量の保証（中容量及び大容量ABB）

Fontenay に於ける短絡試験の結果（第6図）より、JEC—145 交流しや断器規格に準拠して、本提携品の中容量及び大容量ABBのしや断容量を充分の余裕をもつて保証することが可能で、第10図 \sim 第21図に例示する。

第10 \sim 第21図の説明

- 動作責務 ○ ，アーク時間 1.0サイクル以下
- △ 動作責務 ○ ，アーク時間 1.5サイクル以下
- 動作責務 ○ ○ ○ ，アーク時間 1.0サイクル以下
- ▲ 動作責務 ○ ○ ○ ，アーク時間 1.5サイクル以下

I しや断電流 (KA)

III 再起電圧上昇率 (KV/μs)

C, R 分圧用コンデンサ, 抵抗

n しや断点数

a 最悪条件において1しや断点に印加される電圧の相電圧に対する百分率

— 本品のしや断性能

— 系統の短絡特性 (JEC-145の定格再起電圧規約周波数I号に準拠)

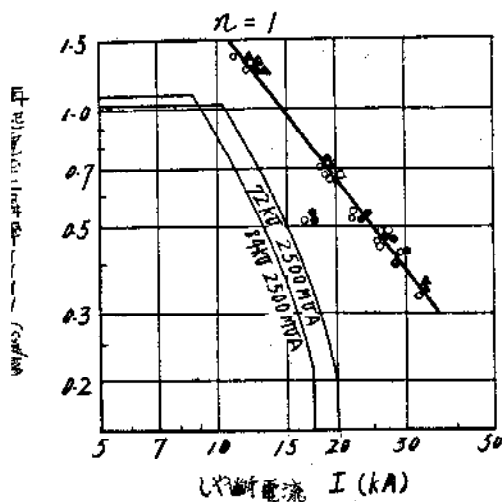
ホ しや断容量の保証 (特大容量ABB)

KEMA試験所における40KAしや断成功によつて, 次の諸定格の特大容量ABBが実現可能となり, 近々の内に新定格品として登上する予定である。

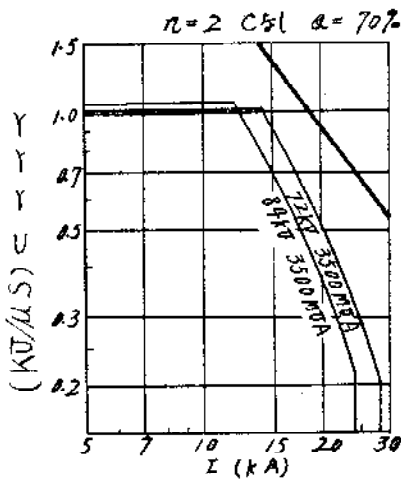
72/84KV	3,500MVA	1点切/相
72/84KV	5,000MVA	2点切/相
120KV	7,500MVA	2点切/相
168KV	10,000MVA	3点切/相
300KV	17,500MVA	6点切/相
420KV	25,000MVA	8点切/相
480KV	30,000MVA	10点切/相

へ km-故障しや断に対する考慮

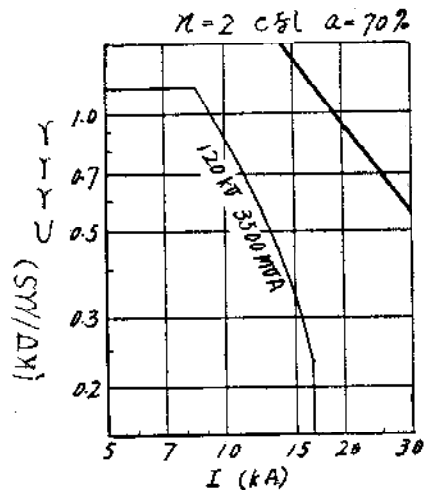
特に km-故障に対してもしや断容量を保証しなければならない場合には, 並列低抵抗 (100~200Ω) をABBの各しや断点間に挿入し抵抗しや断によつて保証している。(4-1)(ロ)に示した如く, 本品はかかる特殊回路条件のしや断にも充分の能力を有している。



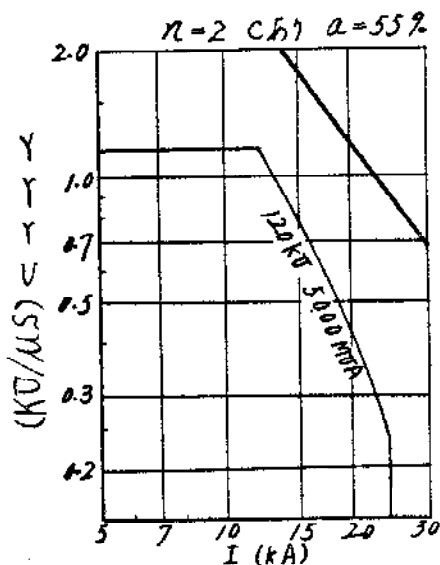
第10図 72/84KV 2,500MVA



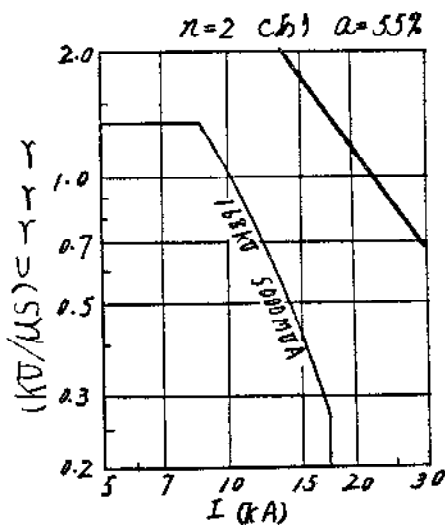
第11図 72/84KV 3,500MVA



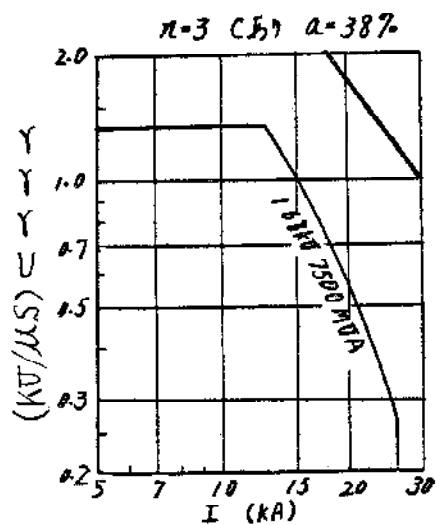
第12図 120KV 3,500MVA



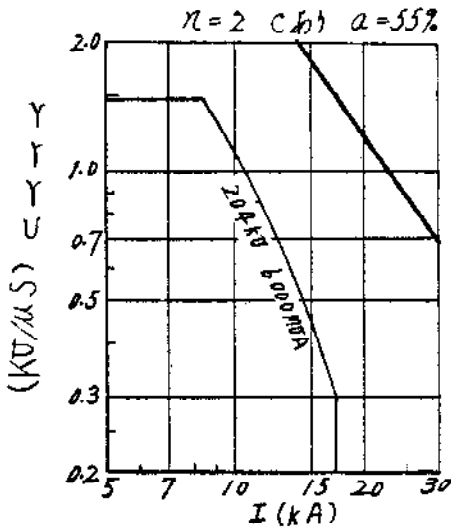
第13図 120KV 5,000MVA



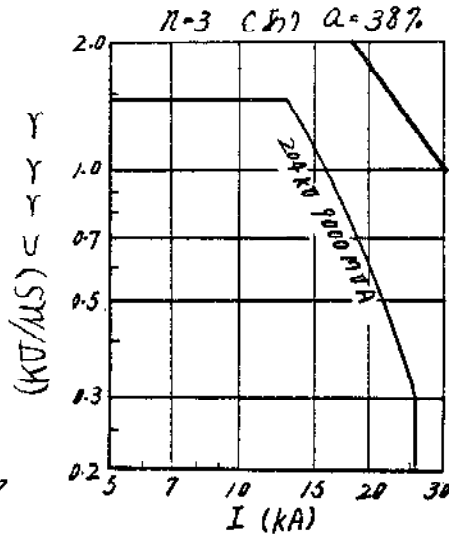
第14図 168KV 5,000MVA



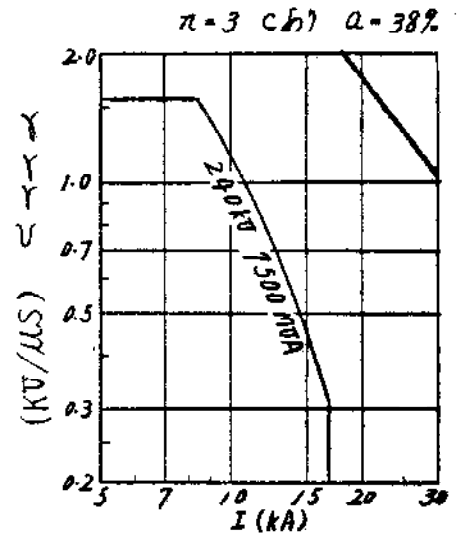
第15図 168KV 7,500MVA



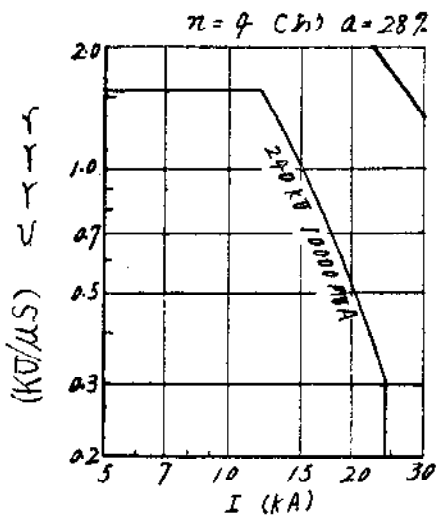
第16図 204KV 6,000MVA



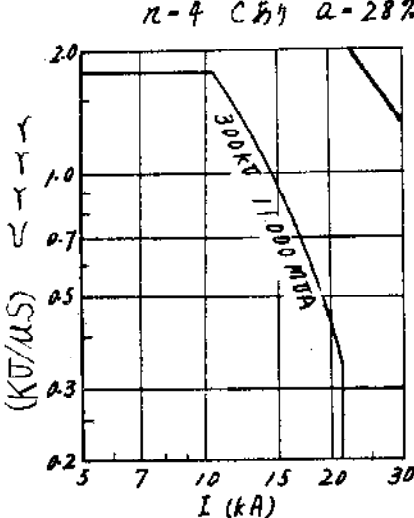
第17図 204KV 9,000MVA



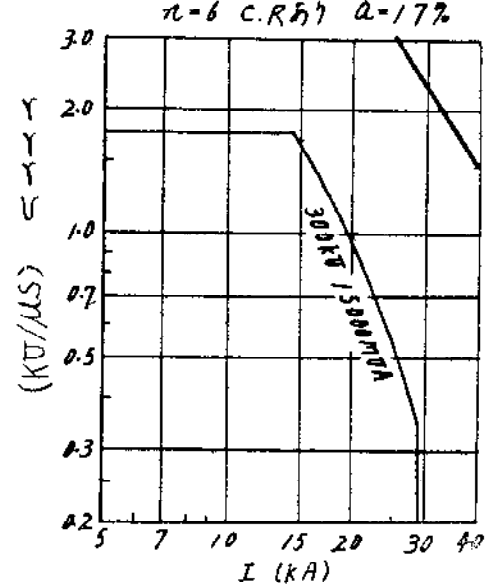
第18図 240KV 7,500MVA



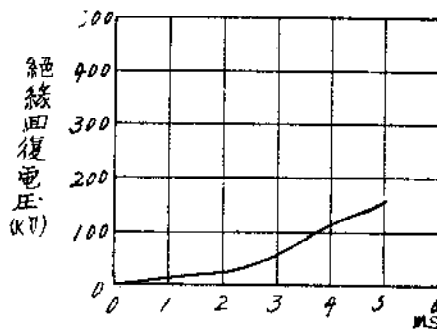
第19図 240KV 10,000MVA



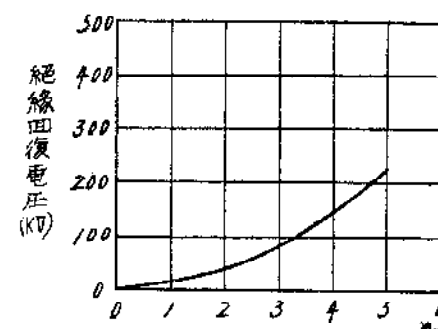
第20図 300KV 11,000MVA



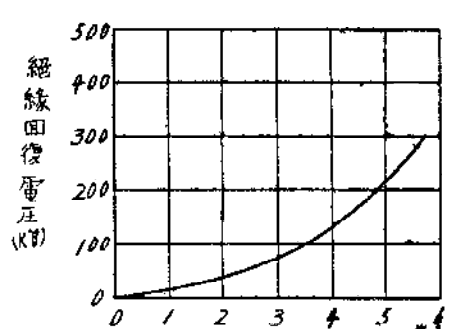
第21図 300KV 15,000MVA



第22図 無負荷, 絶縁回復特性 (しや断部1個, MG製及び純国産品)



第23図 無負荷, 絶縁回復特性 (しや断部2個直列, 分圧装置なし, 正電圧印加)



第24図 無負荷, 絶縁回復特性 (しや断部2個直列, 分圧装置なし, 負電圧印加)

(4-2) 小電流しや断性能

(イ) 無負荷絶縁回復特性

常時充気式の特徴が充分生かされ、更にしや断部構造に漸新なアイデアが盛り込まれているので、第22図～第24図に示す如く非常に優秀な絶縁回復特性を示す。弊社において純国産品について試験した結果、MG社製のものと同じ特性である事を確認した。

(ロ) CESIにおける充電電流しや断試験

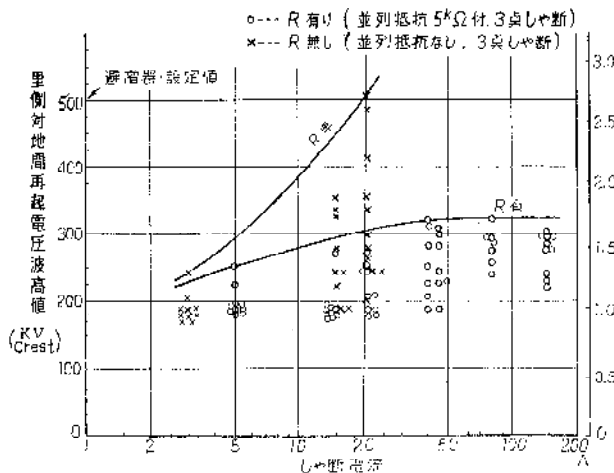
118KV～150KV (単相試験、給与電圧78.5～100KV_{eff})、15A～120A (試験線路巨長55～508km)を1点しや断で試験動作責務O及びCOで計24回、194KV～200KV (単相試験、相電圧129～133KV_{eff})、55～455A (試験線路巨長116～508km)をコンデンサ分圧2点しや断でO及びCOで31回、196KV (相電圧130KV_{eff})、145A (線路巨長347km)をコンデンサ分圧3点しや断でO責務の下に6回、試験されたが何れも無再点弧でしや断した。又試験の中には Ferranti 効果の顕著に表われた非常に苛酷な試験もあつたが、何れも無再点弧で異常なくしや断した。

(ハ) Fontenay に於ける充電電流しや断試験

196KV (単相試験、相電圧130KV_{eff})、13～130A (試験線路巨長27～432km)を3点しや断で並列抵抗のある場合と無い場合の両方でおのおの12回及び18回試験されたが、何れも無再点弧で過電圧の発生は全くなかつた。

(ニ) 純国産品による電力用コンデンサ回路のしや断試験

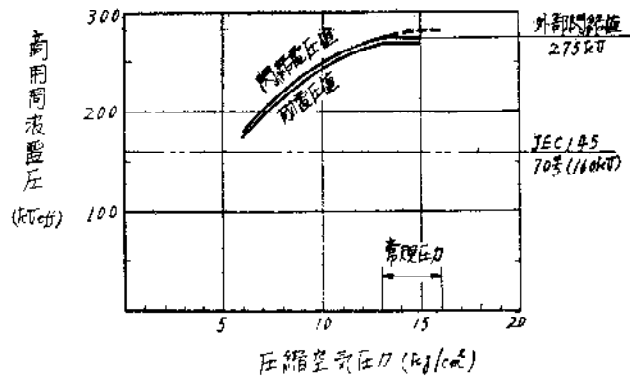
純国産品について弊社試験設備で84KV 10,000KVA及び15,000KVA相当の電力用コンデンサ回路のしや断試験を実施し、1点しや断で25回のしや断を行つたが、再点弧は皆無で過電圧は全く発生しなかつた。(ロ)及び(ハ)と共に本品が進み電流しや断に優秀な性能を有することを確認した。



第25図 励磁電流及び遅相電流しや断試験

(ホ) Fontenay における励磁電流しや断試験

一般に励磁電流しや断時の発生過電圧は、截断電流値とその回路のサージ・インピーダンスとの積の形で表われるのが普通で、この2因子について論ずるのが妥当であるが、ここでは単に Fontenay における225KV回路の単相しや断試験結果のみを第25図に示す。結果から見て良好な特性と云える。



圧縮空気圧力—平衡電圧50%閃絡特性

第26図 85KVしや断部ユニットの商用周波耐電圧特性 (純国産品について試験、乾燥状態)

(ヘ) 遅れ小電流しや断時の過電圧抑制について

中・大容量標準品の中、6点切/相以上は抵抗とコンデンサで各しや断点間の電圧分布を計るので、この抵抗(数KΩオーダー)で抵抗しや断を行うことが出来る。4点切/相以下のものでも特にその必要がある場合には、標準品に数KΩオーダーの抵抗を設ける。標準品は追加加工を行うことなく抵抗を取付け得る構造となつている。抵抗はしや断部の上に並列に設けられ、母管内に抵抗部と抵抗電流開閉部とが一諸に納められている。

分路リアクトル開閉用として使用される場合は、抵抗しや断方式を採用している。

km—故障に対し、しや断容量を保証する為設けられる抵抗(数百Ωオーダー)は、勿論励磁電流しや断時の過電圧抑制にも効果がある。

(4-3) 絶縁特性

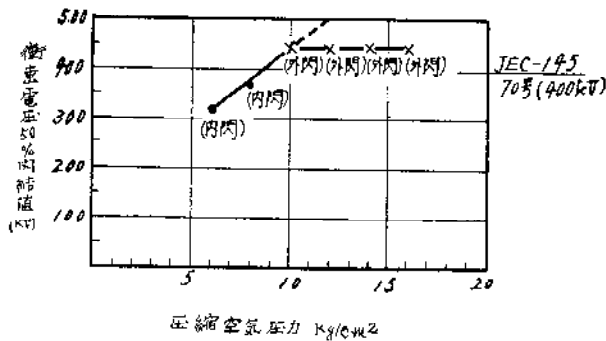
(イ) 商用周波耐電圧試験

純国産品の85KVしや断部ユニットについて、商用周波耐電圧試験を実施したが、MG社のデータと同一であることを確認した。試験結果を第26図に示す。

PPM73形 (84KV 2,500MVA) 純国産品について、圧縮空気圧力を13～16kg/cm²として、同相極間、異相間、対地間に160KV_{eff} JEC, 70号、を印加したところ、乾燥・注水両状態で充分耐えた。

(ロ) 衝撃耐電圧試験

純国産品の85KVしや断部ユニットについて、衝撃電圧印加時の50%閉絡値を求めた結果、第27図の如くなりMG社のデータと同一であることを確認した。尚PPM73形(84KV 2,500MVA)純国産品について、圧縮空気圧力を13~16kg/cm²として、同相極間、異相間、対地間に衝撃波400KV(JEC, 70号)を印加した所、乾燥・注水両状態で充分耐えた。



第27図 85KVしや断部ユニットの圧縮空気圧力—衝撃電圧50%閉絡特性(純国産品について試験、乾燥状態)

(ハ) 電圧分布

標準品については、4点切/相まではコンデンサ分圧方式をとり、6点切/相以上はコンデンサと抵抗との両方で電圧分布改善を行つている。km²故障に対するしや断容量の保証或は励磁電流しや断時の過電圧抑制更に分路リアクトル用等特殊品については、4点切/相までは抵抗分圧方式をとり、6点切/相以上は標準品と同様にコンデンサと抵抗との両方で電圧分布改善を行う。

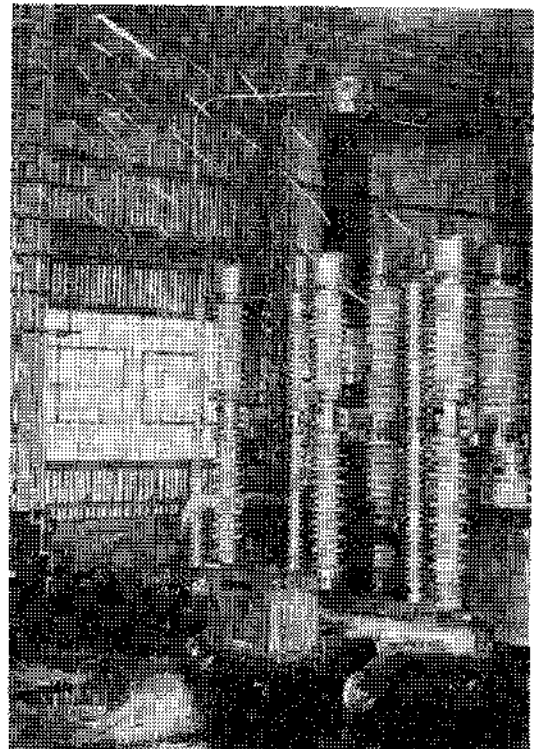
(ニ) 耐汚損特性

中容量ABB(84KV 2,500MVA, 120KV 3,500MVA, 168KV 5,000MVA等)は、支持碍管或は支持碍子並びにしや断部碍管のひだ形状を標準品と変えて下ひだ付にして浴面漏洩距離を増して、軽汚損用とし、更に碍管長さを延ばして重汚損用とすることが可能である。

大容量ABB(84KV 3,500MVA, 5,000MVA, 120KV 5,000MVA, 168KV 7,500MVA等)は、中容量ABBに比べ1相当りのしや断点数が増すので、従来品と比べても非常に有利になり、しかも構成上定格電圧が増す程有利になる。標準品でもそのまま軽汚損に耐え、碍管長さを標準品のままとし碍管ひだ形状を修正設計して浴面距離を増すのみで重汚損に耐えられるようになる。

(ホ) 碍管内面の絶縁

1点しや断のものは、支持碍管、しや断部等には常時乾燥した高圧空気が充滿しているから別に問題はなく、単に操作碍管についてABB開路時のみその内面を強制



第28図 PPM73形(84KV 2,500MVA)純国産品の注水状態における耐電圧試験状況

漏気(エヤリング)によつて保護している。エヤリングを必要とする部分の容積が非常に小であるので、従来品に比し少量のエヤリングで充分である。

2点しや断以上のもので、空気操作の場合は操作碍管内部の操作絶縁管のみについてABB開路時のみ少量のエヤリングを行えばよく、液体操作の場合も同様に操作碍管内の補助閉器用操作絶縁管のみについてABB開路時少量のエヤリングを行えばよい。

(4-4) 諸特性

(イ) 温度試験

84KV 2,500MVA (PPM73形) 純国産品について試験した結果第2表に示す結果を得、MG社のデータと一致することを確認した。定格電流は第2表の値に余裕をとつて、コンタクト接触部の温度上昇値を28°C以下として2,000A, 45°C以下として2,500Aを保証することが出来る。

(ロ) 短時間電流試験

MG社で本品の短時間電流試験を行つたところ、30KA(波高値78KA) 2秒間通電に対しコンタクト接触部の温度上昇値は16°Cであり、30KA 3.5秒間では33°C, 34KA(波高値78~90KA) 3.5秒間で54°Cであり、最高41KV(波高値107KA)まで試験されたが、コンタクトの開離並びに溶着は認められず良好な特性を示した。

(ハ) 操作時騒音

一般に投入時は騒音が小で問題がないが、しや断時の

第2表 純国産品の温度試験結果

	温度試験電流値	端子接続部 (錫ハンダ・銀 メッキ相互間)	導体フランジ部 (錫ハンダメ メッキ相互間)	しや断部 碍管表面 (中央部)	コンタクト 接続部 (銀接触)
温度上昇値 (°C)	2,000 A	16	22	5	26
	2,500 A	30	27	12	42
	3,000 A	40	36	20	59(65)
JEC規格 温度上昇限度(°C)		45	45	40	55(65)

注) 上記試験は、すべて定格操作圧力 16kg/cm² の下に実施。
大気圧の下に試験した結果上記の値より少し高めの値となり、
コンタクト接触部で 2,000 A の場合 28°C、2,500 A の場合
43.5°C となった。

騒音は短時間ではあるが大きいので、A B B の最大の欠点とされており、人家に近接して設置され特に据付時の動作試験時或は開閉頻度の大きな場合等に問題になったことがある。

しや断時騒音の原因は、しや断時の排出空気が高速気流となつて静止した大気に衝突し乱流となり、このじよう乱が騒音となつて伝ばするものと考えられている。A B B のしや断時騒音のパワー P_a は (1) 式の如く考えられ

$$P_a \propto W(t) V^{\alpha}(t) \quad (1)$$

$V(t)$; しや断時の排出空気流速
 $W(t)$; しや断時の排出空気流量
 [$= (\pi/4) d^2 \rho V(t)$, ρ ; 流体の密度。]
 α ; 6 ~ 8

従つてしや断時騒音エネルギー U_a は

$$U_a \propto \int W(t) V^{\alpha}(t) dt \quad (2)$$

しや断時の空気排出時間 t において、流速 $V(t)$ は排出初期及び閉止期を除き大略一定と考えられ、近似的に一定値 V とし、従つて $W(t)$ も一定として W とすると (2) 式は

$$U_a \propto W t V^{\alpha} \quad (3)$$

となり、 $W t$ はしや断時の空気消費量 q であるから

$$U_a \propto q V^{\alpha} \quad (4)$$

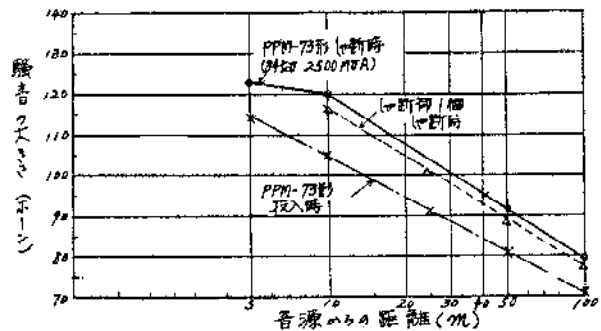
となる。

消音器を設けて排出空気流速 V を大巾に落すことは、A B B のノズルの背後圧力を高めアークに吹付けられる空気のマス・フロー (質量流量) の低下を来し、しや断能力の点から限度がある。

しや断時の空気排出時を、電力しや断に必要な時間に抑え、無駄吹きを省いて (流量) × (時間) すなわち空気消費量 q を節減せしめれば、しや断時騒音エネルギー U_a を小にすることが出来る。

本品は常時充気式 A B B の利点が充分發揮され、空気消費量が従来品の $1/3 \sim 1/4$ であるので、騒音のパワーは従

来品と同一程度であるが、騒音エネルギーが小であるため、騒音伝ばの際の減衰度が大きいものと考えられる。84KV2,500MVA (P P M73形) 純国産品について試験した結果、第32図に示す如く良好な減衰特性を示し、A B B より50m離れた位置では約90ホーンを示し、従来の低操音形 A B B よりも低騒音となり、100m離れた位置では80ホーンを示した。このように操作時騒音の問題についても、本品の有利なことが立証された。



第29図 84KV2,500MVA (P P M73形) 純国産品の操作時騒音測定結果 (注) 周囲騒音約40ホーン、大略無風状態

(二) 動作特性

84KV2,500MVA (P P M73形) 純国産品について、各種の試験を行つた結果第1表に示す動作特性一覧の値を充分満足することは勿論、MG社のデータと同一であることを確認した。

(4-5) 実用性能

(1) 碍管の機械的強度

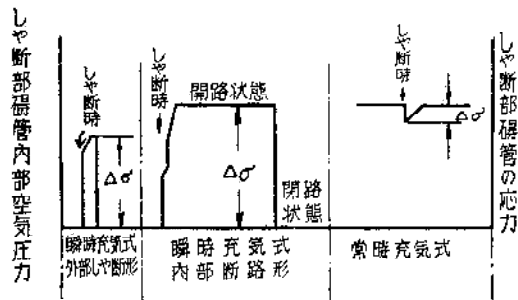
しや断部碍管内部は常時圧縮空気が充満された状態に



第30図 しや断部碍管の水圧破壊試験結果 (純国産部品について試験破壊内圧145kg/cm²)

あるが、最高使用圧力 17kg/cm^2 に対して碍管類の内圧破壊値はすべて 145kg/cm^2 以上で、十分な安全率を有しているので心配はない。すでに外国で幾多の実例があり、又瞬時充気式内部断路形の実績をも含めて考えれば、安全であることを裏書しているし、日本の碍子は欧米のものより強力であることも周知の事実である。

常時碍管内に高圧空気が充滿しているから、碍管の疲労特性の点で弱そうに見られ勝ちであるが、材料力学の分野から見れば A B B としては常時充気式の方がより理想的と考えられる。すなわち



第31図 しゃ断部碍管の発生応力に関する説明図

第31図に示した ($\Delta\sigma$ を応力振巾と云い、発生応力の最大値が同一の場合には応力振巾) $\Delta\sigma$ が小である程繰返し応力に対する疲労限界を高くとれることは、材料力学上周知のことである。

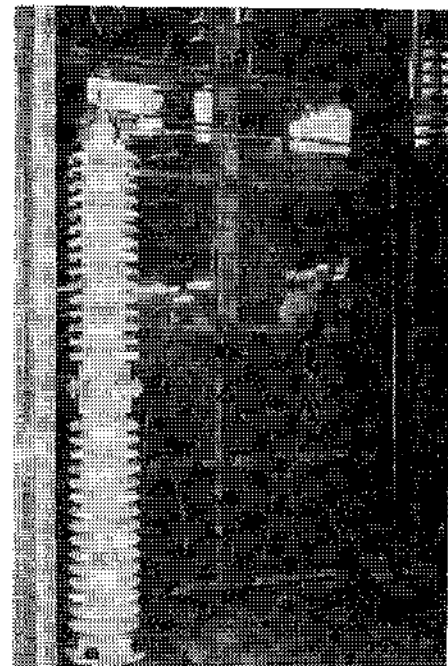
(ロ) 気密性

部品個々の状態及び部分組立の状態徹底した気密検査を実施しているの、組立完成品の気密試験では24時間に気圧降下量を 1kg/cm^2 以下に抑えられる。エヤリングの量は少量であるので大きな影響を与えない。気密性を要求される接合部分のパッキングは、すべてO—リングを使用し、充分な考慮が払われている。従つて常規運転状態で空気系統全体を含めてコンプレッサの動作は1日数回程度で、総計1時間も動作することはない。

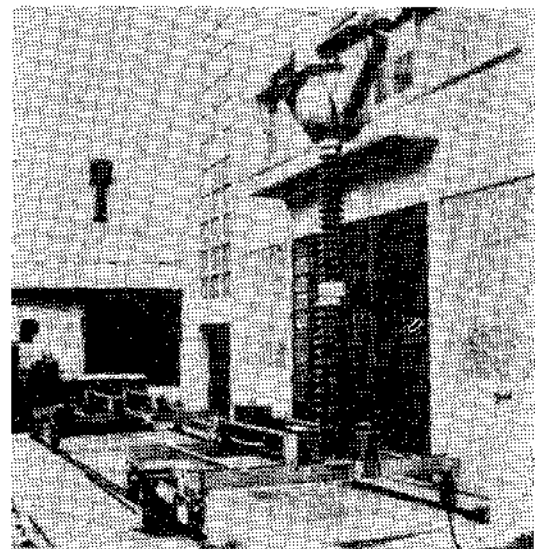
(ハ) 耐震性

支持碍子・支持碍管類は非常に強力であり例えば第32図に示す曲げ試験によつて強度を確認している。碍子碍管類の曲げ試験結果より、 84KV 2,500MVA (P P M 73形) 標準品で水平震度 4 g 相当の耐震強度を有し、 168KV 5,000MVA (P P 85形) 標準品で水平震度 2 g の耐震強度を有していることが結論づけられる。一般に考えられている基準水平震度 0.5 g に対し充分な安全率を有するものと考えられる。

MG社でも耐震特性試験を実施しており、例えば第33図の如く 420KV A B B の単位部分について試験したところ、水平震度 1.7 g に耐えることが立証されている。



第32図 支持碍子の曲げ試験例(168KV用標準支持碍子国産品について試験)



第33図 420KV A B B の単位部分の耐震特性試験例 (於MG社)

2点切/相以上のものは支持碍子は単に充電部を電気的機械的に支持するだけであるから自由な設計が出来、設置場所の条件に容易に適合せしめることが出来る。

充電部を支持する方法として対地間に支持碍子を設ける支持形の他に、懸垂碍子を用いて鉄構に吊り下げる懸吊形がある。MG社は従来より懸吊形の実績を多数有しており、本品も懸吊取付が可能である。懸吊形は特に耐震性が優秀で、苛酷な耐震特性を必要とする設置場所には、懸吊形を推奨したい。

(ニ) 据付

部品工作法の優秀性により部品の品位が一定に保たれ

る上に、完全なユニット・システムの採用により機械的連結部分が無く組立品の調整を必要としないので、輸送時には数ブロックに分割され据付時には個々のブロックを結合するのであるが、単なるボルトの締付作業でよく、組立後の調整は不要である。

(四) 取扱保守及び耐久性

空気系統については、保護装置と圧力低下時の事前警報装置が完備しているので、日常巡回点検程度で充分である。

ABBの作動部分は軽合金材料を出来るだけ使用するようにしているので、機械的慣性が少なく、更にペロー並びに合成樹脂製ピストンリングの採用により金属同志が直接摺動しないので、注油保守が不要でしかも長期の使用に確実な動作を遂行することが出来、耐久性の優れたしや断器である。またしや断性能が優秀な上に、バット、チューリップ両コンタクトの併用と相まってコンタクトの寿命が長く、大定格しや断電流を10回程度しや断したら点検し場合によつては簡単な手入をし、負荷電



第34図 可動コンタクト

流の開閉では電流値によつても異なるが1,000~1,500回開閉毎に点検すればよい。

定常運転状態では3年に1回或はC O回数1,500回毎にしや断部及び操作両内部の定期点検を行えばよい。しや断部の点検時取外したOリングは、安全をとつて取替えるが、その種類は極く小数である。

可動コンタクトの点検は、非常に簡単に実施出来る。固定コンタクトは、可動コンタクトを取り出した後で覗いて見ればよく、その都度分解して取出す必要はない。

短絡電流連続しや断後或は長期運転後のしや断部の精密点検を実施するような場合でも、しや断部から固定コ

ンタクトを除いた残り全部の構造部分が、第38図の如く1人でしかも片手で持ち運べ、非常に合理化されている。

5. 特 長

(5-1) 電力しや断に空気圧力を100%利用出来る
従来の瞬時充気式ABBは、しや断時に極く短時間内に消弧室内の空気圧力の築成を行わねばならないので、タンク圧力の精々70%位までしか電力しや断に利用出来なかつたが、本品は常時充気式で消弧室内に常時高圧の空気が充満し100%これを利用出来るので高電圧・大容量しや断器として最適品である。

(5-2) しや断時の絶縁回復特性が優秀である
上記理由により優秀な絶縁回復特性を有しているので一般電力系統保護用のみならず、特に回復電圧の高い電力用コンデンサ回路のしや断にも最も適している。

(5-3) 操作空気消費量が非常に少ない
(従来品の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$)

瞬時充気式ABBの如く消弧室内の圧縮空気を充分排気することなく、消弧及び操作に必要な量だけ大気中に放出する方式で、高速度操作の遂行と相まって操作空気消費量が従来品の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ に過ぎない。

(5-4) 操作時騒音が低い
操作時の空気消費量が非常に少ないため、操作時騒音の発生エネルギーが少ないので騒音の減衰特性がよく、従来の低騒音形ABBよりも更に低騒音である。

(5-5) 消弧室ユニット電圧は85KVである
従来品に比べ消弧室の数が少なく(約 $\frac{1}{2}$)、保守点検並びに外形寸法の点で有利である。

(5-6) 従つて使用電圧が高くなる程従来品よりも経済的である。

(5-7) コンタクトの寿命が非常に大きい
アーク時間が短かくかつしや断電流の如何によらず一定で、接点の損傷が極めて軽微であり、また投入は高圧空気中で行われるので先行放電時間が極めて短かく、更にコンタクトはバット、チューリップ両コンタクトの併用になっているのでコンタクトの寿命は極めて大である。

(5-8) しや断容量が確実に保証されている
本品は各しや断点相互間に干渉のない多重しや断方式を採用し、更に消弧室の瞬時気圧築成を必要としないので厳正に部分試験が適用出来る。各しや断点間の電圧分布改善方式の確立により、1しや断点について全実負荷試験を行つたことにより完全に保証値の証明が出来る。

(5-9) 高速度操作が可能である
特に再投入時間の短かい(最少値0.15秒)高速度再投入が可能である。また空気消費量が非常に少ないので、

再投入動作業務の際、圧縮空気の補給（再充気特性）を極めて短時間に遂行することが可能である。

（5—10）中容量ABBの大容量ABBへの改造が極めて容易

たとえば120KV3,500MVAは1相当り2点切で、これに分圧用コンデンサを付加するのみで5,000MVAとなり、また168KV5,000MVAは2点切で同じしや断部ユニットを1相当り1個追加して3点切とすると7,500MVAとなり、中容量ABBを将来大容量ABBに改造する場合極めて容易に対処出来る構成である。

（5—11）実用性能が優れ使い易い

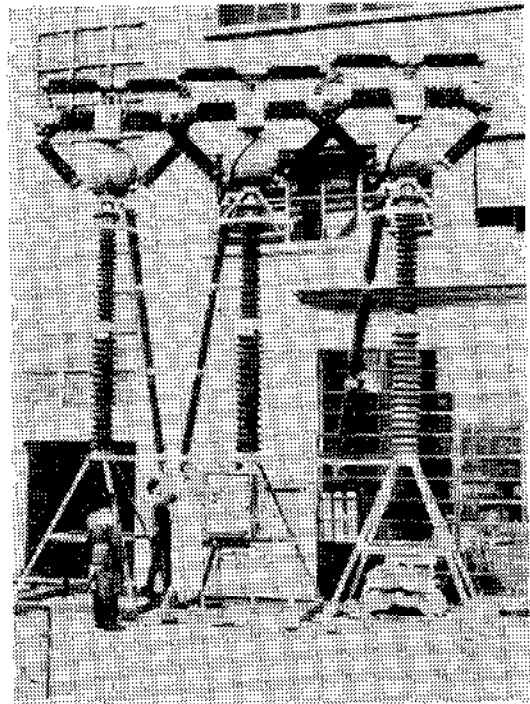
(イ) 摺動部分には、自己潤滑性を有する合成樹脂製ピストンリングを挿入しているので、注油保守の必要が無く、長期の使用に確実な作動を遂行することが可能である。

(ロ) 完全なユニット・システムを採用しているので、定格の異なるものでも消弧室、操作弁等の構成部品は共通である。また部品は治工具の完備した工作法により加工されるので、互換性のある信頼度の高いしや断器である。

(ハ) 部品精度の管理に重点の置かれた製作方法のため工場における総組立或は現地据付時の組立において、特別の調整を必要としないので、据付工事は簡単でまた点検時の一部分解再組立による性能変化もない。

(ニ) 消弧室部分は、一部を除き殆どどの部品が軽合金で製作されているので、保守点検時の取扱が容易であり

また構造全体も著しく小形軽量である。



第35図 定格電圧 420KVの組立完成品

6. むすび

以上の如く、本品は従来の瞬時充気式ABBに比べ、各種の点で優れた特長を有し、空気しや断器としては理想形により一歩近づいたものとして注目値すると思われる。

本稿がMG形常時充気式ABBの本邦におけるデビューに当つて、諸賢の御理解の一助ともなれば幸とするところである。摺筆に当つて、本提携品の国産化に対し種々御指導賜わつた関係各位に深甚の謝意を表する次第である。

文 献

Leistungsschalter nach dem Druckkammerprinzip; Elektrik 1961, H-9, p. 301

空気しや断器の騒音防止について; 日立評論, 43巻2号(昭36).