

超大容量 OPH-B 形空気遮断器の開発

New Series of Type OPH-B Air-blast Circuit Breakers

仲野 善一* 平田 敬一* 佐藤 敏三*
 Zen'ichi Nakano Keiichi Hirata Toshizō Satō
 鎌田 譲** 山崎 精二***
 Yuzuru Kamata Seiji Yamazaki

要 旨

電力系統の増大に伴い、これに使用する遮断器もますます高電圧、大容量のものが要求されつつある。このたび開発した OPH-B 形空気遮断器は 300 kV 以上の高電圧、大容量系統用のもので、300 kV, 4,000 A, 25,000 MVA および 525 kV, 4,000 A, 35,000 MVA という超大形の遮断器である。

本器はこれまで多数の納入実績を有する OPF, OPG 形空気遮断器の技術をもとに開発したもので、操作圧力 30 kg/cm² の大容量遮断部ユニットを有する小形で高性能の遮断器である。

1. 緒 言

電力需要の増大に伴う系統の大容量化、高電圧化は世界的な傾向である。わが国においても、現在の最高電圧 300 kV の遮断器についてみると、これまでの最大遮断容量 15,000 MVA に対して 20,000 MVA, さらに 25,000 MVA のものが要求されている。また、定格電流についても従来の 2,000 A に対して 4,000 A が要求される場合もある。一方、系統電圧の昇圧については、500 kV 系の建設計画が推進され、その実現もまちかにせまっている。このように遮断器が大容量化、高電圧化するに伴い、性能面、信頼性の面での要求は従来以上にきびしいものとなるとともに、近年、変電所用地の取得が困難となりつつある状況から、いっそう小形で高性能の遮断器が要求されている。遮断器製作の面からみると、大容量化、高電圧化に対処するのに、単に従来形遮断器の拡大では性能、寸法、価格などを総合的に考慮して適当とはいえない。

このたび開発した OPH-B 形空気遮断器 (以下 ABB という) は、このような観点から定格電圧 300, 525 kV を主眼として設計したもので、操作圧力 30 気圧の大容量遮断ユニットの採用により、小形で高性能な遮断器の新系列を完成した。本器の基本的な構造は多数の納入実績を持つ OPF, OPG 形 ABB⁽¹⁾⁽²⁾ と同様で、このほかに 500 kV 系で問題となる開閉サージ抑制のために抵抗投入方式を採用している。

2. 定格と仕様

表 1 に新系列 ABB の定格と仕様の一覧表、図 1~2 に同外観を示す。

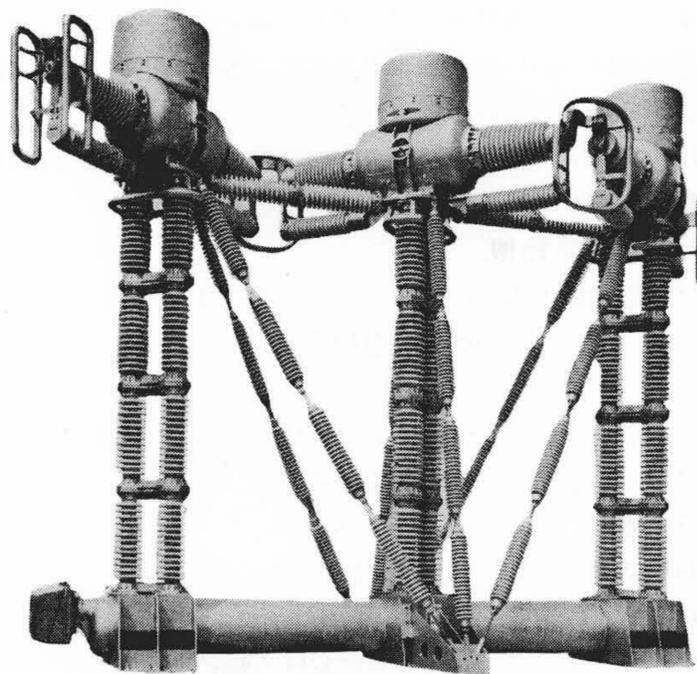


図 1 OPH-3500B-PAR 525 kV, 4,000 A 35,000 MVA 空気遮断器 (1 相)

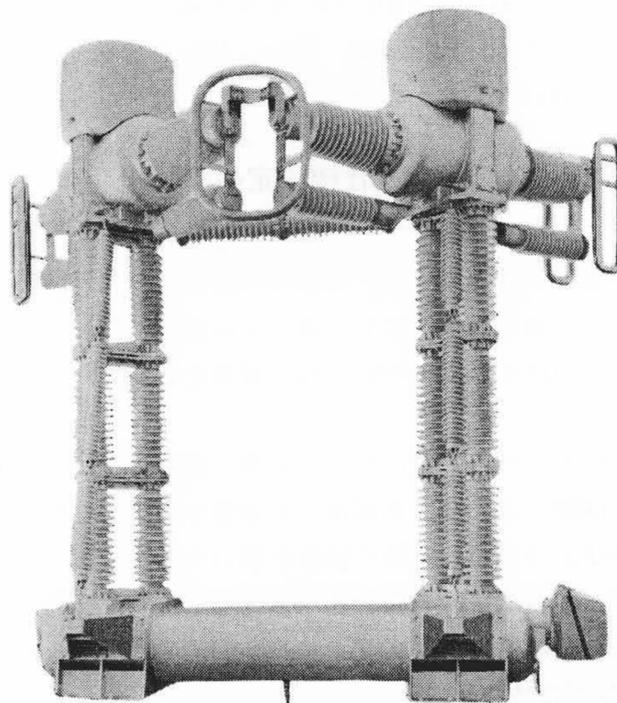


図 2 OPH-2500B-PAR 300 kV, 4,000 A 25,000 MVA 空気遮断器 (1 相)

表 1 定格および仕様

形 式	OPH-3500B-PAR	OPH-2500B-PAR	
電 圧 (kV)	525	300	
電 流 (A)	2,000/4,000	2,000/4,000	
周 波 数 (c/s)	50/60	50/60	
遮 断 容 量 (MVA)	35,000	25,000	
絶 縁 耐 力 {	インパルス (kV)	1,800	1,050
		商用周波 (kV)	805
再 起 電 圧 周 波 数 (kc/s)	2.5	2.5	
投 入 電 流 (kA)	105	131	
短 時 間 電 流 (kA)	38.5	48	
遮 断 時 間 (s)	2/3	2/3	
投 入 時 間 (s)	0.1	0.1	
標 準 動 作 責 務	O-0.25s-CO-1m-CO	O-0.25s-CO-1m-CO	
制 御 電 圧 (V)	DC 100	DC 100	
操 作 圧 力 (kg/cm ²)	30	30	
遮 断 点 数 (点/相)	6	4	
重 量 (t)	26	18	

* 日立製作所国分工場
 ** 日立製作所日立研究所
 *** 日立製作所日立研究所 工博

表 2 500 kV 級遮断器のユニット数

メーカー	定格電圧 (kV)	遮断容量 (MVA)	ユニット数	遮断点数	消弧媒質	
G E	550	38,000	2	4	空 気	56 kg/cm ²
日 立 製 作 所	525	35,000	3	6	空 気	30 kg/cm ²
W H	550	35,000	3	6	SF ₆ ガス	16 kg/cm ²
Delle	525	35,000	4	8	空 気	—
BBC	550	38,000	4+2*	8+4*	空 気	26 kg/cm ²

* 断路部

3. 構 造

3.1 一般的な特長

本器の基本的な構造は、既開発の OPF, OPG 形 ABB 以来の一貫した構想に基づいており、大地側空気タンク上にかい子柱を直立させ、この上に 2 点 1 ユニットの常時充気式タンク形遮断部を水平配置している。操作系は充電部側と大地側の弁を機械的に連結し、これらすべてを遮断器内部の高気圧中に封入している。各遮断点間の電圧分布改善用コンデンサは遮断部外部に、また並列抵抗は遮断部内部に設置しており、外見上簡潔な姿となっている。本器は、これら OPF, OPG 形 ABB の構造上の特長以外に、大容量、高電圧用として次の点に考慮が払われている。

3.2 大容量遮断ユニット

OPF, OPG 形 ABB など従来形は遮断部ユニット電圧 84 kV を標準とし、逐次ユニット数を増加して高電圧用遮断器を構成したが、本器は最初から 300~525 kV を対象に機器寸法、経済性などを検討したため、300 kV は 2 ユニットの構成として、525 kV は 3 ユニットの構成としてある。大容量ユニットの実現は操作圧力 30 kg/cm² (従来形は 15 kg/cm²) の採用によるもので、30 kg/cm² の常時充気式によりユニットの遮断性能、絶縁性能を格段に向上することができた。

系統電圧の高圧化に伴うユニット容量の大形化は世界的な傾向であり、代表的メーカーの 500 kV 級遮断器のユニット構成を比較すると表 2 のようになる^{(3)~(6)}。遮断容量の検証法は、ユニット遮断容量の増大に伴い部分試験、等価試験がひろく採用される傾向にある⁽⁷⁾。

3.3 並列抵抗回路

500 kV 系では BIL 低減の見地から遮断器開閉時、特に無負荷線路の再投入時のサージが問題となる。サージ抑制法としては主接点閉合に先行して抵抗をそう入するいわゆる抵抗投入方式が各方面で研究され、現在では最も有効なサージ抑制法とされている。

本器は、抵抗投入方式に加えてさらにこの抵抗を遮断時にもそう入する方式となっている。本方式では遮断時の抵抗そう入により線路電荷の放電が期待できるので、再投入時のサージをさらに低減することができる。抵抗値は国内 500 kV 系統の計画を基に検討した結果、1 相当あたり数キロオームでよいことがわかったが⁽⁸⁾ (図 3, 4 参照)、遮断時の各遮断点間電圧分布の均一化、再起電圧の抑制にもあわせて効果を得るよう考慮し、525 kV 定格 1 相当あたり 900Ω を採用した。

この結果、再起電圧の抑制に効果をあげることができるほか、近距離線路故障遮断など再起電圧上昇率のきわめて高い場合でも、各遮断点間の電圧分布を均等化することが可能になった。抵抗接点は数百アンペアの電流遮断を行なうため空気吹付を行なう形式とし、投入時は主接点に約 1/4 サイクル先行して投入し、遮断時は約 1 サイクルおくらせて開路する。このように 1 種類の抵抗体、抵抗接点を投入、遮断両用を使用するため構造をきわめて簡単にすることができた。また抵抗体は金属抵抗を使用し、高気圧中に設置されているため放熱冷却効果が大きく、小形であるにもかかわらず十分な熱容量を有している。

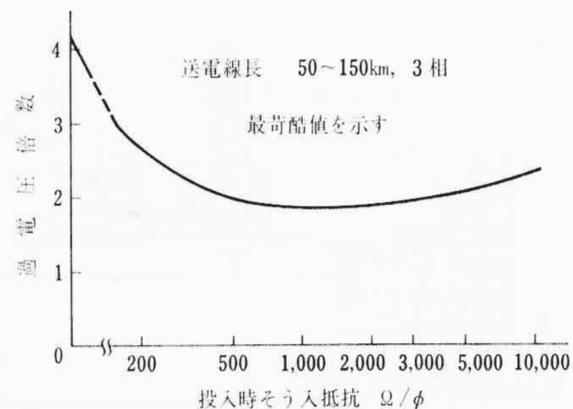


図 3 高速度再投入時のそう入抵抗と過電圧倍数

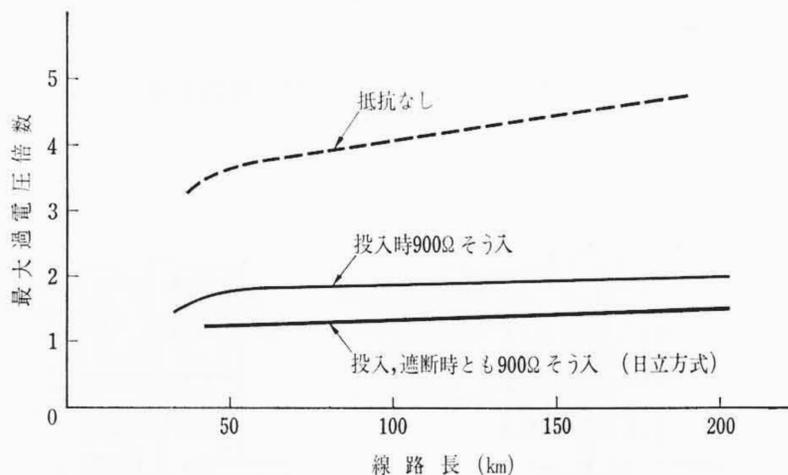


図 4 500 kV 系統の再投入時の過電圧

3.4 操 作 系

OPF, OPG 形 ABB 以来の機械的引張り操作機構は、いまや国の内外を問わず高電圧用遮断器に採用され、筆者らの主張する操作の高速性、确实性を立証するに至った。本器ではさらにバネリンクなど中間連結部品の一部を省略して単純化するとともに、次節に述べる高速形電磁弁の開発とあいまって 2 サイクル遮断器の実現を可能にした。

3.5 2 サイクル電磁弁

機械的操作系の採用により、従来の標準電磁弁を使用した場合でも本器の開極時間は 33 ms 以下で、2.5 サイクル遮断器の実力を有するが、さらに高速形電磁弁の開発により 2 サイクル遮断を可能とした。図 5~7 に 2 サイクル用電磁弁の構造を示す。本電磁弁は、従来形電磁弁のパイロット弁を廃止して代わりにプランジャを設置した点異なるのみで、取付寸法そのほかは従来形と同じであるから、必要に応じて電磁弁のみを交換して 2 サイクル遮断器とすることもできる。動作は従来形がアマチュア引付けから電磁弁本体開弁まで 4 段の動作を要したのに対し、2 サイクル用では、プランジャを動作させて直接電磁弁本体を開弁させるまで 2 段の動作としてデッドタイムの短縮をはかった。この結果、開極時間は 10 ms 短縮して 2 サイクル形にすることができた。

3.6 耐 震 構 造

近年、各地で地震により電力機器が倒壊する事故が発生しており、特に超々高圧用のように重心の高い遮断器については耐震構造に十分留意する必要がある。耐震上最も弱点となるのは支持がい子の根本で、この点を補強するにはステーがい子を張って見かけ上の底部断面係数を増加するのが有効である。本器は、支持がい子を支持専用がい子と送気用がい子の 2 本に分割併立させて断面係数を大きくする一方、各遮断部ユニット間に専用の連結がい子を設置し、各遮断部ユニットにステーがい子を張って完全トラス構造としたので、超々高圧用として重心の高い場合でも十分安全である。

3.7 そのほかの特長

(1) 525 kV 用は 3 ユニットの構成と、300 kV 用は 2 ユニットの構成と遮断

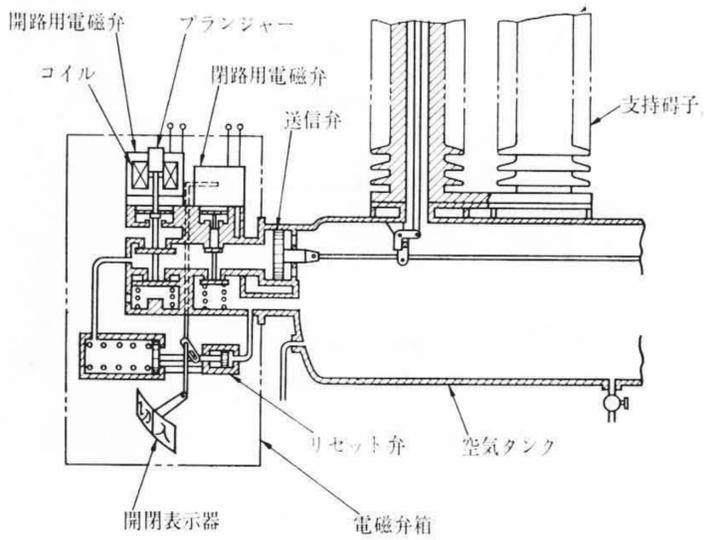
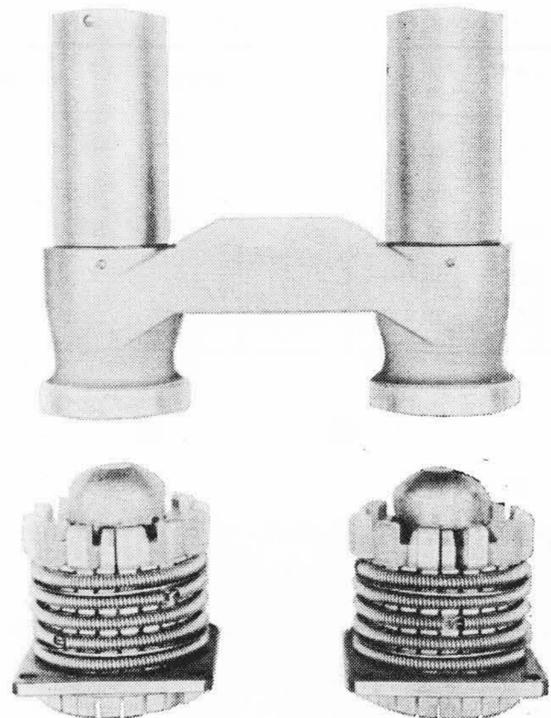


図5 2サイクル電磁弁使用の操作系統



上 可動接触子 下 固定接触子
図8 主 接 点 部

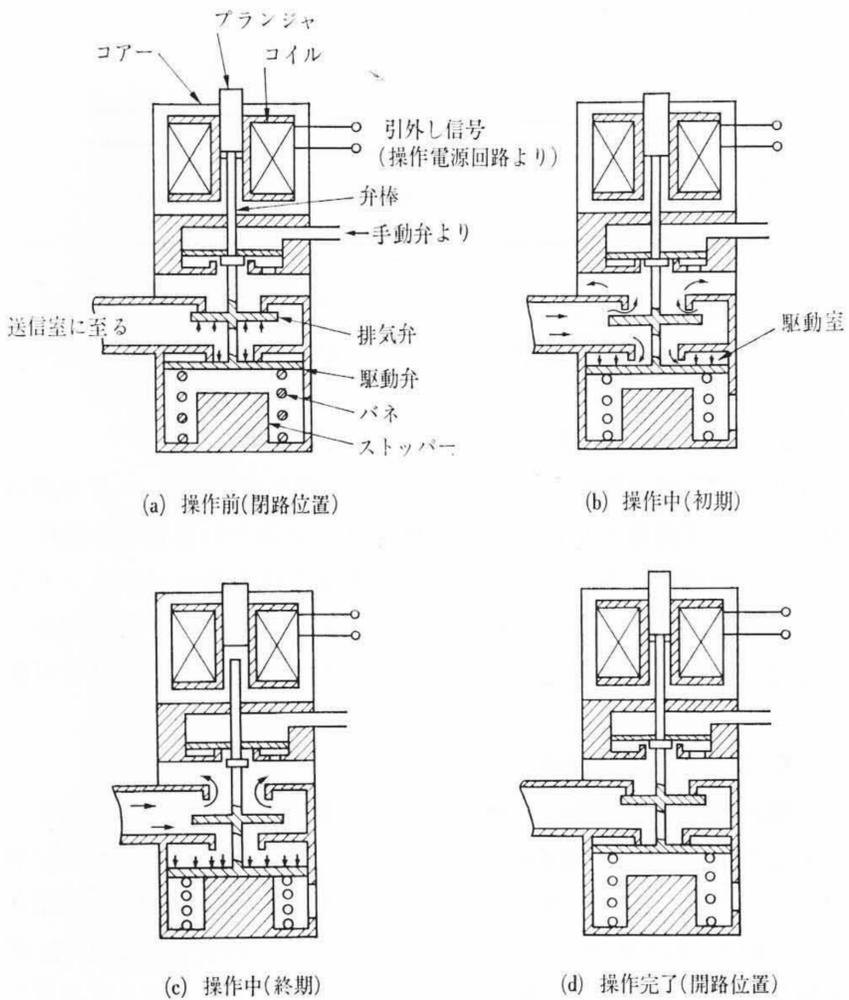


図6 2サイクル用電磁弁(開路用)

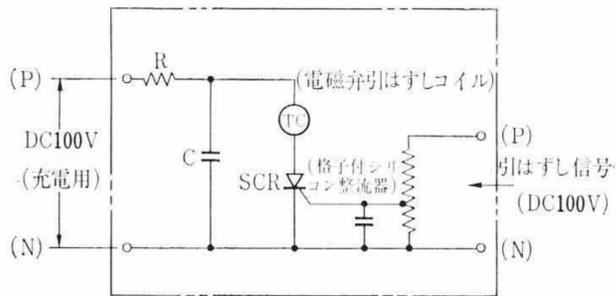


図7 2サイクル用電磁弁操作回路

断部ユニット数が少ないうえに、各ユニット中の2遮断点は1個の可動接触子で開閉を行なうため保守、点検の手数が著しく少ない。

- (2) 据付面積が小さい。
- (3) 本体を遮断部、支持がい管部、下部空気タンク部、電磁弁箱の4ユニットに分け各部を単独に製作管理するので、信頼度が高く、互換性も完全である。
- (4) 4ユニットを積重ねるだけで機械的、空氣的な連結が完了

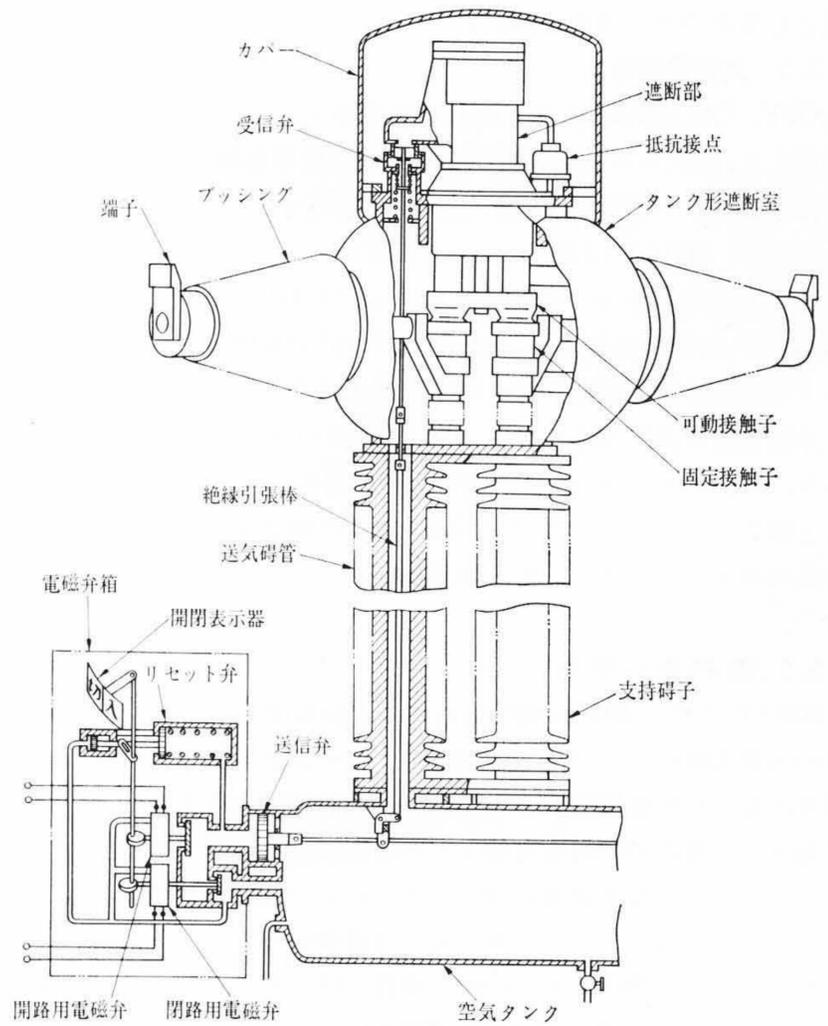


図9 操作系統説明図

するので組立に時間がかからず、本体まわりの配管がいっさいないため空気漏れの心配がない。

- (5) 低抵抗遮断方式と高気圧の採用により遮断性能は万全である。
- (6) 主接点部は図8に示すよう固定子のアーク接触子のまわりにチュールリップ形主接触子を配置しているので、主接触面がアークに損傷されず4,000Aのような大電流通電に最も適した構造である。

4. 動作 (図9, 10参照)

4.1 遮断動作

1ユニット中の2遮断点を橋絡する可動接触子を上方に引き上げ、

固定接触子との間に発生したアークに高圧空気を吹き付けて遮断を行なう。可動接触子の開閉動作は、遮断部近傍に設置した受信弁により行なわれる。受信弁は引張棒を介して大地側の送信弁と機械的に連結されて、投入状態では受信弁に働く高気圧により系統を上方に引き上げているが、開路用電磁弁を開くと送信弁に働く差圧力がこれに打ち勝つので、受信弁は下方に引張られる。受信弁の排気口が開き、まず遮断部を開き、一定時間おくらせて抵抗接点が開く。主遮断部と抵抗接点の時差はそれぞれの排気特性によるもので、とくに時限装置を必要とせず構造簡単で正確な動作を行なうことができる。

4.2 投 入 動 作

閉路用電磁弁を開くと、送信弁に働く差圧力が解消して操作系は

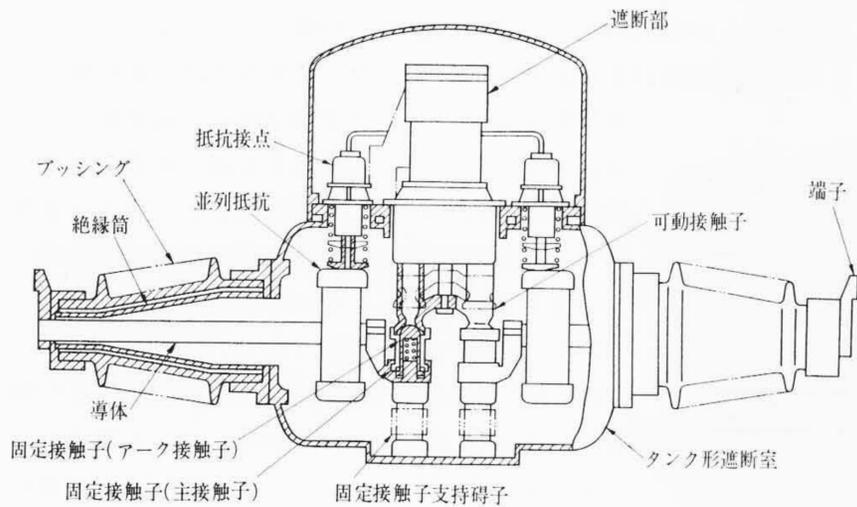


図 10 遮断部構造図

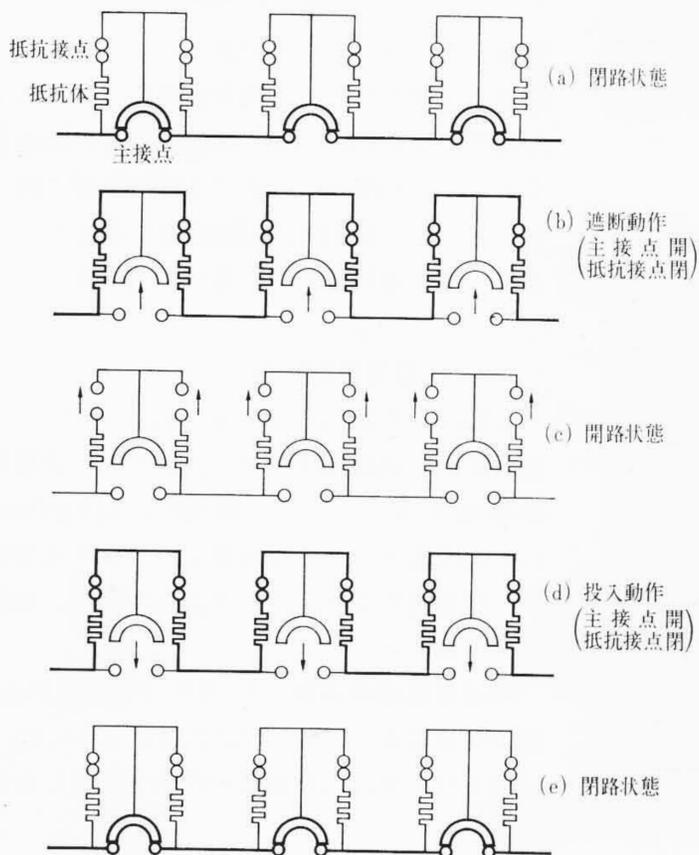


図 11 接点動作説明図

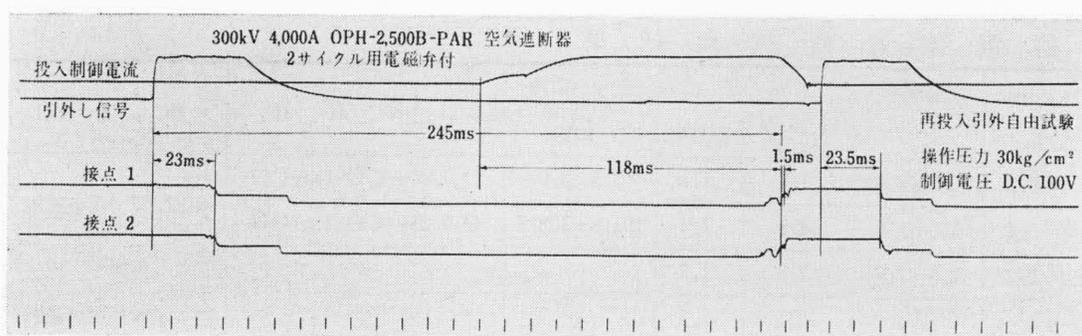


図 12 高速度再投入操作時のオシログラム

表 3 温 度 試 験 結 果

通 電 電 流	4,000 A			
周 波 数	60 c/s			
通 電 時 間	11 時間			
充 填 圧 力	30 kg/cm ²			
試 験 条 件	代表的な個所における温度上昇値 (°C)			
	可動接触子	固定接触子	遮断部タンク外面	端子
1,000 回連続開閉試験終了後に実施、端子から 1 m 離れた導体の温度を 50°C 一定として実施	39	38.5	27	34
56.2 kA の電流を 9 回遮断後	42	41.5	26.5	34.5
1,260 mm ² × 2 耐熱アルミ線接続状態	41	40	25	35
JEC-145 規 格 値	55		70	55

可動接触子、固定接触子の温度は抵抗温度計により測定。
ほかはアルコール温度計により測定。

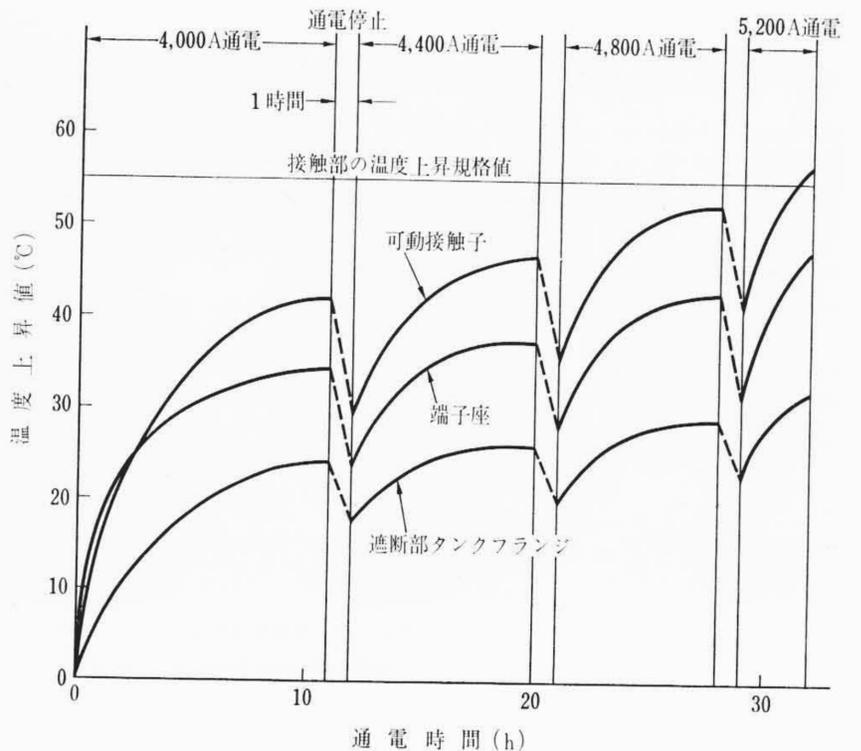


図 13 過電流通電試験時の代表的な温度上昇特性

受信弁に働く力により上方に引張られ、受信弁は排気口を閉じてふたたび遮断部および抵抗接点に給気する。投入の際も給気特性の差により、まず抵抗接点が入り、続いて主遮断部が入る。

主接点と抵抗接点の動作関係は図 11 に示すとおりである。

5. 諸 特 性 試 験

本器は昭和 41 年 4 月から 5 月にかけて各電力会社の立会のもとに、300 kV 定格について形式試験を終了した。形式試験は JEC-145 および最近審議終了した電力会社の電力用規格 (B-112) 遮断器にしたがって実施された。このほか本器は、さらに数多くの過酷な社内試験が実施され、特性が明らかにされている。

5.1 開閉特性試験

2 サイクル用高速形電磁弁使用の場合は開極時間 23 ms 以下、従来形電磁弁使用の場合は 33 ms で、開離差は 1 ms 以下であった。また抵抗接点は投入時約 1/4 サイクル主接点に先行、遮断時は約 1 サイクル主接点におくられて開離している。図 12 は高速度再投入動作時の代表的なオシログラムである。

5.2 温 度 試 験

温度試験は通常の温度試験以外に、遮断試験後 (56.2 kA 9 回遮断後) および耐熱アルミ線 (1,260 mm² × 2) 接続時など特殊な条件においても実施

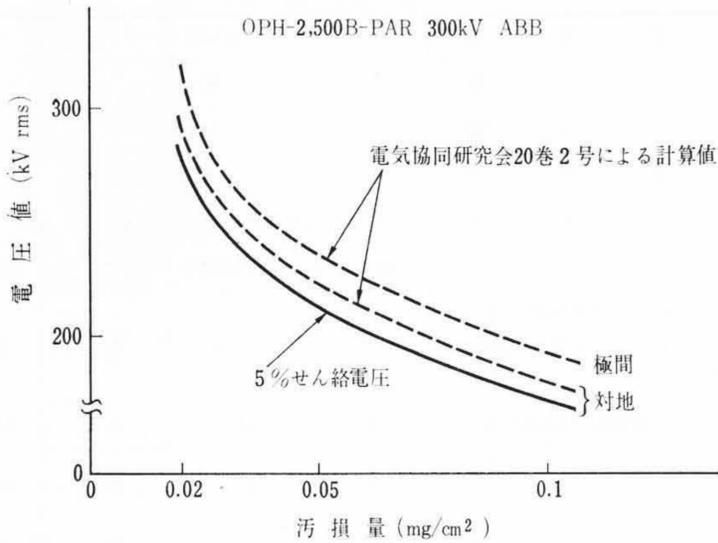


図14 等価霧中せん絡電圧

表4 小電流遮断試験結果

試験の種類	遮断点数	操作圧力 (kg/cm ²)	電圧 (kV)	電流 (A)	試験結果	三相換算電圧*	
						4点 (300kV)	6点 (525kV)
充電電流	1	24	40	170	再点発弧なし	219	328
	1	24	100	100	再点発弧なし	548	820
	4	24	300	20	再点発弧なし	452	615
	6	24	350	23	再点発弧なし	352	525
励磁電流	2	33	135	6	Tr側電圧異常 2.2以下	368	550
	4	33	200	9	Tr側電圧異常 2.2以下	300	410

* 三相換算電圧 = 試験電圧 × $\frac{\text{所定遮断点数}}{\text{供試遮断点数}} \times \frac{1}{K_1} \times \frac{1}{K_2} \times \sqrt{3}$
 $K_1 = 1.15$ (相電圧に対する係数)
 $K_2 = 1.0$ (供試遮断点数 ≥ 所定遮断点数)
 $K_2 = 1.1$ (供試遮断点数 < 所定遮断点数) } 電圧分布の係数

されたが、いずれの場合も各部の温度上昇値の差は僅少であった。さらに定格電流以上の過電流通電を行なった場合には、銀接触部の上昇限度55°Cに対して約5,000Aの通電能力があり、チューリップ形主接触子を持つ本器の大電流特性がすぐれていることを確認した。表3は各条件での温度試験結果、図13は過電流通電試験時の温度上昇曲線を示したものである。

5.3 耐電圧特性

500 kV級の遮断器については国内ではまだ耐電圧の規格値が決定されていないが、本器は目下の最高案を考慮してインパルス1,800 kV、商用周波805 kVの耐電圧値とした。耐汚損特性については、本器は標準形のがい子を使用しているにもかかわらず良好な耐汚損特性を示した。これは対地側の支持がい子を平均直径の小さながい子に分割並立させたため、300 kV用については常規対地電圧では0.1 mg/cm²、1線地絡時の健全相電圧を考慮しても0.05 mg/cm²以上の汚損度に耐えることができる。図14は試験結果を示したものであるが、電気協同研究⁽⁹⁾に基づいて計算した値とほぼ一致している。

5.4 小電流遮断試験

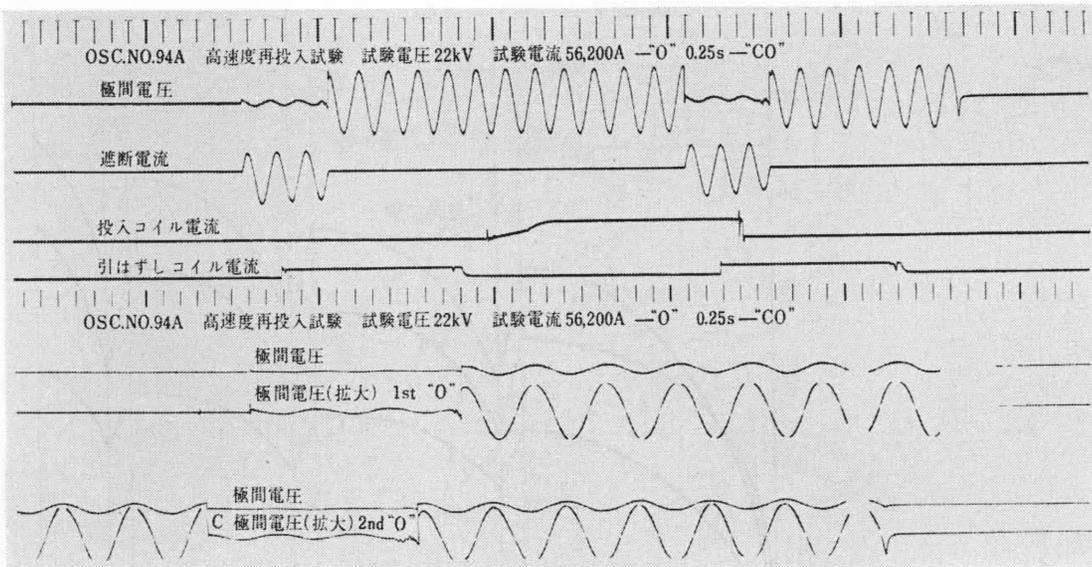
本器は操作圧力を30 kg/cm²に昇圧したため遮断直後の絶縁回復が早く、すぐれた充電電流遮断性能を有している。最低圧力24 kg/cm²において線間電圧以上の試験電圧についても実施したが、残留電圧100%でいずれも無発弧、無再点弧であった。

励磁電流遮断試験は6~9Aで実施されたが、変圧器側異常電圧倍数は2.2倍以下であった。

表4は小電流試験結果の代表例を示したものである。

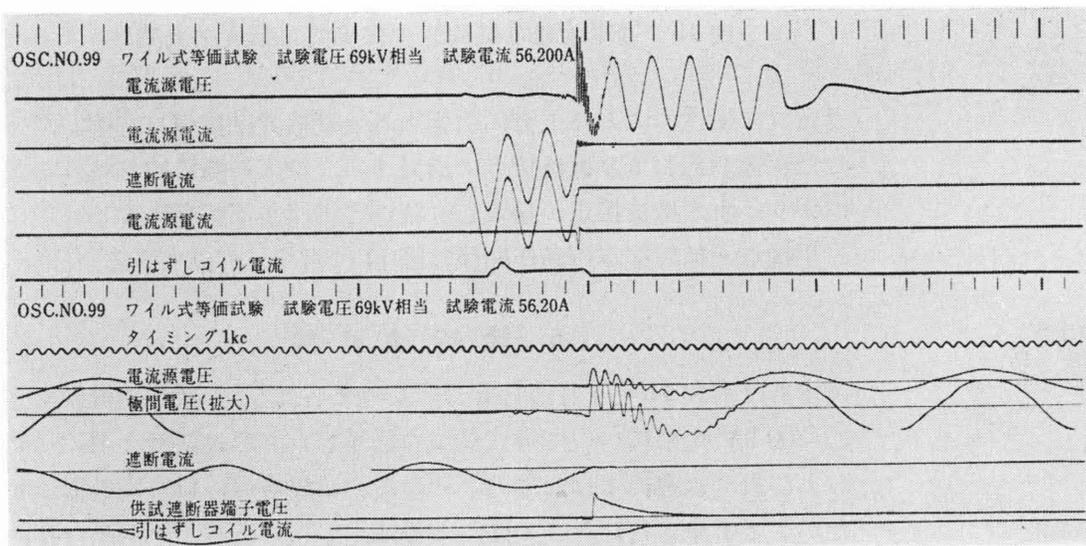
5.5 短絡電流遮断試験

実負荷試験とワイル等価試験を併用して遮断性



(2サイクル用電磁弁使用)

図15(a) 短絡電流遮断試験オシログラム



(ワイル式等価試験)

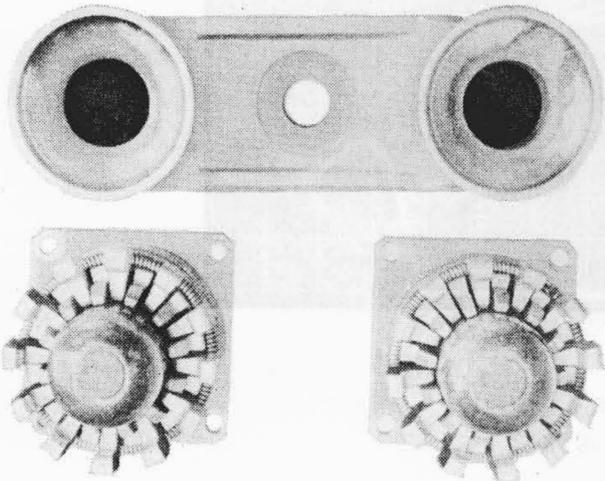
図15(b) 短絡電流遮断試験オシログラム

表5 短絡電流遮断試験結果

試験の種類	遮断点数	操作圧力 (kg/cm ²)	電圧 (kV)	遮断電流 (対称値)(kA)	アーク時間 (s)	遮断時間 (s)	再起電圧		投入電流波高値 (kA)	動作責務	備考
							周波数 (kc/s)	振幅率			
短絡電流	6	30	412	0.66~0.73	0.1~0.3	2.1~2.3	1.4	1.5	1.5~2.0	O-0.25s-CO-1m-CO	2サイクル用電磁弁使用
	2	30	22	56.5~59.7	0.2~0.4	1.6~1.8	12.5	1.4	101.8~136.5	O-0.25s-CO-1m-CO	
	1	24	69相当	57.3~58.7	0.4~0.7	2.5~2.6	2.5	1.3	—	0	ワイル等価
	1	26	111相当	26.6~26.7	0.4	2.4	2.5	1.3	—	0	ワイル等価脱調遮断
電圧分布測定	6	30	350	10.7~10.9	0.3~0.4	2.3	1.8	1.5	—	0	中間点で50%分担

表 6 SLF 試 験 結 果

対象とする 遮断器	比遮断 容量(%)	電流 (kA)	遮断 点数	操作圧力 (kg/cm ²)	電圧 (kV)	動作 責務	遮断電流 (対称値) (kA)	アーク時間 (s)	遮断時間 (s)	電源側固有再起電圧		線路側固有再起電圧	
										周波数 (kc/s)	振幅率	周波数 (kc/s)	振幅率
300 kV 25,000 MVA	60	28.9	1	26	43.5 相当	0	29.6	0.37~0.39	2.32~2.34	1.1	1.3	10.2	1.6
	75	36.1					37.1~37.4	0.37~0.38	2.32~2.33	1.1	1.3	20.3	1.6
	90	43.3					44.5~44.7	0.37~0.38	2.32~2.33	1.1	1.3	60.8	1.6
525 kV 35,000 MVA	60	23.1	1	26	53 相当	0	23.7	0.36~0.38	2.31~2.33	1.16	1.3	4.65	1.6
	75	29.0					29.8~29.9	0.37~0.38	2.32~2.33	1.16	1.3	9.3	1.6
	90	34.6					35.5~35.7	0.35~0.37	2.30~2.32	1.16	1.3	27.8	1.6



(56.2 kA 9回遮断後)

図 16 遮断試験後の接触子

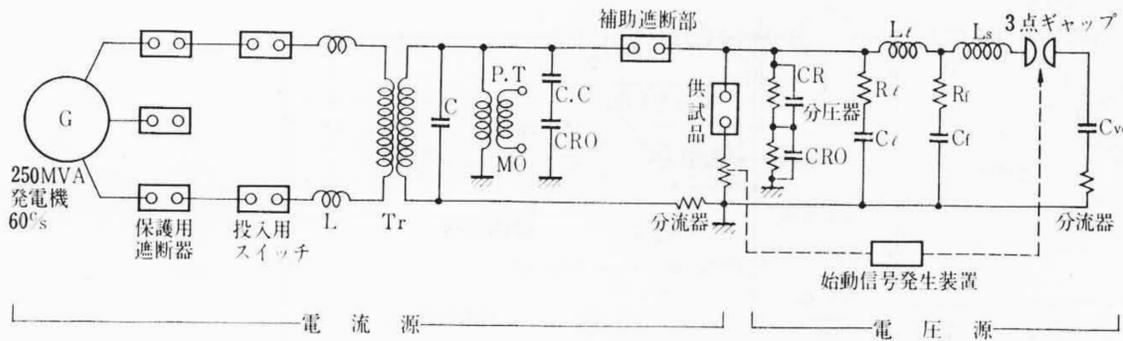


図 17 SLF 試験回路

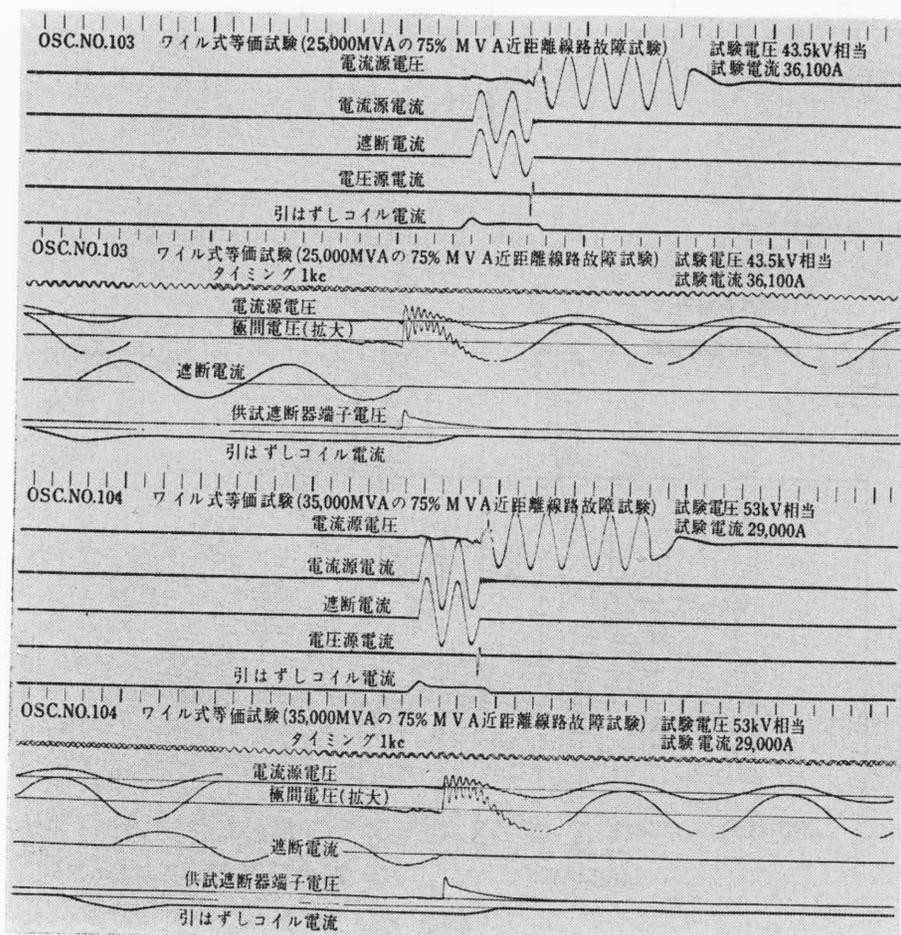


図 18 SLF 遮断試験オシログラム

能を検証した。遮断電流は、168 kV、15,000 MVA を想定して 56.2 kA まで実施したが、いずれもアーク時間 0.7 サイクル以下で遮断した。これは 300 kV では 26,000 MVA、525 kV では 46,000 MVA に相当する。動作責務についても通常の高速度再投入動作以外に、O-0.25s-CO-10s-CO と再充気時間をつめて試験を実施したが問題なく遮断できた。脱調遮断は、相電圧の 2 倍の電圧、最大遮断電流の半分の電流、定格遮断容量における再起電圧で実施された。また遮断点間の電圧分布は低抵抗を使用したため中間点 (3/6 点) で全体の 50% と完全均等分布であった。表 5 は試験結果の代表例、図 15 はオシログラム、図 16 は遮断試験終了後の接触子を示したものである。

5.6 近距離線路故障 (SLF) 遮断試験

大容量系統に接続された架空送電線で、遮断器から数キロメートル程度離れた地点で短絡事故が生じた場合、遮断電流が大きく高い再起電圧上昇率を伴うため遮断器にとって過酷な条件となる。このような事故を近距離線路故障 (SLF) と呼び各方面で研究が進められている。SLF 遮断試験はワイル等価試験により IEC 案ならびに電気学会専門委員会推奨案にしたがい、母線短絡容量 (ABB の定格遮断容量に等しいと仮定) の 90, 75, 60% に相当する短絡条件で行なわれた⁽¹⁰⁾。また操作圧力は定格の 85% として 26 kg/cm² で実施された。図 17 は試験回路を、表 6 は試験結果を、図 18 は代表的なオシログラムである。

図 18 で電圧源からの再起電圧波形は並列抵抗のため極間電圧波高値以後減衰しているが、アナライザにより並列抵抗の有無による影響を検討した結果が図 19 (a), (b) である。

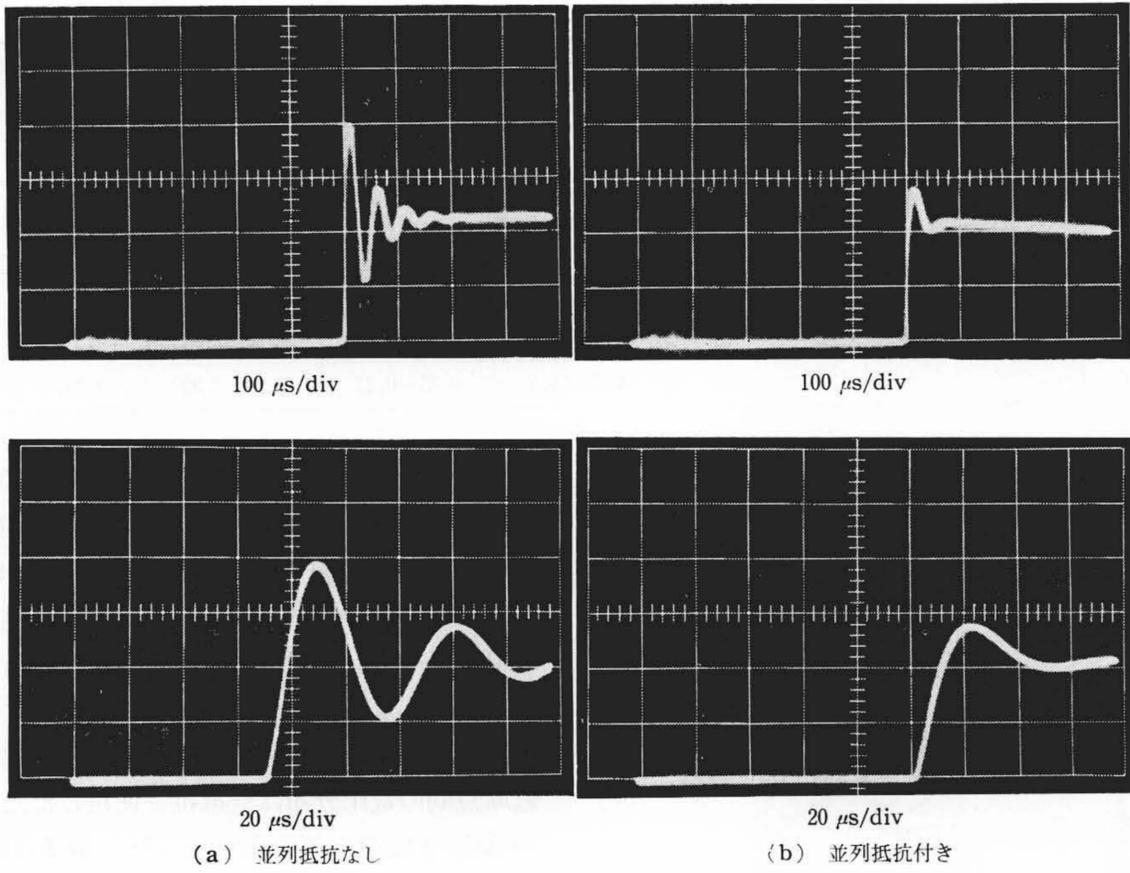
すなわち、(a) は線路側の固有再起電圧波形で、(b) は本 ABB 付属並列抵抗により上昇率、波高値とも抑制された状況を示している。

5.7 耐圧力試験

本器は 30 kg/cm² の高気圧操作であるため各部の耐圧力構造に留意し、特にかい子部分については、ブッシングがい管の内部にエポキシ樹脂製の筒を使用し、がい管には径方向の力が作用しないようにした。支持がい管は内径を細くして径方向、軸方向の力に対して十分な強度を有するよう考慮した。試験は各部単独に 49.5 kg/cm² (最高使用圧力 33 kg/cm² × 1.5) の繰返し加圧を行なったほか、全体として 42 kg/cm² 以上の加圧放置試験を行ない、各部に異常のないことを確認した。

5.8 開閉操作時のがい子応力測定

定格操作におけるがい子各部の応力を測定した結果、各部とも応力はがい子強さの 10% 以下で、開閉操作によるがい子応力への影響はほとんど問題とならないことがわかった。



(300 kV, 25,000 MVA, 75% SLF)
図19 線路側再起電圧波形

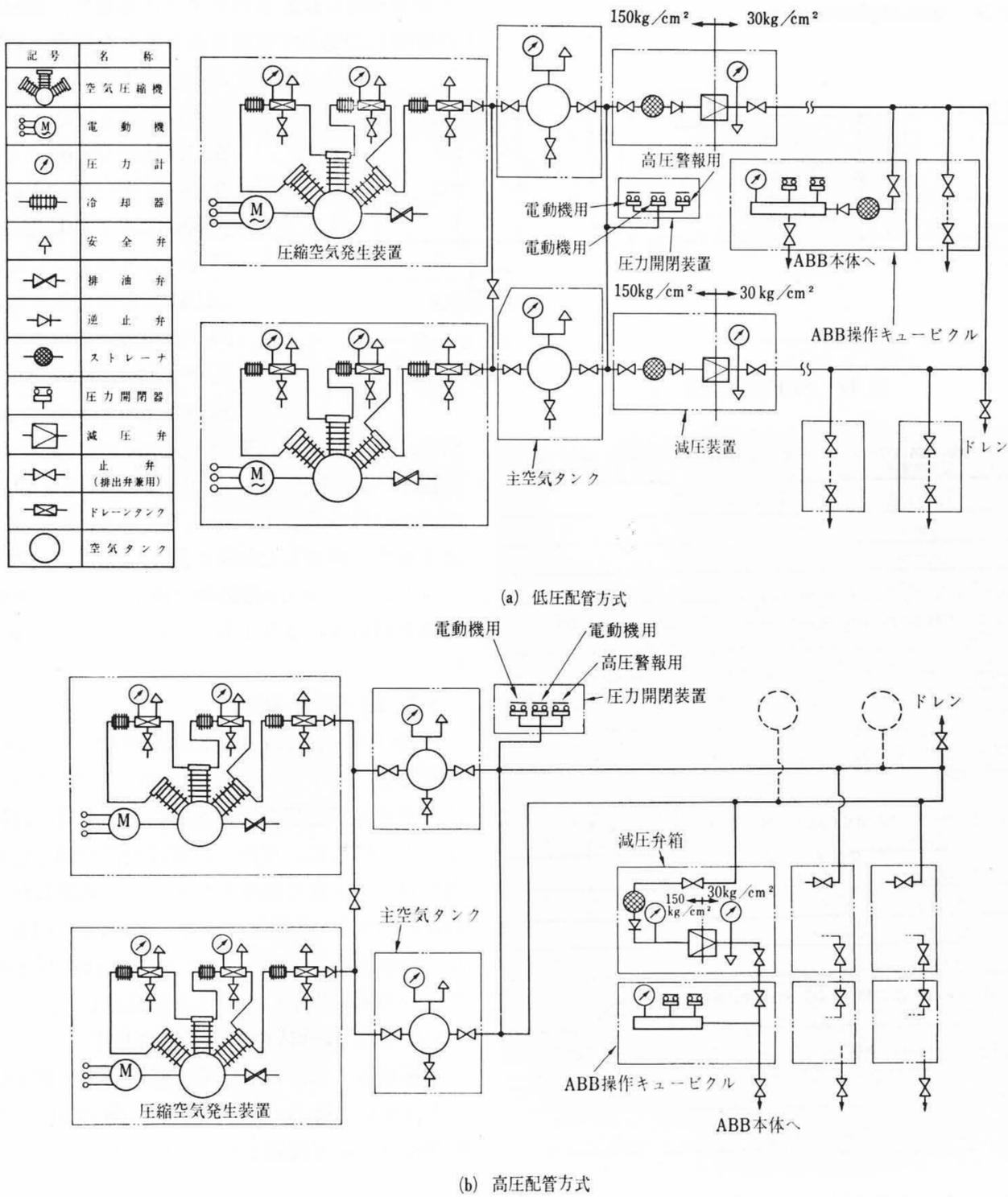


図20 150 kg/cm² 圧縮空気系の基本形式

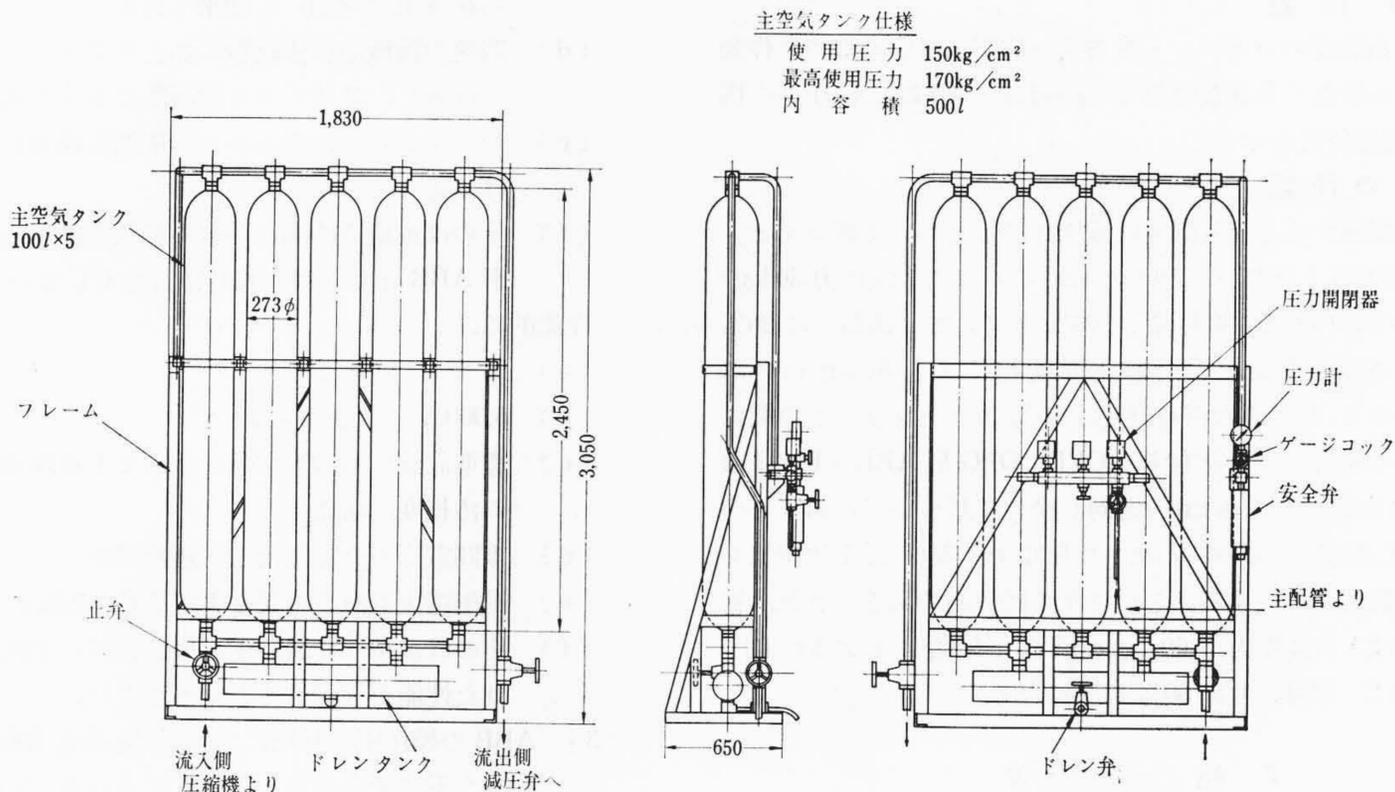


図 21 主 空 気 タ ン ク (5 0 0 l)

表 7 150kg/cm² 空気圧縮機仕様

形 式		W 3 S 2 - F C A
電 動 機	電 圧 (V)	200
	周 波 数 (c/s)	50/60
	出 力 (kW)	22
	極 数	8
	回 転 数 (rpm)	720/865
圧 縮 段 数		3
有 効 吐 出 量		0.80/0.99
吸 入 圧 力		大 気 圧
吐 出 圧 力 (kg/cm ²)		150
冷 却 方 式		空 冷
駆 動 方 式		直 結 式

部品名	作動圧力 (kg/cm ²)								
	130	135	140	145	150	155	160	165	170
安全弁					吹止				吹出
圧力開閉器	高圧警報用				OFF			ON	
	電動機制御用 (常用圧縮機)		ON		OFF				
	電動機制御用 (予備圧縮機)	ON			OFF				

図 22 圧縮空気発生装置の運転圧力

6. 空 気 系

OPH 形 ABB では操作圧力を従来の 15 気圧から 30 kg/cm² に昇圧したため、空気系についても 1 次圧を 150 kg/cm² に昇圧して(従来は 30 kg/cm²) 小形で能率のよい空気系とする一方、圧縮空気の除湿に効果を上げるようにした。空気系に関する詳細については稿を改めて述べるとし、ここでは主要部分について触れるにとどめる。

6.1 空気系の基本形式

図 20 に空気系の基本形式として、低压配管方式と高压配管方式の例を示す。繰返し再投入など短い再充気時間が要求される場合は、遮断器の近傍まで 150 kg/cm² で配管する高压配管方式が有利である。

6.2 圧縮空気発生装置

表 7 は 150 kg/cm² 空気圧縮機の仕様、図 21 は 1 次空気タンクの概略図、また図 22 は 1 次側の各部の運転圧力整定値を示したものである。

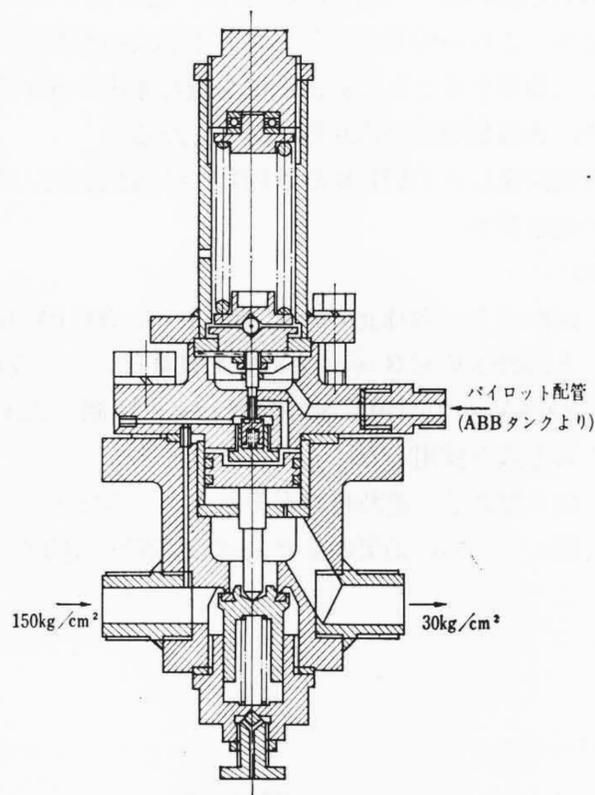


図 23 減圧弁構造図

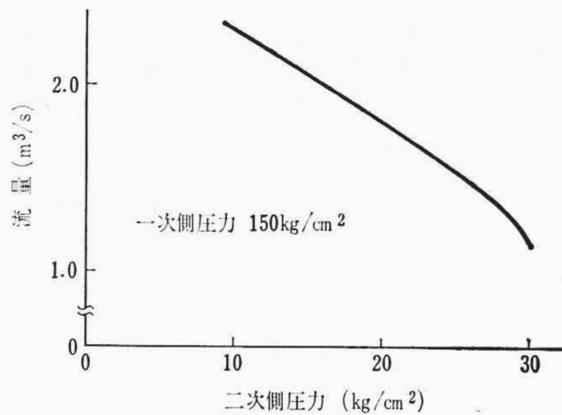


図 24 減圧弁の流量特性

6.3 減圧装置

減圧弁には高感度のパイロット弁方式を採用している...

6.4 除湿の問題

圧縮空気を減圧すると相対湿度は減圧比にしたがって低下する...

7. 結 言

以上述べたことをまとめると次のようになる。

- (1) 系統の大容量化, 高電圧化に伴って 300 kV, 4,000 A, 25,000 MVA 遮断器...

再起電圧の抑制にも効果がある。

- (d) 高速の機械的引張機構に加えて2サイクル用高速電磁弁を開発し...

性能的には:

- (a) 2サイクル遮断可能
(b) 5,000A まで通電可能
(c) 標準設計でも 300 kV において1線地絡時 0.05 kg/cm² の汚損度に耐える...

終わりに、本 ABB 開発にあたり種々ご助言をいただいた電力会社各位に対し深甚なる謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 仲野, 平田, 黒岡, 細川: 日立評論 45, 1055 (昭 38-7)
(2) 細川, 白木, 伊藤, 山崎: 日立評論 45, 1242 (昭 38-8)
(3) Albani, et al.: IEEE 31 TP 66-110 (1966)
(4) Electrical Reviv: 859 (4 June 1965)
(5) Shores, et al.: IEEE Trans. Power Appurutus & Syst. (Dec. 1964)
(6) Sickie, Yeckley: IEEE 31 TP 65-87 (1965)
(7) たとえば Liao, et al.: IEEE Trans. Power Appurutus & Syst. (Dec. 1964)
(8) 電力中研絶縁レベル専門委報告書 (昭 40-5)
(9) 電気協同研究 20 巻 2 号 送変電設備の塩害対策 (昭 39-4)
(10) 電気学会技術報告 66 近距離線路故障遮断の検討 (昭 40-2)

第 28 巻 目 次 第 10 号

- 随筆 柴田白葉女
静から池原へ——変ぼうする紀の国——
電子計算機 ④
雪のない雪国を——融雪装置——
操重車は忙しい
デラック ス 「中日ビル」

- 夢みる直島
成果のかげに「水力実験所」
トピック「ビルの中の銭瓶町ポンプ所」
ハイライ ト 「DD 51 機関車」
話のロビ— 「月の顔」
サイエンスジョッキー 「ニオイ」

発行所 日立評論社
取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座東京 71824 番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座 東京 20018 番