

420 kV 空気遮断器および断路器

The 420 kV Air Blast Circuit Breakers and
Disconnecting Switches

大田原康夫*
Shizuo Otawara

内 容 梗 概

わが国の電力送電網の拡張は著しいものがあり、従来の 275 kV 超高圧をさらに上回る 400 kV 級超高圧が研究されるに至った。日立製作所はいち早く 420 kV, 2,000 A, 20,000 MVA 空気遮断器, 420 kV, 1,200 A 断路器など 400 kV 級送電用機器の試作を完成した。JEC-145 JEC-125 に規程された試験のほか各種の特殊試験を実施して良好なる成績を納め、今後の 400 kV 級送電網計画に応じる自信を得た。

1. 緒 言

最近の電力需要の増大は著しいものがあり、超高圧変電所が各所に建設され送電線が縦横にはりめぐらされるようになった。しかし近い将来を考えるならば、現在の超高圧 275 kV では送電電力の不足をきたし、275 kV より上の 400 kV 級を考慮しなければならない状態にある。ここにおいて日立製作所ではいち早く 400 kV 級、空気遮断器、断路器の試作を完成した。

以下これら超高圧空気遮断器および断路器についてその概要を説明する。

2. 空気遮断器の仕様ならびに構造

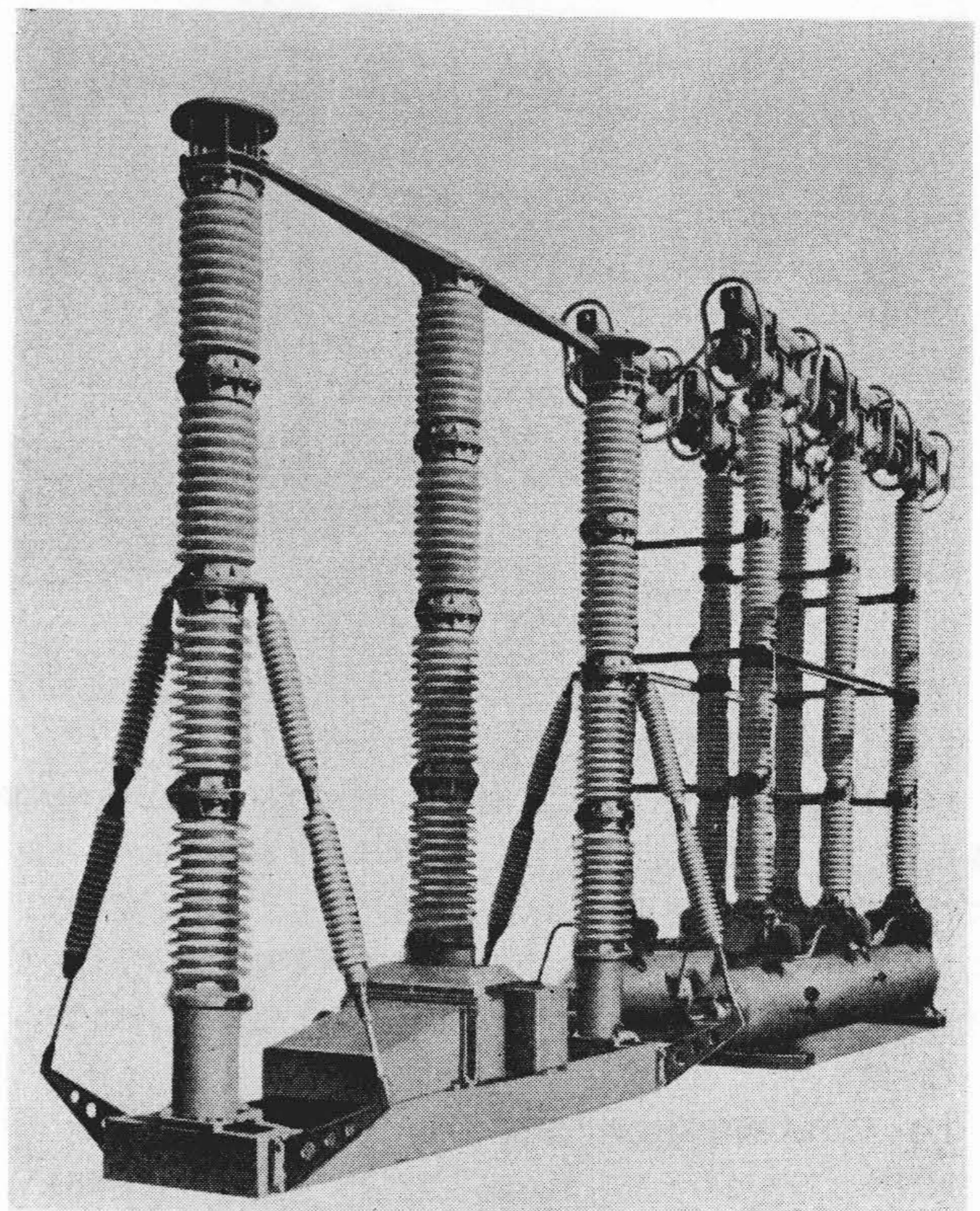
本遮断器の仕様は次のとおりであり、高圧大容量の日本新記録品である。

形 式	OPB-2,000 A-PAR
定格電圧	420 kV
定格電流	2,000 A
遮断容量	20,000 MVA
衝撃耐電圧	1,425 kV
商用周波耐電圧	630 kV
再起電圧周波数	0.3 kc
動作責務	O-0.4 秒-CO-1 分-CO
操作気圧	15 kg/cm ²

第1図は一相分を示したもので、遮断部分と断路部分に大別される。遮断部は直列12点よりなり、各2遮断点ごとに1本の送気がい管から空気が供給されるようになっている。遮断部および送気がい管は両側のタンク上に2列に配列され、それらをジグザグに接続することによって全体の寸法を短縮し、床面積の減少が計られている。またこのように高電圧、多重点遮断のものでは、各主弁に至る制御用配管の長さが操作時間に及ぼす影響が大きい。本器ではこの短縮方法により開極時間がそれを施さない場合に比べて約10ms程度早くなっている。

第2図は動作説明図である。図に示すように遮断操作は電磁弁で2個の中間弁を操作し、この中間弁がさらにそれぞれ3個の主弁を操作して遮断部に空気を送る。この場合主弁から出た空気の一部は、開路用操作中間弁を操作し、遮断部の開極より約1.5~2~おおくれて断路部が開路するように操作シリンダに送気する。断路部が全開路行程の終りに近づけば、電磁弁が閉じ、遮断部の送気は停止される。投入操作は電磁弁により投入操作用中間弁が動作し、これにより投入用操作シリンダを動かすようになっている。断路部を特に軽量化するため特殊耐食性アルミ軽合金を使用している。高速

* 日立製作所国分工場



第1図 OPB-2,000A-PAR 420 kV 2,000 A
20,000 MVA 空気遮断器

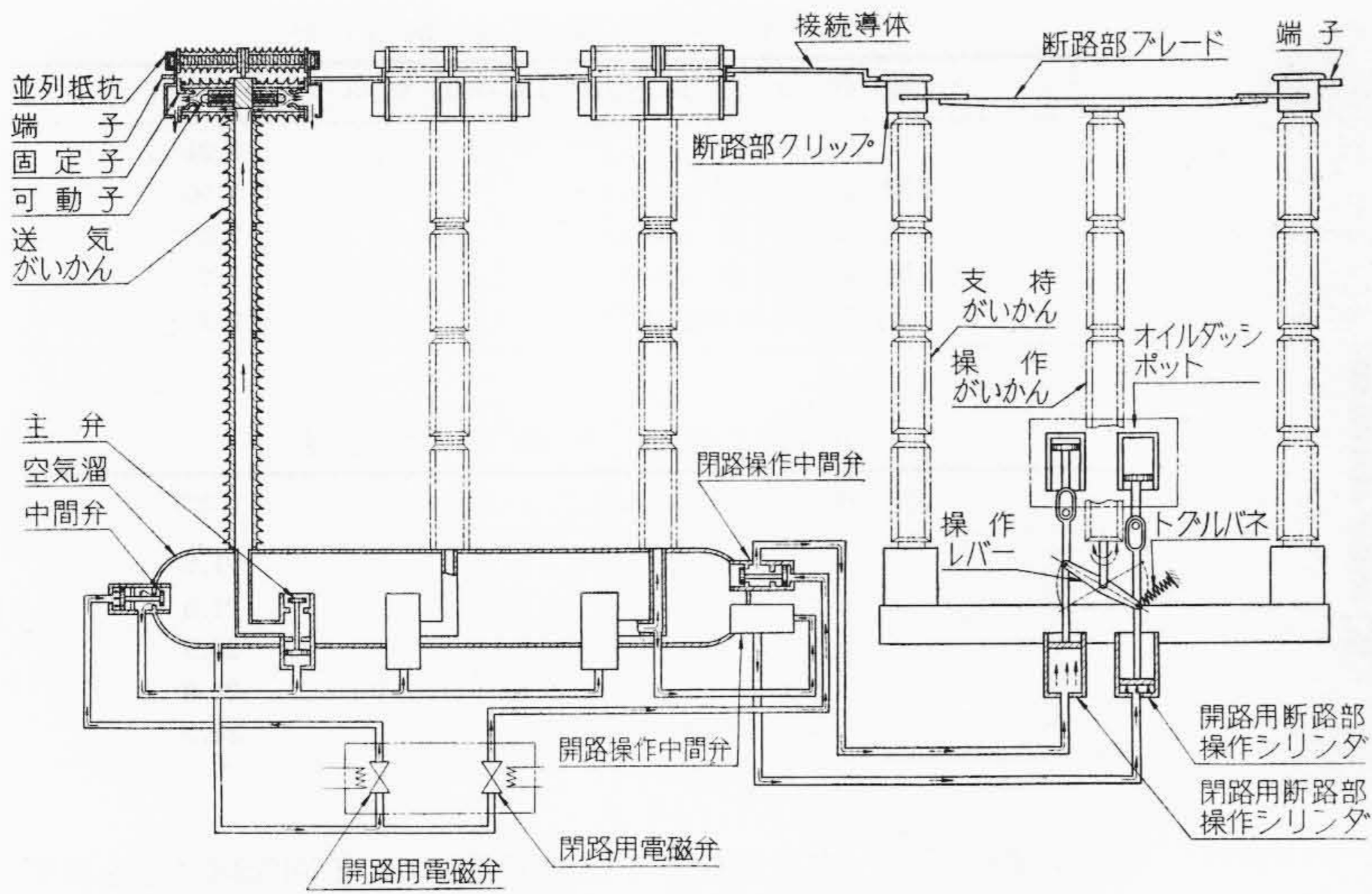
度再閉路用であるため断路部は高速度で動作するが、これの緩衝装置にはオイルダッシュポットを使用し、操作シリンダとオイルダッシュポットとの協調を適当にすることにより動作の立ち上がりは早く、しかも円滑に減速するようになっている。このため高速度再閉路を軽快に行うことができた。

遮断部の構造は第3図に示すようにチューリップ形のアーク接触子を有する腕状固定接触子と凸状可動子がバネにより衝合されている。圧縮空気が遮断部にはいると、可動接触子ピストンを駆動し、主接触子が離れ続いてアーク接触子が離れる。主接触子からはアークを全然発生せず、大電流遮断でも損傷がない。またアーク接触子が離れるときは遮断室内の圧力は高まり、可動子も十分に加速されている。したがって絶縁回復特性がよく、局所電力遮断、線路途中の故障遮断など高い再起電圧上昇率の場合でも十分な遮断能力を有している。

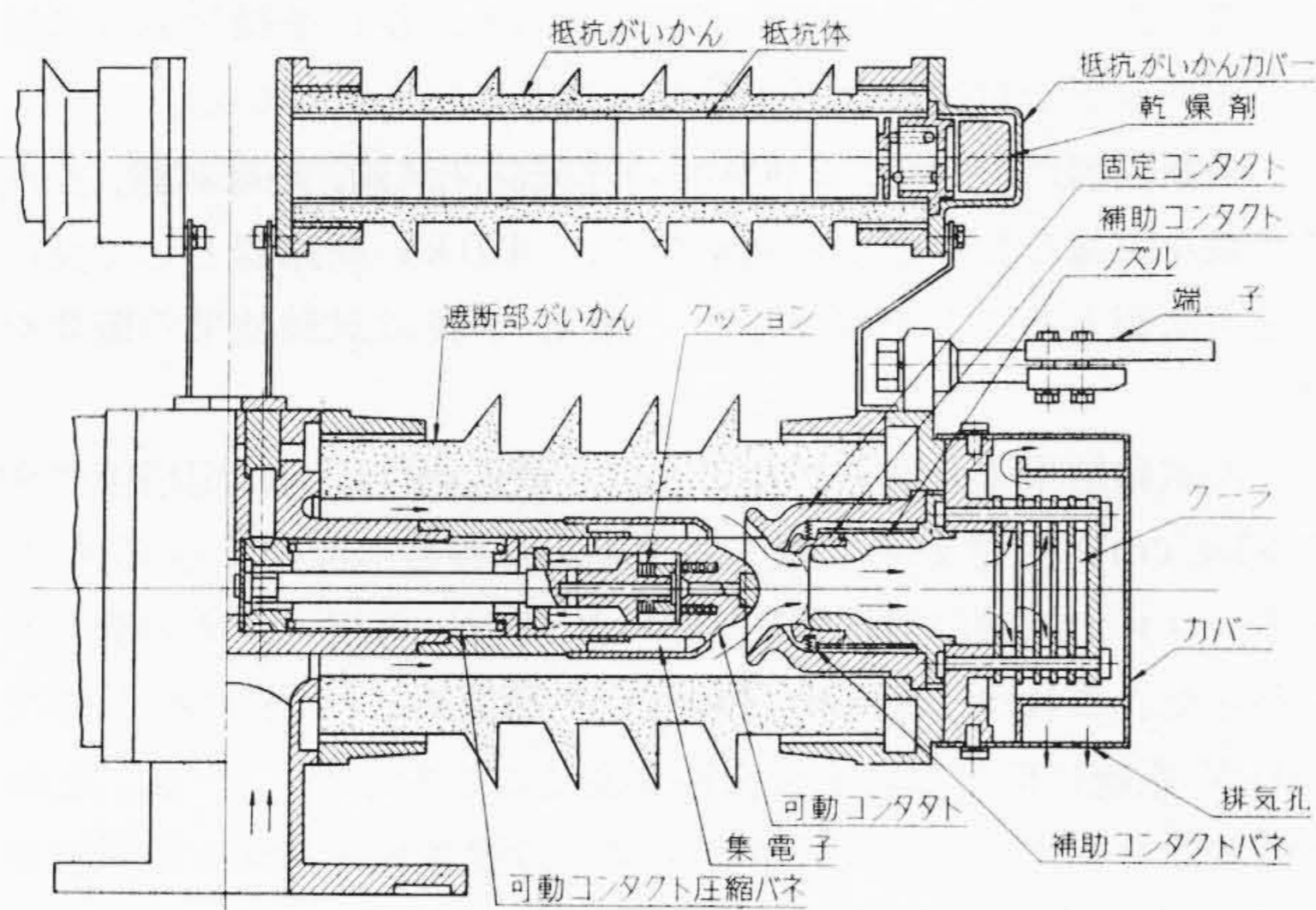
3. 諸特性試験

3.1 開閉試験

JEC-145に規定された特性試験および各種の特殊試験を実施した



第2図 動作説明図



第3図 遮断部構造説明図

第1表 開閉操作試験結果

操作気圧		15	18
閉路	操作電圧 (V)	100	125
	閉路時間 (s)	0.18	0.17
引外	操作電圧 (V)	100	125
	開極時間 (s)	0.045	0.042
再開路	再開路時間 (s)	0.40	
	無電圧時間 (s)	0.34	

第2表 温度上昇試験結果

定格電流 (A)		2,000
温度上昇値 (°C)	固定接触子	25
	可動接触子	27
	断路器接触子	25
	端子	27
	がい子	6.0

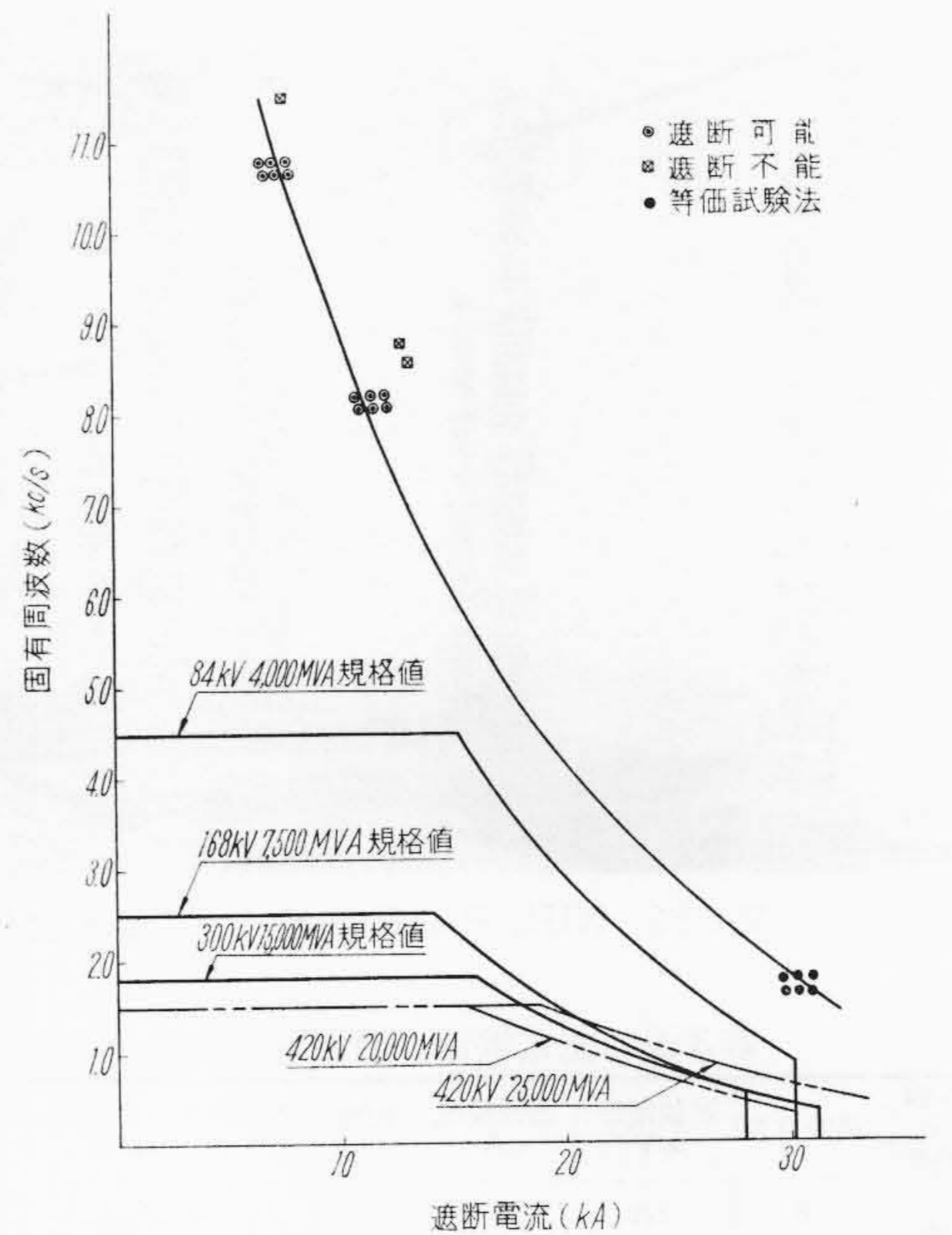
が十分満足する結果を得た。第1表および第2表はその結果を示す。

3.2 温度試験

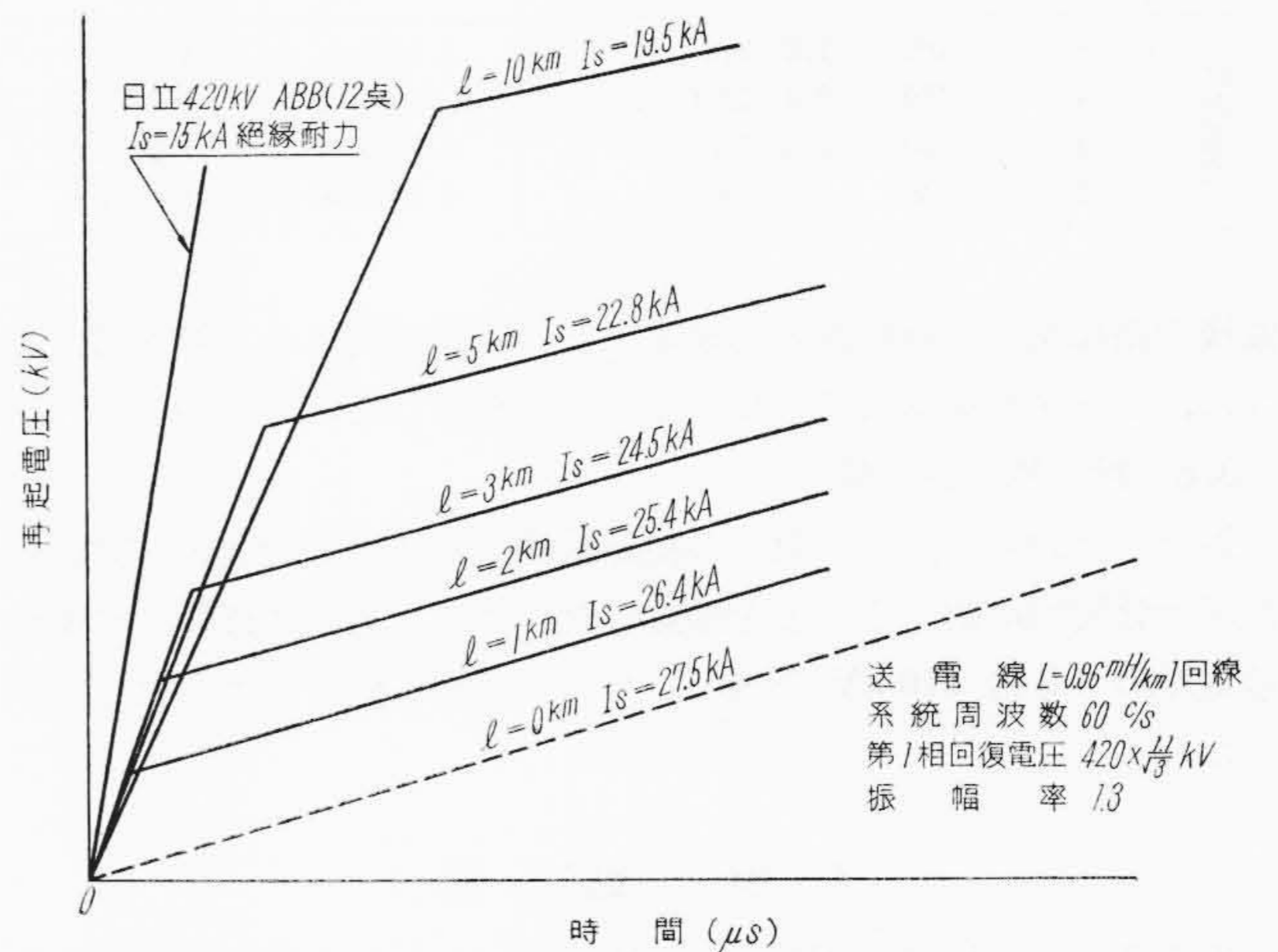
定格電流 2,000 A を一定通電し各部の温度上昇値を測定した。その結果を第2表に示す。いずれも規格値 55°C よりはるかに低い値である。

3.3 絶縁試験

400 kV 級の絶縁基準としてはまだ規定化されていないが、各国の基準案、その他を勘案し一応 IEC の基準によってインパルス



第4図 遮断特性曲線



第5図 420 kV 20,000 MVA 系の線路途中故障再起電圧と絶縁耐力関係図

1,425 kV, 商用周波 630 kV を注水 10 秒乾燥 1 分間を実施した。

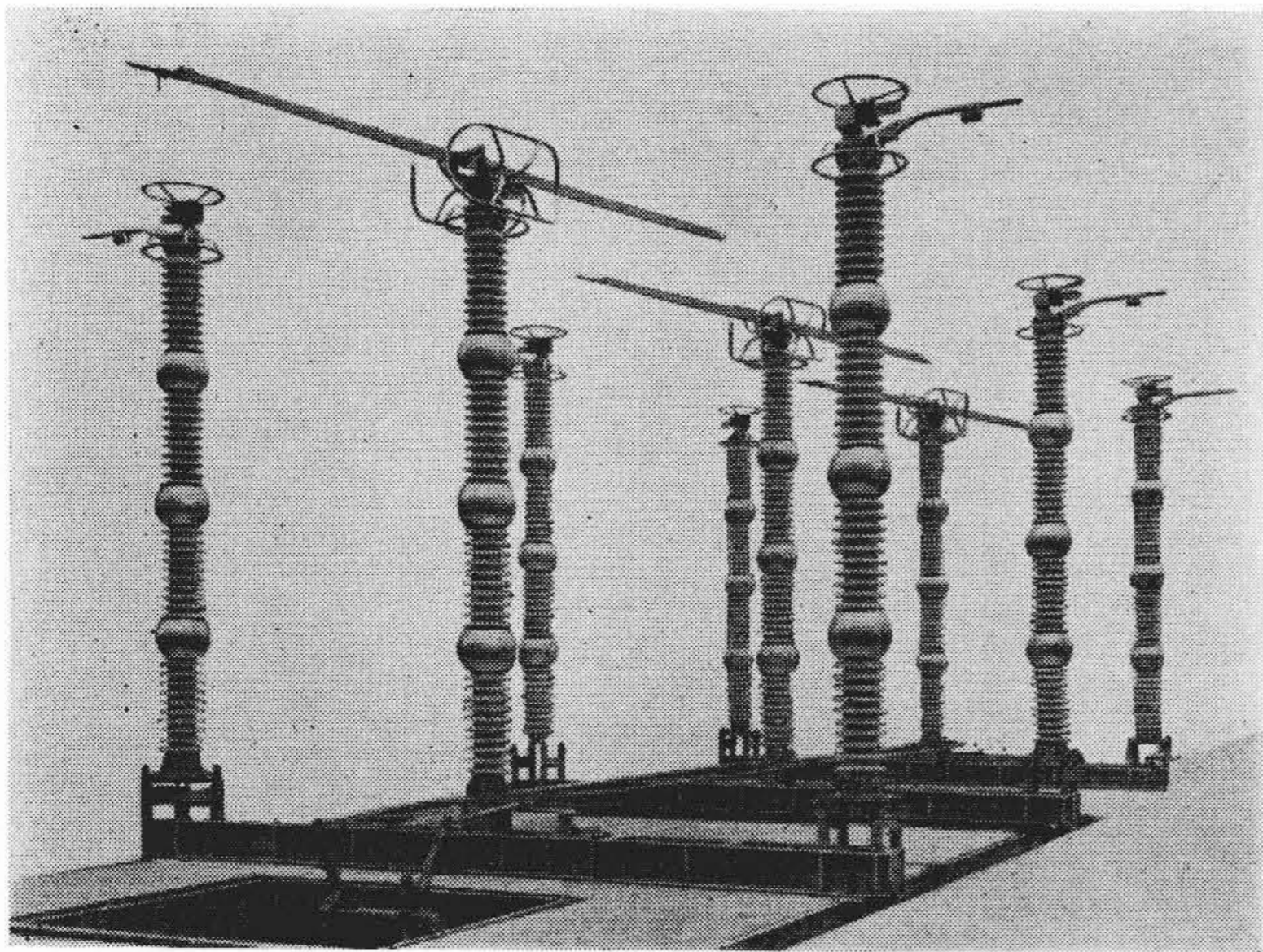
3.4 遮断試験

本遮断器の定格遮断容量の検証には、電圧分布の測定、単位試験および日立等価試験法を併用して遮断容量を推定した。電圧分布についてはさきに発表した⁽⁴⁾とおり、非直線並列抵抗について各種試験研究の結果、再起電圧周波数が 50 ~ 5,000 の間変る場合でも単位遮断点につき標準値の 110% 過電圧を考慮すれば十分であることが判明した。これを基準として単位遮断点特性を示すと第4図のようになる。すなわち等価試験⁽⁵⁾の結果から 25,000 MVA 相当の遮断容量を有していることが明らかになった。

充電電流遮断試験、励磁電流遮断試験については、試験の都合上遮断点を減らして試験した。その結果は第3表のとおりで 400 kV 級送電線が非常に長距離になり、フェランティ効果そのほかで 550 kV (定格値の 130%) 程度まで電圧上昇した場合でも再点弧することなく、充電電流を遮断できることを示している。

3.5 線路途中故障時の遮断特性

大容量母線から数キロメートル離れた線路途中の故障を母線出口で遮断した場合、線路の往復反射による三角波状の電圧が極間に現われて再起電圧の初期上昇率は非常に高くなる。これに対して消弧



第 6 図 NHL-PA 420 kV 1,200 A 断路器

第 3 表 充電電流, 励磁電流遮断試験結果

試験の種類	遮断点数	試験電圧 (kV)	遮断電流 (A)	再点弧回数 (回)	アーク時間 (s)	異常電圧 (倍数)
充電電流	8	220	14.6	0	0.12~0.5	1.0
	4	112	10	0	0.2~0.34	1.0
	2	60	10	0	0.1~0.4	1.0
	1	45	0.9~3.9	0	0.1~0.39	1.0
励磁電流	8	169	1.6~9.3	—	0.1~0.2	1.0 以下
	4	100	9.4~22.4	—	0.24~0.31	1.6~2.2
	2	60	1.5~2.8	—	0.3~0.5	1.5~2.0
	1	45	1.84	—	0.2~0.46	1.0~1.2

直後の絶縁耐力回復特性と再起電圧との関係を調べると第 5 図のように、十分余裕をもって遮断しうることを示している。

3.6 特殊試験

以上の試験のほかに汚損時の絶縁試験, コロナ試験などを実施したが十分使用に耐えることを確認した。コロナ試験は夜間, 常規対地電圧の 1.3 倍 310 kV を加圧したが, 全然可視コロナを発生しなかった。

4. 断 路 器

水平 2 点切の従来の NHL 形の特長をいかしたもので第 6 図にその外観を示す。仕様は次のとおりである。

形 式	NHL-PA
定格電圧	420 kV
定格電流	1,200 A
衝撃耐電圧	1,425 kV
商用周波耐電圧	630 kV
操 作	5 kg/cm ² 圧縮空気操作

構造は第 6 図に示すように、中央に操作がい管を有する水平回転

第 4 表 開閉操作試験結果

操作気圧 5kg/cm ² DC-100V において	
閉路時間 (s)	2.24
開路時間 (s)	3.00
閉路速度 (m/s)	2.2
開路速度 (m/s)	1.2
最低動作圧力 (kg/cm ²)	2.5

第 5 表 温度上昇試験結果

定格電流 (A)		1,200
温度 上昇 値 (°C)	クリップ (左)	21.0
	クリップ (右)	21.5
	プレート (中央)	20.5
	ターミナル (左)	21.0
	ターミナル (右)	21.5

形で接触部分は、多数製作して好評を博している回転締付形を採用している。操作は 5 kg/cm² の圧縮空気操作で、手動でも軽快に動くようになっている。コロナ防止には特に留意し、端子および操作がい管上部にはシールドリングが設けられ、がい子締付金具には球状のシールドを付けるなど十分な注意がはらわれている。

この断路器について、2,000 回の連続開閉試験, 絶縁試験, 温度上昇試験を実施したがなんら異常なく、420 kV 断路器として長期間の使用に耐えることを確認した。第 4, 5 表は試験結果の概要を示す。

この試験結果より明らかなように、最低動作圧力は定格値の 50% (2.5 kg/cm²) できわめて軽く、手動でも容易に操作できるものである。コロナ試験は対地電圧 320 kV で行い可視コロナの発生を見なかった。これは 550 kV (130%) の過電圧に相当するもので、420 kV 系統に使用して十分余裕があることを示している。なお本断路器は日立電線株式会社日高工場に設置されて 400 kV 試験用送電線の開閉用に使用されている。

5. 結 言

420 kV 超高压空気遮断器ならびに断路器について、その概要を説明したが 400 kV 級送電機器については、わが国では全然未知であった。しかし試験結果が示すように、従来の 300 kV 級と同様に十分実用上信頼にたるものであることを立証することができた。これが今後計画される 400 kV 級送電網に際して参考になれば幸である。

参 考 文 献

- (1) 細包, 能, 仲野, 山崎: 日立評論 39, 1381 (昭32-12)
- (2) 細包, 齊藤, 黒岡: 日立評論 40, 1039 (昭33-9)
- (3) 仲野: 日立評論 41, 917 (昭34-8)
- (4) 山崎: 日立評論 41, 909 (昭34-8)
- (5) 山崎: 日立評論 40, 1047 (昭33-9)