

# 日立屋外用空気遮断器

## Hitachi Air Blast Circuit Breaker

細包嘉信\* 能一彦\* 仲野善一\* 山崎精二\*\*  
 Yoshinobu Hosokane Kazuhiko No Zen'ichi Nakano Seiji Yamazaki

### 内容梗概

日立製作所においては十数年来空気遮断器の研究を行つて、すでに屋内用空気遮断器、数百台を納入している。更に 80.5 kV, 1,500 MVA 屋外用空気遮断器 5 台を納入し、引き続き 80.5 kV~287.5 kV の各種電圧の空気遮断器多数を製作している。これら屋外用空気遮断器は、150 MVA 短絡試験用発電機を使用した各種の遮断試験のほか、関西電力小曾根変電所における 80.5 kV, 1,200 MVA の実負荷大容量遮断試験、中部電力玉川変電所、新大高変電所、東北電力平変電所、会津変電所における 80.5 kV および 161 kV 各種小電流試験など多数の現地試験を行い良好な成績であつた。

### 〔I〕 緒言

日立製作所においては十数年前から空気遮断器の研究に着手し、すでに多数の屋内用空気遮断器を製作している<sup>(1)(2)</sup>。屋外用空気遮断器については、昭和 26 年以来研究を続け、操作特性試験 10,000 回の寿命試験、5,000 回におよぶ短絡電流遮断試験、絶縁試験、温度試験、耐震試験など各種工場試験を行い所期の目標に到達することができた。これ等工場試験のほか、関西電力小曾根変電所における 80.5 kV, 1,200 MVA 実負荷大容量遮断試験、中部電力玉川変電所における 80.5 kV, 5~15 MVA 静電蓄電器および無負荷送電線充電々流遮断試験、東北電力平変電所に納入した 80.5 kV 空気遮断器の各種小電流現地試験、東北電力会津変電所、中部電力新大高変電所における 161 kV 送電線充電々流遮断試験、変圧器励磁電流開閉試験等多数の現地遮断試験を行いいずれも短時間で消弧しており、かつ無再点弧の良好な成績であつた。

以上のごとく、大規模な研究試験の結果、純国産の屋外用空気遮断器の開発に成功し、関西電力殿山発電所、東北電力平変電所に納入したほか 80.5 kV~195 kV 屋外用空気遮断器多数を受注、製作中である。ここにその構造、動作原理ならびに試験結果を紹介する。

第 1 表 屋外用空気遮断器標準仕様

定格電圧 (kV)	80.5	115	161	287.5
定格電流 (A)	800	800 1,500	800 1,500	800 1,500
定格遮断容量 (MVA)	2,500	3,500	5,000	15,000
全遮断時間 (〜)	5	5	5 3	3
規格	JEC-57			

\* 日立製作所国分工場

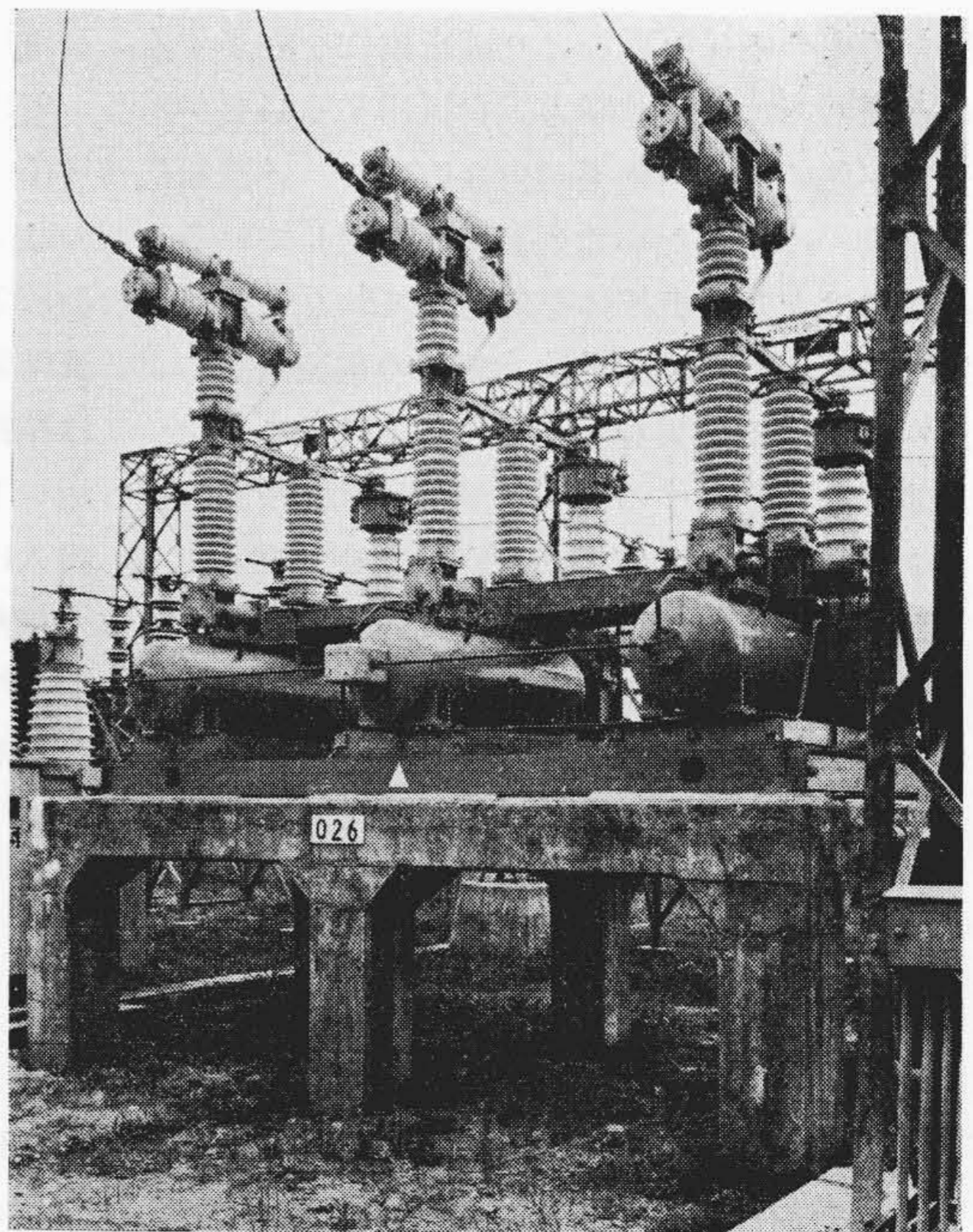
\*\* 日立製作所日立研究所

OPB 型日立空気遮断器の標準仕様は第 1 表のとおりである。

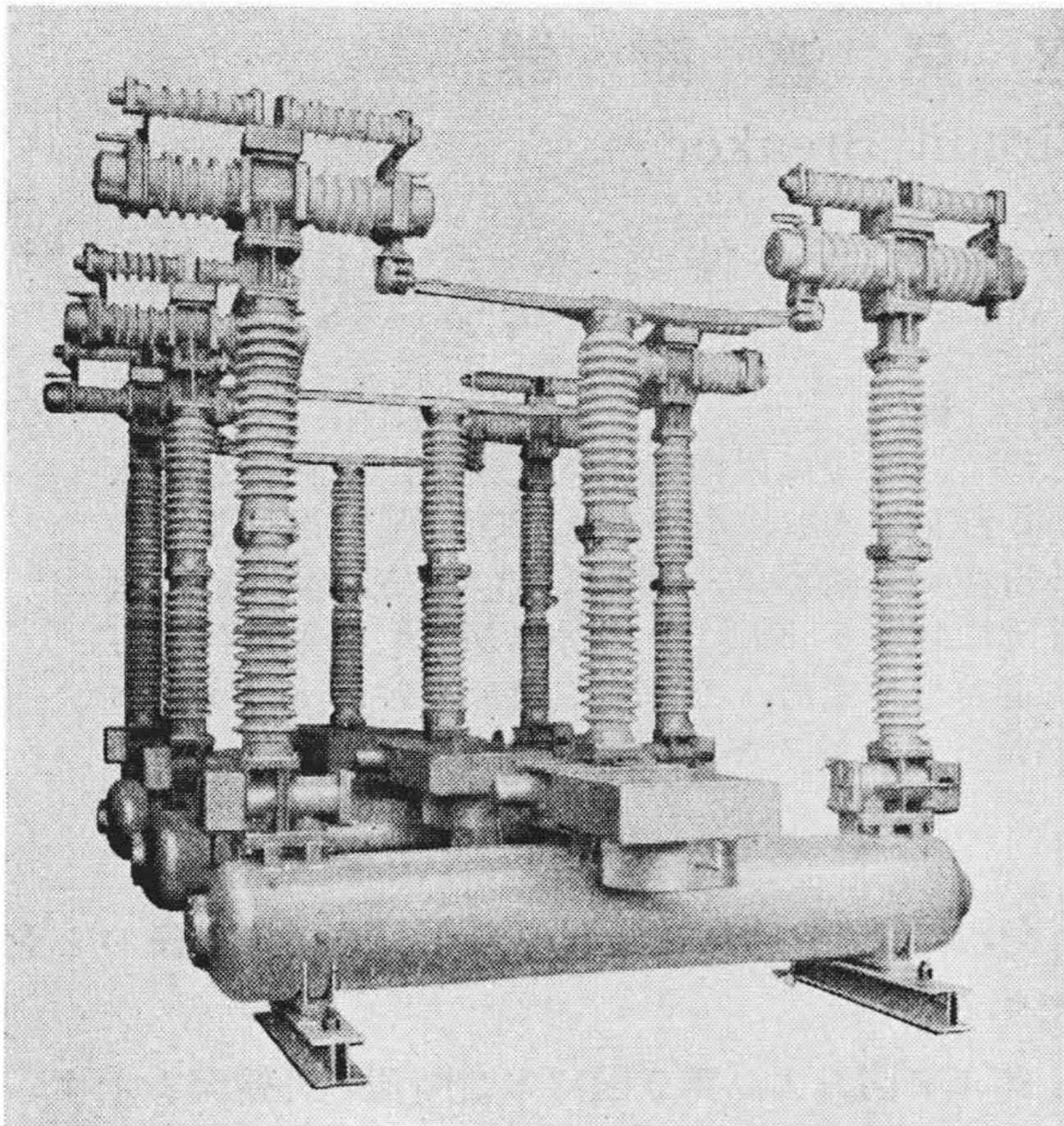
第 1, 2 図および第 3 図は本遮断器の外観図を示す。

### 〔II〕 構造ならびに動作原理

第 4 図は日立屋外用空気遮断器の内部構造図である。各相の空気溜の一端に垂直に立てられた送気碍管上部に遮断部を T 型に配置し、中央の操作碍管によつて断路部を開閉する構造になつている。遮断に際しては、空気溜側面に取り付けられた開路用電磁弁を励磁すると、圧縮空気は送気碍管下部の主弁作動用シリンダに導入され、これにより主弁が開くと空気溜の空気は送気碍管を通つて遮断部に流入し、可動接触子圧縮バネに抗して可動接



第 1 図 OPB-250 型 PA 式 80.5 kV, 800 A, 2,500 MVA 日立空気遮断器



第 2 図 OPB-350 型 PAR 式 161 kV, 1,200 A  
3,500 MVA 日立空気遮断器

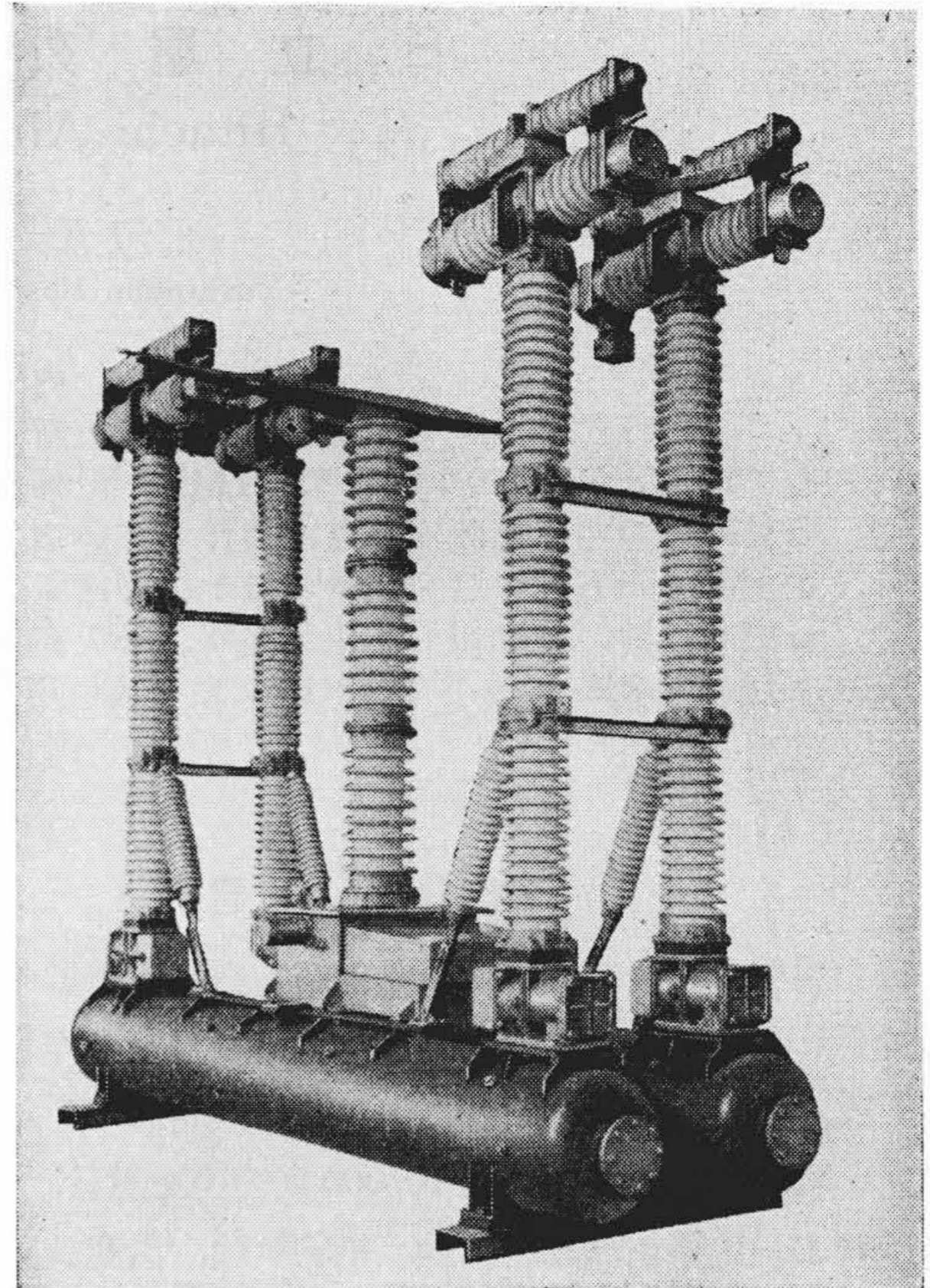
触子を開く。この際両接触子間に発生したアークは可動および固定接触子のノズル中に吹込まれ急速に消弧する。

日立屋外用空気遮断器では、アークを可動側および固定側の両方向のノズル中に吹込む両方向吹付方式を採用しているため、片方向吹付方式に比較して遮断能力が大きく大容量、高電圧の遮断器に適した構造になっている。完全に消弧が終つてから外部に設けられた断路部が開き所要の絶縁距離をとり遮断動作を完了する。高電圧の遮断器では多重遮断方式を採用する必要がある、電圧分布が悪いとその効果が少ないので、各遮断部の電圧分布を均一にするため並列抵抗を使用している。この並列抵抗には非直線抵抗体を使用しており電圧分布の改善と同時に変圧器の励磁電流遮断時の電流截断による異常電圧を抑制する効果をもっている。投入にあたっては閉路用電磁弁を励磁すると空気溜の空気は断路部操作シリンダ内に流入し操作碍管を回転させて投入する。投入はきわめて高速度で行われるので、先行アークによる接触子の損傷はわずかである。一方開閉時の衝撃を吸収して操作碍管に無理がかからぬようオイルダッシュポットを具備している。

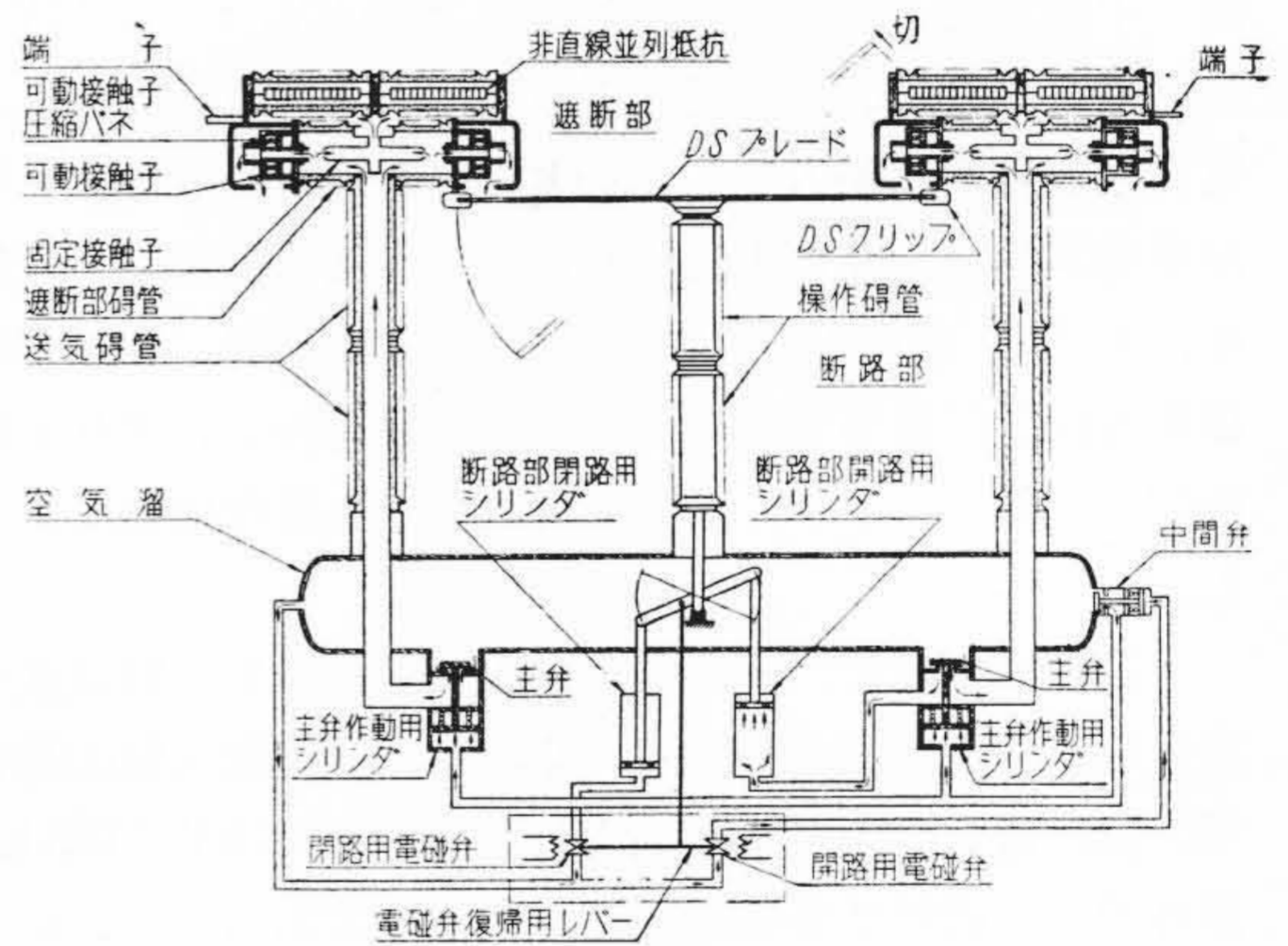
〔III〕 諸 特 性 試 験

(1) 遮断試験

空気遮断器の遮断特性は一般に再起電圧固有周波数と密接な関係があり<sup>(3)(4)</sup>、比較的小電流の遮断においては高い固有周波数のもとでも遮断可能であるが、大電流の遮断は低い周波数のもとでないと遮断できない。日立空気遮断器は 150 MVA 短絡発電機を使用した 5,000 回に



第 3 図 OPB-1500 型 PAR 式 287.5 kV,  
1,200 A 15,000 MVA 日立空気遮断器



第 4 図 構造説明図

およぼ遮断試験の結果開発されたもので、その構造は大容量遮断に適した両吹構造の遮断室を採用した。これはわが国の発電力が年々増大し、したがって発電所の母線短絡容量が激増している現状を考慮して決定したものである。各種工場試験のほか、関西電力小曾根変電所における 80.5 kV 1,200 MVA (固有周波数 4.5 kC) 実負荷大容量試験、中部電力玉川変電所、新大高変電所、東北電力平変電所、会津変電所における 80.5 kV および 161 kV 各種小電流試験などの現地試験において、いずれもアーク時間 1 サイクル以下で無再点弧の良好な遮断特性を示した。第 2~7 表および第 5 図に工場試験、現

第2表 遮断試験結果

遮断点数	電圧 (kV)	電流 (kA)	固有周波数 (kC)	アーク時間 (s)	試験回数
4	140	1~2	3.7~5	0.5~1.0	20
2	70	2.5~3.5	7~8	0.21~0.71	20
1	40~42	7	4~6	0.25~0.69	15
1	20	11	7.5~13	0.15~0.54	10
1	10	18~30	5.2~10	0.14~0.61	30

第3表 関西電力小曾根変電所における80.5 kV 屋外用空気遮断器試験結果

動作責務	給与電圧 (kV)	遮断電流 (A)	遮断容量 (MVA)	アーク時間 (s)	固有周波数 (kC)	試験回数
CO	75~77	1,000	250	0.47~0.81	4.5	6
"	77	3,200	430	0.48~0.76	4.5	3
"	77	4,700~4,800	620~650	0.40~0.91	4.5	4
CO	76~77	8,500	1150~1200	0.4~0.5	*4.5	5

\* 80.5 kV 2,500 MVA 相当

第4表 中部電力玉川変電所における80.5 kV 屋外用空気遮断器試験結果

動作責務	給与電圧 (kV)	電流 (A)	再点弧数	異常電圧倍数	試験回数	備考
CO	72~73.5	39~42.5	0	—	7	スタコンバンク 5,000 kVA
CO	73	73.7~80	0	—	25	スタコンバンク 10,000 kVA
"	77	118.8	0	—	5	スタコンバンク 15,000 kVA
"	70	11.5	0	—	5	無負荷送電線
CO	70	18.6	0	—	6	無負荷送電線
O	70	定常 (約 7A)	—	1.0~2.1	3	変圧器励磁電流遮断

第5表 東北電力平変電所における69 kV 空気遮断器試験結果

(a) 充電電流開閉試験

動作責務	試験電圧 (kV)	充電電流 (A)	アーク時間 (s)	再点弧数	試験回数	備考
CO	62.6~63.1	0.0	0.05~0.5	0	11	8.5 km 送電線
CO	63.5~64.2	4.7	0.05~0.5	0	9	50 km 送電線
CO	61~63	84.0	0.2~0.5	0	6	スタコンバンク 10,000 kVA

(b) 50 MVA 変圧器励磁電流開閉試験

動作責務	試験電圧 (kV)	励磁電流 (A)	異常電圧倍数		試験回数
			変圧器側	電源側	
O	63.5~64.2	10.2	1.0~1.8	1.0	7

第6表 東北電力会津変電所における161 kV 空気遮断器試験結果

(a) 充電電流開閉試験

動作責務	試験電圧 (kV)	充電電流 (A)	アーク時間 (s)	再点弧数	試験回数	備考
CO	153	14.4	0.1~0.5	0	7	47 km 送電線
O	153	14.4	0.1~1.8	0	5	47 km 送電線

(b) 50 MVA 変圧器励磁電流開閉試験

動作責務	試験電圧 (kV)	励磁電流 (A)	異常電圧倍数		試験回数
			変圧器側	電源側	
O	152	3.0	1.0~1.8	1.0	7

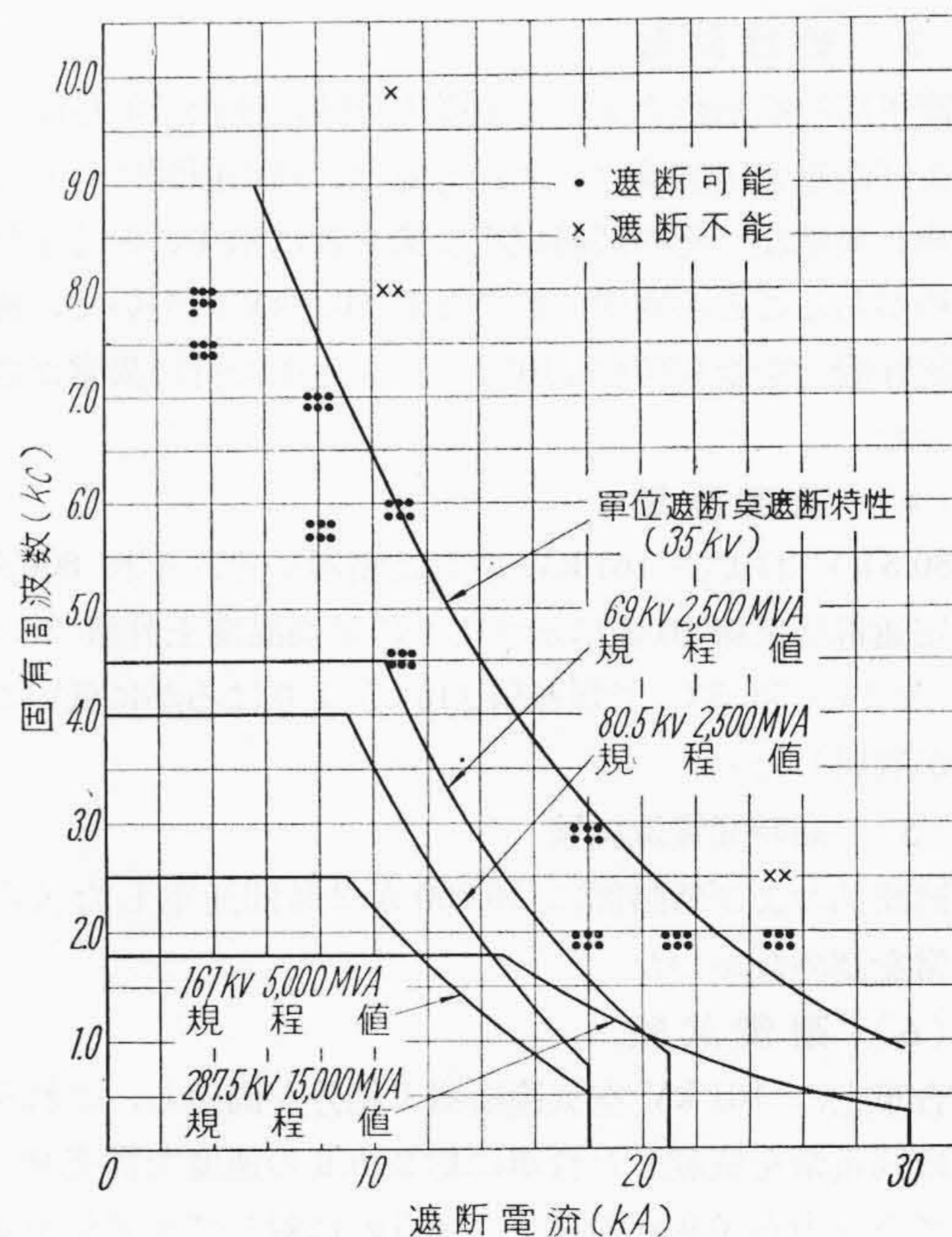
第7表 中部電力新大高変電所における161 kV 空気遮断器試験結果

(a) 充電電流開閉試験

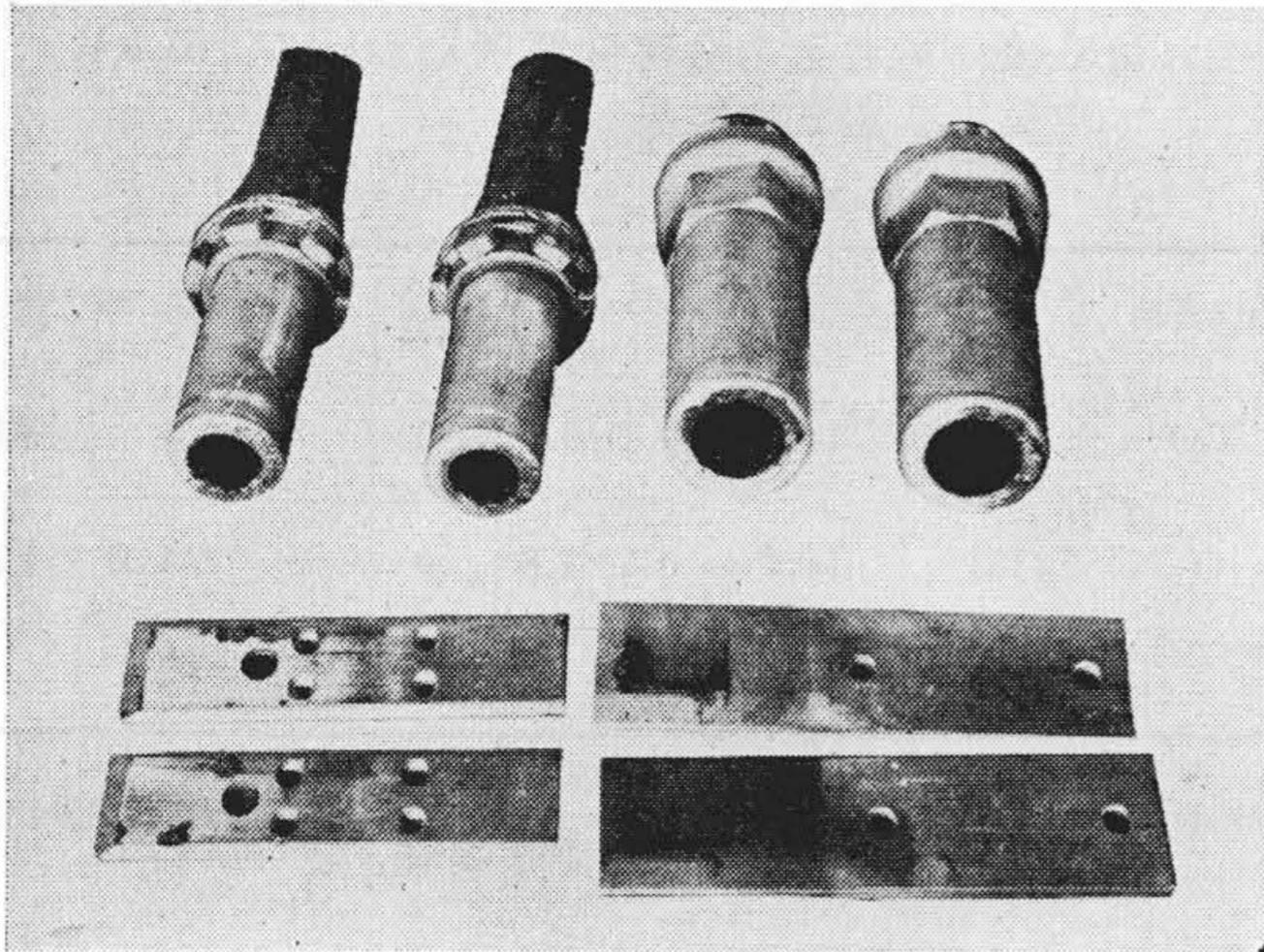
動作責務	試験電圧 (kV)	充電電流 (A)	アーク時間 (s)	再点弧数	試験回数	備考
CO	150	30	0.05~0.5	0	3	並列送電線あり
CO	150	50	0.05~0.5	0	3	並列送電線あり
CO	150	30	0.1~0.5	0	5	
CO	150	50	0.1~0.5	0	5	

(b) 90 MVA 変圧器励磁電流開閉試験

動作責務	試験電圧 (kV)	励磁電流 (A)	異常電圧倍数		試験回数	備考
			変圧器側	電源側		
O	147	7	1.0~1.5	1	5	



第5図 遮断特性



第 6 図 短絡試験後の接触子

地試験の結果を示す。なお 1,000 A~18,000 A の遮断試験を 28 回行つたのちの接触子を分解点検した状態は、第 6 図に示すように損傷はきわめて軽微であつた。これら試験の結果により、80.5 kV 2,500 MVA, 161 kV 5,000 MVA, 387 kV 15,000 MVA の大容量遮断器として十分な遮断性能を有しており、実系統における使用になんら支障がないことが判明した。

(2) 開閉試験

JEC-57 に規程された各種操作試験を行い、第 8 表に示す操作特性であつた。連続操作試験は規程値 500 回に対し 10,000 回の寿命試験を行つたが、故障なく長期の使用に耐えることが証明された。また定格操作圧力の 80~120% 定格操作電圧の 60~120% の範囲でなんら支障なく開閉し得た。

(3) 絶縁試験

商用周波絶縁耐力試験（乾燥 1 分間、注水 10 秒間）および衝撃電圧試験はいずれも対地、同相極間に対して実施し異常なくその閃絡電圧は第 9 表に示すごとく十分余裕があることが判明した。なお 80.5 kV について、極間絶縁耐力を規程値の 110% の試験電圧で行い異常がなかつた。

(4) 温度試験

80.5 kV および 161 kV 空気遮断器にそれぞれ 800 A 一定通電結果第 10 表に示すように最高温度上昇値 27.5 °C および 33.5 °C で規程値 (45 °C) よりはるかに低いことが判明した。

(5) 短時間電流試験

遮断部および断路部に 16,000 A 2 秒間通電しなんら異常を認めなかつた。

(6) 耐震試験

台車上に 161 kV 空気遮断器 1 相分を固定し、これをほぼ同重量を積載した台車に約 2 m/s の速度で衝突せしめて上下方向 0.9 g 前後方向 0.5 g に対しても異常を認めなかつた。

第 8 表 操作特性

型 式	OPB-250 PA	OPB-350 PAR	OPB-1500 PAR
電 圧 (kV)	80.5	161	287.5
操作気圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	15	15	15
投 入 時 間 (ms)	140	140	140
開 極 時 間 (ms)	58	42	44
開極より D.S 開迄の時間 (sm)	60	60	55
最小再閉路時間 (ms)	—	300	300

第 9 表 絶縁試験結果

型 式	OPB-250 -PA	OPB-350 -PAR	OPB-15000 -PAR			
電 圧 (kV)	80.5	161	287.5			
閃 絡 電 圧 (kV)	商 用 周 波	乾 燥 対 地	304	623	540	
		極 間	374	530	645	
	注 水	対 地	274	440	625	
		極 間	335	450	580	
	イ ン パ ル ス	乾 燥	対 地 +	408	1,035	1,145
			—	548	942	1,185
		極 間	+	621	1,185	1,120
			—	662	942	1,300
		注 水	対 地 +	445	1,035	1,245
			—	585	1,000	1,300
	極 間	+	606	1,010	1,180	
		—	658	970	1,130	
規 格 値 (kV)	商 用 周 波	160	325	460		
	イ ン パ ル ス	400	750	1,050		

第 10 表 温度試験結果

		温 度 上 昇 値 (°C)	
定 格 電 圧 (kV)		80.5	161
定 格 電 流 (A)		800	1,200
測 定 場 所	可 動 接 触 子	27.5	31.5
	固 定 接 触 子	27.5	33.5
	端 子	18.0	26.5
	碍 子 部 分	12.0	14.0
	接 触 部	10.0	12.0

〔IV〕 結 言

以上、日立屋外用空気遮断器の構造と試験結果の概要を報告した。5,000 回に至る各種電流遮断試験、10,000 回の連続操作試験、耐震試験など広範な諸試験を行い、電氣的にも、機械的にも十分信頼し得るものであることが立証された。本器の特長を要約すると次のとおりである。

(1) 両方向吹付型遮断部を採用しているので、遮断

能力が大きく、苛酷な再起電圧を有する回路にも安心して使用できる。

(2) 外部断路型になつており、開閉状態が一見して確認でき、また極間絶縁に対しても大気に頼っているため信頼度の最も高いものである。

(3) 外部断路型であるため、遮断部の構造が簡単で、常時高圧空気を充填しておく必要ないため、取扱上安全で保守点検が容易である。

(4) 各種の定格電圧に対して単位遮断点、制御弁、碍管類、その他の部品を共通に使用し互換性を有しているため、取扱容易で予備品の用意も少なくすむ。

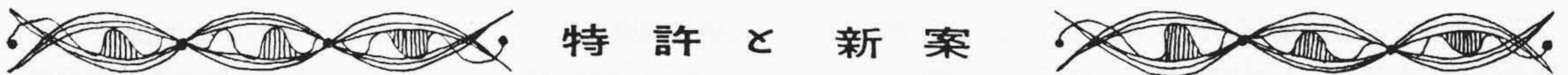
すでに日立製作所においても 80.5 kV~20.5 kV 屋外

用空気遮断器多数を受注製作中で、300 kV 15,000 MVA の空気遮断器の試作も完了した。

最後に屋外用空気遮断器開発にあたり終始御指導をいただき、実システムを使用した現地試験に便宜を計つていただいた、関西電力、中部電力、東北電力の当事者に深く感謝する次第である。

参考文献

- (1) 小林, 額田: 日立評論 36, 1,205 (昭29-8)
- (2) 額田: 日立評論 38, 1,369 (昭31-11)
- (3) P. Hammarlund: Transient Recovery Voltage. p 231, 1946
- (4) E. B. Rietz, J. W. Beatty: T. A. I. E. E. 72 p 303, 1953



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
特許	236049	電動機加減速制御装置	日立工場	前川敏明	32. 10. 23
"	236050	電圧調整における乱調防止装置	日立工場	前川敏明	"
"	236051	レオナード制御の自動電流制限装置	日立工場	今尾隆	"
"	236058	周波数変換装置	日立工場	桑島千秋	"
"	236059	電気開閉器の耐衝撃装置	日立工場	高金森二登	"
"	236065	電路遮断器鎖錠装置	日立工場	宮垣登治	"
"	236066	電路遮断器の耐衝撃鎖錠装置	日立工場	須田長治	"
"	236067	ガスタービン	日立工場	古賀善雄	"
"	236068	ガスタービン用サイクロンファーン	日立工場	古賀善雄	"
"	236039	同期発電機自動運転装置	国分工場	斎藤武	"
"	236063	水電解槽制御装置	国分工場	川島夏樹	"
"	236071	線端丸め器	国分工場	星野暹	"
"	236060	嵌込式窓止装置	笠戸工場	大谷厳太郎	"
"	236035	ケーブルカー制動連動装置	笠戸工場	金子良士	"
"	236044	車輻用台車	笠戸工場	徳村田師	"
"	236045	台車	笠戸工場	小村田師	"
"	236047	車輻用電動台車	笠戸工場	小村田師	"
"	236053	制動装置	笠戸工場	小村田師	"
"	236037	2重橋形クレンなどのすれ違い走行の安全装置	亀有工場	片岡光博	"
"	236041	斜抗スキップ積込装置におけるホッパの扉操作装置	亀有工場	村田敏雄	"
"	236042	輪鎖を用いたパンコンベヤの中間駆動装置	亀有工場	田中春雄	"
"	236043	流体間の熱交換機	亀有工場	早川英寅	"
"	236056	両吸込片カバーケーシング型渦巻ポンプ	亀有工場	渋谷井茂	"
"	236070	鋳型の製法	亀有工場	保延誠	"
"				寺田武司	"
"				原田武司	"
"				西山太喜夫	"

(第28頁へ続く)