

NGL 型 断 路 器

加 藤 清 次*

Type NGL Disconnecting Switch

By Seiji Kato

Kokubu Branch Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The type NGL vertical disconnecting switch is a product improved on the preceding type NHL horizontal double-acting ones which had been enjoying a favourable comment of the users.

This type, consisting of a simple mechanism composed of a lever and a rod which functions to give rotation to or raise vertically the blade, possesses several advantages over the conventional ones. For one thing, extremely smooth operation is assured since it is designed in the rotating grip contact type. Also, with the blade moving vertically, it requires shorter inter-phase distance. Its standard ratings are up to 80.5 kV and 2,000 A. Since the operating force for the equipment up to 2,000 A class is under 20 kg, so one-hand operation is feasible. Further, it can be installed on the wall vertically.

〔I〕 緒 言

日立製作所では、水平二重切型断路器である NHL 型を製作し、きわめて好評をえているが、この特長を折り込んで堅切型とした NGL 型を昭和 25 年より製作し、沖縄島各変電所用として多数納入以来、大幅に改良を加えて国内にも多数納入している。

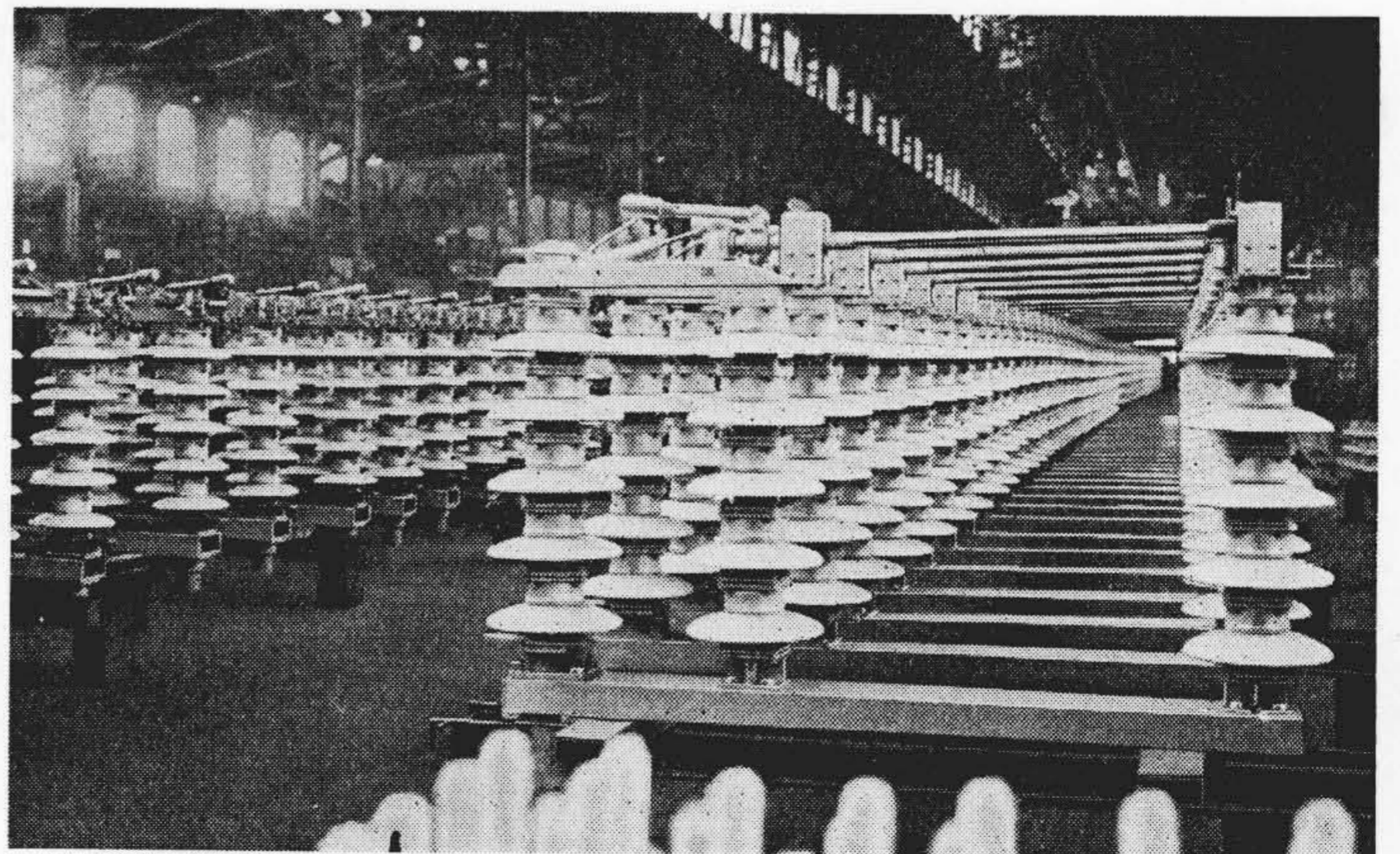
NGL 型の特長はブレードが回転締付接触型で操作が軽いこと、およびブレードが垂直方向に運動するため開閉いずれの場合でも相間に対する絶縁距離はほとんど変りなく、したがって相間寸法を短縮しうる利点があることである。発電所の容量の増加につれて機器の定格電流も大きなものを要求されるようになり、NGL 型も 69 kV 2,000 A まで製作納入している。以下その概略を紹介する。

〔II〕 構造について

米国における断路器の状況を見ると水平切のものは少く、大部分のものは堅切型で超高圧級も堅切型であるが、我国では電圧

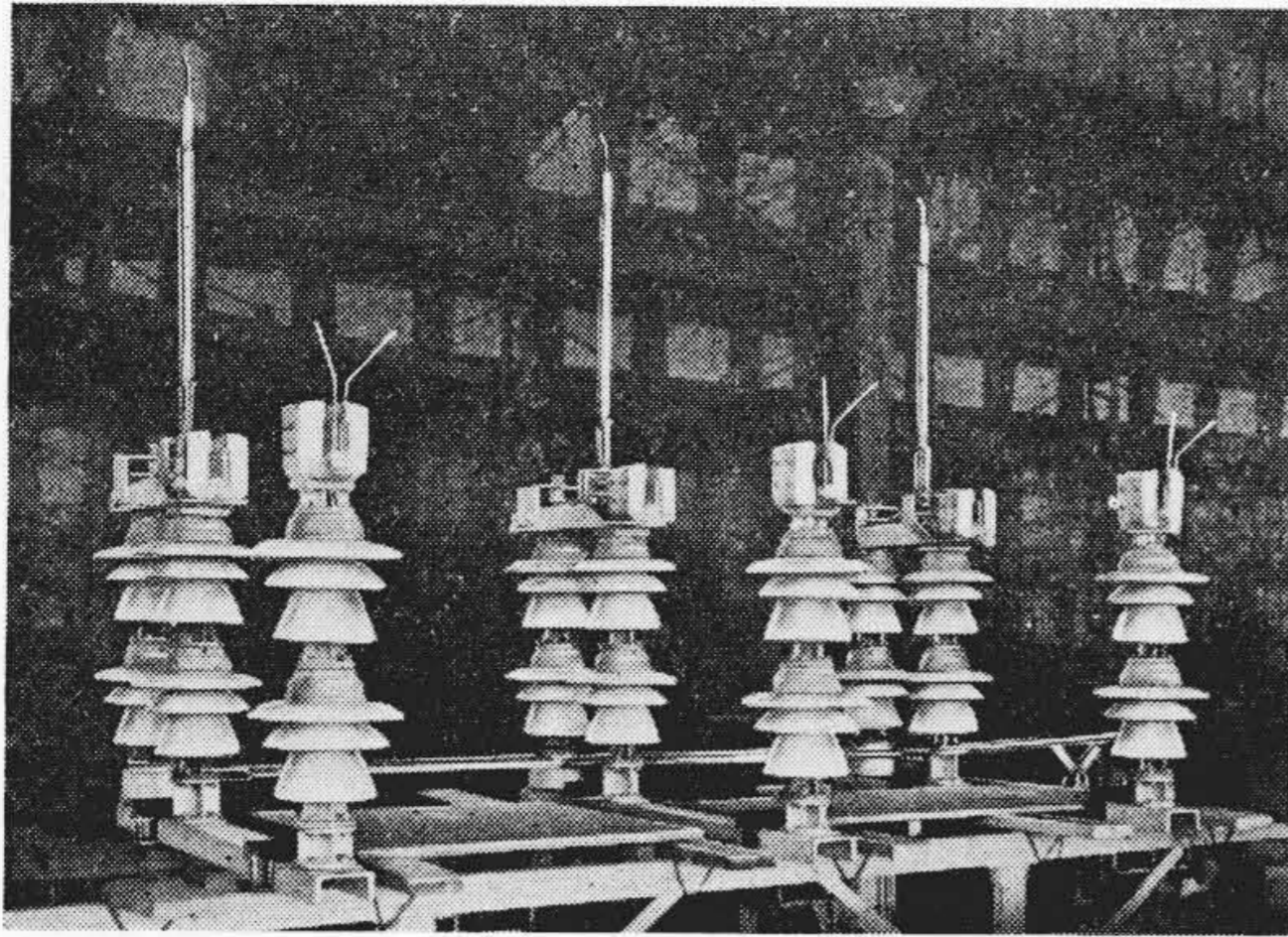
* 日立製作所日立国分分工場

100 kV 以上はほとんど水平切型である。これは慣例という点もあるが、一つには高電圧の優秀な堅切型がなかったということにもよるようである。たしかに高電圧の堅切型は、水平切型に比べて構造上接触圧力に打勝って開閉する操作力のほかに長いブレードを引起す操作力を必要とするので操作は重くなり勝ちである。しかしブレ



第1図 NGL 型 69 kV 断路器の工場における組立状況 (ディスク型碍子使用)

Fig. 1. Type NGL 69 kV Disconnecting Switches (Used Disc Type Insulator)



第2図 NGL型 69 kV 1,500 A 断路器
Fig. 2. Type NGL 69 kV 1,500 A Disconnecting Switch

ード引起しに要する操作力はバネなどによつてバランスさせることができるから、やはり接触圧力に打勝つてブレードを開閉する操作力が問題となる。したがつて、操作を軽くかつ確実とするためにはこの NGL 型のように回転締付型とすることが必要である。

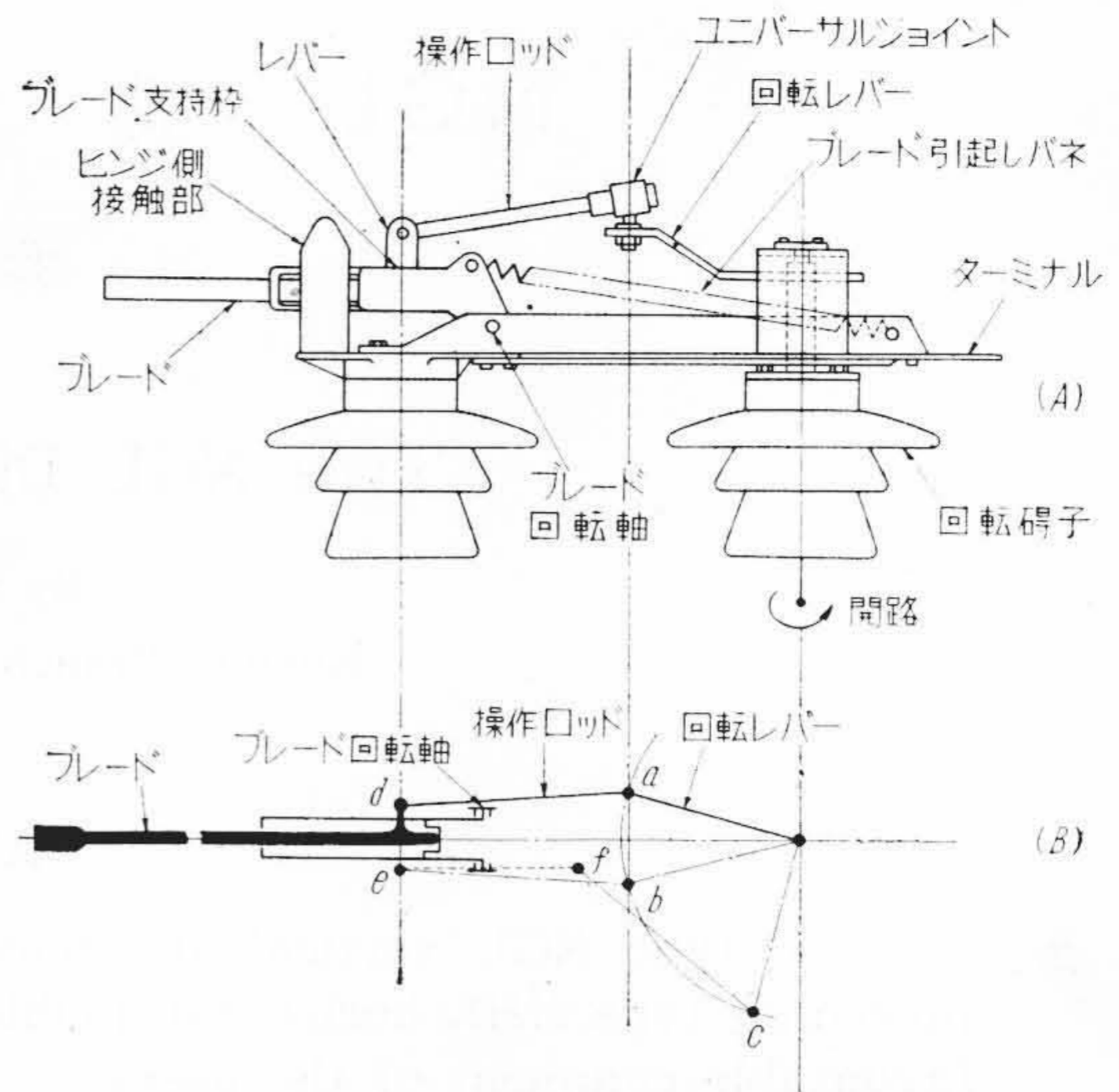
NGL 型は現在定格電圧として、80.5 kV 級までを標準として製作しているが、69 kV 2,000 A のものはブレードの回転モーメントからすれば 115 kV 800 A 相当以上のものである。また操作方式としては手動操作および圧縮空気操作を標準としている。

(1) ブレード回転機構

ブレードの回転機構は第3図に示すように、外側の回転碍子柱に固定されて、碍子とともに回転する回転レバーと、このレバーの先端部にユニバーサルジョイントがあり、一方ブレードに固定されたレバーがあり、このレバーとユニバーサルジョイントとが操作ロッドで結ばれる。ブレードは支持枠によつて、その長軸を中心として回転しうるよう支持され、支持枠はブレードとともにブレード長軸を含む垂直面内を回転しうるようになっている。

これだけの簡単な構成メンバーであるが、回転碍子を回転させることにより、開路の場合には、ブレードはまずその長軸を中心として必要角度自転して接触を弛め、つぎに垂直に引起され、閉路の場合には上記と逆にブレードにまず水平に倒れて投入され、つぎにその長軸を中心として自転し、締付接触が行われるというようにブレードとして必要である複雑な運動が正確に行われる。その動作を図示すれば第3図の通りである。

第3図は閉路状態を示すものであるが、回転レバーが矢印方向に回つて、(a)点が(b)まで回転すると、ブレード側のレバーと操作ロッドとの連結点(d)はブレード軸線を含む平面内だけの自由度を与えられているので、回転レバーの回転初期に当る(a)(b)間では(d)点は操作



第3図 ブレード回転機構の説明図
Fig. 3. Illustration of Blade Rotating Mechanism of Type NGL Disconnecting Switch

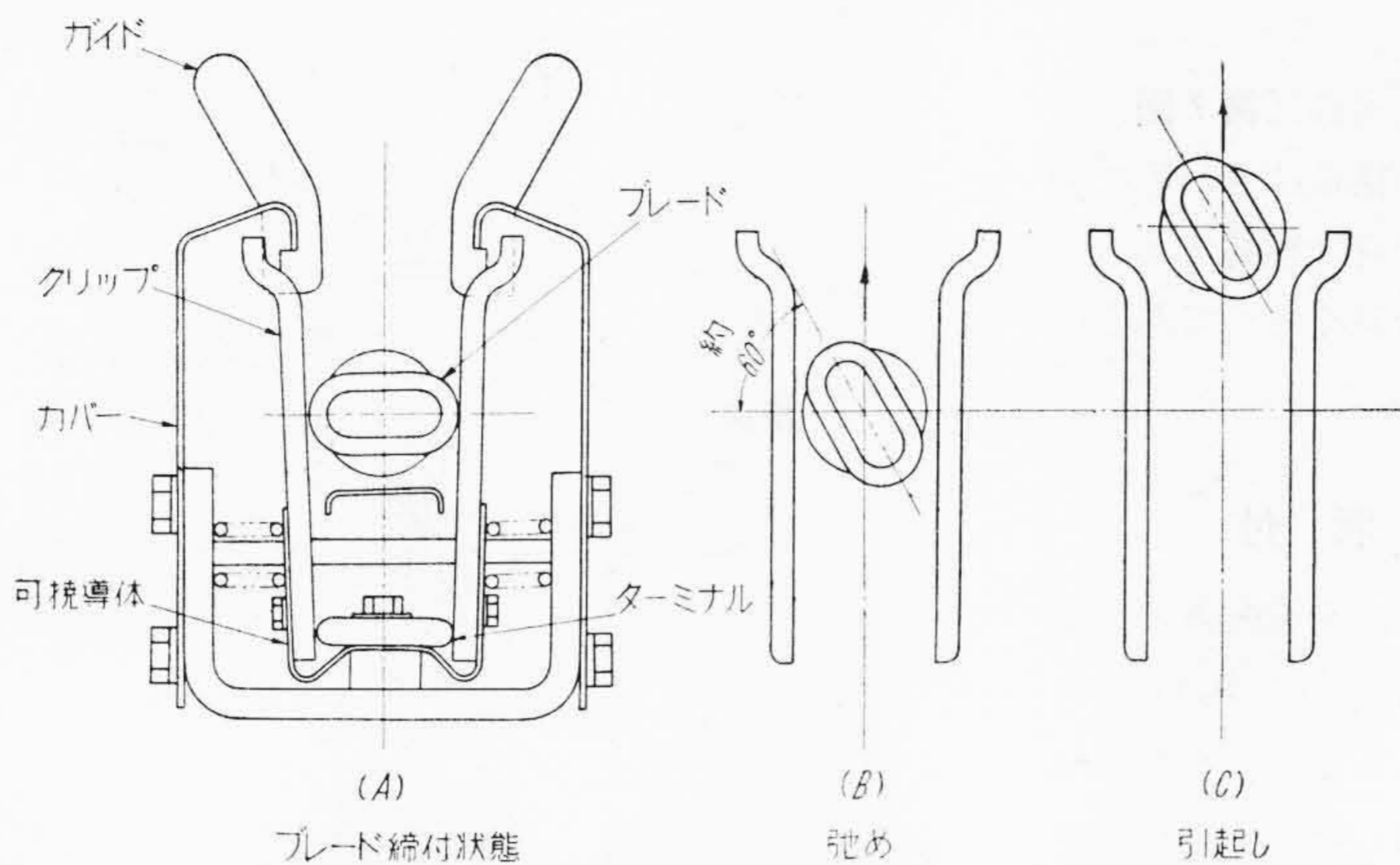
ロッドによつて(e)に駆動させられる。すなわち(a→b)と(d→e)区間は大略平行運動を行い、ブレードには所要角度だけ自転運動が与えられる。これによつて接触の締付は弛められブレードが引上げられる準備が完了する。

回転レバーが(b)からさらに(c)と回転するにつれて、操作ロッドは回転レバーに引かれるため、ブレードの引起しが始まり、ブレードは支持枠とともに、回転軸を中心として引起され、(e)点は(f)点まで移動して引起しは終り、ブレードは直立する。この際ブレードの垂直運動と回転レバーの水平運動のつながりを円滑にするためブレード自身も依然として多少自転する。閉路の場合には上記と逆にブレードは投入に引続いて自転し、締付接触が行われる。

投入位置では、回転レバーと操作ロッドとが死点を形成してブレードをロックするのでブレードは電磁力または外力によつて接触部からとびだすことは絶対にない。ブレード支持枠は、ブレードを横ぶれせぬよう支持するから、ブレードは常にベース中心線を含む垂直面内を運動し、接触部に設けたガイドと相まつて、接触部に正しく入り、その入口で当るようなことはない。ブレード自転に際しては支持枠がブレードによつてスラストを受けるが、この部分はピボット式スラストベアリングとしているから、このために操作が重くなることはない。その他ユニバーサルジョイント部をはじめ各回転部分のベアリングに対しては摩擦については十分考慮されている。

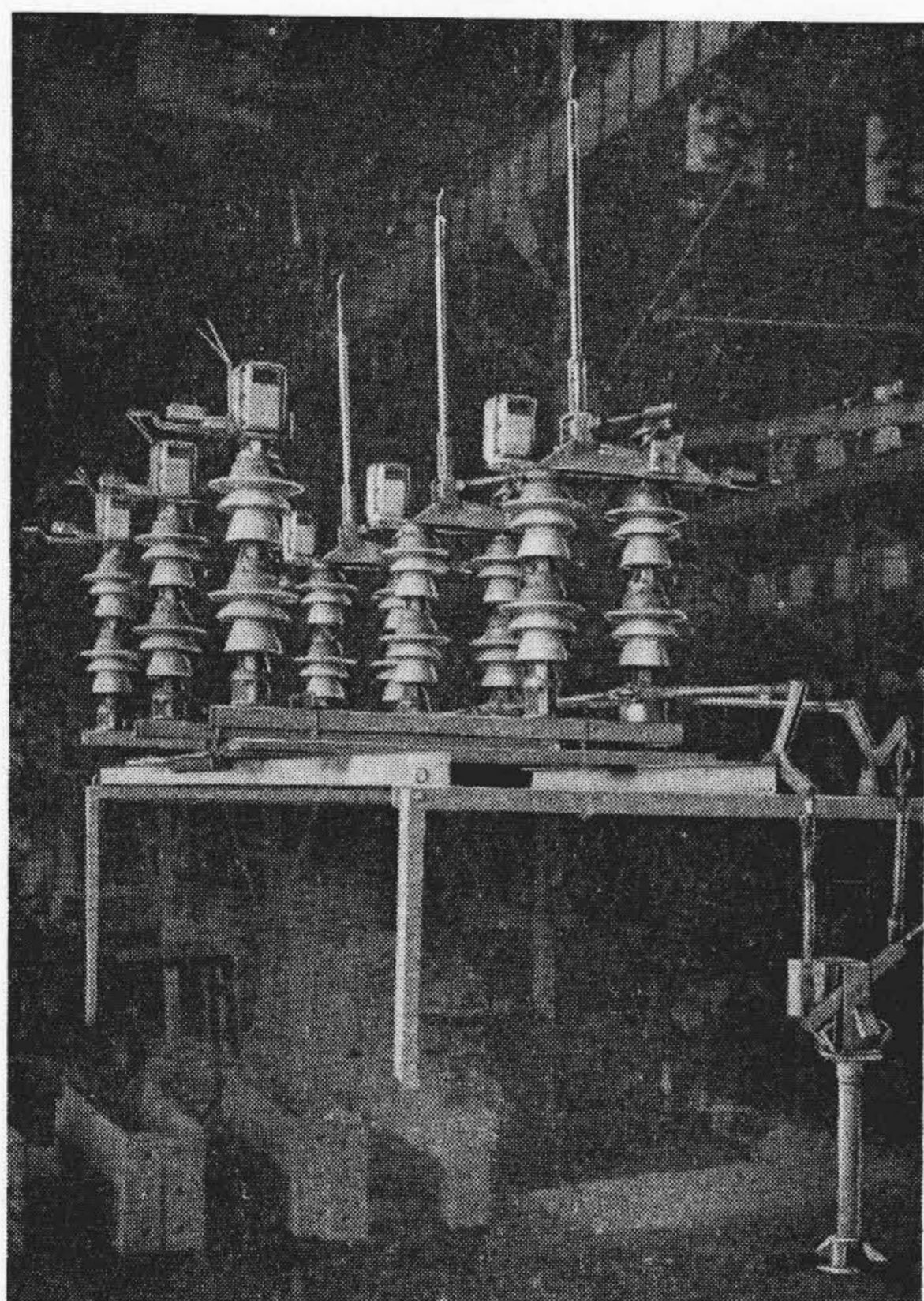
(2) 接触部

第4図は接触部におけるブレードの運動を簡単に図示



第4図
接触部におけるブレード
動作の説明図

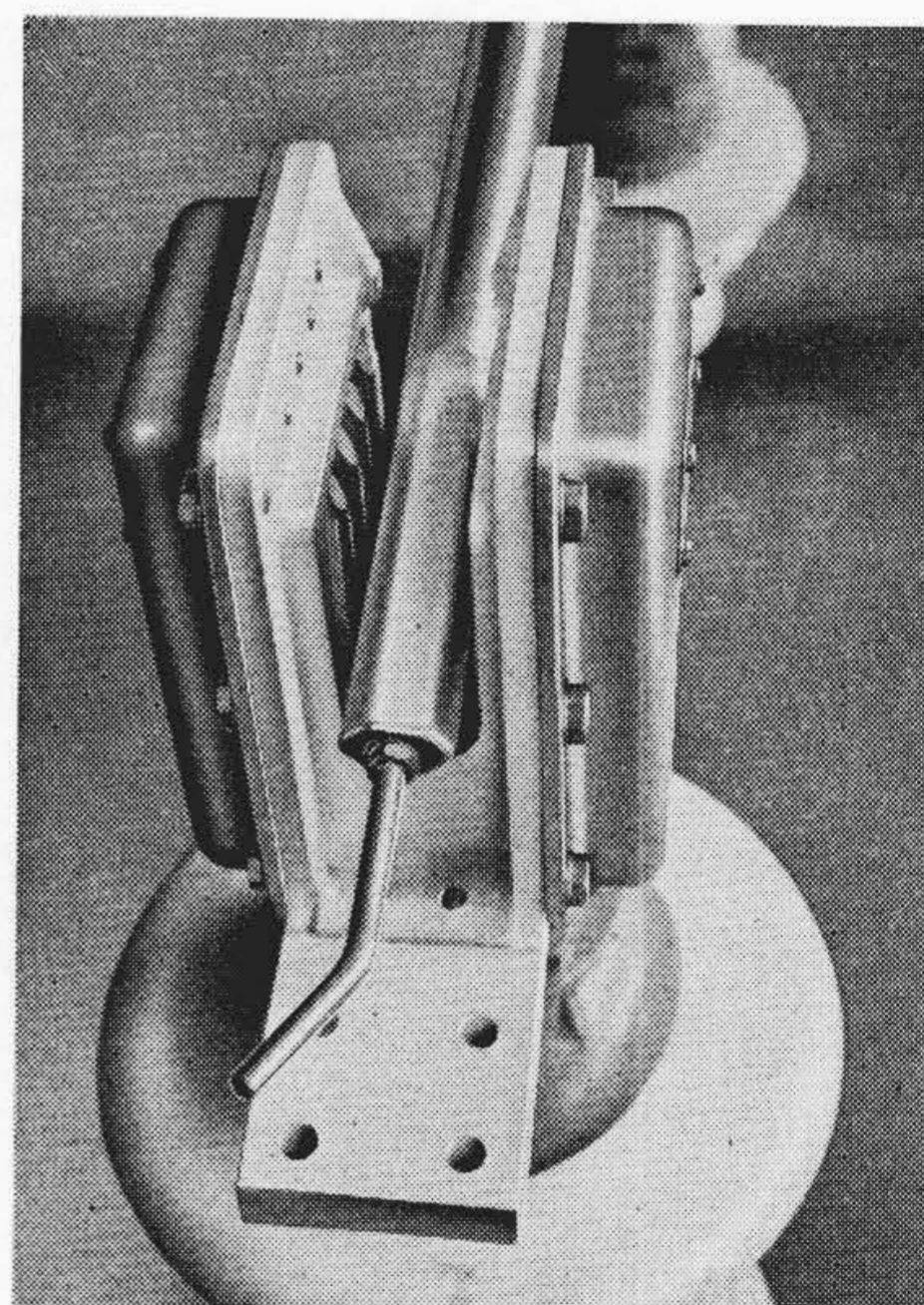
Fig. 4.
Illustration of Blade
Motion in the Stationary
Contact



第5図 NGL 型 69 kV 2,000 A 断 路 器
Fig. 5. Type NGL 69 kV 2,000 A Discon-
necting Switch

したものである。クリップとブレードおよびターミナルとの接触はバネによつて十分な接触圧力を与えてあるが、さらにクリップとターミナル間は可撓導体で接続し、バネなどに電流が分流せぬよう十分な通電容量が持たせてある。ブレードの自転によつてクリップの接触面は常に払拭され、常に良好な接触がたもたれる。ブレードの幅は接触締付状態ではガイドの隙間より広くなるため、外力によつてとび出すことはない。

ブレードのヒンジ側の電氣的接触は、ブレードが自転するとともに垂直回転するため、いろいろ工夫されたりまた可撓導体をもつてしているものもあるが、前記のご



第6図 NGL 型 69 kV 2,000 A 断 路 器 の
接触部

Fig. 6. Stationary Contact and Blade of
Type NGL 69 kV 2,000 A Discon-
necting Switch

とくブレードが単一方向だけの運動ではないので、可撓導体では長年の使用によつて切れたり、腐つてしまう心配があり。NGL 型では確実な方法として投入側の接触部と同じものをヒンジ側にも使用し、閉路に際してはブレードが両方の接触部に投入されるようにしている。大電流用の接触部は渦流によつて温度上昇をせぬよう使用材質および構造について十分考慮されている。

ブレードは定格電流 800 A までは銅管を使用して、その先端部を扁平に成形しているが、1,200 A 以上のものは丸銅を使用して、先端部を同様に扁平に成形している。垂直切型であるため開閉操作には、これらブレード重量に打勝つことが必要であるが、このためブレード重量とバランスするバネが設けてあるので、操作は軽快である。

(3) 回転碍子柱ベアリング

回転碍子柱ベアリングは NHL 型と同様に第7図に示すようなピボット式としている。この構造はきわめて簡単で、給油はほとんど必要ないので保守は容易である。碍子柱の振れに対しては L 寸法を十分長くとつてあるのでなんら問題となることはない。

[III] 垂直壁面取付

断路器は一般に水平取付型が多いが、母線配置の都合上垂直面取付として据付面積の節減をはかる場合があり、このため垂直面取付型を要求される場合も割合に多い。第8図はこの例である。この場合、一般的構造は水平取付型と同じであるが、垂直取付であるために開路時ブレードは、ベースに対して 90° 回転させる必要はなく、 60° に止めている。こうすることにより不必要に操作力が増すことを防ぐことができる。ブレード引起しを助けるバネも必要なく、かえつて開路操作には重力により加速されたブレード回転モーメントによる衝撃を緩和するための緩衝装置が必要である。

回転碍子柱は下部ベアリングに対して、カンチレバーの形で作用するから第7図に示すベアリングは適当でなく、ラジアルスラストベアリングとしている。また操作桿による操作器への方向変換部は構造上第8図に示すように、十文字レバーとなつている。この垂直取付型は国内では、日本国有鉄道二宮、大船岡変電所および富山共同自家発電葛山発電所などに合計52台納入されている。

[IV] 性能

昭和28年に、東京電力、浅川倉庫に 69 kV 400 A, 600 A および 1,200 A を合計10台納入したが、納入に際し先方要求により種々の試験を行つた。これは JEC-125 に定めた型式試験に比べて、試験回数、項目などにおいてははるかに上回るものであつて、NGL 型の特性を紹介するに参考となるので下記する。この試験結果はいずれも優秀な成績で合格し、納入することができた。

(1) 一般構造試験

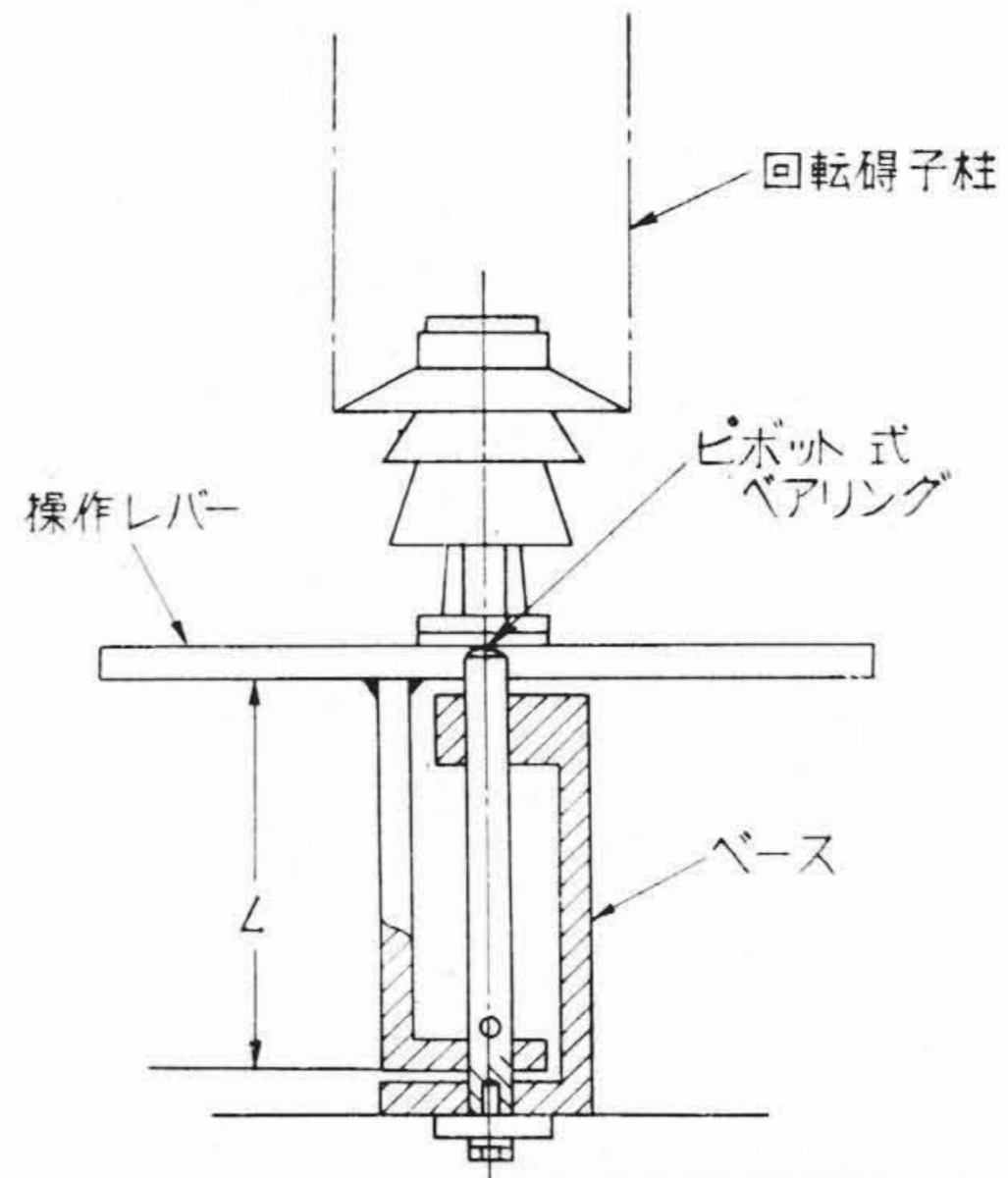
(2) 開閉試験

(i) 手動開閉試験

10,000回の連続開閉試験前後における操作力を測定したが、操作力はむしろ試験後の方が軽くなつている。

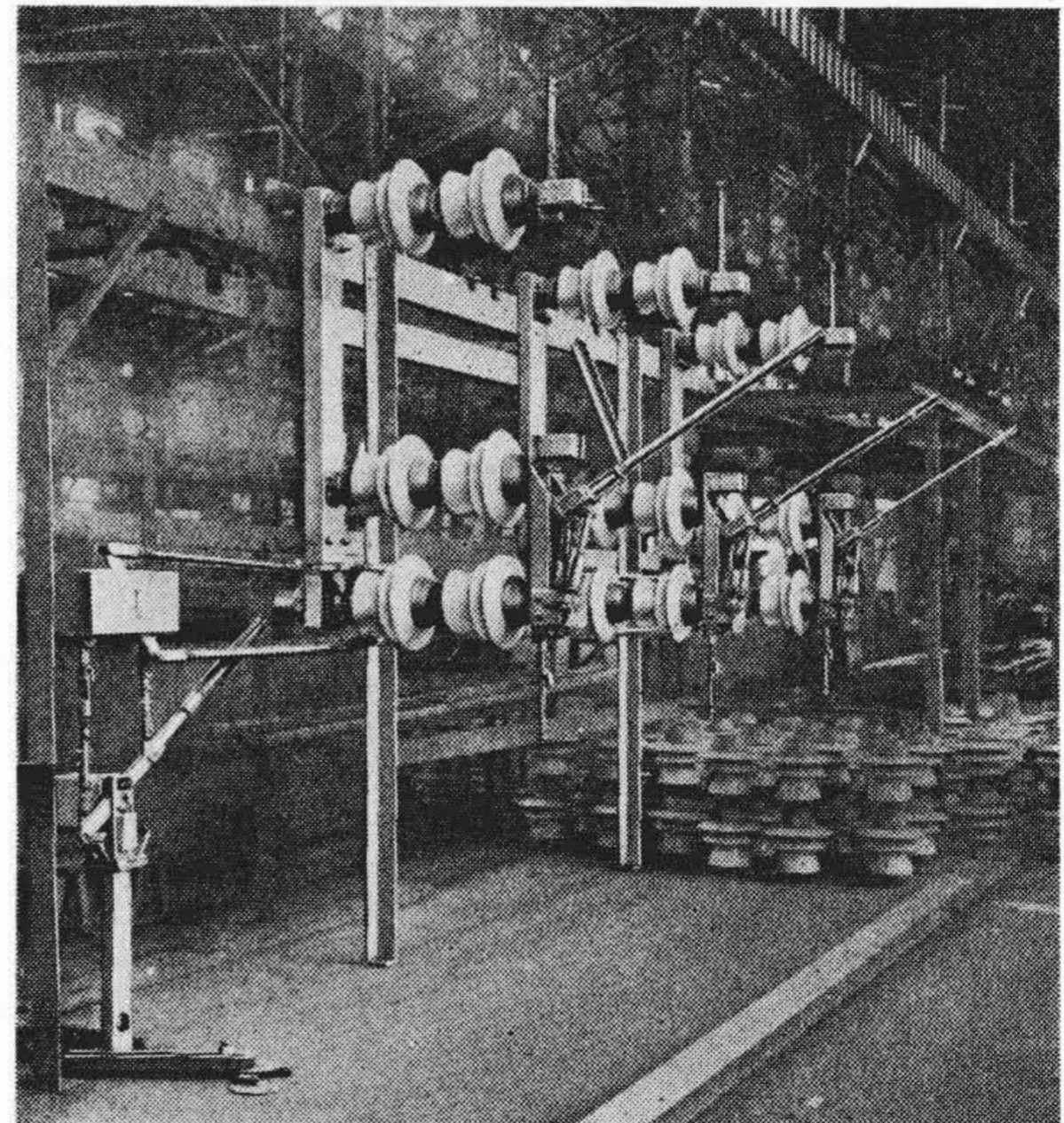
(ii) 連続開閉試験

この納入品は手動操作式のものであるが、とくに圧縮空気操作器を使用して 10,000 回の試験を行つた。手動操作に比べて圧縮空気操作の方が試験条件としては苛酷である。こゝで 10,000 回という操作回数を考えてみると、この電圧級のもので1日1回開閉操作することは、



第7図 回転碍子柱ベアリング

Fig. 7. Bearing of Rotating Insulator



第8図 NGL 型 69 kV 800 A 断路器 (垂直面取付型, 開路位置)

Fig. 8. Type NGL 69 kV 800 A Disconnecting Switch (Opening Position of Vertical Mounting Type)

まず開閉頻度の点で多い方であるが、かりに1日1回としても 10,000 回は実に約 28 年分に相当するものである。試験前に各部の油を揮発油で十分にふき取つて行い、試験中各 1,000 回ごとに接触抵抗, 最小操作気圧, ブレード投入時の位置変化および自転角度の変化, ワイプの変化および接触部のかじりなどを記録した。試験結果は良好で、ただ接触部に多少のかじりを生じたが、これとても操作および通電上支障となることはなかつた。

(3) 温度試験

温度上昇試験は連続開閉試験の前後に測定した。前後を比較してみると、最大 4°C の差を生じたが、開閉試

験後の記録でもその温度上昇は 12~14°C (600 A 通電) で十分余裕のある数字である。接触抵抗 (電圧降下) は連続開閉試験前のものに比べるとほとんど変化しておらず、その値は 62~81 mV (600 A 通電) である。

(4) 過電流試験

約 20,000 A 2 秒通電した。この試験にも寒暖計を使用して、温度測定を行ったがほとんど上昇はみられなかった。またこの試験前後にも接触抵抗を測定したが変化はなかった。

(5) 商用周波耐圧試験

- (i) 乾 燥.....175 kV 1 分間
- (ii) 注 水.....145 kV 10 秒間

(6) 衝撃波耐圧試験

- (i) 対 地..... 385 kV
- (ii) 同相端子間..... 424 kV

その他、碍子および同相端子間の 50% 閃絡電圧を測定した。これらの絶縁試験ではいずれも規定値を満足した。

(7) 3 箇月の雨暴し試験

開路状態で屋外に据付け、3 箇月放置し錆の発生状態をしらべ、100 回連続開閉試験を行った後、接触抵抗、温度上昇および操作力を測定した。結果は接触抵抗は変わらず、温度上昇の値はむしろ試験前よりも小であった。これは 100 回の操作により、接触部がよくなじんだためであろうと思われる。

(8) 端子の強度試験

締付型ソルダレスターミナルで、これの引張り試験を行ったが、荷重 1,000 kg で異常なかつた。

以上は東京電力、浅川倉庫納入のものゝ記録であるが、その後、各発、変電所に納入した各電流値のものゝ記録を総合すれば第 1 表の通りである。この表より見られる通り、定格電流 2,000 A まで操作力はいずれも 20 kg 程度以下であつて、大体片手でも操作可能である。

[V] 最 小 相 間 寸 法

NGL 型は相間寸法を短縮しうる利点があること前記の通りであるが、しからばどの程度まで短縮しうるかといえ、一般に水平二重切型断路器を使用した場合 69~80.5 kV 級では相間寸法は 1,700~2,000 mm 程度であるに対して、NGL 型を使用すれば第 2 表に示す最小相間寸法にまで短縮することが可能である。

[VI] 結 言

我国では堅切型断路器は定格電圧 69~80.5 kV 級まであり、またそれも母線間隔などから堅切型でないとい入らぬ場合に使用されることが多かつた。堅切型は据付面積を縮小しうる利点があつて、しかもこのように使用が限定されていたのは、従来操作が軽かつ接触確実である優秀な高電圧の堅切型がえられなかつたためによるものである。NGL 型はここに紹介したようにこれらの諸点において面目一新された堅切型であるので、これの採用によつて発電所における鉄構敷地も節減できるから、今後この目的のために大いに使用されるものと思われる。さらに 115 kV および 161 kV などの高電圧のものについても要望に応じては本器の特長を発揮すべく検討している。

第 1 表 NGL 型 断 路 器 の 特 性

Table 1. Characteristics of Type NGL Disconnecting Switch

定格電圧 (kV)	定格電流 (A)	接触部の温度上昇 (°C)		手動操作力 (kg)	
		クリップ	ブレード	開	閉
69~80.5	800	16.5~21	17~18	15~16	14
69	1,200	15.5~17.5	16.5~17	15	18
69	1,500	23~26.5	26	15	18
69	2,000	20.5~25	27~31	20~23	20~21

(注) 接触部はいずれも銀接触である。

第 2 表 NGL 型 断 路 器 の 相 間 寸 法

Table 2. Inter-phase Dimension of Type NGL Disconnecting Switch

定格電圧 (kV)	標準相間* 寸 法 (mm)	開閉能力を保持させる** 場合の相間寸法 (mm)	最小相間寸法 (mm)
23	850	1,100	700
34.5	1,000	1,200	800
69	1,700	2,000	1,200
80.5	1,700	2,000	1,300

* 水平二重切型に合せた寸法である。

** 励磁電流 4 A, 充電電流 2 A 程度の開閉を行う場合。



日立製作所社員社外寄稿一覧表 (昭和30年2月分受付)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
日刊工業新聞社 高分子学会 日本機械学会 日本学務研究会 高分子学会 電気学会 日本化学会	シリコーン絶縁材料としての応用 フェノールボラックの硬化反応について 最近のクレン電気設備について 新入従業員の安全教育について 塗料用アルキッド樹脂 螢光放電管 ケイ酸エステルの研究(第8報) — <i>n</i> -ブチルおよび <i>i</i> -アミルシリケートの 加水分解生成物について—	日立研究所 多賀工場 日立工場 亀戸工場 日立絶縁物工場 中央研究所 中央研究所	中牟田昌治 横山亮次 泉千吉郎 坂本弘 日月紋次 中村純之助 高谷通
真空機器協会 小峰工業出版 日本電気協会 家庭電気文化会 産業機械協会 日本機械学会 オーム社 有機珪素化学部会	陰極真空エッチング(論文紹介) トランスファ型専用工作機械による電動機の製作 電気の応用による工作機械稼働率の向上について 電気冷蔵庫の上手な使い方 横型往復動スライムポンプ 「展望」クレーンの進歩 耐熱導電材料について ポリ酢酸ビニルのメタノールの沈降および粘度 1. アリルシランと塩化アルミニウムおよび種々のハロゲン化物の反応によるヘテロ芳香属化合物の合成 2. 二, 三の Aryl Disilanes の合成と性質 3. i. 芳香属シランと金属塩化物の反応による有機金属化合物の形成 ii. Phenylchlorosilane 類と塩化鉄の反応による有機鉄化合物の形成 4. Phenyltrichlorosilane の臭素化の特長	中央研究所 川崎工場 亀戸工場 栃木工場 川崎工場 亀有工場 日立電線工場 中央研究所	近藤彌太郎 中村昌夫 大和利丸 市川道夫 山本武男 平栗保平 大和和夫 黒崎重彦 高谷通
電線工業会 電線工業会 イースタンレイルウェイ エイマーガリン コロナ社 コロナ社 日刊工業新聞社	ケーブルおよび絶縁電線に関する最近の技術的動向 230 kV パイプ型ケーブル 印度国有鉄道 WG 型機関車について 空気機械取扱上の関係法令解説 フアン コレソフ切削について	日立電線工場 日立電線工場 笠戸工場 川崎工場 川崎工場 川崎工場	依田文吉 橋本博治 武田実 印牧宗一郎 阪倉康男 岩瀬泰人 八木一司 金田一士 今西久彌 山谷貞助 鶴田四郎
電気通信学会 日本電気協会 日本化学会 日本化学会 日本化学会	工業用テレビジョン 「標準変圧器」今年の見とらし フェノール樹脂の硬化に伴う軟化温度の変化について グリセリン, フタル酸樹脂の硬化反応について プラストメトリーによるフェノール樹脂硬化反応の研究	戸塚工場 本社 日立研究所 日立研究所 日立研究所	飯島貞善 飯島貞善 飯島貞善 飯島貞善
機械学会 工業技術出版社 インドイースタンレイルウェイ	水戸工場のサンドスリンガー設備について 色彩調整 EH 10 形電気機関車の完成	日立工場 亀戸工場 本社	長島英夫 山津幸夫 河合輝