

# 断 路 器 の 電 動 操 作 器

小 林 正 毅\*

## Motor-Operating Mechanism for Disconnecting Switches

By Masashi Kobayashi

Kakubu Branchi Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

For more than thirty years Hitachi, Ltd. has been engaging in the manufacture of both pneumatic and motor-operating devices for operating disconnecting switches. And in the last ten years of its production career, it has been experienced that the development of insulator type circuit breakers has accompanied a wider acceptance of the pneumatic-operation type from a reason that the device can conveniently be served the air compressor in common with the breaker.

However, very recently the motor-operating type has newly come into favour of the industry following the recent trend of the circuit breakers to unit controlling system and the increasing demand for simplified maintenance of electric installation. This tendency in view, Hitachi, Ltd. has contrived a novel type motor-operating device and already placed it in practical service at Keihan Electric Railway Co., Kansai Electric Power Co., etc. This new type is featured by the use of double dead point elements for securing accurate opening and closing operation, as well as several merits that are summarized as follows:

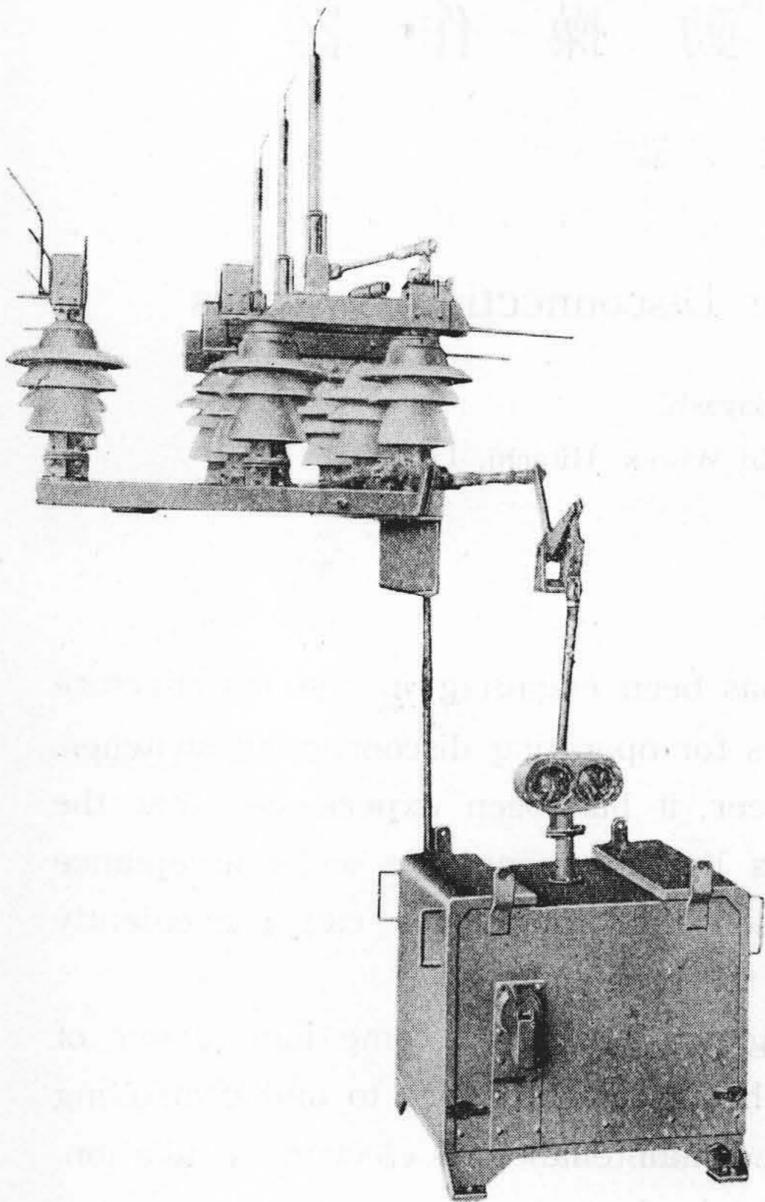
- (1) Higher speed of opening and closing operation.
- (2) An exact operation is feasible with little shock at the end position for its high speed.
- (3) It is locked rightly at its end position so that casual external force does not bring it out of place.
- (4) It can be used for both D.C. and A.C. motor operation.

### 〔I〕 緒 言

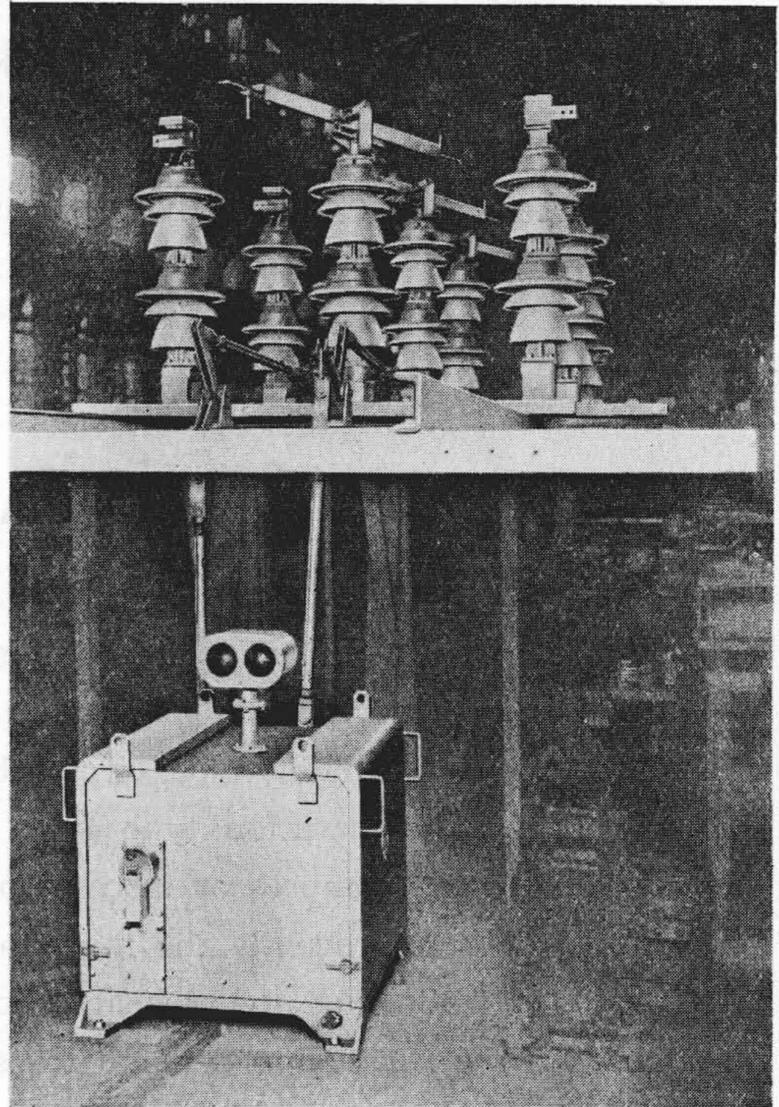
日立製作所では戦前動力操作式断路器として空気式と動電式とを並行して製作していたが、碍子型遮断器の発達につれて圧縮空気発生装置、配管等を共用し得る利点から主として空気式を採用していた。最近の傾向として遮断器の操作にユニットシステムが採用されるようになったため、必ずしも遮断器と操作方式を合わせる要がなくなり、また発電所に於ける配管等施工上の問題、更には据付後の保守の容易さの点等が考慮されて、断路器

の電動操作が再認識されるようになった。このため従来のものより改良、簡易化された新型の電動操作機構を設計し、この程京阪電鉄株式会社及び関西電力株式会社等に納入した。電動操作器は電動機の回転をクランク機構によつて往復運動に換えて断路器の開閉操作を行い、開又は閉位置で正確に停止し鎖錠することが機構上の要点である。このため従来は種々複雑なる機構が附属していたが新型は操作機構部に死点機構を二重に使用して、簡単且つ確実に開閉操作を行うようにした。以下本操作器の概要を紹介する。

\* 日立製作所日立国分分工場



第1図 NGL型 34.5 kV 400 A 電動操作式断路器  
Fig. 1. Type NGL 34.5 kV 400 A Motor Operating Disconnecting Switch



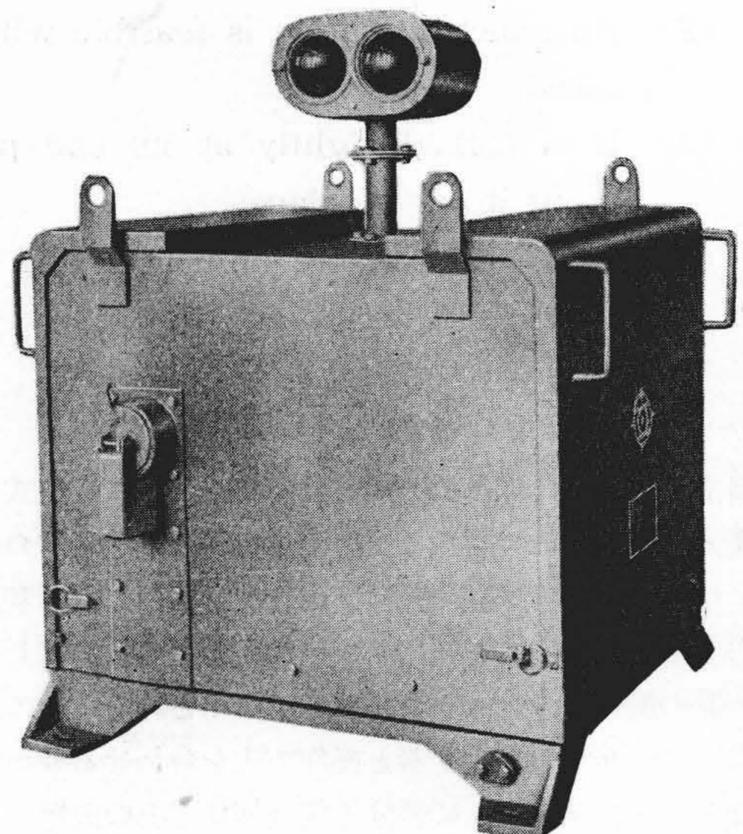
第2図 NHL型 80.5 kV 800 A 電動操作式断路器  
Fig. 2. Type NHL 80.5 kV 800 A Motor Operating Disconnecting Switch

## 〔II〕 構造及び動作に就いて

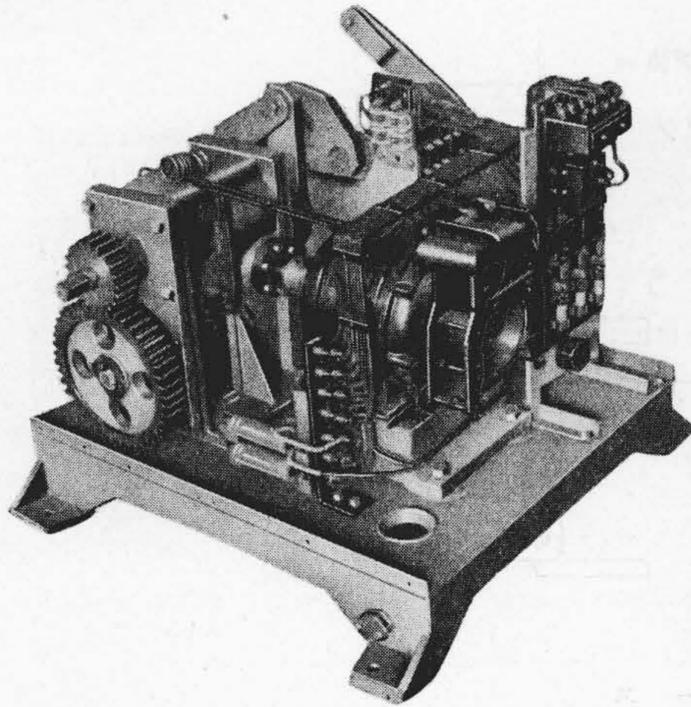
本電動操作器は電動機の回転をウォームとウォームギヤー並びに一对のスパークギヤーで減速し、更にクランク機構によつて上下運動に換えて断路器の開閉操作を行うもので、次の利点を有する。

- (i) 操作力が大である。
- (ii) 開閉速度の大きい割合に、操作の最後の衝撃が小さく動作が確実である。
- (iii) 開閉の位置で完全に鎖錠され外力により動く虞れない。
- (iv) 要求に応じて交流式、直流式の何れでも製作できる。
- (v) 圧縮空気操作器のように空気洩れ事故の原因となる配管設備が不要で、据付、保守、調整が簡単である。

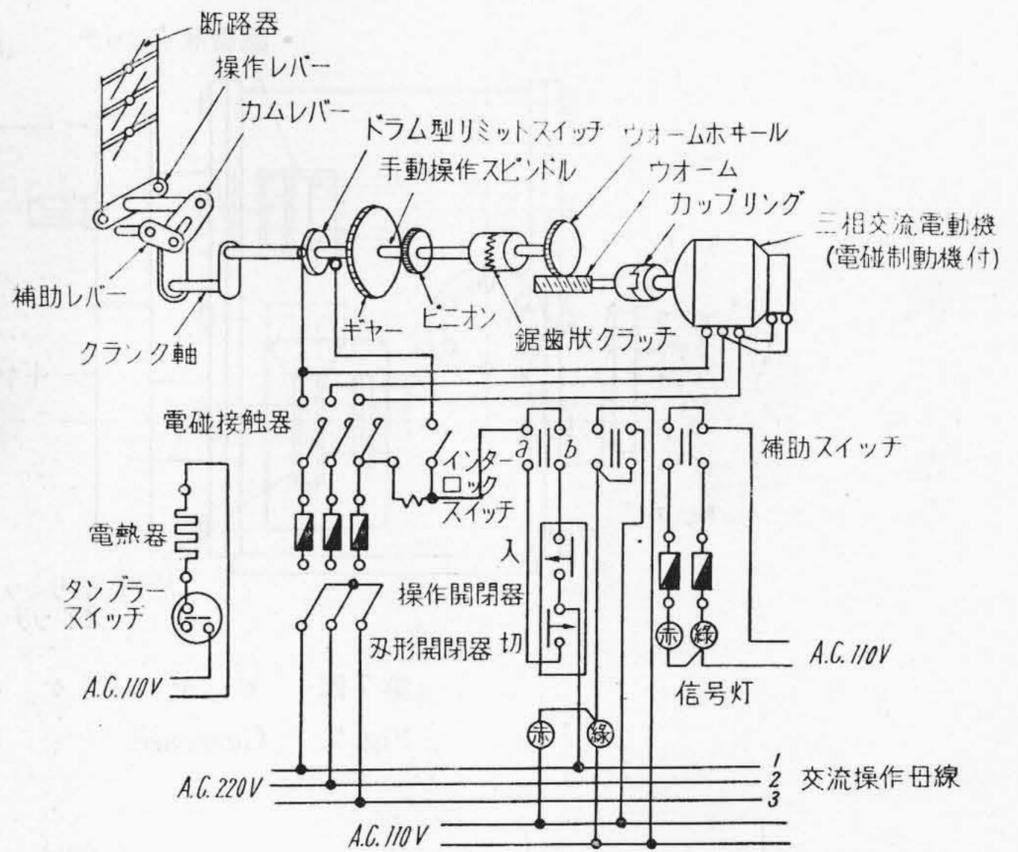
第3図は本操作器の外観、第4図は内部を示す。本器の構造は第5図に示す通り、電動機、接触器、ギヤー、リンク機構の主要部分からなり、補助スイッチ、ターミナルボード、電熱器、信号灯等の操作に必要な一切の



第3図 電動操作器の外観  
Fig. 3. Motor Operating Mechanism

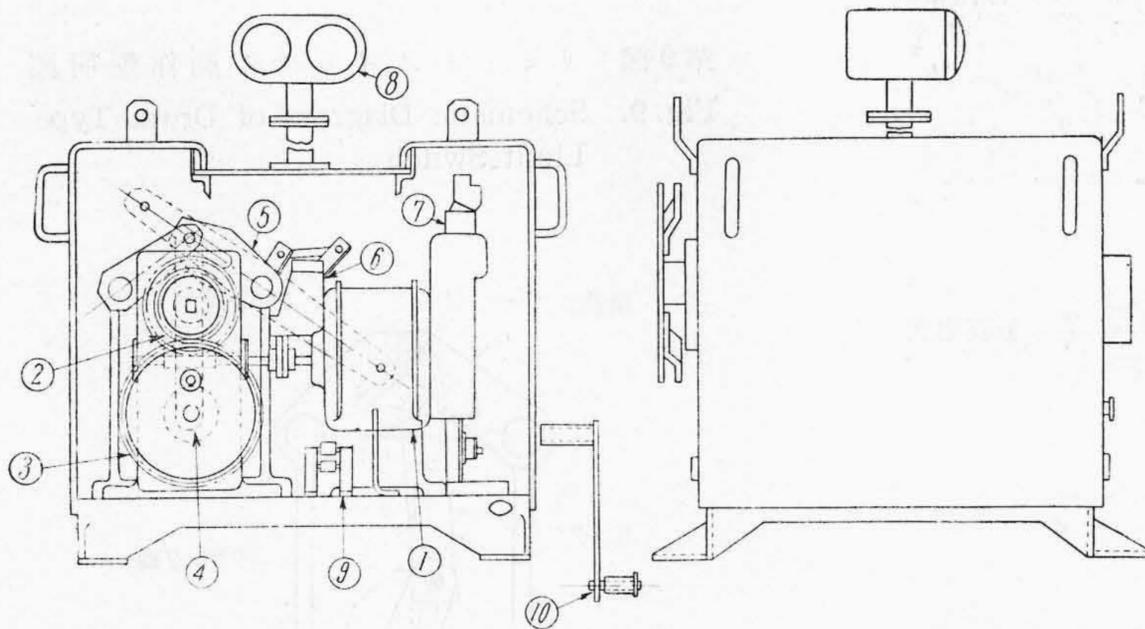


第4図 電動操作器の内部  
Fig. 4. Internal View of Motor Operating Mechanism



第6図 電動操作器の動作説明図

Fig. 6. Schematic Diagram of Motor Operating Mechanism



- ① 電動機
- ② ピニオン
- ③ ギャー
- ④ クランク軸
- ⑤ カムレバー
- ⑥ 補助スイッチ
- ⑦ 電磁接触器
- ⑧ 信号灯
- ⑨ 電熱器
- ⑩ 手動ハンドル

第5図 電動操作器の構造説明図  
Fig. 5. Construction of Motor Operating Mechanism

器具が配置よく集中されているので、全体として小型に纏っている。第6図に於て操作開閉器を入れると、電磁接触器が閉じて電動機が起動する。この回転は減速されてクランク軸に伝わり断路器を開閉する。開閉位置に於てはドラム型リミットスイッチによつて電磁接触器は開かれ、電動機は停止する。操作の終端位置に於てはカムレバーの作用力が最大となり断路器は開閉位置に完全に鎖錠される。又調整や停電の際に手動操作も出来るようになっており、左右のカバーを取外すと容易に内部の点検、手入が出来る。

(1) 電動機

操作電源の標準は 200/220V, 50/60 $\sim$  であるが、80.5kV 定格の断路器迄はその75%から110%の範囲内で確実に操作できる。操作用電動機の仕様は下記の通りで、短時間定格のため小型に出来ている。

出力 1 HP 3 $\phi$  IM  
(電磁制動機付)

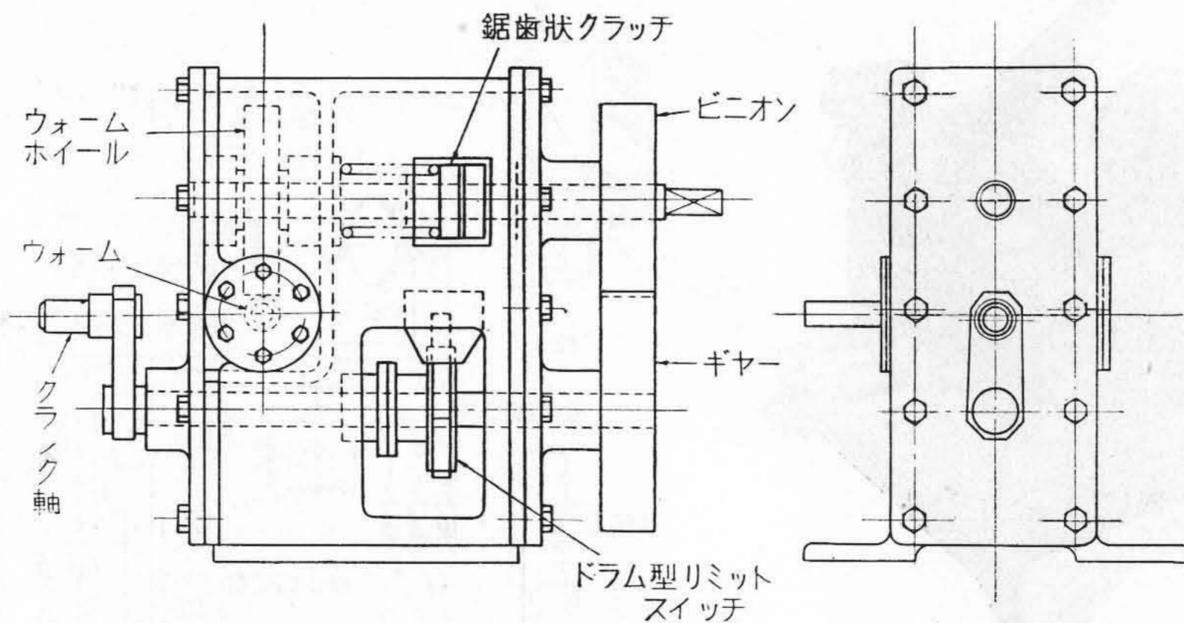
定格電圧 200/220 V  
50/60 $\sim$

回転数 1,500/1,800 r.p.m.

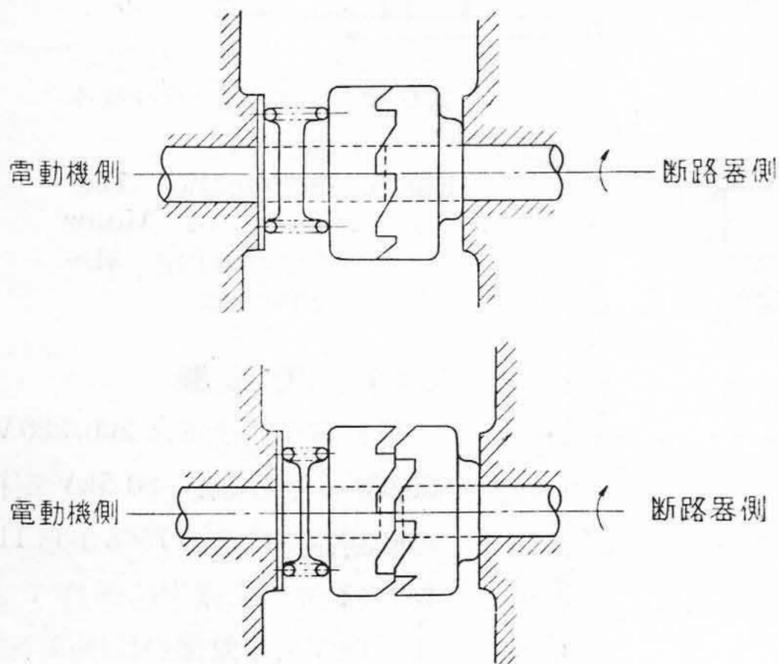
定格 5 min

(2) ギャーケース

操作機構中重要な部分はすべて堅牢なギャーケースに取付けられている。第7図に示すようにウォーム、ウォームホイールは、グリースを充填した密閉函内に収められ、鋸歯状クラッチの可動側、固定側はそれぞれウォームホイール、ピニオンと同軸につけられている。鋸歯状クラッチは手動操作の際、電動機側を切離す目的のもので、その際はクラッチが滑動して、啮合が離れ断路器側のみ回転する。(第8図) ギャー、ドラム型リミットスイッチはクランク軸に固定されている。軸承部分にはす



第 7 図 ギヤ ケー ス  
Fig. 7. Gearcase

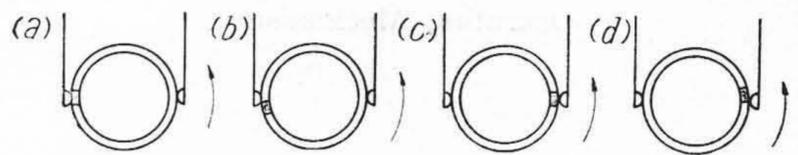


第 8 図 鋸 歯 状 ク ラ ッ チ  
Fig. 8. Saw Teeth Clutch

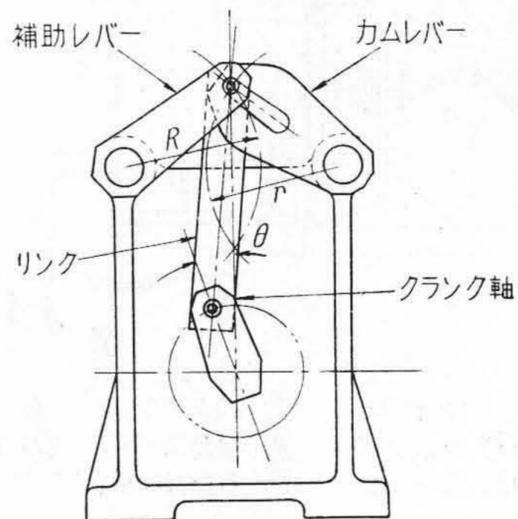
べて給油装置を設け、発錆によつて動作が不円滑とならぬよう考慮してある。開閉完了位置に於ける電動機の惰性は電磁制動機によつて完全に阻止されて、開閉時の衝撃は殆どなく特別な緩衝装置を要しない。

(3) リミットスイッチ

リミットスイッチは開閉操作の終端付近で、電磁接触器を開き電動機を停止させる。このためリミットスイッチの動作する点はクランク軸の停止位置に関係があり、これを適当な角度に調整の上固定してある。第 9 図はその動作の説明図である。(a) の位置で操作開閉器を(切)にすると補助スイッチ回路により電磁接触器は閉じて、クランク軸は回転しスイッチは (b) の位置に来る。この位置では電磁接触器はセルフホールドされるから、補助スイッチが切れてもクランク軸は (c) の位置迄回転して断路器は開路する。この位置で操作開閉器を (入) にするとスイッチは上記と同様にして (d) の位置に移り電磁



第 9 図 リミットスイッチの動作説明図  
Fig. 9. Schematic Diagram of Drum Type Limit Switch

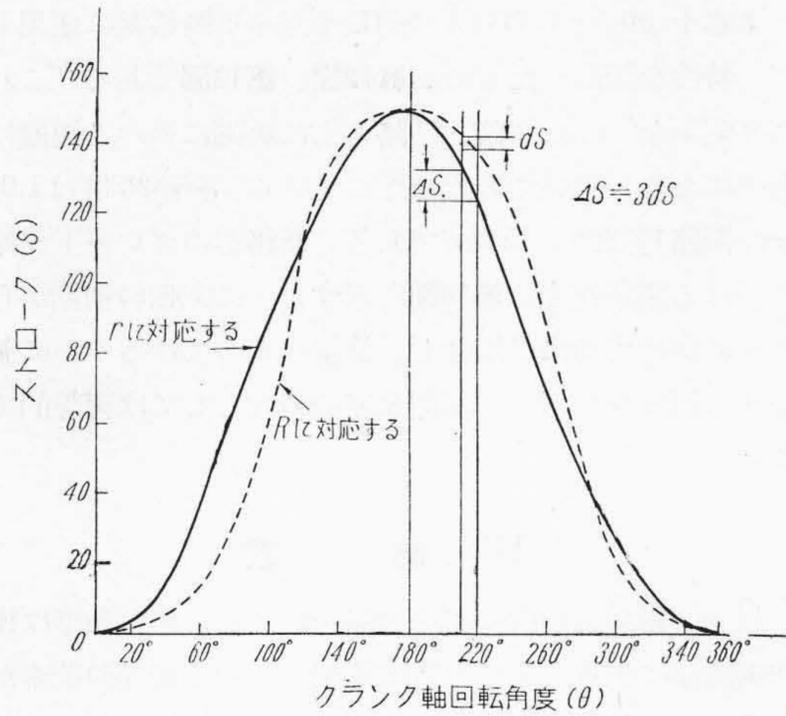


第 10 図 カムレバー部分の構造  
Fig. 10. Camlever Mechanism

接触器はセルフホールドされて、クランク軸は (a) の位置迄回転して断路器は閉路される。

(4) カムレバー部分

断路器の開閉完了位置を正確に規定するために、従来の機構では電動機の惰性による回転を電磁制動機で止めると同時に電動機側を切り離す特殊の停止機構が使用され構造が複雑であつたが、新型の機構は第 10 図に示すようにクランク軸にカムレバーと補助レバーを組合せ、開閉完了位置に於てカムレバー、クランク軸間、カムレバー、補助レバー間の死点要素を二重に使用して停止位置



第11図 カムレバーのストロークとクランク軸の回転角度の関係曲線

Fig. 11. Relation between Camlever-Stroke and Crank-Shaft-Rotation

を正確にしている。第11図はクランク軸の回転角度 $\theta$ とカムレバーのストローク $S$ との関係を示す曲線である。これより明かなように死点附近の動きは、補助レバーを有する場合の方が少く $210^\circ \sim 220^\circ$ 間では $1:3$ の比になっている。従つて開閉動作の終端附近に於てクランク軸の回転に対する、カムレバーの動きは約 $1/3$ となり、リミットスイッチの動作の遅速を補償するようになっている。これによつて特殊の停止機構が不要になり構造の

簡易化が行われた。この機構の以上の特長を要約すれば次の通りである。

- (i) 開閉操作に於て断路器の停止位置が極めて正確である。
- (ii) 断路器の鎖錠は二重になり、停止位置に於て断路器は極めて安定している。
- (iii) 開閉動作の行程中荷重が最大になる所でカムレバーの作用力も最大となる。

〔III〕 試 験 結 果

本操作器を 34.5 kV 400 A NGL 型 整 切 断 路 器 に 組 合 せ て 試 験 し た 結 果 を 次 に 示 す。

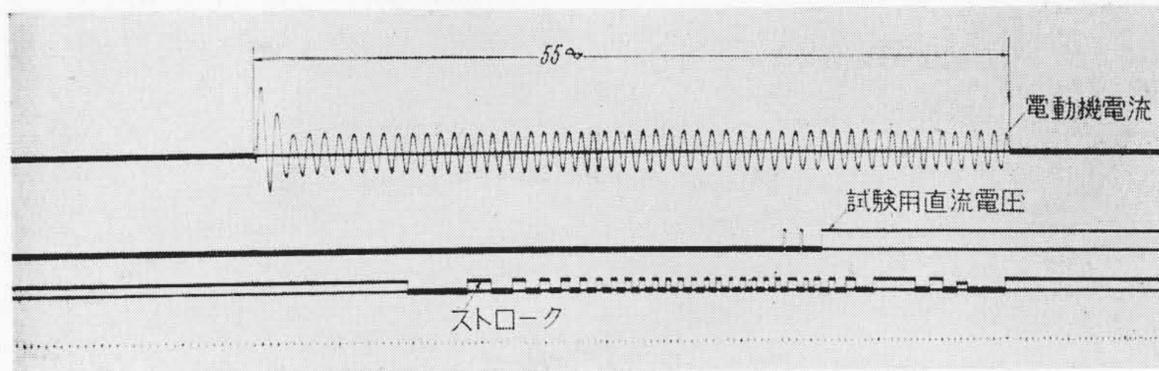
(i) 電動操作試験

電動操作は定格電圧 220 V の 75~110% (165~242 V) で操作可能という仕様であるが、試験結果は最低動作電圧 120 V で十分余裕があり、また 120% の 264 V でも何等支障はなかつた。200 V 50 $\sim$ にて試験せる結果は下記の通りである。

開 路 時 間.....	1.1 sec
閉 路 時 間.....	0.675 sec
開 路 電 流.....	16~12.5 A
閉 路 電 流.....	16~12 A
電磁接触器最低動作電圧.....	90 V

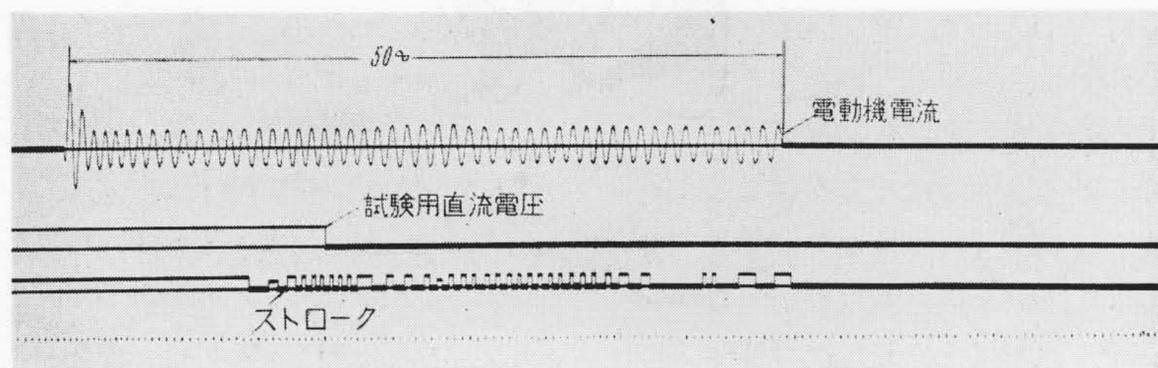
(ii) 手動操作試験

手動操作は 450 mm の手動ハンドルを回転して行うようになっているが、開路、閉路ともに最大操作力は 35 kg で操作は軽く行われた。



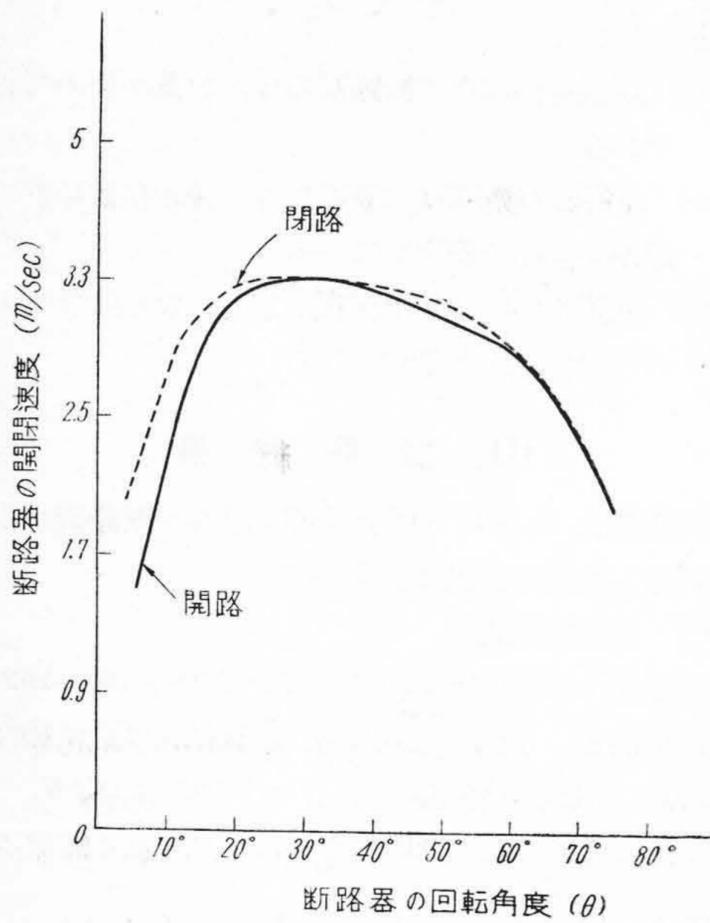
第12図 閉路行程のオツシログラム

Fig. 12. Cscillogram of Closing Stroke



第13図 開路行程のオツシログラム

Fig. 13. Cscillogram of Opening Stroke



第 14 図 NHL 型 80.5 kV 800 A 電動操作式断路器の開閉速度曲線  
 Fig. 14. Speed Curve of Type NHL 80.5 kV 800 A Motor Operating Disconnecting Switch

(iii) 連続開閉試験

連続 1,000 回の開閉試験を行つたが、操作器、断路器の何れにも異常を認めず開閉操作の衝撃は僅少で、断路器の緩衝装置は不要であつた。

本器を 80.5 kV 800 A NHL 型水平切断路器に使用して、特性を記録したものが第12図、第13図である。これより明かなように開路、閉路ともに終端に於ける速度は最小になり、中央で最大となつている。開路時間は1.05 sec, 閉路時間は 1.15 sec である。断路器のブレード先端に於ける開閉速度は第14図に示すように回転の初期から中央にかけて急激に増加し、終端に向つてゆるやかに減少する傾向をたどり、開閉速度の特性としては理想的である。

〔IV〕 結 言

以上で新型電動操作器の大略を紹介したが、新型は操作機構部に死点要素を二重に使用したので操作の能率が良くなり、開閉位置に於ける鎖錠が完全になつた。その上減速ギヤの数を少なくする等機構を簡素化したので従来のものに較べて重量が軽減され保守及び調整が極めて容易になつた。これは本器を 34.5 kV 400 A, NGL 型、80.5 kV 800 A NHL 型断路器に使用した一例であるが、161 kV 級並びに電動機の馬力を増すことによつて 287.5 kV 級断路器の操作も可能である。断路器の操作器として空気式と電動式とを比較してみると、空気式は操作電気回路の外に圧縮空気発生装置及び配管設備を必要とし、且つ空気洩れ等の事故が起り易いという欠点があり、従つて保守の点では十分な配慮が必要である。これに反して電動式は電気回路の点検と機構部分の定期注油だけで良いから、保守は容易である。このように考えると遮断器操作のユニットシステム化の増加と相俟つて、断路器の電動操作は今後大いに増すものと思われる。

