

蘭越發電所用傘型發電機と制御装置

菊地 彌十郎* 瀧田 武夫**

Umbrella Type Alternator and The Controlling Equipments of Rangoshi Power Station

By Yajūro Kikuchi, Takeo Takita
Hitachi Works & Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The generating equipments of 7,000 kVA Rangoshi Power Station of the Hokkaido Denryoku K. K., which was planned as a full automatic and non-attendant hydro-electric power station, were completed by Hitachi, Ltd. recently. And its 7,000 kVA alternator is the first umbrella type machine in Japan.

Fig. 2 and 3 illustrate the general view of this generator.

Compared with the conventional tow-guide bearing type which has the thrust bearing above the rotor and a guide bearing above and below the rotor, and the umbrella type or single-guide bearing type which has a combined thrust and guide bearing located below the rotor, the latter has many advantages for the former. But there is a limit in the design of the umbrella type machines, that is, the limiting factor is the ratio of the vertical distance between centers of the rotor and guide bearing to the radial distance to the center of the guide bearing. Umbrella type construction is not used where this ratio exceeds the value required for mechanical stability. A generalized example of this limit plotted from the generators in operation in U.S.A. and Canada is illustrated by Fig. 4.

From the method of assembly, there may be two types for thrust bearing construction. One is the thrust bearing parts are assembled in the pit around the shaft, above the coupling, and other is that after thrust bearing parts are assembled the rotor is lowered to its normal position. The latter construction was adopted in Rangoshi P. S., because it is easier and simpler in erection etc., than the former. Moreover, the segmental guide bearing is specially excellent in the umbrella type machines from the points of mechanical stability, adjustment, lubrication, and piping, etc. For the above reasons, the umbrella type machines are expected to be adopted more extensively than ever in Japan.

This umbrella type alternator is directly coupled with 6,500 kW Kaplan turbine, and its start or stop is controlled automatically by closing or opening 66 kV tie line circuit breaker at Kombu as master station apart from Rangoshi by 4 km.

For full automatic and non-attendant operation, controlling equipments are furn-

* 日立製作所日立工場

** 日立製作所多賀工場

ished with various excellent devices such as electronic automatic-synchronizer combined with speed matcher to synchronize smoothly and quickly; automatic water level regulator to take load corresponding with water discharge as a base load station; automatic power factor regulator to keep power factor constantly owing to the small capacity of station which is insufficient to keep line voltage constantly.

Its protective devices are also arranged suitably for non-attendant system such as alarm for the faults of control source.

[I] 緒 言

北海道電力株式會社の蘭越發電所は全自動式無人の水力發電所であつて、交流發電機は、本誌上屢々簡単な紹介がなされて來たが、本邦に於いてはじめて設置される傘型の發電機として斯界の注目を引いて來たものである。昭和 26 年 2 月工場試験を優秀な成績で終了した。

豎型の發電機に傘型が用いられるようになったのはかなり古く、1910 年頃から小容量のものにぼつぼつ見られ始たのであるが、多くの利點があるために、近時低速の大容量機には非常に廣く用いられるに至り、低落差で水量の多い米國に於いて最も發達し、現在運轉している米國に於ける發電機の大半は傘型である。現在世界最大のものは米國 Garrison 發電所の 84,200 kVA, 13,800 V, 90 r. p. m. 2 臺であつて、50,000 kVA 以上のものが十指に餘る状態である。

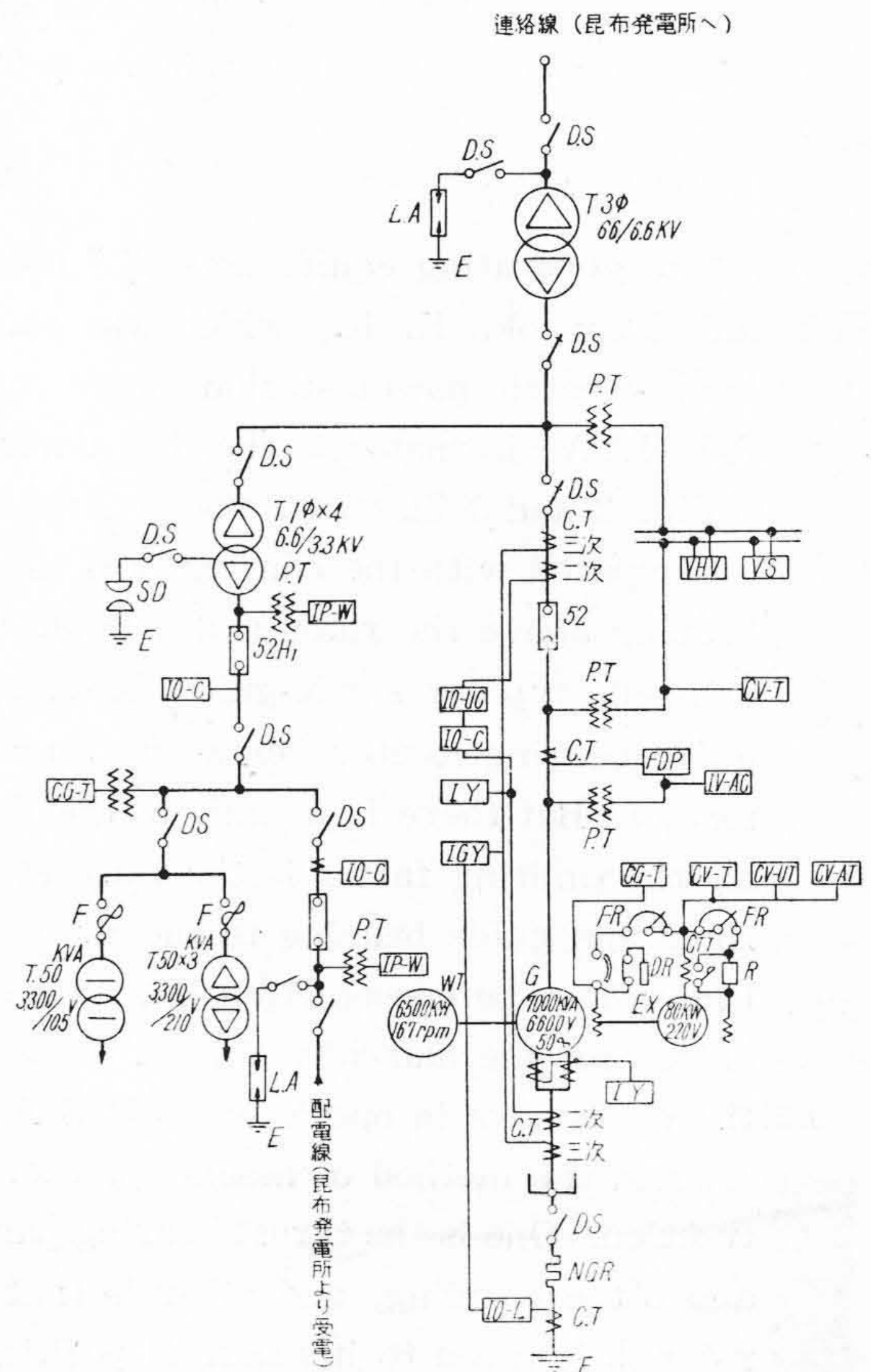
本邦に於いては地理的條件から比較的落差の大なるものが多く、従つて割合傘型を用いる機會に恵ぐまれず、戦時中丸山發電所（現在第 1 次開發計畫に入つてゐる）を傘型發電機として設計を進めて來たのであるが、戦争の苛烈に伴い製作中止となり、戦争末期三菱電機が滿洲へ製作納入したのが最初のもので⁽¹⁾、本邦に於いては未だ設置されたものを見ず、その構造も又珍しいものとされている状態である。

又この水車發電機の制御は 4 km 離れた親發電所で連絡送電線を活殺することにより自動的に起動停止する全自動式である。従つて監視員を常駐しない無人水力發電所としての制御装置に對する考慮が十分拂われ、幾多の新しい試みや新設計が盛られ、運轉制御に萬遺憾なきを期している。以下本發電所の新機軸である傘型發電機と制御装置を紹介し種々の面から検討して見たいと考える。

[II] 設 備 概 要

第 1 圖は蘭越發電所の單線接續圖を示す。主要機器の概要は下記の通りである。

水車 6,500 kW 豎型渦卷型カプラン水車



第 1 圖 7,000 kVA 蘭越發電所の單線電線接續圖

Fig. 1 Skeleton Diagram for 7,000 kVA Rangoshi Power Station.

有效落差 13.0 m

最大使用水量 57.4 m³/sec

回轉數 167 r. p. m.

發電機 7,000 kVA, 6,600 V, 3 相, 50 〃,
傘型豎軸閉鎖通風型.

勵磁機 80 kW, 220 V.

變壓器 2,500 kVA, 單相 3 臺, 50 〃,
1 次 : 6,300 V, △接續

2 次 : 66,000 V, Δ 接続.

送電線 66,000 V, 1 回線,
 亘長 4 km.

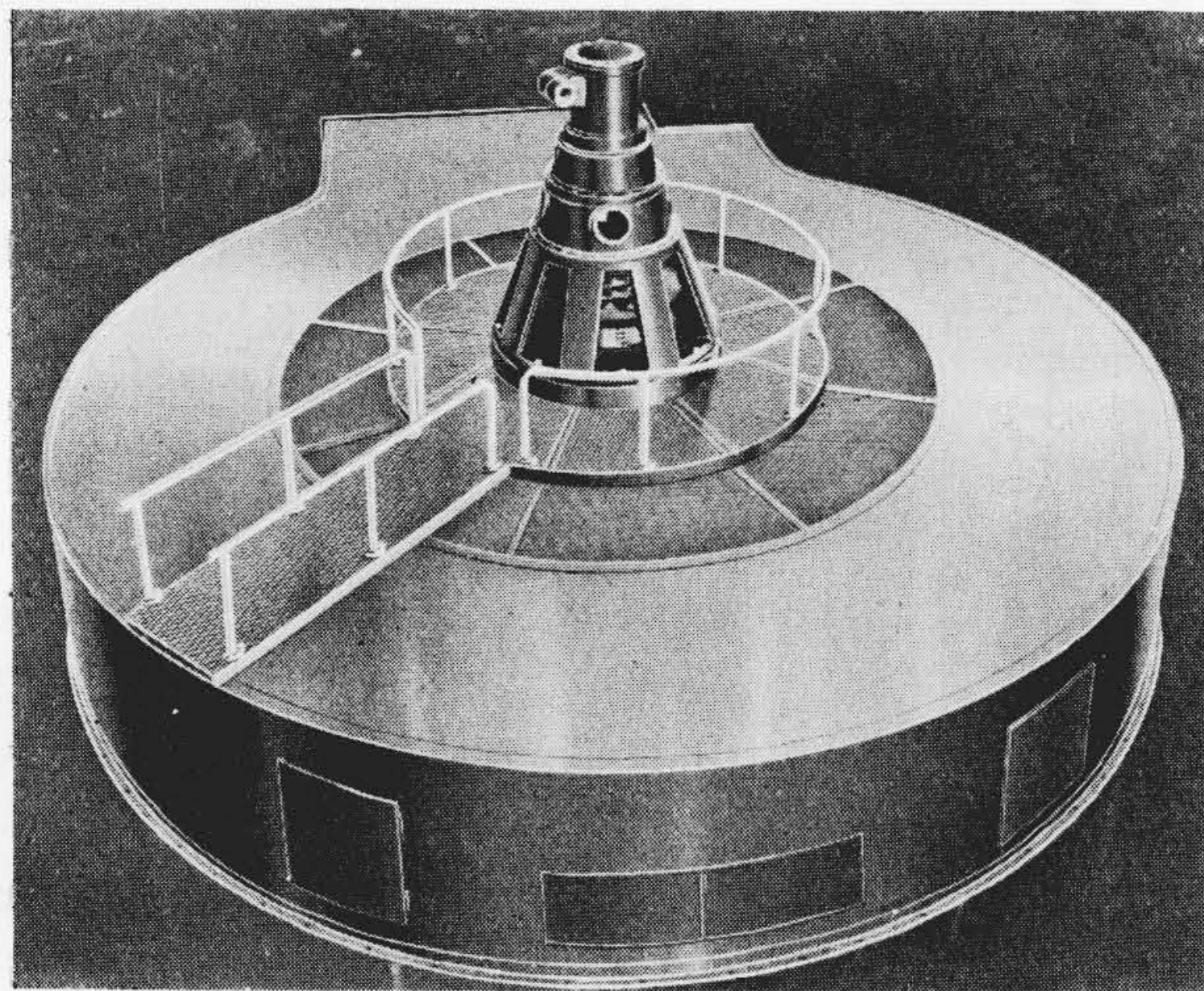
所内電源は發電機回路より分岐し 3×75 kVA 所内變壓器を経て所内電源を供給している外、豫備電源として昆布發電所より 3 kV の受電設備が設けられている。又制御電源としては 144 AH 110 V 蓄電池及びセレン充電装置が設けられている。

[III] 傘型發電機の構造と普通型の比較

傘型と云う名稱は字の表わす如く、發電機の形が傘型をなす所から與えられたものであつて、電氣的な部分は在來の構造と何等變る所がない。傘型の構造を説明するには、普通型と比較することが最も簡便であるため、兩者を比較しながら説明を加えたい。

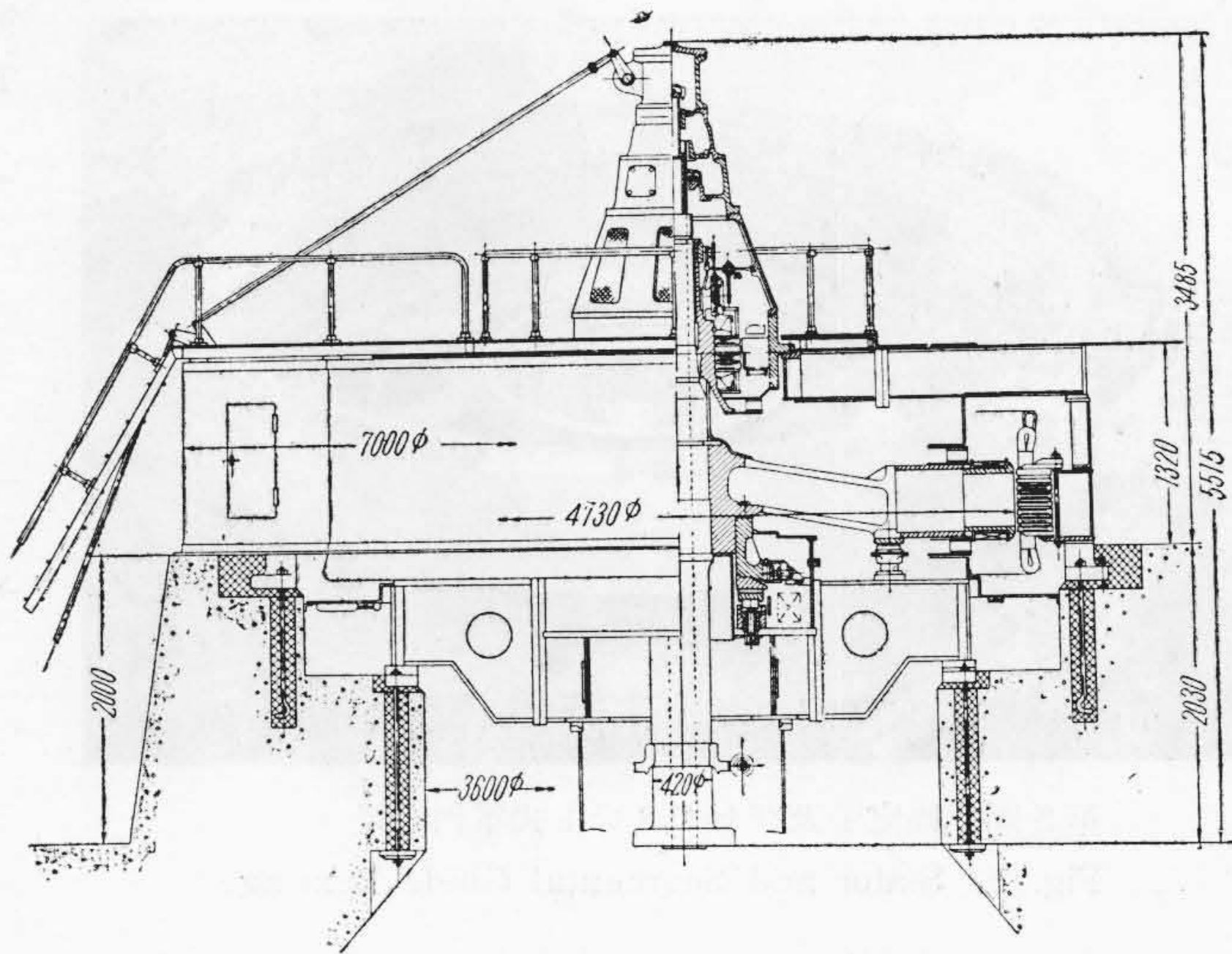
普通型と傘型との差異は軸受の位置にあり、普通型は回轉子の^上側に推力軸受を持ち、上下に夫々一つの案内軸受を持つているが、傘型では回轉子の^下側に推力軸受と案内軸受を備え、上側には軸受がない。蘭越發電所の傘型機の斷面の詳細は第3圖に示す通りである。普通型と傘型の發電機の最も大きい相違は圖に見られる通り、軸受にあるので、これについては別に詳細に述べることにする。

上部ブラケットは比較的軽い勵磁機の固定部分を支持



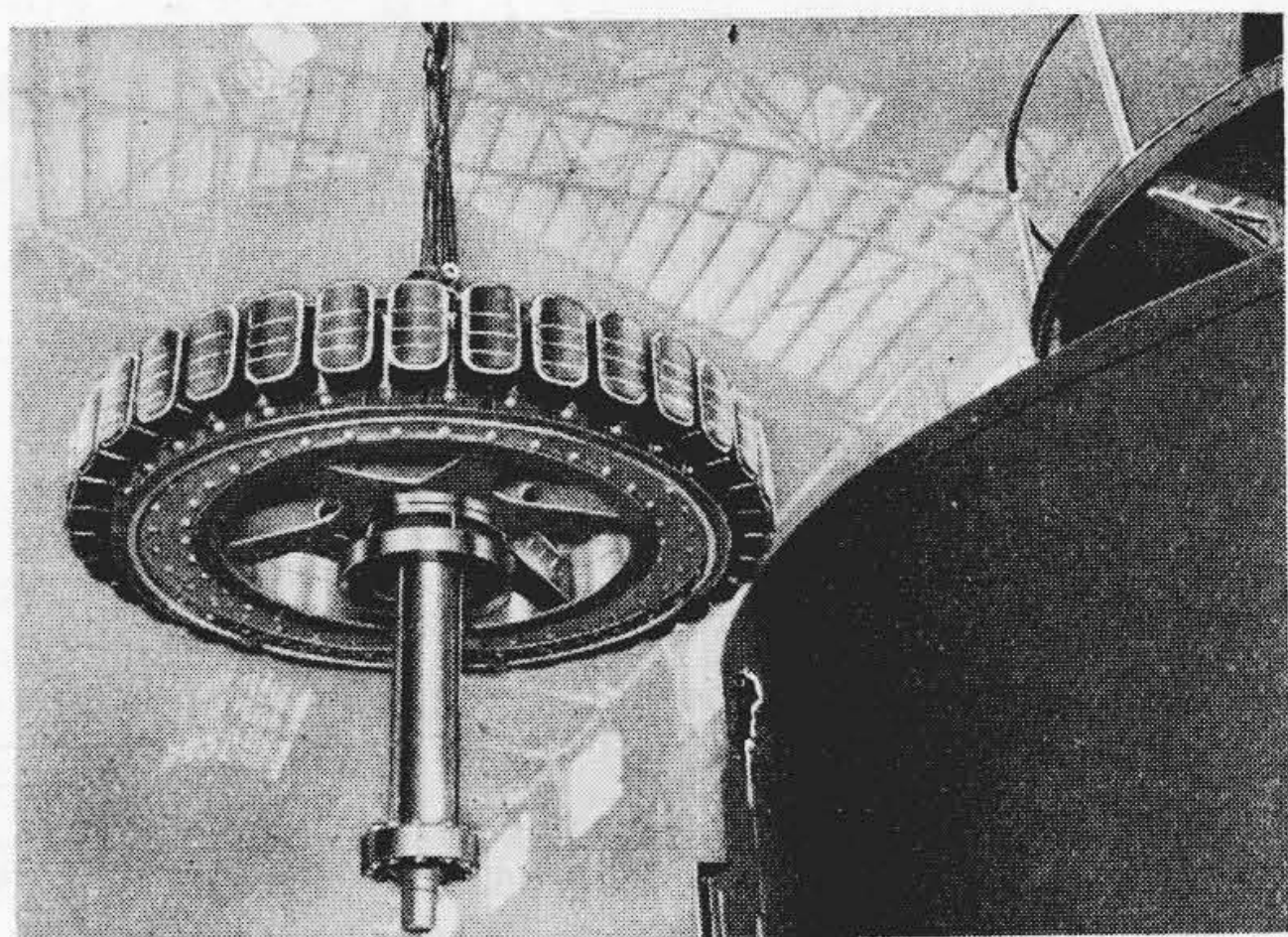
第2圖 蘭越發電所 7,000 kVA 發電機

Fig. 2 7,000 kVA Alternator for Rangoshi P.S.



第3圖 傘型發電機斷面圖

Fig. 3 Section of Umbrella Type Alternator.

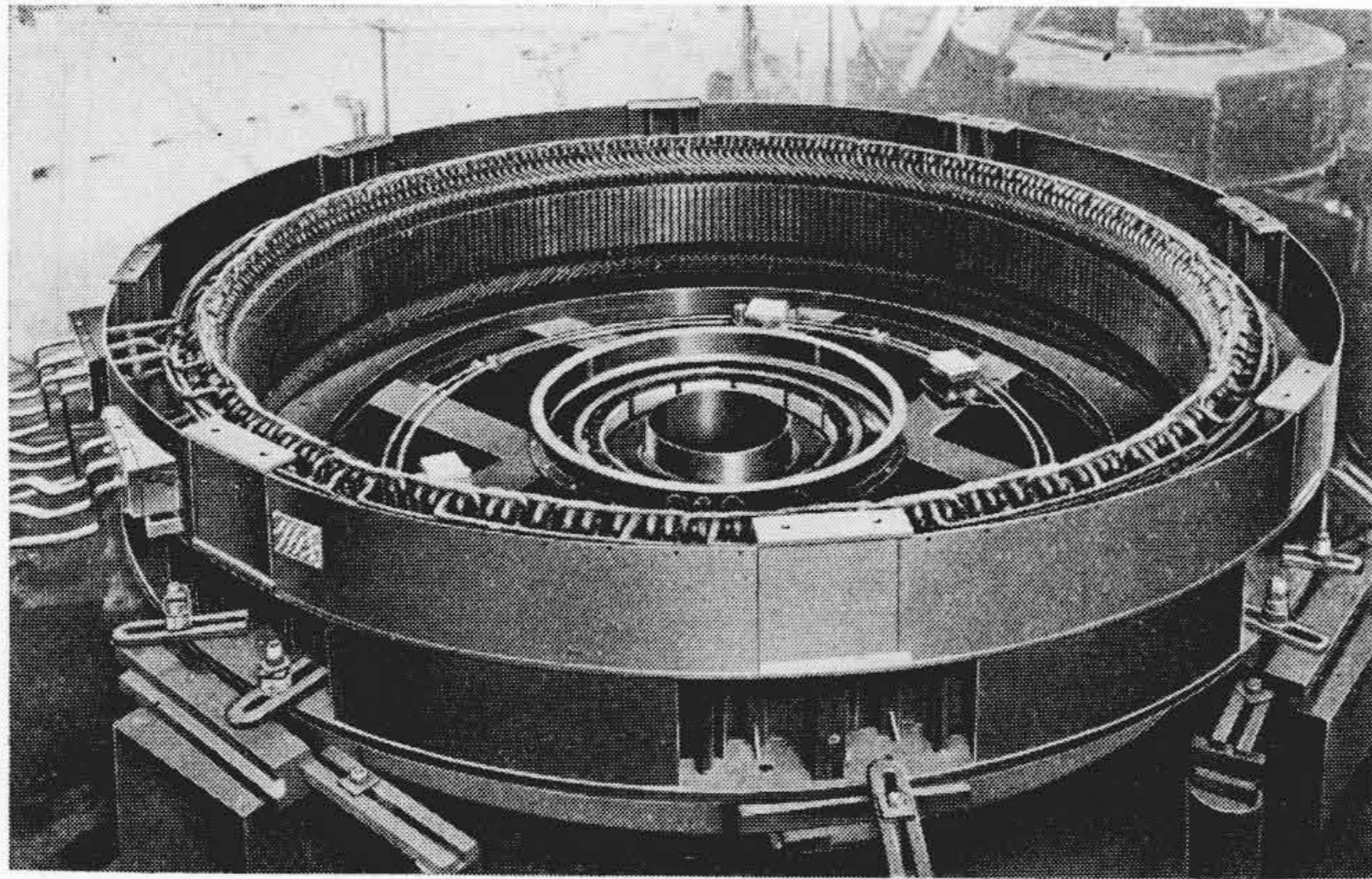


第4圖 回轉子

Fig. 4 Rotor

し、風洞の支持枠であるに過ぎず、振動等に支障のないものであれば十分で、普通型の如く回轉子の重量及び水車の推力等を支持したり、案内軸受を保持したりする必要がないため、構造からも強度の點からも簡単なもので済む。

下部ブラケットは普通型とは反對に全推力を受けるために堅牢なものでなければならないが、水車の分解に支障のない範圍に狹められた基礎の支點で支え得るため、ブラケット梁の支點間の距離が普通型の上部ブラケットの支點間の距離に比し非常に小さくて済む。しかして梁に生ずる應力は支點間の距離に比例し、撓は3乗に比例するから、單に上部ブラケットと下部ブラケットの位置を取り替えた形とはならず、同じ推力を受けても遙かに小さいブラケッ



第5圖 固定子及びセグメント式案内軸受

Fig. 5 Stator and Segmental Guide Bearing.

トで済むことになる。

又シャフトは推力軸受を回転子の下へおき、これを回転子の腕の中へ抱え込む形としたため、回転子の下の遊んでいた空間が十分に活用され、上部ブラケットが小さくなる等によつて、普通型に比し遙かに短くなる。特にカプラン水車の場合には、勵磁機の上に壓油装置を持つ

第1表 傘型と普通型の重量の比較

Table 1 Comparison of Weight for Conventional Type and Umbrella Type.

		普通型	傘型
回転子重量比	ton %	49 100	48 98
固定子重量比	ton %	28 100	24 85.6
その他重量比	ton %	42 100	29 63.1
発電機本體重量比	ton %	119 100	101 84
風洞類勵磁機	ton ton	5 4	5 4
全重量重量比	ton %	128 100	110 85.9

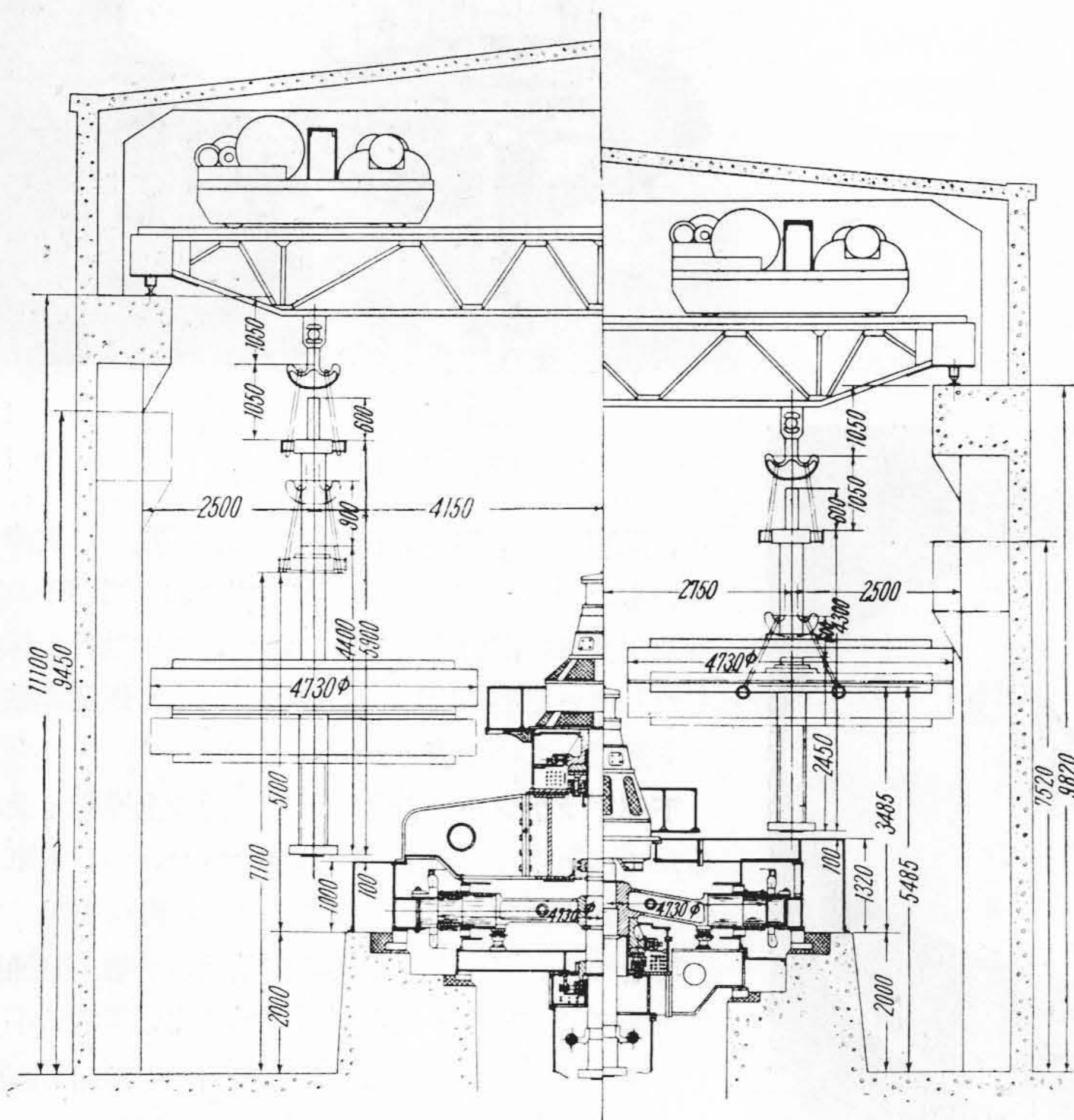
のが普通で、この時は更にその差が大きい。第4圖は蘭越の回転子である。

固定子に於いては固定子枠は上部ブラケットを通じて推力を受けることがないため、この方向の強度に対する考慮を拂う必要がない。又振動の點から見ても、普通型の如く上部ブラケットのバネ作用と固定子のバネ作用と

による聯成振動系を考える要がなく、下部ブラケットから直接基礎につながり、固定子のバネの強響を考えなくても済み第5圖に見られる如く、鐵心から上の部分の枠は非常に簡単なもので、傘型の方が有利である。

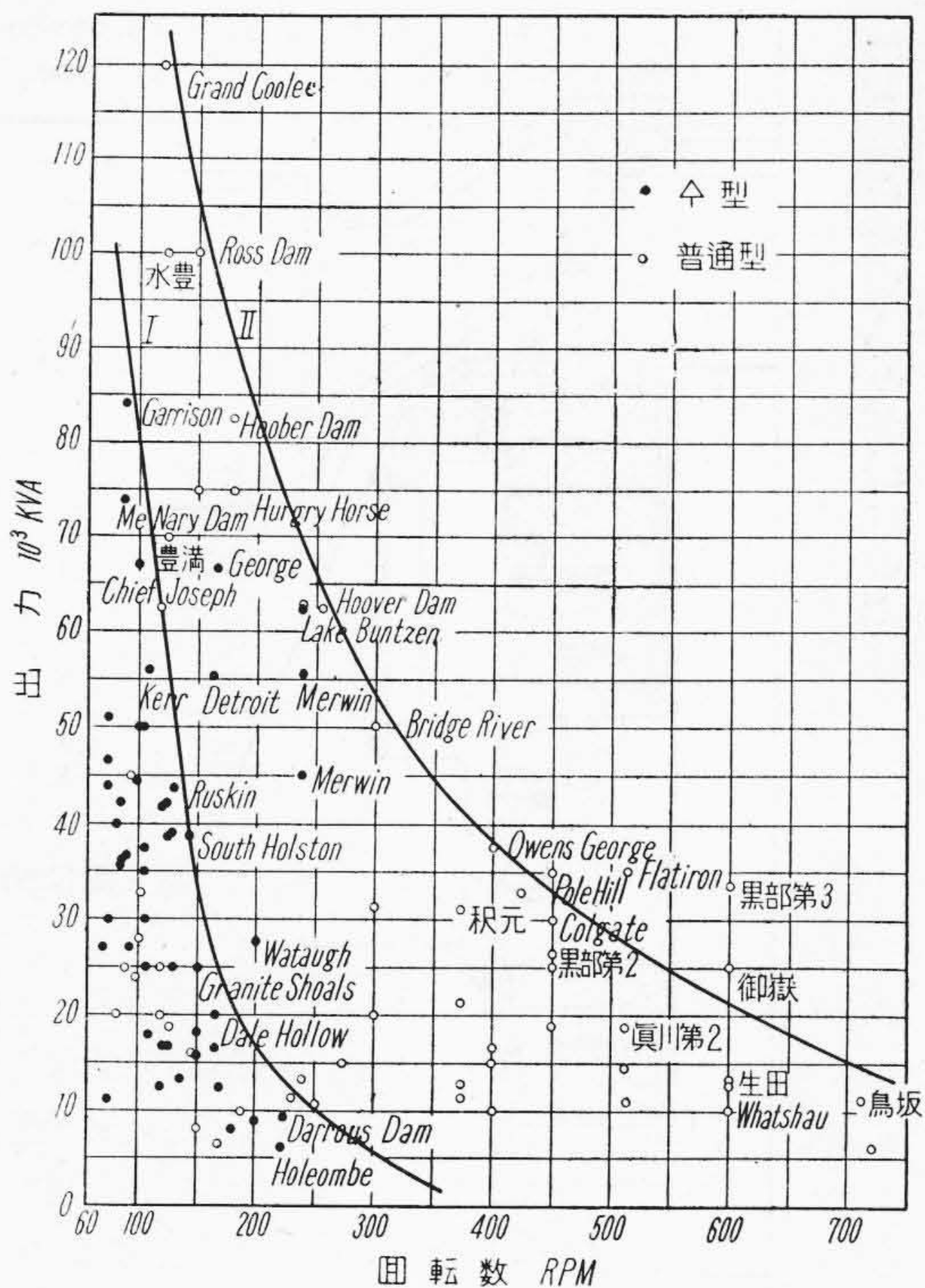
以上が普通型と傘型との主なる相違點であつて、このような多くの長所を持ち、普通型に比しかなり重量を軽減し得る。これらを比較するために蘭越の場合に就いて傘型機の設計と全く同じ設計値を以つて普通型を設計し寸法及び重量の比較をした。第1表は重量の比較であり、第6圖は寸法上の比較である。

先ず重量に於いては第1表に見られる如く、固定子及び回転子には餘り差はないが、その他の部分では相當の開きが見られる。回転子ではスパイダーは普通型の方が少し軽い、シャフトが重いため、結果は傘型の方が少し軽い。固定子は固定子枠が大きい推力荷重を受けないため、鐵心から上の上部ブラケットを



第6圖 普通型及び傘型比較圖

Fig. 6 Comparison of Conventional Type and Umbrella Type.



第7圖 傘型及び普通型發電機の限界例

- I 傘型
II 普通型

Fig. 7 Generalized Example of Limit for Umbrella Type and Conventional Type.

- I. Umbrella type
II. Conventional type

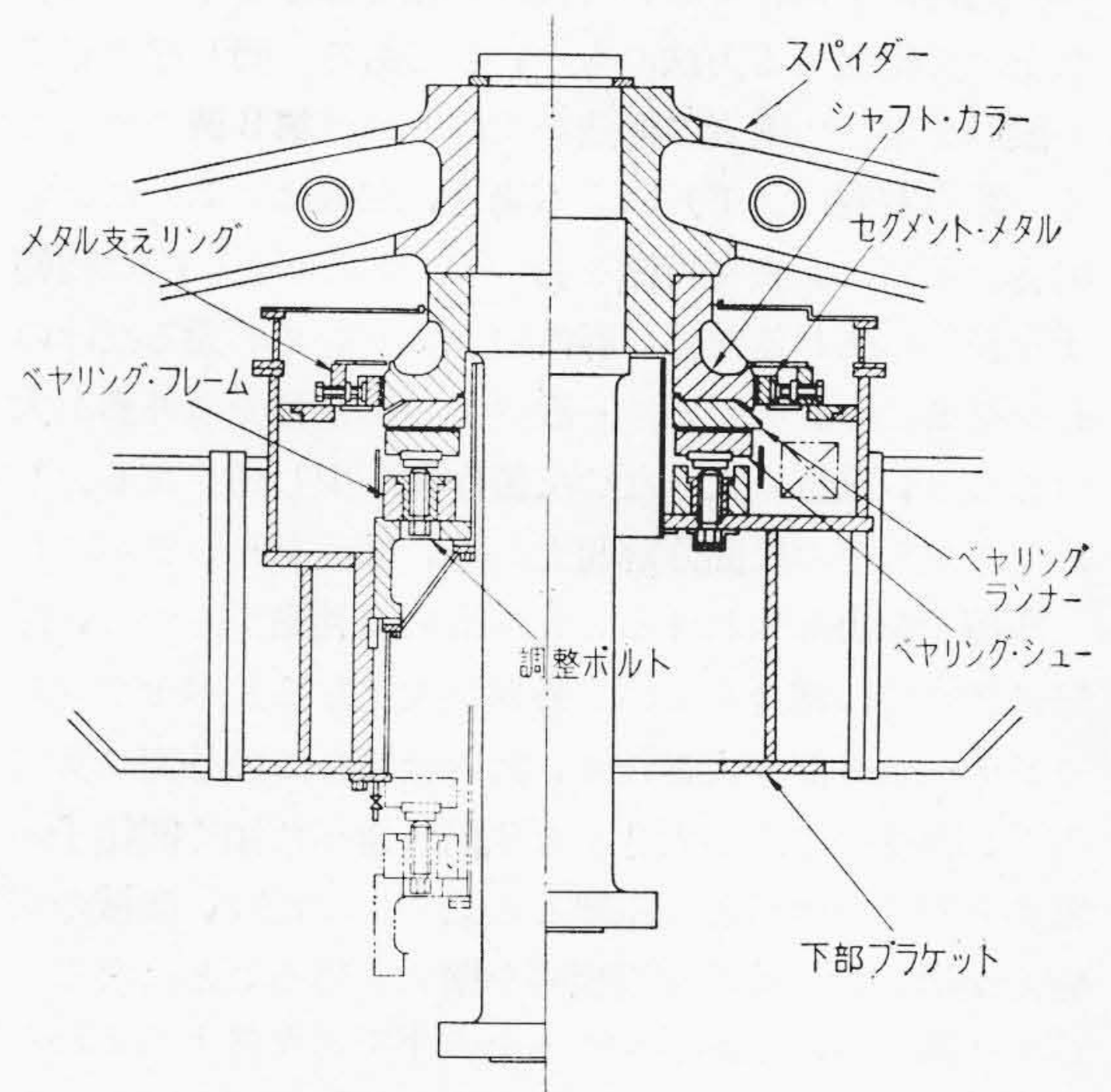
支持する部分が非常に小さくて済むため 4t の違いを生じたが、これは容量によつて異なり、大きい容量となる程杵の重量に対して鉄心及びコイルの重量の占める割合が大きくなり、差が小さくなつて行く。その他の部分では前に述べた理由で、傘型機の方が、上部ブラケットでは約 10t 軽く、下部ブラケットでは約 1t 重い。更にスラストタンク、上部案内軸受等が傘型にはないためこれだけの差が生じたもので、發電機本体のみでは普通型の 84%、勵磁機等を含んだ全重量に対して 86 と軽くなつてゐる。

第6圖は寸法の上から見た比較圖であつて、圖で明らかな通りであるが、本機はカプラン水車に直結された發電機であるため、壓油装置が發電機の頂部にあり、これのパイプがシャフトの中心を貫通しているため發電機を分解する時回轉子は勿論であるがこのパイプが抜けるだけの建屋の高さを必要とし、建屋に対しても大きい差異が見られる。尙調速機驅動用のアクチュエーター發電機

を頂部におくと、餘り高くなるため、水車軸とのカップリングの近くにギヤを用いてこの發電機を驅動するようにしたため、この部分もフランシス水車の場合と異つてゐる。一般のフランシス水車の場合の回轉子の吊り上げ寸法を比較すると、圖に鎖線で示した如き寸法になる。

(この場合勵磁機の軸は發電機軸ときり離れた) この場合はカプラン水車の場合よりは小さくはなるが、これでも相當の差が認められる。回轉子の軸の長さの短いことは發電機の分解組立の際、風洞の高さと共に回轉子の吊り上げに要する起重機の揚程を小さくすることが出来る。回轉子を抜き出す機會は非常に少いことであつて、この時のために常時不要な建屋の高いもの、幅の広いものをつくつておくことは不經濟であり、出来るだけこれらは小さくしたいと希望するものである。この點から傘型機は何等無理することなく、起重機の揚程を少くし建屋の高さと幅を小さくし、建設費を非常に遞減することが出来る。従つて綜合的に見て、重量の上からも寸法の上からもあらゆる點で傘型の方が有利であることは明白である。

以上の如く傘型には多くの利點があつて、出来るだけ傘型機を採用したいのであるが、傘型を設計し得る範圍にはある限度がある。この限度は機械の安定度から決定せられるものであつて、この限度の基準は、回轉子の重心と案内軸受の中心との距離と、案内軸受の半径との比にある。これがある限度を越すと機械的に不安定になり振動等の危險が増大することになる。すなわち直徑が小

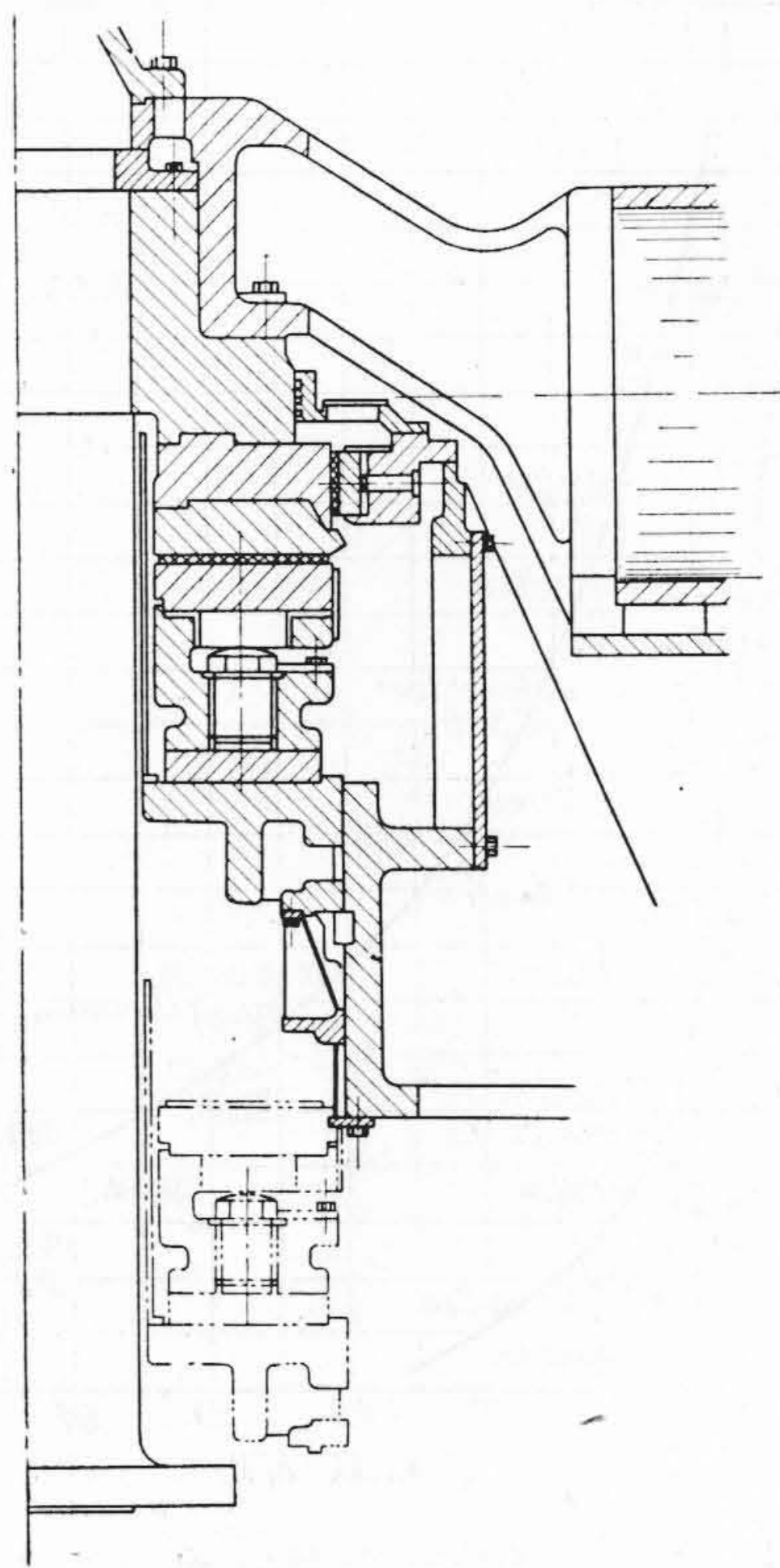


第8圖 推力軸受構造の比較圖
Fig. 8 Comparison of Thrust Bearing Construction.

さく積厚の大なるものは、重心の位置が軸受の中心から離れることになり、同一重量の回転子の場合に、直径の大きく積厚の小さいものに比して不安定になることは明らかであつて、偏平な回転子程安定となる。このような回転子は短絡比、保證過速度、 GD^2 等の關係で一概には云えないが比較的低速のもの程傘型にし得る可能性が多い。この限界の目安として實際に採用されている發電機の實例を照合してみると面白い。第7圖は米國及びカナダで運轉されている最近の發電機の例⁽²⁾から求めたもので、一應實例から見て大體の上限の點を結んで限界線を引いてみた。勿論この範圍外のものは傘型機とすることが出来ないと言う線ではなく、一般的の普通の設計でつくれる傘型の一應の目安となるべき線である。この圖から見ても日本に於いて傘型を採用し得た筈のものが多々あることが認められるであらう。

[IV] 推力及び案内軸受

傘型と普通型の最も大きい相異は軸受にあることは前に述べた通りである。傘型に於いてもスパイダーを傘の如くせず、在來の如き型を用いたものもあるが、回転子の下に推力軸受をおく點は普通型と根本的に異なる。推力軸受の構造自身は普通型と大した變りはなく、本質的には勿論同じである。しかしながら回転子の下にあるため分解組立方法も異なりそのため構造が變ることは當然でその方式を大別すると二つの型となる。すなわち、(1)軸受を組立てゝおいて後から回転子を入れる構造のもの、(2)回転子を入れておいて後から軸受部分を下側から持ち上げて組立てる方法のもの、とである。同じ推力軸受の設計を用いて兩者の構造を比較すれば第8圖の如くなる。圖の右側は(1)による場合、左側は(2)による場合を示した。夫々特徴を持つのであるが、(1)は回転子を後から入れるため、軸端のカプリングが通るだけの孔を必要とし、そのため一般のものより軸受の外形が大きくなり、重量も大となつて製作費が少し高くなる。しかしながらその反面分解組立の際、軸受をそのままにして回転子を出し入れすることが出来る利點があつて、保守に當つては都合がよい。外形が大となるとベヤリングランナーの外徑も大となり、案内軸受をこの外周に当てると、軸受の半徑が大きくなり前に述べた如く回転子の重心と軸受の中心との距離との比がよくなり、機械の安定度が増し傘型機の採用範圍を擴大し得ることになる。(2)に於いては下部ブラケットの下でシャフトのまわりに軸受の各部を組立て、これを上へ持ち上げねばならない。この重量物を下から持ち上げ、しかも狭い場所でこれを行うことは容易な作業でなく、特殊な装置を用いねば取扱は困難である。且カプリング徑より小さい徑のた



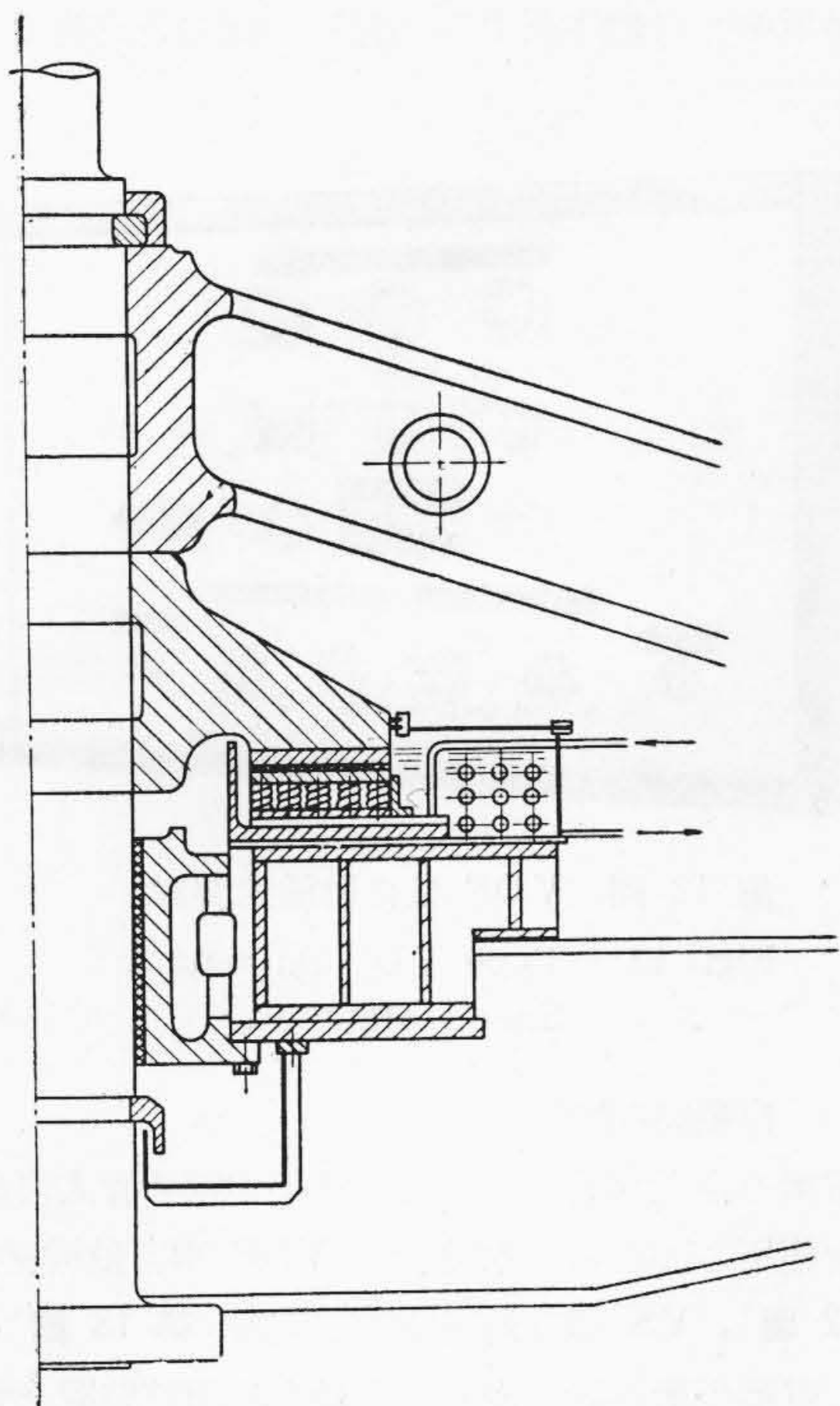
第9圖 在來の調整方式を用いた推力軸受

Fig. 9 Thrust Bearing Used for Conventional Adjusting Method.

めベヤリングフレーム或いはランナー等を二つ割としてカプリングの上でこれを合せて組立ねばならない。これは構造上餘り感心出來ず、特にベヤリングランナーを二つ割或いはそれ以上に割ることは、摺動面に割れ目があることになり、潤滑の理論から不利である。この不利を避けるために割らない方法も考えられるが、この時はランナーを點検したり、メタルを焼損した場合、フレーム等を下へはずしてから回転子を抜いてランナーを取出す以外にランナーの處理が出來ず、(2)の長所がなくなる。

又軸受は油の中へ浸しておく要があり、(2)では下から持ち上げて組立てるため、普通型或いは(1)の如き一つの油槽をつくつておくことが出來ず、油洩れの問題が起りかなり面倒な對策を講ずる必要があり、それでも油洩れが起る可能性がある。

以上の點を比較すると(1)の方が重量の點を除いては長所が多く、常時運轉中最も性能のよい、油洩れ等の心配のないものを書くべきで、蘭越に於いては(1)の方式を採用した。又特に推力軸受の調整いわゆるキングス調整と云われている調整を外部から出来る新らしい構



第 10 圖 圓筒型案内軸受を持つた傘型機⁽⁷⁾

Fig. 10 Umbrella Type Construction with the Journal Guide Bearing.

造とした。これは推力軸受が回転子の下にあるため、在來の如く上から調整することは困難で、それを敢えてするには第 9 圖の如く油槽の側面に孔を設け、冷却管の構造も變え、側面からスパナを入れて調整する以外にない構造も面倒となり、これを蘭越の如く下部ブラケットの下側から調整出来るようにしたことは、傘型の推力軸受の調整に對して決定的なものと云つても過言でなく、調整の容易、構造の簡單等傘型機の製作上のみでなく保守の上からも非常に重大な要素をなすものである。(新案 381437)

蘭越發電所には以上の如く分解、組立あるいは保守の點等あらゆる面から既往のものを検討し、最良と思われる設計を進めたもので、このことは工場試験に於ける優秀な成績に止まらず、運轉に入つて益々そのすぐれた本領を發揮し得ることを期している。

この軸受部分の構造は第 8 圖の左右の兩者で代表される。

次に案内軸受は發電機軸が短く、高さが低いため、上部は不要となり、回転の中心を保つのは、水車と發電機下部の案内軸受である。推力軸受が回転子の下へおかれたため、普通型の推力軸受と共にそつくり下へ移した形に出来ないこともないが、推力軸受が分解組立のため前

述の如く若干普通型と變つており構造は上部の如くには簡単に行かない。すなわち推力軸受の形を前記の何れを用いるとしても在來の如き圓筒型の軸受を用いることは構造上難點がある。一例を示せば第 10 圖の如く軸受の中心と回転子の重心との距離が大きくなり、機械の安定が悪くなり感心しない。最近漸く廣く用いられる様になつて來たセグメント式軸受を用いることによつて、はじめてこの構造上の困難も解決され、しつくりした形の機械とすることが出来るようになった。

セグメント式案内軸受は既に普通型において多くの製作記録を持ちその沿革及び構造等については既に紹介されているが⁽³⁾⁽⁴⁾、更に戦後これらに幾多の改良を加えて完璧を期し、實際に用いて優秀な成績を収め、好評を博したもので、これらの詳細についても述べてある⁽⁵⁾のでセグメント式軸受を傘型に用いた場合の利點についてのみ述べる。この方式の軸受を用いれば、軸受の位置がシャフトカラーの外周となるため、圓筒型の軸受に比し回転子の重心に非常に近づき、場合によつてはこれらを一致させることも可能であり、しかも軸受半径が大となるため、この比から定まる機械の安定度も極めてよくなつて來る。更に構造も簡單で回転子の下で組立を行うには好適なものである。これらの點はセグメント式案内軸受が傘型機に於いて絶對的に有利であることを物語る。第 5 圖の固定子の中央にこのセグメント式案内軸受が見られる。

工場試験の結果振動は極めて小さく、溫度上昇も又低く非常に良好な成績を得たことは、慎重な検討を加えた傘型機に於いて最もその本領を發揮し得る、上記の如き斬新な推力軸受と案内軸受を採用したことによることは首肯されるであろう。

[V] 制 御 装 置

制御方式は親發電所である昆布發電所に於て 66 kV 連絡線用遮斷器を閉じることにより水車發電機は自動的に起動して同期並列に入り、親發電所で連絡送電線を遮斷すれば無負荷となり全停止する所謂全自動式である。従つて監視員を常駐しない無人水力發電所として制御装置に對しては、十分の考慮が拂われ幾多の特徴がある。

(1) 配 電 盤

配電盤は EW 型側面扉付壁支持直立盤としこれを主配電盤と所内盤とに分け、同期檢定盤は可動盤とした。主盤は高壓送電盤、發電機盤、力率調整器盤、自動同期装置及び自動運轉制御盤の順序に配列し、所内盤は整流器盤、直流並びに電灯盤及び動力盤よりなつてゐる。

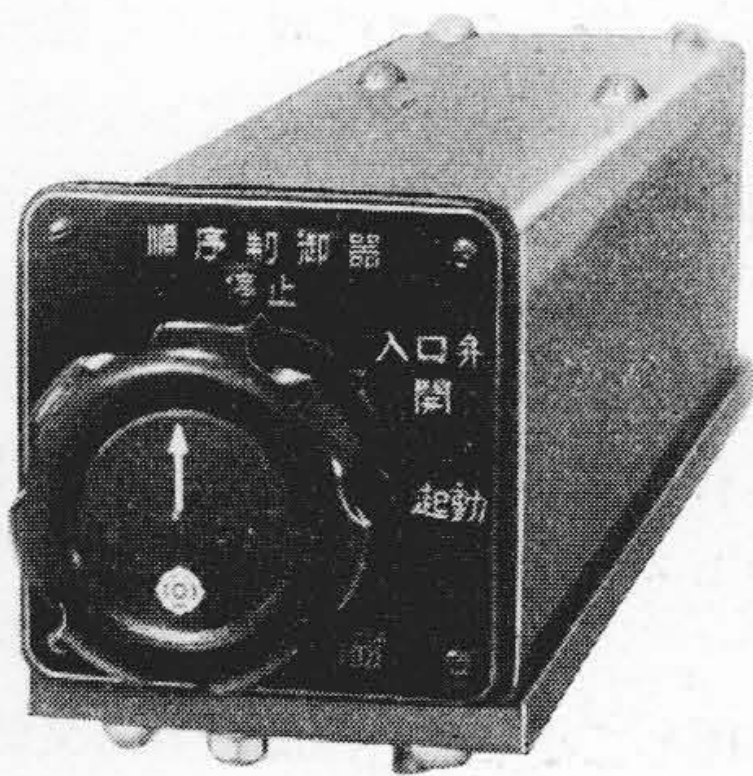
盤上には計器、繼電器、操作開閉器を整然と配列し又

計器用變壓器、變流器の二次回路及び繼電器の直流回路には試験用端子を設けその各々には回路名を記入した記號板を付して、監視及び點檢、操作に便なるよう考慮している。

盤裏面配線は回路の性質に應じ色別した耐燃性ゴム線を使用し、各配線には線番號は勿論、極性によつて色別したセルロイドバンドを付し點檢を容易にしている。

指示計器は凡て角型半埋込式とし目盛の基準箇所には朱線を施した。周波計は指針型を採用したので遠方からも明瞭に讀取ることが出来る。

操作及び切替開閉器は QS 型回動型とし、制御の目的及び種類に應じて把手の形狀を變え、制御器具番號を彫刻し、又非常停止用切開閉器の把手は赤色とし非常の場合でも誤操作のないよう考慮を拂つている。本發電所は本來無人全自動制御を建前とするが、現場配電盤に於ける一人制御も無論可能でありこのために最新の設計にかゝる第 11 圖に示す順序制御器を備えている。従來の順序



第 11 圖 順序制御器

Fig. 11 Sequence Controller.

制御器は起動より運轉停止への一方向のみの制御が可能であつたが、本器は運轉より起動停止の逆方向にも自由自在に制御出来、その方式は舊日本發送電會社の要求を滿足する日立標準方式である。

順序制御器の操作は日立獨特の二段操作となつており、把手を押した状態で所望の位置に廻し、

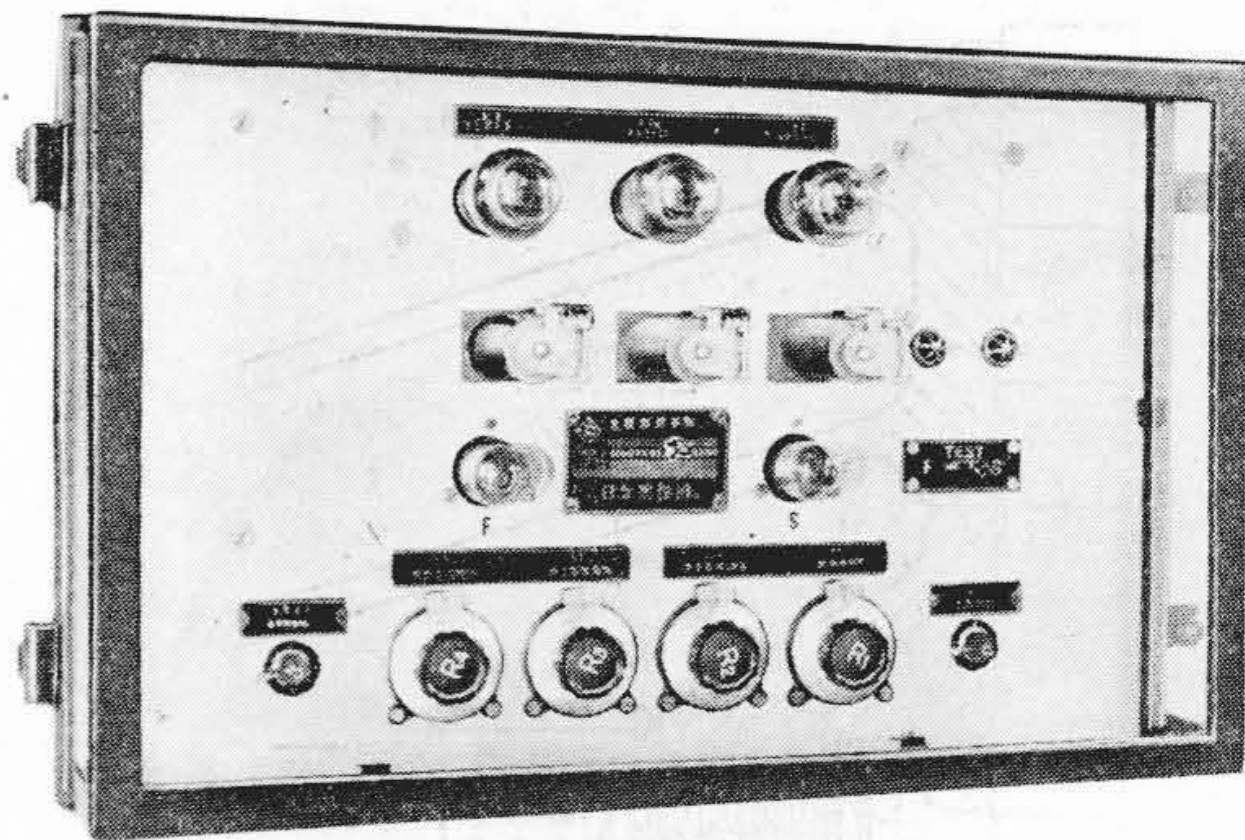
その位置で把手を引けば所要の操作回路の出来るもので操作の確實性を増している。

(2) 自動起動並びに停止

發電所停止中は 3 kV 豫備受電により油壓その他が確保されているが、親發電所で連絡線用遮斷器を閉じると被制御所である蘭越發電所の交流電源が活き、その値が規定値で且つ相回轉方向が正規であれば逆相繼電器 (IP-W) が動作し、豫備受電用遮斷器が開路し次いで所内用遮斷器が閉路し所内電源を豫備受電から連絡線に切換える。従つて壓油、潤滑油、冷却水系統は支障なく運轉を繼續して正規状態を確保する。而して之等が水車の起動に適する状態であれば、上水槽門扉開閉し續いて案内羽根が開き水車は徐々に起動する。

停止の場合は親發電所にて連絡線用遮斷器を遮斷すれば無負荷となるため、低電流繼電器と時延繼電器により

水車發電機を自動停止する。而して所内交流電源は豫備電源に切換えられる。

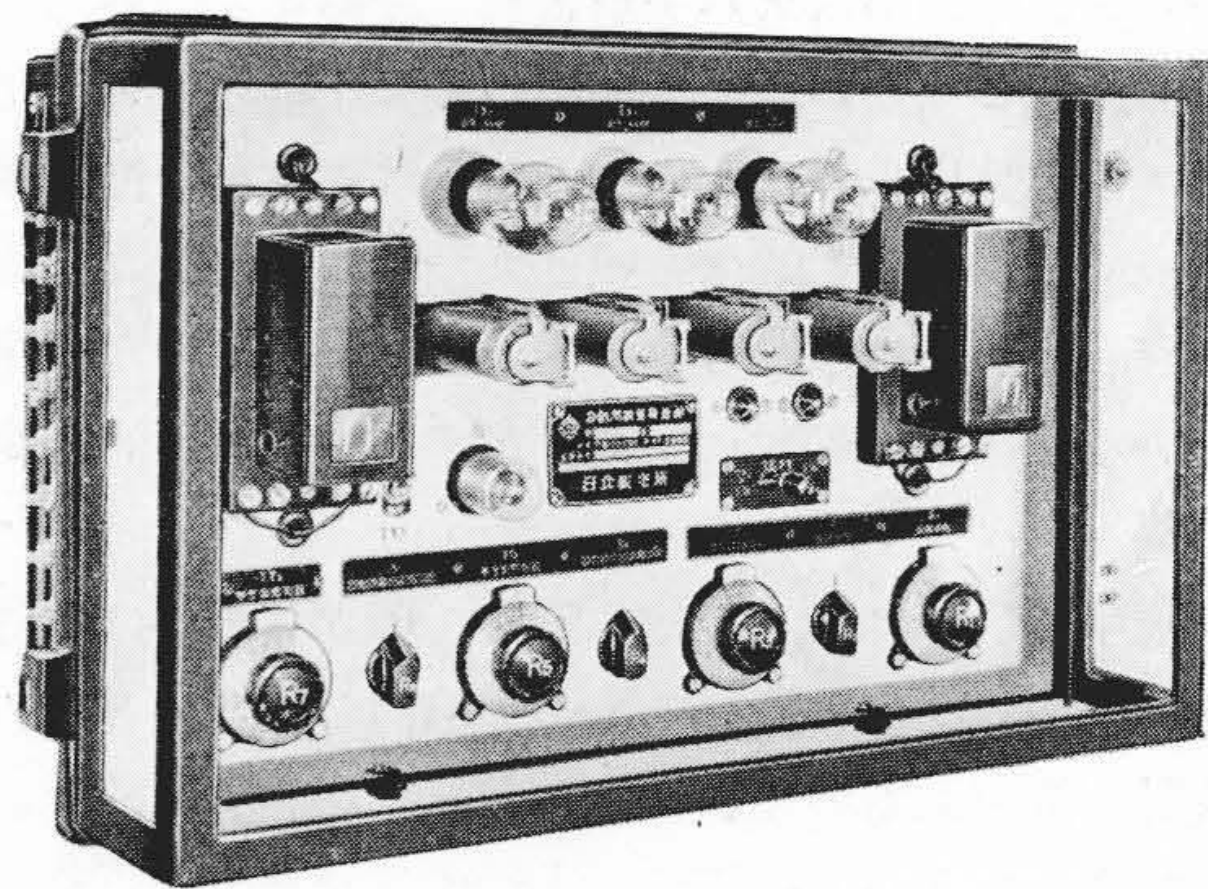


第 12 圖 VDF 型自動揃速装置

Fig. 12 Type VDF Automatic Speed Matcher.

(3) 自動同期装置

發電機の自動同期化には日立小勢力電子管式自動同期装置を使用している。本装置は VDF 型自動揃速装置 (第 12 圖)、VS 型自動同期繼電装置 (第 13 圖)、よりなり、電壓平衡装置は後述の自動力率調整装置を兼用している。消費電力は夫々數 VA 程度の小勢力で、同期繼電装置は電子管式獨特の漸進特性を有し周波數差に應じて同期用交流遮斷器の投入相差角を自動的に變化せしめるので、同期投入の時間及び突入電流は均一であるのみならず同期投入に要する時間も短く、装置の點檢及び保守も盤上から簡単に出来るようになつている。

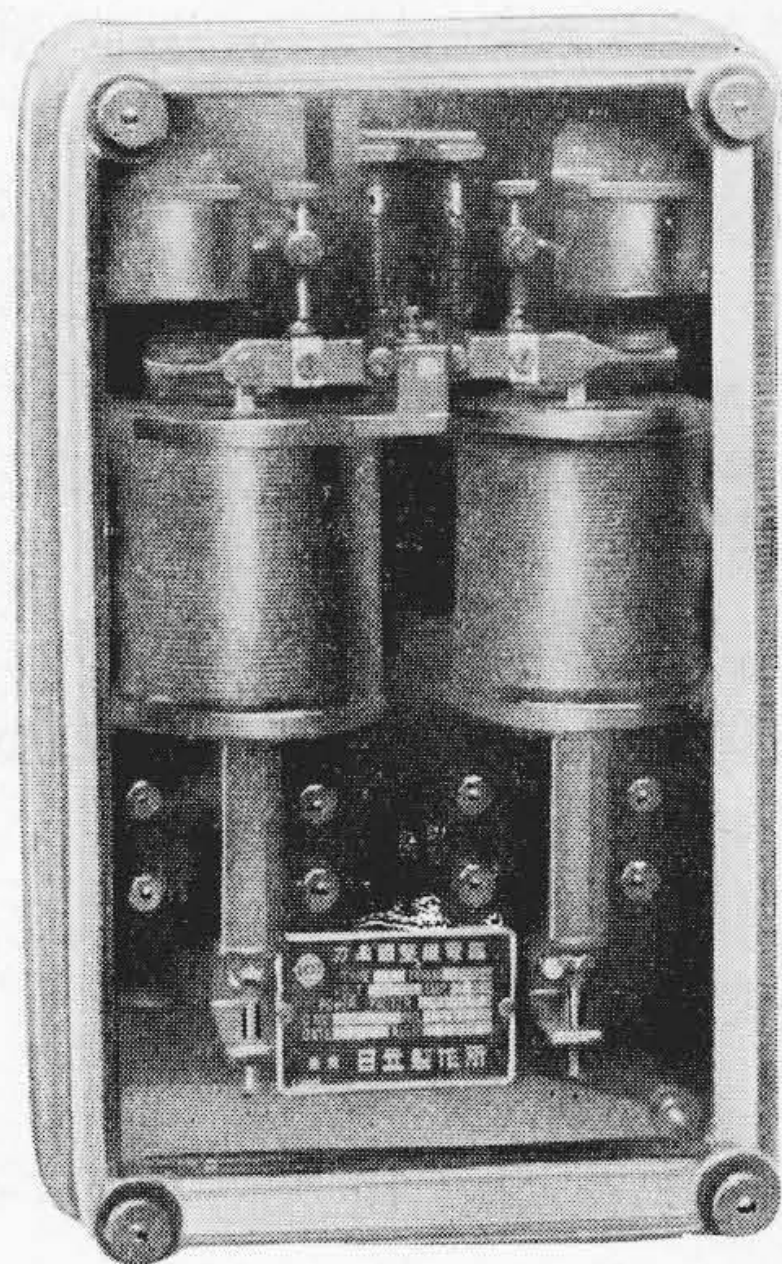


第 13 圖 VS 型自動同期繼電装置

Fig. 13 Type VS Automatic Synchronous Relay.

(4) 自動力率調整装置

本發電所は全自動式無人を建前とするため出力並びに系統状態を考慮して發電機は定力率運轉とし抵抗器型自動力率調整装置を採用している。従つて系統電壓の變動に際しても過電流又は過勵磁となることなく、水位調



第 14 圖 FDP 型力率調整器
Fig. 14 Type FDP Power Factor Regulator.

整機による負荷制御と相俟つて斯る條件の發電所運轉方式として最も合理的且つ安全な方式と言える。又本装置は同期化の際は自動電壓平衡調整装置として使用するようになっている。第 14 圖は FDP 型力率調整繼電器の外観圖を示す。

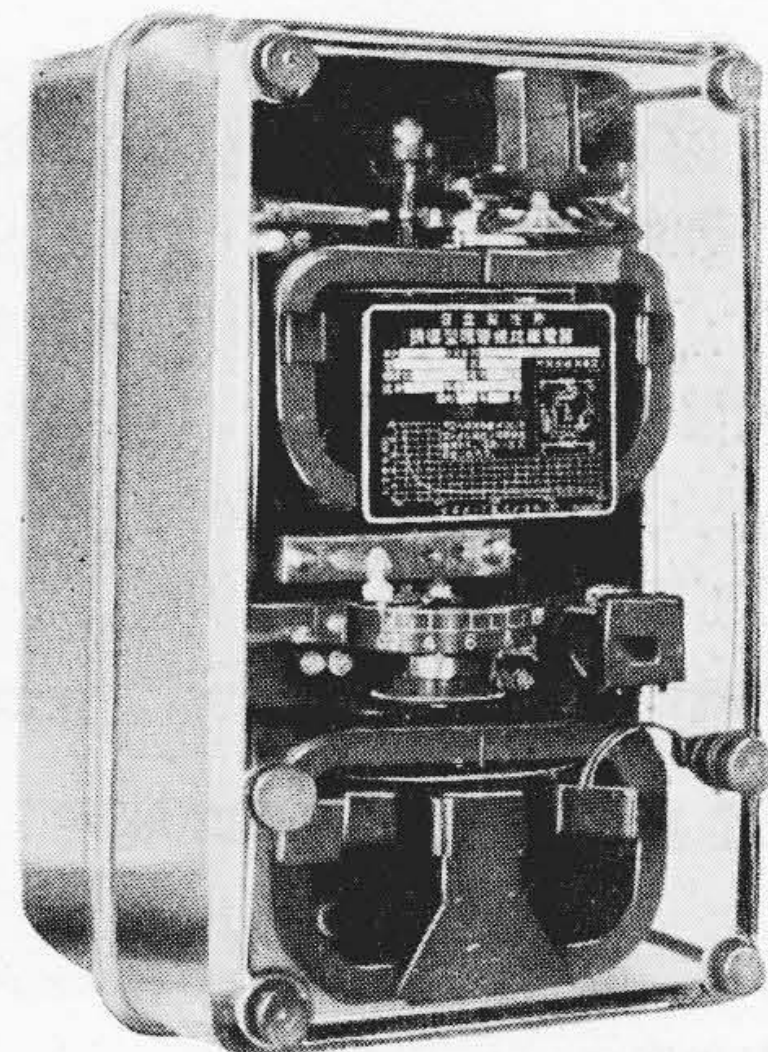
この程度の容量の傘型機に對しては構造上から副勵磁機を設けないのが得策であるので電壓調整用としては、MRC-GR 型界磁調整器を使用している。この界磁調整器は發電機用と勵磁機用とを機械的に連結したもので低負荷に對しては發電機用を調整し、それ以上の場合には勵磁機用を調整するようになっているので常に勵磁回路の電力損失が最低となり、全體として界磁調整器は小型にすることができる。

(5) 保護装置

保護装置の優劣が發電所の性能を決定する大きな要素となつてゐることは今更言うまでもないが特に無人發電所に於てはどのような故障が起つた場合でも、保護繼電器により速かに事故の檢出を行い事故の波及擴大を未然に防ぐことが必要である。このためには優秀な特性の繼電器を使用しその動作によつて確實適切な處置をすることが望ましい。即ち故障によつては繼電器動作と同時に機器の急速或は緩停止を必要とするもの、又交流遮斷器及び界磁遮斷器を開路して無負荷、無勵磁運轉とし、或は單に警報するに止め保守員の處置にまつもの等があるがこれらの適用に當つては特別に考慮を拂ひ全自動無人方式を安全確實なものとするよう萬全を期している。

發電機巻線事故は先ず層間短絡を生じ、接地に進展する場合が多く又直ぐ接地事故を生ずる場合もある。相間

短絡保護繼電方式は IY 型比率差動電流繼電方式 (87 G₁) とし、層間短絡に對しては各相巻線を 2 本の並列回路として、これに IY 型比率差動電流繼電方式 (87 G₂) を適用し、常時の平衡循環電流を低減して保護範圍を擴大している。發電機の鐵心燒損を輕減するため接地電流を 100 A としたが、發電機巻線接地保護範圍は從來と同様或はこれ以上を確保するため特別小勢力式 IGY 型接地繼電器 (87 G₃) を使用し、變流器は繼電器に最適の卷數を選び得る三次巻線を設け組合せ特性が最高となるよう考慮してある。本繼電器は接地故障檢出の電流要素と故障機選擇用選擇要素からなり、前者は中性點接地回路の變流器からとり、後者は巻線前後の變流器三次零相回路に比率差動電流式に接續して、絕緣破壞の輕微な状態で繼電器を動作させ早期に故障を檢出し事故の擴大を防止している。第 15 圖は IGY 型接地繼電器の外観圖を示す。



第 15 圖 IGY 型接地繼電器
Fig. 15 Type IGY Ground Relay.

上記の故障に對しては其の性質上、水車發電機を急速に全停止し閉鎖する。

尙發電機界磁巻線の故障は比較的少いが、萬一のために CG-T 型接地電壓繼電器 (64 F) を用い巻線の接地故障を檢出警報せしめている。發電機過電流は一時的な事故の場合が多いので IO-C 型過電流繼電器 (51) により交流遮斷器を遮斷するが、一定時間の後自動再閉合する。再閉合直後に 51 動作し交流遮斷器が遮斷されるときは永久故障と見なし水車發電機を停止し閉鎖する。起動操作装置等の事故のために並列が異状に遲延する場合即ち起動の滯滯するときは機器を全停止する。又油壓降下 (63 Q₂)、制御用直流電壓異状降下 (80) 等警報用繼電器動作の場合も一定時限後尙故障が繼續する場合は一切停止するようになっている。尙直流制御電源電壓の異状

降下の際はサイレンを鳴らし社宅に通報する仕組みになっている。

[VI] 結 言

普通型と傘型との相違は軸受の位置と数による構造上のもので、その構造の特異性について述べたのであるがそれに伴い一般に傘型は普通型より 15% 程度の重量の軽減を見ることが出来、しかも寸法上発電機の高さが低くなるばかりでなく、建屋の高さはシャフトが短くなるため倍加されて低くなる。しかしながらこの傘型機も機械の安定と云う点から採用し得る限度があつて、最近の米國等の實例から見てその上限を結んでみると第 7 圖の如くなる。この範圍外でも勿論採用し得るもので一般的に見て普通の設計で行く場合はこの程度のものとなる一つの目安と見るべきものである。この曲線から見ても日本に於いて採用し得た筈のものが、餘り傘型に親しまれる機会がなかつたためか普通型となつているものが数多くあることが認められる。

吾々の日頃の研究から得た資料を基礎とし新らしく獲得した多くの新案をとり入れ各部を最もすぐれたと思われる構造として、本邦に於いて最初に設置される蘭越発電所の傘型発電機を製作し得たことは、これによつて傘

型機の優秀さを示す先鞭ともなり、これに續いて多くの傘型機が見られるようになることを期待して、この一文を草した次第である。

又本発電所は全自動式無人水力発電所としては相當大容量のもので制御装置は前述の如く無人に適切な方式を採用し、確實安全な運轉が行えるよう特に留意されている。

終りに臨み、斬新な多くの考えをとり入れたこれら製品に對し、積極的にこれを支援し、製作の機会を與えて頂いた舊日本發送電本店伊藤建設工事課長、北海道支店小山田發電課長、その他關係者各位に深甚の謝意をさしあげる。

参 考 文 献

- (1) 楠瀬 ; 三菱電機、18, 11, (昭 17~11)
- (2) Power ; 94, 12, Dec., 1950
- (3) 後藤、菊地 ; 電氣學會誌、64, 671, (昭 19-6)
電氣學會編 ; 電氣機器、上、145 頁 (昭 23)
- (4) 大久保 ; 電力、24, 2, 71 頁、(昭 25)
- (5) 菊地、日評、33, No. 10 1951 (昭 26)
- (6) 川井、日立評論、32. 2 (昭 25)
- (7) ASEA Jour., p. 142, 1937.

特 許 紹 介

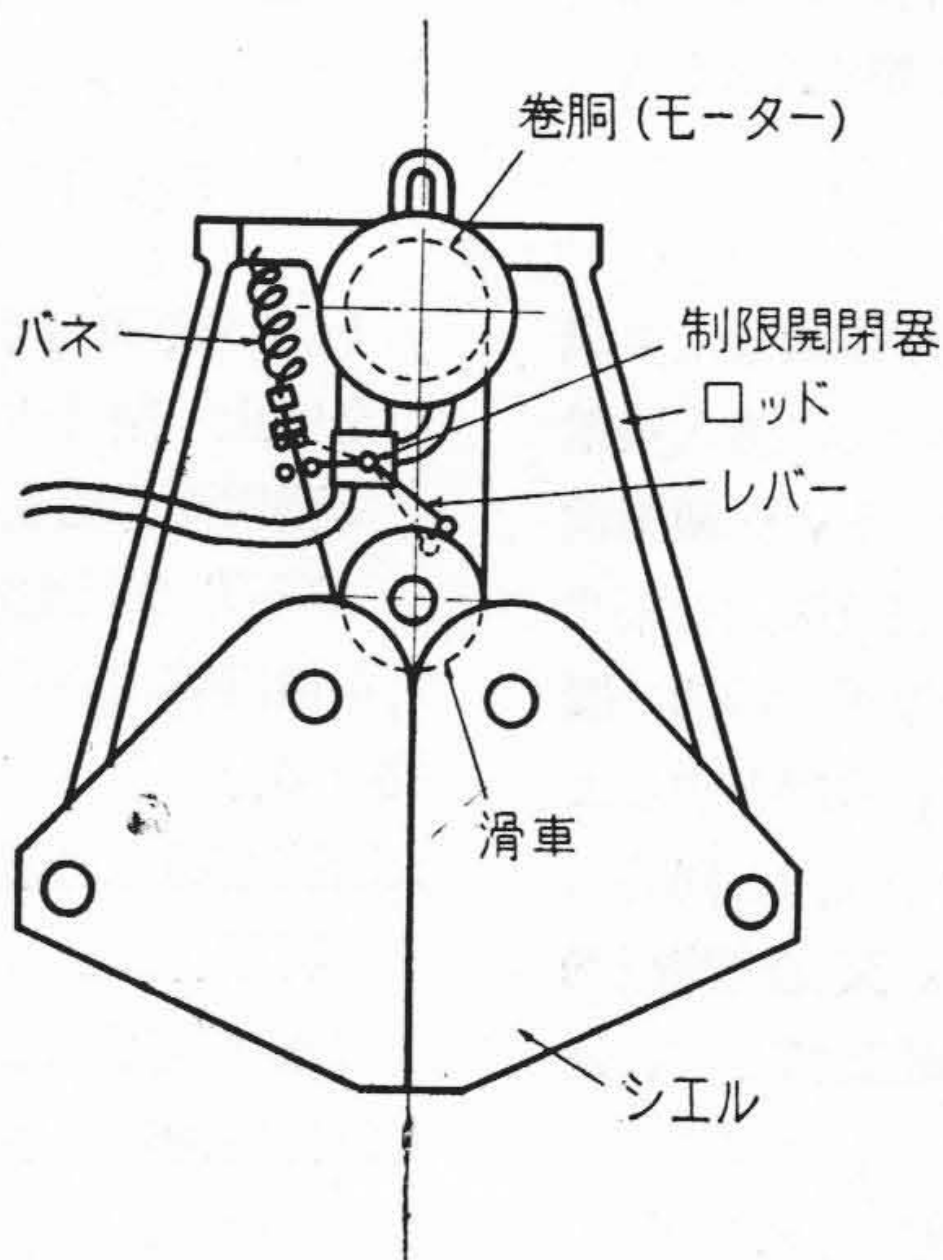
登録新案第 376035 號

渋谷 英 寅

モーターグラブバケット

本考案は、モーターグラブバケットにおいて、シエルが閉じ終る直前及びつかみの途中異物をはさんだりして閉じ終り後と同様の過負荷状態になつたとき、モーターの電源回路を開く作用を 1 箇の制限開閉器で兼ね行わせるようにしたものである。

制限開閉器は、シエルに連結せる滑車の上に定置し、巻胴から滑車を經過せしめたロープの端部は、バ



ネをかいして固定する。シエルの閉じ終る位置に滑車が来れば滑車によりレバー機構が作動されて制限開閉器が切れる。又過負荷がかかり、バネがあらかじめ調整しておいた長さより伸びたときにも、レバー機構をかいして制限開閉器が切られる。

本考案によれば、別に複雑な機構を要しないで、容易に安全運轉を行うことが出来る。(富田)