

同期検定器盤

PRL-1B

取扱説明書

お願い

この取扱説明書は、実際に御使用になられる方のお手元にも必ず届くよう、お取り計らい下さい。

株式会社 **精工社製作所**

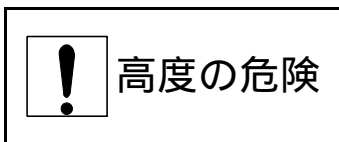
1. もくじ

1. もくじ	1
2. 安全上の御注意	2
3. 定格仕様	4
4. 配線図	5
5. 三相同期発電機の平行運転	6
6. 同期投入	9
7. 負荷分担	11

2.安全上の御注意

据付、運転、保守、点検の前に必ずこの取扱説明書とその他の付属書類をすべてについて熟読し、正しく御使用ください。機器の知識、安全の情報、そして注意事項の全てについて習熟してから御使用ください。

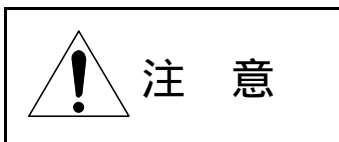
この取扱説明書では、安全注意事項のランクを「高度の危険」、「危険」、「注意」として区分してあります。



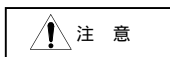
取扱を誤った場合に、極度に危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。



取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、死亡又は重傷を受ける可能性が想定される場合。

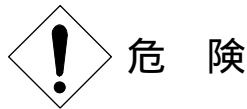


取扱を誤った場合に、危険な状況が起こりえて、中程度の傷害や軽傷を受ける可能性が想定される場合及び物的損害のみの発生が想定される場合。



に記載した事項でも、状況によっては重大な結果に結びつく可能性があります。いずれも重要な内容を記載しておりますので、必ず守って下さい。

2.安全上の御注意



危険な為、運搬したり据え付ける場合は、本体の下に手や足を絶対に入れないで下さい。

感電の危険がある為、配線工事をする場合は電源を必ず切り確認の後に工事を行って下さい。

火災の危険がある為、水滴の掛かった状態での運転は絶対にしないで下さい。

感電の危険がある為、濡れた手での操作は絶対にしないで下さい。

感電の危険がある為、電気回路、器具等の保守点検を行う場合は電源を「OFF」にして行って下さい。



感電を防ぐ為、アース端子を接地して下さい。

本器への損傷を防ぐ為、抵抗器又は変圧器のタップ位置は正当な理由のない限り変更しないで下さい。

転倒の恐れがある為、キャスト付機器の上に乗らないで下さい。

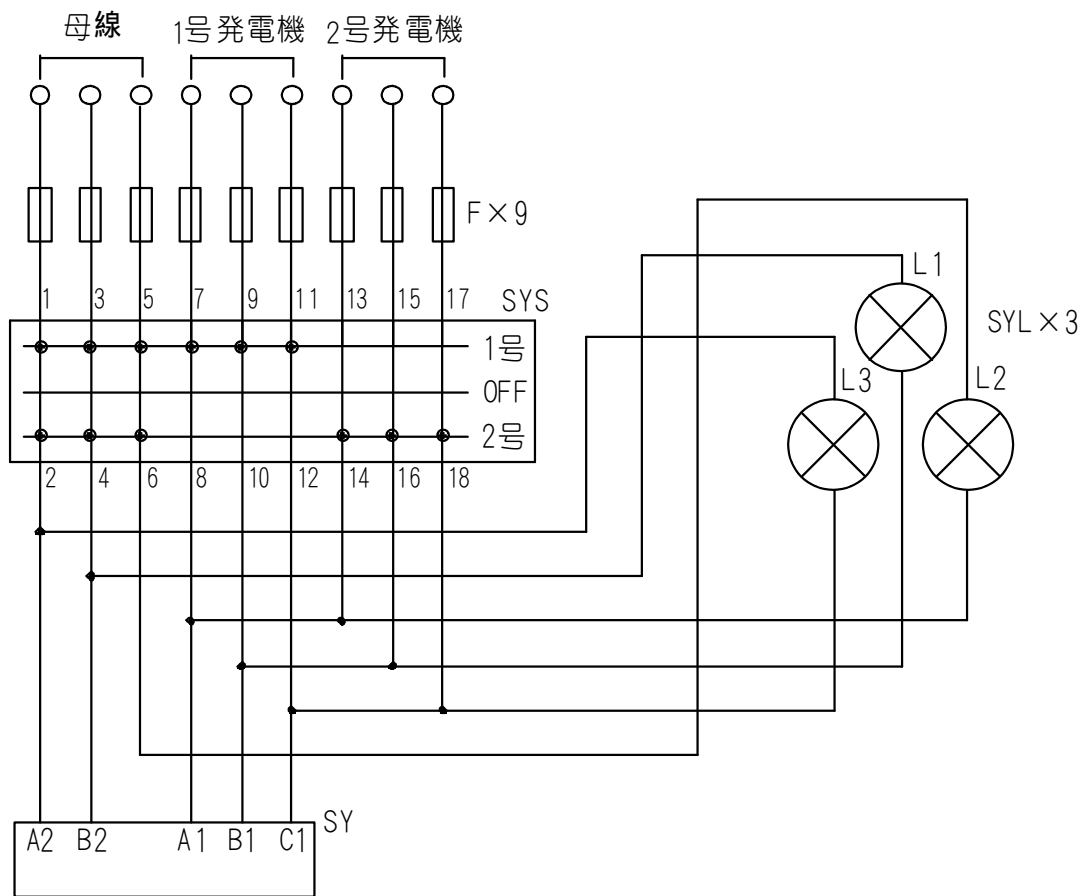
正当な理由のない限り分解、組立は行わないで下さい。

安全を確保する為、警告ラベルが剥がれたり汚損した場合は新しい物と取り換えて下さい。

3. 定格仕様

同期検定器	動作原理	回転界磁可動鉄片形
	定格電圧	三相 220V 50/60Hz
	概略消費 VA	起動側 3.7VA(各相) 母線側 4.5VA
	階級	2.5 級相当
同期検定灯	電圧	AC440V
	電球タイプ、色	白熱電球、クリアレンズ
同期検定器切換器	許容最高電圧	AC600V
	許容連続電流	20A
	銘板表記	一号発電機 - OFF - 二号発電機
入力絶縁端子	一, 二号発電機、母線用に計 9 個	
外観寸法	430(W) × 222(H) × 280(D) 寸法はハンドル含まず	
質量(約)	13kg	

4. 配線図



5. 三相同期発電機の平行運転

並列運転とは、2台以上の発電機が並列に接続され、一体となって運転されることをいいます。また、発電機を母線に接続することを同期投入（並列投入）といい、母線に接続されている発電機の負荷を調整することを負荷分担と呼んでいます。

5-1 平行運転の条件

同期発電機を平行運転する場合、各発電機が次の条件を満足していなければなりません。

- (1) 定格電圧が等しいこと
- (2) 定格周波数が等しいこと
- (3) 電圧の位相が等しいこと

(1)の条件が満たされない場合は、無効循環電流(無効横流)が流れ、(2)の場合は、影響が大きく乱調の原因となります、(3)の場合は、同期化電流が発生します。

実際の運転で母線に同期発電機を並列に接続するには、両方の周波数が同一で、相回転が一致し、電圧の大きさが等しくなるよう調整し、電圧の位相が一致した瞬間に開閉器を閉じれば、突入電流が少なく、衝撃を小さくすることができます。

5-2 同期検定

a) 同期検定灯

同期検定灯は、1号機を母線側、2号機を投入側とすると図1(a)の様に接続されています。

同図から L1、L2、L3 の電球にはそれぞれ $E1 - E1'$ 、 $E2 - E3'$ 、 $E3 - E2'$ となる電圧が加わっています。よって L1、L2、L3 の電圧ベクトルを Ea 、 Eb 、 Ec とすれば

$$Ea = E1 - E1'$$

$$Eb = E2 - E3'$$

$$Ec = E3 - E2'$$

となります。

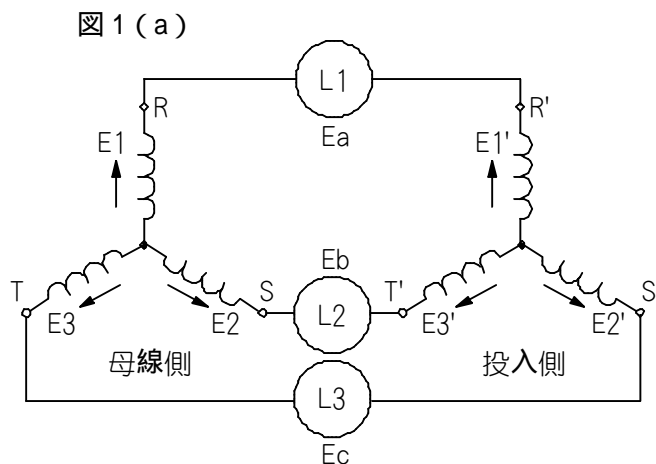
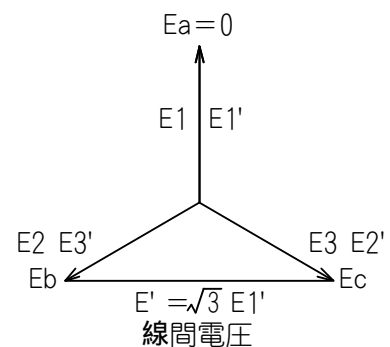


図 1 (b)



母線側と投入側が同期となる場合には位相が等しくなるので、図1(B)のベクトル図において L1 灯は相対する相に、L2、L3 灯は相が入れ違って接続されているので $Ea = 0$ 、 Eb 、 Ec の値は線間電圧 E' に等しくなります。よって L1 灯は消え、L2、L3 灯は $E' = \sqrt{3} E1'$ なる線間電圧をうけて明るさが等しくなります。

母線側に対して投入側の速度が速い場合、L1 L2 L3 L1 と時計方向に点滅が回転します。速度が遅い場合は反時計方向に点滅します。

5. 三相同期発電機の平行運転

5-3 同期検定器

図 2

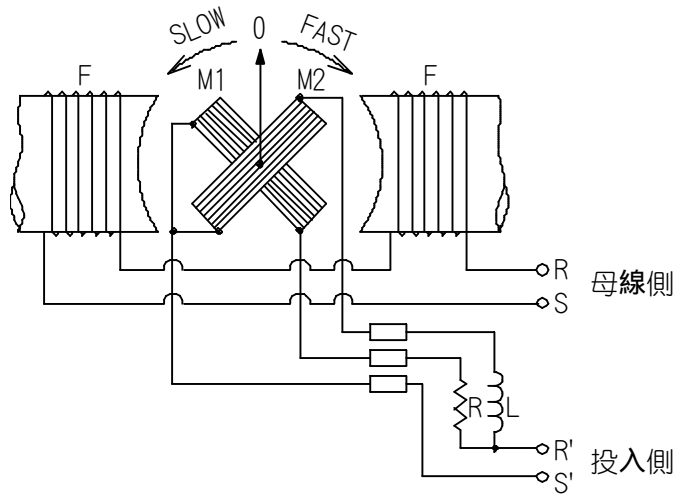


図 2 において、F は固定コイルで、M1, M2 コイルは互いに直角に結合され軸に取り付けられていて指針が装備されています。M1 コイルには抵抗 R を、M2 コイルにはインダクタンス L がそれぞれ直列に接続されています。この回路は、平行運転しようとしている投入側にその端子 R'、S' で接続され、成層鉄心に巻かれた固定コイル F にはその端子 R、S が母線側に接続されています。この基本原理は固定コイル F の電源による交番磁界と可動コイル M1 (抵抗 R が接続されている) と M2 (インダクタンスの大きい L が接続されている) が作る回転する磁界との相互作用によって動作するようになっています。

表 1 は、母線側と投入側の周波数および位相による指針の状態を表しています。指針が直立し静止したときが、同期になった状態を示します。

表 1

周波数	位相	指針位置
周波数は等しい	位相は一致	 直立静止
	投入側が進んでいる	 FAST 側で静止
	投入側が遅れている	 SLOW 側で静止
周波数は等しくない	投入側の速度が速い	 FAST 側(時計方向)に 回転
	投入側の速度が遅い	 SLOW 側(反時計方向)に 回転

5. 三相同期発電機の平行運転

5-4 負荷分担

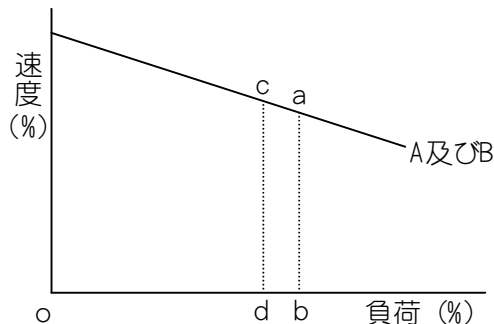
同期投入された発電機に負荷を移すには、原動機を調整し、その回転速度を上げます。

また、負荷を軽くするには原動機の回転速度を下げて調整します。

一般の場合並列運転をしている同期発電機の発電電圧を上昇させてもその負荷を増加することはできず、励磁電流を増加させれば単に循環電流（無効横流）が増加してその端子電圧を等しくしようとする作用が働くのみとなります。

負荷を増加させた発電機は、その電機子のインピーダンス電圧降下が増加し、端子電圧が低下します。その変化を補償するために発電機の励磁を調整します。

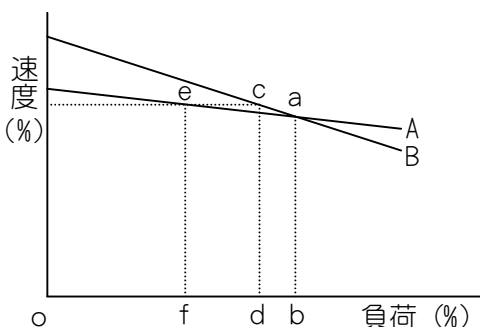
図 3



母線に並列運転されている発電機を A 機、B 機とすると、両機の原動機の色度特性が図 3 のように完全に一致していれば母線負荷 (%) が ob から od に変化しても両機の色度 (%) が同一であるから両機とも od (%) の負荷を分担し、負荷分担の変動は零となります。

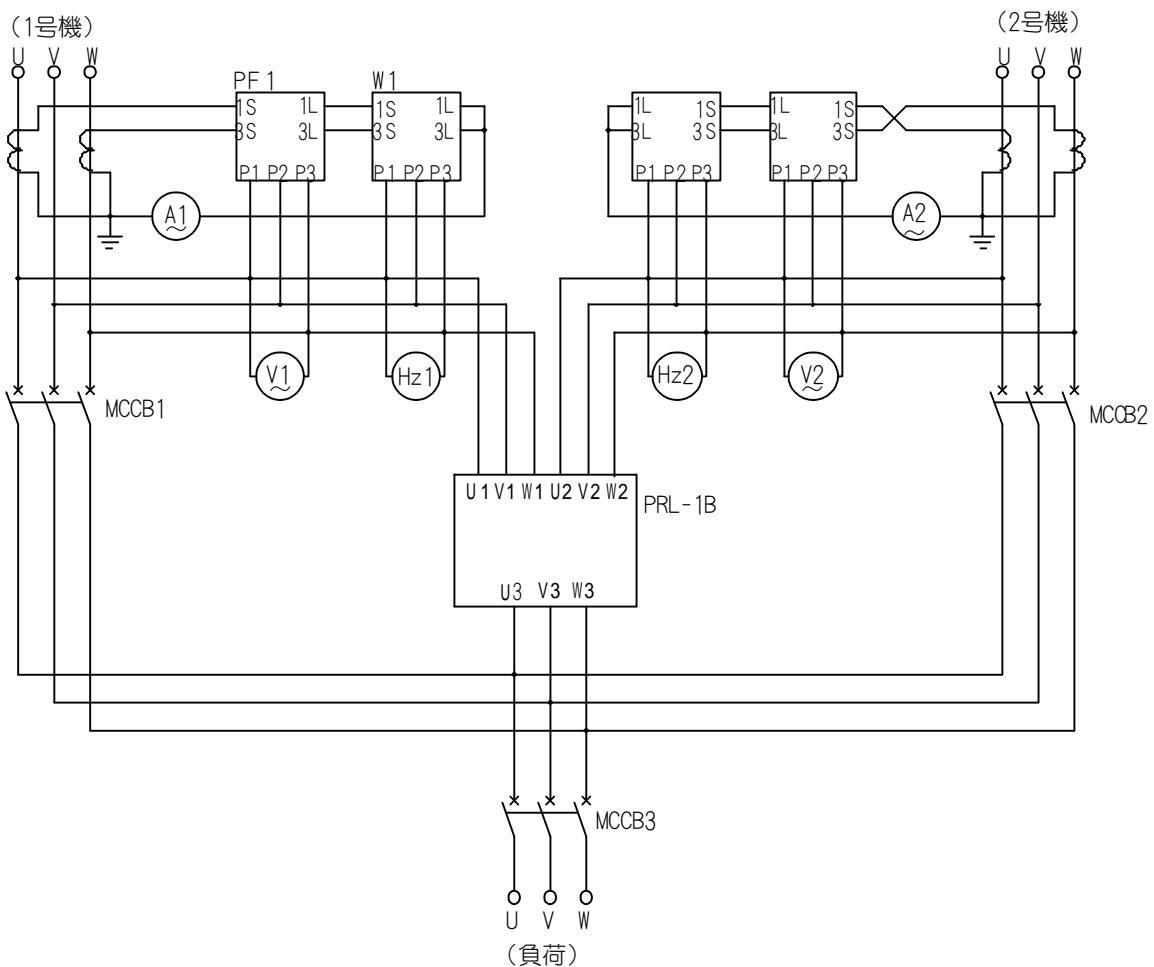
両原動機の色度調整が一致していない場合、図 4 において曲線 A 及び曲線 B を平行運転にある各発電機用原動機の色度特性曲線とすると、両機がそれぞれ ab の百分率色度で ob の負荷を分担しているものと仮定します。そこで負荷が減少すると原動機の色度は、それぞれ曲線 A 及び曲線 B に沿って上昇します。このとき、両機の色度 (%) が同一となる $cd = ef$ で新しい負荷分担となり、A 機は of、B 機は od の負荷を分担します。このことから色度特性が異なる時は、負荷が減少した場合、色度が大きくなる B 機の方が A 機より多く負荷を分担し、逆に ob (%) より負荷が増大した場合、色度が大きくなる A 機の方が B 機より多く負荷を分担します。

図 4



6. 同期投入

配線例



実験順序

1. 配線例を参考にして1号機、2号機、負荷共に接続します。
2. 1号機側の発電機を運転し、定格回転（定格周波数） 定格電圧にします。
3. 1号機の負荷遮断器(MCCB1)を“ON”にします。
4. 負荷遮断器(MCCB3)を“ON”にし、負荷を約80%程度掛けます。この状態で発電機を定格周波数、定格電圧に調整します。
5. 2号発電機を始動し、定格回転（定格周波数）付近に、電圧は定格電圧に調整します。
6. 可能であれば、相回転計により双方の相回転が同じであることを確認します。
7. 平行運転盤の同期検定器切換器を2号側にします。
8. 同期検定器および同期検定灯が動作し、5. 三同期発電機の平行運転 表1で示されている状態を確認します。
9. 同期検定器の指針が静止している場合またはSLOW側（反時計方向）に回転している場合は、2号機の回転速度を速くして、指針がゆっくりとFAST側（時計方向）に回転するようにします。また、指針がFAST側（時計方向）に早く回転している場合には、2号機の回転速度が遅くなるよう調整し、ゆっくりとFAST（時計方向）に回転するよう調整します。
10. 同期検定器の回転方向および回転速度と同期検定灯の点灯状態を観察します。
11. 1号機、2号機の発電電圧、周波数が定格値になっているか確認します。

6.同期投入

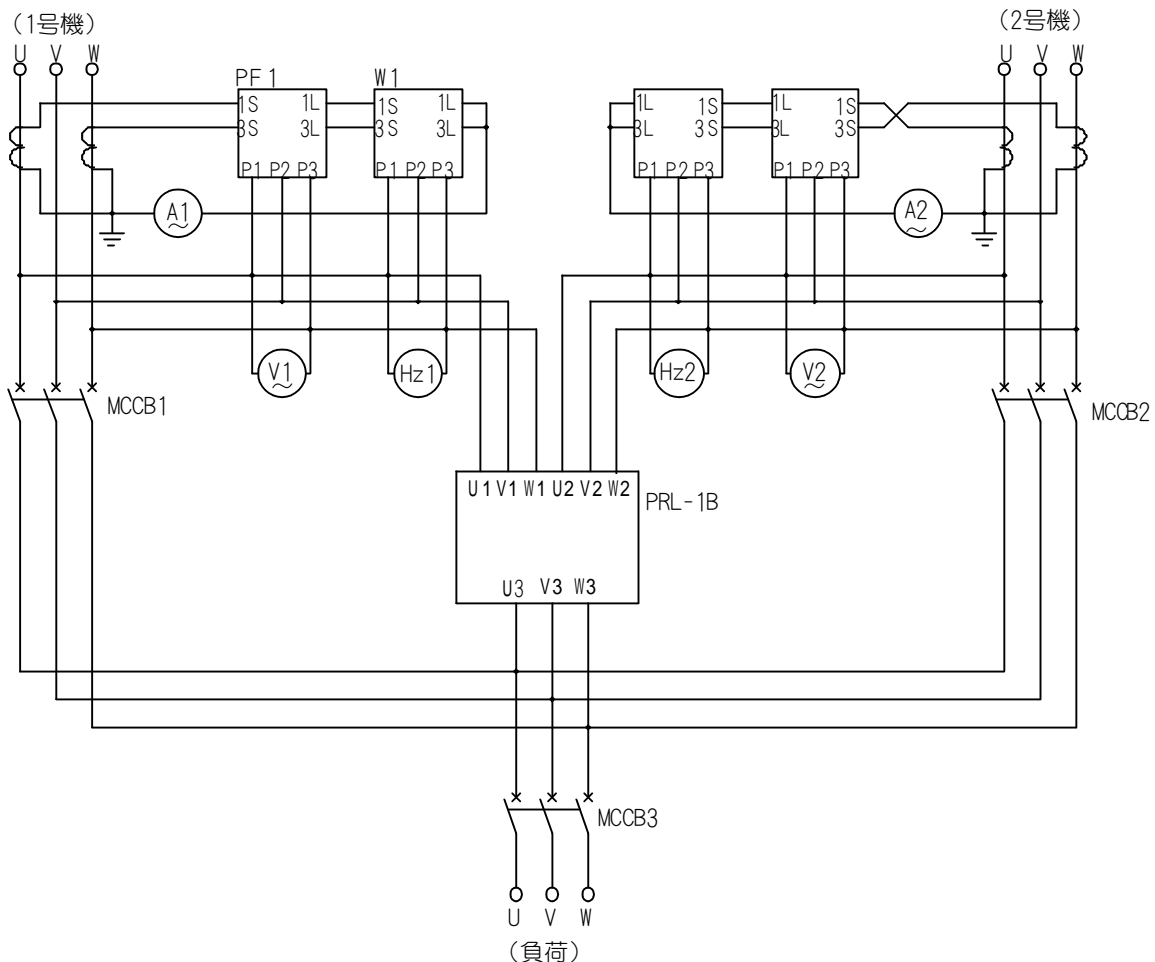
12. 2号機速度調整器を調整し、同期検定器の指針がFAST側(時計方向)にゆっくりと回転し、且つ指針が最上部に来たとき素早く2号発電機の負荷遮断器を“ON”にします。
13. 同期検定器の指針が垂直位置で停止し、同期検定灯の最上部1灯が消灯し、他の2灯が同じ明るさで点灯していることを確認します。また、電力計がマイナス側に触れて逆電力になっていないことを確認します。
14. 2号発電機の負荷遮断器を“OFF”にし、順次操作を行い1号機も停止します。
15. 2号機を先発、1号機を後発とし同じ操作を行います。

7. 負荷分担

母線に接続されて平行運転中の同期発電機の有効電力を分担させるには、原動機を速度を調整して行います。また、無効電力の分担は各同期発電機の界磁電流を調整して、発電機の負荷力率が同じになるように操作します。これらが不適当であると無効横流が流れて発電機の力率にアンバランスが生じ、無駄に容量を失うことになります。

結線は、1号機、2号機共に前項の「同期投入」と同じです。

配線例



実験順序

1. 配線図を参考にして1号機、2号機共に結線をします。(負荷も接続してください)
2. 前項6. 同期投入と同様に1号機、2号機を運転し、同期投入します。
3. 2号機を速度上昇方向へ回転させると共に、1号機を速度下降方向へわずか回します。これにより負荷電力が1号機より2号機へ移りますので、両機が同じ電力となるようにそれぞれの速度を調整します。
4. それぞれの力率計を読み変化が生じている場合は、各発電機の発電電圧を調整し、1号機、2号機共に定格電圧で、同じ力率となるよう調整します。
5. 1号機、2号機の電動機、発電機の界磁調整器は操作せずに負荷を増加または減少させて、各機の負荷分担状況を表7-1に記録します。
6. 上記の実験が終了したら、平行運転の状態を維持し、有効電力と無効横流の関係を考察します。
7. 1号機、2号機を平行運転の状態では負荷を調整し、力率100%で各機の負荷が50%となるようにし

7. 負荷分担

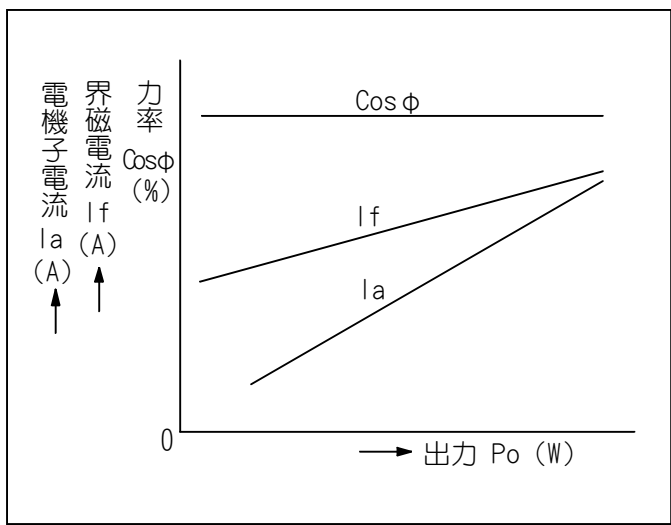
ます。

8. 1号機を速度を調整して1号機の出力を50~0%、0~100%まで変化させ、各負荷における値を表7-1に記録します。この時、各機の力率に変化があったら電圧調整器で力率100%に調整します、
9. 1号機、2号機共に、力率100%で各機の負荷が50%となるようにします。
10. 1号発電機の電圧調整器を増加または減少させて各値を表7-1に記録します。これの依り無効横流が流れ、力率にアンバランスが生じますが、出力(有効電力)に変化がないことを確かめます。
11. 1号機、2号機共に、力率100%で各機の負荷が50%となるようにします。
12. 1号機の速度を調整して、2号機に負荷を移行させます。
13. 1号機が無負荷となったら平行運転から脱し、停止させます。
14. 2号機の負荷を零にし、「負荷」遮断器をOFFにして、2号機を停止させます。
15. 表7-1の記録から、図7-1、図7-2のグラフをそれぞれ描きます。

表 7-1

1号機						2号機					
発電 電圧	電機子 電流	周波数	界磁 電流	出力	力率 Cos	発電 電圧	電機子 電流	周波数	界磁 電流	出力	力率 Cos
Va(V)	Ia(A)	f (Hz)	If(A)	Po(W)	(%)	Va(V)	Ia(A)	f (Hz)	If(A)	Po(W)	(%)

図 7-1 有効電力移行特性グラフ



7. 負荷分担

図 7-2 無効電力調整特性グラフ

