

1 実験の目的

1. 三相誘導電動機の各種始動方法および各種速度制御方法を習得する。
2. 三相誘導電動機の無負荷試験および拘束試験の方法を理解し，諸特性の測定を行う。
3. 同期発電機の無負荷試験および短絡試験のそれぞれの特性試験の方法を理解し，諸特性の測定を行う。

2 実験の方法

1. 週目
 - 三相誘導電動機の始動および速度制御 (電圧調整始動法・一次電圧法，二次抵抗法，インバータ制御法)
 - 三相誘導電動機の無負荷試験および拘束試験
2. 週目
 - 同期発電機の無負荷試験および短絡試験

3 誘導電動機の実験結果

3.1 実験機器

- 三相誘導電動機 - 直流発電機実験装置 (東電舎テック，MG-2400IV) ※ 回路定数： $r_1 = 0.7$ [Ω]
- 三相誘導電圧調整器
- クランプオンパワーロガー (HIOKI PW3365)

3.2 三相誘導電動機の始動試験と速度制御

誘導電動機への電圧を徐々に増加させると、約 1500rpm で回転数が安定したことが確認されました。また、電圧を増減させる際には、同じ電圧であれば回転数も同様であることが観察されました。

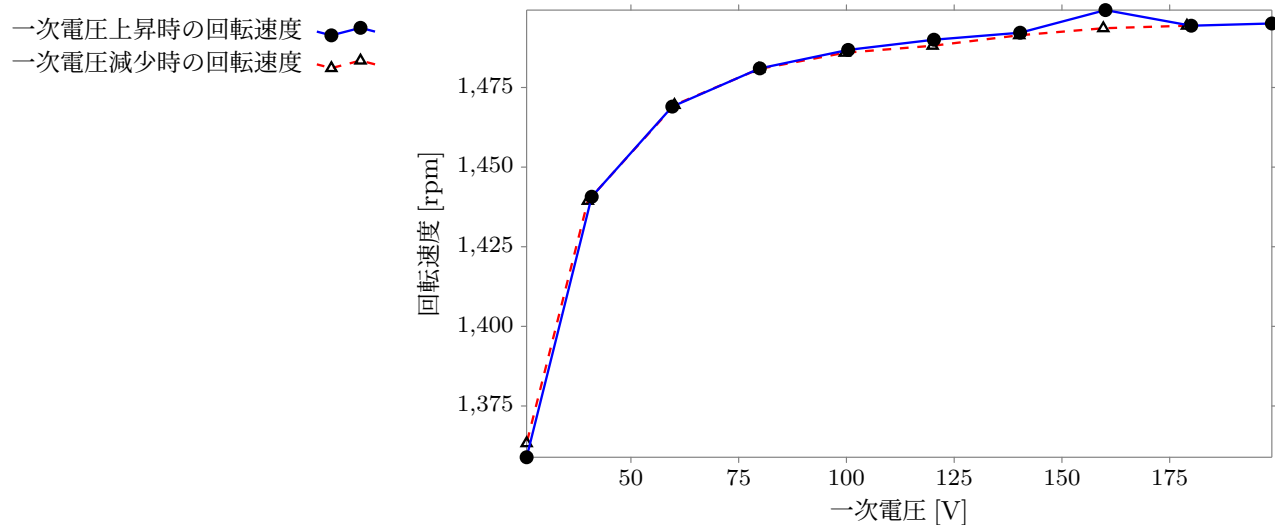


図1 一次電圧と回転速度の関係

3.3 三相誘導電動機の始動試験と速度制御 (二次抵抗法)

実験の結果、始動抵抗を増加させると、回転数が減少し、始動時の電流も低下することが明らかになりました。逆に、始動抵抗を減少させると、回転数が増加し、始動時の電流が増加することが観察されま

ノッチ位置	始動電圧	始動電流	電流	回転速度	(Is/In) * 100	ノッチ位置起動電流	ノッチ位置
起動	197.8	8.41	3.015	1477.3	2.79	3	
1/2	198.5	10.54	3.031	1485.2	3.48	3.002	
1/4	198.1	14.3	2.998	1490.2	4.77	2.977	

3.4 三相誘導電動機の速度制御試験 (インバータ駆動法)

インバータの周波数が上がると、回転速度もそれに比例して増加していきます。また滑りは反比例して変化していきます。

インバーター周波数と回転速度

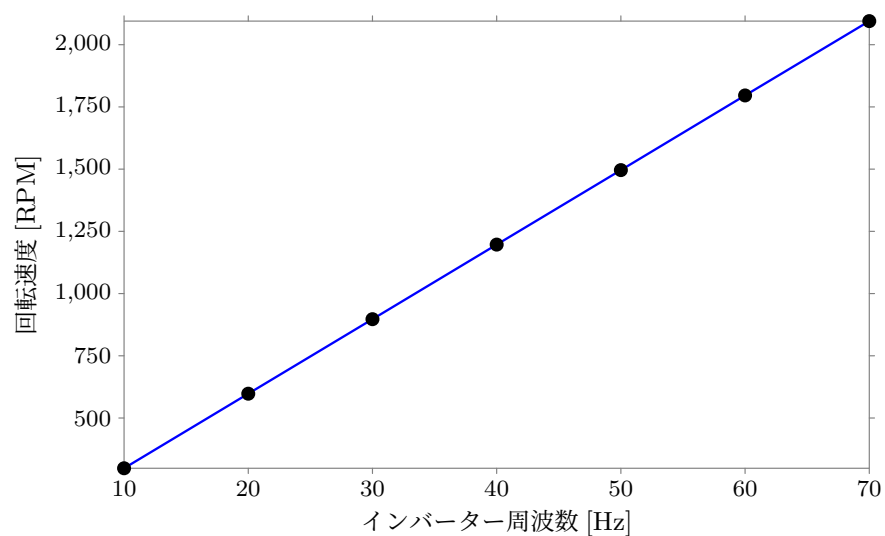


図2 インバーター周波数と回転速度の関係

インバーター周波数と滑り

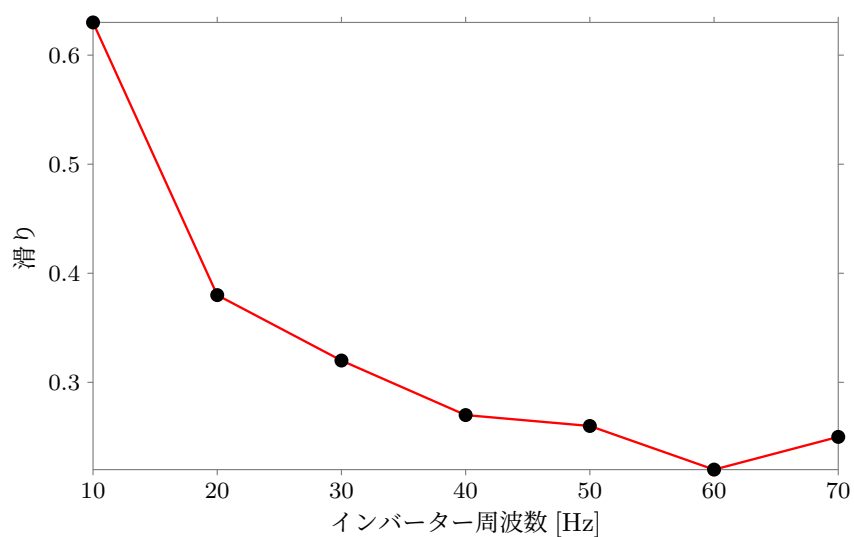


図3 インバーター周波数と滑りの関係

3.5 三相誘導電動機が無負荷試験

無負荷時に端子電圧を上げると緩やかに損失が増えていった。内部の損失が電圧に比例して増加していった。

端子電圧と無負荷入力

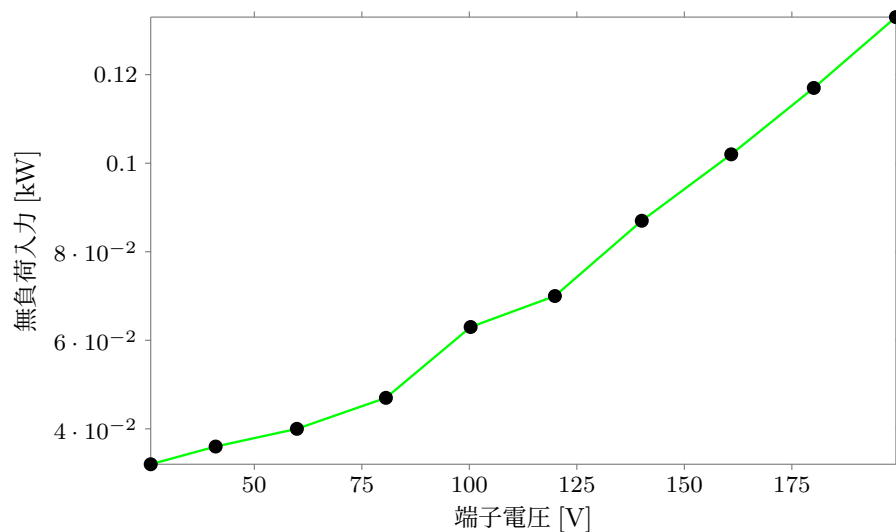


図4 端子電圧と無負荷入力の関係

3.6 三相誘導電動機の拘束試験

実験を行い結果を下記の表にまとめた。

測定回数	電圧	入力電力	拘束電流	定格電圧での拘束電流
1	40.6	390	8.475	41.75
2	40.9	392	8.453	41.33
3	40.6	393	8.454	41.65
平均値	40.70	391.67	8.46	41.58

表1 測定結果の表

4 誘導電動機の実験結果に対する考察

実験では、三相誘導電動機の各種始動法について調査しました。直接始動法は最も単純であり、全電圧を電動機にかける方法ですが、始動電流が大きくなるため、電力系統に影響を与える可能性があります。スター・デルタ始動法では、始動時にスター接続を用いて電流を約 1/3 に抑え、その後デルタ接続に切り替えることで、切替時のトルク変動が欠点です。リアクトル始動法は始動時にリアクトルを回路に挿入し、電流を制限する方法で、始動トルクが低下することが欠点です。インバータ制御始動法では、インバータを使用して電源周波数を制御し、徐々に速度を上げることで、始動電流の抑制と精密な速度制御が可能ですが、設備コストが高いです。

5 同期発電機の実験結果

5.1 三相同期発電機の無負荷試験

無負荷端子電圧を上昇させると発電機界磁電流も増大していった。実験では最大まで電圧を上げたのち電圧を下げていったが上昇時と降下時では特に大きな差は見られなかった。

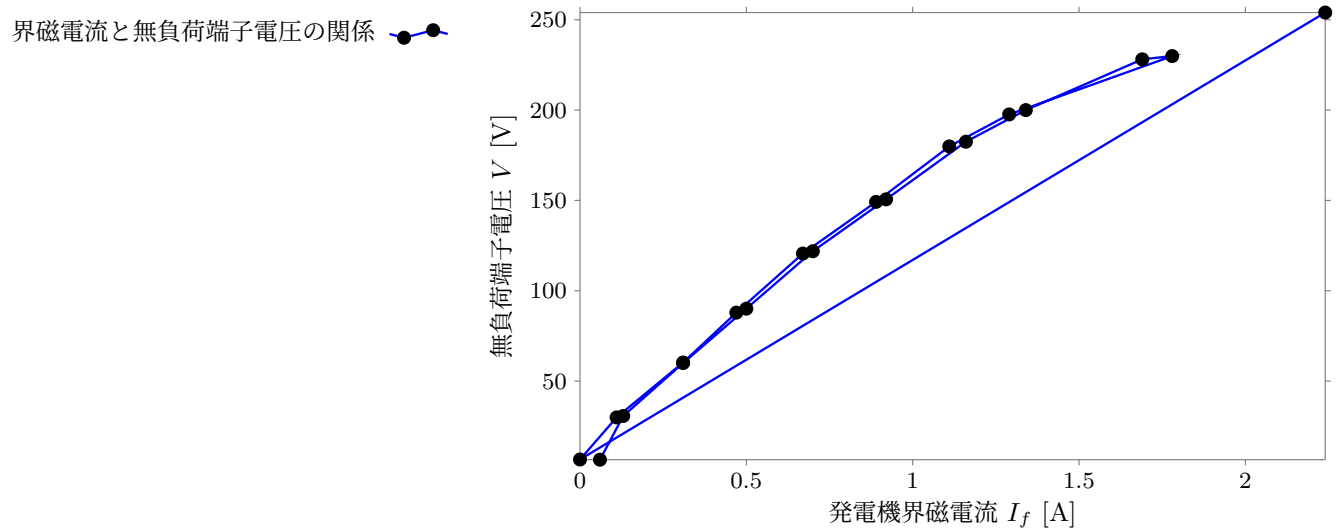


図5 発電機界磁電流 I_f と無負荷端子電圧 V の関係

5.2 三相同期発電機の短絡試験

発電機界磁電流を増加させると三相短絡電流も比例して増大していった。

界磁電流と三相短絡電流の関係

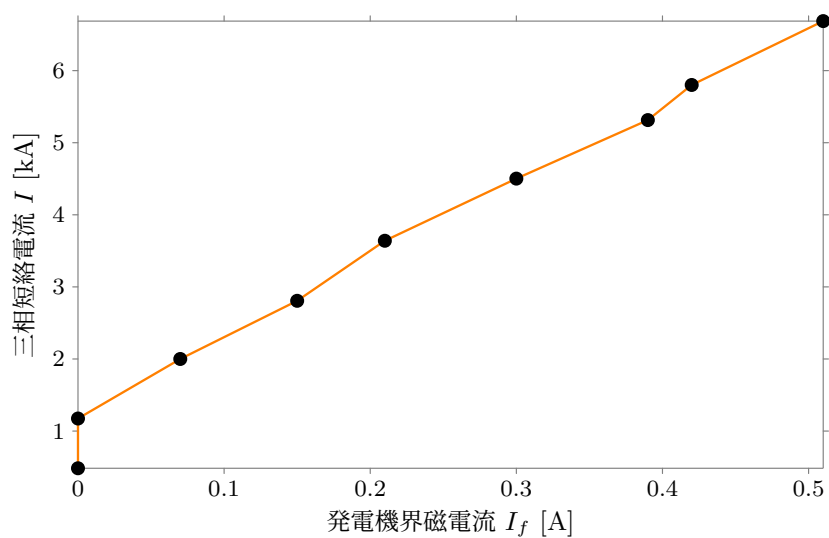


図6 発電機界磁電流 I_f と三相短絡電流 I の関係

6 同期発電機の実験結果に対する考察

無負荷試験では、界磁電流 I_f が増加すると無負荷端子電圧 V も初期はほぼ線形に増加し、 $I_f = 0.7 \text{ A}$ を超えると飽和し始め、ヒステリシスの影響は小さいです。短絡試験では、界磁電流の増加に伴い三相短絡電流 I が線形に増加し、磁気回路が飽和に達していないため飽和しないことが観測されました。