

6.4 インバータの定期点検について

インバータを長い間安心してご使用していただくために、また、不測の不具合を未然に防止するうえで、保守、点検をおすすめします。重要な設備に使用している場合は特に重要です。

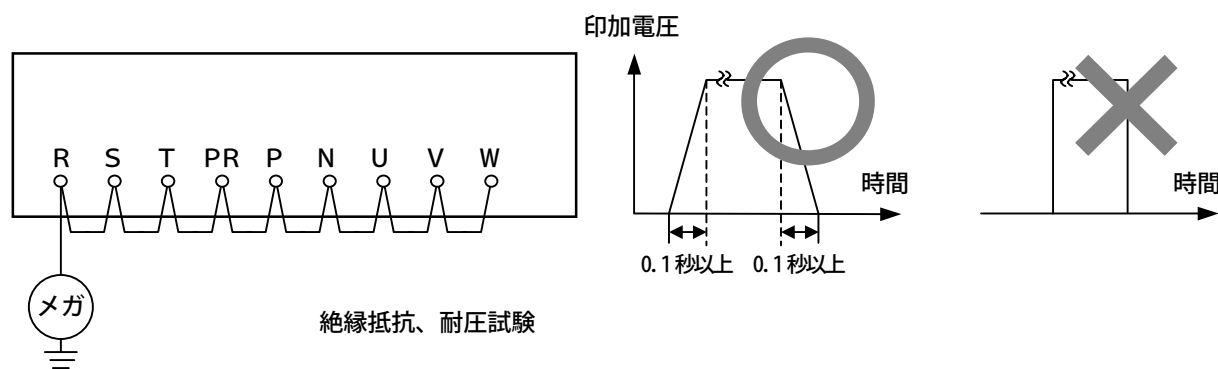
日常点検及び定期点検

点検箇所	点検項目	点検事項	点検周期		点検方法	判定基準	標準 交換 年数	計器
			日常	定期				
全般	周辺環境 装置全般 電源電圧	周辺温度、湿度、塵埃、有害ガス、オイルミスト等確認 異常振動、異常音はないか 主回路電圧は正常か	○	○	目視、聴覚による インバータ端子台R、S、T間 電圧測定	周囲温度-10～+50℃凍結のないこと 周囲湿度 20～90%結露のないこと 異常がないこと 220V 級：200～220/200～230V 50/60Hz 400V 級：380～415/400～460V 50/60Hz	—	温度計 湿度計 テスタ
		全般	(1) 絶縁抵抗試験(主回路端子と接地端子間) (2) 端子取付脚部などネジ締め付け部の緩みはないか (3) 各商品に加熱のあとはないか (4) 清掃	○	○	(1) 増し締めする (ただし、インバータ、ダイオードなどのモジュール増し締めは締め付けトルク管理が必要です。トルクゲージがない場合は増し締めしないいでください。)	(1)、(2) 異常がないこと 締め付けトルク(単位：kgf-cm) ・M3：8～10 ・M6：25～30 ・M4：12～15 ・M8：100～135 ・M5：20～25 ・M10：150～200 各コンポーネントの締め付けトルク(単位：kgf-cm) 〔・M4：10～15 ・M6：20～25〕 〔・M5：15～20〕	—
	端子台	損傷していないか	○		目視	異常がないこと	—	
	平滑 コンデンサ	(1) 液もれはないか (2) 膨らみはないか	○	○	(1)、(2) 目視	(1)、(2) 異常がないこと	5年 程	—
	コンタクタ	動作時にビビリ音はないか	○		聴覚による	異常がないこと	5年	
	抵抗器	大きな亀裂、変色はないか	○		目視による	異常がないこと	—	—
	冷却ファン	(1) 異常振動、異常音はないか (2) こみ、埃などの状態	○	○	(1) 無通電の手回し、増し締め (2) 目視による	(1) スムーズな回転 (2) 異常なきこと	2～3 年	—
制御回路 保護回路	動作チェック	(1) インバータの単体運転にて各 相間出力電圧のバランスの確 認 (2) ショック保護動作試験を行い、保 護、表示回路に異常がないこ と	○	○	(1) インバータ出力端子 U、V、W 相 間出力電圧を測定 (2) インバータの保護回路出力を 模擬的に動作させる	(1) 相間電圧差 2%以内 (2) 異常がなく動作すること	—	—
		部品 チェック プリント 含む	○	○	目視	異常がないこと	5年 程	—
表示	デジタル操作 パネル	液漏れ、変形跡はないか	○	○	目視	正常動作のこと 表示が読めること	7年	—
		(1) 異臭、変色はないか (2) 欠けている所はないか (3) LEDの切れはないか	○	○	目視			

■ 絶縁抵抗試験、耐圧試験（参考）

下図のように端子を短絡して、下記条件で行います。

- ・絶縁抵抗試験は 500V メガにて下記端子とアース間を測定し、5MΩ以上であることを確認してください。
- ・耐圧試験は行わないでください。
ただし、やむなく実施する場合は下記端子とアース間に AC1500V を 1 分間印加し異常のないことを確認してください。（400V 級の場合は、AC2000V を 1 分間印加）
- ・下記端子以外は耐圧試験を行わないでください。
- ・耐圧試験の印加電圧は徐々に上昇、下降させ 0V に戻してください。



注1) 高温重負荷でご使用の場合寿命が著しく短くなりますので、ご注意ください。また保管期間が3年以上経過したコンデンサに取替える場合は、使用前に下記条件でエージングをしてください。

- ①最初にコンデンサ定格電圧の80%の電圧を常温で1時間印加
- ②次に電圧を90%に上げて1時間印加
- ③最後に定格電圧を常温で5時間印加

注2) プリント板及びインバータモジュール取り扱い上の注意

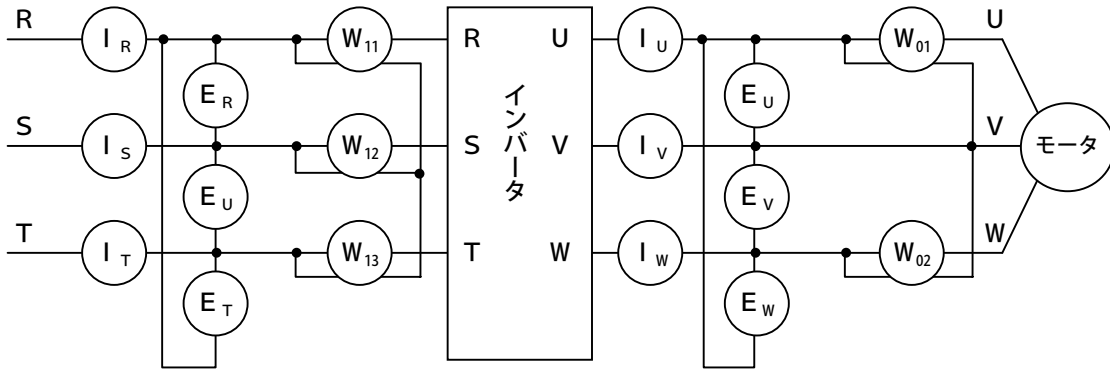
通常の使用方法では保守を必要としませんが、保守点検を必要とする場合は次の点に注意して行ってください。

・静電破壊防止

インバータモジュールの IGBT やプリント板上の MCU、IC などは静電破壊を起こすことがありますので、作業台、半田ゴテ、人体を接地してから取り扱ってください。

入出力電圧、電流、電力の測定方法

入出力電圧、電流、電力測定のための一般的な測定器を以下に示します。



測定項目	測定箇所	測定器	備考	測定値の基準
電源電圧 E_{IN}	R-S, S-T, T-R間 (E_R), (E_S), (E_T)	可動鉄片形電圧計 又は 整流形電圧計	全実効値	200V 級 180~242/180~253V 400V 級 342~457/360~506V 50/60Hz
電源電流 I_{IN}	R, S, Tの電流 (I_R), (I_S), (I_T)	可動鉄片形電流計	全実効値	入力電流にアンバランスがある場合 $I_{IN} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$
電源側電力 W_{IN}	R-S, S-T, T-R間 (W_{11}) + (W_{12}) + (W_{13})	電流計形電力計	全実効値	三電力計法
電源側力率 Pf_{IN}	電源電圧 E_{IN} 、電源電流 I_{IN} 及び電源側電力 W_{IN} の測定値より算出します $Pf_{IN} = \frac{W_{IN}}{\sqrt{3} \cdot E_{IN} \cdot I_{IN}} \times 100(\%)$			
出力側電圧 E_{OUT}	U-V, V-W, W-U間 (E_U), (E_V), (E_W)	下図参照 又は 整流形電圧計	基本波 実効値	
出力側電流 I_{OUT}	U, V, Wの電流 (I_U), (I_V), (I_W)	可動鉄片形電流計	全実効値	
出力側電力 W_{OUT}	U-V, V-W間 (W_{01}) + (W_{02})	電流計形電力計	全実効値	二電力計法 (又は三電力計法)
出力側力率 Pf_{OUT}	電源電圧 E_{IN} 、電源電流 I_{IN} 及び電源側電力 W_{IN} の測定値より算出します $Pf_{OUT} = \frac{W_{OUT}}{\sqrt{3} \cdot E_{OUT} \cdot I_{OUT}} \times 100(\%)$			

■ 注意事項

出力電圧は基本波実効値、電流及び電力は全実効値を示す計器をご使用ください。

インバータ出力波形はPWM制御による波形のため低周波では特に誤差を生じますが上記の計器、方法が比較的正確です。テスター（汎用品）は適応できない場合が多いのでご注意ください。

出力電圧の測定方法

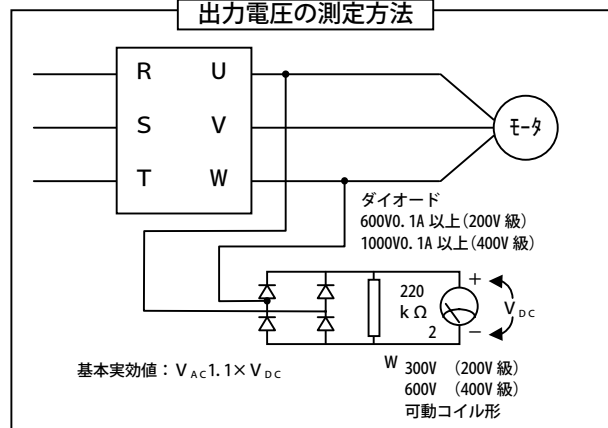
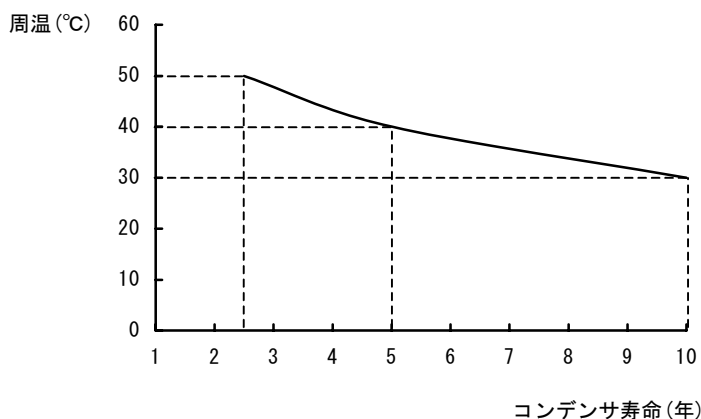


表 6-9 代表的な計器の種類と特徴

種類	特 殊
可動鉄片形	固定コイル(インダクタンスL)に流れる電流(i)による磁界と、その中に置かれた鉄片との間に動く電磁力($\frac{1}{2} i^2 \cdot \frac{dL}{d\theta}$)に相当する振れ角(θ)を電流で目盛って実効値を指示している。一般に、携帯用計器の周波数特性は、電圧計では 500Hz で約-3%、電流計では 500Hz で約-1.5%であり、鉄片の磁気飽和や高調波による固定コイルのインダクタンスの影響によって指示誤差を生じる可能性がある。 代表的な計器の精度は、0.5 級である。
整流形	交流を整流器で整流して可動コイル形直流指示計を動作させるもので、整流された平均値に波形率を乗じて、その交流の実効値で目盛られている。一般に、市販の整流形計器では正弦波交流を対象としているので、波形率は $\pi/2\sqrt{2} \approx 1.11$ で正弦波交流の実効値を示している。したがって、ひずみ波交流を測定する場合には波形率に注意しなければならない。なお、周波数特性は 10kHz で数%程度であり、代表的な計器の精度は 1.0 級である。
熱電形	被測定電流(I)による抵抗(R)の発生熱($I^2 R$)に比例した温度上昇を熱電対によって直流起電力に変換し、直流ミリボルト計により電流(I)、すなわち実効値を指示する。また、電力計の場合は、負荷電流(i_a)と電圧に比例した(i_v)の和及び差の電流によって発生する熱起電力の差($i_a \cdot i_v$)により指示する。周波数特性、波形特性とも優れており代表的な計器の精度は 0.5, 1.0, 1.5 級である。
電流力計形	電流の流れている 2 個のコイル間(両コイルの相互インダクタンスM)に働く力、すなわち負荷に直列に接続した固定コイルに流れる電流(i_f)と可動コイルに流れる電圧に比例した電流(i_m)によって生じる駆動トルク($i_m \cdot i_f \cdot dM/d\theta$)に相当する振れ角(θ)によって平等目盛で電力を示す。 一般に、携帯用計器の周波数特性は電力計の場合、低力率負荷では 500Hz で約 0.9%、高力率負荷では 500Hz で約-0.7%である。また、代表的な計器の精度は 0.5 級である。
デジタル パワー メータ	デジタルパワーメータは時分割掛算器を用いて、電力を測定する。 時分割掛算器は、電気的パルス列の面積がパルスの高さの積であることを用いた掛算器で、電圧、電流の一方をパルスの高さに、他方をパルス幅とし、電力を求めている。
アナ ログ トラ ンス ミ タ	入力信号を高速A/D変換器でサンプリングし、これを一度バッファメモリで記憶したあと、内臓のコンピュータでFFT(Fast Fourier Transformの略で時間領域で表された信号を周波数領域に変換するフーリエ変換の数値計算をデジタル演算で高速処理する方法)を行い、その結果をブラウン管に表示するもの。 特に、低周波領域での周波数解析に威力を発揮する。 FFTアナライザと呼ばれたり、リアルタイムアナライザと称されることもある。

(備考)可動鉄片形、整流形、熱電形、電流力計形の計器の特徴は、〔電気学会技術報告(1部)第135号、6号ステップ形インバータの誘導電動機の特性に及ぼす影響〕を参照。

コンデンサ寿命カーブ



※ 周囲温度-10~40°Cの機種は、この図より 10°C ずつ下がります。

* 周温とはインバータ本体の周囲温度(雰囲気温度)を意味します。
盤内収納した場合は、盤内温度となります。

予防保全の詳細 ((社)日本電機工業会 発行「汎用インバータ定期点検のおすすめ」による)

表6-10、11 に一般的・正常な使用条件（周囲温度・年平均 30℃、負荷率は 80%以下で稼働率は一日当たり 12 時間以下）における定期点検と部品交換の目安を記します。これらはメーカーやインバータの機種によって多少異なる場合もあります。具体的な点検条件、部品交換レベルの設定については、それぞれ取扱説明書などをご参照ください。

表6-10 定期点検項目

点検箇所	点検項目		点検事項	点検周期		
				日常	定期	
					1年	2年
全 般	周 囲 環 境		周囲温度、湿度、塵埃、有害ガス、オイルミスト等を確認	○		
	装 置 全 般		異常振動、異常音はないか	○		
	電 源 電 圧		主回路電圧、制御電圧は正常か	○		
主 回 路	全 般		(1)メガーチェック(主回路端子と接地端子間) (2)締付部の緩みはないか (3)各部品に過熱のあとはないか (4)清掃		○ ○ ○	○
	接続導体・電線		(1)導体に歪みはないか (2)電線類被覆の破れ、劣化(ヒビ割れ、変色等)はないか		○ ○	
	トランス・リアクトル		異臭、異音なうねり・音はないか	○		
	端 子 台		損傷していないか		○	
	平滑コンデンサ		(1)液漏れはないか (2)ヘソ(安全弁)は出ていないか、膨らみはないか (3)静電容量の測定、絶縁抵抗の測定	○ ○	○	
	リレー・コンタクタ		(1)動作時にビビリ音はないか (2)タイマの動作時間の確認 (3)接点に荒れはないか		○ ○ ○	
	抵 抗 器		(1)抵抗器絶縁物のワレはないか (2)断線有無の確認		○ ○	
制御回路 保護回路	動作チェック		(1)インバータ単体運転にて、各相間出力電圧のバランスの確認 (2)シーケンス保護動作試験を行い、保護、表示回路に異常のないこと		○ ○	
	部品 チェック	全 体	(1)異臭・変色はないか (2)著しい発錆はないか		○	
		コンデンサ	液漏れ、変色跡はないか	○		
冷却系統	冷 却 フ ァ ン		(1)異常振動、異常音はないか (2)接続部の緩みはないか (3)エアフィルタの清掃	○ ○	○	
表 示	表 示		(1)ランプ切れはないか (2)清掃	○	○	
	メ ー タ		指示値は正常か	○		

表 6-11 交換部品

部品名	標準交換年数	交換方法・その他
冷却ファン	2～3年	新品と交換
平滑コンデンサ	5年	新品と交換(調査の上決定)
ブレーカ リレー類		調査の上決定
タイマ		動作時間調査の上決定
ヒューズ	10年	新品と交換
プリント板上 アルミコンデンザ	5年	

表 6-11 の運用に当たっては、下記についてご配慮ください。

- (1)表 6-11 に示す交換年数は、偶発故障期間 t_b (次頁参照) を示し、この期間を経過した時点で新品との交換を行えば磨耗故障をかなり高い確率で予防できることを示す目安であり、機種によって異なりますので、故障発生の絶無を保証するものではありません。
なお、その他機種により交換部品が指定される場合があります。
- (2)使用環境(周囲温度、通風条件)や使用率(負荷率、電圧印加時間率)によっては、この交換年数が変わることがあります。
- (3)インバータが下記の項目に適合するときは、交換年数の短縮を考慮する必要があります。
 - (イ)温度、湿度の高い場所あるいはその変化の激しい場所で使用する場合。
 - (ロ)運転、停止を頻繁に繰り返す場合。
 - (ハ)電源(電圧、周波数、波形歪等)や負荷の変動が大きい場合。
 - (ニ)振動、衝撃の多い場所に設置された場合。
 - (ホ)塵埃、塩分、亜硫酸ガス及び硫化水素などの有害ガス、オイルミスト等悪い雰囲気の中で使用する場合。
 - (ヘ)使用前の保管状況が悪い場合及び長期保存された場合。
 - (ト)電源容量がインバータ容量より非常に大きい場合。

(注1)交換年数の決定に当たって

一般に部品の故障の形態は図6-2により知られているように、初期故障、偶発故障、磨耗故障の3段階に分けられます。初期故障は製造者における製造、調査過程で除去されるよう配慮され、偶発故障は機器の耐用寿命期間内において磨耗が進行する以前に任意に起こる予期できない突発的な故障で技術的な対策をたてるのが難しく、現時点では、統計的な取り扱いに基づく施策しかとることができません。

磨耗故障は、劣化の過程や磨耗の結果として耐用寿命の終末付近で発生するもので、故障が時間の経過と共に急激に増加します。ここに示す交換年数は、図6-2のtb点を指すもので、この時点で特定の部品を新品と交換することにより、予防保全の適切化を計ろうとするものであります。

(注2)磨耗故障期(耐用年数、寿命)について

部品の耐用年数は、使用環境により大きく変わります。

(a)例えば、リレーは接点の荒れの程度により寿命が決まります。

したがって、接点電流値や負荷のインダクタンス分が寿命の要因となります。

(b)例えば、コンデンサ(アルミ電解コンデンサ)は、インバータ内で主として平滑フィルタ部品として使用されております。

このアルミ電解コンデンサは、内部で化学反応が行われているので、温度によってその寿命は極端に変わります。

一般にアルミ電解コンデンサには、「アレイウスの法則(10°C 2倍則)」があり、温度が10°C高くなると寿命は1/2となり、10°C低くなると寿命は2倍に伸びるという特性があり、インバータの寿命を支配しています。

インバータを高温で使用した場合、他の部品はまだ偶発故障期間内であっても、アルミ電解コンデンサは磨耗故障期間にすでに突入している場合があります。この場合、インバータを更に長く使用するには、アルミ電解コンデンサの交換が必要となってきます。

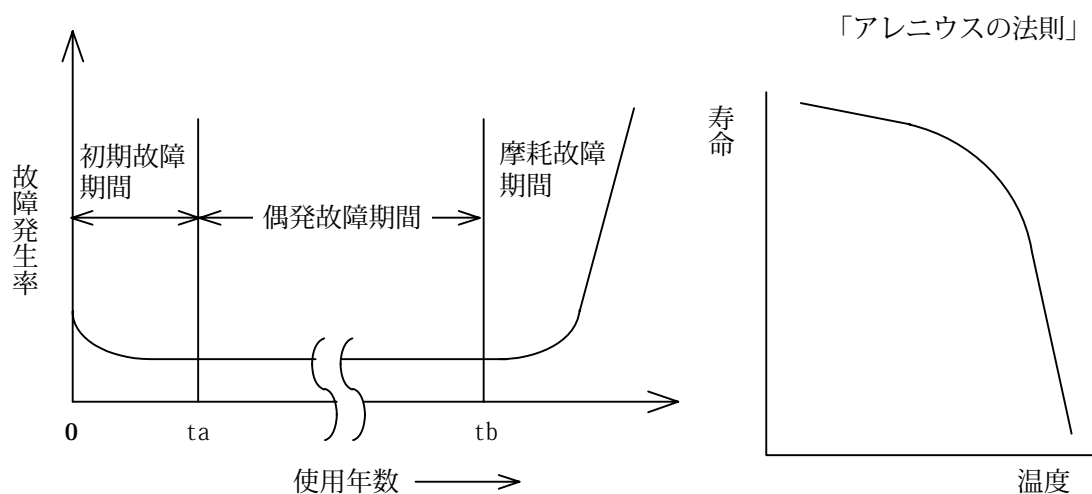


図6-2

インバータ盤定期点検要領書(例)

以下にインバータ盤定期要領書の例を示します。

〈インバータ盤定期点検要領書 (例)〉

1. 外観チェック結果	結果	
1.1 盤内の器具取付け部品等の汚損、脱落がないか目視し確認する。		
1.2 主回路のネジの緩みがないか手でしごいて確認する。		
1.3 主回路コンデンサ（平滑、転流、進相コンデンサ等）の、油漏れ、異臭、変形、変色がないか。		
1.4 フィルターの日詰まりがないか。		
2. メガーチェック（500V メガーで 2MΩ以上）	結果	MΩ
主回路、操作回路を外部端子台でメガーテストを実施する。		
プリント板にメガーの電圧が印加されないよう、シーケンス上で予め確認をとる。		
3. シーケンステスト結果		
シーケンステストを実施する前に、モータの接続（図1の矢印）を必ず外すこと。		
3.1 電源チェック		
(1) 電源電圧（±10%）	AC	(V)
(2) 操作回路電圧（±10%）	AC	(V)
	又は DC	(V)
3.2 故障検出回路動作チェック		
(1) インバータ故障		
模擬的に故障を起こしたとき、インバータが停止し故障表示がでること。		
(2) 各サーマルリレーのテスト釦を押し模擬的に過負荷状態にし、インバータが停止すること。		
(3) 遠方（自動）／手元（手動）モードで運転できること。		
(4) 冷却ファン（天井ファン、サイリスタ、トランジスタ・スタックファン）から異常音、ブレ等がなくスムーズに回転していること。		

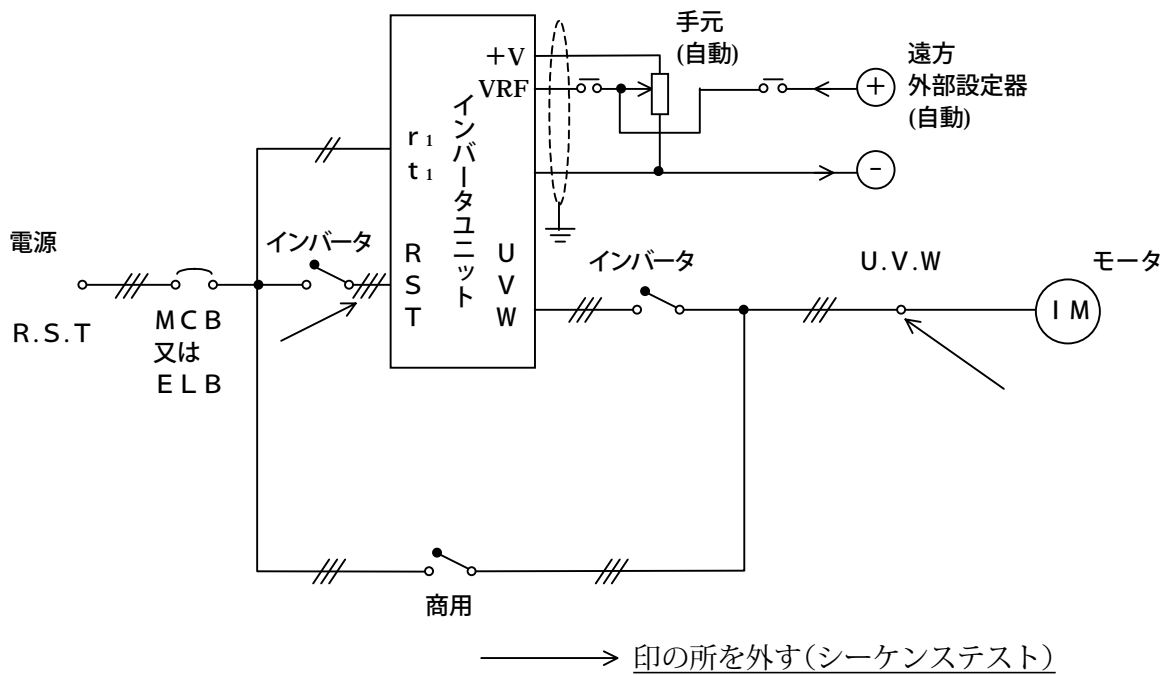


図6-3 インバータブロック図

4. モータ組合わせ (モータ単独)

結果

3項で外したケーブルを接続し、下記項目につきテストを実施する。

- (1) 遠方 (自動) / 手元 (手動) 切換えスイッチを手元側に倒す。
- (2) 速度設定器を“零”にセットする。
- (3) インバータを運転し速度設定を、序々に変化し定格回転数になるまで上昇させる。
- (4) 遠方 (自動) にし(3)項同様のテストを実施する。
- (5) 図6-4の組合わせデータを取る。

