

# PWM コンバータ「RHC-C シリーズ」

豊田 敏久(とよた としひさ)

木下 操(きのした みさお)

金沢 直樹(かなざわ なおき)

## 1 まえがき

汎用インバータなどの可変速駆動システムにおいては、インバータ入力電流に高調波成分を含むため、同系統に接続された他の機器への高調波障害防止を目的とした経済産業省の高調波抑制対策ガイドライン(492ページの「解説」参照)への適応や、省エネルギー対策として制動エネルギーの処理方法などの検討が必要となる場合がある。

これらの問題に対応する製品として、入力電流を正弦波化することにより、高調波抑制対策ガイドラインに適応し、制動エネルギーを電源側に回生することで、省エネルギーを実現できるPWM(Pulse Width Modulation)コンバータ「RHCシリーズ」をすでに市場に投入している。今回、このRHCシリーズにおいて機能、操作性を飛躍的に向上させた「RHC-Cシリーズ」を新たに開発した。本稿では、RHC-Cシリーズの特徴、仕様について紹介する。

## 2 RHC-Cシリーズの特徴

図1にRHC-Cシリーズの外観、表1にRHC-Cシリーズの容量系列・標準仕様を示す。外観デザインは富士電機の汎用インバータ「FRENIC5000G11S/P11S」と共通化を図っている。

### 2.1 容量系列の充実

200V系列で7.5kWから90kWまでの11機種、400V系列で7.5kWから400kWまでの20機種、全31機種を標準容量系列として用意しており、従来機種の容量とびを解消し、インバータの容量系列と同等の容量系列に対応している。また、全機種二重定格に対応しており、CT(Constant Torque)仕様では1分間の過負荷定格が連続容量の150%、VT(Variable Torque)仕様では同じく過負荷定格が120%となる。用途としては、CT仕様は一般産業機械などの定トルク負荷、VT仕様はファン、ポンプなどの二乗低減トルク負荷用として主に適用される。VT仕様では、負荷容量に対して一枠小さい容量が適用でき、

図1 RHC-Cシリーズの外観



経済的である。これらの充実した容量系列により、用途に最適なコンバータユニットの選定ができる。

400kWを超える用途に適用する場合は、ユニットを並列多重化することで対応できるようにした。入力には絶縁トランスを別途用意し、オプションの光通信カードを用いて最大6多重まで負荷分担ができる。

### 2.2 制御性能の向上

RHC-Cシリーズの制御システムでは、高性能ベクトル制御インバータ「FRENIC5000VG7Sシリーズ」と同等のRISC(Reduced Instruction Set Computer)プロセッサを2個使用した制御システムを採用し、高速演算処理(従来比約3倍)を実現した。電圧調節器(AVR)にはオプザーバ機能を追加した。これにより制御応答を向上させ、インパクト負荷、急加減速負荷などの急峻(きゅうしゅん)な負荷変動に対しても安定した運転ができるようになった。また、460V+10%の入力電圧にも対応した。図2に基本回路構成と制御ブロック図を示す。



豊田 敏久

可変速駆動装置の開発、設計に従事。現在、神戸工場可変速設計部。



木下 操

可変速駆動装置の開発試験、検査に従事。現在、神戸工場品質保証部。



金沢 直樹

可変速駆動装置の開発、設計に従事。現在、神戸工場可変速設計部主任。電気学会会員。

表1 容量系列・標準仕様

(a) 200V系列

型式 RHC	-2C	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	
CT適用	適用インバータ (kW)	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	
	出力	連続容量 (kW)	8.8	13	18	22	26	36	44	53	65	88	103
		過負荷定格	連続定格の150% 1分間										
		電圧	DC320~355V										
	所用電源容量 (kVA)	9.5	14	19	24	29	38	47	57	70	93	111	
キャリア周波数	標準15kHz										標準10kHz		
VT適用	適用インバータ (kW)	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	
	出力	連続容量 (kW)	13	18	22	26	36	44	53	65	88	103	126
		過負荷定格	連続定格の120% 1分間										
		電圧	DC320~355V										
	所用電源容量 (kVA)	14	19	24	29	38	47	57	70	93	111	136	
キャリア周波数	標準10kHz										標準6kHz		
入力電源	相数・電圧・周波数	三相3線式, 200~220V 50Hz, 220~230V 50Hz, 200~230V 60Hz											
	電圧・周波数許容変動	電圧: -15~+10%, 周波数: ±5%, 相間アンバランス率: 2%以内											

(b) 400V系列

型式 RHC	-4C	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280	315	355	400		
CT適用	適用インバータ (kW)	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280	315	355	400		
	出力	連続容量 (kW)	8.8	13	18	22	26	36	44	53	65	88	103	126	150	182	227	247	314	353	400	448	
		過負荷定格	連続定格の150% 1分間																				
		電圧	DC640~710V																				
	所用電源容量 (kVA)	9.5	14	19	24	29	38	47	57	70	93	111	136	161	196	244	267	341	383	433	488		
キャリア周波数	標準15kHz											標準10kHz											
VT適用	適用インバータ (kW)	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280	315	355	400	500		
	出力	連続容量 (kW)	13	18	22	26	36	44	53	65	88	103	126	150	182	227	247	314	353	400	448	560	
		過負荷定格	連続定格の120% 1分間																				
		電圧	DC640~710V																				
	所用電源容量 (kVA)	14	19	24	29	38	47	57	70	93	111	136	161	196	244	267	341	383	433	488	610		
キャリア周波数	標準10kHz											標準6kHz											
入力電源	相数・電圧・周波数	三相3線式, 380~440V 50Hz, 380~460V 60Hz																					
	電圧・周波数許容変動	電圧: -15~+10%, 周波数: ±5%, 相間アンバランス率: 2%以内																					

表2 RHC-Cシリーズの制御オプション

オプション形式	機能概要
OPC-VG7-AIO	AO増設カード
OPC-VG7-DIO	DO増設カード
OPC-VG7-TL	Tリンクインタフェースカード
OPC-VG7-CCL	CCリンクインタフェースカード
OPC-VG7-SX	SXバスインタフェースカード
OPC-VG7-SI	光通信カード
OPC-RHC-TR	トレースバックカード

2.3 豊富な通信オプション

インバータの通信機能(ネットワーク対応)の向上に伴い、省配線、省コスト、リモートメンテナンスなどの目的で、インバータと組み合わせるコンバータに対しても同等の通信機能の要求が高まってきている。このため、RHC-Cシリーズでは、従来機種では対応していなかった通信オプションを用意した。表2に通信オプションを含むRHC-Cシリーズの制御オプション一覧を示す。

2.4 タッチパネルによる監視操作性の向上

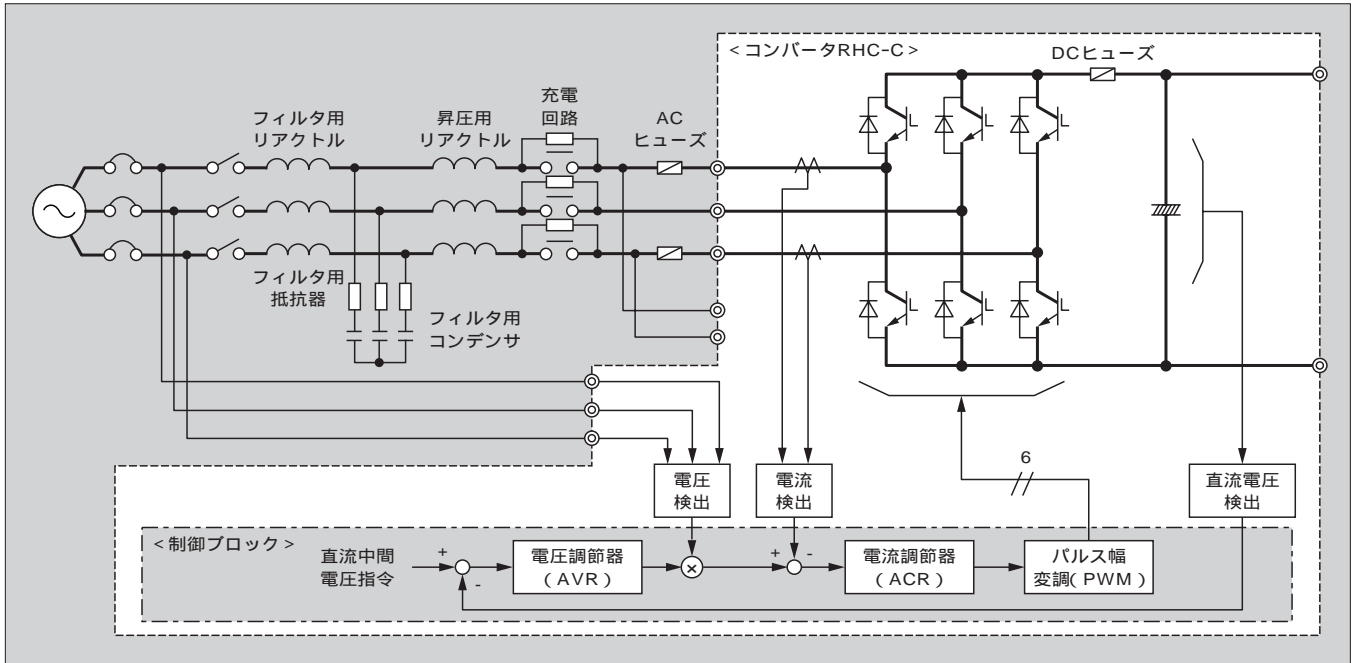
汎用インバータ FRENIC5000G11S/P11S シリーズに適用されているタッチパネルと操作性を統一した。図3にタッチパネルの外観を示す。これにより、ユーザーから見た操作性の向上、メンテナンスを容易にし、豊富なモニタ

機能により、電源監視もできるようにした。専用タッチパネルとして、次の機能を備えている。

(1) 駆動・制動状態表示

LCD (Liquid Crystal Display) 表示部では、駆動運転

図2 基本回路構成と制御ブロック図



中か制動運転中かの運転状態表示を一目で認識できる。図3の右上段に駆動運転状態時の表示例を示す。

2. 電源監視機能

運転画面では、他に2種類のバーグラフ表示画面を用意している。一つは入力電力および入力電流実効値の定格値に対する割合を%表示し、負荷状態を容易に判別できる。もう一つは、入力電圧および周波数の変動幅を現在値、最大値および最小値として表示し、電源状態を容易に監視できる。図3の右中段、右下段に表示例を示す。

2.5 トレースバック機能

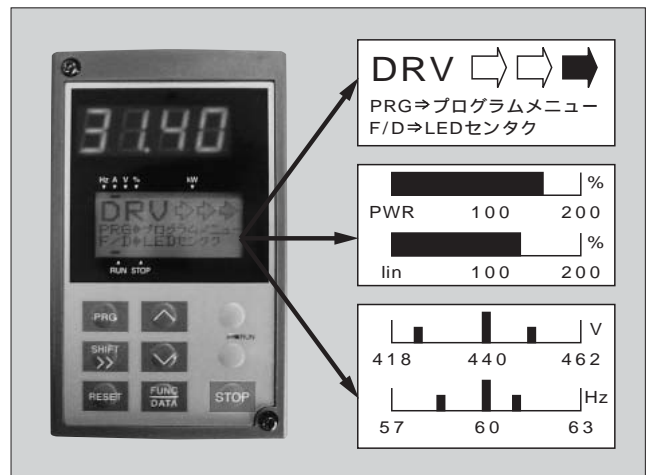
制御オプションのトレースバックカード (OPC-RHC-TR) を使用することにより、コンバータのアラーム発生前後の制御データをトレースし、保存することができ、電源システムの障害解析が1msレベルで可能となる。保存データは、コンバータの制御電源遮断後から約1週間、保持することができる。

2.6 フィルタ回路

PWM コンバータでは、入力側の端子電圧がPWM波形となり、電源側の電圧波形にリップルを生じる。このため、電圧リップルを抑えて正弦波化することを目的として、フィルタ回路を入力側に設けている。RHC-Cシリーズでは、このフィルタ回路を改良し、電源側の電圧波形ひずみをより一層低減した。これにより、電源インピーダンスが大きい場合や、発電機電源などへも幅広く適用できるようになった。

また、高キャリア周波数化により、フィルタ用リアクトルや昇圧用リアクトルから発生する耳障りな騒音を従来機種に比べ大幅に低減した。

図3 タッチパネルの外観



2.7 海外規格対応

一般的にコンバータは、汎用インバータと組み合わせて適用されるので、汎用インバータで対応している海外の安全規格にコンバータも適合する必要がある。そのため、UL/cUL, CE マーキングに標準で対応している。また、タッチパネルは標準で3か国語(日本語, 英語, 中国語)に対応し、国際市場にも適合した製品となっている。

2.8 RHR-C シリーズ

RHC-Cシリーズの開発に伴い、姉妹品として電源回生コンバータ RHR-C シリーズを同時開発した。PWM 制御にて入力電流の正弦波化を行う RHC-C シリーズに対して、RHR-C シリーズは電源回生を主な機能とし、電源電圧に同期して120度ごとに各相を導通させ、直流中間電圧と電源電圧との電位差により、交流リアクトルで限流させた電

図4 RHR-C 入力電流波形

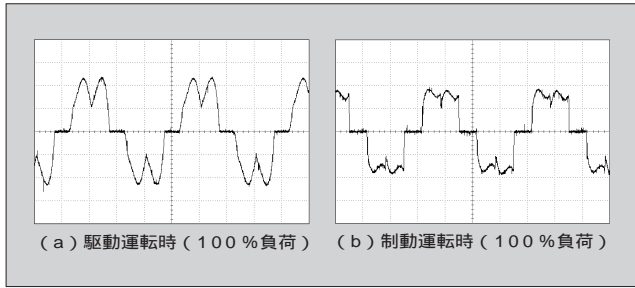
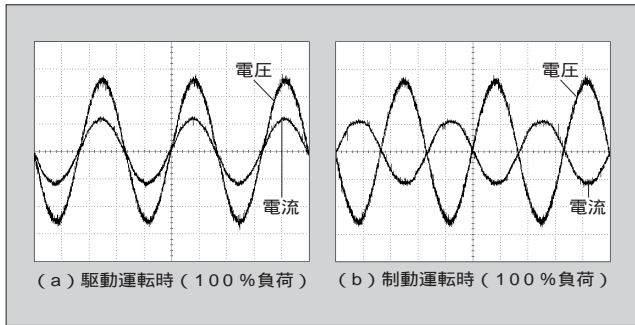


図5 RHC-C 入力電流波形



流を電源側に流し電源回生を行う製品シリーズである。

RHR-C シリーズは PWM 制御による入力電流の正弦波化を行わないため、RHC-C シリーズに比べ高調波成分を多く含む入力電流波形となるが、フィルタ回路が削除でき、同系統に接続された他の機器に対しては、PWM 制御のキャリヤ周波数成分による影響がなくなるという特徴がある。また、RHC-C シリーズと同一ユニットを使用することで共通化を図っている。図4にRHR-Cシリーズの入力電流波形を示す。

③ RHC-C シリーズの運転特性

3.1 入力電圧・電流波形

図5に駆動運転時と制動運転時のコンバータ入力電流波形および相電圧波形を示す。入力電流が正弦波となり、力率1となるように制御されていることが分かる。

3.2 入力高調波特性

図6にコンバータ入力電流波形の高調波電流含有率を50次まで測定したデータを示す。基本波成分(1次:60Hz)を100%として各次の含有率を示している。7次成分が最も多く1.40%、総合含有率(THD)は2.21%となっている。高調波対策を実施しない一般的な三相全波整流を行うインバータでは、7次成分が40%程度あることから、PWM コンバータの適用により、高調波電流が大幅に低減されていることが分かる。

3.3 インパクト負荷特性

図7にインパクト負荷特性を示す。100%の駆動負荷運転時に負荷を瞬時遮断した特性であるが、一定制御してい

図6 入力高調波データ

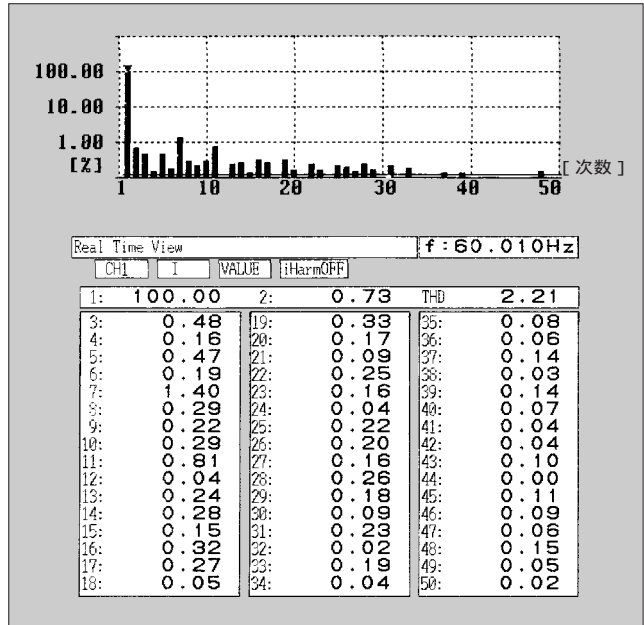
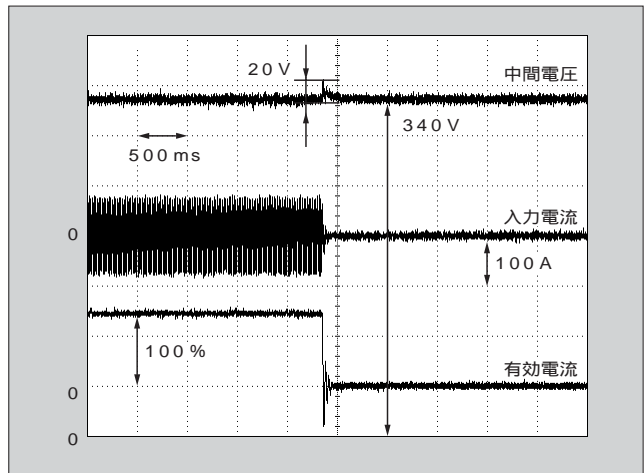


図7 インパクト負荷特性



る直流中間電圧のオーバershootを20Vほどに抑え、安定した運転の継続ができています。

④ あとがき

以上、PWM コンバータ RHC-C シリーズについて、その概要を紹介した。制御性能、操作性の向上および制御オプションの充実により、幅広い分野へ適用していただけることを期待している。PWM コンバータがインバータ適用時の高調波対策や電源回生機能を目的とするだけでなく、インバータを含んだシステム品として、新たな市場要求に応えるべく、製品開発に一層の努力をしていく所存である。

参考文献

- 1) 大阿久康之. 可変速駆動システムの高調波抑制手法. 富士時報. vol.70, no.12, 1997, p.658-661.
- 2) 高調波抑制対策技術指針 (JEAG 9702-1995). p.6-120.