上下搬送装置専用インバータ「FRENIC5000G11UD」とその適用例

野村　哲也（のむら　てつや）　　米澤　裕之（よねざわ　ひろゆき）

1　まえがき

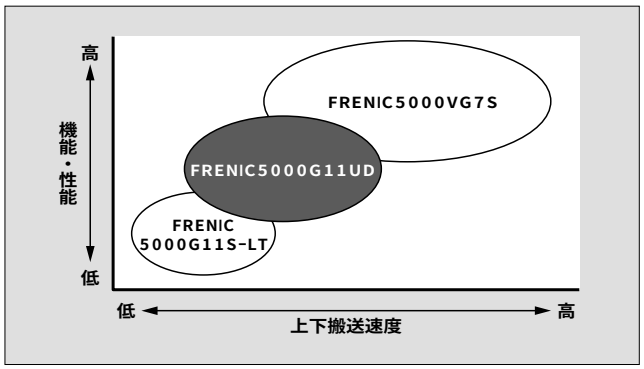
汎用インバータは幅広いユーザー層に支えられ，その普及とともに小型・軽量化，低価格化，高性能・高機能化が進められてきた。その結果，専用インバータでしか実現できなかった用途に汎用インバータが適用できるようになった。富士電機の高性能汎用インバータ FRENIC5000G11S/P11S シリーズは，ファン・ポンプ，工作機械，搬送・運搬機械など幅広い分野に適用され，好評を得ている。

今回，FRENIC5000G11S をベースに，上下搬送に最適な機能を付加し，操作性を向上した上下搬送装置専用インバータ FRENIC5000G11UD シリーズを開発したので，その仕様と特長，適用例について紹介する。

2　仕様と特長

富士電機では機能・性能，上下搬送速度に応じた最適な機種系列を用意しており，その機種マップを**図１**に示す。FRENIC5000G11S-LT シリーズと FRENIC5000G11UD シリーズは，上下搬送専用機能を搭載することで，性能向上と操作性向上とを実現している。FRENIC5000G11S-LT シリーズは，速度センサレスでの滑らかな運転が可能であり，FRENIC5000G11UD シリーズは，本格的な速度センサ付きベクトル制御による高性能運転が可能である。FRENIC5000VG7S シリーズは，最高性能機種として位置づけており，高精度な制御技術と豊富な機能により，中・高速エレベータ用として適している。

図１　上下搬送装置対応インバータの機種マップ



FRENIC5000G11UD の仕様を**表１**に示し，以下に主な特長を述べる。

2.1　低速でも滑らかで安定した運転

図２にシステム構成を示す。高性能汎用インバータFRENIC5000G11S/P11S シリーズに搭載され実績のある，ディジタル AVR（Automatic Voltage Regulator）の技術を採用している。ディジタル AVR は，インバータの出力電圧を検出し，出力電圧波形を改善する富士電機独自の技術で，この制御により乗り心地に直接関係のあるトルクリプルを低減することができる。

2.2　使いやすさの追求

零，低，中，高およびクリープ，ならびに非常用およびメンテナンスの各速度設定に対して，S 字適用範囲と加減速時間を同時に切り換える S 字加減速機能付き多段速度運転機能を用意した。

この機能により，**図３**に示すように10点の S 字適用範囲と七つの加減速時間の設定が個別に設定可能である。切換は三つの外部入力による速度指令の変更のみで行っており，操作性を向上している。例えばメンテナンス時は，メンテナンス用の速度と作業効率を優先するための最大能力加減速運転とが，速度指令を切り換えるだけで実現できる。

2.3　ブレーキ釈放時のロールバック低減

エレベータの荷重をセンサにより検出し，トルクバイアスすることでブレーキ釈放時のロールバックを低減することができる。

この機能により，ブレーキ釈放から停止までショックのない運転が可能である。

2.4　停電時のバッテリー運転

停電によりエレベータ内に人が閉じ込められた場合，通

野村　哲也

可変速駆動装置の開発・設計に従事。現在，鈴鹿工場設計部。

米澤　裕之

可変速駆動装置の開発・設計に従事。現在，機器・制御カンパニーシステム機器事業部システム機器開発部。電気学会会員。

表1　FRENIC5000G11UD の仕様

(a) 三相 200 V シリーズ

項目		仕様							
型式 FRN□□□G11UD-2J1		2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22
標準適用電動機 (kW)		2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22
出力定格	定格容量 (kVA)	4.1	6.8	10.2	14	18	24	28	34
	電圧	三相，200 V/50 Hz，　200 V，220 V，230 V/60 Hz							
	定格電流 (A)	11	18	27	37	49	63	74	90
	過負荷電流定格	インバータ定格電流の“150%-10 s”							
	定格周波数	50 Hz，60 Hz							
入力電源	相数・電圧・周波数	三相，200～230 V，50/60 Hz							
	電圧・周波数許容変動	○電圧：＋10～－15%（相間アンバランス率：2%以内）　○周波数：＋5～－5%							
	所要電源容量 (kVA)	2.9	4.9	6.9	9.4	14	19	23	28
制動ユニット	型式	内蔵				BU3-220-2		BU37-2C	
	制動時間 (s)	60				20		15	
	制動使用率 (%ED)	50				10		15	
	接続可能最小抵抗値 (Ω)	33		20	15	8.6		4.3	

(b) 三相 400 V シリーズ

項目		仕様						
型式 FRN□□□G11UD-4J1		3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22
標準適用電動機 (kW)		3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22
出力定格	定格容量 (kVA)	6.8	10.2	14	18	24	29	34
	電圧	三相，380 V，400 V，415 V/50 Hz，　380 V，400 V，440 V，460 V/60 Hz						
	定格電流 (A)	9.0	13.5	18.5	24.5	32	39	45
	過負荷電流定格	インバータ定格電流の“150%-10 s”						
	定格周波数	50 Hz，60 Hz						
入力電源	相数・電圧・周波数	三相，380～480 V，50/60 Hz						
	電圧・周波数許容変動	○電圧：＋10～－15%（相間アンバランス率：2%以内）　○周波数：＋5～－5%						
	所要電源容量 (kVA)	5.0	7.0	9.4	14	19	24	28
制動ユニット	型式	内蔵			BU3-220-4		BU37-4C	
	制動時間 (s)	60			20		15	
	制動使用率 (%ED)	50			10		15	
	接続可能最小抵抗値 (Ω)	130	80	60	34.4		17.2	

(c) 共通仕様

項目		詳細仕様
制御	制御方式	PG フィードバックベクトル制御
	速度制御範囲	0～1,500 r/min（または 1,800 r/min）（4極電動機）
	零速度トルク	150%
	キャリヤ周波数	2～15 kHz 可変設定
	速度設定	多段速度指令：外部信号3点の組合せにより8段の選択運転が可能 多段速度指令一致タイマによりリレーのばらつきによる速度指令の誤設定防止が可能
	速度調節器	速度調節器のゲインを高速と低速で自動的に切換可能
	トランジスタ出力 接点出力	○ブレーキコントロール信号（2種類） ○速度一致信号（速度偏差過大信号） ○速度検出信号（2種類） ○電流検出信号（2種類）
保護構造 (IEC 60529)		IP40
冷却方式		ファン冷却

常は管理者が機械室に行って手動で電動機を回転させて最寄りの階までかごを移動させる必要がある。このような場合でも，非常用のバッテリーを使用したインバータ駆動により，最寄りの階までかごを移動させることができるバッテリー運転機能を搭載した。

図２　システム構成

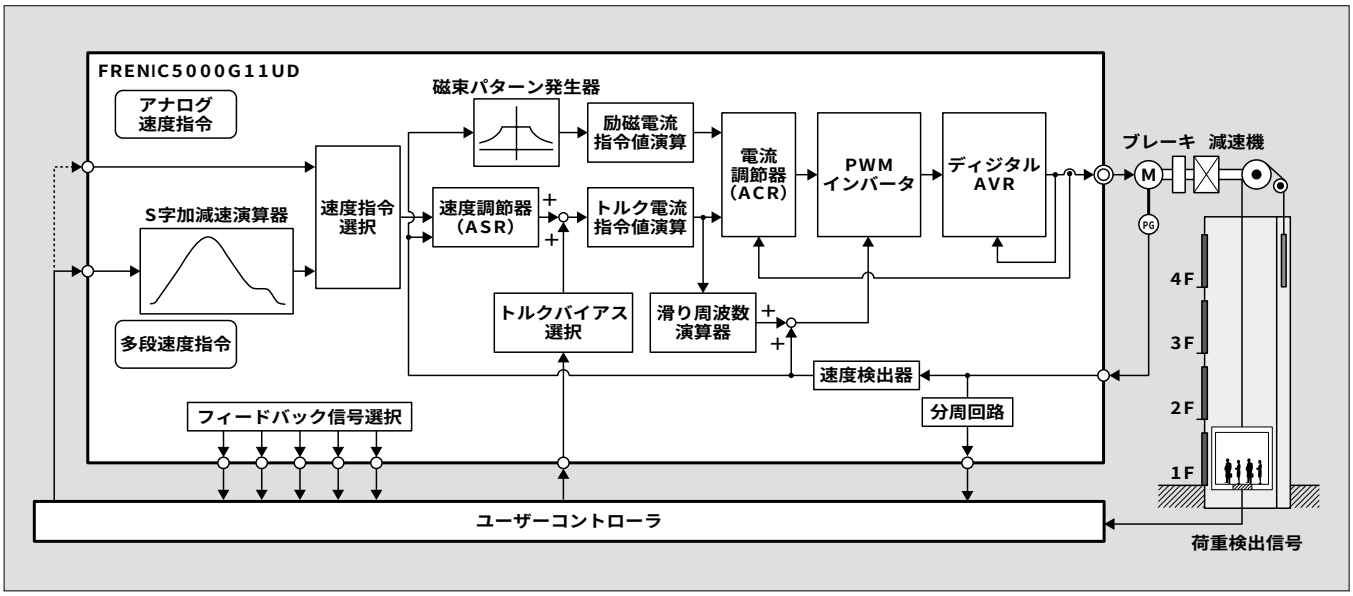


図３　S 字加減速機能付き多段速度運転機能

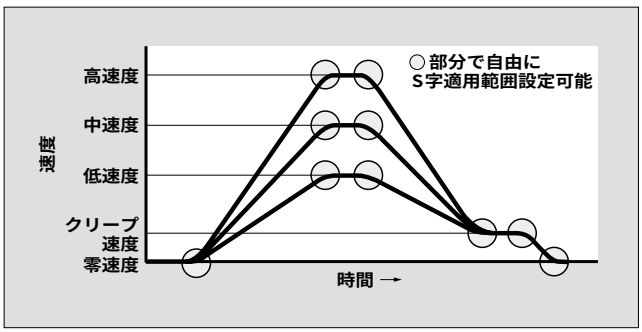


図４　データコピー時のタッチパネルの外観

2.5　管理者による制限

インバータに設定されたデータの書換えや読出しを禁止するパスワード機能を搭載した。

この機能により，ユーザーが設定したノウハウの外部流出と誤設定とを防止することが可能である。

2.6　幅広いエンコーダインタフェース

12 V，15 V のコンプリメンタリ出力，5 V のラインドライバ出力に対応したエンコーダインタフェースを用意した。さらに，エンコーダパルスの分周機能も装備した。

この機能により，位置制御を行うためのフィードバック信号を，ユーザーコントローラのインタフェースに合わせた低周波数のパルスに変換するので，分周に必要な回路や位置制御専用のエンコーダを削減できる。

2.7　エレベータ用途に適した豊富な機能

上位コントローラと協調を図るため，機械式ブレーキのコントロールを行うブレーキコントロール信号，制御異常を検出する速度一致信号および出力端子の論理反転機能を搭載した。このほかインバータや電動機の負荷状態を確認するため，運転パターンにおける最大電流，RMS（Root Mean Square）電流および平均ブレーキ消費電力の測定ができる機能も搭載している。また，タッチパネルには機能コードの設定データをコピーする機能を設けているので，たくさんのインバータを簡単にセットアップできる（**図４**参照）。

3　適用例

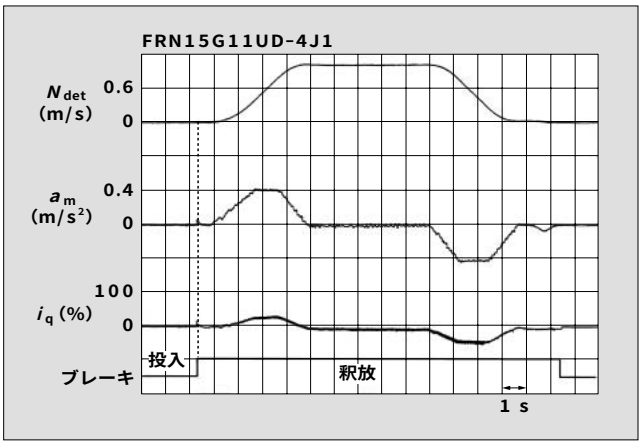
3.1　エレベータ運転時の特性

表２に FRENIC5000G11UD を適用したエレベータシステムの仕様，**図５**に運転特性を示す。これは，無積載で上昇した場合の特性で，図中の波形は上から電動機回転速度（エレベータ速度換算），電動機加速度（エレベータ加速度換算），電動機トルク電流である。加速，等速，減速，クリープおよび停止の各運転モードで非常に滑らかに運転し

表２　エレベータシステムの仕様

項　目		仕　様
インバータ型式		FRN15G11UD-4J1
電動機容量		11 kW
エレベータ仕様	定格積載質量	1,000 kg
	かご質量	1,000 kg
	釣合いおもり	1,450 kg
	エレベータ定格速度	1 m/s
	減速機の歯車	ウォームギヤ
	減速比	1/52
	シーブ径	0.67 m
	トルクバイアス	未使用

図５　エレベータ運転時の特性（無積載上昇時）



ている様子が分かる。また，ブレーキ釈放時，ブレーキ投入時ともに各波形に乱れはなく良好な特性となっている。電動機加速度においても脈動やオーバシュートはなく，安定で高応答であることが分かる。

3.2　バッテリー運転時の特性

バッテリー運転時の回路構成を**図６**に示す。インバータの制御用電源には，UPS（Uninterruptible Power Supply）などを用いる。バッテリーの電圧および容量は，エレベータ速度，最大負荷，電動機定格電圧，電動機の電気回路定数などにより選定する。商用電源とバッテリーとの切換は，ユーザーコントローラ側で行う。**図７**に FRN7.5G11UD-2J1 での特性例を示す。これは，バッテリー電圧が DC48 V，無負荷時の運転で，上から電動機回転速度，電動機加速度，出力電流である。速度指令は定格速度の４％に設定しており，バッテリー電圧が低くても良好な運転特性が得られている。

図６　バッテリー運転時の回路構成

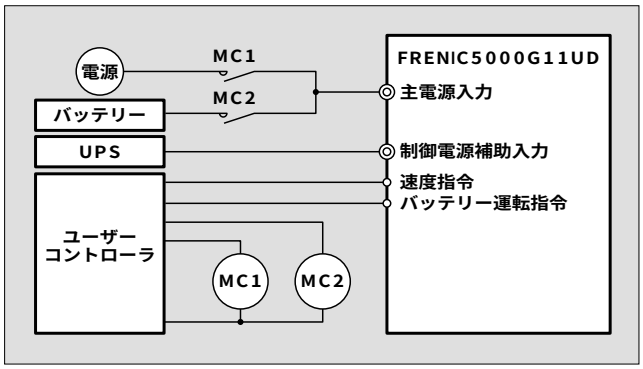
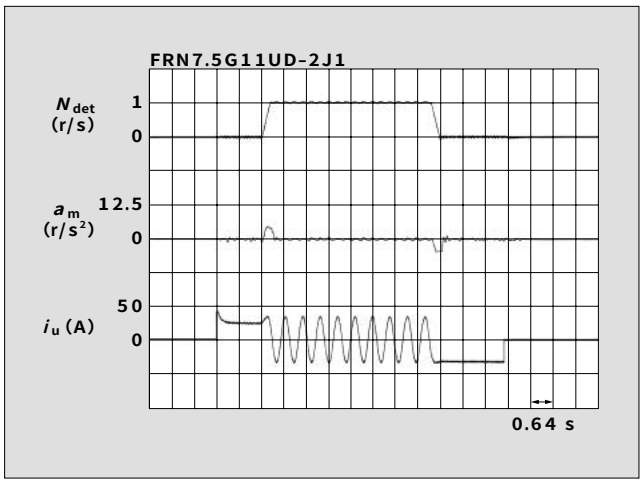


図７　バッテリー運転時の特性



4　あとがき

以上，上下搬送装置専用インバータFRENIC5000G11UDシリーズの概要と適用例を紹介した。今後とも市場要求に対応したインバータとするため，ユーザーのご意見を取り入れ，よりよい製品作りを目指していく所存である。

参考文献

(1)　米澤裕之ほか. 高性能汎用インバータ FRENIC5000G11S/P11S シリーズ．富士時報．vol.72，no.4，1999，p.233-236.

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。