

ピークカット装置 「SANUPS K33A」の開発

山崎 正人

Masato Yamazaki

奥井 芳明

Yoshiaki Okui

中村 直哉

Nakamura Naoya

山口 大輔

Daisuke Yamaguchi

高杉 満

Mitsuru Takasugi

1. まえがき

大型のプレス装置や搬送設備に搭載しているモータは駆動する時に瞬間的に大電力が必要となるため、受電設備を実際の消費電力以上に強化しなくてはならない場合がある。特にプレス業界では、制御性や保守性の向上を目的に油圧プレスからサーボプレスへ移行しようとしており、このサーボプレス装置は、スピード、位置、加圧力の制御性が向上し、油を使用しないので保守性に優れたものの、モータ力行時に瞬時に大電力を必要とすることから電源設備の強化が必要とされる。

そのため、電源設備の強化をしないと電圧フリッカと呼ばれる電圧低下が発生し、その他の機器へ影響を及ぼす。また、電源設備を強化する場合、エンドユーザ側で多くの費用がかかることもあり問題となっている。そのため、サーボプレス装置や搬送設備においては、モータ力行時に発生する大電力を低減するピークカット機能が不可欠であり、電解コンデンサを用いたピークカット装置が提案されている。しかし、電解コンデンサのエネルギー密度が低いため、装置は大型化する。また、モータドライブ用の電源は、モータをドライブするためのインバータ技術は向上してきているが、商用電源とのインターフェイスに関しては、電圧フリッカだけでなく高調波問題を発生することもある。つまり、現在の市場では大型モータドライブに適した高機能電源が存在しない。

このような現状を踏まえ、C33Aシリーズのピークカット、回生機能を応用し、また蓄電デバイスに電気二重層キャパシタ(EDLC: Electric Double Layer Capacitor)を使用した大型モータドライブ用ピークカット装置として「SANUPS K33A」を開発した。本稿では「SANUPS K33A」の特長について紹介する。

2. 「SANUPS K33A」の構成および動作

2.1 基本構成

図1に本装置の基本回路構成を示す。本装置は、主にAC/DCコンバータ、DC/DCコンバータ、電気二重層キャパシタ(以下、EDLC)で構成されている。AC/DCコンバータは、モータが駆動するときの力行時やモータ減速時の回生時でも入力電流を正弦波かつ力率をほぼ1.0にする整流器である。そのため、外付けで大きなリアクトルなどを設ける必要はない。DC/DCコンバータは、力行時にEDLCから電力をアシスト(放電)することで商用電源から供

給される入力電力を低減させ(ピークカット)、回生時には一部の電力をEDLCに吸収(充電)するため(回生電力利用)に配置されている。このDC/DCコンバータを用いずに蓄電デバイスを直流出力に直結させると蓄電デバイスが大型になるが、DC/DCコンバータを用いることで蓄電デバイスの利用率を高め、蓄電デバイスの小型化を実現している。蓄電デバイスについては、電解コンデンサと比較するとエネルギー密度が高く、鉛蓄電池と比較すると充放電電流の大きいEDLCを採用している。装置出力は直流であり、モータドライブのためのインバータへ大電力を供給または、回生電力の有効利用を図っている。

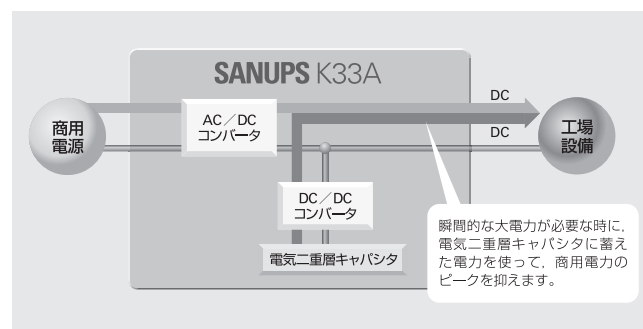


図1 「SANUPS K33A」の基本回路構成

2.2 基本動作

図2に「SANUPS K33A」の動作波形図を示す。

モータ力行時に発生する電力は、設定した装置の最大入力容量を超えた分をEDLCからアシストすることで、装置の入力電力をピークカットしている。もし、すべてのモータ力行時の電力を商用電源から供給させると、大電流と商用電源のインピーダンスによって電圧フリッカと呼ばれる電圧低下が発生する。同図のようなピークカット動作により、商用電源のフリッカ抑制および電源設備の強化費用の低減が可能になる。

また、モータ減速時に発生する回生電力を、EDLCに充電し、次の力行時に使用している。従来、この回生電力は回生抵抗で消費していたが、DC/DCコンバータでEDLCへ吸収させ、次の力行時に使用することで無駄な電力消費を抑え、省エネルギー化を実現している。

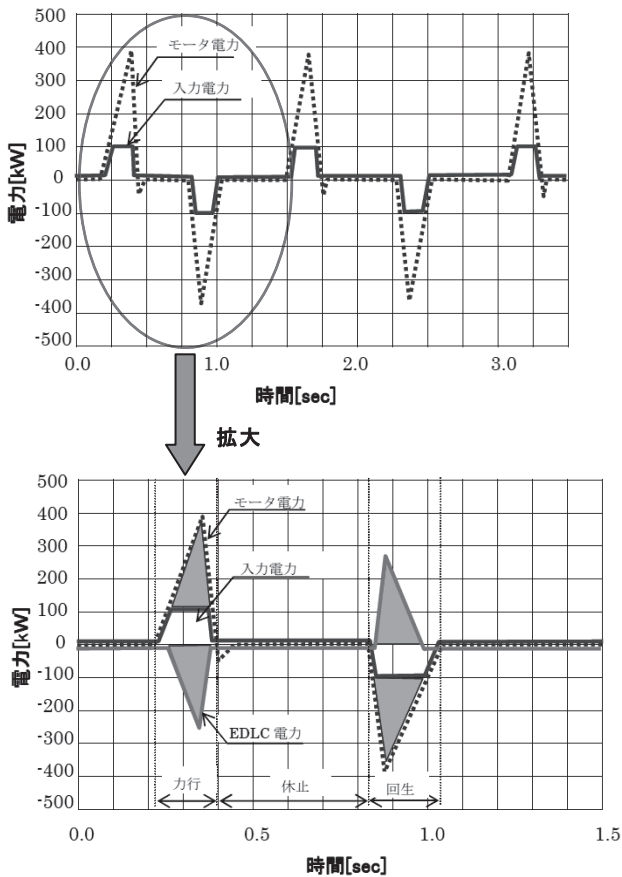


図2 「SANUPS K33A」の動作波形

3. 特長および特性

次に、「SANUPS K33A」の特長について述べる。

表1に、「SANUPS K33A」と従来システムである電解コンデンサ方式との比較表を示す。従来システムでは、初期時に電解コンデンサに充電するための突防制御盤が必要となるが、「SANUPS K33A」はDC/DCコンバータにより充電が可能のため突防制御盤のような初期充電回路が不要となる。

また、従来システムでは電解コンデンサが直流出力に直接接続されており、電解コンデンサにより力行および回生時の電力が平滑化されることになる。そして、従来システムのAC/DCコンバータはこの平滑後の電力を交流から直流に変換するためのものであり、電解コンデンサ劣化時には初期導入時と比較して受電電力が増えピークカット性能が劣化することになる。一方、「SANUPS K33A」はEDLCが劣化してもDC/DCコンバータを介しているため、劣化時のEDLC電圧変動を吸収できる。したがって、ピークカット性能に影響を与えない。

プレスシステムの場合は、緊急停止時に物理的に電気回路が2箇所切り離される動力遮断をおこなっている。電解コンデンサを使用した従来システムでは、直流出力に電解コンデンサが接続されているため直流遮断機による動作となるが、直流電圧が高電圧であり大電流を遮断しなければならないため特殊な直流遮断機が必要となる。これに対し、「SANUPS K33A」はAC/DCコンバータおよびDC/DCコンバータの半導体スイッチにより大電流を遮断後、一般的なマグネットスイッチにより動力遮断を実現している。

表1 従来システムとの比較

	システム構成	入力電源容量 [kW]	盤寸法			備考
			幅 [mm]	奥行 [mm]	高さ [mm]	
従来システム		初期時 900 末期時 1200 (推測)	7750	1190	2400	・動力遮断対応困難 ・入力ピークカット特性の悪化 ・大型化
SANUPS K33A		初期時 800 末期時 800	5600	1200	2400	・動力遮断対応 ・入力特性の劣化なし ・EDLC採用により小型化 ・高効率コンバータ (力率1) 容積=従来比27%低減

また、従来システムのAC/DCコンバータでは外付けで大きなACリアクトル盤を必要としているが、「SANUPS K33A」はAC/DCコンバータが図3に示すように力行時、回生時でも入力電流を正弦波化させており、外付けでのリアクトル盤は不要となる。

筐体は、制御部は防塵対策として密閉構造とし、発熱の大きい変換部は、制御部と完全に分離したダクト内を風が通ることで冷却する構造とした。

蓄電デバイスについては、電解コンデンサからエネルギー密度の高いEDLCを採用することで小型化を図っているが、さらにメーカーと共同で冷却構造を見直すことにより、図4に示すようにEDLCモジュールも既存のEDLCモジュールと比較し体積比67%低減を実現している。

以上のように従来システムよりも特性・性能を向上させ、さらに体積も従来システムと比較して27%の小型化が図られている。

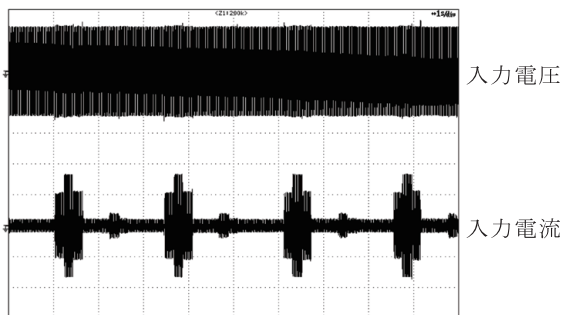


体積比
67%低減

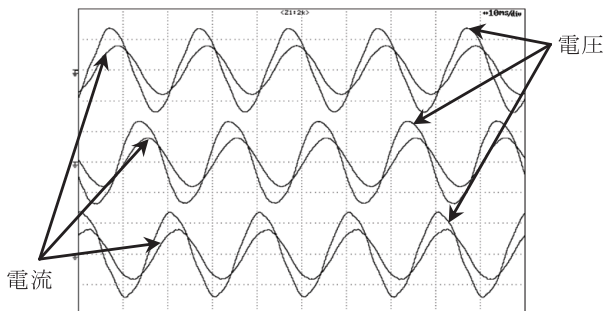
重量比
71%低減



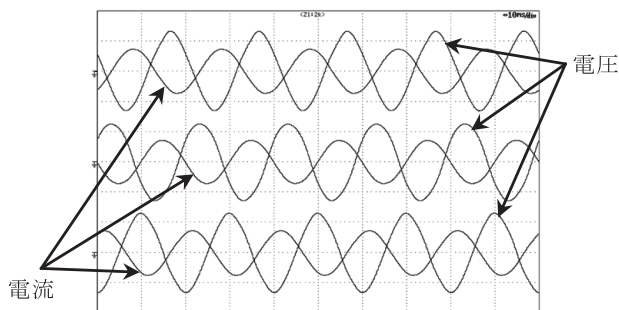
図4 電気二重層キャパシタの外観写真



(a) 全体波形



(b) 力行時の入力電流波形



(c) 回生時の入力電流波形

図3 ピークカット装置の入力特性

4. 仕様

表2に「SANUPS K33A」の電気的仕様の一例を示す。また、図5に外観写真の一例を示す。



図5 「SANUPS K33A」の外観写真

表2 電氣的仕様

項目	単位	標準仕様	備考
装置容量	kW	1800	
入力容量(最大)	kW	800	AC/DCコンバータ容量 ^(注)
アシスト容量	kW	1000	DC/DCコンバータ容量 ^(注)
交流入力	相数・線数	—	三相3線
	定格電圧	V	380
	電圧変動範囲	V	342～418
	定格周波数	Hz	50/60
	周波数変動範囲	%	±5
直流出力	定格電圧	V	660
	電圧変動範囲	V	594～726
	最大出力容量	kW	1800
	最大出力電流	A	2727
騒音	dB	76	
蓄電デバイス			
項目	単位	標準仕様	備考
種類	—	電気二重層キャパシタ	EDLC
充放電電圧範囲	V	376～540	40°C(周囲温度)
定格直流電圧	V	460	
充放電電力量	kWs	93.3	
電源投入後の充電完了時間	sec	130	最大
強制放電時間	min	15	60V以下となる時間(設計値)
寿命	年	10	40°C(周囲温度), 360日24H稼働

(注) AC/DCコンバータユニット(200kW), DC/DCコンバータユニット(200kW), EDLCの組合せにより入力容量を自由に選定でき、お客様の要求に柔軟に対応できる。入力容量：200～1400kWで選定可能。

5. むすび

大型のプレス装置や搬送装置の大型モータドライブに適したピークカット装置「SANUPS K33A」の特長を紹介した。

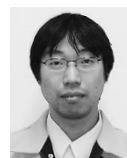
今後もお客さまに役立つ電力変換器の開発を進めていく所存である。



山崎 正人

1991年入社

パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置の設計に従事



山口 大輔

2005年入社

パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置の開発・設計に従事



奥井 芳明

1992年入社

博士(工学)
パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置など電力変換器の開発・設計に従事



高杉 満

1988年入社

パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置の機構設計に従事



中村 直哉

1998年入社

パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置の開発・設計に従事