

回生電力補償装置 「SANUPS K23A(Rタイプ)」の開発

太田 拓弥
Takuya Ota

奥井 芳明
Yoshiaki Okui

中村 直哉
Naoya Nakamura

高杉 満
Mitsuru Takasugi

1. まえがき

近年、CO₂排出量低減に向けて様々な分野において省エネ化が進められている。日本全体の電力消費量の内、約57%と半分近くは、モータを使用する分野で占めているとも言われている⁽¹⁾。そのため、同分野の電力消費量の省エネ対策がCO₂低減に向けて期待が大きい。

モータ使用時の省エネ対策として、モータへのインバータ実装率の向上やモータ効率の向上など、さまざまな取り組みがされている。特に、高イナーシャで加減速を繰り返す用途や、搬送機のように位置エネルギーの変化があるものは回生電力が多く、その処理方法を見直すことは省エネ対策の一つとして有効である。

そこで、モータドライブシステムにおいて回生電力を有効利用できる回生電力補償装置「SANUPS K23A(Rタイプ)」を開発した。本稿ではその特長について紹介する。

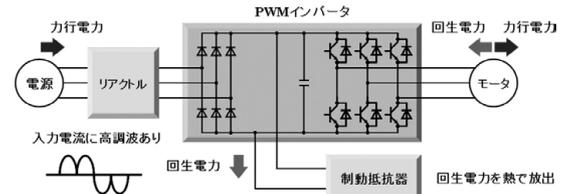
2. モータドライブシステムと回生電力補償装置

図1にインバータ駆動によるモータドライブシステムを示す。現状の多くのシステムは、同図(a)に示すようにダイオード整流器により交流電力を直流に変換し、この直流電力をインバータによりVVVF制御することでモータを制御している。しかし、ダイオード整流器は電源側に電力変換できない単方向性の変換器であることから、回生電力は制動抵抗により熱エネルギーとして消費されている。このように、回生電力を熱で消費してしまうことにより、システム全体の効率低下を招くことになる。

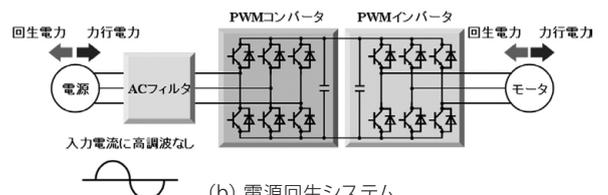
そこで、同図(b)のようにダイオード整流器に変わりPWMコンバータを用いて電源側に回生電力を戻すシステムが用いられる。この場合、回生電力を熱で消費しないためシステム全体の効率上がる。

また、同図(c)のようにマトリックスコンバータと呼ばれる交流—交流直接変換が開発されており、交流電力から一つの変換器でモータをドライブするシステムもある。

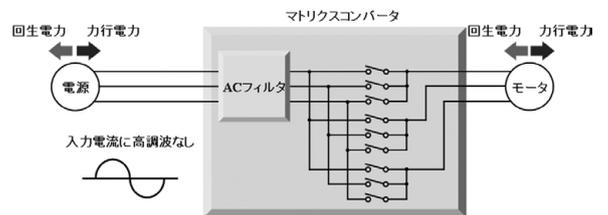
図1(b)や(c)のシステムでは、モータ駆動時(力行時)の力行電力やモータ減速時の回生電力は、電源側の電力変動を大きくすることになり、配電系の電力品質の悪化や配電設備の大型化を招くことになる。



(a) 回生抵抗放電システム



(b) 電源回生システム



(c) マトリックスコンバータシステム

図1 モータドライブシステム

そこで、今回開発した回生電力補償装置「SANUPS K23A(Rタイプ)」は、回生電力を電源側に戻すだけでなく、回生電力をシステム内に配置した蓄電デバイスに一旦充電し、次の力行時にこの蓄えたエネルギーを利用することとした。これにより、モータドライブシステムの使用電力量や受電電力を低減できる。

図2にその動作イメージを示す。回生電力を次の力行電力に使用することで、受電電力を低減できることがわかる。

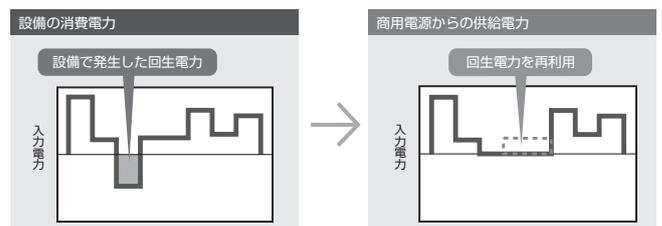


図2 回生電力補償のイメージ

3. 「SANUPS K23A(Rタイプ)」の特徴

3.1 基本構成

本装置は、蓄電素子に電気二重層キャパシタ(EDLC)を用いており、装置出力形式は、交流タイプと直流タイプの2種類がある。

3.2 交流タイプの特徴

図3に交流タイプの基本回路構成を示す。交流タイプは、商用電源と並列に正弦波PWM方式のAC/DCコンバータが接続されている。力行電力や回生電力は、AC/DCコンバータを介してEDLCに充放電される。

この交流タイプは、図1(c)のマトリックスコンバータのようなシステムに適用でき、交流で回生電力を補償するタイプとなる。このような交流タイプは、既設の配電ラインに挿入する形となるので、比較的簡単に導入が可能である。

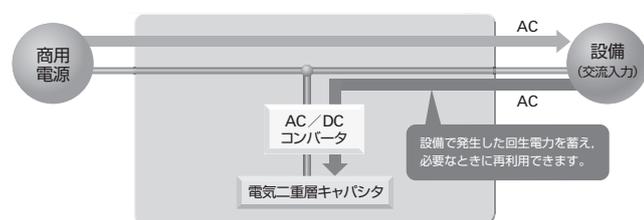


図3 交流タイプの基本回路構成

3.3 直流タイプの特徴

図4に直流タイプの基本回路構成を示す。直流タイプは、商用電源から正弦波PWM方式のAC/DCコンバータにより、入力電流を正弦波化しながら直流出力を得ている。さらに、直流出力ラインには、DC/DCコンバータが接続されており、交流タイプと同様にEDLCを用いて充放電される。

EDLCの充放電においてDC/DCコンバータを介することで、EDLCの使用電圧範囲が広がり、使用率が高まるため小型化が図れる。

この直流タイプは、回生電力を直流部のインバータ直近で補償しており、回生電力の利用効率は高くなる。

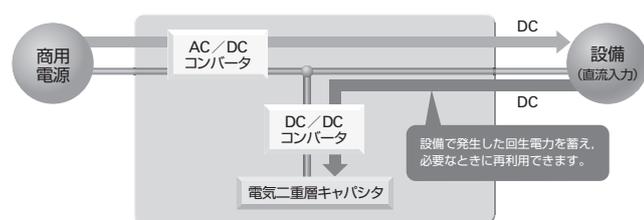


図4 直流タイプの基本回路構成

この直流タイプを図1(a)のような既設システムに導入する場合、制動ユニットと制動抵抗を取り去り、同端子へ本装置の出力を接続することで導入が可能である。新規の場合、図1(b)のPWMコンバータの代わりに本装置が導入可能である。本装置により、ドライブシステム内での回生電力補償を付加することができる。

図5に複数のモータインバータを使用する場合の適用例を示す。複数のモータインバータを使用する場合、直流部でそれぞれのモータによる充放電電力が補償されるため、AC/DCコンバータは小型となり、変換器としてはひとつですむためメリットが大きい。

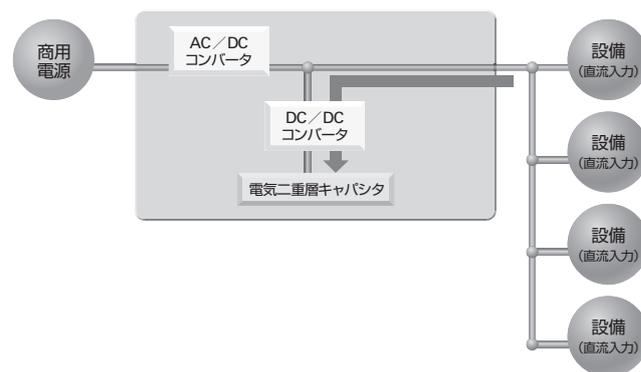


図5 複数のモータインバータ適用例

3.4 ピークカット機能

図6に本装置の駆動パターン例を示す。本装置は、回生電力をEDLCに充電するだけでなく、ピークカット機能も有している⁽²⁾⁽³⁾。このピークカット機能とは、商用受電電力に制限を設け、制限により不足した分をEDLCから放電(アシスト)する機能のことである。

同図は、交流電力を8kWとなるように設定(ピークカット)した場合の動作である。その結果、同図の負荷パターンの場合、以下の効果が得られる。

入力ピーク電力 68% カット(25kW → 8kW)
 入力電力量 46% 削減(870kWs → 470kWs)

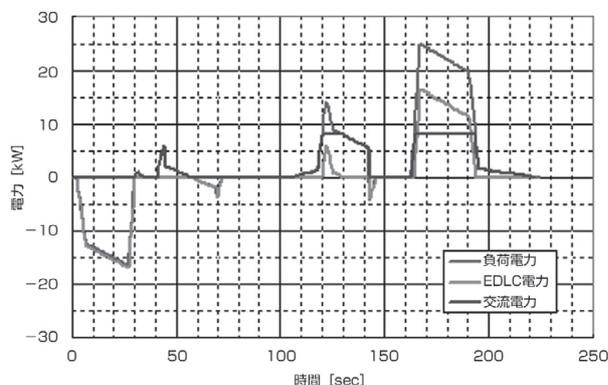


図6 駆動パターン例

4. 概略仕様

表1に標準仕様を示す。また、図7に今回開発した「SANUPS K23A(Rタイプ)」の外観図を示す。AC / DCコンバータおよびDC / DCコンバータそれぞれの変換器容量は、連続定格で20kW、最大30kW(30s)である。また、2台を並列運転することにより40kW(最大60kW)の回生電力補償が可能である。装置の出力容量(インバータへの供給可能電力)としては同表の最大出力容量の値となる。

図8に省エネ効果表示システムを示す。RS-485通信によりパソコンを用いて省エネ効果が表示できるようになっている。

適応例としては、エレベータ方式の立体駐車場などがあり、狭い駐車場スペースに柔軟に配置できるよう変換器盤とEDLC盤は分離できるよう省スペースで薄型となっている。



図7 今回開発した「SANUPS K23A(Rタイプ)」

表1 標準仕様

交流出力

型式		K23AA203	K23AA403	備考	
入力	相数・線数	三相3線			
	定格電圧	AC200V			
	定格周波数	50 / 60Hz			
出力	種類	交流			
	定格電圧	交流入力と同じ			
	AC / DCコンバータ	定格容量	20kW	40kW	
		最大容量	30kW	60kW	動作時間：30s, 周期：180s
最大総合出力容量	75kW	150kW			
蓄電素子		電気二重層キャパシタ			

直流出力

型式		K23AD203	K23AD403	備考	
入力	相数・線数	三相3線			
	定格電圧	AC200V			
	定格周波数	50 / 60Hz			
出力	種類	直流			
	定格電圧	350V			
	AC / DCコンバータ	定格容量	20kW	40kW	
		最大容量	30kW	60kW	動作時間：30s, 周期：180s
	DC / DCコンバータ	定格容量	20kW	40kW	
最大容量		30kW	60kW	動作時間：30s, 周期：180s	
最大総合出力容量	60kW	120kW			
蓄電素子		電気二重層キャパシタ			



図8 省エネ効果表示システム

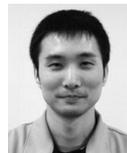
5. むすび

本稿では、電気二重層キャパシタを採用した再生電力補償装置「SANUPS K23A(Rタイプ)」の製品概要について紹介した。

本製品は、モータドライブシステムにおける省エネ対策の一つとなる製品であり、同分野における省エネ化に貢献できれば幸いである。

文献

- (1) 富士経済：「電力使用機器の消費電力量に関する現状と近未来の動向調査」, 調査報告書, No.110812206(2009)
- (2) 奥井：「高品質・高機能な瞬時電圧低下補償装置」, クーリングテクノロジー, Vol.19 No.7 (2009)
- (3) 奥井ほか：「高機能瞬時電圧低下補償装置「SANUPS C23A」の開発」, 山洋電気テクニカルレポート No.27, pp.16-20(2009)



太田 拓弥

2009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



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



高杉 満

1988年入社

パワーシステム事業部 設計第一部
無停電電源装置の構造設計に従事