

DC オルタネーターの提案

発電方式の新発想

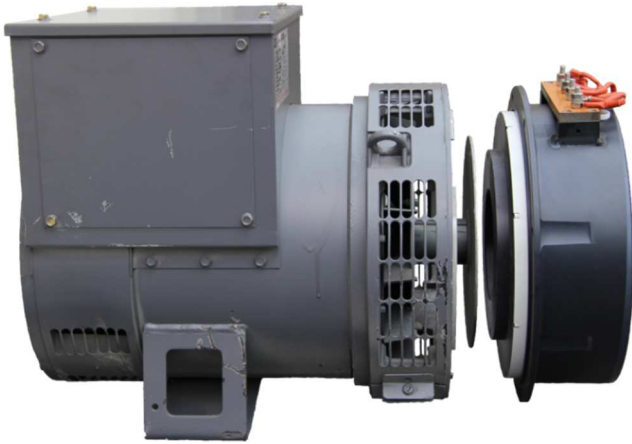


図1 Leroy Somer 社製の一般的交流発電機 16 kW (左)
と Polar 社 DC オルタネーター モデル 8220 16~22kW

Caterpillar 社や Cummins 社等の発電機メーカーから提供される直流電源設備では交流発電機（オルタネーター）で発電した交流電力（50/60Hz）を後端の整流部で整流し直流電力を得るのが一般的です。直流発電機から直接直流電力を得る方法もありますが、直流発電機には整流子がありブラシの定期交換が必要となるのでほとんど使われません。

Polar 社が提案するDCオルタネーターとは32極の交流発電機で400~800Hzの交流を出力します。高い周波数の出力はダイオードブリッジを通過させるのみで極めてリップルの少ないDC出力を得ることが可能となります。リップルを一気に通信設備要求水準まで低減させ出力平滑化のためのスイッチング回路

を不要としました。

さらに、高性能な永久磁石を用いることで界磁コイルや界磁コイル用の励磁回路を廃止して構造を単純化することで、コンパクトで効率の高い発電機を実現しています。この新しい発想の発電機は交流発電機（オルタネーター）で有りながら出力平滑用のスイッチング回路が無くあたかも直流発電機の様でもあります。こうしたことからPolar社はこの発電機をDCオルタネーターと呼ぶことにしました。

図2では従来型の交流発電機（AC 50/60Hz Alternator）とPolar社のDCオルタネーター

（Polar Power PM Alternator）を分解し構造の比較をしています。カタログ上では両発電機の効率はいずれも94%とされています。しかし交流発電機の効率計算には固定子の抵抗とコア損失以外の寄生損失は含めないのが一般的です。その為正確な効率比較をカタログ上の数値のみで行うことはできません。従来型の交流発電機の場合、図2の構造比較から容易に推測できるように、固定子の抵抗とコア損失以外にもベアリングの損失、空気摩擦（風損）、励磁回路の損失、ブリッジダイオードによる電圧降下、端子接続抵抗及び冷却ブロワーの機械的損失等々が寄生損失として存在します。また交流発電機の交流出力後段には整流器としてスイッチング回路が必要で総発電効率を検討する場合はこの部分のスイッチング損失も考慮する必要があります。

DC オルタネーターの提案 発電機の新発想

DC オルタネーターの寄生損失

Polar 社の DC オルタネーターでは界磁に 32 個のネオジウム鉄ボロン磁石を用いローターに強い磁場を発生させます。したがって従来の交流発電機の界磁回路に含まれる界磁用発電機のステーターおよびローターコイルの損失、風損、主発電機の界磁発生のためのダイオードの電圧降下及び界磁コイルの励磁損等の寄生損失発生は有りません。また 1800RPM、32 極で発生した 480Hz の交流出力電流はダイオードブリッジを介して直流に変換されますがリップルが極めて小さいため平滑のためのスイッチング回路が不

要でスイッチング回路の損失発生も有りません。

また、DC オルタネーターは可変速です。負荷変動に対してはエンジンの回転速度を適正にコントロールすることにより出力を調整し高効率を維持しています。

出力を 480Hz という高い周波数にすることにより発電機のサイズを小型化することが可能となりました。

また永久磁石を用いることでオルタネーターの



設計を大幅に簡素化し、発電機のサイズと重量を大幅に低減しました。

こうした特徴を持つ Polar 社のモデル 8000DC オルタネーターの寄生損失は次のとおりです。

- ・ローターの風損
- ・冷却ファンの消費電力
- ・整流ダイオードブリッジの電圧降下

注: 「パンケーキ」構造のために軸受は不要で、摩擦に起因する寄生損失を低減しています。

交流発電機の寄生損失

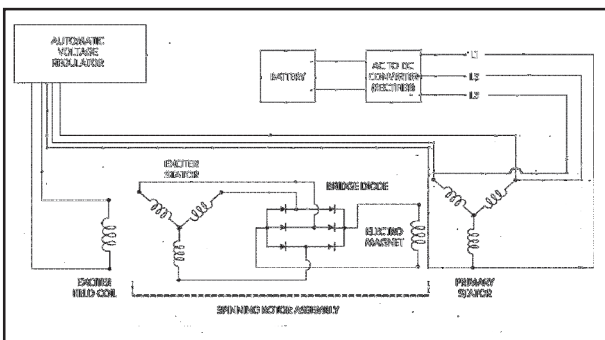
一方、Catterpillar 社や Cummins 社で使用される交流発電機(図 2 の AC50/60Hz Alternator)は 4 極構造で出力は 1800RPM、60Hz です。エネルギーを発生する電機子は本体フレームに固定され、界磁側が回転するいわゆる回転界磁型です。ローター上には 4 つの界磁巻線が巻かれています。界磁巻線に電流を流すのはローター上の界磁用交流発電機で、発生した交流電流をダイオードブリッジで整流し直流に変換して主発電機の界磁コイルに供給します。界磁用交流発電機の界磁コ

イルは本体フレームに固定されており外部の直流電源から電力が供給されます。ローターの回転数は一定で、負荷変動に対して界磁用発電機の界磁用巻線電圧を調節して補償します。エンジンから伝わった回転エネルギーは回転する界磁をステーター巻線が切断することにより電気エネルギーに変換されます。発生した交流電力から滑らかな直流電力を得るにはダイオードブリッジとスイッチング平滑回路が必要です。

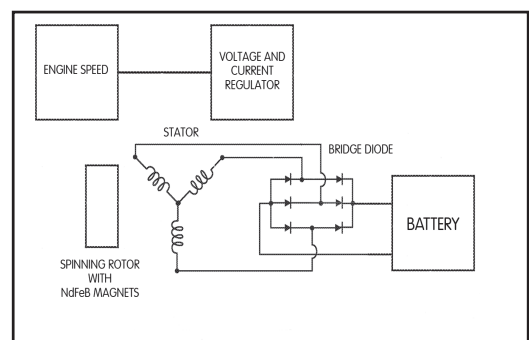
なお、保守を必要とするスリップリングやブラシを使って整流する方式は好まれず上記のブラシレス方式が一般的です。本例のような典型的なブラシレス AC 発電機の寄生損失には、次のものが含まれます。

主 AC 発電機

- ・界磁巻線の抵抗損失
- ・ローター軸受摩擦
- ・ローターの風損
- ・冷却ファンの消費電力
- ・整流用ダイオードブリッジの電圧降下とスイッチング回路損失



交流発電機回路



DC オルタネーター回路

界磁用 AC 発電機

- ・ 界磁巻線の電源の損失
 - ・ 界磁巻線の抵抗損失
 - ・ 電機子巻線の抵抗損失
- ・ ダイオードブリッジによる電圧降下

DC オルタネーターの特徴

寄生損失が小さい

DC オルタネーターは高い出力周波数とネオジム鉄ボロン磁石を界磁に用いることで発電機構造がシンプルとなり、直流化のための回路からスイッチング回路を廃止することで従来の交流発電機と比べて様々な寄生損失を無くした効率の高い発電方式を実現しています。

適正回転数制御で高効率運転が可能

従来使われてきた交流発電機は速度固定ですが Polar 社の DC オルタネーターは可変速です。負荷が軽くなればエンジンの回転数を下げて燃料を節約します。

回転トルクのリップルが小さい

4 極の交流発電機は 1 回転当たり 4 回の大きなトルクの波が生じます。安定した周波数を供給するためにはフライホイールの質量を大きくするか、より大きな排気量のエンジンを選択する必要があります。Polar 社の 32 極 DC オルタネーターはトルクの波が 1 回転当り 32 個の小さい波に分散するためリップルの小さいスムーズな回転となります。

過大な発電機サイズ選定不要

負荷の起動電流や負荷からのサージを処理するために過大なサイズの交流発電機が選定される傾向が有ります。Polar 社の DC オルタネーターは電流と電圧を制御して出力を制限するので回路遮断器をトリップさせることなく、また発電機やエンジンを過熱させることなく 10kW の発電機を 10kW の負荷に使用することができます。

適正なサイズ選定により 20kVA-40kVA の AC 発電機を 10kW-15kW の Polar 社の DC オルタネーターで代替できる場合もあり、このようなケースでは最大 70%もの燃料を節約できる場合が有ります。