

# 高所作業車の省エネ機能 簡易ハイブリッドシステムの試み

川上 謹司

高所作業車の機能をひとことでは「高所で安全に作業するための可動式の足場」である。つまり、ブーム、バケットを伸張、展開して作業位置まで上昇した後は、作業が終わるまで静止しているか、位置調整のための小移動がときおり行われる程度の使われ方が多い。高所作業車による作業時間の内、静止時間の割合は作業内容にもよるが7割から9割を占めることが作動モニタリングで分かっており、動力源であるエンジンのアイドリングストップを励行するだけでかなりの省エネ効果が見込める。今回「簡易ハイブリッドシステム」と称してアイドリングストップ機能を主体とする省エネシステムを開発したので紹介する。  
キーワード：高所作業車、アイドリングストップ、ハイブリッド、ライフサイクルコスト、アイソレータ、サブバッテリー

## 1. はじめに

市街地でよく見かける電気工事や通信工事に使われている高所作業車は市販のトラックに作業装置を架装したものであり、アウトリガジャッキや旋回台、ブーム、バケットなど作業装置の大半は油圧シリンダや油圧モータで作動する。油圧源であるポンプの駆動には架装トラックのエンジンを使うのが「標準仕様」であるが、市街地での騒音苦情に配慮して、別載エンジン駆動の「静音エンジン仕様」や、電動モータ駆動の「バッテリー仕様」も設定している。

静音エンジン仕様は騒音対策が主目的だが、車両のエンジンに比べて小排気量のものを使っているため、燃費は約半分で済むという省エネ面でのメリットがある。バッテリー仕様では充電を商用電力で行うため、電気自動車やプラグインハイブリッド車と同様に使用中の炭酸ガス排出は無い。充電にかかる電気代は静音エンジン仕様の燃料代の約半分で済み、さらに低コストで省エネである。

しかし、これらの低騒音（省エネ）仕様の高所作業車は、初期購入にかかるイニシャルコストが高いため、メンテナンスや消耗品などのコストを合わせた総費用（ライフサイクルコスト）で見ると、標準仕様<静音エンジン仕様<バッテリー仕様の順となり、騒音対策を何よりも優先する電気工事用高所作業車以外の用途には普及していないのが実情である。

今回紹介する簡易ハイブリッドシステムは省エネが

主目的で、イニシャルコストを極力抑えながらランニングコストを低減し、ライフサイクルコストで標準仕様を下回るのを目標に開発した4番目の動力仕様であり、通信工専用や一般レンタル用の高所作業車への普及をターゲットとしている。

## 2. 高所作業車を使った作業例

写真—1は通信工事の例で光ファイバを家庭に引



写真—1 光ファイバ接続工事

き込むため、空中に設置されている接続箱から分岐接続しているところである。1箇所の工事時間は30分程度から長い時には3時間を超える場合もあり、省エネ対策としてアイドリングストップが有効である。

写真-2は高所作業車を使った窓拭き作業の例であり、窓枠に沿って数分ごとに、小移動を繰り返す。このような作業では、アイドリングストップだけではなく、小移動用の代替油圧源があれば、エンジン始動回数が減り、省エネであるとともに始動時間ロスがないことから使い勝手も向上する。



写真-2 窓拭き作業

### 3. 簡易ハイブリッドシステムの構成

高所作業車には、エンジンが故障し高所で立ち往生するのを防止するために、電動の非常用ポンプが備えられており、簡易ハイブリッドシステムではこれを高所に上がったからの小移動に有効利用する。電動ポンプはエンジン駆動のポンプに比べて吐出量が少なく作動速度は遅くなるが、小移動用には十分である。

アイドリングストップさせたまま電動ポンプを多用するようになると、車両バッテリーを電源にしていたのではバッテリーの消耗が激しく、作業が終わって現場移動の段階になって車両のエンジンがかからなくなる恐

れがある。このため、簡易ハイブリッドシステムでは電動ポンプ用に別載の“サブバッテリー”を備えている。サブバッテリーの充電は走行中などに車両のジェネレーターで行うようにし、前述したバッテリー仕様車のように車庫に帰ってから商用電源から充電するという手間を省いている。

サブバッテリーの充電回路はアイソレータと呼ばれる機器（スイッチ）を介して車両バッテリーに接続している。アイソレータはアイドリングストップ時には、サブバッテリーの電圧が下がってきて、車両バッテリーからの電力持ち出しがないように回路を遮断する。充電時には、車両バッテリーの充電を優先しながら、余剰電

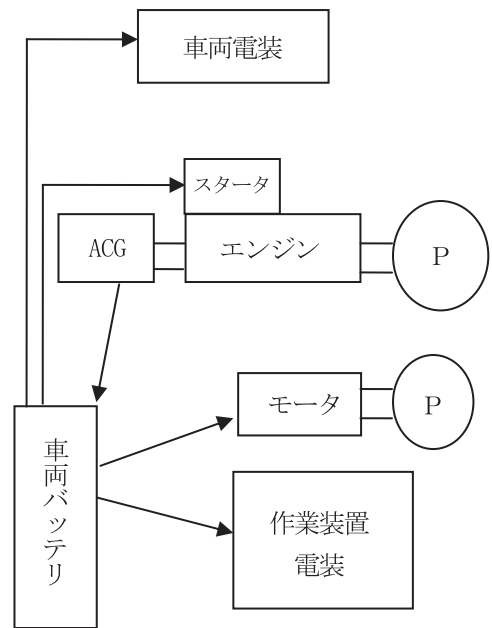


図-1 標準仕様のパワー系統図

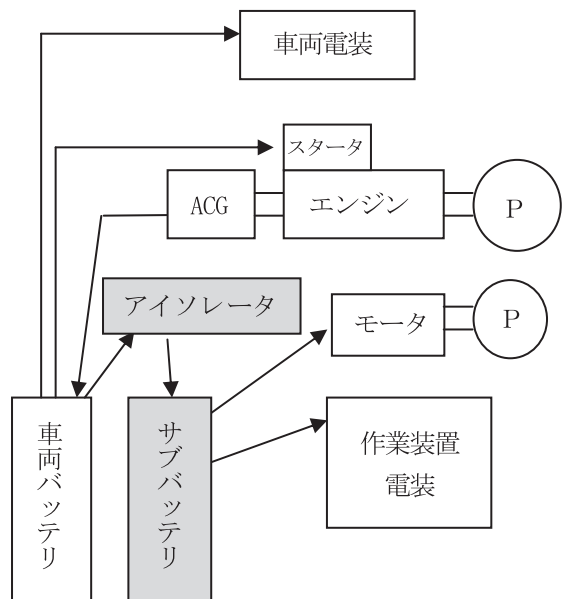


図-2 簡易ハイブリッド仕様のパワー系統図

流をサブバッテリーに流すように分流制御する。

図-1は標準仕様高所作業車のパワー系のブロック図、図-2は簡易ハイブリッド仕様のものである。図中ACGはジェネレータ、Pは油圧ポンプを表す。

写真-3は高所作業車のフレーム上に設置したサブバッテリーとアイソレータである。

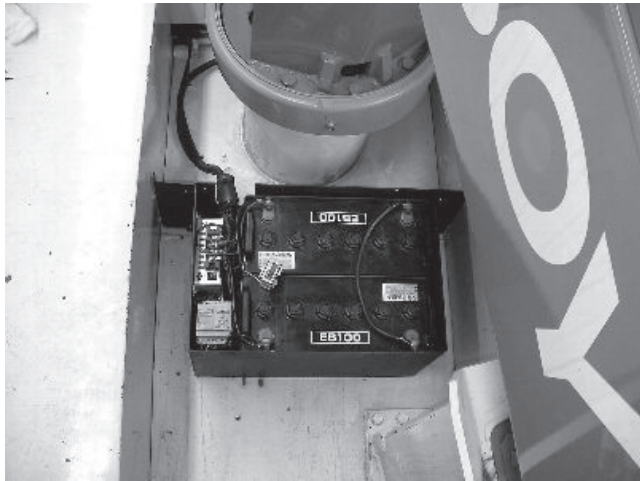


写真-3 サブバッテリーとアイソレータ

#### 4. 簡易ハイブリッドシステムの制御

高所作業車の作動をジャッキアップからブーム、バケットを作業位置まで展開する大移動と、作業位置に上がってからの微調整のための小移動に分けると、大移動ではストレスなく作業を行うためにスピードが重視され、小移動では微動性が重視される。よって、大移動時には速やかにエンジンを始動して大流量のエンジン駆動のポンプをあて、移動が終わればアイドリングストップさせる。小移動時にはアイドリングストップのまま電動ポンプで作動させることで、エンジンの稼働時間をできるだけ少なくできる。

大移動と小移動の判別は以下のような方式が考えられる。

- ①操作時間が短かければ小移動、長ければ大移動と判別。
- ②操作レバーの操作量（倒し加減の大小）で判別。
- ③大流量が必要な操作、例えばブーム起こし、ブーム伸びなどは大移動と判別。
- ④バケット高さや作業半径が、あらかじめ設定（作業位置下限と想定）した高さや半径より大きくなると小移動（作業状態）と判別。
- ⑤操作レバーに押しボタンスイッチなどを追加して作業者が任意に選択。

今回の仕様は①の操作時間方式とし、10秒を基準として、それより短かければ小移動として電動、長ければ大移動としてエンジンを始動するようにプログラムした。

概略シーケンスは以下のとおり。

- ・高所作業車の操作をしていない時はエンジン停止（アイドリングストップ）。
- ・ジャッキアップ操作では即エンジン始動。
- ・ブーム操作では最初電動ポンプで駆動。操作時間が10秒より長くなればエンジンを始動してエンジンポンプで駆動。エンジン始動後に電動ポンプ停止。（10秒以下は小移動、10秒以上は大移動と判別する。）
- ・一旦エンジンを始動すると、操作の中断などによる頻繁な始動・停止を避けるため操作が終了してもすぐには止めず、一定時間後にエンジン停止。

#### 5. フィールド試験結果

簡易ハイブリッドシステムを搭載した通信工専用高所作業車のモニター車を製作し2007年7,8月の2ヶ月間に渡って通信工会社7社で試用していただいた。オペレータの意見は以下のように電動速度に関する不満があったもののおおむね好評であった。

- ・手間要らずでアイドリングストップを励行でき、作業に専念できる。
- ・サブバッテリーがあるので、長時間のアイドリングストップでも車両バッテリーが上がる心配がない。
- ・アイドリングストップ状態から動き始める時に、まず音の低い電動ポンプからスタートするので、いきなりエンジンが始動して、通行人を驚かせるということがない。
- ・電動速度が遅い。
- ・電動時間設定（10秒）が短い。

モニター期間中に得られたデータは以下のとおり。

- ・作業時間（PTO ON時間）：約71時間
- ・電動時間：約3時間
- ・エンジン稼働時間：約9時間、エンジン始動回数：約760回
- ・アイドリングストップ時間：約59時間
- ・作業時間に占めるエンジン稼働時間、電動時間、アイドリングストップ時間の割合はそれぞれ12%、4%、84%となる。

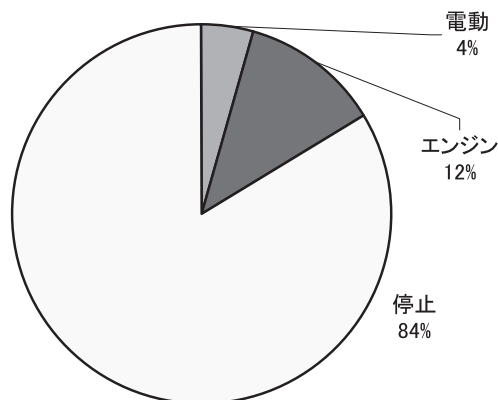


図-3 電動, エンジン駆動, アイドリングストップの割合

### (1) 作業燃費

エンジン稼働時間と始動回数より、作業時の燃料消費量を計算すると約 20 L となり、作業燃費は 3.6 時間 / L となる。(745 gCO<sub>2</sub>/時間)

簡易ハイブリッドシステムが無い標準仕様機でアイドリングストップを励行しない場合、約 56 L 燃料消費が増え、76 L となり、作業燃費は約 1 時間 / L となる。(2,830 gCO<sub>2</sub>/時間)

簡易ハイブリッドシステムによる省エネ効果は 74 % (約 1/4 に削減) となる。

### (2) 走行燃費

モニター期間中の走行距離は 1,540 km、給油量は 324 L であった。作業による燃料消費 20 L を引くと、304 L が走行による燃料消費で、走行燃費は平均 5.1 km/L (522 gCO<sub>2</sub>/km) となる。

### (3) 走行と作業の燃料消費割合

従来機の場合、304 L : 76 L = 80 : 20 となるところ、簡易ハイブリッド仕様の場合、304 L : 20 L = 94 : 6 となる。

## 6. おわりに

アイドリングストップに電動ポンプを加えたシンプルで低コストなシステムで、想定どおり大きな省エネ効果が得られた。当初の目標である“ライフサイクルコストで標準仕様機以下”について、モニターデータを基に試算した結果は以下のとおり。

2ヶ月間(実働 29 日間)で 56 L の節減量を、年間の稼働日数を 240 日として 10 年間で換算すると 4,634 L (約 12 tCO<sub>2</sub>) となる。軽油の単価を 130 円 / L とした金額換算では約 60 万円となる。簡易ハイブリッドシステムのコストをこの金額以下にすることは十分達成可能であると考えている。燃料高騰や地球温暖化対策が叫ばれている昨今、このシステムを広く普及させていきたい。

また、今回は作業装置の省エネ、作業燃費の削減について述べたが、高所作業車の燃料消費の大半は走行燃費である。架装キャリヤの方でもアイドリングストップ機能付きトラックや、ハイブリッドトラックが着目されており、今後はこれら車両側も連携させた総合的な省エネシステムを検討していきたい。

最後に、夏場の 2 カ月に渡って簡易ハイブリッド高所作業車のモニター試用に協力いただいた通信工事各社の皆さんに感謝の意を表したい。

JCMA

#### [筆者紹介]

川上 謹司 (かわかみ きんじ)  
 ㈱タダノ  
 技術研究所

