

# 新世代ハイブリッドショベルの紹介

## ZH200

奥村 信也

ハイブリッドと省エネ油圧システムを融合し、環境負荷低減とともに実用価値を高めた「実用的ハイブリッドショベル」を開発コンセプトとしたハイブリッドショベルを市場導入したので報告する。

油圧・電動複合での旋回装置を採用することで、通常の油圧旋回機と変わらない操作性と作業性能を実現すると共に、旋回減速時のエネルギーをキャパシタに蓄え、旋回加速時に再利用するハイブリッドシステム、新規に開発した省エネルギー油圧システムを搭載し、当社標準機比-20%の低燃費とコストパフォーマンスを追求した。

キーワード：ハイブリッドショベル、省エネ、CO<sub>2</sub>削減、回生、蓄電

### 1. はじめに

地球環境負荷低減の要求、資源価格の高騰等を背景にハイブリッド自動車の普及が進む中、建設機械業界においても、建設機械の電動化、ハイブリッド化への期待が高まっている。

電動化については以前より電動化建設機械の開発に力を入れており、電動式建設機械（商用電力や顧客自らが発電する電力を電線やトローリーにより供給されて稼働する機械）をミニ～大型の油圧ショベル、リジッドダンプ、クレーンと複数の機種を対象に開発、販売してきた（写真-1）。1999年からは、バッテリーから供給される電力のみで稼働することにより、CO<sub>2</sub>・排気ガスレス、低騒音といった優れた特長をもつバッテリーショベルや、低燃費のハイブリッド式建設機械の開発を進めてきた。

これらの開発を推進する中で、単なる電動化ではコストと性能の両立は困難であるということが判明し

た。そこで、基本的に電動コンポーネントのみによって燃費を改善するのではなく、油圧システムも含め車体全体のロス軽減推進と電動コンポーネントを組み合わせることにより、初期投資が回収できるハイブリッドショベルというコンセプトで開発推進し、2011年7月のZH200（写真-2）市場導入に至った。

## ZH200 HYBRID



写真-2 ZH200 ハイブリッドショベル



ZAXIS 35B バッテリーショベル

ZAXIS 75US 電動ショベル

ZAXIS 70B バッテリーショベル EH4000ACドライブ+トローリーシステム

写真-1 電動化建設機械

## 2. ZH200 の概要

### (1) ハイブリッドシステム

図一に TRIAS-HX ハイブリッドシステムの概念図を示す。

ZH200 は、3 ポンプの新型低燃費油圧システム TRIAS (トリアス) にハイブリッドを融合した「TRIAS-HX (トリアスエイチエックス)」を搭載している。

TRIAS は従来機の 2 ポンプ 2 バルブの油圧システムに対して、大容量ポンプとバルブを加えた 3 ポンプ 3 バルブシステムで、油圧源が増えたことにより、複合操作時の絞りによる損失が減り、システム効率を向上している。

ハイブリッドシステムは電動と油圧の複合で旋回する構成とし、旋回減速時のエネルギーを回収、加速時にアシストを行う。

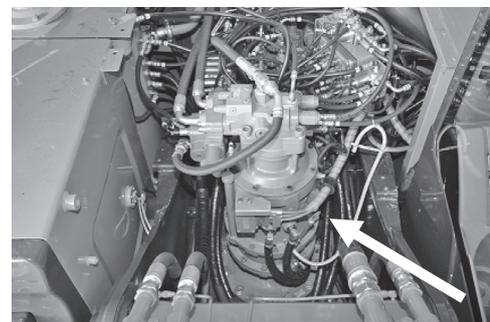
ZH200 は TRIAS-HX システムの採用に加え、改良されたエンジン制御、アイドルングストップや油圧配管の圧損低減等の効果により、当社標準機 (ZX200-3 型) 比で -20% の燃費低減を達成している。

### (2) 電動コンポーネント

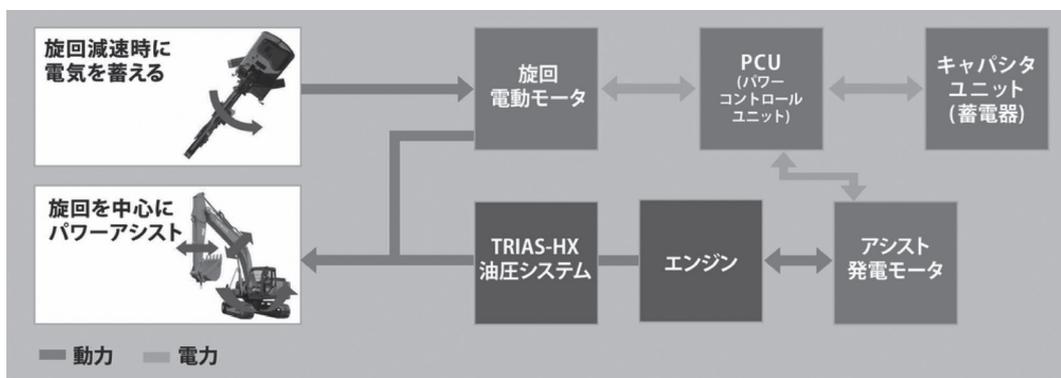
図一に電動コンポーネントの配置図を示す。

旋回電動モータ (写真一三) は、旋回装置の旋回油圧モータと旋回減速機の間に取り付けられる。旋回電動モータは、水冷式の永久磁石同期式電動モータで、PCU (パワーコントロールユニット) からの指令でトルク制御され、旋回体の減速時にはエネルギー回生、加速時には旋回油圧モータ駆動をアシストする。

アシスト発電モータ (写真一四) は、ポンプ装置のトランスミッションに取り付けられる。エンジンの駆動力は、カップリングを介してトランスミッションに入力され、ギアで配分してアシスト発電モータを駆動



写真一三 旋回電動モータ



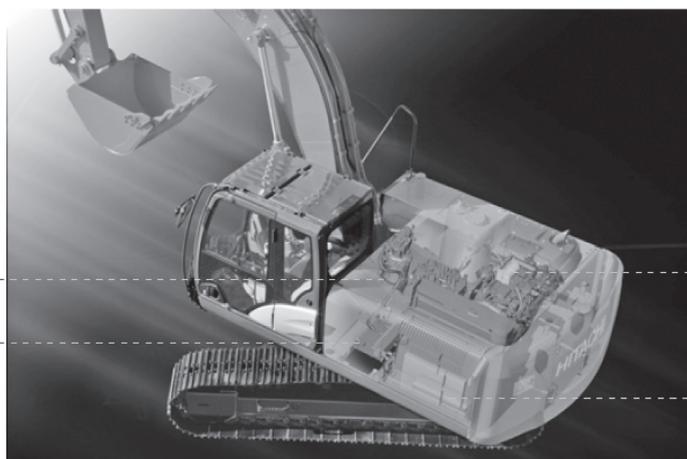
図一 ハイブリッドシステム概念図

#### 旋回装置

電動と油圧モーター体型の旋回装置。電動モータは旋回減速時に旋回エネルギーを回収・発電し、加速時に油圧モータをアシストします。

#### PCU (パワーコントロールユニット)

アシスト発電モータ、旋回電動モータとキャパシタユニット間の電気エネルギーのやり取りをコントロールします。



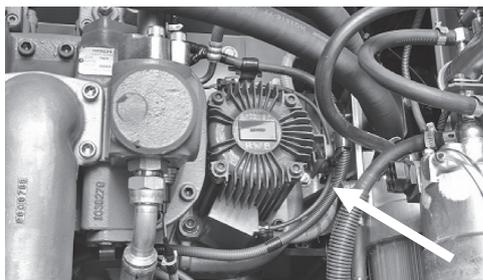
#### アシスト電動モータ

エンジンの動力で発電したり、エンジンの駆動をアシストしてキャパシタユニットの蓄電量をコントロールします。

#### キャパシタユニット

旋回電動モータが旋回減速時に発電するエネルギーを充電して蓄えます。

図二 電動コンポーネント配置図



写真一4 アシスト発電モータ

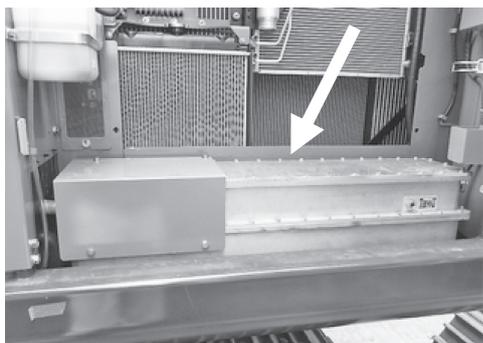
する。アシスト発電モータは、永久磁石同期式発電モータで、PCUからの指令によって発電または放電駆動される。

PCU(写真一5)は、車体コントローラからの指令に従って、インバータとチョッパを駆動するための制御コントローラとパワー系電気回路を内蔵している。パワー系電気回路は、各電動モータを駆動するインバータ、直流母線電圧を制御するチョッパ、コンデンサなどで構成される。



写真一5 PCU

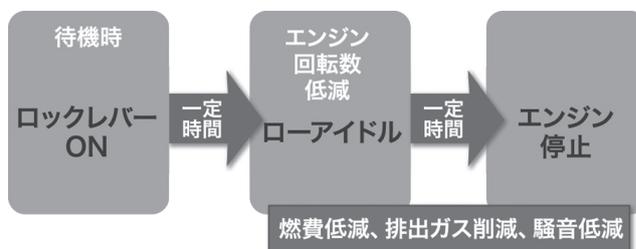
キャパシタユニット(写真一6)は、旋回電動モータからの回生電力およびアシスト発電モータでの発電電力を蓄積し、旋回動作時には旋回電動モータに電力を供給しアシストする。キャパシタ・セルを直列接続したモジュールと、セルの制御回路及びメインリレーを内蔵する。



写真一6 キャパシタユニット

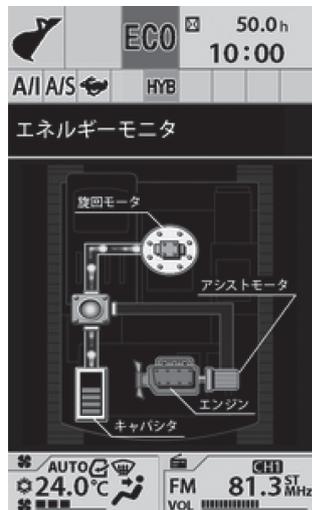
### (3) 省燃費支援機構(図一3)

ZH200からオートアイドルストップ機能を採用した。オートアイドルストップとは機械を操作しない状態がつづくとき、自動的にエンジンが停止する機能である。アイドル時の無駄な燃料消費を抑えるとともに、騒音低減や排出ガス低減が可能となる。



図一3 オートアイドルストップ

ZH200では省エネ運転をサポートするためのモニタリングシステム(図一4)を搭載した。燃料消費量はオペレータの操作によっても大きく変わるため、作業内容、操作方法に応じた燃料消費量(L/日)、1時間当たりの平均燃費(L/h)をモニタに表示(図一5)することで日々の省エネ運転の程度をオペレータに知らせることができ、燃費低減につながりやすい。



図一4 エネルギーモニタ



図一5 燃費モニタ

### (4) オペレータ環境の改善

新規に開発した新型(ROPS対応)キャブ(写真一7, 8)、大型マルチモニタの採用を行った。キャブ内はオペレータ周りのスペースを拡大し疲労低減と共に乗降のし易さも改善されている。また、カバー開口、ウレタンの最適化、エンジン回転制御などによりキャブ内騒音を当社標準機に比べ4dB低騒音化させることで、オペレータ負荷を減らし、上質で快適な作業環境を提供できるようにした。



写真一七 キャブ外観



写真一八 キャブ内外観

### 3. 地球環境への配慮

ZH200 は国土交通省の低炭素型建設機械に認定された。これは国土交通省が CO<sub>2</sub> 排出低減効果の高い建設機械の普及を促進するために 2010 年 4 月より開始しているものである。

また ZH200 をカーボンオフセット付き対象製品としている。カーボンオフセットとは油圧ショベル組立時に発生した CO<sub>2</sub> を、国内外の CO<sub>2</sub> 削減プロジェクトで創出された炭素クレジット（排出権）で相殺（オフセット）する仕組みである。当社は稼動時の CO<sub>2</sub> を大きく抑制できる機械やシステムにカーボンオフセットを実施している。ZH200 では 1 台当たり 2 トンの CO<sub>2</sub> をオフセットしている。カーボンオフセット付製品は「オフセット証明書」発行、車体への「カーボンオフセットマーク」の表示を行い、日本の CO<sub>2</sub> 削減の国際公約への貢献やチャレンジ 25 への参加・貢献していることを表している。

更に ZH200 は国土交通省の「特定特殊自動車排出ガス基準適合車」や「超低騒音型建設機械」にも認定され、エンジン排気ガス、騒音に関しても地球環境への配慮を行っている。

### 4. おわりに

建設機械を電動化、ハイブリッド化することで CO<sub>2</sub> 削減に寄与できることは言うまでもないが、地球温暖化防止に大きく貢献するには、これらの建設機械を市場に普及させることが必要である。今後も省エネと低コストの両立を図りお客様に価値を提供することで電動・ハイブリッド建設機械の普及を加速していく所存である。

JICMA

### 3. 地球環境への配慮

ZH200 は国土交通省の低炭素型建設機械に認定された。これは国土交通省が CO<sub>2</sub> 排出低減効果の高い建設機械の普及を促進するために 2010 年 4 月より開始しているものである。

#### 【筆者紹介】

奥村 信也（おくむら しんや）  
日立建機㈱  
建設システム開発設計センタ  
主任技師

