

# 電動機駆動建設機械の導入事例

河野利宏

近年、都市部や住宅地での土木・建築工事においては騒音や振動対策のために建物や構台を建設し、その屋内で作業をするケースが増えている。また油圧ショベルを中心にマテリアルハンドリング機械として使われるケースも増加し、この場合も工場内や閉塞空間で使用することが多い。これらの現場では機械と作業員が一体で作業しており機械から発生する排出ガス、騒音等により作業員にとっては快適な作業環境とは言いがたい状況となっている。

これらの問題を解決する方法として最近では、エンジン駆動方式から電動駆動方式の採用が求められるようになってきている。

キーワード： 電動駆動式油圧ショベル、温暖化ガス CO<sub>2</sub>、バッテリーショベル

## 1. はじめに

電動式ショベルの各メーカー別の普及台数の統計数値はないが、日立建機株式会社（以下、当社）での2000年以降で見ると機種はミニショベルから大型ショベルまであり電動駆動方式が14機種で採用されている。

クラス別に大分類すると表-1の通りである。

表-1 電動駆動式油圧ショベル

大分類	機種数	電動対応機種数
ミニクラス (0.5t~7t未満)	8	3
中型クラス (7t~40t未満)	15	10
大型クラス (40t以上)	8	1

2000年以降の電動駆動式の実績は、約30台であり、使用されている作業内容を分類すると

- ① 一般土木での積込み作業
- ② 製鉄所内でのメンテナンス作業
- ③ 港湾荷役作業
- ④ スクラップ・産廃処理でのマテリアルハンドリング作業

等で採用されているケースが多い。

一般的に油圧ショベルは不特定の場所を移動するが、電動駆動式の場合、電源供給のケーブルを常時付帯することから、移動距離の限定又は固定で使用する場合がほとんどである。よって、使用する場所はある程度限定されたところとなる。

以下、電動駆動式油圧ショベルの特長と導入事例について紹介する。

## 2. 電動駆動式油圧ショベルの特長

### (1) ランニングコストの低減

燃料（軽油）を使用しないのでエンジン式に比べ燃料の他にエレメント等やエンジンオイルといった消耗品が少なくメンテナンスコストを抑えることができる。

電源設備や改造費が発生するため、電動駆動式の初期導入コストは、従来のエンジン式よりも高めであるが長期的なコストを考慮すれば、ランニングコストは大幅に低減することが可能である。

図-1はZX 330（33tクラス）の比較表を示す。

ランニングコストはエンジン式を100とした場合、約45%程度になることがわかる（軽油単価70円/L

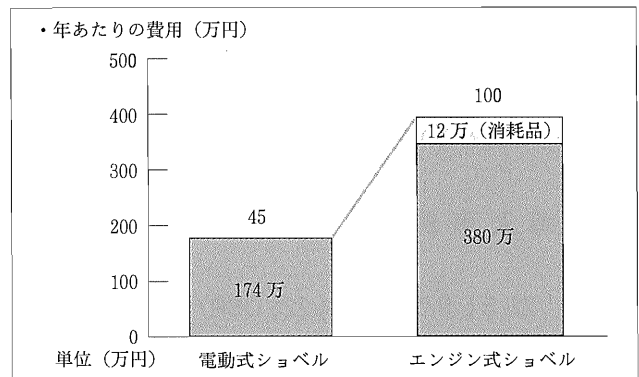


図-1 ZX 330の電動式とエンジン式のランニングコスト比較例 (初期導入費用は含まれていない)

で計算)。

現況の燃料費の高騰を考慮するとその差はさらに拡大していると言える。

### (2) 有害排出ガスの排出量削減

地球温暖化の大きな要因となっている二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の削減は、現代に生きる私たちにとって、避けては通れない課題となっている。

建設機械の第3次排出ガス規制に向けて、エンジン性能は飛躍的に向上しているが、排出ガスはゼロにはならない。さらに不完全燃焼時は、有害物質発生や一酸化炭素、そして「黒煙」などを発生する原因となっている。

これらのことから、電気を原動力にすることで二酸化炭素や有害物質の排出量をゼロにすることが可能となる。

### (3) 周辺環境への配慮

周辺住民の方々への環境への配慮も欠かせない昨今、建設機械は国土交通省や環境省の各規制に対応したものとなっているが、電動駆動方式の場合、排出ガスはもとより騒音についてもエンジン式と比較すると音響パワーレベルで2~5 dB(A)の低減が図られており、より一層の低騒音化を実現している。

都市部や宅地化が進んだ場所など周辺環境にも配慮された機械となっている。

### (4) 作業環境の向上

周辺環境への配慮から、屋内で建設機械を利用する機会も増えてきている。この場合、建設機械の排出ガスが屋内に充満することから、作業員の健康確保のために給排気ダクト等の設置が必要となる。排気ガス排出がゼロの電動駆動式はクリーンな作業環境の確保が可能となる。また、エンジン式に比べて振動が少ないため、身体への負担が少なく、作業効率の向上も見込める。

以上、電動駆動方式の主な長所を記述したが、短所もある。それらについては、以下の導入事例で各々説明させていただく事とする。

## 3. 導入事例

### (1) 22.5tクラス(ZX 225USR)の導入事例

#### (a) 設置場所と作業内容

- ・首都高中央環状新宿線 池袋南JV作業所
- ・大林・大豊・東急特定建設工事共同企業体

・作業内容は、シールド掘削土砂の積込み作業

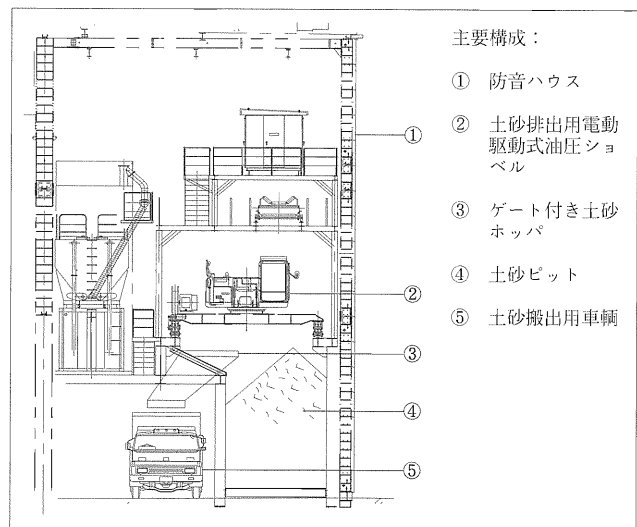
#### (b) 背景と設置計画

都市部におけるシールド工事の施工現場においては、シールド掘進機で掘削した土砂を一時的にストックする大きな面積の作業ヤードを確保することが困難な状況になっていて、狭隘な場所での搬送設備などの設置を余儀なくされている。このような狭隘な場所で土砂の集積搬出設備を省スペースで構築する事が課題となっている。

また、これらの設備は周辺住民や景観等の配慮から防音を兼ねたハウス形式で構築されている。

これらの諸条件から、防音ハウス内で稼働する建設機械は「排気ガスを出さない」ことが優先される。

図一2は作業所の計画断面図を示す。

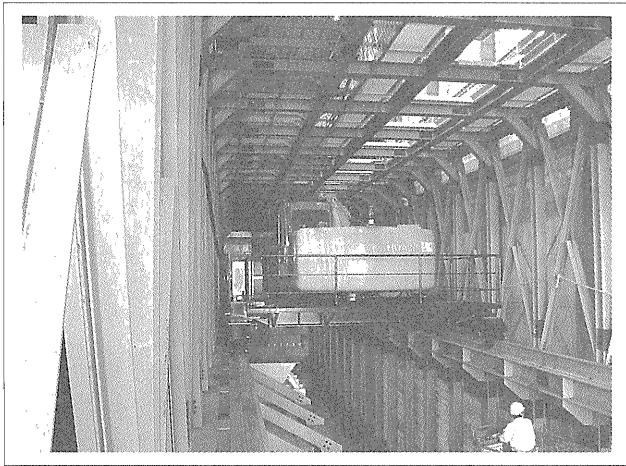


図一2 作業所断面図

シールド掘進機からの掘削土砂の流れとしては、シールド掘削→ベルトコンベヤ搬出→土砂ピット貯留→油圧ショベルによる搬出車輻への積込み、となる。土砂ピットの有効寸法は、幅3.4m、高さ4.5m、全長48mで貯留量は734m<sup>3</sup>である。48mもある横長のピット内の土砂を排出するために、軌道レール上を走行可能とした特殊台車を装備しケーブルリール利用し走行させている。設置台数はシールド掘削土量と排出車輻への積込みのバランスを考慮して2台としている。

ベルトコンベヤから土砂ピットへの排出場所は、ベルトコンベヤが移動可能となっており、3箇所の土砂ホッパからの排土を有効に活用している。

写真一1は当作業所に設置した電動駆動式油圧ショベルを示す。



写真一 防音ハウス内で稼働する電動駆動式油圧ショベル

(c) 主な仕様

表一に電動駆動式油圧ショベルの仕様を示す。

表一

名称	日立電動式油圧ショベル
型式	ZX 225 USR-E
運転質量	24,500 kg
バケット容量	1.1 m <sup>3</sup> (オプション)
電動機	
入力電源	AC 200 V/50 Hz
定格出力	55 kW/4 P
電源ケーブル	80 <sup>□</sup> ×4 C
安全装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三色回転灯 運転時…緑色</li> <li>                  旋回時…黄色</li> <li>                  走行時…赤色</li> <li>・電動装置非常停止スイッチ</li> <li>・ブーム高さ制限装置</li> </ul>

(d) 導入評価

当作業所への電動駆動式ショベルの設置は平成15年10月で、今年6月に撤去する。実際の作業は約16カ月で、その間大きなトラブルもなく終了することができた。

周辺環境への効果はもとより、作業環境でも大きな効果が得られたとの高い評価を得ている。

(2) 7.5tクラス (ZX 75 US) の導入事例

(a) 設置場所と作業内容

- ・茨城県猿島郡総和町
- ・作業内容は廃プラスチックの投入作業

(b) 背景と設置計画

リサイクルが困難な古紙類や廃プラスチックを新エネルギー、PRFとして製品化するなど新エネルギー事業を展開している当工場では、従来、屋内で廃棄物選別・投入作業にエンジン式の油圧ハンドリング機を導入していた。

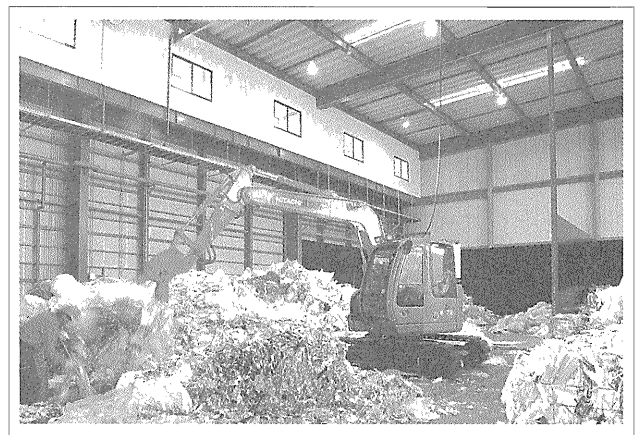
しかし、屋内という環境上、屋外以上に作業員への負荷が高く、また製品が排気ガスによって黒くなった<sup>すす</sup>り、建物内部が煤によって汚れるなどの問題があった。

今回、新工場の設立とともに諸問題解決のために導入したのが電動駆動式油圧ハンドリング機である(表一)。RPF加工投入ラインの関連から設置機械は2台としている。

表二

名称	日立電動式油圧ハンドリング機
型式	ZX 75 US-E
運転質量	7,900 kg
作業装置	フォークグラブ
電動機	
入力電源	AC 400 V/50 Hz
定格出力	30 kW/4 P
	インバータ制御採用
電源ケーブル	30 <sup>□</sup> ×4 C
安全装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三色回転灯 運転時…緑色</li> <li>                  旋回時…黄色</li> <li>                  走行時…赤色</li> <li>・電動装置非常停止スイッチ</li> </ul>

写真二はクリーンな環境内で稼働中の ZX 75 US-Eを示す。



写真二 廃プラスチックの投入に威力を発揮する電動式油圧ハンドリング機

(d) 導入評価

排気ガスや騒音が出ないなど、環境保全を優先に考えた電動式油圧ハンドリング機は、エンジン式並のスピードと操作性を確保。

また、天井吊下げ式の移動式電源ケーブルを採用し屋内での移動をスムーズに行えるように考慮している。作業環境の改善、特に振動や騒音の低減はオペレータの疲労を少なくし、作業効率のアップにもつながっている。

廃棄物リサイクル燃料として、再生する事業内容、そしてさまざまな環境に配慮するその姿勢は、他の企業

はもちろん、模範的な廃棄物処理施設として、官庁関連からも非常に高い評価を得ている。

### (3) 20 t クラス (ZX 200) の導入事例

#### (a) 設置場所と作業内容

- ・埼玉県岩槻市
- ・作業内容は廃自動車の解体作業

#### (b) 背景と設置計画

フロン完全回収をいち早く実施するなど、「環境に配慮した技術とシステム」をコンセプトに自動車解体業を展開している。新設された工場も、環境アセスメントやリサイクル法に適合した屋内工場設備となっている。しかし従来のエンジン式自動車解体機では、従業員の作業環境に十分な配慮をすることは困難であった。

「自動車リサイクル法」に適合した屋内作業となることから「従業員の作業環境に配慮したい。電動式の自動車解体機を作れないだろうか」と相談を持ちかけられ、製品化したのが ZX 200 電動式自動車解体機である。

自動車解体は、油圧ショベルの作業装置であるアタッチメント（破碎機）のスピードが要求される。一方、電動駆動式にした場合、エンジン式に比べ動力の回転数が 15～30% 程度低くなり、通常であれば機械の作業スピードは油圧システムの効率を考慮しても約 20% 程度低減する。

この事から、電動駆動式でスピードを要求される場合は、インバータ制御により電動モータの回転数を上げるか、油圧ポンプの容量を増大することとなる。自動車解体機では、容量アップ形を採用している。

#### (c) 主な仕様

表—4 に電動式自動車解体機の仕様を示す。

名称	日立電動式自動車解体機
型式	ZX 200-E
運転質量	23, 200 kg
作業装置	全旋回式カッター
電動機	
入力電源	AC 200 V/50 Hz
定格出力	90 kW/4 P
電源ケーブル	100 <sup>2</sup> ×4 C
安全装置	・三色回転灯 運転時…緑色 旋回時…黄色 走行時…赤色 ・電動装置非常停止スイッチ

写真—3 は電動式自動車解体機を示す。



写真—3 屋内で稼働する ZX 200 電動式自動車解体機

#### (d) 導入評価

有害な排出ガスを出さないクリーンな作業環境を実現したことにより、オペレータはもとより工場内で作業する作業員の負荷が大幅に低減することが可能となった。

また、機械のパワー、スピード、及び操作性でもエンジン式と変わらないとの評価を得ている。

一方、ランニングコストについてもエンジン式との比較で 50% 低減された。

### (4) 40 t クラス (ZX 398) の導入事例

#### (a) 設置場所と作業内容

- ・千葉県市原市
- ・作業内容はメタルスクラップの投入作業

#### (b) 背景と設置計画

メタルスクラップの加工処理を行うスクラップヤードに固定ハイポスト型の電動式マテリアルハンドリング機が稼働している。

当工場の電動駆動式ハンドリング機は古くから採用しており、先端技術を先取りしている会社である。従来、設備投入されていた機械の老朽化に伴い、新しく更新する機械である。

導入にあたっての条件は、

- ① 従来機より効率の良い機械であること。
- ② 新規のための基礎工事を行わないこと。
- ③ 既存の電気給電ラインを生かすこと。

すなわち、従来機の入替えによる工数を最大限短くすることが大前提となった。

各々の条件から、従来機よりもモータ容量の増大とインバータの採用で、トルクおよびスピードをより重視し、作業量の向上を図った。

また、基礎部分はバランスウェイトを採用し、基礎

工事を必要としない構造としている。この構造により実質2日間で組立てる事が出来、業務への支障も最小限に抑えることができた。

#### (c) 主な仕様

表-5 に電動式マテリアルハンドリング機の仕様を示す。

表-5

名称	日立電動式マテリアルハンドリング機
型式	ZX 398-E
運転質量	80,000 kg (ハイポスト, ウェイト込み)
作業装置	全旋回式オレンジグラッブル
電動機	
入力電源	AC 400 V/50 Hz
定格出力	90 kW/4 P
電源ケーブル	100 <sup>2</sup> ×4 C
安全装置	・電動装置非常停止スイッチ

写真-4 は電動式マテリアルハンドリング機を示す。

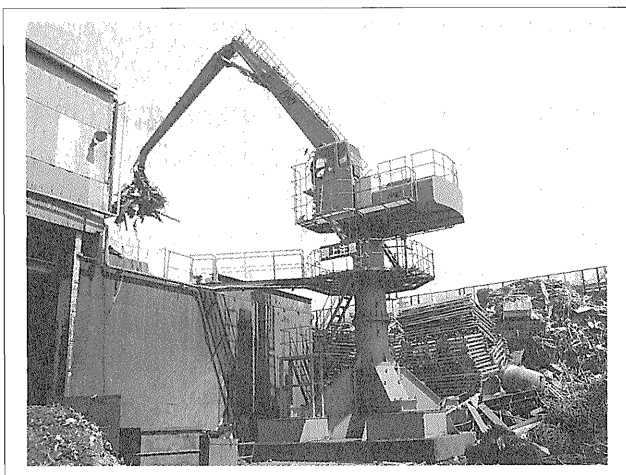


写真-4 電動式マテリアルハンドリング機

#### (d) 導入評価

長年の業務で蓄積されたお客様のノウハウと当社のアイデアが生かされ、十分なスペックを備えた製品が

出来上がったとの評価をいただいた。

1日あたり7~8時間の稼働でギロチンシャーへの投入量は約160t/日でありオペレータの評価も高い。パワー面、スピード面でも向上しており、またアタッチメントの掴み量も増えた点に満足をいただいている。

#### 4. おわりに

今回の電動機駆動建設機械の導入では4件の事例を紹介したが、導入の背景にあるのは、

- ① 周辺環境への環境改善及び公害の低減
- ② 作業環境の改善

である。

その要因となるものはCO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM等であり、これらの排出量を低減することが環境改善の一歩であると考えている。

特に地球温暖化防止にはCO<sub>2</sub>の削減が役割を担っている。

排出ガスCO<sub>2</sub>の低減比較でいえば、エンジン駆動方式と比較した場合、システムでの排出原単位比較で概ね60%程度の低減が可能となる。

しかしながら、電動駆動方式の場合、給電でのケーブルの取回し等の制約もあり、作業所での使用は限定されているのも事実である。

これらの事から、電動駆動式以外の技術としてハイブリッド式やバッテリー駆動方式の開発商品化が今後の重要テーマになると考える。

JCMA

#### 【筆者紹介】

河野 利宏 (かわの としひろ)  
日立建機株式会社  
商品開発事業部  
開発企画室  
セールスエンジニアグループ  
技術専門課長

