

feature article

「拓」

新興国で需要が高まる電動式大型油圧ショベルの開発と市場開拓

Development of Electric Driven Mining Excavator and its Marketing in Emerging Countries

山本 博史 Hiroshi Yamamoto

藤田 浩二 Koji Fujita

村田 秀実 Hidemi Murata

建設機械メーカーにとって新興国は今や最重要市場であり、日立建機株式会社の売上高に占める比率も大きく伸びている。中でも資源会社から要望が強くなっている電動式大型ショベルに、環境規制に適合したモデルチェンジを行ってシリーズ化することとした。すでにタイ、中国、ザンビア、CIS（独立国家共同体）諸国、南アフリカなどに納入し、高い評価を得ている。新興国市場は潜在成長力が高い一方で各種リスクも高い。建設機械メーカーとして新興国市場で成功していくためには、各種のリスクを十分に織り込んで事業展開することが重要であり、また生産設備である機械のサポートを行う体制の整備が不可欠である。

1. はじめに

新興国の資源会社からは、石油価格高騰を背景に、従来のエンジン式だけではなく電動式ショベルに対する要求が高まってきた。電動式ショベルは維持費用が安いという利点があり、環境への配慮という面からも拡販していきたい製品である。

日立建機株式会社は1970年代に最初の電動式大型油圧ショベルを設計していたが、今回、市場ニーズの高まりを受けて、本格的にシリーズ化して製品化した。

ここでは、電動式大型油圧ショベルをシリーズ化した背景と、新興国で事業展開する中で注意すべきリスク、および生産設備である機械をサポートしていくうえでの重要点について述べる。

2. 新興国市場の重要性

建設機械・鉱山機械は社会インフラの整備や資源開発に使われる製品である。近年の新興国の経済成長や資源需要の伸びに合わせ、新興国向けの売上高も大きく伸びてきている。日立建機の売上高に占める海外向け比率を2003年と2008年で比較すると、この5年間で新興国向けが大きく伸びていることがわかる（図1参照）。今後も新興国市場の占める重要性はますます大きくなっていくと予想され、新興国市場での事業拡大をいっそう強化していく方針である。

日立建機は、資源掘削用の超大型油圧ショベルで世界シェア約30%を占めるトップメーカーである。資源需要を背景とした大型油圧ショベル市場の拡大に伴い、販売台

数も増加している（図2参照）。現在、この鉱山機械市場を将来の最重要市場と位置づけて製品群の拡大を図っており、その一つとして、新興国で要求が増えつつある電動式超大型油圧ショベルをシリーズ化した。従来はディーゼルエンジン式ショベルが主体であったが、原油価格高騰の影響を受け、電動式に対する需要が増えつつあり、新興国の顧客要求に応えられるようにした。

3. 電動式大型ショベル開発の背景と利点

日立建機の電動式油圧ショベル開発の歴史は、1970年代後半に南アフリカの砕石業者から引き合いを受けたときから始まる。当時、経済制裁を受けていた同国ではディーゼル燃料が十分に確保できなかったため、代替エネルギーとして安価な電気を使ったショベルの要望があった。この要望に応えるため自重150tのショベルを開発・納入したのが、最初の電動式大型ショベル製品である。しかしその後、他地域への拡販を図ったが、十分な実績を上げられず、ディーゼルエンジン式超大型ショベル市場ではシェア世界一となったものの、電動式ショベルでは欧州メーカーに大きく遅れを取っていた。

転機になったのは、2001年のタイ電力省の表土剥（は）ぎプロジェクトである。同プロジェクトでは、石炭鉱山に隣接する発電所から安価な電力が供給されるため、顧客の要求は電動式ショベルとなった。ここで日立建機は厳しい競争の末に、自重250tクラスの電動式超大型油圧ショベル10台と積載量100tダンプトラック40台を受注するに至った。

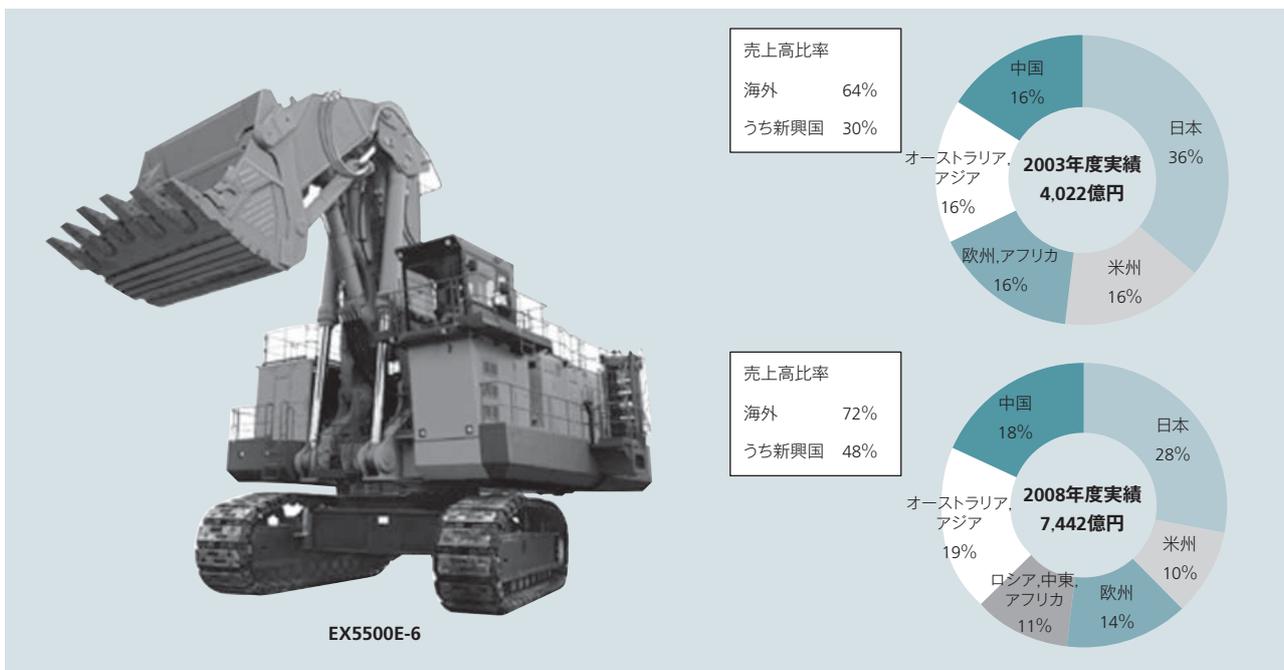


図1 電動式油圧ショベル「EX5500E-6」の外観、および日立建機株式会社における海外向け売上高比率
日立建機の建設機械・鉱山機械の売上高は、経済成長の著しい新興国向けが大きく伸びている。

その後、資源需要増大に伴う機械の入れ替え需要と原油価格高騰を背景に、電動式油圧ショベルに対する需要が増加してきた。特にアフリカ、東欧、CIS (Commonwealth of Independent States: 独立国家共同体) 諸国、および中国からの引き合いが多く、こうした新興国の要求に対応するため、電動式油圧ショベル5機種 (190~800 t) をシリーズ化して開発することを決定した。

電動式油圧ショベルがディーゼルエンジン式に比べて優れる点は以下のとおりである。

- (1) 消費燃料がディーゼルエンジン式の約半
- (2) 維持経費の20~30%低減
- (3) 排気ガスが出ない。
- (4) 燃料、エンジンオイルが地上に漏れない。
- (5) 低騒音

一方、電動式油圧ショベルは電源供給ケーブルが必要となるため、電源が供給できない場所では稼働させることができない、長距離の移動に手間がかかるなどの不便な点も

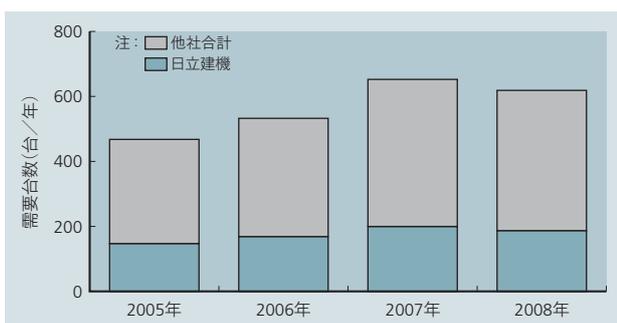


図2 世界における超大型油圧ショベル (自重100 t超) 需要台数
日立建機の超大型油圧ショベルは世界シェア約30%以上を確保している。

ある。しかし、電源供給のためのインフラが整った鉱山ではきわめて有益な製品である。また、経費低減や環境への配慮といった今、企業に求められるものと合致しており、全世界に積極的な展開を図っている。

次に各地域・国別の状況について述べる。

4. 新興国・地域における納入実績と稼働状況

(1) アジア、中国

新興国への電動油圧ショベルの納入実績を表1に示す。タイでは自重250 tの電動式ショベル10台が現在稼働しており、高い評価を得ている。2010年にはタイ電力省から10台の追加受注があると見込まれている。

中国では輸入製品や自国産のロープ式ショベルが使われてきたが、数年に及ぶ日立建機の積極的なアプローチによ

表1 電動油圧ショベルの納入実績

納入した機種、重量、台数、納入先の国、および時期を示す。

機種	重量 (t)	台数	納入国	時期
UE30E	70	3	南アフリカ	1970年代
UH501E	90	2	インド	1980年代
UH801E	160	1	南アフリカ	1980年代
UH801E	160	2	中国	1980年代
EX2500E	242	10	タイ	2002年
EX2500E	242	1	インド	2002年
EX2500E	242	2	ブルガリア	2007年
EX2500E	242	4	タイ	2007年
EX5500E	518	4	ザンビア	2008年
EX2500E	242	2	中国	2008年
EX5500E	518	1	カザフスタン	2008年
EX3600E	350	1	南アフリカ	2008年
EX3600E	350	2	中国	2009年

り、大手石炭会社や電力会社から250 tクラス2台、350 tクラス2台を受注した。中国の継続的な発展、一人当たりの電力消費量はまだ少ないことから、石炭、鉄鉱石の安定的な生産に、信頼性が高い日立建機電動油圧ショベルを提供する余地は大きいと思われる。

(2) アフリカ

ザンビアでの新規銅鉱山プロジェクト向けに550 tクラスの超大型電動式油圧ショベルを4台受注した。トロリー式ダンプトラック（積載量280 t）26台も併せた一括受注であり、日立建機のマイニングビジネスとしては最大級のものとなった。このトロリー式ダンプトラックは、上り坂では架線から直接電力を取り入れAC（Alternating Current）モータを駆動するタイプであり、エンジンのトルク、速度を下げて大幅な燃費低減が図れることが特徴である。

この銅鉱山プロジェクトは現地で3,000人余りの雇用を創出する大プロジェクトであり、同国の経済発展にも大きく貢献するとみられている。日立建機南部アフリカ社からもスタッフ約100名が現場に密着し、週7日、24時間体制で機械の保守も一括して行っている。

また、ザンビアの隣国であるモザンビークでも同規模の石炭プロジェクトが進行中で、ここでも550 tクラスの超大型油圧ショベル（エンジン式）を受注し、2010年始めに納入予定である。アフリカ市場では、これまで欧州メーカーが強かったが、このような大型案件を足場にアフリカ事業の拡大を図っていく。

(3) ロシア、CIS諸国、東欧

日立建機は、ロシア向けには古くから営業を展開していたが、最近では周辺のウクライナ、カザフスタンの鉄鉱石鉱山会社3社からも350 tクラス9台を受注した。背景には資源高があったものの、従来使用されてきたロシア製のロープ式ショベルに比べ、日立建機製品が稼働率・維持費のコストパフォーマンスに優れることから、高価であっても採用されることになった。昨今の金融危機で納入まで紆（う）余曲折は予想されるものの、日立建機製油圧ショベルの生産性の高さは優位性として認められてきており、長期的には拡大が期待できる市場である。

5. 電動式油圧ショベルの技術

電動式油圧ショベルは原動機をディーゼルエンジンから三相誘導電動モータに換装した油圧式ショベルである。稼働中の電動式油圧ショベル「EX5500E-6」を図3に示す。

電動モータで油圧ポンプを駆動し、その吐出油をシリンダまたは油圧モータに供給して機械を稼働させる。電動モータ駆動用の電源は外部から電源供給ケーブルを介して供給される。

電動モータと油圧ポンプアセンブリを図4に示す。最大吸入馬力130 kWのメイン油圧ポンプ6基と補助油圧ポンプを取り付けたポンプトランスミッションを、出力860 kWの三相誘導電動モータで駆動する。電動モータとポンプトランスミッションはベースブラケットに組み付けられており、モータ出力軸とポンプトランスミッションの入力軸はフレキシブルカップリングによって結合されている。ベースブラケットは防振ゴムで支持されており、車体稼働中に発生する衝撃から電動モータを保護している。

採用した日立TFOA-KK電動モータ（電源：6.6 kV）の出力を表2に示す。

電動式油圧ショベルの高電圧機器の搭載レイアウトを、「EX5500E-6」を例に図5に示す。

モータ駆動用電源は、稼働現場に設置してあるサブステーションより日立電線株式会社の電源供給キャプタイヤケーブル（電力線3心+アース線+信号線2心）で供給され、電源供給ケーブルは下部走行体から旋回中心に設置さ



図3 稼働中の電動式油圧ショベルと超大型ダンプトラック

ザンビアのLumwana銅鉱山で稼働中の超大型電動式油圧ショベル「EX5500E-6」と超大型ダンプトラック「EH4500」を示す。

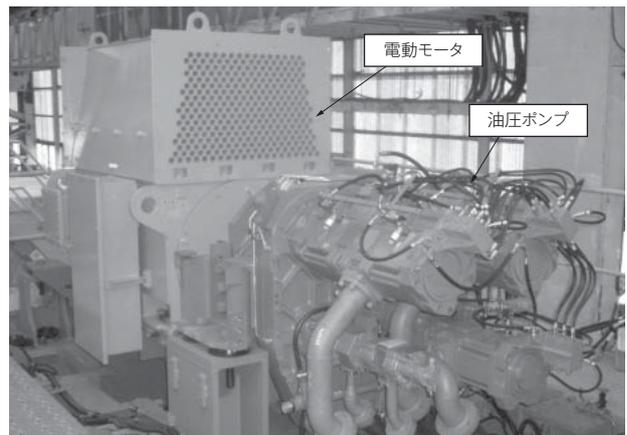


図4 「EX5500E-6」の電動モータ（860 kW）と油圧ポンプアセンブリ
電動モータと油圧ポンプアセンブリを示す。

表2 機種別モータ出力

採用した日立TFOA-KK電動モータの機種別モータ出力を示す。

機種	車体質量 (t)	電動モータ出力 (kW)
EX1900E-6	186	610
EX2500E-6	242	860
EX3600E-6	350	1,200
EX5500E-6	518	860×2基
EX8000E-6	780	1,200×2基

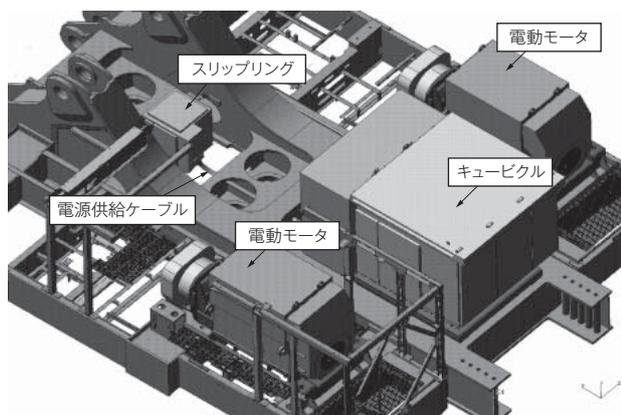


図5 「EX5500E-6」の高圧機器搭載レイアウト
電動式油圧ショベルの高圧機器の搭載レイアウトを示す。



図6 「EX5500E-6」キャブ内のレイアウト
モニタディスプレイにメータや警報を表示しており、機械の状態を常時把握できる。

れた同社製のスリッピングを介して上部旋回体に搭載された日立キュービクルに接続されている。キュービクルは電動モータの起動、停止を制御している。モータ起動はリアクトル方式を採用し、起動電流を約半分に抑えた。保護機能として、モータのオーバーヒート、欠相、逆相、過電流を検出しており異常発生時にモータを停止するようになっている。また警報および、モータのコイル温度、電流、電圧を信号電圧に変換して、車体モニタコントローラに送信している。キュービクルより入力した信号に基づき、図6に示すキャブ内に搭載のモニタディスプレイにメータや警報を表示しており、オペレータは機械の状態を常時把握できるようになっている。電動モータの回転制御は行っていないため、機械稼動中は一定速度で回転している。

6. 新興市場開拓の課題

今後は新興国経済が世界経済を牽(けん)引していき、あわせて資源需要も再び高まってくるものと思われる。鉱山現場ではショベルが止まってしまうと鉱山事業全体に影響が出ることから、顧客が最優先する事項は厳しい環境下でも壊れないこと、すなわち信頼性である。日立建機製品が評価されている理由もこの点にある。性能が高い機械を提供することはもちろんだが、新興国の市場開拓には信頼性を実績として出すことが重要であり、これはメーカーの

評価に影響する。

次いで重要なのはサポート力(アフターサービス)である。鉱山機械は都市部から離れたきわめて不便な現場で稼動する機会が多い。特に新興国では物流がスムーズにいかず、サポート設備・スタッフの能力も不十分な場合が多い。環境が厳しい中で機械を止めずに稼動させるためには、保守部品を適切に現場に持つこと、修理設備を確保することとともに、スタッフの能力向上が何よりも重要である。最近受注した案件でも、機械の納入だけでなく保守も一括して請け負うケースが増えつつあり、優秀な人材確保が課題となっている。このため、中国、インドネシア、およびアフリカの新興国などで技術スタッフの能力向上を目的とする研修センターを設置し、現地スタッフのさらなる能力向上を図っている。

また、新興国で事業を拡大していく中ではさまざまなリスクが絡んでくる。新興国の経済基盤は脆(ぜい)弱であることから景気の変動が激しく、債権回収のリスク、政治的なリスクも伴う。特にアフリカ、中南米では治安や病気などにも常に気をつけなければならない。このため進出にあたっては、こうしたリスクを十分計画に織り込んでおく必要があり、各種の情報をさまざまな角度から入手しておくことが重要となる。

7. おわりに

ここでは、電動式大型油圧ショベルをシリーズ化した背景と、新興国で事業展開する中で注意すべきリスク、および生産設備である機械をサポートしていくうえでの重要点について述べた。

今後もさまざまな面でリスク管理を徹底しながら新興国市場での事業拡大を図っていく考えである。

執筆者紹介



山本 博史
1979年日立建機株式会社入社、マイニング事業部 グローバルマイニングセンター 所属
現在、マイニング機械の営業に従事



藤田 浩二
1984年日立建機株式会社入社、資源開発システム事業部 所属
現在、電動式超大型油圧ショベルの設計に従事



村田 秀実
1986年日立建機株式会社入社、営業本部アフリカ戦略部 所属
現在、アフリカ戦略の策定・営業に従事