

大規模露天掘り鉱山向け 超大型油圧ショベル, ダンプトラック

Super Large Hydraulic Excavator and DumpTrack for Large-scale Open-pit Mine

藤田 浩二
Fujita Koji

安田 知彦
Yasuda Tomohiko

今家 和宏
Imaie Kazuhiro

日立建機株式会社の超大型油圧ショベルは、高性能かつ卓越した信頼性により、世界の露天掘り鉱山市場でトップシェアを誇っている。一方、ダンプトラックは、日立製作所の最新式AC-IGBT電機駆動装置を搭載した積載量190 t級を2008年に、220 t級を2010年に発売した。これらのダンプトラックは日立超大型油圧ショベルとセットで使用され、世界の鉱山で好評を博し、稼働台数を増やしている。この鉱山機械は高稼働率を維持するために車両のモニタ情報を駆使して故障診断を行うシステムを搭載しており、さらに作業量・信頼性を向上するとともに環境適応性・省エネルギーにも配慮した新製品の開発を進めている。

1. はじめに

世界の資源需要は増加しており、いわゆるリーマンショックによる景気後退の影響も小さかったうえ、急速に回復している。このため世界の鉱山において、生産の拡大に伴い鉱山機械の需要も増加している。露天掘り鉱山(図1参照)では表土(鉱石の上の土砂)と鉱石の掘削、運搬のために、大型油圧ショベルのような掘削機械とダンプトラックのような運搬機械が必要とされる。またこれらの機械には、短時間に大量の表土や鉱石を掘削、運搬するこ



図1 | 露天掘り鉱山の全景
短時間に大量の表土や鉱石を掘削、運搬できる作業性能の高さと高信頼性が要求される。

とで生産性を向上させるための作業性能の高さと、頻繁な保守整備や予期せぬ故障などで機械が停止しないための高い信頼性が要求される。

大型油圧ショベルの場合、作業量を向上させるためには車体を大型化してバケットを大型化したり、掘削、積み込み作業をスピーディに行うためにフロント機構や旋回機構の動作速度を上げるなどの改良が求められる。また、大型油圧ショベルは1台で5~10台のダンプトラックに積み込みを行うので、もし1台が故障で停止すると多くのダンプトラックも停止して生産が止まってしまう。このため、故障を起こさない堅牢(ろう)な設計と、機械停止につながる大きな故障が発生する前に重要部品を交換する保守整備が必要である。

ダンプトラックの場合も、車体を大型化して積載質量と荷台容積を増大したり、登坂速度、加減速性能などの走行性能を向上させるなどの改良が求められる。故障の防止については、大型油圧ショベルと同様の要求がある。

また、これらの機械の燃料である軽油の価格高騰による低燃費化の要求と、機械の保守整備が鉱山のオペレーションコストの大きな部分を占めるため、保守整備時間と費用の低減も求められてきている。

ここでは、大規模露天掘り鉱山向け超大型油圧ショベルとダンプトラックについて述べる。

2. 超大型油圧ショベル

日立建機の鉱山用超大型油圧ショベルの開発は、1979年に発売したUH50(ローディングショベル8.4 m³, 157 t)に始まり、順次大型化して2005年に発売したEX8000(ローディングショベル40 m³, 811 t)に至るまで約25年を要した。現在、EX1900-6からEX8000-6の5機種のラインアップ(表1, 図2参照)で、露天掘り鉱山市場におい

表1 | EXシリーズ5機種の仕様

ローディングショベルEXシリーズ5機種の仕様を示す。

	EX1900-6	EX2500-6	EX3600-6	EX5500-6	EX8000-6
ローダ運転質量 (t)	191	249	361	522	811
バックホウ運転質量 (t)	192	248	359	522	—
エンジン	カミンズ				
	QSKTA38	QSKTA50	QSKTA60	QSKTA50	QSKTA60
エンジン定格出力 (kW)	810	1,007	1,450	1,007 ×2基	1,450 ×2基
ローダバケット容量 (m ³)	11	15	21	27	40
バックホウバケット容量 (m ³)	12	15	22	29	—



図2 | EX8000の外観

鉱山用超大型油圧ショベルEX8000の外観を示す。

てその高作業量と高信頼性で世界トップシェアを誇っている。

日立建機の油圧ショベルは卓越した作業量と信頼性を有するとともに、環境にも配慮している。超大型油圧ショベル用エンジンは北米の規制であるEPA¹⁾ (Environmental Protection Agency: 米国環境保護局) の排ガス2次規制に適合しており、全世界共通の仕様となっている。

また、エンジンを三相誘導モータに換装した電動式油圧ショベルもラインアップしており²⁾、さらなる環境負荷低減を図っている。電動式油圧ショベルは、外部から電源を供給する必要があるため、送電用設備を必要とし、電源供給できないところでは稼働させることができないなどのデメリットがあるが、ショベル本体から排ガス(CO₂)が出ない、エンジンオイルやフィルタが不要であるなど、環境に優位であるとともに、軽油に比較して電気代が安価、エンジンに比較して電動機のオーバーホール費用が安価であるなどのメリットがある。近年、環境に対する意識向上と燃料価格の高騰により、全世界から電動式油圧ショベルの引き合いがきている。日立建機ではザンビア、CIS



図3 | EX5500電動ショベルとEH4500ダンプトラック

ザンビアで稼働中のEX5500電動ショベルとEH4500ダンプトラックの外観を示す。

(Commonwealth of Independent States: 独立国家共同体)、中国、タイなどに電動式油圧ショベルを合計50台出荷した実績がある(図3参照)。

電動式油圧ショベルの主要機器である電動モータ、キュービクルは日立製作所製であり、スリップリング、高圧電線は日立電線株式会社製である。その他の電動機器すべてを日立グループから調達している。これらの機器はすべて油圧ショベルの搭載環境を考慮した特殊仕様であり、特に耐衝撃、耐熱、防塵(じん)を考慮して設計されたものである。電動機器の信頼性を確認するため、EX2500E-5の長期稼働機(タイのMaeMo鉱山で8年、3万時間稼働)の実機調査と機器の回収調査を行ったところ、すべての機器が設計想定信頼性を満足しており、顧客からも高い評価を得ていることが確認できた。

3. ダンプトラック

露天掘り鉱山で使用される大型ダンプトラックは一般的に積載量150 t級以上のもので、最大積載量370 t級のもまでである。駆動方式は、自動変速機を用いた機械式と、エンジンで発電機を駆動し発電機からの電力で走行用の電気モータを駆動する電気式に大きく分けられる。現在は、インバータ技術の急速な進歩により、駆動性能、保守整備の容易さとコストで優位な電気式が主流となってきている。

日立建機は従来から、カナダの連結子会社日立建機トラック社の積載量280 t、300 t級ダンプトラックEH4500、EH5000を販売していた。その後、開発の中心を国内に移し、2008年に日立製作所製の最新型IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 式AC (Alternating Current) 電気駆動装置³⁾を搭載した積載量190 t級ダンプトラックEH3500AC IIを、2010年11月にはシリーズ機の220 t級ダンプトラックEH4000AC IIを発売した。2機種の仕様を表2に、外観を図4と図5に示す。これらのトラックはオーストラリア、南アフリカ、米国、フィンランドなどの世界各国で稼働し

ており、超大型油圧ショベルと同じく高走行性能と高信頼性で稼働地と稼働台数を増やしている。

鉄道車両などでは、電気駆動装置の開発に長い経験と実績を有する日立製作所とダンプトラック用AC電気駆動装置を共同開発することにより、車体と電気駆動装置のベス

表2 | EX3500ACⅡとEH4000ACⅡの仕様

大型ダンプトラックEX3500ACⅡとEX4000ACⅡの仕様を示す。

	EH3500ACⅡ	EH4000ACⅡ
公称積載量 (t)	168	222
積載容量 (m ³)	111	153
空車質量 (t)	141	162
目標車両質量 (t)	309	384
エンジン	カミンズ QSKTA-50CE	カミンズ QSKTA-60CE
エンジン出力 (kW)	1,491	1,864
全長 (m)	13.51	14.28
全幅 (m)	8.99	9.54
全高 (m)	6.77	7.36
最高速度 (km/h)	56	56
タイヤサイズ	37.00R57	46/90R57



図4 | EH3500ACⅡの外観
IGBT式AC電気駆動装置を搭載した積載量190 t級のダンプトラックである。



図5 | EH4000ACⅡの外観
2010年11月に発売したシリーズ機、積載量220 t級ダンプトラックEH4000ACⅡの外観を示す。

トマッチによる高い走行性能と操作性能で、生産性の向上を実現している。また、信頼性が高く保守の容易な電気駆動装置コンポーネントを使用することにより、保守整備時間と費用の低減も実現している。さらに、近年の燃料費の高騰と地球温暖化防止のための温室効果ガス排出低減要求に対応したトロリー式ダンプトラックの開発についても、日立建機と日立製作所、株式会社日立エンジニアリング・アンド・サービスの共同開発で推進しており、2011年秋にはアフリカのザンビアにある銅鉱山で実用化する予定である。

4. 鉱山機械の情報化

鉱山で稼働する超大型油圧ショベルとダンプトラックは故障して停止すると生産に大きな影響を与えるため信頼性が重要であることは前にも述べたが、機械は保守整備をしなければ継続稼働をさせることはできない。そのため機械の保守点検を的確に効率よく実施することが重要である。

日立建機では機械の使い方や状態をモニタするため主要機器にセンサーを取り付けており、センサー信号データを解析することで故障発生の有無および稼働状況を把握し、履歴を機械に搭載のDLU (Data Logging Unit) に蓄積している。蓄積したデータのうち、稼働時間や故障発生履歴は衛星通信を通じてグローバルe-サービスのサーバに集められ(図6参照)、日立建機および代理店が機械の稼

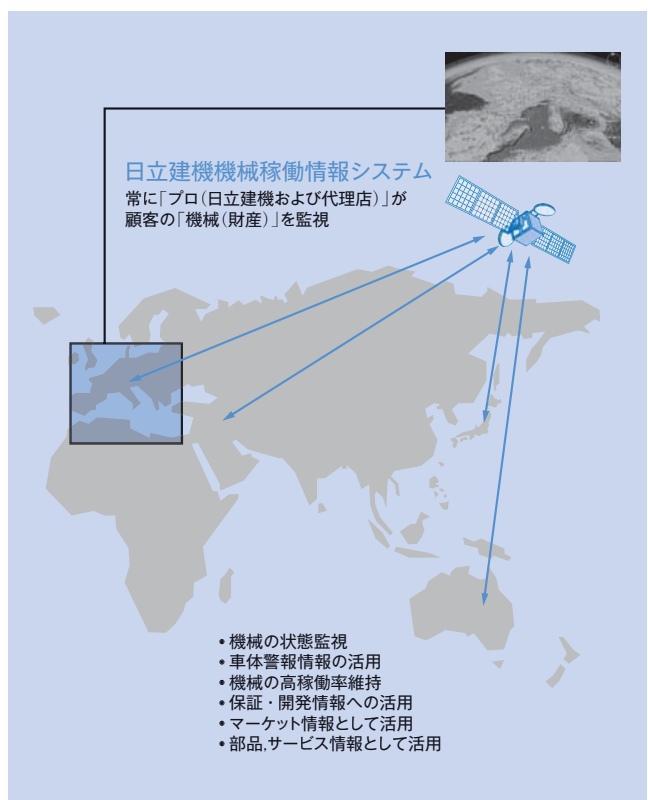


図6 | グローバルe-サービスの概要
稼働時間や故障発生履歴を蓄積し、開発やユーザーサポートに活用している。

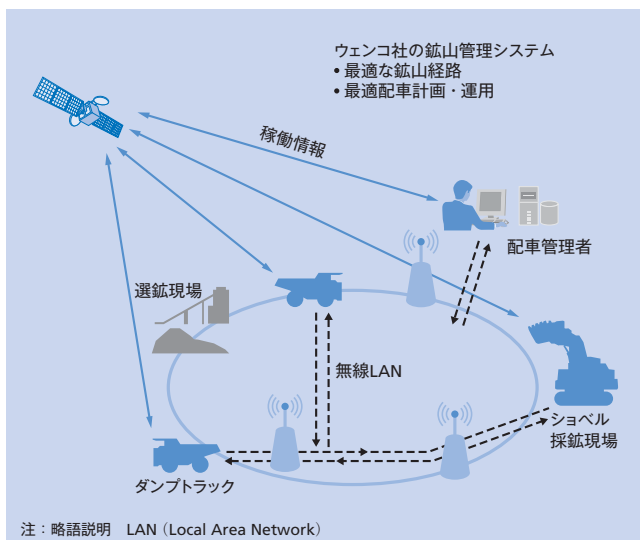


図7 | 運行管理システムの概要

機械の稼働状況をリアルタイムに把握し、効率のよい運行管理を行える。

働状況をモニタしてアドバイスを行うことができる。

また、DLUに蓄積された詳細データをPCにダウンロードし「グローバルe-サービス」にアップロードすることで、機械の詳細をMIC⁴⁾(Machine Information Center)マイニングによって把握することができ、故障発生時のトラブルシューティング支援を遠隔地から行うことができる。

一方、大規模鉱山では生産性向上を推進するため、油圧ショベルやダンプトラックなど機械の稼働状況をリアルタイムに把握し、効率のよい運行管理を行うシステムの導入が求められるようになってきている。日立建機はカナダの鉱山運行管理システム会社、ウエンコ社(ウエンコ・インターナショナル・マイニング・システムズ社)を連結子会社化し、自社システムとして運行管理システムを提供できる体制を整えた。今後は従来のグローバルe-サービスによる精度の高い予防保全サービスと、ウエンコ社による運行管理システムを融合させ、生産性向上とコスト低減に寄与する情報分析サービスなどのほか、稼働データの次世代機開発への応用など、鉱山機械ビジネスの可能性拡大をめざす(図7参照)。

5. おわりに

ここでは、大規模露天掘り鉱山向け超大型油圧ショベルとダンプトラックについて述べた。

世界の資源需要増加は当分継続することが見込まれており、鉱山運営会社はさらなる効率向上を望んできている。日立建機は機械の性能・信頼性向上、維持費の低減を図りながら環境負荷低減のできる機械を開発するとともに、情報化を推進し、トータルソリューションによって顧客の要求に応じていく考えである。

今後も日立グループシナジーを生かし、建設機械に適用できるグループ内の技術を積極的に採用することにより、日立建機だけでは開発しにくかった機械、システムの開発に取り組んでいく。

参考文献

- 1) Environmental Protection Agency 40CFR Parts 9, 69, et al.
- 2) 山本, 外: 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, 日立評論, 91, 6, 506~509 (2009.6)
- 3) 今家, 外: 鉱山用ダンプトラック向けACドライブ装置の開発, 日立評論, 90, 12, 1006~1009 (2008.12)
- 4) 古野: 車両モニタシステム, 油空圧技術, Vol.43, No.10, p.8~22 (2004)

執筆者紹介



藤田 浩二

1984年日立建機株式会社入社, 開発・生産統括本部 資源開発システム事業部 開発設計センター 所属
 現在, 電動式超大型油圧ショベルの設計に従事



安田 知彦

1981年日立建機株式会社入社, 開発・生産統括本部 資源開発システム事業部 開発設計センター 所属
 現在, ダンプトラックの開発に従事



今家 和宏

1990年日立製作所入社, 電力システム社 電機システム事業部 発電機システム技術部 所属
 現在, 自然エネルギーを利用した発電システムのシステム開発・事業計画作成, 遂行に従事
 工学博士