

2. 大型油圧ショベルの開発

三菱重工業(株) 長 浜 利 夫

1. まえがき

石油資源の枯渇の危機感から起きた石油ショックを契機に、世界各国で石油代替エネルギーの確保をナショナルセキュリティの最優先課題として取り上げ、石炭、ウラニウム等の鉱山開発が推進されている。一方、運河、空港、原子力発電所等の大形土木工事も推進されており、いづれにおいてもコスト削減のための努力が続けられているが、その一つとして、建設機械の大形化が有り、一方で新機種の投入により工法の合理化を進めている。

露天掘鉱山の採掘に関しては、電気ショベル(機械式ショベル)が使用されてきたが、1970年代に大形ホイールローダが出現すると、鉱区が小さく、掘削・積込機の移動の多い鉱山では、ホイールローダが、電気ショベルに取って替わった。そして、1980年代には、大形油圧ショベルが登場。電気ショベル、ホイールローダと違った特長を持つ油圧ショベルが、今、露天掘鉱山、大規模工事で注目されている。

この度、三菱重工(株)では、これらのニーズに応え、160トン級油圧ショベルMS1600を開発したので、その仕様、特長と共に、鉱山、大規模土工における掘削・積込機としての特長について従来機—電気ショベル、ホイールローダ—との比較で以下に述べる。

2. 160トン級油圧ショベルMS1600の開発

2-1 主な仕様

表1に主な仕様、図1に概観写真、図2に外形寸法を示す。

表1. MS1600仕様

全装備重量	165 ton
エンジン出力	880 PS
標準バケット容量	8.8 m ³
掘削力 ^{押し/掘削}	65 ton/65 ton
最大掘削高さ	14.6 m
最大掘削半径	15.7 m
水平押出距離	5.3 m
走行速度	2.5 Km/h
登坂能力	67 %



図1 MS1600概観図

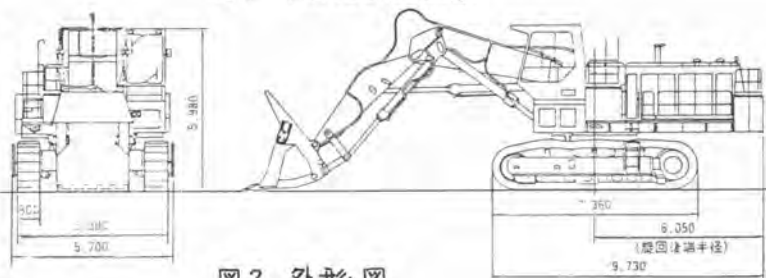


図2. 外形図

2・2 鉱山および大規模工事の採掘部の主機として

鉱山および大規模工事の採掘部分の主機に求められるのは、作業能力は当然のこととして、長期間にわたって高い機能率を維持する信頼性、耐久性と安全性である。

○ 耐久性

高額投資機械としての160トンクラスの油圧ショベルに求められている寿命は、2シフトで10年(約30,000~40,000時間稼働)で有り、本機は、これを目標寿命として設計されている。

○ 生産性

この種の掘削・積込機は、積込対象となるダンパとのマッチングが重要で有るが、MS1600は、32トン~120トンダンパトラックを対象とし、77トンダンパトラックへ5~6回積みで積込み出来る。

○ 信頼性

本機は、当社の油圧ショベル製作22年の経験・技術を集大成したもので、各機器の選定には、仕様、寿命と共に実績を重視した。油圧システム圧は、250kg/cm²と低く押さえて、280~300kg/cm²の仕様の油機を余裕を持った使い方をすることにより、信頼性、耐久性の向上を図っている。又、後述する安全モニター等の搭載により、予防保全を可能とし、信頼性を高めている。

○ 安全性

キャブの天井迄の高さが約6mという大きな機械なので、乗降、機械上での通行等の安全確保には特に注意し、各種鉱山規格を参考にし、構造、寸法を決めた。又、オペレータと落石の危険から守るため、キャブは、FOPS構造としている。

○ 環境適応性

稼働現場が世界各地になることを考え、標準機で寒冷地から熱帯、高地迄広くカバー出来るよう、冷却装置容量に余裕を持たせると共に、ターボチャージャー付エンジン、クラッチなどを装備している。又、塵埃の多い場所での稼働を考慮して、アレシマライズ形キャブとしている。

2・3 省エネルギー

石油価格の高騰で、工事の採掘コストに占める軽油コストの率も多くなり、燃費の低減はコスト低減のポイントで有る。

○ エンジン

低燃費の直噴、アフタークーラ付高速ターボディーゼルを2基搭載し、エンジンがワガー、片側故障しても、片肺運転が出来る。

○ ポンプ制御

機械を動かすのに必要な量の油を流し、無駄な油を流さないという設計方針で、ポンプの定馬力制



図3 石灰石鉱山で稼働する MS1600

御、全馬力制御、流量制御、HPC(High Pressure Cut-Off)制御を行ない、無駄な油の流れによる熱の発生を抑えて、エネルギーロスの減少を図るシステムとなっている。

○作動油温制御

寒冷地において作動油温が低いと、油の粘性大により、油圧リモコンによる操作の反応が鈍くなると共に、油の管路抵抗も増えエネルギーロスが増大する。MS1600では、作動油を適正温度に常にコントロールするために、作動油クーラファンを油温に応じてON-OFFする機構を取り入れている。

2.4 操作の容易化を目指して —メカトロニクス—

油圧ショベルは、都市土木において、容易に人間の手のような動きが実現出来る機械として、発展してきた。今、鉱山で、その長が注目され、使われ始めた所である。しかし、オペレータの高齢化、熟練オペレータの減少で、各分野で、機械操作の簡略化、精度向上がコンピュータの利用により図られており、工場ではロボットの導入が進んでいるように、建設機械にも操作の容易化が求められている。当社では、このような時代のニーズに対応するため、熟練と奪る複合操作の容易化を図る目的で、マイコンを利用した、掘削・積込制御システムを開発した。

○電子掘削積込制御装置

ローダフロント油圧ショベルにおいて、水平又は傾斜掘削、積込み、復帰の操作は、2〜3の操作が必要であるが、電子積込制御装置を使えば、全て、1操作で行なえる。(図4) これは、ブーム、アーム、バケット角度、及び操作パネルからの信号を入力とし、ブーム、アーム、バケットの幾何学的関係よりマイクロコンピュータが演算し、ブーム、バケットを操作する信号を出力するので、油圧コントロールバルブは、サーボ機構を用いて操作される。又、人間が運転しているわけであるので、本装置を使用中でも、手動優先機能により、スイッチ操作無しで、手動・自動が切り替わる構造としている。

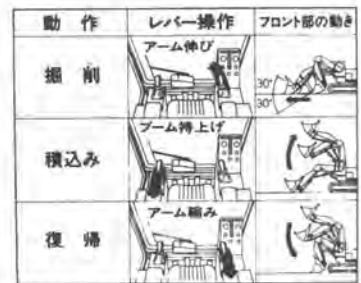


図4. 電子積込制御装置を使用した場合の操作。

○安全モニター

機械の故障の早期発見(予防保全)、日常点検の容易化を狙いとして安全モニターを搭載した。安全モニターシステムは、その状況に応じた警報(情報)が出るようになっており、①すぐにエンジンを停止する、②エンジンを減速してチェックする、③すぐに作業を止める必要は無いが、早い機会に点検する、の3段階に分けて、①では、ブザーと赤色ランプの点滅、②では、赤色ランプの点滅、③では、橙色ランプの点滅、というように、オペレータにすぐ状況がわかるシステムとなっている。点検箇所は、ランプで表示され、緊急停止用のスイッチも備えている。安全モニターを組み込んだパネルは、オペレータがすぐ見やすいよう、人間工学的に配慮されている。

3. 積込機 —油圧ショベル、ホイールローダ、電気ショベル— 比較

3.1 ローダフロント

油圧ショベル、ホイールローダ、電気ショベルの大きさと同容量のバケットを持った機械を比較す

ると、図5のようになる。すなわち、ホイールローダ、油圧ショベル、電気ショベルと重量が各々、倍になっている。これは、各々の機械の掘削方法に起因している。ホイールローダは、前進走行で、車体の犠牲を利用しながら、掘削物へ突込み、走行駆動力で押しながら、バケットを巻き込み掘削する。この掘削は、基本的に地上の手前部分を対象としている。電気ショベルは、低い位置で、掘削物へ貫入を開始し、掘削物のパイルに対して円弧を描くようにしてバケットを持ち上げてバケットを満杯にする。この時、地層に沿わず掘削することが多く、電気ショベルでは、水平方向の掘削は無理で有る。油圧ショベルは、バケット、アーム、ブームの関節が可動で有るため、電気ショベル、ホイールローダより自在性を有する。油圧ショベルは、その構造により掘削物の切羽を弧を描くように掘削することも、水平に掘削することも、どの高さの所の掘削も可能である。又、バケットの貫入力でもこの



図5 積込機比較

フロントの自在性のために、油圧ショベルがすぐれている。このように、電気ショベルは、その大きさと重量にまかせて掘削物の中をカブクで掘り進めるが、油圧ショベルは、フロントの関節の自在性のために、電気ショベルと同容量のバケットを半分の重量の機械で掘削、積込作業が出来る。

油圧ショベルは、このような特長で、リーチが短いのにモカがわらず、電気ショベルより有利であるといった考え方が一般的で、事実、油圧ショベルの大形化と共に、鉱山分野で新しい市場を開拓している。そして、同容量の電気ショベルは、どんどん油圧ショベルに置きかえられている。一方、ホイールローダは、ショベル系掘削機にない機動性という大きな特長を持っており、移動の多い複数切羽での積込、ロード&キャリア工法など、その特長を生かせる分野で多く使われている。

3.2 バックハウフロント

バックハウフロントは、油圧ショベルの基本形であり、他の積込機にない特長を有している。バックハウフロントは、機体が静止している地面より下を掘削するのが得意であり、都市土木では、溝掘削等に多く用いられてきたが、鉱山でもその能率の良さを最近注目されている。図6のAに示す方法では、



は、旋回、積込の時間が短縮され、容量の大きいローダバケットより、作業量の増加が可能である。又、図6のBに示す方法は、足場の悪い低い所を避けて、ダンアトラックを運行出来るので足場の悪い現場での能率の向上が図れる。

4. あとがき

世界の鉱山開発規模の大形化は、近年著しいものがあり、それに伴ない、使用機械の大形化が進んでいる。国内でも、石灰石鉱山、砕石現場、ダム工事、新空港の建設等を中心に大形建設機械導入の計画が進められており、ダンアトラックを32トンから45トン、77トンへと大形化すると共にそれにマッチした大形掘削積込機が望まれている。油圧ショベルMS1600は、この需要に対し十分応えられるもので、国内、海外の鉱山開発、大規模土木工事において大いに活躍、貢献出来ることを確信している。