

ロコトラック 自走式破碎システムが開く 採石業界の未来



1985年、ノードバーグ社により初めて開発されたロコトラック「LT80+LT258」（フィンランド）。

世界初の自走式破碎システム「ロコトラック」はフィンランドで産まれました。1985年、ノードバーグ社がタンペレ市のロコモ工場用地に最初のロコトラック工場を建設したのが、その始まりです。従来のように原石を破碎機に運ぶのではなく、破碎機から原石の方へ行くという、ロコトラック独自の新方式により、原石の処理や運搬にかかる手間が大幅に削減できました。1980年代、この方式はスカンジナビアやヨーロッパ各国に普及し、90年代にはその他の地域にも広がりつつあります。現在では、南極大陸を除くすべての大陸の40か国で、600台以上のロコトラック装置が稼働しています。

ロコトラックと採石業界の未来

ロコトラックの日本でのデビューは1991年でした。現在では、碎石、砂利、リサイクル、建設の各産業において、50台以上のロコトラックが活躍しています。日本の先進的な企業の間ではすでに人気を博しているロコトラック自走式破碎機ですが、大部分の採石場では今でも固定式の破碎機が使用されています。骨材価格の低迷、環境問題の認識、人手不足の深刻化——これらは、骨材市場の競争が激化するであろうことを明白に物語っています。この深刻な事態に対処するには、

これからの採石場オーナーや新規参入の破碎事業者は次の問題点を念頭に置かなければなりません。

- 環境を保護するには？
- 労働力不足を解消するには？
- 新しいビジネスチャンスをつかむには？
- 骨材生産コストを削減するには？

以下の章では、ロコトラックシステムと日本におけるその有効な活用法を説明します。

ロコトラック破碎システムについて

●骨材製品とロコトラックの選定
 ロコトラック破碎システムとは、その用途によって1台かそれ以上のクラッシャ機器、およびスクリーンを組み合わせた

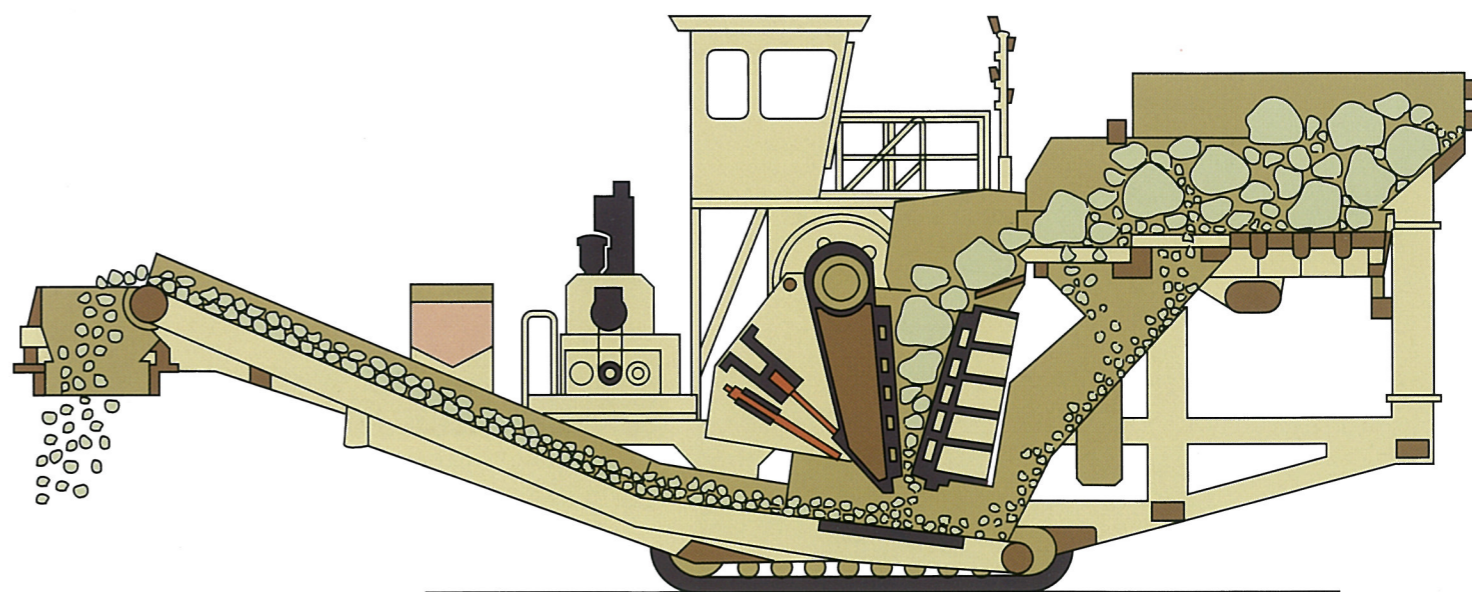
ものです。ジョークラッシャまたはインパクトクラッシャを搭載した一次ロコトラック装置は、ゼロベース製品を生産できます。代表的な製品は、0~250mmのクラッシャラン、または0~40mmのクラッシャランです。また、グリズリ（通常サイズ0~100mm）およびグリズリの下部振動スクリーン（0~40mm）によりズリを選別することもできます。（下図「LT125断面図」参照）
 一次ロコトラックをロコリンクと連結して自走式破碎運搬システムを構成することができます。これは、フィールドコンベヤを通じて原石をストックパイルや二次または三次破碎プラントに直接運搬するためのシステムです。（P.7写真「住金鉱業LT140+LL」参照）
 品質の高い細骨材の製品が必要な場合、

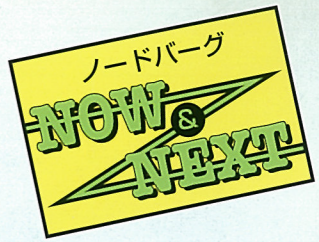
一次ロコトラックを二次および三次ロコトラックに連結します。二次および三次ロコトラックは、コーンクラッシャまたはインパクトクラッシャを搭載したものです。クラッシャとスクリーンサイズは、要求される製品サイズと生産量で選択します。クラッシャとスクリーンの部品は、基本的に固定式プラントと同等のものであるため、破碎後の製品の粒形は日本の採石業界の最高水準に合致したものとなります。

ロコトラックの製品ラインアップ

●原石投入方法
 一次ロコトラックへの原石投入方法には、油圧ショベル、ホイールローダ、ダンプトラック、エプロンフィーダ、またはこれらの組合せが可能です。日本で最

LT125 断面図





も一般的な方法は、油圧ショベルによる投入です。油圧ショベルによる投入では、通常、油圧ショベルの操作員が無人のロコトラックを遠隔操作します。ホイールローダとダンプトラックの併用は、既存の固定式プラント採石場で複数の荷積み用の切羽があり、これらで同時に荷積みしなければならない場合に、特に好都合です。より高い生産量が要求される場合には、エプロンフィーダにダンプトラックを組み合わせて投入を行うことができます。(下写真“住金鉱業LT140+ロコリンク”参照)

●製品運搬方法

目的の製品サイズにまで破碎された製品は、ホイールローダまたはスタッピングコンベヤでストックパイルに運搬するか、フィールドコンベヤで二次/三次破碎プラントに運搬します。日本の採石場の大部分は山間部に位置するため、発破原石を切羽からダンプトラックで固定式破碎プラントまで下ろすという、旧来の

方法が使用されています。切羽で原石を破碎すれば、ダンプトラックに代えてコンベヤで運搬でき、エネルギー消費を大幅にカットすることができます。現状で最も先進的なシステムは、発電しながら下方への運搬を行う、ダウンヒルコンベヤです。(P.13 “ブロック社のダウンヒルコンベヤ”参照)

P.10のケーススタディ図面では、それぞれの場合の代表的な採石場の構成を示します。

- A)ダンプトラックによる固定式プラントへの運搬
- B)ロコトラック、ロコリンクおよびダウンヒルコンベヤによる固定式の二次/三次破碎および選別プラントへの運搬
- C) 一次、二次、三次破碎処理を切羽で行う自走式ロコトラック切羽システム

■環境保全について

日本の各産業界において、環境問題が注目されつつあります。採石場は山間部に

位置することが多いため、山肌の傷跡、塵埃、騒音、大気汚染、廃棄物などの悪影響が問題視されるようになりました。自然に及ぼす影響を小さくしなければ、これからの採石産業は社会の理解を得ることができません。

●山肌の傷跡

従来の採石場(ケーススタディA図)は山肌の大きな面積を占有していても、実際の採石現場は比較的小さなものです。固定式プラントは切羽の移動に応じることができないため、むき出しの地面が大きくなりがちなのです。さらに数年も作業を行った後、固定式プラントを移設するのは経済的に無理であるため、大きな地面の露出は避けがたく、風化や侵食作用、ひいては人々の批判にさらされる格好になっています。

ダンプトラックに必要な道路は、幅が7~20メートル、最大登坂角度が6~8度で、これは一般の車両用の道より長くなります。また、オフロード用の大型ダン



LT125. ホイールローダとダンプカーによる投入
(西武建材株式会社)。

LT140およびロコリンクの組み合わせによるプラント全景
(住金鉱業株式会社)。

ロコトラック製品ラインナップ

型 式	クラッシャ タイプ	フィーダ タイプ	重量 (t)	能 力 (tph)
1次破碎用シフトトラック 及び ロコトラック				
グリズリーフィーダ付ジョークラッシャ				
CT 63	C 63 B	TK 6-18	16	150
CT 80	C 80 R	TK 8-32-2V	21	250
LT 100 & R	C 100 B	B 10-42-2V	46	400
LT 110 & R	C 110 B	B 13-44-2V	59	700
LT 125 & R	C 125CB	B 13-44-2V	85	800
LT 140	C 140CBS	B 16-50-3V	110	1200
LT 160	C 160CB	B 20-66-3V	180	2000
ジョークラッシャ				
LT 125 S	C 125 B	---	85	550
LT 140 S	C 140 BS	---	103	650
グリズリフィーダ付インパクトクラッシャ				
CT 1007	NP 1007 SR	TK 8-32-2V	26	150
LT 1213 & R	NP 1213 SR	B 10-42-2V	43	300
LT 1315 & R	NP 1315 SR	B 13-24 + TK10-15-2V	55	500
LT 1415 & R	NP 1415	B 13-24 + TK10-15-2V	60	600
2次・3次 破碎用 ロコトラック				
Bスクリーン付コーン 及びインパクトクラッシャ				
LT 800	G 8 - sec	B 356	33	230
LT 1100	G 11 - fine	B 380	50	350
LT 1200 B	G 12 - fine	B 380	60	450
LT 300 B	HP 300 SX	B 380	62	450
LT 1213 B	NP 1213 SR	B 380	60	450
スクリーンなしコーンクラッシャ				
LT 1200	G 12 - sec	---	42	550
LT 1500	G 15 - sec	---	62	1000
Aスクリーン付コーンクラッシャ				
LT 1200 A	G 12 - sec	A 133	82	550
LT 1500 A	G 15 - fine	A 133	87	550
CVBスクリーン付コーン 及びインパクトクラッシャ				
LT 1200 C	G 12 - sec	CVB 2050	70	550
LT 1500 C	G 15 - fine	CVB 2050	75	550
LT 1315 C	NP 1315 SR	CVB 2050	72	550

トラックの最低旋回半径のため、環境に影響の少ない場所に道を建設することができません。これらの事情により、採石場が操業している限り、山肌の醜い傷跡は消すことができません。

ロコトラックとコンベヤシステムを採用すれば（ケーススタディB図）、採石現場を最小の面積に留めることができます。さらに、採石場の外周に保護用壁を施すことで、平地から見える部分を最小限にすることができます。降坂コンベヤが原石の運搬に必要とする幅は2m、さらに斜度を18度とすれば、距離はダンプトラック用の運搬路に比べて半分ですみます。コンベヤは要求面積が小さく、急角度に設置できるので、周囲の景観を損ないません。

ロコトラックの切羽システムを使う場合（ケーススタディC図）、作業全体を外部

の目に触れない場所で行えるので、採石現場の露出面積はさらに小さくできます。バイヤーが骨材を採石場から搬出するために、比較的狭い道（4~6m）が必要だけです。破碎と選別の済んだ製品ストックパイルは、近隣住民の目に触れることはありません。

●塵埃

ケーススタディA図の場合、大型ダンプトラックが運搬路から大量の塵埃を巻き上げるので、グレーダによる地ならしを頻繁に行う必要があります。また、塵埃を抑えるために、道路への水や薬品の散布も必要です。面積の大きい採掘現場は風雨による浸食を受けるので、塵埃汚染が高まり、周辺の植物に損害を与えます。そもそも山裾の住民の近くに設置された一次破碎プラント自体が、重大な汚染源となっています。

ケーススタディB図の場合、コンベヤがカバーに覆われているので、運搬中の塵埃の発生は防止できます。一次破碎は住民から遠く離れた採石場で行われますが、この場所はすでに採掘、発破、積載のために塵埃が発生しており、大きな変化はありません。ロコトラックにダストコレクター（バグフィルタ）システムを装備すれば、塵埃の発生を抑えることができます。

ケーススタディC図の場合、採石場とプラントが同じ場所にあるので、塵埃にさらされる場所を限定することができます。しかもこの場所は近隣住民から遠く離れています。

●騒音

採石場の主たる騒音は、積載、運搬、一次破碎作業から発生します。行き来するダンプトラックこそが、耳を覆いたくなく

る騒音の真の発生源なのです。ダンプトラックの代わりに静かなベルトコンベヤ方式を使い、一次破碎を採石場で行えば、騒音レベルを大幅に抑えることができます。

●排気ガスによる大気汚染

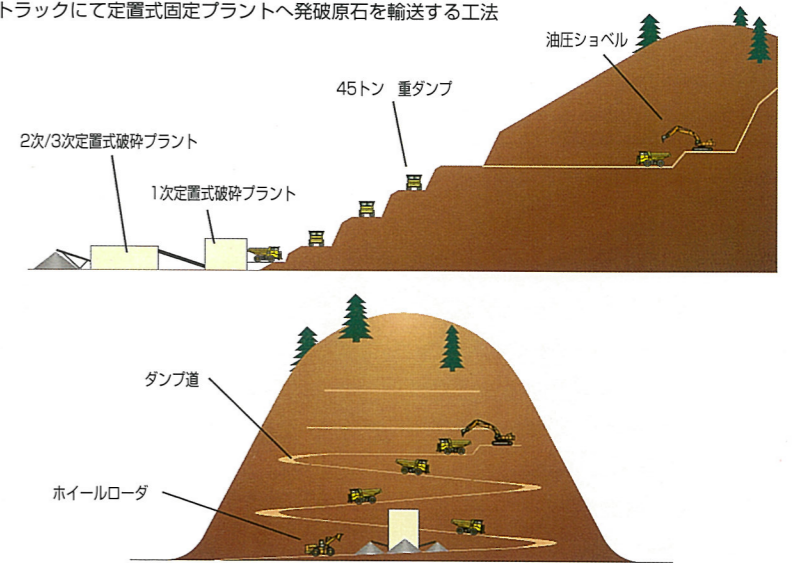
採石場で最大の大気汚染源は、ディーゼルエンジンの排気ガスです。しかも、ベルトコンベヤの90~95%という効率（総重量/荷総量）に比べ、ダンプトラックの効率は40~50%でしかありません。これはダンプトラックの自重が負担になり、エネルギーの無駄が多いからです。コンベヤは通常、電気式なので、採石場に排気ガスは一切発生しません。つけ加えれば、ダウンヒルコンベヤで降坂運搬を行えば、作業しながら発電することも可能です。

●設備の寿命

ダンプトラックの平均耐用期間は5~10年で、タイヤは1~3年ごとに交換しなければなりません。ベルトコンベヤのベルトの耐用期間は用途によって5~20年ですが、ベルトコンベヤ自体は20年以上使用することが可能です。さらに、フィールドコンベヤは補修すれば、耐用期間を長く、廃棄率を低く抑えることができます。

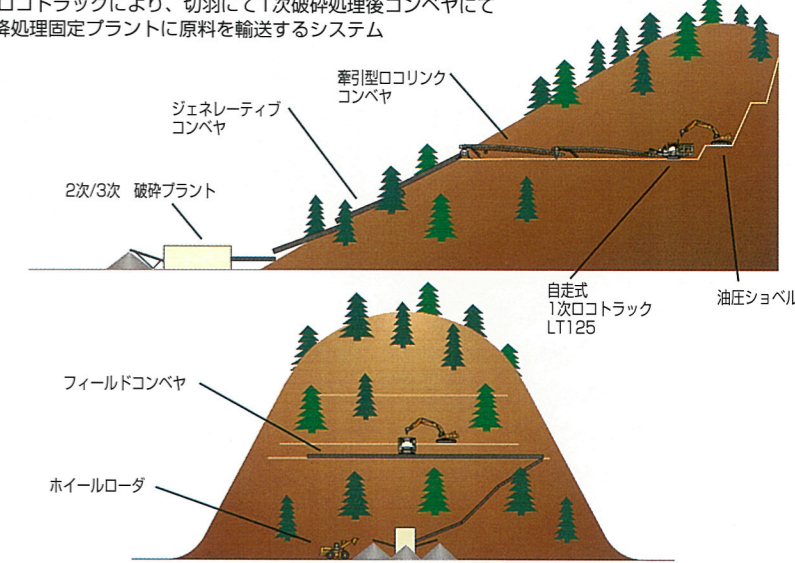
固定式破碎プラントの一部である建築物は、採石事業が終了した後も、簡単に再利用することができません。ところが自走式破碎機の耐用期間は、固定式破碎プラントと同等です（10~20年）。自走式破碎機であれば、採石場が閉鎖になった場合にも移動または売却が可能のため、環境への負荷はさらに小さくできます。環境問題に関しては、概して自走式破碎機の方がはるかに有利です。不必要な運搬をなくすこと自体、不必要な汚染をなくすことにつながります。固定式プラントから環境への悪影響を減

ケーススタディA図：ダンプトラック輸送工法
ダンプトラックにて定置式固定プラントへ発破原石を輸送する工法



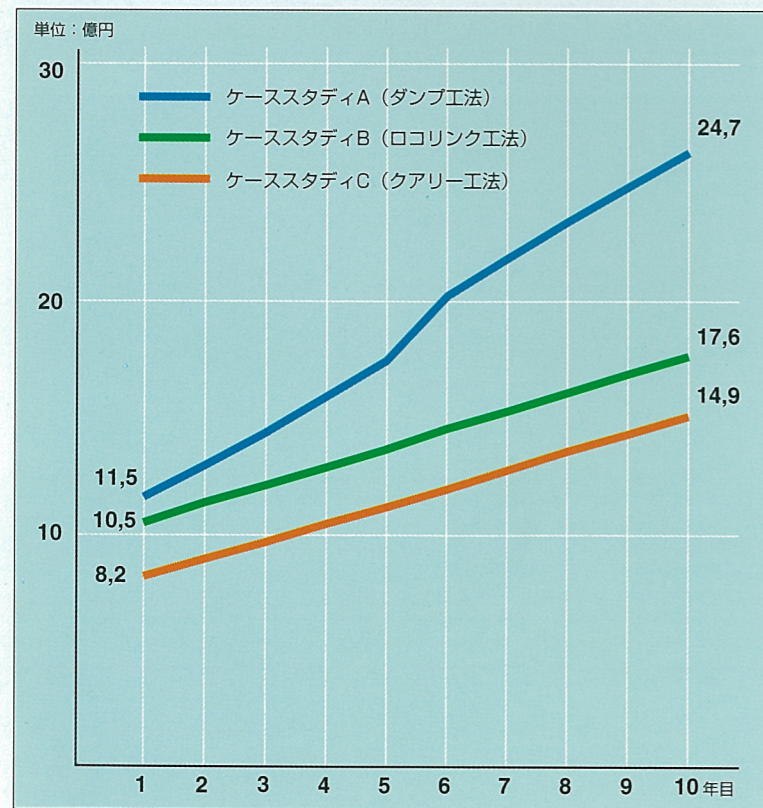
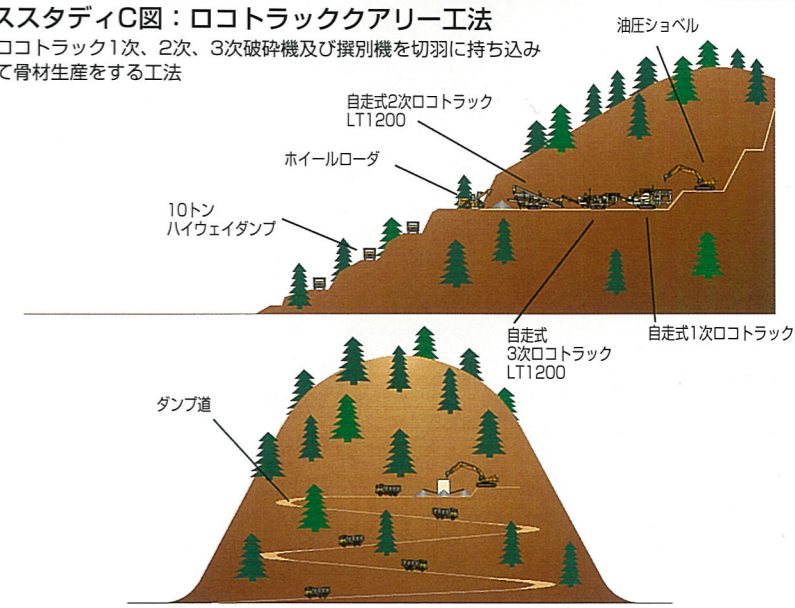
ケーススタディB図：ロコトラック+ロコリンク工法

自走式ロコトラックにより、切羽にて1次破碎処理後コンベヤにて2次以降処理固定プラントに原料を輸送するシステム



ケーススタディC図：ロコトラッククアリー工法

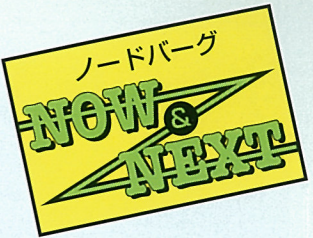
自走式ロコトラック1次、2次、3次破碎機及び選別機を切羽に持ち込み切羽にて骨材生産をする工法



コスト比較表

この表が示すように、ロコリンク法では約30~35%、クアリー法では約40%のコスト削減が可能です（ただし、運搬距離、切羽状況など、諸条件によりその割合は変わります）。

	ダンプ工法	ロコリンク工法	クアリー工法
年間運転費用	146,914,625	78,858,125	75,486,375
直接投資費用	1,006,000,000	975,000,000	745,000,000



らすことも不可能ではありませんが、景観保護や塵埃対策などに多大な出費が必要になります。ロコトラックシステムの場合、環境対策を100%解決できるわけではありませんが、最小限の投資で最大限の効果が発揮できるシステムを組み合わせることができます。最大限の環境対策がなされていれば、採石事業が環境への影響を十分に考慮していると、近隣住民に理解してもらえます。

■労働者への考慮

採石産業は、「汚い、埃が多い、うるさい、危険」というレッテルを貼られています。現在、日本の採石産業は、このような環境で働く若い労働力を確保するという大問題に直面しています。上記では、自走式クラッシャーにより塵埃、騒音、大気汚染を防止する方法を説明しました。これにより労働条件が改善されるだけでなく、採石産業が環境に配慮する産業であるとの評判を得ることができ、ひいては先細りの若年労働力の定着に寄与することができるでしょう。

また、採石産業がベテランの労働者の健康状態に配慮することも重要です。採石場での死亡事故の大部分は、運搬機器に関わるものであるとの統計結果がでています。採石場でのダンプトラックの使用を止めれば、労働環境は採石場労働者にとってずっと安全なものになります。ダンプトラック運搬から無人の自走式クラッシャーとコンベヤに切り替えれば、労働者の数も減らすことができ、事故発生率をさらに抑えることができます。

■作業の柔軟性と新たなビジネスチャンス

自走式破碎は、未開発地域の新規の砕石には向いているが、現在操業中のダンプトラックを使った採石場には向かないという意見があります。これは正しくあり



LT1315 (リンカー社、アメリカ)

ません。ダンプトラックによる投入と自走式破碎機を併用すれば、ダンプトラックの運搬距離を最低限に抑えることができ、大幅なコスト削減ができます。これは、従来型の採石場を自走式破碎による採石場に転換したケースでいくつも実証されています。

従来の採石場では、「くず」と呼ばれる原石は主要製品からは分離して、廃棄するしかありませんでした。しかし、目的のサイズ（例えば0~40mm）まで破碎と選別を行えば、路盤材として利用および販売することができ、自走式であるがゆえ主要製品の生産に負担をかけず、極めて容易にできます。自走式破碎機では、主要製品の生産に負担をかけずに、簡単にこの作業を行うことができます。

北日本や北陸地方では、降雪のため冬季に採石場を閉鎖しなければなりません。斜面に積もった雪や氷のために、ダンプトラックによる作業が困難になるからです。しかしロコトラックを導入すれば、

降雪と無関係に一年中、採石場を操業することができます。たとえ異常に厳しい冬季の天候のために採石場の閉鎖を余儀なくされた場合にも、自走式破碎機であれば別の採石現場に移動して、作業を行うことができます。

ロコトラックの大部分の機種は、多少の改造を加えれば、リサイクル作業を行わせることができます。特に埋蔵原石が少なくなっている採石場では、これは新たなビジネスチャンスとなる可能性もあります。

川床保護や造成土木のために使われる大型の石塊や玉石の需要が高まっています。標準型のロコトラックにオプションで油圧駆動の大塊選別用グリズリを装備すれば、これら的高額商品を簡単に製造することができます。ロコトラックのフィーダ上に装備したグリズリは、油圧ショベルの操作室からワンタッチのリモコンで操作できます。当該製品はグリズリの間隔より大きいため、地面に落ちて独

立したパイルに積み上がり、一方グリズリの間隔より小さな石塊は、フィーダからクラッシャーまたは二次選別用グリズリに投入されます。この方法では、1台の油圧ショベルだけで、破碎と玉石選別を1つの工程で連続して行えます。(P11写真“リンカーLT1315”参照)

採石場の経営者は、地元の地主から土地を賃借している場合もあります。賃借の延長交渉で期限と条件について地主と交渉する場合、固定式プラントより自走式破碎機を使う経営者の方が、いざとなれば設備を簡単に別の場所に移動できるため、より強力な交渉力を持つことができます。

採石場の運用寿命の終わりが近づくと、固定式プラントでは転売価値が低く、基礎や関連するインフラ構造に更なる投資が必要であるため、次の投資自体が困難になってきます。その結果、設備の老朽化と効率の低下により、生産コストの増大を招きます。固定式プラントに代えて

自走式破碎機を使用すれば、採石場はその運用寿命がなくなるまで、生産量も信頼性も高い操業を続けることができます。この設備であれば、原石が枯渇した場合にも償却残存価格(*)で転売したり、新規の採石場に移動することができます。

(*)固定式の場合、残存価格-取り外し工事=転売価格(実態はマイナス)となります。

骨材市場の激しい競争は、大量生産による低い設備コストを実現することができない、中小の生産業者を特に直撃します。スカンジナビア諸国では、規模の小さい操業形態や埋蔵量の少ない原石に対しては高性能の移動式破碎プラントの使用が常識化しています。これらのプラント所有者は、現場から現場に渡り歩き、採石場所有者から請け負った破碎作業をこなします。彼らは1つの現場で数週間作業を行い、1年分の在庫にあたるストックパイルを生産します。これらのプラント

の中には、毎時500トンの処理能力を誇るものもあります。

ロコトラックプラントでビジネスチャンスを開くには、いくつかの方法があります。一つは、数社の中小採石場が提携して、高性能のプラントを購入し、プラントを共同使用して利益を分かち合う方法。もう一つは、他社の採石場で請負生産を行う、破碎代行業者になる方法です。総合建設業者にとっては、後者も非常に有効なビジネス手段とされます。骨材の需要や価格が低迷したら、たとえば、リサイクル現場や土木工用レンタル利用など採石場以外でもロコトラックを使用することができます。

上記の説明のように、ロコトラックシステムは採石業者に多くのビジネスチャンスをもたらしますが、この設備を導入する最も大きな理由は、何よりも会社にとって費用負担の総額が低く抑えられるということです。



LT100+LT1200B (1997年、フィンランド)。