

MINING & CONSTRUCTION

世界の現場より ～ アトラスコプコの機械化岩盤掘削～ 2011 No. 2



レイズボーリングの 世界記録

ケーブルカーの
ハイテク

Page 3



ディーゼル それとも
電動？

Page 10



特集 PowerROC
ROC T35 稼動中

Page 17



Atlas Copco



3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震において、被災された皆様、関係の皆様に対して、衷心よりお見舞い申し上げます。

私どもアトラスコプコも被災地復興の為のご要望に応え、一日も早い復旧へ向け、出来る限りの支援をしていきたいと考えております。

今回のM&Cの特集で取り上げたアトラスコプコのPowerROC T25,30,35の新しいクローラドリルのシリーズは云わば、日本とスウェーデンのハーフです。

開発、製造は日本で始めてクローラドリルを製造販売した旧東京流機製造㈱の主たるメンバーと設備で行われ、日本での営業、サービスも同じメンバーで行われています。

日本の建設機械メーカーは弊社に限らず、国内のお客様の世界一厳しい品質要求と生産性向上要求に応え続けることによって育てられ、輸出産業として世界中で高い評価をいただいております。横浜工場が開発、製造されているCDHシリーズやXLシリーズのクローラドリルも日本国内に限らず、世界中でお使いいただいております。

一方、アトラスコプコ社の本社があるスウェーデンは、ご存知の通り、高福祉、高税負担の国家でありながら、高い一人当たりのGDPをあげていることで、スウェーデンモデルとして注目されています。

そのGDPを支える大きな要因のひとつは、スウェーデン企業が高い教育水準と研究開発投資によって非価格競争力という付加価値のある製品を生み出し、スウェーデン国内市場だけでは飽き足らず、世界中へ輸出可能な優れた製品を送り出していることです。

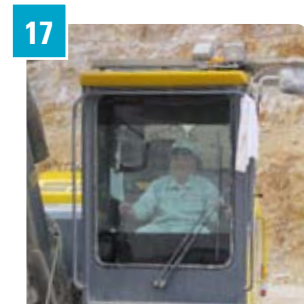
更にアトラスコプコは北欧の古い硬い地盤を相手にしてきた長い歴史の中で卓越したノウハウを築き上げ、世界の鉱山技術をリードしてきました。

PowerROC Tシリーズは新たにその優れたアトラスコプコのドリフタを搭載していることだけでなく、多くのノウハウを取り入れ、横浜工場が開発、製造し、両者の技術の結晶として誕生しました。

私たちにとってこれは大きなチャレンジでしたが、PowerROC Tシリーズは日本での多くのお客様に育てられることで、更に品質を高め、世界中で羽ばたけるよう私たち一同、努力していく所存です。

Tommy Lindner

アトラスコプコ㈱ 土木鉱山機械事業部
部長 大川 裕久



3	ドリルリグをスイスのアルプス山脈にある現場にどうやって運ぶか
6	スウェーデンでは最大級のレイズボーリングプロジェクトが進行中
10	ディーゼル、それとも電動ピットバイパードリルリグ? (アメリカの銅鉱山会社の答え)
14	パナマ運河ではドリラーが貨物船の明日の道をつくる
17	PowerROC特集 3回シリーズ 第二回目 新しい時代の胎動 PowerROC T35稼働中
20	新型ブーマー XE4C は高速列車用のトンネル掘削をスピードアップします
24	最新技術 EDGEを使った深度掘削 - DTHアプリケーション活用の時
26	革新技術 RCSコントロールシステムの可能性発見
31	プレスリリース ドリルリグの名称変更とMGマルチグラップル

マイニング&コンストラクションはアトラスコプコの刊物です。この冊子は製品のノウハウや情報、あるいは世界中の実際の現場で行われている掘削、ボーリング、岩盤補強、ローディングなどの工法を紹介しています。

発行所 アトラスコプコロックドリルAB
SE-701 91 オレフロ スウェーデン www.atlascopco.com
Tel: +46 (0)19 670 70 00

発行責任者 ウルフ・リンダー
email: ulf.linder@us.atlascopco.com

編集責任者 テリー・グリーンウッド
email: terry@greenwood.se

副編集者 ロブ・ナイラー
email: rob@greenwood.se

編集アドバイザー
ウルフ・リンダー、ミカエル・ウェスター、P-Gローレン、
グンナー・ノード、マリエ・フローディン

編集制作、デザイン担当
グリーンウッドコミュニケーションAB
www.greenwood.se

日本語版制作 アトラスコプコ㈱ 土木鉱山機械事業部
email: sales.cmt@jp.atlascopco.com

記事のコピーや複製の自由
全ての製品名、例えばブーマー、ボルテック、ROC、ピットバイパー、ドリルリグ、スマートリグ、スウェレックスはアトラスコプコの登録商標です。
しかしながら、この刊物に記載されているすべての内容、記事はこれらの製品名も含めて無料で自由に複製できます。詳細はアトラスコプコにお問い合わせください。

安全第一
アトラスコプコは取材スタッフの安全のため、全世界の、あるいは各地域の安全規則、法令をすべて遵守しています。
この本の写真のいくつかは取材中の現場状況によりスタッフのコントロールを超えた中で撮られました。アトラスコプコの製品を使っている顧客は安全性を第一に考慮し、現場では危険を避けるため適切な保護器具、例えば耳栓、サングラス、ヘルメットなどを身に付けることを要求されます。





晴れ 舞台へ

スイスアルプスの上空に設置されたケーブルカーから吊るされ、総重量36トンに及ぶアトラスコプコのドリルリグはヨーロッパの最高峰へとゆっくり運ばれていきます。ようこそリントールプロジェクトへ



スイスアルプスから600m内側に入った地域で、ヨーロッパで最もユニークな水力発電建設計画のひとつが着々と進行しています。リントール2015と呼ばれるこのプロジェクトでは、地下発電所、新しいダム、導水路と放水路、そして5kmにも及ぶ迷路のようなトンネルがつけられます。

チューリッヒ南西に位置するアルプス山脈の、標高1kmを越す箇所には20もの現場が設けられている複雑で難しいこのプロジェクトには、頑丈な機器、卓越したエンジニアリング技術、優れた計画遂行力が必要とされます。

この壮大で険しい地形で、頼るべき輸送手段は特別に設置されたケーブルカーのみです。しかし人と機材を運搬することはあっても、36トンもあるドリルを運んだのは前例が無いことでした。

5台のアトラスコップドリルリグが運ばれてきました。(リグコントロールシステムを採用したCOP 2238 搭載の2ブームブーマー E2C 3台、COP 1838 搭載のロケットブーマー 281 1台、そしてCOP 1838 搭載のロケットブーマー L2C 1台)

スイスらしい精密さ

アルプスの現場までケーブルカーを使用しリグを分解せずに搬入したのは、アトラスコップにとって初めての試みでしたが、緻密に計画され成功裡に遂行されました。

この計画を指揮したスイスのアトラスコップのプロダクトマネジャー ステファン・モーザーは「これまでは分解した本体をこのように運ぶことはありましたが、リグをそのまま運んだのは初めての経験でした。しかし心配は無用でした。太さ94mmの輸送用ケーブルはとても頑丈でこれなら大丈夫だと自信を持ってました」と語ります。

「まず1台目のリグをバランス良く吊りし、そして何の問題もなく事が運びました。次々にリグが上空で運ばれて行くのを目にした時には、感激しました」

ケーブルカーは様々な輸送手段として利用されており、30分に1本の割合で動いています。地上基地から山頂までは約20分かかります。モーザーは今では7回もジャンボの運搬を行ない、山頂のジャンボは複雑で難しい地質にも上手く対応していると言います。

「ここは頁岩、粘板岩、片岩の組み合わせだった、この地方の典型的な岩質です。しかも組成比率は場所によってまちまちです」モーザーは続けて、「こういう難しい条件下でも、平均的なせん孔速度は3.5m/分を達成しており、ビットの寿命も長く、誰もが満足できる結果を生んでいます」



正確性の重要さ

トンネル施工業者のマルチ・チュネルボウ社は、何種類かの断面のせん孔と発破を行なっています。作業員は1日3交替で、工事は週7日間休み無く行なわれています。

1日に約500-700m³の岩石が掘り出され、リグは最小限の休止時間で1.5km以上のトンネルの掘削を完了させています。

せん孔作業の正確さが生産性を上げるために大変重要です。トンネル施工を請負っているマルチ・チュネルボウ社の現場責任者、ロルフ・デュバック氏はリグは期待通りに働いてくれると言います。

リグコントロールシステム(RCS)はブーマー E2Cの最も重要なポイントです。(26ページ参照)アドバンスドブームコントロールシステム(ABC)の正確な位置決めにより精度の高いせん孔を繰り返します。効率の良い岩盤破碎が行なわれ、最小限の余掘りで計画通りにトンネルの外周を掘削でき、トンネルの補強、覆工、ズリ出しにかかるコストを削減できます。

アトラスコップ・トンネルマネジャーは、工事に最適な発破パターンの情報をリグ・コントロールシステムに送り込み、ABCシステムはそれに沿って

ブームを自動的にせん孔位置に移動させます。岩盤上にマーキングする必要もありません。

岩盤補強

岩盤補強は基本的にアトラスコップ・スエリックスボルト、グラウトアンカーボルト、メッシュと吹き付けで行ないます。

トンネルや地下空洞の施工箇所に応じ、4mまでの長さには、孔の中で高水圧により膨張するスエリックスボルトを主に、4~12m用には一般的なグラウトアンカーボルトが打設されます。

ロックボルトは主に16~36mm径、破断強度は450kNです。地下水の流入はあまりなく、一次覆工と二次覆工の間に防水シートやグラウトを施工する必要がありません。

自然環境を守る

スイスの土木工事は厳しい環境規制法をクリアする必要があります。リントールプロジェクトも例外ではありません。排出される水は自然に戻す前に濾過しなくてはなりません。発破作業や排気ガスも細かくモニターされ、振動もディーゼルエンジンから来る振動、発破作業から来る振動もコントロールする必要があります。

アルプスを登る：吊り上げられながら山頂の現場に向う、アトラスコプコ Boomer E2 C リグ
 前ページ上：地下発電所に通じるトンネルの中。
 下：新しい発電所の計画図を話し合う、トンネル建設請負業者マルチ・チュネルボウ社の現場責任者、ロルフ・デュバック氏



マルチ・チュネルボウ社はこのトンネル施工を2009年10月に開始し、2016年の完成を目指しています。現場監督のデュバック氏は最後に「このプロジェクトを経験すれば、将来どんなトンネル施工に関わってもたやすいと感じることでしょう」と語ってくれました。

スイスのエネルギー会社Axpoは新しい発電所を2015年には稼働させたい考えです。



アルプスの自然が持つ力を活かす

リントールプロジェクト2015は、チューリッヒからおおよそ80km南西に位置する、現在稼働中のリント・リンメルン AG (KLL) 水力発電所の最新の改良工事プロジェクトです。

ポンプを利用した仕組みにより、発電量を現在の450キロワット時から1450キロワット時と、飛躍的に増加させる計画になっています。

全長1km、高さ35mの重力ダムを新規に1箇所、4台のタービンポンプを収容する巨大な地下発電所、変圧器や電気設備用の第2地下空洞、新しくつくられる導水路と放水路も合わせると全長5kmになるトンネルなどが、このプロジェクトで計画されています。

標高1700mにあるリンメルン湖と、さらに600m上のムット湖を結ぶ山中にこれらの施設を建設する予定です。

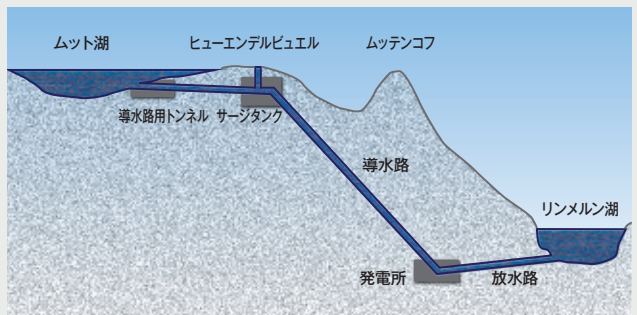
リンメルン湖からポンプでくみ上げられた水はムット湖に運ばれ、2本の導水路

路を通り発電所に流れます。

新しいダム用に80,000m²の岩石が削り取られ、ムット湖の貯水量は900万m³から2500万m³に増加し、水位も28m上昇する見込みです。

ムット湖まで水をくみ上げるのにタービンポンプを使うのか、反対に、落下してくる水を利用して発電するのに使うのかは、時間帯により、つまり電気料金によって決まります。

このポンプの「負荷の平準化」利用により、低コストのエネルギー捻出が可能になります。このエネルギーをオフピーク時にポンプを稼働するのに使い、ピーク時のエネルギー需要に備えます。





キルナ鉱山でのアトラスコプコ Robbins 91RH C レイズボーリングリグ：ベルグティーム社オペレータのウルフ・リンドストルム氏とヨハン・ガルブ氏と共に写真におさまる、最強のパワーとトルクを持つ最先端リグ

勝負を賭ける

スウェーデンの大手鉱山会社LKAB社は、あの有名なキルナ鉱山（スウェーデン）に、新たに大規模な坑道を建設中です。そして、レイズボーリング技術の世界記録に向い、着々と進んでいます。

キルナ鉱山は世界最大の地下鉄鉱石鉱山で、過去10年間深度1045mから良質のペレットを世界中の製鉄会社に供給してきました。

今、その輝かしい歴史に新しいページが加わります。更に320m深い地点に新しい搬出坑の建設が始まったのです。このプロジェクトにより鉱山の採鉱は20年延び、2030年代まで行われるでしょう。

深度1365mでの坑道建設は、最先端の鉱

山技術を駆使しておこなわれる複雑な工事になります。建設は特に史上最大規模のレイズボーリングプロジェクトで、立坑と原鉱石搬出坑の建設では、あらゆる進んだ技術が使われます。

新しいインフラ用に、キルナ鉱山で40km、近くのマルムベルグ鉱山で15km、少なくとも合計55kmの立坑と原鉱石搬出坑が必要です。これらは2014年までに建設される予定です。

スウェーデンの大手鉱山・坑内施工業者ベル

グティーム社は、アトラスコプコのRobbinsレイズボーリングを使いこの建設工事を施工しています。

比類のないパワフルな力

M&Cが取材した際、2台のアトラスコプコのレイズボーリング(Robbins 73RM-DC と大型の91RH C)が現場で稼働しており、さらに3台のRobbins 91RH C が既に発注されていました。5台のRobbinsを使い、90~360m長で最大直径5mの立坑を掘削します。

総重量33トンのRobbins 91RH Cは非常にパワフルで、引抜力は6800kN、常用トルクは



近年のレイズボーリング技術を示す好例：完璧に滑らかで真っ直ぐな壁面と計画通りの孔径

スウェーデンの鉄鉱山では、世界最大規模のレイズボーリング・プロジェクトが進行しています。

450kNmあります。

岩盤は、圧縮強度 220~350MPaの花崗岩、最高350MPaの石英斑岩を含む、いくつかの岩層からなっています。

これら硬質の岩盤では、すぐれた切削能力を持つセコロックMagnum V カッターがリーミング作業時にはRobbinsの強い味方になります。

米国テキサス州にあるアトラスコプロセコロックで開発、製造されたこのカッターは、大きなトルクと引抜力が一体となって最大の能力を発揮します。

4坑ずつ掘削

Robbins 91RHC は最長1000mのレイズ（立坑）を掘削することができますが、ここでは数多くのサブレベルの原鉱石搬出坑を1回に4レベルずつ串貫します。この立坑は水平坑道を結び、最終的には深度1365mにつくられる新しい坑道に繋がっていく予定です。

パイロットホールでの実質せん孔速度は毎時0.95mです。岩層とシャフトの長さによってばらつきはありますが、平均するとリグ1台あたり、1日平均10mのせん孔を行ないます。一箇所の立坑は数ヶ月で完成します。

キルナ鉱山のベルグティーム社プロジェクト・マ

ネジャー、ホーカン・ヨハンソン氏は、昨年のチリ鉄鉱山での感動的な作業員救出で活躍した経験を持つ、レイズボーリングの専門家です。救出法の一つにレイズボーリングも取り入れられ、作業員が閉じ込められた地下の避難所に到達することができました。

「大きなリーマーを使い岩石を掘削することは、既に十分実証済みの技術で、ここで大規模に行なっています。ここでは世界一のレイズボーリング（立孔掘削）プロジェクトが遂行されており、今までの結果に大変満足しています」とヨハンソン氏は言います。

「このプロジェクトに最適なリグがアトラスコ



キルナ鉱山のベルグティーム社プロジェクト・マネジャー、ホーカン・ヨハンソン氏は、チリ鉱山の作業員救出作業に力を貸しました。

》プロ Robbinsだと考えた大きな理由は、そのパワーとコントロール機能からです。特に、Robbins 91の油圧駆動システムは、我々の要求にぴったりでした」

「有効出力は585kWあるので、高速回転時でも非常に高いトルクを維持することができます。パイロットホールのせん孔にも、ドリルロッドはジャミングすることなく、おかげで工事の遅延も主要部分へのダメージも防ぐことができました」



主要部分：レイズボーリングリーマーに取り付けるセクロック Magnum V カッター

ベルグティーム社はRobbins 91RHC に搭載したRCS(リグコントロールシステム)を大きな利点と考えており、必要ならばこの機能を使い今後自動化をさらに進めて行けると考えています。(RCS の記事は26ページをご参照ください)

中断無く行われる作業

キルナ鉱山ではベルグティーム社のオペレータ57人と機械技師7人、近くのマルムベルグ鉱山では12人のチームが働いています。

キルナ鉱山のボーリング作業は、年間365日、1日も休むことなく行なわれています。Robbins 91 RHC は昼夜4人体制で、小型のRobbins 73R はわずか3人体制で作業にあたっています。

1シフトあたりは10時間勤務です。若干の重複はありますが、基本的にオペレータ1人で1シフトこなしています。

パイロットホールをせん孔しながら、オペレータは手元にあるコントロールパネルを使って次の作業用のエクステンションロッドを準備します。ネジジョイント部分にグリースを塗り、次に使用するロッドをリグのロッドアームに装着しやすいような

場所に置きます。

さらにフラッシングが正しく行なわれているか監視し、どんな岩質にこれから進んでいくのかをチェックし、リーミング作業が予定通り行なえるよう備えます。

リーミング作業中のオペレータは、コントロールシステムの様々な機能に目を光らせています。ジャミング発生時にリグを自動的に休止させ、モーターやその他大切な箇所の損傷を防ぐ機能も、コントロールシステムの一つです。

エマの“筋肉”

オペレータのヨハン・ガルプ氏は“エマ”と名づけた“自分専用”のリグが、素早くパイロットホールをせん孔できることに驚嘆しました。

「今のところは1時間に1m弱の速度でせん孔しています。岩盤はとても硬く、抵抗力は大きいですが、それは問題ではありません。エマにはありあまる“筋肉(パワー)”がありますから」とガルプ氏は言います。



輝かしい歴史：北極圏内のスウェーデン北端に位置するキルナ鉱山は、レイズボーリング技術でさらに深くなっていきます。

貴重な資産：ドリルロッドの品質は生産性に大きくかわり、取り扱いには細心の注意が必要です。

66 アトラスコプコのリグは、そのパワーとコントロール機能により、このプロジェクトに最適なリグです。

ベルグティーム社プロジェクト・マネジャー、ホーカン・ヨハンソン氏

ベルグティーム社の深部500m坑道に設置されたサービス用ワークショップでは、すべての1.5mドリルロッドに対し、使用前に亀裂を生じていないかどうかの品質チェックを行ないます。



キルナに向う：アトラスコプコイエローとグレイの出荷されたばかりの最新型 Robbins 91RH C

このドリルロッドは規格製品ではありません。桁外れの負荷にも耐え得るよう、特製の高張力鋼で、1.5mの長さに製造されています。このため、ロッドの取り扱いには最新の注意を払う必要があります。

M&Cが訪問していた時に、新しいレイズ(立坑)がちょうど完成しました。その完璧に滑らかで真っ直ぐな壁面は、近年のレイズボーリング技術がいかに進んでいるかを物語っていました。

全ての鉱山関係者は、キルナ鉱山のプロジェクト進行に目が離せなくなるでしょう。しかし鉱石や金属への増え続ける需要に応えるために、大規模な拡大をしているスウェーデンの鉱山は、ここだけではありません。スウェーデン中央部に位置するガルペンベルグ鉱山でも、同様に規模拡大が行なわれています。

ベルグティーム社は、ここでもアトラスコプ

コ Robbins 91RHC レイズボーリングリグを使い、立坑と原鉱石の搬出坑の掘削を行なっています。

キルナ鉱山の新しい歴史

100年以上の歴史を持つキルナの鉄鉱石鉱山は、今、世界で最も進んだ地下鉄鉱石鉱山だと称されています。

鉱床は、およそ長さ4km、厚さ80m、深さ2kmで、今までに9.5億トン以上も採掘されてきましたが、まだ2/3の鉱床は手付かずです。2010年のLKABによる鉄の生産量は、約2600万トン強です。

1957年からレベルは7回にわたって盤下げされ、新しい坑道建設は1365mの深部で行われています。

出荷品の製造が年間約1900万トンであることを考慮に入れると、鉱山寿命は20年以上伸びたと考えられています。

鉱山の拡張計画は総工費約12億ユーロ(1470億円)で、最初の主要坑道の完成は2013年を目指しています。

ミッション・コンプレックス鉱山での シンプルな選択

アメリカの銅鉱山では、ディーゼルエンジンと電動駆動のリグを使い、素晴らしい結果を達成





両者の長所を合わせる：作業状態にもよりますが、ディーゼルエンジン駆動の Pit Viper 271 の持つ、優れた機動力と幅広い汎用性は大きな強みとなります。また燃料コストが上昇している場合には、電動駆動のリグも理にかなった選択です。

せん孔機を新しく買い換えるにあたり、アサルコ社所有のミッション・コンプレックス鉱山は、2種類のパワータイプのリグを購入することにしました。そしてこの決定は素晴らしい結果を生み出しました。

アリゾナ州ツーソン市から30kmほど南に位置するミッション・コンプレックス鉱山は、アメリカにおける最大規模の鉱山の一つです。メキシコの鉱山グループ企業、グルーポ・メヒコの子会社のアサルコ社が経営するこの鉱山では、銅が0.25%含まれている原石を年間5000万トン採石しています。

アサルコ社は旧式のリグを買い換えるにあたり、11m (36フィート) ベンチと2.1m (7フィート) のサブドリル用ベンチでの使用に、コストパフォーマンスと高い生産性をもたらすリグを求めていました。

ミッション鉱山のベンチパターンは岩盤の組成によって異なり、岩盤は石灰石から珪灰石まで様々な組み合わせがあります。軟岩では9m×10.6m (30×35フィート)、硬岩では5.5m×6.7m (18×22フィート) ベンチパターンを採用しています。

脆弱な岩盤から、以前はドリルパイプに問題を生じていました。鉱山の規模が大きく、岩盤が扱いにくいという難しい状況に対処するため、ミッション鉱山はディーゼルエンジンと電動駆動式リグの両者の機能を組み合わせることにしました。アトラスコプコ Pit Viper プラストホルドドリルリグの2つのモデルに着目したミッション鉱山は、最終的にPV-351でなく、シングルパス対応のPV-271を選びました。

現在は2台のPV-271リグを稼働させています。一台は3年前に導入したディーゼル駆動式、もう一台は2009年12月に導入した電動式です。ディーゼル駆動リグは既存のリグが持つせん孔力を増大させ、多様性を高めることを目的に購入されました。

以前は、古いリグ数台と1台の新しいディーゼル駆動式リグDMM2が、3箇所の切羽で稼働していました。ディーゼル駆動式のPV-271は、シングルパス用のベンチ形成とせん孔掘削に最適でした。幅広いせん孔のケースに対応し、3箇所の切羽の移動もスムーズです。

PV-271は2本の7.6m (25フィート) と、1本の2.4m (8フィート) 長のアトラスコプコ219mm (8 $\frac{5}{8}$ ") 径ティーマロイパイプでせん孔を行います。その下にはセコロックの乾式270mm (10 $\frac{5}{8}$ ") トリコーンビットと1mのスタビライザーを装着します。

ディーゼル 対 電動

電力ケーブルが繋がっているとかがどうかという違いを除けば、どのリグも同じように稼働していると、ミッション鉱山のドリラー、ホアン・サリード氏は言います。電動式リグは大容量の74m³/min (2600cfm) コンプレッサーを、ディーゼル駆



ミッション・コンプレックス鉱山でのアトラスコプロ TEAMALLOY™ パイプ：PV-271には2本の7.6m (25フィート) セクション長と、1本の2.4m (8-フィート) セクション長のパイプを使用。外径は、219mm (8⁵/₈”)。右：ミッション鉱山の作業員に電力セットアップをしてもらい、出番を待つ電動駆動式 PV-271。

》 動のPit Viperは54m³/min(1900cfm)のコンプレッサーを搭載しています。ディーゼルも電動式も、1ヶ月平均、約8000~10000mせん孔します。

鉱山マネジャーのハル・ガルブレイス氏は、ディーゼル駆動のPV-271は素晴らしい働きをしていると語ります。「タイヤ式ではありませんので、猛スピードでリグが現場に駆けつける、とは言えませんが、PV-271は鉱山の何処へでも行っています」現在、採掘は2箇所の切羽で集中していますが、PV-271は今でも必要とあらばミッション鉱山の何処へでも移動しています。

爆破担当マネジャーのラリー・マドック氏は、ディーゼル駆動のリグは素晴らしい結果を生み出していると語ってくれました。ベンチ上の狭い場所の移動も難くこなすので、ショベルカーの作業前まで、休み無くせん孔を行なうことができるとも言います。

「ディーゼルと較べると電動駆動のリグは移動に時間がかかります。ケーブル担当の作業員を待ち、電源を落とし、ケーブルを移動し、ケーブルを垂らす場所も用意しなければなりません。一方、ディーゼル駆動のフットワークの良さは比べ物になりません」

ドリラーのサリード氏は「ケーブル移動にかかる時間はたったの20分ほどですが、作業員がスタンバイするまでに40分かそれ以上もかかってしまいます」と補足してくれました。

ケーブル作業員がベースダウンするということは、作業の中断を意味します。例えば午後の発破にケーブルが必要でも、もしケーブルトラックがバンクしていれば、タイヤ交換が済むまで全ての

作業は中断されます。

ディーゼル駆動リグはせん孔に使う時間を最大限にできます。ミッション鉱山での軟岩で一つの孔をせん孔する時間は僅か20~30分です。ただし、ガーネット・テクタイトや珪灰石を含んだ岩盤では2時間かかります。

マドック氏は「もし時間的に余裕があるなら、作業とメンテナンスコスト面を考慮して、電動駆動がいいのですが、ディーゼル駆動リグの機動力にはかなうものがありません。

コストを比較する

ディーゼル駆動リグの一つの課題はオペレーションコストです。電動式はディーゼルと比較すると61%のエネルギーコストですみます。ディーゼル駆動が燃料代に1Lあたり1ドル(1ガロンでは4ドル)かかることを考えると、電動駆動のリグは魅力的に見えます。

ガルブレイス氏は電動リグの間接経費を挙げてくれました。電動駆動リグは4本の1200mm(4000フィート)長さのケーブルを必要としますが、1本あたりの値段は10万ドル(約850万円)です。またドリル用の138kV-4160V変圧装置に25万ドル(約2120万円)かかります。更に作業現場が変わるごとにインフラを移動させるための人材確保も必要とします。

PV-271用のドリルパイプとビットは最適な選択をしているので、ミッション鉱山では効率のいい作業が行なわれています。Teamalloyパイプは1本あたりの価格は他製品と単純に比較すると高いですが、耐久性と寿命を考えると、せん孔1m

あたりにかかるコストは最終的には低く抑えられます。

Teamalloyパイプの一つのセクションは7.6m(25フィート)長、寿命はミッション鉱山では6週間です。220mm(8.65”)の外径が、203~200mm(8 or 7.9”)径にまで磨耗すると、新しく交換されます。パイプはジョイントの最下部での磨耗が大きく、これをオペレータは「ペンシル」作用と呼んでいます。ビット近くのセクションの磨耗が早いので、ローテーションを組んで他のセクションと交換します。それぞれのセクションでの磨耗が均一化され、結果的に全体の寿命は延びることになります。

ビットについては、乾式のトリコンビットが最適で、ビットライフは2300-2440m(7500-8000フィート)です。地盤にもよりますが、リグ1台あたり毎週2つのビットを消費します。

明快な選択

ラリー・マドック氏の選択は明快でした。「電動もディーゼルも両方使い続けていきたいです。電動式は安いし、ディーゼル式は機動性に優れていますし」と語ります。両方を使うことは作業の効率と生産性を高めることになります。つまり会社にとって、生産性向上を意味します。

せん孔機と発破の設計を正しく行うことが、現場の基本だと、ガルブレイス氏は言います。「せん孔のために1ドル使えば、最終的には10ドル生み出します」



“ 電動式はコストが安い、一方、
ディーゼル式は機動性に優れ
ている

ミッション・コンプレックス鉱山爆破担当マネジャーのラリー・マドック氏



パナマ運河

順調な航海



現在パナマ運河では、航行量を2倍にし、世界中からの通航料収入の大幅増加を図るための拡張計画が、遂行されています。コンテナ船の今後の道は様々なリグにより開かれています。



パナマ運河の全体図：有名な、カリブ海と太平洋を結ぶ商船の最短航路

パナマ運河は世界でも最も重要な貿易ルートの一つです。1914年に開通し、現在は年間14000隻を超える船舶が、パナマ運河を通り、太平洋と大西洋の間を行き来しています。開通から100年近くを経て、パナマ政府は、今までは対応できなかった、より大型で積載量のある船舶を受け入れる準備をしています。

貨物船輸送の大幅な増加が今後数年間に予想されていることを受け、パナマ運河の航行量を2倍にする計画が急ピッチで進んでいます。

2つの巨大な閘門が現在建設されています。一つは太平洋側に、もう一方はカリブ海側に設置され、今までは航行できなかったサイズの大型船舶も受け入れられるようになります。工事で

爆砕を行なっているのは、6台のアラスコプロリグです。

グルーポ・ユニードス・ポール・エル・カナル (GUPC) のメンバー、ベルギーのジャン・ドゥ・ヌル社が、自社所有のROC D7を使い工事を行なっています。GUPCに属する企業は計4社で、他にはスペインのサクイール社、イタリアのインプレギージョ社、パナマのクッサ社があります。

せん孔が果たす2つの目的

COP 1840ロックドリル (油圧式トップハンマー)、89mmドロップセンターのセクロックビット、ナックルブームを搭載したROC D7クローラドリルが、運河の太平洋側に位置する第3閘門で爆砕作業を行なっています。

岩盤は風化した脆弱な玄武岩でできており、900万トンを超す必要があると考えられています。岩石が希少なカリブ海側の現場に骨材を

での



提供するという目的も、リグは同時に果たしています。骨材ははしけに乗せられ運河を上昇し、コンクリートの製造に使用されます。

完璧な正確性

ROC D7クローラドリルは1日に2シフトで10時間稼働し、3つのベンチで9.5m長のせん孔を行ないます。1回の発破でのせん孔は約2000mです。

正確性を高めるため、リグにはアトラスコプロ ホールクオリティシステム HQS MK12が装備されています。このシステムは孔の質を最大限に高めるための、数多くの使いやすい特徴を持っています。せん孔長を計測し、最適な角度も決められます。レーザーを受信するアラインメント装置を使い、オペレータは基準点からずれたリグを正しい場所に移動させることができます。

アトラスコプロPROCOMサテライト・モニタリングシステムも装備されており、ハンマー・パーカッション、エンジンアワー、メンテナンス・スケジュール、リグの位置がリアルタイムでわかります。

難しい岩盤ですが、リグに搭載された現代技術の数々の「武器」により、オペレータはスムーズに作業を進めています。ジャン・ドゥ・ヌル社プラントエキップメント マネジャーのピエテリヤン・



ジャン・ドゥ・ヌル社ピエテリヤン・ヴェルスティール氏：「アトラスコプロが提供してくれるサービスとサポートは、このようなプロジェクトを遂行している私たちには非常に重要です」

ヴェルスティール氏は、こう語ります。「かぶりを取り除いた後、岩盤には勾配も角度もあります。せん孔は完璧でなければなりません。後での修正が利かないのです」

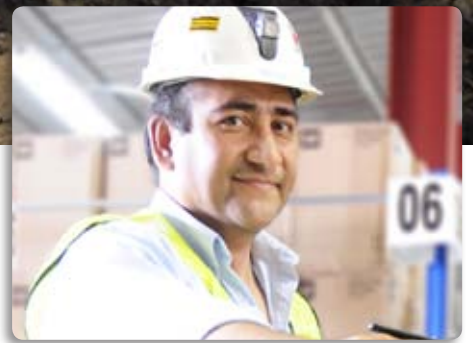
初めての経験

工事業者のジャン・ドゥ・ヌル社はアトラスコプロ製品を、それまで使用したことがありませんでした。設立して間もない、パナマのアトラスコプロカスタマーセンターがフルサポートを提供しました。サポートには、ROC Care と COP Care のサービス契約も含まれています。

アトラスコプロ中米・カリブ担当ビジネス・デベロップメントマネジャーのヒューゴ・アルスは「ジャン・ドゥ・ヌル社のような工事業者にとっても、大規模でパナマ運河の拡張がかかっているプロジェクト全体にとっても、高い品質のツールパーツの用意と経験豊かな技術者は、大変重要なことで



現場に揃ったリグ：パナマ運河太平洋側の第3 閘門でせん孔を行なっている、アトラスコプコ ROC D7 クローラドリル



アトラスコプコのヒューゴ・アルズ：「オペレータは MKI2 ホール・クオリティ システムの操作を短期間で習得し、現場で使いこなしています」

》す」と言います。

「現場には15人のオペレータがいます。全てアトラスコプコのトレーニングを受けた人たちです。HQS MKI2 は大変好評で、オペレータ達はすぐに操作を習得し現場で使いこなしています」

ヴェルスティール氏は加えて、「アトラスコプコが提供してくれる、ジャストインタイムのサポートサービスは、このようなプロジェクトを遂行している私たちにとって、非常に重要です。玄武岩の組成には多くのパターンがあり、ビットの寿命はそれに左右されることがありますが、現在達成している生産性には大変満足しています」と語ってくれました。

「総じて、とてもいい仕事ができていると考えています。COP 1840 ハンマーは堅牢で仕事も速く、リグのフィード・アラインメント・コントロールシステムは、ベンチの形成と計画には最適なツールです」

破砕石の最大許容サイズは30cmです。爆破担当マネジャーのジョージ・ペレス・ブランコ氏は、89mm径のビットを使い、難なくそのサイズを維持できると言います。より大きな孔径で、発破パターンをいろいろと変えて試してみたいとも語ってくれました。

2010年6月、せん孔作業は進行中であり、完了までには後30ヶ月かかる見通しです。運河の拡張プロジェクト全体は計画通りに進んでおり、2014年には完成する予定です。



大型船舶に備える

パナマ運河は全長約80kmで、パナマ共和国の中央部を通り太平洋と大西洋を結んでいます。

アメリカ合衆国によって、1904年～1914年の10年間かけて建設されました。現在はパナマ共和国所有でパナマ運河庁 (ACP) が管理しています。

太平洋側と大西洋側の閘門を閉じることで、船を海面地点に下げたり、運河の水位にまで上げたりします。

現在は通過できる船舶のサイズは全長294m、全幅32mまでと制限されていますが、新しい閘門

が建設されると、全長366m、全幅49m、喫水15mまでの船舶が通過できるようになります。

拡張計画は大事業で、1000人を超える作業関係者が現場で働いています。さらに7000人にまで増加される見込みです。

6台のアトラスコプコROC D7クローラドリルを始め、コンプレッサー、ブレーカ、コンクリートパイプレータ、コンパクターなど、多種多様なアトラスコプコ製品が現場で使われています。





**3次元角度計はすごくいいですと話す
オペレータの久和さんと石田探石(株)が
所有するROC T35**



石田探石株式会社訪問

石田探石株式会社 代表取締役 石田修詳(のぶよし)氏はせん孔機の運転もできます。最初にせん孔機を購入したのは20年前と長い付き合いがある石田社長は、T35は運転席に座っただけですとまだ運転していませんでしたが、アトラスコプコのドリルリグでは901、911や931の運転経験があり、豊富な知識も持っています。当然、機械の選定に関しては慎重で、複数社でデモをし、あらゆる角度からその性能をチェックします。また最新情報を入手するために海外視察にも行かれます。

「海外で稼動していたせん孔機でびっくりしたのは、まずは居住性でした。日本で動いている重機は居住性が良くなったといっても、クッションが良くなったり音が静かになったりしただけですが、アトラスの採石場で稼動していたクロードリルを見たとき、運転席の広さに驚きました。冗談でオペレータが大きいからこれほど広い空間が必要なのかと話すほどでしたが、そのメーカー担当者に聞くと作業環境を良くするために広いキャビンが必要と考え、規定のサイズに捕らわれず少し広くしたと答えが返ってきました。だから、T35の運転席に座ったとき、キャビンが広くて視界がよくなっていたので、これが世界のドリリングマシンの標準になったのかと感じました。クロードリルは俊敏に動ける機械ではないので、周辺の安全確認は大切で、やはり広い作業環境が必要になってきます。乗り心地もよく、この広さは無駄な空間ではないです。」と石田社長は話してくれました。

さらに、T35のデモについて、「採石場の山は複雑なので、性能を確認するために山口工場の採石場でデモを行いました。重要な位置づけの機械は、必ずデモをしてもらって現場の意見を聴きながら購入を決定します。残念ながら、他社の機械のデモはうまく行きませんでした。新型の機械でしたので、新型に対する不安感が少しでできました。そのような時、アトラスコプコの営業スタッフがデモをさせて欲しいと言ってきたのです。正直『またデモですか?』という気持ちでした。

また、ドリフタがヤマモトのものから新しくCOPに変わったと聞いてさらに不安になりました。最初は乗り気でなかったアトラスコプコのT35のデモでしたが、2週間ほどして山に行ったときにはT35のデモは良好で、抱いていた不安はすべて払拭されていました」と話しました。現場のオペレータは、性能は言うまでもなく居住性を高く評価し、キャビンが広がったことで作業性にプラスアルファが付き、例えばオペレータにとってもっとも大切なせん孔中の音が聞きやすくなったと報告されました。保守整備や緊急対応をする本田機工さんからも万全のサポートを得られ、現場からもこの機械を買ってほしいという声があがったので、それならということで購入を決定されました。

現場にて

山口工場でT35を運転するのは同社が育て上げT35の専任オペレータに任命した久和さんです。久和さんはクロードリルの運転経験はCDH-911Cが最初で、T35で2台目です。作業後、毎日1時間ほどかけてグリースアップされているというT35は、半年以上使われているとは見えないほど綺麗でした。

最初の印象と気に入っているところについて

911Cと比べるとT35は視界がいいです。操作性もよく内装も気に入っていますと話し始めた久和さんは、さく孔径76mm、さく孔長12mの孔を岩盤の状態によりますが、1日にだいたい14孔さく孔します。「911Cで気に入っていたところは、アームの角度がいろいろ変わり、ボディがスリムだったので奥まった狭い場所への移動が簡単だったことです。T35は言うことなしです。パワーもあるし、キャビンの中がすごく静かで耳への負担が掛からなくてすみます。ここの山は難しく、ものすごく硬い盤の隣が軟らかい盤だったり、とても入り組んでいます。また水も出ます。谷に向かって移動するときもあり、危険なので移動はとて慎重にします。T35は軟らかいところでは優しく掘り、硬いところはガンガン行きます。泥で詰まり気味になると自動的に戻してくれたりして、慣

れてなくても本当に簡単に運転できます」と話します。

山口工場にあるT35にはオプションの三次元角度計が取り付けられていますが、「人間の目で追いつかない部分を正確にとらえ、機械が斜めになっていてもこの角度計だけは正確に角度を測ってくれます」と久和さんは三次元角度計を最大限活用しています。

また、久和さんは、装薬や発破も自分自身で行いますが、孔の角度がきちんとしているので装薬しやすく、発破も火薬の量の計算が簡単に出来る」と話してくれました。

石灰石鉱山と採石場と異なる現場にいるT35ですが、腕のいいオペレータ達に運転され、機能も最大限に活用され順調に仕事をしています。

おわりに

これからのクロードリルについて話を聞いたとき、前出の二木社長も石田社長も口をそろえて対環境が最重要であるといいました。石田社長はクロードリルの防音性の大切さを上げ、それに将来的にはクロードリルもハイブリット化されるだろうと予測します。二木社長は、これからは本当の意味でユーザーとメーカーのコラボレーションが大切になると言及します。

各業界をリードする経営者達の将来を見据える視点とオペレータ達の評価、メーカーにとってこれほど得がたく有難いものはありません。取材にご協力いただいた皆様には誌上をかりてお礼申し上げます。

さて、特集の第3回目(最終回)ではアトラスコプコのサービス体制について報告いたします。



ゴールは目前

新しいせん孔技術を駆使して、ヨーテボリ鉄道トンネルは急ピッチで完成に向かっていきます。



スウェーデン鉄道システムの大掛かりな改良計画が、2012年の完成を目指し、ヨーテボリ地方でスケジュール通り進んでいます。新しいせん孔機とオートロッドハンドリングシステム (AutoRHS E) が、工事の進捗に大きく貢献しています。





バイデック社プラント機材部門マネジャー、アンダース・エストベルグ氏「リグのオートロッドハンドリングシステムは、本当に大きな味方でした」



カトルベルグ山にて：新しい鉄道トンネル建設現場での、コンピュータ制御のアトラスコボ Boomer XE4 Cトンネルジャンボ。ブラストホールとプレグラウトホールをせん孔している。

スウェーデンのヨーテボリ近くを走るヘーデ・エルベンゲン鉄道トンネルは、間もなく完成の時を迎えようとしています。2010年2月に開始されたプロジェクトは、2011年1月までに全長1.8kmのトンネルの95%以上が掘削されました。ヨーテボリトロールヘッタン間 約70km区間に開通する新線は複線で高速列車が運行できるようになり、スウェーデン南西部の鉄道輸送量が倍増します。

カトルベルグ山を貫くトンネルは幅13.5m、高さ10.8mで、断面積35m²の緊急避難用トンネルと、500mのアクセストンネルも同時に建設されます。

「今までのところ工事は順調です。予定していた目標はすべて達成できています」施工者のバイデック・エントレプレナード社プラント機材部門マネジャー、アンダース・エストベルグ氏は、こう語ってくれました。

これはバイデック社の技術者と新型リグのおかげだと、エストベルグ氏は言います。活躍しているのは、新型で完全にコンピュータ制御されている、アトラスコボ Boomer XE4C です。この4ブームジャンボはブラストホールとプレグラウトホールをせん孔しています。AutoRHS E は作業のスピードと効率に大きく貢献しています。

共同開発プロジェクト

スウェーデンはプレグラウトと2次覆工を行わない施工法が、民間のトンネル建設に採用されている、世界でも稀な国のひとつです。ヘーデ・エルベンゲン鉄道トンネルも同様です。工事を落札したバイデック社（スウェーデンの建設会社 PEAB の下請負業者）は、工事に必要なプレグラウトホールとブラストホールのせん孔に、4ブームリグが必要になるだろうと考えました。しかも、オペレータの数を増やさない方法で作業を行なうことを望んでいました。

バイデック社はアトラスコボとともにリグの開発にあたり、数ヶ月後にBoomer XE4C が完成

しました。4基のブームを持ち、それぞれに高い打撃力のCOP3038さく岩機、長さ30mまでのグラウトホールをせん孔するAutoRHS E、そして全ての機能を1人のオペレータで操作可能な、リグコントロール システム (RCS) が装備されています。

ジャンボは2010年半ばに納品され、今までにおよそ70000mのグラウトホールと30000mのブラストホールをせん孔しました。高い生産性と安全性を発揮しています。

オペレータの安全を守る

ヨーロッパの数多い建設業者と同様にバイデック社でも1人のオペレータが3ブームリグを操作しています。

新しいBoomer XE4C ジャンボの導入成果は、ブームの数が3基から4基に増え、生産性が上がったと言うだけではありません。4基になってもオペレータは1人でいいので、オペレータ同士の連絡ミスの危険度が少なくなります。

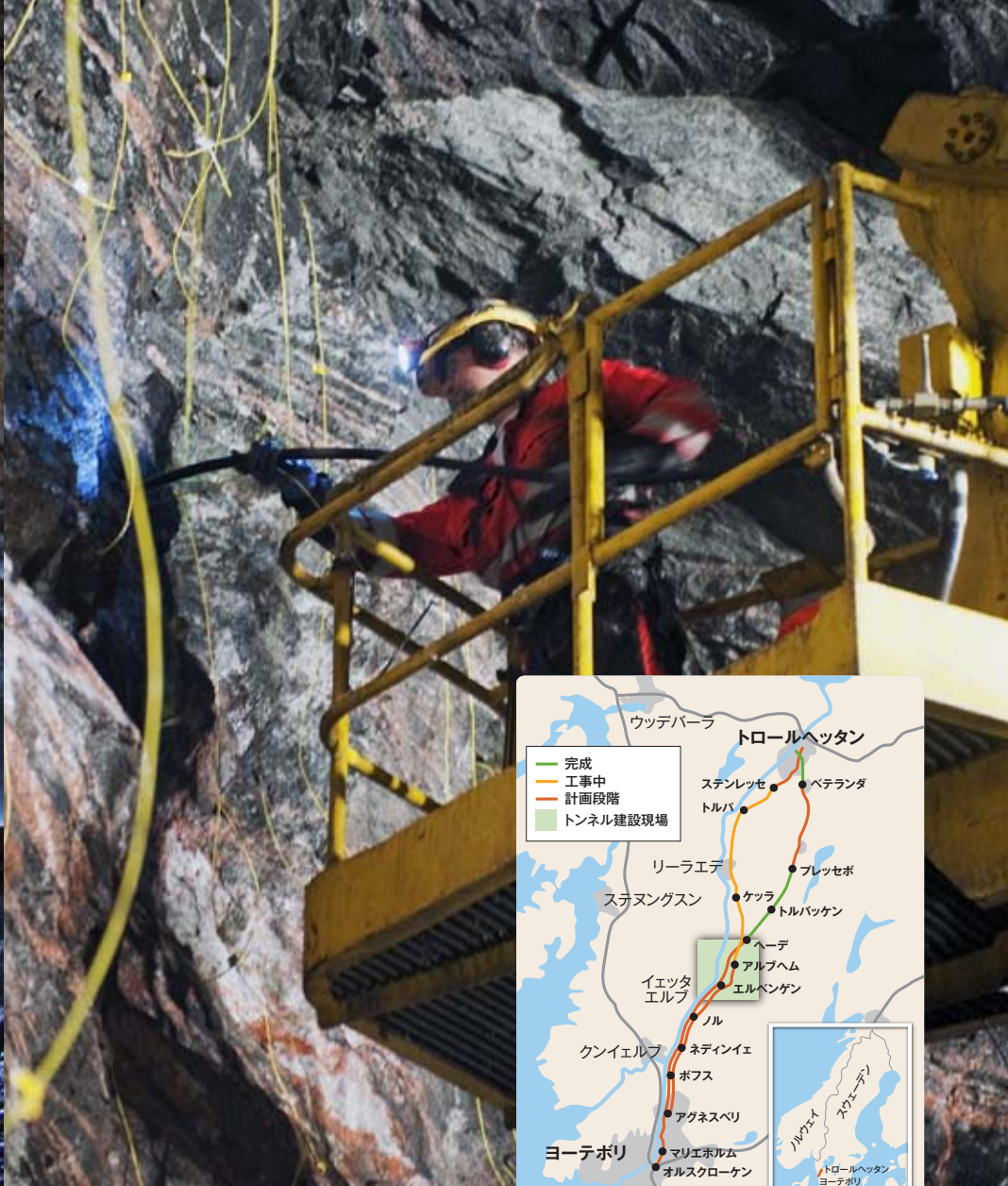
プラットフォーム上で、ドリルロッドを継ぎ足すた

めに、ジョイントにカップリングの装着や取り外しを手動でも、AutoRHS E のおかげでなくなりました。

エストベルグ氏はこう語ります。「Boomer XE4C は本当にいい仕事をしてれています。特にAutoRHS E には満足しています。効率と安全性が高まりました」

それぞれのロッドのカラーセルには3m長のロッド8本が格納されており、せん孔長が20mを越えるグラウトホールのせん孔に活躍します。現場マネジャーのピーター・アールグレン氏は「ロッドを継ぎ足す必要がないので、オペレータはせん孔に集中できます」と言います。

エストベルグ氏は続けて、「一度に4孔せん孔できるとは、作業が急ピッチに進むということです。Boomer XE4C のおかげで、トンネル全長にわたってプレグラウトを施工しながら25m/週の進行が可能です。1回の発破で6m進むので、ジャンボをトンネルから頻繁に出し入れしなくても済みます」と言います。



火薬の充填、発破の準備には、ジャンボのバスケットが利用されています。



正確さも同様に大切です。トンネル作業員は天盤高を正確に10.8mにするよう求められています。高速列車が開通すると、トンネル内部に強力な吸引力が生じます。この圧力を逃がすため、列車の上部と両サイドに十分な空間が必要となってきます。

リグオペレータのニクラス・カールソン氏は、25年以上のトンネル掘削の経験があります。Boomer XE4C は、彼にとってすべての問題を解決してくれる、理想的なリグでした。「この仕事についてから長いので、市場に出ている殆どの穿孔機は経験しています」と語り、さらに続けて「どのリグがどのトンネル掘削に向いているか、また向いていないかは、すぐわかります。Boomer XE4C は、ここでの作業に本当に合っています。

Boomer XE4C は、ここでの作業に本当に合っています。特にプレグラウト作業には最適なリグです。4基のブームについているカルーセルが、一斉にロッドを操るのは本当に見事です。

ジャンボは期待通りに、真っ直ぐな孔を早く掘ってくれます」と言います。

ナビゲーションと位置決め用に、オペレータはトータルステーションナビゲーションを利用できます。この全自動のシステムは、せん孔の正確度を高め、また測量担当者を置く必要もなくなります。バイデッケ社は本坑の掘削と同時に緊急避難用トンネルにも同様のリグ、2ブームのBoomer E2C で掘削を進めています。

鉄道の改良計画の総工費は約15億ユーロ(1,830億円)と目され、ヨーテボリ・トロールヘッタン線の建設に加え、新しい橋と駅の建設も予定されています。新しい鉄道トンネルは2011年半ばに完成予定で、第1号の高速列車の運行は2012年12月、最終的には毎日平均120便が通る計画です。

難しい地盤に挑む

新しいヨーテボリ鉄道に関わる技術者は、いくつかの区間で100m近くある粘土層に建設するという難しい地盤条件に遭遇しました。

さらにエルベンイェン北部とスランペンの間、そしてリーラエデ北部には、「クイック・クレイ」と呼ばれる地盤が広がっています。この地盤は特に鋭敏な特性を持っておりスカンジナビアやカナダの東西海岸で地滑りを起こしたことも知られています。

近くを通るイエータ川の水位上昇を引き起こすという問題も出現しました。地盤沈下のリスクを最小限に抑えるため、広範囲に亘り地盤を安定させる必要が出てきました。

石灰杭による地盤改良対策が採用されました。これは層厚のある粘土層には実績のある工法で、地盤沈下を軽減し、列車の振動を吸収する働きをします。線路の盛土高さは最低でも1.5mにまで引き上げられました。

従来の地盤計測を補うためにGPSも採用され、現地の地盤の変状を測定しています。

新技術 EDGE ダウンザホールハンマの長孔せん孔に威力

オペレータは孔で何が起きているかつぶさに分かります

2年以上もの研究を重ねた結果、長孔せん孔の効率を高める技術が生まれました。EDGE (世界中で特許申請中) と呼ばれるシステムは、DTHを使ったせん孔時にオペレータの目となり耳となり孔底のせん孔情報を提供します。

オペレータにとって、せん孔時に孔底で何が起きているか、どういう状態であるか予測するのは大変重要なことです。とくに100m以上もの深さになれば重要性はさらに増します。

従来、熟練したオペレータは長年の経験に基づいたり、ときには第6感とよばれる直感でせん孔状況を正確に捉えることができました。しかし、それは経験で学んだ推測に終わります。

約2年前より我々は共同開発しているPCテクノロジーと共に、推測よりも正確なツールを開発することを決めました。予測するのではなく孔底がどういう状態であるか正確に分かったかったのです。

今はそれができるようになりました。せん孔の状態の変化が分かるだけでなく、世界初のせん孔モニタリングシステムEDGEのお蔭で即座に確認できるようになりました。

EDGE はセコロックのDTH(ダウンザホールハンマ)を使うドリルリグであれば、どの機種でも装備できます。センサー、システムの頭脳でもあるデータ収集処理装置と7インチモニター(表1)を備えています。

EDGEの仕組み

ドリルヘッドやローテーションユニットに取り付けられたセンサーはマストやリグに取り付けられたデータ収集装置とケーブルで繋がれています。ディスプレイ用のPCはドリルの操作盤付近、オペレータが見やすい位置に取り付けられます。DTHハンマのピストンがビットを打撃した衝撃で装置は作動します。衝撃が捉えられ分析処理され、そのデータはPCに転送されます。PCではグ

ラフィックと数字で表示されます(表2)

孔底で予期せぬ変化が見られると、瞬時に警告が表示され、せん孔作業に支障をきたしたり、機械にダメージを与える何かが起きることをオペレータに知らせます(表3)。

グラフィックの「スパイク(急激なピーク)」は異なる岩石が現れたり地層が変わったことなどを知らせるときにできます。瞬時に知らせが入ることでオペレータは常にせん孔条件を最適化することができます。

勘によるせん孔作業の終わり

長孔せん孔の大半を占めていた石油やガス掘削用にそもそも開発されましたが、オペレータはせん孔状況が瞬時に分かり、最初から最後までせん孔条件を最適化できるようにフィード圧力、回転数などを常に調整できるようになります。別の言い方をすると、オペレータは「勘」に頼るせん孔作業がなくなり、予期せぬ何かが起きるかもしれないという不安もなく、リグを停止しロッドを回収したりするような作業(この作業は数日かかるので)もなくなり、生産性を妨げたり、コスト増加につながるようなこともなくなります。

せん孔中は突然異なる岩層に遭遇し、ビットを破損するおそれがあります。孔のホールクリーニングが十分でなければ、ロッドはジャミングする恐れがあります。フィード圧が不十分だった結果として、チャック内部に起こる微かな振動でせん孔能力がだんだん落ちてきます。例えば何が起きようとも、オペレータが異常にいち早く気づき対処するに越したことはないでしょう。

新しい次元

このように EDGE は長孔掘削業界に新しい扉を開きました。特に、機械の損傷、トラブルシューティングや保守が大部分の費用になっている米国の大規模な石油・ガス業界で採用される垂直掘削には画期的でした。

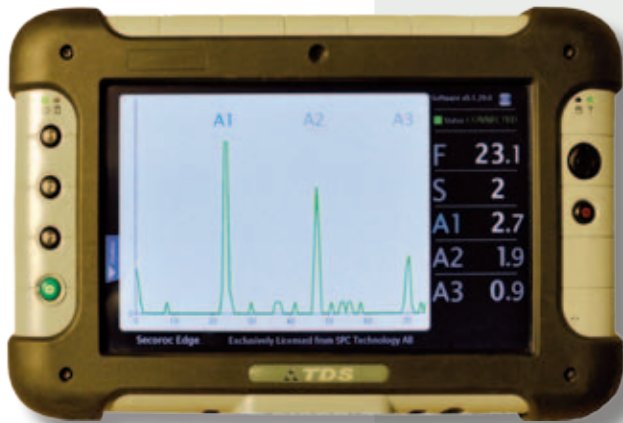
高いせん孔率、機器のライフや信頼性、低燃費、低コストにより明らかに高い生産性と全体的な経済性がよくなります。しかし利点はこればかりではありません。EDGE は経験豊富なオペレータの能力を高めるばかりではなく、新人のオペレータは、今まで長い時間を掛けて「見て、聞いて」孔で何が起きているかを勘に頼って会得していたのを少ない時間で習得できます。

典型的な例

スウェーデンでは、通常オペレータ養成に6ヶ月から8ヶ月ほど掛かります。あるスウェーデンの会社では、EDGEシステムを使って、トレーニング期間を大幅に短縮できました。典型的な例をあげると、深度掘削のスペシャリストであるSYDAB社 では前職がトラックの運転手だったスタッフをトレーニングしましたが、十分な素養を身に付けるまでにかかったのはわずか数週間でした。さらに、リグ1台に EDGEシステムを取り付けて以来、同社は実質的な費用効果も得られています。

別の見方をすれば、このシステムはオペレータがせん孔中に何が起ころか心配しなくてすむので、せん孔作業中に感じるストレスも軽減させます。

例えば、オペレータがフィード圧を調整すれば、効果はディスプレイに直ぐ表れます。また、オペレータが後で孔がどうであったかを見たいと思えばシステムの記録からデータ収集を確認することができます。さらに、このデータは印刷すれば上司への報告として使えます。



EDGEシステムのGPSやワイヤレスインターネットで、離れたところからインターネットを通じてせん孔作業をモニターすることが出来るなど新しい世界が開けます。



図2 せん孔の状況変化がPCスクリーン上でグラフと数字で表示されます。ドリルリグに取り付けられたEDGEシステムはオペレータに大切な情報、孔で何が起きているか、をリアルタイムで提供します。

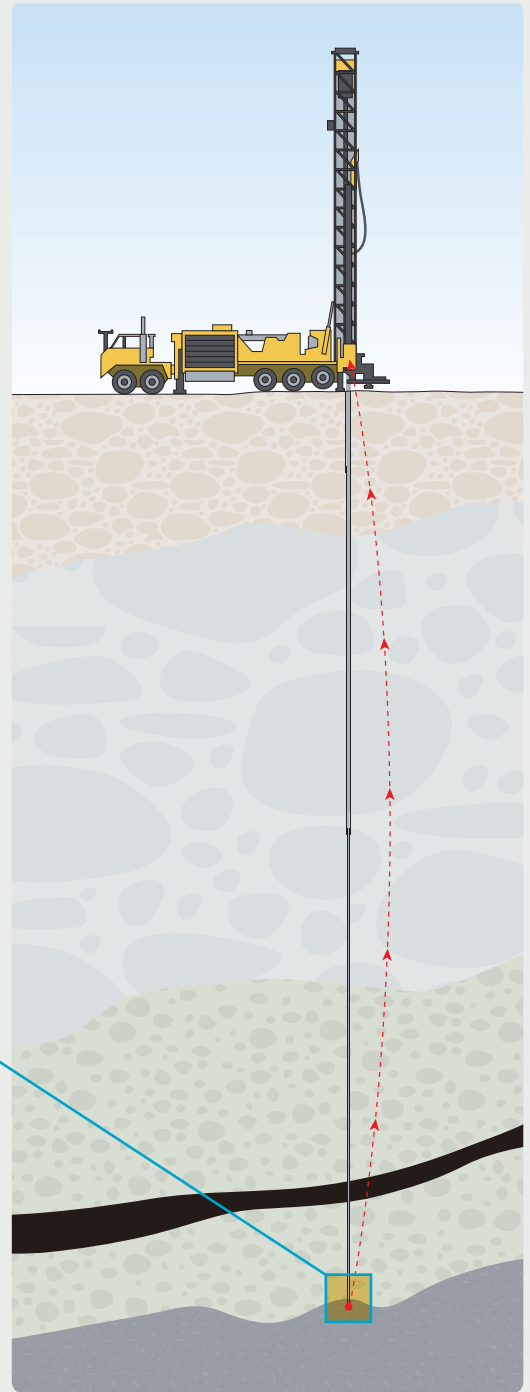


図3 DTH 掘削中に起きていることはすべて収集され分析する為にリグのEDGEシステムに送られます。

図1 EDGEシステムの主要機器：センサー、データ集積プロセッシングユニット、7インチディスプレイPC、ケーブル



アトラスコプセコロックの石油&ガス開発部門のプロジェクトマネージャー、ロン・ボイドはEDGE技術開発チームのリーダーです。

なぜオペレータは EDGE が必要か

孔で発生しているすべてのことをEDGEはモニターしオペレータに伝えます。それらは次の通りです。

岩層の変化

圧縮強度、接合、亀裂、層理/片理面など、せん孔に影響を与える岩層の変化

適正なWOB（ビット荷重）を維持

ビットが常に孔底に接するよう押さえ付けられていると、打撃力が岩盤を破碎するために加えられます。ビット荷重が小さすぎると、せん孔速度を弱めハンマやビットを傷つけ、結果的にビットの破断にも繋がります。ビット荷重が大きすぎるとジャミングを引き起こしビットを過度に

磨耗しロッドを傷つけます。適正なビット荷重は真っ直ぐな孔を作ります。

ホールを綺麗に保つ

ホールクリーニングが十分でないと、くり粉が孔壁とロッドに付着し、孔が詰まる危険性が高まります。また、くり粉を二次破碎することになり、ビットのパフォーマンスを落とし、更にビットを磨耗させます。

効率の良いせん孔

回転数が適正でないとせん孔効率に影響します。回転数は打撃数に応じ、一打撃毎にビットが回転し、同じ場所を二度打撃しないよう、常に新しい岩盤を打撃するようにします。

RCS

RCS 無限の可能性を秘めたコントロールシステム

過去数年の間、将来の土木鉱山業界について討論されてきたことは、オートメーション化、とりわけアトラスコプコの画期的なリグコントロールシステム (RCS) が果たしてきた役割についてです。マイニング&コンストラクションではそのコンセプトを見直しその可能性はもはや無限であり、さらにまだ研究する余地もあると考えています。

古い習慣をやめるのは難しいという諺がありますが、これは土木鉱山業界においても当てはまります。新技術が導入された時、従来方式に固執する人々もいれば、新技術に興味を持つ人々もいます。その中の一部の人々は利点を察知し、機会があればすぐ取り入れます。

日常の作業に重きをおいている人々にとって、アトラスコプコのリグコントロールシステム (RCS) は、重機がコンピュータ化されて以来、おそらく革新的な技術開発であると考えられるでしょう。

それは、RCSが備えている数々の特長や機能ばかりではなく、土木鉱山建設工事過程の発展や、毎日作業をしているプロの作業スタッフの生活にとって何を意味するかも含まれます。

リグコントロールシステム (RCS) は「劇的にシステムを改革した」と言えるかもしれません。というのも、このシステムはいろんな方法で人と機械を一体化し調和させ、活用すれば前例のな

い効率性や生産性をもたらすことができるからです。

未来に戻る

RCSの革新技術によって得られる可能性を理解するため、RCSがたどってきた道を簡単に振り返ります。

RCSは1980年後半に自動車産業では一般的に採用されていたCANBUSシステムからヒントを得て開発されました。CANBUSシステムは、窓の上げ下げ、ミラーの自動調整、ブレーキなど多数の機能につながっているケーブルとセンサーで構成されていますが、アトラスコプコのエンジニアはそれをドリルリグに取り入れようと考えたのです。しかし、ケーブル重量を考慮すると、ドリルリグでは必要なケーブル本数(一般的な車で200本)を大幅に減らす必要がありました。また、全システムを大幅に見直さなければなりません。エンジニア達が考えだした答えは、シンプルの一言につきました。メインケーブル1本(4本のワイヤーを含む)、メインコンピュー

タ(APモジュール 注記参照)1台、ドリルリグとセンサーに取付けた補助コンピュータ(I/Oモジュール 注記参照)数台です。

メインコンピュータは補助コンピュータと通信し、最適な判断を下し命令を出します。それを受け、それぞれの補助コンピュータはブーム操作のような主要機能を個別に制御します。

補助コンピュータがメインコンピュータから送られてくる命令を実行すると、センサーが作動しパフォーマンスデータを集め記録します。収集された情報は保存され分析されるために中央コンピュータに送り返されます。

オペレータがリグに搭載しているコンピュータとコントロールパネルを使うようになれば、将来高い精度を得られる自動化に繋がります。

RCSの本格的な開発は1990年になって始まりました。開発に8年を要し、ようやく第一世代のRCS搭載のアンダーグラウンドリグ「ブーマーL2C」が完成しました。

技術的には成功しました。しかし、すべての面で完璧だったとは言えませんでした。オペ

1998-1999	2000-2001	2002-2006	2007-2010	2011-
第一世代	第二世代	第三世代	第四世代	第五世代
ブーマー (2ブーム) シンバ	ブーマー (3ブーム) ROCスマートリグ ボルテック	ロピンス エクスプロラック スケールテック ケーブルテック ブーマー (4ブーム) スクープトラム	ビットバイバー ダイアメック マイントラック スマートROC (DTH)	現在進行中

アトラスコプコは1990年にRCSコントロールシステムを開発し始め、この12年間で4世代ものROCを誕生させました。現在RCS搭載機械1800台が世界中で展開されており、アトラスコプコはこの技術で業界トップになりました。



トータルコントロール：RCS技術はすべての必要なデータをスクリーン上に表示します。そして、よりよい操作をするために情報は他のスタッフと共有されます。

レータ達は自動化よりも長年の経験に基づく知識や直感が勝れていると考え、簡単には受け入れませんでした。

確かに、コンピュータはオペレータの経験を超えることはできません。

しかし、正しく使えば素晴らしい相棒になります。

未来は自動化システムにかかっていると確信したアトラスコプコはRCS技術を開発してきました。その後はずっとRCS搭載の製品シリーズを製造しました。製品を発売するごとに、コンピュータのハードウェア、ソフトウェアや通信機器の進展と共にシステムもアップグレードされました。

第二世代のRCSプラットフォーム搭載のブーマーは、2000年～2001年に発売されました。そして、2002年～2006年はローダー、試錐機、ロビンスレイズボーラなどの第三世代のRCS搭載機を発売しました。

第四世代のRCSプラットフォームはダイヤモンドコアドリルリグとピットバイパー271ロータリーブラストホールリグに搭載され2007年～2010年に発売されました。

現在アトラスコプコ土木鉱山機械製品の全機種には同じRCSプラットフォームが使用され

ています。そして、アトラスコプコは第五世代のRCS開発に向け研究し続けています。

コミュニケーションについて

M&Cはアンダーグラウンドドリリング機器のプロジェクトラインマネジャーで、RCS開発チームのメンバーでもあるミカエル・ラムストロームにプロジェクトの見通しについて訊ねました。

「開発のポイントはドリルリグのコントロール方法の改良だけではなく、稼働中の本体かどのようにすればもっと効率的に連携できるようになるか、その方法を確立することです」と彼は答えました。

「大切なことは、鉱山事務所とオペレータが情報を共有でき、その情報が作業に携わっている他の人々にも伝えられること、作業結果が記録され分析されることです。すべては正確性と生産性向上のためです」

PCMCIAカード

ドリルリグに使うPCMCIAカードの発表は画期的な事でした。これらは鉱山事務所での掘削計画と一緒にプログラムされ、そして、リグのRCSシステムに組み込まれます。自動モードの

開発者の声



ミカエル・ラムストローム：「以前はできなかったやり方で微調整しながら操作できます」



テッド・アイクマン：「避けられない休止時間や生産性の損失を少なくできます」



マーカス・ランドベルグ：「予防保守点検を効果的に行う鍵です」



オラブ・クビスト：「行うことすべて記録化できることがとてもいいです」



RCSの概要

RCSは共通のコンピュータ制御システムで、アトラスコプコの全主要機種をつなぎます。

DCS(ダイレクトコントロールシステム)とECS(電気コントロールシステム)の開発は、これまで考えられなかったスケールの通信と管理を可能にしました。プログラミング、保守、トラブルシューティングやソフトウェアのアップグレードが一般的なラップトップコンピュータをつかって簡単にできます。付け加えて、RCSはオペレータの水準と機器の安全性の高い基準を確立しました。

すべての機械に共通言語を使用し、掘削、積み出し、運搬操作を最大限に活用できるように配慮しました。

左は、これらのすべてのアプリケーションに対応しているアトラスコプコの機種です。

掘削では、プログラムに従うだけでブームは自動的に正しい場所に移動できます。

PCMCIAカードは現在ではもはや使われなくなり、鉱山事務所からリグへの指示は、掘削パラメータを簡単にリグのスクリーンに映し出すことができるUSBかWLANを使って行われます。事務所で練られた掘削計画は、リグが鉱山のどこにしようとも直接伝えることができます。

世界中でRCS搭載機械は1800台以上稼働しており、この将来を見越したこの技術でアトラスコプコは業界をリードしています。

RCS技術を活用している会社は、ヴェーデッケ社、マルチトンネルパウ社、ベルグティーマット社、以前M&Cで取材したポリデン社、NCC社、ILFS社など多数あります。

RCS搭載機械用にトレーニングプログラムも開発されました。アトラスコプコはオペレータにドリルリグシミュレータを使ったトレーニングプログラムを準備しました。このプログラムはブーマー、ROC、ビットパイパーやスクープトラムローダーなどの操作に活用されます。その結果、今はコンピュータ化掘削は世界中の現場で浸透してきました。

情報の重要性

もし、コンピュータ化掘削が当たり前になるとすれば、将来RCSはどのように進展するでしょうか？

第五世代のRCS開発計画は現在進行中ですが、焦点が変わりましたとミカエル・ラムストロームは説明します。「RCS開発は3段階あります。最初は操作に注目しました。次は、通信です。そして今は情報にシフトされました」と話します。

「今日注力しているのは、指示された作業に関連する情報のうちどれをどの機械に伝達す

るかを識別させることです。RCSは本当に素晴らしいツールです。第五世代のRCSが目指すところは、昔は考えられもしなかったようなやり方で全作業を最適化します。そして、もっともいいのはシンプルなことです」

アトラスコプコのRCS技術は、土木鉱山業界の長期的な視野に基づき開発されています。RCS搭載機械を選ぶ会社が増えれば、革新技術の可能性が広がります。そうなるのもそれほど遠くないでしょう。

注記

RCSの基本モジュール

アプリケーションプログラムモジュール (APモジュール)

メインプログラムのモジュールです。ベンティアムと互換性があります。

入力/出力モジュール (I/Oモジュール)

ドリルリグの機器の中には、圧力センサのようにアナログ信号で稼働するものがあります。

I/Oモジュールはアナログ信号をデジタルに変換し、アプリケーションモジュールに伝えます。

また、反対にアプリケーションモジュールから送られるデジタル信号をアナログ信号に変換しアナログ機器に送信します。



アプリケーションプログラムモジュール (APモジュール)



入力/出力モジュール (I/Oモジュール)

坑内用機械における ポテンシャル

坑内用機械のドリルリグ、ローダー、マイントラックは、同じRCSプラットフォームを共有することで同じ言語で交信でき、一箇所から簡単にコントロールできます。

これにはIREDES (International Rock Excavation Data Exchange Standard 国際岩盤掘削データ交換基準) フォーマットに基づくローカルエリアネットワークにすべて統合される必要があります。そして、アトラスコプコはこの開発に参画しています。

たとえば、RCSシステムから得られるすべてのデータは中央サーバーに送られます。そこで、これらのデータにより管理者は計画や保守に基づき機械を最適な場所に移動させ、エネルギー削減やコスト削減ができるようになります。

ミカエル・ラムストロームはこう説明しました。「情報は最大の利益をもたらします。たとえば、掘削データが必要になるのはオペレータばかりではなく、装填や発破工程を最大限に活かすためにも必要になります。将来RCS技術は換気装置や電力管理を通じてもっと幅広く環境を改善することに应用されると考えています。例えば、

現在鉱山業界の管理費の半分は空気や換気装置の冷却や加熱に使われていますが、RCSがもたらす情報に基づき換気装置が最大限に活かされれば、すての換気は本当に必要なエリアだけに使われるようになります。」

「また、その情報は鉱山においては水の消費を最大限に活かす方法と、そうすることで機械のパフォーマンスが向上することを示しています。すなわち、さく孔機ごとにパフォーマンスが上がり、緻密でよりよい対応や品質管理をすることで継続的に高い生産性をもたらします」

積み込みや運搬ではRCSは強みを発揮します。エンジン、トランスミッション、油圧やブレーキなどの主要装置を常時モニターし、RCSは警告を出すばかりでなく、オペレータが正しく操作できるよう手助けします。安全性や有効性が高まり管理費が削減できます。

故障や警告はシステムに記録され機械上でも見ることができます。また、USBメモリースティックに保存できます。これは機械の休止時間の削減につながり、問題を認識でき予防策を練ることができます。



坑内機械の開発担当者、ミカエル・ラムストロームとマーカス・ランドベルグ

ローダーとトラックのプロダクトマネージャーのマーカス・ランドベルグは、RCS技術はローダー操作をさらに効率良くしたと話します。「例えば、製品やエンジン時間の情報がすぐ分かり、効率よく積み込みできるようになります。つまりローダーのオペレータがステータスライトで状況を確認している間、マイントラックのオペレータは、スクリーン上でそれをモニターできます。そうすることで、積載量の加減がわかり重量オーバーしたり少なすぎたりすることがなくなります」

「RCSを効率的に使用すれば、トラクションコントロールができるようになり、ズリの搬出中に車輪に伝わる余分なパワーを削減できます。これによりタイヤのスリップが減りパフォーマンスが向上しました。タイヤの摩耗も減りました。オペレータは鉱石やズリを効率的にすくいバケット一杯に満します。タイヤがスピンする心配がないので、生産性が上がり管理費を削減できます」



搭載技術: ブーマー XE3 に内蔵されたメインコンピュータに保存されているすべての情報はプロジェクト関係者に提供されます。



搭載技術: RCS コントロールシステムのお陰で、スクープトラム ST14 ローダーは、積載重量、トン数、サービスなどの情報を集め共有することができます。

明かり用機械における ポテンシャル



明かり用機械の開発担当者、オラブ・クビストとテッド・アイクマン

SmartROC D65 に代表されるクローラドリルROCシリーズに搭載されているリグコントロールシステムは、明かりの現場の作業方法を根本的に変えました。

設計のオラブ・クビストは次のように説明しました。

「さく孔径が64mm~203mmぐらいの土木鉱山現場や採石場で使われる機械について研究しました。ROC D7C を初めて採用して以来、昨年オーストラリアで発売された最新のモデルのSmartROC D65 に至るまで段階的に我々はRCS搭載機械を開発してきました」

「これらの機械に搭載されたRCSの特徴は、リグの状態のすべてを記録することができることです。つまり、現場で何がおこったか遡って確認することができるのです。記録がなければ、どういう状況に置かれているか把握できません。この記録をどのように活用していくかで可能性が広がります。」

「RCSは使いやすい場所に取り付けられています。また、これは大変便利なシステムですが、オペレータは操作になれるまで多少の時間を要します」

「位置決めやセットアップから掘削、データの記録、報告や保守計画を通じてお客様はすべてを管理できます。お客様はすべてのデータをまとめ活用していけば、可能性はさらに広がるでしょう」

ノルウェーの鉱山会社ブロンノイ&カーク社を例にあげます。同社は2台のF9Cと1台のD9Cを石灰石の掘削に使っていますが、ROCManagerを使ったHNS(ホールナビゲーションシステム)やMWD(掘削中の計測システム)の機能をとても活用しています。計画や結果を記録し文書化する機能をドリルパターンに活用し、平均の採石能力を1シフト当たり5000トンから7000トンに上げることができました。

シミュレータトレーニングは世界中で使われていますが、オーストラリアでは、ROC D7C、D9CやF9C、ピットバイパーのオペレータのトレーニングに導入されました。

アメリカのコントロールシステムデザイナー、テッド・アイクマンは、ピットバイパーを使った露天掘りの大口径掘削ではRCS技術がとても貢献すると確信しています。彼はその理由を次のように話してくれました。「いくつものプロセスが自動的にプログラムされています、ということは、一度起動させてしまえば、掘削中であってもオペレータはドリルから離れることができます。シフト交代のときにも、リグはせん孔を続けるようにプログラムできます。オペレータが次のオペレータに代わる際、リグの休止はどうしても避けられませんでした。今はその時の生産の損失をも抑えられます。」

「今日では、機械はシフトの入れ替わり中でもそのまま動いています。オペレータが記録を確認したり、前のオペレータのシフト時に記録され

たデータや次のシフトの作業データを確認している間も機械はずっと動いています。

「RCSプラットフォームの一番いいところは、ピットバイパーに関して言えば、自動走行機能、自動レベリング機能、ドリルリグが誤操作されたときに、人員を怪我から守り、機械の破損を防ぐ数多くの自動安全ロック機能があることです」

いろいろな面でRCSはオペレータの役割を技術サポートの役割に変えましたが、オペレータの役割が無くなるものではないとアイクマンは強調します。

「鉱山オペレータは常に技術的に優秀であることが求められています。我々のゴールの一つは鉱山に正確な情報を提供することです。そうすれば、プロセスを改善するための判断ができてやすくなります」



オーストラリアの現場では： SmartROC D65 (左) と ピットバイパー 235 は RCS 制御機能を約 60 社の土木鉱山会社に対しデモしました。



シミュレータトレーニングについて： アトラスコブコのドリルリグシミュレータとオペレータのトレーニングプログラムで世界中のオペレータ達はコンピュータ制御の掘削技術を身につけることができます。

安全な毎日のために



写真撮影のためにヘルメットを脱着しています

日々の作業を守るために
正確性を鉱山・土木技術に取り入れた国際的なトレーニングプログラムとその資格制度をはじめました
我々は豊富な経験と革新的な技術をこれからもずっと提供しつづけます
アトラスコプロはこれを
「Sustainable Productivity」(サステイナブルな生産性)といいます

www.atlascopco.com/rock

Sustainable Productivity

Atlas Copco