尾 太 鉱 山 の 採 鉱 法

正 会 員 松 尾 高*

Stoping Method at Oppu Mine

Takashi MATSUO

At Oppu mine cut-and-fill method is applied to veins dipping at 20 to 30.

The rationalization has been mainly accomplished by speeding up production at fewer working stopes by using slushers for waste filling and ore slushing.

1. 緒 言

昭和29年出鉱開始以来、当鉱山操業の基本的構想の一つとして坑内操業機械化の採用と相俟つて作業系統を単純化し、操業の集約を企図した。

操業開始以来、経過年数も浅く、しかも、出鉱は主として採鉱に依存してきた。(第1表 生産実績)したがって、採掘方式は当鉱床の種々の条件に対する実績を経っていないので、標準方式を確立するための試験を兼ねた採掘操業を実施中である。

第1表 生産実績

年 月	粗 鉱 量 (t)			品 位 (%)			坑内1人 1ヵ月当 り出鉱量 (t)	採掘出鉱比 (%)	
	探鉱	採掘	計	銅	鉛	亜鉛		探鉱	採掘
31年5月	4,791	719	5,510	0.93	2.07	4.32	71	87	13
6	5,516	-	5,516	0.90	2.07	3.91	72	100	-
7	5,028	426	5,454	0.91	2.07	3.94	70	92	8
8	4,834	668	5,502	0.93	2.69	4.24	66	88	12
9	5,335	500	5,835	0.91	2.37	4.21	68	92	8
10	5,717	300	6,017	0.96	2.61	4.32	71	95	5
11	5,802	-	5,802	1.00	2.61	4.50	68	100	-
12	5,272	989	6,261	1.10	2.20	4.36	75	84	16
32年1月	2,565	2,333	4,898	1.05	2.78	4.94	58	52	48
2	3,893	2,212	6,105	1.05	2.86	4.16	71	64	36
3	4,145	1,237	5,382	0.98	3.50	5.05	64	77	23
4	3,954	1,553	5,507	0.93	3.07	5.00	66	72	28
5	4,730	2,282	7,012	0.86	2.06	3.88	75	67	33
6	5,362	1,685	7,047	0.85	2.44	4.00	75	76	24

2. 操 業 概 要

機械化による集約操業を円滑に進捗させるため、第1図のように大体機械的に、組織的な開坑を進めている。

採鉱作業は、水平及び斜め掘上りの何れも、2人組編成による2シフト2ラウンド操業を行い、1切羽の速度を増加して比較的少数の切羽設備にとどめている。

また採掘作業は、切羽を集約稼行する配置を行い、採鉱作業同様、組編成による2シフト2ラウンド操業を実施している。

主な切羽使用標準機器は次の通りである。

水平採鉱 エヤーレグ2台、ショベルローダー1台、グランビー鉱車3台、2t蓄電池車1台、セレン自動充電装置1台

斜掘上採鉱 エヤーレグ1~2台、空気または電気スラッシャー1台、スクレーパー1台

採掘 エヤーレグ2~4台、空気または電気スラッシャー4台、スクレーパー4台

1切羽1ヵ月当り出鉱量は650~750 t、坑内員1人1ヵ月当り出鉱量は70~75t 程度となつている。(第1表)坑内員編成表に見る通り、間接人員が少い。(第2表)運搬系統は切羽の集約に伴い開発途上にあるに拘らず、鉱石及び充填ズリ何れの系統も、比較的集中運搬が行われている。しかし乍ら、今後急速な開坑の進展に応じて、鉱石、充填ズリ、人員及び資材を総合した運搬系統の全面的合理化を実施する段階に至る見通しである。通気は第1図のように、機械的に系統的開坑を進めているため、極めて良好で環境は作業に好適である。保安成績は第3表の通り、概して良好となつているが、その原因として、機械化により疲労が少ないこと及び開坑方式にもとずく通気、温度等環境の良好なことによる好影響は見逃すことができない。

3. 採鉱法決定に影響ある鉱床の特徴

緑色凝灰岩中に胚胎する緩傾斜の裂口充填鉱床で、走向N57°E、網状脈、鉱染部を伴うことが多い。構成鉱物は黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱を主とし、脈石は

第2表 坑内員編成

職 名	人 員	比 率 %	備 考
探 掘	51	56.7	こ の 期 間 の 外 勤 者 3 名
掘 柱	13	14.4	
搬 運	13	14.4	
作 業	8	8.9	
転 載	2	2.2	
運 搬	3	3.4	
計	90	100	

* 尾富鉱業株式会社尾太鉱業所採鉱課長

第 1 図

第 3 表 災害調査表 (32年度)

月 別	延稼働日数	災 害 件 数			
		死	重	軽	計
1	2,454	-	-	-	-
2	2,412	-	-	-	-
3	2,651	-	-	-	-
4	2,630	-	-	-	-
5	2,820	-	1	-	1
6	3,011	-	-	1	1

石英の外、時に菱マンガン鉱を伴う。主な特徴は次の通りである。

(1) 鉱床の傾斜が緩く $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ である。

(2) 脈幅は $0.5 \sim 4.0\text{m}$ 、平均 1.3m で、下盤側は漸次硫化鉱の鉱染を伴う珪化した硬い岩質となり、新鮮な母岩に変る。上盤側は走行断層を境として、鉱床と母岩との境界は明瞭で分離し易いが、角礫帯時には粘土の薄層を伴い比較的崩壊し易い。鉱石品位は上盤側が良く下盤に行くにしたがいほとんど硫化鉄の鉱染のみの貧鉱となる。時には下盤側母岩との境界に粘土の薄層を伴うこともある。

(3) 粘土層または上盤際角礫破碎帯に沿って湧水を見ることがしばしばある。この場合は特に剝離し易い。

(4) 鉱石には小晶洞多く孔壁が崩壊してさく孔し難い。

(5) 品位は比較的均一で、一鉱画の平均品位は比較的正確に見込得る。

(6) 鉱脈の膨縮及び傾斜の変化は甚だしくない。

(7) 富鉱帯は肥大する外、中石を挟み 2 枚に分れる

ことが多い。また中石の部分が晶洞を多く伴う脆い貧鉱となつてることがあり、この場合は崩落し易い。

4. 採 鉱

4・1 鉱床の特徴に対して、採掘に際して基本的な考慮された事項

(1) 鉱床が緩傾斜なるため、破碎された鉱石、充填ズリ等の切羽運搬には重力利用の坑井を使用することができないので、切羽運搬に多くの労力を要ししかも能率も悪い。これに対して切羽運搬の機械化を採用した。機械としてはスクレーパー、鋼製トラフ等を試みたが、結局スクレーパーを採用することとなつた。

(2) 上盤時に下盤際は粘土帯、破碎帯に境されることが多く、しばしば湧水を伴うので緩傾斜なると相俟つて崩落の危険があるので充填採掘を採用した。

(3) 富鉱帯については前章(7)に述べた通り、肥大する外、中石を挟んで岐れる等の特徴から、概して特殊の採掘法をそれぞれの場合に応じて講ずる必要がある、画一的方式を適用できないことを考慮する必要がある。

(4) 充填採掘を円滑に操業するためには充填系統を整備する必要があるので、第 1 図に示す坑外採掘を行い、グリズリーを付した貯鉱用坑井を設けた。

(5) 採掘切羽の配置は機械化と相俟つて組織的に集中して効果をあげるため、第 1 図 0 号～10 号間を対象とした。なおズリ充填系統もこれに対応させた。

(6) 採掘準備としての開坑は前項その他を考慮して系統的に、したがって機械的に進めることとした。電車坑道は垂直距離60m, 斜距離120~140m, 斜掘上間隔は30mを基準とした。

(7) 緩傾斜なるため上盤を弱めないようミリセカンド発破を採用した。

4・2 採掘法

種々試みられたが、最近の採掘法2種の概要をあげる

(1) 旧採掘法(第2図)

水平カットアンドフィル採掘法である。ただ異色な点は緩傾斜なるために起る問題とその対策によるものである。切羽採掘要員は1方2名1組とし、さく孔発破、鉦石スラッシング、ズリ充填スラッシングを行う。また充填の際の堰矢及び要すれば切羽支柱は支柱員をその都度参加せしめる。2シフト2ラウンド操業で作業工程は第4表の通りである。

この採掘法で特に改善検討を要するのは次の点である。

a ズリを斜坑から切羽へ導入する立木場においてスクレーパーの掻込能率が悪い。(第3図)

b 切羽内横スラッシングの距離 30m は遠過ぎる。15m位がよい。

c 立木場作業で採掘員の採掘作業工程が中断されることは好ましくない。(第3図)

第4表 採掘作業工程(旧)

作業工程 サイクル	人員	所要 方数	作業量 (t)	摘 要
さく岩発破	2	8	320	2スライス連続採掘する。採掘幅1.50m, 比重3.2 1人はさく孔作業に必要なため若干鉦石スラッシングを行う
鉦石スラッシング	2	8	320	1人は緩傾斜のため下盤に居付く鉦石を掻き下ろす等補助作業をする
ズリ充填準備	4	1		充填用堰矢, 人道ズリ落下防止工事スラッシャー移動。支柱員2名増員する
ズリ充填	2	8		1名ズリ坑井縦スラッシング1名切羽内横スラッシング, その他上盤搬送作業
合 行	延52工	25	320	以上の工程を繰返す
綜 合 工 程			平均 26t/日	6t/工

d 切羽面を若干傾斜させてスラッシング能率を上げるようにした方がよい。

e 出鉦量が若干不足のため、スラッシング斜距離の長いことと併せて鉦石縦スラッシングの能力には向上余地がある。

f 緩傾斜のため比較的高品位の粉鉦が下盤に居付いて残鉦となるのでこれをスクレーパーに撥ね込んでやる必要がある。これは多くの労力を要するばかりでなく、スクレーパーの工程を制限する。

g 緩傾斜のため充填終了時、ズリの面は鉦脈の上盤に対し直角にならない。したがって破碎された鉦石が第4図のC部のズリ面につて掻き下ろすに多くの労力を要する外ズリの混入も避けられない。またスクレーパーの能率を制限するのはもちろん、保安上も好ましくない。

h 第4図に示すaよりbが甚しく長いので天盤が悪いときは、危険である。特に鍾幅4mを超す場合はさらに困難を増す。

(2) 新採掘法(第5図)

水平カットアンドフィル採鉦法であることには変りないが、主な改良点は次の通りである。

a 横スラッシングの距離を15mとしてスクレーパーの能率向上を図った。

左 第2図

中 第3図

右 第4図

第 5 図

b 採掘要員は1方2名1組を2組計4名の協同作業とする。2シフト2ラウンド操業であることは同様である。第5図において1組は甲、他の1組は乙スパンを担当する。

c 中央の斜掘上りはズリ搬入専用とし、旧方法ではスクレーパー 能率上の隘路となつた立木場は不要となる。またそれだけ、支柱作業等準備作業による採掘作業の中断がなくなる。

d 切羽面を傾斜せしめてスラッシング能率の向上をはかった。

e 出鉱量増加のため鉱石縦スラッシングの能率が向上する。

f 第4図において旧採掘法の場合はaの長さはさく岩作業時の所要空間として2mを必要とするのでbの長さはこれに制約されて短かくできなかつた。新採掘法の場合は第3回目のスライスはさく孔のみを行い、発破せずに直ちに充填工程に移ることにしたので、aは1m従つてbも短くなり、保安上この点改良された。

以上の結果、切羽配置、作業の手順及び工程はそれぞれ第5図及び第5表の通りとなつた。

4.3 今後検討を要する問題

(1) 充填ズリのサイズは、ズリスラッシングの能率向上及び上盤側に撥ね込む作業を容易にするため、クラッシャーを設けて、最大40~70mm程度にすること。

第5表 採掘作業工程 (新)

作業工程サイクル	人員	所要 方敷	作業員 (t)	摘 要
さく岩発破	甲 2 乙 2	3 3	160 160	②、④続けて発破、④は繰置 甲、乙両スパン並行作業する 甲、乙何れも1人は鉱石スラ ッシングを若干行う
鉱石スラッシング	甲 2 乙 2	3 3	160 160	甲、乙何れも1人は下盤に居 付く鉱石の掻き下ろし作業等 補助作業を行う
ズリ 充 填 スラッシャー移動 繰置孔 発破	甲 2 乙 2	4 4		充填準備としてはスラッシャ ーの移動のみで立木場等の支 柱作業による手待がない。繰 置した切羽面より1m迄充填 する
計	40工	10方	320	破砕鉱石は塊鉱を出さないよ うさくする外、ミリセカンド 発破を行つて、起砕鉱石の 細粒化をはかる。これはまた 天盤をいためない効果をも兼 ねている
綜 合 工 程		平均 64t/日	8t/工	

(2) 緩傾斜のため、採掘幅の狭い割には大きいスクレーパーを切羽内横スラッシングに使用し得るので、現在の26inスクレーパーを36inスクレーパーに変えることが望ましい。このためのスラッシャーホイストは10HP以上を要し、切羽内移動が困難となるので上、下運搬坑道に位置し、遠隔操作を行うことが必要となる。

(3) 遠隔操作で能率よく操業できることになれば、スラッシャーホイストの設置台数を減ずることを検討し得る。

(4) 富鉱帯は中石を挟んで2枚になる場合或いは4m以上に肥大していることが多いが、この場合、上盤が余程堅硬でないと、現在の標準採掘法を適用することは、保安上困難である。また粘土帯を伴う場合も同様現行法では難点がある。何れも今後さらに鉱床の特徴を調査してそれぞれに適した採掘法を検討する必要がある。

(5) 充填ズリの種類は緩傾斜鉱脈の充填採掘に対しては充填効果等多くの検討余地がある。現在の坑外採掘ズリによる充填では、この様な緩傾斜鉱脈の場合には、充填後の収縮(20%位)と上盤側を完全に充填することの困難とのため、作業中はもちろん充填後もその効果は大いに削減される。そればかりでなく、前項富鉱帯等の特殊状況の場合には順調な操業は期待し難い。

充填効果をより以上期待するには砂或いはサンドスライム充填がよいと思われる。特にサンドスライム充填による場合は、その充填速度の迅速と完全充填できると相俟つて、現行採掘法を著しく能率改善することも、さらには、前項特殊鉱床の部分に対しても安全で能率のよい採掘法を考え得るものと思われる。