〔2-1〕 月 布 鉱 山

山 谷 金 治¹

1. 緒 言

当鉱山は、奥羽本線山形駅より支線左沢線の終点左沢駅から西方約11kmに位置し、左沢駅からバスで30分で当鉱山に着く。

当鉱山は、昭和16年地元民によつて鉱床が発見され、地元有志により採掘を始めていたが昭和24年クミネ工業(株)が買収、本格採掘に乗り出した。用途開発が進み、昭和30年代後半より需要の伸びとともに産出量も増加し(第1表)、採掘法もいわゆるたぬき掘りから幾多の変遷を経て現在のシュリンケージ法、中段採掘法、水平分層式法を採用するに至つた。

2. 地 質 , 鉱 床

本地域は新第三紀中新世の地層が分布し、下部より月布層(砂質凝灰岩、硬質頁岩、硬質泥岩、軽石質凝灰岩よりなる)と、貫見層(軽石質凝灰岩、細粒砂岩、泥岩よりなる)に区分される。地質構造は、ほぼ南北の複背斜構造をなしているが、南下するに従い、西方にそれる。背斜の東翼は緩傾斜(20~50°)、西翼は急傾斜(50~70°)をなしている(第1図参照)。

鉱床は、月布層の硬質頁岩中の凝灰岩より変成した層状のベントナイト鉱層で、母岩の地質構造に支配されて複背斜構造を呈している。鉱層は30数層あり、上層より31#層、29#層、22#層、17#層、13#層の5層を採掘している。層の厚さは、31#層は0.7~1.2m、29#層は4.0~7.0mで、他の層はいずれも1.0~1.6m程度である。ベントナイトの構成鉱物は、Na-モンモリロナイトを主成分とし、若干の石英、長石、方解石を伴う。

第1表 年度別(1~12月)産出量

年 度	S35年	S40年	S45年	S50年	S54年	S55年	S56年	S57年
産出量	13930	60250	84537	75487	102609	114315	101304	94789

第2表

採掘法別生産量
(昭57年度)

採 掘 法	生 産 量	比 率
中 段 採 掘 法	37,923t	40.0%
シュリンケージ法	49,350	52.1
水平分層式法	7,516	7.9

第3表

従業員数
(昭58年12月)

	男 子	女 子	計
社 員	55名	2名	57名
下 請 員	49	2	51
臨 時 員	13	1	14
計	117	5	122

第4表 埋 蔵 鉱 量

川 向 鉱 床	梅ノ木田鉱床	佳 郷 鉱 床 計	計
8,200	4,600	4,200	17,000

3. 開 坑

当鉱山は、現在西側背斜の西翼(川向鉱床)と東翼(梅ノ木田鉱床)を稼行している。

3・1 川向坑

月布川右岸より開坑した当坑は、坑口地並上部の採掘は終り、現在は坑口地並以下の深部採掘に移行している。当坑の深部開発は坑口より約200m奥部へ入った基盤の砂質凝灰岩層内に巻上げ斜坑(ベルト斜坑)をもつて深部を開発する。巻上げ斜坑は傾斜16°でとり、斜坑長110m掘さく(片盤間隔約30m)ごとに巻立、29#層盤下坑道を展開し採掘に入るが、坑口レベルの坑道を零片坑とし、各片盤を上から順次1片坑、2片坑、3片坑……と称して、現在は5片坑を展開している。各片盤の主要運搬坑道は29#層の盤下坑道として開さくし、この盤下坑道延長100mごとに上下盤に立入をとり、各層に着層させ採掘に入る。

3・2 梅ノ木田坑

川向零片坑巻立より梅ノ木田鉱床へ向け、立入(梅ノ木田連絡坑)で開坑し、この連絡坑地並を零片坑としてその上部30mごとに第1坑、第2坑(排気坑)をとつて開さくする。各坑の主要運搬坑道は川向坑と同様、29#層盤下坑道としてとり、盤下坑道延長100mごとに上下盤へ立入を掘さくして各層に着層させ、採掘に入る。

4. 採 掘 法

当鉱山の採掘法は、厚層(29#層)と薄層(13#層、17#層、22#層、31#層)によつて異なるが、鉱層の上下盤は頁岩であり、かつ急傾斜(60°以上)であること、湧水ある場合は採掘が困難であることなどで一般的に鉱画を大きくとれない難しさがあつて現在、次の採掘法を採用している。

4・1 シュリンケージ採掘法(第2図)

第1図 地 質 図

1. クミネ工業株式会社総務部長

当採掘法は層厚1～2mの鉱層に適用され、しかもその上下盤が比較的固く安定し、湧水のない急傾斜層を対象とする。

その鉱画は、第2図のように10～15m×30～35mとし、採掘跡との安全鉱柱は3～5mを残す。採掘は発破にて行なう。

4・2 中段採掘法（第3図）

当採掘法は厚層（29#層）で急傾斜の鉱層に適用する。

初め29#層盤下坑より8～10m間隔にシュートおよび人道昇を掘き、上部坑（上添坑）へ貫通させ、図の通り10～15m間隔にサブレベルをとる。採掘は第2中段から上向きに7～13mの長孔を穿ち発破採掘する。第2中段上部の鉱画の採掘を終えると、その下の第1中段へ移り同様長孔発破にて採掘する。第1中段と沿層坑間の採掘は盤下坑より立入着層後、沿層坑を掘進し沿層坑より上向長孔発破にて採掘する。

第2図 シュリンケージ採掘法

第3図 中段採掘法

第4図 水平分層式採掘法

4・3 水平分層式採掘法（第4図）

当採掘法は厚層に適用する。上記中段採掘法は準備掘進も多く中段坑の維持費が高むことから層幅一杯に全断面掘き機（ロードヘッダ）で水平に掘進採掘する方法である。

初め、盤下坑道より25～30m間隔でシュート昇を上添坑まで掘進貫通させた後、ロードヘッダで上添坑より沿層偽傾斜で掘進し、上添坑より天盤に2.5～3.5mを鉱柱が残る位置に掘り下つたら水平に全断面で掘進採掘に入る。採掘した鉱石は予めとつているシュートへ落す。掘進採掘が150～250m進んだらロードヘッダを反転させ沿層偽傾斜で下へ鉱柱約3mを残して鉱柱下を同様水平に掘進採掘して順次沿層坑まで採掘する。

ロードヘッダによる掘進採掘断面は4.0～6.0m×2.5～3.0mで、支保は鉄梁木脚とし打柱材として油圧鉄柱を使用する。支保の中で鉄梁、油圧鉄柱は、鉱石運搬、通行等に不必要な箇所まで撤収し再使用する。

5. その他

5・1 運搬

(1) 川向坑 昭和55年まで斜坑は単胴コース巻上げ（斜坑傾斜16°, 150kW, ロープスピード180m/min, ロープフル4500kg）による運搬であつたが、昭和56年より斜坑ヘルトコンベヤ（ベルト幅750mm, ベルト速度90m/min）を新設し、斜坑はこのベルトコンベヤで直接坑外貯鉱場へ鉱石を搬出している。なお、コース巻上げ機は人車および材料搬出入専用として使用する。

各片盤坑道の運搬は、4tバッテリー機関車（3台）で運搬し、各片盤に設けたオービンに層別ごとに開け貯鉱され、このビンよりパンコンベヤで引き出してジョークラッシャ（55kW×6P, 処理能力50～150t/h）で層別ごとに粗砕、斜坑ベルトコンベヤによつて坑外へ搬出する。

(2) 梅ノ木田坑 当坑は、坑口レベルより上部の採掘ゆえ、採掘鉱石は坑井に投入し、これより鉱車へ積み込み、バッテリー、機関車（4t1台, 2t1台）で梅ノ木田連絡坑に設けたオービンに層別ごとに開けられ、以後川向坑と同様斜坑ベルトコンベヤによつて坑外へ搬出される。

鉱石の積み込みは、ロッカーショベルを主とし、中段坑等はスラッシャを用いて坑井等へ搬出する。

斜坑ベルトコンベヤ→水平ベルトコンベヤ（ベルト幅750mm, ベルト速度90m/min, 機長142m）の径路で坑外へ搬出された鉱石は、グリズリを通過させ、50mmオーバサイズはパンコンベヤ（木片、研等の手選を兼ねる）によつてインペラブレーカ（75kW×1台, 55kW×1台）へ給鉱し50mmに粗砕する。粗砕鉱石は層別ごとにベルトコンベヤで運搬貯鉱してこれよりトラックで精製工場へ輸送する。なお、鉄類の異物除去は水平ベルトコンベヤ末端にマグネットを取付け行なつている。

鉱車は0.75m³グランビー型（255名）を使用し、切羽からの小運搬は2tバッテリー機

□非金属鉱山

第5図 運搬系統図

関車（8台）を使用する。

5.2 通気

当鉱山は、頁岩層中またはベントナイト層と頁岩層との境界面からメタンガスが湧出することがある。

川向坑は、斜坑口および零片坑口を入気とし、排気坑は別に零片坑レベルより約10m上部から13#層盤下坑で月布川右岸に開坑、ここに主要扇風機座を設け扇風機（37kW、水柱90mm、風量1250m³/min×2台）を設置し通気をはかる。通気の主要系統は、坑口→斜坑→各片盤→採掘切羽→排気昇→13#層盤下坑（排気坑）→排気坑口となり通気は確保されている。

梅ノ木田坑は、川向坑の零片坑口を入気とし、零片レベルより約60m上部の山腹から排気坑を開さくして各坑道と通気昇で連絡し排気する。排気坑へは扇風機座を設け、扇風機（15kW×2台、水柱160mm、風量700m³/min）をもつて強制通気をはかる。その通気系統は、川向零片坑口→梅ノ木田連絡坑→盤下坑→各切羽→第2坑（排気坑）→排気坑口と通気は確保されている。なお、盲坑道の切羽は局部扇風機（プロペラファン）で行なう。

5.3 排水

川向坑は、各片盤から湧水した水は排水溝で各片盤の巻立付近に設けた貯水槽（50m³）へ集水し、これより多段タービンポンプで零片坑口まで揚水する。

梅ノ木田坑は、坑口レベルより上部のみの採掘ゆえ、排水溝により川向零片坑口へ自然排水される。

坑外へ排水された坑内水は、坑外貯水槽（50m³×2）で沈殿浄化後、月布川へ排水する。湧水量は比較的少なく0.3～0.5m³/minである。

5.4 照明

入気側の主要運搬坑道は100V交流電灯をもつて照明するが、採掘および掘進切羽は原則としてアルカリバッテリーキャップランプを携行し作業する。なお入気側以外で常時照明を必要とする箇所は防爆構造の照明施設をもつて照明する。

第6図 通気系統図

5.5 保安

メタンガスが湧出する場合があるので、ガス測定の厳守と盤下坑道の引立面からあらかじめ先進ボーリング（約30m）にてガスの兆候を確認しながら掘進する。保安管理は乙種炭鉱にならない作業の規制を行なっている。

6. 今後の課題

(1) シュリンケージ法、中段採掘法ともに準備掘進が多く、殊に昇掘進の比率が高いため昇掘進の熟練者の老令化と若年就業者の確保難が当採掘法の行き詰りも予見される。そのため従来も大口孔ボーリング（700mmφ）機械等による昇掘進、あるいは当機を使用した採掘法を試験した時期があつたが、今後さらに採掘方法を含めた機械化の推進に努めていかねばならない。

(2) ロードヘッダによる分層式採掘法の生産量が少ない。これは従来方式の中段採掘法から当採掘法への円滑な切替えタイミングが難しいこともあるが、まだ当採掘法の習熟と施作方法、採掘跡の処理方法についての改善が必要であり、軌道に乗っていないが、将来の採掘法の根幹に育成して行きたい。

(3) 岩石坑道等坑道掘進の高速化、効率化を図るための機械化が今後の課題であるが、そのための後方運搬および全坑内の運搬系統の効率化が先決となつてきている。現在でも函待ち状態がしばしばあり、函回り改善が優先しなければならない。幸い餌釣鉱山などでMOS等の開発により大幅に能率向上に寄与した報告を聞いている。これら先輩鉱山の技術などを参考に、より高効率化を研究課題として取り組んでいきたい。

Tsukinuno Mine

by Kinji YAMAYA

Tsukinuno mine is located in the central part of Yamagata prefecture. Annual production of the mine is 100,000 tons of bentonite ore which consists of Na-montmorillonite accompanying with a little amount of quartz, feldspar and calcite and mining methods are shrinkage stoping and sublevel stoping.

This paper describes on the following points

- (1) Geology and mineral deposits
- (2) Opening
- (3) Mining methods
- (4) Others
 - 1) transportation, 2) ventilation, 3) drainage, 4) lighting, 5) mine safety