第10表 第1立坑の仕様

種 類	型 式	馬力	ロープ 速 度	配置 人員	月平均 巻上量	備 考
オーケー マンリフト	複胴1車巻 単胴14人乗	60HP 50	120m/分 100	3名 1	2,136車 1,219回	1t鉱車使用 2デッキ

第11表 第2立坑の仕様

種 類	型 式	馬力	ロープ 速 度	配置 人員	巻上量 (t/方)	備 考
オーケー マンリフト	複胴1車巻 単胴20人乗	150HP 100	150m/分 120	4名 1	580t —	2.6t鉱車使用 合運転員 2デッキ

の仕様を第11表に示す。

立坑ケーシングへの鉱車の押込および押出しは、電磁弁を利用したカーブッシャを用い、これに連動するポータブルブッシャによって、ケーシング内の鉱車止が作動する方式を採用して、プラットマン1名で操作される。

120m プラットにおいては、ケーシングより押出された鉱車は坑井まで自走し、電動チップラーに入ると、エアシリンダー（カーブッシャ兼用）を利用したエアクッションで停止させ、鉱車止が作動する。チップラーマンがスイッチを入れると、チップラーが回転し、一定時間経過すれば、連動している水洗ノズルから水が噴出して水洗を行なう。再びチップラーは回転して、定位置に復帰する。カーブッシャのスイッチを押せば、鉱車止がはずれ、カーブッシャが作動して、鉱車はプラットまで押出される方式となっている。

5. 通気, 排水, 照明, 保安

通気: 従来は自然通気で特に支障はなかったが、採掘切羽の拡大、第2立坑関係の開発が進むに伴い、通気改善を目的として添谷排気立坑坑口に100HP多翼型ファンを設置し、140m地並に40HPおよび10HPファンを設置している。長距離採掘坑道には、5〜7.5HPローカルファ

ンを運転している。

排水: 坑内水はすべて140m坑に集められ、140m通洞坑を経て坑外に排水されている。湧水量は極めて少量であり、240m坑底に40HPと30HP（予備）ポンプが設置されているに過ぎない。

照明: 切羽には300Wアイランプ、リフレクター型高圧水銀灯、主要坑道には電灯および蛍光灯、作業者はすべてキャップランプを使用している。

特に最大高さが25mにおよぶ採掘切羽の天盤側壁の精密点検には、集光型アルカリ電池式ビームライトを使用しており、日常点検には、手軽に携帯出来るニッコーライトを活用している。

保安: 保安の最重点目標として落盤、落石、側壁崩壊による災害防止と保安教育の徹底を掲げ保安の確保に努力している。41年下期の災害件数は軽傷1件のみであった。保安教育は年間計画に基いて実施されているが、特に作業員の自主運営による職種別グループ会議は、種々な面で有効である。

自発的に災害の芽を摘み取ろうとする保安一口報告も盛んで、3,000枚/月の提出がある。

6. 結 言

41年下期実績の原単位と直接採掘、採鉱費を第12表に示す。

当山は、低品位鉱床を移行しているにもかかわらず、鉱床条件に最も適切な機械化、合理化を行なって、現在に至っているが、下部開発に伴う薄層採掘の機械化、穿孔能率向上による起砕量の増大、二次破碎の減少、中段運搬の合理化、採鉱機器の自動化等の問題を、解決することによって、今後更に、少数精鋭による生産性向上を期したい。

第12表 採掘法別工程原単位および直接採掘、採鉱費

採掘法	採掘量 t/月	充填量 m³/t	工数			原単位（粗鉱t当り）					直接採掘費t当り				直接採鉱費t当り			
			採掘	充填	計	工数 工/t	爆薬量 kg/t	坑木 m³/t	鋼材 kg/t	電力 kWh/t	人件	物品	その他	計	人件	物品	その他	計
残柱式 下向採掘法	24,349		26,814	1,005.2	27,819.2	0.211	0.388	0.001	0.066	8,069	152	122	28	302	441	174	88	703

別 子 鉱 山

Bessi Mine

正 会 員 山 品 満* 小笠原 繁*
Mitsuru YAMASHINA, Shigeru OGASAWARA

緒 方 俊 彦*
Toshihiko OGATA

1. 結 言

位置: 別子鉱床群の主要な部分は、愛媛県宇摩郡別子山村、新居浜市にまたがって存在する。

採鉱関係事務所は国鉄予讃線新居浜駅の南方 約 6 km

* 住友金属鉱山株式会社別子鉱業所

第 1 図

新居浜市角野端出場にあり、鉱床露頭は燈灘沿海より16km 南方、標高1,100~1,300m に存在する。

沿革：別子本鍾鉱床は1690年（元禄3年）に発見され、以来住友家によって経営されてきた。1921年に住友合資会社設立、1927年には住友別子鉱山株式会社を設立、1937年には住友炭鉱株式会社と合併して住友鉱業株式会社となり、戦後井華鉱業株式会社と改称したが、更に1950年、金石分離し、金属部門は佐々連鉱業株式会社を合併して別子鉱業株式会社となった。その後1952年、住友金属鉱山株式会社と改称して現在に至っている。その間採鉱の主力は逐次上部より下部へ移行し、それに伴って採鉱本部も旧別子より東平、端出場へと移転した。

現在端出場より32L（海面下950m）まで、延長4,163mの大斜坑を工事中であり、本斜坑完成の暁には、画期的な運搬の合理化が実現し、別子鉱床の下部開発に飛躍的前進を与える筈である。

現 状

第1表 開採鉱出鉱量および試錐延長
(42年3月末実績)

出 鉱 量	
試錐延長	331.7m
探開延長	543.3m
採 開	37,549t
合 計	5,874t
	43,423t

第2表 粗鉱量と出鉱品位
(42年3月末実績)

粗 鉱 量	Cu 品位	S 品位
44,713 t	0.98%	8.17%

第3表 従 業 員
(42年3月末人員)

	坑 内	坑 外	計
職 員	56	70	126
従 業 員	816	464	1,280
時 計	148	146	294
計	1,020	680	1,700

2. 地 質 鉱 床

周辺の地質は三波川変成岩類に属する結晶片岩（緑色片岩、黒色片岩、珪質片岩）

および角閃岩、蛇紋岩等より構成され、その分布する範囲は伊予三島一新居浜山根を連ねて東西に走る中央構造線を北縁とし南北24kmにおよぶ。この地域中央部には2つの大背斜軸、1つの大向斜軸がみられる。すなわち北から順に葉師背斜軸、富郷向斜軸、中七番背斜軸と呼称される各褶曲軸である。鉱山付近は中七番背斜軸の北翼を占め、地層の一般走向はN45°~60°W、傾斜40°~70°Nを示す。鉱床は結晶片岩中に胚胎された層状含銅硫化鉄鉱床で、現在移行中のものでは上盤より、筏津鉱床、別子本鍾鉱床がある。両鉱床の層序の間隔は僅々150m±であり、筏津鉱床は別子本鍾鉱床の東方約5kmに位置する。

2・1 別子本鍾鉱床

鉱床は黒色片岩中に夾在された石英片岩中に胚胎されており、採掘可採範囲は水平延長1,300m、傾斜延長は現在の最下底坑32Lまでで2,600mに達する。鉱床の一般走向はN60°W±、傾斜は上部で45°Nであるが下部

第2図 別子、佐々連鉱山付近地質構造図

第 3 図

に行くに従って急斜し14L以下では60~75°Nとなっている。落し方向は上部から中部にかけてはS75°E±, 下部ではN35°Wを示して東に凸な“く字形”を示す板状鉬床であり、脈幅0.3~7.0m, 平均2.5m, 品位はCu 0.6~4.5%, S 10%程度を示すが場所により変化している。構成鉬物は主として黄鉄鉬, 黄銅鉬であるが, 下部にゆくに従って磁硫鉄鉬の量比が増している。

鉬床東部では塊状硫化鉬が石英片岩中に夾まれて存在し銅品位も高く東部富鉬部を形成するが, 中央部付近の標式的な所では上盤側より塊状硫化鉬, 縞状硫化鉬, 塊状緑色岩, 塊状硫化鉬の順に配列する。上盤側塊状硫化鉬は西方で褶曲構造により中鉬富鉬部を造りその先は下鑛となって300m±連続し消滅する。

下盤塊状硫化鉬は鉬体中央部以西で, 縞状硫化鉬との間に中石緑色片岩をはさみ, 最下鑛となり, 更に4~500m西まで連続して消滅する。

2.2 筏津鉬床

鉬床は点紋緑色片岩中に胚胎されており, 一般走向, N30°~80°W, 傾斜は上部で50°N, 下部で25°Nを示す。

可採走向長250~300m, 傾斜延長2,000m±, 可採部の脈幅は平均0.50m, 最大1.10m, 品位はCu 0.6~3.5%, S 20%±である。落し方向はS 80°E 15°±で短軸250m±, 長軸2,000m±の拡がりをもつ単純な板状鉬床であり, その上下盤を石英片岩がとりまいている。

落し方向に直角な断面での形態は別子本鑛鉬床と類似し, 東部では塊状硫化鉬は石英片岩中に消滅し, 西部にゆくに従って塊状硫化鉬にガリ鉬が現出して上下2枚に分れる。更に西部では上下塊状硫化鉬中に中石緑色片岩を夾在するに至り, 鉬石は西に向って馬尾状に拡がると共に, 塊状鉬は薄化し, ガリ鉬は散点状に漸移して鉬泥は急激に劣化する。

3. 採 掘 法

別子本山の稼行区域は, 1番坑道より27番坑道におよび, 新しい鉬石を採掘する生鉬地帯と採掘跡を再度採掘

する凍山地帯がある。凍山地帯は大正末期以前に低品位鉬として採掘跡に充填されたズリと取り残された若干の生鉬からなっている。

3.1 採掘法の変遷およびその採用の理由

(1) シールド採掘法: 本山下部の切羽は次第に深部に移行し, これにともない盤圧増大, 地熱上昇と切羽条件は悪化の一途をたどり, 従って工程ものびなやみ, 使用資材も増加してきた。この間シュリンゲージ法からカットアンドフィル法へと変わってきたが, いずれのカットアンドフィル法も, 切羽条件に最適なものではなく保安, 工程の両面から画期的な採掘法の開発が必要となった。

新しい採掘法としては

- ① 浮石発生が少ない形状, ② 浮石の下で作業しない, ③ 鉬石運搬が容易, ④ 完全充填または跡ばらしができる, ⑤ 切羽の集約ができる, ⑥ 切羽冷却が容易, ⑦ 切羽工程が上昇する, ⑧ 使用資材, ことに坑木使用量の節約

などの条件を満足できるものとして検討の結果, シールド枠採掘法の採用となった。

昭和38年より現場試験をかさね昭和41年には本格操業となった。42年には更にシールド切羽を増し, 4切羽とする計画である。

(2) 水圧鉄柱使用による半長壁式採掘法: 筏津鉬床では下部に移行するにつれて漸次緩傾斜となったので, 従来の上向階段法にかわる採掘法が必要となった。

昭和36年より緩傾斜鉬床にたいする切羽集約にマッチした開坑方式を計画し, 切羽運搬に大型スクレーパラッシャをとり入れた。この場合切羽進行にともない天盤崩落の現象が生じ, これの解決に天盤の人工崩落を行ない天盤コントロールに成功した。更に昭和38年には水圧

第4図 採鉱法(左), 支柱法(右)説明図

鉄柱をとり入れ切羽の集約化をはかり、工程を上昇せしめるとともに使用資材の節約を行なった。昭和42年上期には切羽長40～50mの2切羽を鉄柱採鉱とする計画である。

3・2 現在の主な採鉱法

(1) 上向下向採鉱法：当所では一名「筏採鉱法」とも称し従来凍山の採鉱に主として採用された方法で、採掘進行と併行して採掘跡に「筏」と称する空木積支保により切羽を階段状に進行させる採鉱法であるが、坑木使用量が多く1切羽当たりの出鉱量が少なく、切羽が分散して採掘能率は悪い。

(2) カットアンドフィル法：いくつかの変型があり下部坑のバーチカルスライス法とも称している。

この方法は上下坑道間一定幅の柱状鉱画を上向段欠に採掘し、順次この単位鉱画を採掘、充填の作業経過によってストライキ方向に切羽面を進めるものである。採掘鉱石は下方坑道の漏斗によって運び出される。採掘能率と保安上は比較的有利であるが相当量の坑木を必要とする。

(3) 半長壁式鉄柱採鉱法：筏津坑で切羽の集約大型化を意図して開発された。蓄電車坑道を垂直60mごとにとり、走向方向に60～70mごとに切上りを上げ、傾斜方向に35～50m間隔でスクレーパ坑道を開さくし、その間を採鉱区画とする。スクレーパ坑道と切上りの交点には下盤立入坑道より切上りを上げて、鉱石摺とする。

下部スクレーパ坑道より傾斜方向に3～4台のさく岩機でスライス状に穿孔発破する。水圧鉄柱は傾斜方向0.5m、走向方向2.0～2.5mの間隔に2列に立柱する。破碎鉱石は傾斜面を36"スクレーパで、スクレーパ坑道を42"スクレーパで掻き鉱石摺まで運搬する。2スライス進行すると後列の鉄柱を移動し跡ばらしを行なう。

(4) 半長壁上向採鉱法：開坑および採鉱段取方法は(3)と同じである。幅6～10mを上向きの切羽面とし上向に穿孔発破する。穿孔中に(3)と同様の方法で搬出する。鉱石が搬出されるに従い順次25m幅、2m間隔で坑木打柱を施す。これを繰返し下部坑道より上部坑道まで採掘すると次の採掘区画より約2mを残し、既採掘面の天盤を穿孔発破して人工崩落をおこさせる。これを繰返し採鉱を行なう。

(5) 急傾斜シールド枠採鉱法：切羽の深部移行にともう諸条件の悪化に対し、保安上安全でまたコスト的に有利な採鉱法として開発されたものである。採鉱区画の上部に鍾押坑道を開さくし、垂直60m下の坑道と鍾押切上りで結ぶ。上部鍾押坑道にシールド枠を設置し下向にさく岩機で穿孔、発破を行ない破碎鉱石は42"スクレーパで鍾押切上りのシュートへ運搬する。切羽の進行に従いパワーユニットの操作によりシールド枠を降下建付して、採掘跡は自然崩落させる。切羽の両端は打柱、板張り、木積により人道斜坑を確保し、この人道は垂直60mごとに下盤坑道と立入坑道で結び、人員の通路、資材の

運搬経路とする。切羽長により人員、出鉱量も異なるが、120mスパンの場合1方12名、100t/方程度である。浮石、墜落災害に対して有効であるばかりでなく、今後穿孔作業の改善等により大幅な工程上昇が期待できる。

第4表 採掘法別出鉱量および切羽数

	出鉱量(t/月)	出鉱比率(%)	切 羽 数
凍 山 筏 採 鉛	6,100	16	7
立 上 向 探 鉛	2,344	6	5
緩 傾 斜 半 長 壁	10,048	27	19
パーティカル・スライス	13,987	37	14
シールド枠採鉛	5,070	14	2
計	37,549	100

第5図 鉛石運搬系統図

第5表 採掘法別原単位

(42年3月実績)

採 掘 法	採 掘 量 t/月	工 数	原 単 位				直接採掘費t当たり		
			工 程 工/t	爆 薬 kg/t	坑 木 m ³ /t	電 力 kWh/t	労 務 費	物 品 費	計
凍 山 筏 採 鉛	6,100	936	0.153	0.204	0.031	13	380	450	830
立 上 向 探 鉛	2,344	386	0.165	0.572	0.010	35	350	380	730
緩 傾 斜 半 長 壁	10,048	2,013	0.200	0.311	0.011	20	460	280	740
パーティカル・スライス	13,987	2,159	0.154	0.202	0.012	13	360	240	600
シールド枠採鉛	5,070	1,040	0.205	0.297	0.010	19	470	270	740

註 1. 工数は切羽のみ

2. シールドは段取工数が多いために工程が悪い

4. 運 搬

8番坑道以上(東平坑)の鉛石は摺を経て8番坑道に集め、これよりトロリー電車で東平坑外に搬出し、端出場まで索道により運搬する。8番坑道以下14番坑道(中部坑)までの鉛石は摺を経て14番坑道準まで卸す。

14番坑道準以下の鉛石は深部より順次下部立坑、先進斜坑、東立坑を経て14番に集鉛しトロリー電車により中部坑鉛石とともに端出場坑外に搬出する。筏津坑鉛石は第二下部斜坑、第一下部斜坑を経て探鉛通洞(14番坑道準)まで巻上げ、これよりトロリー電車で端出場坑外に搬出する。

端出場坑外では各所からの鉛石を集め手選鉱場を経て専用鉄道で新居浜選鉱場にする。坑内廃石は一部採掘跡充填に使用し、残りは鉛石運搬に準じて輸送する。

東平坑の従業員は第3通洞(8番坑道準)より入出坑し上部立坑を経て各現場に向う。中部坑、下部坑および筏津坑の半数は第4通洞(14番坑道準)より出入し、各斜立坑を経て現場に向う。また筏津坑の約半数は筏津坑外より第2斜坑を経て14番坑道準まで昇降し、これより端出場入坑者と合して各現場に向う。

資材の搬入はほとんど人員の入出坑経路と同じく行なわれる。なお現在施工中の大斜坑工事が完成すれば本山下部の鉛石、人員、および資材の運搬は大斜坑を経て行なわれ運搬系統が簡素化される。

5. 通気, 排水, 照明, 保安, その他

5.1 通 気

本山では大斜坑の入気を26Lより先進斜坑を上昇させ、26L~22L坑道に分流させて各採鉛場を通し、排気は新立坑で合流上昇させ14L風洞、扇風機を経て大立坑を上昇させ日浦通洞と上部立坑經由南口に排出する。このほか第4通洞、筏津坑よりの入気は14番下盤坑道で合流させ東立坑を降下、16L~22L坑道に分流させ各採鉛場を通し排気は新立坑で先進斜坑經由排気と合流させる。

筏津坑では入気は第1下部斜坑、第2下部斜坑を降下各坑道へ分流させ、採鉛場を通して上昇させ風洞14L扇風機を経て探鉛通洞を通し、排気の一部は余慶斜坑を上昇させて排出し、残りは本山坑東立坑で第4通洞入気と合流させる。

第6表 運 搬 設 備

名 称	設置個所	型式	容量 (kW)	種 別	区 間
上 部 立 坑	1L	複胴	110	2段ケージ	1L~8L
大 立 坑	8L	"	600	"	8L~14L
新 立 坑	14L	"	260	"	14L~26L
東 立 坑	14L	単胴	150	3段ケージ	14L~22L
"	"	複胴	330	スキップ	"
先 進 斜 坑	22L	"	150	"	22L~26L
大 斜 坑 第1	端出場坑外	単胴	450	"	"
" 第2	26L	"	370	シャトルカー	26L~32L
下 部 立 坑	"	複胴	185	スキップ・ケージ	"
第2斜坑	筏津2L	"	90	人 車	2L~14L
第1下部斜坑	" 14L	単胴	370	人車・スキップ	14L~19L
第2下部斜坑	" 19L	"	370	スキップ・シャトルカー	19L~26L

5.2 排 水

坑内水は露頭付近より鉱脈に沿う浸透水とさく岩機そ

の他の使用水が大部分であり、湧水はきわめて少ない。14番坑道以上は主として各坑道で受け止め、東2号人道を経て第4通洞側溝に放流し坑外に流出する。14番坑道以下は16L, 20L, 22LE5, 22LE7, 24L, 26L, 28L, 32Lにそれぞれタービンポンプを設置して順次14Lまで揚水している。大斜坑側は掘さく延長にともないポンプを移動、増設して26L準まで揚水し、側溝により26Lポンプ室に集める。14L以下における総水量は2.0～3.0m³/minである。

筏津坑の坑内水は14番坑道準以上は筏津第2斜坑を経て探鉱通洞側溝に放流し、本山に流出する。14番坑道準以下の水は16L, 19L, 21L, 23L, 24Lにポンプを設置して下部より順次揚水し14番坑道に導く。

5.3 保安

保安課を設け、坑内外の保安に関する企画ならびに実施状況の指導および監査、保安教育訓練の企画および実施、通気管理を行ない保安成績の向上に努めている。また坑内火災発生時の人命救助、火災の拡大防止のため救護隊を組織している。

5.4 下部開発

本山、筏津の各鉱床とも探鉱の下部移行に伴ない悪化する自然条件の克服と作業能率の向上を期して現在下部開発起業を実施中である。

(1) 本山下部開発：本山下部22番坑道以下32番坑道間の開発を目的に大斜坑を主体として斜立坑および連絡主要坑道など坑内構造骨幹工事に昭和33年より着工し、すでに先進斜坑、新立坑延長および下部立坑工事を完成し、また大斜坑も32番坑道と貫通し、現在コンベヤ基礎工事、坑外ピン工事を実施している。工事完成後は現在通洞および斜立坑経路による人員、鉱石、材料等の輸送はすべて大斜坑により行なわれ運搬の合理化とあわせて坑外より深部坑道に直接入気が行くので作業環境の改善が計られる。

第6図 通気経路

(2) 筏津下部開発：筏津坑では19L～26Lの開発を目的として第2下部斜坑を開さく中であり、現在25Lまで達している。

5. 問題点と将来の計画

本山鉱床、筏津鉱床ともに切羽が毎年深部に移行し（年間垂直約60mの移行速度）逐次自然条件は悪化してゆく。

たとえば現在移行中の26Lでは山鳴り現象が現われており、木柱支保による採鉱が、今後どの程度可能か問題である。また岩磐温度も次第に上昇し最下底坑道の32Lでは54℃となっている。これら自然条件の克服にはシールド採鉱法を大幅に採用し切羽の集約化をはかり、通気量の増大とともに冷水によるクーラ設置などにより切羽環境の改善を行なう計画である。

また切上り工事もますます困難となることが予想されるのでこれの解決策としてレイズボラの導入を計画している。

7. 過去10年間の年間粗鉱量、平均品位および能率（坑内、全山）の推移

第7表

年 度	粗 鉱 量 (t)	品 位(%)		能 率 t/人/月	
		Cu	S	坑 内	全 山
32年	576,801	1.20	9.98	32	22
33	580,686	1.28	10.52	33	24
34	607,303	1.17	9.25	34	25
35	614,519	1.14	9.04	36	26
36	675,943	1.08	9.07	39	29
37	694,193	1.12	9.64	41	30
38	619,932	1.15	10.60	43	32
39	600,197	1.15	10.21	51	38
40	581,925	1.17	10.16	48	37
41	558,947	1.04	8.35	47	35
計	6,110,446				
平 均	611,045	1.15	9.68	39	29

(注) 組夫人員を除く

第7図