釜石鉱山

Kamaishi Mine

正会員 三宅 威 男*

Takeo MIYAKE

1. 緒 言

釜石鉱山は鉄鉱山として本邦最大の規模を有し、鉄鉱石のほかに銅鉱石、石灰石の採掘を行なっている。年間生産高はつぎの如く(41年度実績)銅鉱山としても国内有数の規模である。鉄精鉱504,118 t, Fe59.32%, 銅精鉱29,203t, Cu 19.17% (銅量5,597 t), 石灰石180,964t。

位置： 当鉱業所は岩手県釜石市甲子町大橋にあり、釜石港西方16km, 東北本線花巻駅東方約70kmで、釜石線陸中大橋駅より徒歩約10分程である。採掘鉱区30鉱区(469,226アール) 試掘鉱区27鉱区(610,472アール)にして釜石市、遠野市および気仙郡住田町にまたがっている。

沿革：伝説によれば当鉱山の発見は古く享保年間(1716~1736)であり、文政12年頃(1822)に移行されたといわれているが、明治以降政府工部省直営田中鉱山株式会社、釜石鉱山株式会社、等を経て昭和14年当社に移った。明治25年以降、昭和41年度までの間の累計粗鉱生産量は、約3,200万tである。

現 状

第1表 出鉱量と出鉱品位

(昭42.3月実績)

鉱種別	粗鉱量 (t)	品 位	
		Fe	Cu
鉄 鉱 石	107,363	23.56	-
銅 鉱 石	44,149	20.73	0.628
第 二 銅	16,199	6.58	2.140
計	167,711	-	-

第2表 従業員(鉱山部一鉱床探査・採鉱・選鉱部門) (昭42.3月実績)

	鉱床探査	採 鉱	選 鉱	計	
	坑内	坑外	坑内	坑外	
職 員	6	1	3	18	37
従 業 員	40	1	45	159	390
時 計 賃 金 者	73	1	3	9	73
計	119	3	51	186	500

* 日鉄鉱業株式会社釜石鉱業所

2. 地質、鉱床の概要 (第1図参照)

鉱床の胚胎する地層は古生代二疊紀の粘板岩、砂岩、石灰岩等の水成岩と、これに貫入する玢岩、閃緑岩、および花崗岩類で、火成岩類との接触部に膨大なスカルン帯を伴って分布する典型的な接触交代鉱床である。このスカルン帯中に磁鉄鉱の濃集した鉄鉱体、これに更に黄銅鉱の鉱染した鉄銅鉱体、磁硫鉄鉱、黄銅鉱の濃集し

第1図 釜石鉱山地質図

塊 状 鉱 床

た銅鉱体の3種がある。これら各種の鉱体はスカルン帯中で火成岩側より堆積岩側への明瞭な帯状の分布を示し鉄鉱体はその最も火成岩側にザクロ石系のスカルンを脈石として分布、その延長の端末部では磁鉄鉱を減ずるとともに黄銅鉱の鉱染を増し鉄銅鉱体となり、堆積岩（とくに石灰岩）側には銅鉱体が輝石、角閃石系のいわゆる緑色スカルンを伴って分布している。鉱床は北から青の木、大峰、赤岩、佐比内、新山、滝之沢、沓掛、硯、大仙、等の鉱床群がほぼ南北に配列する他、東部には小規模な、高前、細越、前山、等の東列鉱床群が存在する。鉱体はおおむね不規則塊状で大きさも一定せず鉄銅の品位も場所により、かなりの変化がある。現在稼行中の主要鉱体の規模、品位、形状はつぎのようである。

第3表 主要鉱体別の規模・品位・形状

鉱種	鉱床名	規 模			品 位(%)		形 状	平均傾斜
		走向(m)	平均幅(m)	深度(m)	Fe	Cu		
鉄	新佐比内峰	660	100	450	26.1	0.09	塊状 レンズ状	70°~90°
		250	40	400	28.1	0.13		70°~90°
		240	100	250	28.4	0.09		70°~90°
鉄銅	新山第1第6	370	80	400	24.3	0.45	塊状 レンズ状	70°~90°
		100	80	150	33.5	0.73		70°~90°
		300	15	350				30°~90°
銅	新山第2第3	500	30	100	13.0	3.68	レンズ状 〃 〃 〃	30°~90°
		150	5	100				10°~40°
		400	10	100				70°~90°
		200	5	100				50°~70°

探鉱の概要

探鉱の範囲はかなり広いが、現在大峰鉱床付近、佐比内〜大峰間、新山西盤の銅鉱床、新山深部、沓掛、硯、大仙地区、等を探査の重点としている。方法としてはこれらの地域に基幹探鉱坑道を掘進しこれを基地として構造試錐、新鉱床探査試錐を実施し発見された鉱体に対しては開坑がやや進んだ段階で精密な鉱体試錐を実施することとしている。物理探鉱は磁力探鉱を主として坑内外にわたり実施しているが、最近では試錐孔内磁力探査計を導入して成果を期待している。このほかIP法による探鉱も実施している。探鉱坑道は大部分機械化し、レッグドリル、ローダーバッテリー機関車の組合せによる掘進を実施し、あるいはバンカートレーンの導入により急速に能率が上昇している。試錐は大型機械（能力200~500

m）の電動機12台、100m能力の空動機8台を使用し、ワイヤーライン方式および空動機のワンマン操作等により実施している。年度別実績は、つぎのとおりである。

第4表 年度別試錐、探鉱坑道実績表

	試錐掘進	探鉱坑道掘進		試錐掘進	探鉱坑道掘進
昭 27年度	3,626m	1,372m	昭. 35年度	12,270m	1,078m
28	4,826	2,090	36	13,221	873
29	6,514	1,377	37	13,856	3,158
30	5,120	1,025	38	15,144	4,023
31	6,448	2,307	39	20,182	4,767
32	7,146	3,103	40	28,014	5,874
33	7,776	1,310	41	30,771	6,261
34	7,626	958			

3. 採 掘 法

3.1 採掘法の変せんおよびその採用理由

当鉱山の採掘法について今まで数回発表されているので変せんについて概要を説明する。かつては1鉱画高さ25mとし鉱床全面に亘って幅20mを1切羽として高さ10mの空洞掘を実施していたが可採率の低いこと、採鉱能率の低いこと、鉱床の規模に相応する出鉱を期待し得ないこと、等により大正14年より1鉱画高さ50mの「シェリケンゲジ法」を計画し、昭和5年より実施してきたが、戦後タングステンカーバイドビットの出現と長孔穿孔技術の進歩により「サブレベル・ストーピング法」を採用して現在に至っている。サブレベル、ストーピング法の利点とされる点は、

1. 新鉱床発見による早期採掘出鉱をなし得る。
2. 切羽が集約される。
3. 切羽貯鉱を必要としない。
4. 採掘能率の向上、大型化が可能である。
5. 保安上直接切羽面にさらされず安全である。

等である。

3.2 採掘法に関係ある母岩と鉱床の状況

A) 母岩

1) 岩石の種類および比重

玢岩、花崗閃緑岩、石灰岩、粘板岩、柘榴石、等スカルン鉱物、比重 2.9~3.0

2) 採鉱上影響をおよぼす諸性質

第 2 図

a) 石目の有無とその状態

石目あるも、それ程大きい影響をおよぼすまでに至らない。

b) 断層または褶曲の有無とその状態

断層：新山には余り見られず、佐比内には大きなものがあり、鉱床のずれが見られ傾斜は $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ である。

褶曲：余り見られず

c) 盤と鉱石との境界の状態

不規則

d) 岩盤の硬軟の程度、含水状態

堅硬、含水状態は一部に若干あり、pH7.0程度

B) 鉱 床

1) 貫入岩：玢岩、後期玢岩が赤岩に、半花崗岩が大峰に見られる。

挟み：新山の下端部に食い残し玢岩が不規則にあり。

2) 品位分布の規則性

不規則なるも鉄鉱床、鉄銅鉱床は東盤側が、銅鉱床は西盤側石灰岩との接触部が高品位を示す。

3) 鉱石の比重（品位と比重との関係）

鉄 Fe 20% で 3.56, 30% で 3.78, 40% で 4.03

銅 Cu 1% で 3.28, 3% で 3.35

4) 鉱床の形状と規模

(前述)

5) 走向および傾斜方向の膨縮の有無

レンズ状に膨縮あり。

6) 採鉱上影響をおよぼす諸性質

a) 穿孔の難易：難

Relative Drillability 0.375

Relative Abrasion Characteristic 1.04

{インガソール・ランド社の調査資料より}

b) 発破の効き：良

c) 鉱石の破碎性：堅硬にしてとくに銅鉱床においては悪い

d) 地表陥落：新山のみ戦時中の乱掘により陥没す

e) 湧水の有無：一部に見られるがほとんど影響なし

f) 地表から採掘切羽までの深度

新山、佐比内、鉄鉱床は、露頭より採掘開始。

大峰鉄鉱床は、現在のところ約 260m。

新山銅鉱床は、約 200m。

3-3 現在の採掘法の種類

現在採用している主たる採掘法は

露天掘：佐比内鉱床露頭部分を実施中

坑内掘：(1) 長孔式サブレベルストーピング法……鉄鉱床、鉄銅鉱床

(2) 下向半長孔式サブレベルストーピング法……銅鉱床であり。

第3図

大峰鉄鉱床 No. 5 SC 採掘説明図

下向半長孔式サブレベルストーピング法は、粗鉱価値が高く、鉱床の幅が比較的狭く、また盤際をていねいに採掘し、採掘実収率の向上、ズリ混入率の低下を目的とせねばならない銅鉱床に採用している。したがって若干能力が犠牲になっている。

3-4 主な採掘法の説明

坑内採掘は1次採掘と2次採掘とに区別され、1次採掘は、垂直および水平鉱柱を規則的に残してサブレベルストーピングを実施し、2次採掘は、その鉱柱をブロック毎に一斉に採掘するものである。現在実施中の代表的な採掘法を説明する。

大峰鉄鉱床の長孔式サブレベルストーピング法（第3図参照）： 1次採掘の際に鉱柱幅、採掘幅をそれぞれ40mとし走向方向と直交するようにとり、鉱体の最下底にスクレーパー坑道(2.5m×3.0m)を設ける。スクレーパー坑道を保護する屋根の厚さを10mとしその屋根のレベルまで、漏斗状の鉱石抜き出し口(ドローホール)をスクレーパー坑道の左右両側にそれぞれ2~3箇所を設け、屋根のレベルで採掘区域全面にわたって高さ2.1mのアンダーカットをする。各サブレベルの連絡坑道(2.1m×1.8m)は鉱柱内に設ける人道切上(2.7m×1.5m)より高さ12m間隔に掘進し、採掘区画の鉱柱際に穿孔坑道(3.0m×2.5m)を設けこれより垂直扇状並列に長孔を穿孔して、各段毎に一斉に発破を行ない採掘する。積込は75HPのスクレーパーで直接坑井に搔込んで(現在は125HPスクレーパーを一部で使用中)。各サブレベルの坑道掘

塊 状 鉱 床

第5表 採掘法別出鉱量および切羽数 (昭42.3月実績)

採掘法の種類	出 鉱 量 (t)	出鉱比率 (%)	切 羽 数
露天採掘	32,035	19.1	1
坑内採掘	75,328	44.9	7
鉄鉱石	44,149	26.3	4
第一銅	16,199	9.7	7
第二銅	167,711	100	19
計			

第6表 開探鉱出鉱量および試錐延長 (昭42.3月実績)

	試錐延長 (m)	探鉱延長 (m)	出 鉱 量 (t)		
			開探鉱	探 鉱	計
42年3月	3,152	673	-	-	-

進は、TY-24レッグドリル2台と10HPまたは15HPスクレーパーとの組合せで行なう。能率0.5m/工

長孔は、DH-123J、ビット54mm×型、ロッド29mm中空六角、孔列間隔2.0~1.0m、孔の掘り、孔長20mで2.0~4.0m、穿孔能率40m/工、穿孔m当採掘量8~14t/m、火薬装填量150g/t(AN-FO使用率95%)、スクレーパー能率75HP108t/工、二次火薬量、250g/t(AN-FO

使用率90%)。長孔式サブレベル採掘を開始した当初より、現在の大峰式に至るまでの改良点としては、

1) 一次採掘の際に残す垂直鉱柱(東西両盤にわたる鉱壁)の幅を十分に大きくした(10、15、20、40mと順次に)

2) 1鉱画の高さを50mより100mにし準備費の節減を計った。

3) 長孔用さく岩機を順次大型化し、ブースター使用による能率化を計った。D-7、DM-34、D-99より現在は、DH123J。

4) 穿孔技術および能率向上によりサブレベル垂直間隔を7mより12mにし(現在30mを準備中)、切羽準備費の節減を計った。

5) 積込方法は、人力による中段シュート積よりスクレーパー75HPに改善したこと、現在125HPスクレーパーを試用中である。

6) シュート抜に伴う切羽運搬をできる限りなくしスクレーパーによる坑井への直接搬送を実施した。

7) 主旨一貫して順次大型化してきたので技術的進歩

第7表 採掘法別工程原単位および直接採掘、採鉱費 (昭42.3月実績)

採掘法	採鉱量 t/月	充填量 m ³ /t	工 数			原 単 位 (粗鉱t当たり)					直接採掘費t当たり			直接採鉱費t当たり			そ の 他		
			採掘	充填	計	工数 (工/t)	爆薬量 (kg/t)	坑木 (m ³ /t)	鋼材 (kg/t)	電力 (kW/h/t)	人件 %	物品 %	その他 %	人件 %	物品 %	その他 %	人件 %	物品 %	その他 %
露天採掘鉄鉱石	32,035	-	415	-	415	0.013*	0.107	-	-	0.335	52.8	45.0	2.2	100	-	-	-	-	-
坑内採掘鉄鉱石	75,328	-	1,746	-	1,746	0.023*	0.487	0.0002	0.002	0.631	39.2	58.3	2.5	100	-	-	-	-	-
〃 第一銅	44,149	-	567	-	567	0.013*	0.741	0.0004	0.045	0.330	45.6	52.6	1.8	100	-	-	-	-	-
〃 第二銅	16,199	-	1,078	-	1,078	0.067*	0.175	0.0003	-	0.129	53.2	46.6	0.2	100	-	-	-	-	-
計	167,711	-	3,806	-	3,806	0.023*	0.350	0.0002	0.013	0.446	44.5	53.7	1.8	100	49.0	42.8	8.2	100	-

(* 印は41年度実績)

第4図 第4銅鉱床採掘説明図

の遅滞なくAN-FO使用により成果は一段と著しいものになった。

第4銅鉱体の下向半長孔式サブレベルストーピング法(第4図参照): 鉱柱を走向方向に直交して幅20mにとり、採掘幅を45mとし、鉱体の最下底にスクレーパー坑道を設ける。鉱柱内の人道切上より8m間隔にサブレベル坑道を鉱床内に掘進しつぎの鉱柱側にスロットを設けサブレベル坑道より、スロットに沿って鉱体幅だけ根切(高さ2.1m)をし、幅5~6mのベンチを造る。このベンチでTY145またはTY150で下向きに6m前後の半長孔を穿孔して横払いに発破する。各段の関係は上向き階段状になるように後退的に採掘する。根切りによつて、ベンチを造る際のズリ取りは10HP3ドラムスラッシャを使用している。

TY-145による半長孔
ビット42mmクロス、ロッド22mm六角中空長さ1m
能率9.5m/工、6t/m、使用火薬量300g/t
積込スクレーパ

20~30HP、能率65t/工、二次火薬量230g/t、今後の改良点としては、半長孔を下向のみでなく上向にも穿孔するようにして、サブレベル間隔を大きくすることを、検討中である。

4. 運 搬

露天掘の出鉱はショベルでダンプトラックに積込んだ鉱石を800m Lより550m Lまで通ずる坑井に投入し、大峰、佐比内両坑では大部分が550m Lまで通ずる坑井に、直接スクレーパで掻込むように計画されているが一部は各レベルで中間運搬して本坑井に投入している。大峰、佐比内両坑の主要運搬である550m Lの運搬は15t、10t トロリー電車で6 t グランビー鉱車に抜きとり新山鉱床の350m Lまで通ずる坑井まで運搬して、これに投入する。

新山地区では、大部分が350m Lまで通ずる坑井に直接スクレーパで掻込むが一部は各レベルで中間運搬して本坑井に投入する。

350m Lの主要運搬は、15 t トロリー電車で12t、9 t グランビー鉱車に抜きとり約2,000mの坑道を選鉱場へ搬出している。

なお、各レベルの中間運搬は、6 t トロリー電車または、6 t、8 t バッテリー電車で6 t グランビー鉱車を使用している。

また3つの斜坑では、電捲きにより人員および材料の運搬をしている。

5. 通気、排水、照明

5.1 通 気

従来自然通気を行なってきたが、2~3年前より機械通気を強力に推進し、現在では一部で強制通気を行なっている。すなわち新山北部と南部にそれぞれ通気専用切上を設け60HP、150HPの扇風機を使用しており、大峰坑内でも60HPの扇風機を使用して強制通気を行なっている。そのほか掘進やスクレーパ坑道などでは局扇による切羽通気を行なっている。今後なお強力な主扇を設置すべく計画である。

5.2 排 水

排水は、自然排水で各レベルよりの排水は斜坑または切上をとおり各地区の最下底坑道より坑外へ排水されている。坑内出水は少なく、地表水の侵入が大部分なので降雨の際は排水量が急増する。

5.3 照 明

坑内稼働者は、全員キャップランプを使用しているがそのほかに主要

第 5 図

坑道には、20Wの蛍光灯をその他の各所に電灯を付けている。また特殊な採掘切羽やスクレーパ積込切羽には、投光器を使用している。

6. 問題点と将来計画

A. 問題点

- (1) 新山鉱床は、地表面まで陥没しているので2次採掘の際ズリ混入による品位低下の防止に留意している。
- (2) 1次採掘の際の鉱柱を東、西両盤にわたる鉱壁としているがこれの適正な幅と採掘幅との関係についての問題
- (3) 採掘の大型化を順次実施しているが周辺部の小規模切羽の合理的な採掘についての検討。

B. 将来計画

- (1) 切羽準備の急速化
 - スクレーパ坑道の間口(ドローホール)、屋根造りの規格化
 - 切上掘進の急速化
 - サブレベル掘進の急速化
 - サブレベル坑道の上下間隔の拡大
- (2) 長孔穿孔の全面1man 2drill化。
- (3) 運搬における無線運転化。

7. 過去10年間の年間出鉱量、平均品位および能率(坑内、全山)の推移 (第8表、第5図)

第 8 表

	年 間 出 鉱 量 (t)					平 均 品 位 (%)					1人1ヵ月当たり出鉱量	
	鉄	第一銅	第二銅	計	鉄	第一銅		第二銅		坑内 (t)	全山 (t)	
						(Fe)	(Cu)	(Fe)	(Cu)			
32年	635,339	339,597	105,781	1,080,717	29.03	19.65	0.479	8.99	1.72	192	69	
33年	569,217	373,362	64,831	1,007,410	31.54	23.08	0.479	8.20	2.00	183	66	
34年	750,857	372,965	60,868	1,184,690	27.80	22.43	0.557	8.21	2.27	216	76	
35年	963,346	408,960	75,736	1,448,042	26.64	22.48	0.514	9.37	2.27	263	92	
36年	974,695	391,995	76,838	1,443,528	24.82	20.90	0.546	8.65	2.55	265	94	
37年	1,009,428	447,933	90,211	1,547,572	26.07	19.93	0.455	9.05	2.95	293	105	
38年	1,061,026	438,775	106,537	1,606,338	26.10	18.48	0.417	8.46	2.68	319	111	
39年	1,089,939	430,881	105,903	1,626,723	25.34	18.99	0.418	8.53	2.78	319	114	
40年	1,160,680	469,001	119,300	1,748,981	23.75	18.99	0.516	7.57	2.37	350	128	
41年	1,184,662	489,811	152,983	1,827,456	23.28	21.46	0.467	7.06	2.29	381	142	
計	9,399,189	4,163,280	958,990	14,521,459	—	—	—	—	—	—	—	
平均	939,919	416,328	95,899	1,452,146	25.95	20.58	0.483	8.31	2.39	257	98	