河 山 鉬 山 の 採 鉬 法

正 会 員 益 田 功*

Mining Method Adopted at Kawayama Mine

Isao MASUDA

The ore body of this mine is flat with an average dip of 12° and its thickness is large running as thick as 4 meters on the average and with a maximum of 25m. However, its inclination is highly variable not only in the dip side but also in the strikeside. Moreover, pyrrhotite which forms the principal component of the ore is extremely unstable and, naturally, we have to make use of a large number of scrapers to mine the ore in a short space of time. Mining is done by room and pillar method but in certain faces, tests are being made with sand mortar filling with band pillar system in order to stope out ore pillars.

1. 緒 言

河山鉬床は金属鉬床としては珍らしく緩傾斜層で、この種鉬床の採掘法については参考文献に乏しく近年まで種々の方法を試験的に行つて来たが、現在の採掘法によりスクレーパを自在に活用して各種の坑内機械化を計ると共に坑内1人当月出鉬量は60t台を確保し今秋の増産計画においては70tを越える予定である。なお、従来11%の鉬柱を残していたが、この鉬柱の回収のためサンドモルタル充填の計画を立て工業技術院の応用研究補助金を得て試験を行い、操業化の見通しを得て現在3カ所の空洞を充填し残柱の回収を行つている。この実施により採掘率の上昇が期待される。

当山の沿革は詳かでないが、約300年前より稼行されたようであるが、明治年間数人の鉬主を経て大正7年には明治鉬業株式会社の経営する所となつた。昭和11年日本鉬業株式会社がこれを買収し動力設備をし、さく岩機掘を採用、索道、選鉬場その他を設備し、終戦までは低品位ながら銅を目的として比較的順調な操業を続けて来た。戦前の出鉬は月平均2,350tで、最大は昭和18年9月の4,500tであつた。しかし昭和20年8月終戦と共に混乱期に入り当山の操業は一時中止し、昭和21年に入り再開、一応操業を始めたが年間わずかに4,261tの低調さであつた。昭和22年に入り、食糧増産対策の一環として硫化鉬増産の国家的要請のもとに当時の傾斜重点産業として当山の磁硫鉄鉬も追加され、硫化鉬としてようやくその重要性を認められるに至つた。一方選鉬技術の進歩に伴い当山の磁硫鉄鉬は硫化鉬としてのみならず鉄資源として活路を見出し急激な需要の増大もあつて逐年増産の一途をたどり、昭和31年3月21,000t/月となり現在

に至つているが、岩国工場の建設計画に伴い近く36,000t/月の実現を目標として各種の計画が進められている。

第1表に終戦後の生産状況を示す。

2. 地 質 鉬 床

河山鉬山周縁の地質は秩父古生層（砂岩、粘板岩の互層）よりなる上部層、黒色千板岩、緑色千板岩で代表され石灰岩層を夾在する中部層、および三群結晶片岩よりなる下部層に区分される。また、火成岩としては石英斑岩、石英粗面岩、変輝緑岩および蛇紋岩が見られる。

鉬床は中部層中に見られる衝上帯に胚胎する緩傾斜（傾斜 $5^\circ \sim 30^\circ$ ）の層状鉬脈で中部層に特長的に賦存する石灰岩と密接な関係をもつて発達している。この事実は上部層の下部層に対する衝上運動に伴ない、中部層中特に石灰岩に富む層準が著しいせん断を受け、鉬床生成上の絶好の場を提供したものと解せられる。既知鉬床は時に2枚3枚に分岐する事があるが、大きく見れば1枚の鉬床で走向傾斜方向共に膨縮甚しく、走向延長600m、傾斜延長1,200m余におよび脈巾は平均4m、最大25m強を示し、さらに今後の開発による鉬量の拡大が期待される。鉬石は磁硫鉄鉬、黄銅鉬、鉄閃亜鉛鉬を主とし黄鉄鉬、硫砒鉄鉬、方鉛鉬および微量の灰重石を共生する。脈石としては石英、方解石の外、陽起石、ヘデンベルグ輝石、柘榴石、珪灰鉄鉬などを随伴する。一般に鉬体の上下盤とも母岩とは明瞭な境界を示し母岩中に鉬石が鉬染することはない。鉬石の品位は概して平均化されているが時に黄銅鉬が濃集して高品位を示すことがある。

次に鉬床に關係する断層は鉬床生成の誘因となつた上記衝上断層の外はいずれも鉬床生成後の断層であつて、この内最大のものは落差約50mである。

第1図は鉬床の横断面図を示す。

* 日本鉬業株式会社河山鉬業所副所長

第1表 終戦後の生産状況

	年 間	月 当 り	品 位		人 員			出 鉱 量		探 鉱		開 坑		採 開
			Cu	S	坑 内	坑 外	全 山	1 人 当	坑 内 全 山	横 坑	掘 上	横 坑	掘 上	計
20年	3,123		1.06	不明						84.35	3.20			
21年	4,852		1.00	30.0										
22年	19,371	1,614	0.82	30.6	90	465	555	17.8	3.4	190.45	53.98			
23年	42,397	3,533	0.75	29.1	132	510	642	26.7	6.9	726.32	278.98			
24年	54,909	4,575	0.82	26.2	170	562	732	26.8	8.1	1,172.11	467.47			
25年	92,647	7,721	0.93	26.6	230	617	847	33.6	12.6	1,640.40	270.55			
26年	106,810	8,900	0.87	24.6	210	485	695	42	18.2	1,959.65	179.10			
27年	131,413	10,951	0.90	23.9	236	527	763	46.3	14.4	3,013.60	314.90	1,343.30	66.40	4,738.20
28年	141,350	11,779	0.97	24.3	262	474	736	44.9	16	3,914.03	232.15	1,070.85	22.80	5,239.83
29年	196,591	16,383	0.88	24.4	293	547	840	55.9	19.5	2,232.37	63.55	783.19	112.90	3,192.01
30年	199,182	16,599	0.87	22	300	494	794	55.3	20.9	1,464.22	84.70	1,544.94	343.55	3,437.41
31年	254,224	21,185	0.88	20.3	346	527	873	61.2	24.3	1,899.56	382.40	1,854.89	175.96	4,312.81
32/4		19,965	0.85	20.5	354	547	901	56.4	22.2	213.35	72.45	154.75	2.25	442.80
5		21,963	0.68	19.9	361	541	902	60.8	24.3	217.85	26.75	206.02	34.10	484.72
6		21,800	0.76	19.98	360	541	901	60.6	24.2	209.24	34.95	176.18	18.10	438.47

第1図 鉱床断面図

3. 探鉱，開坑

3.1 探 鉱

河山鉱床の特性より探鉱の主力を試錐に置き、坑道探鉱は鉱面の確定を行うを目的とし、その他空間探鉱を行っている。探鉱延長は第1表に示す。

戦後電気探鉱および磁力探鉱を広い範囲に行つたが、母岩中の磁鉄鉱の影響を受けて十分な成果を得なかつたがその後弾性波探鉱、地化学探鉱を実施し、現在探鉱は周縁部に対し地質調査→物理探鉱(或いは化学探鉱)→試錐の順序により、鉱床探査を行い、着々成果を収めている。現在7台の試錐機により坑内外の試錐を行っているが近く数台の増強を計る予定である。

3.2 開 坑

坑内開発の状況を第1図に断面図として示す。探鉱事務所(海拔 267m)露頭下 15m より坑道を開き本坑と称している。坑口より 210m の地点に深度 140m の第1立坑を下げ、20m坑、50m坑、80m坑、110m坑、140m坑の各基準坑道を開き、東谷断層以上の鉱床を開発している。いずれも立坑より走向にほぼ直角な立入を開き、左右に運搬坑道を作っている。140m坑口は選鉱場下、県道上約 25m (第1立坑より 960m)に通洞として開口している。東谷断層、西谷断層に夾まれた鉱床の開発に対しては通洞地並第1立坑の奥 700m 西谷直下に深度 100m の第2立坑を下げ 180m坑、210m坑、240m坑の各基準坑道を開き、鉱床が緩傾斜で斜距

離が長大となるときには中段を設けている。なお鉱床のほぼ中央に地表より 140m 坑まで傾斜 30° の斜入道を開き、し停電等非常時の人道とすると共に通気、動力、送気、排水の幹線としている。

4. 探 掘 法

4.1 現在までの変遷

終戦前においては磁硫鉄鉱の需要が少なく主として銅鉱を採掘したため規則的な採掘法を取らず空洞式により銅の高品位部の抜掘採掘が行なわれていた。戦後の混乱期を経て昭和23年以降坑内機械化による増産計画が樹てられ種々検討された。その代表的なものについて以下述べる。

(1) シェーカーコンベアを利用する方法：当所において使用したシェーカーコンベアの仕様は第2表の通りである。

第2表 シェーカーコンベア仕様表

運搬能力	40t/h
傾斜度	60°
トラフの大きさ	10°
スローク	530mm×150mm×3,000mm
電動機	165mm 110mm
	80回/分
	15P 1,740rpm
	440V 60°

本法においては下部運搬坑道より上げられた坑井より、本機を設置するため 60m×60m の鉱面の中央部下盤母岩中に傾斜方向に沿って約 15° の斜坑を切りシェーカーコンベア用運搬坑道とし、これより 15m 毎に立坑を鉱体上盤まで切り、これより走向方向に鉱体上盤を採掘する。この際 15m×15m の区画に 5m×5m の鉱柱を残し破碎鉱石はスクレーバにより立坑に掻き落とす。この鉱石はシェーカーコンベアおよび立坑を経て下部坑道に落される。第一次採掘(ヘディング)の高さは 2m とし下盤に残る鉱石は立坑を盤下げてベンチを作り 3.0m~3.5m の高さにてベンチングを打つて行く。

この方法はシェーカーコンベアの設置に手数がかかる

こと、また、故障が多いこと、スクレーパを走向方向に使用するため、床面を水平にしなければならず床面下に三角形の鉱石が残される等の不利な点があり、1個所の切羽に行われたのみで中止された。

(2) インクライン巻を利用する方法：鉱床の下盤、岩盤中に切り込んでインクラ道(斜坑)を作り左右に走向方向に採掘切羽を立て、マインカーローダで鉱石を鉱車に積込み、これをインクライン巻で上部坑道に巻上げる。ヘディングが進行するとベンチングに移る。このようにして切羽は逐次傾斜方向の下方に進行する。この場合インクラインで巻上げる距離の制限はないが、1区画60m×60mとした。

この方法はマインカーローダの能力が少ないこと、鉱石運搬のため、床面を水平にするため、床面下に三角形の残鉱が残ること、工数が比較的多くかかることにより1切羽の稼行にて中止された。

(3) スクレーパを1次2次運搬に使用する方法：3胴スクレーパを1次運搬用として傾斜方向の掻き落しを行い、2次運搬用として単胴スクレーパを立坑までの走向方向の運搬に使用した。この方法より現在の1台のスクレーパによる方法が案出された。

これらの方法は、当所の鉱床が傾斜方向にも走向方向にも起伏(膨縮)が甚しいため最善の方法ではなく、現在の方法に移行した。

4・2 現在の採掘方法の検討

採掘法決定に影響をおよぼした地質鉱床条件としては次のようなものが考えられる。

a. 銅品位については極めて不規則であるが、一般に低品位(約0.7%)で硫黄品位は比較的均一で(約20%)あり比重は平均3.7である。

b. 鉱床の規模は大きく、その厚さ最大25m、平均4mに達する。

b. 鉱床は大きく考えれば1枚であるが、厚薄の中石を夾むことがあり稼行上2~3枚とみなされる場合もある。

d. 走向方向、傾斜方向共膨縮しゅう曲が甚しい。

e. 鉱床は金属鉱床としては珍らしく緩傾斜(0°~30°平均12°)である。

f. 鉱床と母岩との境界は比較的明瞭である。

g. 母岩は比較的堅固で剝離することはあつても大崩落を起す危険は比較的少ない。ただし上盤に厚さ0.3m~3.0mの鉱床生成に原因するせん断帯は崩落し易い。

h. 鉱石の主体をなす磁硫鉄鉱は極めて不安定で、破碎された鉱石は焼結または自然発火し易く、甚しい例では2~3日の坑内放置で焼結し再び発破をかける必要が生じた場合があつた。普通1~2週間の放置により焼結する。

i. 鉱石は比較的堅牢緻密で破碎は困難である。

以上のような地質鉱床条件より採掘法は次のような条件が考えられる。

A. 低品位のため高能率な採掘法が望ましいが、幸いせん断帯の崩落を抑えることが出来れば相当程度の空洞を残して大規模高能率の採掘法がとれる。

B. 同上理由および膨縮が甚しいので、鉱脈の薄い所、品位の低い所を利用すれば鉱柱を残すことも不利でない。

C. 床面を水平にすることは膨縮があるため困難である。

したがって切羽運搬に軌道を引くことは不利でマインカーローダの使用は望ましくない。

D. フェイスローダ、ベルトコンベア(或いはパンコンベア)式のものは鉱石の比重が高い事、大塊を処理しなければならない事等により、現在の既製のものの使用は困難性がある。

E. 鉱石が焼結し易いため破碎鉱石を足場とする採掘法乃至は破碎鉱石を長期間切羽に放置する採掘法は採用出来ない。

F. 鉱体の膨縮が甚しいので平面(沿層)的には規格化が出来るが垂直乃至これに近い規格化採掘は困難である。

以上のような理由および当山の経験より現在の採掘法が採用されるに至つた。

4・3 現在の採掘法

(1) 採掘準備：まず立入坑道により鉱体を把握し、上下盤のヒ押坑道により鉱体の形状を現わした後、下部坑道準に切替運搬坑道を作る。これは中段坑道準に作る場合もあるが鉱床下部のように緩傾斜になると60m置きに2~3の切替坑道を作り、これより60m置きに坑井を上げる。坑井は鉱体の下盤より、上盤まで貫通させて鉱体の厚さを臨める。鉱床の上盤鉱体中にホイスト室を作り10HP複胴ホイストを設置する。このホイストは先進斜坑用で、先進斜坑は坑井より、鉱画の中央を上部ヒ押坑道まで掘進される。斜坑は将来入道、通気、配管に利用されるが、また、ヘディングの場合の自由面となる。斜坑掘進作業は第1日さく岩員1名による穿孔発破第2日運鉱員1名により10HPホイストを使用してブリ出しを行う。2 shift 1 round 作業である。

先進斜坑が完成すると10HPホイストを20HPまたは30HPの3胴ホイストに換えて掘進準備を完了する。

(2) 採掘：(第2図参照)先進斜坑を中心としてヘディング(加背割)を行つて行く。この場合スタンドを斜坑の中または立坑側に立て穿孔方向は走向方向または傾斜方向とし、高さは2mとして3段4~5列の横払をする。孔深は2~3mである。孔間隔については現在70

第2図 下向残柱式空洞採掘図

～80cmを標準として、10～12m³の起砕を行つている。ヘディングを行う場合鉦柱の位置には横坑にて区画し、計画通り残す。ヘディングによる起砕鉦石が処理されると遅滞なくルーフボルトを80～100cm間隔に打つ。ルーフボルトについては後述する。

ヘディングの進行状況と見合せて坑井を下げてベンチングを行う。ベンチングの高さは2.5～3.0mで四脚を使用して3段4列2.5～3.0mの穿孔を行う。孔間隔はベンチングの場合と同様70～80cmで15～20m³の起砕を行う。

採掘のさく岩作業については第3表のような方法を取っている。

第3表 さく岩方法

さく岩機 ビット ロッド	TY44 36mm蛇の目ビット (タンガロイ製第3図参照) 1/2"中空六角鋼 (大同 CR2)
送り台	軽合金製オートフィード付、送り長 1,150mm (東洋工業 XAF 40 CP)
給水 給空気 集果台	ウォーターパイプライン 平均水圧 5kg/cm ² 切羽使用時 5.8～6.2kg/cm ² ダブルスクリュースタンド (ヘディング用) 2" ガス管使用 四脚 自山製

31年下期におけるヘディング及びベンチングのさく岩成績を第4表に示す。

第4表 さく岩成績表

総起砕 鉦量	総台数	総穿孔長	総孔数	台		t当り 鉦量	孔当 穿孔長
				穿孔長	鉦量		
t	台	m	個	m	t	kg/t	m
116,296	2,315	86,725	35,153	37.47	50.2	15.1	0.304

逐年向上を示しているが総合的な合理化の面について種々検討を行つている。これについては後述する。

(3) 火薬類：t当り使用量は第4表に示したが、長装薬を行うため低比重 (0.73) の L. D. 桂ダイナマイト

第3図 36mm蛇の目ビット

を使用し親ダイに桐ダイナマイトを使用している。

L. D. 桂ダイナマイトは桐ダイナマイト (比重 1.55) に比較すると装薬長は約倍となる。発破は全部電気発破で M. S. D. または D. S. D. の10段を使用している。

(4) 切羽運搬：切羽運搬は上述の採掘区画について、20HP 3胴または30HP 3胴ホイス1台 (一部残鉦整理に10HP複胴ホイスを使用) を使用し1台当り30～80tの出鉱を行つている。ホイスは電気動を主とし、一部空気動を使っている。使用機械及び31年下期における稼働成績を第5表、第6表に示す。

第5表 スクレーパホイス一覧表

機 種	台数	仕 様			備 考
		製造元	ロープ プ	ロープ スピード	
30HP T.D	2	日製	1,500 kg	72m/min	{ 日製リモートコント ール付
20HP T.D	1	〃	1,400	54	
20HP T.D	5	鈴木	1,200	メイン 60 テール 70	
20HP T.D	2	〃	1,200	同 上	
20HP D.D	1	〃	1,600	46	{ 空気動 日製リモートコント ール付
15HP T.D	1	〃	900	メイン 60 テール 72	
10HP D.D	3	〃	600	メイン 45 テール 50	
10HP D.D	1	太空	1,300	30	
*30HP T.D	3	日製	1,500	72m/min	{ 日製リモートコント ール付
*20HP T.D	1	鈴木	1,200	メイン 60 テール 70	
*10HP D.D	2	〃	600	メイン 45 テール 50	
計	22				

* 印はいずれも32/下期より稼働の予定

第6表 スクレーパ成績表

スクレーパ 稼働台数	総処理鉦量	台当処理鉦量	稼働延工数	1工当 処理鉦量
2,178台	96,010 t	44.08t/台	4,349工	22.07

スクレーパ作業は運転員1名で坑井までの揺落しを行つが、切羽の引立が遠い場合または鉦柱の後方よりの揺

第4図 ルーフボルト

出等については信号員を必要とし助手をつけることが多い。この2名はその他に翌日のさく岩作業のための足場作りをスクレーパで行うが一部は「カッサ」で行なわなければならない。日立製リモートコントロールは極めて成績よく逐次これに切替える予定である。

(5) 切羽支保：当所の採掘法によれば切羽の盤圧は主として鉋柱により受け鉋柱間の支保は鉋床生成に関係あるせん断帯の崩落防止を目的としている。この厚さは前述のように0.3~3.0mとみなされるがこの崩落防止にルーフボルトを使用している。ルーフボルトの使用原理には2つの考え方があるようであるが、当所としてはこの弱層帯を相互に緊縛してその結合力を増し崩落を防ぐという考えの下に採掘切羽においては全面的に自山考案のルーフボルトを施行している。

ルーフボルトは第4図に示すようなもので、全長2mのもののみ使用している。まずオフセットストローパで穿孔

した孔にルーフボルトを挿入する。この際ルーフボルトは $\frac{1}{8}$ "の引抜鋼管に差し置きオフセットストローパで穿孔した孔に挿入、再びストローパで引抜鋼管のみを叩いて楔を打ち込む。これに座金を当てナットを締め付ける。ルーフナットの外径は38mmで穿孔は42mmのピットを使用、最終ゲージを40mmとし、2mmのクリアランスを持たせてある。楔の最大厚さは9mm×2であるから最大56mmまで開き得る。ルーフボルトの破断力は約10tである。なお穿孔の際落石の危険を防ぐためオイル・ジャッキ付鉄柱を使用しているが、簡便なためよく利用さ

第5図

ルーフボルティング用オイルジャッキスタンド(カラムズ2")単位mm

* 日本鉱業協会誌 昭和31年2月号 81号 p.17

れている。(第5図参照)

ルーフボルトの使用量は月約1,000本である。

(5) その他の採掘法：上部の残鉋整理切羽においては、従来の作業方法により手積が行われる外、地並の一部ではローダを使用して採掘鉋石の積込が行われているが、特殊な例で出鉋に占める割合は少ない。第7表は31年下期における作業形態別出鉋量を示したものであるが、採掘鉋量の82.6%はスクレーパにより処理されている。

第7表 作業形態別出鉋調

	スクレーパ利用採掘	ローダ利用採掘	機械化によらないもの	採掘出鉋	採開出鉋	総出鉋量
半期計	96,010 t	3,028 t	17,258 t	116,296 t	9,490 t	125,786 t
月平均	16,002	505	2,876	19,383	1,582	20,964
比率	82.6%	2.6%	14.8%	100.0%	7.5%	100.0%

4.4 照明

運搬坑道には100Vの電灯線を引き約10m間隔に60Wの電灯照明を行い主要な箇所には蛍光灯を使用している。採掘切羽は100V 500Wの投光器を2台宛使用している。

4.5 保安

災害3カ年減少計画における災害統計に基づく、当所採鉋課における事由別災害件数と採掘切羽における災害件数を比較すれば、第8表のように(不休微傷を含む)採掘切羽における度数率は、約19.2%の坑外人員を含む全度数率と大差がない。すなわち採掘切羽における人員は33.9% 災害件数は39.1%となつている。事由別に見ると採掘切羽においては飛石、転石、転倒、浮石落下、ガス中毒が特長的であり、かつ件数も多い。この事由による災害は件数の約70%を占める。その内飛石、転石は約30%を占め鉋石処理の大部分が、スクレーパによつて行なわれているにもかかわらず、大割、さく岩段取、穿孔口切等の作業が、災害の大きな原因であること

第8表 現象別災害統計(災害減少3カ年中)

	採掘切羽中(A)		採鉋課関係(B)		(A) (B)
	件数	%	件数	%	
落盤・側壁崩落	0	0	0	0	-
浮石落下	20	12.3	38	9.2	52.6
ガス中	19	11.8	30	7.2	63.4
発火	-	0	1	0.2	0
飛石	-	0	3	0.7	0
転石	52	32.2	92	22.2	56.5
採掘中の器材	24	14.8	74	17.9	32.4
工具	5	3.1	6	1.5	83.5
工転	21	12.9	30	7.2	70.0
劇毒	6	3.7	13	3.2	46.0
車物に	-	0	2	0.5	0
機械に	-	0	30	7.2	0
気斗に	14	8.6	41	9.9	34.2
下物に	0	0	8	1.9	-
その他	-	0	6	1.5	-
計	1	0.6	11	2.7	-
1,000人	162	100.0	29	7.0	3.4
軽傷	0.153		0.133		39.1
以上1,000人	14件		46件		115.0
	0.0133		0.0148		30.4
					89.9

第 9 表

総出鉱量 t	ダイナ イト kg	雷 管 個	導火線 m	ビット 個	中空鋼 km	パイプ m	林業品 石	ルーフ ボルト 本	レール m	工数	鋼材 円
254,224	93,269 0.367	161,165 0.63	98,977 0.39	4,990 0.02	8,730 0.03	3,589 0.014	1,724 0.007	13,207 0.05	3,060 0.012	98,977 0.39	8,267,346 32.5

を示している。また転倒の多いのも切羽が傾斜をなし、かつ鉱石が散乱している事に原因する。なお切羽における重傷5件の内4件は浮石落下によるもので当採掘法では高い天盤を作ることに原因しているものと考えられる(他の1件は取扱中の器材鉱物)。しかしながら3か年間に切羽における軽傷以上の災害が14件を数えるのみであつた事は、比較的安全な作業法と云い得ると思う。また鉱車による(切羽運搬)災害、落盤、側壁崩壊による災害のなかつた事も特異な点である。

4・6 原 単 位

31年度(31/4~32/3)の原単位を第9表に示す。これは採鉱費および主要坑道費を除いたものである。

ダイナマイトが比較的多く、林業品が少ないのは、地質鉱床条件によるものであり、レールパイプの少ないのは開坑延長が少ないこと、坑内水の酸性が弱い事(pH 6.8)による。ルーフボルト鋼材の多い事は、これらを支保に利用しているためである。

5. 今後検討すべき2,3の問題

5・1 ルーフコントロール

天盤の支保はルーフボルトにより行われている事は前述の通りであるが、これは第1段のベンチングの際傷められて崩落する事が多い。2段、3段のベンチングの際は天盤までの高さは4~8mとなるのでその影響は少ないように考えられる。

天盤を痛めないベンチングの打ち方については

第6図 穿孔および払方向

- (1) 全面的な下向穿孔による側面払
 - (2) 下向穿孔側面払によつて溝切を行いこれを自由面としての横払
 - (3) 同上の溝切を行いこの溝の中から溝に直角な水平穿孔による側面払
 - (4) 溝切りのみ従来のように上向に払つて残りを上述(2),(3)のいずれかによる側面払
- 等が考えられ現在いずれの方法も試験切羽を設け実施中であるが、下向穿孔による側面払は天盤を痛めない事が実証された。他の横払については、穿孔長、穿孔速度、ダイナマイト量、起砕鉱量と関連があり、これ等については半長孔の試験と合せて約1か年の試験を予定している。

5・2 起砕塊の大きさ

当所選鉱場の一次破碎設備の能力が400mmであるため取扱鉱塊の大きさは400mmを限度としている。穿孔能力の増大により、長孔穿孔を行えば起砕能力も増大するが、これにより鉱塊の大きさは増し、処理能力を超える鉱塊が起砕され二次破碎をしなければならなくなる。爆薬の使用と云う面から見るならば一次破碎で大きく起砕し、自由面を増加させて二次破碎で目的の大きさの鉱塊を得ると云う事は好ましいことであるが、破碎鉱石の処理が機械化され高能率である場合には二次破碎により、これが中断される事はその影響が大きく、当所としては一次破碎のみで所期の鉱塊を得ることを建前としている。前述のように孔間隔(最小抵抗線)を小さく取つ

ていることも理由の一つである。爆薬についてもこの目的に沿う様研究を行い採掘に使用する爆薬には低比重(0.73)のL.D.桂ダイナマイトを使用している。すなわち穿孔長が長くしかも孔間隔を小さくすれば爆薬エネルギーを孔全長に配分する事が必要となる。このためには①薬径を小さくする方法②比重を小さくする方法③緩衝発破の方法等が考えられるが、爆薬の小孔径化は爆速の低下を伴い、緩衝発破は残留爆薬の発生を伴うので低比重化を採用した。前述のようにL.D.桂ダイナマイトは、桐ダイナマイトに比べ比重は半分となるので同径同薬量で装薬長は

倍にする事が出来た。

5.3 穿孔長の問題

採掘法の進歩は長孔穿孔化にある様に見えた一時期があったが、鉱床状況により当所においては採用されなかつた。長孔穿孔による利点は①サブレベルストーピングのように下部に叩き落すことによる破碎効果の上昇、②大塊による大量処理の可能性、③二次破碎が極大の自由面を取り得る点等であり、総合的な合理化を前提とする場合が多い。一方長孔の欠点としては①穿孔速度の低下②破碎粒度の問題③残孔長の問題が残る。しかしながら、穿孔能力の強大化により、段取を含めた台当り穿孔能力の極大を求めるためには経済的穿孔長と云うものがある筈であり、当所においてもこの点につき検討を行った。すなわち①2mのジャフトバーの長さを有する四脚を使用する前提に立つてこれを移動させずに穿孔するとすれば穿孔は3段3列となり9本が段取上有利である。②平均2.5mの穿孔長にて35~40mの総穿孔長が可能であるが、孔長4~5mまでは穿孔速度の低下は僅少である。③5.5mまでは普通のロッド鋼材より取り得る。等の理由により現在4.5mのロッドを製作使用している。

5.4 採掘率の上昇

現在の残柱式採掘法においては高能率を発揮出来るが、鉱量の面では11%に及ぶ莫大な鉱量を鉱柱として残すことになる。この鉱柱に見合う鉱量を開発することは極めて多額の経費と長い期間を要し、鉱柱が回収出来るならば既設の設備を有効に利用出来ることになる。

この観点より当所においては昭和28年頃より選鉱廃滓の坑内充填が考えられ種々試験が行なわれて来たが昭和30年4月工業技術院の応用研究補助金を得て「サンドモルタル」充填法が試験され目下操業化に移行中である*。この方法は浮選廃滓をサイクロンにてサンドのみを取り出し、これに重量比10%のポルトランドを混入して40m³のタンク中にて攪拌し、濃度60~70%固体のサンド・モルタルを流送充填する。採掘法は第7図のように中間に帯状鉱柱を残して第一次採掘を行いこの空洞を充填して後帯状鉱柱を外す。昭和32年6月末3カ所4,256m³の充填を行つたが中間の帯状鉱柱を外す迄には至っていない。第一次採掘のヘディングは斜坑より一方側のみ10m引き相当進行した所で坑井を下げペンチングを行う。ペンチングは斜坑の下は打たずに残し、この斜坑はサンドモルタルで充填しない様子を囲つて坑井と共に第2次採掘に利用出来るように考えている。帯状鉱柱方式によるときは次のような利点もあげられる。

第7図 セメントモルタル柱充填採掘図

- (1) 鉱柱の後方よりの掘出がなくなりスクレーパの能率がさらに上昇する。
- (2) 鉱柱を作るための開坑延が不要となる。
- (3) 20~30m間に一つの採掘切羽が出来るので切羽の増設が容易である。

しかし一面単位鉱量当りの開坑準備費が増加する欠点がある。

5.5 通気計画

現在は自然通気に頼っている。冬期は140m通洞が入気となり鉱床中央部の排気立坑、第1立坑、及び斜入道が排気となり、夏期はこれが逆となる。したがって春秋の季節には通気は悪く(ガス中毒は発破跡ガスによつてこの期間に起つている)5HPのローカルファン2台を以つて主要坑道の排気を行つているが、発破跡ガスの排除のため圧縮空気を使用する事が多くこれは無駄が多いので第2立坑下部開発に伴い、この区域に対しては機械通気の計画を立てている。すなわち100HPの多翼送風機(日立製負圧105m水柱、風量1,750m³/min)を第2立坑下部坑道と排気立坑を結ぶ地点に設置し、140m通洞及び第2立坑頂部より入気させる。坑内温度は17~20℃であるので機械通気の主目的は発破跡ガスの排除である。

6. 結 言

当河山鉱山は戦前においては銅を対象とする1小鉱山に過ぎなかつたが、戦後埋蔵する豊富な磁硫鉄鉱が活用されるに至つて一躍注目され、10年の間は増産に次ぐ増産により、わが国屈指の大鉱山になつた。この間鉱床条件に最も適切な機械化を計るため技術的に種々工夫改善を加え現在に至つているが、拡張による拡張を行つたため諸施設及び従業員の訓練に不備な点が多い。諸賢の御批判を乞ふ次第である。

* 第8回全国鉱山製錬所現場担当者会議(採鉱講演集 p. 217)