神岡鉱山における 坑道掘進の急速化について*

(昭和39年度渡辺賞牌受賞)

正 会 員 東 尚 七**

On Rapid Drifting in Kamioka Mine

Naoshichi HIGASHI

Since 1959, we began to develop our plan including several long tunnels (nearly 3,000m each, sectional area 6~7m²) and blind raises (200m respectively). Our rocks, Gneiss and Mokuji (green skarn), reject easy advance, the former hard to drill, the latter tough in blasting. Under these circumstances, we have been managing to speed up the development through the following technical items:

1. Self-made Conveyer Loaders designed from our original ideas.
2. Short-gauge drilling using expansible cartridged explosives.
3. Re-arrangement of crew system adding shift basses.

These improvements shortened mucking time to 30 minutes, yet arose drilling-speed 1.40 times faster and brought drifting cycle-time within only 2 hours.

From Oct. 1962 to Jan. 1963, we advanced 1,096m including 324.3m in Nov. Other records over 300m are 301.4m in June, 356.3m in Nov. both in 1964. Also a 200m raise attained within 2 months (formerly, 6 months needed)

The author believes this rapid drifting can be applied universally and economically everywhere, because it seems just fit for any small sectional, single track drifting.

1. 緒 言

新しい鉱山の開発はもとより、鉱山における探鉱や、種々の合理化計画の推進において、坑道掘進の急速化は、もつとも重要な要素であることはいまさら言うまでもない。

掘進作業はその山の岩質、掘さく断面、単複線の別、ズリ搬出距離、湧水やガスの有無など幾多の条件が異なるので一様に論ずることはできないことにしても、急速化の方法として、1人当り工程は低下しても多人数を稼動し、月延びの増大を計る場合と、1方一定の必要人員で1人当り工程の上昇により、掘進の急速化を計る場合とに要約されるが、神岡鉱山は坑内生産作業がすべて直轄工であるため、後者の方針をとつてきた。

昭和34年より、神岡鉱山においては、茂住坑ならびに栢洞坑円山の既知鉱床下底部の確認および新鉱床の探鉱と、その下部開発が急がれ、3,000mに達する長距離掘進や高低差200mにもおよぶ長距離切上りの掘さくに着手した。その開発をできるだけスピードアップすべく、

穿孔、ズリ取の各作業における技術改善、すなわちシート・ゲージ高速さく岩機の採用、ならびに自家製コンベヤローダ(連続積込機)の考案と作業組織および管理の改善を導入した。これらの改善によって従来掘さく断面積6~7m²の長距離単線坑道において、直轄夫の場合月延び200m前後の成績であつた本邦の掘進記録を上廻り、38年11月月延び324.3mの記録達成に成功し、これを含めて4ヵ月間に1,100mの急速掘進の実をあげた。その後昭和39年10月より再開した茂住通洞において、コンベヤローダ3号機の使用により、同年11月月延び356.3mと記録の更新をみ、月延び300~400mが常時可能となつた。

なお外国ならびに本邦の坑道掘進実績と比較すると第1表のようになる。また切上においても200mの長距離切上を、わずか2ヵ月で完成するという好成績を収めた。

2. 掘進技術の変遷

神岡鉱山における掘進技術は、昭和26年以降幾多の合理化が進められてきた。その変遷を一括すると第2表のようになり、大まかにいつて六つの期間に分けることが

* 昭和40年3月29日受理 木会昭和40年春季大会にて講演

** 三井金属鉱業株式会社神岡鉱業所 栢洞坑長

神岡鉱山における坑道掘進の急速化について（渡辺賞）

第1表 外国および本邦の

項 目	外 国						
	米 ブラッ クベル 鉱山	ブルガ リヤ 鉱山	チェコ スロバ キヤ フス キ鉱山	南アフリ カ連 邦 デ ン フ ォ ン テ ン 鉱山	西ドイツ 鉱山	東ドイツ 鉱山	ソ ビ エ ト 連 邦 ア チ サ イ ス キ 鉱山
掘 進 年	1945	1953	1956	1956	1957	1957	1958
岩石のプロトチャコフの堅さ指数	18	8	8~10	8	9	10	10~12
掘 進 断 面 積 (m ²)	7.6	7.0	9.0	8.3	5.8	17.2	9.0
掘 進 月 間 掘 進 率 (m/月)	360	501.5	1,021.3	661.8	513.6	240	452
掘 進 日 間 掘 進 率 (m/日)	203	334/10	438/14	290	331	120	203/6.5
掘 進 1 サイクル 平均 掘 進 率 (m/日)	1.75	1.54	2.33	2.29	1.55	2.0	2.22
掘 進 機 種	EIMCO-218 ジャンボ (さく 岩機 5台)	ПМЛ-5 ОМ-506	ПМЛ-5М 手持さく岩機	— 手持さく岩機	HL-400 手持さく岩機	ПМЛ-5 回転打撃さく岩 機	ПМЛ-5 ПР-30K
掘 進 車 装 置	—	コンベヤ積替機	可動運車板	ローラプラットフォーム	—	可動運車板	同 左
掘 進 さく 積 込 は 並 行 作 業 か 並 行 作 業 で ない か	並行でない	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
掘 進 1 方 作 業 時 間 / 1 日 方 数	8/3	6/4	8/3	8/3	8/3	6/4	6/4
掘 進 進 班 人 数 (名)	21	28	56	45	18	32	40
掘 進 破 孔 平 均 掘 進 率 (m/日)	32	16	20	20	18	48	25~27
掘 進 破 孔 平 均 掘 進 率 (m/日)	2.2	1.7	2.8	2.5	2.0	2.1	2.4
掘 進 同 時 に 使 用 さ る さく 岩 機 数 / さく 孔 数	5/6	6/7	10/14	6	6	2/4	8/8~9
掘 進 同 時 に 使 用 さ る さく 岩 機 数 / さく 孔 数 (mm/min)	143	130	151	300	141	555	130
掘 進 同 時 に 使 用 さ る さく 岩 機 数 / さく 孔 数 (m ³ /人・方)	4.0	4.0	5.3	2.98	4.0	4.3	3.84
掘 進 破 孔 の さく 岩 機 数 (m ³ /h)	11.5	18.5	31.4	16.2	10.6	12.9	16.8
掘 進 破 孔 の さく 岩 機 数 (人・min/m ³)	44	22	27	22	32.7	12.2	29
掘 進 破 孔 の さく 岩 機 数 (人・min/m ³)	31	19.4	21	20	32	19.8	28
掘 進 破 孔 の さく 岩 機 数 (人・min/m ³)	90	90	69	90	83	84	77
掘 進 火 薬 消 費 量 (kg/m ³)	—	1.6	2.15	1.6	—	1.6	3.3
掘 進 費 (ルーブル/m ³)	3.1	3.1	2.36	4.2	3.1	2.9	3.2

第2表 神岡鉱山における

期 別	第 1 期	第 2 期	第 3 期
方 時 月 作 月 工 1 方 当 り サ イ ク ル 加 孔 平 均 掘 進 率 心 算 m 当 り 使 用 火 薬 量	スタンハンド式 昭和26年以前 2方×21日 2人1方(進さく員2名) 25m 30cm/工 0.5サイクル1方 1.5m×2.0m 17~22本 1.30~1.60m 1.2m 導火線3回発破 ピラミッドカット 30mm 11.7kg/m	ジャンボ・ローダ方式 昭和26年~31年 2方×25日 2人1方(進さく員2名) 56m 56cm/工 1サイクル1方 2.0m×2.3m 20~22本 1.40~1.60m 0.9~1.3m 段発電気雷管1回発破 バーンカット 30mm 11.0kg/m	レッグ・ローダ方式 昭和31年~34年 2方×25日 2人1方(進さく員2名) 66m 66cm/工 1~1.5サイクル1方 1.8m×2.0m 20~25本 1.46m 1.31m 段発電気雷管2回発破 バーンカット 25mm 12.4kg/m
穿 孔 機 式	さく 岩 機 種 類 M-7L 1 台 3½" コラム 1 本 ソリッドコーンシエル(手廻)40" 32mm◎ 48mm デタッチャブルスチール 21.6cm/min	さく 岩 機 種 類 M-7L 2 台 太 空 式 ジャンボ ソリッドコーンシエル(オートフィード)60" 32mm◎ 46mm, 40mm W.C.デタッチャブルW.C.インサート 28.2cm/min, 37.3cm/min	さく 岩 機 種 類 ASD-22 2 台 レッグ 22mm◎ 30mm W.C.インサート 28.0cm/min
ブ リ 取 機 式	掘 進 機 種 類 0.9m ³ 前開鉱車1車 手 手 積 押 100m	掘 進 機 種 類 0.9m ³ グランビー鉱車 太 空 600 型 ロード 2t バッテリー ロコ 400~500m	掘 進 機 種 類 0.9m ³ グランビー鉱車 太 空 600 改 造 型 ロード 2t バッテリー ロコ 400~500m
作 業 時 間 内 容 (1 サ イ ク ル)	穿 孔 作 業	16'25"	15'28"
	進 主 後 作 片 備 業 付	129'18"	79'18"
	計	11'22"	7'42"
	265'	157'05"	102'28"
	発 破 作 業	8'05"	15'05"
	進 主 後 作 片 備 業 付	50'20"	43'00"
ブ リ 取 作 業	計	58'25"	58'05"
	進 主 後 作 片 備 業 付	12'	6'30"
	進 主 後 作 片 備 業 付	264'	73'15"
	進 主 後 作 片 備 業 付	59'	6'35"
	計	335'	86'20"
	合 計	11°10'	4°06'53"

(注) (1) 支柱員はレール布設、腰掘作業を行なうので、工程は進さく員のみの工程とした。

坑道掘進実績比較

本			邦				備 考
神 岡 A (茂住)	神 岡 B (板洞)	神 岡 C (茂住)	A**	B**	C**	D**	
1963-11 *平均(片麻岩) 25.7(18~31) 6.2 324.3 274/10.5 1.18 太空700B型 ASD-317D	1964-6 *平均(片麻岩) 25.7(18~31) 6.2 301.4 304/11.3 0.99 太空700B型 ASD-317D	1964-12 *平均(片麻岩) 25.7(18~31) 6.2 356.3 328/12.1 1.09 太空700B型 ASD-317D	1960-12 — (砂岩及頁岩) 12.8 252.1 6/日 1.65 R S 85 レグドリル	1960-12 — (砂 岩) 12.9 253.4 6/日 1.59 R S 85 レグドリル	1960-9 — (頁 岩) 10.7 222.0 3/日 1.56 R S 75 レグドリル	1960-10 — (頁 岩) 9.2 168.0 6/日 1.26 L H 58 レグドリル	(注) (1) *平松, 岡 ①「塊状鉱体の採掘跡崩落 に関する実験的検討」京 都大学工学研究所彙報第 4輯, 昭和28年9月 ②昭和28年度日本鉱業会春 季大会にて講演(昭和28 年4月17日) ③6個の試料の圧縮試験値 (kg/cm ²)を岩石の堅さ 指数に換算した (2)** 「探鉱と保安」1961年, 第 7巻, 第7号 p. 24 「急速 掘進における積込み運搬方 式」(藤井)より抜粋 (3)外国資料は昭和38年3月 号日本鉱業会誌より抜粋 (4)1ルーブル=400円で算 出した
なし(コンベヤローダ)	なし(コンベヤローダ)	なし(コンベヤローダ)	—	—	—	—	
並行でない	並行でない	並行でない	—	—	—	—	
6/4 8 26 1.30 2/2 350 5.3 18.8 13.1 12.8 41.6 1.7 (低比重ダイナマイト) 2.6	6/4 12 29 1.20 3/3 — 4.1 18.8 — — — 2.2 (低比重ダイナマイト) 3.2	6/4 8 29 1.28 2/2 350 5.1 18.8 13.1 12.8 41.6 1.7 (低比重ダイナマイト) 2.7	7.6/3 — — — 4 — 7.11 43.8 — — — — — —	8/2.8 — — — 6 — 5.58 24.0 — — — — — —	8/3 — — — 4 — 5.60 23.5 — — — — — —	7.5/3 — — — 3 — 3.44 26.0 — — — — — —	

長 距 離 掘 進 技 術 の 変 遷

第 4 期	第 5 期	第 6 期 (1号機)	第 6 期 (3号機)
小口径レグ・ローダ方式 昭和35年1月~35年8月 2方×25日 2人1方(進さく員2名) 91m 91cm/工 1.5~2.0サイクル1方 2.0m×2.3m 28本 1.20m 1.0m 段発電気雷管1回発破 バーカット 22mm 12.9kg/m	小口径レグ・スララン・トレン方式 昭和35年8月~38年9月 4方×27日 4人1方(進さく員2名, 支柱員2名) 260.3m 121cm/工 (1) 2~2.5サイクル1方 2.6m×2.4m 26.6本 1.15m 1.1m 段発電気雷管1回発破 ピラミッドカット 22mm 10.9kg/m	小口径レグ・コンベヤ・ローダ方式 昭和38年10月以降 4方×26日 4人1方(進さく員2名支柱員2名) 324.3m 162cm/工 (1) 2.5~3サイクル1方 2.6m×2.4m 26本 1.30m 1.18m 段発電気雷管1回発破 ピラミッドカット 22mm 10.47kg/m	小口径レグ・コンベヤ・ローダ方式 昭和39年11月実績 4方×27日 356.3m 173cm/工 29本 1.28m 1.09m 10.24kg/m
ASD-317 2台 レ ッ グ 19mm◎ 27mm W.C. インサート 40.0cm/min	ASD-317 2台 レ ッ グ 19mm◎ 27mm W.C. インサート 40.0cm/min	ASD 317 2台 レ ッ グ 19mm◎ 27mm W.C. インサート 40.0cm/min	〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃
0.9m ³ グランビー・鉱車 太空600型ローダ 2tバッテリーローコ 400~500m	0.9m ³ グランビー・鉱車7車連続積込 太空700型ローダ 4tバッテリーローコ 3,000m	1.6m ³ グランビー・鉱車8車連続積込 太空700型ローダ 4tバッテリーローコ 3,000m	1.6m ³ グランビー・鉱車9車連続積込 〃 〃 〃
8'55" 64'33" 4'00"	7'30" 49'00" 5'30"	4'00" 43'00" 1'00"	〃 〃 〃
77'28"	62'00"	48'00"	〃
14'03" 30'07"	10'00" 24'00"	9'00" 17'00"	〃
44'10"	34'00"	26'00"	〃
8'08" 71'10" 1'50"	8'30" 51'00" 5'30"	7'40" 23'20" 8'00"	〃
81'08"	65'00"	39'00"	〃
3°22'46"	2°41'00"	1°53'00"	〃

できる。

第1期は昭和26年以前で、いわゆるカラムとアームによるスタンド方式の時代で1方穿孔、1方ズリ取り、すなわち2方で1サイクルを行ない、月延び25m、工程は30cm/工であつた。

さく岩機はヘビードリフタ、ビットは普通タガネとスチールビットでW.C. ビットはまだ使用されず、発破も導火線、ズリ取りは距離も短く、手積、手押という幼稚なものであつた。しかも穿孔、ズリ取り、レール敷設、パイプ延長、留付等、支柱の各作業は分離され、それぞれ異なるクルーによつて行なわれていた。

第2期は昭和26年～31年で、2ブーム、ジャンボ、ローダ、2t バッテリ、グランビ鉱車が導入され、飛躍的な機械化の行なわれた時期である。すなわちジャンボ採用による段取、段取外し、移動調整等の付帯作業時間の節減、W.C. ビットによる穿孔速度の向上、ローダ、バッテリー、グランビ鉱車による積込、運搬、ズリ捨時間の短縮、電気発破採用による発破時間の節約等、掘進能率は大幅に上昇し、1方1サイクルが可能となり、月延び56m、工程も56cm/工と、第1期に比較していちじるしく向上した。なおレール、パイプ留付等の支柱作業は分離されていた。

第3期は昭和31年～34年で、取扱いを簡便にして穿孔付帯作業時間を大きく短縮するため、従来のヘビードリフタに変えてレッグ・ドリルを採用した。

さく岩機の合理化により生じた穿孔速度の低下をインサートビットの使用、ロッドおよびビット・ゲージの縮少によつて補ない、純穿孔時間の増加によつて1サイクル中の穿孔時間は大幅に短縮された。またズリ取もローダ作業の習熟とジャンボとローダとの入替作業がなくなつたため、若干能率の上昇を見た。

この期より穿孔、発破、ズリ取の外にレール仮敷設、パイプ延長の作業をも掘進クルーが実施するようになり、しかも1サイクル所要時間は約4時間に短縮され、1方1～1.5サイクルが可能となり、月延び66m、工程66cm/工となつた。

第4期は昭和35年1月～8月でさらに穿孔能率の向上を目標に軽量レッグ・ドリルを採用し、ビット・ゲージを30mmから27mmに、ロッドも22mm ϕ から19mm ϕ に縮少してショート・ゲージ穿孔を行なつた。その結果、穿孔速度は40～50%上昇し、また可変型爆薬の使用によつて装填密度を上げ、穿孔本数を増加させることなく掘進能率は1方1.5～2サイクル、1サイクル所要時間は約3.5時間となり、月延び91m、工程91cm/工に達した。

ズリ取作業については、第2期より第4期まで同じ方式で2t バッテリにより0.9m³ グランビ鉱車を5車～7

車牽引し、1車ずつズリを積み込み、坑道100～150mごとに設けた約15mの鉱車入替用分岐線に実鉱車を押込み、全車数積込後ズリ捨を行なつた。

しかしながらこのズリ取方式では、前述の分岐線のごとき余分な掘さくが必要であり、また鉱車入替に時間を要するなどの不利の点が多く、0.9m³ 1車積込時間は7分前後で能率上思わしくなかつた。

そこで鉱車を連結したままの状態、ズリ積込みのできる方法を検討した結果スラッシャ・トレーンを計画して自家製作した。

第5期は昭和35年8月～38年9月で、この頃から下部開発のため掘進は長距離化し、ズリ取能率を上げるため、従来の方式を変更してスラッシャ・トレーンを使用し好成績を収めた。

当初0.9m³ 鉱車3車編成で出発し、逐次車数を増して試験を重ねたが、スクレーパの水平運搬能率がある車数以上になると1車ごとに急激に低下するので、ズリ出し回数をも考慮し、7車編成となり、1発破のズリ（約13m³）は2回で搬出した。

さらにこれまでの600型ローダを700型ローダに、電車も2t バッテリから4t バッテリ・ロコにそれぞれ大型化を計り、スラッシャ・トレーンによつて連続積込が可能となり、分岐線も不要となつて引立面の作業も従来のごとき中断はなくなつた。

また急速化のため操作方法を1日2方より4方として現場での作業中断をなくし、従来、別クルーが行なつていたレール布設、鉄管延長、腰掘、留付等の作業を掘進作業に含め、支柱員2名を増員し、1方4名による完全なクルーシステムを採用して作業の無駄を除去した。

その結果ショート・ゲージ穿孔と相まつて、月延び260.3mと大幅に上昇し、1サイクル所要時間も3時間を割り、1方2～2.5サイクル、工程は121cm/工に達した。

しかしながら一方スラッシャ・トレーンについては

a. スクレーパであるため40cm大の塊鉱の処理が困難でスクレーパ運転には熟練を要する。

b. 鉱車間の連結部にスクレーパがひつかかり脱線等の事故を起す。

c. 車数が増すごとにズリ取時間は二次曲線的に増大するので連結車数に制限をうけ、1発破のズリ搬出回数は2回となる。鉱車を大きくすればシープフレームが大きくなり掘さく断面が拡張されて、ズリ量が増加するので同じ結果となる。

d. 鉱車の損傷がはげしく、修理に忙がしい。

e. 7車編成でも5車目以上になると、スクレーパの能率がローダに劣り、1トレーン10分の待時間を生じ、それだけズリ取りがおくれる。

f. ロープ振れ、鉱車からの落石等保安上も安全でない。

のごとき欠点を有するので38年7月これらを解消すべく35年に初めて試作したコンベヤ・ローダの構想を再現し、1発破のズリを1トレーンで処理し得るコンベヤ・ローダの自家製作に着手した。

第6期（現在）は昭和38年10月以降で、1発破のズリを1列車で処理でき、かつ高さおよび長さがあまり大きくならないように、 1.6m^3 グランビ鉱車8車積のコンベヤ・ローダを採用し、幾多の苦心の末、自家製作に成功し、これによつてズリ取時間は第5期に比して半減し、ズリ取能率は大幅に向上した。

またライン制度の確立により、作業組織および管理の改善を行なつた結果、穿孔、発破作業においても能率が向上し、1サイクル所要時間も2時間を割り、1方2.5～3サイクルが可能となり、月延び324.3m、工程162cm/工の記録を達成した。コンベヤ・ローダに関する詳細は現況の項にて述べる。

以上掘進技術の変遷について述べたが、昭和30年以降、現在までの掘進工程および月延びの実績推移を示すと、第1図、第2図のようである。第1図に示す掘進工程は片麻岩および空地（含鉛、亜鉛、灰鉄輝石）において、達成されたものである。

神岡鉱山の地質は古生代に属する飛騨片麻岩とそれに夾在する石灰岩を交代した鉛、亜鉛の高温交代鉱床よりなる。飛騨片麻岩は一般に珪化作用が進み、穿孔性は低いが発破効果は比較的良好な岩質で、掘進 m^3 当り2～2.5kgの爆薬を必要とする。また空地鉱は石灰岩を交代したもので、穿孔性は高いが、いわゆるしわい岩質で掘進 m^3 当り2.5～3.0kgの爆薬を必要とする。

3. 現 況

3.1 急速掘進の三要素

前述のように掘進技術は幾多の変遷を経て現在に至つ

たが、神岡における急速掘進の現況を以下3つの要素すなわち自家製作コンベヤ・ローダ、ショート・ゲージ穿孔、作業組織および管理に分けて詳述する。

(1) 自家製コンベヤ・ローダの採用 現在の自家製コンベヤ・ローダ製作に至るまでの経緯は次のとおりである。

a. 枋洞1号機 (0.9m^3 3車積)

コンベヤの支持はホッパー台車とニューマテック伸縮脚で行なう型式とし、脚は鉱車の外側に立つよう設計した。その結果鉱車入替時間が半減したが、3車積のため連続積込の妙味少なく、ベルトの幅が18"のため大塊の積込みが困難であり、また伸縮脚が空気圧の変動で安定せず、かつ前後の衝撃に弱かつた。

b. 枋洞2号機 (1.6m^3 5車積懸吊式)

枋洞2号機は別の構想から研究し、天盤に固定されたI型钢にコンベヤ・フレームを吊下げ掘進の進行にしたがつてI型钢を移動する構造とし、一方ズリ出回数を2回にするため、 1.6m^3 5車積に、ベルトの幅も24"に改良した。しかしコンベヤ・フレームの支持については、I型钢の移動に相当の時間と工数を要し、能率的には大きな成果は見られなかつた。

c. 茂住1号機 (1.6m^3 8車積)

前述のようなスラッシャ・トレーンおよび枋洞1、2号機の欠陥を補うためコンベヤ・ローダを再検討し1発破分のズリを1列車で積み込み得るように次の要点を入れて設計を行なつた。

(i) コンベヤ長が25mに達するので構造を頑丈にする。(ii) コンベヤ・フレームは積込時は鉱車による支持とし、空車時は作動車およびレール上に位置する脚支持とする。(iii) 支持脚は作動車により操作される。(iv) コンベヤのテールプリーはグリッドタイプとし、ベルト裏側に付着するズリを排出するようにした。

以上の結果第3図のような茂住1号機を自家製作し、昭和38年10月からすでにスラッシャ・トレーンにより、

第1図 昭和30年以降掘進工程の推移

第2図 掘進月延びの推移 (1 稼行箇所)

第3-1図 茂住1号機コンベヤ・ローダ (A)ズリ積込状態 (脚収納)

第3-2図 茂住1号機コンベヤ・ローダ

1,600mに達していた茂住通洞に投入し、10月中に298.4m、11月には324.3mの掘進記録を樹立した。その後も引続き月延び200m以上を掘さくして、所定の地点に達した。

茂住1号機の支持脚の機構および操作方は概略次のとおりである。(第3図参照)

積込は第3図Aの状態から始められ、順次鉱車が引き出されると連結された作動車と共に引き出され、収納された脚のロックを開放し、徐々に脚は下がり垂直位置に至つて脚スタンドロックが働き固定して、フレームを支持する。積込を終了して鉱車が全部引出されると、作動車はフレーム末端で連結解放レバー⑩を叩かれ、連結を離され、ストッパーの位置で止る。

空鉱車を押込むときは、鉱車が作動車に当つて、自動的に連結されて作動車、鉱車のフレーム受けレールで、フレームを支持しながら進入し、作動車が支持脚の位置に達すると、そのロック解放ブロック③で脚スタンドロック⑨を解放し、同時に下段の脚受けローラ⑧で脚をすくい、次々に中段、上段のローラで押し上げフレームに収納し、自動的に収納ロック④で固定される。エヤーモ

ータ用の圧気は、コンベヤ・フレームの1"パイプを利用して送られる。

以上の操作により積込みは円滑に行なわれ、第4図のごとく1発破分のズリを積込む時間は、いちじるしく節減することができた。

しかしながらこの茂住1号機は、支持脚が1本脚型であり、走行できないので前後方向には弱く、ホップ台車にストッパがあるにもかかわらず、ローダで積込む際の衝撃等で脚部の損傷故障もしばしば発生した。

またフレームの受けローラに両フランジをつけ、左右の脱落防止をはかつたところ、軌道の凹凸や左右のふれのため、逆に鉱車のフレーム受レールが、受けローラに合致せず、外れることがあつた。

d. 枋洞3号機 (1.6m³ 8車積)

枋洞2号機の問題点に対して、茂住1号機の特長を加味して研究の結果、積込時は支持台車2台と鉱車とで、フレームを支持し鉱車を引出した時は、支持台車がコンベヤの中間と後端で自動的に切離され、フレームを支持する機構とし、1.6m³ 鉱車8車積みとした。枋洞3号機は茂住1号機とほぼ同様の能率をあげ、昭和39年6月には-370m 円山向において月延び301.4mを達成することができた。

e. 茂住2号機 (0.9m³ 4車積V型レッグ中段用コンベヤ・ローダ)

長距離掘進用茂住1号機による茂住通洞掘進が好成績をあげたので、中段掘進にも適用するため曲線部においても移動可能な4車積茂住2号機を製作した。茂住1号機の欠陥を補うため、

(i) 支持脚をVレッグとし、かつ下端ローラを左右連動として軌道面を走行できるようにした。(ii) フレーム受けローラはフランジを廃止し、平ローラとし、支持レールからのローラの脱落を防止するため、鉱車の内側に入るようにガイドプレートを設けた。(iii) フレー

第4図 1発破分ズリ積込所要時間

写真1 茂住3号機コンベヤローダ

ムは 3mごとに分割してセンターボルトで接続し、両側をスプリングワイヤでしめつけ、自在接手として半径15mの曲線部を通過可能にした。(iv) コンベヤ・フレームのアングルは強度を増すため、2"より2½"とした。

などの改善を加えた結果、茂住2号機は空車の際でも移動が可能となり、曲線部の通過も容易となつて、きわめて便利になつた。

f. 茂住3号機 (1.6m³ 9車積)

茂住3号機は茂住通洞掘進を終了した茂住1号機に2号機の特長を組入れてV型レッグに改造し、鉤車のない時でも移動を可能とした。また作業者間の連絡のために設備されていた警笛に加えフレームの1"パイプを利用して伝声管を取りつけ、ホップ台車の歯止めは手動およびエヤー駆動の両方を備えた。

茂住3号機は昭和39年9月に完成し、10月から-500m準、中小屋向長距離掘進に投入し、約3,000mの探鉱を再開したが、11月に入つて月延び356.3mの好成績をあげた。

次に茂住2, 3号機の操作方法について述べる。コンベヤ・ローダによる積込は第5図Aのごとくコンベヤは作動車および鉤車の支持レールにより支えられた状態から始められる。積込みが進み作動車を連結した鉤車が順次引出され、作動車がV型脚収納位置に達すると、V型脚の脚支持ローラは作動車レール⑦の傾斜にしたがい脚の自重で下り、補助脚④の先端部ローラはフレームに組まれた案内溝⑥を滑り、脚スタンドロックの位置にいたりロックされ、脚はV型になつて固定される。脚ローラ②は軌道レール面に達し、コンベヤを支える。

同様にV型レッグを次々に下してコンベヤ先端に達すると作動車はフレーム先端のストッパーに当たり、列車は鉤車とともにコンベヤ・ローダを牽引し、発破時の退避位置にいたり、作動車の連結を切離しズリ出しに向う。鉤車を押込む時は鉤車を作動車に連結した後作動車およ

写真2 V型脚使用状況

写真3 V型レッグ作動中

び鉤車の支持レールでコンベヤフレームを支えながら順次押し込み、作動車がVレッグの手前に達すると作動車上面のロック解放ブロック⑫でフレームのロック解放レバー⑬を押し上げて、脚スタンドロック⑤を外し、同時に作動車レール⑦は脚支持ローラ③を受け徐々に脚を持上げる。補助脚の先端ローラは案内溝を滑りV型脚は直線となり収納される。

以上の経過を経て自家製コンベヤ・ローダが発展し、茂住3号機の完成により1発破分のズリ取時間が準備、片付を含めてわずか30分に短縮され、長距離掘進の急速化に大きく貢献した。

現在栃洞坑においては3号機2台、茂住坑においては2, 3号機各1台、計4台がそれぞれ活躍し、コンベヤ・ローダの威力を発揮している。

なお自家製コンベヤ・ローダの自動式支持装置については、特許を申請した。

(2) ショート・ゲージ穿孔 掘進の穿孔能率を向

第5図 茂住2, 3号機V型脚説明図

上するには、さく岩機を軽量化し、ビット・ゲージを小さくする方法と、さく岩機を大型化する方法とがあるが、穿孔付帯作業を減少するため前者の方法を取り入れ、昭和35年以降、軽量レッグ・ドリルによるショート・ゲージ穿孔を採用した。またさく岩機の軽量化による1回の打撃力の低下を打撃数の増加で補ない、さらにショート・ゲージ穿孔による穿孔速度の上昇を計った。

ショート・ゲージ穿孔の採用により薬径およびロッド径の縮小による爆力の減小、ビット、ロッド、ライフの低下が問題となったが、この点については以下に述べるごとく、特に慎重な検討を行なった。

その結果、爆力およびビット、ロッド、ライフの低下とも問題ないことがわかり、穿孔能率はもとより経費および保安面においても好成績をおさめている。

さく岩機の仕様比較は第3表のようである。

a. 爆力に対する考察

ショート・ゲージ化し、薬径を小さくすれば爆力の低下をきたし、当然孔数の増加が憂慮されるので可変型爆薬を使用し、孔中で圧縮して実質薬径を同一にするか装填密度を上げて爆力の低下を防止することを考えた。

(i) まず、従来のストープおよびレッグ・ドリル使用時の装薬率(装薬長/穿孔長)と圧縮率(装薬長/薬包長×装薬本数)の現状調査を行ない、その結果にもとづきショート・ゲージ化した場合の孔中での必要圧縮率を求めると、水平掘進で77.4%、切上で63.1%にしなければならない。そこでできるかぎり圧縮率を上げるために可変型爆薬として、グラシン包装紙のダイナマイトおよびミシン入包装紙のカーリットを採用したが、操業試験結果では、水平掘進80%、切上76%までは容易に圧縮が可能であることが判明した。

以上の結果を第4表に示すが、孔中での実質薬径は従来に比べて若干小さくなっているが、装填密度は非常に上つているので、可変型爆薬の採用により、爆力の低下はなく孔数および爆薬使用量の増加はないと考えた。

(ii) 実際の爆力を比較するために、焼切試験を行なった結果、第5表のようにショート・ゲージ化による爆力の低下は認められなかった。なお焼切試験とは1.0~1.5mの2本の平行孔を穿孔し、1孔を空孔とし、他の1孔に装薬発破を行ない孔間隔を変えながら、その焼切状況によって爆薬の優劣を判定する方法である。

第3表 さく岩機仕様

摘 要	ス ト ー パ		レ ッ グ ・ ド リ ル	
	ス ト ー パ	軽 量 ス ト ー パ	レ ッ グ ・ ド リ ル	軽量レッグ・ドリル
さく岩機重量(kg)	49	32	36	29
ビット重量(kg)	1.95	1.40	1.70	1.35
ストン重量(mm)	66.7	66.0	70.0	68.0
打撃力(ton)	68.0	55.0	70.0	44.0
打撃回数/分	1,960(6kg/cm ²)	2,270(6kg/cm ²)	2,000(5kg/cm ²)	2,500(5kg/cm ²)
打撃回数/分	5.5kg-m(6kg/cm ²)	3.8kg-m(6kg/cm ²)	3.8kg-m(5kg/cm ²)	2.7kg-m(5kg/cm ²)
打撃回数/分	3.0m ³ /min(6kg/cm ²)	2.2m ³ /min(6kg/cm ²)	3.1m ³ /min(6kg/cm ²)	2.8m ³ /min(6kg/cm ²)
ビット径	1#34mm 2#30mm	1#29mm 2#27mm	30mm	27mm
ビット長さ	22mm◎	19mm◎	22mm◎	19mm◎
ビット間隔	1#1.00m 2#1.80m	1#1.10m 2#1.80m	1.70m	1.80m

b. ビット、ロッドに対する考察
 ショート、ゲージ化の第2の問題は、ロッドの強度で22mm◎より、19mm◎ ロッドにすれば、当然ロッド・ライフの低下が懸念されたが、次のような検討および試験を加えた結果、差異のないことが判つた。

(i) ロッドの破損は打撃による圧縮荷重以外に回転による振り、および曲げ荷重などに起因するが、これはいずれも単位面積当りの打撃荷重に比例するものと考えられる。し

かるに単位面積当りの打撃荷重は、

$$\text{ストーパの場合} \quad 22\text{mm} \odot \frac{5.5}{3.96} = 1.39 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$$

$$19\text{mm} \odot \frac{3.8}{2.86} = 1.33 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$$

レッグ・ドリルの場合

$$22\text{mm} \odot \frac{3.8}{3.96} = 0.96 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$$

$$19\text{mm} \odot \frac{2.7}{2.86} = 0.94 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$$

であるので、いずれも若干19mm◎の方が小さく、22mm◎に比較して強度的にはほとんど問題がないと考えた。

打撃力と打撃数との組合せによるロッドの強度については、実際の穿孔試験によることとし、数多くの試験を行なつた。

(ii) レッグ・ドリルによるショ

ート・ゲージ・ビットおよびロッド試験の結果は片麻岩で、ビットライフ106m、ロッドライフ43m、従来の22mm◎による片麻岩での試験結果は、ビットライフ109m、ロッドライフ40mに比し、ほとんど変らない。

c. 穿孔試験および掘進操業試験

以上の検討を行ない、ショート・ゲージ軽量さく岩機による穿孔時間の短縮、進行率の上昇が期待できる見透しを得たので基礎試験を行なつたが、第6表のとおり非常に好成績をおさめた。

(3) 作業組織および管理 従来は採鉱係長の下にブロックごとに区長がいて、担当区の計画、実行および管理業務を行なっていたが、業務遂行上種々の欠点を生じ、生産能率の向上をはばむ場合が多かつた。そこで各業務の責任区分を明確化し、各担当分野で自己の能力を最大限に発揮できる組織とすることにより、生産能率と保安の向上をはかる目的で、1年以上にわたる検討期間

第 4 表

項 目	方 式	従 来 方 式		ショート・ゲージ方式	
		ス ト ー パ	レッグ・ドリル	軽量ストーパ	軽量レッグ・ドリル
ビット・ゲージ		1#34mm, 2#30mm	30mm	1#29mm, 2#27mm	27mm
爆薬径mm		25	25	22	22
爆薬率%		66.4	66.2	66.4	66.2
装薬率%		81.5	99.9	76.0	80.0
装薬後の薬径mm		27.7	25.0	25.2	24.6
装薬率%		100	100	91.0	98.4
装薬密度%		79.4	69.4	90.1	91.2
装薬比		100	100	113	131

第5表 小径可変型爆薬焼切試験結果

薬 種	ビット ゲージ (mm)	穿孔長 (m)	装薬量 (g)	装薬長 (cm)	圧縮率 (%)	孔 間 隔(cm)				
						12	14	16	18	20
従来 の薬	従来のダイナマイト 25mmφ×195mm 150g	30	1.00	400	52.0	100	○	○	×	
小径 可変型 爆薬	ダイナマイト A 22mmφ×180mm 100g	27	1.00	400	55.4	76.9	◎	○	△	×
	カ ー リ ャ ッ ト 22.5mmφ×230mm 100g	27	1.00	400	70.8	75.3	○	○	○	×
	ダイナマイト B 22mm×180mm 100g	27	1.00	400	56.6	76.5		○	×	×

(註) 岩質空地 ◎ 焼付なく、きれいに飛出している。

○ 完全にきれいているが、焼付が残っている。

△ 半分は切れずに残っている。

× 全然切れていない。

第6表 基礎試験および操業試験結果

摘 要	ス ト ー パ		レッグ・ドリル	
	ストーパ	軽量ストーパ	レッグ・ドリル	軽量レッグ・ドリル
基礎試験	ビット・ゲージ 22mm◎	1#34mm, 2#30mm	1#29mm, 2#27mm	30mm
	ビットの長さ	22mm	19mm	22mm◎
	ビットの長さ	1#1.00m, 2#1.80m	1#1.10m, 2#1.80m	1.70m
	ビットの長さ	1#1.00m, 2#1.80m	1#1.10m, 2#1.80m	1.70m
操業試験	岩質空地	片麻岩	片麻岩	片麻岩
	穿孔速度 cm/min	42.8	31.3	38.1
	空気圧静圧/作動圧	6.5/6.0	6.5/5.9	6.5/6.1
	空気消費量 m ³ /min	2.9	3.1	2.2
基礎試験	岩質空地	片麻岩	片麻岩	片麻岩
	追加穿孔	1.8m×2.0m	1.8m×2.0m	2.5m×2.3m
	本 数	23.3	21.3	29.3
	進行率 %	96.3	98.6	80.2
操業試験	岩質空地	片麻岩	片麻岩	片麻岩
	追加穿孔	1.8m×2.0m	1.8m×2.0m	2.5m×2.3m
	本 数	23.3	21.3	29.3
	進行率 %	96.3	98.6	80.2

を経て、昭和38年6月より、ライン・スタッフ制度を実施した。

現在では完全に軌道にのり高効率作業の原動力となっている。

a. 茂住坑におけるライン・スタッフ制度の特質

ライン・スタッフ制度の本質は計画と実行の完全な分掌にあるが、業務遂行上の責任はライン50%、スタッフ50%として円滑な運営を期している。制度の内容を具体的に述べると次のとおりである。

(i) 計画、管理をスタッフ、実行をライン業務として分離し、単位業務分担表を作成して作業分担を明確化した。

(ii) 現場係員の切羽滞在時間を長くするため、担当区域をまとまりのよいブロック編成とするとともに、各担当ブロックの現場食堂で食事し、できるかぎり歩行距離を短縮した。

また事務の合理化をはかり、坑内事務所内での作業を必要最小限にとどめることによつて、切羽での指示、点検時間を長くした。その結果現場係員の担当切羽数は11.4切羽より8.7切羽となり、1切羽当り8.9分の切羽滞在時間が25.8分と約3倍になった。

(iii) 作業者ととの接触時間を長くして、人間関係の向上をはかった。

(iv) 保安上問題となる稼所には特に長く滞在することにした。

(v) 机上の討議、検討は現場にて行ない、より以上具体性と現実性をもたせた。

(vi) 計画図、記録図などは、スタッフが確実に保管し、将来の計画を完璧ならしめた。

b. 茂住通洞における作業組織および管理の改善

茂住通洞掘進においても以上のごときライン・スタッフ制度の考え方にもとづき、徹底した作業管理を行ない、これが極めて有機的に活用され、能率の向上に寄与するところが大きかった。

その内容は次のとおりである。

(i) 引立における掘進作業を中断阻害することなく連続的に作業のできるよう、1組4人編成による1方6時間現場交代制を採用した。

(ii) 現場係員を含めた完全なクルーシステムをとり、全員下部開発の意義を認識し、現場係員も第1線に立つて士気の昂揚に努めるとともに、作業指導と保安点検を行なつた。

(iii) 各作業者ともまったく無駄のない作業ステップを確立し、連絡不十分による時間の損失防止のため、事前に充分な打合せを行なうとともに、その改善に当つては、協議制を採用して、互いの意志疎通をはかった。

(iv) 係員以上の管理者は資材の調達、技術的改善、適正な労務管理の面で、また測量、工作なども一丸となつて主体作業推進のため、できる限りの側面的援助を惜しまなかつた。

3・2 急速掘進の状況

以上のような技術改善および作業組織、管理の改善により記録的な掘進成績をおさめているが、現在の標準的な作業状況について記すと次のとおりである。

(1) 掘進の諸条件

岩 質	片麻岩
加 背	2.4m×2.6m
坑道傾斜	+1/200
穿孔配置図	別図
穿孔本数	25~30本
平均穿孔長	130cm
平均進行長	118cm

使用爆薬	低比重ダイナマイト (22mmφ可変型)
m当り火薬量	10.47kg
積込機	700・型ローダ 1台, 自家製コンベヤ・ローダ 1台
機長	27m
運搬能力	192m³/h
ベルト速度	88m/min
ベルト幅	600mm
原動機	7.5HPエアモータ
さく岩機	ASD-317D 2台
鉦 車	1.6m³ グランビー鉦車 9車編成
電 車	4tバッテリーロコ
人員配置	4人編成で2人は純掘進作業に、他の2人はズリ出し、電車操作、レール布設、鉄管延長、腰掘、その他雑作業に従事し、ズリ取作業は4人共同して行なう。

(2) 作業方法 1サイクルの主なステップは、穿孔発破後、ローダおよびコンベヤ・ローダ (鉦車の函体で支持) を引立まで移動しズリ取を開始する。この際、作業者はローダズリ取、コンベヤ・ローダ操作、電車操車の各作業にそれぞれ1名ずつ従事する。

コンベヤ操作手から電車運転手への信号は、コンベヤ・ローダに付属している警笛を使用する。ズリ取後ただちに進さく員は穿孔作業に、他の2名はズリ出し、レール布設に、また装薬中に鉄管延長を行なう。

引立てのローダズリ取には、1.83m仮線と2.0mの被せ線を組合せて使用し、本線 (10kg/m レール) の端から引立面までの距離が5.5m以上になれば穿孔作業中に支柱員が本線布設を行なう。

腰掘り (排水溝) は引立穿孔時に右踏前に2本穿孔しておき、本掘進に追従してズリ取を行ない、さらに所定の大きさに追切りを行なう。

測量作業の中心送りは50m間隔に、測量掛との密接な連絡のもとに、引立てでの穿孔時間中に行なう。

なお自家製コンベヤ・ローダによる長距離掘進1方の作業工程表を示すと第6図のとおりである。

また支保が必要になった場合には、掘進クルーの中での支柱員が主として行ない、進さく員が補助作業を行なう。

(3) 急速掘進の実績 自家製コンベヤ・ローダ使用による茂住通洞における各月の月延び実績は第7表に示すとおりである。

なお増谷および茂住通洞における長距離急速掘進の月延びの推移は、第7図の通りであり、自家製コンベヤ・ローダにより大幅に増加している。

月延び300mを超えた掘進記録の詳細なデータを示すと第8表の通りである。

A, B 進さく員 C, D 支柱員
第6図 長距離掘進1力作業の工程表

3・3 長距離切上の急速化

茂住坑における運搬合理化に伴う下部開発の主軸をなすものは、-320m準増谷と、-500m準茂住通洞の掘進とケージ立坑、鉦石坑井などの切上である。-130m準持ヶ壁坑道と、上記2坑道はそれぞれ約200mのレベル差があるので、切上はいずれも200mを超える盲切上となる。このような長距離切上は従来より工程の低下、発破跡ガス、保安上の危険性等、多くの問題をもっていたが、運搬合理化のためには可及的速かに開さくすることが要請された。これの開さくに当つては、水平掘進の

第7表 茂住通洞における急速掘進の実績

年 月	38・10	11	12	39・1	合 計	4カ月均
進 行 長(m)	298.4	324.3	226.8	246.7	1,096.2	274.1
進 行 距離(m)	1,655	1,954	2,278	2,505	—	—
工 程 (m/工)	1.38	1.62	0.91	1.18	1.27	1.27
操 業 日 数(日)	27	26	24	26	103	25.8

(注) 12月、1月は留付掘進をおのおの58m、3m含む。

第8表 茂住通洞および-370m円山向掘進データ比較表

項 目		稜 所	(A) 茂住通洞	-370m 円 山 向	(B) 茂住通洞
実掘総操	施 年 月	38・11	39・6	39・11	
	進掘 背長	2.6×2.4	2.5×2.5	2.6×2.4	
	業 日 数	324.3 26	301.4 27	356.3 27	
1日平均進行	進 行 m/日	12.5	11.1	13.2	
	最 高 m/日	17.0	13.2	19.0	
	最 低 m/日	8.0	8.2	9.0	
進さく工数	進 行 (工)	199.7	326.7	205.6	
	最 高 (工)	181.7	125.1	226.2	
	最 低 計	381.4	451.8	431.8	
工 程 (進さくのみ) m/工		1.62	0.92	1.73	
発平 均 破 穿 孔 数	274	304	328		
	1.30	1.20	1.28		
	1.18	0.99	1.09		
1日当りサイクル数	10.5	11.3	12.1		
	2,500	2,900	1,700		
	2,247	2,127	2,997		
総 穿 孔 本 数 (本)		7,245	8,920	9,582	
1発破当り穿孔数 本/発破		26.4	29.3	29.2	
使 用 火 薬 量 kg	3,395.4	4,096.6	3,649.4		
	10.47	13.6	10.24		

開坑量の龍大さから見ても、きわめて至難なわざであつた。しかしこれらの複雑な運搬系統を通洞運搬によつて簡素化し、かつ粗鉱全量を茂住選鉱の浮選に供することによつて、手選廃石中に逃げる金属量をも有効に回収することはきわめて効果的であるとの構想により、たとえ増産を見込なくとも十分採算が合うとの見通しのもとに昭和35年秋、茂住選鉱での全量処理を前提に-500m準での鉱石運搬を計画するにいたつた。

計画の骨子は-500m準での通洞掘進と-500mより-130mにいたる鉱石坑井の開さくおよびケージ・スキップ立坑の-500m準までの延長を図るもので、当面800t/日を目標とはするが、優に1,200t/日以上能力をもつものである。折しも第1段階として探鉱のため開さくした-320m準の増谷通洞掘進により、それまで-230m準までしか予想されなかつた鉱床の下部、連続性を確認し得たことは、この運搬合理化計画をさらに有利に展開させる一助ともなりさらに増産の可能性を約束するものであつた。

合理化前後の運搬系統を第8図に示す。

これにより坑内破砕場、坑口手選場および索道は不用となり、また鉱石巻上げを行なつていた下部スキップは下部開発により発生するズリを巻上げて充てんに供する。-500mからの土砂巻上げは、41年下期からであり手選廃石のここ2年間は充てん用として採土ズリを代用させることで採土計画を行なつた。

4.2 運搬合理化工事の工期短縮

本計画は水平掘進5,500m、切上2,350m、追切

第8図 茂住坑運搬合理化前後の運搬系統図

場所	年	特性	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
-320m増谷通洞	2,592	8月中旬				7月末						
-160~-320m 鉱石坑井	209					7月末	11月末					
-160~-320m ケージ立坑	163					11月末	6月末					
-500m茂住通洞	2,312					9月初	2月末					
-320~-500m 鉱石坑井	131					3月末	8月末					
-320~-500m 人通切上	193						3月末	5月末				
-320~-500m ケージ立坑	181							6月初	7月末			
								10月上	12月上			
								9月末	2月初			
										2月初		
											2月初	
												7月中旬

第9図 合理化工事の予定と実績

1,400m、計9,250mより構成され、34年上期に着工以来前述の急速掘進工法を取入れ、逐次工法の改善を計りつつ正味5年の歳月をもって6,500mに及び掘進、切上を完成し、39年上期末をもって運搬系統の切替を完了した。当初、運搬系統の切替は41年下期末を目標に諸計画を編成していたが、掘進速度の予想外の進展に伴い、逐次計画日程を繰上げついに工期を2.5年短縮することに成功したものである。

さらに付言すれば本計画に当初より最新の工法を適用することが可能であつたと仮定すれば、運搬系統の切替はさらに2年弱(22ヵ月)早められたことになり、それによる利潤の増大は著しいものがあつたと考えられる。

5. 成 果

自家製コンベヤ・ローダの開発、ショートゲージ穿孔の採用および作業組織、管理の改善により、長距離掘進の急速化に成功したことは、神岡鉱山のみならず、本邦各鉱山の開発に貢献するところが大きいと信ずる。

神岡鉱山においては急速掘進の確立により多大の成果を収めたが、その主なものを記述すると次のようである。

- 急速掘進方式が確立され、月延び300~400mが常時可能となつた。
- 茂住坑運搬合理化計画および増産計画が促進された。すなわち従来方式に比べ約2.5年間工期が短縮されその結果、第10表に示すように、年間9,414万円の利益が2.5年早く計上された。
- 鉱山の開発速度が早くなつたため、起業投資の早

第10表 茂住800t/日完成による採選鉱収支表(年間)

	800t/日	750t/日	増	減
生産金額	1,298,055千円	1,169,406千円	128,649千円	
生産原価				
採選	453,822	453,694		128
鉱	318,562	311,996		6,566
計	772,384	765,690		6,694
差引益金	525,671	403,716		121,955
増加経費※	27,812	—		27,812
改め益金	497,859	403,716		94,143

※ 減価償却費、固定資産税、投資金利など

第11表 長距離掘進m当直接費比較表

方式別		ショート・ゲージ・レッグ・コンベヤ・ローダ方式	レッグ・ローダ方式
項目	方式別		
労務費		2,430	4,200
物品費			
穿孔		1,031	1,209
破取		2,771	2,771
		337	413
合計		6,769円/m	8,593円/m

期回収が可能となり、このために生ずる金利を含めた利益金は莫大なものである。

d. 掘進速度が早くなつたばかりでなく掘進経費においても第11表に示すごとく、従来のレッグ、ローダ方式に比較して掘進m当り、直接費で1,824円の節減が可能となつた。

e. コンベヤ・ローダ方式は小加背(6~7m²)かつ単線の坑道であるので、普遍性があり、しかも作業方法が簡単である。

6. 結 言

自家製コンベヤ・ローダおよびショートゲージ穿孔を利用した長距離掘進法が、神岡鉱山の円山ならびに茂住鉱床の下部探鉱と開発に予想以上の成果を収め、今後地下資源の探鉱開発におけるスピードアップに明かるい見通しを得ることができた。

また作業組織と管理の改善によつて掘進のみならず普通操業においても、能率、保安両面ともにその効果が發揮されてきたことは注目に値するものと信ずる。

しかし曲線部、その他の面ではまだ改善の余地が多い。今後、これら残された問題を解決し、さらに研究を重ねて、急速化の目標に向つて努力したい。

最後に本改善推進にあたり、神岡鉱業所長以下関係各位の陰陽のご協力に対し、深甚の謝意を表する次第である。

モリブデンとレニウムの生産

戦争や政治的危機の場合にのみ活潑になる不安定だったモリブデン市場が、最近の特殊鋼の発達、宇宙開発の進歩に伴つて安定した需要が得られるようになってきた。1970年には1億3,000万ポンド(1963年には9,000万ポンド)の需要があるだろうという状態で、世界のモリブデン生産は増加の途をたどり、U.S.A., カナダ, チリ, ソ連では新規の生産増強、開発が着々と進行している。

モリブデンは、Climax 鉱山をはじめとする(1) Molybdenite を主とした鉱石、(2) ポーフィリー・カップパーの副産物として得られるもの、(3) タングステン、ビスマス、鉛等を含む複雑なモリブデン鉱石から得られるが、現在はその半分以上が(1)の鉱石から、30数%が銅鉱の副産物として採取されている。

興味深いことに、銅鉱の副産物として得られるモリブデン鉱には、レニウムがかなり含まれていて、モリブデン鉱の焙焼の際に経済的に回収することが出来る。このレニウムも最近の宇宙開発工業、電子工業等ではいろいろに使われるようになって来た。(山口梅太郎)

(ALEXANDER SUTULOV: Growing Output of Molybdenite, Mining Magazine, Feb. 1965, pp. 72~77 より)

第1表 世界のモリブデンの生産比率

United States		71.0	China	3.6
Climax	51.8%		Peru	1.5
Kennecott	14.7%		Canada	1.0
Others	4.5%		Japan	0.8
Soviet Union		13.7	Norway	0.6
Chile		7.3	Others	0.6
Anaconda	5.4%			
Kennecott	1.9%		Total	100.0

第2表 モリブデンの生産額(ポンド)

Country	Molybdenum predominant	Copper porphyries	Complex ores	Total
United States	47,500,000	16,000,000	1,500,000	65,000,000
Soviet Union	3,900,000	5,600,000	3,000,000	12,500,000
Chile	—	6,700,000	—	6,700,000
China	—	—	3,300,000	3,300,000
Peru	—	1,300,000	—	1,300,000
Others	1,000,000	800,000	1,000,000	2,800,000
Total	52,400,000	30,400,000	8,800,000	91,600,000

第3表 1970年におけるモリブデンの生産額(金属モリブデン、ポンド)

	Molybdenum predominant	Copper porphyries	Complex ores	Total
Present Level of Production	52,400,000	30,400,000	8,800,000	91,600,000
Additional Production from:				
United States	19,000,000	3,000,000	—	22,000,000
Soviet Union	500,000	1,000,000	500,000	2,000,000
Chile	—	4,000,000	—	4,000,000
Canada	11,000,000	1,400,000	—	12,400,000
Total	82,900,000	39,800,000	9,300,000	132,000,000

第4表 モリブデン鉱石中のレニウムより(g/t MoS₂)

©United States		©Latin America		Kalmatyr, Uzbekistan	290
Climax, Colorado	3	Cananea, Mexico	700	Kadznaran, Armenia	300
Questa, Mexico New	12	Chuquicamata, Chile	230	Dastakert, Armenia	80
Bingham, Utah	360	El Salvador, Chile	570	Aigedzor, Armenia	1,000
Chino, N. Mexico	800	El Teniente, Chile	440	Dzhindarinsk, Armenia	250
McGill, Nevada	1,650	©Soviet Union		Tyrny Auz, N. Caucasus	10
Miami, Arizona	200	Kounrad, Kazakhstan	510	Umalinsk, Far East	1
Bagdad, Arizona	200	Almalyk, Uzbekistan	230	Dzhida, Buriat Mongolia	9