

日立ドラムカッタローダについて

Hitachi Drum Cutter Loaders

園田 道夫* 青木 勝** 盛武 賢**
 Michio Sonoda Masaru Aoki Ken Moritake

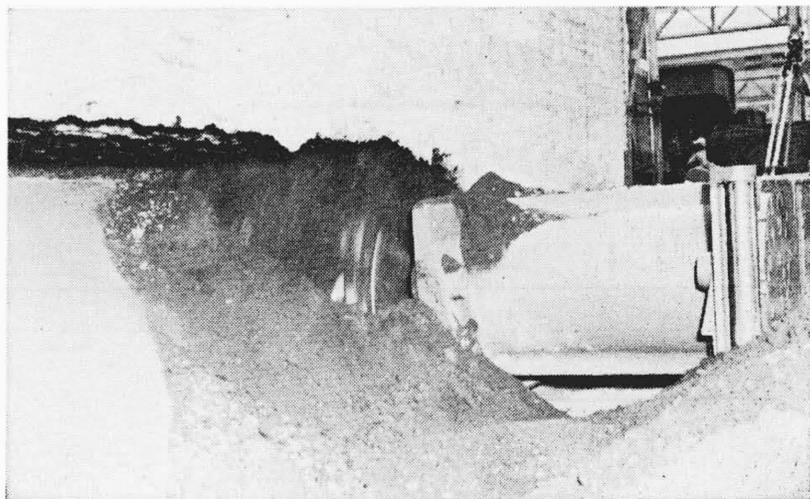
内 容 梗 概

ドラムカッタローダの試作機は、工場内モデル切羽試験、および三菱鉱業株式会社古賀山鉱業所における現地試験を終え、長期の実用運転において、採炭能率の向上と安定した機械の稼働成績を得た。
 本稿はそれらの試験および実績について述べ、かつ採炭作業の計画ならびに実施上の二、三の問題を記述する。

1. 緒 言

切羽作業の高能率化は石炭界の急務として強く要望され、日立製作所では数年前より国内の炭層条件に好適な採炭機として、従来のコールカッタを基礎とし、ドラムカッタローダの試作研究に着手した。第1図は砂、石炭、セメント(6:3:1)で作った模擬切羽試験、第2図は実稼働切羽における切截状況および積込状況を示す。

採炭機械は自然条件にたいする適応性のよいものほど有利である。すなわち同一鉱山でも条件変化があまりにも急であり、一般の場合この条件変化を克服することが要求される。特にはさみ、かた

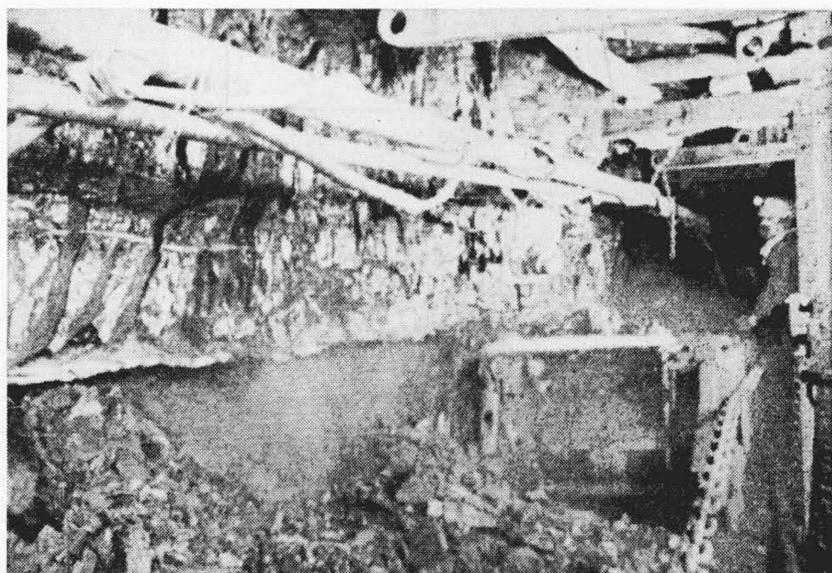


第1図 模擬切羽切截中のドラムカッタローダ

第1表 ドラムカッタローダ仕様

区 分		試 作 機		標 準 形	
種 別		①ロープフィード	②チェーンフィード	③チェーンフィード	チェーンフィード
形 式		HCDF-OME100	HCDF-OME100	HCDF-OME100	HCDF-OME100
最大けん引力	低速時	9,000 kg	10,000 kg	10,000 kg	10,000 kg
	高速時	4,100 kg	4,550 kg	6,050 kg	6,480 kg
速度	60~ 低速	4.42m/min	3.95m/min	3.95m/min	3.95m/min
	60~ 高速	9.69m/min	8.66m/min	6.51m/min	6.08m/min
カッタドラム回転数	60~	86.4 rpm	86.4 rpm	86.4 rpm	86.4 rpm
ピック速度	60~	230m/min	230m/min	236m/min	236m/min
カッタドラム外径		850mmφ	850mmφ	870mmφ	870mmφ
切込み深さ		700mm	700mm	1/2カップ長	1/2カップ長
電動機出力		75kW	75kW	75kW	75kW

試作機改造経過：① S34-8-24~S34-10-16
 ② S34-12-7~S35-8-6 ③ S35-8-22 以後



第2-1図 実稼働切羽における切截状況

さなどに敏感な機械は稼働率が悪い。たとえばホーベルはかたさ、はさみ、下磐の軟弱および炭放れが悪い、崩落性がないなどの条件では有利ではなく、硬質炭用刃をもってしても本質的に不安定な採炭計画となる。

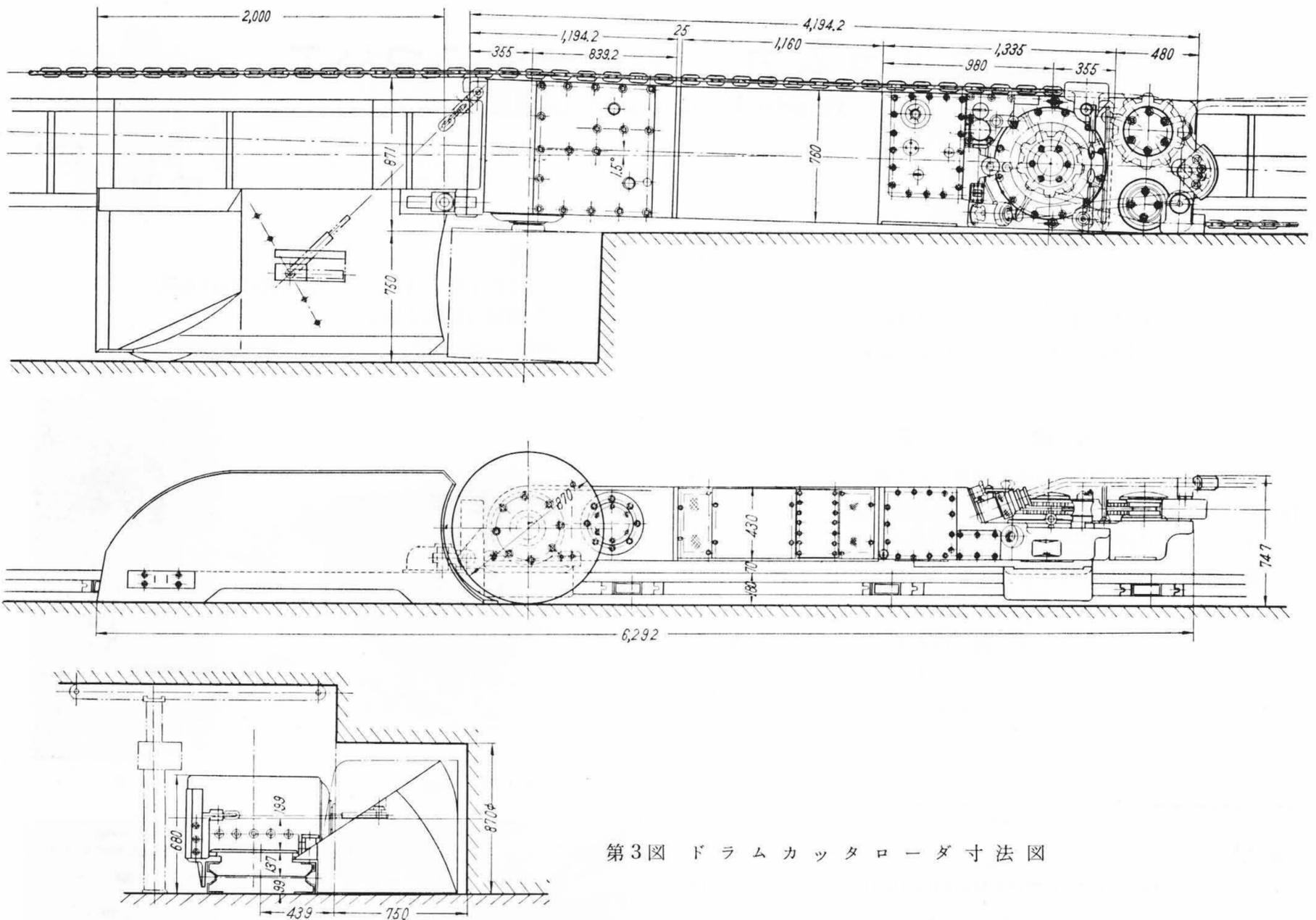
これに反して、切截機構を有する採炭機は条件変化に対する適合性はよい。かつ現今この種類の機械では硬、軟炭層における切截速度の差は1:2以下程度であり、むしろ切截速度はピックの喰込量によって限界がある。したがって計画に支障のある機能劣下は認められない。

以上の観点からドラムカッタローダは安定した計画採炭に適しており、かつ従来のコールカッタなどに比較して、松岩、著しい炭層褶曲(切羽進行方向の起伏)および著しい断層のない場合において有利である。

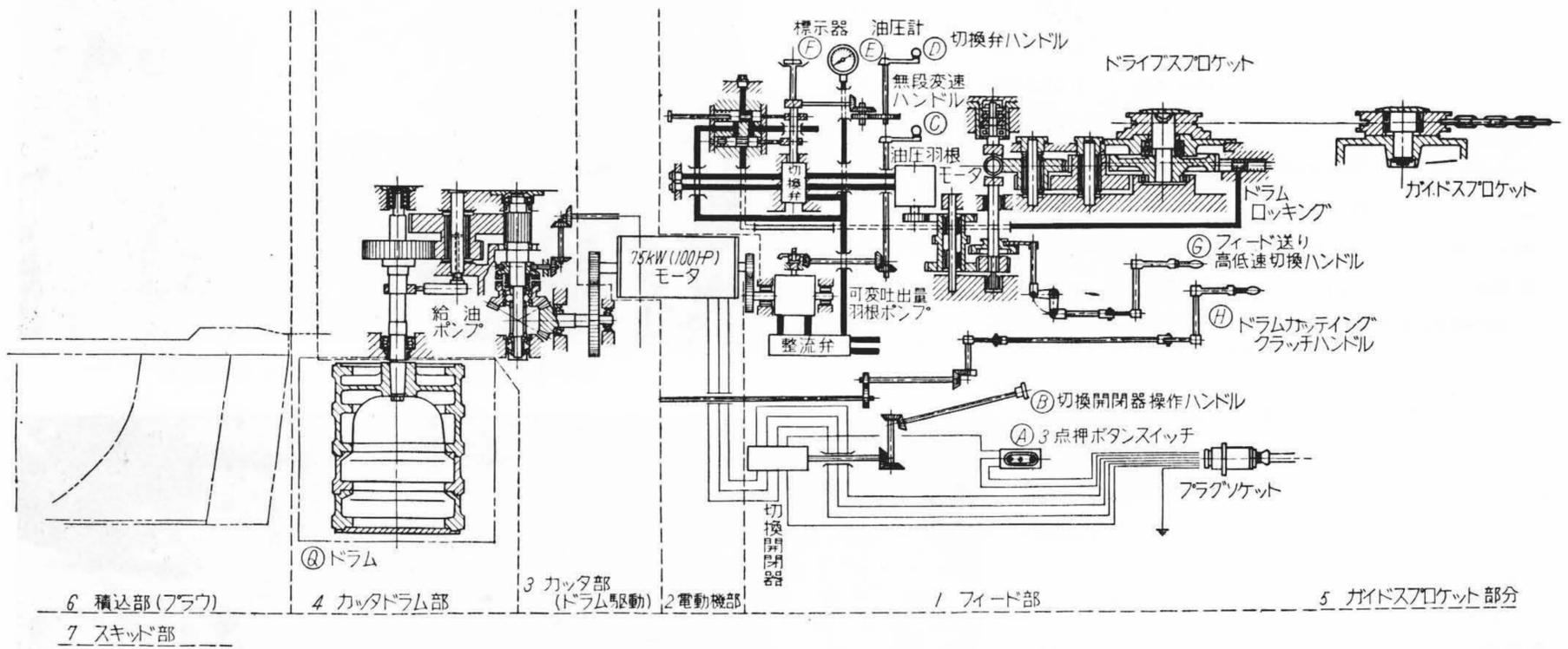


第2-2図 ドラムカッタローダ用プラウ積込試験

* 三菱鉱業株式会社古賀山鉱業所
 ** 日立製作所亀有工場



第3図 ドラムカッターローダ寸法図



第4図 ドラムカッターローダ機構図

----- 大分類区分線
 ———— 油圧系統回路
 ———— 電気系統回路

2. 日立ドラムカッターローダの仕様

ドラムカッターローダは高速に切截し、高速に積込みを行いうるとともに、その処理能力は原炭150 t/時以上であり、積込みの補助作業はほとんど必要としない。なお諸種の試験にて得られた結果を基として次のような改造をなし標準形を設定した。

- (1) 下磐の起伏ならびに断層に対して機体とプラウの関連動が円滑であり、特にプラウ積込走行が円滑である。
- (2) プラウのすくい込形状は大塊炭、粉炭のいずれにも適した

形状を有している。

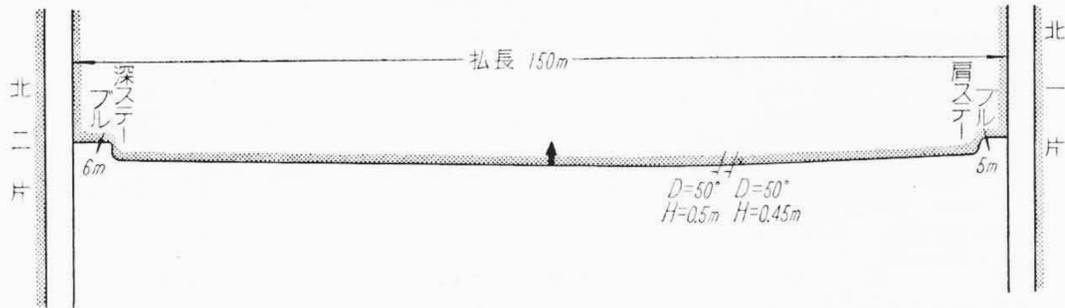
(3) 切粉排出抵抗の少ない形状をカッターフレームおよびカッタードラムに採用した。

(4) 下磐の起伏に対して切り残しの少ない構造とする。

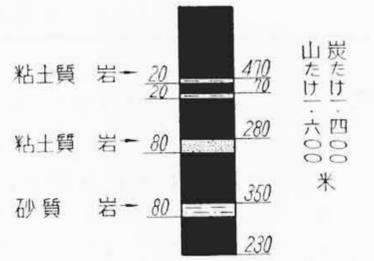
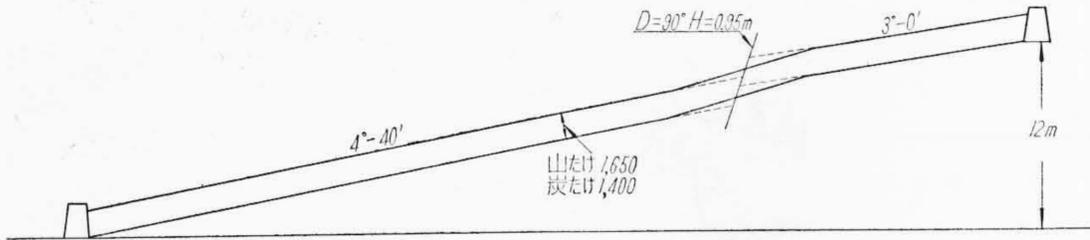
試作機および標準形ドラムカッターローダ仕様は第1表のとおりであり、第3図に外形寸法および第4図に機構を示す。

3. 試験 (実稼働)

工場内にて切截積込みおよびプラウ形状実験後、昭和34年8月20



第5図 ドラムカッターローダ切羽図



第6図 炭柱図

搬用片磐坑道に対して左右 150 m 切羽を設け、おのおのドラムカッター（先行）とホーベルを約 100m の間隔に配置している。本炭層は切羽の進行方向に± 2 度程度の起伏があり、ドラムカッターローダは北一片側を担当した。

その構成を第 5 図に示す。

本切羽は、山たけ 1.6 m（炭たけ 1.4 m）にて、切羽中央部に 0.95 m の断層を有し、切羽は一般に天井が乱れがちであった。

自然条件は次のとおりである。

炭層名	古賀山五尺層
天磐岩種良否	頁岩、脆弱
下磐岩種良否	頁岩、軟弱
上下磐と石炭の離れ良否	不良
傾斜	2~5度
面長	150m
松岩の有無	なし
わき水の有無	なし

本炭層の炭柱図を第 6 図に示す。

ドラムカッターローダによる切截位置は、砂質頁岩および粘土質頁岩が介在し、比較的硬質であり、Friability $F_b=16.3$ 程度である。

(2) 切羽の作業方法

方数/1日	2方採炭, 1方整備
採炭方式	退却式
充てん方式	肩深帯状 (3m)
施柁方式	千鳥柁
柁間	0.5 m
カッペ	G. H. H. -1.4 m
鉄柱	G. T. N. -1.8 m
支柱密度	0.82 本/m ²

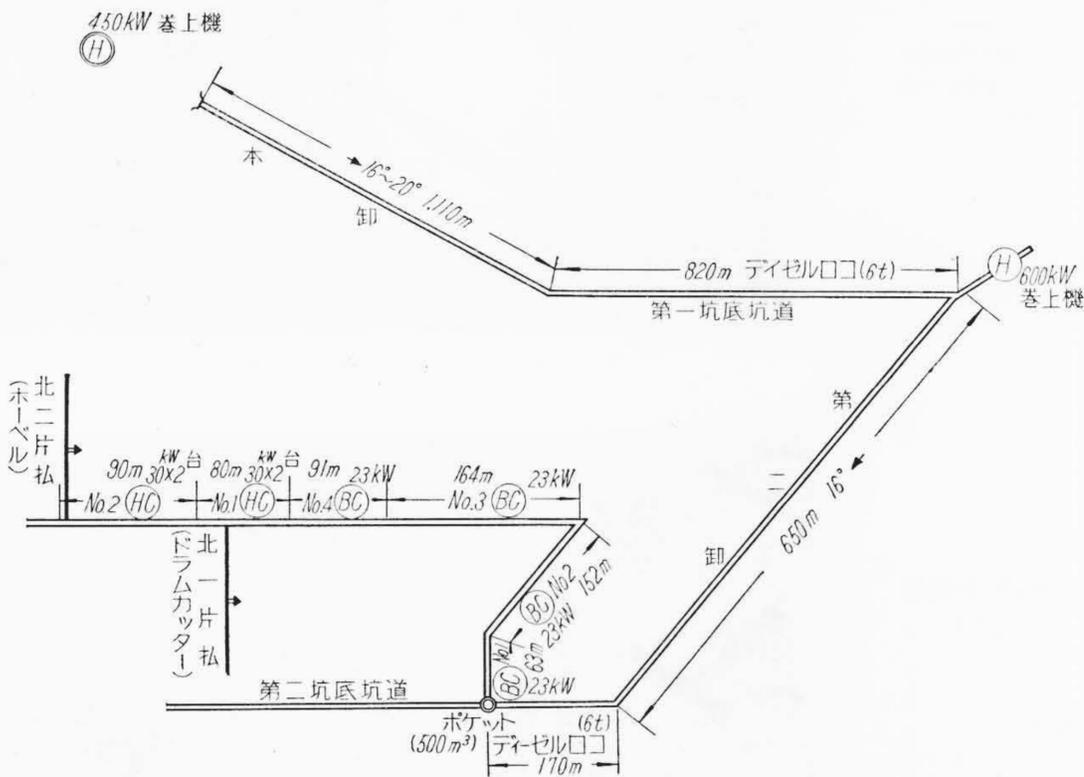
(3) 運搬方式

切羽, 片磐, そのほかの後方運搬系統を第 7 図に示す。

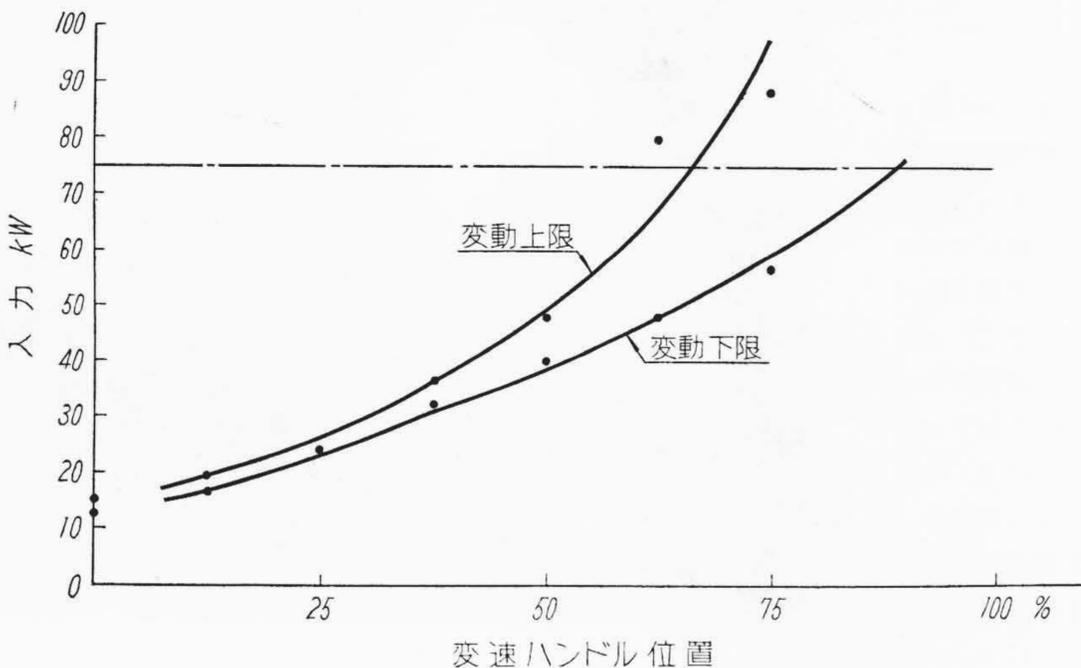
3.2 負荷状況

(1) 切截時

ドラムカッターローダ稼働時の入力レコーディングメータで記録し、入力と切截速度との関係を求めた。第 8 図は切截速度と



第7図 運搬系統図



第8図 ドラムカッターローダ切截時の速度と入力との関係

日より35年3月末日の間、現地における試験ならびに実働試験を実施し、なお試験後引き続き実働継続、昭和35年8月7日切羽転換の都合により坑外に揚げ、精密点検を行なった。

3.1 切羽条件および設備

(1) 切羽の構造

炭層傾斜 2~5 度で、ダブルユニット方式を採用し、1 本の運

搬系統の一例を示す。第 8 図に示す入力の変動範囲上限と下限の原因は切削抵抗の変動(被削物の強度変化および切削条件変化)と切粉の排出抵抗の変化(排出能力と切粉発生量とに關係する)とに分類され、前者は振動数が多くかつ、振幅が割合に小さいため、入力に現われる変動も比較的小さい。後者は比較的長周期であり、粉化作用を伴うため、比較的大きい負荷変動を発生する。

第2表(a) 丸棒植込み形ピック摩耗測定値

炭壁側 資料 No.	列 番 号					備 考
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	
1	1.0	—	0.7	0.4	0.1	1. 摩耗量は長さの変化で示す。 2. 単位 mm 3. 空欄は異常値として資料から除外す 4. 資料No.2およびNo.4の1列はダブル
2	1.0 0.3	0.1 0.3	0.7 0.7	0.3 0.3	0.5 0.4	
3	0.6	0.7	1.0	0.1	0.1	
4	1.3 0.8	1.2	0.9	0.5	0.2	
5	0.6	0.1	0.5	0.8	0.5	
列平均	0.8	0.48	0.75	0.4	0.3	
総平均	0.546					

第2表(b) 平チップ形ピック摩耗測定値

炭壁側 資料 No.	列 番 号					備 考
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	
1	0.1	0.2	0.6	0.2	0.2	1. 摩耗量は長さの変化で示す 2. 単位 mm 3. 空欄は異常値として資料から除外す
2	0.5 0.1	0.5 0.1	0.05	0.3 0.1	0.1 0.2	
3	0.5	0.5	0.2	0.1	0.05	
4	—	0.8	0.6	0.1	0.2	
5	0.8	—	0.3	0.4	—	
列平均	0.4	0.42	0.35	0.2	0.15	
総平均	0.304					

その限界は、発生する切粉の量とその排出能力とできまるものと考えられる。すなわち、切粉の発生量 Q_1 は

$$Q_1 = i \times D \times l \times V \text{ m}^3/\text{min}$$

i : 容量増加率

D : カッタドラム外径

l : 切込深さ

V : 切截速度

排出能力は、カッタドラム1回転あたりの能力 q (m^3) と回転数 n との積と仮定すると

$$Q_2 = q \cdot n$$

Q_1 と Q_2 が等しいときを限界値と考えると ($Q_1 = Q_2$)

$$q \cdot n = i \cdot D \cdot l \cdot V$$

したがって

$$V = \frac{q}{i \cdot D \cdot l} \cdot n \quad \text{となる。}$$

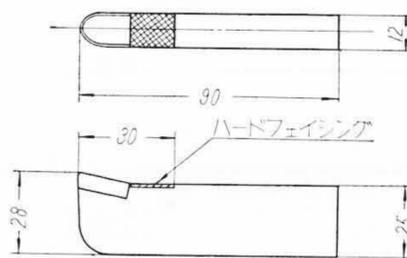
上記の中、 i, D, l は常数であり、切截速度は、 q と n の積として取扱われる。ここで測定値に現われる大きい負荷変動の原因は q であり、 q は上炭の崩落性、機械の位置関係などによって変化する。たとえば崩落のない場合は崩落のよい場合に比較して q は小さくなり、炭層が切羽進行方向に対して負角(下向)の場合は、プラウの傾斜角が小さくなり、相対的な排出能力は低下し、 q は小さい。本実験で求めた値からは、ピックボックス組込形のカタドラムでは、大略、崩落のないところで $q = 0.025 \text{ m}^3$ 以下を示し、崩落性のよいところでは、 $q = 0.031 \text{ m}^3$ を示している。なおプラウ傾斜角 30° 以下に傾むき切粉のすべりが悪くなった場合、 $q = 0.012 \text{ m}^3$ 程度にも低下する。第8図において切截速度50%位置以下では切粉排出抵抗変化による負荷変動は、比較的少なく、切截速度50%位置以上において漸次増大し、62.5% (2.47 m/min) 以上の速度は q の変化を考慮して選択する必要がある。

(2) 積込時

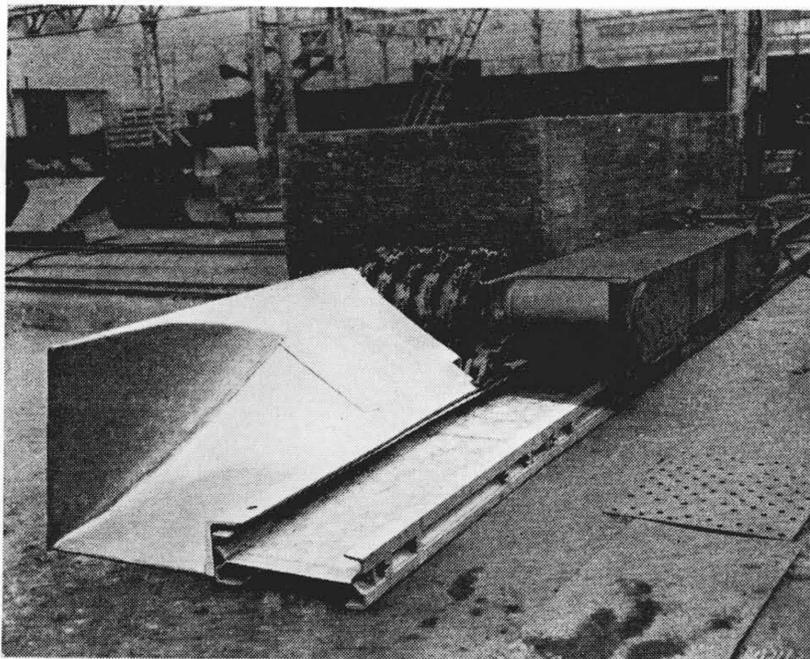
プラウによる積込時の負荷状況はプラウ押込力を、本体に取付けた油圧計で測定した。その値は、起動時 5,500~6,000kg (油圧 15 kg/cm^2) 程度であり、走行時は 4,000~5,000 kg 程度である。

本体の走行抵抗を $1,500 \text{ kg}$ ($\mu = 0.27$) とすると、正味プラウ押込力は 4,500~2,500 kg である。

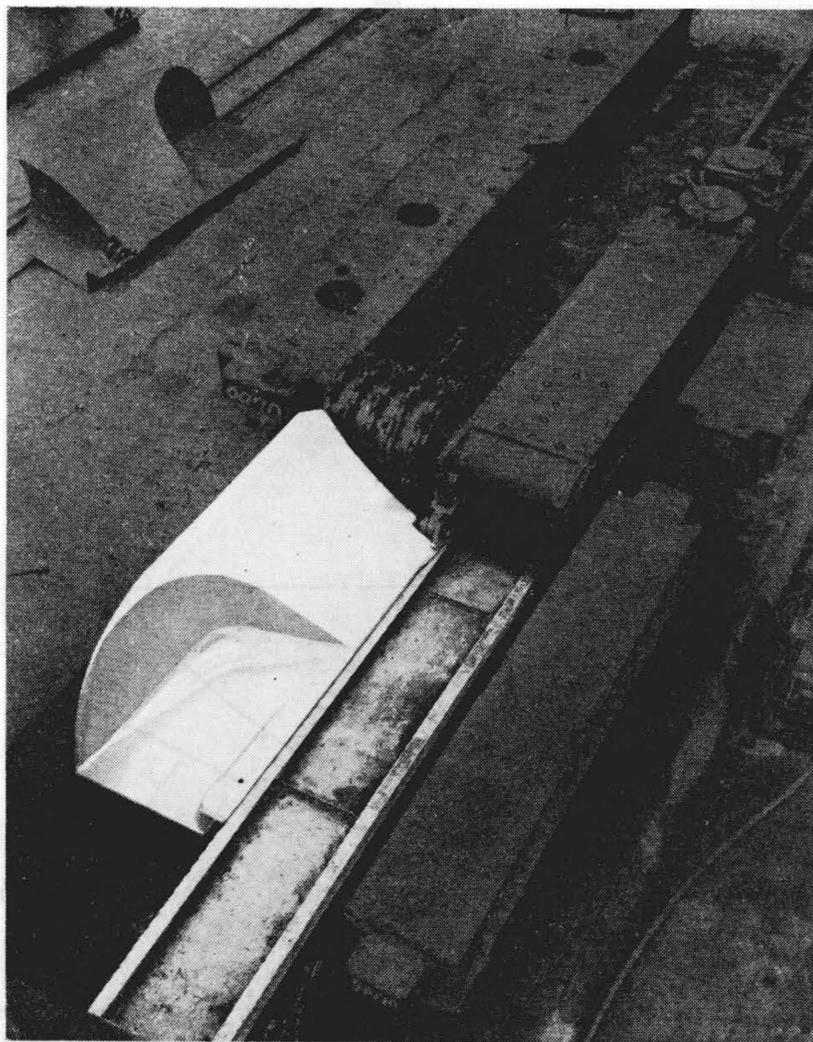
3.3 ピックの消耗



第9図 ドラムカッタローダ用ピック



第10図(a) プラウ (掘板形)



第10図(b) プラウ (寄板形)

従来コールカタ用として使用していた丸棒チップ植込形と平チップ形について、その優劣を検討し、さらに改造して、ドラムカタ用としての標準形を見出した。

(1) 丸棒植込形と平チップ形の優劣

両ピックの300m切截後の摩耗量測定結果の一例を第2表(a), (b)に示す。

第2表の値および摩耗形状から次のとおり推定できる。

第3表 チェーンフィードの効果

		切截分数	積込み分数	ロープ延長分数	計
II	ロープフィード ドラムカッタ 34.8.27測定	90min/145m	74.5min/145m	48.5min	213min/145m 切羽
	チェーンフィード ドラムカッタ	99min/172m	73min/300m	—	118.8min/145m 切羽
I	換算	83.5min/145m	35.3min/145m	—	

(イ) 丸棒植込形ピックより平チップ形ピックのほうが摩耗量は少なく、摩耗形状の点から平チップ形ピックのほうが研摩再生回数が多くとれるので有利である。

(ロ) 機械側 (No. 5) より炭壁側 (No. 1) のほうが摩耗が多い (約2倍程度)。特に No. 1 のピック数は増すことが必要である。

(2) ドラムカッタローダ用標準ピック

ピックの研摩再生回数の多少は、シャンク材の摩耗によって異なり、丸棒植込形ではシャンク摩耗が著しい。したがって平チップ形を採用し、さらにシャンク摩耗防止のため、表面に硬化したものを、ドラムカッタローダ用標準ピックとした。

第9図はドラムカッタローダ用標準ピックを示す。

3.4 プラウの形状

第10図(a)および第10図(b)に示す2種類のプラウの積込状況を観察し、次のような結論に達した。

(1) 切截時の切粉排出を円滑にするためには、プラウ傾斜は30度以上を必要とする。

(2) 粉炭および塊炭のいずれの場合も、ねじり板で下磐とプラウ傾斜面とをむすんだ形(第10図(a))がよい。特に大塊の積込時、寄板形のプラウでは大塊づまりが多い。

(3) 下磐の起伏に適合できる本体との連結が必要であり、プラウの高さと長さ、本体支点などについて、適切な位置寸法を決定する必要がある。

3.5 チェーンフィードの効果

ロープフィード方式では、150m切羽でロープ50mを巻取るものとして、1往復ごとに6~8回のロープ操作を必要とし、48~64分(ロープ操作1回あたりロープ延長7分+余裕1分)、実測では50分を要した。ドラムカッタローダでは、コールカッタと比較して同一切羽処理長さに対して、切込深さが1/2なるため、2倍のロープ繰出時間を要し、96~128分をついやすことになる。この値は機械実稼働時間の30%以上に達し、機械の高速化にともない損失割合は著しく増加する。ドラムカッタローダのような高速に切截、積込みを行う機械では実働時間の45%に相当することもある。

チェーンフィードは切羽の全面にわたって敷設した18φ 64ピッチの強力リンクチェーンと、本体のドライブプロケットとを係合し、本体の走行運転を行うもので、上記の損失時間はなく、出炭能率を30~45%増加することができる。これらの実測例を第3表に示す。

第3表I, II値よりII/I=0.557であり、大略44%の改善ができた。この44%の改善効果には直接的なロープ操作時間と間接的な余裕時間が含まれ、かつカッタマンの坑内作業環境における精神的な効果要素も見のがすことはできない。

3.6 作業上の問題点

ドラムカッタローダは下磐際をH形コンベヤを基準として切截するため、H形コンベヤの敷設はカッタ採炭時より、次の点を考慮せねばならない。

(1) コンベヤの浮上りを防止すること。

コンベヤ浮上りの原因は巻込炭によるものがおもであり、漏炭防止および落口シュート高さを十分つける

ことによって防止できる。コンベヤ浮上りによってコンベヤの水平度を失い、カッタドラムの喰い込み、浮上りを発生し、所定の下磐位置切截ができず、次の作業サイクルに支障をきたすことがある。

さらにカッタドラムが下磐に喰い込むことは、プラウ傾斜角が小さくなり、プラウの切粉排出能力が低下し、特に傾斜角が30度以下になると切粉の排出能力が低下し、負荷の増加および粉化を助勢する。

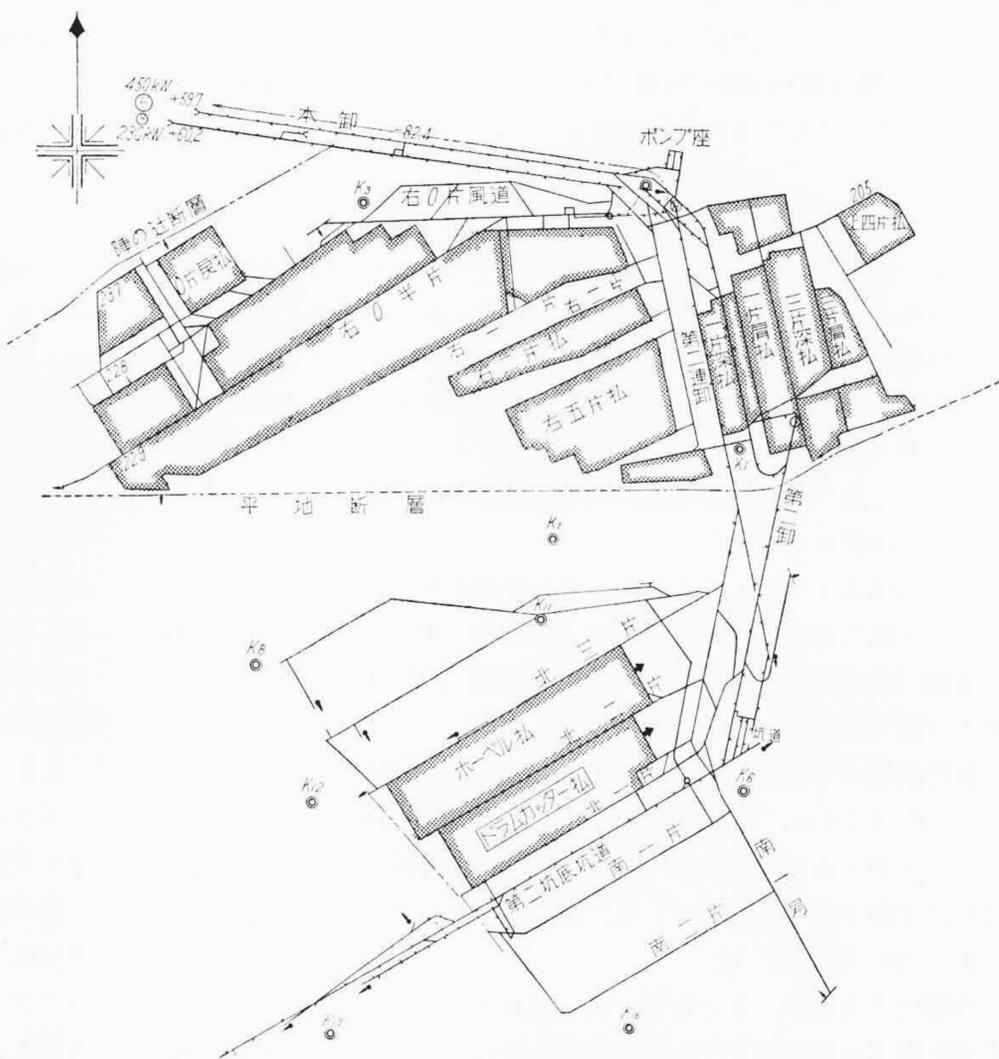
(2) コンベヤの移設方法

肩から深方向への積込行程時、コンベヤ移設を機械に随行して行くとともに、深側ステーブルの進行は一般に機械とは関係なく作業し、コンベヤ中間部の移設完了以前にエンジン部の移設を完了することがある。もしこのような場合にコンベヤ中間部を引下げ移設するようなことがあると、コンベヤ深側部分でしわ寄せを生じ、コンベヤの浮上り、およびねじれを生じ、次の切截時機械の振動およびカッタドラムの喰い込みを発生し、高速切截を不可能にすることがある。したがってコンベヤは肩部にて固定し、コンベヤの移設は移設用プッシャーなどにて平行移設することが望ましい。

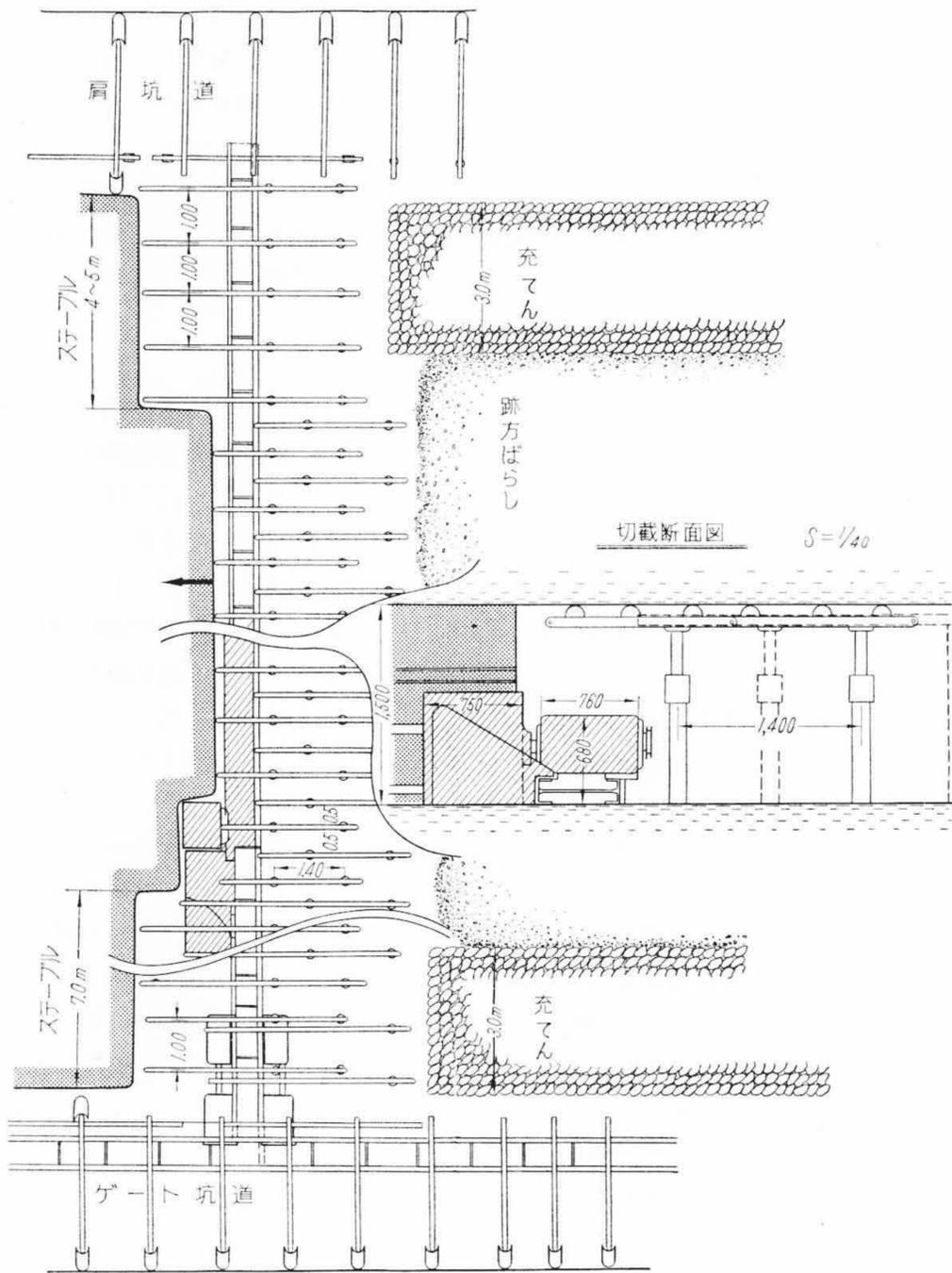
(3) ドラムカッタローダはプラウによる積込み工程を有するため、切截と同時に自然崩落する必要はないが、大略の冠炭打落しおよび天井稼行は、カッペ延長のために必要である。カッペ延長は天井条件によっては急速にドラムカッタと並行して作業されるが、肩部における機械の折返し待ち時間を少なくするため、肩部ではカッペ延長およびコンベヤ移設、立柱をプラウ積込後同時に行うことがある。

(4) コンベヤを停止しないこと

大塊の処理およびコンベヤ移設によるコンベヤ停止時にはドラムカッタの停止を必要とし、高速切截および積込みを行うドラムカッタとしては、はなはだ損失が大きい。したがって後方運搬の充実とともに、大塊となる性状の炭層では切截時に大塊割りをつ



第11図 三菱古賀山鉱業所坑内図



第12図 ドラムカッターローダ切羽規格図

けることが必要である。

これらのコンベヤ停止によるドラムカッターローダ運転停止時間の累計(第5表)が60~70分/150m切羽に達することがあり、切羽計画に、十分なる対策を必要とする。

4. ドラムカッターローダ使用実績

三菱古賀山鉱業所においては従来、ホーベル払とシングルカッターを対向し、2払で稼行していたが、カッター払の代りに、昭和34年8月24日以降10月17日まで、約1箇月半ロープフィード方式にて、また12月7日より現在に至るまで、チェーンフィード方式にてドラムカッターローダを採用した。本節ではドラムカッターローダによる採炭について述べ、あわせてホーベル採炭およびシングルジブカッター採炭との比較をする。

稼行払は3.1で記したように、北一片払と称し、払面長150m傾斜2~5度で坑口からは第一連卸(傾斜16°20'長さ1,169m)、第二連卸(傾斜12度、長さ560m)、沿層坑道(700m)を経て切羽に至る(第11図参照)。

稼行炭層は唐津炭田芳の谷夾炭層中の古賀山五尺層を採掘しており、山たけ1.6m、炭たけ1.4m、Friabilityは16.3で比較的かたく、上下磐と石炭の離れは不良、天磐は頁岩で脆弱、下磐は軟弱で鉄柱には鉄下駄を使用している。松岩およびわき水はない。

4.1 作業方式

作業は2方採炭、1方整備で払は退却式であり、充てんは肩深坑道側に幅3mの帯状充てん、ほかは総ばらしで、ステーブルは深7m、肩5mである。カップとダブルコッタのGTN形1.8m鉄柱、GHHTZ

形1.4mカップを使用し、施柵は柵間0.5mで千鳥方式を採用してある。したがって払面長1m当りに5組の鉄柱カップをもち、さらに抜柱の関係で深50mには、カップをm当り1本余分に配置してある。第12図切羽規格を示す。

切羽作業員は、平均実働甲乙方各28名、丙方4名でその構成は下記のとおりである。

種 別	人 員
立柱ならびにカップ延長夫	15
抜 柱 夫	3
ス テ ー ブ ル	4
カ ッ タ マ ン	2
充 て ん	1
材 料 方	2
と い 口 夫	1
計	28名

作業の順序： カッターは深より肩に切截し、裸天井になった部分を立柱カップ延長夫がカップを延長する。立柱カップ延長夫はカップを延長するとともに、必要に応じてカッタースキッドの下を材料が通らないため、2名程度はカッターの前後で材料の中継をして、深に流す仕事、磐の調整をするため1名がカッターに先行して、レバブロックでトラフを傾けたり、またカッター切截後のつり炭処理用ハッパ孔穿孔などに従事する。穿孔は平均3mに1本の割合である。カッターが肩に至ると折返しローディングを始める。ローディング時、ドラムカッターローダと並行して、立柱カップ延長夫のうち9~10名程度が部分的に下磐際の積残し炭、およびローディング後の返り炭をショベリングし、同時にコンベヤおよびパイプを移設する。ローディングが深に近づくとすみやかに深にまわり、深側エンジントラフを移設し、移設後は深より立柱を始める。ほかの数名の立柱カップ延長夫は、肩より立柱を始め深に至る。深側が20m程度立柱すれば、またカッターは切截は始める。抜柱夫は肩の立柱の完了したところより抜柱をして深にさがる。ステーブルは甲方が深、乙方が肩のステーブルを担当し、1発破1.4mの進行をする。深のステーブルにはベビーコンベヤを設け炭流しを容易にしている。

カッターマンは1名がカッターを操作し、1名がケーブルを操作する。充てんは甲、乙方が各肩深を担当する。材料方は坑道の材料を払内に搬入し、搬入が終ればステーブルに入り作業する。とい口夫は払およびクロスコンベヤのスイッチを操作し塊炭を割る。連絡信号装置としては、払内15mごとにコンベヤの操作押ボタンを設置し、50mごとには電灯が付けてある。コンベヤの操作押ボタンが切られるとそれより肩の電灯は消え、一見して押ボタンの切られているところがわかるように設定してある。クロスコンベヤが停止した場合はとい口の赤灯がつく。これはとい口夫がクロスコンベヤが停止したことに気が付かずコンベヤを運転して粉炭をコンベヤの下に巻込ませることを防止するための警報装置である。払内は3個の電話で連絡でき、とい口には所内自動電話が設置されている。

4.2 作業成績

ドラムカッターローダの実績を、ロープフィード方式とチェーンフィード方式について第4表に示す。

第4表において、昭和34年8月より10月の間は、ロープフィード方式によって、ドラムカッターローダを運転した。この方式ではロープのアンカーの取替えに1往復につき、約1時間のロープ操作時間を要し、一方で150mの払を70cm進行させることが困難な場合があった。

第4表 ドラムカッターローダ採炭作業実績表

項目	ロープフィード方式			チェーンフィード方式			
	34年8月	9月	10月	12月	35年1月	2月	3月
出炭 (t)	1,470	7,160	3,473	5,671	7,920	9,000	9,530
払進行 (m)	6.6	30.9	14.8	23.7	33.6	36.5	37.8
稼働方数 (方)	14	52	30	38	48	51	55
直接夫能率 (t/人・方)	3.85	4.42	3.83	5.10	5.79	6.14	6.02
切羽全員能率 (t/人・方)	3.58	4.27	3.59	4.62	5.16	5.65	5.69
抗木 (石/t)	0.123	0.110	0.117	0.089	0.089	0.106	0.099
爆薬 (g/t)	51	49	50	50	58	53	44
雷管 (本/t)	0.33	0.34	0.38	0.36	0.43	0.36	0.28

第5表 ドラムカッターローダ採炭時間分析表

人		員		30人	
運転距離	切積	截込	米	172m	
			米	300m	
能率	直接	夫		8.65t/人/方	
進行				1.10m/方	
稼働状況	在坑時間			9°00'	
	入昇坑時間			1°15'	
	在切羽時間			7°40'	
	中食仕度時間			1°20'	
	稼働可能時間			6°25'	
運転時間	切積		時間	1°39'	
	截込		時間	1°13'	
			計	2°52'	
平均速度	切積			1.60m/min	
	截込			3.75m/min	
故障時間	カッター鉄柱当り		4回	8'	
	払HCスイッチ落ち		1回	2'	
	ケーブル台車脱線		1回	3'	
	ドラム過負荷		2回	3'	
	BC塊炭詰り		7回	9'	
	計		15回	25'	
休止時間	切羽コンベヤともに休止	親トラフ移設	1回	7'	
		大塊割り	18回	15'	
		トラフパイプ移設	6回	11'	
		トラフつり上げ	2回	4'	
		払HC塊炭詰り	2回	8'	
		発破	1回	2'	
	カッターのみ休止	クロスコンベヤ停止	5回	11'	
		その他	8回	13'	
		計	43回	1°11'	
		移設待ち	2回	47'	
深立柱待ち	1回	24'			
肩折返し待ち	2回	38'			
材料流し	1回	4'			
その他	3回	4'			
計	9回	1°57'			
合計			52回	3°08'	

昭和34年12月よりチェーンフィード方式となり、作業員の作業習熟と相まって能率が上昇している。特に2月以降ホーベル払が増員になり、払出炭力が主要運搬力を上回り、ポケット満炭が2月に1方平均18分、3月に41分あった。これが解決されればさらにドラムカッターローダの出炭力、および能率は上昇するものと思われる。次に作業時間調査の結果を第5表に示す。

第5表の例は非常に好調の時の例であるが、この場合カッターは深より125mの地点から、切截を開始し大肩に至り折返しローディングして、さらに深より大肩まで切截し、再度ローディングを完了している。

1箇月間の平均実績は第5表による分類および原因別分類で、運転時間2時35分、故障時間41分、休止時間3時11分である。休止時間中の親トラフ移設は、ドラムカッターローダ導入時は1時間程度を要していたが、現在は通常15分程度で処理している。移設待ちは

第6表 ドラムカッターローダによる原炭粒度表

	+25m/m	25m/m~ 0.3m/m	-0.3m/m	+0.3m/m 歩留
ホーベル払	23.1%	28.8%	5.0%	51.9%
カッター払	22.5%	29.2%	7.6%	51.7%
ドラムカッターローダ払	16.8%	31.2%	11.8%	48.0%
全坑 34年/7月 実績	22.6%	30.5%	6.0%	53.1%
全坑 34年/9月 実績	20.0%	28.7%	7.6%	50.5%
全坑 35年/2月 実績	22.5%	28.4%	5.2%	50.9%

第7表 各種採炭法による経費比較表

		単位	カッター採炭 (34/11月実績)	ドラムカッター ローダ採炭 (35/3月実績)	ホーベル採炭 (35/3月実績)
出炭	炭	t	6,450	9,530	15,680
払進行	進行	m	26.5	37.8	71.7
稼働方数	方数	方	44	55	80
1方当出炭	出炭	t/方	147	173	196
切羽全員1人1方当出炭	出炭	t/人/方	4,367	5,690	5,052
坑木	木	石/t	0.071	0.099	0.106
爆薬	薬	g/t	101	44	58
雷管	管	本/t	0.40	0.28	0.25
カッターピックビット数	ビット数	本/月	50	133	ウエルタン棒1.2kg
償却費	費	円/月	9,669	16,724	29,400
修繕費	費	円/月	7,987	13,314	34,615
動力費	費	円/月	2,730	4,340	3,528
精炭1トン当り諸経費	諸経費	円/t	307.55	236.37	265.91
労務費	費		82.43	114.94	123.07
坑木代	代		18.48	8.05	10.61
爆薬代	代		9.20	6.44	5.75
雷管代	代		3.40	7.68	0.73
ピックビット費	費		32.89	48.34	75.00
償却費	費		27.17	38.48	88.30
修繕費	費		9.29	12.54	9.00
動力費	費				
精炭当り経費計	経費計	円/t	490.41	472.84	578.37

ドラムカッターローダがローディングを終って親トラフの移設を待っている時間で、この時間はさらに人員が増加し、支柱能力が増せば、機械の運転時間にする事ができる。

深立柱待ちは親トラフが移設されても、立柱がされないと天井の關係で切截ができないから、その間の待ち時間であり、増員により15分程度に短縮することができる。肩折返し待ちは大肩において切截後、ローディングに反転するとき、つり炭があれば発破で打落す必要があり、その待時間である。第5表例では2回ローディングをしており、通常1回15分を要する。

第5表によるとドラムカッターローダが4回鉄柱に当たっているが、これは通常と比較すると多く、ドラムカッターローダ導入時には、ホーベル払の実績よりみて千鳥施柁による支柱列の乱れが心配されたが、カッター採炭の時と同様、整然と立柱されている。これはホーベル払が全面で立柱されているのに対して、ドラムカッターローダは一方より順次立柱されていることによると思われる。

炭じんには導入当時悩まされたが、払全面に1吋パイプを張り、コックを10mごとにつけホースをドラムカッターローダに結びつけて散水をしている。

現在ではホーベル払およびシングルジブカッター払と大差がない。ホースをコックからコックへ移動させるのは、カッターマンが実施している。

4.3 粉化について

ドラムカッターローダ切截による原炭粉化は、サンプリングが困難で正確な資料とはいえないが、参考までに原炭の採炭法別粒度表を第6表に示した。またその下に全坑の出炭粒度を記した。

第6表によるとホーベル払とカッター払は大差はないが、ドラムカッターローダは塊炭中塊がへり、洗粉微粉が増加している。ただし全坑実績を見ると、昭和34年7月はホーベルとカッターが稼働しており、

34年9月、35年2月はホーベルとドラムカッターローダが稼働しているが、34年7月と34年9月との比較では明らかに粉化が認められるが、35年2月になると34年7月の状態にかえっている。

これはドラムカッターローダの、山たけ炭たけが高くなったこと、および作業習熟、および下磐食込みによる本体の傾きが少なくなり、切粉の排出がよくなったことによると考えられる。

4.4 他の採炭法との比較

カッター採炭、ドラムカッターローダ採炭、ホーベル採炭の経費比較を示すと第7表のとおりである。

第7表の機械経費は、ドイツ D. K. B. L. (Deutsche Kohlenbergbauleitung) 制定の機械経費 (Maschinenmieten) 算出法によった。ホーベルは3交替で操業をしているが、機械経費は2交替の場合に換算して出した。

カッターとドラムカッターローダ採炭を比較すると、特にドラムカッターローダ採炭になっての不都合は見当らない。むしろ作業員はショベリングがなくなったので、大いに喜んで作業をしている。下磐の管理についてはカッター採炭は、下磐を発破で打上げていたので問題はなかったが、ドラムカッターローダ採炭は、当坑の下磐と石炭の離れが悪く、下磐際の石炭がかたいため、しばしば下磐に炭がつき、コンベヤが波を打った状態になる。これは丙方整備方で早めにピック、もしくは発破で修正をすることによって問題はなくなった。

ドラムカッターローダとホーベル採炭を比較すると、出炭力はホーベルが上回っている。ドラムカッターローダは現在のものでは、最大能力を出して150mの切羽を1方平均約1.0m進行できる。一方、ホーベルは現在でも1.5mの進行をすることがある。ただしホーベルはガイドチューブ、スプールプレート、ケーブルカバー、シフタ取付金具などがトラフに取付けてあり、これらの管理が煩雑であり、またホーベル採炭は、ホーベルを強引に引張って炭壁を突きくずすので、馬の背、船底などがあれば、トラフの損傷、立ち上りをきたし、炭壁がかたければ切込みが浅くなり、さらに各部分に無理を生ずる。なお天磐状況は裸天磐となり、ドラムカッターローダに比較して不良である。私の1箇所天磐不良、滴水箇所があると私全体の進行が影響を受けやすい。要するにホーベルは私全面にわたって作業され稼働しており、問題点の、はあくが多角的であるが、ドラムカッターローダは動いている部分が少範囲であるので、問題点の、はあくが容易であり着実な出炭、自然条件に対する適応性はドラムカッターローダのほうがすぐれている。

第7表の経費比較表によると、ドラムカッターローダによる採炭は一番低いコストであるが、粉化による炭価、さらに粒度変化による市場性などについては、特に一般炭について今後さらに解明されなければならない点であると思う。

6. 精密点検結果について

昭和34年8月24日より稼働し、チェーンフィード装置取付けのため10月17日より12月6日まで休止、12月7日より稼働し、昭和35年8月7日切羽転換にて坑外揚げした。この機会に整備をかねて、各歯車、軸および軸受、ならびに油圧変速機部につき精密に点検し、炭じんそのほかの侵入状況について調査した。

(イ) 歯車類

ベベルギヤ(カッター部)とウォームギヤ(フィード部)をのぞき全期間使用したが、まったく異常は認められない。

- ベベルギヤ(カッター部)は稼働開始当初、カッタードラムのプラウかみ込みによる異常負荷が原因となり、ピッチングによる異音を発生した。材質変更した改造品と交換し、昭和34年12月7日以後使用したが、改造後のギヤに異常は認められない。
- ウォームギヤ(フィード部)は異物かみ込みによる一部異常摩

耗を発見し、昭和34年12月7日同一材質で新部品と交換した。今回の調査にて歯厚でウォーム-1.02mm、ウォームホイール-0.21mmの異常摩耗あり、積込走行側の歯面に摩耗が多い(根本的対策として今後の製品にはウォーム側材質を変更する)。

(ロ) 軸および軸受

ニードル軸受部軸面(ニードル接触部分)および各種軸受箱と軸の寸法関係を測定せるも異常は認められない。なお軸受は外観調査により全数使用可と判断した。

(ハ) 油圧変速機(羽根ポンプおよび羽根モータよりなる)

ロータとケース面、羽根しゅう動面に異常な当りはなく、子羽根とケース面の当りは良好であり、外観上異常は認められない。羽根ガイドリング内側は0.1mm摩耗しているが実用に支障ない。

(ニ) 炭じんそのほかの侵入状況

機内外の貫通部について調査の結果は下記のとおり。

- カッタードラム軸負荷側端は、オイルシール外側に設けたフェルトリングが破損したが、オイルシール機能は保持していたものと推定できる。
- ハンドル貫通部(フィード部4箇所)は、ハンドル軸用ブッシュとラビリンスにより炭じん侵入を防止している。
- フィードドライブスプロケットは、特に嚴重に防じんおよび油止め構造を施してあるため炭じん侵入皆無。

上述のとおり使用後1年における取替部品はわずかにフェルトリングなどであり、75kWドラムカッターローダ用として十分な強度を有するものと推定される。

7. 結 言

以上、ドラムカッターローダについて性能試験と使用実績について述べた。要約すると、従来のカッター採炭切羽に採用して操業上の難点はなく、能率の向上が期待できる。なお、安定した能率および自然条件に対する適応性はホーベルよりすぐれている。

さらにドラムカッターローダの能率向上のため

(1) 切截速度の向上

ドラムカッターローダの出力を増加することは、キャプタイヤケーブル操作上および切截速度と入力関係より、経済的に限界があるので、切粉の排出能力を増し、切截能力の向上を計ることが先決である。

(2) 積込み速度の向上

実測によると積込時の入力定格の20~30%程度であり、けん引力は4,000~6,000kgを必要とし、積込み速度は5~6m/minが坑内作業の限界と考えられる。したがって、従来の高速側速度0~8.66m/minを0~6.51m/minあるいは6.08m/minとし、けん引力4,550kgを6,050kgあるいは6,480kgに変更する。

(3) 切羽コンベヤの移設作業、立柱作業、片磐運搬などの改善によって50分、塊炭割作業による機械停止20分など、計70分程度の作業改善の余地があり、この値は機械稼働時間の40%にもなる。これらの損失をなくし稼働時間の延長を計り、出炭能率の向上を計る必要がある。

などを実施することが肝要であり、上記の中(2)積込み速度の向上は、昭和35年8月22日の組替によって達成した。なお本機の坑内試験を基として切截中の切粉の流れ、下磐の起伏に対する適応性などを考慮して標準形ドラムカッターローダを製作しており、カッタードラムの形状については目下研究中である。

終りにのぞみ、本機の試用と試験研究に対して、懇切なる指導と協力を賜った三菱鉱業株式会社本社ならびに古賀山磁業所各位に厚く感謝の意を表する次第である。