炭礦用の日立式フェースローダー

寺前　博*　澁谷英寅*

Hitachi's Face Loader in Coal-mine

By Hiroshi Teramae, Hidetora Shibuya
Kameari Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The mechanization of underground collieries has more and more urgently become needed in Japan to-day. In order to mechanize first of all the coal loading work in the faces of coal-mines in response to such pressing need, we invented a new-type face loader suitable to the faces of coal-mines in Japan, and made many experiments with it in our laboratory and an actual coal-mine.

At first, HF–1 type loader was manufactured as experimental machine in laboratory, with which several trials were made in our laboratory.

Secondly, in conformity with the result of the above trials, HF–2 type loader was designed and manufactured as the second experimental machine to be operated in actual coal-mine, and many experiments were conducted in actually loading coal with the said machine at Namazuda Coal-mine in Kyushu Island. On the trials such type of machine proved excellent and well suited to Japanese coal-mines where coal is usually mined through the long-wall mining system.

Further, according to the result of the said experiments, we succeeded in designing and manufacturing the third type, called "HF–3 Type Face Loader." Now, face loaders of this type are working smoothly in coal-mines.

〔I〕 緒　　言

文明の進歩と共にあらゆる生産設備は日に月に機械化されてゆくものであり、炭鑛に於ける生産作業も又機械化されて行くのは自然のなりゆきである。併し採炭、運搬の現状を見ると、まだまだ他の部門に比して、その機械化が遅れている。最近はコールカッター、コールドリル、鐵柱等の採用によつて採炭は少しく機械化され、又切羽コンベヤー、炭車、ベルトコンベヤー等の採用によつて運搬系統も少しく機械化され出炭能率もかなり上昇して來た。

今日敗戰後の日本は種々の事情から出炭能率が低下している。特に機械化の進んでいる米國に比して一人當りの出炭能率は 1/10 以下である。現在の産業界の情勢を見ても日本の炭鑛はもつと機械化して企業合理化を計らねばならないことは明らかなところである。

然らば現在の採炭作業中で最も先に何を機械化せねばならぬであらうか。

採炭夫の8時間勤務の時間研究を行つて見ると、最も多く時間をとつているのが堀られた石炭をショベルにて手積する作業で、就業時間中の 30～40%[1] はこのショベル作業である。しかもこの作業はエネルギー代謝率 5.3[2]に及ぶ高率の重勞働である。之が機械化の遅れているのが日本の出炭能率の低い一原因である。之が機械化

*日立製作所龜有工場

は我國では終戰後強く叫ばれるに至つた。そして石炭廳（現在の資源廳）を始め業者並びに諸メーカーがこの機械化のためローダーの研究を始めるに至つた譯である。

I—(1) ローダーと出炭量

切羽の積込機を機械化することによつて採炭夫の勞働量は輕減されると同時に出炭能率の向上することは想像するに難くない。米國は積込機を實用化した最も早い國である。この機械化によつてどの位の出炭能率を增したかは**第1表**[3]に示す通りである。この表はUS Bureau of Mine の調査で二年以上同一の機械化方式を全出炭

第1表　機械化と出炭能力

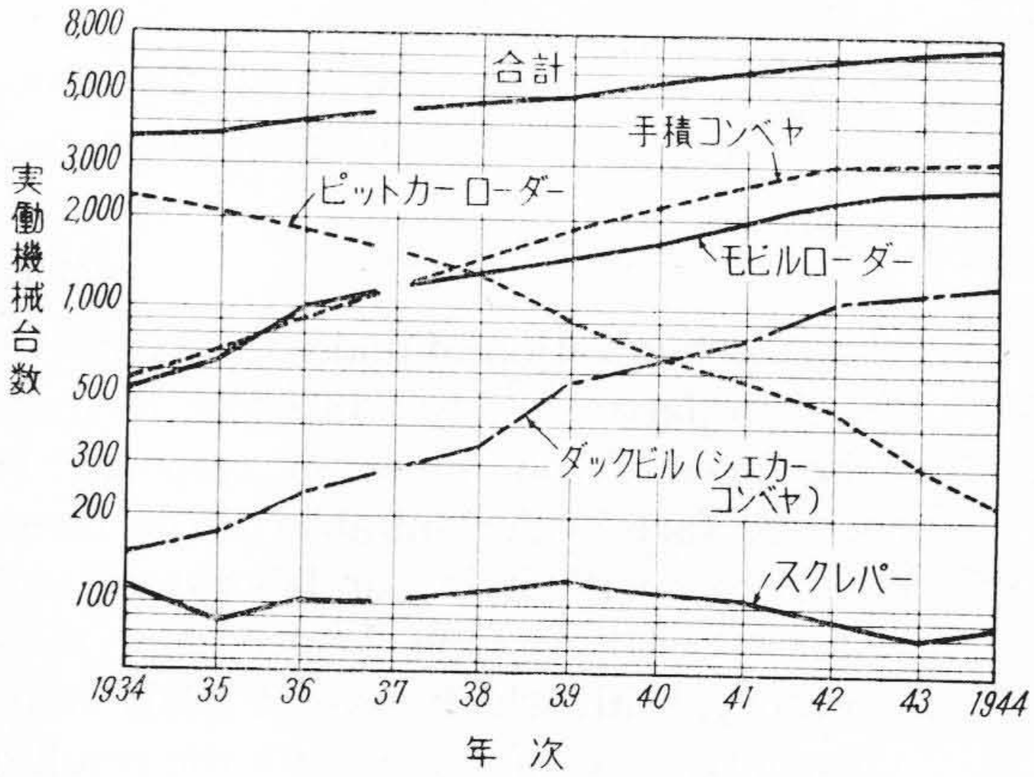
ローダーの種類	調査炭鑛の數	一人一時間當りの出炭量（トン）		
		手積時代	機械化時代	+%
スウレーパー	5	0.396	0.695	75.5
モビルローダー	39	0.736	1.116	51.6
ダックビル	5	0.777	0.954	22.8
ピットカーローダー	34	0.698	0.833	19.3
フエースコンベヤー手積	21	0.435	0.503	15.6

量の75～100%に對して採用した炭鑛について調査したものである。この表を見て判る樣に機械化することによつてモビルローダーでは 50% 以上も能率增加している。ダツクビル（シーカーコンベヤーの尖端に積込用の舌をつけたもの）でも 23% に近く、ピットカーローダーはフェースコンベヤーと同樣 20% に滿たないが出炭が增加している。スクレーパーは實に 75.5% も增加している。スクレーパーは大低能率の惡い特殊な條件の炭坑で採用されたものである。ローダーによる切羽に於ける積込能率はこの表の値より遙かに大であることは勿論である。この表は炭鑛の出炭の綜合能率であつて、20～50%程度の出炭能率の向上はすばらしいものと云わねばならぬ。

I—(2) 外國のローダーの情勢

(A) 米　國

米國は前述の如くフェースローダーの最も廣く採用されている國である。今世紀の初めから種々の考案が米國に於て主として出されたが、廣く實用化するには至らなかつた。第一次大戰後の不況期から積込作業の機械化が發達するに至つた。**第1圖**[4]は最近の米國のローダーの增加の傾向を示している。モビルローダーは壓倒的に臺



第1圖　米國に於ける各種ローダーの實働臺數

Fig. 1　Number of Working loader in U.S.A.

數も多く又年々增加している。メーカーとしては Joy, Jeffrey, Goodman, Clerkson 及 Myer-Whaley 社等がある。ダックビルも近年著しく臺數を增加しているのが判る。この兩者は米國で廣く採用されている柱房式採炭方式に最も適合しているためと考えられる。**第1圖**にてピットカーローダーが著しく減じていることは注目に値する。

極く最近は採炭と積込とを同一の機械で行うことの出來る所謂 Continuous Miner の型式のものが市場に出現するに至つた。Joy の Continuous Miner[5]や Jeffrey の Colmol[6] はこの種のもので採炭機械化が一段と進歩したものと云うべきである。

(B) 英　國

フェースローダーは第二次世界大戰が始まる前は米國以外は何處も實用化するに至つていなかつた。併し實驗研究は英國、獨乙を初め各所で行なわれていた。英國では第二次世界大戰が始まると共に出炭量の增大が唱えられ眞劍に之が研究が始められた。米國の Joy 社のロー

ダーの型式のものも實用化されるに至つた。併し注目に値するのは我國と同じく廣く採用されている長壁式採炭方式に適するコールカッターとローダーを一體にして所謂カッターローダーが成功を收めていることである。(7)、8)、9) A. B. Meco-More ローダーがそれである。

(C) 獨　乙

獨乙では採炭は專ら長壁式を採用しているので英國と同樣にカッターローダーの型式のものが第二次大戰直前頃より Eickoff, Rheinpreusen, Demag Westfalia 等[10]にて考案され大戰中使用されたと云われている。又コールプレナー（或はコールプラウ）と稱する岩壁を削ると共に積込みをする新型式のものも多數案出され研究された。(11) このコールプレナーは英國でも最近試作している樣である。(12)

以上の如く外國のローダーの研究並びに使用の情勢はこゝ十年程の間に著しく進歩している。

ひるがえつて日本では前述の如く終戰後漸くこの問題が取上げられるに至り、炭鑛機械メーカーの各社が競つて試作し研究している狀態である。外國に於いて成功している型式をその儘我國に取入れることは採炭條件が著しく異なるため必ずしも有利ではなさそうである。玆で我々は日本の炭層の事情や採炭方式を廣く調査した結果外國で成功した型式をその儘取入ることは採炭條件が異なるためむしろ不利である。我國獨特のものでなければならぬと云う結論に到達した。

I—(3) 日本の切羽に適するローダーの條件

ローダーは作業個所によつて堀進用ローダーと切羽（フェース）用のローダーとに分けられる。作業方法が異なるため同一型式のローダーで兼用することは機構も一般に複雜になり必ずしも有利ではない。又切羽と云つても各炭炭によつて千差萬別であるから何れにも適するローダーを作ることは出來ない相談である。從つて我國の平均的な切羽事情に適する切羽ローダーとして考えねばならぬ條件を一應考えて見ることにする。機械工業技術委員會鑛山機械專門委員會として次の條件を提案している。(13)

（1） 現行の採炭法に對して本質的變革を行わぬこと。

（2） 切羽の傾斜は 16 度程度まで使用出來ること。

（3） 積込容量は毎時 50ton 程度とする。

（4） 機體の外廓寸法は幅 600mm 高さ 1000mm 程度若しくはそれ以下とする。

（5） 自重は輕く 1～2ton 程度とする。

（6） 切羽に於ける支柱の障害を考慮に入れること。

（7） 出來れば全體を3部分に分割して現地で組立てられる樣に設計すること。

以上の諸條件の他に坑內用機械として有すべき條件例えば頑丈であること、取扱い容易で且つ故障せぬこと、原動機が電動機の時は耐爆であること、又耐水的である事等々は勿論考えねばならぬところである。我々も一應この目標に合う樣に切羽ローダーの試作研究を始めた。

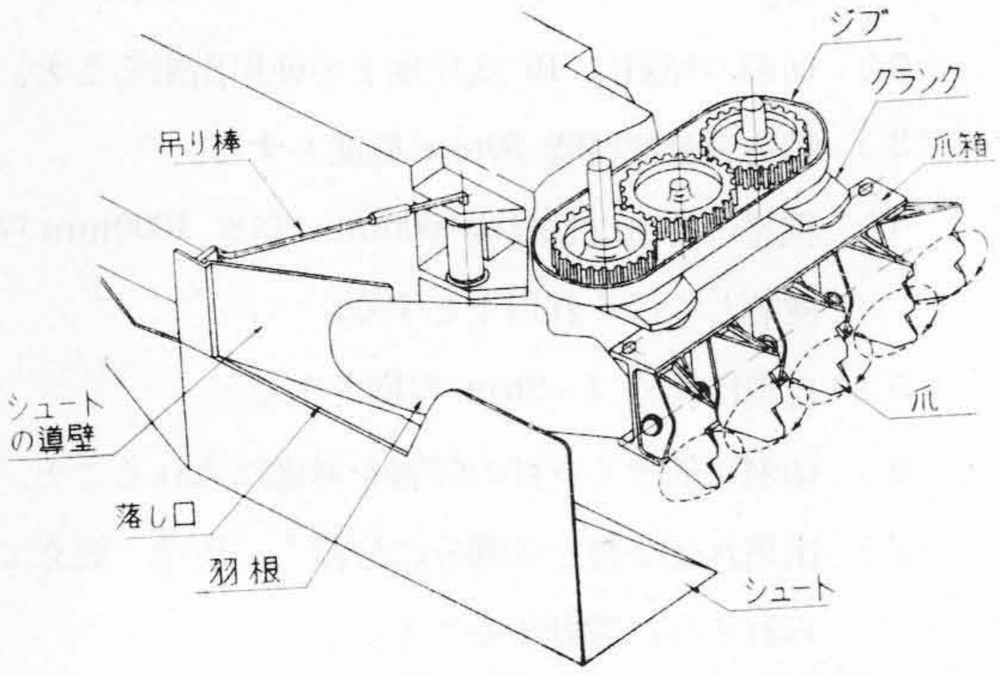
〔II〕 日立式フエースローダー

我國で廣く採用されているのは長壁式採炭方式である。この種の切羽でコールカッターを利用しているところを一應主眼としてフースローダーを考えることにした。この種の切羽では先づコールカッターに依つて炭層の下部にすかし（透載）を入れ、發破をかけて破碎された石炭の塊を岩壁に平行に置かれているトラフの中え從來はショベルで積込んでいた。トラフの中にはチエーンコンベヤがあつて石炭を肩（カタ）より深（フケ）え運んで坑外え搬出している。これが一般の方式である。

このショベル作業を機械化するフェースローダーは勿論前節の諸條件に出來るだけ合致し且つ我國の薄い炭層中でも使用出來ることを狙つた。このため炭壁に沿つてローダーを前進せしめ、石炭塊を一方え掻寄せてトラフえ積込ませることにした。

掻寄せ機構としては簡單にして頑丈といふ所から**第 2 圖**の如き2本のクランクで爪箱にクランク運動を與え之に爪をつけて石炭を岩壁からトラフ側え押しやることにした。この機構は英國の Huwood,(7) 獨乙の Demag(10) と同樣な型式であつた。

トラフは普通 300mm 位の高さがあるので、斜面卽ちシュートによつて石炭を押上げて之を落口からトラフえ



第 2 圖　掻き寄せ並びに積込機構（HF-3 型）
Fig. 2　Gathering and loading Mechansim

流込むことにした。

II-(1)　モデルによるテスト

以上の掻寄機構をモデルを作つて實驗したるところ、この原理で可能なことが判つたので工場内の實驗機HF-1 型を試作した。

II-(2)　HF-1型による研究

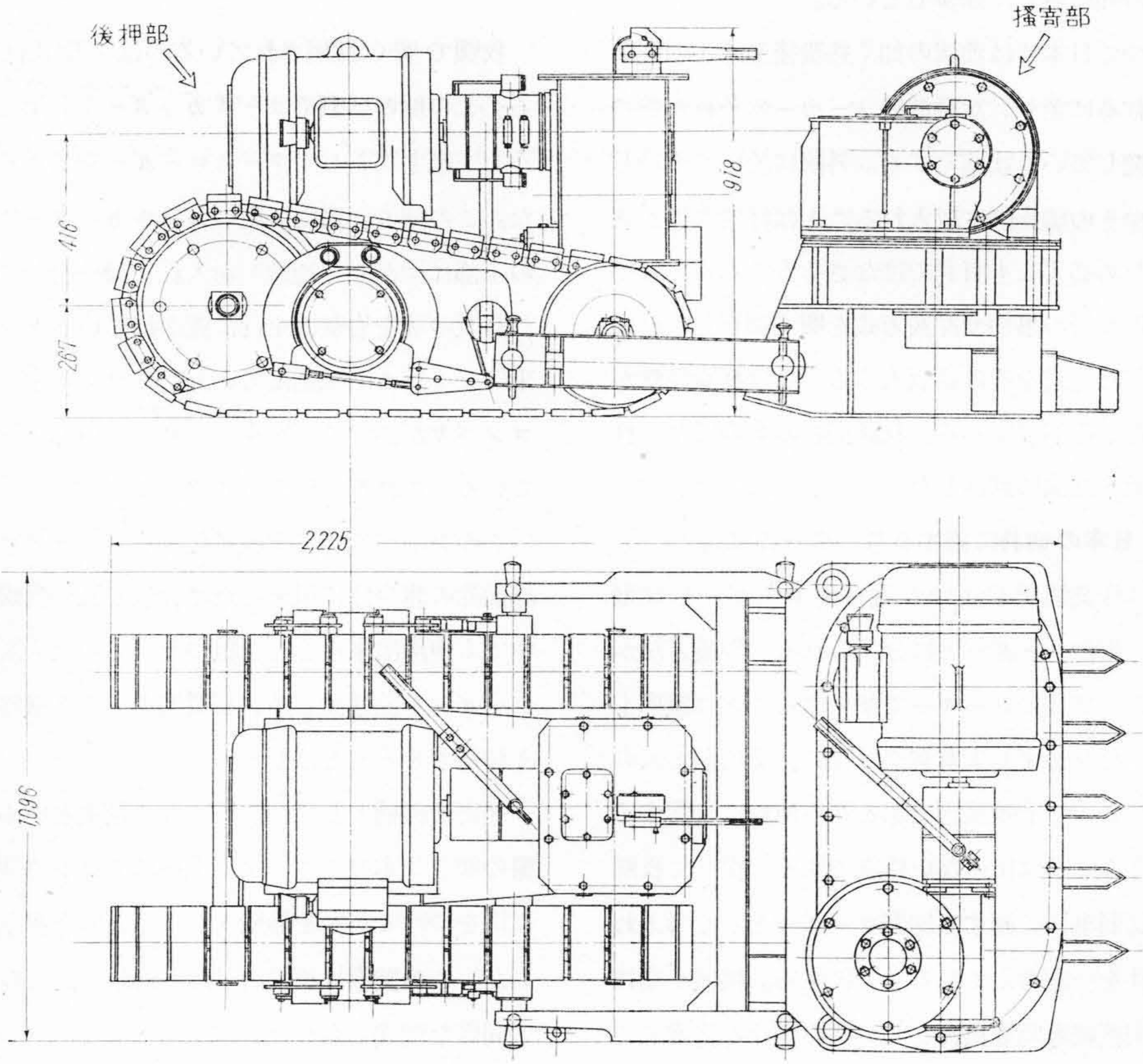
(A)　HF-1型の設計々畫

モデルから得た目安によつて工場内實驗機 HF-1型を**第2表**に示す様な主要仕様を一應の目標として設計した（**第3圖**參照）本機は掻寄せ部と後押部とからなり、前者はモデルと同様な掻寄機構からなる。後者はキヤタピラによる移動機構で前者を押すものである。原動機は何れも電動機である。

(B)　HF-1型による實驗及檢討

HF-1 型による實驗の經過について概略する。

(a)　移動方式



第 3 圖　HF-1型 切 羽 ロ ー ダ ー
Fig. 3　Face Loader :Type HF-1.

第 2 表　HF-1型の主要仕様

掻寄部	掻寄能力	50 ton/hr
	クランク回轉	30 RPM
	ストローク	320 mm
	モーター	7.5 HP
後押部	速度	13～26 m/min
	モーター	7.5 HP

HF-1型は一應キヤタピラ式になつているが實際に掻寄せ部で石炭を掻寄せ炭をトラフまで斜面に沿つて押上げる力を測定したるところ、ローダーの推力は 1ton 以上必要であることが判つた。それで我國の如き天盤が悪く坑木の亂立する狹い坑内では大きな機械を持込むことの困難なこと及び切羽が一般にかなりの傾斜のあることも考えて後押機にキヤタピラ方式をとることは不利であると云う結論になつた。從つてロープ牽引方式を採用することにした。

(b)　積込方式

掻寄せられた石炭をトラフの高さまで押上げる方式として定置せる斜面えブルトーザーの如き排土板で押上げる方式とか、ベルトコンベヤーで押上げる方式とか、或は高速ベルト方式とか色々實驗研究設計が行われた。しかし斜面の部分を**第 2 圖**の様に掻寄せ部に固定するのが一番よいことが判つた。之は掻寄せる爪の反力とシュート部の反力とがバランスして機械全體を動搖せしめず操縦性がよい。又簡單であること等の利點があるからである。

掻寄せ機構で爪箱が圓運動する時、一部石炭を後え押して殘して行くのを防止すると同時にシュートから積極的に石炭を押出させるため實驗結果として**第 2 圖**の様に羽根を取付けることにした。之は一端は爪箱と共に圓運動し、他端はシュートの導壁に沿つて直線運動されるものでてあつて非常に有効であつた。

(c)　爪の大きさと形狀

掻寄せ部の爪の大きさ及び形狀についても種々試作し實驗した。爪は大きい程掻寄せ量は大きいが利害得失は大差ないものの様で工場内實驗ではこの程度しか判らないので實地試驗に俟つことにした。

(d)　クランク回轉數

クランクの回轉數は 30rpm と 60rpm の二種を作つたが大體 60rpm の方が適當である様であつた。

(e)　所要動力

オシログラフを使用して電動機の電流電壓、ロープの張力、前進速度を測定研究して所要馬力を求めて見た。ロープ張力は普通狀態では 1ton 程度で前進速度 2m/min 位がよからうと云うことになつた。掻寄せのみでは數馬力でよいが、ローダ全體として所要の動力は積込容量 60ton/hr では一應 15HP で足りるという結論になつた。

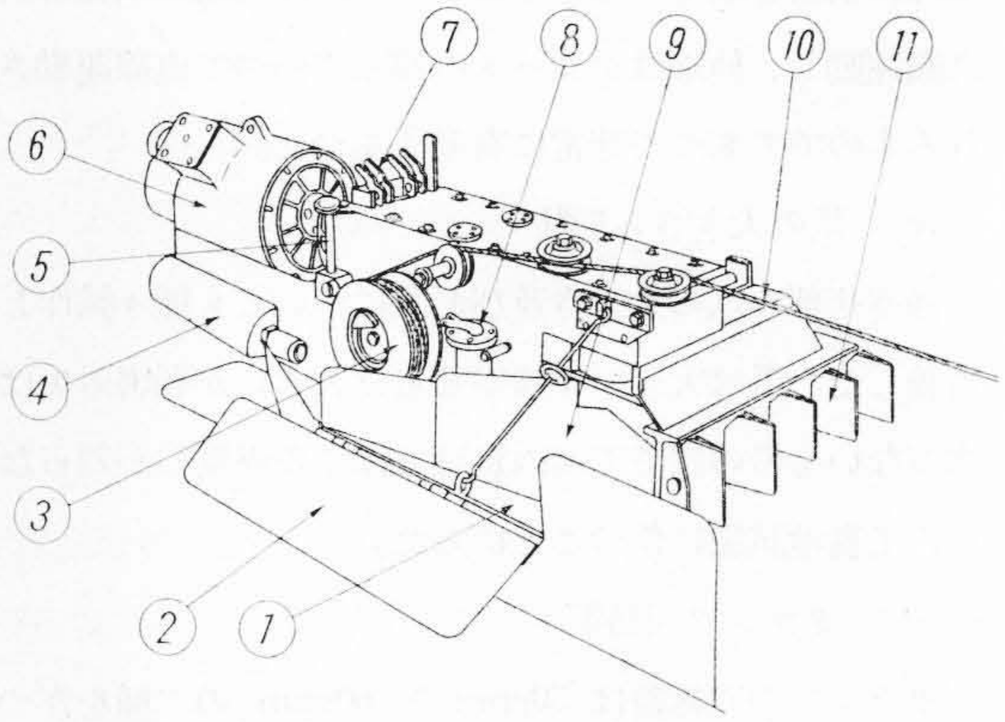
(f)　支柱を交わす方式について

長壁式採炭に於いてはコールカッターにてすかしを入れた後カッター柱と稱する支柱を建てるのが普通である。ローダーを運轉するに當つては、この支柱を隔てゝ向う側にトラフが設置される。從つてローダーから如何

第 3 表　HF-2型 切羽ローダーの主要仕様

掻寄能力	60 t/hr	
掻寄せ巾	1700 mm	
	1900 mmまで延長可能	
落し口高さ	350 mm	
作動時	機長	2905 mm (3400)
	機巾	1700 mm
後退時	機長	3075 mm (3570)
	機巾	750 mm
全高		950 mm
重量		2000 kg

原動機	耐爆型 220V/20HP
前進速度	0.5～2.0m/min
後退速度	1.0～4.0 〃
掻寄せ面の高さ	油壓操作により調節可能
方向轉換	油壓操作
移動方式	ロープ索引
註	( ) 内寸法は機體後部に「スイッチ」を取付けた場合を示す



第4圖　HF-2型 切羽ローダー
Fig. 4　Face Loader : Type HF-2.

にして炭をトラフえ連續的に流込むかはローダーとしては大きな問題である。

工場内に模擬の切羽を設置してこの支柱を隔てゝ如何に積込みをなすか研究を行つた。一應支柱の間に板を敷く事によつて機械的に解決し得る見通しがついた。

（g）操縱性

ロープ牽引式のため操縱性に關してはかなり問題がある筈である。しかしコールカッターについては既にこの方式を採用しているので、實地使用に當つて工夫することにした。

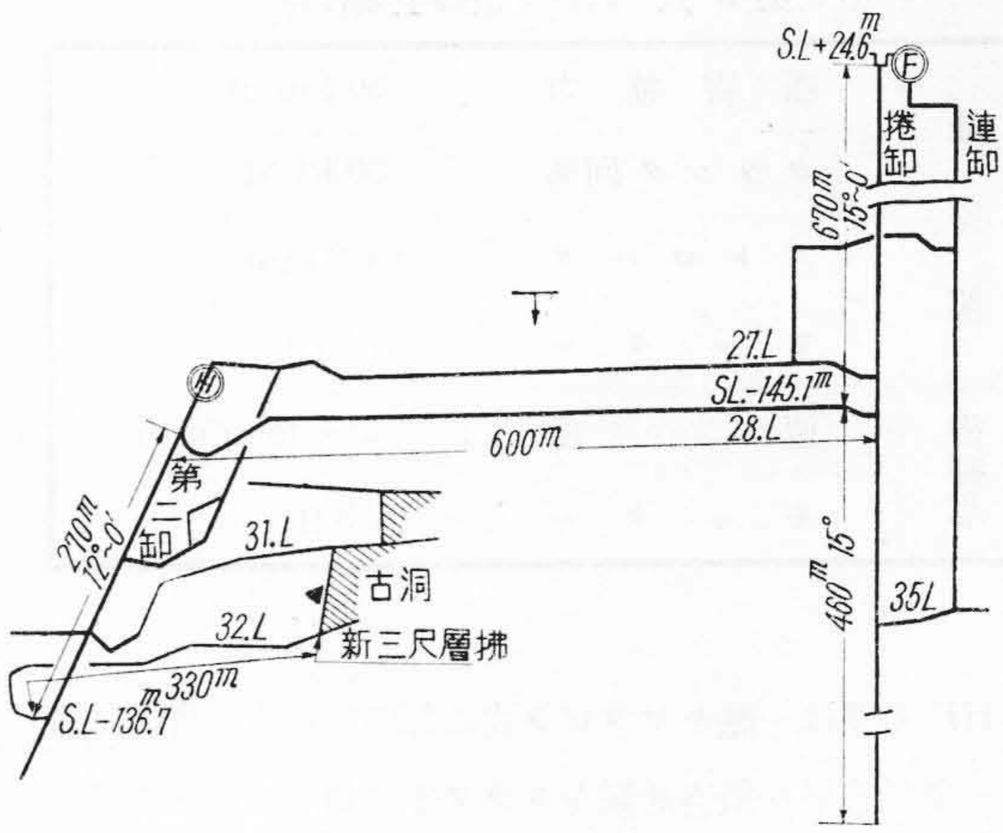
以上諸項目について實驗的研究が取纏まつたので、その結論に基いて實地試驗用機として HF-2 型を設計することになつた。

II—（3） HF-2型による研究

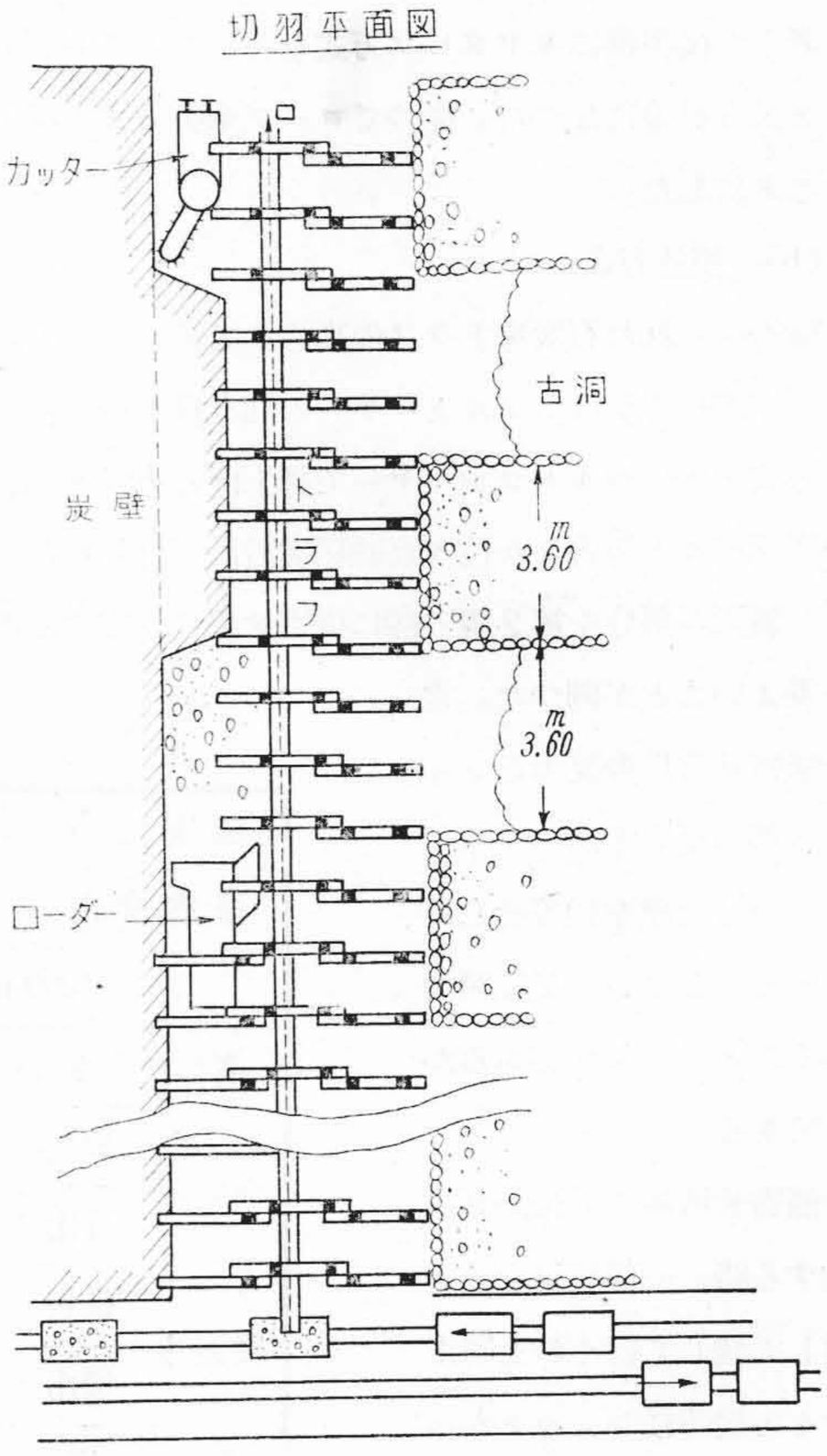
HF-1型による實驗結果に基いてこの種のフェースローダーの實用的價値の有無をテストし、次の商品設計の資料を早急に得る目的で HF-2型 が試作された。從つて坑内で色々なテストが行える様に餘分と思はれるものも多數備えられ又耐久性も一部犧牲にする位切りつめた設計を行つた。又出來るだけ早く取纏めるため、電動機は既製品を利用した。

（A） HF-2型の仕樣と構造

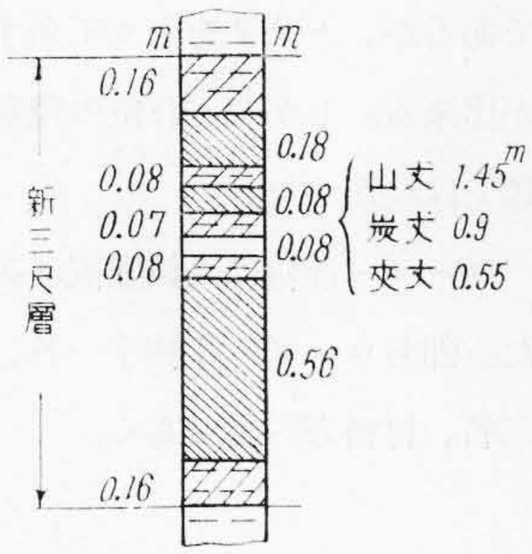
主要な仕樣は**第3表**に示す通りである。その外觀は第4圖の通りである。



第5圖　三菱鑛業鯰田炭坑第三坑々内圖
Fig. 5　Shaft in Namazuda Coal Mine of Mitsubishi Koggo Co.



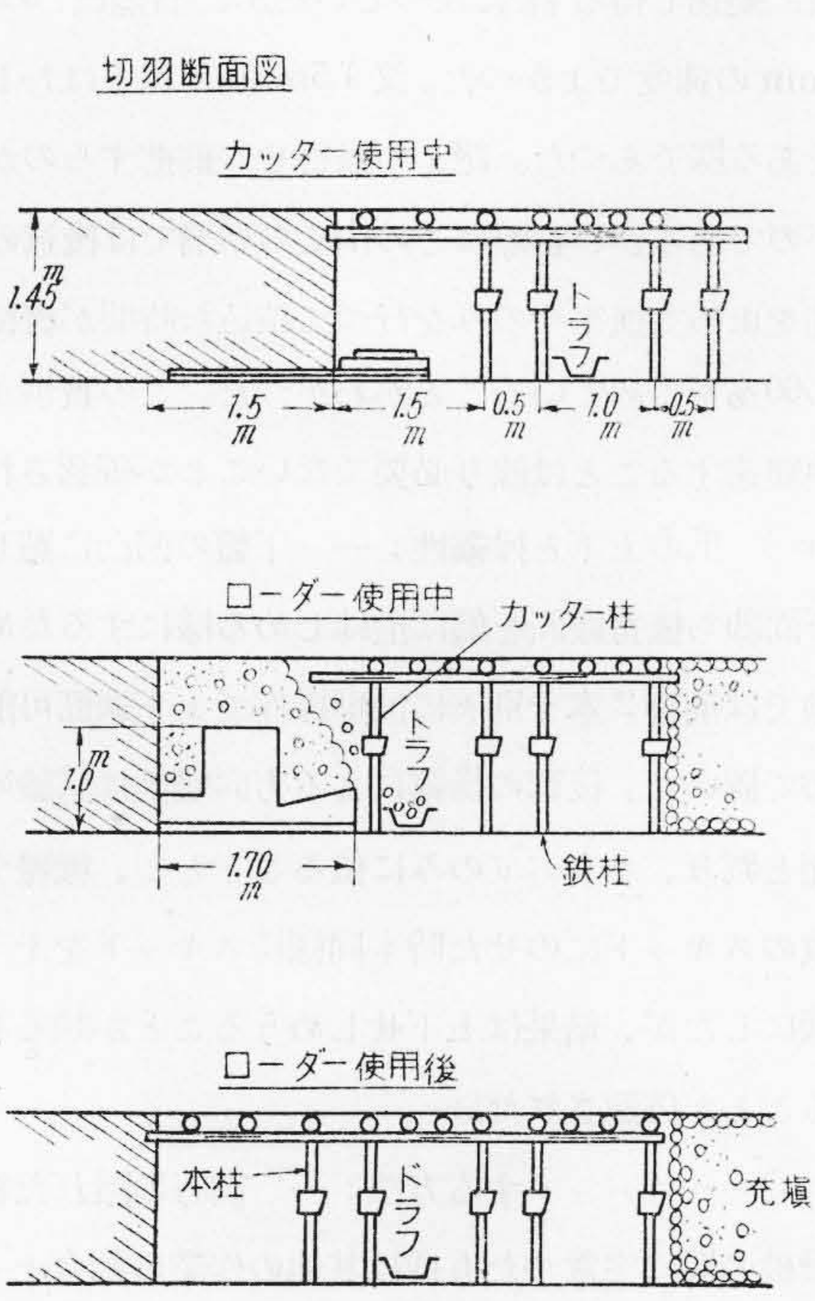
第6圖　32片拂平面圖
Fig. 6　Plane of 32nd coal face.



第 7 圖　炭 柱 圖
Fig. 7　Section of Coal layer.

HF-1 型に述べたと同じ掻寄せ機構からなるジブ部、移動油壓機構を司るフィード部、モーター、及びシュート部の 4 部からなる。ジブ部は積込作業後ローダーが後退する時一方のクランク軸を中心として直角に回轉し固定することによつて械體の幅が 1700mm から 750mm にすることが出來る構造になつている。移動機構は一端を遠方に固定したロープをドラムに捲き取る方法を採用した。ラチェット減速裝置を用いてドラムを回轉せしめ多段變速を容易ならしめてある。之は實驗機であるので斯樣にしたのである。前進後退共に各 4 段あり、掻寄せ幅は 1700mm とし機體の高さは 950mm となつている。後退時にはシュート垂直に立て上げるか或は取悦し又ジブ部は前記の如く直角に方向を廻すことによつて機幅を著しく狹めることを可能とした。

油壓機構を用いて機體の前部の爪部を左右別々に上下に動かすことを可能にした。尙後脚を一本としてその方向を舟の舵の如く動かすことによつてある程度の操縱性がよくなるのでないかと思つて設置して見た。電動機は 20HP を用い全備重量 2ton である。



第 8 圖　切 羽 斷 面 圖
Fig. 8　Section of the coal face

（B） HF-2 型による實地抗內試驗

（a） 試驗條件

テストは三菱鑛業鯰田炭鑛（福岡縣飯塚市）の第 3 坑第二卸左 31 片戻拂及び左 32 片戻拂で行うことにした（**第 5 圖**及**第 6 圖**參照）この切羽の新三尺層の炭柱圖は**第 7 圖**の如く山丈 1.45m, 炭丈 0.9m, 傾斜 12°, 切羽の長さ夫々 30m 及 80m である。上下盤共軟質頁岩稍々脆弱である。坑內氣溫 23°C でガスなし、この切羽はローダー專用の純テスト切羽ではなく生產稼動の切羽であつて、その一部でテストを行うことにした。

この切羽の從來の採炭方式はコールカッター（日立 40HP コールカッター HC-E40 型）で透載後發破打落し、手積でチェンコンベヤーに流し、片盤はエンドレス炭車運搬である。そして一日 3 交替卽ち一方（カタ）採炭、一方整理（充塡、コンベヤー移設）、一方休止となつている。

切羽に於けるローダー、支柱の關係は**第 6 圖**の平面圖及び**第 8 圖**の斷面圖に示す通りである。この切羽で約 2 ケ月に亘つて實地使用の研究を行つた。

HF-2 型の主な研究目的は

（イ） 採炭方式の適應に關する研究

（ロ） ローダーの操縱に關する研究

（ハ） 積込性能試驗

の三つである。

（b） 採炭方式の適應に關する研究

すべて機械化に當つては機械メーカーとその使用者側とが互に理解し歩みよつて始めて成功するものである。

HF-2型は一應現在の採炭方式に大體適合する様に設計されたのであるが、同時に採炭方式も又ローダーに合せるにはどうすべきかを重點に置いてテストを實施した。

（イ） トラフの位置：— 從來の普通採炭ではチェーンコンベヤの走るトラフはショベリングの都合上一間隔（マヽ）てた間に敷設されていた。然るにHF-2型のローダーでは掻寄せた炭をその儘シュート口から落すのであるからトラフはシュートの直ぐ傍に持つて來る必要がある。それでトラフは從來の關係位置より一間だけ進ませることが必要となり **第8圖** の如くなつた。之は古洞（フルトウ）（採炭し終えた側を切羽に對して云う）の充塡を一間だけ早く出來ることになり保安上反つてよいことである。

（ロ） 支柱の入れ方：— 從來はコールカッターのすかし作業後直ちにカッター柱を打つて行く。採炭方（カタ）が次に發破してショベルで積込んで本柱を打つて行つた。ローダー積込の時はカッター柱の柱打の時期をずつと遲らせる方法或は一度打つたカッター柱をローダーの通過の時取除く方法等があるが、實驗の結果は天盤の狀態惡く何れの方法も危險であつた。結局從來のまゝの支柱を打つてHF-1型の時と同樣にシュートとトラフの間に豫め受板を渡して流込む方式がよいことになつた。然し實際試驗の結果はその受板も不必要であることが判つた。

（ハ） 炭造り：— 積込みよい樣に岩壁を破碎することを炭造りと云うのであるが、このために次の樣な對策を行つた。發破はローダーの前進につれて3乃至4間毎に 1.5m の深さで 1.5m の間隔に千鳥に穿孔し、又ダイナマイトの量を從來より2倍にすることによつて大體この切羽では良好な發破が出來た。又先山をローダーの前の方に一人配置せしめて、ボタを取除いたり碎いたりしてローダーの運轉を圓滑ならしめることが出來た。シュート落し口、シュートの支え棒、羽根、爪等ローダーについても一部改造を行つた。爪の形狀は角形であつたのを**第2圖**の樣に鋸齒狀にしたが効果的であつた。

（ニ） 殘炭對策：— ローダーの通過後若干炭が殘つた。この實驗をした 1.45m の山丈のところで殘炭は全炭量の 10% に及ぶものであるが、トラフを少々工夫すれば5%位に減ずることが出來る。しかしこれ位の殘炭浚いは實際では大した問題ではなかつた。

（ホ） 人員の配置：— ローダー運轉の人員配置は次の通りがよいことが判つた。卽ちローダー運轉手一名、先山一名、杜打及後浚ひ二名、材料方一名である。

（c） 操縱性の研究

本機は一本のロープ牽引であるため、眞直ぐに所要の方向え前進せしめるためにかなり困難ではないかと心配したが、實地に使用して見るとコールカッターと同樣に「キリバリ」を用いることによつて容易に思う樣に操縱が出來ることが確認された。

（イ） 前進の操縱性と速度：— 前述の如くキリバリを機體の凸出部と支柱、天盤或は又炭壁の間に前進方向に對して或角度突張らせることによつてローダーを左或は右え寄せることが出來て、坑內では實に巧みに且つ簡單に思う樣な方向え前進せしめることが出來ることを確かめ得た。前進速度は HF-2型では 0.5～2.0m/min の4段に變速し得る樣になつていたが、實際は 0.5～2.0 m/min の速度でよかつた。又 1.5m/min 以上はむしろ困難である樣であつた。絶えづ掻寄せつ前進するのが望ましいのであるが、實際はこの山丈の切羽では後述の如く前進を止めて掻寄せのみを行つて積込む時間が總積込時間の60%を占めていることがわかつた。この實情から運轉中變速することは餘り必要でないことが確認された。

（ロ） 爪の上下と操縱性：— 下盤の凹凸に應じて爪の下面卽ち掻寄底面を盤に沿はしめる樣にするため HF-2型では前脚2本を別々に油壓操作で上下調節可能ならしめて置いた。後脚の操縱による方向變換は試驗の結果不能と判り、キリバリのみに依ることとし、機體全體を一枚のスキッドにのせた時も同樣にスキッドを上下動する樣にしたが、結果は上下せしめうることが頗る有効であることが確認された。

（ハ） 一寸バックする方法：— 前方の隱れた松岩や未發破の炭に突當つたり或は其他の作業の都合上一寸バックしたいという場合がある。本機 HF-2型 は構造上ロープを緩めることが容易でなく又ロープの張替えが手

間どる等の缺點があつた。

ロープさえ緩めばロープのアンカーの位置を動かさなくても爪の回轉の反力で一寸バックすることも可能であり、又ドラムにキリバリすることによつてバックすることが容易であることが判つた。HF-3型ではこれらの點を考慮し改造することが必要となつた。

（ニ） 操作ハンドルの種類と位置：— 操作ハンドルは (i) 出來るだけ少く、(ii) 簡單に操作出來、(iii) 掻寄せ部の運動及び積込狀況が注視し得られる位置で、(iv) 安全な位置にあること、(v) 頑丈であるため機體から凸出していないこと等が必要條件であることが判つた。HF-3型ではこれらの點も考えねばならぬことを確めた。

(d) 積込性能試驗

以上述べた狀況の下に約一ケ月に亘つて積込性能試驗を行つた。その結果を示すと**第4表**の通りであり、それを圖示すると**第9圖**乃至**第12圖**の通りである。

圖では横軸に運轉の日附をとつてある。

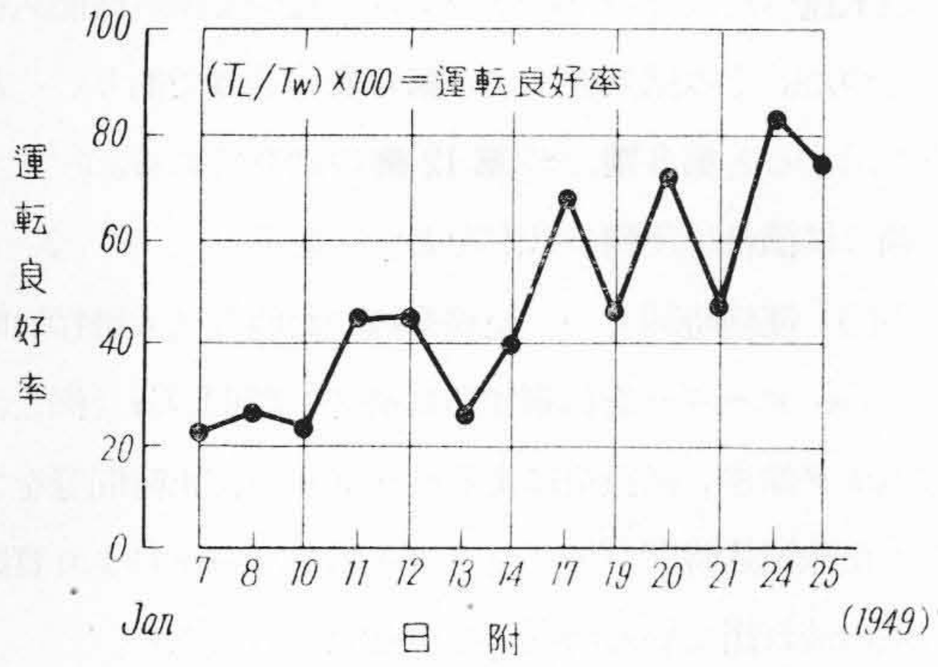
（イ） 運轉時間：— 記錄を扱つた時間（大體採炭時間）T_R，ローダーを操縱するに必要な時間 T_W（例えば大塊ボタ除き、過負荷によるローダーの停止時間等を含む）正味積込時間 T_L（ローダーのシュート口より實際に炭の流れ出ている時間）を載せたものである。

（ロ） 運轉良好率（**第9圖**）

運轉良好率とは $T_L/T_W\times100$ を云うので、圖示の如く日を經るに從つて上昇している。之は運轉の良好さ即ち炭造り及び運轉の習熟を示すものである。大體 80% に達しているが此の程度が限度であろうと思われる。

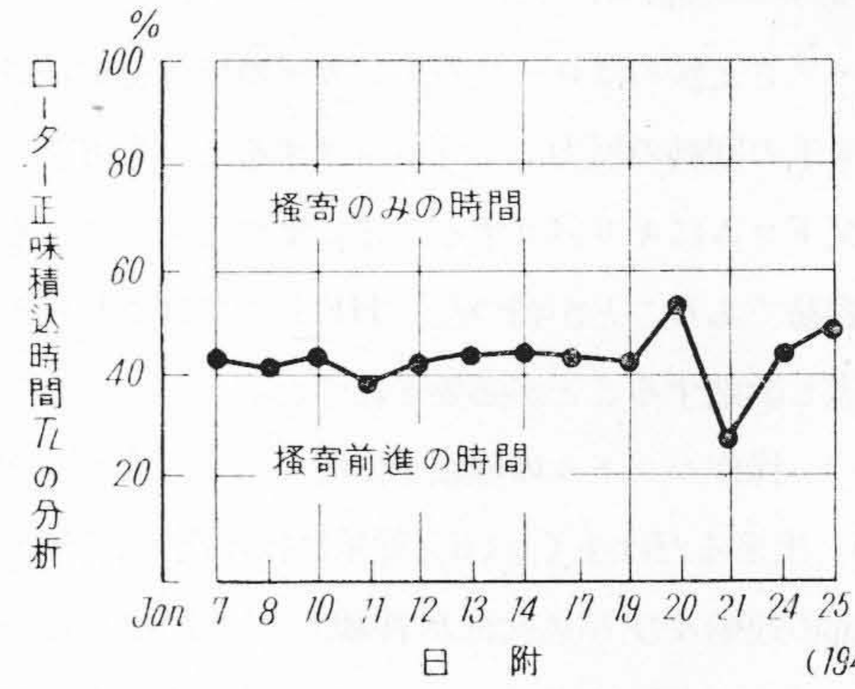
第 4 表　日立 HF-2 型切羽ローダ運轉成績表

區分＼日附		Jan 7	8	10	11	12	13	14	17	19	20	21	24	25
記錄時間 T_R		120	54	73	202	252	71	285	377	420	23	245	254	226
運轉時間 T_W min		120	54	73	944	148	71	151	122	157	23	112	52	36
正味積込時間 T_L min		26.5	14.5	17.5	44.1	64.7	18	56.7	79.4	67.8	16.3	52	44.7	26.8
運轉良好率 $T_L/T_W\times100\%$		22	27	24	44	44	25	38	66	45	71	46	86	74
積込進行距離 L m		8	5.5	5.4	12	15	5.5	11	18.3	19.3	5	10.4	10.5	7.5
積込函數 N 函		18	9	約21	約30	40	18	40	50	55	7	30	—	—
平均積込前進速度 $V_W=\frac{L}{T_W}$ m/min		0.07	0.10	0.08	0.13	0.10	0.08	0.07	0.15	0.12	0.22	0.09	0.20	0.21
正味積込前進速度 $V_L=\frac{L}{T_L}$ m/min		0.30	0.38	0.31	0.27	0.23	0.31	0.20	0.23	0.28	0.31	0.20	0.24	0.28
平均積込能力 $C_W=\frac{L\times0.9}{T_W}$ ton/min		8	9			15	14	14	22	19	16	14.5	—	—
正味 〃 $C_L=\frac{N\times0.9}{T_L}$ 〃		36	34			33	53	38	34	42.5	23	31	—	—
T_L の分析	掻寄せのみの時間 min	15.0	8.5	10	27.3	37.7	10.1	31.5	45	40.6	7.3	37.6	25.1	13.7
	掻寄せ前進の時間（ ）% min	11.5 (43)	6.6 (41)	7.5 (43)	16.8 (38)	27 (42)	7.9 (44)	25.2 (44)	34.4 (43)	29.2 (42)	9 (55)	14.5 (28)	19.6 (44)	13.1 (49)
後退準備時間 min							26		18	16				
純後退運轉時間 min							18		10	14.3				
總後退時間 min							44		28	30.3				
後退距離 m							11		8.5	10.1				
後退速度 m/min							0.8		0.85	0.7				



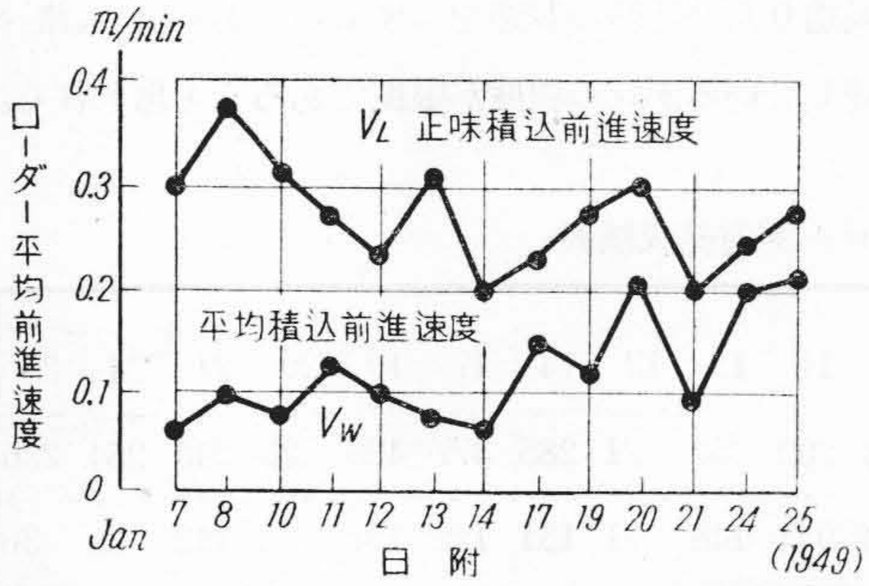
第9圖　HF-2型 ローダーの運轉良好率

Fig. 9　Manieuvering Rate of Loader.



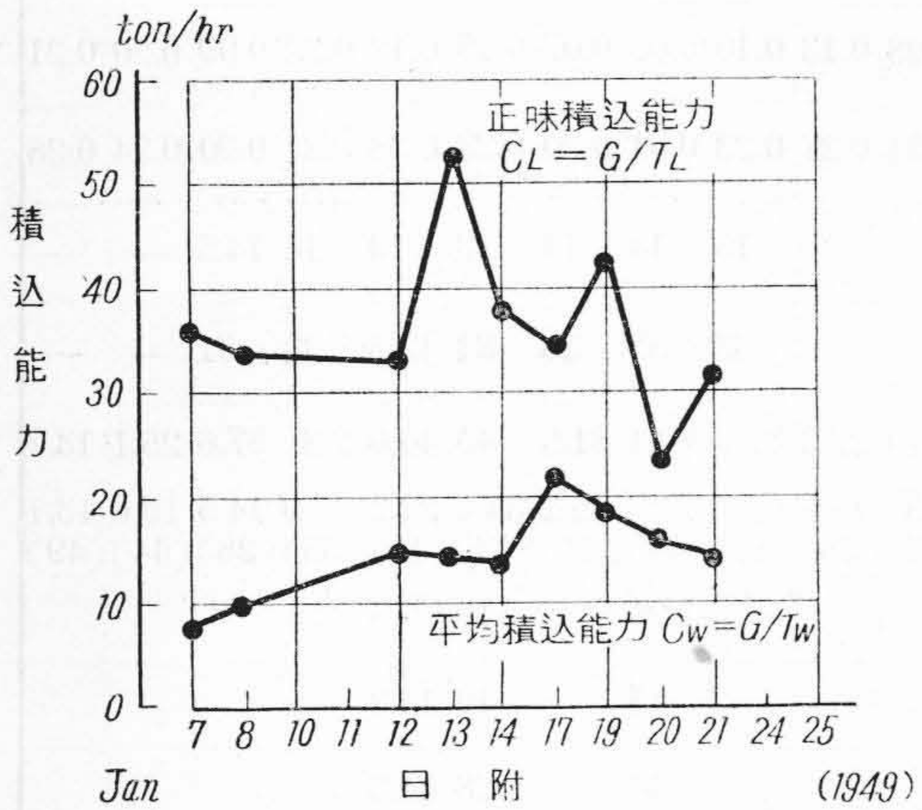
第12圖　HF-2型 ローダーの正味積込時間の分析

Fig. 12　Time Study for net loading time of loader.



第10圖　HF-2型 ローダーの平均前進速度

Fig. 10　Experiment Result of Mean Advancing Speel.



第11圖　HF-2型 ローダーの積込能力

Fig. 11　Loadug Capaceity Experiment Result of.

（ハ）　積込進行距離：—　本拂の長さ 80m の中、肩々（カタ）20～30m に於てテストを行つたので、19.3m を最高としている。尙普通採炭と同時に行つた時は函待時間等の都合で同一拂を2日間で上つているので進行距離も少ない（1/20, 1/21, 1/24, 1/25）。

（ニ）　平均前進速度（**第10圖**）：—

（i）　平均積込前進速度：—　$T_W=L/T_W$ を云い日を經るに從ひ增加して次に述べる V_L に接近して行くのは運轉技術の向上を示すもので現在大體 0.2m/min になつている。

（ii）　正味積込前進速度：—　$V_L=L/T_L$ を云い平均 0.3m/min である。1/8 に V_L が大きいのは手積採炭が關係している。卽ち堆積石炭量が少なかつたことに原因していると思われる。

（ホ）　積込能力（**第11圖**）

積込函數を T_W, T_L で割り ton/hr で表はしたものが夫々平均積込能力 C_W, 正味積込能力 C_L である。但し一函當りの原炭重量を 0.9ton とした。C_W は平均 20 ton/hr, C_L は平均 40 ton/hr となつているが短時間當りの能力としては 80ton/hr を越えているものと思われる。一應所期に近い能力が得られた。

（ヘ）　掻寄前進と掻寄のみの時間の割合（**第12圖**）：—ローダーとしては、掻寄せつゝ前進することが望ましいのであるが、T_L を分析して見ると、掻寄前進の時間は

第 5 表　實際操業の場合の出炭能力推定表

積込方式		普通採炭	ローダー二方運轉	ローダー一方運轉	ローダー一方運轉
(切羽の長さ) ×(山丈) ×(1日の進行)		60m ×1.45m × 1.1m	80m ×1.45m × 1.5m	60m ×1.45m × 1.5m	80m ×1.45m × 1,5m
出炭函數 (函)		170	300	220	300
坑内夫 (人)		37	38	27	32
内譯	とゆ口	10	8×2	10	12
	ドリルマン	3	3	3	3
	カツターマン	5	5	5	5
	先山	19	—	—	—
	ローダーマン	—	2×2	2	3
	柱打	—	2×2	3	4
	雜役	—	2×2	3	4
	エンヂンマン	—	1×2	1	1
出炭能率	函/人	4.57	7.90	8.15	9.45
	比	(100%)	(173%)	(178%)	(207%)
	人/函	0.22	0.127	0.123	0.106
	比	(100%)	(58%)	(56%)	(48.5%)

40%で、掻寄せのみの時間が 60% を占めていることがわかつた。

以上の諸數値は何れも操縱及び坑内作業條件の向上によつて一層よい成績を出し得ることが期待される。

（ト） 事故待時間：— 採炭時間中、ローダー以外の事故の爲に、ローダーの積込を中止せねばならぬ時間 Ta が平均して 59% もあり、その中函待時間が全體の 38% を占めている。總じて運搬系統の事故による待時間が 47.8% となつて居りローダー採炭に對する當面の大きな隘路となつている事がわかる。

（チ） 所要馬力：— 片盤に於けるスキッチ座の電流計で測定した。ローダーの使用電流平均は大體 33Amp 位で最大 120Amp であつた。松岩に爪が突當つてモーターが停止する時もあつた。

所要馬力を概算すると平均 16HP 程度を要しているのであるが、過負荷を恐れて停止せしめねばならぬことが屢々ある點から考えて現在 20HP モーターであるが、もう少し容量を增す方がよいのではないかと思われた。

（リ） ロープの張力：— ダイナモメーター（日立コールカッター用）を用いて運轉中に測定したが平均 1～1.5ton の範圍であつて最大 3ton であつた。

（C） HF-2 型による出炭能率の向上の推定

以上のテストの成績から本ローダーを實際に操業させることによる出炭能率の向上割合を推定すると**第 5 表**の様になる。卽ち 80m 切羽を二方運轉することは直ちに出來ることでその場合普通のショベリング採炭に比し出炭能率は 75% 增となる。同じ出炭に對しては人員は 58% で足りることになる。又 60m の切羽を一方で採炭することにすれば積込速度から見て難しいことではなく出炭能率は 78% 增となり、人員の方から考えれば 44% 少くてよいことになる。更に 80m 切羽を一方で行うことも必ずしも難事ではないと思われるが、そうなれば倍の出炭能率となる。

（D） HF-2 型の實驗結果による結論

本試驗を通じ結論として確認された HF-2 型の特長は次の通りである。

（a） 薄層採炭の可能性の增大：— 長壁式採炭方式をとつている切羽では充分使用され得ることが確認された。ローダーの機高は日立式の切羽ローダーは特に低いので日本の炭層事情に適していると考えられる。更に高さを低くし得る可能性があるので、山丈 0.8m 位の薄層採炭を可能ならしめうる。此の結果は炭鑛を若返らせることになる。特に薄層は機械採炭によつて採炭利潤も增大させ得るのである。

（b） 採炭方式や柱打ちは從來のまゝでも使用出來る。

（c） キヤタピラ式等に比しロープ牽引であることは炭層の傾斜が急でも使用可能ならしめる。

（d） 構造が頑丈で落盤及び苛酷な取扱にも耐え得る。この事はテスト期間中に一度落盤で埋められたが何等の故障もなかつたことから確信が得られた。

（e） 取扱が簡單で運轉上特別なコツは不要である。

（f） 云うまでもなく重勞働を輕減し少くとも 70% は出炭增加を齎らす。

（g） 下盤の凹凸に對しては、油壓機構により掻寄せ部を、上下させて圓滑な運轉が出來る。

（h） 切羽の勝手違いの時はシュートを變えるのみで

第6表　HF-3型 切羽ローダーの主要仕様

仕様				仕様		
型式		HF-3		電動機		30HP（2時間定格）
掻寄せ能力		60 ton/hr		電源		200/220V 50/60～
掻寄せ巾		170 cm		移動方法		ロープ牽引
落し口高さ		35 cm		牽引力	常用	1.5 ton
作働時	機長	300 cm			最大	3.0 ton
	巾	170 cm		フイードロープ		徑16mm 長さ32m
後退時	機長	300 cm		前進速度（標準）		1.0m/min
	巾	75 cm		後退速度		8m/min
全高		61 cm		掻寄せ面の高さ		油壓により上下調節可能
重量		2.4 ton				

ジブの方向を反對にすればその儘で使える。

（i） 性能は大體豫期のものであつた。

II—（4） HF-3型の設計

以上HF-2型による實地坑内實驗の貴重なる結果に基いて、商品設計としてHF-3型を設計した。多量製作向きに又耐久力に富むものにし細部に亘つて一層性能向上を目指して改造を行つたのである。

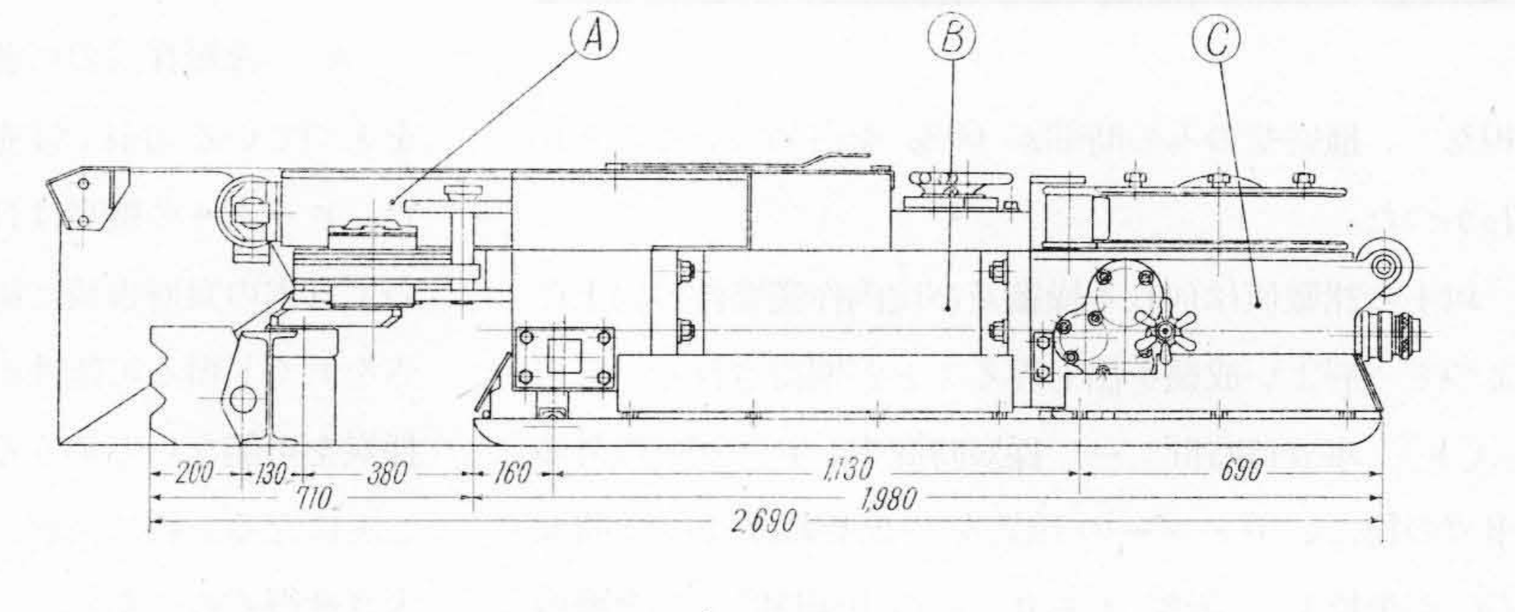
HF-3型の仕様と構造（**第13圖，第14圖**參照）:—

主要の仕様は**第6表**の通りである。HF-2型と異なる主な點は次の通りである。

（a） 電動機 Ⓑ は全密閉耐爆型の 30HP として機體の中央部に配置し、コールカッター（HC-E40）と同様に箱型にした。強力になつたので積込能力は一段と増加させ得る。

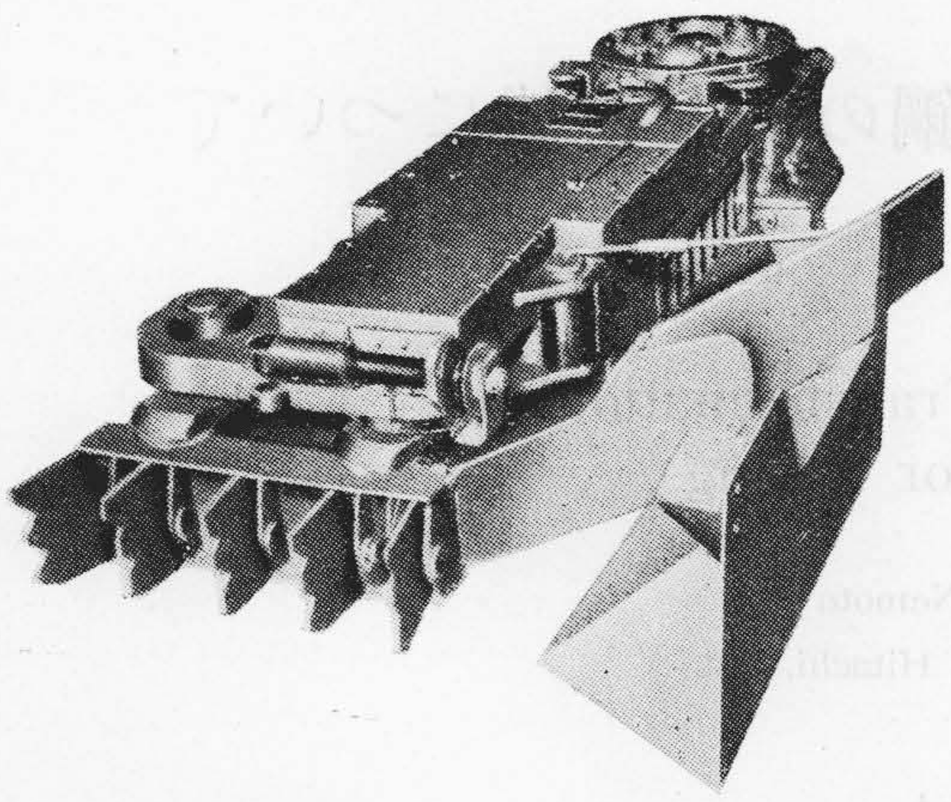
（b） 移動機構 Ⓒ は日立 40HP コールカッターと同様に齒車減速機構である。前進速度は 1m/min 標準とし、山丈に應じて内部の齒車の組合せを變えることによつて低速 5.5m/min 高速の時 15m/min の速度が得られる様になつている。後退は8m/min の速度である。ロープ捲胴は水平にし、上部に一個置いた。

（c） 操作ハンドルは中央の上部



第13圖　HF-3型 切羽ローダーの寸法圖

Fig. 13　Face Loader : type HF-3.



第14圖　HF-3型の外觀
Fig. 14　General View of Face Loader: Type HF-3.

に配置され發破をかける時ハンドルが炭をかぶるのを防ぐためカバーをすることが出來る樣になつている。

（d）　下面はスキッドとしている。スキッドは前部が上下に又左右別々に油壓機構で動し得る。

（e）　機高が 610mm となつて著しく低く薄層採炭（山丈 0.8m 位まで）も可能になつた。

（f）　全體がガッチリとして坑內機械として一層頑丈にした。突出部が殆どなく落盤で假令埋まつても壞れることがなく又堀出しも容易な構造となつている。

（III）結　　言

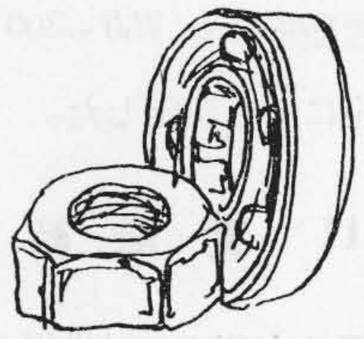
我國の炭鑛事情に適したフェースローダーがないのを遺感として、炭鑛機械メーカーとして日立が獨自の構想の下に數年に亘る研究の結果設計したフェースローダーを昨秋 HF-3型 として完成するに到つた。その研究經過を概略記し關係各方面の御參考に資する次第である。HF-3型使用による實績のすばらしいものであろうことは確信のあるところであるが、之については今後報告する機會があると思つている。

本研究に當つて G.H.Q. の Barry 氏、Caroll 氏、Steel 氏、HF-2型を買上げられた現資源廳特に原納課長殿の絶大なる御援助を得た又直方救護所の毛利氏、東大の水田先生の御指導を得たことも多かつた。

熱心に我々と協同してテストに當つて載いた三菱鑛業鯰田炭鑛の關係者各位に依る文字通り寢食を忘れての御協力は感謝に堪えないところである。以上各位に對して謹んで厚く御禮申上げる次第である。

このローダーが今後の日本の鑛業界に一大光明を與えることが出來れば日立として幸い之にすぐるものはなく我々はその發展を祈るものである。

參考文献

（1）　陣峻：勞働科學 23 卷 1 號（昭22-1）p. 10
（2）　石西・大西：勞働科學 23 卷 2 號（昭22-8）p. 32
（3）　Coal Age: Vol 45 No. 1 (1940-1)
（4）　Mechannual (1945 版)
（5）　Mechanization: (Jan-1949) p. 77～79
（6）　Mechanization: (Nov-1948) p. 100～101
（7）　F. S. Anderson: Engineering (Oct-17-1947) p. 381～
（8）　Coal Mining: Report of the Tech. Advisory Committee (Reid Report) March-1945
（9）　Nationalisation of Coal Labore Discussion Series No. 7 (London)
（10）　全科技聯：科學技術蒐錄 第 4 部 第 2 卷 1 號（昭19-1）p. 361～372
（11）　紹介 No. 10 （通產省資源廳石炭生產局機械課發行（昭24-7）
（12）　Colliery Guardian Vol 178 No. 4613 (June-9-1949)
（13）　マシナリー 第 11 卷 第 1 號（昭23-1）p. 19

622.61