

第5章 鑿岩機

第1節 鑿岩機の種類

岩石に孔を穿つのに機械を用ふる様になつたのは比較的新らしい事で、19世紀の中葉 Mont Cenis 隧道で初めて實用的に使用されるに至つた。

(1) 運動の種類による分類

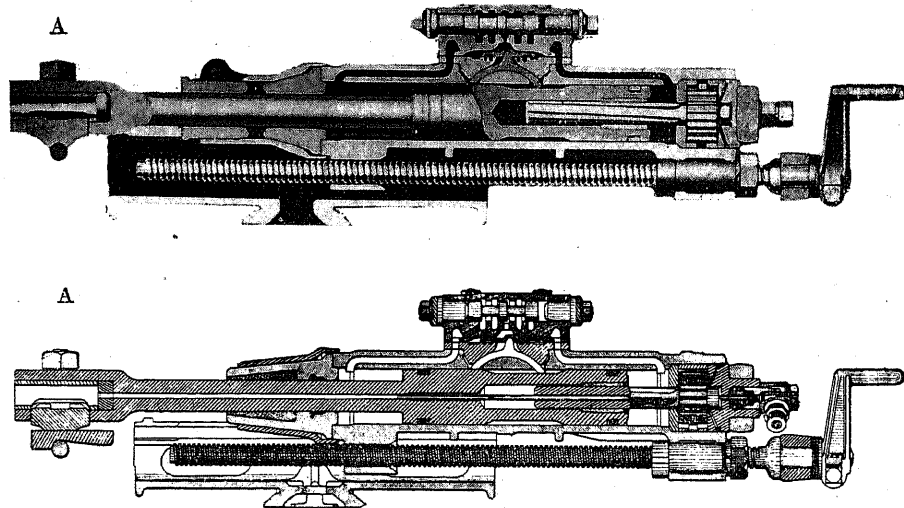
a. 廻轉式の鑿岩機

廻轉式鑿岩機は曾て Simplon 隧道で用ひられた例があるが、現在では地質調査等に用ふるに過ぎず。ダイヤモンドボーリング機械は之れに屬するものである。

b. ピストン式

ピストン式と稱するものは、蒸氣又は壓搾空氣エンジンのピストンと鋼の鑿とを直結し、其の往復運動によつて岩を打ちつゝ鑿孔するものである。19世紀に工事をした著名な隧道は殆んどこの種の機械によつたものであるが、現在では全く歴史的のものとなつて了つた。第31圖は其の構造を示すものでAの部分で鑿とピストンとが直結されて居る。

第31圖 ピストン式鑿岩機



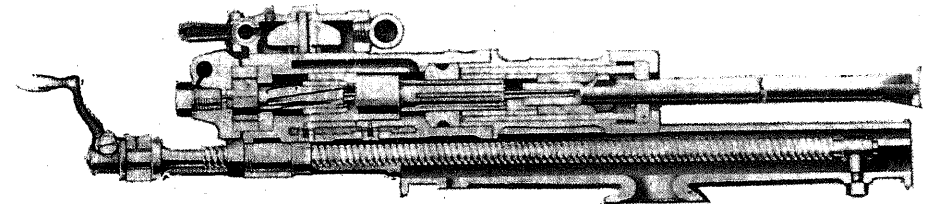
c. ハンマー式

現今進歩した隧道用の鑿岩機は、全部此の種に屬する。これは Piston と鑿を連結せずに、

鑿は常に岩に押し當てられて、其の後端をピストンが連續的に叩くやうに出て居る。此の式はピストン式に比し重量軽く、取扱ひも容易に、動力の消費も少ないので、隧道用としてはピストン式はハンマー式に完全に其の位置を奪はれて了つた。

第32圖に示すものは其の一例であつてピストンドリルと異つて鑿と Piston とは連結されて居ない。

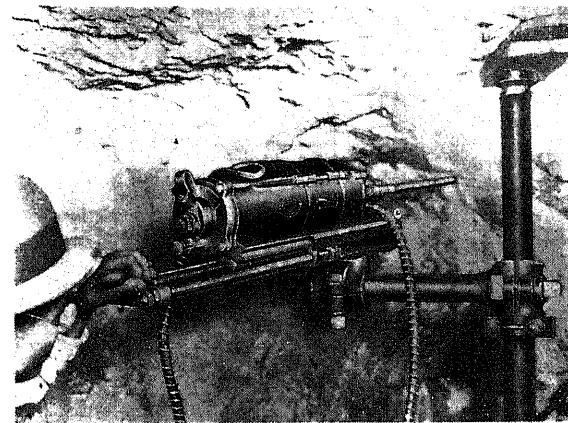
第32圖 ライナーインガーソル No. 26



(2) 動力による分類

一般の鑿岩機には蒸氣、水力、内燃機關等を直接利用するものもあるが、隧道用の鑿岩機としては電力と壓搾空氣の二種に限られてゐる。

第33圖 中山式電動鑿岩機



a. 電動鑿岩機

電氣を動力とする鑿岩機は動力が經濟的な事と、設備費を要せず、電力さへあれば簡単に何處でも使用出来る云ふ非常に有利な點を有して居るが、今の處壓搾空氣鑿岩機に匹敵する様な優秀な機械が造られて居ない。我が國ではMI式、勳式、中山式等の機械が作られたが、現在では第33圖に示す中山式のみが市場にある様である。

b. 壓搾空氣鑿岩機

現今最も廣く用ひられるものは壓搾空氣を動力とするもので、80#/sq" ~ 100#/sq" の壓力を普通とする。

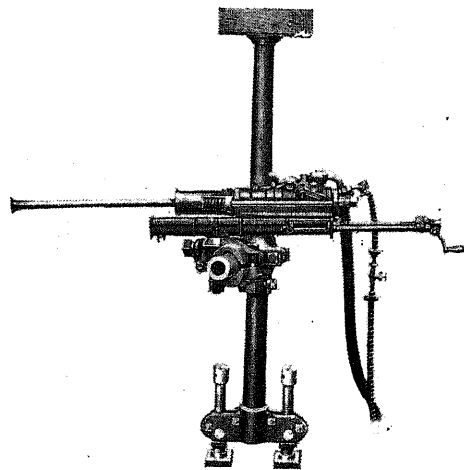
(3) 運轉方法及び用途による分類

前に述べた様に現に隧道工事に用ひられてゐる鑿岩機は、極く僅かの電氣のものをのぞいて

は壓縮空氣を動力とするハンマー式鑿岩機に限られてゐる。この種の鑿岩機を分類して次の三種とする。

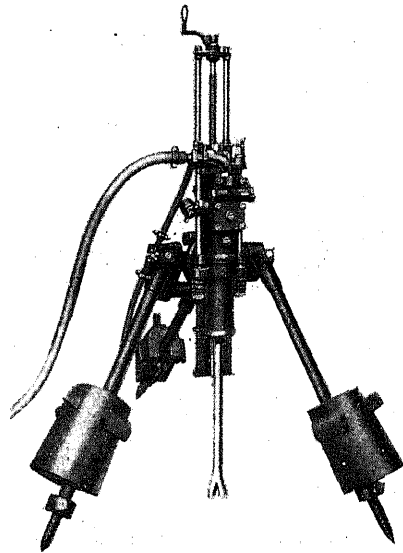
(a) Drifter. (b) Sinker. (c) Stoper.

第34圖 鋼柱に取付けたるドリフター

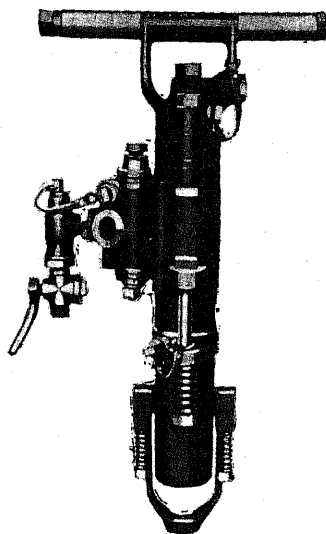


第35圖

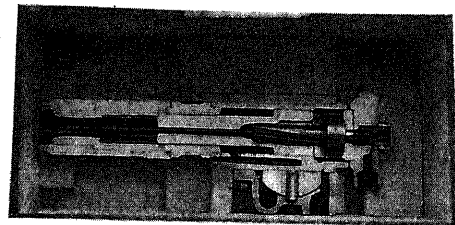
三脚に取付けたるドリフター



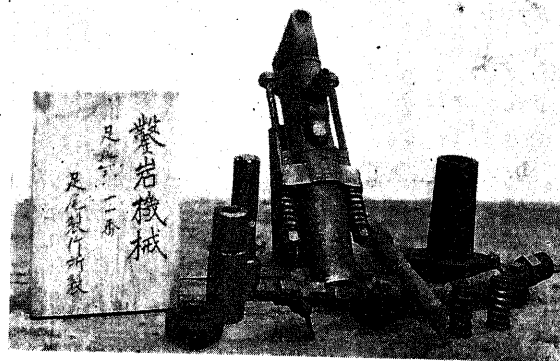
第36圖(A) シンカー



第36圖(B) シンカー断面



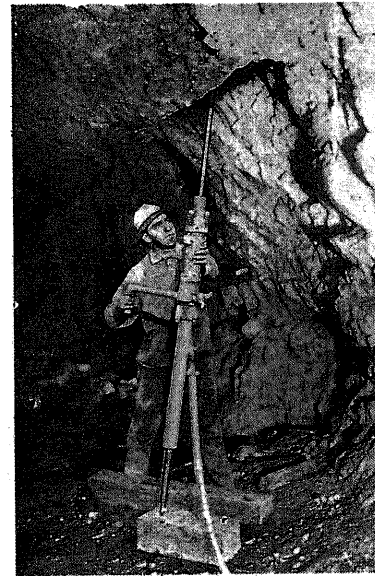
第37圖 足尾式11番



(a) Drifter

Drifterは重量最も重く従つて最も強力な機械で掘鑿の主力となるものであつて、垂直又は水平に据えつけた鋼柱にとりつけて運轉する(第34圖)。又石切場、明りの切取等では第35圖の様に三脚に取りつけて運轉するのが普通である。

第38圖 ストーパー



隧道では主として水平に近い孔を掘るのに Drifterを用ふる。

(b) Sinker

Sinkerは重量軽く人が手に持つて運轉するもので、主として下向きの孔を繰るのに用ふる。

普通は第36圖の様な形で重量40#乃至50#のものであるが、第37圖に示す足尾式11番の如く12.5#の軽量のものもある。

(c) Stoper

Stoperは第38圖の如き形で主として上向きの孔を穿るのに用ふる。

下部の足は鑿岩の進行につれて延び、常に床を壓して居るので、別に鋼柱又は三脚等の支へを必要としない。

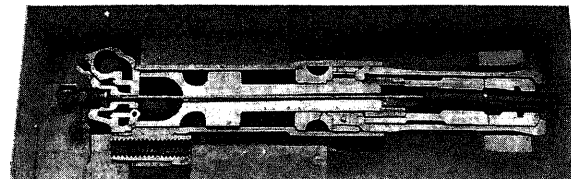
第2節 鑿岩機の構造

之等の機械の主要なる部分は

1. ピストン
2. シリンダー
3. バルブ
4. 廻轉装置
5. 注水装置
6. 送り

等よりなり、ピストン、シリンダー、及びバルブは相寄つて往復運動機關を形造つてゐる。第32圖はライナーインガソール No. 26 と稱する機械の断面であるが、他のドリフターも

第39圖 DX61



大體の構造はこれと大同小異である。

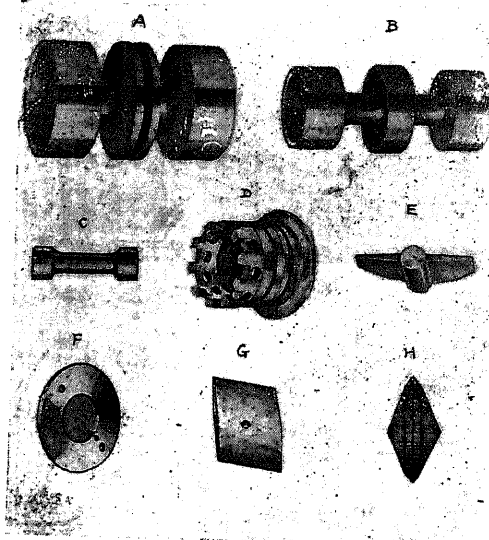
バルブは普通次に示す數種のものであるが、第39圖にある様に全然バルブを有せずしてピストンがバルブ

の代用をしてゐるものもある。サリバンのDX61及びウォータープロ No. 21と稱せられるもの

はこの例である。

バルブは時代により、製造会社によつて種々な型のものを作つて居るが、その主なるものを挙げれば第40圖の如きものである。

第40圖 バルブの種類



符號	名 稱	記 事
A	ス プ ー ル ヴァルブ	サリバンT-3
B	〃	サリバンDP-331
C	〃	インガーソルR-72
D	デフレンシャルヴァルブ	デンバーウオ-337
E	バターフライ ヴァルブ	インガーソルNo. 26
F	フラツパー ヴァルブ	インガーソルN75
G	〃	インガーソルX70
H	算 盤 球 ヴァルブ	足尾式No. 11

バルブの働きを説明する爲めバターフライバルブについてバルブとピストンの關係を圖解しよう。第41圖のaはピストンが將に右方へ向つて運動を始めようとする時の状態で、壓搾空氣はSから入つてピストンの左端へ供給され、排氣はEから外へ押し出される。従つてピストンは右方へ移動を始めbの位置になると、今度はピストン自身が前部の排氣口を閉ぢて、それからはピストンが右方に運動するに従ひ、内部の空氣は壓縮されてピストンとシリンダー前端との間にクッションを生ずる。このクッションの壓力はバルブの一端に作用して、これをc圖の位置に押しつけるのである。c圖はピストンが左方へ運動を起さうとする時の状態で、壓搾空氣はS₁から流入し、排氣はシリンダー後方の排氣口EE₂から外に流出する。シリンダーの一端がEE₂

第41圖

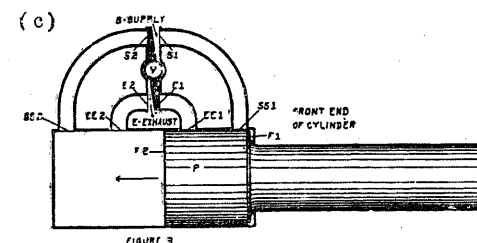
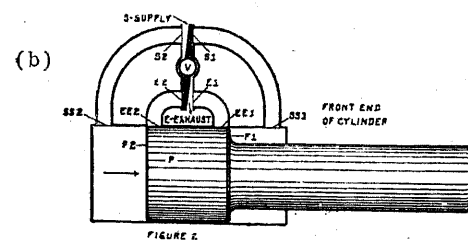
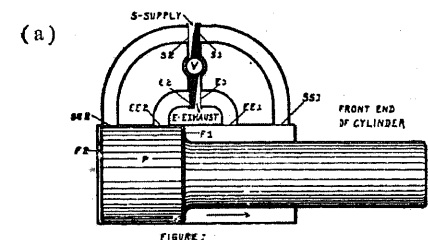


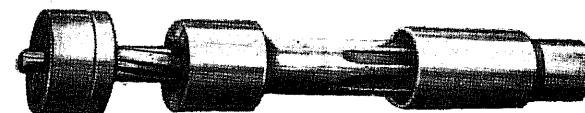
FIGURE 3

と類似した働きをしてピストンを前後に運動させる。

鑿岩機にて鑿岩する場合鑿孔の形を規則正しく圓形に仕上げる爲めに鑿を常に廻轉させる必要がある。これを廻轉裝置と云ふ。

廻轉裝置にはピストンの往復運動によるものと、全然之れと無關係に別に Air turbine を備へたものとある。

第43圖



ので、タービンの回轉は齒車によつて錐鋼に傳へられる。

ピストンの往復運動によるものはラチェットとライフルバーとにより司られるもので、ピストンが運動しつゝある間は打撃數に比例して鑿は廻轉を續ける。第43圖は此の種の機械の廻轉部分を示したものである。

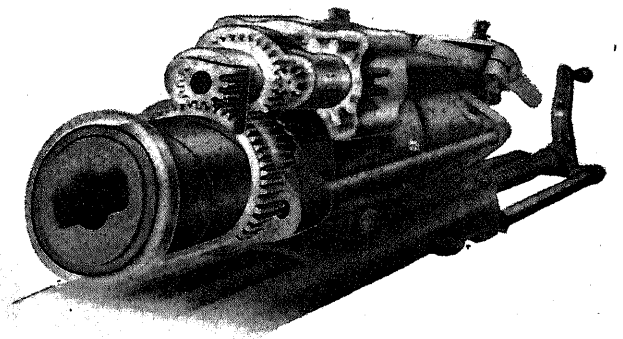
鑿岩中に石の繰粉が飛散して作業者の健康を害さぬ爲め、又鑿の先が激しい連續的の打撃によつて熱しない様に、多くの鑿岩機は、鑿に中空鋼を用ひて、その中孔を通して水を注入する装置になつてゐる。水は第44圖に示す様に、別に設けた水槽中で壓搾空氣によつて壓力を加へられ、水ホースを通つて鑿岩機の後部に入り、機械の内部を貫く Water tube を通り、鑿の中孔を経て孔の奥に吹き出して鑿先を冷すと共に繰粉を流し出す。

第45圖及第46圖は Sinker の給水裝置を示したもので第47圖は水槽である。

普通は Cylinder よりもれる少量の空氣を交へて孔外に吹き出す様になつてゐるが、近時

を通過すると、壓搾空氣はこゝを通つてバルブの兩端は同じ氣壓を受けて均衡状態となる。従つてピストンとシリンダーの左端との間に生じたクッションの壓力は S₂ 點でバルブを反對の位置に押しつけてa圖の位置にもどるのである。他の種類のバルブも大體これ

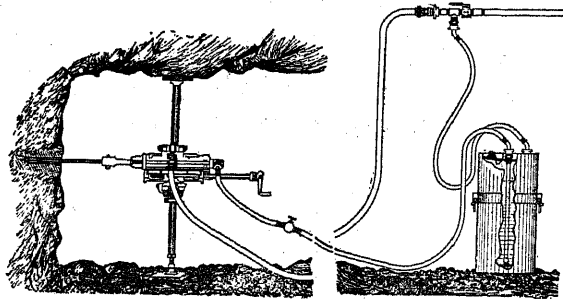
第42圖



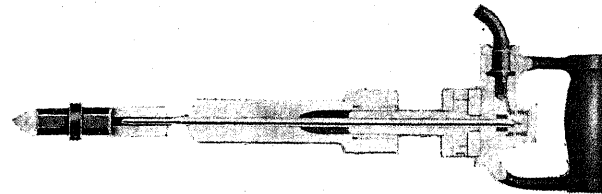
大部分の鑿岩機は前者に屬し、デンバー會社製品タブロ21番、同31番は後者の例である。第42圖はタブロ21番の廻轉部分を示したも

Sullivan DW 64, Denver の Tabro 81 等の重い機械では Water tube の外側に、それを抱いて

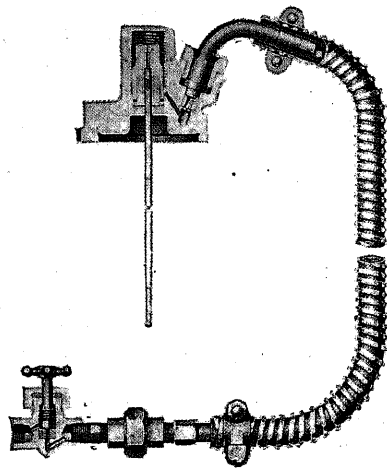
第 44 圖



第 45 圖



第 46 圖



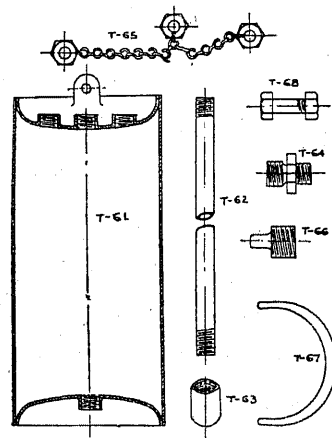
機械は乾いた練粉が飛散して衛生上は面白くないけれど、簡単である爲めに現場では相當に用ひられてゐる。

て Air tube を設け、直接壓搾空氣を孔底に吹き込んで力強く練粉を吹き出す様にしたものもある。この種の機械では機械を停止したまゝ空氣だけを送り得る故、鑿を抜き出す時 Blow pipe の作用をさせて、孔底に残つた水及び練粉を完全に排除する事が出来る。

水の量はドリフターでは一時間 6 ガロン、シンカーでは 4 ガロンである。

又或る種の鑿岩機では（後に述べる Sinker 及び Stoper の一部）全然水を用ひないで空氣のみを吹き出させるものもある。この種の

第 47 圖 水槽



第 5 表 各社ドリフター機能表

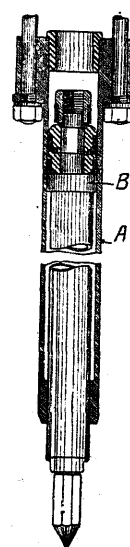
型 式	重 量 (封度)	全 長 (吋)	送 り 長 さ (吋)	シリン ダ ー 径 (吋)	ピストン 行 程 (吋)	空 気 ホ ー ス 径 (吋)	使 用 能 鋼 (吋)	シヤ ン ク 形 状 (吋)	ヴァ ル ブ 型 式	廻 装	轉 置	空 氣 消 費 量 (立方呎/分)
X — 70	210	53 ³ / ₄	30			1	1 ¹ / ₄ H. R.	ラ ッ グ 1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	スプー ル	ラ チエ ッ ト 及 ラ イ フ ル		
R — 72	161	47 ³ / ₄	30	3 ³ / ₄ —2 ¹ / ₈	2 ¹ / ₂	1	1 ¹ / ₄ H. R.	ラ ッ グ 1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	スプー ル	〃		
No. 26	114	40	20	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	7 ¹ / ₈ H. H.	カ ラ ー 7 ¹ / ₈ ×3 ¹ / ₄	バ タ フ ラ イ	〃		115
No. 148	148	46 ³ / ₄	24			1	1 ¹ / ₄ H. R.	ラ ッ グ 1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	ヴァ アル プ レ ス	〃		
No. 248	155	47 ³ / ₄	24			1	1 ¹ / ₄ H. R.	ラ ッ グ 1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	ヴァ アル プ レ ス	〃		
N — 75	144	49	24		3 ¹ / ₁₆	1	1 ¹ / ₄ H. R.	ラ ッ グ 1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	フ ラ ッ パ ー	〃		
ガ デ リ ン ド バ ナ イ 1 社	21	49	33	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂	1	7 ¹ / ₈ —1 ¹ / ₄		デ フ レ ン シ ヤ ル	タ ー プ ロ		08
	31	49	33	3	3 ³ / ₄	1	7 ¹ / ₈ —1 ¹ / ₄		〃	〃		145
	7		33 ¹ / ₄ —42	3 ¹ / ₂	2 ⁵ / ₈	1	7 ¹ / ₈ —1 ¹ / ₄		〃	ラ イ フ ル		130
シ ャ ン ク エ ン ド ク ラ ー 社	O. P. 5	46	24	3	2 ³ / ₄	1	1 ¹ / ₄ H. R.	1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	スプー ル	ラ イ フ ル		115
足 尾 式	A. S. D. No. 30	40		2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	7 ¹ / ₈ H. H.	7 ¹ / ₈ ×3 ¹ / ₄	バ タ フ ラ イ	ラ イ フ ル		62
サ マ リ シ バ リ 1 社	DX—61	46	24	3 ¹ / ₂	2 ³ / ₄	1	1 ¹ / ₄ H. R.	1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	ヴァ アル プ レ ス	ラ チエ ッ ト		140
	DW—64	46	30	3 ¹ / ₄	3 ³ / ₄	1	1 ¹ / ₄ H. R.	1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	スプー ル	〃		160
	T — 3	46	30	3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₄	1	1 ¹ / ₄ H. R.	1 ¹ / ₄ ×3 ³ / ₁₆	〃	〃		

H. R. — 中盤丸 H. H. — 中盤六角

第 6 表 各社シンカンカバードンマシー機能表

型 式	重 量 (封度)	全 長 (吋)	シリンダー 徑 (吋)	ピストン 行 (吋)	ボア 徑 (吋)	使用鋼種 (吋)	シヤンク (カラー) (吋)	ウアルブ 型 式	廻 装 置	氣 量 空 費 立 方 呎/分
イ ン ガ	75.5	27	2 ⁵ / ₈	3	3/4	1H. H.	1×4 ¹ / ₄	ス プ ー ル	ラチエツト 及ライフル	80
D.D.R.13乾式	47.5	22 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	2	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	バ タ ー フ ラ イ	〃	80
B.C.R.430乾式	51	22 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	2	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	〃
B.C.R.W.430 濕	57	23 ¹ / ₄	2 ⁵ / ₈	2 ¹ / ₂	3/4	7/8—1H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	フ ラ ツ パ ー	〃	〃
{ 乾 } S 1 49	57	23 ³ / ₈	2 ⁷ / ₈	2 ¹ / ₂	3/4	7/8—1H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	〃
{ 湿 } フ ロ ア ー	60	23 ³ / ₈	2 ⁵ / ₈	2 ¹ / ₂	3/4	7/8—1H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	〃
カデ	42 ¹ / ₂	21 ¹ / ₄		1 ⁷ / ₈	3/4	7/8—1		ス プ ー ル	ラ イ フ ル	65
1 ン ド	65	22 ¹ / ₂		3 ¹ / ₂	1	7/8—1 ¹ / ₈		〃	タ ー プ ロ	93
ナ 1 社	65	22 ¹ / ₂		3 ¹ / ₂	1	7/8—1 ¹ / ₈		〃	〃	105
足	40	23 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	バ タ ー フ ラ イ	ラ イ フ ル	62
A. S. D. 20	11.2	12	1 ⁵ / ₈	1 ¹ / ₂	1/2	3/4H. R.		球 盤	〃	35
A. S. D. 10	12.5	12 ³ / ₄	1 ⁵ / ₈	1 ¹ / ₂	1/2	3/4H. R.		〃	〃	32
A. S. D. 11	31.6	21	1 ⁷ / ₈	1 ¹ / ₂	3/4	7/8H. H.		ビ ス ト ン グ ア ヌ ル	ラ イ フ ル	
別 子 ハ ン マ	40	17	2 ¹ / ₄	2 ² / ₄	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	ス プ ー ル	ラ イ フ ル	90
リ バ ン マ	43	17	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	90
シ ー ナ	40	17	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄	3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	
リ 社	45	23 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄		3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	ス プ ー ル	ラ イ フ ル	
エ 7 ー チ ュ ー ウ ザ ー 331 (フ リ ヴ ィ L (ソ リ ヴ 1 ー 7	47	23 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄		3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	
エ 7 ー チ ュ ー ウ ザ ー 7	47	23 ¹ / ₄	2 ¹ / ₄		3/4	7/8H. H.	7/8×3 ¹ / ₄	〃	〃	

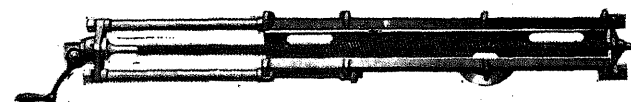
鑿岩が進行するにつれて機械を次第に押し進めなくてはならない。Sinkerは人が手で持つて



仕事をするのであるから、孔が進んだだけ押し込んで行けばよいのであるが、他の機械では特に送りの設備を必要とする。

Drifter では第48圖の如く Worm gear によつてハンドルで前方に機械を進めつゝ掘鑿する。

第 48 圖



又 Stoper は皆 air feed の装置を有してゐて、第49圖の Feed cylinder(A)と Feed piston (B) とによつて鑿の進むにつれて Piston rod は下に押し下げられ、鑿は常に孔底に押し當てられる事になる。

鑿岩機は各製造會社毎に十數種の多きを數へる有様であるから、總ての鑿岩機を擧げる事は困難であるが、現今比較的多く用ひられてゐる機械に就いて其の主要なる點を表にして見ると第5表乃至第7表の如きものである。

第7表 ス ト ー バ ー 機 能 表

型 式	製 造 會 社	重 量 (封 度)	全 長 (吋)	錐 鋼 型 (吋)
BCW 21 (濕式)	インガースランド	79	52 ³ / ₄	1 H.H.
BC21 W2 (乾式)	〃	80	53 ¹ / ₄	1 H.H.
CCW 10 (濕式)	〃	92	57	1 H.H.
CCW 11 (〃)	〃	83	53	1 H.H.
50 MAU (濕式)	アトラスデーゼル社	70 ¹ / ₄	53 ¹ / ₈	1 H.H.

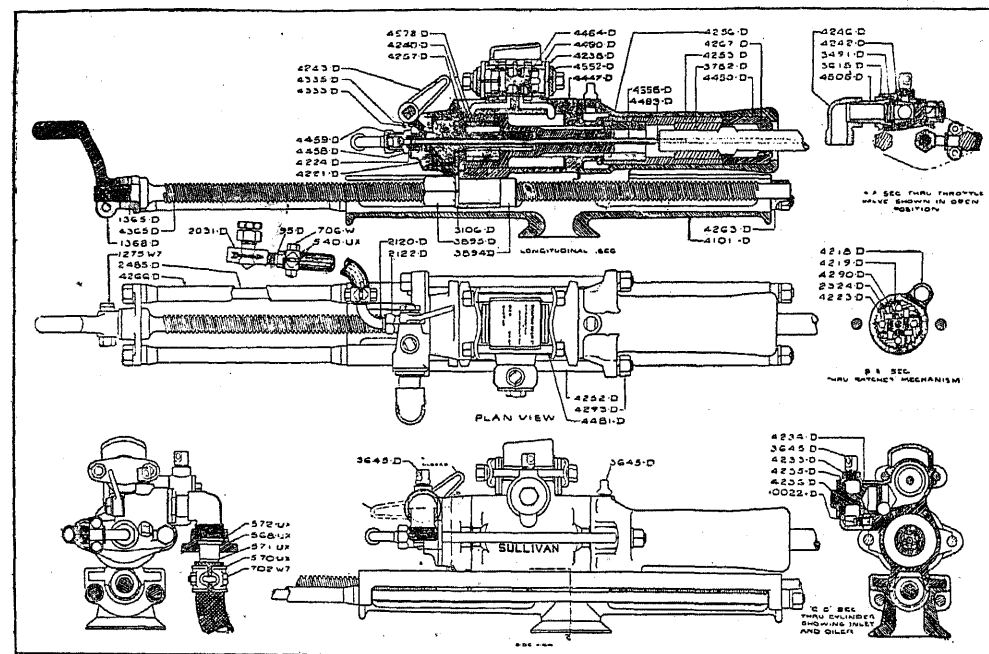
第 3 節 部分品の消耗

機械掘りをする場合には鑿岩機の部分品費は掘鑿費の一要項となるものであつて、且つ其の品質の良否は直ちに作業の能率に影響する。悪い部分品を使用する時は其の破損等の爲め坑内で機械の故障を起す回数も多くなる。大正12年頃までは主として外國製品のみが使用されて居たが、其の後次第に國産品が發達して來た。最初の内は製作者も需要者側も相當の犠牲を拂つたが、今日は殆んど外國品を用ひずして安い國産品が使用出来る様になつた。従つて外國品使

用當時の單價は現在よりも非常に高く、甚しきものは現在の 2.5 倍に當つて居るものがある。
次に二三の隧道の部分品費を擧げて參考としよう。

隧道名	地質	使用鑿岩機	穿孔1米當り部分品費		調査時期
			當時の値段	現在の値段	
猪之鼻 清水南口	硬砂岩	DW 64. DX61. B. C. RW. 430 Ashio 11.	円 0.550	円 0.220	大正 13—15
	硬き閃綠岩	D.W. 64	0.625	0.257	大正 14—15
第1乃至 第4湯檜會	稍軟き閃綠岩	D.X. 61	1.200	—	
		DP. 331	0.547	0.218	
		B.C.R.W 430	0.356	0.170	
		D.W. 64	0.157	0.111	大正 昭和 15—5
		D.P. 331	0.083	0.062	
		足尾式 11	0.066	0.058	

尙ほ清水及第1乃至第4湯檜會隧道に於ける部分品の消費を昭和9年の値段に換算したものは第8表乃至第13表であつて、清水は硬岩、湯檜會は中位の岩石の例である。



第 8 表

鑿岩機型式

サリバン D.W. 64

使用箇所	上越線第一、第二、第三、第四、湯檜會隧道		
地質	花崗岩、石英斑岩		
調査時期	大正15年12月—昭和5年5月		
使用延時間	32,779時	一方平均使用時間	3.10時
總穿孔延長	180,603米		
一時間一臺當り穿孔延長	5.51米		

	部 分 品 名	平 均 價	使 用 数	總 金 額	一個當り 使用時間	一個當り 穿孔延長
4464-D	Valve	円 7.00	個 50	円 350.00	時 656	米 3,612
4490-D	Valve bushing	8.00	10	80.00	3,278	18,050
4238-D	Valve buffer	3.00	23	69.00	1,425	7,852
4552-D	Valve buffer spring	1.80	37	66.60	886	4,881
4481-D	Side rod for valve chest	80	15	12.00	2,185	12,040
4235-D	Copper gasket	10	107	10.70	306	1,688
4234-D	Copper gasket	15	36	5.40	911	5,017
4447-D	Cylinder	270.00	7	1,890.00	4,683	25,800
4578-D	Piston	40.00	155	6,200.00	211	1,165
4240-D	Rifle nut	6.00	100	600.00	328	1,806
4253-D	Chuck	26.00	107	2,782.00	306	1,688
3782-D	Chuck bushing	5.00	49	245.00	669	3,686
4267-D	Lock ring	15.00	185	2,775.00	177	928
4256-D	Retaining bushing	6.00	97	582.00	338	1,862
4218-D	Ratchet ring	20.00	35	700.00	937	5,160
4219-D	Rifle bar	16.00	24	384.00	1,366	7,525
4223-D	Ratchet pawl	70	651	455.70	50	277
2324-D	Ratchet pawl plunger	10	232	23.20	141	778
4290-D	Ratchet pawl spring	10	373	37.30	88	474
4257-D	Ratchet collar	5.00	1	5.00	32,779	180,603
3645-D	Oil plug	30	218	65.40	150	828
4335-D	Lock plunger spring	20	43	8.60	762	4,200
4333-D	Lock plunger spring	20	10	2.00	3,278	18,060
4458-D	Gland plug	1.60	67	107.20	489	2,696
4459-D	Water swivel with 2361-D Strainer	3.00	97	291.00	338	1,855
3725-D	Gasket	20	174	34.80	188	1,038
3726-D	Gasket	20	176	35.20	186	1,026
3347-D	Gland plug nut	85	41	34.85	799	4,405
4242-D	Throttle valve	5.00	5	25.00	6,556	36,121
4506-D	Air inlet swivel	2.50	15	37.50	2,185	12,040
3615-D	Air inlet bushing	2.00	32	64.00	1,024	5,644
4246-D	Air inlet elbow	2.00	5	10.00	6,556	36,121
8491-D	Air inlet spring	30	15	4.50	2,185	12,040
4224-D	Rubber packing	15	10	1.50	3,278	18,060
4492-D	Air tube with 4250-D collar	2.20	184	404.80	178	982
4493-D	Water tube with 4498-D collar	1.50	401	601.50	82	450
4252-D	Side rod with 4293-D nut	2.00	181	362.00	181	998
4252-D	Side rod with nut and Lock washer	2.50	24	60.00	1,366	7,525
3106-D	Lock washer	0.20	2	40	16,390	90,302
3895-D	Jamb nut	1.50	17	25.50	1,928	10,624

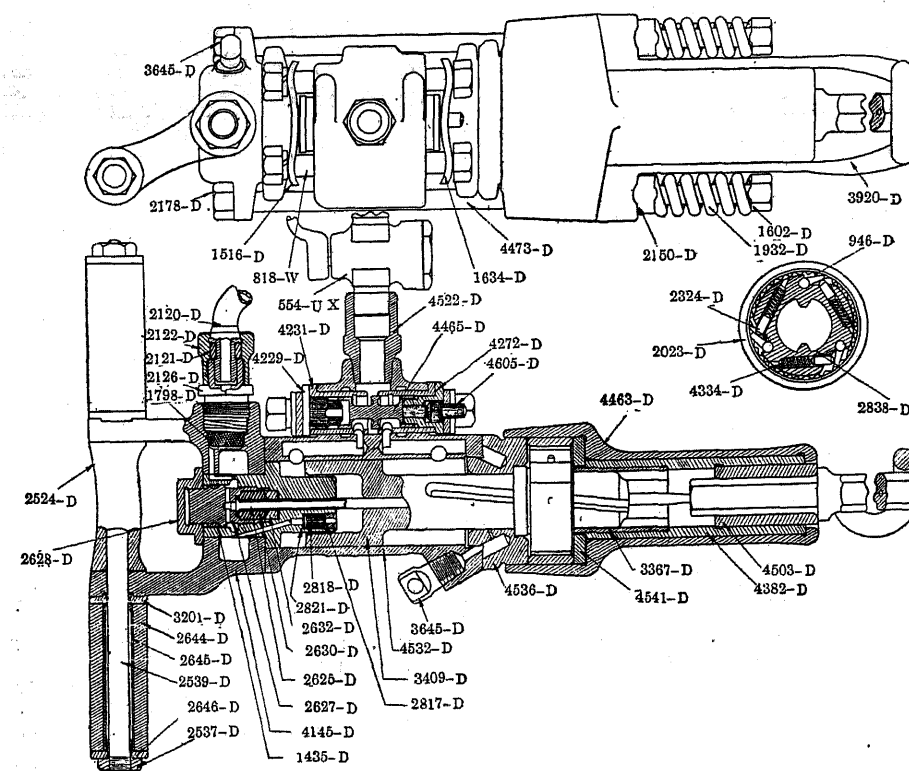
3894-D	Feed nut	4.50	19	85.50	1,725	9,505
2485-D	Standard rod	1.30	20	25.00	1,639	9,030
4365-D	Feed screw	22.00	7	154.00	4,683	25,800
1368-D	Crank handle	3.50	9	31.50	3,642	20,067
1275-WI	Crank handle bolt	50	6	3.00	5,463	30,101
1365-D	Feed screw yolk	1.35	18	44.30	1,821	10,037
470-UX	Hose clamp with bolt nut	40	10	2.00	3,278	18,060
4450-D	Chuck housing	70.00	1	70.00	32,779	180,603
計		—	—	20,090.20	—	—
穿孔1米に付		—	—	0.111	—	—

第9表

鑿岩機	サリバン D.W. 64		
使用箇所	清水隧道南口坑内		
地 質	硬キ閃綠岩		
調査の時期	大正14年 8 月——15年 1 月		
使用延時間	5,156時	總穿孔延長	17,315米
一時間一臺當穿孔延長	3.39米		

	部 分 品 名	單 價	使 用 總 數	總 金 額	一個當り 使用時間	一個當り 穿孔延長
4238	Valve buffer	円 3.00	個 8	円 24.00	時 645	米 2,164
4240	Rifle nut	6.00	6	36.00	859	2,886
4219	Rifle bar	16.00	1	16.00	5,156	17,315
4464-D	Valve	7.00	1	7.00	5,156	17,315
4490-D	Valve bushing	8.00	2	16.00	2,578	8,558
4578-D	Piston	40.00	26	1,040.00	198	666
4253-D	Chuck	26.00	61	1,586.00	85	284
3782-D	Chuck bushing	5.00	26	130.00	198	666
4256-D	Retaining bushing	6.00	23	138.00	224	753
4267-D	Lock ring	15.00	19	285.00	271	911
4218-D	Ratchet ring	20.00	6	120.00	859	2,886
4223-D	Ratchet pawl	70	121	84.70	43	143
2324-D	Ratchet pawl plunger	10	40	4.00	129	433
4290-D	Ratchet pawl spring	10	121	12.10	43	143
4257-D	Ratchet collar	5.00	2	10.00	2,578	8,658
4493-D	Water tube	1.50	241	361.50	21	72
4556-D	Air tube	2.20	86	189.20	60	201
4458-D	Gland plug	1.50	13	20.80	397	1,332
3347-D	Gland plug nut	85	7	5.95	737	2,474
8491-D	Air inlet spring	44	3	1.32	1,719	5,772
3645-D	Oil plug	30	64	19.20	81	271
4243-D	Throttle valve handle	1.50	3	4.50	1,719	5,772
4246-D	Inlet elbow	2.00	1	2.00	5,156	17,315
4459-D	Water swivel	3.00	32	96.00	161	541

3615-D	Inlet bushing	2.00	1	2.00	5,156	17,315
4506-D	Air inlet swivel	2.50	3	7.50	1,719	5,772
4335-D	Lock plunger	20	4	80	1,289	4,329
4333-D	Lock plunger spring	20	1	20	5,156	17,315
4252-D	Side rod	2.00	61	122.00	85	284
4293-D	Side rod nut	20	5	1.00	1,031	3,463
4365-D	Feed screw	22.00	2	44.00	2,578	8,658
1365-D	Feed screw yolk	1.35	2	2.70	2,578	8,658
1368-D	Crank handle	3.50	1	3.50	5,156	17,315
4264-D	Standard rod	1.30	12	15.60	430	1,443
1275-WI	Crank handle bolt	50	1	50	5,156	17,315
3895-D	Jomb nut	1.50	1	1.50	5,156	17,315
2031-D	Water valve	4.00	11	44.00	469	1,574
470-UX	Hose clamp with 702-W7 bolt & nut	40	2	80	2,578	8,658
計		—	—	4,455.37	—	—
穿孔1米に付		—	—	0.257	—	—



第 10 表

鑿岩機型式	D.P. 331
使用箇所	上越南線第一、第二、第三、第四湯輪會隧道切取及地下道
地 質	花崗岩及石英斑岩
調査の時期	大正15年12月——昭和5年7月
使用延時間	51,427時 總穿孔延長 120,967米
一時間一臺當り穿孔延長	2.35米

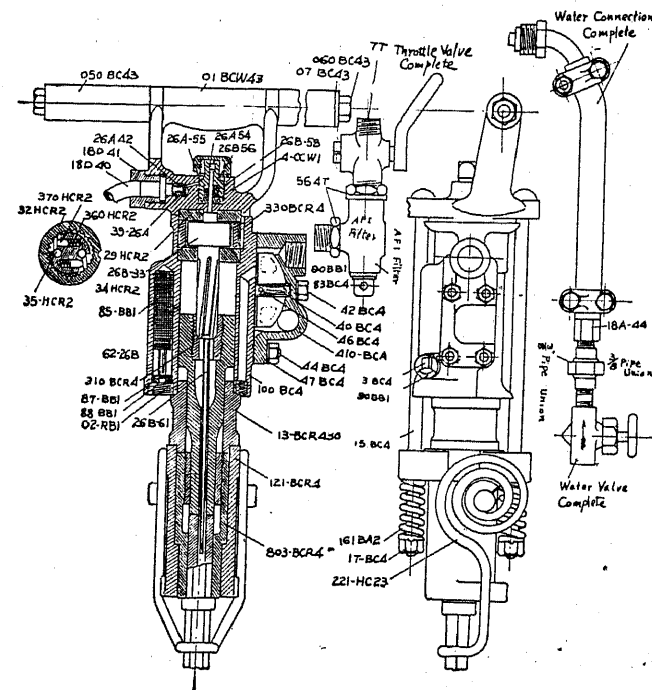
	部 分 品 名	平 均 價	使 用 總 數	總 金 額	一個當り 使用時間	一個當り 穿孔延長
2524—D	Handle grip	円 2.00	個 13	円 26.00	時 3,956	米 9,305
2644—D	Rubber grip	50	35	17,50	1,469	3,456
2645—D	Sleeves for grip	20	26	5,20	1,978	4,653
2539—D	Through bolt with 2537—D nut	70	74	51,80	695	1,629
2632—D	Packing gland	15	5	75	10,285	24,193
1435—D	Packing rubber	10	26	2,60	1,978	4,653
2630—D	Front packing rubber	10	17	1,70	3,025	7,116
2625—D	Water tube	80	75	60,00	686	1,613
2818—D	Oil plug	30	75	22,50	686	1,613
1798—D	Inlet screw	70	5	3,50	10,285	24,193
2126—D	Spud	1.00	9	9.00	5,714	13,441
3201—D	Bushing in side	50	53	26,50	970	2,282
2646—D	Bushing out side	50	54	27,00	952	2,240
10001—D	Oil valve assembly (2817—D, 2818—D, 2821—D, 3645—D, 146SP)	1.80	5	9.00	10,285	24,193
2629—D	Gasket	15	10	1,50	5,143	12,097
2627—D	Gland plug	1.30	10	13.00	5,143	12,097
2628—D	Gland plug cup	1.30	5	6.50	10,285	24,193
4465—D	Valve	4.00	7	28.00	7,347	17,281
4231—D	Valve bushing	4.30	12	51.60	4,286	10,081
4229—D	Valve buffer	2.00	7	14.00	7,347	17,281
4272—D	Valve buffer (Hollow)	2.20	2	4.40	25,714	60,484
4605—D	Thumb plunger	90	10	9.00	5,143	12,097
1516—D	Buffer spring	1.00	19	19.00	2,707	6,367
1634—D	Buffer spring (with hole)	1.30	34	44.20	1,513	3,558
818—W	Screw (side rod for valve chest)	40	63	25,20	816	1,920
3409—D	Piston	35.00	70	2,450.00	735	1,728
4522—D	Inlet nipple	1.20	10	12.00	5,143	12,097
2838—D	Ratchet	14.00	31	434.00	1,689	3,902
1946—D	Ratchet pawl	70	484	338.80	106	250
4334—D	Ratchet spring	10	338	33.80	152	358
2324—D	Ratchet plunger	10	151	15.10	341	801
2023—D	Ratchet ring	11.00	15	165.00	3,428	8,064
4463—D	Chuck housing	45.00	1	45.00	51,427	120,967
4503—D	Chuck bushing	3.70	32	118.40	1,607	3,780
4382—D	Chuck	18.00	47	846.00	1,094	2,574
4367—D	Retaining lushing	5.00	32	160.00	1,607	3,780

554—UX	Throttle valve	5.20	133	691.60	387	910
1932—D	Spring (for side rod)	80	248	198.40	207	488
4473—D	Side rod with nut	90	221	198.90	233	547
3920—D	Drill steel retainer	7.00	191	1,337.00	269	633
2150—D	Trunion washer	70	38	26.60	1,353	3,183
	計	—	—	7,550.05	—	—
	穿孔 1 米に付	—	—	0.062	—	—

第 11 表

鑿岩機型式	D.P. 331
使用箇所	清水隧道南口坑内
地 質	硬き閃綠岩
調査の時期	大正14年8月——15年1月
使用延時間	2,084時
總穿孔延長	2,816米 一方一時間當り穿孔延長 1.35米

	部 分 品 名	單 價	使 用 總 數	總 金 額	一個當り 使用時間	一個當り 穿孔延長
2425—D	Handle grip	円 50	個 7	円 3,50	時 298	米 402
2539—D	Through bolt with nut	70	4	2.80	521	704
4145—D	Handle and plug with oil, valve assembly	20.00	2	40.00	1,042	1,408
2625—D	Water tube	80	1	80	2,084	2,816
2818—D	Oil plug	30	11	3.30	189	256
4465—D	Valve	4.00	3	12.00	695	939
3409—D	Piston	35.00	11	385.00	189	256
818—W	Side Rod for valve chest	40	5	2.00	417	563
1946—D	Ratchet pawl	70	22	15.40	95	128
2334—D	Ratchet pawl spring	10	27	2.70	77	104
2324—D	Ratchet pawl plunger	10	6	60	347	469
4382—D	Chuck	18.00	5	90.00	417	563
4503—D	Chuck bushing	3.70	5	18.50	417	563
3367—D	Retaining bushing	5.00	3	15.00	695	939
4473—D	Side rod	90	18	16.20	116	156
1932—D	Side rod spring	80	6	4.80	347	469
	計	—	—	612.60	—	—
	穿孔 1 米に付	—	—	0.218	—	—



第 12 表

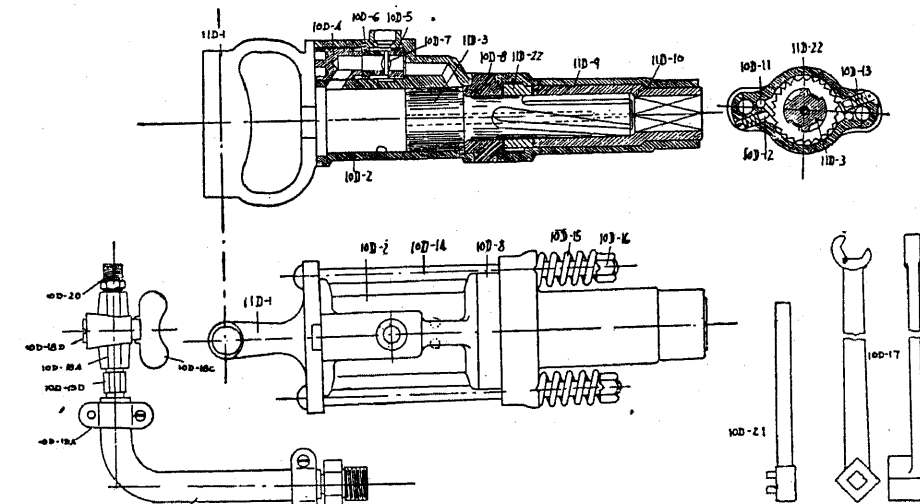
鑿岩機型式	B.C.R.W. 430
使用個所	清水隧道南口坑内
地 質	硬キ閃綠岩
調査の時期	大正14年 8 月—15年 1 月
使用延長時間	3,566時 總穿孔延長 4,151米 一時間一臺當リ穿孔延長 1.16米

部 分 品 名	單 價	使 用 數	總 金 額	一個當リ 使用時間	一個當リ 穿孔延長
050-BC-43 Handle grip	70	11	7.70	324	377
060-BC-43 Handle bolt	80	9	7.20	396	461
54 -26-A Handle pulg cap	75	1	75	3,566	4,151
42 -BC-4 Valve chest stud	25	5	1.25	713	830
07 -BC-43 Handle bolt washer	10	1	10	3,566	4,151
61 -26-B Water tube	80	16	12.80	223	259
56 -26B Handle plug	1.10	2	2.20	1,783	2,076
4 -CCW-1 Water tube washer	10	3	30	1,189	1,384
060-BC-13 Handle bolt and nut	80	5	4.00	713	830
35 -HCR-2 Ratchet pawl	70	54	37.80	66	77
62 -26-B Piston	28.00	14	392.00	255	297

360-HCR-2 Ratchet pawl spring	10	56	5.60	64	74
370-HCR-2 Ratchet pawl plunger	10	25	2.50	143	166
32 -HCR-2 Ratchet	8.00	3	24.00	1,189	1,384
33 -26B Rifle bar	11.00	2	22.00	1,783	2,076
34 -HCR-2 Rotation washer	2.50	2	5.00	1,783	2,076
47 -BC-4 Valve chest stud rod washer	10	2	20	1,783	2,076
83 -BC-4 Oil plug	60	3	1.80	1,189	1,384
40 -BC-4 Valve	12.00	2	24.00	1,783	2,076
15 -BC-4 Through bolt	60	36	21.60	99	115
264-18-A Water valve	4.00	4	16.00	892	1,038
41 -18-D Water hose stem nut	1.00	3	3.00	1,189	1,384
7 T Standard throttle	6.00	9	54.00	396	461
221-HC-23 Steel holder	2.70	22	59.40	162	189
計	—	—	705.20	—	—
穿孔 1 米に付	—	—	01.70	—	—

第 13 表

鑿岩機型式	足尾式No. 11.
使用個所	上越南線第一, 第二, 第三, 第四湯檜會隧道
地 質	花崗岩及石英斑岩
調査の時期	大正15年11月—昭和5年8月
使用延長時間	14,504時 總穿孔延長 23,800米
一時間一臺當リ穿孔延長	1.56米



足 尾 式 11

	部 分 品 名	平 均 價	使 用 總 數	總 金 額	一個當り 使用時間	一個當り 穿孔延長
10D-1	Handle	5.00	6	30.00	2,417	3,983
10D-2	Cylinder	30.00	2	60.00	7,252	11,950
11D-3	Piston	18.00	19	342.00	763	1,258
10D-4	Closing Plug	1.00	7	7.00	2,072	3,414
10D-5	Valve seat (front)	2.50	22	55.00	659	2,085
10D-6	Valve seat (Back)	1.00	17	17.00	853	1,465
10D-7	Valve	75	41	30.75	354	583
10D-8	Front cylinder ring	8.00	4	32.00	3,626	5,975
11D-9	Chuck	14.00	26	364.00	558	919
11D-10	Front head	18.00	8	144.00	1,813	2,988
11D-11	Rotation pawl	60	148	88.80	98	161
10D-12	Rotation pawl plunger	10	68	6.80	213	378
10D-13	Rotation pawl spring	10	150	15.00	97	159
10D-14	Through bolt	35	41	14.35	354	573
10D-15	Through bolt spring	60	57	34.20	254	419
10D-16	Through bolt nut	15	30	4.50	483	797
10D-17	Drill bit wrench	1.20	2	2.40	7,252	11,950
10D-18	Machine cock complete	3.20	4	12.80	3,626	5,975
10D-18A	Cock body	1.50	3	4.50	4,835	7,967
10D-18B	Cock stem	90	5	4.50	2,901	4,780
10D-18C	Cock handle with pin	15	5	75	2,901	4,780
10D-18D	Cock spring	15	2	30	7,252	11,950
10D-18E	Cock screw	50	3	1.50	4,835	7,967
10D-19	Air hose complete	5.50	2	11.00	7,252	11,950
10D-19A	Hose clamp	40	8	3.20	1,813	2,988
10D-20	Inlet bush	50	17	8.50	853	1,406
10D-21	Plug wrench	1.50	1	1.50	14,504	23,900
11D-22	Ratchet	5.50	18	99.00	806	1,328
	計	—	—	1,395.350	—	—
	穿孔1米に付	—	—	0.058	—	—

第 4 節 電 動 鑿 岩 機

電動鑿岩機は電動機によつて直接機械を運轉し、電動機、ハンマー、錐鋼回轉裝置、給水裝置を其の主要の部分とする。中山式の電動鑿岩機では機體の中央部に密閉式水冷却裝置のある3馬力の電動機があり、其のローターの内部に廻轉子軸即ちハンマーがあつて、其の一廻轉に對してハンマーが一往復運動をして鑿頭に打撃を與へる。

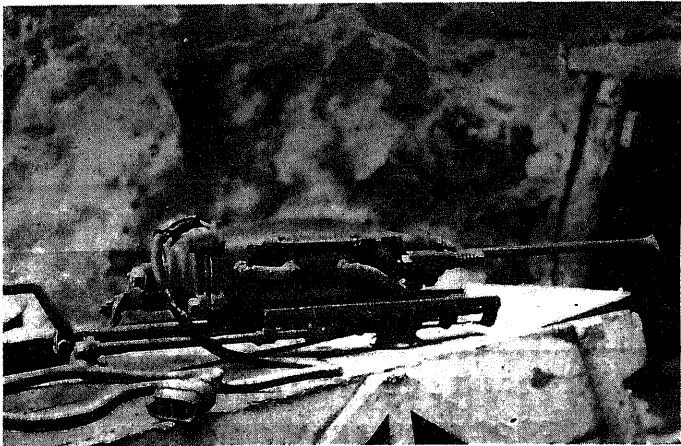
鑿の回轉はハンマーの先端に挿入してある齒車の嚙合せと斜面摩擦によつてチャックに回轉を與へる裝置で、別に附屬の給水ポンプを設備して開閉器により給水するのである。

大正15年清水隧道南口で3種の國產電動鑿岩機を壓搾空氣鑿岩機と比較試験を行つた事がある。其の時の成績は第14表の様であつた。

第 1 4 表

	壓 搾 空 氣 壓 力 lb/□	空 氣 消 費 量 立 方 呎 / 每 分	打 撃 數 分	打 撃 力 度	電 壓 ボ ル ト	電 流 ア ン ペ ヤー	消 費 力
Sullivan. D. P. 331	90	97	1812	28			19.4
泉 式 M.I. 2000 型			864	24	200	9.4	3.40
勳 式 R 7 型			864	32	202	9.0	3.29
中 山 式 N. H 26			1656	31	202	8.0	3.00

第 5 0 圖 電 動 鑿 岩 機



これによると三機共其の性能はサリバンの D. P. 331 と略々同様で、一般の空氣鑿岩機と對抗して用ふるにはなほ幾多の改良を要する點はあつたが、電動鑿岩機の實用の可能性は充分認められたのである。其の後中山式は所々の鑛山等で用ひられ改良を如へて今日に及んだ。

昭和6年土讃線城倉山隧道南口で中山式 N81 を連續使用して相當の成績を擧げた。

使用した機械の性能は

機體全重量	220封度	電動機	3馬力3相交流	220v 60c 220v 50c
機體全長	27吋	打撃數	毎分	1720回 60cの時 1420回 50cの時
送 り	27吋			
使用錐鋼	7/8吋6角中空鋼			

この電動鑿岩機を空気鑿岩機と比較すると

- (1) 電動鑿岩機は概して無理がきかず、故障を生じ易い。
- (2) 取扱操作は容易で機體の振動は空気鑿岩機よりも少い。然し重量が重いので1人で取扱ふ事が出来ない。
- (3) 穿孔速度はシンカー程度の空気鑿岩機に比して遜色なく、堅緻な緑泥片岩で1分間4乃至6吋の程度である。
- (4) 目下の所部分品の製作が比較的悪く、従つてその消耗が多い。
- (5) 孔尻に生ずる岩粉(緑粉)の排出が充分でないの下げ孔の穿孔が困難である。

(1)と(4)の條項は部分品の材質、加工を一層良くする事によつて將來は取りのぞかれる性質のものである。何等特殊な設備を要せず電力のある所ならば何處でも簡単に取付けて使用する事が出来るのは此の種鑿岩機の非常な強味で、短かい隧道でも手掘り以外に電動鑿岩機を用ひて有利な作業をする事も出来、將來は空気鑿岩機と手掘りとの中間に独自の領域を占める事も想像されるのである。土讃線の實例で手掘りの場合と電動鑿岩機による場合との工費を比較して見ると第15表の通りで、これに鑿岩機の消却費、動力線、送水管の設備費を見込めば、

第 15 表

掘鑿1立方米 工 法	工 費	爆 薬 費	電 力 費	部分品修繕費	計
電 動 鑿 岩 機 掘	円 1.64	円 3.14	円 0.05	円 2.21	円 7.04
手 掘	3.78	2.39			6.17

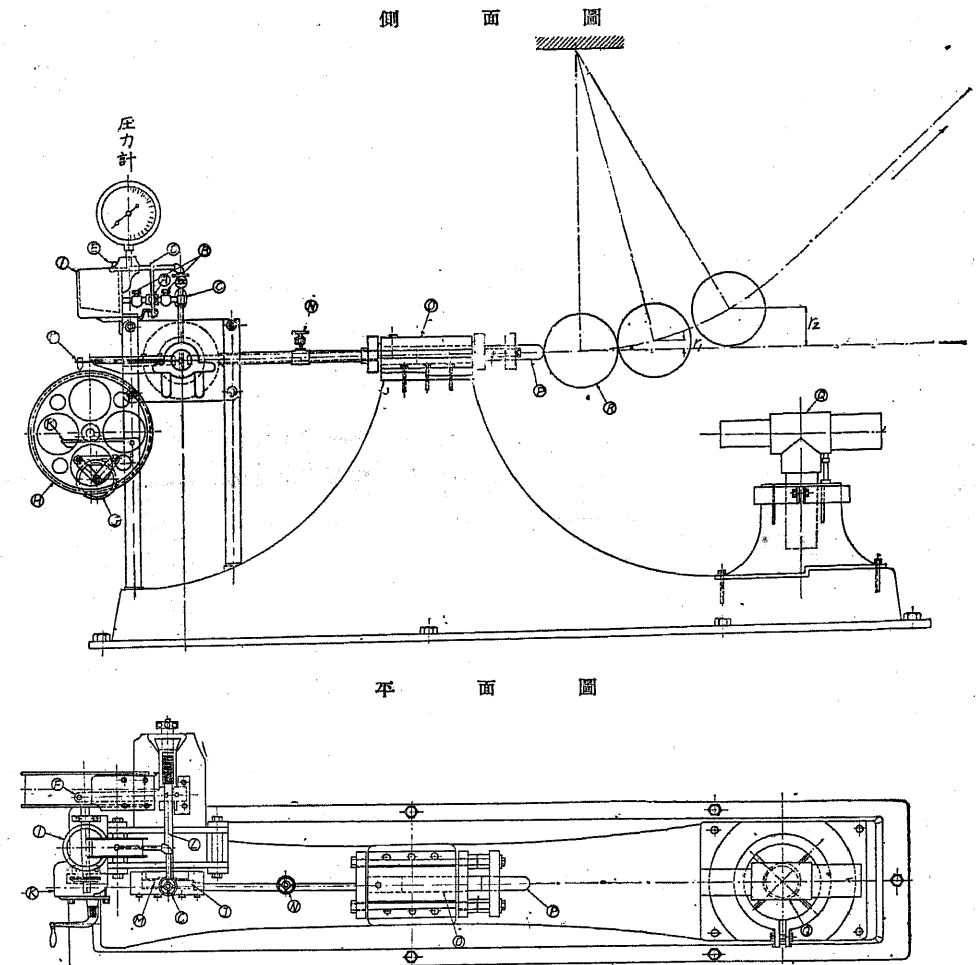
電動鑿岩機掘は1立方米につき7.35圓となつて手掘りに比し20%高價となる。然し一方に於て手掘の場合1日2呎の進行であつたものが、1日3.5呎の進行を得る事が出来たので、工事全體から考へて一概に手掘りの方が安かつたと云ふ事は出来ない。殊に將來部分品の消耗が或る程度まで減すれば電動鑿岩機を用ふる事は一層有利になるわけである。

第5節 鑿岩機の試験・空気消費量

鑿岩機の優劣は、其の重量、取扱の難易、掘進率、空気消費量、部分品の消費額、價格等によつて比較せられるので、同一會社の同じ型の機械でも其の能率は一定ではない。又機械を取扱ふ人がその機械に慣れて居るか否かと云ふ事も大きな影響があるので、一概に其の優劣を論ずる事は出来ない。現今市場にある新式の機械は大體に於て大差なき能率を有し重量の重い大きい機械は掘進率も大きく、空気の消費量も多いと考へて差支ないのである。

多數の鑿岩機を使用する場所では常に其の鑿岩機の機能を試験して、甚しく能率の低下した機械は其の原因を調べて修繕又は部分品の取換等をして、それでも充分の機能を發揮するに到

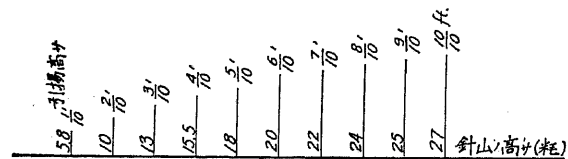
第 5.1 圖 ペインター鑿岩試験機見取圖



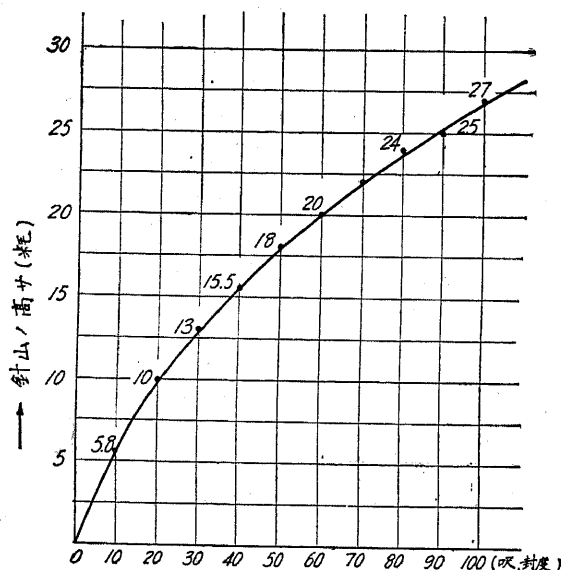
- | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------------|
| A. 手 働 ポ ン プ | G. ス プ リ ン グ モ ー タ ー | M. ダ イ ヤ フ ラ ム チ ェ ン バ ー |
| B. チ ェ ッ ク バ ル ブ | H. ド ラ ム | N. バ ル ブ |
| C. ア ン グ ル ヴ ァ ル ブ | I. 油 槽 | O. シ リ ン ダ ー |
| D. ポ ン プ レ バ ー | J. ダ イ ヤ フ ラ ム | P. ピ ス ト ン |
| E. ピ ー コ ッ ク | K. モ ー タ ー ブ ラ ケ ッ ト | Q. 鑿 岩 機 据 付 臺 |
| F. レ コ ー デ ィ ン グ レ バ ー | L. ス ラ イ ド ロ ッ ド | R. ロ ル |

らぬものは使用を停止する等の處置をとる必要がある。又新に購入した機械や、修繕した機械

第53圖 カリブレーションカーブ作製圖



第52圖 カリブレーションカーブの一例



でポンプを動かせる。次に圖に示す様に天井から吊された重量100封度の鐵球Rを、ある高さまで引き揚げて落すと、球はピストンPを打つて、其の力をシリンダー中の油に傳へるダイヤフラムチェンバー中にある鐵板はこの力に應じて振動し、スライドロッドLを押し、レコーデングレバーFによつてHに巻いてある紙上にこの振動を記録する。鐵球を引き上げる高さは0から1呎までを10回に分けて10回の試験を行ひ第52圖の様な記録を作つて、これによつて第53圖のカリブレーションカーブを作る。この準備作業が終つたら第56圖の様に鑿岩機据付臺に試験せんとする鑿岩機を据え付けて、壓搾空氣管を接続し適當な長さの錐鋼を用ひて運轉しピストンPを打たせると第54圖の様な記録が出来るこの山の高さを測つてカリブレーションカーブから打撃力を知る事が出来るし山の數から一定時間内の打撃數を知る事が出来るのである。

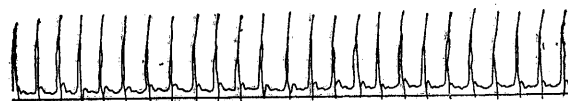
は、使用に先立つて何等かの方法で試験する事は望ましい事である。特に試験の設備のない所では實際岩石に穿孔して其の成績により、機械の良否を判斷するのであつて、普通この目的の爲め坑外に適當な岩石の露頭を探してこれを試験場所とするか、又は相當に大きい岩塊を鑿岩機修理場の外に据え、これに穿孔して試験を行ふのである。

鑿岩機の機能試験を目的とする機械にベインターの鑿岩機試験機があつて、上越線清水隧道の南口及び岩徳線欽明路隧道で使用された。

第51圖はこの試験機の構造を示すもので、Aの手働ポンプでIの油槽中の油をOなるシリンダー及びMのダイヤフラム・チェンバー中へ送り込んで、その油の壓力が100封度/平方吋乃至200封度/平方吋に達するま

第54圖 鑿岩機の針山の高さ記録圖

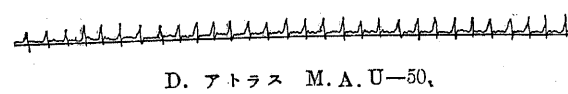
A. インガーソルランド N-75.



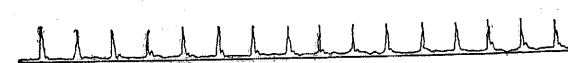
B. サリバン DW-61.



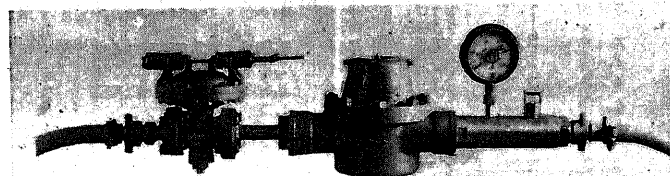
C. サリバン DP-331.



D. アトラス M.A.U-50.

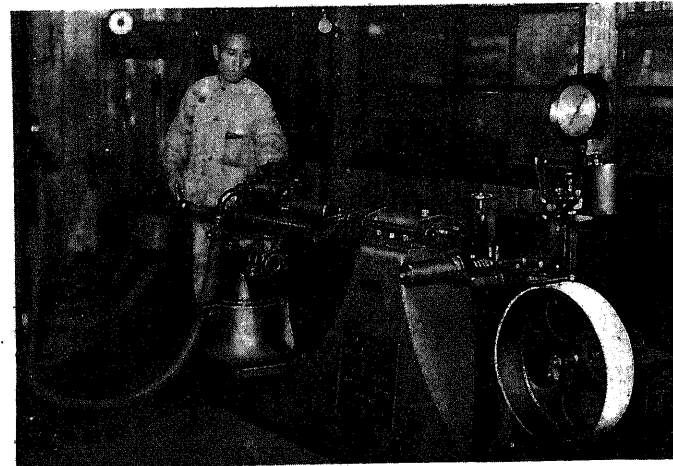


第55圖



る。空氣流量計はある溫度、ある壓力の時には計器に現はれた讀みが直ちに流量を示すのである。

第56圖 欽明路隧道に於ける鑿岩機試験



この打撃試験に先立つて錐鋼に水糸を結んで置くと錐鋼の回轉によつて細い糸は錐鋼に巻き付く。その捲數で打撃數と錐鋼の回轉數との關係を知る事が出来る。

上記の方法で打撃力と打撃回數とが分ると次の算式でその機械の指示馬力を計算する事が出来る

$$\text{指示馬力} = \frac{N \times S}{33,000}$$

N=1分間の打撃數

S=打撃力(呎、封度)

空氣消費量の測定には送

氣管と試験鑿岩機との間に第55圖の様な空氣流量計を連結して打撃試験中に鑿岩機に流入する空氣量を測

るが、溫度と壓力とが異なる時はそれに對する補正をする必要があるので、計器の讀みを見ると同時に附屬せる壓力計及び寒暖計を讀む。第16表は岩徳線欽明路隧道でこの機械を用ひて試験した成績表であるが、これを見ると同一種類の鑿岩機でも如何に其の能力に優劣があるかが分る。

第16表 鑿岩機試験成績

機 械 整 理 番 號	打撃力 kg. m	運転前の 空気圧力 kg/cm ²	作用圧力 kg/cm ²	空気 消費量 cu ft/min	空気 温度 C°	空気 湿度	鑿回轉數 毎分	打撃數 毎分	全エネルギー kg. m	指 示 馬 力	記 事
インガース ランド N-75	7.40	6.62	5.42	5.44	12.5		120	2,020	15,000	3.27	新品ニ近 キモノ
師—1	7.48	6.95	5.48	5.66	12.5		168	2,020	15,150	3.33	
師—2	6.75	6.68	5.27	5.42	12.5		102	2,172	14,680	3.21	
師—3	8.85	6.66	5.14	5.51	12.5		156	1,778	15,750	3.45	
師—4	12.60	7.03	5.60	5.39	12.5		216	1,965	24,600	5.36	
師—4 ₂	8.02	7.03	5.60	5.65	12.5		180	1,932	15,600	3.42	
サリバン DW-64	6.92	7.03	5.98	4.99	12.5		198	1,656	11,400	2.55	
師—5	7.26	7.03	5.98	4.85	12.5		174	1,452	10,500	2.31	
師—6	8.58	7.03	5.79	5.04	12.5		240	1,608	11,700	2.56	
師—7	7.20	6.95	5.76	5.36	12.5		192	1,500	10,800	2.36	
師—9	6.09	6.89	5.55	5.75	12.5		162	1,560	9,500	2.08	
師—10	8.30	6.89	5.49	5.02	12.5		198	1,908	15,830	3.47	
師—11	6.23	6.89	5.55	5.95	12.5		156	1,344	8,360	1.83	
サリバン DP-331	1.38	5.97	5.62	2.76	13.		114	1,716	2,380	0.519	
師—13	1.18	5.63	5.27	2.64	13.		120	1,836	2,160	0.473	
師—14	1.70	6.71	6.32	2.98	11.		150	1,704	2,900	0.635	
師—15	1.66	6.75	6.32	3.31	13.		180	1,716	2,840	0.624	
師—16	1.45	6.63	6.19	3.48	12.5		120	1,524	2,220	0.420	
師—17	1.66	6.69	6.19	3.13	12.		144	1,716	2,850	0.624	
師—18	1.27	6.83	6.40	3.33	12.		144	1,824	2,320	0.508	
師—19	1.52	6.75	6.33	3.30	13.		114	1,668	2,540	0.553	
師—20	1.29	6.75	6.30	3.32	11.5		132	1,789	2,300	0.503	
師—21	2.97	6.33	5.80	2.76	6.75			1,428	4,250	0.805	
ストーバーア ラスMAU-50	4.56	6.33	5.98	1.92	6.75			1,500	6,870	1.500	
師—ス—1	3.68	6.33	5.35	2.34	6.75			1,452	4,540	0.994	
師—ス—2	2.56	6.33	5.84	2.78	6.75			1,300	3,350	0.740	
師—ス—3	2.02	6.33	6.09	2.09	6.75			1,380	2,750	0.606	
師—ス—4											
師—ス—5											

鑿岩機のシリンダーの径から計算した空気の消費量は第17表の様であるが、實際はこの理論消費量よりも多少増加するのが普通でつて、殊に機械が古くなると著しく消費量を増加する。

第17表 海面上に於ける鑿岩機一臺の空気消費量 (立方呎/毎分)

ゲージ圧力 (封 度)	鑿 岩 機 の シ リ ン ダ ー 径 (吋)														
	2	2½	2½	2½	3	3½	3½	3½	3½	3½	4½	5	5½	5½	5½
60	50	60	68	82	90	95	97	100	108	113	130	150	164		
70	56	68	77	93	102	108	110	113	124	129	147	170	181		
80	63	76	86	104	114	120	123	127	131	143	164	190	207		
90	70	84	95	115	126	133	136	141	152	159	182	210	230		
100	77	92	104	126	138	146	149	154	166	174	199	240	252		

又海水面から非常に高い土地で仕事をする場合には大気圧の減少による空気消費量の割増を考へなければならない。第18表は種々の高度で種々の圧力で鑿岩機を用ふる場合の乗数を示したものである。

第18表 海面上の高度に對する鑿岩機一臺の空気消費量乗數

高 度 (呎)	乗 數 (マ ル チ プ ラ イ ヤ ー)					
	ゲ ー ジ 圧 力 (封度/平方吋)					
	50	60	70	80	90	100
1000	1.027	1.032	1.0325	1.033	1.0335	1.034
2000	1.059	1.064	1.0650	1.066	1.067	1.068
3000	1.094	1.097	1.0995	1.102	1.1045	1.105
4000	1.125	1.132	1.1355	1.139	1.140	1.142
5000	1.160	1.168	1.1730	1.178	1.180	1.182
6000	1.196	1.206	1.2120	1.218	1.221	1.224
7000	1.234	1.245	1.2515	1.256	1.261	1.267
8000	1.273	1.287	1.2935	1.300	1.305	1.310
9000	1.314	1.329	1.3370	1.346	1.351	1.356
10000	1.357	1.373	1.3835	1.394	1.399	1.404
11000	1.402	1.418	1.4320	1.441	1.448	1.453
12000	1.447	1.466	1.4800	1.489	1.501	1.506
13000	1.493	1.515	1.5290	1.539	1.551	1.557
14000	1.542	1.564	1.5800	1.590	1.604	1.610
15000	1.589	1.611	1.6300	1.642	1.655	1.664

更に鑿岩機數臺を一時に運轉する場合を考へると、各機の起動停止等は同時に起らないから全體の空気消費量は鑿岩機數に比例しないで幾分割引してもよいのである。第19表は種々の高さの土地で數臺の鑿岩機を同時に運轉する場合、海面上の高さで單機を運轉する場合の空気消費量に乘すべき數字である。

第19表 各高度に於ける鑿岩機數臺を使用する場合の空気消費量乗數

海面上の 高度(呎)	鑿 岩 機 の 使 用 數									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	乗 數									
0	1.0	1.80	2.70	3.40	4.10	4.80	5.40	6.00	6.50	7.10
1000	1.03	1.85	2.78	3.50	4.22	4.94	5.56	6.13	6.69	7.30
2000	1.07	1.92	2.89	3.64	4.39	5.14	5.78	6.42	6.95	7.60
3000	1.10	1.98	2.97	3.74	4.51	5.28	5.94	6.60	7.15	7.81
4000	1.14	2.05	3.08	3.88	4.67	5.47	6.15	6.84	7.41	8.09
5000	1.17	2.10	3.16	3.98	4.80	5.62	6.32	7.02	7.61	8.31
6000	1.20	2.16	3.24	4.08	4.90	5.76	6.48	7.20	7.80	8.52
7000	1.23	2.21	3.32	4.18	5.04	5.90	6.64	7.38	7.99	8.73
8000	1.26	2.27	3.40	4.28	5.17	6.05	6.80	7.56	8.19	8.95
9000	1.29	2.32	3.48	4.39	5.29	6.19	6.96	7.74	8.38	9.16
10000	1.32	2.38	3.56	4.49	5.41	6.34	7.13	7.92	8.58	9.37
12000	1.37	2.47	3.70	4.66	5.62	6.57	7.40	8.22	8.90	9.73
15000	1.43	2.57	3.86	4.86	5.86	6.86	7.72	8.58	9.30	10.15

海水面上の 高度 (呎)	鑿 岩 機 の 使 用 数									
	12	15	20	25	30	40	50	60	70	
	乗					数				
0	8.10	9.50	11.70	13.70	15.80	21.40	25.50	29.40	33.20	
1000	8.34	9.78	12.05	14.10	16.30	22.00	26.26	30.30	34.20	
2000	8.67	10.17	12.52	14.66	16.90	22.90	27.28	31.46	35.52	
3000	8.91	10.45	12.87	15.07	17.38	23.54	28.05	32.34	36.52	
4000	9.23	10.83	13.34	15.62	18.01	24.40	29.07	33.52	37.80	
5000	9.48	11.12	13.69	16.03	18.49	25.04	29.84	34.40	38.84	
6000	9.72	11.40	14.04	16.44	18.96	25.68	30.60	35.40	39.84	
7000	9.96	11.68	14.39	16.85	19.43	26.32	31.36	36.16	40.84	
8000	10.21	11.97	14.74	17.26	19.90	26.96	32.13	37.04	41.83	
9000	10.45	12.26	15.09	17.67	20.38	27.60	32.90	37.92	42.83	
10000	10.69	12.54	15.44	18.08	20.86	28.25	33.66	38.80	43.82	
12000	11.10	13.02	16.03	18.77	21.64	29.32	34.94	40.28	45.48	
15000	11.58	13.58	16.73	19.59	22.59	30.60	36.46	42.04	47.47	

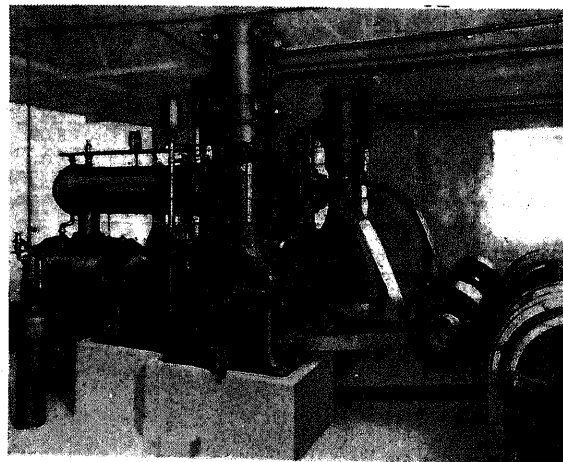
第6節 空気圧搾機

隧道で用ふる空気圧搾機は普通工場で用ふるものと同じであるから簡単に説明する。

空気圧搾機は動力の種類によつて次の様に分類する。

1. 蒸汽機関へ直結したもの
2. 電動機へ直結したもの
3. 内燃機関と直結したもの
4. ベルトにより運轉されるもの

第 57 圖



又其の構造によつて可搬式と定置式に分類する事も出来る。可搬式空気圧搾機は其の容量が一般に小さいので隧道用として用ひられる事は極く稀であるが、シンカー2臺乃至3臺位を用ふる小規模の工事には用ひられる事もある。大群南線鷹の巣隧道はその一例である。この隧道は延長620米、頁岩の隧道で最初は手掘で掘鑿を續けて居たが、其の工期が急がれた爲め北口に容量160立方呎/毎分の可搬式壓搾機を置いてシンカ

ー3臺を運轉し、錐鋼の處理はシャープナーを用ひずして手で加工された。

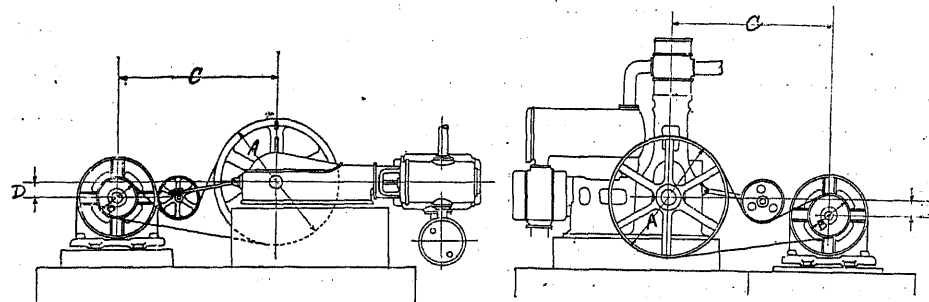
我が國では何れの地方でも比較的電力が得易いので、主に電氣を動力としたベルト型を用ふる事が多い。電氣が得られない地方では蒸汽、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等が用ひられる。又照明等にいづれ電氣の必要が起るので、ディーゼルエンジン等による發電所を作り電動機を用ふることもある。空気壓搾機を選定するには先づ其の隧道の全體の空氣消費量によつて容量の大きさを定める必要がある。

第20表は方々の隧道で用ひた實例であつて、これによつて凡そ其容量を知る事が出来る。

第 20 表 各隧道 Compressor 表

隧道名	會社名	型式	馬力	臺数	1臺の容量
猪之鼻	Ingersoll Rand Co.	XB-2	75HP.	1	446
	Sullivan M. Co.	WJ-3	100HP.	2	478
	Ingersoll Rand Co.	XB-2	100HP.	3	446
第一飛鳥	Sullivan Machinery Co.	サリバン・アンダ コンパウンド クラスA	100HP.	3	450
	Sullivan Machinery Co.	WJ-3	100HP.	2	480
石北上川口	Ingersoll Rand Co.		100HP.	3	446
	"	XB-2	75HP.	3	446
	"	"	50HP.	3	327
石北遠輕口	"	"	75HP.	3	446
	"	"	50HP.	3	446
	"	"	75HP.	3	446
由良隧道出口	"	XB-2	75HP.	1	327
	"	"	150HP.	1	599
	"	"	75HP.	1	327
欽明路	Sullivan Machinery Co.	XJ-3	100HP.	2	478
	"	"	100HP.	1	446
宮	"	"	66HP.	1	327
	"	"	66HP.	1	254
	"	"	150HP.	1	864
第一、第二、第三	Sullivan Machinery Co.	WJ-3	150HP.	1	864
	"	"	"	1	864
	Ingersoll Rand Co.	XRB	100HP.	1	446
第四湯檜會	"	XB-2	100HP.	1	446
	"	XB-2	100HP.	1	446
	"	X-2	100HP.	1	327
清水南口	"	XB-2	100HP.	5	446
	Sullivan Machinery Co.	WJ-3	150HP.	1	864
清水北口	Ingersoll Rand Co.	XB-2	75HP.	1	327
	Washington Co.		300HP.	1	1,540
	Ingersoll Rand Co.	XRB-2	150HP.	1	877
禮文華山東口	"	XB-2	100HP.	3	446
	"	X-2	75HP.	1	327
	Sullivan Machinery Co.	WJ-3	100HP.	2	478
西口	Ingersoll Rand Co.	XB-1	100	2	446
	"	XB-2	100	1	446
	"	"	ボイラー馬力	1	327
佐敷八代口	"	"	60	1	327
佐敷口	"	"	"	1	327

第21表 空氣壓搾機(定置式)据付標準寸法表



名 稱	型 式	區 分	規 定 回轉數 r.p.m.	調車寸法 (A) 直徑×幅	モーターの同 軸直徑(B)		ベルトの長さ 織目なしにて 長さ×幅	コンプレッ サーと モーター の中心距 離 (C)	コンプレッ サーのク ラックとモ ーターの 中心距離 (D)	機 基 礎 面 積 平方呎	記 事
					750 r.p.m. のとき	900 r.p.m. のとき					
					立方呎						
Ing- ersoll	X-2	446	210	54"×10½"	15"	13"	27'-0"×10"	7'-0"	上6"	54	モーターはコンプレッ サーより上部に据 へる方がよい
"	"	327	210	52"×10½"	15"	13"	24'-0"×10"	—	上6"	44	—
"	XRB-2	877	240	76"×18"	25"	21"	32'-0"×16½"	6'-10"	6"	96	
"	"	458	250	60"×12½"	20"	17"	26'-0"×12"	6'-8"	6"	57	
"	XB-2	867	170	96"×30"	21"	17"	41'-0"×28"	10'-0"	8½"	117	
"	"	599	185	84"×16"	21"	17"	—	—	—	83	
"	"	446	210	72"×10½"	21"	17"	27'-0"×12"	6'-6"	6"	60	
"	"	327	210	60"×10½"	17"	14"	24'-0"×12"	6'-0"	6"	47	
"	XOB-2	270	300	42"×10"	17"	14"	—	—	—	65	高圧 600 #/□"
Sullivan	WJ-3	869	250	76"×16"	26"	21"	30'-0"×15"	7'-10"	4"	83	
"	"	478	240	70"×10"	25"	19"	28'-0"×9½"	6'-8"	3"	36	
Worth- ington	two stage	1540	220	80"×26"	24"	20"	34'-0"×25"	7'-0"	4"	112	
"	One stage	1350	245	72"×19"	24"	20"	—	—	—	66	低圧 50 #/□"

コンプレッサーで壓縮されて所定の壓力に達した空氣は一旦第 58 圖の如き空氣槽に貯へられて其處から鐵管で使用する現場へ送られる。使用箇所で空氣の使用を急に止めると空氣槽の中の壓力が高くなり附屬の安全弁が開くと同時にコンプレッサーも自動的に廻轉が遅くなるか又は空轉を起して動力を空費しない様になつてゐる。

空氣槽から坑内の作業箇所まで空氣を輸送するには 8 吋乃至 8 吋の鐵管によるのであるが、この送氣管の大きさが空氣の量に對し適當でないとき、能率が低下するか、設備費が高くなるかし

て損失を招くのである。送氣管の直徑を定める式は種々あるが、其の中よく用ひられるものゝ一例を示せば

$$Q = c \sqrt{\frac{(P_1 - P_2)d^5}{W L}} \dots \dots \dots (1)$$

Q = 壓力 P_1 に於ける 1 分間の空氣量 ft^3

P_1 = 送氣管の初めの壓力即ち空氣槽の壓力 $\text{#/} \square "$

P_2 = 送氣管の終りの壓力即ち使用壓力 $\text{#/} \square "$

W = P_1 の壓力に於ける空氣 1 立方呎の重量 lb

L = 送氣管の長さ呎

c = 定數 = 72

計算例 1

1 分間の送氣量 1,000 立方呎 (自由空氣にて)



初壓 (ゲージ壓力) 100 封度每平方吋

終壓 (") 95 " "

送氣管の長さ 6,000 呎

大氣壓に於ける空氣 1 立方呎の重量 0.076 封度なるとき送氣管の徑を何程にすれば可なるや。

初壓ゲージ壓力 100 封度に於ける壓縮空氣の容量は自由空氣の約 7.8 倍に相當するが故に壓力 100 封度に於ける壓縮空氣 1 立方呎の有する重量は $0.076 \times 7.8 = 0.5928$ 即ち 0.5928 封度 (W) である。

次に自由空氣にて毎分 1,000 立方呎の送氣量は 100 封度の壓力に於ては $1,000 \div 7.8 = 128.4$ 立方呎 (Q_1) となる。

尚ほ壓力計に指示されたる壓力 (ゲージ壓力) は絕對壓力より大氣の壓力丈け少い。故にゲージ壓力を絕對壓力に換算するには次式に依る。

絕對壓力 = ゲージ壓力 + 大氣の壓力

大氣の壓力は高度 (アルチチユード) に依り異なるも海水面上にては 14.7 封度/平方吋である故に大氣の壓力を 14.7 封度每平方吋と假定すれば初壓 P_1 終壓 P_2 は次の如し。

$P_1 = (100 + 14.7) = 114.7$ 封度/平方吋

$P_2 = (95 + 14.7) = 109.7$ 封度/平方吋

従て 公式 (1) により所要管徑 d を求むれば

$$Q_1 = c \sqrt{\frac{(P_1 - P_2)d^5}{W L}}$$

$$128.4 = 72 \sqrt{\frac{\{(100 + 14.7) - (95 + 14.7)\}d^5}{0.5928 \times 6,000}}$$

$$128.4^2 = 72^2 \times \frac{5d^5}{8556.8}$$

$$16,486.56 = 5,184 \times \frac{d^5}{711.36}$$

$$d^5 = \frac{16,486.56 \times 711.36}{5,184}$$

$$d^5 = 2,261.2$$

$d = 4.7''$ 即ち $5''$ 鐵管を必要とす。

實際の場合には送氣管中には彎曲、分岐又はヴァルブ等が入つてゐるのでこれ等の抵抗は長さに換算して實際の長さに加算するのが普通であつて第22表はこの換算率を示したものである。

第 22 表 ヴァルブ及接續管による損失

管の徑 (吋)	加算すべき長さ (呎)		管の徑 (吋)	加算すべき長さ (呎)		管の徑 (吋)	加算すべき長さ (呎)	
	グローブ ヴァルブ	エルボー 及チーズ		グローブ ヴァルブ	エルボー 及チーズ		グローブ ヴァルブ	エルボー 及チーズ
1	2	2	4	20	13	12	88	59
1½	4	3	5	28	19	15	115	77
2	7	5	6	36	24	18	143	96
2½	10	7	7	44	30	20	162	108
3	13	9	8	53	35	22	181	120
3½	16	11	10	70	47	24	200	134

計算例 2

直徑 $6''$ 長さ 500 呎の送氣管あり、その途中に「グローブヴァルブ」1個「エルボー」2個「チーズ」3個を有するときその壓力降下を求む。

上表より加算すべき管の長さを求むれば

$36 + 2 \times 24 + 3 \times 24 = 156$ (呎) 故に全長 $500 + 156 = 656$ (呎) 即ち $6''$ 鐵管の延長 656 呎と見做して算出すればよろし。

壓搾空氣の値段は、空氣壓搾機の運轉費を發生空氣量で除したものである。空氣壓搾機の

容量は piston displacement で表はされるが實際發生する壓搾空氣は漏れや廻轉數の低下等によつて減少するので、容量何立方呎/毎分と稱せられる壓搾機からは其の何%かゞ得られるに過ぎない。故に空氣壓搾機の運轉時間に各壓搾機の容量を乗じて得た數字は、實際の送氣量に對して過大である。それで送氣量を査定するには運轉延時間と容量の積の80%位を取るのが普通である。

壓搾機の運轉費の90%までは電力費であつて電力が安く得られる處では安い壓搾空氣が使へるのは當然である。第23表は諸隧道に於ける空氣費を擧げたものである。

第 23 表 壓縮空氣量に對する諸調

隧道名	年月一年月	運轉 時間	發生空氣量 1000立方 呎	電氣量 K.W.H.	電力費		經費		合計 金額	1000立 方呎 當り 金額	掘鑿立 方呎 當り 金額
					單價	費額	材料費	人件費			
石北上川口	昭和 4.11—6.7	26,753	572,862	1,271,277	約 0.049	62,005	1,837	3,813	67,655	0.118	11.1
遠輕口	4.11—6.10	35,257	755,266	1,763,403	0.049	86,456	3,071	5,018	93,535	0.124	13.7
下久野	3.5—6.3	22,329	433,315	1,040,889	0.045	46,870	3,354	3,419	53,643	0.127	6.5
清水北口	大正 昭和 12—6		5,670,364	12,088,313	0.034	408,202	55,116	73,942	537,260	0.095	3.8
第1—第4 湯檜會	15—5	33,705	1,374,900	2,736,848	0.039	106,735	3,180	8,795	118,710	0.081	
湯檜會赤澤	〃	18,319	397,813	952,539	0.039	39,144	1,493	5,340	45,977	0.113	