

## 第 8 章 坑内運搬設備

### 第 1 節 輕便線路及運搬車

#### 1. 軌條と軌間

隧道工事では土工工事と同じく、掘鑿した土砂又は岩石——礫と稱す——を搬出したり、種々の材料を搬入する爲め、輕便線路を敷設するのが普通である。

軌條は 8 疋(16 ポンド)から 20 疋(40 ポンド)位迄種々のものを用ふるが、相當に長い隧道で電車などを運轉する場合には 15 疋(30 ポンド) 又はそれ以上の軌條を用ふる方が有利である。

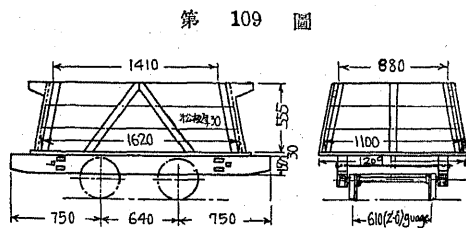
軌間は 51 糎(20 吋), 61 糎(24 吋) 76 糎(30 吋)等が普通である。

清水, 丹那, 湯檜曾, 飛鳥, 猪鼻等の隧道は全部 76 糎軌間を用ひて來たのであるが、現に工事中の欽明路隧道では 61 糎を用ひて非常に都合よく作業をして居る。將來は單線鐵道では長大隧道も 61 糎軌間が用ひられる様になる事と思はれる。

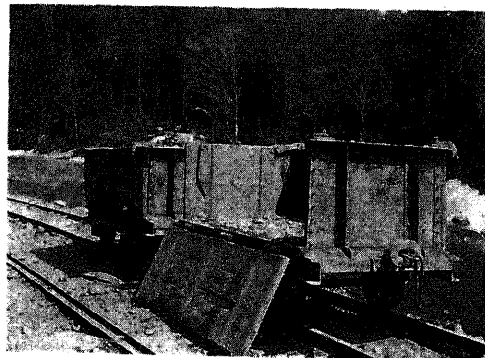
#### 2. 運 搬 車

##### a. 木枠付き臺車

此の種のトロリーは第 109 圖に示すやうに、臺車と其の上のせる枠とから出來て居る。器具や材料などを運搬する場合には上の木枠を取りはづして臺車の上へ積み込み、岩石や土砂を運搬する時は木枠をのせてその中へ積み込むのである。軌間 61 糎(24 吋)のもので容量約 0.84 立方丈である。この型は構造が簡單で製作費も安い爲め最も多く用ひられる。



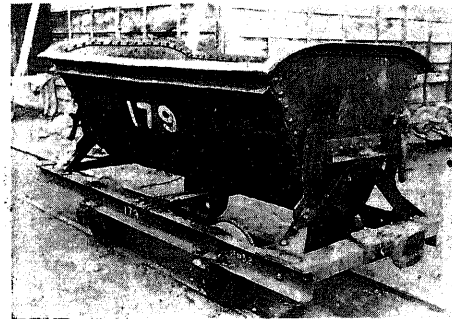
第 109 圖



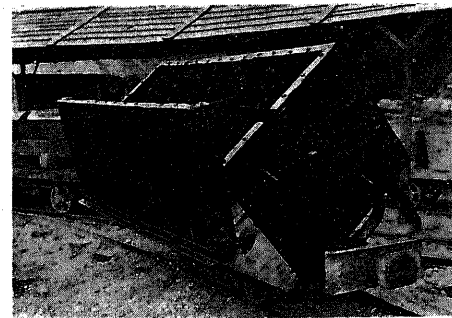
##### b. 箱型トロリー

第 110 圖に示すものは石北線石北隧道で用ひた箱型の礫運搬車で骨組は鐵材を以て組立て、床板と側板とは木製である。a の如く上部の枠を取りはづす事は出來ないが、側板が外側に倒れる様に出來て居て、その部分から礫をかき出す。用ひられた軌間は 76 糎(30 吋)

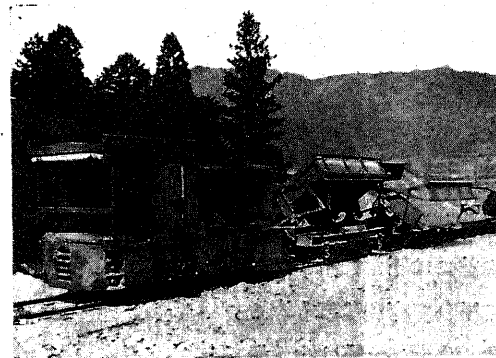
第 111 圖



第 112 圖



第 113 圖



で容量は 1.13 立方丈である。

##### c. 鐵製鍋型トロリー

第 111 圖は俗にナベトロと稱せられるもので容量は 0.85~1.13 立方丈(30 乃至 40 立方呎)を普通とする。これをあける時は横側に回轉させる仕掛けになつて居る。從來我が國の長大隧道では多くこの種の車を用ひ、簡單な木製枠付き臺車と併用したのである。然しこの種のトロリーは、横幅の割合に容量が少く、且つトロリーの轉倒と礫の排出が困難で、礫捨てに手数を要するのが缺點である。

又近來坑内へ混凝土を搬入するのに小型の鍋型トロリーを用ふる事が盛んになつた。その容量は 0.55~0.60 立方丈(20~25 立方呎)で軌間は 46~51 糎である。

##### d. 箱型ダンプカー

第 112 圖は岩徳線欽明路隧道に用ひた運搬車で、從來使用した鍋トロの缺點を補ひ、且つ其の幅員を出来るだけ小さくするを目的として設計された。使用した結果其の成績甚だ良く、狭い支保工の内に複線敷設する事が出來、ダンプも鍋トロに比して非常に樂であつて、而も容量は反つて増大した。従つて將來は鍋トロの代りにこ

の種の礫車が多く用ひられる事と思はれる。設計の要點を示すと

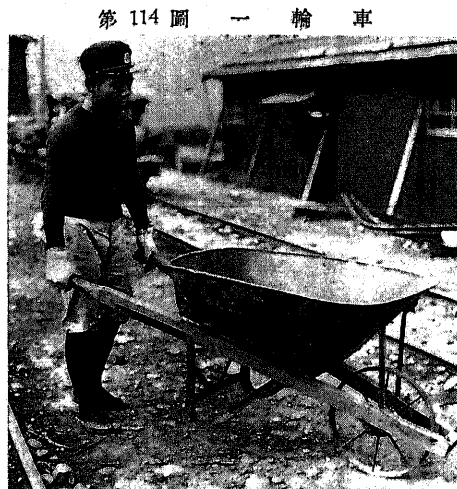
箱の大きさ	高 700	幅 915	長 2,024
容量	1.25	自重 750	積載量 2,000
軌間	610	軸間距離 915	所要空間 1,500×1,200×2,500
軸受	一軸に對し N.S.K.R.A.B. 45 ボールベヤリング 2個		
制動裝置	足踏式	連結裝置	ピン連結

フレームはチャンネル及びアングルをリベットし、箱は 3.2 耗の鋼板とアングルとを用ひてリベット仕上げとす。

以上單位は耗、重さ既、容量立方米とす。

e. ウェスターンダンプカー

第 113 圖に示すウェスターンダンプカーは米國に於て多く用ひられる型で大型礮積機械を用ふる時は便利であるが、幅が比較的廣く、高さも高いので我が國では坑内用としては用ひられない。第 113 圖は官隧道坑外の切取工事に使用したものである。



第 114 圖 一 輪 車

f. 一 輪 車

坑内で運搬線路を敷設する事が出来ない所の礮を線路のある所まで運搬するのに、第 114 圖の如き一輪車を用ふる事がある。敷板の上を一人で押して行く事が出来て取扱ひが簡單である。

第 2 節 運搬の方法

1 手 押 し

小型隧道又は小規模に掘鑿をする場合には、運搬車は人力で押すのが普通である。小型の運搬車で隧道の勾配が特に急でない所では、1 臺について 1 人で押す場合もあるが、多くの場合 1 臺 2 人で作業し、礮の積込み、トロ押し、坑外の土捨の三作業を繰り返して行ふ。

2 牛 馬 力

坑内で牛馬を使役する事は、坑内を不潔にし空気を汚すので現今では殆んど用ひられない。然し費用の安い事と設備費を要しない爲めに、以前には相當に用ひられたものである。礮捨場が坑口から遠い場合などに、坑外の運搬用として用ひて有利な事もある。

中央線管子隧道の工事報告によると人力、馬力、牛力の比較は次の様である。

種 目	牛 力	馬 力	人 力	摘 要
運 搬 距 離	2520 米	2520 米	2520 米	人夫の賃働時間 1 日 8 時間
往 復 回 數	2 時 34 分	2 時 5 分	1 時 25 分	
牽 引 車 輛	4.0 回	4.8 回	5.6 回	
回 車 輛	8 輛	3 輛	1 輛	
運 搬 量	3.69 立米	1.38 立米	0.48 立米	掘鑿坪にて同 上
1 日 の 運 搬	14.76 立米	6.624 立米	2.688 立米	

これに要する 1 日の費用は次の通りであつて、當時（明治三十年頃）この隧道の賃金は並人夫三十二錢乃至四十錢であつた。

種 目	牛 力	馬 力	人 力
運 搬 人 夫 給	圓 0.980	圓 0.980	圓 1.960
飼 養 料	1.560	0.800	0
礮 捨 人 夫 給	2.940	1.960	0
油	0.240	0.090	0.030
種 油	0.083	0.083	0.165
計	5.803	3.913	2.155

この費用を掘鑿 1 立方米に換算して更に車輛の修繕費を加へると

	牛 力	馬 力	人 力
掘 鑿 1 立 方 米 の 運 搬 費	圓 0.393	圓 0.590	圓 0.802
同 車 輛 修 繕 費	0.054	0.038	0.036
計	0.447	0.628	0.838

即ち此の程度の運搬距離では馬力は人力に比し、牛力は馬力に比し安價である。

3 隧道用機關車

隧道工事用の機關車としては、曾ては蒸氣機關車又は壓搾空氣機關車を用ひた時代もある。

シンブロン隧道で用ひた方法は、蒸氣機關車の汽罐の壓力を坑外で 220 封度迄上げて石炭をたく事を止め、坑内へ入り壓力が 100 封度に下る迄仕事をして坑外へ出て、再び石炭をたいて壓力を貯へるのである。又同所で用ひた壓搾空氣機關車は、その空氣槽内へ 1030 封度の壓搾空氣を貯へて、これがシリンダーに入る時に 150 封度に低下せしめて使用し、高壓の空氣が消費される迄働いて坑外へ出る方法であつたが、これも長く續けて運轉する事が出来ず、而も運轉費が非常に高價であつた。

これ等の機關車は電氣機關車の出現によつて全く其の影を失ひ、今では歴史的のものとなつた。現今の長大隧道では皆電氣機關車を用ふるのであるが、これは蒸氣機關車の如く坑内の空氣を汚す事もなく、又長時間繼續運轉に耐え、而も經濟的で取扱ひも簡易である。電氣機關車に就いては更らに第 3 節で説明する。

4 捲き揚げ機械

勾配の急な下り込みの隧道で電気機關車を用ひない時に、ワイヤーロープと捲上げ機械とを用ひて運搬車を捲き揚げる事がある。坑外から坑内へトロリーを入れる時は勾配を利用し、坑外へ引き出す時は坑口に設けた手捲き又は動力を用ひた捲揚機で捲き揚げるのである。この方法は小規模な工事では設備が簡単な爲めに便利である。

第 115 圖



上越南線第 2 湯檜曾隧道の長岡口では、この隧道が  $1/50$  の下り込みであつた爲め 2 馬力の電気捲揚機を用ひこの方法によつて礮出し作業を行つた。第 115 圖は丹那隧道坑内で水抜隧道の礮車を捲揚機によつて捲揚げて居る所である。

5 エンドレスワイヤー

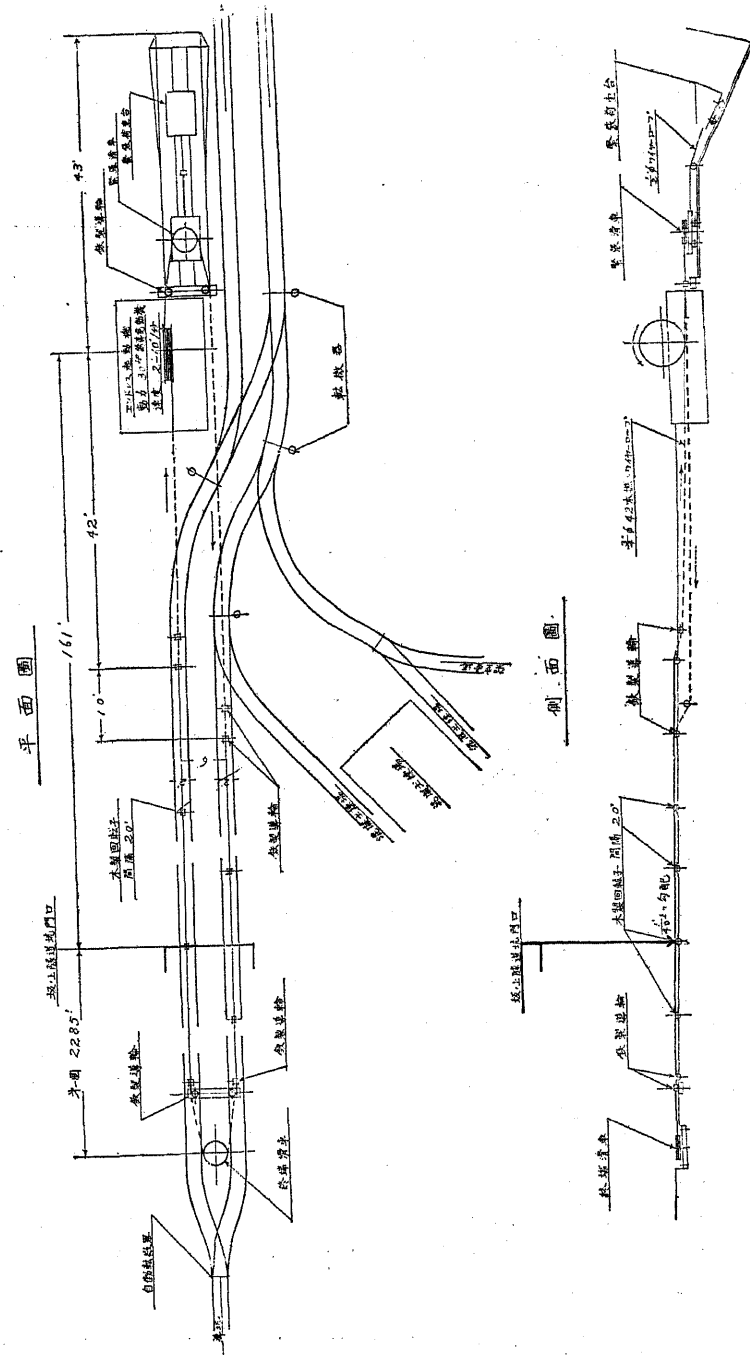
1 乃至 2 軒位の隧道で電車の設備をする事の出来ない場合に、エンドレスワイヤーを用ふる事がある。之れは礦山などではよく用ひられるのであるが、隧道工事には比較的例が少く、紀勢西線由良隧道和歌山口、豊肥線坂ノ上隧道宮地口等が其の主なるものである。

坂ノ上隧道は延長 2,283 米の 40 分の 1 片勾配の隧道であつたから運搬には種々苦心をした。第 116 圖は大正 15 年 12 月同隧道に用ひた運搬系統の略圖であつて、本線右側運搬線の中心線上に起動機のドラムを置いて 30 馬力の電動機で回轉させると、鋼索は矢の方向に運轉を始める。終端滑車は導坑の手前に固定し、緊張滑車は臺車の上にのせて取りつけ、勾配線上にある荷重臺車と結んで鋼索に適當の緊張を與へる装置である。坑内で礮を積んだ運搬車は終端滑車の處まで手押しで来て、こゝで把握子を鋼索にかけると、礮車は坑口に向つて移動する。そして起動機附近に到着すると、把握子をはずして人力によつて捨場に運搬するのである。覆工材料は混凝土練場で積み込んで、本線右側運搬線を上つて指定された場所に達するこゝに卸し、直ちに終端滑車の所に送つて左の運搬線に入れ換へ、再び坑外に出るのである。又導坑に向ふ空車は、終端滑車の奥に設けられた待避線で、盈車の出坑するのを待ち、手押しで坑奥へ送るのである。

この設備に要した費用は 8,240 圓で其中主要なものは

	數量	單價 圓	金額 圓		數量	單價 圓	金額 圓
起動機械	1 組	3,500	3,500	把握子	70 個	10.00	700
30HP 電動機	1 臺	800	800	ワイヤーロープ	1,800 米	0.55	990
計							5,990

第 116 圖 坂ノ上隧道エンドレスワイヤー配線圖



坑内作業の進行につれて終端滑車を次第に坑奥へ移動する必要がある。この線路引延しに要した費用は次の様である。

線 路 引 延 費 (200米につき)

工事種類	職名	数量	単價	金額	記 事
終端滑車移動	大工	3.0	2.30	6.90	
	職工	1.0	1.50	1.50	
	坑夫	2.0	1.60	3.20	
ロープ引延及接続	職工	2.0	1.50	3.00	
	人夫	18.0	1.50	27.00	
ローラー取付	大工	2.0	2.30	4.60	
	職工	1.0	1.50	1.50	
	人夫	5.0	1.50	7.50	
線路修繕	人夫	25.0	1.50	37.50	
	雑費	1.500呎	0.18	270.00	
計				372.70	

ロープは 1.320呎で足りる筈であるが接続其の他の爲め幾分餘裕を見込む必要がある。

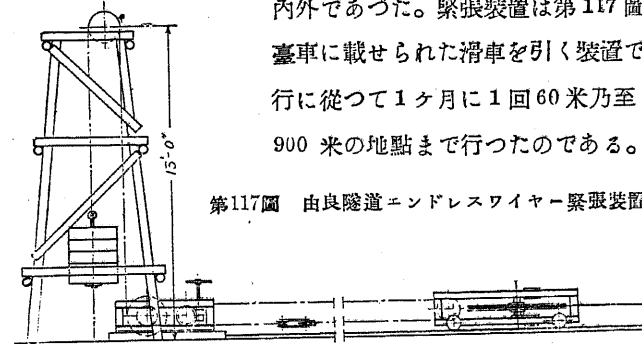
又 1ヶ月間に要した保線及び操車の費用は人件費 78 圓, 物品費 190 圓, 合計 268 圓であつた。電力は 1日平均 150 K.W. を要し 1 K.W.H. 約 6 錢であつたから 1ヶ月の電力料は 270 圓で運轉用の人件費を加算して 1ヶ月の電力経費は 295 圓と推定された。上述の設備費, 引延費, 保線操車費等一切を合算し, この隧道の平均運搬距離を 1,200 米と見て手押による場合とエンドレスワイヤーによる場合と比較すると

	手 押	エンドレスワイヤー	
礪 1 立米の運搬費	1.04	0.85	1立米に要する材料 セメント 1.3 樽 砂 利 0.5 立米
側壁混凝土 1立米の材料運搬費	3.14	1.07	
穹拱混凝土 1立米の材料運搬費	3.62	1.22	セメント 1.7 樽 砂 利 0.65 立米 砂 0.7 立米

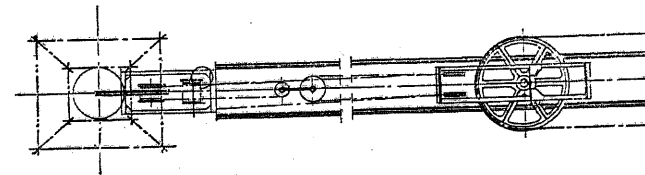
紀勢西線由良隧道は延長 1,860 米, 勾配  $\frac{1}{66}$  の隧道であつて, 其の和歌山口にエンドレスワイヤー運搬設備を設けた。(昭和 2 年)

始點は坑口から 240 米を距てた礪捨場に, 終點は坑内覆工完成区間の最奥端に置いて, 日本

輸送機製造會社製の起動機を 15 馬力 200V の電動機で運轉したが, 常用の馬力は平均 7 馬力内外であつた。緊張装置は第 117 圖に示す様な槽から荷重を下げて臺車に載せられた滑車を引く装置である。終端滑車は覆工作業の進行に従つて 1ヶ月に 1回 60 米乃至 80 米前進させ, 最後に坑口から 900 米の地點まで行つたのである。使用したロープは  $\frac{3}{4}$  吋鋼索で



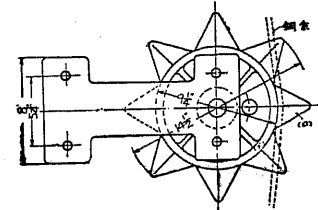
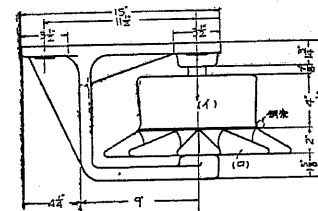
第117圖 由良隧道エンドレスワイヤー緊張装置



復線の軌道の中心上を循環する様にし, 隨處に礪又は材料を積んだトロリーを引掛けて搬出搬入せしめた。鋼索は架空式と地上式とを比較研究の結果, 坑外でポイントを通過する時の便宜と坑内の終端滑車の移動の便宜とから架空式を採用し, 坑内は鋼索が自然

に撻下して, 輕便線路の軌間内を摺動する様に設備された。鋼索の速度は最初毎分 90 米と定めて運轉した處が, 線路が不完全な爲め脱線等の事故が多かつたので, 後には毎分 60 米にして好成绩を擧げる様になつた。

第 118 圖



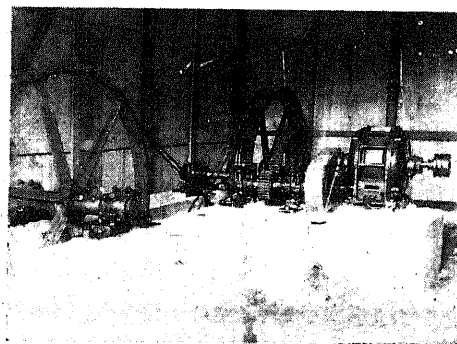
この隧道は直線であつたが坑口から礪捨場までの間は半径 300 米の曲線になつて居たので, 曲線部のロープの懸吊には第 118 圖の様な装置を施した。之は(イ)の圓筒形部分と(ロ)の星形錐體とから成つて居て, 各々自由に回轉する事が出来, ロープは圖の如き位置に支へられて(イ)はロープの運動に伴つて回轉する。運搬車に取りつけられた把握子(第 119 圖)が此の懸吊個所へ來ると(ロ)の星形の切込の中に嵌入して星形を押し回して通過し得る仕掛けである。

第 119 圖に示した把握子は運搬車臺の取付孔に押し込んで置いて, 回轉中のロープを上部の股の内に落し込むと, 二股が少しくエキセントリックに出て居る關係で, ロープの進行, ロープと把握子の磨擦及びロープの重量とによつて, 把握子はロープを捻る形となり完全に緊締されるのである。そして坑内の終點滑車及び礪捨場に於て

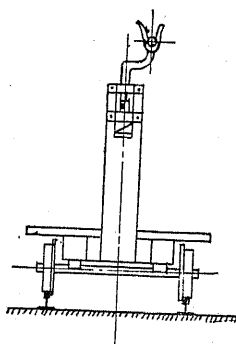
はロープ懸吊の高さを稍高くしてあるので、この場所に来ると自然に把握子はロープを離れる。前に述べた坂ノ上隧道ではこの装置は用ひられなかつたので、トロリーをロープに接続したり取りはづしたりするのに、常に人手を要し、而も起動所附近で接続をとる事を忘れた爲めに、これが滑車に引掛つて電動機及び鋼索に大きな障害を與へた事もあつた。

由良隧道でエンドレスワイヤーの設備に要した費用は機械類 6,000 圓, 鋼索 2,000 圓, 合計 8,000 圓でこれに多少の工費を加へたものである。消費した電力は 1 ヶ月約 4,000 K. W. H. である。

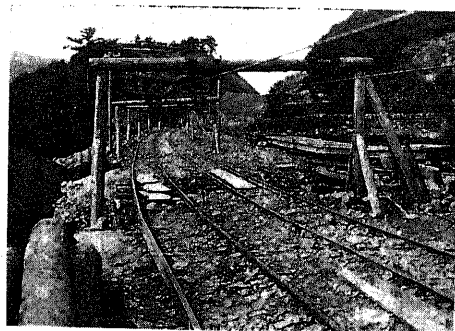
第 120 圖



第 119 圖 把握子



第 121 圖



第 120 圖は同所に於ける起動所, 第 121 圖は礪捨場に到る坑外線路の實況である。

### 第 3 節 電気機関車

隧道工事に用ふる電気機関車を次の 3 種に分類する。

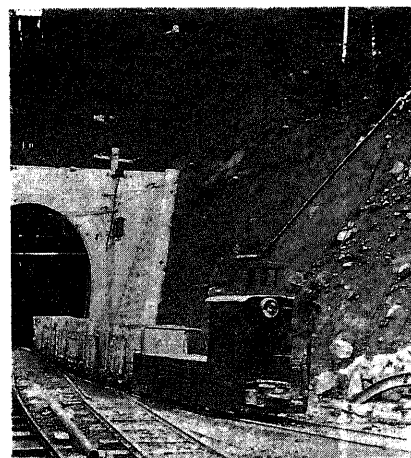
- 1 架空線式
- 2 蓄電池式
- 3 架空線及蓄電池併用式

#### 1 架空線式電気機関車

これは電車運轉區間の全長に亘つて架空電線を設け、これによつて 250 ボルト乃至 500 ボルトの電流を電車に供給するものであつて其の利益とする點は

- a. 大きの割合に牽引力大なること
- b. 構造が堅固で保守費が安いこと
- c. 運轉費の安いこと
- d. 速力速く長距離運轉に適すること

第 122 圖



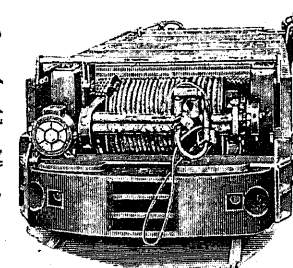
又其の不利なる點は

- a. 架空線及レールボンディング等の設備に手数を要すること
- b. 坑道の狭い所で支保材等のある場合には架空線の設置は困難である爲め、架空線式電車の運轉區間は隧道内でも自ら制限される。この不便をある程度まで除くために第 123 圖の様に車の後部に 400 呎内外のケーブルリールを装置したものがあつて、架空線の終端にケーブルの一端をかけて自分のケーブルを延しながら架空線の設備のない個所へ入

つて行くのである。この場合電流は架空線からケーブルを通つて電動機に通ずるので、架空線の終端からケーブルの長さだけ奥まで運轉する事が出来る。然しこの方法は費用の増加する割合に効果は少ないので、一般には餘り用ひられない。

- c. 停電の際は直ちに運轉不能となる。

第 123 圖  
8 連集合用電気機関車



次に架空線式電気機関車數例に就き牽引力其他の要項を示す。

第 41 表 坑内用電気機関車要項一覽(日立要覽による)

機 關 車 重 量(噸)	3	4	6	8	10	13
軌 間 (耗)	508	610	762	762	762	762
定 格 速 度 (耗/時)	10.5	10.5	12	12	12	12
定 格 速 度 に 於 ける 牽 引 力 (噸)	520	700	1,140	1,370	1,820	2,280
發 車 に 於 ける 牽 引 力 (最 大) (噸)	750	1,000	1,500	2,000	2,600	3,250
運 轉 整 備 の 時 の 重 量 (噸)	3	4	6	8	10	13
動 輪 用 電 動 機 (馬 力)	2×10	2×13½	2×25	2×30	2×40	2×50
制 動 機 種 類	手 働	手 働	手 働	手 働	手 働	手 働
齒 車 比	77 : 14	77 : 14	68 : 15	68 : 15	80 : 15	80 : 14
動 輪 直 徑 (耗)	610	610	710	710	840	840
動 輪 數	4	4	4	4	4	4
輪 軸 距 離 (耗)	900	900	1,100	1,100	1,300	1,300
最 大 長 (耗)	3,300	3,500	3,650	3,850	4,000	4,200
最 大 幅 (耗)	940	1,030	1,260	1,280	1,300	1,320
最 大 高 (耗)	1,000	1,000	1,050	1,000	1,200	1,250

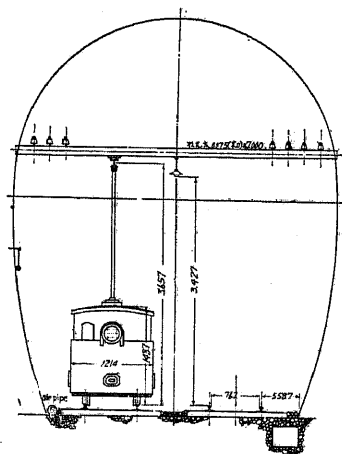
架空線は軌條面より 1,800~2,500 耗の高さにして、單線式直流 500 ボルトとす。

第 42 表 日立標準型坑内用電気機車分類及成績表 (日立要覽による)

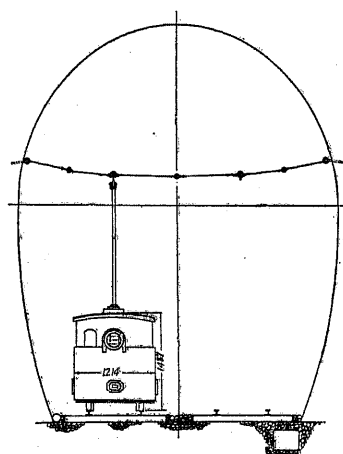
機 關 車 重 量	平坦線及び各種上り勾配線にて運搬せらるべき大體の列車重量(噸)																	
	平 坦 線			勾 配 $\frac{1}{100}$			勾 配 $\frac{1}{60}$			勾 配 $\frac{1}{30}$			勾 配 $\frac{1}{25}$			勾 配 $\frac{1}{20}$		
	9	11	14	9	11	14	9	11	14	9	11	14	9	11	14	9	11	14
3	58	47	37	26	23	20	16	15	14	10	9	9	8	8	7	6	6	6
4	80	64	50	35	32	28	22	20	18	14	13	12	11	11	10	9	8	8
6	126	104	81	57	51	45	35	33	30	22	21	20	18	18	17	14	14	13
8	150	125	98	68	61	54	42	36	36	26	25	24	21	20	19	16	16	15
10	200	165	130	90	82	72	56	52	48	35	34	32	29	28	26	22	22	21
13	250	207	163	113	102	90	70	63	59	44	42	39	36	34	32	28	27	26

各欄の上部に擧げた 9, 11, 14 なる數字は平坦線に於ける列車抵抗を適當り距にて示すもので運搬車及線路の状態によつて異なる。注油と手入れが行届いて居れば普通の状態で 14 距位に取れば安全であり車輪が車軸に固定し車軸が自働給油式の軸筐の中で廻轉するものは 1 距當り 9 距とすれば安全である。

第 124 圖 杉丸太切張式架線

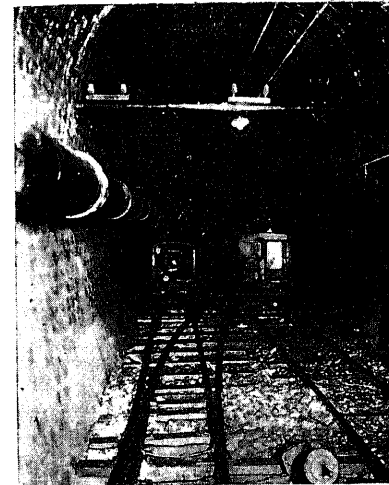


第 125 圖 スパンワイヤー式架線



坑内の覆工完成區間に架空線を架設する方式に、第 124 圖の如く杉丸太の切張りをを用ふるものと第 125 圖の様にスパンワイヤーを用ふるものとの二種がある。杉丸太切張式は覆工作業をなす際豫め造つて置いた穴の中へ杉丸太を懸け渡し、これに架空線を取り付けるのであつて、電車用架空線の外電燈及び電燈線、動力線、電話線等の碍子を取りつける事が出来るし、他日線路を移動又は増設する必要が起つた場合にも、容易に架空線の位置を變更する事が出来て便利であるが、たゞ湧水の多い隧道では絶縁不良となる恐れがある。スパンワイヤー式は電燈、

第 126 圖 清水隧道北口坑内電車線



動力、通信等の設備に利用する事は出来ないけれど、故障が少ないので長年月を要する長大隧道では有利である。今 600 ボルト單線架空線式電車を運轉するものとして、延長 1 杆當りの架空線及びレールボンドの費用を兩式について概算して見ると、第 43 表及び第 44 表の様である。

電車運轉に要する電流は直流であつて、供給される電流は一般に三相交流であるから、これを適當な電壓の直流に變流する必要があるの、電車を用ふる現場には必ず變流設備がある。

第 43 表 覆工區間電車線架設費 杉丸太切張式一杆當り 直流 600V 單線架空式

品 名	品 質 形 狀 寸 法	數 量	單 價	金 額	記 事
材 料 費			圓	圓	取付穴は土工にて既設のものとする 持物間隔 20 米
杉丸太	75mm×7.000	50本	1.20	60.00	
ハンガン		50個	.40	20.00	
ハンガンコーン	9mm 溝付用	55ヶ	.24	13.20	
ハンガンカツバ	9mm 溝付用	55ヶ	.24	13.20	
ハンガン	ストリートライン 9mm 溝付用	55ヶ	.25	13.75	
ハンガン	ストリートライン	5ヶ	.25	1.25	
グローブインスレーター	600 V	12ヶ	.50	6.00	
スリーブ	スライジングスリーブ 9mm 溝付用 406 mm	5本	1.50	7.50	
アイボルト	16mm×279mm	18ヶ	.37	6.66	
鐵 鑄 止 針 金	7/2.0m	75米	.04	3.00	
電 車 線 釘	硬銅線 9mm 溝付 1.27mm	1,020ヶ	.55	663.00	
レールボンド子	2%相賞ターミナル付	2距	.15	.30	
玉 碍 子	600v	360本	1.45	522.00	
アンカーイヤ	9mm 溝付用	8個	.35	2.80	
アンカーイヤ		2ヶ	.37	.74	
雜 品 費 計				2.00	
工 費 計				1,335.40	
電 力 工		20人	2.00	40.00	
電 氣 工		50人	1.90	95.00	
大 石 工		10人	2.20	22.00	
小 工(土工)		3人	2.20	6.60	
合 計				1,499.00	

第 44 表 覆工區間電車線架設費  
スパンワイヤー式一新當り

直流 600v 單線架設式

品名	品質形狀寸法	數量	單價	金額	記 事
材料費					
鐵 鑄 止 針 金	7s/2.0mm	350米	.04	14.00	支持物間隔20米
ハンガー	ストレートライン	50個	.25	12.50	
ハンガー		50個	.24	12.00	
ハンガー		50個	.24	12.00	
イ ー ヤ	9mm 溝付用	50個	.25	12.50	
アンカー	— —	2個	.37	.74	
グロブ	600V 「9mm用 406mm	130個	.50	65.00	
スリ	スライディングスリーブ	5本	1.50	7.50	
アイ	16mm×279mm	120個	.37	44.40	
電 車 線	徑9mm 溝付硬鋼線	1,020米	.65	663.00	
レール	2%相當ターミナル付	360本	1.45	522.00	
玉 礎 子	600V	20個	.35	7.00	
雜 品 費				5.00	
小 計				1,377.64	
工 電 力 工 費		20人	2.00	40.00	
電 氣 工 (土 工)		60人	1.90	114.00	
石 工 (土 工)		20人	2.20	44.00	
小 計				198.00	
合 計				1,575.64	

上越線第1湯檜會，第4湯檜會の兩隧道では6噸の架空線式電氣機關車各2臺を使用したの  
であるが，それに對する變電所の設備は次の通りである。

第 1 湯 檜 會 隧 道

品名	品質形狀及寸法	數量	單價	金額
配 電 盤	340V 交 流 切 換 盤	3 面	円	2,188.00
變 壓 器	三相交流變壓器110K.V.A.	1 個	1,780.00	1,780.00
變 流 機	自己起動交流廻轉變流機 100 K.W.	1 臺	3,880.00	3,880.00
基 礎 費	配電盤、變壓器、變流機	0.5 坪	200.00	100.00
据 付 費	同上 機 械 器 具		110.30	110.30
建 物 費	開閉所内一部を使用す	10 坪	80.00	800.00
合 計				8,858.30
噸 哩 當 り				0.0088

第 4 湯 檜 會 隧 道

品名	品質形狀及寸法	數量	單價	金額
配 電 盤	3300v-50-交流盤 600v 直流盤	5 面		2,895.00
〃	340v交流側起動盤 600v 直流側電盤			
〃	同期檢定盤			
變 壓 器	三相交流變壓器 110 K.V.A.	1 個	1,780.00	1,780.00
變 流 機	自己起動同期廻轉變流機 100 K.W.	1 臺	3,880.00	3,880.00
基 礎 費	配電盤、變壓器、變流機	0.5 立坪		62.92
据 付 費				359.63
建 物 費		10坪	36.00	360.00
合 計				9,337.55
噸 哩 當 り				0.018

又第1湯檜會隧道に於ける昭和3年4月より同年9月に至る6月間の運轉成績を見ると第15  
表の様であつてこれに要した費用は第46表に示すものであつた。

第 45 表 上越南線第1湯檜會隧道礦出電氣機關車成績表

自昭和3年4月—至同年9月

種 別	月 別				
	昭 和 3 年 4 月	5 月	6 月	7 月	
使用電氣機關車延臺數	48	41	54	58	
運 轉 日 數	28	29	29	29	
走 行 延 時 間	188時—36分	211時—07分	232時—01分	288時—42分	
走 行 延 哩 數	660M—66C	772M—04C	896M—70C	1,174M—61C	
走 行 噸 哩 數	5,841	7,705	8,296	10,226	
電 力 量 (K.W.H)	4,471.2	4,353.0	4,303.2	4,639.2	
種 別	月 別				
	8 月	9 月	合 計	壹ヶ月平均	壹日平均
使用電氣機關車延臺數	56	46	303	50.5	1.7
運 轉 日 數	29	30	174	29	
走 行 延 時 間	237時—57分	295時—16分	1,453時—39分	242時—16分	8時—21分
走 行 延 哩 數	972M—04C	1,204M—46C	5,681M—60C	946M—76C	33M—00C
走 行 噸 哩 數	8,183	13,501	53,752	8,958.6	308.0
電 力 量 (K.W.H)	4,233.6	5,937.6	27,937.8	4,656.3	160.5

第 46 表

	金額	噸哩當り	
運轉費	1,685	0.0310	1ヶ月平均噸哩 8,958 但し電車の自重を含まず
變電所費	855	0.0159	
電氣機關車修繕費	727	0.0135	
電車線路費		0.0054	
電力費	1,018	0.0202	
		0.0860	

即ち噸杆につき 0.053 圓に相當する。

2. 蓄電池式電氣機關車

架空線式機關車の缺點を補ふために第 127 圖の如き蓄電池機關車がある。これは豫め蓄電された電池を積込んで居て、それから電流をとるのであるから、停電事故等に關係なく、軌道のある所なれば何處までも自由に運轉する事が出来るので隧道工事には非常に便利である。

第 127 圖 5 噸蓄電池機關車



この種の機關車の不利な點は

- a. 速力遅く長距離運轉に適しない。普通の速度は一時間 5 軒乃至 8 軒である。
- b. 數時間毎に新に蓄電した電池と交換する必要がある。
- c. 運轉費が多少高價となる。

然しこれ等の不利はこの式の機關車

の有利な點に比して甚だ些少である爲めに、最近の隧道工事には主としてこの種の機關車が採用され、將來は相當長い隧道でも蓄電池機關車のみで作業するものと思はれる。上越線清水隧道、熱海線丹那隧道等では完成區間までは架空線式を用ひ、それより奥は手押又は蓄電池式を用ひた。目下工事中の岩徳線欽明路隧道では蓄電池機關車のみを用ひて居る。

大體の構造の一例を示す爲めに欽明路隧道で使用中の 5 噸の蓄電池機關車の仕様書及び他の 1, 2 例の要項を次に示す。

蓄電池機關車仕様書 (第 127 圖参照)

1. 運轉すべき軌道の状態

- (イ) 軌間 610mm (24吋)
  - (ロ) 軌條 I 型 1m の重量 9~15kg
  - (ハ) 最急勾配 100 分ノ 1
  - (ニ) 最小半徑 7,600mm (25呎)
2. 型式機能並構造
- 型式 中央運轉室型
- 機能
- (イ) 重量 6 噸 (蓄電池を積載せる場合)
  - (ロ) 定格速度 毎時約 5km
  - (ハ) 牽引力 定格速度に於て約 1,110kg
  - (ニ) 電動機種類 直流直捲全密閉型
  - 容量 10 HP (一臺に付)
  - 電壓 120 ヴォルト
  - 箇數 2 臺 (1輛分)
  - (ホ) 蓄電池種類 エポナイトクラウド型、鉛蓄電池
  - 容量 367 アンペア時 (1箇に付) 以上 (6時間率)
  - 箇數 60箇 (1輛分)
- 右全數を二分して各鐵函内に納め中央運轉室の兩側に積載するものとす。鐵函はローラーを具備し運搬積替に便ならしむべし。
- 直接制御直列式、轉向器付
3. 構造
- (イ) 車輛限界高 軌條面上 1,470mm. 以内
  - 幅 1,070mm. ♯
  - 長 4,000mm. ♯
  - (ロ) 車軸數 2
  - (ハ) 軌條面と車體部分との間隙 75mm 以上
  - (ニ) 減速裝置 手動式
  - (ヘ) 車輪 鋼
  - (ト) 連結器中心の高さ 軌條面上 228mm (9吋) 乃至 457mm (18吋) 間に於て 4 段に連結中心を區分すべし。
  - (チ) 運轉手室 車體の中央に設備し常時無蓋とし必要に応じて着脱自由なる防水カンプスにて屋根側面等を覆ひ見透し窓等具備せしむべし。室内には運轉手座席を具備し、運轉手は運轉正姿の位置にて先方約 10m の點を見透し得るものとす。
4. 設備事項
- (イ) 撤砂裝置 1 式



- (ロ) 警 鈴 1 組
- (ハ) 前 照 燈 2 箇(前後に各 1 箇宛)
- (ニ) 手提燈用ソケット 1 箇
- (ホ) 運轉手室燈 1 箇
- (ヘ) 手 提 燈(電線及プラグ付) 1 組
- (ト) 電燈回路用開閉器 1 式
- (チ) 充電用栓、電線及栓受 1 組
- (リ) 開閉器類、安全装置、起動用抵抗器其他 1 式
- (ヌ) 電 量 計 1 個(運轉手室に取付)
- (ル) 直 流 電 壓 計 1 個

5. 豫 備 品 (機關車 1 輛に對するもの)

- (イ) 電動子(小齒車付) 1 輛分
- (ロ) 電動子線輪 1 〃
- (ハ) 電 磁 線 輪 電動機 1 箇分
- (ニ) 電 刷 子 1 輛分
- (ホ) 制 動 子 2 〃
- (ヘ) 電 量 子 1 〃
- (ト) 蓄電池及鐵製納函 1 〃  
(電量計其他附屬品一式付)
- (チ) 栓 及 栓 受 各種に付一輛分
- (リ) 防 水 カンバス (運轉手室用) 1 輛分

6. 試 験

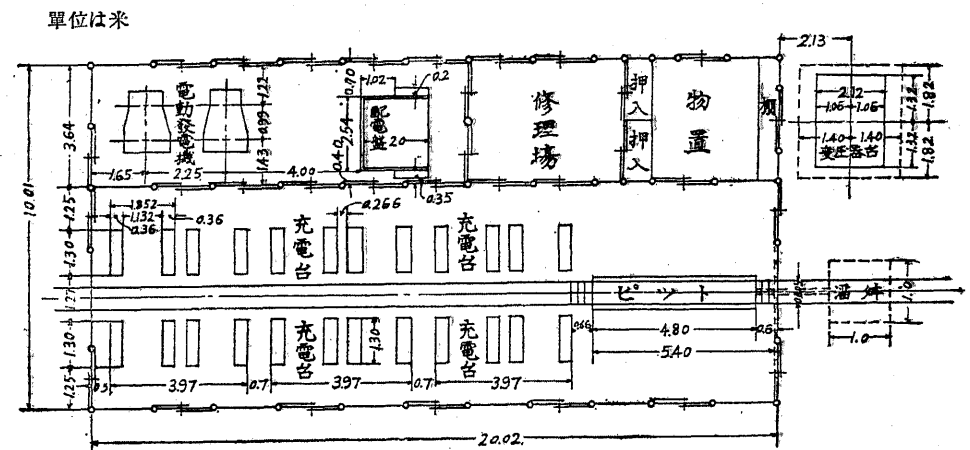
本機關車の各部分は製作者の定格に基き米國電氣工程師會標準の規準に準據し行へる試験に合格する事を要す。

第 47 表 蓄 電 池 機 關 車 (日立要覽による)

		3 ton	6 ton
軌 間	m.m.	508	762
定 格 速 度	km/hr	6.4	5
定 格 速 度 に 於 ける 牽 引 力	kg	320	880
發 車 に 於 ける 牽 引 力	〃	430	
運 轉 整 備 の 時 總 重 量	ton	3	6
電 壓	V	直 流 80	直 流 80
動 輪 用 電 動 機	HP.	2 × 4 PH	防 水 型 2 × 8 PH
制 動 機 種 類		手 働 制 動 機	手 働 制 動 機
齒 車 比		26.2 : 21	114 : 15
動 輪 直 徑	m.m.	508	760
輪 軸 距 離	〃	900	1,200
最 大 (長 × 幅 × 高)	〃	3,300 × 940 × 1,000	4,326 × 1,320 × 1,500
蓄 電 池		湯 淺 VS-8 型	湯 淺 VFH-15 型
蓄 電 池 容 量		245 Ahr (6 時間放電)	458 Ahr (6 時間放電)
蓄 電 池 數		40	40
連 結 器 高	m.m.		381

蓄電池機關車は7乃至8時間運轉する毎に電池の充電を行ふ必要があつて、この充電に冬期に於て8時間位かかるのである。充電用の電流は直流であつて、一般に隧道に使用する他の電流は交流であるから、充電所の設備も架空線電車を用ふる場合と同様廻轉變流機又は電動發電機によつて變流する必要がある。最近真空管を用ふる變流機が出来、目下信濃川水力發電水路工事に使用して居る。取扱簡單で設備の面積も甚だ小さくてよい。この變流機の外形寸法は幅 35.5 匁、長さ 55.5 匁、高さ 64 匁、容量 5 K. W. で 6 輛蓄電車の電池を充電するに平均 8 時間を要する。將來真空管の製作技術の進歩に従つてこの種のものも多く用ひられる様になる事と思ふ。岩徳線欽明路隧道では 2 臺の電動發電機を使用し、配電盤を通じて各蓄電池に充電を行ふのであつて、第 128 圖は充電所内の配置圖で、第 129 圖は其の實況である。こゝに用ひた設備機械の要項を摘記すると次の通りである。

第 128 圖 岩徳線師木野充電所機械器具装置平面圖



- 電動發電機 2 臺 (日立製作所製)
- 電動機の種類 3 相交流誘導電動機
- 製作所の型式 H(開放型)
- 容量 50K.W.(67HP)
- 電 壓 200 V
- 電 流 185 A.
- 回 轉 數 720.-864.
- 波 數 50-60
- 發電機の種類 直流(複捲・分捲)發電機
- 製作所の型式 B O F(開放型)
- 容量 40K.W.
- 電 壓 200 V.
- 電 流 200 A.
- 回 轉 數 720.-864.

第 129 圖



配電盤装置

電動發電機盤 2 面 (日立製作所)

各盤に交流電流計, 直流電流計, 直流電壓計, 各 1 ケ, 交流積算電力計 1 ケ, 双型開閉器交流及直流通用各 1 ケ, 自動遮断器 1 ケ, 電圧調整用界磁抵抗器, 氣中遮断器各 1 ケ, 標示燈赤青各 1 ケを備ふ。

充放電盤 6 面 (同上製)

各盤に電壓計, 電流計, 電量計, 自動遮断器, 充電々流調整用抵抗器, 充放電用双型開閉器, 氣中遮断器各 1 ケ, 標示燈赤青各 1 ケを備ふ。

この隧道ではこの種の機關車 8 臺を備へて礪出しと材料運搬とは全部これによつたのであつて設備費の合計 53,000 圓を要し, 原償却と利子とを合算して月額約 1,100 圓に相當した。其の内譯を示すと第 48 表の様である。

第 48 表 蓄電池機關車運轉設備費及償却並利子算出内譯表

費目	數量	金額	償却年數	償却費	利子	償却費利子合計
主要機械						
6 連蓄電池機關車(蓄電池一組付)	3 臺	24,780	7	295,000	61,583	356,583
蓄電池(機關車其他の豫備品共)	3 組	13,770	2.5	459,000	57,375	516,375
電動發電機	2 臺	5,200	15	28,888	21,666	50,554
配電盤(電動發電機盤)	2 面	1,240	15	6,888	5,166	12,054
〃 (充放電盤)	6 〃	4,440	15	24,666	18,500	43,166
小計		49,430		814,442	164,290	978,732
設備費						
充電用機械据付		659	30ヶ月	21,966	2,745	24,711
蓄電池(積卸用金物組立)		280	〃	9,333	1,166	10,499
充電臺及ピット設備(軌條を含む)		538	〃	17,933	2,241	20,174
充電用變壓器設備		460	〃	15,333	1,916	17,250
充電用具・其他雜費		75	〃	2,500	312	2,812
機械運送費		110	〃	3,666	458	4,124
上家費		1,576	〃	52,530	6,566	59,096
地築費		230	〃	7,666	958	8,624
用地費			(月額)	12,333		12,333
小計		3,928		143,260	16,362	159,623
合計(月額)		53,358		957,702	180,652	1,138,355

又同隧道の昭和 7 年 5 月より 8 年 4 月までの 1 年間の統計によると, 1 連桿當り運轉費は平均 5 錢 2 厘で, 最大の月の平均が 9 錢 8 厘であつた。但しこの數字は電力料金 1 k.w. 3 錢 5 厘で牽引連桿數には機關車の自重を含めずして計算されたものであつて, 第 49 表は其の運轉成績及び費用の内譯を示すものである。

第 49 表 岩徳線欽明路隧道 6 連蓄電池機關車運轉費調 (昭和 7 年 5 月—8 年 4 月)

率引總連桿 (A)	連桿	12ヶ月間合計	平均 1ヶ月	最大 1ヶ月	
電力費	電力量 K.W.H.	100,429.7	8,369.1	12,829.2	
物	金額 圓	3,614.934	301.245	449.022	
人件費	人員 圓	2,386.659	198.888	436.466	
費	充電所	延人員 圓	1,947.25	162.27	214.25
	電車運轉	延人員 圓	2,524.342	210.362	282.382
	電車手入及修理	延人員 圓	3,183.96	265.33	370.11
小計	延人員 圓	3,736.366	311.364	446.673	
經常費及利子	合計 (B/A)	627.75	52.31	84.10	
	合計 (B+C/A)	756.070	63.006	101.119	
經常費及利子	合計 (B+C)	5,758.96	479.91	623.01	
經常費及利子	合計 (B+C/A)	7,016.780	584.731	780.343	
經常費及利子	合計 (B+C/A)	13,023.373	1,085.281	1,670.851	
經常費及利子	合計 (B+C/A)	13,660.260	1,138.355	1,138.355	
經常費及利子	合計 (B+C/A)	26,683.633	2,223.636	2,809.206	
1 連桿當の經費	錢	27.9	2.32	3.7	
	錢	34.2	2.85	6.8	
	錢	62.2	5.163	9.8	

- 備考 1. 電車運轉用人件費は機關車 1 輛に對して運轉手及車掌各 1 人を計上す。  
 2. 電力量は電動發電機の入力を示し 1 K.W. 當り 3.5 錢  
 3. 牽引連桿數には蓄電池の自重を含まず。

3. 架空線及蓄電池併用式機關車

これは架空線を架設する事が出来る所はポールを出して架空線によつて運轉をし, 架空線のない所へ來るとポールを倒して蓄電池から電流をとつて低速の運轉をするのである。この種の機關車は其の價格が他のものに比して稍高價であるが, 架空線式及蓄電池式を別々に設備する場合に起る不便を除く事が出来る。山田線第 1 飛鳥隧道ではこの種のもの 2 臺を用ひ相當の成績を挙げた。第 130 圖は第 1 飛鳥隧道に用ひたもので其の要項は次の如きものである。

第 130 圖



- |           |          |
|-----------|----------|
| 機關車の全重量   | 4 英噸     |
| 格定牽引力     | 1286 封度  |
| 起動最大牽引力   | 1920 封度  |
| 架空線使用毎時速力 | 4.7 哩    |
| 蓄電池使用毎時速力 | 3.0 哩    |
| 軌間        | 2呎 6吋    |
| ホイールベース   | 3呎 6吋    |
| 全長        | 11呎 9吋   |
| 高さ        | 5呎 0吋    |
| 全幅        | 4呎 2吋    |
| 連結器中心の高さ  | 1 呎 3吋   |
| 車輪の直徑     | 1 呎 4吋   |
| 電動機電壓     | 250 ボルト  |
| 電動機馬力及數   | 8 馬力 2 基 |
| 電池數       | 90 個     |
| 規定電壓      | 180 ボルト  |