

## 第四編 線路撰定上の經濟的考察

(Economic Studies of Railway Location)

線路を敷設するには其線路の經濟的價値を調べなければならない。夫れは建設費を調査すると共に運輸収入と營業費の調査が大切である。運輸の収入は線路の通過地點、停車場の位置によりて大なる相違あり。又營業費は勾配曲線等線路形状により石炭の消費量、車輛の修繕費、軌道の維持費に相違を來たす。故に經濟的價値ある線路ならしめんとする爲めには此の三項の精細なる調査を最も必要となし、之を好條件ならしむる爲めに線路の位置形状は之に適合する様なさなければならぬ。建設費は既に前編に於て述べたるにより本編に於ては運輸収入と線路の形状の上より營業費に與ふる影響に就て述べんとする。

△(本編も前編と同じ建設編(第五編)の後に始むるをよしとす)

### 第一章 旅客及び貨物數量 (Volume of Traffics)

線路の既に開通せる所にありては旅客貨物の數量及び其の増加量は容易に統計によりて知ることが出來て線路の増設其の他設備の改良擴張の計畫に資することが出来るが未開業の區間においては貨物旅客の數量並に増加量は精確に算定することは容易のことではない。

鐵道の開通は其の通過する處の地方の交通に大なる變動を與ふるが故に、鐵道開通前の旅客貨物の移動に大なる變化をもたらし、又其の地方に於ける殖産工業も鐵道の便を得て大いに發達すると共に其の發達の程度も種類によりて遲速ありて之を精確に豫定することは困難である。故に旅客及び貨物量を求むるに鐵道通過地點の人口を調査して之を此の函數となして之に地方的の特徴を加味して求むるより外ない。

#### 第一節 停車場の勢力範圍

(Station Circle with Regard to Volume of Traffics)

停車場の勢力範圍とは其の停車場に客貨物の集り來る地域の廣さであつて、其の地域は山脈河川及び道路の状態並に電車、軌道又は自動車等の交通機關の設備によりて影響を受くるものなるを以て、交通の状態に徴して其の範圍を定めて新に出来る停車場に近くて之を利用する範圍と距離が遠きため依然として既設停車場又は次の新設の停車場の範圍に屬するものなるかを區別することが大切である。之を明にする爲めには陸地測量部の五萬分の一地形圖に色別記入することが

便利である。

### 第二節 旅客數 (Passengers)

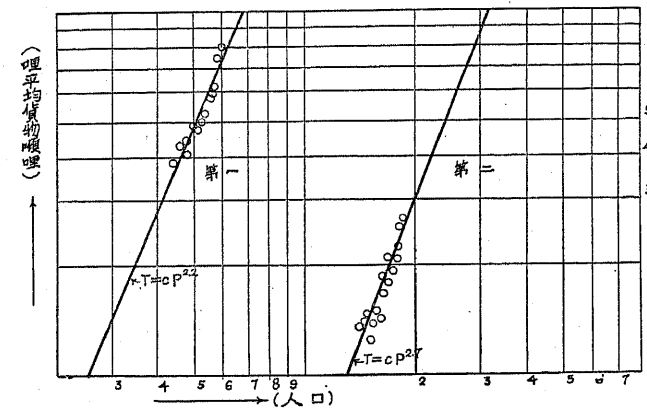
旅客數は新設停車場の勢力範圍内の人口を基礎として其の人口によりて乗車人員を推定するのであるが、之は既設線路に於ける沿線の人口と乗車率とを参考として類似線路を求め之によりて新設の旅客數を推定するのが良方法である。

[I] アメリカ合衆國の統計によれば人口の増加と客貨物増加の量との關係を知るに對數座標の上に運輸數量を縦距にとり人口を横距にとりて曲線を畫きたるに其のものは直線にて次の式にて表すことが出來た。

$$\log T = \log C + x \log P.$$

$$\therefore T = CP^x \dots \dots (76)$$

T=貨物量, P=人口, C=定數, x=線路の種類によりて異なる傾き



第 66 圖

故に新線に於けるものは既設線路の内の状況の類似せる線路の C と x を求めて此公式によりて求むることが出来る。

[II] 又他の方法として其の地方の文化程度によりて各一人の一年間の乗車回数は推定することが出来る。

歐洲に於ける例として人口一人に對して一年間の乗車回数を調ぶるに

旅行率少き地方	2 回乃至 5 回
” 中位 ”	5 ” ” 10 ”
” 多き ”	10 ” ” 15 ”
” 著しく多き地方	15 ” ” 22 ”

次に停車場迄の距離の遠近によりて旅行率に著しく相違がある故に停車場迄の距離によりて次の係數を乗ずることが必要である。

停車場よりの距離	係數
1 km	0.9
2 ”	0.45
3 ”	0.31
4 ”	0.21

5 km	0.14
6 "	0.09
7 "	0.06
8 "	0.03
9 "	0.01

〔III〕 我國國有鐵道に於ける新設線路の旅客運輸量の調査方法は前掲のものと稍類似するも、現存線路に於けるものを各別々に統計より調査して曲線に表して公式を作り各線路特有の係數を見出し置き新設線路の場合は類似線路によりて運輸量を計算するのである。以下此の方法によりて述ぶることとする。

(1) 乗車人員

$$T = K \times \frac{P}{L^n} \dots \dots \dots (77)$$

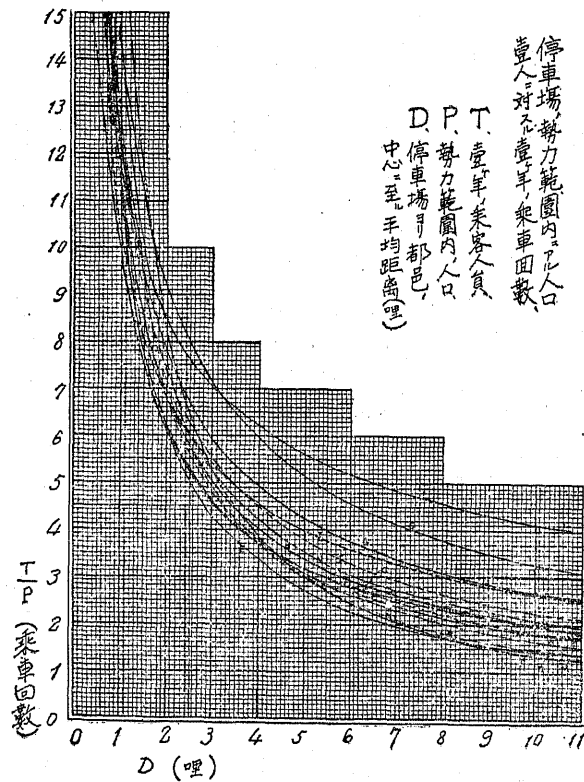
T=一年間の乗車人員

P=停車場勢力範囲内の人口

L=停車場より都邑の中心に至る平均距離(杆)

K, n = 定數

(此の距離は 16 杆以下とし 1.6 杆以下のものは 1.6 杆に切り上ぐ)



第 67 圖

尙 P は各部落毎に分ち停車場迄の距離によりて各乗車人員を計算し之を總計するものとす。

$$\text{總乗車人員} = \sum K \frac{P}{L^n}$$

K, n は各線に於ける特殊の係數にして既設線路の統計によりて求め次に示すものである。

前の曲線に於て見る如く停車場の近距離に於ては乗車回數は大にして距離の遠くなるに従つて著しく減少する。之を見て停車場が都邑に近きによりて鐵道の収益に如何に關係あるかを知る事が出来る。

符號	線名	區 間	停車場數	總 乘 客 人 員	勢力範囲内總人口	T=KP/L <sup>n</sup>		T= 乗車人員 (一年間) P= 人口 L= 距離 (杆) K, n = 係數
						K	n	
A	美 禰 線	厚狹止明市間、厚狹、吉則、長門湯本、正明市を除外す	6	165,072	22,334	16.438	0.65	
B	羽 越 線	新津村上間、村上を除外す	10	1,020,054	215,942	16.539	0.76	
C	七 尾 線	津幡七尾間、津幡、羽咋、七尾を除外す	11	585,681	80,150	13.511	0.69	
D	左 澤 線	山 形 左 澤 間	7	765,448	150,840	15.330	0.77	
E	大船渡線	一ノ關摺澤間、一ノ關を除外す	4	157,786	68,677	17.170	0.89	
F	唐 津 線	久 保 田 西 唐 津 間	11	1,090,389	175,003	30.810	1.12	
G	伯備北線	伯 耆 大 山 上 石 見 間	9	421,656	54,125	19.486	0.64	
H	陸羽東線	小牛田新庄間、瀨見を除外す	11	648,361	120,115	20.175	0.90	
I	大 湯 線	大 分 北 由 布 間	10	546,109	89,356	13.458	0.58	
J	會 津 線	會 津 若 松 會 津 坂 下 間	6	522,083	127,229	17.271	0.731	
K	紀勢東線	相 可 口 三 瀬 谷 間	6	201,725	73,056	24.239	1.01	
L	八 戸 線	鮫 種 市 間	4	230,583	30,288	14.008	0.44	
M	石 巻 線	小牛田石巻間、小牛田驛を除外す	5	561,900	142,408	16.494	0.78	
N	磐越東線	平 郡 山 間、平、郡山を除外す	11	683,696	132,745	17.386	0.76	
O	留 萌 線	深 川 増 毛 間	12	442,552	81,703	19.214	0.55	
P	山 口 線	山 口 石 見 益 田 間	12	635,032	95,089	13.720	0.44	
Q	伯備北線	伯 耆 大 山 生 山 間	7	388,822	56,375	16.845	0.53	
R	根室本線	釧 路 根 室 間	17	371,584	72,697	17.946	0.66	
S	高 知 線	須 崎 高 知 間	7	426,255	125,592	12.941	0.54	
T	贛 豫 線	川 之 江 今 治 間	13	1,482,388	269,379	10.043	0.45	
U	宮 地 線	熊 本 宮 地 間	13	799,088	155,001	10.081	0.46	
V	上越北線	宮 内 鹽 澤 間	10	740,620	204,421	9.878	0.53	
W	大 湊 線	野 邊 地 大 湊 間	6	144,533	52,694	13.362	0.66	
X	湯 前 線	人 吉 湯 前 間	6	511,759	63,507	23.785	0.92	

Y	上越南線	新前橋沼田間、澁川を除外す	6	371.107	111.629	9.916	0.61
Z	高山線	岐阜上麻生間、岐阜を除外す	10	542.130	178.025	14.037	0.76
備考	人口は大正十四年十月一日現在内閣統計局調査による 乗客人員・A.Cは大正十四年度、D.E.Fは大正十五年度 其他は大正十三年度鐵道省經理局の調査による。						

故に新設線路に於ては上の式によりて今敷設せんとする所の線路の色彩が何れの線路に類似せるかを推定して之に該當する係數をとり、新設停車場の勢力範囲内の人口と其の住居の平均距離とを測りて、各異りたる距離毎の乗車人員を知り之等を合計して總乗車人員を知るのである。

(2) 既設線路よりの新線路内に到着する旅客數

新設線路が既設の線路に聯絡するときは其の鐵道より移乗する旅客數を前項に加算するを要す。此の數は次の方法によりて求むる。

既設の線路に於て總乗車人員を調べ此の内線内の乗車人員と他線よりの移乗した旅客數を調査して此の割合を掲げたのが次の表である。故に新線にありては線内の總乗車人員を調査して似寄りたる既設線路の表の割合を乗ずるときは移乗し來る人員を計算することが出来る。

接續驛及線外より線内各驛に到着する旅客乗車人員割合

大正十年度 (定期を除く)

區 間	新 程	停車場數 (接續驛を除く)	接續驛を除き線内各驛總乗車人員 (A <sub>p</sub> )	接續驛及線外より新線各驛に到着する人員 (B <sub>p</sub> )	$\frac{B_p}{A_p}$
喜多方 新津	94.5 <sup>新</sup>	12	638.352人	322.075人	0.50
木更津 安房北條	54.7	11	855.974	593.155	0.69
鹽 尻 名古屋	175.1	24	923.660	344.809	0.37
大 府 武 豊	19.3	4	673.776	335.067	0.50
出雲今市 濱 田	88.7	17	963.782	368.431	0.38
南延岡 宮 崎	80.5	12	622.304	186.691	0.30

大正十二年度 (定期を除く)

敦 賀 新鶴舞	83.5	12	807.781	314.704	0.39
米 原 福 井	110.7	18	1,731.942	995.666	0.57
岐 阜 下麻生	37.8	9	456.356	260.483	0.57
姫 路 和田山	65.8	11	618.026	372.886	0.60
相可口 栃 原	12.6	3	94.574	87.393	0.92
伯耆大山 黒 板	34.8	5	324.044	161.843	0.50
川内町 野田郷	41.5	7	394.148	111.173	0.28

釧 路 根 室	135.3	16	248.636	87.687	0.35
深 川 増 毛	66.8	11	385.040	124.530	0.32
秋 田 羽後龜田	28.0	5	303.664	136.154	0.45
但し姫路和田山間は大正十四年度					

(3) 特殊關係の旅客數

其の地方に名所舊蹟があり又温泉場とか海水浴場とかの遊覽地があり、又は神社佛閣のある爲め多數參詣者のある場合又工場、炭坑、鑛山地帯である爲めに澤山の人の出入のある場所等は其の交通運輸の詳細を調査して其の數量を前述の數に加算するを要す。

第三節 總乗車人軒 (Passenger-Kilometer)

乗客一人一軒の乗車を人軒とし、之を收入の基數とする旅客數は前述に依りて知ることを得たが、次に乗車區間を調べねばならない。

新設驛に接續驛及線路外より來る乗車人員は前表より知ることが出来たが、此の人數が何れの驛に降車するかを定めねばならない。之は各驛の乗車人員に比例するものとして按分比例によりて分つより外はない。而して接續驛よりの各驛迄の距離を乗じて乗車人軒を計算するのである。

新線が兩端にて既設驛と接續するときは乗車數の割合は此の地方の交通状態の實況に徴して定める。

例

今次の表にて A, B, C, D, E, F, G を新線中の驛とし、A 及 G を他の線路との接續驛、又 A 方面を上りとする。

各驛の乗車人員は勢力範囲内の人口により又接續驛 A, G の乗車人員は  $\frac{B_p}{A_p}$  より求めて上欄に掲げる。此の際兩接續驛の乗車人員の割合は土地の交通状態によりて定める。

此の各の數字を自驛外の乗車人員に按分して各驛に分配したる數は中央斜線の左右の數字で斜線の右は下り方面、左は上り方面である。

斯くして各驛間の通過を知るのであるが驛間の距離を知るときは全體の人軒を計算することが出来て第二表に示すものである。

$$\text{新驛全乗車人員} = 107,476 + 77,780 + 84,725 + 37,862 + 24,587 = 332,430$$

$$\text{A 及 G よりの移乗人員} = 332,430 \times \frac{B_p}{A_p} = 332,430 \times 0.7 = 232,700$$

232,700 を土地の状況によりて分つ。

$$\text{A 驛} \text{---} 232,700 \times 85\% = 196,214$$

$$\text{G 驛} \text{---} \text{ " } \times 15\% = 36,819$$

各驛の乗車人員を自驛外の乗車人數に按分比例によりて分ちたるものは第一表である。各驛間の距離は次表にて示す。故に人數に距離を乗じて總乗車人軒を知ることが出来る。

第一表

上  
←.....り

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
乗車人員	196 214	107 476	77 780	84 725	37 862	24 587	36 819
	(A)→	57 112	41 331	45 022	20 119	13 065	19 585
	46 046	(B)←	18 253	19 882	8 885	5 770	8 640
	31 294	17 141	(C)→	13 513	6 039	3 921	5 872
	34 581	18 941	13 708	(D)←	6 673	4 333	6 489
	14 081	7 713	5 582	6 080	(E)→	1 764	2 602
	8 919	4 886	3 536	3 851	1 721	(F)←	1 674
	13 666	7 486	5 417	5 901	2 637	1 712	(G)←

第二表

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	
下り通過人員	196 214	200 532	170 293	109 377	72 061	44 882		
上り "	148 587	158 708	138 576	87 118	58 020	36 819		
計	344 801	359 240	308 869	196 495	130 081	81 701		
驛間距離	3.4	3.3	3.0	5.0	6.1	4.6	計	
上り下り通過人員	1,172 323	1,185 472	926 427	982 445	793 494	375 825	5 436 006	

第四節 貨物數量 (Volume of Freights)

新設停車場勢力範圍は道路の状態と金融機關倉庫其の他の取引關係によりて旅客の場合と必ずしも一致するものではないから特に貨物に對する勢力範圍を調製することが必要である。而して獨逸の例を見るに勢力範圍を或る小區間に限定するとき到着及び發送の一年間の平均量は人口一人に付きて貨物少なきときは 1~2 匁 中位の所は 4~5 匁 多き所は 6~8 匁 著しく大なる所は 10~12 匁である。其の範圍を大きくとるときは此の量は減額するを要するは勿論である。

我國有鐵道に於て貨物量を重要貨物と普通貨物に分けて既設線路より統計により調べ上げたるものがある。之に就て説明する。

(1) 重要貨物

到着貨物 米、麥、大豆、鐵類、鑛石、石炭、煉瓦、肥料、木材、木炭、石材、石灰、繭

發送貨物 前記の外

食鹽、砂糖、和酒、煙草、綿、紙、陶磁器、燐寸、石油、麥粉、茶、鹽乾魚、鮮魚、綿絲、綿布、生絲、絹布、牛馬。

(a) 之等の重要貨物は今日迄車馬又は水運により運送せられたる數量を調査し、又既設鐵道の最寄の停車場より搬出搬入せられたる數量を調査して各品毎に出先行先を調べ次に尙町村勢によりて實地調査査定すべきものである。

(b) 鐵道の開通によりて貨物は益々啓發せられて鐵道の收入に甚大の影響を及ぼすべきものである。故に今後誘發せらるべき貨物に就ても精密に調査する必要がある。

(2) 普通貨物

普通貨物は前記の重要貨物を除きたる日常生活に必要な雜貨類にして人口の函數として取り扱ふを便とする。

我國有鐵道に於て普通貨物量を停車場の勢力範圍内の人口函數として色々の既設線路に付きて統計して調査したるものは次表の如きものである。

(A) 新設線路に於ける發送貨物と到着貨物

重要貨物を除きたる一ケ年の到着及發送數

線名	區間	重要貨物を除きたる一ケ年の到着噸數 F <sub>1</sub>	重要貨物を除きたる一ケ年の發送噸數 F <sub>2</sub>
A 美 禰 線	厚 狭・正明市間	0.149 P	0.290 P
B 羽 越 線	新 津・村上間	0.322 P	0.107 P
C 七 尾 線	津 幡・七尾間	0.164 P	0.113 P
D 左 澤 線	山 形・左澤間	0.287 P	0.121 P
E 大 船 渡 線	一ノ關・摺澤間	0.136 P	0.052 P
F 唐 津 線	久保田・西唐津間	0.249 P	0.151 P
G 伯 備 北 線	伯耆大山・上石見間	0.189 P	0.088 P
H 陸 羽 東 線	小牛田・新庄間	0.242 P	0.167 P
I 大 湯 線	大 分・北由布間	0.195 P	0.109 P
J 紀 勢 東 線	相 可 口・三瀬谷間	0.249 P	0.105 P
K 八 戸 線	鮫 鱒・種市間	0.132 P	0.154 P
L 石 卷 線	小牛田・石巻間	0.339 P	0.157 P
M 磐 越 東 線	平 塚・郡山間	0.221 P	0.496 P
N 會 津 線	會津若松・會津坂下間	0.114 P	0.125 P
O 留 萌 線	深 川・増毛間	0.385 P	0.218 P
P 山 口 線	山 口・石見益田間	0.168 P	0.134 P
Q 伯 備 北 線	伯耆大山・生山間	0.211 P	0.059 P
R 根 室 本 線	釧 路・根室間	0.418 P	0.499 P

S	高知線	須崎・高知間	0.075 P	0.157 P
T	讚豫線	川之江・今治間	0.108 P	0.067 P
U	宮地線	熊本・宮地間	0.105 P	0.078 P
V	上越北線	宮内・鹽澤間	0.170 P	0.054 P
W	大湊線	野邊地・大湊間	0.165 P	0.084 P
X	湯前線	人吉・湯前間	0.216 P	0.214 P
Y	上越南線	新前橋・沼田間	0.191 P	0.080 P
Z	高山線	岐阜・上麻生間	0.219 P	0.183 P

P は停車場の勢力範囲内に於ける人口。

停車場の勢力範囲は旅客の場合と一致せず。

B は大正十三年度 A, C, M, L, K, G. は大正十四年度 F, D, E, は大正十五年度 J, H, I. は昭和元年度 N. は自大正十五年十一月至昭和二年十月 經理局の調査に據る。

(B) 既設線路より新線路に到着する貨物

(a) 重要貨物

重要貨物は特に其の種類に就きて行き又は他線よりの發送地を調査するが故に明である。

(b) 普通貨物

色々の既設線路よりの統計によりて次表の如く自線内各驛總到着噸數と線外よりの到着噸數との比が調べられてあるにより普通貨物は線内各驛よりの到着噸數を知るときは似寄りの線路の係數を撰びて相乗によりて求むることが出来る。

接續驛及線外より線内各驛に到着貨物噸數割合

大正十年度 (重要品を除く)

區 間	綫 程	停車場數 (接續驛 を除く)	接續驛を除き線内各驛 貨物總到着噸數 (A <sub>G</sub> )	接續驛及線外より新線各 驛に到着する噸數 (B <sub>G</sub> )	B <sub>G</sub> A <sub>G</sub>
喜多方 新津	94.5	13	29,627	21,432	0.72
木更津 安房北條	54.7	11	19,563	16,294	0.83
鹽尻 名古屋	175.1	24	87,143	85,495	0.98
大府 武豊	19.3	4	43,488	41,302	0.95
出雲今市 濱田	88.7	17	28,210	20,503	0.73
南延岡 宮崎	80.5	12	12,186	10,967	0.90

大正十二年度 (重要品を除く)

敦賀 新舞鶴	83.5	12	27,711	22,413	0.81
--------	------	----	--------	--------	------

米原 福井	110.7	18	79,495	71,517	0.90
岐阜 下麻生	37.8	9	21,020	18,245	0.87
姫路 和田山	65.8	13	50,985	57,275	1.12
相可口 枋原	12.6	3	4,302	3,845	0.89
伯耆大山 黒板	34.8	5	7,607	6,751	0.89
川内町 野田郷	41.5	7	7,736	7,194	0.93

第五節 貨物輸送噸耗 (Ton-Kilometer)

1 噸 1 耗の輸送量を噸耗と云ひ、收入の基本とする貨物噸數は前述によるも距離を決定するには次の方法による。

(1) 重要貨物は其の品目毎に其の出先き及び行き先が明かなるが故に直ちに噸耗を計算することが出来る。

(2) 普通貨物

線内及び線外よりの貨物量は前表によりて知るを以て線内の各驛に向ての發送量は按分によりて決定する。只接續驛より線内驛に至る量は、各驛の到着全量と自線内よりの到着噸數は知られて居る故に其の差額だけが接續驛より到着する量である。若し接續驛が新線の両端にある場合は外線より入る貨物量は其の二つの驛の大きさ又は其の附近の状態によりて適當に分つより外はない。

例

第一表 重要貨物發着表

	A	B	C	D	E	F	G
發送貨物	3,745	42,835	6,054	14,118	2,173	4,860	17,197
	(A) →	1,488	1,090	1,023	86	48	
	← (B) →		192	1,700			
	← (C) →						241
	← (D) →						88
	← (E) →						
	← (F) →						1,722
	← (G) →					506	
	16,680	11					

第二表 普通貨物發着表 (人口の割合より見出す)

	(A)	B	C	D	E	F	G	計
發送貨物		3,074	1,585	1,876	356	392		
到着貨物		3,636	1,875	2,219	421	464		8,615

次に貨物の行先地を求む (第三表)

$\frac{Bg}{Ag} = 0.952$  とし A 及 G の發送の割合を 6:4 とするとき次の順序によりて計算する。

(1) 接續驛及線外よりの到着貨物 =  $8615 \times 0.953 = 8210 \times 0.6 = 4926$  (A)  
 $\times 0.4 = 3284$  (G)

(2) B-F 迄の發送貨物の各驛到着量を發送量によりて按分する。

(3) 線外より到着貨物の線内各驛への到着量を定む。

B...  $3636 - (350 + 423 + 72 + 80) = 2711 \times 0.6 = 1627$  Aより到着  
 $\times 0.4 = 1084$  Gより "

C...  $1875 - (392 + 218 + 37 + 41) = 1187 \times 0.6 = 712$   
 $\times 0.4 = 475$

F...  $464 - (97 + 45 + 54 + 9) = 259 \times 0.6 = 155$   
 $\times 0.4 = 104$

G...  $4926 - (1627 + 712 + 868 + 140 + 155) = 1424$

A...  $3284 - (104 + 94 + 579 + 475 + 1084) = 948$

第三表

	A	B	C	*D	E	F	G	
發送 (新線ヨリ)	(4 926)	3 074	1 585	1 876	356	392	(3 284)	(1)
	①→							
	1 219	←②→	392	465	88	97	813	
	561	350	←③→	214	41	45	374	(2)
	679	423	218	←④→	49	54	453	
	116	72	37	44	←⑤→	9	78	
	128	80	41	49	9	←⑥→	85	
	⑦→	1 627	712	868	140	155	(1 424)	(3)
	948	1 084	475	579	94	104	←⑧→	
到着 (新線ヨリ)	(3 651)	3 636	1 875	2 219	421	464	(3 227)	

第四表 重要貨物普通貨物通過距離表 (合計)

	A	B	C	D	E	F	G	
下通過噸數	8 671	9 303	7 838	4 206	3 879	5 284	重要普通貨物合計	
上 " "	8 642	46 280	40 327	25 649	23 310	20 481		
計	95 093	55 583	48 159	29 855	27 189	25 765		
驛間距離	3.4 驛	3.3	3.0	5.0	6.1	4.6	合計	
上下通過噸	323 316	183 424	144 477	149 275	165 853	118 519	1084 864	

第六節 新設線内を通過する貨客數

(Traffic Passing Through New Line)

若し新設線路が二つの既設線路に對し近道 (Short cut) の性質のものなるときは此の線路を通過する貨客の數は既成線によりて既成線各驛間に於ける旅客及び貨物發着驛別年報 (鐵道省) により關係各驛別に輸送量を求め累計し將來の誘導量をも推定して其の量を定む。

第七節 新設線路敷設の爲め既成線に及ぼす増加量

(Increase of Traffic over the Old Line Produced by the New Line)

(1) 旅客

既成線に於ける一人平均乗車料を見るに卷尾第六編第八表の如くにして 9~97 料に當る。而して總乗車料は此の數と接續驛へ集り來る數 (自線内より來る數と他線より來る數の合計) の相乗積へ或る % とを乗じたる數である。此の % は接續驛に於ける自驛乗降客と線外への發着人員の割合を地方の交通の狀態に徴して査定したるものである。此の際乗車料は類似したる線路を撰ぶは勿論である。

(2) 貨物

既成線に於ける貨物一噸平均輸送料は卷尾第九表の如く 47~616 料に當る。而して總噸料は此の内の類似線の噸數と接續驛に來る噸數の相乗積へ或る % を乗じたるものである。此の % は接續驛自驛の分と線外への發着噸數の割合を地方の取引關係に徴して査定したるものである。

出先及び行先の明瞭なるものは平均輸送料によらず接續驛より行先迄の距離によるものとする。

第八節 新線の運輸收入 (Revenue of New Line)

(1) 旅客收入

旅客一人料の賃率は現時の賃金により一錢六厘とし之に前節に於て求めたる新設線路に於ける人料數を乗ずるときは新線に於ける旅客收入が得らる。

(2) 貨物收入

貨物一噸料の賃率は現時の賃金により一錢九厘で之に前節に於て得たる新設線路の噸料を乗ずるときは貨物收入が得らる。

(3) 總收入

旅客、貨物の收入の和を以てする。

第九節 鐵道利用者の利益 (Public Interest)

今迄は鐵道企業者の利益にのみ就て論じたから次に又此の鐵道を利用する方面の利益に就て論ずる必要がある。

之は單に旅行費並に貨物輸送料に關する直接の利益のみで時間の節約、勞力の輕減、物資の誘導等は茲には述べない。

(1) 旅行費は鐵道線路の敷設前に要したる旅行費と鐵道開通後に要する費用との差を以て旅客の受くる利益とす。敷設前に旅客の要したる旅行費は其の地方の交通機關の有無又は種類に就て實地に就て調査

を要す。今或る線路に付き次の例をとる。

交通種類 人員百に對する場合	一人一軒當り 經費	經費
徒歩 40%	0.023	0.92
自轉車 30%	0.032	0.96
人力車 5%	0.125	0.63
自動車 20%	0.075	1.50
馬車 5%	0.062	0.31
計		4.32
平均一人軒に付きて		0.043

此の旅行費に各町村の人口の中心より目的地迄の距離を乗じ更に通過人員の數を乗じたるものが全經費である。

線路敷設後の旅行費は各町村人口の中心より新設驛迄の距離に前記の一軒の費用を乗じたるものと目的地迄の鐵道賃金との和に前記の通過人員の數を乗じたるものが全經費である。故に此の二者の差が旅行者の受くる利益となる譯である。

(2) 貨物に關しては旅客と同様線路敷設前の状況によりて平均一軒軒の輸送費を調査するを必要とする。

程 類	積載量 (噸)	一日の運搬距離 (軒)	一臺一日の賃金 (圓)	一軒軒運賃 (圓)	使用率 (%)	圓
手 車	0.3	16	2.50	0.52	10	0.052
馬 車	0.75	24	6.00	0.33	50	0.165
自動車	1.0	48	24.00	0.50	40	0.200
平均一軒軒運賃						0.417

斯くして此の平均軒軒の運賃に目的地迄の軒及輸送量を調査して其の相乗積と鐵道敷設後の最寄停車場迄の輸送費と鐵道運賃其他積卸費を合算したるものとを比較して後者の安價なるだけが鐵道敷設によりて受くる利益である。

## 第二章 經濟上より線路及停車場の撰定

(Economic Studies of Railway Lines and Stations)

線路及驛の撰定に於て比較線の存在するときは建設費と營業費を算出して投資額に對して利益の割合を求め、更に鐵道利用者の利益をも考慮して定むべきである。

### 第一節 鐵道の營業費 (Operating Expense)

鐵道の營業費は線路の性質、貨物の状態、管理の巧拙、經濟界の實況によりては極めて複雑にして一定の算式によりて律せんことは甚だ困難である。然れども既設線路の營業成績に照して概數を知る公式を編成することが出来る。

營業費の公式算出方法

(1) 營業費 (Wとす) は大體貨客の運輸數量に直接關係を有するものと否らざるものとの二者より成る。

(2) 運輸數量の單位は人哩單位を採り貨物一噸哩輸送費は旅客人哩の輸送費の八割六分に該當する(統計によりたるも線路によりて相違あり)。

(3) 運輸量 (T) によりて影響を受ける費用に次の三種類あり。

- a) 單に運輸量(T)のみに關係するもの
- b) 線路の標準勾配に對する抵抗力 (R<sub>1</sub><sup>#</sup>)に關係するもの

この抵抗は

$$R_1 = \frac{\sum(2240i + \frac{44.5}{r})l}{\sum l}$$

なる式にて表さるものである。

i 各機關庫區間に於ける線路最急勾配

l " " " 延長(哩)

r 最急勾配上に於ける最小曲線半徑(鎖)

c) 線路の平均抵抗力 (R<sub>2</sub><sup>#/T</sup>)に關係するもの(第三編十章十一節)。

前に述ぶる所によりて營業費の公式を組立つるときは次の形式となる。

$$W = A + (B + CR_1 + DR_2)T \dots \dots \dots (1)$$

A, B, C, D は定數にして求めんとする未知數である。之等を實際に於ける既設線路の營業成績より求めんとする。

今大正元年度に於ける國有鐵道中餘り優等ならざる線路北陸線外 17 線路(東海道線、山陽、東北、關西線の如き優等なるものを除く)の統計を擧ぐるときは卷尾第十表に掲ぐる所のものである。

今(1)式の A, B, C, D の値をして各線路に共通なる最近似數たらしむるには最小自乘法を適用するに第十表北陸線外諸線路に對する 18 觀測方程式(例へば北陸線に於ける A + (B + C × 35.59 + D × 12.79) × 2212 = 19.77 の如し)より基本式を作製するときは次の如し。

$$\left. \begin{aligned} (a) \quad & [1]A + [T]B + [R_1T]C + [R_2T]D - [W] = 0 \\ (b) \quad & [T]A + [T^2]B + [R_1T^2]C + [R_2T^2]D - [TW] = 0 \\ (c) \quad & [R_1T]A + [R_1T^2]B + [R_1^2T^2]C + [R_1R_2T^2]D - [R_1TW] = 0 \\ (d) \quad & [R_2T]A + [R_2T^2]B + [R_1R_2T^2]C + [R_2^2T^2]D - [R_2TW] = 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

此の式に各線に於ける相當値の合計數を入るときは次の如し。

$$(a) \quad 18A + 34836.84B + 1,308,986.47C + 446,488.44D - 373.52 = 0$$

(b) .....



(c) .....

(d) .....

此の式より未知数 A, B, C, D を算出するときは次の値を得る。

$$A=5.212 \quad B=0.0065566 \quad C=0.00001982$$

$$D=0.00005674$$

$$\therefore W=5.212+0.0065566T+0.00001982R_1T+0.00005674R_2T \dots\dots\dots(3)$$

(3)は求むる所の営業費公式にして貨物量及び線路抵抗  $R_1R_2$  を計算するによりて一日一哩の営業費を知ることが出来る。

尙現時の鐵道省建設局に於て用ふるものは次のものである。

$$W=6.88+(0.008655+0.0000261R_1+0.0000748R_2)T \dots\dots\dots(78)$$

$$W=一日一哩の営業費(圓) \quad R_1=前掲, \quad R_2=平均抵抗 \frac{W}{T} \text{ (2240)}$$

$T=$ 一日一哩の平均通過運輸數量(貨物噸數に0.86を乗じたるものと乗客人員との和)増加量に對する營業費は一人哩に付き9厘として計算す。

### 第二節 線路經濟表

(Table of Economic Studies of Railway Line)

前記する所によりて鐵道の建設費、乗客及び貨物收入及び營業費を知りたるを以て之を表に作りて其線の優劣を明かならしむると共に比較線の撰擇の便に供するものである。

線路經濟表

線路	建設費		貨物料		乗車料		貨物收入		乗客收入		貨客合計收入		營業費		建設費に對する利息	鐵道純益	鐵道利用者の利益	摘要
	合計	毎一軒	合計	毎一軒	合計	毎一軒	合計	毎一軒	合計	毎一軒	合計	毎一軒	合計	毎一軒				
	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	圓	

貨客合計收入より營業費を差し引き建設費に對する益金割合を全國 54 地方鐵道にて調査したるものは次のもので、大正10年の9分8厘より漸次減少して昭和6年には3分8厘に迄減少して金利以下に下り損失をなしつゝある鐵道は澤山ある。

大正元	割合厘	大正6	割合厘	大正11	割合厘	昭和2	割合厘
2	0.060	7	0.077	12	0.081	3	0.061
3	0.054	8	0.080	13	0.081	4	0.054
4	0.048	9	0.095	14	0.072	5	0.042
5	0.056	10	0.098	昭和元	0.071	6	0.038

比較線の決定には尙次の調査を必要とする。

- (a) 線路の形狀の上より輸送數量を調査して將來の増加する貨物量に對して充分の輸送能力を有するや否や、(第三編)。
- (b) 地方の將來の發展を考慮し之に應ずる地域の廣狹、停車場の水量水質等。
- (c) 他の交通機關河川道路又は他の鐵道との聯接關係。
- (d) 天然資源の有無將來の開發。
- (e) 名所舊蹟の有無。

### 第三節 停車場の位置撰定 (Location of Station)

停車場の位置は建設費及び運轉の上に於て左右せらるゝは勿論であるが、他方に於ては鐵道利用者の便宜、鐵道の收益の上より考慮せなければならぬ。停車場が市の中心に近き程利用者は便利となり乗車率も著しく増加して收益の増加するは前に述べた通りである。停車場の A, B 二地の内何れか利用者の便利の上より比較するときは次の通りである。

$P_1, P_2, P_3 \dots$  各町村の人口

$F_1, F_2, F_3 \dots$  Aより  $d_1d_2d_3$  の距離にある人口一人の一年乗車回數

$F'_1, F'_2, F'_3 \dots$  Bより  $d'_1d'_2d'_3$  " " "

$G_1, G_2, G_3 \dots$  各町村より停車場經由發着貨物の平均數量

L ..... 旅行者の一軒に對する陸行旅費(圓)

B ..... 貨物 " " (圓)

$$A \dots 2 (P_1F_1d_1+P_2F_2d_2+P_3F_3d_3+\dots)L+2(G_1d_1+G_2d_2+G_3d_3+\dots)B=T^{\text{甲}}$$

$$B \dots 2 (P_1F'_1d'_1+P_2F'_2d'_2+P_3F'_3d'_3+\dots)L+2(G_1d'_1+G_2d'_2+G_3d'_3+\dots)B=T'^{\text{甲}}$$

T, T' によりて何れか小なるものが旅客の便利とする所のもので停車場の位置が適當とする所のものである。

### 第三章 線路の形狀が營業費に及ぶ影響

(Effect of Operating Expense by Grade, Curve &c)

#### 第一節 列車料の營業費 (Operating Expense for Train-kilometer)

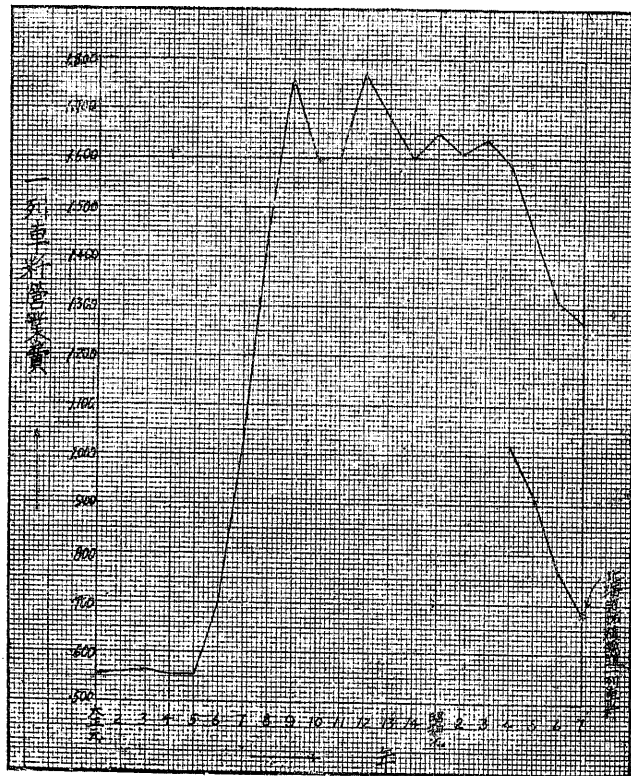
列車運轉費は列車の輕重によりて餘り相違がないから列車料を單位として計算する方便利である。之は線路を改良して勾配を緩にしたり、又曲線を取り去つた場合に營業費の節約額を計算す



るに用ふる。一列車杆の營業費にても線路の状況によりて差異があるは勿論で、東海道線の如き線路勾配の緩であり列車回数も多き所は營業費も小なるも、中央線の如き勾配強く列車回数も少き所にありては營業費は大である。又年度によりて貨物の状態、經濟界の状況によりても相違がある。今大正元年以後の各年の列車杆と營業費及一列車杆の平均營業費を擧ぐれば次の様である。

國 有 鐵 道							
年 別	列 車 杆	營 業 費	一 列 車 杆 營 業 費	年 別	列 車 杆	營 業 費	一 列 車 杆 營 業 費
大正元	86,876,237	47,960,456	0.55	大正12	138,816,609	246,702,755	1.78
2	92,861,110	51,520,590	0.56	13	149,155,875	250,961,781	1.68
3	97,322,597	54,626,342	0.56	14	152,162,131	244,388,693	1.61
4	95,462,746	52,829,035	0.55	昭和元	154,724,053	255,971,981	1.65
5	103,850,239	57,434,604	0.55	2	163,182,490	263,123,638	1.62
6	112,300,337	79,229,030	0.71	3	170,754,930	280,956,948	1.65
7	116,384,653	135,952,483	1.17	4	173,818,241	284,385,052	1.59
8	130,916,427	193,363,103	1.48	5	182,481,576	266,246,310	1.46
9	129,282,606	228,705,629	1.77	6	186,914,930	246,474,288	1.32
10	123,202,750	206,165,162	1.61	7	192,171,524	243,959,544	1.27
11	135,171,705	216,311,530	1.60				

國有鐵道各年度別一列車杆平均營業費圖表



第 68 圖

前表によるに大正五年迄は列車杆六十錢位にて平均値を保ちつゝありしが、大正九年同十二年に於ては一圓七十七錢に上り、大正十四年より昭和四年迄は一圓六十錢位の平均となり、夫れより下降し昭和七年は一圓三十錢迄下つて居る。

地方鐵道に於ては客貨物の状態によりて非常の相違があつて一概に云ふことが出来ない。營業費を極端に切り締める鐵道の例として北海道拓殖鐵道を擧ぐるときは昭和七年の一列車杆六十八錢にして丁度國有鐵道の半額に當り、詳細は巻尾第十一表に掲げたるものである。

### 第二節 營業費の分類と割合

(Classification of Operating Expense)

營業費は貨客の輸送に必要な経費、並に線路其他の維持費を包含するもので次表の如く分類する。

鐵道營業費の一番多くを占むるものは運輸運轉費で其他は保線費、修車費、保電費及び總經費の順序である。運輸費と運轉費は貨客の輸送に直接必要な費用で全費用の 60% 以上を占め、残り 40% が線路其他の維持に要する費用である。

	昭和二年度金額	百分率
1. 總 係 費	6,257.487	2.376
2. 保 線 費	47,719.761	18.133
3. 保 電 費	11,200.625	4.258
4. 修 車 費	27,506.358	10.453
5. 運 轉 費	78,795.857	29.944
6. 運 輸 費	91,653.597	34.834
	263,123.638	100.000

昭和七年度地方鐵道中北海道拓殖鐵道の營業費の割合を擧ぐるときは次の表のものである(費目の粗入方に多少の相違あるも大體を知ることが出来る)。巻尾第十一表の二参照。

	金額	百分率
保 存 費	31,579	33.3
汽 車 費	24,303	25.6
運 輸 費	16,151	17.0
總 計 費	3,007	3.2
諸 稅	2,893	3.1
建設營業關聯費分擔額	16,905	17.8
	94,838	100.0

尚諸費用を細分するときは次表に示すものである。是は年度によりて差異あり、以下昭和二年度のものを掲ぐ。此年度のものは五年間殆んど同一額を保ちたるものである。

昭和二年度 國有鐵道營業費分類表

費 目	科 目	金 額	割 合 %
總	俸 給	1,133,204 <sup>円</sup>	0.450
	死亡賜金	1,552	0.001
	休職俸給	1,269	0
	一時恩給繰入金	94,978	0.036
	執業費	3,213,363	1.221
	線路調査費	127,358	0.048

保 費	鐵道軌道監督費	170.457	0.065	
	研究所費	423.203	0.161	
	印刷所費	109.018	0.041	
	交際費	37.979	0.014	
	釀出金	103.314	0.039	
	外國行諸費	389.413	0.143	
	在外研究員諸費	374.827	0.142	
	缺損補填金	1.214	0	
	割掛費	25.840	0.010	
	計	6,257.488	2.376	
保 線 費	俸給	1,745.239	0.663	
	死亡賜金	8.019	0.003	
	休職俸給	2,814	0.001	
	執業費	2,778.103	1.056	
	線路修繕費	(31,435.037)	11.947	
	軌道費	(12,426.128)	4.722	
	軌條及同附屬品費	2,127.112	0.808	
	轉轆器及轆叉費	741.821	0.282	
	枕木費	6,635.978	2.522	2.733
	雜材料費	555.502	0.211	
	砂利費	1,656.833	0.630	0.899
	請負費	708.882	0.269	
	土工費	1,218.256	0.463	
	入船場費	68.403	0.026	0.880
	橋梁費	880.215	0.335	
	伏樋費	92.095	0.035	
	隧道費	123.125	0.047	
	停車場費	1,285.904	0.489	
	柵垣及境界杭費	100.977	0.038	
	防雪費	344.340	0.131	
	凍上費	99.222	0.038	
	鐵道手雇員備人給其他	13,598.480	5.168	
	被服費	555.365	0.211	5.607
	機械器具費	599.772	0.228	
	雜費	42.731	0.016	
建物修繕費	5,603.032	2.129		
除雪費	1,439.879	0.547		
保線區費	3,092.594	1.175		
看守費	1,360.814	0.517		
割掛費	249.130	0.095		
計	47,714.762	18.133		
保 電	俸給	695.082	0.264	
	死亡賜金	1.630	0.001	
	休職俸給	1,755	0.001	
	執業費	574.995	0.219	
	通信修繕費	(6,344.089)	2.411	
	通信線路費	2,593.156	0.986	
	自動信號線路費	76.359	0.029	
	通信電源費	271.991	0.103	
	自動信號電源費	164.279	0.062	
	通信機費	440.712	0.167	
	自動信號機費	138.179	0.053	
	鐵道手雇員備人給其他	2,290.622	0.871	

費	機械器具費	315,686	0.120
	雜費	53,103	0.020
	通信區費	991,496	0.377
	電力修繕費	2,030.653	0.772
	電力區費	459,065	0.174
	割掛費	101,810	0.039
計	11,200.625	4.258	
修 車 費	俸給	316.521	0.120
	休職俸給	58	0
	執業費	406.918	0.155
	諸車修繕費	[25,924.709]	9.852
	機關車費	12,347.328	4.693
	電氣機關車費	465.990	0.177
	客車費	5,594.154	2.126
	電車費	1,116.473	0.424
	貨車費	5,088.853	1.934
	機械器具費	232.650	0.088
	鐵道手雇員備人給其他	1,011.532	0.384
	電燈電力料	65.325	0.025
雜費	2,405	0.001	
機械修繕費	435.331	0.165	
割掛費	422.821	0.161	
計	27,506.358	10.453	
運 轉 費	俸給	4,115.100	1.563
	死亡賜金	15.810	0.006
	休職俸給	654	0
	執業費	1,829.596	0.695
	汽車費	[51,319.675]	19.504
	鐵道手雇員備人給其他	13,848.940	5.263
	被服費	550.029	0.209
	備品費	42.139	0.016
	雜消耗品費	133.178	0.051
	石炭費	35,366.199	13.441
	流動燃料費	126.260	0.048
	油脂費	782.346	0.297
	水料	402.192	0.153
	屑糸費	16.875	0.006
	雜費	51.517	0.020
	電機車費	1,600.128	0.608
	電車費	3,713.749	1.411
	機關車庫費	10,840.565	4.120
電車庫費	403.457	0.155	
檢車所費	4,583.512	1.744	
割掛費	363.610	0.138	
計	78,795.857	29.944	
運	俸給	8,669.834	3.295
	死亡賜金	28.264	0.011
	休職俸給	4,227	0.002
	執業費	4,271.367	1.623
	審查費	2,273.325	0.864
	廣告費	243.701	0.093
驛務費	58,495.160	22.231	

輸 費	看守費	989.390	0.376
	列車費	12,287.927	4.670
	諸車使用料	584.047	0.222
	諸車運送料	31.861	0.012
	地方鐵道列車費	25.417	0.010
	電車費	872.324	0.332
	車掌監督費	899.930	0.342
	列車電燈所費	1,434.883	0.545
	自動車費	320.116	0.122
	割掛費	221.820	0.084
	計	91,653.598	34.834
			99.998

第三節 水平直線上に於ける一列車杆の營業費

(Operating Expense of Train-kilometer on Level and Straight Line)

前記の營業費は勾配曲線を含む全體平均の營業費であるが、之が水平で直線であつたならば何程の營業費になるかを見んとする。

今昭和二年度の營業費を見るに一列車杆の平均は 1.62 にて列車杆の總計は 163,182,480 列車杆で補助機關車の走行杆は 7,412,553 杆である。又線路の状態は總營業杆の内一杆の上り下り平均は 2.9 米に當り又曲線の中心角度の偏倚は一杆に於て 31° の割合となつて居る(此の線路の状態は大正五年度のものを採りたるによりて幾分の相違あり)。斯る状態にて一列車杆の營業費が 1.62 となる。故に若し線路が水平で且つ直線の上り下りもなく且つ曲線もなく補助機關車も用ひない時に一列車杆の營業費は幾分減少する譯である。

水平直線一列車杆の費用を x とするとき次如く計算し得る。

今水平直線上に於ける平均抵抗は 3% の勾配と同じとなし營業費も同様とする(3% 勾配の一杆に於ける上りは 3m)。而して 3% の上りに要する増加費用は後説する如く營業費の 12% 増しであるから、上り下りの平均 2.9 米による増加費用は

$$x \times \frac{12}{100} \times \frac{1}{3^m} \times 2.9 \text{ である。}$$

又曲線に起因する増加費用は後節にある様に 24° の中心角を廻る費用と直線一杆の費用と同様で曲線による營業費の増加は 24% に當る。故に

$$x \times \frac{24}{100} \times \frac{1}{246} \times 31 \text{ である。}$$

補助機關車を使用する増加費用は營業費の 31% を増す(後説)。而して此年に用ひたるは 7,412,553 杆なれば

$$x \times \frac{31}{100} \times \frac{7,412,553}{163,182,490} \text{ である。}$$

故に

$$x + \frac{12}{100} x \times \frac{1}{3} \times 2.9 + \frac{24}{100} x \times \frac{1}{246} \times 31 + \frac{31}{100} x \times \frac{7,412,553}{163,182,490} = 1.62 \dots \dots (79)$$

$$x = 1.40$$

即ち全國の一般線路状態にて一列車杆が 1.62 のものが水平直線區間であつたならば 1.40 となる。

第四節 勾配の營業費に及ぼす影響

(Effect of Grade on Operating Expense)

急勾配線路に於ては機關車の牽引力に限度があるため貨車の數は制限せられて列車數も増加し營業費に大なる影響を與ふるものであるが茲では列車の重量を制限せざる勾配に就て論ずる。此勾配を營業費の上より Wellington 氏は三つに分て居るが、同方法による

A 級。上り下りが相連つて居るが下り勾配の麓で制限以上の速度に達せずしかも下り勾配で得たる速力は直に上り勾配に利用せらるゝ種類のもので平坦線と何等相違のないものである。只速力に變化がある位のものである。

B 級。下り勾配の前頭に於て蒸汽の供給を締切りて下降しブレーキを使用せざる程度のもので、又上り勾配に於て機關車は最大能力を出す迄に至らざるものである。

C 級。上り下りが一層急なる線路で上りに機關車は最大牽引力を用ひ、下りにも屢々ブレーキを使用しエナジーの消失尠なからざるものである。斯く上り下りを A, B, C 三級に分つが尙列車の種類に依りて此階級は自ら相違を來たし貨物列車で B 級なるものも旅客では A 級となり、又 C 級であるものも B 級となる場合もある。

此勾配が營業費に如何なる影響を及ぼすかを述べよう。

A. 勾配は緩かなもので機關車の蒸汽使用に變化を與へず、力の消費量としては直線上を走行すると何等變らないものである。

B, C. は營業費に影響がある。即ち高さ一米の上り下りに就て營業費の増加何程として計算するのである。今 3% の上り勾配(1 杆に對して 3m の上り)の抵抗が丁度水平線上の走行抵抗と同じものとし、石炭の消費量も同じと云ふ假定の下に計算する。

(1) 線路保存費。

勾配線に於ける線路保存費の増加は貨物の大量を牽引する爲めに車輪と軌條との間の粘着力を増加せん目的で撒砂することゝ、下り勾配に於ける撒水、又は煙筒より噴出する焚穀の砂利中に混じて保線作業を困難ならしむるに起因するので、實際に於ける状態を東海道箱根勾配線に就き述ぶるに、本箇所は今日東海道本線にて勾配急にして列車回数多く線路の毀損の割合大なる故に一般同勾配線路の保存費を論ずるには此保存費によることは適當ならざるも、此線路によりて大

體を述べ一般線路に及ぼさんとするのである。

撒砂 箱根區間山北沼津間の勾配は 25% 延長 44.3 km にて、上り勾配に撒砂量は一年間の平均 1 km に付き 18 立米に當り、其内最も多き處は兩側軌條上に 300 立米にも達す。

谷峨-駿河間 101.570km 下り線片側軌條上に撒砂量は時候によりて相違あるも次の量である。

片側軌條上撒砂量 1 米當り一ヶ月間

昭和4年11月	12月	5年1月	2月	3月	4月	平均
13.8 リットル	15.5 "	13.3 "	9.9 "	14.4 "	11.7 "	13.1 "

撒水。下り勾配に於てはブレーキを使用する。従てブレーキプロックと輪縁との間に熱を起し、之を冷却する爲めに水を注ぐ。此量は 1km に對して 1 日間 18,720 リットルに達す。爲めに線路は濕潤して枕木は軌條の爲め切り込み多くなり、地盤は弛み保守に困難となる。

機關車煙筒より噴出する焚殻。

上り勾配に於てはシリンダーより排出せらるゝ水蒸氣は煙筒を通り焚殻を伴ひ、焚殻は線路面に散亂し道床に混じて排水を不良状態に陥らしむ。同區間の内岩波-三島間の石炭殻の量を月に區分して 1 ヶ月間軌道 1 米當りのものを擧ぐれば次の量である。

昭和4年11月	12月	5年1月	2月	3月	4月	平均
25.2 リットル	31.4 "	29.1 "	26.8 "	26.9 "	28.3 "	27.9 "

即ち複線軌道 1 km に對して 1 ヶ年間 335 立米に當る。併し此量は線路の中間に柵を置きて測定したる量なれば、風の爲めに飛散して砂利に混入する分は減少するも、尙 11 ヶ月後に測定したるに三ヶ所の測定平均は砂利の 31% に達した。斯る状態に於ける砂利枕木軌條及び保守費は著しく増大するも、前記の通り一般に互る勾配線路に於ては輕減を要するものである。

砂利。勾配線に於ては砂及び焚殻の砂利中に混入すること多くして前記地方に於ける十數個所で平坦線と勾配線を區別して土砂混入量を測定せしに次の數を得た。

平坦線 18.9%

勾配線 35.8%

篩分作業は土砂の混入量より排水の如何によりて區別し、概ね 30% に達するときは此作業をなす。前記の如き 25% 個所にありては一年に一回を必要とするも勾配線なる爲め排水は良好にして之程迄に要しない。平坦線にては實際二年半乃至五年で三年位になすは普通である。故に平坦線に比して先づ餘計の所要量 150% とするは大差なき數である。而して本區間は列車の回數多く同一勾配區間に比して 2.5 倍の列車回數を有するが故に保修費も大となり一般同一勾配線に此數を用ふるは過大に失するが故に列車回數に準ずるとなし 2.5 にて除し 60% とす。

(此割合を以て以下述ぶる緩勾配線路保存費の割合を求むるは適當ならず。各勾配に對して夫れ夫れ統計より求むるを可とするも、斯るものなき故之を保存費の最高限度となし勾配の緩なるに従ひ遞減することとした。)

3% 勾配の割合を求むるときは

$$60\% \times \frac{3\%}{25\%} = 7\%$$

枕木。勾配線に於ては道床に砂及び焚殻が混入して排水を不十分にし腐蝕を速かならしむるのみならず、砂及び焚殻は軌條と枕木との間に入りて喰ひ込みを多くなし一層耐久年限を小にす。

此勾配線に於ける枕木取代へ數を腐蝕を 100 として平坦線と比較するときには次の様である。

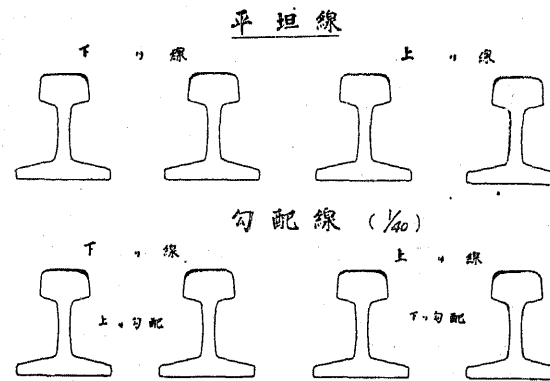
	腐蝕	喰込	大釘打能	割れ	計
勾配線	100%	212%	47%	71%	430%
平坦線	100	37	72	74	283

勾配線と平坦線にて腐蝕割合を同一とするも尙喰込其他に於て約 50% の増加である。故に前と同じく列車數により一般同一勾配線を推定せば 20% にして 3% 線路に於ては  $20\% \times \frac{3\%}{25\%} = 2.4\%$  である。

軌條。勾配線は上り勾配に於ては砂を撒布し下り勾配に於てブレーキを使用するによりて磨損を増し、加之水の撒布によりて腐蝕を増す。37kg 軌條が平坦線にて 20 年を使用し得るものも前記の個所に於ては 8 年を支持し得るのみであると云ふ。尙敷設後一年六ヶ月を經過して測定せる軌條断面を比較せば次圖の通りで、平坦線に對し勾配線は 10~20% 餘分の磨損を生じて居る。軌條の磨損の程度は使用期間中一様ならず。前半は  $\frac{1}{4}$  の磨損なるに後半は  $\frac{3}{4}$  の磨損なりと云はれて居る故、此磨損増加は尙之より大なるものである。

又下り線に於て軌條繼目個所の落ち込みが多くなり却て夫れが爲め軌條の取り更へを要するに至ることがある。

平坦線と勾配線の軌條磨耗比較圖



第 69 圖

今前記の割合より勾配線を平坦線に比して 150% 餘分に要するとなし、列車回數によりて他の同一勾配個所を推定するときには平坦線に比して 60% の増加となる。故に 3% 線路は同一割合をとるときは  $60 \times \frac{3\%}{25\%} = 7\%$  である。Wellington 氏は 5% 勾配に於て軌條の餘分の磨滅量を 10% なりと云ふて居る。故に 3% 勾配にては 6% にて略相似て居る。

保守費 工費の増加は砂利篩分、枕木交換、軌間通り直し高低直し、軌條目送り、枕木間隔整理、大釘打込み、ボルト締め等直接軌道に關係あるものは總保線工費の70%に當る。而して前記勾配區間に於て100%餘分の保守費を要するとせば前同様に3%に於て増加割合は $100\% \times 70\% \times \frac{1}{2.5} \times \frac{3}{25} = 3.4\%$ である。

B級に於ても下り勾配に於ける速度の大なる爲め線路の毀損を増しC級の $\frac{1}{4}$ の保存費を要するとする。

(2) 列車運轉に要する燃料費

石炭の消費量は大體三つに分つことが出来る。(1) 運轉用 (2) 列車入換用 (3) 點火及び保火用である。之等は線路の状態によりて異り其量は前編第七章第三節に述ぶる所によりて略精確に算定し得らるゝも尙鐵道省の統計に基きて算出するときは次の通りである。

今鐵道省の昭和二年度以降に於ける消費量の割合を掲ぐるときは次のものである。

年度	列車料	石炭消費量			列車料當り(噸)		
		運轉用(噸)	列車入換用(噸)	點火保火用(噸)	運轉用	列車入換用	點火保火用
昭和2	148,307,989	2,636,374,434	367,510,357	120,168,671	17.8	2.5	.81
3	153,620,162	2,669,024,067	365,594,103	123,882,118	17.4	2.4	.81
4	158,820,111	2,581,894,372	347,874,855	131,535,747	16.3	2.2	.83
5	160,834,501	2,430,410,900	327,117,617	123,271,585	15.1	2.0	.77
6	164,825,844	2,270,413,696	305,283,356	115,993,906	13.8	1.9	.70
7	168,323,711	2,544,488,639	293,569,138	108,858,469	15.1	1.7	.65
(消費量中には流動燃料を含み一升を夕張塊炭4斤に換算)				平均	15.9	2.1	.76
(列車料は總列車料より電氣列車の分を控除せり)				割合	84.8%	11.2%	4.1%

是は國有鐵道全體の消費量で勾配及曲線を含み、又此間の列車回數も各線區々である。次に平坦線に於ける消費量を求めんとする。室蘭線室蘭岩見澤間をとるときは次の通りである。

岩見澤室蘭間石炭消費量 (運轉用)

年度	列車料	運轉用(噸)	一列車料當り(噸)
昭和七年度	1,419,320	16,496,785	11.62

りて割合を求むるときは次の通りである。

	運轉用(噸)	列車入換用(噸)	點火保火用(噸)
	11.62	1.7	.65
割合	83.2%	12.2%	4.6%

運轉用として一列車料に付き11.6噸にして、尙入換用石炭及び點火保火用石炭を要し、同年度省線の一列車料當りのものを採

運轉用としての石炭の消費量は全量の83%である。

運轉用石炭を細分して更に(1)純運轉時に用ひらるもの、(2)列車待合せ中に消費せらるゝもの、

(3) 列車出發及び停止の爲めに消費せらるものとする。列車待合せ中に機關車を運轉状態に保

持せんとするには一時間石炭の10~15kgを要し一料を走行し得らるゝ量に相當する。而して又待合せ時間の割合は相當大なるものにて旅客列車でさへ走行時の $\frac{1}{4}$ に達し、次表のA.K. Shurtleff氏の實測せしものは運轉時の半にも達して居る。従て之が爲めに石炭の消費量は全石炭量の3~6%にも達する。

列車の出發及び停車の爲めに消費せらるゝ石炭量に就て今假に25km/hにて走行しつゝある列車エナジーは(56)式によりて2.6米の高さに上り45km/hにて走行して列車は8.5米の高所に引き上ると同じエナジーを有する。而して此エナジーは抵抗の上より前者は約1kmを走行する抵抗と同じく後者は約3kmを走行すると同じである。故に停車に際しては夫れ丈けのエナジーを消失する譯である。近郊鐵道の如き停車場區間の近接し1km以内にも設けある場合の消失量は全體の30%にも達し、普通10%位と推定せらるゝも、急行列車の如き停車回數の少き場合は此量は僅少である。故に概略全石炭量の70~80%平均して75%位が純列車走行の爲めに使用せらると云ふことが出来る。

米國A.K. Shurtleff氏は三機關車庫區間を一週間に亘り運轉實績によりて石炭の使用量を測定した。(米國鐵道技術協會會報)。次表に示す如きものである。

A.K. Shurtleff氏の實測表

使 途	使用量lbs.	割合%	
點 火	329,120	5.3	列車回數 220 回
列車待合せ中	328,012	5.3	855.4 時間
絕 氣 中	283,413	4.6	408.2 時間
運 轉 中	5,252,400	85.0	1,312.6 時間
計	6,190,943	100.0	

今3%線路即ち1kmに付き3米の上り勾配線路の抵抗は平坦線の走行抵抗と略同じである。故に是に要する石炭量は平坦線と同じく75%が消費せらるとする。

C級の如き運轉困難なる線路にありては此外にブレーキに要し、之を2%となし、尙燃焼の能率低下の爲め5%を増加するとなし、全體にて80%を要するとする。

車輛修繕費

勾配線にありてはブレーキブロックの磨損、車輪踏面の磨耗、汽罐の損傷大にして、前記25%の勾配に於ける修繕費の増加はブレーキブロック取更へ10% 車輪踏面修繕7% 其他3% 合計20%位である。勾配の緩なるに従て漸次減するものとせば3%勾配に於ては $20\% \times \frac{3\%}{25\%} = 2.4\%$ にして、Wellington氏も5%勾配に於て4%となした。故に3%に於ては同じ割合となる。貨車及び客車の毀損は機關車に比して少く其半となし、又B級に於てはブレーキを使用する機会も少く従て破損の割合はC級の $\frac{1}{4}$ とする。

前記の保存費、燃料費、車輛修繕費の増加の爲め營業の増加割合を求むれば次の通りである。

3% 勾配に對する營業費増加割合

費 目	平均價百分率	影響すべき割合		増加百分率	
		B 級	C 級	B 級	C 級
道 床 砂 利	0.899	0%	7%	0	0.063
枕 木	2.733	0	2.4	0	0.066
軌 條 及 附 屬 品	0.808	1.7	7.	0.014	0.057
軌 道 修 繕 費	5.607	0.8	3.4	0.045	0.191
機 關 車 修 繕 費	4.693	0.6	2.4	0.028	0.113
貨 車 及 客 車 修 繕 費	4.060	0.3	1.2	0.012	0.049
同上修繕鐵道手雇傭人給其他	0.498	0.5	1.9	0.002	0.009
列車運轉に屬する燃料費	13.965	75	80.	10.474	11.172
				10.575	11.720
					12%とす

例 線路延長 13km, 1km 當り上り下り平均 10m C級とし、列車回数一日 20 回水平直線上の運輸費 1.40 円とする。上り下りの爲めの増加費用を求む。  

$$1.40 \times \frac{12}{100} \times \frac{10}{3} \times 13 \times 20 \times 365 = 53,144 \text{ 円}$$

### 第五節 補助機關車の營業費に及す影響 (Effect of Pusher Engine on Operating Expense)

補助機關車の營業費は次の二つに分たる。

1. 補助機關車及び之が運轉に必要な設備の利子と補填金。

今機關車の價格を 100,000 円とし平均命數を 160 萬軒とせば一走行軒に要する費用は 6.2 錢にして此價は機關車の増加額として積算すべきである。

2. 補助機關車の運轉に必要な費用。

- (a) 軌道修繕費及び運轉に必要な費用。
- (b) 機關車の修繕費
- (c) 乗務員の給與
- (d) 機關車の燃料 (入換に要する分を差引きたる概數 90%)

であつて普通機關車の運轉費に比べて次表の如く營業費の 31% の増加になる

補助機關車走行費用割合

費 目	平均價百分率	影響すべき割合百分率	増加割合百分率
線 路 修 繕 費	11.947	50	5.974
機 關 車 修 繕 費	4.693	100	4.693
列車運轉に屬する機關車乗務員の給與	5.539	100	5.539

列車運轉に屬する機關車費	4.120	50	2.060
列車運轉に屬する燃料其他費	13.965	90	12.569
合 計			30.835

例 補助機關車の 1 往復の走行軒 20 軒にして列車數 10 回水平直線の營業費 1.40 円なる時、一年間の増加費用は  $1.40 \times \frac{31}{100} \times 20 \times 10 \times 365 = 31,682 \text{ 円}$   
 補助機關車の資本に對する補填金は一軒に付 6.2 錢とするときは  
 $0.062 \times 20 \text{ 軒} \times 10 \times 365 = 4,526 \text{ 円}$   
 全費用 = 31,682 + 4,526 = 36,208 円

### 第六節 大形機關車の營業費に及す影響 (Increase of Operating Expense by using Powerful Engine)

急勾配區間では機關車の牽引力に限度ある爲め其處の澤山の貨物に對して大形機關車を用ひて一度に引き上げる場合に之が營業費に及す影響を見んとする。

倍大の牽引力を有する機關車の列車運轉に要する増加費用割合

費 目	平均價百分率	影響すべき割合	増加の割合
道 床 砂 利	0.899	25 %	0.225%
枕 木	2.733	25	0.683
軌 條 及 附 屬 品	0.808	25	0.202
軌 道 修 繕 費	5.607	25	1.402
諸 車 修 繕 費	9.852	20	1.970
列車運轉に要する燃料其他費	13.965	100	13.965
			18.447

即ち全營業費に對して 18% の増加である。併しながら列車の種類によりて速度著しく大なるものあり、又機關車の大き増すに従つて乗務員數の増加を要するものあり、之等は割合を別に査定することを要する。

### 第七節 曲線の營業費に及す影響 (Effect of Curve on Operating Expense)

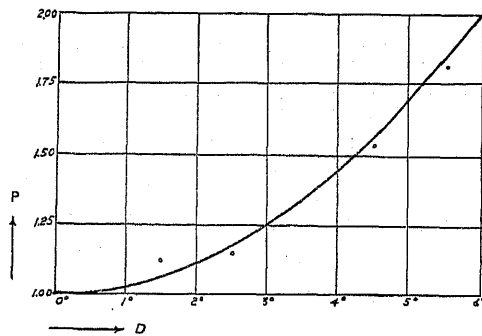
曲線の營業費に及す影響に就ては正確の値を得ることが困難である。先づ第一曲線の影響は曲線半径の大小に據るか又偏倚角度の大きさによるか夫れが疑問である。然し半径の大小と云ふよりは寧ろ偏倚角度の大小による方に理由がある。曲線通過に要する所要エネルギーは曲線の中心角度を廻るに要する抵抗に打ち勝つのであつて機關車の燃料も之が爲めに費される。曲線抵抗は Wellington 氏は列車一噸に付き曲線の一度毎に 0.5lbs 及び直線抵抗を重量一噸に付き平均 6lbs として 12°(半径 7ch) の曲線に於ては兩方にて丁度直線抵抗の倍額と言つて居る。又米國鐵道技

術協會の調査では曲線の一度毎に 0.8lbs とし、7°30' (半径 11.5ch) の曲線に於て直線抵抗と等しとしてある。此抵抗は(35)式に掲ぐる曲線抵抗と一致する。今 7°30' の曲線が直線個所に於ける抵抗の倍として營業費を計算するときは次の通りである。

7°30' 曲線の一軒の長さに於ける中心角度は 246° である。

軌條及附屬品。軌條及附屬品は曲線の爲めに磨損せらるゝこと多くして之は半径の大きさによるものと認められ、米國ベルシルバニヤ鐵道にて實測の結果を曲線にて表したるものは次圖の如く  $P = \frac{25D^2}{9}$  なる式にて表すことが出来る。P は磨耗の増加割合を表し D は曲線角度である。

此式によりて 7°30' の曲線を推定するときは 165% の増加になる。(米國鐵道技術協會會報 20 卷 755 頁)。



第 70 圖

枕木。車輪の横壓力の爲めに軌條の底部が枕木に喰ひ込むのと犬釘が弛みて其爲めに枕木の命數を縮むるのであるが、タイプレートの使用によりて毀損を著しく遞減することが出来る。Wellington 氏は統計より枕木の持續期間を次の如く推定し 11°20' 曲線に於て直線に比して 50% の増加とした。

直線區間	持續期	9 年
2° 曲線	"	8 "
6° "	"	7 "
10° "	"	6 "
14°~16° "	"	5 "

國有鐵道の曲線に於ける統計を缺くも直線で緩勾配區間なる函館本線八雲軌道試驗區間と、急勾配(20%)急曲線(300米半径)なる俱知安區間を比較するに、枕木の補充數に於て差は僅々 10% 以下である。而して急勾配の爲めに餘分の枕木を要するは前述の通りであるが、此區間通過噸數の小なるにより斯る小額に止るならんも、曲線の爲めに著しく増加するとは認むることが出来ない。故に前表を参照して 7°30' 曲線に於ける枕木増加割合を 20% とす。

前記 2 軌道試驗區間の状態は次の通りである。

八	雲	俱	知	安
直線長 75%, 曲線長 25%		直線長 54%, 300m 半径曲線長 46%		
水平長 67%, 緩勾配區間 33%		水平長 56%, 20% 勾配區間 44%		

砂利。曲線に於ける砂利の補充量は曲線個所に於ては砂利を掻き上げ整正すること直線に比して多く従て補充の増加するは勿論である。4° の曲線に於て 10%, 10° の曲線に於て 35% と云はれて居る。故に 7°30' の曲線に於て 20% の増加とする。

補修費。軌道の補修量の割合は次の各項目に就て鐵道省保線課にて調査せるものを見るに次表に示すものである。

- (1) ボールト補修及び更換、(2) 軌間整正、(3) 軌道方位整正、(4) 犬釘數補修、(5) 軌條支材補修、(6) 枕木補修、(7) 枕木間隔整正、(8) 班直し、(9) 水平又は高度整正、(10) 砂利掻上整正の諸工費で半径 1,000 米以下 300 米に至るに従つて割合は 1.0 より 1.55 に迄増加してある。

半径	割合	
1,000 米	1.000	直線と同じと見做す
800	1.064	
700	1.128	
600	1.208	
500	1.288	
400	1.388	
300	1.490	
以下	1.550	

故に 7°30' の曲線に於て砂利枕木及び軌道修繕費を直線に比して 55% の増加と見做す。

機關車修繕費。機關車は外軌頭を磨擦し之に沿ひて運行せらるるによりて軌條と同様に輪縁の磨耗せらるゝのみならず、曲線の爲め器械部の損傷も増加し、全修繕費としては 100 乃至 150% は増加し平均して 125% と見込む。貨車客車にありては牽引桿により

て牽引せらるるにより補助機關車を使用した場合の外外軌を摩擦すること尠く、従て修繕費も機關車に比して小である。故に直線に比して 50% の増加とする。

運轉費。水平直線に於て燃料の 75% が列車を牽引する爲めに使用せらるとし、7°30' 曲線個所に於て同量を要するとせば其増加は 75% である。

前記によりて 7°30' 曲線の 1km 間の中心角 246° に對して營業費の増加を求むるときは次の通りである。

曲線の營業費に及ぼす影響

費目	平均價百分率	影響すべき割合百分率	増加割合百分率
道床砂利	0.899	20	0.180
枕木	2.783	20	0.547
軌條及附屬品	0.88	165	1.333
軌道修繕費	5.607	55	3.084
機關車修繕費	4.693	125	5.866
客車	2.126	50	1.063



貨車	1.934	50	0.967
同上修繕鐵道手雇傭人給其他	0.498	89	0.443
機械修繕費	0.164	89	0.147
列車運轉燃料費其他	13.965	75	10.474
	24.104	24%	す

例 線路延長 13km で曲線の角度 1km 平均 64° であるときに曲線による一年間の増加營業費を求む。  
 但し水平直線上の營業費 1.40、列車回数 20 回とする。  
 $1.40 \times 13 \times \frac{24}{100} \times \frac{1}{246} \times 64^2 \times 20 \times 365 = 8,295$

第八節 距離の營業費に及す影響

(Effect of Distance on Operating Expense)

鐵道敷設の目的は出来るだけ貨客を集めて出来るだけ安き賃金にて運送することである。貨客を集むるために各都市に連絡して線路延長の延び、又勾配を上る爲め延長の増すは已むを得ない。併し線路選定の不手極の爲めの延長の増加は避けなければならないが、距離に要する費用は勾配緩るときは大なるものではない。貨物運送に要する費用は發送又は到着の際に積卸のために要する費用が多額を占めて、延長の爲めに増加する費用は僅少である。而して今日の賃金制度は軒數に依るが故に収入の點より云ふときは却て好都合であるが、さりとて不必要なる線路の延長は避くべく、輸送費を幾分にも高くするのみならず無駄に通過する時間を要し、殊に之が競争線を有する線路なるときは貨客を奪はれ収入を減少することとなる。

營業費は距離に比例して増加するが距離の増加の程度によりて異なる。之を三に分つ。

- A. 乗務員の給與に關係せざる距離の延長。
  - B. 距離の増加して乗務員の給與の増加を要するも其間に停車場又は信號所の設置を必要とせざる延長。
  - C. 乗務員の給與の増加は勿論其間に停車場又は信號所の設置を必要とする延長。
- C の場合に於ては停車場の出來た爲め驛内の執業費を増加し側線の延長を増加する爲め保存費を増加するのである。日本の鐵道で側線の延長は本線の 26% に當る。此保存費は本線の  $\frac{1}{3}$  と見るとき保存費は本線が 91% で側線は 9% である。此内中間停車場側線と終端驛及び大停車場側線の二つに分つときは保存費は前者は 5% で後者は 4% の割合である。故に本線のみの保存費は 91% で足るも中間に停車場があると保存費は増して 91% + 5% = 96% となる。

機關車及車輛修繕費。機關車及車輛の破損は (1) 自然破損 (2) 發着着の際の激衝に爲めの破損 (3) 入換 (4) 曲線及び勾配 (5) 直線及び水平線中走行破損と區別することが出来る。Wellington 氏は之を次の割合と推定した。

	自然破損	發着	入換	曲線及勾配	走行	計
機關車	7%	15%	17%	19%	42%	100%
貨車	6%	21.5%	13.5%	23%	36%	100%

此割合は線路の状態によりて異なるは無論のことにて、近時米國にて調査せし機關車破損の割合は次のものである。

自然破損	發着	入換	曲線及勾配	走行	計
8%	20%	15%	30%	27%	100%

二つの表に於て曲線及び勾配及び走行中の破損合計は何れも約 60% である。而して停車場發の爲めに更に 20% を増加する故に C 級に屬するものを 80% とし、A, B 級に於て 60% となす。

燃料。勾配線路に於て論ぜし如く C 級に於て點火及保火を差引きたる概數 95% とし、A, B 級にて 75% となすときは次の表により營業費の増加を知ることを得る。

距離の營業費に及す影響

種類	平均價 %	影響すべき割合			増加割合		
		A	B	C	A	B	C
軌條及附屬品	0.808	91	91	96	0.735	0.735	0.776
枕木	2.733	91	91	96	2.487	2.487	2.624
道床砂利	0.899	91	91	96	0.818	0.818	0.863
橋梁溝渠伏樋隧	0.880	91	91	96	0.801	0.801	0.845
停車場費	0.489	0	0	100	0	0	0.489
軌道修繕費	5.607	91	91	96	5.102	5.102	5.383
除雪費	0.547	91	91	96	0.498	0.498	0.525
保線區費	1.175	0	0	10	0	0	0.118
看守費	0.517	100	100	100	0.517	0.517	0.517
其他の保線費	0.207	91	91	96	0.188	0.188	0.199
通信修繕費	2.411	91	91	96	2.194	2.194	2.315
通信區費	0.377	0	0	10	0	0	0.038
機關車修繕費	4.693	60	60	80	2.816	2.816	3.754
客車	2.126	60	60	80	1.276	1.276	1.701
貨車	1.934	60	60	80	1.160	1.160	1.547
同上修繕車雇傭人給其他	0.498	60	60	80	0.299	0.299	0.398
機關車乘務員給其他	5.539	0	50	50	0	2.770	2.770
同燃料	13.965	75	75	95	10.473	10.473	13.267
機關車庫費	4.120	0	0	10	0	0	0.412
檢車所費	1.744	0	0	10	0	0	0.174
列車務費	4.670	0	50	50	0	2.335	2.335
驛手費	22.231	0	0	80	0	0	17.785
看手費	0.376	0	0	80	0	0	0.301
車掌監督費	0.342	0	0	10	0	0	0.034

列車電燈所費	0.545	0	50	50	0	0.273	0.273
					29.364	34.742	59.443

第九節 増加列車の営業費に及す影響

(Effect of Additional Train on Operating Expense)

一列車料の営業費は全列車料で全営業費を除したるものである。故に其内には間接費を含むも運轉のみに要する費用は之より小額で済む譯である。増加列車に對する営業費は其回数によりて相違あり、多きときは特に機關車を準備することを要し、從つて機關車庫の費用にも影響し軌道修繕費も増するも回数少きときは有り合せ機關車にて足り又軌道修繕費にも左程影響を與へない。

今小數の場合を假定し軌道修繕費は 25% の増加とし機關車は増發列車の爲めに特に豫備せざるものとなし修車費は自然の破損修繕費を差引きたる概數 93% となすときは次の割合となる。

増加列車の營業費に及す影響

種類	平均價 %	影響すべき割合	増加割合	種類	平均價 %	影響すべき割合	増加割合
軌條及同附屬品費	0.808	25	0.202	修車雇傭人給其他	0.498	93	0.463
枕木費	2.733	25	0.683	機關車乗務員の給與	5.536	100	5.539
砂利費	0.899	25	0.225	同燃料其他費	13.965	100	13.965
軌道修繕費	5.607	25	1.402	機關車庫車	4.120	0	0
通信	2.411	25	0.604	檢車所費	1.744	50	0.872
機關車	4.693	93	4.364	列車費	4.670	100	4.670
客車	2.126	93	1.977	車掌監督費	0.342	50	0.171
貨車	1.934	93	1.799	列車電燈所費	0.545	75	4.409
							37.344

即ち列車料の増加列車に對する費用は 37% にて済む譯である。

第十節 長隧道の營業費に及す影響

(Effect of Long Tunnel on Operating Expense)

短き隧道にありては普通線路と異なるなきも長大なる隧道に至れば保線費増加し營業費に影響する。

軌條。隧道内の軌條交換の原因は多くは腐蝕である。煤煙中の亞硫酸瓦斯は水蒸氣に遭ひて硫酸となり軌條へ垂下し、枕木上面に溜り軌條の底部は腐蝕する。其他繼目板ボルトの腐蝕すること多く、一例を示すときは東海道線逢坂山隧道にて軌條頭部の磨滅 26.9% に對し、軌條底部腐蝕 44.1% で、軌條全断面に對して腐蝕 30.6% に達し敷設後 3 年 4 ヶ月にて交換をなすに至つた。而して此間の通過噸數は 2,500 萬噸で普通個所の軌條持續通過噸數を 15,000 萬噸とするとき

は  $\frac{1}{6}$  の持續期である。

又中央線大日影隧道の如きも 4 年にして磨耗 30~40% に達して交換をなすに至り、又笹子隧道に於ても 37<sup>年</sup> 軌條持續期間 5 年 6 ヶ月で之を附近の隧道の外、明り區間の 30<sup>年</sup> 軌條に於ける 22 年間の持續期に比して  $\frac{1}{4}$  である。故に隧道内に於ける軌條の所要數は明り線路に於ける 4~6 倍に上るものと認めらる。

枕木。枕木の隧道内に於ける取り更へ數は大部分喰込みで、腐蝕の爲め交換數は少ない。前記笹子隧道の内外に於ける比較を見るに次表の通り隧道内部に於ては喰込み多きも腐蝕割裂少きによりて合計數に於て略同一數となり、隧道なるが故に別に増加を認めない。

隧道内外枕木更換原因別比較

	隧道内	隧道外
喰込	250	150
腐朽	110	150
割裂	90	160
釘打換不能	40	20
折損	20	20
合計	510	500

砂利。砂利は他に流出の虞なきにより減少すること少く、補足の必要少きも炭殻の混入多く年一回は篩分けを必要とし、從て幾分の補充を要して 30% 位は適當と認めらる。

隧道内の保線作業。保線作業の能率は中央線大日影隧道にて調査せるものは明り線路の 70% である。尙隧道内部に撒布せらるる砂及び炭殻の排出の爲め餘分の勞力を要する。東海道逢坂山隧道(勾配 10% 延長 7629 呎)に於て上

り勾配一哩當り 3.5 下り 2.39 の割合なりしも砂及び炭殻の搬出のため不足し 5 割を増加して上り 5.3 下り 3.58 となし漸く保守に當りて居る。之を明り線路の 1 哩 1.48 に比較するときは平均 3 倍となる。之は勾配の爲め著しく作業困難なる原因するも尙緩勾配隧道にありても増加を要し前記を參照し 100% の増加は適當なる數と認めらる。

隧道の營業費に及す影響

名稱	營業費に對する割合	影響すべき割合	増加割合
道床砂利	0.899%	30%	0.270%
枕木	2.733	—	—
軌條及び附屬品	0.808	300	2.424
軌道修繕費	5.607	100	5.607
隧道費	0.047	100	0.047
			8.343

尙通風の爲めに設備をなすものにありては之が運轉費を加算することを要する。

第四章 勾配及曲線が建設費に及す影響

(Comparison of Construction Cost for Various Grades and Curves)



い。  
今山間地方の線路に於て小半径の曲線の採用による線路工事費の節約額を具体的に調査するため、山田線の例を採りて比較したる結果は次表の通りで山田線上米内—田代間最急勾配 25% 區間に對して半径 15<sup>m</sup> の場合と 10<sup>m</sup> の場合とを比較したる工事の減額は次の通りである。

平地區間に於けるものは 一哩當り 6,000圓減  
山間部に於て " 14,000圓減  
特に屈曲の多き區間に於て " 130,000圓減

山田線上米内、田代間(最急勾配40分の1)最小曲線半径15<sup>m</sup>と10<sup>m</sup>との場合の工事費増減額

區 間	第一比較區間 (平地に近き區間)		第二比較區間 (山 間 部)		第三比較區間 (特に屈曲多き區間)				
哩 程	20 <sup>m</sup> 62° ~ 24 <sup>m</sup> 00°		7 <sup>m</sup> 00° ~ 9 <sup>m</sup> 40°		9 <sup>m</sup> 60° ~ 11 <sup>m</sup> 60°				
延 長	3.32		2.35		2.30				
曲 線 角 度	R=15° の場合 270°-24' (この内 R=15° の分 219°-43')		R=15° の場合 443°-32' (この内 R=15° の分 387°-35')		R=15° の場合 468°-31' (この内 R=15° の分 456°-21')				
	R=10° の場合 302°-57' (この内 R=10° の分 265°-0')		R=10° の場合 492°-0' (この内 R=10° の分 361°-0')		R=10° の場合 663°-30' (この内 R=10° の分 649°-0')				
増 減	32°-33'		48°-28'		195°-59'				
費 目	増減數量	單價	増減金額	増減數量	單價	増減金額	増減數量	單價	増減金額
	立坪	円	円	立坪	円	円	立坪	円	円
土 工									
切 取	- 2,686	8	- 21,488	- 3,030	7	- 21,210	- 5,403	7	- 37,814
築 堤	469	8	3,752	- 998	7	- 6,986	- 3,835	7	- 27,195
石 垣	- 40	60	- 2,460	- 113	58	- 6,554	- 17	58	- 986
溝 橋	—	—	—	—	—	—	個所 1	—	- 6,300
隧 道	—	—	—	—	—	—	1,176	170	- 199,920
計			- 20,196			- 34,750			- 259,615
一哩當り減額			- 6,311			- 13,900			- 129,808
平均1哩當り 土工其他工事費			92,000			222,000			724,000
備 考	施工基面幅 15' 橋梁設計荷重 E33 F.L. より R.L. 迄の高さ 1'-0"								

### 第五章 経済的標準勾配の撰定

(Choice of Ruling Grade on Economical Operation)

豫定貨物量を運送するに輸送方法を如何にするか最も経済的方法によらねばならぬ。夫れによ

り次の如く標準勾配を決定するを要する。尤も場合によりては建設費を節約する上より不利の線路を撰定することあるは勿論である。

- (1) 勾配を緩にして一臺の機關車にて輸送單位を大にして輸送すること。
- (2) 勾配を急にして輸送單位を小にして列車回数を多くして輸送すること。
- (3) 補助機關車を用意して二臺又は三臺の機關車によりて急勾配を引き上ること。
- (4) 大形機關車を使用して稍急なる勾配になすこと。

此何れの場合にも列車數を知ることを要し、列車數は前編第六章によりて知るを以て各線路の状態と運轉方法によりて前章の營業費を算出して之を比較し、減少せる差額は利息として其元金丈は建設費に投じ得るものである(第二編第一章第六節参照)。

#### 第一節 緩勾配線と補助機關車勾配線の經濟比較

(Comparison between Gentle Grade and Pusher Grade on Economical Operation)

線路の形状によりて營業費は夫々異なるにより同一貨物數量に對し機關車の牽引力より異りたる2線路を實際に撰定して比較するを要す。今標準勾配 25% 線と 12% 線を撰定し 25% には補助機關車を要するとし 12% 線となすときは機關車一臺にて殆んど同數列車にて輸送し得るとし(第51圖参照)、之を比較し何れか有利なるかを知らんとす。線路の状態を次の通りとする。

	A 線	B 線
標準勾配	25%	12%
線路延長	15.9 <sup>km</sup>	11.4 <sup>km</sup>
隧道延長	0.7 <sup>km</sup>	4.2 <sup>km</sup>
一杆當り 上り下り和一杆當り	16.0 <sup>m</sup>	7.5 <sup>m</sup>
曲線の角度	41°00'	19°0'
補助機關車	各列車に附す	なし
列車回數	95 <sup>回</sup>	98 <sup>回</sup> (假定)

營業費は今敷設せんとする地方の既設線路の營業費の割合によらなければならないは勿論である。前章に於ては國有鐵道の營業費の割合に於て述べた。本章に於ては同割合に準じて算出せんとする。

水平直線上に於ける一列車杆の營業費 1.40 とす。

A 線

- (1) 水平直線上に於ける一年間の走行費用

$$1.40 \times 95 \times 15.9 \times 365 = 771,866$$

(2) 昇降に基因する増加費用

$$\frac{12}{100} \times \frac{16}{2 \times 3} \times 771,866 = 246,997$$

(3) 曲線に基因する増加費用

$$\frac{24}{100} \times \frac{41}{246} \times 771,866 = 30,875$$

(4) 補機運轉に基因する増加費用

$$\frac{31}{100} \times 771,866 = 239,278$$

(5) 同上補填金

$$0.062 \times 1.59 \times 95 \times 365 = 34,183$$

(6) 隧道

$$\frac{8}{100} \times 1.40 \times 95 \times 0.7 \times 365 = 2,719$$

(7) A線の営業費年額合計

$$(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) = 1,325,918$$

B線

(1) 水平直線上に於ける一年間の走行費用

$$1.40 \times 95 \times 15.9 \times 365 = 771,866 \dots \dots \dots \text{A線費用}$$

(2) 距離短縮に基因する費用の減額

$$\frac{35}{100} \times 1.40 \times (15.9 - 11.4) \times 95 \times 365 = -76,458$$

(3) 昇降に基因する増加費用

$$\frac{12}{100} \times \frac{7.5}{2 \times 3} \times \frac{1.40 \times 98 \times 11.4 \times 365}{570,889} = 85,633$$

(4) 曲線に基因する増加費用

$$\frac{24}{100} \times \frac{19}{246} \times 570,889 = 10,582$$

(5) 増加列車に基因する増加費用

$$\frac{37}{100} \times 3 \times 11.4 \times 365 \times 1.40 = 6,466$$

(6) 隧道の営業費に及ぶ影響

$$\frac{8}{100} \times 1.40 \times 95 \times 4.2 \times 365 = 16,311$$

B線の営業費年額合計

$$(1) - (2) + (3) + (4) + (5) + (6) = 814,400$$

B線のA線に対する経費の節約

$$(A線) - (B線) = 511,518$$

即ち新線建設の爲め一年間に利得する額は 511,518円である。

營業收入。B線はA線に比して距離短縮の爲め収入減を示す。

(1) 旅客収入減

此區間通過人員は上下合計 5,089,677 人となして距離短縮の爲め失ふ人料は  $5,089,677 \times (15.9 - 11.4)$  である。之に増加人員歩合と賃金とを乗ずるときは収入減額  $5,089,677 \times 4.5 \times 1.01\% \times 0.0135 = 312,290$

(2) 貨物収入減

上下通過貨物總噸數 = 1,706,130 噸  
 此區間の貨物は 13.2% の減を示すと假定し又運賃は一噸料に付き 0.0168 とするとき  
 収入減額 =  $1,706,130 \times 4.5 \times \frac{86.8}{100} \times 0.0168 = 111,958$   
 ∴ 一年間経費節減差引  $511,518 - 312,290 - 111,958 = 87,670$

此額に對してB線は建設費に年5分の利息としても 1,753,400円を餘分に用ふることが出来、尙之が爲めに旅客貨物の輸送短縮は金額以外に受くる大なる利益である。

第二節 緩勾配線と大形機關車勾配線との經濟比較

(Comparison between Gentle Grade Section and Powerful Engine Section on Economic Operation)

大形機關車の營業費に及ぶ影響は前章第六節に於て述べ大體18%の増加である。而して大なる牽引力のため列車回數の減少による營業費の減少を差引き緩勾配に於ける運搬費と比較するとき其何れが利益なるかを知ることが出来る。

尙米國鐵道技術協會會報(31卷)に掲ぐる例を擧ぐるときは次のものである。  
 貨物量1列車數 80 車にして2,250 噸を牽引するに勾配 3% と 5% を比較せんとす。3% 勾配に於ては之に適當する機關車は 2-8-2 形牽引力 51,700# を有するもの 5% にては 2-10-2 形にして 73,800# を有するものである。而して此二機關車の一列車哩の運轉費を比較するときはその通りである。

	2-8-2 形機關車	2-10-2 形機關車
	3%	5%
機關手給料	0.1800	0.1883
機關車庫從事員給料	0.0423	0.0483
燃料	0.2575	0.3098
水	0.0500	0.0600
其他	0.0048	0.0054

機関車修繕	0.3027	0.3716
車輛修繕(80車×1車)	0.8000	
同 (80車×1.25車)		1.0000
線路修繕	0.0336	0.0448
利息消却資金税保険	0.1860	0.2591
	<u>1.8625</u>	<u>2.2937</u>

即ち一列車哩に付き3%に於て1.8625、5%に於ては2.2937にして其差0.4132は3%の利得する金額である。(此例は車輛修繕割合が大きく見積られておる)

今150哩の區間に於て一年間の列車哩を2,000,000とすると3%の方は $2,000,000 \times 0.4132 = 826,400$ 弗有利である故に年5分の利率に於ては元金に換算するときは17,248,000弗であつて此金額は5%より3%を造るに餘分に費し得る費用である。

## 第六章 鐵道の電化 (Electrification)

鐵道の輸送力を増加せんとするに種々なる方法がある。前記の通り勾配の緩和、補助機關車又は大形機關車の使用の外更に大なる貨車を使用して貨車の自重を減ずること。ブロック信號を増設して列車回数を増すこと。又複線になし複々線になすは行はるゝ方法であるが、電化も輸送力増加の上に考慮せざるべからざるものである。

今日電化が蒸氣に比して優秀にして経済的有利なりと云ふ點に達せざるも、水力を得るに容易にして、又は既設發電所にて電力の供給を得る場合に於ては設備費を減少して初めて電化の利を得るのである。電化によりて輸送力を増加し得るのみならず、隧道内煤煙による旅客の不愉快を除去し、又煤煙の消失は沿道の風景を保存し通過地帯の廢頽を防止する。之等は金額を以て計上すること能はず、費用の如何に關せず電化の急を要するのである。石炭の消費量は電化によりて減ず。火力發電所によるとするも石炭消費量は減じ、尙列車が下り勾配を利用し電力を發生するときは一層節減し得らる。又使用石炭の減少によりて夫れだけ之が運搬に要する石炭を減少し得るわけである。更に水力によりて電力を得るか石炭の必要なきに至る。我國に於ける使用石炭は年々多きを加へ一年三千萬噸に達し、此の割合にして進行せば地中埋藏量は百年を出でずして盡さるゝに至ると云はれて居る。將來の燃料の處置は大に研究すべき問題にして、我が鐵道に於ける所要數三百萬噸に達し、之が節約は攻究すべき事柄である。加之鐵道の營業費中其の大部分を占むるものは石炭費で、石炭費の騰貴は直接運輸費に大關係を有し、之が節約は運輸費を小にする所以にして、更に水力電氣によりて石炭の使用を止むるときは將來の運輸費の増加を防止し略一定となすことが出来る。我國は他國と異なり石炭の貯藏量に限度あると雖も、豊富なる水力は

多くは鐵道勾配線のある山間地域に存するが故に斯る區間より始め漸次他に及すは國家百年の計となるのである。

### 第一節 電氣運轉の有利の點不利の點

(Advantages and Disadvantages of Electric Traction)

郊外鐵道の發達より電氣運轉は益繁くなり擴張せられんとする傾向を示して居るが電化は鐵道全體に行き互るや否や蒸氣機關車を凌駕するや否やは未だ疑問の存する所で、蒸氣機關車の方も亦其長所とする所に益發達して居るがために電化の範圍は未だ遅々たるを免れない。

#### 1. 電氣運轉の利點

(a) 牽引力大にして同時に速力を出し得ることである。故に急勾配個所に用ひて列車單位を大にせしめ得ると共に速力を出し得るとによりて二重に線路能率を高むることが出来る。此速力の増加の爲めに25%も機關車の走行哩を増加し得る。

(b) 煤煙のなきため市内高速度鐵道又は地下鐵道の運轉は専ら之によるの外なく、又勾配線の隧道區間に於ても漸次蒸氣機關車は電氣機關車に代らんとして居る。

(c) 列車回数の多き所は發電設備を常に均一に運轉し得る點より、又莫大なる設備費も常に有用に利用し得る點より電氣運轉は費用を輕減せしむることが出来る。

(d) 石炭の消費高を減少せしむることが出来る。普通機關車は一時間一馬力に石炭の5封度を要するも發電所にありては3封度にて尙品質の劣等種を用ふることが出来る。併し電氣機關車にありては電力線に於ける電力の消失を見込まなければならぬが、之を見込むも尙10%乃至15%は節約することが出来る。

(e) 機關車取扱上極めて簡易で就中ブレーキが有効に使用せらる。

(f) 機關車の修繕費少なく18%より33%も減じ得らる。

(g) 働輪に重量を分ち得て從輪をなくすることが出来従て機關車の死荷重を減ずることが出来る。又働輪と軌條との間の粘着力も電動機の均等なる回轉によりて幾分増し得る。

(h) 蒸氣機關車の如き働輪のカウンターウエートのなき爲め車輪を圓滑に回轉し得せしめて線路を傷めること少ない。

#### 2. 電氣運轉の不利の點

(a) 發電設備費と電力線に多大なる工費を要し、保修費も増加する。又電氣機關車も價格大にして蒸氣機關車に比べて八割方も高價である。

(b) 電力線の故障のあるときに列車の運轉全區間に亘り不能に陥る。

(c) 運轉費は閑散なる線路では高價で、米國の A.S.L. 鐵道に於ける電化後の報告では一車哩

蒸気運轉 23.1<sup>哩</sup> になりしに電氣運轉になつてから 28.5<sup>哩</sup> を要し、丁度 5.4<sup>哩</sup> 高くなつた譯である。尙設備費に對する利息迄勘定に入るときは一車哩 16.6<sup>哩</sup> 高くなつたと云ふことである。

第二節 各國電化の趨勢 (Electrification in the World)

國名	鐵道總哩	電化哩	順位	百分率	順位
米 國	249,131	2,300	1	0.09	12
ス イ ス	3,492	1,542	2	44.0	1
伊 太 利	13,355	1,067	3	8.0	3
獨 逸	35,597	968	4	2.7	9
佛 蘭 西	26,872	874	5	3.3	8
瑞 典	10,110	725	6	7.2	4
英 國	21,165	437	7	2.1	11
オーストリア	4,128	426	8	10.3	2
西 班 牙	9,705	344	9	3.5	7
日 本	8,952	218	10	2.4	10
ノールウェー	2,400	143	11	6.0	5
和 蘭	2,254	83	12	3.5	6

(1930年調電氣月報所載)

世界大戰より一時新規工事は停頓の状態なりしが、戦後 1920 年頃より頃に電化工事促進せられ、近時文明國は各國共大都市附近の電化、勾配區間隧道區間の電化略完全し一段落を呈したる如くなれども、尙其延長工事續々として進行中である。左表の内電化の理由を擧ぐれば次のものである。

- 輸送量増加  
經濟運轉
- (1) 輸送改善の理由によるもの 40%
  - (2) 勾配區間の爲めに電化せるもの 16%
  - (3) 隧道區間の爲めに電化せるもの 14%
  - (4) 燃料節約水力利用の爲め電化せるもの 23%
  - (5) 一般の要求又は法規によるもの 7%

米國に於ける電化

今より凡そ 40 年前 1887 年にフランク、ジェー、スプレーグ氏がリッチモンド市街鐵道を電化せしより以來長足の進歩をなして、今日に於ては市街鐵道其の他郊外線は電化せられて鐵道線に於て採用せられたるもの 2,300 哩である。

今電化を採用したる主なる區間と哩數を擧ぐれば次のものである。(1917 年の統計による)

米 國 鐵 道 電 化

線 路 名	線路延長 哩	ボ ル テ ジ	旅客列車又は貨車用	動 力 の 類	發電所に於ける K.W.H.
ペンシルバニア鐵道(紐育)	97	650D.C.	旅 客	火 力	64,290,840

ロングアイランド鐵道(紐育)	208	650D.C.	旅 客	火 力	97,332,970	水 力 な し
N. J. & Seashore 鐵 道	95	11,000A.C.	"	"	23,100,360	"
グランドトランク鐵道	12	3,300 "	旅 客 及 貨 物	"	3,913,300	"
ノーホークエンドウエスタン	90	11,000 "	貨 物	"	56,651,700	水力に比して石炭の方便なり
ニューヨーク セントラル	253	650D.C.	旅 客	"	102,585,000	水 力 な し
紐育ニューヘブンエンドハートホード	530	11,000A.C.	旅 客 及 貨 物	"	90,500,000	一 部 水 力
ミシガンセントラルデトロイト	25	650D.C.	旅 客	"	7,431,000	水 力 な し
フーサックトンネル	21	11,000A.C.	旅 客 及 貨 物	火 水 力 及 水 力	7,727,000	
バルチモアエンドオハイオ	8	650D.C.	"	水 力	6,200,230	
シカゴミルオーキーエンドセントポール	600	3,000 "	"	"	124,600,000	
B. A. エンドバシフィック	90	2,400 "	貨 物	"	23,408,270	
エリー(ローチェスター區間)	38	11,000A.C.	旅 客	"	1,894,860	
グレードノーザン	10	6,600 "	旅 客 及 貨 物	"	4,080,000	
サウザンバシフィック	114	1,200D.C.	旅 客	火 力	30,082,000	
計	2,341哩				677,000,000	

此の總哩は 2,300 哩にして電化の目的によりて區分するときは

- (1) 煤煙の排除 (2) 近郊の電化 (3) 輸送力の増加であるが、(1) に屬するものは紐育セントラル鐵道及びペンシルバニア鐵道に於ける紐育地下線と其の附近に於ける電化、ミシガンセントラル鐵道に於けるデトロイト水底隧道、ボストンメーン鐵道に於けるフーサック、トンネル其の他にして延長は約 400 哩である。

大都市の郊外に於て排烟の目的によりて電化工事を施すと共に電化によりて列車の速力を早め幾回にも其の回數を分ちて旅客輸送に供するものにて、殊に電氣は列車の發着に於て都合よく近距離停車場間の輸送に用ひて便なるものである。

郊外電化の主なるものはロングアイランド鐵道紐育ニューヘブン、エンド、ハートホード鐵道其の他を合せて約 1,000 哩である。

輸送力の増加は主に急勾配に於て起る問題にして長大なる列車を大機關車を使用して速に運搬するにあり。電氣機關車は發電所に於ける動力の供給機にして線路状態の許容範圍内に於て何程迄も其の大きさを増加し得べく、夫れ自身の能力のみによる蒸氣機關車と異るところにして、發電所に於ける能力は即ち其の線路に於ける能力である。従て電力の不足は却て蒸氣機關車の増發にしかざる結果を生ずるのである。

此の種に屬するものはシカゴミルオーキー、エンド、セントポール鐵道及びノーホークウエスタン鐵道等に於ける約 800 哩にして、前者に於ては 440 哩區間を電化し、尙之を延長計畫し現時



線路總哩は 1,500 哩に達して居る。

### 第三節 我國の鐵道電化 (Electrification in Our Railways)

我國に於ける鐵道の電化の初めは中央線の一部山手線京濱線にして、其後東海道線は横須賀及び熱海に迄達し尙沼津迄延長せんとして居る。又中央線は甲府迄延長し、勾配線の電化は甲府迄の外信越線碓氷に於ける  $\frac{1}{15}$  勾配七哩の區間である。近時上越線の清水隧道の完成と共に之を電化し、其他奥羽線の福島米澤間  $\frac{1}{30}$  線等が問題に上りつゝある。地方鐵道として電化しあるは大都市附近の郊外電鐵其他富士身延鐵道、定山溪鐵道等である。之等の大部分は煤烟排除の目的になしたるもので、列車回數の頻繁ならざる所にありては經濟的には何處でも有利であると云ふことが出来ない。故に電化に當りては精細なる調査を要するものである、電化後頻死の状態に陥つて居る處の米國に於けるシカゴミルオーキーエンドセントポール鐵道の如き充分調査研究の値あるものである。

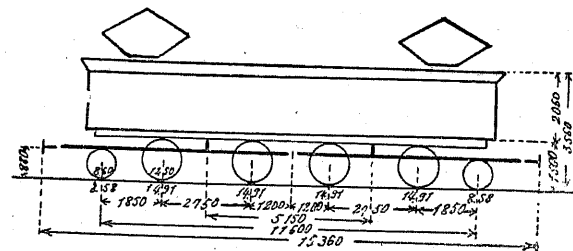
後節國有鐵道八王子及甲府間勾配區間を電化せし前後の比較及び碓氷の勾配區間に於ける比較を擧げて輸送上又經濟上の價值を知るの便とする。

### 第四節 電化による輸送力の増加

(Increased Capacity for Electric Traction)

輸送力の増加に就ては電氣機關車を説明するの要がある。前編に於て簡単に述べたが尙本邦主なる製作者の共同設計により優秀なる機關車が製作せらるるに至りたるが其中の特に勾配區間に使用する次の形を述べて以て牽引力及び速度増加を知らんとする。

ED 16 形 電 氣 機 關 車 (電氣月報第11卷第5號附録)



第 71 圖

運轉整備の時の機關車重量	76.80 t	主電動機形式	MT 17
先輪上	17.16 t	の個數	4
動輪上	59.64 t	齒數比	17:81=1:4.77

空車の時の機關車重量	76.40 t	制 御 方 式	複 式
電 氣 方 式	直流 1,500V	制 御 装 置 種 類	單位スイッチ式
一 時 間 定 格 出 力	900kw.	制 御 回 路 電 壓	100V
引 張 力	10,100kg	主電動機界磁制御方式	部 分 界 磁
速 度	32.5km/時	製 造 初 年	昭 和 6 年
最 大 運 轉 速 度	65km/時		

本機關車の特性曲線は第 72 圖に示す通りで、列車走行抵抗を次式によりて計算し、機關車の速度と引張重量との關係を各線路状態によりて求むるときは第 73 圖の如くなる。

機關車走行抵抗  $R_L \text{ kg/t} = 1.8 + 0.015V + 0.00148V^2$

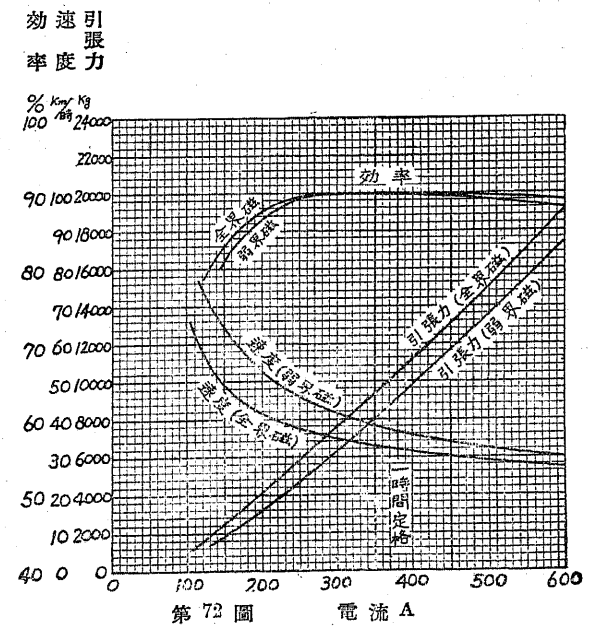
客 車 "  $R_p \text{ " } = 1.7 + 0.00061V^2$

貨 車 "  $R_g \text{ " } = 2.07 + 0.000653V^2$

#### ED 16 形 電 氣 機 關 車 特 性 曲 線

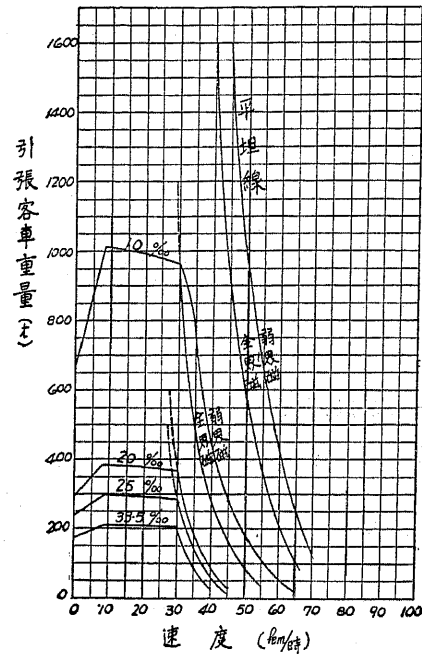
運轉重量 76.80 t      動輪上重量 59.64  
 電動機個數 4      電動機形式 MT17  
 動輪直徑(計算用) 1,210mm.  
 齒數比 17:81=1:4.77

定 格	線電壓 V	出 力 kw	引張力 kg	速 度 km/時		通 風	記 事
				全界磁	弱界磁		
一 時 間	1,350	900	8,700		38	押 込	
連 續	1,350	640	5,400		44	押 込	



第 72 圖 電 流 A

ED 16 形 電 氣 機 關 車 引 張 特 性



第 73 圖

本機關車は標準電壓を平坦區間に於ては 1,350V、勾配區間に於ては 1,275V として設計してある。引張列車重量は平坦區間の場合には 400 噸、貨物列車の場合には 700 噸、勾配區間に於ては旅客の場合には 280 噸、貨物列車の場合 330 噸(機關車一輛當り)であるが、今起動電流を平坦線に於て一時間の定格電流とし、且つ平坦區間に於ける旅客列車の場合のみ弱め界磁運轉を行ひ、其他の場合は凡て全界磁運轉をすとして、其起動加速度釣衡速度及び其場合の引張力と粘着重量との比を平坦線 10% 及び 25% の上り勾配に就て計算するときは次の通りである。

區 間	勾 配	引張重量 (t)	機關車 輛 數	電車線 電 壓 (V)	起 動 加 速 度 (km/時/秒)			釣 衡 速 度 (km/時)			釣衡速度に於ける 引張力と粘着重量 との比 (%)		
					0	10%	25%	0	10%	25%	0	10%	25%
平 坦	客車	400	1	1350	0.63	0.30	—	61	41	—	3.56	10.68	—
	貨車	700	1	1350	0.35※	0.13	—	48	32	—	4.47	16.90	—
勾 配	客車	280	1	1275	0.86	0.53※	0.29	55	38	30	2.65	7.53	12.2
	貨車	330	1	1275	0.74	0.41※	0.13	52	36	29	3.01	9.10	19.5

註 ※印は起動電流を一時間定格電流の 120% としたものの

電氣機關車と蒸氣機關車の比較

牽引重量は速度と關聯し速度を小とするときは牽引重量を増加することが出来るは既に述べたる通りである。故に二者の比較に於て牽引量を同じとして速度を比較して線路の能率の比較をなすを便とす。尤も列車の種類線路の状態より時間表の作製上速度のみによること能はざる場合もあるも、大體に輸送力の相違を窺ふことが出来る。

蒸氣機關車は貨物列車を牽引に使用せらるゝ D50 形とする。

電氣機關車 ED16 形に就て前記圖表によりて勾配 25% 牽引客車重量 280 噸なるとき速度 30 km/h である。

又蒸氣機關車 D50 形貨物機關車に就て勾配 25% 牽引客車重量 280 噸のときの速度を計算するに 22 km/h である。

故に前記の電氣及び蒸氣機關車が同一噸數を運搬するに前者は 30 km/h にて運搬し得るに後者は 22 km/h にして、速度に於て蒸氣に比して電氣は 36% の増加である。之は 25% 勾配に就ての比較なるを以て其他の勾配に就ては別に比較を要し、次に述ぶる八王子甲府間の電化前後の比較によりて一般を知ることが出来る。

第 五 節 八 王 子 甲 府 間 電 化 (Electrification of Chūō Line)

此區間は昭和六年電化した。電化により輸送力の増加及び經濟上の影響は次のものである。

(1) 電化様式

- 八王子—甲府間列車線 85.8km 昭和五年十月竣工
- 電車線架線方式 シングルカタナリー
- 電車線支持柱 クレオソート注入柱(橋梁上は鐵塔)
- 標準柱距離 直線部 45m 曲線部 36m 及び 27m
- 電車線 170mm<sup>2</sup> 溝付硬鋼線
- 吊架線 徑 14mm 鋼線 7 本撚(隧道内 325mm<sup>2</sup> 硬鋼撚線)
- 饋電線 325mm<sup>2</sup> 硬鋼撚線 2 條
- 饋電分岐點 平坦區間 600m 毎勾配區間 400m
- 歸 線 軌條を利用し 110mm<sup>2</sup> 相當軌條ボンド 2 條を用ひ電氣接續

(2) 工 費

八王子—甲府間電化工事費	1,503,000 圓
上野原と外三變電所	1,450,000 圓
送電線八王子酒折間	1,415,000 圓
	<u>4,368,000 圓</u> 1km 當り 51,300 圓

東京より八王子迄は既設電化區間にして此先電化のため前記の外附帶工事として施工せられたるは飯田町中野間列車線及び高圓寺國分寺間の側線 340,000 圓

立川八王子間	185,000 圓
八王子變電所増設	620,000 圓
送電線(武藏境八王子間)	475,000 圓
	<u>1,620,000 圓</u>

前記のものと合計するときは一軒當り約 70,000 圓

(3) 電氣運轉開始後の機關車所要輛數比較

機關車別	機關車輛數		
	電化前	電化後	差引
八王子 甲府	12輛 19	0輛 19	輛
計	31	19	-12

冬期列車に對しては補助機を要する故に別に機關車 2 輛を要し全體として 10 輛を減ずることが出来る。其主要なる原因は貨物機關車を八王子迄直通とせること。速度を増加せしむること。牽引定數の増加せるため補助機の數を減少せることである。斯くの如く減少せる結果は蒸氣機關車時代に比して豫備機の割合を増加する必要があるべく、特に此區間の特性たる春期生蘆輸送時に他より機關車を借用する便なきに鑑み 8 輛位の豫備を必要とする故減少方は割合に少ない。

(4) 乗務員數比較

	電化前		電化後		差	引
	機關手	機關助手	機關手	機關助手		
八王子 甲府	26	26	17	17		
計	44	44	36	29	-17	-24

冬期の補助機の爲め又豫備機の爲め或る數を要し結句運轉手 14 助手 11 合計 25 名を減少することが出来た。

(5) 石炭使用量と電力消費量比較

八王子甲府間電化前(昭和五年七月)と電化後(昭和六年七月)の機關車一軒當り換算車輛 100 軒當り及び換算客貨車 100 軒當り石炭の使用量と電力消費量を比較するときは次表のものである。

蒸電機	列車種類	機關車	換算車輛	換算客貨車	換算燃料
	客貨合計	101,187.3軒	3,079,855軒	2,067,982軒	1,665,095kg(點火保火を含む)
差	77,338.5	2,311,536	1,752,568	660,035K.W.H.(變電所出口)	

蒸電機	機關車一軒當り		換算車輛百軒當り		換算客貨車百軒當り	
	差	16.45kg(石炭) 7.56K.W.H.(電力)	21.4錢 15.1軒	54.0kg 28.56K.W.H.	70.2錢 57.1軒	80.5kg 37.66K.W.H.

變電所出口電力量 1K.W.H. 2 錢とす。

石炭夕張炭一噸 13 圓とす。

但し電力單價には發電所及び變電所建設費の利子及び償却費並に送電配電線路に關する一切の費額を含まず。

(6) 運轉時間の短縮

甲府八王子間 85.2km

列車種類	下り列車					上り列車				
	電化前		電化後		短縮 時分	電化前		電化後		短縮 時分
	平均速度	運轉時分	平均速度	運轉時分		平均速度	運轉時分	平均速度	運轉時分	
通客列車	32.1軒/時	159.0分	39.7軒/時	134.0分	25.0分	33.8軒/時	151.0分	42.2軒/時	124.5分	26.5分
停客列車	29.6	173.0	35.6	149.0	24.0	30.8	166.0	37.7	139.0	27.0
通貨列車	26.8	191.0	33.4	154.5	36.5	26.5	193.0	34.0	153.0	40.0
停貨列車	24.0	213.0	29.8	174.0	39.0	24.1	212.0	30.5	171.0	41.0

即ち速度に於て 20~25% を増し運轉時分に於て 16~20% を短縮することが出来た。(鐵道省電氣局電氣月報第 11 卷第 6 號)

第六節 碓氷線の電化 (Electrification in Usui Section)

碓氷の電化は約 20 年前横川驛に 3,000 キロの火力發電所を置きて横川、輕井澤 7 哩間に電化工事を施した。様式は第三軌條式で工費は下の通りである。

碓氷電化建設費

發電所費	800,000 圓
變電所費	310,000 圓
電力線路費	540,000 圓
機關車 12 臺	480,000 圓
其他雜	140,000 圓
計	2,270,000 圓 (1K.W. に付き 756 圓)

發電所と機關車の費額を除くときは一哩當り 141,000 圓一軒當り 88,000 圓である。

(1) 碓氷電化區間に於ける電氣蒸氣機關車輸送力比較

本調査は大正九年の統計によりて調査した。此の當時は電氣機關車に蒸氣機關車を挿みて運轉したからである。然し今日とは稍状態を異にするも大體の模様を推測することが出来る。

輕井澤、横川間 7 哩は電氣機關車を使用し尙不足は蒸氣機關車を其の間に挿み運轉す。共に二臺連結して其の輸送車數と速力は次のものである。

電氣機關車二臺連結の場合	牽引車數十四輛	速(十五分ノ一勾配區間十一哩/時 力(四十分ノ一勾配區間十五哩/時	横川、輕井澤 四十八分 間運轉時
蒸氣機關車二臺連結の場合	同 十二輛	同 同 七哩/時 同 同 十二哩/時	同 一時間 十八分

今此の區間電氣機關車にて絶へず運轉するとせば最大 34 回を往復し得るも、蒸氣機關車なるときは 21 回の運轉に止るのである。

二者共始發驛に於ける列車の運行時表又は入換時間のため出發時間の制限を受けて此の回数に達すること能はざるは勿論にして、現時の列車運行表に據るときは其の回数は減じて電氣機關車なるときは 28 回の往復をなし得るのみ。又蒸氣機關車なるときは此の區間速度緩なるため現行運轉表にては運轉すること能はず。時刻表の変更を要するも尙旅客列車表に大なる變化を加へずして運行するとせば先づ 20 回の運轉である。

故に二者の列車數を比較するに蒸氣機關車に比して電氣機關車なるときは約 40% の増加をなし得る。

(2) 碓氷線に於ける電氣及蒸氣車運轉費比較

大正九年六月に於ける横川輕井澤間の電氣機關車運行哩と費額は次のものである。

機關車數	機關車哩				換算車輛哩		電力		油脂運轉 用其他	人件費	物件費	車輛 修繕費	
	本務	補助	其他	計	客車	貨車	計	量K.W.H					代價
19	7,812	8,999	24	16,836	59,324	56,955	116,279	341,058	26,309	1,924	14,431	433	21,139

機關車走行哩は 16,836 哩にして牽引車輛哩は 116,279 哩にして機關車一臺の牽引車數は約 7 輛である。運轉總額は 64,326 圓にして一輛を一哩間運轉する費用は 55 錢となる。

電氣機關車の不足を補ふ爲めに此の間に蒸氣機關車を挿みて運轉して居るが同月に於ける其の運行哩と費額は次のものである。

大正九年六月 横川輕井澤間蒸氣機關車運轉成績

形式	機關車哩				換算車輛哩			運轉用燃料					
	本務	補助	其他	計	客車	貨車	計	九北塊	常	流	動	計	代價
	哩	哩	哩	哩	哩	哩	哩	斤	斤	斤	斤	斤	円
2,500	3.4		3.4	6.8		41	41		700			700	6
3,900		2,381.4		2,381.4		10,564	10,564	88,400		866,24.1	161,146	249,546	7,965
3,950	2,381.4			2,381.4		18,032	18,032	194,650	194,650	251,26.4	110,556	499,856	9,937
計	2,384.8	2,381.4	3.4	4,769.6		28,637	28,637	283,050	195,350	617,50.5	271,702	750,102	17,909

運轉用油脂				其の他		車輛修繕費
汽笛用		機械用		人件費	物件費	
数量	代價	数量	代價			
0.10	0.08	0.30	0.165	7,848	882	2,629
34.60	28	121.10	66			
34.60	28	121.10	66			
69.20	56	242.50	133	7,848	882	2,629

即ち牽引せる換算車輛哩は28600哩にして機關車一臺の牽引車數は六輛で運轉總額は29,457圓にして一輛を一哩間運搬する費用は前表より算出するときは1.03である。故に蒸氣運轉費用は電氣の1.9倍に當つて居る。

(3) 碓氷線に於ける電氣及び蒸氣車燃料比較

蒸氣機關車に於ける燃料は重油と石炭にして9年6月分に於ける重油量は61,750斤にして之を石炭量に換算するときは約272,000斤にして、實際に使用する石炭量とを合せて750,000斤である。故に一車哩に要する石炭量は26斤餘にして今假に同月に於ける電氣機關車による列車數を全部蒸氣機關車を以て牽引するとせば之に要する石炭量は3,000,000斤を要する割合である。而して現時此の區間に於ける電力の所要量は341,000キロにして變電機電線路抵抗其他燈火用のため發電所に於ける電力量は遙かに大にして總量529,000キロにして之に要する石炭消費量と總費額は次の通りである。

大正九年六月分

横川發電所	出力總數 K.W.H	所 要 費 額										
		燃料消費總量		電 力 費					修 繕 費			合計
		種類	數量	燃料費	油脂費	其他物品費	人件費	計	物品費	人件費	計	
528,862	石炭	2,833,000	20,635	112	147	5,865	26,859	660	1,098	1,758	29,617	

出力總量の費途は次の如きものである。

横川發電所 出力總量 528,862K.W.H	丸山變電所へ入る	269,630K.W.H
	横川 " "	228,890
	燈火用	15,492
	充電所	12,600
	横川機關庫修繕所動力	2,250

即ち運轉用として使用せらるゝは511,120K.W.Hにして此割合にて使用石炭量を計算するときは2,737,000斤にして、前記蒸氣機關車の3,000,000斤に比して約13%の減少である。然れども發電所に使用する石炭は運轉用に供する石炭に比して其の質粗悪なるが故に單に量のみにて比較することを得ず。火力によりて比較するを要する。之が精細なる比較は困難なるが故に假に石炭の價格に於て比較すると即ち蒸氣機關車は一車哩の燃料費は0.625圓である。故に電氣機關車の總車輛哩は116,300哩を全部蒸氣にて運轉するとせば72,637圓で丁度發電所に於ける燃料費29,617圓の内運轉費に對するに28,617圓に比して二倍半となる譯である。

第七章 内 燃 動 車 運 轉

近時運轉費を極度に輕減するに至りて、内燃動車が非常に發達し來つた。内燃動車はガソリン機關を使用したものと、重油を使用するデーゼル機關によるものとある。運輸量の少き區間に於て、輸送單位を小にして何回にも運ぶ場合に、盛に用ひらるるに至つた。

内燃動車に於ては特徴を有し、(1) 熱効率が著しく高く従つて燃料費が廉いこと、(2) 運轉休止中は燃料を要しないこと、(3) 準備時間を要することなく隨時に運轉を開始し得ること、(4) 煤煙を出さないこと、(5) 蒸氣機關車に於ける如く石炭投入の爲めの機關助手を要しないこと、(6) 低速度即ち出發時の牽引力が大なること、等である。

缺點としては製作費の高價なることであるが、燃料費廉價にしてデーゼル機關車の如きは蒸氣機關車に比して只の10%にて足つて居る。今デーゼル機關車に就て、構造及び牽引力を示すときは、巻尾第十八圖に示すもので、輸送量の計算は蒸氣機關車と同様である。