

第六編 線路選定

第一章 總 論

鐵道は之を要するに營利的企業である。國有鐵道の一部には營利を離れ軍事拓殖等の國家的見地から、鐵道の敷設をする場合もないではないが、總括的に之を見る時は、營利を度外視して鐵道の敷設を爲すは、極めて稀であると云はなければならぬ、營利を目的とする場合は勿論營利を目的としない場合と雖、鐵道線路を選定するに當り、之が建設費の節約を計ることは何人も異論のない所であるが、一定の運輸數量を輸送し、之によりて得る利益金は運輸收入から、營業費及建設費の利子を差引いたものであるから、鐵道の經濟を良好ならしむる爲、即ち利益金を多からしむる爲には、多額の運賃を徴集するか、營業費を少額ならしむるか、建設費の利子を少なからしむるかの、三つの途の外にない。

運賃を多額に徴集することは、鐵道の一面の目的即ち公益事業と云ふ立場から考へて、最も拙劣なもので、吾人の努むべき點は他の二點即ち建設費の利子を少なからしむることと、營業費を少なからしむるとにある。

建設費の利子を少なからしむるには、金利の低い資金を調達することも、一つの方法であるが、土木技術的方面から考ふれば、建設費の少額なる線路を選ぶにある。又營業費を少なからしむるには、人件費其他事業費を節約し、能率増進を計ることも一つの方法ではあるが、土木技術的方面から考ふれば、勾配及曲線を緩和し、同一運輸數量を少額なる運轉費を以て輸送せしむるにある。然しながら是等兩者は兩立しないのを常とし、勾配及曲線を緩和せんとすれば、建設費は多額となり、建設費を軽減せんとすれば勾配及曲線は強められるのを常とする。之即ち線路選定なる學問の生れた所以であつて、一定の運輸數量を輸送するには幾何の建設費を之に投じてよいか、尙詳言すれば如何なる程度の勾配、如何なる程

度の曲線を持つた線路を選ぶことが経済的であるかを研究することが、線路選定なる學問の目的である。

線路選定をなすに當り、單に地勢に順應するを主とし、山少しく急なれば勾配及曲線亦之に順應して急ならしめ、線路の性質種類に多くの考慮を拂はない様なことが往々認められるのであるが、斯くの如きことは嚴に避けねばならぬ事である。同じ様な地勢の所でも、運輸數量の如何によつては、勾配及曲線は必ず變化して然るべきである。彼の熱海線の如き長大な隧道を穿ち、巨費を投じて尙且之を建設するを可とした所以のものは、それが東海道幹線であつて、其運輸數量が長大な列車を頻繁に運轉することを必要とし、従つて其運轉費の節約が、善く莫大な投資に對し償ふて餘りありと考へられたからに外ならないのである。

第二章 建設費

第一節 鐵道會計

國有鐵道の會計は、明治四十二年以來帝國鐵道特別會計と稱し、等しく政府の會計ではあるが、一般會計と分離して居る、而して鐵道益金は一般會計に納付しないで、鐵道自身の建設改良乃至用品に要する資金、即ち鐵道資金に充當し益金不足の時は鐵道會計の負擔に於て公債を發行し、又は借入を爲し得ることになつて居る。然らば何故に鐵道會計は之を特別會計にするのであるか、以下少しく其理由を述べて見よう。

先づ第一に鐵道収入は一般租稅収入の如きものと異なつて、一年何程と適確に豫斷し難いものである。従つて斯かる不定の収入金を以て一般の國費に充當することは、一朝鐵道収入に減少を來した場合に、一國の財政に齟齬を生ずる虞れがある。

第二に鐵道は營利事業であるが故に、出来るだけ其事業の損益を明かにし、其

事業の消長に應じて、適切なる施設の改良擴張を測るべきである。即ち鐵道客貨の數量多く収入も多額に昇る時は施設も擴張改良を要し、反對に収入減少した時には施設も控目にして宜いのである。斯くの如く事業の消長に應じて施設の按配をする事は、會計を獨立させる事によつて始めて實行出来るので、若し之を一般會計に委す時は需要の無いのに無益の設備をしたり、又客貨殺到したに拘らず之に對應する設備をすることが出来ないと言ふ様な羽目に陥る虞れがある。

第三に鐵道豫算と一般會計豫算とは、其根本的性質を異にして居る。即一般會計の豫算は支出を本位とする支出豫算であるが、鐵道會計の豫算は収入を本位とする収入豫算である。従つて此二つは別箇のものとするのが便宜である。

第四に鐵道會計を一般會計に移す時は、鐵道以外の事業の爲めに鐵道を利用される虞れがある。鐵道は獨占事業の性質を多分に持つて居るので、之を一般會計に入れる時は鐵道以外の事業に金を投下するが爲めに運賃を上げたり、其獨占的性質を不當に利用せぬとも限らない。勿論鐵道を特別會計にした場合にも、獨占的權力を不當に利用せぬとも限らないが、之を鐵道事業自體の爲めに利用する場合と、他の事業に利用する場合とでは意味も性質も弊害の程度も自ら異つて來るのである。是等が鐵道會計を特別會計とした理由の主なるものである。

鐵道に於ける勘定は資本勘定、収益勘定、用品勘定の三つから成立つて居る。

資本勘定は鐵道の建設改良に要する資金の出納整理で、其収入は鐵道益金からの繰入金、公債募集金、借入金、所屬土地財産賣拂代金等で、支出は建設費、改良費、國債償還金、用品資金補足、其他である。建設費は營業上収益を生ずる財産の建設、又は取得（例へば購入）に要する費用で、改良費は營業上収益を生ずる財産の改良に要する費用で、共に鐵道の財産の大部分をなすものである。投下する資本が公債借入金の如く國家の負擔に屬する時は、之を借入資本といひ、益金、繰入金、財産賣拂代金の如き資本は、之を特有資本と稱して居る。

用品勘定と云ふのは從來からの用品資金及將來補足する金額を以て、其資金と

し、用品収入、工作収入其他附屬雑収入を其歳入とし、用品費、工作費其他附屬諸費を其の歳出として居る。鐵道の運輸營業及建設改良工事を行ふに當つては、種々雑多な物品が多額に必要な事は申す迄もない事であるが、斯様な鐵道用品は調達するに當つて、直ちに市場で間に合ふことの出来る物は、其一小部分に過ぎなくて、他の大部分は短かくて一箇月、長いものになると一箇年位かからなければ出来上らないのを普通とする。それ故常時必要とする物品に就いては豫め之を買入れて置いて、必要が起つたならば直ちに之に應ずるだけの用意をして置かなければ、到底事業の圓滿な遂行は期することが出来ない。これが爲には相當の資金を擁し、價格の高低を參照し、良品を充分吟味した上買込んで置き、必要に應じて各需要個所に配給する方法が最も有利なので、是等物品の購入製作修理の爲めに一定の資金を用品資金と稱して準備して置き、此の資金を整理する勘定を用品勘定と稱して居る。

収益勘定と云ふのは營業上の出納整理をする勘定で、營業上の諸収入を以て其収入とする營業収入は之を運輸収入及雑収入に分ち、運輸収入は更に之を旅客収入、貨物収入に分ける、旅客収入は乗客運賃、手小荷物運賃、郵便物運賃、入場料等を含み、貨物収入は貨物運賃、貸切車運賃、速達貨物運賃等を含み、雑収入には土地物件貸付料、貨車使用料、物品賣拂代金、預金利子等を含んで居る。収益勘定の支出は營業費、若しくは事業費、補充費、豫備費、利子及債務取扱諸費等である。營業費は營業上諸般の經費及財産の維持保修に要する費用で、通常之を保存費、汽車費、車輛修繕費、運輸費、船舶費、旅館費及總係費に區分する。保存費は線路及諸建造物等の維持修繕に要する費用で、汽車費は機關車運轉に要する費用、車輛修繕費は機關車及客貨車の修繕に要する費用、運輸費は停車場列車運轉並びに是等の監督に關する費用で、驛長、車掌以下の給料の様な人件費が大部分を占めて居る。船舶費は船舶の維持保修並びに運轉に要する費用、旅館費は旅館の營業に要する費用である。補充費は財産の増加を來す費用で、性質上資本

勘定に屬すべきものであるが、比較的輕微な工事は一々資本勘定の歳出豫算として決定を求めることは煩に堪えない。又此種工業の多數は保存工事と關聯することが多いから、便宜上之を収益勘定に編入したものであるから、年度終了の後其支出額は資本勘定に繰入れることになつて居る。豫備費は輸送數量の増加に對する營業費の増加、災害に起因する費用等の爲めに備へたものである。利子及債務取扱諸費は公債借入金等の利子並びに是等債務の取扱に關する諸經費、例へば證書の作成費廣告料等である。

第二節 建設費の分類

建設費は之れを分類すると次の諸費となる。

總係費
測量費
用地費
土工費
橋梁費
溝橋費
伏樋費
隧道費
軌道費
停車場費
波止費
機械場費
諸建物費
防火防雪費
運送費

- 建築用汽車費
- 建築用具費
- 柵垣及境界杭費
- 電線費
- 運轉用電気費
- 車輛費

以上の各項の費用は工事の難易土地の状況等によつて、其價格に差異を生ずることは勿論であるが、國有鐵道の様な軌間 1.067 米鐵道に於ける標準を示せば大體次の通りである。

1. 總係費 (俸給及諸給諸費割掛費)

工事費 (建設費總額の内總係費車輛費を除いたもの) の $\frac{8.5}{100}$

内譯

俸給及諸給諸費	本省所屬の分	$\frac{0.9}{100}$
同	建設事務所々屬の分	$\frac{7.0}{100}$
割掛費		$\frac{0.6}{100}$

2. 測量費

北海道	1 杆に付き	金 1,250 圓
本州四國並に九州	〃	金 625 圓

3. 用地費

用地費は調査の成績に依り實價を求めるのであるが大體の標準としては

	北海道	東部	中部	西部	四國	九州
田	1,000 平方米に付 300 圓	700 圓	750 圓	1,000 圓	900 圓	900 圓
畑	〃 120 圓	400 圓	600 圓	700 圓	600 圓	500 圓
宅地	〃 1,000 圓	2,700 圓	3,000 圓	4,500 圓	2,400 圓	2,400 圓
	(8,500)	(12,000)	(12,500)	(12,500)	(12,000)	(12,000)

墓地	1,000 平方米に付	450 圓	450 圓	450 圓	500 圓	400 圓	300 圓
山林	〃	50 圓	120 圓	140 圓	160 圓	140 圓	180 圓
原野	〃	40 圓	100 圓	120 圓	95 圓	95 圓	90 圓

括弧内の金額は市街宅地の平均價格とす。

地上物件並雜費 1 杆に付 金 1,875 圓

但し市街地を通過する爲め多數の家屋移轉を要する場合には、之に對しては特別に計上する必要がある。

線路用地の幅員は土工定規によつて定めること。

停車場用地に要する面積は大體次の標準に據るのである。

停車場等級	面積
壹等	特別に計算する
貳等	〃
參等	45,290 平方米
連絡停車場	22,800 平方米
四等	26,780 平方米
五等甲	26,780 平方米
スウキチバツク驛	36,360 平方米
信號場	10,900 平方米

4. 土工費

土工の體積は土工定規によつて計算する。

切取費

岩石	1 立方メートルに付	金 2 圓
土砂	〃	金 70 錢

築堤費

切取土砂を盛土に充用し得る時 1 立方メートル 金 30 錢

其他の場合 1 立方メートルに付 金 90 銭

川溝付費踏切道及道路付費地築費等に屬する土工は上記の單價に準ずる。

土留石垣及柵費

間知石積、但石代、裏詰、根切、積手間を含めて次の通りである

石垣高 6 米以下 壹平方メートルに付 金 15 圓

石垣高 9 米以下 " 金 20 圓

5. 橋梁費 (荷重は KS15)

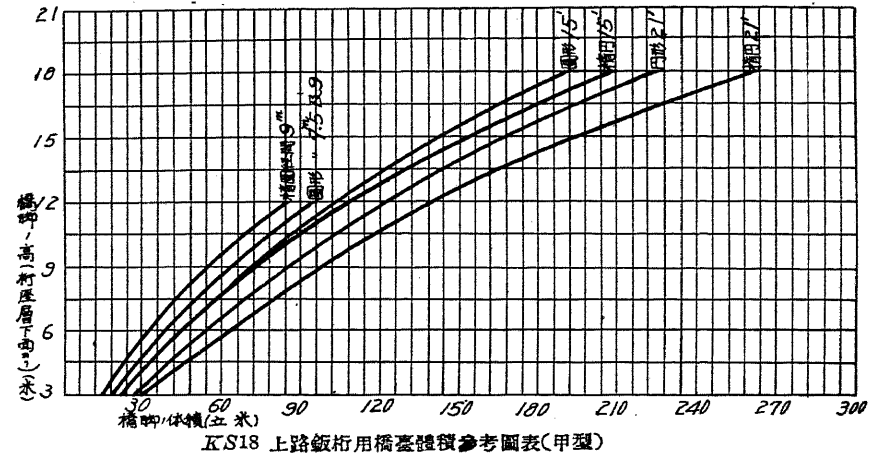
橋桁の代價、桁組立費等は次の通りである。

但し鋼鐵 1 噸の代價は鋼構桁は 240 圓、鋼鈹桁は 215 圓、工形鋼桁は 210 圓とする

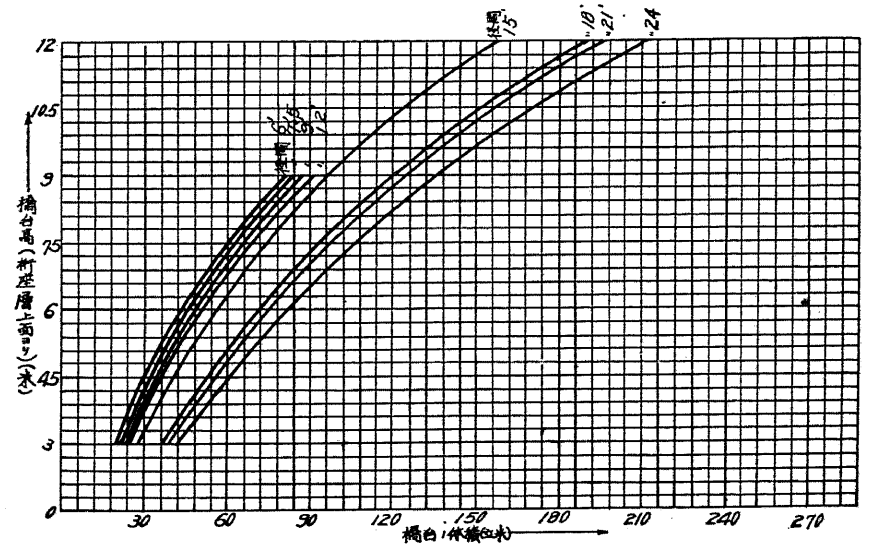
徑間	種類	桁代	組立費	足場建築費
90米	スルー形鋼構桁	80,700圓	6,800圓	165錢
60米	スルー形鋼構桁	37,600	4,200	165
	デツキ形 "	39,400	4,400	165
45米	スルー形 "	24,600	3,200	165
	デツキ形 "	26,500	3,300	165
30米	スルー形 "	13,600	2,000	165
	デツキ形 "	14,400	2,100	165
24米	デンチ形鋼鈹桁	8,700	320	88
21米	"	6,200	250	66
18米	"	4,500	190	68
15米	"	3,300	130	58
12米	"	2,200	90	—
10米	"	1,400	60	46

6米	デンチ形鋼鈹桁	830 (桁組立及架設費共)	115
5.4米	輓壓工形鋼桁	870	83
4.5米	"	460	66
3.6米	"	300	

KS18 上路鈹桁用楕圓並圓形橋脚體積參考圖表

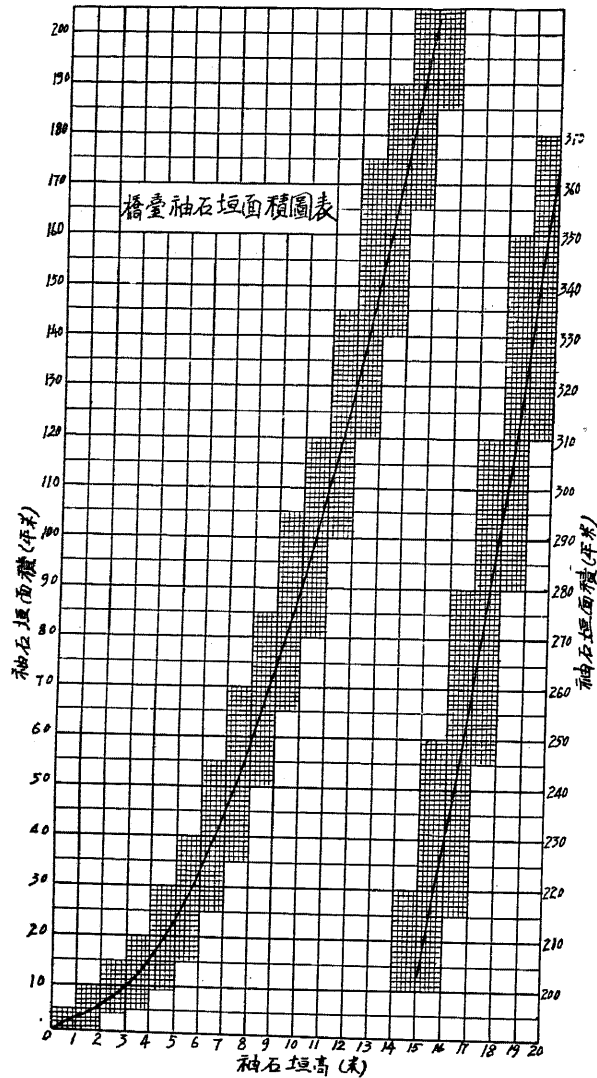


KS18 上路鈹桁用橋臺體積參考圖表(甲型)



足場建築費は縦断面1平方米當りの單價であるが、縦斷面積は兩橋臺脚床石上面を結付けた線と兩橋臺脚及地盤面の間に劃された面積である。

鋼構桁足場建築費は足場を水中に施行する場合は、杭打等の費用とし



て平均水位から川底迄の深さに18米を加へ縦斷面積とする。

橋臺橋脚の立積は前頁の圖表で求められる。而して其疊築工の價格は次の通りとする。

疊築工	高 9 米以下	1 立米に付	金 27 圓
疊築工	高 15 米以下	"	金 30 圓
疊築工	高 15 米以上	"	金 35 圓
橋臺橋脚基礎混凝土		"	金 23 圓
基礎杭打地形		1 平方米に付	金 18 圓

橢圓形井筒の基礎

長徑 11 米	短徑 5.5 米	深 1 米に付	金 2,280 圓
長徑 9 米	短徑 4.5 米	深 1 米に付	金 1,650 圓
長徑 7.6 米	短徑 4.3 米	"	金 1,350 圓
長徑 4.8 米	短徑 2.7 米	"	金 720 圓

圓形井筒の基礎

直徑 3.6 米	深 1 米に付	金 700 圓
直徑 2.7 米	"	金 500 圓

橋臺四隅袖石垣の面積は前頁の圖表に據り算出し、代價は土留石垣に準ずる。

6. 溝橋費

開渠堰壓工形鋼桁一徑間分の代價は桁組立及架設費を含めて次の通りとする。但し工形鋼桁1噸の代價は 210 圓とする。

徑間 3 米	金 240 圓
徑間 2.4 米	金 170 圓
徑間 1.8 米	金 120 圓
徑間 1.2 米	金 90 圓

徑間 0.9 米 金 80 圓

開渠橋臺の立積は前頁に掲げた圖表で求められる。

開渠及暗渠の基礎に使用する混凝土杭打、地形其他疊築工等の單價及袖石垣の代價は橋梁費に準ずる。

7. 伏樋費 1 杆に付 金 1,250 圓

8. 隧道費

800 米以下	1 米に付	金 460 圓
800 米以上 1.6 杆以下	〃	金 530 圓
1.6 杆以上 3.2 杆以下	〃	金 630 圓
3.2 杆以上 6.4 杆以下	〃	金 825 圓

9. 軌道費 (軌條重量 1 米に付 30 疋を使用するものとす)

北海道 (アプト式の加き特殊のものを除く)	1 杆に付	金 13,750 圓
本州四國並九州	〃	金 15,600 圓

分岐器及又 (枕木代價共) 1 組に付 金 500 圓

停車場内側線延長及分岐器及又の數は次の通りである。

停車場等級	側線延長	分岐器及又
壹等	特別に計算する	
貳等	〃	
參等	2.6 杆	15 組
連絡停車場	2 杆	15 組
四等	2.2 杆	12 組
五等甲	1.6 杆	8 組
スウキツチバツク	2.5 杆	12 組
信號場	540 米	4 組

10. 停車場費

停車場費は用地及軌道費を除いて次の通りとする。

壹等	特別に計算する
貳等	〃
參等	金 100,000 圓
連絡停車場	金 200,000 圓(但短距離支線の時は10萬圓)
四等	金 50,000 圓
五等甲	金 20,000 圓
スウキツチバツク	金 25,000 圓
信號場	金 5,500 圓

11. 波止費 特別に計算する

12. 機械場費 1 杆に付 金 1,250 圓

13. 諸建物費	北海道以外	〃	金 3,100 圓
	北海道	〃	金 4,400 圓

14. 防火防雪費 特別に計算する

但し雪覆は 1 米に付金 250 圓とする。

15. 運送費 1 杆に付 金 2,500 圓

16. 建築用汽車費 〃 金 1,370 圓

17. 建築用具費 〃 金 940 圓

18. 柵垣及境界杭費 〃 金 125 圓

19. 電線費 〃 金 1,630 圓

20. 運轉用電氣費 特別に計算する

21. 車輛費 1 杆に付 金 7,500 圓

國有鐵道に於ける既往の 1 杆當り建設費を調べて見ると次表の通りである。

第三節 一籽當り建設費

國有鐵道建設費平均一籽當費額

線名	區間	一籽當平均建設費	線名	區間	一籽當平均建設費
	自明治二十六年 至明治四十五年		肥薩	長岡—高崎	142.038
東北	福島—青森	60.896	上越	岐阜—高山	174.901
中央	八王子—名古屋	104.296	高山	琴平—池田—山田	111.637
鹿兒島	八代—鹿兒島	102.415	德島	和歌山—相可	156.021
山陰境	福知山—境—今市	88.781	紀勢	松田—勝浦	167.287
山陰舞鶴	福知山—園部—舞鶴	94.770	房總	山田—高知—須崎	126.122
篠井	篠ノ井—鹽尻	114.718	高知	山田—高知—須崎	126.122
陸奥	敦賀—富山	48.123	讚豫	西條—松山	185.768
吳	海田市—吳	106.347	長輪	長萬部—輪西	151.514
宇野	岡山—宇野	82.488	久大	久留米—大分	57.500
日豐	宇佐—大分	61.287	山田	盛岡—山田	170.861
參宮	山田—鳥羽	65.746	熱海	真鶴—湯ヶ原	152.008
	今市—杵築	21.885	大郡	山分宿—上小川	417.781
	平均	79.312	越美南	美濃町—板取口	128.101
			上越南	沼田—後閑	100.674
			作備	美作進分—勝山	101.975
			高知	須崎—高知	67.456
	自大正元年 至大正十五年		松山	今治—菊間	136.114
羽越	新發田—村上	57.019	伯備北	生山—足立	71.990
讚豫	多度津—川ノ江	39.464	伯備南	倉敷—木野山	252.360
房總	木更津—北條	76.213	峰山	舞鶴—宮津	131.989
舞鶴小濱	敦賀—新舞鶴	102.637	峰山	圓波山田—峰山	149.132
讚豫	川ノ江—西條	84.625	高德	高松—志度	91.673
名寄	名寄—下湧別	73.402	紀勢東	川添—瀧原	94.018
留萌	留萌—皆毛	156.086	紀勢西	箕島—藤並	183.272
房總	北條—松田	102.704	峰豐	峰山—綱野	124.373
日豐	宮崎—佐伯	155.313	輪島	七尾—和倉	42.407
山口山陰	濱田—山口—益田—萩	184.484	高山	下麻生—上麻生	74.692
羽越	村上—秋田	145.184	豊肥	朝地—玉來	74.224
伯備		154.567	大川	川内—宮城	150.965
			長間	正明市—萩	58.305

國有鐵道建設費平均一籽當費額

線名	區間	一籽當平均建設費	線名	區間	一籽當平均建設費
長間	小串—瀧部	130.160		自昭和三年 至昭和四年	
萩	石見益田—石見小濱	78.324		上小川—大子	143.706
萩	萩—東萩	111.450	大郡	後閑—水上	322.310
志布志	夫吉—志布志	88.272	上越南	勝浦—興津	164.746
肥薩	日奈久—湯浦	191.038	安房	北條—松山	92.996
肥薩	米津—水俣	103.139	松山	新見—足立	203.378
久大東	湯平—野矢	233.095	伯備北	新見—木野山	163.712
正明市	於福—正明市	161.204	伯備南	讚岐津田—引田	56.381
前湯	人吉—湯前	59.608	高德	瀧原—柏崎	100.651
五能	五所川原—森田	117.224	紀伊東	藤並—紀伊由浪	162.368
五能	能代—岩館	125.214	紀勢西	和島—能登中島	66.240
橫黑東	和賀仙人—大荒澤	720.016	輪島	板取口—深戸	130.769
久慈	八戸—種市	68.615	越美南	美濃太田—多治見	68.204
橫黑西	川尻—大荒澤	199.217	大田	富山—八尾	75.708
羽越北	龜田—岩谷	347.766	飛越	玉來—宮地	166.466
羽越南	村上—鼠ヶ關	237.951	豊肥	瀧部—阿川	109.264
大船渡	一隈—摺澤	136.045	長門	正明市—黃波戸	109.561
上越北	鹽澤—湯澤	117.464	長門	戸田小濱—飯浦	224.595
會津	若松—坂下	72.190	萩	野矢—豐後中村	146.472
花輪	平館—赤坂田	94.008	久大東	久留米—吉井	84.810
今泉	米澤—今泉	80.810	久大西	長尾—筑前内野	82.242
天鹽	稚内—幌延	62.432	長原	摺澤—折壁	89.983
雨龍	深川—鷹泊	54.566	大船渡	靜狩—伊達設別	273.191
鋼網	網走—斜里	78.438	長輪	會津城下—會津柳津	67.728
鋼網	保別—標茶	56.160	會津	上米口—區界	406.336
相生	美幌—北見相生	48.488	山田	川口—岩津	276.671
長輪	輪西—伊達紋別	142.663	十日町	大根—鬼鹿	98.416
上土幌	帶廣—土幌	47.935	羽幌		
	平均			平均	149.112
				明治年間	79.312
				大正年間	133.463
				昭和年間	149.112

この表は國有鐵道建設線の全部を網羅して居る譯ではないが、大體其時代時代の建設費を窺ひ知ることが出来る。而して平均としては

明治時代	1 杆當り	79,750 圓
大正時代	”	144,250 圓
昭和時代	”	150,000 圓

であつて、大正昭和年代のものは明治時代に比して、概して地勢平易ならざる區間が多く、又歐洲戦争の影響で物價及勞銀が著しく昇騰を來したにも係はず、建設費額の騰貴率が比較的低位にあるのは線路選定の技術的進歩と、建造物設計も亦經濟的となれると、工事施行方法も進歩し各種工事の單價が輕減せられた爲めである。

第三章 運輸數量

第一節 總論

鐵道の敷設後の成績は、客貨の數量に依つて左右されるものであるが、前にも述べた通り輸送する客貨の數量の多きか寡きかによつて、其線路の勾配及曲線は決定されるものであるから、運輸數量の決定は線路選定上の基礎となるべき性質のもので、第一に知らねばならぬ事柄である。併しながら豫定線路に對し的確な運輸數量を算出すると云ふ事は、其地方の交通状態經濟状態によつて異なるもので中々の難事である。

乗客の數は文化の程度に依つて差異はあるが、大體停車場の勢力範圍内の人口の密度に關係することは當然の事である。又交通の便不便にも關係することは勿論である。然し人口及び人口の中心地と驛との間の距離が、同一の條件であつても附近に他の交通機關の有無、耕地の沃肥、地方人の活躍力の如何等に依つて、

必ずしも同一ではないので、單に通過地方に於ける状況を有形的に調査しただけでは充分ではなく、微に入り細に亘る地方状態を細密に調査し、初めて大略の推察を下し得る程度のものである。

貨物の數量に至つては旅客の場合よりも一層困難である。貨物の中には旅客の場合の様に、人口の密度と關係するものもあるが、全然無關係のものもある。鹽、砂糖、醬油の如き消費物は略人口の密度と關係があるが、木材、石材、石炭の如き其地方より産出さるゝものは全然人口密度には無關係である。

第二節 國有鐵道に於ける運輸數量調査の方法

國有鐵道に於ては既成線路の統計を利用して、運輸數量を算出することにして居る。今其方法を述べて見ると

1. 旅客

T は一箇年の乗車人員

P は停車場の勢力範圍内に於ける人口(人)

D は停車場から都鄙の中心に至る平均距離(哩) とすれば

$$T \propto P \times \frac{1}{D^N}$$

$$T = C_1 \frac{P}{D^N}$$

此處に C_1 及 N は定數で、之を狀況異なつた既設の線路に就いて算出したものは次の様な値である。

線名	區間	一箇年の乗車人員
東北線	小山—福島	$T = 14,889 \frac{P}{D^{0.58}}$
”	仙臺—盛岡	$T = 12,631 \frac{P}{D^{1.26}}$
中央線	八王子—鹽尻	$T = 11,342 \frac{P}{D^{0.54}}$

山陽線	岡山—三田尻	$T = 12,221 \frac{P}{D^{0.67}}$
鹿兒島線	博多—八代	$T = 16,585 \frac{P}{D^{0.87}}$
久留里線	木更津—久留里(木更津を除く)	$T = 6,488 \frac{P}{D^{0.59}}$
大湯線	大分—豊後中村(大分を除く)	$T = 10,845 \frac{P}{D^{1.01}}$
高山線	岐阜—飛騨金山(岐阜を除く)	$T = 8,963 \frac{P}{D^{0.63}}$
高崎線	大宮—高崎(大宮及高崎を除く)	$T = 7,865 \frac{P}{D^{0.63}}$
五能線	機織—岩館	$T = 15,219 \frac{P}{D^{0.45}}$
紀勢線	和歌山—紀伊湯淺(和歌山を除く)	$T = 14,210 \frac{P}{D^{0.77}}$
八戸線	鮫—種市	$T = 11,362 \frac{P}{D^{0.44}}$
山口線	山口—石見益田	$T = 11,128 \frac{P}{D^{0.44}}$
高知線	須崎—高知	$T = 10,009 \frac{P}{D^{0.51}}$
根室線	釧路—根室	$T = 12,929 \frac{P}{D^{0.63}}$

2. 貨物

F_1 は重要貨物を除いた一箇年の到着噸數(噸)

F_2 は重要貨物を除いた一箇年の發送噸數(噸)

P は停車場の勢力範圍内に於ける人口(人)とすれば

$$F \propto P \quad F_1 = C_1 P \quad F_2 = C_2 P$$

C_1 及 C_2 は定數で之を前記旅客の場合と同一の既設線路の區間に就いたものは次の様な値である。

區間	一箇年の到着噸數	一箇年の發送噸數
小山—福島	$F_1 = 0.363P$	$F_2 = 0.214P$
仙臺—盛岡	$F_1 = 0.252P$	$F_2 = 0.140P$

中央線	八王子—鹽尻	$F_1 = 0.233P$	$F_2 = 0.153P$
山陽線	岡山—三田尻	$F_1 = 0.258P$	$F_2 = 0.154P$
鹿兒島線	博多—八代	$F_1 = 0.253P$	$F_2 = 0.159P$
久留里線	木更津—久留里	$F_1 = 0.049P$	$F_2 = 0.057P$
大湯線	大分—豊後中村	$F_1 = 0.141P$	$F_2 = 0.157P$
高山線	岐阜—飛騨金山	$F_1 = 0.202P$	$F_2 = 0.096P$
高崎線	大宮—高崎	$F_1 = 0.178P$	$F_2 = 0.104P$
五能線	機織—岩館	$F_1 = 0.203P$	$F_2 = 0.190P$
紀勢線	和歌山—紀伊湯淺	$F_1 = 0.193P$	$F_2 = 0.233P$
八戸線	鮫—種市	$F_1 = 0.132P$	$F_2 = 0.154P$
山口線	山口—石見益田	$F_1 = 0.168P$	$F_2 = 0.134P$
高知線	須崎—高知	$F_1 = 0.075P$	$F_2 = 0.157P$
根室線	釧路—根室	$F_1 = 0.413P$	$F_2 = 0.499P$

〔備考〕 停車場の勢力範圍は旅客の場合と同一ではない。

重要貨物と稱するのは

到着では米、麥、大豆、鐵及鋼、鑛石、石炭、煉瓦、諸種肥料、木材、木炭、石材、銅、石灰、菌の十四品目

發送では前記の品目の外食鹽、砂糖、和酒、葉煙草、刻煙草、卷煙草、綿、和洋紙、陶磁器、摺付木、石油、麥粉、茶、鹽乾魚、生及鮮魚、綿糸、綿布、生糸、絹布、牛、馬の二十品目を加へたもの

而して是等既設線路の内、狀況相似た線路を選んで、それによつて新線路に於ける旅客貨物の數量を算出するのである。

第三節 旅客貨物の數量に對する將來の推定

前節に述べた所は、單に新に線路を敷設した時幾何の運輸數量を獲得し得られるかを示す標準を述べたに過ぎないのであるが、吾々は單にそれだけでは満足出來ないので、更に進んで線路の開通を終り幾年かの歲月を経た後に於ける運輸數量を求めなければならないのである。然しながら之が推定は更に一層の困難を感ずるのである。何となれば鐵道の開通が地方の經濟の上に、大きな影響を與へると云ふ事は明白ではあるが、其影響の程度が幾何であるかと云ふことを推察する事が甚だ困難な事柄であるからである。

今鐵道の開通に依つて社會經濟上に與へる影響を考へて見ると

1. 生産上に及ぼす影響 鐵道の普及は取りも直さず地理的の距離を經濟的に短縮する事である。即ち從來深山溪谷によつて境され、これが交通に一日二日を費した地方が鐵道の開通によつて、僅かに二、三時間に往復出來る様になつたと云ふ事は往々見る所であるが、鐵道の開通は斯くの如く單に時間上に短縮を見る許りでなく、又運搬費の上にも大なる節約が出来るので、今迄市場に出なかつた深山の木材、鑛石等も安價に且多量に市場に搬出され、又人跡稀であつた沃原饒野も耕作の便宜を與へられるが如き、生産上に及ぼす利得測り知るべからざるものがあるのである。

2. 交換上に及ぼす影響 生産地と消費地とに於ける物價の差違は、主として其運搬費によるものである。然るに鐵道の普及による距離の短縮は、生産地と地とを接近せしむる結果となるから、運搬費を減額して物價を低廉にし、生加と販路の擴大とを促すに至る事は見易き理であつて、之即ち交換上に資大なる所以である。この結果としては物價は均一になる。何となれば交通及は一つの消費地に對し、各地方皆殆んど同一の條件を以て供給地となることが出來、一地方の獨占販賣權は成立しなくなり、各地方争ふて同一物件を供給

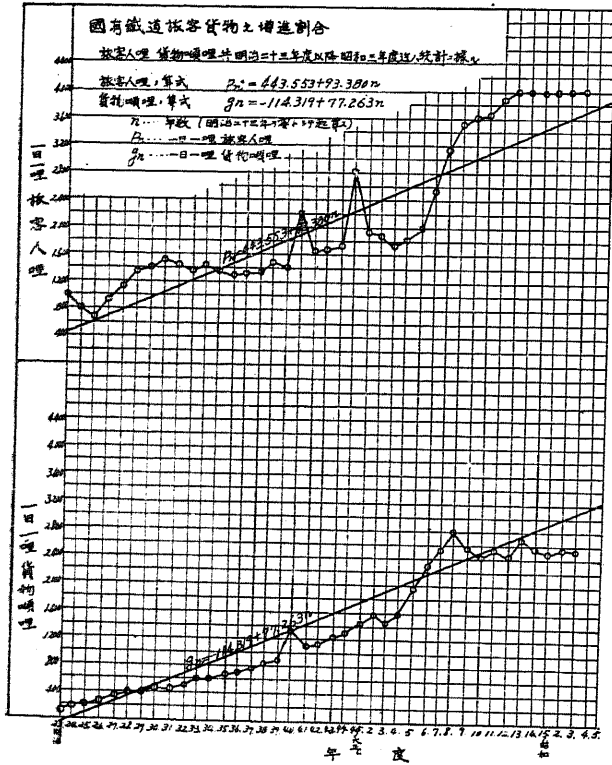
せんとするから勢ひ物價は低落し、各地方均一となつて正當物價に歸着する。而してこの作用は電信、電話の普及と相俟つて益々其効果を顯はし、各地方の物價の變動に應じ物價の高い所には物件の輸入となり、其價格を落させしめ、物價の廉い所には物件の輸出となつて、相當の價格に復歸させ斯くて各地方を通じ物價は均一となるのである。

3. 分配上に及ぼす影響 鐵道の普及は物件の分配上に効果あるばかりでなく、又同一の理によつて資本及勞力の分配に對しても効果がある。即ち金利の高い所には資本の流入多くなつて、直ちに其率を低下せしめ、各地を通じて同一の利率に赴かしめ、又一地方の勞銀が非常に低下した場合には、勞働者は其地を去つて勞銀の高い地に赴き、又反對に一地方の勞銀が騰貴すれば各地の勞力は其地に集まり、斯くして資本及勞力の分布に役立つのである。

以上述べた様に鐵道の開通は、其地方の經濟上に大きな影響を與へることは明白であるが、其關係は中々複雑したもので、開通後幾年かを經たる後に於ける發達の程度、從つて其時期に於ける客貨の數量を初めから豫想することは、頗る難事であることは想像に難くない。

客貨の運輸數量は人口の密度、並びに生産する物資の豐饒なるか否かによつて異なるものであるが、鐵道が敷設され、交通の便がよくなるに従つて客貨共に増加するのが普通である。稀には例外の場合もあるではあらうが、交通の便が増すと共に文化は進み漸次他との交渉を増し客貨を増進する。只其増進の割合は各個の場合に於て差異あるべきは前述の通りであるが、如何なる形式の増加率を持つであらうか、即ち直線的に増加するか、或は曲線的に増加するであらうか、之は過去の統計に基いて推定するのが適當であるが、我鐵道に於ては經濟界の變動の時を除いては曲線でなくて寧ろ直線的と見て差支ない様である。即ち明治 23 年から昭和 3 年迄の國有鐵道の客貨運輸數量(1 日 1 哩の平均通過噸數)を圖に示せば、大體直線的に經過年數に比例して増加して居り其割合は旅客は毎年 1 日 1

哩 93.33 人、貨物は毎年 1 日 1 哩 77.263 噸となつて居る。



年度	n	平均 旅客哩	一日一哩 旅客哩	一日一哩 貨物噸哩
昭和23	0	1,257	1,065	110
24	1	1,600	987	155
25	2	1,774	601	210
26	3	1,854	930	245
27	4	1,966	1,134	323
28	5	2,119	1,364	367
29	6	2,226	1,406	384
30	7	2,567	1,522	441
31	8	2,954	1,444	439
32	9	3,251	1,360	477
33	10	3,412	1,446	500
34	11	3,576	1,369	574
35	12	3,721	1,301	644
36	13	3,967	1,333	703
37	14	4,164	1,354	770
38	15	4,314	1,512	844
39	16	4,572	1,430	894
40	17	4,622	2,237	1,319
41	18	4,513	1,645	1,114
42	19	4,500	1,602	1,143
43	20	4,760	1,746	1,222
44	21	4,750	2,044	1,289
45	22	5,130	1,926	1,437
大正23	23	5,340	1,801	1,564
24	24	5,585	1,770	1,643
25	25	5,729	1,844	1,683
26	26	5,814	2,096	1,870
27	27	5,924	2,520	2,327
28	28	6,041	2,474	2,663
29	29	6,134	3,544	2,888
30	30	6,316	3,637	2,871
31	31	6,416	3,686	2,430
32	32	6,851	3,943	2,845
33	33	7,130	4,149	2,456
34	34	7,640	4,162	2,575
35	35	7,670	4,162	2,572
36	36	7,910	4,152	2,504
昭和2	37	8,162	4,192	2,557
3	38	8,401	4,369	2,544

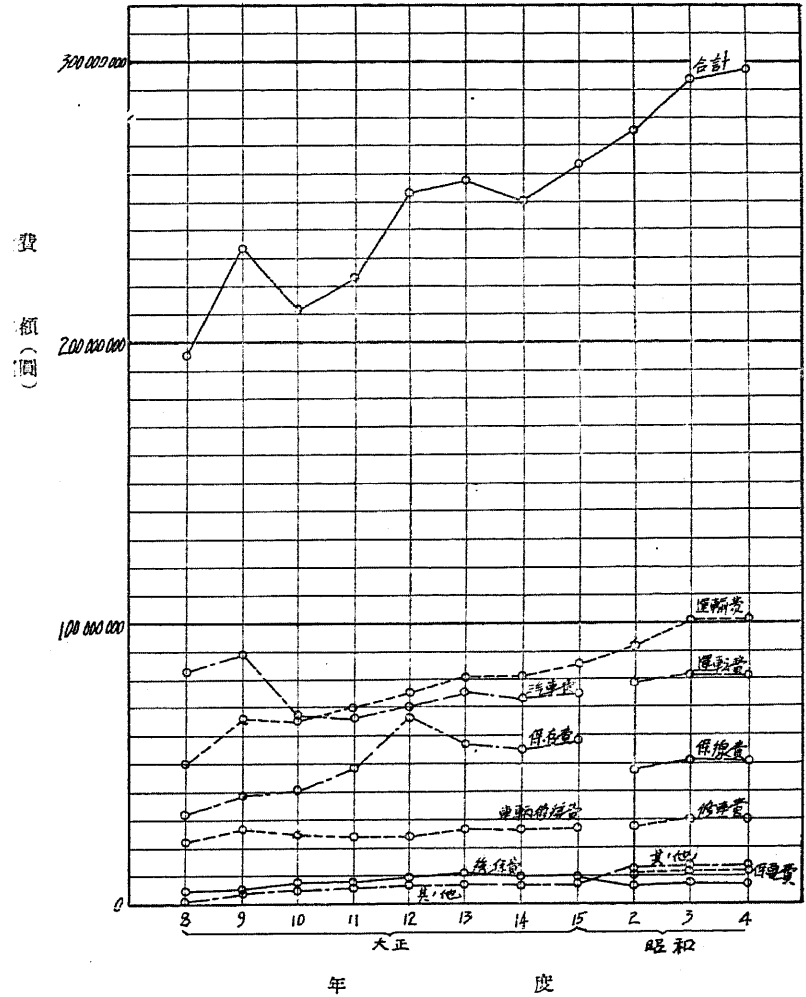
第四章 營業費

第一節 營業費の分類

營業費は總係費、保線費、保電費、運轉費、修車費、運輸費其他に大別されるが、今大正八年から昭和四年に至る十一年間の營業費を各費に分類し、其費額及營業費全體に對する百分率を示すと第2表の通りである。尙この變化の工合を圖に畫いて見ると次圖の様になる。

國有鐵道營業費圖表

〔備考〕 昭和二年勘定科目改正す



尙昭和三年及同四年の兩年度に於ける、國有鐵道營業費の細別費額及各費額の營業費全體に對する百分率を示せば、第3表の通りである。

(第2表) 國有鐵道營業費調 (行政監督費、統計調査費、船舶費及補充費を除く)

年度	費目		保線費	保電費	汽車費	運轉費	車輛修繕費	修車費	運輸費	其他	合計
	金額	百分率									
大正8	4,067,046	32.498	535	16.7	83,123	801	22,912	554	50,760	1,720	105,083
		2.1			43.6		11.6		26.0	0.9	100
9	5,546,686	39,683	166	17.0	39,939	772	26,835	695	66,680	4,434	139,711
		2.4			38.6		11.5		28.6	1.9	100
10	7,258,841	40,471	1,002	19.1	67,243	106	24,454	111	66,739	5,857	146,523
		3.4			31.8		11.6		31.6	2.5	100
11	7,963,224	48,126	374	21.6	66,455	131	24,104	538	70,162	5,947	153,275
		3.6			20.8		10.8		31.5	2.7	100
12	9,680,951	57,022	956	26.4	70,263	190	24,351	103	75,384	6,791	175,263
		3.8			21.7		9.6		29.7	2.7	100
13	10,099,068	57,165	491	22.5	75,252	193	27,062	105	81,082	6,921	197,883
		3.9			29.3		10.5		31.4	2.7	100
14	9,224,271	54,939	401	21.9	73,517	385	26,330	104	80,377	7,103	149,209
		3.7			29.2		10.5		32.0	2.8	100
15	9,438,115	58,043	541	22.0	75,711	517	27,522	793	85,225	7,450	168,689
		3.6			28.1		10.4		32.4	2.8	100
昭和3	5,807,440				47,714	762	11,200	625	78,795	857	127,506
		2.1			17.4		4.1		10.0	33.3	4.5
4	6,324,905				51,030	825	11,774	089	81,124	151	127,917
		2.2			17.4		4.0		10.0	34.3	4.3
5	6,269,737				50,098	334	11,954	680	81,389	291	127,911
		2.1			16.9		4.2		10.0	35.1	4.3
平均百分率		3.0	20.9	32.2	28.0	10.8	10.0	31.4	2.9		

〔備考〕昭和二年勘定科目改正す

(第3表) 昭和三、四、兩年度に於ける國有鐵道營業費分類表

費目	昭和三年度		昭和四年度		平均百分率
	金額	百分率	金額	百分率	
(1) 總係費					
俸給其他	1,451,625.610	0.5	1,544,705.120	0.5	0.50
執業費	3,490,874.823	1.1	3,264,777.718	1.0	1.05
線路調査費	136,149.479	0.	164,076.097	0.1	0.05
監督費	176,254.380	0.1	202,361.039	0.1	0.10
研究所費	457,791.213	0.2	444,222.682	0.1	0.15
印刷所費	115,619.505	0.	102,193.077	0.	0.
交際費	59,888.880	0.	54,809.340	0.	0.
釀出金	103,339.205	0.	224,553.105	0.1	0.05
外國行諸費	352,217.844	0.1	331,745.318	0.1	0.10
在外研究員諸費	432,956.780	0.1	467,951.920	0.2	0.15
缺損補填金	3,416.020	0.	5,030.000	0.	0.
割掛費	19,576.000	0.	17,161.000	0.	0.
合計	6,799,709.739	2.2	6,853,536.416	2.2	2.2
(2) 保線費					
俸給其他	1,926,879.508	0.6	2,102,987.123	0.7	0.65
執業費	2,895,837.350	0.9	2,102,937.801	0.9	0.90
線路修繕費	33,364,306.525	10.9	34,010,229.230	11.0	10.95
軌道費	13,266,267.306	4.3	13,178,992.933	4.3	4.30
土工費	1,317,542.805	0.4	1,289,163.890	0.4	0.40
入船場費	101,300.586	0.	52,847.524	0.	0.
橋梁費	736,695.005	0.2	796,400.833	0.3	0.25
伏樋費	78,483.723	0.	84,748.265	0.	0
隧道費	191,928.672	0.1	96,324.931	0.	0.05
停車場費	1,295,127.038	0.4	1,129,706.106	0.4	0.4
橋梁及現車費	111,567.458	0.	98,355.181	0.	0
防雪費	331,632.450	0.1	304,034.589	0.1	0.10
凍上費	104,014.999	0.	102,915.936	0.	0.
其他	15,829,696.483	5.2	16,876,718.937	5.5	5.35
建物修繕費	6,152,409.236	2.0	5,617,485.082	1.8	1.90
除雪費	1,781,440.757	0.6	483,485.555	0.2	0.40

(第3表)

費目	昭和三年度		昭和四年度		平均百分率
	金額	百分率	金額	百分率	
保線區費	3 117 879.518	1.0	3 289 119.297	1.1	0.05
看守費	1 498 368.758	0.5	1 533 840.588	0.5	1.50
割掛費	292 894.000	0.1	201 503.000	0.1	0.10
合計	51 030 024.682	16.6	50 098 383.676	16.2	16.40
(3) 保電費					
俸給其他	776 983.880	0.3	872 155.868	0.3	0.30
執業費	671 032.502	0.2	626 855.740	0.2	0.20
通信修繕費	6 559 147.388	2.0	6 781 014.683	2.2	2.10
通信區費	969 699.000	0.3	934 001.440	0.3	0.30
電力修繕費	2 185 081.411	0.7	2 162 172.416	0.7	0.70
電力區費	514 056.001	0.2	513 108.392	0.2	0.20
割掛費	98 635.000	0.	65 322.000	0.	0.
合計	11 774 639.332	3.8	11 954 630.539	3.9	3.85
(4) 修車費					
俸給其他	352 157.320	0.1	410 167.480	0.1	0.10
執業費	521 776.733	0.2	537 129.068	0.2	0.20
諸車修繕費	27 834 618.618	9.1	28 336 823.752	9.2	2.15
機關車費	13 147 691.618	4.3	13 057 167.671	4.2	4.25
電氣機車費	550 909.035	0.2	476 566.774	0.2	0.20
客車費	6 048 214.957	2.0	6 139 706.310	2.0	0.20
電車費	1 185 243.300	0.4	1 324 024.869	0.4	0.40
貨車費	5 470 134.132	1.8	5 820 756.874	2.0	1.90
機械器具費	241 270.908	0.1	222 988.810	0.1	0.10
其他	1 181 165.163	0.4	1 295 612.444	0.4	0.40
機械修繕費	683 301.534	0.2	387 645.341	0.2	0.20
割掛費	472 499.000	0.2	269 525.000	0.1	0.15
合計	29 866 353 205	9.7	30 337 250.641	9.8	9.75
(5) 運轉費					
俸給其他	4 555 285.118	1.5	4 841 809.270	1.6	1.55
執業費	2 000 078.148	0.7	1 880 338.428	0.6	0.65
汽車費	51 873 405.090	16.9	51 097 865.583	16.5	16.70
電機車費	1 851 927.857	0.6	1 747 476.028	0.6	0.60
電車費	4 023 552.990	1.3	4 366 677.977	1.4	1.35
機關庫費	11 193 450.220	3.7	11 455 826.197	3.7	3.70
電車庫費	492 841.828	0.2	541 085.523	0.2	0.20

(第3表)

費目	昭和三年度		昭和四年度		平均百分率
	金額	百分率	金額	百分率	
檢車所費	4 711 204.913	1.5	5 175 282.286	1.7	1.60
割掛費	422 409.000	0.1	282 865.090	0.1	0.10
合計	81 124 151.164	26.5	81 359 276.292	26.3	26.40
(6) 運輸費					
俸給其他	9 345 710.830	3.0	9 867 349.642	3.2	3.10
執業費	5 080 514.850	1.7	4 562 845.160	1.5	1.60
審査費	1 741 719.597	0.6	1 685 059.006	0.5	0.55
廣告費	253 041.042	0.1	199 427.525	0.1	0.1
驛務費	66 808 437.108	21.8	70 218 476.566	22.7	22.25
看守費	1 030 901.229	0.3	1 154 675.488	0.4	0.35
列車費	11 921 439.516	3.99	12 175 803.861	3.9	3.9
諸車使用料	605 771.570	0.2	595 656.050	0.2	0.20
諸車遲滯料	28 625.000	0.	15 945.000	0.	0.
地方鐵道列車費	20 482.470	0.	20 482.470	0.	0.
電車費	911 460.395	0.3	911 460.396	0.3	0.30
車掌監督費	940 566.130	0.3	940 566.130	0.3	0.30
車電所費	1 537 015.122	0.5	1 537 015.122	0.5	0.50
自動車費	422 801.739	0.1	422 801.739	0.1	0.10
割掛費	188 988.000	0.1	188 988.000	0.	0.05
合計	100 837 474.599	32.9	100 837 474.599	33.8	33.35
(7) 旅館費	419 232.656	0.1	419 232.656	0.1	0.10
(8) 船舶費	7 035 919.932	2.3	7 035 919.932	2.3	2.30
(9) 保健費	6 181 748.264	2.0	6 181 748.264	2.0	2.00
(10) 教習所費	1 520 381.197	0.5	1 317 606.917	0.4	0.45
(11) 補充費	5 357 226.917	1.8	4 337 836.664	1.4	1.60
(12) 共済組合給與金	4 553 555.100	1.6	4 689 516.320	1.6	1.60
總計	306 499 816.837	100.0	309 024 434.791	100.0	100.00

第二節 一列車料當り平均營業費

國有鐵道に於ける大正八年度以降の各鐵道局別列車走行1料當りの營業費を調べて見ると第4表の通りである。

(第4表) 國有鐵道列車走行一杆當營業費調

局別	種別	年度	8	9	10	11	12	13
東京	營業走行費	47108144.822	57720883.639	50735639.154	51370487.660	70631574.141	59892978.535	
	列車走行一杆=對スル費額	26872416	27587285	27492233	30521809	29316122	33493051	
名古屋	營業走行費	1753029	2,116,303	1,845,453	1,781,964	2,408,427	1,781,954	
	列車走行一杆=對スル費額	32858303.109	38758265.949	33544151.263	35427460.780	37815014.962	37845014.962	
大阪	營業走行費	23014601	23423497	22878017	24073453	24817037	24847037	
	列車走行一杆=對スル費額	1,437,737	1,548,166	1,485,939	1,471,701	1,533,119	1,523,119	
門司	營業走行費	37094177.874	41331108.269	37694177.874	39801906.442	42227536.107	4502465.308	
	列車走行一杆=對スル費額	22808813	23900541	22808813	23660737	25698037	27934629	
仙臺	營業走行費	1,648,275	1,802,270	1,643,278	1,682,192	1,643,220	1,611,772	
	營業走行費	30024190.665	35857719.665	33106171.652	33968755.575	36090923.142	38780236.404	
札幌	營業走行費	19894670	19783115	19606109	20380021	22384054	23729691	
	營業走行一杆=對スル費額	1,509,157	1,812,541	1,637,634	1,667,67	1,639,187	1,634,249	
合計	營業走行費	25676876.453	30139490.948	27476602.220	30236899.788	31295592.641	34043734.594	
	營業走行一杆=對スル費額	18962203	19111944	19112031	20597939	21616853	22333443	
合計	營業走行費	1,351,108	1,570,759	1,437,692	1,468,925	1,453,754	1,523,999	
	營業走行費	26540685.735	30329655.301	2633089.693	2925219.057	29056346.557	31385165.618	
合計	營業走行費	12058449	11981634	116526620	12355826	13121776	14063998	
	營業走行一杆=對スル費額	2,201,003	2,531,345	2,259,951	2,367,726	2,219,903	2,231,691	
合計	營業走行費	197208877.859	234182573.214	207880781.855	223080700.302	247659761.210	248261394.606	
	營業走行一杆=對スル費額	124250391	123548017	123160126	131588811	136954181	147710246	
合計	營業走行費	1,587,190	1,895,478	1,987,939	1,695,286	1,808,340	1,685,163	

(第4表) 國有鐵道列車走行一杆當營業費調

局別	種別	年度	14	1	2	3	4
東京	營業走行費	6749140.642	64156771.496	67776951.494	72404791.350	73210070.415	
	列車走行一杆=對スル費額	34740054	36868881	33803271	44292193	47732474	
名古屋	營業走行費	1,748,677	1,748,677	1,655,360	1,634,707	1,533,770	
	營業走行費	39388597.879	40887581.432	41740041.936	45198399.283	45721060.889	
大阪	營業走行費	26275076	26589074	26302364	27740963	28821754	
	營業走行一杆=對スル費額	1,497,180	1,581,171	1,557,310	1,623,301	1,586,869	
門司	營業走行費	44569300.971	46360216.080	48168556.716	52628733.512	53600361.162	
	營業走行一杆=對スル費額	28713703	29452878	30838301	32702843	34155576	
仙臺	營業走行費	1,552,196	1,574,153	1,561,971	1,608,957	1,569,306	
	營業走行費	39381614.936	40134010.975	41974485.392	43310787.173	43858195.481	
札幌	營業走行費	24042424	23767898	24470869	24883762	25356940	
	營業走行一杆=對スル費額	1,638,006	1,688,881	1,715,283	1,741,830	1,696,186	
合計	營業走行費	33670667.701	34573972.197	36522962.757	3832685.875	38172538.363	
	營業走行一杆=對スル費額	22880546	22780691	23718116	2452283	24966865	
合計	營業走行費	1,471,584	1,517,687	1,539,876	1,580,544	1,540,943	
	營業走行費	31334746.040	31419394.630	32321568.791	31696074.904	31883937.040	
合計	營業走行費	19897066	14074069	14895880	15418200	15903693	
	營業走行一杆=對スル費額	2,240,295	2,232,431	2,169,882	2,245,068	2,193,149	
合計	營業走行費	24004037.669	257531976.870	263504374.026	280607472.097	289747863.003	
	營業走行一杆=對スル費額	150777114	152800894	161669147	169335336	177437303	
合計	營業走行費	1,651,786	1,685,408	1,660,823	1,692,541	1,632,059	

これに就いて見ると大正八年に比し九年は騰貴し、十年度に於ては下落し、十一年十二年は騰貴し、十二年度に於て最高に達し、それより漸落の歩調を採り、十四年度に於て最低となり、昭和に入つてからは一高一低があるが殆んど均一となつて居る。

各鐵道局別の一列車杆の營業費を比較して見ると、名古屋、仙臺が最低であつて北海道が最高となつて居る。これは北海道では除雪費が非常に嵩むのと諸建造物の修繕費が中々多額に昇り、且列車回数が他局に比して少ないが爲めである。諸建物費の多額となるのは北海道では驛附近に住居が少なく、従つて總ての従業員に官舎を支給するが爲で、其数が非常に多くなるからである。

然しながら各年を通じ、又各鐵道局を通じて一列車杆當り、營業費の差異は餘り大なるものでないから、我々が線路選定をなすに當つて線路の變化即ち距離を變ずるとか、曲線を變ずるとか、若しくは勾配を變ずるとかによつて、營業費の上に及ぼす影響を論ずるに當つては、此變化少き點を利用し、一列車杆當り營業費を單位に採る。即ち營業費の各項目を書き上げ、線路變更の各條件の各項目の上に及ぼす影響を考へ、例へば距離の變化は本務機關車の乗務員及燃料の上には大なる變化を與ふれども（入換機關車の乗務員及燃料の上には影響はない）又影響を與へる場合にも其影響の程度に差異があるから、各項目に就いて其變化による影響の程度を百分率で表はし、其各項目が又營業費の幾パーセントに當るかを調べて其双方を乘し、各項目の總和を求めれば距離なら、距離一杆の變化が一列車杆の營業費に對し、百分率で幾何の影響あるかを示すことになる。故に此百分率に杆當り平均營業費を乗すると變化による杆當り營業費が算出され、従つて一日又は一年の列車數を乗すると一日、又は一年の線路變更の爲めに生ずる杆當りの營業費が出ることになる。故に若し斯くの如き線路變更により營業費の上で節約し得る金高が一年に 1,000 圓であつたとしたならば、これを年利五分と見積るとすれば、線路變更には $\frac{1,000}{.05} = 20,000$ 圓を投じても引き合ふと云ふ結果を得

ることになる。

第三節 新設線路の營業費

前節に於ては大體論から鐵道の營業費は、各鐵道局及び各地方共差したる差異はないと云ふことを論じたが、尙細かく立入ると線路の性質、列車數の繁閑管理法の巧拙等によつて變化することは勿論なのである。將來敷設される線路の營業費の如きは精密に出すことは到底不可能なのであるが、國有鐵道に於て使用して居るものを參考として掲げて見る。

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

W は 1 日 1 哩の營業費 (圓)

T は 1 日 1 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車人員との和)

R_1 は線路の標準勾配に對する列車の重量一噸當りの抵抗力(封度)で

$$R_1 = \frac{\sum \left(2240i + \frac{44.5}{r} \right) L}{\sum L}$$

i は各機關庫區間に於ける線路の最急勾配

L は各機關庫區間に於ける線路の延長(哩)

r は最急勾配線上に於ける最小曲線半徑(鎖)

R_2 は列車の重量 1 噸の平均抵抗力(封度)

上式の内 R_1, R_2 は線路が選定せられて列車の速度が定まると定數となる故に

$$0.008655 + 0.0000261R_1 + 0.0000748R_2 = C \quad \text{となり}$$

$$W = 6.88 + CT \quad \text{となる。}$$

第五章 鐵道の賃率及収益

第一節 實費説と負擔力説

鐵道の賃率を決定するに當つて唱へられて居る學説には、二つの異なつた流れがある。其一は實費説 (Cost of Service) と稱するもので、運賃を定める標準を運送に必要な経費によつて定めんとするもので、主として獨逸瑞西の如き國有鐵道主義を採用した國々で唱へられて居る。これは運賃としての最低限度を定むるものである。

これに對し他の學説は負擔力説 (What the Traffic can bear) と稱するもので、主として私有鐵道の發達盛んな英米兩國に於て唱へられるもので、運賃を定めるに其物の負擔し得る能力に標準を置かんとするものである。即ち高價なる運賃を支拂ひ得る物、又は人に對しては高き運賃を課し低廉なる運賃より支拂ひ得ざる物、又は人に對しては低率な運賃を課せんとするのである。この説は實費説が運賃の最低限度を定むるに對し運賃の最高限度を示すものと稱することが出来る。

實費説は鐵道を以て統一的一體として、管理し運賃に於ても全鐵道網の經營費如何を顧慮し、營業全體に亘つて使用せられた運送費を輸送した旅客貨物に割當てるを根本方針とし、これに國家經濟政策との調和を得せしむるに努め、例へば内國原料品たる鑛石の運賃を引下げ、外國との競争に於て内地産業の保護をする如き政策を加味するのである。又負擔力説に於ては運賃は輸送される對照物の負擔力に應じて、徴収するのが正當且公平であるとし、貨物の方面より觀察すれば鐵道の生産的行爲に鑑み、生産的価格即ち運賃は到達地に於ける市場價格と、生産地に於ける市場價格との差額だけは徴収し得る額であるとするのである。

第二節 折衷説

鐵道運賃の決定に於ける實費説は、鐵道に於ける経費を基礎とするが、負擔力説は物件の負擔力を根據とし、寧ろ鐵道の收入如何を主眼とするものである。荷主公衆の立場からすれば全體としての経費如何は無意味で、個々の物に對する運賃如何を常に問題とする。鐵道の立場よりすれば個々の運賃如何よりも、寧ろ全體としての運賃が相當なる利益を擧げ得るが如き運賃を制定するのが眼目である。即ちこの二つの説は其論據を異にし、又其利害を異にするものによつて主張されるのである。

實費説が運賃の最低限を示し、負擔力説は最高限を示す以上、畢竟此兩極端の中間に於て運賃は自から定まるものと云ひ得べく、負擔力論者も極端な誅求主義を捨て妥當の負擔力説を採らんとし、實費論者も亦粗製品等に就いては所謂實費論を採るけれども、極端な公益主義に據らずに幾分營利的分子を含有せしめんとし、互に讓歩近接の傾向が合してこゝに折衷説が生れることは當然であつて、これが今日殆んど、各國に於て採用せられて居る賃率の基礎となつて居るものである。然しながら國々によつて實費説に比し、負擔力説を多量に含んだ運賃を定めて居る所もあり、或ひは又其反對に實費説を多量に含んだ運賃を定めて居る所もある。

折衷説の主張とする所は

1. 鐵道収入は徴し得る所から之を求めなければならぬ。即ち旅客にあつては、一等、著しくは二等から、貨物にあつては高價な一二三等級品から取らねばならぬ。
2. 價格の低廉な原料品若くは粗製品等は實費説を標準とし、殊に大量輸送の法則に據り、其負擔に堪え得る低廉な運賃とせねばならぬ。低廉な貨物が鐵道輸送を可能ならしめることは、單に鐵道營業上利益あるばかりでなく、國民經濟上

に及ぼす利益も大きい。

3. 運賃は止むを得ざる場合の外、實費以下に遞減してはならない、唯國有鐵道にあつては産業政策、又は社會政策上往々實費以下の運賃を定めることもある。營利本位の私有鐵道にも他との競争上實費以下の運賃を定めることあるが、原則としては常に實費以上にすべきもので、殊に國有鐵道の運賃はなるべく實費に近接せしむべきである。

4. 平均賃率は貨客輸送の發展に伴ひ次第に低下する傾向があり、又之を低下せしむるが宜しい。

第三節 運賃の計算方法

運賃の計算方法は比例運賃、遞減運賃、地帯運賃の三つがある。

1. **比例運賃** (Equal Mileage Rate) 此方法は距離に比例して一樣の比を以て運賃を計算するものである。計算は甚だ簡易ではあるが、低廉な貨物は長距離になつては到底其負擔に堪えない許りでなく、鐵道營業上から云ふても長距離輸送を獎勵し収入を増加するには不便である。

2. **遞減運賃** (Differential Rate) 此方法は距離に従つて單位長の賃率を變更し、長距離になる程賃率を減ずるものである。其根據とする所は鐵道の實費は運送距離の遠くなるに従つて次第に減少すること、遠距離になるに従つて貨物の負擔力減少するから遠距離輸送を獎勵する必要上、賃率を減少するがよいと云ふ二つの點に存する。

3. **地帯運賃** (Zone System) 此方法は1 軒を單位としないで、8 軒又は16 軒の單位を用ゐ、或は停車場間を單位とし、此單位を一地帯として運賃の計算をなさんとするものである。

我國有鐵道に於て採用して居る方法は第二の遞減運賃と第三の地帯運賃との兩者を併合して、編み出したものである。

第四節 鐵道の收益

鐵道の益金は極く平易に云へば、鐵道の資本、即ち機關車、客貨車、電車、停車場線路其他の財産を運用して旅客、貨物を運送し之によつて得た収入の中から、是等資本の運轉維持に要した費用を差引いたものである。但し國有鐵道に於て収入と稱するものの中には、この外に假収入及立替金受入及過誤納拂戻及割戻金の如きものが含まれ、又支出と稱するものの中には、實際資本の運轉維持に要する費用の外に線路調査費、補充費、地方鐵道補助費、行政監督費、諸拂戻立替金利息及債務取扱諸費と云ふ様なものが含まれて居る。

今益金を前者の場合の意味であるとする

Z を 1 日 1 軒の益金

u を 1 日 1 軒の収入

w を 1 日 1 軒の營業費 とすれば

$$Z = u - w$$

第六章 列車の運轉

第一節 機關車の牽引力 (Tractive Effort)

機關車の牽引力と云ふのは、機關車が列車を引いて行く時、どれだけの重量の列車を引いて行くことが出来るかその力を云ふのである。勿論この列車の重量は同一機關車でも線路の狀況が急勾配であるとか、急曲線であるとか云ふことで異つて來るのであるが、此處では平坦でしかも直線であると云ふ線路狀態の場合に就いて考へ、線路狀況の變化は後に考へることとする。

機關車の牽引力は次の三つの條件の内何れか小なるものによつて決定される。

1. 第一條件は機關車の働輪 (Driving wheel) の上に来る重量の総和と、働輪と軌條との間に於ける摩擦係数との相乗積である、摩擦能力 (Adhesive power) なるものである。

T_a は摩擦による牽引力 (Adhesive Tractive Effort)

f は働輪と軌條との間の摩擦係数

W は働輪より軌條上加はる重量 とすれば

$$T_a = fW \quad \text{で表はされる。}$$

f の値は温度湿度で影響を受けるが通常次の値をとる

$$f = \frac{1}{4} \quad \text{夏期}$$

$$f = \frac{1}{5} \quad \text{冬期}$$

$$f = \frac{1}{3} \quad \text{乾きたる軌條上に砂をまいた時}$$

$$f = \frac{1}{10} \quad \text{働輪が軌條の上で滑り初めた時}$$

2. 第二條件は機關車の汽罐が蒸気を造る能力である。

汽罐で發生する蒸気の量は燃料の種類、焚火の度合及汽罐の火床面積 (Heating Surface) の大きさ等で異なるものであるが、普通に用ひられる機關車では、火床面積の1平方米當り1時間に平均59 疋の蒸気を發生するものと考へて大差ない。又機關車の1馬力に對しては約12.7 疋の蒸気を必要とする、それ故に1平方米の火床面積は $\frac{59}{12.7} = 4.64$ 馬力を出すことになる。

今 H を火床面積 (單位平方米) とすれば機關車の汽罐に於ける馬力は $4.64H$ で表はすことが出来る。

此處に一臺の機關車があつて1.H.P. 馬力を出す様に設計してあつたとしたならば一分時には4,500 疋米の仕事をなし

$$1 \text{ 時間には } 60 \times 4,500 \text{ 疋米}$$

$$\text{又は } \frac{60 \times 4,500}{1,000} \text{ 疋米} \quad \text{の仕事をする。}$$

若しこの力が T 疋の牽引力を要する列車を1時間 S 疋の速度で牽引したならば、その仕事の量は $T \times S$ 疋米で

$$T.S = \frac{60 \times 4,500}{1,000} 1.H.P.$$

$$T = \frac{60 \times 4,500}{1,000S} 1.H.P. = \frac{270.H.P.}{S}$$

と云ふ關係が成立つ。

この1.H.P. に前に得た機關車の汽罐に於ける馬力 $4.64H$ を入れれば、汽罐に於ける牽引力が得られる譯である。

$$\text{即ち } T_b = \frac{270 \times 4.64H}{S} = 1,252.8 \frac{H}{S}$$

然し機關車の汽罐でこれだけの牽引力は出ても、この蒸気がシリンダーに行く迄にはパイプを通つて行くので、その間に摩擦の損耗がある。その損失の値は約一割に當るので、實際に機關車が列車を牽引する力となつて働き得る牽引力は

$$T_b = 1,127.5 \frac{H}{S}$$

で表はした方が實際に近いものである。

3. 第三條件は機關車の汽筒に於ける蒸気の壓力の能力である。

ピストンの一往復 (この間に働輪は一廻轉をやる) による仕事は、ピストンの上に働いて居る蒸気の壓力と、ピストンの一往復の距離との相乗積で表はされる。

$$\text{即ち } 2 \times \{ \text{汽筒に於ける蒸気の壓力 (kg/cm}^2\text{)} \\ \times \text{ピストンの面積 (平方糎)} \times \text{一往復の距離 (米)} \}$$

で表はされ、しかもこれは働輪一廻轉による仕事の量に等しい。

働輪一廻轉による仕事は機關車の牽引力によつて、その働輪の圓周長に等しい長さだけ線路上を進ませる仕事に等しい。それ故その量は

$$\text{機關車の牽引力 (疋)} \times \text{働輪の圓周長 (米)}$$

$$P \text{ は汽筒内に於ける平均壓力 (疋/平方糎)}$$

A はピストンの面積(平方寸)

L はピストンの行程の長さ(米)

D は働輪の直径(米)

T_c は牽引力(噸)

d はピストンの直径(米)

とすれば

$$\text{ピストンの一往復による仕事} = P \times A \times 4L$$

$$\text{働輪一廻轉による仕事} = \pi \times D \times T_c$$

故に $P \cdot A \cdot 4L = \pi D T_c$

$$T_c = \frac{P \cdot A \cdot 4L}{\pi D}$$

然るに $A = \frac{\pi d^2}{4}$ これを上式の式に入れれば

$$T_c = \frac{P d^2 L}{D}$$

以上を合せて考へれば牽引力に就いては次の三個の式が得られる。

(1) 働輪の摩擦能力 (Adhesive Tractive Effort) $T_a = fW$

(2) 汽罐に於ける能力 (Boiler Tractive Effort) $T_b = 1,127.5 \frac{H}{S}$

(3) 汽筒に於ける能力 (Cylinder Tractive Effort) $T_c = \frac{P d^2 L}{D}$

而して機關車の牽引力はこの三つの内何れか一つ小なるもので決定される。

第二節 列車抵抗

機關車の線路上を走る時打勝たねばならぬ抵抗は次の如きものである。

内部抵抗としては機關車の機械摩擦

外部抵抗としては

(1) 列車抵抗 (Train Resistance)

(2) 加速抵抗 (Inertia Resistance)

(3) 勾配抵抗 (Grade Resistance)

(4) 曲線抵抗 (Curve Resistance) である。

内部抵抗即ち機關車の機械摩擦は、機關車の内部機械に起る擦摩による抵抗であつて、機關車の形式によつて可成の相違がある。此機械摩擦は機關車だけに特別にある抵抗で、其外に車軸そのものとしての抵抗は客貨車と同様の抵抗を持つものである。

内部抵抗の値は

(1) Henderson 氏の實驗

V は機關車の速度

C は定數 とすれば

、摩擦により消費せらるゝ量は

$$\text{實馬力の百分率} = 0.15V + C$$

C の値は 2 乃至 8 で速力の遅い重機關車程 8 に近くなる

(2) Prof. Goss. によれば

d は汽筒の直径(吋)

D は働輪の直径(吋)

l は行程(吋) とすれば

$$\text{機械摩擦} = 38 \frac{d^2 l}{D} \text{ 封度}$$

(3) Kiesel 氏によれば

Q は働輪にかゝる重量(噸)

n は働輪の軸數

V は速度(哩/時) とすれば

$$\text{機械摩擦} = \{22 + 0.15(n-1)V\} \times 1.12Q \text{ 封度}$$

(4) American Railway Engineering Association にて定めたるものは

T は働輪上にかゝる重量(噸)

N は働輪の軸數

$$\text{機械摩擦} = 18.7T + 80N \text{ (封度)}$$

(5) 鐵道省研究所に於ける機關車 8620 型に就いての實驗

V は速度(哩/時)

$$\text{機械摩擦} = 6.06 + 4.83V^{\frac{1}{2}} \text{ (働輪上の重量 1 噸に付封度)}$$

次に列車抵抗に就いて考究するに列車抵抗は次の原因から生ずるものである。

- (1) 車軸頸摩擦 (Journal Friction)
- (2) 廻轉摩擦 (Rolling Friction)
- (3) 動搖抵抗 (Resistance due to Oscillation and Concussion)
- (4) 大氣抵抗 (Atmospheric Resistance)

是等各原因に就いて考ふるに

1. 車軸頸摩擦

これは車軸頸と車輪の軸承との間に起る摩擦であつて、車軸と軸承との間の摩擦係數及車輪の直徑に比例し車輪の直徑に反比例する。

$$\text{車軸頸摩擦} = \mu W \frac{d}{D}$$

W は車軸の上に来る重量

d は車軸の直徑

D は車輪の直徑

μ は摩擦係數

故に車軸頸摩擦を少くするには働輪を大にするか、或は摩擦係數、車軸の大きさ、車輪の上に来る重量を小にすれば宜しい。摩擦係數以外のものは大體車軸の構造で支配され大なる變化をさせることは難しいので、摩擦係數を小にする様努力せねばならぬ。

摩擦係數の値は次に列擧する様な事情で變化するものである。

- (1) 接觸面の状態即ち材料及び其面の滑らかなるか否か。

- (2) 滑劑 (Lubricant) の質に關係する。滑劑としては主として鑛油を用ふるか時にはグリースを用ふる。
- (3) 接觸面の單位面積上の壓力に關係する。即ち單位面積上の壓力大なる程摩擦係數は小となる。
- (4) 溫度に關係する。溫度の低い時即ち寒い時には滑劑の粘着力が大となり摩擦係數の價は大きくなる。
- (5) 速度に關係する。速度の緩である時殊に發車する場合には摩擦係數は非常に大であるが、發車を初めると急に降下し 1 時間 8 軒位の速度の時が最低、それより速度加はるに従ひ幾分増加する。

μ の値は 0.09~0.12 非常に緩速度の場合

0.01~0.03 1 時間 8 軒以上の速度の場合

2. 廻轉摩擦

廻轉摩擦と云ふのは車輪と軌條との間に於ける摩擦である。廻轉摩擦は軌道の状態及び荷重によつて影響を受けるが、速度によつては影響を受けない様である。其値が幾何であるかは測定が難かしいのであるが、重量 1 噸に對し約 0.227 匁位のものであるらしい。通例は廻轉摩擦は車軸頸摩擦と合せて其値を重量 1 噸に對し 0.9~1.8 匁と考へる。

3. 動搖抵抗

車輪は圓錐形をなして居るので、車輛の進行に連れ最初一方の輪縁 (Flange) が軌條に突當りたりとすれば次には他の輪縁が他の軌條に突當り、斯くして車は左右に動搖しつゝ進行するものである。而して輪縁が軌條に突當る度毎に、速度が幾分かづゝ影響を受けるのであるが、其値は軌道の状態及び車輛の重量によつて變化を受け又速度によつても變化を受ける。或る人は速度に正比例すると稱し、又或る人は速度の自乗に正比例すると云ふて居る。

4. 大氣抵抗

大氣抵抗と云ふのは大氣中で列車が走る事から起るので、之を別けて見ると次の如くなる。

- (1) 列車の先頭に於ける抵抗
- (2) 列車の尾端に於ける抵抗
- (3) 列車全體の長さに沿ふて列車の上下及び側面に於ける摩擦
(Skin Friction)
- (4) 側面より風壓の加はつた場合には、其爲めに車輪の輪縁が軌條を押し
輪縁摩擦(Flange Friction)を増す爲めの抵抗

何れにせよ大氣抵抗は、列車の外形によつて異なるもので重量には関係がない。列車の先頭に於ける大氣の抵抗は列車の速度と同じ速さの風が、其前面に當る場合の壓力と同一である。風の壓力は風の速さの自乗に比例する。パリーのエツフェル塔に於ける實驗の結果によれば、平らな面に對する風壓は V を風速(哩/時) A を面積(平方呎)とすれば $0.003V^2A$ で表はされる。

機關車の前面は平らな面でなく曲線をなし不規則な面であるから、その抵抗は平面の場合に比し小となり $0.003V^2A$ 位となる。この式は American Railway Engineering Association 及び American Locomotive Company で採用して居る式である。

北米合衆國=ニューハンプサイア州マウントワシントンで、平坦な面に對する壓力を實驗した所によると次の通りである。

風速が 16 籽/時の時	壓力は 0.227 kg
160 籽/時の時	18.14 kg
64~80籽/時の時	2.27~4.53 kg

列車の尾端に於ける抵抗に就いては、今迄に正確に測定されたものがないが、恐らく先端の抵抗の半分以下のものであらう。

列車の上下及び側面の抵抗は、列車の長さ及び車輛の形状によつて異なるもの

で、殊に旅客列車の様に殆んど同じ形状のみの車輛で編成された列車は、貨物列車で有蓋、無蓋の車輛が交互に連結された場合に較べては抵抗は遙かに少い。

列車の側面から風壓の加はつた事の爲めに、受ける抵抗は風壓の爲めに車輪は反對側の軌條の上に押し付けられ、車輪と軌條との間の摩擦として表はれて來るもので、其値は列車の側面に受ける風壓に車輪と軌條との間の摩擦係数を乗じたものである。この抵抗は風速の大きな時にはかなりの値となるもので、例へば車輛の側面積を 37.16 平方米とし、車輪と軌條との間の摩擦係数を 0.20 とすれば抵抗は

風速(籽/時)	風壓(珎)	抵抗(珎)	抵抗(珎/噸)
16	54.4	10.9	0.18
32	217.7	43.5	0.73
48	489.9	98	1.63
64	871	174.2	2.9
80	1,361	272	4.5
96	1,960	392	6.5

列車の抵抗は大體以上論述した通りであるが、其内容を考察すると或るものは列車の速度に全く関係のないものもあり、或るものは列車の速度に正比例して増加する。又或るものは速度の自乗に正比例する。又一方には列車の重量に関係なきものと重量に比例して増加するものとあると云ふ風で、其間の関係は中々複雑して居る。これを一般的に表はす式を求めると次の如くなる。

$$R_t = \left(C + \frac{A}{V+B} + HV + KV^2 \right) W + DV^2$$

R_t は列車抵抗

V は列車の速度

W は列車の重量

A, B, C は常數

H, K, D は係數

列車の抵抗は前にも述べた様に車輛の形狀、重量、車輪及び軌道の状態等によつて異なるので、總ての場合を通じて適用し得る式を求めることは困難である。通常用ひられる式はそれ故に上に示した式の形によらず、數多くの實驗に基いて求めた實驗式を用ひ、其形も成るべく簡単な形を選んで居る。即ち普通は次の様な形のものを用ひて居る。

$$R_t = a + bV$$

$$R_t = a + bV^2$$

$$R_t = a + bV + cV^2$$

列車抵抗を表はす式はかなり多いが、今其内の主なるものを擧げて見ると次の如きものがある、單位は皆 封度/噸 である。

(a) Engineering News (米)

$$R_t = 2 + \frac{V}{4} \quad \text{全列車}$$

V は列車速度で單位は (哩/時)

(b) Baldwin Locomotive Works (米)

$$R_t = 3 + \frac{V}{6} \quad \text{全列車}$$

$$R_t = 4.3 + 0.0017V^2 \quad \text{45噸以上の客車}$$

$$R_t = 4.3 + 0.003V^2 \quad \text{標準軌間 (4'-8\frac{1}{2}')} \text{の機關車及列車}$$

$$R_t = 5.0 + 0.004V^2 \quad \text{狹軌の機關車及列車}$$

(c) American Railway Association (米)

$$R_t = 2.2T + 122C \quad \text{全列車}$$

T は列車の重量(噸)

C は列車の車輛數

(d) Wellington (米)

$$R_t = 4 + 0.0055V^2$$

(e) Wellington devised by Mr. Sanford L. Cluett (米)

$$R_t = 3.5 + 0.0055V^2 + \frac{16}{(V+1)^2} \quad \text{盈車よりなる列車}$$

$$R_t = 5.0 + 0.007V^2 + \frac{8}{(V+1)^2} \quad \text{空車よりなる列車}$$

(f) American Locomotive Co. (米)

$$R_t = 5.4 + 0.002(V-15)^2 + \frac{100}{(V+2)^2} \quad \text{旅客列車}$$

(g) Prof. E. C. Schmid (米)

$$R_t = 1.5 + \frac{106 + 2V}{W+1} + 0.001V^2 \quad \text{貨物列車}$$

W は貨車の重量

(h) D. K. Clark (英) 今日の車輛には餘り用ひられぬ

$$R_t = 8 + \frac{V^2}{171} \quad \text{全列車}$$

$$R_t = 6 + \frac{V^2}{240} \quad \text{車輛のみ}$$

(i) G. A. F. Aspinall (英)

$$R_t = 2.5 + \frac{V^{\frac{5}{8}}}{50.8 + 0.0278L}$$

L は列車の長さ(呎)

(j) Barbier (佛)

$$R_t = 3.57 + 0.0826V + 0.00265V^2 \quad \text{四輪客車}$$

$$R_t = 3.57 + 0.0164V + 0.00263V^2 \quad \text{ボギー客車}$$

$$R_t = 8.51 + 0.0973V + 0.00522V^2 \quad \text{機關車及炭水車}$$

(k) Bayerischen Staatbahnen (獨)

$$R_t = 5.33 + \frac{V^2}{173}$$

(l) Sanzin (獨)

$$R_t = 0.00318FV^2 + \left(0.054L_1 + 1.5\frac{L_2}{D}\right)V + 4.03L_1 + 2.24\alpha L_2$$

F は機関車の断面積 (平方呎)

L_1 は全列車の重量 (L_2 だけ除外) (噸)

L_2 は働輪にかゝる重量 (噸)

D は働輪の径 (吋)

α は係數

= 5.5 四輪連結機関車に對して

= 7.0 六輪連結機関車に對して

= 8.0 八輪連結機関車に對して

= 8.8 十輪連結機関車に對して

(m) Frank (獨)

$$R_t = a + \frac{0.00497F}{Q} V^2 \quad \text{機関車及炭水車}$$

Q は機関車の重量 (噸)

a は定數

= 7.16 四輪連結機関車

= 8.50~8.74 六輪連結機関車

$$R_t = 5.6 + \left(0.00082 + \frac{0.00497f}{g}\right)V^2 \quad \text{貨車}$$

g は列車を組成する貨車の平均重量 (噸)

f は平均断面積 (平方呎)

(n) Strahl (獨)

$$R_t = 5.6G_1 + KG_2 + 0.0032FV^2 \quad \text{機関車及び全列車}$$

G_1 は働輪上の重量を除きたる全列車重量 (噸)

G_2 は働輪上の重量 (噸)

K は係數

= 13.0 四輪連結機関車

= 16.4 六輪連結機関車

= 18.8 八輪連結機関車

= 20.8 十輪連結機関車

$$R_t = 5.6 + 0.0565K \frac{V^2}{g} \quad \text{客貨車}$$

g は車輛の平均重量 (噸)

K は係數

= 1.00 ボギー車又は空車の無蓋車

= 0.75 六輪客車又は有蓋車

= 0.60 四輪の無蓋盈車

此式は Frank の式から誘導したもので鐵道省でよく用ふる式である。

列車抵抗は又溫度によつて影響を受ける、溫度の低い時には滑劑は滑らかでなく、又軌條面に於ける状態もよくなく、列車抵抗は増加する。Baltimore & Ohio R. R. で實驗したものに基いて American Railway Engineering Association で溫度の低い時の列車抵抗の式を如何に變更すべきかに就いて次の如く定めて居る。

$$R_t = 2.2T + 122C \quad \text{華氏 } 35^\circ \text{ 以上の溫度の場合}$$

$$R_t = 3.0T + 137C \quad \text{華氏 } 35^\circ \sim 20^\circ \text{ 以上の溫度の場合}$$

$$R_t = 4.0T + 153C \quad \text{華氏 } 20^\circ \sim 0^\circ \text{ 以上の溫度の場合}$$

$$R_t = 5.4T + 171C \quad \text{華氏 } 0^\circ \text{ 以下の溫度の場合}$$

T は列車の重量 (噸)

C は列車の車輛數

第三節 加速度抵抗

力學の法則により一定の大きさの力が絶えず一つの物體に働く時は、その物の運

動は均一に (Uniformly) に變化する。この變化の割合を加速度 (Acceleration) と稱する、加速度は絶えず働く力の大きさに正比例するから

w は物體の重量 (貳)

g は重力による加速度 (米/秒/秒)

F は物體に働く外力 (貳)

α は外力による加速度 (米/秒/秒) とすれば

$$\frac{\alpha}{g} = \frac{F}{w} \quad \text{又は} \quad \alpha = \frac{F}{w} \times g$$

$$F = \frac{w\alpha}{g} \dots\dots\dots (a)$$

然るに $v = \alpha t$

v は速度 (米/秒)

t は時間 (秒)

而して静止の状態から t 秒後に v なる速度になつたとして其間に動いた距離 l (米) は

$$l = \frac{v}{2}t = \frac{\alpha t}{2}t = \frac{\alpha t^2}{2} = \frac{\alpha^2 t^2}{2\alpha} = \frac{v^2}{2\alpha}$$

$$\alpha = \frac{v^2}{2l} \dots\dots\dots (b)$$

(a) 式と (b) 式から

$$F = \frac{wv^2}{2gl}$$

速度を V 秒時で表はし重量を W 噸で表はすと

$$v = \frac{1000}{60 \times 60} \times V$$

$$w = 1000 W$$

$$F = \frac{1000 W}{2gl} \left(\frac{1000}{60 \times 60} V \right)^2$$

$$F = \frac{3.93 W V^2}{l}$$

列車の進行する時は、力は單に列車を進行させる爲めに費される許りではなく、車輪を廻轉させる爲めにも費される。この廻轉の爲めに費される量は車輛と車輪との質量の比、車輪の形、又速度によつて異なつて正確な量は解らないけれども、大體直線運動に要する量の 2.5% 乃至 8% 位に當る様である。今之を 4.63% であると假定し、之を考へに入れると (c) 式は次の様になる。

$$F = 3.93(1+0.0463) \frac{V^2}{l} W$$

$$F = 4.1 \frac{V^2}{l} W \dots\dots\dots (d)$$

若し V_1 なる速度から V_2 なる速度に變るものとする、之が爲めに必要な力 F は

$$F = 4.1 \frac{W}{l} (V_2^2 - V_1^2) \dots\dots\dots (e)$$

で表はされ、又若し力が與へられ V_1 なる速度から V_2 なる速度に變化するに要する距離 l を求める場合なれば

$$l = 4.1 \frac{W}{F} (V_2^2 - V_1^2) \dots\dots\dots (f)$$

又距離及力が與へられ、必要な加速度により幾何の重量を動かし得るかと云ふ場合なれば、

$$W = \frac{Fl}{4.1(V_2^2 - V_1^2)} \dots\dots\dots (g)$$

若し W, Fl 及 V_1 が解り V_2 を求むるものであるならば

$$V_2 = \pm \sqrt{\frac{Fl}{4.1W} + V_1^2} \dots\dots\dots (h)$$

l を求める場合 V_1 から V_2 に變化する間 F は一定ではない。それ故なるべく一定に近い場合を取るが爲めには、 V をこきざみにし、即ち 1 軒毎にし l を

求めて行くがよろしい。即ち $V_2 = V_1 + 1$ とするがよろしい。然る時は

$$l = 4.1 \frac{W}{F} (2V_1 + 1) \dots\dots\dots(i)$$

(e) 式を書き換へると

$$F = 4.1 \frac{W}{l} (V_2 + V_1)(V_2 - V_1)$$

$$= \frac{V_2 + V_1}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{\frac{l}{2 \times 4.1 W}}$$

$$= V_m \frac{V_2 - V_1}{122 \times L} = \frac{V_m}{122L}$$

V_m は平均速度

L は料

此式を用ひて平均速度が 16 料時, 32 料時等の場合に於ける 200 米間に於て速度を増す場合の F を算出すると次表の様になる。

V_m (料時)	16	32	48	64	80
F (貳/噸)	0.66	1.32	1.98	2.64	3.3

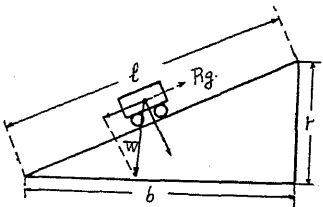
第四節 勾配抵抗

勾配を昇る時に生ずる抵抗は重力によつて生ずるものである。 W なる重量の列車を r なる高さだけ持上げる時爲された仕事

は Wr である。

W なる重力を斜面に垂直なる力と、斜面に平行なる力とに分解し平行なる方向の分力を Rg とする。仕事の量は r なる高さを垂直に持上げた場合も、 l なる斜面に沿ふて持上げた場合も

其量に於ては違ひはない。而して l なる斜面に沿ふて持上げる時は、 Rg なる力



が必要なのであるから、 l なる斜面の長さを動かす爲めに用ひられる仕事の量は、 Rgl である。それ故に

$$Rgl = Wr$$

$$Rg = W \frac{r}{l}$$

一般に鐵道に於ける勾配は緩であるから $l \approx b$ と考へられる故

$$Rg = W \frac{r}{b}$$

b を 100 米とすれば r は勾配の百分率となり、又 W を 1,000 貳を一噸の量とすれば Rg 貳/噸 は

$$Rg = \frac{1,000 \times (\text{勾配の百分率})}{100}$$

$$Rg = 20 \times (\text{勾配の百分率})$$

この式によつて勾配抵抗を求めると次表の通りとなる。

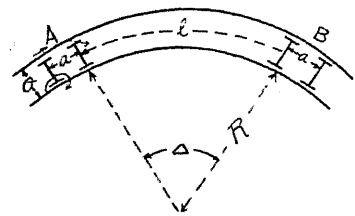
勾配	66.7	40	33.3	25	20	10	5
勾配の百分率	6.67	4.0	3.33	2.5	2.0	1.0	0.5
勾配抵抗貳/噸	66.7	40	33.3	25	20	10	5

第五節 曲線抵抗

曲線抵抗は車輪と軌條との滑りによつて生ずるものである。而してこの滑りには縦滑りと横滑りと二種類がある。

曲線に於ては、外側の軌條の長さは内側の軌條の長さに較べて長いから、外側の軌條の上を走る車輪は、内側の軌條の上を走る車輪に較べて餘計の長さを走らなければならない。若し車軸と車輪との間にローラー(Roller)が入れてあつて、外側の車輪は内側の車輪に較べて餘計な廻轉をすることが出来る様になつて居れ

ば、縦滑りはない譯であるが、車軸と車輪とが固定された構造の場合には、外側の車輪が内側に比し餘計に走らねばならぬので、従つて縦滑りが起るのである。又各個の車軸が皆獨立し、且各々が曲線中心の方向と一致する様な位置 (Radial Position) に動き得るなれば、横滑り (Lateral Slip) は起らない譯であるが、車軸は大抵の場合二軸が一つの車框 (Rectangular Frame) に取付けてあつて、これが或角度廻轉するのであるから横滑りのあるのは免れ難いのである。



今 A から B に車體の進行する時は車體は $(l+a)$ なる距離を動き、 Δ なる角度を廻轉した譯である。若し車體が常に後方の内輪を軸として廻轉するものとすれば、後方の外輪は軌條に對し縦滑りをなし、前方

の外輪は斜の方向に滑り前方の内輪は横滑りをなす。

今 Δ なる角度を弧度法 (Radians) で表はせば

$$\Delta = \frac{l}{R}$$

後方の外輪は Δ だけ進む間に	$\frac{l}{R} \times G$	だけ滑り
前方の外輪は	$\frac{l}{R} \times \sqrt{G^2 + a^2}$	"
前方の内輪は	$\frac{l}{R} \times a$	"

而して四輪の各々は其上に来る重量の四分の一づゝを負担するものと見て差支なく、又滑りに對する抵抗は重量に車輪と軌條との摩擦係數 (f) を乗じたるものであるから、車輪を滑らせるに要する仕事の量は

$$\begin{aligned} & \frac{2,000}{4} \times f \times \frac{l}{R} (G+a+\sqrt{G^2+a^2}) \text{ 呎, 封度/噸} \\ & = 550f \frac{l}{R} (G+a+\sqrt{G^2+a^2}) \end{aligned}$$

然るに曲線に於て車輪が滑る爲めに爲された仕事の量は、曲線抵抗の爲めに爲される仕事の量に等しいから X を曲線抵抗とすれば、 l なる曲線長の間に曲線抵抗の爲めに生ずる仕事量は Xl である。

$$Xl = 500f \frac{l}{R} (G+a+\sqrt{G^2+a^2})$$

$$X = \frac{500f}{R} (G+a+\sqrt{G^2+a^2}) \quad (\text{封度/噸})$$

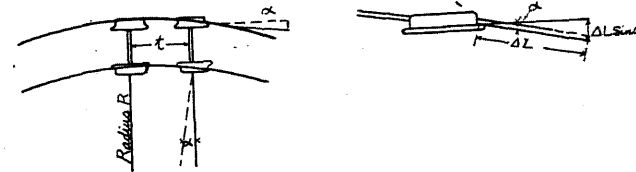
今 D を曲線角度とすれば

$$R = \frac{5730}{D}$$

故に

$$X = \frac{500f(G+a+\sqrt{G^2+a^2})}{5730} D$$

此の外に曲線抵抗としては、車輪を横に滑らせる時の突輪縁の摩擦 (Flange Friction) がある。この摩擦は前方の外輪と軌條の内側と相接觸する面に生じ、曲線の度合には無關係で、其他は 0.4 封度/噸位である。



又四つの車輪が曲線上を走る時は、前方の外輪は常に圖に示す様に軌條に接觸しながら、車輪を誘導しながら走るのであるが、車輪が ΔL なる長さだけ曲線上を走る間には $\Delta L \sin \alpha$ なる長さだけ横に滑らなければならない。(ここに $\alpha = \sin^{-1} \frac{a}{R}$ で表はされるものである) この横滑りの大きさは曲線半径の大小によつて差異あるもので其値は $0.04D$ 封度/噸位である。

この二つの原因による曲線抵抗の大きさはこれを y とすれば

$$y = 0.4 + 0.04D \text{ 封度/噸}$$

曲線抵抗の總和を R_c とすれば

$$R_c = X+y = 0.4 + \left\{ 0.04 + \frac{500f(G+a+\sqrt{G^2+a^2})}{5730} \right\} D$$

若し $G = 3.5$ 呎, $a = 8$ 呎, $f = \frac{1}{5}$ とすれば

$$R_c = 0.4 + 0.4D$$

又は $R_c = 0.4 + \frac{2292}{R}$ 封度/噸 となる。

摩擦係数は速度の異なるに従つて變化するもので、 R_c は速度の緩な時は速度速き時に比し其値は大である。

又曲線に入った時並びに曲線から出る時には、瞬間的に横壓を生じて曲線抵抗を増すものである。

曲線抵抗を實驗的に得た値は數種あるが、其主あるものを擧げると

(a) Röckl (獨)

$$R_c = \frac{4800}{R-180} \text{ 封度/噸}$$

(b) Master Mechanics Association (米)

客貨車の場合曲線の大き一度に對し 0.7 封度/噸

機關車の場合 " 1.4 封度/噸

(c) Morrison (英)

$$R_c = \frac{1120f(G+t)}{R} \text{ 封度/噸}$$

R は曲線半徑

f は車輪と軌條との摩擦係數で 0.1~0.27

G は軌間

t は固定輪軸距 (Rigid Wheel Base)

曲線に於ては曲線抵抗あるが故に、若し制限勾配 (Ruling Grade) の中に曲線が存在すれば、その曲線抵抗に相當する勾配だけ制限勾配は急になつたことにな

る。この曲線抵抗を考へに入れた制限勾配を (Ruling Grade compensated) と稱しこれを考へに入れない場合を (Ruling Grade uncompensated) と稱する。

第七章 距離、曲線及勾配の經濟

第一節 總 說

此處に論ぜんとする距離、曲線及勾配の問題は、線路を敷設せんとするに當つて考ふべき項目としては、第二次的の重要性を持つものと稱して宜しい。線路を敷設せんとするに當つては次の二つの點に最も重大な考慮を拂はなければならぬ。

(1) 輸送さるべき客貨の數量最も大なる線を選ぶこと

(2) 而してこれを輸送するに最少の經費を以てすること

一度鐵道の敷設された時には、其施設が極度に使用された場合が鐵道として投下資本に對する利益の最も大なる時である。而して列車の運轉費は、必ずしも荷重の多少に比例するものではない。例へば客車に百人乗つた場合でも五十人乗つた場合でも運轉費には大した差異は無い。又 7 噸貨車と 15 噸貨車とでは一噸當りの運轉費は却て前者の方が多く、空車は盈車の場合に比し一噸當りの抵抗は大である。斯く考へると鐵道を經濟上有利ならしむるには、輸送數量の最も大なる線を選ぶと云ふことが何より大切なことである。同時に之を輸送するに最少の經費を以てするにある。

最少の經費と云ふ點に於て、距離、曲線、勾配等は關係を持つて來るのであるが、その影響は營業費中の三割乃至五割位のもので、これ以上には昇らないのである。即ち是等のものが線路選定に於て第二次的の重要性であると稱するは、その點であつて最少の經費を得るが爲めには、其他に留意せねばならぬことは多々あるのである。例へば運轉費中人件費の如きは最も大きな割合を占めるものであるが、是等は距離、曲線、勾配等によつて影響は殆んどないのである。然しながら

本編の總論に於ても述べた様に、土木技術者として線路選定上考究すべき點は是等三點に存するのである、以下少しく之を論じて見やう。

第二節 距離の經濟

1. 距離と賃率との關係 普通旅客並びに貨物運賃算出の基礎は距離によるのであるが、營業費と云ふ點から考へると曲線の大小、多寡及勾配の緩急によつて同一距離に於ても、その運轉費は決して同一ではない。又終端に於ける、積込、取卸には多額の費用を要するので、運送せられる距離の遠近によつて一軒當りに加算せられる額に差違があるから、之又距離のみによつて運賃を定めることの不合理的なことを示すのである。然しながら曲線や勾配からの影響は非常に複雑であるから、之を考へに入れて運賃を定めることは到底煩に堪えない。従つて結局事實問題としては距離を以て運賃算出の尺度とするのである。

鐵道の利益は一般公衆の利益と相俟つて進むものであるから、經濟上の目的に副はない距離の増加は一般公衆に損失を與へ、延いては鐵道の損失となるのである。假令鐵道が一切無競争の地位にあつても、殊更ら線路を迂迴させて收入の増加を計る等は間違つた話で、斯くの如きことは一般公衆に厭はれ、結局鐵道の營業は不振に陥ることとなるのである。客貨を誘致する良策は運賃を安くするにあつて、鐵道經營上大切な要素であり線路選定の際深く考慮すべき問題である。

競争線の場合には時間も大切な事項であるから、距離短縮は一層念とすべき問題で、二つの競争線ある場合鐵道利用者がより短距離で迅速で、且安價な線路を選ぶことは見易い道理である。

2. 距離の營業費に及ぼす影響

a. 距離の保線費に及ぼす影響

保線費は營業費の中で、一番距離に正比例して増加するものである。保線費の中では軌道修繕に當る線路工手給が可成大きな額を占めて居るのであるが、

線路工手の數は距離が増すと共に増加しなければならぬのは當然である。又軌道材料即ち道床、砂利、枕木、軌條、並其附屬品の如きも、皆距離の増加によつて 100% の増加ありと考へるのが至當である。

隧道、橋梁、溝橋、柵垣、踏切道の如きものは、特に長い隧道の區間又は隧道の連続して存在して居る區間、又は長い橋梁のある區間の如きは、特殊に考へねばならぬことは勿論であるが、其他の場合と雖線路の状態によつて距離が、一哩増加したからと云ふて、必ず同じ割合に増加するものであると云ふことは出来ない。然しながら長い距離を平均して考へるならば、距離の増加すると同時に隧道の如きも橋梁の如きも増加するのは當然であつて、其等の保守に要する費用も距離の増加に比例して増加する。即ち 100% の増加ありと考へるのが至當である。

諸標、信號及聯動裝置、雜建物の如きも距離の増加によつて 100% の増加ありとするのが至當である。

電信電話の設備の如きは、途中の電柱又は電線の距離に比例して増加するけれども、電話機其他の設備に至つては全く距離とは関係がない。即ち是等のもは約 50% の影響ありと考へるのが至當であらう。

又水陸連絡設備の如き終端設備に於ては、距離とは全く関係がないものである。

b. 距離の修車費に及ぼす影響

車輛の破損、従つて修繕を必要とする原因は次の五種を擧げる事が出来る。

1. 經過年月
2. 列車を停止し又出發せしむる際に起る衝擊
3. 曲線上を走行する爲めに生ずる車輪の磨損
4. 勾配上又は勾配の變化の爲めに車輛に起す餘分の應力
5. 直線水平線上を走行することの爲めに生ずる磨損

此第五に挙げた原因が距離に關係するものである。而してこの外機關車に於ては、火室に火を入れた時と落した時とで温度に高低を生ずるので、其爲めに生ずる各部の膨脹收縮が、破損に對し大きな原因となるものである。又客車に於ては修繕費の大部分はペイント塗換であるが、其原因は主として經過年月によるものである。

距離の修車費に及ぼす影響を調べて見るに、列車が一日若しくは一箇月中に前に比し餘分の走行をして來た、即ち走行距離に於て増加したとしても、それが直ちに車輛の外氣に露される時間を増加したとは云へない。即ちこの點よりは距離に正比例して修車費が増加するものとは云ひ難い。又車輪の磨耗の如きは主として曲線の爲めに生ずるのであるが、さりとて直線水平部分を如何に長く走りたりとて、車輪の磨耗を生ぜずと云ふが如きことは考へられない。即ち此點よりは距離の増加は修車費に影響ありと云ひ得るのである。然らば幾何の程度に於て影響を與へるかと云ふことは中々に査定困難の問題であるが、ウェリントン氏は機關車に於て 42% 客貨車に於て 36% と稱して居る。車輛修繕用の機械器具費に對する影響は車輛修繕の程度に於て増減あるものと考へて支障ないと思はれるが、其費用は全營業費に較べて非常に少額なのであるから、其影響も少ないものである。

c. 距離の運輸費及運轉費に及ぼす影響

停車場、操車場、機關庫従業員の諸給並びに備用品費は僅少なる距離の増加によりては影響なく、停車場増設を必要とする程度の距離の増加に對しては、100% の影響を受ける。列車運轉に屬する機關車乗務員及他の列車乗務員の給料は、乗車料程を以て給與の基礎とせず、區間の往復度數或は勤務時間により支給せられるから、僅少の距離の變化では影響なく、相當長距離の變化によつては 100% の影響がある。列車運轉に要する燃料、即ち石炭の費用は列車料が延長されるれば従つて増加する譯であるが、機關車で消費される石炭が如何

に消化されるかを分類して見ると

點火の爲めに	5~10%
放熱として消耗されるもの	3~6%
停車及發車の爲めに	10~20%
曲線の爲めに	4%
勾配の爲めに	25%
	47~65%
殘(列車牽引の爲)	53~85% 平均 44%

即ち列車牽引のみの爲めには、全消費量の 35~53% に過ぎないので、平均 44% に當る。

給水費は都市の水道から、使用量に應じ給水を買ふ場合には距離の増加に依つて給水費も増すが鐵道自身で給水設備をして居る時は影響はない。

d. 距離の總係費其他に及ぼす影響

總係費、船舶費、旅館費等は距離の増加により殆んど影響を受けない。

以上述べた影響の度合を昭和三、四兩年度に於ける營業費の平均百分率の各に對し乘じ合はせて見ると次表の通りとなる。

距離の變更の營業費に及ぼす影響

	影 響 率		1 料當り百分率		
	營業費に對ける百分率	大なる距離の變化の場合	小なる距離の變化の場合	大なる距離の變化の場合	小なる距離の變化の場合
保 線 費					
俸 給 其 他	0.65	100	100	0.65	0.65
執 業 費	0.90	100	100	0.90	0.90
線 路 修 繕 費	10.95	100	100	10.95	10.95
建 物 修 繕 費	1.90	100	100	1.90	1.90
其 他	2.05	100	100	2.05	2.05
	16.45			16.45	16.45

206 第六編 線路選定					
保電費	3.85	50	50	1.93	1.93
修車費					
俸給其他	0.10	100	50	0.10	0.05
執業費	0.20	100	50	0.20	0.10
機關車修繕費	4.45	42	42	1.87	1.87
客貨車修繕費	4.30	36	36	1.55	1.55
其他修繕費	0.50	100	50	0.50	0.25
機械修繕費	0.35	100	50	0.35	0.17
	9.90			4.57	3.99
運轉費					
俸給其他	1.55	100	0	1.55	0
執業費	0.65	100	0	0.65	0
汽車費其他	18.65	44	44	7.46	7.46
機關庫費其他	5.60	0	0	0	0
運輸費	26.45			9.66	7.46
俸給其他	3.10	0	0	0	0
執業費其他	2.25	0	0	0	0
驛務費其他	22.60	50	0	11.30	0
列車費其他	5.35	100	0	5.35	0
	33.30			16.65	0
總保費其他	11.05	0	0	0	0
合計	100.00			49.26	29.83

之を要するに距離の營業費に及ぼす影響は、停車場の増設を必要としない範圍の短距離では約 30%、停車場増設を必要とする程度の距離に於ては約 50% 位と見るのが至當である。

第三節 曲線の經濟

1. 曲線の障害 鐵道線路に於ける曲線は、一般公衆から見て甚だ好ましから

ぬ厄介物の内の一つであらう。鐵道に於ける運轉上よりは曲線よりは、勾配の方が遙かに支障が大きいのではあるが、素人には曲線の方が感じが大きいのである。曲線の障害として擧ぐべきものは

1. 危險 曲線の爲めに、衝突、脱線等の危險を増加する。
2. 運輸上に及ぼす影響 曲線の爲めに危險多く又動搖甚だしき爲乗心地悪しく、即ち速度も制限を受けるので旅客に不利である。
3. 運轉上に及ぼす影響 曲線の小なる線路は固定軸距に制限を與へるので大きな機關車を使用することが出来ない。従つて又列車の牽引力に制限を與へる。
4. 營業費の上に及ぼす影響 曲線の爲めに營業費は増加する。
 - a. 曲線抵抗の爲めに餘計な牽引力を必要とする
 - b. 軌道の損傷が増大する
 - c. 車輛の損傷が増大する
 - d. 保線従事員の數を増加する必要が生ずる。

2. 曲線に起因する危險の經濟的價值 曲線個所に於ては直線部分に比し、事故は起り易く又事故の起つた場合、其結果は直線部分の場合に比し重大である。然しながら曲線部分に起つた各個の事故に就いて、若しも其部分が直線であつたならば、或は又其曲線度が今少し緩であつたならば、事故は起らずに済んだかと云ふと、原因が全然曲線或は急曲線に基因するものであると、斷定し得る事故と云ふものは極めて稀である。又全國に於ける曲線を調べその上を走る列車哩を計算し、何れか特殊の曲線が其上を通る列車哩に比較し、特に事故のプロバビリティーが多いかと云ふと、斯くの如き曲線と云ふものは見出すことが出来ないのである。若し又假りに或る曲線が特に事故が起り易いと云ふことが判つたとして、この事故を除くが爲めに幾何の經費を費してよいかと云ふと、其經費と云ふものは實に僅少の額に過ぎないものとなるであらう。斯くの如くして事故を除くが爲

めに曲線部に幾何の経費を投じ得るか全然問題にはならない、従つて經濟上から事故防止の爲めに曲線を緩和せねばならぬ場合は起つて來ない。

3. 曲線の運輸上に及ぼす影響 曲線殊に急曲線の個所に於ては、乗心地悪くなるが、一方其様な箇所は海岸に沿ふとか、或は幽谷に沿ふとか概して景色の良い所である。それ故に曲線が多いからとて乗客の減ると云ふ程の影響もないものと考へられる。其故に此點から曲線を緩和する必要はない。

然しながら急行列車を運轉する區間に於ては曲線は速度を制限する。これは急曲線に於ては外側の軌條に相當大きな高度を附けないと、急速度の運轉は不可能なのであるが、一方貨物列車の様な緩速度の列車の爲めに、高度は制限を受け餘り大きな高度を附する事は出來ない。従つて列車の速度も制限を受けるに至るからである。而してこの點からは曲線の緩和を計らねばならぬのである。

4. 曲線の運轉上に及ぼす影響 曲線上に於ては曲線抵抗加はるが爲めに、若し曲線が勾配區間に存在する時は列車は、其勾配以上に更に曲線抵抗に相當する勾配を加算した急勾配を運轉するに等しい抵抗を受ける。

曲線が最急勾配、又は最急勾配に近い勾配中に存在する時には、此曲線抵抗が加はつたが爲めに、列車が遂に其勾配を昇ることが出來なくなつたと云ふ様な場合が生ずる。即ち其區間の牽引定数は曲線の存在の爲めに制限を受けることとなり、制限勾配を形造ることとなるのである。この點より如何なる曲線ほどの様な影響を列車に與へるか曲線度合によつて、それが如何なる勾配に相當する抵抗を與へるかを知ることが必要である。この曲線抵抗に相當する勾配を在來の勾配に加算することを曲線の補整(Curve Compensation)と稱し、曲線の補整をなしたる後に於て始めて實際に列車を運轉する場合に於ける制限勾配を知ることが出来るのである。

5. 曲線の營業費に及ぼす影響 曲線上に於ける抵抗は曲線度の強き場合、緩なる曲線に比し大なるべきは見易き理である。而して今迄の調査に従へば 10 度

の曲線上に於ては直線の場合に比し、抵抗が丁度倍になると云ふ事である。10度の曲線の 1.6 杆の長さは中心角 528° を保有することとなるから、中心角の 1 度は抵抗に對しては $\frac{1}{528}$ だけの影響がある。

a. 曲線の保線費に及ぼす影響

保線費の内で曲線の爲めに影響を受けるものは線路修繕費のみである。其他のものは殆んど影響がないと云ふて差支ない、線路修繕費の内でも枕木、砂利、軌條等によつて其影響の程度も異なるものであるが、軌條の如きは Wellington の調べでは 10 度の曲線の上では直線の場合に比して、軌條の磨耗が 226% 餘計であると稱して居る。他の物の影響はそれ程でもないから線路修繕費の上に及ぼす影響は 80% 位と考へる。

b. 曲線の修車費の上に及ぼす影響

曲線は機關車客貨車の車輪の磨耗を増大し、又曲線抵抗に打勝つが爲めに車體に對し直線の場合に比し、大なる歪を與へるが故に修車費を増す、果して幾何の影響があるかは、中々に面倒な問題であるが、米國の例によると機關車修繕費の 19% が曲線及勾配に基因し、其内の三分の二即ち 13% が曲線に因るものと考へて居る。米國に於ける線路の曲線は 1.6 杆に就き平均 35°、となつて居る。即ち 35° の曲線の爲めに 13% の影響があるのであるから 528° 1.6 杆の曲線の爲めには 196% の影響がある譯である。この數を採つて曲線の修車費に及ぼす影響は 196% と見る。客貨車に對する影響も同様の調べによつて見出すと 100% となる。工場に於ける機械には 50% 位と考へるのが至當である。

c. 曲線の運轉費及運輸費の上に及ぼす影響

燃料即ち石炭は距離の所で述べた通り、實際列車牽引の爲めに消費される量は 44% に當る。それ故に餘分の曲線の爲めに平均列車哩の費用に對して増す影響は 44% と考へるのが至當である。曲線に於ては列車の見透しが悪くなるので、踏切番の如きも増さねばならぬ。又踏切事故の如きも直線の所に較べて

増す譯であるが、その程度が幾何になるかは一寸計り難いから、こゝには影響なきものと看做す。

以上述べた影響の度合を昭和三、四兩年度に於ける營業費の平均百分率の各に對し乘じ合はせて見ると次表の通りとなる。

曲線の變更の營業費に及ぼす影響

	營業費に對する百分率	影響率	1 軒當り百分率
保線費			
俸給其他	0.65	0	0
執業費	0.90	0	0
線路修繕費	10.95	80	8.76
建物修繕費	1.90	0	0
其他	2.05	0	0
	16.45		8.76
保電費			
3.85	0	0	
修車費			
俸給其他	0.10	0	0
執業費	0.20	0	0
機關車修繕費	4.45	196	8.72
客車費	2.40	100	2.40
貨車費	1.90	100	1.90
其他	0.50	100	0.50
機械修繕費	0.35	50	0.18
	9.90		13.70
運轉費			
俸給其他	1.55	0	0
執業費	0.65	0	0
汽車費其他	13.65	44	7.46
機關車費其他	5.60	0	0
	26.45		7.46

運輸費			
俸給其他	3.10	0	0
執業費其他	2.25	0	0
驛務費其他	22.60	0	0
列車費其他	5.35	0	0
	33.30		0
總係費其他	11.05	0	0
合計	100.00		29.92

第四節 勾配の經濟

1. 勾配の種類 機關車の牽引数は速度の大小、曲線の強弱によつても影響を受けるが、一番影響の大きなものは勾配である。従つて機關車の牽引定数は其の區間に存在する勾配によつて制限される。斯様に機關車の牽引定数を制限する勾配を制限勾配 (Ruling Grade) と稱する。

制限勾配は多くの場合其の線中での最急勾配と同一であるが、之れは必ず一致するものとは限らない。例へば其線の中に 1,000 分の 33 と云ふ様な急な勾配が存在しても其延長が極短かくて、自身の運動量を利用して 1,000 分の 16.6 の所と同じ車數を引いて上る事が出来れば、最急勾配は 1,000 分の 33 ではあるが、これは制限勾配とはならないのである。斯様な自身の運動量、即ち惰力を利用して上る事の出来る様な勾配を惰力勾配 (Momentum Grade) と稱する。

若し線路の中に非常に急な勾配が或區間を限つて存在し、其勾配以外の所では六十輛引けるが、其處に限り三十輛より引けないと云ふ様な場合には、一般に補助機關車を附けて六十輛を引かせる。斯くの如き補助機關車を使用する勾配を補助勾配 (Pusher Grade) と稱する。

制限勾配より緩なる勾配は緩勾配 (Minor Grade)、或は昇降 (Rise and Fall) と稱する。

2. 制限勾配 制限勾配は機關車の牽引力を極度に使用して、其の區間の機關車で牽引し得る列車の重量を制限する勾配である。それ故鐵道線路の輸送能力は制限勾配によつて決定されるのである。鐵道線路の勾配は通例自然の地勢に適合することが、最も建設費を軽減せしむる所以であるが、これは極端に走ると或一區間の制限勾配と隣接區間の制限勾配とが常に相異し、到る所で牽引車数を増減する手數と連結解放する車の駐留線とを必要とし、不利益であるから相當區間に亘り制限勾配は同一ならしめることが必要である。只これが爲めに非常に多額の工事費を要するが如き區間に限りては、成るべく其の區間を限定して急勾配を使用し、補助機關車を用ひ全區間の制限勾配を緩にすることが得策の場合がある。東海道線に於ける箱根越の如きは其一例で、山北沼津間に限り 1,000 分の 25 の勾配を用ひ補助機關車を使用し他區間は 1,000 分の 10 を制限勾配として居る。

制限勾配を幾何とするのが適當であるかを決定することは中々に困難の問題であるが、これには

a なる勾配の場合の建設費 A

勾配を緩にした場合の建設費 $A+b$ とし

一方その線によつて運ばれる旅客貨物の數量を調べこれを X とし

a なる勾配の場合の營業費は $X \times c$

勾配を緩にした場合の營業費は $X \times (c-d)$

こゝに c は單位數量に對する營業費、 d は勾配を緩にしたる爲めに減ずる營業費、而して建設費に對する利率を r とすれば

$$A \times r + X \times c$$

或は $(A+b) \times r + X(c-d)$

何れか小なる方即ち建設費の利子と營業費との和が、最小なる様な線が經濟になる線となるのである。

3. 制限勾配軽減の營業費に及ぼす影響 一定の運輸量を輸送して得た収入は

一定の額であつて、之を輸送した列車の回数には無關係である。然るに一定の運輸量を輸送する費用は、列車回数の多少によつて増減するから、一區間に於ける列車回数の節約は即ち其の區間の營業費の節約となる。制限勾配の軽減は一區間に於ける牽引力を増加せしめ、従つて其區間に於ける列車回数を減少せしめ、斯くして營業費を軽減せしめんとするのである。今一列車軒の増加が營業費の各項目に及ぼす影響を調べて見るに

a. 保線費

軌道修繕費中人件費、土工費、其他の大部分は列車の重量にも回数にも全く無關係のものであるが、其幾部分かは列車回数の増減によつて影響を受けるであらう。其割合は實驗したものがないが、恐らく此項に屬する費用の 20% 位であらう。機關車が軌道破壊の半分だけ責を負ふものとすれば、増加機關車に對する費用の増加は 10% となる。砂利及橋梁に對する費用も同様に 10% を見込めばよからう。軌條及枕木の取換は列車の回数に密接な關係があつて、一列車軒毎に 50% 位の影響がある。併しながら線路修繕費の大部分は人件費で、軌條及枕木取換の費用は少部分に過ぎないから、こゝには線路修繕費全體として 15% の影響ありと考へる。保存費中の他の諸項は列車の回数によつて増減しない様である。

b. 修車費

一定の運輸數量に對し、多數の機關車を使用する時には、少數の機關車を使用する場合よりも各機關車の仕事は軽減され、従つて修繕費も減少する。この減少の割合は W.L. Webb 氏によれば三臺の機關車の代りに、四臺の機關車を用ふる時は一臺の機關車に對し 5%、七臺の機關車の代りに八臺の機關車を用ふる場合は一臺の機關車に對し 2.5% の軽減となる。即ち總修繕費を比較すると

$$\text{四臺の機關車の時} \quad 4 \times 95 = 380$$

三臺の機関車の時	$3 \times 100 = 300$
八臺	$8 \times 97.5 = 780$
七臺	$7 \times 100 = 700$

即ちこれによつて見れば、一臺の機関車の増加によつて 80% だけ修繕費が増加するものであると云ふことが出来る。

貨車の修繕費は増加列車の爲めに、列車荷重を減少することになるので多少軽減される。10%位は軽減されるものと見て差支なからう。客車は勾配の如何により列車數に變化を與へることは稀であるから影響はなしと見る。

c. 運轉費及運輸費

増加列車に對し、機關手及機關車乗務員の給與は 100% の増加である。又燃料は其の増加割合は機關車の修繕費と同じ基礎より割出し、80% とする。水油其他列車に使用する消耗品も燃料と同様 80% と假定する。

制限勾配を變更する事により列車數を一個増加したる場合の營業費に及ぼす影響

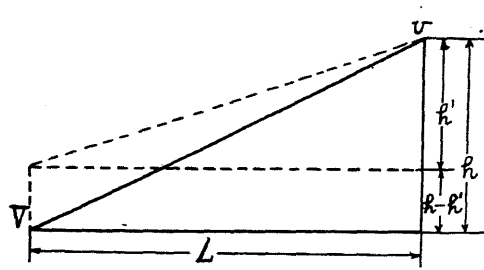
	營業費に對する百分率	影響率	1 秆當り百分率
保線費			
俸給其他	0.65	0	0
執業費	0.90	0	0
線路修繕費	10.95	15	1.64
建物修繕費	1.90	0	0
其他	2.05	0	0
	16.45		1.64
保電費	3.85	0	0
修車費			
俸給其他	0.10	0	0
執業費	0.20	0	0
機關車修繕費	4.45	80	3.56

客車費	2.40	0	0
貨車費	1.90	-10	-0.19
其他	0.50	0	0
機械修繕費	0.35	0	0
	9.90		3.37
運轉費			
俸給其他	1.55	100	1.55
執業費	0.65	100	0.65
汽車費其他	18.65	80	14.92
機關車費其他	5.60	100	5.60
	26.45		22.72
運輸費			
俸給其他	3.10	0	0
執業費其他	2.25	0	0
驛務費其他	22.60	0	0
列車費其他	5.35	0	0
	33.30		0
總保費其他	11.05	0	0
	100.00		27.73

以上述べた影響の度合を昭和三四兩年度に於ける營業費の平均百分率の各に對し、乗じ合はせて見ると増加列車一秆の走行費用は、上表の通り約 27.73%、即ち一列車の營業費の 27.73% がこの運轉方法に適應する増加列車の營業費である。

4. 惰力勾配 列車が或る速度を以て走つて居る時には、その列車は運動量を持つて居る。この運動量を利用することによつて、機關車はその線の最急勾配より急な勾配を昇り得ることがある。或は又急な勾配上をそれより緩な勾配上に於て牽引し得ると同様な車數（即ち斯かる運動量なしには牽引し得ざる車數）を牽引し得ることがある。然しながら何れの場合にしても、その勾配の長さは餘り長くなくことを必要とする。斯くの如く運動量を利用することによつて、その勾配

の存在が列車運轉上制限を與へない勾配を惰力勾配と稱する。



今 $\frac{1}{N}$ を實際の勾配

$\frac{1}{N'}$ を假想の勾配

L を勾配の長さ(米)

h を實際の勾配の高差

h' を假想の勾配の高差

V を麓に到着した時の速度(一時間につき軒)

v を勾配の頂上に於ける速度(一時間につき軒)

g を重力の加速度(一秒時につき毎秒 9.81 米)

とすれば勾配の麓に達した時の運動量で昇り得る高さは

$$\frac{\left(V \times \frac{1000}{3600}\right)^2}{2g} = 0.00389V^2 \text{ (米)}$$

車輪の廻轉部分に對する運動量を 5% と見込めば實際に昇り得る高さは

$$0.0039V^2 \times 1.05 = 0.0041V^2 \text{ (米)}$$

同様に頂上に於ける速度 v によりて昇り得る高さは

$$0.0041v^2 \text{ (米)}$$

である。然る時は列車は V なる速度より v なる速度に降る迄の間に於て

$$0.0041V^2 - 0.0041v^2 = 0.0041(V^2 - v^2)$$

の高さだけ列車を持上げる事が出来る。この高さは圖に示した $h-h'$ に相當する故に

$$h' = h - 0.0041(V^2 - v^2)$$

この列車の運行は、又この列車が麓に於て $h-h'$ の高さだけ飛上り、後は v と云ふ等速度で h' の高さを昇り行くものとする事も出来る。此場合機關車は

$$\frac{1}{N'} = \frac{h'}{L} = \frac{h - 0.0041(V^2 - v^2)}{L}$$

なる勾配を昇るものと考へる事が出来る。即ち此場合 $\frac{1}{N'}$ と云ふ假想勾配に相當する車数を牽引する事が出来る。一例を擧げて見ると貨物列車が長さ 800 米の $\frac{25}{1,000}$ の勾配に 48 軒/時の速度で差しかかつたとすると

$$0.0041(V^2 - v^2) = 0.0041(48^2 - 168^2) = 8.53 \text{ 米}$$

$$\frac{1}{N'} = \frac{20 - 8.53}{800 \times 20} = \frac{1}{70}$$

即ち七〇分の一の勾配を昇る場合と同様である。

5. 緩勾配 制限勾配より緩なる勾配を緩勾配或は昇降 (Rise and Fall) と稱するのであるが、これは列車の牽引力を支配するものではないが、主として燃料及時間の損失を與へ、其點に於て營業費に影響を與へるものである。

Mr Wellington は緩勾配を次の三種類に區別して居る。

い級 極緩な勾配で運轉上には何等影響なく、只多少速度が變化するのみのもの。

ろ級 此階級に於ては上り勾配の時には機關車は普通以上の燃料を必要とし、下り勾配の時には全部蒸汽を閉塞するが、制動機は使用しないもの。

は級 此階級に於ては上り勾配の時には機關車は全能力を出し、下り勾配の時には、單に蒸汽を閉塞するに止まらず、制動機を使用して速度を調整する必要があるもの。

6. 緩勾配の營業費に及ぼす影響 1 米の昇降の爲めに加はる營業費は勾配の度合によつて同一ではない。上に述べた (い) 級の勾配に於ては營業費には全然影響はないのである。以下 (ろ) 級及 (は) 級の昇降に對し、營業費各項に亘つて影響を調べて見よう。

a. 保線費

勾配の爲めに保線費の中で影響を受けるのは、砂利、枕木、軌條及附屬品等線路修繕費に屬するものである。而して此内勾配で最も影響を受けるのは軌條

であつて、其影響度は Wellington に従へば (ろ) 級に對し 5%、(は) 級に對しては 10% 位として居る、其他のものも (は) 級は (ろ) 級に比し影響大であるから、線路修繕費としては (ろ) 級に對し 1% (は) 級に對し 5% 位と考へるのが至當であらう。

b. 修車費

牽引力の増加並びに制動機使用の爲めに機關車及車輛は損傷を受ける。此費用は主として、車輛及制動器の修繕費であつて、仕事量の増加と共に連結器や機關車の器械部の損傷も増加する故、其費用の一部も負擔せねばならぬ。是等の費用は (ろ) 級に對しては 1% (は) 級に對しては 4% を採る。

c. 運轉費及運輸費

運轉費及運輸費の中で、勾配の爲めに影響を受けるのは機關車に要する燃料、即ち石炭及水其他諸消費物である。勾配を昇る時抵抗の倍加した爲めに要する燃料の増加は 44% であるが、(ろ) 級の勾配では降りに際し蒸汽を閉塞した時放熱に依つて 5% 位の消費があり、又、(は) 級では、この外に制動機を使用する爲めに 5% 位の消費が加はる、故に結局 (ろ) 級の勾配に對しては $44+5 = 49\%$ (は) 級の勾配に對しては $44+5+5 = 54\%$ 位の影響ありと見なければならぬ。

以上述べた影響の度合を集めて見ると

昇降の爲めに(1 斤に付き 5 米の昇降) 營業費に及ぼす影響

	ろ 級 勾 配			は 級 勾 配		
	營業費に對する百分率	影響率	1 斤當り百分率	影響率	1 斤當り百分率	
保 線 費						
俸給其他	0.65	0	0	0	0	
執業費	0.90	0	0	0	0	
線路修繕費	10.95	1	0.11	5	0.55	

建物修繕費	1.90	0	0	0	0
其他	2.05	0	0	0	0
	16.45		0.11		0.55
保 電 費	3.85	0	0	0	0
修 車 費					
俸給其他	0.10	0	0	0	0
執業費	0.20	0	0	0	0
機關車修繕費	4.45	1	0.04	4	0.18
客貨車修繕費	4.30	1	0.04	4	0.17
其他修繕費	0.50	0	0	0	0
機械修繕費	0.35	0	0	0	0
	9.90		0.08		0.35
運 轉 費					
俸給其他	1.55	0	0	0	0
執業費	0.65	0	0	0	0
汽車費其他	18.65	49	9.14	54	10.07
機關車費其他	5.60	0	0	0	0
	26.45		9.14		10.07
運 輸 費	33.30	0	0	0	0
總係費其他	11.05	0	0	0	0
	100.00		9.33		10.97

即ち一列車料の營業費に對する影響は (ろ) 級の勾配では 9.33% (は) 級の勾配では 10.97% 位と考へられる。今一列車料の營業費を 1 圓と假定すれば一杆の間に 5 米の昇降の爲めに要する營業費の増加は (ろ) 級の時は 9.33 錢 (は) 級の時は 10.97 錢であると云ふことである。或は 1 米の昇降の爲めには (ろ) 級に於ては 1.15 錢 (は) 級に於ては 1.38 錢であると云ふことである。

茲に注意を要することは (ろ) 級とか (は) 級とか云ふ勾配の區分は、如何なる列車に對しても同一のものではなく、或る勾配は貨物列車に對しては (は) 級

であつても、旅客列車に対しては、或は(ろ)級の時もあり、又時には(い)級の勾配となることもあると云ふ事である。

7. 補助勾配 線路選定に當つて或る區間中で、二三急勾配の個所があつて其急勾配に於ける走行抵抗が、其の他の大部分の區間の走行抵抗に較べて約倍になると云ふ様な場合には、この急勾配區間に補助機關車を使用することが經濟になる場合がある。斯くの如き補助機關車を使用する區間の勾配を補助勾配と稱する。

補助勾配と制限勾配とが決定せられた場合には、其中間の勾配は單機では牽引出來ず補機をつけては勿體ないと云ふ事になるから、成るべく避ける様にせねばならぬ。又二つの補助勾配の間に緩勾配が挟まつて居るが如きことは運轉上不經濟であるから、線路選定の際補助勾配を一個所に集める様にすべきである。

今 80 軒の區間の中に 8 軒に亘る 1,000 分の 20 の勾配があつて、其の他の部分は最急 1,000 分の 10 であるとする。これに使用する機關車は働輪上の重量 53 噸、1,000 分の 20 の勾配上では 430 噸、1,000 分の 10 の勾配上では、其倍約 860 噸を牽引することが出來るとする。この區間に於ける輸送數量が 4,300 噸ありとすれば、補助機關車を使用しない場合には一機關車は 430 噸を牽引するから $\frac{4,300}{430} = 10$ 即 10 個列車を必要とし、機關車の走行軒は $10 \times 80 = 800$ 即ち 860 軒となる。

若し 1,000 分の 20 の勾配區間に補助機關車を用ふるものとすれば、其の區間に於ては $2 \times 430 = 860$ 即ち 860 噸を牽引することが出來、其の他の區間では一機關車で 860 噸を牽引し得る、故に列車數は $\frac{4,300}{860} = 5$ 即ち五個列車にて足り、其の場合の機關車の走行哩は本務機關車の分 $5 \times 80 = 400$ 軒、補助機關車の分は $2 \times 5 \times 80 = 80$ 軒、合計 $400 + 80 = 480$ 即ち 480 軒となり、先の場合に較べて 320 軒だけ節約することが出来る。

補助機關車の營業費に及ぼす影響は保線費に對しては、本務機關車の場合と同様で線路修繕費に對し 50% 修車費は機關車修繕費が 100%、運轉費に對しては機

關車乗務員、燃料、其の他機關車消費物に對し 100% と見る時は影響の度合は結局

	營業費に對する百分率	影響率	1 軒當り百分率
線路修繕費	10.95	50	5.48
機關車修繕費	4.45	100	4.45
機關車乗務員費及機關庫費	7.80	100	7.80
燃料其他消耗費	18.65	100	18.65
合計			36.38

即ち營業費に對し 36.38% の影響ありと云ふことになる。即ち補助機關車は走行一軒に就いて約 36% 營業費を増加せしめると云ふことになる。

第八章 線路選定測量

線路の選定を爲す場合の測量は通例次の三段に分けて施行する。

- (1) 踏査 (Reconnaissance)
- (2) 豫測 (Preliminary surveying)
- (3) 實測 (Final Location)

これが詳細に就いては高等土木工學第三卷關信雄著測量學第十二章路線測量中に書いてあるから此處には省略する。