

すべき急所である脚子及びその保持の問題について、基本的によくまとめられた懸案が、使用者の立場から始の部門との間に、又夫々の製作者研究家と現場とのよい結び付きが願わしい。本来とても互に重んでやる部分もあるが結果としては不十分であつた。再考してみる必要があろう。運轉の総合技術的性情からみると此の點は一層強く考えられる。(元東鐵運轉部長)

## 高速度運轉に於ける電車線とパンタグラフとの關係

山崎和夫

現在當線に於ては電車の最高運轉時速は95杼で、相當良好な線路状態でもパンタグラフの跳躍現象が起り、速度が大になるに従ひ更に増大する事は明かである。跳躍現象に依る被害は力行中に起れば電氣的接觸が破れて火花を生じ電車線及集電子を燒損する。又電車の電氣回路に過電流現象を惹起して電車の電動機に衝撃電壓を加えて電動機に悪影響を及ぼす。而して東海道線等が將來全線電化された場合、最高速度が現在よりも大きく例へば120杼/時とか150杼/時等の高速度で運轉せられることが豫想せられる、此の場合パンタグラフの跳躍現象は益々大となり、従つて電車線及集電子の磨耗も飛躍的に大きくなり電車電動機に対する影響も大きい。従つて高速度運轉に對してはパンタグラフの跳躍運動を充分研究し、之に對する対策を講じて置かねばならぬ。

跳躍現象の原因としては色々あるが、其の主なものを選びると、

### 1 集電子に依るもの

- (イ) 集電子の壓力が弱過ぎる場合、
- (ロ) 集電子が重い場合
- (ハ) 運轉速度が大で、集電子の構造及壓力等が之に適當でない場合

### 2 架線状態に依る場合

- (イ) 電車線に癖のある場合
- (ロ) 電車線に弛みの多い場合
- (ハ) 吊架線の張力不適當なる場合
- (ニ) 電車線の勾配(軌道に對して)が急變する場合等が挙げられる。

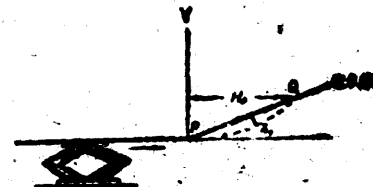
### 1. 電車線の勾配の變化とパンタグラフの跳躍現象

橋梁下及隧道等に架線する場合其の前後に於ける電車線の勾配は右線に於ては、電車線施設心得に依り從來5/1000以下にする事とされて居るが、今第1圖及第2圖の如く勾配と水平部分が直線的な角度を以て接続する様な場合にはパンタグラフは軌道中跳躍の如き運動を生じて跳躍現象を發生する。



第1圖

第1圖の場合列車の進行に伴い畫かれるパンタグラフの跳躍軌線は下降部分及上昇部分共に夫々二つの拋物曲線を組合せたものとなる。



第2圖

- 今、  $v$  = パンタグラフの下降速度 (cm/sec)
- $V$  = 列車の速度 (cm/sec)
- $b$  = 電車線傾斜度 ( $\tan \theta$ )

とすれば

$$v = bV$$

次に、  $m$  = パンタグラフの見掛けの質量

$$F_1 = \quad \quad \quad \text{上昇壓力 (g)}$$

$$F_2 = \quad \quad \quad \text{下降壓力 (g)}$$

$$a_1 = \quad \quad \quad \text{上昇加速度 (cm/sec)}$$

$$a_2 = \quad \quad \quad \text{下降加速度 (cm/sec)}$$

とすれば

$$a_1 = \frac{F_1}{m}, \quad a_2 = \frac{F_2}{m}$$

となる、而して、初め所性を以て下降し、後上昇するのであるから、最初は  $F_2$  に逆ひつつ下降し、遂に停止の状態となり、次に  $F_1$  によつて上昇することになるので下降中は  $a_2$  なる加速度を上昇中は  $a_1$  なる加速度を用ひねばならぬ。故に

$$y = -vt_1 + \frac{1}{2} a_2 t_1^2, \quad z = Vt_1$$

$$\text{従つて } y = -bx + \frac{1}{2} \cdot \frac{a_2}{V^2} x^2 \dots \dots \dots (1)$$

最大下降の點は  $\frac{dy}{dx} = 0$  の點であるから (1) 式

$$\text{より } x = \frac{bV^2}{a_2} \dots \dots \dots (2)$$

最大下降までに要する時間  $t_1$  は

$$t_1 = \frac{mbV}{F_2} \dots \dots \dots (3)$$

最大下降の時の電車線との間隔  $h_0$  は

$$y(\max) = h_0 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{mb^2V^2}{F_2} \dots \dots (4)$$

最大下降の點から再び電車線と接觸するまでに要する時間  $t_2$  は

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{mbV^2}{F_2} = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$t_1 = \frac{mbV}{F_2} \dots \dots \dots (5)$$

次に全脱線時間 \$t\_2\$ は

$$t_2 = V_1 + t_1$$

$$= mbV \left( \frac{1}{F_2} + \sqrt{\frac{1}{F_1 F_2}} \right) \dots (6)$$

向離れながら走る距離 \$H\_0\$ は、

$$x(mae) = H_0 = V t_2 = mbV^2 \left( \frac{1}{F_2} + \sqrt{\frac{1}{F_1 F_2}} \right) \dots (7)$$

即ちパンタグラフの脱線して居る時間は電車線の傾斜度並に列車速度に正比例し、脱線距離は電車線の傾斜度並に列車速度の自乗に正比例し、電車線との距離は電車線の傾斜度の自乗並に列車速度の自乗に正比例するものである。

第2圖の如き水平部より急に上り傾斜部に移る場合パンタグラフの運動に上昇の遅れを生じ脱線現象を生ず、

$$y = \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$\therefore y = \frac{1}{2} \frac{F_1}{mV^2} x^2 \dots \dots \dots (8)$$

架空電車線の式は

$$y = bx \dots \dots \dots (9)$$

パンタグラフが電車線より離れて再び接觸するまでの距離は(8)(9)式より

$$H_0 = \frac{2mbV^2}{F_1} \dots \dots \dots (10)$$

離れて居る時間 \$t\_0\$ は

$$t_0 = \frac{2mbV}{F_1} \dots \dots \dots (11)$$

パンタグラフと電車線との最大間隙は(8)式と(9)式との差の最大値である、

$$y = bx - \frac{1}{2} \frac{F_1}{mV^2} x^2$$

$$\dots \dots \dots (12)$$

\$\frac{d \cdot y}{dx} = 0\$ とすれば

$$x = \frac{mbV^2}{F_1} \dots \dots \dots (13)$$

(13) 式の \$x\$ の値を(12)式に代入すれば、

$$y(mae) = h_0$$

$$= \frac{1}{2} \frac{mb^2 V^2}{F_1} \dots (14)$$

- 今、
- A { 上昇壓力 5.6kg
  - { 下降壓力 8.3kg
  - { 質量 35.7
  - B { 上昇壓力 4.6kg
  - { 下降壓力 9.6kg
  - { 質量 46.4

2種のパンタグラフに就き上記の計算方法に依り電車線の傾斜度 5/1000 に於ける各速度の \$t\_0\$ (脱線時間) \$H\_0\$ (距離) \$h\_0\$ (最大間隙) を計算すると別表の如くなり之を提示すれば第3圖第4圖の如くなる。

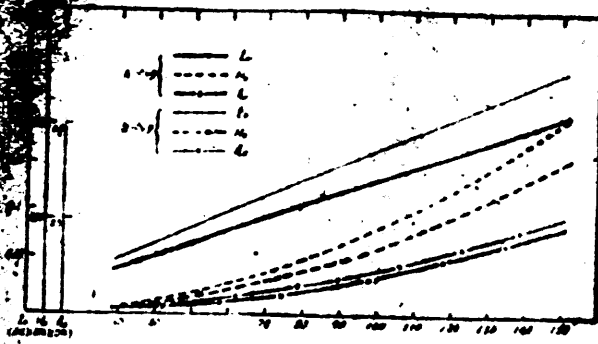
尚此の際パンタグラフの動く曲線を表わす式は次の如くなる。

下降時及び上昇時に於けるパンタグラフの脱線時間、距離、最大間隙

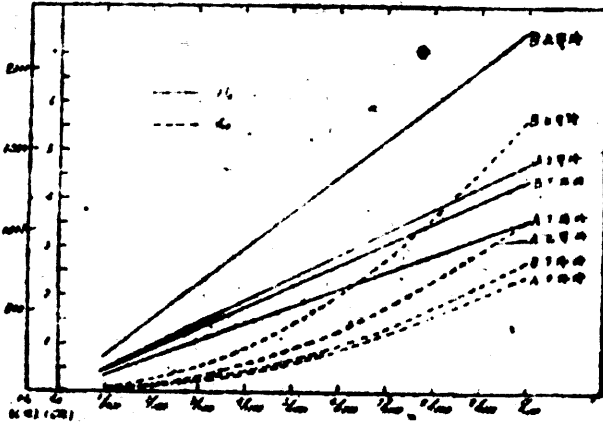
速度 km/時	パンタ 特性 状態	下 降 時		上 昇 時	
		A	B	A	B
30	\$t_0\$	0.0407	0.0491	0.0532	0.0840
	\$H_0\$	33.1	41.1	44.3	70.1
	\$h_0\$	0.0373	0.0421	0.0553	0.0760
50	\$t_0\$	0.0680	0.0818	0.0885	0.1400
	\$H_0\$	90.0	114.2	123.2	194.8
	\$h_0\$	0.1036	0.1170	0.1540	0.2440
70	\$t_0\$	0.0952	0.1145	0.1240	0.1960
	\$H_0\$	180.3	228.9	241.5	382.0
	\$h_0\$	0.2035	0.2290	0.3010	0.4770
90	\$t_0\$	0.1223	0.1472	0.1593	0.2520
	\$H_0\$	298.2	370.0	399.0	631.0
	\$h_0\$	0.3340	0.3788	0.4980	0.7880
100	\$t_0\$	0.1290	0.1640	0.1770	0.2800
	\$H_0\$	358.5	455.8	492.0	778.0
	\$h_0\$	0.4149	0.4662	0.6150	0.9730
110	\$t_0\$	0.1419	0.1804	0.1947	0.3081
	\$H_0\$	433.6	551.2	594.0	941.4
	\$h_0\$	0.5017	0.5638	0.7437	1.1767
120	\$t_0\$	0.1548	0.1968	0.2124	0.3361
	\$H_0\$	515.6	655.5	708.2	1,120.6
	\$h_0\$	0.5967	0.6679	0.8853	1.4008
130	\$t_0\$	0.1677	0.2132	0.2301	0.3642
	\$H_0\$	605.8	770.1	831.2	1,315.2
	\$h_0\$	0.7010	0.7877	1.0390	1.6440
140	\$t_0\$	0.1806	0.2296	0.2478	0.3921
	\$H_0\$	702.3	892.8	963.6	1,524.7
	\$h_0\$	0.8127	0.9132	1,2045	1.9059
150	\$t_0\$	0.1935	0.2460	0.2655	0.4202
	\$H_0\$	806.4	1,025.1	1,106.4	1,750.6
	\$h_0\$	0.9331	1.0485	1.3880	2.1883

備考 A { 上昇壓力 5.6kg, 下降壓力 8.3kg, 質量 35.7 B { 上昇壓力 4.6kg, 下降壓力 9.6kg, 質量 46.4  
 \$t\_0\$ : 脱線時間 (sec), \$H\_0\$ : 距離 (cm),  
 \$h\_0\$ : 最大間隙 (cm) — 電車線の傾斜度 5/1000 とす。

第3圖



第4圖



下降時  $y = -bx + \frac{1}{2} \frac{F_2}{mV^2} x^2$  ..... (15)

上昇時  $y = -\frac{2mb^2V^2}{2F_2} x + \frac{1}{2} \frac{F_1}{mV^2} (x - \frac{mbV^2}{F_2})^2$  ..... (16)

今Aのパンタグラフに於て  
 $V = 150 \text{ km/H} = 4,170 \text{ m/sec}$   
 とすれば、

$y = \frac{1}{2} \frac{F_2}{mV^2} x^2 = 6.68 \times 10^{-6} x^2$   
 (下降) ..... (17)

$y = \frac{1}{2} \frac{F_1}{mV^2} x^2 = 4.51 \times 10^{-6} x^2$   
 (上昇) ..... (18)

又Bのパンタグラフに於ては、

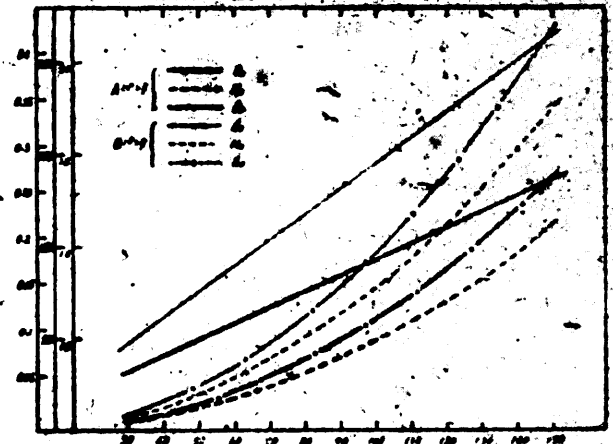
$y = \frac{1}{2} \frac{F_2}{mV^2} x^2 = 5.95 \times 10^{-6} x^2$   
 (下降) ..... (19)

$y = \frac{1}{2} \frac{F_1}{mV^2} x^2 = 2.86 \times 10^{-6} x^2$   
 (上昇) ..... (20)

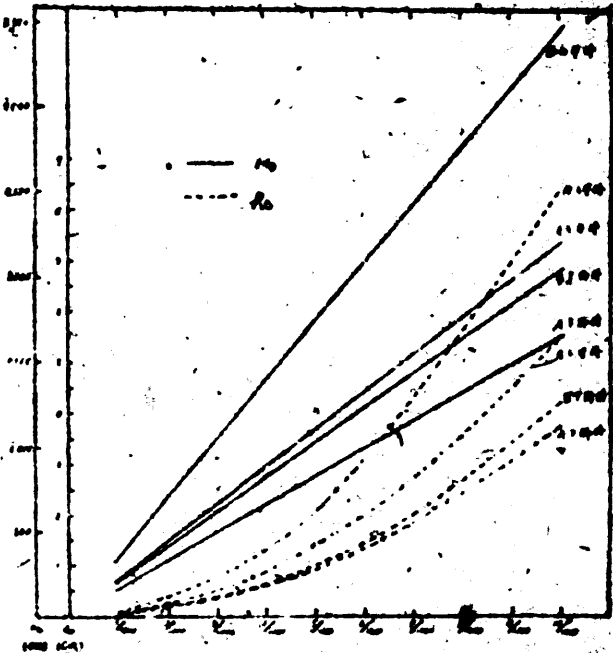
次に速度120軒/時及150軒/時に對して、電車線勾配が變化した場合の  $t, H, h_0$  を圖示すれば第5圖及第6圖の如くなる。

以上のことに依り若し圖の如き架線が存在するならば、各部分と水平部分との接続部分の寄り變りに相當のスペースを生ずる事は必然である。然し架線は其の性質上此の様な無用の事は無く、知可塑性を有する故其れ無きな状態に置られぬものと考えられるが、(15) ~ (20)

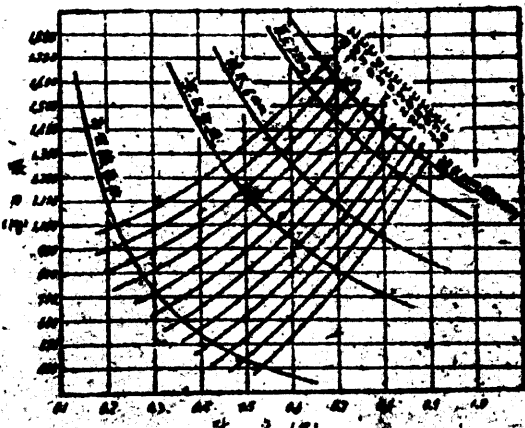
第5圖



第6圖



第7圖



式に示す様な硬曲線部分を作ることに依り、其の集積成績を挙げ得るものと考えられる。

2. 速度變化に依り生ずる架線曲線と

パンタグラフの運動

今一輛として幅50mのシングルカタナリ一両電車に於て(電車線 110mm、吊架線 90mm、車輪径) 1570に於ける速度 0.585m、吊架線傾角を 7°45' として電車



断面図



断面図

断面図になる断面を示す。断面の幅は断面力図の幅の知り断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

- (イ) 1570 断面力図 0.500m
- (ロ) 470 断面力図 0.000m
- (ハ) 1570 断面力図 0.075m

となり断面力が異なる断面を示す。断面力図の幅は断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

- (イ) 0.000m
- (ロ) 0.276m
- (ハ) 0.000m

となり之を断面力図の幅と等しい断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

の幅と等しい。同じ断面は、

$$y = 0.075 \quad (21)$$

$$y = 0.075 \quad (22)$$

$$y = 4.41 \times 10^{-6} \quad (23)$$

(21) と (22) 式とを比較すれば、断面力図の幅は断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

断面力図の幅は断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

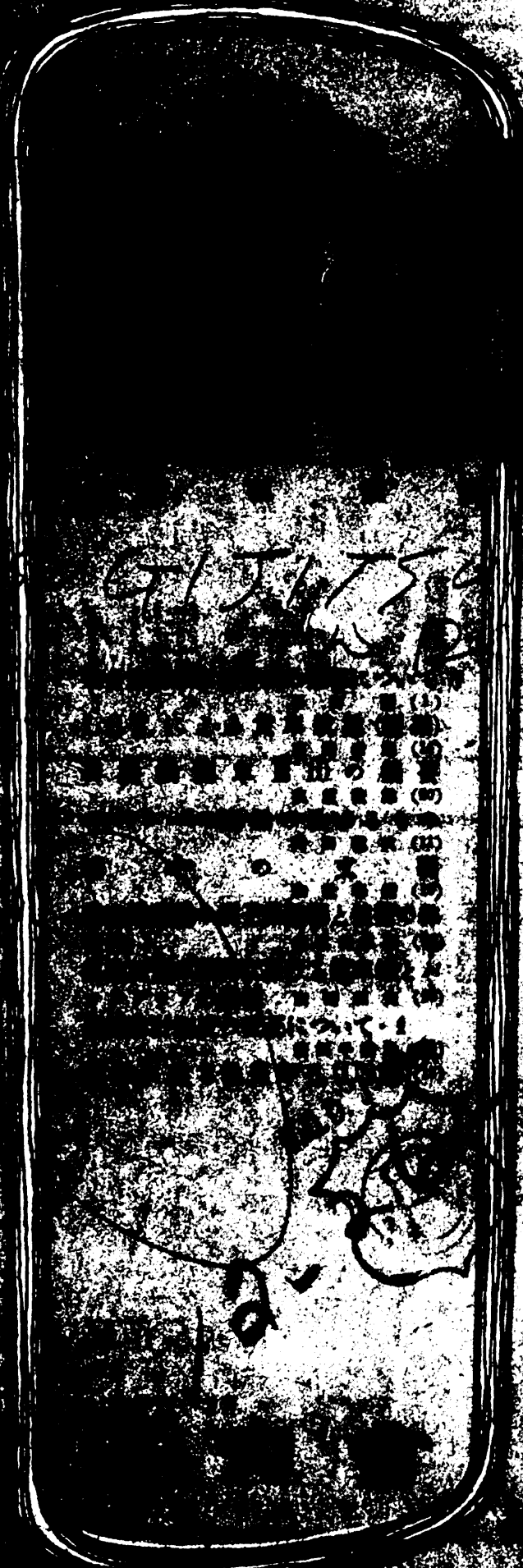
断面力図の幅は断面力図の幅と等しい。同じ断面は、

(断面力図の幅)





200



222

47

16