

論 說 報 告

第 25 卷 第 7 號 昭和 14 年 7 月

吹田操車場に於ける新設ハンプの設計に就て (縦断形状の考察)

(昭和 13 年 10 月 23 日土木學會關西大會講演會に於て)

會 員 坂 元 左 馬 太*

要 旨 東海道線吹田貨車操車場の改良擴張に際し、第 2 の方向別ハンプを新設することになった。本文は多少その設計に必要な考察を行ったもので、主として縦断形を 1 つの連続な曲線と考へたものである。

尙時局の關係上、直接輸送に關する部分、數量、図面等省略した。従つて脈絡の無いものになつて居ると思ひます。豫め御了承をお願いし度い。

1. 緒 言

先づお断りし度いのは、時局の關係上、吹田操車場の線路網に對する位置、操車場の作業、使命、改良の必要性、配線の計畫等を全部省略し、更に全國ハンプ操車場の現状に就ての説明を最小限度に留めた事である。又全体が學術論的な内容を持つたものでなかつたので、従つて本記録が益々不満足な結果となつたことを慮れるものである。この點を豫め御了承願ふ次第である。

我國に設けられて居るハンプに就て其の高さ等を見るに表-1 の如くである。

既に佐藤学士も述べられて居る如く⁽¹⁾各ハンプの設計に相當の開きがある。この相異は如何に解釋してよいか、問題とするに足ると思ふ。又すべてのハンプの實測の結果は 1 つの連続な曲線となつて居るのを見るのである。⁽¹⁾⁽⁴⁾之は設計の始めから計畫的に一曲線とした方がむしろ合理的ではあるまいか。

ハンプの設計に當つて貨車の走行抵抗の値が幾何であるかと云ふことは最も主要な事柄である。我國の貨車に就て測定せられたものは甚だ少いのであつて、之が決定に甚だ困難を感じるのである。

2. 車輛の走行抵抗

車輛の走行抵抗は (1) 動力車の走行抵抗、(2) 列車の走行抵抗、(3) 牽引される車輛の走行抵抗、(4) 自由走行車輛の走行抵抗に區別して考へることが出來、又 (5) 出發抵抗も場合に依つて重要な値である。ハンプの設計に必

表-1.

操 車 場 名	ハンプの高さ (m)	頂點附近の半径 (m)
田 端 (大)	2.85	66.7
〃 (小)	1.76	74.1
{ 品 川 (大) }	2.45	500.0
{ 〃 (小) }	1.98	90.9
吹 田 (大)	3.63	235.3
〃 (小)	1.68	333.3
稻 澤 (大)	3.11	181.8
〃 (小)	2.07	250.0
鳥 栖 (大)	2.76	64.5
大 宮 (大)	4.49	166.7
新 鶴 見 (大)	4.86	410.3
〃 (小)	—	—

* 鐵道技師 鐵道省工務局計畫課勤務

要なものはこの中第 4 の自由走行車輛の抵抗である。列車、動力車の抵抗は鉄道省官房研究所に於て屢々測定せられて居るが、我國の貨車に對して自由走行の抵抗を測つたものは甚だ少い。以下二、三の實驗結果を述べる。

1. 田邊博士の實驗⁽⁵⁾

田邊朔郎博士の明治 38 年 (1905) の發表に依れば、日比博士と共同實驗を行はれたもので、當時關西鐵道會社所屬の加茂驛附近に於て、1 輛の有蓋空貨車を突放しその減速度を測定して、走行抵抗を計算したのである。實驗の日 (月、日不明) は晴 (clear) で氣温は 67°F (17.5°) 無風であつた。貨車の寸法等は

18'-8 $\frac{3}{4}$ " × 7'-3" × 6'-6" (長 × 幅 × 高)

(5709 × 2210 × 1981 mm)

固定軸距 9'-0 $\frac{1}{2}$ " (2750 mm)

車輪直径 33" (828 mm)

車輛の断面積 46 平方呎 (4.27 m²)

全重量 5.15 トン

軌 條 60 封度 (30 kg)

であつた。

軌道に 20 呎 (6.1 m) 毎に電氣的の接點を設け、各接點の通過と、振子 (pendulum) に依る時間とを 2 本のペンに依つて煤煙紙に記録し、それから抵抗を算出する方法をとられた。

實驗の結果 25 哩毎時迄よく適合する式として

$$R = 2 + 0.4V + 0.04V^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

ここに

R: 抵抗 噸 (2000 封度) 當り封度

V: 車の速度 (哩毎時)

これをメートル式に換算すれば次の如くなる。

$$r = 4 + 1.8v + 0.04v^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

式中

r: 抵抗 kg/ton

v: 速度 m/sec

(2.1) 式で (2+0.4V) が廻轉の抵抗で 0.04V² は空氣の抵抗であると記されてある。

2. 竹内博士の實驗⁽⁶⁾

竹内季一博士は廣島操車場に於て測定したる結果“貨車の走行抵抗が 0.001 又は 0.009 なる場合は極めて稀であつて普通は 0.002~0.007 である。けれども車輛の修繕が不完全なる場合のあることも慮れる必要があるから、勾配を定むるに當り走行抵抗を 0.009 迄顧慮して置く必要がある”と述べられて居る (この値は何れも kg/ton である、以下簡單の爲に kg とのみ記することあり)。又“我邦鐵道貨車の走行抵抗は普通 0.002~0.009 にて平均 0.003~0.004 である”と断じて居られる。

3. 小野博士の實驗⁽⁷⁾

小野諒兄博士は昭和 5 年 3 月 15 日 (晴、微風) 大宮操車場に於て實驗された。測定は 3% の勾配線中に一旦停車せしめた車輛を手押にて起動し 100 m を走行する時間と之に続く 100 m の第 2 の區間を走行するに要し

た時間を測り速度の変化より抵抗を算出された。

測定數 29 個であつて、結果の概要は

10 トン有蓋積車	13 個の平均	1.9 kg/ton
15 " "	8 " "	2.5 " "
10 トン車 2 輛連結	3 " "	2.0 " "
15 " "	2 " "	2.3 " "
有蓋無蓋計 6 輛連結 1 回のもの		3.5 " "

となつて居る第 1 のものには 3kg 以上のものが 1 回含まれて居る。斯くして“尙車全体を通じて抵抗は 1ton に付き 3kg 内外のものであることを知る”と述べられて居り“……普通抵抗を 3kg/ton, 特殊の場合を 6kg となし、速度に對する増加抵抗は小なるもの故之を省略……”と記されて居る。この實驗の平均速度は毎時 11 哩 (1.4m/sec)であつた。

4. 平井博士の實驗⁽³⁾

平井喜久松博士は小樽、室蘭の石炭船積設備の設計資料たらしむべく北海道に於て各種の測定を行はれた。實驗は、石炭車(30 吨積側開鉄製、セキ)を主たる對照とし、發車抵抗の測定に重點を置かれて居る。施行の時期は昭和 5 年より昭和 6 年迄、冬及夏に各 2 期づゝ 4 期に亙つて居る。

發車抵抗は 60 呎古鋼桁の一端を固定し、他端を油入ジャッキにて昂上し、桁の傾斜によつて測定す。走行抵抗は直線下向勾配線上を自轉する速度変化によるものと、機關車による突放車の運動の変化から求めるものとの 2 つの手段に依つて行はれた。

速度変化を見る爲の測定點の間隔は 0.5, 1, 3m~8m となつて居る。時間測定に用ひたタイムレコーダーの最小の讀みに就て記せられて居らぬが、0.2~0.3 m/sec 以下の速度変化は檢出不能なりし由を記されてある。

實驗結果は石炭車のみの方に就て發表せられて居る。種々の測定の結果、走行抵抗に就ては冬期に於て

$$\left. \begin{aligned} \text{積車 } w_2 &= 2.22 + 0.0021 v + 0.0508 v^2 \\ \text{修正量} & \quad 0.0091 v^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{空車 } w_2 &= 4.31 - 0.11313 v + 0.1582 v^2 \\ \text{修正量} & \quad 0.0325 v^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2.4)$$

こゝに修正量は空氣抵抗の修正量の意味である。

曲線抵抗は

$$\text{積車 } w_r = \frac{407}{R} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{空車 } w_r = \frac{346}{R} \dots\dots\dots(2.6)$$

こゝに

w_r : 曲線抵抗 kg/ton

R : 曲線半径 m

である。但し之は $R=100$ 及 160 m のものに就ての結果から歸納せられたものである。

次に分岐器の抵抗は、その直線部分の構造上の抵抗は認められずと記されて居る。尙走行抵抗の實驗図を見るに $1 < v < 6$ m/sec 位に於て抵抗が殆ど変化して居らぬことは応用上注意すべきことである。

3. 其の他の諸抵抗

ハンプ設計上に考ふべき抵抗は上述の走行抵抗の外に次のものがある。

1. 曲線及分岐に附帯する抵抗

小野博士に依ると曲線抵抗は

$$w_c = \frac{400}{r-20} \dots\dots\dots(3.1)$$

ここに

w_c : 曲線抵抗 kg/ton

r : 曲線半径 m

よく表はし得るとされて居る。この値は (2.3), (2.4) 式の値と以下問題とする範囲で大差がないものである。

竹内博士に依ると 1 線よりこれに平行な 1 線を分岐する爲に起るすべての抵抗高さは 0.12m である。外國の或る例では分岐部の中斷に依る抵抗高さを 0.05 m とするものもある。

2. 空氣抵抗

田邊, 日比兩博士に依ると, 有蓋空車に就て

$$r_w = 0.04 v^2 \dots\dots\dots(3.2)$$

ここに

r_w : 有蓋空車の空氣抵抗

v : 速度 m/sec

平井博士に依ると

$$w_w = \pm 0.06 F(v + v_w)^2 / G \dots\dots\dots(3.3)$$

ここに

w_w : 空氣抵抗

F : $F_0 + \Delta F$

F_0 は車輛の前頭面積, ΔF は附加面積

有蓋車及無蓋積車の場合 $\Delta F = 0$

無蓋空車同上 $\Delta F = 0.2 F_0$

2 輛の場合は $0.25 F$ を加ふ

v : 車輛速度 m/sec

v_w : 空氣速度 "

斜風のときは $v_w = v'_w \cos \theta$ (v'_w は斜風速, θ は角度, 向風のとき正, 追風のとき負)

G : 車輛重量 ton

である。

3. 低速に於ける抵抗

諸家の研究, 各種の實驗に依ると低速度に於て走行抵抗が甚だしく変化することが認められて居る。筆者は鐵道省の實驗結果 (研究資料第 18 卷第 45 號) を用ひて數年前に次の實驗式を得た。即ち

$$w_0 = 8 - 3.33 v + 0.445 v^2 \dots\dots\dots(3.4)$$

$0 < v < 2.83$

こゝに

w_0 : 低速度に於ける貨車の走行抵抗 kg/ton

v : 速度 m/sec

である。一般にハンプより散転(転落)せられる貨車は 0.5 m/sec 位の速度で推進せられ 5~8 m/sec 位の速度に達するものゝ如くである。

4. 計算に用ひた抵抗

前述の如く單に走行抵抗のみに就て見るも 2 kg から 9 kg まで変化して居るからいづれを採用すべきか甚だ困難な問題である。従つて或る抵抗を目標に議論を進めてもそれには相當の幅を有するものであることを注意しなければならない。

1. 走行抵抗

ハンプ散転の作業を混乱するものは抵抗の大なる車輛であるから、これが大体所期の位置まで転動するに充分な高さを與へるのがよいと考へられる。その爲に抵抗小なる貨車は高速度となりすぎ制動に困難を來す虞れがある。これ等を制御するにはカーリターダーを設ければよいのであるが、我國に於ては未だ試験中(新鶴見に於て)であるのと、經濟上多少の疑義があるので、吹田に於てはリターダー 1 段を設置し、あまり高速となる車輛のみを之に依つて制御することにしたい。配線はリターダー設置に適する結線とした。

諸家の實驗及上述の理由から計算には貨車の走行抵抗を

$$\text{走行抵抗} = 2 \sim 7 \text{ kg/ton}$$

とする。

2. 其の他の抵抗

(i) 曲線及分岐に附帶する抵抗

一つの分岐に依つて起る抵抗高を曲線抵抗を含んで 0.12 m とする、但し分岐の直線部分を通過する場合には、その爲に特別の抵抗なきものとす。

單純に曲線に起因する抵抗を計算する必要がある場合は (3.1) 式に依り計算する。

(ii) 空氣抵抗

必要ある場合は (3.3) 式に依り計算する。

現場に於ては、西風が相當強く、その爲に転動の速度に影響を及ぼすと稱せられて居るが、風向及風速を實測したものが無い。大阪測候所觀測の値を見ると 表-2 及 圖-1 の如くである⁽⁹⁾。

表-2.

月 別	11	12	1	2	3
風 速 (m/sec)	2.6	3.1	3.1	3.1	3.0
風 向 (度)	N 26 W	N 53 W	N 53 W	N 42 W	N 31 W

これに依ると年間を通じて平均風向は、貨車転走の方向と大体直角で速度は 2.8 m/sec である。依つて本計算では風の影響は一応無いものとした。

3. 加 速 度 (重力)

ハンプ散転の初めに於ては、貨車は線加速度及廻転角加速度を有する状態で運動する。従つて運動を表はす式

に入つて来る重力の加速度 $g=9.8$ をそのまま用ひては適切でない理である。之に對し平井博士は異なる數を考へられ、Raab, Frölich 及 Müller は p なる數に依つてその影響を論じて居る (平井博士に依る)。

この影響は大體 $g=9.8$ としたときに $g'=9.3$ 位となるものであるが、筆者は、ハンプの設計に當つてはその必要はあるまいと考へる。それは第一、 $g=9.8$ が問題であり、更に重要なことは貨車の走行抵抗に $2\sim 7\text{kg}$ と云ふ大なる幅を假定して居るからである。以下便宜上常に $g=9.8$ として計算を進める。

4. 氣象事項の影響

ハンプの散転に影響する氣象要素の中、主なるものは氣温、風向、風速、霜雪である。吹操に對する風に就ては既に述べた、氣温は比較的溫暖なりと稱し得べく、従つて霜雪に依つてあまり作業に影響されない。これは過去の實績に依つて明らかである。

風に就ては測定器具を設置して、觀測することが望ましい。

5. 散転前の留置時間の問題

發車抵抗と放置時間の關係に就ては平井博士の實驗がある⁽⁶⁾ハンプに於ては、自由走行の前に或る距離だけ推進転動され、更に初速を持つて転落するのであるから、少しく様子が變つて来る。筆者はこれに就て研究中であるが、冬期に於ては留置時間は走行距離、即ち走行抵抗に可成の影響を有するものゝ如くである。この事はハンプ全体としての能力に關係するが、1 連の貨車群に對しての影響は同様であるから今回は之に觸れない。

5. ハンプの高さ及形

ハンプの高さは要するに、與へられた抵抗の貨車を所定の場所迄安全に到達せしめ得れば定まるのである。方向別線には一般に $2\sim 3\%$ の勾配を附する必要があるから、方向別線の長さを與へればそれに依つてハンプ下方の展開部 (Verteilungstrecke) 迄の高さは直ちに定まる。次は、この展開部に於て與へられた抵抗の貨車に適當な転落速度を有せしむる條件に依り、ハンプの頂點からこの點までの高さは簡単に計算することが出来る、即ちハンプの全体の高さは比較的容易に決定し得る。

押上側の勾配は出来るだけ緩とし、頂點附近に短い 10% 位の上り勾配を附することに依つて全体を形成することが出来る。ハンプの全能力は平均推進速度に依つて左右せられるが、この推進速度は實にハンプの転落側の縦断形、特に展開部迄の形に依つて決定せられると云つても過言ではないのである。

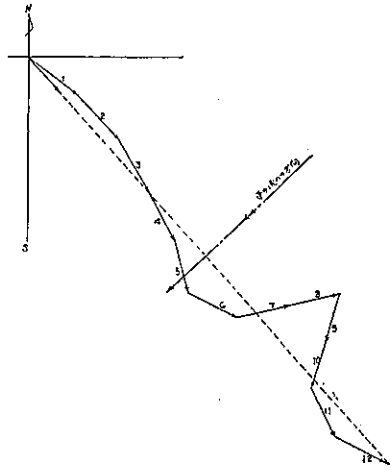
與へられた抵抗の貨車に對して、距離-時間の關係、距離-速度の關係を求める必要がある。これは可成面倒な手數を経る必要があるが⁽¹⁰⁾ハンプを連続曲線とすることによつて計算が便利となる。曲線の形は簡單で、常數の決定に容易なものが選ばれるべきである。

筆者は假りに次の形

$$y = hc^{-kx^n} \dots\dots\dots (5.1)$$

を採用した。式中

図-1.



- h : 軸から頂點迄の高さ
 e : 自然對數の底
 y : 原點から距離 x に於ける高さ (但し $0 \leq x$ を考へる)

k, n : 正の常數

である。こゝに h は前述のハンプの高さとは異なる値となる。 k は大体 10^{-8} 程度で、 n は $1 < n < 2$ 位の値となる。 n は 1 より大きい値をとらぬと、この曲線の勾配

$$\tan \theta = \frac{dy}{dx} = -knx^{n-1}y \dots\dots\dots(5.2)$$

が原點に於て不連続となり、押上側との連絡上不便である (この意味で講演豫稿第 3 頁の (5.2) 式を訂正せられたい)。

6. 吹操のハンプに對する計算

貨車がハンプを転落する場合に最悪の條件が同時に重ならないと云ふ一般の假定に従つて、試算としては抵抗 7kg の場合を考へる。(5.1) 式の常數を定めるのに多數の條件を與へるならば最小自乗法に依つて定められるが、こゝには次の場合を考へる。

1. 頂點附近では大体半径 250 m 位の縦曲線に相當する変化を與へること。これは貨車の構造上考慮すべき條件である。この爲に

$$x=14\text{m}, \quad y=h-0.4 \text{ m}$$

とする。

2. ハンプの最急勾配を 20~50 m 附近で -0.045 位とすること。ハンプの勾配は可能の範圍で急なる程よいことが知られて居る。

3. 頂上より 100 m 附近 (展開部) で貨車に 6 m/sec 位の速度を與へること。これには次の式から高さを計算する。

$$v = \sqrt{2g \left\{ f + \frac{v_0^2}{2g} - f_w \right\}^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots(6.1)$$

こゝに

- v : 頂點より f 米 低い點の速度 m/sec
 g : 重力の加速度 9.8 m/sec にとる
 v_0 : 推進速度 0.6 m/sec に假定する
 f_w : 貨車の抵抗による損失高さ m, この式から計算して
 $x=100 \text{ m}, \quad y=h-2.5 \text{ m}$

今 1 及 3 の條件から n, k を算出し、更にその内から條件 2 を満足する様なものを取り出す。計算して

$$k=0.00318$$

$$n=1.502 \approx 1.5$$

を得るこれから、 $h=2.6$ として適當であることがわかる。仍つて求める式は

$$y = 2.6 e^{-0.00318x^{1.5}} \dots\dots\dots(6.2)$$

である。この曲線形及勾配の様子を示すと 図-2 を得る。

この曲線の変曲点は $x=22.23\text{m}$ にあり、最急勾配はその点にあつて、約 -0.0435 である。

又方向別線に 2.5% の勾配、即ち $dy/dx=-0.0025$ を與へるとして (5.2) 式から計算し $x=116.0\text{m}$ が接点であることがわかる。これに依つて (6.2) 式の曲線は $0 < x < 116.0$ の間に使用し、方向別線には $\tan \theta = -0.0025$ の直線を採用する。

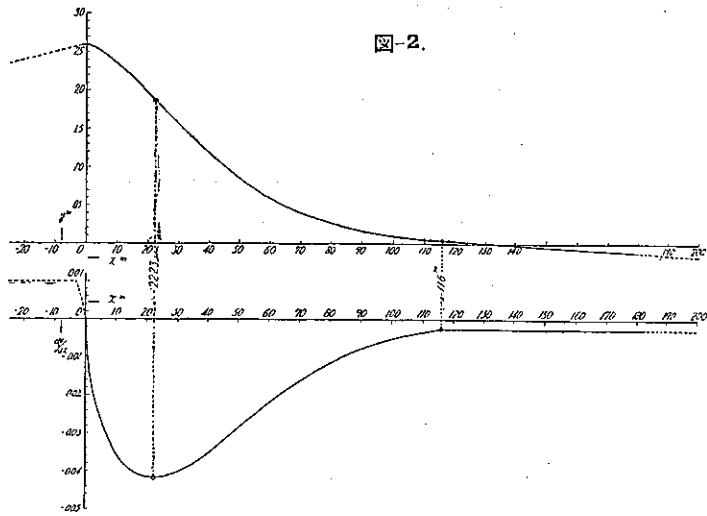


図-2.

7. 曲線の吟味

前述したハンプの縦断形状に對し任意の場所に於ける貨車の速度、到達する時間等を計算して見る必要がある。

1. 距離速度の関係

任意の點の速度は (6.1) 及 (6.2) 式から得られる関係を代入して

$$v = \sqrt{2g} \left\{ \left(2.6 - 2.6 e^{-0.00318 x^{1.5}} \right) + \frac{v_0^2}{2g} - f_w \right\}^{\frac{1}{2}} \dots (7.1)$$

$$0 < x < 116.0$$

$x=116.0$ 以上は

$$v = \sqrt{2g} \left\{ (2.6 - 0.052 + 0.0025 l) + \frac{v^2}{2g} - f_w \right\}^{\frac{1}{2}} \dots (7.2)$$

$$116.0 < x$$

こゝに l は $x=116.0\text{m}$ からの距離である。

抵抗 7 及 2kg の場合を計算して図示すると 図-3 を得る。

抵抗 7kg のものは距離 90m 附近に速度の最大があり凡そ 6m/sec である。2kg のものは當然 2.5% 上で速度は増加する一方であつて 650m に到つて 6.6 m/sec に達することになるから、リターダーを使用するか、制動手の操作に依つ必要がある。図中速度に不連続が見られるのは、分岐器に依る抵抗が表はれて居るのである。

抵抗を速度の函數と考へても、 v には大した影響を及ぼさない⁽⁴⁾。

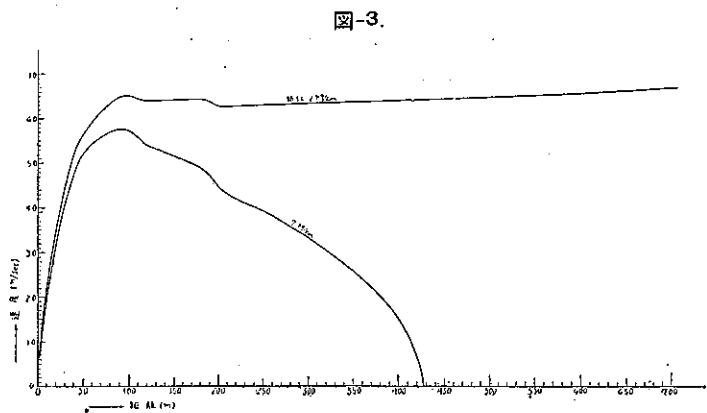


図-3.

2. 距離-時間の関係

貨車の速度を v とすれば、 ds なる距離を通過するに要する時間 dt は

$$dt = \frac{ds}{v}$$

である。到達時間 T は

$$T = \int_0^x \frac{dx}{v} \dots\dots\dots (7.3)$$

から計算出来る。ここで v は (7.1) 又は (7.2) 式で與へられるものである。或は既に v が知られて居るから、 $1/v$ のグラフを描きそれから簡単に T を求めてもよい。

図-4 は抵抗 7 及 2 kg の場合を計算して之れを図示したものである。

この図で上方の曲線は 7 kg のもの、
下方は 2 kg のものに對する距離-時間曲線である。

3. 第 1 分岐器の位置

前走車が分岐器を通過して、次の貨車がこれに差し掛る迄に、分岐器を安全に転換し得る時間的及距離的の間隔が必要である。推進速度を一定とすれば、車輛の距離的間隔はハンプの頂上附近の形に支配せられる。転落し始めてからの速度の変化に對する、推進速度の影響は甚だ少い。

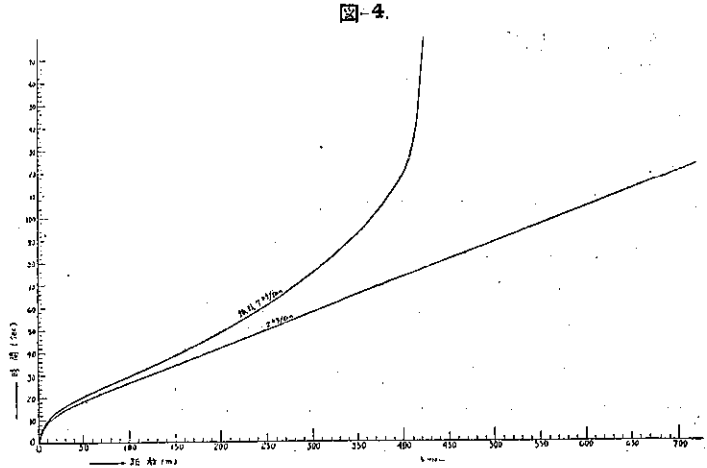


図-4.

第 1 分岐器の位置を決定する爲に條件の悪い場合を考へる。前走車が 2 輛及それ以上の時は後走車が転落する迄に稍々時間の餘裕が起る。前走車が 1 輛で後走車が 2 輛及それ以上の場合も同様である。結局 1 輛づゝ転落する場合で、前走車の抵抗大、後走車の抵抗小であつて小型の而も軸距の小さいものが之に続いて転落する場合である。省有の貨車を調べて次の車を假定する。

種 別	抵 抗	車軸と貨車の外端との距離	軸 距
前 走 車 (A)	7.0 kg	0.95 m	8.23 m
後 走 車 (B)	2.0 "	1.73 "	2.74 "

これに依つて、推進速度を 0.6 m/sec とすれば前走車 A が転落を始めてから、後走車 B が転落する迄に 9.3 秒の間隔がある。

図-4 からわかる如く、例へば $x=45$ m の點に達するに A 車は 19.3 秒、B 車は 17.4 秒を要するから、時間間隔は

$$9.3 - (19.3 - 17.4) = 7.4 \text{ 秒}$$

である。図-3 からこの點の速度を讀取つて A 車が分岐器を通過するに約 1 秒を要することが知れる。従つて求める時間は 6.4 秒である。これは普通 3 秒を要するとせられて居る。吹操では電空式の転轍器転換装置を設ける

ことになつて居る。この時の純動作時間は 1 秒程度である。

第 1 分岐器をなるべくハンプの頂上に近く置くことは、方向別線の有効長を得る爲に好ましい事であるが、リターダーを設置する便宜を考へ大体前述の如く $x=45\text{m}$ 附近に置きたい。

上述の如く 45 m 附近で A 車と B 車との時間々隔は 7.5 秒であるが車と車の距離は 図-4 から読み取つて約 20 m であることが知れる。

4. 最遠分岐器附近の有様

計畫せられて居る最遠分岐器は頂点から凡そ 215 m の處にある。

3 に述べたと同様の計算から前走車と後走車との間に 1.5 秒の間隔がある。この場合には転換時間が稍々不足であるから、走りのよい後走車を少しく制動しなければならない。

この點で夫々 4.2 及 6.3 m/sec の速度を有する計算となる、後者は稍々高速に過ぎるものゝ如くである。

5. 散転の實情概要

以上の議論は種々の假定のもとに計算を行つたものであつて、實際には次の様な事情のあることを考慮に入れて置く必要がある。

推進速度：これは 1 連の貨車群に對して巨視的には充分意味を爲す。従つてハンプの全能力を論ずるには重要な値であるが、箇々の車輛が切放される瞬間の速さは種々変化して居る。例へば激突に近い場合から殆ど速度を持たない場合迄ある。又前走車が走りの悪い車であるときは、車側制動器で後走車を一時勾配上に停車せしめることもある(各ハンプに於て)。

風：風の強さにはよく知られて居る如く、數秒の週期で「イキ」をつく現象がある。これは正に分離しやうとする空車などには多少の影響があると考へられる。

押上側の勾配：一列車長に相當する押上側の平均の勾配は、貨車群の推進操作の難易に大なる關係を有する、従つてこれの急なものは事實散転作業の連続性を亂して居る。

分解表：散転の基準となる分解表の調製及その配達には各現場共多大の困難を感じ、非常な不便を忍んで居る。これは列車毎に就ての問題であるから少しく進歩的な装置を備へ又は活用する必要がある。

8. 結 び

以上ハンプの高さの決定に就て一通りの論述を試み、転落側を一曲線と考へた場合の形状の 1 つの計算を行つた。種々の扱ひに於て、我國の一般貨車の自由走行抵抗に就て充分な研究の無い事は最も不便を感じる處である。本文をまとめるに當り計算に助力せられた企畫課技手後藤 清君の勞を記して深甚の謝意を表す。

註 及 文 獻

- (1) 佐藤 鼎：我國に於けるハンプの現状。土木學會誌 第 23 卷第 10 號(昭和 12 年 10 月)
- (2) 頂点とその前後 2 m の距離に於ける 3 點を通る円の半径、但し新鶴見では距離 5 m
- (3) 昭和 12 年新鶴見が本格的に作業を開始したことに依つて品川は使用を廢止した
- (4) 坂元左馬太：一曲線と考へたハンプの曲縦断勾配。業務研究資料 第 19 卷第 28 號
- (5) Sakurō Tanabe: Retardation Tests with an Unloaded Covered Railway Wagon. Memoirs of the College of Sci. and Egg. kyōto I. Univ., Vol. 1, p. 137. (1903-1908)
- (6) 竹内博士：ハンプの勾配の定め方に就て。土木建築雜誌(シゲイル) 第 1 卷第 5 號第 6 頁
- (7) 小野博士：大宮操車場に就て。土木學會誌 第 16 卷第 8 號第 547 頁(昭和 5 年)

- (8) 平井博士：小椽，室蘭石炭船積設備に於ける重力盈車線其の他諸線の勾配及其の能力に就て，業務研究資料 第 21 卷第 37 號第 50 頁（昭和 8 年）
- (9) 理科年表に依る
- (10) 竹内：前出，平井：前出

大阪市高速鉄道工事に就て(特に潜函工法に就て)

(昭和 13 年 10 月 23 日土木学会關西大會講演會に於て)

會員 光井三郎*

大阪市營高速鉄道事業の第 1 期工事は第 1 號路線(東淀川區南方町より住吉區我孫子町に至る)16.2 km と第 3 號線(浪速區大國町より西成區玉出町に至る)4.1 km とであつて昭和 5 年 2 月着工し，昭和 8 年 5 月始めて梅田一心齋橋間 3.3 km の開通をなし，爾來工事を進め昭和 13 年 4 月梅田一天王寺間 7.5 km の開通をなした。而して尙目下工事中に屬する區間は 1 號線天王寺一松ヶ崎町間約 500 m と第 3 號線西四條(省線關西線南側)より花園町に至る約 1.2 km とである。

扱て大阪市高速鉄道工事に如何なる工法を採用したか，即ち大阪市の地質の状態，路面軌道及埋設物の關係，河川等のため諸種の工法を採用した。これを表記すれば

A. 鉄筋コンクリート函型隧道

- (イ) 路面開鑿法(鋼矢板土留工法，鉄杭土留工法)
- (ロ) 潜函工法
- (ハ) 小野式隧道工法(土木学会誌第 24 卷第 4 號)

B. 無鉄筋コンクリート拱型隧道

- (イ) 逆巻工法(土木学会誌第 24 卷第 2 號)
- (ロ) 路面開鑿法

(イ) 路面開鑿法 地下鉄工事として最も廣く採用されてゐる一般施工法にして特に説明の要がないから省略する。

(ロ) 潜函工法 我國に於ける潜函工事は東京大震災の復興土木工事を契期として急速なる發達をとげた。而して潜函工法を地下鉄工事に採用したるは大阪市を以て嚆矢とするものと思ふ。即ち昭和 7 年堂島川，土佐堀川の横断箇所及昭和 9 年梅田停車場に於て一部施工せられ昭和 10 年 1 月難波元町三丁目より敷津町一丁目に至る約 410 m の區間(道路幅員 15 間，路面電車軌道の東側)に互り沈設し，途中 12 m 幅の馳川を横断する直線部である。

潜函工法採用の理由 從來の鋼鉄矢板土留開鑿法によると一方は電車軌道，他方は建築線に接近して施工する關係上，音響振動並に地下水の排出及矢板引抜のための地盤沈下による沿道家屋及軌道に及ぼす有形無形の被害が相當著しいであらうし，又路面交通に及ぼす障害乃至危険も尠くなく工事施工に由來すべき諸般の障害を出來得る限り輕微の度に止めんとする意図の下にこの工法が選ばれた。即ち本工法施行後の土地沈下は最大 11 cm に

* 大阪市技師 工学士 大阪市電氣局高速鉄道建設部勤務