

論 說 報 告

第 23 卷 第 10 號 昭和 12 年 10 月

我國に於けるハンプの現状

(主として縦断勾配に就て)

會 員 佐 藤 鼎*

On the Present Condition of Humps in Japan

By Kanae Satô, C. E., Member.

要 旨 現代我國には大小 10 箇のハンプがあり夫々の使命に従つて、操車作業を行つて居る。本文はこれ等各ハンプに就き、操車能率其の他を研究する前提として、縦断勾配の測量を行ひ其の結果を報告したものである。

1. 緒

ハンプ操車場は 1863 年にドレスデン (獨逸) に設けられたるを嚆矢とし、順次佛、英、米等に於ても建設せられた。我國に於ては田端に 大正 2 年竣工し同 5 年 (1916) 使用を開始したのが最初である。其の後建設せられた操車場は、品川 (2 箇所) 吹田 (2 箇所) 稻澤 (2 箇所) 鳥栖 (1 箇所) 大宮 (1 箇所) の順序であつて、本年 (昭和 12 年) 中には新鶴見 (3 箇所) に於ても 使用開始せられる豫定である。現在は操車場合計 6 箇所で、ハンプ数は方向別ハンプ (以下單に大ハンプと稱す) 6 箇、驛別ハンプ (以下單に小ハンプと稱す) 4 箇である。

以上の數字に依つて其の設備数は、既に充分であるかに見えるけれども、建設後年數を經過し改良擴張の域に達せるものもあり、國運の隆盛に伴ひ、輸送數量の増大に順応する爲、數箇所の新設を要するも近き將來にあると考へられる。著者は我國独自の事情及風土に適するハンプ操車場の研究を爲さんとし、先づ我國に現存するハンプに就て本文の調査を行つた。

ハンプ操車場は一般に 1 日取扱車數約 2000 車以上の處に設けられるのが普通である。例年 12 月は一年中最大數に達する月であるが、最近の好景氣は、冬枯となる 1 月下旬に於てすら、12 月の最大數に達する日もある。

2. 設計の型

ハンプの設計は現場の地勢に支配せられる事が多いが、大体次の形式が採用せられる。

1 型 A: 平地に盛土を行つてハンプを形成するもの (圖-1)。

1 型 B: 1 型 A と同様でハンプの頂上附近の押上側に短い稍急勾配を配するもの (圖-2)。

2 型: 地勢を利用し又は盛土を行つて、押上線を方向別線より高位置に設くるもの、1 型より一般に押上高少し (圖-3)。

我國に於ける設計を見るに文献に表はれたるものゝ内

圖-1.

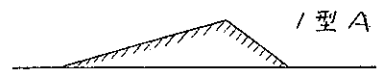
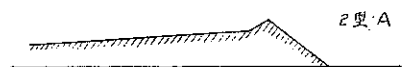


圖-2.



圖-3.



* 元鉄道技師 大阪改良事務所長 工学士

1 型に屬するもの (大ハンプ).

品川, 稻澤 (新見鶴)。

2 型に屬するもの (大ハンプ).

田端, 大宮, 吹田, 鳥栖。

であつて, 小ハンプはいづれも 1 型の設計である。

3. 實 測

我國に現存するハンプの形狀が實際に如何なる形となつて居るかをを知る爲に, 先般測量を行つた。測量は普通の水準器 (Engineer's Level) を用ひ距離の測定には主として鋼卷尺を使用した。即ちハンプの軌條面の縦斷測量を行つたのである。軌條面を測定したのは, 實際に車輛が輻動する面であるからである。圖-4 はこれ等を図示したものである。

多くの場所で一つの連続の曲線となつて居る, 即ち計畫されたと否とにかゝらず, 縦曲線が入つて居り, 折線の形であるものは少い。

輻落線側の勾配の緩なるものと, 急なるものと, 其の中間のものとの 3 種がある。又高さに就ても大小種々になつて居る。頂點附近に水平部分を置く設計 (品川大ハンプ, 稻澤大小兩ハンプ) ではこの部分の形が不規則になつて居る様である。

方向別線群の勾配は 0.2%~0.3% である。ハンプの高さは便宜上表-1 に示したる如くで, 大ハンプに於て約 2.5 m (品川) より約 4.5 m (大宮) までとなつて居る。

4. 頂 點 附 近

頂點附近及輻落線の始めの勾配を見るに, 大ハンプに於ては實測の結果圖-5 の如くなつて居る。圖は横軸に距離を, 縦軸に小區間の平均勾配をとつた。圖中細線は單にそれ等を平滑した曲線を示すものである。

既に述べたる如く, 圖から次の三つの型を分類することが出来る。

I. 型: 頂點附近の勾配変化の大なるもの,

例: 田端, 鳥栖

II. 型: 頂點附近の勾配変化の小なるもの,

例: 稻澤, 品川

III. 型: 頂點附近の勾配変化前 2 者の中間にあるもの,

例: 大宮, 吹田

次に小ハンプに於ては圖-6 に見る如くで勾配変化が規則的なもの (例: 田端) と不規則なもの (例: 品川, 稻澤, 吹田) とがある。

次に頂點附近の平均曲率半径を求めて見るとり表-1 の如くである。

圖-7 は之を圖示したもので, 最大, 最小の間には約 10 倍からの開きのある事は注意を要する。

表 1. 頂點附近平均曲率半径

大は方向別ハンプ, 小は驛別ハンプ

操 車 場 名	平均半径(m)	ハンプの高さ(m)
鳥 栖 (大)	64.5	2.76
田 端 (大)	66.7	2.85
田 端 (小)	74.1	1.76
品 川 (小)	90.9	1.98
大 宮 (大)	166.7	4.49
稻 澤 (大)	181.8	3.11
吹 田 (大)	235.3	3.63
稻 澤 (小)	250.0	2.07
吹 田 (小)	333.3	1.68
品 川 (大)	500.0	2.45

1) 頂點と其の前後各 2 m の 3 點を通る円の半径

圖-4. (a) 大ハンプの例

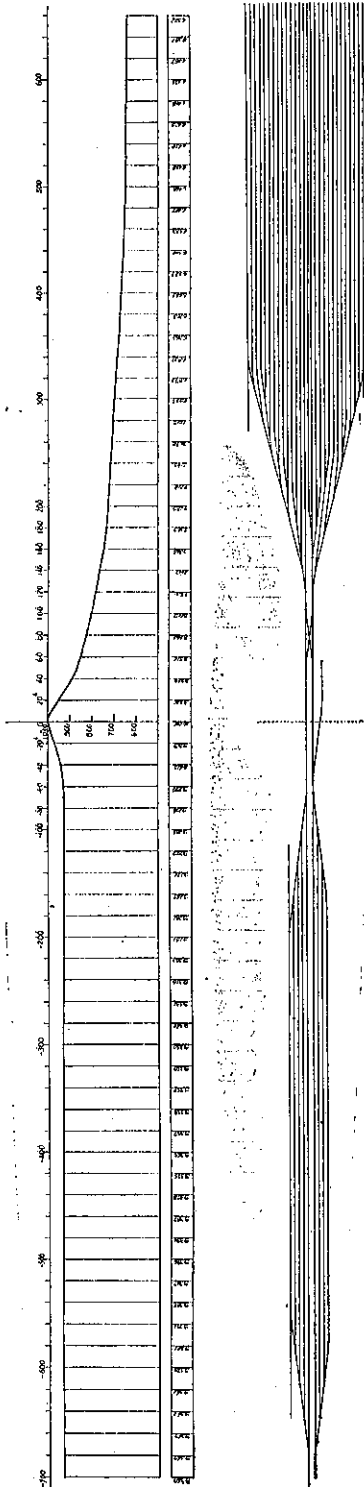


圖-4. (b) 大ハンプの例

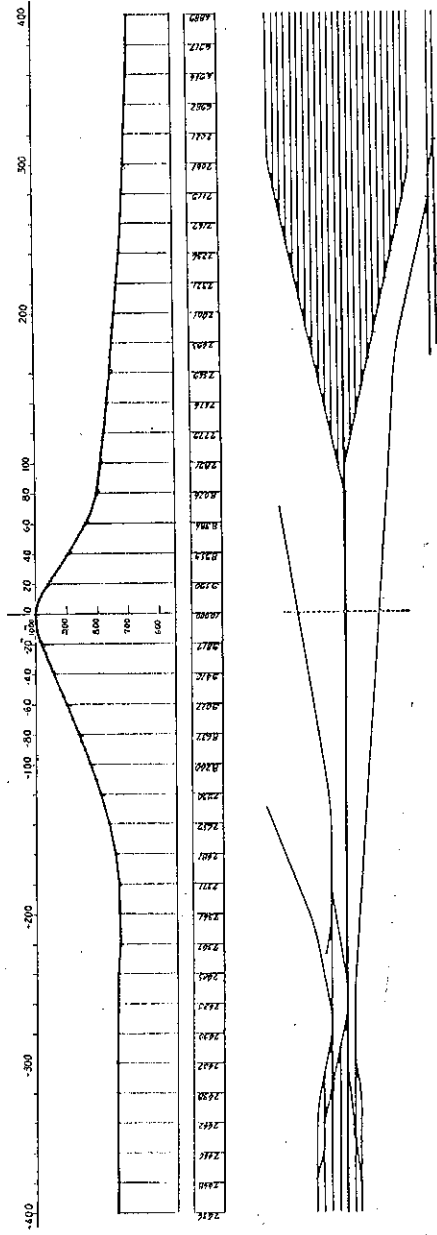


図-4. (c) 大ハンプの例

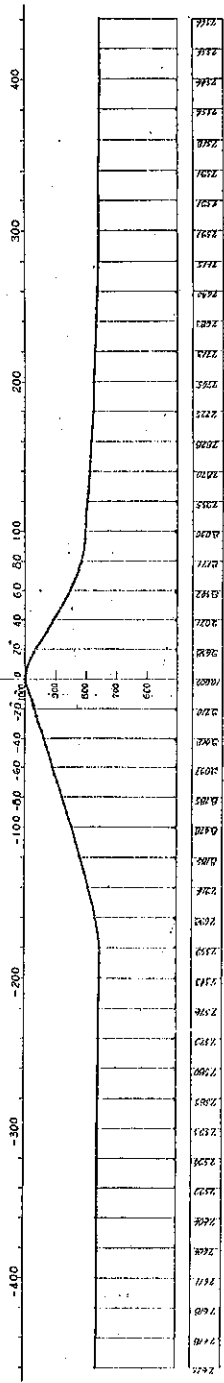


図-4. (d) 大ハンプの例

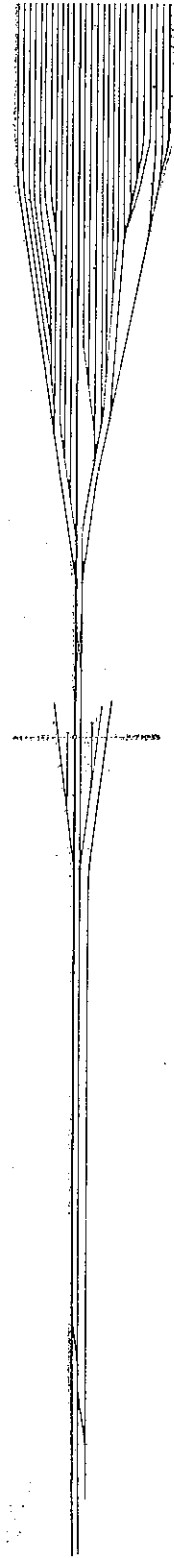
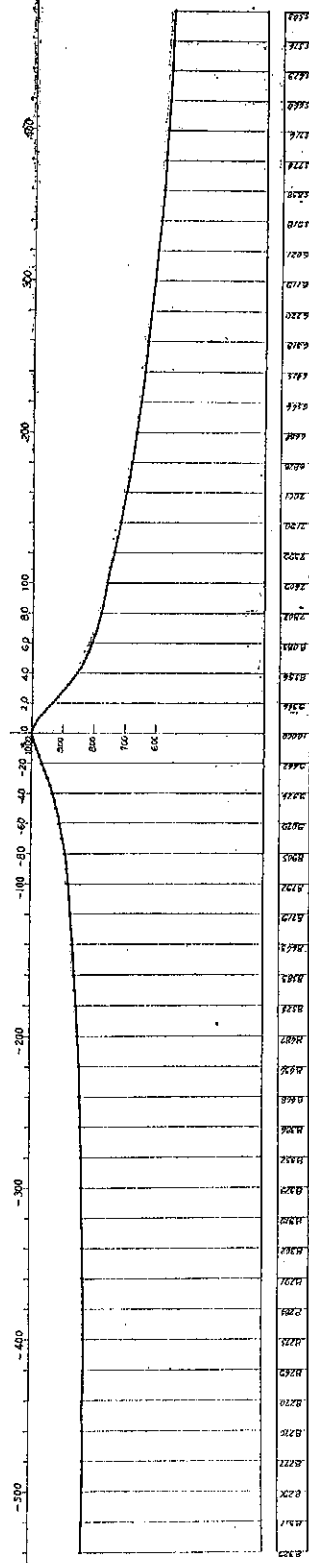


図-4. (e) 大ハンプの例

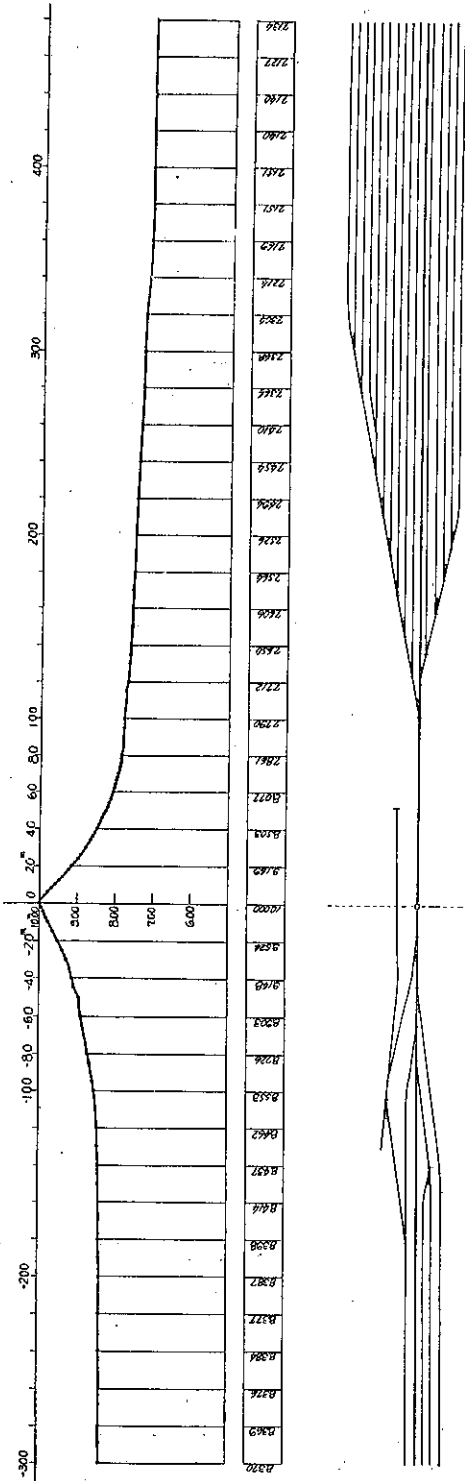


図-4. (B) 小ハンプの例

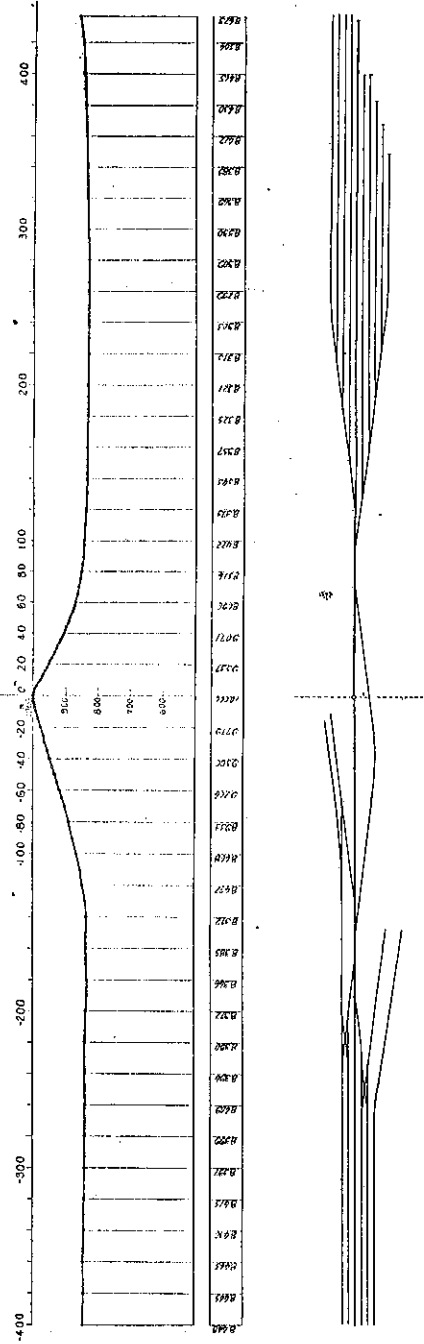


図-4. (f) 大ハンプの例

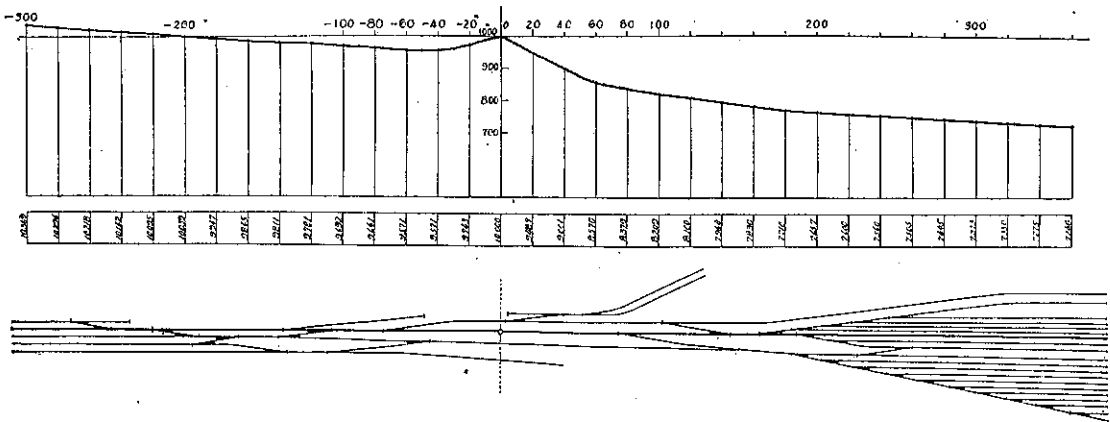


図-4. (h) 小ハンプの例

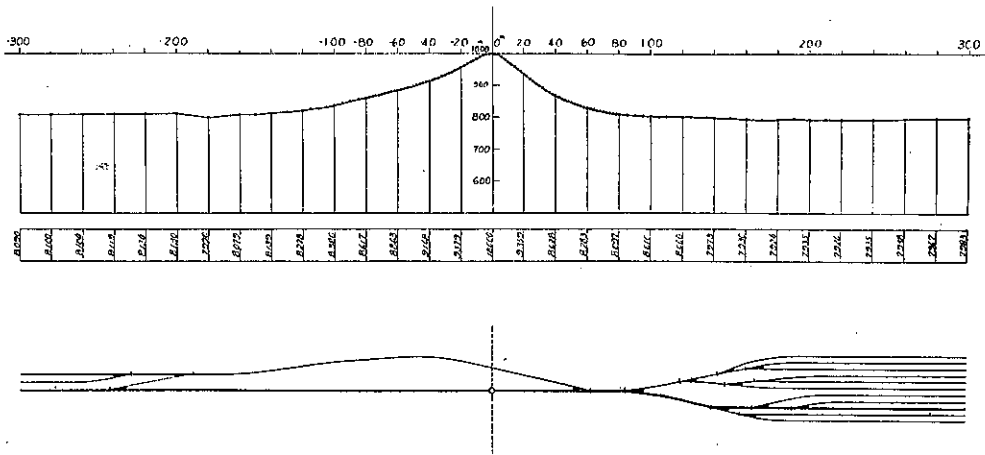


図-4. (j) 小ハンプの例

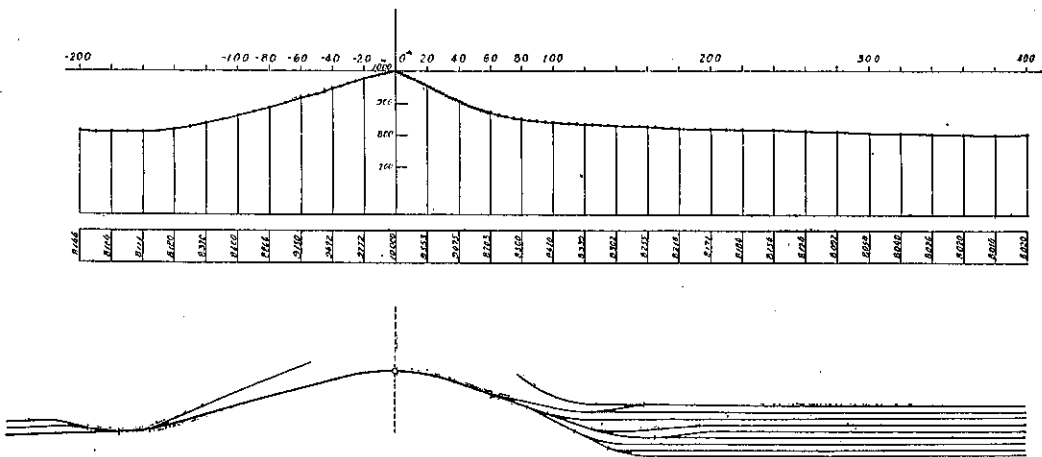


図-4. (k) 小ハンプの例

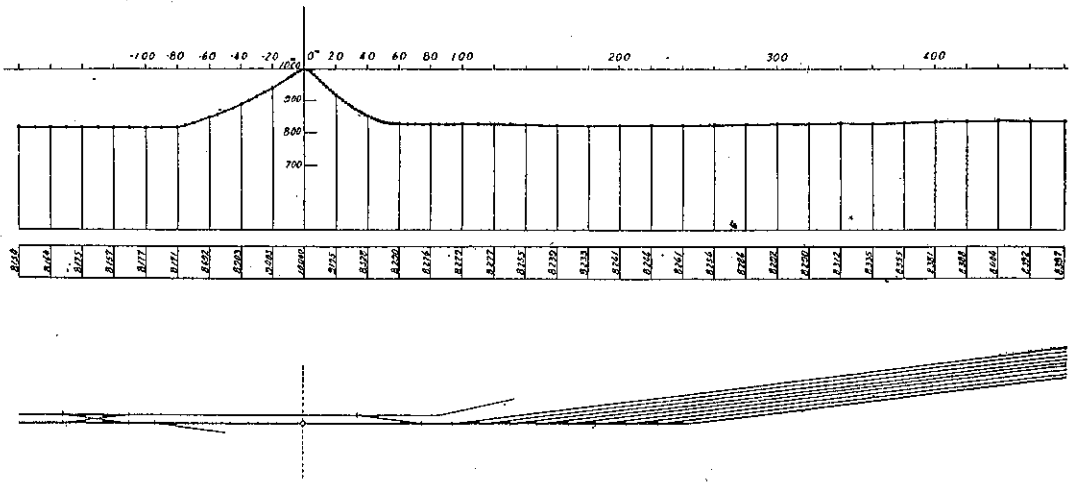
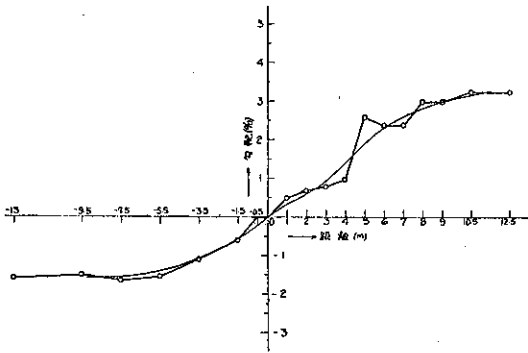
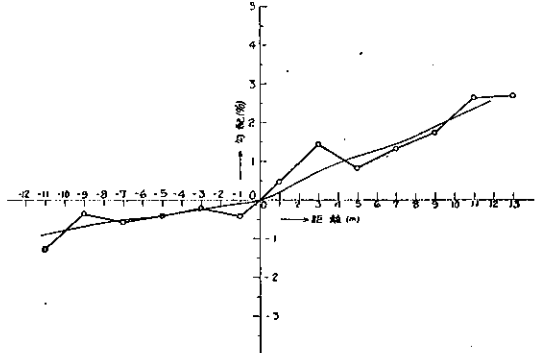


図-5. 大ハンプの距離 勾配曲線

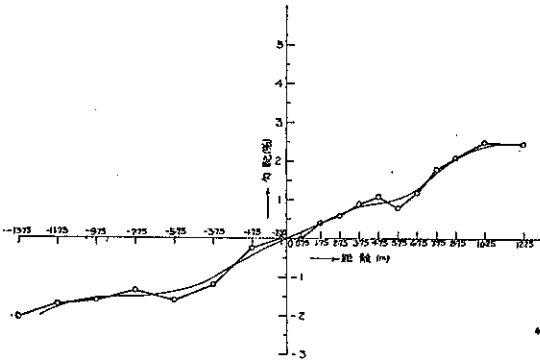
(a) 吹田大ハンプ



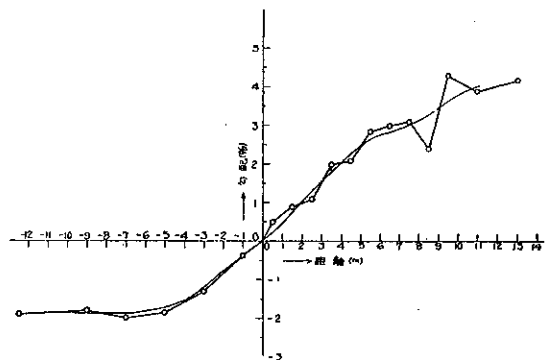
(b) 稻澤大ハンプ



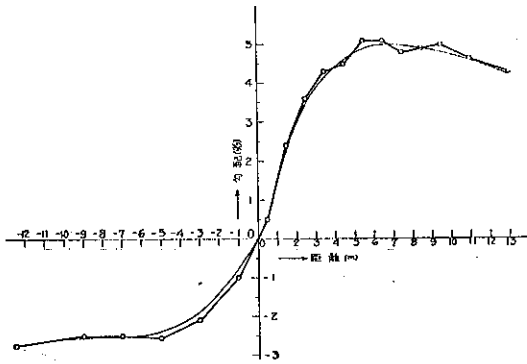
(c) 品川大ハンプ



(d) 大宮大ハンプ



(e) 田端大ハンプ



(f) 鳥栖大ハンプ

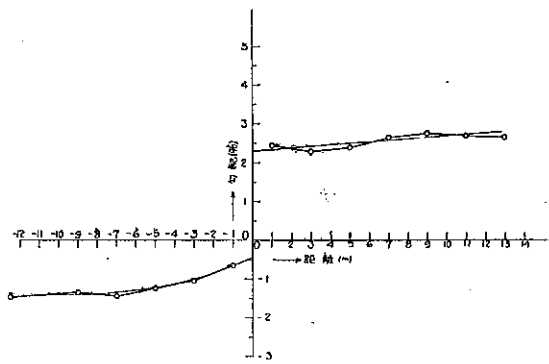
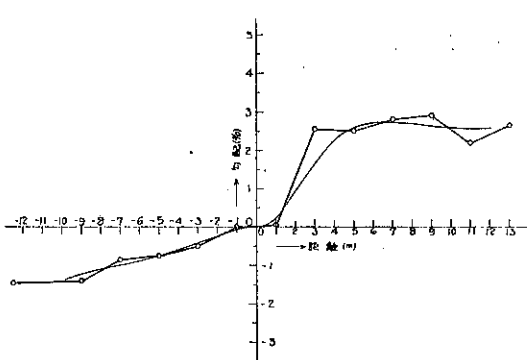
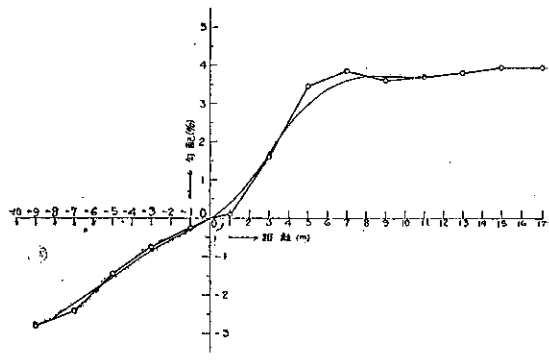


図-6. 小ハンプの距離-勾配曲線

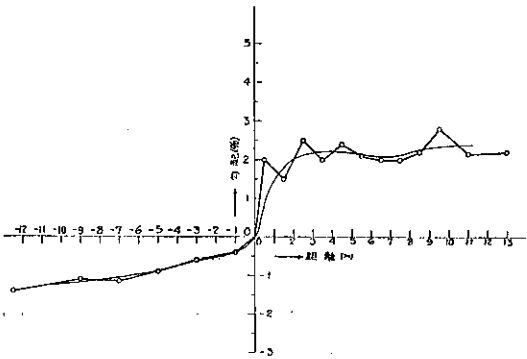
(a) 吹田小ハンプ



(b) 稲澤小ハンプ



(c) 品川小ハンプ



(d) 田端小ハンプ

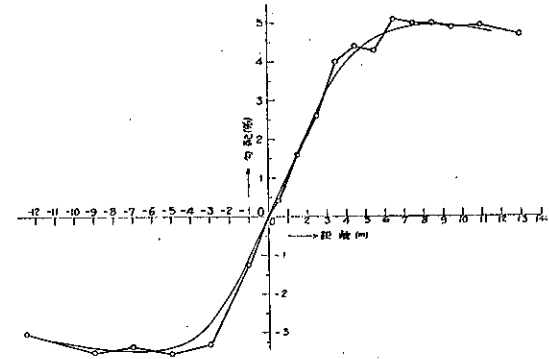


図-7. 平均曲率半径

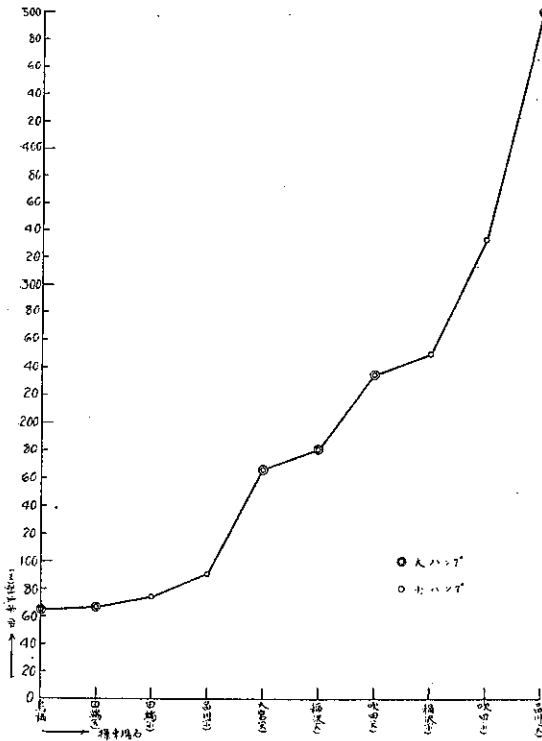
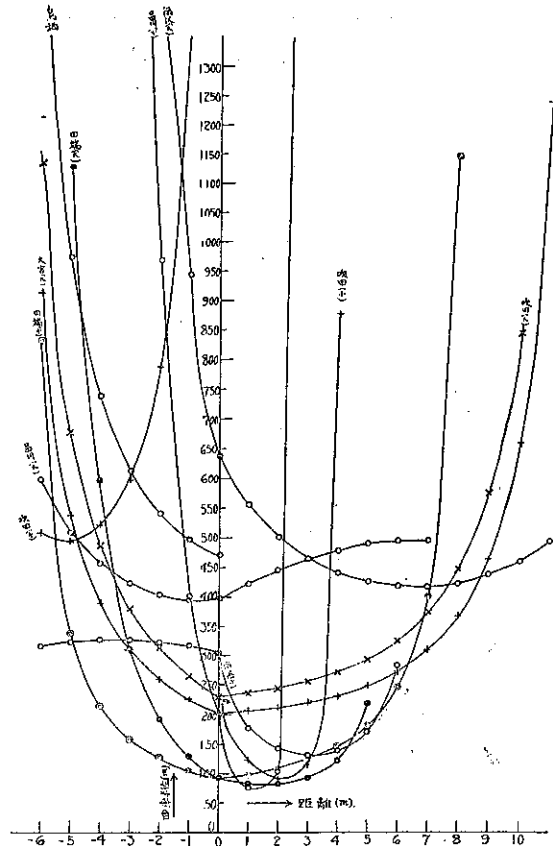


図-8. 曲率半径



又頂點附近の曲率半径を計算²⁾して之を图示すると

図-8の如くである。

図に於て大宮(大), 吹田(大)は平行な変化をして居るが他はいづれも甚だ異つた形をとつて居る。ρ一定と云ふ關係のものがないから円曲線を保つて居るものは一つもないことは注意すべきである。

2) 曲率半径の式

$$\rho = \frac{\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}}{d^2y/dx^2} \dots\dots\dots (1)$$

に依る。測量には x, y を測定したから種々の點の勾配 Δy/Δx を求め、これが原點附近では

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = f'(x) = mx \dots\dots\dots (2)$$

これに隣れる +x 側では

$$f'(x) = mx + a_1x^2 + b_1x^3 \dots\dots\dots (3)$$

-x 側では

$$f'(x) = mx + a_2x^2 + b_2x^3 \dots\dots\dots (4)$$

で表はし得るとした。なほ (2), (3) 及 (4) 中の係數 m₁, a₁, a₂, b₁, b₂ は實測値より決定した。

鳥栖の場合は明かに頂點で折れて居るから (+) 側を f'(x) = c₁ + m₁x, (-) 側を f'(x) = c₂ + m₂x + ax² + bx³ とした。又こゝでは図-5, 図-6 の平滑曲線と式 (2), (3) 等と直接の關係はない。

5. 転落速度その他

ハンプの全形、頂點の形状其の他と、推進速度、操車能率等の關係に就ては追つて發表の見込である。ハンプに於て切り落される時間に就て實測された一例は次の通りである。切り落時間に關係する事項は甚だ複雑であるが、今は一切これに觸れない事とし、前走車1車で次に1車が切り落される場合の時間を表-2に示した。

表-2. 1車切落し時間調

操車場名	所要時間				分解状況			備考
	統計數	最大	最小	平均	連絡全車數	1分解平均	所要全時間	
大宮(大)	7	秒 44	秒 15	秒 29.6	車 21	車 1.24	分 9	11年7月下旬
田端(大)	7	14	10	12.2	27	1.29	5.5	11年9月上旬
”	5	14	6	11.4	45	1.83	9	”
品川(大)	10	32	11.5	19.1	39	2.01	12	11年8月上旬
鳥栖(大)	8	17.4	11.4	13.7	45	1.61	12	12年2月下旬(小雨)
”	10	16.0	11.0	13.6	39	1.70	13	”

参考 鳥栖に於ける平均推進速度は第 355 列車 0.53 m/s (15 輛), 第 60 列車 0.49 m/s (38 輛), 第 61 列車 0.44 m/s (38 輛), 猶本列車では中間速度は

頂點よりの距離 (m)	120→100	90→80	50→40	40→30
平均推進速度 (m/sec.)	0.29	0.50	0.44	0.44

上記の實測は數が少いと、混雑時でないから全能力を表はしたものではないが、操車掛が普通の注意を以て合図したものと考へれば各ハンプの性能に關する或るものが表はれて居ると考へてもよいであらう。即ち平均時間の少い田端、鳥栖は圖-6に示す如く前述(4.)のI型に屬し、大なる時間を要して居るものはII型に屬して居る。ハンプ頂點附近の形は全能率に相當の關係のあるのが窺はれる。

6. 結 び

操車場は設置場所に依つて夫々特定の使命があり、又地方的事情、取扱數量等に依つて各々異つた設計となるのは當然である。實測の結果ハンプの縦斷形状に就て見るに、甚だ相異つた形状をなして居る。例へば

方向別ハンプ高さ: 2.45 m より 4.49 m まで

頂點附近縱曲線半径: 64.5 m より 500.0 m まで

頂點附近勾配: 0.1% より 0.5% まで

設計最急勾配: 2.5% より 5.0% まで

となつて居る。1車切落平均時間に於ても、12秒位より30秒位まで変化して居るのが明かとなつた。之等を通覽するにあまりに差の大なるに氣付く、従つて設計上、作業上相當研究すべき問題がある様である。