# 土木試驗所報告

第　十　號

---

路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て

道路橋振動試驗

---

昭和三年三月

內務省土木試驗所

# 正　誤　表

| 頁 | 行　又　は　欄 | 誤 | 正 |
|---|---|---|---|
| 19 | 第十表の一、最終行 | 1,371 | 1,311 |
| 〃 | 第十表の二、数字の8行目 | 15.64 | 14.74 |
| 20 | 第十表の二、3,4,5 各行 | 15.50 | 14.50 |
| 24 | 第十七表数字の1行目右端空欄へ | | 37.55 |
| 35 | 終りより 11 行目 | 65.26 | 56.26 |
| 53 | 表の種類欄 9 行目 | 〃 | W |
| 64 | 最　終　行 | 經　間 | 徑　間 |

# 序

本報告は大正 15 年度及昭和 2 年度に於て行ひたる、路面構造の運輸經濟に及ほす影響に關する試驗竝に道路橋振動試驗の成果を蒐錄せるものなり。

路面構造の運輸經濟に及ほす影響に關する試驗は、交通車輛が、道路々面に及ほす作用及び各種路面の經濟的價値を比較し、各種の路面ミ輪帶ミの材質の相對的特性を明かにする爲めに、種々の路面に對し各種車輛を以て之を行はんミするものにして、先づ貨物自動車につき燃料消費量ミ路面抵抗に關する一部の試驗を行ひ、本編に於て其の成果を發表するものなり。

道路橋の振動觀測は、其の結果によりて交通荷重ミ橋梁構造ミの力學的關係を明かにし、竣工橋梁の材料及工法の良否を檢し、以て道路橋の設計竝に施工の改良に資せむが爲めに着手せるものにして、本報告は大阪市內に於ける六橋梁の觀測結果を記述せるものなり。

昭和三年三月

內務省土木試驗所長　內務技師　物　部　長　穗

# 内務省土木試驗所報告

## 第十號

## 目　　次


### 一　路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て

內務技師　藤井眞透
內務技手　船山晴雄

第一章　總說 …… 1
第一節　試驗自動車の構造 …… 1
第二節　試驗路線 …… 8
第二章　燃料消費量測定試驗 …… 10
第三節　ガソリン試驗 …… 10
第四節　試驗設備 …… 10
第五節　試驗結果 …… 20
第六節　鋪裝と交通量との經濟的關係 …… 27
第三章　路面抵抗測定試驗 …… 28
第七節　試驗裝置 …… 28
第八節　試驗結果 …… 33
第四章　ガソリン消費量と路面抵抗との關係 …… 40
第九節　ガソリン消費量と路面抵抗 …… 40
第十節　自動車機關の特性 …… 41
第五章　試驗結果の約說 …… 47

### 二　道路橋振動試驗　　內務技師　青木楠男

第一章　緒言 …… 49
第二章　觀測用機械 …… 49
第三章　振動測定用荷重 …… 50
第四章　振動の觀測 …… 52
第五章　觀測の結果に對する考察 …… 58
第六章　理論上より見たる諸橋の振動週期 …… 61

# 一　路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て

## 1. 貨物自動車の燃料消費量と路面抵抗に關する試驗

內務技師　藤井眞透
內務技手　船山晴雄

## 第一章　總　說

本試驗は各種路面の經濟的價値を闡明せむが爲にその自動車ガソリン消費量及路面抵抗を測定しその間の關係を求め、次に車輛運轉方法卽速度加減速度ブレーキ等の路面に及ぼす影響竝に道路線形、形狀勾配等の影響を研究せむが爲に行ふものなり。

試驗は動力輪帶及用途の異れる各種の車輛につき行ふものなれごも第一囘に於てはソリッドタイヤを有する貨物自動車を用ひ主ごして路面の影響を試驗したり。

自動車機關はガソリンの化學的勢力が熱勢力、機械勢力に變ずる間に機關冷却用水、機械的摩擦　放出瓦斯ごして失はるるもの多く輪帶ご路面ごの摩擦抵抗に打克つべき有效働に費さるるものは3乃至15%に過ぎず從つてガソリン消費量は機關運轉狀態により著しく異りその路面影響の相對的差違を求むる事困難なり。更に機關運轉を一定條件に置くも冷却用水に失はるる勢力は氣溫及風速ご自動車の速度ごにより影響を受くる事多く本試驗の如き室外試驗に於ては、氣溫及風速を一定に保つ事能はざるが故に可及的之等の影響少き條件のもごに之を行ひ更にその結果に對し相當の補正を行はざるべからず。

自動車が一定速度を以て各種路面上を進行する場合は各々機關の所要馬力を異にし馬力によりて機械能率を異にするを以て路面影響の相對的差違を明にせむには機關示力圖を求め之より囘轉數馬力回轉力機械能率熱效率を知り之を試驗時の機關運轉狀態に對照して路面影響の相對的差違を求むべきものなれごも、試驗車の重量大にして適當なる試驗設備なかりしを以て本試驗に於ては混合瓦斯の壓縮割合を一定に調節しその量を絞弁により加減して速度を調節し變速裝置を第一速度に保てる後、ガソリン消費量及路面抵抗を測定し之等の關係を明にし、次に之等の結果より消費量ご絞弁働、馬力、熱效率、平均壓力、混合瓦斯强度等の機關特性を求め併せて鋪裝施行を經濟ごする交通量の最小限度及各種路面の惰走勾配を求めたり。

### 第一節　試驗自動車の構造

試驗車はピアスアロー二噸積貨物自動車にして積載臺をダンプし得べき水壓捲上機を設備せるものごす。

番　號　No. 8422.　　復興局番號　No. 21.

製造會社　米國ピヤスアロー會社

製造年　1924.

試驗開始迄の走行距離　6263mile(10,021km)

檢　査　大正14年4月11日——同17年5月30日迄有效

その構造及特性次の如し。

1. 寸法　第一表第一圖の如し、重心は空車の場合後車軸より軸距の 0.44荷重を積載せる場合に 0.304の位置にあり。

第一表　自動車寸法

| 寸法 (cm) | | | 重心位置 (cm) | |
|---|---|---|---|---|
| 全長 | | 564. | 空車ノ場合 | |
| 高 | | 248.5 | 前車軸ヨリ | 212. |
| 幅 | | 185. | 後車軸ヨリ | 167. |
| 軸距 | | 379. | 前端ヨリ | 272. |
| | | | 後端ヨリ | 292. |
| 積載臺 | 長 | 248.5 | 荷重積載セル場合 | |
| | 幅 | 167. | 前車軸ヨリ | 264. |
| | 高 | 73. | 後車軸ヨリ | 115. |
| 軌幅 | 前輪 | 147.96 | 前端ヨリ | 324. |
| | 後輪 | 154.94 | 後端ヨリ | 240. |

2. 機關　4 氣筒より成り各々直徑 10.16cm 衝程 13.97cm 全容積 4530.37cm³ なり。

3. 馬力　(a) B. H. P=$\frac{D^2N}{3}$=21.3

(b) R. A. C 及 S. A. E.　B. H. P=$\frac{D^2N}{2.5}$=25.6

壓　力=90 lbs/□″　能　率=　0.75　　回轉數1,000/分

D　=直徑 (in)　　N　=圓筒數

4. 冷却裝置　直立緣管式放熱器を備へ離心式喞筒を以て水を循環せしめ徑 45.72cm の扇風機に 3.81cm 帶革を附す。

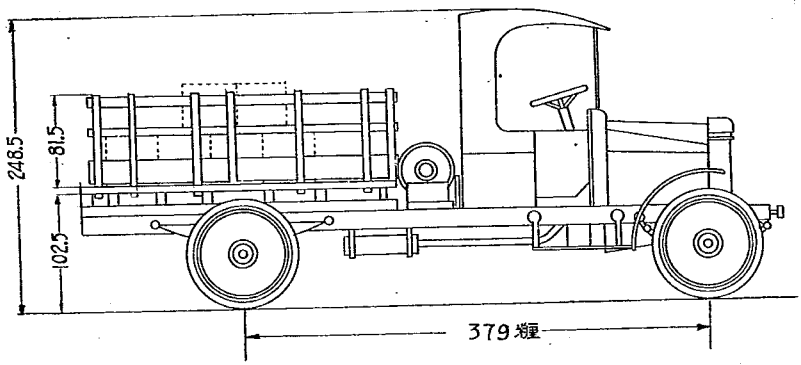
5. 氣化器　ストロンバーグピアロー M2 型を裝置し熱氣吸入及絞弁を備ふ。

6. 點火裝置　デルコピアスアロー復點火法を用ひ發電機及蓄電池を備ふ各氣筒に 2 個のスパークプラッグを附す。

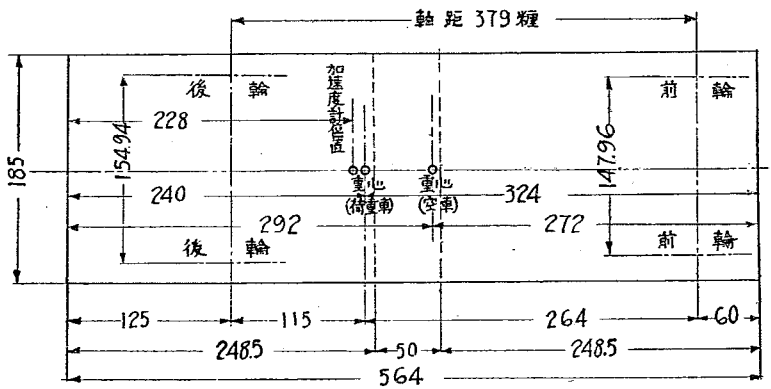
7. クラッチ　乾燥多板式を用ひ機關曲柄函と變速機函との中間の密閉函に納む。

第　一　圖

側面圖




平面圖




8. 變速裝置　前進4段後進1段にしてそのギヤ比は次の如し。

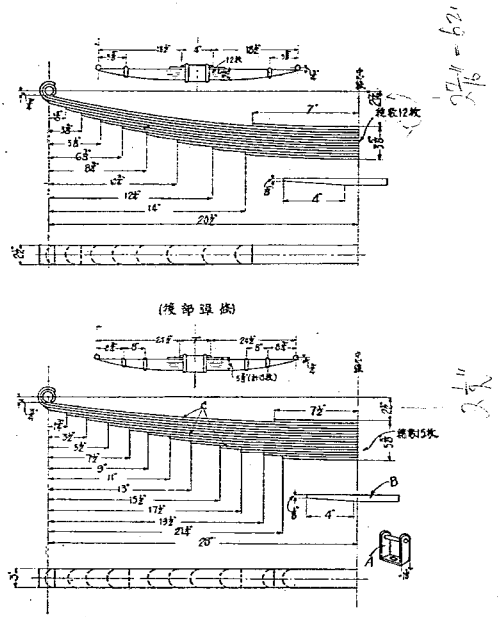
| | |
|---|---|
| 第一速度 | 1 : 1 |
| 第二速度 | 1 : 1.6 |
| 第三速度 | 1 : 2.7 |
| 第四速度 | 1 : 5.2 |
| 後退速度 | 1 : 7.3 |

9. 車架　溝形鋼 15.25cm×6.35cm×0.79cm のものを用ひ前端を次第に細くせり。

10. 彈條　前彈條は半楕圓形帶金付にして 12 葉より成り、長 104.1cm 幅 6.35cm 全厚 9.21cm 後彈條は 15 葉より成り長 142.0cm 幅 7.62cm 全厚 14.29cm にして各々豫備反撥防止を備ふ。

形狀は第二圖の如し。

第　二　圖（前部彈條）




圖中 c は厚一樣にして先端を直角に切れるもの、その他の鈑は先端 10cm を次第に薄くして厚 0.63cm 宛之を直角に切れるもの又半圓形にせるものとあり、圖に示すが如し。

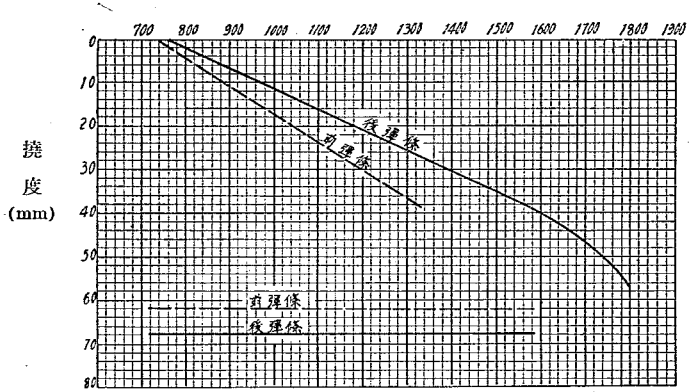
彈條の荷重と撓度との關係は第三圖第二表の如し。

前彈條に於て變形度は 1 mm につき 14.3 kg、後彈條に於ては同じく 18.5 kg なり。

第二表　彈條の荷重と撓度との關係

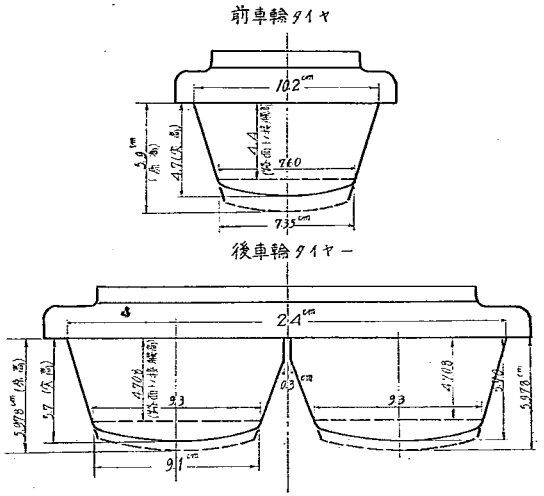
| 荷重 kg | 前彈條 荷重 kg | 前彈條 深 mm | 前彈條 長 mm | 後彈條 荷重 kg | 後彈條 深 mm | 後彈條 長 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 積載量　空車ノ場合 | 742 | 61.9 | 1,037 | 759 | 67.5 | 1,401. |
| 〃　662 | —— | —— | —— | 1,042 | 51.0 | 1,404.5 |
| 〃　1,324 | —— | —— | —— | 1,424 | 37.0 | 1,411.5 |
| 〃　1,986 | —— | —— | —— | 1,727 | 20.0 | 1,420.5 |
| 〃　2,330 | 832 | 55.6 | 1,037 | 1,804 | 10.5 | 1,422.5 |
| 撓　度 mm | | 6.3 | | | 57.0 | |
| 振動周期 sec | | 0.159 | | | 0.478 | |

第　三　圖　荷重(kg)



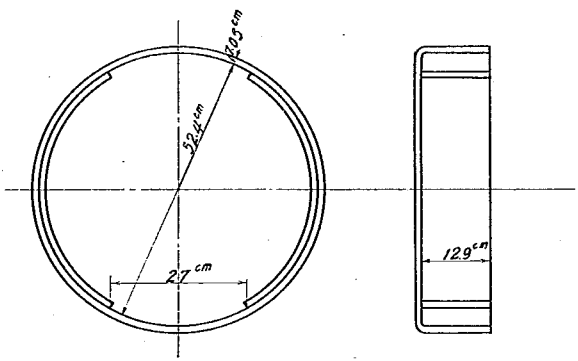

11. 操行機　スクリューナット式にして、徑 50.8cm の操把輪を備ふ。
12. 前車軸　ドロップフォージ法にて製せるエリオット型にしてステアリングナックルピンドルを備へタイロッドを後部に備ふ。
13. 後車軸　ウォームギヤ式にしてローラー軸承上に裝置しその齒車比 1：8.75 とす。
14. ガソリン槽　75.7 l 入りのタンクを器具板上に裝置し壓送及び重力供給の二法を併用す。
15. 輪帶　グッドリッチソリッドタイヤ徑 36″×4″ にして前車は單帶後車は復帶とす。試驗開始の際に於ける實際寸法は第四圖の如し。

第四圖　輪　　帶




16. 制動機●内部膨脹式2個を備ふ1は手働1は足働用こす、形狀は第五圖の如しo

第五圖　制　動　機




17. 重量　車臺 2,825kg 積載臺枠及捲上機を設備せる場合 3,950kg 荷重を積載せる場合 6,350kg こすo

各輪帶にかかる重量を彈條の上下により分てば第三表の如しo

第三表　自動車重量

| 荷重ノ狀態 | 前車輪 kg | 後車輪 kg | 合計 kg |
|---|---|---|---|
| 空車ノ場合 | | | |
| 彈條上 | 1,484 | 1,501 | 2,985 |
| 彈條下 | 266 | 699 | 965 |
| 計 | 1,750 | 2,200 | 3,950 |
| 荷重積載ノ場合 | | | |
| 彈條上 | 1,664 | 3,721 | 5,385 |
| 彈條下 | 266 | 699 | 965 |
| 計 | 1,930 | 4,420 | 6,350 |

積載荷重は本所々報第6號に記せる混凝土試驗體6個を用ひたり、其重量1,987kgにして此外試驗者、ガソリン、防寒具の重量は合せて 343kg なるが故に全積載荷重は2,330kg に達せり。

重量測定にはブラックアンドデッカー會社製ドライブオンロードメーターを用ひたり、能力 7,000 lbs のものにして之をオルゼンユニバーサル試驗機に於て試驗せるにその兩讀みの差 2.52% に過ぎずして此種重量計に就ては別に補正の要なし。

18. 路面上の單位荷重、自動車の全重量が輪帶により路面に及ぼす單位荷重は第四表の如し。

停止せる車輪が混凝土床面上に溫度 27°C に於て與ふる壓力及輪帶の變形を測定するに當りその接觸面の長さは彈性限界内に於てはヘルツの式に從ふものとして之を求めたり。

第四表　輪帶の路面に及ぼす單位荷重

| 項目 | | 前輪帶 | 後輪帶 |
|---|---|---|---|
| 原半徑 | cm | 45.720 | 45.720 |
| 實半徑 | 〃 | 44.500 | 45.442 |
| 磨滅量 | 〃 | 1.200 | 0.278 |
| 厚 | 〃 | 5.900 | 6.900 |
| 混凝土床面上ノ車軸中心高 | 〃 | 43.600 | 44.448 |
| 同輪帶變形 | 〃 | 0.900 | 0.992 |
| 同接觸長 | 〃 | 9.720 | 10.260 |
| 同幅 | 〃 | 7.600 | 9.300 |
| 同面積 | $cm^2$ | 73.872 | 95.418 |

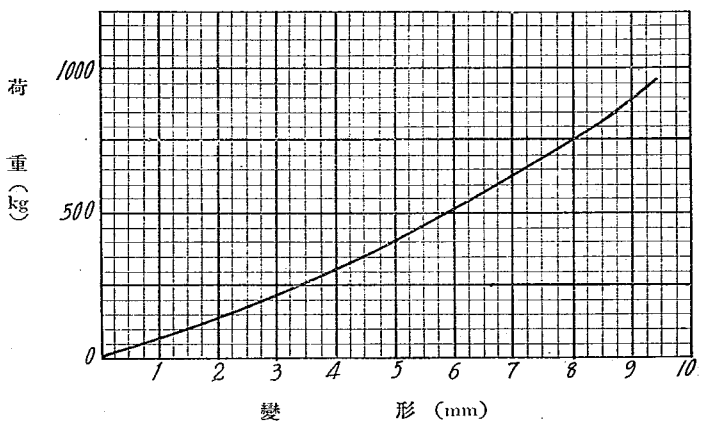
| | | | |
|---|---|---|---|
| 荷重 | kg | 965.000 | 1,105.000 |
| 混凝土床面上ノ單位荷重 | kg/cm | 127.000 | 119.000 |
| | kg/cm² | 13.050 | 11.600 |

單位荷重は前輪帶 13.05kg/cm² 後輪帶 11.6kg/cm² にして前車輪多く從つて磨滅量も大なり。之を走行距離より見れば前輪帶に於ては延長 1,000km に對し 0.12cm の割合なり。

19. 輪帶ゴムの彈性率　試驗車と同種類の 1924 年式ピアスアロー 2 噸積貨物自動車の 13,600km を運轉せるグットリッチソリッドタイヤの破片をとり試驗せるものは第六圖の如し。試驗片は長 103.64mm 幅 59.675mm 厚 39.80mm のものとす。

| | |
|---|---|
| 比重 | 1.737 |
| 彈性率 | 69.2kg/cm² |
| ポアソン比 | 0.442 |

第六圖　輪帶ソリッドゴム試驗




## 第二節 試驗路線

路面のガソリン消費量に及ぼす影響の正鵠を期する爲には相當區間運轉を繼續するの要あるを以て、運轉時間を 5 分以上即速度 24km/hr の場合 2.0km 以上の區間をとり、その間に勾配曲線少く假令之あるも、變速機を換ゆる要なき程度の勾配、アクセレレーターを用ふる要なき程度の曲線にして尙路上障害物少なき區間を選定するを要す。

然るにかかる路線を各種路面別に東京市內外に求むる事は極めて困難なるを以て先づ此標準に近きものとして第五表に示すが如き路線を選定せり。

# 第五表　試驗路線

| 路線名 | 試驗區間 | | 延長 km | 構造 | 線形 | 路面障害物 | 車道幅員 m | 交通量（大正14年6月調査） ton 乘用自動車 | 貨物自動車 | 鐵輪車 | 總計 | 1車線當り |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | カソリン消費量 | 路面抵抗 | | | | | | | | | | |
| （瀝靑舖裝） | | | | | | | | | | | | |
| 本郷大通り | 駒込郡市界ヨリ肴町ヲ經テ本郷三丁目前田侯邸前 | 帝大前 | 3.104 | 瀝靑混凝土、基礎1:3:6混凝土15cm | 最小半徑69m 長18.4m | 軌道踏切往復2瀝靑舖裝 | 14.6 | 655 | 826 | 750 | 2,753 | 566 |
| 明治神宮外苑 | 外苑周圍道路ヲ二周ス | 東周回道路 | 2.763 | 同 厚15cm 基礎1:3:7 | 最急勾配1:40長78m 半徑133m長1670m | —— | 10.9 | — | — | — | — | — |
| 京濱國道（東京府） | 夫婦橋ヨリ六鄕橋南詰 | 蒲田町內 | 2.560 | 同 厚15cm 基礎1:3:6 | 勾配1:40 長36m | —— | 13.3 | — | — | — | — | — |
| 同（神奈川縣） | 生麥縣前交點ヨリ鶴見橋南詰 | 鶴見町內 | 2.374 | 同 厚10cm 基礎 碎石 | 最急勾配1:270 長167m | 同 往1復1敷石 | 13.3 | — | — | — | — | — |
| 日比谷公園廻り | 日比谷交叉點ヨリ公園周圍ヲ二廻ス | | 1.776 | 同 厚15cm 基礎1:3:6 | 半徑14m | —— | — | 2,777 | 2,427 | 580 | 6,559 | — |
| （木塊舖裝） | | | | | | | | | | | | |
| 神田小川町內幸町 | 神田小川町神田橋大手町ヲ經內幸町角 | | 2.816 | 木塊舖裝、基礎1:3:6混凝土厚18cm 神田橋附近砂利道 | | 同 往4復6石塊 | — | — | — | — | — | — |
| 大手町內幸町 | 神田橋南詰ヨリ日比谷內幸町角 | 時事新報社前 | 2.222 | 木塊舖裝、基礎1:3:6混凝土厚18cm | | 同 往5復3石塊及木塊 | 25.5 | 3,334 | 3,628 | 1,144 | 9,657 | 1,140 |
| 日本橋新橋通 | 日本橋南詰ヨリ銀座ヲ經新橋北詰 | 丸善前 | 2.240 | 同 混凝土厚20cm 基礎1:3:6 | 京橋1:54長18m | 同 往3復3石塊及木塊 | 12.8 | 4,268 | 3,468 | 42 | 8,826 | 2,070 |
| （混凝土舖裝） | | | | | | | | | | | | |
| 陸羽街道 | 千住町簡易舖裝區間 | 同 | 0.828 | 混凝土厚8—15cm | | —— | 6.4 | 1,154 | | 1,220 | 2,490* | 1,165 |
| 神田錦町通り | | 同 | | 混凝土厚18cm 幅5.5m | | —— | 12.1 | 160 | 768 | 293 | 1,773 | 440 |
| （砂利道） | | | | | | | | | | | | |
| 宮城前廣場 | 南凱旋道路ヨリ北へ坂下門櫻田門前ヲ經二周ス | 坂下門ヨリ二重橋前間 | 2.954 | 砂利厚12cm | 最小半徑20m | —— | 30.3 | 4,759 | 68 | 15 | 5,013 | 496 |
| 本郷神明町通 | 本郷林町園子坂交叉點ヨリ上富士前鴎籠町ヲ經、西原町角 | 上富士前鴎籠町間 | 2.720 | 此種砂利道ニ對シテ路面維持用トシテ大正14年 0.261立坪/面坪 大正15年 0.321 〃 ヲ要セリ 1ヶ年路面維持費 大正14年3.488円 大正15年5.053円 | 最小半徑54m長40.2m 最急勾配1:16長90.5m | 同 往2復3瀝靑及敷石 | 13.9 | 572 | 1,150 | 451 | 2,621 | 566 |
| 品川大通り | 品川縣前ヨリ薩摩原ヲ經、金杉橋南詰 | 二ノ橋鴎 | 3.270 | | | 同 往3復1敷石 | 12.1 | 488 | 1,682 | 1,093 | 3,692 | 915 |
| 森下町吾妻橋通り | 本所森下町ヨリ龜澤町ヲ經、吾妻橋東詰 | 澤町間 龜澤町ヨリ | 2.522 | | | 同 往3復1敷石 | 13.6 | 466 | 960 | 858 | 3,020 | 667 |
| 兩國橋通り | 江東橋西詰ヨリ兩國橋ヲ經神田和泉橋南詰 | 國技館前 | 3.032 | | | 同 往3復3敷石 | 13.6 | 365 | 1,910 | 1,558 | 4,996 | 1,100 |
| 陸羽街道 | 埼玉縣草加町地內 | 同 | 1.292 | | | —— | | | | | | |
| （軌道） | | | | | | | | | | | | |
| 本郷帝大前 | | 赤門前 | | 石塊舖裝、基礎混凝土、軌條91 lbs | | | | | | | | |
| 本郷肴町富士前通 | | 一高前 肴町富士神社前間 | | 板石舖裝、基礎砂利軌條82 lbs | | | | | | | | |
| 小石川柳町通 | | 柳町指ヶ谷町間 | | 板石舖裝、基礎混凝土、軌條75 lbs | | | | | | | | |

* 昭和2年3月25日調査

路面抵抗試驗は此等路線の試驗區間中代表たるべき路面の部分に於て行へり

# 第二章 燃料消費量測定試驗

本試驗は試驗車を各種路面上に一定速度を以て一定區間運轉せしめ、その間に消費するガソリン消費量を測定し、延長1kmに要するガソリン量、又はガソリン11當りの運搬能力 ton km を求めて路面の經濟的價値を比較したり。

試驗車は第一節に述べたる2噸積貨物自動車、消費量測定にはガソリン量計、路面凹凸測定にはヴアイアログ、風速測定には測風器を用ひたり。

## 第三節 ガソリン

瓦斯機關はガソリンの種類ボーメ度温度により消費量及熱效率を異にするが故に本試驗は總て同一ガソリンを用ひたり。

本ガソリンはライジングサン石油會社赤貝印にして 15°C の比重 0.733 初溜温度 41°.C エングラーフラスコ分溜試驗に於て 40% 以上は 105°.C 80% 以上 150°.C 乾點 195°C のものにす。

試驗の都度比重及その際の温度を測定せるものは第六表の如し。

第六表 ガソリン試驗

| 試驗月日 | 測定時ノ温度 C | 比重 | ボーメ度 | 標準ボーメ度 |
|---|---|---|---|---|
| 月 3 日 2.及 3 | 7°.0 | 0.737 | 60.5 | 62. |
| 〃 3.及 4 | 8°.5 | 0.736 | 60.7 | 62. |
| 〃 7.及 8 | 10°.0 | 0.735 | 61.0 | 62. |
| 〃 18 | 10°.0 | 0.736 | 60.7 | 62. |
| 〃 24 | 10°.5 | 0.735 | 61.0 | 62. |
| 4 8 | 12°.0 | 0.735 | 61.0 | 62. |

## 第四節 試驗設備

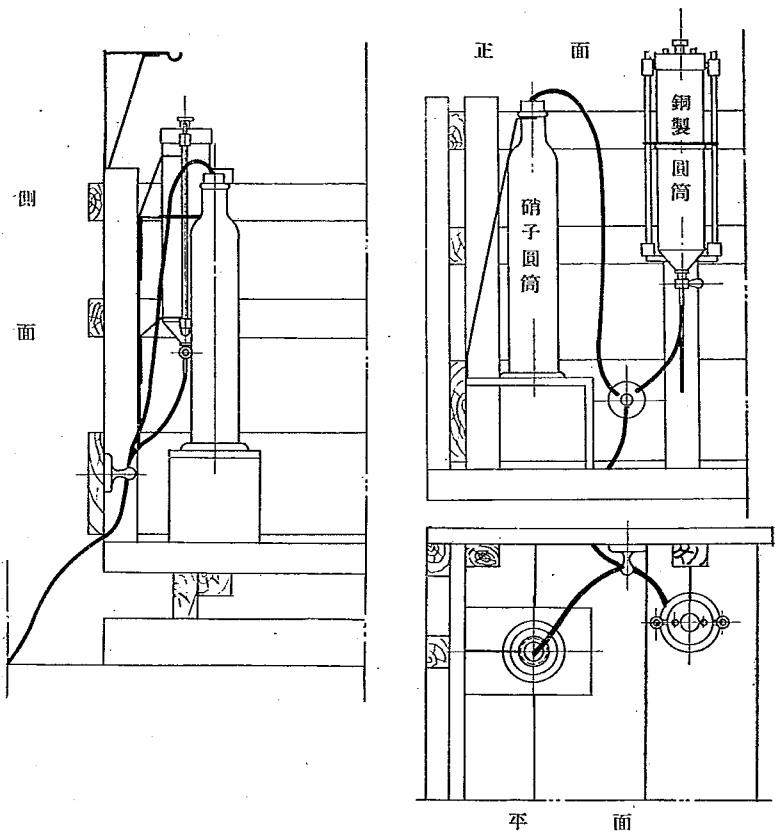
### I. ガソリン量計

試驗區間のガソリン量測定には自動車のガソリン槽と全く別に試驗用のガソリン量計を備へたり。

第七圖に示すが如く、銅製圓筒、硝子製圓筒、之等とゴム管を以て接續する三口コック及三口コックを氣化器に連結する銅管とよりなり之を自動車積載臺上に取付けたり。

銅製圓筒は高 40cm 内徑 8cm 容量 2000cc にして側面に 20cc 毎に目盛せる2個の硝子管を有す、圓筒底部にある眞鍮製コックより内徑 8mm のゴム管を以て三口コックに連

第七圖　ガソリン消費量計




結し之より内徑 6.4mm の銅管により氣化器に導き重力によりガソリンを送るものこす。

容量測定には圓筒頂部の環を鈎にかけ圓筒を垂直に保ちて之を行ふ。

硝子製圓筒は銅製圓筒こ同一の大さ及容量を有し側面三方に 20cc 毎に目盛を附す、頂部よりゴム管を挿入しその他端を三口コックに連結しサイフォン式により筒内ガソリンを氣化器に送るものこす。

試驗區間は銅製圓筒よりガソリンを送り、區間前後の豫備區間に於ては硝子圓筒より送るものこす。

II. 温　　度

溫度は空中ガソリン及機關冷却用水の三につき測定せり。

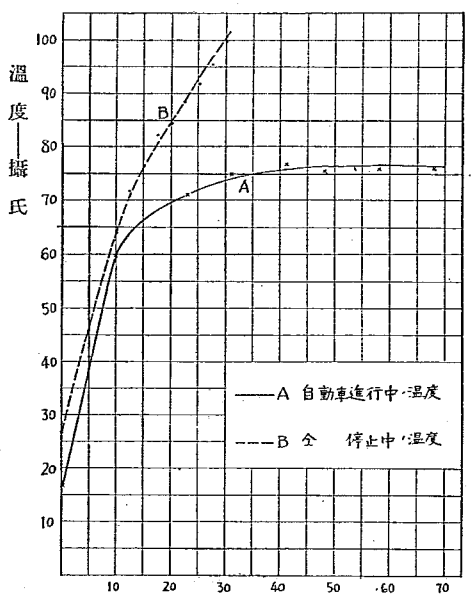
空中及ガソリン溫度は試驗の都度自動車上及ガソリン量計中に於て之を測定せり。

冷却用水溫度は注入口より 10cm 下に於て測定せり、其溫度は一定速度を以て進行中は略一定し75°C—77°C の間にあり、從て運轉開始後此溫度に達する迄は冷却用水加熱に要するガソリン勢力多くして路面の影響を示さざるを以て此溫度に達せる後試驗を開始せり。

此溫度に達する迄に要する時間は自動車の進行中と停止せる場合とは著しく異り、之を試驗せるものは第八圖の如し。

第 八 圖

機關冷却用水溫度ノ上昇ト運轉時間トノ關係




冷却用水を一定溫度に保つに要するガソリン量は氣溫及風速と自動車速度とにより異るが故に風速を測定せり。

III. 測風器 Anemometer

風速と自動車速度との相對的速度を測定する爲に英國ショートアンドメーソン會社製携帶用六本針測風器を自動車積載臺枠の前右方に取付けたり。

測風器は寫眞に示すが如き形狀を有し 34mile/hr 迄を測定し得られ一定時間の回轉數はその時間の風速 ft を表すものとす。

風速は km/hr を以て之を表せり

風速は之を風壓に換算して路面抵抗に加へガソリン消費量測定の際に於ける全抵抗を求めたり、第三章第七節に之を述ぶべし。

IV. ヴァイアログ(Vialog)

ヴァイアログを用ひ路面凹凸係數を測定し cm/km を以て之を表せり。

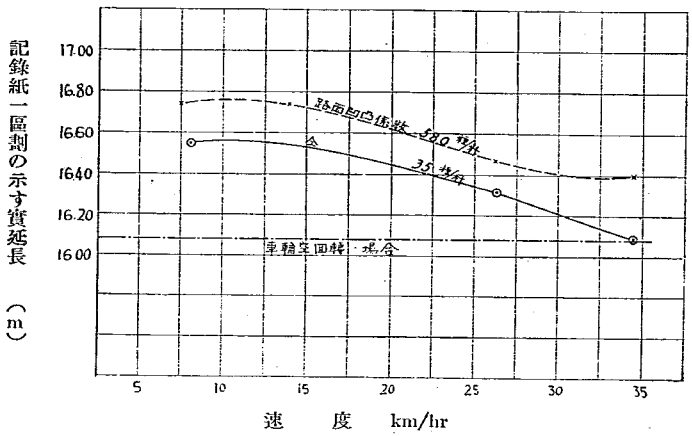
試驗器は本所々報第3號に示せるものにして、寫眞に示すが如く裝置し京濱國道鶴見町地内に於てヴァイアログ係數を測定せり。

記錄紙の長と實際路線の延長との關係は第七表第九圖の如し。

車輪を空回轉せしめたる場合記錄紙1區劃長 2.42cm は 16.090m を表し、路面運轉の場合

は、輪帶の接觸部分は半徑を變じ彈性歪を生じ路面も同樣に歪を受け、從つて滑りを生じ更にバウンドにより空回轉をなし、車輪回轉數に應ずる總圓周長と進行距離の延長とは速度及路面凹凸係數により異り一定せず。

第　九　圖




第七表　ヴァイアログ記錄紙と實延長

| 路面凹凸係數 cm/km | 速度 km/hr | 記錄紙1區劃ノ示ス路線延長 m | 同　% |
|---|---|---|---|
| 0 | 空回轉 | 16.090 | 100. |
| 35 | 8.12 | 16.555 | 102.88 |
| 〃 | 26.75 | 16.330 | 101.55 |
| 〃 | 34.52 | 16.090 | 100.00 |
| 平　均 | | 16.265 | 101.47 |
| 580 | 8.12 | 16.750 | 104.08 |
| 〃 | 14.33 | 16.750 | 104.08 |
| 〃 | 21.60 | 16.300 | 101.29 |
| 〃 | 26.32 | 16.440 | 102.05 |
| 〃 | 34.52 | 16.400 | 101.91 |
| 平　均 | | 16.500 | 102.70 |

本試驗の結果より試驗區間の延長と記錄紙長との關係は第八表の如く、平滑なる路面に於ては滑りを生じ凹凸係數大なる路面に於ては進行中に受くる衝撃の爲車輪の飛上り空回轉を生じ、之らの割合は路面平滑なる場合は速度の增加に伴ひて空回轉增加し、凹凸大なる場合は却つて減少するものの如し。

## 第八表

| 路線 | 凹凸係數 cm/km | 標準速度16km/hr 記錄紙一區劃ノ示ス延長 m | % | 標準速度24km/hr 記錄紙一區劃ノ示ス延長 m | % |
|---|---|---|---|---|---|
| 本郷神明町通 | 41.7 | 16.42 | 102.05 | 16.30 | 101.31 |
| 神田小川町一内幸町 | 33.8 | 16.21 | 100.75 | 16.15 | 100.34 |
| 品川大通リ | 112.5 | 16.28 | 101.16 | — | — |
| 森下町吾妻橋東詰 | 124.3 | — | — | 16.84 | 104.66 |
| 雨國橋通リ | 105.2 | — | — | 16.60 | 103.18 |
| 京濱國道 | 7.7 | 16.18 | 100.59 | 16.27 | 101.12 |

かく試驗區間の延長は記錄紙長を以て定むる事困難なるを以て本試驗に於ては總て實測して定めたり。

ヴァイアログ係數測定には延長 121.2m の區間に等間隔に長 60cm 幅 10cm 厚 3.17cm の板 21 枚を列べ各種の速度を以て此上を走行せしめ、その場合表はるる指數と之等の板なき場合の指數との差を以て板の總厚 66.57cm を除して之を求めたり、第九表第十圖の如し。

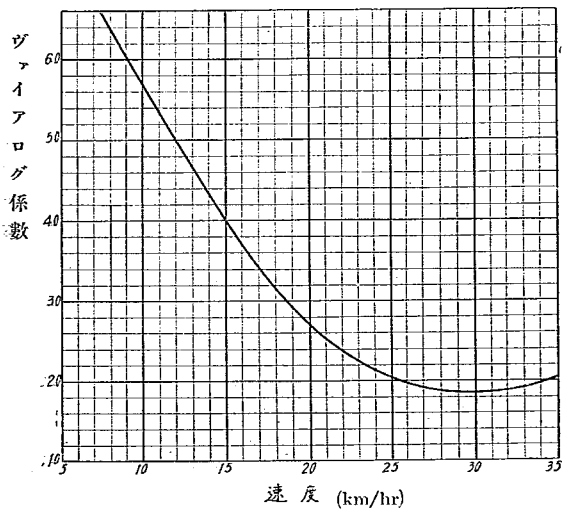
係數は速度 24 km/hr の場合を標準として定め第十圖より之を 2.12 と定めたり。

## 第九表 ヴァイアログ係數

| | 速度 km/hr | ヴァイアログ指數 板ナキ場合 | 板アル場合 | 差 | ヴァイアログ係數 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 8.02 | 0.25 | 11.0 | | |
| | 8.22 | 0.25 | 10.0 | | |
| 平均 | 8.12 | 0.25 | 10.5 | 10.25 | 6.50 |
| | 14.10 | 1.0 | 16.0 | | |
| | 14.10 | 1.0 | 16.5 | | |
| | 14.40 | 1.0 | 17.0 | | |
| | 14.72 | 1.0 | 17.5 | | |
| 平均 | 14.33 | 1.0 | 16.75 | 15.75 | 4.23 |
| | 21.30 | 2.0 | 29.5 | | |
| | 21.20 | 2.5 | 30.5 | | |
| | 22.50 | 3.0 | 31.0 | | |
| | 21.40 | 3.0 | 31.0 | | |
| 平均 | 21.60 | 2.62 | 30.5 | 27.88 | 2.39 |
| | 25.60 | 4.0 | 38.5 | | |
| | 26.60 | 5.0 | 40.0 | | |
| | 26.20 | 6.0 | 38.5 | | |
| | 26.90 | 4.0 | 39.0 | | |
| 平均 | 26.32 | 4.75 | 39.0 | 34.25 | 1.95 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 33.40 | 6.0 | 39.0 | | |
| 35.20 | 8.0 | 41.0 | | |
| 34.80 | 7.0 | 39.0 | | |
| 34.70 | 7.0 | 42.5 | | |
| 34.52 | 7.0 | 40.38 | 33.38 | 2.00 |

第十圖　速度ニヴァイログ係數ニの關係




路面凹凸係數は延長 1km 當りのヴァイアログ指數に此ヴァイアログ係數を乘じたるものニす。

記錄紙に表はるる振動は前車軸の右側彈條の變形を表はし、試驗車の荷重積載前後の變形を測定し、之より振動周期を次式より求むれば第二表に示すが如し。

$$T=2\pi\sqrt{\frac{d}{g}}$$

$T$=周期　　$sec$

$d$=變形　　$mm$

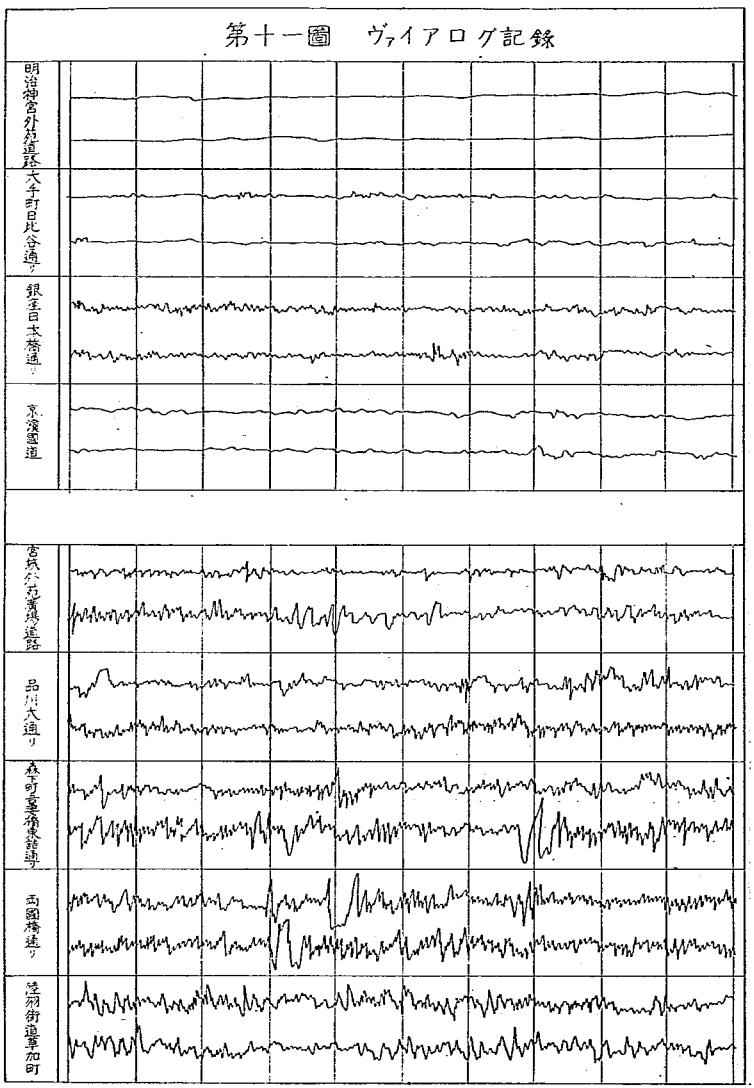
$g$=9798　　$mm/sec^2$

理論的周期は 0.159 秒にして京濱國道に於て高 1 in の木板上を超走せしめたる場合は 0.136 sec を示せるも後者の場合は衝擊の爲誘起せる振動大にして記錄紙の示す距離正鵠な

らす時間も短時間なるを以て正確なる周期こ認め難し。

ヴァイアログ振動は、第十一圖に示すが如く平滑なる路面に於ては表はるる事少なけれども、障害物による衝撃に誘發さるる場合は極めて明瞭に表はる。

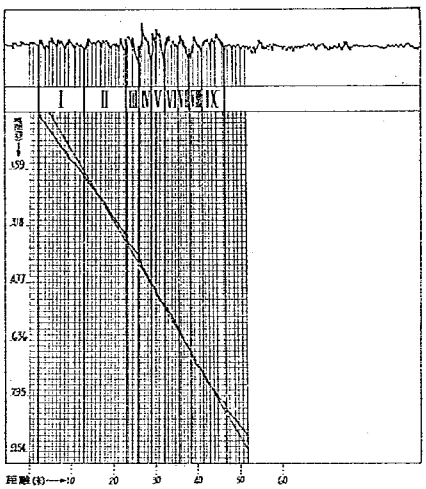
第十一圖　ヴァイアログ記錄



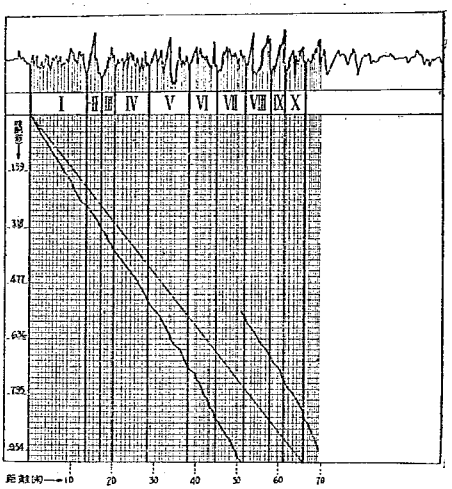
軌道を横斷する場合彈條の振動周期を 0.159 sec とし、之等の振動より自動車の速度の變化を求むれば第十二圖の如し。

第　十　二　圖

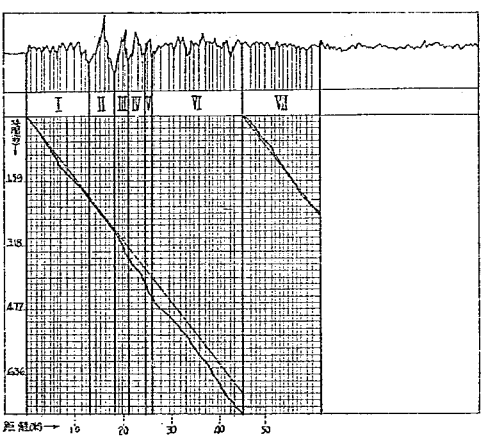
(1)　日本橋軌道交叉點(日本橋→新橋方面)




(2)　龜澤町軌道交叉點(森下町→吾妻橋方面)




(3)　日比谷軌道交叉點(內幸町→大手町)




衝撃係數大なるものは著しく速度低下するを知るべし。

ヴァイアログ記錄の示す振幅は實値の 0.30倍を表すが故に之より第二表及第三圖を用ひ彈條に加はる實際荷重を求め之に彈條以下の重量を加へて輪帶の路面に及ぼす衝擊荷重及衝擊係數を求めたり。

彈條以下の部分が衝擊を與ふる際下降する加速度は測定し得ざりしも一定速度を以て進行中路面上の障害物により受くる加減速度は第三章の加速度計の記錄により標準速度 16km/hr の場合平均 0.20 m/sec² 同 24 km/hr の場合 0.29m/sec² にして此加速度が下降する場合も働くものとすればその影響は前記速度の場合各々 2.71 kg 及び 3.93kg にして極めて少く之を除外するも大差なきを以て次の式を用ひたり。

$$d=\frac{a}{0.30}+6.3$$

$$P=832+14.3\,d$$

$$Pi=965+14.3\,d$$

$$I=\frac{14.3d}{965}\times 100 \qquad \%$$

$a$=記錄振幅 $mm$

$d$=彈條撓度 $mm$

$P$=彈條上の荷重 $kg$

$Pi$=衝擊輪帶荷重 $kg$

$I$=衝擊係數 %

鋪裝砂利道軌道路面及軌道橫斷の場合の振幅の極大値及最大振幅の振動5個の平均より衝擊係數を求めたるものは第十表の一、第十表の二及第十一表の如し。

第十表の一 衝擊係數、標準速度 24 km/hr.の場合

| 路線 | 極大値 撓度 mm | 極大値 輪帶荷重 kg | 極大値 衝擊係數 | 極大値 路面單位壓 kg/cm² | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 撓度 mm | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 輪帶荷重 kg | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 衝擊係數 | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 路面單位壓 kg/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | | | | | | |
| 神田橋内幸町通 | 17.2 | 1,210 | 0.255 | 14.60 | 10.6 | 1,117 | 0.160 | 14.07 |
| 日本橋銀座通 | 17.2 | 1,210 | 0.255 | 14.60 | 13.2 | 1,153 | 0.195 | 14.27 |
| 京濱國道 | 10.0 | 1,108 | 0.150 | 14.00 | 8.0 | 1,078 | 0.130 | 13.86 |
| 平均 | 14.8 | 1,178 | 0.220 | 14.40 | 10.6 | 1,116 | 0.162 | 14.06 |
| 砂利道 | | | | | | | | |
| 宮城前廣場 | 18.6 | 1,231 | 0.278 | 14.74 | 16.3 | 1,183 | 0.242 | 14.55 |
| 兩國橋通 | 28.6 | 1,375 | 0.425 | 15.57 | 24.0 | 1,308 | 0.355 | 15.18 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 森下町吾妻橋東詰 | 35.7 | 1,475 | 0.530 | 16.15 | 29.4 | 1,385 | 0.435 | 15.64 |
| 品川大通 | 35.7 | 1,475 | 0.530 | 16.15 | 25.4 | 1,328 | 0.377 | 15.30 |
| 陸羽街道 | 30.0 | 1,393 | 0.445 | 15.68 | 23.4 | 1,300 | 0.350 | 15.16 |
| 神田橋前後 | 22.8 | 1,293 | 0.340 | 15.10 | 18.6 | 1,231 | 0.276 | 14.72 |
| 平均 | 28.6 | 1,374 | 0.425 | 15.57 | 21.2 | 1,289 | 0.339 | 15.10 |
| 軌道 | | | | | | | | |
| 小石川柳町線 | 37.2 | 1,495 | 0.550 | 16.23 | 32.3 | 1,427 | 0.480 | 15.88 |
| 本郷肴町線 | 32.9 | 1,435 | 0.488 | 15.91 | 30.0 | 1,394 | 0.445 | 15.68 |
| 平均 | 35.1 | 1,465 | 0.520 | 16.08 | 31.2 | 1,411 | 0.463 | 15.78 |
| 軌道横断點 | | | | | | | | |
| 神田橋 | 28.6 | 1,375 | 0.425 | 15.57 | 20.6 | 1,259 | 0.308 | 14.93 |
| 大手町 | 20.0 | 1,251 | 0.298 | 14.88 | 14.9 | 1,178 | 0.220 | 14.40 |
| 馬場先門 | 20.0 | 1,251 | 0.298 | 14.88 | 13.5 | 1,157 | 0.200 | 14.30 |
| 日比谷 | 32.9 | 1,437 | 0.490 | 15.93 | 20.3 | 1,255 | 0.300 | 14.89 |
| 日本橋 | 21.4 | 1,272 | 0.320 | 14.98 | 14.9 | 1,178 | 0.220 | 14.40 |
| 銀座 | 20.0 | 1,251 | 0.298 | 14.88 | 14.0 | 1,165 | 0.208 | 14.36 |
| 龜澤町 | 26.0 | 1,337 | 0.390 | 15.38 | 23.2 | 1,297 | 0.350 | 15.17 |
| 平均 | 24.1 | 1,371 | 0.360 | 15.22 | 17.3 | 1,213 | 0.258 | 14.64 |

第十表の二　衝撃係數、標準速度 16 km/hr の場合

| 路線 | 極大値 撓度 mm | 極大値 輪帶荷重 kg | 極大値 衝撃係數 | 極大値 路面單位壓 kg/cm² | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 撓度 mm | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 輪帶荷重 kg | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 衝撃係數 | 最大振幅ノ振動5個ノ平均値 路面單位壓 kg/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 錦裝 | | | | | | | | |
| 神田橋内幸町 | 11.4 | 1,128 | 0.170 | 14.12 | 5.52 | 1,047 | 0.085 | 13.60 |
| 京濱國道 | 8.6 | 1,088 | 0.128 | 13.88 | 7.44 | 1,071 | 0.110 | 13.75 |
| 明治神宮外苑 | 4.3 | 1,027 | 0.064 | 13.47 | 3.57 | 1,017 | 0.055 | 13.40 |
| 平均 | 8.1 | 1,081 | 0.120 | 13.82 | 5.51 | 1,045 | 0.081 | 13.58 |
| 砂利道 | | | | | | | | |
| 宮城前廣場 | 16.4 | 1,200 | 0.244 | 14.56 | 11.3 | 1,127 | 0.170 | 14.12 |
| 品川大通 | 18.6 | 1,231 | 0.278 | 14.74 | 14.3 | 1,169 | 0.212 | 14.37 |
| 神田橋前後 | 20.0 | 1,251 | 0.298 | 14.88 | 13.2 | 1,153 | 0.195 | 14.28 |
| 平均 | 18.3 | 1,227 | 0.273 | 15.64 | 12.9 | 1,149 | 0.193 | 14.26 |
| 軌道 | | | | | | | | |
| 小石川柳町線 | 28.6 | 1,375 | 0.425 | 15.57 | 22.8 | 1,287 | 0.333 | 15.07 |
| 本郷肴町線 | 30.0 | 1,394 | 0.445 | 15.68 | 25.7 | 1,335 | 0.385 | 15.38 |
| 平均 | 29.3 | 1,385 | 0.435 | 15.63 | 24.3 | 1,311 | 0.359 | 15.23 |
| 軌道横断點 | | | | | | | | |

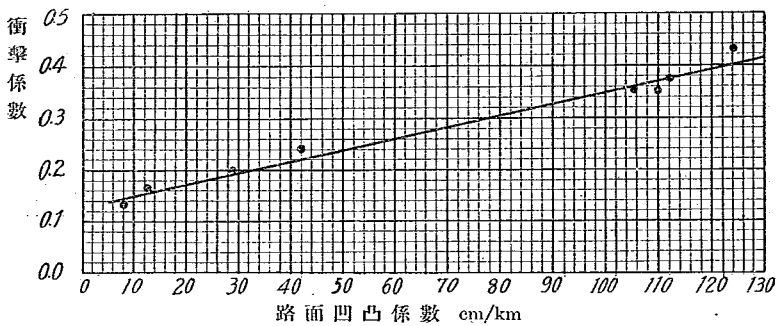
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 神田橋 | 18.6 | 1,231 | 0.278 | 14.74 | 14.3 | 1,169 | 0.210 | 14.36 |
| 大手町 | 12.9 | 1,143 | 0.190 | 14.23 | 10.3 | 1,112 | 0.152 | 14.00 |
| 馬場先門 | 15.7 | 1,189 | 0.234 | 15.50 | 9.7 | 1,104 | 0.145 | 13.95 |
| 日比谷 | 15.7 | 1,189 | 0.234 | 15.50 | 10.3 | 1,102 | 0.152 | 14.00 |
| 平均 | 15.7 | 1,189 | 0.234 | 15.50 | 11.2 | 1,124 | 0.165 | 14.08 |

第十一表 衝撃係數

| 種別 | 速度16km/hr | | 速度24km/hr | |
|---|---|---|---|---|
| | 極大値 | 最高平均値 | 極大値 | 最高平均値 |
| 鋪裝 | 0.120 | 0.081 | 0.220 | 0.162 |
| 砂利道 | 0.273 | 0.193 | 0.425 | 0.339 |
| 軌道 | 0.435 | 0.359 | 0.520 | 0.463 |
| 軌道橫斷 | 0.234 | 0.165 | 0.360 | 0.258 |

5 個の最大振幅の平均値ヒヴァイアログ凸凹係數ヒの關係は第十三圖の如し。

第十三圖 路面凹凸係數ト衝撃係數




鋪裝に於て起る衝撃はその表面の不陸及人孔その他の路面上障害物によりて起り殊に後者の影響は著しきを認めたり。

衝撃係數は速度により著しく異り速度 24km/hr の場合は 16km/hr の場合の 1.56 倍に當り、略速度に比例して增大せり。

## 第五節 試驗結果

試驗に當り機關各部をよく檢査し冷却用水溫度を一定に保てる後、變速機を第一速度の位置に保ち着火捷を速度 16km/hr の場合 52°. 24km/hr の場合 57° に保ち絞弁の開きは速度及路面狀態に應じて加減せり。

試驗は 3 月 2 日より始め 4 月 8 日に終了せり。郊外路線は晝間に試驗を行へるも市內路線は交通障害により試驗車を一定速度に保つ事困難なりしを以て夜間に之を行へり。

路線の試驗順序は可及的同一日に天候風速氣溫の同一狀態に於て鋪裝ヒ砂利道ヒを併せ

試驗し得るが如く之を選べり。

試驗結果を路面種別に分ちて求めたるものは第十二表乃至第十六表の如し。

第十二表　標準速度、16km/hrの場合　鋪裝

| 路面種別 | 路線 | 路面凹凸係數 cm/kg/km | 實速度 km/hr | ガソリン消費量 cc/km | ton-km/l | ton mile/gal | 風壓 kg | 温度 C 空中 | 温度 C ガソリン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | 本郷大通り | 32.3 | 16.58 | 486 | 13.06 | | 0.44 | | |
| | | 30.8 | 17.34 | 473 | 13.42 | | 2.90 | | |
| | 平均 | 31.5 | 16.96 | 479 | 13.24 | 34.50 | 1.67 | 8°—3° | 3°—1° |
| | 明治神宮外苑道路 | 2.7 | 15.60 | 401 | 15.84 | | 1.56 | | |
| | | 2.7 | 15.65 | 423 | 15.01 | | 1.18 | | |
| | 平均 | 2.7 | 15.63 | 412 | 15.42 | 40.20 | 1.37 | 10°—6.°5 | 3° |
| | 京濱國道（東京府） | 8.2 | 17.22 | 428 | 14.95 | | 0.07 | | |
| | | 7.2 | 17.20 | 411 | 15.55 | | 4.35 | | |
| | 平均 | 7.7 | 17.21 | 419 | 15.25 | 39.72 | 2.21 | 19.°5—19° | 15°—13.°5 |
| | 同（神奈川縣） | 20.0 | 17.69 | 466 | 13.70 | | 3.06 | | |
| | | 21.9 | 17.53 | 453 | 14.11 | | 0.15 | | |
| | 平均 | 20.9 | 17.61 | 459 | 13.90 | 36.22 | 1.60 | 21.°5—18° | 17° |
| | 日比谷公園廻り | 8.9 | 16.64 | 419 | 15.16 | | 0.50 | | |
| | | 8.4 | 16.88 | 421 | 15.08 | | 0.50 | | |
| | 平均 | 8.6 | 16.76 | 420 | 15.12 | 39.40 | 0.50 | 5° | 4° |
| | 總平均 | 14.25 | 17.00 | | 14.58 | 38.00 | | | |
| 木塊鋪裝 | 神田小川町内幸町通 | 33.1 | 17.21 | 446 | 14.24 | | 1.41 | | |
| | | 34.6 | 17.12 | 433 | 14.66 | | 1.12 | | |
| | 平均 | 33.8 | 17.16 | 440 | 14.45 | 37.65 | 1.27 | 3° | 1° |
| | 大手町内幸町通 | 10.1 | 18.09 | 426 | 14.90 | | 1.27 | | |
| | | 16.2 | 15.62 | 426 | 14.90 | | 0.70 | | |
| | 平均 | 13.1 | 16.86 | 426 | 14.90 | 38.85 | 0.99 | 8.°5—7° | 6°—5° |
| | 日本橋新橋通 | 27.5 | 17.73 | 400 | 15.88 | | 0.54 | | |
| | | 29.3 | 17.15 | 408 | 15.56 | | 0.82 | | |
| | 平均 | 28.3 | 17.44 | 404 | 15.72 | 40.90 | 0.68 | 7°—6° | 4° |
| | 總平均 | 20.8 | 17.15 | | 15.02 | 39.13 | | | |
| 混凝土鋪裝 | 陸羽街道簡易鋪裝 | 30.8 | 17.68 | 440 | 14.43 | | 7.50 | | |
| | | 38.4 | 17.12 | 440 | 14.43 | | 0.33 | | |
| | 平均 | 34.6 | 17.40 | 440 | 14.43 | 37.60 | 3.92 | 22° | 17° |
| 平均 | | 21.6 | 17.08 | 434.3 | 14.69 | 38.25 | | | |

## 第十三表 標準速度、16 km/hr の場合、砂利道

| 路面種別 | 路線 | 路面凹凸係數 cm/km | 實速度 km/hr | ガソリン消費量 cc/km | ton km/l | ton mile/gal | 風壓 kg | 温度 C 空中 | 温度 C ガソリン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 砂利道輕交通路線 | 宮城前廣場道路 | 41.0 | 15.78 | 569 | 11.16 | | 0.65 | | |
| | | 42.4 | 16.06 | 566 | 11.22 | | 0.65 | | |
| | 平均 | 41.7 | 15.92 | 568 | 11.19 | 29.15 | 0.65 | 6°—5.°5 | 5° |
| | 本鄉神明町通り | 32.8 | 16.64 | 468 | 13.57 | | 0.90 | | |
| | | 50.6 | 15.60 | 646 | 9.83 | | 1.70 | | |
| | 平均 | 41.7 | 16.12 | 557 | 11.70 | 30.46 | 1.30 | 3°—2.5° | 2°—1°.5 |
| | 總平均 | 41.7 | 16.02 | | 11.45 | 29.80 | | | |
| 重交通路線 | 品川大通り | 121.0 | 16.00 | 493 | 12.88 | | 0.60 | | |
| | | 104.0 | 15.92 | 556 | 11.42 | | 2.50 | | |
| | 平均 | 112.5 | 15.96 | 525 | 12.15 | 31.65 | 1.55 | 2.5°—1.5° | 2°—0°.5 |
| | 陸羽街道(草加町) | 118.2 | 18.13 | 489 | 13.04 | | — | | |
| | | 103.4 | 18.29 | 479 | 13.26 | | — | | |
| | 平均 | 110.8 | 18.21 | 483 | 13.15 | 34.25 | | 25° | 19° |
| | 總平均 | 113.5 | 17.09 | | 12.65 | 32.95 | | | |
| 平均 | | 89.5 | 16.55 | 533 | 12.05 | 31.37 | | | |

## 第十四表 標準速度、24 km/hr の場合 鋪裝

| 路面種別 | 路線 | 路面凹凸係數 cm/km | 實速度 km/hr | ガソリン消費量 cc/km | ton km/l | ton mile/gal | 風壓 kg | 温度 C 空氣 | 温度 C ガソリン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | 本鄉大通 | 32.3 | 23.73 | 473 | 13.42 | | 1.80 | | |
| | | 30.8 | 23.78 | 460 | 13.80 | | 5.10 | | |
| | 平均 | 31.5 | 23.76 | 446 | 13.61 | 35.45 | 3.45 | 8°—3° | 3°—1° |
| | 明治神宮外苑道路 | 2.7 | 24.80 | 455 | 13.96 | | 4.40 | | |
| | | 2.7 | 24.40 | 458 | 13.86 | | 3.00 | | |
| | 平均 | 2.7 | 24.60 | 456 | 13.91 | 36.25 | 3.70 | 10—6°.5 | 3° |
| | 京濱國道(東京府) | 8.2 | 24.75 | 428 | 14.94 | | 0.62 | | |
| | | 7.2 | 24.69 | 423 | 15.20 | | 7.00 | | |
| | 平均 | 7.7 | 24.72 | 425 | 15.07 | 39.25 | 3.81 | 19°.5 | 17°.5—13°.5 |
| | 同(神奈川縣) | 20.0 | 25.47 | 462 | 13.85 | | 6.45 | | |
| | | 21.9 | 25.55 | 450 | 14.26 | | 0.80 | | |
| | 平均 | 20.9 | 25.51 | 456 | 14.06 | 36.62 | 3.64 | 21°.5—18° | 17° |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 日比谷公園廻り | 8.9 | 25.34 | 419 | 15.16 | | 2.00 | | |
| | | 8.4 | 24.59 | 421 | 15.08 | | 2.00 | | |
| | 平　均 | 8.6 | 24.97 | 420 | 15.12 | 39.40 | 2.00 | 5° | 4° |
| | 總平均 | 14.25 | 24.82 | 441 | 14.41 | 37.55 | | | |
| 本塊鋪裝 | 神田小川町内幸町 | 33.1 | 24.19 | 517 | 12.28 | | 2.80 | | |
| | | 34.6 | 24.48 | 441 | 14.40 | | 2.90 | | |
| | 平　均 | 33.8 | 24.34 | 479 | 13.34 | 34.80 | 2.85 | 3° | 2° |
| | 大手町内幸町 | 10.1 | 24.96 | 419 | 15.16 | | 4.80 | | |
| | | 16.2 | 24.83 | 419 | 15.16 | | 1.70 | | |
| | 平　均 | 13.1 | 24.90 | 419 | 15.16 | 39.50 | 3.25 | 8°.5—7° | 6°—5° |
| | 日本橋新橋通 | 27.5 | 25.60 | 402 | 15.80 | | 1.15 | | |
| | | 29.3 | 25.95 | 402 | 15.80 | | 3.30 | | |
| | 平　均 | 28.3 | 25.78 | 402 | 15.80 | 41.20 | 2.23 | 7°—6° | 4° |
| | 總平均 | 20.8 | 25.00 | | 14.77 | 38.50 | | | |
| 混凝土鋪裝 | 陸羽街道簡易鋪裝 | 30.8 | 24.26 | 447 | 14.20 | | 4.85 | | |
| | | 38.4 | 24.72 | 447 | 14.20 | | 0.45 | | |
| | 平　均 | 34.6 | 24.49 | 447 | 14.20 | 37.00 | 2.65 | 22° | 17° |
| 平　均 | | 21.6 | 24.84 | 441 | 14.40 | 37.55 | | | |

## 第十五表　標準速度、24 km/hr の場合　砂利道

| 路面種別 | 路　線 | 路面凹凸係數 cm/km | 實速度 km/hr | ガソリン消費量 cc/km | tonkm/l | tonmile/gal | 風壓 kg | 温度 C 空中 | ガソリン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 砂利道輕交通路線 | 宮城前廣場道路 | 41.0 | 23.20 | 624 | 10.18 | | 1.70 | | |
| | | 42.4 | 23.04 | 621 | 10.22 | | 1.50 | | |
| | 平　均 | 41.7 | 23.12 | 623 | 10.20 | 26.57 | 1.60 | 6°—5°.5 | 5° |
| | 本郷神明町通り | 32.8 | 23.36 | 469 | 13.54 | | 2.40 | | |
| | | 50.6 | 21.60 | 547 | 11.61 | | 3.25 | | |
| | 平　均 | 41.7 | 22.48 | 508 | 12.57 | 32.75 | 2.83 | 3°—2°.5 | 2°—1°.5 |
| | 總平均 | 41.7 | 22.80 | | 11.39 | 29.66 | | | |
| 重交通路線 | 品川大通 | 121.0 | 23.52 | 522 | 12.17 | | 2.15 | | |
| | | 104.0 | 24.00 | 522 | 12.17 | | 4.85 | | |
| | 平　均 | 112.5 | 23.76 | 522 | 12.17 | 32.70 | 3.50 | 2°.5—1°.5 | 2°—0.5° |
| | 本所森下町吾妻橋東詰 | 130.0 | 24.00 | 589 | 10.78 | | 3.85 | | |
| | | 118.5 | 24.48 | 528 | 12.05 | | 2.40 | | |
| | 平　均 | 124.3 | 24.24 | 558 | 11.41 | 29.75 | 3.13 | 6° | 4°.5 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 兩國橋通 | 107.0 | 23.84 | 558 | 11.38 | | 3.00 | | |
| | | 103.4 | 24.40 | 493 | 12.88 | | 3.20 | | |
| | 平均 | 105.2 | 24.12 | 526 | 12.13 | 31.60 | 3.10 | 6° | 5°.5 |
| | 陸羽街道(草加町) | 118.2 | 24.96 | 503 | 12.62 | | 3.60 | | |
| | | 103.4 | 25.20 | 501 | 12.67 | | 3.40 | | |
| | 平均 | 110.8 | 25.08 | 502 | 12.64 | 32.95 | 3.50 | 25° | 19° |
| | 總平均 | | 24.30 | | 12.09 | 31.75 | | | |
| 平均 | | 89.5 | 23.80 | 540 | 11.86 | 30.72 | | | |

第十六表 標準速度、32 km/hr の場合 鋪裝

| 路面種別 | 路線 | 路面凹凸係數 cm/km | 實速度 km/hr | ガソリン消費量 cc/km | ton km/l | ton mile/gal | 風壓 kg | 温度 C 空中 | ガソリン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | 明治神宮外苑道路 | 2.7 | 31.50 | 526 | 12.07 | | 7.10 | | |
| | | 2.7 | 32.60 | 528 | 12.03 | | 7.40 | | |
| | 平均 | 2.7 | 32.05 | 527 | 12.05 | 31.40 | 7.25 | 10° | 8° |

ガソリン勢力は機關運轉冷却用水放出瓦斯及路面抵抗に打克ちて進行する運動勢力に費さるるが故に、前者を一定條件に保つ時はガソリン量は路面抵抗と一定關係を有すべく、之らの關係は第三章、第四章に述ぶべし。

今ガソリン量に影響する路面構造及速度との關係を求むれば次の如し。

I. 鋪裝と砂利道との比較

試驗區間は勾配曲線及び障害物少き部分を選べるも、路面狀態以外のガソリン消費量に影響する外的抵抗全く同一なりと稱する能はず、從つて路面の影響のみを明かに知る能はざるも、試驗結果より鋪裝と砂利道とに於ける平均値を求むれば第十七表の如く速度16 km/hr 及 24km/hrの場合各々鋪裝は砂利道の場合の 81.5% に減ぜり。

明治神宮外苑道路と宮城前廣場とは各々その中央部を二周回の運轉を行ひ殆ど同一程度の曲線を含むの外、路上障害物なく鋪裝と砂利道との路面影響を明に示すものにしてガソリン量は前者に於て後者の 73.0% に過ぎず。

第十七表

| 路面種類 | 路面凹凸係數 cm/km | 標準速度 16km/hr ton km/l | ton mile/gal | 標準速度 24km/hr ton km/l | ton mile/gal |
|---|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | | | |
| 瀝青鋪裝 | 14.25 | 14.58 | 38.00 | 14.41 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 木塊鋪裝 | 20.80 | 15.02 | 39.13 | 14.77 | 38.50 |
| 混凝土鋪裝 | 34.70 | 14.43 | 37.60 | 14.20 | 37.00 |
| 平均 | 21.60 | 14.69 | 38.25 | 14.40 | 37.55 |
| 砂利道 | | | | | |
| 輕交通路線 | 41.70 | 11.45 | 29.80 | 11.39 | 29.66 |
| 重交通路線 | 113.50 | 12.65 | 32.95 | 12.09 | 31.75 |
| 平均 | 89.50 | 12.05 | 31.37 | 11.86 | 30.72 |
| 明治神宮外苑道路 | 2.70 | 15.42 | 40.20 | 13.91 | 36.25 |
| 宮城前廣場道路 | 41.70 | 11.19 | 29.15 | 10.20 | 26.57 |

ガソリン勢力が路面抵抗に打克つ有效働に費さるる割合は第四章第十節に述ぶるが如く鋪裝に於ては 4.64% 砂利道に於ては 7.27% なるを以て此有效働に費さるるガソリン量は第十八表に示すが如く 52.2% に減ずるを知るべし、卽ち鋪裝のガソリン消費量は砂利道の場合の 81.5% なるも實際の有效働に費さるるガソリン量は 52.2% に過ぎず。

第十八表

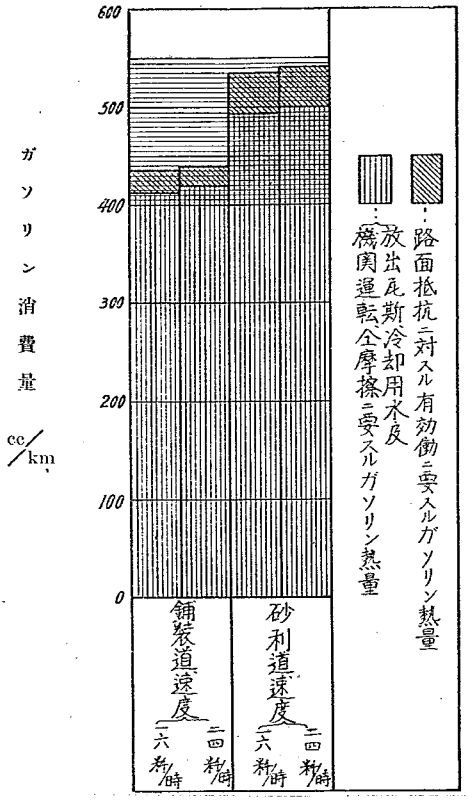
| ガソリン用途區別 cc/km | 標準速度 16km/hr 鋪裝 | 砂利道 | 標準速度 24km/hr 鋪裝 | 砂利道 |
|---|---|---|---|---|
| 有效働に要する量 | 20.15 | 38.75 | 20.5 | 39.25 |
| 冷却用水、放出瓦斯機關運轉及摩擦に要する量 | 414.15 | 494.25 | 420.5 | 500.75 |
| 合計 cc/km | 434.3 | 533.0 | 441.0 | 540.0 |
| 有效働に要する量の比 | 0.522 | 1.000 | 0.522 | 1.000 |

砂利道は天候良好なる場合の成績を示すものにして、雨天の際は更に著しき差違を生ずるものなるべし。

各種鋪裝の場合の試驗成績は基礎路面狀態卽局部の凹凸塵埃溫氣等の爲に異るも試驗結果の平均は第十七表の如し。

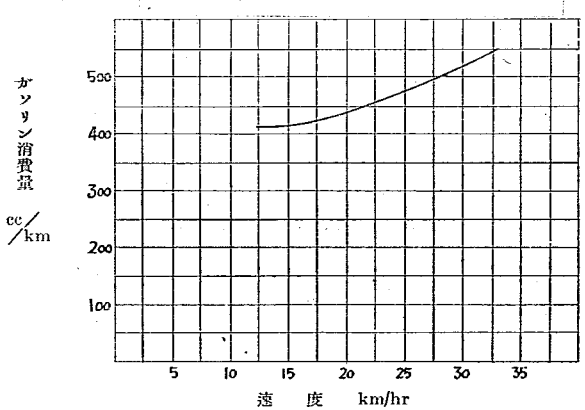
砂利道は路面狀態及地盤の影響大にして宮城前廣場の如く凹凸係數比較的少き路線も地盤軟弱の爲に進行中イールヂングを生じ速度低下し一定速度を保持するに困難なるものは消費量比較的多く品川大通り等の如き重交通路線にして凹凸係數極めて大なるものも地盤相當堅固にして試驗時の氣溫低く路面凍結せる場合は路面抵抗少くガソリン消費量も顯著なる差違を示さず。

第十四圖




第十五圖

自動車速度ニガソリン消費量



II 速度

試驗車は殆ごその定量以上を積載したるが故に速度 32km/hr の場合の弁の開きは瀝青鋪裝に於て已に 0.998 に達し之れ以上の速度を出す能はず從つて廣き範圍に渡り各種の速度に於て試驗し得ざりしも明治神宮外苑道路に於て行へる結果は第十五圖の如し。

## 第六節　鋪裝ご交通量ごの經濟的關係

試驗結果より鋪裝ご砂利道ごの場合の ton km 當りのガソリン費を求むれば第十九表の如し。

ガソリンは1ガロン 0.90圓 ごして求めたり。

第十九表

| 路面種類 | 標準速度 16km/hr gal/ton km | 圓/ton km | 標準速度 24km/hr gal/ton km | 圓/ton km |
|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | 0.01799 | 0.01619 | 0.01835 | 0.01652 |
| 砂利道 | 0.02193 | 0.01974 | 0.02228 | 0.02005 |
| 差 | 0.00394 | 0.00355 | 0.00394 | 0.00353 |
| 明治神宮外苑道路 | 0.01712 | 0.01541 | 0.01899 | 0.01709 |
| 宮城前廣場道路 | 0.02360 | 0.02124 | 0.02590 | 0.02331 |
| 差 | 0.00648 | 0.00583 | 0.00691 | 0.00622 |

鋪裝ご砂利道ごの路面築造費に對する金利、路面維持費及び一ケ年の交通量に對する運搬費の總計を比較して鋪裝施行を經濟ごする交通量の限度を次式より求めたり。

$$mCp+Mp+365T.KpFp=mCg+Mg+365T.Kg.Fg.$$

$$T=\frac{m(Cp-Cg)-(Mg-Mp)}{365(KgFg-Kp.Fp)}$$

$T$ =交通量　　瓲/車線/日

$Cp$=鋪裝面幅1車線、延長1km の路面築造費　圓

$Cg$=砂利道　　同

$m$ =金利

$Mp$=鋪裝面幅1車線延長1kmの一年平均維持費　圓

$Mg$=砂利道　　同

$Fp$=鋪裝面の自動車ガソリン費　圓/ton km

$Fg$=砂利道　　同

$Kp$=鋪裝面の運搬費係數

$Kg$=砂利道　　同

今路面築造費は一面坪につき鋪裝平均 20円 砂利道 10円 ごし路面維持費は一ケ年一面坪

につき平均、鋪裝0.425円、砂利道0.935円 ニしガソリン費に對しその他の油類消耗品費を20% ニすれば以上述べたる數値は次の如し。

$Cp$=18,160円　　$Cg$=9,075円

$Mp$=360+0.122$T$　　$Mg$=800+0.244$T$

$m$ =0.10　　$Kp$=$Kg$=1.2

之によりて交通量の限度を求むれば次の如し。

$T$=278 瑞/車線/日

更に明治神宮外苑道路ニ宮城前廣場ニの ton km 當りガソリン費の差より此交通量を求むれば次の如し。

$T$=175 瑞/車線/日

此交通量を有する路線は單に自動車燃料の節約より考ふるも鋪裝施行を經濟なりニ認め得べし而して自動車維持費、耐久力、消却費、輪帶費等を考ふれば此數量は更に低下するものニ考へらる。

試驗路線に於ける交通量は第五表の如し。

# 第三章　路面抵抗測定試驗

自動車の進行中車輪の受くる路面抵抗及風壓抵抗は之に打克つ爲車軸に加ふべき力に換算し車輛の重量1瑞に對する瓩數を以て表はし之より風壓抵抗を減ぜるものを路面抵抗ニす。

路面抵抗は路面種類狀態、輪帶種類型、溫度、壓力及車輛重量により異り瀝青鋪裝に於ては路面溫度の影響をも受くるものニす。

本試驗に於ては自動車が一定速度を以て進行中車軸に加ふる回轉力を急に停止しその際有する運動勢力を以て路面抵抗に打克ちて進行し遂に全く停止する迄の距離及時間を測定して路面抵抗を求めたり。

## 第七節　試　驗　裝　置

### I. 測　風　器 (Anemometer)

自動車の進行及惰走中の風速は第二章に述べたる測風器を用ひたり、風速より風壓の强さを求むるには米國カンサス大學 L. E. Conrad 教授の行へる自動車による試驗結果より米國自動車製造工場にて採用せるものを用ひたり。

コンラードの式は次の如し。

$$P=0.00149\ V^{2.14}$$

$P$=風壓 $lbs/ft^2$

$V$=風速 $mile/hr$

之を速度の自乘の項を以て近似的に表せる次の式を用ひたり。

$$P=0.00568\ V^2\ kg/m^2$$

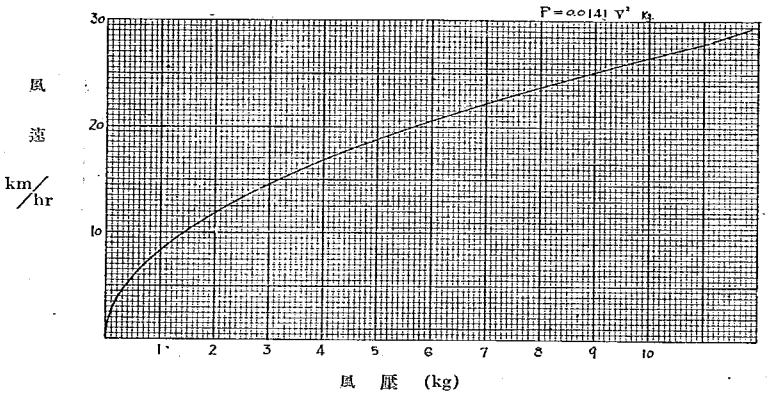
$V$＝風速 $km/hr$

試驗車の風向面積は $2.48m^2$ なるを以て自動車全體に對しては次式を得たり。

$$P=0.0141V^2\ kg$$

第十六圖は此風速ミ風壓の强さミの關係を示すものなり。

第十六圖　風速ミその試驗車に及ぼす壓力ミの關係




II. ウインペリス加速度計　(Wimperis accelerometer)

本器は加減速度 8 ft/sec² 迄を記錄し得るものにして、記錄紙1分割は 0.4 ft/sec² を示すものミす。

本試驗に於ける惰走時間中の減速度は 0.2 乃至 2.0 ft/sec² の範圍にありて本試驗器の感度は粗に過ぎ正確なる記錄を得ざるを以てブレーキを用ひたる場合の減速度測定に用ひたる外は惰走時間の測定に用ひたり。

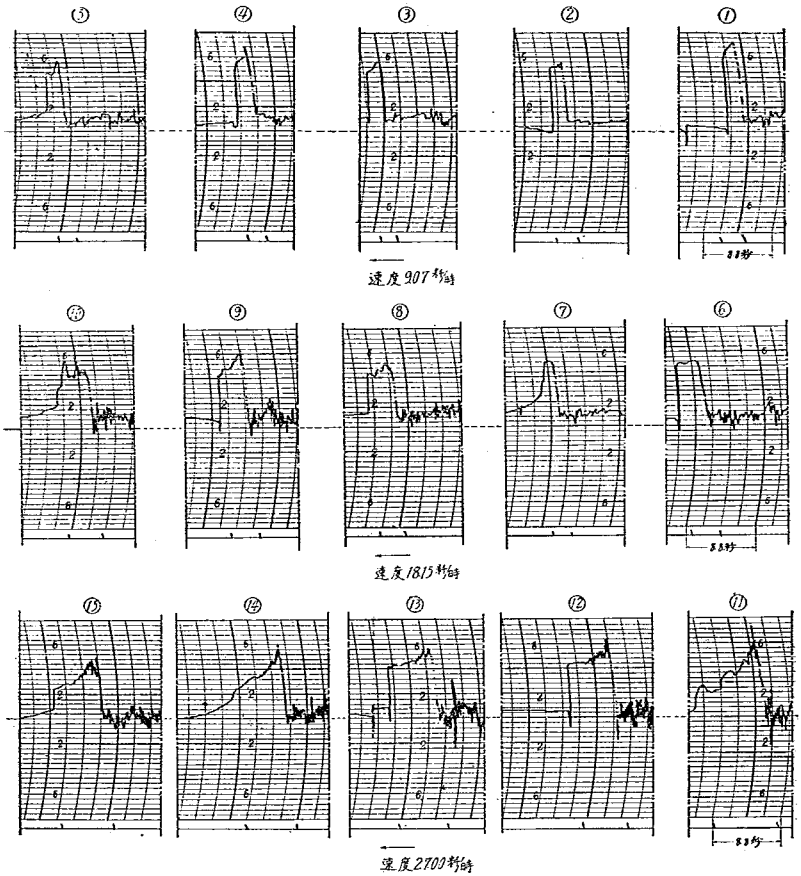
ブレーキ試驗は、陸羽街道埼玉縣草加町地內に於て之を行へり。

一定速度を以て進行中足ブレーキを用ひ急に停車せしめたる場合の距離、時間及減速度を測定し之を計算より求めたる減速度ミ比較せるものは第二十表、第十七圖の如し。

第　二　十　表

| 初速度 km/hr | 惰走試驗 | | 減速度 m/sec² | |
|---|---|---|---|---|
| | 距離 m | 時間 sec | 加速度計記錄 | 計　算 |
| 9.07 | 2.04 | 2.84 | 1.607 | 1.560 |
| 18.15 | 9.43 | 4.96 | 1.182 | 1.355 |
| 27.00 | 25.23 | 9.00 | 1.062 | 1.120 |

第十七圖 ブレーキ試驗
(第四號國道埼玉縣草加町)




ブレーキ抵抗は次式より求めたり。

| | |
|---|---|
| $V_b$＝始速度 | $km/hr$ |
| $B$＝ブレーキ抵抗 | $kg/ton$ |
| $R$＝路面抵抗 | 〃 |
| $W$＝自動車重量 | $ton$ |
| $S_b$＝ブレーキを用ひたる場合の進行距離 | $m$ |
| $S_c$＝惰走距離 | $m$ |

$t_b$ =同　時間　　*sec*

$$WS_b(B+R)=\frac{1000W}{2g}\cdot\left(\frac{V_b}{3.6}\right)^2$$

$$B+R=3.933\frac{V_b^2}{S_b}$$

$$B=3.933V_b^2\left(\frac{1}{S_b}-\frac{1}{S_c}\right)$$

第八節に於て求めたる路面抵抗より本試驗のブレーキ抵抗を求むれば第二十一表の如しブレーキ環は第五圖に示すが如く徑 52.4cm ブレーキ受壓面積は 1320 $cm^2$ なるを以て次式により單位壓を求めたり。

$$b.\ A=N.\ f.\frac{r.}{R.}$$

| | | |
|---|---|---|
| $b$ | =ブレーキ壓 | $kg/cm^2$ |
| $A$ | =受壓面積 | $cm^2$ |
| $N$ | =ブレーキ直壓 | $kg$ |
| $f$ | =摩擦係數 | 0.6 |
| $r$ | =ブレーキ環徑 | 52.4 $cm$ |
| $R$ | =車輪徑 | 89.0 $cm$ |

ブレーキをかけたる場合停止する迄の距離は速度の函數にして次式より速度の2乘に比例するものとして惰走距離係數 K を求めたり。

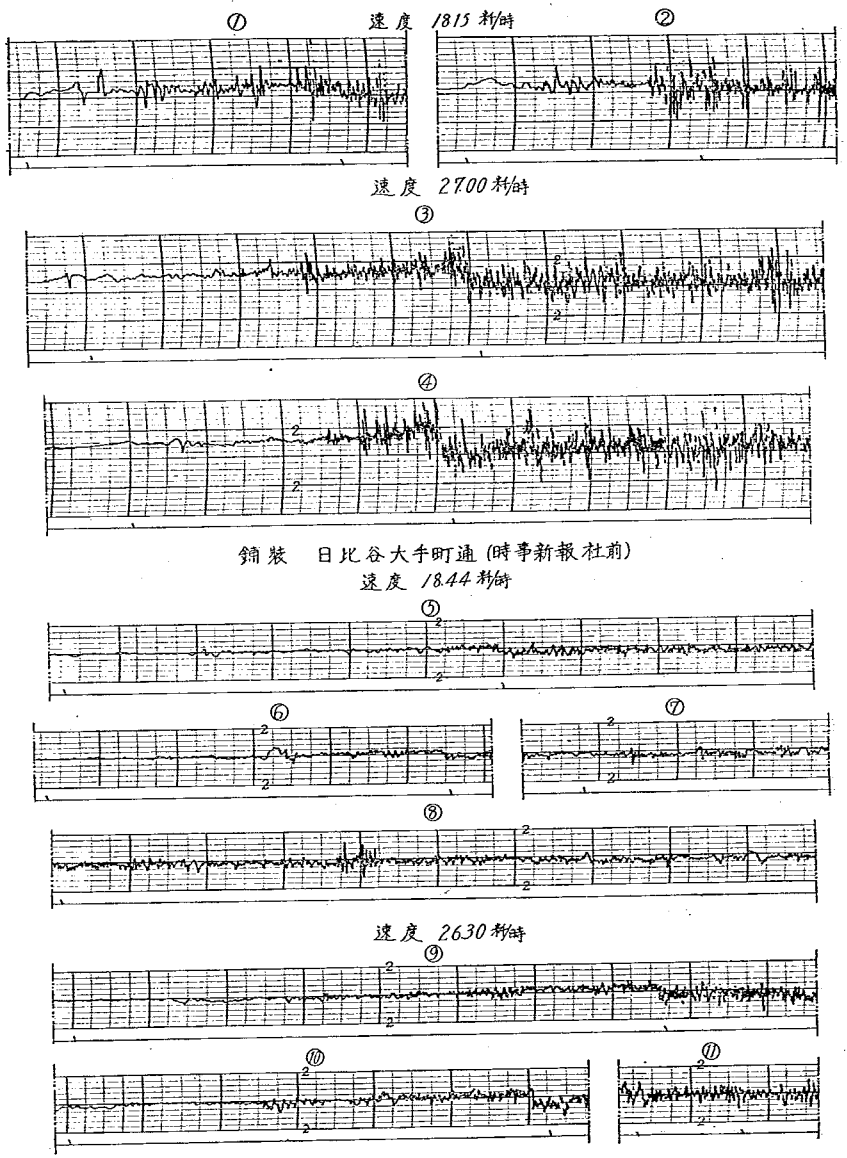
$$\frac{P}{2g}V_o^2=N.f\frac{r}{R}\cdot S_b$$

$$S_b=\frac{R}{2g}\cdot\frac{R}{r}\cdot\frac{1}{Nf}V_o^2=KV_o^2$$

第　二　十　一　表

| 抵抗 | 初速度 km/hr | | |
|---|---|---|---|
| | 9.07 km/hr | 18.15 km/hr | 27.00 km/hr |
| 全抵抗 kg/ton | 160.00 | 133.00 | 114.00 |
| 路面抵抗 〃 | — | 13.72 | 16.52 |
| ブレーキ抵抗 〃 | — | 124.28 | 97.48 |
| ブレーキ抵抗 kg | — | 789.18 | 619.00 |
| ブレーキ壓 Nf 〃 | — | 1,338.00 | 1,050.00 |
| ブレーキ直壓 N 〃 | — | 2,220.00 | 1,750.00 |
| 同單位壓 kg/cm² | — | 1.68 | 1.33 |
| 惰走距離係數 | 0.0247 | 0.0286 | 0.0340 |

第十八圖　加速度計惰走試驗　(砂利道第四號國道埼玉縣草加町)



加速度計は第一圖に示すが如く自動車の積載せる場合の重心が恰も積載臺の外枠にあるを以て、12cm 後方に距れる積載臺上に安置しその周圍を木片を以て固定せり。

記錄紙は1區劃 10sec を標準とするも試驗の結果 8.8sec なりしを以て之より計算せり。

自動車は一定速度を以て進行中路面の凹凸又は波狀により常に加減速度を受け更に衝擊により振動を繰り返すが故に、記錄に表るゝ加減速度は第十八圖の如く極めて不規則にしてその周期は 16km/hr の場合 0.366sec 24km/hr の場合 0.38 乃至 0.40sec にあり。

## 第八節 試 驗 結 果

本試驗はガソリン消費量測定路線の區間中相當長さの直線部にして、勾配緩く横斷形一定せる個所を選び往復二回の試驗を行ひ其結果を平均して勾配の影響を除けり、而して往復二回の試驗に於て惰走距離中に一方にのみ異れる勾配を含ましめざる樣區間を選定せり

試驗結果に於て正鵠なる成績を示さゞるものありしは惰走距離中路面の局部的凹凸により異る勾配を含める爲に起り、尙品川大通の如く軌道及曲線等の爲に有效幅員狹少にして適當なる試驗區間を得ざりしものは之を除外せり。

進行中の機關動力の遮斷は變速機を中立位置に換へ着火電流を切斷して之を行へり。

試驗は4月8日、11日及び7月27日乃至8月5日の間にガソリン消費量測定試驗の場合と同樣に行へり。

路面抵抗は次式を用ひて之を求めたり。

$V_c$=惰走速度 $km/hr$

$R$=路面抵抗 $kg/ton$

$W$=自動車重量 $ton$

$S_c$=惰走距離 $m$

$t_c$=同 時間 $sec$

$$R\cdot W\cdot S_c=\frac{1000W}{2g}\left(\frac{V_c}{3.6}\right)^2$$

$$R=3.933\frac{V_c^2}{S_c}$$

路面種別により分ちて路面抵抗を求むれば第二十二表乃至第二十四表の如し。

第二十二表 路面抵抗

鋪裝

| 路面種別 | 路線 | 初速度 km/hr | 惰走距離 m | 惰走時間 sec | 路面抵抗 kg/ton | 路面抵抗 kg | 風壓 kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | 本鄕大通り | 17.90 | 388.78 | 136.4 | 3.26 | | |
| | | 17.90 | 93.42 | 36.4 | 13.55 | | |
| | 平均 | 17.90 | 241.10 | 86.4 | 8.40 | 53.34 | 0.28 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 明治神宮外苑道路 | 9.80 | 33.07 | 15.6 | 11.48 | | |
| | | 10.10 | 62.53 | 23.7 | 6.44 | | |
| | 平均 | 9.95 | 47.80 | 19.65 | 8.96 | 56.90 | — |
| | | 18.65 | 118.30 | 42.8 | 11.62 | | |
| | | 18.05 | 147.41 | — | 8.73 | | |
| | 平均 | 18.35 | 127.86 | 42.8 | 10.17 | 64.58 | — |
| | | 26.80 | 260.17 | 82.3 | 10.88 | | |
| | | 26.88 | 330.42 | 85.3 | 8.60 | | |
| | 平均 | 26.84 | 295.30 | 83.8 | 10.57* | 67.12 | — |
| | 京濱國道(東京府) | 18.50 | 113.42 | 40.0 | 11.88 | | 3.22 |
| | | 18.50 | 151.19 | 46.4 | 8.93 | | 0.68 |
| | 平均 | 18.50 | 132.31 | 43.2 | 10.41 | 66.10 | 1.95 |
| | | 26.75 | 219.21 | 53.0 | 12.90 | | 1.59 |
| | | 26.75 | 330.31 | 81.2 | 8.95 | | 0.68 |
| | 平均 | 26.75 | 274.76 | 67.1 | 10.93 | 69.41 | 1.13 |
| | 同 (神奈川縣) | 17.26 | 86.85 | 32.8 | 13.53 | | |
| | | 17.26 | 102.90 | 40.8 | 11.38 | | |
| | 平均 | 17.26 | 94.88 | 36.8 | 12.71 | 80.71 | — |
| | | 26.40 | 174.18 | 47.2 | 15.80 | | |
| | | 26.40 | 231.54 | 67.8 | 11.80 | | |
| | 平均 | 26.40 | 202.86 | 57.5 | 13.84 | 87.88 | — |
| 木塊鋪裝 | 大手町內幸町通 | 18.44 | 154.48 | 62.0 | 8.70 | | |
| | | 18.44 | 148.81 | 62.0 | 9.03 | | |
| | 平均 | 18.44 | 151.65 | 62.0 | 8.86 | 65.26 | — |
| | | 26.30 | 310.03 | 80.0 | 8.31 | | |
| | | 26.30 | 242.40 | 66.0 | 11.26 | | |
| | 平均 | 26.30 | 276.22 | 73.0 | 10.04 | 63.75 | — |
| | 日本橋銀座通り | 19.20 | 149.24 | 51.0 | 9.74 | | |
| | | 19.20 | 122.66 | 43.0 | 11.83 | | |
| | 平均 | 19.20 | 135.95 | 47.0 | 10.79 | 68.52 | — |
| | | 27.00 | 251.57 | 59.2 | 11.40 | | |
| | | 27.00 | 255.33 | 63.0 | 11.24 | | |
| | 平均 | 27.00 | 253.45 | 61.1 | 11.32 | 71.88 | — |
| 混凝土鋪裝 | 神田錦町通 | 9.98 | 96.30 | 72.2 | 4.08 | | 0.09 |

* は勾配抵抗を算入せるものなり。

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10.70 | 48.10 | 31.0 | 9.37 | | 0.12 |
| | 平均 | 10.34 | 72.20 | 51.6 | 6.73 | 42.74 | 0.10 |

## 第二十三表　砂利道

| 路面種別 | 路線 | 初速度 km/hr | 惰走距離 m | 惰走時間 sec | 路面抵抗 kg/ton | 路面抵抗 kg | 風壓 kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (砂利道)<br>輕交通路線 | 宮城前廣場道路 | 18.54 | 45.33 | 20.0 | 29.80 | | |
| | | 18.54 | 50.04 | 23.0 | 27.00 | | |
| | 平均 | 18.54 | 47.68 | 21.5 | 28.40 | 180.34 | — |
| | | 26.95 | 75.74 | 24.6 | 38.84 | | 0.476 |
| | | 26.95 | 94.59 | 32.0 | 30.29 | | 0.712 |
| | 平均 | 26.95 | 86.16 | 28.3 | 34.55 | 219.39 | 0.59 |
| | 本鄉上富士前駕籠町 | 18.50 | 80.03 | 32.8 | 16.80 | | 0.351 |
| | | 18.50 | 108.72 | 45.2 | 12.38 | | 0.350 |
| | 平均 | 18.50 | 94.37 | 39.0 | 14.59 | 92.65 | 0.35 |
| | | 27.85 | 195.33 | 56.0 | 15.70 | | 1.200 |
| | | 27.85 | 174.85 | 51.6 | 17.50 | | 1.240 |
| | 平均 | 27.85 | 185.09 | 53.8 | 16.60 | 105.41 | 1.22 |
| 重交通路線 | 本所森下町吾妻橋東詰 | 16.34 | 76.6 | 31.2 | 13.35 | | 0.63 |
| | | 16.34 | 58.17 | 26.0 | 18.16 | | 0.24 |
| | 平均 | 16.34 | 67.39 | 28.6 | 16.00 | 101.60 | 0.43 |
| | 兩國龜澤町間 | 18.35 | 63.57 | 23.8 | 20.91 | | 0.14 |
| | | 18.35 | 105.84 | 42.6 | 12.58 | | 0.16 |
| | 平均 | 18.35 | 84.70 | 35.7 | 16.75 | 106.36 | 0.15 |
| | | 27.18 | 135.72 | 46.0 | 21.60 | | 1.27 |
| | | 27.18 | 192.53 | 55.6 | 15.20 | | 0.25 |
| | 平均 | 27.18 | 164.13 | 50.8 | 18.40 | 116.84 | 0.76 |
| | 陸羽街道 | 18.15 | 112.30 | 44.6 | 11.73 | | 0.21 |
| | | 18.15 | 82.54 | 34.5 | 15.71 | | 1.41 |
| | 平均 | 18.15 | 97.42 | 39.5 | 13.72 | 87.12 | 0.81 |
| | | 27.00 | 191.42 | 58.2 | 14.77 | | |
| | | 27.00 | 157.66 | 48.0 | 18.26 | | |
| | 平均 | 27.00 | 176.04 | 53.1 | 16.52 | 104.90 | — |

## 第二十四表 軌道

| 路面種別 | 路線 | 初速度 km/hr | 惰走距離 m | 惰走時間 sce | 路面抵抗 kg/ton | 路面抵抗 kg | 風壓 kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 軌道路面 | 本郷帝大前 | 17.65 | 66.12 | 32.6 | 18.56 | | 0.11 |
| | | 16.60 | 239.29 | 96,6 | 4.55 | | 0.53 |
| | 平均 | 17.13 | 152.70 | 64.6 | 11.50 | 73.34 | 0.32 |
| | | 29.60 | 435.27 | 103.8 | 7.95 | | 1.77 |
| | | 23.25 | 123.30 | 36.8 | 17.40 | | 0.14 |
| | 平均 | 26.43 | 279.28 | 70.3 | 12.68 | 80.52 | 0.95 |
| | 本郷肴町富士前間 | 27.30 | 131.10 | 43.2 | 22.50 | | 0.14 |
| | | 27.00 | 66.00 | 24.8 | 43.50 | | 2.35 |
| | 平均 | 27.15 | 98.55 | 34.0 | 33.00 | 209.55 | 1.44 |
| | 小石川柳町指ヶ谷間 | 15.40 | 66.90 | 28.6 | 14.05 | | 0.11 |
| | | 19.00 | 91.30 | 42.8 | 15.63 | | 0.24 |
| | 平均 | 17.20 | 79.1 | 35.7 | 14.84 | 94.23 | 0.18 |
| | | 24.40 | 114.30 | 36.6 | 20.6 | | 0.51 |
| | | 25.70 | 160.10 | 52.0 | 16.28 | | 0.54 |
| | 平均 | 25.05 | 137.2 | 44.3 | 18.44 | 117.09 | 0.52 |

本試驗は風速なるべく小なる日を選びて行へるを以て惰走時間中の風壓は惰走速度小なるにより路面抵抗に比し極めて少く第二十五表の如く其 0.2 乃至 2.4% に過ぎず、從て本試驗の如く各種の影響を受け易きものにありては之を除外して考ふるも大差なきが如し。

## 第二十五表

| 路線 | 路面抵抗 kg | 風壓抵抗 kg | 計 kg | 全抗抵に對する風壓抵抗 % |
|---|---|---|---|---|
| 宮城前廣場 | 219.39 | 0.594 | 119.98 | 0.27 |
| 兩國橋通リ | 116.84 | 0.777 | 117.62 | 0.66 |
| 森下町吾妻橋東詰 | 101.60 | 0.433 | 102.33 | 0.42 |
| 陸羽街道 | 87.12 | 0.812 | 87.93 | 0.92 |
| 京濱國道(18.5km/hr) | 66.10 | 1.650 | 67.75 | 2.40 |
| 〃 (26.75 〃) | 69.41 | 0.835 | 70.25 | 1.18 |

路面抵抗に及ぼす路面凹凸係數、路面種類、溫度、速度の影響は次の如し。

I. 路面凹凸係數との關係

路面抵抗は平滑なる路面に於ては速度に關係なく一定なるも凹凸又は間隙ある場合は、速度の二乘に比例して影響を受くるが故に次式によりて表はし得べし。

$$R = A + BV^2$$

A は路面と輪帶とに關係する項にして第四表に示せる數量の函數なり、B 項は衝撃による影響ににして凹凸係數及不連續係數の函數なり、鋪裝工の良否巧拙又は路面維持の狀態は第二項係數Bの量により表はし得べく理想は之を零にするにあり。

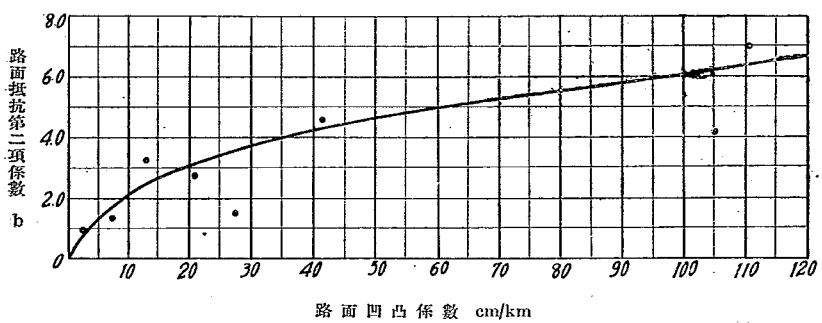
試驗路線につき此式を求むれば第二十六表の如し。

第 二 十 六 表

| 路面種別 | 路線 | A | B $10^{-3}$ |
|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | 明治神宮外苑道路 | 9.84 | 1.04 |
| | 京濱國道(東京府) | 9.90 | 1.39 |
| | 同　(神奈川縣) | 11.80 | 2.82 |
| 木塊鋪裝 | 日比谷大手町通 | 7.78 | 3.36 |
| | 日本橋銀座通 | 10.30 | 1.47 |
| 砂利道 | 本鄕上富士前駕籠町通 | 12.20 | 4.62 |
| | 陸羽街道草加町 | 11.40 | 7.00 |
| | 兩國龜澤町通り | 15.40 | 4.10 |
| | 宮城前廣場道路 | 22.70 | 17.10 |

此式は $R=a+b\times10^{-3}V^2$ の形を有し凹凸係數と $b$ との關係は第十九圖の如し。

第 十 九 圖

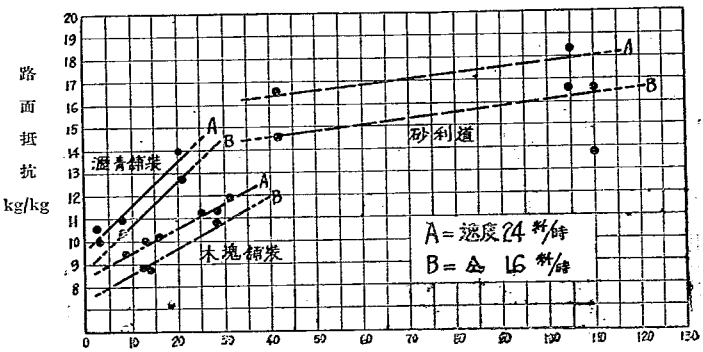



凹凸係數は試驗路線全區間の平均結果を示しその間に局部的障害多きも路面抵抗は區間

中の1局部の成績にして明なる關係を求め得ざるも、只凹凸係數とhとは互に關聯して增減するを知るべし。

路面抵抗と凹凸係數との直接關係は第二十圖の如く鋪裝面に於ては凹凸係數の路面抵抗に及ぼす影響は極めて著しく砂利道に於ては少し。

第二十圖 路面抵抗と凹凸關係數との關係




II. 鋪裝と砂利道との路面低抗

路面種類により平均せる結果は第二十七表の如し。

第二十七表 路面抵抗 (kg/ton)

| 路面種類 | 標準速度 km/hr 8.0 | 16.0 | 24.0 |
|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | |
| 瀝青鋪裝 | 8.96 | 11.10 | 11.78 |
| 木塊鋪裝 | — | 9.83 | 10.68 |
| 混凝土鋪裝 | 6.73 | — | — |
| 平均 | 7.85 | 10.40 | 11.34 |
| 砂利道 | | | |
| 重交通路線 | — | 15.48 | 17.46 |
| 輕交通路線 | — | 21.50 | 25.58 |
| 平均 | — | 17.90 | 21.52 |
| 軌道 | | | |
| 板石、基礎砂利 | — | — | 33.00 |
| 同上 混凝土 | — | 14.84 | 18.44 |

自動車進行中その運動勢力は一部熱ㇾして路面及輪帶に傳はり各材料の彈性率及ポアソンス比を變へ爲めに接觸面積摩擦係數を變ゆるも本試驗に於ては裝置ㇾ時日の不足の爲に未だ之の關係を發見し得ず。

本試驗結果に於ては木塊鋪裝最も少く瀝青鋪裝之に次ぐは、試驗時の溫度 30°C 內外にして瀝青鋪裝に於て此影響を最も受け、從つて表面粘性的特質を帶びたるによる。

III. 軌條抵抗ㇾの比較

本試驗の結果を軌道上の列車抵抗ㇾ比較すれば次の如し。

列車抵抗　$R=2.32+1.53\times10^{-3}V^2$

自動車抵抗　$R=9.80+1.39\times10^{-3}V^2$　瀝青鋪裝

第1項は自動車の場合は列車の場合の 4.22倍に達し第2項は、瀝青鋪裝の如きは、列車の場合ㇾ大差なく、凹凸係數大なる路面に於て著しく大なり。

IV. 惰走勾配

自動車が進行中受くる抵抗は一般に次式により表はし得べし。

$$R=a+bV^2\pm1000\,i+\frac{c}{\gamma}$$

$i$ =勾　配

$\gamma$ =曲線半徑

$a.\ b.\ c.$ 常　數

曲線なき場合自動車の惰走勾配は次式により求め得べし。

$$i=\frac{a+bV^2}{1000}$$

試驗結果より之を求むれば第二十八表の如し。

第二十八表　惰走勾配

| 路面種類 | 標準速度 km/hr | | |
|---|---|---|---|
| 鋪裝 | 8 | 16 | 24 |
| 瀝青鋪裝 | 1：112 | 1：90 | 1：85 |
| 木塊鋪裝 | — | 1：102 | 1：93 |
| 混凝土鋪裝 | 1：148 | — | — |
| 平均 | 1：127 | 1：96 | 1：88 |
| 砂利道 | | | |
| 輕交通路線 | — | 1：63 | 1：57 |
| 重交通路線 | — | 1：46.5 | 1：39 |
| 平均 | — | 1：56 | 1：46.5 |

# 第四章　ガソリン消費量と路面抵抗との關係

試驗結果よりガソリン消費量ミ路面抵抗ミの關係及びガソリン勢力ミ自動車の働ミの關係より機關特性を求むれば次の如し。

## 第九節　ガソリン消費量と路面抵抗

ガソリン消費量測定試驗の際の風壓抵抗を路面抵抗に加へたるものミガソリン消費量ミの關係は第二十九表の如し。

第二十九表

| 路線 | 標準速度 16km/hr 全抵抗 kg | 標準速度 16km/hr ガソリン消費量 ton km/l | 標準速度 24km/hr 全抵抗 kg | 標準速度 24km/hr ガソリン消費量 ton km/l |
|---|---|---|---|---|
| 瀝青鋪裝 | | | | |
| 明治神宮外苑 | 65.95 | 15.42 | 70.82 | 13.91 |
| 京濱國道(東京府) | 68.31 | 15.25 | 73.22 | 15.07 |
| 同　(神奈川縣) | 82.32 | 13.90 | 91.52 | 14.06 |
| 木塊鋪裝 | | | | |
| 大手町——日比谷 | 57.25 | 14.90 | 67.00 | 15.16 |
| 日本橋——銀座通 | 69.20 | 15.72 | 74.11 | 15.80 |
| 砂利道 | | | | |
| 宮城前廣場 | 180.99 | 11.19 | 221.09 | 10.20 |
| 本郷神明町通 | 93.95 | 11.70 | 108.24 | 12.57 |
| 雨園橋通 | — | — | 119.94 | 12.13 |
| 森下町吾妻橋東詰 | 104.73 | — | — | 11.40 |
| 陸羽街道 | — | — | 108.40 | 12.64 |

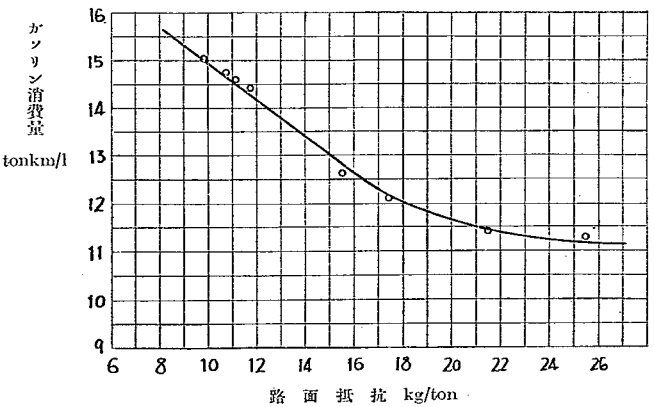
本試驗の如く機關運轉狀態、天候、路線形等の影響を受くる事大なるものにありては、試驗時の風速比較的少き爲、風壓抵抗を除外するも大差なきを以て今路面種別に應じ、その平均結果をあぐれば第三十表、第二十一圖の如し。

第三十表

| 路面種別 | 標準速度 16km/hr ガソリン消費量 ton km/l | 標準速度 16km/hr 路面抵抗 kg/ton | 標準速度 24km/hr ガソリン消費量 ton km/l | 標準速度 24km/hr 路面抵抗 kg/ton |
|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | | |
| 瀝青鋪裝 | 14.58 | 11.10 | 14.41 | 11.78 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 木塊鋪装 | 15.02 | 9.83 | 14.77 | 10.68 |
| 平均 | 14.69 | 10.59 | 14.40 | 11.34 |
| 砂利道 | | | | |
| 輕交通路線 | 11.45 | 21.50 | 11.39 | 25.58 |
| 重交通路線 | 12.65 | 15.48 | 12.09 | 17.46 |
| 平均 | 12.05 | 18.36 | 11.86 | 20.41 |

第二十一圖　路面抵抗とガソリン消費量との關係




路面抵抗と共に機關馬力增加し、馬力の增加に伴ひ熱效率增加し效率極度に近き部分に於ては抵抗の增加に伴ふガソリン消費量の增加少し。

## 第十節　自動車機關ノ特性

本試驗結果より機關の主要特性を求むれば次の如し。

I.　絞弁の開放率とガソリン消費量

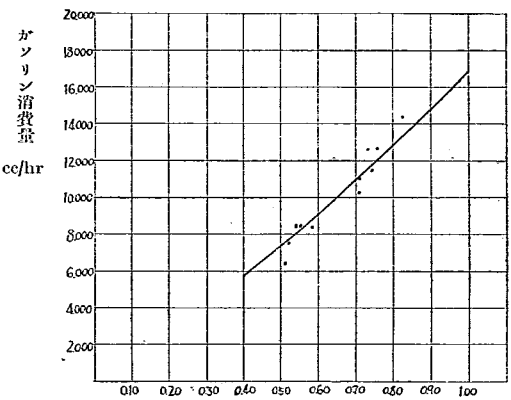
試驗路線に於ける絞弁の開きと、その場合のガソリン消費量 cc/hr とは第三十一表第二十二圖の如し。

第三十一表　絞弁の開きとガソリン消費量

| 路線 | 標準速度 16 km/hr 弁ノ開キ | 16 km/hr ガソリン消費量 cc/hr | 24 km/hr 弁ノ開キ | 24 km/hr ガソリン消費量 cc/hr | 32 km/hr 弁ノ開キ | 32 km/hr ガソリン消費量 cc/hr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 明治神宮外苑道路 | 0.510 | 6,430 | 0.712 | 11,220 | 0.998 | 16,880 |
| 京濱國道（東京府） | 0.519 | 7,060 | 0.712 | 10,350 | — | — |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 同 (神奈川縣) | 0.540 | 8,540 | 0.729 | 12,650 | — | — |
| 日本橋新橋通 | 0.510 | 7,060 | 0.712 | 10,350 | — | — |
| 宮城前廣場道路 | 0.550 | 9,040 | 0.824 | 14,400 | — | — |
| 本鄉神明町通 | 0.544 | 9,000 | 0.670 | 11,400 | — | — |
| 品川大通 | 0.588 | 8,400 | 0.804 | 12,400 | — | — |
| 兩國橋通 | — | — | 0.754 | 12,700 | — | — |
| 靑羽街道 | 0.553 | 8,400 | 0.898 | 14,000 | — | — |

第二十二圖




II. 路面抵抗に對する働、馬力及ガソリン消費量

自動車進行のなす働、馬力及ガソリン消費量の關係を次式より求むれば第二十三圖第三十二表の如し。

$$W=(a+bV^2)\frac{V}{3.6}\times T$$

$$eHP=(a+bV^2)0.37V\times 10^{-2}T$$

$W$=働 $mkg$

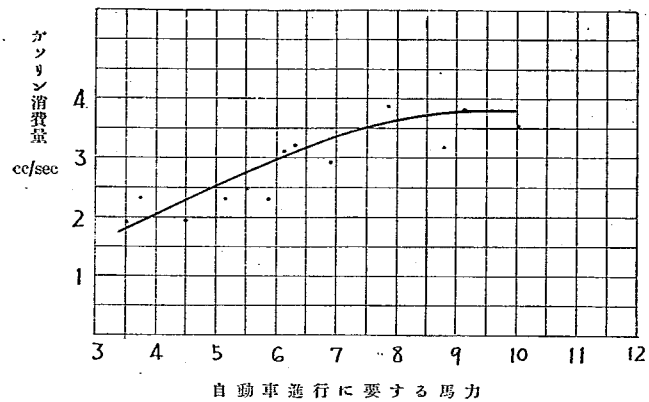
$eHP$=馬力

$V$=速度 $km/hr$

$T$=自動車重量 $ton$

$a.\ b$=常數

第二十三圖　自動車進行に要する馬力とガソリン消費量




III. 熱効率(*thermal efficiency*)

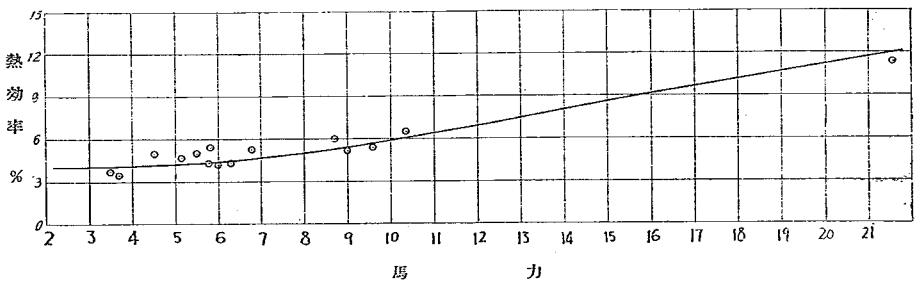
赤貝印ガソリンの發熱量を 19.200 B. T. V とすれば 1l の有する勢力は $33.3\times10^5$ mkg にして自動車が進行する場合になす働とその場合のガソリン量の有する勢力との關係は第三十二表第二十四圖の如し。

第三十二表

| 路線別 | 路面抵抗 kg/ton | 速度 m/sec | 働 mkg/sec | 有効馬力 eHP | ガソリン消費量 cc/sec | 同勢力 mkg/sec | 熱効率 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | | | | | |
| 神宮外苑 | 10.17 | 4.35 | 280.92 | 3.69 | 2.34 | $10^2$ 77.9 | 3.61 |
| | 10.57 | 6.85 | 459.74 | 6.05 | 3.12 | 104.0 | 4.43 |
| 京濱國道(東京府) | 10.41 | 4.71 | 311.34 | 4.09 | 2.12 | 70.6 | 4.41 |
| | 10.93 | 6.86 | 476.12 | 6.26 | 3.19 | 106.4 | 4.48 |
| 同　(神奈川縣) | 12.71 | 4.82 | 389.00 | 5.12 | 2.37 | 78.9 | 4.93 |
| | 13.84 | 7.04 | 618.68 | 8.14 | 3.52 | 117.2 | 5.28 |
| 日比谷大手町 | 8.86 | 4.68 | 263.26 | 3.46 | 1.995 | 65.5 | 4.02 |
| | 10.04 | 6.93 | 441.83 | 5.82 | 2.91 | 96.9 | 4.56 |
| 銀座日本橋通 | 10.79 | 4.97 | 340.55 | 4.48 | 1.96 | 65.2 | 5.22 |
| | 11.32 | 7.18 | 516.13 | 6.80 | 2.88 | 96.0 | 5.38 |
| 平均 | | | | | | | 4.644 |
| 砂利道 | | | | | | | |
| 本郷上富士前 | 14.59 | 4.49 | 415.99 | 5.47 | 2.50 | 83.2 | 5.00 |
| | 16.60 | 6.24 | 659.73 | 8.68 | 3.17 | 105.5 | 6.25 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 宮城前廣場 | 28.40 | 5.15 | 923.75 | 12.20 | 2.51 | 83.5 | 11.13 |
| | 34.55 | 7.49 | 1,643.25 | 21.60 | 4.00 | 133.3 | 12.33 |
| 森下町龜澤町 | 16.00 | 6.74 | 684.78 | 9.00 | 3.81 | 127.0 | 5.38 |
| 兩國橋通 | 18.40 | 6.74 | 787.53 | 10.36 | 3.53 | 117.6 | 6.72 |
| 陸羽街道 | 13.72 | 5.07 | 441.70 | 5.81 | 2.34 | 77.9 | 5.67 |
| | 16.52 | 6.98 | 732.22 | 9.63 | 3.89 | 129.6 | 5.65 |
| 平均 | | | | | | | 7.27 |

第二十四圖　熱　効　率




路面抵抗異るに從ひ機關の所要馬力異り從つて機械能率、及熱効率異り、砂利道に於ては有効馬力 5.5 以上にしてその熱効率 5.0 乃至 13.0% 平均 7.27% となり、鋪裝に於ては 3.5 乃至 8.2 馬力にして熱効率 3.6 乃至 5.4% 平均 4.64% なり、從つて第十八表に示せる鋪裝と砂利道との場合のガソリン消費量の實際的差違を知るべし。

IV. 速度と機關回轉數との關係

ギヤ比より次式を用ひて求むれば第二十五圖の如し。

$$V=\frac{\pi d.\ N\times 60}{1000m}$$

$V$ = 速　度　　$km/hr$

$d$ = 車輪徑　　$m$

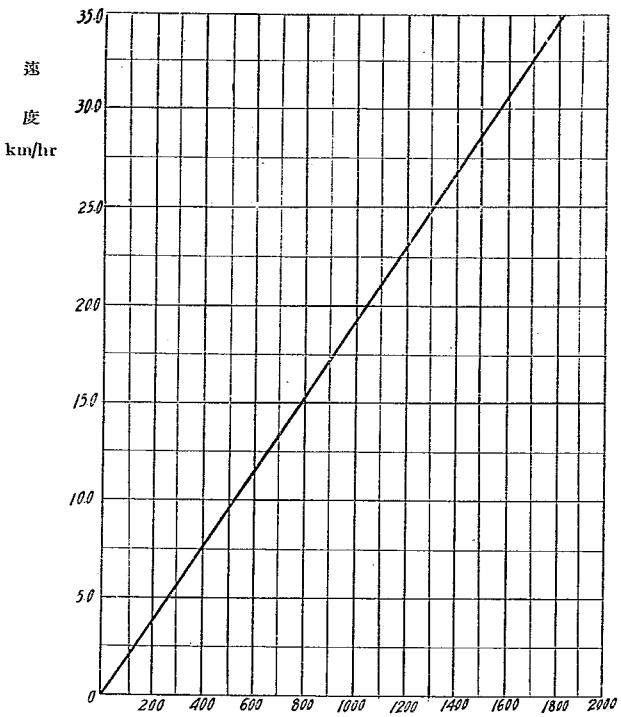
$N$ = 回轉數/分　　$R.\ p.\ m.$

$m$ = ギヤ比

$V=\frac{19.17}{1000}N$　　第一速度

$N=\frac{1000}{19.17}V$　　同

第二十五圖　速度と機關回轉數との關係(變速機第一速度)




V. 混合强度 (mixture strength)

砂利道と鋪裝とに於けるガソリンと空氣との混合割合は次式を用ひて求めたるものは第三十三表の如し。

$$\text{空氣容積 } cc/min = \frac{eN.\ V}{2}$$

$N$＝機關回轉數　$R.\ P.\ M$

$V$＝圓筒總容積　$cm^3$

$e$ ＝0.75

空氣重量＝$1.297 kg/m^3$ $5°.C.$

## 第三十三表

| 路面種別 | 速度 km/hr | 機關回轉數 毎分 R. P. M. | ガソリン消費量 cc/hr | ガソリン消費量 kg/hr | 空氣量 cc/hr | 空氣量 kg/hr | 混合重量% | 強度 容積比 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 鋪裝 | | | | | | | | |
| 瀝青鋪裝 | 17.00 | 886 | 7,395 | 5.43 | ×10⁵ 90.0 | 116.8 | 4.65 | ×10³ 12.2 |
| 木塊鋪裝 | 17.15 | 895 | 7,237 | 5.31 | 90.6 | 117.6 | 4.53 | 12.5 |
| 混凝土鋪裝 | 17.40 | 906 | 7,656 | 5.63 | 92.0 | 119.3 | 4.72 | 12.0 |
| 平均 | 17.08 | 890 | 7,378 | 5.45 | 90.8 | 117.9 | 4.63 | 12.2 |
| 砂利道 | 16.55 | 864 | 8,705 | 6.40 | 87.9 | 113.7 | 5.64 | 10.1 |
| 鋪裝 | | | | | | | | |
| 瀝青鋪裝 | 24.82 | 1,293 | 10,920 | 8.026 | 131.3 | 170.5 | 4.71 | 12.05 |
| 木塊鋪裝 | 25.00 | 1,306 | 11,225 | 8.250 | 132.3 | 171.8 | 4.80 | 11.76 |
| 凝凝土鋪裝 | 24.49 | 1,280 | 10,923 | 8.028 | 129.5 | 168.2 | 4.77 | 11.85 |
| 平均 | 24.84 | 1,300 | 10,929 | 8.101 | 131.03 | 170.16 | 4.76 | 11.83 |
| 砂利道 | 23.80 | 1,243 | 12,733 | 9.360 | 126.0 | 163.5 | 5.73 | 9.90 |

混合強度は標準速度 16*km/hr* の場合、鋪裝 4.63% 砂利道 5.64% にして砂利道 21% 高く、速度 24*km/hr* の場合各々 4.76% 5.73% にして同樣に 20%高し、更に速度に就て考ふるに標準速度 24*km/hr* の場合は 16*km/hr* の場合よりも 2.8% 乃至 1.6% 增加せり。

VI. 平均ブレーキ壓 (mean brake pressure)

混合強度異るに從ひブレーキ壓力を異にす、次式を用ひて之を求めたるものは第三十四表の如し。

$$\text{ブレーキ壓}\quad \eta p=\frac{R.2\pi Tdo}{mC.}$$

$R$ = 路面抵抗 *kg/ton*

$m$ = ギヤ比

$T$ = 自動車重量 *ton*

$C$ = 圓筒總容積 $cm^3$

$d_o$ = 後輪徑 *cm*

## 第三十四表

| 種別 | 標準速度 16km/hr 路面抵抗 kg/ton | 標準速度 16km/hr 有效壓力 kg/cm² | 標準速度 24km/hr 路面抵抗 kg/ton | 標準速度 24km/hr 有效壓力 kg/cm² |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 鋪　裝 | | | | |
| 瀝青鋪裝 | 11.10 | 0.936 | 11.78 | 1.046 |
| 木塊鋪裝 | 9.83 | 0.873 | 10.68 | 0.948 |
| 平　均 | 10.40 | 0.925 | 11.34 | 1.008 |
| 砂利道 | | | | |
| 輕交通路線 | 21.50 | 1.910 | 25.58 | 2.270 |
| 重交通路線 | 15.48 | 1.375 | 17.46 | 1.550 |
| 平　均 | 17.90 | 1.590 | 21.50 | 1.910 |
| 砂利道(最大値) | | | 34.55 | 3.066 |

## 第五章　試驗結果の約說

本試驗は路面の乾燥せる狀態に於て行へるを以て、降雨の際は之と異り、砂利道に於ては路面に無數の小窪を有し且つ泥濘を以て覆はれ鋪裝に比して路面抵抗凹凸係數及ガソリン消費量著しく增加し經濟的價値を低下する事大なりと考へらるゝも、今本試驗結果を約言すれば次の如し。

1. 試驗自動車

後車輪は積載臺中心の直下にあるが故に前車輪に加はる荷重の影響は極めて少く、荷重の位置によりては肘衝作用により却つて荷重の減少する場合あり、從て前彈條は衝擊を受くるもその變形は常に彈性限界內にあると考へらるゝも後彈條は荷重を積載して車輛の靜止せる場合に已にその限界を超えたり。

輪帶荷重の路面に及ぼす單位壓力は靜止せる場合 13.05kg/cm² に達せり。

2. 路面凹凸係數

路面凹凸係數はガソリン消費量及路面抵抗の大さに影響を及ぼし更に衝擊係數の測定標準ともなるが故に路面の經濟的價値の一の測定と稱し得べし。

鋪裝面は 30cm/km 以下の場合多く、砂利道は 40 乃至 120cm/km の範圍にあり。

鋪裝に於ては瀝青鋪裝最も少く木塊鋪裝之に次ぎ砂利道に於ては交通量に伴いて增加す

3. 衝擊係數

衝擊係數は凡そ速度に比例して增加し、砂利基礎上の板石軌道最も大にして砂利道及剛體鋪裝を有する軌道橫斷の場合之に次ぎ鋪裝に於ては最も少し。

速度 24km/hr の場合の最大値は 0.55 に達し路面に及ぼす輪帶の壓力は 16.23kg/cm²

に及べり。

4. ガソリン消費量

速度及路面によりて異り、速度に於ては 16km/hr の場合最も少く、速度の増加するに伴いて消費量増加す。

路面は凹凸係數及路面抵抗の増加に伴いて消費量増加す。

軌道その他の路上障害物ある路線は鋪裝に於ては砂利道の 81.5% に減ずるも之らの障害物なき場合は 73.0% に減ぜり、而して路面抵抗に對する働に直接要する消費量は前者に於て後者の 52.2% に減少せり。

5. 鋪裝施工を經濟ならする交通量

路面築造費及之に對する金利、路面維持費運搬費の總計を最小ならしむる爲に鋪裝施工を經濟ならする交通量の最小限度は一日一車線（幅 3 m）につき略々 200tonなり、車輛の耐久力及之に伴ふ原價消却費、輪帶費、維持費を考ふれば此數量は更に減少すべきものと考へらる。

6. ブレーキ減速度

ブレーキを用ふる場合の減速度は、1.6$m$/sec$^2$ 乃至 1.1$m$/sec$^2$ の範圍にあり。

7. 路 面 抵 抗

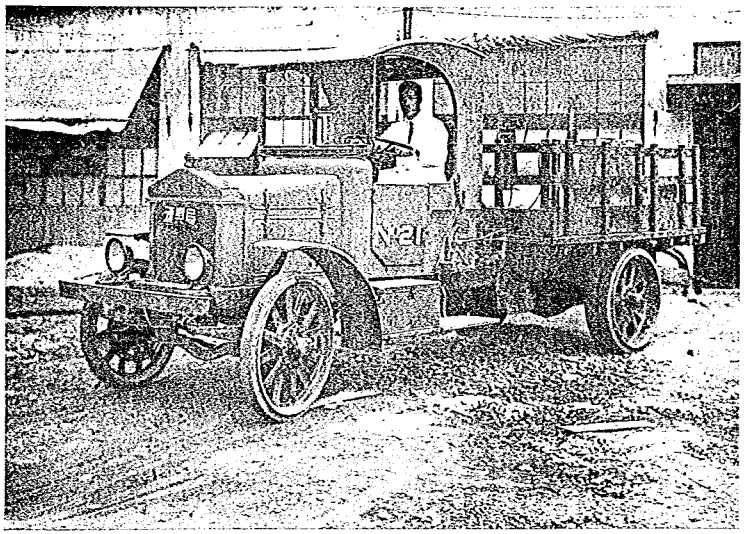
路面抵抗は路面構成材料、凹凸係數及車輛速度に伴いて變化す、路面抵抗の中速度の自乘に比例して増加する部分は凹凸係數に從つて稍著しく増大し、その影響は砂利道に於て最も著しく鋪裝に於て少し。

鋪裝の路面抵抗は砂利道に比して極めて少く後者の 50 乃至 60% に過ぎず、就中木塊鋪裝最も少く瀝青鋪裝之に次ぎ板石鋪裝最も多し。

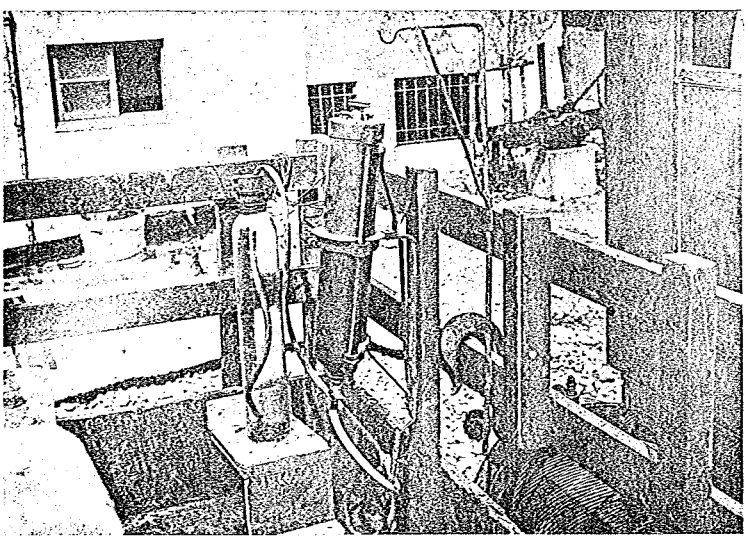
砂利道に於ては地盤軟弱なるもの最も多く重交通路線にして路床よく固締せるもの却つて少し。

8. 自動車機關の特性

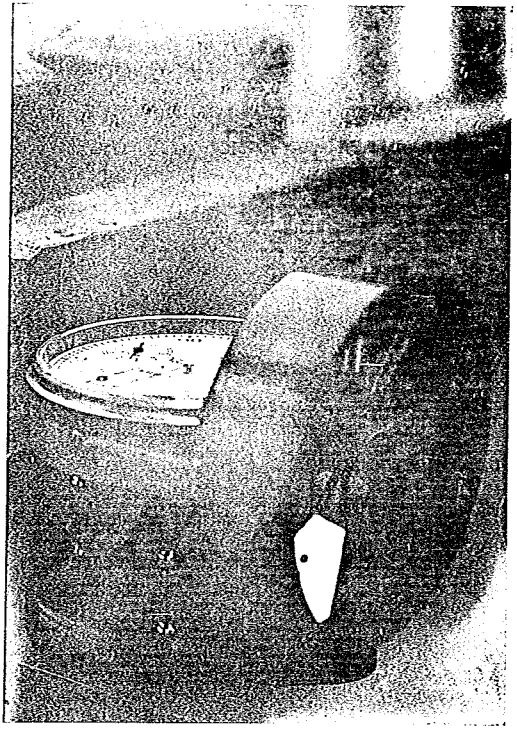
自動車の機關は鋪裝よりも砂利道を運轉する場合に於てその能率高き狀態にあり、ガソリンと空氣との混合比に於て後者は前者よりも20%高く、有效働に對する熱效率も略50%高し。



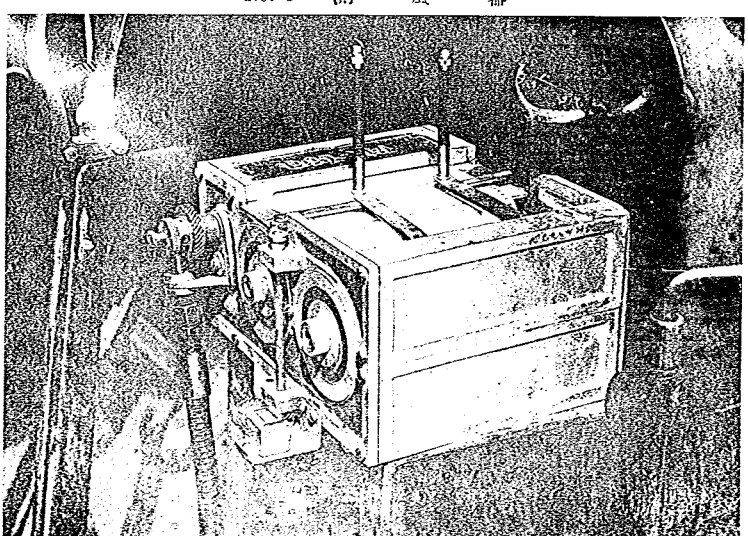
No. 1　試 驗 自 動 車



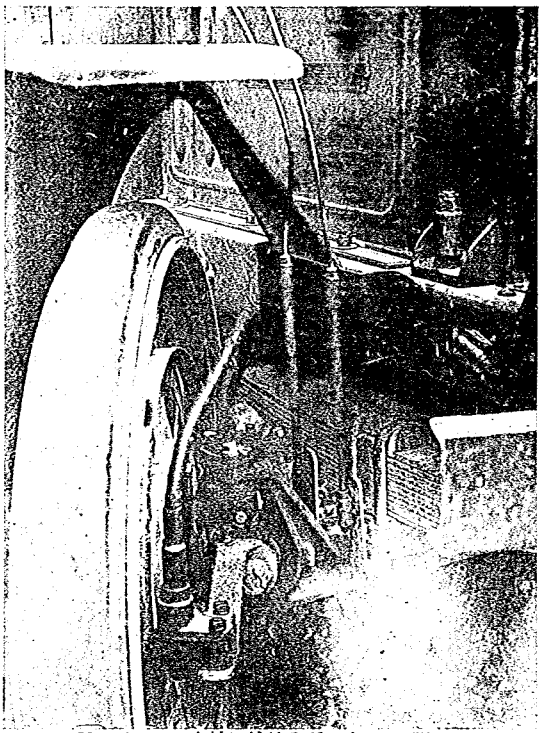
No. 2　積載臺上のガソリン量計



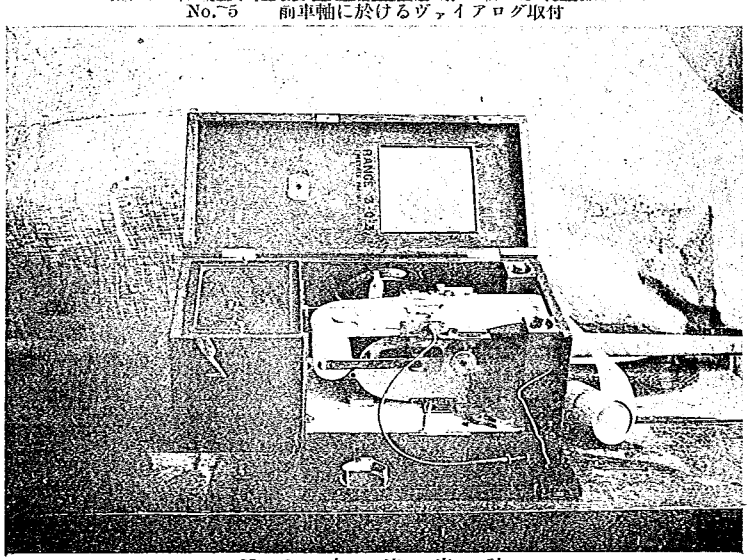
No. 3　測　　風　　器



No. 4　連轉手席のヴァイアログ



No. 5　前車軸に於けるヴァイアログ取付



No. 6　加　速　度　計

# 道路橋振動試驗

内務技師　青　木　楠　男

## 第一章　緒　　言

大正15年12月10日より同12日に至る3日間に亘り、大阪市内淀川小橋、淀川大橋、神崎大橋、灘波橋、端建藏橋、大正橋の6市街橋に就きて、荷重通過に際して生ずる上下振動、横水平振動（橋梁の方向に直角の水平振動）、縱水平振動（橋梁の方向の水平振動）の測定を行へり。

本觀測は橋梁の維持狀態竝びに構造の良否が其撓度或は其振動を觀測することによつて幾分なりとも推察し得べしとの槪念の下に行はれたるものにして、これが解決に至る迄には尙幾多の研究と、多數の觀測とを必要とすべく、本報告は將來各方面に涉つて行はるべき觀測の先驅として行はれたるものゝ報告にして、先づ其振動觀測方法竝びに觀測結果を記述し、更に觀測橋梁中の二、三のものに就きては、觀測振動週期と理論上推定しうる振動週期との比較對照を行ひたり。

振動週期算定に就きては豐田松吉、松村孫治兩氏の助力に俟つところ頗る大なり。

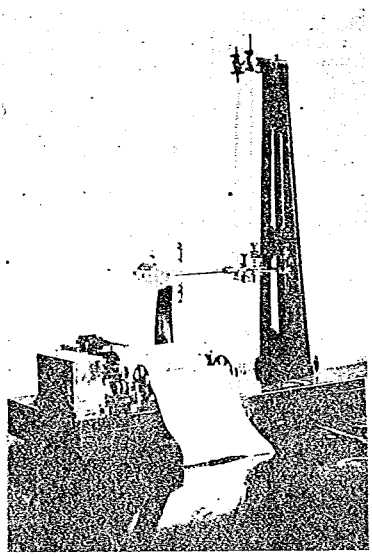
觀測を行ひたる6橋梁中淀川小橋、神崎大橋、端建藏橋、淀川大橋の一部は鋼鈑桁上路橋、淀川大橋の一部は鋼構上路橋、灘波橋は二鉸鋼拱上路橋、大正橋は二鉸鋼拱下路橋にして、各橋共車道中央部に復線電車軌道を有し、左右に步道を備へたり、橋面は鐵筋混凝土床版上に鋪裝を施したるものなり。

## 第二章　觀測用機械

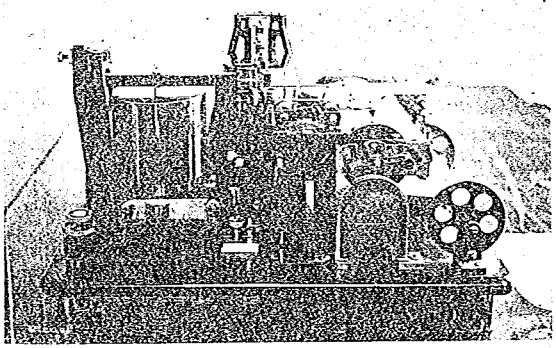
振動測定に用ひたる器械は大森式微動計にして、寫眞第一は上下振動測定に用ひたるもの、寫眞第二は水平振動測定に用ひたるものなり、何れも圓筒上に捲かれたる紙上にインキを以て振動を記錄するものにして、紙とペンとの間の摩擦大なる爲め、極微動を明瞭に記さゞるの缺點あり。觀測の際用ひたる記象の倍率は、上下振動に於て10、水平振動に於て30なりとす。

機械の据付位置は後節に示すが如くにして、該据付位置を挾みて、上下、水平兩測定機を直接橋面上に定置したり、橋面の不陸による傾きは小楔を以て整正し、正しく水平なら

しめたり。



寫眞第一　上下振動測定機



寫眞第二　水平振動測定機

## 第三章　振動測定用荷重

淀川小橋、淀川大橋、神崎大橋の振動測定に當つては、一般通行を一時遮斷して、特定の荷重の通過のみによつて生ずる振動を觀測せるも、難波橋、端建藏橋、大正橋に於ては

行通の遮斷困難なりしため、隨時通過せる荷重につきて觀測を行へるものなるが故に、測定の結果は步行者、自轉車、荷車、其他各種の荷重によつて誘因せられたる振動を示すものなり。

淀川小橋、淀川大橋、神崎大橋に於て使用したる特定荷重次の如し。

**一　貨物自動車**　Kelly-Truck (*Fig* 1. 參照) 總重量 3.4 英噸、積載荷重 1.3 英噸なり。

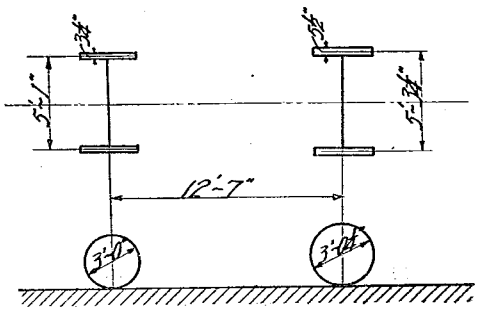



Fig　1.

自動車前後輪に於ける荷重の分布下の如し。

| | 前軸荷重 | 後軸荷重 | 總重量 |
|---|---|---|---|
| 空車の重量 | 3,580#  | 4,060# | 7,640# ≒ 3.4$^{Ton}$ |
| 載荷せる車の重量 | 4,060 | 6,420 | 10,480 ≒ 4.7$^{Ton}$ |

上記の重量は孰れも運轉手の體重を含むものなり。

**二　荷馬車**　一頭立荷馬車 (*Fig*. 2 參照) にして車輛の自重 0.43 英噸、荷重約 1.3 英噸、馬匹重量 0.45 英噸なり、荷重の分布下の如し。

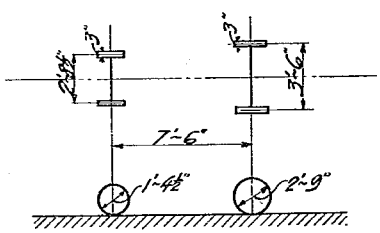



Fig. 2

| | 馬匹重量 | 前軸荷重 | 後軸荷重 | 總重量 |
|---|---|---|---|---|
| 空車の重量 | 1,010# | 400# | 570# | 1,010+ 970 =1,980#(0.89$^{Ton}$) |

載荷せる車の重量　1,010瓩　1,510瓩　2,300瓩　1,010+3,810=4,820瓩 (2.15)Ton

**三　一般荷重**　偶々橋上に來れる車輛の數臺を一團ミなして連續通行せしめたるものにして、主ミして荷馬車又は牛車なり、車體の形狀寸法は第二項に揭げたるものミ大差なく、各車輛の載荷重量の概算を觀測表中に揭げたり。

**四　小學生**　淀川大橋鋼構橋振動測定に當りては附近高等小學校に依賴し、同校高等科一、二學年生102名をして橋上を竝足、馳足並びに足踏を行はしめたり、小學生平均體重約九貫にして行進中の步調次表の如し。

| | 步數 | 時間 | 週期 |
|---|---|---|---|
| 二列並足行進 | 41 | 21sec | 0.51 sec |
| 四列並足行進 | 40 | 19.5 | 0.487 |
| | 39 | 18.25 | 0.47 |
| 四列馳足行進 | 26.5 | 8.2 | 0.31 |
| | 27 | 9.0 | 0.33 |
| 足踏 | — | — | — |

馳足行進に於ける步調は初めに緩に後に急にして上表は其平均を示すものなり。

## 第四章　振動の觀測

**一　淀川小橋**　本橋は鋼鈑桁上路橋にして徑間長 77′~0″、幅員 68′~0″、10′~0″ 間隔に置かれたる 7 列の主鈑桁を有し、之に直角に 23 本の橫桁が 3′~6″ 間隔に配置せられたり、兩側主鈑桁の外側には步道を支ふる爲の長 4′~1½ の突桁を 7′~0″ 間隔に有す。

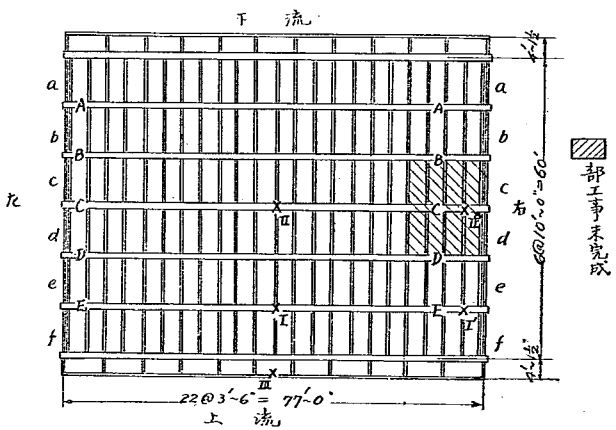



Fig. 3　淀　川　小　橋

第三圖は其構造の概略を示すものにして、斜線を施したる部分は振動觀測の當時、鋪裝未完成なりし部分なり、路床は鐵筋混凝土床版厚 6 in、均混凝土平均厚 $2\frac{1}{2}$ in、路面車道木塊、歩道モルタル鋪裝なり、觀測當時は電車の運轉を開始せず。

振動計据付位置は Fig. 3 に示せる *I, II, III, I', II'*, 等の諸點にして、荷重は各觀測點毎に圖中 *a—a, b—b, c—c, d—d, e—e, f—f*, の如き主桁の中間に位する部分と、*A—A, B—B, C—C, D—D, E—E*, の如き主桁の直上に位する部分とを通過せしめたり。

下記觀測一覽表は多數の記象中にて記錄の明瞭なるものを選び、此等につきて其振幅、週期等を算出せるものなり。

## 淀川小橋振動觀測一覽表

| 振動計据付位置 | 荷重 種類 | 荷重 通過位置 | 荷重 通過距離 ft in | 荷重 通過時間 sec | 荷重 速度 ft/sec | 上下振動 週期 sec | 上下振動 最大振幅 mm | 横水平振動 週期 | 横水平振動 最大振幅 | 縦水平振動 週期 | 縦水平振動 最大振幅 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *I* | *T* | *b–b* | 79–0 | $7\frac{1}{2}$ | 12.2 | 0.142 | 微 | — | 記錄サレズ | — | 記錄サレズ | 通過時間は自動車の前輪入りてより後輪の出づる迄の時間なり |
| | 〃 | *B–B* | 55–0 | $5\frac{1}{5}$ | 11.7 | — | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *c–c* | 55–0 | $8\frac{1}{2}$ | 8.0 | — | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | T＝貨物自動車 |
| | 〃 | *C–C* | 55–$8\frac{1}{2}$ | $8\frac{5}{5}$ | 7.9 | 0.138 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | W＝荷馬車 |
| | 〃 | *d–d* | 55–7 | $9\frac{1}{5}$ | 7.0 | 0.149 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | T.R＝一般行進 |
| | 〃 | *D–D* | 79–0 | 7 | 13.1 | 0.132 | 0.08 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *e–e* | 79–0 | $6\frac{1}{5}$ | 14.1 | 0.150 | 0.07 | — | 〃 | — | 〃 | 附圖第一參照 |
| | 〃 | *E–E* | 20–4 | 5 | 6.6 | 0.154 | 微 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *A–A* | 79–0 | $10\frac{4}{5}$ | 8.0 | 0.134<br>0.167 | 0.08 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *b–b* | 79–0 | $12\frac{1}{5}$ | 6.9 | 0.141 | 0.05 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *B–B* | 79–0 | $12\frac{1}{5}$ | 7.1 | 0.138 | 微 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *c–c* | — | $14\frac{1}{5}$ | | 0.147 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *D–D* | 79–0 | $14\frac{4}{5}$ | 5.9 | 0.157<br>0.148 | 0.15 | — | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | *e–e* | 79–0 | $12\frac{1}{2}$ | 6.9 | 0.154<br>0.15 | 0.12 | — | 〃 | — | 〃 | 附圖第一參照 |
| | 〃 | *I–E* | 24–7 | 11 | 2.9 | 0.158<br>0.145 | 0.11 | — | 〃 | — | 〃 | |
| *I'* | *W* | *A–A* | 79–0 | $13\frac{1}{5}$ | 6.3 | — | 記錄サレズ | — | ※1 | — | 〃 | ※1 時々不規則なる微動あり |
| | 〃 | *b–b* | 79–0 | $13\frac{1}{5}$ | 6.3 | — | 〃 | — | ※1 | — | 〃 | |
| | 〃 | *B–B* | 79–0 | $13\frac{4}{5}$ | 6.3 | — | 微 | — | 記錄サレズ | — | 〃 | |
| | 〃 | *D–D* | 79–0 | $13\frac{2}{5}$ | 6.5 | — | 〃 | — | ※1 | — | 〃 | |
| | 〃 | *e–e* | 79–0 | $14\frac{4}{5}$ | 5.9 | 0.149 | 〃 | — | ※1 | — | 〃 | |
| | 〃 | *E–E* | 60–0 | $11\frac{2}{5}$ | 5.9 | — | 〃 | — | ※1 | — | 〃 | |
| *II* | *T.R*※2 | *B–B* | — | — | — | 0.138<br>0.141 | 0.06 | 0.12 | 微 | — | 〃 | ※2 荷馬車3臺重量. 270貫, 400貫, 400貫 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *I* | 〃 | *B-B* | — | — | — | 0.138<br>0.146 | 0.1 | — | 記錄サレズ | — | ±1 | 附圖第一參照 |
| *III* | *W* | *f-f* | 78-0 | 13 3/8 | 6.5 | 0.141<br>0.147 | 0.5 | 0.151 | 微 | — | ±1 | 〃 |
| | 〃 | *E-E* | 79-0 | 15 | 5.8 | 0.142<br>0.147 | 0.38 | 0.155 | 〃 | — | ±1 | 〃 |
| | 〃 | *e-e* | 79-0 | 14 3/8 | 6 | 0.141<br>0.145 | 0.5 | 0.148 | 〃 | — | ±1 | 〃 |

附圖第一は本橋の振動記象の一部にして凹凸線は時刻を示し其の一凹一凸は一秒に相等す。

**二 淀川大橋**（鋼構橋） 本橋は鋼構上路橋にして其徑間長 105′~0″ 幅員 68′~0″ なり、20′~0″ 間隔に置かれたる 4 列の主鋼構に 11 行の橫桁を配し、各主構間には 5 列の縱桁を置きたり、兩側主鋼構外側に步道用の突桁を付したること、淀川小橋に同じ、路床の構造も亦之に同じ。*Fig* 4 は本橋床構造の大略を示すものなり。

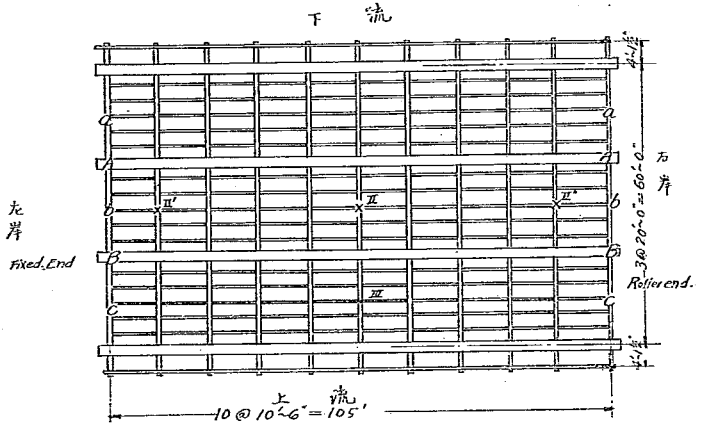



Fig. 4 淀川大橋鋼構橋

## 淀川大橋鋼構橋振動觀測一覽表

| 振動計据付位置 | 荷重 種類 | 通過位置 | 通過距離 ft in | 通過時間 sec | 速度 ft/sec | 上下振動 週期 | 上下振動 最大振幅 mm | 橫水平振動 週期 | 橫水平振動 最大振幅 | 縱水平振動 週期 | 縱水平振動 最大振幅 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *II′* | *W* | *a-a* | 105-0 | 19 1/5 | 5.9 | 0.176<br>0.186 | 微 | — | 極微 | — | 記錄サレズ | T=貨物自動車 |
| | 〃 | *A-A* | 105-0 | 18 1/5 | 6.2 | 0.162<br>0.183 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | W=荷馬車 |
| *II* | *W* | *a-a* | 105-0 | 18 3/8 | 6.0 | 0.173<br>0.206 | 0.06 | .372 | 0.02 | — | 〃 | T.R=一般行通 |
| | 〃 | *A-A* | 105-0 | 19 1/2 | 5.8 | 0.208<br>0.190 | 0.06 | .386 | 0.012 | — | 〃 | |
| | 〃 | *b-b* | 38-10 | 7 3/5 | 5.1 | — | 微 | .356 | 微 | — | 〃 | |
| *II″* | *W* | *a-a* | 105-0 | 17 3/4 | 6.3 | — | 〃 | — | 〃 | 0.07 | 極微 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 〃 | A-A | 105-0 | 19 | 5.9 | — | 微 | — | 微 | 0.07 | 極微 | |
| | 〃 | b-b | 80-8 | 15⅔ | 5.1 | — | 〃 | — | 〃 | 0.07 | 〃 | |
| III | W | a-a | 105-0 | 19⅕ | 5.7 | 0.177<br>0.179 | 0.06 | — | 〃 | — | 〃 | 附圖第三參照 |
| | 〃 | A-A | 105-0 | 19.2 | 5.9 | 0.188<br>0.193 | 0.03 | — | 〃 | 0.07 | 〃 | |
| | 〃 | b-b | 105-0 | 18.8 | 6.0 | 0.155 | 微 | — | 〃 | 0.068 | 〃 | |
| | 〃 | B-B | 105-0 | 19.6 | 5.7 | 0.141<br>0.163 | 〃 | — | 〃 | 0.08 | 〃 | |
| | 〃 | c-c | 38-8 | 9.4 | — | 0.154<br>0.183 | 〃 | — | 〃 | 0.07 | 〃 | |
| II | 小學生 | a-a | 105-0 | 21.0 | 5 | 0.462<br>0.495 | 0.04 | — | 〃 | 0.46 | 微 | 二列並足行進 |
| | 〃 | a-a | 105-0 | 19.5 | 5.4 | 0.457<br>0.484 | 0.06 | — | 〃 | 0.45 | 〃 | 四列並足行進 |
| | 〃 | a-a | 105-0 | 8.2 | 10.0 | 0.273<br>0.298 | 0.25 | — | 〃 | — | 〃 | 四列驅足行進<br>附圖第三參照 |
| | 〃 | A-A | 105-0 | 18.2 | 5.7 | 0.42<br>0.456 | 0 2 | — | 〃 | — | 〃 | 四列並足行進<br>附圖第三參照 |
| | 〃 | A-A | 105-0 | 9 | 9.4 | 0.282<br>0.296 | 0.26 | — | 〃 | — | 〃 | 四列驅足行進<br>附圖第三參照 |
| | 〃 | b | | | | 0.612 | 微 | — | 〃 | — | 〃 | 四列足踏 始め |
| | | | | | | 0.556 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 四分ノ一附近 |
| | | | | | | 0.522 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 中頃 |
| | | | | | | 0.518 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 四分ノ三附近 |
| | | | | | | 0.402 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 終り |
| | | | | | | 0.216 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 足踏中止後 |

附圖第三は記象中の主なるものを掲げたり。

**三 淀川大橋**（鋼鈑桁橋） 本橋は徑間長 70′～0″ にして構造淀川小橋と大差なし、觀測は橋梁の中心に於て行へり。

淀川大橋(鋼鈑桁橋)振動觀測一覽表

| 振動計据付位置 | 荷重 種類 | 通過位置 | 通過距離 | 通過時間 | 速度 ft/sec | 上下振動 週期 | 最大振幅 | 横水平振動 週期 | 最大振幅 | 縦水平振動 週期 | 最大振幅 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | TR | b-b | — | — | — | 0.100<br>0.139 | 微 | — | 微不規則 | — | 極微 | 荷馬車5臺<br>各350貫 |
| | 〃 | E-E | — | — | — | 0.152<br>0.143 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 荷馬車4臺<br>各300貫 |
| | 〃 | A-A | — | — | — | 0.161<br>0.153 | 〃 | — | 〃 | — | 〃 | 荷馬車牛車8臺<br>450貫2臺 280貫6臺 |

**四 神崎大橋** 本橋は鋼鈑上路桁にして徑間長 57′～0″ 其構造淀川小橋と大差なし、Fig 5 は構造の概略を示すものなり。

神崎大橋振動觀測一覽表

| 振動計据付位置 | 荷重 種類 | 通過位置 | 通過距離 ft in | 通過時間 | 速度 ft/sec | 上下振動 週期 | 最大振幅 mm | 横水平振動 週期 | 最大振動 | 縦水平振動 週期 | 最大振幅 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I′ | W | b-b | 58-0 | 12.6 | 5.2 | 0.127 | 微 | — | 記錄サレズ | — | 記錄サレズ | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 〃 | A–A | 39–8 | 10 | 4.7 | 0.127 | 微 | — | 微不規則 | .136 | 極微 | |
| | 〃 | b–b | 58–0 | 12 | 5.5 | 0.133 | 〃 | — | 〃 | .139 | 〃 | |
| I | W | b–b | 58–0 | 12.4 | 5.3 | 0.136<br>0.134 | 0.12 | — | 〃 | — | 〃 | 附圖第二參照 |
| | 〃 | A–A | 15–9 | 6 | 3.9 | 0.125<br>0.131 | 微 | — | 〃 | — | 〃 | |
| III | W | a–a | 58–0 | 12 | 5.5 | 0.132<br>0.128 | 0.47 | 0.144 | 0.06 | — | 微不規則 | 附圖第二參照 |
| | 〃 | A–A | 58–0 | — | — | 0.115<br>0.125 | 0.28 | — | 記錄サレズ | — | 記錄サレズ | |
| | 〃 | A–A | 58–0 | 11.6 | 5.7 | 0.120<br>0.139 | 0.28 | 0.133 | 微 | — | 微不規則 | |
| | 〃 | b–b | 58–0 | 12 | 5.5 | 0.128<br>0.144 | 0.2 | 0.138 | 〃 | — | 〃 | |
| | 〃 | A–A | 58–0 | 4.2 | 15.6 | 0.142<br>0.133 | 0.44 | 0.133 | 〃 | — | 〃 | 荷馬車驅走<br>附圖第二參照 |

附圖第二は本橋の觀測記象の一部を示す。

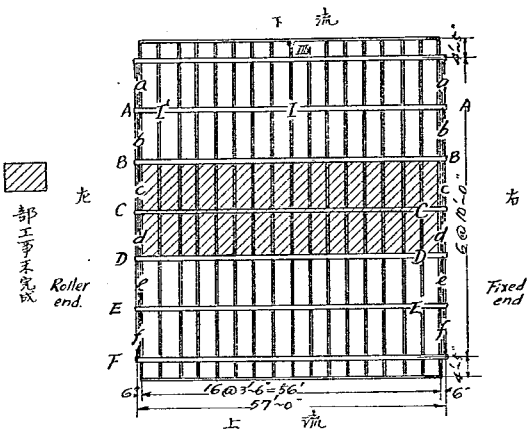



Fig. 5 神崎大橋

**五 灘波橋** 本橋は二鉸鋼拱橋にして觀測は堂島側三主徑間中の中央のものについて行ひたり、徑間長 72′～0″, 幅員 74′～0″, 拱矢 8′～0″ にして 20 列の拱肋を有す、機械据付位置は徑間の中央にして上流側人道緣石より 5 尺距りたる車道上の一點なり。

觀測に際しては行進を遮斷せざりしが故に各種の荷重の通過中に於ける振動を測定したるものなり、觀測一覽表中荷重種類欄に示せるものは、表示の振動を示せる際に機械の位置を通過せる荷重を意味するものなり、表中下の略號を用ひたり。

*E*：電車, *P*：步行者, *H*：荷車, *W′*：荷馬車。

*N. S.* 電車が機械に近き側の軌道を通過せるを示す。

*F. S.* 電車が機械ニ反對側の軌道を通過せるを示す。

## 灘波橋振動觀測一覽表

| 觀番 | 荷重 | | | | | 上下振動 | | 横水平振動 | | 縦水平振動 | | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 測號 | 種類 | 通過位置 | 通過距離 | 通過時間 | 速度 ft/sec | 週期 | 最大振幅 mm | 週期 | 最大振幅 | 週期 | 最大振幅 | |
| 1 | E | N.S | | | | ※1 | 0.32 | ※1 | 0.167 | — | 不規則 | ※1電車の通過による振動は相當大なる振幅を示せるも附圖第四に示す如く振動記象、不鮮明にして週期を推斷し難し |
| 2 | P | | | | | 0.109 | 微 | 0.07 | — | — | 記錄サレズ | |
| 3 | E | N.S | | | | ※1 | 0.34 | ※1 | 0.133 | — | 〃 | |
| 4 | W′ | F.S | | | | 0.138 | 微 | — | 記錄サレズ | — | 〃 | |
| 5 | E | N.S | | | | ※1 | 0.28 | ※1 | 0.19 | — | 〃 | 附圖第四參照 |

附圖第四は本橋の上下並に水平振動の記象の一部なり。

**六　端建藏橋**　本橋は5徑間鋼鈑桁上路橋にして觀測は中央徑間につきて行へり、徑間長 58′～6″, 幅員 65′～6″. 9 列の鋼桁を有す、觀測方法、觀測位置其他灘波橋に同じ。

## 端建藏橋振動觀測一覽表

| 觀測 | 荷重 | | | | | 上下振動 | | 横水平振動 | | 縦水平振動 | | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番號 | 種類 | 通過位置 | 通過距離 | 通過時間 | 速度 ft/sec | 週期 | 最大振動 mm | 週期 | 最大振幅 | 週期 | 最大振動 | |
| 1 | H | | | | | 0.152 | 0.12 | — | 記錄サレズ | — | 記錄サレズ | |
| 2 | H | | | | | 0.179 | 0.22 | — | 〃 | — | 〃 | |
| 3 | W′ | | | | | 0.147 | 0.2 | — | 〃 | — | 〃 | |
| 4 | E | F.S | | | | — | 0.25 | 0.097 | 0.07 | — | 〃 | 附圖第四參照 |
| 5 | W′ | | | | | 0.125 | 微 | — | 記錄サレズ | — | 〃 | 附圖第四參照 |
| 6 | E | N.S | | | | — | 0.28 | 0.079 | 0.10 | — | 〃 | |
| 7 | E | F.S | | | | — | — | — | 0.07 | — | 〃 | |
| 8 | W′ | | | | | 0.161 | 0.12 | — | 記錄サレズ | — | 〃 | |
| 9 | P | | | | | 0.157 | 0.16 | — | — | — | 〃 | |
| 10 | P | | | | | 0.165 | 0.10 | — | — | — | 〃 | |
| 11 | E | F.S | | | | — | 0.44 | 0.09 | 0.07 | — | 〃 | |
| 12 | E | F.S | | | | — | 0.40 | 0.08 | 0.078 | — | 〃 | |
| 13 | E | N.S | | | | — | 0.28 | — | 0.05 | — | 〃 | |
| 14 | P | | | | | 0.152 | — | — | 記錄サレズ | — | 〃 | |

附圖第四は本橋振動記象の一部なり。

**七　大正橋**　本橋は二鈑鋼拱下路橋にして橋床は二列の主鋼拱にさりつけられたる吊材によつて支持せられたり、徑間 294′～0″, 拱矢 50′～0″, 車道幅員 45′～0″ にして歩道は吊材の外側に設けられ幅員12′～0″ なり、觀測は徑間の中央にて上流側吊材の直下に

て行へり。

大正橋振動觀測一覽表

| 觀測番號 | 荷重 種類 | 通過位置 | 通過車輛 | 通過時間 | 速度 ft/sec | 上下振動 週期 sec | 上下振動 最大振幅 mm | 横平水振動 週期 | 横平水振動 最大振幅 | 縱水平振動 週期 | 縱水平振動 最大振幅 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | | | | | 0.5 | 0.53 | — | — | — | 記錄サレズ | |
| 2 | W' | | | | | 0.45 | 1.02 | — | — | — | 〃 | 附圖第五參照 |
| 3 | W' | | | | | 0.51 | 0.7 | 0.39 | 0.22 | — | 〃 | |
| 4 | W' | | | | | 0.51 | 1.04 | 0.38 | 0.22 | — | 〃 | 附圖第五參照 |
| 5 | P | | | | | 0.52 | — | 0.38 | — | — | 〃 | |
| 6 | E | | | | | — | — | 0.39 | 0.18 | — | 〃 | |
| 7 | P | | | | | — | — | 0.36 | 0.14 | 0.386 | — | |
| 8 | P | | | | | 0.51 | 0.27 | — | 0.15 | — | 〃 | |
| 9 | P | | | | | 0.5 | 0.60 | 0.38 | — | — | 〃 | |
| 10 | W' | | | | | — | — | 0.38 | 0.147 | 0.28 | — | |
| 11 | E | | | | | 0.5 | 0.88 | 0.37 | 0.20 | — | 記錄サレズ | |
| 12 | E | | | | | 0.46 | ※ 1.52 | 0.39 | 0.14 | — | 〃 | ※ Deflectionの量を含めるが故に稍過大に表はれたり |
| 13 | W' | | | | | — | — | 0.39 | 0.31 | — | 〃 | 附圖第五參照 |
| 14 | | | | | | 0.49 | 0.40 | 0.37 | 0.09 | 0.308 | — | |

附圖第五は本橋振動記象の一部なり。

## 第五章　觀測の結果に對する考察

**淀川小橋、淀川大橋鋼鈑桁橋、神崎大橋の上下振動**　三橋共に類似の構造を有し、其主桁中兩側のもの最も小なる斷面積を有し、其中側に位するもの斷面稍大にして、中央の軌道下に位するもの最大の斷面を有す、從つて各主桁が各々異なりたる固有振動週期を有するや明かなり、故に既述の如き觀測點にて行へる記錄が如何なる合成振動を示すものなるや甚だ疑問なりとす。もし主桁間の横綾構、對斜綾構、床版等による連結が極めて剛なりとせば、橋梁は一體として振動をなすべく、もし連結柔なりとせば、各主桁は單獨なる振動をなすべし、觀測の結果を檢するに觀測點に於て示せる週期の差異が相等に廣き範圍にあるが爲稍明瞭ならざる點ありと雖も之を綜合的に見て、觀測點毎に振動週期に多少相異あるを認む。從つて、橋梁は一團となつて振動しつゝあるものに非ずして、各主桁は其特有の固有振動週期によらざる迄も、稍之に近き個々の振動をなしつゝあるものと看做しうべし、この問題は橋梁上の多數の點につき同時觀測を行ふことにより解決しう

べきも、多數の振動計を要する爲未だ其機會なきを遺憾とするものなり。

觀測位置の異動による週期の變化を考へず、總體的に見るに車道に於ける上下振動週期は淀川小橋 0.132～0.158 sec、淀川大橋 0.100～0.161 sec、神崎大橋 0.125～0.136 sec にして大體徑間長の順位に變化せり。上下振動の振幅は荷重の種類により大なる變化ありて、各橋とも荷馬車によつて最大振幅を示し、淀川小橋に於て 0.15 mm、神崎大橋 0.12 mm なり、振幅の大さは振動計のペンと紙との間の摩擦によつて妨げらるゝこと大なるが故に實動より稍小なるものを記錄せるものと考へざるべからず。

而して貨物自動車と荷馬車とを比較して其重量が 2.2:1.0 なるにかゝわらず、これによつて生ずる振動振幅が後者によるもの遙かに大なる原因につきて考ふるに、前者は車輪に完全なる彈條を有し木塊鋪裝路面の不陸による衝撃を緩和しうるに對し、後者は之を有せざることが幾分之に影響を與ふるに非らざるか、又更に大なる原因をなすべしと看做さるるは牽引馬匹の步調なり、卽ち其步調が普通 1.4 sec 內外にして此間に 4 回の衝撃を與ふるが故に其衝撃週期 0.35 sec 內外となり、橋梁振動週期の倍數に近似せるが爲に衝撃と固有振動が共鳴作用をなすに非らざるかの疑ひあり、この問題につきては牛又は馬の單獨通過によつて生ずる影響を調ふることにより概略の推定をなしうべきも、未だ其機會を得ず。

淀川小橋及び神崎大橋に於ては徑間中央の步道突桁上に於て振動の觀測を行ひたり附圖第一及第二はこの記象を示すものなるが其平均週期、淀川小橋に於て約 0.144sec、神崎大橋に於て約 0.133sec、最大振幅、前者に於て 0.5mm、後者に於て 0.47mm なり、此等の振動は車道上を通過せる荷馬車によつて誘起せられたるものにして、其週期は車道上に於て觀測せるものと大體一致せり。而して其振幅は週期的に消長し最大 0.5mm に達す、この振動の消長を記象上より按ずるに、二振動の干涉の結果によつて生ずるものなるべしと推斷せらるゝなり。卽ち步道突桁は主桁と一團となりて振動しつゝ更に自個固有の振動をなしつゝあるに非ざるか。本問題ば極めて興味ある事實にして相當の考究を要する問題なりと思考す。本橋步道突桁完成後（觀測當時は突桁を貫通して敷設せらるべき鐵管の取付けを了しおらず）振動が如何に變化せるや、又電車運轉の影響如何なりしや次回の觀測によらざれば不明なるも、もし此種構造に於て上記の如き關係より橋の一局部に大なる振動を生ずる場合ありとせば、充分の注意を拂はざるべからざる問題なりとす。

**淀川大橋鋼構橋の上下振動**　本橋は四列の鋼構を有し、外側の二列は內側のものに比し部材斷面小なり、觀測は中央二鋼構の中間と、上流側二鋼構の中間に於て行ひたり、觀測點の振動が橫桁並びに橋床版の固有振動に左右せらるゝこと少なしとすれば、觀測點 *II* に於けるものは中央主構の振動を示すものと見做して大過なかるべし、觀測點 *III* のものは中央並に側主桁の影響をうけたるものなることも明かなり。

本橋に於ける振動觀測の結果を見るに荷馬車によつて生じたる振動は總體的に 0,141～0.208 sec の週期を示し、前記鋼鈑橋に比し、稍緩なり、而して II 乃至 III 乃に於ける週期を比較するに前者に於て緩にして 0.162～0.208sec 後者に於て急にして 0.141～0.193sec なり、この關係は後章にて示せる理論的に算出せる週期と一致せり。

小學兒童の通過によつて生ぜし振動は荷馬車によつて生ぜしものと甚しく趣きを異にす卽ち並足行進に於て週期 0.42～0.495 sec 馳走行進に於て 0.273～0.298 sec、足踏に於て 0.402～0.612secなり、是等の週期を第三章に示せる小學兒童の步調に比較するに甚しく近似せるを認むると同時に附圖三に示せる記象によつて明かなるが如く波形が主なる峯の外に第二の峯を有する點より考察して、この振動は小學兒童の行進步調によつて誘起せられたる强制振動にして記象の示せる結果は橋の固有週期を與ふるものに非らざるなり。この事實は兒童の足踏によつて生じたる振動の週期が足踏中止と共に漸次短縮し遂に 0 216 sec 卽ち荷馬車によつて生じたるものと大差なき程度に達せる事によりても推斷しうるなり。

**灘波橋、端建藏橋、大正橋の上下振動**　各橋とも電車の通過によつて最も著しき振動を示し其振幅灘波橋にて 0.34mm、端建藏橋にて 0.44mm、大正橋にて 1.52mmに達せるも其振動極めて激しき爲微動計のペン先甚しく振動し、爲に記象劃調子にて其週期を精確に算出するこを得ざりしを遺憾とす、步行者又は荷馬車、自動車等の行過に際して生じたる振動週期は灘波橋 0.109～0.138sec、端建藏橋 0.125～0.179sec、大正橋 0.45～0.52 sec、なり、灘波橋が其徑間長より見て既述の諸鋼鈑桁橋に比して週期の短きは本橋が鋼拱橋なるに起因すべく、端建藏橋の週期は淀川小橋其他のものと大差なきは其構造並びに徑間が似寄りのものなる點より首肯せらるゝ處なりとす、大正橋の振動は其振幅に於ても其週期に於ても、他の諸橋梁と著しき相異を認むるものなるが、これ同橋が他のものと全く其構造を異にし、下路橋にして徑間長大に、比較的高さ小なる構拱肋より長き吊材を以て橋床を吊り下げおるに起因するものなるべし。

**各橋の水平振動**　各橋共車道に於て著しき水平振動を示せるものなし、殊に縱水平振動は全く之を認むるここを得ず、僅かに淀川大橋の轅子端附近 II″ と外側主桁に近き III にて觀測せる場合に微動を認めたるのみなり、此場合の週期 0.07 sec なり。

橫水平振動も著しきものなしと雖も、稍大なるものを擧ぐれば淀川小橋、並びに神崎大橋步道上のもの、灘波橋、端建藏橋に於けるもの、大正橋に於けるもの等なり。

淀川小橋、神崎大橋步道突桁上の橫水平振動は週期前者に於て約 0.15 sec 後者に於て約 0.135 sec なり、振幅は上下振動の場合と同樣に規則的に消長せるを見るも其量極めて小なり。

灘波橋、端建藏橋に於けるものは其週期前者にて 約 0.07sec 後者にて約 0.08sec なり、

孰れも電車の通過に當つて生じたるものなるが、其振幅前者に於て大にして 0.19 mm に達し後者に於ては 0.1mm にすぎず、これ前者が拱橋にして後者が鈑桁橋なるに基因するものなるべし。

大正橋に於ける横水平振動は稍大にして振幅 0.31mm に及び週期約 0.38sec なり。

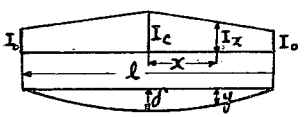
## 第六章　理論上より見たる諸橋の振動週期

**週期算出に用ひたる公式**　上記の實測の結果を理論的に求め得らるゝ振動週期と比較せんが爲に淀川小橋、淀川大橋、神崎大橋の諸橋に對し、週期の算出をなしたり。

橋桁の振動に關する理論的研究をなし週期算出法を與へたるもの S. W. Robinson 氏外數氏ありと雖も、其多くは桁の各部に於ける重量、慣性能率等の變化を無視したるため、其算出結果が實測の結果と一致せず。又米國鐵道協會の發表せるものに於ては桁の撓みの計算又は實測を必要とするの不便あり、依つて本計算に於ては「土木學會誌第十卷第一號」に於て發表せられたる工學博士物部長穂氏の振動公式を用ひたり。

同公式に於ては桁の各區分は單一振動をなし、勢力が長さの方向に移動することなきものと假定せり。

鈑桁に對して




Fg6

$l$ ＝橋の有効經間(ft)

$w$＝單位長に對する等布死荷重(lb)

$p$＝單位長に對する等布活荷重(lb)

$Ic$＝桁の中央に於ける慣性能率、

$Io$＝桁の端に於ける慣性能率、

とする時振動週期 $T$ は

$$T=cl^2\sqrt{\frac{w+p}{Ic}} \quad \cdots\cdots(1)$$

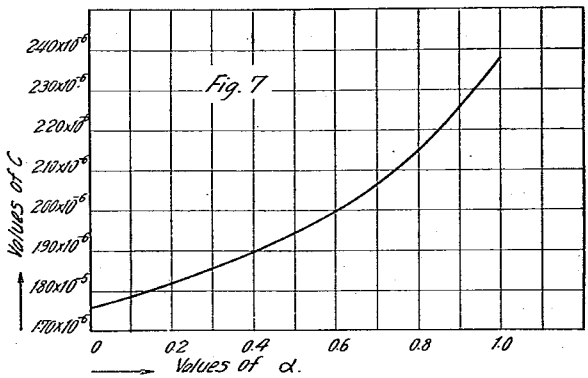
こゝに $$c=\sqrt{\frac{4\pi^2}{8gE}\cdot\frac{\int_o^{\frac{l}{2}}\eta^2 dx}{\int_o^{\frac{l}{2}}\eta dx}}$$

$$\eta=\int_o^{\frac{l}{2}}\frac{dx}{l}\int_o^{\frac{l}{2}}\frac{\left\{1-\left(\frac{2x}{l}\right)^2\right\}}{1-\alpha\frac{2x}{l}}\cdot\frac{dx}{l}$$

$$\alpha=1-\frac{Io}{Ic}$$

(1) 式の算出に對して鈑桁の慣性能率は端に於ける $Io$ より中央に於ける $Ic$ まで直線

的に變化するものゝ假定し、定數 $C$ の値は $\alpha$ の値の變化に對し Fig 7 の如き値を有す（但 $E=30\times10^6\times144$ lb/□′ とす）




構橋に對しては　　$Ib$＝端より第一番目の格點に於ける慣性能率、

$n$ ＝格間數

其他桁桁に同じ

とする時、振動週期 $T$ は

$$T=cl^2\sqrt{\frac{w+p}{Ic}} \quad \cdots\cdots (2)$$

こゝに $c$ は構橋に於ける慣性能率の變化を

$$I=ax^b$$

なりと假定したる場合の $b$ によつて定まる係數にして

$$b=\frac{\log\frac{Ic}{Ib}}{\log\frac{n}{2}}$$

にて與へらるゝ $b$ の値に對し次表の如き數値を有す、（$E=30\times10^6\times144$lb/□′ とす）

| $b$ の値 | 1.0 | 0,5 | 0.3 | 0.1 | 0.08 | 0.05 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $c$ の値 | $3.67\times10^{-6}$ | $2.16\times10^{-6}$ | $1.93\times10^{-6}$ | $1.92\times10^{-6}$ | $1.92\times10^{-6}$ | $1.92\times10^{-6}$ |

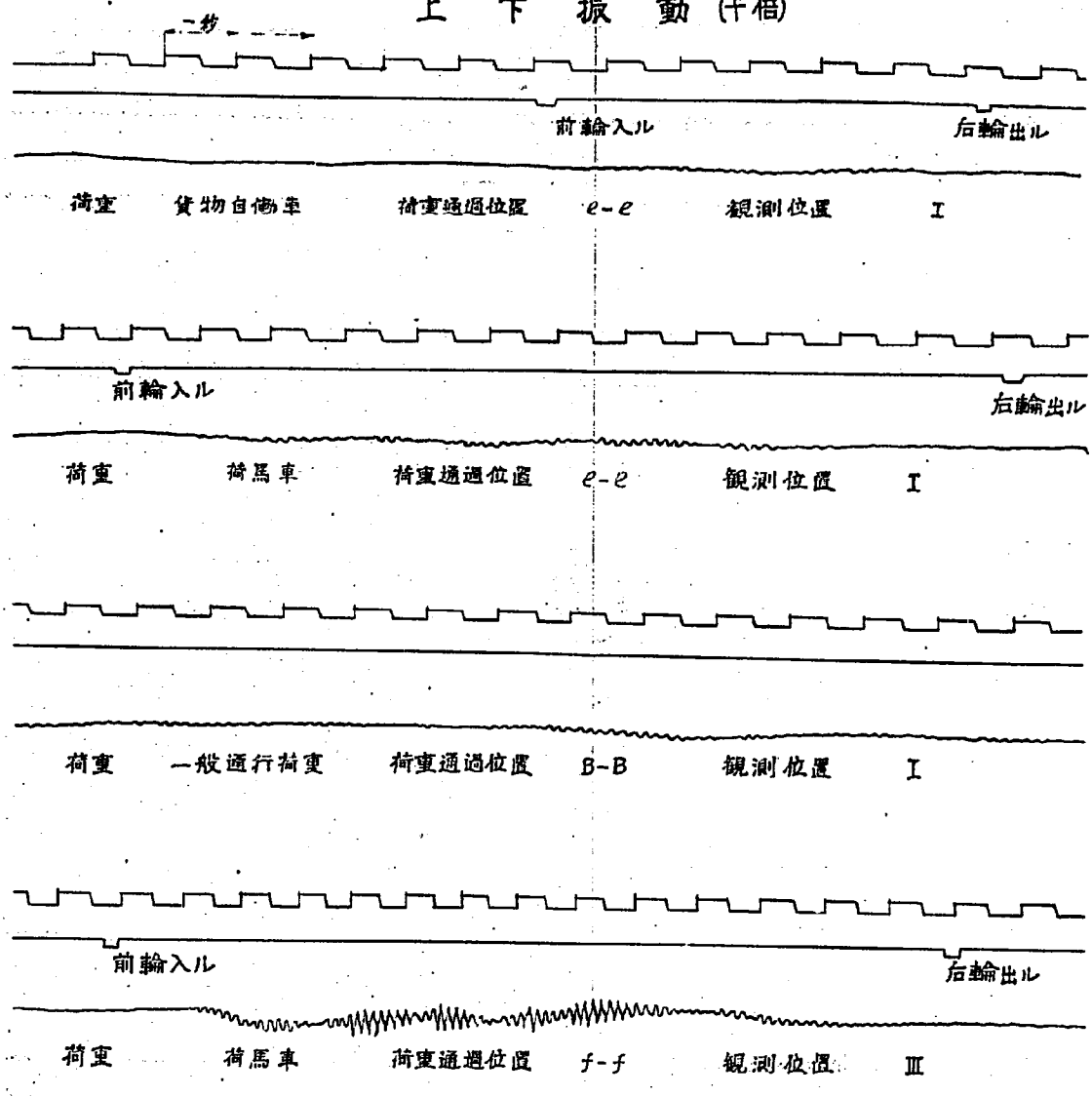
本公式に於ては構橋の腹材の影響は無視され、慣性能率は上記の如く橋端に於て零にして中央に向い高次の拋物線形に變化するものゝ假定せり。

**公式適用に際しての諸假定**　公式を適用するに當り次の如き諸假定をなしたり。

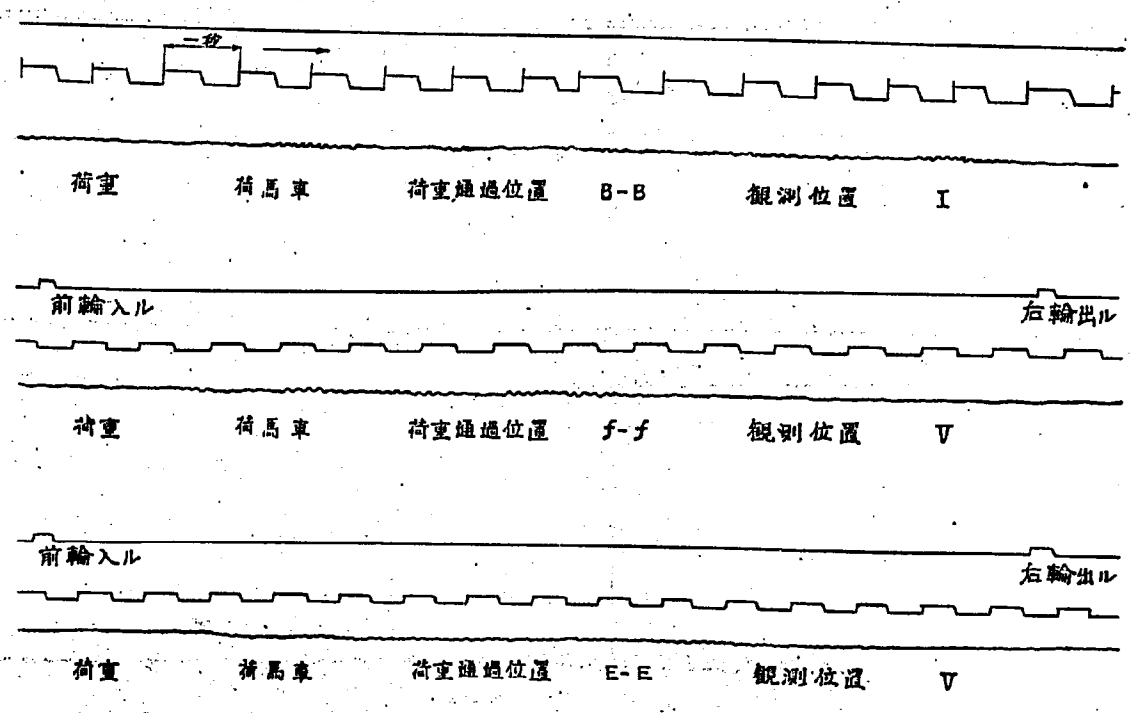
1. 並列せる數個の主桁は各自獨立せる振動をなすものとす。

# 淀川小橋

## 上下振動 (十倍)

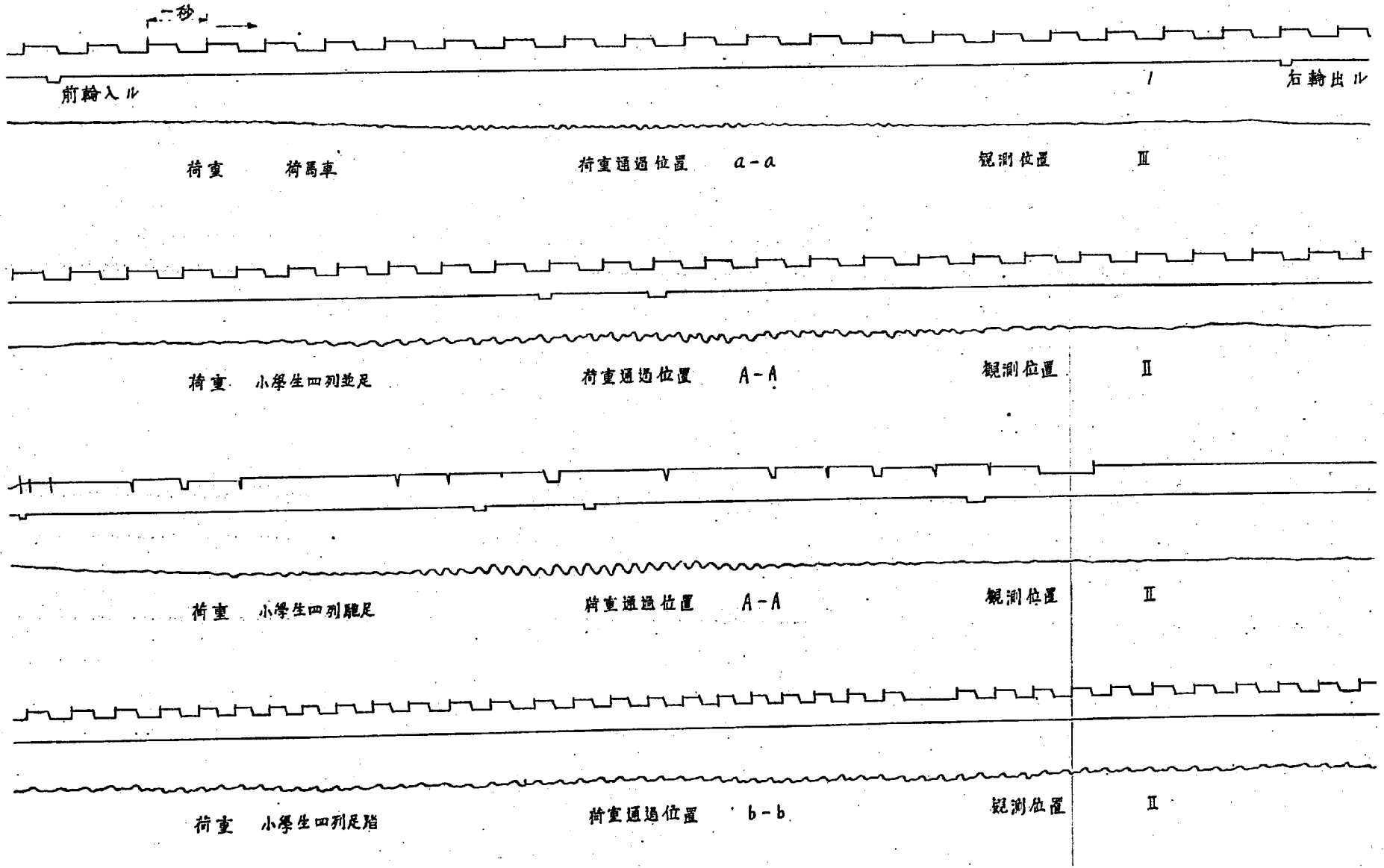


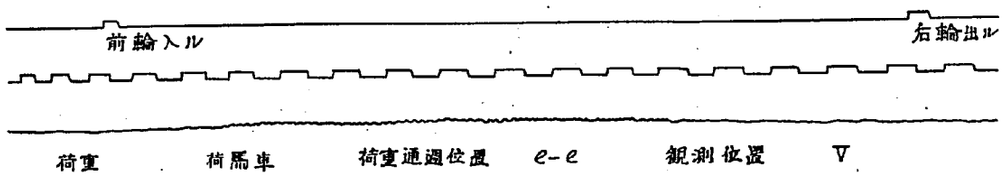

## 横水平振動 (三十倍)



# 淀川大橋(鋼構)

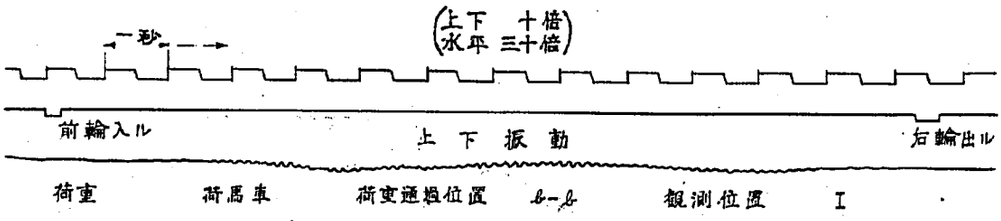
## 上下振動(十倍)



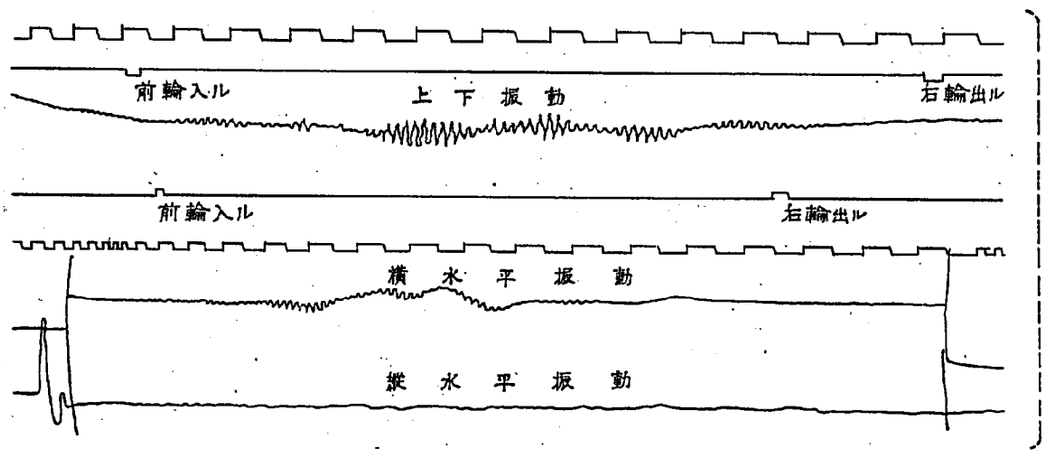



荷重　荷馬車　荷重通過位置　e-e　観測位置　V

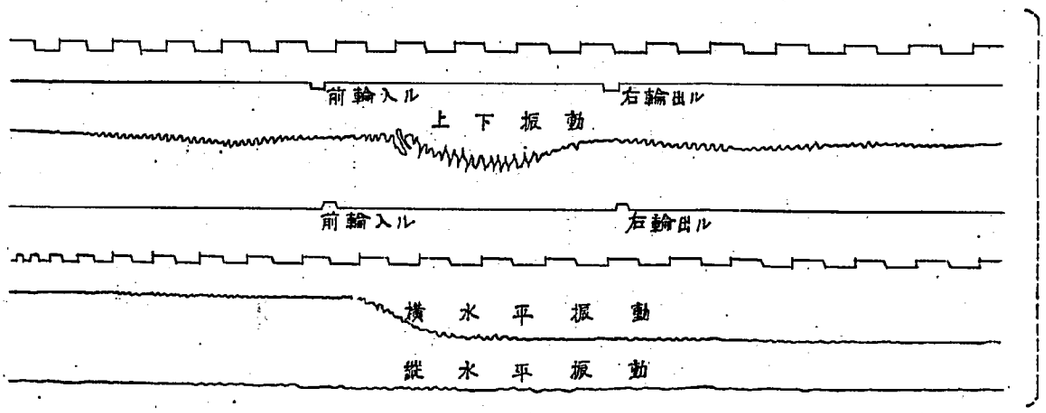
# 神崎大橋




荷重　荷馬車　荷重通過位置　b-b　観測位置　I



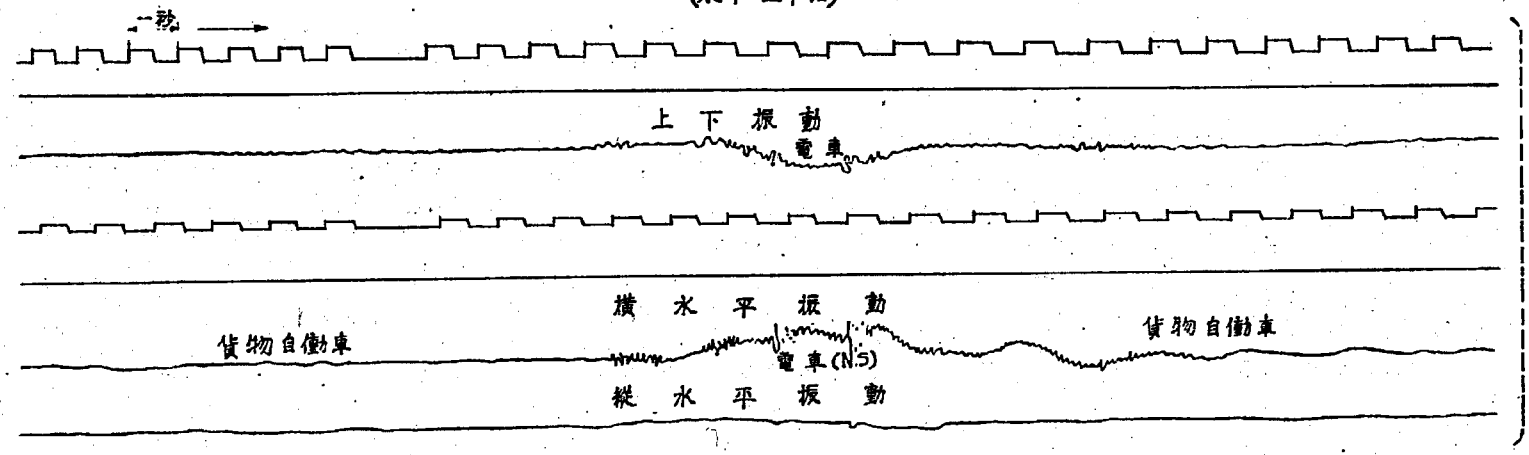

荷重　荷馬車　荷重通過位置　a-a　観測位置　II




荷重　荷馬車駛走　荷重通過位置　A-A　観測位置　III

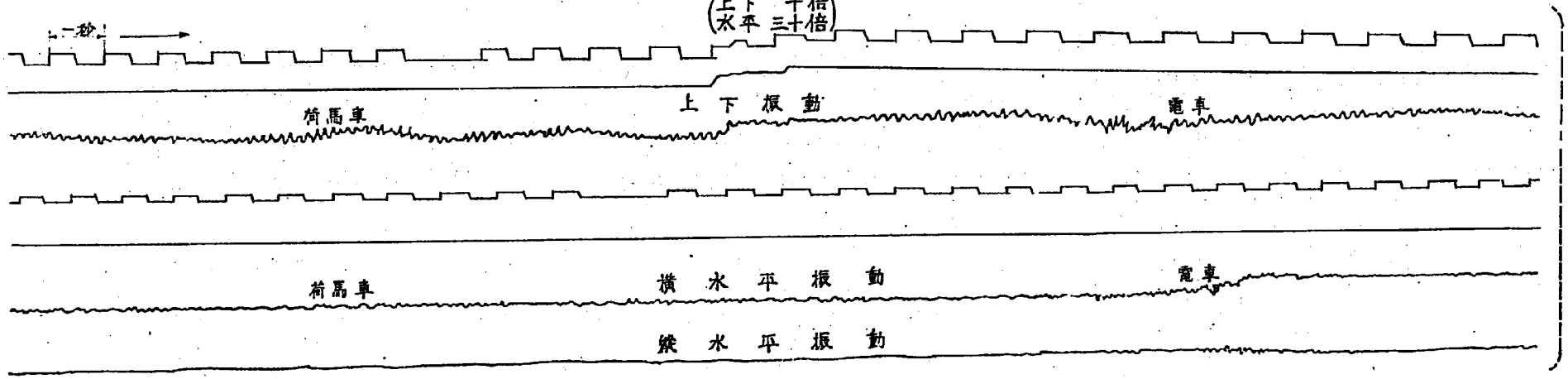
# 灘波橋

(上下 十倍
水平 三十倍)




# 端建藏橋

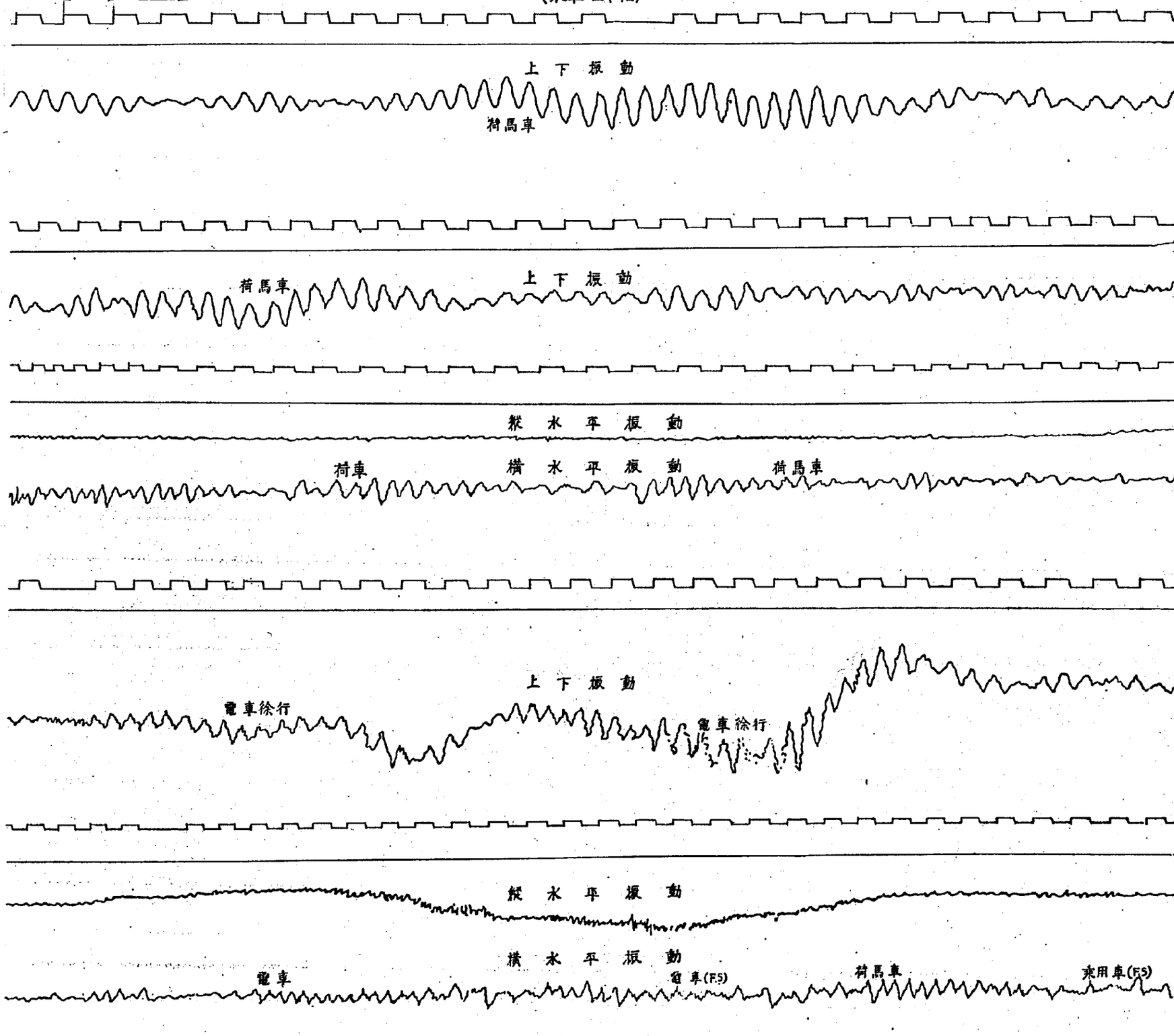
(上下 十倍
水平 三十倍)



# 大正橋

(上下水平 十倍 三十倍)

一秒



第五章に於て述べたるが如く耐風綾構、對斜綾構、床版其他によつて連結せらるる各主桁が互に如何なる影響を及ぼしつゝあるや、明瞭ならざるが故に、今其極限に於ける場合のみを考へ、各主桁は獨立振動をせるものと假定す。

2. 床板並びに敷混凝土は主鈑桁と共に彎曲に耐抗するものとす。

各鈑桁橋に於ては其抗壓側突緣は全く床版中に包まれおるが故に、輕度の彎曲に耐抗しては床版竝に之れに附屬の部分が鈑桁と共に働くものと認むるを至當とす、而して彎曲に抗する床版其他の幅員は工字型桁に於て一般に認めらるる幅員より推して、鈑桁兩側徑間の中央まで之を取りたり。

3. 振動を誘發せる貨物自動車其他の活荷重は其重量、橋自體の夫れに比して極めて小なるが故に、振動週期算出には之を加算せず。

振動を測定しつゝある桁上を直接活荷重が進行せる場合は極めて少し從つて該主桁の振動週期を算出するに當り其重量の影響は考慮する必要なかるべし。

**各桁の重量及慣性能率の算定**　前記の諸假定の下に鋼の重量 489㌔/$ft^3$ 鋪裝床版其他を 130㌔/$ft^3$ とし鋼と混凝土との彈性比を $n=10$ として算定せる各桁の重量並に慣性能率次表の如し。

鈑桁並びに構橋主桁重量表

| 橋名 | 桁の種類 | 主桁鋼材重量 | 床構鋼材重量 | 鋪裝其他重量 | 總重量W | 單位長當量重 w |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 淀川小橋 | 側主桁 | 32,144㌔ | 5,865㌔ | 68,650㌔ | 106,659㌔ | 1,360㌔ |
| | 車道主桁 | 28,336 | 11,730 | 112,700㌔ | 152,766㌔ | 1,918 |
| | 軌道下主桁 | 30,364 | 11,730 | 143,900 | 185,994 | 2,360 |
| 淀川大橋(鈑桁) | 側主桁 | 27,340 | 5,337 | 60,000 | 92,677 | 1,320 |
| | 車道主桁 | 25,038 | 10,557 | 98,650 | 134,245 | 1,913 |
| | 軌道下主桁 | 26,829 | 10,557 | 121,300 | 158,686 | 2,266 |
| 神崎大橋 | 側主桁 | 21,870 | 5,397 | 39,300 | 66,567 | 1,168 |
| | 車道主桁 | 14,252 | 10,795 | 94,050 | 99,097 | 1,735 |
| | 軌道下主桁 | 15.582 | 10,795 | 98,500 | 124,877 | 2,190 |
| 淀川大橋(構橋) | 側主構 | 65,882 | 26,969 | 105,900 | 198,751 | 1,890 |
| | 車道主構 | 77,142 | 53,938 | 444,000 | 575,080 | 5,860 |

鈑桁並びに構橋主桁慣性能率表

| 橋名 | 桁の種類 | 端に於ける Io $in^4$ | 中心に於ける Ic $in^4$ | 摘要 |
|---|---|---|---|---|
| 淀川小橋 | 側主桁 | 44,920※1 | 78,246 | ※1混凝土床版なし |
| | 車道主桁 | 101,052 | 163,657 | |
| | 軌道下主桁 | 111,766 | 210,659 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 淀川大橋(鈑桁) | 側主桁 | 44,920*2 | 58,675 | *2混凝土床版なし |
| | 車道主桁 | 101,052 | 147,860 | |
| | 軌道下主桁 | 111,766 | 179,769 | |
| 神崎大橋 | 側主桁 | 24,984*3 | 29,361 | *3全上 |
| | 車道主桁 | 44.574 | 66,960 | |
| | 軌道下主桁 | 55,154 | 95,259 | |
| 淀川大橋(橋橋) | 側主構 | 412,603*4 | 464,988 | *4*5第一格點に於ける慣性能率、腹材を無視す、混凝土床版なし、 |
| | 車道主構 | 568,837*5 | 668,939 | |

**振動週期の算定** 上記の數値を用ひて第一式並びに第二式により橋梁の週期を算定するこゝ次の如し。

振動週期一覽表

| 橋名 | 桁の種類 | 徑間長 l | $\alpha=\frac{Io}{Ic}$ | c | $\sqrt{\frac{\omega}{Ic}}$ | 算出せる週期 | 實測せる週期 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 淀川小橋 | 側主桁 | 77′ | 0·575 | $1.98\times10^{-6}$ | 0.132 | 0.223sec | 0.147~0.141 |
| | 車道主桁 | 〃 | 0.61 | $2.00\times10^{-6}$ | 0.108 | 0.184 | 0.167~0.132 |
| | 軌道下主桁 | 〃 | 0.53 | $1.96\times10^{-6}$ | 0.106 | 0.177 | 0.141~0.138 |
| 淀川大橋(鈑桁) | 側主桁 | 70′ | 0.77 | 2.13 | 0.15 | 0.226 | |
| | 車道主桁 | 〃 | 0.69 | 2.06 | 0.114 | 0.166 | |
| | 軌道主桁 | 〃 | 0.62 | 2.01 | 0.112 | 0.159 | 0.161~0.100 |
| 神崎大橋 | 側主桁 | 57′ | 0.85 | 2.20 | 0.20 | 0.206 | 0.147~0.115 |
| | 車道主桁 | 〃 | 0.67 | 2.08 | 0.161 | 0.157 | 0.136~0.125 |
| | 軌道主桁 | 〃 | 0.58 | 1.99 | 0.152 | 0.142 | |

| 橋名 | 桁の種類 | 徑間長 | b | c | $\sqrt{\frac{\omega}{Ic}}$ | 算出せる週期 | 實測せる週期 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 淀川大橋 | 側主構 | 105′ | 0.007 | $1.92\times10^{-6}$ | 0.0633 | 0.189 | 0.193~0.141 |
| | 車道主構 | 〃 | 0.01 | $1.92\times10^{-6}$ | 0.033 | 0.286 | 0.208~0.162 |

上表にて明かなるが如く算出せる週期こ實測による結果この間に幾分の相違あるを認むるものなり、卽ち概して實測せるもの小にして計算せるもの大なり。

先づ鈑桁につきてこれが原因を考ふるに、振動の週期を左右すべき要素たる徑間長、桁の材料の彈性率、桁の重量、桁の慣性能率の中、後の三者の算出に當りては充分なる考慮を拂ひ桁の重量が過大ならざる樣彈性率慣性能率が過少ならざる樣努めたるが故に此等の要素の數値に誤差ありて斯くの如き結果を生じたるものこは認め得ざるなり。よつて第一の要素經間長につきて考ふるに、觀測せる各鈑桁は其兩端に强固なる耐震的支承を有し、其

上下震動に對する裝置は構造上桁の端に於ける角偏倚を妨ぐるに非らざるやの疑ひあり、加ふるに隣接せる二鈑桁は其端に於て橋床部（鐵筋混凝土床版、鋪裝基礎版、鋪裝）厚さ最大 13 in に達するもの約 12in つゝ喰ひ違はしめたり。是等の原因は公式第一誘導に當つて假定せられたる桁の單支承たることに一致せざるの結果を生じ、各鈑桁は事實に於て單桁と固定桁との中間に位するものゝ如き振動をなし、週期も從つて單桁たる場合に比して短少なる結果を生じたるものと認む、よつてかゝる橋梁に對しては第一式適用に當りては徑間長 l に幾分の整正を要するものと考ふ而して其整正の程度は今後多數の觀測の結果によつて決定せらるべきものと信ず。

構桁に於ては其支承につき上記の如き疑點なきも、週期算定の誤差を生ぜし原因として振動に及ぼす腹材の影響構橋に於ては鈑桁の場合と異り彎曲に對する橋床部の影響を無視したること、構が上路橋なる爲慣性能率の變化が假定と一致せざる點等を擧げらるゝも確然たる斷定を下し得ざるものなり。

# 土木試驗所出版圖書

## 報告

| | | |
|---|---|---|
| 第一號 | (路面及勾配ガ馬車運送ニ及ボス影響ニ就テノ研究中間報告。瀝青質材料並瀝青質混合物ニ關スル研究第一報) | 大正十四年三月發行 |
| 第二號 | (瀝青質材料針度ニ就テ) | 大正十五年一月發行 |
| 第三號 | (「ヴァイアロメ」ニ依ル路面凹凸測定。瀝青混合物ニ關スル研究。「アスファルト」合材混合ノ際ニ於ケル「アスファルト」ノ粘度ニ就テ) | 同　二月發行 |
| 第四號 | (急硬「セメント」ニ關スル試驗報告) | 同　五月發行 |
| 第五號 | (簡易鋪裝ニ關スル試驗報告) | 昭和二年三月發行 |
| 第六號 | (混凝土及鐵筋混凝土抗拙力試驗報告) | 同　五月發行 |
| 第七號 | (八幡製鐵所副產部製品瀝青質材料、瀝青質鋪裝「セメント」類及揮發油ニ對スル「アスファルト」ノ可溶率等ニ關スル試驗成績。) | 同　七月發行 |
| 第八號 | (瀝青質材料標準試驗方法。石材類標準試驗方法。) | 同　十月發行 |
| 第九號 | (急硬性「セメント」ニ關スル試驗。「ソリデチット」ノ耐壓强度ニ關スル試驗。「ブロック」ニ關スル試驗。高知縣黑瀧川產砂ニ關スル試驗。多摩川產砂利及砂ニ關スル調査。石材類試驗成績。) | 同　十一月發行 |

## 其他

| | |
|---|---|
| 本邦道路橋輯覽 | 大正十四年十二月發行 |
| 本邦道路橋輯覽（增補） | 昭和三年三月發行 |

昭和三年三月二十五日印刷
昭和三年三月二十八日發行

内務省土木試驗所
東京市本郷區駒込上富士前町二十六番地
電話小石川 (85) 五五〇〇番

東京市日本橋區兜町二番地
印刷者 小林武之助

東京市日本橋區兜町二番地
印刷所 東京印刷株式會社