

# 路面電车用KL-2b型防振臺車の走行試験 に就いて

青木喜六\* 桑江和夫\* 村田師男\* 山田一男\*

## On the Running Test of Type KL-2b Non-Vibration Street Car Truck

By Kiroku Aoki, Kazuo Kuwae, Norio Murata  
and Kazuo Yamada

Kasado Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

We have engaged in studies of the Non-Vibration Car for the first step to realize the Noiseless Car since 1947.

A reduction of the noise in the city and a reformation of a riding of a street car are very important. The more important, however, must be the increasing of the durability of cars and tracks, and the decreasing of the maintenance expenses.

The first experimental truck, type KL-1, which applied an air spring and a rubber spring, was produced based on above mentioned consideration in 1949.

Soon after that the second experimental truck, type KL-2b, has been produced based upon the performance of the first experimental truck. The major characteristics of the second experimental truck are as follows:

- (1) A flexible wheel applied the rubber spring is used.
- (2) The rubber spring is applied to all parts received the shock.
- (3) The Sliding Cam Type swing hanger instrument is applied.
- (4) The snubber is applied between an upper bolster and a transam.
- (5) The spring system is a combination of a coil spring and a rubber spring, etc.

The running test of this experimental truck, type KL-2b, was carried out at Yokohama City from 20th to 25th March, 1950.

This article states the results of the running test.

---

\* 日立製作所笠戸工場



## 〔I〕 緒 言

終戦後電車の高速度化に俱い、我國でも國鐵を中心として、高速臺車研究會が設置され組織的な研究が進められ、最近に至り漸くその成果も擧つて來た様である。而るに一方市民の毎日の直接の足として馴染深い路面電車の研究は幾らか等閑視されている様な傾向にあり、その激しい騒音と振動は都市騒音の大きな要素をなし、乗客を苦しみ、又振動騒音に俱う部品の摩耗破損の劇しさは電鐵會社にとつても大きな痛となつてゐる模様である。

而して振動・騒音・乗心地・摩耗の問題は常に不即不離の關係に有り、端的に言つて振動しないということは靜かな事であり、又摩耗の少ない事でもある。従つて、乗心地も良く部品の破損も少なくなる所以である。之等の問題を解決することは、獨り市民又は乗客に好感を與えるのみではなく、電鐵會社に對しても保守維持費の點で大きな福音を與えるものといふことが出来る。特に、車輛並に軌道の耐久度の増大、及び保守費の輕減という點に關しては我々車輛技術者として、一日も等閑に附することの出来ない問題である。

斯る觀點より、我々は終戦後逸早く路面電車用防振臺車の研究に着手したが、幸にして横濱市交通局の深い御理解を得ることが出来、昭和 23 年 6 月、空氣ばね及防振ゴムを導入した試作防振臺車の第一號機 KL-1 型の完成を見た。その結果、空氣ばねに關しては剛性及び耐久性の問題で尙今後の研究を要するも、防振ゴムの導入に就いては、その實用性を確認し、且つ貴重なる基礎資料を得ることが出来た。其後 KL-1 型の基礎資料を基にし、振動特性改善の爲の特殊考案を色々取入れて試作研究を進めた結果、昭和 24 年 2 月、KL-1 型の改良型ともいふべき KL-2b 型防振臺車の完成をみるに至り、3 月 20 日より 5 日間に亘り、横濱市電營業線に於て車輛及軌道試験を行つた。今回の試験は單に防振車と普通車の振動特性の比較のみにとどまらず、將來の車輛の發展に供する爲、鐵道技術研究所及び産業科學研究所の御協力を得て、從來にない劃期的な綜合試験を行つたものである。その内容は次の如し。

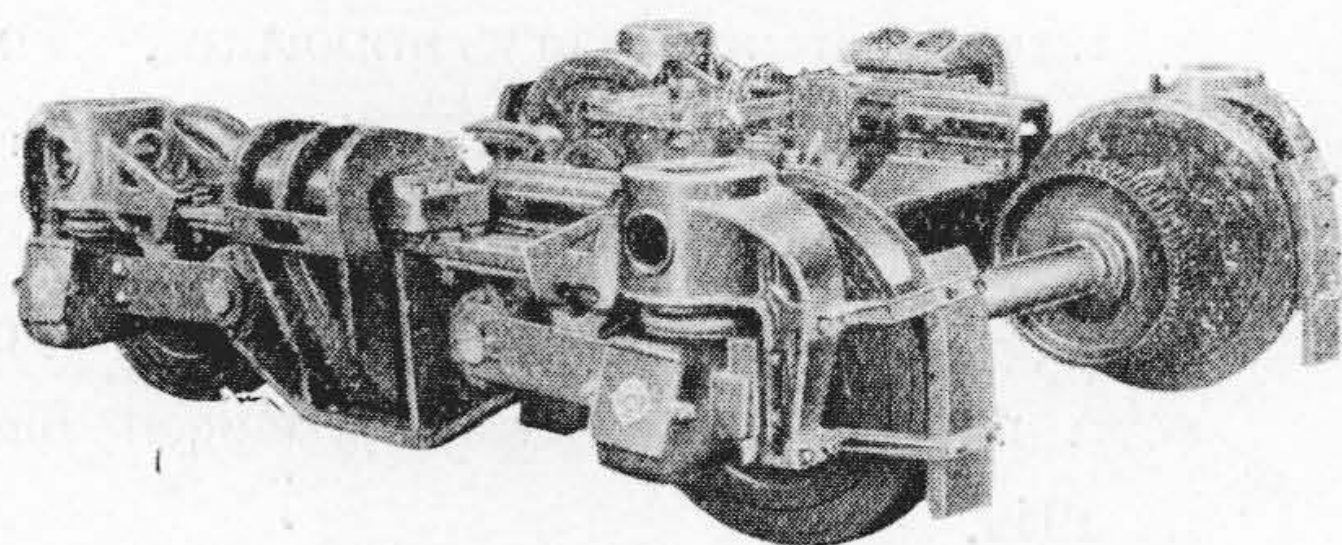
- (1) 熱特性試験(電氣並に機械部分を含む)
- (2) 電氣的特性試験
- (3) 軌條道並に道床試験
- (4) 車體並に臺車振動試験
- (5) 音響試験

本論文に於ては、以上の中、車體並に臺車振動試験、軌條道並に道床試験、及び音響試験に就いて述べることにする。

## 〔II〕 KL-2b 型防振臺車の構造

## 1. 概 説

本臺車は路面電車用として、特に高周波振動(所謂ビビリ振動)と騒音の除去、クッションの良好、及び蛇行動、ローリングの防止を目標として、防振ゴムの大幅な使用、特に彈性車輪(新案 373859)の採用、軸梁式軸箱の採用、スライディングカム式釣リンク機構(特許 183956)等独自の構想を取入れて設計されたものであり、第 1 圖～第 6 圖は本臺車の全體構造及び各部の詳細圖を示す。



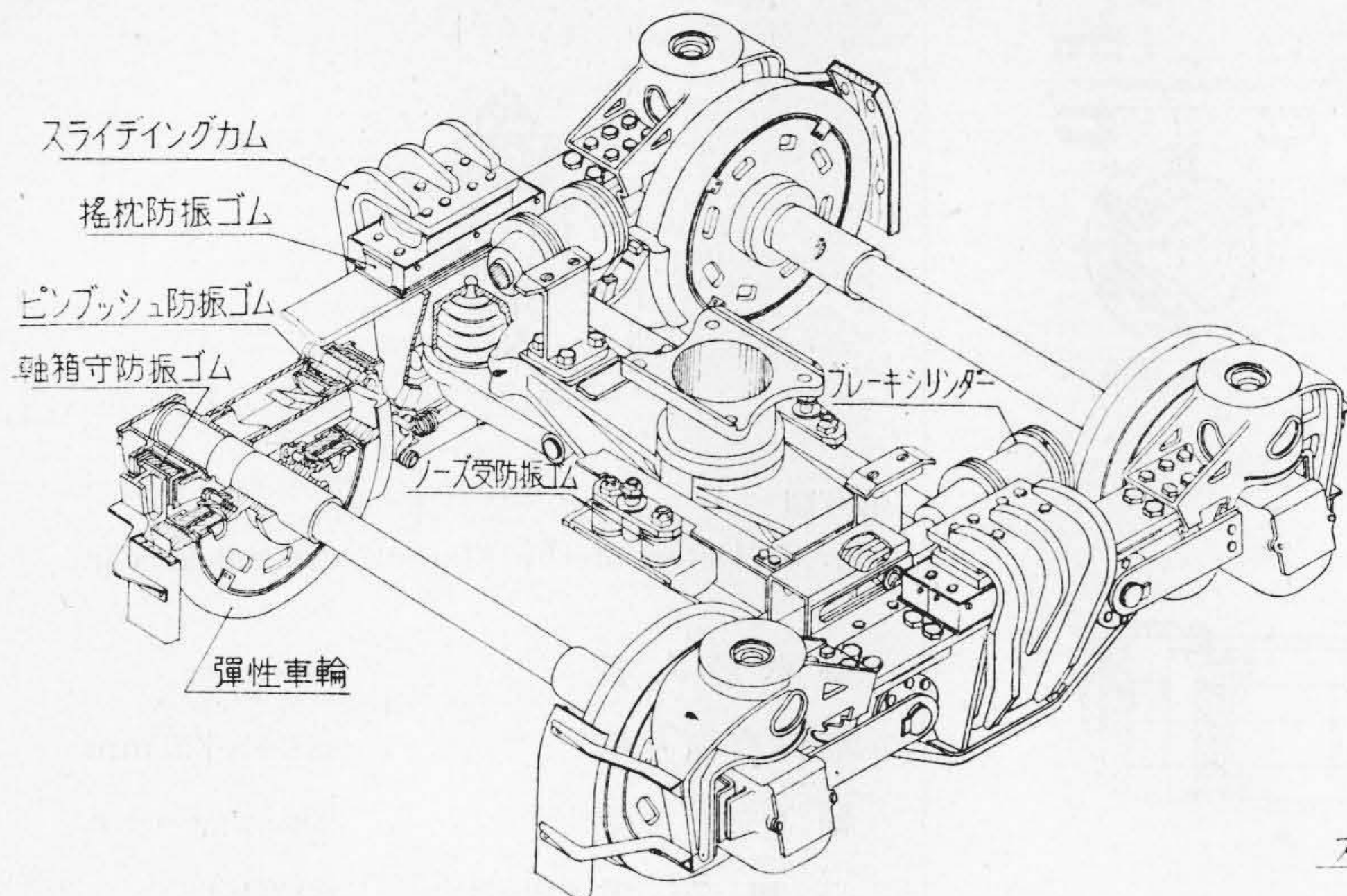
第 1 圖 KL-2b 型路面電車用防振臺車

Fig. 1 Type KL-2b Non-vibration Street Car Truck.

今本臺車の特徴とする所を列挙してみると次の如し。

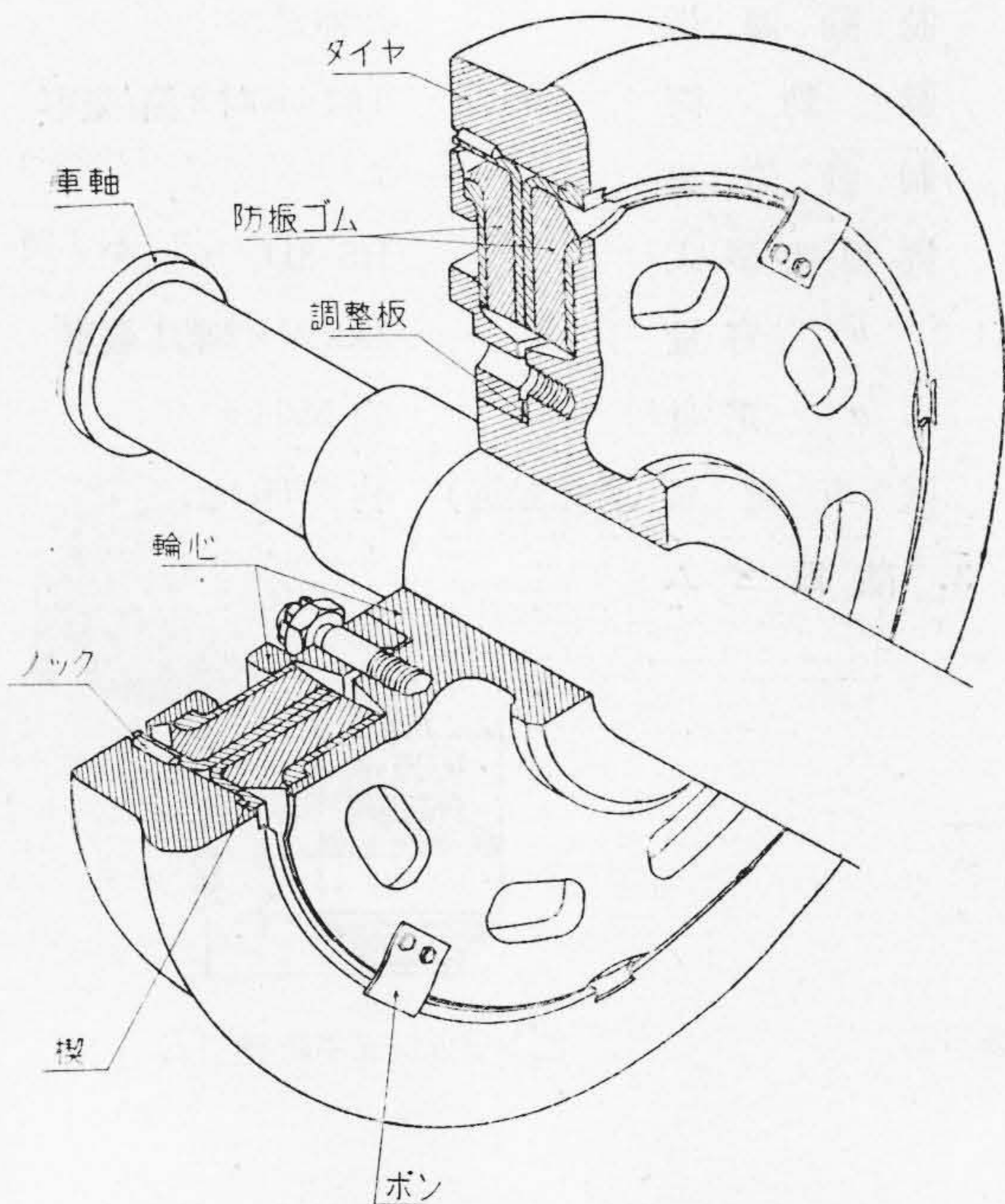
- |                           |         |                 |
|---------------------------|---------|-----------------|
| (1) 防振ゴムを使つた彈性車輪を採用した。    | (第 3 圖) | 防振、防音<br>及び衝撃緩和 |
| (2) 揺枕釣リンク部に防振ゴムを使用した。    | (第 4 圖) |                 |
| (3) 軸箱守部と軸梁ピン部に防振ゴムを使用した。 | (第 5 圖) | 蛇行動防止           |
| (4) 軸梁式軸箱を採用した。           | (第 5 圖) |                 |
| (5) 上揺枕と横梁の間にスナッパを入れた。    | (第 4 圖) | ローリング防止         |





第2図 KL-2b 型路面電車用防振臺車

Fig. 2 Type KL-2b Non-Vibration Street Car Truck.



第3図 弾性車輪

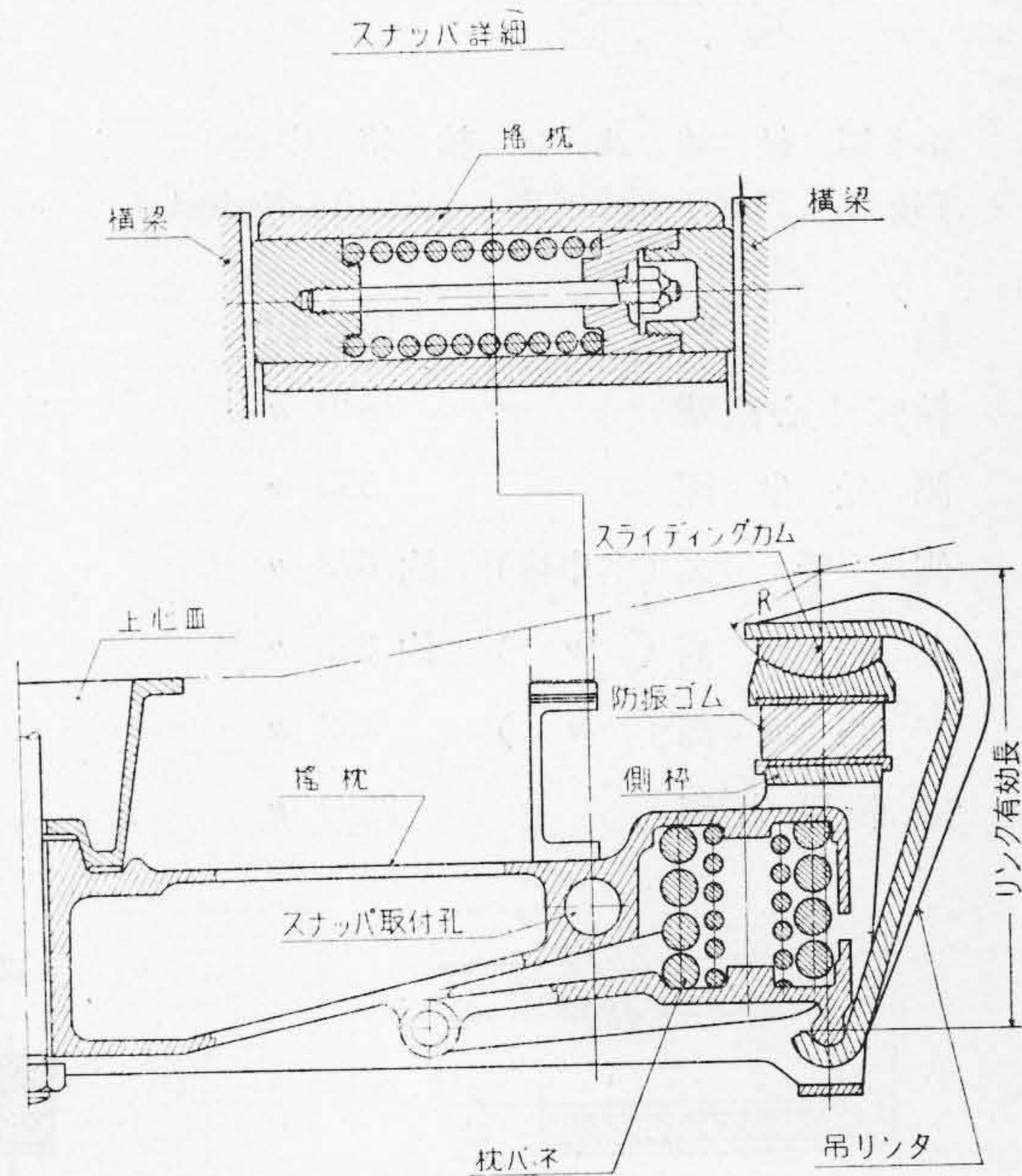
Fig. 3 The Flexible Wheel.

- (6) スライディングカム式釣  
リンクによりリンクの有効  
長を増大した。

(第4図)

- (7) 6吋×6吋制動筒を1臺  
車に2箇宛俱へた。

(第2図)

横方向衝撃  
緩和構造簡易動  
作敏速

第4図 揺枕装置

Fig. 4 The Swing Bolster Device.

- (8) モーターノーズ受に防振  
ゴムを使用した。

(第6図)

- (9) 軸ばね・枕ばね共にコイ  
ルばねを使用した。

(第2図)

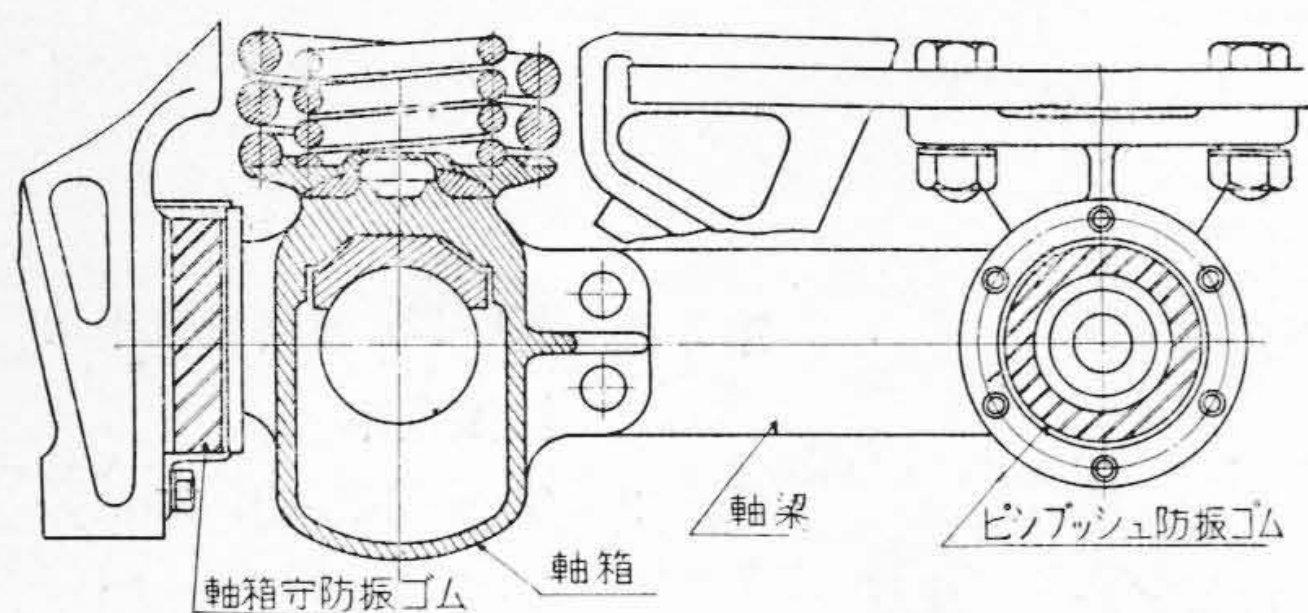
- (10) 心皿高さを出来得る限り  
低くした。

電動機保護  
柔軟なクッ  
ションピッチング  
防止

## 1. 臺車要目

軌 間 1372 mm

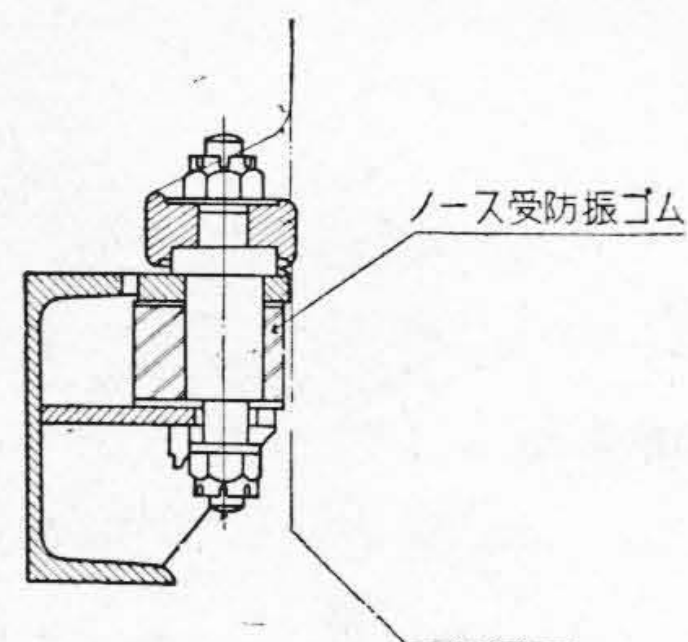




第5圖 軸箱及び軸箱守

Fig. 5 The Journal Box and the Pedestal.

|           |         |
|-----------|---------|
| 軸距        | 1600 mm |
| 軸頸中心距離    | 1840 "  |
| 側受半径      | 550 "   |
| 側受高(空車時)  | 約 672 " |
| 上心皿高( " ) | 約 652 " |
| 下心皿高( " ) | 432 "   |
| 臺車最大幅     | 2280 "  |

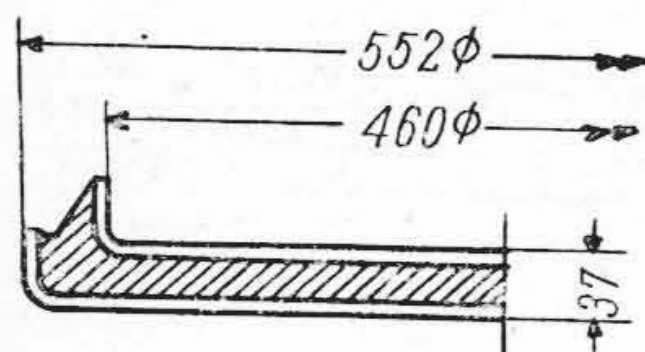


第6圖 ノーズ受詳細

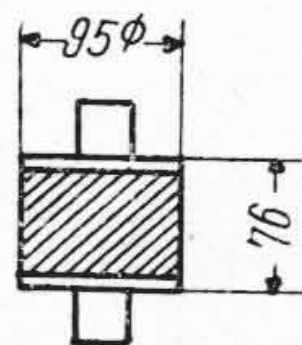
Fig. 6 Detail of the Motor Nose Suspension.

|            |              |
|------------|--------------|
| 臺車最大長      | 2466 mm      |
| 車輪直徑及幅     | 660φ×125 mm  |
| 軸受         | 96φ ジャーナル    |
| 心皿荷重(空車時)  | 6000 kg      |
| " (試験荷重)   | 12000 kg     |
| 制動機構       | 片押式          |
| 制動筒        | 6吋×6吋2箇/臺車   |
| 制動倍率       | 7            |
| 電動機型式      | HS-311       |
| " 容量       | 25 kW×2臺/1臺車 |
| " 重量       | 約 550 kg     |
| 臺車重量(除電動機) | 約 3200 kg    |

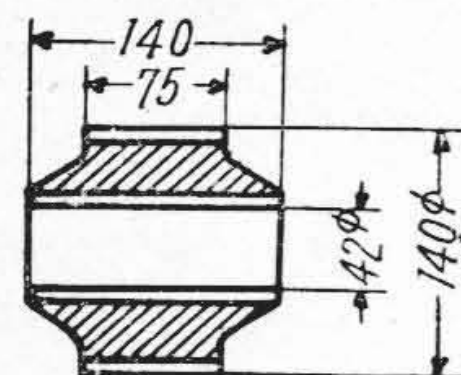
## 3. 防振ゴム



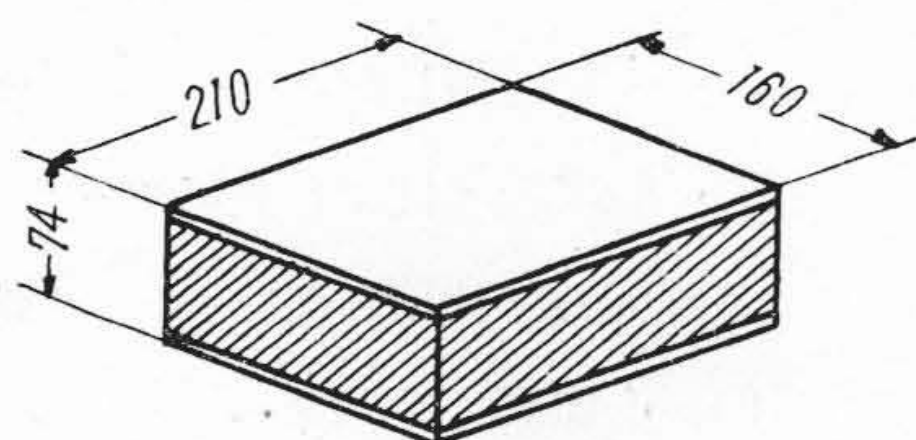
車輦用防振ゴム



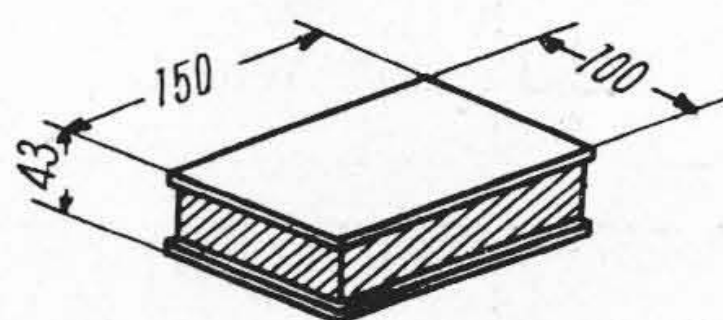
ノーズ用防振ゴム



ピンブッシュ用防振ゴム



揺枕防振ゴム



軸箱守防振ゴム

第7圖 防振ゴムの形状

Fig. 7 The Form of Rubber Spring.



本臺車の各所に使用されている防振ゴムに就いて、簡単に説明しておく。

防振ゴムは2枚の金属板の間にゴムを挟み加硫接着したもので、この金属部分を利用して種々の部分に取付けられ、高周波振動(ビビリ振動)とか音響の絶縁に重用され、又ばねとしても剪断方向の荷重に堪え得る爲、その用途は非常に廣範圍に亘っている。又その形状も各種各様の物が造られ、戦時中は兵器の取付、艦船の機器取付に缺くべからざるものとして、その防振防音効果は十二分に實證されている。

本臺車に使用した防振ゴムは、日本ブリジストン・タイヤ久留米工場にて製作されたもので、第7圖はその形

状を示す。

走行試験結果を述べるに先立ち、その試験概要並びに供試車要目等に就き述べる。

### 1. 試験目的

横濱市電納 KL-2b 型防振臺車と従来の普通臺車との比較試験を行い、車輛の振動特性、防振臺車の防振効果、軌條及び道床に及ぼす防振効果、並に車輛騒音防止の効果を確認すると共に、今後の市街電車用臺車の設計資料を得るにある。

### 2. 試験経過

(1) 期日 自昭和25年3月20日 至3月25日

(2) 場所

(A) 直線區間試験 三吉橋一長者橋一丁目間に 300

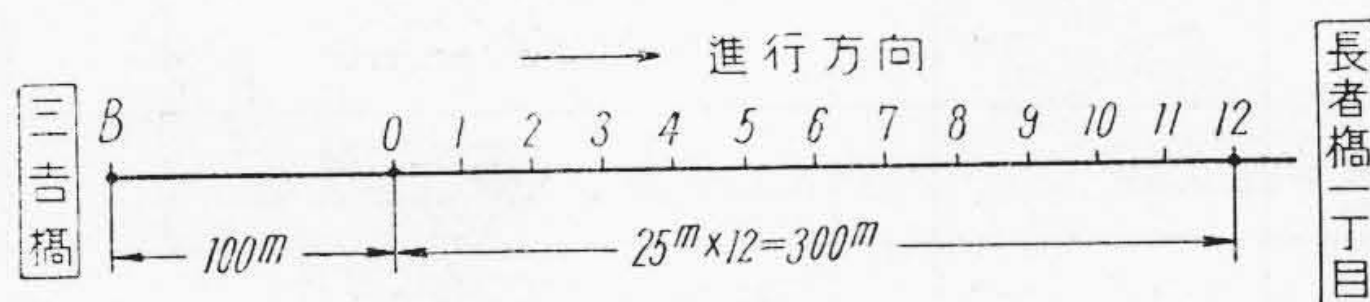
第1表 防振ゴムの硬度及設計應力

Table 1 The Hardness and the Layout Stress of Rubber Spring.

| 硬 度<br>(デュロメーター) |     | 壓縮彈性係數                |                       | 設 計 應 力              |                      |                      | 接 着 力                     |
|------------------|-----|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| 車輪用              | その他 | 車輪用                   | その他                   | 剪                    | 斷                    | 壓 縮                  |                           |
|                  |     |                       |                       | 最 大                  | 標 準                  | 最 大                  |                           |
| 60               | 50  | 46 kg/cm <sup>2</sup> | 37 kg/cm <sup>2</sup> | 2 kg/cm <sup>2</sup> | 1 kg/cm <sup>2</sup> | 5 kg/cm <sup>2</sup> | 100 kg/cm <sup>2</sup> 以上 |

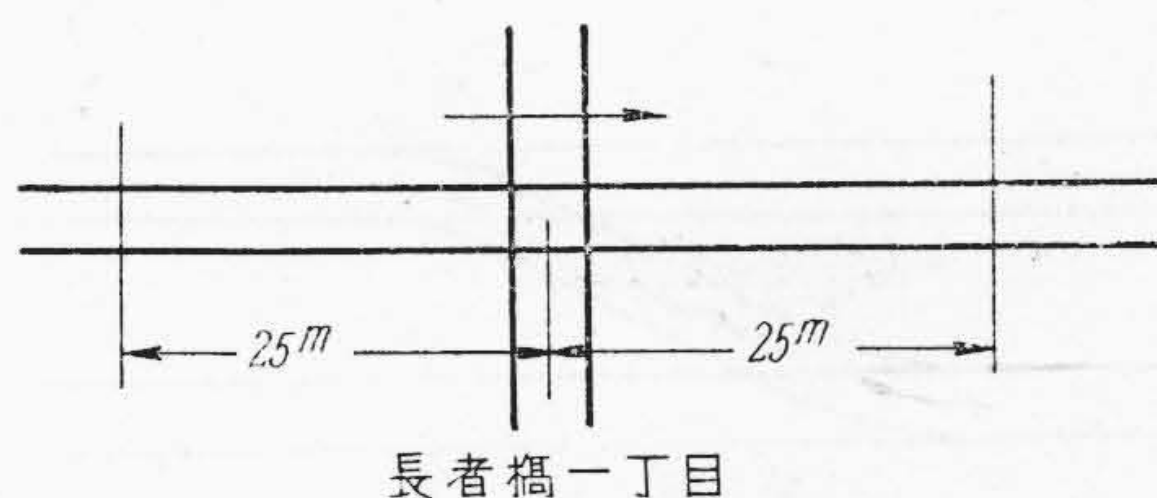
尚ゴムの壽命に就いては各種の説があるが、疲労試験の結果から推論すれば、5~10 年は先ず心配ないと言ひ得るであらう。但し、ゴムは日光油等に弱い爲、之等のものからは常に遮斷しておく様に考慮せねばならぬ。

### 〔III〕 走行試験概要



第8圖 試験區間(直線路)

Fig. 8 The Test Course. (Straight)



第9圖 交叉點

Fig. 9 The Crossing.

第2表 試験車要目表

Table 2 The Specification of the Tested Car.

|                      |          | 防 振 車           | 普 通 車            |
|----------------------|----------|-----------------|------------------|
| 車輛番號(型式)             |          | 1329 (1300 型)   | 1303 (1300型)     |
| 定 員 (人)              |          | 120             | 120              |
| 車 體                  | 長 さ (mm) | 13620           | 13620            |
|                      | 幅 " "    | 2480            | 2480             |
|                      | 高 さ " "  | 3350            | 3350             |
|                      | 床面高 " "  | 760             | 792              |
| 自 重 (kg)             |          | 17814           | 15335            |
| 臺車中心距離(mm)           |          | 7000            | 7000             |
| 臺 車 型 式              |          | KL-2b           | D-14             |
| 軌 間 (mm)             |          | 1372            | 1372             |
| 車 輪 徑 "              |          | 660             | 660              |
| 軸 距 "                |          | 1600            | 1473             |
| 電 動 機                |          | 25 kW × 4 臺     | 37 kW × 2 臺      |
| 齒 數 比                |          | 75 : 13         | 63 : 14          |
| 一臺車重量 (kg)<br>(含電動機) |          | 4300            | 3500             |
| 片側ばね剛性<br>(kg/mm)    | 車 輪 ゴ ム  | 1500 × 2 = 3000 | —                |
|                      | 軸 ば ね    | 38.5 × 2 = 77   | 33.4 × 4 = 133.6 |
|                      | 枕 ば ね    | コイルばね + ゴム      | (目縁ばね)           |
|                      | 合 成      | 137             | 95.3             |
|                      |          | 48.5            | 55               |



mの試験區間を選び、第8圖の如く25m毎に標識をおいた。

(B) 交叉點試驗 長者橋一丁目交叉點に第9圖の如く交叉點の前後25mの位置に標識をおいて試験區間とした。

(C) 分岐點試驗 櫻木町の渡線を第9圖の如く上り下り方向に試験した。

(D) 波狀摩耗區間試驗 辨天橋～本町四丁目間(下り線)にて50mの試験區間を選んだ。

(E) 特殊地點試驗

- |         |      |      |      |
|---------|------|------|------|
| (a) 開放地 | 二の谷  | 試験區間 | 50 m |
| (b) ビル街 | 日本大通 | "    | 50 m |
| (c) 橋梁  | 辨天橋  | —    | —    |

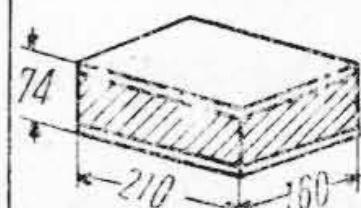
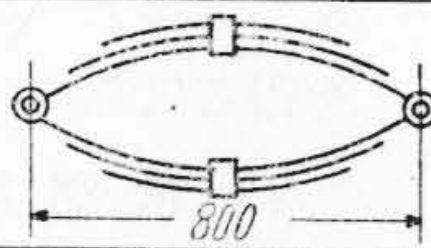
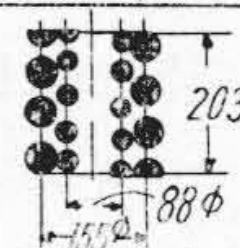
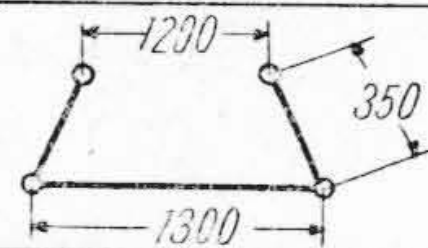
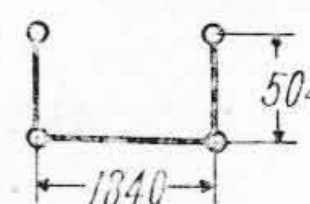
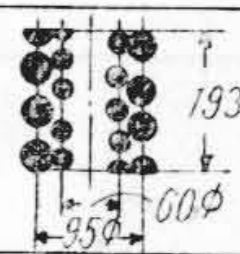
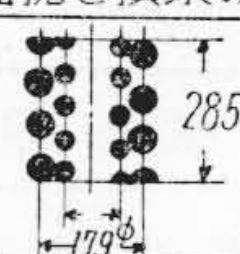
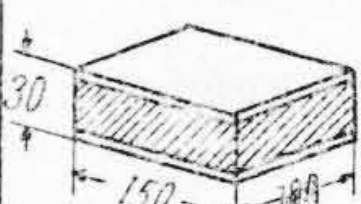
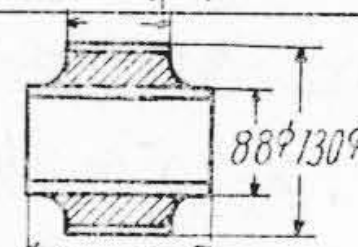
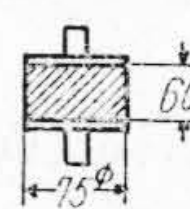
### 3. 試験方法

(A) 供試車 供試車は防振車(車番1329)及び普通車(車番1303)の2輛で、試験は單車無荷重で行った。但し、試験時の乗員は約30名(約1500kg)であつた。

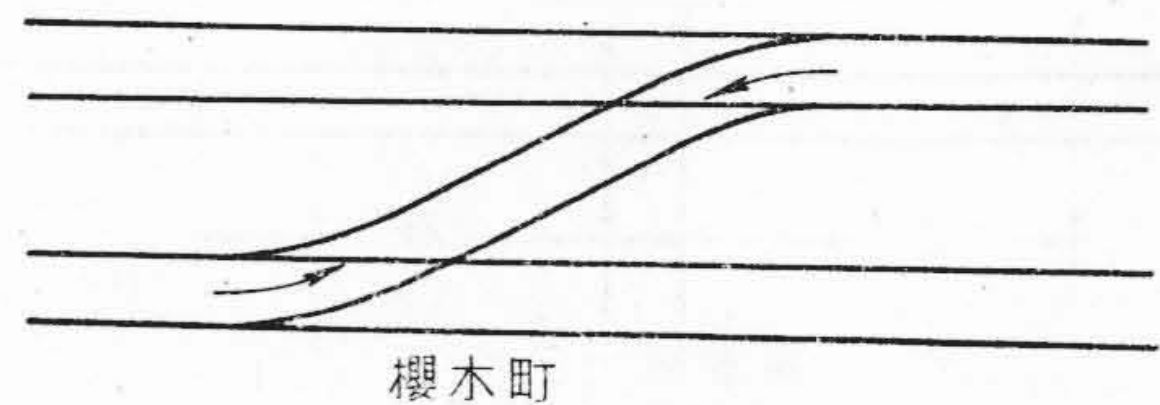
第2表は供試車の要目、第3表は供試車の構造比較を

第3表 臺車構造比較

Table 3 The Comparison of Construction.

| 名 稱                        |               | 普 通 台 車 (D-14)                                                                                                                                           | 防 振 動 車 (KL-2b)                                                                                                                                          |
|----------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 車 輪                        |               | 鋼 製 ム ク 車 輪                                                                                                                                              | 弾性車輪 上下バネ剛性 1500 kg/mm<br>ゴム硬度 シュロメーター 60                                                                                                                |
| 揺<br>枕<br>装<br>置           | 防振ゴム          | な し                                                                                                                                                      |  硬度 シュロメーター 50<br>上下バネ剛性<br>圧縮 325 kg/mm                              |
|                            | 揺枕バネ          |  $n=7$<br>$t=13$<br>$b=100$<br>バネ剛性 95 kg/mm                           |  コイルバネ<br>$d_1=38$ $d_2=22$<br>$n_1=3$ $n_2=5$<br>バネ剛性 238 kg/mm      |
|                            | 吊リンク          |  カム式吊リンク                                                               |                                                                       |
|                            | スナップ          | な し                                                                                                                                                      |  揺枕と横梁の間に配置                                                         |
| 軸<br>箱<br>及<br>軸<br>箱<br>守 | 軸 バ ネ         |  ウイングバネ式<br>$d_1=19$ $d_2=12$<br>$n_1=6$ $n_2=9.5$<br>バネ剛性 33.3 kg/mm |  $d_1=30$ $d_2=20$<br>$n_1=5$ $n_2=7.5$<br>バネ剛性 38.5 kg/mm          |
|                            | 軸 箱 守<br>防振ゴム | な し                                                                                                                                                      |  硬度 シュロメーター<br>バネ剛性 500 kg/mm                                       |
|                            | ピンブッシュ        | な し                                                                                                                                                      |  硬度 シュロメーター 50<br>バネ剛性<br>側方向 100 kg/mm<br>軸方向 400 kg/mm            |
|                            | 軸 梁           | な し                                                                                                                                                      | 軸箱とピンブッシュを<br>鉄板で固定                                                                                                                                      |
| 台<br>枠                     | 側 枠           | トラス型とし軸箱守と鉄結 合                                                                                                                                           | トラス型とし軸箱守とボルト結合                                                                                                                                          |
|                            | 横 梁           | チャンネルを以て側枠と鉄締                                                                                                                                            | 全 右                                                                                                                                                      |
| 心 皿 高 さ                    |               | 548 mm                                                                                                                                                   | 432 mm                                                                                                                                                   |
| 製 動 装 置                    |               | 8"×8" 制動筒 / 台車 / 箇直結                                                                                                                                     | 6"×6"制動筒 / 台車 2 箇直結                                                                                                                                      |
| 電 動 機 支 持                  |               | バー支持で電動機外掛                                                                                                                                               |  ノーズ式支持<br>防振ゴム<br>硬度 シュロメーター 50<br>バネ剛性<br>引張 28 kg/mm 圧縮 42 kg/mm |

示す。



第10圖 分岐點  
Fig. 10 The Points.



第 4 表 試 験 速 度  
Table 4 The Running Speed.

| 供試車 | 試験<br>番 號 | 試 験 種 別 | 計畫速度<br>km/hr | 平均速度<br>km/hr | 記 事  | 供試車 | 試験<br>番 號 | 試 験 種 別 | 計畫速度<br>km/hr | 平均速度<br>km/hr | 記 事  |
|-----|-----------|---------|---------------|---------------|------|-----|-----------|---------|---------------|---------------|------|
| 防   | 51        | 直線區間    | 10            | 12.9          | 試験せず | 普   | 81'       |         | 10            | 11.2          | 試験せず |
|     | 52        |         | 20            | 21.8          |      |     | 81        |         | 10            | 14.0          |      |
|     | 53        |         | 25            | 26.6          |      |     | 82        |         | 20            | 20.5          |      |
|     | 54        |         | 30            | 30.0          |      |     | 83        |         | 25            | 27.4          |      |
|     | 55        |         | 35            | 35.6          |      |     | 84        |         | 30            | 31.7          |      |
|     | 56        |         | 40            | 40.0          |      |     | 85        | 直線區間    | 35            | 32.9          |      |
|     | 57        |         | 10            | —             |      |     | 86        |         | —             | —             |      |
|     | 58        |         | 20            | 22.6          |      |     | 87        |         | 10            | —             |      |
|     | 59        |         | 30            | 32.1          |      |     | 88        |         | 20            | 24.1          |      |
|     | 60        |         | 40            | 40.5          |      |     | 89        |         | 30            | 32.2          |      |
| 振   | 61        | 交叉點     | 10            | 12.8          | 試験せず | 通   | 90        |         | —             | —             | 試験せず |
|     | 62        |         | 15            | 17.0          |      |     | 91        |         | 10            | 12.8          |      |
|     | 63        |         | 20            | 22.0          |      |     | 92        | 交叉點     | 15            | 18.0          |      |
|     | 64        | 開放地     | 35            | 20.7          |      |     | 93'       |         | 20            | 20.4          |      |
|     | 65        | ビル街     | 35            | 20.1          |      |     | 93        |         | 20            | 21.4          |      |
|     | 66        | 橋 梁     | —             | —             |      |     | 94        | 開放地     | 35            | 24.9          |      |
|     | 67        | 分岐點     | 10            | 11            |      |     | 95        | ビル街     | 35            | 30.0          |      |
|     | 68        |         | 10            | 10            |      |     | 96        | 橋 梁     | —             | —             |      |
|     | 69        |         | —             | —             |      |     | 97        | 分岐點     | 10            | 10            |      |
|     | 70        | 波狀摩耗區間  | 35            | 31.6          |      |     | 98        |         | 10            | 10            |      |
| 車   | 71        | ビル街     | 35            | —             | 試験せず | 車   | 99        |         | —             | —             | 試験せず |
|     |           |         |               |               |      |     | 100       | 波狀摩耗區間  | 35            | 28.7          |      |
|     |           |         |               |               |      |     | 101       | ビル街     | 35            | —             |      |

(B) 試験速度並に運轉方法 試験速度は第 4 表の如く選び、大體の速度は運轉臺の指示速度計により、正確な速度は加速度計の記録により算出した。試験區間はノッチを加減して所用の速度を保ちブレーキは使用しないことにした。

〔IV〕 振 動 特 性 試 験

1. 測定項目並に測定方法

第 5 表 測 定 項 目 並 に 測 定 方 法  
Table 5 The Item and Method of Measurement.

| 測 度 項 目                                                                            | 測 定 箇 所      | 計 測 器          | 記 事                |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------|
| 車體上下、左右<br>前後加速度<br>軸箱上下加速度<br>同 上<br>主電動機ノーズ加速度<br>軸ばね變位<br>枕ばね變位<br>揺枕變位<br>軸箱横動 | 前臺車心皿上(床面)   | 梅北式 DV-3 型加速度計 | 鐵道技研擔當 床面上 1 m 470 |
|                                                                                    | 前臺車心皿上(天井附近) |                |                    |
|                                                                                    | 車體中央床面       | 梅北式 P-3 型加速度計  | 日立笠戸擔當             |
|                                                                                    | 前臺車後軸左       | 炭素錐加速度計        | 鐵道技研擔當             |
|                                                                                    | 同 上 右        |                |                    |
|                                                                                    | 前臺車後軸        |                |                    |
|                                                                                    | 前臺車後軸左       | 電氣抵抗式變位計       | 鐵道技研擔當             |
|                                                                                    | 前臺車右         |                |                    |
|                                                                                    | 前臺車          |                |                    |
|                                                                                    | 前臺車前軸        |                |                    |



測定項目、測定箇所、及び計測器は第5表の如くである。

## 2. 使用計器

(1) 梅北式 DV-3 型加速度計 車輛用加速度計として製作された計器で、その要目は次の通りである。

|          |                                                                     |
|----------|---------------------------------------------------------------------|
| 成分       | 上下左右及前後3成分                                                          |
| 測定範圍     | 振幅 $\pm 0.5\text{ g}$ ( $\pm 5\text{ m/sec}^2$ )<br>振動數 0~10 c.p.s. |
| 倍率       | 記録紙上の振れ 40 mm が 1 g に相當                                             |
| 振子の固有振動數 | 10 c.p.s.                                                           |
| 減衰器      | 空氣式 減衰比 $1/10$                                                      |
| 總重量      | 10 kg                                                               |
| 寸度       | 160×300×230 mm                                                      |

(2) 梅北式 P-3 型加速度計 車輛用加速度計で要目は次の通りである。

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------|----|-------------------------------------------|----|-------------------------------------------|
| 成分       | 上下、左右、及前後の3成分                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 測定範圍     | 振幅 <table> <tr> <td>上下</td><td><math>\pm 1\text{ g}</math> (<math>10\text{ m/sec}^2</math>)</td></tr> <tr> <td>左右</td><td><math>\pm 0.5\text{ g}</math> (<math>5\text{ m/sec}^2</math>)</td></tr> <tr> <td>前後</td><td><math>\pm 0.2\text{ g}</math> (<math>2\text{ m/sec}^2</math>)</td></tr> </table> 記録紙上の振れ | 上下 | $\pm 1\text{ g}$ ( $10\text{ m/sec}^2$ ) | 左右 | $\pm 0.5\text{ g}$ ( $5\text{ m/sec}^2$ ) | 前後 | $\pm 0.2\text{ g}$ ( $2\text{ m/sec}^2$ ) |
| 上下       | $\pm 1\text{ g}$ ( $10\text{ m/sec}^2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 左右       | $\pm 0.5\text{ g}$ ( $5\text{ m/sec}^2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 前後       | $\pm 0.2\text{ g}$ ( $2\text{ m/sec}^2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 倍率       | <table> <tr> <td>上下</td><td>25 mm が 1 g に相當</td></tr> <tr> <td>左右</td><td>26 mm が 0.5 g に相當</td></tr> <tr> <td>前後</td><td>25 mm が 0.2 g に相當</td></tr> </table>                                                                                                                                                 | 上下 | 25 mm が 1 g に相當                          | 左右 | 26 mm が 0.5 g に相當                         | 前後 | 25 mm が 0.2 g に相當                         |
| 上下       | 25 mm が 1 g に相當                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 左右       | 26 mm が 0.5 g に相當                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 前後       | 25 mm が 0.2 g に相當                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 振子の固有振動數 | <table> <tr> <td>上下</td><td>約 16 c. p. s.</td></tr> <tr> <td>左右</td><td>" 9 "</td></tr> <tr> <td>前後</td><td>" 7 "</td></tr> </table>                                                                                                                                                                           | 上下 | 約 16 c. p. s.                            | 左右 | " 9 "                                     | 前後 | " 7 "                                     |
| 上下       | 約 16 c. p. s.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 左右       | " 9 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                                          |    |                                           |    |                                           |
| 前後       | " 7 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                                          |    |                                           |    |                                           |

|     |                |
|-----|----------------|
| 減衰器 | 空氣式            |
| 重量  | 12.5 kg        |
| 寸度  | 300×330×180 mm |

(3) 炭素堆加速度計 車輛の任意の部分、特に機關車や臺車の各部の振動加速度測定用として製作された計器である。本計器は、炭素板の壓縮による抵抗變化を電流變化に變えて電磁オツシログラフに記録させる方式のもので、そのピックアップは次の如き要目を有する。

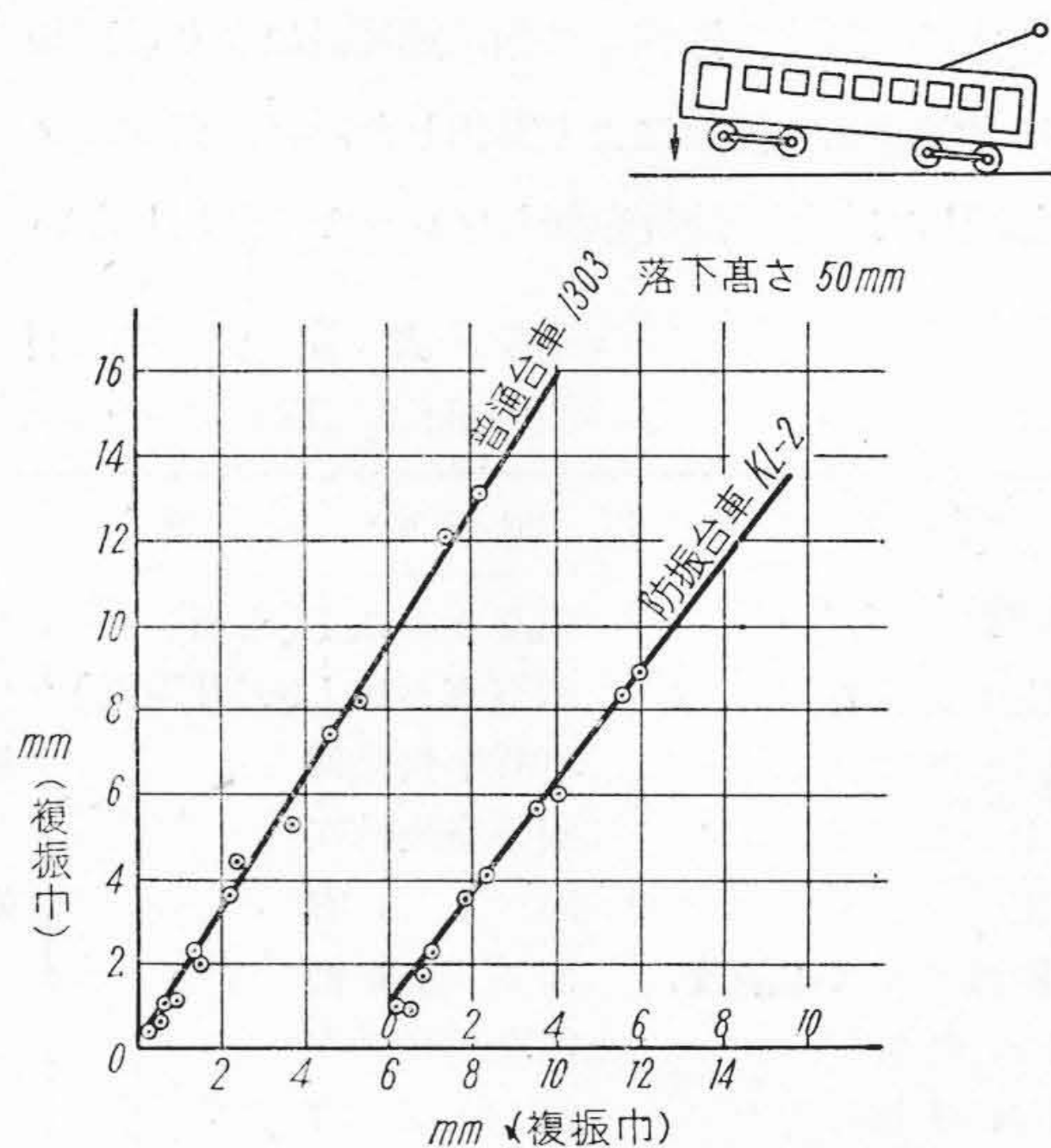
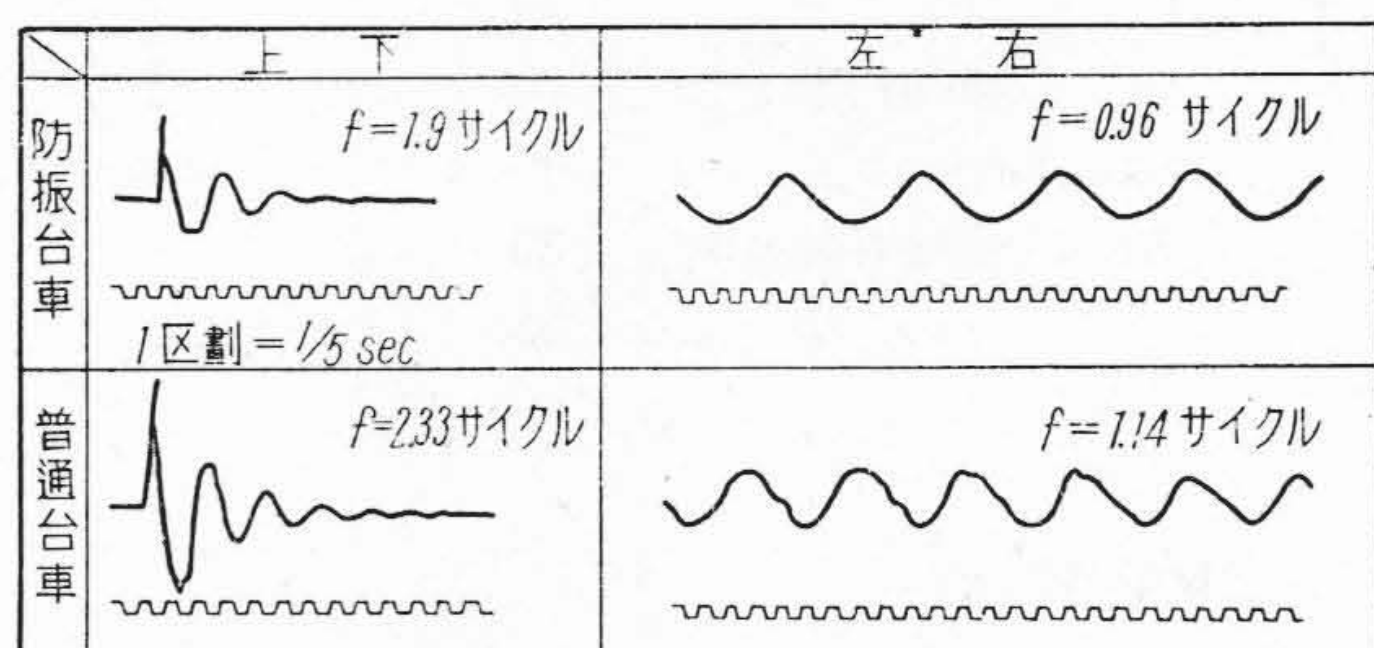
|      |            |
|------|------------|
| 成分   | 1成分        |
| 測定範圍 | 振幅 0~100 g |

振動數 0~100 c.p.s.

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 倍率    | 加變                          |
| 固有振動數 | $\approx 150\text{ c.p.s.}$ |
| 減衰器   | 空氣及油膜                       |
| 重量    | 750 gr                      |
| 寸度    | 56×58×67 mm                 |

振幅特性は、ブリッジ回路にしてあるので、割合良好で安定度も比較的良い。

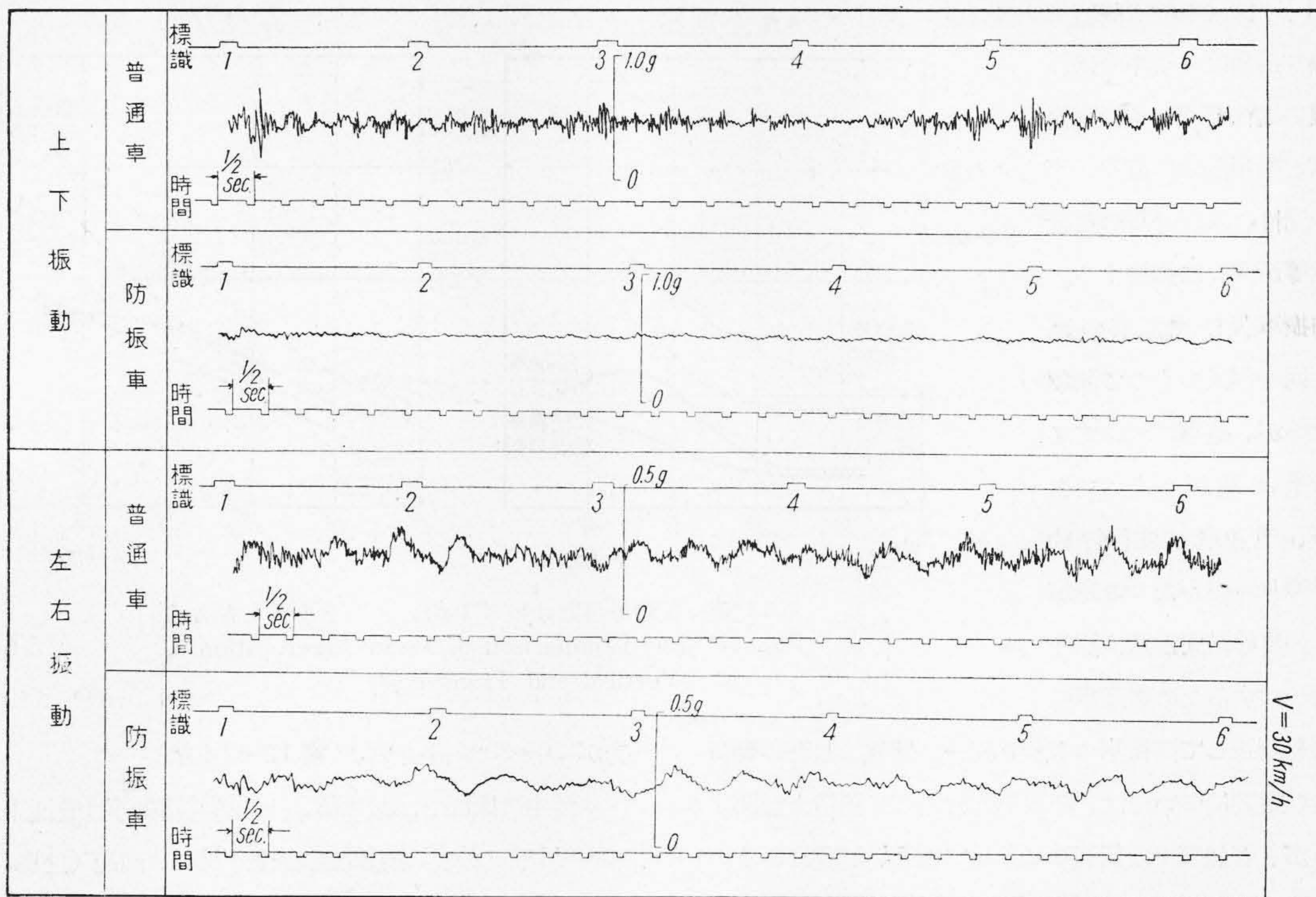
(4) 電氣抵抗式變位計 臺車ばね變位、揺枕變位等の相對變位を測定するために製作された計器で、抵抗線及びブリッジ抵抗を配電盤によつてブリッジに組んで、相對運動によつて生ずる抵抗變化を電流變化に變えて、オツシロに入れ記録する方式のものである。檢定結果は、全可動範圍 (40 mm) に亘つて、相對運動の變化とオツシロの變位は直線的關係にあり、精度は充分である。



第11圖 車輛靜止時の振動試験

Fig. 11 The Static Vibration Test of the Car.





第12圖 車體振動加速度波形比較

Fig. 12 The Comparison of the Acceleration of the Car Body.  
(at the Centre of the Car Body)

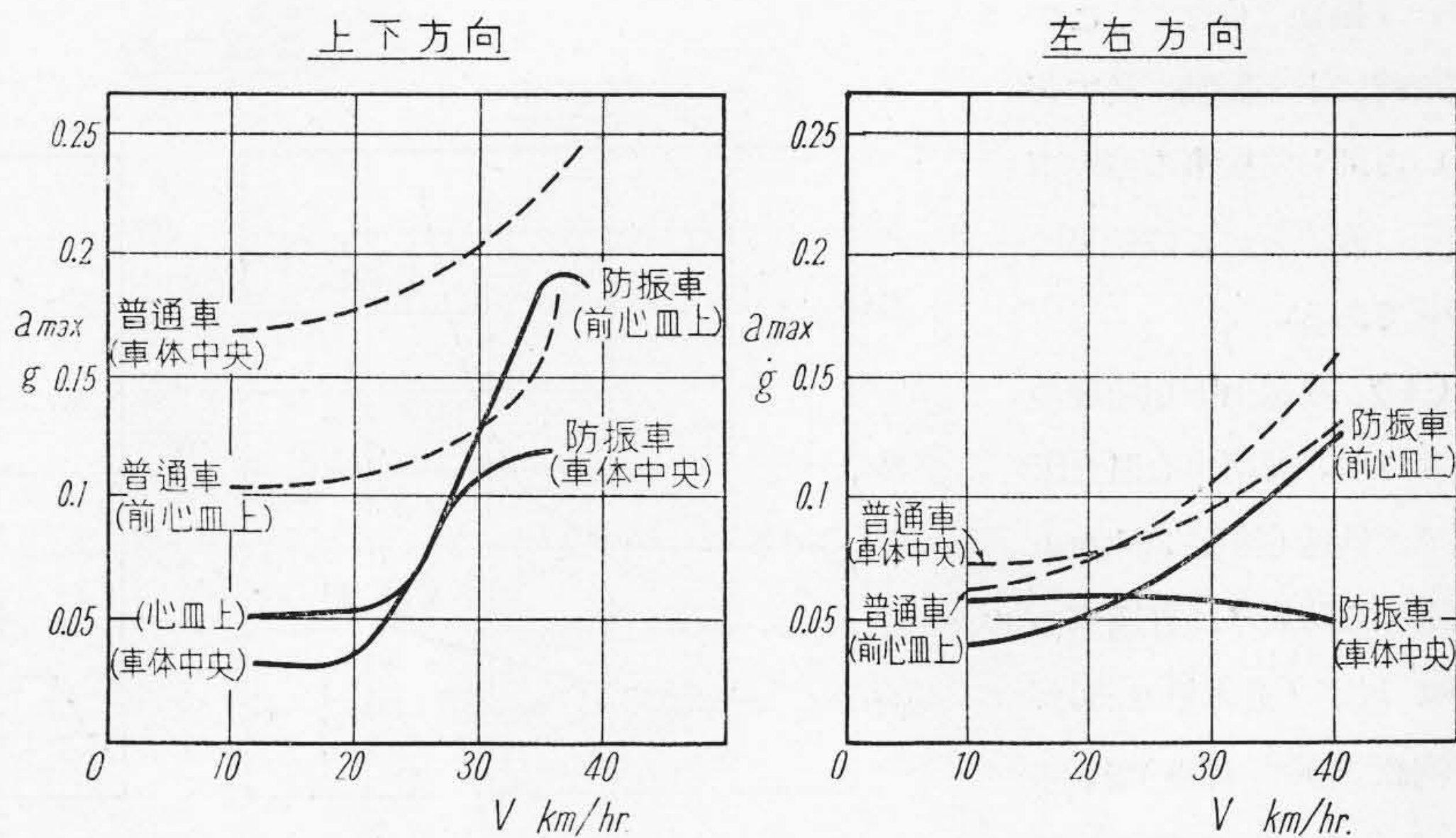
## 3. 試験成績總括

費の節減は極めて大きいものと豫想される。

(1) 防振車の車體振動加速度は、全般的に言つて、従来の普通車に較べて約 4 割減少した。特にビビリ振動の減少は著しく、そのため乗心地は格段に改善された。

## 4. 試験成績概要

(2) 防振車に於ける軸箱の振動並に衝撃の減少は特に顯著で、その上下加速度は普通車の  $\frac{1}{3}$  以下に過ぎない。従つて臺車、主電動機及び軌條に損傷を與える度合は著しく減少すべく、これにより車輛並びに軌道の耐久性の増大、保守



第13圖 振動加速度比較(最大)(上下及び左右方向)

Fig. 13 The Comparison of the Maximum Acceleration.  
(Vertical and Transverse)



## (1) 供試車検査成績

車輛の振動には臺車のばね装置、揺枕装置、車輛踏面形状、軸箱部分の遊間、車體の剛性、及び臺車の質量特性等が大いに影響する。

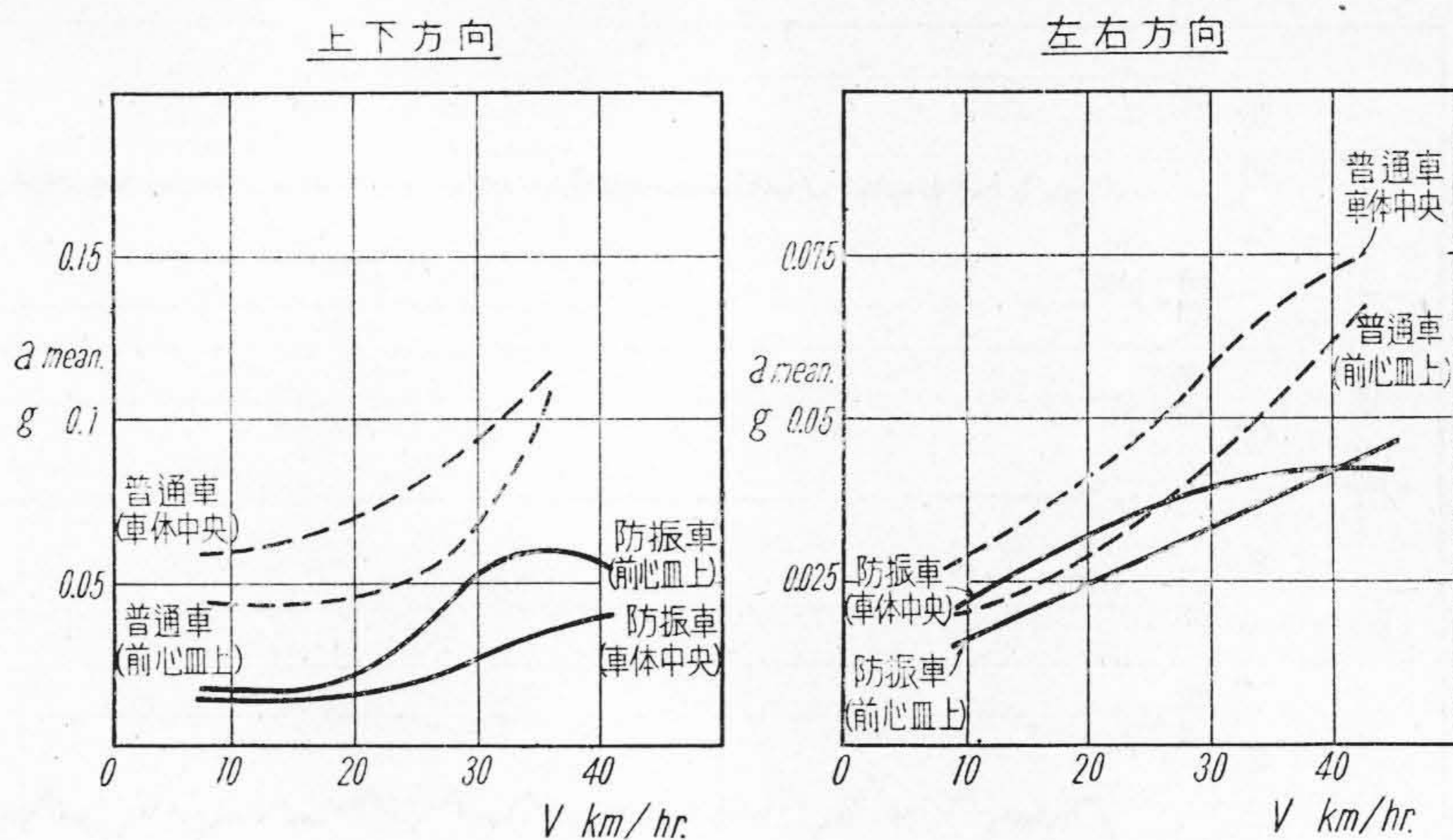
防振車及び普通車の車體は同一型式のもので問題はないが、臺車については防振車は新製のものであるが、普通車は走行料約 147800 km でかなりの差がある。車輪踏面形状は條件を同一にするため普通車の

踏面を削正して防振車のものと同一の状態にした。軸箱部分の遊間については、防振車は軸梁式で構造上遊間はないが、普通車では新製車に比して稍悪い状態にある。

(2) 静止中の振動試験 静止中に供試車の振動試験を行つて固有振動數並に減衰性を求めたが、その結果は第 11 圖に示す如くである。

(3) 車體の上下、左右加速度の波形を比較すると、(第 12 圖)普通車では振動數毎秒 10 サイクル以上のビビリ振動がかなり含まれて居るのに對して、防振車ではビビリ振動は少なく、この差は特に上下振動に於て著しい。即ち防振車の彈性車輪その他防振ゴムの効果は顯著である。

(4) 車體上下加速度の大きさは、前臺車心皿上床面では低速(速度 20 km/h 以下)で防振車は普通車の 50% 以下(最大値で 50% 平均値で 30% 程度)で、速度が 30 km/h を超すと最大値は防振車の方が僅か大きい、平均値は防振車の

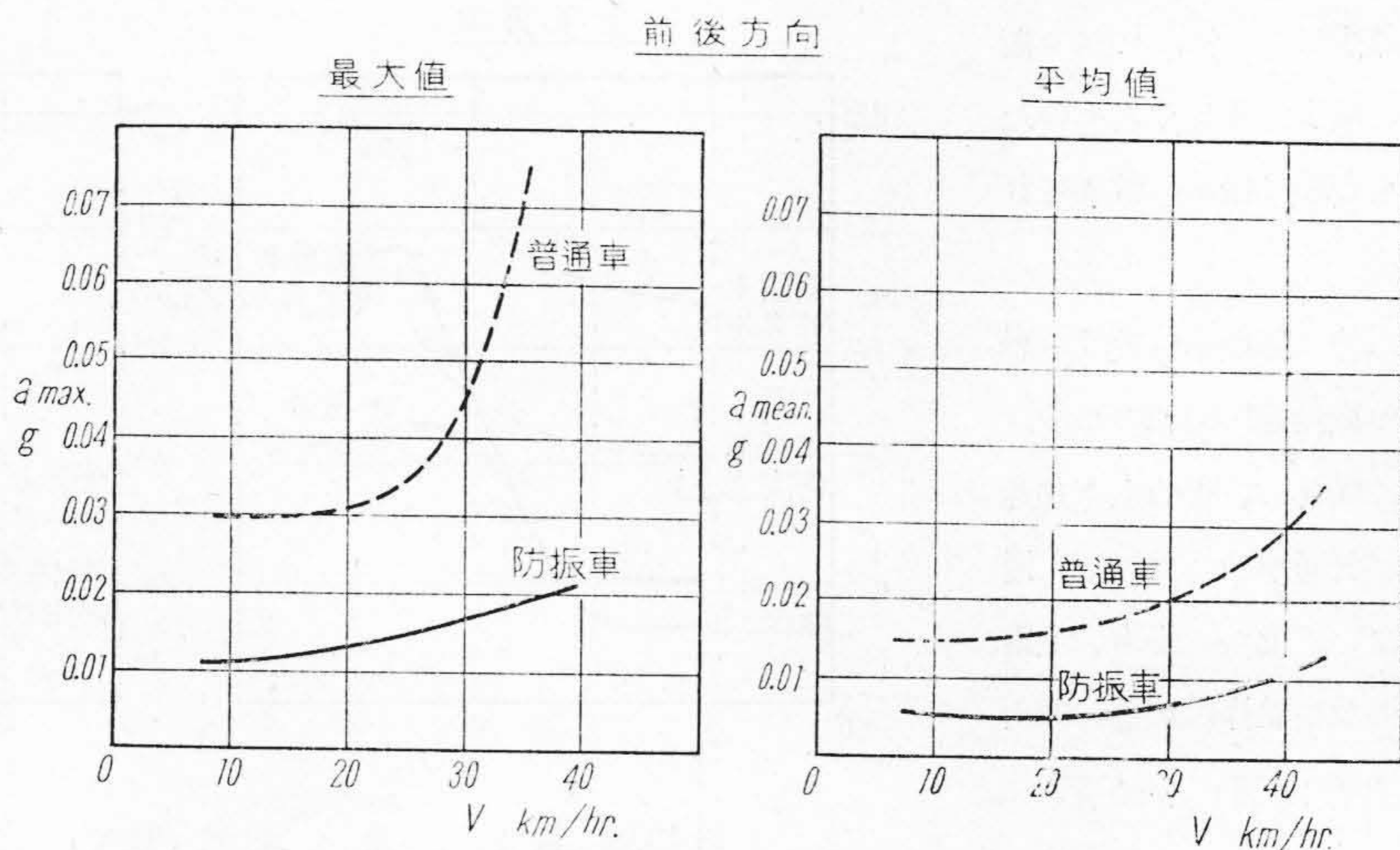


第 14 圖 振動加速度比較 (平均) (上下及び左右方向)  
Fig. 14 The Comparison of Mean Acceleration.  
(Vertical and Transverse)

方が 20~30% 小さい。(第 12~14 圖)

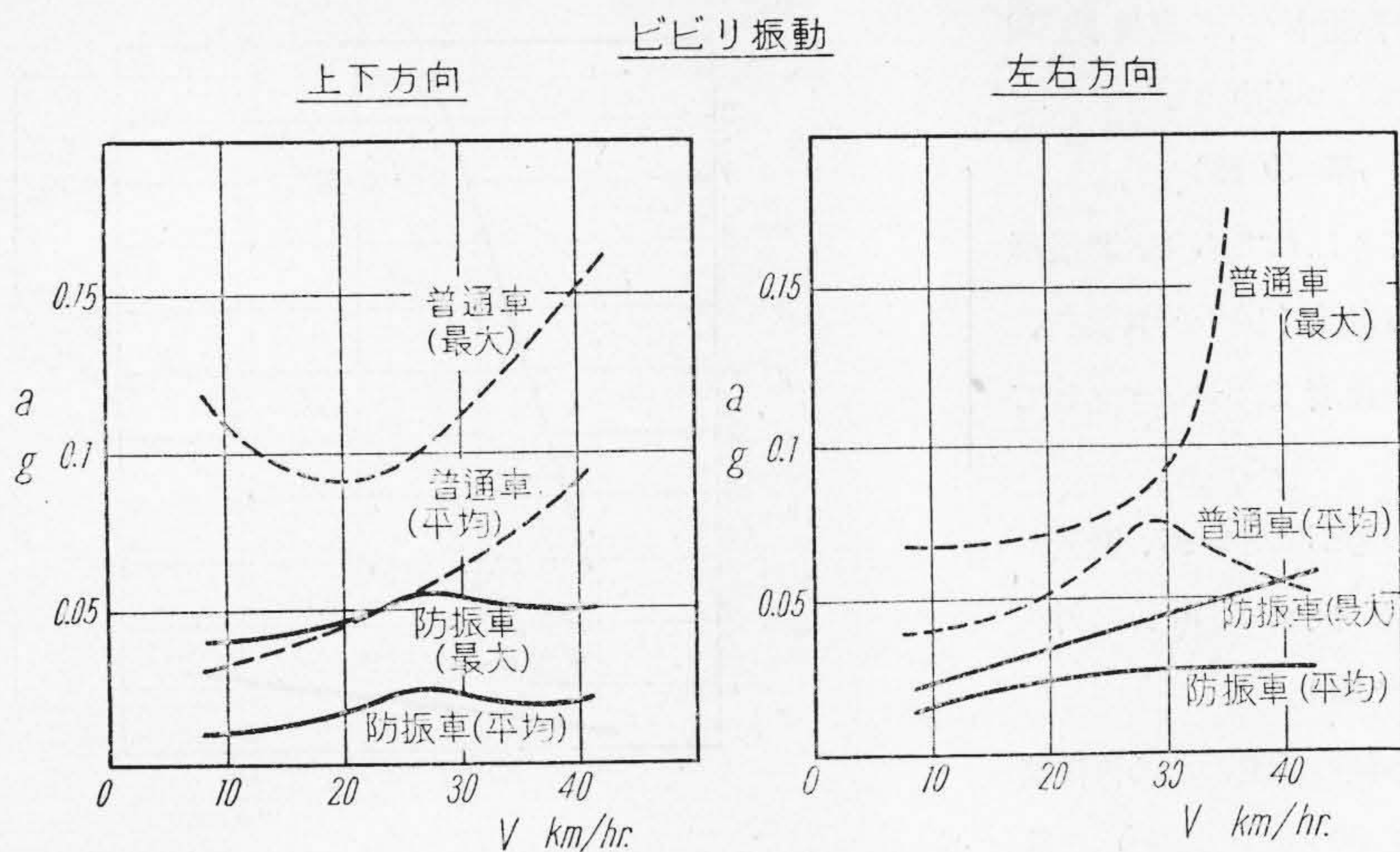
車體中央床面では最大値、平均値共防振車は普通車の 40% 以下である。振動波形は全く異り、高速(速度 30 km/h 以上)で防振車では振動數約 1.8 c. p. s. のゆるい動揺だけであるのに對して、普通車では振動數約 16 c. p. s. のビビリ振動が主である。従つて乗心地としては防振車の方が、最大加速度は却つて大きい場合があるにも拘わらず、遙かに良好である。

(5) 車體左右加速度の大きさは全般的に見て、防振



第 15 圖 振動加速度比較 (前後方向)  
Fig. 15 The Comparison of Acceleration. (Longitudinal)





第16圖 振動加速度比較 (ビビリ振動)

Fig. 16 The Comparison of Acceleration. (High Frequency Vibration)

車は普通車の 50~80% 程度で、高速になる程その差は大きくなる。(第 13~14 圖)

(6) 車體の前後加速度は兩者共非常に小さく、乗心地の見地より問題とならないが、防振車は普通車の 30~50% である。防振車では特に車體の前後動軽減を目的として心皿位置を出来るだけ低くしてあるが、その効果は充分認められる。(第 15 圖)

(7) 防振ゴムの効果を見るため振動數約 10 c. p. s. 以上の車體のビビリ振動だけを取り出して比較すると、上下振動では防振車は普通車の 20~60%, 左右振動では

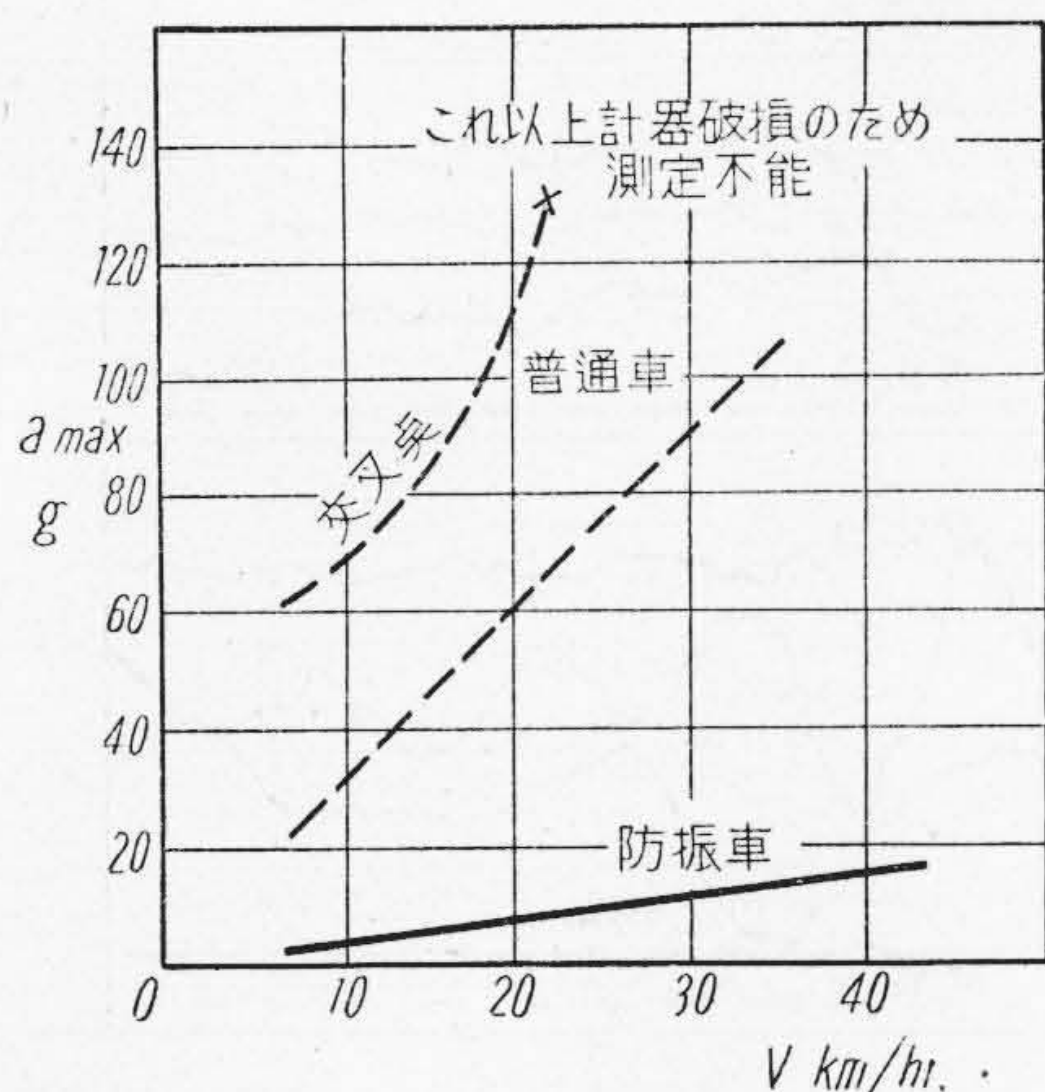
60~80% で、防振ゴムの効果は特に上下振動に於て顯著である。(第 16 圖)

(8) 軸箱に作用する最大加速度は、防振車は普通車の  $\frac{1}{5}$  以下の値になっている。防振車の振動數は波狀摩耗に原因すると思われる速度に比例した値 (波長約 80 mm) を有するが、普通車では低速の場合 (速度約 10 km/h) を除いては各速度で一定の振動數 (110~120 c. p. s.) を有する。從

つて波狀摩耗のない (例えば新しいレールの) 個所では防振車の軸箱加速度は更に小さく、軌條、電動機及び臺車各部を損傷することも更に少ないと思われる。(第 17~18 圖)

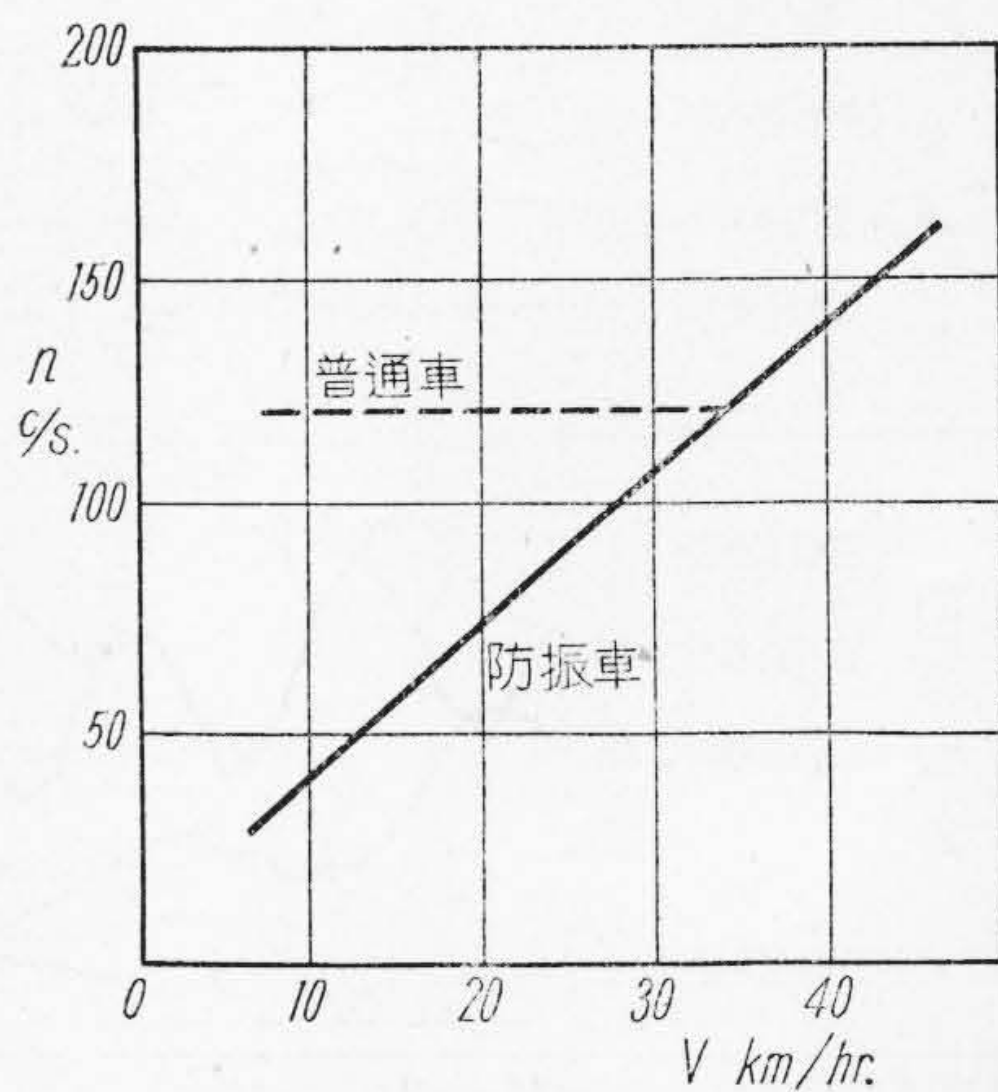
(9) 防振車では主電動機に傳わる加速度は非常に小さく、ノーズの位置で通常は 2 g を出ない。普通車では主電動機の加速度は測定出来なかつたが、その大きさは恐らく防振車の場合に對して軸箱の加速度と同じ程度の倍數で大きくなつていられる(第 19 圖)

(10) 軸ばねの動きは防振車、普通車共車體の上下動



第17圖 軸箱上下加速度比較

Fig. 17 The Comparison of Vertical Acceleration of the Journal Box.



第18圖 軸箱上下振動數比較

Fig. 18 The Comparison of Vertical Vibration of the Journal Box.



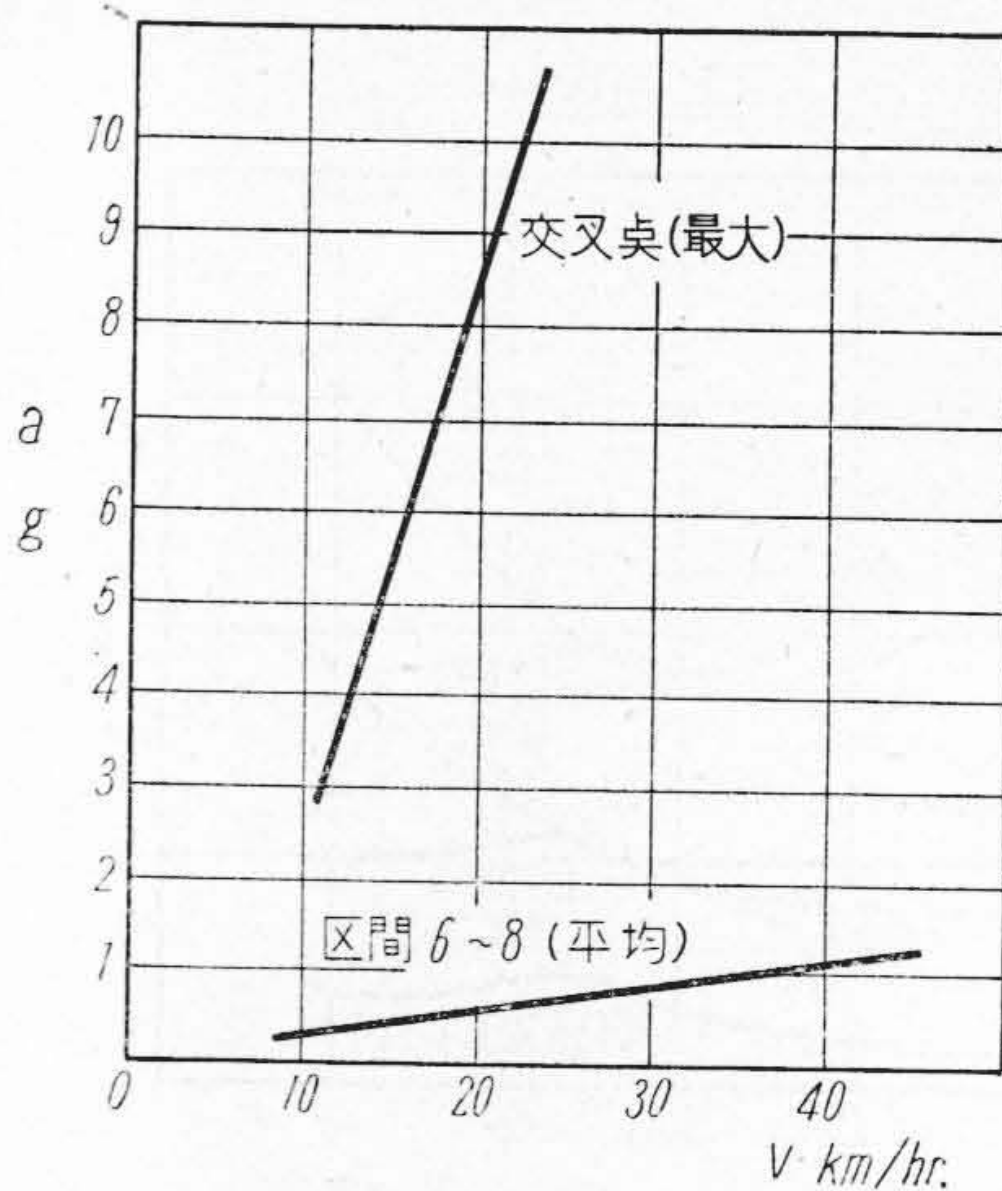
によるものが卓越してゐるが、普通車では速度約 20 km/h 附近で振動數約 5.5 c.p.s. の臺車のピッチングと思われるものが現われている。(第 20 圖)

(11) 枕ばねは防振車ではコイルばねであり、普通車では板ばねであるので、その動きは全く様子が異なり、前者では波形は正弦波であるが、後者ではゴツゴツして振幅も小さい。(第 20 圖)

(12) 揺枕の變位量は防振車の方が大きいが、減衰は良好に思われる。防振車普通車共に波長 10 m 位の外力によつて加振されている。(第 20 圖)

(13) 防振車の軸箱は走行中車輛の側壓のため直線路においても最大約 2.5 mm (速度 30 km/h 以上) の横動をしている。この値と軸箱守の横剛性とから側壓を計算すれば約 400 kg となり、この値は車體の左右加速度から計算した値とよく一致する。(第 20 圖)

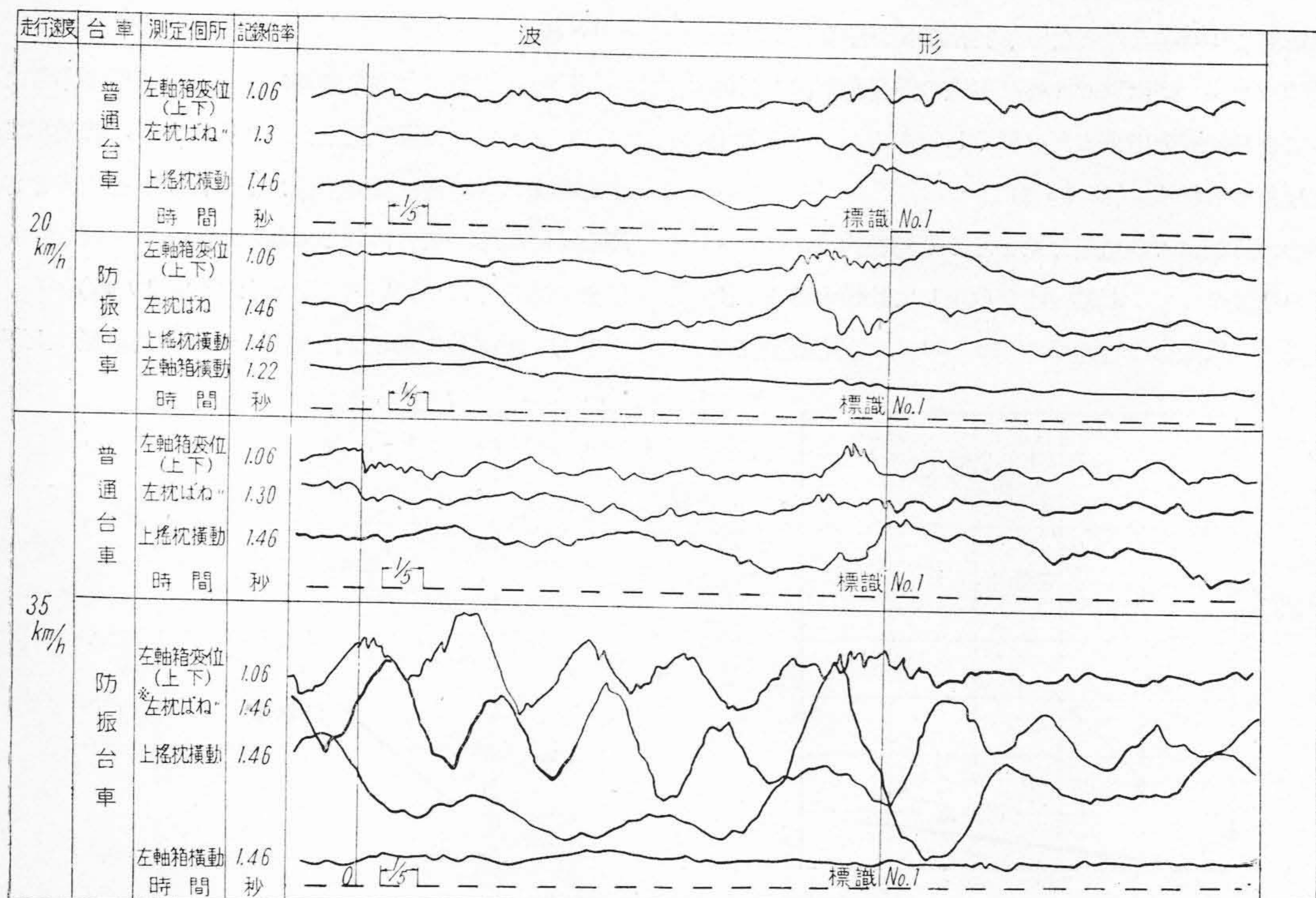
(14) 交叉點における前臺車心皿上の車體の上下加速



第19圖 主電動機ノーズ加速度(防振車)

Fig. 19 The Acceleration at the Nose of Main Electric Motor. (Experimental Car)

度は速度が 15 km/h 以下では防振車は普通車の 50% 程度であるが、速度が 20 km/h を超えると遙かに小

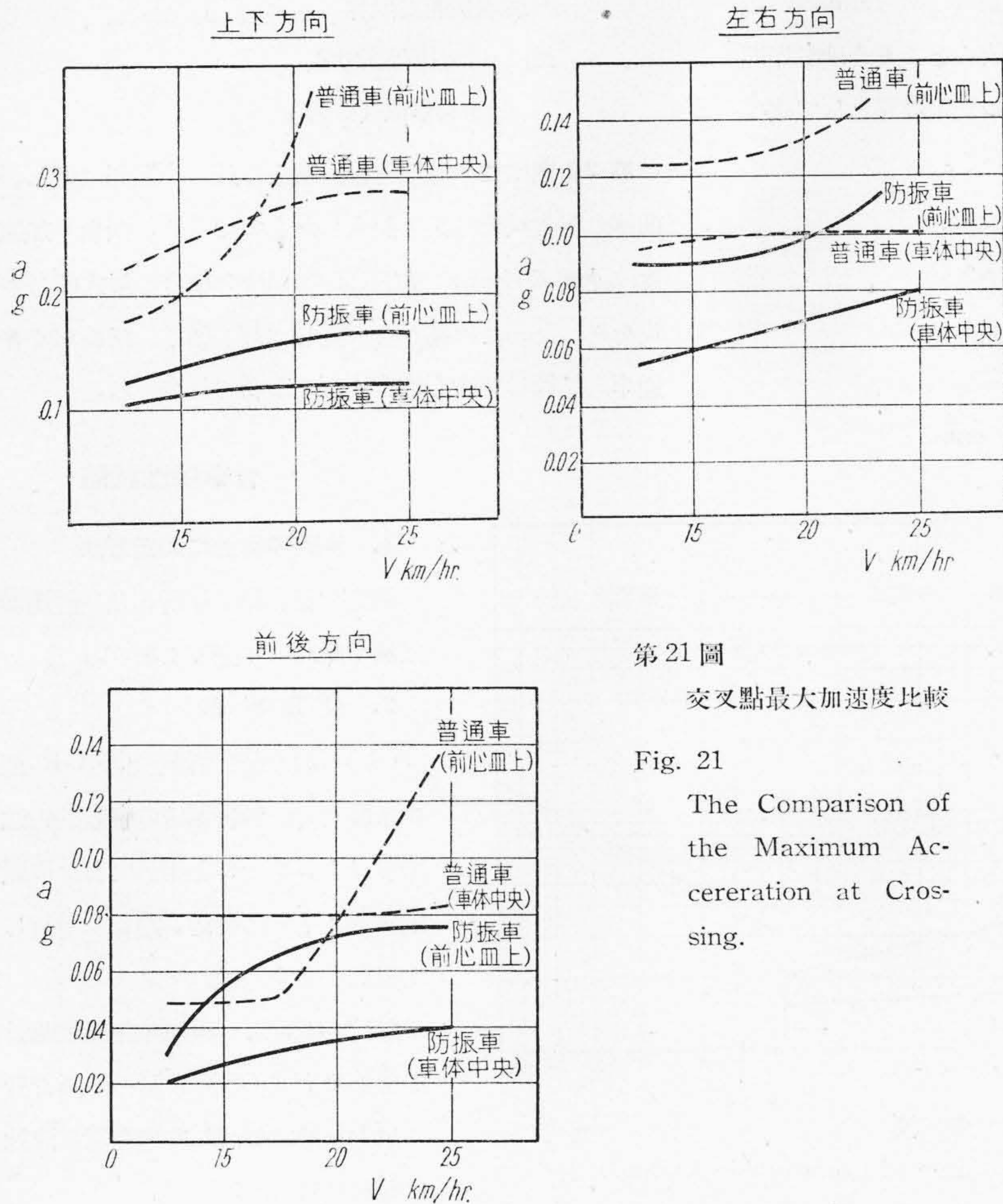


\* 枕ばね変位のみ  $V=30$  km/hr

第20圖 變位量比較

Fig. 20 The Comparison of the Value of Deflection.





第6表 防振車及普通車の振動特性

Table 6 The Performance of the Experimental and Conventional Car.

|      | 振動の種類    | 防振車            | 普通車            |
|------|----------|----------------|----------------|
| 上下方向 | 車體上下振動數  | 1.8 c.p.s.     | 2.4 c.p.s.     |
|      | 〃 波長     | 5~6 m          | 4~5 m          |
|      | 車體縱搖振動數  |                |                |
|      | ビビリ振動數   | 15~24 c.p.s.   | 13~20 c.p.s.   |
| 左右方向 | ローリング振動數 | 0.8~0.9 c.p.s. | —              |
|      | 偏搖振動數    | 1.0 c.p.s.     | 1.1 c.p.s.     |
|      | 蛇行動波長*   | 10~13 m        | 8~10 m         |
|      | ビビリ振動數   | ≈10 c.p.s.     | 12.5~14 c.p.s. |
| 前後方向 | 前後振動數    | —              | 3.6~5.3 c.p.s. |

\* 蛇行動波長は理論的に計算すると 13.6 m となる。

く、 $\frac{1}{3}$  となる。車體中央では防振車は普通車の50%程度である。(第21圖)

軸箱の上下加速度は防振車でも非常に大きくなるが、その数値は明らかでない。普通車では速度 12 km/h 附近で約 70 g, 18 km/h 附近で 100 g, 21 km/h 附近で約 120 g を記録した。(第17圖)

防振車の主電動機ノーズの加速度は速度約 22.5 km/h で 10 g に達した。

(第19圖)

(15) 分岐點においては車體の左右加速度は防振車と普通車とで著しい相違はない。

車輪の側壓は計器の取付部不良のため明らかでない。

(16) 波状摩耗區間では防振車の軸箱加速度は區間

試験の場合と較べて幾分大きい程度である。

## 5. 振動解析

以上によつて防振車及び普通車の振動の大きさを比較してその優劣を判定したが更に一步進めて、個々の車輛の振動特性を明らかにする必要がある。即ちそれが如何なる個有振動數をもち、如何なる外力によつて加振されているかを明らかにする爲に振動解析を行つた。第6表にその結果を示す。

## 6. 乗心地の判定

振動試験結果に就いてその成績を判定する一つの目安として、乗心地の問題がある。然し乍ら電車に就いては未だ適當な標準が確立されて居ないため便宜上、自動車の標準に基いて考察してみよう。



クライスラー會社動力學研究部長 R. N. Janeway 氏に依つて最近發表された論文<sup>(1)</sup>に依ると、乗心地限界即ち人體の快感を損わない上下振動の安全限界として次の數値が適當であることを提案している。

- A. 低周波領域  $f=1\sim6$  c.p.s.  
 最大加速度限界  $af^3=2$
- B. 中周波領域  $f=6\sim20$  c.p.s.  
 最大加速度限界  $af^2=1/3$
- C. 高周波領域  $f=20\sim60$  c.p.s.

最大加速度限界  $af=1/60$

茲に  $f$ =毎秒振動數

$a$ =變位 (振幅)

第 22 圖はこの關係を振動數と加速度の關係に直し、前述の振動試験結果を記入したものである。振動の加速度は速度 20 km/h 及び 35 km/h の場合の最大値の平均をとつた。この圖から一見して判る如く、防振車は普通車に比較して乗心地が 4 割方改善されている。

## 〔V〕 音響特性試験

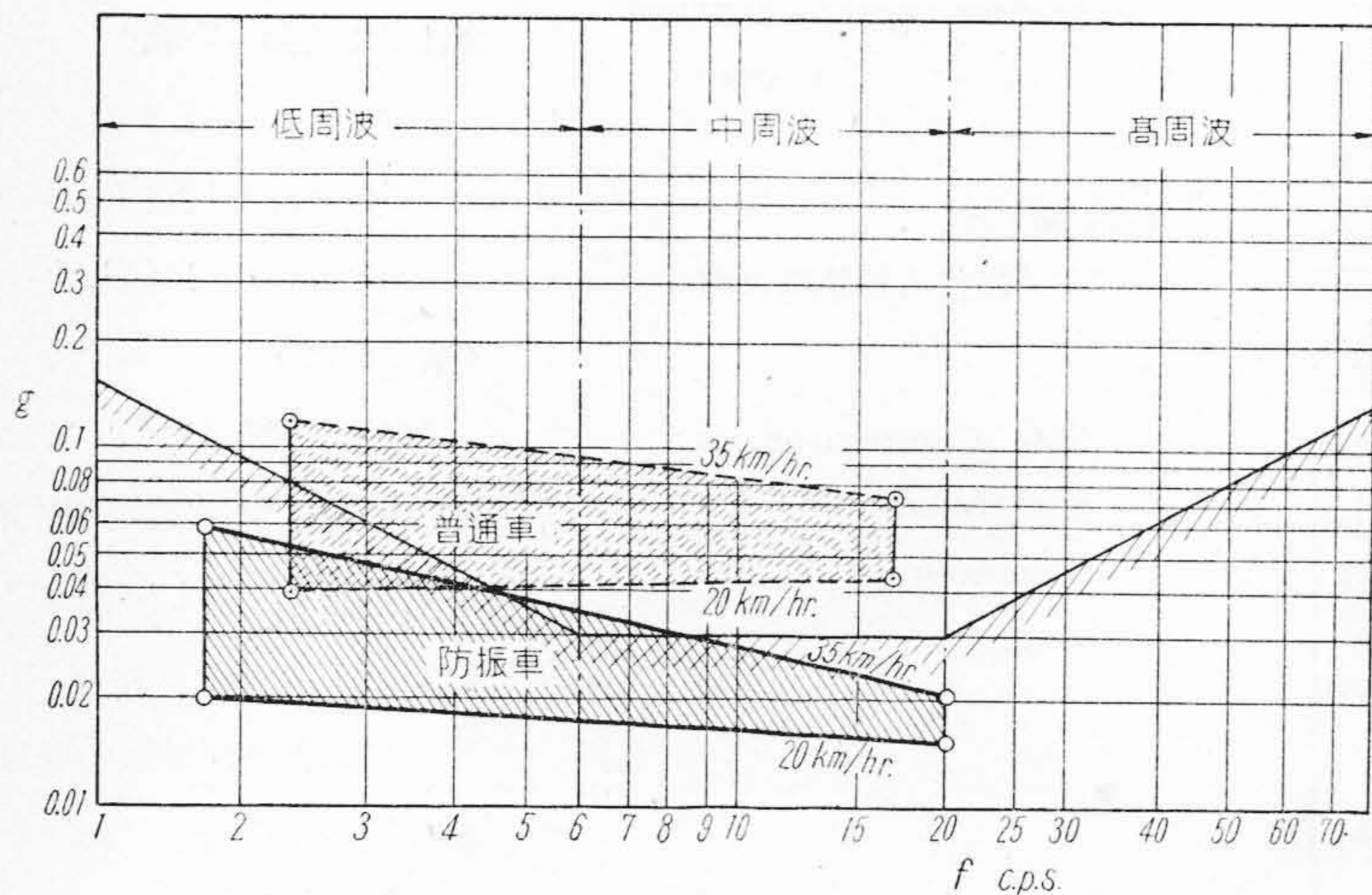
### 1. 測定項目並に測定方法

測定項目、測定場所、及び計測器は第 7 表に示す通りである。

### 2. 使用計器

(1) 岡原研究所製 OSA-II 型指示騒音計 音響測定の客觀的方法でマイクロフォンを用いて音を電氣的エネルギーに變え、適當に増幅して計器に示す方法。

(2) 横河製 10 mA 記録電流計 記録の場合は OSA-II 型指示騒音計の出力を増幅整流して本記録電流計に記録せしめた。



第 22 圖 乗心地曲線

Fig. 22 The Limit Curve of Comfortable Riding.

第 7 表 測定項目及測定方法

Table 7 The Item and Method of Measurement.

| 測定項目   |          | 測定場所   | 計測器             | 記事                 |
|--------|----------|--------|-----------------|--------------------|
| 車外騒音   | 記録、指示、録音 | 直線區間   |                 |                    |
|        | 指示及び録音   | 交叉點    | O. S. A. - II 型 | 軌條中央より約 7 m (歩道前方) |
|        | "        | 分岐點    | 指示騒音計           | マイク高さ約 1.5 m       |
|        | 記録及び録音   | 開放地    | 記録電流計           |                    |
|        | "        | ビル街    | P C - I 型       |                    |
| 音      | "        | 橋梁     | 録音機             |                    |
|        | 指示及び録音   | 波狀摩耗   |                 |                    |
| 車内騒音   |          | 車體中央前方 |                 |                    |
| 指示及び録音 |          | 約 1 m  | 同上              | マイク高さ 床面上約 1 m     |



(3) 日本電気音響株式会社製 PC-I 型録音機

### 3. 試験成績總括

軌條の比較的良好な所では防振車及び普通車の騒音は大差なく約2ホン程度である。然し分岐點、交叉點、橋梁等特殊な地點に於ては約5ホン以上の差がみられ、又車内に於ても衝撃的な音の非常に減少して居ることは彈性車輪の効果が充分現われているとみて良い。

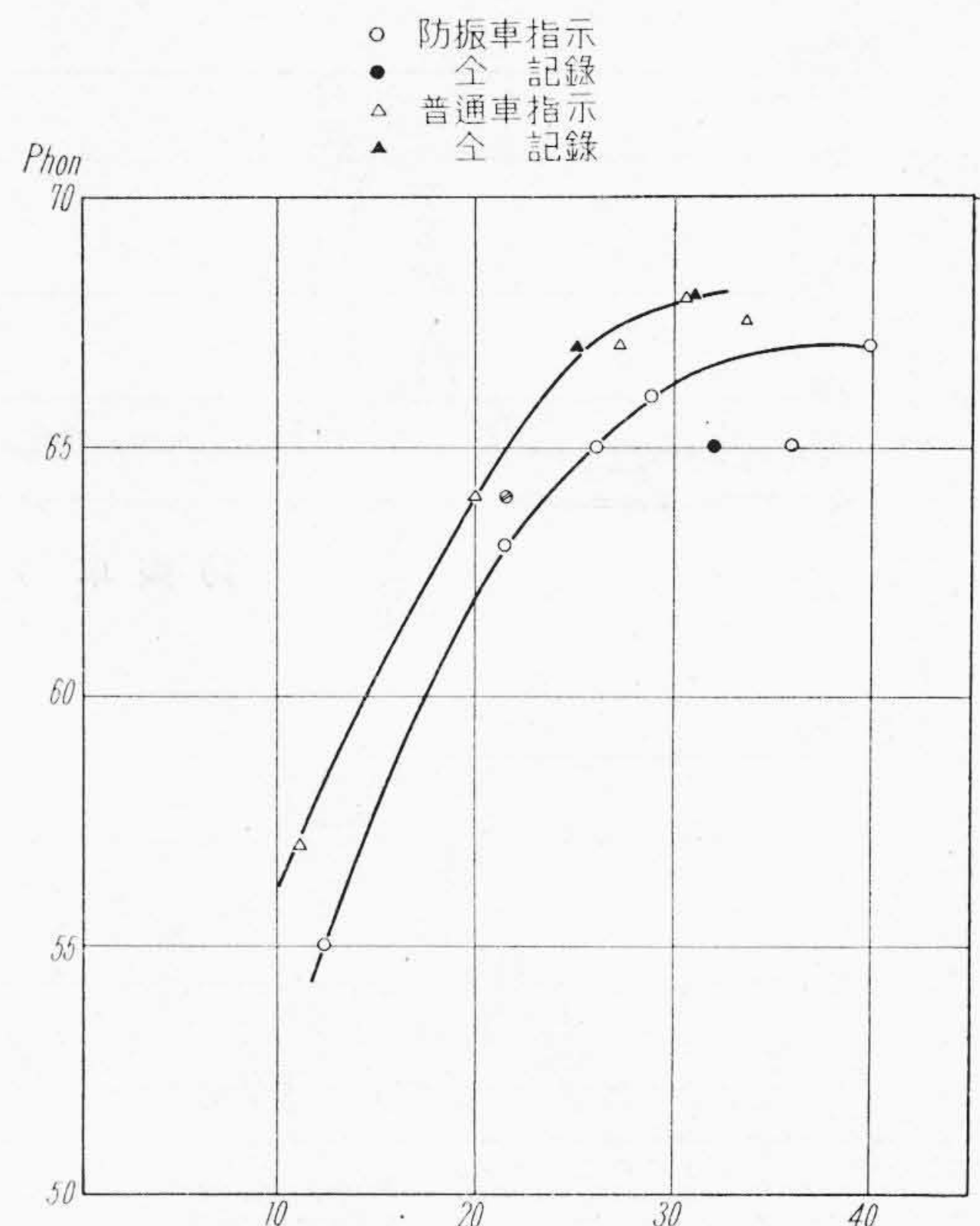
又騒音分析の結果より車體の共鳴が騒音の大きな原因とも考えられるので、今後車體の設計及び構造も充分研究の必要がある様に思われる。

### 4. 試験成績概要

(1) 各測定場所に於ける防振車、及び普通車の騒音測定結果を第8表に示す。

この測定結果から解る如く、直線區間に於ける兩車の差は小さい。分岐點では防振車が普通車に比較して5~7ホン、交叉點では5~10ホン低くなつてゐる。

即ち騒音はギヤー音、車體音、ビューゲル音等が相當あるので、定常區間ではその差は小さいが、交叉點、分



第23圖 車外騒音比較

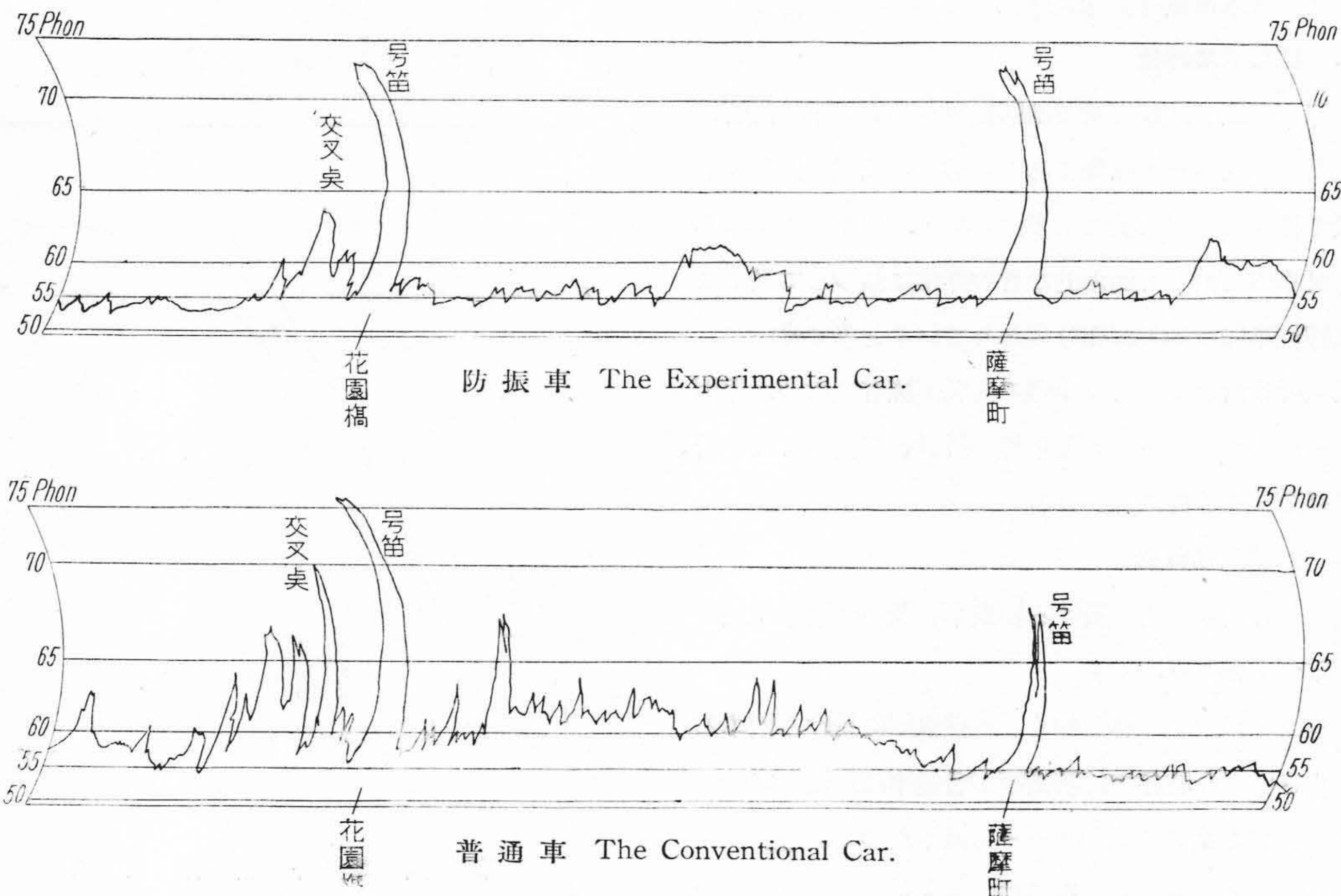
Fig. 23 The Comparison of Noise Outside of Car Body.

第8表 騒音比較

Table 8 The Comparison of Noise.

| 測定場所      | 速度<br>km/h | 計器 | 防振車 |      | 普通車 |      | 記事   |
|-----------|------------|----|-----|------|-----|------|------|
|           |            |    | 試番  | フォーン | 試番  | フォーン |      |
| 三吉橋 — 長者町 | 10         | 指示 | 51  | 55   | 81  | 57   | 直線區間 |
| 〃         | 20         | 〃  | 52  | 63   | 82  | 64   | 〃    |
| 〃         | 25         | 〃  | 53  | 65   | 83  | 67   | 〃    |
| 〃         | 30         | 〃  | 54  | 66   | 84  | 68   | 〃    |
| 〃         | 35         | 〃  | 55  | 65   | 85  | 67.5 | 〃    |
| 〃         | 40         | 〃  | 56  | 67   | —   | —    | 〃    |
| 〃         | 20         | 記録 | 58  | 64   | 88  | 67   | 〃    |
| 〃         | 30         | 〃  | 59  | 65   | 89  | 68   | 〃    |
| 〃         | 40         | 〃  | 60  | 67.5 | —   | —    | 〃    |
| 長者町一丁目    | 10         | 〃  | 61  | 60   | 91  | 69.5 | 交叉點  |
| 〃         | 15         | 〃  | 62  | 68   | 92  | 71   | 〃    |
| 〃         | 20         | 〃  | 63  | 70.5 | 93  | 75   | 〃    |
| グラント前     | 35         | 〃  | 64  | 66   | 94  | 68.5 | 開放地  |
| 日本大通り     | 35         | 〃  | 65  | 68.5 | 95  | 70   | ビル街  |
| 辨天橋       | 15         | 〃  | 66  | 56   | 96  | 65   | 橋梁   |
| 櫻木町       | 10         | 指示 | 67  | 70   | 97  | 77   | 分岐點  |
| 〃         | 10         | 〃  | 68  | 69   | 98  | 74   | 〃    |
| 本町四丁目     | 35         | 記録 | 70  | 67   | 100 | 69.5 | 波摩耗  |





第24圖 車内騒音比較

Fig. 24 The Comparison of Noise Inside of Car Body.

岐点等の衝撃個所では、防振ゴムの効果が顯著の様に見受けられる。第23圖は第8表の測定結果をグラフに表わしたものである。

(2) 第24圖は車内騒音の記録を示す。速度は普通の営業運轉と同要領で行つたもので30 km/h 前後である。防振車と普通車との波形を比較すると面白い。特に交叉点ではその差が顯著である。

(3) 第25圖は車外騒音を録音したものを分析した結果である。防振車では速度に関係なく、500, 1000, 2000サイクルのものが顯著である。普通車では更に3000サイクルのものが含れて居り、谷と谷との間に複雑な起伏が多く現われている。これは車體固有の性質が現われているのではないかと考えられる。

## 〔VI〕 軌道特性試験

### 1. 測定項目並に測定方法

軌道試験は普通50 m から100 m に亘る地區を數箇所測定して結論を出すのを例としているが、今回は舗装

其の他の關係で已むを得ず一地點のみを選定し、計器も最小限度としたので充分な資料とはいえないが一應目的を達成したものと考えられる。

軌道の最弱點は繼目であるから特にこの點を選び、測定項目は軌條撓度(上下動、頭部及び底部の左右動)及び軌道中央枕木中間位置の道床振動とした。

測定位置、項目、及び計器を第26圖及び第9表に示す。

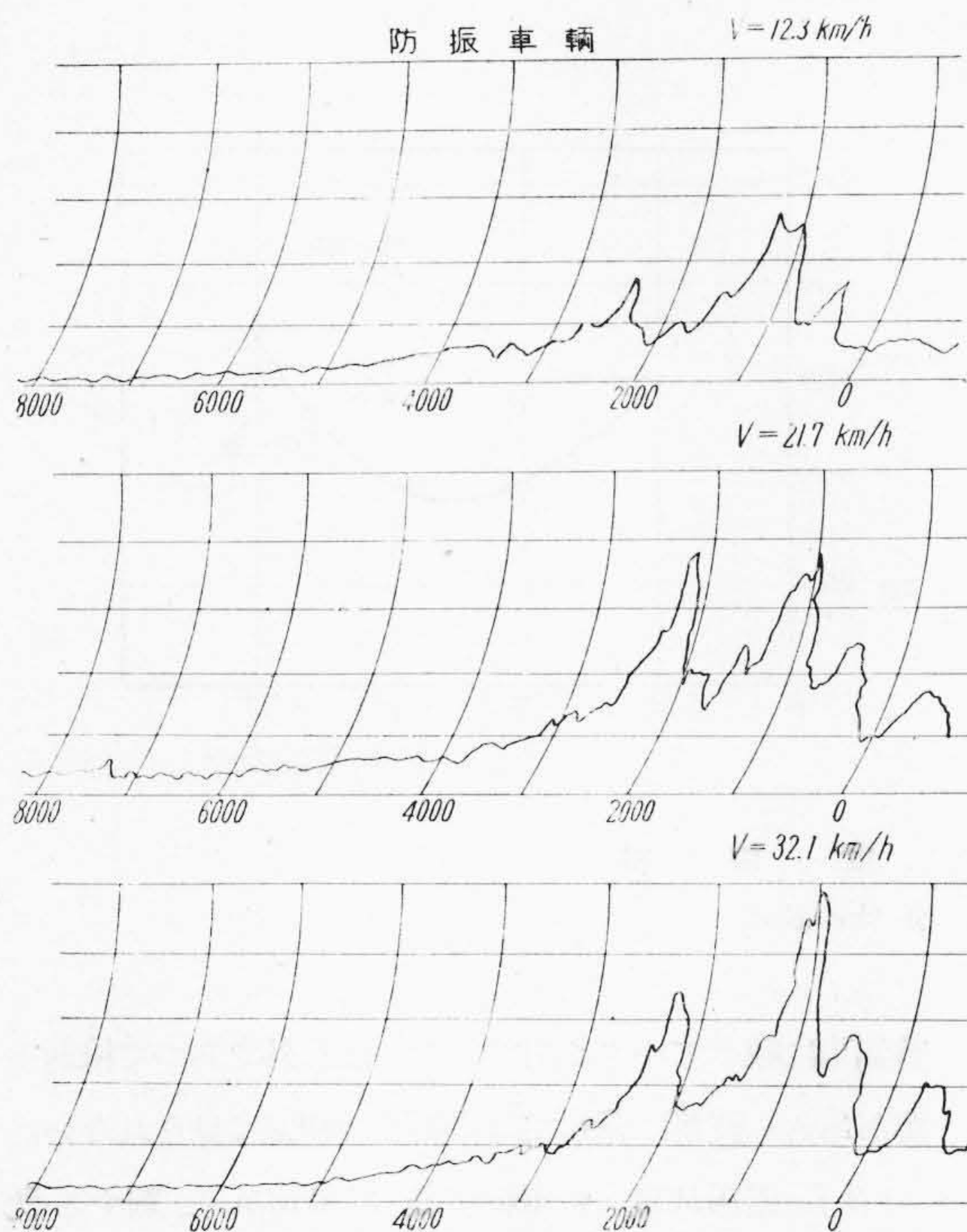
第9表 測定項目並に測定方法

Table 9 The Item and Method of Measurement.

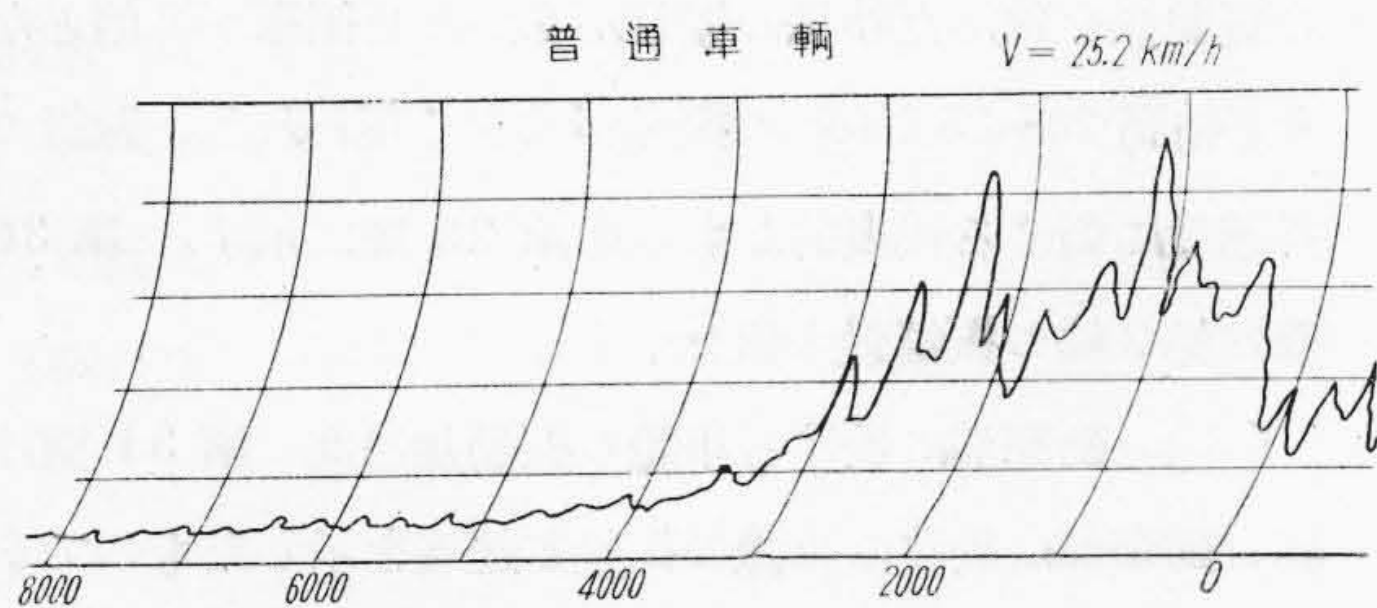
| 測定位置                        | 測定項目 | 測定計器   |
|-----------------------------|------|--------|
| (1) 普通軌條部                   | 軌條撓度 | 三成分撓度計 |
| (2) 繼目部(テルミット熔接)            | "    | "      |
| (3) 繼目部(長さ140 mmの短軌條を挟んだ箇所) | "    | "      |
| (4) "                       | 道床振動 | 振動計    |
| (5) 普通軌條部                   | "    | "      |

荷重; 6 ton 死荷重+1 ton (測定員約20名)





第25圖(a) 騒音分析(防振車)  
Fig. 25 (a) The Analysis of Noise.  
(Experimental Car)



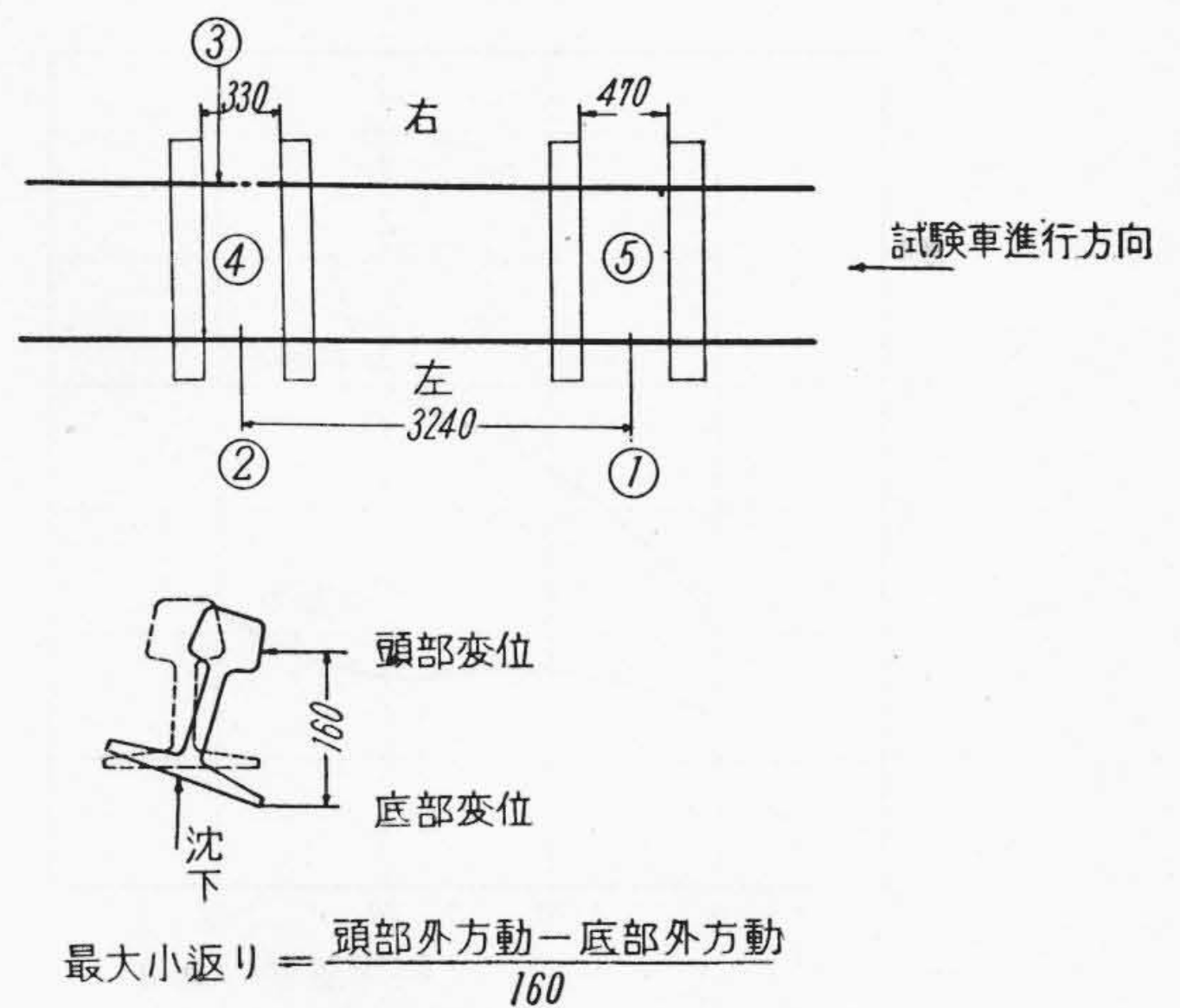
第25圖(b) 騒音分析(普通車)  
Fig. 25 (b) The Analysis of Noise.  
(Conventional Car)

## 2. 試験成績總括

軌道の弱點は軌條接目部であつて、此部分に於ける新台車が防振効果が著しいことからみて、軌道に與える影響は防振効果3割と判定される。

## 3. 試験成績概要

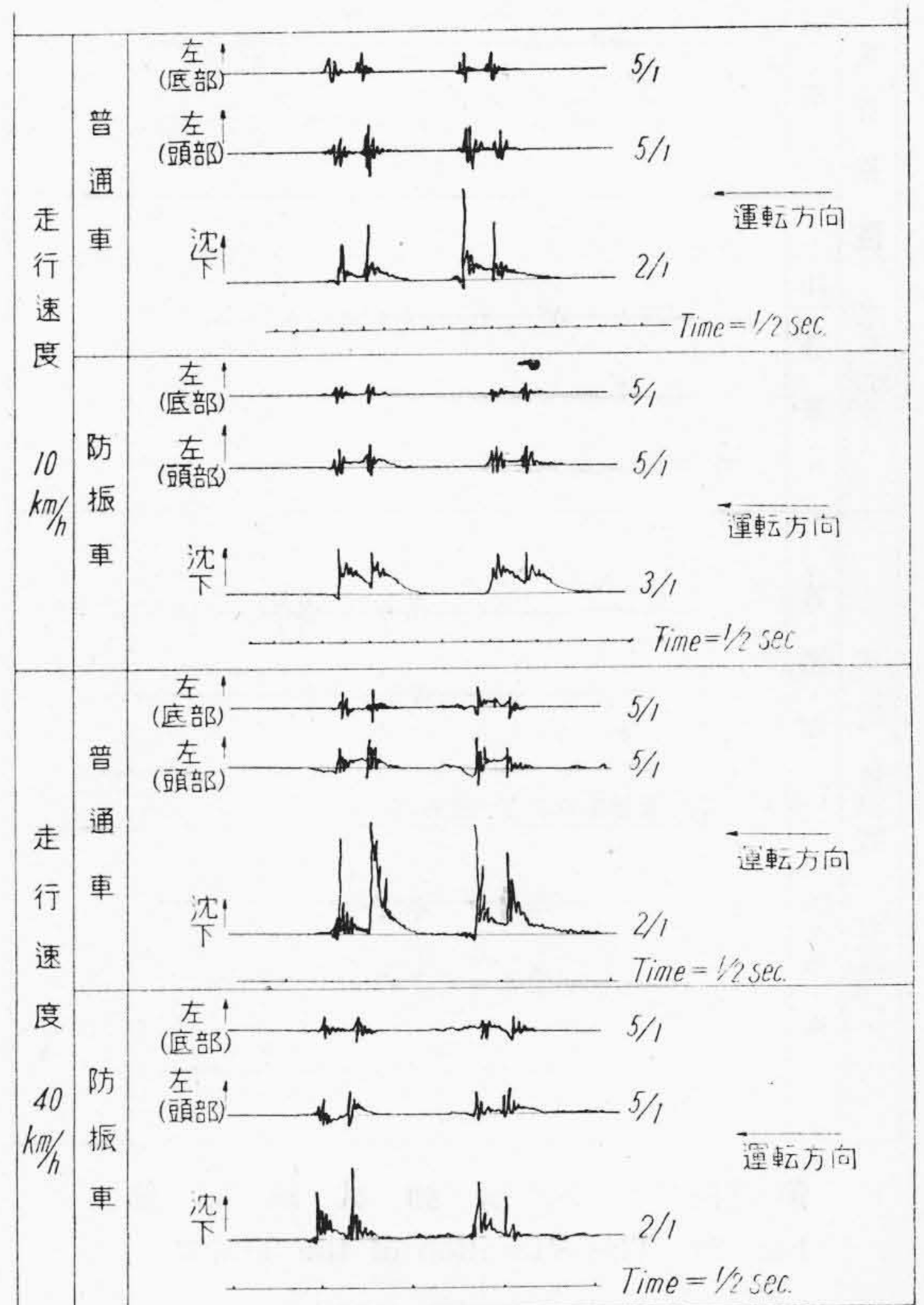
(1) 軌條撓度 各速度に對する記録の代表的なものを選んで第27圖に示す。倍率は記録紙の都合で必ずしも同一ではない。



第26圖 測定位置

Fig. 26 The Measurement Position.

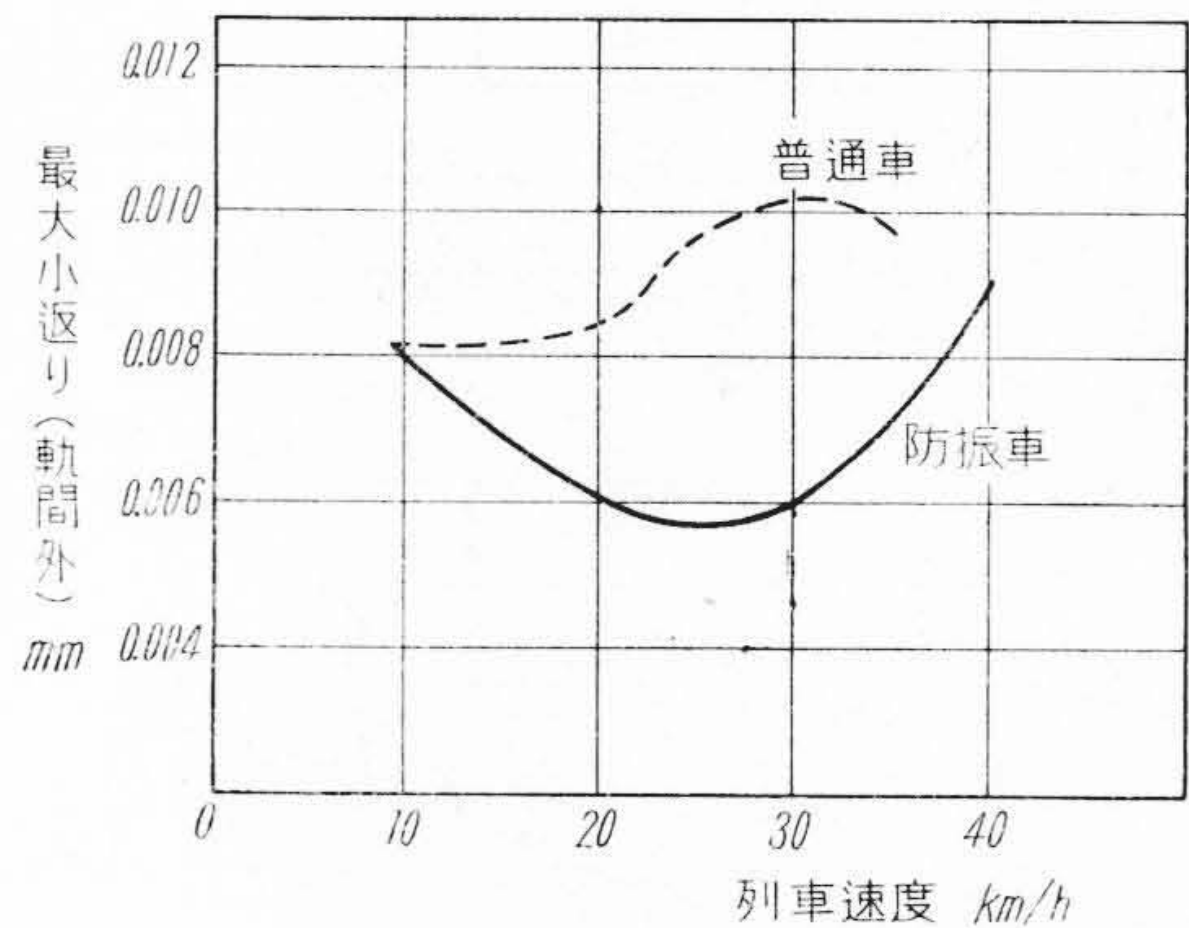
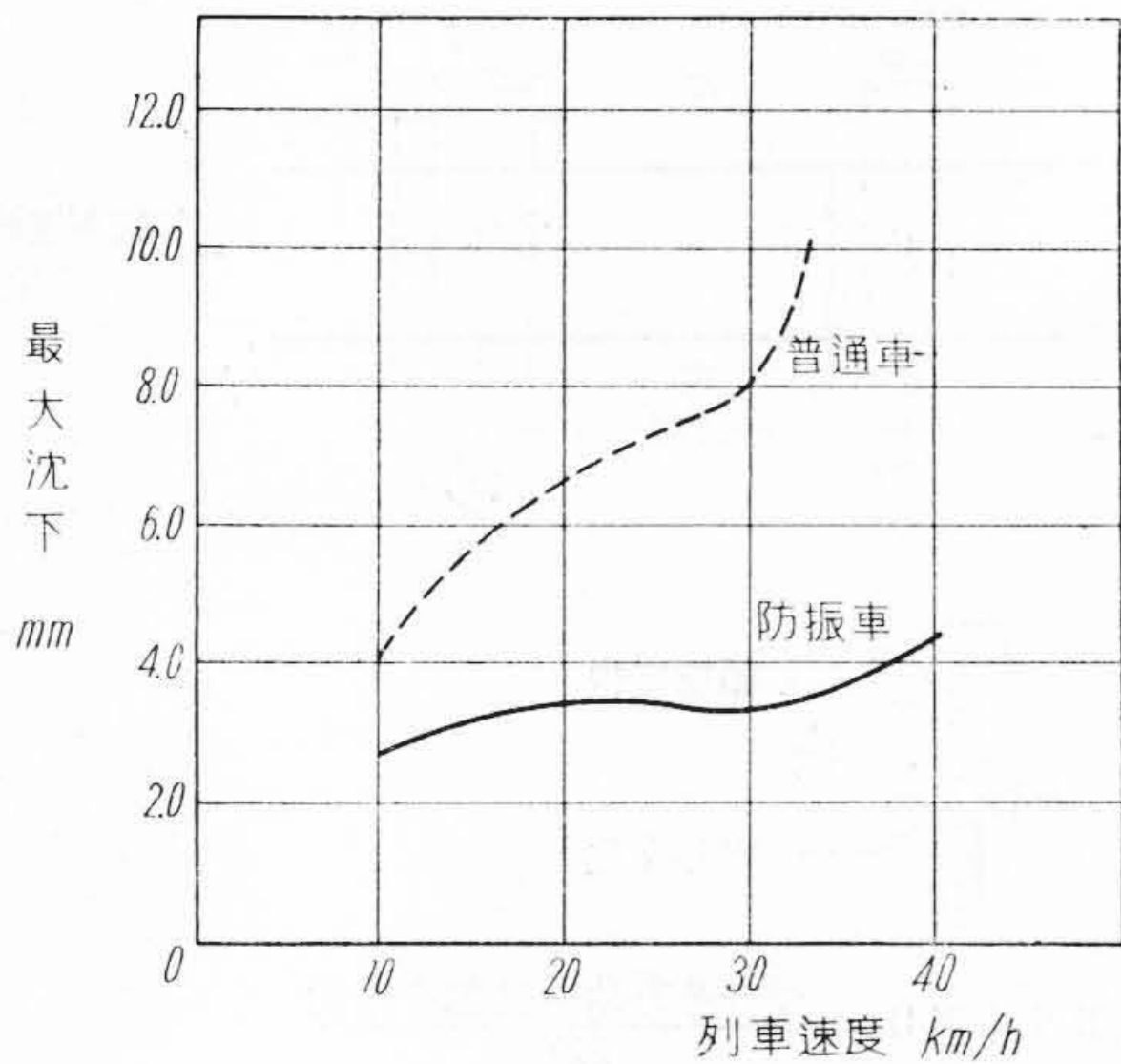
各速度に對する3回宛の記録を讀んで、第2輪下の最大沈下、最大小返り、及び速度の關係を第28圖に示す。



第27圖 軌條撓度

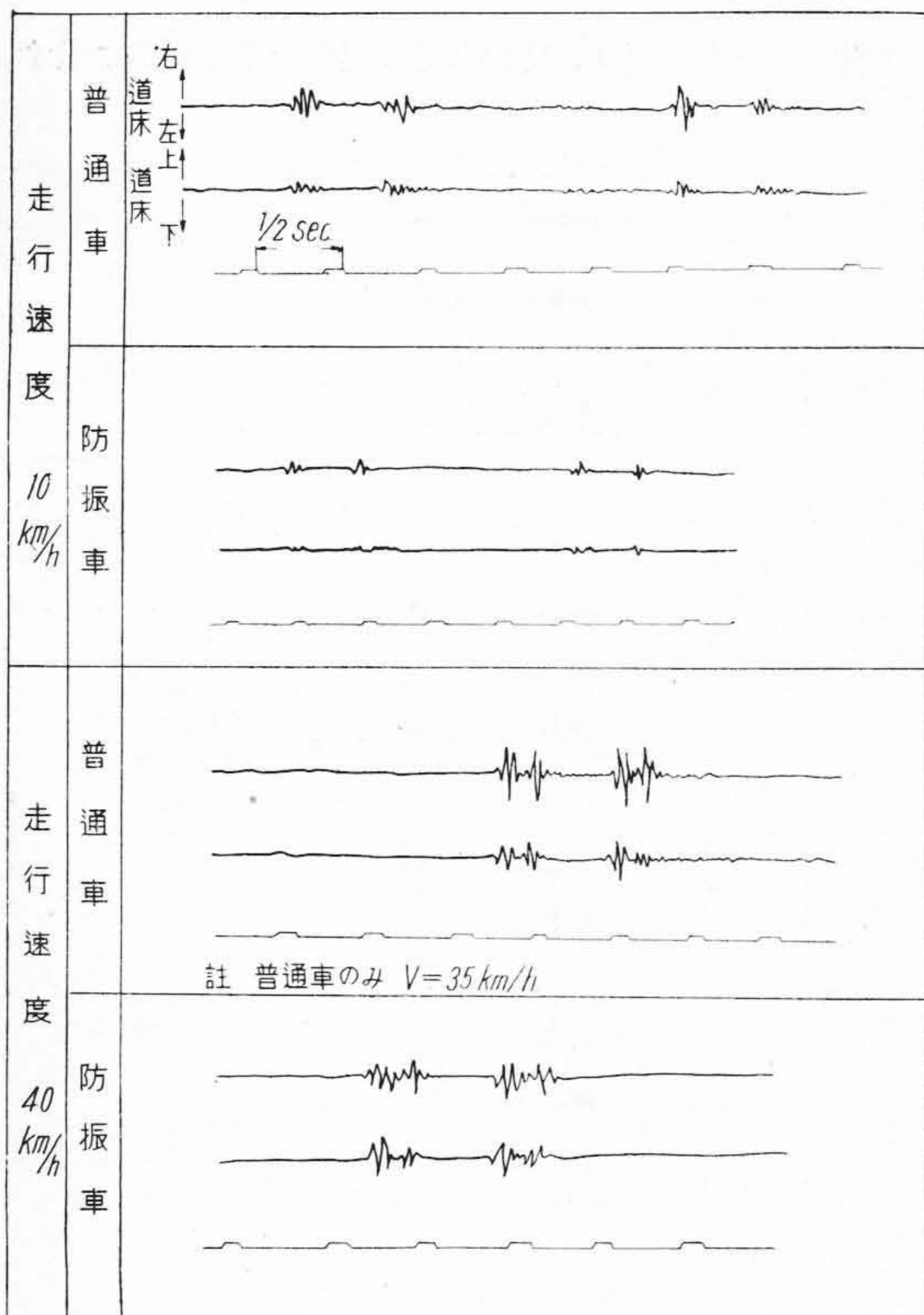
Fig. 27 The Deflection of the Rail.





第28圖 軌條撓度曲線

Fig. 28 The Deflection of the Rail.



第29圖 床振動試験記録

Fig. 29 The Vibration of the Track.

防振効果は繼目部に於て著しく、又水平方向に大である。普通軌條部に於ても沈下が重量の稍大きい防振車が

普通車に較べて小さく出ているのは意外であつて検討の要がある。波形に關しては本質的な相違は見られない。

(2) 道床試験 台車軸距離 1600 mm に對する沈下が、最高速度 40 km/h で移動した時の加速度振動数は  $1/8$  sec までとの見當で固有振動數 14 1/sec, 倍率 80 の振動計を持參した所が、測定繼目部に長さ約 140 mm の短軌條を狭んだ特殊の繼目があつた爲衝撃が2倍となり、結局 20~25 1/sec の振動が大きく現われた。記録の各速度に對する代表的なものを第29圖に示す。第30圖は第2輪の振幅最大値を示す。

(3) 衝撃部に於ける車體の振動加速度 第31圖は繼目衝撃部に於ける車體の振動加速度を示したものである。上下加速度は防振車では高速 (40 km/h) で著しく小さくなつて居る。左右加速度は防振車は普通車の約 50% 程度となつて居る。

## 〔VII〕 結 論

以上總括すれば

(1) 防振車の車體の振動加速度は、普通車に較べて總體的に約4割減少した。特に防振ゴム導入の効果が顯著でビビリ振動が少なく、乗心地が著しく改善された。

(2) 防振車の軸箱上の加速度は普通車の  $1/3$  以下となり、彈性車輪の効果、即ちばね下重量軽減の効果が充



分認められる。従つて主電動機、及び軌條に損傷を與える度合は著しく減少すべく、之に依る車輛並びに軌道の耐久性の増大、保守費の節減は極めて大きいものと豫想される。

(1) 騒音については尙研究の余地が多分に残されていると考えるが、今回の試験で衝撃音に対する防振ゴムの効果が充分現われたとみて良い。

(4) 軌條特性試験に於ては防振効果約3割程度と判定するが、特に高周波が除去された點に極めて大きい影響が期待される。

終りに臨み本試験に際しての横濱市交通局當局の絶大なる御援助と、運轉總指揮に當られた今橋車輛課長始め關係局員の並々な御努力に對して深甚なる謝意を表明し、又本試験を擔當された下記の方々より貴重な資料と御高見を賜つたことに對して厚く御禮申し上げる次第である。

(1) 振動試験 鐵道技術研究所 車輛運動研究室

松平精氏、松井信夫氏、穗坂衛氏、  
相澤泰治氏、石川次郎氏

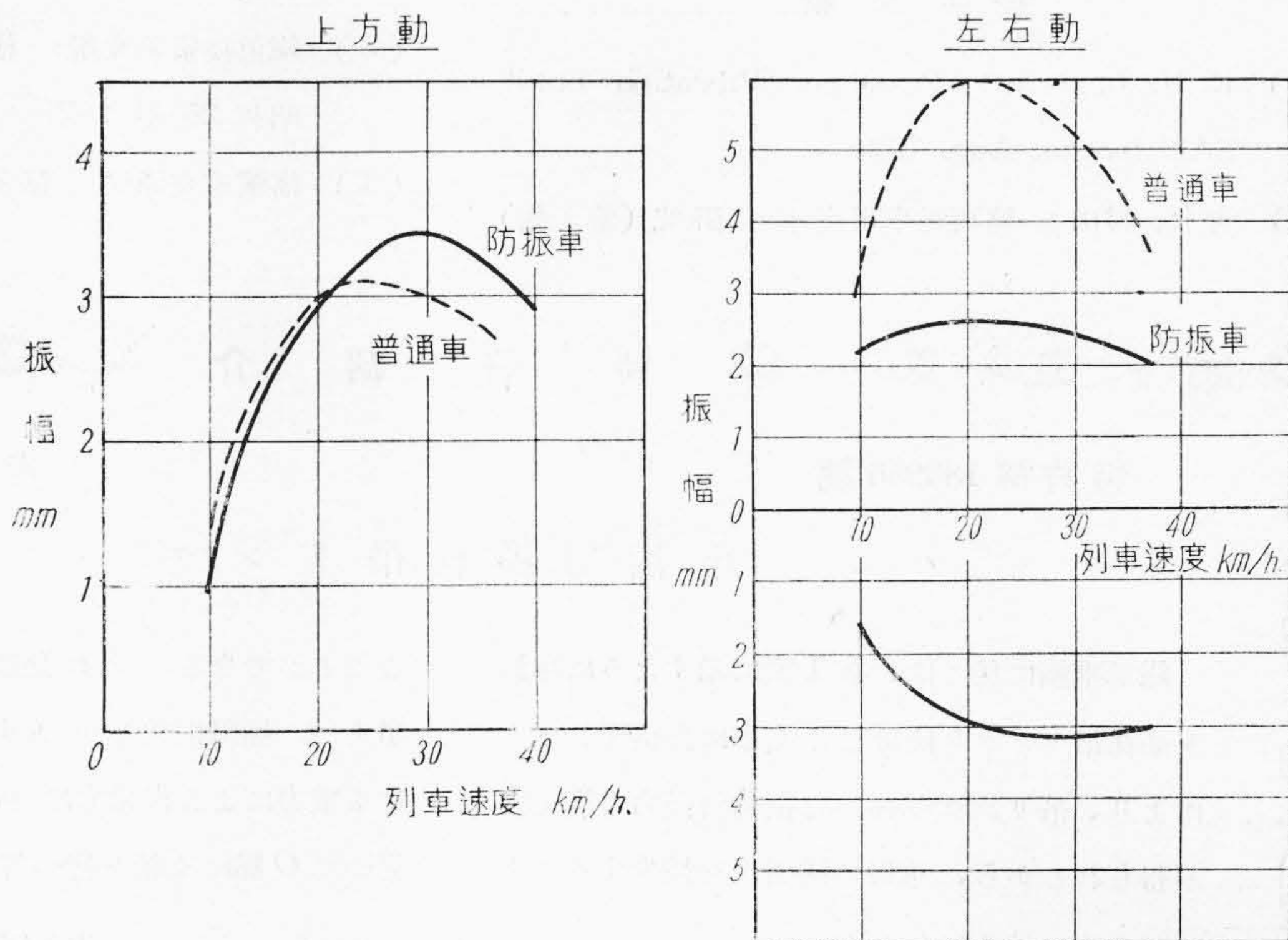
(2) 軌道試験 鐵道技術研究所 軌道研究室 佐藤氏

外 4 名

(3) 音響試験 産業科學研究所 平野正勝氏

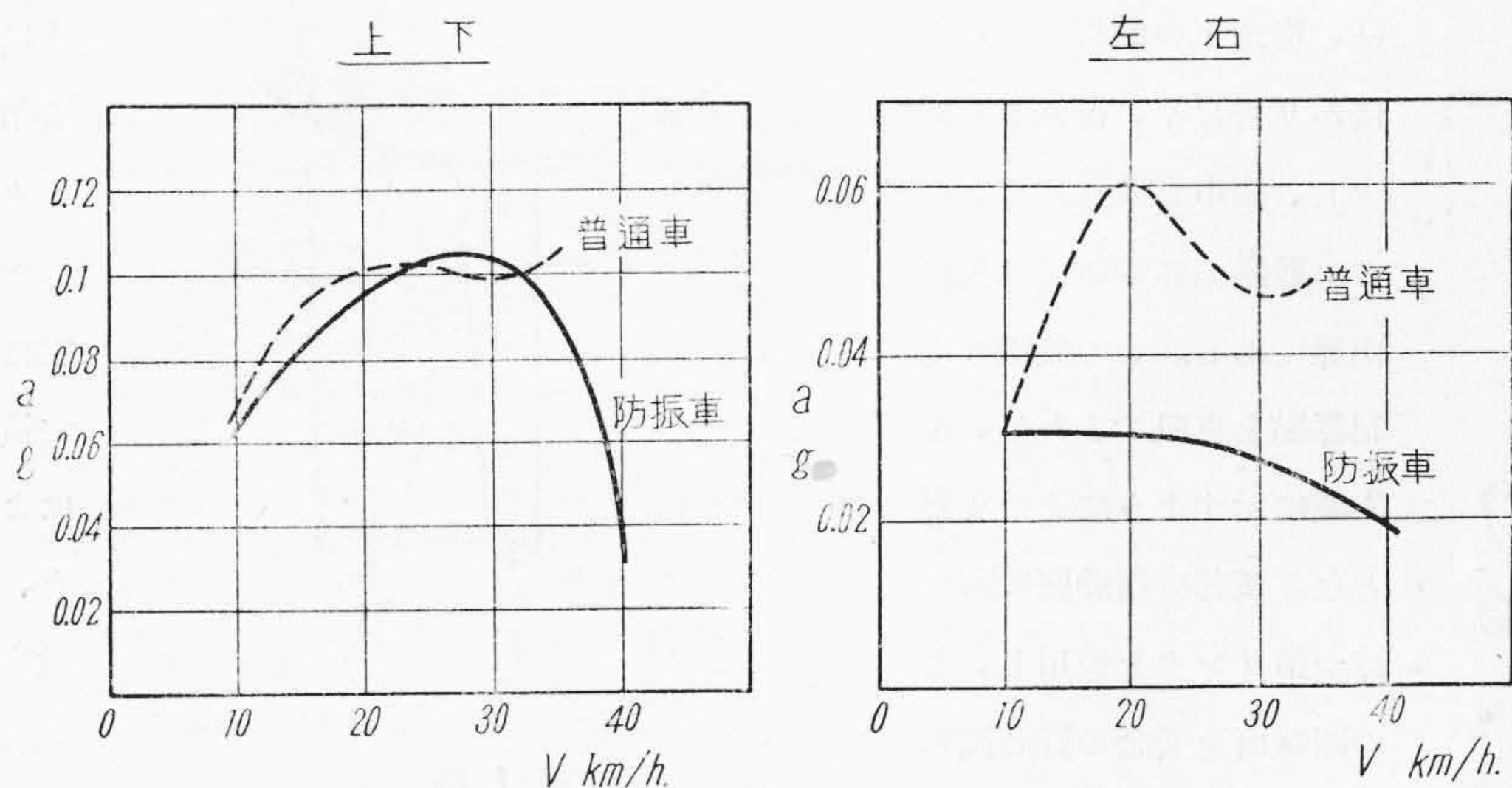
日本電氣音響 K. K. 右矢英之氏

日立中央研究所 前田所員



第30圖 振幅最大値比較 (第2輪)

Fig. 30 The Comparison of the Maximum Amplitude.  
(the Second Wheel)



第31圖 衝擊部に於ける車體の最大加速度比較

Fig. 31 The Comparison of the Maximum Acceleration  
Produced at the Car Body by Impact Effect of  
Wheel at Rail Joint.



## 参考文献

- (1) R. N. Janeway: Passenger Vibration Limit  
SAE Journal Aug. 1948
- (2) 青木、村田: 路面電車用臺車の研究(第1報)

(昭24-8號)

- (3) 鐵道技術研究所: 横濱市電振動試験報告  
昭和25年4月
- (4) 横濱市交通局: 横濱市電性能試験報告

## 特許紹介

特許第183956號

青木喜六

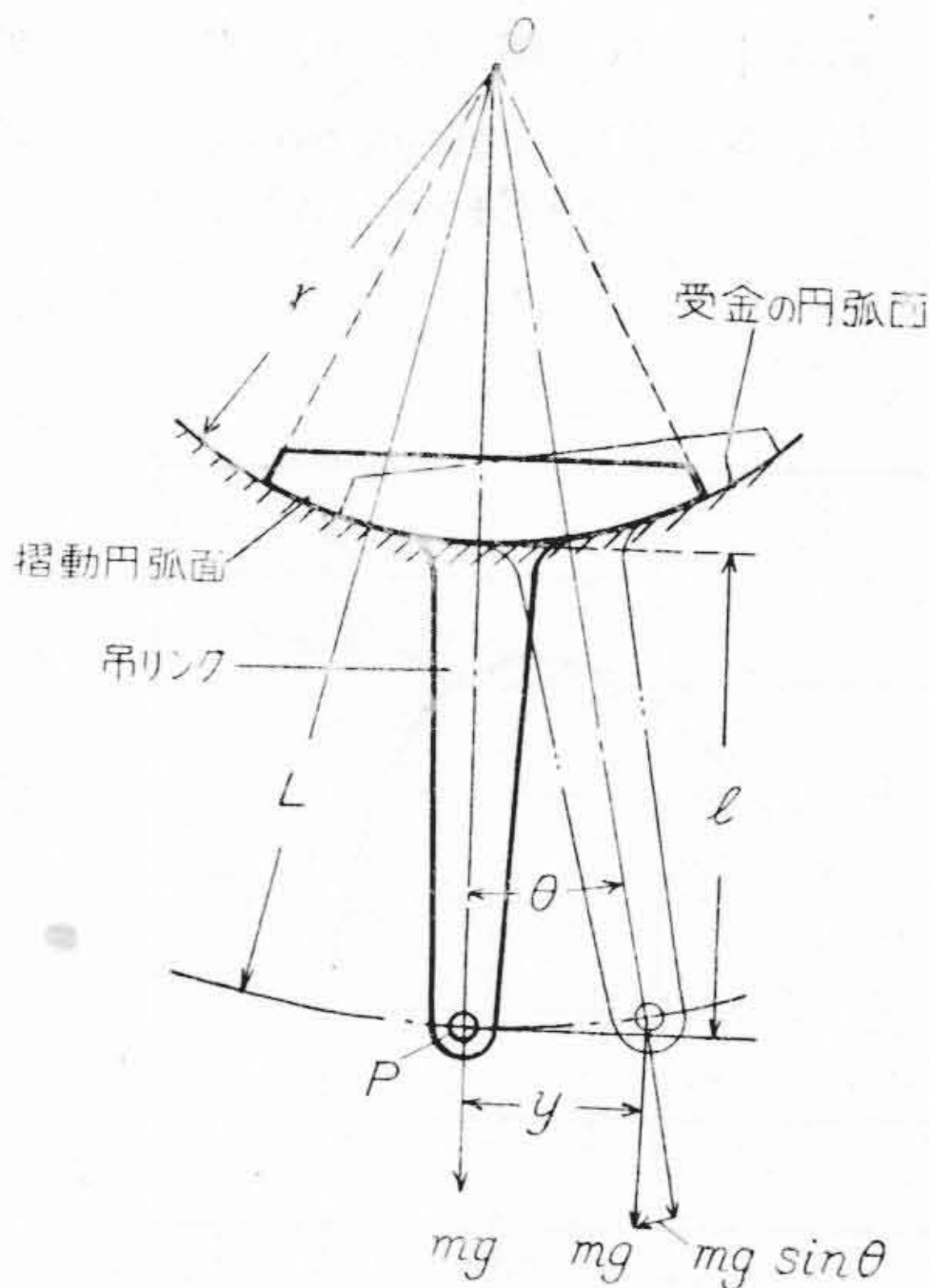
## 車輛用揺枕吊リンク

鐵道車輛に於ては、第1圖に示すように車體を揺枕吊リンクを使用して臺車に懸垂することにより、吊リンクの僅かな振角で強力な復元力が得られるから、車體の横振れを減少することができる。吊リンクは長い程横振れをゆるやかにする効果はあるが、これを或る限度以上に長くすることは、構造上の制約を受けるばかりでなく、復元力を減少し、振巾を大きくするなどの難點があるので實現は困難である。この發明は前記難點を克服するため、第2圖に示すようにその支點となる頸部に摺動圓弧面を持つ吊リンクを使用し、この圓弧面を受金の圓心圓弧面Bで受けるようにしたものである。この構造によれば、受金の圓弧面の半径 $r$ を任意に選ぶことにより、長さ $l$ なる吊リンクに任意の有効長さ $L$ を與え

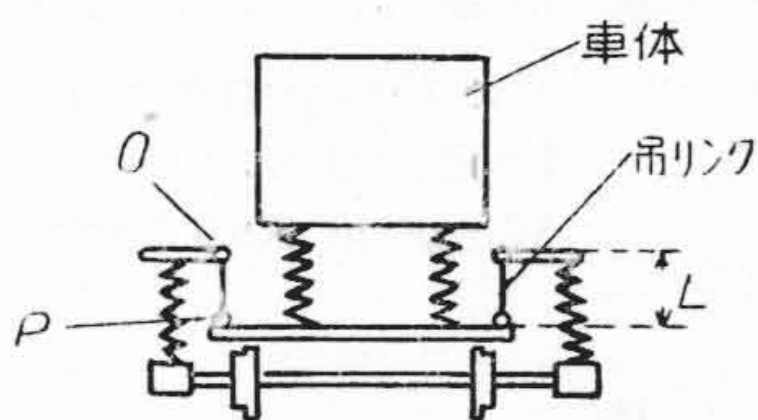
ることができる。 $P$ に懸る荷重を $mg$ 、極限振巾を $y$ 、極限振角を $\theta$ とすれば、振巾 $y$ に於ける重力による復元力は $mg \sin \theta$ で示される。従つて $O$ 點に支軸を持つ普通の吊リンクを使用

すれば、極限振巾 $y$ に於てリンクの長さ $L$ を長くすればそれだけ振角は小さくなり、復元力も減少することになるが、この發明になる吊リンクを使用すればリンクの有効長さ $L$ を長くしたことによる復元力の弱點は、圓弧面の摺動摩擦力で横振れに抵抗させることにより十分補うことができ、而もこの抵抗は振動に減衰作用を與えるから極めて有効である。この發明の實施により構造上の制約を受けることなく、横振れの少い乗心地良い臺車を容易に製作できる。

(滑川)



第1圖



第2圖